

InCIT
The 8th
International Conference
on Information Technology
2024

NCIT
2024

**InCIT 2024: The 8th
International Conference on
Information Technology**



14th - 15th November 2024

**InCIT 2024 @Faculty of Informatics, Burapha University,
Chonburi, Thailand And @Kanazawa (Japan)**

การประชุมวิชาการระดับประเทศ ทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ



Proceedings Book

Contact us: incit2024@rsu.ac.th

Web site: <https://dit.rsu.ac.th/ncit2024/>

โดย

วิทยาลัยนวัตกรรมการศึกษาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยรังสิต

NCIT 2024

วันที่ 14 - 15 กันยายน 2567

คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยบูรพา

About NCIT 2024

สภาคณบดีคณะเทคโนโลยีสารสนเทศแห่งประเทศไทย ได้จัดการประชุมระดับชาติด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ (NCIT) เป็นประจำทุกปี โดยในปี 2024 มหาวิทยาลัยรังสิต เป็นเจ้าภาพจัด การประชุมวิชาการระดับชาติด้าน เทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 16 ในวันที่ 14-15 พฤศจิกายน 2567

การประชุมวิชาการระดับชาติด้าน เทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 16 (NCIT2024) เป็นเวทีสำคัญสำหรับการแบ่งปันงานวิจัยในพื้นที่ที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร พวกเราเชื่อว่าการกระตุ้นการวิจัยที่ครอบคลุมเทคโนโลยีอัจฉริยะและนวัตกรรมสำหรับอนาคตของสังคมเป็นสิ่งสำคัญ

ผู้เขียนที่มีส่วนเกี่ยวข้องในพื้นที่วิจัยเหล่านี้ได้รับเชิญ ที่จะส่งบทความและบทออบนำเสนอไว้ที่ NCIT2024 การประชุมนี้จะเป็นโอกาสที่ดีที่สุดในการเสริมความร่วมมือระหว่างนักวิจัย มันจะให้โอกาสที่ดีมากสำหรับผู้เข้าร่วมในการแลกเปลี่ยนและอภิปรายเกี่ยวกับไอเดียและผลงานวิจัยใหม่ๆ และยังเป็นการเปิดโอกาสให้สำรวจทิศทางของการวิจัยร่วมกันในอนาคตด้วย

สภาคณบดีคณะเทคโนโลยีสารสนเทศแห่งประเทศไทย

Welcome Message from The President of Rangsit University, Thailand



Dr. Attawit Ourairat
President of Rangsit University

On behalf of Rangsit University (RSU), I am delighted to welcome you all to the 8th International Conference on Information Technology (InCIT2024) and the 16th National Conference on Information Technology (NCIT2024). InCIT is co-organized by IEEE Thailand Section (IEEE Computer Society Thailand Chapter) and College of Digital Innovation Technology, Rangsit University. NCIT has been co-organized with The Association of Council of IT Deans (CITT) and College of Digital Innovation Technology, Rangsit University

The inception of the institute, InCIT was organized as a peer reviewed international conference with the papers getting included in IEEE Xplore digital library which the papers included in the proceeding is normally indexed by SCOPUS. This conference is one of the few peers reviewed international conferences conducted by professional organizations and societies in Thailand.

We received almost 247 papers from 10 countries in four continents around the world and 159 are accepted for presentation. All these papers were peer reviewed by experts in the respective fields of research.

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Attawit Ourairat', written in a cursive style.

Dr. Attawit Ourairat,
President, Rangsit University, Thailand

Message from General Chair



Associate Professor Dr. Chetneti Srisa-an
General Chair InCIT2024

On behalf of the NCIT 2024 organizing committee, I am delighted to welcome you for the 16st National Conference on Information Technology. After 16 years, NCIT continues to be a leading Information Technology conference, where researchers, practitioners, and educators come together to present, discuss, and debate the most recent research results, innovations, trends, and concerns in the field. The main conference is preceded by four days of 15 sessions, including regular paper sessions, poster sessions, invited speaker sessions, and keynote sessions.

Enjoy the conference! I hope you find the technical program full of interesting sessions and speakers, and that you take advantage of the many opportunities for discussions and networking in the social program. Additionally, I encourage you to explore and enjoy the beautiful island of Chonburi, Thailand.

Associate Professor Dr. Chetneti Srisa-an
President, CITT (Thailand)

Keynote Speaker



Keynote Speaker 1

Assoc. Prof. Dr. Supavadee Aramvith

President, IEEE Thailand

Topic: AI-Based Video Analytic.

Keynote Speaker 2

Prof. Dr. Akihiko Wakai

Graduate School of Science and Technology, Gunma University (Civil & Environmental Engineering)

Topic: Geotechnical numerical modeling (3D FEM) of the earthquake-induced landslides with the 2024 Noto Peninsula Earthquake in Japan.



Keynote Speaker 3

Prof. Dr. Nobuo Funabiki

Okayama university, Japan vice president at IEEE Consumer Technology Society

Topics : Programming learning assistant system and video game system with hand gestures

Keynote Speaker 4

Mr. Betsukawa Minoru

Betsukawa Corporation President

Topics : Smart Factory towards future digital ages.



Keynote Speaker 5

AVM Amorn Chomchoey

Secretary General of National Cyber Security of Thailand

Topics : Lessons learned about how to enforce Cybersecurity Act in Thailand: The journey so far.

Keynote Speaker 6

Surachai Atthamongkolchai

(Compute and Digital Sales & Data Services and Storage)

Hewlett Packard Enterprise, Thailand

Topics : Smart organization with High computing cloud structure.



InCIT2024 Conference Committee

Honorary Chairs

- Dr. Attawit Ourairat, President, Rangsit University

General Chair

- Chetneti Srisa-an, RSU, Thailand (CITT president)

General Co-chair

- Aziz Nanthaamornphong , College of Computing, Prince of Songkla University, Thailand
- Teeravisit Laohapensaeng, MFU, Thailand

Advisory Committee

- Matchima Naradisorn, MFU, Thailand
- Nipon Charoenkitkarn, KMUTT, Thailand
- Ruttikorn Varakulsiripunth, Thai-Nichi Institute of Technology
- Takako Ochi, Gunma University, Japan
- Virach Sornlertlamvanich, Musashino University, Japan
- Nobuo Funabiki, Okayama university, japan
- Pisit Charnkeitkong, PIM, Thailand
- Jean-Marc THIRIET, UGA, France
- Emil Novakov, UGA, France
- Hamed Yahoui, UCBL, France
- Taegkeun Whangbo, Gachon University, Korea
- Cheong Ghil Kim, NSU, Korea
- Seung Hyun Lee, KWU, Korea
- Nina Bencheva, RU, Bulgaria
- Ingrid Moerman, UGent, Belgium
- Nauman Aslam, UNN, United Kingdom
- Prasong Praneetpolgrang, Sripatum University, Thailand

Steering Committee

- Rachasak Somyanonthanakul, RSU, Thailand
- Krishna Chimmanee, RSU, Thailand
- Pornthep Rojanavas, UP, Thailand

Technical Program Chair

- Rachasak Somyanonthanakul, RSU, Thailand

Technical Program Co-Chairs

- Prarinya Siritanawan, Shinshu University, Japan
- Teeradaj Racharak, Japan Advanced Institute of Science and Technology (JAIST), Japan
- Natthawut Kertkeidkachorn, Japan Advanced Institute of Science and Technology (JAIST), Japan
- Moirangthem Marjit Singh, NERIST, India
- Wimalyn Bovenizer, Phoenix QC, United Kingdom
- Thannob Aribarg, RSU, Thailand
- Surapong Uttama, MFU, Thailand
- Krisana Chinnasarn, BUU, Thailand
- Datchakorn Tancharoen, PIM, Thailand
- Ambuj Kumar, AU, Denmark
- Sokha Heng, RUPP, Cambodia
- Adnan Shahid, UGent, Belgium
- Xiaomin Chen, UNN, United Kingdom
- Shanfeng Hu, UNN, United Kingdom

Financial Chairs

- Paweena Suebsombut, MFU, Thailand
- Phattanapon Rhiemora, BU, Thailand

Publication Chair

- Rachasak Somyanonthanakul, KMITL, Thailand
- Sathaporn Promwong, KMITL, Thailand

Publication Co-Chairs

- Annop Monsakul, PIM, Thailand
- Wanus Srimaharaj, PYU, Thailand

Local Arrangement Chair

- Takako Ochi, Gunma University, Japan
- Virach Sornlertlamvanich, Musashino University, Japan
- Nobuo Funabiki, Okayama university, japan

Special Session Chair

- Punnarumol Temdee, MFU, Thailand

Information Chairs

- Chayapol Kamyod, MFU, Thailand
- Mahamah Sebakor, MFU, Thailand
- Dechanuchit Katanyutaveetip, SU, Thailand

ตาราง รายชื่อ บทความ

#	Title
NCIT2024_001:	A Comparative Performance of Web Server on Windows Operating Systems
NCIT2024_002	Factors Affecting Cyber Threat Awareness Of Employees National Science Museum Thailand
NCIT2024_003	การพัฒนาระบบแจ้งเตือนอุปกรณ์ไอที ในบริษัทรับเหมาก่อสร้าง แบบไร้กระดาษ
NCIT2024_004	Fuel Usage Monitoring System for Expressway Service Vehicles
NCIT2024_005	The Impact of Bakery Website Design on the Purchase Decisions of Generation Z Consumers
NCIT2024_006	WEB APPLICATION FOR ARTWORK SELLING AND HIRING ONLINE: ARTNORK
NCIT2024_007	Study Guidelines for Adjusting the Roles of Bank Employees During the Period of Transition into Digital Transaction
NCIT2024_008	พฤติกรรมและปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการใช้งาน ChatGPT และสื่อสังคมออนไลน์ในการเรียน นักศึกษาคณะวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี
NCIT2024_009	A Cactus Classification System Based on Convolutional Neural Network
NCIT2024_010	ระบบต้นแบบติดตามและเฝ้าระวังข้อมูลด้านสุขภาพของผู้สูงอายุผ่านแอปพลิเคชันบน อุปกรณ์เคลื่อนที่ด้วยเทคโนโลยี IoT
NCIT2024_011	ระบบบริหารจัดการสารสนเทศการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่ม
NCIT2024_012	Purchasing Products Through Online Applications Study: Comparing Use Cases Shopee, Lazada, Facebook of Consumers in Bangkok Metropolitan Region
NCIT2024_013	Generative Artificial Intelligence: A Case Study of Application in Highway Engineering
NCIT2024_015	Digital forensic of Ransomware Attacks By 2S Matrix Framework for Energy Sector
NCIT2024_016:	การพัฒนาแอปพลิเคชันนิตยสารดุลพາห สำนักงานศาลยุติธรรม (Development of Dunlaphaha Journal of the Court of Justice Application)
NCIT2024_017	A Systematic Literature Review on Developing Integrated Reporting Platforms for Corporate Sustainability of Thai Listed Companies using AI technology
NCIT2024_018	Systematic Literature Review on AI Literacy in workplace
NCIT2024_020	Influence of Photo Genres Affecting the Purchase Decision Through NFTs Fundraising in Non-Profit Organizations
NCIT2024_021	การวิเคราะห์พฤติกรรมความผิดปกติของผู้ขับขี่ จากทิศทางการมองและการกะพริบตา

NCIT2024_022	Application of Artificial Intelligence in Digital Media Production
NCIT2024_023	การวิเคราะห์ส่วนประสานกับผู้ใช้ของตลาดออนไลน์ด้วยแผนที่ความร้อนแบบกริด
NCIT2024_024	การประเมินประสิทธิภาพระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับฟาร์มนกแอ่นกินรัง
NCIT2024_025	ระบบจัดการร้านอาหารเลิศรสหมูกระทะ Restaurant Management System: Lert-Ros Thai BBQ Pork
NCIT2024_026	CONSUMER BEHAVIOR ANALYSIS IN DOCTOR DRUG PHARMACY
NCIT2024_027	การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการปล่อยก๊าซมีเทนและการใช้ที่ดิน ของพื้นที่นาข้าว โดยใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียม Sentinel-2 และ Sentinel-5P
NCIT2024_028	การตรวจหาภาวะหัวใจโตโดยใช้โมเดลการเรียนรู้เชิงลึก ResNet-50
NCIT2024_029	การออกแบบและพัฒนาระบบส่งภาพค่าแรงดันเสิร์จผ่านโพรโทคอลลอร่า เพื่อตรวจสอบสถานีฐานงานรับสัญญาณดาวเทียมไอแซท
NCIT2024_030	Guidelines for Developing 'Mor Prom' Application to Handle Future Emerging Diseases
NCIT2024_031	Satisfaction and Reliability of Use the ECU Remap Program System for 4-6 Wheel in Bangkok and Metropolitan Region
NCIT2024_033	A STUDY ON THE APPROACH TO ADJUSTING THE PRODUCTION MODEL AND THE DEVELOPMENT OF A CLEAN CASSAVA DRYER BY USING SOLAR CELL TECHNOLOGY.
NCIT2024_034	การจำแนกโรคในใบพืชด้วยวิชันทรานฟอร์มเมอร์
NCIT2024_036	การศึกษาประสิทธิภาพแบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่องเพื่อการจำแนกภาพสำหรับการจำแนกพืชผักและการและอัตราภาษีของสินค้านำเข้าประเภทอุปโภคบริโภคชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์
NCIT2024_037	Optimizing Gas Efficiency in Ethereum Smart Contracts: A Comparative Study of Development Tools and Techniques
NCIT2024_038	A Comparison of the Generative AI Performance in Application Design for the Elderly
NCIT2024_035	A study of the performance of machine learning models in image classification for classifying electronic product and its customs tariffs
NCIT2024_039	วิเคราะห์โรคเลือดออกใต้เยื่อหุ้มสมองด้วยการจัดกลุ่มโรค และ ICD-10 Data analysis of subdural hemorrhage by subgroup classification and ICD-10

บทคัดย่อ (NCIT2024)

การประชุมวิชาการระดับประเทศ ทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ

NCIT 2024 วันที่ 14 - 15 กันยายน 2567 คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยบูรพา



NCIT2024_01: A Comparative Performance of Web Server on Windows

Abstract

This research aims to compare the performance of web servers on the Windows operating system. The web servers used are IIS, Apache, and NGINX. The performance was compared under the same number of users at each time interval. Various types of websites were used as test cases, including static websites and dynamic websites (WordPress and Moodle). The Apache JMeter was used to simulate website access through the HTTP and HTTPS protocols to test the performance of the web servers and record various data for comparison. The results showed that for static websites, IIS performed well with no errors through the HTTP protocol and supported good throughput (Transactions/s). Apache performed well with the HTTPS protocol. For dynamic websites, NGINX used fewer resources and performed well with both WordPress and Moodle through the HTTP protocol. Apache performed well with website access through the HTTPS protocol. Although IIS had a slower response time for both WordPress and Moodle through the HTTPS protocol, it had fewer errors and supported good throughput (Transactions/s) at high concurrent requests.

Keywords: web server, web server performance, iis apache, nginx

NCIT2024_02: Factors Affecting Cyber Threat Awareness Of Employees National Science Museum Thailand

Abstract

"The objectives of this research study are 1) to study demographic factors that affect the awareness of cyber threats among staff at the National Science Museum (NSM) 2) to study factors regarding experiences with cyber threats that affect the awareness of cyber threats among the staff of the NSM. 3) To study the factors of knowledge about cyber threats that affect the awareness of cyber threats among the staff of the NSM. The factors affect awareness of cyber threats. The sample group used in the research was 181 employees of the NSM by purposive selection. The tool used was a cyber threat awareness questionnaire. Statistics used in the analysis include frequency, percentage, mean, standard deviation, Independent Samples t-test, One-Way ANOVA, and pairwise comparison of differences (LSD). The research results found that the majority of respondents were female, aged 31 - 40 years, and had a bachelor's degree. They hold operational positions with 16-20 years of experience. The results of the demographic hypothesis test found that different genders, ages, educational levels, and length of service have an effect on cyber awareness. Hypothesis testing section Experience and knowledge factors regarding cyber threats have different effects on cyber threat awareness.

Keywords: Awareness Perceptual, experience, Cyber threats

NCIT2024_03: การพัฒนาระบบแจ้งซ่อมอุปกรณ์ไอที ในบริษัทรับเหมาก่อสร้าง แบบไร้กระดาษ

Abstract

IT department information management system for a construction company subsidiary. This system is designed to solve the problem of excessive paper use and increase efficiency in solving problems for users. Previously, the company used approximately 180 paper repair reports per month for approximately 700 employees. Common problems were paper wastage and wasted time waiting in line to fix problems caused by User Error. The new system supports repair notifications via The system is online and manages IT equipment information and notebook owner information. The results of the 5-month trial of the new system found that paper use decreased on average by 30-40% per month and employees resolved user errors 3-5 minutes faster.

Keywords: Paperless, Inventory system, IT support

NCIT2024_04: Fuel Usage Monitoring System for Expressway Service Vehicles

Abstract

Currently, Operating the expressway service business enhances efficiency in various types of businesses, such as parcel delivery services and public transportation. Using electronic devices on expressways, for example, optical barriers to detect objects passing through toll collection lanes or automatic vehicle classification which is used to classify a type of vehicle that enter through toll collection lane in order to calculate toll fees. However, the electronic equipment on the expressway has a limited lifespan and requires regular maintenance. When equipment breaks down, employees must drive to fix the problem, which requires constant use of fuel. Each time they refuel, employees must record the fill-up in the vehicle book and submit to the department at the end of the month to report expense to management This project was created to replace the manual recording of fuel fill-ups in the vehicle registration book with a web application, aiming to reduce paper usage within the organization.

Keywords: Fuel Usage Monitoring System, Cloud Computing, Infrastructure as Code

NCIT2024_05: The Impact of Bakery Website Design on the Purchase Decisions of Generation Z Consumers

Abstract

This research aims to study the design of bakery product websites that influence the purchasing decisions of Generation Z consumers in Thailand. A survey of 100 respondents found that Generation Z buys bakery products 1-3 times per month, with cakes and bread being the most popular choices. The key factors influencing their purchases are preferred taste and reasonable pricing. Additionally, this consumer group places importance on website design and information, particularly warm color tones like beige, orange, and red, easy-to-navigate layouts, and website credibility. They also prioritize prominent product details or promotions on the homepage. The study further revealed that website design should focus on simplicity, using medium-sized images arranged in a grid, displaying information on a single page, and ensuring that the website is responsive to different screen sizes, which is essential for Generation Z.

Keywords: Website Design, Bakery Purchase, Decision Generation Z, Consumer Behavior

NCIT2024_06: WEB APPLICATION FOR ARTWORK SELLING AND HIRING ONLINE: ARTNORK

Abstract

Nowadays, people tend to use traditional Thai medicine to maintain good health by using local wisdom and herbs. However, the process of collecting and storing these information are difficult to access and retrieve with smart phones. So, researchers have developed a health care application with traditional Thai medicine to accommodate today's people needs which is convenience, quick, and easy to access. The objective of this research is to develop a health care mobile application that able to search and retrieve medical treatment of each symptom. These symptoms are classify based on 1.) head, ears, eyes, neck, nose, and mouth 2.) body 3.) lower part of body. This application can show how to use herbs for each symptom and how to do the first aid. Moreover, this application also can save a user symptom log file and forward this log file to a doctor in future. Nowadays, the benefits of buying and selling products on the internet are significant. Researchers have developed a web application to allow users to showcase their artistic works and sell their products. Additionally, this application also supports a queue system for hiring. The application applies the principles of Human Computer Interaction (HCI) to ensure that users are satisfied. It includes an online store system for buying and selling products between users and artists. Moreover, it also utilizes a Kanban board to solve any issues related to the queue system, allowing users to see the queue of the artists immediately without the need for direct communication.

Keywords: art, web application, human computer interaction, Kanban board

NCIT2024_07: พฤติกรรมและปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการใช้งาน ChatGPT และสื่อสังคมออนไลน์ในการเรียน นักศึกษาคณะวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

Abstract

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาพฤติกรรมการใช้งาน ChatGPT และสื่อสังคมออนไลน์ในการเรียน นักศึกษาคณะวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี และ 2) ศึกษาปัจจัยที่มีส่งผลกระทบต่อการใช้งาน ChatGPT และสื่อสังคมออนไลน์ในการเรียน นักศึกษาคณะวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี ประชากรกลุ่มตัวอย่าง 247 คน ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่ใช้คอมพิวเตอร์หรือโน้ตบุ๊ก ในการเข้าถึง ChatGPT และ นักศึกษาส่วนใหญ่ใช้สมาร์ทโฟน ในการเข้าถึงสื่อสังคมออนไลน์ เวลาที่นักศึกษาส่วนมากใช้งาน ChatGPT และสื่อสังคมออนไลน์ คือ ช่วงค่ำ ปัจจัยหลักที่มีอิทธิพลให้นักศึกษาใช้งาน ChatGPT คือ ความรวดเร็วในการตอบสนองต่อความต้องการ และ ปัจจัยหลักที่มีอิทธิพลให้นักศึกษาใช้งานสื่อสังคมออนไลน์ คือ อินเทอร์เน็ตที่ใช้งานง่าย วัตถุประสงค์หลักในการใช้งาน ChatGPT คือ เรียนรู้เพิ่มเติมนอกเหนือหาที่อาจารย์สอน และวัตถุประสงค์หลักในการใช้งานสื่อสังคมออนไลน์เพื่อติดต่อกับบุคคลที่รู้จัก สื่อสาร/แชท

Keywords: แชนเจีพีที, สื่อสังคมออนไลน์, พฤติกรรม

NCIT2024_08: A Cactus Classification System Based on Convolutional Neural Network

Abstract

In the past decade, the popularity of cultivating Cactus has significantly increased in Thailand. Cactus possesses uniquely beautiful and peculiar shapes, and there has been continuous breeding to develop various strains. Currently, they are widely grown for ornamental purposes in residential and commercial spaces. However, due to the vast diversity of cactus species, accurate classification is crucial for proper care. This ensures sustainable, aesthetically pleasing, and commercially valuable cactus. To address such a challenge, we developed a web-based system that can classify cactus varieties from images. It employs machine learning models based on Convolutional Neural Networks (CNNs). In addition, the proposed system supports functions providing information about different cactus varieties, their care methods, and how to adjust environmental conditions for optimal growth. The experimental evaluation guarantee that our system can be practically used in real-world settings with an overall accuracy of 80.56% for classification.

Keywords: Cactus classification, Machine Learning, Convolution Neural Network

NCIT2024_09: A Comparison of the Generative AI Performance in Application Design for the Elderly Thawinee Lohawatcharanon, Tanaporn Ngamjit and Papangkorn Pidchayathanakorn

Abstract

"Currently, generative artificial intelligence (Generative AI) plays a significant role in developing applications that meet user needs, especially in elderly communities that face physical limitations and challenges in using technology. Therefore, designing applications for the elderly must prioritize efficiency and usability. By incorporating generative AI technology and prompt engineering, we can enhance user experience (UX/UI) to better cater to elderly users. This research focuses on creating a set of prompts for AI to query four tools: ChatGPT, Gemini, Claude, and Microsoft Copilot, for designing applications aimed at the elderly using the same set of instructions. The goal is to analyze their capabilities in design, content creation, and user experience that address the needs of older adults, thereby identifying the most suitable tools for developing applications that meet their requirements. The findings indicate that generative AI can effectively support content development and improve user experience, with each model showcasing distinct strengths. It was found that Gemini and Claude excelled in graphic output, emphasizing clarity, simplicity, large icons, and vibrant colors suitable for the elderly, while ChatGPT and Microsoft Copilot provided good text-based guidance but lacked clarity in graphic presentation."

Keywords: Generative AI, Prompt Engineering, Application Design, Elderly Users

NCIT2024_10: ระบบต้นแบบติดตามและเฝ้าระวังข้อมูลด้านสุขภาพของผู้สูงอายุผ่านแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ด้วยเทคโนโลยี IoT

Abstract

ประเทศไทยได้เข้าสู่สถานการณ์ “สังคมสูงอายุ” ตั้งแต่ พ.ศ.2548 โดย 1 ใน 10 ของประชากรไทยเป็นประชากรที่มีอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป หนึ่งในความพยายามของนักวิจัยเกี่ยวกับผู้สูงอายุคือ การนำเอานวัตกรรมเพื่อการดูแลสุขภาพของผู้สูงอายุเข้ามามีบทบาทและใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ปัจจุบันมีการนำเอาเทคโนโลยี Internet of Things (IoT) มาใช้กับการดูแลสุขภาพผู้สูงอายุแล้ว ผู้วิจัยจึงเห็นประโยชน์ของการนำเอาเทคโนโลยี IoT มาประยุกต์เพื่ออำนวยความสะดวกในการดูแลสุขภาพผู้สูงอายุในการพัฒนาระบบต้นแบบติดตามและเฝ้าระวังข้อมูลด้านสุขภาพของผู้สูงอายุผ่านแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ด้วยเทคโนโลยี IoT ซึ่งเป็นการทำงานร่วมกับอุปกรณ์พกพาที่สามารถสวมใส่ติดตัวผู้สูงอายุได้ (wrist wearable devices) เช่น Smart watch สามารถตรวจวัดการเต้นของหัวใจ ข้อมูลสุขภาพ และสามารถแจ้งเตือนไปยังผู้ดูแลเมื่อภาวะผิดปกติได้ โดยระบบสามารถทำงานได้ทั้งบนเว็บแอปพลิเคชัน และแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ ผู้วิจัยได้นำระบบไปประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญแล้ว พบว่า ผลของการประเมินประสิทธิภาพของระบบทั้ง 4 ด้าน คือ 1) ด้านความสามารถทำงานตามความต้องการของผู้ใช้ 2) ด้านการใช้งานของระบบ 3) ด้านหน้าที่ของระบบ 4) ด้านความปลอดภัย โดยผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้งานอยู่ในระดับดี

Keywords: เฝ้าระวังข้อมูลด้านสุขภาพ สังคมสูงอายุ Internet of Things (IoT)

Abstract

ด้วยในปัจจุบันเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารได้เข้ามามีบทบาทสำคัญต่อการดำรงชีวิต ในชีวิตประจำวันของมนุษย์อยู่ตลอดเวลา ไม่ว่าจะเป็นการติดต่อสื่อสาร การทำงาน การเดินทาง การศึกษา เห็นได้จากจำนวนผู้ใช้อินเทอร์เน็ตและอุปกรณ์เคลื่อนที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เพื่อเป็นการนำเอาความสามารถของเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเข้ามาสนับสนุนการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่มในท้องถิ่น เพื่อให้ได้น้ำสะอาดไว้ใช้ในการอุปโภค-บริโภคในชุมชน งานวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงได้ทำการพัฒนาระบบบริหารจัดการสารสนเทศการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่มตามมาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาลที่ใช้บริโภค ซึ่งมีความสามารถในการวิเคราะห์และประเมินความแตกต่างของคุณภาพแหล่งน้ำ และรายงานผลคุณภาพแหล่งน้ำได้ โดยสามารถทำงานได้ทั้งบนเว็บแอปพลิเคชัน และแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ ระบบทั้งสองได้ถูกประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญแล้ว พบว่า ผลของการประเมินประสิทธิภาพของระบบทั้ง 4 ด้าน คือ 1) ด้านความสามารถทำงานตามความต้องการของผู้ใช้ 2) ด้านการใช้งานของระบบ 3) ด้านหน้าที่ของระบบ 4) ด้านความปลอดภัย โดยผู้เชี่ยวชาญ อยู่ในระดับดี

Keywords: การตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่มระบบบริหารจัดการสารสนเทศแอปพลิเคชัน

NCIT2024_12: Purchasing Products Through Online Applications
Study: Comparing Use Cases Shopee, Lazada, Facebook of
Consumers
in Bangkok Metropolitan Region

Abstract

This research aims to study online shopping behavior through applications such as Shopee, Lazada, and Facebook among consumers in Bangkok and its surrounding areas. The study examines demographic factors, including age, gender, education level, occupation, and average monthly income, as well as marketing factors that influence consumers' online shopping behavior. Additionally, it explores how technology acceptance and personalized services affect consumers' decisions to purchase products through online applications in Bangkok and its surrounding areas. Data was collected through online questionnaires from a sample of 400 participants and analyzed using statistical software according to the research objectives. The hypothesis testing results indicate that consumers in Bangkok and its surrounding areas who differ in age, occupation, and interests make different purchasing decisions through online channels and applications. However, differences in gender, education level, interests, and average monthly income do not significantly affect online purchasing decisions through applications. Marketing mix factors and service quality, on the other hand, do influence the decision to purchase products through applications among consumers in both Bangkok and its surrounding areas.

Keywords: Online Applications Marketing Mix and Service Quality
Online Consumer Behavior

NCIT2024_13: Generative Artificial Intelligence: A Case Study of Application in Highway Engineering

Abstract

This research aimed to evaluate the application of Generative artificial intelligence (AI) systems in Highway engineering and their utility as tools for engineers in design calculations based on engineering principles. The study employed a true experimental research method. The tools selected for the experiment included: (1) A set of instructions related to Highway engineering, developed through a review of relevant literature and research, to test the performance of a large language model, and (2) ChatGPT, which was chosen as the large language model for testing its responses to the created instructions. The experimental results were as follows: (1) The creation of instructions for testing the large language model, based on literature review and relevant research, included commands for designing horizontal curves using circular curves and superelevation design; (2) ChatGPT's responses to the created instructions aligned with the research objectives, demonstrating its potential as a tool in the field of Highway engineering.

Keywords: Generative AI Application, Highway Engineering

NCIT2024_14: Study Guidelines for Adjusting the Roles of Bank Employees During the Period of Transition into Digital Transaction

Abstract

Digital Disruption Digital Transactions e-Payment Internet & Mobile Banking Upskill & Reskill" "Digital disruption has transformed the banking industry, driving a shift from traditional services to online platforms and reducing physical bank branches. This research examines which banking transactions cannot be fully automated and explores how bank employees' roles should adapt during and after this transition. Through in-depth interviews with bank executives, IT personnel, and service providers, as well as document analysis, the study found that tech-savvy customers can manage simple transactions on their own. However, complex transactions still require direct interaction with bank employees for additional information or guidance. Bank employees continue to be vital in all transactions for customers without access to technology. Bank employees must undergo upskilling and reskilling to effectively manage this digital shift. In the digital banking era, they need both technical (hard skills) and interpersonal (soft skills) to meet the evolving needs of the industry.

Keywords: Digital Disruption, Digital Transactions, e-Payment, Internet & Mobile Banking
Upskill & Reskill

NCIT2024_16: Digital forensic of Ransomware Attacks by 2S Matrix Framework for Energy Sector

Abstract

"After the 2020 COVID-19 pandemic, which had a massive impact on work processes, there was a shift to working from home. Consequently, this transition has led to an increasing number of cyberattacks. In the beginning, malware constituted the main mode of cyberattacks; however, ransomware has now become common. A study conducted in 2023 established that ransomware attacks in the energy sector doubled compared to the previous year hence making it imperative to carry out research on this area focusing on ransomware as a threat and using 2S matrixes for analysis. This is documentary research that gathers information from research articles and documents from foreign security agencies. The collected information is analyzed by using the 2S Matrix Framework to make it easy and understandable"

Keywords: Ransomware, Malware, 2S Matrix, Cyberattack, Ransomware Gangs, Energy Sector

NCIT2024_17: Systematic Literature Review on AI Literacy in workplace

Abstract

Artificial Intelligence (AI) plays a crucial role in current work practices, making AI literacy an essential skill for applying this technology. This study aims to analyze the components of AI literacy for work by conducting a systematic literature review from Scopus and Google Scholar databases between 2019-2023. Out of 682 related articles, 9 were found suitable for analysis based on the selection criteria. The content analysis results synthesized 8 key components of AI literacy for work: Understanding Intelligence, Critically Interpreting Data, Imagine Future AI, Human Role in AI, AI ethics, Decision-Making, Data Literacy, and Programmability. These components are vital for preparing personnel to cope with technological changes. The findings of this study can be used to design training courses for organizational personnel.

Keywords: AI literacy, AI literacy competencies, Systematic literature review

NCIT2024_18: การพัฒนาแอปพลิเคชันนิตยสารดุลพาห สำนักงานศาลยุติธรรม (Development of Dunlaphaha Journal of the Court of Justice Application)

Abstract

“นิตยสารดุลพาห” เป็นงานทางวิชาการของสำนักงานศาลยุติธรรม จัดทำเพื่อ 1) เผยแพร่ผลงานวิชาการ ผลการศึกษาวิจัย รวมทั้งความรู้ด้านกฎหมาย กระบวนการยุติธรรม และด้านอื่น ๆ แก่ผู้พิพากษา บุคลากร ของศาลยุติธรรม นักวิชาการ ผู้ปฏิบัติงาน รวมถึงประชาชนผู้สนใจ 2) เพื่อเป็นสื่อกลางในการแลกเปลี่ยน ผลงานวิชาการ ปัญหา และแนวทางแก้ไขในทางปฏิบัติระหว่างผู้พิพากษา บุคลากรของศาลยุติธรรม นักวิชาการ ใช้วิธีเผยแพร่โดยการตีพิมพ์เป็นเล่ม จากการศึกษาพบปัญหาคือวิธีเผยแพร่นิตยสารที่เป็น การตีพิมพ์ที่จำกัดจำนวนไม่เพียงพอต่อความต้องการ การค้นหาข้อมูลใช้เวลานาน งานวิจัยนี้จึงได้นำเสนอ การวิเคราะห์ ออกแบบ และการพัฒนาแอปพลิเคชันนิตยสารดุลพาห สำนักงานศาลยุติธรรม บนอุปกรณ์ สมาร์ทโฟน เนื่องจากสมาร์ทโฟนเป็นอุปกรณ์ที่ใช้งานสะดวก พกพาไปได้ทุกที่ทำให้การเข้าอ่านนิตยสาร ง่าย และสะดวก นิตยสารดุลพาหที่ตีพิมพ์จะถูกนำมารวบรวมไว้ในแอปพลิเคชันนี้ เป็นการลดข้อจำกัดของ การเผยแพร่นิตยสาร ลดเวลาในการค้นหาข้อมูลจากนิตยสาร เป็นการเพิ่มความพึงพอใจของผู้ใช้งาน และ นำความรู้จากนิตยสารไปเป็นแนวทางแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้

Keywords: นิตยสารดุลพาห, สำนักงานศาลยุติธรรม, แอปพลิเคชัน

NCIT2024_19: Influence of Photo Genres Affecting the Purchase Decision Through NFTs Fundraising in Non-Profit Organizations

Abstract

This research is a qualitative study aimed at examining the influence of photography genres affecting the purchase decision through NFTs fundraising in non-profit organizations. The selection criteria for the types of photographs were based on international photography contests and institutions, totaling 20 categories from 5 different sources. These were compared with the types of NFT photographs purchased through the fundraising project of one international non-profit organization. Additionally, the researcher collaborated with a domestic non-profit organization to organize another NFT photography fundraising project. According to the research results, during the 3-month fundraising period, a total of 53 items were purchased, accounting for 27.75%. Lifestyle Photo Genre had the highest number of purchases, with 11 items sold, accounting for 20.75%. This was followed by Environment Photo Genre, with 8 items purchased, representing 15.09%. The Animal and Portrait Photo Genres both recorded 5 purchases each, accounting for 9.43% respectively.

Keywords: Photo Genre, Non-Fungible Token, Fundraising, Non-Profit Organizations

NCIT2024_20: การวิเคราะห์พฤติกรรมความผิดปกติของผู้ขับขี่ จากทิศทางการมองและการ
กะพริบตา

Abstract

สถิติอุบัติเหตุทางรถยนต์ทั่วโลกส่วนใหญ่เกิดจากพฤติกรรมการขับขี่ที่ผิดปกติ เช่น การขับรดโดยเสียสมาธิ ขาดสมาธิ การใช้โทรศัพท์มือถือ การปรับวิทยุในรถยนต์หรือระบบอื่นๆ การขับรดด้วยความเหนื่อยล้าหรือง่วงนอนอาจนำไปสู่การเกิดอุบัติเหตุโดยตรงอันเนื่องมาจากพฤติกรรมการขับขี่ที่ผิดปกติ นอกจากนี้ยังส่งผลให้เกิดความเสียหายต่อทรัพย์สินและอาจทำให้เกิดอันตรายต่อตนเองและผู้อื่น ส่งผลให้ได้รับบาดเจ็บหรือเสียชีวิต การขับขี่ที่ผิดปกติสามารถระบุได้จากการแสดงออกทางสีหน้า การหาว การกะพริบตา หรือการมองไปทางอื่น ความเหนื่อยล้าแสดงออกโดยการกะพริบตามากเกินไป เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดอุบัติเหตุทางรถยนต์ นักวิจัยได้เสนอ อัลกอริทึม **Unified Driver Attention and Fatigue Detection (UDAF)** เพื่อการปรับปรุงประสิทธิภาพในการตรวจจับพฤติกรรมการขับขี่ที่ผิดปกติโดยการตรวจจับทิศทางการมองและการกะพริบตาโดยใช้ **Virtual Geometry Group (VGG16)** และ **Long Short-Term Memory (LSTM)** ในการวิจัยนี้ ได้ทำการทดลองกับภาพและวิดีโอจากกล้องด้านหน้า โดยวิจัยนี้จากการตรวจจับทิศทางการมองและการกะพริบตาผ่าน อัลกอริทึม **UDAF** มีอัตราความแม่นยำโดยเฉลี่ย **93.12%**

Keywords: ทิศทางการมอง, การกะพริบตา, UDAF, VGG16, LSTM

NCIT2024_21: Application of Artificial Intelligence in Digital Media Production

Abstract

The purpose of this research were to 1) Study the effectiveness index of artificial intelligence application in digital media production, 2) Study the creativity of students from the application of artificial intelligence in digital media production, 3) To study learner satisfaction from the application of artificial intelligence in digital media production. The sample group used in this research were Undergraduate students who are enrolled in the courses Digital Media Production Visual Effect, first semester of the academic year 2024 at Faculty of Computer Science, Ubon Ratchathani Rajabhat University which consist of 30 students. The research instruments were lesson plans, learning achievement test, creative thinking test and satisfaction survey form. The statistics used in data analysis were mean, percentage, standard deviation and efficiency index. The results of the research found that 1) The results of the application of artificial intelligence found that the effectiveness index was equal to 0.6025, or 60.25 percent, respectively, 2) The Creative thinking of students: 75 percent, which is higher than the specified threshold of 60 percent, 3) The results of student satisfaction were found to be the highest level.

Keywords: Artificial Intelligence, Digital Media, Creative Thinking

NCIT2024_22: การวิเคราะห์ส่วนประสานกับผู้ใช้ของตลาดออนไลน์ด้วยแผนที่ความร้อนแบบกริด (Aujchariyapol Suriya, Suphawit Kankam, Benchaporn, Jantarakongkul and Prajaks Jitngernmadan)

Abstract

การศึกษานี้มุ่งวิเคราะห์ส่วนประสานกับผู้ใช้ (UI) ของตลาดออนไลน์จำนวน 4 แห่ง โดยใช้วิธีการวางกริดขนาด 12x12 ช่องลงบนหน้าเว็บไซต์ เพื่อระบุตำแหน่งของอิลิเมนต์สำคัญ เช่น โลโก้ ช่องค้นหา และตะกร้าสินค้า วัตถุประสงค์คือเพื่อค้นหาความคล้ายคลึงในการจัดวางองค์ประกอบและประเมินความสอดคล้องกับหลักการออกแบบที่มีผู้ใช้เป็นศูนย์กลาง ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าเว็บไซต์ส่วนใหญ่มีการจัดวางอิลิเมนต์สำคัญในตำแหน่งที่คล้ายคลึงกัน โดยมีกลุ่มอยู่บริเวณกึ่งกลางด้านบนของหน้าเว็บ และมีการจัดเรียงจากซ้ายไปขวาและบนลงล่าง สอดคล้องกับรูปแบบการอ่านภาษาไทย การวิเคราะห์นี้ให้ข้อมูลเชิงลึกที่มีคุณค่าสำหรับการปรับปรุงการออกแบบเว็บไซต์ตลาดออนไลน์ โดยมุ่งเน้นการสร้าง เลย์เอาต์ที่เป็นมิตรต่อผู้ใช้งานมากขึ้น การศึกษานี้ใช้แผนที่ความร้อน (heat map) เพื่อแสดงความถี่ของการวางอิลิเมนต์สำคัญ ซึ่งช่วยให้เห็นภาพรวมของการออกแบบที่เป็นที่นิยมได้อย่างชัดเจน นอกจากนี้ ยังพบว่าการจัดวางองค์ประกอบที่สอดคล้องกับพฤติกรรมการอ่านของผู้ใช้ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานและความพึงพอใจของผู้ใช้ ผลการวิจัยนี้มีนัยสำคัญต่อนักออกแบบ UI/UX และผู้พัฒนาเว็บไซต์ตลาดออนไลน์ โดยสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบเว็บไซต์ให้มีความเป็นสากลมากขึ้น และตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งจะส่งผลต่อประสบการณ์ผู้ใช้โดยรวมและอาจนำไปสู่การเพิ่มประสิทธิภาพทางธุรกิจในระยะยาว

Keywords: Artificial Intelligence, Digital Media, Creative Thinking

Abstract

การศึกษานี้มุ่งวิเคราะห์ส่วนประสานกับผู้ใช้ (UI) ของตลาดออนไลน์จำนวน 4 แห่ง โดยใช้วิธีการวางกริดขนาด 12x12 ช่องลงบนหน้าเว็บไซต์ เพื่อระบุตำแหน่งของอิลิเมนต์สำคัญ เช่น โลโก้ ช่องค้นหา และตะกร้าสินค้า วัตถุประสงค์คือเพื่อค้นหาความคล้ายคลึงในการจัดวางองค์ประกอบและประเมินความสอดคล้องกับหลักการออกแบบที่มีผู้ใช้เป็นศูนย์กลาง ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าเว็บไซต์ส่วนใหญ่มีการจัดวางอิลิเมนต์สำคัญในตำแหน่งที่คล้ายคลึงกัน โดยมีก้อยู่บริเวณกึ่งกลางด้านบนของหน้าเว็บ และมีการจัดเรียงจากซ้ายไปขวาและบนลงล่าง สอดคล้องกับรูปแบบการอ่านภาษาไทย การวิเคราะห์นี้ให้ข้อมูลเชิงลึกที่มีคุณค่าสำหรับการปรับปรุงการออกแบบเว็บไซต์ตลาดออนไลน์ โดยมุ่งเน้นการสร้าง เลย์เอาต์ที่เป็นมิตรต่อผู้ใช้งานมากขึ้น การศึกษานี้ใช้แผนที่ความร้อน (heat map) เพื่อแสดงความถี่ของการวางอิลิเมนต์สำคัญ ซึ่งช่วยให้เห็นภาพรวมของการออกแบบที่เป็นที่นิยมได้อย่างชัดเจน นอกจากนี้ ยังพบว่าการจัดวางองค์ประกอบที่สอดคล้องกับพฤติกรรมการอ่านของผู้ใช้ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งานและความพึงพอใจของผู้ใช้ ผลการวิจัยนี้มีนัยสำคัญต่อนักออกแบบ UI/UX และผู้พัฒนาเว็บไซต์ตลาดออนไลน์ โดยสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบเว็บไซต์ให้มีความเป็นสากลมากขึ้น และตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งจะส่งผลต่อประสบการณ์ผู้ใช้โดยรวมและอาจนำไปสู่การเพิ่มประสิทธิภาพทางธุรกิจในระยะยาว

Keywords: ส่วนประสานกับผู้ใช้, วิเคราะห์, แผนที่ความร้อน, กริด, ตลาดออนไลน์

NCIT2024_22: ระบบจัดการร้านอาหารเลิศรสหมูกระทะ Restaurant Management System: Lert-Ros Thai BBQ Pork Virasinee Thaweessri, Korawit Chorasat and Theerada Chotipant

Abstract

การศึกษานี้มุ่งวิเคราะห์ส่วนประสานกับผู้ใช้ (UI) ของตลาดออนไลน์จำนวน 4 แห่ง โดยใช้วิธีการวางกริดขนาด 12x12 ช่องลงบนหน้าเว็บไซต์ เพื่อระบุตำแหน่งของอิลิเมนต์สำคัญ เช่น โลโก้ ช่องค้นหา และตะกร้าสินค้า วัตถุประสงค์คือเพื่อค้นหาความคล้ายคลึงในการจัดวางองค์ประกอบและประเมินความสอดคล้องกับหลักการออกแบบที่มีผู้ใช้เป็นศูนย์กลาง ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าเว็บไซต์ส่วนใหญ่มีการจัดวางอิลิเมนต์สำคัญในตำแหน่งที่คล้ายคลึงกัน โดยมีกลุ่มอยู่บริเวณกึ่งกลางด้านบนของหน้าเว็บ และมีการจัดเรียงจากซ้ายไปขวาและบนลงล่าง สอดคล้องกับรูปแบบการอ่านภาษาไทย การวิเคราะห์นี้ให้ข้อมูลเชิงลึกที่มีคุณค่าสำหรับการปรับปรุงการออกแบบเว็บไซต์ตลาดออนไลน์ โดยมุ่งเน้นการสร้าง เลย์เอาต์ที่เป็นมิตรต่อผู้ใช้งานมากขึ้น การศึกษานี้ใช้แผนที่ความร้อน (heat map) เพื่อแสดงความถี่ของการวางอิลิเมนต์สำคัญ ซึ่งช่วยให้เห็นภาพรวมของการออกแบบที่เป็นที่นิยมได้อย่างชัดเจน นอกจากนี้ ยังพบว่าการจัดวางองค์ประกอบที่สอดคล้องกับพฤติกรรมกรรมการอ่านของผู้ใช้ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งานและความพึงพอใจของผู้ใช้ ผลการวิจัยนี้มีนัยสำคัญต่อนักออกแบบ UI/UX และผู้พัฒนาเว็บไซต์ตลาดออนไลน์ โดยสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบเว็บไซต์ให้มีความเป็นสากลมากขึ้น และตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งจะส่งผลต่อประสบการณ์ผู้ใช้โดยรวมและอาจนำไปสู่การเพิ่มประสิทธิภาพทางธุรกิจในระยะยาว

Keywords: ระบบร้านอาหาร, อาหารบุฟเฟต์, ร้านเนื้อย่าง

NCIT2024_23: CONSUMER BEHAVIOR ANALYSIS IN DOCTOR DRUG PHARMACY

Abstract

This research aims to analyze the behavior of consumers using services at Dr. Drugstore. In studying and analyzing the data of consumer vitamin product purchases to obtain the best relationship rules, the researcher collected the purchase data from January 2020 to December 2021, totaling 39,859 items, by using data mining techniques and preparing, adjusting, and filtering data for only 15 sample vitamin product purchases, including vitamin C, vitamin B, vitamin A, multivitamins, zinc, glutathione, collagen, L-carnitine, astaxanthin, evening primrose, coenzyme Q10, vitamin E, fish oil, calcium, and biotin, totaling 2,000 items. The data group was written as a data set using the relationship rules using the Apriori algorithm. The data was processed and analyzed using the WEKA program. The research results tested 30 relationship rules, which showed that every time consumers bought vitamin supplements, they mostly bought vitamin C. The results of the study analyzing consumer behavior in Dr. Drug stores can be used for marketing purposes in organizing sales promotion activities, introducing vitamin products for body care, and preparing sufficient stock for sales.

Keywords: Data mining, association rules, apriori algorithm, WEKA program, vitamins

NCIT2024_24: การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการปล่อยก๊าซมีเทนและการใช้ที่ดิน
ของพื้นที่นาข้าวโดยใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียม Sentinel-2 และ Sentinel-5P

Abstract

งานวิจัยนี้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการปล่อยก๊าซมีเทนและการใช้ที่ดินในพื้นที่นาข้าว โดยใช้ข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 และ Sentinel-5P ในจังหวัดสุพรรณบุรี ผลการศึกษาพบว่าไม่มีความสัมพันธ์ชัดเจนระหว่างก๊าซมีเทนกับค่า NDVI อย่างไรก็ตาม พบว่าประเภทนาข้าวที่ 3 (นาข้าวที่เก็บเกี่ยวแล้ว) มีค่า NDVI ในช่วง 0.00 ถึง 0.50 และค่ามีเทนในช่วง 1930 ถึง 1960 ซึ่งต่ำกว่าประเภทอื่น นอกจากนี้ ยังพบความสัมพันธ์ระหว่าง NDVI กับพื้นที่นาข้าว และการกระจายตัวของก๊าซมีเทนใน Band 4 ที่ต่ำสุดในนาข้าวประเภท 3

Keywords: ก๊าซมีเทน, นาข้าว, Sentinel-2, Sentinel-5P, NDVI

Abstract

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา ออกแบบ และทดลองใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการส่งข้อมูลรูปภาพของค่าแรงดันเลือดจากฐานงานรับสัญญาณดาวเทียมไวแซท ไปยังอาคารปฏิบัติการดาวเทียมหรือออสทุก ๆ 1 ชั่วโมง เพื่อลดระยะเวลาในการติดตามและเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจสอบค่าแรงดัน ระบบที่พัฒนาขึ้นมีการแสดงข้อมูลในรูปแบบของรูปภาพและตัวเลขดิจิทัล ซึ่งช่วยในการตรวจสอบและป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับอุปกรณ์ การใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการสื่อสารระยะไกลเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการใช้พลังงานต่ำและลดความล่าช้าในการติดตามผล นอกจากนี้ ข้อมูลที่ได้รับยังสามารถนำไปต่อยอดในการประมวลผล เช่น การใช้ปัญญาประดิษฐ์เพื่อทำนายปัญหาที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต

Keywords: โรคหัวใจโต, ภาพเอกซเรย์, CLAHE, Color Histogram, Otsu Thresholding, ResNet-50

NCIT2024_26: การออกแบบและพัฒนาระบบส่งภาพค่าแรงดันเสิร์จผ่านโพรโทคอลลอร่า เพื่อตรวจสอบสถานีฐานงานรับสัญญาณดาวเทียมไวแซท

Abstract

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา ออกแบบ และทดลองใช้โพรโทคอลลอร่าในการส่งข้อมูลรูปภาพของค่าแรงดันเสิร์จจากสถานีฐานงานรับสัญญาณดาวเทียมไวแซท ไปยังอาคารปฏิบัติการดาวเทียมหรือสถานทุก ๆ 1 ชั่วโมง เพื่อลดระยะเวลาในการติดตามและเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจสอบค่าแรงดัน ระบบที่พัฒนาขึ้นมีการแสดงข้อมูลในรูปแบบของรูปภาพและตัวเลขดิจิทัล ซึ่งช่วยในการตรวจสอบและป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับอุปกรณ์ การใช้โพรโทคอลลอร่าในการสื่อสารระยะไกลเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการใช้พลังงานต่ำและลดความล่าช้าในการติดตามผล นอกจากนี้ ข้อมูลที่ได้รับยังสามารถนำไปต่อยอดในการประมวลผล เช่น การใช้ปัญญาประดิษฐ์เพื่อทำนายปัญหาที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต

Keywords: การส่งข้อมูลภาพ, โพรโทคอลลอร่า, ค่าแรงดันเสิร์จ, การสื่อสารระยะไกล, ปัญญาประดิษฐ์

NCIT2024_27: Guidelines for Developing 'Mor Prom' Application to Handle Future Emerging Diseases

Abstract

This research aims to develop guidelines to enhance the 'Mor Prom' application to handle future emerging diseases. The focus is improving user experience, optimizing vaccine and healthcare service booking, and integrating with national health databases. The study will draw from user feedback and lessons learned from the use of 'Mor Prom' during the COVID-19 pandemic to propose a design that can rapidly adapt to changing health scenarios. The application should be user-friendly, secure, and scalable to meet users' needs. The research highlights the importance of real-time notification systems, telemedicine integration, digital health record management, and interoperability with international health applications, ensuring the app is ready to support global health crises. The findings will present design guidelines that enhance the app's efficiency in managing public health and increase its flexibility in responding to future emerging diseases.

Keywords: MorProm application, emerging diseases, Technology Acceptance Model (TAM), App development

NCIT2024_28: Satisfaction and Reliability of Use the ECU Remap Program System for 4-6 Wheel in Bangkok and Metropolitan Region

Abstract

The objectives of this research are (1) To study the factors affecting satisfaction of ECU service recipients remap program system for 4-6 wheel in Bangkok and Metropolitan Region (2) To study the factors affecting Reliability of users ECU remap program system for 4-6-wheel in Bangkok and Metropolitan Region. Analytical approach using quantitative research methods by conducting empirical research, the population is using remap program system of the 4–6-wheel cars in Bangkok and Metropolitan Region using a questionnaire as a tool to collect data from a sample of 400 sets of statistics. Percentage Average finding Determination of standard and non-standard bias Multiple regression analysis.

Keywords: Satisfaction, Reliability, ECU remap program system

NCIT2024_29: A STUDY ON THE APPROACH TO ADJUSTING THE PRODUCTION MODEL AND THE DEVELOPMENT OF A CLEAN CASSAVA DRYER BY USING SOLAR CELL TECHNOLOGY.

Abstract

The purpose of this research is to study data on the installation of a Solar cell for cassava dryers. Information of entrepreneurs for cassava production and investment information of the project to analyze Technical and economic possibilities by installing solar panels. To change the original using the courtyard for drying. The method of the dried courtyard has disadvantages in terms of uncontrollable environment, thus resulting in unstable image quality, humidity control and sand content when exported to the market. Has carried out research into Step 1 Study of the design and installation of solar panels for the cassava dryer. Step 2 Study the break-even point of the project. The study found that the average solar energy was 4.46 kWh per day. The system produces an average of 978.64 kWh per month. The specific energy value that the system produces is 1,467.95 kWh / kW maximum. There is an area for installing the system in X MW, with a 25-year project life, that will generate 16,837,549 kWh of electricity. From analysis of financial feasibility by using the project investment equal to X baht, the investment period is 5-6 years at a discount rate of 8.4%. The financial index can be calculated as follows: The net present value is 89,125.64 baht, the internal rate of return of the project is 15.15 percent per year. The adjusted project internal rate of return is 10.44% per year, the benefit to cost ratio is 1.04, the net return on investment ratio is 1.59, and the project payback period is 3 years and 6 months if the system is in use. Until 25 years, the resulting savings is 35.49, 31.25 and 36.78 million baht, respectively, and will be able to reduce the carbon emissions by 9,531.73 tons.

Keywords: Solar Cell project, Feasibility study of project investment, A clean cassava dryer

NCIT2024_30: A Systematic Literature Review on Developing Integrated Reporting Platforms for Corporate Sustainability of Thai Listed Companies using AI technology

Abstract

This research aims to study a sustainability reporting platform for Thai listed companies integrated with artificial intelligence (AI) technology through a systematic literature review. The study is categorized into four main groups: (1) ESG prediction and evaluation using machine learning techniques, (2) ESG-based investment modeling, (3) natural language processing and sentiment analysis, and (4) development of decision support systems. The results indicate that applying AI can enhance accuracy, transparency, and efficiency in ESG assessment for sustainable investment. It also provides a guideline for developing platforms that can adapt to changing environmental factors in the future.

Keywords: ESG Assessment, Sustainability, Artificial Intelligence (AI), Systematic Literature Review.

NCIT2024_31: การจำแนกโรคในใบพืชด้วยวิชันทรานฟอร์มเมอร์

Abstract

การเพาะปลูกพืชทางการเกษตรต้องการการดูแลรักษาที่ดีเพื่อลดความเสี่ยงจากการเกิดโรคพืชที่อาจส่งผลกระทบต่อผลผลิตอย่างรุนแรง. งานวิจัยนี้มีเป้าหมายในการตรวจจับและจำแนกโรคในใบพืชโดยการสกัดคุณลักษณะเฉพาะจากภาพถ่ายของใบพืช ผู้วิจัยได้ใช้ชุดข้อมูลที่ประกอบด้วยภาพของใบพืช 7 สายพันธุ์ โดยที่พืชแต่ละสายพันธุ์ประกอบไปด้วยโรค 3 ชนิด รวมทั้งหมด 21,733 ภาพ ขั้นตอนสำคัญเริ่มจากการปรับขนาดและคุณภาพของภาพด้วยการปรับความสว่างและความคมชัด จากนั้นทำการแปลงค่าสีภาพเป็นระบบสี (CIE Lab color space) และใช้การจัดกลุ่มข้อมูลด้วยอัลกอริทึม K-means เพื่อเน้นลักษณะสำคัญของภาพ เมื่อได้ข้อมูลที่ผ่านการประมวลผลแล้วจึงนำเข้าสู่กระบวนการเรียนรู้ของเครื่อง งานวิจัยนี้ใช้แบบจำลอง Vision Transformer (ViT) ที่สามารถตรวจจับและจำแนกลักษณะของโรคในใบพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ เทคโนโลยีนี้จะช่วยให้การตรวจพบโรคในใบพืชตั้งแต่ระยะแรกเริ่มเป็นไปได้อย่างแม่นยำ เพิ่มโอกาสในการป้องกันและลดความเสียหายของพืชผล ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการเกษตรและเศรษฐกิจโดยรวม จากผลการทดลองชี้ให้เห็นว่าการตรวจจับโรคของใบพืชจากชุดข้อมูลที่ผ่านการประมวลผลด้วย CIE LAB และ K-means มีค่าความแม่นยำอยู่ที่ 82.7%

Keywords: โรคในใบพืช, CIE Lab color space, K-means, Vision Transformer

NCIT2024_32: วิเคราะห์โรคเลือดออกใต้เยื่อหุ้มสมองชั้นดูรา โดยการจัดกลุ่มโรค และ ICD-10 Data analysis of subdural hemorrhage by subgroup classification and ICD-10

Abstract

Subdural hemorrhage คือโรคเลือดออกใต้เยื่อหุ้มสมองชั้นดูรา ในการสืบค้นอ้างอิงปัจจุบันใช้ระบบ ICD-10 ซึ่งได้แก่รหัส S065 (Acute traumatic subdural hemorrhage) และ I620 (Acute non-traumatic subdural hemorrhage) อย่างไรก็ตามการบันทึกการวินิจฉัยที่เป็น Diagnosis text จะมีการแบ่งประเภทโรคเป็นแบบ Acute หรือ Chronic ซึ่งทฤษฎีปัจจุบัน Chronic subdural hemorrhage กลไกการเกิดโรค และการดำเนินโรคที่แตกต่างกันออกไป ทำให้การดึงข้อมูลไปใช้ต่อในการบริหารจัดการทรัพยากร งานวิจัยต่างๆ ยังไม่ได้ประสิทธิภาพเท่าที่ควร จึงเป็นที่มาของงานวิจัยนี้ วัตถุประสงค์ : เพื่อศึกษาการอ้างอิงถึงโรค Subdural hemorrhage จากการใช้ ICD-10 เปรียบเทียบกับการแบ่งประเภท Subdural hemorrhage ตามกลไกการเกิดโรค วิธีดำเนินงานวิจัย : การศึกษาแบบ Retrospective study ข้อมูลผู้ป่วยในโรงพยาบาลค่ายสุรนารี ตั้งแต่ 1 ส.ค. 2563 ถึง 31 ก.ค. 2567 ที่ได้รับการวินิจฉัยเป็น Subdural hemorrhage มาทำการแบ่งกลุ่มใหม่ตามกลไกการเกิด ออกเป็น Acute traumatic subdural hemorrhage, Acute non-traumatic subdural hemorrhage และ Membrane-associated subdural hemorrhage จากนั้นวิเคราะห์ตัวแปรที่แสดงรูปแบบของตัวกลุ่มโรคแต่ละประเภทนำเสนอ ผลการวิจัย : 95 รายที่ได้รับการคัดเลือกพบว่า S065 และ I620 สามารถอ้างอิงถึงกลุ่ม Acute traumatic subdural hemorrhage และกลุ่ม Acute non-traumatic subdural hemorrhage ได้อย่างแม่นยำ แต่กลุ่ม Membrane-associated subdural hemorrhage ถูกอ้างอิงจาก S065 จำนวน 22 ราย คิดเป็นร้อยละ 40 และ I620 จำนวน 33 ราย คิดเป็นร้อยละ 60 เมื่อวิเคราะห์ตัวแปรพบว่ากลุ่ม Membrane-associated subdural hemorrhage มีอัตราตายน้อยที่สุดและชนิดการรักษาของผู้ป่วยในจะพิจารณารับการผ่าตัดเป็นส่วนใหญ่ สรุปผลการวิจัย : การแบ่งประเภท Subdural hemorrhage ตามกลไกการเกิด สะท้อนรูปแบบของโรคได้ชัดเจนกว่า การแบ่งตาม ICD-10 ควรมีการเพิ่มรหัสที่เป็นสากลที่จะอ้างอิงถึงโรค Membrane-associated subdural hemorrhage หรือ Chronic subdural hemorrhage

Keywords: Chronic subdural hemorrhage, Subdural hemorrhage, ICD-10

NCIT2024_33: A study of the performance of machine learning models in image classification for classifying electronic product and its customs tariffs

Abstract

This thesis aims to evaluate the performance of machine learning models in classifying electronic product images and their respective customs tariffs using deep learning techniques. The study focuses on applying Convolutional Neural Networks (CNN) to enhance the accuracy and efficiency of image classification systems, particularly in the customs domain. By integrating these models into web and mobile applications, the system will facilitate faster and more accurate classification of products for customs declarations. This research also compares the performance of different machine learning models, highlighting the advantages of using CNNs for this task. The findings indicate that CNN-based models can significantly improve the classification accuracy, making them suitable for customs and tariff management.

Keywords: Customs Tariffs, Image Classification, Convolutional Neural Networks

NCIT2024_34: Optimizing Gas Efficiency in Ethereum Smart Contracts: A Comparative Study of Development Tools and Techniques

Abstract

This research focuses on reducing transaction fees on the Ethereum blockchain by optimizing the efficiency of smart contracts written in Solidity. The study found that various techniques, such as using call data instead of memory, ignoring boundary operations, and utilizing the unchecked function (under safe conditions), significantly reduce gas costs. Experiments conducted using development tools like Remix, Truffle, and Hardhat demonstrated that the choice of tools and configurations can impact gas efficiency. Furthermore, the research highlights the importance of efficient data management and reducing unnecessary computations in minimizing gas costs

Keywords: Gas optimization Transactions, Gas Fees, Blockchain, Solidity

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเว็บเซิร์ฟเวอร์บนระบบปฏิบัติการวินโดวส์

A Comparative Performance of Web Server on Windows Operating Systems

1st ทัดพงษ์ เทพชา

Thatphong Thepcha

สาขาวิชาการจัดการนวัตกรรมดิจิทัล

มหาวิทยาลัยรังสิต

Digital Innovation Management

Rangsit University

Pathum Thani, Thailand

thatphong@rsu.ac.th

2nd วุฒิพงษ์ ชินศรี

Wutthipong Chinnasri

วิทยาลัยนวัตกรรมดิจิทัลเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยรังสิต

College of Digital Technology Innovation

Rangsit University

Pathum Thani,

Thailand

wutthipong@rsu.ac.th

บทคัดย่อ — การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเว็บเซิร์ฟเวอร์บนระบบปฏิบัติการวินโดวส์โดยใช้โปรแกรม IIS Apache และ NGINX เป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์ และเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานที่เกิดจากการเรียกใช้งานพร้อม ๆ กัน ในแต่ละช่วงเวลา โดยมีการนำเว็บไซต์ในรูปแบบต่าง ๆ ได้แก่ Static Website และ Dynamic Website (WordPress และ Moodle) มาใช้เป็นตัวอย่างในการทดสอบประสิทธิภาพของเว็บเซิร์ฟเวอร์โดยจำลองการเข้าใช้งานเว็บไซต์ด้วยโปรแกรม Apache JMeter ผ่านโปรโตคอล HTTP และ HTTPS ในการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเว็บเซิร์ฟเวอร์ และบันทึกข้อมูลต่าง ๆ เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบ ผลวิจัยพบว่า ในการให้บริการเว็บเซิร์ฟเวอร์กับเว็บไซต์รูปแบบ Static Website พบว่า IIS ตอบสนองได้ดีผ่านโปรโตคอล HTTP โดยไม่มีข้อผิดพลาด รองรับ Throughput (Transactions/s) ได้ดี และ Apache ตอบสนองได้ดีผ่านโปรโตคอล HTTPS แต่กับเว็บไซต์รูปแบบ Dynamic Website NGINX มีการใช้ทรัพยากรน้อย ตอบสนองได้ดีทั้ง WordPress และ Moodle ผ่านโปรโตคอล HTTP ส่วน Apache ตอบสนองการเข้าเว็บไซต์ที่เป็น Dynamic Website ได้ดีผ่านโปรโตคอล HTTPS ถึงแม้ IIS ตอบสนองได้ช้าผ่านโปรโตคอล HTTPS ทั้ง WordPress และ Moodle แต่ก็มีข้อผิดพลาดน้อย และรองรับ Throughput (Transactions/s) ได้ดีที่คอนเคอร์เรนท์ที่เคสจำนวนมาก

คำสำคัญ — เว็บเซิร์ฟเวอร์, ประสิทธิภาพ, ไอไอเอส, อปาเช่, เอนจินเอ็กซ์

ABSTRACT — This research aims to compare the performance of web servers on the Windows operating system. The web servers used are IIS, Apache, and NGINX. The performance was compared under the same number of users at each time interval. Various types of websites were used as test cases, including static websites and dynamic websites (WordPress and Moodle). The Apache JMeter was used to simulate website access through the HTTP and HTTPS protocols to test the performance of the web servers and record various data for comparison. The results showed that for serving static websites, IIS

performed well over the HTTP protocol without errors and supported high throughput (transactions/s). Apache performed well with the HTTPS protocol. For dynamic websites, NGINX used fewer resources and performed well with both WordPress and Moodle through the HTTP protocol. Apache performed well with website access through the HTTPS protocol. Although IIS had a slower response time for both WordPress and Moodle through the HTTPS protocol, it had fewer errors and supported good throughput (Transactions/s) at high concurrent requests.

Keywords — web server, web server performance, iis, apache, nginx.

1. บทนำ

ปัจจุบันเว็บไซต์ได้กลายเป็นสื่อที่มีความสำคัญซึ่งมีบทบาทอย่างมากสำหรับการโฆษณาและประชาสัมพันธ์ ทั้งนี้เนื่องจากคุณสมบัติที่สามารถนำเสนอเผยแพร่ข้อมูลข่าวสารได้อย่างไร้ขีดจำกัด ทั้งในระยะเวลาและระยะทาง ผู้คนสามารถคลิกเข้ามาเปิดดูได้ตลอดเวลา ไม่ว่าจะอยู่ที่ใดของโลกก็ตาม ด้วยข้อดีดังกล่าว องค์กรต่างๆ หรือแม้แต่บุคคลทั่วไป ต่างก็มีความต้องการจัดทำเว็บไซต์ขึ้นเพื่อเป็นช่องทางการสื่อสาร เพื่อประโยชน์ในการเผยแพร่ข้อมูล ข่าวสาร ไปสู่กลุ่มเป้าหมาย เช่นการโฆษณาขายสินค้าและบริการในรูปแบบต่างๆ

การทำงานของเว็บไซต์นั้นจะต้องอาศัยเว็บเซิร์ฟเวอร์เป็นตัวช่วยในการทำให้เว็บไซต์สามารถแสดงผลและเข้าถึงข้อมูลได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้จะทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเว็บเซิร์ฟเวอร์บนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ เว็บเซิร์ฟเวอร์แต่ละตัวมีจุดเด่นที่สามารถนำไปใช้งานได้แตกต่างกันไป และ Apache ก็ยังเป็นที่ยอมรับอยู่ในปัจจุบัน แต่ล่าสุดมีการใช้งาน NGINX เพิ่มมากขึ้น ส่วนเว็บเซิร์ฟเวอร์ก็มิให้เลือกใช้งานหลากหลายตัว แต่ในงานวิจัยนี้จะเลือกใช้เว็บเซิร์ฟเวอร์เพียง 3 ตัวในการทดสอบ ได้แก่ IIS Apache และ NGINX จากเว็บ w3techs.com [8] ซึ่งเป็นเว็บสำรวจการใช้งานเว็บเซิร์ฟเวอร์ ในเดือน สิงหาคม ปี 2567 ตัวอย่างมีการเทียบเปอร์เซ็นต์การใช้งานเว็บเซิร์ฟเวอร์ ไว้ดังนี้ NGINX 34.1%, Apache

29.1%, และ IIS 4.5% สังเกตได้ว่าเปอร์เซ็นต์การใช้งาน NGINX สูงกว่า Apache และ IIS ดังนั้นการจะเลือกใช้งานเว็บเซิร์ฟเวอร์ที่ดีและให้เหมาะสมกับงานที่สุด จึงจำเป็นต้องเลือกซอฟต์แวร์ในการทำเว็บเซิร์ฟเวอร์ให้เหมาะสมงานนั้นๆ

ดังนั้นผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเว็บเซิร์ฟเวอร์บนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนในการจำลองสภาพแวดล้อมการทำงานของเครื่องแม่ข่าย โดยใช้โปรแกรมไอไอเอส อปาเช่ และเอนจินเอ็กซ์ มาเป็นเครื่องมือในการทดสอบประสิทธิภาพในการทำงานของเว็บเซิร์ฟเวอร์ เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานที่เกิดจากผู้ใช้จำนวนที่เท่ากันในช่วงเวลาเดียวกัน โดยใช้โปรแกรม Apache JMeter ในการบันทึกข้อมูลและวัดประสิทธิภาพการทำงานบนเครื่องแม่ข่าย

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเว็บเซิร์ฟเวอร์บนระบบปฏิบัติการวินโดวส์

3. ขอบเขตงานวิจัย

3.1 ขอบเขตด้านฮาร์ดแวร์

3.1.1 เครื่องแม่ข่ายยี่ห้อ Acer รุ่น AR360 F2 มีคุณสมบัติดังนี้

- 1) หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) จำนวน 2 CPU 12 Cores Intel(R) Xeon(R) CPU E5-2620 0 @ 2.00GHz
- 2) หน่วยความจำแรม (RAM) จำนวน 192 กิกะไบต์
- 3) พื้นที่จัดเก็บข้อมูล (Hard disk) ไตรฟ์ C (SSD ทำ Raid 1) จำนวน 2 ลูก ขนาด 450 กิกะไบต์
- 4) หน่วยเชื่อมต่อเครือข่าย (Network Interface) LAN 1 Gbps

3.1.2 เครื่องลูกข่ายยี่ห้อ Dell รุ่น Latitude 3400 G1 SFF มีคุณสมบัติดังนี้

- 1) หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) จำนวน 1 CPU 4 Cores Intel(R) Core(TM) i7-8565U CPU @ 1.80GHz 1.99 GHz
- 2) หน่วยความจำแรม (RAM) จำนวน 8 กิกะไบต์
- 3) พื้นที่จัดเก็บข้อมูล (Hard disk) ไตรฟ์ C (SSD) จำนวน 240 กิกะไบต์
- 4) หน่วยเชื่อมต่อเครือข่าย (Network Interface) LAN 1 Gbps

3.1.3 Switch Cisco Catalyst 2960-X ตั้งค่า VLAN 100

3.1.4 สายเชื่อมต่อเครือข่าย LAN CAT5 1 Gbps

3.2 ขอบเขตด้านซอฟต์แวร์

3.2.1 โปรแกรมจำลองสภาพแวดล้อมการทำงานของเครื่องแม่ข่าย VMware Workstation Version 12 Pro บนระบบปฏิบัติการ Windows Server 2012R Datacenter

3.2.2 ระบบปฏิบัติการเครื่องลูกข่าย Microsoft Windows 11 Education

3.2.3 ระบบปฏิบัติการเครื่องแม่ข่ายเว็บเซิร์ฟเวอร์ Windows Server 2016 Standard

3.2.4 ค่า Timeout ของเว็บเซิร์ฟเวอร์แต่ละตัวเป็นค่าพื้นฐานตั้งแต่ติดตั้ง (IIS 120 วินาที, Apache 300 วินาที และ NGINX 60 วินาที)

3.2.5 โปรแกรม ไอ ไอ เอส (IIS: Internet Information Service) เวอร์ชัน 10

3.2.6 โปรแกรมอปาเช่ (Apache) เวอร์ชัน 2.4.41

3.2.7 โปรแกรมเอนจินเอ็กซ์ (NGINX) เวอร์ชัน 1.21.5

3.2.8 โปรแกรมมายเอสคิวแอล (MySQL MariaDB) เวอร์ชัน 10.4

3.2.9 โปรแกรมพีเอชพี (PHP) เวอร์ชัน PHP 7.4.30

3.2.10 โปรแกรมเวิร์ดเพรส (WordPress) เวอร์ชัน 5.8.3

3.2.11 โปรแกรม Moodle เวอร์ชัน 3.11.8+

3.2.12 โปรแกรม Apache JMeter เวอร์ชัน 5.5

3.2.13 DigiCert SSL Certificates ภายใต้อโดเมน rsu.ac.th

3.3 ขอบเขตด้านข้อมูล

ข้อมูลการร้องขอการใช้งานสแตติกเว็บและไดนามิกเว็บทั้ง WordPress และ Moodle ที่จำลองขึ้นในเว็บเซิร์ฟเวอร์ทั้ง 3 ตัว

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

คนาวรุช อุปมาณ (2560) เรื่อง “การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของ HAProxy และ NGINX สำหรับการจัดการภาระงานบนเครื่องแม่ข่าย” ในการพัฒนาระบบเลือกใช้โปรแกรม VMWare ESXi เวอร์ชัน 6.0.0 ในการจำลองสภาพแวดล้อมการทำงานให้แก่เครื่องแม่ข่าย พัฒนาระบบเว็บโหลดบาลานซ์ด้วยโปรแกรมเอชเอพริอ็อกซี เวอร์ชัน 1.6.3 และโปรแกรมเอนจินเอ็กซ์ เวอร์ชัน 1.10.1 พัฒนาระบบเครื่องแม่ข่ายด้วยโปรแกรมเอนจินเอ็กซ์ และโปรแกรมภาษาพีเอชพี โดยทำการทดสอบการเชื่อมต่อระหว่างระบบเว็บโหลดบาลานซ์และระบบเครื่องแม่ข่ายทั้งหมด มีผลลัพธ์ในการเชื่อมต่อระบบได้คงที่และมีประสิทธิภาพ จากการพัฒนาระบบในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโปรแกรมเอชเอพริอ็อกซี และโปรแกรมเอนจินเอ็กซ์สำหรับการจัดการภาระงานบนเครื่องแม่ข่าย ซึ่งโปรแกรมเอนจินเอ็กซ์มีประสิทธิภาพการจัดการภาระงานได้ดีกว่า

พนมพร มีเสงี่ยม และ ชัยพร เขมะภาดะพันธ์ (2563) เรื่อง “การเปรียบเทียบสมรรถนะการกระจายภาระงานระหว่าง NGINX และ Apache mod_proxy สำหรับการใช้งานเว็บไซต์” เพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติและประสิทธิภาพในการกระจายภาระงานระหว่าง NGINX และ Apache mod_proxy ซึ่งใช้เป็นเครื่องแม่ข่ายหรือโฮสต์และโฮสต์บาลานซ์เพื่อกระจายภาระงานให้กับเว็บเซิร์ฟเวอร์หรือแอปพลิเคชันเว็บที่ต้องการใช้งานในส่วนหลัง ทั้งสองซอฟต์แวร์นี้เป็นโอเพนซอร์สและได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในประเทศไทย การทดลองนี้ใช้วิธีการจำลองโดยกำหนดให้มีผู้ใช้งานจำนวน 1,000 session ร้องขอข้อมูลผ่านเว็บเซิร์ฟเวอร์พร้อมกันแล้วทำการวิเคราะห์ผลการทดลองที่ได้จากความสามารถในการรับภาระงาน ระยะเวลาในการตอบสนอง และการใช้ทรัพยากรของเครื่องคอมพิวเตอร์เช่นการใช้งานหน่วยประมวลผลและหน่วยความจำ ผลการศึกษาพบว่าทั้งสองซอฟต์แวร์มีคุณสมบัติการทำงานที่คล้ายกันสามารถใช้งานได้ทั้ง HTTP/1.1 และ HTTP/2 โดยทั้งคู่แต่มีความแตกต่างกันในวิธีการกระจายภาระงานที่มีกระบวนการต่างกัน ในการเปรียบเทียบด้านประสิทธิภาพพบว่า NGINX มีประสิทธิภาพเกือบทุกด้านดีกว่า Apache mod_proxy โดยสามารถรองรับ session โดยรวมได้สูงกว่า Apache mod_proxy ประมาณ 15.6% อย่างไรก็ตาม Apache mod_proxy มีชุดโปรแกรมเสริมความสามารถมากกว่า ทำให้เพิ่มเติมฟังก์ชันการ

ทำงานต่างๆ เช่น การรักษาความมั่นคงปลอดภัยได้ครบถ้วนมากกว่าเมื่อใช้ Apache ในขณะที่ NGINX ทำได้ยากกว่ามาก

ภัทรชัย ไชยมงคล (2558) เรื่อง “การเปรียบเทียบการใช้งานเครื่องแม่ข่ายเว็บไซต์ด้วยเอ็นจินเอ็กซ์ (NGINX) และอาปาเช่ (Apache) กรณีศึกษา : ระบบงานรับนิสิตใหม่ (Admission System) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ” จากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของโปรแกรมเครื่องแม่ข่ายเว็บไซต์อาปาเช่และเอ็นจินเอ็กซ์ พบว่า โปรแกรมเครื่องแม่ข่ายเอ็นจินเอ็กซ์ มีประสิทธิภาพในการทำงานระบบงานรับนิสิตใหม่ได้ดีกว่า โปรแกรมเครื่องแม่ข่ายเว็บไซต์อาปาเช่ ประมาณ 4 เท่า ภายใต้ทรัพยากรที่ใช้ติดตั้งโปรแกรมเครื่องแม่ข่ายทั้งสองเหมือนกัน

สุรชาติ บุญแสน และเนืองวงศ์ หวยเจริญ (2557) เรื่อง “สถาปัตยกรรมการกระจายงานของผู้ให้บริการเว็บด้วย NGINX” เนื่องจากผู้ให้บริการเว็บทั่วไปมักใช้สถาปัตยกรรมการออกแบบ 3-tier ในการให้บริการเว็บไซต์ที่มีทั้ง ข้อความ ภาพและฐานข้อมูล ซึ่งเสี่ยงต่อการล้มเหลวของระบบ ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาสถาปัตยกรรมผู้ให้บริการเว็บที่สามารถกระจายงานให้กับเครื่องแม่ข่ายหลายเครื่องได้ โดยใช้ NGINX เป็นโปรแกรมกระจายงานและแบ่งเครื่องแม่ข่ายตามประเภทของไฟล์ที่ให้บริการ จากผลการทดสอบระบบสรุปได้ว่า สถาปัตยกรรมการกระจายงานเพื่อการประมวลผลเว็บไซต์ที่นำเสนอในบทความนี้มีประสิทธิภาพที่ยอมรับได้ โดยสามารถรองรับผู้ใช้งานจำนวน 1,000 คน ได้ภายในเวลา 4 วินาที และมีโอกาสเกิด downtime น้อยกว่าสถาปัตยกรรมแบบ 3-tier ที่ทำงานด้วยเครื่องแม่ข่ายเดียวกัน

Douglas Kunda, Sipiwe Chihana และ Muwanei Sinyinda (2560) เรื่อง “ประสิทธิภาพของเว็บเซิร์ฟเวอร์ของ Apache และ NGINX: การทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ” เป็นการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับประสิทธิภาพของเว็บเซิร์ฟเวอร์ Apache และ NGINX จากทั้งงานวิจัยและบทความต่าง ๆ ที่เผยแพร่ไว้ในวารสารวิชาการ โดยการวิจัยได้สำรวจการทดสอบประสิทธิภาพของเว็บเซิร์ฟเวอร์ทั้งสองที่เกี่ยวข้องกับการตอบสนองของเว็บไซต์ต่อการร้องขอจากผู้ใช้งานและการใช้ทรัพยากรของเครื่อง เช่น CPU และ RAM ผลการวิจัยพบว่า NGINX มักจะมีประสิทธิภาพที่ดีกว่า Apache ในบางกรณี โดยเฉพาะเมื่อมีการร้องขอจำนวนมากพร้อมกัน และมักใช้ทรัพยากรของเครื่องน้อยกว่า

Intan Ferina Irza, Zuhendra Zuhendra และ Efrizon Efrizon (2560) เรื่อง “การวิเคราะห์การตั้งค่า Kinerja Web Server Apache และ NGINX Menggunakan Httperf Pada Portal Berita (Studi Kasus beritalinux.com)” เพื่อวิเคราะห์และเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเซิร์ฟเวอร์เว็บสองประเภทคือ Apache และ NGINX เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเลือกใช้เซิร์ฟเวอร์เว็บที่ดีที่สุดได้ โดยผู้วิจัยเปรียบเทียบพารามิเตอร์ต่างๆ เช่น throughput, connection, request, reply และ error โดยมีการให้โหลดให้กับทุกการทดสอบ โดยการทดสอบนั้นได้ทำขึ้นบนเว็บไซต์ beritalinux.com ผลการทดสอบพบว่าในการตอบสนองและการเชื่อมต่อข้อมูลที่ร้องขอโดยผู้ใช้งาน ผู้ให้บริการเว็บ NGINX มีประสิทธิภาพมากกว่า Apache จากผลลัพธ์ที่ได้จึงแนะนำให้ผู้ดูแลเว็บไซต์ beritalinux.com ใช้เซิร์ฟเวอร์เว็บ NGINX เพื่อประสิทธิภาพของเว็บไซต์ที่ดีกว่า

Nugroho และ Kevin Darmawan Adhi (2554) เรื่อง “ศึกษาเกี่ยวกับการตั้งค่าการหมดเวลา Keepalive & เซิร์ฟเวอร์ maxclient ของ Apache

และ NGINX” กล่าวถึงการเปรียบเทียบ Apache และ NGINX โดยการวิเคราะห์พารามิเตอร์ เช่น Keep Alive Timeout และตัวแปร MaxClient ตัวแปรเหล่านี้จะกำหนดระยะเวลาของการเชื่อมต่อ KeepAlive และจำนวนไคลเอ็นต์ที่ให้บริการพร้อมกัน ตามลำดับ การศึกษานี้ดำเนินการโดยใช้คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลที่มีฮาร์ดแวร์และการกำหนดค่าระบบปฏิบัติการเฉพาะ การทดสอบโหลดเริ่มต้นดำเนินการเพื่อกำหนดค่า MaxClient เริ่มต้น ตามด้วยการทดสอบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการตั้งค่า Keep Alive Timeout และ MaxClient การทดสอบความเครียดยังดำเนินการเพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบภายใต้ภาระงานหนัก ผลลัพธ์แสดงเวลาตอบสนองที่ดีขึ้นด้วยการตั้งค่าที่ปรับให้เหมาะสม โดยเฉพาะค่า 12 สำหรับ KeepAlive Timeout และ 300 สำหรับ MaxClient นอกจากนี้ การศึกษายังระบุความสัมพันธ์ระหว่าง KeepAlive Timeout, MaxClient, เวลาตอบสนอง และปริมาณงาน การวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้การทดสอบ Chi Square ยืนยันการปรับปรุงที่สำคัญเนื่องจากการกำหนดค่าเริ่มต้น

Wei Xie and Hairong Sun and Yonghuan Cao and Kishor S. Trivedi (2555) เรื่อง “การตั้งค่าเวลาหมดเวลาเซสชันของเว็บเซิร์ฟเวอร์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับผู้ใช้งาน” จากมุมมองของผู้ใช้งาน การตั้งค่า Timeout ของเว็บเซิร์ฟเวอร์ที่สั้นเกินไปอาจทำให้ผู้ใช้ถูกบังคับให้ออกจากระบบบ่อยเกินไป ในขณะที่การตั้งค่า Timeout ที่ยาวเกินไปก็จะเพิ่มความเสี่ยงทางด้านความปลอดภัยต่อข้อมูลสำคัญของผู้ใช้ เราจึงเสนอฟังก์ชันต้นทุนสำหรับการเลือกค่า Timeout ที่เหมาะสม โดยอิงจากการแก้ปัญหาของโมเดลกระบวนการ Markov regenerative เราค้นพบว่าการกระจายเวลาคิดของผู้ใช้ และเวลาตอบสนองของเซิร์ฟเวอร์ (server response time) มีความสำคัญในการกำหนดค่า Timeout ที่เหมาะสม โดยไม่ต้องอาศัยความรู้ล่วงหน้าเกี่ยวกับการกระจายตัวของเวลานั้น ๆ เราจึงนำเสนออัลกอริทึมแบบ a non-parametric algorithm ที่สามารถประมาณค่า Timeout ที่เหมาะสมได้แบบไดนามิก โดยไม่ต้องอาศัยความรู้ล่วงหน้าเกี่ยวกับการกระจายตัวของข้อมูล

5. วิธีดำเนินการวิจัย

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเว็บเซิร์ฟเวอร์บนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ เพื่อให้ได้ผลดำเนินการเป็นไปตามวัตถุประสงค์ ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ระบบงานไว้ดังขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

5.1 การศึกษาระบบและการจัดเตรียมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาวิเคราะห์ระบบงานและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องและนำมาประยุกต์ใช้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

5.1.1 การจำลองการเรียกใช้งานเว็บไซต์ด้วยฟังก์ชัน HTTP Request บน Apache JMeter ไปยังเครื่องแม่ข่ายเว็บเซิร์ฟเวอร์ทั้ง 3 ตัว โดยมีรายละเอียดต่อไปนี้

- 1) เวลาเฉลี่ยในการตอบสนอง (Average Response Time) หน่วยเป็น มิลลิวินาที
- 2) ร้อยละความผิดพลาดในการจัดการภาระงาน (Error)
- 3) ปริมาณของข้อมูลที่สามารถถูกประมวลผลหรือส่งผ่านในหนึ่งหน่วยเวลา (Throughput)
- 4) ร้อยละการทำงานของ CPU ในแต่ละเซิร์ฟเวอร์
- 5) ร้อยละการทำงานของ RAM ในแต่ละเซิร์ฟเวอร์

5.1.2 การจำลองจำนวนการร้องขอใช้งาน (Request) จะแบ่งเป็น 7 ชุด ดังนี้

- 1) การร้องขอ 100 Concurrent, Ramp-up period 1 วินาที
- 2) การร้องขอ 500 Concurrent, Ramp-up period 5 วินาที
- 3) การร้องขอ 1000 Concurrent, Ramp-up period 10 วินาที
- 4) การร้องขอ 1500 Concurrent, Ramp-up period 15 วินาที
- 5) การร้องขอ 3000 Concurrent, Ramp-up period 30 วินาที
- 6) การร้องขอ 5000 Concurrent, Ramp-up period 50 วินาที
- 7) การร้องขอ 8000 Concurrent, Ramp-up period 80 วินาที

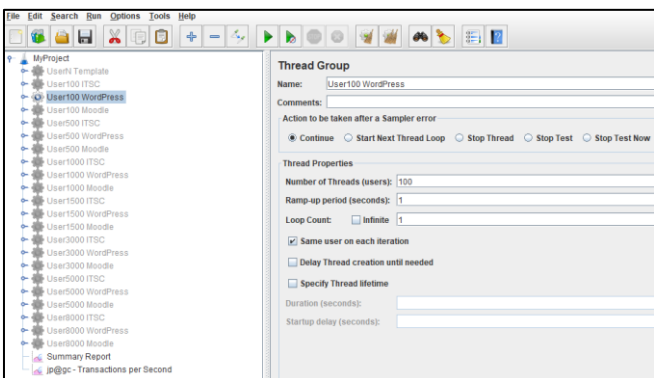
5.2 การทดสอบการทำงานของระบบ

5.2.1 ใช้โปรแกรม Apache JMeter ทดสอบ http request กับเว็บ itsc ที่เป็น Static Website ส่วน Dynamic Website ที่เป็น WordPress และ Moodle ที่ติดตั้งไว้ที่เว็บเซิร์ฟเวอร์แต่ละตัว ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 รายชื่อเว็บเซิร์ฟเวอร์และเครื่องแม่ข่าย

ชื่อ	ความหมาย	URL (http / https)
IIS	เครื่องแม่ข่ายเว็บเซิร์ฟเวอร์ IIS	iis.rsu.ac.th/itsc/ iis.rsu.ac.th/wordpress/ iis.rsu.ac.th/moodle/
Apache	เครื่องแม่ข่ายเว็บเซิร์ฟเวอร์ Apache	apache.rsu.ac.th/itsc/ apache.rsu.ac.th/wordpress/ apache.rsu.ac.th/moodle/
NGINX	เครื่องแม่ข่ายเว็บเซิร์ฟเวอร์ NGINX	nginx.rsu.ac.th/itsc/ nginx.rsu.ac.th/wordpress/ nginx.rsu.ac.th/moodle/

5.2.2 กำหนดค่า Number of Threads (users) และ Ramp-Up Period (in seconds) เพื่อต้องการทดสอบระบบว่า เมื่อมีผู้ใช้ใช้งานพร้อมกันในอัตราส่วน 100 Concurrent ต่อ 1 วินาที ระบบจะตอบสนองอย่างไร ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ตัวอย่างตั้งค่า Number of Threads (users) เป็น 100 และ Ramp-Up Period (in seconds) 1 วินาที

5.3 การทดสอบการทำงานของระบบ

คำสั่งทดสอบโหลดและสร้างรายงานเป็นไฟล์ .html [5]

```
jmeter -n -t <test JMX file> -l <test log file> -e -o <Path to output folder>
```

คำสั่งสร้างรายงานเป็นไฟล์ .CSV

```
jmeter -g <log file> -o <Path to output folder>
```

6. สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการวิจัย

6.1.1 ผลการทดสอบกับเสตติกเว็บ

ผลการทดสอบพบว่าค่า Average Response Time (ms) ในการเข้าถึงเว็บไซต์ผ่านโปรโตคอล HTTP ในทุกระดับ Concurrent Requests มีระยะเวลาในการตอบสนองที่ดีที่สุดคือ IIS แต่มีข้อยกเว้นที่ 500 Concurrent Requests NGINX มีระยะเวลาในการตอบสนองที่ดีที่สุด ส่วนในการเข้าถึงผ่านโปรโตคอล HTTPS ที่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1500 Concurrent Requests NGINX มีระยะเวลาในการตอบสนองที่ดีที่สุด ยกเว้นที่ 1000 Concurrent Requests IIS มีระยะเวลาในการตอบสนองที่ดีที่สุด และตั้งแต่ 3000 Concurrent Requests ขึ้นไป Apache มีระยะเวลาในการตอบสนองได้เร็วสุด

การทดสอบการเข้าถึงเว็บไซต์ผ่านโปรโตคอล HTTP พบว่าในทุก Concurrent Requests IIS และ NGINX ไม่มี Error ที่เกิดขึ้น ส่วน Apache ไม่มี Error เฉพาะที่ 100 Concurrent Requests และ 500 Concurrent Requests เท่านั้น ส่วนการเข้าถึงเว็บไซต์ผ่านโปรโตคอล HTTPS IIS ไม่มี Error ตั้งแต่ 100 Concurrent Requests ถึง 1500 Concurrent Requests ส่วน NGINX ไม่มี Error ตั้งแต่ 100 Concurrent Requests ถึง 1000 Concurrent Requests และ Apache ไม่มี Error ตั้งแต่ 100 Concurrent Requests ถึง 500 Concurrent Requests

การทดสอบการเข้าถึงเว็บไซต์ผ่านโปรโตคอล HTTP พบว่า IIS มีค่า Throughput (Transactions/s) เยอะที่สุด ตั้งแต่ 1000 Concurrent Requests ขึ้นไป รองลงมา NGINX มีค่า Throughput (Transactions/s) เยอะที่ 100 Concurrent Requests และ 500 Concurrent Requests ส่วนการทดสอบการเข้าถึงเว็บไซต์ผ่านโปรโตคอล HTTPS พบว่า IIS มีค่า Throughput (Transactions/s) เยอะที่สุด ตั้งแต่ 500 Concurrent Requests ขึ้นไป และ Apache มีค่า Throughput (Transactions/s) เยอะที่ 100 Concurrent Requests เท่านั้น

การทดสอบการเข้าถึงเว็บไซต์ผ่านโปรโตคอล HTTP พบว่าในทุก ระดับ Concurrent Requests NGINX ใช้ CPU น้อยที่สุด ยกเว้นที่ 8000 Concurrent Requests IIS ใช้ CPU น้อยสุด ส่วนการทดสอบการเข้าถึงเว็บไซต์ผ่านโปรโตคอล HTTPS พบว่า IIS ใช้ CPU น้อยที่สุดที่ 500 Concurrent Requests, 3000 Concurrent Requests และ 8000 Concurrent Requests ส่วน Apache ใช้ CPU น้อยที่สุดที่ 100 Concurrent Requests และ 5000 Concurrent Requests สุดท้าย NGINX ใช้ CPU น้อยที่สุดที่ 1000 Concurrent Requests และ 1500 Concurrent Requests

การทดสอบการเข้าถึงเว็บไซต์ผ่านโปรโตคอล HTTP พบว่าส่วนมากในแต่ละ Concurrent Requests NGINX ใช้ RAM น้อยที่สุด ยกเว้นที่ IIS ใช้ RAM น้อยที่สุดที่ 500 Concurrent Requests, 1500 Concurrent

Requests, 5000 Concurrent Requests และ Apache ใช้ RAM น้อยสุดที่ 8000 Concurrent Requests

6.1.2 การทดสอบกับเว็บไดนามิกเว็บไซต์ (WordPress)

ผลการทดสอบพบว่าค่า Average Response Time (ms) ในการเข้าถึงเว็บไซต์ผ่านโปรโตคอล HTTP ตั้งแต่ 1500 Concurrent Requests ขึ้นไป NGINX มีระยะเวลาในการตอบสนองที่ดีที่สุด รองลงมา Apache มีระยะเวลาในการตอบสนองที่ดีที่สุดที่ Concurrent Requests น้อยกว่าหรือเท่ากับ 500 Concurrent Requests ส่วนในการเข้าถึงผ่านโปรโตคอล HTTPS ส่วนใหญ่ Apache มีระยะเวลาในการตอบสนองที่ดีที่สุด ยกเว้นที่ 1500 Concurrent Requests และ 3000 Concurrent Requests NGINX มีระยะเวลาในการตอบสนองที่ดีที่สุด

การทดสอบการเข้าถึงเว็บไซต์ผ่านโปรโตคอล HTTP พบว่าที่ 100 Concurrent Requests ไม่มี Error เกิดขึ้นกับเว็บเซิร์ฟเวอร์ทั้ง 3 ตัว ที่ 500 Concurrent Requests ถึง 1000 Concurrent Requests จะมี Error แต่ NGINX เท่านั้น และตั้งแต่ 1500 Concurrent Requests ขึ้นไป Apache มี Error น้อยที่สุด ส่วนการเข้าถึงเว็บไซต์ผ่านโปรโตคอล HTTPS ในทุกระดับ Concurrent Requests IIS มี Error น้อยที่สุด ยกเว้นที่ 1500 Concurrent Requests Apache มี Error น้อยสุด

การทดสอบการเข้าถึงเว็บไซต์ผ่านโปรโตคอล HTTP และการทดสอบการเข้าถึงเว็บไซต์ผ่านโปรโตคอล HTTPS พบว่า IIS มีค่า Throughput (Transactions/s) เยอะที่สุดตั้งแต่ 1500 Concurrent Requests ขึ้นไป Apache จะมีค่า Throughput (Transactions/s) เยอะที่ 100 Concurrent Requests ถึง 1000 Concurrent Requests สามารถทำงานได้ดีเหมือนกัน

การทดสอบการเข้าถึงเว็บไซต์ผ่านโปรโตคอล HTTP พบว่าในทุกระดับ Concurrent Requests NGINX ใช้ CPU น้อยที่สุด ยกเว้นที่ 1500 Concurrent Requests IIS ใช้ CPU น้อยสุด ส่วนการทดสอบการเข้าถึงเว็บไซต์ผ่านโปรโตคอล HTTPS พบว่าในทุกระดับ Concurrent Requests NGINX ใช้ CPU น้อยที่สุด ยกเว้นที่ 1000 Concurrent Requests Apache ใช้ CPU น้อยสุด

ทั้งการทดสอบการเข้าถึงเว็บไซต์ผ่านโปรโตคอล HTTP และการทดสอบการเข้าถึงเว็บไซต์ผ่านโปรโตคอล HTTPS พบว่าในทุกระดับ Concurrent Requests NGINX ใช้ RAM น้อยที่สุด

6.1.3 การทดสอบกับเว็บไดนามิกเว็บไซต์ (Moodle)

ผลการทดสอบพบว่าค่า Average Response Time (ms) ในการเข้าถึงเว็บไซต์ผ่านโปรโตคอล HTTP ตั้งแต่ 1500 Concurrent Requests ขึ้นไป NGINX มีระยะเวลาในการตอบสนองที่ดีที่สุด รองลงมา Apache มีระยะเวลาในการตอบสนองที่ดีที่สุดที่ Concurrent Requests น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1000 Concurrent Requests ส่วนในการเข้าถึงเว็บไซต์ผ่านโปรโตคอล HTTPS ในทุกระดับ Concurrent Requests มีระยะเวลาในการตอบสนองที่ดีที่สุดคือ Apache ยกเว้นที่ 500 Concurrent Requests และ 1500 Concurrent Requests

การทดสอบการเข้าถึงเว็บไซต์ผ่านโปรโตคอล HTTP พบว่าที่ 100 Concurrent Requests ไม่มี Error เกิดขึ้นกับเว็บเซิร์ฟเวอร์ทั้ง 3 ตัว ที่ 500 Concurrent Requests และ 1000 Concurrent Requests IIS และ Apache ไม่มี Error ที่ 1500 Concurrent Requests ขึ้นไป Apache มี

Error น้อยที่สุด ส่วนการเข้าถึงเว็บไซต์ผ่านโปรโตคอล HTTPS พบว่าที่ 100 Concurrent Requests ไม่มี Error เกิดขึ้นกับเว็บเซิร์ฟเวอร์ทั้ง 3 ตัว ที่ 500 Concurrent Requests และ 1000 Concurrent Requests IIS และ Apache ไม่มี Error ที่ 1500 Concurrent Requests Apache มี Error น้อยสุด และตั้งแต่ 3000 Concurrent Requests ขึ้นไป IIS มี Error น้อยที่สุด

การทดสอบการเข้าถึงเว็บไซต์ผ่านโปรโตคอล HTTP ที่ 100 Concurrent Requests, 500 Concurrent Requests, 8000 Concurrent Requests Apache มี Error น้อยสุด และที่ 1000 Concurrent Requests, 1500 Concurrent Requests, 5000 Concurrent Requests IIS มี Error น้อยสุด ยกเว้นที่ 3000 Concurrent Requests NGINX มี Error น้อยสุด ส่วนการทดสอบการเข้าถึงเว็บไซต์ผ่านโปรโตคอล HTTPS พบว่า ตั้งแต่ 100 Concurrent Requests ถึง 1000 Concurrent Requests Apache มี Error น้อยที่สุด และตั้งแต่ที่ 1500 Concurrent Requests เป็นต้นไป IIS มี Error น้อยสุด ยกเว้นเฉพาะที่ 3000 Concurrent Requests NGINX มี Error น้อยสุด

การทดสอบการเข้าถึงเว็บไซต์ผ่านโปรโตคอล HTTP พบว่าในทุกระดับ Concurrent Requests NGINX ใช้ CPU น้อยที่สุด ยกเว้นที่ 500 Concurrent Requests ถึง 1500 Concurrent Requests IIS ใช้ CPU น้อยสุด ส่วนการทดสอบการเข้าถึงเว็บไซต์ผ่านโปรโตคอล HTTPS พบว่าที่ 100 Concurrent Requests IIS ใช้ CPU น้อยสุด ที่ 500 Concurrent Requests และ 8000 Concurrent Requests Apache ใช้ CPU น้อยสุด และตั้งแต่ที่ 1000 Concurrent Requests ถึง 5000 Concurrent Requests NGINX ใช้ CPU น้อยที่สุด

ทั้งการทดสอบการเข้าถึงเว็บไซต์ผ่านโปรโตคอล HTTP และการทดสอบการเข้าถึงเว็บไซต์ผ่านโปรโตคอล HTTPS พบว่าในทุกระดับ Concurrent Requests NGINX ใช้ RAM น้อยที่สุด

6.2 การอภิปรายผลการวิจัย

เนื่องจากปัจจุบันการใช้งานผ่านโปรโตคอล HTTP ปกติได้ถูกแทนที่ด้วยโปรโตคอล HTTPS ซึ่งให้ความปลอดภัยที่สูงกว่า และเว็บเบราว์เซอร์ส่วนใหญ่ได้กำหนดให้เว็บไซต์ต้องใช้ HTTPS เพื่อป้องกันข้อมูลของผู้ใช้ หากเว็บไซต์ใดไม่ได้ใช้ HTTPS เว็บเบราว์เซอร์จะเตือนว่าเว็บไซต์นั้นไม่ปลอดภัย [1] ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเลือกที่จะพิจารณาเฉพาะการใช้งานผ่านโปรโตคอล HTTPS เพื่ออภิปรายประสิทธิภาพของเว็บเซิร์ฟเวอร์แต่ละตัว โดยมีรายละเอียดดังนี้

6.2.1 การทดสอบกับเสตติกเว็บ

เมื่อพิจารณาในส่วน Response Time จะเห็นว่า Apache และ NGINX มี Response Time น้อยใกล้เคียงกัน ซึ่งดีกว่า IIS ในส่วนของ Throughput จะเห็นว่า IIS มี Throughput มากกว่าทั้ง 2 ซัดเจน และในส่วน Error จะเห็นว่า IIS มี Error น้อยกว่าทั้ง 2 ซัดเจน

เมื่อพิจารณาในส่วนการใช้ CPU จะเห็นว่า IIS และ Apache มีค่าน้อยใกล้เคียงกัน ซึ่งน้อยกว่า NGINX และในส่วนการใช้ RAM ทั้ง 3 ใกล้เคียงกัน

เมื่อพิจารณาที่ Concurrent Requests ตั้งแต่ 3,000 Concurrent Requests ขึ้นไป พบว่าในส่วน Response Time จะเห็นว่า Apache และ NGINX ใกล้เคียงกัน แต่ Apache จะดีกว่าเล็กน้อย ในส่วนของ

Throughput จะเห็นว่าทั้ง 3 ไกล่เคียงกัน เพียงแต่ IIS มีทำได้ดีกว่าเล็กน้อย และในส่วน Error จะเห็นว่า IIS มี Error น้อยกว่าทั้ง 2 ซัดเจน

เมื่อพิจารณาในส่วนการใช้ CPU จะเห็นว่า IIS และ Apache ใช้ CPU ไกล่เคียงกัน ซึ่งใช้น้อยกว่า NGINX และในส่วนการใช้ RAM พบว่า NGINX ใช้น้อยกว่าเล็กน้อย

6.2.2 การทดสอบกับไดนามิกเว็บ (WordPress)

เมื่อพิจารณาในส่วน Response Time จะเห็นว่า Apache มี Response Time น้อยกว่าทั้ง 2 ซัดเจน ในส่วนของ Throughput จะเห็นว่าทั้ง 3 ไกล่เคียงกัน เพียงแต่ IIS ทำได้ดีกว่าเล็กน้อย และในส่วน Error จะเห็นว่า IIS มี Error น้อยกว่าทั้ง 2 ซัดเจน

เมื่อพิจารณาในส่วนการใช้ CPU จะเห็นว่า NGINX ใช้ CPU น้อยกว่าทั้ง 2 ซัดเจน และในส่วนการใช้ RAM พบว่าทั้ง 3 ไกล่เคียงกัน เพียงแต่ NGINX ใช้ RAM น้อยกว่าเล็กน้อย

เมื่อพิจารณาที่ Concurrent Requests ตั้งแต่ 3,000 Concurrent Requests ขึ้นไป พบว่าในส่วน Response Time จะเห็นว่า Apache มี Response Time น้อยกว่าทั้ง 2 ซัดเจน ในส่วนของ Throughput จะเห็นว่าทั้ง 3 มีค่าใกล้เคียงกัน เพียงแต่ IIS ทำได้ดีกว่าเล็กน้อย และในส่วน Error จะเห็นว่า IIS น้อยกว่าทั้ง 2 ซัดเจน

เมื่อพิจารณาในส่วนการใช้ CPU จะเห็นว่า NGINX ใช้ CPU น้อยกว่าทั้ง 2 ซัดเจน ในส่วนการใช้ RAM พบว่าทั้ง 3 ไกล่เคียงกัน เพียงแต่ NGINX ใช้ RAM น้อยกว่าเล็กน้อย

6.2.3 การทดสอบกับไดนามิกเว็บ (Moodle)

เมื่อพิจารณาในส่วน Response Time จะเห็นว่า Apache มี Response Time น้อยกว่าทั้ง 2 ซัดเจน ในส่วนของ Throughput จะเห็นว่าทั้ง 3 ไกล่เคียงกัน และในส่วน Error จะเห็นว่า IIS น้อยกว่า Apache และ NGINX ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาในส่วนการใช้ CPU จะเห็นว่า NGINX ใช้น้อยกว่า Apache และ IIS ตามลำดับ และในส่วนการใช้ RAM จะเห็นว่า NGINX ใช้ RAM น้อยกว่าทั้ง 2 ซัดเจน

เมื่อพิจารณาที่ Concurrent Requests ตั้งแต่ 3,000 Concurrent Requests ขึ้นไป พบว่าในส่วน Response Time จะเห็นว่า Apache มี Response Time น้อยกว่าทั้ง 2 ซัดเจน ในส่วนของ Throughput จะเห็นว่าทั้ง 3 มีค่าใกล้เคียงกัน เพียงแต่ IIS ทำได้ดีกว่าเล็กน้อย และในส่วน Error จะเห็นว่า IIS น้อยกว่าทั้ง 2 ซัดเจน

เมื่อพิจารณาในส่วนการใช้ CPU จะเห็นว่า NGINX ใช้ CPU น้อยกว่าทั้ง 2 ซัดเจน ในส่วนการใช้ RAM พบว่าทั้ง 3 ไกล่เคียงกัน เพียงแต่ NGINX ใช้ RAM น้อยกว่าเล็กน้อย

จากการอภิปรายทั้งหมดสามารถนำเสนอเป็นเชิงสรุปได้ตาม ตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ตารางการสรุปประสิทธิภาพการทำงานและการใช้ทรัพยากรในแต่ละเว็บเซิร์ฟเวอร์

ประเภทเว็บไซต์ / โพรโตคอล	เว็บเซิร์ฟเวอร์ที่เหมาะสม	Response Time (น้อย=เร็ว)	Throughput (มาก=ดี)	Error (น้อย=ดี)	การใช้ทรัพยากร (น้อย=ดี)	
					CPU	RAM
สแตติกเว็บ / HTTP	IIS, NGINX	IIS น้อยกว่าทั้ง 2 ซัดเจน	IIS มากกว่าทั้ง 2 ซัดเจน	IIS & NGINX เท่ากัน และน้อยกว่า Apache	NGINX น้อยกว่า ทั้ง 2 ซัดเจน	NGINX น้อยกว่าทั้ง 2 ซัดเจน
สแตติกเว็บ / HTTPS	IIS, Apache, NGINX	Apache & NGINX ไกล่เคียงกัน และน้อยกว่า IIS	IIS มากกว่าทั้ง 2 ซัดเจน	IIS น้อยกว่าทั้ง 2 ซัดเจน	IIS & Apache ไกล่เคียงกัน และน้อยกว่า NGINX	ทั้ง 3 ไกล่เคียงกัน
ไดนามิกเว็บ (WordPress) / HTTP	Apache, NGINX	NGINX & Apache ไกล่เคียงกัน น้อยกว่า IIS	ทั้ง 3 ไกล่เคียงกัน	Apache น้อยกว่า ทั้ง 2 ซัดเจน	NGINX น้อยกว่า ทั้ง 2 ซัดเจน	NGINX น้อยกว่าทั้ง 2 ซัดเจน
ไดนามิกเว็บ (WordPress) / HTTPS	Apache, IIS	Apache มากกว่า ทั้ง 2 ซัดเจน	IIS มากกว่า Apache และ Apache มากกว่า NGINX	IIS & Apache ไกล่เคียงกัน น้อยกว่า NGINX	NGINX น้อยกว่า ทั้ง 2 ซัดเจน	ทั้ง 3 ไกล่เคียงกัน
ไดนามิกเว็บ (Moodle) / HTTP	NGINX, Apache	NGINX น้อยกว่า Apache และ Apache น้อยกว่า IIS	ทั้ง 3 ไกล่เคียงกัน	Apache น้อยกว่า ทั้ง 2 ซัดเจน	IIS & NGINX ไกล่เคียงกัน และน้อยกว่า Apache	NGINX น้อยกว่าทั้ง 2 ซัดเจน
ไดนามิกเว็บ (Moodle) / HTTPS	Apache, NGINX	Apache น้อยกว่าทั้ง 2 ซัดเจน	ทั้ง 3 ไกล่เคียงกัน	IIS น้อยกว่า Apache และ Apache น้อยกว่า NGINX	NGINX น้อยกว่า Apache และ Apache น้อยกว่า IIS	NGINX น้อยกว่าทั้ง 2 ซัดเจน

สำหรับประเด็นอื่น ๆ ที่น่าสนใจและเกี่ยวข้อง สามารถอภิปรายได้คือ จากข้อสรุปทั้งหมดหากพิจารณาเฉพาะโปรโตคอล HTTPS พบว่า

Apache เป็นทางเลือกที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานกับเว็บไซต์ทุกรูปแบบ ข้อดีหลักๆ ของ Apache คือ การตอบสนองที่รวดเร็วกว่า IIS และ NGINX อีกทั้ง Apache และเป็นโปรแกรมโอเพนซอร์สที่มีความยืดหยุ่นสูง อย่างไรก็ตาม การตั้งค่าและการจัดการ Apache อาจต้องการทักษะและความรู้เฉพาะทางซึ่งทำให้เหมาะสำหรับผู้ที่มีประสบการณ์ในระดับสูง (Lucas Rees, 2023)

NGINX เป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์ที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานกับทั้งเว็บไซต์ที่เป็นสแตติกและไดนามิกเว็บ (Moodle) ซึ่งมีความซับซ้อนสูงและจำนวนไฟล์ที่มากขึ้น ข้อดีของ NGINX คือ การใช้ทรัพยากรระบบ เช่น CPU และ RAM น้อยกว่า IIS และ Apache นอกจากนี้ NGINX ยังเป็นโปรแกรมโอเพนซอร์ส อย่างไรก็ตาม ข้อดีของ NGINX ที่พบจากการวิจัยก็คือเกิด Error ค่อนข้างเยอะ IIS และ Apache ซึ่งอาจเป็นเพราะค่า Timeout เริ่มต้นตั้งไว้ต่ำกว่า (Kishor S. Trivedi, 2002) IIS และ Apache ทำให้เมื่อมี Request มา แต่เซิร์ฟเวอร์ไม่สามารถประมวลผลได้ตามกำหนด ทำให้คำขอนั้นถูกตัดออกก่อนที่เซิร์ฟเวอร์จะสามารถตอบสนองได้

IIS เป็นตัวเลือกที่เหมาะสมสำหรับเว็บไซต์ทั้งประเภทสแตติกและไดนามิก (WordPress) ข้อดีคือจากการวิจัย IIS มี Throughput สูงกว่าและเกิด Error น้อยกว่า Apache และ NGINX และมี GUI ที่ใช้งานง่ายซึ่งทำให้เหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นใช้งาน (Lucas Rees, 2023) อย่างไรก็ตาม ข้อดีหลักของ IIS คือ ซอฟต์แวร์นี้มีค่าลิขสิทธิ์ เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์ของ Microsoft.

6.3 ข้อเสนอนแนะ

6.3.1 การทดสอบประสิทธิภาพของระบบควรพิจารณาถึงคุณภาพการเชื่อมต่อเครือข่ายระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ทดสอบกับเครื่องจำลองสภาพแวดล้อมการทำงาน ให้ได้ความเสถียรของระบบเครือข่าย เพราะไม่เช่นนั้นอาจส่งผลกระทบต่อการรับส่งข้อมูล และสร้างความผิดพลาดในผลลัพธ์การทดสอบ

6.3.2 การทดสอบประสิทธิภาพของระบบ ควรให้ความสำคัญกับการควบคุมตัวแปรต่าง ๆ เพื่อให้ผลการทดสอบมีความแม่นยำและลดข้อผิดพลาดจากปัจจัยที่ไม่คาดคิด เช่น ควรกำหนดค่า Timeout สำหรับเว็บเซิร์ฟเวอร์แต่ละตัวให้เท่ากัน เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบผลการทดสอบได้อย่างเป็นธรรมและลดความแตกต่างที่อาจเกิดขึ้นจากการตั้งค่า Timeout ที่ไม่เหมือนกัน

6.3.3 การทดสอบประสิทธิภาพของระบบ ควรตรวจสอบสถานะของเซิร์ฟเวอร์อย่างละเอียดเพื่อให้แน่ใจว่าแต่ละเซิร์ฟเวอร์ทำงานครบทุกกระบวนการก่อนที่จะเริ่มกระบวนการถัดไป นอกจากนี้ การรีเซ็ตเซิร์ฟเวอร์ใหม่หลังจากการทดสอบก่อนหน้าเสร็จแล้ว จะช่วยให้มั่นใจได้ว่าทุกขั้นตอนของการทดสอบจะดำเนินการเสร็จสมบูรณ์อย่างถูกต้อง และลดความเสี่ยงจากข้อผิดพลาดที่อาจส่งผลกระทบต่อผลลัพธ์ของการทดสอบ

6.3.4 ประสิทธิภาพของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ทดสอบ เป็นอีกปัจจัยสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อผลลัพธ์การทดสอบ โปรแกรม Apache JMeter เองใช้ทรัพยากรประมวลผลค่อนข้างสูง หากประสิทธิภาพของเครื่องคอมพิวเตอร์

ไม่เพียงพอ อาจเกิดข้อผิดพลาดในระหว่างการทดสอบและส่งผลกระทบต่อความแม่นยำของผลลัพธ์

6.3.5 การนำหลักการทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบประสิทธิภาพและปัจจัยอื่นๆ ที่อาจส่งผลกระทบต่อผลลัพธ์มาประกอบการวิเคราะห์ จะช่วยเพิ่มความแม่นยำ และความน่าเชื่อถือของผลลัพธ์การทดสอบ

เอกสารอ้างอิง

- [1] ก้าวสู่การเชื่อมต่อที่ปลอดภัยขึ้น, Google, กันยายน, 2560. [ออนไลน์]. สืบค้น: <https://developers.google.com/search/blog/2017/07/next-steps-toward-more-connection?hl=th>
- [2] อดิชา อุดม, "การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของ HAProxy และ NginX สำหรับการจัดการภาระงานบนเครื่องแม่ข่าย," สารนิพนธ์ วท.บ. (เทคโนโลยีสารสนเทศ), มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ, 2560.
- [3] พนมพร มีเสงี่ยม และ ชัยพร เขมภาตะพันธ์, "การเปรียบเทียบสมรรถนะการกระจายภาระงานระหว่าง NGINX และ Apache mod_proxy สำหรับบริการเว็บ," วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์, ปีที่ 9, ฉบับที่ 1, หน้า 609-617, สิงหาคม-พฤศจิกายน, 2563.
- [4] ภัทรชัย ไชยมงคล, "การเปรียบเทียบการใช้งานเครื่องแม่ข่ายเว็บไซต์ด้วย เอนจินเอกซ์ (Nginx) และ อาปาเช่ (Apache) กรณีศึกษา: ระบบงานรับนิสิตใหม่ (Admission System) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ," มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ, เขตวัฒนา, ไทย, เข้าถึงเมื่อ: 14 ก.ย. 2560. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้: <https://edocument.swu.ac.th/general/5900/pdf/1195900201700140.pdf>
- [5] สุรชาติ บุญแสน และเนืองวงศ์ ทวยเจริญ, "สถาปัตยกรรมการกระจายงานของผู้ให้บริการเว็บด้วย NGINX," การประชุมทางวิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศครั้งที่ 10, โรงแรมอัสสัมสา ลากูนาภูเก็ต, 8-9 พ.ค. 2557, หน้า 162-167.
- [6] *CLI Mode (Command Line mode was called NON GUI mode)*, Apache Software Foundation, March, 2024. [Online]. Available: https://jmeter.apache.org/usermanual/get-started.html#non_gui
- [7] Douglas Kunda & Sipiwe Chihana & Muwanei Sinyinda, "Web Server Performance of Apache and Nginx: A Systematic Literature Review," ResearchGate [Online], https://www.researchgate.net/publication/329118749_Web_Server_Performance_of_Apache_and_Nginx_A_Systematic_Literature_Review (Accessed: Mar. 1, 2024).
- [8] *Historical trends in the usage statistics of web servers*, W3Techs, Aug. 2024. [Online]. Available: https://w3techs.com/technologies/history_overview/web_server
- [9] Intan Ferina Irza & Zuhendra Zuhendra & Efrizon Efrizon, "Analysis of Apache and Nginx Web Server Performance Comparison Using Httperf on News Portal (Case Study: beritalinux.com)," *Vocational Journal of Electronics & Informatics Engineering*, vol. 5 no 2, pp. 75-82, July – December 2017.

- [10] LUCAS REES, "Apache vs IIS vs Nginx: An In-depth Comparison of Web Servers," Linux Careers [Online].
<https://www.linuxcareers.com/resources/blog/2023/07/apache-vs-iis-vs-nginx-an-in-depth-comparison-of-web-servers/> (Accessed: Mar. 1, 2024).
- [11] NGINX Plus, NGINX Docs, Mar. 2024. [Online]. Available:
<https://docs.nginx.com/nginx/>
- [12] Nugroho & Kevin Darmawan Adhi, "Studi perbandingan pengaruh nilai keepalive timeout & maxclient pada server apache dan nginx," B.S thesis, Dept. Comput. Sci., Pelita Harapan Univ., Tangerang, Indonesia, 2018.
- [13] Usage statistics and market shares of web servers, W3Techs, Mar. 2024. [Online]. Available:
https://w3techs.com/technologies/overview/web_server
- [14] Wei Xie & Hairong Sun & Yonghuan Cao & Kishor S. Trivedi., "OPTIMAL WEBSERVER SESSION TIMEOUT SETTINGS FOR WEB USERS," ResearchGate [Online].
https://www.researchgate.net/publication/221447243_Optimal_Webserver_Session_Timeout_Settings_for_Web_Users(Accessed: Oct. 27, 2024).

ปัจจัยที่ส่งผลต่อการตระหนักรู้ถึงภัยคุกคามทางไซเบอร์ ของ เจ้าหน้าที่องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ

Factors Affecting Cyber Threat Awareness Of Employees National Science Museum Thailand

วิชัย เพ็ญศักดิ์สงวน

Wichai Pensaksanguan

สาขาวิชาการจัดการนวัตกรรมดิจิทัล
(ระบบการศึกษาทางไกลทางอินเทอร์เน็ต)
วิทยาลัยนวัตกรรมดิจิทัลเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยรังสิต

Digital Innovation Management

(Internet-based Distance Education)

College of Digital Innovation Technology

Rangsit University

ปทุมธานี ประเทศไทย

Wichai.p66@rsu.ac.th

บทคัดย่อ — การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1. เพื่อศึกษาปัจจัยทางด้านลักษณะทางประชากรที่มีผลต่อความตระหนักรู้ถึงภัยคุกคามทางไซเบอร์ของเจ้าหน้าที่องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ 2. เพื่อศึกษาปัจจัยทางด้านประสบการณ์เกี่ยวกับภัยคุกคามทางไซเบอร์ที่มีผลต่อความตระหนักรู้ถึงภัยคุกคามทางไซเบอร์ของเจ้าหน้าที่องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ 3. เพื่อศึกษาปัจจัยทางด้านความรู้เกี่ยวกับภัยคุกคามทางไซเบอร์ที่มีผลต่อความตระหนักรู้ถึงภัยคุกคามทางไซเบอร์ของเจ้าหน้าที่องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ ที่ส่งผลต่อการตระหนักรู้ถึงภัยคุกคามทางไซเบอร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ พนักงานองค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ จำนวน 181 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ คือ แบบสอบถามความตระหนักรู้ถึงภัยคุกคามทางไซเบอร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติเชิงอนุมาน (Inferential Statistics) และทดสอบสมมติฐานโดยใช้ Independent Samples t-test และทดสอบความแปรปรวนโดยใช้ One-Way ANOVA และเมื่อพบความแตกต่างจะทดสอบเป็นรายคู่ Least Significant Difference (LSD) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

ผลการศึกษาวิจัย พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง อายุ 31 - 40 ปี มีระดับการศึกษาปริญญาตรี มีตำแหน่งงานอยู่ในระดับปฏิบัติการ และมีอายุงาน 16 - 20 ปี ส่วนผลการทดสอบสมมติฐานด้านประชากรศาสตร์ พบว่า เพศ อายุ ระดับการศึกษา และอายุงาน ที่แตกต่างกันมีผลต่อความตระหนักรู้ด้านไซเบอร์ ส่วนการทดสอบสมมติฐานด้านประสบการณ์และปัจจัยด้านความรู้เกี่ยวกับภัยคุกคามทางไซเบอร์มีผลต่อการตระหนักรู้ถึงภัยคุกคามทางไซเบอร์แตกต่างกัน

คำสำคัญ — ความตระหนักรู้, ประสบการณ์การรับรู้, ภัยคุกคามทางไซเบอร์

ABSTRACT — The objectives of this research study are 1) to study demographic factors that affect the awareness of cyber threats among staff at the National Science Museum (NSM) 2) to study factors regarding experiences with cyber threats that affect the awareness of cyber threats among the staff of the NSM. 3) To study the factors of knowledge about cyber threats that affect the awareness of cyber threats among the staff of the NSM. The factors affect awareness of cyber threats. The sample group used in the research was 181 employees of the National Science Museum by purposive selection. The tool used was a cyber threat awareness questionnaire. Statistics used in the analysis include frequency, percentage, mean, standard deviation, Independent Samples t-test, One-Way ANOVA, and pairwise comparison of differences (LSD).

The research results found that the majority of respondents were female, aged 31 - 40 years, and had a bachelor's degree. They have positions at the operational level and have a working period of 16 - 20 years. The results of the demographic hypothesis test found that different genders, ages, educational levels, and length of service have an effect on cyber awareness. Hypothesis testing section Experience and knowledge factors regarding cyber threats have different effects on cyber threat awareness.

Keywords — Awareness Perceptual, experience, Cyber threats

1. บทนำ

การเก็บสถิติพฤติกรรมการใช้อินเทอร์เน็ตของคนไทยในปี 2566 โดยสำนักงานคณะกรรมการดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (สดช.) ในโครงการศึกษา Thailand Digital Outlook ที่ศึกษาพฤติกรรมการใช้งานอินเทอร์เน็ต โดยสะท้อนให้เห็นการเข้าสู่สังคมดิจิทัลในยุคใหม่มากขึ้น ทำให้สังคมของประเทศไทยต้องศึกษาพฤติกรรมการใช้งานของคนมากขึ้นในการปรับตัวตามยุคสมัย และพัฒนาศักยภาพเทคโนโลยีของประเทศไทยให้ดียิ่งขึ้น เพื่อทราบถึงความต้องการ ปัญหา และการเข้าถึงอินเทอร์เน็ตของคนไทยในทุกเจเนอเรชัน จากข้อมูลของผลการศึกษาล่าสุดคนไทยได้ใช้เวลาในการใช้งานอินเทอร์เน็ตเฉลี่ย 7 ชั่วโมง 25 นาที ซึ่งเพิ่มจากปี 2565 เป็นเวลา 21 นาที (ปี 2565 ใช้งานอินเทอร์เน็ต 7 ชั่วโมง 4 นาที) โดยผู้คนส่วนใหญ่ในประเทศไทยเข้าถึงการใช้งานอินเทอร์เน็ต 88.22% และจำนวน 85.45% ใช้งานอินเทอร์เน็ตเกือบทุกวันเป็นจำนวน 5-7 วัน ต่อสัปดาห์ ใช้งานอินเทอร์เน็ตบนที่พกพาซึ่งเป็นหลัก รองลงมาเป็นที่ทำงาน อันดับ 3 คือ ร้านอาหารและคาเฟ่ มีค่าใช้จ่ายในการใช้งานอินเทอร์เน็ตต่อเดือน อยู่ในช่วง 201-400 บาท นิยมใช้งานและเชื่อมต่อผ่านอุปกรณ์ เช่น Smart Phone, PC/Desktop และ Tablet ตามลำดับ ซึ่งจากผลสำรวจนี้ชี้ให้เห็นว่า “คนไทยมีแนวโน้มในการใช้เวลาบนอินเทอร์เน็ตมากขึ้น” ความถี่ในการใช้งานอินเทอร์เน็ตภายใน 1 สัปดาห์ 85.45% ทุกวัน หรือเกือบทุกวัน (5-7 วันต่อสัปดาห์) 13.29% อย่างน้อยสัปดาห์ละ 1 วัน แต่ไม่ทุกวัน (1-4 วันต่อสัปดาห์) 1.25% น้อยกว่า 1 วันต่อสัปดาห์ ทั้งนี้ ในอัตราส่วนที่เหลือ ไม่มีการใช้งานอินเทอร์เน็ตเป็น 11.78% โดยสาเหตุที่ไม่เลือกใช้งานอินเทอร์เน็ต คือ การที่ไม่สามารถเข้าถึงสัญญาณอินเทอร์เน็ตได้ในบางพื้นที่, กังวลเรื่องความปลอดภัย หรือไม่มีความจำเป็นต้องใช้งาน, ใช้อินเทอร์เน็ตไม่เป็น, ค่าบริการมีราคาแพง, กลัวถูกละเมิดข้อมูลส่วนตัว, ไม่มีอุปกรณ์เชื่อมต่อ, ค่าอุปกรณ์เชื่อมต่อราคาแพง, ไม่สะดวกใช้งาน (หน้าจอลเล็ก), ใช้อุปกรณ์ไม่เป็น และอื่นๆ ตามลำดับ [1]

จากบทความของบริษัท ไทคอมนิคมแห่งชาติ จำกัด (มหาชน) เรื่องเตรียมรับมือ Cybersecurity ในปี 2024 ทุก 11 วินาที มักจะมีการเกิดการโจมตีทางไซเบอร์เกิดขึ้น ซึ่งมีการคาดการณ์มูลค่าความเสียหายจากภัยไซเบอร์ในอนาคตอาจสูงถึง 300 ล้านล้านบาท แม้จะดูเป็นตัวเลขที่เหลือเชื่อ ฟังดูเกินจริงแต่นี้ก็เป็นผลสำรวจของ Gartner ที่ออกมาเปิดเผยเรื่องนี้ อีกทั้งสถิติข้อมูลจาก Eventura ยังกล่าวว่า ในปี 2023 สหราชอาณาจักรมีจำนวนเหยื่ออาชญากรรมไซเบอร์สูงสุดต่อผู้ใช้อินเทอร์เน็ตหนึ่งล้านคนในปี 2022 ที่ 4,783 ราย ซึ่งเพิ่มขึ้น 40% จากตัวเลขปี 2020 และความเสียหายจากอาชญากรรมไซเบอร์ทั่วโลกที่คาดว่าจะแตะ 10.5 ล้านล้านดอลลาร์ต่อปีภายในปี 2025 [2]

ดังนั้น เมื่อองค์กรธุรกิจทั้งหลายที่ขาดการเฝ้าระวังมักจะถูกโจมตีจากเหล่าแฮกเกอร์ หรือโดนโจรกรรมข้อมูลทางไซเบอร์ได้ง่าย ๆ และอาจก่อให้เกิดความเสียหายตามมาอย่างมากมายมหาศาล จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่หลาย ๆ องค์กรจะต้องมองไปข้างหน้าเพื่อหาจุดเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้น เพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจตามมา [3]

ในส่วนของภาครัฐ ได้มีการเปิดเผยหลังการประชุมคณะรัฐมนตรี (ครม.) เมื่อวันที่ 21 มีนาคม 2566 ว่า ครม. รับทราบรายงานสรุปผลการดำเนินงานของการรักษาความมั่นคงปลอดภัยไซเบอร์ที่มีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญ ระหว่างวันที่ 1 ตุลาคม 2564 – 30 กันยายน 2565 ตามที่คณะกรรมการรักษาความมั่นคงปลอดภัยไซเบอร์แห่งชาติ (กมช.) เสนอ

รายงานฉบับนี้ นำเสนอเกี่ยวกับสถิติเหตุการณ์ภัยคุกคามทางไซเบอร์ที่ศูนย์ประสานการรักษาความมั่นคงปลอดภัยระบบคอมพิวเตอร์แห่งชาติ ตรวจพบมากที่สุด มีจำนวนทั้งสิ้น 551 เหตุการณ์

สำหรับหน่วยงานที่ถูกโจมตีด้วยภัยคุกคามทางไซเบอร์ อาทิ หน่วยงานด้านการศึกษา 211 เหตุการณ์ หน่วยงานของรัฐที่ไม่ใช่หน่วยงานโครงสร้างพื้นฐานสำคัญทางสารสนเทศ 135 เหตุการณ์ และหน่วยงานด้านสาธารณสุข 67 เหตุการณ์ รายงานฉบับนี้ ได้เสนอข้อแนะนำการแก้ปัญหาสถานการณ์ภัยคุกคามทางไซเบอร์ คือ 1. หน่วยงานภาครัฐและผู้ดูแลระบบดำเนินการปรับปรุง “แพตช์” ของระบบปฏิบัติการ หรือระบบบริหารจัดการเว็บไซต์ให้เป็นปัจจุบัน 2. กำหนดนโยบายการดูแลและพัฒนาเว็บไซต์ มุ่งรักษาระบบและตรวจสอบอย่างสม่ำเสมอ 3. สร้างความรู้ความเข้าใจแก่ประชาชนให้ตระหนักรู้ถึงสถานการณ์อาชญากรรมทางไซเบอร์ที่กระทบต่อประชาชน 4. ดำเนินการปรับปรุงแผนปฏิบัติการอย่างต่อเนื่อง โดยให้ความสำคัญกับการสำรองข้อมูลและตรวจสอบอย่างสม่ำเสมอ และปฏิบัติตามพระราชบัญญัติการรักษาความมั่นคงปลอดภัยไซเบอร์ พ.ศ.2562

ด้วย สำนักเลขาธิการคณะรัฐมนตรี ได้มีหนังสือถึงกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม เพื่อแจ้งมติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ ๒๑ มีนาคม ๒๕๖๖ เรื่อง รายงานสรุปผลการดำเนินงานของการรักษาความมั่นคงปลอดภัยไซเบอร์ที่มีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญในห้วงวันที่ ๑ ตุลาคม ๒๕๖๔ - ๓๐ กันยายน ๒๕๖๕ ซึ่งคณะรัฐมนตรีได้มีมติรับทราบตามที่คณะกรรมการการรักษาความมั่นคงปลอดภัยไซเบอร์แห่งชาติเสนอ [4]

ดังนั้น องค์กรพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ (อพวช.) มีฐานะเป็นรัฐวิสาหกิจในสังกัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม มีหน้าที่รับผิดชอบในการพัฒนาและจัดการพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์และศูนย์การเรียนรู้ต่างๆ ประกอบด้วย พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ พิพิธภัณฑ์ธรรมชาติวิทยา พิพิธภัณฑ์เทคโนโลยีสารสนเทศ พิพิธภัณฑ์พระรามเก้า จัตุรัสวิทยาศาสตร์ ได้นำเทคโนโลยีดิจิทัลมาปรับใช้ในการดำเนินงานขององค์กร เช่น ระบบรับรองเข้าชมพิพิธภัณฑ์ฯ, ระบบขายบัตรเข้าชมพิพิธภัณฑ์และกิจกรรม, ระบบการบริหารจัดการระบบสมาชิกและการความสัมพันธ์ลูกค้า (Customer Relationship Management), ระบบ Bigdata สำหรับใช้ในการวิเคราะห์พฤติกรรมผู้เข้าชมพิพิธภัณฑ์, ระบบฐานข้อมูลนิทรรศการ, ระบบฐานข้อมูลงานวิชาการ, ระบบฐานข้อมูลทางธรรมชาติวิทยา, ระบบบริหารจัดการทรัพยากรภายในองค์กร (Enterprise Resource Planning), และระบบอินเทอร์เน็ต

จากที่กล่าวมาข้างต้น อพวช. มีระบบที่ให้บริการทั้งภายในและภายนอก มีฐานข้อมูลที่สำคัญเป็นจำนวนมาก จึงต้องมีการป้องกันจากภัยคุกคามทุกรูปแบบ เพื่อป้องกันข้อมูลและไม่สามารถเข้าถึงโดยไม่ได้รับอนุญาต ข้อมูลมีความถูกต้อง และมีความพร้อมใช้งานและให้บริการได้ตลอดเวลา

ผู้วิจัยจึงมีความจำเป็นต้องศึกษาวิจัยที่ส่งผลกระทบต่อตระหนักรู้ถึงภัยคุกคามทางไซเบอร์ของ เจ้าหน้าที่องค์กรพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการวางแผนการสร้างความรู้ถึงภัยคุกคามทางไซเบอร์และเท่าทันต่อภัยคุกคามทางไซเบอร์ในรูปแบบใหม่ๆ ให้กับเจ้าหน้าที่ อพวช. และเพื่อพิสูจน์สมมติฐานว่ามีความสัมพันธ์ต่อกันหรือไม่

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การศึกษาวิจัยเรื่อง ปัจจัยที่ส่งผลต่อการตระหนักรู้ถึงภัยคุกคามทางไซเบอร์ของเจ้าหน้าที่องค์การพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ

- 2.1. เพื่อศึกษาวิจัยทางด้านลักษณะทางประชากรที่มีผลต่อความตระหนักถึงภัยคุกคามทางไซเบอร์ของเจ้าหน้าที่องค์การพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ
- 2.2. เพื่อศึกษาวิจัยทางด้านประสบการณ์เกี่ยวกับภัยคุกคามทางไซเบอร์ที่มีผลต่อความตระหนักถึงภัยคุกคามทางไซเบอร์ของเจ้าหน้าที่องค์การพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ
- 2.3. เพื่อศึกษาวิจัยทางด้านความรู้เกี่ยวกับภัยคุกคามทางไซเบอร์ที่มีผลต่อความตระหนักถึงภัยคุกคามทางไซเบอร์ของเจ้าหน้าที่องค์การพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ

3. วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยที่ส่งผลต่อการตระหนักรู้ถึงภัยคุกคามทางไซเบอร์ของเจ้าหน้าที่องค์การพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ ครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) ด้วยวิธีการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research)

3.1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรในการศึกษาคั้งนี้ หมายถึง บุคลากรองค์การพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ ซึ่งได้คำนวณหาขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม โดยใช้สูตรคำนวณหาขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ทราบจำนวนประชากรของยามาเน (Taro Yamane) กำหนดความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับ ได้ร้อยละ 0.5 ได้จำนวนตัวอย่าง 181 คน และเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยวิธีการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เป็นการเลือก กลุ่มตัวอย่างให้ตรงตามหลักเกณฑ์หรือจุดมุ่งหมายของผู้ศึกษาวิจัย

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการทาวิจัยครั้งนี้ เป็นแบบสอบถามเชิงปริมาณ ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 แบบสอบถามเกี่ยวกับลักษณะทางประชากร ได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา ตำแหน่งงาน อายุงาน ส่วนที่ 2 แบบสอบถามเกี่ยวกับประสบการณ์เกี่ยวกับภัยคุกคามทางไซเบอร์ ส่วนที่ 3 ความรู้เกี่ยวกับภัยคุกคามทางไซเบอร์ และส่วนที่ 4 ความตระหนักถึงภัยคุกคามทางไซเบอร์ เป็นแบบสอบถามเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ โดยกำหนดระดับสเกลแบ่งเป็น 5 ระดับ ดังนี้

- ระดับคะแนน 5 หมายถึง เห็นด้วยอย่างยิ่ง
- ระดับคะแนน 4 หมายถึง เห็นด้วย
- ระดับคะแนน 3 หมายถึง ไม่แน่ใจ
- ระดับคะแนน 2 หมายถึง ไม่เห็นด้วย
- ระดับคะแนน 1 หมายถึง ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

เก็บรวบรวมข้อมูลแบบปฐมภูมิ (Primary Data) ข้อมูลจากแบบสอบถามแบบออนไลน์ ได้แก่ แบบสอบถามเกี่ยวกับลักษณะทางประชากร ประสบการณ์เกี่ยวกับภัยคุกคามทางไซเบอร์ ความรู้เกี่ยวกับภัยคุกคามทางไซเบอร์ และความตระหนักถึงภัยคุกคามทางไซเบอร์ของ

เจ้าหน้าที่องค์การพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ โดยเก็บรวบรวมจากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 181 ชุด ซึ่งปรับปรุงแบบสอบถามก่อนนำไปทดลองใช้ (Try out) โดยนำแบบสอบถามฉบับสมบูรณ์นั้นไปทดลองใช้กับประชากรที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน เพื่อหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) และนำข้อมูลทั้งหมดไปทำการวิเคราะห์โดยโปรแกรมสำเร็จ

3.4 สถิติที่ใช้การวิเคราะห์

คือ สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) ได้แก่ค่าเฉลี่ย (Mean) ความถี่ (Frequency) ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ในการพรรณนาข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างเกี่ยวกับลักษณะทางประชากรศาสตร์ ประสบการณ์เกี่ยวกับภัยคุกคามทางไซเบอร์ ความรู้เกี่ยวกับภัยคุกคามทางไซเบอร์ และความตระหนักเกี่ยวกับภัยคุกคามทางไซเบอร์ของเจ้าหน้าที่องค์การพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ ส่วนสถิติเชิงอนุมาน (Inferential Statistics) ใช้เพื่อทดสอบสมมติฐานโดยใช้ Independent t-test และ One-way ANOVA ถ้าสมมติฐานข้อใดปฏิเสธสมมติฐานหลัก จะนำไปเปรียบเทียบเชิงซ้อน (Multiple Comparisons) โดยใช้วิธีทดสอบแบบ Least Significant Difference (LSD) เพื่อหาค่าเฉลี่ยคู่ใดบ้างแตกต่างที่ระดับนัยสำคัญ

4. ผลการวิจัย

การศึกษาวิจัยเรื่อง ปัจจัยที่ส่งผลต่อการตระหนักรู้ถึงภัยคุกคามทางไซเบอร์ของเจ้าหน้าที่องค์การพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ มีผลการศึกษาวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน

4.1 ลักษณะกลุ่มตัวอย่าง

พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง 114 คน คิดเป็นร้อยละ 63.0 ส่วนใหญ่มีอายุ 31-40 ปี คิดเป็นร้อยละ 57.5 ส่วนใหญ่มีระดับการศึกษาปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 59.7 มีตำแหน่งงานระดับปฏิบัติการมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 64.1 และส่วนใหญ่มีอายุงาน 16 -20 ปี คิดเป็นร้อยละ 40.3 และมีกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีประสบการณ์เกี่ยวกับภัยคุกคามทางไซเบอร์ โดยรวมอยู่ในระดับน้อย คิดเป็นร้อยละ 54.1 โดยมีประสบการณ์ด้านผลกระทบจากไวรัสทำให้ไฟล์เกิดความเสียหายหรือไฟล์สูญหายไปมากที่สุด และส่วนใหญ่มีความรู้เกี่ยวกับภัยคุกคามทางไซเบอร์อยู่ในระดับ ปานกลาง โดยมีความรู้ด้านการตั้งรหัสผ่าน (Password) ควรตั้งให้ปนกันทั้งตัวอักษรใหญ่-เล็กตัวเลข สัญลักษณ์พิเศษ และยาวอย่างน้อย 12 ตัวอักษร มากที่สุด และส่วนใหญ่ตระหนักรู้เกี่ยวกับภัยคุกคามทางไซเบอร์ ด้านคอมพิวเตอร์มากที่สุด โดยการใช้ Password ที่ดี และไม่ควรบอก Password แก่ผู้อื่น รองลงมา คือ การ Update Patch ระบบปฏิบัติการ(OS) อย่างสม่ำเสมอ การ Logout เมื่อไม่อยู่หน้าเครื่องคอมพิวเตอร์ การติดตั้ง Anti Malware และการ update อย่างสม่ำเสมอ และการใช้ User ใช้งานร่วมกันในการใช้งานคอมพิวเตอร์ ตามลำดับ

ตารางที่ 1 แสดงผลการวิเคราะห์จำนวน (ความถี่) และค่าร้อยละผู้ตอบแบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลประชากร จำแนกตาม เพศ อายุ ระดับการศึกษา ตำแหน่งงาน และอายุงาน

ประชากร	จำนวน (ความถี่)	ร้อยละ
---------	-----------------	--------

เพศ		
ชาย	67	37.0
หญิง	114	63.0
รวม	181	100.0
อายุ	จำนวน (ความถี่)	ร้อยละ
21-30 ปี	18	9.9
31-40 ปี	104	57.5
41-50 ปี	17	9.4
51-60 ปี	42	23.2
รวม	181	100.0
ระดับการศึกษา	จำนวน (ความถี่)	ร้อยละ
ต่ำกว่าปริญญาตรี	2	1.1
ปริญญาตรี	108	59.7
ปริญญาโท	45	24.9
ปริญญาเอก	26	14.4
รวม	181	100.0
ตำแหน่งงาน	จำนวน (ความถี่)	ร้อยละ
ผู้บริหารระดับสูงและระดับ ผอ.ศูนย์/สำนัก หรือ ผู้เชี่ยวชาญ	40	22.1
ผู้บริหารระดับ ผอ.กอง หรือ ระดับอาวุโส หรือ ระดับชำนาญการพิเศษ	12	6.6
ระดับชำนาญการ	13	7.2
ระดับปฏิบัติการ	116	64.1
รวม	181	100.0
อายุงาน	จำนวน (ความถี่)	ร้อยละ
น้อยกว่า 5 ปี	0	0
5-10 ปี	55	30.4
11-15 ปี	16	8.8
16-20 ปี	73	40.3
21-25 ปี	37	20.4
มากกว่า 25 ปี	0	0
รวม	181	100.0

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นถึงผลการวิเคราะห์ข้อมูลจำนวน (ความถี่) และค่าร้อยละผู้ตอบแบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลประชากร จำแนกตาม เพศ อายุ ระดับการศึกษา ตำแหน่งงาน และอายุงาน พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงมากกว่าเพศชาย ร้อยละ 63.0 ส่วนที่เหลือเป็นเพศชาย ร้อยละ 37.0 ส่วนอายุ พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มี ช่วงอายุระหว่าง 31- 40 ปี รองลงมาคือ คือ ช่วง

อายุระหว่าง 51-60 ปี และน้อยที่สุดคือ ช่วงอายุระหว่าง 41-50 ปี ส่วนระดับการศึกษา พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ มีระดับการศึกษาปริญญาตรี รองลงมา คือ มีระดับการศึกษาระดับปริญญาโท และน้อยที่สุดคือ ระดับการศึกษาต่ำกว่าปริญญาตรี ส่วนตำแหน่งงาน พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีตำแหน่งงานอยู่ระดับปฏิบัติการ รองลงมา คือ ผู้บริหารระดับสูงและระดับ ผอ.ศูนย์/สำนัก หรือ ผู้เชี่ยวชาญ และน้อยที่สุดคือ ผู้บริหารระดับ ผอ.กอง หรือ ระดับอาวุโส หรือ ระดับชำนาญการพิเศษ ส่วนอายุงาน พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีอายุงาน 16-20 ปี รองลงมา คือ อายุงาน 5-10 ปี และน้อยที่สุด คือ มากกว่า 25 ปี

ตารางที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์ความถี่ ร้อยละ เกี่ยวกับประสบการณ์เกี่ยวกับภัยคุกคามทางไซเบอร์

ประสบการณ์เกี่ยวกับภัยคุกคามทางไซเบอร์	ประสบการณ์				รวม
	มี	ร้อยละ	ไม่มี	ร้อยละ	
การเคยได้รับผลกระทบจากไวรัสทำให้ไฟล์เกิดความเสียหายหรือไฟล์สูญหาย	148	81.8	33	18.2	181 100.0
การสามารถเปิดไฟล์หรือคอมพิวเตอร์ได้จากนั้นก็ส่งข้อความหาผู้ใช้หรือองค์กร เพื่อ “เรียกค่าไถ่ (Ransom)”	129	71.3	52	28.7	181 100.0
การเคยได้รับจดหมายอิเล็กทรอนิกส์หลอกลวง (Phishing mail)	113	62.4	68	37.6	181 100.0
การเคยกรอกข้อมูลหน้าเว็บไซต์ที่หลอกล่อเอาข้อมูล (Website Phishing)	107	59.1	74	40.9	181 100.0
การเคยดาวน์โหลดและติดตั้งโปรแกรมที่คิดว่าปลอดภัย แต่มีโปรแกรมอันตรายแฝงตัวมา	110	60.8	71	39.2	181 100.0
การเคยถูกขโมยข้อมูลส่วนตัว เช่น บัญชีชื่อผู้ใช้งาน, รหัสผ่าน หรือข้อมูลทางการเงิน	17	9.4	164	90.6	181 100.0

การเคยถูกแอบดูพฤติกรรมการใช้คอมพิวเตอร์	49	27.1	132	72.9	181	100.0
การได้รับการก่อกวนในระบบเครือข่ายให้ไม่สามารถใช้งานได้	27	14.9	154	85.1	181	100.0
การถูกผู้อื่นควบคุมเครื่องคอมพิวเตอร์ของได้โดยท่านไม่รู้ตัว	31	17.1	150	82.9	181	100.0
การเคยได้รับโฆษณาที่ไม่พึงประสงค์จะได้รับ	77	42.5	104	57.5	181	100.0

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นถึงผลการวิเคราะห์ความถี่ ร้อยละ เกี่ยวกับประสบการณ์เกี่ยวกับภัยคุกคามทางไซเบอร์ พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีประสบการณ์เกี่ยวกับภัยคุกคามทางไซเบอร์ ด้านการเคยได้รับผลกระทบจากไวรัสทำให้ไฟล์เกิดความเสียหายหรือไฟล์สูญหายไป ร้อยละ 81.8 รองลงมา คือ การเปิดไฟล์หรือคอมพิวเตอร์ได้จากนั้นก็ส่งข้อความหาผู้ใช้หรือองค์กร เพื่อ “เรียกค่าไถ่ (Ransom)” ร้อยละ 71.3 และน้อยที่สุด คือ การเคยถูกขโมยข้อมูลส่วนตัว เช่น บัญชีชื่อผู้ใช้งาน, รหัสผ่าน หรือข้อมูลทางการเงิน ร้อยละ 9.4 สำหรับผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ที่ไม่มีประสบการณ์เกี่ยวกับภัยคุกคามทางไซเบอร์ พบว่า การเคยถูกขโมยข้อมูลส่วนตัว เช่น บัญชีชื่อผู้ใช้งาน, รหัสผ่าน หรือข้อมูลทางการเงิน ร้อยละ 90.6 รองลงมา คือ การได้รับการก่อกวนในระบบเครือข่ายให้ไม่สามารถใช้งานได้ ร้อยละ 85.1 และน้อยที่สุด คือ การเคยได้รับผลกระทบจากไวรัสทำให้ไฟล์เกิดความเสียหายหรือไฟล์สูญหายไป ร้อยละ 18.2

ตารางที่ 3 แสดงผลการวิเคราะห์ความถี่ ร้อยละ เกี่ยวกับความรู้เกี่ยวกับภัยคุกคามทางไซเบอร์

ความรู้เกี่ยวกับภัยคุกคามทางไซเบอร์	ความรู้						รวม
	มี	ร้อยละ	ไม่มี	ร้อยละ	ไม่แน่ใจ	ร้อยละ	
การเข้าถึงเว็บไซต์ด้วย https มีความปลอดภัยมากกว่า http	116	64.1	9	5.0	56	30.9	181 100.0
การเปิดเผยแพร่บนตำแหน่ง	101	55.8	37	20.4	43	23.8	181 100.0

ตัวตนบนเครือข่ายสังคมออนไลน์ สาธารณะที่มีผู้ใช้ทั่วไปไม่มีความปลอดภัย								
การเปิดเผยข้อมูลส่วนตัวบนเครือข่ายสังคม สาธารณะมีความเสี่ยง	120	66.3	24	13.3	37	20.4	181 100.0	
การเข้าใช้เครือข่ายไร้สาย สาธารณะมีความปลอดภัยในการทำธุรกรรมออนไลน์	41	22.7	0	0.0	140	77.3	181 100.0	
การทราบถึงข่าวสารรูปแบบโจมตีทางไซเบอร์ สามารถป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นได้	97	53.6	0	0.0	84	46.4	181 100.0	
การตั้งรหัสผ่าน (Password) ควรตั้งให้ปนกันทั้งตัวอักษรใหญ่-เล็ก ตัวเลข สัญลักษณ์พิเศษ และยาวอย่าง	181	100.0	0	0.0	0	0.0	181 100.0	

น้อย 12 ตัวอักษร							
การตั้งรหัสผ่าน (Password) สำหรับเครื่องมือและเว็บไซต์ต่าง ๆ ต้องไม่เหมือนกันและมีความแตกต่างกัน	181	100.0	0	0.0	0	0.0	181
การใช้โปรแกรมถูกลิขสิทธิ์มีความปลอดภัยและไม่ควรใช้โปรแกรมที่ไม่ถูกลิขสิทธิ์ซึ่งไม่ปลอดภัย	115	63.5	0	0.0	66	36.5	181
การสำรองข้อมูลเป็นประจำและตั้งรหัสเข้าใช้ทำให้มีความปลอดภัยมากขึ้น	181	100.0	0	0.0	0	0.0	181
การโหลดแอปพลิเคชันและติดตั้งโปรแกรมที่มีชื่อเสียงจากแหล่งที่น่าเชื่อถือจะมีความปลอดภัย	105	58.0	0	0.0	76	42.0	181

จากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นถึงผลการวิเคราะห์ความถี่ ร้อยละ เกี่ยวกับความรู้เกี่ยวกับภัยคุกคามทางไซเบอร์ พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีความรู้เกี่ยวกับภัยคุกคามทางไซเบอร์ ด้านการตั้งรหัสผ่าน

(Password) ควรตั้งให้ปนกันทั้งตัวอักษรใหญ่-เล็กตัวเลข สัญลักษณ์พิเศษ และยาวอย่างน้อย 12 ตัวอักษร การตั้งรหัสผ่าน (Password) สำหรับเครื่องมือและเว็บไซต์ต่าง ๆ ต้องไม่เหมือนกันและมีความแตกต่างกัน การสำรองข้อมูลเป็นประจำและตั้งรหัสเข้าใช้ทำให้มีความปลอดภัยมากขึ้น ร้อยละ 100 รองลงมา คือ การเปิดเผยข้อมูลส่วนตัวบนเครือข่ายสังคม สาธารณะมีความเสี่ยง ร้อยละ 66.3 และน้อยที่สุด คือ การเข้าใช้เครือข่ายไร้สายสาธารณะมีความปลอดภัยในการทำธุรกรรมออนไลน์ ร้อยละ 22.7

ส่วนผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ที่ไม่มีความรู้เกี่ยวกับภัยคุกคามทางไซเบอร์ คือ การเปิดเผยระบุตำแหน่งตัวตนบนเครือข่ายสังคมออนไลน์ สาธารณะที่มีผู้ใช้ทั่วไปไม่มีความปลอดภัย ร้อยละ 20.4 รองลงมา คือ การเปิดเผยข้อมูลส่วนตัวบนเครือข่ายสังคมสาธารณะมีความเสี่ยง ร้อยละ 13.3 และน้อยที่สุด คือ การเข้าถึงเว็บไซต์ด้วย https มีความปลอดภัยมากกว่า http ร้อยละ 5.0

ส่วนผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ที่ไม่แน่ใจเกี่ยวกับความรู้เกี่ยวกับภัยคุกคามทางไซเบอร์ คือ การเข้าใช้เครือข่ายไร้สายสาธารณะมีความปลอดภัยในการทำธุรกรรมออนไลน์ ร้อยละ 77.3 รองลงมาคือ การทราบถึงข่าวสารรูปแบบโจมตีทางไซเบอร์สามารถป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นได้ ร้อยละ 46.4 และน้อยที่สุด คือ การเปิดเผยข้อมูลส่วนตัวบนเครือข่ายสังคมสาธารณะมีความเสี่ยง ร้อยละ 20.4

ตารางที่ 4 แสดงผลการวิเคราะห์ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เกี่ยวกับความตระหนักภัยคุกคามทางไซเบอร์

ความตระหนักเกี่ยวกับภัยคุกคามทางไซเบอร์	\bar{X}	S.D.	แปลผล
ด้านคอมพิวเตอร์	3.80	0.351	มาก
ไม่ควรใช้ User ใช้งานร่วมกันในการใช้งานคอมพิวเตอร์	3.54	0.916	มาก
การ Logout เมื่อไม่อยู่หน้าเครื่องคอมพิวเตอร์	4.94	0.282	มากที่สุด
การติดตั้ง Anti Malware และต้อง update อย่างสม่ำเสมอ	3.51	0.898	มาก
การ Update Patch ระบบปฏิบัติการ (OS) อย่างสม่ำเสมอ	4.95	0.303	มากที่สุด
การใช้ Password ที่ดี และไม่ควรถอด Password แก่ผู้อื่น	4.96	0.244	มากที่สุด
ด้านจดหมายอิเล็กทรอนิกส์	3.60	0.322	มาก
ไม่เปิด E-mail ที่น่าสงสัย หรือผู้ส่งไม่ชัดเจน	4.98	0.181	มากที่สุด
ไม่ควรเปิดไฟล์แนบจาก E-mail ที่น่าสงสัย หรือผู้ส่งไม่ชัดเจน	3.36	0.796	ปานกลาง
ไม่คลิก Link ใน E-Mail โดยไม่มีการตรวจเช็คในเรื่องที่มีความสำคัญก่อนทำธุรกรรมต่างๆ	4.96	0.266	มากที่สุด
ควรมีการเช็คผ่านทางช่องทางอื่นๆเพิ่มเติม	4.97	0.195	มากที่สุด

ไม่ส่ง E-mail ที่น่าสงสัย หรือผู้ส่งไม่ชัดเจน ไปให้เพื่อนที่รู้จัก	3.41	0.829	ปานกลาง
ด้านเว็บไซต์	3.80	0.331	มาก
ไม่เข้าเว็บไซต์ที่ได้รับจากช่องทางที่ไม่แนชัด เช่น จากการแชร์ผ่านช่องทาง Social ต่างๆ	4.96	0.244	มากที่สุด
ไม่ควรทำการบันทึก Password ต่างๆ บน Browser	3.38	0.846	มาก
เว็บไซต์สำหรับทำธุรกรรมที่สำคัญ หรือต้องมีการกรอกข้อมูลที่สำคัญต้องมี SSL และใช้งานผ่าน HTTPS เท่านั้น	4.95	0.264	มากที่สุด
ใช้ Browser ที่ผู้ใช้งานทั่วไปนิยมใช้งาน เช่น Google Chrome, Mozilla Firefox เป็นต้น	4.97	0.18	มากที่สุด
ควรมีการ Update Version ของ Browser อย่างสม่ำเสมอ	3.41	0.843	ปานกลาง
ด้านการเก็บข้อมูลบนคลาวด์	3.40	0.345	ปานกลาง
แยก User ในการใช้งานของแต่ละบุคคล	4.96	0.350	มากที่สุด
ควรกำหนดผู้เข้าถึงไฟล์ได้เท่าที่เท่านั้น	3.38	0.273	ปานกลาง
ไม่ควรเปิดการเข้าถึงไฟล์ หรือเปิดการแชร์ไฟล์ไว้ตลอดเวลา	4.95	0.801	มากที่สุด
มีการ Update Version ของโปรแกรมอย่างสม่ำเสมอทำให้มีปลอดภัย	4.97	0.787	มากที่สุด
มีการตั้ง Password ที่ดี และไม่บอก Password แก่ผู้อื่น	3.41	0.410	ปานกลาง

จากตารางที่ 4 แสดงให้เห็นถึงผลการวิเคราะห์ความถี่ ร้อยละเกี่ยวกับความตระหนักรู้ภัยคุกคามทางไซเบอร์ พบว่า ในภาพรวมผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีความตระหนักรู้ภัยคุกคามทางไซเบอร์ คือ ด้านคอมพิวเตอร์ และด้านเว็บไซต์ มีค่าเฉลี่ย 3.80 รองลงมา คือ ด้านจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ มีค่าเฉลี่ย 3.60 และน้อยที่สุด คือ ด้านการเก็บข้อมูลบนคลาวด์ มีค่าเฉลี่ย 3.40

เมื่อพิจารณารายละเอียดแต่ละด้าน พบว่า ด้านคอมพิวเตอร์ มีความตระหนักรู้ภัยคุกคามทางไซเบอร์ในระดับมาก โดยผู้ตอบแบบสอบถามมีความตระหนักรู้ภัยคุกคามทางไซเบอร์ในระดับมากที่สุด คือ ประเด็นการใช้ Password ที่ดี และไม่ควรรบอก Password แก่ผู้อื่น (4.96) การ Update Patch ระบบปฏิบัติการ(OS) อย่างสม่ำเสมอ (4.95) และการ Logout เมื่อไม่อยู่หน้าเครื่องคอมพิวเตอร์ (4.94) ส่วนประเด็น การไม่ควรใช้ User ใช้งานร่วมกันในการใช้งานคอมพิวเตอร์ (3.54) การติดตั้ง Anti Malware และต้อง update อย่างสม่ำเสมอ (3.51) มีความตระหนักรู้ภัยคุกคามทางไซเบอร์ในระดับมาก

ส่วนด้านจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ พบว่า มีความตระหนักรู้ภัยคุกคามทางไซเบอร์ในระดับมาก โดยผู้ตอบแบบสอบถามมีความตระหนักรู้ภัยคุกคามทางไซเบอร์ในระดับมากที่สุด 3 ประเด็น คือ การไม่เปิด E-mail ที่น่าสงสัย หรือผู้ส่งไม่ชัดเจน (4.98) การไม่คลิก Link ใน E-Mail โดยไม่

การตรวจเช็คในเรื่องที่มีความสำคัญก่อนทำธุรกรรมต่างๆ (4.96) และการเช็คผ่านทางช่องทางอื่นๆ เพิ่มเติม (4.97) ส่วนประเด็น การไม่ควรเปิดไฟล์แนบจาก E-mail ที่น่าสงสัย หรือผู้ส่งไม่ชัดเจนไม่ควรเปิดไฟล์แนบจาก E-mail ที่น่าสงสัย หรือผู้ส่งไม่ชัดเจน (3.36) และการไม่ส่ง E-mail ที่น่าสงสัย หรือผู้ส่งไม่ชัดเจน ไปให้เพื่อนที่รู้จัก (3.41) มีความตระหนักรู้ภัยคุกคามทางไซเบอร์ในระดับปานกลาง

ส่วนด้านเว็บไซต์ พบว่า มีความตระหนักรู้ภัยคุกคามทางไซเบอร์ในระดับมาก โดยผู้ตอบแบบสอบถามมีความตระหนักรู้ภัยคุกคามทางไซเบอร์ในระดับมากที่สุด 3 ประเด็น คือ ไม่เข้าเว็บไซต์ที่ได้รับจากช่องทางที่ไม่แนชัด เช่น จากการแชร์ผ่านช่องทาง Social ต่างๆ (4.96) เว็บไซต์สำหรับทำธุรกรรมที่สำคัญ หรือต้องมีการกรอกข้อมูลที่สำคัญต้องมี SSL และใช้งานผ่าน HTTPS เท่านั้น (4.95) และการใช้ Browser ที่ผู้ใช้งานทั่วไปนิยมใช้งาน เช่น Google Chrome, Mozilla Firefox เป็นต้น (4.97) ส่วนประเด็นการไม่ควรทำการบันทึก Password ต่างๆ บน Browser (3.38) มีความตระหนักรู้ภัยคุกคามทางไซเบอร์ในระดับมาก และการ Update Version ของ Browser อย่างสม่ำเสมอ (3.41) มีความตระหนักรู้ภัยคุกคามทางไซเบอร์ในระดับปานกลาง

ส่วนด้านการเก็บข้อมูลบนคลาวด์ พบว่า มีความตระหนักรู้ภัยคุกคามทางไซเบอร์ในระดับปานกลาง โดยผู้ตอบแบบสอบถามมีความตระหนักรู้ภัยคุกคามทางไซเบอร์ในระดับมากที่สุด 3 ประเด็น คือ การแยก User ในการใช้งานของแต่ละบุคคล (4.96) การไม่ควรเปิดการเข้าถึงไฟล์ หรือเปิดการแชร์ไฟล์ไว้ตลอดเวลา (4.95) และมีการ Update Version ของโปรแกรมอย่างสม่ำเสมอทำให้มีปลอดภัย (4.97) ส่วนประเด็นควรกำหนดผู้เข้าถึงไฟล์ได้เท่าที่เท่านั้น (3.38) และมีการตั้ง Password ที่ดี และไม่บอก Password แก่ผู้อื่น (3.41) มีความตระหนักรู้ภัยคุกคามทางไซเบอร์ในระดับปานกลาง

4.2 ผลการวิเคราะห์ความตระหนักรู้เกี่ยวกับภัยคุกคามทางไซเบอร์ โดยจำแนกตามเพศ อายุ ระดับการศึกษา ตำแหน่งงาน และอายุงาน พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง อายุ 31 – 40 ปี มีระดับการศึกษาปริญญาตรี มีตำแหน่งงานอยู่ในระดับปฏิบัติการ และมีอายุงาน 16 – 20 ปี ส่วนผลการทดสอบสมมติฐานด้านประชากรศาสตร์ พบว่า เพศ อายุ ระดับการศึกษา และอายุงาน มีผลต่อความตระหนักรู้ด้านไซเบอร์แตกต่างกัน ส่วนการทดสอบสมมติฐาน ด้านประสมการณณ์และปัจจัยด้านความรู้เกี่ยวกับภัยคุกคามทางไซเบอร์ส่งผลต่อความตระหนักรู้ถึงภัยคุกคามทางไซเบอร์แตกต่างกัน

ตารางที่ 5 แสดงข้อมูลการทดสอบประชากรศาสตร์ที่มีผลต่อความตระหนักรู้ภัยคุกคามทางไซเบอร์ จำแนกตามเพศ

เพศ	N	Mean	S.D.	t	Sig
ชาย	67	4.2545	0.165	-2.877	0.0000*
หญิง	114	4.3903	0.364	-3.423	

จากตารางที่ 5 แสดงให้เห็นถึงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบเพศของผู้ตอบแบบสอบถามที่มีผลต่อความตระหนักรู้ภัยคุกคามทางไซเบอร์ โดยการใช้การทดสอบด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way ANOVA) จากการวิเคราะห์ พบว่า เพศของผู้ตอบแบบสอบถาม มีค่า Sig 0.000 ซึ่งมีระดับนัยสำคัญที่ระดับทางสถิติ น้อยกว่า 0.05 กล่าวคือ

ยอมรับสมมติฐานการวิจัย หมายความว่า เพศมีผลต่อความตระหนักภัยคุกคามทางไซเบอร์

ตารางที่ 6 แสดงข้อมูลการทดสอบประชากรศาสตร์มีความตระหนักภัยคุกคามทางไซเบอร์ จำแนกตามอายุ

ความตระหนักเกี่ยวกับภัยคุกคาม ทางไซเบอร์	SS	df	MS	F	Sig.
ระหว่างกลุ่ม	8.484	3	2.828	54.884	0.000
ภายในกลุ่ม	9.120	177	0.052		
รวม	17.604	180			

ตารางที่ 6 แสดงให้เห็นถึงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบอายุของผู้ตอบแบบสอบถามที่มีผลต่อความตระหนักภัยคุกคามทางไซเบอร์ โดยการใช้การทดสอบด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way ANOVA) จากการวิเคราะห์ พบว่า อายุของผู้ตอบแบบสอบถาม มีค่า Sig 0.000 ซึ่งมีระดับนัยสำคัญที่ระดับทางสถิติ น้อยกว่า 0.05 กล่าวคือ ยอมรับสมมติฐานการวิจัย หมายความว่า อายุมีผลต่อความตระหนักภัยคุกคามทางไซเบอร์

ตารางที่ 7 แสดงข้อมูลการทดสอบประชากรศาสตร์มีความตระหนักภัยคุกคามทางไซเบอร์ จำแนกตามระดับการศึกษา

ความตระหนักเกี่ยวกับภัยคุกคาม ทางไซเบอร์	SS	df	MS	F	Sig.
ระหว่างกลุ่ม	6.757	3	2.252	36.749	0.000
ภายในกลุ่ม	10.848	177	0.061		
รวม	17.604	180			

ตารางที่ 7 แสดงให้เห็นถึงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบระดับการศึกษาของผู้ตอบแบบสอบถามที่มีผลต่อความตระหนักภัยคุกคามทางไซเบอร์ โดยการใช้การทดสอบด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way ANOVA) จากการวิเคราะห์ พบว่า ระดับการศึกษาของผู้ตอบแบบสอบถาม มีค่า Sig 0.000 ซึ่งมีระดับนัยสำคัญที่ระดับทางสถิติ น้อยกว่า 0.05 กล่าวคือ ยอมรับสมมติฐานการวิจัย หมายความว่า ระดับการศึกษามีผลต่อความตระหนักภัยคุกคามทางไซเบอร์

ตารางที่ 8 แสดงข้อมูลการทดสอบประชากรศาสตร์มีความตระหนักภัยคุกคามทางไซเบอร์ จำแนกตามตำแหน่ง

ความตระหนักเกี่ยวกับภัยคุกคาม ทางไซเบอร์	SS	df	MS	F	Sig.
ระหว่างกลุ่ม	0.126	3	0.042	0.426	0.735
ภายในกลุ่ม	17.478	177	0.099		
รวม	17.604	180			

ตารางที่ 8 แสดงให้เห็นถึงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบตำแหน่งงานของผู้ตอบแบบสอบถามที่มีผลต่อความตระหนักภัยคุกคามทางไซเบอร์ โดยการใช้การทดสอบด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way ANOVA) จากการวิเคราะห์ พบว่า อายุงานของผู้ตอบแบบสอบถาม มีค่า Sig 0.735 ซึ่งมีระดับนัยสำคัญที่ระดับทางสถิติมากกว่า 0.05 กล่าวคือ ปฏิเสธสมมติฐานการวิจัย หมายความว่า ตำแหน่งงานไม่มีผลต่อความตระหนักภัยคุกคามทางไซเบอร์

ตารางที่ 9 แสดงข้อมูลการทดสอบประชากรศาสตร์มีผลต่อความตระหนักภัยคุกคามทางไซเบอร์ จำแนกตามอายุงาน

ความตระหนักเกี่ยวกับภัยคุกคาม ทางไซเบอร์	SS	df	MS	F	Sig.
ระหว่างกลุ่ม	2.732	3	0.911	10.837	0.000
ภายในกลุ่ม	14.873	177	0.084		
รวม	17.604	180			

ตารางที่ 9 แสดงให้เห็นถึงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบอายุงานของผู้ตอบแบบสอบถามที่มีผลต่อความตระหนักภัยคุกคามทางไซเบอร์ โดยการใช้การทดสอบด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way ANOVA) จากการวิเคราะห์ พบว่า อายุงานของผู้ตอบแบบสอบถาม มีค่า Sig 0.000 ซึ่งมีระดับนัยสำคัญที่ระดับทางสถิติ น้อยกว่า 0.05 กล่าวคือ ยอมรับสมมติฐานการวิจัย หมายความว่า อายุงานมีผลต่อความตระหนักภัยคุกคามทางไซเบอร์

ตารางที่ 10 แสดงข้อมูลการทดสอบประสพการณ์มีผลต่อความตระหนักภัยคุกคามทางไซเบอร์

ความตระหนักเกี่ยวกับภัยคุกคาม ทางไซเบอร์	SS	df	MS	F	Sig.
ระหว่างกลุ่ม	1.804	2	0.902	10.164	0.000
ภายในกลุ่ม	15.800	178	0.089		
รวม	17.604	180			

จากตารางที่ 10 แสดงให้เห็นถึงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบประสพการณ์เกี่ยวกับภัยคุกคามทางไซเบอร์ ของผู้ตอบแบบสอบถามที่มีผลต่อความตระหนักภัยคุกคามทางไซเบอร์ โดยการใช้การทดสอบด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way ANOVA) จากการวิเคราะห์ พบว่า ประสพการณ์เกี่ยวกับภัยคุกคามทางไซเบอร์ มีค่า Sig 0.000 ซึ่งมีระดับนัยสำคัญที่ระดับทางสถิติ น้อยกว่า 0.05 กล่าวคือ ยอมรับสมมติฐานการวิจัย หมายความว่า ประสพการณ์เกี่ยวกับภัยคุกคามทางไซเบอร์ มีผลต่อความตระหนักภัยคุกคามทางไซเบอร์

ตารางที่ 11 แสดงข้อมูลการทดสอบความรู้เกี่ยวกับภัยคุกคามทางไซเบอร์ มีผลต่อความตระหนักภัยคุกคามทางไซเบอร์

	SS	df	MS	F	Sig.
ระหว่างกลุ่ม	0.772	2	0.386	4.082	0.018
ภายในกลุ่ม	16.832	178	0.095		

รวม	17.604	180		
-----	--------	-----	--	--

จากตารางที่ 11 แสดงให้เห็นถึงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความรู้เกี่ยวกับภัยคุกคามทางไซเบอร์ของผู้ตอบแบบสอบถามที่มีผลต่อความตระหนักภัยคุกคามทางไซเบอร์ โดยการใช้การทดสอบด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way ANOVA) จากการวิเคราะห์พบว่า ความรู้เกี่ยวกับภัยคุกคามทางไซเบอร์ มีค่า Sig 0.018 ซึ่งมีระดับนัยสำคัญที่ระดับทางสถิติ น้อยกว่า 0.05 กล่าวคือ ยอมรับสมมติฐานการวิจัย หมายความว่า ความรู้เกี่ยวกับภัยคุกคามทางไซเบอร์มีผลต่อความตระหนักภัยคุกคามทางไซเบอร์

5. การอภิปรายผล

ความตระหนักเกี่ยวกับภัยคุกคามทางไซเบอร์ขององค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ ผลการวิจัยพบว่า เจ้าหน้าที่องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ มีตระหนักเกี่ยวกับภัยคุกคามทางไซเบอร์ โดยรวมอยู่ในระดับมาก โดยมีความตระหนักเกี่ยวกับภัยคุกคามทางไซเบอร์ด้านคอมพิวเตอร์มากที่สุด โดยการใช้ Password ที่ดีและไม่ควรบอก Password แก่ผู้อื่น รองลงมา คือ การ Update Patch ระบบปฏิบัติการ (OS) อย่างสม่ำเสมอ การ Logout เมื่อไม่อยู่หน้าเครื่องคอมพิวเตอร์ การติดตั้ง Anti Malware และการ Update อย่างสม่ำเสมอ และการใช้ User ใช้งานร่วมกันในการใช้งานคอมพิวเตอร์ แสดงให้เห็นว่า การตระหนักเกี่ยวกับภัยคุกคามทางไซเบอร์และปฏิบัติตามมาตรฐาน เพื่อป้องกันภัยคุกคามทางไซเบอร์ เป็นการกระตุ้นให้เจ้าหน้าที่เข้าใจและมีการปฏิบัติตามนโยบายและมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยทางไซเบอร์อย่างเหมาะสมในองค์กร และช่วยให้องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติมีการจัดการความปลอดภัยทางไซเบอร์อย่างเหมาะสมและมีความพร้อมในการรับมือกับภัยคุกคามอย่างมีประสิทธิภาพ

ปัจจัยทางประชากร ผลการวิจัยพบว่า เพศ อายุ ระดับการศึกษา และอายุงาน มีผลความตระหนักเกี่ยวกับภัยคุกคามทางไซเบอร์ขององค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ แต่ปัจจัยด้านตำแหน่งงาน ไม่มีผลต่อความตระหนักเกี่ยวกับภัยคุกคามทางไซเบอร์ขององค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ แสดงให้เห็นว่า ควรให้ความสำคัญกับปัจจัยทางประชากรที่มีผลต่อความตระหนักในการจัดการภัยคุกคามทางไซเบอร์ เพื่อให้สามารถจัดการและป้องกันภัยคุกคามทางไซเบอร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และการเสริมสร้างความตระหนักให้กับบุคลากรทุกคนในองค์กรเกี่ยวกับภัยคุกคามทางไซเบอร์ จะเป็นการเสริมสร้างความแข็งแกร่งและความมั่นคงขององค์กรในระยะยาวได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ปัจจัยด้านประสบการณ์เกี่ยวกับภัยคุกคามทางไซเบอร์มีผลความตระหนักเกี่ยวกับภัยคุกคามทางไซเบอร์ของ องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ แสดงให้เห็นว่า ประสบการณ์การรับรู้นั้นมีผลต่อความตระหนักเกี่ยวกับภัยคุกคามทางไซเบอร์ ประสบการณ์ในอดีตช่วยให้เกิดเรียนรู้ต่อภัยคุกคามทางไซเบอร์ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพและมีความพร้อมในการป้องกันโจมตีทางไซเบอร์ในอนาคตอย่างมีประสิทธิภาพ

ปัจจัยด้านความรู้ที่เกี่ยวกับภัยคุกคามทางไซเบอร์กับความตระหนักเกี่ยวกับภัยคุกคามทางไซเบอร์ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มตัวอย่างที่มีความรู้ที่เกี่ยวกับภัยคุกคามทางไซเบอร์มีผลต่อความตระหนักเกี่ยวกับภัยคุกคามทางไซเบอร์ ซึ่งและกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีความรู้ระดับปานกลาง โดยกลุ่มตัวอย่างที่มีความรู้ที่เกี่ยวกับภัยคุกคามทางไซเบอร์ในระดับปานกลาง

มีผลต่อความตระหนักเกี่ยวกับภัยคุกคามทางไซเบอร์และระดับมาก แสดงให้เห็นว่า ความรู้ที่เกี่ยวกับภัยคุกคามทางไซเบอร์ สามารถทำให้เข้าใจถึงปัญหาจากภัยคุกคามทางไซเบอร์ที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้า และการติดตามข่าวสารด้านการโจมตีในรูปแบบใหม่ ๆ

6. บทสรุป

ผลการวิจัย จากการวิเคราะห์สถิติเชิงพรรณนา เพื่ออธิบายข้อมูลทั่วไปของข้อมูล พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามมีความตระหนักเกี่ยวกับภัยคุกคามทางไซเบอร์ขององค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ อยู่ระดับมาก และจากสถิติการวิเคราะห์ทดสอบสมมติฐานโดยใช้ กลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม เป็นอิสระต่อกัน (Independent t-test) โดยใช้ระดับความเชื่อมั่นในการทดสอบสมมติฐานที่ 95% ดังนั้นจะยอมรับสมมติฐานเมื่อค่า Sig น้อยกว่า 0.05 พบว่า การเปรียบเทียบความตระหนักเกี่ยวกับภัยคุกคามทางไซเบอร์ขององค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ ระหว่างเพศหญิงกับเพศชาย มีค่า Sig 0.000 ซึ่งมีระดับนัยสำคัญที่ระดับทางสถิติ น้อยกว่า 0.05 กล่าวคือ ยอมรับสมมติฐานการวิจัย หมายความว่า เพศมีผลต่อความตระหนักภัยคุกคามทางไซเบอร์แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และจากสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ ทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของประชากรมากกว่า 2 กลุ่ม โดยใช้การทดสอบด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way ANOVA) โดยใช้ระดับความเชื่อมั่นในการทดสอบสมมติฐานที่ 95% ดังนั้นจะยอมรับสมมติฐานเมื่อค่า Sig น้อยกว่า 0.05 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามที่มีอายุ ระดับการศึกษา และอายุงานแตกต่างกัน จะมีความตระหนักภัยคุกคามทางไซเบอร์แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ รวมทั้งประสบการณ์และปัจจัยด้านความรู้เกี่ยวกับภัยคุกคามทางไซเบอร์มีผลต่อความตระหนักภัยคุกคามทางไซเบอร์แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ส่วนตำแหน่งงานที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อความตระหนักภัยคุกคามทางไซเบอร์

ข้อเสนอแนะ ควรกระตุ้น และสร้างความรู้ความเข้าใจด้วยการอบรมเชิงปฏิบัติการ และประเมินความรู้ด้วยการทำแบบทดสอบให้แก่บุคลากรขององค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ

ข้อเสนอแนะการในศึกษาครั้งต่อไป ควรศึกษาปัจจัยด้านพฤติกรรมของผู้ใช้งาน เพื่อศึกษาความตระหนักภัยคุกคามทางไซเบอร์ขององค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ

7. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอบพระคุณ ผู้บริหาร พนักงาน ลูกจ้าง องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ เป็นอย่างสูงที่ให้ความร่วมมือ และให้คำปรึกษาสำหรับการศึกษาวิจัยในครั้งนี้

8. เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักงานคณะกรรมการดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม การพัฒนาด้านดิจิทัลของประเทศไทย ประจำปี พ.ศ. 2566 (Thailand Digital Outlook 2023) สืบค้น 17 มกราคม 2567 จาก https://tdo.onde.go.th/documents/2023/01-A5-Infographic_TIME-202242_V11.pdf

- [2] Eventura Limited – Company Cybersecurity Predictions and Trends for 2024 สืบค้น 26 มกราคม 2567 จาก <https://eventura.com/cyber-security/cybersecurity-predictions-and-trends-for-2024/>
- [3] บริษัท โทรคมนาคมแห่งชาติ จำกัด (มหาชน) เตรียมรับมือ Cybersecurity ในปี 2024 ความท้าทายที่หลายองค์กรอาจต้องเผชิญ สืบค้น 26 มกราคม 2567 จาก <https://www.cyfence.com/article/cybersecurity-trends-2024/?cn-reloaded=1>
- [4] สำนักเลขาธิการคณะรัฐมนตรี เรื่อง รายงานสรุปผลการดำเนินงานของการรักษาความมั่นคงปลอดภัยไซเบอร์ที่มีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญในห้วงวันที่ ๑ ตุลาคม ๒๕๖๔ - ๓๐ กันยายน ๒๕๖๕ สืบค้น 2 ธันวาคม 2566 จาก https://www.ops.go.th/images/2566/สปศร/นร0505_วล_8642.pdf
- [5] องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ การดำเนินงาน สืบค้น 10 มกราคม 2567 จาก <https://www.nsm.or.th/nsm/index.php/th>

การพัฒนาระบบแจ้งซ่อมอุปกรณ์ไอที ในบริษัทรับเหมาก่อสร้าง แบบไร้กระดาษ Development of paperless IT devices repair notification system in construction company

1st ภควรรณ อังศุนาค
Pakawan Angsunak
มหาวิทยาลัยรังสิต
Rangsit University
ปทุมธานี, ประเทศไทย
Pathumthani, Thailand
Pakawan.a66@rsu.ac.th

2nd เชษฐเนติ ศรีसान
Chetneti Srisaan
มหาวิทยาลัยรังสิต
Rangsit University
ปทุมธานี, ประเทศไทย
Pathumthani, Thailand
Chetneti@rsu.ac.th

3rd ราชศักดิ์ สมยานนทนากุล
Rachasak
Somyanonthanakul
มหาวิทยาลัยรังสิต
Rangsit University
ปทุมธานี, ประเทศไทย
Pathumthani, Thailand
Rachasak.s@rsu.ac.th

บทคัดย่อ — การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบแจ้งซ่อมและจัดการข้อมูลแผนกไอทีในบริษัทรับเหมาก่อสร้าง ซึ่งมีพนักงานประมาณ 700 คน และมีใบแจ้งซ่อมประมาณ 180 ฉบับต่อเดือน ปัญหาที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่เกิดจากข้อผิดพลาดของผู้ใช้ (User Error) คิดเป็น 43% ของปัญหาทั้งหมด การใช้ระบบใหม่นี้ช่วยลดการใช้กระดาษในการเขียนใบแจ้งซ่อม และเพิ่มประสิทธิภาพในการแก้ไขปัญหาของแผนกไอที โดยการทดลองใช้ระบบนี้ พบว่าการใช้กระดาษในการเขียนใบแจ้งซ่อมลดลงถึง 40% และการตอบสนองต่อปัญหา User Error รวดเร็วขึ้นเฉลี่ย 3-5 นาที

คำสำคัญ — ระบบแจ้งซ่อม, การลดการใช้กระดาษ, ข้อผิดพลาดของผู้ใช้ (User Error), จัดการข้อมูล, การใช้กระดาษ

ABSTRACT — *IT department information management system for a construction company subsidiary. This system is designed to solve the problem of excessive paper use and increase efficiency in solving problems for users. Previously, the company used approximately 180 paper repair reports per month for approximately 700 employees. Common problems were paper wastage and wasted time waiting in line to fix problems caused by User Error. The new system supports repair notifications via The system is online and manages IT equipment information and notebook owner information. The results of the 5-month trial of the new system found*

that paper use decreased on average by 30-40% per month and employees resolved user errors 3-5 minutes faster.

Keywords — *Repair notification system, reducing paper use, user errors (User Error), data management, paper use*

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา: ในยุคปัจจุบัน เทคโนโลยีสารสนเทศมีบทบาทสำคัญต่อการดำเนินธุรกิจหลายอุตสาหกรรม รวมถึงอุตสาหกรรมการก่อสร้าง บริษัทรับเหมาก่อสร้างแห่งหนึ่งมีการใช้ระบบจัดการข้อมูลที่ไม่สะดวกสบาย โดยเฉพาะในแผนกไอที ซึ่งมีพนักงานประมาณ 700 คน และมีการใช้กระดาษในการแจ้งซ่อมประมาณ 180 ฉบับต่อเดือน การใช้กระดาษในปริมาณมากไม่เพียงแต่เป็นการสิ้นเปลืองทรัพยากร แต่ยังส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอีกด้วย

การใช้กระดาษในการแจ้งซ่อมทำให้เกิดปัญหาต่าง ๆ เช่น การจัดการข้อมูลที่ซับซ้อน และความล่าช้าในการตอบสนองต่อปัญหาของพนักงาน ปัญหาที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่เกิดจากข้อผิดพลาดของผู้ใช้ (User Error) คิดเป็น 43% ของปัญหาทั้งหมด ซึ่งรวมถึงการไม่เข้าใจวิธีการใช้งานอุปกรณ์อย่างถูกต้อง เช่น การโทรแจ้งว่าเครื่องคอมพิวเตอร์ไม่ทำงาน ทั้งที่จริงแล้วเป็นเพราะแบตเตอรี่หมด หรือการลืมวิธีการดำเนินการที่ถูกต้อง

เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว การพัฒนาระบบแจ้งซ่อมใหม่จึงมีความจำเป็น โดยมีวัตถุประสงค์หลักในการลดการใช้กระดาษ เพิ่มประสิทธิภาพในการแก้ไขปัญหาของแผนกไอที และจัดการข้อมูล Inventory ทั้งฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ และข้อมูลผู้ถือครองโน้ตบุ๊กในระบบให้ดียิ่งขึ้น ระบบนี้จะช่วยให้พนักงานสามารถแจ้งปัญหาไปยังแผนกไอทีได้ง่ายขึ้น โดยไม่จำเป็นต้องเขียนใบแจ้งซ่อมอีกต่อไป

การศึกษาในครั้งนี้จึงมีความสำคัญต่อการสร้างระบบที่มีประสิทธิภาพ ลดข้อผิดพลาดจากการใช้งาน และส่งเสริมการทำงานร่วมกันระหว่างพนักงานและแผนกไอที นอกจากนี้ ยังเป็นการลดการใช้ทรัพยากรในรูปแบบของกระดาษและช่วยรักษาสิ่งแวดล้อมในระยะยาว

บททวนวรรณกรรม

การจัดการทรัพยากรด้านไอที(IT Asset Management) เป็นหัวข้อที่ได้รับความสนใจอย่างมากในงานวิจัยที่ผ่านมา เนื่องจากการจัดการที่มีประสิทธิภาพสามารถลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพขององค์กรได้ ระบบการจัดการข้อมูล (Data Management Systems) ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลและจัดการทรัพยากรด้านไอทีที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการบริหารจัดการข้อมูลที่ต้องการและมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในองค์กรขนาดใหญ่ที่มีทรัพยากรไอทีจำนวนมาก

งานวิจัยจาก [1]Cater-Steel et al. (2006) แสดงให้เห็นว่าการปรับใช้ ITIL (Information Technology Infrastructure Library) มีผลดีต่อการจัดการบริการด้านไอทีในองค์กร ซึ่งช่วยให้การจัดการทรัพยากรไอทีมีความสอดคล้องและเป็นระบบมากขึ้น นอกจากนี้ Mohino et al. (2019) ได้เสนอกรอบการพัฒนา S-SDLC (Secure Software Development Life Cycle) ร่วมกับ Agile Methodologies ที่ช่วยในการพัฒนาระบบที่มีความปลอดภัยและคล่องตัวสูง

อีกทั้ง [5] Connolly & Begg (2015) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการออกแบบและบริหารจัดการฐานข้อมูล ที่เป็นรากฐานสำคัญของระบบการจัดการข้อมูลที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งการออกแบบที่ดีสามารถช่วยลดปัญหาการจัดการข้อมูลและเพิ่มประสิทธิภาพในการประมวลผลข้อมูลขององค์กรได้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาระบบแจ้งซ่อมที่มีระบบจัดการข้อมูลอุปกรณ์ไอที
2. เพื่อลดการใช้กระดาษในการแจ้งซ่อม
3. เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการแก้ไขปัญหา User Error ให้รวดเร็วขึ้น
4. ลดการใช้กระดาษในการแจ้งปัญหา
5. เพิ่มประสิทธิภาพในการแก้ไขปัญหาของแผนกไอที
6. จัดการข้อมูล Inventory ทั้งฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ และข้อมูลผู้ถือครองโน้ตบุ๊กในระบบ
7. เพิ่มความสะดวกในการเข้าถึงข้อมูลสำหรับพนักงานและแผนกไอที
8. ลดความซับซ้อนในการดำเนินการแจ้งซ่อมและติดตามปัญหา

การออกแบบระบบ

การออกแบบหน้าจอผู้ใช้ หน้าจอผู้ใช้ถูกออกแบบให้ใช้งานง่าย มีฟอร์มกรอกข้อมูลที่ชัดเจน เพื่อให้พนักงานสามารถแจ้งปัญหาได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง ฟังก์ชันต่างๆ บนหน้าจอประกอบด้วย:

1. ฟอร์มกรอกข้อมูลปัญหาที่พบ
2. ฟังก์ชันเลือกประเภทปัญหา (ฮาร์ดแวร์, ซอฟต์แวร์, ERP, User Error)
3. ฟังก์ชันการค้นหาและอัปเดตข้อมูลอุปกรณ์ไอทีและผู้ถือครอง

การจัดการข้อมูล Inventory

ระบบจัดการข้อมูล Inventory ประกอบด้วย:

1. ข้อมูลฮาร์ดแวร์ (เช่น หมายเลขซีเรียล, ยี่ห้อ, รุ่น)
2. ข้อมูลซอฟต์แวร์ (เช่น ชื่อซอฟต์แวร์, เวอร์ชัน)
3. ข้อมูลผู้ถือครอง (เช่น ชื่อพนักงาน, หมายเลขโทรศัพท์, แผนก)

วิธีการดำเนินการ:

การพัฒนาระบบแจ้งซ่อมนี้ใช้กระบวนการ Agile โดยมีขั้นตอนหลัก ๆ ดังนี้:

1. การเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ปัญหา: รวบรวมข้อมูลการใช้กระดาษในใบแจ้งซ่อม วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดจาก User Error และปัญหาด้านฮาร์ดแวร์

2. การออกแบบระบบ:

ออกแบบ User Interface ที่ใช้งานง่ายและเข้าถึงข้อมูลได้สะดวก

สร้างฟังก์ชันการแจ้งเตือนที่สามารถให้คำแนะนำเบื้องต้นเกี่ยวกับปัญหา User Error

3. การพัฒนาระบบ:

ใช้เทคโนโลยี Web Application เพื่อให้เข้าถึงได้จากทุกที่

สร้างฐานข้อมูลเพื่อจัดเก็บข้อมูลเกี่ยวกับฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ และการแจ้งเตือน

4. การทดสอบระบบ:

ทดสอบระบบโดยการใช้งานจริงจากพนักงาน รวบรวมความคิดเห็นและทำการปรับปรุงระบบตามความต้องการ

5. การฝึกอบรม:

จัดการฝึกอบรมให้พนักงานเกี่ยวกับการใช้ระบบใหม่

ให้ความรู้เกี่ยวกับการแก้ไขปัญหาเบื้องต้นที่เกิดจาก User Error

การตรวจสอบปัญหา

ระบบจะทำการตรวจสอบปัญหาที่พนักงานกรอกเข้ามา โดยมีการจำแนกปัญหาเป็น 4 ประเภท:

1. ปัญหาจากฮาร์ดแวร์
2. ปัญหาจากซอฟต์แวร์
3. ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับ ERP
4. User Error

หากเป็นปัญหาจากฮาร์ดแวร์ ระบบจะแจ้งเตือนให้แผนกไอทีโทรแจ้งพนักงานให้เขียนใบแจ้งซ่อมเพื่อรันคิวในการดำเนินการ หากเป็น User Error ระบบจะแจ้งวิธีแก้ไขเบื้องต้นให้พนักงานทราบผ่านทางระบบ โดยไม่ต้องเขียนใบแจ้งปัญหา

การทดลองใช้ระบบ

ทำการทดลองใช้ระบบใหม่เป็นเวลา 5 เดือน และเก็บข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบกับระบบเดิม

ข้อมูลการทดลอง

1. การใช้กระดาษในการแจ้งซ่อม
2. เวลาที่ใช้ในการแก้ไขปัญหา User Error
3. ความพึงพอใจของพนักงาน

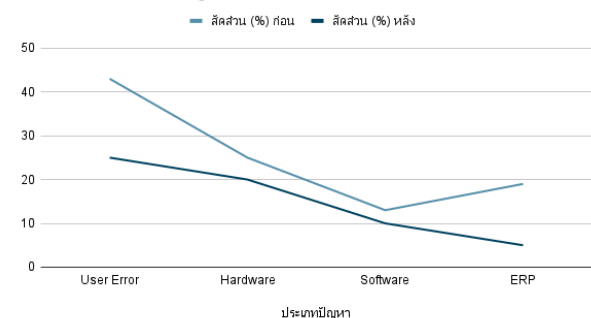
ผลการทดลอง

การพัฒนาระบบแจ้งเตือนใหม่ได้ส่งผลดีต่อการลดจำนวนปัญหาที่เกิดจากผู้ใช้และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงานในแผนกไอที

ตารางที่1: การแบ่งประเภทของปัญหาที่เกิดขึ้นในแผนกไอที ก่อนและหลังการพัฒนาระบบ

ประเภทปัญหา	สัดส่วน (%) ก่อน	สัดส่วน (%) หลัง
User Error	43	25
Hardware	25	20
Software	13	10
ERP	19	5

การแบ่งประเภทของปัญหาที่เกิดขึ้นในแผนกไอที



รูปที่1: การแบ่งประเภทของปัญหาที่เกิดขึ้นในแผนกไอที ก่อนและ หลังการพัฒนาระบบ

การลดการใช้กระดาษ

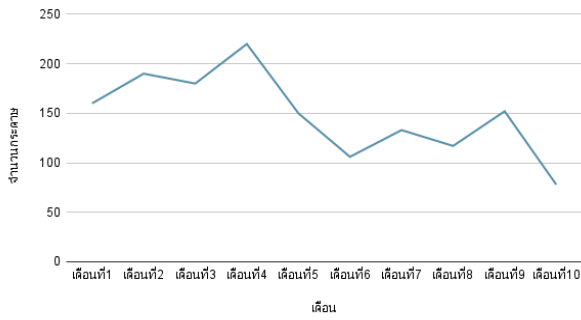
หลังจากทดลองใช้ระบบใหม่เป็นเวลา 5 เดือน พบว่า

1. การใช้กระดาษในการเขียนใบแจ้งซ่อมลดลงถึง 40% ซึ่งแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของระบบในการลดการใช้ทรัพยากร

ตารางที่2. ตารางจำนวนกระดาษ 5 เดือนหลังการทดลอง

เดือน	จำนวนกระดาษที่ลดลง(ใบ)	เปอร์เซ็นต์การลดลง(%)
เดือนที่ 1	54	30%
เดือนที่ 2	57	31.67%
เดือนที่ 3	63	35%
เดือนที่ 4	68	37.78%
เดือนที่ 5	72	40%

ตารางแสดงจำนวนกระดาษ 10เดือน

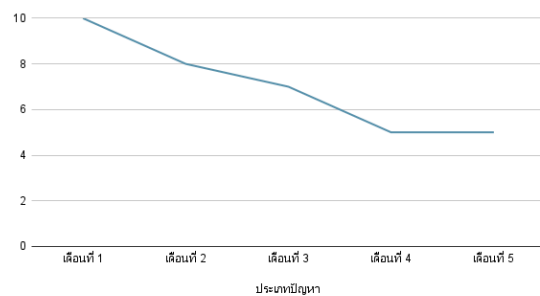


รูปที่2: กราฟแสดงจำนวนกระดาษ 10 เดือน

2. การแก้ไขปัญหา User Error รวดเร็วขึ้น โดยเฉลี่ยเร็วขึ้น 3-5 นาทีต่อปัญหา ตารางที่3: แสดงความเร็วในการตอบสนองต่อปัญหาต่าง ๆ ในแต่ละเดือน

เดือน	เวลาเฉลี่ยในการแก้ปัญหา(นาที)
เดือนที่ 1	10
เดือนที่ 2	8
เดือนที่ 3	7
เดือนที่ 4	5
เดือนที่ 5	5

อัตราความเร็วในการตอบสนองต่อปัญหาต่าง ๆ ในแต่ละเดือน



รูปที่3: รูปอัตราความเร็วในการตอบสนองต่อปัญหาต่างๆในแต่ละเดือน

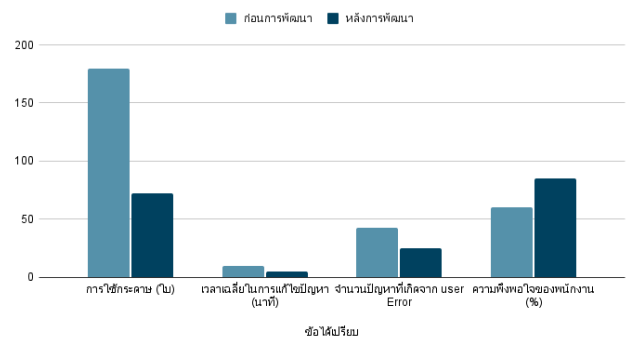
3. ข้อมูลที่ถูกจัดเก็บในระบบช่วยให้แผนกไอทีสามารถติดตามปัญหาได้ง่ายขึ้นและสามารถจัดการทรัพยากรได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

การพัฒนาระบบแจ้งซ่อมใหม่ไม่เพียงแต่ลดการใช้กระดาษและเวลาในการแก้ไขปัญหา แต่ยังส่งผลดีต่อความพึงพอใจของพนักงานและประสิทธิภาพการทำงานในองค์กรโดยรวม

ตารางที่5: แสดงผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากการใช้ระบบใหม่

ข้อได้เปรียบ	ก่อนการพัฒนา	หลังการพัฒนา
การใช้กระดาษ (ใบ)	180	72
เวลาเฉลี่ยในการแก้ไขปัญหา (นาที)	10	5
จำนวนปัญหาที่เกิดจาก user Error	43%	25%
ความพึงพอใจของพนักงาน (%)	60%	85%

ประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากการใช้ระบบใหม่



รูปที่4: กราฟเทียบประโยชน์ที่เกิดขึ้นก่อนและหลังพัฒนาระบบ

สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาระบบแจ้งซ่อมและจัดการข้อมูลในแผนกไอทีได้แสดงให้เห็นถึงความสำเร็จในการลดการใช้กระดาษและเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของแผนกไอที การศึกษาและการปรับปรุงระบบยังเป็นเรื่องสำคัญที่ต้องดำเนินการต่อไปเพื่อให้ระบบมีความทันสมัยและตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้ในอนาคคต

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ผู้จัดทำขอกราบ
ขอบพระคุณทุกท่าน ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา
แนะนำ และช่วยเหลือเป็นอย่างดีทั้งในด้านวิชาการ
และด้านการดำเนินงานวิจัย

ขอขอบคุณอาจารย์ ราชศักดิ์ สมยานนทนากุล
อาจารย์เชษฐเนติ ศรีสอ้าน อาจารย์ที่ปรึกษาทาง
วิจัย ที่ให้คำแนะนำ และคอยช่วยเหลือในด้านต่าง
ๆ ให้ผ่านลุล่วงไปด้วยดี นอกจากนี้ขอขอบคุณทุก
คนในครอบครัว ที่ให้การสนับสนุนเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

- [1] Cater-Steel, A., Toleman, M., & Tan, W.-G. (2006). Transforming IT service management - the ITIL impact. Proceeding of the 17th Australasian Conference on Information Systems, Adelaide, Australia.
- [2] Valverde, R., Saade, R. G., & Talla, M. (2014). ITIL-based IT service support process reengineering. Intelligent Decision Technologies, (pp. 111-130).
- [3] Mohino, J.V., Higuera, J.B., Higuera, J.R.B., & Montalvo, J.A.S. (2019). The Application of a New Secure Software Development Life Cycle (S-SDLC) with Agile Methodologies. Electronics, 8(11), 1218. <https://doi.org/10.3390/electronics8111218>
- [4] Connolly, T. M., & Begg, C. E. (2015). Database systems: a practical approach to design, implementation, and management (6th ed., Global ed.). Pearson Education.
- [5] Coronel, C., & Morris, S. (2015). Database systems: design, implementation, and management (11th ed.). Cengage Learning Asia.

ระบบติดตามการใช้น้ำมันของรถปฏิบัติการบนทางด่วน

Fuel Usage Monitoring System for Expressway Service Vehicles

กฤติธิ์ โชครุ่งเรือง (Kittitee Chokerungreang)
64204201006@stu.nida.ac.th

ปราโมทย์ กัวเจริญ (Pramote Kuachaoren)
pramote@as.nida.ac.th

บทคัดย่อ — ปัจจุบัน การประกอบธุรกิจการให้บริการทางพิเศษมีส่วนช่วยเพิ่มประสิทธิภาพให้ธุรกิจหลายประเภท เช่น ธุรกิจให้บริการจัดส่งพัสดุ หรือธุรกิจขนส่งสาธารณะ การนำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มาใช้งานบนทางด่วน ตัวอย่างเช่น optical barrier เอาไว้ใช้สำหรับ detect วัตถุที่กำลังวิ่งผ่านช่องทางเก็บเงินค่าผ่านทาง หรือ automatic vehicle classification ทำหน้าที่ในการจำแนกประเภทวัตถุที่เข้าผ่านช่องเพื่อใช้คิดคำนวณค่าผ่านทางของรถยนต์แต่ละประเภท แต่ข้อจำกัดของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ให้บริการบนทางด่วนนั้นมีอายุการใช้งานที่จำกัดจึงต้องมีการบำรุงรักษาอยู่เสมอ

เมื่อเกิดเหตุอุปกรณ์เสียหายพนักงานจะต้องขับรถยนต์เพื่อเข้าแก้ไขปัญหาซึ่งต้องมีการใช้น้ำมันอยู่เสมอ การเติมน้ำมันแต่ละครั้งพนักงานจะต้องจดบันทึกการเติมน้ำมันลงในสมุดประจำรถยนต์และเมื่อถึงสิ้นเดือนจะต้องนำส่งไปยังแผนกต้นสังกัดเพื่อทำรายงานเพื่อแสดงค่าใช้จ่ายต่อผู้บริหาร

โปรเจกต์นี้ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อเปลี่ยนการกรอกข้อมูลการเติมน้ำมันจากเดิมในสมุดประจำรถยนต์มาเป็นกรอกข้อมูลใน web application แทนเพื่อลดการใช้กระดาษภายในองค์กร

คำสำคัญ — ระบบติดตามการใช้ น้ำมัน, ไพทอน, การประมวลผลแบบคลาวด์, โครงสร้างพื้นฐานในรูปแบบโค้ด

ABSTRACT — Currently, Operating the expressway service business enhances efficiency in various types of businesses, such as parcel delivery services and public transportation. Using electronic devices on expressways, for example, optical barriers to detect objects passing through toll collection lanes or automatic vehicle classification which is used to classify a type of vehicle that enter through toll collection lane in order to calculate toll fees. However, the electronic equipment on the expressway has a limited lifespan and requires regular maintenance.

When equipment breaks down, employees must drive to fix the problem, which requires constant use of fuel. Each time they refuel, employees must record the fill-up in the vehicle book and submit to the department at the end of the month to report expense to management

This project was created to replace the manual recording of fuel fill-ups in the vehicle registration book with a web application, aiming to reduce paper usage within the organization

Keywords — Fuel Usage Monitoring System, Python, Cloud Computing, Infrastructure as Code

1. บทนำ

ณ ปัจจุบัน มีธุรกิจต่างๆเกิดขึ้นมากมายในประเทศไทย ธุรกิจบางประเภทต้องมีการใช้งานรถยนต์เพื่อช่วยในการประกอบกิจการต่างๆ ตัวอย่างเช่น ธุรกิจให้บริการจัดส่งพัสดุมีการใช้รถยนต์ในการขนส่งสินค้า ธุรกิจขนส่งสาธารณะมีการใช้รถยนต์ในการให้บริการผู้โดยสารในการเดินทางไปยังสถานที่ต่างๆ ธุรกิจการให้บริการทางพิเศษก็เป็นอีกหนึ่งธุรกิจหนึ่งที่มีส่วนร่วมกับการอำนวยความสะดวกสบายให้กับผู้ประกอบการกิจการต่างๆเหล่านี้เพื่อให้สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ได้รวดเร็วยิ่งขึ้น โดยเป็นอีกทางเลือกในการเลือกใช้เส้นทางของผู้ประกอบการเพื่อนำส่งสินค้าและบริการไปยังสถานที่ปลายทาง อุปกรณ์ที่นำมาใช้งานบนทางด่วน ตัวอย่างเช่น optical barrier เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ติดตั้งอยู่ที่บริเวณทางเข้าด่านเก็บเงินค่าผ่านทาง ทำหน้าที่ในการ detect วัตถุที่วิ่งเข้ามาที่ช่อง โดยจะให้สัญญาณเป็น 1 เมื่อตรวจพบวัตถุที่วิ่งผ่าน รวมทั้งมีการใช้ automatic vehicle classification เป็นบอร์ดอิเล็กทรอนิกส์เพื่อแยกชนิดของรถเพื่อนำมาคิดค่าผ่านทางของรถแต่ละประเภท ซึ่งอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆที่ใช้งานอยู่บนทางด่วนเหล่านี้ ล้วนต้องมีระยะเวลาในการใช้งานที่จำกัดดังนั้นจึงต้องมีการซ่อมบำรุงหรือเปลี่ยนอุปกรณ์อยู่เสมอ

เมื่อเกิดเหตุการณ์ที่มีอุปกรณ์เสียหายบนทางด่วนเกิดขึ้น ทางด่านเก็บเงินค่าผ่านทางก็จะแจ้งปัญหามายังแผนกต้นสังกัดที่ทำหน้าที่รับผิดชอบงานซ่อมบำรุงนั้น จากนั้นพนักงานก็จะรับเรื่องและขับรถไปยังสถานที่ที่ถูกแจ้งเพื่อเข้าแก้ไขปัญหา การขับรถเพื่อเข้าแก้ไขปัญหาแต่ละครั้งทำให้สูญเสียน้ำมัน เพราะฉะนั้นจึงต้องมีการเติมน้ำมันอยู่เป็นประจำรวมถึงต้องมีการเขียนบันทึกปริมาณน้ำมันที่เติมไปยังสมุดประจำรถยนต์ประจำตัวในแต่ละครั้ง เมื่อถึงสิ้นเดือนพนักงานจะต้องนำสมุดประจำรถเหล่านี้ไปส่งไปยังแผนกต้นสังกัดเพื่อทำรายงานค่าใช้จ่ายของรถแต่ละคันแต่ละเดือนไปยังผู้บริหารต่อไป

โปรเจกต์นี้ถูกสร้างขึ้นเพื่อปรับเปลี่ยนวิธีการกรอกสมุดประจำรถ หลังจากการเติมน้ำมันของพนักงานที่ใช้รถยนต์ โดยจากเดิมที่ผู้ใช้รถยนต์ต้องกรอกเอกสารใส่สมุดประจำรถหลังจากเติมน้ำมัน ไปกรอกข้อมูลผ่าน web application แทน เพื่อลดปริมาณการใช้งานกระดาษภายในองค์กรแทน ทั้งนี้ในโปรเจกต์ยังมีการใช้ infrastructure as code เพื่อนำ web application ไปติดตั้งยัง web server บน cloud โดยใช้ terraform และ ansible จุดประสงค์เพื่อลดระยะเวลาในการติดตั้งและตั้งค่า resource

การทำ cloud automation และ ใช้งาน infrastructure as code เป็นการเขียนโปรแกรม เพื่อสร้าง infrastructure ตามที่ออกแบบ ผ่าน script โดยเมื่อมีการเขียน script ออกมาแล้ว สามารถจัดทำเป็นแบบมาตรฐาน และสามารถเก็บเพื่อเอาไว้ใช้ในอนาคต หากต้องการใช้ infrastructure ใน

ลักษณะเดียวกัน ก็สามารถนำ script มาใช้ซ้ำอีกครั้ง หรือเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของ infrastructure ก็สามารถนำมาแก้ไขค่า config ต่างๆ ใน script แทน

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ระบบ Fuel Usage Monitoring System แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ web application และ infrastructure as code โดยจะเริ่มจากการพัฒนา web application ก่อน โดยใช้ python และ flask จากนั้นจะนำ web application ไปติดตั้งไว้ที่ virtual machine ที่เป็น web server บน Cloud โดยใช้ Microsoft azure เป็น infrastructure ผ่านการใช้ infrastructure as code โดยมีการร่วมกันทำงานระหว่าง terraform และ ansible ซึ่งเครื่องมือที่ใช้มีดังต่อไปนี้

2.1. Python

โปรเจกต์ fuel usage monitoring system ถูกเขียนโดย ภาษา python และมีการใช้ flask framework เป็นเครื่องมือในการทำ web application ซึ่งในภาษา python นอกจากจะสามารถนำมาเขียน web application ได้แล้วยังสามารถใช้กับงานอื่นๆอีกมากมาย เช่น game, machine learning หรือ Internet of things [2] flask เป็น framework ขนาดเล็กเขียนโดยภาษา python ถูกสร้างขึ้นโดย Armin Ronacher เมื่อปี 2004 และถูกออกแบบมาเป็นเว็บแอปพลิเคชันที่รวดเร็วและสามารถใช้งานได้อย่างง่ายดาย ด้วยเครื่องมืออย่าง werkzeug และ jinja template ทำให้ Flask กลายเป็นหนึ่งใน Framework ที่ได้รับความนิยมมากที่สุด [1] รวมถึงมีการติดต่อกับ PostgreSQL ซึ่งเป็นระบบจัดการฐานข้อมูลเชิงวัตถุสัมพันธ์ และเป็น open-source [3]

```
from flask import Flask
app = Flask(__name__)

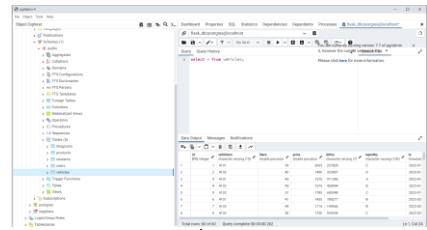
@app.route('/')
def hello_world():
    return 'Hello, World!'
```

รูปภาพที่ 1. ตัวอย่าง Flask Script

2.2. PostgreSQL

PostgreSQL คือ ระบบฐานข้อมูลเชิงวัตถุเชิงสัมพันธ์ มีคุณสมบัติช่วยให้ นักพัฒนาสร้างแอปพลิเคชันและผู้ดูแลระบบ สามารถปกป้องความถูกต้องของข้อมูล และช่วยจัดการข้อมูลทั้งที่มีขนาดเล็กหรือใหญ่ นอกจากจะฟรีและเป็นโอเพ่นซอร์สแล้ว PostgreSQL ยังมีความสามารถอื่นๆ ตัวอย่างเช่น คุณสามารถกำหนดประเภทข้อมูลของคุณเอง สร้างฟังก์ชันแบบกำหนดเอง หรือแม้แต่เขียนโค้ดจากภาษาโปรแกรมต่างๆ โดยไม่ต้องคอมไพล์ฐานข้อมูลใหม่ [3]

โดยปกติแล้วการเชื่อมต่อ PostgreSQL จะเชื่อมต่อผ่าน pgAdmin pgAdmin เป็นเครื่องมือการจัดการและดูแลระบบ open-source สำหรับ PostgreSQL มีลักษณะเป็น Graphical User Interface (GUI)



รูปภาพที่ 2. pgAdmin

2.3. Terraform

Terraform ซึ่งพัฒนาโดย HashiCorp เป็นเครื่องมือที่ได้รับการออกแบบมาเพื่อการใช้งานมัลติคลาวด์ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในขั้นตอนต่างๆ ในการสร้างและจัดการองค์ประกอบต่างๆ ภายในระบบคลาวด์ โดยบูรณาการกับเครื่องมือและเทคโนโลยีต่างๆ ที่เรียกว่าโมดูล คุณสมบัติของ Terraform คือสามารถแสดงองค์ประกอบต่างๆ ภายในคลาวด์ในรูปแบบของ code เพราะฉะนั้นทำให้สามารถวางแผนหรือปรับเปลี่ยนองค์ประกอบต่างๆ ก่อนที่จะนำไปใช้จริง ด้วยความช่วยเหลือของเครื่องมือ IaC เช่น terraform ทีมผู้พัฒนาจึงสามารถเปลี่ยนแปลงโค้ดและปรับโครงสร้างพื้นฐานได้ สามารถทดสอบได้ตั้งแต่เริ่มต้นก่อนใช้งาน รวมถึงตรวจจัดการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นบนระบบคลาวด์ [4]

การใช้ Terraform เพื่อจัดการโครงสร้างพื้นฐานมีข้อดีมากกว่าการกำหนดค่าด้วยตนเองหลายประการดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบระหว่าง terraform และ การกำหนดค่าด้วยตัวเอง [6]

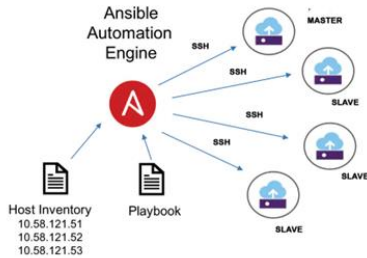
Factor	Terraform	Manual Configuration
Speed of Deployment	เร็ว	ช้า
Reusability	สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้	สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ไม่ได้
Complexity	กลาง/น้อย	สูง
Maintenance & Updates	ง่าย	ยาก
Error Handling	สามารถจัดการ error ระหว่างอยู่ใน plan phase ได้	ต้องจัดการหลัง execution
Rollback	เร็ว	ช้า

2.4. Ansible

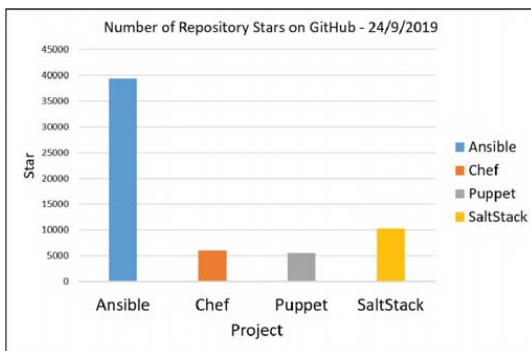
Ansible เป็นเครื่องมือเอาไว้อำนาจสำหรับทำ automate task หรือกิจกรรมต่างๆ บนเซิร์ฟเวอร์ สามารถจัดการและกำหนดค่าบนระบบคลาวด์ ansible ทำงานบนโปรโตคอล SSH (Secure Shell) โดยการเชื่อมต่อโหนดต่างๆ จากโหนดกลาง โดย ansible จะมีโมดูลต่างๆ เพื่ออำนวยความสะดวกในการใช้งาน สามารถจัดการและกำหนดค่าเซิร์ฟเวอร์ได้เป็นจำนวนมาก ปัจจุบันเริ่มมีบริษัทต่างๆ เปลี่ยนมาใช้เซิร์ฟเวอร์ในรูปแบบระบบคลาวด์มากขึ้น เหตุผลเพราะสามารถสร้างเซิร์ฟเวอร์ขึ้นมาโดยใช้เวลาไม่

นาน มีความน่าเชื่อถือสูง สามารถเพิ่มขนาดหรือลดขนาดได้ ช่วยลดต้นทุน
 ล่วงหน้าของผู้ใช้งาน การปรับมาใช้งานบนระบบคลาวด์ยังมีแนวโน้มให้
 ประสิทธิภาพที่มากกว่า [14]

เนื่องจากการจัดการและกำหนดค่าเซิร์ฟเวอร์จำนวนมากที่มีความ
 ซับซ้อนอาจจะมีปัญหา ansible จึงเข้ามาแก้ปัญหาดังกล่าวดังแสดงในรูปที่
 3 [4]



รูปภาพที่ 3. Ansible Configuration

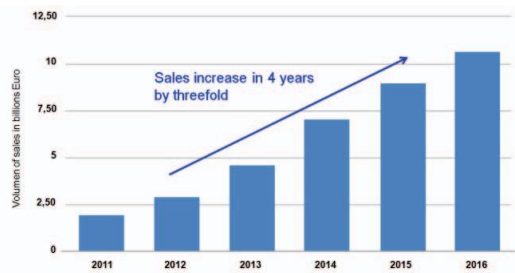


รูปภาพที่ 4. การเปรียบเทียบจำนวน repository stars บน github สำหรับ
 เครื่องมือ deployment ต่างๆ [15]

2.5. Cloud Computing

Infrastructure as a service (IaaS) เป็นบริการคลาวด์ที่ได้รับความนิยมมากที่สุด บริการคลาวด์เป็นกลุ่มทรัพยากรเสมือนที่สามารถเข้าถึงได้ตามต้องการผ่านอินเทอร์เน็ต และชำระค่าบริการเฉพาะทรัพยากรที่ใช้แล้วเท่านั้น On-demand resources ตัวอย่างเช่น CPU, Memory, Storage และ network bandwidth ถูกสร้างขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวกสำหรับผู้ใช้ทุกคนที่และทุกเวลาซึ่งเป็นคุณสมบัติเด่นของ cloud computing นอกจากนี้ ทรัพยากรเสมือนถูกส่งมอบในรูปแบบ service ตัวอย่างเช่น infrastructure as a service, software as a service หรือ platform as a service [9-13]

จากรูปที่ภาพที่ 5 แสดงถึงมูลค่าการซื้อขายของ cloud computing ที่คาดการณ์ไว้ในรูปแบบของ Business to Business (B2B) ของประเทศเยอรมัน ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2554 ถึง 2559 [7,8] แสดงให้เห็นว่า cloud computing เป็นกลุ่มที่เติบโตอย่างแข็งแกร่งในกลุ่มงานไอที [8]



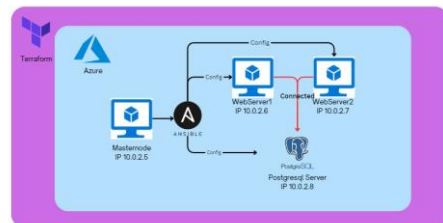
รูปภาพที่ 5 มูลค่าการซื้อขายที่คาดการณ์ไว้ของ cloud computing ในรูปแบบ B2B area ในประเทศ [7]

Microsoft Azure เป็น 1 ใน cloud computing platform ที่นิยมทั่วโลก ถูกพัฒนาโดยบริษัท Microsoft เป็นผลิตภัณฑ์และบริการคลาวด์มากกว่า 200 รายการที่ได้รับการออกแบบมาเพื่อช่วยให้หน้าโซลูชันใหม่ๆ มาปรับใช้ในเพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและสามารถจัดการแอปพลิเคชันบนคลาวด์ต่างๆ ทั้งภายในและภายนอกองค์กรด้วยเครื่องมือและบริการที่ผู้ใช้งานเป็นคนเลือก [5]

3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1. การสร้าง infrastructure ผ่าน terraform และ ansible

หลังจากพัฒนา web application สำเร็จแล้วจะต้องมีการติดตั้ง web application ไปยัง web server บน cloud ซึ่งวิธีการของผู้เขียนคือสร้าง infrastructure ทั้งหมด ผ่าน terraform โดยใช้คำสั่ง terraform apply -auto-approve จากนั้น เมื่อ terraform สร้างเสร็จก็จะเกิด resource ต่างๆ ดังรูปภาพที่ 6 ซึ่ง ประกอบด้วย masternode, webserver1, webserver2 และ Postgresql Server



รูปภาพที่ 6 สถาปัตยกรรมของระบบ

Masternode เป็นเหมือนศูนย์กลางทำหน้าที่ control node อื่นๆ ในสถาปัตยกรรมของระบบ คือ web server1, web server2 และ database server Web Server ทำหน้าที่เป็น host ของ web application web application จะมีการเชื่อมต่อไปยัง database server ที่เป็น postgres เพื่อทำการ create update delete ตามคำสั่งผู้ใช้งาน web application

3.2. การทดสอบการใช้งานบนหน้า Homepage

เมื่อสร้าง infrastructure สำเร็จต้องมีการทดสอบ โดย terraform จะสร้าง public ip address เพื่อใช้ในการเข้าไปใช้งาน web server สำหรับหน้า homepage เป็นหน้าที่ใช้ในการจัดการ transaction ต่างๆ ได้แก่การเพิ่มข้อมูล, แก้ไขข้อมูล หรือลบข้อมูล ของการเติมน้ำมันในแต่ละครั้ง รวมถึงสามารถ search หาข้อมูล หรือ sort ข้อมูลได้ ตามรูปภาพที่ 7 8 9 ตามลำดับ

ข้อมูลที่ใช้ในการกรอกจะมี หมายเลขรถยนต์ จำนวนลิตรในการเติมน้ำมันต่อครั้ง ค่าใช้จ่ายในการเติมน้ำมัน หมายเลขบิลน้ำมัน พนักงานที่เติมน้ำมัน รวมถึงมีการบันทึกเวลาตอนที่เติม หากมีการกรอกข้อมูลผิด ก็สามารถแก้ไขข้อมูลหรือสามารถลบข้อมูล

History

Show 10 entries

ID	Vehicle No.	Liters	Price	Bill No.	Report By	Date	Time	Edit	Delete
1	4101	59.0	2065.0	257828	C	2023-01-05	17:44:00	View	Delete
2	4102	40.0	1400.0	332407	D	2023-01-16	21:55:00	View	Delete
3	4101	45.0	1575.0	911986	A	2023-01-23	12:08:00	View	Delete
4	4102	45.0	1575.0	458844	B	2023-01-25	13:14:00	View	Delete
5	4103	51.0	1785.0	685146	C	2023-01-28	08:30:00	View	Delete
6	4101	41.0	1435.0	780277	B	2023-02-09	05:02:00	View	Delete
7	4103	49.0	1715.0	144556	B	2023-02-11	18:16:00	View	Delete
8	4103	50.0	1750.0	940254	C	2023-02-12	01:43:00	View	Delete
9	4104	53.0	1855.0	911315	A	2023-02-15	09:04:00	View	Delete
10	4104	59.0	2065.0	337103	B	2023-02-16	11:20:00	View	Delete

Showing 1 to 10 of 60 entries

Add Data

รูปภาพที่ 7 หน้า Homepage

Add Data

Vehicle No.
Choose...

Liters

Price
Baht

BillNo.

Report By

Add

รูปภาพที่ 8 หน้าเพิ่มข้อมูล

Edit Data

Vehicle No.
4102

Liters
40.0

Price
1400.0

BillNo.
332407

Report By
D

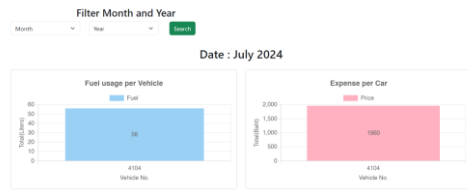
Edit

รูปภาพที่ 9 หน้าแก้ไขข้อมูล

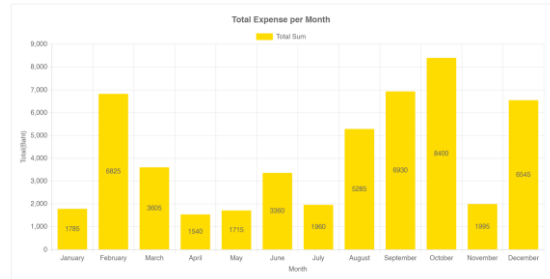
3.3. การทดสอบใช้งานบนหน้า Dashboard

เป็นหน้าที่ใช้ในการติดตามผลการเติมน้ำมันของรถยนต์แต่ละเดือน โดยในกราฟด้านซ้ายในรูปภาพที่ 10 เป็นจำนวนรวมการเติมน้ำมันทั้งหมดภายใน 1 เดือน และกราฟด้านขวาของรูปภาพที่ 10 เป็นจำนวนเงินทั้งหมดที่ใช้เติมน้ำมันของรถยนต์แต่ละคัน ซึ่งในหน้านี้จะสามารถกรองเพื่อหาข้อมูลย้อนหลังผ่านการ Search Month และ Year ได้ นอกจากนี้จากรูปภาพที่ 11 ยังสามารถแสดงผลการใช้จ่ายการเติมน้ำมันของรถยนต์ในรูปแบบของปีโดยจะแสดงให้เห็นข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม จนถึงเดือนธันวาคม

Dashboard



รูปภาพที่ 10 Dashboard จำนวนการใช้น้ำมันต่อเดือน



รูปภาพที่ 11 Dashboard จำนวนการใช้น้ำมันต่อปี

4. ผลการดำเนินงาน

หลังจากสร้าง web application สำเร็จจะต้องมีการนำ web application เข้าไปติดตั้งบนระบบ cloud infrastructure ซึ่ง Architecture ของระบบจะเป็นไปตามรูปภาพที่ 6 วิธีการสร้างจะสร้างผ่าน terraform โดย run คำสั่ง terraform apply -auto-approve ตามรูปภาพที่ 12 จากนั้น terraform จะสร้าง resource ต่างๆ ตาม architecture ที่ได้ออกแบบไว้ เมื่อ run terraform เสร็จ terraform จะสร้าง Public IP address ทั้งหมด 4 IP เพื่อใช้ในการเข้าระบบ ดังรูปภาพที่ 13 จากนั้นจะนำ Public IP Address out 2 และ 3 ไป access ผ่าน browser ตามรูปที่ 14 เพราะเป็น IP ของ web server1 และ web server2 ส่วน Public IP Address out 1 และ 4 จะเป็น IP ของ masternode และ Database Server (Postgres) ตามลำดับ ดังตารางที่ 2

```
Microsoft Windows [Version 10.0.19045.4651]
(c) Microsoft Corporation. All rights reserved.

D:\CSDF3\IS\is_project>terraform apply

Terraform used the selected providers to generate the following execution plan:
+ create
=> read (data resources)

Terraform will perform the following actions:

# data.azure_rm_public_ip.pip1 will be read during apply
# (depends on a resource or a module with changes pending)
<- data.azure_rm_public_ip.pip1 {
+ allocation_method = (known after apply)
+ domain_name_label = (known after apply)
}
```

รูปภาพที่ 12 terraform apply

```
Apply complete! Resources: 16 added, 0 changed, 0 destroyed.

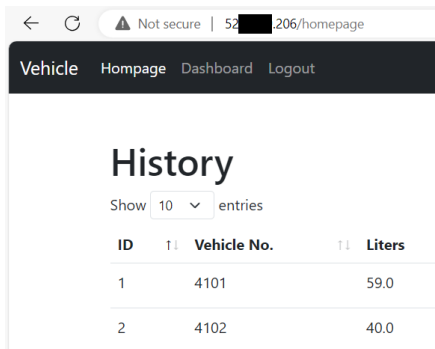
Outputs:

public_ip_address_out1 = "52.170.1238"
public_ip_address_out2 = "52.170.206"
public_ip_address_out3 = "52.170.200"
public_ip_address_out4 = "52.170.139"
```

รูปภาพที่ 13 Public IP Address Output

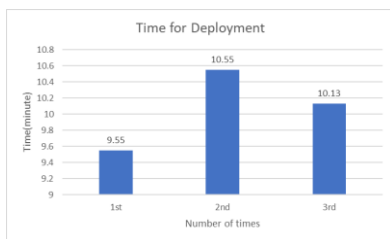
ตารางที่ 2 Public IP Address กับ Virtual Machine

IP Address	Virtual Machine
public_ip_address_out1	Masternode
public_ip_address_out2	Web Server1
public_ip_address_out3	Web Server2
public_ip_address_out4	Database Server



รูปภาพที่ 14 Public IP Address Output

ผลการทดสอบการ deployment web application ผ่าน infrastructure as code โดยใช้ terraform และ ansible โดยมีกรทดลองโดยการ run terraform ทั้งหมด 3 ครั้ง ผลการทดสอบพบว่าใช้เวลา 9.55 นาที 10.55 นาที และ 10.13 นาที ตามลำดับ เฉลี่ยพบว่าสามารถสร้างสถาปัตยกรรมของระบบทั้งหมดโดยใช้เวลาประมาณ 10 นาที สรุปได้ว่าการสร้าง resource ผ่าน terraform และ ansible ช่วยลดเวลาในการสร้าง resource ซึ่งดีกว่าการสร้าง resource แบบ manual configuration ตามรูปภาพที่ 15



รูปภาพที่ 15 เวลาในการสร้าง resource

จากผลการทดสอบการใช้งาน Web Application ทั้งหน้า Homepage และ หน้า Dashboard ได้ผลสรุปตามตารางนี้

ตารางที่ 2. ผลการทดสอบ Application

วิธีการใช้ทดสอบ	ผลการทดสอบ
เพิ่มข้อมูล	ใช้งานได้ปกติ
แก้ไขข้อมูล	ใช้งานได้ปกติ
ลบข้อมูล	ใช้งานได้ปกติ
ค้นหาข้อมูล	ใช้งานได้ปกติ
เรียงลำดับข้อมูล	ใช้งานได้ปกติ
สามารถ filter date ข้อมูลใน dashboard	ใช้งานได้ปกติ
ดูข้อมูลย้อนหลัง	ใช้งานได้ปกติ

5. สรุป

ปัจจุบันรถยนต์มีความสำคัญอย่างมากในการประกอบกิจการแม้แต่การดำเนินงานบนทางด่วนที่ต้องมีการบำรุงรักษาอุปกรณ์ที่ใช้งานซึ่งการเข้าบำรุงรักษาอุปกรณ์ต่างๆในงานแต่ละครั้งจะต้องใช้น้ำมันและมีการเติมน้ำมันอยู่เสมอ ในโปรเจกต์นี้ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อเป้าหมายในการเปลี่ยนวิธีการทำงานของพนักงานจากเดิมที่ต้องเติมน้ำมันและจดลงสมุดประจำรถยนต์มาเป็นกรอกผ่าน web application แทน รวมถึงมีการ implement ผ่าน terraform และ ansible เพื่อเป็นการนำเอา web application ไปติดตั้งยัง web server บน cloud อัตโนมัติ โดยใช้ infrastructure as code แทนการสร้างเครื่องและคอนฟิกผ่านด้วยวิธีการ manual หลังจากเขียนโปรแกรมเสร็จได้มีการ implement ไปยังระบบ cloud และทดสอบ ผลการทดสอบพบว่าสามารถใช้งาน Web Application ได้ปกติ

เอกสารอ้างอิง

- [1] Grinberg, M. (2014). Flask Web Development: Developing Web Applications with Python.
- [2] Lutz, M. (2008). Learning Python: Powerful Object-Oriented Programming.
- [3] PostgreSQL: about. (n.d.). The PostgreSQL Global Development Group. <http://www.postgresql.org/about/>
- [4] Gupta, M., Chowdary, M. N., Bussa, S., & Chowdary, C. K. (2021). Deploying Hadoop architecture using ansible and terraform. 2021 5th International Conference on Information Systems and Computer Networks (ISCON). <https://doi.org/10.1109/iscon52037.2021.9702299>
- [5] What is Azure? (n.d.). Microsoft Azure. <https://azure.microsoft.com/en-us/resources/cloud-computing-dictionary/what-is-azure#Popular-questions>
- [6] Mehdi, A., & Walia, R. (2023). Terraform: Streamlining infrastructure deployment and management through infrastructure as code. In 2023 International Conference on Computing, Communication, and Intelligent Systems (ICCCIS) (pp. 851-856). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICCCIS60361.2023.10425616>
- [7] A.-W. Scheer, „Cloud Computing,“ in Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e. V., Hanover, 28 February 2011
- [8] Langmann, R., & Meyer, L. (2014b). Automation services from the cloud. 11th IEEE International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation. <https://doi.org/10.1109/rev.2014.6784271>
- [9] R. Buyya, C. S. Yeo, S. Venugopal, J. Broberg, and I. Brandic, “Cloud Computing and emerging IT platforms: Vision, hype, and reality for delivering computing as the 5th utility”,
- [10] M. Masdari, S.S. Nabavi, and V. Ahmadi, “An overview of virtual machine placement schemes in cloud computing”, Journal of Network and Computer Applications, vol. 66, pp. 106–127, 2016.
- [11] M. K. Gupta, and T. Amgoth, “Resource-aware virtual machine placement algorithm for IaaS cloud”, The Journal of Supercomputing, vol. 74, pp. 122-140, 2018.
- [12] M. K. Gupta, A. Jain, and T. Amgoth, “Power and resource-aware virtual machine placement for IaaS cloud”, Sustainable Computing: Informatics and Systems, vol. 19, pp. 52-60, 2018.

- [13] Gupta, Madnesh & Amgoth, Tarachand. (2019). Scheduled Virtual Machine Placement in IaaS Cloud: A MPSO Approach. 448-453. 10.1109/ICIIP47207.2019.8985728.
- [14] W. Ryu, "Implementation of dynamic node management in Hadoopcluster," 2018 International Conference on Electronics, Information, and Communication (ICEIC), 2018, pp. 1-2, doi: 10.23919/ELINFOCOM.2018.8330612
- [15] S. Mysari and V. Bejgam, "Continuous integration and continuous deployment pipeline automation using Jenkins Ansible," in 2020 International Conference on Emerging Trends in Information Technology and Engineering (ic-ETITE). IEEE, 2020, pp. 1-4.

การออกแบบเว็บไซต์ ขายสินค้าประเภทเบเกอรี่ ที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อของกลุ่มผู้บริโภคเจนเอเรชั่น Z

The Impact of Bakery Website Design on the Purchase Decisions of Generation Z Consumers

นิติรัตน์ ตันตนาเวช
Nitirat Tanthavech
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
Information Technology Faculty
Thai-Nichi Institute of Technology
Bangkok / Thailand
nitirat@tni.ac.th

ธีรสิทธิ์ พิมพ์กิตติเดช
Teerasit Pimkitidaj
ร้านขนมเบย้งหลี
Baeyongli Bakery
Bangkok / Thailand
teerasit.pimk@gmail.com

อภิชญา นิมคุ้มภัย
Apichaya Nimkoompai
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
Information Technology Faculty
Thai-Nichi Institute of Technology
Bangkok / Thailand
apichaya@tni.ac.th

บทคัดย่อ — งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการออกแบบเว็บไซต์ขายสินค้าประเภทเบเกอรี่ที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อของกลุ่มผู้บริโภคเจนเอเรชั่น Z ในประเทศไทย โดยทำการสำรวจกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 100 คน พบว่ากลุ่มประชากรเจนเอเรชั่น Z ซื้อเบเกอรี่ 1-3 ครั้งต่อเดือน โดยขนมเค้กและขนมปังเป็นสินค้าที่ได้รับความนิยมสูงสุด ปัจจัยหลักที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อ ได้แก่ รสชาติที่ชื่นชอบและราคาที่เหมาะสม นอกจากนี้ กลุ่มผู้บริโภคยังให้ความสำคัญกับการออกแบบและข้อมูลในเว็บไซต์ โดยเฉพาะโทนสีอบอุ่น เช่น สีเบจ สีส้ม สีแดง การจัดเรียงข้อมูลที่ใช้ทำงานง่าย มีความน่าเชื่อถือของเว็บไซต์ และในหน้าแรกข้อมูลสินค้าเด่นหรือโปรโมชั่นสำคัญมากที่สุด ผลการวิจัยยังพบว่า การออกแบบเว็บไซต์ควรเน้นการใช้งานที่ไม่ซับซ้อน การจัดเรียงรูปภาพขนาดกลางในรูปแบบกริด และการแสดงข้อมูลในหน้าเดียว รวมถึงการออกแบบเว็บไซต์ให้รองรับหน้าจอขนาดต่าง ๆ มีความสำคัญต่อกลุ่มเจนเอเรชั่น Z

คำสำคัญ — การออกแบบเว็บไซต์, เบเกอรี่, การตัดสินใจซื้อ, เจนเอเรชั่น Z, พฤติกรรมผู้บริโภค

ABSTRACT — This research aims to study the design of bakery product websites that influence the purchasing decisions of Generation Z consumers in Thailand. A survey of 100 respondents found that Generation Z buys bakery products 1-3 times per month, with cakes and bread being the most popular choices. The key factors influencing their purchases are preferred taste and reasonable pricing. Additionally, this consumer group places importance on website design and information, particularly warm color tones like beige, orange, and red, easy-to-navigate layouts, and website credibility. They also prioritize prominent product details or promotions on the homepage. The study further revealed that website design should focus on simplicity, using medium-sized images arranged in a grid,

displaying information on a single page, and ensuring that the website is responsive to different screen sizes, which is essential for Generation Z.

Keywords — Website Design, Bakery, Purchase Decision, Generation Z, Consumer Behavior.

1. บทนำ

ในยุคปัจจุบันที่เทคโนโลยีมีบทบาทสำคัญในชีวิตประจำวัน การซื้อขายสินค้าผ่านทางช่องทางออนไลน์ได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นอย่างมาก โดยเฉพาะในกลุ่มผู้บริโภคเจนเอเรชั่น Z (Generation Z) ซึ่งเป็นกลุ่มคนที่เกิดระหว่างปี พ.ศ. 2540 - 2555 ซึ่งเติบโตมากกับการใช้เทคโนโลยีและอินเทอร์เน็ต กลุ่มผู้บริโภคนี้มีความคาดหวังสูงต่อประสบการณ์ที่ได้รับจากการใช้งานเว็บไซต์ และมีความชอบในด้านดีไซน์ที่ทันสมัย สวยงาม และเป็นมิตรต่อผู้ใช้ ประกอบกับผลการสำรวจการมีการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในครัวเรือน พ.ศ. 2566 (ไตรมาส 1) จากสำนักงานสถิติแห่งชาติ กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม ในประเทศไทย พบว่าแนวโน้มการใช้อินเทอร์เน็ตในช่วงระหว่างปี 2565 (ไตรมาส 1) - 2566 (ไตรมาส 1) มีแนวโน้มผู้ใช้อินเทอร์เน็ตเพิ่มขึ้น และประชาชนกลุ่มอายุ 15 - 24 ปี ใช้อินเทอร์เน็ต (ร้อยละ 99.1) [1] จึงทำให้ภาคธุรกิจมีความจำเป็นต้องปรับตัว เพื่อเพิ่มช่องทางการจัดจำหน่ายหรือการประชาสัมพันธ์ในช่องทางออนไลน์ด้วยเช่นกัน

สำหรับสินค้าในกลุ่มเบเกอรี่ ที่ผ่านมามีการจัดจำหน่ายแบบหน้าร้านและประชาสัมพันธ์แบบออฟไลน์เป็นหลัก แต่หลังจากผ่านเหตุการณ์การแพร่ระบาดของโรค Covid-19 ส่งผลให้พฤติกรรมของผู้บริโภคเริ่มหันมาใช้บริการทางออนไลน์มากขึ้น จึงทำให้การตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์หรือเว็บไซต์เป็นปัจจัยสำคัญที่ผู้ประกอบการต้องคำนึงถึง และการออกแบบเว็บไซต์แบบเดียวกันไม่สามารถใช้กับผู้บริโภคทุกกลุ่มได้

และผู้บริโภคกลุ่ม Gen Z มักจะให้ความสำคัญกับประสบการณ์การใช้งานเว็บไซต์ การออกแบบที่ดีไม่เพียงแต่จะทำให้เว็บไซต์มีความน่าสนใจ แต่ยังช่วยสร้างความไว้วางใจและแรงจูงใจในการซื้อสินค้า

การศึกษาในครั้งนี้มีเป้าหมายในการวิเคราะห์แนวโน้มความต้องการในการใช้งานเว็บไซต์ของผู้บริโภคกลุ่มผู้บริโภคนีเจเนอเรชัน Z (Generation Z) ซึ่งจะช่วยให้ส่งเสริมการตลาดดิจิทัลผ่านช่องทางออนไลน์ให้ดียิ่งขึ้น และการสร้างแนวทางการออกแบบเว็บไซต์สำหรับสินค้าประเภทเบเกอรี่ที่เหมาะสมกับกลุ่มผู้บริโภคกลุ่ม Gen Z เพื่อให้ผู้ประกอบการ นักออกแบบ หรือในสายงานที่เกี่ยวข้อง สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาเว็บไซต์ที่ตอบสนองความต้องการของกลุ่มผู้บริโภคนี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. การทบทวนวรรณกรรม

การออกแบบเว็บไซต์เป็นปัจจัยสำคัญในการสร้างประสบการณ์การใช้งานที่ดีสำหรับผู้บริโภค โดยเฉพาะกลุ่มผู้บริโภคนีเจเนอเรชัน Z (Gen Z) ซึ่งมีความคาดหวังต่อความสวยงามและประสิทธิภาพของเว็บไซต์ที่ใช้งาน อีกทั้งกลุ่มประชากรนี้มีการใช้งานอินเทอร์เน็ตสูงถึง 99.1% โดยเฉพาะหลังจากการแพร่ระบาดของโรค Covid-19 ที่ส่งผลให้แนวโน้มการซื้อสินค้ารวมถึงอาหารและเครื่องดื่มผ่านช่องทางออนไลน์เพิ่มขึ้น บททบทวนวรรณกรรมนี้จะพิจารณาแนวทางการออกแบบเว็บไซต์สำหรับธุรกิจจำหน่ายสินค้าประเภทเบเกอรี่ ที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภคกลุ่มเจเนอเรชัน Z ในประเทศไทย

2.1) การออกแบบเว็บไซต์ จำหน่ายสินค้าออนไลน์

การออกแบบเว็บไซต์สำหรับการจำหน่ายสินค้าออนไลน์มีความสำคัญเป็นอย่างมากในการสร้างประสบการณ์ที่ดีให้กับผู้ใช้และส่งเสริมการตลาดดิจิทัลของผู้บริโภค โดยผู้ใช้เว็บไซต์จะมีการตอบสนองต่อการออกแบบและเนื้อหาที่แสดงผล ซึ่งการรับรู้แรก (first impression) เป็นสิ่งที่สำคัญ โดยการศึกษาของ Lindgaard et al. [7] ได้กล่าวว่าผู้ใช้สามารถตัดสินใจภายในเวลาเพียงไม่กี่วินาทีว่าพวกเขาจะอยู่ในเว็บไซต์นั้นหรือไม่ตามความประทับใจแรก การออกแบบที่เน้นการใช้สีสันทันที่เหมาะสม ภาพลักษณ์ของแบรนด์ รวมถึงการนำเสนอข้อมูลที่ชัดเจน จะช่วยดึงดูดผู้ใช้และเพิ่มโอกาสในการขาย และการศึกษาโดย บุญธรรม โสภภาพ และคณะ [3] พบว่าการใช้งานง่ายของเว็บไซต์เป็นหนึ่งในปัจจัยหลักที่มีผลต่อความพึงพอใจของผู้บริโภค การออกแบบที่มีการนำเสนอข้อมูลอย่างชัดเจน การใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย และการจัดวางเนื้อหาในตำแหน่งที่เหมาะสมมีบทบาทสำคัญในการดึงดูดผู้ใช้และกระตุ้นการตัดสินใจซื้อ

2.2) พฤติกรรมการใช้งานเว็บไซต์ของผู้บริโภคเจเนอเรชัน Z

ประชากรกลุ่มเจเนอเรชัน Z (Gen Z) เป็นกลุ่มผู้บริโภคที่เกิดระหว่างปี พ.ศ. 2540 ถึง 2555 ซึ่งเติบโตมาพร้อมกับเทคโนโลยีดิจิทัลและอินเทอร์เน็ต พฤติกรรมการใช้งานเว็บไซต์ของผู้บริโภคกลุ่มนี้มีลักษณะเฉพาะตัว มีความสนใจในภาพลักษณ์และค่านิยมของแบรนด์ที่ตนเองเลือกใช้ โดยการศึกษาของ Smith, T. [5] พบว่าภาพลักษณ์ของเว็บไซต์มีผลอย่างมากต่อการตัดสินใจของ Gen Z พวกเขาจะตัดสินใจอย่างรวดเร็วว่าแบรนด์ใดน่าเชื่อถือและตรงกับความต้องการของพวกเขา นอกจากนี้ Gen Z ยังให้ความสำคัญกับการออกแบบที่มีความสวยงามและการศึกษาของ Lissitsa and Kol [6] พบว่าการออกแบบเว็บไซต์ที่รองรับการใช้งานหลายอุปกรณ์ มีความสำคัญสำหรับกลุ่มนี้ เว็บไซต์ควรมี

การออกแบบที่ตอบสนองต่อการใช้งานบนมือถือ และควรมีประสบการณ์การใช้งานที่คล้ายกันในแต่ละอุปกรณ์

2.3) ประเภทของเบเกอรี่

เบเกอรี่มีหลายประเภทที่แตกต่างกันตามส่วนผสมและวิธีการทำ โดยข้อมูลจากศูนย์วิจัยวิจัยเพื่ออุตสาหกรรมอาหาร (Food Intelligence Center) สถาบันอาหาร กระทรวงอุตสาหกรรม [2] สามารถแบ่งเป็น 4 ประเภทใหญ่ๆ คือ 1.ขนมปัง (Bread) เช่น ขนมปังปอนด์ ขนมปังผิวแข็ง ขนมปังชอฟต์โรล ขนมปังหวาน 2.เค้ก (Cake) เป็นผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ที่มีเนื้อนุ่มละเอียด เบา และมีกลิ่นหอมของเนย 3.เพสตรี (Pastry) ขนมที่อบหวานแล้วมีลักษณะของเปลือกแข็ง เช่น พาย ครีวซอง และทาร์ต 4.คุกกี้ (Cookie) เป็นผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ที่มีความชื้นต่ำ มีขนาดเล็ก รสหวาน มีรูปร่างและกลิ่นรสแตกต่างกัน

2.4) การตัดสินใจซื้อ สินค้าประเภทเบเกอรี่

การตัดสินใจซื้อสินค้าประเภทเบเกอรี่ มีปัจจัยหลายประการที่ส่งผลต่อการตัดสินใจของผู้บริโภค โดยจากการวิจัยของ สุขญา อากาศ [4] พบว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อเบเกอรี่แบบ Take away ของกลุ่มคนทำงานในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลในด้านของผลิตภัณฑ์ จะให้ความสำคัญกับรสชาติ รูปลักษณ์ บรรจุภัณฑ์ และตราสินค้าของร้านค้า ด้านราคาจำเป็นต้องเป็นสินค้าเบเกอรี่ที่มีราคาเหมาะสมกับคุณภาพ ปริมาณ และมีความหลากหลายทางด้านราคา ด้านช่องทางการจัดจำหน่ายควรตั้งอยู่ในสถานที่ที่ลูกค้ามองเห็นได้ชัดเจน สามารถสั่งซื้อทางออนไลน์ได้ ด้านการส่งเสริมการขายทางร้านควรมีการตลาดที่น่าสนใจ เช่น ส่วนลด และด้านสภาพแวดล้อมทางการภาพทางร้านมีความสะอาด ถูกสุขอนามัย ด้านกระบวนการให้บริการมีมาตรฐานการบริการที่เท่ากันทุกครั้ง มีระบบการสั่งซื้อเบเกอรี่ออนไลน์อย่างแม่นยำ ด้านบุคลากรพนักงานมีความกระตือรือร้นในการบริการ สุภาพ มีความเกี่ยวกับเบเกอรี่เป็นอย่างดี

การทบทวนวรรณกรรมนี้เป็นการสรุปข้อมูลจากงานวิจัยและบทความต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นพื้นฐานในการพัฒนาเว็บไซต์สำหรับการขายสินค้าประเภทเบเกอรี่ให้กับกลุ่มผู้บริโภคนีเจเนอเรชัน Z โดยคำนึงถึงพฤติกรรมและความคาดหวังของผู้บริโภค ซึ่งจะช่วยให้การออกแบบเว็บไซต์มีประสิทธิภาพและตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้อย่างดีที่สุด

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1) ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยครั้งนี้มีเป้าหมายในการวิเคราะห์แนวโน้มความต้องการในการใช้งานเว็บไซต์ของผู้บริโภคกลุ่ม Gen Z ซึ่งจะช่วยให้ส่งเสริมการตลาดดิจิทัลผ่านช่องทางออนไลน์ ในประเทศไทย โดยกลุ่มประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือบุคคลที่เกิดระหว่างปี พ.ศ. 2540 - 2555 [9] และมีประสบการณ์ในการซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์ และจากกลุ่มผู้ใช้อินเทอร์เน็ตในประเทศไทยที่อยู่ในช่วงอายุ 15-24 ปี จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่กำหนดในการวิจัยครั้งนี้คือ 100 คน

3.2) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือหลักที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้คือแบบสอบถามออนไลน์ (Online Questionnaire) ซึ่งถูกออกแบบในรูปแบบ Google Form โดยแบบสอบถามจะแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1: ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม เช่น เพศ อายุ

ส่วนที่ 2: พฤติกรรมการซื้อสินค้าประเภทเบเกอรี่ เช่น ประเภทเบเกอรี่ที่ชอบทาน ความถี่ในการซื้อ ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อ และข้อมูลในเว็บไซต์หรือสื่อออนไลน์ที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อหรือไม่

ส่วนที่ 3: ความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบเว็บไซต์สำหรับสินค้าประเภทเบเกอรี่ เช่น โทณสีของเว็บไซต์ที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อเบเกอรี่ ระดับความสำคัญของข้อมูลในเว็บไซต์ ที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อ เนื้อหาที่มีความสำคัญที่สุดที่ควรมีในหน้าแรก การจัดวางข้อมูลในหน้าแรก รูปแบบหรือลักษณะรูปภาพเบเกอรี่ ในเว็บไซต์ การวางตำแหน่งข้อมูลการติดต่อร้านในเว็บไซต์ ความจำเป็นของระบบ login ในการสั่งซื้อในเว็บไซต์ ความจำเป็นของส่วนสมัครรับข่าวสารในหน้าแรก ความจำเป็นของการแสดงผลบนอุปกรณ์ต่างๆ แบบ Responsive

ส่วนที่ 4: ข้อเสนอแนะหรือความคิดเห็นเพิ่มเติมเกี่ยวกับการออกแบบเว็บไซต์ โดยมีการยกตัวอย่างเปรียบเทียบลักษณะการออกแบบเว็บไซต์ให้ผู้ตอบแบบสอบถาม เพื่อแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติม

โดยแบบสอบถาม มีการส่งให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ และผู้ประกอบการทางด้านเบเกอรี่ ทำการตรวจสอบก่อนเริ่มเก็บข้อมูลจริง

3.3) การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลดำเนินการผ่านช่องทางออนไลน์จำนวน 100 คน กับกลุ่มประชากรที่มีช่วงอายุ 15 - 24 ปี หรือ กลุ่มคนที่เกิดระหว่างปี พ.ศ. 2540 - พ.ศ. 2555 โดยใช้แบบสอบถาม Google Form ผู้วิจัยเผยแพร่แบบสอบถามผ่านสื่อสังคมออนไลน์ต่าง ๆ เช่น Facebook, Line และ Google Classroom ซึ่งเป็นแพลตฟอร์มที่กลุ่ม Gen Z ใช้กันอย่างแพร่หลาย ผู้ตอบแบบสอบถามสามารถเข้าถึงและกรอกแบบสอบถามได้สะดวก และข้อมูลที่ี้จะถูกเก็บรวบรวมในรูปแบบดิจิทัลเพื่อการวิเคราะห์ในลำดับต่อไป

3.4) การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้รับจากการเก็บแบบสอบถามออนไลน์ ผู้วิจัยได้ทำการประมวลผลข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) เพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงปริมาณที่สามารถนำไปตีความและสรุปผล โดยวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลจะประกอบด้วย การจัดลำดับตามร้อยละ การแจกแจงความถี่ การวิเคราะห์ความสำคัญของปัจจัย และการสรุปผลการวิเคราะห์

4. ผลการวิจัย

การวิจัยนี้มุ่งเน้นการศึกษาและการวิเคราะห์แนวโน้มความต้องการในการใช้งานเว็บไซต์ของผู้บริโภคกลุ่มผู้บริโภคเจนเอเรชั่น Z ซึ่งจะช่วยส่งเสริมการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์ให้ดียิ่งขึ้น และการสร้างแนวทางการออกแบบเว็บไซต์สำหรับสินค้าประเภทเบเกอรี่ที่เหมาะสมกับกลุ่มผู้บริโภคกลุ่ม Gen Z โดยสรุปผลการวิจัยได้เป็น 4 ส่วน ดังนี้

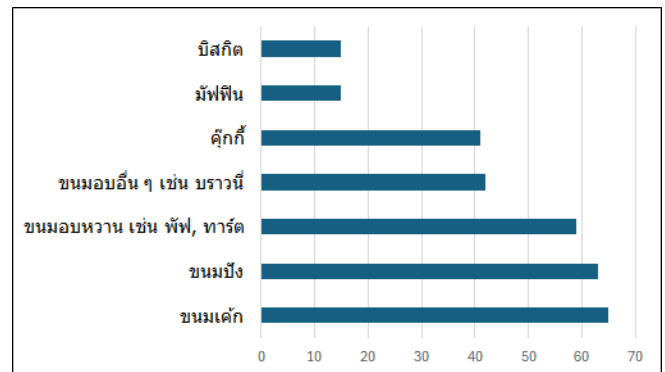
4.1) ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

จากการสำรวจผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 100 คน พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 63 และเพศหญิงคิดเป็นร้อยละ 37 โดยมีอายุเฉลี่ยอยู่ในช่วง 18-22 ปี ซึ่งเป็นช่วงอายุที่สอดคล้องกับกลุ่มเจนเอเรชั่น Z

4.2) พฤติกรรมการซื้อสินค้าประเภทเบเกอรี่

จากการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เลือก

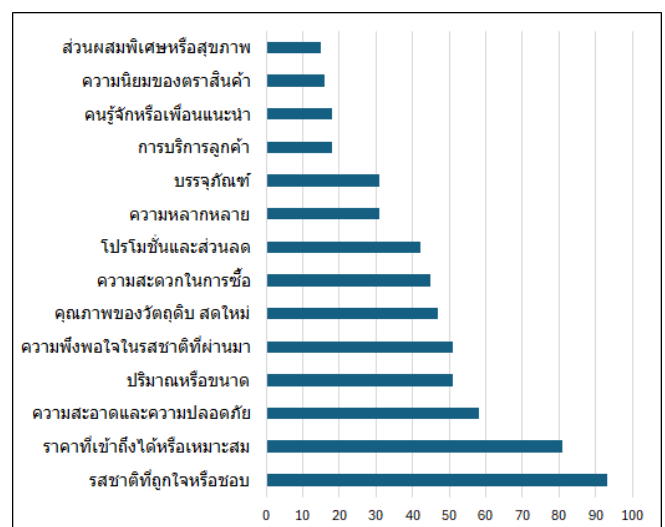
บริโภคเบเกอรี่ 5 อันดับแรก คือ 1.ขนมเค้ก (คิดเป็นร้อยละ 65) 2.ขนมปัง (คิดเป็นร้อยละ 63) 3.ขนมอบหวาน เช่น พัพ, ทาร์ต, ครัฟซองด์ (คิดเป็นร้อยละ 59) 4.ขนมอบอื่น ๆ เช่น บราวน์ (คิดเป็นร้อยละ 42) และ 5.คุกกี้ (คิดเป็นร้อยละ 41)



รูปที่ 1. เบเกอรี่ที่เลือกบริโภค (ร้อยละ)

สำหรับความถี่ในการซื้อสินค้าประเภทเบเกอรี่ส่วนใหญ่ คือ อันดับที่ 1 ซื้อเดือนละ 1-3 ครั้ง (คิดเป็นร้อยละ 51) อันดับที่ 2 ซื้อ 1-2 ครั้งต่อสัปดาห์ (คิดเป็นร้อยละ 36) อันดับที่ 3 ซื้อ 3-4 ครั้งต่อสัปดาห์ (คิดเป็นร้อยละ 11) สำหรับอันดับที่ 4 ซื้อ 5-6 ครั้งต่อสัปดาห์ และ อันดับที่ 5 ไม่ซื้อเบเกอรี่ทานเลย ได้ร้อยละเท่ากัน (คิดเป็นร้อยละ 1)

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อเบเกอรี่ 5 อันดับแรก ได้แก่ 1.รสชาติที่ถูกใจหรือชอบ (คิดเป็นร้อยละ 93) 2.ราคาที่สามารถเข้าถึงได้หรือเหมาะสม (คิดเป็นร้อยละ 81) 3.ความสะอาดและความปลอดภัย (คิดเป็นร้อยละ 58) สำหรับอันดับที่ 4 และ 5 คือ ปริมาณหรือขนาด และความพึงพอใจในรสชาติหรือคุณภาพที่ผ่านมามีร้อยละเท่ากัน คือ คิดเป็นร้อยละ 51 สำหรับปัจจัยที่ได้รับร้อยละน้อยที่สุด คือ ส่วนผสมพิเศษหรือสุขภาพ (คิดเป็นร้อยละ 15)



รูปที่ 2. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อเบเกอรี่ (ร้อยละ)

นอกจากนี้ ผลการสำรวจพบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามร้อยละ 86 เห็นว่าข้อมูลในเว็บไซต์หรือสื่อออนไลน์มีผลต่อการตัดสินใจซื้อเบเกอรี่

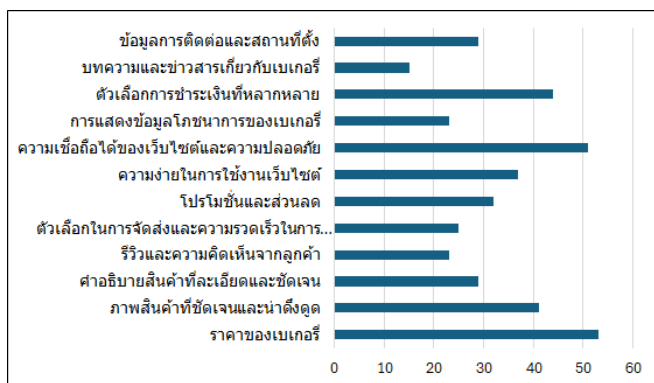
4.3) ความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบเว็บไซต์สำหรับสินค้าประเภทเบเกอรี่

โทนสีของเว็บไซต์ จากผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ พบว่าโทนสีชอบอ่อน เช่น สีเบจ สีส้ม สีแดง มีผลต่อการตัดสินใจซื้อเบเกอรี่มากที่สุด (คิดเป็นร้อยละ 41) อันดับที่ 2 โทนสีสร้างบรรยากาศอบอุ่น เช่น สีน้ำตาล (คิดเป็นร้อยละ 24) อันดับที่ 3 โทนสีกระตุ้นความรู้สึกหวาน เช่น สีชมพู สีครีม (คิดเป็นร้อยละ 21) อันดับที่ 4 โทนสีสื่อถึงความสดใหม่และความเป็นธรรมชาติ เช่น สีเหลือง สีเขียวอ่อน (คิดเป็นร้อยละ 5) อันดับที่ 5 โทนสีสร้างแรงดึงดูด เช่น สีม่วง สีแดงเข้ม (คิดเป็นร้อยละ 5) สำหรับโทนสีที่ถูกเลือกน้อยที่สุด คือ โทนสีที่สร้างความรู้สึกมั่นใจและน่าเชื่อถือ เช่น สีกรมท่า สีเทา (คิดเป็นร้อยละ 1)

ตารางที่ 1. โทนสีของเว็บไซต์ที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อเบเกอรี่มากที่สุด

โทนสี	ร้อยละ
สีอบอุ่น เช่น สีเบจ สีส้ม สีแดง	41
สีที่สร้างบรรยากาศอบอุ่น เช่น สีน้ำตาล	24
สีที่กระตุ้นความรู้สึกหวาน เช่น สีชมพู สีครีม	21
สีที่สื่อถึงความสดใหม่และความเป็นธรรมชาติ เช่น สีเหลือง สีเขียวอ่อน	5
สีที่ให้ความรู้สึกหรูหราและคุณภาพสูง เช่น สีทอง สีเงิน	3
สีที่ใช้ในการสร้างแรงดึงดูด เช่น สีม่วง สีแดงเข้ม	3
สีที่ให้ความรู้สึกสดชื่นและสุขภาพดี เช่น สีเขียว สีฟ้า	2
สีที่สร้างความรู้สึกมั่นใจและน่าเชื่อถือ เช่น สีกรมท่า สีเทา	1

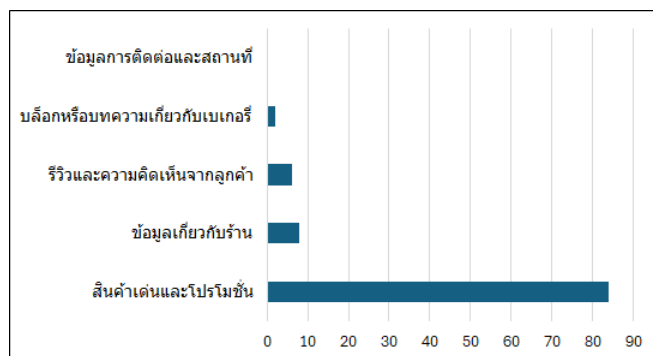
ความสำคัญของข้อมูลในเว็บไซต์ พบกลุ่มตัวอย่างให้คะแนนมากที่สุด ในหัวข้อ 5 อันดับแรก คือ อันดับที่ 1 ข้อมูลราคาของเบเกอรี่ (คิดเป็นร้อยละ 53) อันดับที่ 2 ความเชื่อถือได้ของเว็บไซต์และความปลอดภัย (คิดเป็นร้อยละ 51) อันดับที่ 3 ตัวเลือกการชำระเงินที่หลากหลาย (คิดเป็นร้อยละ 44) อันดับที่ 4 ภาพสินค้าที่ชัดเจนและน่าดึงดูด (คิดเป็นร้อยละ 41) และ อันดับที่ 5 ความง่ายในการใช้งานเว็บไซต์ (คิดเป็นร้อยละ 37) ตามลำดับ



รูปที่ 3. ลักษณะของรูปภาพเบเกอรี่ ที่ควรใช้ในเว็บไซต์ (ร้อยละ)

เนื้อหาในหน้าแรกของเว็บไซต์ที่มีความสำคัญมากที่สุด พบว่า อันดับที่ 1 คือ สินค้าเด่นและโปรโมชั่น (คิดเป็นร้อยละ 84) อันดับที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับร้าน (คิดเป็นร้อยละ 8) อันดับที่ 3 รีวิวและความคิดเห็นจากลูกค้า (คิดเป็นร้อยละ 6) อันดับที่ 4 บล็อกหรือบทความเกี่ยวกับเบเกอรี่ (คิดเป็น

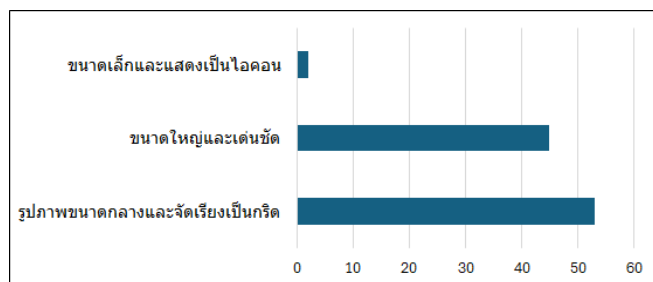
ร้อยละ 2) และอันดับที่ 5 คือ ข้อมูลการติดต่อและสถานที่ จากผลการสำรวจพบว่าไม่ใช่ข้อมูลที่สำคัญที่สุดในหน้าแรก (คิดเป็นร้อยละ 0)



รูปที่ 4. เนื้อหาในหน้าแรกของเว็บไซต์ที่มีความสำคัญมากที่สุด (ร้อยละ)

สำหรับการจัดวางข้อมูลในหน้าแรกของเว็บไซต์ พบว่าอันดับที่ 1 ควรจัดเรียงตามลำดับการใช้งาน เช่น เมนูหลัก, โปรโมชั่น, รีวิว (คิดเป็นร้อยละ 45) อันดับที่ 2 การจัดเรียงตามความสำคัญ สินค้าเด่นอยู่ด้านบนสุด (คิดเป็นร้อยละ 36) และอันดับสุดท้าย คือ การจัดเรียงตามหมวดหมู่สินค้า (คิดเป็นร้อยละ 19) สำหรับข้อมูลการติดต่อควรอยู่ในส่วนใดของหน้าแรก จากกลุ่มตัวอย่างพบว่า อันดับที่ 1 ควรอยู่ตำแหน่งด้านล่างสุด (คิดเป็นร้อยละ 63) อันดับที่ 2 ควรแยกหน้าเฉพาะ (คิดเป็นร้อยละ 17) อันดับที่ 3 ควรอยู่ตำแหน่งด้านบนสุด (คิดเป็นร้อยละ 16) และอันดับสุดท้าย คือ ควรอยู่ตำแหน่งส่วนกลาง (คิดเป็นร้อยละ 4)

รูปแบบหรือลักษณะรูปภาพเบเกอรี่ในเว็บไซต์ พบว่าอันดับที่ 1 คือ ควรใช้รูปภาพขนาดกลางและจัดเรียงเป็นกริด (คิดเป็นร้อยละ 53) อันดับที่ 2 ขนาดใหญ่และเด่นชัด (คิดเป็นร้อยละ 45) และและอันดับสุดท้าย คือ ขนาดเล็กและแสดงเป็นไอคอน (คิดเป็นร้อยละ 2)



รูปที่ 5. ลักษณะของรูปภาพเบเกอรี่ ที่ควรใช้ในเว็บไซต์ (ร้อยละ)

ความจำเป็นของการเข้าสู่ระบบก่อนการสั่งซื้อ จากกลุ่มตัวอย่างพบว่า มีความจำเป็น (คิดเป็นร้อยละ 81) และไม่มีมีความจำเป็น (คิดเป็นร้อยละ 19) สำหรับการรับสมัครรับข้อมูลข่าวสาร พบว่า มีความต้องการ (คิดเป็นร้อยละ 52) และไม่ต้องการ (คิดเป็นร้อยละ 48) สำหรับการออกแบบเว็บไซต์แบบตอบสนองต่อหน้าจอขนาดต่าง ๆ พบว่ามีความจำเป็น (คิดเป็นร้อยละ 94) และไม่จำเป็น (คิดเป็นร้อยละ 6)

4.4) ข้อเสนอแนะหรือความคิดเห็นเพิ่มเติมเกี่ยวกับการออกแบบเว็บไซต์

จากการสำรวจความคิดเห็นเพิ่มเติม พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามจำนวนมากชื่นชอบการออกแบบเว็บไซต์ที่มีลักษณะเรียบง่าย ใช้งานง่าย เน้นการแสดงผลและรูปภาพของเบเกอรี่ที่ชัดเจน นอกจากนี้ยังมีข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการออกแบบที่ขอการแสดงผลข้อมูลในหน้าเดียว ไม่ขอการเข้าดู

ข้อมูลหลายหน้า และการใช้ภาพเคลื่อนไหวเพื่อดึงดูดความสนใจในหน้าแรก

5. สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัย พบว่ากลุ่มเจเนอเรชัน Z ในประเทศไทยมีพฤติกรรมการซื้อเบเกอรี่ ส่วนใหญ่พบว่ามีการซื้อ 1-3 ครั้งต่อเดือน โดยเบเกอรี่ที่บริโภคมากที่สุด คือ ขนมเค้ก และขนมปัง ปัจจัยหลักที่มีอิทธิพลในการเลือกซื้อ คือรสชาติที่ถูกต้องและราคาที่เข้าถึงได้ และเห็นว่าข้อมูลในเว็บไซต์หรือสื่อออนไลน์มีผลต่อการตัดสินใจซื้อเบเกอรี่

สำหรับการออกแบบเว็บไซต์ สำหรับสินค้าประเภทเบเกอรี่สำหรับกลุ่มเจเนอเรชัน Z ซึ่งชอบโทสนีที่อบอุ่นและเชิญชวน เช่น สีเบจ สีส้ม สีแดง นอกจากนี้ยังให้ความสำคัญกับข้อมูลราคาของเบเกอรี่และความเชื่อถือได้ของเว็บไซต์ โดยชี้ให้เห็นว่าพวกเขาใส่ใจในความคุ้มค่าและความปลอดภัยในการซื้อสินค้าออนไลน์ และการวิจัยนี้ยังพบว่าการจัดเรียงข้อมูลในหน้าแรกของเว็บไซต์ควรคำนึงถึงการใช้งานที่ง่ายและการจัดเรียงตามลำดับการใช้งาน เนื่องจากกลุ่มเจเนอเรชัน Z ซึ่งชอบความรวดเร็ว ใช้งานง่าย ไม่ซับซ้อน สำหรับการแสดงรูปภาพเบเกอรี่ ควรใช้ขนาดกลางและจัดเรียงเป็นกริด เพื่อการนำเสนอผลิตภัณฑ์ในรูปแบบที่เป็นระเบียบและสวยงาม

ในแง่ข้อมูลเพิ่มเติมของการออกแบบเว็บไซต์ จากผลการวิจัยพบว่า นิยมการแสดงข้อมูลในหน้าเดียว ไม่ชอบการเข้าดูข้อมูลหลายหน้า และข้อมูลการติดต่อร้านค้าควรอยู่ด้านล่าง รวมถึงควรมีภาพเคลื่อนไหวเพื่อดึงดูดความสนใจในหน้าแรก สำหรับการเข้าสู่ระบบก่อนการสั่งซื้อและการออกแบบเว็บไซต์ที่ตอบสนองต่อหน้าจอขนาดต่าง ๆ นั้นมีความสำคัญอย่างยิ่งสำหรับกลุ่มเจเนอเรชัน Z สำหรับการรับสมัครเพื่อรับข้อมูลข่าวสาร เป็นส่วนที่ไม่ได้ให้ความสำคัญมากนัก เนื่องจากมีความเห็นที่ไม่ค่อยแตกต่างกัน

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่องนี้สำเร็จลงได้ด้วยความช่วยเหลือ และสนับสนุนจากหน่วยงานและบุคคลหลายท่าน ข้าพเจ้าจึงขอขอบคุณ ดร.อภิชาต นิมิตต์ ภูษิต ภูษิตานนท์ ไชยจักรี ดร.ประมุข บุญเสียง รวมถึงผู้ประกอบการทางด้านเบเกอรี่ ที่คอยให้คำแนะนำหัวข้อในการเก็บข้อมูลในแบบสอบถาม ในการทำผลงานวิจัยฉบับนี้ และขอบคุณเพื่อนคณาจารย์ รวมถึงเลขา ของคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น ที่ให้กำลังใจการทำหัวข้องานวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณผู้บริหาร สถาบันเทคโนโลยีไทยญี่ปุ่น ที่ได้มอบโอกาส และทรัพยากรในการศึกษาวิจัย รวมถึงการใช้ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการดำเนินงานวิจัย และขอขอบพระคุณนักศึกษา สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น ซึ่งเป็นกลุ่มผู้บริโภคเจเนอเรชัน Z ที่ได้สละเวลาในการตอบแบบสอบถาม และให้ข้อมูลที่มีค่าในการศึกษาครั้งนี้ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญมากที่ทำให้งานวิจัยนี้สามารถบรรลุเป้าหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงขอขอบพระคุณ คณะผู้จัดงานการประชุมวิชาการระดับประเทศ ทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 16 ของสมาคมสภาคณบดีคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ ซึ่งเป็นเวทีที่เปิดโอกาสให้ข้าพเจ้าได้เผยแพร่ผลงานวิจัยฉบับนี้

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ ครอบครัวที่ให้กำลังใจและการสนับสนุนตลอดระยะเวลาที่ดำเนินการวิจัย รวมถึงเพื่อนร่วมงานทุกท่านที่ไม่ได้

กล่าวถึงมา ณ ที่นี้ การสนับสนุนของท่านเป็นกำลังใจสำคัญที่ทำให้ข้าพเจ้ามีความมุ่งมั่นในการทำงานวิจัยจนสำเร็จลุล่วง

เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักงานสถิติแห่งชาติ. (2566). การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในครัวเรือน พ.ศ. 2566 (ไตรมาส 1). กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม.
- [2] ศูนย์วิจัยระยะเพื่ออุตสาหกรรมอาหาร. (2558). ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ในประเทศไทย. สถาบันอาหาร กระทรวงอุตสาหกรรม.
- [3] บุญธรรม โสภภาพ และคณะ. (2563). ปัจจัยที่ส่งผลต่อความพึงพอใจของผู้บริโภคในการใช้งานเว็บไซต์อีคอมเมิร์ซ. วารสารบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 39(3), 85-99.
- [4] สุขญา อาภาภัทร. (2559). ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อเบเกอรี่แบบ Take away ของกลุ่มคนทำงานในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล. วิทยานิพนธ์ปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต, คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- [5] Smith, T. (2016). The influence of brand image on Generation Z consumer behavior. *International Journal of Business and Management*, 11(11), 111-119.
- [6] Lissitsa, S., & Kol, O. (2016). Generation X vs. Generation Y: A decade of online shopping. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 31, 304-312.
- [7] Lindgaard, G., Fernandes, G., Dudek, C., & Brown, J. (2006). Attention web designers: You have 50 milliseconds to make a good first impression! *Behaviour & Information Technology*, 25(2), 115-126.
- [8] ชูพิยา เจาะอรัง. (2547). การเชื่อมโยงสีกับสภาวะอารมณ์ของวัยรุ่นตอนปลายและผู้ใหญ่ตอนต้น. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, คณะจิตวิทยา, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [9] Natchaphon B. (2566). Gen B, Gen X, Gen Y และ Gen Z อยู่ในกลุ่มอายุเท่าไร แต่ละเจนมีความแตกต่างอย่างไร. สืบค้นจาก <https://www.sanook.com/campus/1401267/>.

เว็บแอปพลิเคชันว่าจ้างและซื้อขายงานศิลปะออนไลน์ Artnork

WEB APPLICATION FOR ARTWORK SELLING AND HIRING ONLINE: ARTNORK

ธีระพงษ์ บุญเครือ

Teerapong Bunkrue

สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ประเทศไทย

Department of Computer Science,

Faculty of Science and Technology,

Thammasat University, Thailand

teerapong.bun@dome.tu.ac.th

อรจิรา สิทธิศักดิ์

Onjira Sitthisak

สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ประเทศไทย

Department of Computer Science,

Faculty of Science and Technology,

Thammasat University, Thailand

onjira@tu.ac.th

บทคัดย่อ — ในปัจจุบันการซื้อขายสินค้าบนอินเทอร์เน็ตมีความสำคัญ ผู้วิจัยจึงพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันให้ผู้ใช้งานสามารถแสดงผลงานศิลปะของตัวเอง และสามารถซื้อขายสินค้าได้ อีกทั้งยังรองรับระบบคิวเมื่อศิลปินเปิดรับการว่าจ้างงานได้

เว็บแอปพลิเคชันว่าจ้างซื้อขายงานศิลปะออนไลน์: Artnork ถูกพัฒนาขึ้นโดยมีการประยุกต์หลักการของปฏิสัมพันธ์ระหว่างคอมพิวเตอร์กับมนุษย์ (Human Computer Interaction: HCI) มาใช้ในการสร้างเว็บไซต์เพื่อให้สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้บริการและผู้ให้บริการงานศิลปะได้เป็นอย่างดี ศิลปินสามารถจัดการส่วนของร้านค้า และส่วนของการว่าจ้างงานได้ในส่วนของผู้ใช้ทั่วไปสามารถใช้งานฟังก์ชันการซื้อของบนร้านค้าได้และมีคัมบังบอร์ดสำหรับการจัดการระบบคิวเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเห็นระบบคิวของผู้รับจ้างได้ทันทีโดยไม่ต้องติดต่อซึ่งกันและกัน

คำสำคัญ — ศิลปิน, เว็บแอปพลิเคชัน, ปฏิสัมพันธ์ระหว่างคอมพิวเตอร์กับมนุษย์, คัมบังบอร์ด

ABSTRACT — Nowadays, online trading has become important. Therefore, the researcher has developed a web application that allows users to showcase their artwork and buy or sell products. Additionally, it supports a queue system when artists open for commissions.

The Web application for artwork selling and hiring online: Artnork. Artnork was developed by applying principles of Human-Computer Interaction (HCI) to design a website that effectively meets the needs of both service users and art providers. Artists can manage their shop sections and commission requests, while general users can use the shopping functions on the store. Additionally, there is a Kanban board for managing the queue system, allowing users to immediately view the queue status of the service providers without needing to directly contact each other.

Keywords — art, web application, human computer interaction, kanban board

1. บทนำ

ธุรกิจของดิจิทัลอาร์ตส์ได้พัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็วและกว้างขวาง การแสดงผลงานต่าง ๆ นั้นสามารถกระทำได้ทั้งในรูปแบบการจัดแสดงนิทรรศการ การจัดจำหน่ายผ่านทางกิจกรรมต่าง ๆ ที่ถูกจัดขึ้น หรือในกลุ่มชุมชนออนไลน์บนเว็บไซต์เพื่อพูดคุยแลกเปลี่ยนผลงานของแต่ละคน อย่างไรก็ตาม เว็บไซต์ในปัจจุบันนั้นยังไม่สามารถตอบสนองความต้องการของศิลปินในส่วนของงานจัดการงานและคิวได้ ทำให้ศิลปินขาดแหล่งทำการแลกเปลี่ยนสินค้าหรือบริการ [1]

จากความต้องการดังกล่าวมีผู้พัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน เช่น เว็บไซต์ <https://ko-fi.com/> [2] เป็นระบบการบริจาค โดยเป็นการให้เงินกับผู้สร้างผลงานโดยตรงกับร้านค้าที่ให้ผู้นำเสนอผลงานนั้นสามารถขายสินค้าของตัวเองได้ นอกจากนี้เว็บไซต์ <https://fastwork.co> [3] เป็นระบบว่าจ้างงานเป็นหลักไม่มีส่วนของระบบร้านค้าเหมือนเว็บไซต์ก่อนหน้านี้ ซึ่งเว็บไซต์นี้ทำหน้าที่เป็นตัวกลางระหว่างผู้สร้างผลงานและผู้ให้ที่สนใจจ้างให้ออกแบบผลงานตามสไตล์หรือความต้องการของผู้จ้างตามแต่ละประเภทหรือเว็บไซต์ <https://skeb.jp/> [4] นั้นจะเป็นระบบว่าจ้างงานที่คล้ายกัน แต่เน้นการสื่อสารระหว่างผู้สร้างผลงานและผู้จ้างให้น้อยที่สุด

ซึ่งเว็บไซต์ดังกล่าวมาทั้งหมด ยังไม่สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้ทั้งการซื้อขายสินค้าและการจัดการระบบคิว ผู้วิจัยจึงพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันว่าจ้างซื้อขายงานศิลปะออนไลน์: Artnork ขึ้นมาเพื่อเป็นการตอบสนองความต้องการของผู้ใช้บริการและผู้สร้างงานศิลปะ โดยมีระบบร้านค้าเพื่อการซื้อและขายของผู้ใช้ทั้งสองฝ่าย และยังมีส่วนของคัมบังบอร์ดสำหรับการจัดการระบบคิวเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเห็นระบบคิวของผู้สร้างงานศิลปะได้ทันทีโดยไม่ต้องติดต่อซึ่งกันและกันโดยตรง

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างคอมพิวเตอร์กับมนุษย์ (Human Computer Interaction :HCI)

คือการศึกษาการปฏิสัมพันธ์ระหว่างคนที่เป็นผู้ใช้กับคอมพิวเตอร์ โดยเป็นการศึกษาที่เชื่อมโยงกันของหลาย ๆ ศาสตร์รวมเข้าด้วยกัน อาทิเช่น

วิทยาการคอมพิวเตอร์, จิตวิทยา, การออกแบบทางด้านกราฟิก, สรีระศาสตร์, วิศวกรรมศาสตร์ เป็นต้น [5]

การปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับคอมพิวเตอร์จะประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก 3 อย่าง ดังนี้

- ผู้ใช้หรือมนุษย์ (User or Human) โดยจะนำเอาการรับรู้ของผู้ใช้ซึ่งแต่ละคนจะมีความถนัด หรือความคุ้นชินที่ไม่เหมือนกัน
- คอมพิวเตอร์ (Computer) ในที่นี้จะหมายถึงระบบต่าง ๆ รวมไปถึงเครื่องจักรกลหรือระบบอัตโนมัติ
- ปฏิสัมพันธ์ (Interactive) คือการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้งานกับคอมพิวเตอร์ เช่น การที่ผู้ใช้สามารถมองเห็นข้อความจากหน้าจอคอมพิวเตอร์ การรับข้อมูลจากผู้ใช้งานอุปกรณ์เสริมของคอมพิวเตอร์ เช่น การกดปุ่มของคีย์บอร์ด การคลิกของเมาส์

ในการใช้งานของ HCI จำเป็นต้องมีการออกแบบทั้ง ประสบการณ์ของผู้ใช้ (User Experience: UX) และ ส่วนประสานงานของผู้ใช้ (User Interface: UI) ที่ดี ที่จะสามารถทำให้ผู้ใช้งานและคอมพิวเตอร์สามารถเข้าใจความต้องการของทั้งสองฝ่าย ซึ่งแต่ละคนจะมีแนวคิดในการออกแบบที่แตกต่างกันออกไป เน้นผู้ใช้เป็นศูนย์กลาง โดย Jakob Nielsen [6] ได้เขียนแนวคิดของการออกแบบที่มีชื่อว่า Nielsen's 10 Heuristics กฎเหล่านี้เป็นคำแนะนำการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้ให้ใช้งานได้ง่ายและมีประสิทธิภาพ รายละเอียดกฎ 10 ข้อ ได้แก่

- 1.การออกแบบควรแจ้งให้ผู้ใช้ได้รับทราบสถานะการทำงานของระบบขณะที่ผู้ใช้กำลังกระทำอะไรบางอย่างกับระบบ สถานะการทำงานของระบบอาจจะแจ้งให้ผู้ใช้ทราบในรูปแบบของผลป้อนกลับ(feedback)
- 2.การออกแบบควรใช้ภาษาที่ผู้ใช้คุ้นเคย สำหรับกรณีนี้ผู้ใช้สามารถช่วยผู้ออกแบบในการพิจารณาคำศัพท์ที่ไม่คุ้นเคยได้
- 3.การออกแบบควรมีช่องทางให้ผู้ใช้เลือกในกรณีที่มีความผิดพลาดเกิดขึ้นหรือกรณีที่ผู้ใช้ต้องการยกเลิกงานบางอย่างโดยที่ผู้ใช้ไม่ต้องทำอะไรเพิ่มเติม ตัวอย่างเช่นการมีปุ่ม undo หรือ redo เป็นต้น
- 4.การออกแบบควรเป็นรูปแบบเดียวกันและจัดวางตำแหน่งให้ไปในทิศทางเดียวกัน เช่น ปุ่มควบคุมการทำงานของระบบควรมีรูปแบบเหมือนกัน เป็นต้น
- 5.การออกแบบควรป้องกันความผิดพลาดที่จะเกิดขึ้น ความผิดพลาดที่จะเกิดขึ้นมี 2 ลักษณะได้แก่ ความผิดพลาดที่เกิดจากความไม่ตั้งใจของผู้ใช้และความผิดพลาดที่เกิดจากความเข้าใจผิดของผู้ใช้ ตัวอย่างของการป้องกันความผิดพลาดเช่น มีตัวอย่างข้อมูลแสดงให้ผู้ใช้เห็นสำหรับการบันทึกข้อมูลเข้าสู่ระบบ หรือการมีข้อความยืนยันให้ผู้ใช้ก่อนที่จะมีการลบข้อมูลจริง เป็นต้น
- 6.การออกแบบควรลดภาระการจำข้อมูลของผู้ใช้สำหรับการทำงานกับระบบ ตัวอย่างเช่น การอำนวยความสะดวกด้วยเครื่องมือที่เป็นช่องเลือกแบบดึงลง(drop-down list box) เพื่อแสดงข้อมูลที่ผู้ใช้ต้องการบันทึก เป็นต้น
- 7.การออกแบบควรมีความยืดหยุ่นและมีประสิทธิภาพ เช่น การมีปุ่มทางลัด(shortcut) ให้กับผู้ใช้ที่มีความเชี่ยวชาญ เป็นต้น
- 8.การออกแบบควรแสดงเฉพาะข้อมูลที่เกี่ยวข้องและจำเป็นเท่านั้น

9.การออกแบบควรแสดงข้อความให้ผู้รับทราบในกรณีที่มีความผิดพลาดเกิดขึ้น ข้อความที่แสดงควรระบุสาเหตุและวิธีแก้ไขปัญหาให้กับผู้ใช้ได้รับทราบ

10.การออกแบบควรมีส่วนของเอกสารที่ทำให้ผู้ใช้เข้าใจการทำงานของระบบ สิ่งนี้จะต้องให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงได้ง่าย ตัวอย่าง การทำเป็นรายการเชื่อมโยงให้กับผู้ใช้ เป็นต้น

2.2 คัมบังบอร์ด (Kanban Board)

คือ เครื่องมือที่มีไว้จัดการการบริหาร ที่อยู่ในรูปแบบกระดานและการ์ด ซึ่งออกแบบมาเพื่อให้เห็นภาพและการดำเนินงานทั้งหมด ทั้งส่วนของงานที่กำลังเสร็จแล้ว งานที่กำลังดำเนินการอยู่ และงานที่ยังวางแผนไว้ว่ากำลังจะทำ โดยจะมีการแบ่งส่วนของกระดานออกเป็นคอลัมน์ แล้วกำหนดแต่ละคอลัมน์เป็นขั้นตอนการทำงาน อาทิเช่น Backlog, To Do, Doing, Done เป็นต้น [7]

คัมบังบอร์ดมีแนวคิดพื้นฐานที่ช่วยให้แต่ละฝ่ายสามารถเห็นส่วนของงานทั้งหมด ทั้งงานที่กำลังเข้ามา และส่วนของงานที่ส่งออกไปให้ส่วนอื่นได้ทำต่อ เมื่อแต่ละฝ่ายทำงานเสร็จแล้วก็จะมารวมเป็นงานชิ้นเดียวกัน โดยทุกคนสามารถติดตามส่วนของงานได้ คัมบังบอร์ดจึงเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ทั้งทีมมองเห็นจำนวนของงานทั้งหมด การดำเนินงานของงานแต่ละส่วน โดยช่วยให้ทุกคนสามารถมองเห็นภาพรวมของงานไปในทางเดียวกัน

2.3 เว็บแอปพลิเคชัน (Web Application)

คือ แอปพลิเคชันที่ถูกเขียนมาเพื่อเป็นบราวเซอร์สำหรับการใช้งานเว็บเพจต่าง ๆ เพื่อเป็นการลดทรัพยากรในการประมวลผล จึงมีหน้าตาที่ดูเรียบง่าย ไม่ซับซ้อน อีกทั้งยังทำให้ผู้ใช้สามารถใช้งานได้จากเว็บเบราว์เซอร์ได้โดยตรง ไม่จำเป็นต้องลงโปรแกรมเพิ่มเติมเพื่อใช้งาน [8]

2.4 แอปพลิเคชันที่เกี่ยวข้อง

Ko-fi เป็นเว็บไซต์ที่ผู้ใช้งานทั่วไปหรือสมาชิกสามารถสนับสนุนผู้สร้างผลงานได้โดยตรง โดยฟังก์ชันหลักของเว็บไซต์นี้จะให้ผู้ใช้สามารถใส่ผลงานของตัวเองให้ผู้ใช้งานเว็บไซต์ท่านอื่นสามารถติดตามหรือสนับสนุนได้ โดยผู้สนับสนุนสามารถบริจาคเงิน (Donate) แก่ผู้สร้างผลงานได้โดยตรงซึ่งใช้คำว่า "ซื้อกาแฟ" โดยราคาของกาแฟนั้นจะขึ้นอยู่กับผู้สร้างกำหนดไว้ซึ่งเงินที่ผู้สนับสนุนให้นั้นจะเข้าสู่ผู้สร้างผลงานโดยตรงและไม่มีค่าธรรมเนียม นอกจากนั้นแล้วผู้สร้างผลงานสามารถสร้างรายได้จากทางอื่น เช่น การสมัครเป็นสมาชิกภาพ (Membership), การว่าจ้างผลิตผลงาน (Commission), หรือการขายสินค้าต่าง ๆ (Shop) ส่วนฟังก์ชันอื่น ๆ เช่น การแสดงข้อมูลหรือผลงานรวมถึงโพสต์ต่าง ๆ ของผู้สร้างผลงาน

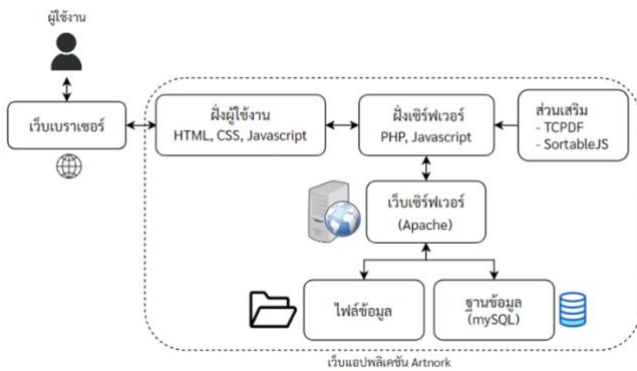
Fastwork เป็นเว็บไซต์ที่มีการรวบรวมผู้ใช้งานที่เป็นฟรีแลนซ์จากหลาย ๆ หมวดหมู่ เช่นทางด้านกราฟิกดีไซน์ การเขียนและแปลภาษา การตลาดและโฆษณา เป็นต้น เพื่อให้สมาชิกทั่วไปสามารถหาฟรีแลนซ์ในส่วนที่ตัวเองสนใจได้ โดยในส่วนของการกราฟิกดีไซน์นั้นมีการแบ่งเป็นส่วนย่อยลงไปอีก อาทิเช่น ออกแบบโลโก้ ภาพปกออกแบบตัวละคร ออกแบบฉากสินค้า ออกแบบนามบัตร เป็นต้น โดยหลังจากสมาชิกทั่วไปหาฟรีแลนซ์เพื่อทำการว่าจ้างแล้วจะมีการพูดคุยกับฟรีแลนซ์คนนั้น ๆ โดยตรง เพื่อทำการเสนอราคา และการจ่ายเงินต่อไป ซึ่งเว็บไซต์จะช่วยอำนวยความสะดวกในการเป็นตัวกลางในการพูดคุยสื่อสาร และทางด้าน การถ่ายโอนเงินระหว่างลูกค้าและฟรีแลนซ์

Skeb เป็นเว็บไซต์ที่ผู้ใช้งานสามารถว่าจ้างผลิตผลงานกับผู้ผลิตได้โดยตรง โดยจุดเด่น คือจะไม่มีการติดต่อกันและกันนอกจากข้อความเกี่ยวกับการว่าจ้าง ซึ่งเว็บไซต์หน้าหลักจะรวบรวมผลงานต่าง ๆ ซึ่งมีทั้งงานศิลป์, งานเสียง, บทความ, วิดีโอ, เพลง, คำแนะนำต่าง ๆ ที่เป็นสาธารณะให้ผู้ใช้งานทั่วไปสามารถเข้าไปดูและสามารถว่าจ้างผลงานได้ด้วยตนเองได้ โดยผู้ใช้งานสามารถจ่ายผ่านบัตรเครดิต/เดบิตพร้อมแนบเนื้อหาที่ต้องการให้ผู้สร้างผลงานนั้น จากนั้นผู้สร้างผลงานจะเลือกว่าจะยอมรับหรือปฏิเสธค่าขอ หากยอมรับผู้สร้างงานจะทำงานที่ผู้ว่าจ้างมอบหมายให้ จากนั้นจะส่งโพสต์ผลลัพธ์ไปยังโปรไฟล์ของตัวเอง

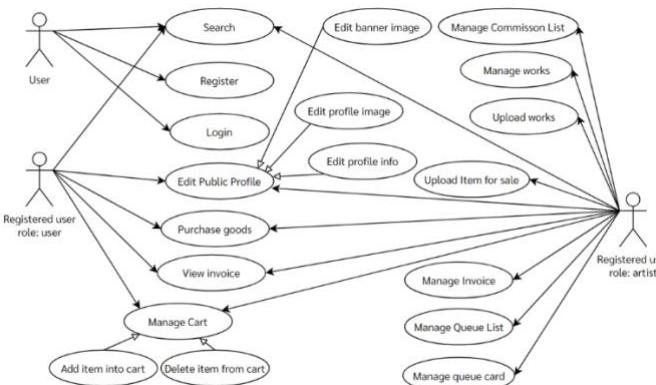
3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1. สถาปัตยกรรมของระบบ

รูปที่ 1 แสดงสถาปัตยกรรมของระบบ โดยผู้ใช้งานเข้าถึงเว็บแอปพลิเคชันผ่านทางเว็บเบราว์เซอร์จากคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้ หลังจากนั้นผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงและใช้งานฟังก์ชันของเว็บไซต์ส่วนต่าง ๆ จากการแสดงผลจากส่วนของฝั่งผู้ใช้งาน โดยมี HTML, CSS และ Javascript เป็นส่วนประกอบ โดยข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้รับจากผู้ใช้งาน หากมีการบันทึกข้อมูลภายในเซิร์ฟเวอร์ ข้อมูลจะถูกส่งผ่านโดย PHP หรือ Javascript และถูกบันทึกเป็นรูปแบบไฟล์ หรือในฐานข้อมูลของ MySQL โดยมีส่วนเสริมหลัก ๆ 2 ส่วน คือ TCPDF เพื่อแสดงหน้าเว็บไซต์ให้อยู่ในรูปแบบสกุลไฟล์ pdf กับ SortableJS เพื่อสามารถลากการ์ดคิวในส่วนของคิวได้อย่างอิสระ



รูปที่ 1. สถาปัตยกรรมของระบบ



รูปที่ 2. แผนภาพกรณีการใช้งาน

3.2. การทำงานของระบบ

ระบบในเว็บแอปพลิเคชันนั้นผู้ใช้งานสามารถสมัครสมาชิกโดย สมาชิกแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ ผู้ใช้ทั่วไป และศิลปิน ดังรูปที่ 2 ซึ่งทั้งสองประเภท

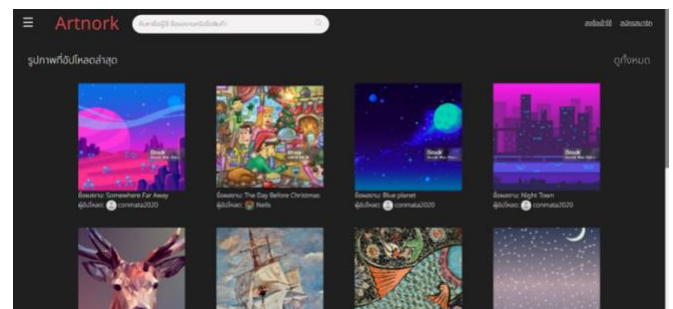
จะมีข้อแตกต่างกันตรงที่ ศิลปินสามารถจัดการส่วนของร้านค้า และส่วนของการว่าจ้างงานได้ ในส่วนของผู้ใช้ทั่วไปไม่สามารถแก้ไขการจัดการส่วนของร้านค้า แต่จะยังคงสามารถใช้งานฟังก์ชันการซื้อของบนร้านค้าได้ อย่างไรก็ตามผู้ใช้ทั่วไปสามารถเปลี่ยนไปเป็นศิลปินได้ตลอดเวลา

ผู้ใช้งานทั้งสองประเภทสามารถเข้าถึงและแก้ไขในส่วนของรายละเอียดของโปรไฟล์ของแต่ละคนที่อยู่ในรูปแบบสาธารณะและสามารถแก้ไขในส่วนรายละเอียดบัญชีที่เป็นส่วนตัว ผู้ใช้สามารถเลือกสินค้าและทำการซื้อจากร้านค้า และมีระบบใส่สิ่งของลงในรถเข็น ซึ่งเมื่อทำการสั่งซื้อเรียบร้อยแล้วระบบจะแสดงใบแจ้งราคาเพื่อให้ผู้ซื้อสามารถจ่ายเงินไปยังผู้ขายได้โดยตรงผ่านทางออนไลน์ โดยบัญชีผู้ขายเป็นบัญชีที่รับเงิน เมื่อศิลปินเข้าถึงระบบการจัดการการว่าจ้างงาน ศิลปินสามารถเพิ่มรายละเอียดเกี่ยวกับการว่าจ้างงาน และในส่วนของบริษัทของตัวเองได้

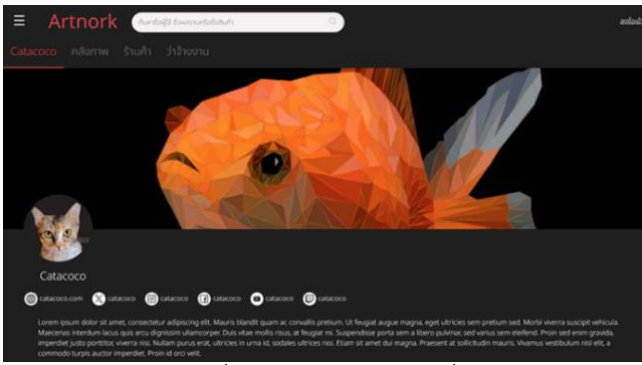
เว็บแอปพลิเคชันนี้มี 4 ฟังก์ชันใหญ่ ประกอบด้วย

1. ฟังก์ชันแสดงโปรไฟล์ โดยจะแสดงรูปแทนตัว รูปแบบเนอร์ และรายละเอียดกับช่องทางติดต่อของผู้ใช้แต่ละคน
2. ฟังก์ชันคลังภาพ จะแสดงรูปภาพทั้งหมดที่อัปโหลดที่เป็นสาธารณะ ซึ่งรูปที่ตั้งค่าไว้เป็นส่วนตัวมีเพียงผู้ใช้ที่อัปโหลดรูปเท่านั้นที่จะมองเห็นได้
3. ฟังก์ชันร้านค้า จะแสดงสินค้าตามที่ใช้ทำการขายของ ซึ่งจะรวมถึงระบบรถเข็นและระบบใบแจ้งราคา
4. ฟังก์ชันว่าจ้างงาน จะแสดงในโปรไฟล์ของผู้ใช้แต่ละคนเกี่ยวกับการเปิดรับว่าจ้างงาน ซึ่งรวมถึงระบบคิวด้วย

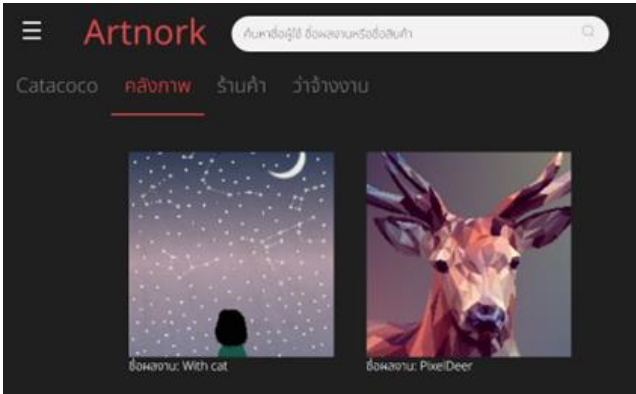
เมื่อเริ่มต้นการใช้งาน แอปพลิเคชันแสดงหน้าหลักดังรูปที่ 3 ผู้ใช้ทั่วไปสามารถเข้าไปดูส่วนของหน้าโปรไฟล์ ดังรูปที่ 4 รูปที่ 5 แสดงคลังภาพของผู้ใช้ ร้านค้าต่าง ๆ มีการแสดงหน้าหลักดังรูปที่ 6 หรือระบบรับจ้างของแต่ละคนดังรูปที่ 7 สำหรับระบบจัดการคิวแสดงดังรูปที่ 8 หากผู้ใช้ต้องการเพิ่มคิวใหม่ สามารถกดปุ่มเพิ่มคิวใหม่และทำการกรอกชื่อและรายละเอียดดังรูปที่ 9 ผู้ใช้ประเภทศิลปินสามารถอัปโหลดรูปและเลือกใส่ลายน้ำได้ดังรูปที่ 10



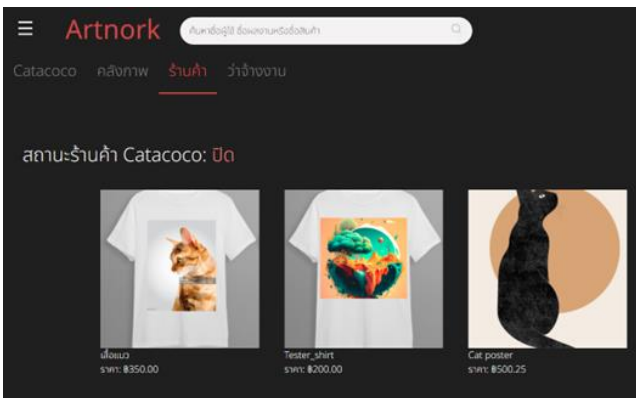
รูปที่ 3. หน้าหลักของแอปพลิเคชัน



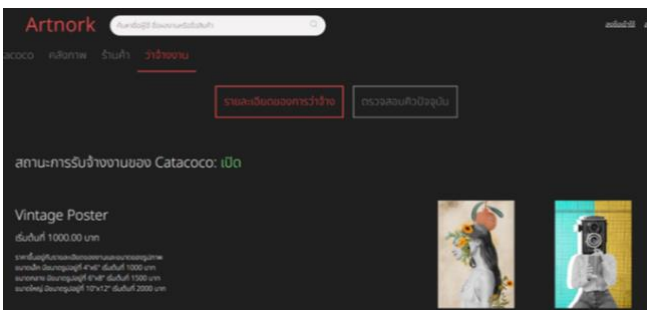
รูปที่ 4. หน้าโปรไฟล์ของผู้ใช้ชื่อ Catacoco



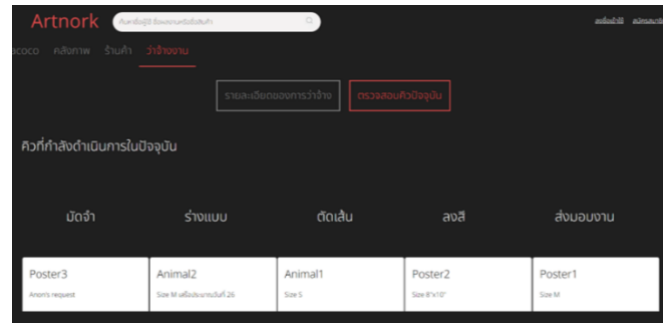
รูปที่ 5. หน้าคลังภาพ



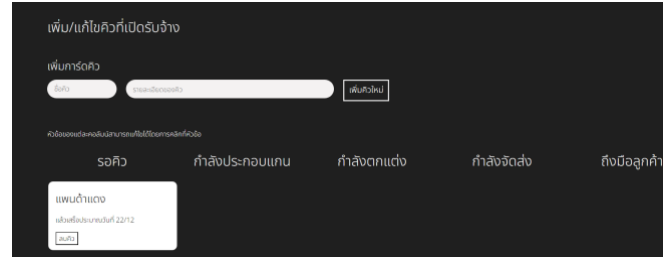
รูปที่ 6. หน้าแสดงหน้าร้านค้า



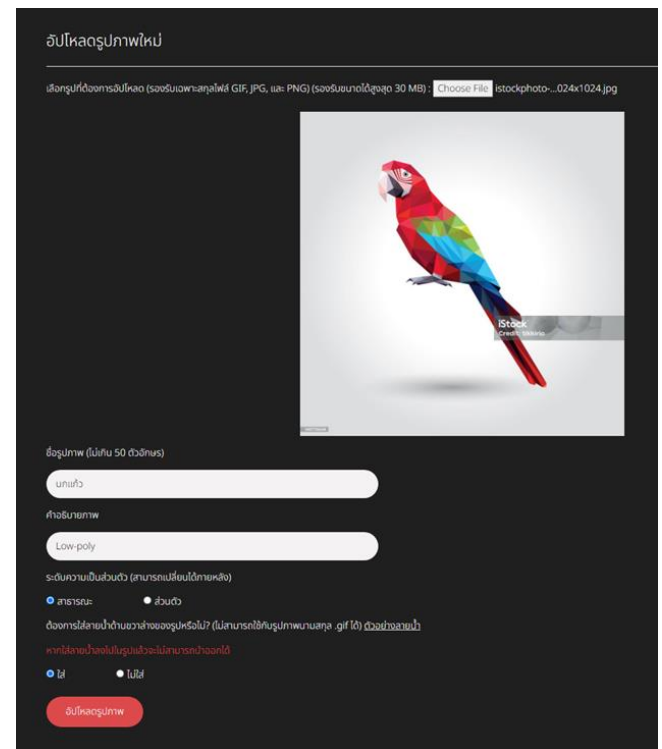
รูปที่ 7. หน้าว่าจ้างงาน



รูปที่ 8. หน้าคิวการรับงาน



รูปที่ 9. หน้าการเพิ่มการคิวงาน



รูปที่ 10. หน้าอัปโหลดรูปภาพพร้อมการใส่ลายน้ำ

4. ผลการทดลอง

เว็บแอปพลิเคชันว่าจ้างและซื้อขายงานศิลปะออนไลน์ Artnork ได้ให้ผู้ทดลองใช้งานแอปพลิเคชันจริง โดยมีจำนวนผู้ทดลองทั้งหมด 12 คน โดยผู้ทดลองช่วงอายุ 21-30 ปี ได้ทำการประเมินความพึงพอใจหลังทดลองใช้แอปพลิเคชันในการประเมิน โดยผู้วิจัยได้นำกฎ 10 ข้อข้างต้นมาพัฒนาเป็นแบบสอบถามและนำแบบสอบถามไปให้ผู้ทดลองใช้ระบบเป็นผู้ประเมิน โดยมีเกณฑ์คะแนนและการแปลผลดังนี้ 5 หมายถึง ดีมาก 4 หมายถึง ดี 3 หมายถึง พอใช้ 2 หมายถึง ควรปรับปรุง 1 หมายถึง ควรปรับปรุงเร่งด่วน สำหรับการแปลผลใช้เกณฑ์ 4.51– 5.00 หมายถึงดีมาก

3.51 – 4.50 หมายถึงดี 2.51 – 3.50 หมายถึงพอใช้ 1.51 – 2.50 หมายถึงต้องปรับปรุง จากผลการประเมินหลังการใช้งานของผู้ทดลองใช้แอปพลิเคชัน โดยผู้ทดลองช่วงอายุ 21-25 ปี จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 25% และอายุ 26-30 ปี 9 คน คิดเป็นร้อยละ 75% จากตารางที่ 1 สรุปผลการประเมิน พบว่าผู้ใช้ส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในการใช้งานแอปพลิเคชันมีค่าเฉลี่ย ($\bar{x} = 3.78$) อยู่ในระดับดีและการที่แอปพลิเคชันมีการกระจายตัวของข้อมูลน้อย ($SD=0.65$) จึงสรุปได้ว่า แอปพลิเคชันนี้ได้รับการตอบรับที่ดีจากผู้ทดลองใช้งาน อย่างไรก็ตามผู้วิจัยนำผลการประเมินดังกล่าวมาเป็นข้อเสนอแนะในการพัฒนาและทบทวนการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้ของระบบต่อไปในอนาคต

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบความพึงพอใจ

รายการการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ค่า S.D.	ระดับความพึงพอใจ
การออกแบบส่วนต่าง ๆ ของเว็บไซต์	3.75	0.59	ดี
ฟังก์ชันการใช้งานตอบสนองความต้องการของผู้ใช้	3.59	0.64	ดี
ความสะดวกในการใช้งาน	4.16	0.68	ดีมาก
สี อักษร ง่ายต่อการมองเห็น/ใช้งาน	4.08	0.64	ดีมาก
ความเร็วในการค้นคืนในการใช้งาน	3.5	0.86	ดี
ความพึงพอใจโดยรวม	3.58	0.49	ดี
ค่าเฉลี่ยโดยรวม	3.78	0.65	

5. สรุป

เว็บแอปพลิเคชันเป็นแพลตฟอร์มออนไลน์ที่เจาะกลุ่มศิลปินที่ต้องการแสดงผลงานต่าง ๆ และมีความต้องการขายสินค้าหรือบริการของศิลปินในรูปแบบออนไลน์ โดยตัวเว็บมีระบบต่าง ๆ ที่ตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ทั้งผู้ซื้อและผู้ขาย อาทิการอัปโหลดรูปให้อยู่ในหมวดคลังภาพ การอัปโหลดสินค้าให้อยู่ในหมวดร้านค้า การโพสต์รายละเอียดการว่าจ้างงานของศิลปิน ไปจนถึงการจัดระบบคิวของการว่าจ้างงาน ดังนั้นผู้วิจัยจึงพัฒนาแอปพลิเคชันว่าจ้างและซื้อขายงานศิลปินออนไลน์ Artnork ขึ้นมาเพื่อตอบสนองความต้องการของศิลปินและผู้ซื้อ จากผลการประเมินของผู้ทดลองใช้งาน พบว่าผู้ใช้งานมีความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ดี อย่างไรก็ตามเว็บแอปพลิเคชันนี้ยังจำเป็นต้องมีการปรับปรุงหรือเพิ่มระบบที่จำเป็นเพิ่มเติมให้เหมาะสม และตอบสนองความต้องการกับกลุ่มผู้ใช้งานที่หลากหลายให้มากขึ้น เช่น การตรวจสอบชื่อผู้ใช้ที่ทำการสมัครสมาชิกก่อนจะบันทึกเข้าสู่ระบบเพิ่มเติม เพื่อจะลดปัญหาเกี่ยวกับภาษาอื่น ๆ ที่ไม่ต้องการเป็นชื่อผู้ใช้ และแจ้งให้ผู้ทราบไว้ในหน้าสมัครสมาชิกว่าชื่อผู้ซื้อรองรับเพียงภาษาอังกฤษเท่านั้น อีกทั้งยังควรเพิ่มชื่อบัญชีในส่วนของหน้าแสดงใบแจ้งราคาสินค้า สำหรับกลุ่มผู้ใช้งานควรเพิ่มเติม ให้นำไปโพสต์สามารถเพิ่มรูปภาพเพิ่มเติม การเพิ่มระบบให้สามารถโต้ตอบระหว่างผู้ซื้อกับผู้ขายหรือศิลปินได้โดยตรง การอัปโหลดไฟล์ประเภทวีดิโอในหมวดคลังภาพ การอัปโหลดไฟล์หลายไฟล์ให้จัดเก็บเป็นอัลบั้มในการอัปโหลดครั้งเดียว การแจ้งเตือนผู้ขายหากมีผู้ซื้อสินค้า การยืนยันตัวตนก่อนเปิดร้านค้า เป็นต้น เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้ที่ครอบคลุมและหลากหลายมากยิ่งขึ้น และตอบสนองความต้องการต่อผู้ใช้จริงให้มากที่สุด

เอกสารอ้างอิง

- [1] วีเอสที อีซีเอส (ประเทศไทย) สืบค้นเมื่อ 7 สิงหาคม 2567, จาก <https://www.vstecs.co.th/th/index.php/product-details/2183-11-reasons-traditional-artists-should-give-digital-art.html>
- [2] Ko-fi.com. สืบค้นเมื่อ 7 สิงหาคม 2567, จาก <https://rakosell.com/en/blog/patreon-vs-ko-fi>
- [3] fastwork.co สืบค้นเมื่อ 7 สิงหาคม 2567, จาก <https://fastwork.co>
- [4] Skeb.jp สืบค้นเมื่อ 7 สิงหาคม 2567, จาก <https://www.online-station.net/entertainment/612695/>
- [5] วิวัฒน์ มีสุวรรณ. ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้เชิงธรรมชาติ. Journal of Education Naresuan University, 2015; 17(2), 183–191.
- [6] NN/g Nielsen Norman Group [Internet]. Accessed 2024 August 2. Available from: <https://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/>
- [7] Kanban Board เครื่องมือสุดล้ำจากญี่ปุ่นที่จะเปลี่ยนโลกการทำงานให้ดีขึ้น จากหน้ามือเป็นหลังมือ. (2565). สืบค้น 4 มีนาคม 2566, จาก <https://th.hrnote.asia/tips/kanban-board-220526/>
- [8] Korrawit Thachay. (2565). Web Application คืออะไร ทำไม่สามารถสร้างจุดเด่นให้ธุรกิจ. สืบค้น 2 มีนาคม 2566, จาก <https://exvention.co.th/web-application/>

ศึกษาแนวทางในการปรับบทบาทของพนักงานธนาคาร ในช่วงของการเปลี่ยนผ่าน และการเข้าสู่ธุรกรรมดิจิทัล

Study Guidelines for Adjusting the Roles of Bank Employees During the Period of Transition into Digital Transaction

1st ธาณิดา วรณรักษ์

Tharnida Wannaraksa

วิทยาลัยนวัตกรรมดิจิทัลเทคโนโลยี

College of Digital innovation technology

มหาวิทยาลัยรังสิต

Rangsit University

ปทุมธานี ประเทศไทย

Pathumthani Thailand

tharnida.w@gmail.com

2nd ปภังกร พิชญะธนกร

Papangkorn Pidchayathanakorn

วิทยาลัยนวัตกรรมดิจิทัลเทคโนโลยี

College of Digital innovation technology

มหาวิทยาลัยรังสิต

Rangsit University

ปทุมธานี ประเทศไทย

Pathumthani Thailand

papangkorn@rsu.ac.th

บทคัดย่อ — การถูกแทนที่ด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล หรือที่เรียกว่า “ดิจิทัลดิสรัปชัน” (Digital Disruption) ส่งผลให้การทำงานและการใช้บริการของผู้รับบริการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม สำหรับภาคธนาคาร ในช่วงที่ผ่านมามีพบว่าผู้รับบริการเข้าสู่ระบบออนไลน์เพิ่มขึ้น อีกทั้งมีการปรับลดธนาคารสาขาเป็นจำนวนมาก การดำเนินธุรกรรมผ่านธนาคารพาณิชย์ในรูปแบบดั้งเดิม จึงต้องปรับเปลี่ยนให้ตอบสนองทันต่อการเปลี่ยนแปลง งานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาหาทางธุรกรรมที่ไม่สามารถแทนที่พนักงานธนาคารด้วยเทคโนโลยีได้ และศึกษาแนวทางในการปรับบทบาทของพนักงานธนาคารในช่วงของการเปลี่ยนผ่าน และการเข้าสู่ธุรกรรมดิจิทัลอย่างเต็มรูปแบบในอนาคต โดยศึกษาจากการสัมภาษณ์เชิงลึกจาก 3 กลุ่ม (เจ้าหน้าที่ธนาคารระดับบริหาร ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ และผู้ให้บริการ) และการวิจัยเอกสาร พบว่ากลุ่มผู้รับบริการที่สามารถเข้าถึงเทคโนโลยีได้ จะสามารถทำธุรกรรมที่ไม่มีความซับซ้อนได้ด้วยตนเอง แต่ธุรกรรมที่มีความซับซ้อนยังมีความต้องการข้อมูลหรือต้องการสื่อสารแบบที่มีการโต้ตอบกับพนักงานธนาคารอยู่ สำหรับกลุ่มผู้รับบริการที่ไม่สามารถเข้าถึงเทคโนโลยีได้ พนักงานธนาคารจะยังมีบทบาทอยู่มากในทุกธุรกรรม สำหรับแนวทางในการปรับบทบาทของพนักงานธนาคารในช่วงของการเปลี่ยนผ่าน และการเข้าสู่ธุรกรรมดิจิทัลอย่างเต็มรูปแบบในอนาคตนั้น คือการพัฒนาเพื่อยกระดับทักษะที่เรามีให้ดีกว่าเดิม (Upskill) และ การสร้างทักษะขึ้นมาใหม่ที่จะจำเป็นต่อการทำงาน (Reskill) โดยพนักงานธนาคารในยุคธนาคารดิจิทัล ต้องมีทักษะทั้งในด้านเทคนิค (Hard Skill) และทักษะเชิงสังคมการทำงาน (Soft Skill)

คำสำคัญ — Digital Disruption, Digital Transactions, e-Payment, Internet & Mobile Banking, Upskill & Reskill

ABSTRACT — Digital disruption has transformed the banking industry, driving a shift from traditional services to online platforms and reducing physical bank branches. This research examines which

banking transactions cannot be fully automated and explores how bank employees' roles should adapt during and after this transition. Through in-depth interviews with bank executives, IT personnel, and service providers, as well as document analysis, the study found that tech-savvy customers can manage simple transactions on their own. However, complex transactions still require direct interaction with bank employees for additional information or guidance. Bank employees continue to be vital in all transactions for customers without access to technology. Bank employees must undergo upskilling and reskilling to effectively manage this digital shift. In the digital banking era, they need both technical (hard skills) and interpersonal (soft skills) to meet the evolving needs of the industry.

Keywords — Digital Disruption, Digital Transactions, e-Payment, Internet & Mobile Banking, Upskill & Reskill

1. บทนำ

ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีช่วยอำนวยความสะดวกในการดำเนินชีวิตประจำวันมากขึ้น โดยเฉพาะเทคโนโลยีด้านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่มีการพัฒนาในรูปแบบที่หลากหลายและครอบคลุมหลายพื้นที่ให้บริการ ส่งผลให้วิถีชีวิตหรือไลฟ์สไตล์ (Lifestyle) เปลี่ยนแปลงตามไปด้วย อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในรูปแบบต่าง ๆ โดยเฉพาะสมาร์ทโฟน (Smart Phone) ได้กลายเป็นอุปกรณ์สำคัญที่ทำให้ผู้ใช้งานมีความสะดวกและรวดเร็วในการเข้าถึงบริการในด้านต่างๆ มากขึ้น [1] [2] [3] [4]

การเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากเทคโนโลยีดิจิทัล (Digital Technology) หรือที่เรียกว่า “ดิจิทัลดิสรัปชัน” (Digital Disruption) ทำให้เกิดรูปแบบธุรกิจแพลตฟอร์ม และนวัตกรรมใหม่ ที่มีการนำเทคโนโลยีดิจิทัลมาใช้ ทำให้การทำงานหรือการให้บริการมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม

เช่นเดียวกับภาคธนาคาร ซึ่งกำลังอยู่ในขั้นของการเปลี่ยนผ่าน หรือ กระบวนการก้าวไปสู่สังคมไร้เงินสด (Cashless Society) ภายใต้การผลักดันของภาครัฐ ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีและการสื่อสาร [5] รวมถึงพฤติกรรมด้านการเงินและการธนาคารของผู้รับบริการที่เข้าสู่ระบบออนไลน์เพิ่มขึ้น [6] ซึ่งจะเห็นได้จากปริมาณการชำระเงินทางอิเล็กทรอนิกส์ (e-Payments) ในปี พ.ศ. 2566 ที่สูงถึง 528 ครั้ง/คน/ปี เมื่อเทียบกับปี พ.ศ. 2565 ที่มีเพียง 425 ครั้ง/คน/ปี [7] นอกจากนี้ยังพบว่าในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ. 2561 – 2566) ธนาคารสาขาในประเทศถูกปิดตัวไปแล้วกว่า 1,653 สาขา [8] การดำเนินธุรกรรมผ่านธนาคารพาณิชย์ในรูปแบบดั้งเดิม (Traditional Bank) ที่ให้บริการผ่านธนาคารสาขาหรือเคาน์เตอร์ธนาคาร มีการปรับเปลี่ยนรูปแบบมาสู่การให้บริการธุรกรรมรูปแบบใหม่เพื่อตอบสนองให้ทันต่อเทคโนโลยี ทั้งการให้บริการผ่านอินเทอร์เน็ตและสมาร์ตโฟน (Internet & Mobile Banking) หรือรูปแบบอื่น ๆ โดยไม่ต้องติดต่อผ่านพนักงานธนาคาร รวมไปถึงพฤติกรรมของผู้รับบริการและความคาดหวังในการให้บริการของพนักงานธนาคาร เมื่อมีการเข้ามาแทนที่ของเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงไป การปรับบทบาทของพนักงานธนาคารให้ตอบสนองต่อความต้องการของผู้รับบริการในยุคที่ธุรกรรมดิจิทัลเข้ามาแทนที่การให้บริการที่ดำเนินการอยู่ในปัจจุบัน จึงมีความสำคัญอย่างมาก ทั้งในช่วงของการเปลี่ยนผ่าน และการเข้าสู่การดำเนินการธุรกรรมดิจิทัลที่จะเกิดขึ้นอย่างเต็มรูปแบบในอนาคต [9]

จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่ามีการศึกษาเกี่ยวกับการปรับตัวของสถาบันการเงินไทยเพื่อเป็นธนาคารดิจิทัล [10] การเปลี่ยนผ่านทางดิจิทัลของธุรกิจทางการเงินเพื่อยกระดับความสามารถทางการแข่งขันองค์กร [11] การเปลี่ยนแปลงทางดิจิทัลต่อการพัฒนารูปแบบธุรกิจธนาคารในประเทศไทย [12] ซึ่งมุ่งเน้นไปที่ปรับตัวขององค์กรในภาคการเงินหรือการธนาคารเป็นหลัก แต่อย่างไรก็ตามยังไม่มีงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบต่อพนักงานธนาคารที่เป็นหนึ่งในองค์ประกอบของภาคธนาคารว่าในช่วงของการเปลี่ยนผ่านธุรกรรมดิจิทัลนั้น มีงานธุรกรรมใดบ้างที่เทคโนโลยีสามารถมาแทนที่และไม่สามารถแทนที่พนักงานธนาคารได้ รวมถึงยังไม่มีการศึกษาเกี่ยวกับการปรับบทบาทของพนักงานธนาคารเมื่อมีการเปลี่ยนผ่านเข้าสู่ธุรกรรมดิจิทัลหรือธนาคารดิจิทัลว่าควรมีแนวทางในการปรับบทบาทนั้นอย่างไร ซึ่งจะช่วยให้เห็นภาพการให้บริการของธนาคารไปจนถึงการขับเคลื่อนทางเศรษฐกิจในอนาคต และเป็นแนวทางให้พนักงานธนาคารสามารถปรับตัวเพื่อรองรับการเปลี่ยนผ่านดังกล่าวได้

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 วิเคราะห์หางานธุรกรรมที่ไม่สามารถแทนที่พนักงานธนาคารด้วยเทคโนโลยีได้

2.2 ศึกษาแนวทางในการปรับบทบาทของพนักงานธนาคาร ในช่วงของการเปลี่ยนผ่าน และการเข้าสู่ธุรกรรมดิจิทัลอย่างเต็มรูปแบบในอนาคต

3. วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางในการปรับบทบาทของพนักงานธนาคารในช่วงของการเปลี่ยนผ่าน และการเข้าสู่ธุรกรรมดิจิทัลอย่างเต็มรูปแบบในอนาคต ซึ่งจะทำให้เห็นภาพของการปรับบทบาท

ของพนักงานธนาคารและในงานประเภทอื่นที่จะถูกแทนที่ด้วยเทคโนโลยีในอนาคต

3.1 วิธีการวิจัย

การวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative research) ซึ่งผู้วิจัยใช้วิธีการวิจัย 2 วิธี [13] คือ

- 1) การวิจัยสนทนา (Filed research) สัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth Interview) ด้วยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling)
- 2) การวิจัยเอกสาร (Documentary research)

3.2 กลุ่มตัวอย่างสัมภาษณ์เชิงลึก ด้วยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) [14] [15]

ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์เชิงลึกในกลุ่มตัวอย่าง 3 กลุ่ม ประกอบด้วย

- กลุ่มที่ 1: เจ้าหน้าที่ธนาคารระดับบริหาร 3 คน
- กลุ่มที่ 2: เจ้าหน้าที่ธนาคารด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ 1 คน
- กลุ่มที่ 3: เจ้าหน้าที่ธนาคารผู้ให้บริการ 4 คน

3.3 การวิจัยเอกสาร (Documentary research) เป็นการศึกษาค้นคว้าและรวบรวมแนวคิดและข้อมูลต่าง ๆ จากเอกสารที่เกี่ยวข้อง

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการสัมภาษณ์เชิงลึก

4.1.1 งานบริการที่มีการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการให้บริการ หรืองานบริการที่ปรับเปลี่ยนมาสู่การทำธุรกรรมในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์

ทุกธนาคารล้วนมีการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการให้บริการ โดยงานบริการที่มีการนำเทคโนโลยีมาใช้ อาทิ บริการฝาก-ถอนเงิน บริการถอนเงินไม่ใช้บัตร บริการซื้อขายกองทุน บริการเปิดบัญชี บริการซื้อ-ขายกองทุน บริการแลกเปลี่ยนเงินตรา ไปจนถึงบริการด้านการลงทุนต่าง ๆ ซึ่งนอกจากการให้บริการแก่ผู้รับบริการผ่าน Internet Banking และ Mobile Banking (แอปพลิเคชัน) แล้ว ยังมีการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการทำงานของเจ้าหน้าที่ อาทิ การอ่านข้อมูลจากบัตรประจำตัวประชาชน (Smart Card Reader) การใช้ระบบปฏิบัติการสำหรับเจ้าหน้าที่ผ่านอุปกรณ์ไอแพด (iPad) ในการบันทึกและตรวจสอบข้อมูลสำหรับการอนุมัติสินเชื่อ

4.1.2 ความคาดหวังของพนักงานธนาคารต่อการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการให้บริการหรือการปรับเปลี่ยนมาสู่การทำธุรกรรมในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์

พนักงานธนาคารในทุกระดับต่างคาดหวังให้การนำเทคโนโลยีมาใช้ ทำให้การทำงานของพนักงานธนาคารมีความสะดวกและรวดเร็วยิ่งขึ้น รวมไปถึงการแบ่งเบางานด้านเอกสาร การลดความแออัดของการให้บริการ ณ ธนาคารสาขาลงได้ แต่อย่างไรก็ตามยังต้องตอบโจทย์ความต้องการของผู้รับบริการ โดยเฉพาะด้านประสิทธิภาพ ความถูกต้อง แม่นยำ ไม่เกิดข้อผิดพลาดในการทำธุรกรรม และมีความปลอดภัยในการใช้บริการ

4.1.3 ประโยชน์ของการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการให้บริการหรือการปรับเปลี่ยนมาสู่การทำธุรกรรมในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์

ประโยชน์ในการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการให้บริการเกิดขึ้นทั้งในส่วนของผู้รับบริการ ที่มีช่องทางการใช้บริการที่หลากหลายและเลือกได้ตามความสะดวก จากเดิมที่ต้องเดินทางมาติดต่อ ณ ธนาคารสาขา ถูกแทนที่ด้วยเทคโนโลยีที่สามารถทำธุรกรรมต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง ทุกที่ทุกเวลา สำหรับพนักงานธนาคารเองก็ได้รับประโยชน์จากการใช้ข้อมูล ทำให้การบริการลูกค้ามีความคล่องตัวมากขึ้น เพิ่มเวลาและโอกาสให้พนักงานธนาคารได้เสนอผลิตภัณฑ์ตามความต้องการของลูกค้าได้มากขึ้นด้วย จากการเข้าสู่สังคมไร้เงินสด (Cashless Society) โดยการชำระเงินผ่าน Mobile Banking และช่องทางอื่น ทำให้ลดการเดินทาง ลดการใช้กระดาษหมึกพิมพ์ ซึ่งเป็นการรักษาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืนในอีกทางหนึ่งด้วย

4.1.4 ความพึงพอใจของผู้รับบริการต่อการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการให้บริการหรือการปรับเปลี่ยนมาสู่การทำธุรกรรมในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์

ผู้รับบริการมีความพึงพอใจอย่างมากต่อการใช้บริการผ่านเทคโนโลยีต่าง ๆ เพราะมีทางเลือกในการใช้บริการ อีกทั้งยังสะดวก รวดเร็ว และทำธุรกรรมได้ด้วยตนเอง โดยไม่ต้องเดินทางไปที่ธนาคารสาขา ซึ่งผู้รับบริการสามารถแสดงความคิดเห็นต่อการใช้งานเทคโนโลยีเพื่อเป็นข้อมูลสำหรับทีมผู้พัฒนา ในการรับความคิดเห็นไปปรับปรุงเพิ่มเติมเพื่อผลลัพธ์ที่ดีต่อผู้รับบริการยิ่งขึ้นได้

4.1.5 การทดแทนการให้บริการของพนักงานธนาคารด้วยเทคโนโลยีและงานบริการที่ผู้รับบริการยังต้องได้รับการบริการจากพนักงานธนาคาร

พนักงานธนาคารผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่แสดงความคิดเห็นว่าเทคโนโลยียังไม่สามารถทดแทนการให้บริการของพนักงานธนาคารได้ทั้งหมด ทำได้เพียงบางธุรกรรมเท่านั้น แต่ธุรกรรมที่มีความซับซ้อนรวมไปถึงการติดต่อสื่อสารเพื่อสอบถามข้อมูล หรือแก้ไขปัญหาต่าง ๆ พนักงานธนาคารมีประสิทธิภาพในการดำเนินการมากกว่า ตลอดจนผู้รับบริการบางกลุ่มยังไม่สามารถเข้าถึงเทคโนโลยีได้ แต่ก็มีพนักงานธนาคารผู้ให้สัมภาษณ์บางส่วนแสดงความคิดเห็นว่า หากในอนาคตมีเทคโนโลยีที่สามารถพัฒนาการให้บริการที่ครอบคลุม มีประสิทธิภาพและแม่นยำมากขึ้น ก็มีโอกาสที่เทคโนโลยีจะสามารถทดแทนการให้บริการของพนักงานธนาคารทั้งหมดได้

สำหรับงานบริการที่คาดว่าจะไม่สามารถนำเทคโนโลยีมาทดแทนได้ อาทิ งานบริการด้านสินเชื่อ งานบริการขายผลิตภัณฑ์ การเปิดบัญชีสำหรับชาวต่างชาติ การทำธุรกรรมฝาก - ถอนเงินที่มีมูลค่าสูง รวมไปถึงการให้คำแนะนำ การแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ยังไม่รวมการให้บริการในกลุ่มผู้รับบริการที่ไม่สามารถเข้าถึงเทคโนโลยี หรือมีความทุพพลภาพจนไม่สามารถใช้บริการผ่านเทคโนโลยีต่าง ๆ ได้

4.1.6 ความไม่มั่นคงในสายงาน จากการคาดการณ์ในอนาคตว่าภาคการเงินและธนาคารจะมีการนำเทคโนโลยีมาใช้ และทดแทนการให้บริการของพนักงานธนาคารได้

พนักงานธนาคารผู้ให้สัมภาษณ์มองว่ามีโอกาสที่จะถูกแทนที่ด้วยเทคโนโลยี และการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการให้บริการทดแทนการให้บริการของพนักงานธนาคารนี้ ย่อมส่งผลกระทบต่อการทำงานเป็นอย่างมาก ในด้านปริมาณงานที่ลดลง ส่งผลให้ทำธนาคารจำเป็นต้องปรับโครงสร้างไปจนถึงการลดจำนวนพนักงานธนาคารลง ซึ่งพนักงานธนาคารก็ควรต้องมีการพัฒนาตนเองให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นด้วย อย่างไรก็ตาม พนักงานธนาคารผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่ เชื่อมั่นในการจัดการของธนาคารที่จะจัดสรรและเปลี่ยนผ่านพนักงานธนาคารสาขา ไปอยู่ในส่วนงานอื่นที่เหมาะสมได้

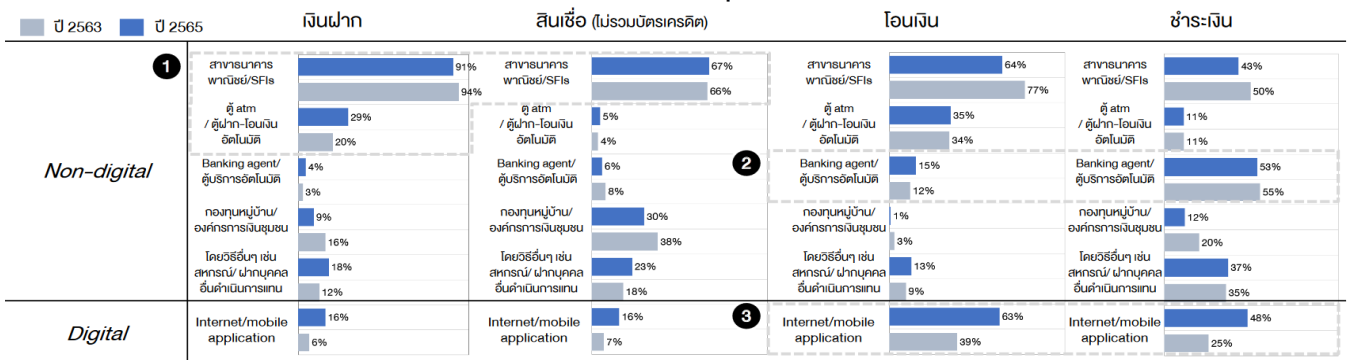
4.1.7 ทักษะใดที่พนักงานธนาคารควรได้รับการพัฒนา เพื่อให้ยังสามารถทำงานและให้บริการได้ภายใต้สภาวะของการนำเทคโนโลยีมาใช้

พนักงานธนาคารควรพัฒนาความรู้ให้ทันเทคโนโลยี และฝึกฝนให้เกิดความเชี่ยวชาญในเทคโนโลยีที่ธนาคารสังกัดของตนนำมาใช้ เพื่อให้สามารถให้คำแนะนำแก่ผู้รับบริการในการใช้งานเทคโนโลยีต่าง ๆ ได้พร้อมกันนี้ต้องพัฒนาทักษะที่เทคโนโลยีไม่สามารถแทนที่ได้ อาทิ การให้คำแนะนำด้านการลงทุน การวางแผนด้านภาษี การขายผลิตภัณฑ์ด้วยความจริงใจ สามารถอธิบายข้อมูลตลาดในปัจจุบันและอนาคตได้

4.1.8 ความคาดหวังของผู้รับบริการต่อพนักงานธนาคาร ภายใต้สภาวะของการนำเทคโนโลยีมาใช้

ภายหลังการให้บริการผ่านเทคโนโลยีแล้ว ผู้รับบริการน่าจะคาดหวังให้พนักงานธนาคารสามารถตอบคำถามหรือแก้ปัญหา

สัดส่วนครัวเรือนที่ใช้บริการและตอบช่องทางนั้น ๆ เป็น 1 ใน 3 อันดับช่องทางที่ใช้บริการ



รูปที่ 1 สัดส่วนครัวเรือนที่ใช้บริการและตอบช่องทางนั้น ๆ เป็น 1 ใน 3 อันดับช่องทางที่ใช้บริการ แหล่งที่มา: ธนาคารแห่งประเทศไทยร่วมกับสำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2565 [15]

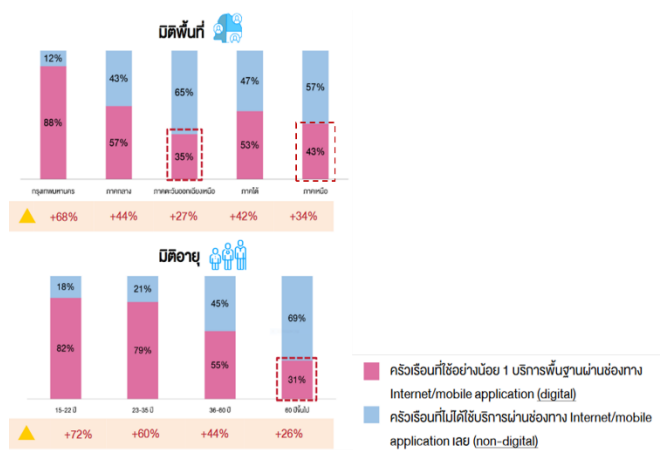
จากการใช้งานเทคโนโลยีได้ รวมไปถึงการรับคำแนะนำในด้านการเงินต่าง ๆ แม้ว่าปัจจุบันจะมีการนำ BOT (Internet Robot) หรือ AI มาใช้ แต่ผู้รับบริการยังต้องการที่จะพูดคุยสื่อสารกับพนักงานธนาคารมากกว่า

4.2 ผลการวิจัยเอกสาร

4.2.1 ประเภทของงานธุรกรรมที่ไม่สามารถแทนที่พนักงานธนาคารด้วยเทคโนโลยีได้

จากผลสำรวจการเข้าถึงบริการทางการเงินภาคครัวเรือนปี พ.ศ. 2565 ของธนาคารแห่งประเทศไทยร่วมกับสำนักงานสถิติแห่งชาติ [13] จาก 3 ช่องทาง ประกอบด้วย 1) ธนาคารสาขาหรือตู้เอทีเอ็ม(ATM)/ตู้ฝาก-โอนเงินอัตโนมัติ 2) Banking Agent (โอน ฝาก ถอน ชำระ) 3) Internet/Mobile Application พบว่าการใช้บริการผ่านธนาคารสาขาหรือตู้เอทีเอ็ม/ตู้ฝาก-โอนเงินอัตโนมัติ ยังจำเป็นสำหรับผู้ใช้บริการบางกลุ่ม โดยเฉพาะในบริการเงินฝากและสินเชื่อ ส่วน Banking Agent (โอน ฝาก ถอน ชำระ) มีบทบาทเป็นช่องทางสำคัญในบริการโอนและชำระเงิน ขณะที่ยังมีบทบาทน้อยมากในบริการเงินฝาก สำหรับการใช้บริการผ่านอินเทอร์เน็ตหรือโมบายล์แอปพลิเคชัน มีสัดส่วนการใช้งานเพิ่มขึ้นมาก โดยเฉพาะในบริการโอนและชำระเงิน สะท้อน Digital Adoption ที่มากขึ้น แต่ยังมีกลุ่มที่เข้าไม่ถึงเทคโนโลยีดิจิทัล(Non-Digital) ที่ยังต้องพึ่งพาช่องทางอื่นอยู่ และเมื่อพิจารณาในรายละเอียดของธุรกรรมที่ใช้บริการผ่านธนาคารสาขาในปี พ.ศ. 2563 เปรียบเทียบกับ พ.ศ. 2565 พบว่าธุรกรรมเงินฝาก และสินเชื่อ (ไม่รวมบัตรเครดิต) มีสัดส่วนครัวเรือนที่ใช้บริการไม่แตกต่างกัน ตามรูปที่ 1 ในขณะที่ธุรกรรมโอนเงิน และชำระเงิน มีสัดส่วนครัวเรือนที่ใช้บริการลดลง

นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาตามพื้นที่ของการใช้บริการ พบว่าธนาคารสาขาหรือตู้เอทีเอ็ม(ATM)/ตู้ฝาก-โอนเงินอัตโนมัติยังเป็นช่องทางหลักสำหรับครัวเรือนในภาคอีสานและภาคเหนือ ขณะที่ Banking Agent เป็นช่องทางสำคัญในบริการชำระเงินสำหรับครัวเรือนในเกือบทุกภูมิภาค โดยเฉพาะในพื้นที่เขตเทศบาล ตามรูปที่ 2



รูปที่ 2 สัดส่วนครัวเรือนที่ใช้บริการและตอบช่องทางนั้น ๆ เป็น 1 ใน 3 อันดับช่องทางที่ใช้บริการในมิติพื้นที่ และมิติอายุ แหล่งที่มา: ธนาคารแห่งประเทศไทยร่วมกับสำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2565 [13]

แม้ว่า Digital Adoption เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง แต่ยังมีกลุ่ม Non-Digital ที่ต้องดูแลให้สามารถทยอยปรับตัวได้ โดยเฉพาะกลุ่มรายได้น้อย รวมถึงผู้ที่อาศัยในภาคอีสานและภาคเหนือ และกลุ่มผู้สูงอายุ ซึ่งสัดส่วนการใช้ช่องทางดิจิทัลยังต่ำกว่ากลุ่มอื่น [15]

4.2.2 แนวทางในการปรับบทบาทของพนักงานธนาคาร ในช่วงของการเปลี่ยนผ่าน และการเข้าสู่ธุรกรรมดิจิทัลอย่างเต็มรูปแบบในอนาคต

ในปี พ.ศ. 2566 ธนาคารทั่วโลกมีการปลดพนักงานธนาคารกว่า 60,000 คน ซึ่งสูงที่สุดเป็นประวัติการณ์ เพื่อตอบสนองต่อความต้องการที่เพิ่มสูงขึ้นจากลูกค้าในช่วงที่โลกเฟื่องฟูฟื้นตัว จากสถานการณ์โควิดระบอบที่ธนาคารส่วนใหญ่ไม่มีเสถียรภาพ ไม่มีการลงทุน และต่างเริ่มจัดสรรค่าใช้จ่ายเพื่อปรับโครงสร้าง เพื่อช่วยเป็นทุนให้พนักงานลาออกโดยสมัครใจ ซึ่งเป็นผลจากอัตราดอกเบี้ยและการเข้ามาของเทคโนโลยี [14] สำหรับธนาคารพาณิชย์ในประเทศไทยมีสัญญาณการปรับลดสาขามากขึ้นต่อเนื่องมาเป็นระยะเวลาหนึ่งแล้ว โดยธนาคารพาณิชย์ไปให้ความสำคัญในด้านเทคโนโลยีดิจิทัลมากขึ้น รวมถึงการแต่งตั้ง Banking Agent โดยธนาคารสาขาจะทำหน้าที่ในธุรกรรมที่มีซับซ้อนแทน นอกจากนี้ ทิศทางของธนาคารในประเทศไทย ยกตัวอย่างธนาคารไทยพาณิชย์ที่มีการปรับลดสาขามากที่สุด ทำให้เกิดการรวมตัวของสหภาพแรงงานไทยพาณิชย์ ทำให้ผู้บริหารของธนาคารไทยพาณิชย์ต้องออกมาชี้แจง

ในประเด็นเรื่องการปรับบทบาทของพนักงานธนาคารนี้ว่า หากมีการโยกย้ายเปลี่ยนตำแหน่งงานจะต้องมีระยะเวลาให้พนักงานได้ปรับตัวเรียนรู้งานใหม่ (Upskill & Reskill) เพื่อไม่ให้พนักงานได้รับผลกระทบ เช่น เมื่อลดสาขาแล้ว ให้พนักงานมีสิทธิเลือกทำตำแหน่งหน้าที่ที่เชี่ยวชาญ หรือหากพนักงานปรับตัวไม่ได้ ก็จะมีเงินชดเชยลาออกก่อนเกษียณที่เหมาะสม ซึ่งหากมองในเชิงบวกจะเห็นว่าการพัฒนาของเทคโนโลยีดิจิทัลในภาคธนาคาร ทำให้เกิดการขับเคลื่อนทางเศรษฐกิจ หากธนาคารไม่ปรับตัว ก็จะไม่สามารถแข่งขันได้ จึงต้องพยายามอย่างยิ่งในการผลักดันให้พนักงานได้รับการฝึกฝนอย่างต่อเนื่อง เพราะในอีกไม่กี่ปีข้างหน้า เทคโนโลยีดิจิทัลต่าง ๆ จะสามารถปฏิบัติงานแทนพนักงานธนาคารได้ถึงร้อยละ 30 ของงานที่ทำอยู่ในปัจจุบัน [18]

4.2.3 ทักษะที่จำเป็นของพนักงานธนาคารในช่วงของการเปลี่ยนผ่าน และการเพิ่มขีดสมรรถนะในการให้บริการ

จากรายงานของ The Institute of Banking and Finance และ The Monetary Authority of Singapore กล่าวว่าตำแหน่งงานในภาคธุรกิจการเงินได้รับผลกระทบเยอะที่สุด เพราะจะมีการรวมกิจการและเทคโนโลยีจะเป็นตัวแปรที่ทำให้งานประจำที่พนักงานธนาคารทำอยู่เกิดความล้าสมัยไม่ทันทางที่ ดังนั้น พนักงานจึงควรได้รับการฝึกอบรม (Upskill & Reskill) โดยทักษะที่จำเป็นต่อพนักงานธนาคาร คือ ทักษะด้านการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งทักษะนี้มีความจำเป็นในการดำเนินงานธุรกิจทางการเงิน เพราะผลของการวิเคราะห์ข้อมูลช่วยให้การพิจารณาปล่อยสินเชื่อแม่นยำยิ่งขึ้น และอีกหนึ่งทักษะที่จำเป็นต่อพนักงานธนาคารในอนาคต คือ การบริหารจัดการข้อมูลขนาดใหญ่ โดยนายสมบุรณ์ จิตเป็นธม ผู้ช่วยผู้ว่าการสายนโยบายการเงิน ธนาคารแห่งประเทศไทย เปิดเผยว่า “อย่ามองว่าเทคโนโลยีเป็นเรื่องทำหายอย่างเดียว แต่ต้องมองว่าเป็นโอกาส เพราะธนาคารนำมาใช้ได้หลายด้าน ส่วนเรื่องพนักงานธนาคารเชื่อว่าธนาคารจะบริหารจัดการได้

โดยการนำไปฝึกอบรมหรือเสริมทักษะด้านอื่น เพราะทุกงานบริการไม่ได้นำเทคโนโลยีมาใช้ได้ทั้งหมด” [19]

สำหรับทักษะของพนักงานธนาคารในยุคธนาคารดิจิทัล เพื่อดำเนินธุรกิจให้ปลอดภัยและสามารถแข่งขันได้ ต้องอาศัยทั้งศาสตร์และศิลป์ ซึ่งจะต้องมีทั้งทักษะด้านเทคนิค (Hard Skill) และทักษะเชิงสังคมและการทำงาน (Soft Skill) [19]

5. สรุปและอภิปรายผล

การจะหางานธุรกรรมที่ไม่สามารถแทนที่พนักงานธนาคารด้วยเทคโนโลยีได้นั้น ผู้วิจัยได้พิจารณาจากผู้ที่เกี่ยวข้องหรือผู้มีส่วนได้ส่วนเสียจากการทำธุรกรรมนั้น ซึ่งในงานวิจัยนี้จะขออภิปรายถึงผู้เกี่ยวข้อง 3 กลุ่มหลัก ประกอบด้วย ผู้รับบริการ พนักงานธนาคาร และธนาคารพาณิชย์

1) ผู้รับบริการ

ในช่วงของการเปลี่ยนผ่านเข้าสู่ธุรกรรมดิจิทัล (Digital Transformations) ย่อมมีทั้งกลุ่มผู้รับบริการที่สามารถเข้าถึงเทคโนโลยีได้ ซึ่งก็จะมีระดับของความสามารถในการเข้าถึงหรือใช้งานที่แตกต่างกัน ตัวอย่างเช่น กลุ่มคนวัยทำงานจะมีความสามารถในการเข้าถึงและใช้งานเทคโนโลยีได้ดีกว่ากลุ่มผู้สูงอายุ และกลุ่มผู้รับบริการที่ยังไม่สามารถเข้าถึงเทคโนโลยีได้หรือมีข้อจำกัด ตัวอย่างเช่น กลุ่มคนที่มีความทุพพลภาพ กลุ่มคนที่มียารักษาโรคที่ไม่สามารถจัดหาอุปกรณ์มาใช้ใช้งานเทคโนโลยีได้อยู่ในพื้นที่ห่างไกลจากการใช้เทคโนโลยี การเดินทางไปธนาคารสาขาจึงเป็นช่องทางที่สะดวกมากกว่า ซึ่งแต่ละกลุ่มจะมีความต้องการให้บริการจากพนักงานธนาคารที่ต่างกัน [20]

2) พนักงานธนาคาร

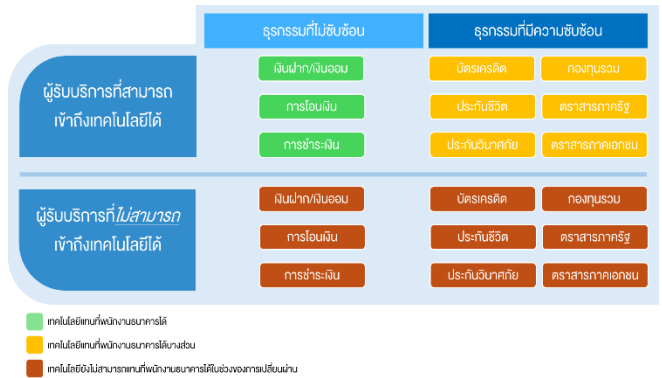
ธุรกรรมที่มีการนำเทคโนโลยีมาใช้ ส่วนใหญ่เป็นธุรกรรมที่ไม่ซับซ้อน มีขั้นตอนที่ชัดเจน ไม่ต้องใช้ดุลยพินิจในการตัดสินใจ เสมือนเป็นการนำเทคโนโลยีมาใช้เป็นเครื่องมือให้ผู้รับบริการสามารถเข้าถึงการให้บริการได้สะดวกและรวดเร็วมากขึ้น ลดความแออัดจากการใช้บริการ ณ ธนาคารสาขา แต่สำหรับธุรกรรมที่มีความซับซ้อน แม้ว่าจะมีการนำเครื่องมือมาใช้ในการจัดเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลในเบื้องต้นแล้ว แต่ก็ยังต้องใช้ดุลยพินิจของพนักงานธนาคารร่วมด้วย รวมไปถึงสินค้า/ผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่ต้องมีพนักงานธนาคารเป็นผู้เสนอให้กับผู้รับบริการด้วยความจริงใจ [17]

3) ธนาคารพาณิชย์

เมื่อมองในเชิงบวกจะเห็นว่าการพัฒนาของเทคโนโลยีดิจิทัลในภาคธนาคาร ทำให้เกิดการขับเคลื่อนทางเศรษฐกิจ ธนาคารจึงต้องปรับตัวเพื่อให้ยังคงสามารถแข่งขันได้ โดยเฉพาะในส่วนของการขายสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ของธนาคาร ที่พนักงานธนาคารยังคงมีบทบาทสำคัญในการนำเสนอ ให้ข้อมูลและสื่อสารกับลูกค้า ซึ่งในส่วนนี้ ปัจจุบันเทคโนโลยียังไม่สามารถมาทดแทนพนักงานธนาคารได้ แต่ก็ต้องคำนึงถึงผู้รับบริการด้วยว่าต้องการบริการจากช่องทางใด [21]

เมื่อพิจารณาจากหลายมิติ ประกอบกับสรุปผลการวิจัยที่ได้จากการสัมภาษณ์เชิงลึกและเอกสารวิจัยแล้ว ผู้วิจัยได้ประเมินธุรกรรมที่ไม่สามารถแทนที่พนักงานธนาคารด้วยเทคโนโลยีได้ โดยแบ่งตามความซับซ้อนของการให้บริการและกลุ่มผู้รับบริการเป็นหลัก ดังรูปที่ 3 โดยในกลุ่มผู้รับบริการที่สามารถเข้าถึงเทคโนโลยีได้ จะสามารถทำธุรกรรมที่ไม่มีความซับซ้อนได้ด้วยตนเอง แต่ธุรกรรมที่มีความซับซ้อนหรือมีลักษณะ

เป็นผลิตภัณฑ์ แม้ว่าจะสามารถศึกษาและค้นหาข้อมูลได้ แต่ก็ยังมีความต้องการข้อมูลหรือต้องการสื่อสารแบบที่มีการโต้ตอบกับพนักงานธนาคารอยู่ กล่าวคือ เทคโนโลยีเข้ามาช่วยได้ส่วนหนึ่ง แต่ไม่สามารถแทนที่พนักงานธนาคารได้ทั้งหมด สำหรับกลุ่มผู้รับบริการที่ไม่สามารถเข้าถึงเทคโนโลยีได้ พนักงานธนาคารจะยังมีบทบาทอยู่มาก ทั้งในธุรกรรมที่ไม่มีความซับซ้อนและธุรกรรมที่มีความซับซ้อน จนกว่าจะสามารถลดปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนพฤติกรรมมาอยู่ในกลุ่มผู้รับบริการที่สามารถเข้าถึงเทคโนโลยีได้ อาทิ การเปลี่ยนมาเป็นสังคมไร้เงินสดทั้งหมด ซึ่งเป็นแรงขับเคลื่อนให้ประชาชนทุกคนในประเทศ เข้าสู่การใช้เทคโนโลยีได้



รูปที่ 3 การแทนที่พนักงานธนาคารด้วยเทคโนโลยีในธุรกรรมประเภทต่าง ๆ

แนวทางในการปรับบทบาทของพนักงานธนาคารในช่วงของการเปลี่ยนผ่าน และการเข้าสู่ธุรกรรมดิจิทัลอย่างเต็มรูปแบบในอนาคตนั้น จากการสัมภาษณ์เชิงลึกและเอกสารวิจัยแล้ว มีแนวทางในการปรับบทบาทของพนักงานธนาคารไปในทิศทางเดียวกัน คือ Upskill และ Reskill ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญที่ทำให้สามารถอยู่รอดต่อไปได้ในยุค Digital Disruption โดย Upskill หมายถึง การพัฒนาเพื่อยกระดับทักษะที่มีอยู่ให้ดีกว่าเดิม ส่วน Reskill หมายถึง การสร้างทักษะขึ้นมาใหม่ ซึ่งทักษะนั้นจำเป็นต่อการทำงาน สำหรับทักษะของพนักงานธนาคารในยุคธนาคารดิจิทัล เพื่อดำเนินธุรกิจให้ปลอดภัยและสามารถแข่งขันได้ ซึ่งจะต้องมีทั้งทักษะด้านเทคนิค (Hard Skill) อาทิ ความมั่นคงปลอดภัยทางไซเบอร์ (Cybersecurity) การเรียนรู้ของปัญญาประดิษฐ์ (AI Machine Learning) และทักษะเชิงสังคมและการทำงาน (Soft Skill) อาทิ การออกแบบเพื่อลูกค้า (Human Centered Design) การตื่นตัวด้านดิจิทัล (Digital Awareness)

อย่างไรก็ตาม ปัจจัยที่จะทำให้เกิดการ Upskill และ Reskill จนเกิดผลลัพธ์อย่างเป็นรูปธรรมนั้น ต้องเริ่มต้นจากทิศทางของธนาคารนั้น ๆ ว่ามีแนวทางในการปรับโครงสร้างและขับเคลื่อนองค์กรอย่างไร เพราะหากนโยบายของธนาคารไม่ได้ต้องการลดจำนวนพนักงานธนาคารลง การจัดทำหลักสูตรต่าง ๆ เพื่อเอื้อให้พนักงานธนาคารมีโอกาสที่จะเข้ารับการ Upskill และ Reskill และสามารถปรับตัวให้ปลอดภัยจากสถานการณ์ที่เทคโนโลยีจะเข้ามาแทนที่ได้มากขึ้น แต่สิ่งที่ธนาคารทำอะไรประโยชน์ทันที หากปราศจากความตระหนักของพนักงานธนาคาร ซึ่งต้องรู้เกี่ยวกับทักษะของตนเองก่อน การเปลี่ยนแปลงโดยไม่รู้ว่าต้องเปลี่ยนอะไร จะได้รับการส่งเสริมและกระตุ้นให้เรียนรู้ ฝึกฝนอย่างต่อเนื่อง ก็จะทำให้รู้ว่าต้องเปลี่ยนแปลงอะไร และอย่างไรต่อไป รวมถึงเป็นส่วนช่วยสร้างแรงจูงใจให้เกิดการพัฒนาเพื่อบรรลุเป้าหมายในสายอาชีพ ซึ่งจะส่งผลให้พนักงาน

ธนาคารในองค์กรที่มีทักษะที่จะผลักดันธนาคารหรือองค์กรในการแข่งขันทางธุรกิจได้ [19]

แม้ว่าการ Upskill และ Reskill จะเป็นทางออกในการปรับบทบาทของพนักงานธนาคาร แต่หากการปรับบทบาทนั้น หมายถึงการปรับเปลี่ยนตำแหน่งไปอยู่ในส่วนงานที่ไม่ถนัด และได้พยายามอย่างเต็มที่แล้ว การลาออกอาจเป็นทางออกที่ดีกว่า และเมื่อต้องกลับเข้าสู่การแข่งขันของตลาดแรงงานยังถือว่าพนักงานธนาคารมีโอกาสสูงในการได้กลับเข้าสู่ตลาดแรงงาน เพราะพนักงานธนาคารส่วนใหญ่มีความคุ้นเคยกับเทคโนโลยีดิจิทัล ได้เรียนรู้ระบบดิจิทัลในระหว่างการทำงาน นั้นหมายความว่าพนักงานธนาคารมีต้นทุนในทักษะด้านนี้อยู่แล้ว

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] วิจัยกรุงศรี, “แนวโน้มเทคโนโลยีในภาคธนาคาร ปี 2023,” [ออนไลน์]. Available: <https://www.krungsri.com/th/research/research-intelligence/tech-trend-2023>. [เข้าถึงเมื่อ: 15 ธ.ค. 2566].
- [2] สำนักงานคณะกรรมการกฤษฎีกากระจายเสียงกิจการโทรทัศน์และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ, “รายงานผลการสำรวจข้อมูลอินเทอร์เน็ตในประเทศไทย,” [ออนไลน์]. Available: <http://webstats.nbt.go.th/netnbt/INTERNETUSERS.php>. [เข้าถึงเมื่อ: 15 ธ.ค. 2566].
- [3] สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์, “การสำรวจพฤติกรรมผู้ใช้อินเทอร์เน็ตในประเทศไทย Thailand,” [ออนไลน์]. Available: <https://www.shorturl.asia/cYVvp>. [เข้าถึงเมื่อ: 15 ธ.ค. 2566].
- [4] สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์, “ETDA เผยมูลค่าอีคอมเมิร์ซไทย ปี 66 พุ่งแตะ 5.96 ล้านล้านบาท อุตสาหกรรมประกันภัยโตมากที่สุด ร้อยละ 31,” [ออนไลน์]. Available: https://www.etda.or.th/th/pr-news/Dgt_ecom_survey2024.aspx. [เข้าถึงเมื่อ: 31 พ.ค. 2567].
- [5] เจษฎา ศรีพิซ และ มนตรี โสคติยานุรักษ์, “สังคมไร้เงินสด: จากเศรษฐกิจแบบใช้เงินสดสู่เศรษฐกิจแบบไร้เงินสดในประเทศไทย,” วารสารสังคมศาสตร์และมานุษยวิทยาเชิงพุทธฯ, ปีที่ 6, ฉบับที่ 3, ก.ค. 2564. [ออนไลน์]. Available: <https://so04.tci-thaijo.org/index.php/JSBA/article/view/248589/171651>. [เข้าถึงเมื่อ: 18 ธ.ค. 2566].
- [6] จุฬามาศ พุ่มไสว, “ปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมในการใช้จ่ายแบบสังคมไร้เงินสด (CASHLESS SOCIETY) ภายหลังสถานการณ์โควิด-19 ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล,” สาขาการเงินและการธนาคาร, มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2564.
- [7] ธนาคารแห่งประเทศไทย, “Payment Data Indicator,” [ออนไลน์]. Available: <https://www.bot.or.th/th/research-and-publications/reports/payment-data-indicators.html>. [เข้าถึงเมื่อ: 15 ธ.ค. 2566].
- [8] ธนาคารแห่งประเทศไทย, “สรุปจำนวนสาขาและจุดให้บริการของธนาคารพาณิชย์ทั้งระบบ,” [ออนไลน์]. Available: https://app.bot.or.th/BTWS_STAT/statistics/BOTWEBSTAT.aspx?reportID=904&language=th. [เข้าถึงเมื่อ: 10 ม.ค. 2567].
- [9] The Standard, “จับตา ‘นวัตกรรม’ ธุรกิจธนาคารพาณิชย์,” [ออนไลน์]. Available: <https://thestandard.co/innovation-in-commercial-banking-business>. [เข้าถึงเมื่อ: 15 ธ.ค. 2566].
- [10] หนึ่งฤทัย ขนานแข็ง และ กฤษฎวรรณ โสฬ์วัชรินทร์, “การปรับตัวของสถาบันการเงินไทยเพื่อเป็นธนาคารดิจิทัล,” *Journal of Buddhist Education and Research*, ปีที่ 5, ฉบับที่ 2, 2562. [ออนไลน์]. Available: <https://so06.tci-thaijo.org/index.php/jber/article/view/242291/164502>. [เข้าถึงเมื่อ: 1 ธ.ค. 2567].
- [11] วัชรพจน์ ทรัพย์สงวนบุญ และ ปรียาภรณ์ เอื้องอ้าย, “การเปลี่ยนผ่านทางดิจิทัลของธุรกิจทางการเงินเพื่อยกระดับความสามารถทางการแข่งขันองค์กร,” *วารสารบริหารศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี*, ปีที่ 9, ฉบับที่ 2, ก.ค.-ธ.ค. 2563. [ออนไลน์]. Available: https://so03.tci-thaijo.org/index.php/jms_ubu/article/view/217202/167231. [เข้าถึงเมื่อ: 1 ธ.ค. 2567].
- [12] ทองน้ำ วรมหัทธกุล, กานต์จิรา ลิ้มศิริขง และ บุรินทร์ สันติสาธิน, “การเปลี่ยนแปลงทางดิจิทัลต่อการพัฒนารูปแบบธุรกิจธนาคารในประเทศไทย,” *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธนบุรี*, ปีที่ 16, ฉบับที่ 2, พ.ค.-ธ.ค. 2565. [ออนไลน์]. Available: <https://so03.tci-thaijo.org/index.php/trujournal/article/view/255537/173428>. [เข้าถึงเมื่อ: 1 ธ.ค. 2567].
- [13] กรพินทร์ วงษ์พานิช, “ลักษณะและบทบาทของกล่มสตรี ในเทศบาลตำบลเกาะคา อำเภอเกาะคา จังหวัดลำปาง,” รัฐศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการเมืองและการปกครอง, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2555.
- [14] สุภัททา ปิณฑะแพทย, “การสัมภาษณ์เพื่อการวิจัยเชิงคุณภาพ,” *วารสารพัฒนาธุรกิจและอุตสาหกรรม*, ปีที่ 1, ฉบับที่ 3, ก.ย.-ธ.ค. 2564. [ออนไลน์]. Available: <https://ojs.kmutnb.ac.th/index.php/bid/article/viewFile/5681/3869>. [เข้าถึงเมื่อ: 22 ธ.ค. 2563].
- [15] อาทิตย์ อภิตะโชฎิ, “การพัฒนาและปรับปรุงแผนความต่อเนื่องทางธุรกิจกับศูนย์ข้อมูลสำหรับผลิตไฟฟ้ารายเล็ก,” ใน *วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน*, โรงแรมรอยัล ริเวอร์ กรุงเทพฯ, 5 มี.ค. 2567, หน้า 293-303.
- [16] ธนาคารแห่งประเทศไทย และ สำนักงานสถิติแห่งชาติ, “ผลสำรวจการเข้าถึงบริการทางการเงินภาคครัวเรือน ปี 2565,” [ออนไลน์]. Available: https://www.bot.or.th/content/dam/bot/documents/th/research-and-publications/reports/financial-access-survey-of-thai-household/fin_access_survey_hh_full_report_2022_th.pdf. [เข้าถึงเมื่อ: 15 ธ.ค. 2566].
- [17] The Standard, “ปี 2023 แบงก์ใหญ่ทั่วโลกปลดพนักงาน 60,000 คน สูงสุดเป็นประวัติการณ์ นี้ใช่สัญญาณเตือนว่าหายนะยุคธุรกิจเสือนอนกินหรือไม่,” [ออนไลน์]. Available: <https://thestandard.co/bank-layoffs-2023>. [เข้าถึงเมื่อ: 10 ม.ค. 2567].
- [18] สุนิตย์ เชนษฐา, “คิดแต่ไม่ถึง: โควิด 19 และความเหลื่อมล้ำดิจิทัล,” [ออนไลน์]. Available: <https://blog.cofact.org/covid-digital-inequality>. [เข้าถึงเมื่อ: 16 ธ.ค. 2566].
- [19] กฤษฎาธาร คชาธาร, สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล, “วิกฤตและโอกาสของพนักงานธนาคารในยุคดิจิทัล,” [ออนไลน์]. Available: <https://www.depa.or.th/th/article-view/bank-employees-in-the-digital>. [เข้าถึงเมื่อ: 10 ม.ค. 2567].
- [20] ธนาคารไทยพาณิชย์, “5 สายงานรอด-รุ่ง ยุค AI ครองเมือง,” [ออนไลน์]. Available: <https://www.scb.co.th/th/personal-banking/stories/salary-man/jobs-in-ai-era.html>. [เข้าถึงเมื่อ: 15 ธ.ค. 2566].
- [21] ธนาคารกรุงเทพ, “การปรับตัวสู่ความเป็นดิจิทัล กับกระแสเทคโนโลยีที่มารวมกัน,” [ออนไลน์]. Available: <https://www.bangkokbank.com/th-TH/About-Us/Bangkok-Bank-Careers/Tech-People>. [เข้าถึงเมื่อ: 10 ม.ค. 2567].

พฤติกรรมและปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการใช้งาน ChatGPT และสื่อสังคมออนไลน์ในการเรียน นักศึกษาคณะวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

The Behavior and Factors Influencing the Use of ChatGPT and Social Media in the Learning of Computer Science Students, Ubonratchathani Rajabhat University

1st ธิตติพร ชาญศิริวัฒน์

Thitiporn Chansiriwat

สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี
Computer Science, Faculty of Computer Science, Ubon Ratchathani Rajabhat University, Thailand
thitiporn.c@ubru.ac.th

2nd วิลาสินี ทวีศรี

Virasinee Thaweessri

สาขาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ คณะวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี
Software Engineering, Faculty of Computer Science, Ubon Ratchathani Rajabhat University, Thailand
virasinee.k@ubru.ac.th

3rd วีรดา โชติพันธ์

Theerada Chotipant

สาขาเทคโนโลยีมัลติมีเดียและแอนิเมชัน คณะวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี
Technology Multimedia and Animation, Faculty of Computer Science, Ubon Ratchathani Rajabhat University, Thailand
theerada.c@ubru.ac.th

บทคัดย่อ — การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาพฤติกรรมการใช้งาน ChatGPT และสื่อสังคมออนไลน์ในการเรียน นักศึกษาคณะวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี และ 2) ศึกษาปัจจัยที่มีส่งผลต่อการใช้งาน ChatGPT และสื่อสังคมออนไลน์ในการเรียน นักศึกษาคณะวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี ประชากรกลุ่มตัวอย่าง 247 คน ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่ใช้คอมพิวเตอร์หรือโน้ตบุ๊ก ในการเข้าถึง ChatGPT และ นักศึกษาส่วนใหญ่สมารถโทรโข่ง ในการเข้าถึงสื่อสังคมออนไลน์ เวลาที่นักศึกษาส่วนมากใช้งาน ChatGPT และสื่อสังคมออนไลน์ คือ ช่วงค่ำ ปัจจัยหลักที่มีอิทธิพลให้นักศึกษาใช้งาน ChatGPT คือ ความรวดเร็วในการตอบสนองต่อความต้องการ และปัจจัยหลักที่มีอิทธิพลให้นักศึกษาใช้งานสื่อสังคมออนไลน์ คือ อินเทอร์เน็ตที่ใช้งานง่าย วัตถุประสงค์หลักในการใช้งาน ChatGPT คือ เรียนรู้เพิ่มเติม นอกจากเนื้อหาที่อาจารย์สอน และวัตถุประสงค์หลักในการใช้งานสื่อสังคมออนไลน์เพื่อติดต่อกับบุคคลที่รู้จัก สื่อสาร/แชท

คำสำคัญ — แชนจ์พีที, สื่อสังคมออนไลน์, พฤติกรรม

ABSTRACT — This research aims to: 1) study the usage behavior of ChatGPT and social media for learning among students from the Faculty of Computer Science at Ubon Ratchathani Rajabhat University, and 2) explore the factors influencing the use of ChatGPT and social media for learning among these students. The sample population consists of 247 individuals. The research found that most students use computers or laptops to access ChatGPT, while most use smartphones to access social media. The most common time for students to use both ChatGPT and social media is during the evening. The main factor

influencing students' use of ChatGPT was its quick response to their needs, while the primary factor for social media usage was its user-friendly interface. The main purpose for using ChatGPT was to learn additional content beyond what instructors taught, while the primary purpose for using social media was to contact and communicate/chat with acquaintances.

Keywords — ChatGPT, Social Media, Behavior

1. บทนำ

ในยุคของการศึกษาที่เทคโนโลยีสารสนเทศและอินเทอร์เน็ตได้เปลี่ยนแปลงวิธีการเรียนรู้และการสอนอย่างมหาศาล เทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทสำคัญเป็นอย่างมากในการสนับสนุนและเสริมสร้างประสิทธิภาพการเรียนรู้ของผู้เรียน ช่วยในการแก้ปัญหา การทำความเข้าใจเนื้อหา และพัฒนาทักษะในด้านต่างๆ โดยเครื่องมือที่ได้รับความนิยมและมีผลกระทบต่อการเรียนรู้ในปัจจุบันคือ ChatGPT และ สื่อสังคมออนไลน์ (Social Media) โดย ChatGPT เป็นความก้าวหน้าของเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) ในการช่วยให้คำแนะนำและเรียนรู้ไปพร้อมกับ การสนทนา สามารถช่วยให้ผู้เรียนสามารถได้คำแนะนำและคำตอบผ่าน ข้อความที่มีลักษณะใกล้เคียงมนุษย์ [1] ChatGPT ถูกพัฒนาขึ้นโดยบริษัท โอเพนเอไอ (OpenAI) เป็นบริการแชทบอท เปิดตัวเมื่อวันที่ 30 พฤศจิกายน พ.ศ.2565 และเป็นกระแสได้รับความนิยมบนโลกอินเทอร์เน็ต หลังเปิดตัวได้หนึ่งสัปดาห์มีผู้ใช้งานเกินกว่า 1 ล้านคน ChatGPT เป็น โมเดลภาษาที่สร้างขึ้นโดยการนำเทคโนโลยีของปัญญาประดิษฐ์ด้วย เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) [2] การใช้ ChatGPT ในการ เรียนรู้เป็นประเด็นที่น่าสนใจ เนื่องจากมีศักยภาพในการช่วยนักเรียนใน

การค้นคว้าหาความรู้ แก้ปัญหา และพัฒนาทักษะ อย่างไรก็ตาม การนำ ChatGPT มาใช้ในการเรียนรู้ไม่ใช่เรื่องง่าย และมีปัจจัยหลายประการที่สามารถส่งผลต่อการใช้งานและประสิทธิภาพของเครื่องมือนี้ การศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการใช้ ChatGPT จึงมีความสำคัญในการทำความเข้าใจว่าเครื่องมือนี้สามารถเสริมสร้างและปรับปรุงกระบวนการเรียนรู้ได้อย่างไร และผู้สอนจะมีการวางแผนและปรับตัวกับการใช้เครื่องมือดังกล่าวอย่างไรเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการเรียนรู้ของนักเรียน

นอกจากนี้แล้วอีกหนึ่งเครื่องมือที่เข้ามามีบทบาทสำคัญในการเรียนในยุคปัจจุบันคือ สื่อสังคมออนไลน์ หรือที่เรียกกันว่า โซเชียลมีเดีย (Social Media) ซึ่งได้กลายเป็นแพลตฟอร์มที่ผู้เรียนและผู้สอนสามารถใช้เพื่อแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์ได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว จากเหตุผลที่ว่าสื่อสังคมออนไลน์เป็นแอปพลิเคชันที่มีคุณสมบัติใช้งานง่าย สามารถใช้งานได้บนสมาร์ตโฟน แท็บเล็ต หรือคอมพิวเตอร์ และได้กลายเป็นส่วนสำคัญของชีวิตผู้คนในยุคปัจจุบัน ทุกคนทั่วโลกสามารถสื่อสารกันได้อย่างง่ายดายก้าวข้ามผ่านระยะทางไกล ขจัดอุปสรรคในการสื่อสารได้เป็นอย่างดี [3] โดยผลจากการรวบรวมและสำรวจของ We Are Social ประจำปี พ.ศ. 2567 ซึ่งเก็บการรวบรวมข้อมูลและสถิติจากปี พ.ศ. 2566 ที่ผ่านมาของประชากรไทยกับพฤติกรรมการใช้ดิจิทัล (Digital) และ โซเชียลมีเดียสำรวจข้อมูลของคนในช่วงอายุ 16-64 ปี จะพบว่า มีการใช้งานโซเชียลมีเดียมากถึง 49.10 ล้านคน ซึ่งมีสัดส่วนคิดเป็น 68.30 เปอร์เซ็นต์ จากประชากรทั้งหมด กลุ่มที่ใช้งานจะเป็นกลุ่มอายุมากกว่า 18 ปี สูงถึง 83.70 เปอร์เซ็นต์ โดยเวลาที่เข้าใช้มากถึง 2 ชั่วโมง 31 นาทีต่อวัน [4]

อย่างไรก็ตามการนำ ChatGPT และ สื่อสังคมออนไลน์มาใช้ในการเรียนรู้อย่างคงได้รับอิทธิพลจากปัจจัยต่างๆ ซึ่งมีผลกระทบต่อประสิทธิภาพและประสิทธิผลของผู้เรียนในแต่ละคน โดยปัจจัยเหล่านี้อาจประกอบด้วย ความพร้อมทางเทคโนโลยี ทักษะการใช้ ความสามารถในการใช้งาน การศึกษาปัจจัยเหล่านี้จะช่วยให้ผู้สอนสามารถเข้าใจถึงวิธีการที่สามารถนำสื่อสังคมออนไลน์มาประยุกต์ใช้ในการเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพและเป็นประโยชน์มากที่สุด โดยโซเชียลมีเดียที่สำรวจในครั้งนี้ครอบคลุม 9 แพลตฟอร์ม อ้างอิงตามข้อมูลการรวบรวมสถิติของคนไทยกับการใช้ Social Media 2024 [4] และผลสำรวจพฤติกรรมการใช้สารสนเทศและสื่อสังคมออนไลน์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี [5] ได้แก่ Facebook, Instagram, X (Twitter), TikTok, Line, Facebook Messenger, YouTube, Discord และ LinkedIn

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาพฤติกรรมการใช้งาน ChatGPT และสื่อสังคมออนไลน์ในการเรียน นักศึกษาคณะวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

2.2 เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการใช้งาน ChatGPT และสื่อสังคมออนไลน์ในการเรียน นักศึกษาคณะวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

3. วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาเรื่องปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการใช้งาน ChatGPT และสื่อสังคมออนไลน์ในการเรียน นักศึกษาคณะวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี ครั้งนี้เป็นการศึกษาเชิงปริมาณ (Quantitative Research) โดยเก็บแบบสอบถามออนไลน์ (Questionnaires)

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษา คือ นักศึกษาคณะวิทยาการคอมพิวเตอร์ที่ลงทะเบียนเรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 645 คน

ขนาดกลุ่มตัวอย่างกำหนดโดยใช้สูตรของ Yamane ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์ ความคาดเคลื่อน 5 เปอร์เซ็นต์ ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 247 คน วิธีการสุ่มกลุ่มตัวอย่างใช้หลักทฤษฎีความน่าจะเป็น (Probability Sampling) แบบแบ่งสุ่มตามลำดับชั้น (Stratified Random Sampling) แบ่งกลุ่มตัวอย่างตามสาขาวิชา 4 สาขาวิชา ได้กลุ่มตัวอย่างดังนี้ สาขาวิชาเทคโนโลยีมีเดียและแอนิเมชัน จำนวน 116 คน สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ จำนวน 99 คน สาขาวิชาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ จำนวน 30 คน และสาขาวิชานวัตกรรมดิจิทัล จำนวน 2 คน

3.2 เครื่องมือในการวิจัย

เครื่องมือวิจัยในครั้งนี้ คือ แบบสอบถาม (Questionnaire) ประกอบด้วย 4 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 2 พฤติกรรมการใช้งาน ChatGPT

ส่วนที่ 3 พฤติกรรมการใช้งานสื่อสังคมออนไลน์

ส่วนที่ 4 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการใช้งาน ChatGPT และสื่อสังคมออนไลน์เพื่อช่วยในการเรียน

ข้อคำถามส่วนที่ 4 เป็นแบบให้เลือกตอบแบบประเมินค่า (Rating Scales) 5 ระดับ ตามแบบของลิเคิร์ต (Likert's Scale) คือ

ระดับ 1 หมายถึง ส่งผลน้อยที่สุด

ระดับ 2 หมายถึง ส่งผลน้อย

ระดับ 3 หมายถึง ส่งผลปานกลาง

ระดับ 4 หมายถึง ส่งผลมาก

ระดับ 5 หมายถึง ส่งผลมากที่สุด

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบสอบถามออนไลน์ ดำเนินการเก็บข้อมูลในระหว่างวันที่ 1 สิงหาคม 2567 – 26 สิงหาคม 2567 ได้รับคำตอบกลับคืนมาจำนวน 258 คำตอบ นำมาตรวจสอบความถูกต้องและความสมบูรณ์ของคำตอบ คัดให้เหลือเป็นชุดข้อมูลสำหรับวิเคราะห์จำนวน 247 คำตอบ

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม พฤติกรรมการใช้งาน ChatGPT และสื่อสังคมออนไลน์ วิเคราะห์โดยใช้สถิติแจกแจงความถี่ (Frequency) และร้อยละ (Percentage)

ข้อมูลปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการใช้งาน ChatGPT และสื่อสังคมออนไลน์ เพื่อช่วยในการเรียน วิเคราะห์ด้วยสถิติองค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis Model : CFA) โดยการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson's Product-moment Correlation Coefficient) ของแต่ละตัวแปรแล้วนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน

4. ผลการวิจัย

4.1 ข้อมูลทั่วไปของนักศึกษาที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

นักศึกษาที่ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศชาย (ร้อยละ 72.47) ส่วนใหญ่เป็นนักศึกษาในระดับชั้นปีที่ 1 (ร้อยละ 44.13) เป็นนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีมีเดียและแอนิเมชัน 116 คน (ร้อยละ 46.96)

สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ 99 คน (ร้อยละ 40.08) สาขาวิชาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ จำนวน 30 คน (ร้อยละ 12.15) และสาขาวิชานวัตกรรมการดิจิทัล จำนวน 2 คน (ร้อยละ 0.81)

ตารางที่ 1. แสดงข้อมูลทั่วไปของนักศึกษาที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน	ร้อยละ
1. เพศ		
- ชาย	179	72.47
- หญิง	68	27.53
2. ชั้นปี		
- ชั้นปีที่ 1	109	44.13
- ชั้นปีที่ 2	64	25.91
- ชั้นปีที่ 3	41	16.60
- ชั้นปีที่ 4	33	13.36
3. สาขาวิชา		
- สาขาวิชานวัตกรรมดิจิทัล	2	0.81
- สาขาวิชาวิศวกรรมซอฟต์แวร์	30	12.15
- สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์	99	40.08
- สาขาวิชาเทคโนโลยีมีลิตมีเดียและแอนิเมชัน	116	46.96

4.2 พฤติกรรมการใช้งาน ChatGPT ของนักศึกษา

นักศึกษาที่ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีพฤติกรรมการใช้งาน ChatGPT ในชีวิตประจำวัน 1- 4 ครั้งต่อสัปดาห์ (ร้อยละ 42.51) มีพฤติกรรมการใช้งาน ChatGPT ในการเรียน 1- 4 ครั้งต่อสัปดาห์ (ร้อยละ 44.13) ช่วงเวลาที่นักศึกษาใช้งาน ChatGPT มากที่สุด คือ ช่วงค่ำ (18.01 – 23.00 น.) (ร้อยละ 42.11) อุปกรณ์ที่นักศึกษาส่วนใหญ่ใช้ในการเข้าถึง ChatGPT คือ คอมพิวเตอร์/โน้ตบุ๊ก (ร้อยละ 52.23) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเรียนรู้เพิ่มเติมนอกจากเนื้อหาที่อาจารย์สอน มากที่สุด (ร้อยละ 26.60) รองลงมาคือ การทำการบ้าน (ร้อยละ 25.08)

ตารางที่ 2. แสดงพฤติกรรมการใช้งาน ChatGPT ของนักศึกษา

การใช้งาน ChatGPT ในชีวิตประจำวัน	จำนวน	ร้อยละ
1 – 4 ครั้งต่อเดือน	45	18.22
ไม่เคยใช้เลย	47	19.03
ทุกวัน	49	19.84
1 – 4 ครั้งต่อสัปดาห์	105	42.51
การใช้งาน ChatGPT ในการเรียน	จำนวน	ร้อยละ
1 – 4 ครั้งต่อเดือน	34	13.77
ทุกวัน	49	19.84
ไม่เคยใช้เลย	55	22.27
1 – 4 ครั้งต่อสัปดาห์	109	44.13
ช่วงเวลาที่เข้าใช้งาน ChatGPT	จำนวน	ร้อยละ
ช่วงเช้า (06.00 - 09.00 น.)	16	6.48
ช่วงสาย (09.01 - 10.00 น.)	17	6.88
ช่วงกลางวัน (10.01 – 13.00 น.)	39	15.79
ช่วงบ่าย (13.01 - 16.00 น.)	33	13.36
ช่วงเย็น (16.01 - 18.00 น.)	16	6.48
ช่วงค่ำ (18.01 – 23.00 น.)	104	42.11
ช่วงดึก (23.01 - 6.00 น.)	22	8.91

การใช้งาน ChatGPT ในชีวิตประจำวัน	จำนวน	ร้อยละ
อุปกรณ์ที่ใช้ในการเข้าถึง ChatGPT	จำนวน	ร้อยละ
คอมพิวเตอร์/โน้ตบุ๊ก	129	52.23
สมาร์ทโฟน	114	46.15
แท็บเล็ตพีซี	4	1.62
วัตถุประสงค์ในการใช้งาน ChatGPT	จำนวน	ร้อยละ
เรียนรู้เพิ่มเติมนอกจากเนื้อหาที่อาจารย์สอน	158	26.60
ทำการบ้าน	149	25.08
การพัฒนาทักษะส่วนตัวด้านอื่น	129	21.72
การสื่อสาร/การแชท	55	9.26
ความบันเทิง	54	9.09
ทำงาน/ธุรกิจ	49	8.25

4.3 พฤติกรรมการใช้งานสื่อสังคมออนไลน์ของนักศึกษา

นักศึกษาที่ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีพฤติกรรมการใช้งานสื่อสังคมออนไลน์ในชีวิตประจำวันเป็นประจำทุกวันมากที่สุดคือ YouTube (ร้อยละ 86.23) รองลงมาคือ Facebook Messenger (ร้อยละ 86.64) สำหรับ Pinterest เป็นสื่อสังคมออนไลน์ที่นักศึกษาไม่เคยใช้งานในชีวิตประจำวันมากที่สุด (ร้อยละ 40.08)

ตารางที่ 3. แสดงข้อมูลพฤติกรรมการใช้งานสื่อสังคมออนไลน์ในชีวิตประจำวันของนักศึกษา

สังคมออนไลน์	ทุกวัน		1 – 4 ครั้ง/สัปดาห์		1 – 4 ครั้ง/เดือน		ไม่เคยใช้เลย	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
YouTube	214	86.64	21	8.50	10	4.05	2	0.81
Facebook Messenger	213	86.23	23	9.31	8	3.24	3	1.21
Facebook	188	76.11	39	15.79	15	6.07	5	2.02
TikTok	166	67.21	30	12.15	19	7.69	32	12.96
Instagram	162	65.59	38	15.38	22	8.91	25	10.12
Line	153	61.94	75	30.36	17	6.88	2	0.81
Discord	93	37.65	46	18.62	65	26.32	43	17.41
X (Twitter)	56	22.67	60	24.29	72	29.15	59	23.89
Pinterest	44	17.81	40	16.19	64	25.91	99	40.08

นักศึกษาพฤติกรรมการใช้งานสื่อสังคมออนไลน์ในการเรียนเป็นประจำทุกวันมากที่สุดคือ YouTube (ร้อยละ 61.13) รองลงมาคือ Facebook Messenger (ร้อยละ 52.63) สำหรับ X (Twitter) เป็นสื่อสังคมออนไลน์ที่นักศึกษาไม่เคยใช้งานในการเรียนมากที่สุด (ร้อยละ 54.66)

ตารางที่ 4. แสดงข้อมูลพฤติกรรมการใช้งานสื่อสังคมออนไลน์ในการเรียนของนักศึกษา

สังคมออนไลน์	ทุกวัน		1 – 4 ครั้ง/สัปดาห์		1 – 4 ครั้ง/เดือน		ไม่เคยใช้เลย	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
YouTube	151	61.13	67	27.13	21	8.50	8	3.24
Facebook Messenger	130	52.63	62	25.10	24	9.72	31	12.55
Line	123	49.80	71	28.74	24	9.72	29	11.74
Facebook	104	42.11	64	25.91	37	14.98	42	17.00
TikTok	84	34.01	54	21.86	33	13.36	76	30.77
Instagram	74	29.96	47	19.03	41	16.60	85	34.41
Discord	55	22.27	42	17.00	45	18.22	105	42.51
Pinterest	55	22.27	42	17.00	34	13.77	116	46.96
X (Twitter)	32	12.96	30	12.15	50	20.24	135	54.66

ช่วงเวลาที่นักศึกษาส่วนใหญ่ใช้งานสื่อสังคมออนไลน์ คือ ช่วงค่ำ (18.01 – 23.00 น.) (ร้อยละ 49.39) อุปกรณ์ที่นักศึกษาส่วนใหญ่ใช้เข้าถึงสื่อสังคมออนไลน์ คือ สมาร์ทโฟน (ร้อยละ 74.90) โดยส่วนใหญ่มีวัตถุประสงค์ในการใช้งานเพื่อติดต่อกับบุคคลที่รู้จัก สื่อสาร/แชท (ร้อยละ 16.22) รองลงมาคือ ความบันเทิงและเล่นเกม (ร้อยละ 14.54)

ตารางที่ 5. แสดงพฤติกรรมการใช้งานสื่อสังคมออนไลน์ของนักศึกษา

ช่วงเวลาที่ใช้ใช้งานสื่อสังคมออนไลน์	จำนวน	ร้อยละ
ช่วงเช้า (06.00 - 09.00 น.)	12	4.86
ช่วงสาย (09.01 - 10.00 น.)	17	6.88
ช่วงกลางวัน (10.01 - 13.00 น.)	32	12.96
ช่วงบ่าย (13.01 - 16.00 น.)	14	5.67
ช่วงเย็น (16.01 - 18.00 น.)	26	10.53
ช่วงค่ำ (18.01 - 23.00 น.)	122	49.39
ช่วงดึก (23.01 - 6.00 น.)	24	9.72
อุปกรณ์ที่ใช้ในการเข้าถึงสื่อสังคมออนไลน์	จำนวน	ร้อยละ
สมาร์ทโฟน	185	74.90
คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก	58	23.48
แท็บเล็ตพีซี	4	1.62
วัตถุประสงค์ในการใช้งานสื่อสังคมออนไลน์	จำนวน	ร้อยละ
ติดต่อกับบุคคลที่รู้จัก สื่อสาร/แชท	222	16.22
ความบันเทิง และเล่นเกม	199	14.54
ทำการบ้าน	174	12.71
เรียนรู้เพิ่มเติมนอกจากเนื้อหาที่อาจารย์สอน	163	11.91
การพัฒนาทักษะส่วนตัวด้านอื่น	147	10.74
ติดตามข่าวสาร ศิลปิน ดารา บุคคลมีชื่อเสียง	142	10.37
ช่วยในการตัดสินใจบางอย่าง	134	9.79
ซื้อสินค้า ผลิตภัณฑ์ บริการต่างๆ	130	9.50
ทำงานธุรกิจ /ขายสินค้า ผลิตภัณฑ์ บริการต่างๆ	58	4.24

ตารางที่ 6. แสดงผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการใช้งาน

ChatGPT ของนักศึกษา

ตัวแปรสังเกตได้	น้ำหนักองค์ประกอบ			R ²
	SE	T	β	
ด้านการรับรู้ประโยชน์				
สามารถรองรับได้หลายภาษา (C1)	0.340	15.304	0.812	0.660
สามารถช่วยสร้างภาพกราฟิกฟรีเซกเมนต์ (C2)	0.437	13.619	0.750	0.563
สามารถช่วยหาคำตอบ สร้างสรรค์เนื้อหา หรือเขียนงานได้ดี (C3)	0.205	17.755	0.892	0.795
ช่วยประหยัดเวลาในการทำการบ้าน ทำงานส่งอาจารย์ (C4)	0.203	17.797	0.893	0.797
ด้านการเข้าใจง่ายในการใช้งาน				
ความสะดวกในการใช้งาน/การเข้าถึง (C5)	0.229	16.340	0.878	0.771
อินเตอร์เฟซใช้งานง่าย ไม่ยุ่งยากซับซ้อน (C6)	0.237	17.000	0.874	0.763
ความรวดเร็วในการตอบสนองต่อความต้องการ (C7)	0.114	19.162	0.941	0.886
ด้านคุณภาพข้อมูล				
ความแม่นยำของข้อมูล/คำตอบ (C8)	0.215	17.406	0.866	0.785
ความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลที่มา (C9)	0.255	16.693	0.863	0.745
ความเป็นส่วนตัวและความปลอดภัยของข้อมูล (C10)	0.326	15.422	0.821	0.674
$X^2 = 112.97, df=30, p=0.000, x^2/df = 3.765, RMSEA=0.106$				

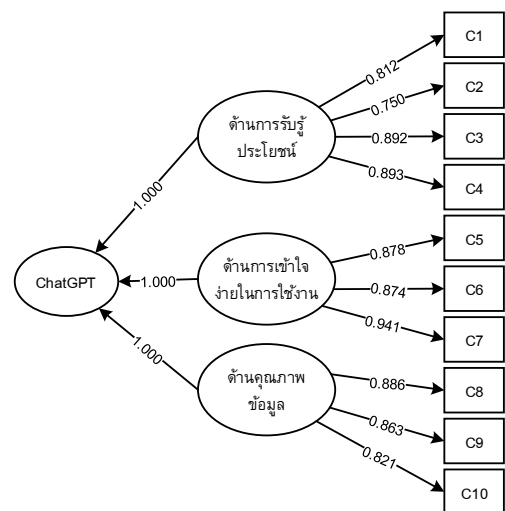
4.4 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการใช้งาน ChatGPT เพื่อช่วยของนักศึกษา

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์น้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐาน (β) ของตัวแปรทั้ง 10 ตัว พบว่า ทุกตัวแปรมีค่าเป็นบวกทุกค่า และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 สรุปปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการใช้งาน ChatGPT ของนักศึกษาทั้ง 3 ด้านได้ดังนี้

1) ด้านการรับรู้ประโยชน์ สามารถเรียงลำดับรายการที่ส่งผลต่อการใช้งานมากที่สุดดังนี้ (1) ช่วยประหยัดเวลาในการทำการบ้าน ทำงานส่งอาจารย์ (2) สามารถช่วยหาคำตอบ สร้างสรรค์เนื้อหา หรือเขียนงานได้ดี (3) สามารถรองรับได้หลายภาษา และ (4) สามารถช่วยสร้างภาพกราฟิกฟรีเซกเมนต์

2) ด้านการเข้าใจง่ายในการใช้งาน สามารถเรียงลำดับรายการที่ส่งผลต่อการใช้งานมากที่สุดดังนี้ (1) ความรวดเร็วในการตอบสนองต่อความต้องการ (2) ความสะดวกในการใช้งาน/การเข้าถึง และ (3) อินเตอร์เฟซใช้งานง่าย ไม่ยุ่งยากซับซ้อน

3) ด้านคุณภาพข้อมูล เรียงลำดับรายการที่ส่งผลต่อการใช้งานมากที่สุดดังนี้ (1) ความแม่นยำของข้อมูล/คำตอบ (2) ความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลที่มา และ (3) ความเป็นส่วนตัวและความปลอดภัยของข้อมูล



รูปที่ 1. ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบการยืนยันปัจจัยที่มีผลต่อการใช้งาน ChatGPT เพื่อช่วยในการเรียนของนักศึกษา

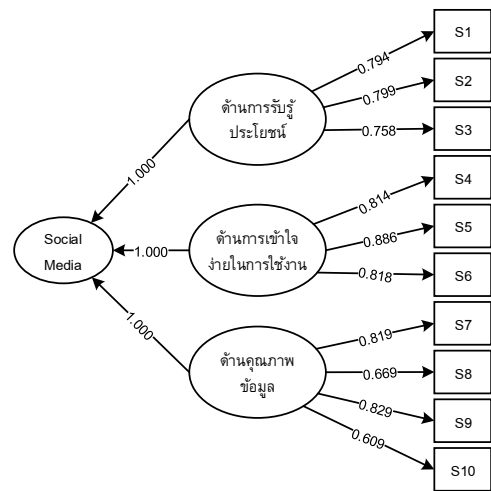
4.5 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการใช้งานสื่อสังคมออนไลน์เพื่อช่วยในการเรียนของนักศึกษา

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์น้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐาน (β) ของตัวแปรทั้ง 10 ตัว พบว่า ทุกตัวแปรมีค่าเป็นบวกทุกค่า และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 สรุปปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการใช้งานสื่อสังคมออนไลน์ของนักศึกษาทั้ง 3 ด้านได้ดังนี้

- 1) ปัจจัยด้านการรับรู้ประโยชน์ สามารถเรียงลำดับรายการที่ส่งผลต่อการใช้งานมากที่สุดดังนี้ (1) ลดระยะเวลาในการค้นหาข้อมูล การติดต่อสื่อสาร (2) ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียน การทำงาน และ (3) การเชื่อมต่อกับเพื่อนและเครือข่ายทางสังคม
- 2) ด้านการเข้าใจง่ายในการใช้งาน สามารถเรียงลำดับรายการที่ส่งผลต่อการใช้งานมากที่สุดดังนี้ (1) อินเทอร์เน็ตที่ใช้งานง่าย (2) ฟีเจอร์พิเศษและการใช้งานที่ตรงกับความต้องการ และ (3) ความสะดวกในการใช้งาน
- 3) ด้านคุณภาพข้อมูล สามารถเรียงลำดับรายการที่ส่งผลต่อการใช้งานมากที่สุดดังนี้ (1) ความหลากหลายของเนื้อหา (2) ความรวดเร็วในการอัปเดตข้อมูลที่ทันสมัย (3) ความเป็นส่วนตัวและความปลอดภัยของข้อมูล และ (4) ความเป็นส่วนตัวและความปลอดภัยของข้อมูล

ตารางที่ 7. แสดงผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการใช้งานสื่อสังคมออนไลน์ของนักศึกษา

ตัวแปรสังเกตได้	น้ำหนักองค์ประกอบ			R ²
	SE	T	β	
ด้านการรับรู้ประโยชน์				
การเชื่อมต่อกับเพื่อนและเครือข่ายทางสังคม (S1)	0.369	14.582	0.794	0.631
ลดระยะเวลาในการค้นหาข้อมูล การติดต่อสื่อสาร (S2)	0.369	14.463	0.799	0.634
ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียน การทำงาน (S3)	0.426	13.531	0.758	0.574
ด้านการเข้าใจง่ายในการใช้งาน				
ความสะดวกในการใช้งาน (S4)	0.337	15.345	0.814	0.663
อินเทอร์เน็ตที่ใช้งานง่าย (S5)	0.215	17.432	0.886	0.785
ฟีเจอร์พิเศษและการใช้งานที่ตรงกับความต้องการ (S6)	0.331	15.439	0.818	0.669
ด้านคุณภาพข้อมูล				
ความรวดเร็วในการอัปเดตข้อมูลที่ทันสมัย (S7)	0.330	15.381	0.819	0.670
ความเป็นส่วนตัวและความปลอดภัยของข้อมูล (S8)	0.553	11.621	0.669	0.447
ความหลากหลายของเนื้อหา (S9)	0.314	15.661	0.829	0.686
ความน่าเชื่อถือของข้อมูล/แหล่งที่มา (S10)	0.629	10.332	0.609	0.371
X ² = 144.11, df=30, p=0.000, x ² /df = 4.803, RMSEA=0.124				



รูปที่ 2. ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบการยืนยันปัจจัยที่มีผลต่อการใช้งาน สื่อสังคมออนไลน์เพื่อช่วยในการเรียนของนักศึกษา

4.6 เปรียบเทียบความแตกต่างพฤติกรรมการใช้งาน ChatGPT และสื่อสังคมออนไลน์เพื่อช่วยในการเรียนของนักศึกษา

เมื่อเปรียบเทียบเพศชายและเพศหญิงในการใช้งาน ChatGPT พบว่า เพศชายมีการใช้งานในชีวิตประจำวันมากกว่าเพศหญิง จำนวน 152 คน คิดเป็นร้อยละ 84.91 เมื่อเปรียบเทียบเพศชายและเพศหญิงในการใช้งาน ChatGPT ช่วยในการเรียน พบว่า เพศชายมีการใช้งานช่วยในการเรียนมากกว่าเพศหญิง จำนวน 150 คน คิดเป็นร้อยละ 83.79

เมื่อเปรียบเทียบสาขาวิชาในการใช้งาน ChatGPT ในชีวิตประจำวัน พบว่า สาขาวิศวกรรมดิจิทัลมีการใช้งานในทุกวันมากที่สุด จำนวน 2 คิดเป็นร้อยละ 100 รองลงมาคือ สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ จำนวน 87 คน คิดเป็นร้อยละ 87.87 เมื่อเปรียบเทียบสาขาวิชาในการใช้งาน ChatGPT ช่วยในการเรียน พบว่า สาขาวิศวกรรมดิจิทัลมีการใช้งานช่วยในการเรียนมากที่สุด จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 100 รองลงมาคือ สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ จำนวน 87 คน คิดเป็นร้อยละ 87.87

เมื่อเปรียบเทียบระดับชั้นปีในการใช้งาน ChatGPT ในชีวิตประจำวัน พบว่า ระดับชั้นปีที่ 3 มีการใช้งานในชีวิตประจำวันมากที่สุด จำนวน 39 คน คิดเป็นร้อยละ 95.12 รองลงมาคือ ระดับชั้นปีที่ 4 จำนวน 31 คน คิดเป็นร้อยละ 93.93 เมื่อเปรียบเทียบระดับชั้นปีในการใช้งาน ChatGPT ช่วยในการเรียน พบว่า ระดับชั้นปีที่ 4 มีการใช้งานในชีวิตประจำวันมากที่สุด จำนวน 32 คน คิดเป็นร้อยละ 96.96 รองลงมาคือ ระดับชั้นปีที่ 3 จำนวน 38 คน คิดเป็นร้อยละ 92.68

เมื่อเปรียบเทียบเพศชายและเพศหญิงในการใช้งานสื่อสังคมออนไลน์ YouTube ในชีวิตประจำวัน พบว่า เพศชายมีการใช้งานในชีวิตประจำวันมากกว่าเพศหญิง จำนวน 178 คน คิดเป็นร้อยละ 98.52 เมื่อเปรียบเทียบเพศชายและเพศหญิงในการใช้งานสื่อสังคมออนไลน์ YouTube ช่วยในการเรียน พบว่า เพศหญิงมีการใช้งานช่วยในการเรียนมากกว่าเพศชาย จำนวน 66 คน คิดเป็นร้อยละ 97.05

เมื่อเปรียบเทียบสาขาวิชาในการใช้งานสื่อสังคมออนไลน์ YouTube ในชีวิตประจำวัน พบว่า สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ สาขาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ และสาขาวิศวกรรมดิจิทัล มีการใช้งานคิดเป็นร้อยละ 100 เมื่อเปรียบเทียบสาขาวิชาในการใช้งานสื่อสังคมออนไลน์ YouTube ช่วย

ในการเรียน พบว่า สาขาสาขานวัตกรรมการดิจิทัลมีการใช้งานมากที่สุด จำนวน 2 คิดเป็นร้อยละ 100 รองลงมาคือ สาขาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ จำนวน 29 คน คิดเป็นร้อยละ 96.66

เมื่อเปรียบเทียบระดับชั้นปีในการใช้งานสื่อสังคมออนไลน์ YouTube ในชีวิตประจำวัน พบว่า ระดับชั้นปีที่ 3 และชั้นปีที่ 4 มีการใช้งานในชีวิตประจำวันคิดเป็นร้อยละเปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบระดับชั้นปีในการใช้งานสื่อสังคมออนไลน์ YouTube ช่วยในการเรียน พบว่า ระดับชั้นปีที่ 3 มีการใช้งานในชีวิตประจำวันมากที่สุด จำนวน 40 คน คิดเป็นร้อยละ 97.56 รองลงมาคือ ระดับชั้นปีที่ 1 จำนวน 106 คน คิดเป็นร้อยละ 97.24

5. สรุป

ผลการวิจัยในครั้งนี้ส่งผลให้เห็นว่า อุปกรณ์ที่นักศึกษาส่วนมากใช้ในการเข้าถึง ChatGPT คือ คอมพิวเตอร์หรือโน้ตบุ๊ก ในขณะที่อุปกรณ์ที่นักศึกษาส่วนมากใช้ในการเข้าถึงสื่อสังคมออนไลน์ คือ สมาร์ทโฟน เวลา 18.01 – 23.00 น. หรือช่วงค่ำ เป็นช่วงเวลาที่นักศึกษานิยมใช้งาน ChatGPT และสื่อสังคมออนไลน์ ปัจจัยหลักที่มีอิทธิพลให้นักศึกษาใช้งาน ChatGPT คือ ความรวดเร็วในการตอบสนองต่อความต้องการ และปัจจัยหลักที่มีอิทธิพลให้นักศึกษาใช้งานสื่อสังคมออนไลน์ คือ อินเทอร์เน็ตที่ใช้งานง่าย โดยนักศึกษาวัดอุปสรรคหลักในการใช้งาน ChatGPT คือ เรียนรู้เพิ่มเติมนอกจากเนื้อหาที่อาจารย์สอน และวัตถุประสงค์หลักในการใช้งานสื่อสังคมออนไลน์เพื่อติดต่อกับบุคคลที่รู้จัก สื่อสาร/แชท นอกจากนี้แล้วนักศึกษายังมีการใช้งาน ChatGPT เพื่อค้นหาข้อมูลที่ตัวเองต้องการที่ไม่สามารถค้นหาได้ใน Google หรือเมื่อค้นหาแล้วไม่เจอ ใช้ในเรียนรู้เพิ่มเติมนอกจากเนื้อหาที่อาจารย์สอน พัฒนาทักษะส่วนตัวด้านอื่นที่ชอบใช้ในการดูดวง ปรัชญาเรื่องสุขภาพจิต ในขณะที่มีนักศึกษายกคนไม่เคยใช้งาน ChatGPT เลย และไม่ทราบว่าเป็นอะไร

ดังนั้นเพื่อการใช้งาน ChatGPT และสื่อสังคมออนไลน์ สำหรับการจัดการเรียนสำหรับอาจารย์ผู้สอนให้เกิดประโยชน์อย่างสูงสุดนั้นควรมีการแนะนำการใช้งานเครื่องมือทั้งสองแก่นักศึกษา อธิบายถึงประโยชน์ในการใช้งาน การใช้งานให้ถูกวิธี และการนำไปประยุกต์ใช้ให้หลากหลายทั้งในการเรียนและในชีวิตประจำวัน

เอกสารอ้างอิง

- [1] นิธิภัทร์ ดันติเจริญวิวัฒน์. "ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการใช้งาน ChatGPT ของกลุ่มนักพัฒนาซอฟต์แวร์ [การค้นคว้าอิสระปริญญาโท, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์]." 2566. [Online]. Available: https://digital.library.tu.ac.th/tu_dc/frontend/Info/item/dc:311641
- [2] วรณิดา กอเงินกลาง, ศรัณย์ ศศิธนากรแก้ว และ ภานนท์ คุ่มสุภา. "ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการยอมรับและพฤติกรรมการใช้งานปัญญาประดิษฐ์แชทจีพีทีอย่างต่อเนือง." วารสารมหาจุฬานาครธรรมศาสตร์, vol.11, no.2, pp.120-129. กุมภาพันธ์. 2567.
- [3] S. Selvaraj, A.H. Adil, M. Mulla, M. Mulla, F.R. Sayed, K. Suhrab singh, S. Tripathi, R. Sowmya, and S.Z. Eusufzai, "Usage of Social Media among Undergraduate University Students," European Journal of Molecular & Clinical Medicine, vol.7, no. 8, pp. 1605-1617, 2020.
- [4] K. Simon. "Digital 2024: Thailand," February. 2024. [Online]. Available: <https://datareportal.com/reports/digital-2024-thailand>

- [5] วรณรัตน์ บรรจงเขียน. "พฤติกรรมการใช้สารสนเทศและสื่อสังคมออนไลน์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา," วารสารวิทยาสารสนเทศและเทคโนโลยี, vol.4, no.1, pp.45-58, พฤษภาคม. 2566.

ระบบจำแนกประเภทกระบองเพชรบนพื้นฐานของ โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน

A Cactus Classification System Based on Convolutional Neural Network

นทีธร พวงบุบผา

Nateetorn Puangbubpa

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย กรุงเทพฯ

2010511101033@live4.utcc.ac.th

วัศวี แสนศรีมหาชัย

Watsawee Sansrimahachai

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย กรุงเทพฯ

watsawee_san@utcc.ac.th

บทคัดย่อ — ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา โดยเฉพาะอย่างยิ่งช่วงการระบาดของโรคโควิด-19 กระบองเพชรหรือแคคตัส (Cactus) ได้รับความนิยมในการปลูกเลี้ยงในประเทศไทยมากขึ้นอย่างมีนัยยะสำคัญ แคคตัสเป็นพืชในวงศ์ Cactaceae (Milas.) มีแหล่งกำเนิดในทะเลทรายเขตร้อนรูปทรงสวยงามแปลกตา และมีการพัฒนาสายพันธุ์อย่างต่อเนื่อง ปัจจุบันนิยมปลูกเลี้ยงเพื่อประดับตกแต่งอาคารบ้านเรือน อย่างไรก็ตาม เนื่องด้วยแคคตัสมีจำนวนสายพันธุ์ที่หลากหลาย ดังนั้นการจำแนกแยกประเภทสายพันธุ์อย่างถูกต้องเพื่อให้การดูแลอย่างถูกวิธีจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง เพื่อให้ผู้ปลูกสามารถเพาะเลี้ยง แคคตัสอย่างยั่งยืน สวยงาม และมีมูลค่าที่สามารถต่อยอดไปสู่การค้า ด้วยปัญหาข้างต้นผู้จัดทำจึงมีแนวคิดในการพัฒนาระบบที่สามารถจำแนกสายพันธุ์แคคตัสจากภาพถ่าย ระบบที่พัฒนาขึ้นใช้ตัวแบบการเรียนรู้ของเครื่องบนพื้นฐานของเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันในการจำแนกสายพันธุ์แคคตัสด้วยความถูกต้องสูง ระบบยังสนับสนุนฟังก์ชันการให้ข้อมูลสายพันธุ์แคคตัสในแต่ละตระกูล วิธีการดูแลและการปรับสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโต รวมทั้งการให้ข้อมูลโรคที่มักพบในแคคตัส ทั้งนี้จากผลการประเมินประสิทธิภาพตัวแบบการเรียนรู้ของเครื่องที่พัฒนาขึ้น พบว่า ความถูกต้องในการจำแนกภาพแคคตัสโดยรวมอยู่ที่ร้อยละ 80.56

คำสำคัญ — การจำแนกพันธุ์แคคตัส, การเรียนรู้ของเครื่อง, โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน

ABSTRACT — In the past decade, the popularity of cultivating Cactus has significantly increased in Thailand. Cactus possesses uniquely beautiful and peculiar shapes, and there has been continuous breeding to develop various strains. Currently, they are widely grown for ornamental purposes in residential and commercial spaces. However, due to the vast diversity of cactus species, accurate classification is crucial for proper care. This ensures sustainable, aesthetically pleasing, and commercially valuable cactus. To address such a challenge, we developed a web-based system that can classify cactus varieties from images. It employs machine learning models based on Convolutional Neural Networks (CNNs). In addition, the proposed system supports functions providing information about different cactus varieties, their care methods, and how to adjust environmental conditions for optimal growth. The experimental evaluation guarantee that our system can be practically used in real-world settings with an overall accuracy of 80.56% for classification.

Keywords — Cactus classification, Machine Learning, Convolution Neural Network.

1. บทนำ

ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา กระบองเพชรหรือแคคตัส (Cactus) ได้รับความนิยมในการปลูกเลี้ยงในประเทศไทยมากขึ้นอย่างมีนัยยะสำคัญ แคคตัสเป็นพืชในวงศ์ Cactaceae (Milas.) ที่มีถิ่นกำเนิดในบริเวณทะเลทรายเขตร้อน แถบพื้นที่อเมริกาใต้และเอเชีย ลักษณะของแคคตัสจะมีรูปทรงสวยงามแปลกตา ลำต้นมีเอกลักษณ์แสดงให้เห็นถึงความทนทานและคงทนต่อสภาพแวดล้อมที่แห้งแล้ง เป็นไม้ยืนต้นขนาดเล็กไปจนถึงขนาดใหญ่ โดยลักษณะทางชีวภาพของแคคตัสจะมีลำต้นเดี่ยวและอวบน้ำ ลำต้นจะสามารถเก็บสะสมน้ำไว้ในปริมาณที่มาก หนามรอบต้นเป็นลักษณะเด่นที่แตกต่างไปตามสายพันธุ์ เสมือนเป็นการป้องกันการสูญเสียน้ำผ่านการคายน้ำและปรับตัวให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม ความคงทนต่อสภาพแวดล้อมที่แห้งแล้งทำให้แคคตัสเป็นที่นิยมในการปลูกเลี้ยง ทั้งในเชิงการตกแต่งบ้านหรือสวน และในเชิงการค้า [1] อีกทั้งในปัจจุบันโดยเฉพาะอย่างยิ่งช่วงการระบาดของโรคโควิด-19 ได้รับความนิยมของแคคตัสได้เพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องและก้าวกระโดด มีกลุ่มผู้เลี้ยงและผู้จำหน่ายขยายวงกว้างครอบคลุมไปมากกว่า 50 จังหวัดทั่วประเทศ รวมทั้ง มีการพัฒนาระดับคุณภาพ เกิดแคคตัสสายพันธุ์ใหม่ๆ ขึ้นเสมอ จนอาจสามารถกล่าวได้ว่า แคคตัสเป็นหนึ่งในไม้ประดับยอดนิยมลำดับต้นๆ ของคนไทย แต่กระนั้นอย่างไรก็ตามเนื่องจากแคคตัสมีหลากหลายสายพันธุ์ (มากกว่า 1,200 ชนิด) และแต่ละสายพันธุ์มีรูปแบบการเลี้ยงดูที่แตกต่างกัน อาทิเช่น ความถี่ในการให้น้ำ ประเภทของปุ๋ยที่แต่ละสายพันธุ์ต้องการ รวมทั้งโรคและศัตรูพืชที่ควรระวังป้องกัน ดังนั้นการจำแนกแยกประเภทสายพันธุ์แคคตัส อย่างถูกต้อง เพื่อให้การดูแลรักษาอย่างถูกวิธีเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง ทั้งนี้ด้วยการจำแนกสายพันธุ์แคคตัสที่แม่นยำ กลุ่มผู้เลี้ยงหรือผู้ที่สนใจสามารถกำหนดแนวทางการปลูก เพาะเลี้ยง และดูแลแคคตัสได้อย่างถูกวิธี ลดความเสี่ยงในการเกิดโรค/ศัตรูพืชที่พบบ่อยในแคคตัส สามารถให้ปุ๋ยหรือสารอาหารที่เป็นประโยชน์ซึ่งตรงต่อความต้องการของแคคตัสในแต่ละสายพันธุ์ รวมทั้งสามารถเพิ่มมูลค่าของแคคตัสอันจะนำไปสู่การต่อยอดเพื่อการค้าจำหน่ายหรือค้าขายในเชิงพาณิชย์ต่อไป

จากปัญหาและความจำเป็นในการจำแนกประเภทสายพันธุ์แคคตัสที่ได้กล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาระบบซอฟต์แวร์ที่สามารถใช้ เป็นเครื่องมือในการจำแนกประเภทสายพันธุ์แคคตัสโดยวิเคราะห์จากภาพถ่าย ระบบที่พัฒนาขึ้นมีแกนหลักของระบบเป็นตัวแบบการเรียนรู้ของเครื่องในการจำแนกสายพันธุ์แคคตัส (Machine Learning Model for Cactus Classification) โดยใช้เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน ในการทำงานของระบบ เริ่มต้นโดยผู้ถ่ายภาพต้นกระบองเพชรหรือแคคตัสที่สนใจ จากนั้นนำภาพที่ถ่ายส่งเข้าสู่ระบบผ่านทางส่วนต่อประสานกับผู้ใช้งานเว็บ เมื่อภาพถ่ายแคคตัสถูกนำเข้าสู่ระบบ ระบบจะประมวลผล

ตัวแบบการเรียนรู้ของเครื่องสำหรับการจำแนกแคคตัส เมื่อการประมวลผลเสร็จสิ้น ผลลัพธ์จะถูกแสดงผลบนส่วนต่อประสานกับผู้ใช้บนเว็บ โดยจะแสดงประเภทของสายพันธุ์แคคตัสที่ตรงกับภาพถ่ายที่นำเข้า ทำหน้าที่สุดระบบจะแนะนำข้อมูลวิธีการดูแลแคคตัสสายพันธุ์ดังกล่าวแบบเป็นขั้นเป็นตอนอย่างละเอียด พร้อมทั้งนำเสนอข้อมูลโรคหรือศัตรูพืชที่มักพบบ่อย และวิธีการป้องกันรักษา เพื่อให้ผู้ใช้มีข้อมูลและสามารถวางแผนในการดูแลรักษาแคคตัสสายพันธุ์ดังกล่าวได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คลังภาพถ่ายของแคคตัสสายพันธุ์ต่างๆ จะมีจัดเตรียมให้ผู้ใช้สามารถสืบค้นได้ โดยการแสดงผลจะแบ่งกลุ่มของรูปภาพแคคตัสตามอายุ การเจริญเติบโตในแต่ละช่วงเวลา เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเรียนรู้ข้อมูลของแคคตัสที่สนใจ ประเมินและวางแผนการดูแลแคคตัสได้อย่างมีระบบ

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เบอร์ก้าและคณะ [2] ศึกษาถึงปัญหาของการเพาะปลูกแคคตัสเพื่อสนับสนุนธุรกิจด้านเครื่องสำอางและความงาม จากการศึกษาพบว่าแคคตัสได้รับผลกระทบจากการโจมตีของแมลงเกล็ดสีแดง (Dactylopius opuntia) ซึ่งโรคที่เกิดจากแมลงชนิดนี้มีการแพร่กระจายอย่างรวดเร็วหากไม่ได้รับการรักษาในระยะเริ่มต้น ทั้งนี้วิธีแก้ปัญหานั้นปัจจุบันคือ การใช้ผู้เชี่ยวชาญเดินทางตรวจสอบแปลงอย่างสม่ำเสมอด้วยตาเปล่า ซึ่งวิธีนี้ใช้เวลาและทรัพยากรค่อนข้างสูง และมีโอกาสที่จะประสบปัญหาการขาดแคลนผู้เชี่ยวชาญตามมา ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงนำเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหาดังกล่าวโดย พัฒนาระบบที่สามารถจำแนกระดับสุขภาพของแคคตัสหรือกระบองเพชรจากระยะไกลได้ (Remote classification and monitoring) ระบบที่พัฒนาขึ้นถูกเรียกว่า CactiViT ซึ่งสามารถระบุสถานะสุขภาพของแคคตัสได้ทันทีโดยใช้แบบจำลอง Visual image Transformer (ViT) นอกจากนี้ชุดข้อมูลภาพใหม่ได้ถูกเผยแพร่แบบสาธารณะให้นักวิจัยทั่วไปสามารถเรียกดูไปใช้ในการศึกษาได้ทันที อีกทั้งในงานวิจัยนี้ยังได้พัฒนาแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ซึ่งสามารถส่งผลการจำแนกระดับสุขภาพของแคคตัสไปยังเกษตรกรโดยตรง ผลการทดสอบประสิทธิภาพของตัวแบบการเรียนรู้ของเครื่องที่ประยุกต์ใช้ ViT ประสบผลสำเร็จในแง่ความถูกต้องในการจำแนกเป็นอย่างดี โดยมีความแม่นยำโดยรวมถึงร้อยละ 88.73 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับตัวแบบการเรียนรู้ของเครื่องที่ประยุกต์ใช้เครือข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน (CNN) อื่นๆ พบว่า ตัวแบบการเรียนรู้ที่นำเสนอในงานวิจัยนี้ มีค่าความถูกต้องในการจำแนกดีกว่า ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 2.61 ภายใต้เงื่อนไขและสภาพแวดล้อมในการทำงานที่คล้ายคลึงกัน ทั้งนี้งานวิจัยชิ้นนี้ได้ต่อยอดเทคนิคการจำแนกประเภทด้วยการวิเคราะห์ภาพถ่าย มาจากการศึกษาของหลิวและคณะ [5] ที่ประยุกต์ใช้เครือข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน (CNN) ในการจำแนกประเภทของดอกไม้กว่า 79 สายพันธุ์ ซึ่งได้ความถูกต้องในการจำแนกถึงร้อยละ 84.02 กัลยาณีและคณะ [4] นำเสนอระบบการวิเคราะห์อาการของโรคในกระบองเพชรหรือแคคตัสโดยประยุกต์แนวคิดปัญญาประดิษฐ์และการประมวลผลภาพ ระบบที่พัฒนาขึ้นใช้เทคนิค Faster R-CNN และ YOLO งานวิจัยนี้ใช้ตัวแบบการเรียนรู้ของเครื่องผ่าน YOLOv5 ซึ่งเป็นตัวแบบการเรียนรู้ของเครื่องที่มีประสิทธิภาพสูงในการระบุวัตถุจากภาพ ในการทดลองตัวแบบการเรียนรู้ดังกล่าวได้รับการฝึกสอน (Training) ด้วยชุดข้อมูลภาพขนาดใหญ่ซึ่งแบ่งเป็นชุดของภาพแคคตัสที่เป็นโรคและแคคตัสที่แข็งแรง อีกทั้งชุดข้อมูลภาพนี้สามารถแบ่งประเภทออกเป็น 6 กลุ่มโรคได้แก่ กลุ่มโรคแอนแทรคโนส โรคแผลเปื่อย โรคที่เกิดจากการดูแลไม่เพียงพอ โรคหนอนผีเสื้อ และโรคสนิมพืช ระบบที่พัฒนาขึ้นในงานวิจัยนี้ได้รับการประเมินประสิทธิภาพความถูกต้องในการจำแนกโรคในแคคตัส โดยผลการทดสอบพบว่า ระบบสามารถวิเคราะห์โรคของแคคตัสได้เป็นอย่างดี โดยกลุ่มผู้วิจัยนำเสนอแนวทางพัฒนาศักยภาพของระบบให้ดียิ่งขึ้นในอนาคต

อาทิเช่น การพัฒนาตัวแบบการเรียนรู้ของเครื่องให้สามารถใช้งานบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ได้ รวมทั้งการขยายชุดข้อมูลภาพแคคตัสให้ครอบคลุมโรคพืชชนิดต่างๆ มากขึ้น มีชราและคณะ [6] นำเสนองานวิจัยในแนวทางที่ใกล้เคียงกัน ระบบสำหรับการวิเคราะห์โรคพืชโดยใช้การประมวลผลภาพถูกนำเสนอในงานวิจัยชิ้นนี้ ตัวแบบการเรียนรู้ของเครื่องถูกสร้างขึ้นเพื่อระบุโรคพืชจากภาพถ่าย โดยในงานวิจัยนี้ ชุดข้อมูลที่ใช้ในการฝึกสอนตัวแบบการเรียนรู้ของเครื่องประกอบด้วยภาพถ่ายพืชที่เป็นโรค อาทิเช่น โรคแอนแทรคโนส โรคแผลพุพอง โรคที่เกิดจากการดูแลไม่เพียงพอ และโรคที่เกิดจากเพลี้ยแป้ง ร่วมกับภาพของพืชที่แข็งแรงปกติ ผลการทดสอบประสิทธิภาพของตัวแบบการเรียนรู้ของเครื่องที่พัฒนาขึ้นประสบความสำเร็จในแง่ของความถูกต้องในการจำแนกโรคพืช โดยสามารถระบุโรคพืชได้ด้วยความถูกต้องในการจำแนกถึงร้อยละ 89.67 ทั้งนี้ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าแนวคิดการใช้เทคนิคการประมวลผลภาพที่พัฒนาขึ้นสามารถใช้ตรวจจับโรคพืชได้หลากหลายชนิดอย่างแม่นยำ ซึ่งสามารถช่วยเกษตรกรในการป้องกันการสูญเสียผลผลิต

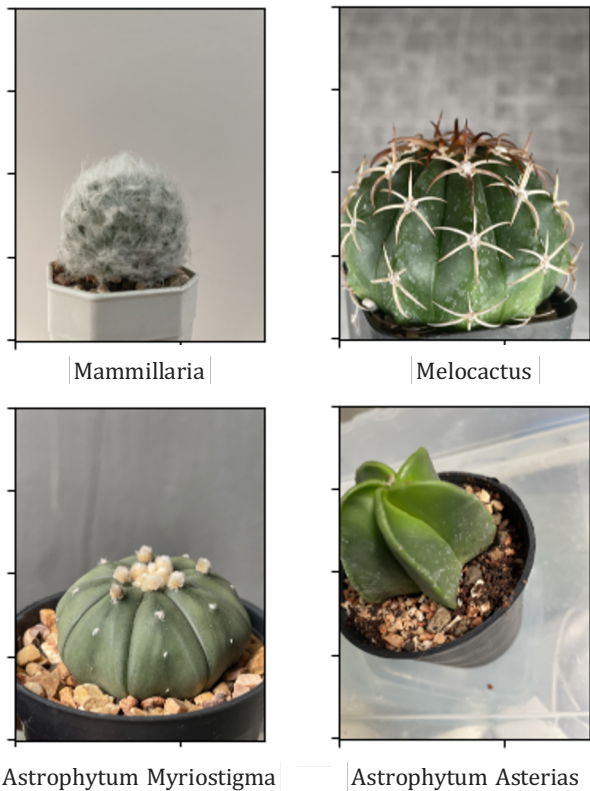
โดยสรุป ระบบการจำแนกประเภทสายพันธุ์แคคตัสโดยวิเคราะห์จากภาพถ่ายที่พัฒนาขึ้นในงานวิจัยนี้ ปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบที่มีอยู่ในหลายมิติ ระบบประยุกต์ใช้เครือข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน (CNN) ในการสร้างตัวแบบการเรียนรู้ของเครื่องเพื่อการจำแนกประเภท เช่นเดียวกับงานวิจัยของเบอร์ก้าและคณะ [2] และหลิวและคณะ [5] อย่างไรก็ตามแทนที่จะมุ่งเน้นที่การจำแนกโรคที่เกิดในแคคตัส ดังที่นำเสนอในงานของเบอร์ก้าและคณะ [2] และกัลยาณีและคณะ [4] งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการจำแนกประเภทของสายพันธุ์แคคตัสที่ได้รับความนิยมอย่างสูงในประเทศไทย ระบบนำเสนอการประยุกต์ใช้ส่วนต่อประสานบนเว็บ พร้อมทั้งการแนะนำข้อมูลวิธีการดูแลและป้องกันโรค/ศัตรูพืชที่มักพบบ่อย นอกจากนี้ ชุดข้อมูลภาพถ่ายของแคคตัส (แบ่งเป็น 4 สายพันธุ์) ได้ถูกเก็บรวบรวมขึ้นใหม่ เพื่อให้การสร้างตัวแบบการเรียนรู้ของเครื่องสำหรับการจำแนกแคคตัสในงานวิจัยนี้ มีความแม่นยำและมีประสิทธิภาพสูง

3. การออกแบบและพัฒนาระบบ

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยมีกระบวนการออกแบบและพัฒนาเพื่อสร้างตัวแบบการเรียนรู้ของเครื่องสำหรับการจำแนกสายพันธุ์แคคตัส (Machine Learning Model for Cactus Classification) โดยรายละเอียดสามารถแบ่งเป็นขั้นตอนได้ดังต่อไปนี้

3.1. การเก็บรวบรวมข้อมูล (Data Collection)

ในการสร้างตัวแบบการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning Model) การเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นหนึ่งในขั้นตอนที่สำคัญมาก ขั้นตอนนี้จะมุ่งเน้นไปที่การรวบรวมข้อมูลที่เหมาะสมและมีคุณภาพ เพื่อนำมาใช้ในการสอน (Training) และประเมิน (Evaluation) ตัวแบบการเรียนรู้ของเครื่อง ข้อมูลที่ถูกต้อง เหมาะสม และมีคุณภาพ มีผลต่อประสิทธิภาพของตัวแบบการเรียนรู้ของเครื่องที่สร้างขึ้น [3] ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมภาพถ่ายของแคคตัสไว้เป็นจำนวนทั้งสิ้น 1,200 รูป โดยชุดข้อมูลภาพถ่ายดังกล่าวแบ่งออกเป็นภาพถ่ายของสายพันธุ์แคคตัสทั้งหมด 4 สายพันธุ์ย่อย (หรืออาจเรียกว่า 4 คลาส) ทั้งนี้เงื่อนไขในการคัดเลือกสายพันธุ์แคคตัสสำหรับใช้เป็นต้นแบบในการสร้างตัวแบบการเรียนรู้ของเครื่องนี้ เลือกจากสายพันธุ์ที่ได้รับความนิยมอย่างสูงในวงการนักเพาะเลี้ยงแคคตัสในประเทศไทย ได้แก่ 1) Mammillaria (แมมมิลลารี) 2) Melocactus (เมลโลแคคตัส) 3) Astrophytum myriostigma (แอสโตรไฟตัม ไมริโอสติกมา) และ 4) Astrophytum asterias (แอสโตรไฟตัม แอสเทเรียส) รูปที่ 1 แสดงภาพของแคคตัสทั้ง 4 สายพันธุ์ที่ใช้ในงานวิจัย



รูปที่ 1. แคคตัส 4 สายพันธุ์ ที่ใช้ในการสร้างตัวแบบการเรียนรู้



รูปที่ 2. กระบวนการเตรียมข้อมูล

หลังจากเก็บรวบรวมชุดข้อมูลภาพถ่ายของแคคตัสเสร็จสิ้นแล้ว ชุดข้อมูลภาพถ่ายดังกล่าวจะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ชุดข้อมูลสำหรับสอนตัวแบบการเรียนรู้ของเครื่อง (Training set) 210 ภาพ และชุดข้อมูลสำหรับทดสอบตัวแบบการเรียนรู้ของเครื่อง (Test set) 90 ภาพ สำหรับแต่ละสายพันธุ์แคคตัส (รูปภาพทั้งหมด 1,200 ภาพ แบ่งเป็น 300 ภาพ สำหรับแต่ละสายพันธุ์) ทั้งนี้การแบ่งส่วนของข้อมูลดังกล่าวเพื่อให้ประสิทธิภาพของตัวแบบการเรียนรู้ของเครื่องที่สร้างขึ้น

3.2. การเตรียมข้อมูล (Data Preprocessing)

ในการเตรียมข้อมูลก่อนนำมาใช้ฝึกสอน (Training) หรือทดสอบ (Testing) ตัวแบบการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning Model) ขั้นตอนนี้จะทำให้ข้อมูลดิบที่ได้จากการเก็บรวบรวมในขั้นตอนนี้มีความถูกต้อง แม่นยำ และมีรูปแบบข้อมูลที่ตรงตามที่ต้องการ เป้าหมายหลักคือ เพื่อให้ข้อมูลเหมาะสมและพร้อมสำหรับการนำไปสู่ตัวแบบการเรียนรู้ของเครื่อง นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการสอน (Training) และทำให้ตัวแบบการเรียนรู้ของเครื่อง มีความสามารถในการจำแนก (Classification) ได้อย่างถูกต้องมากยิ่งขึ้น โดยการเตรียมข้อมูลจะมีกระบวนการย่อยทั้งหมด 4 ขั้นตอน แสดงกระบวนการย่อยในการเตรียมข้อมูล ดังรูปที่ 2

จากรูปที่ 2 ขั้นตอนย่อยในการเตรียมข้อมูลสามารถอธิบายในรายละเอียดได้ดังต่อไปนี้

1) Data Integration (การผสานข้อมูล) คือกระบวนการที่นำข้อมูลจากหลายๆ แหล่งข้อมูลที่แตกต่างกัน และรวบรวมข้อมูลเหล่านั้นเข้าด้วยกันเพื่อสร้างมุมมองหรือเชื่อมโยงข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการวิเคราะห์ กระบวนการนี้ช่วยให้ข้อมูลที่มาจากแหล่งต่างๆ สามารถใช้งานร่วมกันได้โดยมีความสอดคล้องกัน หลักการสำคัญ คือการรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ โดยให้มีโครงสร้างและรูปแบบเดียวกัน หรือทำการแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เหมือนกัน เพื่อให้ข้อมูลเหล่านั้นสามารถทำงานร่วมกันได้ ทั้งนี้การผสานข้อมูลสำเร็จจะช่วยให้สามารถดึงข้อมูลที่มีประโยชน์มาใช้ในการตัดสินใจหรือวิเคราะห์ข้อมูลได้มีประสิทธิภาพ

2) Data Cleaning (การทำความสะอาดข้อมูล) หรือที่เรียกอีกชื่อหนึ่งว่า Data Cleansing หรือ Data Scrubbing คือกระบวนการล้างข้อมูลที่ไมถูกต้อง ไม่สมบูรณ์ หรือส่วนของข้อมูลที่อาจปรากฏในชุดข้อมูล วัตถุประสงค์หลักของ Data Cleaning คือการเตรียมข้อมูลให้พร้อมใช้งานในการวิเคราะห์หรือประมวลผลต่อไป ตัวอย่างของการทำ Data Cleaning ได้แก่ การตรวจสอบข้อมูลเพื่อหาความผิดพลาด การแก้ไขข้อมูลที่ไมถูกต้องหรือขาดหาย การลบข้อมูลที่ไมเหมาะสมหรือไม่สมบูรณ์ และการปรับปรุงข้อมูลให้มีความถูกต้องและครบถ้วน ทั้งนี้ การทำ Data Cleaning เป็นขั้นตอนสำคัญในการเตรียมข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลหรือการนำเข้าข้อมูลเข้าสู่ตัวแบบการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning Model) เนื่องจากข้อมูลที่ไมถูกต้อง ไม่สมบูรณ์หรือขาดหาย อาจส่งผลกระทบต่อความถูกต้องและประสิทธิภาพของการวิเคราะห์หรือตัวแบบการเรียนรู้ของเครื่องที่ใช้ข้อมูลนั้นๆ ในการประมวลผล

ในงานวิจัยนี้ สำหรับขั้นตอน Data Cleaning รูปภาพทุกภาพในชุดข้อมูลภาพแคคตัสที่เก็บรวบรวม จะถูกตรวจสอบอย่างละเอียดว่า อยู่ในรูปแบที่ถูกต้อง ไม่เสียหาย และมีความชัดเจนเพียงพอที่จะสามารถทำการทำนายหรือจำแนก (Classification) ได้อย่างถูกต้อง จากนั้นเมื่อตรวจสอบข้างต้นแล้ว จะนำรูปภาพไปปรับขนาดความละเอียดเป็น 256x256 การปรับขนาดนี้ช่วยให้ข้อมูลทำการสอน (Training) ตัวแบบการเรียนรู้ของเครื่องได้อย่างเหมาะสม และป้องกันปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นจากขนาดภาพที่ใหญ่เกินไป

3) Data Transformation (การแปลงข้อมูล) คือ กระบวนการแปลงข้อมูลจากรูปแบบหนึ่งไปยังรูปแบบอื่น เพื่อให้ข้อมูลเหมาะสมและเข้าใจได้ง่ายขึ้นตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ ซึ่งการทำ Data Transformation มักถูกนำมาใช้เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลและเตรียมข้อมูลเพื่อนำข้อมูลเข้าสู่ตัวแบบการเรียนรู้ของเครื่อง หรือการวิเคราะห์ข้อมูลรูปแบบอื่นๆ

ในงานวิจัยนี้ สำหรับขั้นตอน Data transformation เทคนิค One-Hot Encoding จะถูกนำมาประยุกต์ใช้ โดยจะทำการแปลงหรือปรับปรุงรูปแบบ

ข้อมูลเพื่อให้เหมาะสมกับการประมวลผลของตัวแบบการเรียนรู้ของเครื่อง โดยในการทำงาน จะอ่านข้อมูลค่าสีแต่ละพิกเซลออกมาเป็นค่า RGB (Red, Green, Blue) จากนั้นจะเก็บข้อมูลค่าสีที่ได้ไว้ในตัวแปรเพื่อนำไปเปลี่ยนแปลงชนิดของข้อมูลให้เป็น float32 การที่จะนำข้อมูลเข้าสู่ตัวแบบการเรียนรู้ของเครื่องบนพื้นฐานของโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันจำเป็นต้องทำให้ข้อมูลมีค่าไม่เกิน 1 ดังนั้นข้อมูลค่าสีจะถูกทำการหารด้วย 255 (เนื่องจากข้อมูลค่าสี มีค่าอยู่ในช่วง 1-255 ดังนั้นการหารด้วย 255 จะได้ค่าที่ไม่เกิน 1 แนนอน) จากนั้นข้อมูลที่ได้นี้จะถูกนำเข้าไปเพื่อการสอนตัวแบบการเรียนรู้ของเครื่องต่อไป ซึ่งสามารถสรุปผลลัพธ์ที่ได้ดังนี้ ((649, 256, 256, 3), (649, 4), (351, 256, 256, 3), (351, 4))

4) Data Reduction (การลดขนาดข้อมูล) เป็นกระบวนการที่ใช้สำหรับตัดทอนหรือกำจัดข้อมูลที่ไม่จำเป็นโดยเหลือเฉพาะข้อมูลที่สำคัญเท่านั้น จากชุดข้อมูลใหญ่ ทั้งนี้เพื่อลดความซับซ้อนของข้อมูลในการวิเคราะห์ โดยยังคงรักษาเนื้อหาสำคัญ เพื่อให้การวิเคราะห์ข้อมูลยังคงความถูกต้องและมีความหมายที่เพียงพอ การลดขนาดข้อมูลสามารถทำได้ในหลายวิธี อาทิ เช่น การเลือกคุณลักษณะ (Feature Selection) การลดจำนวนข้อมูล (Data Sampling) และการลดมิติ (Dimensionality Reduction) เป็นต้น โดยในงานวิจัยนี้ ได้มีการประยุกต์ใช้เทคนิคการลดขนาดของภาพ (Image Resizing) โดยการปรับขนาดรูปภาพแคดตัสที่เก็บรวบรวมมา ให้มีขนาดเล็กลงและขนาดเท่ากันทุกภาพ ซึ่งคือ 256x256 พิกเซล ทั้งนี้การลดขนาดข้อมูล (รูปภาพ) มีประโยชน์ในทั้งการประมวลผลที่เร็วขึ้น การประหยัดทรัพยากร (พื้นที่จัดเก็บ/หน่วยความจำที่ใช้) รวมไปถึงลดความซับซ้อนของตัวแบบการเรียนรู้ของเครื่องที่ใช้

3.3. การสกัดคุณลักษณะ (Feature Extraction)

การสกัดคุณลักษณะ เป็นขั้นตอนสำคัญในการสร้างตัวแบบการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning Model) สำหรับการประมวลผลภาพด้วยตัวแบบการเรียนรู้ของเครื่อง ที่ประยุกต์ใช้เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน (Convolutional Neural Network – CNN) หรืออาจจะเรียกได้ว่าใช้เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) ที่เกี่ยวข้องกับการประมวลผลภาพ กระบวนการดังกล่าวเป็นการที่นำเข้าข้อมูลรูปภาพต้นแบบ จากนั้นแปลงรูปภาพดังกล่าวให้เป็นคุณลักษณะ (Features) ที่สามารถนำมาใช้ในการสอน (Training) ให้ตัวแบบการเรียนรู้ของเครื่องสามารถจำแนกหรือทำนาย ในกรณีของ CNN การสกัดคุณลักษณะเกิดขึ้นโดยให้ตัวแบบการเรียนรู้ของเครื่องเรียนรู้คุณลักษณะต่าง ๆ ของภาพผ่าน Convolutional Layer และ Pooling Layer ที่ซ้อนกัน ตัวแบบการเรียนรู้ของเครื่องจะเรียนรู้ลักษณะที่สำคัญอย่างมีประสิทธิภาพจากชุดข้อมูลภาพที่ใช้ในการสอน (Training dataset) คุณลักษณะที่ถูกสกัดนี้จะเป็นหัวใจสำคัญในการทำนายหรือจำแนกในขั้นตอนถัดไป

3.4. การสร้างตัวแบบการจำแนกประเภท (Classification Model)

ตัวแบบการจำแนกประเภทหรือ Classification Model เป็นตัวแบบการเรียนรู้ของเครื่องที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อจำแนกข้อมูลเป็นกลุ่มหรือประเภทที่กำหนดไว้ ตัวแบบการเรียนรู้ที่มีการเรียนรู้จากชุดข้อมูลสำหรับสอน (Training dataset) เพื่อสามารถทำนายประเภทของข้อมูลที่ไม่เคยเห็นมาก่อน คล้ายกับการตอบคำถาม “สิ่งนี้เป็นอะไร” หรือ “สิ่งนี้อยู่ในกลุ่มใด” ตัวแบบการเรียนรู้ของเครื่องนี้ ได้รับการสอนด้วยชุดข้อมูลที่มีป้ายกำกับ (Labeled data) เพื่อให้สามารถเรียนรู้คุณลักษณะและความสัมพันธ์ของข้อมูล ในงานวิจัยนี้ เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน (Convolutional Neural Network - CNN) ถูกนำมาประยุกต์ใช้เป็นขั้นตอน

วิธีสำหรับสร้างตัวแบบการเรียนรู้ของเครื่องสำหรับจำแนกสายพันธุ์แคดตัส ซึ่งเป็นขั้นตอนวิธีที่ได้รับความนิยมสูงในการจำแนกภาพ CNN มี Model: "sequential"

Layer (type)	Output Shape	Param #
conv1 (Conv2D)	(None, 254, 254, 128)	3584
maxpool1 (MaxPooling2D)	(None, 127, 127, 128)	0
conv2 (Conv2D)	(None, 125, 125, 128)	147584
maxpool2 (MaxPooling2D)	(None, 62, 62, 128)	0
flatten (Flatten)	(None, 492032)	0
dense1 (Dense)	(None, 128)	62980224
output (Dense)	(None, 4)	516

Total params: 63131908 (240.83 MB)
Trainable params: 63131908 (240.83 MB)
Non-trainable params: 0 (0.00 Byte)

รูปที่ 3. โครงสร้างตัวแบบการเรียนรู้ของเครื่องบนพื้นฐานของ CNN

ความสามารถในการจัดการกับลักษณะของภาพอย่างเฉพาะ และสามารถเรียนรู้คุณลักษณะที่ซับซ้อนได้ โครงสร้างสถาปัตยกรรมตัวแบบการเรียนรู้ของเครื่องบนพื้นฐานของ CNN ที่ใช้ในงานวิจัยนี้ แสดงได้ดังรูปที่ 3

จากรูปที่ 3 สามารถอธิบายรายละเอียด Layer ของตัวแบบการเรียนรู้ของเครื่องสำหรับการจำแนกสายพันธุ์แคดตัสได้ดังต่อไปนี้

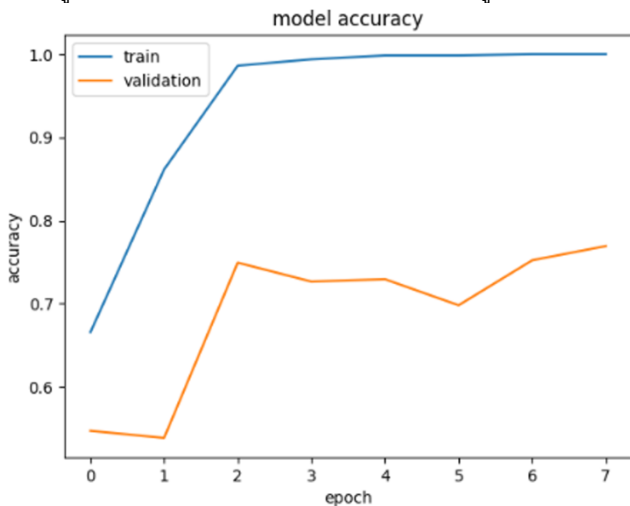
- Conv2D (Convolutional Layer): ชั้นนี้ใช้สำหรับการสกัดคุณลักษณะของภาพ โดยจะสกัดคุณลักษณะที่สำคัญออกมาเพื่อการจำแนกที่มีประสิทธิภาพ
- MaxPool2D (Max Pooling Layer): ชั้นนี้ทำหน้าที่ลดขนาดของข้อมูลผ่านการสกัดคุณลักษณะ โดยจะทำให้ตัวแบบการเรียนรู้ของเครื่องมีความสามารถในการจัดระเบียบข้อมูลและลดความซับซ้อนในการคำนวณ (ซึ่งทำให้การประมวลผลเร็วขึ้น)
- Flatten Layer: ชั้นนี้ทำหน้าที่แปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับการนำไปในขั้นต่อไป
- Dense Layer: ชั้นนี้มีหน้าที่เรียนรู้คุณลักษณะที่ซับซ้อนและส่งผลลัพธ์ในรูปแบบของประเภท (สายพันธุ์แคดตัสที่จำแนกได้)
- Output Layer: ชั้นนี้ทำหน้าที่ส่งออกผลลัพธ์ของการจำแนก ซึ่งได้แก่ชนิดสายพันธุ์แคดตัส หรืออาจจะเรียกว่า Output class

4. การทดสอบและประเมินประสิทธิภาพของระบบ

ในงานวิจัยนี้ ความถูกต้องในการจำแนกประเภทสายพันธุ์แคดตัสของตัวแบบการเรียนรู้ของเครื่อง (Classification accuracy) จะถูกนำมาใช้เป็นตัวบ่งชี้หลักในการประเมินประสิทธิภาพของระบบ ในการทดลอง ผู้วิจัยได้ประมวลผลตัวแบบการเรียนรู้ของเครื่องที่สร้างขึ้น (Machine Learning Model) การเรียกดูผลการประมวลผลด้วยคำสั่ง history สามารถประเมินค่าความถูกต้องในการจำแนก ได้ด้วยการสังเกตค่า accuracy และความผิดพลาดที่ค่า loss ที่เกิดขึ้นระหว่างประมวลผล แสดงดังรูปที่ 4

```
Epoch 1/8
21/21 [=====] - 381s 18s/step - loss: 3.2581 - accuracy: 0.6656 - val_loss: 1.5363 - val_accuracy: 0.5470
Epoch 2/8
21/21 [=====] - 383s 18s/step - loss: 0.3175 - accuracy: 0.8613 - val_loss: 2.1110 - val_accuracy: 0.5385
Epoch 3/8
21/21 [=====] - 380s 18s/step - loss: 0.8631 - accuracy: 0.9861 - val_loss: 1.4856 - val_accuracy: 0.7493
Epoch 4/8
21/21 [=====] - 352s 17s/step - loss: 0.0152 - accuracy: 0.9938 - val_loss: 1.3875 - val_accuracy: 0.7265
Epoch 5/8
21/21 [=====] - 384s 18s/step - loss: 0.0137 - accuracy: 0.9985 - val_loss: 2.1858 - val_accuracy: 0.7293
Epoch 6/8
21/21 [=====] - 387s 19s/step - loss: 0.0037 - accuracy: 0.9985 - val_loss: 2.6692 - val_accuracy: 0.6980
Epoch 7/8
21/21 [=====] - 388s 19s/step - loss: 3.9812e-04 - accuracy: 1.0000 - val_loss: 2.8595 - val_accuracy: 0.7521
Epoch 8/8
21/21 [=====] - 380s 18s/step - loss: 1.2208e-04 - accuracy: 1.0000 - val_loss: 1.9941 - val_accuracy: 0.7692
```

รูปที่ 4 การสอนและประมวลผลตัวแบบการเรียนรู้ของเครื่อง



รูปที่ 5 กราฟความถูกต้องในการจำแนกสายพันธุ์แคคตัส

		Predicted Class			
		Mammillaria	Melocactus	Astrophytum myriostigma	Astrophytum asterias
Actual Class	Mammillaria	86.67%	0%	13.33%	0%
	Melocactus	0%	72.22%	27.78%	0%
	Astrophytum myriostigma	0%	0%	96.59%	3.41%
	Astrophytum asterias	0%	0%	31.11%	68.89%

รูปที่ 6 Confusion Matrix สำหรับการจำแนกประเภทสายพันธุ์แคคตัส

ทั้งนี้ประสิทธิภาพของตัวแบบการเรียนรู้ของเครื่องในการจำแนกสายพันธุ์แคคตัส สามารถแสดงได้ ดังรูปที่ 5 และ 6 โดยรูปที่ 5 แสดงกราฟความถูกต้องในการจำแนก (Classification Accuracy) และรูปที่ 6 แสดง Confusion Matrix ซึ่งเป็นผลของการจำแนกในแต่ละคลาสของแคคตัส

จากรูปที่ 5 กราฟแสดงร้อยละความถูกต้องในการจำแนกสายพันธุ์แคคตัสเปรียบเทียบระหว่างชุดข้อมูลสำหรับฝึกสอน (Train) และชุดข้อมูลสำหรับทดสอบตัวแบบการเรียนรู้ของเครื่อง (Validation) โดยสำหรับชุดข้อมูล Train ในแต่ละรอบของการประมวลผล (Epoch) ความถูกต้องเฉลี่ยในการจำแนกจะเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องจนถึงระดับร้อยละ 99 เมื่อประมวลผลครบในรอบที่ 7 ในขณะที่เดียวกันสำหรับชุดข้อมูล Validation แนวโน้มของความถูกต้องในการจำแนกเพิ่มขึ้นด้วยแนวโน้มคล้ายคลึงกัน แต่กระนั้นค่าความถูกต้องเฉลี่ยจะลดลงมาอยู่ในระดับคงที่ที่ราวร้อยละ 80 เมื่อประมวลผลครบในรอบที่ 7 ทั้งนี้ผลลัพธ์ความถูกต้องเฉลี่ยในการจำแนกของชุดข้อมูลภาพสำหรับทดสอบ จะอยู่ที่ร้อยละ 80.56 ซึ่งถือว่ามีค่าความถูกต้องค่อนข้างสูง เป็นที่น่าพอใจ นอกจากนี้ จากรูปที่ 6 Confusion Matrix เมื่อพิจารณาความถูกต้องในการจำแนกโดยแบ่งตามแต่ละประเภทของแคคตัส ประเภทสายพันธุ์แคคตัสที่มีค่าความถูกต้องสูงที่สุด ได้แก่ *Astrophytum myriostigma* ที่ความถูกต้องร้อยละ 96.59 สายพันธุ์แคคตัสที่มีค่าความถูกต้องในการจำแนกรองลงมา คือ *Mammillaria* และ *Melocactus* ตามลำดับ โดย *Astrophytum asterias* มีค่าความถูกต้องในการจำแนกต่ำที่สุด ที่ประมาณร้อยละ 69 ทั้งนี้เนื่องด้วย *Astrophytum*

asterias และ *Astrophytum myriostigma* เป็นสายพันธุ์ที่มีขนาดความสูงรูปแบบลำต้น และลักษณะของหนามใกล้เคียงกัน จึงส่งผลให้มีปริมาณของการจำแนกภาพผิดพลาดกันไปมาระหว่างสองสายพันธุ์ดังกล่าวเป็นจำนวนมากในระดับมากกว่าร้อยละ 30 เลยทีเดียว ทั้งนี้ด้วยค่าความถูกต้องเฉลี่ยในการจำแนกสายพันธุ์แคคตัสที่ค่อนข้างสูงจากผลการทดสอบ ทำให้สามารถการันตีได้ว่า ระบบที่พัฒนาขึ้นมีศักยภาพในการนำไปประยุกต์ใช้ในการทำงานจริงได้เป็นอย่างดี

5. สรุป

งานวิจัยนี้นำเสนอการออกแบบและพัฒนาระบบที่มีความสามารถในการจำแนกสายพันธุ์กระบองเพชรหรือแคคตัสโดยวิเคราะห์จากภาพถ่ายด้วยความถูกต้องสูง เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันถูกนำมาประยุกต์ใช้เพื่อสร้างตัวแบบการเรียนรู้ของเครื่องที่มีประสิทธิภาพระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถจำแนกสายพันธุ์แคคตัสโดยวิเคราะห์จากภาพถ่ายจำนวน 4 สายพันธุ์ ซึ่งเป็นสายพันธุ์แคคตัสที่ได้รับความนิยมปลูกเลี้ยงสูงในประเทศไทย นอกจากนี้ระบบที่พัฒนาขึ้นยังมีความสามารถในการแนะนำวิธีการดูแลแคคตัสสายพันธุ์ต่างๆ แบบเป็นขั้นเป็นตอนอย่างละเอียด พร้อมทั้งให้ความรู้ในเรื่องโรคหรือศัตรูพืชที่มักพบบ่อย รวมไปถึงวิธีการป้องกันและดูแลรักษา เพื่อให้ผู้ใช้มีข้อมูลและสามารถวางแผนในการดูแลรักษาแคคตัสสายพันธุ์ต่างๆ ได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ ผลการทดสอบและประเมินประสิทธิภาพของระบบแสดงให้เห็นถึงความแม่นยำในการจำแนกสายพันธุ์ของแคคตัสได้เป็นอย่างดี โดยค่าความถูกต้องเฉลี่ยในการจำแนกสายพันธุ์แคคตัสในภาพรวมของระบบ จะอยู่ที่ร้อยละ 80.56 ซึ่งค่อนข้างสูง ทั้งนี้ *Astrophytum myriostigma* เป็นสายพันธุ์แคคตัสที่มีความถูกต้องในการจำแนกสูงที่สุด ที่ค่าความถูกต้องร้อยละ 96.59 และสายพันธุ์แคคตัสที่มีค่าความถูกต้องในการจำแนกรองลงมา ได้แก่ *Mammillaria* *Melocactus* และ *Astrophytum asterias* ตามลำดับ ด้วยผลการประเมินประสิทธิภาพของตัวแบบการเรียนรู้ของเครื่องนี้ จึงสามารถการันตีได้ว่า ระบบที่พัฒนาขึ้นในงานวิจัยนี้มีศักยภาพในการนำไปประยุกต์ใช้ในการทำงานจริงได้เป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

- [1] ภาพล สุภานันทานนท์, "A Beginner's Guide for Cactus & Succulents คู่มือปลูกเลี้ยงแคคตัสและไม้อวบน้ำ", ฉบับเริ่มต้น (พิมพ์ ครั้งที่ 1), กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์บ้านและสวน, 2018.
- [2] A. Berka, A. Hafiane, Y. Es-Saady, M. El Hajji, R. Canals and R. Bouharrou, "CactiViT: Image-based smartphone application and transformer network for diagnosis of cactus cochineal," *Artificial Intelligence in Agriculture*, vol. 9, 2023, pp. 12-21.
- [3] R. Gonzalez, R. E. Woods, *Digital image processing*, Third edition, Pearson Education, Prentice-Hall, Inc., 2008.
- [4] K. Kaweesinsakul, S. Nuchitprasitchai and J. Pearce, "Open source disease analysis system of cactus by artificial intelligence and image processing," In *Proceedings of the 12th International Conference on Advances in Information Technology*, New York, USA, 2021, pp. 1-7.
- [5] Y. Liu, F. Tang, D. Zhou, Y. Meng and W. Dong, "Flower classification via convolutional neural network," In *Proceedings of the 2016 IEEE International Conference on Functional-Structural Plant Growth Modeling, Simulation, Visualization and Applications (FSPMA)*, Qingdao, China, 2016, pp. 110-116.
- [6] A. Mishra, P. Chaurasia, V. Arya and F. José García-Peñalvo, "Plant Disease Detection using Image Processing," In *Proceedings of International Conference on Cyber Security, Privacy and Networking*, 2023, pp. 227- 235.

ระบบต้นแบบติดตามและเฝ้าระวังข้อมูลด้านสุขภาพของผู้สูงอายุ ผ่านแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ด้วยเทคโนโลยี IoT

Elderly Health Data Tracking and Monitoring Prototype System via a Mobile Application using IoT Technology

ธนรัฐ โชติพันธ์

Tanarat Chotipant

สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์

คณะวิทยาการคอมพิวเตอร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

Department of Computer Science,

Faculty of Computer Science,

Ubon Ratchathani Rajabhat University

อุบลราชธานี, ประเทศไทย

Ubonratchathani, Thailand

tanarat.c@ubru.ac.th

ชัยวิชิต แก้วกลม

Chaivichit Kaewklom

สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์

คณะวิทยาการคอมพิวเตอร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

Department of Computer Science,

Faculty of Computer Science,

Ubon Ratchathani Rajabhat University

อุบลราชธานี, ประเทศไทย

Ubonratchathani, Thailand

chaivichit.k@ubru.ac.th

เสาวลักษณ์ ไทยกลาง

Saowaluk Thaiklang

สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์

คณะวิทยาการคอมพิวเตอร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

Department of Computer Science,

Faculty of Computer Science,

Ubon Ratchathani Rajabhat University

อุบลราชธานี, ประเทศไทย

Ubonratchathani, Thailand

saowaluk.t@ubru.ac.th

สันทนีย์ กิจเพิ่มเกียรติ

Santaneey Kitpermkiat

สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์

คณะวิทยาการคอมพิวเตอร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

Department of Computer Science,

Faculty of Computer Science,

Ubon Ratchathani Rajabhat University

อุบลราชธานี, ประเทศไทย

Ubonratchathani, Thailand

santaneey.k@ubru.ac.th

บทคัดย่อ — ประเทศไทยได้เข้าสู่สถานการณ์ “สังคมสูงอายุ” ตั้งแต่ พ.ศ.2548 โดย 1 ใน 10 ของประชากรไทยเป็นประชากรที่มีอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป หนึ่งในความพยายามของนักวิจัยเกี่ยวกับผู้สูงอายุคือ การนำเอานวัตกรรมเพื่อการดูแลสุขภาพของผู้สูงอายุเข้ามา มีบทบาทและใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ปัจจุบันมีการนำเอาเทคโนโลยี Internet of Things (IoT) มาใช้กับการดูแลสุขภาพแล้ว ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นประโยชน์ของการนำเอาเทคโนโลยี IoT มาประยุกต์เพื่ออำนวยความสะดวกในการดูแลสุขภาพของผู้สูงอายุในการพัฒนาระบบต้นแบบติดตามและเฝ้าระวังข้อมูลด้านสุขภาพของผู้สูงอายุผ่านแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ด้วยเทคโนโลยี IoT ซึ่งเป็นการทำงานร่วมกับอุปกรณ์พกพาที่สามารถสวมใส่ติดตัวผู้สูงอายุได้ (wrist wearable devices) เช่น Smart watch สามารถตรวจวัดการเต้นของหัวใจ ข้อมูลสุขภาพ และสามารถแจ้งเตือนไปยังผู้ดูแลเมื่อภาวะผิดปกติได้ โดยระบบสามารถทำงานได้ทั้งบนเว็บแอปพลิเคชัน และแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ ผู้วิจัยได้นาระบบไปประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญแล้ว พบว่าผลของการประเมินประสิทธิภาพของระบบทั้ง 4 ด้าน คือ 1) ด้าน

ความสามารถทำงานตามความต้องการของผู้ใช้ 2) ด้านการใช้งานของระบบ 3) ด้านหน้าที่ของระบบ 4) ด้านความปลอดภัย โดยผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับดี

คำสำคัญ — เฝ้าระวังข้อมูลด้านสุขภาพ, สังคมสูงอายุ, Internet of Things (IoT)

ABSTRACT — Thailand has entered the situation "Aging society" since 2005, with 1 in 10 of the Thai population being the population aged 60 years and over. One of the efforts of researchers on the elderly is bringing innovation to care for the well-being of the elderly can play a role and use it more efficiently. At present, it has been developed by adopting Internet of Things (IoT) technology for elderly care. Researchers therefore realize the benefits of applying IoT technology to facilitate the care of the elderly in Elderly Health data tracking and

monitoring prototype system via a mobile application using IoT technology This works in conjunction with a portable or wearable device that can be worn with the elderly (wrist wearable devices), such as Smart watch, which can measure heart rate, health data and can alert the caregiver when abnormal conditions. Moreover, the system also can work on both web applications and mobile applications. Both systems were evaluated by experts for testing to obtain the results of the performance of the system in four aspects which are 1) Functional Requirements Test 2) Usability Test 3) Functional Test 4) Security Test. The results reveal that the IoT-based elderly health monitoring and surveillance system on Android application are at a good level satisfaction.

Keywords — Elderly, Monitoring and Surveillance System, Internet of Things (IoT)

1. บทนำ

ประเทศไทยได้เข้าสู่สถานการณ์ "สังคมสูงอายุ" ตั้งแต่ พ.ศ.2548 โดย 1 ใน 10 ของประชากรไทยเป็นประชากรที่มีอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป และมีแนวโน้มที่จะเป็น "สังคมสูงอายุโดยสมบูรณ์" นั่นคือมีประชากรอายุ 60 ปีขึ้นไปมากกว่าร้อยละ 20 ของประชากรทั้งหมด ภายในปี พ.ศ.2564 ซึ่งขัดกับสถิติของประชากรวัยทำงานซึ่งมีหน้าที่ดูแลผู้สูงอายุที่กำลังขาดแคลนมากขึ้นเรื่อย ๆ [1] ในยุคทศวรรษชาติด้านการพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพทรัพยากรมนุษย์ ได้กำหนดประเด็นยุทธศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับ "การพัฒนาศักยภาพคนตลอดช่วงชีวิต" ไว้ โดยเฉพาะ "ช่วยวัยสูงอายุ" นั้นมีเป้าหมายทางด้านสุขภาพของผู้สูงอายุรวมอยู่ด้วยนั่นคือ มีการสร้างเสริมสุขภาพ พื้นฟูสุขภาพ การป้องกันโรคให้ผู้สูงอายุ พร้อมกับจัดสภาพแวดล้อมให้เป็นมิตรกับผู้สูงอายุ และหลักประกันทางสังคมที่สอดคล้องกับความจำเป็นพื้นฐานในการดำรงชีวิต การมีส่วนร่วมของผู้สูงอายุในสังคม [2][3]

หนึ่งในความพยายามของนักวิจัยเกี่ยวกับผู้สูงอายุคือ การนำเอานวัตกรรมเพื่อการดูแลสุขภาพของผู้สูงอายุเข้ามาใช้กับเทคโนโลยีสารสนเทศอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น เพื่อส่งเสริมให้เกิดกิจกรรมที่เหมาะสม เช่น ทานยาครบหรือไม่ หรือทานยาซ้ำ อีกทั้งยังช่วยส่งเสริมสุขภาพ เช่น การพัฒนาเกมสำหรับบริหารสมองป้องกันโรคสมองเสื่อม เป็นต้น [4] ปัจจุบันมีการพัฒนาโดยนำเอาเทคโนโลยี Internet of Things (IoT) มาใช้กับการดูแลสุขภาพผู้สูงอายุกันบ้างแล้ว เช่น หุ่นยนต์ดูแลผู้สูงอายุ เป็นนวัตกรรมที่ทำหน้าที่เป็นตัวแทนดูแลผู้ป่วยโดยเฉพาะผู้สูงอายุติดเตียง ระบบเตือนผู้สูงอายุหรือผู้ดูแล เมื่อมีสถานะผิดปกติ หรือเตือนในการทานอาหาร ทานยา เป็นต้น [5]

ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นประโยชน์ของการนำเอาเทคโนโลยี IoT มาประยุกต์เพื่ออำนวยความสะดวกในการดูแลสุขภาพผู้สูงอายุในการพัฒนาระบบต้นแบบติดตามและเฝ้าระวังข้อมูลด้านสุขภาพของผู้สูงอายุผ่านแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ด้วยเทคโนโลยี IoT ซึ่งเป็นการทำงานร่วมกับอุปกรณ์พกพาที่สามารถสวมใส่ติดตัวผู้สูงอายุได้ (wrist wearable devices) เช่น Smart watch สามารถตรวจวัดการเต้นของหัวใจ ข้อมูลสุขภาพ และสามารถแจ้งเตือนไปยังผู้ดูแลเมื่อภาวะผิดปกติได้อีกด้วย

2. วัตถุประสงค์

1. เพื่อวิเคราะห์และออกแบบระบบต้นแบบติดตามและเฝ้าระวังข้อมูลด้านสุขภาพของผู้สูงอายุผ่านแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ด้วยเทคโนโลยี IoT
2. เพื่อพัฒนาระบบต้นแบบติดตามและเฝ้าระวังข้อมูลด้านสุขภาพของผู้สูงอายุผ่านแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ด้วยเทคโนโลยี IoT
3. เพื่อประเมินประสิทธิภาพระบบต้นแบบติดตามและเฝ้าระวังข้อมูลด้านสุขภาพของผู้สูงอายุผ่านแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ด้วยเทคโนโลยี IoT

3. วิธีดำเนินการวิจัย

การพัฒนาระบบต้นแบบติดตามและเฝ้าระวังข้อมูลด้านสุขภาพของผู้สูงอายุผ่านแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ด้วยเทคโนโลยี IoT ผู้วิจัยได้กำหนดวิธีการดำเนินการวิจัยเป็นขั้นตอนตามวงจรการพัฒนา (System Development Life Cycle, SDLC) 5 ขั้นตอน ดังนี้

3.1. ศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลของการติดตามและเฝ้าระวังข้อมูลด้านสุขภาพของผู้สูงอายุ

ในขั้นแรก ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการติดตามและเฝ้าระวังข้อมูลด้านสุขภาพของผู้สูงอายุ ซึ่งประกอบไปด้วย สังคมสูงวัย เทคโนโลยี Internet of Things (IoT) การวิเคราะห์และออกแบบระบบ (System Analysis and Design) ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android OS) แนวความคิดการพัฒนา Mobile Application นาฬิกาสมาร์ทวอตช์ (Smartwatch) รวมทั้งศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการติดตามและเฝ้าระวังข้อมูลด้านสุขภาพของผู้สูงอายุ

3.1.1. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยของ กิตติศักดิ์ บัวบก และคณะ [6] นำเสนอระบบติดตามกิจกรรมการเคลื่อนไหวแบบทันที สำหรับประเมินการเคลื่อนไหวและความเสี่ยงในการหกล้มในผู้สูงอายุ โดยมีแนวคิดในการพัฒนาระบบที่สามารถติดตามกิจกรรมการเคลื่อนไหวและประเมินความเสี่ยงในการหกล้มของผู้สูงอายุจากระยะไกล ระบบมีความสามารถในการจำแนกและวิเคราะห์กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวแบบทันที จัดเก็บประวัติการทำกิจกรรม ประเมินความเสี่ยงในการหกล้มของผู้สูงอายุ ผลการทดสอบประสิทธิภาพสามารถรันได้ทั่ว ระบบต้นแบบที่พัฒนานี้สามารถปฏิบัติงานภายใต้สภาพแวดล้อมการทำงานจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ ด้วยความถูกต้องในการจำแนกกิจกรรมการเคลื่อนไหวเฉลี่ยร้อยละ 93.90

ปรีวิวัฒน์ เลื่อมสำราญ [7] นำเสนอระบบติดตามพฤติกรรมผู้สูงอายุโดยใช้เครือข่ายไร้สาย งานวิจัยนี้มุ่งเพื่อศึกษาการวิเคราะห์และแยกแยะประเภทกิจกรรมของผู้สูงอายุ และกิจกรรมที่มีความเสี่ยงก่อให้เกิดอันตรายต่อตัวของผู้สูงอายุโดยใช้อุปกรณ์ติดตามตัวสำหรับผู้สูงอายุ ซึ่งมีลักษณะเป็นอุปกรณ์ขนาดเล็กคล้ายสร้อยคอ ภายในจะมีเซ็นเซอร์วัดความเร่งเพื่อทำการเก็บข้อมูลลักษณะการเคลื่อนไหวร่างกายของผู้สูงอายุ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและเก็บข้อมูลจากอุปกรณ์ติดตามตัว เพื่อทำการวิเคราะห์เกี่ยวกับกิจกรรมประจำวันดังนี้ กิจกรรมการเดิน กิจกรรมการวิ่ง กิจกรรมการนั่งกิจกรรมการลุกขึ้นยืน และกิจกรรมการนอน นอกจากนี้ได้ทำการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับกิจกรรมที่มีความเสี่ยงคือ กิจกรรมการหกล้ม ผลการศึกษาพบว่า สามารถตรวจจับกิจกรรมการเดินได้ถูกต้องร้อยละ 95

กิจกรรมการวิ่งคิดเป็นร้อยละ 97.5 กิจกรรมการนั่งคิดเป็นร้อยละ 92.5 กิจกรรมการนอนคิดเป็นร้อยละ 87.5 กิจกรรมการยืนคิดเป็นร้อยละ 97.5 กิจกรรมการล้มคิดเป็นร้อยละ 95 และโดยภาพรวมทุกกิจกรรมคิดเป็นร้อยละ 94.16 ของกิจกรรมทั้งหมด

ทินกร ชุณหาททรกุล [8] นำเสนอเว็บแอปพลิเคชันตรวจจับและแจ้งเตือนการล้มสำหรับผู้สูงอายุด้วยมีเดียไปป์เฟรมเวิร์ค มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันตรวจจับและแจ้งเตือนการล้มสำหรับผู้สูงอายุด้วยมีเดียไปป์เฟรมเวิร์ค และประเมินประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันตรวจจับการล้ม โดยผู้วิจัยได้พิจารณาผลจากการล้มในรูปแบบที่แตกต่างกัน จำนวน 6 รูปแบบโดยการเรียนรู้ด้วยเครื่อง ผลลัพธ์ของการทดลองพบว่าการใช้ระบบที่พัฒนาตรวจจับการล้มด้วยโมเดล Random forest ได้ผลดีที่สุดมีค่าความแม่นยำในการตรวจจับการล้ม 88.00 % การทำงานสามารถแจ้งเตือนผ่านโปรแกรมไลน์ได้ทันที รวมไปถึงงานวิจัยของ de Arriba-Pérez et al. [9] มีแนวคิดที่ทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากเซ็นเซอร์ต่างๆ ในอุปกรณ์สวมใส่ติดตัวที่ทำงานร่วมกับอุปกรณ์เคลื่อนที่ ซึ่งบันทึกข้อมูลอาทิเช่น อัตราการเต้นของหัวใจ, เครื่องวัดความแรง, เครื่องนับก้าว เป็นต้น คณะวิจัยมีแนวคิดที่จะวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อสนับสนุนบริบททางการศึกษาสำหรับผู้เรียนและครู โดยปัญหาหลักที่คณะวิจัยพบนั้นคือ ความหลากหลายของแพลตฟอร์มอุปกรณ์สวมใส่และอุปกรณ์เคลื่อนที่ ส่งผลให้การจัดเก็บข้อมูลเป็นกลุ่มก้อนเดียวกันทำได้ยาก รวมทั้งการนำมาประมวลผลก็มีความซับซ้อนเช่นกัน ได้นำเสนอกรอบแนวคิดที่จะกำจัดปัญหาความหลากหลายนี้ โดยเลือกใช้เทคโนโลยี Internet of Things เพื่อให้มีระบบที่สามารถทำงานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.2. วิเคราะห์และออกแบบระบบ

ในส่วนนี้ผู้วิจัยจะกล่าวถึงการออกแบบระบบต้นแบบติดตามและเฝ้าระวังข้อมูลด้านสุขภาพของผู้สูงอายุผ่านแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ด้วยเทคโนโลยี IoT เพื่ออำนวยความสะดวกในการดูแลผู้สูงอายุ ซึ่งเป็นการทำงานร่วมกับอุปกรณ์พกพาที่สามารถสวมใส่ติดตัวผู้สูงอายุได้ (wrist wearable devices) โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.2.1. การออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบต้นแบบติดตามและเฝ้าระวังข้อมูลด้านสุขภาพของผู้สูงอายุผ่านแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ด้วยเทคโนโลยี IoT

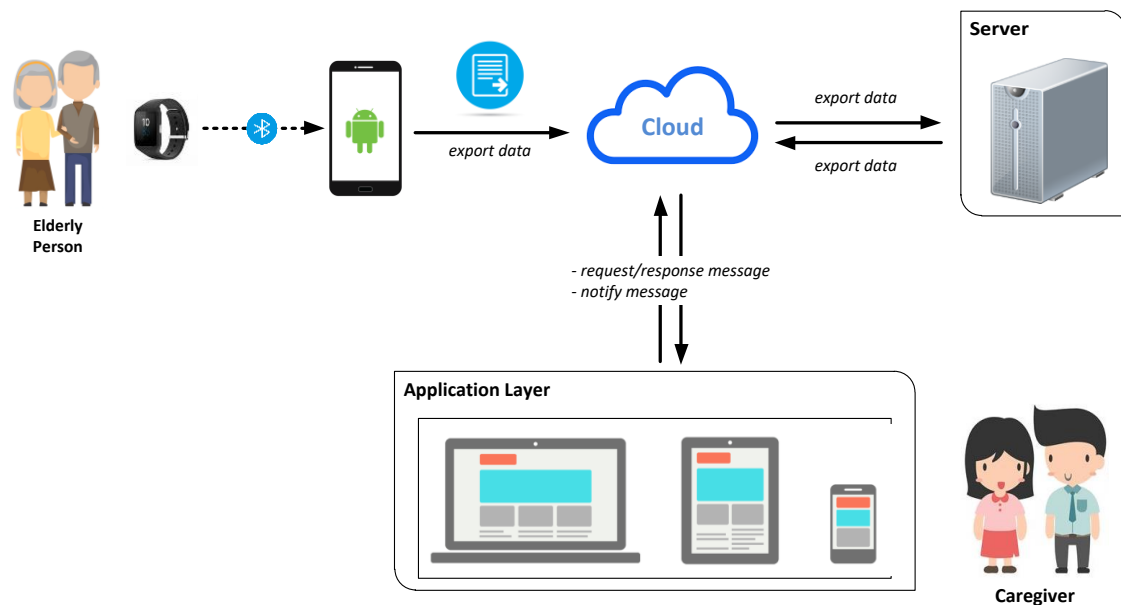
ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบในภาพรวม แสดงดังรูปที่ 1 ซึ่งการติดตามและเฝ้าระวังข้อมูลด้านสุขภาพของผู้สูงอายุบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ที่ระบบแอนดรอยด์ ด้วยเทคโนโลยี IoT สำหรับผู้ดูแล มีการกำหนดพารามิเตอร์ที่ใช้ในการติดตาม ซึ่งได้มาจากอุปกรณ์ที่ผู้สูงอายุสวมใส่ โดยแบ่งเป็น 2 ประเภทหลัก คือ 1) ข้อมูลการเดินของชีพจร 2) ข้อมูลการเคลื่อนที่ ข้อมูลเหล่านี้จะถูกส่งผ่านไปยังแอปพลิเคชันที่อุปกรณ์เชื่อมต่ออยู่ จากนั้นข้อมูลจะถูกส่งออกโดยผ่านแพลตฟอร์ม IoT ไปยังระบบคลาวด์เพื่อจัดเก็บเป็นคลังข้อมูล ข้อมูลเหล่านี้จะถูกวิเคราะห์และประมวลผลโดยเซิร์ฟเวอร์ เพื่อนำไปแสดงผลบนเว็บแอปพลิเคชันและแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ นอกจากนี้ยังสามารถตรวจสอบหาความผิดปกติของข้อมูลสุขภาพในเบื้องต้น จากนั้นจะทำการแจ้งเตือนไปยังผู้ดูแล หรือบุคคลในครอบครัวถึงความผิดปกติดังกล่าวได้

3.3. พัฒนาระบบ

ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาระบบต้นแบบติดตามและเฝ้าระวังข้อมูลด้านสุขภาพของผู้สูงอายุผ่านแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ด้วยเทคโนโลยี IoT ตามสถาปัตยกรรมของระบบที่ได้วิเคราะห์และออกแบบระบบไว้แล้ว โดยมีรายละเอียดการพัฒนาระบบ ดังนี้

3.3.1. เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา

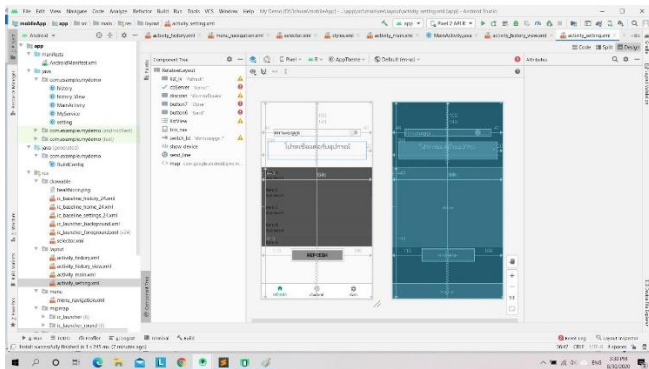
- 1) NETPIE Cloud Platform
- 2) เครื่องมือ Android Studio
- 3) ระบบบริหารจัดการเซิร์ฟเวอร์ XAMPP
- 4) ระบบจัดการฐานข้อมูล MySQL
- 5) ภาษาโปรแกรม Java
- 6) ภาษาโปรแกรม PHP



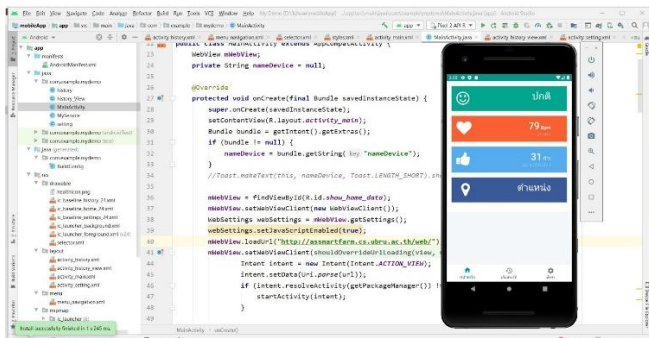
รูปที่ 1 สถาปัตยกรรมของระบบต้นแบบติดตามและเฝ้าระวังข้อมูลด้านสุขภาพของผู้สูงอายุผ่านแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ด้วยเทคโนโลยี IoT

3.3. การออกแบบและพัฒนาแอปพลิเคชัน

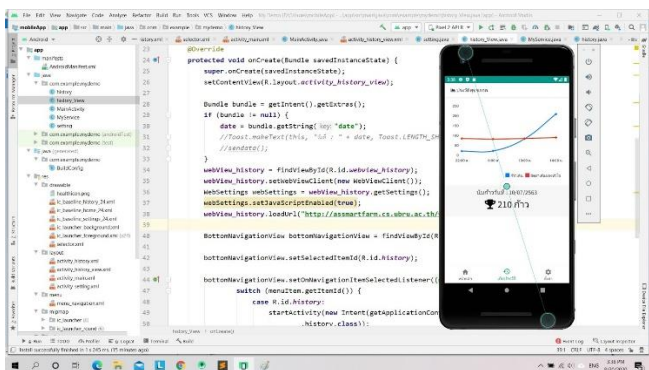
ในส่วนของการติดต่อและแสดงผลกับผู้ใช้ทางแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่จะถูกพัฒนาด้วย Android Studio ซึ่งเป็นภาษา Java ร่วมกับระบบจัดการฐานข้อมูล MySQL



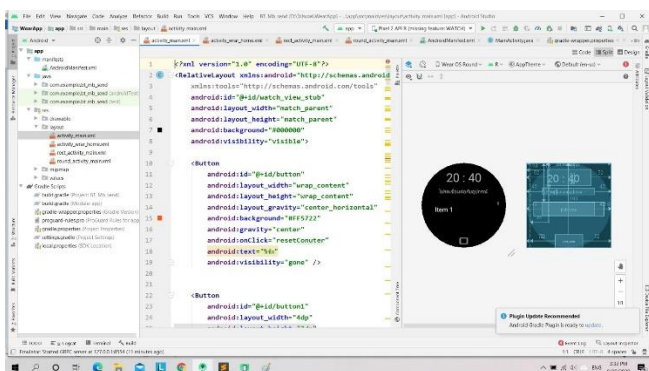
รูปที่ 2 ตัวอย่างการออกแบบหน้าจอแอปพลิเคชัน



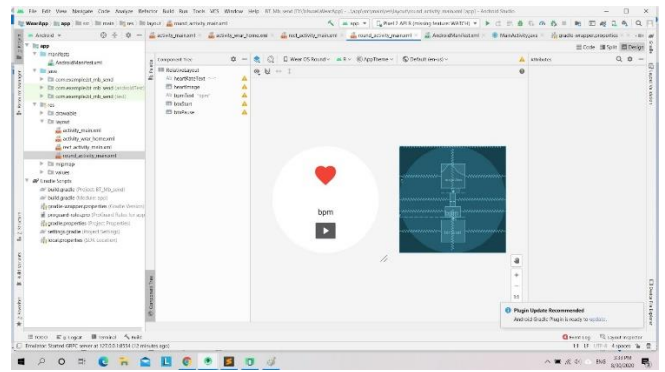
รูปที่ 3 ตัวอย่างการออกแบบหน้าจอแอปพลิเคชัน



รูปที่ 4 ตัวอย่างการออกแบบหน้าจอแอปพลิเคชัน



รูปที่ 5 ตัวอย่างการออกแบบหน้าจออุปกรณ์สวมใส่ข้อมือ



รูปที่ 6 ตัวอย่างการออกแบบหน้าจ่อุปกรณ์สวมใส่ข้อมือ

3.4. ทดสอบ และปรับปรุงระบบ

หลังจากทำการพัฒนาระบบ มีการทดสอบและปรับปรุงระบบให้มีความสมบูรณ์ตามขอบเขตการทำงานที่ได้รับมอบไว้ ซึ่งระบบนั้นจะต้องมีข้อผิดพลาดน้อยที่สุด

3.5. ประเมินระบบ

ในการประเมินระบบต้นแบบติดตามและเฝ้าระวังข้อมูลด้านสุขภาพของผู้สูงอายุผ่านแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ด้วยเทคโนโลยี IoT ผู้วิจัยได้ทำการประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งจะได้กล่าวถึงในส่วนถัดไป

4. ผลการวิจัย

การพัฒนาระบบต้นแบบติดตามและเฝ้าระวังข้อมูลด้านสุขภาพของผู้สูงอายุผ่านแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ด้วยเทคโนโลยี IoT ผู้วิจัยได้นำข้อมูลต่างๆ ที่ได้จากการวิเคราะห์และออกแบบระบบมาใช้ในการพัฒนาระบบ และทำการทดสอบการทำงานของระบบ ซึ่งผลการจากดำเนินการดังกล่าว มีรายละเอียดดังนี้

4.1. ผลการพัฒนาระบบ

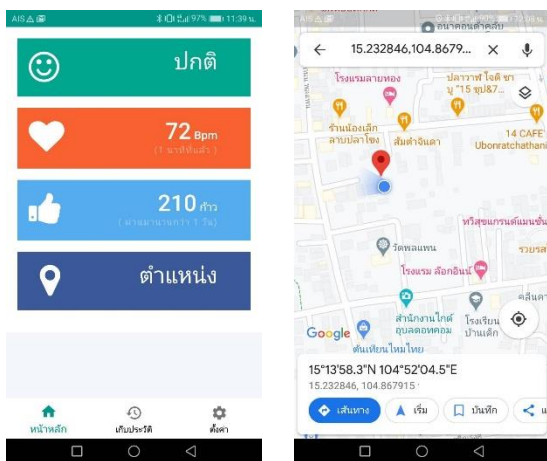
ผลการพัฒนาระบบต้นแบบติดตามและเฝ้าระวังข้อมูลด้านสุขภาพของผู้สูงอายุผ่านแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ด้วยเทคโนโลยี IoT ตามสถาปัตยกรรมของระบบและปรับปรุงระบบให้มีความสมบูรณ์ตามขอบเขตการทำงาน

4.1.1 การทำงานส่วนของแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่

ในส่วนนี้จะทำหน้าที่ในการแสดงผลข้อมูลในภาพรวมของผู้สูงอายุที่สวมใส่อุปกรณ์ข้อมือ ได้แก่ สถานะของผู้สูงอายุที่สวมใส่อุปกรณ์อัตราการเต้นของหัวใจ การก้าวเดิน และตำแหน่งของอุปกรณ์สวมใส่ข้อมือ ดังรูปที่ 9 และรูปที่ 10



รูปที่ 9 หน้าจอการแสดงผลข้อมูลทางแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่



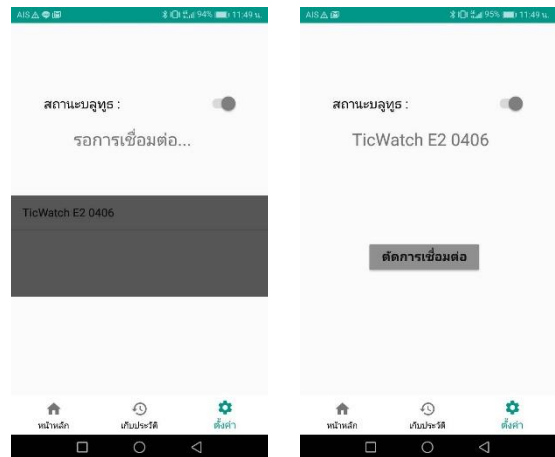
รูปที่ 10 หน้าจอการแสดงผลข้อมูลตำแหน่งของอุปกรณ์สวมใส่ข้อมือ

ในส่วนของเมนูเก็บประวัติ จะแสดงผลข้อมูลสุขภาพรายวันของผู้สูงอายุที่สวมใส่อุปกรณ์ โดยแสดงข้อมูลอัตราการเต้นของหัวใจ และการก้าวเดิน ดังรูปที่ 11



รูปที่ 11 หน้าจอการแสดงผลข้อมูลประวัติสุขภาพรายวัน

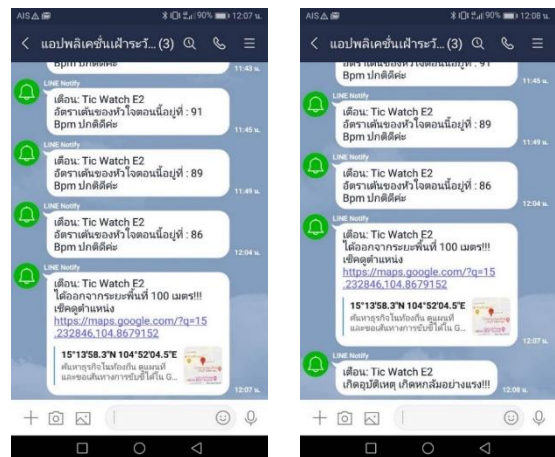
ในการแสดงผลข้อมูลในแอปพลิเคชันในรูปที่ 9 จำเป็นต้องมีการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์สวมใส่ข้อมือ โดยการเชื่อมต่อแสดงในรูปที่ 12



รูปที่ 12 หน้าจอการเชื่อมต่อแอปพลิเคชันกับอุปกรณ์สวมใส่ข้อมือ

4.1.2 การทำงานส่วนของการติดตามและแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์

ระบบที่พัฒนาขึ้นนี้ในส่วนของการติดตามและแจ้งเตือน ได้ใช้งานคุณสมบัติการแจ้งเตือนของแอปพลิเคชันไลน์ ซึ่งมีการติดตามข้อมูลอัตราการเต้นของหัวใจ การก้าวเดิน และตำแหน่งของผู้สูงอายุ โดยรายงานข้อมูลแบบเรียลไทม์เป็นระยะ หากเกิดเหตุการณ์ไม่ปกติจะมีการแจ้งเตือนทันที ไม่ว่าจะเป็นการเกิดอุบัติเหตุ หรือออกนอกพื้นที่



รูปที่ 13 หน้าจอการแสดงผลข้อมูลอัตราการเต้นของหัวใจ และข้อความแจ้งเตือนเมื่อเกิดอุบัติเหตุ หรือออกนอกพื้นที่

4.2. ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ

ในการประเมินระบบต้นแบบติดตามและเฝ้าระวังข้อมูลด้านสุขภาพของผู้สูงอายุผ่านแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ด้วยเทคโนโลยี IoT ผู้วิจัยได้ทำการประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ โดยกำหนดผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อประเมินระบบ 5 ท่าน แบ่งการประเมินออกเป็น 4 ด้าน คือ

- 1) ด้านความสามารถทำงานตามความต้องการของผู้ใช้ (Functional Requirements Test)

- 2) ด้านการใช้งานของระบบ (Usability Test)
- 3) ด้านหน้าที่ของระบบ (Functional Test)
- 4) ด้านความปลอดภัย (Security Test)

กำหนดการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) ประกอบด้วย สถิติค่าแจกแจงความถี่ (Frequency) ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) นำเสนอข้อมูลในรูปแบบตารางและการบรรยาย โดยกำหนดเกณฑ์ในการประเมินไว้ 5 ระดับ รายละเอียดดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00 หมายถึง ผลประเมินอยู่ในระดับดีมาก
 ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50 หมายถึง ผลประเมินอยู่ในระดับดี
 ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50 หมายถึง ผลประเมินอยู่ในระดับปานกลาง
 ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50 หมายถึง ผลประเมินอยู่ในระดับพอใช้
 ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50 หมายถึง ผลประเมินอยู่ในระดับต้องปรับปรุง

จากเกณฑ์การประเมินข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปผลของการประเมินประสิทธิภาพของระบบทั้ง 4 ด้าน โดยผู้เชี่ยวชาญ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ

ที่	รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ผลประเมิน
1	ด้านความสามารถทำงานตามความต้องการของผู้ใช้ (Functional Requirements Test)	4.06	ระดับดี
2	ด้านการใช้งานของระบบ (Usability Test)	4.14	ระดับดี
3	ด้านหน้าที่ของระบบ (Functional Test)	4.12	ระดับดี
4	ด้านความปลอดภัย (Security Test)	4.60	ระดับดีมาก

ผลการประเมินระบบต้นแบบติดตามและเฝ้าระวังข้อมูลด้านสุขภาพของผู้สูงอายุโดยผู้เชี่ยวชาญ ดังแสดงในตารางที่ 1 พบว่า การประเมินรายด้านโดยภาพรวมอยู่ในระดับดี และดีมาก โดยด้านความปลอดภัยมีผลการประเมินอยู่ในระดับดีมากที่ค่าคะแนน 4.60 ตามด้วยด้านการใช้งานของระบบ ด้านหน้าที่ของระบบ และด้านความสามารถทำงานตามความต้องการของผู้ใช้ มีผลการประเมินในระดับดี ที่ค่าคะแนน 4.14, 4.12 และ 4.06 ตามลำดับ

5. สรุปและอภิปรายผล

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาและพัฒนาระบบต้นแบบติดตามและเฝ้าระวังข้อมูลด้านสุขภาพของผู้สูงอายุผ่านแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ด้วยเทคโนโลยี IoT ซึ่งเป็นการทำงานร่วมกับอุปกรณ์พกพาที่สามารถสวมใส่ติดตัวผู้สูงอายุได้ (wrist wearable devices) เช่น Smart watch สามารถตรวจวัดการเต้นของหัวใจ ข้อมูลสุขภาพ และสามารถแจ้งเตือนไปยังผู้ดูแลเมื่อภาวะผิดปกติได้อีกด้วย โดยมีวัตถุประสงค์ของงานวิจัยคือ 1) เพื่อวิเคราะห์และออกแบบระบบต้นแบบติดตามและเฝ้าระวังข้อมูลด้านสุขภาพของผู้สูงอายุผ่านแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ด้วยเทคโนโลยี IoT 2) เพื่อพัฒนาระบบต้นแบบติดตามและเฝ้าระวังข้อมูลด้านสุขภาพของผู้สูงอายุผ่านแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ด้วยเทคโนโลยี IoT และ 3) เพื่อประเมินประสิทธิภาพระบบต้นแบบติดตามและเฝ้าระวังข้อมูลด้านสุขภาพของผู้สูงอายุผ่านแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ด้วยเทคโนโลยี IoT ผลจากการดำเนินการวิจัยพบว่า

1. การติดตามและเฝ้าระวังข้อมูลด้านสุขภาพของผู้สูงอายุผ่านแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ด้วยเทคโนโลยี IoT สำหรับผู้ดูแล มีการกำหนดพารามิเตอร์ที่ใช้ในการติดตาม ซึ่งได้มาจากอุปกรณ์ที่ผู้สูงอายุสวมใส่ โดยแบ่งเป็น 2 ประเภทหลัก คือ 1) ข้อมูลการเต้นของชีพจร 2) ข้อมูลการเคลื่อนไหว ข้อมูลเหล่านี้ถูกส่งผ่านไปยังแอปพลิเคชันที่อุปกรณ์เชื่อมต่ออยู่ จากนั้นข้อมูลจะถูกส่งออกไปยังแพลตฟอร์ม IoT ไปยังระบบคลาวด์เพื่อจัดเก็บเป็นคลังข้อมูล

2. ข้อมูลจากอุปกรณ์ที่ผู้สูงอายุสวมใส่จะถูกวิเคราะห์และประมวลผลโดยเซิร์ฟเวอร์ เพื่อนำไปแสดงผลบนเว็บแอปพลิเคชันและแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ นอกจากนี้ยังสามารถตรวจสอบหาความผิดปกติของข้อมูลสุขภาพในเบื้องต้น จากนั้นจะทำการแจ้งเตือนไปยังผู้ดูแล หรือบุคคลในครอบครัวถึงความผิดปกติดังกล่าวได้

จากการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ สามารถต่อยอดฐานข้อมูลสารสนเทศข้อมูลสุขภาพของผู้สูงอายุที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการทำคลังข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data) ในอนาคตได้อีกด้วย

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณรายได้ของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี และขอขอบคุณคณะวิทยาการคอมพิวเตอร์ ที่ให้การสนับสนุนพื้นที่การทำงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักงานสถิติแห่งชาติ, "การสำรวจประชากรสูงอายุในประเทศไทย พ.ศ. 2564," กรุงเทพฯ, 2565.
- [2] สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, "ยุทธศาสตร์ชาติ พ.ศ. 2561-2580," กรุงเทพฯ, 2562.
- [3] กรมกิจการผู้สูงอายุ, "แผนผู้สูงอายุแห่งชาติ ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2545-2564) ฉบับปรับปรุง ครั้งที่ 2 พ.ศ. 2561," กรุงเทพฯ, 2561.
- [4] ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ, "เทคโนโลยีเพื่อผู้สูงอายุ," วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, ปีที่ 33, ฉบับที่ 3, หน้า 20-25, 2561.
- [5] สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, "นวัตกรรมเพื่อผู้สูงอายุ: การประยุกต์ใช้ Internet of Things," รายงานประจำปี 2563, กรุงเทพฯ, 2564.
- [6] กิตติศักดิ์ บัวบก สุภัทสร จินบุญมี วัศวี แสนศรีมหายชัย และ มานะชัย โต๊ะซูลี, "A Real-Time Mobility-Related Activity Tracking System for Mobility and Fall Risk Assessment in Elderly People", *JIST*, vol. 6, no. 1, pp. 16–24, Jun. 2016. "A Real-Time Mobility-Related Activity Tracking System for Mobility and Fall Risk Assessment in Elderly People", *JIST*, vol. 6, no. 1, pp. 16–24, Jun. 2016.
- [7] ปรีวิวัฒน์ เลื่อมสำราญ, "ระบบติดตามพฤติกรรมผู้สูงอายุโดยใช้เครือข่ายไร้สาย," วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า, มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี, ไทย, 2559.
- [8] กิถกร ชุณหภัทรกุล, "การวิจัยและพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันตรวจจับและแจ้งเตือนการล้ม สำหรับผู้สูงอายุด้วยมีเดียไปป์เฟรมเวิร์ค: บทความวิจัย," *JSCS-SBU*, ปี 4, ฉบับที่ 1, น. 55–67, มิ.ย. 2024.
- [9] F. de Arriba-Pérez, M. Caeiro-Rodríguez, and J. M. Santos-Gago, "Collection and processing of data from wrist wearable devices in heterogeneous and multiple-user scenarios," *Sensors*, vol. 16, no. 9, p. 1538, 2016, doi: 10.3390/s16091538.

ระบบบริหารจัดการสารสนเทศการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่ม

Water Quality Monitoring Information Management System

ชัยวิชิต แก้วกลม

Chaivichit Kaewklom

สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์

คณะวิทยาการคอมพิวเตอร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

Department of Computer Science,

Faculty of Computer Science,

Ubon Ratchathani Rahabhat University

อุบลราชธานี, ประเทศไทย

Ubon Ratchathani, Thailand

chaivichit.k@ubru.ac.th

เสาวลักษณ์ ไทยกลาง

Saowaluk Thaiklang

สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์

คณะวิทยาการคอมพิวเตอร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

Department of Computer Science,

Faculty of Computer Science,

Ubon Ratchathani Rahabhat University

อุบลราชธานี, ประเทศไทย

Ubon Ratchathani, Thailand

saowaluk.t@ubru.ac.th

สันทนีย์ กิจเพิ่มเกียรติ

Santanee Kitpermkiat

สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์

คณะวิทยาการคอมพิวเตอร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

Department of Computer Science,

Faculty of Computer Science,

Ubon Ratchathani Rahabhat University

อุบลราชธานี, ประเทศไทย

Ubon Ratchathani, Thailand

santanee.k@ubru.ac.th

ธนรัฐ โชติพันธ์

Tanarat Chotipant

สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์

คณะวิทยาการคอมพิวเตอร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

Department of Computer Science,

Faculty of Computer Science,

Ubon Ratchathani Rahabhat University

อุบลราชธานี, ประเทศไทย

Ubon Ratchathani, Thailand

tanarat.c@ubru.ac.th

บทคัดย่อ — ด้วยในปัจจุบันเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารได้เข้ามามีบทบาทสำคัญต่อการดำรงชีวิต ในชีวิตประจำวันของมนุษย์อยู่ตลอดเวลา ไม่ว่าจะเป็นการติดต่อสื่อสาร การทำงาน การเดินทาง การศึกษา เห็นได้จากจำนวนผู้ใช้อินเทอร์เน็ตและอุปกรณ์เคลื่อนที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เพื่อเป็นการนำเอาความสามารถของเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเข้ามาสนับสนุนการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่มในท้องถิ่น เพื่อให้ได้น้ำสะอาดไว้ใช้ในการอุปโภค-บริโภคในชุมชน งานวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงได้ทำการพัฒนาระบบบริหารจัดการสารสนเทศการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่มตามมาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาลที่ใช้บริโภค ซึ่งมีความสามารถในการวิเคราะห์และประเมินความแตกต่างของคุณภาพแหล่งน้ำ และรายงานผลคุณภาพแหล่งน้ำได้ โดยสามารถทำงานได้ทั้งบนเว็บแอปพลิเคชัน และแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ ระบบทั้งสองได้ถูกประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญแล้ว พบว่า ผลของการประเมินประสิทธิภาพของระบบทั้ง 4 ด้าน คือ 1) ด้านความสามารถทำงานตามความต้องการของผู้ใช้ 2) ด้านการใช้งานของระบบ 3) ด้านหน้าที่ของระบบ 4) ด้านความปลอดภัย โดยผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับดี

คำสำคัญ — การตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่ม, ระบบจัดการสารสนเทศ, แอปพลิเคชัน

ABSTRACT — Nowadays, information technology has played an important role in the daily lives of mankind. Communication, work, travel, and education are evidenced by the continued increase in the number of internet and mobile users. To harness the capabilities of information technology in monitoring local drinking water quality, ensuring access to clean water for consumption. In this research, the researchers have developed the water quality monitoring information management system according to the quality standards for drinking water quality. This system can analyze and assess differences in water quality and report on the quality of water sources. Moreover, the system can work on web applications and mobile applications. Both systems were evaluated by experts for testing to obtain the results of the performance of the system in four aspects which are 1) the ability to work according to the needs of the user 2) the usage of the system 3) the front of the system 4) the safety. The results reveal that the water quality monitoring information management system is at a good level of satisfaction.

Keywords — Water Quality Monitoring, Information Management System, Application

1. บทนำ

ด้วยในปัจจุบันเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารได้เข้ามามีบทบาทสำคัญต่อการดำรงชีวิต ในชีวิตประจำวันของมนุษย์อยู่ตลอดเวลา ไม่ว่าจะเป็นการติดต่อสื่อสาร การทำงาน การเดินทาง การศึกษา เห็นได้จากจำนวนผู้ใช้อินเทอร์เน็ตและอุปกรณ์เคลื่อนที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง [1] เพื่อเป็นการนำเอาความสามารถของเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเข้ามาสนับสนุนการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่มในท้องถิ่น จากโครงการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลและปรับปรุงคุณภาพน้ำบาดาลของสำนักทรัพยากรน้ำบาดาล เขต 11 (อุบลราชธานี) เพื่อให้ได้น้ำสะอาดไว้ใช้ในการอุปโภค-บริโภคในชุมชน [2] งานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาระบบต้นแบบสำหรับการบริหารจัดการสารสนเทศการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่มตามมาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาลที่ใช้บริโภค ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดหลักเกณฑ์และมาตรการในทางวิชาการสำหรับการป้องกัน ด้านสาธารณสุขและการป้องกันในเรื่องสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ พ.ศ. 2551 [3][4] ซึ่งมีความสามารถในการวิเคราะห์และประเมินความแตกต่างของคุณภาพแหล่งน้ำ และรายงานผลคุณภาพแหล่งน้ำ ข้อมูลคุณภาพแหล่งน้ำที่ถูกจัดเก็บนี้จะเป็นฐานข้อมูลขนาดใหญ่ที่สามารถเผยแพร่ให้กับหน่วยงานต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องใช้ข้อมูลแหล่งน้ำ เพื่อช่วยให้สามารถเข้าไปแก้ปัญหาในแต่ละท้องถิ่นได้อย่างทันที่ [5] นักวิจัยคาดหวังว่าแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นนี้ ไม่เพียงสามารถใช้งานได้ในเขตรับผิดชอบของสำนักทรัพยากรน้ำบาดาล เขต 11 (อุบลราชธานี) เท่านั้น แต่ยังสามารถขยายขอบเขตการใช้งานไปยังจังหวัดอื่น ๆ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ รวมทั้งทั่วประเทศได้อีกด้วย ซึ่งจะเป็นการสร้างระบบเฝ้าระวังคุณภาพน้ำดื่มภายในโรงเรียน หรือชุมชน เพื่อเป็นการพัฒนาคุณภาพชีวิตของประชาชนในสังคมได้อย่างยั่งยืน

ผู้วิจัยเล็งเห็นว่าควรนำเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาช่วยในการบริหารจัดการข้อมูล โดยการพัฒนาระบบบริหารจัดการสารสนเทศการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่ม ซึ่งจะเป็นการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำได้เป็นอย่างดี อีกทั้งยังเป็นการปลูกฝังการมีส่วนร่วมของคนในชุมชน นอกจากนี้สารสนเทศที่ทำการจัดเก็บนั้นสามารถพัฒนาต่อยอดเป็นคลังข้อมูลขนาดใหญ่เพื่อใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ หรือเฝ้าระวังคุณภาพน้ำในระยะยาวได้อีกด้วย

2. วัตถุประสงค์

1. เพื่อวิเคราะห์และออกแบบฐานข้อมูลสำหรับจัดเก็บสารสนเทศการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่ม
2. เพื่อวิเคราะห์ ออกแบบ และพัฒนาระบบบริหารจัดการสารสนเทศการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่มบนเว็บแอปพลิเคชัน และแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่
3. เพื่อประเมินประสิทธิภาพระบบบริหารจัดการสารสนเทศการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่ม

3. วิธีดำเนินการวิจัย

การพัฒนาระบบบริหารจัดการสารสนเทศการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่ม ผู้วิจัยได้กำหนดวิธีการดำเนินการวิจัยเป็นขั้นตอนตามวงจรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle, SDLC) 5 ขั้นตอน ดังนี้

3.1 ศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลของการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่ม

ในขั้นแรก ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่ม ซึ่งประกอบไปด้วยมาตรฐานคุณภาพน้ำดื่ม เกณฑ์การกำหนดคุณภาพน้ำดื่ม และพารามิเตอร์ที่ใช้ในการประเมินคุณภาพน้ำดื่ม รวมทั้งศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่ม

3.1.1. คุณภาพน้ำบริโภค [6]

คุณภาพน้ำบริโภค หมายถึง ความเหมาะสมของคุณภาพน้ำที่ประชาชน ใช้เป็นน้ำดื่ม โดยดูจากคุณลักษณะของน้ำทางกายภาพ เคมี และแบคทีเรีย น้ำที่สะอาดปลอดภัยเหมาะสมที่จะเป็นน้ำบริโภคต้องปราศจากสิ่งปนเปื้อนที่อาจทำให้เกิดโรคได้ คือไม่มีการปนเปื้อนจากเชื้อแบคทีเรีย ไวรัส พยาธิต่าง ๆ ไม่มีสารพิษเจือปน หากมีแร่ธาตุหรือสารเคมีปนเปื้อนในน้ำ ต้องไม่เกินกว่าที่มาตรฐานของน้ำบริโภคกำหนดไว้ เช่น เกณฑ์คุณภาพน้ำประปาดื่มได้กรมอนามัย พ.ศ. 2563

3.1.2. มาตรฐานน้ำเพื่อการบริโภค [7]

ในประเทศไทยนั้นมีการกำหนดมาตรฐานด้านน้ำดื่มไว้หลากหลายฉบับ แตกต่างกันตามหน่วยงาน อาทิเช่น เกณฑ์น้ำประปาดื่มได้ตามประกาศกรมอนามัย พ.ศ.2563 มาตรฐานน้ำบาดาลที่ใช้บริโภคได้ตามประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม พ.ศ.2551 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำบริโภคตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม พ.ศ. 2549 เป็นต้น โดยในแต่ละเกณฑ์มาตรฐานนั้นจะมีการกำหนดคุณลักษณะของน้ำคล้ายคลึงกันคือ คุณลักษณะทางกายภาพ คุณลักษณะทางเคมี คุณลักษณะที่เป็นพิษ และคุณลักษณะทางแบคทีเรีย/แบคทีเรีย ซึ่งคุณลักษณะเหล่านี้จะมีพารามิเตอร์ย่อย ซึ่งจะมีเกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม และเกณฑ์อนุโลมสูงสุดในระดับมิลลิกรัมต่อลิตร ในการตรวจสอบคุณภาพน้ำนั้นจำเป็นต้องมีเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ตามที่กล่าวมา เพื่อนำมาวิเคราะห์และเปรียบเทียบกับคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำนั้นๆ ผ่านเกณฑ์คุณภาพหรือไม่

3.1.3. การเฝ้าระวังคุณภาพน้ำดื่ม [7]

3.1.3.1 การเฝ้าระวังคุณภาพน้ำทางกายภาพ หมายถึง การเฝ้าระวังคุณภาพน้ำที่อาจเปลี่ยนแปลงไปเป็นลักษณะที่สามารถรับรู้ได้ด้วยประสาทสัมผัส เช่น สี กลิ่น รส โดยจะต้องมีลักษณะใส ไม่มีสี ไม่ขุ่น และไม่มีรสเป็นที่รังเกียจ

3.1.3.2 การเฝ้าระวังคุณภาพน้ำทางเคมี หมายถึง การเฝ้าระวังการปนเปื้อนของสารเคมีและแร่ธาตุในน้ำดื่มของโรงเรียน ถ้ามีสารเคมีและแร่ธาตุในน้ำดื่มเกินกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดก็อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพแก่นักเรียนได้ เช่น ฟลูออไรด์ สารหนู แมงกานีส เหล็ก แคดเมียมและตะกั่ว เป็นต้น

3.1.3.3 การเฝ้าระวังคุณภาพน้ำทางด้านชีวภาพ หมายถึง การเฝ้าระวังการปนเปื้อนด้านแบคทีเรีย โดยใช้โคลิฟอร์มแบคทีเรียเป็นดัชนีแทนการเฝ้าระวังเชื้อโรคที่ก่อให้เกิดโรค ซึ่งเชื้อแบคทีเรียกลุ่มนี้มาจากลำไส้ หรืออุจจาระ ดังนั้น การตรวจคุณภาพน้ำตัวอย่างพบโคลิฟอร์มแบคทีเรีย แสดงว่าน้ำนั้นไม่สะอาด อาจมีเชื้อโรคอื่นๆ ที่ก่อให้เกิดโรคร่างระบบทางเดินอาหารปนเปื้อนอยู่ด้วย เช่น โรควิวเจอร์ง บิด ไทฟอยด์ เป็นต้น

3.1.4. เครื่องมือที่ใช้ในการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำดื่ม

เครื่องมือที่ใช้ในการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำดื่มในโรงเรียน หรือ แหล่งน้ำในชุมชน เป็นการใช้ชุดตรวจสอบอย่างง่ายในภาคสนาม เช่น ชุดตรวจสอบโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (อ 11) ชุดทดสอบคลอรีนอิสระคงเหลือในน้ำ (อ 31) ชุดตรวจสอบปริมาณฟลูออไรด์ (อ 35) ชุดกระดาษทดสอบคุณภาพน้ำที่สามารถตรวจระดับของแร่ธาตุหรือสารต่างๆ ได้หลากหลาย



(ก)



(ข)

รูปที่ 1 ตัวอย่างชุดทดสอบคุณภาพน้ำภาคสนาม (ก) ชุดทดสอบคลอรีนอิสระคงเหลือในน้ำ (อ 31) (ข) ชุดกระดาษทดสอบคุณภาพน้ำ แหล่งที่มา : [8], <https://www.neonics.biz/product/14-in-1/>

3.1.5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปิยวรรณ เนื่องมีจณา และคณะ [9] ได้นำเสนองานวิจัยการศึกษาคุณภาพน้ำดื่มจากจุดบริการน้ำดื่มในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำดื่มจากจุดบริการน้ำดื่มภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช โดยเก็บตัวอย่างน้ำดื่มจากจุดบริการต่างๆ ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช จำนวน 15 จุด เป็นเวลา 3 เดือน ตั้งแต่เดือนมิถุนายนถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2559 เพื่อวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลชีววิทยา รวมทั้ง 10 พารามิเตอร์ คือ อุณหภูมิความเป็นกรด-ด่าง ของแข็งละลายน้ำ ความขุ่น ความกระด้าง เหล็ก คลอไรด์ โคลิฟอร์ม แบคทีเรีย ฟิคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย และอีโคไล ผลการวิจัยพบว่า คุณภาพน้ำทางกายภาพและทางเคมี ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่ม ส่วนผลการศึกษาคุณภาพน้ำทางจุลชีววิทยาพบว่า จำนวน 7 จุด ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่ม (มีโคลิฟอร์มแบคทีเรียน้อยกว่า 2 MPN/100 มิลลิลิตร ฟิคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียน้อยกว่า 2 MPN/100 มิลลิลิตร และไม่พบอีโคไล) และจำนวน 8 จุด ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานทางจุลชีววิทยา (มีค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียอยู่ในช่วงน้อยกว่า 2 ถึง 2,400 MPN/100 มิลลิลิตร ฟิคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย

อยู่ในช่วงน้อยกว่า 2 ถึง 920 MPN/100 มิลลิลิตร และตรวจพบอีโคไล) โดยคุณภาพน้ำที่ เหมาะสมตามเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มจะต้องมีค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียค่าน้อยกว่า 2.2 MPN/100 มิลลิลิตร ฟิคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียค่าน้อยกว่า 2.2 MPN/100 มิลลิลิตร และต้องไม่พบอีโคไล

กลุ่มวิจัยและพัฒนาคุณภาพน้ำบริโภค สำนักสุขาภิบาลอาหารและน้ำ กรมอนามัย [7] ได้นำเสนอการศึกษาสถานการณ์คุณภาพน้ำบริโภคในโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดน เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลและจัดทำรายงานเพื่อให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องนำไปใช้ประโยชน์ในการส่งเสริม การพัฒนาคุณภาพน้ำบริโภคอย่างเป็นระบบและมีประสิทธิภาพ โดยแบ่งการวิเคราะห์หรือออกเป็นสองส่วน คือ ส่วนแรกวิเคราะห์ประเภทน้ำบริโภค แบ่งเป็นน้ำประปาภูเขา น้ำประปาบาดาล/ผิวดิน น้ำฝน น้ำบ่อน้ำผิวดิน น้ำบ่อน้ำบาดาล และน้ำบรรจุขวด ส่วนที่สองวิเคราะห์คุณภาพน้ำตามเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภคกรมอนามัย ปี 2553 สามด้านคือ ด้านกายภาพ ด้านเคมี และด้านแบคทีเรีย โดยพิจารณาจากพารามิเตอร์ต่างๆ ดังนี้ ความเป็นกรด-ด่าง สี ความขุ่น ความกระด้าง TDS เหล็ก แมงกานีส ซัลเฟต คลอไรด์ ซึ่งจากผลการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า คุณภาพน้ำบริโภคไม่ผ่านเกณฑ์ด้านแบคทีเรียมากที่สุด รองลงมาคือด้านกายภาพ และด้านเคมีน้อยที่สุด เมื่อวิเคราะห์ตามประเภทของน้ำพบว่าร้อยละของการผ่านเกณฑ์ไม่แตกต่างกัน นอกจากนี้พบว่า ปัญหาหลักของคุณภาพน้ำบริโภคคือ ปัญหาด้านแบคทีเรีย รองลงมาคือด้านกายภาพ และด้านเคมี

หฤทัย ดินสกุล และคณะ [10] นำเสนอการพัฒนากระบวนการผลิตน้ำดื่มสะอาด และการทดสอบประสิทธิภาพของระบบ การทำงานระบบจะทำการวัดปริมาณออกซิเจนละลายน้ำและค่าอุณหภูมิของน้ำซึ่งเป็นดัชนีที่สำคัญสำหรับการตรวจสอบคุณภาพน้ำ โดยระบบจะส่งข้อมูลจากการวัดค่าพารามิเตอร์ทั้งสองผ่านเครือข่ายโทรศัพท์ที่เชื่อมต่อกับระบบเซิร์ฟเวอร์ไปยังฐานข้อมูลที่คอมพิวเตอร์แม่ข่าย การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบโดยติดตั้งระบบเฝ้าระวังคุณภาพน้ำ ณ แม่น้ำสาธารณะ ทำการวัดและเก็บข้อมูลทุก 60 นาที โดยเก็บข้อมูลตลอด 24 ชั่วโมง ผลการวิจัยพบว่า ระบบเฝ้าระวังปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในแหล่งน้ำสาธารณะ สามารถวัดปริมาณออกซิเจนละลายและอุณหภูมิของน้ำได้ ผลการทดสอบประสิทธิภาพของระบบสามารถวัดและเก็บผลของการวัด และสามารถตรวจสอบคุณภาพน้ำโดยการเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานพบว่า ระบบสามารถเก็บข้อมูลสำหรับเป็นดัชนีตรวจวัดคุณภาพน้ำได้เป็นอย่างดี

พรวนา รัตนชูโชค [11] นำเสนองานวิจัยที่มุ่งเน้นการพัฒนาเครื่องมือสำหรับตรวจวัดคุณภาพน้ำ และพัฒนาระบบสารสนเทศแสดงผลการวัดคุณภาพน้ำ ในส่วนของเครื่องมือสำหรับการวัดคุณภาพน้ำเพื่อแจ้งข้อมูลเกี่ยวกับคุณภาพน้ำ มีการติดตั้งเซนเซอร์สำหรับตรวจวัดคุณภาพน้ำ ได้แก่ วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง วัดระดับความขุ่น และอุณหภูมิ ในส่วนของระบบสารสนเทศแสดงผลการวัดคุณภาพน้ำ ถูกพัฒนาด้วยภาษา PHP จากนั้นทำการประเมินประสิทธิภาพของเครื่องมือวัดคุณภาพน้ำและระบบสารสนเทศแสดงผลการวัดคุณภาพน้ำ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 6 ท่าน และการประเมินความพึงพอใจของการใช้งานเครื่องมือวัดคุณภาพน้ำและระบบสารสนเทศแสดงผลการวัดคุณภาพน้ำ จำนวน 30 ท่าน ผลการวิจัยครั้งนี้พบว่า เครื่องมือวัดคุณภาพน้ำสามารถตรวจวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าอุณหภูมิ และค่าความขุ่นได้ ผลการวัดประสิทธิภาพของเครื่องมือวัดคุณภาพน้ำเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างเครื่องมือทั่วไป

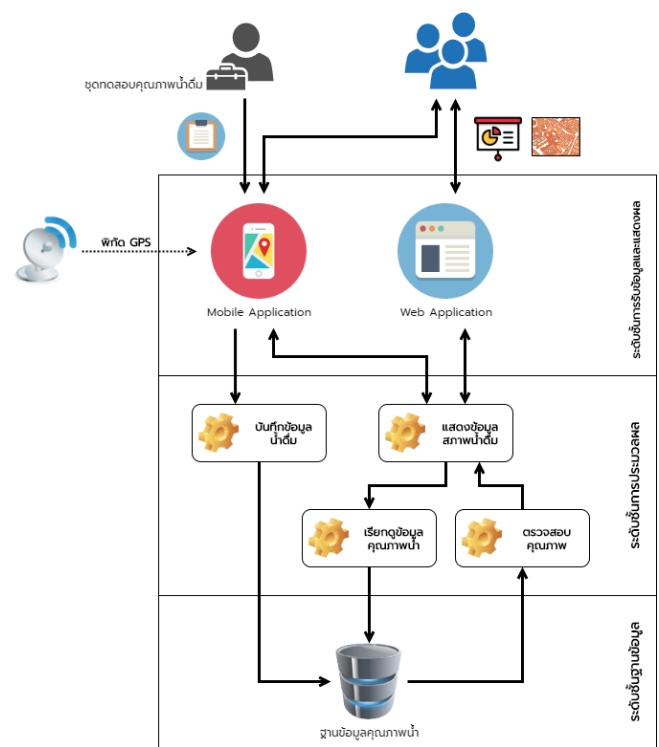
และเครื่องมือวัดคุณภาพน้ำพบว่า ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.1 และระบบสารสนเทศแสดงผลการวัดคุณภาพน้ำสามารถแสดงผลข้อมูลออกมาในรูปแบบของตาราง กราฟได้ และนำไปทดลองใช้งานกับกลุ่มตัวอย่าง มีความพึงพอใจในภาพรวมเท่ากับ 4.32 อยู่ในระดับมาก

3.2. วิเคราะห์และออกแบบระบบ

ในส่วนนี้ผู้วิจัยจะกล่าวถึงการออกแบบระบบบริหารจัดการสารสนเทศการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่ม ซึ่งเป็นตัวกลางในการทำหน้าที่รวบรวม และจัดเก็บข้อมูลสารสนเทศน้ำดื่ม โดยอาศัยทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่กล่าวไว้แล้วในบทก่อนหน้า ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงการวิเคราะห์และออกแบบระบบเพื่อให้สามารถทำงานได้ตรงกับขอบเขตของโครงการวิจัย โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.2.1. การออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบบริหารจัดการสารสนเทศการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่ม

ระบบบริหารจัดการสารสนเทศการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่มแบ่งส่วนการทำงานเป็น 3 ส่วน คือ ระดับชั้นการรับข้อมูลและแสดงผล ระดับชั้นการประมวลผล และระดับชั้นฐานข้อมูล



รูปที่ 2 สถาปัตยกรรมระบบบริหารจัดการสารสนเทศการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่ม

3.2.1.1 ระดับชั้นการรับข้อมูลและแสดงผล กับผู้ใช้ระบบ ซึ่งแบ่งการทำงานใน 2 ลักษณะ คือ แอปพลิเคชันมือถือ (Mobile Application) และเว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) โดยผู้ใช้งานในส่วนนี้จะแบ่งเป็นผู้ใช้ที่เป็นคนในชุมชนทำหน้าที่ในการเก็บข้อมูลคุณภาพน้ำจากชุดทดสอบคุณภาพน้ำดื่ม เพื่อบันทึกเข้าสู่ระบบโดยใช้แอปพลิเคชันมือถือ และผู้ใช้งานที่ต้องการเรียกดูข้อมูลคุณภาพน้ำจากแหล่งน้ำต่าง ๆ ที่ได้มีการบันทึกในระบบผ่านทางแอปพลิเคชันมือถือ และเว็บแอปพลิเคชัน

3.2.1.2 ระดับชั้นการประมวลผล ส่วนนี้จะทำหน้าที่หลัก 2 งาน คือ การบันทึกข้อมูลคุณภาพน้ำ และการแสดงผลข้อมูลคุณภาพน้ำ

1) การบันทึกข้อมูลคุณภาพน้ำ เมื่อผู้ใช้กรอกข้อมูลคุณภาพน้ำดื่มผ่านทางแอปพลิเคชันมือถือ ระบบจะทำการบันทึกข้อมูลดังกล่าว รวมทั้งตำแหน่งทางภูมิสารสนเทศเข้าไปยังฐานข้อมูลด้วย

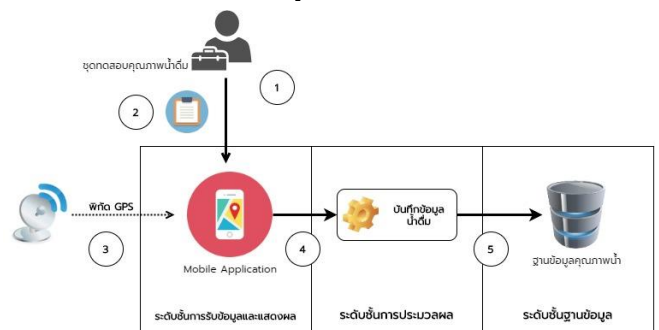
2) การแสดงผลข้อมูลคุณภาพน้ำดื่ม เมื่อผู้ใช้งานเข้าถึงหน้าเว็บทั้งบนแอปพลิเคชันมือถือและเว็บแอปพลิเคชันเพื่อเรียกดูข้อมูลคุณภาพน้ำ ระบบจะทำการดึงข้อมูลคุณภาพน้ำจากฐานข้อมูลตามตำแหน่งพื้นที่ที่ระบุ จากนั้นข้อมูลคุณภาพน้ำจะถูกตรวจสอบคุณภาพ โดยการเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำสำหรับบริโภคที่กำหนดไว้

3.2.1.3 ระดับชั้นฐานข้อมูล เป็นส่วนที่ทำหน้าที่เป็นแหล่งจัดเก็บข้อมูลสารสนเทศคุณภาพน้ำจากแหล่งน้ำต่าง ๆ ในส่วนนี้มีการออกแบบโดยระบบจัดการฐานข้อมูลเพื่อให้สามารถจัดเก็บข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.2.2. การออกแบบการทำงานของระบบ

การทำงานของระบบบริหารจัดการสารสนเทศการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่ม แบ่งส่วนการทำงานหลัก ๆ เป็น 2 ส่วน ได้แก่ การบันทึกข้อมูลน้ำดื่ม และการแสดงผลข้อมูลสารสนเทศน้ำดื่ม ซึ่งการทำงานเหล่านั้นจะผ่านขั้นตอนต่าง ๆ ของระบบ ดังภาพที่ 3 ได้แก่ ระดับชั้นการรับข้อมูลและแสดงผล ระดับชั้นการประมวลผล และระดับชั้นฐานข้อมูล โดยในแต่ละส่วนการทำงานมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.2.2.1 การบันทึกข้อมูลสารสนเทศน้ำดื่ม



รูปที่ 3 ขั้นตอนการทำงานของระบบในการบันทึกข้อมูลสารสนเทศน้ำดื่ม

จากรูปที่ 3 อธิบายการทำงานขั้นตอนที่ 1-5 ได้ดังต่อไปนี้

1) ผู้ใช้ (คนในชุมชนที่ได้รับมอบหมาย) เข้าใช้งานระบบผ่านทางแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ ทำการล็อกอินเข้าสู่ระบบ โดยระบุ username และ password ที่ถูกต้อง

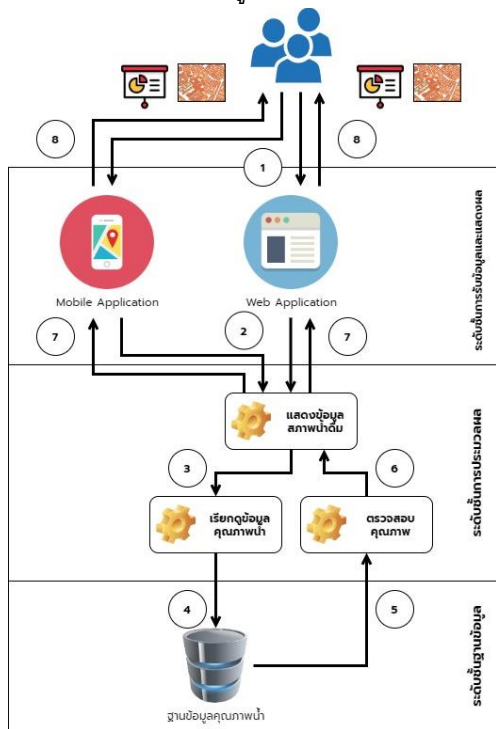
2) เมื่อทำการล็อกอินเรียบร้อยแล้ว จึงจะสามารถบันทึกข้อมูลสารสนเทศน้ำดื่มได้ โดยระบุข้อมูลรายละเอียดของสภาพน้ำจากการสังเกตและตามค่าที่ได้จากชุดตรวจวัดสภาพน้ำ ประกอบด้วยคุณภาพน้ำทางกายภาพ ทางโลหะหนักทั่วไป และทางเคมีทั่วไป

3) ระบบจะทำการระบุตำแหน่งทางภูมิสารสนเทศ (GPS) ของแหล่งน้ำที่ผู้ใช้ทำการบันทึกโดยอัตโนมัติ ผู้ใช้สามารถตรวจสอบความถูกต้อง และแก้ไขตำแหน่งเพื่อความแม่นยำมากขึ้นได้

4) เมื่อผู้ใช้ทำการยืนยันการบันทึกข้อมูล ข้อมูลทั้งหมดจะถูกส่งไปยังส่วนของการประมวลผลในการบันทึกข้อมูล

5) ข้อมูลจะถูกบันทึกเข้าสู่ฐานข้อมูลคุณภาพน้ำต่อไป

3.2.2.2 การแสดงผลข้อมูลสารสนเทศน้ำดื่ม



รูปที่ 4 ขั้นตอนการทำงานของระบบในการแสดงผลข้อมูลสารสนเทศน้ำดื่ม

จากรูปที่ 4 อธิบายการทำงานขั้นตอนที่ 1-8 ได้ดังต่อไปนี้

- 1) ผู้ใช้ (บุคคลทั่วไป) เข้าใช้งานระบบผ่านทางแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ หรือเว็บแอปพลิเคชัน
- 2) ระบบจะทำการเรียกส่วนประมวลผลในการแสดงผลข้อมูลสภาพน้ำดื่ม
- 3) ส่วนการแสดงผลจะทำการส่งการร้องขอข้อมูลไปยังส่วนเรียกดูข้อมูลคุณภาพน้ำต่อไป
- 4) ส่วนการเรียกข้อมูลคุณภาพน้ำจะสร้างคำสั่ง SQL ส่งไปยังระดับฐานข้อมูลเพื่อดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลคุณภาพน้ำ
- 5) ข้อมูลที่ได้จากฐานข้อมูลจะถูกส่งกลับไปยังระดับชั้นการประมวลผลในส่วนตรวจสอบคุณภาพ ในส่วนนี้เป็นการพิจารณาค่าต่าง ๆ ของสภาพน้ำโดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่ม เพื่อเป็นตัวระบุว่าแหล่งน้ำได้คุณภาพสะอาดเพียงพอต่อการบริโภคหรือไม่
- 6) ระบบจะส่งข้อมูลผลลัพธ์ที่ได้จากการสืบค้นข้อมูลกลับไปยังส่วนแสดงผลสภาพน้ำดื่ม
- 7) ข้อมูลจะถูกจัดรูปแบบให้เหมาะสมกับอุปกรณ์ที่จะแสดงผล ซึ่งสามารถแสดงผลได้ทั้งทางแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ และเว็บแอปพลิเคชัน
- 8) แสดงผลข้อมูล และแผนที่แหล่งน้ำไปยังผู้ใช้งาน

3.3. พัฒนาระบบ

ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาระบบบริหารจัดการสารสนเทศการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่มตามสถาปัตยกรรมของระบบที่ได้วิเคราะห์และออกแบบระบบไว้แล้ว โดยมีรายละเอียดการพัฒนาระบบ ดังนี้

3.3.1. เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา

- 1) React Native Framework
- 2) ภาษาโปรแกรม JavaScript
- 3) เซิร์ฟเวอร์ Nginx
- 4) Google Data Studio
- 5) ระบบจัดการฐานข้อมูล MySQL

3.3.2. ระดับชั้นการรับข้อมูลและแสดงผล ในส่วนของการติดต่อและแสดงผลกับผู้ใช้งานทางแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่จะถูกพัฒนาด้วย React Native Framework ซึ่งเป็นภาษา JavaScript ร่วมกับระบบจัดการฐานข้อมูล MySQL ส่วนเว็บแอปพลิเคชันจะถูกพัฒนาด้วย Google Data Studio ร่วมกับระบบจัดการฐานข้อมูล MySQL เช่นเดียวกัน

3.3.3. ระดับชั้นการประมวลผล ส่วนนี้ถูกพัฒนาขึ้นจากภาษา JavaScript ทำงานอยู่บนเซิร์ฟเวอร์ Nginx

3.3.4. ระดับชั้นฐานข้อมูล ในส่วนนี้ผู้วิจัยเลือกใช้งานระบบจัดการฐานข้อมูล MySQL เพื่อใช้เป็นแหล่งเก็บข้อมูลสารสนเทศน้ำดื่ม

3.4. ทดสอบ และปรับปรุงระบบ

ในระหว่างพัฒนาระบบ ผู้วิจัยได้มีการทดสอบและปรับปรุงระบบให้ระบบมีความสมบูรณ์ตามขอบเขตการทำงานที่ได้รับไว้

3.5. ประเมินระบบ

ในการประเมินระบบบริหารจัดการสารสนเทศการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่ม ผู้วิจัยได้ทำการประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งจะได้นำกล่าวถึงในส่วนถัดไป

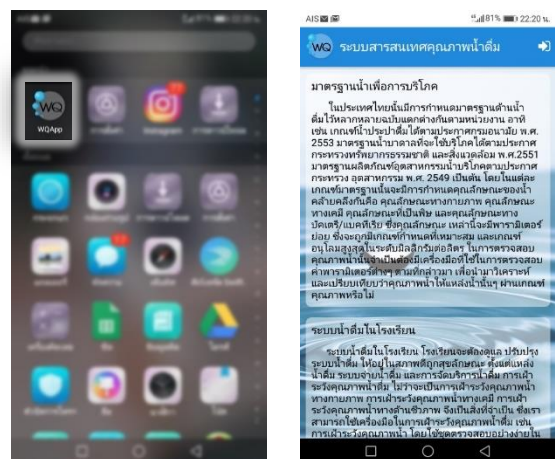
4. ผลการวิจัย

การพัฒนาระบบบริหารจัดการสารสนเทศการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่ม ผู้วิจัยได้นำข้อมูลต่างๆ ที่ได้จากการวิเคราะห์และออกแบบระบบมาใช้ในการพัฒนาระบบ และทำการทดสอบการทำงานของระบบ ซึ่งผลการจากดำเนินการดังกล่าว มีรายละเอียดดังนี้

4.1. ผลการพัฒนาระบบ

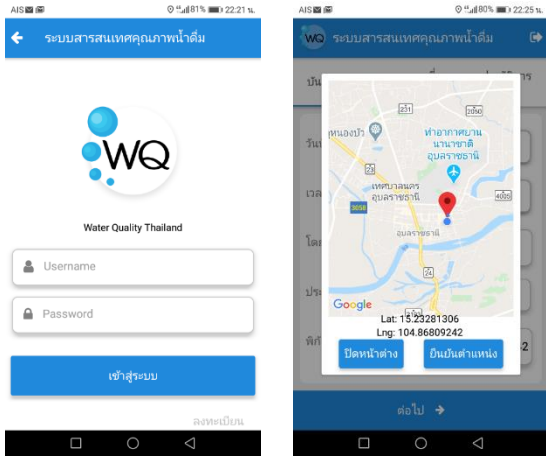
4.1.1. การทำงานส่วนของแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่

ในส่วนนี้จะทำหน้าที่หลักของแอปพลิเคชันเมื่อติดตั้งเรียบร้อยแล้ว และเปิดใช้งาน ดังรูปที่ 5



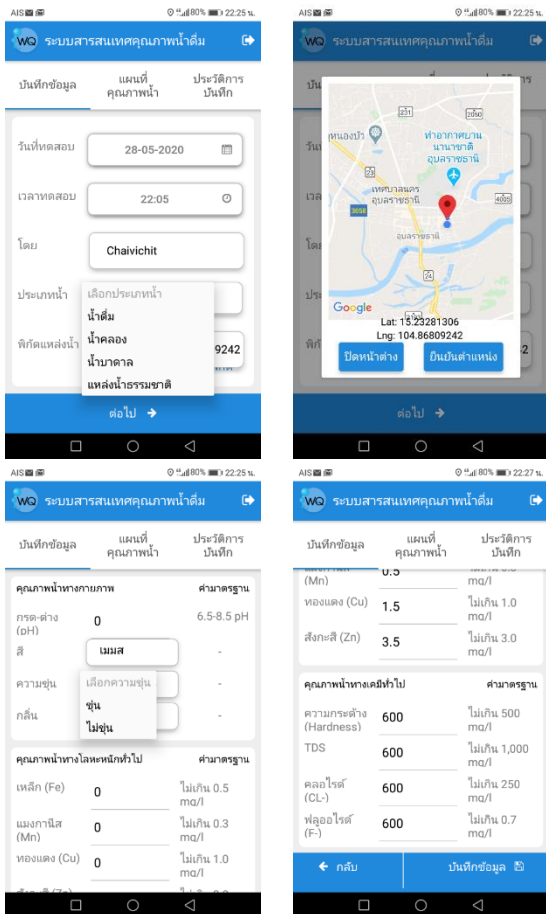
รูปที่ 5 หน้าจอหลักของแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่

หลังจากนั้นผู้ใช้งานต้องทำการล็อกอินเข้าสู่ระบบ ในส่วนนี้แอปพลิเคชันสามารถแสดงผลข้อมูลคุณภาพน้ำที่ตีผ่านทางแผนที่ด้วย Google Map API โดยเริ่มระบุตำแหน่ง ณ ตำแหน่งปัจจุบันของผู้ใช้งาน ซึ่งผู้ใช้สามารถเลือกตำแหน่งอื่น ๆ บนแผนที่ได้ ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 แสดงผลข้อมูลทางแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่

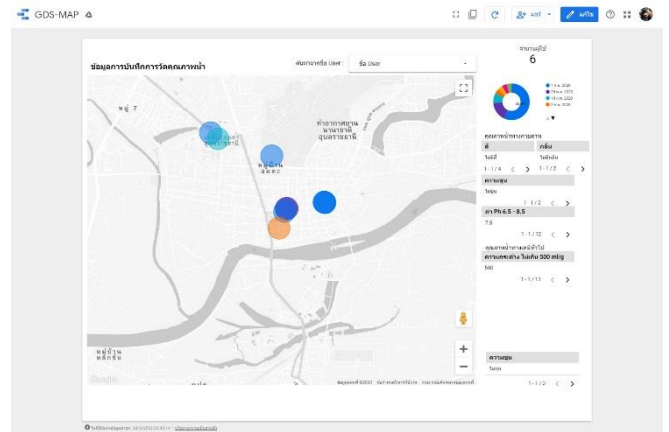
เมื่อผู้ใช้งานตรวจสอบคุณภาพน้ำด้วยชุดทดสอบภาคสนามเรียบร้อยแล้ว สามารถเข้าสู่หน้าจอการบันทึกข้อมูลคุณภาพน้ำโดยกรอกข้อมูลคุณภาพน้ำตามพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ได้ทดสอบ พร้อมทั้งระบุตำแหน่งทางภูมิสารสนเทศ (GPS) ที่ถูกต้อง ดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 การกรอกข้อมูลคุณภาพน้ำ และตรวจสอบตำแหน่ง GPS

4.1.2 การทำงานส่วนของเว็บแอปพลิเคชัน

การแสดงผลข้อมูลคุณภาพน้ำผ่านทาง Google Map API เว็บแอปพลิเคชันสามารถแสดงผลข้อมูลคุณภาพน้ำที่ตีผ่านทางแผนที่ โดยเริ่มระบุตำแหน่ง ณ ตำแหน่งปัจจุบันของผู้ใช้งาน ซึ่งผู้ใช้สามารถเลือกตำแหน่งอื่น ๆ บนแผนที่ได้ ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 เว็บแอปพลิเคชันแสดงผลข้อมูลคุณภาพน้ำร่วมกับ Google Map API

4.2. ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ

ในการประเมินระบบ ผู้วิจัยได้ทำการประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ โดยกำหนดผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อประเมินระบบ 5 ท่าน แบ่งการประเมินออกเป็น 4 ด้าน คือ

- 1) ด้านความสามารถทำงานตามความต้องการของผู้ใช้ (Functional Requirements Test)
- 2) ด้านการใช้งานของระบบ (Usability Test)
- 3) ด้านหน้าที่ของระบบ (Functional Test)
- 4) ด้านความปลอดภัย (Security Test)

กำหนดการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) ประกอบด้วย สถิติค่าแจกแจงความถี่ (Frequency) ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) นำเสนอข้อมูลในรูปแบบตารางและการบรรยาย โดยกำหนดเกณฑ์ในการประเมินไว้ 5 ระดับ รายละเอียดดังนี้ ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00 หมายถึง ผลประเมินอยู่ในระดับดีมาก ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50 หมายถึง ผลประเมินอยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50 หมายถึง ผลประเมินอยู่ในระดับปานกลาง ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50 หมายถึง ผลประเมินอยู่ในระดับพอใช้ ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50 หมายถึง ผลประเมินอยู่ในระดับต้องปรับปรุง จากเกณฑ์การประเมินข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปผลของการประเมินประสิทธิภาพของระบบทั้ง 4 ด้าน โดยผู้เชี่ยวชาญ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ

ที่	รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ผลประเมิน
1	ด้านความสามารถทำงานตามความต้องการของผู้ใช้ (Functional Requirements Test)	4.20	ระดับดี
2	ด้านการใช้งานของระบบ (Usability Test)	4.60	ระดับดีมาก
3	ด้านหน้าที่ของระบบ (Functional Test)	4.60	ระดับดีมาก
4	ด้านความปลอดภัย (Security Test)	4.20	ระดับดี

ผลการประเมินระบบบริหารจัดการสารสนเทศการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่มโดยผู้เชี่ยวชาญ ดังแสดงในตารางที่ 1 พบว่า การประเมินรายด้านโดยภาพรวมอยู่ในระดับดี และดีมาก โดยด้านหน้าที่ของระบบและด้านการใช้งานของระบบ มีผลการประเมินอยู่ในระดับดีมากที่ค่าคะแนน 4.60 ตามด้วยด้านความสามารถทำงานตามความต้องการของผู้ใช้และด้านความปลอดภัยมีผลการประเมิน มีผลการประเมินในระดับดี ที่ค่าคะแนน 4.20

5. สรุปและอภิปรายผล

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาและพัฒนากระบวนการบริหารจัดการสารสนเทศการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่ม ซึ่งจะเป็นการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่มได้อย่างดี อีกทั้งยังเป็นการปลูกฝังการมีส่วนร่วมของคนในชุมชน โดยมีวัตถุประสงค์ของงานวิจัยคือ 1) เพื่อวิเคราะห์และออกแบบฐานข้อมูลสำหรับจัดเก็บสารสนเทศการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่ม 2) เพื่อวิเคราะห์ ออกแบบ และพัฒนาระบบบริหารจัดการสารสนเทศการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่มบนเว็บแอปพลิเคชัน และแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ และ 3) เพื่อประเมินประสิทธิภาพระบบบริหารจัดการสารสนเทศการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่ม ผลจากการดำเนินการวิจัยพบว่า ระบบมีฐานข้อมูลสำหรับจัดเก็บสารสนเทศการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่ม รวมถึงข้อมูลทางภูมิสารสนเทศศาสตร์ อีกทั้งระบบสามารถประเมินระดับคุณภาพน้ำดื่มตามมาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาลที่ใช้บริโภคจากการวิเคราะห์ผลที่ได้จากการตรวจสอบได้ นอกจากนี้ระบบสามารถเผยแพร่ข้อมูลผลการประเมินคุณภาพน้ำดื่มตามพื้นที่แหล่งน้ำ เพื่อเป็นประโยชน์ต่อผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย จากการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้สามารถต่อยอดฐานข้อมูลสารสนเทศการตรวจสอบคุณภาพน้ำที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการทำคลังข้อมูลขนาดใหญ่ในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณรายได้ของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี และขอขอบคุณคณะวิทยาการคอมพิวเตอร์ ที่ให้การสนับสนุนพื้นที่การทำงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์, "รายงานผลการสำรวจพฤติกรรมผู้ใช้อินเทอร์เน็ตในประเทศไทย ปี 2565," กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม, กรุงเทพฯ, 2565.
- [2] สำนักทรัพยากรน้ำบาดาล เขต 11 (อุบลราชธานี), "โครงการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลและปรับปรุงคุณภาพน้ำบาดาล," กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, อุบลราชธานี, 2564.
- [3] กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, "ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดหลักเกณฑ์และมาตรการในทางวิชาการสำหรับการป้องกัน ด้านสาธารณสุขและการป้องกันในเรื่องสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ พ.ศ. 2551," ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 125 ตอนพิเศษ 85 ง, 2551.
- [4] สำนักอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรน้ำบาดาล กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, "มาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาลที่ใช้บริโภค," กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ, 2563.
- [5] สำนักงานพัฒนารัฐบาลดิจิทัล (องค์การมหาชน), "แผนพัฒนารัฐบาลดิจิทัลของประเทศไทย พ.ศ. 2563-2565," กรุงเทพฯ, 2564.

- [6] กรมอนามัย, "เกณฑ์คุณภาพน้ำประปาดื่มได้ กรมอนามัย พ.ศ. 2563," กระทรวงสาธารณสุข, นนทบุรี, 2564.
- [7] สำนักสุขาภิบาลอาหารและน้ำ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, คู่มือการควบคุมและเฝ้าระวังคุณภาพน้ำดื่มในโรงเรียน, พิมพ์ครั้งที่ 1, กรุงเทพฯ: บริษัท เอ็นซี คอนเซ็ปต์ จำกัด, 2561.
- [8] กองห้องปฏิบัติการสาธารณสุขกรมอนามัย, "ชุดทดสอบคลอรีนอิสระคงเหลือในน้ำดื่ม อ 31" 2563. [Online]. Available: <https://phld.anamai.moph.go.th/th/rldc-faqs-2/195203>
- [9] ปิยวรรณ เนื่องมัจฉา, โสภนา วงศ์ทอง, พงศธร ปานทอง และ นพมาศ จงสวัสดิ์วัฒนา, "การศึกษาคุณภาพน้ำดื่มจากจุดบริการน้ำดื่มในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช," วารสารวิชาว มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช, ปีที่ 37, ฉบับที่ 1, น. 1-10, ม.ค.-มิ.ย. 2561.
- [10] ทฤทัย ดันสกุล, วิโรจน์ บัวงาม และชานิล ม่วงพูล, "การพัฒนาระบบเฝ้าระวังคุณภาพน้ำแหล่งน้ำสาธารณะ," วารสารการจัดการเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, ปีที่ 6, ฉบับที่ 1, น. 159-167, มิ.ย. 2562
- [11] พรwana รัตนชูโชค, "การพัฒนาระบบตรวจวัดคุณภาพน้ำโดยใช้ IoT เพื่อติดตามคุณภาพน้ำผ่านแอปพลิเคชัน" วารสารศรีปทุมปริทัศน์ ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, ปีที่ 11, ฉบับที่ 1, น. 78-92, ม.ค.-ธ.ค. 2562

การศึกษาพฤติกรรมการซื้อสินค้าผ่านทางแอปพลิเคชันออนไลน์: เปรียบเทียบกรณีการใช้แอปพลิเคชัน ช้อปปี้, ลาซาด้า และ เฟซบุ๊ก ของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

Purchasing Products Through Online Applications Study: Comparing Use Cases Shopee, Lazada, Facebook of Consumers in Bangkok Metropolitan Region

1st ณัฐชา เนียมเสวก

Natcha Niemsawake

วิทยาลัยนวัตกรรมดิจิทัลเทคโนโลยี

College of Digital Innovation Technology

มหาวิทยาลัยรังสิต

Rangsit University

ปทุมธานี ประเทศไทย

Pathumthani Thailand

kaimoox30@gmail.com

2nd ปกักร พิชญะธนกร

Papangkorn Pidchayathanakorn

วิทยาลัยนวัตกรรมดิจิทัลเทคโนโลยี

College of Digital Innovation Technology

มหาวิทยาลัยรังสิต

Rangsit University

ปทุมธานี ประเทศไทย

Pathumthani Thailand

papangkorn.p@rsu.ac.th

บทคัดย่อ — งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการซื้อสินค้าผ่านทางแอปพลิเคชันออนไลน์ กรณีการใช้แอปพลิเคชัน ช้อปปี้, ลาซาด้า และ เฟซบุ๊ก ของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ซึ่งได้แก่ ปัจจัยด้านประชากรศาสตร์ ใน เรื่องของ อายุ เพศ ระดับการศึกษา อาชีพ รายได้เฉลี่ยต่อเดือน รวมถึงปัจจัยทางการตลาดที่ส่งผลต่อพฤติกรรมในการซื้อสินค้าทางสื่อออนไลน์ของผู้บริโภค ปัจจัยด้านการยอมรับเทคโนโลยี และการให้บริการส่วนบุคคลว่า ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านทางแอปพลิเคชันออนไลน์ของผู้บริโภคใน เขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล อย่างไร วิธีการเก็บข้อมูลด้วยแบบสอบถามทางออนไลน์จากกลุ่มตัวอย่าง 400 คน นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผลค่าทางสถิติตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัยด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป ผลการทดสอบสมมติฐานพบว่า ผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลที่มีอายุ อาชีพ ความสนใจ ต่างกัน ทำให้การตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์และผ่านแอปพลิเคชันต่างกัน ส่วนผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานคร และปริมณฑลที่มีเพศ ระดับการศึกษา ความสนใจ และรายได้เฉลี่ยต่อเดือนต่างกัน แต่การตัดสินใจซื้อสินค้าออนไลน์ ผ่านแอปพลิเคชันไม่ต่างกัน ส่วนปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดและคุณภาพการบริการ มีผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าออนไลน์ผ่านแอปพลิเคชันของผู้บริโภคทั้งในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

คำสำคัญ — แอปพลิเคชันออนไลน์, ส่วนประสมทางการตลาดและคุณภาพการบริการ, พฤติกรรมผู้บริโภคออนไลน์

ABSTRACT — This research aims to study online shopping behavior through applications such as Shopee, Lazada, and Facebook among consumers in Bangkok and its surrounding areas. The study examines demographic factors, including age, gender, education level, occupation, and average monthly income, as well as marketing factors that influence consumers' online shopping behavior. Additionally, it explores how technology acceptance and personalized services affect consumers' decisions to purchase products through online applications in Bangkok and its surrounding areas. Data was collected through online questionnaires from a sample of 400 participants and analyzed using statistical software according to the research objectives. The hypothesis testing results indicate that consumers in Bangkok and its surrounding areas who differ in age, occupation, and interests make different purchasing decisions through online channels and applications. However, differences in gender, education level, interests, and average monthly income do not significantly affect online purchasing decisions through applications. Marketing mix factors and service quality, on the other hand, do influence the decision to purchase products through applications among consumers in both Bangkok and its surrounding areas.

Keywords — Online Applications, Marketing Mix and Service Quality, Online Consumer Behavior

1. บทนำ

ปัจจุบันการซื้อสินค้าทางอิเล็กทรอนิกส์ (E-Commerce) ทางเทคโนโลยีดิจิทัล ทำให้ผู้บริโภคเข้าถึงการซื้อขายออนไลน์ได้อย่างสะดวกและความคล่องตัวนี้ทำให้ซื้อสินค้าทางอิเล็กทรอนิกส์ มีการเติบโตขึ้นรวดเร็วในทั่วโลก ซึ่งในประเทศไทยได้รับความนิยมอย่างมากสำหรับกลุ่มผู้บริโภคที่ใช้โทรศัพท์มือถือ (Smart phone) ที่มีความสามารถส่งซื้อสินค้าผ่านแอปพลิเคชัน (Application) ซึ่งแอปพลิเคชันต่างๆ ได้พัฒนาจนมีความน่าเชื่อถือและปลอดภัยในระบบการค้าทางอิเล็กทรอนิกส์ จึงนับเป็นช่องทางหลักสำหรับผู้บริโภคในการซื้อสินค้า เพราะสินค้าทุกประเภทสามารถขายได้ผ่านแอปพลิเคชัน จึงนับเป็นตลาดการค้าใหม่ที่จะเติบโตและทันสมัย รองรับวิถีชีวิตปัจจุบัน

จากสำรวจพบว่าการใช้งานอินเทอร์เน็ตที่เป็นจุดเริ่มต้นของสังคมยุคดิจิทัล ที่ทำให้ผู้คนมีการพัฒนาไปกับการใช้ชีวิตในโลกออนไลน์มากขึ้น ส่งซื้อสินค้าทางออนไลน์ทั้งการทำธุรกิจผ่านทางออนไลน์ รวมถึงการปฏิบัติงาน รายงานผลการสำรวจพฤติกรรมผู้ใช้อินเทอร์เน็ตในประเทศไทยปี 2562 โดยอีทีดีเอ (ETDA) ซึ่งได้เปิดเผยข้อมูลของพฤติกรรมการใช้งานอินเทอร์เน็ตของประชากรชาวไทยในมุมต่างๆ รายงานพฤติกรรมกรรมการใช้อินเทอร์เน็ต[1] โดยเฉลี่ยคนไทยมีการใช้งานอินเทอร์เน็ตที่ 10 ชั่วโมงต่อวัน แยกตามช่วงวัย ในเจนเนอเรชัน (Generation) พบว่า เจนวาย (Gen Y) และ เจนแซด (Gen Z) เป็นผู้ที่ใช้งานอินเทอร์เน็ตสูงที่สุด เนื่องจากเจนวาย ส่วนมากเป็นวัยทำงานมีความจำเป็นต้องใช้อินเทอร์เน็ตในการทำงาน และใช้ชีวิตส่วนตัว ขณะที่ เจนแซด (Gen Z) ส่วนมากเป็นคนวัยเรียน ที่ต้องใช้อินเทอร์เน็ตในการศึกษาหาความรู้และใช้ช่วงเวลาวาง ช่องทางขายสินค้าออนไลน์ที่นิยมในไทย เฟสบุ๊คแฟนเพจ (Facebook Fan page) เป็นอันดับ 1 ที่ผู้ประกอบการและผู้ค้าออนไลน์นิยมขายสินค้ามากที่สุด เฉลี่ยที่ 64.0 % ในขณะที่ ช้อปปี้ (Shopee) เป็นอันดับที่ 2 ที่ 43.1 % แม้ช่องทางที่ผู้ขายเลือกเปิดร้านขายสินค้าออนไลน์มากที่สุดเป็นเฟสบุ๊คแฟนเพจ แต่ผู้บริโภคกลับไว้ใจที่จะซื้อสินค้าผ่านแพลตฟอร์มอีคอมเมิร์ซ (E-Commerce) อย่างช้อปปี้ เป็นอันดับ 1 ที่สูงถึง 75.6 % รองลงมาคือ ลาซาด้า 65.5 % ในขณะที่ เฟสบุ๊คแฟนเพจเป็นอันดับที่ 3 เฉลี่ยที่ 47.5 % และอันดับอื่นๆ ดังนี้ อันดับ 1 ช้อปปี้ เฉลี่ย 75.6 % ,อันดับ 2 ลาซาด้า เฉลี่ย 65.5 % ,อันดับ 3 เฟสบุ๊คแฟนเพจ เฉลี่ย 47.5 % ,อันดับ 4 ไลน์ เฉลี่ย 38.9 % ,อันดับ 5 อินสตาแกรมเฉลี่ย 21.8 % และ อันดับ 6 ทวิตเตอร์ เฉลี่ย 5.7 % [2] [3] และจากการทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้พบว่ามีการศึกษาเรื่องพฤติกรรมที่มีองค์ประกอบซึ่งส่งผลการซื้อสินค้าออนไลน์ ของประชาชนทั่วไปบนแอปพลิเคชันช้อปปี้ [4] มีศึกษาการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านแอปพลิเคชัน ช้อปปี้ [5] พฤติกรรมการซื้อสินค้าผ่านช่องทางการถ่ายทอดสดช้อปปี้ไลฟ์ [6] ปัจจัยที่ส่งผลการตัดสินใจซื้อเสื้อผ้าจากร้านค้าออนไลน์ [7] อิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อเสื้อผ้าแฟชั่นผ่านช่องทางการถ่ายทอดสดเฟซบุ๊กไลฟ์ [8] และมีการส่งเสริมทางการตลาดออนไลน์ เพื่อสอดคล้องกับพฤติกรรมผู้บริโภคทางการตลาด [9] ได้รวบรวมพฤติกรรมผู้บริโภคทางการตลาด [10] การส่งเสริมให้เกิดการซื้อขายออนไลน์ [11] วิธีการขายออนไลน์เพื่อให้เกิดยอดขายตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ [12] เคล็ดลับการเพิ่มยอดขาย [13] รวมทั้งหลักการตลาดต่าง [14] ซึ่งพบว่าการทำกิจกรรมการตลาดสามารถจูงใจผู้บริโภคด้วยการประเมินทางเลือกในด้านเหตุผลและอารมณ์ [15]

ผู้วิจัยได้เห็นถึงปัญหาและพฤติกรรมกรรมการซื้อสินค้าออนไลน์ที่แตกต่างกันออกไป ได้พบว่าจากการทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ยังไม่ได้มีการเปรียบเทียบพฤติกรรมกรรมการซื้อสินค้าผ่านการใช้แอปพลิเคชัน ช้อปปี้, ลาซาด้า และ เฟสบุ๊ค ของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษา สภาพและปัญหาการซื้อสินค้าผ่านทางแอปพลิเคชันออนไลน์ช้อปปี้, ลาซาด้า และ เฟสบุ๊ค ของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยด้านส่วนประสมทางการตลาด(4Ps) [16] และการสื่อสารทางการตลาดที่ครบวงจรส่งผลกระทบต่อพฤติกรรมผู้ใช้ซื้อสินค้าบนแอปพลิเคชัน ช้อปปี้, ลาซาด้า และ เฟสบุ๊ค ของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ซึ่งจะเป็นประโยชน์ให้กับผู้ที่ดำเนินธุรกิจหรือผู้ค้าขายที่ได้สมัครเข้ามา รวมถึงผู้ที่กำลังสนใจสมัครเข้ามาขายสินค้าผ่านแอปพลิเคชันเหล่านี้ ผลของการวิจัยจะทำให้กลุ่มผู้ที่ธุรกิจ บุคคล หรือกลุ่มบุคคลต่างๆ ดังกล่าวสามารถใช้เป็นแนวทางในการดำเนินทางการตลาด โดยวิเคราะห์ถึงปัญหาที่เกิดขึ้นซึ่งส่งผลการตัดสินใจซื้อสินค้าของผู้บริโภคในการซื้อถัดไป

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกซื้อสินค้าผ่านทางแอปพลิเคชันออนไลน์ ช้อปปี้, ลาซาด้า และ เฟสบุ๊ค ประกอบด้วยปัจจัยทางด้านประชากรศาสตร์ ปัจจัยด้านส่วนประสมทางการตลาด (4Ps)

2.2 เพื่อศึกษาถึงปัจจัยทางพฤติกรรมของผู้บริโภคที่ใช้งานแอปพลิเคชันออนไลน์ ช้อปปี้, ลาซาด้า และ เฟสบุ๊ค ที่ตัดสินใจเลือกซื้อสินค้าของกลุ่มผู้ใช้งานในเขตกรุงเทพและปริมณฑล

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

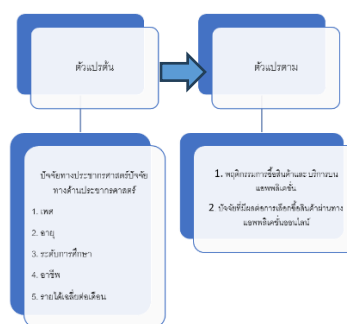
3.1 สมมติฐานของการวิจัย

ผู้วิจัยได้กำหนดสมมติฐานทางการวิจัยไว้ ดังนี้

สมมติฐานซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกซื้อสินค้าผ่านทางแอปพลิเคชันออนไลน์ ช้อปปี้, ลาซาด้า และ เฟสบุ๊ค ประกอบด้วยปัจจัยทางด้านประชากรศาสตร์ ปัจจัยด้านส่วนประสมทางการตลาด (4Ps)

สมมติฐานซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 เพื่อศึกษาถึงปัจจัยทางพฤติกรรมของผู้บริโภคที่ใช้งานแอปพลิเคชันออนไลน์ ช้อปปี้, ลาซาด้า และ เฟสบุ๊ค ที่ตัดสินใจเลือกซื้อสินค้าของกลุ่มผู้ใช้งานในเขตกรุงเทพและปริมณฑล

3.2 กรอบแนวคิดการวิจัย



รูปที่ 1. กรอบแนวคิดการวิจัย

3.3 วิธีดำเนินการวิจัย

ขอบเขตด้านประชากรกลุ่มตัวอย่างวิจัยเชิงปริมาณใช้ประชากรในศึกษา ได้แก่ ผู้บริโภคที่ซื้อสินค้าออนไลน์ผ่านแอปพลิเคชัน ซอปปี้, ลาซาด้าและเฟสบุค ของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ตัวอย่างจำนวน 400 คน โดยใช้การสุ่มตัวอย่างแบบสะดวก (Convenience Sampling) จำนวนนี้ได้จากการใช้ตารางสำเร็จรูปของ ยามาเนะ(Yamane 1967)

Taro Yamane

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2}$$

n = จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
N = จำนวนประชากร
e = ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้

ขนาดประชากร	ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้				
	±1%	±2%	±3%	±4%	±5%
500	220	150	110	80	60
1,000	300	200	140	100	80
1,500	350	230	160	110	90
2,000	390	260	180	120	100
2,500	420	280	190	130	110
3,000	440	290	200	130	110
3,500	450	300	200	130	110
4,000	460	300	200	130	110
4,500	460	300	200	130	110
5,000	460	300	200	130	110
6,000	470	300	200	130	110
7,000	470	300	200	130	110
8,000	470	300	200	130	110
9,000	470	300	200	130	110
10,000	470	300	200	130	110
11,000	470	300	200	130	110
12,000	470	300	200	130	110
13,000	470	300	200	130	110
14,000	470	300	200	130	110
15,000	470	300	200	130	110
16,000	470	300	200	130	110
17,000	470	300	200	130	110
18,000	470	300	200	130	110
19,000	470	300	200	130	110
20,000	470	300	200	130	110
21,000	470	300	200	130	110
22,000	470	300	200	130	110
23,000	470	300	200	130	110
24,000	470	300	200	130	110
25,000	470	300	200	130	110
26,000	470	300	200	130	110
27,000	470	300	200	130	110
28,000	470	300	200	130	110
29,000	470	300	200	130	110
30,000	470	300	200	130	110

รูปที่ 2. ตัวอย่าง ตารางสำเร็จรูปของ ยามาเนะ(Yamane 1967) แหล่งที่มา : เว็บไซต์รวบรวมงานวิจัย <https://www.thetsis.com> 2567 [17]

3.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลแบบสอบถามเพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้แบ่งได้เป็น 5 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ด้านคำถามด้านลักษณะด้านประชากรศาสตร์ประกอบด้วยข้อคำถามจำนวน 5 ข้อ ซึ่งให้ผู้ตอบแบบสอบถามต้องเลือกตอบคำถามได้เพียงคำตอบเดียวเป็นคำถามปลายปิด (Close-end) โดยแบบสอบถามในส่วนที่ 2 -ส่วนที่ 4 ใช้เป็นมาตราการวัดแบบมาตราประมาณค่า (Rating Scale) มี 5 ระดับ ตามมาตราวัดแบบลิเกิร์ต (Likert's Scale) ซึ่งเป็นการวัดระดับความคิดเห็นของผู้บริโภคในพฤติกรรมกรรมการซื้อสินค้าและบริการ

ส่วนที่ 2 ด้านคำถามด้านพฤติกรรมกรรมการซื้อสินค้าและบริการบน แอปพลิเคชัน ซอปปี้,ลาซาด้าและเฟสบุค ได้ปรับปรุงมาจากแบบสอบถามของ ธัญรัตน์ จิรสัมปทา (2551) ซึ่งเป็นคำถามปลายปิด (Close-end) ให้ผู้ตอบแบบสอบถาม โดยการเลือกคำตอบเดียวทั้ง 29 ข้อ

ส่วนที่ 3 ด้านคำถามวิจัยส่วนประสมทางการตลาด มีจำนวน 20 ข้อ ได้ปรับปรุงมาจากแบบสอบถามของ มยุรี ตั้งพานทอง (2552) เป็นคำถามปลายปิด (Close-end) ให้ผู้ตอบแบบสอบถาม โดยการเลือกคำตอบเดียวทั้ง 20 ข้อ

ส่วนที่ 4 ด้านคำถามการสื่อสารทางการตลาดแบบครบวงจร มีจำนวน 10 ข้อ ได้ปรับปรุงมาจากแบบสอบถามของ สุภาวรรณ ชัยทวิวุฒิกุล (2557) ซึ่งเป็นคำถามปลายปิด (Close-end) ที่ให้ผู้ตอบแบบสอบถามเลือกคำตอบเดียวทั้ง 10 ข้อ

ส่วนที่ 5 ด้านข้อเสนอแนะอื่นๆให้ผู้ตอบแบบสอบถาม เขียนความคิดเห็นส่วนตัวเพื่อที่ผู้วิจัยจะได้นำไปใส่ในส่วนของการปรับปรุงแก้ไข และข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์กับ แอปพลิเคชัน ซอปปี้,ลาซาด้าและเฟสบุค ของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพมาตราวัดเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในครั้งนี้คือ แบบสอบถาม ซึ่งผู้วิจัยได้ปรับปรุงแบบสอบถามของ ธัญรัตน์ จิรสัมปทา (2551) มยุรี ตั้งพานทอง (2552) และสุภาวรรณ ชัยทวิวุฒิกุล (2557) มาใช้ แล้วนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อ

แก้ไขต่อไป เมื่อแก้ไขเสร็จแล้ว ได้ตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัย

3.5 การตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัยโดยผู้เชี่ยวชาญ

แบบสอบถามในการวิจัยครั้งนี้ สร้างมาจากการศึกษาจากเอกสารต่างๆ รวมถึงแนวคิดทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยนำข้อมูลที่ได้มาสร้างเป็นแบบสอบถาม ซึ่งมีการทดสอบเครื่องมือ ดังนี้

3.5.1 การทดสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา (Content Validity Test) โดยงานวิจัยนี้จะนำแบบสอบถามที่สร้างเสร็จให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา จัดทำการแก้ไขตามข้อเสนอแนะ รวมถึงข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัย

3.5.2 การทดสอบความน่าเชื่อถือ (Reliability Test) เมื่อผู้วิจัยได้แก้ไขแบบสอบถามตามที่อาจารย์ที่ปรึกษาระบุแล้ว โดยจะต้องนำแบบสอบถามมาทำการทดสอบความน่าเชื่อถือ ดำเนินการแจกกับกลุ่มตัวอย่างที่มีสภาพความเป็นกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ กลุ่มตัวอย่างใกล้เคียงกัน มีจำนวน 30 คน เพื่อตรวจสอบความน่าเชื่อถือ โดยใช้การวิเคราะห์ประมวลผล ค่า Cronbach's Alpha Analysis Test) ซึ่งได้ค่าเท่ากับ 0.953

3.6 ขั้นตอนการวิจัยของการศึกษาค้นคว้าอิสระดังนี้

การวิจัยเชิงปริมาณ ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ศึกษา คือ ผู้บริโภคที่ซื้อสินค้าออนไลน์ผ่านแอปพลิเคชัน ซอปปี้, ลาซาด้า และเฟสบุค ของประชากรในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ประมาณ 10.8 ล้านคน ตัวอย่างจำนวน 400 คน โดยใช้การสุ่มตัวอย่างแบบสะดวก (Convenience Sampling) ซึ่งจำนวนนี้ ได้จากการใช้ตารางสำเร็จรูปของ ยามาเนะ (Yamane 1967)

3.7 การเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

3.7.1 ผู้วิจัยนำแบบสอบถามได้แจกจ่ายให้กลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นประชาชนที่ใช้แอปพลิเคชันซอปปี้, ลาซาด้าและเฟสบุค ของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล จำนวนทั้งสิ้น 400 คน ผ่านแบบสอบถามทางออนไลน์

3.7.2 เมื่อได้รับแบบสอบถามกลับคืนมา ผู้วิจัยได้ตรวจสอบความถูกต้องครบถ้วนทั้งข้อมูลในแบบสอบถามและจำนวนของแบบสอบถาม ซึ่งได้ผลการตอบแบบสอบถามสมบูรณ์ ทั้งหมดจำนวน 400 ฉบับ แล้วนำแบบสอบถามที่ได้มาจัดมาจัดหมวดหมู่และลงรหัสข้อมูล

3.7.3 ป้อนข้อมูลของแบบสอบถาม แล้วนำไปวิเคราะห์ข้อมูลโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปทางสถิติต่อไป

4 การวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมแบบสอบถามครบถ้วนตามจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ตั้งไว้ แล้วแบ่งการวิเคราะห์ตามส่วนๆของแบบสอบถามแต่ละส่วนได้ ต่อไปนี้

- 4.1 ผู้วิจัยตรวจทำการสอบความสมบูรณ์ของแบบสอบถามที่ได้มา
- 4.2 ผู้วิจัยได้นำแบบสอบถามมาลงรหัสที่ได้กำหนดขอบเขตการให้คะแนนไว้แล้ว
- 4.3 การประมวลผลข้อมูลที่ได้ลงรหัสแล้ว และทำการบันทึกด้วยระบบคอมพิวเตอร์เพื่อประมวลผลข้อมูล ซึ่งได้ใช้โปรแกรมทางสถิติสำเร็จรูปเพื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้มา

4.4 ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ในด้านข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม โดยใช้การแจกแจงความถี่ (Frequency) คิดค่าร้อยละ (Percentage) และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

4.5 ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลด้านพฤติกรรมการณ์ในซื้อสินค้าและบริการ บริการ บัณฑิตส่วนประสมทางการตลาด (4Ps) รวมถึงการสื่อสารทางการตลาดแบบครบวงจร โดยใช้ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) และประเมินค่าเฉลี่ยตามเกณฑ์การประเมินของเบสท์

4.6 ดำเนินการวิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยใช้ระหว่างตัวแปรอิสระ และตัวแปรตาม ใช้สถิติสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของ เพียร์สัน (Pearson's Product Moment Correlation Coefficient) เพื่อใช้ทดสอบความสัมพันธ์ของตัวแปรต้นและตัวแปรตาม

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

พบว่าผลของการศึกษาข้อมูลทั่วไป โดยจำแนกตามเพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพและรายได้ จากผู้ใช้ แอปพลิเคชัน ซอปปี้,ลาซาต้าและเฟสบุค ของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ทั้งจำนวน 400 คน ด้านเพศ พบว่า ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง จำนวน 337 คน คิดเป็นร้อยละ 84.25 และ เพศชาย จำนวน 63 คน ที่คิดเป็นร้อยละ 15.75 ด้านอายุ และพบว่า กลุ่มบุคคลอายุที่ใช้ แอปพลิเคชัน ซอปปี้,ลาซาต้าและเฟสบุค มากที่สุด ได้แก่ กลุ่มบุคคลอายุ 20 - 30 ปี จำนวน 135 คน ที่คิดเป็นร้อยละ 33.75 อันดับที่ 2 ได้แก่ กลุ่มบุคคลอายุ 31 - 40 ปี จำนวน 103 คน ที่คิดเป็นร้อยละ 25.75 อันดับที่ 3 ได้แก่ กลุ่มบุคคลอายุ ต่ำกว่า 20 ปี จำนวน 78 คน ที่คิดเป็นร้อยละ 19.50 อันดับที่ 4 ได้แก่ กลุ่มบุคคลอายุ 41 - 50 ปี จำนวน 54 คน ที่คิดเป็นร้อยละ 13.50 และอันดับสุดท้าย ได้แก่ กลุ่มบุคคลอายุ มากกว่า 50 ปีขึ้นไป จำนวน 30 คน ที่คิดเป็นร้อยละ 7.50

ด้านระดับการศึกษาปัจจุบัน ผู้วิจัยซึ่งพบว่า ผู้ใช้ แอปพลิเคชัน ซอปปี้,ลาซาต้าและเฟสบุค การศึกษาในระดับปริญญาตรี มีมากที่สุด จำนวน 208 คน ที่คิดเป็นร้อยละ 52 อันดับที่ 2 พบว่า ผู้ที่ได้รับการศึกษาสูงกว่าปริญญาตรี จำนวน 107 คน ที่คิดเป็นร้อยละ 26.75 และในอันดับสุดท้ายพบว่าผู้ที่ระดับการศึกษาที่ต่ำกว่าปริญญาตรี จำนวน 85 คน คิดเป็นร้อยละ 21.25

ด้านอาชีพ ทางผู้วิจัยได้พบว่าผู้ใช้ แอปพลิเคชัน ซอปปี้,ลาซาต้าและเฟสบุค โดยประกอบอาชีพ พนักงานบริษัทเอกชนมีจำนวนมากที่สุดถึง 196 คน ที่คิดเป็นร้อยละ 49 อันดับที่ 2 ผู้ที่ประกอบอาชีพ อื่นๆ จำนวน มี 104 คน ที่คิดเป็นร้อยละ 26 อันดับที่ 3 ผู้ประกอบอาชีพธุรกิจส่วนตัวหรือเจ้าของกิจการ มีจำนวน 77 คน ที่คิดเป็นร้อยละ 19.25 อันดับที่ 4 ผู้ประกอบอาชีพข้าราชการ มีจำนวน 19 คน ที่คิดเป็นร้อยละ 4.75 อันดับสุดท้ายคือ ผู้ที่ประกอบอาชีพ พ่อบ้าน /แม่บ้าน จำนวน 4 คน ที่คิดเป็นร้อยละ 1 ตามลำดับ

ด้านรายได้เฉลี่ยต่อเดือน ทางผู้วิจัยพบว่าผู้มีอัตรารายได้เฉลี่ยต่อเดือนที่ 40,001 - 50,000 บาท เป็นผู้ใช้ แอปพลิเคชัน ซอปปี้,ลาซาต้าและเฟสบุค ซึ่งมากที่สุด มีจำนวน 95 คน ที่คิดเป็นอัตราร้อยละ 23.75 อันดับที่ 2 ผู้มีอัตรารายได้เฉลี่ยต่อเดือนที่ 30,001 - 40,000 บาท มีจำนวน 85 คน ที่คิดเป็นร้อยละ 21.50 อันดับที่ 3 ผู้มีอัตรารายได้เฉลี่ยต่อเดือน ที่ต่ำกว่าหรือเท่ากับ 10,000 บาท มีจำนวน 79 คน ที่คิดเป็นร้อยละ 19.75 อันดับที่ 4 ผู้มีอัตรารายได้เฉลี่ยต่อเดือนที่ 20,001 - 30,000 บาท มีจำนวน 72 คน

ที่คิดเป็นร้อยละ 18 อันดับที่ 5 ผู้ที่มีอัตรารายได้เฉลี่ยต่อเดือน 10,001 - 20,000 บาท มีจำนวน 63 คน ที่คิดเป็นร้อยละ 15.75 และอันดับสุดท้าย ผู้ที่มีอัตรารายได้เฉลี่ยต่อเดือน มากกว่า 50,001 บาทขึ้นไป มีจำนวน 6 คน ที่คิดเป็นร้อยละ 1.5

การวิเคราะห์ข้อมูลด้านพฤติกรรมการณ์ซื้อสินค้าและบริการของผู้ใช้ แอปพลิเคชัน ซอปปี้,ลาซาต้าและเฟสบุค ของผู้บริโภคในเขต กรุงเทพมหานครและปริมณฑล โดยพบว่า สื่อที่ผู้ใช้บริการเลือกใช้ในการซื้อสินค้าออนไลน์มากที่สุดได้แก่ ซอปปี้ มีจำนวน 174 คน ที่คิดเป็นอัตราร้อยละ 43.50 อันดับที่ 2 แอปพลิเคชันลาซาต้า มีจำนวน 119 คน ที่คิดเป็นร้อยละ 29.75 อันดับที่ 3 แอปพลิเคชัน Facebook จำนวน 54 คน คิดเป็นอัตราร้อยละ 13.50 อันดับที่ 4 แอปพลิเคชันอินสตราแกรม มีจำนวน 32 คน ที่คิดเป็นอัตราร้อยละ 8 และอันดับสุดท้ายคือแอปพลิเคชันอื่นๆ มีจำนวน 21 คน ที่คิดเป็นอัตราร้อยละ 5.25

จำนวนการซื้อสินค้าออนไลน์ภายใน 1 เดือน ได้พบว่าผู้ใช้บริการมีความถี่ในการซื้อสินค้ามากที่สุด เพียง 1 - 2 ครั้ง คิดในจำนวน 230 คน ที่คิดเป็นร้อยละ 57.50 ความถี่ในการซื้อสินค้าอันดับที่ 2 มี 3 - 4 ครั้ง จำนวน 128 คน ที่คิดเป็นอัตราร้อยละ 32 และความถี่ในการซื้อสินค้าในอันดับสุดท้าย ซึ่งได้แก่มากกว่า 4 ครั้ง มีจำนวน 42 คน ที่คิดเป็นร้อยละ 10.50

มูลค่าการซื้อสินค้าต่อครั้ง ผู้วิจัยพบว่าผู้ใช้บริการมีมูลค่าในการซื้อสินค้าและบริการ สูงสุดที่ 1,000 - 5,000 บาท มีจำนวน 214 คน ที่คิดร้อยละ เป็น 53.5 มูลค่าการซื้ออันดับที่ 2 ที่น้อยกว่า 1,000 บาท คิดร้อยละ เป็น 37.25 มูลค่าการซื้ออันดับที่ 3 ที่ 5,001 - 10,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 8.75 และมูลค่าการซื้ออันดับสุดท้ายที่ 10,001 บาทขึ้นไป มีจำนวน 2 คน ที่คิดเป็นร้อยละ 0.5

ในการศึกษาครั้งนี้ซึ่งทำการศึกษาเฉพาะประชาชนที่ใช้แอปพลิเคชันซื้อสินค้าผ่านทางแอปพลิเคชันออนไลน์ ซอปปี้,ลาซาต้าและเฟสบุคของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล การศึกษาในครั้งนี้ต่อไปควรมีการขยายกลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่างไปในเขตจังหวัดอื่นด้วย เพื่อให้ข้อมูลมีความหลากหลายมากขึ้น และสามารถสะท้อนถึงความต้องการของประชาชนได้อย่างสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

การศึกษาในครั้งนี้เป็นศึกษาเฉพาะตัวแปรปัจจัยการยอมรับและใช้งานเทคโนโลยี การทำวิจัยครั้งต่อไป ควรทำการศึกษาตัวแปรหรือปัจจัยด้านอื่นๆ เพื่อหาปัจจัยด้านอื่นๆ ที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการณ์ใช้งานแอปพลิเคชันซื้อสินค้าออนไลน์ เช่น ด้านความน่าเชื่อถือขององค์กร ด้านความมั่นใจในระบบเทคโนโลยีสารสนเทศขององค์กร และด้านคุณภาพของการให้บริการ เป็นต้น อีกทั้งควรมีการศึกษาด้วยวิธีการวิจัยเชิงคุณภาพเพิ่มเติม เพื่อให้เข้าใจถึงปัญหาเชิงลึกของแอปพลิเคชันซื้อสินค้าออนไลน์ และเข้าใจความต้องการประชาชนที่ใช้แอปพลิเคชันซื้อสินค้าออนไลน์ที่มีความเห็นต่อแอปพลิเคชันต่างๆอย่างแท้จริงต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- [1] รายงานพฤติกรรมผู้ใช้อินเทอร์เน็ตในประเทศไทย <https://www.etaa.or.th/thA2-Thailand-Internet-User-Behavior.aspx> [ออนไลน์] (เข้าถึงเมื่อวันที่ 5 พฤษภาคม 2567)
- [2] เว็บไซต์ขายหนังสือออนไลน์ <https://www.se-ed.com> [ออนไลน์] (เข้าถึงเมื่อวันที่ 5 พฤษภาคม 2567)

- [3] เว็บไซต์เปรียบเทียบราคา <https://www.priceza.com>[ออนไลน์] (เข้าถึงเมื่อวันที่ 10 พฤษภาคม 2567)
- [4] นายกริณทัตวิฏ รักษาม 2560 องค์ประกอบที่ส่งผลต่อการเลือกใช้บริการ E-marketplace ของผู้บริโภค กรณีศึกษา Shopee ในเขตกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชีมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ , มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
- [5] พรรณวิสา โยธา 2563 การตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านแอปพลิเคชัน Shopee ของผู้บริโภค Generation Y ในกรุงเทพมหานคร ภายใต้สถานการณ์ COVID-19 บริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี, มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต
- [6] เถิดดา ไชยเผือก 2565 ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการซื้อสินค้าผ่านช่องทางการถ่ายทอดสดช้อปปิ้งไลฟ์ (SHOPEE LIVE) ของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานคร บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- [7] วรัญญา โพธิ์ไพฑ่อง 2556 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อเสื้อผ้าจากร้านค้าออนไลน์. (สารนิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ) มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์,
- [8] ศรัณยนันท์ ศรีจใจ 2561 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อเสื้อผ้าแฟชั่นผ่านช่องทางการถ่ายทอดสดเฟซบุ๊กไลฟ์ (Facebook Live) ของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานคร, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- [9] ธัญญ์ชรีรา อภิกุลวาราศิษฐ์ 2558 [หนังสือ] สารพัดวิธี Online Marketing. กรุงเทพฯ: วิตตี้กรุ๊ป.
- [10] ธงชัย สันติวงษ์ 2546 พฤติกรรมผู้บริโภคทางการตลาดฉบับปรับปรุงใหม่ กรุงเทพฯ: ประชุมช่าง
- [11] ทิมล ศรีวิกรม์ 2542 [หนังสือ] พฤติกรรมผู้บริโภค กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- [12] ศรีนุชช ใสสถาพันธุ์ 2558 [หนังสือ] The Everything Store Amazon ร้านออนไลน์ ยอดขายหมื่นล้าน.กรุงเทพฯ: เนชั่นบุ๊คส์
- [13] ภิเชก ชัยนิรันดร์ 2556 [หนังสือ] กลเม็ดเคล็ดลับการตลาดออนไลน์ กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น
- [14] วิทวัส รุ่งเรืองผล 2556 ตำราหลักการตลาด (พิมพ์ครั้งที่ 1) ศูนย์หนังสือ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
- [15] สายซอ อังศุพานิช 2559 องค์ประกอบแรงจูงใจในการซื้อสินค้าเกษตรอินทรีย์ของผู้บริโภควัยทำงานอำเภอเมืองสงขลา
บริหารธุรกิจ,มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
- [16] คอเทลอร์ ฟิลลิปส์ 2543 การจัดการตลาด [หนังสือ] (แปลจาก Marketing Management โดย ธนวรรณ แสงสุวรรณ, อติลา พงศ์ยี่หล้า, อุไรวรรณ แยมเนียม, ยุทธนา ธรรมเจริญ, และยงยุทธ พุพงษ์ศิริพันธ์)
- [17] เว็บไซต์งานวิจัย <https://www.thetsis.com> [ออนไลน์] (เข้าถึงเมื่อวันที่ 10 พฤษภาคม 2567)

ปัญญาประดิษฐ์เชิงสร้างสรรค์: กรณีการประยุกต์ใช้ในวิศวกรรมการทาง

Generative Artificial Intelligence:

A Case Study of Application in Highway Engineering

1st นิพนธ์ บุตรปัญญา

Nipon butrpunya

วิทยาลัยนวัตกรรมดิจิทัลเทคโนโลยี

College of Digital innovation technology

มหาวิทยาลัยรังสิต

Rangsit University

ปทุมธานี ประเทศไทย

Pathumthani Thailand

butrpunya@gmail.com

2nd ปกักร พิชญะธนากร

Papangkorn Pidchayathanakorn

วิทยาลัยนวัตกรรมดิจิทัลเทคโนโลยี

College of Digital innovation technology

มหาวิทยาลัยรังสิต

Rangsit University

ปทุมธานี ประเทศไทย

Pathumthani Thailand

papangkorn@rsu.ac.th

บทคัดย่อ — การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบการทำงานของระบบปัญญาประดิษฐ์เชิงสร้างสรรค์ในการประยุกต์ใช้ในวิศวกรรมการทาง และเพื่อวิศวกรใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการคำนวณออกแบบให้เป็นไปตามหลักการด้านวิศวกรรม วิธีดำเนินการวิจัย เป็นการวิจัยเชิงการทดลองจริง เครื่องมือที่เลือกใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย (1) ชุดคำสั่งเกี่ยวกับวิศวกรรมการทาง ที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรมและการวิจัยที่เกี่ยวข้อง สำหรับการทดสอบแบบจำลองภาษาขนาดใหญ่ (2) แบบจำลองภาษาขนาดใหญ่ที่เลือกใช้ทดสอบการตอบสนองต่อชุดคำสั่ง ได้แก่ แชทจีพีที ผลการทดลองได้ผลดังนี้ (1) ผลการสร้างชุดคำสั่งสำหรับการทดสอบแบบจำลองภาษาขนาดใหญ่ตามที่ได้ทบทวนวรรณกรรมและการวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ชุดคำสั่งออกแบบโค้งทางราบแบบโค้งวงกลม และชุดคำสั่งออกแบบการยกโค้ง (2) ผลการตอบสนองของแชทจีพีทีต่อชุดคำสั่งที่สร้างเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย

คำสำคัญ — ปัญญาประดิษฐ์เชิงสร้างสรรค์, การประยุกต์ใช้, วิศวกรรมการทาง

ABSTRACT — This research aimed to evaluate the application of Generative artificial intelligence (AI) systems in Highway engineering and their utility as tools for engineers in design calculations based on engineering principles. The study employed a true experimental research method. The tools selected for the experiment included: (1) A set of instructions related to Highway engineering, developed through a review of relevant literature and research, to test the performance of a large language model, and (2) ChatGPT, which was chosen as the large language model for testing its responses to the created instructions. The experimental results were as follows: (1) The creation

of instructions for testing the large language model, based on literature review and relevant research, included commands for designing horizontal curves using circular curves and superelevation design; (2) ChatGPT's responses to the created instructions aligned with the research objectives, demonstrating its potential as a tool in the field of Highway engineering.

Keywords — Generative AI, Application, Highway Engineering

1. บทนำ

ในยุคดิจิทัลที่เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (AI) ได้กลายเป็นส่วนสำคัญของชีวิตประจำวันของผู้คนทั่วโลก และมีการพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์ที่มีความฉลาดทำให้มีความสามารถทำงานกับข้อมูลจำนวนมาก [1] ปัญญาประดิษฐ์เชิงสร้างสรรค์หรือ Generative AI เทคโนโลยีเปลี่ยนชีวิต [2] ซึ่งเป็นแบบจำลองภาษาขนาดใหญ่ (Large Language Models) เช่น แชทจีพีที เจมีไน คลอท เพอร์เพกซิติ และ อลิสซา เอไอ เป็นต้น ได้รับความสนใจเป็นพิเศษ กลายเป็นที่นิยมอย่างมากในกลุ่มผู้ใช้งานในหลากหลายด้าน เนื่องจากเป็นแบบจำลองภาษาขนาดใหญ่ที่ได้รับการฝึกฝนด้วยชุดข้อมูลขนาดใหญ่มีความสามารถในการสร้างสิ่งใหม่ไม่ว่าจะเป็นการสร้างข้อความ เนื้อหา รูปภาพ การคำนวณ การเขียนโค้ด และการตอบคำถามหรือแม้แต่วิดีโอ [3] ซึ่งมีการประยุกต์ใช้งานในหลายด้าน เช่น การดูแลสุขภาพ การบริการลูกค้า การศึกษาวิจัย การเงินการคลัง และการตลาด เป็นต้น แชทจีพีที (ChatGPT) ปฏิวัติโลกสร้างปรากฏการณ์ความแตกตื่นในระดับโลก [4] เป็นแบบจำลองภาษาขนาดใหญ่ที่สร้างขึ้นโดยบริษัท

โอเพนเอไอ (OpenAI) ได้รับความนิยม และนำไปใช้งานในด้านต่างๆ เป็นจำนวนมาก

วิศวกรรมการทาง (Highway Engineering) เป็นสาขาหนึ่งของวิศวกรรมโยธา (Civil Engineering) ที่มีความสำคัญในการออกแบบและพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านการขนส่ง มีการคำนวณออกแบบถนนให้ เป็นไปตามหลักการทางวิศวกรรมเพื่อใช้ประโยชน์สำหรับการเดินทางของ ประชาชน และการขนส่งสินค้าบริการต่างๆ การออกแบบถนนให้เป็นไป ตามหลักวิศวกรรมการทาง และเป็นอำนาจหน้าที่ของวิศวกรโยธาที่ต้อง ได้รับใบอนุญาตเป็นผู้ประกอบวิชาชีพ วิศวกรรมควบคุมจากสภาวิศวกร (Council of Engineers) ตามพรบ วิศวกร พ.ศ 2542 [5]

และจากการทบทวนวรรณกรรมพบว่ามีการใช้ แชทจีพีที ในการ ดำเนินการทำความสะอาดข้อมูล (Data Cleaning) และการเตรียมข้อมูล (Data Preparation) [6] การใช้แชทจีพีทีที่ร่วมกับการเรียนการสอนวิชา คณิตศาสตร์ในนักศึกษาในระดับปริญญาตรีต่อเนื่อง2-3 ปี ชั้นปีที่1 ปี การศึกษา2566 วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี พระจอมเกล้าพระนครเหนือ [7] การศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการยอมรับ และพฤติกรรมการใช้งานปัญญาประดิษฐ์แชทจีพีทีอย่างต่อเนื่อง [8] การ วิเคราะห์รูปแบบข้อความที่เหมาะสมสำหรับสร้างพอร์มที่ที่ใช้ในระบบเจ เนอเรทีฟเอไอด้วยแชทจีพีที [9] ในงานด้านวิศวกรรมโยธาได้นำเทคโนโลยี ปัญญาประดิษฐ์เข้ามาประยุกต์ใช้ด้านวิจัย เช่น ด้านวิศวกรรมธรณีเทคนิค ใช้ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Neural Network; ANN) ในการทำนาย พฤติกรรมดิน [10] ประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์ในรูปแบบโครงข่ายประสาท เทียมร่วมกับวิธีการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด ด้วยอัลกอริทึมแบบพันธุกรรม สำหรับงานก่อสร้างอุโมงค์ [11] ผลการทบทวนวรรณกรรมพบว่าการ ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับแชทจีพีทีในงานด้านวิศวกรรมโยธายังมีอยู่น้อยมาก ผู้วิจัยจึงได้นำปัญญาประดิษฐ์เชิงสร้างสรรค์มาทำการวิจัยกับงานวิศวกรรม การทางซึ่งเป็นสาขาหนึ่งของวิศวกรรมโยธา

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้ดำเนินการวิจัย โดยการนำชุดคำสั่งที่ได้จากการ ทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องของด้านวิศวกรรมการทาง และการ นำปัญญาประดิษฐ์เชิงสร้างสรรค์ที่เลือก ได้แก่ แชทจีพีที มาประยุกต์ใช้ ดำเนินการทดสอบด้วยวิธีวิจัยเชิงการทดลองจริงเพื่อให้เป็นไปตาม วัตถุประสงค์ของการวิจัยต่อไป

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

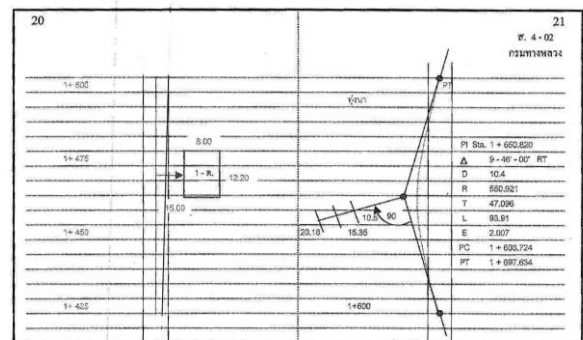
- 2.1. เพื่อทดสอบการทำงานของระบบปัญญาประดิษฐ์เชิงสร้างสรรค์ในการ ประยุกต์ใช้ในวิศวกรรมการทาง
- 2.2. เพื่อวิศวกรใช้เป็นเครื่องมือช่วยการคำนวณออกแบบด้านวิศวกรรม การทาง

3. วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีการวิจัยเป็นการวิจัยเชิงการทดลอง (Experimental Research) ซึ่ง ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยดังนี้

3.1. การทดลองที่ 1

3.1.1. การสร้างชุดคำสั่งที่ 1 เลือกชุดคำสั่งเพื่อออกแบบโค้งทางราบ (Horizontal Curve) แบบโค้งวงกลม (Circular Curve) จากรูปที่. 1 ข้อมูล โค้งทาง (Horizontal Curve Data) ตำแหน่งจุดตัดสำหรับการวัดมุม เบี่ยงเบน (Point of Intersection) หรือ PI = 1+650.820 , ค่ามุมเบี่ยงเบน (Deflection Angle) หรือ $\Delta = 9^{\circ} 46' 00''$, ค่ามุมที่รองรับความยาวส่วนโค้ง 100 เมตร หรือ ค่า "D" =10.40 ม. , ค่ารัศมีโค้ง หรือ ค่า "R"= 550.921 ม.,ความยาวTangent หรือ ค่า"T"=47.096ม.จากจุด PC ถึงจุด PI ,ความ ยาวของส่วนโค้งวงกลม หรือ ค่า "L"=93.91 ม., ระยะจากจุด PI ถึงกึ่งกลาง ส่วนโค้งของวงกลม หรือ ค่า "E"=2.007 ม., ค่า Station PC=1+603.724 , Station PT =1+697.634 [12]



ที่มา: ผังสำรวจออกแบบ, ศูนย์สร้างทางสุราษฎร์ธานี, 2542.

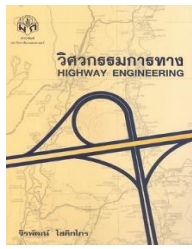
รูปที่ 1. แผนผังแสดงการออกแบบแนวถนน

แหล่งที่มา: ชัยฤกษ์ เมษสุวรรณ [12]

3.1.2. การตอบสนองต่อชุดคำสั่ง (Response) ด้วยการทดสอบ ชุดคำสั่ง (Prompt) ที่ 1 สร้างด้วยเครื่องมือแบบจำลองภาษาขนาดใหญ่ที่ เลือก คือ แชทจีพีที (ChatGPT): Prompt." ช่วยออกแบบโค้งทางราบแบบ โค้งวงกลม โดยกำหนด PI Sta1+650.820, $\Delta=9.76$, D=10.4 เป็นค่า กำหนดเริ่มต้น ให้วิเคราะห์หาค่า R, T, L, E, PC, PT"

3.2. การทดลองที่ 2

3.2.1. การสร้างชุดคำสั่งที่ 2. เลือกชุดคำสั่งเพื่อออกแบบการยกโค้ง (Super Elevation) จากรูปที่. 2 ตัวอย่างที่ 7.10 หน้า 167 ออกแบบถนน ให้รถแล่นด้วยความเร็ว 100 กม/ชม. กำหนดอัตราการยกโค้ง e= 9 % และ สปส. การเสียดทานระหว่างล้อกับถนน =0.12 , หาค่ารัศมีทางโค้งซึ่งสั้นที่สุด ที่จะขับรถได้โดยปลอดภัย =375 เมตร.[13]



รูปที่ 2. ตำราวิชาการวิศวกรรมจราจร [13]

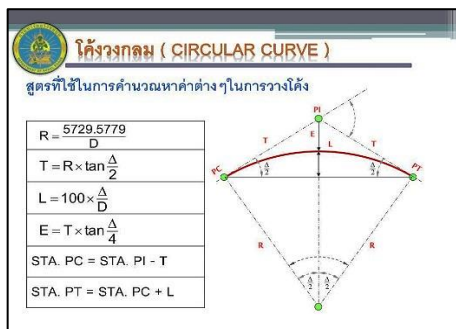
3.2.2. การตอบสนองต่อชุดคำสั่ง (Response) ด้วยการทดสอบชุดคำสั่ง (Prompt) ที่ 2 สร้างด้วยเครื่องมือแบบจำลองภาษาขนาดใหญ่ที่เลือก คือ แชทจีพีที (ChatGPT) ,Prompt” ช่วยออกแบบถนนให้รถแล่นด้วยความเร็ว 100กม/ชม, อัตราการยกโค้ง=9%, สปส. การเสียดทานระหว่างล้อกับถนน =0.12 ,ช่วยหารัศมีโค้งสั้นที่สุดที่จะขับรถได้โดยปลอดภัย”

4.ผลการวิจัย

ผลการดำเนินการวิจัยด้วยวิธีเชิงการทดลองเพื่อทดสอบการทำงานของระบบปัญญาประดิษฐ์เชิงสร้างสรรค์ในการประยุกต์ใช้ในวิศวกรรมจราจร ได้ผลการวิจัยดังนี้

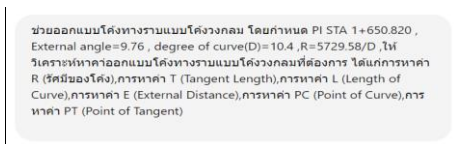
4.1. ผลการทดลองที่ 1

ผลการออกแบบโค้งทางราบ (Horizontal curve) แบบโค้งวงกลม (Circular curve) ด้วยชุดคำสั่ง(Prompt) ที่ 1 ดังแสดงในรูปที่ 4.และผลการตอบสนองชุดคำสั่งจากแชทจีพีที ดังแสดงในรูปที่ 5.



รูปที่ 3. แผนผังและสมการของโค้งวงกลม

แหล่งที่มา: กรมทางหลวงชนบท



รูปที่ 4. รูปแสดงชุดคำสั่งที่ 1

แหล่งที่มา: รูปโดยผู้วิจัย นิพนธ์ บุตรปัญญา

เราขอออกแบบโค้งทางราบแบบโค้งวงกลมโดยใช้ข้อมูลที่กำหนดมา และคำนวณค่าต่างๆ ที่จำเป็นต่อการออกแบบ:

ข้อมูลที่ให้มา:

- PI Station: 1+650.820
- External Angle (Δ): 9.76 องศา
- Degree of Curve (D): 10.4

ขั้นตอนการคำนวณ:

- การหาค่า R (รัศมีของโค้ง):

$$R = \frac{5729.58}{D}$$
 โดยที่ $D = 10.4$
- การหาค่า T (Tangent Length):

$$T = R \times \tan\left(\frac{\Delta}{2}\right)$$
 โดยที่ $\Delta = 9.76$ องศา
- การหาค่า L (Length of Curve):

$$L = \frac{R \times \Delta \times \pi}{180}$$
 โดยที่ R คือรัศมีที่คำนวณได้และ $\Delta = 9.76$ องศา
- การหาค่า E (External Distance):

$$E = R \times \left(1 - \cos\left(\frac{\Delta}{2}\right)\right)$$
- การหาค่า PC (Point of Curve):

$$PC = PI - T$$
 โดยที่ $PI = 1650.820$ เมตร
- การหาค่า PT (Point of Tangent):

$$PT = PC + L$$

ตอนนี้เราจะทำการคำนวณค่าต่าง ๆ ด้วยข้อมูลที่ได้รับ

C

นี่คือผลการคำนวณสำหรับการออกแบบโค้งทางราบแบบโค้งวงกลมที่ต้องการ:

- รัศมีของโค้ง (R): 550.92 เมตร
- ความยาวของ Tangent (T): 47.04 เมตร
- ความยาวของโค้ง (L): 1.64 เมตร
- ระยะห่างจากจุดสัมผัสไปยังโค้ง (E): 1.997 เมตร
- จุดเริ่มต้นของโค้ง (PC): Sta 1+603.783
- จุดสิ้นสุดของโค้ง (PT): Sta 1+605.421

หมายเหตุ: ค่าความยาวของโค้ง (L) ที่ได้คำนวณมาดูเหมือนจะน้อยกว่าที่สมารถจะเกิดขึ้นจากกรณีการป้อนข้อมูลหรือการแปลงหน่วยที่ไม่ถูกต้องในกระบวนการคำนวณ และจำเป็นต้องตรวจสอบอีกครั้งหนึ่งเพื่อความแม่นยำของข้อมูล. (๖)

ข้อความChatGPT

รูปที่ 5. รูปแสดงการตอบสนองชุดคำสั่งที่ 1

แหล่งที่มา: รูปโดยผู้วิจัย นิพนธ์ บุตรปัญญา

ตารางที่ 1. แสดงเปรียบเทียบผลทดสอบชุดคำสั่งที่.1

รายการที่ 1-3 เป็นค่ากำหนดเริ่มต้น

ลำดับที่	รายการ	ผลคำนวณจากวิศวกร	ผลคำนวณจากแชทจีพีที	ผลการพิจารณา
1	PI STA	1+650.820	1+650.820	กำหนด
2	Δ	9-46-00	9-46-00	กำหนด
3	D	10.4	10.4	กำหนด
4	R	550.921	550.92	ผ่าน
5	T	47.096	47.04	ผ่าน
6	L	93.91	1.64	ไม่ผ่าน
7	E	2.007	1.997	ผ่าน
8	PC STA	1+603.724	1+603.783	ผ่าน
9	PT STA	1+697.634	1+605.421	ไม่ผ่าน

จากตารางที่ 1. พบว่าลำดับที่ 6 ผลการทดสอบหาค่าจากสมการ คำนวณค่า $L = 1.64$ ที่ได้จากแซทจีพีทีที่มีค่าไม่เท่ากับผลการคำนวณจาก วิศวกร ตรวจสอบพบว่าสมการที่แซทจีพีที ใช้ในการวิเคราะห์ไม่ถูกต้อง และมีผลทำให้ลำดับที่ 9 ผลการคำนวณค่า PT STA ที่ได้จากการนำค่า PC STA + L ไม่ถูกต้องด้วย ผู้วิจัยจึงได้ปรับสมการที่ถูกต้อง $L = 100 \times \Delta / D$ ในชุดคำสั่งเพิ่มเติม ดังแสดงในรูปที่ 3. และให้แซทจีพีทีทำการวิเคราะห์ และคำนวณผลอีกครั้ง ดังแสดงในรูปที่ 6.

ไขไขสูตรหาค่า $L = (100\Delta/D)$ แทน $L = (R \times \Delta \times \pi) / 180$ แล้วคำนวณหาค่า L, E, PC, PT อีกครั้ง

เราจะไม่สูตรที่แก้ไขใหม่ในการคำนวณค่า L, E, PC และ PT ตามที่ควรระวังขอ:

สูตรที่ปรับปรุง:

- ความยาวของโค้ง (L):
$$L = \frac{100 \times \Delta}{D}$$
 โดยที่ $\Delta = 9.76$ องศา และ $D = 10.4$
- ระยะห่างจากจุดสัมผัสไปยังโค้ง (E): (ไม่มีการเปลี่ยนแปลง)
$$E = R \times \left(1 - \cos\left(\frac{\Delta}{2}\right)\right)$$
- จุดเริ่มต้นของโค้ง (PC): (ไม่มีการเปลี่ยนแปลง)
$$PC = PI - T$$
- จุดสิ้นสุดของโค้ง (PT):
$$PT = PC + L$$

ตอนนี้เราจะทำการคำนวณค่าเหล่านี้ด้วยสูตรที่แก้ไขแล้ว:

นี่คือผลการคำนวณใหม่หลังจากใช้สูตรที่แก้ไขสำหรับความยาวของโค้งและค่าอื่นๆ:

- ความยาวของโค้ง (L): 93.85 เมตร
- ระยะห่างจากจุดสัมผัสไปยังโค้ง (E): 1.997 เมตร
- จุดเริ่มต้นของโค้ง (PC): Sta 1+603.783
- จุดสิ้นสุดของโค้ง (PT): Sta 1+697.629

การใช้สูตร $L = \frac{100 \times \Delta}{D}$ ใช้ค่าความยาวของโค้งที่สมเหตุสมผลมากขึ้นเมื่อเทียบกับสูตรก่อนหน้านี้. (๖)

รูปที่ 6. รูปแสดงชุดคำสั่งเพิ่มเติมและการตอบสนองชุดคำสั่งที่ 1
แหล่งที่มา: รูปโดยผู้วิจัย นิพนธ์ บุตรบุญญา

ตารางที่ 2. แสดงเปรียบเทียบผลทดสอบชุดคำสั่งที่ 1 เพิ่มเติม
รายการที่ 1-3 เป็นค่ากำหนดเริ่มต้น

ลำดับที่	รายการ	ผลคำนวณ จากวิศวกร	ผลคำนวณ จากแซทจีพีที	การ พิจารณา
1	PI STA	1+650.820	1+650.820	กำหนด
2	Δ	9-46-00	9-46-00	กำหนด
3	D	10.4	10.4	กำหนด
4	R	550.921	550.92	ผ่าน
5	T	47.096	47.04	ผ่าน
6	L	93.91	93.85	ผ่าน
7	E	2.007	1.997	ผ่าน
8	PC STA	1+603.724	1+603.783	ผ่าน
9	PT STA	1+697.634	1+697.629	ผ่าน

จากตารางที่ 2. รายการลำดับที่ 6 และ 9 ผลการคำนวณที่ได้จากการ ใช้สมการที่สั่งให้แซทจีพีทีทำการวิเคราะห์คำนวณใหม่จากชุดคำสั่งที่ 1 เพิ่มเติมจากผู้วิจัยซึ่งเป็นสมการที่ถูกต้องพบว่าได้ผลการคำนวณ $L = 93.85$ เมตร และ PT STA = 1+697.629 ถูกต้อง

4.2. ผลการทดลองที่ 2

ผลการออกแบบการยกโค้ง (Super Elevation) ด้วยชุดคำสั่ง (Prompt) ที่ 2 ดังแสดงในรูปที่ 8 และผลการตอบสนองชุดคำสั่งจากแซทจีพีที ดังแสดงในรูปที่ 9

1.2.5 การยกโค้ง (SUPER ELEVATION)

โดยที่ e_{min} คือค่าใน 0.07

นี่คือ V = ความเร็ว (กม./ชม.)
e = อัตราการยกโค้งของผิวทาง (ม./ม.)
f = สปส. ความเสียดทานระหว่างล้อกับถนน
R = รัศมีของโค้ง (ม.)

รูปที่ 7. แผนผังและสมการของยกโค้ง

แหล่งที่มา: กรมทางหลวงชนบท

ช่วยออกแบบถนนให้รถแล่นด้วยความเร็ว 100 กม/ชม กำหนดอัตรายกโค้ง (e)=9% และ สปส.การเสียดทานระหว่างล้อกับถนน=0.12 ช่วยหาค่าของโค้งสั้นที่สุดที่จะขบรถได้โดยปลอดภัย

รูปที่ 8. รูปแสดงชุดคำสั่งที่ 2

แหล่งที่มา: รูปโดยผู้วิจัย นิพนธ์ บุตรบุญญา

เพื่อออกแบบถนนให้สามารถรองรับรถที่แล่นด้วยความเร็ว 100 กิโลเมตรต่อชั่วโมงโดยมีอัตรายกโค้ง (e) เท่ากับ 9% และค่าการเสียดทานระหว่างล้อกับถนน (f) เท่ากับ 0.12 คุณจำเป็นต้องคำนวณรัศมีของโค้งสั้นที่สุดที่จะขบรถได้โดยปลอดภัยโดยใช้สูตรต่อไปนี้:

$$R = \frac{V^2}{g \times (e + f)}$$

โดยที่:

- V คือ ความเร็วออกแบบ (แปลงเป็นเมตร/วินาที)
- g คือ ความเร่งโน้มถ่วง (9.81 เมตร/วินาที²)
- e คือ อัตราการยกโค้ง (0.09 ในกรณีนี้)
- f คือ สัมประสิทธิ์การเสียดทานระหว่างล้อกับถนน (0.12)

ก่อนที่จะทำการคำนวณ ต้องแปลงความเร็วจากกิโลเมตร/ชั่วโมงไปเป็นเมตร/วินาทีโดยใช้การคูณด้วย 1000 และหารด้วย 3600:

$$V_{m/s} = V_{km/h} \times \frac{1000}{3600}$$

คำนวณรัศมีทางโค้งสั้นที่สุดสำหรับความเร็วนี้:

รัศมีทางโค้งสั้นที่สุดที่จะขบรถได้โดยปลอดภัยสำหรับความเร็ว 100 กิโลเมตรต่อชั่วโมง โดยมีอัตรายกโค้ง 9% และสัมประสิทธิ์การเสียดทาน 0.12 คือประมาณ 374.55 เมตร. (๖)

รูปที่ 9. รูปแสดงการตอบสนองชุดคำสั่งที่ 2

แหล่งที่มา: รูปโดยผู้วิจัย นิพนธ์ บุตรบุญญา

ตารางที่ 3. แสดงเปรียบเทียบผลทดสอบชุดคำสั่งที่ 2

รัศมีโค้ง (เมตร)	ผลคำนวณ จากวิศวกร (เมตร)	ผลคำนวณ จากซอฟต์แวร์ พีที (เมตร)	การ พิจารณา
R	375	374.55	ผ่าน

5. สรุปและอภิปรายผล

ผลการวิจัยปัญญาประดิษฐ์เชิงสร้างสรรค์ด้วยวิธีการทดลองจริงเพื่อประยุกต์ใช้ในวิศวกรรมการทาง ด้วยชุดคำสั่งที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้ผลดังนี้

5.1. การทดสอบชุดคำสั่งที่ 1 เกี่ยวกับการคำนวณออกแบบโค้งทางราบแบบโค้งวงกลม ผลการคำนวณจากซอฟต์แวร์พีทีที่เทียบกับการคำนวณของวิศวกรไม่ถูกต้อง จากการตรวจสอบพบว่าใช้สมการในการคำนวณไม่ถูกต้องตามหลักวิศวกรรมการทาง และผู้วิจัยได้สร้างชุดคำสั่งเพิ่มเติมกำหนดให้ใช้สมการที่ถูกต้องตามหลักวิศวกรรมการทางแทนสมการที่ผิด ซึ่งผลการคำนวณจากซอฟต์แวร์พีทีได้ตอบสนองแสดงออกมาก่อการปรากฏว่า ได้ผลการคำนวณถูกต้องตามหลักวิศวกรรมการทาง

5.2. การทดสอบชุดคำสั่งที่ 2 เกี่ยวกับการคำนวณออกแบบการยกโค้ง จากการตรวจสอบผลการคำนวณจากซอฟต์แวร์พีทีที่ใช้สมการสำหรับวิเคราะห์ผลการคำนวณถูกต้องตามหลักวิศวกรรม และได้ผลการคำนวณถูกต้องตามหลักวิศวกรรมการทาง

ผลจากการทดสอบชุดคำสั่งทั้ง 2 ชุดที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรมและการวิจัยที่เกี่ยวข้องทางด้านวิศวกรรมการทาง จากปัญญาประดิษฐ์เชิงสร้างสรรค์ที่เลือก คือ ซอฟต์แวร์พีที ซึ่งเป็นแบบจำลองภาษานาฬขนาดใหญ่ที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากทั่วโลก รวมถึงในประเทศไทยนั้น ยังพบว่ามีการผิดพลาดในการใช้สมการคำนวณอยู่บ้าง ทำให้ได้ผลการคำนวณบางรายการไม่ถูกต้อง หากวิศวกรโยธาต้นคำนวณออกแบบจะนำปัญญาประดิษฐ์เชิงสร้างสรรค์มาประยุกต์ใช้ในด้านวิศวกรรมการทาง หรือวิศวกรรมสาขาอื่นๆ ควรจะต้องตรวจสอบสมการที่ซอฟต์แวร์พีทีใช้ในการคำนวณ และผลการคำนวณที่ได้ว่าถูกต้องและเป็นค่าที่ยอมรับได้ตามหลักวิศวกรรมหรือไม่ และจากการทดสอบชุดคำสั่งของซอฟต์แวร์พีที พบว่าจะใช้เวลาในการวิเคราะห์ชุดคำสั่งและแสดงผลการคำนวณได้อย่างรวดเร็ว หากผลการคำนวณใช้สมการถูกต้องตามหลักวิศวกรรม วิศวกรโยธาผู้คำนวณออกแบบสามารถจะใช้เป็นเครื่องมือทางเลือกในการทำงานช่วยการคำนวณออกแบบด้านวิศวกรรมการทาง และช่วยลดระยะเวลาการทำงาน

เอกสารอ้างอิง

- [1] วราภรณ์ พรหมวิอินทร์, "AI/ML Future Foundation," กรุงเทพฯ, คอร์ฟิงก์ซัน ,2566
- [2] ธนชาติ นุ่มนนท์, "Generative AI เทคโนโลยีเปลี่ยนชีวิต," กรุงเทพฯ, แสงดาว,2567
- [3] ธรรมพร อารีพรอด, "ช่วยลดงาน เพิ่มรายได้ ด้วยGenerative AI Alisa 2.0," กรุงเทพฯ: โปรวิชั่น ,2567
- [4] วติน เพิ่มทรัพย์, โชค วิศวะโยธิน, "ChatGPT: AI ปฏิวัติโลก," กรุงเทพฯ: โปรวิชั่น, 2566
- [5] สภาวิศวกร, "พระราชบัญญัติวิศวกร พ.ศ. 2542," <https://coe.or.th/pro-law>
- [6] อนุชิต คงฤทธิ์, ชีวินทร์ ลิ่มศิริ, สุรพร มีหอม, "การประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์เชิงสร้างสรรค์ในการทำความสะอาด และเตรียมข้อมูล: กรณีศึกษาวัสดุคอมพิวเตอร์พอลิโพรพิลีนรีไซเคิลผสมกากชา," วารสารมหาวิทยาลัยวงษ์ชังษ์ชวลิตกุล ที่ 37 ฉบับที่ 1 มกราคม-มีนาคม 2567
- [7] นิพันธ์ ปรวดีเจริญวิทย์, สมภพ ทองปลิว และศรีอัมพร เร่งบ้านเกาะ, "ผลของการใช้ChatGPT ร่วมกับการเรียนการสอนนิเวศศาสตร์ในระดับปริญญาตรี," วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่นปีที่47 ฉบับที่2 หน้า 192-204, เดือนเมษายน-มิถุนายน 2567
- [8] วรณิดา กองเงินกลาง, ศรัณย์ธร ศศิธนากรแก้ว, ภานนท์ คู่สมสุภา, "ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการยอมรับและพฤติกรรมการใช้งานปัญญาประดิษฐ์ ซอฟต์แวร์พีทีอย่างต่อเนื่อง," วารสารมหาจุฬานาครธรรมศาสตร์, ปีที่ 11 ฉบับที่ 2: Vol.11 No.2, กุมภาพันธ์ 2024
- [9] ทิพย์อรุณ เขียวแก้ว, ปราณี มณีรัตน์, สุภฤกษ์ ชูธงชัย, "การวิเคราะห์รูปแบบและจัดกลุ่มข้อความพร้อมป้สำหรับเจเนอเรทีฟเอไอ," วารสารสหศาสตร์ศรีปทุม ชลบุรี (Online) ปีที่ 9 ฉบับที่ 3 กันยายน-ธันวาคม 2566
- [10] ไปรยา รัตนกิจกุล, สมโพธิ อยู่ไว, "การทำนายความสัมพันธ์ความเค้น และความเครียดของดินเหนียวผสมซีเมนต์ด้วยโครงข่ายประสาทแบบเกิดซ้ำชนิด LSTM," การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 27, จ. เชียงราย, 24-26 สิงหาคม 2565
- [11] สหสวรรค์ วยนิพัทธ์พงษ์, ชนา พุทธนานนท์, พรเกษม จงประดิษฐ์, ศศิพิมพ์ แสนบุญศิริ, ญัฐชัย เหมือนนมี, นลวิษญ์ นพคุณทอง, วุฒิพงศ์ เมืองน้อย, พงศกร ศิริสิงห์อำไพ, "การหาค่าตัวแปรควบคุมหัวเจาะอุโมงค์ที่เหมาะสมที่สุดภายใต้การควบคุมการทรุดตัวของผิวดิน," การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 27, จ. เชียงราย ,24-26 สิงหาคม 2565
- [12] ชัยฤกษ์ เมษสุวรรณ, "การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้ในการออกแบบงานถนนทางด้านเรขาคณิต," วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2543
- [13] จิรพัฒน์ โชติไกร, "วิศวกรรมการทาง (Highway Engineering)," มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2553

ศึกษาแนวทางในการปรับบทบาทของพนักงานธนาคาร ในช่วงของการเปลี่ยนผ่าน และการเข้าสู่ธุรกรรมดิจิทัล

Study Guidelines for Adjusting the Roles of Bank Employees During the Period of Transition into Digital Transaction

1st ฐานิดา วรรณรักษา

Tharnida Wannaraksa

วิทยาลัยนวัตกรรมดิจิทัลเทคโนโลยี

College of Digital innovation technology

มหาวิทยาลัยรังสิต

Rangsit University

ปทุมธานี ประเทศไทย

Pathumthani Thailand

tharnida.w@gmail.com

2nd ปังกร พิชญะธนกร

Papangkorn Pidchayathanakorn

วิทยาลัยนวัตกรรมดิจิทัลเทคโนโลยี

College of Digital innovation technology

มหาวิทยาลัยรังสิต

Rangsit University

ปทุมธานี ประเทศไทย

Pathumthani Thailand

papangkorn@rsu.ac.th

บทคัดย่อ — การถูกแทนที่ด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล หรือที่เรียกว่า “ดิจิทัลดิสรัปชัน” (Digital Disruption) ส่งผลให้การทำงานและการใช้บริการของผู้รับบริการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม สำหรับภาคธนาคาร ในช่วงที่ผ่านมามีพบว่าผู้รับบริการเข้าสู่ระบบออนไลน์เพิ่มขึ้น อีกทั้งมีการปรับลดธนาคารสาขาเป็นจำนวนมาก การดำเนินธุรกรรมผ่านธนาคารพาณิชย์ในรูปแบบดั้งเดิม จึงต้องปรับเปลี่ยนให้ตอบสนองทันต่อการเปลี่ยนแปลง งานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาหาทางธุรกรรมที่ไม่สามารถแทนที่พนักงานธนาคารด้วยเทคโนโลยีได้ และศึกษาแนวทางในการปรับบทบาทของพนักงานธนาคารในช่วงของการเปลี่ยนผ่าน และการเข้าสู่ธุรกรรมดิจิทัลอย่างเต็มรูปแบบในอนาคต โดยศึกษาจากการสัมภาษณ์เชิงลึกจาก 3 กลุ่ม (เจ้าหน้าที่ธนาคารระดับบริหาร ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ และผู้ให้บริการ) และการวิจัยเอกสาร พบว่ากลุ่มผู้รับบริการที่สามารถเข้าถึงเทคโนโลยีได้ จะสามารถทำธุรกรรมที่ไม่มีความซับซ้อนได้ด้วยตนเอง แต่ธุรกรรมที่มีความซับซ้อนยังมีความต้องการข้อมูลหรือต้องการสื่อสารแบบที่มีการโต้ตอบกับพนักงานธนาคารอยู่ สำหรับกลุ่มผู้รับบริการที่ไม่สามารถเข้าถึงเทคโนโลยีได้ พนักงานธนาคารจะยังมีบทบาทอยู่มากในทุกธุรกรรม สำหรับแนวทางในการปรับบทบาทของพนักงานธนาคารในช่วงของการเปลี่ยนผ่าน และการเข้าสู่ธุรกรรมดิจิทัลอย่างเต็มรูปแบบในอนาคตนั้น คือการพัฒนาเพื่อยกระดับทักษะที่เรามีให้ดีกว่าเดิม (Upskill) และ การสร้างทักษะขึ้นมาใหม่ที่จำเป็นต่อการทำงาน (Reskill) โดยพนักงานธนาคารในยุคธนาคารดิจิทัล ต้องมีทักษะทั้งในด้านเทคนิค (Hard Skill) และทักษะเชิงสังคมการทำงาน (Soft Skill)

คำสำคัญ — Digital Disruption, Digital Transactions, e-Payment, Internet & Mobile Banking, Upskill & Reskill

ABSTRACT — Digital disruption has transformed the banking industry, driving a shift from traditional services to online platforms and reducing physical bank branches. This research examines which

banking transactions cannot be fully automated and explores how bank employees' roles should adapt during and after this transition. Through in-depth interviews with bank executives, IT personnel, and service providers, as well as document analysis, the study found that tech-savvy customers can manage simple transactions on their own. However, complex transactions still require direct interaction with bank employees for additional information or guidance. Bank employees continue to be vital in all transactions for customers without access to technology. Bank employees must undergo upskilling and reskilling to effectively manage this digital shift. In the digital banking era, they need both technical (hard skills) and interpersonal (soft skills) to meet the evolving needs of the industry.

Keywords — Digital Disruption, Digital Transactions, e-Payment, Internet & Mobile Banking, Upskill & Reskill

1. บทนำ

ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีช่วยอำนวยความสะดวกในการดำเนินชีวิตประจำวันมากขึ้น โดยเฉพาะเทคโนโลยีด้านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่มีการพัฒนาในรูปแบบที่หลากหลายและครอบคลุมหลายพื้นที่ให้บริการ ส่งผลให้วิถีชีวิตหรือไลฟ์สไตล์ (Lifestyle) เปลี่ยนแปลงตามไปด้วย อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในรูปแบบต่าง ๆ โดยเฉพาะสมาร์ทโฟน (Smart Phone) ได้กลายเป็นอุปกรณ์สำคัญที่ทำให้ผู้ใช้งานมีความสะดวกและรวดเร็วในการเข้าถึงบริการในด้านต่างๆ มากขึ้น [1] [2] [3] [4]

การเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากเทคโนโลยีดิจิทัล (Digital Technology) หรือที่เรียกว่า “ดิจิทัลดิสรัปชัน” (Digital Disruption) ทำให้เกิดรูปแบบธุรกิจแพลตฟอร์ม และนวัตกรรมใหม่ ที่มีการนำเทคโนโลยีดิจิทัลมาใช้ ทำให้การทำงานหรือการให้บริการมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม

เช่นเดียวกับภาคธนาคาร ซึ่งกำลังอยู่ในขั้นของการเปลี่ยนผ่าน หรือ กระบวนการก้าวไปสู่สังคมไร้เงินสด (Cashless Society) ภายใต้การผลักดันของภาครัฐ ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีและการสื่อสาร [5] รวมถึงพฤติกรรมด้านการเงินและการธนาคารของผู้รับบริการที่เข้าสู่ระบบออนไลน์เพิ่มขึ้น [6] ซึ่งจะเห็นได้จากปริมาณการชำระเงินทางอิเล็กทรอนิกส์ (e-Payments) ในปี พ.ศ. 2566 ที่สูงถึง 528 ครั้ง/คน/ปี เมื่อเทียบกับปี พ.ศ. 2565 ที่มีเพียง 425 ครั้ง/คน/ปี [7] นอกจากนี้ยังพบว่าในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ. 2561 – 2566) ธนาคารสาขาในประเทศถูกปิดตัวไปแล้วกว่า 1,653 สาขา [8] การดำเนินธุรกรรมผ่านธนาคารพาณิชย์ในรูปแบบดั้งเดิม (Traditional Bank) ที่ให้บริการผ่านธนาคารสาขาหรือเคาน์เตอร์ธนาคาร มีการปรับเปลี่ยนรูปแบบมาสู่การให้บริการธุรกรรมรูปแบบใหม่เพื่อตอบสนองให้ทันต่อเทคโนโลยี ทั้งการให้บริการผ่านอินเทอร์เน็ตและสมาร์ตโฟน (Internet & Mobile Banking) หรือรูปแบบอื่น ๆ โดยไม่ต้องติดต่อผ่านพนักงานธนาคาร รวมไปถึงพฤติกรรมของผู้รับบริการและความคาดหวังในการให้บริการของพนักงานธนาคาร เมื่อมีการเข้ามาแทนที่ของเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงไป การปรับบทบาทของพนักงานธนาคารให้ตอบสนองต่อความต้องการของผู้รับบริการในยุคที่ธุรกรรมดิจิทัลเข้ามาแทนที่การให้บริการที่ดำเนินการอยู่ในปัจจุบัน จึงมีความสำคัญอย่างมาก ทั้งในช่วงของการเปลี่ยนผ่าน และการเข้าสู่การดำเนินการธุรกรรมดิจิทัลที่จะเกิดขึ้นอย่างเต็มรูปแบบในอนาคต [9]

จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่ามีการศึกษาเกี่ยวกับการปรับตัวของสถาบันการเงินไทยเพื่อเป็นธนาคารดิจิทัล [10] การเปลี่ยนผ่านทางดิจิทัลของธุรกิจทางการเงินเพื่อยกระดับความสามารถทางการแข่งขันองค์กร [11] การเปลี่ยนแปลงทางดิจิทัลต่อการพัฒนารูปแบบธุรกิจธนาคารในประเทศไทย [12] ซึ่งมุ่งเน้นไปที่ปรับตัวขององค์กรในภาคการเงินหรือการธนาคารเป็นหลัก แต่อย่างไรก็ตามยังไม่มีงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบต่อพนักงานธนาคารที่เป็นหนึ่งในองค์ประกอบของภาคธนาคารว่าในช่วงของการเปลี่ยนผ่านธุรกรรมดิจิทัลนั้น มีงานธุรกรรมใดบ้างที่เทคโนโลยีสามารถมาแทนที่และไม่สามารถแทนที่พนักงานธนาคารได้ รวมถึงยังไม่มีการศึกษาเกี่ยวกับการปรับบทบาทของพนักงานธนาคารเมื่อมีการเปลี่ยนผ่านเข้าสู่ธุรกรรมดิจิทัลหรือธนาคารดิจิทัลว่าควรมีแนวทางในการปรับบทบาทนั้นอย่างไร ซึ่งจะช่วยให้เห็นภาพการให้บริการของธนาคารไปจนถึงการขับเคลื่อนทางเศรษฐกิจในอนาคต และเป็นแนวทางให้พนักงานธนาคารสามารถปรับตัวเพื่อรองรับการเปลี่ยนผ่านดังกล่าวได้

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 วิเคราะห์หางานธุรกรรมที่ไม่สามารถแทนที่พนักงานธนาคารด้วยเทคโนโลยีได้

2.2 ศึกษาแนวทางในการปรับบทบาทของพนักงานธนาคาร ในช่วงของการเปลี่ยนผ่าน และการเข้าสู่ธุรกรรมดิจิทัลอย่างเต็มรูปแบบในอนาคต

3. วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางในการปรับบทบาทของพนักงานธนาคารในช่วงของการเปลี่ยนผ่าน และการเข้าสู่ธุรกรรมดิจิทัลอย่างเต็มรูปแบบในอนาคต ซึ่งจะทำให้เห็นภาพของการปรับบทบาท

ของพนักงานธนาคารและในงานประเภทอื่นที่จะถูกแทนที่ด้วยเทคโนโลยีในอนาคต

3.1 วิธีการวิจัย

การวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative research) ซึ่งผู้วิจัยใช้วิธีการวิจัย 2 วิธี [13] คือ

- 1) การวิจัยสนาม (Filed research) สัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth Interview) ด้วยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling)
- 2) การวิจัยเอกสาร (Documentary research)

3.2 กลุ่มตัวอย่างสัมภาษณ์เชิงลึก ด้วยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) [14] [15]

ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์เชิงลึกในกลุ่มตัวอย่าง 3 กลุ่ม ประกอบด้วย

กลุ่มที่ 1: เจ้าหน้าที่ธนาคารระดับบริหาร 3 คน

กลุ่มที่ 2: เจ้าหน้าที่ธนาคารด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ 1 คน

กลุ่มที่ 3: เจ้าหน้าที่ธนาคารผู้ให้บริการ 4 คน

3.3 การวิจัยเอกสาร (Documentary research) เป็นการศึกษาค้นคว้าและรวบรวมแนวคิดและข้อมูลต่าง ๆ จากเอกสารที่เกี่ยวข้อง

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการสัมภาษณ์เชิงลึก

4.1.1 งานบริการที่มีการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการให้บริการ หรืองานบริการที่ปรับเปลี่ยนมาสู่การทำธุรกรรมในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์

ทุกธนาคารล้วนมีการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการให้บริการ โดยงานบริการที่มีการนำเทคโนโลยีมาใช้ อาทิ บริการฝาก-ถอนเงิน บริการถอนเงินไม่ใช้บัตร บริการซื้อขายกองทุน บริการเปิดบัญชี บริการซื้อ-ขายกองทุน บริการแลกเปลี่ยนเงินตรา ไปจนถึงบริการด้านการลงทุนต่าง ๆ ซึ่งนอกจากการให้บริการแก่ผู้รับบริการผ่าน Internet Banking และ Mobile Banking (แอปพลิเคชัน) แล้ว ยังมีการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการทำงานของเจ้าหน้าที่ อาทิ การอ่านข้อมูลจากบัตรประจำตัวประชาชน (Smart Card Reader) การใช้ระบบปฏิบัติการสำหรับเจ้าหน้าที่ผ่านอุปกรณ์ไอแพด (iPad) ในการบันทึกและตรวจสอบข้อมูลสำหรับการอนุมัติสินเชื่อ

4.1.2 ความคาดหวังของพนักงานธนาคารต่อการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการให้บริการหรือการปรับเปลี่ยนมาสู่การทำธุรกรรมในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์

พนักงานธนาคารในทุกระดับต่างคาดหวังให้การนำเทคโนโลยีมาใช้ ทำให้การทำงานของพนักงานธนาคารมีความสะดวกและรวดเร็วยิ่งขึ้น รวมไปถึงการแบ่งเบางานด้านเอกสาร การลดความแออัดของการให้บริการ ณ ธนาคารสาขาลงได้ แต่อย่างไรก็ตามยังต้องตอบโจทย์ความต้องการของผู้รับบริการ โดยเฉพาะด้านประสิทธิภาพ ความถูกต้อง แม่นยำ ไม่เกิดข้อผิดพลาดในการทำธุรกรรม และมีความปลอดภัยในการใช้บริการ

4.1.3 ประโยชน์ของการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการให้บริการหรือการปรับเปลี่ยนมาสู่การทำธุรกรรมในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์

ประโยชน์ในการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการให้บริการเกิดขึ้นทั้งในส่วนของผู้รับบริการ ที่มีช่องทางการใช้บริการที่หลากหลายและเลือกได้ตามความสะดวก จากเดิมที่ต้องเดินทางมาติดต่อ ณ ธนาคารสาขา ถูกแทนที่ด้วยเทคโนโลยีที่สามารถทำธุรกรรมต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง ทุกที่ทุกเวลา สำหรับพนักงานธนาคารเองก็ได้รับประโยชน์จากการใช้ข้อมูล ทำให้การบริการลูกค้ามีความคล่องตัวมากขึ้น เพิ่มเวลาและโอกาสให้พนักงานธนาคารได้เสนอผลิตภัณฑ์ตามความต้องการของลูกค้าได้มากขึ้นด้วย จากการเข้าสู่สังคมไร้เงินสด (Cashless Society) โดยการชำระเงินผ่าน Mobile Banking และช่องทางอื่น ทำให้ลดการเดินทาง ลดการใช้กระดาษหมึกพิมพ์ ซึ่งเป็นการรักษาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืนในอีกทางหนึ่งด้วย

4.1.4 ความพึงพอใจของผู้รับบริการต่อการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการให้บริการหรือการปรับเปลี่ยนมาสู่การทำธุรกรรมในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์

ผู้รับบริการมีความพึงพอใจอย่างมากต่อการใช้บริการผ่านเทคโนโลยีต่าง ๆ เพราะมีทางเลือกในการใช้บริการ อีกทั้งยังสะดวก รวดเร็ว และทำธุรกรรมได้ด้วยตนเอง โดยไม่ต้องเดินทางไปที่ธนาคารสาขา ซึ่งผู้รับบริการสามารถแสดงความคิดเห็นต่อการใช้งานเทคโนโลยีเพื่อเป็นข้อมูลสำหรับทีมผู้พัฒนา ในการรับความคิดเห็นไปปรับปรุงเพิ่มเติมเพื่อผลลัพธ์ที่ดีต่อผู้รับบริการยิ่งขึ้นได้

4.1.5 การทดแทนการให้บริการของพนักงานธนาคารด้วยเทคโนโลยีและงานบริการที่ผู้รับบริการยังต้องได้รับการบริการจากพนักงานธนาคาร

พนักงานธนาคารผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่แสดงความคิดเห็นว่าเทคโนโลยียังไม่สามารถทดแทนการให้บริการของพนักงานธนาคารได้ทั้งหมด ทำได้เพียงบางธุรกรรมเท่านั้น แต่ธุรกรรมที่มีความซับซ้อนรวมไปถึงการติดต่อสื่อสารเพื่อสอบถามข้อมูล หรือแก้ไขปัญหาต่าง ๆ พนักงานธนาคารมีประสิทธิภาพในการดำเนินการมากกว่า ตลอดจนผู้รับบริการบางกลุ่มยังไม่สามารถเข้าถึงเทคโนโลยีได้ แต่ก็มีพนักงานธนาคารผู้ให้สัมภาษณ์บางส่วนแสดงความคิดเห็นว่า หากในอนาคตมีเทคโนโลยีที่สามารถพัฒนาการให้บริการที่ครอบคลุม มีประสิทธิภาพ และแม่นยำมากขึ้น ก็มีโอกาสที่เทคโนโลยีจะสามารถทดแทนการให้บริการของพนักงานธนาคารทั้งหมดได้

สำหรับงานบริการที่คาดว่าจะไม่สามารถนำเทคโนโลยีมาทดแทนได้ อาทิ งานบริการด้านสินเชื่อ งานบริการขายผลิตภัณฑ์ การเปิดบัญชีสำหรับชาวต่างชาติ การทำธุรกรรมฝาก - ถอนเงินที่มีมูลค่าสูง รวมไปถึงการให้คำแนะนำ การแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ยังไม่รวมการให้บริการในกลุ่มผู้รับบริการที่ไม่สามารถเข้าถึงเทคโนโลยี หรือมีความทุพพลภาพจนไม่สามารถใช้บริการผ่านเทคโนโลยีต่าง ๆ ได้

4.1.6 ความไม่มั่นคงในสายงาน จากการคาดการณ์ในอนาคตว่าภาคการเงินและภาคธนาคารจะมีการนำเทคโนโลยีมาใช้ และทดแทนการให้บริการของพนักงานธนาคารได้

พนักงานธนาคารผู้ให้สัมภาษณ์มองว่ามีโอกาสที่จะถูกแทนที่ด้วยเทคโนโลยี และการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการให้บริการทดแทนการให้บริการของพนักงานธนาคารนี้ ย่อมส่งผลกระทบต่อการทำงานเป็นอย่างมาก ในด้านปริมาณงานที่ลดลง ส่งผลให้ทำธนาคารจำเป็นต้องปรับโครงสร้างไปจนถึงการลดจำนวนพนักงานธนาคารลง ซึ่งพนักงานธนาคารก็ควรต้องมีการพัฒนาตนเองให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นด้วย อย่างไรก็ตาม พนักงานธนาคารผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่ เชื่อมั่นในการจัดการของธนาคารที่จะจัดสรรและเปลี่ยนผ่านพนักงานธนาคารสาขา ไปอยู่ในส่วนงานอื่นที่เหมาะสมได้

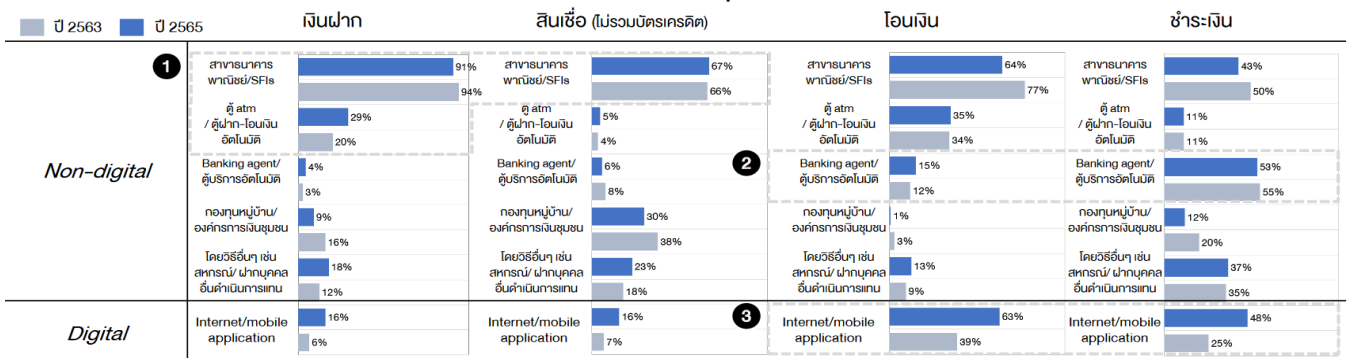
4.1.7 ทักษะใดที่พนักงานธนาคารควรได้รับการพัฒนา เพื่อให้ยังสามารถทำงานและให้บริการได้ภายใต้สภาวะของการนำเทคโนโลยีมาใช้

พนักงานธนาคารควรพัฒนาความรู้ให้ทันเทคโนโลยี และฝึกฝนให้เกิดความเชี่ยวชาญในเทคโนโลยีที่ธนาคารสังกัดของตนนำมาใช้ เพื่อให้สามารถให้คำแนะนำแก่ผู้รับบริการในการใช้งานเทคโนโลยีต่าง ๆ ได้พร้อมกันนี้ต้องพัฒนาทักษะที่เทคโนโลยีไม่สามารถแทนที่ได้ อาทิ การให้คำแนะนำด้านการลงทุน การวางแผนด้านภาษี การขายผลิตภัณฑ์ด้วยความจริงใจ สามารถอธิบายข้อมูลตลาดในปัจจุบันและอนาคตได้

4.1.8 ความคาดหวังของผู้รับบริการต่อพนักงานธนาคาร ภายใต้สภาวะของการนำเทคโนโลยีมาใช้

ภายหลังจากใช้บริการผ่านเทคโนโลยีแล้ว ผู้รับบริการน่าจะคาดหวังให้พนักงานธนาคารสามารถตอบคำถามหรือแก้ปัญหา

สัดส่วนครัวเรือนที่ใช้บริการและตอบช่องทางนั้น ๆ เป็น 1 ใน 3 อันดับช่องทางที่ใช้บริการ



รูปที่ 1 สัดส่วนครัวเรือนที่ใช้บริการและตอบช่องทางนั้น ๆ เป็น 1 ใน 3 อันดับช่องทางที่ใช้บริการ

แหล่งที่มา: ธนาคารแห่งประเทศไทยร่วมกับสำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2565 [15]

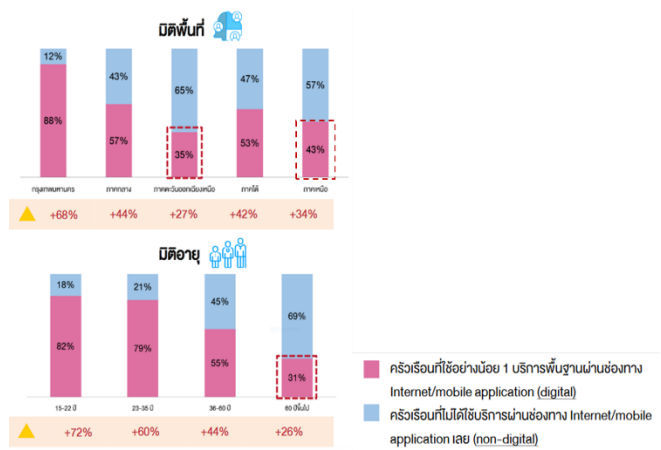
จากการใช้งานเทคโนโลยีได้ รวมไปถึงการรับคำแนะนำในด้านการเงินต่าง ๆ แม้ว่าปัจจุบันจะมีการนำ BOT (Internet Robot) หรือ AI มาใช้ แต่ผู้รับบริการยังต้องการที่จะพูดคุยสื่อสารกับพนักงานธนาคารมากกว่า

4.2 ผลการวิจัยเอกสาร

4.2.1 ประเภทของงานธุรกรรมที่ไม่สามารถแทนที่พนักงานธนาคารด้วยเทคโนโลยีได้

จากผลสำรวจการเข้าถึงบริการทางการเงินภาคครัวเรือนปี พ.ศ. 2565 ของธนาคารแห่งประเทศไทยร่วมกับสำนักงานสถิติแห่งชาติ [13] จาก 3 ช่องทาง ประกอบด้วย 1) ธนาคารสาขาหรือตู้เอทีเอ็ม(ATM)/ตู้ฝาก-โอนเงินอัตโนมัติ 2) Banking Agent (โอน ผัก ถอน ชำระ) 3) Internet/Mobile Application พบว่าการใช้บริการผ่านธนาคารสาขาหรือตู้เอทีเอ็ม/ตู้ฝาก-โอนเงินอัตโนมัติ ยังจำเป็นสำหรับผู้ใช้บริการบางกลุ่ม โดยเฉพาะในบริการเงินฝากและสินเชื่อ ส่วน Banking Agent (โอน ผัก ถอน ชำระ) มีบทบาทเป็นช่องทางสำคัญในบริการโอนและชำระเงิน ขณะที่ยังมีบทบาทน้อยมากในบริการเงินฝาก สำหรับการใช้บริการผ่านอินเทอร์เน็ตหรือโมบายล์แอปพลิเคชัน มีสัดส่วนการใช้งานเพิ่มขึ้นมาก โดยเฉพาะในบริการโอนและชำระเงิน สะท้อน Digital Adoption ที่มากขึ้น แต่ยังมีกลุ่มที่เข้าไม่ถึงเทคโนโลยีดิจิทัล(Non-Digital) ที่ยังต้องพึ่งพาช่องทางอื่นอยู่ และเมื่อพิจารณาในรายละเอียดของธุรกรรมที่ใช้บริการผ่านธนาคารสาขาในปี พ.ศ. 2563 เปรียบเทียบกับ พ.ศ. 2565 พบว่าธุรกรรมเงินฝาก และสินเชื่อ (ไม่รวมบัตรเครดิต) มีสัดส่วนครัวเรือนที่ใช้บริการไม่แตกต่างกัน ตามรูปที่ 1 ในขณะที่ธุรกรรมโอนเงิน และชำระเงิน มีสัดส่วนครัวเรือนที่ใช้บริการลดลง

นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาตามพื้นที่ของการใช้บริการ พบว่าธนาคารสาขาหรือตู้เอทีเอ็ม(ATM)/ตู้ฝาก-โอนเงินอัตโนมัติยังเป็นช่องทางหลักสำหรับครัวเรือนในภาคอีสานและภาคเหนือ ขณะที่ Banking Agent เป็นช่องทางสำคัญในบริการชำระเงินสำหรับครัวเรือนในเกือบทุกภูมิภาค โดยเฉพาะในพื้นที่เขตเทศบาล ตามรูปที่ 2



รูปที่ 2 สัดส่วนครัวเรือนที่ใช้บริการและตอบช่องทางนั้น ๆ เป็น 1 ใน 3 อันดับช่องทางที่ใช้บริการในมิติพื้นที่ และมิติอายุ แหล่งที่มา: ธนาคารแห่งประเทศไทยร่วมกับสำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2565 [13]

แม้ว่า Digital Adoption เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง แต่ยังมีกลุ่ม Non-Digital ที่ต้องดูแลให้สามารถทยอยปรับตัวได้ โดยเฉพาะกลุ่มรายได้น้อย รวมถึงผู้ที่อาศัยในภาคอีสานและภาคเหนือ และกลุ่มผู้สูงอายุ ซึ่งสัดส่วนการใช้ช่องทางดิจิทัลยังต่ำกว่ากลุ่มอื่น [15]

4.2.2 แนวทางในการปรับบทบาทของพนักงานธนาคาร ในช่วงของการเปลี่ยนผ่าน และการเข้าสู่ธุรกรรมดิจิทัลอย่างเต็มรูปแบบในอนาคต

ในปี พ.ศ. 2566 ธนาคารทั่วโลกมีการปลดพนักงานธนาคารกว่า 60,000 คน ซึ่งสูงที่สุดเป็นประวัติการณ์ เพื่อตอบสนองต่อความต้องการที่เพิ่มสูงขึ้นจากลูกค้าในช่วงที่โลกเพิ่งฟื้นตัว จากสถานการณ์โควิดระบอบที่ธนาคารส่วนใหญ่ไม่มีเสถียรภาพ ไม่มีการลงทุน และต่างเริ่มจัดสรรค่าใช้จ่ายเพื่อปรับโครงสร้าง เพื่อช่วยเป็นทุนให้พนักงานลาออกโดยสมัครใจ ซึ่งเป็นผลจากอัตราดอกเบี้ยและการเข้ามาของเทคโนโลยี [14] สำหรับธนาคารพาณิชย์ในประเทศไทยมีสัญญาณการปรับลดสาขามาอย่างต่อเนื่องมาเป็นระยะเวลาหนึ่งแล้ว โดยธนาคารพาณิชย์ไปให้ความสำคัญในด้านเทคโนโลยีดิจิทัลมากขึ้น รวมถึงการแต่งตั้ง Banking Agent โดยธนาคารสาขาจะทำหน้าที่ในธุรกรรมที่มีซับซ้อนแทน นอกจากนี้ ทิศทางของธนาคารในประเทศไทย ยกตัวอย่างธนาคารไทยพาณิชย์ที่มีการปรับลดสาขามากที่สุด ทำให้เกิดการรวมตัวของสหภาพแรงงานไทยพาณิชย์ ทำให้ผู้บริหารของธนาคารไทยพาณิชย์ต้องออกมาชี้แจง

ในประเด็นเรื่องการปรับบทบาทของพนักงานธนาคารนี้ว่า หากมีการโยกย้ายเปลี่ยนตำแหน่งงานจะต้องมีระยะเวลาให้พนักงานได้ปรับตัวเรียนรู้งานใหม่ (Upskill & Reskill) เพื่อไม่ให้พนักงานได้รับผลกระทบ เช่น เมื่อลดสาขาแล้ว ให้พนักงานมีสิทธิเลือกทำตำแหน่งหน้าที่ที่เชี่ยวชาญ หรือหากพนักงานปรับตัวไม่ได้ ก็จะมีเงินชดเชยลาออกก่อนเกษียณที่เหมาะสม ซึ่งหากมองในเชิงบวกจะเห็นว่าการพัฒนาของเทคโนโลยีดิจิทัลในภาคธนาคาร ทำให้เกิดการขับเคลื่อนทางเศรษฐกิจ หากธนาคารไม่ปรับตัว ก็จะไม่สามารถแข่งขันได้ จึงต้องพยายามอย่างยิ่งในการผลักดันให้พนักงานได้รับการฝึกฝนอย่างต่อเนื่อง เพราะในอีกไม่กี่ปีข้างหน้า เทคโนโลยีดิจิทัลต่าง ๆ จะสามารถปฏิบัติงานแทนพนักงานธนาคารได้ถึงร้อยละ 30 ของงานที่ทำอยู่ในปัจจุบัน [18]

4.2.3 ทักษะที่จำเป็นของพนักงานธนาคารในช่วงของการเปลี่ยนผ่าน และการเพิ่มขีดสมรรถนะในการให้บริการ

จากรายงานของ The Institute of Banking and Finance และ The Monetary Authority of Singapore กล่าวว่าตำแหน่งงานในภาคธุรกิจการเงินได้รับผลกระทบเยอะที่สุด เพราะจะมีการรวมกิจการและเทคโนโลยีจะเป็นตัวแปรที่ทำให้งานประจำที่พนักงานธนาคารทำอยู่เกิดความล้าสมัยไม่ทันทางที่ ดังนั้น พนักงานจึงควรได้รับการฝึกอบรม (Upskill & Reskill) โดยทักษะที่จำเป็นต่อพนักงานธนาคาร คือ ทักษะด้านการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งทักษะนี้มีความจำเป็นในการดำเนินงานธุรกิจทางการเงิน เพราะผลของการวิเคราะห์ข้อมูลช่วยให้การพิจารณาปล่อยสินเชื่อแม่นยำยิ่งขึ้น และอีกหนึ่งทักษะที่จำเป็นต่อพนักงานธนาคารในอนาคต คือ การบริหารจัดการข้อมูลขนาดใหญ่ โดยนายสมบูรณ์ จิตเป็นธม ผู้ช่วยผู้ว่าการสายนโยบายการเงิน ธนาคารแห่งประเทศไทย เปิดเผยว่า “อย่ามองว่าเทคโนโลยีเป็นเรื่องทำหยาบอย่างเดียว แต่ต้องมองว่าเป็นโอกาส เพราะธนาคารนำมาใช้ได้หลายด้าน ส่วนเรื่องพนักงานธนาคารเชื่อว่าธนาคารจะบริหารจัดการได้

โดยการนำไปฝึกอบรมหรือเสริมทักษะด้านอื่น เพราะทุกงานบริการไม่ได้นำเทคโนโลยีมาใช้ได้ทั้งหมด” [19]

สำหรับทักษะของพนักงานธนาคารในยุคธนาคารดิจิทัล เพื่อดำเนินธุรกิจให้ปลอดภัยและสามารถแข่งขันได้ ต้องอาศัยทั้งศาสตร์และศิลป์ ซึ่งจะต้องมีทั้งทักษะด้านเทคนิค (Hard Skill) และทักษะเชิงสังคมและการทำงาน (Soft Skill) [19]

5. สรุปและอภิปรายผล

การจะหางานธุรกรรมที่ไม่สามารถแทนที่พนักงานธนาคารด้วยเทคโนโลยีได้นั้น ผู้วิจัยได้พิจารณาจากผู้ที่เกี่ยวข้องหรือผู้มีส่วนได้ส่วนเสียจากการทำธุรกรรมนั้น ซึ่งในงานวิจัยนี้จะขออภิปรายถึงผู้เกี่ยวข้อง 3 กลุ่มหลัก ประกอบด้วย ผู้รับบริการ พนักงานธนาคาร และธนาคารพาณิชย์

1) ผู้รับบริการ

ในช่วงของการเปลี่ยนผ่านเข้าสู่ธุรกรรมดิจิทัล (Digital Transformations) ย่อมมีทั้งกลุ่มผู้รับบริการที่สามารถเข้าถึงเทคโนโลยีได้ ซึ่งก็จะมีระดับของความสามารถในการเข้าถึงหรือใช้งานที่แตกต่างกัน ตัวอย่างเช่น กลุ่มคนวัยทำงานจะมีความสามารถในการเข้าถึงและใช้งานเทคโนโลยีได้ดีกว่ากลุ่มผู้สูงอายุ และกลุ่มผู้รับบริการที่ยังไม่สามารถเข้าถึงเทคโนโลยีได้หรือมีข้อจำกัด ตัวอย่างเช่น กลุ่มคนที่มีความทุพพลภาพ กลุ่มคนที่มียารักษาโรคที่ไม่สามารถจัดหาอุปกรณ์มาใช้ใช้งานเทคโนโลยีได้ อยู่ในพื้นที่ที่ห่างไกลจากการใช้เทคโนโลยี การเดินทางไปธนาคารสาขา จึงเป็นช่องทางที่สะดวกมากกว่า ซึ่งแต่ละกลุ่มจะมีความต้องการการให้บริการจากพนักงานธนาคารที่ต่างกัน [20]

2) พนักงานธนาคาร

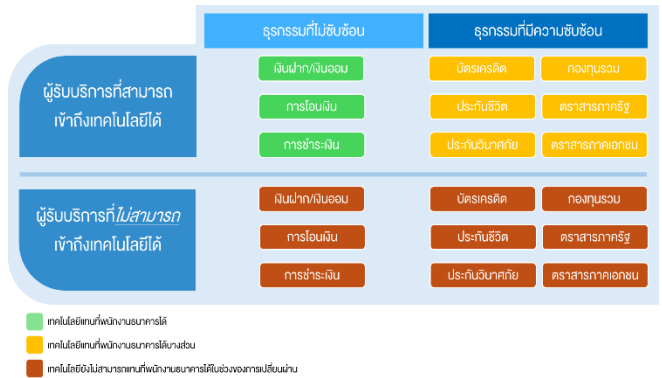
ธุรกรรมที่มีการนำเทคโนโลยีมาใช้ ส่วนใหญ่เป็นธุรกรรมที่ไม่ซับซ้อน มีขั้นตอนที่ชัดเจน ไม่ต้องใช้ดุลยพินิจในการตัดสินใจ เสมือนเป็นการนำเทคโนโลยีมาใช้เป็นเครื่องมือให้ผู้รับบริการสามารถเข้าถึงการให้บริการได้สะดวกและรวดเร็วมากขึ้น ลดความแออัดจากการใช้บริการ ณ ธนาคารสาขา แต่สำหรับธุรกรรมที่มีความซับซ้อน แม้ว่าจะมีการนำเครื่องมือมาใช้ในการจัดเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลในเบื้องต้นแล้ว แต่ก็ยังต้องใช้ดุลยพินิจของพนักงานธนาคารร่วมด้วย รวมไปถึงสินค้า/ผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่ต้องมีพนักงานธนาคารเป็นผู้เสนอให้กับผู้รับบริการด้วยความจริงใจ [17]

3) ธนาคารพาณิชย์

เมื่อมองในเชิงบวกจะเห็นว่าการพัฒนาของเทคโนโลยีดิจิทัลในภาคธนาคาร ทำให้เกิดการขับเคลื่อนทางเศรษฐกิจ ธนาคารจึงต้องปรับตัวเพื่อให้ยังคงสามารถแข่งขันได้ โดยเฉพาะในส่วนของการขายสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ของธนาคาร ที่พนักงานธนาคารยังคงมีบทบาทสำคัญในการนำเสนอ ให้ข้อมูลและสื่อสารกับลูกค้า ซึ่งในส่วนนี้ ปัจจุบันเทคโนโลยียังไม่สามารถมาทดแทนพนักงานธนาคารได้ แต่ก็ต้องคำนึงถึงผู้รับบริการด้วยว่าต้องการบริการจากช่องทางใด [21]

เมื่อพิจารณาจากหลายมิติ ประกอบกับสรุปผลการวิจัยที่ได้จากการสัมภาษณ์เชิงลึกและเอกสารวิจัยแล้ว ผู้วิจัยได้ประเมินธุรกรรมที่ไม่สามารถแทนที่พนักงานธนาคารด้วยเทคโนโลยีได้ โดยแบ่งตามความซับซ้อนของการให้บริการและกลุ่มผู้รับบริการเป็นหลัก ดังรูปที่ 3 โดยในกลุ่มผู้รับบริการที่สามารถเข้าถึงเทคโนโลยีได้ จะสามารถทำธุรกรรมที่ไม่มีความซับซ้อนได้ด้วยตนเอง แต่ธุรกรรมที่มีความซับซ้อนหรือมีลักษณะ

เป็นผลิตภัณฑ์ แม้ว่าจะสามารถศึกษาและค้นหาข้อมูลได้ แต่ก็ยังมีความต้องการข้อมูลหรือต้องการสื่อสารแบบที่มีการโต้ตอบกับพนักงานธนาคารอยู่ กล่าวคือ เทคโนโลยีเข้ามาช่วยได้ส่วนหนึ่ง แต่ไม่สามารถแทนที่พนักงานธนาคารได้ทั้งหมด สำหรับกลุ่มผู้รับบริการที่ไม่สามารถเข้าถึงเทคโนโลยีได้ พนักงานธนาคารจะยังมีบทบาทอยู่มาก ทั้งในธุรกรรมที่ไม่มีความซับซ้อนและธุรกรรมที่มีความซับซ้อน จนกว่าจะสามารถลดปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนพฤติกรรมมาอยู่ในกลุ่มผู้รับบริการที่สามารถเข้าถึงเทคโนโลยีได้ อาทิ การเปลี่ยนมาเป็นสังคมไร้เงินสดทั้งหมด ซึ่งเป็นแรงขับเคลื่อนให้ประชาชนทุกคนในประเทศ เข้าสู่การใช้เทคโนโลยีได้



รูปที่ 3 การแทนที่พนักงานธนาคารด้วยเทคโนโลยีในธุรกรรมประเภทต่าง ๆ

แนวทางในการปรับบทบาทของพนักงานธนาคารในช่วงของการเปลี่ยนผ่าน และการเข้าสู่ธุรกรรมดิจิทัลอย่างเต็มรูปแบบในอนาคตนั้น จากการสัมภาษณ์เชิงลึกและเอกสารวิจัยแล้ว มีแนวทางในการปรับบทบาทของพนักงานธนาคารไปในทิศทางเดียวกัน คือ Upskill และ Reskill ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญที่ทำให้สามารถอยู่รอดต่อไปได้ในยุค Digital Disruption โดย Upskill หมายถึง การพัฒนาเพื่อยกระดับทักษะที่มีอยู่ให้ดีกว่าเดิม ส่วน Reskill หมายถึง การสร้างทักษะขึ้นมาใหม่ ซึ่งทักษะนั้นจำเป็นต่อการทำงาน สำหรับทักษะของพนักงานธนาคารในยุคธนาคารดิจิทัล เพื่อดำเนินธุรกิจให้ปลอดภัยและสามารถแข่งขันได้ ซึ่งจะต้องมีทั้งทักษะด้านเทคนิค (Hard Skill) อาทิ ความมั่นคงปลอดภัยทางไซเบอร์ (Cybersecurity) การเรียนรู้ของปัญญาประดิษฐ์ (AI Machine Learning) และทักษะเชิงสังคมและการทำงาน (Soft Skill) อาทิ การออกแบบเพื่อลูกค้า (Human Centered Design) การตื่นตัวด้านดิจิทัล (Digital Awareness)

อย่างไรก็ตาม ปัจจัยที่จะทำให้เกิดการ Upskill และ Reskill จนเกิดผลลัพธ์อย่างเป็นรูปธรรมนั้น ต้องเริ่มต้นจากทิศทางของธนาคารนั้น ๆ ว่ามีแนวทางในการปรับโครงสร้างและขับเคลื่อนองค์กรอย่างไร เพราะหากนโยบายของธนาคารไม่ได้ต้องการลดจำนวนพนักงานธนาคารลง การจัดทำหลักสูตรต่าง ๆ เพื่อเอื้อให้พนักงานธนาคารมีโอกาสที่จะเข้ารับการ Upskill และ Reskill และสามารถปรับตัวให้ปลอดภัยจากสถานการณ์ที่เทคโนโลยีจะเข้ามาแทนที่ได้มากขึ้น แต่สิ่งที่ธนาคารทำอะไรประโยชน์ทันที หากปราศจากความตระหนักของพนักงานธนาคาร ซึ่งต้องรู้เกี่ยวกับทักษะของตนเองก่อน การเปลี่ยนแปลงโดยไม่รู้ว่าจะต้องเปลี่ยนอะไร ได้รับการส่งเสริมและกระตุ้นให้เรียนรู้ ฝึกฝนอย่างต่อเนื่อง ก็จะทำให้รู้ว่าต้องเปลี่ยนแปลงอะไร และอย่างไรต่อไป รวมถึงเป็นส่วนช่วยสร้างแรงจูงใจให้เกิดการพัฒนาเพื่อบรรลุเป้าหมายในสายอาชีพ ซึ่งจะส่งผลให้พนักงาน

ธนาคารในองค์กรที่มีทักษะที่จะผลักดันธนาคารหรือองค์กรในการแข่งขันทางธุรกิจได้ [19]

แม้ว่าการ Upskill และ Reskill จะเป็นทางออกในการปรับบทบาทของพนักงานธนาคาร แต่หากการปรับบทบาทนั้น หมายถึงการปรับเปลี่ยนตำแหน่งไปอยู่ในส่วนงานที่ไม่ถนัด และได้พยายามอย่างเต็มที่แล้ว การลาออกอาจเป็นทางออกที่ดีกว่า และเมื่อต้องกลับเข้าสู่การแข่งขันของตลาดแรงงานยังถือว่าพนักงานธนาคารมีโอกาสสูงในการได้กลับเข้าสู่ตลาดแรงงาน เพราะพนักงานธนาคารส่วนใหญ่มีความคุ้นเคยกับเทคโนโลยีดิจิทัล ได้เรียนรู้ระบบดิจิทัลในระหว่างการทำงาน นั้นหมายความว่าพนักงานธนาคารมีต้นทุนในทักษะด้านนี้อยู่แล้ว

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] วิจัยกรุงศรี, “แนวโน้มเทคโนโลยีในภาคธนาคาร ปี 2023,” [ออนไลน์]. Available: <https://www.krungsri.com/th/research/research-intelligence/tech-trend-2023>. [เข้าถึงเมื่อ: 15 ธ.ค. 2566].
- [2] สำนักงานคณะกรรมการกฤษฎีกากระจายเสียงกิจการโทรทัศน์และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ, “รายงานผลการสำรวจข้อมูลอินเทอร์เน็ตในประเทศไทย,” [ออนไลน์]. Available: <http://webstats.nbt.go.th/netnbt/INTERNETUSERS.php>. [เข้าถึงเมื่อ: 15 ธ.ค. 2566].
- [3] สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์, “การสำรวจพฤติกรรมผู้ใช้อินเทอร์เน็ตในประเทศไทย Thailand,” [ออนไลน์]. Available: <https://www.shorturl.asia/cYVvp>. [เข้าถึงเมื่อ: 15 ธ.ค. 2566].
- [4] สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์, “ETDA เผยมูลค่าอีคอมเมิร์ซไทย ปี 66 พุ่งแตะ 5.96 ล้านล้านบาท อุตสาหกรรมประกันภัยโตมากที่สุด ร้อยละ 31,” [ออนไลน์]. Available: https://www.etda.or.th/th/pr-news/Dgt_ecom_survey2024.aspx. [เข้าถึงเมื่อ: 31 พ.ค. 2567].
- [5] เจษฎา ศรีพิซ และ มนตรี โสคติยานุรักษ์, “สังคมไร้เงินสด: จากเศรษฐกิจแบบใช้เงินสดสู่เศรษฐกิจแบบไร้เงินสดในประเทศไทย,” วารสารสังคมศาสตร์และมานุษยวิทยาเชิงพุทธฯ, ปีที่ 6, ฉบับที่ 3, ก.ค. 2564. [ออนไลน์]. Available: <https://so04.tci-thaijo.org/index.php/JSBA/article/view/248589/171651>. [เข้าถึงเมื่อ: 18 ธ.ค. 2566].
- [6] จุฬามาศ พุ่มไสว, “ปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมในการใช้จ่ายแบบสังคมไร้เงินสด (CASHLESS SOCIETY) ภายหลังสถานการณ์โควิด-19 ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล,” สาขาการเงินและการธนาคาร, มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2564.
- [7] ธนาคารแห่งประเทศไทย, “Payment Data Indicator,” [ออนไลน์]. Available: <https://www.bot.or.th/th/research-and-publications/reports/payment-data-indicators.html>. [เข้าถึงเมื่อ: 15 ธ.ค. 2566].
- [8] ธนาคารแห่งประเทศไทย, “สรุปจำนวนสาขาและจุดให้บริการของธนาคารพาณิชย์ทั้งระบบ,” [ออนไลน์]. Available: https://app.bot.or.th/BTWS_STAT/statistics/BOTWEBSTAT.aspx?reportID=904&language=th. [เข้าถึงเมื่อ: 10 ม.ค. 2567].
- [9] The Standard, “จับตา ‘นวัตกรรม’ ธุรกิจธนาคารพาณิชย์,” [ออนไลน์]. Available: <https://thestandard.co/innovation-in-commercial-banking-business>. [เข้าถึงเมื่อ: 15 ธ.ค. 2566].
- [10] หนึ่งฤทัย ขนานแข็ง และ กฤษฎวรรณ โสฬ์วัชรินทร์, “การปรับตัวของสถาบันการเงินไทยเพื่อเป็นธนาคารดิจิทัล,” *Journal of Buddhist Education and Research*, ปีที่ 5, ฉบับที่ 2, 2562. [ออนไลน์]. Available: <https://so06.tci-thaijo.org/index.php/jber/article/view/242291/164502>. [เข้าถึงเมื่อ: 1 ธ.ค. 2567].
- [11] วัชรพจน์ ทรัพย์สงวนบุญ และ ปรียาภรณ์ เอื้องอ้าย, “การเปลี่ยนผ่านทางดิจิทัลของธุรกิจทางการเงินเพื่อยกระดับความสามารถทางการแข่งขันองค์กร,” *วารสารบริหารศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี*, ปีที่ 9, ฉบับที่ 2, ก.ค.-ธ.ค. 2563. [ออนไลน์]. Available: https://so03.tci-thaijo.org/index.php/jms_ubu/article/view/217202/167231. [เข้าถึงเมื่อ: 1 ธ.ค. 2567].
- [12] ทองน้ำ วรมหัทธกุล, กานต์จิรา ลิ้มศิริขง และ บุรินทร์ สันติสาสน์, “การเปลี่ยนแปลงทางดิจิทัลต่อการพัฒนารูปแบบธุรกิจธนาคารในประเทศไทย,” *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธนบุรี*, ปีที่ 16, ฉบับที่ 2, พ.ค.-ธ.ค. 2565. [ออนไลน์]. Available: <https://so03.tci-thaijo.org/index.php/trujournal/article/view/255537/173428>. [เข้าถึงเมื่อ: 1 ธ.ค. 2567].
- [13] กรพินธ์ วงษ์พานิช, “ลักษณะและบทบาทของกล่มสตรี ในเทศบาลตำบลเกาะคา อำเภอเกาะคา จังหวัดลำปาง,” รัฐศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการเมืองและการปกครอง, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2555.
- [14] สุภัททา ปิณฑะแพทย, “การสัมภาษณ์เพื่อการวิจัยเชิงคุณภาพ,” *วารสารพัฒนาธุรกิจและอุตสาหกรรม*, ปีที่ 1, ฉบับที่ 3, ก.ย.-ธ.ค. 2564. [ออนไลน์]. Available: <https://ojs.kmutnb.ac.th/index.php/bid/article/viewFile/5681/3869>. [เข้าถึงเมื่อ: 22 ธ.ค. 2563].
- [15] อาทิตย์ อภิตะโชฎะ, “การพัฒนาและปรับปรุงแผนความต่อเนื่องทางธุรกิจกับศูนย์ข้อมูลสำหรับผลิตไฟฟ้ารายเล็ก,” ใน *วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน*, โรงแรมรอยัล ริเวอร์ กรุงเทพฯ, 5 มี.ค. 2567, หน้า 293-303.
- [16] ธนาคารแห่งประเทศไทย และ สำนักงานสถิติแห่งชาติ, “ผลสำรวจการเข้าถึงบริการทางการเงินภาคครัวเรือน ปี 2565,” [ออนไลน์]. Available: https://www.bot.or.th/content/dam/bot/documents/th/research-and-publications/reports/financial-access-survey-of-thai-household/fin_access_survey_hh_full_report_2022_th.pdf. [เข้าถึงเมื่อ: 15 ธ.ค. 2566].
- [17] The Standard, “ปี 2023 แบงก์ใหญ่ทั่วโลกปลดพนักงาน 60,000 คน สูงสุดเป็นประวัติการณ์ นี้ใช่สัญญาณเตือนว่าหมดยุคธุรกิจเสือนอนกินหรือไม่,” [ออนไลน์]. Available: <https://thestandard.co/bank-layoffs-2023>. [เข้าถึงเมื่อ: 10 ม.ค. 2567].
- [18] สุนิตย์ เชนษฐา, “คิดแต่ไม่ถึง: โควิด 19 และความเหลื่อมล้ำดิจิทัล,” [ออนไลน์]. Available: <https://blog.cofact.org/covid-digital-inequality>. [เข้าถึงเมื่อ: 16 ธ.ค. 2566].
- [19] กฤษฎาธาร คชาธาร, สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล, “วิกฤตและโอกาสของพนักงานธนาคารในยุคดิจิทัล,” [ออนไลน์]. Available: <https://www.depa.or.th/th/article-view/bank-employees-in-the-digital>. [เข้าถึงเมื่อ: 10 ม.ค. 2567].
- [20] ธนาคารไทยพาณิชย์, “5 สายงานรอด-รุ่ง ยุค AI ครองเมือง,” [ออนไลน์]. Available: <https://www.scb.co.th/th/personal-banking/stories/salary-man/jobs-in-ai-era.html>. [เข้าถึงเมื่อ: 15 ธ.ค. 2566].
- [21] ธนาคารกรุงเทพ, “การปรับตัวสู่ความเป็นดิจิทัล กับกระแสเทคโนโลยีที่มารวมกัน,” [ออนไลน์]. Available: <https://www.bangkokbank.com/th-TH/About-Us/Bangkok-Bank-Careers/Tech-People>. [เข้าถึงเมื่อ: 10 ม.ค. 2567].

การวิเคราะห์การโจมตีของมัลแวร์เรียกค่าไถ่ด้วย ทูลอสมเมทริกซ์เฟรมเวิร์ค สำหรับกลุ่มอุตสาหกรรมด้านพลังงาน

Digital forensic of Ransomware Attacks By

2S Matrix Framework for Energy Sector

1st ณัฐกร วรนิติยาวภา

Nattakorn Voranitiyovapa

วิทยาลัยนวัตกรรมดิจิทัลเทคโนโลยี

College of Digital Innovation Technology

มหาวิทยาลัยรังสิต

Rangsit University

ปทุมธานี ประเทศไทย

Pathumthani Thailand

nattakorn.v66@rsu.ac.th

2nd คริษณะ ฉิมมณี

Krishana Chimmanee

วิทยาลัยนวัตกรรมดิจิทัลเทคโนโลยี

College of Digital Innovation Technology

มหาวิทยาลัยรังสิต

Rangsit University

ปทุมธานี ประเทศไทย

Pathumthani Thailand

Sanon.s@rsu.ac.th

3rd ปภังกร พิษณุชนกร

Papangkorn Pidchayathanakorn

วิทยาลัยนวัตกรรมดิจิทัลเทคโนโลยี

College of Digital innovation technology

มหาวิทยาลัยรังสิต

Rangsit University

ปทุมธานี ประเทศไทย

Pathumthani Thailand

papangkorn@rsu.ac.th

4th สุพานิช อังศิริกุล

Supanit Angsirikul

วิทยาลัยนวัตกรรมดิจิทัลเทคโนโลยี

College of Digital Innovation Technology

มหาวิทยาลัยรังสิต

Rangsit University

ปทุมธานี ประเทศไทย

Pathumthani Thailand

supanit.a@rsu.ac.th

5th สุมนา เกษมสวัสดิ์

Sumana Kasemsawasdi

วิทยาลัยนวัตกรรมดิจิทัลเทคโนโลยี

College of Digital Innovation Technology

มหาวิทยาลัยรังสิต

Rangsit University

ปทุมธานี ประเทศไทย

Pathumthani Thailand

sumana.k@rsu.ac.th

บทคัดย่อ — สืบเนื่องจากเหตุการณ์การแพร่ระบาดของโรคโควิด 19 ในช่วงปี พ.ศ. 2563 ได้มีอิทธิพลต่อรูปแบบการทำงาน ส่งผลให้การทำงานเปลี่ยนแปลงเป็นการทำงานจากที่บ้าน ซึ่งจากการเปลี่ยนแปลงในครั้งนี้ได้ส่งผลให้เกิดการโจมตีทางไซเบอร์ เพิ่มสูงอย่างต่อเนื่อง จนถึงปัจจุบันนี้ รูปแบบการโจมตีจากเดิมจะเป็นการโจมตีโดยใช้มัลแวร์ แต่ได้เปลี่ยนรูปแบบเป็นมัลแวร์เรียกค่าไถ่ จากการสำรวจในปี พ.ศ. 2565 ถึง พ.ศ. 2567 ได้พบว่ามีมัลแวร์เรียกค่าไถ่กลุ่มอุตสาหกรรมด้านพลังงานด้วยมัลแวร์เรียกค่าไถ่เพิ่มขึ้นเป็นสองเท่า จากในปี พ.ศ. 2564 ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ เพื่อศึกษาแนวทางและวิเคราะห์ขั้นตอนการโจมตีทางไซเบอร์ของแก๊งมัลแวร์เรียกค่าไถ่ที่มีเป้าหมายต่อกลุ่มอุตสาหกรรมด้านพลังงาน ซึ่งงานวิจัยฉบับนี้เป็นงานวิจัยเชิงเอกสาร โดยรวบรวมข้อมูลจากบทความวิจัยและเอกสารจากหน่วยงานความมั่นคงจากต่างประเทศจากนั้นได้นำข้อมูลซึ่งประกอบไปด้วยแก๊งมัลแวร์เรียกค่าไถ่จำนวน 4 แก๊ง มาวิเคราะห์ขั้นตอนการโจมตีด้วยทูลอสมเมทริกซ์เฟรมเวิร์ค เพื่อให้ง่ายและสะดวกต่อความเข้าใจและนำไปใช้ประโยชน์ในภาคปฏิบัติได้

คำสำคัญ — มัลแวร์เรียกค่าไถ่, มัลแวร์, ทูลอสมเมทริกซ์, การโจมตีทางไซเบอร์, แก๊งมัลแวร์เรียกค่าไถ่, กลุ่มอุตสาหกรรมพลังงาน

ABSTRACT — After the 2020 COVID-19 pandemic, which had a massive impact on work processes, there was a shift to working from home. Consequently, this transition has led to an increasing number of cyberattacks. In the beginning, malware constituted the main mode of cyberattacks; however, ransomware has now become common. A study conducted in 2023 established that ransomware attacks in the energy sector doubled compared to the previous year hence making it imperative to carry out research on this area focusing on ransomware as a threat and using 2S matrixes for analysis. This is documentary research that gathers information from research articles and documents from foreign security agencies. The collected information is analyzed by using the 2S Matrix Framework to make it easy and understandable

Keywords — Ransomware, Malware, 2S Matrix, Cyberattack, Ransomware Gangs, Energy Sector

1. บทนำ

จากการที่รูปแบบการทำงานในปัจจุบันได้เปลี่ยนแปลงไป ส่งผลให้รูปแบบการทำงานจากที่บ้าน (Work from home) เข้ามามีบทบาทสำคัญต่อองค์กร ธุรกิจ และหน่วยงานทั่วโลกมากขึ้น [1] ได้ทำให้บุคคลากรต้องทำงานที่บ้านและใช้การเข้าถึงเครือข่ายอินเทอร์เน็ตจากระยะไกลมากขึ้น ด้วยเหตุนี้เองจึงทำให้เกิดการโจมตีทางไซเบอร์ขึ้นกับองค์กรต่าง ๆ และหนึ่งในสาเหตุของการถูกโจมตีเกิดจากผู้ใช้งานภายในองค์กรเอง โดยมีการเพิ่มขึ้นในร้อยละ 8 จาก พ.ศ.2564 [1] และจากการรายงานของดาต้าพริวิต ซึ่งเป็นบริษัทที่มุ่งเน้นด้านความปลอดภัยทางไซเบอร์ [2] ได้รายงานว่ามีมัลแวร์เรียกค่าไถ่ได้โจมตีองค์กรที่กำหนดเป้าหมายเพิ่มขึ้น 20% จากปี พ.ศ.2562 ถึง 2563 มีการจ่ายเงินเรียกค่าไถ่สูงถึง 34 ล้านดอลลาร์ นอกจากนี้ยังพบว่ามีการโจมตีของผู้ประสงค์ร้ายภายในหน่วยงานต่าง ๆ ในช่วงระยะเวลา 11 วินาที อีกทั้งยังมีการประเมินค่าความเสียหายจากการกระทำของเหล่าผู้ประสงค์ร้ายเหล่านี้สูงประมาณ 20 พันล้านดอลลาร์ในช่วงปี พ.ศ. 2564

ในปี พ.ศ. 2566 มัลแวร์เรียกค่าไถ่ได้กลายเป็นภัยคุกคามที่เพิ่มขึ้นในทั่วโลก จำนวนหน่วยงานที่ถูกโจมตีเพิ่มขึ้นถึง 27% นอกจากนี้ยังพบว่าการจ่ายเงินค่าไถ่สูงเกินกว่า 1 พันล้านดอลลาร์สหรัฐ ทั้งนี้ยังมีการคาดการณ์ว่าค่าเสียหายจากการโจมตีด้วยมัลแวร์เรียกค่าไถ่ทั่วโลกจะสูงเกินกว่า 265 พันล้านดอลลาร์สหรัฐภายในปี พ.ศ. 2579 จากการรายงานของบริษัทโซโฟส ซึ่งเป็นบริษัทชั้นนำในด้านการรักษาความมั่นคงปลอดภัยไซเบอร์ ภาคอุตสาหกรรมด้านพลังงานได้ถูกโจมตีทางไซเบอร์จากการสำรวจในปี พ.ศ. 2565 ถึง พ.ศ. 2567 ได้พบว่ามีมัลแวร์เรียกค่าไถ่เพิ่มขึ้นเป็นสองเท่าจากในปี พ.ศ. 2564 และในปี พ.ศ. 2567 ร้อยละ 67 ขององค์กรในภาคส่วนเหล่านี้ได้รายงานว่าการโจมตีโดยมัลแวร์เรียกค่าไถ่ มีจำนวนมากที่การโจมตีเหล่านี้นำไปสู่การเข้ารหัสข้อมูลและส่งผลกระทบต่อการทำงานในวงกว้าง [3] อีกทั้งยังมีภาคส่วนอื่น ๆ ที่ถูกโจมตีอย่างหนัก เช่น หน่วยงานรัฐบาลและภาคสาธารณสุข หน่วยงานรัฐบาลมักถูกโจมตีเนื่องจากบทบาทสำคัญในการดำเนินงานของประเทศ อีกทั้งยังมีอุตสาหกรรมด้านการผลิตที่เป็นเป้าหมายสำคัญ เนื่องจากการพึ่งพาเทคโนโลยีในการดำเนินงานและระบบอัตโนมัติ [8]

นอกจากนี้ยังมีการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับมัลแวร์และมัลแวร์เรียกค่าไถ่ ทำให้พบว่ามีมัลแวร์เรียกค่าไถ่สูงถึงร้อยละ 30.5 [4] และสาเหตุอาจมาจากการที่สกุลเงินดิจิทัลมีความนิยมเพิ่มขึ้นเป็นอย่างมาก [5] แก๊งมัลแวร์เรียกค่าไถ่จะใช้วิธีการที่ชื่อว่า แรนซัมแวร์แบบใช้คนสั่งการ (Human-operated Ransomware) [6] และใช้วิธีการเข้ารหัสข้อมูลขั้นสูง [7] เพื่อโจมตีและสร้างความเสียหายให้แก่หน่วยงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ และอุตสาหกรรมที่ได้รับผลกระทบมากที่สุดคืออุตสาหกรรมด้านการผลิต [8] ที่มีทั้งการโจมตีโรงงานผ่านทางเครือข่ายส่วนตัวเสมือน (Virtual Private Networks) [9] ระบบควบคุมอุตสาหกรรม [10] รวมถึงการโจมตีบริษัทเครื่องตัดซื้อของประเทศออสเตรเลีย [11] จากเหตุการณ์การโจมตีของมัลแวร์ที่แพร่หลายมากขึ้น ทำให้มีการพัฒนาการตรวจจับมัลแวร์ขึ้นโดยใช้ Windows Event logs [12] และเครื่องมือตรวจจับออนไลน์อย่าง HostedScan [13] เพื่อตรวจจับมัลแวร์เรียกค่าไถ่ ก่อนที่จะได้รับความเสียหาย

งานวิจัยฉบับนี้ได้ทบทวนวรรณกรรมจากแหล่งที่มาต่างประเทศที่มีความเกี่ยวข้องกับแก๊งมัลแวร์เรียกค่าไถ่ซึ่งเป็นข้อมูลที่รวบรวมจากงานวิจัยของประเทศไทยและต่างประเทศ และมีการนำเฟรมเวิร์คของไมโครซอฟท์ (Microsoft) มาประยุกต์ใช้ใหม่ จากแต่เดิมจะแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ประกอบไปด้วย วิธีการเจาะระบบเครือข่าย (Initial Access) การโจรกรรมข้อมูลเพื่อยกระดับสิทธิ์ (Credential Theft) การขยายการโจมตีไปยังเน็ตเวิร์คอื่นที่มีความเกี่ยวข้องกัน (Lateral Movement) การฝังตัวในระบบเครือข่าย (Persistence) และการติดตั้งมัลแวร์เรียกค่าไถ่ (Payload) [1] ซึ่งจะปรับเปลี่ยนใหม่โดยอ้างอิงจากเฟรมเวิร์ค ทูเอสเมทริกซ์เฟรมเวิร์คจะมีการเพิ่มขึ้นขั้นตอนการโจมตีเข้าไป 3 ขั้นตอน ประกอบไปด้วย การยกสิทธิ์การเข้าถึงระบบ (Privilege Escalation) การส่งข้อมูล (Exfiltration) การรวบรวมข้อมูลก่อนการโจมตี (Reconnaissance) [14] ขั้นตอนการโจมตีของมัลแวร์เรียกค่าไถ่เหล่านี้มาจากการให้คำนิยามของไมเตอร์แอทแทค (MITRE ATT&CK) เป็นเฟรมเวิร์คที่ใช้ในการอธิบายและทำความเข้าใจพฤติกรรมของการโจมตีของผู้โจมตีไซเบอร์ [15] ซึ่งจากการนำทูเอสเมทริกซ์เฟรมเวิร์คเข้ามาใช้จะช่วยให้สามารถเข้าใจขั้นตอนการโจมตีของแรนซัมแวร์เรียกค่าไถ่และยังช่วยให้สามารถเปรียบเทียบและประเมินการป้องกันต่างๆ ได้อย่างมีระบบมากขึ้น

2. ทบทวนวรรณกรรม

2.1 มัลแวร์เรียกค่าไถ่

มัลแวร์เรียกค่าไถ่หรือแรนซัมแวร์ เป็นประเภทของมัลแวร์ ที่ออกแบบมาเพื่อเข้ารหัสไฟล์ ข้อมูลสำคัญในระบบคอมพิวเตอร์หรือเครือข่ายของเหยื่อ ทำให้เหยื่อไม่สามารถเข้าถึงข้อมูลนั้นได้ จากนั้นผู้โจมตีจะเรียกค่าไถ่ เพื่อแลกกับการให้คีย์หรือเครื่องมือในการถอดรหัสไฟล์ นอกจากนี้ยังสามารถแพร่กระจายได้หลายวิธี เช่นการโจมตีผ่านทางฟิชซิง (Phishing) การโฆษณาที่เป็นอันตราย มัลแวร์เรียกค่าไถ่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก เนื่องจากสามารถสร้างกำไรได้จำนวนมาก ซึ่งอาจจะก่อให้เกิดความเสียหายรุนแรงต่อทั้งบุคคลและองค์กร [16]

2.2 มัลแวร์ในภาคอุตสาหกรรม

มัลแวร์เรียกค่าไถ่นั้นในอดีตจะเป็นการโจมตีที่มุ่งเน้นไปที่รายบุคคล แต่ในปัจจุบันนี้ แรนซัมแวร์ที่ดำเนินการโดยมนุษย์ ซึ่งกำหนดเป้าหมายที่องค์กร และหน่วยงานภาคอุตสาหกรรม ได้กลายเป็นภัยคุกคามที่ใหญ่และยากในการป้องกันและแก้ไขกลับมามากยิ่งขึ้น ด้วยมัลแวร์เรียกค่าไถ่ที่ดำเนินการโดยมนุษย์ กลุ่มผู้โจมตีได้ร่วมมือกันเพื่อเข้าถึงเครือข่ายขององค์กร จากการรายงานของมัลแวร์ไบต์ [8] อัตราการโจมตีของมัลแวร์เรียกค่าไถ่ได้เพิ่มขึ้นในทุก ๆ ปี และมีหน่วยงานอุตสาหกรรมที่ถูกโจมตีบ่อยครั้ง ซึ่งประกอบไปด้วย อุตสาหกรรมด้านการผลิต สาธารณสุข หน่วยงานการศึกษา อุตสาหกรรมด้านพลังงาน และสถาบันการเงิน โดยอุตสาหกรรมด้านการผลิตถูกโจมตีเพิ่มขึ้น 5% สาธารณสุขเพิ่มขึ้น 1% ในขณะที่อุตสาหกรรมด้านพลังงานถูกโจมตีเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่า [17]

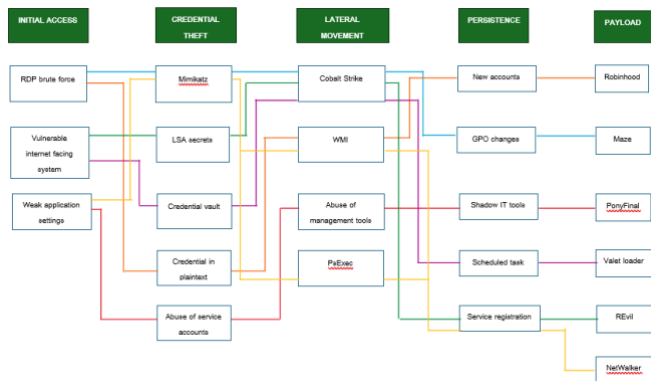
ตารางที่ 1. ตัวอย่างของหน่วยงานอุตสาหกรรมที่ถูกโจมตี

Ransomware Group	Date	Business Type	Victim
Conti	February 2022	Manufacturing	Panasonic
Ryuk	September 2020	Healthcare	Universal Health Services
Phoenix Locker	March 2021	Finance	CNA Financial Corporation
DarkSide	May 2021	Energy	Colonial Pipeline
Maze	August 2020	Education	Clark County School District

2.3 ทูเอสเมทริกซ์เฟรมเวิร์ค

ในงานวิจัยนี้ได้มีการนำวิธีการวิเคราะห์การโจมตีของไมเตอร์เมทริกซ์เข้ามาช่วยวิเคราะห์ ซึ่งไมเตอร์เมทริกซ์จะใช้วิเคราะห์ป้องกันในส่วนของการโจมตีทางไซเบอร์ทั่วไป และในปี พ.ศ. 2563 มีการรายงานว่ามีผู้ใช้ระบบปฏิบัติการวินโดวส์ (Windows) ถูกโจมตีจากมัลแวร์เรียกค่าไถ่เป็นจำนวนมาก ทางไมโครซอฟท์จึงได้ออกแบบเฟรมเวิร์คที่มาจากกรอบรูปแบบการโจมตีของไมเตอร์เมทริกซ์ ขึ้นเพื่อใช้รับมือกับการโจมตีของแก๊งมัลแวร์เรียกค่าไถ่ [1], [14]

และจากการทบทวนวรรณกรรมทำให้พบว่ามีการใช้เฟรมเวิร์ค 2 รูปแบบ ในการวิเคราะห์การโจมตีของแก๊งมัลแวร์เรียกค่าไถ่ ในรูปแบบที่ 1 จะเป็นการวิเคราะห์การโจมตีในรูปแบบของไมเตอร์เมทริกซ์ รูปแบบนี้จะสามารถใช้กับการโจมตีทางไซเบอร์ได้กับเหตุการณ์ทั่วไป รูปแบบที่ 2 ซึ่งคือ ไมโครซอฟท์เฟรมเวิร์ค โดยจะวิเคราะห์การโจมตีของมัลแวร์เรียกค่าไถ่แบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน [1] นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่เป็นเรื่องของการโจมตีมัลแวร์เรียกค่าไถ่ในโรงงานอุตสาหกรรมด้านการผลิต ซึ่งทั้งสองบทความวิจัยนี้ได้ใช้ไมโครซอฟท์เฟรมเวิร์คทั้งสองรูปแบบเข้ามาวิเคราะห์รูปแบบการโจมตี ทั้งนี้ผู้วิจัยได้นำเฟรมเวิร์คของทูเอสเมทริกซ์เฟรมเวิร์คที่มีการเพิ่มขั้นตอนการโจมตีจากเฟรมเวิร์คของไมโครซอฟท์เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์การโจมตีของแก๊งมัลแวร์เรียกค่าไถ่ ที่มีเป้าหมายต่ออุตสาหกรรมด้านพลังงาน และในปัจจุบันนี้ยังไม่มีการวิเคราะห์รูปแบบการโจมตีด้วยทูเอสเมทริกซ์เฟรมเวิร์คในภาคกลุ่มอุตสาหกรรมมากนัก



รูปที่ 1 แสดงขั้นตอนการโจมตีมัลแวร์เรียกค่าไถ่ของไมโครซอฟท์ [1], [14]

3. ระเบียบวิธีวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) โดยเป็นการวิจัยเอกสาร (Documentary research) ในขั้นตอนของการวิจัยนี้จะเริ่มจากการศึกษาแก๊งมัลแวร์เรียกค่าไถ่ภายในภาคอุตสาหกรรมด้านพลังงาน เพื่อศึกษาถึงภาคส่วนที่ได้รับความโจมตี ซึ่งหลังจากที่ได้ศึกษามาแล้วพบว่าภาคอุตสาหกรรม คือ ภาคที่มีแนวโน้มถูกโจมตีสูงที่สุด จึงได้นำมาเป็นหัวข้อในการวิจัยครั้งนี้ ขั้นตอนถัดมาผู้วิจัยได้ศึกษาหาแก๊งมัลแวร์เรียกค่าไถ่ ที่มีเป้าหมายต่อภาคอุตสาหกรรม รวมถึงการศึกษาวิเคราะห์ขั้นตอนการโจมตีของกลุ่มมัลแวร์เรียกค่าไถ่ด้วยทูเอสเมทริกซ์เฟรมเวิร์ค

4. กรณีศึกษาแก๊งมัลแวร์เรียกค่าไถ่ในอุตสาหกรรมด้านพลังงาน

ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2563 ถึง 2566 ได้มีการรายงานว่ามีหน่วยงานอุตสาหกรรมด้านพลังงาน ได้ถูกโจมตีจากแก๊งมัลแวร์เรียกค่าไถ่อย่าง

ต่อเนื่อง ผู้วิจัยจึงได้วิเคราะห์เหตุการณ์การโจมตีของแก๊งมัลแวร์เรียกค่าไถ่ที่มีชื่อเสียง นำเสนอในหัวข้อนี้

4.1 แก๊งมัลแวร์เรียกค่าไถ่เมดูซ่า (Medusa)

PetroChina เป็นหนึ่งในบริษัทน้ำมันและก๊าซที่ใหญ่ที่สุดในโลก มีสำนักงานใหญ่ตั้งอยู่ในจาการ์ตา ประเทศอินโดนีเซีย PetroChina มีบทบาทสำคัญในตลาดพลังงานโลก โดยมีส่วนร่วมในด้านการสำรวจ การผลิต และการจัดจำหน่ายแหล่งพลังงาน การโจมตีเริ่มต้นขึ้นเมื่อวันที่ 15 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2566 กลุ่มผู้โจมตีทางไซเบอร์ที่ชื่อว่าเมดูซ่า ได้อ้างว่าพวกเขาได้ขโมยข้อมูลจากบริษัท ต่อมาได้มีรายงานว่ามีการโจมตีเริ่มขึ้นจากการโจมตีผ่านทางฟิชชิ่งอีเมล หลังจากที่มีการเข้ารหัสข้อมูลของทางบริษัทแล้ว กลุ่มแฮกเกอร์นี้ได้โพสต์ข้อมูลบางส่วนเกี่ยวกับบริษัทบนบล็อกของพวกเขาในดาร์กเว็บ (Dark Web) และเรียกร้องค่าไถ่เพื่อที่จะลบข้อมูลเมดูซ่าได้ให้เวลา 7 วัน เพื่อจ่ายค่าไถ่ให้กับการโจมตีนี้ แต่ในภายหลังเมดูซ่าได้ขยายเวลานั้นออกไปโดยเรียกเก็บค่าไถ่เพิ่มวันละ 10,000 ดอลลาร์สหรัฐ และยังคงเรียกค่าไถ่จำนวน 400,000 ดอลลาร์สหรัฐ จากเหยื่อเพื่อป้องกันไม่让他们พวกเขาเผยแพร่ข้อมูล และอีก 400,000 ดอลลาร์สหรัฐ เพื่อให้เหยื่อสามารถกู้คืนข้อมูลนั้น ทางเมดูซ่า ยังขู่ว่าจะขายข้อมูลให้กับบุคคลที่สามหากไม่เป็นที่ไปตามข้อเรียกร้อง อย่างไรก็ตามทางบริษัทปฏิเสธที่จะจ่ายค่าไถ่ และเลือกที่จะกู้คืนระบบจากข้อมูลสำรองพร้อมกับเสริมมาตรการรักษาความปลอดภัยทางไซเบอร์ให้แน่นหนาขึ้น [18]

ตารางที่ 2. วิธีการโจมตีของแก๊งมัลแวร์เรียกค่าไถ่เมดูซ่า

Ransomware Group	Tactics	Mitre Techniques	Sub Techniques	
1. Medusa	Initial Access	T1078 Valid Accounts, T1566 Phishing, T1133 External Remote Services, and T1189 Drive-by compromise	T1078.003 Local Accounts, T1566.001 Spear phishing Attachment	
		Credential Access	T1110 Brute Force	T1110.002 Password Cracking
		Lateral Movement	T1021 Remote Services	T1021.001 Remote Desktop Protocol, T1021.002 SMB/Windows Admin Shares
	Execution	T1059 Command and Scripting Interpreter	T1059.003 Windows Command Shell	
	Defense Evasion	T1562 Impair Defenses	T1562.001 Disable or Modify Tools, T1562.009 Safe Mode Boot	
	Discovery	T1057 Processes Discovery, T1083 File and Directory Discovery, T1135 Network Share Discovery		
		Command and Control	T1105 Ingress Tool Transfer	
	Impact	T1490 Inhibit System Recovery, T1489 Service Stop, T1486 Data Encrypted for Impact		
	Reconnaissance	T1595 Active Scanning	T1595.001 Scanning IP, T1595.002 Vulnerability Scanning	
	Exfiltration	T1041 Exfiltration Over C2 Channel		
	Privilege Escalation	T1068 Exploitation for Privilege Escalation		
	Persistence	T1547 Boot or Logon Autostart Execution	T1547.001 Registry Run Keys / Startup Folder	

4.2 แก๊งมัลแวร์เรียกค่าไถ่เน็ตวอล์คเกอร์ (Netwalker)

กลุ่มบริษัท Enel เป็นบริษัทพลังงานข้ามชาติที่ตั้งอยู่ในประเทศอิตาลี และเป็นหนึ่งในบริษัทที่ใหญ่ที่สุดในระดับโลก ทางบริษัทได้ให้บริการไฟฟ้าและก๊าซมากกว่า 30 ประเทศ ทว่าในเดือนตุลาคมปี พ.ศ. 2563 กลุ่มบริษัท

Enel ได้ตกเป็นเหยื่อของการโจมตีด้วยแก๊งมัลแวร์เรียกค่าไถ่ ซึ่งผู้ที่อยู่เบื้องหลังการโจมตีในครั้งนี้คือแก๊งเนตวอล์คเกอร์ ซึ่งมีชื่อเสียงในด้านการโจมตีบริษัทขนาดใหญ่และเรียกค่าไถ่ในจำนวนเงินมหาศาล มีการรายงานว่าจุดเริ่มต้นของการโจมตีได้เริ่มจากการโจมตีผ่านทางฟิชซิงอีเมล ซึ่งภายในอีเมลนั้นได้ประกอบไปด้วยไฟล์ข้อมูลแนบหรือลิงก์ที่เป็นอันตราย หลังจากที่มีการเข้ารหัสข้อมูลของทางบริษัทแล้ว ส่งผลให้ทางบริษัทมีปัญหาในการจัดการและขนส่งแหล่งพลังงาน อีกทั้งยังทำให้เกิดความล่าช้าในการแจกจ่ายพลังงานของทางบริษัท แม้ว่าขอบเขตของการโจมตีในครั้งนี้จะยังไม่ทราบแน่ชัด แต่มีรายงานว่าผู้โจมตีได้เรียกขังค่าไถ่เป็นจำนวนเงินประมาณ 14 ล้านดอลลาร์สหรัฐ โดยจ่ายในรูปแบบบิตคอยน์ แต่ทางบริษัท Enel ไม่ได้ทำการจ่ายเงินค่าไถ่แต่อย่างใด องค์กรได้ทำการสำรองข้อมูลของระบบและเสริมสร้างมาตรการรักษาความปลอดภัยเพิ่มเติมเพื่อป้องกันการโจมตีในอนาคต หลังจากเหตุการณ์นี้ ทางทีมงานของบริษัท Enel ได้ทำงานร่วมกับผู้เชี่ยวชาญด้านความปลอดภัยทางไซเบอร์ เพื่อควบคุมการโจมตีและวางแผนป้องกันการโจมตีที่อาจเกิดขึ้นได้ในอนาคต [11]

ตารางที่ 3. วิธีการโจมตีของแก๊งมัลแวร์เรียกค่าไถ่เนตวอล์คเกอร์

Ransomware Group	Tactics	Mitre Techniques	Sub Techniques
2. Netwalker	Initial Access	T1566 Phishing, T1190 Exploit Public-Facing Application	T1566.001 Spear phishing Attachment
		T1555 Credentials from Password Stores T1003 OS Credential Dumping	T1110.002 Password Cracking
	Lateral Movement	T1021 Remote Services	T1021.001 Remote Desktop Protocol T1021.002 SMB/Windows Admin Shares
		T1059 Command and Scripting Interpreter T1204 User Execution	T1059.001 PowerShell T1204.002 Malicious File
	Defense Evasion	T1027 Obfuscated Files or Information T1562 Impair Defenses	T1562.001 Disable or Modify Tools T1562.009 Safe Mode Boot
		T1016 System Network Configuration Discovery T1018 Remote System Discovery	
	Command and Control	T1105 Ingress Tool Transfer	
	Impact	T1490 Inhibit System Recovery T1486 Data Encrypted for Impact	
		persistence	T1564 Create or Modify System Process
	Exfiltration	T1567 Exfiltration Over Web Service T1041 Exfiltration Over C2 Channel	
		Reconnaissance	T1593 Search Open Websites/Domains
	Privilege Escalation	T1068 Exploitation for Privilege Escalation T1134 Access Token Manipulation	

4.3 แก๊งมัลแวร์เรียกค่าไถ่ลอคบิท 3.0 (Lockbit 3.0)

ในช่วงต้นปี พ.ศ. 2566 บริษัท Phihong ซึ่งเป็นบริษัทที่มีชื่อเสียงในด้านการผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับการใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ รวมถึงพลังงานและการสื่อสาร ได้ถูกโจมตีโดยแก๊งมัลแวร์เรียกค่าไถ่ที่มีชื่อว่า ลอคบิท 3.0 ในขณะที่เดียวกันบริษัทชั้นนำทั่วโลกต่างก็ถูกโจมตีในลักษณะคล้ายกันนี้ ซึ่งมีการคาดเดาว่าการโจมตีนี้เป็นส่วนหนึ่งของการโจมตีที่มุ่งเป้าไปยังอุตสาหกรรมที่เป็นศูนย์กลางของห่วงโซ่อุปทานทั่วโลก โดยเฉพาะในภาคของพลังงาน เหตุการณ์การโจมตีได้เริ่มขึ้น เมื่อผู้โจมตีได้ใช้การฟิชซิงหรือการเจาะช่องโหว่เพื่อเข้าถึงระบบของบริษัท Phihong มีการขโมยบัญชีรายชื่อและรหัสผ่าน ของพนักงานบริษัทอีกเป็นจำนวน

มาก และติดตั้งมัลแวร์เรียกค่าไถ่ลอคบิท เพื่อเข้ารหัสไฟล์สำคัญของทางบริษัท เช่น เอกสาร และข้อมูลทางการเงินของลูกค้า อีกทั้งยังมีการเรียกค่าไถ่เพื่อปลดล็อกไฟล์ จากเหตุการณ์นี้ ทางบริษัท ได้ปฏิเสธที่จะจ่ายค่าไถ่ให้กับทางกลุ่มผู้โจมตี และได้แก้ไขปัญหานี้ด้วยการใช้ข้อมูลสำรองที่มีอยู่ เพื่อฟื้นฟูระบบและข้อมูลที่ถูกล็อก [19]

ตารางที่ 4. วิธีการโจมตีของแก๊งมัลแวร์เรียกค่าไถ่ Lockbit 3.0

Ransomware Group	Tactics	Mitre Techniques	Sub Techniques	
3. Lockbit 3.0	Initial Access	T1078 Valid Accounts T1133 External Remote Services T1189 Drive-by compromise T1566 Phishing T1190 Exploit Public-Facing Application		
		Credential Access	T1003 OS Credential Dumping	T1003.001LSASS Memory
		Lateral Movement	T1021 Remote Services	T1021.001 Remote Desktop Protocol
		Execution	T1072 Software Deployment Tools	
		Defense Evasion	T1027 Obfuscated Files or Information T1070 Indicator Removal T1480 Execution Guardrails	T1070.004 File Deletion T1480.001 Environmental Keying
	Discovery		T1046 Network Service Discovery T1082 System Information Discovery T1614 System Location Discovery	T1614.001 System Language Discovery
		Command and Control	T1572 Protocol Tunnel T1071 Application Layer Protocol	T1071.002 File Transfer Protocols
		Impact	T1485 Data Destruction T1486 Data Encrypted for Impact T1489 Service Stop T1490 Inhibit System Recovery T1491 Defacement	T1491.001 Internal Defacement
	Exfiltration		T1567 Exfiltration Over Web Service	T1567.002 Exfiltration Over Web Service: Exfiltration to Cloud Storage
			Reconnaissance	T1595 Active Scanning
	Persistence	T1547 Boot or Logon Autostart Execution	T1547.001 Registry Run Keys / Startup Folder	
	Privilege Escalation	T1068 Exploitation for Privilege Escalation		

4.4 แก๊งมัลแวร์เรียกค่าไถ่รีวิล (Revil)

Light S.A เป็นบริษัทพลังงานรายใหญ่ในประเทศบราซิล ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการจัดจำหน่ายและผลิตกระแสไฟฟ้า Light S.A มีสำนักงานใหญ่อยู่ในรีโอเดจาเนโร ประเทศบราซิล และให้บริการไฟฟ้าแก่ประชาชนส่วนใหญ่ในประเทศบราซิล การโจมตีเริ่มต้นขึ้นเมื่อวันที่ 15 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2566 พนักงานของบริษัท Light S.A ได้ตรวจพบความผิดปกติบนเครือข่าย และได้พบว่าข้อมูลและระบบการทำงานสำคัญหลายระบบได้ถูกเข้ารหัสไว้ มีรายงานว่า การโจมตีเริ่มขึ้นจากการโจมตีผ่านทางฟิชซิงอีเมล และได้อาศัยช่องโหว่ของระบบเพื่อปลดล็อกมัลแวร์เรียกค่าไถ่ให้เข้ารหัสกับทางข้อมูลและระบบปฏิบัติการของบริษัท อีกทั้งยังมีรายงานว่า แก๊งที่โจมตีด้วยมัลแวร์เรียกค่าไถ่นี้ มาจากแก๊งรีวิล ซึ่งถูกค้นพบโดยพนักงานของ Light S.A การหยุดชะงักนี้ส่งผลกระทบอย่างมากต่อการดำเนินงานของทางบริษัท เช่น ความล่าช้าในการจัดจำหน่ายพลังงานและปัญหาในการให้บริการลูกค้า บางระบบที่มีความสำคัญ รวมถึงโครงสร้างพื้นฐานในการดำเนินงานได้รับความเสียหายอย่างรุนแรงจากการโจมตีครั้งนี้ ข้อความเรียกค่าไถ่จากรีวิล ระบุว่าต้องจ่ายค่าไถ่ผ่านสกุลเงินคริปโต ซึ่งโฮสต์อยู่บนเครือข่าย Tor ในการชำระเงินของพวกเขาจะต้องจ่าย 106,870.19 XMR (Monero) ก่อนกำหนดเสันทายวันที่ 19 มิถุนายน เมื่อเวลาผ่านไปจึง

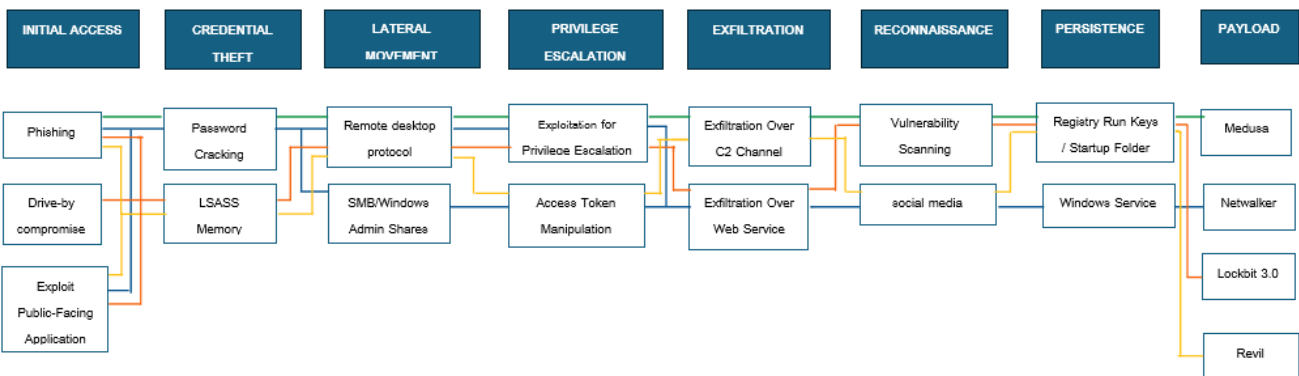
ถูกเรียกเป็นสองเท่า (215,882.8 XMR) หรือประมาณ 14 ล้านดอลลาร์ จากกลุ่มผู้โจมตี อย่างไรก็ตามทางบริษัทได้ปฏิเสธที่จะจ่ายค่าไถ่ และได้มุ่งเน้นไปที่การกู้คืนระบบผ่านการสำรองข้อมูล พร้อมกับเสริมสร้างมาตรการรักษาความปลอดภัยทางไซเบอร์ของบริษัทให้แน่นหนาขึ้น [20]

ตารางที่ 5. วิธีการโจมตีของแก๊งมัลแวร์เรียกค่าไถ่ Revil

Ransomware Group	Tactics	Mitre Techniques	Sub Techniques
4.REvil	Initial Access	T1566 Phishing T1190 Exploit Public-Facing Application	
	Credential Access	T1003 OS Credential Dumping	T1003.001LSASS Memory
	Lateral Movement	T1021 Remote Services	T1021.001 Remote Desktop Protocol
	Execution	T1059 Command and Scripting Interpreter T1204 User Execution	T1059.001 PowerShell T1204.002 Malicious File
	Defense Evasion	T1027 Obfuscated Files or Information T1070 Indicator Removal T1562 Impair Defenses T1036 Masquerading	T1070.004 File Deletion T1562.001 Disable or Modify Tools T1562.009 Safe Mode Boot T1036.005 Match Legitimate Name or Location
	Discovery	T1083 File and Directory Discovery T1082 System Information Discovery T1614 System Location Discovery	T1614.001 System Language Discovery T1069.002 Domain Groups
	Command and Control	T1105 Ingress Tool Transfer T1071 Application Layer Protocol	T1071.001 Web Protocols
	Impact	T1485 Data Destruction T1486 Data Encrypted for Impact T1489 Service Stop T1490 Inhibit System Recovery	
	Exfiltration	T1041 Exfiltration Over C2 Channel	T1567.002 Exfiltration Over Web Service: Exfiltration to Cloud Storage
	Reconnaissance	T1593 Search Open Websites/Domains	T1593.002 social media
	Privilege Escalation	T1055 Process Injection T1134 Access Token Manipulation	T1134.001 Token Impersonation/Theft T1134.002 Create Process with Token
	persistence	T1547 Boot or Logon Autostart Execution	T1547.001 Registry Run Keys / Startup Folder

5. ทูเอสเมทริกซ์เฟรมเวิร์ค

ในหัวข้อนี้จะเป็นการสรุปขั้นตอนการโจมตีของแก๊งมัลแวร์เรียกค่าไถ่ ด้วยการใช้ทูเอสเมทริกซ์เฟรมเวิร์คเข้ามาช่วย ทูเอสเมทริกซ์เฟรมเวิร์คจะมีการนำเฟรมเวิร์คของไมโครซอฟท์มาดัดแปลงเพิ่มใน 3 หัวข้อ ซึ่งประกอบไปด้วย การยกสิทธิการเข้าถึงระบบ (Privilege Escalation) การนำส่งข้อมูล (Exfiltration) และการรวบรวมข้อมูลก่อนโจมตี (Reconnaissance) การดัดแปลงนี้จะช่วยเพิ่มความเข้าใจในขั้นตอนการโจมตีได้มากขึ้น [14]



รูปที่ 2. ตารางขั้นตอนการโจมตีโดยใช้ทูเอสเมทริกซ์เฟรมเวิร์ค

6. สรุป

บทความวิจัยฉบับนี้ได้นำเสนอการวิเคราะห์ขั้นตอนการโจมตีของมัลแวร์เรียกค่าไถ่ด้วยทูเอสเมทริกซ์เฟรมเวิร์คซึ่งมุ่งเน้นไปยังภาคอุตสาหกรรมด้านพลังงาน โดยได้ศึกษากลุ่มมัลแวร์เรียกค่าไถ่จำนวน 4 แก๊ง และได้นำเสนอแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของขั้นตอนการโจมตีวิธีการที่ใช้และแก๊งมัลแวร์เรียกค่าไถ่ซึ่งเป็นสิ่งที่ไม่เคยมีบทความวิจัยได้นำเสนอมาก่อนในรูปแบบนี้ ดังรูปที่ 2 ซึ่งทำให้ง่ายต่อความเข้าใจ

สำหรับผู้และระบบหรือผู้เกี่ยวข้อง ในการศึกษาขั้นตอนการโจมตีและนำไปใช้เป็นแนวทางในการป้องกันการโจมตีในภาคปฏิบัติได้

ในงานวิจัยฉบับนี้จะมุ่งเน้นไปที่การวิเคราะห์ขั้นตอนการโจมตีของมัลแวร์เรียกค่าไถ่ ด้วยการใช้อูเอสเมทริกซ์เฟรมเวิร์คเป็นหลัก ดังนั้นการวิจัยในครั้งหน้าจะศึกษาเพิ่มเติมในส่วนของแผนการรับมือกับเหตุการณ์การโจมตี และวิธีการป้องกันจากมัลแวร์เรียกค่าไถ่

เอกสารอ้างอิง

- [1] K. Chimmanee and M. Chotrungrat, "A Guideline for Ransomware Detection and Prevention at the Buddhist Places: A case study of Maze Gang", *jma*, vol. 8, no. 3, pp. 104–118, Dec. 2021.
- [2] DataProt, "Cybersecurity statistics, trends, and facts," *DataProt*, 2024. [Online]. Available: <https://dataprot.net/>.
- [3] Sophos, "The state of ransomware in critical infrastructure 2024," *Sophos*, Jul. 17, 2024. [Online]. Available: <https://news.sophos.com/en-us/2024/07/17/the-state-of-ransomware-in-critical-infrastructure-2024/>.
- [4] P. Ungkap and T. Daengsi, "Ransomware: A Corporate Threat That Cannot Be Overlooked", *JDC*, vol. 6, no. 6, pp. 301–324, Nov. 2022.
- [5] อ. แสงทองดี, "แนวทางการรับมือและการรับแจ้งเหตุของตำรวจต่อกรณีมัลแวร์เรียกค่าไถ่", *ISJ*, ปี 21, ฉบับที่ 1, น. 26–44, เม.ย. 2021.
- [6] ส. บุญมี และ ส. ชวนิชย์, "แรนซัมแวร์ จากภัยคุกคามรายบุคคลสู่ภัยพิบัติขององค์กร", *EAU Heritage Sci.*, ปี 15, ฉบับที่ 1, น. 1–10, เม.ย. 2021.
- [7] F. Manavi and A. Hamzeh, "A New Method for Ransomware Detection Based on PE Header Using Convolutional Neural Networks," 2020 17th International ISC Conference on Information Security and Cryptology (ISCISC), Tehran, Iran, 2020, pp. 82-87.
- [8] TechRepublic, "Ransomware trends," *TechRepublic*, 2024. [Online]. Available: <https://www.techrepublic.com/article/ransomware-trends-malwarebytes/>.
- [9] N. Khantamonthon and K. Chimmanee, "Digital Forensic Analysis of Ransomware Attacks on Virtual Private Networks: A Case Study in Factories," 2022 6th International Conference on Information Technology (InCIT), Nonthaburi, Thailand, 2022, pp. 410-415,
- [10] P. Nakhonthai and K. Chimmanee, "Digital Forensic Analysis of Ransomware Attacks on Industrial Control Systems: A Case Study in Factories," 2022 6th International Conference on Information Technology (InCIT), Nonthaburi, Thailand, 2022, pp. 416-421.
- [11] S. Jarjoui, R. Murimi and R. Murimi, "Hold My Beer: A Case Study of how Ransomware Affected an Australian Beverage Company," 2021 International Conference on Cyber Situational Awareness, Data Analytics and Assessment (CyberSA), Dublin, Ireland, 2021, pp. 1-6.
- [12] Y. Prajapati and K. Gosai, "Windows Forensic Analysis and Detection of Ransomware Attacks Using Event Logs and Tools," 2024 4th International Conference on Intelligent Technologies (CONIT), Bangalore, India, 2024, pp. 1-6.
- [13] B. J. Chinmaya, S. A. Kudtarkar and Mohana, "Targeted Ransomware Attacks and Detection to Strengthen Cybersecurity Strategies," 2023 2nd International Conference on Automation, Computing and Renewable Systems (ICACRS), Pudukkottai, India, 2023, pp. 1039-1044.
- [14] K. Chimmanee and S. Jantavongso, "Digital forensic of Maze ransomware: A case of electricity distributor enterprise in ASEAN", *Expert Syst. with Appl.*, p. 123652, Mar. 2024
- [15] MITRE, "ATT&CK Matrix for Enterprise," MITRE ATT&CK. [Online]. Available: <https://attack.mitre.org>.
- [16] R. Singh, S. Singh, and A. Singh, "REvil Ransomware", in 2024 Int. Conf. Innov. Challenges Emerg. Technol. (ICICET), Nagpur, India, Jun. 7–8, 2024. IEEE, 2024, pp. 1-6.
- [17] Resecurity, "Ransomware attacks against the energy sector on the rise: Nuclear and oil & gas are major targets," *Resecurity*, Aug. 25, 2024. [Online]. Available: <https://www.resecurity.com/blog/article/ransomware-attacks-against-the-energy-sector-on-the-rise-nuclear-and-oil-gas-are-major-targets-2024>.
- [18] "Phihong ransomware attack? LockBit claims responsibility." *Tech Monitor*, Feb. 9, 2023. [Online]. Available: <https://www.techmonitor.ai/technology/cybersecurity/phihong-ransomware-lockbit-royal-mail?cf-view>.
- [19] A. DeMuro, "Enel Group Hit by Ransomware Again; NetWalker Demands \$14 Million," *BleepingComputer*, Aug. 27, 2024. [Online]. Available: <https://www.bleepingcomputer.com/news/security/enel-group-hit-by-ransomware-again-netwalker-demands-14-million/>.
- [20] S. Goff, "Ransomware Operators Demand \$14 Million from Power Company," *SecurityWeek*, July. 2, 2020. [Online]. Available: <https://www.securityweek.com/ransomware-operators-demand-14-million-power-company/>.

การทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบเกี่ยวกับการรู้เท่าทันปัญญาประดิษฐ์ สำหรับการทำงาน (Systematic Literature Review on AI Literacy in workplace)

1st หทัยชนก พุทธรักษา
Hataichanok Puttaraksa
สาขาวิชาการจัดการนวัตกรรมดิจิทัล
(ระบบการศึกษาทางไกลผ่านอินเทอร์เน็ต)
วิทยาลัยนวัตกรรมดิจิทัลเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยรังสิต
Digital Innovation Management
(Internet-based Distance Education)
College of Digital Innovation Technology
Rangsit University
ปทุมธานี ประเทศไทย
hataichanok.pu65@rsu.ac.th

2nd เชษฐเน็ต ศรีสอาน
Chetneti Srisaan
วิทยาลัยนวัตกรรมดิจิทัลเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยรังสิต
Digital Innovation Management
College of Digital Innovation Technology
Rangsit University
ปทุมธานี ประเทศไทย
Chetneti@rsu.ac.th

บทคัดย่อ — ปัญญาประดิษฐ์ (AI) มีบทบาทสำคัญสำหรับการทำงานในปัจจุบัน ส่งผลให้การรู้เท่าทัน AI กลายเป็นความสามารถที่จำเป็นสำหรับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดังกล่าว การศึกษานี้มุ่งวิเคราะห์องค์ประกอบความสามารถการรู้เท่าทัน AI สำหรับการทำงาน โดยใช้วิธีการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ ผู้วิจัยได้สืบค้นบทความวิจัยภาษาอังกฤษจากฐานข้อมูล Scopus และ Google Scholar ที่ตีพิมพ์ระหว่างปี ค.ศ. 2019 ถึง ค.ศ. 2023 จากการคัดกรองเบื้องต้นพบบทความที่เกี่ยวข้อง 682 เรื่อง และเมื่อใช้เกณฑ์การคัดเลือกที่กำหนด พบว่ามี 9 เรื่องที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์ ผลการวิเคราะห์เนื้อหานำไปสู่การสังเคราะห์องค์ประกอบหลัก 8 ประการของความรู้เท่าทัน AI สำหรับการทำงาน ประกอบด้วย ความเข้าใจหลักการทำงาน AI การตีความข้อมูลอย่างมีวิจารณญาณ การใช้งาน AI ตามบริบทและการคาดการณ์ถึงการใช้งาน AI ในอนาคต ความเข้าใจบทบาทของมนุษย์ในการทำงานร่วมกับ AI จริยธรรม AI ความเข้าใจวิธีที่คอมพิวเตอร์ใช้ในการตัดสินใจ ความเข้าใจว่า AI ถูกสร้างมาจากข้อมูลที่ใส่เข้าไป และความเข้าใจว่า AI สามารถตั้งค่าการทำงานได้ ได้ ซึ่งมีความสำคัญต่อการเตรียมความพร้อมของบุคลากรในการรับมือกับการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี ทั้งนี้ ผลการศึกษานำไปใช้ในการออกแบบหลักสูตรฝึกอบรมบุคลากรในองค์กรต่อไป

คำสำคัญ — ความรู้เท่าทันปัญญาประดิษฐ์, ความสามารถในการรู้เท่าทันปัญญาประดิษฐ์, การทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ

ABSTRACT — Artificial Intelligence (AI) plays a significant role in today's work environment, making AI literacy an essential skill for the effective application of such technologies. This study aims to analyze the key components of AI literacy for the workplace through a systematic literature review. The researcher conducted a search for English-language research articles published between 2019 and 2023 in

the Scopus and Google Scholar databases. From an initial screening of 682 articles, 9 were deemed suitable for further analysis based on predefined criteria. The content analysis resulted in the synthesis of 8 core components of AI literacy for the workplace: Understanding Intelligence, Critically Interpreting Data, Imagine Future AI, Human Role in AI, AI ethics, Decision-Making, Data Literacy, and Programmability. These components are crucial for preparing the workforce to adapt to technological changes. The findings of this study can be applied to the design of personnel training programs within organizations.

Keywords — AI literacy, AI literacy Competencies, Systematic literature review

1. บทนำ

ในปัจจุบัน เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในชีวิตประจำวันของมนุษย์อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ทั้งในด้านการศึกษา การแพทย์ และโดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านการทำงาน ทั้งนี้เนื่องจากการเกิดขึ้นของ Generative AI หรือที่คนทั่วไป รู้จัก เช่น ChatGPT, Gemini และ Claude ซึ่งมีความสามารถในการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ ได้อย่างง่ายดาย จากรายงานของ World Economic Forum (2020) คาดว่า AI จะเข้ามาทำให้มีการจ้างงานประมาณ 97 ล้านคน แต่ตำแหน่งงานหายไปถึง 85 ล้านคนภายในปี 2025 [1] ซึ่งถือเป็นการสร้างโอกาสงานใหม่ในหลากหลายอุตสาหกรรม สะท้อนให้เห็นว่าเทคโนโลยี AI จะเข้ามาเปลี่ยนแปลงรูปแบบการทำงานอย่างมีนัยสำคัญในอนาคตอันใกล้

ด้วยเหตุนี้ ประเทศไทยจึงให้ความสำคัญกับการเสริมสร้างความตระหนักรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับ AI โดยได้จัดทำแผนปฏิบัติการด้านปัญญาประดิษฐ์แห่งชาติ (พ.ศ. 2565 - 2570) [2] โดยเฉพาะอย่างยิ่งในยุทธศาสตร์ที่ 3 ซึ่งมุ่งเน้นการเพิ่มศักยภาพบุคลากรและการพัฒนาการศึกษาด้านปัญญาประดิษฐ์ โดยมีเป้าหมายในการส่งเสริมให้ประชาชน

มีความรู้ความเข้าใจด้าน AI และสามารถนำ AI ไปใช้งานได้อย่างรู้เท่าทัน (AI Literacy) อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีภาระบ่งชี้ชัดเจนว่าความสามารถใดบ้างที่มีความสำคัญต่อการรู้เท่าทัน AI สำหรับการนำมาประยุกต์ใช้ในการทำงาน หากมีการนำ AI ไปใช้โดยขาดทักษะความเข้าใจที่ถูกต้อง อาจก่อให้เกิดปัญหาต่าง ๆ ตามมา เช่น การนำข้อมูลสำคัญขององค์กรไปใช้ในการฝึกฝน AI โดยไม่ได้ตั้งใจ การตัดสินใจที่ผิดพลาดอันเนื่องมาจากการไม่เข้าใจข้อจำกัดของ AI ซึ่งอาจส่งผลให้องค์กรสูญเสียโอกาสทางธุรกิจ ดังนั้น การศึกษาความสามารถที่จำเป็นต่อการรู้เท่าทัน AI สำหรับการทำงานจึงเป็นประเด็นสำคัญที่ควรได้รับการศึกษาวิจัย เพื่อส่งเสริมให้การทำงานมีทักษะที่เหมาะสมและเพียงพอในการใช้ AI ได้อย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัย สามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองให้ก้าวทันการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีอยู่เสมอ อีกทั้งยังช่วยให้เกิดการต่อยอดองค์ความรู้จากผู้ใช้งาน AI ในระดับทั่วไปไปสู่การเป็นผู้เชี่ยวชาญทักษะ AI ในระดับสูงต่อไปในอนาคต ซึ่งจะเป็นการช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันให้แก่องค์กรและประเทศในยุคดิจิทัลได้เป็นอย่างดี

งานวิจัยนี้จะดำเนินการโดยใช้วิธีการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ (Systematic literature review) ซึ่งเป็นการศึกษาผลงานวิจัยที่ผ่านมาอย่างเป็นระบบ โดยมีการกำหนดกระบวนการและกรอบการสืบค้นที่ชัดเจน สามารถตรวจสอบย้อนกลับได้ ทำให้งานวิจัยที่ได้รับการคัดเลือกมาวิเคราะห์เป็นงานวิจัยที่มีมาตรฐาน และสามารถตอบคำถามงานวิจัยได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ผู้วิจัยต้องการ [3] เพื่อให้เกิดความเข้าใจอย่างลึกซึ้งถึงองค์ประกอบสำคัญของความรู้เท่าทันปัญญาประดิษฐ์สำหรับการทำงาน ผลการศึกษาที่ได้จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการพัฒนาหลักสูตรการฝึกอบรมและการกำหนดนโยบายขององค์กรในการพัฒนาทักษะบุคลากรที่เกี่ยวข้องในอนาคต เพื่อเตรียมความพร้อมให้แก่การทำงานในการก้าวสู่ยุคแห่งปัญญาประดิษฐ์อย่างมั่นใจ ปลอดภัย และมีประสิทธิภาพ

โดยสรุป การศึกษาวิจัยเรื่อง "การทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบเกี่ยวกับการรู้เท่าทันปัญญาประดิษฐ์สำหรับการทำงาน" มีความสำคัญอย่างยิ่งในบริบทของการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีที่รวดเร็วในปัจจุบัน การทราบถึงทักษะและความสามารถที่จำเป็นสำหรับการรู้เท่าทัน AI จะช่วยให้การทำงานสามารถใช้ประโยชน์จาก AI ได้อย่างเต็มศักยภาพ ในขณะที่เดียวกันก็สามารถหลีกเลี่ยงความเสี่ยงและข้อจำกัดต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นจากการใช้งาน AI อย่างไม่เหมาะสม ผลการวิจัยที่ได้จะเป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาความรู้และทักษะด้าน AI ให้แก่การทำงาน ซึ่งจะนำไปสู่การยกระดับขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศไทยในเวทีโลกยุคดิจิทัลต่อไป

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาและทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบที่เกี่ยวข้องกับเรื่องการรู้เท่าทันปัญญาประดิษฐ์ (AI Literacy) สำหรับการทำงาน

2.2 เพื่อรวบรวมความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการรู้เท่าทันปัญญาประดิษฐ์ (AI Literacy) สำหรับการทำงาน

2.3 เพื่อวิเคราะห์และสังเคราะห์ประเด็นด้านความสามารถ (Competency) สำหรับการรู้เท่าทันปัญญาประดิษฐ์ (AI Literacy) สำหรับการทำงานที่กล่าวถึงในงานวิจัย

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ (Systemic literature review) เพื่อศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับองค์ประกอบความรู้เท่าทันปัญญาประดิษฐ์ โดยเป็นงานวิจัยที่เผยแพร่ในระดับนานาชาติ จะทำการค้นคว้าผลงานที่วิจัยที่ผ่านมาอย่างเป็นขั้นตอน มีการกำหนดโครงสร้างศึกษาค้นคว้าและมีการตรวจสอบคุณภาพ [3] โดยการประยุกต์ใช้ขั้นตอนของการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ สามารถแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การค้นหาผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความรู้เท่าทันปัญญาประดิษฐ์ 2) การทำการประเมินความน่าเชื่อถือของงานวิจัย โดยมีหลักการ ดังนี้ การทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องครอบคลุมทุกประเด็นที่ต้องการศึกษา อธิบายข้อมูลพื้นฐานและเหตุผลอย่างเพียงพอสำหรับการทำการวิจัย และกำหนดปัญหาชัดเจน และ 3) วิเคราะห์ข้อมูลจากงานวิจัยที่ผ่านเกณฑ์และถูกคัดเลือกที่เกี่ยวข้องกับความรู้เท่าทันปัญญาประดิษฐ์สำหรับการทำงาน

4. วิธีการค้นหางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

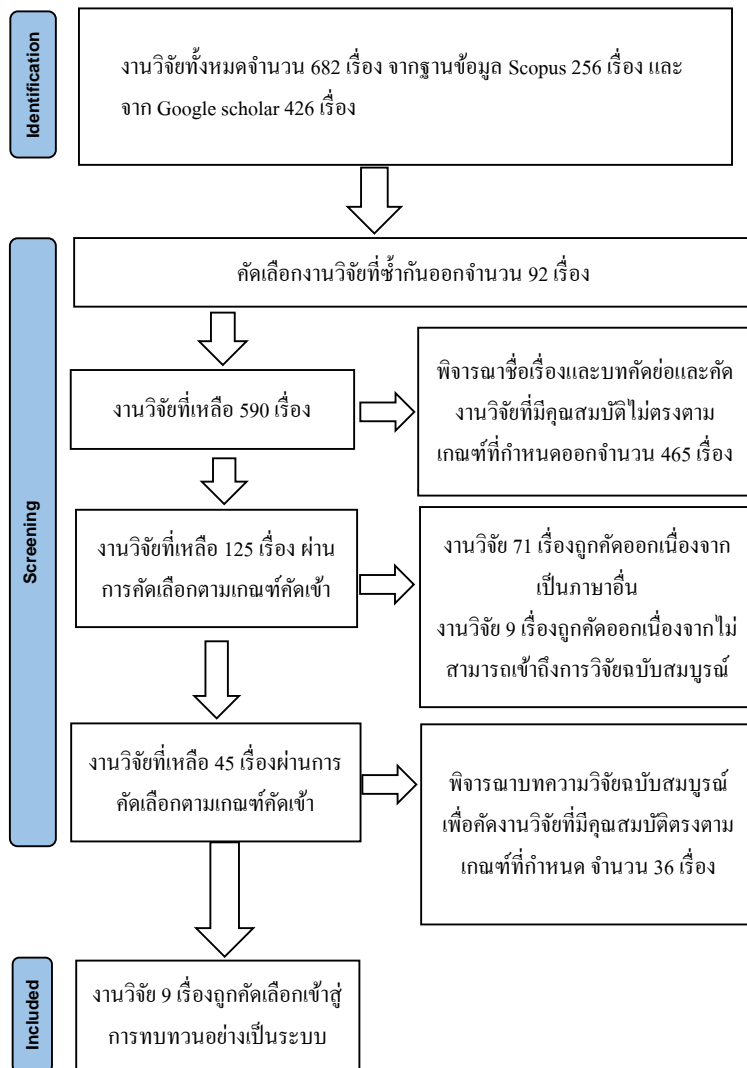
กระบวนการค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมี 3 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นตอนแรก คือ สืบค้นงานวิจัยและบทความที่เกี่ยวข้องตั้งแต่ปี 2019 ถึงปี 2023 จากฐานข้อมูลดังต่อไปนี้ ฐานข้อมูลวิชาการ Scopus และจากฐานข้อมูลอื่น Google Scholar โดยดำเนินการสืบค้นระหว่างเดือน พฤษภาคม 2567 ถึงเดือนกรกฎาคม 2567 โดยกำหนดคำค้นหา (search terms) ผลการศึกษา ได้แก่ ภาษาอังกฤษ คำค้นหา "artificial intelligence literacy" or "AI literacy" ทำการค้นหาพบงานวิจัยทั้งสิ้น 682 เรื่อง จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการทบทวนผลการค้นหาเบื้องต้นโดยพิจารณาจากบทความที่เข้าก้นออกจำนวน 92 เรื่อง และพิจารณาชื่อเรื่องและบทคัดย่อที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบความรู้เท่าทันปัญญาประดิษฐ์สำหรับการทำงาน

ขั้นตอนที่สอง คือ ผู้วิจัยพบว่า ชื่อเรื่อง และบทคัดย่อของผลการค้นหางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความรู้เท่าทัน AI มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งสิ้น 45 เรื่อง จากนั้นผู้วิจัยจึงดาวน์โหลดเอกสารฉบับเต็มและตรวจสอบอีกครั้งว่าเป็นงานวิจัยที่เกี่ยวข้องหรือไม่โดยทำการคัดเลือกผลงานวิจัยที่มีคุณภาพ มาสรุปรวมเป็นองค์ความรู้ที่ถูกต้องผ่านกระบวนการตรวจสอบการวิจัยอย่างเป็นระบบเพื่อพิจารณาว่าผ่านเกณฑ์การคัดเลือก (Inclusion Criteria) และเกณฑ์การคัดออก (Exclusion Criteria) โดยเกณฑ์การคัดเลือก ได้แก่ 1) งานวิจัยนั้นจะต้องเป็นบทคัดย่อและบทความฉบับสมบูรณ์ (Full text) ที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับ ความสามารถ (Competency) และ/หรือ ความรู้เท่าทันปัญญาประดิษฐ์ (AI literacy) และ/หรือ การทำงาน 2) กลุ่มตัวอย่างของงานวิจัยนั้นต้องเป็นสำหรับการทำงานเท่านั้น 3) งานวิจัยทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษที่ผ่านขั้นตอนการ peer-reviewed ที่ตีพิมพ์ในฐานข้อมูลที่นำเชื่อถือ เอกสารรายงานวิจัย วิทยานิพนธ์ สารนิพนธ์ ที่ได้รับเผยแพร่ในวารสารวิชาการระหว่างปี ค.ศ. 2019 – 2023 ในส่วนของเกณฑ์การคัดออก ได้แก่ 1) งานวิจัยที่มีแต่บทคัดย่อ ไม่สามารถเข้าถึงบทความฉบับเต็มได้ รวมถึงเป็นเอกสารวิทยานิพนธ์ที่ไม่ตีพิมพ์และไม่สามารถสืบค้นเล่มฉบับเต็มได้ 2) งานวิจัยที่ไม่ใช่ภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ 3) งานวิจัยที่มุ่งศึกษาในกลุ่มอื่นที่ไม่ใช่การทำงาน โดยได้คัดออกจำนวนทั้งสิ้น 80 เรื่อง โดยการรวบรวมการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบแล้วสรุปเป็นตาราง และกำหนดประเด็นต่าง ๆ เช่น ชื่อผู้แต่ง ปีที่ตีพิมพ์ แล้วจัดทำตารางตามหัวข้อองค์ประกอบความสามารถการรู้เท่าทัน AI ดังตารางที่ 1

ขั้นตอนที่สาม คือ การวิเคราะห์ข้อมูลจากงานวิจัยที่ผ่านมาเข้าเกณฑ์การคัดเข้า (Inclusion Criteria) ที่เกี่ยวกับองค์ประกอบของความสามารถการรู้เท่าทัน AI สำหรับการทำงาน ผ่านกระบวนการค้นหาข้อมูลเพื่อหา

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ทำให้สามารถระบุงานวิจัยได้ทั้งสิ้น 9 งานวิจัย ดังรูปที่ 1 ซึ่งสามารถใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลที่จะอธิบายในส่วนถัดไป



รูปที่ 1 กระบวนการค้นหาข้อมูลเพื่อค้นหางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลนั้นผู้วิจัยได้สกัดข้อมูลจากงานวิจัยที่ผ่านเกณฑ์และถูกคัดเลือกลงในตาราง ประกอบไปด้วย ชื่อนักวิจัย (ปีที่เผยแพร่, รายละเอียดองค์ประกอบความสามารถการรู้เท่าทันปัญญาประดิษฐ์สำหรับการทำงาน

ผู้วิจัยใช้ขั้นตอนการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ (Systematic Review) โดยในขั้นตอนนี้ ผู้วิจัยได้รวบรวมผลงานวิจัยโดยผ่านกระบวนการประเมินค่าคุณภาพงานวิจัย และคัดเลือกงานวิจัยที่ได้มาตรฐานมาวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลอย่างเป็นระบบ โดยข้อมูลที่นำมาใช้วิเคราะห์ครั้งนี้ เกี่ยวกับองค์ประกอบความสามารถการรู้เท่าทันปัญญาประดิษฐ์สำหรับการทำงาน สามารถรวบรวมข้อมูลจากงานวิจัย หรือบทความวิชาการที่เกี่ยวข้อง โดยมีรายละเอียดแบ่งออกเป็น 5 หมวดหมู่

ประกอบด้วยความสามารถ 17 ประการ ดังนี้ [4]

1. ปัญญาประดิษฐ์คืออะไร ประกอบด้วย 1) สามารถแยกแยะว่าเทคโนโลยีไหนที่ใช้และไม่ใช้ AI 2) เข้าใจหลักการการทำงานของ AI 3) เข้าใจการประยุกต์ใช้ AI ในบริบทต่าง ๆ 4) แยกได้ระหว่าง General AI กับ Narrow AI เฉพาะทาง
2. ปัญญาประดิษฐ์ทำอะไรได้บ้าง ประกอบด้วย 5) รู้จุดแข็งและจุดอ่อนของ AI 6) การใช้งาน AI ตามบริบท คาดถึงการใช้ AI ในอนาคตได้
3. รู้ว่าปัญญาประดิษฐ์ทำงานอย่างไร ประกอบด้วย 7) เข้าใจว่า AI เข้าใจสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างไร 8) เข้าใจวิธีที่คอมพิวเตอร์ใช้ในการตัดสินใจ 9) เข้าใจขั้นตอนการเรียนรู้ของเครื่อง 10) เข้าใจบทบาทของมนุษย์ใน AI 11) เข้าใจว่า AI สร้างจากข้อมูลที่ใส่เข้าไป 12) เข้าใจว่า AI เรียนรู้จากข้อมูล 13) การตีความข้อมูลอย่างมีวิจารณญาณ 14) เข้าใจว่า AI สามารถ

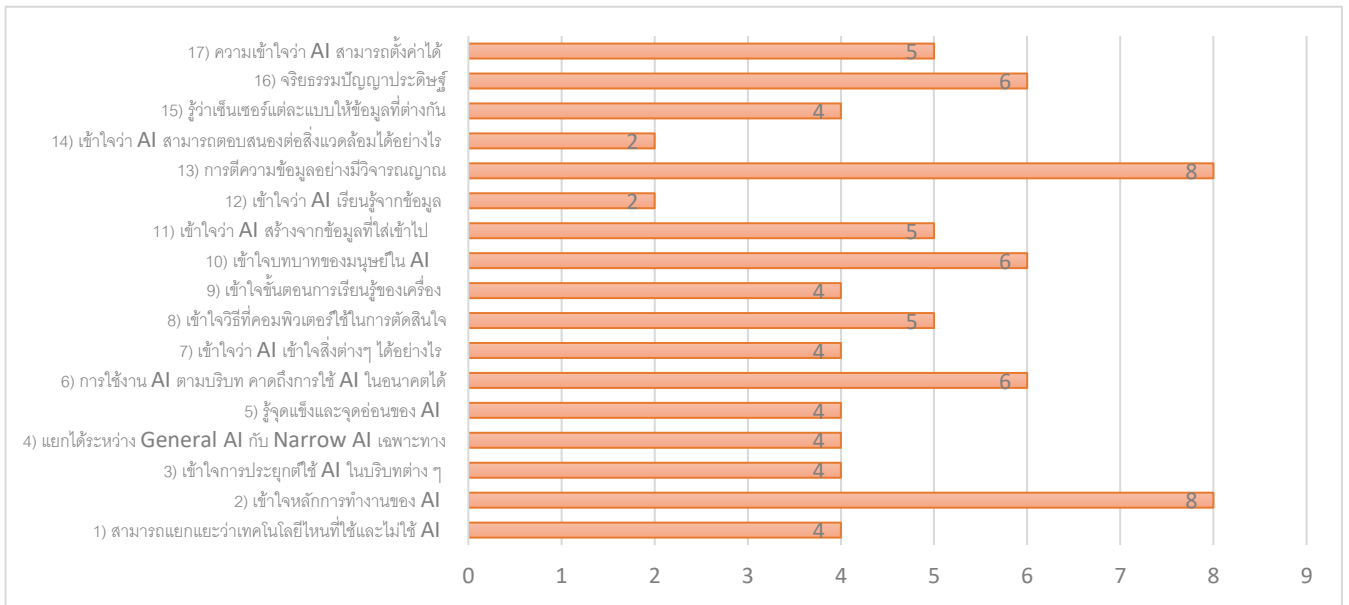
ตารางที่ 1 งานวิจัยที่ผ่านการคัดเลือกเพื่อนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบความสามารถการรู้เท่าทัน AI สำหรับการทำงาน

องค์ประกอบที่ได้การทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบของความสามารถการรู้เท่าทัน AI สำหรับการทำงาน																			
ลำดับ	ชื่อนักวิจัย ปีที่เผยแพร่)	AI คืออะไร				AI ทำอะไร ได้บ้าง		AI ทำงานอย่างไร										ควร ใช้ AI อย่าง ไร	ผู้ค้น รับ รู้ AI อย่าง ไร
		1.สามารถแยกแยะว่าเทคโนโลยีไหนที่ใช้และไม่ใช้ AI	2.เข้าใจหลักการการทำงานของ AI	3.เข้าใจการประยุกต์ใช้ AI ในบริบทต่าง ๆ	4.แยกแยะระหว่าง General AI กับ Narrow AI เฉพาะทาง	5.จุดแข็งและจุดอ่อนของ AI	6.การใช้งาน AI ตามบริบท คาดถึงการใช้ AI ในอนาคตได้	7.เข้าใจว่า AI เข้าใจสิ่งต่างๆได้อย่างไร	8.เข้าใจวิธีที่คอมพิวเตอร์ใช้ในการตัดสินใจ	9.เข้าใจขั้นตอนการเรียนรู้ของเครื่อง	10. เข้าใจบทบาทของมนุษย์ใน AI	11. เข้าใจว่า AI สร้างจากข้อมูลที่ใส่เข้าไป	12. เข้าใจว่า AI เรียนรู้จากข้อมูล	13. การตีความข้อมูลอย่างมีวิจารณญาณ	14. เข้าใจว่า AI สามารถตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมได้อย่างไร	15. รู้ว่าเซ็นเซอร์แต่ละแบบให้ข้อมูลที่ต่างกัน	16. จริยธรรม AI		
1	D.Long & B.Magerko 2020 [4]	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
2	Ng &Leung 2021 [5]		✓	✓		✓	✓				✓						✓		
3	Y.Yumi 2021 [6]	✓	✓	✓	✓		✓	✓							✓				
4	T.Heyder & O.Posegga 2021 [7]	✓	✓				✓		✓						✓		✓	✓	
5	D.Cetindamar & K.Kitto, 2022 [8]							✓			✓	✓		✓	✓				
6	K.Chetty, 2023 [9]		✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓		✓	✓	✓	
7	M.Pinski & A. Benlian 2023 [10]		✓				✓		✓	✓	✓	✓				✓		✓	
8	M. C.Laupichler, 2023 [11]		✓		✓	✓			✓	✓	✓			✓		✓	✓	✓	
9	K.MacCallum, D Parsons, & M. Mohaghegh 2023 [12]	✓	✓	✓	✓												✓		

ตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมได้อย่างไร 15) รู้ว่าเซ็นเซอร์แต่ละแบบให้ข้อมูลที่ต่างกัน

5. ผู้คนรับรู้เกี่ยวกับปัญญาประดิษฐ์อย่างไร ประกอบด้วย 17) ความเข้าใจว่า AI สามารถตั้งค่าได้ ตามรูปที่ 2

4. การใช้ปัญญาประดิษฐ์อย่างไร ประกอบด้วย 16) จริยธรรม AI



รูปที่ 2 แผนภูมิแสดงปริมาณความถี่ขององค์ประกอบความสามารถการรู้เท่าทัน AI สำหรับการทำงานที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ

6. การอภิปรายผล

องค์ประกอบความสามารถการรู้เท่าทันปัญญาประดิษฐ์สำหรับการทำงานที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ ผู้วิจัยนำเสนอเป็นเพียงส่วนหนึ่งที่ได้ศึกษาจากการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ โดยผ่านขั้นตอนการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ เพื่อให้ได้วรรณกรรมที่มีคุณภาพจำนวน 9 เรื่องจากรวบรวมทั้งหมด 682 เรื่อง โดยเป็นวรรณกรรมจากต่างประเทศทั้งหมดที่เผยแพร่ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2019 ถึง ค.ศ. 2023 จากฐานข้อมูลวิชาการโดยผู้วิจัยได้แบ่งความสามารถการรู้เท่าทันปัญญาประดิษฐ์ออกเป็น 17 ประการ ดังนี้ [4] 1) สามารถแยกแยะว่าเทคโนโลยีไหนที่ใช้และไม่ใช้ AI 2) เข้าใจหลักการการทำงานของ AI 3) เข้าใจการประยุกต์ใช้ AI ในบริบทต่าง ๆ 4) แยกได้ระหว่าง General AI กับ Narrow AI เฉพาะทาง 5) รู้จุดแข็งและจุดอ่อนของ AI 6) การใช้งาน AI ตามบริบท คาดถึงการใช้ AI ในอนาคตได้ 7) เข้าใจว่า AI เข้าใจสิ่งต่างๆ ได้อย่างไร 8) เข้าใจวิธีที่คอมพิวเตอร์ใช้ในการตัดสินใจ 9) เข้าใจขั้นตอนการเรียนรู้ของเครื่อง 10) เข้าใจบทบาทของมนุษย์ใน AI 11) เข้าใจว่า AI สร้างจากข้อมูลที่ใส่เข้าไป 12) เข้าใจว่า AI เรียนรู้จากข้อมูล 13) การตีความข้อมูลอย่างมีวิจารณญาณ 14) เข้าใจว่า AI สามารถตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมได้อย่างไร 15) รู้ว่าเซ็นเซอร์แต่ละแบบให้ข้อมูลที่ต่างกัน 16) จริยธรรมปัญญาประดิษฐ์ และ 17) ความเข้าใจว่า AI สามารถตั้งค่าได้

หากพิจารณาองค์ประกอบที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบแล้ว สามารถวิเคราะห์องค์ประกอบความสามารถการรู้เท่าทันปัญญาประดิษฐ์สำหรับการทำงานเป็น 8 ประการ ได้แก่

1. ความเข้าใจหลักการท างาน AI เป็นองค์ประกอบที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนาศักยภาพการทำงานให้สามารถทำงานร่วมกับระบบ AI ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ความเข้าใจประกอบด้วยความรู้ในหลายมิติ ได้แก่ ความเข้าใจในความสามารถและข้อจำกัดของ AI, การรู้จักประเภทของ AI และเทคนิคที่ใช้ในการพัฒนา AI, การเข้าใจกระบวนการตัดสินใจ

ของ AI, และการตระหนักถึงความแตกต่างระหว่างปัญญาประดิษฐ์และปัญญาของมนุษย์ [5], [6]

2. การตีความข้อมูลอย่างมีวิจารณญาณ ความสามารถในการวิเคราะห์และประเมินข้อมูลที่รับจากระบบ AI อย่างรอบด้าน รวมถึงการตระหนักถึงข้อจำกัดและอคติที่อาจเกิดขึ้นในกระบวนการตัดสินใจของ AI [5], [7]

3. การใช้งาน AI ตามบริบทและการคาดการณ์ถึงการใช้งาน AI ในอนาคต มีการกล่าวถึงในหลากหลายประเด็น ได้แก่ การใช้งาน AI ตามบริบทที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการเลือกใช้เครื่องมือและเทคโนโลยี AI ที่เหมาะสมกับงานและสถานการณ์ต่าง ๆ รวมถึงการปรับใช้ AI ให้สอดคล้องกับเป้าหมายและความต้องการขององค์กร [5], [6], [7]

4. ความเข้าใจบทบาทของมนุษย์ในการทำงานร่วมกับ AI โดยมนุษย์สามารถตัดสินใจได้ว่าเมื่อไหร่ควรใช้ AI และเมื่อไหร่ควรใช้วิจารณญาณของมนุษย์ในการแก้ปัญหา เนื่องจาก AI อาจมีอคติหรือข้อผิดพลาดได้ มนุษย์จึงต้องคอยกำกับดูแลและแทรกแซงเมื่อจำเป็น ไม่ใช่ปล่อยให้ AI ตัดสินใจเองทั้งหมด [7]

5. จริยธรรม AI ในการนำ AI มาใช้ในการทำงานนั้น มีประเด็นจริยธรรมที่ต้องพิจารณาหลายประการ เช่น ความโปร่งใสของกระบวนการตัดสินใจของ AI ความเป็นธรรมและไม่เลือกปฏิบัติของผลลัพธ์ที่ได้จาก AI การปกป้องความเป็นส่วนตัวและความปลอดภัยของข้อมูล รวมถึงความรับผิดชอบต่อผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการใช้งาน AI ดังนั้นการมีจริยธรรม AI ที่ดีจะช่วยให้มนุษย์สามารถใช้งาน AI ได้อย่างมีจริยธรรมและรับผิดชอบต่อส่วนรวม [6]

6. ความเข้าใจวิธีที่คอมพิวเตอร์ใช้ในการตัดสินใจ กระบวนการตัดสินใจของ AI นั้นอาศัยอัลกอริทึมการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) ที่สร้างแบบจำลองจากข้อมูลจำนวนมาก เพื่อค้นหารูปแบบและความสัมพันธ์ และนำมาใช้ในการทำนายหรือตัดสินใจ อย่างไรก็ตาม กระบวนการนี้มักเป็น "กล่องดำ" ที่ขาดความโปร่งใส ทำให้ยากต่อการ

อธิบายและตรวจสอบเหตุผลที่อยู่เบื้องหลังการตัดสินใจของ AI [6], [7] ดังนั้น ความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับวิธีการทำงานของอัลกอริทึม ML จึงมีความสำคัญ เพื่อให้สามารถตีความและวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้จาก AI ได้อย่างถูกต้อง รวมถึงตระหนักถึงข้อจำกัดและความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้น เช่น ความลำเอียงในข้อมูลที่ใช้ในการฝึกสอน ซึ่งอาจนำไปสู่การตัดสินใจที่ไม่เป็นธรรมหรือเลือกปฏิบัติ [8]

7. ความเข้าใจว่า AI ถูกสร้างมาจากข้อมูลที่ใส่เข้าไป ในบริบทของ AI Literacy สำหรับการทำงาน คือเข้าใจเกี่ยวกับที่มาและคุณภาพของข้อมูลที่ใช้ในการพัฒนา AI เนื่องจากข้อมูลที่ใช้ในการฝึกสอน AI มีผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพและความน่าเชื่อถือของผลลัพธ์ที่ได้ หากข้อมูลมีความลำเอียง ไม่ครบถ้วน หรือมีข้อผิดพลาด ก็อาจนำไปสู่การตัดสินใจที่ผิดพลาดหรือไม่เป็นธรรมของ AI ได้ [5], [7]

8. ความเข้าใจว่า AI สามารถตั้งคำถามการทำงานได้ ความสำคัญของการทำความเข้าใจเกี่ยวกับข้อจำกัดและขอบเขตความสามารถของ AI ที่ถูกกำหนดโดยการตั้งค่าพารามิเตอร์ เพื่อให้สามารถใช้งานได้อย่างเหมาะสมและไม่เกินขีดจำกัด รวมถึงตระหนักถึงความจำเป็นในการปรับแต่งและพัฒนา AI อย่างต่อเนื่อง เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการและบริบทที่เปลี่ยนแปลงไป [7]

7. สรุปผล

งานวิจัยเกี่ยวกับความสามารถการรู้เท่าทันปัญญาประดิษฐ์สำหรับการทำงานจะชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของความสามารถการรู้เท่าทันปัญญาประดิษฐ์ที่จำเป็นยิ่งสำหรับการทำงานในยุคดิจิทัล ที่จะช่วยให้สามารถใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยี AI ได้อย่างเต็มศักยภาพ พร้อมทั้งตระหนักถึงข้อจำกัดและผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น เพื่อป้องกันและบรรเทาความเสี่ยงต่าง ๆ ได้อย่างทันท่วงที ทั้งนี้ องค์ประกอบความสามารถการรู้เท่าทันปัญญาประดิษฐ์สำหรับการทำงานที่สำคัญ ได้แก่ ความเข้าใจหลักการทำงานของ AI การตีความข้อมูลอย่างมีวิจารณญาณ การใช้งาน AI ตามบริบทและการคาดการณ์ถึงการใช้งาน AI ในอนาคต ความเข้าใจบทบาทของมนุษย์ในการทำงานร่วมกับ AI จริยธรรม AI ความเข้าใจวิธีที่คอมพิวเตอร์ใช้ในการตัดสินใจ ความเข้าใจว่า AI ถูกสร้างมาจากข้อมูลที่ใส่เข้าไป และความเข้าใจว่า AI สามารถตั้งคำถามการทำงานได้ ซึ่งความสามารถเหล่านี้จำเป็นต้องได้รับการส่งเสริมและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ผ่านการฝึกอบรม การเรียนรู้ด้วยตนเอง และการลงมือปฏิบัติจริง เพื่อให้เกิดความเข้าใจอย่างลึกซึ้งและสามารถประยุกต์ใช้ได้จริงในการทำงาน นอกจากนี้ ยังต้องมีการปลูกฝังจริยธรรมและความรับผิดชอบในการใช้ AI ควบคู่ไปด้วย เพื่อให้เกิดการพัฒนาและใช้งาน AI อย่างยั่งยืนและเป็นประโยชน์ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดีจากการได้รับคำแนะนำและให้คำปรึกษาจากอาจารย์ในวิทยาลัยนวัตกรรมการศึกษาเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยรังสิต

เอกสารอ้างอิง

[1] World Economic Forum, "The Future of Jobs Report 2020," 2020. [Online]. Available: <https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2020>

- [2] กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม และกระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม, "แผนปฏิบัติการด้านปัญญาประดิษฐ์แห่งชาติ เพื่อการพัฒนาประเทศไทย พ.ศ. 2565 – 2570", 2565.
- [3] อ. คัมภะทิพย์ และ ม. มากรัตน์, "การทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ: วิธีการปฏิบัติที่ละขั้นตอน," วารสารเครือข่ายวิทยาลัยพยาบาลและการสาธารณสุขภาคใต้, ปีที่ 3, ฉบับที่ 3, หน้า 246-259, ก.ย. - ธ.ค. 2559
- [4] D. Long and B. Magerko, "What is AI Literacy? Competencies and Design Considerations," in Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, pp. 1-16, 2020.
- [5] D. T. K. Ng, J. K. L. Leung, S. K. W. Chu, and M. S. Qiao, "Conceptualizing AI literacy: An exploratory review," Computers and Education: Artificial Intelligence, vol. 2, p. 100041, 2021.
- [6] Y. Yi, "Establishing the concept of AI literacy: Focusing on competence and purpose," JAHR, vol. 12, no. 24, pp. 353-368, 2021.
- [7] T. Heyder and O. Posegga, "Extending the foundations of AI literacy," in Proceedings of the 42nd International Conference on Information Systems (ICIS 2021), Austin, TX, USA, pp. 1-9, 2021.
- [8] D. Cetindamar, K. Kitto, M. Wu, Y. Zhang, B. Abedin, and S. Knight, "Explicating AI Literacy of Employees at Digital Workplaces," IEEE Transactions on Engineering Management, vol. 71, pp. 810-823, 2024.
- [9] K. Chetty, "AI Literacy for an Ageing Workforce: Leveraging the Experience of Older Workers," OBM Geriatrics, vol. 7, no. 3, Jul. 2023.
- [10] M. Pinski and A. Benlian, "AI Literacy - Towards Measuring Human Competency in Artificial Intelligence," in Proceedings of the 56th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS), pp. 165-174, 2023.
- [11] M. C. Laupichler, A. Aster, N. Haverkamp, and T. Raupach, "Development of the 'Scale for the assessment of non-experts' AI literacy' – An exploratory factor analysis," Computers in Human Behavior Reports, vol. 12, Article 100338, 2023.
- [12] K. MacCallum, D. Parsons, and M. Mohaghegh, "Identifying the components of foundational Artificial Intelligence (AI) literacy - Early results from a Delphi study," in Proceedings ASCILITE 2023: People, Partnerships and Pedagogies, Christchurch, New Zealand, pp. 157-166, 2023.

อิทธิพลของประเภทของภาพถ่ายที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อ NFTs ผ่านการระดมทุนในองค์กรไม่แสวงหาผลกำไร

Influence of Photo Genres Affecting the Purchase Decision Through NFTs Fundraising in Non-Profit Organizations

พูนลาภ ตั้งอาสนะวิทย์

Poonlap Tangasanawit

สาขาวิชาเทคโนโลยีสื่อสังคม

วิทยาลัยนวัตกรรมดิจิทัลเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยรังสิต

Social Media Technology Department,

College of Digital Innovation Technology, Rangsit University

Pathum Thani, Thailand.

Poonlap.t@rsu.ac.th

วันทนีย์ เจียรสุนันท์

Wantanee Chiansunan

สาขาวิชาเทคโนโลยีสื่อสังคม

วิทยาลัยนวัตกรรมดิจิทัลเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยรังสิต

Social Media Technology Department,

College of Digital Innovation Technology, Rangsit University

Pathum Thani, Thailand.

Wantanee.c@rsu.ac.th

บทคัดย่อ — การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของประเภทของภาพถ่ายที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อ NFTs ผ่านการระดมทุนในองค์กรไม่แสวงหาผลกำไร โดยใช้เกณฑ์การคัดเลือกประเภทของภาพถ่ายจากหน่วยงานและโครงการประกวดการถ่ายภาพระดับนานาชาติ รวมจำนวน 5 แห่ง จำนวน 20 ประเภทภาพถ่าย และนำมาเปรียบเทียบกับประเภทของภาพถ่าย NFT ที่มีผู้ซื้อจากโครงการระดมทุนขององค์กรไม่แสวงหาผลกำไรจากต่างประเทศ 1 แห่ง และผู้วิจัยได้รับความร่วมมือจากองค์กรไม่แสวงหาผลกำไรจากในประเทศ ในการจัดระดมทุนโครงการภาพถ่าย NFT อีก 1 แห่ง รวมจำนวนภาพถ่าย NFT ทั้งหมด 191 ชิ้น โดยมีผลการวิจัย ในช่วงระยะเวลาการระดมทุน 3 เดือน มีผู้ซื้อทั้งหมด 53 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 27.75 โดยประเภทภาพถ่าย Lifestyle มีจำนวนผู้ซื้อมากที่สุด คือ 11 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 20.75 รองลงมาคือ ประเภทภาพถ่าย Environment 8 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 15.09 ประเภทภาพถ่าย Animal 5 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 9.43 และประเภทภาพถ่าย Portrait คือ 5 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 9.43 ตามลำดับ

คำสำคัญ — ประเภทของภาพถ่าย, เทคโนโลยีสินทรัพย์ดิจิทัล, การระดมทุน, องค์กรไม่แสวงหาผลกำไร,

ABSTRACT — This research is a qualitative study aimed at examining the influence of photography genres affecting the purchase decision through NFTs fundraising in non-profit organizations. The selection criteria for the types of photographs were based on international photography contests and institutions, totaling 20 categories from 5 different sources. These were compared with the types of NFT photographs purchased through the fundraising project of one international non-profit organization. Additionally, the researcher collaborated with a domestic non-profit organization to organize another NFT photography fundraising project. According to the research results, during the 3-month fundraising period, a total of

53 items were purchased, accounting for 27.75%. Lifestyle Photo Genre had the highest number of purchases, with 11 items sold, accounting for 20.75%. This was followed by Environment Photo Genre, with 8 items purchased, representing 15.09%. The Animal and Portrait Photo Genres both recorded 5 purchases each, accounting for 9.43% respectively.

Keywords — Photo Genre, Non-Fungible Token, Fundraising, Non-Profit Organizations

1. บทนำ

เทคโนโลยี NFT หรือที่ย่อมาจาก Non-Fungible Tokens คือสินทรัพย์ดิจิทัลที่มีลักษณะเฉพาะตัวไม่สามารถทดแทนกันได้ NFT จัดเป็นสินทรัพย์ดิจิทัลที่มีเอกลักษณ์เฉพาะตัว สามารถซื้อ ขาย และแลกเปลี่ยนได้บนแพลตฟอร์มบล็อกเชน ทำให้ผู้ซื้อสามารถพิสูจน์ความเป็นเจ้าของผลงานดิจิทัลได้อย่างชัดเจน จากข้อมูลของ statista.com [1] ระบุว่าจำนวนผู้ใช้ NFT ทั่วโลกในปี 2024 มีจำนวน 14.67 ล้านคน เพิ่มขึ้นจากปี 2023 ที่มีจำนวนผู้ใช้ 13.27 ล้านคน ปี 2022 ที่มีจำนวนผู้ใช้ 9.85 ล้านคน และ ปี 2021 ที่มีจำนวนผู้ใช้ 3.51 ล้านคน ซึ่งเป็นช่วงที่เทคโนโลยี NFT เริ่มได้รับความนิยมทั่วโลก อย่างไรก็ตามแม้ว่าจำนวนผู้ใช้ NFT จะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทุกปี แต่จำนวนยอดขาย NFT กลับสวนทางกัน โดยข้อมูลจาก techreport.com [2] ระบุว่ามูลค่ายอดขาย NFT เฉลี่ยรายวันในปี 2022 ที่มียอดสูงสุดเฉลี่ย 191.3 ล้านดอลลาร์ต่อวัน ลดลงต่อเนื่องจนถึงปี 2024 โดยอยู่ในจุดที่มีความเสถียรของยอดขายเฉลี่ย 5.13 ล้านดอลลาร์ต่อวัน และด้วย NFT เป็นเหรียญดิจิทัลที่ไม่สามารถใช้ทดแทนกันได้ มีลักษณะเฉพาะเหรียญไม่ซ้ำกัน จึงทำให้มีประเภทของ NFT หลากหลายประเภท เช่น สื่อดิจิทัลที่เป็น ภาพถ่าย ภาพวาด ภาพกราฟิก ภาพโปรไฟล์ เสียง หรือเกม เป็นต้น โดยเว็บไซต์ nftpricefloor.com [3] ได้สำรวจประเภทของ NFT ที่มีมูลค่ารวมในตลาดสูงที่สุด โดยอันดับที่ 1 คือ NFT ประเภทภาพโปรไฟล์ (Profile Picture:

PPF/ Avatar) อันดับที่ 2 คือ NFT ประเภทที่มีความสำคัญทางประวัติศาสตร์ (Historical NFT) และอันดับที่ 3 คือ NFT ประเภทผลงานศิลปะ (Art NFT) จึงเห็นได้ว่า NFT ประเภทผลงานภาพถ่าย ที่จัดว่าเป็นหนึ่งในประเภทของผลงานศิลปะ ได้รับความนิยมเป็นอันดับต้นๆ ของตลาด NFT ทั่วโลก

ตารางที่ 1. ประเภทของ NFT ตามมูลค่ารวมในตลาด

Rank	Category	Market Cap
1	Profile Picture: PPF/ Avatar	\$3,718,131,238
2	Historical NFT	\$1,017,961,912
3	Art	\$1,000,023,255
4	Gaming	\$482,333,386
5	Utility NFT	\$272,892,135
6	Metaverse	\$211,615,409

ที่มา: <https://nftpricefloor.com/categories>

(ข้อมูลวันที่ 19 สิงหาคม 2567)

ปัจจุบันมีผู้ซื้อและใช้ NFT ด้วยเหตุผลเฉพาะด้านมากขึ้น โดยข้อมูลจากศูนย์วิจัยบล็อกเชน CoinGecko ที่ได้ศึกษาจากผู้ซื้อ NFT จำนวน 343 คน ในปี 2023 ระบุว่าปัจจัยสูงสุดที่ผู้ใช้ซื้อ NFT คือ คุณประโยชน์ของ NFT ที่นำไปใช้ได้หลากหลาย คิดเป็นร้อยละ 77.6 รวมถึงปัจจัยในการซื้อเพื่อการส่งผลกระทบต่อสังคม คิดเป็นร้อยละ 60.6 จึงเห็นได้ว่าปัจจุบันแนวโน้มของการซื้อ NFT มีวัตถุประสงค์ที่เฉพาะมากขึ้น

Sweeney & Soutar (2001) ได้ศึกษาวิจัยถึงการรับรู้คุณค่า โดยพัฒนามาตรวัดที่เรียกว่า PERVAL (Perceived Value) โดยการรับรู้คุณค่าจะถูกพิจารณาจากปัจจัยทั้งหมด และส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อ ซึ่งแบ่งมูลค่าที่รับรู้ออกเป็นสี่ประเภทหลัก 4 คือ

- 1) มูลค่าทางการเงิน (Monetary Value) เกี่ยวข้องกับความคุ้มค่าในการใช้จ่ายเงินเพื่อซื้อผลิตภัณฑ์หรือบริการ สำหรับ NFT มูลค่าทางการเงินอาจรวมถึงราคาที่สมเหตุสมผล การได้รับคุณค่าในเงิน และการเป็นทางเลือกที่ประหยัด นอกจากนี้ยังรวมถึงการอนุญาตสิทธิในการครอบครองที่สามารถซื้อ ขาย และโอน
- 2) มูลค่าการใช้งาน (Functional Value) หมายถึงประโยชน์ที่ผู้ใช้ได้รับจากประสิทธิภาพและคุณภาพของผลิตภัณฑ์หรือบริการ สำหรับ NFT มูลค่าการใช้งานอาจรวมถึงคุณลักษณะการกระจายศูนย์ ความเป็นเจ้าของเหรียญที่ไม่ซ้ำกัน ความปลอดภัย และการให้สิทธิพิเศษเฉพาะ เช่น การเข้าถึงกิจกรรมพิเศษหรือสิทธิในการลงคะแนนเสียงในองค์กร
- 3) มูลค่าทางอารมณ์ (Emotional Value) มาจากความรู้สึกและสภาวะอารมณ์ที่เกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์กับผลิตภัณฑ์หรือบริการ การมีประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับอารมณ์เชิงบวก เช่น ความสุข ความสนุก หรือความตื่นเต้นจากการเป็นเจ้าของ NFT ที่มีความสวยงามหรือเป็นเอกลักษณ์
- 4) มูลค่าทางสังคม (Social Value) เกิดจากการได้รับการยอมรับและการอนุมัติจากผู้อื่น ผ่านการมีส่วนร่วมในชุมชนหรือการแสดงออกถึงตัวตน สำหรับ NFT มูลค่าสังคมรวมถึง

การเข้าถึงและการมีส่วนร่วมในชุมชน NFT การแสดงการเป็นเจ้าของ NFT ออนไลน์เพื่อเป็นสัญลักษณ์ของตัวตนที่ต้องการ หรือการมีส่วนร่วมในการแบ่งปันข่าวสารและความรู้กับสมาชิกในชุมชน

Yilmaz, Sagfossen & Velasco [4] ได้ศึกษาการรับรู้คุณค่า ของผู้บริโภคจนเป็นแรงขับไปสู่ความชอบ ตัดสินใจซื้อ และถือครอง NFTs ซึ่งได้นำ PERVAL มาใช้เป็นการรอบในการศึกษาผู้ใช้ NFT จำนวน 278 คน ผลลัพธ์ คือ มูลค่าทางอารมณ์ (Emotional Value) เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลสูงสุดกับการชอบ ตัดสินใจซื้อ และถือครอง NFT

การระดมทุนในองค์กรไม่แสวงหาผลกำไร (Non-Profit Organizations : NPO) ผ่าน NFT เป็นกิจกรรมเพื่อหารายได้เป็นเงินบริจาคหรือเงินสนับสนุน ที่จัดว่าเป็นช่องทางรายได้หลักให้กับองค์กรไม่แสวงหาผลกำไรเพื่อนำไปใช้ดำเนินกิจกรรมเพื่อสังคมต่างๆขององค์กร โดยสำนักงานสถิติแห่งชาติได้จัดทำโครงการสำรวจองค์กรเอกชนที่ไม่แสวงหากำไรในประเทศไทย [5] โดยดำเนินการสำรวจทุก 5 ปี ข้อมูลล่าสุดในปี พ.ศ. 2561 ระบุว่าจำนวนขององค์กรไม่แสวงหาผลกำไรในประเทศไทยทั้งหมดจำนวน 84,099 แห่ง และมีรายได้หลักจากเงินที่ได้รับบริจาค คิดเป็นร้อยละ 56.8 จากรายได้ทั้งหมด ซึ่งผู้ที่บริจาคส่วนใหญ่เป็นประชาชนบุคคลทั่วไป คิดเป็นร้อยละ 83 ด้วยเหตุผลดังกล่าวเทคโนโลยี NFT จึงเปิดโอกาสใหม่ ๆ ให้กับองค์กรไม่แสวงหาผลกำไร ในการระดมทุนในรูปแบบที่มีความสร้างสรรค์ ด้วยการขายผลงานศิลปะดิจิทัลได้หลากหลายประเภท เช่น ภาพวาดดิจิทัล ภาพถ่าย ภาพเคลื่อนไหว ภาพ 3 มิติ รวมไปถึงสื่อประเภทเสียง และเกมหรือเนื้อหาอื่น ๆ ที่มีคุณค่า โดยรายได้จากการขายจะนำไปใช้ในกิจกรรมทางสังคมและโครงการต่าง ๆ ขององค์กร อีกทั้งการใช้เทคโนโลยี NFT ยังช่วยให้การระดมทุนนั้นมีความโปร่งใสและมีประสิทธิภาพ ปัจจุบันการระดมทุนโดยการใช้ NFT เป็นอีกหนึ่งกลยุทธ์ที่องค์กรไม่แสวงหากำไรใช้อย่างแพร่หลายทั่วโลก เช่น World Wildlife Fund (WWF) ได้เปิดตัว NFT ที่มีชื่อว่า "Crypto Animal Collection" เพื่อช่วยระดมทุนสำหรับการอนุรักษ์สัตว์ใกล้สูญพันธุ์ NFT ชุดนี้มีการรวมภาพถ่ายสัตว์ป่าที่ถูกสร้างขึ้นในรูปแบบดิจิทัล โดยรายได้จากการขายจะถูกนำไปใช้ในการสนับสนุนโครงการอนุรักษ์สัตว์ป่า หรือ องค์กร Save the Children ได้ร่วมมือกับช่างภาพและศิลปินในการสร้าง NFT ที่มีชื่อว่า "NFTs for Education" โดยจัดทำเป็น NFT ภาพถ่ายจากโครงการการศึกษาและการช่วยเหลือเด็กที่ทางองค์กรดำเนินการอยู่ จะเห็นว่าองค์กรไม่แสวงหากำไร ใช้การขาย NFT ในลักษณะของผลงานภาพถ่ายดิจิทัล โดยมีเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมขององค์กร ซึ่งมีประเภทของภาพถ่ายที่หลากหลาย จึงเป็นที่มาของการวิจัยนี้ว่า อิทธิพลของประเภทของภาพถ่ายแบบต่างๆ มีผลต่อการตัดสินใจซื้อ NFT หรือไม่อย่างไร

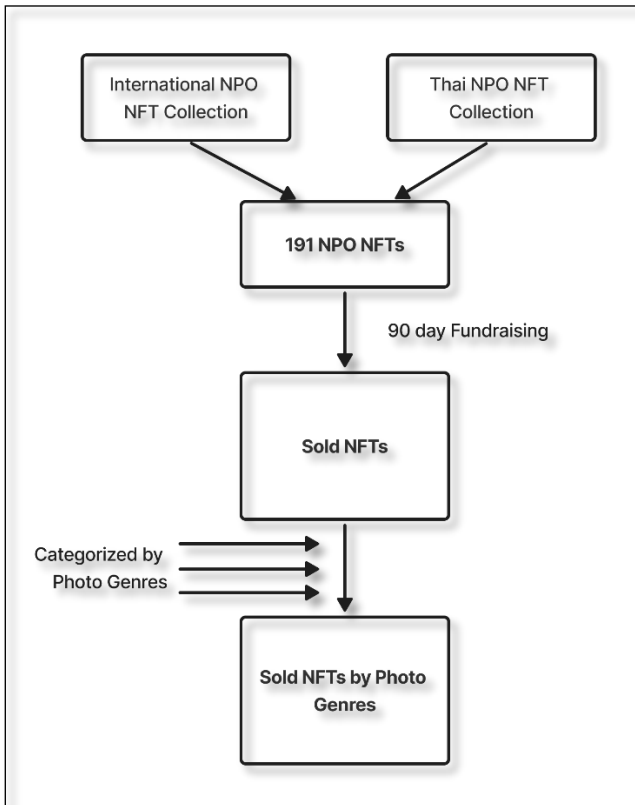
2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การศึกษาวิจัยเรื่อง อิทธิพลของประเภทของภาพถ่ายที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อ NFTs ผ่านการระดมทุนในองค์กรไม่แสวงหาผลกำไร มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประเภทของภาพถ่ายแบบต่างๆ ที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อ NFT แบบภาพถ่าย ผ่านการระดมทุนด้วยการขายผลงานภาพถ่าย NFT ในองค์กรไม่แสวงหาผลกำไร

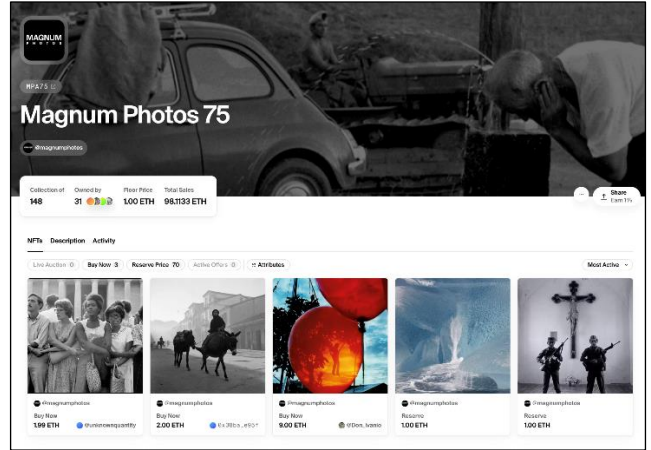
3. วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบของการวิจัย โดยการศึกษาโครงการระดมทุนด้วยการใช้ NFT แบบภาพถ่าย โดยศึกษาจากองค์กรไม่แสวงหากำไรในต่างประเทศ คือ Magnum Photos สมาคมการถ่ายภาพระดับนานาชาติ ที่จัดโครงการระดมทุนในรูปแบบ NFT ชื่อว่า Magnum Photos 75 มีจำนวนผลงาน NFT ภาพถ่าย 148 ชิ้น [6] และในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้รับความร่วมมือกับองค์กรไม่แสวงหากำไรจากภายในประเทศ คือ กองทุนประชากรแห่งสหประชาชาติ ประจำประเทศไทย (UNFPA Thailand) ในการสร้าง NFT ภาพถ่ายจากนักถ่ายภาพ 15 คน ผลิตผลงานภาพถ่าย NFT จำนวน 43 ชิ้น เพื่อระดมทุนเป็นระยะเวลา 90 วัน ในชื่อโครงการว่า smt connect [7] รวมผลงาน NFT ทั้งหมด 191 ชิ้น จากนั้นพิจารณาผลลัพธ์จากการระดมทุนในระยะเวลา 90 วัน นำภาพถ่าย NFT ที่มีผู้ซื้อมาวิเคราะห์ประเภทของภาพถ่าย โดยเปรียบเทียบกับประเภทของภาพถ่ายที่ผู้วิจัยได้ศึกษาจากเกณฑ์การจัดประเภทโดยผู้เชี่ยวชาญที่เป็นหน่วยงานสถาบันหรือหน่วยงานการประกวดด้านการถ่ายภาพระดับสากล จำนวน 5 แห่ง [8-12] ดังตารางที่ 2 จากนั้นนำประเภทของภาพถ่ายเดียวกันมาใช้เป็นเกณฑ์ประเภทของภาพถ่าย รวมแบ่งได้เป็น 20 ประเภทภาพถ่าย ดังตารางที่ 3

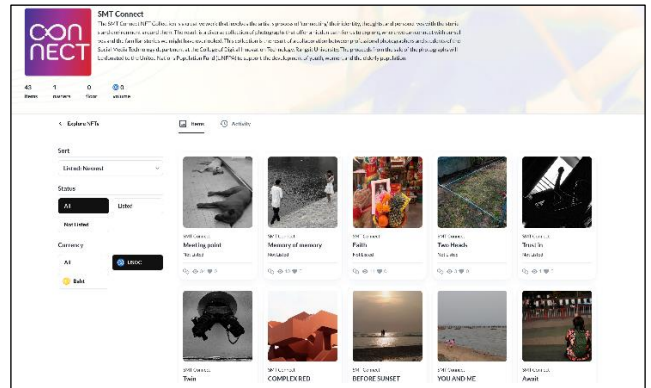
จากวิธีดำเนินการวิจัยดังกล่าว ผู้วิจัยจะได้ผลลัพธ์เป็นประเภทของภาพถ่าย NFT ที่มีผู้ซื้อ ซึ่งสะท้อนอิทธิพลของประเภทของภาพถ่ายที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อ NFT ผ่านการระดมทุนในองค์กรไม่แสวงหากำไร



รูปที่ 1. กรอบกระบวนการวิจัย



รูปที่ 2. ภาพผลงาน NFT ภาพถ่ายโครงการ Magnum Photos 75 ที่มา: <https://foundation.app/collection/mpa75>



รูปที่ 3. ภาพผลงาน NFT ภาพถ่ายโครงการ smt connect

ตารางที่ 2. แสดงจำนวนประเภทของภาพถ่ายของผู้เชี่ยวชาญด้านการถ่ายภาพ

ชื่อหน่วยงานหรือสถาบันการประกวดด้านการถ่ายภาพ	จำนวนประเภทของภาพถ่าย
About Photography Inc.	15
Adobe Inc.	28
Monovisions Photography Awards	12
World Photography Organization : Sony World Photography Awards	15
IPA International Photography Awards	31

ตารางที่ 3. ตารางแสดงประเภทของภาพถ่าย 20 ประเภท

ลำดับ	ประเภทของภาพถ่ายจัดแบ่งตามผู้เชี่ยวชาญด้านการถ่ายภาพ
1	Abstract
2	Aerial
3	Architecture
4	Astro
5	Animal

6	Documentary
7	Environment
8	Fashion
9	Fine Art
10	Food
11	Landscape
12	Lifestyle
13	Macro
14	Nature
15	Portrait
16	Object / Still Life
17	Sports
18	Street
19	Travel
20	Wedding

4. ผลการวิจัย

การศึกษาวิจัยเรื่อง อิทธิพลของประเภทของภาพถ่ายที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อ NFTs ผ่านการระดมทุนในองค์กรไม่แสวงหาผลกำไร มีผลลัพธ์ตามกรอบของการวิจัย ดังนี้

จากการศึกษาผลงาน NFT ประเภทภาพถ่าย จากโครงการระดมทุนในองค์กรไม่แสวงหาผลกำไรจากต่างประเทศ จำนวน 148 ชิ้น และโครงการระดมทุนในองค์กรไม่แสวงหาผลกำไรจากในประเทศ จำนวน 43 ชิ้น รวมผลงาน NFT ประเภทภาพถ่ายทั้งหมดจำนวน 191 ชิ้น ในช่วงระยะเวลาการระดมทุน 3 เดือน มีผู้ซื้อทั้งหมด 53 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 27.75 และเมื่อนำผลงาน มาแบ่งตามประเภทของภาพถ่าย จะได้ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงจำนวนผลงาน NFT ที่มีผู้ซื้อ แบ่งตามประเภทของภาพถ่าย

ประเภทของภาพถ่าย จัดแบ่งตามผู้เชี่ยวชาญด้านการ ถ่ายภาพ	จำนวน ผลงาน NFT ที่มีผู้ซื้อ	ร้อยละ
Lifestyle	11	20.75
Environment	8	15.09
Animal	5	9.43
Portrait	5	9.43
Documentary	4	7.55
Nature	4	7.55
Object / Still Life	3	5.66
Street	3	5.66
Abstract	2	3.77
Fashion	2	3.77
Landscape	2	3.77
Aerial	1	1.89
Architecture	1	1.89
Sports	1	1.89
Travel	1	1.89
Astro	0	0
Fine Art	0	0

Food	0	0
Macro	0	0
Wedding	0	0
รวม	53	100

จากข้อมูลในตารางที่ 4 จะเห็นว่า NFT ภาพถ่ายประเภท Lifestyle จะมีจำนวนผู้ซื้อมากที่สุด คือ 11 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 20.75 ของจำนวนผลงานที่มีผู้ซื้อทั้งหมด รองลงมาคือ NFT ภาพถ่ายประเภท Environment คือ 8 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 15.09 และ NFT ภาพถ่ายประเภท Animal คือ 5 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 9.43 NFT ภาพถ่ายประเภท Portrait คือ 5 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 9.43 ตามลำดับ

5. บทสรุป

การศึกษาวิจัยเรื่อง อิทธิพลของประเภทของภาพถ่ายที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อ NFTs ผ่านการระดมทุนในองค์กรไม่แสวงหาผลกำไร เป็น การวิจัยเชิงคุณภาพที่ตั้งสมมติฐานจากการศึกษาข้อมูลจากผลการวิจัย ว่า ด้วย ปัจจัยมูลค่าทางอารมณ์ ที่มีอิทธิพลสูงสุดกับการตัดสินใจซื้อ NFT จากนั้นนำมากำหนดกรอบการศึกษาวิจัยและทดลอง จนได้ผลลัพธ์เพื่อเป็น ข้อมูลแนวทางในการระดมทุนด้วย NFT ขององค์กรไม่แสวงหาผลกำไร โดยผลลัพธ์จากการวิจัยที่ได้ก็ยังมีขอบเขตอยู่จำกัด ด้วยขอบเขตของ ระยะเวลาในการระดมทุน 3 เดือน สามารถสะท้อนถึงผลลัพธ์ได้จำกัด รวมถึงการศึกษาถึง NFT ที่ได้รับความนิยมประเภทอื่น เช่น NFT แบบ ภาพวาด หรือ กราฟิก ก็ไม่ได้เป็นขอบเขตในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ อีกทั้ง ปัจจุบันการระดมทุนด้วย NFT ก็ยังมีปัจจัยด้านความนิยมในตัวบุคคล ผู้สร้างผลงานอีกด้วย ซึ่งข้อมูลจากการวิจัยนี้ก็ยังสามารถนำไปศึกษาวิจัย ต่อ ยอดได้อีกในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ กองทุนประชากรแห่งสหประชาชาติ ประจำประเทศไทย (UNFPA Thailand) และบริษัท NFTGT ในการร่วมสร้าง NFT ภาพถ่ายเพื่อระดมทุนในโครงการ smt connect ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] "NFT Awareness & Adoption Around the World – The Latest Statistics and Trends" Kate Sukhanova. <https://techreport.com/statistics/crypto/nft-awareness-adoption-statistics/> (access Aug. 17, 2024).
- [2] "Why Do People Buy NFTs: 2023 Study" Lim Yu Qian. <https://www.coingecko.com/research/publications/why-people-buy-nfts/> (access Aug. 15, 2024).
- [3] "NFT categories ranking" NFTPriceFloor. <https://nftpricefloor.com/categories/> (access Aug. 19, 2024).
- [4] T. Yilmaz, S. Sagfossen, C. Velasco. "What makes NFTs valuable to consumers? Perceived value drivers associated with NFTs liking, purchasing, and holding" J. Bus. Res., 165 (2023), Article 114056
- [5] สำนักงานสถิติแห่งชาติ. (17 กรกฎาคม 2567). การสำรวจองค์การเอกชนที่ไม่แสวงหากำไร พ.ศ. 2561. https://catalogapi.nso.go.th/api/doc/department/D10/SD10_04/SD10_04_120_4.pdf
- [6] "Magnum Photos 75 NFT Collection" Magnum Photos. <https://foundation.app/collection/mpa75> (access Aug. 11, 2024).

- [7] "The SMT Connect NFT Collection" NFTGT Marketplace. <https://nftgt.net/collection/0xf355c6258f5c40decca91d3ebb86d18938d66a73> (access Aug. 5, 2024).
- [8] "Photography Genres" About Photography. <https://aboutphotography.blog/photography-genres> (access July. 23, 2024).
- [9] "28 types of photography styles." Adobe Inc.. <https://www.adobe.com/creativecloud/photography/discover/types-of-photography.html> (access July. 23, 2024).
- [10] "12 Categories" MONOVISIONS Photography Awards – International Black & White Photo Contest. <https://monovisionsawards.com> (access July. 24, 2024).
- [11] "Sony World Photography Awards" World Photography Organization. <https://www.worldphoto.org/sony-world-photography-awards> (access July. 25, 2024).
- [12] "Categories | International Photography Awards" The International Photography Awards. <https://www.photoawards.com/categories/> (access July. 25, 2024).

การวิเคราะห์พฤติกรรมความผิดปกติของผู้ขับขี่ จากทิศทางการมองและการกะพริบตา

Analysis of Abnormal Driver Behavior from Gaze Direction and Blinking

ชญานา นราพงษ์

Chanya Naraphong

วิทยาลัยนวัตกรรมดิจิทัลเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยรังสิต

College of Digital Technology Innovation

Rangsit University

ปทุมธานี, ประเทศไทย

Pathum Thani, Thailand

chanya.n65@rsu.ac.th

ณัฐภัทร เพชรสุวรรณ

Nattapat Patchsuwan

วิทยาลัยนวัตกรรมดิจิทัลเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยรังสิต

College of Digital Technology Innovation

Rangsit University

ปทุมธานี, ประเทศไทย

Pathum Thani, Thailand

nattapat.p67@rsu.ac.th

ภาคภูมิ ชัยศิริประเสริฐ

Parkpoom Chairirprasert

วิทยาลัยนวัตกรรมดิจิทัลเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยรังสิต

College of Digital Technology Innovation

Rangsit University

ปทุมธานี, ประเทศไทย

Pathum Thani, Thailand

parkpoom.c@rsu.ac.th

บทคัดย่อ — สถิติอุบัติเหตุทางรถยนต์ทั่วโลกส่วนใหญ่เกิดจากพฤติกรรมขับขี่ที่ผิดปกติ เช่น การขับรถโดยเสียสมาธิ ขาดสมาธิ การใช้โทรศัพท์มือถือ การปรับวิทยุในรถยนต์หรือระบบอื่น ๆ การขับรถด้วยความเหนื่อยล้าหรือง่วงนอนอาจนำไปสู่การเกิดอุบัติเหตุโดยตรงอันเนื่องมาจากพฤติกรรมขับขี่ที่ผิดปกติ นอกจากนี้ยังส่งผลให้เกิดความเสียหายต่อทรัพย์สินและอาจทำให้เกิดอันตรายต่อตนเองและผู้อื่น ส่งผลให้ได้รับบาดเจ็บหรือเสียชีวิต การขับขี่ที่ผิดปกติสามารถระบุได้จากการแสดงออกทางสีหน้า การหาว การกะพริบตา หรือการมองไปทางอื่น ความเหนื่อยล้าแสดงออกโดยการกะพริบตามากเกินไป เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดอุบัติเหตุทางรถยนต์ นักวิจัยได้เสนออัลกอริทึม Unified Driver Attention and Fatigue Detection (UDAF) เพื่อการปรับปรุงประสิทธิภาพในการตรวจจับพฤติกรรมขับขี่ที่ผิดปกติโดยการตรวจจับทิศทางการมองและการกะพริบตาโดยใช้ Virtual Geometry Group (VGG16) และ Long Short-Term Memory (LSTM) ในการวิจัยนี้ ได้ทำการทดลองกับภาพและวิดีโอจากกล้องด้านหน้า โดยวิจัยนี้จากการตรวจจับทิศทางการมองและการกะพริบตาผ่านอัลกอริทึม UDAF มีอัตราความแม่นยำโดยเฉลี่ย 93.12%

คำสำคัญ — ทิศทางการมอง, การกะพริบตา, UDAF, VGG16, LSTM

Abstract — Most global road accidents are mainly caused by abnormal driving behaviors such as reckless driving, distraction, mobile phone usage, adjusting radios, or other vehicle systems. Driving while tired or drowsy can directly lead to accidents due to these abnormal driving behaviors. Additionally, this can result in property damage and pose risks to oneself and others, causing injuries or fatalities. Abnormal driving behaviors can be identified through facial expressions, yawning, blinking excessively, or looking elsewhere. Signs of fatigue include excessive blinking. To analyze factors contributing to road accidents, researchers have proposed the Unified Driver Attention and Fatigue Detection (UDAF) algorithm. This algorithm aims to enhance the efficiency of detecting abnormal driving behaviors by identifying gaze

direction and blinking using Virtual Geometry Group (VGG16) and Long Short-Term Memory (LSTM). In this study, experiments were conducted using images and videos from front-facing cameras. The research achieved an average accuracy rate of 93.12% in detecting gaze direction and blinking through the UDAF algorithm.

Keywords — eye direction, eye blink, VGG16, LSTM

1. บทนำ

การขับรถบนท้องถนนเป็นกิจกรรมที่ซับซ้อนซึ่งต้องตัดสินใจอย่างรวดเร็ว ผู้ขับขี่ต้องมีสมาธิและตระหนักถึงสภาพแวดล้อมตลอดเวลาเพื่อหลีกเลี่ยงอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้น การมองซ้ายและขวาเป็นพฤติกรรมขับขี่ที่สำคัญที่สุดอย่างหนึ่ง เนื่องจากการตรวจหาสิ่งกีดขวางและยานพาหนะอื่น ๆ ที่อาจเป็นอันตรายได้ นอกจากนี้ การขับรถขณะง่วงนอนยังเป็นปัจจัยที่ลดความสามารถในการตอบสนองลงอย่างมาก ซึ่งเพิ่มโอกาสในการเกิดอุบัติเหตุร้ายแรง พฤติกรรมมองซ้ายและขวาและความง่วงนอนเป็นปัจจัยที่ส่งผลโดยตรงต่อความปลอดภัยในการขับขี่บนท้องถนน การตรวจจับและวิเคราะห์พฤติกรรมเหล่านี้สามารถช่วยให้ระบุถึงปัญหาของการเกิดอุบัติเหตุได้ เทคโนโลยีการตรวจจับดวงตาเป็นหนึ่งในวิธีที่สามารถใช้ตรวจจับพฤติกรรมเหล่านี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การวิจัยของเราเน้นที่การใช้ OpenCV และ Mediapipe เพื่อตรวจจับและวิเคราะห์พฤติกรรมขับขี่บนท้องถนนจากดวงตา วิธีนี้ใช้เทคโนโลยี Mediapipe Iris เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการตรวจจับจุดสำคัญของดวงตา และวิเคราะห์การจ้องมองซ้ายและขวาด้วยการกะพริบตา และคำนวณผลลัพธ์ เราตั้งเป้าที่จะวิเคราะห์และประเมินระดับความเครียดได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น บทความนี้จะนำเสนอรูปภาพและวิดีโอที่เกี่ยวข้องกับการระบุทิศทางการจ้องมองและการนับการกะพริบตา รวมถึงผลลัพธ์ของการตรวจจับ หากต้องการดูการตรวจจับความผิดปกติขณะขับขี่และความสนใจในสิ่งแวดล้อม

บทความนี้จะจัดระบบดังต่อไปนี้: ในส่วนที่ II จะมีการบททวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ของเครื่องจักรและการเรียนรู้เชิงลึกสำหรับการตรวจจับตาและการกะพริบตาสำหรับอาการอ่อนล้า คำอธิบายโดยละเอียด

ของกระบวนการ รวมถึงการรวบรวมข้อมูล การตรวจจับใบหน้าและดวงตา และการใช้ Mediapipe จะนำเสนอใน ส่วนที่ III ชุดข้อมูล วิธีการทดลอง และผลลัพธ์ของการใช้ Mediapipe สำหรับการตรวจจับทิศทาง การจ้องมอง และการกะพริบตา จะนำเสนอในส่วนที่ IV ผลลัพธ์และผลลัพธ์ของการตรวจจับทิศทาง การจ้องมอง และการคำนวณระยะเวลาการจ้องมองโดยรวม รวมถึงการตรวจจับการกะพริบตาสำหรับอาการผิดปกติ จะนำเสนอในส่วนที่ V ส่วนที่ VI ให้ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยเพิ่มเติมและสรุป

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษา [1] พบว่าป้ายโฆษณาริมถนนมีผลกระทบต่อความสนใจของผู้ขับขี่และความปลอดภัยบนท้องถนน การติดตามการเคลื่อนไหวของดวงตา (การมอง) เป็นตัวแปรหลักที่ใช้ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะของการขับขี่/สภาพแวดล้อมริมถนน การขับขี่แบบอัตโนมัติช่วยให้ผู้ขับขี่สามารถมุ่งเน้นไปที่กิจกรรมอื่น ๆ [2] ได้ พวกเขาเน้นย้ำถึงความสำคัญของการตรวจสอบการมีสมาธิของผู้ขับขี่ เพื่อให้การเปลี่ยนแปลงการควบคุมเป็นไปอย่างปลอดภัย และแนะนำว่า HUDs (จอแสดงผลบนกระจกหน้า) มีประสิทธิภาพในการช่วยให้ผู้ขับขี่ยังคงมีสมาธิอยู่บนถนน

ความสำคัญของการจำแนกการเคลื่อนไหวของดวงตาอย่างแม่นยำ [3] โดยเฉพาะขณะขับขี่ พวกเขาได้เสนออัลกอริทึมต้นไม้การตัดสินใจ (decision tree) ที่ได้รับการปรับปรุงสำหรับการจำแนกการเคลื่อนไหวของดวงตา ซึ่งไม่ขึ้นอยู่กับที่ตั้งค่าเกณฑ์และสภาพแวดล้อม ผลลัพธ์สำคัญแสดงให้เห็นความแม่นยำในการติดตามที่ราบรื่นที่ 92.63%, 93.46% และ 65.29% ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาระบบช่วยเหลือผู้ขับขี่ขั้นสูง

การศึกษาถึงความจำเป็นในการปรับปรุงอินเทอร์เฟซ [4] เพื่อเพิ่มความปลอดภัยในการขับขี่และลดอุบัติเหตุทางจราจร พวกเขาเสนอระบบที่เรียกว่า GazMon ซึ่งใช้กล้องหน้าของสมาร์ทโฟนในการวิเคราะห์ลักษณะใบหน้า ตำแหน่งศีรษะ และจุดศูนย์กลางของรูม่านตาเพื่อคาดการณ์พฤติกรรมการขับขี่ GazMon มีเป้าหมายเพื่อเป็นวิธีการที่เหนือกว่าในการติดตามและส่งเสริมการขับขี่ที่ปลอดภัยมากขึ้น นักวิจัยบางกลุ่มยังได้ศึกษา [5] ข้อมูลภาพบนหน้าจอเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้ผู้ขับขี่เสียสมาธิ โดยใช้แผนที่ความสนใจ (attention maps) และการบันทึกการเคลื่อนไหวของดวงตา พวกเขาพบว่าเส้นทางบนถนนบริเวณด้านบนและตรงกลางของถนนดึงดูดความสนใจได้มากกว่าป้ายข้างทาง

Pradeep Narayana และ Nada Attar [6] พบว่าการขับขี่ที่เสียสมาธิเป็นสาเหตุสำคัญของอุบัติเหตุบนท้องถนนทั่วโลก การศึกษาที่ใช้เครื่องจำลองการขับขี่เพื่อวิเคราะห์การเคลื่อนไหวของดวงตาและขนาดของรูม่านตา ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ภาวะทางปัญญา ผลการวิจัยนี้สามารถช่วยพัฒนามาตรการเฉพาะเพื่อแก้ปัญหาการขับขี่ที่เสียสมาธิและเพิ่มความปลอดภัยบนท้องถนน

การศึกษาการขับขี่แบบอัตโนมัติ [7] ในระดับ SAE Level 3 หรือต่ำกว่า พวกเขาพบว่าการตอบสนองของผู้ขับขี่ต่อคำขอรับการควบคุม มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อความปลอดภัย โดยเวลาการตอบสนองที่นานขึ้นมีความสัมพันธ์กับการเคลื่อนไหวของดวงตาขนาดใหญ่ น้อยลงและการเคลื่อนไหวขนาดกลางมากขึ้น การวิเคราะห์อัลกอริทึมที่ใช้ในการตรวจจับการกะพริบตาและการรับรู้อารมณ์ [8] โดยสามารถตรวจจับอารมณ์ได้จากดวงตา รวมถึงการกะพริบตาและการเคลื่อนไหวของดวงตา งานวิจัยพบว่าผู้ขับขี่ที่ง่วงนอนมักจะกะพริบตาน้อยลง ทำให้มีความเสี่ยงต่ออุบัติเหตุมาก

ขึ้น วิธีการที่มีประสิทธิภาพ ได้แก่ คุณลักษณะ Haar-like การจับคู่แบบแม่แบบ และอัตราส่วนลักษณะของดวงตา (Eye Aspect Ratio - EAR)

การเคลื่อนไหวของดวงตาแบบซ้ำ [9] ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ของอาการง่วงนอนขณะขับขี่ โดยเกิดขึ้นในช่วงที่ดวงตาปิด พวกเขาได้แนะนำเครือข่ายประสาทเทียมคอนโวลูชันแบบหนึ่งมิติมีดิสเทล ที่ออกแบบมาเพื่อจำแนกคุณลักษณะของรูปคลื่น SEM โดย MS-1D-CNN ใช้การสุ่มตัวอย่างแบบหลายสาขาจากสัญญาณต้นฉบับและมีการใช้ชั้นเครือข่ายหลายชั้นเพื่อให้สามารถตรวจจับ SEM ได้อย่างมีประสิทธิภาพ การศึกษาพฤติกรรม การเคลื่อนไหวของดวงตา [10] เพื่อใช้เป็นดัชนีแสดงกิจกรรมทางจิตในเวลาเรียลไทม์ พวกเขาได้ประเมินว่าการเคลื่อนไหวของดวงตาระหว่างการทำการกิจตรวจจับความเสี่ยงในการขับขี่ สามารถทำนายสถานการณ์เสี่ยงได้หรือไม่ โดยการติดตามการมองของผู้ขับขี่และจดบันทึกช่วงเวลาเวลาที่พวกเขาพิจารณาเหยียบเบรกและคาดการณ์ถึงอันตราย โมเดลของพวกเขาที่ใช้ตัวอธิบายการเคลื่อนไหวของดวงตาสามารถทำนายเหตุการณ์อันตรายได้โดยมีประสิทธิภาพเฉลี่ยอยู่ที่ 70%

การตรวจจับอาการง่วงนอนของผู้ขับขี่ [11] ซึ่งเป็นสาขาที่สำคัญในด้านความปลอดภัยทางรถยนต์ พวกเขาได้พัฒนาคุณลักษณะใหม่ที่ใช้การเรียนรู้ด้วยอินโดยผสมผสานวิธีการ VGG-16 และ LGBM วิธีการของพวกเขาสามารถตรวจจับอาการง่วงนอนของผู้ขับขี่ได้ภายใน 0.00829 วินาที ซึ่งมีเป้าหมายเพื่อป้องกันอุบัติเหตุบนท้องถนนและช่วยชีวิต การศึกษาว่า HMI ในรถ เช่น จอแสดงผลสถานะของรถและมุมมองจากมุมมองของการจราจร [12] ส่งผลต่อการเคลื่อนไหวของดวงตาของผู้ขับขี่อย่างไร ก่อนและหลังคำขอควบคุม (TOR) พวกเขาพบว่า HMI เหล่านี้อาจช่วยผู้ขับขี่ได้ทั้งในขณะที่ขับขี่อัตโนมัติและเมื่อควบคุมรถ ส่งเสริมการเปลี่ยนแปลงที่ปลอดภัยยิ่งขึ้น

นักวิจัยบางกลุ่มได้ศึกษา [13] วิธีการต่างๆ เพื่อทำนายเจตนาของมนุษย์อย่างรวดเร็วและพวกเขาใช้รูปแบบการเคลื่อนไหวของดวงตาควบคู่ไปกับเทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก ผลการศึกษาของพวกเขาแสดงให้เห็นถึงความแม่นยำในการจำแนกประเภทโดยเฉลี่ยที่ 97.42% ซึ่งสูงกว่าการศึกษาก่อนหน้านี้เกี่ยวกับการทำนายเจตนาโดยใช้การจ้องมองเพียงอย่างเดียว การติดตามการจ้องมองที่ไม่ถูกจำกัด [14] ซึ่งรองรับการเคลื่อนไหวของศีรษะและร่างกายเพื่อศึกษาพฤติกรรมและประสิทธิภาพการจ้องมองแบบโต้ตอบอย่างครอบคลุม พวกเขาได้นำฟิลเตอร์ตามความเร็วมาใช้กับการเคลื่อนไหวของดวงตาอย่างรวดเร็ว (เช่น การกะพริบตา) ผลการศึกษาของพวกเขาบ่งชี้ว่าการปรับปรุงนี้ช่วยเพิ่มความปลอดภัยของแบบจำลองการติดตามการจ้องมองที่ไม่ถูกจำกัดได้มากถึง 56%

การพัฒนาแบบตรวจจับความเมื่อยล้าโดยใช้ PERCLOS [15] ซึ่งเป็นอัลกอริทึมการเรียนรู้ของเครื่องจักรที่มีการควบคุมดูแล ระบบนี้จะตรวจสอบอัตราส่วนภาพของดวงตา โดยจะส่งเสียงเตือนหากไม่มีการเคลื่อนไหวใดๆ ภายใน 4 วินาที ทำให้ตรวจสอบความตื่นตัวอย่างต่อเนื่องเพื่อป้องกันอุบัติเหตุจากอาการง่วงนอนของผู้ขับขี่ อัลกอริทึมตรวจจับการกะพริบตา [16] โดยใช้กล้องแบบปรับได้เพื่อประเมินอาการง่วงนอนของผู้ขับขี่ อัลกอริทึมซึ่งใช้การจัดกลุ่ม k-means และอับเดตทุก ๆ ห้านาที แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพที่เชื่อถือได้ในสภาวะการขับขี่ที่ทั้งขณะตื่นและง่วงนอน ซึ่งช่วยปรับปรุงการตรวจสอบสถานะของผู้ขับขี่

ระบบตรวจจับอาการง่วงนอน [17] ของผู้ขับขี่โดยใช้คอมพิวเตอร์วิชันพร้อมเว็บแคมเพื่อตรวจสอบการกะพริบตาและการเคลื่อนไหวของใบหน้าอย่างต่อเนื่อง ระบบจะตรวจจับอาการง่วงนอนโดยวิเคราะห์ว่าผู้ขับขี่

หลับตาเป็นระยะเวลาหนึ่งหรือไม่ และจะส่งเสียงเตือนในกรณีดังกล่าว ระบบทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพในสภาพแสงต่างๆ และแม้กระทั่งเมื่อผู้ขับขี่สวมแว่นตา

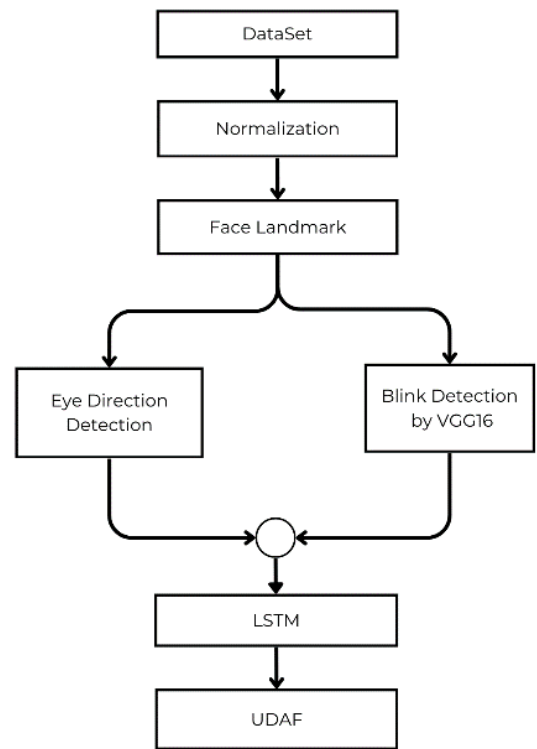
ระบบตรวจจับอาการง่วงนอนแบบเรียลไทม์ [18] เพื่อวิเคราะห์การเคลื่อนไหวของดวงตาและอัตราการกระพริบตา ระบบจะประมวลผลอินพุตวิดีโอเพื่อตรวจจับและติดตามจุดสังเกตบนใบหน้า โดยเฉพาะการโฟกัสที่ดวงตา เมื่อตรวจพบตัวบ่งชี้อาการง่วงนอน เช่น การกระพริบตาค่อยๆ หรือหลับตา ระบบจะส่งสัญญาณเตือนผู้ขับขี่ทันทีเพื่อป้องกันอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้น ระบบตรวจจับอาการง่วงนอนแบบเรียลไทม์ [19] เพื่อตรวจสอบการกระพริบตาและการแสดงออกทางสีหน้า โดยการวิเคราะห์อัตราส่วนของดวงตาและติดตามรูปแบบการกระพริบตา ระบบจะระบุสัญญาณของอาการง่วงนอน เมื่อตรวจพบการหลับตาเป็นเวลานานหรือการกระพริบตาค่อยๆ ระบบจะส่งสัญญาณเตือน ทำให้ผู้ขับขี่ตื่นตัวและลดความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุ

3. วิธีการ

การขับขี่บนท้องถนนต้องอาศัยความระมัดระวังและความตื่นตัวอย่างสูง การสังเกตสภาพแวดล้อมรอบตัวและตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วเป็นสิ่งสำคัญในการขับขี่ที่ปลอดภัย อาการผิดปกติของผู้ขับขี่ เช่น อาการง่วงนอน เป็นหนึ่งในสาเหตุหลักของอุบัติเหตุ เนื่องจากทำให้เวลาตอบสนองช้าลง ส่งผลต่อการตัดสินใจ และอาจทำให้สูญเสียการควบคุมรถ ดังนั้น การตรวจจับและวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมของผู้ขับขี่จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการเพิ่มความปลอดภัยบนท้องถนน

เพื่อจุดประสงค์นี้ เราได้ทำการวิจัยเพื่อทำความเข้าใจวิธีการตรวจจับความผิดปกติในการขับขี่และประเมินความสนใจของผู้ขับขี่ ระบบตรวจจับอาการเหล่านี้ประกอบด้วยเวิร์กโฟลว์ที่รวมถึงการประมวลผลข้อมูล การตรวจจับการเหลือบมองซ้ายและขวา และการวิเคราะห์พฤติกรรมของผู้ขับขี่ ขั้นตอนต่างๆ ได้แก่ การปรับขนาดภาพและปรับสี การตรวจจับตำแหน่งของดวงตา และการวิเคราะห์การกระพริบตาเพื่อตรวจหาความผิดปกติ [20] ในการขับขี่ รายละเอียดของขั้นตอนการทำงานในแต่ละขั้นตอนจะแสดงในรูปที่ 1

- ขั้นตอนแรกจะแบ่งชุดข้อมูลออกเป็นหมวดหมู่ตามสิ่งที่ต้องการตรวจจับ จากนั้นชุดข้อมูลที่เตรียมไว้จะถูกทำให้เป็นมาตรฐานและแสดงเป็นฮิสโทแกรมเพื่อสร้างภาพที่ดีและตรวจจับได้ง่าย
- ในขั้นตอนถัดไป จะใช้ภาพที่ประมวลผลล่วงหน้าและปรับแต่งเพื่อตรวจสอบการจับจุดของดวงตาเพื่อกำหนดทิศทางการจ้องมองในทิศทางต่างๆ
- หลังจากนั้น ขั้นตอนการตรวจสอบวิดีโอจะตรวจจับทิศทางการจ้องมองและการกระพริบตาเพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของข้อมูล และจัดเก็บข้อมูลและปรับแต่งเพื่อความแม่นยำมากขึ้นในแต่ละขั้นตอน
- ในขั้นตอนสุดท้ายนำผลการ UDAF มาใช้เพื่อประเมินความตื่นตัวของผู้ขับขี่โดยรวม เพื่อให้ได้ค่าประเมินความเสี่ยงต่อการหลับในหรือการสูญเสียสมาธิ ช่วยให้การตรวจจับความผิดปกติมีความแม่นยำและครอบคลุมมาก



รูปที่ 1 การทำงานของระบบ

3.1. การปรับปรุงขนาดและความชัดเจนของข้อมูล

ขั้นแรก เราจะค้นหาชุดข้อมูล เพื่อที่จะทดสอบเครื่องตรวจจับของเราได้ เราจะมองไปข้างหน้า ซ้าย และขวาด้วยตาของเรา หรือเพื่อให้แน่ใจว่าทุกอย่างได้รับการตรวจสอบอย่างละเอียด เช่น ตากำลังปิดและหาว นอกจากนี้ ความเหนื่อยล้าอาจเป็นสาเหตุของดวงตาได้

$$x' = \frac{x - \min(x)}{\max(x) - \min(x)} \quad (1)$$

จากสมการที่ 1 การปรับค่า Min-Max ครั้งต่อไปให้ปรับช่วงข้อมูลให้เป็นช่วงข้อมูล [0, 1] โดยนำ Feature/คอลัมน์ตามค่าที่ตามมา (Min) แล้วหารด้วยช่วงข้อมูลนั้น (Max - Min) การปรับค่า Normal เป็นสิ่งสำคัญเพราะ:

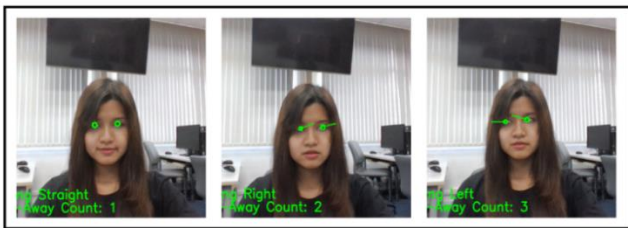
- ลดการแลกเปลี่ยน: คุณลักษณะที่มีค่าสูงกว่าอาจมีผลกระทบมากกว่าคุณลักษณะที่มีค่าต่ำกว่า หากไม่ดำเนินการใดๆ การปรับค่า Normal
- ปรับปรุงประสิทธิภาพการคำนวณ: ลดความซับซ้อนของการคำนวณและทำให้การเรียนรู้เร็วขึ้น
- ป้องกันการติดตั้งเกิน: ช่วยให้แบบจำลองเรียนรู้ได้ดีขึ้นจากข้อมูลที่กระจายอย่างใกล้ชิด ถัดไป การใช้การปรับสมมูลฮิสโทแกรมเป็นการแจกแจงความถี่ของค่าพิกเซลในภาพ โดยแกน x แสดงค่าพิกเซลและแกน y แสดงความถี่ที่ค่าพิกเซลปรากฏในภาพ และยังช่วยให้รายละเอียดในภาพชัดเจนขึ้นอีกด้วย นอกจากนี้ยังใช้ได้ดีในกรณีของภาพระดับสีเทา
- เพิ่มคอนทราสต์ของภาพ: ทำให้รายละเอียดในภาพชัดเจนขึ้น

- ความสามารถในการตรวจจับรายละเอียดที่ปรับปรุง: เหมาะสำหรับการปรับปรุงภาพที่มีคอนทราสต์ต่ำหรือภาพที่มีแสงน้อย

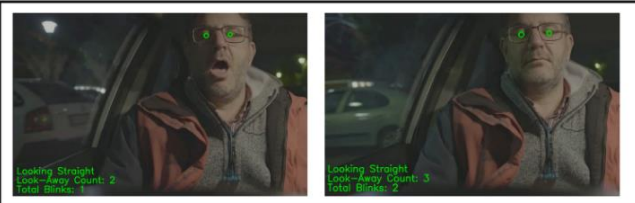
3.2. การตรวจจับ

หลังจากปรับขนาดและความสม่ำเสมอของสี รวมถึงปรับปรุงความแม่นยำในการตรวจจับแล้ว เราจะพัฒนาสคริปต์โดยใช้ OpenCV และ Mediapipe โดยใช้โมดูล Iris เพื่อตรวจจับลักษณะของดวงตา สคริปต์นี้ออกแบบมาเพื่อระบุทิศทางของการจ้องมอง (ซ้าย ขวา) และนับจำนวนการกระพริบตา ดังที่แสดงในรูปที่ 2

การประมวลผลภาพจำนวน 60 ภาพเพื่อประเมินความแม่นยำในการตรวจจับทิศทางการมองและจำนวนการกระพริบตา เมื่อผลลัพธ์จากการตรวจสอบภาพเหล่านั้นเป็นที่น่าพอใจ สคริปต์จะถูกทดสอบเพิ่มเติมกับคลิปวิดีโอจำนวน 10 คลิป เพื่อประเมินความสามารถในการตรวจจับทิศทางการมองและนับจำนวนการกระพริบตาอย่างแม่นยำ ในขั้นตอนนี้อพารามิเตอร์การตรวจจับจะถูกปรับเพื่อเพิ่มความแม่นยำให้มากขึ้นตามความจำเป็น โดยในขั้นสุดท้าย สคริปต์ที่ปรับปรุงแล้วจะคำนวณระยะเวลาที่ผู้ขับขี่มองไปแต่ละทิศทางและนับจำนวนการกระพริบตาในแต่ละคลิป จากนั้นผลลัพธ์เหล่านี้จะถูกเปรียบเทียบกับข้อมูลจริงในวิดีโอ โดยใช้สูตรทางคณิตศาสตร์ในการปรับเวลาให้ตรงกับเวลาจริง เพื่อให้แน่ใจว่าระยะเวลาที่บันทึกโดย OpenCV นั้นสอดคล้องกับเวลาจริงในคลิป



รูปที่ 2. Mediapipe Iris



รูปที่ 3 การตรวจจับทิศทางของดวงตา

3.3. ขั้นตอนการค้นหาผลลัพธ์

ในการวิจัยนี้ เราใช้การติดตามดวงตาเพื่อทำนายพฤติกรรมผู้ขับขี่ โดยแบ่งเป็นสองส่วนหลัก คือ การนับจำนวนครั้งของการกระพริบตาเพื่อประเมินความเหนื่อยล้า และการนับระยะเวลาการไม่ตอบสนองเพื่อวิเคราะห์พฤติกรรมการมองซ้าย-ขวา การกระพริบตาบ่อยหรือนานเกินไปสามารถบ่งบอกถึงการง่วงนอนหรือความเหนื่อยล้า จากการวิจัย

ก่อนหน้านี้ พบว่าผู้ขับขี่ที่ง่วงนอนมักกระพริบตาถี่และนานกว่าปกติ เราใช้วิดีโอเพื่อติดตามและนับจำนวนการหลับตาสนิทเพื่อประเมินระดับความผิดปกติ และคำนวณอัตราการกระพริบตา หากสูงกว่าค่าที่ตั้งไว้ แสดงว่าผู้ขับขี่อาจมีอาการผิดปกติ

$$\theta_x = \arctan\left(\frac{xg-xe}{zg-ze}\right) \quad (2)$$

$$\theta_y = \arctan\left(\frac{yg-ye}{zg-ze}\right) \quad (3)$$

$$Drowsiness_{Level} = \frac{Total_Blink}{TataTime} \quad (4)$$

จากสมการ 2 และ 3 ซึ่งเกี่ยวข้องกับการตรวจจับทิศทางและความเมื่อยล้าจากการกระพริบตา เราใช้โมเดล VGG16 ที่ฝึกบนฐานข้อมูล ImageNet เพื่อแยกคุณลักษณะจากเฟรมวิดีโอของผู้ขับขี่ โดยเน้นการกระพริบตาและทิศทางการมอง หลังจากแยกคุณลักษณะแล้ว เราใช้เครือข่าย LSTM เพื่อทำนายความถี่และทิศทางของการกระพริบตา ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า VGG16 และ LSTM สามารถตรวจจับการกระพริบตาและทิศทางการมองได้อย่างแม่นยำ และ LSTM ยังช่วยวิเคราะห์รูปแบบเชิงเวลาของการเปลี่ยนแปลงตามพฤติกรรมผู้ขับขี่

3.4. การจดจำวัตถุ

หลังจากที่ระบบตรวจจับการเคลื่อนไหวของดวงตาและบันทึกผลลัพธ์แล้ว ขั้นตอนถัดไปคือการวิเคราะห์ความแม่นยำของระบบโดยใช้คะแนน F1 ซึ่งเป็นตัวชี้วัดที่คำนวณจากค่าความแม่นยำ (Precision) และการเรียกคืน (Recall) เพื่อประเมินประสิทธิภาพโดยรวม ความแม่นยำจะบ่งบอกถึงสัดส่วนของการตรวจจับที่ถูกต้องจากจำนวนที่ระบบตรวจจับได้ทั้งหมด ส่วนการเรียกคืนวัดสัดส่วนการตรวจจับที่ถูกต้องจากจำนวนที่ควรตรวจจับได้ คะแนน F1 เป็นค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักระหว่างความแม่นยำและการเรียกคืน ซึ่งแสดงถึงความสมดุลในการตรวจจับ ผลลัพธ์ของคะแนน F1 จึงช่วยให้เราเห็นภาพรวมของความแม่นยำในการตรวจจับ

4. การทดลอง

4.1. ชุดข้อมูลและเมตริกการประเมิน

ชุดข้อมูลในการวิจัยนี้เกี่ยวกับทิศทางของการจ้องมองและการตรวจจับการกระพริบตาประกอบด้วยภาพ 60 ภาพที่แสดงการจ้องมองไปทางซ้าย ขวา และตรง และวิดีโอ 20 รายการที่แสดงการจ้องมองไปทางซ้าย ขวา และกระพริบตา ซึ่งมาจาก Kaggle.com แต่ละภาพและวิดีโอในชุดข้อมูลได้รับการปรับโดยใช้อัลกอริทึมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการตรวจจับ อัลกอริทึมใช้เทคนิคต่างๆ เช่น การทำให้เป็นมาตรฐานเพื่อปรับระดับความสว่างให้เป็นมาตรฐานและการปรับสมดุลฮิสโทแกรมเพื่อปรับปรุงคอนทราสต์และเน้นคุณลักษณะที่เกี่ยวข้องกับการตรวจจับดวงตา

4.2. ผลลัพธ์หลัก

การตรวจสอบภาพ 60 ภาพและวิดีโอคลิป 20 คลิปเผยว่า ผู้ขับขี่ที่ตื่นตัวจะมีการจ้องมองที่สมดุล โดยแบ่งเวลาในการมองซ้าย ขวา และตรงไปข้างหน้าเท่าๆ กัน ในขณะที่ผู้ขับขี่ที่มีอาการผิดปกติจะจ้องไปนทิศทางเดียวเป็นเวลานานขึ้น และมีความถี่ในการมองลดลง ซึ่งบ่งชี้ถึงการตระหนักรู้ที่ลดลงและความเสี่ยงในการพลาดสัญญาณสำคัญ การวิเคราะห์การกระพริบตาพบว่าผู้ขับขี่ที่มีอาการผิดปกติจะกระพริบตาถี่และนานขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับอาการเหนื่อยล้า จากตารางที่ 1 แสดงว่า ผู้ขับขี่ที่ตื่นตัว

มองไปทางซ้ายเฉลี่ย 16 วินาที ขวา 18 วินาที และตรงไปข้างหน้า 26 วินาที จากทั้งหมด 60 วินาที ในขณะที่ผู้ขับขี่ที่มีอาการผิดปกติจะมองนานขึ้นและกระพริบตาถี่ขึ้น

ตารางที่ 1 ผลการตรวจจับ

วิดีโอ	มองซ้าย	มองขวา	มองตรง	อัตราการกระพริบตา	ระดับการเหนื่อยล้า
1	16	18	26	27	Low
2	4	11	25	37	Moderate
3	10	2	41	37	Moderate
4	10	2	12	43	Moderate
5	2	1	25	45	Moderate
6	5	2	17	39	Moderate
7	2	1	21	45	Moderate
8	12	13	35	47	Moderate
9	1	7	22	54	High
10	3	4	28	38	Moderate
11	2	4	4	41	Moderate
12	1	1	9	42	Moderate
13	12	5	43	43	Moderate
14	4	3	19	41	Moderate
15	2	1	9	42	Moderate
16	4	6	16	45	Moderate
17	2	1	22	54	High
18	2	5	36	49	High
19	3	0	29	5	Low
20	2	7	12	54	High

ในขั้นแรกผู้วิจัยได้ทำการแปลงเป็นภาพหนึ่งขนาด 224x224 พิกเซล ซึ่งป้อนเข้าสู่โมเดล VGG-16 ที่ฝึกบนฐานข้อมูล ImageNet เพื่อแยกคุณลักษณะสำคัญในการตรวจจับการกระพริบตา จากนั้น ลำดับคุณลักษณะที่ได้จะถูกป้อนเข้าสู่โมเดล LSTM เพื่อประมวลผลลำดับเฟรมวิดีโอในช่วงเวลาต่างๆ LSTM เหมาะสำหรับงานนี้เนื่องจากสามารถจัดการข้อมูลระยะยาวที่ซับซ้อน ซึ่งช่วยให้คาดการณ์การกระพริบตาและทิศทางการจ้องมองได้แม่นยำยิ่งขึ้น โมเดล LSTM เรียนรู้จากคุณลักษณะของ VGG-16 เพื่อทำนายและตรวจจับการกระพริบตาอย่างแม่นยำ อีกทั้งยังประเมินระดับความผิดปกติของผู้ขับขี่จากจำนวนและความถี่ของการกระพริบตา ซึ่งช่วยในการตรวจจับสัญญาณของความเหนื่อยล้า

ผลการฝึกของโมเดลที่ใช้ VGG-16 และ LSTM แสดงไว้ในตารางที่ 2 ซึ่งเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างการใช่และไม่ใช้ VGG-16 และ LSTM ในการตรวจจับการกระพริบตาจากวิดีโอ โดยผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่าโมเดลที่ใช้ VGG-16 และ LSTM มีความแม่นยำในการตรวจจับและคาดการณ์การกระพริบตาสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญจากตารางที่ 2 ส่วนที่ 2 แสดงคะแนน F1 สำหรับการตรวจจับทิศทางการจ้องมองเพียงอย่างเดียว โดยใช้สมการที่ 4 ในการคำนวณผลลัพธ์ ส่วนที่ 3 แสดงคะแนน F1 จากการตรวจสอบทิศทางการจ้องมองร่วมกับการกระพริบตา ซึ่งใช้ VGG-16 และ LSTM ผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่าโมเดลมีความแม่นยำสูงในการตรวจจับทั้งการกระพริบตาและการจ้องมอง นอกจากนี้ ยังสามารถแยกแยะระหว่างความตื่นตัวและอาการผิดปกติของผู้ขับขี่ได้อย่างแม่นยำ ทำให้ข้อมูลนี้มีความสำคัญในการพัฒนาระบบแจ้งเตือนเพื่อป้องกันอุบัติเหตุที่อาจเกิดจากความเหนื่อยล้าขณะขับขี่

$$F1\ Score = 2 \times \frac{Precision+Recall}{Precision \times Recall} \quad (5)$$

$$UDAF = 0.4 \cdot (EAR_{avg}) + 0.3 \cdot (Gazex + Gazey) + 0.2 \cdot Turncount + 0.1 \cdot Fatiguelevel \quad (6)$$

เมื่อผสมผสานคุณสมบัติหลักเข้าด้วยกัน เช่น การตรวจจับการกระพริบตา (Eye Aspect Ratio - EAR), ทิศทางการมอง, การหันศีรษะ, และระดับความเหนื่อยล้า สมการ UDAF สามารถประเมินความตื่นตัวของผู้ขับขี่ได้อย่างครอบคลุม โดยแต่ละองค์ประกอบทำหน้าที่เฉพาะเพื่อเพิ่มความแม่นยำในการตรวจจับอาการผิดปกติ:

- **EAR (Eye Aspect Ratio)** ใช้ในการติดตามความถี่และระยะเวลาของการกระพริบตา ซึ่งเป็นหนึ่งในตัวบ่งชี้ที่สำคัญของความเหนื่อยล้าและความผิดปกติทางสายตา
- **ทิศทางการมอง** จะติดตามตำแหน่งที่ผู้ขับขี่กำลังมองไป เพื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการมุ่งเน้นหรือการเสียสมาธิ
- **Turn Count** บันทึกจำนวนการหันศีรษะที่อาจบ่งบอกถึงการไม่ใส่ใจหรืออาการเหนื่อยล้า
- **ระดับความเหนื่อยล้า** เป็นการรวบรวมข้อมูลทั้งหมดเพื่อนำมาประเมินความเสี่ยงที่ผู้ขับขี่อาจเผลอหลับตาหรือเสียสมาธิ

คุณสมบัติเหล่านี้เมื่อรวมอยู่ในสมการ UDAF ทำให้เกิดมุมมองแบบองค์รวมต่อสภาพของผู้ขับขี่ ซึ่งสามารถเพิ่มความแม่นยำในการตรวจจับอาการเหนื่อยล้าและขาดสมาธิได้ตั้งแต่ระยะเริ่มต้น โดยการตรวจจับเหล่านี้เป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยป้องกันอุบัติเหตุในระบบช่วยเหลือผู้ขับขี่ขั้นสูง (ADAS) ที่เน้นด้านความปลอดภัย ยิ่งไปกว่านั้น เมื่อสมการ UDAF ถูกผสมเข้ากับโมเดล VGG-16 และ LSTM ระบบจะยังมีประสิทธิภาพมากขึ้นดังที่แสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การตรวจจับทิศทางการจ้องมองและกระพริบตา

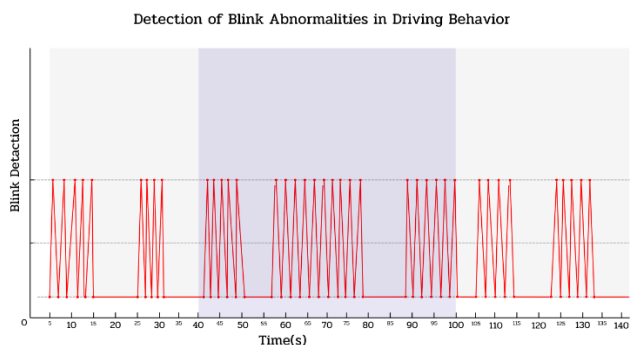
วิดีโอ	F1 ทิศทางการมอง	F1 สมการ UDAF
1	66.67%	91.50%
2	77.44%	95.77%
3	68.97%	92.47%
4	66.67%	94.43%
5	72.22%	93.24%
6	64.71%	93.30%
7	62.50%	91.22%
8	77.78%	95.21%
9	74.42%	94.83%
10	68.75%	91.88%
11	66.67%	91.00%
12	50.00%	91.57%
13	68.97%	92.71%
14	78.26%	94.57%
15	60.00%	93.79%
16	68.75%	92.50%
17	64.00%	92.81%
18	79.41%	93.81%
19	66.67%	93.62%
20	71.43%	92.23%

- **VGG16** โดดเด่นในด้านการสกัดคุณลักษณะเชิงพื้นที่ที่ละเอียดจากเฟรมวิดีโอ เช่น การเคลื่อนไหวของดวงตาและใบหน้า
- **LSTM (Long Short-Term Memory)** เหมาะสมในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลำดับเวลา ทำให้สามารถติดตามลำดับการเคลื่อนไหวของดวงตา การหันศีรษะ และพฤติกรรมที่เปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การผสมผสานเทคนิคเหล่านี้ช่วยเพิ่มความแม่นยำและความน่าเชื่อถือในการตรวจจับอาการผิดปกติของผู้ขับขี่ โดยสมการ UDAF ที่ถูกใช้ร่วมกับ VGG16 และ LSTM นั้นเป็นเครื่องมือสำคัญในการพัฒนาระบบ ADAS ที่เน้นด้านความปลอดภัยบนท้องถนน

5. สรุป

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการวิเคราะห์พฤติกรรมที่ผิดปกติโดยการตรวจสอบทิศทางมองและอัตราการกระพริบตาเพื่อประเมินการขับขี่ที่ผิดปกติที่เกิดจากภาวะสมาธิสั้นและความเหนื่อยล้าจากการขับขี่ เราออกแบบระบบตรวจจับโดยใช้ OpenCV และ Mediapipe เพื่อติดตามการเคลื่อนไหวของดวงตาและวัดความถี่ของการกระพริบตาโดยใช้ข้อมูลภาพและวิดีโอ ในรูปที่ 4 แสดง แกน X แสดงถึงวินาทีในคลิปวิดีโอ และแกน Y แสดงถึงจำนวนการกระพริบตาที่สะสมทั้งหมด



รูปที่ 4 กราฟแสดงช่วงเวลาที่มื่อการผิดปกติ

เส้นสีแดง: เส้นสีแดงในกราฟแสดงการตรวจจับการกระพริบตาตลอดช่วงระยะเวลาของวิดีโอ ซึ่งระบุการกระพริบตาที่เกิดขึ้นในเวลานั้น

กรอบสีม่วง: กรอบสีม่วงในกราฟแสดงการเริ่มต้นผิดปกติในขับขี่ที่ผิดปกติซึ่งอาจเกิดจากอาการง่วงนอน ขาดสมาธิ หรือเหนื่อยล้า โดยจะประเมินโดยตรวจจับการกระพริบตา 20 ครั้งขึ้นไปภายในระยะเวลา 60 วินาที ซึ่งอาจส่งสัญญาณถึงการสูญเสียสมาธิหรือความเหนื่อยล้าของผู้ขับขี่

กระบวนการฝึกอบรมเริ่มต้นด้วยการใช้โมเดล VGG16 ที่ผ่านการฝึกบนฐานข้อมูลล่วงหน้าเพื่อแยกคุณลักษณะจากเฟรมวิดีโอ จากนั้นใช้เครือข่าย LSTM ในการจำแนกลำดับการกระพริบตาและทิศทางการจ้องมอง ผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่าโมเดลที่ผ่านการฝึกอบรมสามารถตรวจจับการกระพริบตาและประมาณทิศทางการจ้องมองได้อย่างแม่นยำโดยมีอัตราความแม่นยำโดยเฉลี่ย 93.12% แสดงถึงศักยภาพในการใช้งานจริง สรุปได้ว่าการศึกษานี้ยืนยันความเป็นไปได้และประสิทธิภาพของการใช้ทิศทางการจ้องมองและการตรวจจับการกระพริบตาเป็นตัวบ่งชี้การผิดปกติของผู้ขับขี่

งานในอนาคต

ในอนาคต อาจมีการสำรวจแนวทางเพิ่มเติมเพื่อขยายผลการค้นพบของการศึกษานี้ เช่น การผสมผสานสัญญาณทางสรีรวิทยาเพิ่มเติมอย่างอัตราการเต้นของหัวใจและการนำไฟฟ้าของผิวหนัง เพื่อประเมินความเหนื่อยล้าและความตื่นตัวของผู้ขับขี่ให้ครอบคลุมยิ่งขึ้น นอกจากนี้ การพัฒนาระบบที่ใช้งานแบบเรียลไทม์และทดสอบได้ในสภาพแวดล้อมการขับขี่จริง โดยผสมผสานกับคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก และประเมินประสิทธิภาพในโลกแห่งความเป็นจริง ถือเป็นอีกก้าวสำคัญ

ในที่สุด การสำรวจการออกแบบอินเทอร์เฟซผู้ใช้ของระบบแจ้งเตือนถือเป็นสิ่งสำคัญเพื่อให้แน่ใจว่าการแจ้งเตือนมีประสิทธิภาพโดยไม่รบกวนสมาธิ การวิจัยผู้ใช้สามารถดำเนินการเพื่อกำหนดวิธีที่ดีที่สุดในการส่งการแจ้งเตือนความเหนื่อยล้าไปยังผู้ขับขี่ เพื่อให้แน่ใจว่าระบบไม่เพียงแต่ตรวจจับอาการผิดปกติได้อย่างแม่นยำเท่านั้น แต่ยังปรับปรุงความปลอดภัยในการขับขี่โดยรวมอีกด้วย การวิจัยในอนาคตสามารถสร้างขึ้นบนรากฐานที่วางไว้โดยการศึกษาครั้งนี้ โดยก้าวไปไกลเป้าหมายในการสร้างระบบตรวจสอบผู้ขับขี่ที่แข็งแกร่งและเชื่อถือได้ ซึ่งสามารถลดความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับการขับรถยนต์ที่มีการผิดปกติเช่น ง่วงนอน หรือเหนื่อยล้าได้อย่างมาก

เอกสารอ้างอิง

- [1] A. Sharaf, "Experimental road safety study of the actual driver reaction to the street ads using eye tracking, multiple linear regression and decision trees methods", 2024, Expert Systems with Applications
- [2] Li X., S. Ronald, R. Andry, K. Jonny, Michael G. L., "Effects of different non-driving-related-task display modes on drivers' eye-movement patterns during take-over in an automated vehicle", 2020, Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour
- [3] X. -S. Li, Z. -Z. Fan, Y. -Y. Ren, X. -L. Zheng and R. Yang, "Classification of Eye Movement and Its Application in Driving Based on a Refined Pre-Processing and Machine Learning Algorithm," in IEEE Access, vol. 9, pp. 136164-136181, 2021
- [4] X. Fan, F. Wang, Y. Lu, D. Song and J. Liu, "Eye Gazing Enabled Driving Behavior Monitoring and Prediction," 2018 IEEE International Conference on Multimedia & Expo Workshops (ICMEW), San Diego, CA, USA, 2018
- [5] D. K. Putri, K. A. Sekarwati, M. Iqbal and Karmilasari, "Drivers' Visual Search Behaviour: Eye Tracking Analysis Approach," 2018 Third International Conference on Informatics and Computing (ICIC), Palembang, Indonesia, 2018
- [6] P. Narayana and N. Attar, "Analyzing the Impact of Distractions on Driver Attention: Insights from Eye Movement Behaviors in a Driving Simulator," 2023
- [7] Yanbin Wu, Ken Kihara, Yuji Takeda, Toshihisa Sato, Motoyuki Akamatsu, Satoshi Kitazaki, Koki Nakagawa, Kenta Yamada, Hiromitsu Oka, Shougo Kameyama, Eye movements predict driver reaction time to takeover request in automated driving: A real-vehicle study, Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, Volume 81, 2021, Pages 355-363,
- [8] A. R. Borah, S. J. Subhashini, A. Mohesh and K. Roshini, "Comparative Analysis of Algorithms for Recognizing Emotions by Eye Blink," 2022

International Conference for Advancement in Technology (ICONAT), Goa, India, 2022

- [9] Yingying Jiao, Xiujin He, Zhuqing Jiao, Detecting slow eye movements using multi-scale one-dimensional convolutional neural network for driver sleepiness detection, *Journal of Neuroscience Methods*, 2023
- [10] Francisco M. Costela, José J. Castro-Torres, Risk prediction model using eye movements during simulated driving with logistic regressions and neural networks, *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 2020
- [11] H. A. Madni, A. Raza, R. Sehar, N. Thalji and L. Abualigah, "Novel Transfer Learning Approach for Driver Drowsiness Detection Using Eye Movement Behavior," in *IEEE Access*, vol. 12, pp. 64765-64778, 2024
- [12] W. Liu, Q. Li, Z. Wang, W. Wang, C. Zeng and B. Cheng, "Research on the Effects of in-Vehicle Human-Machine Interface on Drivers' Pre and Post Takeover Request Eye-tracking Characteristics," 2022 2nd International Conference on Intelligent Technologies (CONIT), Hubli, India, 2022
- [13] F. Koochaki and L. Najafizadeh, "A Data-Driven Framework for Intention Prediction via Eye Movement With Applications to Assistive Systems," in *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, vol. 29, pp. 974-984, 2021
- [14] N. Flad, J. C. Ditz, A. Schmidt, H. H. Bulthoff and L. L. Chuang, "Data-driven approaches to unrestricted gaze-tracking benefit from saccade filtering," 2016 IEEE Second Workshop on Eye Tracking and Visualization (ETVIS), Baltimore, MD, USA, 2016, pp. 1-5
- [15] V. N. Kawtikwar, G. Tiwari, C. Patil, N. Pandey and P. Tiwari, "Eyes on the Road: A Machine Learning-based Fatigue Detection System for Safer Driving," 2023 International Conference on Inventive Computation Technologies (ICICT), Lalitpur, Nepal, 2023
- [16] M. H. Baccour, F. Driewer, E. Kasneci and W. Rosenstiel, "Camera-Based Eye Blink Detection Algorithm for Assessing Driver Drowsiness," 2019 IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV), Paris, France, 2019, pp. 987-993
- [17] P. Baby Shamini, M. Vinodhini, B. Keerthana, S. Lakshna and K. R. Meenatchi, "Driver Drowsiness Detection based on Monitoring of Eye Blink Rate," 2022 4th International Conference on Smart Systems and Inventive Technology (ICSSIT), Tirunelveli, India, 2022, pp. 1595-1599
- [18] K. S. Sankaran, N. Vasudevan and V. Nagarajan, "Driver Drowsiness Detection using Percentage Eye Closure Method," 2020 International Conference on Communication and Signal Processing (ICCSP), Chennai, India, 2020, pp. 1422-1425
- [19] A. Rahman, M. Sirshar and A. Khan, "Real time drowsiness detection using eye blink monitoring," 2015 National Software Engineering Conference (NSEC), Rawalpindi, Pakistan, 2015, pp. 1-7 [5] J. U. Buncombe, "Infrared navigation – Part I: Theory," *IEEE Trans. Aerosp. Electron. Syst.*, vol. AES-4, no. 3, pp. 352-377, Sep. 1944.
- [20] P. Chaisiriprasert and K. Yongsiriwit, "Surveillance System for Abnormal Driving Behavior Detection," 2019 4th International Conference on Information Technology (InCI/T), Bangkok, Thailand, 2019, pp. 155-158

การประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์ในการผลิตสื่อดิจิทัล

Application of Artificial Intelligence in Digital Media Production

เพ็ญภา คำแพง

Pennapa Kumpang

คณะวิทยาการคอมพิวเตอร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

Faculty of Computer Science

Ubon Ratchathani Rajabhat University

Ubon Ratchathani, Thailand

pennapa.k@ubru.ac.th

บทคัดย่อ — การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาดัชนีประสิทธิผลของการประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์ในการผลิตสื่อดิจิทัล 2) ศึกษาการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนจากการประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์ในการผลิตสื่อดิจิทัล 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนจากการประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์ในการผลิตสื่อดิจิทัล กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่ลงทะเบียนเรียนวิชา เทคนิคพิเศษในการผลิตสื่อดิจิทัล ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 คณะวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดการคิดสร้างสรรค์ และแบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าดัชนีประสิทธิผล ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์ พบว่า ดัชนีประสิทธิผล มีค่าเท่ากับ 0.6025 แสดงว่าผู้เรียนมีความก้าวหน้าคิดเป็นร้อยละ 60.25 2) การคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน พบว่า ร้อยละ 75 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ที่กำหนดไว้ และ 3) ผลความพึงพอใจของผู้เรียน พบว่า มากที่สุด

คำสำคัญ — ปัญญาประดิษฐ์, การผลิตสื่อดิจิทัล, การคิดสร้างสรรค์

ABSTRACT — The purpose of this research were to 1) Study the effectiveness index of artificial intelligence application in digital media production, 2) Study the creativity of students from the application of artificial intelligence in digital media production, 3) To study learner satisfaction from the application of artificial intelligence in digital media production. The sample group used in this research were Undergraduate students who are enrolled in the courses Digital Media Production Visual Effect, first semester of the academic year 2024 at Faculty of Computer Science, Ubon Ratchathani Rajabhat University which consist of 30 students. The research instruments were lesson plans, learning achievement test, creative thinking test and satisfaction survey form. The statistics used in data analysis were mean, percentage, standard deviation and efficiency index. The results of the research found that 1) The results of the application of artificial intelligence found that the effectiveness index was equal to 0.6025, or 60.25 percent, respectively, 2) The Creative thinking of students: 75 percent, which is higher than the specified threshold of 60 percent, 3) The results of student satisfaction were found to be the highest level.

Keywords — Artificial Intelligence, Digital Media, Creative Thinking

1. บทนำ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทต่อการดำรงชีวิตประจำวันของมนุษย์ เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ถูกพัฒนาและนำมาประยุกต์ในหน่วยงานต่าง ๆ ได้แก่ ด้านอุตสาหกรรม การตลาด การบริการ การออกแบบ และการผลิตสื่อดิจิทัล ซึ่งปัญญาประดิษฐ์สามารถจัดการกระบวนการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพช่วยลดค่าใช้จ่ายต้นทุนและเวลาในการทำงาน สอดคล้องกับการศึกษาในยุค 4.0 ที่ได้นำเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์มาช่วยในการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนได้เข้าใจและเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น โดยเฉพาะวิชา เทคนิคพิเศษในการผลิตสื่อดิจิทัล ที่จำเป็นต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการผลิตสื่อจึงจำเป็นต้องมีตัวช่วยคือเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ในการช่วยออกแบบให้เห็นภาพรวมก่อนลงมือการทำงานจริงและช่วยในกระบวนการผลิตเป็นชิ้นงานที่มีความสมบูรณ์แบบมากขึ้น

ในการเรียนรายวิชา 4223501 เทคนิคพิเศษในการผลิตสื่อดิจิทัล (Digital Media Production Visual Effect) เกี่ยวกับการใช้งานเครื่องมือและซอฟต์แวร์ในการสร้างเอฟเฟกพิเศษสำหรับวิดีโอดิจิทัล เทคนิคการใช้งานบลูสกรีน ระบบงานที่ใช้ในกระบวนการผลิตสื่อดิจิทัล การเสริมสร้างจินตนาการให้กับงานสื่อดิจิทัล สื่อโฆษณาประชาสัมพันธ์ และเพิ่มเอฟเฟกเหมือนจริงในงานมัลติมีเดีย ซึ่งมีเนื้อหาเรื่อง การผลิตสื่อดิจิทัล เกี่ยวกับกระบวนการผลิตสื่อดิจิทัลมี 3 กระบวนการ คือ 1) ก่อนการผลิต (Pre-Production) เกี่ยวข้องกับการวางโครงเรื่อง (Story)การเขียนบท (Script) การเขียนบทบาท (Storyboard) 2) กระบวนการผลิต (Production) การบันทึกวิดีโอ (Video Recording) การบันทึกเสียง (Sound Recording) และ 3) กระบวนการหลังการผลิต (Post-Production) การจัดการไฟล์วิดีโอและเสียง การตัดต่อวิดีโอ

ปัญญาประดิษฐ์ [1] (Artificial Intelligence (AI)) เป็นระบบประมวลผลความฉลาดเทียมที่สร้างให้กับสิ่งไม่มีชีวิตให้เท่าเทียมกับมนุษย์ มีระบบประมวลผลคล้ายสมองของมนุษย์ ก่อให้เกิดผลลัพธ์ที่เป็นการกระทำ เช่น การจดจำคำ การแปลภาษา แชทบอท การโต้ตอบอัตโนมัติ ระบบอัตโนมัติที่ใช้หุ่นยนต์ทำงาน เป็นต้น ปัญญาประดิษฐ์เป็นศาสตร์หนึ่งทางคอมพิวเตอร์ที่ประกอบไปด้วยความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งเป็นการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ให้เรียนรู้และเข้าใจความสามารถของมนุษย์และมีความตั้งใจที่จะทำให้คอมพิวเตอร์มีความสามารถคล้ายกับมนุษย์โดยใช้ซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์เพื่อสามารถ

ทำงานได้แทนมนุษย์หรือเพื่อส่งเสริมกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ให้ได้ดียิ่งขึ้น ปัญญาประดิษฐ์คือเครื่องจักร (Machine) ที่มีฟังก์ชันที่มีความสามารถในการทำความเข้าใจเรียนรู้หรือความรู้ต่าง ๆ อาทิเช่น การรับรู้ การเรียนรู้ การให้เหตุผลและการแก้ปัญหาต่าง ๆ เครื่องจักรที่มีความสามารถในการให้เหตุผล

การคิดสร้างสรรค์ [2] ความสามารถทางการคิดหลากหลายทิศทาง หลายแง่ หลายมุม ซึ่งเป็นลักษณะความคิดที่จะนำไปสู่การประดิษฐ์สิ่งแปลกใหม่รวมถึงการคิดค้นพบวิธีการแก้ปัญหาได้สำเร็จโดยอาศัยพื้นฐานจากหลักการคิดสร้างสรรค์ ประกอบด้วย 4 ลักษณะ โดยมีรายละเอียดดังนี้ 1) การคิดคล่อง (Fluency) เป็นความสามารถในการสร้างแนวคิดที่หลากหลายในการค้นหาคำตอบ ระบุความต้องการหรือทางเลือกในการแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลายรวดเร็วมีปริมาณมากในเวลาจำกัด 2) การคิดยืดหยุ่น (Flexibility) เป็นความสามารถในการเปลี่ยนแปลงหรือการเลือกสิ่งอื่นมาทดแทนที่เกิตรโยชน์หลากหลายและสามารถเปลี่ยนหลักการหรือข้อจำกัดเพื่อให้บรรลุเป้าหมายเดียวกันได้ 3) การคิดริเริ่ม (Originality) เป็นความสามารถในการออกแบบ (Design) ผลิตภัณฑ์ที่แปลกใหม่โดดเด่น ซึ่งมีลักษณะเป็นแนวคิดที่แตกต่าง ไม่ซ้ำแบบ นำไปสู่การสร้างสรรคสิ่งใหม่ 4) การคิดละเอียดลออ (Elaboration) เป็นความสามารถในการขยายความคิดให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นโดยการประเมิน (Evaluate) เป็นการออกแบบแล้วเลือก (Select) ออกแบบ ตกแต่ง และเพิ่มเติมรายละเอียดการออกแบบให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์มาประยุกต์ใช้ในการผลิตสื่อดิจิทัล ช่วยทำให้นักศึกษาเพิ่มความสามารถในการผลิตสื่อดิจิทัล และเพื่อเตรียมความพร้อมการทำงานจริง นักศึกษามีความรู้ในด้านปัญญาประดิษฐ์สอดคล้องกับการทำงานในปัจจุบัน อีกทั้งยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานด้านต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 2.1 เพื่อศึกษาดัชนีประสิทธิผลของการประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์ในการผลิตสื่อดิจิทัล
- 2.2 เพื่อศึกษาการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนจากการประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์ในการผลิตสื่อดิจิทัล
- 2.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนจากการประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์ในการผลิตสื่อดิจิทัล

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 กลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

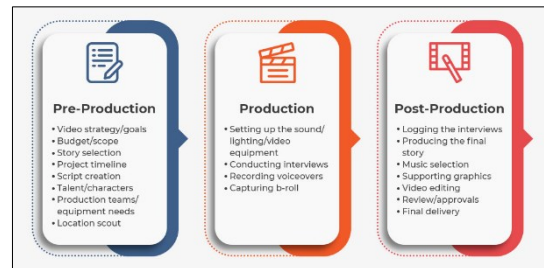
3.1.1 ประชากรเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชา 4223501 เทคนิคพิเศษในการผลิตสื่อดิจิทัล ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 คณะวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี จำนวน 3 ห้อง รวมนักศึกษา จำนวน 72 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง คัดเลือกจากประชากร เป็นนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีมีเดียและแอนิเมชัน ที่ลงทะเบียนเรียน รายวิชา 4223501 เทคนิคพิเศษในการผลิตสื่อดิจิทัล ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 นักศึกษาจำนวน 30 คน ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ผู้วิจัยเป็นผู้สอนเอง

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีดังต่อไปนี้

3.2.1 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การผลิตสื่อดิจิทัล โดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ช่วยในแต่ละกระบวนการผลิตจำนวน 4 คาบ คาบละ 4 ชั่วโมง ซึ่งผ่านการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน พบว่าค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.52 อยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด

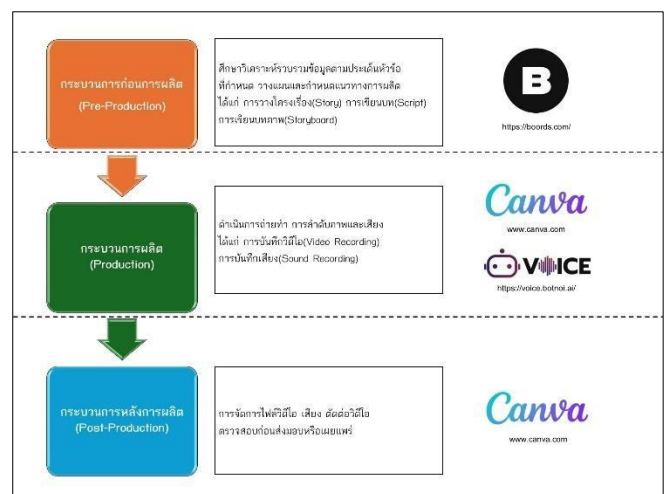


รูปที่ 1. กระบวนการผลิตสื่อดิจิทัล

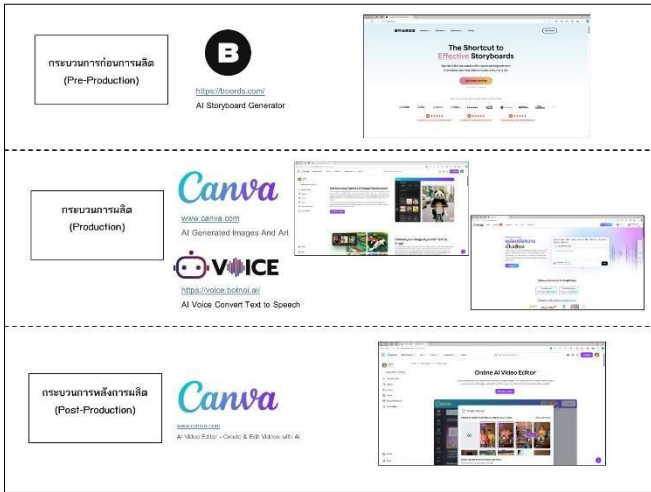
แหล่งที่มา : www.proglobalbusinesssolutions.com

จากรูปที่ 1 กระบวนการผลิตสื่อดิจิทัล [3] มีกระบวนการดังต่อไปนี้

- กระบวนการก่อนการผลิต (Pre-Production) คือ ขั้นตอนก่อนลงมือผลิตสื่อดิจิทัลจริง เช่น การหาข้อมูล การประชุม การคิดเนื้อเรื่อง การคิดบท การหาสถานที่ถ่ายทำต่าง ๆ ที่จะไปลงพื้นที่ในการถ่ายทำ
- กระบวนการผลิต (Production) คือ ขั้นตอนการผลิตงานจริง การออกกองถ่ายทำลงพื้นที่การเก็บภาพ กำกับการแสดง ให้เป็นไปตามสตอรี่บอร์ดที่กำหนด
- กระบวนการหลังการผลิต (Post-Production) คือ ขั้นตอนหลังการผลิตงาน หลังจากการถ่ายทำเสร็จสิ้น ก็จะนำมาเรียบเรียงโดยการตัดต่อวิดีโอ การลำดับภาพและเสียง การตกแต่งสีแต่งเสียง แต่งภาพ ด้วยคอมพิวเตอร์ การใส่เทคนิคพิเศษและกราฟฟิกให้ตรงตามที่ได้กำหนดไว้ตามแผนที่วางไว้โดยรายการที่ผลิตจะมีลักษณะการนำเสนอที่มีรูปแบบวัตถุประสงค์ และเป้าหมายที่ชัดเจนร่วมกัน



รูปที่ 2. เครื่องมือปัญญาประดิษฐ์ที่ใช้ในแต่ละกระบวนการ



รูปที่ 3. การใช้ปัญญาประดิษฐ์แต่ละกระบวนการผลิตสื่อดิจิทัล

3.2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การผลิตสื่อดิจิทัล สำหรับใช้ทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.60-1.00 มีค่าความยากค่าตั้งแต่ 0.29 – 0.60 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.30 – 0.65 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.85

3.2.3 แบบทดสอบการคิดสร้างสรรค์ มีลักษณะเป็นอัตนัย จำนวน 5 ข้อ ข้อละ 4 คะแนน ซึ่งผ่านการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน มีค่าดัชนีความสอดคล้อง ตั้งแต่ 0.65-1.00 มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.25-0.70 มีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.27-0.80 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.90

3.2.4 แบบสอบถามความพึงพอใจ ที่มีต่อการจัดการเรียนโดยการประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์ในการผลิตสื่อดิจิทัล

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลองแบบกลุ่มเดียวการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง ผู้วิจัยเป็นผู้สอนด้วยตนเอง สอนนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชา 4223501 เทคนิคพิเศษในการผลิตสื่อดิจิทัล (Digital Media Production Visual Effect) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 30 คน การเก็บรวบรวมข้อมูลมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

3.3.1 ผู้วิจัยชี้แจงแนวทางการจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนทราบขอบเขตเนื้อหา เรื่อง การผลิตสื่อดิจิทัล ผู้สอนจะทำหน้าที่อะไร ผู้เรียนจะต้องปฏิบัติตนมีบทบาทอย่างไร และมีกฎและประเมินผลอย่างไร จากนั้นให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบความสามารถก่อนเรียน เป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก (Multiple Choices) จำนวน 20 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน รวม 20 คะแนน

3.3.2 ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การผลิตสื่อดิจิทัล ซึ่งจะเรียนรู้หัวข้อ กระบวนการผลิตสื่อดิจิทัล 3 กระบวนการ คือ 1) ก่อนการผลิต 2) กระบวนการผลิต และ 3) กระบวนการหลังการผลิต เมื่อเรียนจบในแต่ละหัวข้อเรื่องให้ผู้เรียนทำภารกิจการเรียนรู้โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนเอง

3.3.3 เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้แล้ว ผู้วิจัยทดสอบกลุ่มที่ใช้ในการทดลองทำแบบทดสอบหลังเรียน เป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน รวม 20 คะแนน ใช้เวลาสอบ 1 ชั่วโมง แจกแบบทดสอบการคิดสร้างสรรค์ เป็นข้อสอบอัตนัยจำนวน 5 ข้อ ข้อละ 4 คะแนน รวม 20 คะแนน และแจกแบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน

หลังการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยตรวจให้คะแนนแบบทดสอบ และสรุปผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนแล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีการทางสถิติต่อ

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.4.1 นำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบ มาวิเคราะห์ค่าดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index) และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้เรียน เปรียบเทียบหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งการทดสอบทางสถิติด้วยหลักการทางสถิติแล้วทำการสรุปผลการทดลอง

3.4.2 นำข้อมูลที่ได้จากแบบทดสอบการคิดสร้างสรรค์มาวิเคราะห์การคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนที่ได้รับจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์ เรื่อง การผลิตสื่อดิจิทัล

3.4.3 วิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

4. ผลการวิจัย

การประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์ในการผลิตสื่อดิจิทัล สรุปผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์การวิจัยได้ดังนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีประสิทธิผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังตารางที่ 1

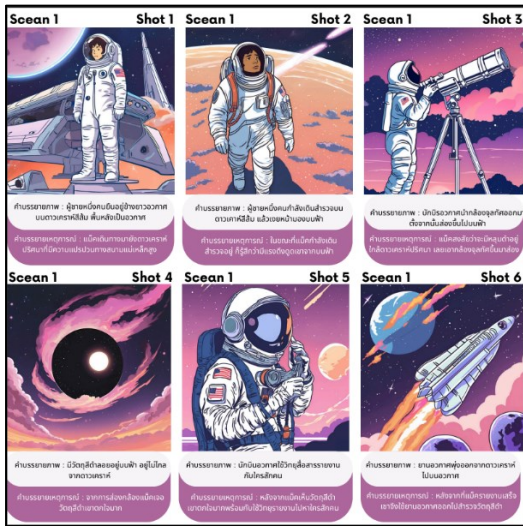
ตารางที่ 1. ค่าดัชนีประสิทธิผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	ผลรวมคะแนน		ดัชนีประสิทธิผล
		ก่อนเรียน	หลังเรียน	
30	20	180	288	0.6025

จากตารางที่ 1 พบว่า ค่าดัชนีประสิทธิผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การผลิตสื่อดิจิทัลโดยการประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์ ผลคะแนนรวมของการทดสอบก่อนเรียน เท่ากับ 180 คะแนน ผลคะแนนรวมของการทดสอบหลังเรียน เท่ากับ 288 คะแนน รวมค่าดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.6025 แสดงว่า ผู้เรียนมีความก้าวหน้าคิดเป็นร้อยละ 60.25 ทั้งนี้เป็นผลจากการจัดการเรียนรู้ ได้ผ่านการตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญที่มีความเชี่ยวชาญทำให้ได้แผนการจัดการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสมทางด้านเนื้อหากิจกรรมการเรียนรู้และเครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนเหมาะสมกับนักศึกษา



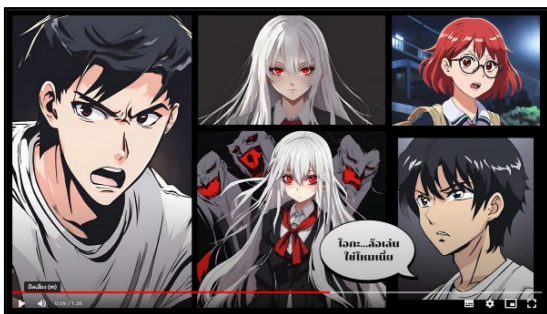
รูปที่ 4. สตอรี่บอร์ด เรื่อง Big Bad Bird Chicken



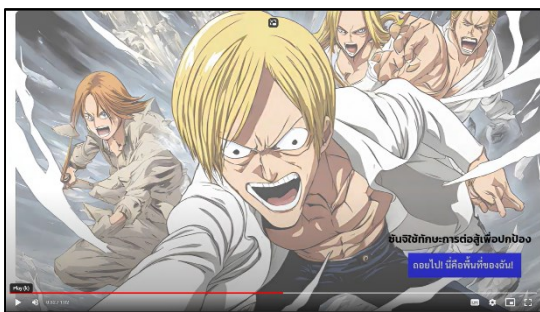
รูปที่ 5. สตอรี่บอร์ด เรื่อง Dream Like



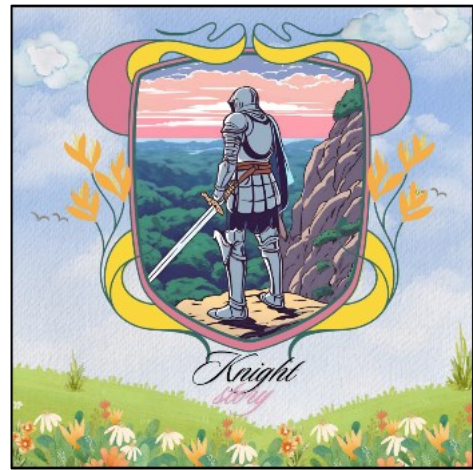
รูปที่ 6. สตอรี่บอร์ด เรื่อง ลูกสุนัข 4 ตัว



รูปที่ 7. สตอรี่บอร์ด เรื่อง Remembrance

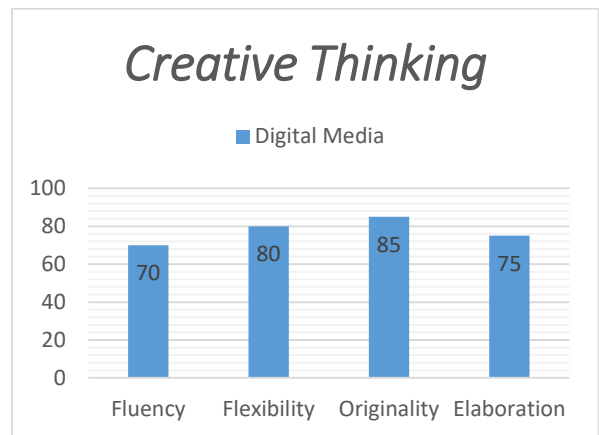


รูปที่ 8. สตอรี่บอร์ด เรื่อง วัยรุ่นซันจิกกับสิ่งที่เขาเพื่อฝัน



รูปที่ 9. สตอรี่บอร์ด เรื่อง Knight Story

4.2 การคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนในการผลิตสื่อดิจิทัล หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์ พบว่า ผลการศึกษาการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนที่เรียนเรื่อง การผลิตสื่อดิจิทัล ของนักศึกษาปริญญาตรี สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ที่กำหนดไว้ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 30 คน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน มีผู้เรียน จำนวน 23 คน ที่ได้คะแนน ตั้งแต่ 15 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 75 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และมีค่าคะแนนการคิดสร้างสรรค์แต่ละด้าน พบว่า การคิดสร้างสรรค์ ด้านการคิดคล่อง (Fluency) คิดเป็นร้อยละ 70 ความสามารถการคิดสร้างสรรค์ด้านการยืดหยุ่น (Flexibility) ร้อยละ 80 ความคิดสร้างสรรค์ด้านการคิดริเริ่ม (Originality) ร้อยละ 85 และ การคิดสร้างสรรค์ด้านการคิดละเอียดลออ (Elaboration) ร้อยละ 75 ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว ทำให้นักศึกษาเกิดความคิดสร้างสรรค์ในการผลิตผลงาน ทำให้การผลิตสื่อดิจิทัลมีความคิดสร้างสรรค์มากขึ้นในแต่ละด้าน ดังรูปที่ 10



รูปที่ 10. การคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน

รูปที่ 10 พบว่า การคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน ด้านการคิดริเริ่มมากที่สุดค่าเท่ากับร้อยละ 85 รองลงมาด้านการยืดหยุ่น ร้อยละ 80 ด้านการคิดคล่อง ร้อยละ 75 และด้านการคิดละเอียดลออ ร้อยละ 70 ตามลำดับ

4.3 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์ในการผลิตสื่อดิจิทัล ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3. ความพึงพอใจของผู้เรียน

ประเด็นความคิดเห็น	\bar{X}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้			
1. ผู้เรียนได้ฝึกการคิดสร้างสรรค์	4.79	0.34	มากที่สุด
2. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการทำงานและแลกเปลี่ยนเรียนรู้	4.40	0.43	มาก
3. กิจกรรมสอดคล้องกับเนื้อหา	4.51	0.50	มากที่สุด
ด้านบรรยากาศการเรียนรู้			
4. บรรยากาศการเรียนผ่อนคลายไม่เครียด	4.75	0.43	มากที่สุด
5. ผู้เรียนมีความสุขในการทำกิจกรรมการเรียนรู้	4.60	0.37	มากที่สุด
ด้านสื่อการเรียนรู้			
6. สื่อการเรียนรู้มีความน่าสนใจ	4.74	0.35	มากที่สุด
7. สื่อการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับการจัดการเรียนการสอน	4.45	0.37	มาก
ด้านความรู้ ความเข้าใจ และนำไปใช้			
8. นักศึกษาสามารถคิดสร้างสรรค์ได้	4.74	0.35	มากที่สุด
9. นักศึกษามีความสามารถคิดสร้างสรรค์ในการผลิตสื่อดิจิทัลเพิ่มมากขึ้น	4.80	0.45	มากที่สุด
10. นักศึกษาสามารถนำความรู้ในการผลิตสื่อดิจิทัลนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้	4.43	0.96	มาก
\bar{X}	4.65		
S.D.	0.60		

จากตารางที่ 3 ความพึงพอใจของผู้เรียนจากการการประยุกต์ใช้ปัญหาประดิษฐ์ผลิตสื่อดิจิทัล พบว่า นักศึกษามีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

5.1 การศึกษาค่าดัชนีประสิทธิผลของการประยุกต์ใช้ปัญหาประดิษฐ์ในการผลิตสื่อดิจิทัล ค่าดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.6025 เป็นไปตามเกณฑ์ที่ยอมรับได้ แสดงว่าผู้เรียนมีความก้าวหน้าคิดเป็นร้อยละ 60.25 สอดคล้องกับงานวิจัยของ วรณีย์ สุขจิตร์จูล และคณะ [4] ได้ศึกษาเรื่อง ผลการใช้นวัตกรรมการเรียนรู้ด้านปัญหาประดิษฐ์ สำหรับเด็กประถมศึกษา ผลการวิจัย พบว่า ผลการใช้นวัตกรรมการเรียนรู้ปัญหาประดิษฐ์สำหรับเด็กประถมศึกษา มีคะแนนความสามารถปัญหาประดิษฐ์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 - 5 ส่วนใหญ่อยู่ในระดับดีมาก และผลการเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 นักเรียนมีความสามารถด้านปัญหาประดิษฐ์สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในทุกระดับชั้น และ จักรกฤษ วิตลธนาโชติ [5] ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาระบบอัลกอริทึมของเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ในการสอนภาษาต่างประเทศสำหรับนักเรียนไทย โดยทำการในขั้นตอนนี้ใช้การวิจัยทดลองแบบกลุ่มเดียว วัด (Pre-Post Experimental Research) ด้วยแอปพลิเคชันของเทคโนโลยีบรรดาปัญญาประดิษฐ์ในการสอนภาษาต่างประเทศสำหรับนักเรียนไทยที่ผ่านการหาคุณภาพเครื่องมือ และวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้วยการทดสอบค่า t แบบ dependent

sample test มีค่า= .31.850 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ <.01และความพึงพอใจของนักเรียนที่อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่า (\bar{X})=4.631,(S.D.) 0.573

5.2 การคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนจากการประยุกต์ใช้ปัญหาประดิษฐ์ในการผลิตสื่อดิจิทัล พบว่า การคิดสร้างสรรค์ ด้านการคิดคล่อง คิดเป็นร้อยละ 70 ความสามารถการคิดสร้างสรรค์ด้านการยืดหยุ่น ร้อยละ 80 ความคิดสร้างสรรค์ด้านการคิดริเริ่ม ร้อยละ 85 และ การคิดสร้างสรรค์ด้านการคิดละเอียดลออ ร้อยละ 75 สอดคล้องกับงานวิจัยของ สภาพร วงศ์จิราวุฒินันท์ [6] ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้เทคโนโลยีเสมือนจริงแบบห้องเรียนกลับด้านตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลการวิจัยพบว่า การคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนที่เรียนด้วยโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ พบว่า ระยะที่ 2 และ 3 มีผู้เรียนจำนวนร้อยละ 70.00 และ 62.50 ที่มีคะแนนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ตามที่กำหนดไว้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุจิตตรา จันทร์ล้อย [7] ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสานโดยใช้การออกแบบเป็นฐานร่วมกับเทคนิคสแคมเพอร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการออกแบบนวัตกรรมการศึกษา สร้างสรรค์ของนักศึกษาครูมหาวิทยาลัยราชภัฏ ผลการวิจัยพบว่า 1. รูปแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสานมีองค์ประกอบ 7 ด้าน 2. การประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนการสอนในภาพรวมระดับมากที่สุดโดย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.67 ($x = 4.67, SD = 0.27$) 3. ผลการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ พบว่า คะแนนเฉลี่ยของการ ทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 4. ผลการศึกษาความสามารถในการออกแบบนวัตกรรมการศึกษาสร้างสรรค์ พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการออกแบบนวัตกรรมการศึกษาสร้างสรรค์สูงกว่าเกณฑ์ อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ .05 5. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อรูปแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสาน (CEIA Model) พบว่า นักศึกษามีความพึงพอใจต่อรูปแบบการเรียนการสอนในภาพรวมในระดับมาก ($x = 4.34, SD = 0.30$) และ 6. ผลการประเมินรับรองรูปแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสานเพื่อส่งเสริม ความสามารถในการออกแบบนวัตกรรมการศึกษาสร้างสรรค์ (CEIA Model) พบว่า ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญต่อองค์ประกอบและขั้นตอนอยู่ในระดับเห็นด้วยมากที่สุด

5.3 ความพึงพอใจจากการประยุกต์ใช้ปัญหาประดิษฐ์ในการผลิตสื่อดิจิทัล พบว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจมากที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยของ อุดมศักดิ์ แก้วมรกต [8] ได้ศึกษาเรื่อง การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบผสมผสานสำหรับศูนย์การเรียนรู้ เรื่องการประยุกต์ใช้ปัญหาประดิษฐ์ในภาคอุตสาหกรรม ผลการวิจัย พบว่า 1) รูปแบบการจัดกิจกรรม และสื่อการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นผสมผสานระหว่างการเรียนแบบออนไลน์กับการเรียนแบบเผชิญหน้า ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนรู้แบบผสมผสานมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก 2) การเรียนรู้ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบผสมผสานสำหรับศูนย์การเรียนรู้ ที่สร้างขึ้นทำให้ผู้เรียนมีความรู้สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ผู้เรียนที่เรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบผสมผสานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นคิดเป็นร้อยละ 62.70 และ 4) ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบผสมผสาน โดยรวมอยู่ในระดับมาก

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากคณะวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

เอกสารอ้างอิง

- [1] กมลชนก พูลสวัสดิ์ และคณะ. (2565). ปัญหาประติษฐานกับการจัดการเรียนสอนวิทยาศาสตร์. วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม, 21(1), 1-8.
- [2] เบญจพร สันรักษาเวศ. (2564). การพัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ออนไลน์ระบบเปิด(MOOCs) ที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์สำหรับนักศึกษาระดับอุดมศึกษา. วิทยานิพนธ์หลักสูตรปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- [3] Pro Global Business Solutions (2024). "Guide for Understanding 3 Stages of Video Production Process". [Online]. Available : <https://www.proglobalbusinessolutions.com/video-production-process/>. Retrieved August 23, 2024.
- [4] วรณี สุจิตร์จุล และคณะ. (2565). ผลการใช้นวัตกรรมการเรียนรู้ด้านปัญหาประติษฐานสำหรับเด็กประถมศึกษา. วารสารสังคมศาสตร์และมานุษยวิทยาเชิงพุทธ, 7(10), 327-338.
- [5] จักรกฤษ วิชาลธนาโชต. (2565). การพัฒนาระบบอัลกอริทึมของเทคโนโลยีปัญหาประติษฐานในการสอนภาษาต่างประเทศสำหรับนักเรียนไทย. [วิทยานิพนธ์ปริญญาตรีบัณฑิต]. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- [6] สถาพร วงศ์จิราพัฒน์. (2565). การพัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้เทคโนโลยีเสมือนจริงแบบห้องเรียนกลับด้านตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. [วิทยานิพนธ์ปริญญาตรีบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- [7] สุจิตตรา จันทร์ลอย. (2564). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสานโดยใช้การออกแบบเป็นฐานร่วมกับเทคนิคสแคมเพอร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการออกแบบนวัตกรรมการศึกษาสร้างสรรค์ของนักศึกษาครู มหาวิทยาลัยราชภัฏ. [วิทยานิพนธ์ปริญญาตรีบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- [8] อุดมศักดิ์ แก้วมรกต และคณะ. (2565). การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบผสมผสานสำหรับศูนย์การเรียนรู้ เรื่องการประยุกต์ใช้ปัญหาประติษฐานในภาคอุตสาหกรรม. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 24(3), 326-337.

การวิเคราะห์ส่วนประสานกับผู้ใช้ของตลาดออนไลน์ด้วย แผนที่ความร้อนแบบกริด

User Interface Analysis of E-Market Places using Grid Heat Map

อัจฉริยพล สุริยะ
(Aujchariyapol Suriya)

คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยบูรพา
(Faculty of Informatics, Burapha University)

ชลบุรี / ประเทศไทย
(Chon Buri, Thailand)

64160192@go.buu.ac.th

ศุภวิชญ์ ชันคำ
(Suphawit Kankam)

คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยบูรพา
(Faculty of Informatics, Burapha University)

ชลบุรี / ประเทศไทย
(Chon Buri, Thailand)

67910096@go.buu.ac.th

เบญจภรณ์ จันทรทองกุล
(Benchaporn Jantarakongkul)

คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยบูรพา
(Faculty of Informatics, Burapha University)

ชลบุรี / ประเทศไทย
(Chon Buri, Thailand)

benchapo@go.buu.ac.th

ประจักษ์ จิตเงินมะดัน

(Prajaks Jitngernmadan)

คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยบูรพา
(Faculty of Informatics, Burapha University)

ชลบุรี / ประเทศไทย
(Chon Buri, Thailand)

prajaks@buu.ac.th

บทคัดย่อ — การศึกษาที่มุ่งวิเคราะห์ส่วนประสานกับผู้ใช้ (UI) ของตลาดออนไลน์จำนวน 4 แห่ง โดยใช้วิธีการวางกริดขนาด 12x12 ซองลงบนหน้าเว็บไซต์ เพื่อระบุตำแหน่งของอิลิเมนต์สำคัญ เช่น โลโก้ ช่องค้นหา และตะกร้าสินค้า วัตถุประสงค์คือเพื่อค้นหาความคล้ายคลึงในการจัดวางองค์ประกอบและประเมินความสอดคล้องกับหลักการออกแบบที่มีผู้ใช้เป็นศูนย์กลาง

ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าเว็บไซต์ส่วนใหญ่มีการจัดวางอิลิเมนต์สำคัญในตำแหน่งที่คล้ายคลึงกัน โดยมีกลุ่มบริเวณกึ่งกลางด้านบนของหน้าเว็บ และมีการจัดเรียงจากซ้ายไปขวาและบนลงล่าง สอดคล้องกับรูปแบบการอ่านภาษาไทย การวิเคราะห์นี้ให้ข้อมูลเชิงลึกที่มีคุณค่าสำหรับการปรับปรุงการออกแบบเว็บไซต์ตลาดออนไลน์ โดยมุ่งเน้นการสร้างเลย์เอาต์ที่เป็นมิตรต่อผู้ใช้งานมากขึ้น

การศึกษานี้ใช้แผนที่ความร้อน (heat map) เพื่อแสดงความถี่ของการวางอิลิเมนต์สำคัญ ซึ่งช่วยให้เห็นภาพรวมของการออกแบบที่เป็นที่นิยมได้อย่างชัดเจน นอกจากนี้ ยังพบว่าการจัดวางองค์ประกอบที่สอดคล้องกับพฤติกรรมการอ่านของผู้ใช้ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งานและความพึงพอใจของผู้ใช้

ผลการวิจัยนี้มีนัยสำคัญต่อนักออกแบบ UI/UX และผู้พัฒนาเว็บไซต์ตลาดออนไลน์ โดยสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบเว็บไซต์ให้มีความเป็นสากลมากขึ้น และตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งจะส่งผลต่อประสบการณ์ผู้ใช้โดยรวมและอาจนำไปสู่การเพิ่มประสิทธิภาพทางธุรกิจในระยะยาว

คำสำคัญ — ส่วนประสานกับผู้ใช้, วิเคราะห์, แผนที่ความร้อน, กริด, ตลาดออนไลน์

ABSTRACT — This study analyzes the user interface (UI) of four online marketplaces using a 12x12 grid overlay to identify key element placements. The research aims to uncover layout similarities and assess adherence to user-centered design principles. Findings show that most websites position critical elements similarly, predominantly in the upper-center area, with left-to-right and top-to-bottom arrangements aligning with Thai reading patterns. Heat map analysis visualizes element frequency, revealing popular design trends. Layouts consistent with users' reading behaviors enhance usability and satisfaction. These insights are valuable for UI/UX designers and web developers in creating more user-friendly and universally appealing e-commerce websites. The study contributes empirical evidence on effective layout strategies for online marketplaces in the Thai context, potentially guiding future design decisions to improve user experience and business performance.

Keywords — User Interface, Analysis, Heat Map, Grid, E-Market Place

1. บทนำ

การเติบโตอย่างรวดเร็วของธุรกิจออนไลน์ โดยเฉพาะในประเทศไทย ได้ส่งผลให้การออกแบบประสบการณ์ผู้ใช้ (UX) และส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ (UI) ของเว็บไซต์พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-commerce) มีความสำคัญเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ การออกแบบที่มีประสิทธิภาพไม่เพียงแต่ช่วย

อำนวยความสะดวกในการใช้งานเว็บไซต์ แต่ยังมีผลโดยตรงต่อการเพิ่มโอกาสทางการขายและความพึงพอใจของลูกค้า [1, 2]

ในปี 2019 มูลค่าตลาด e-commerce ของประเทศไทยสูงถึง 16 พันล้านเหรียญสหรัฐ โดยมีแพลตฟอร์มยอดนิยมอย่าง Shopee และ Lazada ที่มียอดเข้าชมเว็บไซต์ต่อเดือนมากกว่า 47 ล้านและ 44 ล้านครั้งตามลำดับ [3] ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อความนิยมนี้ รวมถึงความสะดวกสบายในการใช้งาน การนำเสนอโปรโมชั่นที่น่าสนใจ และตัวเลือกการชำระเงินที่หลากหลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งการชำระเงินปลายทาง ซึ่งตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคไทยได้อย่างมีประสิทธิภาพ

โดยการแพร่ระบาดของโรค COVID-19 ได้เร่งการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมผู้บริโภคของคนไทย โดยพบว่าการซื้อสินค้าออนไลน์เพิ่มขึ้นถึง 58% [3] การเปลี่ยนแปลงนี้ไม่เพียงแต่ส่งผลต่อเศรษฐกิจ แต่ยังมีอิทธิพลต่อวัฒนธรรมการบริโภคของประเทศไทย โดย e-commerce ได้กลายเป็นช่องทางหลักในการซื้อสินค้าและบริการ ส่งเสริมวิถีชีวิตที่เน้นความสะดวก รวดเร็ว และปลอดภัย

ซึ่งในบริบทนี้ การออกแบบ UX/UI ที่เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมายจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อความสำเร็จของแพลตฟอร์ม e-commerce การจัดวางองค์ประกอบต่าง ๆ บนหน้าเว็บ เช่น ปุ่มลึอกอิน ช่องค้นหา และหมวดหมู่สินค้า มีผลโดยตรงต่อความสะดวกในการนำทางและประสบการณ์การใช้งานของผู้ใช้ ซึ่งส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อและความพึงพอใจโดยรวม

การวิจัยนี้มุ่งเน้นการวิเคราะห์การจัดวางองค์ประกอบสำคัญในเว็บไซต์ e-commerce ของไทย โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ช่องกริด (Grid Analysis) ขนาด 12x12 เป็นเครื่องมือในการวัดและเปรียบเทียบตำแหน่งที่เหมาะสมขององค์ประกอบต่าง ๆ วิธีการนี้ช่วยให้สามารถระบุตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุดสำหรับแต่ละองค์ประกอบ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งานและความพึงพอใจของผู้ใช้

นอกจากนี้ การวิจัยยังคำนึงถึงความแตกต่างทางวัฒนธรรมและพฤติกรรมการใช้งานที่เฉพาะเจาะจงของผู้ใช้ในประเทศไทย ซึ่งอาจแตกต่างจากตลาดโลกในบางแง่มุม การทำความเข้าใจถึงการจัดวาง UI ที่สอดคล้องกับพฤติกรรมผู้ใช้ในประเทศไทยจึงมีความสำคัญเป็นพิเศษ เพื่อสร้างการออกแบบที่ไม่เพียงสอดคล้องกับแนวคิดการออกแบบสากล แต่ยังปรับให้เข้ากับบริบททางวัฒนธรรมและพฤติกรรมของผู้ใช้ในประเทศไทยโดยเฉพาะ

วัตถุประสงค์หลักของการวิจัยนี้คือ

1. วิเคราะห์และเปรียบเทียบการจัดวางองค์ประกอบสำคัญในเว็บไซต์ e-commerce ของไทย โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ช่องกริด
2. ระบุตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุดสำหรับองค์ประกอบสำคัญต่าง ๆ บนหน้าเว็บ e-commerce
3. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการจัดวางองค์ประกอบกับประสิทธิภาพการใช้งานและความพึงพอใจของผู้ใช้
4. เสนอแนะแนวทางการออกแบบ UI ที่เหมาะสมสำหรับเว็บไซต์ e-commerce ในบริบทของประเทศไทย

ผลที่ได้รับจากการวิจัยนี้จะช่วยให้นักออกแบบ UX/UI และผู้พัฒนาเว็บไซต์ e-commerce สามารถสร้างแพลตฟอร์มที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยคำนึงถึงทั้งหลักการออกแบบสากลและความต้องการเฉพาะของผู้ใช้ในประเทศไทย การปรับปรุงประสบการณ์การใช้งานนี้ไม่เพียงแต่จะช่วยเพิ่ม

ความพึงพอใจของผู้ใช้ แต่ยังมีศักยภาพในการเพิ่มมูลค่าทางการตลาดของแพลตฟอร์ม e-commerce อย่างยั่งยืน

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความสำคัญของการออกแบบ

การวิจัยเกี่ยวกับการออกแบบ UX/UI สำหรับแพลตฟอร์ม e-commerce ในปัจจุบันได้มุ่งเน้นการบูรณาการแนวคิดจากหลากหลายทฤษฎี เพื่อสร้างประสบการณ์การใช้งานที่มีประสิทธิภาพและตอบสนองความต้องการของผู้ใช้อย่างแท้จริง งานวิจัยล่าสุดได้แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการออกแบบที่ไม่เพียงแต่ต้องใช้งานง่าย แต่ยังมี ความสวยงามและน่าเชื่อถือ เพื่อสร้างความประทับใจแรกและความไว้วางใจแก่ผู้ใช้ [4, 5]

นักวิจัยได้ค้นพบว่าองค์ประกอบทางการออกแบบ เช่น การใช้สีที่ สอดคล้องกัน การจัดวางเมนูและข้อมูลสินค้าอย่างเป็นระเบียบ มีผลโดยตรงต่อการรับรู้ความน่าเชื่อถือของเว็บไซต์และการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภค [6] นอกจากนี้ ยังมีการให้ความสำคัญกับการออกแบบที่คำนึงถึง ความต้องการเฉพาะของกลุ่มผู้ใช้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มผู้สูงอายุ ซึ่งมีข้อจำกัดและความต้องการพิเศษในการใช้งานเทคโนโลยี [5]

แนวโน้มล่าสุดในการออกแบบ UX/UI สำหรับ e-commerce ยังให้ความสำคัญกับการลดการรับรู้ความเสี่ยงของผู้ใช้ โดยการสร้างส่วนต่อประสานที่โปร่งใสและแสดงข้อมูลเกี่ยวกับความปลอดภัยอย่างชัดเจน [4] การวิจัยยังชี้ให้เห็นว่าการออกแบบที่เน้นความเรียบง่าย ใช้งานได้อย่าง เป็นธรรมชาติ และสอดคล้องกับพฤติกรรมกรรับรู้ของผู้ใช้ สามารถเพิ่ม ประสิทธิภาพในการใช้งานและความพึงพอใจของผู้ใช้ได้อย่างมีนัยสำคัญ [5, 6]

ในภาพรวมของการออกแบบ UX/UI สำหรับแพลตฟอร์ม e-commerce มุ่งเน้นการสร้างสมดุลระหว่างความสวยงาม ความง่ายในการ ใช้งาน และความน่าเชื่อถือ โดยคำนึงถึงความต้องการเฉพาะของกลุ่มผู้ใช้ ที่หลากหลาย และการลดการรับรู้ความเสี่ยงในการทำธุรกรรมออนไลน์ แนวทางการวิจัยในอนาคตอาจมุ่งเน้นการพัฒนาเทคนิคการออกแบบที่ สามารถปรับเปลี่ยนได้ตามบริบทและพฤติกรรมของผู้ใช้แต่ละคน รวมถึง การบูรณาการเทคโนโลยีใหม่ๆ เช่น ปัญญาประดิษฐ์และการเรียนรู้ของ เครื่อง เพื่อสร้างประสบการณ์การใช้งานที่เป็นส่วนตัวและมีประสิทธิภาพ มากยิ่งขึ้น

2.2 ทฤษฎีที่สำคัญ

1. ทฤษฎีการออกแบบที่มีผู้ใช้เป็นศูนย์กลาง (User-Centered Design - UCD)

แนวคิดการออกแบบที่มีผู้ใช้เป็นศูนย์กลางเน้นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ หรือบริการโดยคำนึงถึงความต้องการ ความชอบ และพฤติกรรมของผู้ใช้ เป็นหลัก [1, 2] ในการออกแบบ UX/UI สำหรับแพลตฟอร์ม e-commerce การนำแนวคิดนี้มาใช้จะช่วยให้การพัฒนาระบบสอดคล้องกับความต้องการ ของผู้ใช่มากขึ้น โดยอาศัยการวิจัยผู้ใช้ การทดสอบการใช้งาน และการรับ ฟังข้อเสนอแนะจากผู้ใช้งานจริงตลอดกระบวนการออกแบบ

2. ทฤษฎีการออกแบบเพื่อความง่ายในการใช้งาน (Usability Theory)

ทฤษฎีนี้มุ่งเน้นการออกแบบที่ช่วยให้ผู้ใช้สามารถใช้งานระบบได้อย่าง มีประสิทธิภาพ รวดเร็ว และง่ายดาย [1] ในบริบทของ e-commerce การ ออกแบบ UX/UI ที่มีความสามารถในการใช้งานสูงจะช่วยลดความซับซ้อน

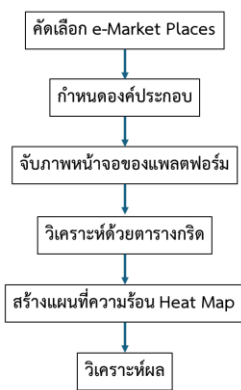
ลดโอกาสในการเกิดข้อผิดพลาด และเพิ่มความพึงพอใจของผู้ใช้ ซึ่งอาจส่งผลโดยตรงต่อการตัดสินใจซื้อและการกลับมาใช้บริการซ้ำ

3. ทฤษฎีจิตวิทยาการรับรู้ (Cognitive Psychology Theory)

ทฤษฎีจิตวิทยาการรับรู้ให้ความสำคัญกับกระบวนการทางความคิดและการรับรู้ของมนุษย์ [1, 2] ในการออกแบบ UX/UI สำหรับแพลตฟอร์ม e-commerce การนำหลักการของทฤษฎีนี้มาใช้จะช่วยในการออกแบบส่วนต่อประสานที่สอดคล้องกับวิธีการรับรู้และประมวลผลข้อมูลของผู้ใช้ เช่น การใช้สี รูปแบบ และการจัดวางองค์ประกอบที่ช่วยให้ผู้ใช้สามารถเข้าใจและนำทางได้อย่างเป็นธรรมชาติ

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้ใช้วิธีการวิเคราะห์เชิงคุณภาพเพื่อศึกษาการออกแบบประสบการณ์ผู้ใช้ (UX) และส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ (UI) ของแพลตฟอร์มตลาดอิเล็กทรอนิกส์ (e-Market Place: EMP) ในประเทศไทย โดยมีขั้นตอนการดำเนินการวิจัยที่ละเอียดและเป็นระบบดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1. ภาพรวมของขั้นตอนการทดลอง

การคัดเลือกแพลตฟอร์ม e-Market Places

1. ผู้วิจัยดำเนินการคัดเลือกแพลตฟอร์ม e-commerce จำนวน 4 แห่ง โดยใช้เกณฑ์การคัดเลือกที่ครอบคลุมและเป็นปัจจุบัน ดังนี้

- 1) ความรู้จักของคนไทย พิจารณาจากการปรากฏในสื่อต่างๆ เช่น สื่อสังคมออนไลน์ การโฆษณาทางโทรทัศน์ และสื่อสิ่งพิมพ์
- 2) ความนิยม อ้างอิงจากการจัดอันดับแพลตฟอร์มยอดนิยมในประเทศไทยโดยแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ
- 3) จำนวนผู้ใช้งาน ใช้ข้อมูลสถิติจำนวนผู้เข้าชมเว็บไซต์หรือแอปพลิเคชันในแต่ละเดือน

จากเกณฑ์ดังกล่าว แพลตฟอร์มที่ได้รับการคัดเลือกประกอบด้วย Shopee, Lazada, Central และ NocNoc ซึ่งเป็นตัวแทนที่ดีของตลาด e-Market Places ในประเทศไทย

2. การกำหนดองค์ประกอบสำคัญ

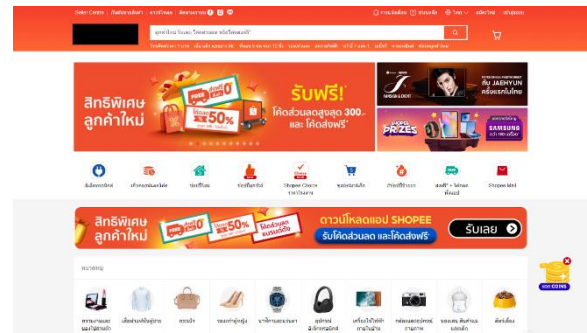
ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์และกำหนดองค์ประกอบสำคัญของหน้าเว็บไซต์ e-commerce จำนวน 13 รายการ โดยพิจารณาจากความจำเป็นในการใช้งานและความสำคัญต่อประสบการณ์ของผู้ใช้ องค์ประกอบเหล่านี้ประกอบด้วย

1. ปุ่มค้นหา
2. โลโก้
3. ช่องค้นหา
4. รถเข็น

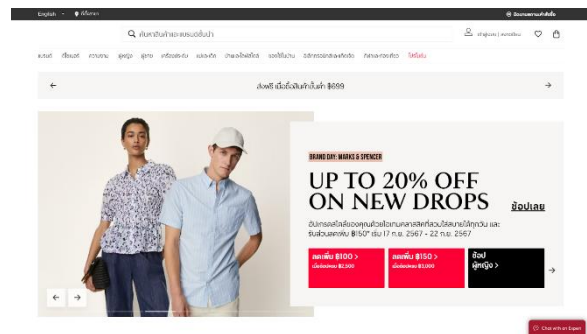
5. ปุ่มล็อกอิน
6. ปุ่มสมัครสมาชิก
7. แบนเนอร์ข้อความ
8. หมวดหมูสินค้า
9. ส่วนแสดงสินค้าลดราคาพิเศษ (Flash Sale)
10. เมนูนำทาง
11. ตัวเลือกเปลี่ยนภาษา
12. ปุ่มช่วยเหลือ
13. การแจ้งเตือน

3. การบันทึกหน้าจอของแพลตฟอร์ม

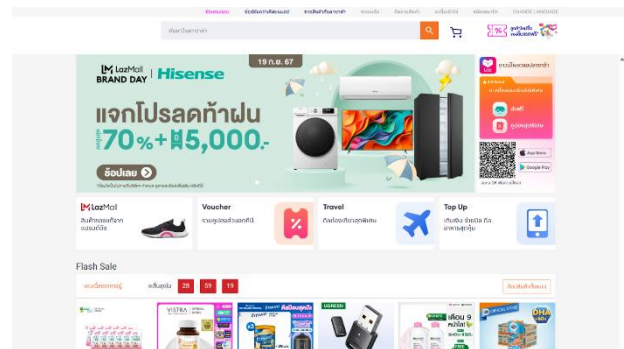
ดำเนินการบันทึกหน้าจอของแต่ละแพลตฟอร์มด้วยความละเอียดระดับ Full HD (1920x1080 พิกเซล) โดยจำกัดเฉพาะส่วนที่ปรากฏในหน้าแรกโดยไม่ต้องเลื่อนลง (above the fold) เพื่อให้สอดคล้องกับพฤติกรรมการใช้งานทั่วไปของผู้ใช้ที่มักให้ความสนใจกับเนื้อหาส่วนบนของหน้าเว็บ วิธีการนี้ช่วยให้การวิเคราะห์มุ่งเน้นไปที่องค์ประกอบที่มีความสำคัญสูงสุดในการสร้างประสบการณ์แรกพบของผู้ใช้ ดังแสดงในรูปที่ 2



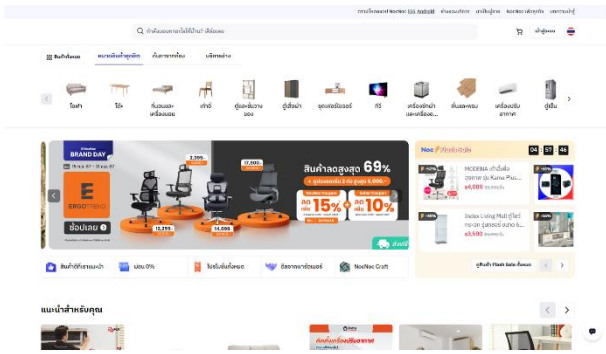
(ก)



(ข)



(ค)



(ง)

รูปที่ 2. (ก - ง) ภาพหน้าจอของ e-Market Places

4. การวิเคราะห์ด้วยตารางกริด

ใช้โปรแกรม Photopea ซึ่งเป็นเครื่องมือออนไลน์ที่มีความสามารถใกล้เคียงกับ Adobe Photoshop เพื่อสร้างตารางกริดขนาด 12x12 บนภาพหน้าจอที่บันทึกไว้ โดยใช้เครื่องมือ Guides และ Grid กำหนดช่องกริดด้วยระบบตัวอักษรและตัวเลข (เช่น A1, A2, B1, B2) เพื่อระบุตำแหน่งขององค์ประกอบต่าง ๆ อย่างแม่นยำ วิธีการนี้ช่วยให้สามารถเปรียบเทียบตำแหน่งขององค์ประกอบระหว่างแพลตฟอร์มได้อย่างเป็นระบบ ดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3. การสร้างเส้นกริด 12x12 เพื่อระบุตำแหน่งองค์ประกอบ

ในการจัดการเนื้อหาที่มีความยาวมากกว่า 1 หน้า ดำเนินการโดยใช้ตัวอักษร A และ B โดยกำหนดให้ A คือหน้าที่สามารถเข้าถึงได้โดยไม่ต้องเลื่อนลงด้านล่าง (ดังแสดงในรูปที่ 4 (ก)) และ B คือหน้าที่เลื่อนลงด้านล่างมา 1 หน้า (ดังแสดงในรูปที่ 4 (ข)) ซึ่งตัวอักษรทั้งสองตัวนี้ จะถูกใช้หน้าหน้าแถวของกริดเพื่อระบุว่า อยู่หน้าแรกหรือหน้าที่สอง รูปที่ 4 (ก) และ ข แสดงความสัมพันธ์ดังกล่าว



(ก)



(ข)

รูปที่ 4. การระบุชื่อของเซลล์เพื่อการเก็บข้อมูล โดยที่ (ก) หน้าที่ 1 โดยไม่ต้องเลื่อนลง และ (ข) หน้าที่ 2 เมื่อเลื่อนลงมาด้านล่างของหน้า

5. การสร้าง Heat Map

ทำโดยการดำเนินการซ้อนภาพหน้าจอของทั้ง 4 แพลตฟอร์ม โดยกำหนดค่าความโปร่งใสที่แตกต่างกัน ดังนี้

- ภาพที่ 1 (ล่างสุด): ความโปร่งใส 100%
- ภาพที่ 2: ความโปร่งใส 70%
- ภาพที่ 3: ความโปร่งใส 40%
- ภาพที่ 4 (บนสุด): ความโปร่งใส 20%

จากนั้นใช้สีแดง เหลือง และเขียว เพื่อแสดงความถี่ของการปรากฏขององค์ประกอบสำคัญในแต่ละตำแหน่ง โดย

- สีแดง แทนพื้นที่ที่มีองค์ประกอบปรากฏมากที่สุด
- สีเหลือง แทนพื้นที่ที่มีองค์ประกอบปรากฏปานกลาง
- สีเขียว แทนพื้นที่ที่มีองค์ประกอบปรากฏน้อยที่สุด

4. ผลการดำเนินการและการอภิปรายผล

การวิจัยเกี่ยวกับกริดการออกแบบ UX/UI ของแพลตฟอร์ม e-market Places ในประเทศไทยได้ดำเนินการตามขั้นตอนที่วางแผนไว้ และได้ผลลัพธ์ดังนี้

1. จากกริดวิเคราะห์แพลตฟอร์มพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ทั้ง 4 แห่งที่ได้รับการคัดเลือก พบความแตกต่างที่มีนัยสำคัญในการจัดวางและการแสดงองค์ประกอบสำคัญบนหน้าแรกของเว็บไซต์ ดังแสดงในตารางที่ 1 ซึ่งนำเสนอการปรากฏและตำแหน่งขององค์ประกอบต่าง ๆ บนตารางกริด 12x12 สำหรับแต่ละแพลตฟอร์ม

ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่า บางแพลตฟอร์มไม่ได้แสดงองค์ประกอบบางอย่างที่พบได้ในแพลตฟอร์มอื่น ๆ ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงความแตกต่างในกลยุทธ์การออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ (User Interface) และการจัดลำดับความสำคัญขององค์ประกอบต่าง ๆ ระหว่างผู้ให้บริการแพลตฟอร์ม

นอกจากนี้ ยังพบว่าองค์ประกอบที่มีความสำคัญต่อการใช้งานแพลตฟอร์มบางประการไม่ได้ถูกนำเสนออย่างชัดเจนบนหน้าแรกของบางแพลตฟอร์ม ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดคือ "ช่องค้นหา" ซึ่งถือเป็นองค์ประกอบที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อประสบการณ์ผู้ใช้ (User Experience) ในการค้นหาสินค้าหรือบริการ แต่กลับไม่ปรากฏบนหน้าแรกของแพลตฟอร์มพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ลำดับที่ 4 (EMP4)

ตารางที่ 1. ตำแหน่งขององค์ประกอบสำคัญบน e-Market Places (EMP)

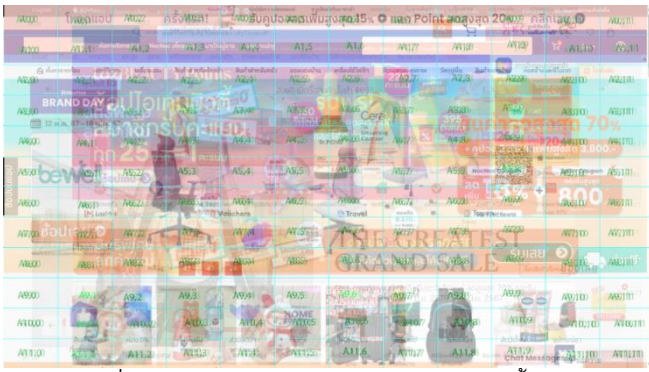
#	Elements	EMP1	EMP 2	EMP 3	EMP 4
1	ปุ่มค้นหา	[A0,9] & [A1,9]	[A0,8] & [A1,8]	[A1,9]	[A0,2] & [A1,2]
2	โลโก้	[A0,1 - A0,2] & [A1,1 - A1-2]	[A0,1 - A0,2] & [A1,1 - A1-2]	[A1,0 - A1,1]	[A0,0 - A0,1] & [A1,0 - A1-1]
3	ช่องค้นหา	[A0,2 - A0,9] & [A1,2 - A1,9]	[A0,2 - A0,7] & [A1,2 - A1,7]	[A1,6 - A1,9]	-
4	รถเข็น	[A0,9 - A0,10] & [A1,9 - A1,10]	[A0,8] & [A1,8]	[A1,10]	[A0,11] & [A1,11]
5	ปุ่มล็อกอิน	[A0,10]	[A0,8]	[A1,11]	[A0,9]
6	ปุ่มสมัครสมาชิก	[A0,10]	[A0,9]	[A1,11]	[A0,10]
7	แบนเนอร์ข้อความ	[A2,1 - A2,10] & [A3,1 - A3,10] & [A4,1 - A4,10] & [A5,1 - A5,10]	[A1,1 - A1,8] & [A2,1 - A2,8] & [A3,1 - A3,8] & [A4,1 - A4,8] & [A5,1 - A5,8] & [A6,1 - A6,8]	[A2,0 - A2,11] & [A3,0 - A3,11] & [A4,0 - A4,11] & [A5,0 - A5,11] & [A6,0 - A6,11] & [A7,0 - A7,11] & [A8,0 - A8,11]	[A3,0 - A3,11] & [A4,0 - A4,11] & [A5,0 - A5,11] & [A6,0 - A6,11] & [A7,0 - A7,11] & [A8,0 - A9,11] & [A10,0 - A10,11]
8	หมวดหมู่สินค้า	[A9,1 - A9,10] & [A10,1 - A10,10] & [A11,1 - A11,10] & [B1,1 - B10,10] & [B2,1 - B2,10] & [B3,1 - B3,10]	[B1,1 - B1,10] & [B2,1 - B2,10] & [B3,1 - B3,10] & [B4,1 - B4,10] & [B5,1 - B5,10]	[A2,0 - A2,10]	[B2,0 - B2,11] & [B3,1 - B3,11]
9	ส่วนแสดงสินค้าลดราคาพิเศษ (Flash)	[B4,1 - B4,10]	[A7,1 - A7,10]	[B2,0 - B2,11]	-

#	Elements	EMP1	EMP 2	EMP 3	EMP 4
	Sale)	[B5,1 - B5,10] & [B6,1 - B6,10] & [B7,1 - B7,10] & [B8,1 - B8,10]	[A8,1 - A8,10] & [A9,1 - A9,10] & [A10,1 - A10,10]	[B3,0 - B3,11] & [B4,0 - B4,11] & [B5,0 - AB,11] & [B6,0 - B6,11] & [B7,0 - B7,11] & [B8,0 - B8,11] & [B9,0 - B9,11]	
10	เมนูนำทาง	[A0,0 - A0,11] & [A1,0 - A1,11]	[A0,0 - A0,11] & [A1,0 - A1,11]	[A0,0 - A0,11] & [A1,0 - A1,11]	[A0,1 - A0,11] & [A1,0 - A1,10]
11	ตัวเลือกเปลี่ยนภาษา	[A0,9]	[A0,9 - A0,10]	[A1,10]	[A0,0]
12	ปุ่มช่วยเหลือ	[A0,8]	[A0,6 - A0,7]	-	-
13	การแจ้งเตือน	[A0,7]	-	-	[A0,10 - A0,11]

2. จากการวิเคราะห์ข้อมูลในตารางที่ 1 สามารถนำเสนอในรูปแบบของแผนภูมิความร้อน (heat map) ดังแสดงในรูปที่ 5 ซึ่งเป็นผลลัพธ์จากการซ้อนทับภาพหน้าจอของแพลตฟอร์มพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ทั้ง 4 แห่ง โดยใช้เทคนิคการปรับค่าความโปร่งใสของภาพ วิธีการนี้ช่วยให้สามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของการจัดวางองค์ประกอบสำคัญบนหน้าแรกของแพลตฟอร์มได้อย่างมีประสิทธิภาพ

รูปที่ 6 นำเสนอการวิเคราะห์เชิงลึกของการซ้อนทับขององค์ประกอบโดยใช้ระบบการแสดงผลแบบไล่ระดับสี (color gradient) เพื่อสื่อถึงความถี่ของการปรากฏขององค์ประกอบในตำแหน่งต่าง ๆ บนหน้าเว็บไซต์ โดยพื้นที่สีแดงแสดงถึงความถี่สูงของการซ้อนทับ ซึ่งบ่งชี้ว่าองค์ประกอบนั้นปรากฏในตำแหน่งเดียวกันบนหลายแพลตฟอร์ม ในทางตรงกันข้าม พื้นที่สีเขียวแสดงถึงการปรากฏขององค์ประกอบในแพลตฟอร์มเพียงแห่งเดียว สะท้อนถึงความแตกต่างในการออกแบบหรือกลยุทธ์การนำเสนอที่เป็นเอกลักษณ์ของแต่ละแพลตฟอร์ม

ผลการวิเคราะห์ชี้ให้เห็นว่า "ช่องค้นหา" เป็นองค์ประกอบที่มีความสอดคล้องสูงในการจัดวางระหว่างแพลตฟอร์มต่าง ๆ โดยมีกฎการจัดวางในตำแหน่งกึ่งกลางด้านบนของหน้าเว็บไซต์ การจัดวางในลักษณะนี้สะท้อนถึงการให้ความสำคัญกับฟังก์ชันการค้นหา ซึ่งถือเป็นองค์ประกอบหลักในการอำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้ในการเข้าถึงสินค้าหรือบริการที่ต้องการ



รูปที่ 5. การซ้อนทับภาพหน้าจอของแพลตฟอร์มทั้งหมด



รูปที่ 6. การสร้างแผนที่ความร้อนตามความถี่ของจำนวนองค์ประกอบ

การจัดวางองค์ประกอบในลักษณะนี้สอดคล้องกับหลักการออกแบบที่เน้นประสบการณ์ผู้ใช้ (User Experience Design) โดยมุ่งเน้นการสร้างความโดดเด่นและความสะดวกในการเข้าถึงฟังก์ชันที่มีความสำคัญสูง การวางตำแหน่งช่องค้นหาในจุดที่สังเกตเห็นได้ง่ายและเข้าถึงได้สะดวกนี้ มีแนวโน้มที่จะส่งเสริมประสิทธิภาพในการใช้งานและความพึงพอใจของผู้ใช้ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการสร้างประสบการณ์การช้อปปิ้งออนไลน์ที่ราบรื่นและน่าพึงพอใจ

การศึกษานี้แสดงให้เห็นถึงแนวโน้มการออกแบบที่เป็นที่ยอมรับในอุตสาหกรรมพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ของไทย อย่างไรก็ตาม การวิจัยเพิ่มเติมเกี่ยวกับผลกระทบของการจัดวางองค์ประกอบต่อพฤติกรรมผู้ใช้และอัตราการแปลงเป็นลูกค้า (conversion rate) อาจให้ข้อมูลเชิงลึกที่มีคุณค่าสำหรับการพัฒนาแนวทางการออกแบบที่เหมาะสมยิ่งขึ้นในอนาคต

5. สรุปผลและงานในอนาคต

การศึกษานี้ได้ดำเนินการวิเคราะห์การออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ (UI) และประสบการณ์ผู้ใช้ (UX) ของแพลตฟอร์มตลาดออนไลน์ชั้นนำในประเทศไทย โดยใช้วิธีการวิเคราะห์เชิงคุณภาพผ่านการใช้ตารางกริดและแผนภูมิความร้อน ผลการวิจัยได้เผยให้เห็นถึงแนวโน้มการจัดวางองค์ประกอบสำคัญบนหน้าแรกของเว็บไซต์ e-Market Places ที่เป็นที่ยอมรับในตลาดไทย อย่างไรก็ตาม เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้งและครอบคลุมมากยิ่งขึ้น จึงมีแผนการดำเนินงานวิจัยในอนาคตดังนี้

1. การวิเคราะห์ร่วมกับพฤติกรรมของผู้ใช้งาน ในการศึกษาต่อไป จะมีการบูรณาการการวิเคราะห์พฤติกรรมผู้ใช้เข้ากับผลการวิจัยปัจจุบัน เช่น การสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth interviews) การทดสอบการใช้งาน (Usability testing) การสังเกตการณ์แบบมีส่วนร่วม (Participant observation) การวิเคราะห์การเคลื่อนไหวของดวงตา (Eye-tracking analysis) เป็นต้น

2. การพัฒนาคำแนะนำในการจัดวางเลย์เอาต์ ผลจากการวิเคราะห์พฤติกรรมผู้ใช้จะถูกนำมาบูรณาการกับผลการวิจัยปัจจุบัน เพื่อพัฒนาคำแนะนำในการจัดวางเลย์เอาต์ของแพลตฟอร์ม e-Market Place ที่เหมาะสมกับวัฒนธรรมไทย

การดำเนินงานวิจัยในอนาคตนี้จะช่วยเสริมสร้างความเข้าใจอย่างลึกซึ้งเกี่ยวกับการออกแบบ UX/UI ที่เหมาะสมสำหรับแพลตฟอร์ม e-Market Place ในบริบทของวัฒนธรรมไทย ซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาประสบการณ์การช้อปปิ้งออนไลน์ที่ดียิ่งขึ้นสำหรับผู้บริโภคชาวไทย และเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินธุรกิจของผู้ประกอบการ e-commerce ในประเทศไทยอีกด้วย

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ ถูกพัฒนาภายใต้การสนับสนุนของห้องปฏิบัติการวิจัยสื่อดิจิทัลและปฏิสัมพันธ์ (DMI) คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยบูรพา ผู้วิจัยขอขอบคุณในการสนับสนุนด้านเงินทุนและสถานที่มา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] A. C. De Barros, R. Leitão, and J. Ribeiro, "Design and evaluation of a mobile user interface for older adults: navigation, interaction and visual design recommendations," *Procedia Computer Science*, vol. 27, pp. 369-378, 2014.
- [2] A. A. Sudjatmoko, A. A. Susanto, J. A. Jayaseputra, E. S. Purwanto, and A. C. Sari, "The Influence of Consumer Interest on the Use of UI and UX in the E-Commerce Application," in *2022 4th International Conference on Cybernetics and Intelligent System (ICORIS)*, pp. 1-8, 2022.
- [3] T. Mitchev and C. Nuangjamnong, "The impact of E-commerce on customer satisfaction and customer loyalty during the COVID-19 pandemic: a quantitative analysis in Thailand," *AU-GSB e-JOURNAL*, vol. 14, no. 2, pp. 59-70, 2021.
- [4] S. Pengnate and R. Sarathy, "An experimental investigation of the influence of website emotional design features on trust in unfamiliar online vendors," *Computers in Human Behavior*, vol. 67, pp. 49-60, 2017.
- [5] Y. Blanco-Fernández, J. J. Pazos-Arias, A. Gil-Solla, M. Ramos-Cabrer, and M. López-Nores, "An elderly-centered design of a mobile-based e-commerce application," *IEEE Access*, vol. 10, pp. 12763-12777, 2022.
- [6] K. Z. Zhang, C. M. Cheung, and M. K. Lee, "Examining the moderating effect of inconsistent reviews and its gender differences on consumers' online shopping decision," *International Journal of Information Management*, vol. 34, no. 2, pp. 89-98, 2014.

ระบบจัดการร้านอาหารเลิศรสหมูกระทะ

Restaurant Management System: Lert-Ros Thai BBQ Pork

1st วิลาสินี ทวีศรี

Virasinee Thaweessri

สาขาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ คณะวิทยาการ
คอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี
Software Engineering, Faculty of Computer
Science, Ubon Ratchathani Rajabhat
University, Thailand
Virasinee.k@ubru.ac.th

2nd กรวิชญ์ โคระชาติ

Korawit Chorasat

สาขาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ คณะวิทยาการ
คอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี
Software Engineering, Faculty of Computer
Science, Ubon Ratchathani Rajabhat
University, Thailand
Std_63122710101@ubru.ac.th

3rdธีรดา โชติพันธ์

Theerada Chotipant

สาขาเทคโนโลยีมัลติมีเดียและแอนิเมชัน
คณะวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัย
ราชภัฏอุบลราชธานี
Technology Multimedia and Animation.
Faculty of Computer Science, Ubon
Ratchathani Rajabhat University, Thailand
Theerada.C@ubru.ac.th

บทคัดย่อ — งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาระบบจัดการร้านอาหารเลิศรสหมูกระทะ และ 2) เพื่อหาประสิทธิภาพของระบบจัดการร้านอาหารเลิศรสหมูกระทะ เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบประกอบด้วยโปรแกรม Visual Studio Code ในการพัฒนาระบบด้วยภาษา PHP และฐานข้อมูล My SQL โปรแกรม Xampp จำลอง web server ผลการพัฒนา ระบบแบ่งผู้ใช้ออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ 1) เจ้าของร้าน สามารถจัดการข้อมูลทุกอย่างภายในระบบและดูสรุปรายงานยอดการขายได้ 2) พนักงานสามารถจัดการข้อมูลการสั่งอาหารและคิดเงินของลูกค้าได้ และ 3) ลูกค้าสามารถสั่งอาหารผ่านระบบได้ ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ประกอบด้วย 4 ด้าน ได้แก่ 1) การทำงานตรงตามความต้องการของผู้ใช้ 2) ความถูกต้องของฟังก์ชันการทำงาน 3) ความง่ายในการใช้งาน และ 4) การรักษาความปลอดภัย พบว่า ในภาพรวมทั้งหมดมี ประสิทธิภาพอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.04$, S.D.=0.54) โดยทั้งสี่ด้านอยู่ในระดับมาก โดยด้านที่มากที่สุดคือ ด้านการทำงานตรงตามความต้องการของผู้ใช้ ($\bar{X} = 4.12$, S.D.=0.60)

คำสำคัญ — ระบบร้านอาหาร, อาหารบุฟเฟต์, ร้านเนื้อย่าง

ABSTRACT — This research aims to 1) develop a management system for Lert-Ros Thai BBQ Pork, and 2) evaluate the efficiency of the developed system. The tools used for system development include Visual Studio Code for PHP programming, MySQL for the database, and XAMPP for simulating a web server. The system is divided into three user roles: 1) the restaurant owner, who can manage all system data and view sales summary reports, 2) staff, who can handle food orders and billing for customers, and 3) customers, who can place orders through the system. The system's efficiency was evaluated by five experts across four criteria: 1) Function Requirement Test, 2) Function Test, 3) Usability Test, and 4) Security Test. The overall efficiency was rated at a high level ($\bar{X} = 4.04$, S.D. = 0.54), with all four aspects being rated highly. The highest-rated aspect was functionality in line with user requirements ($\bar{X} = 4.12$, S.D. = 0.60)

Keywords — Restaurant System, Buffet, Thai BBQ Pork

1. บทนำ

มนุษย์ทุกคนมีสภาพความเป็นอยู่และการดำรงชีวิตที่เปลี่ยนแปลงไปตามยุคสมัยใหม่ที่เกิดขึ้น การใช้ชีวิตที่เร่งรีบมากขึ้นจนไม่มีเวลาทำอาหารทานที่บ้านส่งผลให้หลายคนหันมารับประทานอาหารนอกบ้านกันมากขึ้น ซึ่งในปัจจุบันได้มีร้านอาหารมากมายเกิดขึ้นมากมาย หลายร้านมีการแข่งขันทั้งทางรสชาติอาหาร การบริการ และการใช้เทคโนโลยีช่วยในการบริหารจัดการร้านให้เกิดความรวดเร็วทั้งทางฝั่งลูกค้าและทางร้าน การนำเทคโนโลยีมาใช้ในการจัดการร้านอาหารให้มีระบบงานที่ทันสมัยกว่าร้านอื่นมีความสำคัญอย่างมาก ทั้งเทคโนโลยีเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เป็นเครือข่ายขนาดใหญ่ที่เชื่อมโยงติดต่อสื่อสารข้อมูลไปได้ทั่วโลก เป็นสังคมออนไลน์ขนาดใหญ่ที่มีการสื่อสารด้วยภาพ เสียง ข้อความ และมีการพัฒนาไปสู่ การขาย สินค้าและบริการเพื่อเป็นการขายผู้บริโภค เพียงแค่มีระบบจัดจำหน่ายสินค้าระบบรับชำระเงิน ซึ่งปัจจุบันมีความก้าวหน้าไปมาก [1]

ร้านเนื้อย่างเลิศรส ระบบเดิมจะต้องให้พนักงานนับจำนวนลูกค้า แล้วจดลงที่กระดาษแล้ววางไว้ที่โต๊ะ จึงอาจเกิดการสูญหายหรือบางครั้งลูกค้ามีเด็กมาด้วย ส่งผลให้พนักงานที่รับรายการอาหารลูกค้าหลายครั้งเกิดความล่าช้า และรับรายการอาหารไม่ตรงกับความต้องการของลูกค้า เกิดความผิดพลาดในรายการอาหารที่ส่งไป การคิดราคาอาหารเกิดความล่าช้ามาก เนื่องจากลูกค้าไม่ทราบหมายเลขโต๊ะ ไม่ทราบเกณฑ์การจ่ายเงินของเด็ก ลูกค้าอาจเกิดความไม่พึงพอใจในการรับบริการ ในส่วนของครัวอาจเกิดความสับสนในรายการอาหารที่สั่งทำให้ทำอาหารช้า เพราะลำดับคิวไม่ตรงกัน รวมถึงปัญหาการเสิร์ฟอาหารไม่ตรงตามที่ลูกค้าสั่ง จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัย จึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาระบบจัดการร้านอาหารเลิศรสหมูกระทะ ด้วยการนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการจัดการการสั่งอาหารผ่านทางสมาร์ตโฟน โดยลูกค้าสามารถเลือกดูรายการอาหารที่ต้องการและสั่งอาหารได้ มีระบบคำนวณราคาอาหารอัตโนมัติทำให้ลูกค้าสามารถตรวจสอบค่าใช้จ่ายได้ ลูกค้าจะได้ทราบราคาและหมายเลขโต๊ะสะดวกต่อลูกค้าที่ต้องการไปจ่ายเงินได้ เพิ่มความสะดวกให้กับพนักงาน เช่น การนับยอดคนที่มาจริงและออกไปเสิร์ฟกับหมายเลขโต๊ะให้ลูกค้าที่มาได้ ทั้งนี้ช่วยอำนวยความสะดวกและตอบสนองความต้องการของเจ้าของกิจการให้ได้มาก

ขึ้นในการบริหารจัดการภายในร้าน และเป็น การเพิ่มประสิทธิภาพในการบริการและความทันสมัยของร้านมากขึ้น

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- เพื่อพัฒนาระบบจัดการร้านอาหารเลิศรสหุมกระทะ
- เพื่อหาประสิทธิภาพของระบบจัดการร้านอาหารเลิศรสหุมกระทะ

3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จิราวรรณ ผาดไรสง และภาชญา เชื้อวชาญ (2562) [2] การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและ วิเคราะห์ระบบแอปพลิเคชันการสั่งอาหารของโรงพยาบาล เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบแอปพลิเคชันการสั่งอาหารของโรงพยาบาล และเพื่อประเมินประสิทธิภาพ ระบบแอปพลิเคชันการสั่งอาหารของโรงพยาบาล ภาษาที่ใช้ในการพัฒนาได้แก่ PHP, HTML, CSS เป็นต้น และโปรแกรมอื่นๆ ในการ ออกแบบแอปพลิเคชันการสั่งอาหารของโรงพยาบาล ผลการพัฒนาแอปพลิเคชันการ สั่งอาหารของโรงพยาบาล เป็นไปตามแนวทางการออกแบบตามวงจรการพัฒนา ระบบ (System Development Life Cycle : SDLC) สามารถทำงานได้ตรงตามความต้องการตามที่ได้ออกแบบไว้การใช้งานของ แอปพลิเคชันการสั่งอาหารของโรงพยาบาลสามารถเลือกเมนูอาหารที่จะสั่ง จากนั้นสามารถระบุจำนวนอาหารและกรอกข้อมูลเพื่อสั่งอาหารโดยกรอก ชื่อ เบอร์โทรศัพท์ ห้อง แผนก เป็นต้น และสามารถทำการชำระเงิน โดยชำระเงินสดหรือโอนผ่านเลขที่บัญชี และดูสถานะของการปรุงอาหารได้

อรวรรณ ชุณหพราน (2563) [3] งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันการจัดการร้านอาหารแบบการคำนวณแคลอรีเพื่อสุขภาพ โดยผู้ใช้บริโภคสามารถสั่งซื้ออาหารผ่านทางโมบายแอปพลิเคชัน และสามารถกำหนดปริมาณของแคลอรีในอาหารสำหรับตนเองได้ รวมทั้งประยุกต์ใช้เทคโนโลยี (Google Map) ในการจัดส่งสินค้าของทางร้านโดยพัฒนาการใช้งานทั้งในรูปแบบโมบายแอปพลิเคชันและเว็บแอปพลิเคชันด้วยภาษา Java และภาษา PHP ในการเชื่อมต่อฐานข้อมูล MySQL จากการสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้ จำนวน 109 คน ประกอบด้วย เจ้าของร้าน พนักงาน พ่อครัว-แม่ครัว พนักงานจัดส่ง และลูกค้า แบ่งเป็น 5 ด้านพบว่า 1) ด้านความสามารถในการทำงานของระบบตรงตามความต้องการของผู้ใช้มีความพึงพอใจคิดเป็นร้อยละ 91.6 2) ด้านความง่ายต่อการใช้งานระบบมีความพึงพอใจคิดเป็นร้อยละ 79.2 3) ด้านความถูกต้องในการทำงานของระบบมีความพึงพอใจคิดเป็นร้อยละ 83.2 4) ด้านประสิทธิภาพของระบบมีความพึงพอใจคิดเป็นร้อยละ 76.8 และ 5) ด้านความปลอดภัยของระบบมีความพึงพอใจคิดเป็นร้อยละ 77

พัชรพร ศาลาค่า และ จิณณวัตร ทะลาลี (2567) [4] งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ออกแบบและพัฒนาระบบบริหารจัดการร้านอาหารออนไลน์ กรณีศึกษาร้านตุ้แดง 2) ประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อระบบบริหารจัดการร้านอาหารออนไลน์ กรณีศึกษาร้านตุ้แดง โดยมีกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาความพึงพอใจจำนวน 142 คน ประกอบด้วย เจ้าของร้านตุ้แดง ผู้ใช้ทั่วไป และผู้เชี่ยวชาญระบบ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) ระบบบริหารจัดการร้านอาหารออนไลน์ โดยใช้กระบวนการออกแบบด้วยวงจรการพัฒนา ระบบ พัฒนาเว็บไซต์ด้วยภาษา PHP และใช้ MySQL ในการจัดการฐานข้อมูล 2) แบบสอบถามความพึงพอใจของการใช้งานระบบบริหารจัดการร้านอาหารออนไลน์ โดยแบ่ง

ออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านคุณภาพของเนื้อหา ด้านการออกแบบ และด้านประสิทธิภาพการนำไปใช้งาน โดยวิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยค่าเฉลี่ย และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า การประเมินความพึงพอใจเพื่อหาคุณภาพของเนื้อหาพบว่าอยู่ในระดับพอใจมาก ($\bar{X} = 4.50$, S.D = 0.50) คุณภาพของระบบด้านการออกแบบอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.70$, S.D = 0.37) และด้านประสิทธิภาพการนำไปใช้งานอยู่ในระดับพอใจมากที่สุด ($\bar{X} = 4.58$, S.D = 0.53)

Chaitrali Hanumant Tekawade et al (2023) [5] นำเสนอระบบจัดการร้านอาหารอัตโนมัติ ลูกค้าสามารถสั่งอาหารโดยการสแกน QR-Code ที่วางอยู่บนโต๊ะ อำนาจความสะดวกให้กับร้านอาหารในการจัดเก็บข้อมูลต่างๆ ในร้านค้า ประกอบไปด้วยข้อมูลพนักงาน สต็อกสินค้า การออกไปเสร็จตามความต้องการของลูกค้าผ่านทาง Whatsapp, SMS, Email ระบบจัดการภาระงานของพ่อครัว เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการบริการลูกค้าให้ได้รับประสบการณ์ที่ดียิ่งขึ้น

4. วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาความต้องการ และรวบรวมข้อมูล เพื่อกำหนดขอบเขตงาน และตรวจสอบความต้องการของเจ้าของร้าน พนักงานและลูกค้า ในการออกแบบการวิจัย ได้มีการวิเคราะห์ระบบ ดำเนินงานโดยใช้วงจรการพัฒนา ระบบแบบ System Development Life Cycle (SDLC) ดังนี้

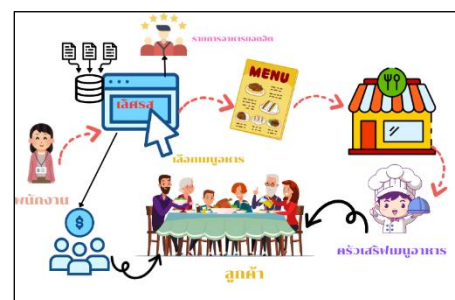
4.1. ขั้นตอนการวางแผนระบบ

4.1.1. ขั้นตอนการทำงานระบบเก่า

การทำงานของร้านอาหารบุฟเฟ่ต์ (กรณีศึกษา ร้านเนื้อย่างเลิศรส) เมื่อลูกค้าเข้าไปถึงหน้าร้านลูกค้าทำการเลือกโต๊ะ และเรียกพนักงานให้มาทำการเปิดโต๊ะ แล้วพนักงานก็จะจดบันทึกยอดลูกค้าลงกระดาษแล้วมาวางไว้ที่โต๊ะ หลังจากนั้นลูกค้าก็บริการอาหารด้วยตนเอง เนื่องจากใช้เป็นการจดบันทึกจึงทำให้อาจจะไม่มีใบเสร็จจ่ายได้ จึงทำให้เวลาที่ต้องการจ่ายเงินพนักงานต้องมานับยอดหรือสอบถามยอดอีกครั้งจึงทำให้เกิดความล่าช้าในการใช้บริการได้

4.1.2. ขั้นตอนการทำงานระบบใหม่

ผู้วิจัยได้วัตถุประสงค์หลักเพื่อแก้ปัญหาด้านความสะดวกสบายของผู้ใช้งานระบบที่จะทำให้มีประสิทธิภาพ และเกิดประโยชน์ต่อธุรกิจร้านอาหารและลูกค้าผู้ใช้บริการระบบ ระบบจัดการร้านอาหารเลิศรสหุมกระทะ ลดปัญหาการรับรายการอาหารที่ไม่ตรงหรือหลงหาย และปัญหาการเสียเวลาในการจ่ายเงินของลูกค้าได้ เนื่องจากสามารถดูได้ที่บิลตอนเปิดโต๊ะได้ สามารถตอบสนองความต้องการข้อมูลผ่านทาง Web Application



รูปที่ 1 ภาพรวมการทำงานของระบบ

4.2. ขั้นตอนการวิเคราะห์ระบบ

ผู้วิจัยได้ทำการสอบถามความต้องการของผู้ใช้ รวบรวมข้อมูล เพื่อกำหนดขอบเขตงาน ตรวจสอบความต้องการของผู้ใช้ ระหว่าง เจ้าของร้าน พนักงาน และลูกค้า ในการออกแบบการวิจัยได้มีการวิเคราะห์ระบบประกอบด้วย 2 ส่วนได้แก่ 1) กำหนดขอบเขตงาน 2) เครื่องมือในการพัฒนา ดังนี้

4.2.1. กำหนดขอบเขตงาน

ระบบจัดการร้านอาหาร แบ่งระบบผู้ใช้งานออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ เจ้าของร้าน พนักงาน และลูกค้า ผู้ใช้งานส่วนมีสิทธิ์การใช้งานระบบ ดังแสดงในรูปภาพโดยมีรายละเอียด ดังนี้

ส่วนที่ 1 เจ้าของร้าน

- 1) สามารถจัดการสิทธิ์การเข้าใช้งานระบบ
- 2) สามารถเพิ่ม ลบ แก้ไข ข้อมูลพนักงาน/รายการอาหาร/และจำนวนโต๊ะได้
- 3) สามารถออกหมายเลขโต๊ะได้
- 4) สามารถยกเลิกรายการอาหารได้
- 5) สามารถออกใบเสร็จได้
- 6) สามารถสรุปรายงานยอดการขายประจำวัน/เดือน/ปี

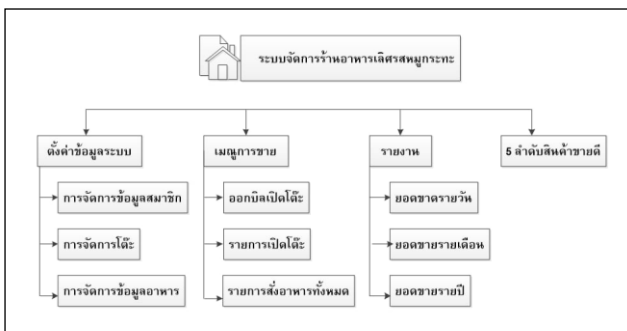
ส่วนที่ 2 พนักงาน

- 1) สามารถ Login เข้าสู่ระบบได้
- 2) สามารถออกหมายเลขโต๊ะได้
- 3) สามารถทำรายการสั่งอาหารแทนลูกค้าได้
- 4) สามารถยกเลิกรายการสั่งอาหารได้
- 5) สามารถเรียกดูรายการสั่งอาหารของลูกค้า
- 6) อัปเดตสถานะสั่งอาหารได้
- 7) สามารถออกใบเสร็จได้

ส่วนที่ 3 ลูกค้า

สามารถสั่งรายการอาหารได้

โครงสร้างการทำงานของระบบ ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 โครงสร้างการทำงานของระบบงาน

ออกแบบและสร้างแบบจำลองเพื่อแสดงลำดับขั้นตอนการทำงานของระบบด้วยแผนภาพ Use case Diagram ของระบบ ดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 แสดง Use case Diagram ระบบจัดการร้านอาหาร

4.2.2. เครื่องมือในการพัฒนาระบบ

การพัฒนา ระบบจัดการร้านอาหารเลิศรส มีการนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์สำหรับการพัฒนา ดังต่อไปนี้

Front - End Development Tools สำหรับการพัฒนาอินเตอร์เฟซผู้ใช้ HTML/CSS/JavaScript ใช้ในการสร้างเว็บไซต์ที่ใช้งานง่ายและสวยงาม

Back- End Development Tools สำหรับการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานของระบบ ได้แก่ PHP เป็นเครื่องมือยอดนิยมในการพัฒนาระบบหลังบ้าน ที่ต้องการความยืดหยุ่นสูงในการจัดการร้านอาหาร

Xampp เป็นโปรแกรม Apache web server ไว้จำลอง web server พร้อมกับภาษาสำหรับพัฒนาเว็บ แอปพลิเคชันที่เป็นที่นิยม MySQL ฐานข้อมูล Apache จะทำหน้าที่เป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์ Perl อีกทั้งยัง มาพร้อมกับ phpMyAdmin (ระบบบริหารฐานข้อมูลที่พัฒนาโดย PHP)

Visual Studio Code เป็นโปรแกรม Code Editor ที่ใช้ในการแก้ไขและปรับแต่ง มีการรองรับการใช้งานทั้งบน Windows มีการสนับสนุนทั้งภาษา JavaScript, TypeScript และ Node.js สามารถเชื่อมต่อกับ Git ได้ สามารถนำมาใช้งานได้ง่าย

5. ผลการวิจัย

5.1. ผลการพัฒนา ระบบ

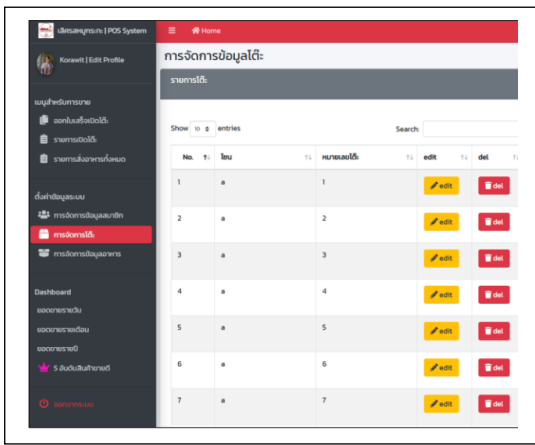
การพัฒนา ระบบจัดการร้านอาหารเลิศรสสมุทรทะเล ด้วยภาษา PHP และฐานข้อมูล My SQL เมื่อเข้าสู่การทำงานหน้าแรกของระบบจัดการร้านอาหารเลิศรสสมุทรทะเล จะมีการแสดงผลดังนี้

หน้าแรกเป็นการเข้าสู่ระบบ โดยเจ้าของร้านกรอกสามารถกรอก Username และ Password เพื่อทำการเข้าสู่ระบบ ดังรูปที่ 4



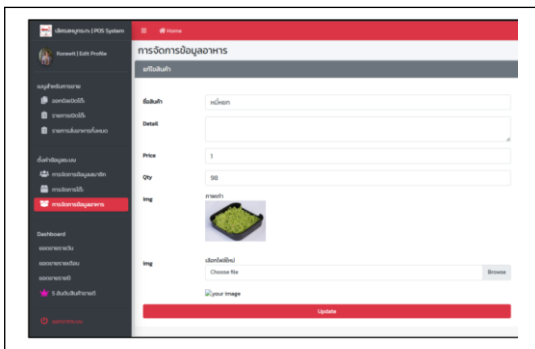
รูปที่ 4 หน้าเข้าสู่ระบบ

เจ้าของร้านจะทำการกำหนดสิทธิ์การเข้าใช้ จัดการโต๊ะอาหาร เพื่อให้พร้อมต่อการบริการ ดัง รูปที่ 5



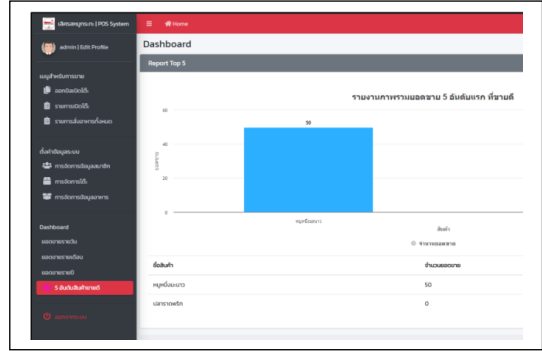
รูปที่ 5 หน้าจัดการโต๊ะอาหาร

เจ้าของร้านจะทำการเพิ่มรายการอาหาร เพื่อให้พร้อมต่อการบริการ ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 หน้าจัดการข้อมูลอาหาร

ทั้งนี้เจ้าของร้านยังสามารถดูรายได้ประจำวัน ประจำเดือน ประจำปี พร้อมทั้ง แสดงสินค้า 5 อันดับสินค้าขายดี ได้อีกด้วยดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 แสดง 5 อันดับสินค้าขายดี

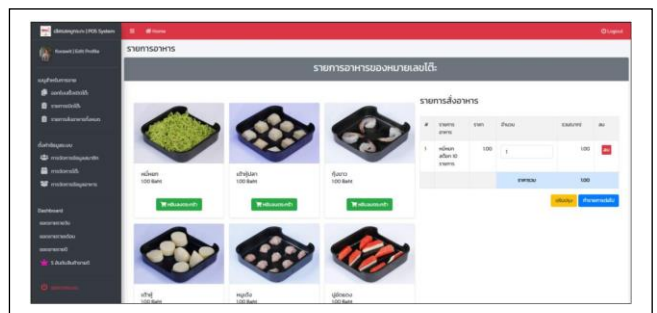
5.1.1. ส่วนของพนักงาน

เมื่อลูกค้าเข้ามาใช้บริการ พนักงานจะออกไปเสิร์ฟเปิดโต๊ะ ให้ลูกค้าเลือกหมายเลขโต๊ะ บอกจำนวนลูกค้าผู้ใหญ่ จำนวนลูกค้าเด็ก และกดปุ่มออกไปเสิร์ฟ ดังรูปที่ 8



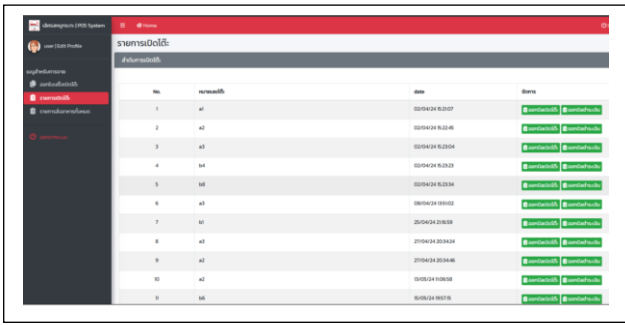
รูปที่ 8 แสดงหน้าไปเสิร์ฟเปิดโต๊ะ

หลังจากนั้นระบบจะแสดงหน้ารายการไปเสิร์ฟ ผู้ใช้สามารถพิมพ์หน้าไปเสิร์ฟให้ลูกค้า และสามารถกดปุ่มสั่งอาหาร เพื่อสั่งอาหารแทนลูกค้าได้ ดังรูปที่ 9



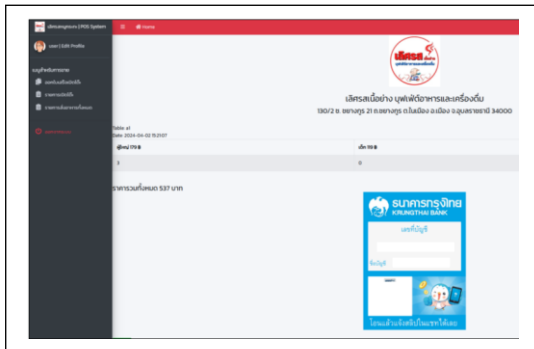
รูปที่ 9 แสดงหน้ารายการจองสั่งอาหารพนักงาน

หลังจากกดปุ่มสั่งอาหาร ระบบจะแสดงหน้ารายการอาหาร โดยใช้ผู้ใช้เลือกสินค้าที่ต้องการ พร้อมยืนยันการสั่งอาหารกับพนักงาน เมื่อยืนยันจะแสดงรายการเปิดโต๊ะ ดังรูปที่ 10



รูปที่ 10 แสดงหน้ารายการเปิดโต๊ะ

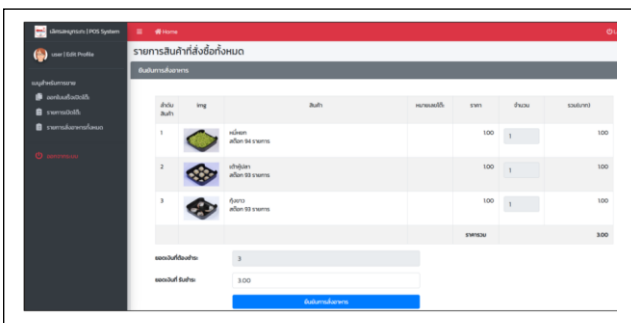
หลังจากกดปุ่มออกบิลชำระเงิน ระบบจะแสดงหน้าบิลชำระเงิน ผู้ใช้สามารถ พิมพ์ใบเสร็จให้กับลูกค้าได้ ดังรูปที่ 11



รูปที่ 11 แสดงหน้าออกบิลชำระเงิน

5.1.2. ส่วนลูกค้า

หลังจากสแกนคิวอาร์โค้ด ระบบจะแสดงหน้ารายการอาหาร โดยผู้ใช้เลือก สินค้าที่ต้องการ แล้วกดปุ่ม ทำรายการต่อไปเพื่อสั่งอาหาร ดังรูปที่ 12



รูปที่ 12 แสดงหน้ายืนยันการสั่งอาหารลูกค้า

5.2. ผลการทดสอบประสิทธิภาพระบบจัดการร้านอาหารเลิศรสหมู่เกาะ

การประเมินประสิทธิภาพของระบบ โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน วัตถุประสงค์การทดสอบประเมินแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ กำหนดช่วงคะแนนการแปลความหมายของค่าเฉลี่ยแบ่งเป็น 5 ระดับ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1. กำหนดช่วงคะแนน

ค่าเฉลี่ย	การแปลความหมาย
4.55 – 5.00	ระบบสามารถรองรับการทำงานเกี่ยวกับงานนั้นได้อย่างมีประสิทธิภาพในระดับ ดีมาก
3.55 – 4.54	ระบบสามารถรองรับการทำงานเกี่ยวกับงานนั้นได้อย่างมีประสิทธิภาพในระดับ มาก
2.55 – 3.54	ระบบสามารถรองรับการทำงานเกี่ยวกับงานนั้นได้อย่างมีประสิทธิภาพในระดับ ปานกลาง
1.55 – 2.54	ระบบสามารถรองรับการทำงานเกี่ยวกับงานนั้นได้อย่างมีประสิทธิภาพในระดับ น้อย
1.00 – 1.54	ระบบสามารถรองรับการทำงานเกี่ยวกับงานนั้นได้อย่างมีประสิทธิภาพในระดับ น้อยมาก

ข้อคำถามแบ่งออกเป็น 4 ด้าน คือ

1) Function Requirement Test ทดสอบการทำงานตรงตามความต้องการของผู้ใช้

2) Function Test ทดสอบความถูกต้องของฟังก์ชันการทำงาน

3) Usability Test ทดสอบความง่ายในการใช้งาน

4) Security Test ทดสอบการรักษาความปลอดภัย

ผลการประเมินประสิทธิภาพ พบว่า ระบบจัดการร้านอาหารเลิศรสหมู่เกาะ ในภาพรวมทั้งหมดมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับมาก (\bar{X} = 4.04, S.D.=0.54) โดยทั้งสี่ด้านอยู่ในระดับมาก เรียงตามลำดับได้ดังนี้ 1) ด้านการทำงานตรงตามความต้องการของผู้ใช้ (Functional Requirement test) (\bar{X} = 4.12, S.D.=0.60) 2) ด้านความง่ายในการใช้งาน (Usability Test) (\bar{X} = 4.07, S.D.=0.59) 3) ด้านความถูกต้องของฟังก์ชันการทำงาน (Function Test) (\bar{X} = 4.03, S.D.=0.53) และ 4) ด้านการรักษาความปลอดภัย (Security Test) (\bar{X} = 3.93, S.D.=0.45) รายละเอียดดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2. ผลประเมินประสิทธิภาพระบบจัดการร้านอาหารเลิศรสหมู่เกาะ

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	การแปลผล
Function Requirement Test			
1.ความสามารถของโปรแกรมการจัดการฐานข้อมูล	4.00	0.71	มาก
2.ความสามารถในการสืบค้นข้อมูล	4.40	0.55	มาก
3. ความสามารถในการเลือกเมนูอาหารและทำการสั่งได้	4.20	0.45	มาก
4.ความสามารถในการแสดงรายละเอียดของข้อมูล	4.20	0.84	มาก
5. ความสามารถในการออกใบเสร็จให้กับลูกค้าได้	3.80	0.45	มาก
รวมเฉลี่ย	4.12	0.60	มาก
Function Test			
1 ความถูกต้องการทำงานของระบบในภาพรวม	4.20	0.45	มาก
2. ความถูกต้องของการคำนวณค่าต่าง ๆ	4.20	0.84	มาก
3. ความถูกต้องในการบันทึกข้อมูลลงในระบบ	3.80	0.45	มาก
4. ความถูกต้องในการแก้ไขข้อมูล	4.20	0.45	มาก

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	การแปลผล
5. ความถูกต้องในการแสดงข้อมูลในการสืบค้น	3.60	0.55	มาก
6. ความถูกต้องต่อการรายงานจากการประมวลผล	4.20	0.45	มาก
รวมเฉลี่ย	4.03	0.53	มาก
Usability Test			
1 ความง่ายต่อการใช้งาน	4.20	0.45	มาก
2. ความเหมาะสมในการออกแบบหน้าจอการทำงาน	4.00	0.71	มาก
3. ความเหมาะสมต่อการกำหนดสีของหน้าจอโดยภาพรวม	4.00	0.71	มาก
4. ความเหมาะสมต่อรูปแบบตัวอักษรที่เหลือใช้งาน	4.00	0.71	มาก
5. การใช้ภาษาต่อการใช้งานตรงตามวัตถุประสงค์	4.40	0.55	มาก
6. ความรวดเร็วในการประมวลผล	3.80	0.45	มาก
รวมเฉลี่ย	4.07	0.59	มาก
Security Test			
1.ความถูกต้องการป้องกันข้อมูลเข้าสู่ระบบ	4.20	0.45	มาก
2. ความถูกต้องต่อการกำหนดสิทธิ์ในการใช้งาน	3.80	0.45	มาก
3. ความเหมาะสมต่อการรักษาความปลอดภัยของระบบ	3.80	0.45	มาก
รวมเฉลี่ย	3.93	0.45	มาก
รวม	4.04	0.54	มาก

6. การอภิปรายผล

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอและพัฒนาระบบโดยผ่านขั้นตอนกระบวนการวางแผน การศึกษาวิเคราะห์และออกแบบ การพัฒนา ระบบ การทดสอบระบบ โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อแก้ปัญหาด้านการบริหารจัดการภายในร้านอาหาร เพิ่มความสะดวกสบายของผู้ใช้งานระบบและช่วยให้การทำงานภายในร้านมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยระบบที่พัฒนาขึ้นแบ่งการทำงานออกเป็น 3 ส่วน คือ 1) ส่วนของเจ้าของร้าน สามารถจัดการสิทธิ์การเข้าใช้งานระบบ เพิ่ม ลบ แก้ไข ข้อมูลพนักงาน/รายการอาหาร/และจำนวนโต๊ะได้ ออกหมายเลขโต๊ะ ยกเลิกรายการอาหาร ออกใบเสร็จ และสามารถสรุปรายงานยอดการขายได้ 2) ส่วนของพนักงาน สามารถออกหมายเลขโต๊ะ ทำรายการสั่งอาหารแทนลูกค้า ยกเลิกรายการสั่งอาหาร เรียกดูรายการสั่งอาหารของลูกค้า อัปเดตสถานะสั่งอาหาร และสามารถออกใบเสร็จได้ 3) ส่วนของลูกค้า สามารถสั่งรายการอาหารได้ ผลประเมินประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ใน ภาพรวมทั้งหมดระบบจัดการร้านอาหารเลิศรสหมู่กระทะมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับมาก (\bar{X} =4.04, S.D.=0.54) โดยทั้งสี่ด้านอยู่ในระดับมาก

ระบบจัดการร้านอาหารเลิศรสหมู่กระทะสามารถต่อยอดการพัฒนาให้รองรับการทำงานกับเครื่องสาร์ทโฟนในรูปแบบของแอปพลิเคชัน เพื่อเพิ่มความสะดวกในการทำงาน และเพิ่มประสิทธิภาพให้ระบบสามารถเรียกพนักงานเก็บเงินได้ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากสาขาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ คณะวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี ขอขอบคุณสาขาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ และคณะวิทยาการคอมพิวเตอร์ ที่ส่งเสริมและสร้างแรงบันดาลใจทำให้เกิดการพัฒนาผลงานวิชาการนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] วิกรม ตรีศรี และนำโชค ทองละมุล, "ระบบจัดการการสั่งอาหาร กรณีศึกษา ร้านอาหาร Zero," วิทยุบริหารธุรกิจบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏ, 2560.
- [2] จิราวรรณ ผาดไสง และภาชญา เชื้อชาชาญ, "ระบบการสั่งอาหารในโรงพยาบาล," ในประชุมวิชาการนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ ครั้งที่ 2, มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา, 2562, น. 1881-1889.
- [3] อรวรรณ ชูณหปราณ, "การสร้างแอปพลิเคชันของระบบจัดการร้านอาหารแบบกำหนดเคลอร์เพื่อสุขภาพ," วารสารสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา, ปีที่ 5, ฉบับที่ 2, หน้า 61-72, 2563.
- [4] พัชรพร ศาลาคำ และจินฉัตร ทะลาสี, "ระบบบริหารจัดการร้านอาหารออนไลน์ กรณีศึกษา ร้านตู้แดง," วารสารวิศวกรรมและเทคโนโลยี อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์, ปีที่ 2, ฉบับที่ 2, หน้า 48-60, 2567.
- [5] Tekawade, C.H., Pathade, R.G., Jadhav, S.S, A., & Yadav, R.D. "Automated Restaurant Management System," *International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET)*, vol. 11, no. 5, pp. 6703 – 6706, 2023.

การวิเคราะห์พฤติกรรมการใช้บริการของผู้บริโภคในร้านยาดีอกเตอร์ดริ๊ก

CONSUMER BEHAVIOR ANALYSIS IN DOCTORDRUG PHARMACY

1st สุรศักดิ์ ทิพวรรณ

Surasak Thippawan

สาขาวิชาการจัดการนวัตกรรมดิจิทัล
(ระบบการศึกษาทางไกลผ่านอินเทอร์เน็ต)

วิทยาลัยนวัตกรรมดิจิทัลเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยรังสิต

Digital Innovation Management

(Internet-based Distance Education)

College of Digital Innovation Technology

Rangsit University

ปทุมธานี ประเทศไทย

Surasak.th63@rsu.ac.th

2nd เชษฐาเนติ ศรีสอ้าน

Chetneti Srisaan

วิทยาลัยนวัตกรรมดิจิทัลเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยรังสิต

Digital Innovation Management

College of Digital Innovation Technology

Rangsit University

ปทุมธานี ประเทศไทย

Chetneti@rsu.ac.th

บทคัดย่อ — งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์พฤติกรรมการใช้บริการของผู้บริโภคในร้านยาดีอกเตอร์ดริ๊ก ในการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลรายการซื้อผลิตภัณฑ์วิตามินบำรุงร่างกายของผู้บริโภค เพื่อให้ได้กฎความสัมพันธ์ที่ดีที่สุด โดยผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลรายการซื้อในช่วงระยะเวลาเดือนมกราคม พ.ศ. 2563 – เดือนธันวาคม พ.ศ. 2564 จำนวน 39,859 รายการ โดยการใช้เทคนิคเหมืองข้อมูล (Data Mining) และทำการจัดเตรียมข้อมูล ปรับข้อมูล และคัดกรองข้อมูลเฉพาะรายการซื้อผลิตภัณฑ์วิตามินบำรุงร่างกายกลุ่มตัวอย่าง 15 ตัวอย่าง ได้แก่ วิตามินซี, วิตามินบี, วิตามินเอ, วิตามินรวม, ซิงค์, กลูตา, คอลลาเจน, แอลคาร์นิทีน, แอสตาแซนทิน, อีฟนิ่งพริมโรส, โคเอนไซม์คิวเท็น, วิตามินอี, น้ำมันปลา, แคลเซียม และไบโอติน จำนวน 2,000 รายการ นำกลุ่มข้อมูลดังกล่าวมาเขียนเป็นชุดข้อมูลโดยใช้กฎความสัมพันธ์ด้วยวิธีอัลกอริทึมอปริอริ ทำการประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูลผ่านโปรแกรม WEKA ผลการวิจัยทดสอบกฎที่มีความสัมพันธ์กันได้ 30 กฎ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าทุกครั้งที่มีการซื้อวิตามินบำรุงร่างกายผู้บริโภคจะซื้อวิตามินซึ่งร่วมด้วยทุกครั้งเป็นส่วนใหญ่ ทั้งนี้ผลการศึกษาวิเคราะห์พฤติกรรมการใช้บริการของผู้บริโภคในร้านยาดีอกเตอร์ดริ๊ก สามารถนำไปใช้ประโยชน์ทางการตลาดในการจัดกิจกรรมส่งเสริมการขาย การแนะนำผลิตภัณฑ์วิตามินบำรุงร่างกาย และการจัดทำสต็อกสินค้าเพื่อให้เพียงพอต่อการจำหน่ายต่อไป

คำสำคัญ — เหมืองข้อมูล, กฎความสัมพันธ์, อัลกอริทึมอปริอริ, โปรแกรม WEKA, วิตามิน

ABSTRACT — This research aims to analyze the behavior of consumers using services at Dr. Drugstore. In studying and analyzing the data of consumer vitamin product purchases to obtain the best relationship rules, the researcher collected the purchase data from January 2020 to December 2021, totaling 39,859 items, by using data mining techniques and preparing, adjusting, and filtering data for only 15 sample vitamin product purchases, including vitamin C, vitamin B, vitamin A, multivitamins, zinc, glutathione, collagen, L-carnitine, astaxanthin, evening primrose, coenzyme Q10, vitamin E, fish oil, calcium, and biotin, totaling 2,000 items. The data group was written as

a data set using the relationship rules using the Apriori algorithm. The data was processed and analyzed using the WEKA program. The research results tested 30 relationship rules, which showed that every time consumers bought vitamin supplements, they mostly bought vitamin C. The results of the study analyzing consumer behavior in Dr. Drug stores can be used for marketing purposes in organizing sales promotion activities, introducing vitamin products for body care, and preparing sufficient stock for sales.

Keywords — Data mining, association rules, apriori algorithm, WEKA program, vitamins

1. บทนำ

ร้านยาดีอกเตอร์ดริ๊กเปิดให้บริการมานานกว่า 7 ปี ผลิตภัณฑ์วิตามินบำรุงร่างกาย ที่นำมาจำหน่ายในร้านยาดีอกเตอร์ดริ๊กเป็นวิตามินที่มีคุณภาพดีและมีเภสัชกรผู้เชี่ยวชาญให้คำแนะนำเป็นอย่างดี ทำให้เป็นที่รู้จักของผู้บริโภคอย่างกว้างขวางทั้งผู้ที่อาศัยอยู่ในพื้นที่และพื้นที่ใกล้เคียง ซึ่งทำให้ร้านยาดีอกเตอร์ดริ๊กเติบโตอย่างมากในปัจจุบัน อีกทั้งการใช้บริการร้านยามีความสะดวกและประหยัดเวลาของผู้บริโภคในการหาซื้อผลิตภัณฑ์วิตามินบำรุงร่างกาย

การเข้ามาใช้บริการในร้านยาดีอกเตอร์ดริ๊กของผู้บริโภคกลุ่มที่ซื้อผลิตภัณฑ์วิตามินบำรุงร่างกายมักจะซื้อด้วยปริมาณมากขึ้นเรื่อยๆ และซื้ออย่างต่อเนื่อง ดังนั้นในบางครั้งทำให้ทางร้านมีผลิตภัณฑ์วิตามินบำรุงร่างกายไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภค

จากความสำคัญข้างต้นผู้วิจัยจึงต้องศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลรายการซื้อผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภคแต่ละท่านในร้านยาดีอกเตอร์ดริ๊กช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2563 จนถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2564 ค้นหาความสัมพันธ์ของรายการวิตามินบำรุงร่างกายที่ผู้บริโภคซื้อคู่กันมากที่สุดด้วยการใช้เทคนิคเหมืองข้อมูล (Data Mining) โดยเลือกใช้กฎความสัมพันธ์และอัลกอริทึมที่นิยมคือ อัลกอริทึมอปริอริ (Apriori Algorithm) เพื่อค้นหารูปแบบและความสัมพันธ์ ที่ซ่อนอยู่ในข้อมูล ผลการทดลองนี้จากกฎความสัมพันธ์ที่ได้จะทำให้ทราบถึงวิตามินบำรุงร่างกายที่ผู้บริโภคซื้อคู่กันมากที่สุด เพื่อนำผลลัพธ์ที่ได้จากความสัมพันธ์มาใช้ในการเพิ่มปริมาณการสั่งซื้อผลิตภัณฑ์วิตามินบำรุงร่างกายนั้นๆ ให้มากขึ้นเพียงพอต่อการ

จำหน่ายให้ผู้บริโภค หรือนำผลลัพธ์ที่ได้มาใช้ในการส่งเสริมการขาย ผลิตภัณฑ์วิตามินบำรุงร่างกายให้ยอดขายเพิ่มมากยิ่งขึ้น

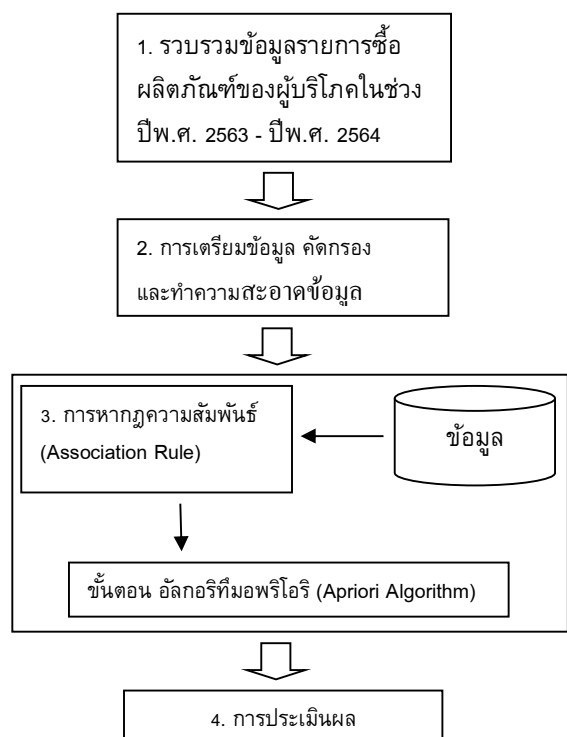
2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาวิเคราะห์พฤติกรรมการใช้บริการของผู้บริโภคในร้านยาต็อกเตอร์ดรีก โดยการสร้างแบบจำลองกฎความสัมพันธ์สำหรับข้อมูลรายการคำสั่งซื้อผลิตภัณฑ์วิตามินบำรุงร่างกาย เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการนำไปใช้ส่งเสริมการขายในร้านยาต็อกเตอร์ดรีก โดยค้นหารูปแบบความสัมพันธ์ด้วยเทคนิค อัลกอริทึมอปริออริ (Apriori Algorithm)

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิเคราะห์พฤติกรรมการใช้บริการของผู้บริโภคในร้านยาต็อกเตอร์ดรีก โดยการสร้างแบบจำลองกฎความสัมพันธ์สำหรับข้อมูลรายการคำสั่งซื้อผลิตภัณฑ์วิตามินบำรุงร่างกาย เพื่อให้ได้กฎความสัมพันธ์ที่ดีที่สุด ในบทนี้จะกล่าวถึงวิธีการวิจัย กระบวนการต่างๆ ของการวิจัย และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย โดยมีรายละเอียดดังนี้

กรอบแนวคิดหลักของการวิจัยคือ การวิเคราะห์พฤติกรรมการใช้บริการของผู้บริโภคในร้านยาต็อกเตอร์ดรีกในส่วนของข้อมูลผลิตภัณฑ์วิตามินบำรุงร่างกาย โดยใช้เทคนิคอัลกอริทึมอปริออริ เพื่อหารูปแบบความสัมพันธ์ของการซื้อผลิตภัณฑ์วิตามินบำรุงร่างกายของลูกค้าภายในร้านยาต็อกเตอร์ดรีก ซึ่งกระบวนการการวิจัยได้แบ่งกระบวนการทำงานแสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ภาพแนวคิดของการวิจัย

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลรายการคำสั่งซื้อสินค้าภายในร้านยาต็อกเตอร์ดรีกสำหรับการนำไปหากฎความสัมพันธ์โดยใช้เทคนิคอัลกอริทึมอปริออริ ซึ่งข้อมูลที่ถูกวิจัยเก็บรวบรวมจะเป็นในส่วนของรายงานคำสั่งซื้อสินค้าภายในร้านยาต็อกเตอร์ดรีกทั้งหมดในแต่ละวัน โดยผู้วิจัยใช้ข้อมูลรายการคำสั่งซื้อสินค้า ช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2563 – เดือนธันวาคม พ.ศ. 2564 จำนวน 39,859 รายการ เพื่อนำไปสร้างแบบจำลองกฎความสัมพันธ์ด้วยเทคนิคอัลกอริทึมอปริออริและอธิบายผลในลำดับต่อไป

ในการวิจัยการหาความสัมพันธ์ของรายการซื้อผลิตภัณฑ์วิตามินบำรุงร่างกาย โดยใช้เทคนิคอัลกอริทึมอปริออริ มีขั้นตอนวิธีการดำเนินการวิจัยดังนี้

1. ศึกษาข้อมูลและรวบรวมข้อมูลรายการซื้อผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค

ศึกษาข้อมูลผลิตภัณฑ์วิตามินบำรุงร่างกายและรวบรวมข้อมูลรายการซื้อผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภคภายในร้านยาต็อกเตอร์ดรีกจากฐานข้อมูลรายการซื้อสินค้า โดยผู้วิจัยใช้ข้อมูลรายการซื้อในช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2563 – เดือนธันวาคม พ.ศ. 2564 จำนวน 39,859 รายการ เพื่อนำมาอธิบายผลและวิเคราะห์ในลำดับต่อไป

2. การเตรียมข้อมูลและทำความสะอาดข้อมูล (Pre-Processing and Cleaning Data)

เมื่อเก็บรวบรวมข้อมูลรายการซื้อผลิตภัณฑ์ทั้งหมดในฐานข้อมูลรายการซื้อของผู้บริโภคภายในร้านยาต็อกเตอร์ดรีกในช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2563 – เดือนธันวาคม พ.ศ. 2564 จำนวน 39,859 รายการ ควรปรับให้เป็นกลุ่มรายการสินค้าเดียวกันเดียวกันเพื่อกำหนดเงื่อนไขกฎความสัมพันธ์ได้ถูกต้อง และทำความสะอาดข้อมูลเพื่อให้ข้อมูลมีความถูกต้อง ลดความซ้ำซ้อนของข้อมูล (กฤษณพร สุริยะบรรเทิง, 2554)

ดังนั้นจึงนำมาจัดเตรียมข้อมูลและคัดกรองข้อมูลเฉพาะรายการซื้อสินค้าที่มีการซื้อเฉพาะวิตามินบำรุงร่างกาย จำนวน 10,000 รายการ แล้วคัดกรองปรับกลุ่มรายการซื้อสินค้าเฉพาะรายการซื้อวิตามินบำรุงร่างกายในกลุ่มตัวอย่าง 15 ตัวอย่าง ได้แก่ วิตามินซี, วิตามินบี, วิตามินเอ, วิตามินรวม, ซิงค์, กลูต้า, คอลลาเจน, แอลคาร์นิทีน, แอสตาแซนทีน, อีฟนิ่งพริมโรส, โคเอนไซม์คิวเท็น, วิตามินอี, น้ำมันปลา, แคลเซียม และไบโอติน ที่ทางผู้วิจัยต้องการวิจัย

จำนวน 2,000 รายการ

3. การหาความสัมพันธ์ด้วยวิธีอัลกอริทึมอปริออริ

การค้นหากลุ่มของสินค้าที่มีความสัมพันธ์กันของข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง 15 ตัวอย่าง จำนวน 2,000 รายการ สามารถนำมาเขียนเป็นชุดข้อมูลโดยใช้กฎความสัมพันธ์ด้วยวิธีอัลกอริทึมอปริออริ ดังตารางที่ 1 เมื่อกำหนดให้ A = วิตามินซี, B = วิตามินบี, C = วิตามินเอ, D = วิตามินรวม, E = ซิงค์, F = กลูต้า, G = คอลลาเจน, H = แอลคาร์นิทีน, I = แอสตาแซนทีน, J = อีฟนิ่งพริมโรส, K = โคเอนไซม์คิวเท็น, L = วิตามินอี, M = น้ำมันปลา, N = แคลเซียม และ O = ไบโอติน ดังตารางที่ 1

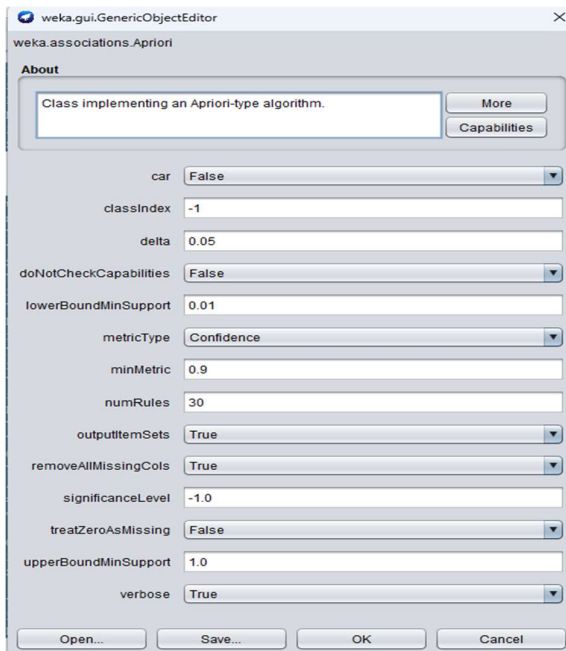
บิลที่ (Transaction ID)	สินค้า														
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1
2	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0
3	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0
4	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1
5	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0
6	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1
7	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0
8	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0
9	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0
10	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
11	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0
12	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
13	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0
14	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
15	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1
...

ตารางที่ 1 ตัวอย่างความสัมพันธ์ของข้อมูลรายการซื้อวิตามินบำรุงร่างกาย

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ได้นำข้อมูลจากตารางชุดข้อมูลที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมาดังตารางที่ 1 มาประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้โปรแกรม โปรแกรม WEKA ดังภาพที่ 2

ภาพที่ 2 โปรแกรม WEKA และผลการวิเคราะห์ข้อมูลของโปรแกรม



Best rules found:

- MultiVit=YES Lcarnitine=YES Evening=YES Calcium=YES 28
=> i»¿VitC=YES 28 <conf:(1)> lift:(1.92) lev:(0.01) [13]
conv:(13.45)
- MultiVit=YES Lcarnitine=YES Evening=YES Biotin=YES 25 ==>
i»¿VitC=YES 25 <conf:(1)> lift:(1.92) lev:(0.01) [12] conv:(12.01)
- VitB=YES MultiVit=YES Lcarnitine=YES Evening=YES
Calcium=YES 25 ==> i»¿VitC=YES 25 <conf:(1)> lift:(1.92)
lev:(0.01) [12] conv:(12.01)
- collagen=YES Lcarnitine=YES VitE=YES Fishoil=YES 24 ==>
i»¿VitC=YES 24 <conf:(1)> lift:(1.92) lev:(0.01) [11] conv:(11.53)
- VitA=YES Lcarnitine=YES Calcium=YES Biotin=YES 23 ==>
i»¿VitC=YES 23 <conf:(1)> lift:(1.92) lev:(0.01) [11] conv:(11.05)
- MultiVit=YES Lcarnitine=YES Evening=YES VitE=YES 22 ==>
i»¿VitC=YES 22 <conf:(1)> lift:(1.92) lev:(0.01) [10] conv:(10.57)
- VitA=YES MultiVit=YES Gluta=YES CoQ=YES 21 ==>
i»¿VitC=YES 21 <conf:(1)> lift:(1.92) lev:(0.01) [10] conv:(10.09)
- VitB=YES MultiVit=YES Lcarnitine=YES Evening=YES
Biotin=YES 21 ==> i»¿VitC=YES 21 <conf:(1)> lift:(1.92) lev:(0.01)
[10] conv:(10.09)
- Lcarnitine=YES Evening=YES VitE=YES Fishoil=YES 20 ==>
i»¿VitC=YES 20 <conf:(1)> lift:(1.92) lev:(0) [9] conv:(9.61)
- MultiVit=YES Lcarnitine=YES Evening=YES 62 ==>
i»¿VitC=YES 61 <conf:(0.98)> lift:(1.89) lev:(0.01) [28] conv:(14.9)
- VitB=YES MultiVit=YES Lcarnitine=YES Evening=YES 52
==> i»¿VitC=YES 51 <conf:(0.98)> lift:(1.89) lev:(0.01) [23]
conv:(12.49)
- MultiVit=YES Lcarnitine=YES Calcium=YES 33 ==>
i»¿VitC=YES 32 <conf:(0.97)> lift:(1.87) lev:(0.01) [14] conv:(7.93)
- VitB=YES MultiVit=YES Lcarnitine=YES Calcium=YES 29
==> i»¿VitC=YES 28 <conf:(0.97)> lift:(1.86) lev:(0.01) [12]
conv:(6.97)
- MultiVit=YES Lcarnitine=YES Evening=YES Fishoil=YES 29
==> i»¿VitC=YES 28 <conf:(0.97)> lift:(1.86) lev:(0.01) [12]
conv:(6.97)
- VitA=YES Lcarnitine=YES Evening=YES Calcium=YES 27
==> i»¿VitC=YES 26 <conf:(0.96)> lift:(1.85) lev:(0.01) [11]
conv:(6.49)
- VitA=YES collagen=YES Lcarnitine=YES Calcium=YES 24
==> i»¿VitC=YES 23 <conf:(0.96)> lift:(1.84) lev:(0.01) [10]
conv:(5.77)
- VitB=YES MultiVit=YES Lcarnitine=YES Evening=YES
Fishoil=YES 23 ==> i»¿VitC=YES 22 <conf:(0.96)> lift:(1.84)
lev:(0.01) [10] conv:(5.53)
- VitA=YES MultiVit=YES Gluta=YES 44 ==> i»¿VitC=YES 42
<conf:(0.95)> lift:(1.84) lev:(0.01) [19] conv:(7.05)

19. VitA=YES collagen=YES Lcarnitine=YES Evening=YES Calcium=YES 21 ==> i»¿VitC=YES 20 <conf:(0.95)> lift:(1.83) lev:(0) [9] conv:(5.05)
20. VitA=YES Lcarnitine=YES Calcium=YES 41 ==> i»¿VitC=YES 39 <conf:(0.95)> lift:(1.83) lev:(0.01) [17] conv:(6.57)
21. VitB=YES MultiVit=YES Lcarnitine=YES 85 ==> i»¿VitC=YES 80 <conf:(0.94)> lift:(1.81) lev:(0.02) [35] conv:(6.81)
22. Lcarnitine=YES Evening=YES Calcium=YES Biotin=YES 33 ==> i»¿VitC=YES 31 <conf:(0.94)> lift:(1.81) lev:(0.01) [13] conv:(5.29)
23. Gluta=YES Lcarnitine=YES VitE=YES Fishoil=YES Biotin=YES 33 ==> Zinc=YES 31 <conf:(0.94)> lift:(1.6) lev:(0.01) [11] conv:(4.56)
24. VitA=YES Gluta=YES collagen=YES 32 ==> i»¿VitC=YES 30 <conf:(0.94)> lift:(1.8) lev:(0.01) [13] conv:(5.13)
25. VitA=YES MultiVit=YES Gluta=YES Evening=YES 31 ==> i»¿VitC=YES 29 <conf:(0.94)> lift:(1.8) lev:(0.01) [12] conv:(4.97)
26. MultiVit=YES Lcarnitine=YES 99 ==> i»¿VitC=YES 92 <conf:(0.93)> lift:(1.79) lev:(0.02) [40] conv:(5.95)
27. VitB=YES MultiVit=YES Lcarnitine=YES VitE=YES 28 ==> i»¿VitC=YES 26 <conf:(0.93)> lift:(1.79) lev:(0.01) [11] conv:(4.48)
28. VitB=YES MultiVit=YES Lcarnitine=YES Fishoil=YES 28 ==> i»¿VitC=YES 26 <conf:(0.93)> lift:(1.79) lev:(0.01) [11] conv:(4.48)
29. Lcarnitine=YES Calcium=YES Biotin=YES 54 ==> i»¿VitC=YES 50 <conf:(0.93)> lift:(1.78) lev:(0.01) [21] conv:(5.19)
30. collagen=YES Lcarnitine=YES VitE=YES Biotin=YES 27 ==> i»¿VitC=YES 25 <conf:(0.93)> lift:(1.78) lev:(0.01) [10] conv:(4.32)

6. การอภิปรายผล

ผลการศึกษาวเคราะห์พฤติกรรมการใช้บริการของผู้บริโภคในร้านยาดี ออกเตอร์ดริคจากฐานข้อมูลบันทึกการขายของร้าน โดยใช้เทคนิค อัลกอริทึมเอชไออาร์ในการค้นหาความสัมพันธ์ของข้อมูลในช่วงเดือน มกราคม พ.ศ. 2563 – เดือนธันวาคม พ.ศ. 2564 ผ่านโปรแกรม WEKA ด้วยการกำหนดค่าสนับสนุนเท่ากับ 0.01 – 1.00 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.9 ได้จำนวนกฎทั้งหมด 30 กฎความสัมพันธ์ แสดงดังภาพที่ 4 โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- กฎที่ 1 ลูกค้ำซื้อวิตามินรวม, แอลคาร์นิทีน, อีฟนิ่งพริมโรส และ แคลเซียม ซื้อวิตามินซีไปด้วย
- กฎที่ 2 ลูกค้ำซื้อวิตามินรวม, แอลคาร์นิทีน, อีฟนิ่งพริมโรส และไปโอ ดิน ซื้อวิตามินซีไปด้วย
- กฎที่ 3 ลูกค้ำซื้อวิตามินบี, วิตามินรวม, แอลคาร์นิทีน, อีฟนิ่งพริมโรส และแคลเซียม ซื้อวิตามินซีไปด้วย
- กฎที่ 4 ลูกค้ำซื้อคอลลาเจน, แอลคาร์นิทีน, วิตามินอี และน้ำมันปลา ซื้อวิตามินซีไปด้วย
- กฎที่ 5 ลูกค้ำซื้อวิตามินเอ, แอลคาร์นิทีน, อีฟนิ่งพริมโรส และวิตามิน อี ซื้อวิตามินซีไปด้วย
- กฎที่ 6 ลูกค้ำซื้อวิตามินรวม, แอลคาร์นิทีน, อีฟนิ่งพริมโรส และ

วิตามินอี ซื้อวิตามินซีไปด้วย

กฎที่ 7 ลูกค้ำซื้อวิตามินเอ, วิตามินรวม, กลูต้า และโคเอนไซม์คิวเท็น ซื้อวิตามินซีไปด้วย

กฎที่ 8 ลูกค้ำซื้อวิตามินบี, วิตามินรวม, แอลคาร์นิทีน, อีฟนิ่งพริมโรส และไปโอ ดิน ซื้อวิตามินซีไปด้วย

กฎที่ 9 ลูกค้ำซื้อแอลคาร์นิทีน, อีฟนิ่งพริมโรส, วิตามินอี และน้ำมัน ปลา ซื้อวิตามินซีไปด้วย

กฎที่ 10 ลูกค้ำซื้อวิตามินรวม, แอลคาร์นิทีน และอีฟนิ่งพริมโรส ซื้อ วิตามินซีไปด้วย

กฎที่ 11 ลูกค้ำซื้อวิตามินบี, วิตามินรวม, แอลคาร์นิทีน และอีฟนิ่งพ รีมโรส ซื้อวิตามินซีไปด้วย

กฎที่ 12 ลูกค้ำซื้อวิตามินรวม, แอลคาร์นิทีน และแคลเซียม ซื้อ วิตามินซีไปด้วย

กฎที่ 13 ลูกค้ำซื้อวิตามินบี, วิตามินรวม, แอลคาร์นิทีน และแคลเซียม ซื้อวิตามินซีไปด้วย

กฎที่ 14 ลูกค้ำซื้อวิตามินรวม, แอลคาร์นิทีน, อีฟนิ่งพริมโรส และ น้ำมันปลา ซื้อวิตามินซีไปด้วย

กฎที่ 15 ลูกค้ำซื้อวิตามินเอ, แอลคาร์นิทีน, อีฟนิ่งพริมโรส และ แคลเซียม ซื้อวิตามินซีไปด้วย

กฎที่ 16 ลูกค้ำซื้อวิตามินเอ, คอลลาเจน, แอลคาร์นิทีน และ แคลเซียม ซื้อวิตามินซีไปด้วย

กฎที่ 17 ลูกค้ำซื้อวิตามินบี, วิตามินรวม, แอลคาร์นิทีน, อีฟนิ่งพริม โรส และน้ำมันปลา ซื้อวิตามินซีไปด้วย

กฎที่ 18 ลูกค้ำซื้อวิตามินเอ, วิตามินรวม และกลูต้า ซื้อวิตามินซีไป ด้วย

กฎที่ 19 ลูกค้ำซื้อวิตามินเอ, คอลลาเจน, แอลคาร์นิทีน, อีฟนิ่งพริมโรส และแคลเซียม ซื้อวิตามินซีไปด้วย

กฎที่ 20 ลูกค้ำซื้อวิตามินเอ, แอลคาร์นิทีน และแคลเซียม ซื้อวิตามินซี ไปด้วย

กฎที่ 21 ลูกค้ำซื้อวิตามินบี, วิตามินรวม และแอลคาร์นิทีน ซื้อวิตามิน ซีไปด้วย

กฎที่ 22 ลูกค้ำซื้อแอลคาร์นิทีน, อีฟนิ่งพริมโรส, แคลเซียม และไปโอ ดิน ซื้อวิตามินซีไปด้วย

กฎที่ 23 ลูกค้ำซื้อกลูต้า, แอลคาร์นิทีน, วิตามินอี, น้ำมันปลา และไป โอ ดิน ซื้อวิตามินซีไปด้วย

กฎที่ 24 ลูกค้ำซื้อวิตามินเอ, กลูต้า และคอลลาเจน ซื้อวิตามินซีไป ด้วย

กฎที่ 25 ลูกค้ำซื้อวิตามินเอ, วิตามินรวม, กลูต้า และอีฟนิ่งพริมโรส ซื้อวิตามินซีไปด้วย

กฎที่ 26 ลูกค้ำซื้อวิตามินรวมและแอลคาร์นิทีน ซื้อวิตามินซีไปด้วย

กฎที่ 27 ลูกค้ำซื้อวิตามินบี, วิตามินรวม, แอลคาร์นิทีน และวิตามินอี ซื้อวิตามินซีไปด้วย

กฎที่ 28 ลูกค้ำซื้อวิตามินบี, วิตามินรวม, แอลคาร์นิทีน และน้ำมันปลา ซื้อวิตามินซีไปด้วย

กฎที่ 29 ลูกค้ำซื้อแอลคาร์นิทีน, แคลเซียม และไปโอ ดิน ซื้อวิตามินซี ไปด้วย

กฎที่ 30 ลูกค้าซื้อคอลลาเจน, แอลคาร์นิทีน, วิตามินอี และไบโอติน
ซื้อวิตามินซีไปด้วย

7. การอภิปรายผล

จากผลการทดสอบกฎความสัมพันธ์ด้วยอัลกอริทึมอปรโอรีได้กฎทั้งหมด 30 กฎ โดยกฎที่ 1 – 9 มีค่าความเชื่อมั่นมากกว่า 1.00 หรือร้อยละ 100 และกฎที่ 10 – 30 มีค่าความเชื่อมั่นไม่ต่ำกว่า 0.94 หรือร้อยละ 94 โดยทุกกฎที่ได้จะมีการซื้อวิตามินซีร่วมด้วยทุกครั้ง และมีเพียงกฎที่ 23 เพียงกฎเดียวที่ซื้อซิงค์ร่วมด้วย ซึ่งแสดงให้เห็นว่าทุกครั้งที่มีการสั่งซื้อวิตามินมีบำรุงร่างกายจะมีการสั่งซื้อวิตามินซีร่วมด้วยทุกครั้ง

แสดงให้เห็นว่าผู้บริโภคที่เข้ามาซื้อผลิตภัณฑ์ในกลุ่มวิตามินบำรุงร่างกายภายในร้านส่วนใหญ่มักจะซื้อวิตามินซีร่วมด้วยทุกครั้ง ดังนั้นมีความเหมาะสมเป็นอย่างมากในการจัดวางตำแหน่งของผลิตภัณฑ์วิตามินซีบนชั้นวางที่มองเห็นได้ชัดเจนและสามารถช่วยในการตัดสินใจหรือแนะนำผลิตภัณฑ์เพิ่มเติมในระหว่างที่ลูกค้ากำลังสั่งซื้อ รวมถึงการทำการส่งเสริมการตลาดให้กับกลุ่มผลิตภัณฑ์วิตามินบำรุงร่างกายนั้นๆ เพื่อกระตุ้นความสามารถในการเพิ่มยอดขายให้กับทางร้านและทำให้ผู้ประกอบการสามารถเข้าใจถึงพฤติกรรมการซื้อของผู้บริโภคและสามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคได้อย่างมีประสิทธิภาพ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดีจากการได้รับคำแนะนำและให้คำปรึกษาจากอาจารย์ในวิทยาลัยนวัตกรรมการดิจิทัลเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยรังสิต

เอกสารอ้างอิง

- [1] เสถียร วิชาเรือง (2553) ใต้ศึกษาเรื่อง “การประยุกต์ใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูลในกระบวนการอนุมัติสินเชื่อ”
- [2] ศุภพงศ์ คงสวี่ (2565) “การวิเคราะห์กฎหาความสัมพันธ์ของการขายผลไม้: กรณีศึกษาบริษัท อินสตาร์ท จำกัด”
- [3] ชลียา ใจเย็น อะอิตะ สิริกุล กวมทรัพย์ ชลาลัย โชคดีศรีจันทร์ สุนิสา ริมเจริญ (2563) “การศึกษารูปแบบกฎความสัมพันธ์ด้วยวิธีการทำเหมืองข้อมูลเพื่อ นำไปสู่การวินิจฉัยโรคทางการแพทย์แผนไทย”
- [4] อับดุลเลาะ บากา, สุลัยมาน เกอโสะ, อิสมาแอ ล่าเตะเกะ, อรรถพล อดุลยศาสตร์, พรรณี แพงทิพย์ และฟูโตละห์ ดือมอม (2565) “การหาความสัมพันธ์ด้วยขั้นตอนวิธีเอพี-กโรธ เพื่อวิเคราะห์พฤติกรรมการซื้อสินค้าของลูกค้าร้านค้าปลีก กรณีศึกษาร้านค้าตู้ซ้อป จังหวัดปัตตานี”
- [5] สุไลหมาน สันเกาะ (2561) “การวิเคราะห์กระดานสนทนาออนไลน์ด้านการท่องเที่ยวโดยใช้กฎความสัมพันธ์: กรณีศึกษา จังหวัดภูเก็ต”
- [6] ธิตาร์ตัน แซ่หยี่ (2561) “การพัฒนาต้นแบบระบบสนับสนุนการใช้บริการทรัพยากรสารสนเทศ ด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล”
- [7] ชินณพงศ์ บุบผาทาเต (2563) “กฎความสัมพันธ์ของการใช้ยาในการรักษาผู้ป่วยความดันโลหิตสูง”
- [8] ศุภพงศ์ คงสวี่ (2565) “การวิเคราะห์กฎหาความสัมพันธ์ของการขายผลไม้ : กรณีศึกษาบริษัท อินสตาร์ท จำกัด ”

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการปล่อยก๊าซมีเทนและการใช้ที่ดิน ของพื้นที่นาข้าวโดยใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียม Sentinel-2 และ Sentinel-5P

Analysis of the Relationship between Methane Emissions and Rice Paddy Using Sentinel-2 and Sentinel-5P Satellite Imagery

จงภณ จันทรังษี

Jongphon Chantharangsee

คณะวิทยาการคอมพิวเตอร์

และเทคโนโลยีสารสนเทศ

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

Faculty of Computer Science

and Information Technology,

Rambhai Barni Rajabhat University,

Chanthaburi / Thailand

6414631011@rbru.ac.th

คัมภีร์ ธีระเวช

Kumpee Teeravech

คณะวิทยาการคอมพิวเตอร์

และเทคโนโลยีสารสนเทศ

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

Faculty of Computer Science

and Information Technology,

Rambhai Barni Rajabhat University,

Chanthaburi / Thailand

kumpee.t@rbru.ac.th

อมรชัย ประกอบยา

Amornchai Prakobya

สำนักพัฒนานวัตกรรม สำนักงานพัฒนา

เทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ

(องค์การมหาชน)

GEO-INFORMATICS

AND SPACE TECHNOLOGY

DEVELOPMENT AGENCY. (PUBLIC

ORGANIZATION)

Bangkok / Thailand

amornchai.pra@gistda.or.th

บทคัดย่อ — งานวิจัยนี้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการปล่อยก๊าซมีเทนและการใช้ที่ดินในพื้นที่นาข้าว โดยใช้ข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 และ Sentinel-5P ในจังหวัดสุพรรณบุรี ผลการศึกษาพบว่าไม่มีความสัมพันธ์ชัดเจนระหว่างก๊าซมีเทนกับค่า NDVI อย่างไรก็ตาม พบว่าประเภทนาข้าวที่ 3 (นาข้าวที่เก็บเกี่ยวแล้ว) มีค่า NDVI ในช่วง 0.00 ถึง 0.50 และค่ามีเทนในช่วง 1930 ถึง 1960 ซึ่งต่ำกว่าประเภทอื่น นอกจากนี้ ยังพบความสัมพันธ์ระหว่าง NDVI กับพื้นที่นาข้าว และการกระจายตัวของก๊าซมีเทนใน Band 4 ที่ต่ำสุดในนาข้าวประเภท 3

คำสำคัญ — ก๊าซมีเทน, นาข้าว, Sentinel-2, Sentinel-5P, NDVI

Abstract — This research analyzes the relationship between methane emissions and land use in rice paddy areas using satellite data from Sentinel-2 and Sentinel-5P in Suphanburi province. The study found no clear correlation between methane and NDVI. However, rice paddy type 3 (harvested) showed NDVI values between 0.00 and 0.50 and methane values between 1930 and 1960, which were lower than other types. Additionally, the relationship between NDVI and rice paddies was observed, with methane spread in Band 4 being the lowest for type 3 rice paddies.

Keywords — Methane, Rice paddies, Sentinel-2, Sentinel-5P, NDVI

1. บทนำ

การปล่อยก๊าซมีเทนเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลกระทบต่อเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกโดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่เกษตรกรรม ซึ่งมีการปล่อยก๊าซมีเทนจากกิจกรรมการเกษตรและพื้นที่นาข้าวนาข้าวเป็นแหล่ง

สำคัญของการปล่อยก๊าซมีเทนเนื่องจากกระบวนการหมักที่เกิดขึ้นภายใต้สภาวะที่ไม่มีออกซิเจนในดินที่เปียกชื้น [1] การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการปล่อยก๊าซมีเทนและการใช้ที่ดินในพื้นที่นาข้าวจึงมีความสำคัญต่อการบริหารจัดการสิ่งแวดล้อมและการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก [2]

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการปล่อยก๊าซมีเทนและการใช้ที่ดินในพื้นที่นาข้าวโดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมจาก Sentinel-2 และ Sentinel-5P ซึ่งเป็นเครื่องมือที่มีศักยภาพในการติดตามการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่เกษตรกรรมและการปล่อยก๊าซเรือนกระจก [3] ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Sentinel-2 ดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณปกติ (Normalized difference vegetation index) หรือ NDVI และการจำแนกพื้นที่นาข้าวจากภาพถ่ายจากดาวเทียม Sentinel-2 ถูกนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลการปล่อยก๊าซมีเทนจาก Sentinel-5P เพื่อศึกษาความสัมพันธ์และประเมินผลกระทบของการใช้ที่ดินต่อการปล่อยก๊าซมีเทน [4]

โดยทั่วไปแล้วการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวเกิดจากการมีน้ำท่วมในพื้นที่เพาะปลูกซึ่งช่วยสร้างสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับแบคทีเรียที่ผลิตก๊าซมีเทนเมื่อดินถูกน้ำท่วมจะมีการหมักสารอินทรีย์ในดินที่ทำให้เกิดการปล่อยก๊าซมีเทนในปริมาณมาก [5] นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงวิธีการปลูกข้าว เช่น การเปลี่ยนจากระบบการปลูกข้าวแบบสองครั้งต่อปีเป็นการปลูกแบบครั้งเดียวอาจส่งผลต่อการปล่อยก๊าซมีเทนอย่างมาก [6]

ดังนั้นงานวิจัยนี้ได้ใช้พื้นที่ศึกษาคือจังหวัดสุพรรณบุรี ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีการปลูกข้าวอย่างแพร่หลายข้อมูลทั้งหมดได้ถูกจัดทำในรูปแบบ CSV และนำไปวิเคราะห์โดยใช้เครื่องมือทางสถิติเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการปล่อยก๊าซมีเทนผลการวิจัยที่ได้จะถูกนำเสนอในรูปแบบแผนภูมิเพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์และสรุปผลต่อไป

2. วัตถุประสงค์

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบข้อมูลการปล่อยก๊าซมีเทนจากพื้นที่นาข้าวโดยใช้ข้อมูลจากภาพถ่ายจากดาวเทียม Sentinel-2 และ Sentinel-5P เพื่อทำความเข้าใจถึงความแตกต่างในการปล่อยก๊าซมีเทนในพื้นที่ศึกษาที่กำหนดวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการปล่อยก๊าซมีเทนและค่า NDVI รวมถึงการใช้ที่ดินในพื้นที่นาข้าวจัดทำข้อมูล ในรูปแบบไฟล์ CSV และใช้เครื่องมือทางสถิติเพื่อวิเคราะห์และสรุปผลจากการศึกษานำเสนอผลการศึกษาผ่านแผนภูมิและตารางเพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการปล่อยก๊าซมีเทน

3. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบข้อมูลการปล่อยก๊าซมีเทนจากพื้นที่นาข้าวโดยข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยนี้ได้มาจากภาพถ่ายจากดาวเทียม Sentinel-2 และ Sentinel-5P ซึ่งแสดงข้อมูลการใช้ที่ดินและการปล่อยก๊าซมีเทนในพื้นที่ศึกษา จังหวัดสุพรรณบุรี การดำเนินการวิจัยมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นแรกคือการรวบรวมข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม โดยผู้วิจัยได้ใช้แพลตฟอร์ม Google Earth Engine ในการเข้าถึงและจัดการข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Sentinel-2 และ Sentinel-5P ในส่วนของข้อมูลภาพจากดาวเทียม Sentinel-2 ที่นำมาใช้แสดงในรูปที่ 1 โดยงานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลแบนด์ B2 ซึ่งเป็นแบนด์ข้อมูลสีน้ำเงิน ,B3 หรือแบนด์ข้อมูลสีเขียว, B4 เป็นแบนด์ข้อมูลสีแดง และ B8 ซึ่งเป็นแบนด์อินฟราเรดใกล้ สำหรับในส่วนของข้อมูลภาพจากดาวเทียม Sentinel-5P ที่นำมาใช้นั้นจะเป็นแบนด์ CH4 (_column_volume_mixing_ratio_dry_air) ดังแสดงในรูปที่ 2

Bands							
Name	Units	Min	Max	Scale	Pixel Size	Wavelength	Description
B1				0.0001	60 meters	443.0nm (SZA) / 442.3nm (S2B)	Aerosols
B2				0.0001	10 meters	496.6nm (SZA) / 492.1nm (S2B)	Blue
B3				0.0001	10 meters	560nm (SZA) / 559nm (S2B)	Green
B4				0.0001	10 meters	664.5nm (SZA) / 665nm (S2B)	Red
B5				0.0001	20 meters	703.9nm (SZA) / 703.8nm (S2B)	Red Edge 1
B6				0.0001	20 meters	740.2nm (SZA) / 739.1nm (S2B)	Red Edge 2
B7				0.0001	20 meters	782.5nm (SZA) / 779.7nm (S2B)	Red Edge 3
B8				0.0001	10 meters	835.1nm (SZA) / 833nm (S2B)	NIR

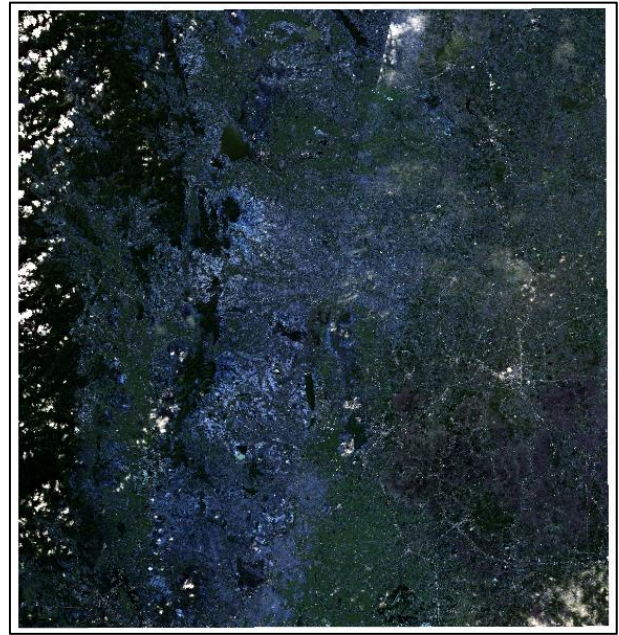
รูปที่ 1. รายละเอียดแบนด์ของภาพถ่ายจากดาวเทียม Sentinel-2

Description	Bands	Image Properties	Terms of Use	
Resolution 1113.2 meters				
Bands				
Name	Units	Min	Max	Description
ch4_column_volume_mixing_ratio_dry_air	Mol fraction	1285°	2405°	Column-averaged dry air mixing ratio of methane, as parts per billion
aerosol_height	m	956°	11251°	Aerosol height parameter in the CH ₄ retrieval
aerosol_optical_depth		0.00032°	0.2485°	Aerosol optical thickness in the SWIR band
sensor_azimuth_angle	deg	-180°	180°	Azimuth angle of the satellite at the ground pixel location (WGS84), angle measured East of North
sensor_zenith_angle	deg	1°	60°	Zenith angle of the satellite at the ground pixel location (WGS84), angle measured away from the vertical
solar_azimuth_angle	deg	-180°	180°	Azimuth angle of the Sun at the ground pixel location (WGS84), angle measured East of North

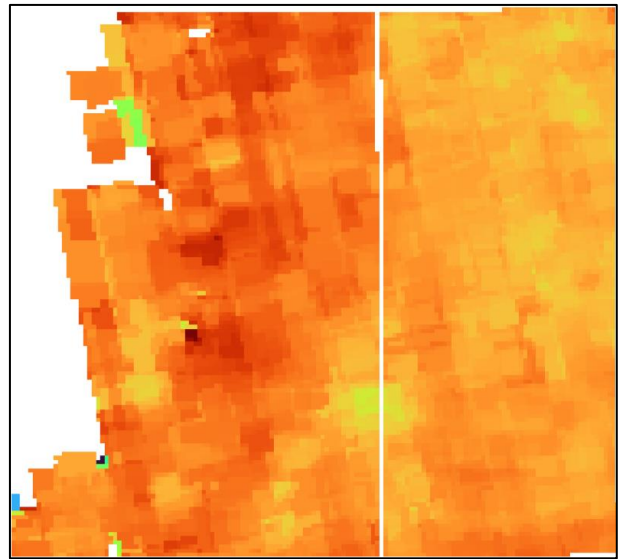
รูปที่ 2. รายละเอียดแบนด์ของภาพถ่ายจากดาวเทียม Sentinel-5P

โดยภาพจาก Sentinel-2 ดังแสดงในรูปที่ 3 ใช้สำหรับคำนวณค่า NDVI ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้สภาพการเจริญเติบโตของพืชซึ่งผลในพื้นที่ศึกษาขณะที่ Sentinel-5P ให้ข้อมูลการปล่อยก๊าซมีเทนจากพื้นที่ศึกษาดังแสดงในรูปที่ 4 ขั้นตอนการเตรียมภาพถ่ายจากดาวเทียม Sentinel-5P นั้นจำเป็นต้องมีการนำมา Resample ภาพเพื่อปรับค่าความละเอียดเชิงพื้นที่

ให้เท่ากับภาพถ่ายจากดาวเทียม Sentinel-2 โดยมีขนาดของความละเอียดเชิงพื้นที่อยู่ที่ 10 เมตรก่อนจะนำไปใช้ในขั้นตอนต่อไป



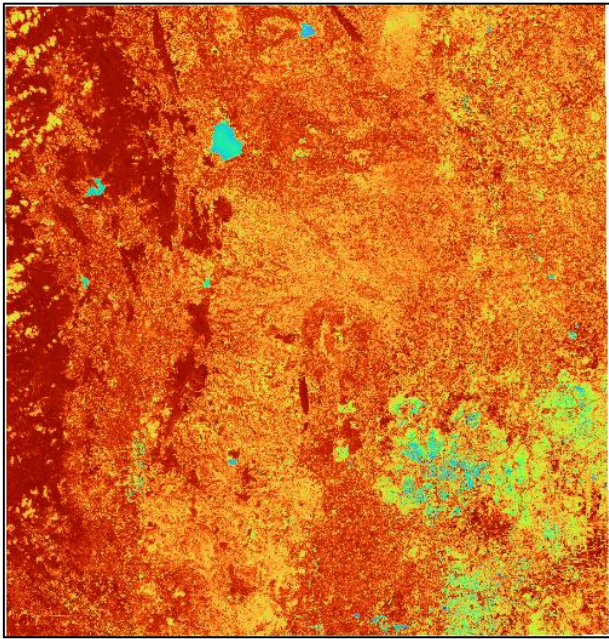
รูปที่ 3. ภาพถ่ายจากดาวเทียม Sentinel-2 บริเวณพื้นที่ศึกษา



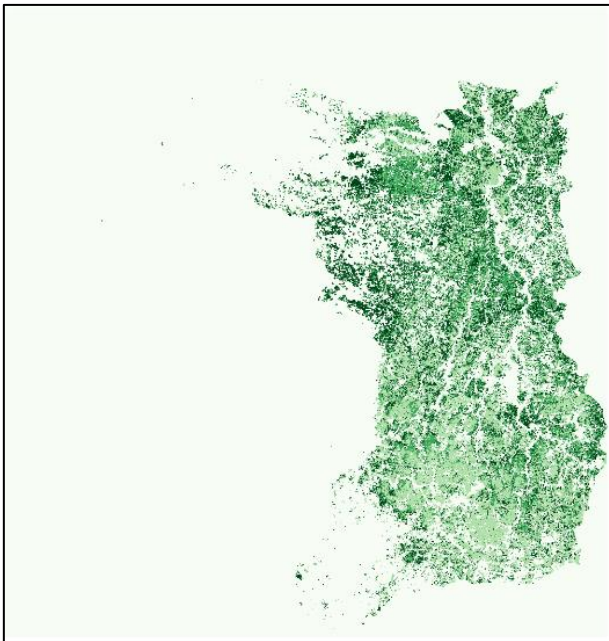
รูปที่ 4. ภาพถ่ายจากดาวเทียม Sentinel-5P บริเวณพื้นที่ศึกษา

โดยขั้นตอนการวิเคราะห์ค่า NDVI ภาพถ่ายจากดาวเทียม Sentinel-2 ถูกนำมาใช้ในการคำนวณค่า NDVI โดยใช้ภาษา Python เพื่อสร้างข้อมูลเชิงพื้นที่โดยใช้สูตรการหาค่า NDVI ดังนี้ $NDVI = (NIR - R) / (NIR + R)$ ซึ่งผลลัพธ์ได้นั้นเป็นดังที่แสดงในรูปที่ 5 ที่แสดงถึงความหลากหลายและสภาพการใช้ที่ดินของพืชพรรณในช่วงการศึกษา

การจัดเตรียมข้อมูลที่ได้จากภาพถ่ายจากดาวเทียม Sentinel-2 และ Sentinel-5P รวมถึงข้อมูลการใช้ที่ดินในพื้นที่นาข้าว โดยข้อมูลพื้นที่นาข้าวนั้นได้มาจากการใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียม Sentinel-2 และ วิธีการใช้ Random Forest ในการหาพื้นที่นาข้าว โดยพื้นที่นาข้าวที่แสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 5. ข้อมูล NDVI จากดาวเทียม Sentinel-2 บริเวณพื้นที่ศึกษา



รูปที่ 6. ข้อมูลนาข้าวที่สกัดได้จากภาพถ่ายจากดาวเทียม Sentinel-2

หลังจากนั้นจึงนำมาจัดทำเป็นไฟล์ CSV โดยขั้นตอนการทำข้อมูลเป็นไฟล์ CSV นั้นทางผู้วิจัยได้ใช้โค้ด Python ในการนำภาพแต่ละภาพมาซ้อนทับกัน จากนั้นทำการดึงข้อมูลโดยการเรียงอ่านค่าพิกเซลในแต่ละภาพและทำการจัดเรียงข้อมูลลงในไฟล์ CSV ดังแสดงในรูปที่ 7 ประเภทของนาข้าวคือ 0 เป็นพื้นที่ที่ไม่ใช่ชาข้าว 1 เป็นพื้นที่นาข้าวเริ่มเพาะปลูก 2 เป็นนาข้าวช่วงพร้อมเก็บเกี่ยว 3 เป็นนาข้าวหลังเก็บเกี่ยว โดยในไฟล์จะประกอบไปด้วยตัวแปรต่างๆ ได้แก่ค่า Paddy (พื้นที่นาข้าว), ค่า Methane (ก๊าซมีเทน), ค่า NDVI, ค่า แบนด์ที่ 1 ถึง 4 จากดาวเทียม Sentinel-2 รวมถึงพิกัด X และ Y ของพิกเซลในพื้นที่ศึกษาข้อมูลดังกล่าวถูกจัดเตรียมเพื่อการวิเคราะห์และพล็อตแผนภูมิในขั้นตอนต่อไป

จากนั้นนำข้อมูลไฟล์ CSV ที่ได้ขึ้นมาทำการแสดงแผนภูมิข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์เพื่อแสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ โดยแผนภูมิที่ได้จะใช้ในการอภิปรายผลและสรุปผลการวิจัยในขั้นตอนต่อไป

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Paddy	Methane	NDVI	Band1	Band2	Band3	Band4	X	Y	
2	0	1946.252	0.766308	0.03205	0.0573	0.04075	0.308	551800	1665280	
3	0	1946.253	0.779969	0.0337	0.0599	0.03905	0.3159	551810	1665280	
4	0	1946.254	0.759195	0.0375	0.0656	0.04485	0.32765	551820	1665280	
5	0	1946.254	0.730377	0.03955	0.0666	0.04955	0.318	551830	1665280	
6	0	1946.255	0.731234	0.03845	0.06415	0.0478	0.3079	551840	1665280	
7	0	1946.255	0.749334	0.0387	0.0631	0.0447	0.31195	551850	1665280	
8	0	1946.254	0.767886	0.0366	0.061	0.0425	0.3237	551860	1665280	
9	0	1946.254	0.783433	0.0329	0.0599	0.04	0.3294	551870	1665280	
10	0	1946.254	0.830329	0.03045	0.0548	0.0313	0.33765	551880	1665280	
11	0	1946.253	0.834161	0.02925	0.0547	0.0309	0.34175	551890	1665280	
12	0	1946.252	0.845686	0.0301	0.0524	0.02915	0.34865	551900	1665280	
13	0	1946.251	0.883785	0.026	0.04795	0.0222	0.35985	551910	1665280	
14	0	1946.25	0.844385	0.0303	0.0512	0.03045	0.3609	551920	1665280	
15	0	1946.249	0.772527	0.03655	0.06135	0.0414	0.3226	551930	1665280	
16	0	1946.247	0.756925	0.03895	0.06545	0.0419	0.30285	551940	1665280	
17	0	1946.246	0.751203	0.03715	0.06555	0.04265	0.3002	551950	1665280	
18	0	1946.244	0.749929	0.0384	0.06735	0.04375	0.30615	551960	1665280	
19	0	1946.242	0.751012	0.0402	0.06745	0.04305	0.30275	551970	1665280	
20	0	1946.24	0.749856	0.04015	0.0671	0.0435	0.3043	551980	1665280	
21	0	1946.238	0.766201	0.04035	0.06755	0.04185	0.31615	551990	1665280	
22	0	1946.236	0.775837	0.0415	0.06805	0.0417	0.33035	552000	1665280	
23	0	1946.234	0.739538	0.03995	0.06615	0.0445	0.2972	552010	1665280	
24	0	1946.231	0.707109	0.03875	0.0669	0.04635	0.27015	552020	1665280	
25	0	1946.229	0.729358	0.04145	0.069	0.0472	0.3016	552030	1665280	
26	0	1946.226	0.735081	0.0433	0.07255	0.0475	0.3111	552040	1665280	
27	0	1946.224	0.731635	0.04115	0.06865	0.0474	0.30585	552050	1665280	
28	0	1946.221	0.745549	0.0405	0.0713	0.04645	0.31865	552060	1665280	
29	0	1946.219	0.750306	0.04285	0.0723	0.04595	0.3221	552070	1665280	
30	0	1946.216	0.767935	0.0402	0.06925	0.04375	0.3333	552080	1665280	
31	0	1946.213	0.801607	0.03675	0.0555	0.0358	0.3251	552090	1665280	
32	0	1946.21	0.865811	0.0282	0.0477	0.0251	0.349	552100	1665280	
33	0	1946.207	0.876501	0.0281	0.05005	0.0252	0.3829	552110	1665280	
34	0	1946.205	0.852658	0.0324	0.0536	0.0291	0.3659	552120	1665280	
35	0	1946.202	0.802011	0.0303	0.0558	0.03495	0.3181	552130	1665280	
36	0	1946.199	0.773393	0.0336	0.0581	0.03675	0.2876	552140	1665280	
37	0	1946.196	0.775778	0.0359	0.0614	0.038	0.30095	552150	1665280	

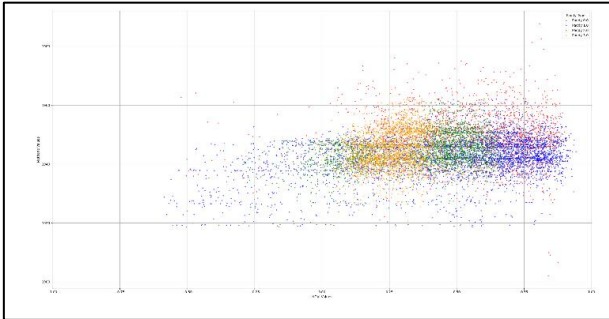
รูปที่ 7. รูปแบบการเก็บข้อมูลใน CSV

4. ผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Sentinel-2 และ Sentinel-5P พบว่าการเปรียบเทียบข้อมูลการปล่อยก๊าซมีเทนกับการใช้ที่ดินในพื้นที่นาข้าวผลการเปรียบเทียบระหว่างข้อมูลการปล่อยก๊าซมีเทนจากดาวเทียม Sentinel-5P กับความแตกต่างของค่า NDVI ที่ได้จากดาวเทียม Sentinel-2 แสดงให้เห็นว่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าก๊าซมีเทนและค่า NDVI ในช่วงเวลาที่ยังไม่ชัดเจนอย่างไรก็ตามข้อมูลที่ยังคงมีค่า NDVI สูงในบางพื้นที่นาข้าวที่มีระดับก๊าซมีเทนต่ำ การวิเคราะห์ข้อมูลการใช้ที่ดินการจำแนกพื้นที่นาข้าวจากดาวเทียม Sentinel-2 และข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินพบว่าพื้นที่นาข้าวส่วนใหญ่มีการเจริญเติบโตที่สมบูรณ์ แต่ไม่พบความสัมพันธ์ที่แน่ชัดระหว่างการใช้ที่ดินในพื้นที่นาข้าวและระดับการปล่อยก๊าซมีเทน

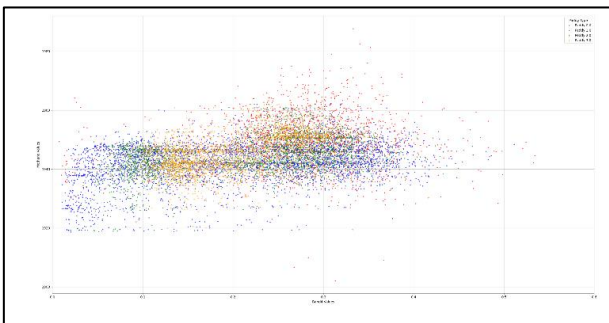
การจัดทำแผนภูมิเพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์การนำข้อมูลมาแสดงในรูปแบบแผนภูมิแสดงให้เห็นความแตกต่างของพื้นที่นาข้าวและพื้นที่ที่ไม่ใช่ชาข้าว โดยสัดส่วนของพื้นที่นาข้าวอยู่ที่ประมาณ 80% และพื้นที่ที่ไม่ใช่ชาข้าว 20% พบว่าข้อมูลการปล่อยก๊าซมีเทนไม่ค่อยมีความสัมพันธ์ที่ชัดเจนกับพื้นที่นาข้าวหรือค่าแบนด์ต่าง ๆ จากดาวเทียม Sentinel-2 อย่างชัดเจน การจัดข้อมูลเพื่อแสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลในสัดส่วน 80% สำหรับพื้นที่นาข้าวและ 20% สำหรับพื้นที่ที่ไม่ใช่ชาข้าว ช่วยแสดงให้เห็นช่วงข้อมูลที่แตกต่างและช่วงที่มีการปล่อยก๊าซมีเทนสูงสุดในแต่ละช่วงของพื้นที่นาข้าว แต่ไม่ค่อยเห็นความสัมพันธ์ที่ชัดเจนระหว่างตัวแปรที่ศึกษา ผลจากการวิจัยชี้ให้เห็นว่าแม้ว่าจะมีการเปรียบเทียบข้อมูลการปล่อยก๊าซมีเทนและการใช้ที่ดินในพื้นที่นาข้าว แต่ไม่พบความสัมพันธ์ที่ชัดเจนระหว่างตัวแปรดังกล่าว การศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับปัจจัยอื่น ๆ ที่อาจมีผลกระทบต่อ การปล่อยก๊าซมีเทนจึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจในอนาคต ทั้งนี้จากการวิเคราะห์ข้อมูลแผนภูมิระหว่างค่าก๊าซมีเทนและค่า NDVI ผู้วิจัยได้

มองเห็นถึง ช่วงของนาข้าวที่จับกลุ่มกันจากรูปที่ 8 ดูจากแผนภูมิจะเห็นได้ว่า Paddy หรือ นาข้าวในแต่ละช่วงนั้นมีการจัดกลุ่มอยู่เช่น ที่เห็นได้ชัดเจนคือกลุ่มจุดสีเหลืองคือ Paddy ประเภทที่ 3 เป็นช่วงของนาข้าวที่เก็บเกี่ยวแล้ว จะมีค่า NDVI อยู่ในช่วง 0.00 ถึง 0.50 และค่ามีเทนอยู่ในช่วง 1930 ถึง 1960 ดังแสดงในรูปที่ 8 ซึ่งจะเห็นได้ว่าลดลงมาจากช่วงอื่นๆ

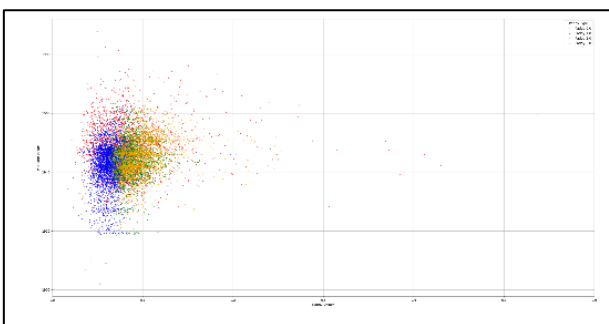


รูปที่ 8. ความสัมพันธ์ระหว่างค่าก๊าซมีเทนและค่า NDVI

และเมื่อวิเคราะห์ข้อมูลแผนภูมิระหว่างค่าก๊าซมีเทนและ Band4(ค่าอินฟราเรดใกล้) จากรูปที่ 9 จะสังเกตเห็นได้ว่าช่วงของนาข้าว ประเภทที่ 3 นั้นจะมีการกระจายตัวน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับประเภทอื่นๆ จะอยู่ในช่วง 0.1 ถึง 0.35 และค่ามีเทนจะอยู่ในช่วง 1930 ถึง 1960

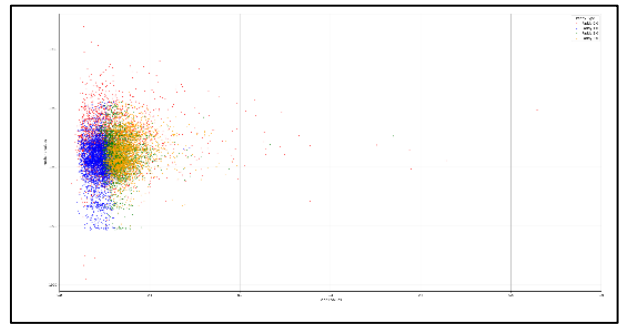


รูปที่ 9. ความสัมพันธ์ระหว่างค่าก๊าซมีเทนและค่าอินฟราเรดใกล้

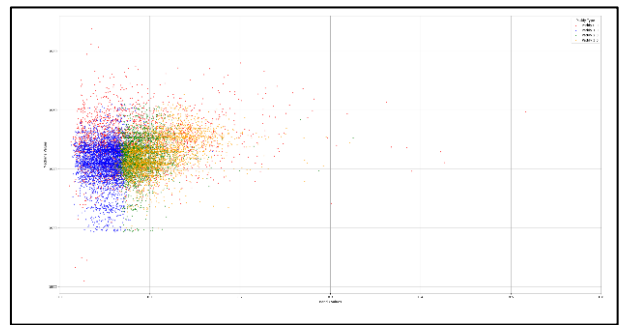


รูปที่ 10. ความสัมพันธ์ระหว่างค่าก๊าซมีเทนและแบนด์สีน้ำเงิน

ทั้งนี้ทางผู้วิจัยมองเห็นว่า ในส่วนของแผนภูมิการเปรียบเทียบมีเทนกับแบนด์ที่ 1, แบนด์ที่ 2 และแบนด์ที่ 3 ซึ่งเป็นช่วงของสีน้ำเงิน, สีเขียว และสีแดงนั้นมองไม่เห็นถึงความแตกต่างของข้อมูลที่ชัดเจนดังแสดงในรูปที่ 10, รูปที่ 11 และรูปที่ 12



รูปที่ 11. ความสัมพันธ์ระหว่างค่าก๊าซมีเทนและแบนด์สีเขียว



รูปที่ 12. ความสัมพันธ์ระหว่างค่าก๊าซมีเทนและแบนด์สีแดง

5. สรุป

งานวิจัยนี้ศึกษาความสัมพันธ์ของข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Sentinel-2 และ Sentinel-5P ผลการศึกษาพบว่าไม่มีความสัมพันธ์ที่ชัดเจนระหว่างการปล่อยก๊าซมีเทนกับค่า NDVI ในพื้นที่นาข้าวแม้ว่าจะมีบางพื้นที่ที่มีค่า NDVI สูงกลับมีระดับก๊าซมีเทนต่ำซึ่งแสดงถึงความซับซ้อนของปัจจัยที่เกี่ยวข้อง การจำแนกข้อมูลพื้นที่นาข้าวแสดงให้เห็นว่าสัดส่วนพื้นที่นาข้าวอยู่ที่ 80% และพื้นที่ที่ไม่ใช่ชาวนาข้าว 20% พบว่าไม่พบความสัมพันธ์ที่ชัดเจนระหว่างการปล่อยก๊าซมีเทนกับข้อมูลจากดาวเทียม Sentinel-2

แผนภูมิแสดงถึงการจัดกลุ่มของนาข้าวโดยเฉพาะ Paddy ประเภทที่ 3 ที่เก็บเกี่ยวแล้วมีค่า NDVI อยู่ในช่วง 0.00 ถึง 0.50 และค่ามีเทนอยู่ในช่วง 1930 ถึง 1960 ซึ่งลดลงจากช่วงอื่นๆ นอกจากนี้ยังเห็นความสัมพันธ์ของค่า NDVI กับนาข้าวตามช่วงที่ควรเป็นการวิเคราะห์ระหว่างค่าก๊าซมีเทนและแบนด์อินฟราเรดใกล้ พบว่าประเภทนาข้าวประเภทที่ 3 มีการกระจายตัวของข้อมูลน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับประเภทอื่น

การเปรียบเทียบค่าก๊าซมีเทนกับแบนด์ที่ 1, แบนด์ที่ 2 และแบนด์ที่ 3 ไม่แสดงความแตกต่างที่ชัดเจน ซึ่งชี้ให้เห็นว่าควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับปัจจัยอื่น ๆ ที่มีผลกระทบต่อค่าก๊าซมีเทนในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณที่ได้รับความร่วมมือจากทีมวิจัยจากสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) และนายอมรชัย ประกอบยา รวมทั้งอาจารย์คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี ที่ช่วยในการตรวจสอบและให้คำแนะนำ นอกจากนี้แล้วในส่วนของข้อมูลพื้นที่นาข้าว นั้นผู้วิจัยขอขอบคุณนายภาณุวัฒน์ จันทร์ศรี จากมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

เอกสารอ้างอิง

- [1] United Nations Environment Programme (UNEP). "Methane emissions are driving climate change. Here's how to reduce them." [Online]. Available: <https://www.unep.org/resources/story/methane-emissions-are-driving-climate-change-heres-how-reduce-them>. [Accessed: 20-Sep-2024].
- [2] Li, X., Xin, L., Tan, M., and Zhang, W. "Impacts of Rice Cropping System Changes on Paddy Methane Emissions in Southern China," *Land*, vol. 12, no. 2, pp. 270, Jan. 2023. DOI: 10.3390/land12020270.
- [3] Roh, M., Lee, S., and Lee, W.-K. "Estimating Methane Emissions in Rice Paddies at the Parcel Level Using Drone-Based Time Series Vegetation Indices," *Drones*, vol. 8, no. 9, pp. 459, Sep. 2024. DOI: 10.3390/drones8090459.
- [4] Duren, R. M., et al. "California's methane super-emitters," *Nature*, vol. 575, no. 7781, pp. 180–184, Nov. 2019. DOI: 10.1038/s41586-019-1720-3.
- [5] Hu, E., Babcock, E. L., Bialkowski, S. E., Jones, S. B., & Tuller, M. (2014). "Methods and techniques for measuring gas emissions from agricultural and animal feeding operations." *Critical Reviews in Analytical Chemistry*, 44(3), 200–219. DOI: 10.1080/10408347.2013.843055.
- [6] Gu, X., Weng, S., Li, Y., & Zhou, X. (2022). "Effects of water and fertilizer management practices on methane emissions from paddy soils: Synthesis and perspective." *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(12). DOI: 10.3390/IJERPH19127324.

การตรวจหาภาวะหัวใจโตโดยใช้โมเดลการเรียนรู้เชิงลึก ResNet-50

Cardiomegaly Detection Using ResNet-50 Deep Learning Models

1st วิมลฉัตร แถบทอง

Vimolchad Thaeptong

วิทยาลัยนวัตกรรมดิจิทัลเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยรังสิต

College of Digital Innovation Technology

Rangsit University

Pathum Thani, Thailand

vimolchad.t65@rsu.ac.th

2nd ขจรกิตติ์ ชูเอียด

Khachonkit Chuiad

วิทยาลัยนวัตกรรมดิจิทัลเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยรังสิต

College of Digital Innovation Technology

Rangsit University

Pathum Thani, Thailand

khachonkit.c65@rsu.ac.th

3rd ภาคภูมิ ชัยศิริประเสริฐ

Parkpoom Chaisiriprasert

วิทยาลัยนวัตกรรมดิจิทัลเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยรังสิต

College of Digital Innovation Technology

Rangsit University

Pathum Thani, Thailand

parkpoom.c@rsu.ac.th

บทคัดย่อ — การตรวจหาภาวะโรคหัวใจโต (Cardiomegaly) จากภาพเอกซเรย์ทรวงอก (Chest X-ray) เป็นกระบวนการสำคัญในการวินิจฉัยโรคหัวใจ แต่ต้องอาศัยความชำนาญของแพทย์ งานวิจัยนี้มุ่งการเพิ่มประสิทธิภาพการตรวจหาภาวะโรคหัวใจโตโดยใช้เทคโนโลยีการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) ด้วยการประมวลผลภาพ โดยนำเสนอการใช้วิธีปรับสมดุลฮิสโตแกรมแบบจำกัดคอนทราสต์ (CLAHE), ฮิสโตแกรมสี (Color Histogram), และการแปลงภาพสีให้เป็นภาพขาวดำโดยการค้นหาค่าเกณฑ์ที่เหมาะสมที่สุด (Otsu Thresholding) ร่วมกับการใช้โมเดลการเรียนรู้เชิงลึก ResNet-50 เพื่อการตรวจหาภาวะหัวใจโตจากภาพเอกซเรย์ทรวงอก ผลการวิจัยพบว่ากระบวนการผสมผสานวิธีการประมวลผลภาพร่วมกับการใช้ ResNet-50 โมเดลสามารถตรวจจับโรคหัวใจโตได้อย่างแม่นยำและมีประสิทธิภาพสูงในการจำแนกลักษณะของหัวใจที่ผิดปกติ นอกจากนี้ระบบอัตโนมัติยังช่วยลดระยะเวลาในการวินิจฉัยและเพิ่มความสม่ำเสมอในการประเมินผล ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างมากในการช่วยงานแพทย์และเพิ่มคุณภาพในการรักษา งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ในการตรวจจับโรคหัวใจโตจากภาพเอกซเรย์

คำสำคัญ — โรคหัวใจโต, ภาพเอกซเรย์, CLAHE, Color Histogram, Otsu Thresholding, ResNet-50

ABSTRACT — Cardiomegaly detection from chest X-rays is an important process in diagnosing heart disease, but it requires expertise from physicians. This research aims to improve the efficiency of Cardiomegaly Detection using deep learning technology with image processing. It presents the use of Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE), Color Histogram, and grayscale to binary image conversion by finding the optimal threshold value (Otsu Thresholding) together with the use of the ResNet-50 deep learning model to detect cardiac enlargement from chest X-rays. The results of the research show that the process of combining image processing methods with the use of the ResNet-50 model can detect cardiac enlargement accurately and is highly efficient in classifying abnormal cardiac characteristics. In addition, the automation system

helps reduce the diagnosis time and increases the consistency of the evaluation results, which is very useful to assist physicians and increase the quality of treatment. This research demonstrates the potential of applying modern technology to detect cardiac enlargement from X-rays.

Keywords — Cardiomegaly, chest X-ray, CLAHE, Color Histogram, Otsu Thresholding, ResNet-50

1. บทนำ

โรคหัวใจโตเป็นภาวะที่หัวใจมีขนาดใหญ่กว่าปกติหรือขนาดหัวใจใหญ่กว่าครึ่งหนึ่งของขนาดทรวงอก (Cardiothoracic ratio มากกว่า 0.5) ซึ่งสามารถตรวจพบได้จากการถ่ายภาพเอกซเรย์ทรวงอก ซึ่งเป็นเครื่องมือที่แพทย์ใช้เพื่อประเมินขนาดและรูปร่างของหัวใจ ตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (EKG) และตรวจหัวใจด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง ภาวะนี้เป็นสัญญาณที่บ่งบอกถึงปัญหาที่เกิดขึ้นกับระบบหัวใจและหลอดเลือด โดยทั่วไปแล้ว โรคหัวใจโตไม่ใช่โรคที่เกิดขึ้นเอง แต่เป็นอาการที่เกิดจากโรคพื้นฐานอื่น ๆ เช่น ความดันโลหิตสูงที่เรื้อรัง โรคหลอดเลือดหัวใจขาดเลือด โรคเส้นหัวใจ หรือการติดเชื้อในกล้ามเนื้อหัวใจ การที่หัวใจขยายตัวมากเกินไปนั้นทำให้ประสิทธิภาพในการสูบฉีดเลือดลดลง ส่งผลให้เลือดไหลเวียนไปยังอวัยวะต่างๆ ของร่างกายไม่เพียงพอ นำไปสู่ภาวะหัวใจล้มเหลว ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของการเสียชีวิตในผู้ป่วยโรคหัวใจ เครื่องมือที่ขาดไม่ได้อย่างหนึ่งในการวินิจฉัยโรคปอดและหัวใจหลายชนิดคือภาพรังสีทรวงอก รูปแบบผิดปกติทั่วไปบางอย่างที่สามารถตรวจพบได้โดยใช้ภาพเอกซเรย์ทรวงอกได้แก่ การมีน้ำในช่องเยื่อหุ้มปอด ปอดแฟบ หัวใจโต หัวใจเต้นผิดจังหวะ และภาวะอากาศเกิน [1],[10]

ระบบวิเคราะห์ภาพทางการแพทย์แบบอัจฉริยะที่สามารถแยกแยะลักษณะของโรคจากภาพทางการแพทย์ เช่น ภาพเอกซเรย์ กำลังมีบทบาทสำคัญในการช่วยแพทย์ในการตัดสินใจทางการแพทย์ แบบจำลองการสนับสนุนการวินิจฉัยภาวะหัวใจโตโดยอิงจากเครือข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน (Convolutional Neural Networks: CNN) โดย ใช้สถาปัตยกรรม ResNet ซึ่งเป็นเทคนิคที่ได้รับการยอมรับในด้านการวิเคราะห์ภาพ โมเดลนี้ถูกพัฒนาขึ้นโดยการใช้ชุดข้อมูลภาพเอกซเรย์ทรวงอก

ในการฝึกโมเดลให้สามารถเรียนรู้และตรวจจับลักษณะเฉพาะที่บ่งชี้ถึงภาวะหัวใจโต [2]

2. งานที่เกี่ยวข้อง

การสกัดคุณลักษณะตามพื้นผิวโดยใช้ Support Vector Machines (SVM) เพื่อจำแนกภาพรังสีทรวงอกที่ผิดปกติ [1] เช่น เยื่อหุ้มปอดมีน้ำในช่องเยื่อหุ้มปอด ปอดโต หัวใจโต และภาวะมีเลือดมากเกิน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจำแนกประเภทรูปแบบปอด โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับภาวะหัวใจโตและภาวะอากาศเกิน ซึ่งให้ความแม่นยำ 96% และ 99% โดยมีความไว 97% และ 100% สำหรับกรณีหัวใจโตและภาวะเลือดมากเกิน

การปรับปรุงการจำแนกภาวะหัวใจโตในอินโดนีเซีย [8] โดยการพัฒนาและประเมินแบบจำลอง CNN ที่อิงจากภาพ CXR แบบจำลอง CNN ที่ปรับเปลี่ยนแล้วซึ่งรวมถึงเลเยอร์การม้วนรวมกันให้ความแม่นยำถึง 72.64% ซึ่งเหนือกว่าการวิจัยก่อนหน้านี้ที่ใช้แบบจำลอง Inception V3 และ SVM การศึกษานี้เน้นย้ำถึงความสำคัญของการใช้แบบจำลองการเรียนรู้เชิงลึกเพื่อการวินิจฉัยโรคที่แม่นยำ และเน้นย้ำถึงศักยภาพของแบบจำลองนี้ในการปรับปรุงวิธีการตรวจภาวะหัวใจโต

การจำแนกประเภทอัตโนมัติสำหรับการตรวจหาภาวะหัวใจโต [12] โดยใช้เครือข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันจำแนกภาพเอกซเรย์ทรวงอกเป็นภาพเอกซเรย์ของโรคหัวใจและหัวใจปกติ ผลลัพธ์ที่ได้แสดงให้เห็นว่าการใช้เครือข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน 8 ชั้นทำให้เพิ่มความแม่นยำและประสิทธิภาพเมื่อเปรียบเทียบกับอัลกอริทึมมาตรฐาน

การวัดอัตราส่วนของหัวใจและทรวงอกด้วยวิธีการอัตโนมัติ [14] ใช้ข้อมูลภาพเอกซเรย์ทรวงอกมาวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองการเรียนรู้เชิงลึกที่อิงตาม U-Net++ พร้อมตัวเข้ารหัส VGG19_bn ทำให้ช่วยลดเวลาการทำงานของแพทย์ในการตรวจหาการขยายตัวของหัวใจและทรวงอกได้

การตรวจภาวะหัวใจโตในภาพเอกซเรย์ทรวงอกโดยใช้การเรียนรู้เชิงลึกสองแนวทาง [7] ได้แก่การแบ่งส่วนทางกายวิภาคและการจำแนกประเภทในระดับภาพ การแบ่งส่วนได้รับการพัฒนาโดยใช้ชุดข้อมูล ChestX-ray ในขณะที่วิธีการที่ใช้การจำแนกประเภทได้รับการฝึกฝนโดยใช้ภาพเอกซเรย์ทรวงอกมาตรฐานจำนวน 65,000 ภาพ โมเดลที่อิงจากการแบ่งส่วนมีประสิทธิภาพเหนือกว่าโมเดลที่อิงจากการแบ่งประเภท โดยต้องใช้ภาพเอกซเรย์ทรวงอกพร้อมคำอธิบายประกอบน้อยกว่า 100 เท่า และให้ผลลัพธ์ที่ตีความได้มากกว่า โดยมี AUC อยู่ที่ 0.977

R. P. C. Gamara et al [3] นำเสนออัลกอริทึมไฮบริดสำหรับการปรับปรุงภาพเอกซเรย์ที่ได้รับการอัปเดตซึ่งรวมวิธีการปรับสมดุลฮิสโตแกรมแบบปรับคอนทราสต์จำกัด CLAHE เข้ากับฟิลเตอร์ Wiener วิธีการนี้ช่วยปรับปรุงคุณภาพของภาพ คอนทราสต์ และการลดสัญญาณรบกวนส่งผลให้ MSE ต่ำลง PSNR สูงขึ้น และเอนโทรปีข้อมูลสูงขึ้น การใช้แนวทางนี้กับภาพเอกซเรย์ 6,000 ภาพก่อนการสร้างแบบจำลองการจำแนกประเภทด้วยการเรียนรู้เชิงลึกช่วยปรับปรุงความแม่นยำในการตรวจสอบความถูกต้องได้อย่างมีนัยสำคัญจาก 50% เป็น 78% ทำให้เป็นเครื่องมือที่มีค่าสำหรับการวินิจฉัยโรค

เทคนิคเพิ่มความแม่นยำในการตรวจ COVID-19 จากโรคปอดหลายกลุ่มโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึกแบบบูรณาการ CLAHE [13] เทคนิคนี้ใช้กับภาพเอกซเรย์จากผู้ป่วยโรคปอดบวมจากไวรัส ปอดทึบแสง COVID-19 และบุคคลทั่วไป อัลกอริทึม CLAHE และอัลกอริทึม ConvNet

ใช้ในการประมวลผลภาพล่วงหน้า และการศึกษาพบว่าโมเดล DenseNet121 แบบบูรณาการ CLAHE ให้ประสิทธิภาพที่ดีที่สุด โดยความแม่นยำสูงสุด 98.33%

การปรับสมดุลฮิสโตแกรมเป็นวิธีการเพิ่มความคมชัดของภาพที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย [4] ทว่าไปแล้ววิธีการดังกล่าวอาจทำให้เกิดความสว่างและสัญญาณรบกวนมากเกินไป การปรับสมดุลฮิสโตแกรมแบบจำกัดความคมชัด CLAHE จะแก้ไขข้อจำกัดเหล่านี้โดยตัดฮิสโตแกรมออกเพื่อให้การกระจายสม่ำเสมอ ซึ่งช่วยให้การวินิจฉัยโรคปอดมีความแม่นยำมากขึ้น

วิธีการยึดคอนทราสต์และปรับสมดุลฮิสโตแกรมได้รับการพัฒนาขึ้นเพื่อปรับปรุงคุณภาพของภาพรังสีวิทยา [5] โดยเพิ่มคอนทราสต์และปรับสมดุลความเข้มของพิกเซล เทคนิคนี้สามารถเปิดเผยข้อมูลสำคัญในภาพที่เคยถูกบดบังด้วยการกระจายความเข้มที่ไม่สม่ำเสมอ ทำให้ค่าความแปรปรวนและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเพิ่มขึ้นโดยไม่เปลี่ยนค่าเฉลี่ย

การนำเสนอแบบจำลองโดยใช้อัลกอริทึม Yolov5 และปรับปรุงคุณภาพของภาพด้วย CLAHE เพื่อตรวจวัดวัตถุผิดปกติในภาพเอกซเรย์ทรวงอก [6] เพื่อวินิจฉัยโรคปอด ตรวจพบวัตถุผิดปกติ 14 รายการ รวมถึงหลอดเลือดแดงใหญ่ ปอดแฟบ การสะสมแคลเซียมและอื่นๆ การทดลองกับชุดข้อมูลเอกซเรย์ทรวงอกแสดงให้เห็นความแม่นยำ 61%

M. Alslatie et al [9] นำเสนอปัญญาประดิษฐ์ช่วยปรับปรุงความแม่นยำการตีความภาพเอกซเรย์ทรวงอกเพื่อวินิจฉัยโรคต่างๆ เช่น ภาวะปอดแฟบและหัวใจโต การศึกษานี้ใช้การแปลงระดับสีเทา การสับเปลี่ยน และเครือข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันเน็ตเคิลอื่นที่ และการเรียนรู้การถ่ายโอนเพื่อจำแนกโรคปอดและหัวใจโดยใช้ภาพเอกซเรย์ทรวงอก วิธีการนี้ให้ความแม่นยำในการฝึก 100% และความแม่นยำในการทดสอบ 96.7% ทำให้เป็นความก้าวหน้าที่สำคัญในด้านการถ่ายภาพทางการแพทย์

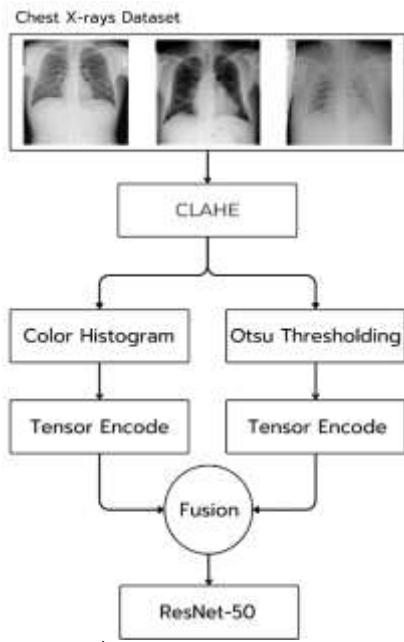
วิธีการอัตโนมัติที่ใช้การเรียนรู้เชิงลึกเพื่อคำนวณอัตราส่วนของหัวใจและทรวงอกและตรวจหาภาวะหัวใจโตจากภาพรังสีทรวงอก [11] มีการพัฒนาแบบจำลองสองแบบเพื่อแบ่งเขตบริเวณหัวใจและทรวงอก โดยมีค่าความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ยที่ 0.018 วิธีการนี้มีเป้าหมายเพื่อลดความคิดเห็นส่วนตัวของมนุษย์ในการตรวจหาภาวะหัวใจโต

Z. C. Oleiwi et al [15] นำเสนอโมเดลการจำแนกประเภทอัตโนมัติสองแบบโดยอิงตามการเรียนรู้การถ่ายโอนและเครือข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน DenseNet121 โมเดลแรกทำนายโรคทรวงอก 8 ประเภทและใช้โมเดลการจำแนกประเภทแบบหลายป้ายกำกับ และโมเดลที่สองเน้นที่การจำแนกประเภทกล้ามเนื้อหัวใจแบบไบนารี โมเดลเหล่านี้ได้รับการทดสอบบนชุดข้อมูล CheXpert และได้คะแนน AUC 90% และ 83% ตามลำดับ นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาอินเทอร์เฟซแอปพลิเคชันเว็บซึ่งมีส่วนช่วยให้ใช้งานได้ง่าย ผลลัพธ์แสดงผลลัพธ์ที่น่าพอใจ โดยโมเดลแรกได้คะแนน AUC 90% และโมเดลที่สองได้คะแนน 83%

3. วิธีการ

การตรวจโรคหัวใจโตโดยการรวบรวมชุดข้อมูลของภาพเอกซเรย์ภาพแต่ละภาพมีสัญญาณรบกวนซึ่งทำให้คุณภาพของภาพลดลงและทำให้การวิเคราะห์ภาพทำได้ยากขึ้น จึงทำการประมวลผลภาพเบื้องต้น โดยปรับ คอนทราสต์ของภาพเอกซเรย์ให้ดีขึ้นด้วยเทคนิค CLAHE เพื่อให้รายละเอียดในภาพเด่นชัดขึ้น เช่น บริเวณหัวใจและปอดในภาพเอกซเรย์และใช้ฮิสโตแกรมเพื่อวิเคราะห์การกระจายของระดับความสว่างของ

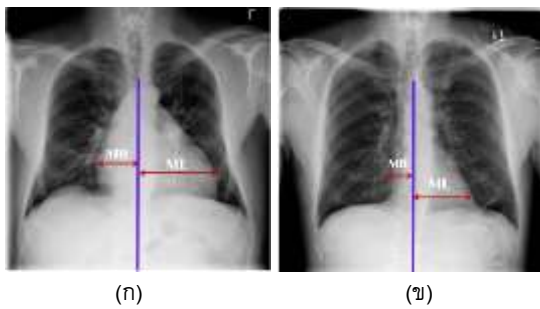
พิกเซลในภาพ จากนั้นภาพที่ประมวลผลล่วงหน้าจะถูกป้อนเข้าสู่โมเดลการเรียนรู้เชิงลึก ResNet-50 ซึ่งเป็นเครือข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันเชิงลึก เราเสนอแนวทางในการวิเคราะห์รูปแบบเหล่านี้ตามแผนผังขั้นตอนของวิธีการในรูปที่ 1



รูปที่ 1. ภาพรวมของวิธีการ

3.1. ชุดข้อมูล

ขั้นตอนแรก นำเข้าสู่ชุดข้อมูลภาพเอกซเรย์ของผู้ป่วยที่ใช้ในการวิเคราะห์ตรวจจับโรคหัวใจโตจากภาพเอกซเรย์ทรวงอก เพื่อนำมาใช้ในการฝึกและทดสอบโมเดลจาก NIH Chest X-rays ซึ่งเป็นหนึ่งในชุดข้อมูลที่ได้รับการเผยแพร่และใช้กันอย่างแพร่หลายในงานวิจัยด้านการแพทย์และการวิเคราะห์ภาพทางการแพทย์ โดยเฉพาะการฝึกและทดสอบโมเดลการเรียนรู้ของเครื่อง เพื่อวินิจฉัยโรคจากภาพเอกซเรย์ทรวงอกภาวะหัวใจโตจะพิจารณาเฉพาะมุมมองหลัง-หน้า (PA) ซึ่งเราได้รวบรวมภาพและแบ่งออกเป็นชุดฝึกอบรม การตรวจสอบความถูกต้อง และการทดสอบ



รูปที่ 2. ตัวอย่างภาพเอกซเรย์ทรวงอกแสดงถึง ก) พบภาวะโรคหัวใจโต และ ข) ไม่พบภาวะโรคหัวใจโต

เพื่อให้แน่ใจในความเข้มงวดของการพัฒนาและการตรวจจับของโมเดลตรวจจับโรคหัวใจโตจากภาพเอกซเรย์ทรวงอก โดยชุดข้อมูลประกอบด้วยภาพเอกซเรย์ 112,120 ภาพ ซึ่งแบ่งเป็นชุดฝึกอบรม ชุดตรวจสอบ และชุดทดสอบในอัตราส่วน 70:20:10 ตามลำดับ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง มีการใช้ภาพ 78,484 ภาพสำหรับฝึกอบรม 22,424 ภาพสำหรับ

ตรวจสอบ และ 11,212 ภาพสำหรับทดสอบ ดังภาพตัวอย่างในรูปที่ 2

3.2. การปรับสมดุลฮิสโตแกรมแบบจำกัดคอนทราสต์ (CLAHE)

การปรับคอนทราสต์ของภาพเอกซเรย์ทรวงอก ซึ่งมีการจำกัดคอนทราสต์เพื่อเพิ่มความชัดเจนในบริเวณที่มีความสว่างแตกต่างกันน้อยของภาพเอกซเรย์บริเวณหัวใจ ซึ่งสำคัญต่อการวินิจฉัยโรคหัวใจโตที่ต้องการความชัดเจนของรูปร่างและขนาดของหัวใจ โดยในเบื้องต้นภาพเอกซเรย์จะถูกแปลงเป็นภาพระดับสีเทาโดยใช้สมการที่รวมส่วนประกอบของสี RGB จากสมการที่ 1 วิธีนี้ช่วยให้สามารถเพิ่มรายละเอียดในพื้นที่ได้แม้มันพื้นที่ที่ถือว่าสว่างหรือมืดกว่าเมื่อเทียบกับภาพทั้งหมด

เทคนิค CLAHE เกี่ยวข้องกับการแบ่งภาพออกเป็นไทล์ขนาดเล็กโดยภาพจะถูกแบ่งออกเป็นพื้นที่ขนาดเท่าๆ กัน ซึ่งไม่มีการทับซ้อนกัน ถัดไปคือการคำนวณฮิสโตแกรมสำหรับแต่ละไทล์ ฮิสโตแกรมของแต่ละไทล์จะถูกคำนวณแยกกัน เพื่อเพิ่มรายละเอียดในบริเวณที่สว่างหรือมืดของภาพเพื่อป้องกันไม่ให้อิสโตแกรมขยายมากเกินไปและเพิ่มสัญญาณรบกวนในภาพ CLAHE จะใช้การตัดทอนฮิสโตแกรมตามขีด ซึ่งคำนวณได้จากสมการที่ 2 ฮิสโตแกรมที่เกินขีดจำกัดจะถูกกระจายไปยังพิกเซลอื่น ๆ เพื่อลดการเกิดสัญญาณรบกวน (Noise) จะได้ภาพที่มีความสมดุลของคอนทราสต์ และสามารถแยกแยะส่วนสำคัญของภาพได้ดีขึ้น

$$Gr = 0.2989 * R + 0.5870 * G + 0.1140 * B \quad (1)$$

$$\beta = \frac{MN}{L} \left(1 + \frac{\alpha}{100} (S_{max} - 1) \right) \quad (2)$$

สมการ 1 สอดคล้องกับองค์ประกอบสีโดย R, G, B คือค่าสีแดง เขียว และน้ำเงิน และสมการ 2 β คือ Clip Limit, MN คือจำนวนพิกเซลในแต่ละพื้นที่, L คือจำนวนแฉดสีเทาทั้งหมด, α คือค่า Clip Factor ที่อยู่ในช่วง 0 ถึง 100 และ S_{max} คือความลาดชันสูงสุดที่อนุญาต

3.3. ฮิสโตแกรมสี (Color Histogram)

การใช้ฮิสโตแกรมโมเดลการตรวจจับโรคหัวใจโตจากภาพเอกซเรย์ทรวงอก เพื่อวิเคราะห์การแจกแจงของค่าความสว่างหรือโทนสีในภาพ ซึ่งแสดงการกระจายของระดับความสว่างของพิกเซลแต่ละจุด ฮิสโตแกรมแสดงให้เห็นว่าจำนวนพิกเซลในแต่ละค่าความสว่างในภาพ โดยค่าความสว่างตั้งแต่ 0 (ดำ) ถึง 255 (ขาว) จะถูกแสดงบนแกน x และจำนวนพิกเซลที่มีค่านั้นจะอยู่บนแกน y ฮิสโตแกรมจะบอกถึงความสมดุลของคอนทราสต์ในภาพ ในกรณีของการตรวจจับโรคหัวใจโต ฮิสโตแกรมสามารถช่วยวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงในบริเวณหัวใจ หากหัวใจมีขนาดโตขึ้น รูปแบบความสว่างในบริเวณนั้นจะแตกต่างไปจากภาพเอกซเรย์ของผู้ที่ไม่มีโรคทำให้ฮิสโตแกรมเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย การใช้ฮิสโตแกรมในการวิเคราะห์ภาพเอกซเรย์จะช่วยให้โมเดลการเรียนรู้เชิงลึกสามารถแยกแยะและเรียนรู้ลักษณะของโรคได้แม่นยำมากขึ้น โดยอาศัยการกระจายตัวของความสว่างในภาพ ช่วยให้โมเดลสามารถตรวจจับโรคหัวใจโตได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.4. การแปลงภาพสีเทาเป็นภาพขาวดำโดยการค้นหาค่าเกณฑ์ที่เหมาะสม (Otsu Thresholding)

เทคนิคการแบ่งส่วนภาพที่ช่วยแยกวัตถุที่สำคัญ จากพื้นหลังในภาพเอกซเรย์ทรวงอก โดยใช้วิธีการหาค่า threshold อัตโนมัติที่ทำให้ความแตกต่างระหว่างพิกเซลของวัตถุและพื้นหลังชัดเจนที่สุด เริ่มต้นด้วยการ

แปลงภาพเอกซเรย์ที่ผ่านการปรับปรุงคอนทราสต์ด้วย CLAHE เป็นภาพขาวดำ จากนั้นนำ Otsu Thresholding มาใช้เพื่อสร้างภาพไบนารีที่แบ่งพื้นที่สำคัญออกจากพื้นหลัง ช่วยให้ขอบเขตของหัวใจและปอดเด่นชัดขึ้น ทำให้ตรวจสอบความผิดปกติที่อาจบ่งบอกถึงโรคหัวใจได้ชัดเจน การแยกพื้นที่ที่สำคัญออกมาด้วย Otsu Thresholding ยังช่วยเพิ่มความแม่นยำให้กับการเรียนรู้เชิงลึกของโมเดล ResNet-50 ที่ใช้ในการวิเคราะห์ภาพ ทำให้โมเดลสามารถระบุความผิดปกติได้ดีขึ้น

3.5. การเข้ารหัสข้อมูลด้วย Tensor Encode

ในขั้นตอน Tensor Encode ข้อมูลจากการประมวลผลด้วย Color Histogram และ Otsu Thresholding จะถูกแปลงเป็นเทนเซอร์เพื่อให้เป็นข้อมูลที่สามารนำไปใช้กับโมเดลเครือข่ายประสาทเทียมอย่างมีประสิทธิภาพได้ ในส่วนของ Color Histogram จะทำการวิเคราะห์การกระจายของสีในภาพเอกซเรย์ ซึ่งช่วยในการแยกแยะโครงสร้างที่ซับซ้อนและความผิดปกติของหัวใจ และส่วน Otsu Thresholding จะเน้นการแบ่งภาพเพื่อแยกส่วนที่สนใจ เช่น โครงสร้างของหัวใจ ออกจากพื้นหลังเพื่อช่วยให้เห็นรายละเอียดของโครงสร้างที่สำคัญ หลังจากการประมวลผล Color Histogram และ Otsu Thresholding ข้อมูลที่ได้จะถูกแปลงเป็นเทนเซอร์ซึ่งเป็นโครงสร้างข้อมูลหลายมิติที่เหมาะสมกับการนำเข้าสู่โมเดลเชิงลึก (Deep Learning) ข้อมูลจากทั้งสองวิธีนี้จะถูกผสานเข้าด้วยกัน (Fusion) เพื่อสร้างอินพุตที่ครอบคลุมทั้งการวิเคราะห์สีและการแบ่งส่วนโครงสร้างของภาพ ซึ่งการใช้เทนเซอร์ช่วยให้สามารถเก็บข้อมูลในรูปแบบที่ละเอียดและซับซ้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนนี้จะถูกป้อนเข้าสู่โมเดล ResNet-50 เพื่อทำการจำแนกและตรวจจ็โรคหัวใจโตจากภาพเอกซเรย์ ด้วยการรวมการประมวลผลจากทั้งสองเทคนิคเข้าด้วยกัน ทำให้ข้อมูลภาพมีความสมบูรณ์และพร้อมสำหรับการวิเคราะห์โดยโมเดลเพื่อผลลัพธ์ที่แม่นยำในการตรวจจ็โรค

3.6. เทคนิคการรวมข้อมูล (Fusion)

ขั้นตอน Fusion คือการรวมข้อมูลจาก Color Histogram และ Otsu Thresholding เพื่อสร้างข้อมูลที่ครอบคลุมทั้งด้านวิเคราะห์ระดับสีและโครงสร้างของภาพเอกซเรย์ทรวงอก โดย Color Histogram ช่วยให้เห็นการกระจายของระดับสีในภาพ ซึ่งมีความสำคัญในการแยกเนื้อเยื่อและอวัยวะ ในขณะที่ Otsu Thresholding ช่วยในการแยกส่วนสำคัญของภาพ เช่น รูปร่างของหัวใจ ออกจากพื้นหลัง ทำให้เห็นรายละเอียดของโครงสร้างที่เกี่ยวข้องกับโรคหัวใจโต

การรวมข้อมูลทั้งสองวิธีนี้ทำให้ได้ข้อมูลที่มีความหลากหลายและครบถ้วน ซึ่งเป็นประโยชน์ในการตรวจจ็ลักษณะผิดปกติของหัวใจผ่านโมเดลเชิงลึก เช่น ResNet-50 การผสานข้อมูลทั้งสีและรูปร่างในขั้นตอนนี้ช่วยให้โมเดลสามารถรับข้อมูลที่ครอบคลุมและวิเคราะห์ได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ส่งผลให้การวินิจฉัยโรคหัวใจโตจากภาพเอกซเรย์มีความแม่นยำมากขึ้น

3.7. การเรียนรู้ด้วยโมเดล ResNet-50

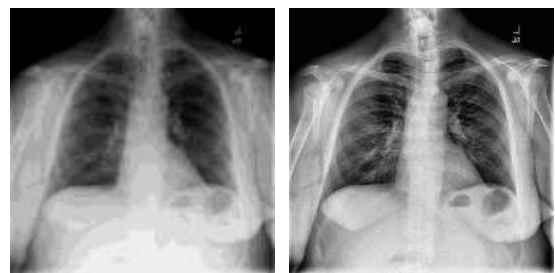
ขั้นตอน ResNet-50 ใช้ในการตรวจจ็โรคหัวใจโตจากภาพเอกซเรย์ทรวงอก ในการตรวจจ็โรคหัวใจโต เราจะป้อนภาพเอกซเรย์ที่ผ่านการปรับปรุงคอนทราสต์เข้าไปในโมเดล ซึ่ง ResNet-50 จะทำการวิเคราะห์ลักษณะเฉพาะของโรค เช่น ขอบเขตของหัวใจ การขยายตัว และการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างภายในหน้าอก โมเดลจะดึงข้อมูลสำคัญเหล่านี้จากภาพแล้วทำการจำแนกว่าภาพเอกซเรย์นั้นแสดงถึงภาวะหัวใจโต

หรือไม่ การใช้ ResNet-50 ช่วยให้การตรวจจ็โรคหัวใจโตมีความแม่นยำมากขึ้น เนื่องจากโมเดลสามารถเรียนรู้ลักษณะเฉพาะที่อาจมองเห็นได้ยากด้วยตาเปล่า และเมื่อโมเดลได้รับการฝึกฝนด้วยชุดข้อมูลจำนวนมากแล้วจะสามารถวินิจฉัยโรคจากภาพเอกซเรย์ใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพลดข้อผิดพลาดในการวิเคราะห์ทางการแพทย์

4. วิธีการทดลอง

4.1. การใช้วิธีปรับสมดุลฮิสโตแกรมแบบจำกัดคอนทราสต์

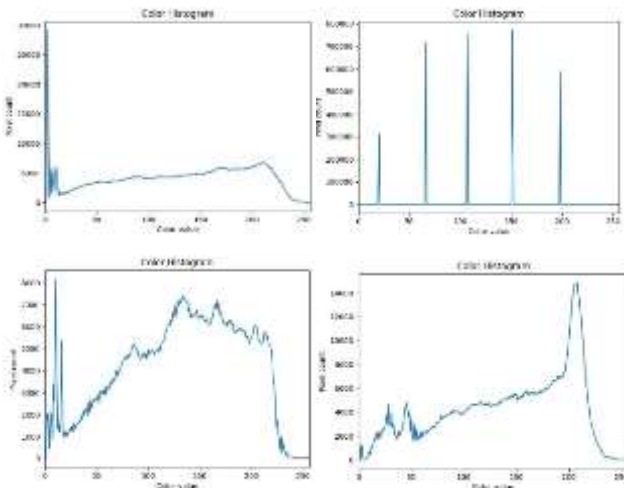
การใช้เทคนิค CLAHE กับภาพเอกซเรย์ทรวงอกที่แสดงภาวะโรคหัวใจโตช่วยเพิ่มความคมชัดของขอบหัวใจ ทำให้สามารถเห็นรูปร่างและขนาดที่ขยายใหญ่ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น โดยเฉพาะบริเวณที่หัวใจทับซ้อนกับเนื้อปอด CLAHE ยังช่วยปรับปรุงรายละเอียดภายในปอด ทำให้เห็นสิ่งผิดปกติที่อาจเกี่ยวข้องกับโรคหัวใจโตได้ชัดเจนขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยลดปัญหาการสว่างเกินไปของบริเวณกระดูกหรืออุปกรณ์ทางการแพทย์ในภาพ ส่งผลให้รายละเอียดที่สำคัญ เช่น โครงสร้างของกระดูกสามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจนโดยไม่บดบังข้อมูลอื่น ๆ การปรับภาพด้วย CLAHE จึงช่วยให้แพทย์สามารถวินิจฉัยโรคหัวใจโตและภาวะแทรกซ้อนได้อย่างแม่นยำยิ่งขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3. การเพิ่มความคมชัดด้วยเทคนิค CLAHE ก) ภาพก่อนการเพิ่มความคมชัด และ ข) ภาพที่ได้จากการเพิ่มความคมชัด

4.2. ฮิสโตแกรมสี (Color Histogram)

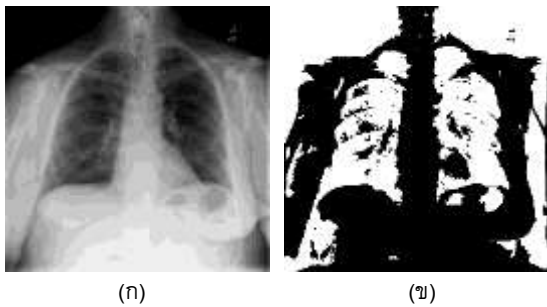
ฮิสโตแกรมของแต่ละภาพแสดงถึงลักษณะการกระจายของพิกเซลที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ภาพเอกซเรย์ทรวงอก ภาพที่มีพิกเซลจำนวนมากในช่วงค่าต่ำ (0-50) บ่งบอกถึงโทนสีมืดและเนื้อเยื่อที่มีความหนาแน่นสูง โดยพื้นที่สว่างน้อยแสดงถึงการขาดความโปร่งแสง ส่วนภาพที่แสดงพิกเซลกระจายตัวแบบไม่สม่ำเสมอ มีจุดยอดหลายจุดที่ชัดเจนในช่วงค่าต่าง ๆ สะท้อนถึงการปรับปรุงคอนทราสต์ที่มากเกินไป ทำให้ข้อมูลภาพขาดความต่อเนื่อง ขณะที่ภาพที่มีการกระจายพิกเซลสมดุลขึ้น โดยมีพิกเซลในช่วงโทนมืดและกลาง แสดงถึงโครงสร้างของทรวงอกที่มีการแยกแยะระหว่างเนื้อเยื่อกับช่องปอดอย่างชัดเจน ส่งผลให้ภาพดูเป็นธรรมชาติและเข้าใจง่ายขึ้น ภาพสุดท้ายมีพิกเซลกระจุกตัวในช่วงค่าสูง (200 ขึ้นไป) บ่งบอกถึงพื้นที่สว่างและโปร่งแสงในปอดมากขึ้น แต่ยังคงมีการกระจายตัวในช่วงค่าต่ำ ทำให้ภาพมีรายละเอียดชัดเจนทั้งในส่วนที่โปร่งแสง สรุปได้ว่าแต่ละภาพแสดงถึงความแตกต่างในการตั้งค่าการถ่ายภาพหรือการปรับปรุงภาพที่ส่งผลต่อการแสดงผลของโครงสร้างทรวงอกและความโปร่งแสงในปอด ดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4. ภาพผลลัพธ์การกระจายของพิกเซลด้วยเทคนิค Histogram

4.3. การแปลงภาพสีเทาเป็นภาพไบนารีโดยการค้นหาค่าเกณฑ์ที่เหมาะสม

จากผลที่ได้จากการประมวลผลกับภาพเอกซเรย์ทรวงอก ในการแยกโครงสร้างที่มีความหนาแน่นสูง และกระดูกสันหลังออกจากส่วนที่มีความหนาแน่นต่ำ โดยการคำนวณหาค่าความเข้มที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการแบ่งภาพเป็นขาวดำ ทำให้โครงสร้างกระดูกถูกเน้นให้ชัดเจนเป็นสีขาว ส่วนพื้นหลังและเนื้อเยื่อที่ไม่สำคัญจะถูกแสดงเป็นสีดำ ซึ่งทำให้ภาพมีความคมชัดในรายละเอียดของกระดูกมากขึ้นและลดความซับซ้อนของพื้นหลังหรือส่วนที่ไม่เกี่ยวข้อง ผลลัพธ์นี้มีประโยชน์ในด้านการวิเคราะห์ภาพเอกซเรย์สำหรับการตรวจสอบโครงสร้างกระดูกหรือวินิจฉัยโรคที่เกี่ยวข้องกับกระดูกในทรวงอก ดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5. การหาค่าความเข้มด้วยเทคนิค Otsu Thresholding

ก) ภาพก่อนการหาค่าความเข้ม และ ข) ภาพที่ได้จากการหาค่าความเข้ม

4.4. การฝึกโมเดล

สำหรับการตรวจจับโรคหัวใจโตจากภาพเอกซเรย์ทรวงอกโดยใช้โมเดล ResNet50 ประกอบด้วยหลายขั้นตอน เริ่มต้นด้วยการรวบรวมและจัดเตรียมภาพเอกซเรย์ทรวงอกที่มีการติดป้ายกำกับ แล้วแบ่งข้อมูลออกเป็นชุดฝึก ชุดทดสอบ และชุดตรวจสอบความถูกต้อง ในขั้นตอนการประมวลผลภาพ ใช้เทคนิค CLAHE เพื่อปรับคอนทราสต์และทำให้รายละเอียดชัดเจนขึ้น และใช้ Color Histogram เพื่อวิเคราะห์การกระจายของสีในภาพ จากนั้นทำการเข้ารหัสภาพเป็นเทนเซอร์เพื่อให้เหมาะสมกับการฝึกสอนโมเดล หลังจากนั้นโหลดโมเดล ResNet50 โดยไม่รวมชั้นสุดท้าย เพื่อเพิ่มชั้น Dense ใหม่ที่ใช้ฟังก์ชันการกระตุ้น Silu (Sigmoid

Linear Unit) และใช้เทคนิคการรวมข้อมูล (Fusion) เพื่อเสริมข้อมูลจากขั้นตอนก่อนหน้า เมื่อคอมไพล์โมเดลด้วย Adam optimizer และกำหนด learning rate เป็น 0.001 จะทำการฝึกโมเดลด้วยจำนวน 300 รอบ ใช้ชุดทดสอบเพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของโมเดล การประเมินผลนี้จะช่วยให้ได้แบบจำลองที่สามารถตรวจจับโรคหัวใจโตจากภาพเอกซเรย์ได้อย่างแม่นยำและมีประสิทธิภาพในทางการแพทย์ในอนาคต

ตารางที่ 1. ตารางเปรียบเทียบผลลัพธ์

Cardiomegaly	Sensitivity	Accuracy	Precision	F1	mAP
พบภาวะโรคหัวใจโต	82%	86%	90%	86%	90%
ไม่พบภาวะโรคหัวใจโต	66%	83%	98%	79%	86%

4.5. ผลการทดลอง

ผลการทดลองในการตรวจจับโรคหัวใจโตจากภาพเอกซเรย์ทรวงอกที่แสดงในตารางที่ 1 สรุปประสิทธิภาพโดยรวมของแบบจำลอง ซึ่งพิจารณาจากเมตริกต่าง ๆ ได้แก่ ความไว (Sensitivity), ความแม่นยำ (Accuracy), ความแม่นยำ (Precision), คะแนน F1 และความแม่นยำเฉลี่ย (mAP) ผลลัพธ์เหล่านี้สะท้อนให้เห็นถึงศักยภาพของแบบจำลองในการตรวจจับโรคหัวใจโตได้อย่างแม่นยำจากภาพเอกซเรย์ทรวงอก พบว่าเมื่อผู้ป่วยมีภาวะหัวใจโต โมเดลมีความสามารถในการระบุผู้ป่วยได้อย่างถูกต้องด้วยค่า Sensitivity 82% ซึ่งหมายถึงโมเดลสามารถตรวจพบภาวะนี้ได้ดี ส่วนค่า Accuracy อยู่ที่ 86% ซึ่งบ่งบอกถึงความแม่นยำโดยรวมในการทำนายค่า Precision เท่ากับ 90% บ่งชี้ว่าในผู้ป่วยที่โมเดลระบุว่าภาวะหัวใจโตนั้นมีความถูกต้องถึง 90% ค่า F1 ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยระหว่าง Precision และ Sensitivity อยู่ที่ 86% และค่า mAP หรือค่าเฉลี่ยของความแม่นยำอยู่ที่ 90% สำหรับผู้ป่วยที่ไม่มีภาวะหัวใจโต โมเดลมี Sensitivity 66% ซึ่งค่อนข้างต่ำ แต่ค่า Accuracy ยังสูงที่ 83% ค่า Precision อยู่ที่ 98% หมายถึงความสามารถในการทำนายผู้ป่วยที่ไม่มีภาวะนี้ได้ถูกต้องสูงถึง 98% ค่า F1 อยู่ที่ 79% และค่า mAP อยู่ที่ 86%

5. บทสรุป

ในการวิจัยนี้ได้พัฒนาและประเมินแบบจำลองสำหรับการจำแนกภาวะหัวใจโตจากภาพเอกซเรย์ทรวงอก โดยผสมผสานอัลกอริทึม CLAHE เพื่อปรับปรุงความคมชัดของภาพ ลดปัญหาภาพที่มีแสงน้อยหรือแสงไม่สม่ำเสมอ นอกจากนี้ยังใช้ Color Histogram เพื่อวิเคราะห์การกระจายของสี ช่วยในการแยกแยะโครงสร้างของหัวใจจากปอด และ Tensor Encoding สำหรับสกัดคุณลักษณะเชิงลึกของหัวใจ กระบวนการทั้งหมดนี้ถูกรวมเข้าด้วยกันผ่านเทคนิค Fusion เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจำแนกภาวะผิดปกติของโครงสร้างหัวใจ โดยใช้ ResNet-50 เป็นโมเดลหลักในการจดจำลักษณะจากภาพเอกซเรย์ทรวงอกที่ผ่านการประมวลผล

แบบจำลองนี้แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพในการจำแนกภาวะหัวใจโต ซึ่งเป็นภาวะที่หัวใจมีขนาดใหญ่เกินปกติ โมเดลสามารถจำแนกผู้ป่วยที่มีภาวะหัวใจโตได้ค่า Sensitivity ที่ 82% และค่า Accuracy ที่ 86% บ่งชี้ถึงความสามารถในการตรวจจับภาวะหัวใจโตได้อย่างแม่นยำ ค่า Precision อยู่ที่ 90% สะท้อนถึงการลดข้อผิดพลาดในการทำนายผู้ป่วยที่ไม่มีภาวะหัวใจโต ขณะที่คะแนน F1 ซึ่งเป็นการวัดที่รวมทั้ง Precision และ Sensitivity อยู่ที่ 86% นอกจากนี้ โมเดลยังแสดงค่า mAP ที่ 90% ซึ่งบ่งบอกถึงความแม่นยำในการคาดคะเนที่เสถียรในทุกกลุ่ม สำหรับผู้ป่วยที่ไม่

มีภาวะหัวใจโต แม้ความไวจะต่ำกว่าอยู่ที่ 66% แต่ Precision กลับสูงถึง 98% แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของแบบจำลองในการจำแนกผู้ป่วยที่ไม่มีภาวะหัวใจโตได้อย่างแม่นยำ ผลลัพธ์เหล่านี้แสดงให้เห็นว่าแบบจำลองสามารถช่วยแพทย์ในการวินิจฉัยภาวะหัวใจโตและภาวะแทรกซ้อนทางหัวใจอื่น ๆ ได้อย่างแม่นยำจากภาพเอกซเรย์

6. งานในอนาคต

ในการทำงานในอนาคต มุ่งเน้นที่จะขยายชุดข้อมูลภาพเอกซเรย์ทรวงอกของผู้ป่วยที่มีภาวะหัวใจโตให้หลากหลายมากขึ้น โดยเน้นที่การเพิ่มความคมชัดและข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับสภาพหัวใจ เพื่อให้ครอบคลุมทั้งกลุ่มผู้ป่วยที่มีภาวะหัวใจโตในระดับต่าง ๆ ตั้งแต่ระยะเริ่มต้นจนถึงระยะรุนแรง เพื่อเพิ่มความแม่นยำและการนำไปใช้ได้ของแบบจำลองในผู้ป่วยกลุ่มต่าง ๆ และภาวะทางการแพทย์ที่แตกต่างกัน นอกจากนี้ยังวางแผนที่จะทำงานเพื่อปรับปรุงความแม่นยำในการจำแนกประเภทสำหรับกลุ่มผู้ป่วยเฉพาะ เช่น ผู้ป่วยที่มีภาวะหัวใจโตเล็กน้อยหรือขั้นรุนแรง โดยจะสำรวจอัลกอริทึมและเทคนิคใหม่ ๆ ที่สามารถจัดการกับข้อมูลที่ซับซ้อนจากภาพเอกซเรย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น เพื่อลดข้อผิดพลาดในการวินิจฉัย โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับผู้ป่วยที่มีลักษณะอาการไม่ชัดเจน และมุ่งหวังที่จะรวมแบบจำลองที่ผ่านการฝึกอบรมล่วงหน้าขนาดใหญ่ ซึ่งจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของแบบจำลองให้ดียิ่งขึ้นและทำให้แบบจำลองมีความโปร่งใสและเชื่อถือได้มากขึ้น ซึ่งจะเป็นขั้นตอนสำคัญในการสร้างระบบตรวจจับและจำแนกภาวะหัวใจโตจากภาพเอกซเรย์แบบเรียลไทม์ที่มีประสิทธิภาพ ความก้าวหน้าเหล่านี้จะมีประโยชน์อย่างยิ่งต่อวงการแพทย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาจช่วยในการวินิจฉัยภาวะหัวใจโตได้อย่างแม่นยำและรวดเร็วขึ้น ซึ่งจะมืบทบาทสำคัญในการติดตามสุขภาพผู้ป่วยและเพิ่มประสิทธิภาพในการรักษา

เอกสารอ้างอิง

- [1] G. P. Melendez and M. Cordel, "Texture-based detection of lung pathology in chest radiographs using local binary patterns," *2015 8th Biomedical Engineering International Conference (BMEI/CON)*, Pattaya, Thailand, 2015, pp. 1-5.
- [2] H. Yoo, S. Han and K. Chung, "Diagnosis Support Model of Cardiomegaly Based on CNN Using ResNet and Explainable Feature Map," in *IEEE Access*, vol. 9, pp. 55802-55813, 2021.
- [3] R. P. C. Gamara, P. James M. Loresco and A. A. Bandala, "Medical Chest X-ray Image Enhancement Based on CLAHE and Wiener Filter for Deep Learning Data Preprocessing," *2022 IEEE 14th International Conference on Humanoid, Nanotechnology, Information Technology, Communication and Control, Environment, and Management (HNICEM)*, Boracay Island, Philippines, 2022, pp. 1-6.
- [4] H. Lee, H. Choo, D. -T. Le and J. Bum, "Chest Radiographs Enhancement with Contrast Limited Adaptive Histogram," *2023 17th International Conference on Ubiquitous Information Management and Communication (IMCOM)*, Seoul, Korea, Republic of, 2023, pp. 1-2.
- [5] M. F. Fadillah, R. R. Nurmalasari, L. Kamelia and Mursidin, "The Combination of Contrast Stretching and Histogram Equalization Methods to Optimizing Radiology Image Quality," *2023 9th International Conference on Wireless and Telematics (ICWT)*, Solo, Indonesia, 2023, pp. 1-5.
- [6] W. A. K. Adji, A. Amalia, H. Herryance and E. Elizar, "Abnormal Object Detection In Thoracic X-Ray Using You Only Look Once (YOLO)," *2021 International Conference on Computer System, Information Technology, and Electrical Engineering (COSITE)*, Banda Aceh, Indonesia, 2021, pp. 118-123.
- [7] E. Sogancioglu, K. Murphy, E. Calli, E. T. Scholten, S. Schalekamp and B. Van Ginneken, "Cardiomegaly Detection on Chest Radiographs: Segmentation Versus Classification," in *IEEE Access*, vol. 8, pp. 94631-94642, 2020.
- [8] S. Heranurweni, R. Mardiyanto, E. M. Yuniarno, A. K. Nugroho and M. H. Purnomo, "CNN Modified Approach for Classifying Cardiomegaly Disease Based on CXR Image," *2024 International Electronics Symposium (IES)*, Denpasar, Indonesia, 2024, pp. 575-580.
- [9] M. Alslatie, H. Alquran, W. A. Mustafa, I. Abu-Qasmieh, A. M. Alqudah and A. Alkhayyat, "Automated Diagnosis of Heart-Lung Diseases in Chest X-ray Images," *2022 5th International Conference on Engineering Technology and its Applications (IICETA)*, Al-Najaf, Iraq, 2022, pp. 537-541.
- [10] S. Candemir, S. Rajaraman, G. Thoma and S. Antani, "Deep Learning for Grading Cardiomegaly Severity in Chest X-Rays: An Investigation," *2018 IEEE Life Sciences Conference (LSC)*, Montreal, QC, Canada, 2018, pp. 109-113.
- [11] T. Gupte, M. Nijjkar, M. Gawali, V. Kulkarni, A. Kharat and A. Pant, "Deep Learning Models for Calculation of Cardiothoracic Ratio from Chest Radiographs for Assisted Diagnosis of Cardiomegaly," *2021 International Conference on Artificial Intelligence, Big Data, Computing and Data Communication Systems (icABCD)*, Durban, South Africa, 2021, pp. 1-6.
- [12] S. Mohare, H. Dawani, V. Rathi and S. Oswal, "Detection of Cardiomegaly from Chest X-rays using Otsu Algorithm and Convolutional Neural Network," *2019 IEEE 5th International Conference for Convergence in Technology (I2CT)*, Bombay, India, 2019, pp. 1-5.
- [13] B. Rakshit, R. Das and N. Chattaraj, "Detection-Accuracy Enhancement of COVID-19 from Multi-Class Lung Diseases by Instrumenting CLAHE Integrated Deep Learning Technique," *2022 IEEE 2nd International Symposium on Sustainable Energy, Signal Processing and Cyber Security (iSSSC)*, Gunupur, Odisha, India, 2022, pp. 1-6.
- [14] Y. Xie and K. Nagamune, "Measurement of Cardiothoracic Ratio and Detection of Cardiomegaly in X-Ray Images Using Deep Learning," *2022 International Conference on Machine Learning and Cybernetics (ICMLC)*, Japan, 2022, pp. 265-270.
- [15] Z. C. Oleiwi, E. N. AlShemmary and S. Al-Augby, "Multi-label Classification Technique of Chest X-Rays Image Based Cardiomegaly Disease Prediction," *2023 International Conference on Information Technology, Applied Mathematics and Statistics (ICITAMS)*, Al-Qadisiya, Iraq, 2023, pp. 134-139.

การออกแบบและพัฒนาระบบส่งภาพค่าแรงดันเสิร์จผ่านโพรโทคอลลอรา เพื่อตรวจสอบสถานีฐานจันรับสัญญาณดาวเทียมไวแซท Design and Development of a Surge Voltage Image Transmission System via LoRa Protocol for Monitoring Vaisat Satellite Ground Stations

ณัฐวุฒิ ประจักษ์กิจ

Nutthawut Prachamkit

คณะวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

Faculty of Computer Science and Information Technology,

Rambhai Barni Rajabhat University

Chanthaburi / Thailand

6414631014@rbru.ac.th

ประมินทร์ พิษิตการคำ

Pramin Phichitkarnka

สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน)

The Geo-Informatics and Space Technology Development Agency

Chonburi / Thailand

pramin@gistda.or.th

กรกมล เอี่ยมทอง

Kornkamon Iemthong

คณะ วิศวกรรมไฟฟ้าโทรคมนาคมและดาวต้า

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

Faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology

Ladkrabang

Chonburi / Thailand

64011443@kmitl.ac.th

คัมภีร์ วีระเวช

Kumpee Teeravech

คณะวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

Faculty of Computer Science and Information Technology,

Rambhai Barni Rajabhat University

Chanthaburi / Thailand

kumpee.t@rbru.ac.th

บทคัดย่อ — งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา ออกแบบ และ ทดลองใช้โพรโทคอลลอราในการส่งข้อมูลรูปภาพของค่าแรงดันเสิร์จจาก สถานีฐานรับสัญญาณดาวเทียมไวแซท ไปยังอาคารปฏิบัติการดาวเทียมอี ออสทุก ๆ 1 ชั่วโมง เพื่อลดระยะเวลาในการติดตามและเพิ่มประสิทธิภาพ ในการตรวจสอบค่าแรงดัน ระบบที่พัฒนาขึ้นมีการแสดงข้อมูลในรูปแบบ ของรูปภาพและตัวเลขดิจิทัล ซึ่งช่วยในการตรวจสอบและป้องกันความ เสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับอุปกรณ์ การใช้โพรโทคอลลอราในการสื่อสาร ระยะไกลเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการใช้พลังงานต่ำและลดความล่าช้าใน การติดตามผล นอกจากนี้ ข้อมูลที่ได้รับยังสามารถนำไปต่อยอดในการ ประมวลผล เช่น การใช้ปัญญาประดิษฐ์เพื่อทำนายปัญหาที่อาจเกิดขึ้นใน อนาคต

คำสำคัญ — การส่งข้อมูลภาพ, โพรโทคอลลอรา, ค่าแรงดันเสิร์จ, การ สื่อสารระยะไกล, ปัญญาประดิษฐ์

ABSTRACT — This research aims to study, design, and experiment with using the LoRa (Long Range) protocol to transmit surge voltage data in image format from the Vaisala Satellite Technology (Vaisat) ground station to the Thailand Earth Observation System (THEOS) operations building every hour. The goal is to reduce the monitoring time and improve the efficiency of surge voltage inspection.

The developed system displays data in both image and digital formats, helping to monitor and prevent potential equipment damage. Utilizing the LoRa protocol for long-range communication is an efficient method for low-power usage and reduces delays in data tracking. Additionally, the received data can be further processed, such as by using Artificial Intelligence (AI) to predict potential future issues.

Keywords — Image data transfer, LoRa Protocol, Surge Voltage, Long-Range Communication, AI

1. บทนำ

ปัจจุบัน สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) ได้ศึกษาค้นคว้าและพัฒนาเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการ ตรวจสอบอุปกรณ์และระบบจันรับสัญญาณดาวเทียมไวแซท (Vaisala Satellite Technology: Vaisat) เช่น การตรวจวัดอุณหภูมิความชื้น และ เสียงเครื่องจักร โดยมีการบันทึกข้อมูลการตรวจสอบทุก ๆ 2 วันต่อสัปดาห์ จากการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิ สารสนเทศได้ให้ข้อมูลว่าเนื่องจากจันรับสัญญาณดาวเทียมไวแซทตั้งอยู่ ห่างจากอาคารปฏิบัติการดาวเทียมอีออส (Thailand Earth Observation System: THEOS) ทำให้การติดตามค่าต่าง ๆ เกิดความล่าช้า จึงได้มีการ

วิจัยเพื่อลดระยะเวลาในการติดตามข้อมูลโดยใช้การส่งรูปภาพของค่าแรงดันเสิร์จ (Surge Voltage) จากฐานงานรับสัญญาณดาวเทียมไอแซทไปยังอาคารปฏิบัติการดาวเทียมหรือสทุก ๆ 1 ชั่วโมงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจสอบและป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับอุปกรณ์

โพรโทคอลที่ใช้ในการสื่อสารมีหลากหลายแบบ การใช้โพรโทคอล LoRa (Long Rang : LoRa) เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการสื่อสารระยะไกลในสภาพแวดล้อมที่มีข้อจำกัดและใช้พลังงานต่ำ โดยงานวิจัย [1] ได้ศึกษาเครือข่ายเมช (Mesh Network) ด้วยโพรโทคอล LoRa แทนโพรโทคอล LoRaWAN (Long Range Wide Area Network : LoRaWAN) เพื่อการสื่อสารระยะไกลแบบมัลติฮอป (Multiple Hops : Multi-Hop) โดยไม่ต้องใช้เกตเวย์ พร้อมทั้งทดสอบต้นแบบฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่ใช้พลังงานต่ำ ผลการวิจัยชี้ว่าสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานสื่อสารระยะไกลที่ประหยัดพลังงานได้ดี ในขณะที่เดียวกันงานวิจัย [2] ได้นำเสนอระบบแจ้งเตือนฉุกเฉินในลิฟต์โดยใช้โพรโทคอล LoRa ที่เน้นการสื่อสารระยะไกลและใช้พลังงานต่ำเพื่อส่งสัญญาณขอความช่วยเหลือในพื้นที่ที่ไม่มีสัญญาณมือถือสำหรับงานวิจัย [3] ได้ศึกษาและออกแบบระบบบันทึกข้อมูลและแจ้งเตือนเพื่อการซ่อมบำรุงไฟส่องสว่างถนน โดยใช้โพรโทคอล LoRa ในการส่งข้อมูลสถานะการทำงานและตำแหน่งของไฟผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตร่วมกับแอลทีอี (Long Term Evolution : LTE) เพื่อการติดตามสภาพแวดล้อมและตำแหน่งสินค้าระหว่างการขนส่ง ข้อมูลจะถูกส่งไปยังเครื่องแม่ข่ายและแสดงผลแบบเวลาจริงผ่านเว็บเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมและจัดการการขนส่ง และงานวิจัยสุดท้าย [4] ได้ออกแบบและสร้างระบบเกษตรอัตโนมัติโดยใช้โพรโทคอล LoRaWAN สำหรับควบคุมตัวแปรที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยเซ็นเซอร์จะส่งข้อมูลไปยังเกตเวย์และเครื่องลูกข่ายผ่านคลาวด์ ซึ่งข้อมูลชี้ให้เห็นว่าระยะเวลาการส่งสัญญาณของโพรโทคอล LoRa ใกล้เคียงกว่า Wi-Fi (Wireless Fidelity) และใช้พลังงานน้อยกว่าถึงประมาณ 2.4 เท่า การใช้โพรโทคอล LoRa จึงเป็นทางเลือกที่ดีสำหรับการสื่อสารระหว่างที่ฐานงานรับสัญญาณดาวเทียมไอแซทกับอาคารปฏิบัติการดาวเทียมหรือส

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษา ออกแบบ และทดลองการใช้โพรโทคอล LoRa ในการส่งรูปภาพของค่าแรงดันเสิร์จจากฐานงานรับสัญญาณดาวเทียมไอแซทไปยังอาคารปฏิบัติการดาวเทียมหรือสเพื่อแจ้งเตือนและติดตามค่าแรงดันเสิร์จ โดยผู้วิจัยเสนอระบบที่สามารถแสดงข้อมูลในรูปแบบของรูปภาพและตัวเลขดิจิทัล ทำให้การตรวจสอบและป้องกันความเสียหายมีประสิทธิภาพมากขึ้นและสามารถนำไปประมวลผลต่อยอด เช่น การใช้ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence : AI) ในการทำนายถึงปัญหาที่จะเกิดขึ้นในอนาคต

2 วัตถุประสงค์

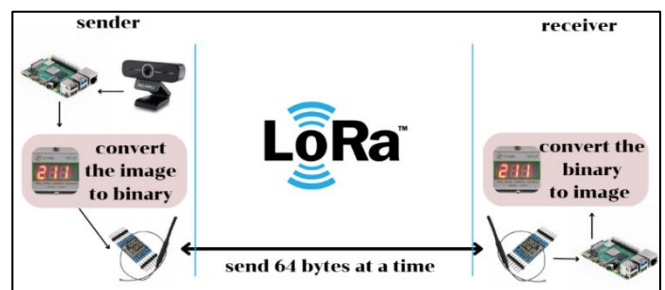
งานวิจัยนี้ประกอบไปด้วย 1) เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบสื่อสารที่ใช้โพรโทคอล LoRa ในการส่งข้อมูลรูปภาพของค่าแรงดันจากฐานงานรับสัญญาณดาวเทียมไอแซทไปยังอาคารปฏิบัติการดาวเทียมหรือส 2) เพื่อศึกษาและทดลองการประมวลผลข้อมูลรูปภาพและตัวเลขที่ได้จากระบบสื่อสารโดยใช้การประมวลผลภาพดิจิทัล (Digital Image Processing : DIP) 3) เพื่อออกแบบระบบที่สามารถแสดงข้อมูลในรูปแบบของรูปภาพและตัวเลขดิจิทัล สำหรับการตรวจสอบและแจ้งเตือนค่าแรงดันเสิร์จได้

อย่างมีประสิทธิภาพ และ 4) เพื่อลดเวลาในการเดินทางไปตรวจสอบสถานะอุปกรณ์ของเจ้าหน้าที่

3. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบสื่อสารระยะไกลที่ใช้โพรโทคอล LoRa ในการส่งข้อมูลรูปภาพที่ได้จากการบันทึกค่าแรงดันเสิร์จ โดยอุปกรณ์หลักที่ใช้คือ Raspberry Pi 4 ทั้งในฝั่งส่งและฝั่งรับ โดยข้อมูลที่ได้จะถูกจัดเก็บในฐานข้อมูลและสามารถแสดงผลผ่านเว็บไซต์เพื่อให้เกิดความเข้าใจง่ายต่อผู้ใช้งาน ในส่วนนี้จะอธิบายถึงกระบวนการดำเนินงานวิจัยในแต่ละขั้นตอนเพื่อให้สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ดังกล่าว

รูปที่ 1 แสดงกระบวนการส่งภาพผ่านโพรโทคอล LoRa โดยมีรายละเอียดดังนี้ โปรแกรมฝั่งส่งจะเปิดไฟล์ภาพในโหมดไบนารี (binary) เพื่ออ่านข้อมูลของภาพทั้งหมดเป็นชุดไบนารี (bytes) ซึ่งจะสามารถเข้าถึงและส่งข้อมูลในรูปแบบดิจิทัลที่เหมาะสมกับการส่งผ่านโพรโทคอล LoRa ข้อมูลภาพที่อ่านมาจะถูกเก็บไว้ในหน่วยความจำชั่วคราว (Random Access Memory : RAM) เพื่อเตรียมสำหรับการแบ่งออกเป็นส่วนย่อยสำหรับส่ง



รูปที่ 1. กระบวนการส่งภาพผ่านโพรโทคอล LoRa

3.1 พื้นที่ศึกษา

งานวิจัยใช้พื้นที่ศึกษาเป็นสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ จังหวัดชลบุรี ดังรูปที่ 2. โดยอาคารปฏิบัติการดาวเทียมหรือสอยู่ทางด้านซ้ายของรูป และฐานงานรับสัญญาณดาวเทียมไอแซทอยู่ทางด้านขวาของรูป



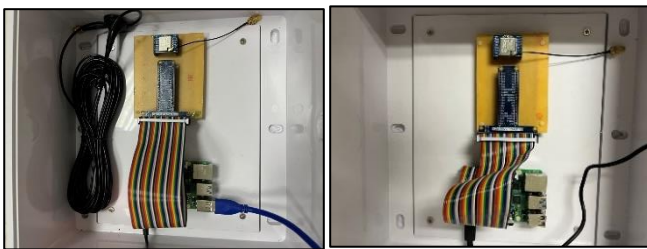
รูปที่ 2. ระยะทางการรับส่งข้อมูลประมาณ 200 เมตร

3.2 การออกแบบระบบสื่อสารและการส่งข้อมูลภาพผ่านโพรโทคอล LoRa

สำหรับการออกแบบการสื่อสารระหว่างฝั่งส่งและฝั่งรับ โดยใช้ Raspberry Pi 4 เป็นหน่วยประมวลผลหลัก ทั้งฝั่งส่งและฝั่งรับมีการติดตั้งรูปที่ 3 Lora – SX1278 Module [5] เพื่อการสื่อสารระยะไกลแบบประหยัดพลังงาน ฝั่งส่งจะติดตั้งกล้องเว็บแคมดังรูปที่ 4 เพื่อบันทึกภาพค่าแรงดันเสิร์จจากฐานงานรับสัญญาณแล้วทำการแปลงภาพให้เป็นข้อมูลไบนารี

แล้วจะถูกแบ่งออกเป็นส่วย่อย ๆ ขนาด 62 ไบต์ แต่ละส่วนเป็นข้อมูลภาพที่ต้องส่งไปยังฝั่งรับ นอกเหนือจากข้อมูลภาพแต่ละส่วนย่อยแล้ว จะมีการเพิ่มอีก 2 ไบต์ในแต่ละส่วนย่อยเพื่อใช้สำหรับการระบุลำดับและการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลดังรูปที่ 5 ซึ่งการส่งแต่ละส่วนย่อยจะส่งซ้ำ 2 ครั้ง เพื่อให้แน่ใจว่าข้อมูลไม่สูญหายหรือเกิดความผิดพลาดในระหว่างการส่ง หากเกิดความผิดพลาดระบบจะรอรับข้อมูลครั้งที่ 2

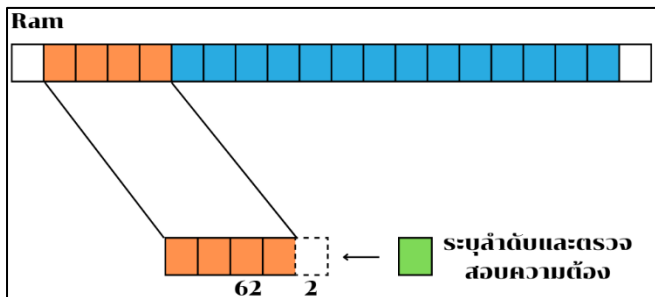
หลังจากการเพิ่มข้อมูลการตรวจสอบแล้วระบบจะส่งข้อมูลส่วนย่อยผ่านโปรโตคอลลอร่าที่ละส่วนไปยังฝั่งรับ ฝั่งรับจะใช้ข้อมูล 2 ไบต์ นี้ตรวจสอบกับข้อมูล 62 ไบต์ ที่ได้รับว่าถูกต้องหรือไม่ หากข้อมูลที่ได้รับถูกต้อง ระบบจะเก็บข้อมูล 62 ไบต์ นี้ไว้ในหน่วยความจำชั่วคราวเพื่อรอประกอบกับข้อมูลอื่น ๆ ที่ได้รับมาก่อนหน้านี้ เมื่อข้อมูลทั้งหมดได้รับครบถ้วน ฝั่งรับจะนำข้อมูลที่ได้รับมาประกอบกันอีกครั้งเพื่อสร้างภาพที่สมบูรณ์



รูปที่ 3. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองของทั้งฝั่งรับและฝั่งส่ง



รูปที่ 4. ตัวอย่างการติดตั้งกล้องเว็บแคมเพื่อถ่ายรูปของค่าแรงดันเสิร์จ



รูปที่ 6. กระบวนการระบุลำดับและการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล

3.3 การอัปโหลดรูปภาพและอัปเดตฐานข้อมูล

หลังจากที่ฝั่งรับได้รับและประกอบเป็นรูปภาพเรียบร้อยแล้วรูปภาพจะถูกอัปโหลดไปยังเครื่องแม่ข่ายผ่านโปรโตคอลรับส่งข้อมูลแบบไฮเปอร์เท็กซ์ (Hypertext Transfer Protocol : HTTP) พร้อมกับอัปเดตฐานข้อมูลโดยเพิ่มระเบียบใหม่สำหรับแต่ละภาพที่ถูกบันทึก ระบบจะทำการบันทึกหลักฐานข้อมูล ดังตารางที่ 1 โดยตั้งค่าคอลัมน์ "Img2text" ให้เป็นค่าว่างเพื่อการจำแนกภาพในขั้นตอนถัดไป

ตารางที่ 1. พจนานุกรมตาราง sensors

Name	Type	Null	Key Type
id	int	No	PK
Img2text	text	Yes	-
name_img	varchar	No	-
receiver_time_seccessfull	varchar	No	-

3.4 ส่วนต่อประสานโปรแกรมประยุกต์สำหรับดึงข้อมูลจากฐานข้อมูล

สร้างส่วนต่อประสานโปรแกรมประยุกต์ (Application Program Interface: API) สำหรับดึงข้อมูลจากฐานข้อมูล โดยเฉพาะข้อมูลรูปภาพที่ยังไม่ได้รับการจำแนกจากคอลัมน์ "Img2text" ดังตารางที่ 2 ซึ่งจะถูกดึงมาเพื่อประมวลผลในภายหลัง ส่วนต่อประสานโปรแกรมประยุกต์ นี้จะถูกใช้เป็นส่วนหนึ่งในการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างระบบฐานข้อมูลและกระบวนการประมวลผลภาพดิจิทัล

ตารางที่ 2. คู่มืออธิบายการใช้งานส่วนต่อประสานโปรแกรมประยุกต์

Request	
Key	Value
mode	SHOW_IMG

Response	
id	1
img2text	null
receiver_time_seccessfull	2024-08-12-16-35-02
name_img	image_2024-08-12-16-35-02.jpg

3.5 การประมวลผลและจำแนกภาพด้วยเทคนิค Template Matching

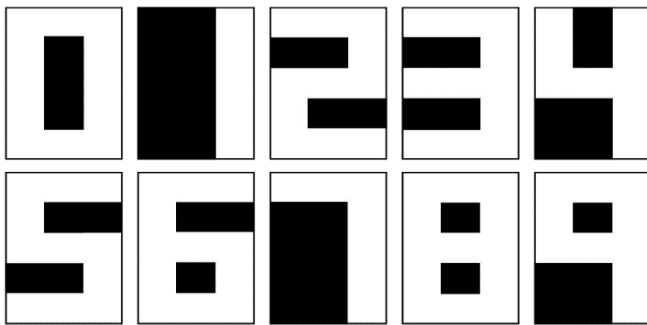
ผู้วิจัยจะมีการระบบเพื่อดึงข้อมูลรูปภาพจาก ส่วนต่อประสานโปรแกรมประยุกต์ที่เตรียมไว้ หลังจากนั้นจะใช้เทคนิคการจับคู่แม่แบบ (Template Matching) [6] สำหรับการจำแนกภาพ โดยจะเปรียบเทียบรูปภาพที่ได้รับจากการบันทึกดังรูปที่ 6 กับภาพแม่แบบที่จัดเตรียมไว้ดังภาพที่ 7 การจำแนกจะทำการเปรียบเทียบตำแหน่งที่ตรงกันในภาพซึ่งสามารถช่วยให้ระบุค่าความถูกต้องของการจับคู่และระบุประเภทของภาพได้ หลังจากการจำแนกเสร็จสิ้น ระบบจะอัปเดตข้อมูลในคอลัมน์ "Img2text" ของฐานข้อมูล เพื่อบันทึกผลการจำแนกอย่างถูกต้อง

รูปที่ 8 (ก) ถึงรูปที่ 8 (ค) ได้มาด้วยการประมวลผลภาพดิจิทัล โดยมีกระบวนการดังนี้ ภาพเริ่มต้นถูกปรับแต่งด้วยการใช้ Gaussian Blur [7] ซึ่งเป็นฟิลเตอร์ที่ช่วยลดสัญญาณรบกวนและทำให้ขอบของวัตถุในภาพมี

ความนุ่มนวลขึ้น และมีการสร้างมาสก์เพื่อแยกบริเวณที่มีค่าสีโดยอิงจากช่วงค่าสีที่กำหนดผ่านการ threshold [8] จากนั้น dilate [9] ภาพเพื่อขยายพื้นที่ที่ถูกตรวจจับ ทำให้บริเวณดังกล่าวมีความชัดเจนยิ่งขึ้น ต่อมาภาพจะถูกประมวลผลเพิ่มเติมด้วยการใช้ Median Blur [10] เพื่อกรองสัญญาณรบกวนอีกครั้ง จากนั้นภาพจะถูกแปลงเป็นภาพไบนารีผ่านการ thresholding เพื่อจำแนกพิกเซลที่มีค่าสูงกว่าเกณฑ์เป็นสีขาวและพิกเซลที่ต่ำกว่าเกณฑ์เป็นสีดำ แล้ว Morphological Operation กับภาพเพื่อปรับปรุงโครงสร้างของภาพ ลบจุดรบกวนเล็ก ๆ และเติมเต็มบริเวณที่ขาด ต่อมาสร้างฮิสโตแกรมของพิกเซลตามแกนแนวนอนและแนวตั้งถูกคำนวณเพื่อการกระจายตัวของพิกเซลในภาพ โดยจุดสูงสุดในฮิสโตแกรมเหล่านี้ถูกนำมาใช้ในการค้นหาตำแหน่งที่ตัวเลขในภาพแบ่งออกเป็น 3 ส่วนตามตำแหน่งที่คำนวณได้ โดยแต่ละส่วนของภาพจะถูกปรับขนาดเป็น 245x318 พิกเซล โดยแม่แบบดังรูปที่ 8 (ง) ถึงรูปที่ 8 (ฉ) มีค่าความต่างต่างน้อยสุด



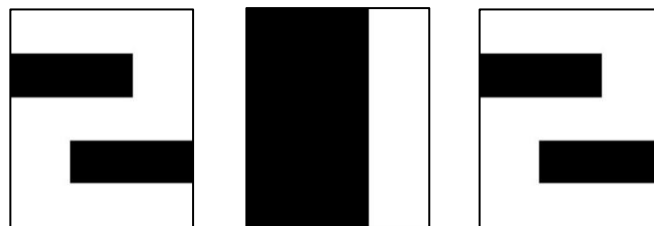
(ก) ขณะเปิดไฟ (ข) ขณะปิดไฟ
รูปที่ 6. ตัวอย่างภาพถ่ายต้นฉบับ



รูปที่ 7. ภาพแม่แบบที่เตรียมสำหรับการจำแนกภาพ



(ก) (ข) (ค)

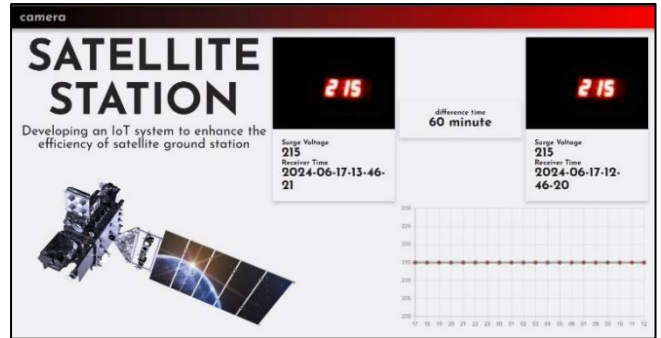


(ง) (ฉ) (ค)

รูปที่ 8. การเปรียบเทียบต้นฉบับที่ประมวลผลภาพดิจิทัลกับรูปแม่แบบ

3.6 การแสดงผลข้อมูลบนเว็บแอปพลิเคชัน

มีการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันเพื่อดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลและแสดงผลในรูปแบบที่เข้าใจง่ายดังรูปที่ 9 ข้อมูลที่แสดงบนเว็บไซต์จะรวมถึงรูปภาพและค่าแรงดันที่ได้รับการจำแนกเรียบร้อยแล้ว โดยจะใช้ HTML (Hypertext Markup Language), CSS (Cascading Style Sheets), และ JavaScript สำหรับการแสดงผล และ PHP (Hypertext Preprocessor) สำหรับเชื่อมต่อกับฐานข้อมูล



รูปที่ 9. เว็บไซต์แสดงภาพและค่าที่จำแนกแล้วของค่าแรงดันเสิร์จปัจจุบันและย้อนหลัง

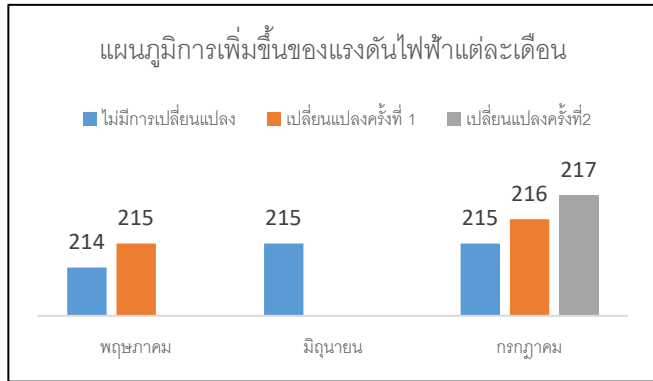
4. ผลการวิจัย

จากการศึกษาข้อมูลค่าแรงดันเสิร์จที่ถูกรวบรวมในช่วงเวลา 5 รวมถึงอัตราการส่งรูปภาพค่าแรงดันจากฐานงานรับสัญญาณไวเซทไปยังอาคารปฏิบัติการหรือสโตนโดยมีระยะห่างประมาณ 200 เมตร พบข้อมูลที่สำคัญดังรูปที่ 10 โดยจะเปรียบเทียบภาพที่ได้รับจากการบันทึกกับภาพแม่แบบที่จัดเตรียมไว้ ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าระบบสามารถระบุค่าความถูกต้องของการจับคู่และประเภทของภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นจุดเด่นที่ช่วยให้ระบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากนั้นเราได้พัฒนาเว็บแอปพลิเคชันเพื่อให้สามารถดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลและแสดงผลในรูปแบบที่เข้าใจง่าย ข้อมูลที่แสดงบนเว็บไซต์จะรวมถึงรูปภาพและค่าแรงดันที่ได้รับการจำแนกเรียบร้อยแล้ว โดยการใช้ HTML, CSS, และ JavaScript ในการแสดงผล ทำให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงข้อมูลได้อย่างง่ายดายและสะดวก

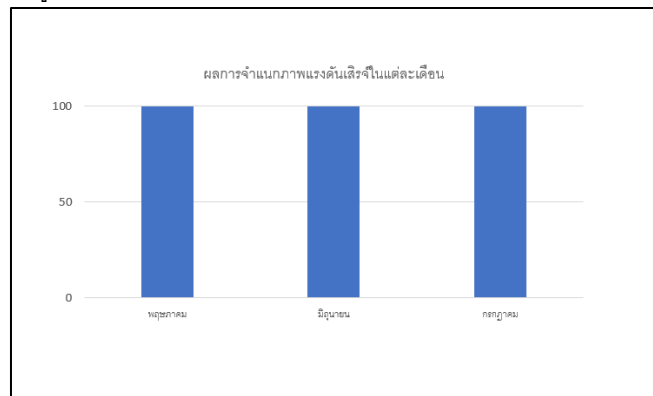
เดือนพฤษภาคม ค่าแรงดันเสิร์จมีการบันทึกที่ 214 และ 215 ซึ่งแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยของระดับแรงดันในช่วงนี้ โดยในช่วงต้นเดือนมีค่า 214 และต่อมาเพิ่มขึ้นเป็น 215 ค่าดังกล่าวบ่งบอกถึงความเสถียรระดับหนึ่งในเดือนนี้ เดือนมิถุนายน แรงดันคงที่ที่ 215 ตลอดทั้งเดือน ซึ่งหมายความว่าค่าแรงดันไม่มีการเปลี่ยนแปลง ทำให้แสดงถึงความเสถียรภาพที่สูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับเดือนก่อนหน้านี้ เดือนกรกฎาคมพบว่าค่าแรงมีการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเริ่มจากค่า 215 ในวันที่ 1 กรกฎาคม 2567 และเพิ่มขึ้นเป็น 216 ในวันที่ 6 กรกฎาคม 2567 และ 217 ในเวลาต่อมา การเพิ่มขึ้นนี้แสดงให้เห็นถึงแนวโน้มการเติบโตที่ชัดเจนในระดับแรงดันเสิร์จในช่วงนี้

ซึ่งสามารถสังเกตได้ว่าในเดือนกรกฎาคมมีความผันผวนเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับเดือนพฤษภาคมและมิถุนายน ซึ่งสะท้อนถึงความเปลี่ยนแปลงในระบบที่ต้องถูกติดตามอย่างใกล้ชิดอัตราการส่งข้อมูลรูปภาพที่สำเร็จต่อวันอยู่ในช่วง 80-100% และอัตราการจำแนกสำเร็จ

ดังรูปที่ 10 แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของระบบในการส่งข้อมูลระยะไกลโดยใช้โพรโทคอลลอรา โดยการส่งข้อมูลรูปภาพค่าแรงดันในระบบที่ถูกพัฒนาขึ้นสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแจ้งเตือนล่วงหน้าและป้องกันความเสียหายต่ออุปกรณ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ การวิจัยนี้มีผลในการสนับสนุนการพัฒนากระบวนการตรวจสอบแรงดันเสิร์จที่สามารถตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าแรงดันในช่วงเวลาต่าง ๆ ทำให้สามารถเฝ้าระวังและจัดการกับสถานการณ์ผิดปกติที่อาจเกิดขึ้นกับอุปกรณ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น



รูปที่ 10. การเปลี่ยนแปลงของค่าแรงดันเสิร์จในช่วงเวลา 3 เดือน



รูปที่ 11. เปอร์เซนต์ความถูกต้องของการจำแนกภาพแรงดันเสิร์จในช่วงเวลา 3 เดือน

5. สรุป

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนากระบวนการที่ใช้โพรโทคอลลอราในการส่งข้อมูลรูปภาพของค่าแรงดันเสิร์จจากฐานงานรับสัญญาณดาวเทียมไอแซคไปยังอาคารปฏิบัติการดาวเทียมหรือสหพันธ์ศึกษาและทดลองการประมวลผลภาพดิจิทัลเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจสอบและแจ้งเตือนอุปกรณ์ จากผลการศึกษาในช่วงระยะเวลา 5 เดือน พบว่าระบบสามารถส่งข้อมูลรูปภาพได้สำเร็จในช่วง 80-100% ของการทดลองในแต่ละวัน โดยค่าแรงดันเสิร์จในแต่ละเดือนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นถึงความสามารถของระบบในการติดตามการเปลี่ยนแปลงของค่าแรงดันอย่างต่อเนื่อง

นอกจากนี้ ระบบสื่อสารที่พัฒนาขึ้นยังสามารถลดระยะเวลาการเดินทางของเจ้าหน้าที่ในการตรวจสอบสถานะอุปกรณ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งช่วยเพิ่มความสะดวกในการบำรุงรักษาและป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับอุปกรณ์ การใช้โพรโทคอลลอรายังแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพในการสื่อสารระยะไกลและใช้พลังงานต่ำ เหมาะสมกับการนำไปประยุกต์ใช้ในสภาพแวดล้อมที่มีข้อจำกัด

จากการวิจัยนี้สามารถสรุปได้ว่าระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถตอบสนองต่อวัตถุประสงค์ในการตรวจสอบและแจ้งเตือนค่าแรงดันเสิร์จได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถนำไปต่อยอดในการใช้ปัญญาประดิษฐ์ เพื่อทำนายปัญหาที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต ซึ่งจะช่วยเสริมสร้างระบบที่สามารถป้องกันความเสียหายได้อย่างมีประสิทธิภาพในระยะยาว

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยการออกแบบและพัฒนากระบวนการส่งภาพค่าแรงดันเสิร์จผ่านโพรโทคอลลอราเพื่อตรวจสอบสถานะฐานงานรับสัญญาณดาวเทียมไอแซคสำเร็จได้ด้วยความร่วมมือจากทีมวิจัยและขอขอบคุณ คุณประมินทร์ พิษิตการคำ จากสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ และอาจารย์คณะวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี ซึ่งช่วยตรวจสอบและให้คำแนะนำ

เอกสารอ้างอิง

- [1] จรรย์ คนแรง, 1 พฤษภาคม 2567. [ออนไลน์]. Available: <https://itechjournal.tru.ac.th/index.php/tru-i-tech/article/view/185>. [เข้าถึง 6 กุมภาพันธ์ 2567].
- [2] จรรยาพร จันทะธานี. [ออนไลน์]. Available: <http://202.28.34.124/dspace/handle/123456789/1611>. [เข้าถึง 6 กุมภาพันธ์ 2567].
- [3] รัตน์พล ประศรีพัฒน์, 23 กันยายน 2566. [ออนไลน์]. Available: <https://kip.kmitl.ac.th/projects/cln0ftymq01nwqnxkik0tq189>. [เข้าถึง 6 กุมภาพันธ์ 2567].
- [4] พิทย์ ศุภนิริติศัย, 2021. [ออนไลน์]. Available: <https://digital.car.chula.ac.th/chulaetd/5348/>. [เข้าถึง 6 กุมภาพันธ์ 2567].
- [5] "circuitdigest," 7 เมษายน 2562. [ออนไลน์]. Available: <https://circuitdigest.com/microcontroller-projects/raspberry-pi-with-lora-peer-to-peer-communication-with-arduino>. [เข้าถึง 15 กุมภาพันธ์ 2567].
- [6] "Adaptive vision," [ออนไลน์]. Available: https://docs.adaptive-vision.com/4.7/studio/machine_vision_guide/TemplateMatching.html. [เข้าถึง 15 กุมภาพันธ์ 2567].
- [7] "TutorialKart," 2566. [ออนไลน์]. Available: <https://www.tutorialkart.com/opencv/python/opencv-python-gaussian-image-smoothing/#gsc.tab=0>. [เข้าถึง 15 กุมภาพันธ์ 2567].
- [8] "pyimagesearch," 28 เมษายน 2564. [ออนไลน์]. Available: <https://pyimagesearch.com/2021/04/28/opencv-thresholding-cv2-threshold/>. [เข้าถึง 15 กุมภาพันธ์ 2567].
- [9] J. Morgan, "Jeremy Morgan," 31 มีนาคม 2566. [ออนไลน์]. Available: <https://www.jeremymorgan.com/tutorials/opencv/dilate-opencv-python/>. [เข้าถึง 15 กุมภาพันธ์ 2567].
- [10] "tutorialspoint," [ออนไลน์]. Available: https://www.tutorialspoint.com/opencv/opencv_median_blur.htm. [เข้าถึง 16 กุมภาพันธ์ 2567].

แนวทางการพัฒนาแอปพลิเคชันพร้อม สำหรับการรับมือโรคอุบัติใหม่ในอนาคต

Guidelines for Developing 'Mor Prom' Application to Handle Future Emerging Diseases

1st กิตติพงษ์ ไชมีเพชร

Kittipong Khaimeepeth

วิทยาลัยนวัตกรรมดิจิทัลเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยรังสิต

College of Digital Innovation Technology

Rangsit University

ปทุมธานี ประเทศไทย

Pathum Thani, Thailand

captjunn@gmail.com

2nd คริษณะ ฉิมมณี

Krishna Chimmanee

วิทยาลัยนวัตกรรมดิจิทัลเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยรังสิต

College of Digital Innovation Technology

Rangsit University

ปทุมธานี ประเทศไทย

Pathum Thani, Thailand

sanon.s@rsu.ac.th

3rd ปังกร พิษณุธนกร

Papangkorn Pidchayathanakorn

วิทยาลัยนวัตกรรมดิจิทัลเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยรังสิต

College of Digital Innovation Technology

Rangsit University

ปทุมธานี ประเทศไทย

Pathum Thani, Thailand

papangkorn.p@rsu.ac.th

บทคัดย่อ — งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแนวทางการปรับปรุงแอปพลิเคชัน 'พร้อม' สำหรับการรับมือกับโรคอุบัติใหม่ในอนาคต โดยมุ่งเน้นการปรับปรุงประสบการณ์ผู้ใช้ การเพิ่มประสิทธิภาพในการจองวัคซีนและบริการด้านสุขภาพ และการเชื่อมโยงกับฐานข้อมูลสุขภาพแห่งชาติ งานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลจากความคิดเห็นของผู้ใช้และบทเรียนที่ได้รับจากการใช้แอปพลิเคชัน 'พร้อม' ในการรับมือกับการระบาดของโรคโควิด-19 เพื่อออกแบบแนวทางที่สามารถตอบสนองต่อสถานการณ์สุขภาพที่เปลี่ยนแปลงไปได้อย่างรวดเร็ว โดยมุ่งเน้นให้แอปพลิเคชันมีการออกแบบที่ใช้งานง่าย ปลอดภัย และสามารถปรับขยายได้ตามความต้องการของผู้ใช้ นอกจากนี้ งานวิจัยยังเน้นการพัฒนากระบวนการแจ้งเตือนแบบเรียลไทม์ การรวมบริการแพทย์ทางไกล การจัดเก็บข้อมูลสุขภาพดิจิทัล และการทำงานร่วมกับแอปพลิเคชันสุขภาพในระดับสากล เพื่อให้แอปพลิเคชันสามารถรองรับวิกฤติสุขภาพระดับโลกได้ ผลการวิจัยเสนอแนวทางการออกแบบแอปที่สามารถยกระดับประสิทธิภาพในการจัดการด้านสุขภาพสาธารณะ และเพิ่มความยืดหยุ่นในการรับมือกับโรคอุบัติใหม่ในอนาคต

คำสำคัญ — แอปพลิเคชันพร้อม, โรคอุบัติใหม่, ทัศนคติการยอมรับ, การพัฒนาแอป

ABSTRACT — This research aims to develop guidelines to enhance the 'Mor Prom application to handle future emerging diseases. The focus is improving user experience, optimizing vaccine and healthcare service booking, and integrating with national health databases. The study will draw from user feedback and lessons learned from the use of 'Mor Prom' during the COVID-19 pandemic to propose a design that can rapidly adapt to changing health scenarios. The application should be user-friendly, secure, and scalable to meet users' needs. The research highlights the importance of real-time notification systems, telemedicine integration, digital health record management, and interoperability with international health applications, ensuring the app is ready to support global health crises.

The findings will present design guidelines that enhance the app's efficiency in managing public health and increase its flexibility in responding to future emerging diseases.

Keywords — MorProm application, emerging diseases, Technology Acceptance Model (TAM), app development

1. บทนำ

การแพร่ระบาดของไวรัสโควิด-19 ซึ่งเริ่มต้นในปี 2019 ได้แสดงให้เห็นถึงความรุนแรงของโรคติดต่ออุบัติใหม่ที่สามารถส่งผลกระทบต่อโลกทั้งในด้านสาธารณสุข เศรษฐกิจ และวิถีชีวิตของผู้คน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริบทของการจัดการระบบสาธารณสุขเพื่อควบคุมการแพร่กระจายของโรคและการจัดสรรทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ (Smith et al., 2020; WHO, 2021)[1] ความท้าทายที่ใหญ่ที่สุดในการรับมือกับการแพร่ระบาดคือการพัฒนากลยุทธ์ที่สามารถสร้างภูมิคุ้มกันให้กับประชากรผ่านการฉีดวัคซีน ซึ่งจำเป็นต้องมีระบบการจัดการที่ดีและครอบคลุม ในประเทศไทย ได้มีการพัฒนาและนำแอปพลิเคชัน "พร้อม" มาใช้ในการบริหารจัดการการจองคิวฉีดวัคซีนโควิด-19 เพื่อลดความซับซ้อนในการจัดสรรวัคซีนและเพิ่มประสิทธิภาพในการติดตามผลหลังการฉีดวัคซีน (กรมควบคุมโรค, ฉบับที่ 3, 2564) [2] แอปพลิเคชันนี้เชื่อมต่อข้อมูลของประชาชนกับระบบการฉีดวัคซีนแบบเรียลไทม์ ทำให้สามารถจัดการข้อมูลอย่างเป็นระบบ อย่างไรก็ตาม แม้แอปพลิเคชันพร้อมจะมีบทบาทสำคัญในการควบคุมสถานการณ์โควิด-19 แต่ยังมีข้อจำกัดและอุปสรรคในการใช้งานที่ควรได้รับการพัฒนาเพื่อตอบสนองความต้องการของประชาชนในอนาคตการศึกษาของ Venkatesh et al. (2012) [3] ได้แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการยอมรับเทคโนโลยีในภาวะวิกฤต ขณะที่ Koonin et al. (2020) [4] ได้วิเคราะห์การใช้แอปพลิเคชันในการจัดการวัคซีนในประเทศต่าง ๆ ว่าเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการตอบสนองต่อสถานการณ์การแพร่ระบาด นอกจากนี้ งานวิจัยของ Lee and Chuang (2009) ยังได้เน้นถึงปัจจัยที่มีผลต่อการรับรู้ความง่ายในการใช้งาน

แอปพลิเคชัน ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาระบบได้ ปัจจุบันโรคอุบัติใหม่เป็นความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นได้ทุกเมื่อ ด้วยการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมและพฤติกรรมของมนุษย์ การมีระบบที่สามารถรองรับสถานการณ์ฉุกเฉินด้านสาธารณสุขได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพจึงเป็นสิ่งจำเป็น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษา การพัฒนาแอปพลิเคชันพร้อมเพื่อรองรับการรับมือกับโรคอุบัติใหม่ในอนาคต โดยมุ่งหวังที่จะสำรวจความคิดเห็นและทัศนคติของประชาชนที่มีต่อการใช้งานแอปพลิเคชันนี้ พร้อมทั้งระบุจุดแข็งและจุดอ่อนของระบบ เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงและพัฒนาให้เป็นเครื่องมือที่พร้อมสำหรับการจัดการกับโรคอุบัติใหม่อย่างมีประสิทธิภาพในอนาคต งานวิจัยนี้จะช่วยสร้างความเข้าใจในด้านการยอมรับเทคโนโลยีในภาวะวิกฤตและสามารถเป็นแนวทางในการปรับปรุงแอปพลิเคชันให้พร้อมรับมือกับสถานการณ์ฉุกเฉินที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต (โรคอุบัติใหม่) ซึ่งจะมีส่วนช่วยในการสร้างระบบสุขภาพที่มีประสิทธิภาพและตอบสนองต่อความต้องการของประชาชนได้อย่างเหมาะสม

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาแอปพลิเคชันพร้อมเพื่อเป็นแนวทางการพัฒนา สำหรับการรับมือกับโรคอุบัติใหม่ในอนาคต เพื่อเป็นข้อมูลในการพัฒนาแอปพลิเคชัน พร้อมพร้อม รวมไปถึงสามารถปรับใช้ในการรับมือโรคอุบัติใหม่ที่อาจเกิดขึ้นได้ในอนาคต

3. วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยนี้มีการดำเนินการในรูปแบบของงานวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) โดยการใช้แบบสอบถามในรูปแบบออนไลน์ ซึ่งได้มีการอ้างอิงตัวแปรจากทฤษฎีแบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี (The Technology Acceptance Model: TAM) (Davis, 1989) ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 1 แสดงตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาวิจัย

ชนิดของตัวแปร	ชื่อตัวแปร
1. ตัวแปรอิสระ (Independent Variables)	การรับรู้ประโยชน์ (Perceived Usefulness: PU) การรับรู้ความง่าย (Perceived Ease of Use: PEU) อิทธิพลทางสังคม (Social influencer: SI) สภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการใช้งาน (Facilitating condition: FC) ความเชื่อใจ (Trust: TR) การออกแบบแอปพลิเคชัน (Technology Design: TD)
2. ตัวแปรตาม (Dependent Variables)	ความตั้งใจในการใช้งานแอปพลิเคชันพร้อม (Intention to use Application: INT)

ซึ่งมีขั้นตอนในการออกแบบชุดข้อมูลและเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัย มี 3 ส่วน ดังนี้ ส่วนที่ 1: ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ส่วนนี้จะรวบรวมข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถาม ได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา รายได้ และอาชีพ โดยใช้ระดับการวัดข้อมูลต่างๆ เป็นเกณฑ์คะแนน ระดับ 1-5 ส่วนที่ 2 ข้อมูลด้านปัจจัยการยอมรับการใช้งาน แอปพลิเคชันพร้อมพร้อม จำนวน 33 ข้อ โดยใช้ระดับการวัดข้อมูลต่าง ๆ เป็นเกณฑ์คะแนน ระดับ 1-5 ส่วนที่ 3 ข้อมูลด้านความตั้งใจในการใช้ แอปพลิเคชันพร้อมพร้อม จำนวน 3 ข้อ โดยใช้ระดับการวัดข้อมูลต่าง ๆ เป็นเกณฑ์คะแนน ระดับ 1-5

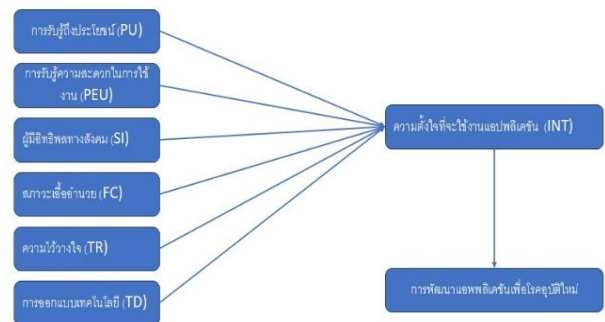
3.1 ผู้ทำการวิจัยได้ทำการทดสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา (Content Validity Test)

งานวิจัยนี้จะนำแบบสอบถามที่สร้างเสร็จให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาและทำการแก้ไขตามข้อเสนอแนะและข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัย (ชานันทร ศิลปการ.(2563). การประเมินความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม.

3.2 ทำการทดสอบความน่าเชื่อถือ (Reliability Test)

เมื่อผู้วิจัยได้แก้ไขแบบสอบถามตามที่อาจารย์ที่ปรึกษาระบุเรียบร้อยแล้วจะต้องนำแบบสอบถามมาทำการทดสอบความน่าเชื่อถือ (Reliability Test) โดยทำการแจกกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน เพื่อตรวจสอบความน่าเชื่อถือโดยการวิเคราะห์ประมวลผล ค่า Cronbach's Alpha Analysis Test) ซึ่งได้ค่าเท่ากับ 0.953 (กลยา วาณิชย์ บัญชา. (2564). วิธีการทดสอบความเชื่อมั่นในงานวิจัย.

4. กรอบแนวความคิดในการวิจัย



รูปที่ 1. กรอบแนวความคิดในการวิจัย

ที่มาดัดแปลงจาก Mohamed et al. (2011)

4.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ประชากรผู้ตอบแบบสอบถามจะต้องมีอายุ 18 ปีบริบูรณ์ขึ้นไป เป็นผู้ที่เคยใช้งานแอปพลิเคชันพร้อมพร้อม และเคยใช้งานแอปพลิเคชันพร้อมพร้อมในการจองวัคซีนหรือรับบริการด้านสุขภาพ จำนวน 400 คน ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1. การวิเคราะห์ข้อมูลด้านประชากรศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง การวิเคราะห์นี้จะครอบคลุมข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง เช่น เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ รายได้ และประสบการณ์ในการใช้แอปพลิเคชันพร้อมพร้อม เพื่อแสดงถึงลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง ส่วนที่ 2. เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลปัจจัยการยอมรับการใช้งานแอปพลิเคชันพร้อมพร้อม วิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับ

เทคโนโลยีของแอปพลิเคชันหมอพร้อม โดยพิจารณาจากปัจจัยที่มีผลต่อความตั้งใจในการใช้งาน เช่น การรับรู้ประโยชน์ (Perceived Usefulness), การรับรู้ความง่ายในการใช้งาน (Perceived Ease of Use), อิทธิพลทางสังคม (Social Influence), สิ่งอำนวยความสะดวกในการใช้งาน (Facilitating Condition), ความเชื่อใจ (Trust) และการออกแบบเทคโนโลยี (Technology Design) งานวิจัยนี้ใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลสำเร็จรูปเอสพีเอสเอส (SPSS) โดยมีสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

4.2 การวิเคราะห์สถิติเชิงพรรณนา (descriptive statistics)

- ค่าร้อยละ (percentage) และค่าความถี่ (frequency) เพื่อนำมาใช้ในการอธิบายข้อมูลส่วนที่ 1 คือ ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม
- ค่าเฉลี่ย (mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) เพื่อนำมาทำการวิเคราะห์หาค่าและความหมายของตัวแปรแต่ละตัว

4.3 การวิเคราะห์สถิติเชิงอนุมาน (inferential statistics)

ทำการทดสอบสมมติฐานด้านทัศนคติของผู้ใช้ระบบโปรแกรม โดยการใช้ F-test ANOVA, T-Test Independent โดยทำการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ ซึ่งเปรียบเทียบทดสอบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญน้อยที่สุด LSD (Least Significant Difference)

5.สรุปผลการวิจัย

5.1 ผลการศึกษาข้อมูลทั่วไป

ข้อมูลทั่วไป จำแนกตามเพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพและรายได้ จากกลุ่มตัวอย่างที่มีประสบการณ์การใช้งานหรือทดลองใช้งานแอปพลิเคชัน หมอพร้อม จำนวน 400 คน พบว่าส่วนใหญ่เป็น เพศชาย จำนวน 275 คน (68.75%) รองลงมาคือ เพศหญิง จำนวน 113 คน (28.25%) และ เพศทางเลือก จำนวน 12 คน (3.00%) พบว่าอายุ 18-30 ปี จำนวน 282 คน (70.50%) รองลงมาคืออายุ 31-40 ปี จำนวน 66 คน (16.50%) อายุ 41-50 ปี จำนวน 41 คน (10.25%) อายุ 51-60 ปี จำนวน 10 คน (2.50%) และอายุ 60 ปีขึ้นไป จำนวน 1 คน (0.25%) ส่วนใหญ่จบการศึกษาระดับปริญญาตรี จำนวน 194 คน (48.50%) ระดับต่ำกว่าปริญญาตรี จำนวน 191 คน (47.75%) และ ระดับสูงกว่าปริญญาตรี จำนวน 15 คน (3.75%) ผู้ใช้งานส่วนใหญ่ประกอบอาชีพ พนักงานบริษัทเอกชน จำนวน 186 คน (46.50%) รองลงมาคือ ข้าราชการ/พนักงานรัฐวิสาหกิจ จำนวน 128 คน (32.00%) รับจ้างทั่วไป (Freelance) จำนวน 50 คน (12.50%) ธุรกิจส่วนตัว จำนวน 33 คน (8.25%) และ อาชีพอื่น ๆ เช่น แม่บ้าน/พ่อบ้าน จำนวน 2 คน (0.50%) และ อื่น ๆ จำนวน 1 คน (0.25%) ผู้ใช้งานส่วนใหญ่มีรายได้ต่อเดือนระหว่าง 15,000-30,000 บาท จำนวน 249 คน (62.25%) รองลงมาคือ ต่ำกว่า 15,000 บาท จำนวน 91 คน (22.75%) รายได้ระหว่าง 30,001-50,000 บาท จำนวน 53 คน (13.25%) และ รายได้ มากกว่า 50,000 บาท มีจำนวนน้อยที่สุดสิทธิในการเข้ารับการรักษาที่ใช้มากที่สุดคือ ประกันสังคม จำนวน 233 คน (58.25%) รองลงมาคือ เบิกได้ (ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ) จำนวน 124 คน (31.00%) และ เงินสด จำนวน 32 คน (8.00%) บัตรทอง (ประกันสุขภาพถ้วนหน้า 30 บาท) จำนวน 11 คน (2.75%)

5.2 การวิเคราะห์ตัวแปรเชิงกลุ่ม (Crosstab)

พบว่ากลุ่มตัวอย่างเพศชายมีสัดส่วนการใช้งานแอปพลิเคชันหมอพร้อมมากที่สุดในกลุ่มช่วงอายุ 18-30 ปี ระดับการศึกษาระดับปริญญาตรี และอาชีพพนักงานบริษัทเอกชน รวมถึงมีสิทธิการรักษาพยาบาลผ่าน

ประกันสังคมเป็นหลัก ส่วนปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับเทคโนโลยี ได้แก่ ความสะดวกสบายในการใช้งาน การเข้าถึงข้อมูลสุขภาพที่ครอบคลุม และการตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้งานในการเข้ารับบริการสุขภาพ ซึ่งทั้งหมดนี้เป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อรองรับโรคอุบัติใหม่ในอนาคต การวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อความตั้งใจในการใช้งานแอปพลิเคชัน "หมอพร้อม" เพื่อแนวทางการพัฒนาสำหรับการรับมือโรคอุบัติใหม่ในอนาคต

5.3 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่าง ๆ

ผลการศึกษาจาก ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่าง ๆ กับความยอมรับในการใช้แอปพลิเคชัน "หมอพร้อม" โดยดัดแปลงจาก Becker, D (2016) [13]

- ปัจจัยด้านการรับรู้ประโยชน์ในการใช้งาน (Perceived Usefulness) แอปพลิเคชันหมอพร้อมมีประโยชน์จากผู้ใช้งานจริง (PU5) ($\bar{X}=3.70, SD=0.85$) (เห็นด้วยมากที่สุด) รองลงมาประโยชน์ในการลดขั้นตอนการรับวัคซีนได้มาก (PU4) ($\bar{X}=3.63, SD=0.85$) สามารถรับบริการได้อย่างมีประสิทธิภาพ (PU6) ($\bar{X}=3.63, SD=0.83$) มีประโยชน์ต่อการตัดสินใจฉีดวัคซีน (PU2) ($\bar{X}=3.57, SD=0.82$) มีบริการครบถ้วนและครอบคลุม (PU3) ($\bar{X}=3.55, SD=0.80$) ตอบสนองความต้องการ (PU1) ($\bar{X}=3.52, SD=0.85$) และการจัดสรรเวลานัดหมายของท่านได้ดียิ่งขึ้น (PU7) ($\bar{X}=3.51, SD=0.83$) (เห็นด้วยน้อยที่สุด)
- ปัจจัยด้านความเชื่อใจ (Trust) เห็นด้วยมากที่สุด เชื่อมั่นในระบบแอปพลิเคชัน หมอพร้อม (TR1) ($\bar{X}=3.77, SD=0.81$) รองลงมา ใช้บริการแอปพลิเคชัน หมอพร้อม เพราะความน่าเชื่อถือ (TR3) ($\bar{X}=3.61, SD=0.81$) แอปพลิเคชัน หมอพร้อม ทำให้ท่านสามารถรับบริการได้อย่างมีประสิทธิภาพ (TR2) ($\bar{X}=3.59, SD=0.81$) ต้องการจะหาที่รับวัคซีน ท่านจะตัดสินใจใช้บริการผ่านแอปพลิเคชันอยู่เสมอ (TR5) ($\bar{X}=3.56, SD=0.83$) แอปพลิเคชัน หมอพร้อม มีประโยชน์ต่อการตัดสินใจของท่านในการสมัครใจฉีดวัคซีน (TR4) ($\bar{X}=3.55, SD=0.83$)
- ปัจจัยด้านการรับรู้ความง่ายในการใช้งาน (Perceived Ease of Use: PEU) ออกแบบการใช้งาน (User Friendly) เข้าใจง่าย ไม่ยุ่งยากซับซ้อน และสะดวกต่อการใช้งาน (PEU1) ($\bar{X}=3.69, SD=0.76$) การใช้บริการแอปพลิเคชันทำได้ง่าย ไม่ซับซ้อน (PEU3) ($\bar{X}=3.65, SD=0.78$) สามารถใช้งานได้โดยไม่จำกัดเวลาและสถานที่ (PEU4) ($\bar{X}=3.62, SD=0.82$) สามารถเรียนรู้และเข้าใจได้ด้วยตนเอง (PEU2) ($\bar{X}=3.59, SD=0.82$)
- ปัจจัยด้านอิทธิพลทางสังคม (Social Influencer: SI) ใช้แอปพลิเคชันหมอพร้อมเพราะภาครัฐแนะนำ (SI1) ($\bar{X}=3.82, SD=0.76$) ใช้แอปพลิเคชัน หมอพร้อม เพราะเพื่อนเพื่อนร่วมงานของท่านแนะนำ (SI2) ($\bar{X}=3.58, SD=0.82$) ใช้แอปพลิเคชัน หมอพร้อม มีความทันสมัยเข้ากับ ยุคสมัยของสังคม สอดคล้องกับ ค่านิยมของคนรุ่นใหม่ (SI4) ($\bar{X}=3.57, SD=0.87$) ในอนาคตอันใกล้ท่านจะมีการตัดสินใจชักชวนให้คนอื่นใช้บริการผ่านแอปพลิเคชัน หมอพร้อม (SI3) ($\bar{X}=3.50, SD=0.89$)

- ปัจจัยด้านสิ่งอำนวยความสะดวกในการใช้งาน (Facilitating Condition: FC) แอปพลิเคชันสามารถเข้าถึงได้ตลอดเวลา (FC5) (\bar{X} =3.74, SD=0.79) แอปพลิเคชันสามารถตอบสนองต่อความหืดหยุ่นของท่านโดยสามารถจองผ่านหน้าแอปพลิเคชันได้อย่างสะดวกสบาย(FC1)(\bar{X} =3.73, SD=0.73) แอปพลิเคชัน หมอพร้อม ช่วยประหยัดเวลาในการหาสถานที่รับวัคซีนได้จริง (FC7) (\bar{X} =3.70, SD=0.78) ใช้บริการแอปพลิเคชัน หมอพร้อม เพราะความสะดวกในการใช้งาน (FC4) (\bar{X} =3.68, SD=0.82) จัดหาสถานที่การฉีดวัคซีนให้ท่านได้ทันใจและตรงกับความต้องการของท่าน(FC6)(\bar{X} =3.67, SD=0.80) เหมาะสมกับการดำเนินชีวิตประจำวันของท่าน (FC2) (\bar{X} =3.64, SD=0.79) สามารถปรับเปลี่ยนวันนัดหมายของแอปพลิเคชันให้สอดคล้องกับความต้องการได้ (FC3) (\bar{X} =3.62, SD=0.80)
- ปัจจัยด้านการออกแบบแอปพลิเคชัน (Technology Design: TD) แอปพลิเคชันมีการรักษาความปลอดภัยข้อมูลส่วนตัวของท่าน (TD1) (\bar{X} =3.69, SD=0.76) แอปพลิเคชันสามารถดาวน์โหลดใช้งานได้ง่าย (TD2) (\bar{X} =3.67, SD=0.82) แอปพลิเคชัน หมอพร้อม มีความเสถียรภาพในการใช้งาน (TD4) (\bar{X} =3.61, SD=0.82) ระบบการช่วยเหลือ หรือคู่มือแนะนำการใช้งานแอปพลิเคชัน หมอพร้อม (TD3) (\bar{X} =3.60, SD=0.84) การเก็บข้อมูล การรายงานผล และการเชื่อมโยงข้อมูล อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้สามารถตรวจสอบข้อมูลต่าง ๆ ได้ถูกต้อง แม่นยำ ทันสมัย และสะดวกรวดเร็วต่อการใช้งาน (TD5) (\bar{X} =3.55, SD=0.83) แอปพลิเคชันหมอพร้อมมีบริการครบถ้วนและครอบคลุม (TD6) (\bar{X} =3.53, SD=0.87)
- ของปัจจัยด้านความตั้งใจในการใช้งานแอปพลิเคชัน (Intention to Use MobileApplication:ITN) ฟังพอใจในภาพรวมของการให้บริการแอปพลิเคชัน(ITN1)(\bar{X} =3.74, SD=0.83) การใช้บริการแอปพลิเคชัน หมอพร้อม ลงตัวกับวิถีชีวิตของท่าน (ITN3) (\bar{X} =3.53, SD=0.81) ทำให้ได้รับข้อมูลที่ทันสมัยตรงตามความต้องการของผู้ใช้บริการ(ITN2) (\bar{X} =3.57, SD=0.80)

6. การอภิปรายผล

จากตารางที่ 6.1 ได้แสดงปัจจัยที่มีผลบวกอย่างมีนัยสำคัญจำนวน 4 ปัจจัย และปัจจัยที่ไม่ส่งผลอย่างมีนัยสำคัญจำนวน 3 ปัจจัย พร้อมทั้งได้ยกตัวอย่างงานวิจัยที่สอดคล้องกับทั้ง 7 ปัจจัย

ตารางที่ 6.1 แสดงการอภิปรายผลเทียบกับงานวิจัยที่สอดคล้อง

อภิปราย	ผลการทดสอบ	งานวิจัยที่สอดคล้อง
ปัจจัยด้านการรับรู้ประโยชน์ในการใช้งาน (Perceived Usefulness) แอปพลิเคชันหมอพร้อม	ส่งผลเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญ	- Venkatesh (2004) - Melas et al. (2011) - Mohamed et al. (2011) - Kamal et al. (2020) - พณพวรรณ สมบัติ (2563) - ชนพร ทองจิตร (2564)

ตารางที่ 6.1 (ต่อ) แสดงการอภิปรายผลเทียบกับงานวิจัยที่สอดคล้อง

อภิปราย	ผลการทดสอบ	งานวิจัยที่สอดคล้อง
2. ปัจจัยด้านความเชื่อใจ (Trust) มีผลต่อความตั้งใจในการใช้งานแอปพลิเคชัน หมอพร้อม	ส่งผลเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญ	- Mohamed et al. (2011) - Becker (2016) - Kamal et al. (2020) - มหาสิน ใจคุณ (2561)
3ปัจจัยด้านการรับรู้ความง่ายในการใช้งาน (Perceived Ease of Use: PEU)แอปพลิเคชันหมอพร้อม	ส่งผลเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญ	- Lee and Chuang (2009) - Mohamed et al. (2011) - Tang et al. (2015) - เดชพงศ์ นาคเสวี (2557) - วรณญา สาธรรนาค (2563) - พณพวรรณ สมบัติ (2563) - ชนพร ทองจิตร (2564) - Becker (2016)
4. ปัจจัยด้านอิทธิพลทางสังคม (Social influencer)ต่อการใช้ออปพลิเคชันหมอพร้อม	ไม่ส่งผลอย่างมีนัยสำคัญ	- เดชพงศ์ นาคเสวี (2557) - Becker (2016) - พณพวรรณ สมบัติ (2563) - ชนพร ทองจิตร (2564)
5.ปัจจัยด้านการใช้งานที่สะดวกสบาย (User-Friendly) มีผลต่อความตั้งใจในการใช้งานแอปพลิเคชันหมอพร้อม	ไม่ส่งผลอย่างมีนัยสำคัญ	- Melas et al. (2011) - Kalayou et al. (2020) - พณพวรรณ สมบัติ (2563) - ชนพร ทองจิตร (2564)
6.ปัจจัยด้านการออกแบบแอปพลิเคชัน (Technology Design) มีผลต่อความตั้งใจในการใช้งานแอปพลิเคชันหมอพร้อม	ส่งผลเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญ	- Lee and Chuang (2009) - Mohamed et al. (2011) - Tang et al. (2015)
7.ปัจจัยด้านความตั้งใจในการใช้งานแอปพลิเคชัน (Intention to use MobileApplication)	ไม่ส่งผลอย่างมีนัยสำคัญ	- Becker (2016) - เดชพงศ์ นาคเสวี (2557) - พณพวรรณ สมบัติ (2563) - ชนพร ทองจิตร (2564)

จากตารางที่ 6.1 พบว่าปัจจัยที่ควรปรับปรุงของแอปพลิเคชันหมอ มี 3 ปัจจัยที่ควรปรับปรุงได้แก่ ปัจจัยด้านอิทธิพลทางสังคม (Social influencer), ปัจจัยด้านการใช้งานที่สะดวกสบาย (User-Friendly) และปัจจัยด้านความตั้งใจในการใช้งานแอปพลิเคชัน (Intention to use Application) ข้อค้นพบนี้สามารถนำเสนอเป็นข้อค้นพบใหม่ในการศึกษาครั้งนี้ ซึ่งอาจช่วยสร้างแนวทางการวิจัยในอนาคต ข้อเสนอแนะแก่หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

จากผลการศึกษาที่ได้แนะนำให้หน่วยงานที่ให้บริการแอปพลิเคชันพิจารณาแนวทางการปรับปรุงบริการ ดังนี้:

ปัจจัยด้านอิทธิพลทางสังคม (Social influencer) ควรปรับปรุงความเชื่อมั่นของผู้ใช้ ให้มีมาตรการที่ชัดเจนเพื่อสร้างความมั่นใจในความปลอดภัยและความถูกต้องของข้อมูลโดยการสื่อสารข้อมูลเกี่ยวกับความปลอดภัยและการปกป้องข้อมูลส่วนบุคคล

ปัจจัยด้านการใช้งานที่สะดวกสบาย (User-Friendly) ควรพัฒนาประสบการณ์ผู้ใช้ ให้ความสำคัญกับการออกแบบแอปพลิเคชันให้มีความใช้งานง่ายและตอบสนองความต้องการของผู้ใช้เช่นการจัดการกับเสนอแนะแบบเรียลไทม์

ปัจจัยด้านความตั้งใจในการใช้งานแอปพลิเคชัน (Intention to use Mobile Application) ควรปรับปรุงการออกแบบเทคโนโลยี ให้มีการสำรวจความคิดเห็นจากผู้ใช้งานเกี่ยวกับการออกแบบแอปพลิเคชันเพื่อให้สามารถปรับปรุงฟังก์ชันการใช้งานให้ตรงตามความต้องการของผู้ใช้

7. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในอนาคต

เพื่อเป็นแนวทางในการวิจัยต่อไป แนะนำให้มีการศึกษาเพิ่มเติมในประเด็นดังต่อไปนี้: การศึกษาปัจจัยใหม่: การสำรวจปัจจัยอื่น ๆ ที่อาจมีผลต่อการยอมรับและการใช้งานเทคโนโลยีด้านการแพทย์ออนไลน์ เช่น ปัจจัยทางสังคมและวัฒนธรรม

กลุ่มผู้ใช้ที่หลากหลาย: ควรมีการศึกษาในกลุ่มผู้ใช้ที่หลากหลายมากขึ้น เช่น ผู้สูงอายุ หรือกลุ่มผู้ที่มีความต้องการพิเศษ กลุ่มที่ยังเข้าไม่ถึงเทคโนโลยี

การวิเคราะห์เชิงลึก: ควรมีการใช้วิธีการวิเคราะห์เชิงลึกเพื่อเข้าใจถึงพฤติกรรมและความต้องการของผู้ใช้ที่แตกต่างกัน

แนวทางการพัฒนาแอปพลิเคชันหมอพร้อม

เพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับการรับมือโรคอุบัติใหม่ในอนาคต ควรมีการพัฒนาแอปพลิเคชันให้มีความยืดหยุ่นและสามารถปรับตัวเข้ากับสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลง โดยมีแนวทางดังนี้:

การออกแบบที่ยืดหยุ่น: ควรมีการออกแบบที่สามารถปรับปรุงและพัฒนาได้ง่ายเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงในข้อมูลหรือฟังก์ชันการให้บริการการสร้างเครือข่ายการสนับสนุน: ควรมีการสร้างเครือข่ายความร่วมมือระหว่างโรงพยาบาลและหน่วยงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้ข้อมูลและบริการสามารถเข้าถึงได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ

การใช้เทคโนโลยีใหม่: ควรมีการสำรวจและนำเทคโนโลยีใหม่ ๆ มาใช้ในการพัฒนาแอปพลิเคชัน เช่น AI ในการวิเคราะห์ข้อมูลสุขภาพ

ด้วยการพัฒนาอย่างต่อเนื่องและการนำเสนอแนวทางเหล่านี้ จะช่วยให้แอปพลิเคชันหมอพร้อมสามารถตอบสนองต่อความต้องการและความคาดหวังของผู้ใช้ได้ดียิ่งขึ้นในอนาคต

- [1] (Smith et al., 2020; WHO, 2021) Infection and transmission of SARS-CoV-2 in London care homes reporting no cases or outbreaks of COVID-19: prospective observational cohort study, England 2020 A Jeffery-Smith,
- [2] (กรมควบคุมโรค ฉบับที่ 3, 2564) https://ddc.moph.go.th/viralpneumonia/g_report_risk.php กระทรวงสาธารณสุข. (2563) แนวทางปฏิบัติด้านสาธารณสุขเพื่อการจัดการภาวะการระบาดของโรคโควิด 19 ในข้อกำหนดออกตามความในมาตรา 9 แห่งพระราชกำหนดการบริหารราชการ ในสถานการณ์ฉุกเฉิน พ.ศ. 2548 (ฉบับที่ 1) 3 เมษายน 2563. Retrieved on 6 January 2021 from : www.covid-19.moph.go.th
- [3] Venkatesh, Viswanath, James YL Thong, and Xin Xu. "Consumer acceptance and use of information technology: extending the unified theory of acceptance and use of technology." *MIS quarterly* (2012): 157-178.
- [4] Gussow, A. B., Auslander, N., Faure, G., Wolf, Y. I., Zhang, F., & Koonin, E. V. (2020). Genomic determinants of pathogenicity in SARS-CoV-2 and other human coronaviruses. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(26), 15193-15199. [5] เดชพงศ์ นาคเสวี. (2557). การประเมินผลการยอมรับการใช้ระบบสารสนเทศโรงพยาบาลของศูนย์พัฒนาคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (การค้นคว้าอิสระรัฐประศาสนศาสตร์มหาบัณฑิต). เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- [6] ธนพร ทองจิต. (2564). การศึกษาปัจจัยของการตรวจรักษาด้วยโทรเวชกรรมที่มีผลต่อทัศนคติและความตั้งใจเลือกใช้บริการโทรเวชกรรมของผู้รับบริการของโรงพยาบาลรามารบิตี (สารนิพนธ์การจัดการมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยมหิดล.
- [7] ธานนทร ศิลป์จาร. (2563). การวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดย SPSS และ AMOS. นนทบุรี: เอส.อาร์. พรินติ้งโปรดักส์.
- [8] พนพรรณ สมบัติ. (2564). การยอมรับความเสี่ยงในการตัดสินใจซื้อประกันสุขภาพออนไลน์ในเขตกรุงเทพมหานครหลังสถานการณ์การระบาดของ Covid-19. วารสารศิลปการจัดการ, 5(3), 812-826.
- [9] มิสลิน ใจคุณ. (2561). การยอมรับเทคโนโลยี ความไว้วางใจ และการตลาดผ่านสังคมออนไลน์ที่มีผลต่อความตั้งใจซื้อสินค้าผ่านช่องทางเฟซบุ๊กไลฟ์ของกลุ่มผู้บริโภค Gen X, Gen Y, Gen Z: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ.
- [10] ยศ ไกยวรรณ. (2563). หลักสถิติ วิจัยและการใช้โปรแกรม SPSS. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [11] วรณญา สิทธิมนคง. (2563). การยอมรับเทคโนโลยีและความตั้งใจใช้ TELEMEDICINE ในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล (วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- [12] ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข. (2560). ยุทธศาสตร์เทคโนโลยีสารสนเทศสุขภาพ กระทรวงสาธารณสุข (2560 – 2569). สืบค้นจาก https://ict.moph.go.th/upload_file/files/eHealth_Strategy_THAI_16NOV17.pdf
- [13] Alam, M. Z., Hu, W., Kaium, M. A., Hoque, M. R., & Alam, M. M. D. (2020). Understanding the determinants of mHealth apps adoption in Bangladesh: A SEM-Neural network approach. *Technology in Society*, 61, 101255.
- [14] Becker, D. (2016). Acceptance of mobile mental health treatment

- applications. *Procedia Computer Science*, 98, 220-227.
- [15] Birkmeyer, S., Wirtz, B. W., & Langer, P. F. (2021). Determinants of mHealth success: An empirical investigation of the user perspective. *International Journal of Information Management*, 59, 102351.
- [16] Davis, F. D., & Venkatesh, V. (2004). Toward preprototype user acceptance testing of new information systems: Implications for software project management. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 51(1), 31-46.
- [17] Davis, F. D. (1989). Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319-34.
- [18] Ferguson, T. (2000). Online patient-helpers and physicians working together: a new partnership for high quality health care. *BMJ*, 321(7269), 1129-1132.
- [19] Kalayou, M. H., Endehabtu, B. F., & Tilahun, B. (2020). The Applicability of the Modified Technology Acceptance Model (TAM) on the Sustainable Adoption of eHealth Systems in Resource-Limited Settings. *Journal of Multidisciplinary Healthcare*, 13, 1827-1837.
- [20] Kamal, S. A., Shafiq, M., & Kakria, P. (2020). Investigating acceptance of telemedicine services through an extended technology acceptance model (TAM). *Technology in Society*, 60, 101212.
- [21] Melas, C. D., Zampetakis, L. A., Dimopoulou, A., & Moustakis, V. (2011). Modeling the acceptance of clinical information systems among hospital medical staff: An extended TAM model. *Journal of Biomedical Informatics*, 44(4), 553-564.
- [22] Mohamed, A. H. H., Tawfik, H., Al-Jumeily, D., & Norton, L. (2011). "MoHTAM: A technology acceptance model for mobile health applications." In 2011 Developments in E-systems Engineering (pp. 13-18). IEEE.
- [23] Mohamed, A. H. H., Tawfik, H., Norton, L., & Al-Jumeily, D. (2011). "e-HTAM: A Technology Acceptance Model for electronic health." In 2011 International Conference on Innovations in Information Technology (pp. 134-138). IEEE.
- [24] Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS Quarterly*, 27(3), 425-478.

ความพึงพอใจและความเชื่อมั่นของผู้รับบริการระบบโปรแกรมการทำงาน เครื่องรถยนต์ประเภท 4-6 ล้อ ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

Satisfaction and Reliability of Use the ECU Remap Program System for 4-6 Wheel in Bangkok and Metropolitan Region

1st อภิชา อินมาธัญธร

Aphicha Inmathanyatorn

วิทยาลัยนวัตกรรมดิจิทัลเทคโนโลยี

College of Digital innovation technology

มหาวิทยาลัยรังสิต

Rangsit University

ปทุมธานี ประเทศไทย

Pathumthani Thailand

dom9uni@gmail.com

2nd รศ.ดร.คริสขณะ นิยมณี

Assoc.Prof.Dr. Krishna Chimmanee

วิทยาลัยนวัตกรรมดิจิทัลเทคโนโลยี

College of Digital innovation technology

มหาวิทยาลัยรังสิต

Rangsit University

ปทุมธานี ประเทศไทย

Pathumthani Thailand

sanon.s@rsu.ac.th

3rd ปภังกร พิชญะธนกร

Papangkorn Pidchayathanakorn

วิทยาลัยนวัตกรรมดิจิทัลเทคโนโลยี

College of Digital Innovation

Technologyมหาวิทยาลัยรังสิต

Rangsit University

ปทุมธานี ประเทศไทย

Pathumthani Thailand

papangkorn.p@rsu.ac.th

บทคัดย่อ — การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ (1). เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความพึงพอใจของผู้รับบริการระบบโปรแกรมการทำงานของเครื่องรถยนต์ (ECU Remap) ประเภท 4-6 ล้อ ในเขตกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล (2). เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความเชื่อมั่นของผู้รับบริการระบบโปรแกรมการทำงานเครื่องรถยนต์ (ECU-Remap) ประเภท 4-6 ล้อ ในเขตกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล โดยแนวทางวิเคราะห์ที่ใช้วิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) และใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือ ในการเก็บรวบรวมข้อมูลประชากร ได้แก่ ผู้รับบริการระบบโปรแกรมการทำงานของเครื่องรถยนต์ (ECU Remap) ประเภท 4-6 ล้อ ในเขตกรุงเทพมหานคร และ ปริมณฑล และใช้ แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 400 ชุด สถิติวิเคราะห์ได้แก่การแจกแจงความถี่ การหาค่าร้อยละ การหาค่าเฉลี่ยการหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ

คำสำคัญ — ความพึงพอใจ, ความเชื่อมั่น, ระบบโปรแกรมการทำงาน
ของเครื่องรถยนต์ (ECU Remap)

ABSTRACT — The objectives of this research are (1) To study the factors affecting satisfaction of ECU service recipients remap program system for 4-6 wheel in Bangkok and Metropolitan Region (2) To study the factors affecting Reliability of users ECU remap program system for 4-6-wheel in Bangkok and Metropolitan Region. Analytical approach using quantitative research methods By conducting empirical research, the population is using remap program system of the 4-6 wheel cars in Bangkok and Metropolitan Region using a questionnaire as a tool to collect data from a sample of 400 sets of statistics. Percentage Average finding Determination of standard and non-standard bias Multiple regression analysis.

Keywords — Satisfaction ,Reliability, ECU remap program system

1. บทนำ

รถยนต์รุ่นใหม่ ๆ ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2005 ขึ้นไป เริ่มมีการใช้กล่องคอมพิวเตอร์ (ECU) ในการควบคุมการทำงานของระบบเครื่องยนต์ในรถยนต์ ด้วยการเข้าไปปรับแต่งกล่อง ECU หรือที่เรียกกันว่า "การรีแมพ" นั้นเอง

แต่ [1] การรีแมพ (Remap) เริ่มใช้จริงตั้งแต่หลังสงครามโลกครั้งที่ 2 ราวปี ค.ศ. 1920 จากการใช้เครื่องยนต์ดีเซลในเครื่องบินและรถถัง ภายหลังจากการสงครามที่มีความต้องการรักษาเครื่องยนต์ของเครื่องบิน และ รถถังให้เกิดการเผาไหม้สมบูรณ์อีกครั้ง ต่อมาราว ปีค.ศ. 1950 ค่ายรถยนต์ยักษ์ใหญ่ 2 แบรินด์ ได้แก่ Mercedes Benz และ Chevy ทั้งคู่มิโมเดลที่จะพัฒนาระบบการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงด้วย คาบูเรเตอร์ แต่ก็เริ่มเกิดปัญหา คว้นดำ และก่อให้เกิดมลพิษ แต่ราวปี ค.ศ. 1980 เริ่มมีการใช้เทคโนโลยีด้านสารสนเทศ (IT) มาใช้ควบคุมระบบการทำงานของเครื่องยนต์ เพื่อลดปัญหาดังกล่าวจึงเป็นที่มาของการรีแมพรถยนต์

ปัจจุบันกล่อง ECU ได้ถูกพัฒนาให้ทำงานได้หลากหลายขึ้น [2] เช่น การควบคุมระบบปรับความยาวท่อร่วม ระบบวาล์ว คอมเพรสเซอร์แอร์ พัฒลมระบายความร้อน และระบบควบคุมไอน้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งการเพิ่มประสิทธิภาพ และ กำลังการทำงานของเครื่องยนต์ด้วยกล่อง ECU ก็เพื่อตอบสนองด้านการประหยัดพลังงานเชื้อเพลิงหรือน้ำมัน โดยเครื่องยนต์อาจมีกำลังที่ซ่อนอยู่แต่ถูกจำกัดด้วยกล่อง ECU เพราะฉะนั้นการรีแมพ Remap ECU จึงเป็นการตอบโจทย์ผู้ที่ยากได้ ทั้งด้านความเร็ว และด้านการประหยัดเชื้อเพลิงหรือน้ำมัน เพราะเหตุนี้การ Remap จึงเกิดขึ้นโดยวิธีการบันทึกค่ากล่อง ECU ใหม่ หรือเรียกว่า

การรีแมพ ลงไปในกล่องใหม่ทั้งหมด โดยผู้เชี่ยวชาญจะตั้งโปรแกรมการทำงานของเครื่องยนต์ขึ้นมาใหม่ให้มีแรงม้าและแรงบิดที่เพิ่มขึ้น โดยเป็นการปลดล็อกให้เครื่องยนต์ทำงานได้ เต็มที่มากขึ้น หลังจากที่ถูกจำกัดไว้ด้วยการตั้งค่าเริ่มต้นจากโรงงานผู้ผลิตรถยนต์

การรีแมพกล่อง ECU นั้น ถือเป็นเทคโนโลยีในการปรับจูนเครื่องยนต์ ที่ทันสมัย [3] ที่จะช่วยเสริมสมรรถนะรถให้ดียิ่งขึ้น และด้วยเทคนิคทาง วิศวกรรมยานยนต์ ที่สามารถทำให้รถยนต์มีอัตราเร่งที่ดีขึ้น เคลื่อนตัว ออกไปได้เร็วกว่าเดิมโดยไม่ทำให้เครื่องยนต์เสียหายหรือเกิดการสึกหลอ แต่ยังคงช่วยให้เกิดการประหยัดเชื้อเพลิงมากขึ้น

การทำรีแมพ ECU ด้วยการปรับจูน Engine Management Unit (EMU) [4] นั้นยังสามารถช่วยยืดอายุการสึกหลอของเครื่องยนต์ได้ด้วย หากทำอย่างถูกต้องและอยู่ในจุดที่ "พอดี"

การทำรีแมพ คือส่วนของเครื่องยนต์และระบบขับเคลื่อน (Power Train) [5] ซึ่งการรีแมพหรือการจูนที่ กล่อง ECU จึงมีหน้าที่ควบคุมการทำงานทุกอย่างของระบบเครื่องยนต์ตั้งแต่ การสตาร์ทเครื่อง โดยควบคุมการเปิด-ปิดลิ้นคั่นเร่ง ควบคุมรอบเดินเบา รวมทั้งการรับสัญญาณจากเซ็นเซอร์ต่างๆ รอบๆ เครื่องยนต์ เพื่อทำการประมวลผล และสั่งอัตราการฉีดจ่ายน้ำมัน และองศาของการจุดระเบิด เพื่อให้เหมาะสมกับอากาศที่จะเข้าไปใน เครื่องยนต์ด้วย [6] และจากการใช้งานเป็นเวลานานบางครั้งการ บำรุงรักษาโดยปกติก็อาจไม่เพียงพอ ส่งผลให้กำลังเครื่องยนต์ตกแรงไม่ขึ้น หรือกินน้ำมันกว่าเดิมนั้น จึงเป็นที่มาของ การรีแมพกล่อง ECU เพื่อให้ค่าการทำงานต่างๆ กลับมาสมบูรณ์เหมือนเดิม



รูปที่ 1 ภาพอุปกรณ์ ECU Remap

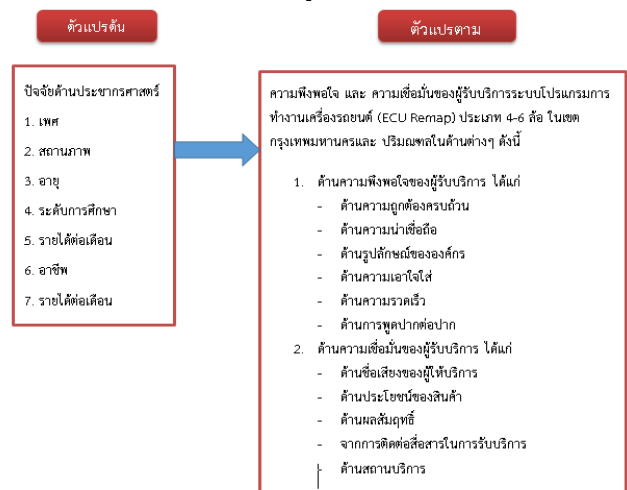
ดังนั้นการศึกษางานวิจัยในครั้งนี้ จึงเป็นการศึกษาเกี่ยวข้อง ในด้านความพึงพอใจ และความเชื่อมั่นจากการ ใช้งานระบบโปรแกรมการทำงานของเครื่องยนต์ (ECU Remap) ด้วยวิธีวิจัยเชิงปริมาณจากการ แจกแบบสอบถาม เพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย

[7] ความพึงพอใจ หมายถึง การนำความรู้สึกของบุคคลนั้นๆ ที่มีต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด ที่ก่อให้เกิดความรู้สึกปรารถนาในทางบวก และรู้สึกที่ติดต่อกับสิ่งนั้น ในระดับความชอบและไม่ชอบ รวมถึง ทักษะคติของบุคคลที่มีต่อสิ่งนั้น อีกทั้งความพึงพอใจ คือ ความรู้สึกรวมทั้งก่อให้เกิดประสิทธิภาพ ประสิทธิผล ซึ่งเป็น พฤติกรรม ภายในของบุคคลนั้นที่มีความรู้สึกยินดี หรือไม่ยินดีในการตอบสนองต่อสิ่งเร้านั้นใน แต่ละบุคคลโดยมีเป้าหมายที่ตอบสนองแตกต่างกัน

[8] ความเชื่อมั่นของผู้ใช้บริการสามารถประเมินค่าได้จากความเชื่อมั่นของลูกค้า ซึ่งผู้ให้บริการแต่ละองค์กรจะมีโอกาสได้รับความเชื่อมั่นจากลูกค้าที่แตกต่างกัน ซึ่งจะประเมินได้เมื่อลูกค้าได้ใช้บริการ เสร็จสิ้นแล้ว การบริการนั้นจะเปรียบเทียบกับข้อตกลงก่อนใช้บริการที่ผู้ให้บริการกำหนดไว้ก่อนการให้บริการและ หากลูกค้าบรรลุวัตถุประสงค์หรือ ได้รับการตอบสนองตรงตามที่คาดหวังไว้ ระดับความเชื่อมั่น ของลูกค้าจะเกิดขึ้น ความเชื่อมั่นมีความสำคัญอย่างยิ่ง ระหว่างผู้ให้บริการและผู้รับบริการ

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

- 2.1. เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความพึงพอใจ ของผู้รับบริการระบบโปรแกรมการทำงานของเครื่องยนต์ (ECU Remap) ประเภท 4-6 ล้อในเขตกรุงเทพมหานคร และ ปริมณฑล
- 2.2. เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความเชื่อมั่นของผู้รับบริการระบบโปรแกรมการทำงานของเครื่องยนต์ (ECU Remap) ประเภท 4-6 ล้อ ในเขตกรุงเทพมหานคร และ ปริมณฑล
- 2.3. เพื่อศึกษากระบวนการทำงาน ระบบโปรแกรมของเครื่อง รถยนต์ (ECU Remap) ประเภท 4-6 ล้อ ในเขตกรุงเทพมหานคร และ ปริมณฑล
- 2.4. เพื่อศึกษาประเด็นปัญหาทางด้านระบบโปรแกรม ของ เครื่องยนต์ (ECU Remap) ประเภท 4-6 ล้อ ในเขต กรุงเทพมหานคร และ ปริมณฑล เป็นไปตามกรอบแนวคิดการวิจัยในรูปที่ 2



รูปที่ 2 กรอบแนวคิดการวิจัย

3. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research method) ขนาดประชากรกลุ่มตัวอย่างนี้ ได้ใช้วิธีการกำหนดตัวอย่าง ซึ่งผู้วิจัยได้ กำหนดแนวทางในการดำเนินการวิจัย โดยมีขอบเขตของการดำเนินงานวิจัย ดังนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง คือผู้รับบริการงานของผู้รับบริการระบบโปรแกรมการทำงานของเครื่องยนต์ ประเภท 4-6 ล้อ ในเขตกรุงเทพมหานคร และปริมณฑลจำนวน 400 คน [9] โดยใช้สูตรคำนวณของ คอคราน (Cochran)

$$n = \frac{Z^2}{4(e)^2}$$

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย [10] โดยการใช้สูตรการคำนวณของ Yamane โดยใช้ วิธีการเก็บข้อมูล ด้วยแบบสอบถาม (Questionnaire) ใช้เป็นเครื่องมือสำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูล และมีขั้นตอนในการออกแบบเครื่องมือในการวิจัย ซึ่งแบบสอบถามได้ออกแบบขึ้นจากการสำรวจวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยเครื่องมือในการวิจัยประกอบด้วย 4 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 แบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลพื้นฐานของผู้รับบริการระบบโปรแกรมการทำงานของเครื่องยนต์ประเภท 4-6 ล้อ ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ในส่วนพื้นฐานบุคคลของกลุ่มตัวอย่าง

ประกอบด้วย เพศ อายุ รายได้ต่อ เดือน ระดับการศึกษา อาชีพ และ แหล่งที่ทราบข้อมูลโดยมีลักษณะคำถามปลายปิด(Closed-ended Questions)

ส่วนที่ 2 แบบการประเมินเกี่ยวกับความคิดเห็นด้านความพึงพอใจ และความเชื่อมั่นของผู้รับบริการระบบโปรแกรมการทำงานเครื่องรถยนต์ประเภท 4-6ล้อ ในเขตกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล

โดยข้อคำถามเป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) 5 ระดับ มีรายละเอียดการให้คะแนนดังนี้

- 1 คะแนน หมายถึงผู้ตอบแบบสอบถามมีความคิดเห็นในระดับน้อยที่สุด
- 2 คะแนน หมายถึงผู้ตอบแบบสอบถามมีความคิดเห็นในระดับน้อย
- 3 คะแนน หมายถึงผู้ตอบแบบสอบถามมีความคิดเห็นในระดับปานกลาง
- 4 คะแนน หมายถึงผู้ตอบแบบสอบถามมีความคิดเห็นในระดับมาก
- 5 คะแนน หมายถึงผู้ตอบแบบสอบถามมีความคิดเห็นในระดับมากที่สุด

โดยกำหนดเกณฑ์ความหมายของค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ ข้อมูลดังนี้

คะแนนเฉลี่ย	แปลความหมาย
1.00-1.49	ระดับต่ำมาก
1.50-2.49	ระดับต่ำ
2.50-3.49	ระดับปานกลาง
3.50-4.49	ระดับสูง
4.50-5.00	ระดับสูงมาก

ส่วนที่ 3 แบบสอบถามเกี่ยวกับด้านอุปสรรค และปัญหาที่พบของผู้รับบริการระบบโปรแกรมการทำงาน เครื่องยนต์ประเภท 4-6 ล้อ ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

ส่วนที่ 4 ข้อเสนอแนะ และความคิดเห็นเพิ่มเติมของผู้รับบริการระบบโปรแกรมการทำงานเครื่องรถยนต์ประเภท 4-6 ล้อ ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

3.3 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือวิจัย ดังนี้

3.3.1 ผู้วิจัยจึงต้องทำการศึกษาค้นคว้าที่เกี่ยวข้อง เพื่อจะนำมาใช้ประกอบการสร้างแบบสอบถามโดยพิจารณาในด้านความเที่ยงตรง และความเหมาะสมของเนื้อหา และความชัดเจนของคำถามในแบบสอบถาม เพื่อให้แบบสอบถาม สามารถสื่อความหมายได้ตรงตามประสงค์ของผู้วิจัยและผู้ตอบแบบสอบถาม โดยผู้วิจัยได้ให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน พิจารณาตรวจสอบแบบสอบถามและหาค่าความสอดคล้องก่อนนำไปใช้ (Pre-test)

3.3.2 การตรวจสอบความเที่ยง (Reliability) ของแบบสอบถาม โดยนำแบบสอบถามที่ได้ไปปรับปรุง แก้ไขแล้วไปทำการทดลองใช้ (Try Out) เพื่อหาความเชื่อถือได้ของแบบสอบถาม [11] โดยใช้สูตรค่าสัมประสิทธิ์อัลฟา ครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) โดยมีเกณฑ์พิจารณา คัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาที่มีค่าตั้งแต่ 0.70 ขึ้นไป ซึ่งแสดงว่า มีความเชื่อมั่นสูง

3.3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล ในครั้งนี้ จะเป็นการเก็บข้อมูลที่รวบรวมได้จากการสำรวจ โดยใช้แบบ สอบถาม (Questionnaire) ซึ่งเป็นข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) และแบบ สอบถาม ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนั้นเป็นการทดสอบ (Pre-test) เพื่อหาความ

ถูกต้อง (Validity) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญด้านพฤติกรรมของผู้ใช้บริการระบบโปรแกรมเครื่องรถยนต์ ตรวจสอบความตรงของเนื้อหา และ หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบสอบถาม Coefficient Alpha Cronbach Method แล้วจึงนำไปเก็บข้อมูล แล้วนำข้อมูลที่เก็บได้มาวิเคราะห์ด้วย โปรแกรม IBM SPSS Statistics 22

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลและประมวลผลข้อมูล

3.4.1 สถิติเชิงพรรณนา เพื่อหาค่าสถิติ พื้นฐาน ได้แก่ การหาค่าความถี่ (Frequency) ร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) [12] โดยใช้สัมประสิทธิ์อย่างง่าย (Simple Correlation) ของเพียร์สัน (Pearson) ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวม (Item-total Correlation)

3.4.2 สถิติเชิงอนุมาน เพื่อทดสอบสมมติฐานของงานวิจัย โดยสถิติที่ใช้ทดสอบคือ T-test และการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ ข้อมูลและสรุปผลอ้างอิงไปยังกลุ่มผู้ใช้บริการ

4. ผลการวิจัย

จากผลการตอบแบบสอบถาม ของผู้ใช้บริการระบบโปรแกรมการทำงานเครื่องรถยนต์ (ECU Remap) จำนวน 401 คน พบว่าส่วนใหญ่เป็นเพศชาย จำนวน 398 คน (ร้อยละ 99.30) และส่วนใหญ่จะมีสถานภาพโสด จำนวน 234 คน (ร้อยละ 58.40) อายุอยู่ระหว่าง 31-40 ปี จำนวน 198 คน (ร้อยละ 49.40) และมีการศึกษาในระดับอนุปริญญา หรือ ปวส จำนวน 222 คน (ร้อยละ 55.40)

4.1 ผลการประเมินและตอบแบบสอบถาม ด้านความพึงพอใจของผู้รับบริการระบบโปรแกรมการทำงานเครื่องรถยนต์

ตารางที่ 1. แสดงค่าความถี่ร้อยละ จากผลแบบสอบถาม บัณฑิตด้าน ประชากรศาสตร์ ได้แก่ เพศ

เพศ	จำนวน	ร้อยละ
ชาย	398	99.3
หญิง	3	0.7
รวม	401	100

จากตารางที่ 1 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถาม ส่วนใหญ่เป็นผู้ชาย คิดเป็น ร้อยละ 99.3

ตารางที่ 2. แสดงค่าความถี่ร้อยละ จากผลแบบสอบถาม บัณฑิตด้าน ประชากรศาสตร์ ได้แก่ สถานภาพ

สถานภาพ	จำนวน	ร้อยละ
โสด	234	58.4
สมรส	127	31.7
หย่าร้าง	40	10
รวม	401	100

จากตารางที่ 2. พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถาม ส่วนใหญ่มีสถานภาพโสด คิดเป็น ร้อยละ 58.4

ตารางที่ 3. แสดงค่าความถี่ร้อยละ จากผลแบบสอบถาม ปัจจัยด้านประชากรศาสตร์ ได้แก่ อายุ

อายุ	จำนวน	ร้อยละ
ต่ำกว่าหรือเทียบเท่า 20 ปี	39	9.7
20 -30 ปี	149	37.2
31 - 40 ปี	198	49.4
41 - 50 ปี	9	2.2
51 - 60 ปี	5	1.2
61 ปีขึ้นไป	1	2
รวม	401	100

จากตารางที่ 3. พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีอายุระหว่าง 31-40 ปี คิดเป็น ร้อยละ 49.4

ตารางที่ 4. แสดงค่าความถี่ร้อยละ จากผลแบบสอบถาม ปัจจัยด้านประชากรศาสตร์ ได้แก่ ระดับการศึกษา

การศึกษา	จำนวน	ร้อยละ
มัธยมศึกษาตอนต้นหรือต่ำกว่า	90	22.4
มัธยมศึกษาตอนปลายหรือ ปวช.	222	55.4
อนุปริญญา หรือ ปวส.	87	21.7
ปริญญาตรี	2	0.5
ปริญญาโท	0	0
ปริญญาเอก	0	0
รวม	401	100

จากตารางที่ 4 พบว่าการตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีการศึกษาในระดับอนุปริญญา หรือ ปวส. คิดเป็น ร้อยละ 55.4

ตารางที่ 5 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพรรณนา

ด้านความพึงพอใจของผู้รับบริการ	เพศ	n	Mean	S.D.	t	p
ความถูกต้องรวดเร็ว	ชาย	349	4.47	0.549	0.809	0.543
	หญิง	3	4.67	0.577		
ด้านความน่าเชื่อถือ	ชาย	349	4.42	0.610	0.886	0.493
	หญิง	3	4.67	0.577		
ด้านรูปลักษณ์ขององค์กร	ชาย	349	4.41	0.542	0.826	0.409
	หญิง	3	3.67	0.577		
ด้านความเอาใจใส่	ชาย	349	4.91	0.310	0.366	0.715
	หญิง	3	5.00	0.000		
ด้านความรวดเร็ว	ชาย	349	4.33	0.826	0.574	0.623
	หญิง	3	4.00	1.000		
ด้านการพูดปากต่อปาก	ชาย	349	4.66	0.618	2.954	0.098
	หญิง	3	3.67	0.577		
ด้านการสื่อสาร	ชาย	349	4.66	0.618	2.337*	0.20
	หญิง	3	3.67	0.577		
ด้านการพูดจา และอัธยาศัย	ชาย	349	4.28	1.086	1.641*	0.102
	หญิง	3	4.67	0.577		
ด้านบริการที่ศูนย์บริการ	ชาย	349	4.91	0.289	1.430*	0.154
	หญิง	3	4.67	0.577		
ด้านความเชื่อมั่นของผู้รับบริการ	เพศ	n	Mean	S.D.	t	p
ด้านชื่อเสียงของผู้ให้บริการ	ชาย	398	4.54	0.516	-0.437	0.663
	หญิง	3	4.67	0.577		
ด้านประโยชน์ของสินค้า	ชาย	398	4.48	0.614	0.416	0.678
	หญิง	3	4.33	0.577		
ด้านผลิตภัณฑ์	ชาย	398	4.65	0.517	-0.45	0.964
	หญิง	3	4.67	0.517		

ด้านผลิตภัณฑ์	ชาย	398	4.65	0.517	-0.45	0.964
	หญิง	3	4.67	0.517		
จากการติดต่อสื่อสารในการรับบริการ	ชาย	398	4.57	0.633	-12.602*	0.000
	หญิง	3	5.00	0.000		
ด้านสถานบริการ	ชาย	398	4.24	0.890	1.114	0.266
	หญิง	3	3.67	0.577		
การรีแมพท์ให้เครื่องยนต์มีเสถียรภาพ	ชาย	398	4.53	0.522	-16.905*	0.000
	หญิง	3	5	0		

*นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 5 พบว่าความพึงพอใจของผู้รับบริการในด้านการสื่อสารและความเข้าใจในความต้องการของการบริการระหว่างเพศชาย และ เพศหญิง ไม่มีความแตกต่างกัน ($t = 2.337$)

จากตารางพบว่าความพึงพอใจของผู้รับบริการในด้านการพูดจาและอัธยาศัยระหว่างเพศชาย และ เพศหญิง ไม่มีความแตกต่างกัน ($t = 1.641$)

ความพึงพอใจของผู้รับบริการในด้านการรับรองที่ศูนย์บริการระหว่างเพศชาย และ เพศหญิง ไม่มีความแตกต่างกัน ($t = 1.430$) และพบว่าความเชื่อมั่นของผู้รับบริการในด้านการติดต่อ สื่อสารระหว่างเพศชาย และ เพศหญิง ไม่มีความแตกต่างกัน ($t = -12.60$)

และจากตารางพบว่า ความเชื่อมั่นของผู้รับบริการในการรีแมพท์ให้เครื่องยนต์เสถียรระหว่างเพศชาย และ เพศหญิง ไม่มีความแตกต่างกัน ($t = -16.90$)

การวิเคราะห์ One-way ANOVA

ตารางที่ 6. แสดงผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความพึงพอใจในด้านการรูปลักษณ์ของศูนย์บริการกับสถานภาพ

แหล่งของความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P
ระหว่างกลุ่ม	2.233	2	1.116	3.923	0.021*
ภายในกลุ่ม	113.558	399	0.285		
รวม	115.791	401			

*นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.50

จากตารางที่ 6. พบว่าระดับสถานภาพที่ต่างกับกับความพึงพอใจในด้านการรูปลักษณ์ ของศูนย์บริการแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 กล่าวคือ สถานภาพมีความสัมพันธ์กันกับความพึงพอใจในด้านการรูปลักษณ์ของศูนย์บริการ

ตารางที่ 7. แสดงผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความเชื่อมั่นของผู้รับบริการในด้านชื่อเสียงของผู้ให้บริการกับสถานภาพ

แหล่งของความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P
ระหว่างกลุ่ม	2.981	2	1.491	5.766	0.003*
ภายในกลุ่ม	103.16	399	0.259		
รวม	106.142	401			

*นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตาราง 7. พบว่าระดับสถานภาพที่ต่างกับกับความเชื่อมั่นของผู้รับบริการในด้านชื่อเสียงของผู้ให้บริการแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 กล่าวคือ สถานภาพมีความสัมพันธ์กันกับความเชื่อมั่นของผู้รับบริการในด้านชื่อเสียงของผู้ให้บริการ

ตารางที่ 8. แสดงผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความพึงพอใจในด้านการบริการที่ถูกต้องครบถ้วนกับอายุผู้รับบริการ

แหล่งของความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P
ระหว่างกลุ่ม	3.141	5	0.628	2.094	0.05*
ภายในกลุ่ม	118.799	396	0.3		
รวม	121.94	401			

*นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

5. สรุปและอภิปรายผล

5.1 อภิปรายผลจากการวิจัย พบว่า ความพึงพอใจ และความเชื่อมั่นของผู้รับบริการระบบโปรแกรมการทำงานเครื่องรถยนต์ (ECU Remap) ประเภท 4-6 ล้อ ในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล พบว่าผู้ใช้บริการระบบโปรแกรมการทำงานเครื่องยนต์ ส่วนใหญ่เป็นผู้ชายที่มีสถานภาพโสดในระดับการศึกษา ปวช. หรือมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีอายุระหว่าง 31 - 40 ปี และมีรายได้อยู่ระหว่าง 25,001-35,000 บาท/เดือน โดยมีธุรกิจส่วนตัวเป็นส่วนใหญ่อคิด เป็นร้อยละ 46.4 จำนวน 186 คน ส่วนการมาใช้บริการจะเป็นจากการที่มีคนแนะนำมาสูงถึงร้อยละ 5.76 หรือ 231 คน และรถที่นิยมมาใช้บริการคือ รถกระบะ 4 ล้อ ร้อยละ 38.7 รองลงมาคือรถนั่ง 4 ล้อ ร้อยละ 33.9 โดยส่วนใหญ่ จะมีใบอนุญาตขับขีรถยนต์นั่งส่วนบุคคลประเภท 1 มากถึง 328 คนคิดเป็นร้อยละ 81.8 และผู้มาใช้บริการระบบรีแมพส่วนใหญ่มีใบอนุญาตขับขีมา ไม่ต่ำกว่า 6-10 ปี และจากการที่นิยมมารีแมพรถยนต์เนื่องจาก มีปัญหาเรื่องควันดำและรถไม่มีกำลัง และผู้ใช้บริการ ระบบโปรแกรมการทำงานของเครื่องรถยนต์ (ECU Remap)

จากการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของผู้รับบริการพบว่ามีค่า p-value มีค่าเท่ากับ 0.742 ซึ่งมากกว่า 0.05 ($\alpha = 0.05$) ดังนั้นเราจึงยอมรับสมมติฐานหลัก (H_0) และปฏิเสธสมมติฐาน รอง (H_1)

สรุปได้ว่า ถึงเพศ จะต่างกันแต่ความเชื่อมั่นของผู้รับบริการ ไม่ต่างกัน หรืออาจกล่าวได้ว่า เพศ ให้ความเชื่อมั่นกับระบบ ECU Remap ไม่ต่างกันเลย

จากการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้รับบริการ พบว่ามี ค่า p-value มีค่าเท่ากับ 0.205 ซึ่งมากกว่า 0.05 ($\alpha = 0.05$) ดังนั้นเราจึงยอมรับสมมติฐานหลัก (H_0) และปฏิเสธสมมติฐาน รอง (H_1)

สรุปได้ว่า ถึงเพศจะต่างกันแต่ความพึงพอใจของผู้รับบริการไม่ต่างกัน หรืออาจกล่าวได้ว่า เพศ ให้ความเชื่อมั่นกับระบบ ECU Remap ไม่ต่างกัน

5.2 สรุปผลตามวัตถุประสงค์การวิจัย

5.2.1. จากการวิจัยพบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อความพึงพอใจของผู้รับบริการระบบโปรแกรมการทำงานเครื่องรถยนต์ (ECU Remap) ประเภท 4-6 ล้อ ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ได้แก่ สถานภาพ ระดับการศึกษา รายได้ต่อเดือน

5.2.2. จากการวิจัยพบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อความเชื่อมั่นของผู้รับบริการระบบโปรแกรมการทำงานเครื่องรถยนต์ (ECU Remap) ประเภท 4-6 ล้อ ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ได้แก่ อายุ และระดับการศึกษา

5.2.3. จากการวิจัยพบว่ากระบวนการทำงานของระบบโปรแกรมเครื่องรถยนต์ (ECU Remap) ประเภท 4-6 ล้อ ในเขตกรุงเทพฯและปริมณฑล ได้รับความไว้วางใจและเชื่อมั่นมาก เพราะสามารถลดปัญหาควันดำที่เกิดขึ้นจากเครื่องยนต์เก่าลงไปได้ อีกทั้งยังสามารถทำให้รถยนต์เก่าที่ประสบกับปัญหาเร่งเครื่องไม่ขึ้นหมดไปอีกด้วย

5.2.4 จากการวิจัยประเด็นปัญหา ทางด้านระบบโปรแกรมของเครื่องรถยนต์ (ECU Remap) ประเภท 4-6 ล้อ ในเขตกรุงเทพฯ และ ปริมณฑล พบว่า ผู้ใช้บริการระบบโปรแกรม ECU Remap ใหม่ ไม่มีความกังวลถึงประเด็นปัญหาของเครื่องรถยนต์เลยอาจเนื่องจากผู้ที่มาใช้บริการระบบนั้น จะมีการศึกษา หรือสอบถามจากผู้ที่เคยใช้งานมาก่อน ด้วยวิธีปากต่อปาก จึงเชื่อมั่น และพึงพอใจในการเข้ารับบริการ ระบบโปรแกรมของเครื่องยนต์ ECU Remap แต่จะติดประเด็นเพียงเรื่อง เวลาในการให้บริการของศูนย์ฯ เวลาในการเปิด-ปิดศูนย์บริการ และสถานที่รับบริการเท่านั้น

เอกสารอ้างอิง

- [1] VIEZU Training Centre, Basic Introduction to ECU Remapping using Alientech ECM Titanium .Alcester, Warwickshire .2021.
- [2] Wayan Adiyasa et al, Journal of Physics: Conference Series. Applied programmable ECU on an internal combustion engine single cylinder 600 cc for Student Formula Japan, 2019.
- [3] Phillip Thomas, ECU and EFI 101. Retrieved from Hagerty: www.hagerty.com, January 7, 2021.
- [4] Sunil Sopnur; Vedang Mahurkar; Navin Kodam; Omkar Shinde, Journal of Refrigeration, Air Conditioning, Heating and Ventilation. Remapping of ECU Engine, 2020.
- [5] สินธนู จำปีศรี, รีแมพ ECU แรงประหยัดขึ้นจริงไหม, เข้าถึงได้จาก CAR GURU: www.checkraka.com, 2564.
- [6] Atmmoon73. (10 5 2021). ECU Remapping : Why and How It Improves Performance. เข้าถึงได้จาก deviant art: www.deviantart.com
- [7] อารี พันธุ์มณี. จิตวิทยาสร้างสรรคการเรียนการสอน. กรุงเทพมหานคร : โยใหม่, 2546.
- [8] Morgan & Hunt, Trust Theory of Relationship Marketing. Journal of Marketing Management, P.20-30, 1994.
- [9] เกษราพร สุอรุณ, วิชาการบริคตศึกษา มหาวิทยาลัยศรีปทุม. อิทธิพลที่ส่งผลต่อความสามารถในการจัดการธุรกิจผลิตภัณฑความงาม เพื่อการส่งออก, 2560.
- [10] วิชิต อุอัน, การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยเชิงคุณภาพ. (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพมหานคร : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2552.
- [11] Zikmund, W. G. et al. Business research methods (8 th ed.), Australia: South Western Cengage Learning, 2010.
- [12] บุญชม ศรีสะอาด. การวิจัยเบื้องต้น. กรุงเทพมหานคร : สุวีริยาสาส์น, 2553.

การศึกษาแนวทางในการปรับรูปแบบการผลิตและ
การพัฒนาเครื่องอบมันเส้นสะอาดโดยใช้เทคโนโลยีเซลล์แสงอาทิตย์
A STUDY ON THE APPROACH TO ADJUSTING THE PRODUCTION
MODEL AND THE DEVELOPMENT OF A CLEAN CASSAVA DRYER BY
USING SOLAR CELL TECHNOLOGY.

ปิณรดา เดชชากดีกุลธร
Pinrada Dechapakdeekultorn
วิทยาลัยนวัตกรรมดิจิทัลเทคโนโลยี /
มหาวิทยาลัยรังสิต
College of Digital Innovation Technology /
Rangsit University
กรุงเทพมหานคร / ประเทศไทย
Bangkok / Thailand
Pinrada.d@gmail.com

ผศ.ดร.กานต์ ยงศิริวิทย์
Kam Yongsiriwit
วิทยาลัยนวัตกรรมดิจิทัลเทคโนโลยี /
มหาวิทยาลัยรังสิต
College of Digital Innovation Technology
Rangsit University
กรุงเทพมหานคร / ประเทศไทย
Bangkok / Thailand
kam.y@rsu.ac.th

บทคัดย่อ — การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาข้อมูลในการติดตั้งอุปกรณ์โซลาร์เซลล์สำหรับเครื่องอบมันเส้น ข้อมูลของผู้ประกอบการด้านการผลิตมันเส้น และข้อมูลการลงทุนของโครงการฯ เพื่อวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางด้านเทคนิคและด้านเศรษฐศาสตร์ โดยการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ เพื่อนำมาทดแทนจากเดิมที่ใช้ลานตาก ซึ่งการใช้ลานตากจะมีข้อเสียในเรื่องของสภาพแวดล้อมที่ไม่สามารถควบคุมได้จึงทำให้มันเส้นที่ใช้ลานตากมีคุณภาพการควบคุมความชื้นและปริมาณทรายไม่คงที่เมื่อส่งออกสู่ตลาด ได้ดำเนินการวิจัยออกเป็น ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาการออกแบบและติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์สำหรับเครื่องอบมันเส้นสะอาด ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาข้อมูลจุดคุ้มทุนของโครงการ ซึ่งจากการศึกษาพบว่าพลังงานแสงอาทิตย์มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.46 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน ระบบผลิตพลังงานได้เฉลี่ย 978.64 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อเดือน ค่าพลังงานจำเพาะที่ระบบผลิตได้เท่ากับ 1,467.95 กิโลวัตต์ชั่วโมง/กิโลวัตต์สูงสุด มีพื้นที่สำหรับติดตั้งระบบเป็น X เมกกะวัตต์ อายุโครงการ 25 ปี จะผลิตไฟฟ้าได้ 16,837,549 กิโลวัตต์ชั่วโมง จากการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการเงิน โดยใช้เงินลงทุนโครงการเท่ากับ X บาท ระยะเวลาการลงทุน 5-6 ปี ณ ระดับอัตราคิดลดร้อยละ 8.4 สามารถคำนวณดัชนีทางการเงินได้ดังนี้ มูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 89,125.64 บาท อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการเท่ากับร้อยละ 15.15 ต่อปี อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการที่มีการปรับแล้วเท่ากับร้อยละ 10.44 ต่อปี อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนเท่ากับ 1.04 อัตราส่วนระหว่างผลตอบแทนสุทธิต่อการลงทุนเท่ากับ 1.59 มีระยะเวลาดินทุนของโครงการเท่ากับ 3 ปี 6 เดือน หากใช้งานระบบจนครบ 25 ปี ผลประหยัดที่เกิดขึ้นเท่ากับ 35.49 31.25 และ 36.78 ล้านบาท ตามลำดับ และจะสามารถลดปริมาณการปล่อยคาร์บอนได้ 9,531.73 ตัน โครงการมีความเหมาะสมในการลงทุน

คำสำคัญ — การศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุนโครงการ, โซลาร์เซลล์, เครื่องอบมันเส้นสะอาด

ABSTRACT — The purpose of this research is to study data on the installation of a Solar cell for cassava dryers. Information of entrepreneurs for cassava production and investment information of the project to analyze Technical and economic possibilities by installing solar panels. To change the original using the courtyard for drying. The method of the dried courtyard has disadvantages in terms of uncontrollable environment, thus resulting in unstable image quality, humidity control and sand content when exported to the market. Has carried out research into Step 1 Study of the design and installation of solar panels for the cassava dryer. Step 2 Study the break-even point of the project. The study found that the average solar energy was 4.46 kWh per day. The system produces an average of 978.64 kWh per month. The specific energy value that the system produces is 1,467.95 kWh / kW maximum. There is an area for installing the system in X MW, with a 25-year project life, that will generate 16,837,549 kWh of electricity. From analysis of financial feasibility by using the project investment equal to X baht, the investment period is 5-6 years at a discount rate of 8.4%. The financial index can be calculated as follows: The net present value is 89,125.64 baht, the internal rate of return of the project is 15.15 percent per year. The adjusted project internal rate of return is 10.44% per year, the benefit to cost ratio is 1.04, the net return on investment ratio is 1.59, and the project payback period is 3 years and 6 months if the system is in use. Until 25 years, the resulting savings is 35.49, 31.25 and 36.78

million baht, respectively, and will be able to reduce the carbon emissions by 9,531.73 tons..

Keywords — Feasibility study of project investment, Solar Cell, A clean cassava dryer.

1. บทนำ

“มันเส้นสะอาด” คือ มันสำปะหลังลักษณะเป็นชิ้น จากการแปรรูปห้วมันสำปะหลังที่ผ่านการร่อนดินทราย และหรือวัสดุอื่นที่ติดมากับห้วมันสำปะหลังออกแล้ว “วัสดุอื่น” คือ วัสดุที่ไม่ใช่ส่วนประกอบตามธรรมชาติของห้วมันสำปะหลังคุณภาพ และมาตรฐานมันเส้นสะอาด โดยอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการผลิตมันเส้น ได้แก่ อุตสาหกรรมเอทานอล อาหารสัตว์ และกรรมมะนาว ฯลฯ



รูปที่ 1. มันเส้นสะอาดและมันอัดเม็ด

แหล่งที่มา : Nanagarden.com

ปัจจุบันมันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของไทย ซึ่งในแต่ละปีที่สามารถนำเข้าเงินตราจากต่างประเทศมากกว่าปีละกว่า 80,000 ล้านบาท และมีความเกี่ยวเนื่องกับเกษตรกรกว่า 5 แสนครัวเรือน ที่ผ่านทางการส่งออกผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังของไทยมีการแข่งขันค่อนข้างสูง และที่สำคัญประเทศผู้นำเข้าได้นำมาตรการกีดกันทางการค้ามาใช้ ไม่ว่าจะเป็นเรื่องคุณภาพมาตรฐานของสินค้าเรื่องสิ่งแวดล้อมทำให้การส่งออกผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังของไทยประสบปัญหา และได้ส่งผลกระทบต่อเนื่องถึงเสถียรภาพของราคาห้วมันสดและผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังของไทย กรมการค้าต่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์ ในฐานะที่กำกับดูแลการนำเข้าส่งออกสินค้ามันสำปะหลัง จึงได้หาแนวทางแก้ไขปัญหาดังกล่าวอย่างยั่งยืนโดยได้ริเริ่ม “โครงการมันเส้นสะอาด” ขึ้นตั้งแต่ปี พ.ศ.2544 จนถึงปัจจุบัน

2. วัตถุประสงค์

- 2.1 เพื่อศึกษาแนวทางการปรับปรุงแบบการผลิตมันเส้นสะอาด
- 2.2 เพื่อศึกษาข้อมูลการออกแบบและติดตั้งอุปกรณ์โซลาร์เพื่อใช้งานร่วมกับเครื่องอบมันเส้น
- 2.3 เพื่อวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางด้านเศรษฐศาสตร์เพื่อประเมินความคุ้มค่าในการลงทุนของโครงการ

จากวัตถุประสงค์ที่ได้กล่าวมาข้างต้นนี้จึงทำให้มีการกำหนดมาตรฐานในการผลิตมันเส้นสะอาดขึ้น เพื่อเป็นการควบคุมคุณภาพของสินค้า (ดังตารางที่ 1. แสดงมาตรฐานมันเส้นสะอาด)

ตารางที่ 1. แสดงมาตรฐานมันเส้นสะอาด

ลักษณะคุณภาพ	มันเส้น	
	สะอาด	ปกติ
แป้งไม่น้อยกว่าร้อยละ	70	65
มีเส้นใยของห้วมันสำปะหลังไม่เกินร้อยละ	4	5
ความชื้นไม่เกินร้อยละ	13	14
ดินทรายไม่เกินร้อยละ	2	3
สิ่งเจือปนอื่นๆไม่เกินร้อยละ	0	0.5

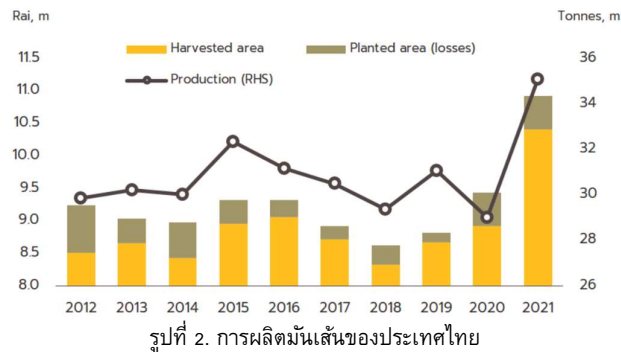
โดยปัจจุบันสถิติการส่งออกจากตลาดหลักมีการขยายตัวอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะที่จีนที่มีความต้องการมันเส้นมากขึ้น เพื่อชดเชยสต็อกข้าวโพดในจีนที่ลดลงจากการนำไปผลิตเป็นแอลกอฮอล์สำหรับเชื้อและเอทานอลซึ่งมีความต้องการเพิ่มมากขึ้นผลจากการระบาดของ COVID-19 ประกอบกับระดับราคาข้าวโพดที่เพิ่มสูง ซึ่งกรมเจรจาการค้าระหว่างประเทศ ได้มีการติดตามสถานการณ์การส่งออกผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังของไทย พบว่า การส่งออกในตลาดโลกขยายตัวได้ดีแม้เผชิญวิกฤติโควิด-19 โดยในปี 2563 ไทยส่งออกผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังสู่ตลาดโลกรวม 2,676 ล้านเหรียญสหรัฐ ขยายตัว 3% จากปี 2562 โดยเฉพาะส่งออกไปประเทศคูเวตที่ 18 ประเทศ ได้แก่ อาเซียน ออสเตรเลีย นิวซีแลนด์ จีน ญี่ปุ่น เกาหลีใต้ อินเดีย เปรู ชิลี และฮ่องกง มีมูลค่าสูงถึง 2,314 ล้านเหรียญสหรัฐ คิดเป็นสัดส่วน 86% ของมูลค่าการส่งออกผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังทั้งหมด ซึ่งขยายตัวถึง 5% เมื่อเทียบกับปี 2562

ข้อมูลจากกรมเจรจาการค้าระหว่างประเทศ สถิติปี 2563 พบว่า ผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังของไทยเป็นที่ต้องการของประเทศคูเวตที่ 18 เช่น จีน ต้องการนำเข้ามันสำปะหลังอัดเม็ด มันเส้น และแป้งมันสำปะหลังในสัดส่วนที่สูง อาเซียน ต้องการนำเข้าแป้งมันสำปะหลังและเด็กทรินและโมดิไฟด์สตาร์ชในสัดส่วนที่สูง ส่วนญี่ปุ่น เกาหลีใต้ ออสเตรเลีย และอินเดียนำเข้าเด็กทรินและโมดิไฟด์สตาร์ชในสัดส่วนถึง 67-99% และนิวซีแลนด์นำเข้ากากเหลือจากการผลิตสตาร์ชสูงถึง 64% (มดิชน, 2564)

วิจัยกรุงศรีคาดว่าอุตสาหกรรมมันสำปะหลังในปี 2566-2568 มีแนวโน้มเติบโตดี ตามทิศทางการขยายตัวของความต้องการใช้ในอุตสาหกรรมต่อเนื่องทั้งตลาดในประเทศ (โดยเฉพาะอุตสาหกรรมอาหารและอุตสาหกรรมเอทานอล) และตลาดส่งออก ตามการขยายตัวของตลาดจีนซึ่งเป็นตลาดหลัก จากแรงหนุนของ (1) ความต้องการในอุตสาหกรรมต่อเนื่องของจีน โดยเฉพาะอุตสาหกรรมเอทานอลที่ยังเติบโตตามการใช้พลังงาน อาหารสัตว์ และแอลกอฮอล์ที่ยังขยายตัวจากการระบาดของ COVID-19 เป็นระยะ และ (2) ความต้องการสต็อกสินค้าเพื่อความมั่นคงทางอาหารและพลังงานในตลาดส่งออกที่น่าจะยังมีอยู่จากความขัดแย้งระหว่างรัสเซีย-ยูเครนที่มีแนวโน้มยืดเยื้อ ปัจจัยท้าทายของอุตสาหกรรมนี้ ได้แก่ ปริมาณผลผลิตที่มีความไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศ และโรคระบาด (โรคใบด่างมันสำปะหลัง) รวมถึงด้านการตลาดที่ยังต้องพึ่งพาทลาดจีนเป็นหลัก

คาดว่าผู้ประกอบการในห่วงโซ่อุตสาหกรรมมันสำปะหลังโดยรวมจะ
ได้แรงหนุนจากความต้องการของอุตสาหกรรมต่อเนื่อง ทั้งจากตลาดใน
ประเทศและตลาดส่งออก เอื้อให้ผลประกอบการในปี 2566-2568 มีทิศทาง
เติบโต

ผู้ผลิตมันเส้น: รายได้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ตามการขยายตัว
ของความต้องการในตลาดจีนเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมต่อเนื่อง
ได้แก่ อุตสาหกรรมอาหาร เอทานอล แอลกอฮอล์ และอาหารสัตว์ ทำให้
ผู้ประกอบการยังมีโอกาสในการทำไร่ อย่างไรก็ตามผู้ส่งออกมันเส้นยังมี
ความเสี่ยงจากการแย่งชิงวัตถุดิบหัวมันสดภายในประเทศซึ่งอาจมีอุปทาน
ไม่เพียงพอ ประกอบกับการพึ่งพาดตลาดจีนในสัดส่วนสูง ทำให้ธุรกิจมีความ
อ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงคำสั่งซื้อของจีน และการเข้ามาแย่งตลาดจีน
ของประเทศ CLMV



แหล่งที่มา : Office of Agricultural Economics (OAE), Krungsri Research

3. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง “การศึกษาแนวทางการพัฒนารูปแบบการผลิตมันเส้น
สะอาด โดยใช้เครื่องอบมันเส้นเทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์” ผู้วิจัยได้
ดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. กรอบแนวคิดในการวิจัย
3. สมมติฐานทางสถิติ
4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การประมวลผลข้อมูล

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ วิศวกรผู้เชี่ยวชาญด้านการติดตั้งโซล่าเซลล์ จำนวน
4 ท่าน

กลุ่มตัวอย่าง คือ
กลุ่มประชากร

- สมาชิกในสมาคมโรงงานผู้ผลิตมันสำปะหลังภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
จ.นครราชสีมา
- กลุ่มตัวอย่าง
- ฟาร์มแห่งหนึ่ง ผลิตมันเส้น มันอบ อ. ครบุรี จ.นครราชสีมา

ขั้นตอนที่ 1 รวบรวมข้อมูลทุติยภูมิจากเอกสารข้อกำหนดโครงการติดตั้ง
อุปกรณ์โซลาร์สำหรับเครื่องอบมันเส้นและจากทีมที่ปรึกษาโครงการ ซึ่ง
ได้แก่ ข้อมูลดังต่อไปนี้ รายจ่ายต้นทุนโครงการ ข้อมูลต้นทุนก่อสร้าง
ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานต่อเดือน ระยะเวลาการดำเนินโครงการ การ

คำนวณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ (kWh/year) ตามความสามารถที่ได้ของ
เครื่องอบนั้นๆ และระยะเวลาในการคืนทุน

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีต่าง ๆ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา
ครั้งนี้

ขั้นตอนที่ 3 แบบสอบถามเชิงลึกกับผู้เชี่ยวชาญ

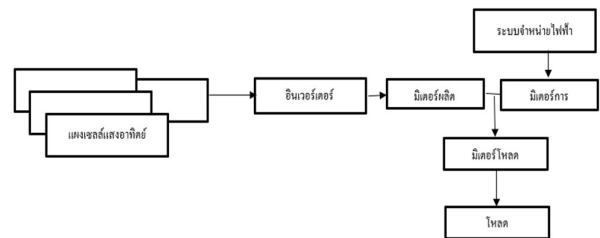
4. ผลการวิจัย

ผลการศึกษาทางเทคนิค

กระบวนการผลิต

ระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์สามารถผลิตไฟฟ้าได้เฉพาะ
ช่วงเวลาที่แสงแดด ดั้งนั้นในฤดูฝน หรือช่วงเวลาพลบค่ำที่ไม่มีแสงแดด
จึงมีโอกาที่ระบบผลิตไฟฟ้าจะไม่สามารถผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้งานภายใน
กิจการได้เพียงพอ ทำให้มีความจำเป็นจะต้องใช้ไฟฟ้าจากสายส่งของการ
ไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเพื่อให้กิจการสามารถดำเนินไปได้โดยไม่ติดขัดใน
กรณีที่ระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ไม่สามารถผลิตไฟฟ้าได้เพียงพอ
หรือขาดจนไม่สามารถใช้งานได้ใช้งานได้

ดังนั้นรูปแบบของระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ที่จะติดตั้ง
ภายในกิจการ จะเป็นแบบเชื่อมต่อเข้ากับระบบสายส่งของการไฟฟ้าดังรูป
ที่ 1 ทำให้สามารถใช้ไฟฟ้าร่วมกันระหว่างระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์
แสงอาทิตย์ และระบบไฟฟ้าจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคได้ เพื่อกรณีที่ระบบ
ไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ไม่สามารถผลิตไฟฟ้าได้ตามปกติเนื่องจากสภาพ
อากาศไม่เอื้ออำนวย หรือระบบผลิตไฟฟ้าชำรุด กิจการจะสามารถใช้
ไฟฟ้าจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเพื่อใช้ผลิตสินค้าได้โดยไม่ต้องหยุดระบบ
ผลิตสินค้า



รูปที่ 3. แผนภาพแบบกล่องสำหรับระบบผลิตไฟฟ้าแบบเชื่อมต่อบริษัท
จำหน่ายไฟฟ้า

กำลังการผลิตไฟฟ้าสูงสุดของระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์
สามารถคำนวณได้จากภาระงานของอุปกรณ์ทุกชนิดรวมกัน หรือระบุเป็น
ปริมาณไฟฟ้าที่ต้องการเชื่อมต่อกับสายส่ง โดยหน่วยที่ต้องใช้ในการ
คำนวณคือ หน่วย/วัน (kWh/d) จากข้อมูลการใช้ไฟฟ้าของกิจการที่ใช้เป็น
กรณีศึกษา พบว่าประวัติการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยต่อเดือนของแต่ละปี
2557 – 2560 อยู่ที่ 17,111, 17,462, 18,998 และ 19,233 หน่วย/เดือน
ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยคือ 18,201 หน่วย/เดือน และการใช้งานไฟฟ้า
สูงสุดของปี 2557 จำนวน 24,724 หน่วย/เดือน ปี 2558 จำนวน 25,584
หน่วย/เดือนปี 2559 จำนวน 27,096 หน่วย/เดือนและ ปี 2560 จำนวน
23,932 หน่วย/เดือน ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 25,334 หน่วย/เดือน จากข้อมูล
ดังกล่าวจะสามารถนำไปพิจารณาระบบที่ครอบคลุมการใช้งานไฟฟ้าสูงสุด
ของกิจการ และระบบที่ครอบคลุมเฉพาะการใช้งานไฟฟ้าโดยเฉลี่ย คือ
25,334 หน่วย/เดือน และ 18,201 หน่วย/เดือน ตามลำดับ จากข้อมูล
ดังกล่าวสามารถคำนวณหากำลังการผลิตไฟฟ้าสูงสุดที่ครอบคลุมการใช้

ไฟฟ้าสูงสุด และการใช้ไฟฟ้าโดยเฉลี่ยของกิจการได้ คือ ระบบผลิตไฟฟ้ากำลังการผลิต 170 กิโลวัตต์สูงสุด และ 120 กิโลวัตต์สูงสุด

ทำเลที่ตั้งของโครงการ

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์ในการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อใช้งานภายในโรงงานแปรรูปมันเส้น ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใช้พื้นที่ที่เป็นของกิจการ โดยพื้นที่อย่างน้อยที่จำเป็นในการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ คำนวณได้โดยใช้ข้อมูลจำนวนเซลล์แสงอาทิตย์จากหัวข้อการคำนวณหาปริมาณไฟฟ้าที่คาดว่าจะผลิตได้ต่อปี และพื้นที่ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์คือ แผงละ 2 ตารางเมตร พบว่า ระบบผลิตไฟฟ้ากำลังการผลิต 170 กิโลวัตต์สูงสุด ต้องการพื้นที่สำหรับโครงการเท่ากับ 1,460 ตารางเมตร และ 120 กิโลวัตต์สูงสุด ต้องการพื้นที่สำหรับโครงการเท่ากับ 1,040 ตารางเมตร โดยพื้นที่โครงการเป็นบริเวณพื้นที่ว่าง ตั้งอยู่ด้านหลังของพื้นที่จัดเก็บสินค้าและระบบผลิตขึ้นไม้สับ ซึ่งจะอยู่ใกล้กับหม้อแปลงไฟฟ้าที่จ่ายไฟให้กับระบบผลิตขึ้นไม้สับดังรูปที่ 2 ทำให้ระยะการเดินทางไฟจากระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ไปยังระบบไฟฟ้าที่มีอยู่เดิมของกิจการมีระยะไม่มาก ลักษณะของพื้นที่ดังกล่าวจะมีการปูพื้นด้วยคอนกรีตไว้แล้วขนาด 2,500 ตารางเมตร โดยมีความกว้างด้านของพื้นที่ด้านละ 50 เมตร ดังนั้นพิจารณาจากขนาดของพื้นที่ว่างนี้สามารถติดตั้งได้ทั้งระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์กำลังการผลิต 170 และ 120 กิโลวัตต์สูงสุด และระยะในการเดินสายไฟไม่มีความเหมาะสมที่จะใช้ในพื้นที่ติดตั้งโครงการผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้ในโครงการได้

ผลการศึกษางานการเงิน

ใช้ข้อมูลผลประโยชน์ที่ได้จากโครงการโดยคำนวณจากหน่วยไฟฟ้าที่คาดว่าจะผลิตได้ และค่าพลังงานไฟฟ้าของอัตราค่าไฟฟ้าตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Rate: TOU) และอัตราส่วนลด (Discount Rate) เท่ากับ 7.15% ต่อปี ในระยะเวลาของโครงการ 25 ปี ตามอายุการใช้งานของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ

มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ ของระบบ 170 กิโลวัตต์สูงสุด เท่ากับ 5,247,763.18 บาท และระบบ 120 กิโลวัตต์สูงสุด เท่ากับ 6,770,436.11 บาท

อัตราผลตอบแทนภายในจากการลงทุน

อัตราผลตอบแทนภายในจากการลงทุนของระบบ 170 กิโลวัตต์สูงสุด เท่ากับ 12.86% และระบบ 120 กิโลวัตต์สูงสุด เท่ากับ 17.37%

ระยะเวลาคืนทุน

ระยะเวลาคืนทุนของระบบ 170 กิโลวัตต์สูงสุด เท่ากับ 5.35 ปี และระบบ 120 กิโลวัตต์สูงสุด เท่ากับ 4.07 ปี

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาพบว่าขนาดของกำลังการผลิตไฟฟ้าที่เป็นตัวเลือกในการติดตั้งคือ ระบบที่มีกำลังการผลิตไฟฟ้า 170 กิโลวัตต์สูงสุด ประกอบด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์กำลังการผลิตสูงสุด 300 กิโลวัตต์สูงสุด จำนวน 608 แผง ต้นทุนในการลงทุน 7,648,300 บาท และ 120 กิโลวัตต์สูงสุด ประกอบด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์กำลังการผลิตสูงสุด 300 กิโลวัตต์สูงสุดจำนวน 430 แผง ต้นทุนในการลงทุน 5,398,800 บาท โดยปัจจัยหลักที่ใช้เป็นพื้นฐานในการคำนวณคือประวัติการใช้ไฟฟ้าย้อนหลังของกิจการ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2557 - พ.ศ. 2560

กระบวนการผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์จะเป็นแบบติดตั้งบนพื้นที่ยาวของกิจการ โดยรูปแบบของระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์นั้นเป็นแบบเชื่อมต่อกับสายไฟฟ้าเข้ากับระบบสายส่งของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เพื่อในกรณีที่ระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ไม่สามารถใช้งานได้ หรือไม่ สามารถผลิตไฟฟ้าได้เพียงพอต่อการใช้ไฟฟ้าภายในกิจการ ระบบจะสามารถกลับไปใช้ไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคได้ ทำให้เมื่อเกิดปัญหาผลิตไฟฟ้าไม่เพียงพอจึงไม่ส่งผลกระทบต่อระบบผลิตสินค้าของกิจการ

ทำเลที่ตั้งของโครงการอยู่ในพื้นที่ของกิจการ มีขนาดพื้นที่ 2,500 ตารางเมตร ซึ่งเพียงพอในการติดตั้งทั้งระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์กำลังการผลิต 170 กิโลวัตต์สูงสุด หรือ 120 กิโลวัตต์สูงสุด โดยพื้นที่ดังกล่าวอยู่บริเวณด้านทิศใต้ของส่วนผลิตมันเส้น และอยู่ใกล้กับส่วนของหม้อแปลงไฟฟ้าของกิจการ ทำให้ใช้สายไฟที่ไม่ต้องมีความยาวมากนัก นอกจากนี้ยังสามารถรับแสงแดดได้ตลอดทั้งวัน ดังนั้นพื้นที่ว่างบริเวณนี้จึงมีความเหมาะสมสำหรับติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์

ผลการศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงินที่อัตราคิดลดเท่ากับ 7.15% ต่อปี พบว่าระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์กำลังการผลิต 170 กิโลวัตต์สูงสุด สามารถผลิตไฟฟ้าและมีการลงทุนสูงกว่าระบบกำลังการผลิต 120 กิโลวัตต์สูงสุด แต่มูลค่าปัจจุบันสุทธิ ระยะเวลาคืนทุน และอัตราผลตอบแทนภายในของระบบกำลังการผลิต 120 กิโลวัตต์สูงสุด กลับให้ผลที่มีความจูงใจการการลงทุนสูงกว่า เนื่องจากว่าระบบที่มีกำลังการผลิต 170 กิโลวัตต์สูงสุดสามารถผลิตไฟฟ้าได้มากกว่า แต่กิจการไม่สามารถนำไฟฟ้าที่ผลิตมาไปใช้ได้ทั้งหมด ทำให้ไฟฟ้าบางส่วนไม่สามารถประเมินเป็นมูลค่าได้ ในจุดนี้ระบบผลิตนี้เกิดการลงทุนที่มากเกินไปจนเกินไป ทำให้ระบบกำลังการผลิต 120 กิโลวัตต์สูงสุด ที่แม้ว่าจะผลิตไฟฟ้าได้น้อยกว่า แต่ไฟฟ้าทุกหน่วยที่ผลิตได้กิจการสามารถนำไปใช้เป็นพลังงานที่ใช้ในระบบผลิตสินค้าได้ทั้งหมด และเมื่อเปรียบเทียบผลการศึกษานี้กับการศึกษาอิสระของ ธนา (2557) ที่ทำการศึกษารื่องการศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงินและการวิเคราะห์ความไวของโครงการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคาและ แพร (2556) ทำการศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุนโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์จากแผงโซลาร์เซลล์ ตำบลเชียงยืน อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี โดยทั้งสองการศึกษพบว่าโครงการจะมีความเป็นไปได้ในการลงทุนเมื่อมีการสนับสนุนจากรัฐบาล แต่โครงการในการศึกษาอิสระนี้ถึงแม้จะไม่ได้รับการสนับสนุนจากรัฐบาลก็ยังมีความเป็นไปได้ในการลงทุน เนื่องจากในโครงการนี้เป็นการติดตั้งเพื่อใช้งานภายในโรงงานแปรรูปมันเส้น ดังนั้นการคำนวณผลประโยชน์ของโครงการ จะเป็นการคำนวณจากราคาค่าพลังงานไฟฟ้าที่กิจการได้จ่ายให้กับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค แทนที่จะคำนวณจากรายรับของโครงการที่เกิดขึ้น โดยราคาค่าพลังงานที่กิจการกรณีศึกษาใช้อยู่เป็นไปตามอัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Rate: TOU) ซึ่งราคาค่าพลังงานไฟฟ้าตามอัตราดังกล่าว มีค่าใกล้เคียงกับราคาซื้อไฟฟ้าในกรณีที่รัฐบาลสนับสนุนโครงการในปี 2556 ด้วยเหตุนี้จึงทำให้โครงการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ในโรงงานแปรรูปมันเส้นสำหรับมีความเป็นไปได้ในการลงทุน

6. สรุปและอภิปรายผล

จากผลการศึกษาความเป็นไปได้ด้านการเงิน พบว่าระบบผลิตไฟฟ้าที่มีกำลังการผลิต 120 กิโลวัตต์ มีความน่าสนใจในการลงทุนมากกว่าระบบ

ผลิตไฟฟ้าที่มีกำลังการผลิต 170 กิโลวัตต์สูงสุด เนื่องจาก ระบบที่มีกำลังการผลิต 120 กิโลวัตต์สูงสุด มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิสูงกว่า ในขณะที่ลงทุนน้อยกว่า และมีระยะเวลาคืนทุนสั้นกว่า นอกจากนี้ยังให้อัตราผลตอบแทนภายในที่สูงกว่า ดังนั้นระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีกำลังการผลิต 120 กิโลวัตต์สูงสุดจึงเป็นตัวเลือกสำหรับการศึกษารุ่นนี้

ผลจากการค้นคว้าอิสระครั้งนี้ เป็นเพียงการศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุนเบื้องต้นก่อนตัดสินใจลงทุนเท่านั้น ไม่ได้รวมการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ (Sensibility Analysis) เช่น ตัวแปรทางสภาพอากาศ ในฤดูฝน มูลค่าที่ดิน และตัวแปรอื่น ๆ ที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา จึงมีโอกาสดำเนินการศึกษาค่าที่ให้มีค่าเกินจากความเป็นจริง

6. กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยเรื่องการศึกษาแนวทางในการปรับปรุงแบบการผลิตและการพัฒนาเครื่องอบมันเส้นสะอาดโดยใช้เทคโนโลยีเซลล์แสงอาทิตย์สามารถดำเนินการจนประสบความสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์ จาก ผศ.ดร.กานต์ ยงศิริวิทย์ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาความรู้ ข้อคิด ข้อเสนอแนะ และปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ จนกระทั่งการวิจัยครั้งนี้สำเร็จเรียบร้อยด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วนร่วมในการให้ความรู้ด้านเทคนิคและด้านเศรษฐศาสตร์ อีกทั้งด้านวิศวกรรม

ขอขอบคุณเกษตรกรผู้ประกอบการด้านการผลิตมันเส้นที่ให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณเพื่อนร่วมงานทุกคนที่อำนวยความสะดวกและช่วยเหลือในการทำวิจัยในครั้งนี้

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยหวังว่าวิจัยฉบับนี้คงเป็นประโยชน์สำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและผู้สนใจศึกษาต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- [1] ณิชากัทธ วิสุทธิปราณี, ศึกษารูปแบบและการจัดการระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ถอดบทเรียนความสำเร็จและปัจจัยที่มีผลต่อการจัดการระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ในชุมชน, สิงห์บุรี, สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์. สำนักบรรณสารการพัฒนา,2560
- [2] อรรถพล เทวพัฒนรัตน์, ศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุนโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ โดยศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงินและทางด้านเศรษฐศาสตร์,กรุงเทพฯ,2558
- [3] เชษฐวุฒิ ศรีสะอาด*ดร.พรพิพัฒน์ แก้วเกล้า, ศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุนติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ โดยขอบเขตในการศึกษาได้พัฒนาจากงานวิจัยที่ผ่านมาที่เกี่ยวข้องกับกำลังการผลิตไฟฟ้าสูงสุด และดัชนีทางการเงิน,มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี,2561
- [4] ธนา เมธนาวิณ, การศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงินและการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา,มหาวิทยาลัยขอนแก่น,2557
- [5] แพร ไซโรษภฎร์, การศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุนโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์จากแผงโซลาร์เซลล์,2556

- [6] ญาณยุทธ์ พลุสุกุลวง และคณะ, การศึกษาความเป็นไปได้ในการสร้างโรงงานไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์
กรณีศึกษา: อำเภออุตุวัง จังหวัดมหาสารคาม,2557
- [7] ธัชชา สามพิมพ์, การประเมินผลตอบแทนทางการเงินของโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ภายใต้นโยบายสนับสนุนส่วนเพิ่มอัตราค่าบริการซื้อไฟฟ้าโดยภาครัฐ, มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช, 2563
- [8] มนตรี เปรมเจริญ, การศึกษาความเป็นไปได้ทางเทคนิคในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์ในงานระบบประปาของอาคารขนาดใหญ่: กรณีศึกษาอาคารขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในจังหวัดนครปฐม, มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2559

การจำแนกโรคในใบพืชด้วยวิชันทรานฟอร์มเมอร์

Plant Disease Classification with Vision Transformer

1st นรวิชัย สวัสดิ์

Norawish Sawasdee

วิทยาลัยนวัตกรรมดิจิทัลเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยรังสิต

College of Digital Technology Innovation

Rangsit University

Pathum Thani, Thailand

norawish.s65@rsu.ac.th

2nd อภิชา ดีอารมย์

Apicha Deearom

วิทยาลัยนวัตกรรมดิจิทัลเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยรังสิต

College of Digital Technology Innovation

Rangsit University

Pathum Thani, Thailand

apicha.d67@rsu.ac.th

3rd ภาคภูมิ ชัยศิริประเสริฐ

Parkpoom Chairirprasert

วิทยาลัยนวัตกรรมดิจิทัลเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยรังสิต

College of Digital Technology Innovation

Rangsit University

Pathum Thani, Thailand

parkpoom.c@rsu.ac.th

บทคัดย่อ — การเพาะปลูกพืชทางการเกษตรต้องการการดูแลรักษาที่ดีเพื่อลดความเสี่ยงจากการเกิดโรคพืชที่อาจส่งผลกระทบต่อผลผลิตอย่างรุนแรง งานวิจัยนี้มีเป้าหมายในการตรวจจับและจำแนกโรคในใบพืชโดยการสกัดคุณลักษณะเฉพาะจากภาพถ่ายของใบพืช ผู้วิจัยได้ใช้ชุดข้อมูลที่ประกอบด้วยภาพของใบพืช 7 สายพันธุ์ โดยที่พืชแต่ละสายพันธุ์ประกอบไปด้วยโรค 3 ชนิด รวมทั้งหมด 21,733 ภาพ ขั้นตอนสำคัญเริ่มจากการปรับขนาดและคุณภาพของภาพด้วยการปรับความสว่างและความคมชัด จากนั้นทำการแปลงค่าสีภาพเป็นระบบสี (CIE Lab color space) และใช้การจัดกลุ่มข้อมูลด้วยอัลกอริทึม K-means เพื่อเห็นลักษณะสำคัญของภาพเมื่อได้ข้อมูลที่ผ่านการประมวลผลแล้วจึงนำเข้าสู่กระบวนการเรียนรู้ของเครื่อง งานวิจัยนี้ใช้แบบจำลอง Vision Transformer (ViT) ที่สามารถตรวจจับและจำแนกลักษณะของโรคในใบพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ เทคโนโลยีนี้จะช่วยให้การตรวจพบโรคในใบพืชตั้งแต่ระยะแรกเริ่มเป็นไปได้ อย่างแม่นยำ เพิ่มโอกาสในการป้องกันและลดความเสียหายของพืชผล ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการเกษตรและเศรษฐกิจโดยรวม จากผลการทดลองชี้ให้เห็นว่าการตรวจจับโรคของใบพืชจากชุดข้อมูลที่ผ่านกระบวนการ CIE LAB และ K-means มีค่าความแม่นยำอยู่ที่ 82.7%

คำสำคัญ — โรคในใบพืช, CIE Lab color space, K-means, Vision Transformer

ABSTRACT — Agricultural crop cultivation requires proper care to reduce the risk of plant diseases that can severely affect crop yields. This research aims to detect and classify diseases in plant leaves by extracting specific features from images of plant leaves. The researchers used a dataset consisting of images of leaves from 7 plant species, with each species containing 3 types of diseases, for a total of 21,733 images. The key steps began with resizing and adjusting the quality of the images by modifying brightness and contrast. Then, the color values of the images were converted into the CIE Lab color space, and K-means clustering was applied to highlight key features of the images. Once the data had been processed, it was fed into the machine learning (ML) process. In this study, a Vision Transformer (ViT) model was used to detect and efficiently classify disease characteristics in plant leaves. This technology will enable the early detection of plant leaf

diseases with high accuracy, increasing the chances of prevention and reducing crop damage. This is beneficial for both agriculture and the economy. The experimental results indicated that the detection accuracy of plant leaf diseases from the dataset processed through CIE LAB and K-means achieved an accuracy rate of 82.7%.

Keywords — plant diseases, CIE LAB, K-means, Vision Transformer

1. บทนำ

พืชทางการเกษตรของไทย มีบทบาทสำคัญต่อเศรษฐกิจและวิถีชีวิตของคนไทยซึ่งเป็นแหล่งรายได้หลักของเกษตรกรและมีส่วนสำคัญในการส่งออกสินค้าเกษตรไปทั่วโลก อย่างไรก็ตามพืชเหล่านี้มักเผชิญกับปัญหาโรคพืชที่สามารถสร้างความเสียหายต่อผลผลิตได้อย่างมากมาย โรคในพืชถือเป็นศัตรูตัวฉกาจที่สามารถทำลายพืชผลได้อย่างรวดเร็วและแพร่กระจายได้ง่าย ส่งผลให้เกษตรกรสูญเสียรายได้และเกิดผลกระทบทางเศรษฐกิจ การพัฒนาวิธีการตรวจจับโรคในใบพืชอย่างมีประสิทธิภาพจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งในการลดความเสี่ยงจากการสูญเสียผลผลิต เทคโนโลยีสมัยใหม่ เช่น การใช้คอมพิวเตอร์วิชันและการวิเคราะห์ภาพ ที่สามารถช่วยให้ตรวจพบโรคในใบพืชได้ตั้งแต่ระยะแรกเริ่มของโรค ทำให้เกษตรกรสามารถดำเนินการป้องกันได้อย่างทันเวลาที่ เพื่อลดความเสียหายและเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเพาะปลูก

2. งานที่เกี่ยวข้อง

S. T. Yeasin Ramadan et al [1] นำเสนอวิธีการแก้ไขปัญหาโรคในใบของข้าวโพด จึงจำเป็นต้องมีเทคนิคการตรวจจับโรคที่แม่นยำ อย่างไรก็ตาม การขาดแคลนชุดข้อมูลเป็นอุปสรรคสำคัญ ได้มีการเสนอแนวทางใหม่ที่ใช้ภาพสังเคราะห์จาก CycleGAN เพื่อเสริมชุดข้อมูลที่จำกัด โมเดลการเรียนรู้เชิงลึก เช่น ResNet50V2, DenseNet169, VGG16, VGG19, Xception, MobileNetV2 และโมเดล Vision Transformer ที่เกิดขึ้นใหม่ ได้รับการประเมิน ผลการทดลองแสดงว่า DenseNet169 มีประสิทธิภาพดีกว่า โดยมีความแม่นยำถึง 98.48% โดยเฉพาะเมื่อฝึกอบรมบนชุดข้อมูลที่เสริมด้วย CycleGAN การศึกษานี้ขยายการวินิจฉัยโรคใบข้าวโพดและตั้งค่า DenseNet169 เป็นโมเดลที่เหมาะสมสำหรับการระบุโรคอย่างแม่นยำ

ปัญญาประดิษฐ์ได้ปฏิวัติวงการ การจำแนกโรคในพืชผลมะเขือเทศ งานวิจัยนี้ R. Golash et al [2] ได้สำรวจวิธีการในกระบวนการทำงานของโมเดลสามตัว ได้แก่ Resnet101, EfficientNetB7 และ Vision Transformer โมเดลเหล่านี้ถูกใช้ในการจำแนกโรคในต้นมะเขือเทศและสามารถถอดรหัสความถี่ของแบบจำลองโดยเหล่านี้ได้สองโดยการใช้อัลกอริทึมของ Explainable Artificial Intelligence คือ GuidedGradCAM และ Integrated Gradients ผลลัพธ์ของโมเดล EfficientNet-B7 แสดงให้เห็นความแม่นยำที่ได้ถึง 99.84% ในขณะที่ Resnet101 มีความแม่นยำที่ 95.23% และ Vision Transformer มีความแม่นยำที่ 77.76% งานวิจัยนี้เปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดล CNN สองตัวและ Transformer โดยประเมินการสูญเสียในการตรวจสอบและความแม่นยำ การทำความเข้าใจความเข้าใจได้ของโมเดลสามารถสร้างความไว้วางใจของผู้ปฏิบัติงานในคำตัดสินที่ขับเคลื่อนด้วยเครื่องจักร ช่วยให้สามารถตรวจจับและจำแนกโรคได้ตั้งแต่ระยะแรก ป้องกันความสูญเสียทางเศรษฐกิจและผลผลิตที่สำคัญ

อาหารเป็นความต้องการพื้นฐานของมนุษย์ และเมื่อประชากรโลกเพิ่มขึ้น ประสิทธิภาพการผลิตทางการเกษตรได้รับผลกระทบจากโรคพืช การจัดการที่ไม่ดีอาจนำไปสู่การสูญเสียที่สำคัญในด้านการผลิต เวลา ค่าใช้จ่าย และคุณภาพของผลิตภัณฑ์ การติดตามการเจริญเติบโตของพืชเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการเพาะปลูกที่ประสบความสำเร็จ เทคนิคอัตโนมัติสำหรับการตรวจจับโรคพืชสามารถลดแรงงานและตรวจจับโรค P. K. Illa et al [3] ได้ตั้งแต่วาระแรก Machine Learning และ Deep Learning ได้ถูกศึกษา โดยอัลกอริทึมการเรียนรู้เชิงลึกมีประสิทธิภาพมากกว่าในการตรวจจับโรคพืช ใน Deep Learning (DL) จะช่วยให้สามารถรับรู้โรคพืชจากภาพได้ ซึ่งเป็นการรับประกันความเป็นอยู่ที่ดีของประชากรทั่วโลก

V. R. N. Murthy Teki et al [4] นำเสนอโมเดล Transformer สองตัว ได้แก่ Vision Transformer (ViT) และ Shifted Window Transformer (Swin) สำหรับการตรวจจับโรคใบขาวแต่ตั้งแต่วาระแรก โดยใช้ภาพความร้อน โมเดลเหล่านี้มีความแม่นยำในการระบุและจำแนกโรคที่ 94% และ 98% ตามลำดับ โมเดล Swin Transformer มีความโดดเด่นในด้านการแบ่งเซมานติก โดยใช้ Windows เพื่อจำแนกพืชเซล

พืชมันฝรั่งเผชิญกับโรคใบที่ส่งผลกระทบต่อผลผลิตและคุณภาพของพืชผล การตรวจสอบด้วยมือมีความยุ่งยาก ทำให้จำเป็นต้องมีวิธีการอัตโนมัติของ Machine Learning และโมเดล CNN แสดงศักยภาพในการตรวจจับโรค แต่การใช้ Big Transfer (BiT) และ Vision Transformer (ViT) ในการจำแนกโรคใบมันฝรั่งมีความจำกัด งานวิจัยนี้ R. Jahangir et al [5] ได้เปรียบเทียบโมเดล BiT และ ViT โดยพบว่า BiT มีประสิทธิภาพดีกว่า ViT ในด้าน Precision Recall และ F1-score

J. Feng and X. Xu [6] ได้สำรวจการใช้สถาปัตยกรรมโมเดล Vision Transformer (ViT) ในภาคเกษตรกรรม โดยสามารถบรรลุความแม่นยำในการจำแนกประเภทที่สูงถึง 95.1% สำหรับการจำแนกประเภทกล้วยไม้ การตีความของโมเดลได้รับการเสริมโดยใช้ Explainable Artificial Intelligence ผลลัพธ์แสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการใช้ ViTs สำหรับความเป็นไปได้เฉพาะด้านและมีส่วนช่วยในการพัฒนาเครื่องมือ AI ในภาคเกษตรกรรมที่ยั่งยืน

Swin Transformer เป็นโมเดลการเรียนรู้เชิงลึกที่อิงตาม L. -H. Li and R. Tanone [7] ได้ใช้สถาปัตยกรรม Transformer ในงานวิจัยนี้เพื่อระบุโรค

ใบมันฝรั่ง โมเดลนี้มีประสิทธิภาพและแม่นยำ สามารถบรรลุอัตราความแม่นยำที่ 97.70% เมื่อฝึกอบรวมโดยใช้ค่า Precision Recall และ F1 score สิ่งนี้แสดงให้เห็นว่าการใช้โมเดล Swin Transformer สำหรับการตรวจจับโรคใบมันฝรั่งอาจเป็นแนวทางใหม่ในงานวิจัยด้านการเกษตร

การใช้ Support Vector Machine (SVM) และ Convolutional Neural Network (CNN) ร่วมกับ Vision Transformers T. Akinosun and O. Nibouche [8] ได้ใช้โมเดลสำหรับการตรวจจับและจำแนกโรคราสนิม ใบข้าวสาลี ผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่า CNN ที่ร่วมกับ ViT มีความแม่นยำในการจำแนกประเภทสูงที่สุดที่ 98.3% ขณะที่ CNN ที่มีความแม่นยำ 95.97% แม้ว่า CNN จะใช้เวลาการปรับค่าพารามิเตอร์ที่เร็วกว่าก็ตามและ SVM สามารถบรรลุความแม่นยำที่ 91.7% ซึ่งทำให้เหมาะสมสำหรับชุดข้อมูลภาพที่มีขนาดเล็กถึงขนาดกลาง

A. Tabbakh and S. S. Barpanda [9] นำเสนอแนวทางใหม่สำหรับการสกัดคุณลักษณะเชิงลึกและการจำแนกใบพืชที่มีโรค ภาคเกษตรกรรมเผชิญกับการสูญเสียผลผลิตทางการเกษตรอย่าง มีนัยที่สำคัญเนื่องจากโรคพืช ทำให้โมเดลไฮบริด TLMViT ถูกเสนอขึ้นสำหรับการจำแนกโรคพืช โดยใช้โมเดลที่อิงจากการถ่ายโอนการเรียนรู้และ Vision Transformer โมเดลนี้ใช้ชุดข้อมูล PlantVillage และข้าวสาลี การขยายภาพ การสกัดคุณลักษณะของใบพืช และตัวจำแนกประเภท MLP โดย TLMViT มีความแม่นยำในการตรวจสอบที่ 98.81% และ 99.86% ซึ่งเพิ่มขึ้น 1.11% และ 1.099% เมื่อเปรียบเทียบกับสถาปัตยกรรมที่ผ่านการฝึกมาก่อน

S. K. Sharma and D. K. Vishwakarma [10] นำเสนอกลยุทธ์ที่เป็นพืชผลสำคัญในอินเดีย โดยการขาดสารอาหารเป็นหนึ่งในปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อเจริญเติบโตและผลผลิตของต้นกล้วย การระบุการขาดสารอาหารในระยะเริ่มต้นช่วยป้องกันโรคและลดผลกระทบ ในการศึกษาเสนอการใช้ Vision Transformers เพื่อจำแนกประเภทของการขาดสารอาหารในใบกล้วย โดยโมเดลที่สามารถตรวจจับผลผลิตทั้งหมดในระดับเฉพาะและทั่วไประหว่างภาพ ส่งผลให้ความแม่นยำในการจำแนกอยู่ที่ 90% บนชุดข้อมูลที่มีภาพใบกล้วยกว่า 7,000 ภาพจากมหาวิทยาลัย Maland ประเทศอินเดีย ซึ่งประกอบด้วยภาพขาดสารอาหาร 8 ประเภท

การใช้โมเดลอัตโนมัติที่มีโครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้นเพื่อจำแนกโรคใบขาวโพดโดย G. Pandey et al [11] ได้ใช้ชุดข้อมูลออนไลน์ โมเดลนี้ใช้ภาพจำนวน 4,187 ภาพ และมีแม่นยำในการจำแนกประเภทที่ 93.28% แนวทางนี้มีความมุ่งหวังเพื่อที่จะช่วยเกษตรกรในการระบุโรค ทำให้สามารถดำเนินการที่เหมาะสมเพื่อป้องกันพืชผลโดยใช้สารกำจัดศัตรูพืชที่แนะนำ ซึ่งในที่สุดจะช่วยปรับปรุงคุณภาพผลผลิตทางการเกษตร

การทบทวนแนวทางของ Machine Learning สำหรับการตรวจจับโรคพืช โดยการศึกษาของ S. A. Patil et al [12] เน้นไปที่ศักยภาพของการเรียนรู้ของ Machine Learning ในการวินิจฉัยโรคตั้งแต่ระยะแรก และการจัดการโรคอย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงความก้าวหน้าที่สำคัญในด้านการเกษตรอัจฉริยะ

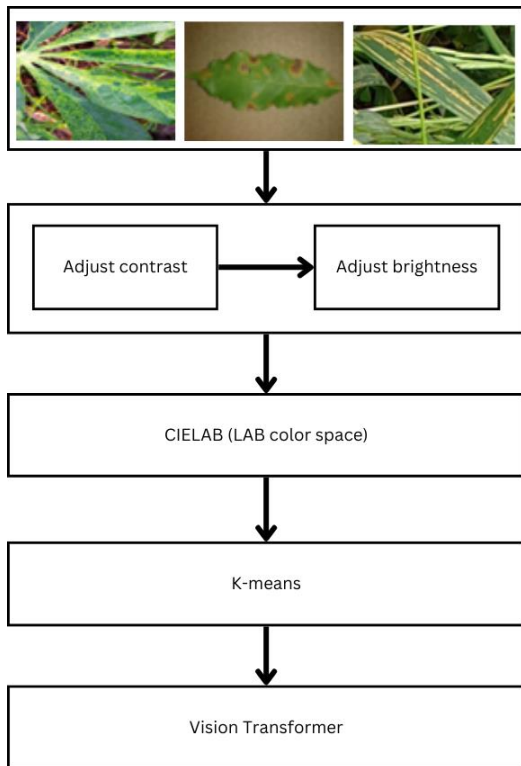
A. Sundaraj et al [13] ได้นำเสนอแนวทางใหม่ในการระบุโรคในภาคเกษตร โดยใช้สถาปัตยกรรม Vision Transformer (ViT) โมเดลนี้ใช้ชุดข้อมูลที่หลากหลายซึ่งประกอบด้วยภาพพืชที่มีโรคและพืชที่สุขภาพดี และมีความแม่นยำในการระบุและจำแนกโรคอยู่ที่ 94% วิธีการนี้มีศักยภาพในการปรับปรุงแนวปฏิบัติในการจัดการพืชผลและลดการสูญเสียผลผลิตที่อาจเกิดขึ้น

โรคพืชมีผลกระทบที่สำคัญต่อผลผลิตและคุณภาพของพืชผล แต่การวินิจฉัยที่ไม่ถูกต้องอาจนำไปสู่การใช้สารกำจัดศัตรูพืชที่ไม่เหมาะสม งานนี้ S. Rangeetha et al [14] ได้ใช้ K-Means Clustering, GLCM, และอัลกอริทึม MultiSVM เพื่อตรวจจับโรคที่ส่งผลกระทบต่อใบอ่อน คำนวณพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบ และเปิดใช้งานมอเตอร์สารกำจัดศัตรูพืชโดยอัตโนมัติเมื่อมีการระบุโรค

แม้จะมีความก้าวหน้าในการป้องกันโรคพืช แต่โรคในข้าวโพดยังคงเป็นปัญหาสำหรับเกษตรกร งานวิจัยนี้ I. R. S. Evangelista et al [15] ได้พัฒนาระบบตรวจจับและจำแนกโรคข้าวโพดโดยใช้ EfficientNetV2 พร้อมอัลกอริทึมที่สามารถประเมินความรุนแรงของโรค ชุดข้อมูลที่ใช้ในการฝึกเป็นโรคข้าวโพดทั่วไปและความรุนแรงของโรค โมเดล EfficientNetV2B2 สามารถทำงานได้ดีที่สุดในการจำแนกโรคด้วยความแม่นยำ 95.74% ในขณะที่ EfficientNetV2B3 ทำงานได้ดีที่สุดในการประเมินความรุนแรงของโรคที่ 98.73% และ EfficientNetV2S มีความแม่นยำสูงสุดที่ 99.52% กับชุดข้อมูล Plant Village

3. วิธีการ

ในการดูแลพืชที่เหมาะสมถือเป็นสิ่งสำคัญในการเพาะปลูกพืชทางการเกษตร มิฉะนั้นอาจทำให้เกิดโรคต่างๆในพืชผลได้ ในงานวิจัยนี้ ขั้นตอนสำคัญที่สุดคือการสกัดคุณลักษณะเฉพาะจากใบพืชเพื่อหาโรคในใบพืช โดยเริ่มจากการนำเข้าชุดข้อมูล (Dataset) ของโรคต่างๆ จากใบพืชที่เกิดขึ้นในแต่ละชนิด จากนั้นจะทำการปรับขนาดเพื่อให้แน่ใจว่ามีความเหมาะสมในการตรวจจับและจำแนกโรคของพืช ในขั้นตอนถัดไปจะใช้ชุดข้อมูลผ่านการประมวลผลใหม่ที่ได้มาเพื่อเข้าสู่กระบวนการต่อไปในการสกัดคุณลักษณะเพื่อฝึกโมเดล รายละเอียดของขั้นตอนการทำงานในแต่ละขั้นตอนจะแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1. แผนผังการทำงานของระบบ

- ขั้นตอนแรกจะนำชุดข้อมูลมาแบ่งออกเป็นหมวดหมู่ต่างๆ ตามรูปแบบของโรคในใบพืช โดยในขั้นตอนนี้จะเริ่มจากการ ปรับความสว่างและความคมชัด เพื่อให้ชุดข้อมูลมีความเหมาะสมในการนำไปใช้ใน ผู้วิจัยจึงใช้ LAB color space เพื่อจัดกลุ่มสีของชุดข้อมูล ในลำดับต่อมาชุดข้อมูลที่ผ่านมากระบวนการ Lab color space แล้วเข้าสู่อัลกอริทึม K-means ในการ ประมวลผลภาพโดยใช้การลดจำนวนสีและการแบ่งส่วนภาพเพื่อเพิ่มลักษณะเด่นของรูปภาพ

3.1. การกำหนดคลาสของรูปภาพ

การกำหนดคลาสของรูปภาพโดยใช้วิธี Classification Labeling เพื่อใช้ในการระบุสายพันธุ์ของพืชและโรคที่อยู่ในใบพืชด้วยชื่อเฉพาะจากนั้นรูปภาพที่ได้ผ่านการระบุแล้วจะนำไปใช้ในการฝึกโมเดล Machine Learning ซึ่งจะทำให้โมเดลสามารถจดจำและจัดประเภทโรคในพืชได้โดยอัตโนมัติตามลักษณะของโรคในใบพืชได้

3.2. การทำงานของ Lab color space

Lab color space เป็นระบบสีที่พัฒนาโดยหน่วยงานระหว่างประเทศ CIE (Commission Internationale de l'Éclairage) เพื่อแสดงสีในรูปแบบที่สอดคล้องกับการมองเห็นของมนุษย์มากขึ้น โดยระบบนี้จะอิงกับการรับรู้สีของสายตามนุษย์ และถูกออกแบบมาให้แสดงถึงความต่างของสีในลักษณะที่สามารถเปรียบเทียบกันได้อย่างชัดเจนกว่าระบบสีแบบอื่น โดยจะนำค่าสี RGB หรือ BGR จากภาพโรคในใบพืชมาทำการแปลงค่าเป็นค่า XYZ color space เพื่อที่จะนำค่า XYZ มาแปลงเป็นค่า Lab color space

การทำงานของ Lab color space [16] โดยการวัดค่าสีจะใช้เครื่องมือในการวัดสี เช่น สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ จะวัดค่าสะท้อนแสงของวัตถุแปลงค่าเป็น ข้อมูลค่าสะท้อนแสงจะถูกแปลงเป็นค่าไตรสตีมูลัส (X,Y,Z) คำนวณค่า Lab* ค่าไตรสตีมูลัสจะถูกแปลงเป็นค่า Lab* L*: บ่งบอกความสว่าง (0 = ดำ, 100 = ขาว), a*: บ่งบอกแดง (-a* = เขียว, +a* = แดง), b*: บ่งบอกโทนสี (-b* = น้ำเงิน, +b* = เหลือง) การใช้ค่าในระบบพิกัด L*a*b* ทำให้สามารถคำนวณความแตกต่างระหว่างสีต่างๆ ซึ่งช่วยให้สามารถควบคุมคุณภาพสีได้แม่นยำยิ่งขึ้นและประเมินความแตกต่างของสีได้

3.3. อัลกอริทึม K-means

K-means [15] เป็นอัลกอริทึมสำหรับการแบ่งกลุ่มข้อมูล (clustering) โดยจะกำหนดจำนวนคลัสเตอร์ (K) ตามที่ต้องการ เช่น K = 3 เพื่อแบ่งข้อมูลเป็น 3 กลุ่ม อัลกอริทึมเริ่มจากการสุ่มจุดศูนย์กลางเริ่มต้นจำนวน K จุด จากนั้นคำนวณระยะทางระหว่างจุดข้อมูลกับจุดศูนย์กลางและจัดกลุ่มข้อมูลตามระยะทางที่ใกล้ที่สุด เมื่อจัดกลุ่มแล้ว จะอัปเดตจุดศูนย์กลางใหม่โดยเฉลี่ยค่าของจุดข้อมูลในกลุ่ม กระบวนการนี้ทำซ้ำจนกว่าจุดศูนย์กลางจะคงที่หรือเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย

3.4. โมเดล Vision Transformer








เป็นแบบจำลอง ViT [10] เพื่อการตรวจจับโรคในพืชจากภาพถ่ายใบพืช แบบจำลองนี้มีโครงสร้างที่ซับซ้อนและใช้เทคนิคการแยกแยะลักษณะเฉพาะของภาพผ่านกระบวนการการเรียนรู้แบบ attention ซึ่งช่วยให้สามารถจับลักษณะสำคัญของใบพืชได้อย่างแม่นยำ ไม่ว่าจะในรูปแบบลวดลาย หรือสีของใบที่ผิดปกติ ViT สามารถตรวจจับอาการต่างๆ เช่น การเปลี่ยนสีของใบ จุดต่าง หรือร่องรอยที่เกิดจากเชื้อโรคในใบพืช จากนั้นจึงวิเคราะห์และจำแนกว่าใบพืชเหล่านั้นติดเชื้อโรคชนิดใด

4. การทดลอง

4.1. การเตรียมชุดข้อมูล

ขั้นตอนแรกเริ่มจากการใช้ชุดข้อมูลโรคในใบพืช ซึ่งมีรูปภาพจำนวน 21,733 รูป จากเว็บไซต์ Kaggle โดยแบ่งออกเป็น 7 สายพันธุ์ได้แก่ มันสำปะหลัง, กาแฟ, ข้าวโพด, ปาล์ม, ข้าว, อ้อย และข้าวสาลี ซึ่งในแต่ละสายพันธุ์จะมีโรคอยู่ สายพันธุ์ละ 3 โรค ซึ่งแบ่งเป็นชุดข้อมูลไว้ฝึก ชุดข้อมูลไว้ตรวจสอบ และชุดทดสอบในอัตราส่วน 70:20:10 ตามลำดับโดยมี 15,213 ภาพ สำหรับฝึก 4,347 ภาพสำหรับตรวจสอบ และ 2,173 ภาพสำหรับทดสอบ จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นตัวอย่างชุดข้อมูลโรคในใบพืชที่ใช้ในการทดสอบ

ตารางที่ 1. ตัวอย่างตารางชุดข้อมูลโรคในใบพืช

ชื่อสายพันธุ์และโรค	ชุดข้อมูลสายพันธุ์และโรค
Cassava Mosaic	
Coffee Rust	
Corn Gray leaf spot	
Palm Brownspots	
Rice Hispa	
Sugarcane Red Rot	
Wheat Yellow Rust	

หลังจากได้ชุดข้อมูลรูปภาพทั้งหมดแล้ว ทำการปรับขนาดของรูปภาพให้มีขนาดเท่ากันทุกภาพโดยปรับขนาดเป็น 500x600 พิกเซล และปรับความคมชัดและความสว่างของรูปภาพ เพื่อให้ภาพมีความชัดเจนและมีความสว่างที่เหมาะสมโดยใช้ฟังก์ชัน `convertScaleAbs` เพื่อให้รูปภาพที่ใช้มีความเหมาะสมสำหรับการเทรนโมเดล

4.2. การใช้ Lab color space ในการปรับภาพ

หลังจากการเตรียมชุดข้อมูลแล้ว ขั้นตอนต่อไปเป็นการปรับค่าสีของภาพโดยใช้ Lab color space ซึ่งเป็นพื้นที่สีที่ให้ความสามารถในการควบคุมความสว่างและค่าสีที่แตกต่างกันได้โดยแปลงรูปภาพจาก RGB Color Space ไปยัง Lab Color Space เพื่อที่จะช่วยปรับค่าสีให้เหมาะสมกับการประมวลผลที่ซับซ้อนโดยผลลัพธ์จะแสดงในรูปที่ 2












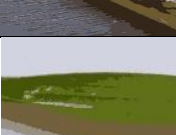








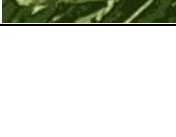


รูปที่ 2. ผลลัพธ์จาก Lab color space

4.3. การใช้ K-means ในหาคุณลักษณะเด่น

หลังจากได้ทำการปรับค่าสีของภาพโดยใช้ Lab color space แล้วในขั้นตอนต่อมาใช้เทคนิค K-means clustering เพื่อลดจำนวนสีที่ต่างกันในรูปภาพโดยการแบ่งพื้นที่สีในรูปภาพออกเป็นกลุ่ม เพื่อที่จะช่วยในการปรับโทนสีของภาพ และลดความซับซ้อนของสีลง จะทำให้ภาพมีการแบ่งสัดส่วนที่ชัดเจนมากขึ้น โดยจะแสดงผลลัพธ์ของชุดข้อมูลที่ไม่ผ่านกระบวนการประมวลผลคือ Data A และ ชุดข้อมูลที่ผ่านมากระบวนการประมวลผลแล้วคือ Data B ดังตัวอย่างในตารางที่ 2

ตารางที่ 2. ชุดข้อมูลต้นฉบับและชุดข้อมูลที่ผ่านมากระบวนการ K-MEANS

	Data A	Data B
		
		
		
		
		
		
		

4.4. การฝึกข้อมูลและการตรวจจับ

ในขั้นตอนสุดท้ายเป็นการนำชุดข้อมูลรูปภาพที่ได้จากการผ่านกระบวนการทุกขั้นตอนมาเรียบร้อยแล้วนำมาใช้ในการเทรนโมเดลโดย ViT และจะใช้ชุดข้อมูลที่ถูกแบ่งออกเป็น ชุดข้อมูลสำหรับฝึก ชุดข้อมูลสำหรับตรวจสอบ และ ชุดข้อมูลสำหรับทดสอบ โดยโมเดลนี้จะเรียนรู้คุณสมบัติจากรูปภาพและใช้ในการตรวจจับและจำแนกสายพันธุ์และของโรคในใบพืช

4.5. ผลลัพธ์

จากรูปที่ 3 แสดงให้เห็นผลลัพธ์ของการตรวจจับและจำแนกโรคในใบกาแฟโดยใบของกาแฟที่นำมาเป็นตัวอย่างนี้เป็นใบที่มีสุขภาพที่ดีซึ่งใน Model A เป็นโมเดลที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการมีเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำอยู่ที่ 79.17% และ Model B เป็นโมเดลที่ผ่านกระบวนการมีเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำอยู่ที่ 92.30%

Model A



Model B



Coffee_healthy 79.17% Coffee_healthy 92.30%

รูปที่ 3. ตัวอย่างผลลัพธ์ของการตรวจจับใบที่มีสุขภาพที่ดี

การนำชุดข้อมูลของโรคในใบพืชมาเพื่อเปรียบเทียบกันระหว่างชุดข้อมูลที่ยังไม่ผ่านกระบวนการประมวลผลคือ Data A และ ชุดข้อมูลที่ได้ผ่านกระบวนการประมวลผลมาแล้วคือ Data B ในตารางที่ 3 แสดงผลความแม่นยำในการจดจำโรคของใบพืชจาก ViT โดยในตารางที่ 3 จะแสดงค่าเฉลี่ยของ Precision Recall และ F1 score เพื่อเปรียบเทียบ

ตารางที่ 3. แสดงผลความแม่นยำในการจดจำโรคของใบพืช

ชื่อสายพันธุ์และโรค	Data A			Data B		
	Precision	Recall	F1	Precision	Recall	F1
Cassava bacterial blight	43.30%	85.71%	57.53%	63%	83.67%	71.93%
Cassava brown streak disease	50.00%	9.09%	15.38%	65.80%	49.09%	56.25%
Cassava green mottle	37.76%	78.72%	51.03%	50%	74.47%	59.83%
Coffee healthy	79.17%	43.18%	55.88%	92.30%	81.82%	86.75%
Coffee red spider mite	42.11%	94.12%	58.18%	80%	94.12%	86.49%
Coffee rust	50.00%	90.91%	64.52%	71.43%	90.91%	80%
Corn common rust	74.63%	43.10%	54.64%	100%	22.42%	36.62%
Corn gray leaf spot	34.21%	92.86%	50.00%	60%	85.71%	70.59%
Corn northern leaf blight	57.14%	38.10%	45.71%	29.31%	80.95%	43.04%

Palm brown spots	82.00%	87.23%	84.54%	95.83%	97.87%	96.84%
Palm healthy	97.98%	80.83%	88.58%	100%	95.83%	97.87%
Palm white scale	96.88%	97.89%	97.38%	95%	100%	97.44%
Rice brown spot	68.75%	84.62%	75.86%	23.07%	13.85%	17.31%
Rice hispa	97.50%	69.64%	81.25%	90%	64.28%	75%
Rice leaf blast	75.00%	58.16%	65.52%	50.76%	68.37%	58.26%
Sugarcane Mosaic	50.55%	97.87%	66.67%	83.02%	93.62%	88%
Sugarcane Red Rot	72.13%	84.62%	77.88%	94.34%	96.15%	95.24%
Sugarcane Yellow	81.40%	68.63%	74.47%	87.72%	98.04%	92.59%
Wheat brown rust	76.14%	73.63%	74.86%	78.10%	90.11%	83.67%
Wheat healthy	60.00%	60.00%	60.00%	72.22%	65%	68.42%
Wheat yellow rust	95.15%	85.96%	90.32%	99.09%	95.61%	97.32%

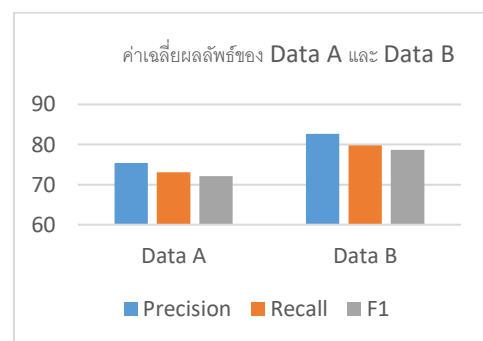
5. สรุป

จากตารางที่ 4 สรุปได้ว่าการนำชุดข้อมูลที่ได้ผ่านกระบวนการ Lab color space และ K-means เพื่อนำลักษณะเด่นไปทำการฝึกโมเดลและทดสอบใน ViT ทำให้ Data B มีผลลัพธ์ของ Precision อยู่ที่ 82.7% Recall อยู่ที่ 79.8% และ F1 score อยู่ที่ 78.7% ในขณะที่ชุดข้อมูลที่ไม่ผ่านกระบวนการประมวลผลคือ Data A เมื่อนำชุดข้อมูลนี้ไปทำการฝึกโมเดลและทดสอบด้วย ViT จะได้ผลลัพธ์ของ Precision อยู่ที่ 75.4% Recall อยู่ที่ 73.1% และ F1 score อยู่ที่ 72.1% จากผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่า Data B จะมีค่า Precision, Recall และ F1 score มากกว่า Data A ที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการประมวลผล แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างกันคือ Precision ต่างกันอยู่ที่ 7.3% Recall ต่างกันอยู่ที่ 6.7% และ F1 score ต่างกันอยู่ที่ 6.6%

ตารางที่ 4. ตารางแสดงผลลัพธ์

Data set	Precision	Recall	F1
Data A	75.4%	73.1%	72.1%
Data B	82.7%	79.8%	78.7%

การนำชุดข้อมูลผ่านกระบวนการ Lab color space และ K-means ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจจับและจำแนกโรคในใบพืชได้มากขึ้นเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาความสามารถการป้องกันและควบคุมโรคในใบพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ผู้วิจัยจึงนำข้อมูลมาแสดงในรูปแบบของแผนภูมิแท่งดังรูปที่ 4 เพื่อแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างระหว่างชุดข้อมูลทั้ง 2 ชุด



รูปที่ 4. กราฟแสดงค่าเฉลี่ยผลลัพธ์ของ Data A และ Data B

การทำงานในอนาคต

การทำงานในอนาคต ผู้วิจัยจะมุ่งเน้นไปที่การเพิ่มประสิทธิภาพความแม่นยำในการตรวจจับและจำแนกโรคในใบพืชให้สูงขึ้น และเพิ่มจำนวนสายพันธุ์ของพืชและจำนวนของโรคในใบพืชเพื่อให้อุปกรณ์สามารถตรวจจับพืชที่เป็นผลผลิตสำคัญทางการเกษตรมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังมีแผนที่จะขยายการตรวจจับและจำแนกโรคไปยังผลไม้ เพื่อช่วยในการป้องกันและควบคุมโรคในพืชทั้งใบและผล ซึ่งจะเพิ่มประโยชน์และความสำคัญต่ออุตสาหกรรมเกษตรอย่างมาก

เอกสารอ้างอิง

- [1] S. T. Yeasin Ramadan, T. Sakib, M. A. Rahat and S. Mosharrof, "CycleGAN-Based Data Augmentation with CNN and Vision Transformers (ViT) Models for Improved Maize Leaf Disease Classification," 2023 IEEE 64th International Scientific Conference on Information Technology and Management Science of Riga Technical University (ITMS), Riga, Latvia, 2023, pp. 1-6
- [2] R. Golash, U. Gupta, V. Vats, K. Sharma and K. Golash, "Unveiling the Opacity: Exploring Rationality and Explainability in Tomato Disease Classification," 2023 Second International Conference On Smart Technologies For Smart Nation (SmartTechCon), Singapore, Singapore, 2023, pp. 462-468
- [3] P. K. Illa, S. Ravuri, R. Vuppala and B. Megha Reddy, "Deep Learning Methods for Plant Disease Identification using Leaf Images: A Survey," 2023 International Conference on Sustainable Computing and Smart Systems (ICSCSS), Coimbatore, India, 2023, pp. 307-316
- [4] V. R. N. Murthy Teki, R. Anandha Ragaven, N. Manoj, V. V and S. S., "A Comparison of Two Transformers in the Study of Plant Disease Classification," 2023 14th International Conference on Computing Communication and Networking Technologies (ICCCNT), Delhi, India, 2023, pp. 1-6
- [5] R. Jahangir, T. Sakib, R. Baki and M. M. Hossain, "A Comparative Analysis of Potato Leaf Disease Classification with Big Transfer (BiT) and Vision Transformer (ViT) Models," 2023 IEEE 9th International Women in Engineering (WIE) Conference on Electrical and Computer Engineering (WIECON-ECE), Thiruvananthapuram, India, 2023, pp. 58-63
- [6] J. Feng and X. Xu, "Deciphering Plant Seedlings: Enhancing Classification and Interpretability with Vision Transformers," 2024 5th International Conference on Computer Vision, Image and Deep Learning (CVIDL), Zhuhai, China, 2024, pp. 635-640
- [7] L. -H. Li and R. Tanone, "Disease Identification in Potato Leaves using Swin Transformer," 2023 17th International Conference on Ubiquitous Information Management and Communication (IMCOM), Seoul, Korea, Republic of, 2023, pp. 1-5
- [8] T. Akinosun and O. Nibouche, "AI-Based Crop Disease Detection: Evaluation of Wheat Rust Disease Detection and Classification Using Deep Learning and Machine Learning Approaches," 2023 31st Irish Conference on Artificial Intelligence and Cognitive Science (AICS), Letterkenny, Ireland, 2023, pp. 1-4
- [9] A. Tabbakh and S. S. Barpanda, "A Deep Features Extraction Model Based on the Transfer Learning Model and Vision Transformer "TLMViT" for Plant Disease Classification," in IEEE Access, vol. 11, pp. 45377-45392
- [10] S. K. Sharma and D. K. Vishwakarma, "Classification of Banana Plant Leaves Based on Nutrient Deficiency Using Vision Transformer," 2024 5th International Conference for Emerging Technology (INCET), Belgaum, India, 2024, pp. 1-6
- [11] G. Pandey, R. Sharma and A. Kukker, "Multilayer Convolutional Neural Network for Maize Leaf Disease Classification," 2023 7th International Conference on Computer Applications in Electrical Engineering-Recent Advances (CERA), Roorkee, India, 2023, pp. 1-5
- [12] S. A. Patil, A. Bhosale and A. Patil, "Advancements in Plant Leaf Disease Detection: A Comprehensive Review of Latest Trends and Technologies," 2024 3rd International Conference for Innovation in Technology (INOCON), Bangalore, India, 2024, pp. 1-5
- [13] A. Sundaraj, D. P. Isravel and J. P. M. Dhas, "Diagnosis of Plant Leaf Disease using Vision Transformer," 2024 10th International Conference on Communication and Signal Processing (ICCSP), Melmaruvathur, India, 2024, pp. 82-87
- [14] S. Rangeetha, B. Sruthi, R. Suvedha and U. Suwetha, "A Novel Approach for Disease Identification in Grape Leaf Using Machine Learning Algorithm," 2022 Sixth International Conference on I-SMAC (IoT in Social, Mobile, Analytics and Cloud) (I-SMAC), Dharan, Nepal, 2022, pp. 522-527
- [15] I. R. S. Evangelista, M. K. Cabatuan, L. J. T. Milagrosa, A. A. Bandala, R. Concepcion and E. P. Dadios, "Zea Mays Multi-Disease Classification and Severity Assessment with EfficientNetV2 Variants," 2023 IEEE Region 10 Symposium (TENSYP), Canberra, Australia, 2023, pp. 1-6

การศึกษาประสิทธิภาพแบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่องเพื่อการจำแนกภาพ สำหรับการจำแนกพิกัดศุลกากรและอัตราภาษีของสินค้านำเข้าประเภท อุปกรณ์ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์

A study of the performance of machine learning models in image classification for classifying electronic product and its customs tariffs

สุธิณี วรรณทา

Suthinee Wantha

วิทยาลัยครีเอทีฟดีไซน์ แอนด์ เอ็นเตอร์เทนเมนต์เทคโนโลยี มหาวิทยาลัย
ธุรกิจบัณฑิต College of Creative Design and Entertainment
Technology, Dhurakij Pundit University
Bangkok Thailand
65230141@dpu.ac.th

วราพร จิระพันธุ์ทอง

Waraporn Jirapanthong

วิทยาลัยครีเอทีฟดีไซน์ แอนด์ เอ็นเตอร์เทนเมนต์เทคโนโลยี มหาวิทยาลัย
ธุรกิจบัณฑิต College of Creative Design and Entertainment
Technology, Dhurakij Pundit University
Bangkok Thailand
waraporn.jir@dpu.ac.th

บทคัดย่อ - งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่องที่ใช้สำหรับการจำแนกภาพอุปกรณ์ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์และพิกัดศุลกากร (HS Code) โดยการพัฒนาและประยุกต์ใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (AI) และการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) เพื่อเพิ่มความแม่นยำและลดระยะเวลาในการตรวจสอบและจัดประเภทสินค้าผ่านระบบการจำแนกภาพการวิจัยนี้ได้นำแบบจำลอง Convolutional Neural Network (CNN) มาประยุกต์ใช้เพื่อฝึกสอนและประเมินประสิทธิภาพบนชุดข้อมูลภาพสินค้าโดยแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นจะถูกนำไปใช้งานในแอปพลิเคชันที่สามารถตรวจสอบและจำแนกพิกัดศุลกากรได้ทั้งในภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ซึ่งจะช่วยอำนวยความสะดวกในการบริหารจัดการข้อมูลทางศุลกากรสำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและผู้ประกอบการ ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าการประยุกต์ใช้ AI และ CNN สามารถเพิ่มความรวดเร็วในการจำแนกภาพสินค้าลดข้อผิดพลาดในการกำหนดพิกัดศุลกากรและเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการจัดเก็บข้อมูลและการค้าระหว่างประเทศ

คำสำคัญ — การเรียนรู้ของเครื่องจักร, โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน, การจำแนกประเภทภาพ, ภาษีศุลกากร, การเรียนรู้เชิงลึก

ABSTRACT - This thesis aims to evaluate the performance of machine learning models in classifying electronic product images and their respective customs tariffs using deep learning techniques. The study focuses on applying Convolutional Neural Networks (CNN) to enhance the accuracy and efficiency of image classification systems, particularly in the customs domain. By integrating these models into web and mobile applications, the system will facilitate faster and more accurate classification of products for customs declarations. This research also compares the performance of different machine learning models, highlighting the advantages of using CNNs for this task. The findings indicate that CNN-based models can significantly improve the classification accuracy, making them suitable for customs and tariff management.

Keywords — Machine Learning, Convolutional Neural Networks, Image Classification, Customs Tariffs, Deep Learning.

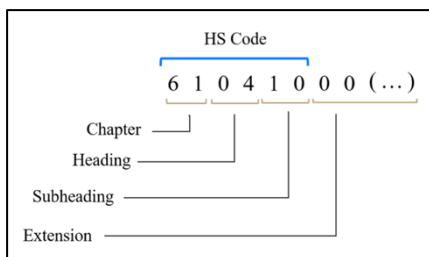
1. บทนำ

จากสภาพเศรษฐกิจ การเมือง สังคม ที่มีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว การดำเนินธุรกิจและการแข่งขัน ทางการค้าระหว่างประเทศในปัจจุบันมีปริมาณการนำเข้าที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นทั่วโลกจึงมีการจำแนก พิกัดศุลกากรประเภทและชนิดของสินค้าเพื่อใช้ในการแจ้งเสียภาษีอากร ซึ่งเรียกว่า “ระบบฮาร์โมนาไรซ์ หรือ Harmonized System (HS Code)” โดยวัตถุประสงค์หลักของระบบนี้คือเพื่อนำมาใช้เป็นระบบสากลทางการค้า ระหว่างประเทศ เนื่องจากแต่ละประเทศมีสินค้าที่ผลิตจากวัตถุดิบที่แตกต่างกัน การเรียก ชื่อจึงไม่เหมือนกัน จึงจำเป็นต้องมีรหัสหรือชื่อเรียกที่เป็นตัวแทนของสินค้าประเภทนั้นๆ ในการค้าระหว่างประเทศ เพื่อก่อให้เกิด ความเข้าใจที่ตรงกัน ก่อนนำเข้าสินค้า ผู้ประกอบการควรให้ความสำคัญกับการเตรียมความพร้อมในทุกด้าน โดยเฉพาะด้านกฎหมายการค้าระหว่างประเทศ ผู้ประกอบการควรเช็คประเภทของสินค้าที่ตนจะนำเข้ากับผู้เชี่ยวชาญด้านศุลกากร ไม่ว่าจะเป็นการปรึกษากับเจ้าหน้าที่ของหน่วยงานกรมศุลกากร ที่มีการเรียกเก็บค่าบริการหรือตัวแทนออกของ ให้ทำการเช็คประเภท คุณลักษณะ และส่วนประกอบของตัวสินค้าว่าเป็นสินค้าที่อยู่ในหมวดหมู่ประเภทใด เพื่อทำการระบุว่าสินค้าประเภทนั้นคือพิกัดใดและพิกัดนั้นจะระบุอัตราภาษีอากรที่ผู้นำเข้าจะต้องชำระให้กับกรมศุลกากรศุลกากร ซึ่งการปรึกษากับเจ้าหน้าที่ของหน่วยงานกรมศุลกากรก็จะมีบริการเรียกเก็บค่าบริการสำหรับการจำแนกประเภทพิกัดอัตราศุลกากรล่วงหน้าที่มีขั้นตอนที่ซับซ้อนและใช้เวลาค่อนข้างนานและเนื่องจากเพียงแคข้อมูลสำหรับเจ้าหน้าที่และการให้ข้อมูลประชาชนคนไทยยังไม่เพียงพอ ยังมีกลุ่มผู้ประกอบการประเภทที่ผู้นำเข้าในประเทศที่ไม่ทราบข้อมูลและขั้นตอนการนำเข้าหรือลูกค้าที่ทำการนำเข้าสินค้าโดยผู้ส่งจากประเทศต้นทางเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมดพร้อมทั้งรับผิดชอบขั้นตอนในส่วนการดำเนินพิธีศุลกากรด้วย การให้ข้อมูลเพียงคำอธิบายภาษาไทยจึงไม่เพียงพอสำหรับผู้ใช้งานในต่างแดนที่ต้องการทำธุรกรรม

ค้าขายส่งออกสินค้ามายังประเทศไทยและนำเข้าให้ลูกค้าของเขาเองในประเทศไทย หรืออาจจะมีการที่ผู้ประกอบการคนไทยที่อาศัยอยู่ต่างประเทศและต้องการทำธุรกรรมค้าขายส่งออกจากประเทศต้นทางและนำเข้ามายังประเทศไทยโดยเงื่อนไขการรับผิดชอบในส่วนของการใช้จ่ายรวมทั้งขั้นตอนการนำเข้าคือผู้ส่งออกหรือ shipper หรือเงื่อนไขการค้าที่เรียกว่า DDP ซึ่งแน่นอนว่าก่อนเริ่มกระบวนการส่งออกสินค้าผู้ประกอบการไม่ว่าจะเป็นผู้ส่งออกหรือผู้นำเข้าขึ้นอยู่กับแต่ละเงื่อนไขการค้า จำเป็นที่จะต้องทำการตรวจสอบเงื่อนไขทางการค้าและภาษีรวมถึงสิทธิพิเศษทางฝั่งผู้นำเข้า แน่หนอนว่าง่ายสำหรับผู้ประกอบการทางฝั่งไทยในการตรวจสอบเงื่อนไขทางภาษีกับเจ้าหน้าที่หรือผู้ให้ข้อมูลในภาษาไทย หากผู้ประกอบการสามารถให้ข้อมูลที่ชัดเจนและเป็นภาษาไทยให้เจ้าหน้าที่ได้เนื่องจากข้อมูลในตำราเป็นภาษาไทย แล้วถ้าหากในกรณีที่ผู้ประกอบการเป็นชาวต่างชาติที่อาศัยอยู่ประเทศต้นทาง หรือเป็นผู้ส่งออกที่รับผิดชอบการขนส่งเองทั้งหมด พวกเขามีทางเลือกเดียวที่จะต้องติดต่อสื่อสารกับเจ้าหน้าที่ทางฝั่งไทยในการตรวจสอบข้อมูลให้และสื่อสารเป็นภาษาอังกฤษ นอกเหนือจากนั้นยังมีในส่วนของตัวสินค้าบางประเภทที่ยากต่อการระบุชื่อเพื่อตรวจเช็คหาพิกัดศุลกากร เช่น ชิ้นส่วนอะไหล่ของเครื่องจักร ชิ้นส่วนประกอบเครื่องคอมพิวเตอร์ อุปกรณ์คมนาคมที่มีการใช้สัญญาณคลื่นวิทยุสื่อสาร และอุปกรณ์ไมโครชิพเวอร์ต่างๆ เป็นต้น หากสินค้าที่มีลักษณะที่ยากต่อการระบุชื่อและยากต่อการระบุการใช้งานเป็นภาษาไทย จะทำให้ยากต่อการสืบค้นข้อมูลและการให้ข้อมูลจากเจ้าหน้าที่ การศึกษารุ่นนี้จึงเป็นเหตุผลที่ต้องการมุ่งเน้นไปที่การพัฒนาระบบช่วยในการจำแนกพิกัดศุลกากรโดยใช้เทคโนโลยีการเรียนรู้เชิงลึก เพื่อเพิ่มความแม่นยำและความรวดเร็วในการจำแนกพิกัดศุลกากร ลดภาระงานของเจ้าหน้าที่ และอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ประกอบการในการดำเนินธุรกิจนำเข้าส่งออก ผลการวิจัยคาดว่าจะนำไปสู่การพัฒนาที่สามารถช่วยลดความผิดพลาดในการจำแนกพิกัดศุลกากร และส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 พิกัดศุลกากรหรือพิกัดศุลกากรระบบฮาร์โมนิ (HS Code) หมายถึงระบบการจำแนกประเภทพิกัดศุลกากรสินค้าที่องค์การศุลกากรโลก (World Customs Organization: WCO) กำหนดขึ้นเพื่อใช้ในการจำแนกประเภทสินค้าซึ่งประกอบด้วยประเภทย่อยหรือรหัสของประเภทย่อยที่เกี่ยวข้องหมายถึงเหตุของหมวดของตอนและของประเภทย่อยและหลักเกณฑ์ทั่วไปสำหรับการตีความพิกัดอัตราศุลกากรในการจำแนกประเภทพิกัดสินค้าจะใช้ รหัสตัวเลขสินค้าโดยจำแนกเป็น 1) รหัสตัวเลข 4 หลัก สำหรับจำแนกประเภทพิกัด และ 2) รหัส ตัวเลข 5-6 หลัก สำหรับจำแนกประเภทพิกัดย่อย ซึ่งรหัสตัวเลขสินค้าทั้ง 6 หลักนี้คือ "XXXX.XX" หรือเรียกว่า "พิกัดศุลกากรระบบฮาร์โมนิ (HS Code)" จะถูกใช้เพื่อแทนความหมายของสินค้าแต่ละประเภทซึ่งเป็นมาตรฐานเดียวกันทั่วโลก

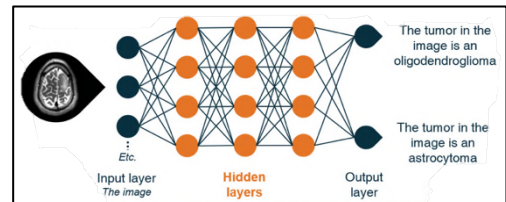


ภาพที่ 1. โครงสร้างพิกัดศุลกากร

ทั้งนี้ สำหรับประเทศไทยและประเทศสมาชิกอาเซียน อื่นๆ จะใช้รหัสตัวเลขจำนวน 8 หลัก คือ "XXXX.XX.XX" หรือเรียกว่า "พิกัดศุลกากรฮาร์โมนิ อาเซียน (ASEAN Harmonised Tariff Nomenclature : AHTN)" โดย 6 หลักแรกจะเป็นรหัสตัวเลข ของ HS Code และหลักที่ 7-8 จะกำหนดขึ้นเพื่อใช้เฉพาะในประเทศอาเซียนเท่านั้น เพื่อให้มีความครอบคลุมและสอดคล้องกับสินค้าภายในภูมิภาคที่มีความหลากหลาย และช่วยให้การจำแนกประเภทสินค้ามีมาตรฐานเดียวกันและเป็นประโยชน์ในการจัดเก็บอากรศุลกากร

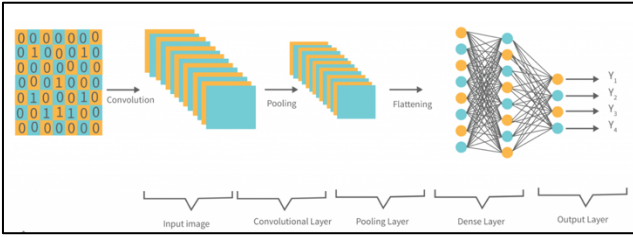
2.2 การเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning: ML) เป็นปัญญาประดิษฐ์ที่ใช้การสร้างโมเดลเพื่อทำนายหรือแก้ปัญหา โดยไม่ต้องมีการเขียนกฎตายตัว โดยแบ่งออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่ Supervised Learning (ใช้ข้อมูลที่มีป้ายกำกับ), Unsupervised Learning (ใช้ข้อมูลที่ไม่มีการป้ายกำกับ), Semi-Supervised Learning (ผสมผสานทั้ง สอง แบบแรก), และ Reinforcement Learning (เรียนรู้จากการลองผิดลองถูก) งานวิจัยนี้จะเน้นการใช้ Supervised Learning ซึ่งเริ่มจากการจัดเตรียมข้อมูลและแบ่งออกเป็นชุดฝึก ชุดตรวจสอบ และชุดทดสอบ เพื่อสร้างโมเดลที่แม่นยำ ตัวอย่างเช่น การใช้ Convolutional Neural Networks (CNN) ในการจำแนกภาพ ซึ่งได้รับความนิยมสูง เนื่องจาก CNN สามารถทำการเรียนรู้แบบ end-to-end โดยไม่ต้องสกัดฟีเจอร์ด้วยตนเอง และให้ผลลัพธ์ที่มีความแม่นยำสูงกว่าเมื่อเทียบกับวิธีดั้งเดิม

2.3 การเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เลียนแบบโครงสร้างโครงข่ายประสาทของมนุษย์ โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) ที่ประกอบด้วยหลายชั้น (Layers) ในการประมวลผลข้อมูลดิบ เพื่อหาคุณลักษณะและตรวจจับรูปแบบต่างๆ โครงข่ายประกอบด้วยชั้นอินพุตที่รับข้อมูล เช่น รูปภาพ, ชั้นที่ซ่อนอยู่เพื่อประมวลผลคุณลักษณะ, และชั้นเอาต์พุตที่ให้ผลลัพธ์ที่ต้องการ แต่ละโหนดในโครงข่ายจะทำการคำนวณและส่งข้อมูลไปยังชั้นถัดไป จนกว่าจะได้คำตอบที่ถูกต้องและแม่นยำ



ภาพที่ 2. โครงสร้างของการเรียนรู้เชิงลึก

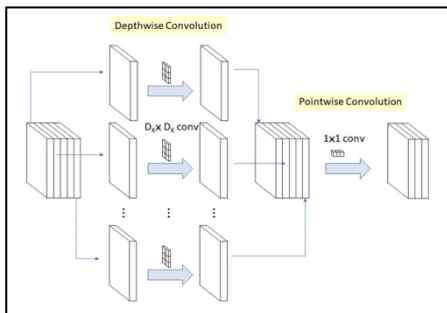
2.4 โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน (Convolutional Neural Network: CNN) เป็นรูปแบบหนึ่งของการเรียนรู้เชิงลึกที่เป็นลักษณะโครงข่ายประสาทเทียมเชิงลึก (Deep Learning Neural Network) โดยมีวัตถุประสงค์ที่จะสร้างเครื่องมือซึ่งมีความสามารถในการเรียนรู้จัดจํารูปแบบ (Pattern Recognition) เช่นเดียวกับความสามารถที่มีในสมองมนุษย์ (Jmour et al., 2018) หลักการทำงานของ CNN มี 3 ส่วนดังนี้ (1) ส่วนรับข้อมูล (Input) รับเข้า ข้อมูลหรือวัตถุ (2) ส่วนการประมวลผลเป็นชั้นๆ (Hidden Layer) ซึ่งเป็นการเรียนรู้ (Feature Learning) และการตัดแยกประเภทของภาพ (Classification) และ (3) ส่วนแสดงผลลัพธ์ (Output) การตัดแยกคุณสมบัติเป็น ผลมาจากใช้การเรียนรู้จำนวนหลายชั้นมาวิเคราะห์จนได้คำตอบแสดงคุณลักษณะของแต่ละภาพที่มองเห็น (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 3. โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน

(1) ชั้นคอนโวลูชัน (Convolutional Layer) เป็นเลเยอร์หลัก ของ CNN ทำหน้าที่รับข้อมูลเข้า และดำเนินการสกัด คุณลักษณะที่สำคัญออกมา (Feature Map) (2) ชั้นพูลลิง (Pooling Layer) เป็นชั้นที่คั่นกลางระหว่างชั้น คอนโวลูชันโดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อลดขนาดของผัง คุณลักษณะ (Feature Map) ที่ได้จากชั้นคอนโวลูชัน จะทำการ ลดจำนวนของพารามิเตอร์ที่มีมากเกินไปและลดระยะเวลาในการ Train ซึ่งมีหลายแบบด้วยกันเช่น Max Pooling, Min Pooling, Average Pooling เป็นต้น (3) ชั้นฟูลลีคอนเนค (Fully Connected Layer) เป็นเลเยอร์ สุดท้ายของการทำ CNN ส่วนนี้จะทำหน้าที่นำเอาคุณลักษณะ สำคัญไปสร้างเป็น Neural Network สำหรับการเรียนรู้จัดจำ รูปแบบและการทำนายประเภทเพื่อทำการจัดหมวดหมู่ (Classification) โดยกระบวนการเรียนรู้จะถูกทำซ้ำเพื่อปรับค่าพารามิเตอร์หลายๆ รอบ เพื่อให้ค่า Error จากการทำนาย ลดลงในแต่ละรอบโครงสร้างสถาปัตยกรรมของ CNN แสดง ดังรูปที่ 3

2.5 MobileNet เป็นโมเดลที่เหมาะสมสำหรับการเริ่มต้น เนื่องจากมีขนาดกะทัดรัด และให้ค่าความถูกต้องได้อย่างน่าพอใจ ซึ่ง MobileNet นี้ ทาง Google ได้ออกแบบขึ้นมาเพื่อให้สามารถใช้กับอุปกรณ์ที่มีทรัพยากรจำกัด โดยเฉพาะ เช่น ในโทรศัพท์มือถือ โดยมี hyperparameter ให้ผู้ใช้เลือกปรับได้ ว่าต้องการความเร็วหรือความถูกต้องมากกว่ากัน MobileNet ได้มีการใช้ depthwise separable convolution ซึ่งแทนที่จะทำ convolution ปกติ ที่ทุก channel จาก input ไป output เป็น dense connection คือในแต่ละ output channel ก็จะทำ convolution ทั้ง volume เลย ก็เปลี่ยนให้เป็นการทำ convolution ทีละ channel ก่อน (depthwise convolution) แล้วจึงทำ 1x1 convolution ให้ได้จำนวน channel ตามต้องการ (pointwise convolution) ทำให้ลดจำนวนการคำนวณที่ซ้ลงไปได้มาก



ภาพที่ 4. โครงสร้างโมเดลโมบายเน็ต (MobileNet)

3. ระเบียบวิธีวิจัย

การดำเนินการศึกษานี้สามารถสร้างกรอบแนวคิดในการวิจัยประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ (1) การรวบรวมและเตรียมข้อมูล (2) เครื่องมือที่ใช้สำหรับฝึกสอนและทดสอบประสิทธิภาพแบบจำลอง (3) การฝึกสอนและสร้างแบบจำลองจำแนกภาพสินค้า (4) การประเมินประสิทธิภาพ

แบบจำลอง (5) การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันและ (6) การทดสอบประสิทธิภาพเว็บแอปพลิเคชัน ซึ่งแต่ละส่วนมีรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.1 การรวบรวมและเตรียมข้อมูล

การรวบรวมและเตรียมข้อมูลสำหรับงานวิจัยนี้ใช้ชุดข้อมูลภาพจาก Google Dataset Search, Google, Pinterest และแคตาล็อกของผู้จำหน่าย โดยอ้างอิงจากประสบการณ์การนำเข้าสินค้าจากลูกค้าของผู้วิจัย ชุดข้อมูลประกอบด้วย 600 ภาพ แบ่งเป็น 6 คลาส โดยแต่ละคลาสมี 100 ภาพ ข้อมูลถูกจัดเก็บใน Google Drive และแยกออกเป็น 2 โฟลเดอร์สำหรับการฝึกฝน (510 ภาพ) และทดสอบ (90 ภาพ) ภาพทั้งหมดมีขนาด 224x224 พิกเซล และมีรูปแบบไฟล์เป็น JPEG

ตารางที่ 1. จำนวนภาพที่นำมาฝึกสอน

ภาพสินค้า	ข้อมูลฝึกสอน (ภาพ)	ข้อมูลทดสอบ (ภาพ)	จำนวนภาพทั้งหมด (ภาพ)
เครื่องบินต้อากาศ	85	15	100
คอนโทรลเลอร์ ไอซี	85	15	100
แผงวงจรหลัก	85	15	100
โมดูลออปติคัล	85	15	100
เครื่องคิดเงิน	85	15	100
เซิร์ฟเวอร์	85	15	100
รวม	510	90	600

การแบ่งอัตราส่วนข้อมูลสำหรับการฝึกฝนและทดสอบถูกกำหนดเป็น 85:15 โดยใช้ข้อมูล 85% สำหรับการฝึกฝน และ 15% สำหรับการทดสอบ จากจำนวนภาพทั้งหมด 600 รูป เพื่อให้การเปรียบเทียบระหว่างเครื่องมือ Google Colab และ Teachable Machine มีความสอดคล้องกัน เนื่องจาก Teachable Machine กำหนดอัตราส่วนนี้โดยอัตโนมัติและไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ การเลือกอัตราส่วนนี้ถึงแม้จะแตกต่างจากมาตรฐานที่นิยมใช้ 70:30 หรือ 80:20 แต่ช่วยให้แบบจำลองมีประสิทธิภาพในการฝึกฝนมากขึ้นเนื่องจากการฝึกฝนชุดข้อมูลในอัตราส่วนที่มากขึ้น

3.2 เครื่องมือที่ใช้สำหรับฝึกสอนและทดสอบประสิทธิภาพแบบจำลอง

การฝึกสอนและทดสอบประสิทธิภาพแบบจำลองสำหรับการสร้างซอฟต์แวร์จำแนกพิกเซลการสินค้าใช้เครื่องมือสองชุด ได้แก่ เครื่องมือชุดที่ 1: ใช้ Google Colab และภาษา Python พร้อมไลบรารี TensorFlow หรือ Keras ในการสร้างโมเดล Machine Learning แบบดั้งเดิม และเครื่องมือชุดที่ 2: ใช้ Teachable Machine ซึ่งเป็นเครื่องมือจาก Google ที่ออกแบบ UI ให้ใช้งานง่ายโดยไม่ต้องเขียนโค้ด เหมาะสำหรับผู้ที่ทั่วไปที่ไม่มีพื้นฐานการเขียนโปรแกรม

เครื่องมือชุดที่ 1



เครื่องมือชุดที่ 2



ภาพที่ 5. ชุดเครื่องมือที่ใช้ในการฝึกสอนชุดข้อมูล

3.3 การฝึกสอนและสร้างแบบจำลองจำแนกภาพสินค้า

การสร้างแบบจำลองเกี่ยวข้องกับการใช้ข้อมูลที่เตรียมไว้มาประมวลผลเพื่อฝึกสอนและจำแนกภาพสินค้า โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึกผ่านเครื่องมือ Teachable Machine และ Google Colab ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันภายใต้ MobileNet ข้อมูลภาพแบ่งออกเป็นสองชุด ได้แก่ ชุดฝึกสอน (510 รูป) แบ่งเป็น 6 คลาส คลาสละ 85 รูป และชุดทดสอบ (90 รูป) แบ่งเป็น 6 คลาส คลาสละ 15 รูป หลังการฝึกสอน โมเดลจะถูกบันทึกในรูปแบบ TensorFlow.js สำหรับการพัฒนาโปรแกรมในเว็บเบราว์เซอร์

ขั้นตอนการฝึกสอนบน Teachable Machine:

(1.) สร้างคลาสและนำเข้ารูปภาพ (2.) กำหนดพารามิเตอร์ต่างๆ ได้แก่ จำนวนรอบ (epochs) = 100, Batch size = 32, อัตราการเรียนรู้ (learning rate) = 0.001 (3.) ฝึกสอนและทดสอบชุดข้อมูล และ (4.) นำออกแบบจำลองเป็นไฟล์ TensorFlow.js

ขั้นตอนการฝึกสอนบน Google Colab:

(1.) สร้างไฟล์ใหม่ ตั้งค่าประเภทนั้นใหม่เป็น GPU (2.) ติดตั้งไลบรารีที่จำเป็น (3.) อัปโหลดชุดข้อมูลจาก Google Drive (4.) กำหนดพารามิเตอร์ เช่น จำนวนคลาส ขนาดภาพ (224x224 พิกเซล) Batch size และอัตราการเรียนรู้ (0.001) (5.) ใช้ ImageDataGenerator เพื่อจัดการข้อมูลภาพ (6.) โหลดโมเดล MobileNet ที่ pretrained และปรับแต่งเพื่อใช้กับข้อมูลใหม่ (7.) ล็อกเลเยอร์ของโมเดล pretrained (8.) สร้างและคอมไพล์โมเดลใหม่โดยใช้ Sequential จาก Keras (9.) ฝึกสอนโมเดลด้วยข้อมูลฝึกและข้อมูลตรวจสอบ

3.4 การประเมินแบบจำลองเริ่มจากการแบ่งข้อมูลภาพทั้งหมดออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ชุดข้อมูลฝึกสอนและชุดข้อมูลทดสอบ โดยใช้อัตราส่วน 85:15 ข้อมูลทดสอบประกอบด้วยภาพสุ่มจากแต่ละคลาส จำนวน 90 ภาพ (15 ภาพต่อคลาส) เพื่อทดสอบความถูกต้องของการทำนายของแบบจำลองที่สร้างขึ้น ตัวชี้วัดการวัดประสิทธิภาพ: เมทริกซ์ความสับสน (Confusion Matrix) ใช้ในการประเมินค่าต่าง ๆ ของแบบจำลอง ได้แก่

1) Accuracy ค่าความถูกต้อง คำนวณได้จากสูตร

$Accuracy = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN}$ หรือ ค่าที่โมเดลทายถูกต้องทั้งหมด/ค่าทั้งหมด

2) Precision หรือ Positive Predictive Value ค่าความแม่นยำ

$Precision = \frac{TP}{TP+FP}$ หรือ ค่าที่โมเดลทายเป็นคลาสที่กำลังพิจารณา ถูก/ค่าที่โมเดลทำนายว่าเป็นคลาสที่กำลังพิจารณาทั้งถูกและผิด

3) Sensitivity หรือ Recall ความไว หากค่าได้จากสูตร

$Sensitivity / Recall = \frac{TP}{TP+FN}$ หรือ ค่าที่โมเดลทายเป็นคลาสที่กำลังพิจารณาถูก/ค่าเหตุการณ์จริงเป็นคลาสที่กำลังพิจารณาทั้งถูกและผิด

4) F1-Score เป็นค่าที่ได้จากการเอาค่า precision และ recall มาคำนวณรวมกัน (F1 สร้างขึ้นมาเพื่อเป็น single metric ที่วัดความสามารถของโมเดล ไม่ต้องเลือกระหว่าง precision, recall เพราะเฉลี่ยให้แล้ว) $F1 = 2 * \frac{(precision * recall)}{(precision + recall)}$

หลักการพิจารณาคือควรหลีกเลี่ยงผลลัพธ์ที่ผิด (False Positive) และผลลบปลอม (False Negative) เนื่องจากอาจก่อให้เกิดอันตราย โดยเฉพาะการลดค่าผลลบปลอม (False Negative) ควรให้ความสำคัญเพื่อให้การประเมินแบบจำลองมีความแม่นยำสูงสุด

3.5 การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน

ใช้ Next.js เพื่อเรียกใช้แบบจำลองที่สร้างขึ้น โดยแอปพลิเคชันนี้สามารถรับข้อมูลภาพจากกล้องสมาร์ทโฟนและทำการจำแนกประเภทของภาพด้วยโครงข่ายประสาทเทียมคอนโวลูชัน (CNN) หลังจากประมวลผลข้อมูลภาพแล้วผลลัพธ์ที่ระบุประเภทสินค้าจะถูกแสดงผลบนหน้าจอการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันใช้โปรแกรม Visual Studio และภาษาจาวาสคริปต์เป็นภาษาหลัก โดยการเรียกใช้แบบจำลองจำแนกภาพใช้ไลบรารี TensorFlow.js ผ่าน ml5.js ซึ่งช่วยให้สามารถประมวลผลและใช้งานโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันในกระบวนการเรียนรู้เชิงลึก ไฟล์แบบจำลองที่ผ่านการฝึกสอนจะถูกนำเข้ามาในโปรแกรม Visual Studio โดยมี URL ในรูปแบบ TensorFlow.js เพื่อใช้งานในเว็บแอปพลิเคชัน

3.6 การทดสอบประสิทธิภาพเว็บแอปพลิเคชัน

การทดสอบประสิทธิภาพของเว็บแอปพลิเคชัน วิธีการทดสอบความถูกต้องของฟังก์ชันการใช้งานและทดสอบความแม่นยำของเว็บแอปพลิเคชันการจำแนกภาพสินค้าอิเล็กทรอนิกส์จำนวนภาพสินค้าละ 15 ภาพ แล้วทำการวัดความถูกต้องโดยการวัดผลด้วยวิธีต่างๆออกมาเป็นค่าร้อยละซึ่งผลจากการทดสอบประสิทธิภาพโปรแกรมประยุกต์มีผลลัพธ์ที่จะกล่าวในลำดับต่อไป

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพแบบจำลอง

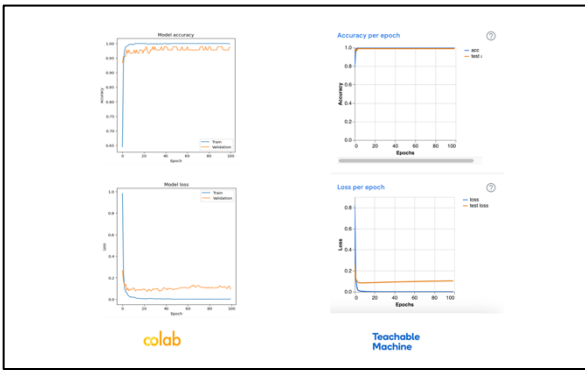
การเปรียบเทียบความถูกต้องในการจำแนกภาพสินค้าจำนวน 6 คลาสด้วยการเรียนรู้เชิงลึกผ่านโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันและโมเดลโมบายเน็ต พบว่าผลลัพธ์ความถูกต้องของทั้งสองใกล้เคียงกันโดยใช้เมทริกซ์ความสับสน (Confusion Matrix) พบว่าผลลัพธ์เกือบ 100% มีการคลาดเคลื่อนเล็กน้อยจากการฝึกข้อมูล 100 ครั้งด้วยพารามิเตอร์ที่เหมือนกัน ได้แก่ Accuracy per class คือ ค่าความถูกต้องของแต่ละคลาสเท่ากันทั้ง 6 คลาส Accuracy and loss per epoch หรือ กราฟแสดงค่าความถูกต้องและการสูญเสียมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน และ Classification report คือ ค่าความถูกต้อง (Accuracy) เท่ากันที่ 98.89% ในทั้งสองแบบจำลอง โดยค่าความแม่นยำ (Precision) และความไว (Recall) มีผลลัพธ์ที่แตกต่างกันไปตามคลาส

ตารางที่ 2 สรุปผลที่ได้จาก Google Colab

Air Engine: Precision = 0.9375, Recall = 1.0, F1-score = 0.968
Controller IC: Precision = 1.0, Recall = 1.0, F1-score = 1.0
Mainboard : Precision = 1.0, Recall = 1.0, F1-score = 1.0
Optical Module: Precision = 1.0, Recall = 1.0, F1-score = 1.0
Pos terminal: Precision = 1.0, Recall = 1.0, F1-score = 1.0
Server: Precision = 1.0, Recall = 0.9333, F1-score = 0.966

ตารางที่ 3 สรุปผลที่ได้จาก Teachable machine

Air Engine: Precision = 1.0, Recall = 1.0, F1-score = 1.0
Controller IC: Precision = 1.0, Recall = 1.0, F1-score = 1.0
Mainboard: Precision = 1.0, Recall = 1.0, F1-score = 1.0
Optical Module: Precision = 0.94, Recall = 1.0, F1-score = 0.968
Pos terminal : Precision = 1.0, Recall = 1.0, F1-score = 1.0
Server: Precision = 1.0, Recall = 0.9333, F1-score = 0.966

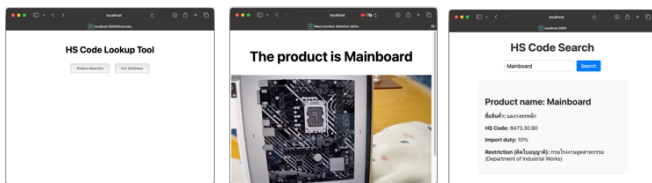


ภาพที่ 6. กราฟเปรียบเทียบค่าความถูกต้องและผิดพลาดต่อรอบการฝึกสอน

พบว่าคลาส Optical Module มีการทำนายผิดว่า Server ถูกทำนายเป็น Optical Module และคลาส Server ที่ทำนายว่ามี 1 Server คือ Optical module เช่นกัน อย่างไรก็ตาม ค่าความถูกต้อง (Accuracy) ของทั้งสองแบบจำลองที่ได้จากทั้ง Colab และ Teachable Machine ได้ผลลัพธ์ที่เท่ากันคือ 98.89% ซึ่งมีค่าเฉลี่ยที่สูงและเป็นที่น่าพอใจสำหรับการนำไปใช้งาน การจำแนกภาพ เครื่องยนต์อากาศยาน คอนโทรลเลอร์ ไอซี แผงวงจรหลัก โมดูลออปติคัลเครื่องคิดเงินมีความถูกต้องสูงกว่า 100% ส่วนการจำแนกภาพของเซิร์ฟเวอร์มีความถูกต้องต่ำกว่าคลาสอื่น คือ 93.33% เนื่องจากในชุดข้อมูลของคลาสเซิร์ฟเวอร์ ภาพมีหลายลักษณะซึ่งทำให้การทำนายผลมีความคลาดเคลื่อน ค่าความถูกต้องจึงต่ำกว่าคลาสอื่น ดังนั้น สรุปได้ว่าแบบจำลองจากเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมคอนโวลูชันขั้นตอนวิธีโอบายเน็ทเป็นแบบจำลองที่มีประสิทธิภาพในการจำแนกภาพได้ดี ผลลัพธ์ค่าความถูกต้องเฉลี่ยสูงถึง 98.89% จากทั้งสองแบบจำลองและมีความเหมาะสมสำหรับนำมาใช้พัฒนาเว็บแอปพลิเคชันช่วยวิเคราะห์ประเภทของสินค้าแบบอัตโนมัติต่อไป

4.2 ผลการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน

การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับจำแนกประเภทสินค้าผ่านการถ่ายภาพจากกล้องเว็บแคมหรือสมาร์ทโฟนมีขั้นตอนที่สำคัญ โดยหน้าจอบริการจะแสดงให้ผู้ใช้งานสามารถถ่ายภาพสินค้าได้ และเว็บแอปพลิเคชันจะเรียกใช้แบบจำลองการเรียนรู้เชิงลึกเพื่อจำแนกประเภทสินค้าและแสดงผลประเภทสินค้าอิเล็กทรอนิกส์ เช่น เครื่องยนต์อากาศยาน คอนโทรลเลอร์ ไอซี แผงวงจรหลัก โมดูลออปติคัล และเซิร์ฟเวอร์ นอกจากนี้ยังมีเมนูค้นหาประเภทสินค้าเพิ่มเติมผ่านพจนานุกรมพิกัดศุลกากร ซึ่งให้ข้อมูลเกี่ยวกับภาษ้นำเข้าและใบอนุญาตที่จำเป็นในการนำเข้านั้น



ภาพที่ 7. หน้าจอหลักเว็บ

ภาพที่ 8. หน้าจอหลักถ่ายภาพและผลลัพธ์การจำแนก

ภาพที่ 9. หน้าจอข้อมูลการค้นหาพิกัดศุลกากรผ่านพจนานุกรม

จากการทดสอบประสิทธิภาพการจำแนกภาพสินค้าอิเล็กทรอนิกส์ โดยถ่ายภาพสินค้าประเภทละ 15 ครั้ง ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่า เครื่องยนต์อากาศยาน คอนโทรลเลอร์ ไอซี แผงวงจรหลัก และโมดูลออปติคัลมี

ผลการทำนายที่ถูกต้องแม่นยำ ทำนายจากภาพถ่ายและระบุชื่อสินค้าได้ถูกต้องตามชื่อที่กำหนดไว้ ขณะที่เซิร์ฟเวอร์มีความทำนายผิดพลาดเล็กน้อย ทำนายผิด 4 ครั้งจากการทดสอบ 15 ครั้ง เนื่องจากชุดข้อมูลรูปภาพที่ใช้ฝึกสอนมีหลายลักษณะ อย่างไรก็ตามผลการทดสอบนี้ให้ผลทำนายที่ถูกต้องสำหรับทุกคลาสหรือประเภทสินค้าได้มากกว่าผลทำนายที่ผิดเพียงแต่ในส่วนของสินค้าประเภทเซิร์ฟเวอร์ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเว็บแอปพลิเคชันสามารถช่วยให้ผู้ใช้งานจำแนกประเภทสินค้าอิเล็กทรอนิกส์ได้และช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถเรียนรู้ข้อมูลการนำเข้าของสินค้านั้นได้ด้วยตนเอง

5. สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษานี้เป็นการวิจัยเชิงประยุกต์ที่มุ่งพัฒนาระบบจำแนกภาพสินค้าประเภทอิเล็กทรอนิกส์เพื่อระบุข้อมูลด้านศุลกากร ผ่านการถ่ายภาพจากกล้องเว็บแคมหรือสมาร์ทโฟน โดยใช้เทคโนโลยีการเรียนรู้จำภาพและการเรียนรู้เชิงลึกเพื่ออำนวยความสะดวกแก่ประชาชนในการศึกษาข้อมูลการนำเข้าสินค้าเบื้องต้น ข้อมูลภาพถูกเก็บรวบรวมแบ่งออกเป็น 6 คลาส ๆ ละ 100 ภาพ รวม 600 ภาพ เพื่อนำมาสร้างแบบจำลองด้วยเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมเชิงลึกแบบคอนโวลูชัน และใช้โอบายเน็ทเป็นขั้นตอนวิธีในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน โดยฝึกสอนแบบจำลองด้วยภาษาไพทอนและไลบรารีเทนเซอร์โฟลวบน Google Colab และ Teachable Machine แบ่งข้อมูลเป็นชุดฝึกสอน 85% และชุดทดสอบ 15% ผ่านการฝึกสอนจำนวน 100 รอบ ผลการศึกษาพบว่าคลาส Optical Module มีการทำนายผิดว่า Server ถูกทำนายเป็น Optical Module และคลาส Server ที่ทำนายว่ามี 1 Server คือ Optical module เช่นกัน การจำแนกภาพ เครื่องยนต์อากาศยาน คอนโทรลเลอร์ ไอซี แผงวงจรหลัก โมดูลออปติคัลเครื่องคิดเงินมีความถูกต้องสูงกว่า 100% ส่วนการจำแนกภาพของเซิร์ฟเวอร์มีความถูกต้องต่ำกว่าคลาสอื่น คือ 93.33% เนื่องจากในชุดข้อมูลของคลาสเซิร์ฟเวอร์ ภาพมีหลายลักษณะซึ่งทำให้การทำนายผลมีความคลาดเคลื่อน ค่าความถูกต้องจึงต่ำกว่าคลาสอื่น อย่างไรก็ตาม ค่าความถูกต้อง (Accuracy) ของทั้งสองแบบจำลองที่ได้จากทั้ง Colab และ Teachable Machine ได้ผลลัพธ์ที่เท่ากันคือ 98.89% ซึ่งมีค่าเฉลี่ยที่สูงและเป็นที่น่าพอใจสำหรับการนำไปใช้งาน ดังนั้น สรุปได้ว่าแบบจำลองจากเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมคอนโวลูชันขั้นตอนวิธีโอบายเน็ทเป็นแบบจำลองที่มีประสิทธิภาพในการจำแนกภาพได้ดี ผลลัพธ์ค่าความถูกต้องเฉลี่ยสูงถึง 98.89% จากทั้งสองแบบจำลองและมีความเหมาะสมสำหรับนำมาใช้พัฒนาเว็บแอปพลิเคชันช่วยวิเคราะห์ประเภทของสินค้าแบบอัตโนมัติต่อไป การนำแบบจำลองนี้ไปพัฒนาส่วนติดต่อผู้ใช้ในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชันใช้โปรแกรมมิ่งภาษาสคริปต์ไอและภาษาจาวาสคริปต์เป็นภาษาหลักในการพัฒนา ผลการทดสอบประสิทธิภาพเว็บแอปพลิเคชันโดยถ่ายภาพสินค้าประเภทละ 15 ครั้ง พบว่า เครื่องยนต์อากาศยาน คอนโทรลเลอร์ ไอซี แผงวงจรหลักและโมดูลออปติคัลมีผลการทำนายที่ถูกต้องแม่นยำ ทำนายจากภาพถ่ายและระบุชื่อสินค้าได้ถูกต้องตามชื่อที่กำหนดไว้ ขณะที่เซิร์ฟเวอร์มีความทำนายผิดพลาดเล็กน้อย ทำนายผิด 4 ครั้งจากการทดสอบ 15 ครั้ง เนื่องจากชุดข้อมูลรูปภาพที่ใช้ฝึกสอนมีหลายลักษณะ อย่างไรก็ตามผลการทดสอบนี้ให้ผลทำนายที่ถูกต้องสำหรับทุกคลาสหรือประเภทสินค้าได้มากกว่าผลทำนายที่ผิดเพียงแต่ในส่วนของสินค้าประเภทเซิร์ฟเวอร์ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเว็บแอปพลิเคชันสามารถช่วยให้ผู้ใช้งานจำแนกประเภทสินค้าอิเล็กทรอนิกส์ได้และสามารถเรียนรู้ข้อมูลการนำเข้าของสินค้านั้นได้ด้วยตนเอง นอกจากนี้ยังพบว่าคุณภาพของกล้องเว็บแคมและกล้องสมาร์ทโฟนเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลให้ค่าความถูกต้อง

สรุปได้ว่าเว็บแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นนี้มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับที่สามารถช่วยวิเคราะห์และจำแนกภาพสินค้านำเข้าและสามารถศึกษาข้อมูล

ที่ปรากฏเพิ่มเติมด้วยตัวเองเบื้องต้นได้ โดยการใช้งานที่ไม่ยุ่งยากเพียงแค่อัปโหลดสินค้าแล้วคลิกหนึ่งครั้งเพื่อทำการวิเคราะห์จำแนก ผู้ใช้ก็จะได้ผลลัพธ์ของสินค้าพร้อมข้อมูลด้านพิกัดและอัตราภาษีศุลกากรเพื่อให้ผู้ใช้งานนำไปเป็นแนวทางในการศึกษาข้อมูลก่อนการนำเข้าสินค้าด้วยตนเองเบื้องต้นได้

กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาจากท่านอาจารย์วราพร จิระพันธุ์ทองที่ได้สละเวลาให้คำแนะนำช่วยเหลือตรวจทานแก้ไขข้อบกพร่อง ต่างๆ และให้กำลังใจด้วยดีเสมอมา ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์คณะทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ นอกจากนี้ขอขอบคุณ แหล่งข้อมูลและเอกสารอ้างอิงตามที่ได้ กล่าวไว้ในบรรณานุกรม ที่ช่วยให้งานวิจัยประสบความสำเร็จ ประโยชน์ที่ได้รับจากสารนิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้ทุกท่านที่มีส่วนสำคัญต่อ ความสำเร็จของงานวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] A. Phakphakorn, "ปัญหาความไม่ชัดเจนว่าด้วยกฎหมายศุลกากร ในกรณีที่เกิดปัญหาการจำแนกพิกัดศุลกากรของสินค้าที่ต่างกันระหว่างเจ้าหน้าที่ผู้มีอำนาจพิจารณาปัญหาพิกัดอัตราศุลกากร," ปริญญา นิพนธ์ปริญญาตรี, คณะนิติศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2563.
- [2] A. Thammaasatitkul, "การศึกษาการใช้ปัญญาประดิษฐ์เพื่อพัฒนาภาพถ่ายทางภาพถ่ายดิจิทัล, โครงการวิจัยประเภทงบประมาณเงินรายได้ มหาวิทยาลัย, คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา, 2565.
- [3] S. Piyajitti, "กระบวนการศุลกากรที่เปลี่ยนแปลงในสถานการณ์ COVID-19," ผู้อำนวยการส่วนพัฒนาระบบนำเข้าศุลกากรเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, 2563.
- [4] S. Kaewlaew and P. Thrinwutthipong, "การตีความตามกฎหมายพิกัดอัตราศุลกากรของประเทศไทย: การจำแนกพิกัดศุลกากรระบบฮาร์โมนไนซ์ในการนำเข้าสินค้าตามหลักเกณฑ์ข้อ 2 (ก)," วารสารนิติศาสตร์, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2564.
- [5] S. Jintawatsakun, "การจำแนกภาพขวดแบบเซตเปิดด้วยโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลชัน," วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2559.
- [6] N. Hongboonmee and T. Sithichokchai, "การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์วิเคราะห์สุขภาพดวงตาด้วยการรู้จำภาพและการประยุกต์ใช้เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก," ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2561.
- [7] S. Wanala, "การจัดการความรู้ของเจ้าหน้าที่ศุลกากร เพื่อลดข้อพิพาทในการจำแนกประเภทพิกัดศุลกากรของกลุ่มสินค้าประเภทเคมีภัณฑ์," สาขาวิชารัฐประศาสนศาสตร์, ภาควิชารัฐประศาสนศาสตร์, คณะรัฐศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2565.
- [8] S. Jintawatsakun, "การจำแนกภาพขวดแบบเซตเปิดด้วยโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลชัน," วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2562.
- [9] A. Kocharatkaewfa, "การศึกษาผลกระทบจากการยอมรับใช้งานเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (AI) ด้านความพึงพอใจในการทำงานของพนักงานออฟฟิศในประเทศไทย," ปริญญาการจัดการมหาบัณฑิต, วิทยาลัยการจัดการ, มหาวิทยาลัยมหิดล, 2566.
- [10] P. Tungsawad, "การเรียนรู้ของเครื่องและการประยุกต์ใช้ทางวิทยาเอ็นโดดอนต์," วิทยาลัยทันตแพทยศาสตร์, มหาวิทยาลัยรังสิต, 2566.

- [11] I. M. A. Barbosa, "Using Machine Learning to classify HS codes for Fashion Products," 2021.
- [12] T. Machine, "What is Teachable Machine?," Teachable Machine, Sep. 3, 2017.
- [13] A. Hussain and A. Ahmed, "Auto-classification of harmonized tariff codes using ChatGPT," 4th International Conference on Distributed Sensing and Intelligent Systems (ICDISIS 2023), IET, 2023.
- [14] P. Harsani, et al., "Artificial intelligence-based methods for harmonized system code translation: A review," Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems, vol. 12, no. 2, pp. 1389-1398, 2020.
- [15] M. Spichakova and H. M. Haav, "Application of Machine Learning for Assessment of HS Code Correctness," Baltic Journal of Modern Computing, vol. 8, no. 4, 2020.
- [16] C. Zhou, et al., "Harmonized system code prediction of import and export commodities based on Hybrid Convolutional Neural Network with Auxiliary Network," Knowledge-Based Systems, vol. 256, 2022.
- [17] J. Haugeland, Artificial Intelligence: The Very Idea, Cambridge, MA: MIT Press, 1985.
- [18] R. Bellman, An Introduction to Artificial Intelligence: Can Computers Think?, Thomson, 1978.
- [19] E. Charniak and D. McDermott, Introduction to Artificial Intelligence, Addison-Wesley, Reading, MA, 1985.
- [20] P. H. Winston, Artificial Intelligence, Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., 1992.
- [21] D. I. Poole, R. G. Goebel, and A. K. Mackworth, Computational Intelligence, vol. 1, New York: Oxford University Press, 1998.
- [22] Y. LeCun, Y. Bengio, and G. Hinton, "Deep learning," Nature, vol. 521, no. 7553, pp. 436-444, 2015.
- [23] J. P. Gujjar, H. R. P. Kumar, and N. N. Chiplunkar, "Image classification and prediction using transfer learning in Colab Notebook," Global Transitions Proceedings, vol. 2, no. 2, pp. 382-385, 2021.
- [24] D. Smilkov, et al., "TensorFlow.js: Machine learning for the web and beyond," Proc. of Machine Learning and Systems, vol. 1, pp. 309-321, 2019.
- [25] D. Agustian, et al., "Implementation of Machine Learning Using Google's Teachable Machine Based on Android," 3rd International Conference on Cybernetics and Intelligent System (ICORIS), IEEE, 2021.
- [26] P. Kanani and M. Padole, "Deep learning to detect skin cancer using Google Colab," Int. J. Eng. Adv. Technol., vol. 8, no. 6, pp. 2176-2183, 2019.
- [27] Quantib. "How does deep learning work in radiology?" Accessed Oct. 11, 2024. [Online]. Available: <https://www.quantib.com/blog/how-does-deep-learning-work-in-radiology>
- [28] W3C. "ml5.js: Friendly machine learning for the web," Jun. 2020. Accessed Oct. 11, 2024. [Online]. Available: https://www.w3.org/2020/06/machine-learning-workshop/talks/ml5_js_friendly_machine_learning_for_the_web.html
- [29] Thaikeras. "เกี่ยวกับ Kaggle: การแข่งขัน Quick, Draw! Doodle Recognition Challenge," Accessed Oct. 14, 2024. [Online]. Available: <https://thaikeras.com/community/เกี่ยวกับ-kaggle/การแข่งขัน-quick-draw-doodle-recognition-challenge/>

โปรแกรมที่ถูกปรับแต่งเพื่อลดค่าธรรมเนียมการทำธุรกรรมบนบล็อกเชน แบบสาธารณะ

AN OPTIMIZED PROGRAM TO REDUCE TRANSACTIONS FEE ON PUBLIC BLOCKCHAINS

อานนท์ พรหมมูล

Arnon Prommoon

วิทยาลัยครีเอทีฟดีไซน์ แอนด์ เอ็นเตอร์เทนเมนต์เทคโนโลยี มหาวิทยาลัย
ธุรกิจบัณฑิต

College of Creative Design and Entertainment Technology,

Dhurakij Pundit University

Bangkok Thailand

65230035@dpu.ac.th

วราพร จิระพันธุ์ทอง

Waraporn Jirapanthong

วิทยาลัยครีเอทีฟดีไซน์ แอนด์ เอ็นเตอร์เทนเมนต์เทคโนโลยี มหาวิทยาลัย
ธุรกิจบัณฑิต

College of Creative Design and Entertainment Technology,

Dhurakij Pundit University

Bangkok Thailand

waraporn.jir@dpu.ac.th

บทคัดย่อ — งานวิจัยนี้มุ่งเน้นไปที่การลดค่าธรรมเนียมในการทำธุรกรรมบนเครือข่าย Ethereum โดยการปรับปรุงประสิทธิภาพของสัญญาอัจฉริยะที่เขียนด้วยภาษา Solidity ผลการวิจัยพบว่ามีเทคนิคต่าง ๆ เช่น การใช้ call data แทนการเก็บข้อมูลในหน่วยความจำ, การประมวลผลข้อมูลแบบไม่ตรวจสอบ (unchecked) สามารถลดค่า Gas ได้อย่างมีนัยสำคัญ การทดสอบโดยใช้เครื่องมือพัฒนาต่าง ๆ เช่น Remix, Truffle และ Hardhat แสดงให้เห็นว่าการเลือกใช้เครื่องมือและการตั้งค่าที่เหมาะสมสามารถส่งผลต่อประสิทธิภาพในการลดค่า Gas ได้อย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้งานวิจัยนี้ยังเน้นถึงความสำคัญของการจัดการข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ และการลดการคำนวณที่ไม่จำเป็นซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการลดต้นทุน การศึกษาเหล่านี้สามารถนำไปใช้พัฒนาแอปพลิเคชันที่มีประสิทธิภาพบน Ethereum

คำสำคัญ — การเพิ่มประสิทธิภาพค่าแก๊ส, การทำธุรกรรม, ค่าธรรมเนียมแก๊ส, บล็อกเชน, โซลิดิตี

ABSTRACT — This research focuses on reducing transaction fees on the Ethereum blockchain by optimizing the efficiency of smart contracts written in Solidity. The study found that various techniques, such as using call data instead of memory, ignoring boundary operations, and utilizing the unchecked function (under safe conditions), significantly reduce gas costs. Experiments conducted using development tools like Remix, Truffle, and Hardhat demonstrated that the choice of tools and configurations can impact gas efficiency. Furthermore, the research highlights the importance of efficient data

management and reducing unnecessary computations in minimizing gas costs.

Keywords — Gas optimization, Transactions, Gas Fees, Blockchain, Solidity

1. บทนำ

เทคโนโลยี Blockchain ได้กลายเป็นนวัตกรรมสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อหลายอุตสาหกรรมทั่วโลก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านการทำธุรกรรมแบบดิจิทัลที่เน้นความโปร่งใสและความปลอดภัย Solidity ซึ่งเป็นภาษาสำหรับการเขียน Smart Contract บน Ethereum blockchain ได้ถูกใช้อย่างแพร่หลาย แต่สิ่งที่เป็นข้อกังวลหลักในการพัฒนา Smart Contract คือค่าธรรมเนียมในการทำธุรกรรม หรือที่เรียกว่า "ค่าแก๊ส" (Gas fees) ซึ่งสามารถสูงได้ตามความซับซ้อนของโค้ดและทรัพยากรที่ใช้การลดค่าธรรมเนียมในการทำธุรกรรมเป็นหัวข้อที่นักพัฒนาควรให้ความสำคัญเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและความคุ้มค่าทั้งต่อผู้สร้างและผู้ใช้งาน มีหลายวิธีที่สามารถใช้ในการลดค่าแก๊สได้ เช่น การใช้หน่วยความจำที่เหมาะสม, การใช้ call data สำหรับการส่งพารามิเตอร์เพื่อลดการใช้งาน storage, การปรับปรุงวิธีการใช้ loop, การใช้การคำนวณแบบไม่ตรวจสอบเงื่อนไข (unchecked operations) และการลดการอัปเดตสถานะของข้อมูลในเครือข่ายเมื่อไม่จำเป็น นอกจากนี้ การเปรียบเทียบค่าแก๊สที่ใช้ในแพลตฟอร์มต่าง ๆ เช่น Remix, Truffle, Hardhat และ EVM ต่าง ๆ เช่น London, Paris, และ Cancun ยังแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพและผลกระทบจากการใช้เครื่องมือแต่ละแบบ ซึ่งสามารถช่วยให้นักพัฒนาตัดสินใจเลือกเครื่องมือและกลยุทธ์ที่เหมาะสมสำหรับการลดค่าธรรมเนียมการพัฒนา Smart Contract ที่มีประสิทธิภาพในแง่ของค่าธรรมเนียมเป็นเรื่องที่สำคัญในยุคที่ธุรกรรมดิจิทัลมีความเข้มข้น การเลือกใช้วิธีการที่

เหมาะสมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและลดต้นทุนในการทำธุรกรรมจะช่วยให้ นักพัฒนาและผู้ใช้งานได้รับประโยชน์สูงสุดจากเทคโนโลยีนี้

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาทฤษฎีและเทคนิคในการประยุกต์ใช้ เทคโนโลยีบล็อกเชน พร้อมทั้งพัฒนาแนวทางการเขียนโปรแกรมที่เน้นการ ลดค่าธรรมเนียมในการทำธุรกรรมบนบล็อกเชน โดยมุ่งเน้นการเลือกใช้ เครื่องมือและภาษาที่เหมาะสมในการเขียน Smart Contract ซึ่งจะช่วยให้เพิ่ม ประสิทธิภาพการทำงานและลดต้นทุนการจ้างงานบล็อกเชนในทางปฏิบัติ นอกจากนี้ งานวิจัยยังครอบคลุมถึงการวิเคราะห์เปรียบเทียบเครื่องมือที่ใช้ ในการพัฒนา Smart Contract เพื่อหาแนวทางที่เหมาะสมและมี ประสิทธิภาพสูงสุดสำหรับการนำไปใช้ในสถานการณ์จริง.

2. บทความและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยนี้มุ่งเน้นการศึกษาและพัฒนาอัลกอริทึมที่มีประสิทธิภาพ สำหรับธุรกรรมบนบล็อกเชนสาธารณะ โดยเฉพาะสัญญาอัจฉริยะบน Ethereum เป้าหมายหลักคือการสำรวจเทคนิคที่ช่วยลดการใช้ก๊าซในการทำธุรกรรม กลยุทธ์หลักๆ ได้แก่ การใช้ call data แทนการจัดเก็บข้อมูลใน หน่วยความจำ การปรับปรุงการทำงานของลูป และการใช้ฟังก์ชัน unchecked เพื่อหลีกเลี่ยงการตรวจสอบการล้น (over / under flow) ที่ไม่ จำเป็น การวิจัยใช้อุปกรณ์พัฒนาต่างๆ เช่น Remix, Truffle และ Hardhat เพื่อเปรียบเทียบผลกระทบต่อประสิทธิภาพการใช้ก๊าซโดยใช้สัญญา อัจฉริยะทดสอบ ผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่าเทคนิค เช่น การปรับปรุงการ จัดการอาร์เรย์และการลดการใช้หน่วยความจำ สามารถลดค่าธรรมเนียม ก๊าซได้อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งเป็นทางออกที่เป็นประโยชน์สำหรับนักพัฒนาที่ ต้องการปรับใช้สัญญาอัจฉริยะที่มีต้นทุนต่ำบนบล็อกเชน Ethereum โดย ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อทำการ วิเคราะห์และเรียบเรียงรายละเอียดซึ่งสามารถนำเสนอตามลำดับดังนี้

2.1 บล็อกเชน

ระบบบันทึกข้อมูลแบบกระจาย ที่ใช้ร่วมกันระหว่างโหนดต่างๆ ใน เครือข่าย เทคโนโลยีนี้ช่วยในการติดตามทรัพย์สินในธุรกิจ ซึ่งทรัพย์สิน เหล่านี้อาจเป็นอะไรก็ได้ที่มีมูลค่า ทั้งสิ่งของที่จับต้องได้และจับต้องไม่ได้ เช่น รถยนต์ ที่ดิน บ้าน เงินสด ลิขสิทธิ์ ทรัพย์สิน สิทธิบัตร หรือการสร้าง แปรนต์ [1]

2.2 ฉันทามติ

คือกระบวนการสำคัญในระบบบล็อกเชนที่ทำให้มั่นใจได้ว่าทุกโหนดใน เครือข่ายจะมีสำเนาของข้อมูลที่ต้องการและเป็นปัจจุบันเหมือนกัน โดยเฉพาะในระบบบล็อกเชนแบบกระจายศูนย์ (Decentralized) ที่ไม่มี ศูนย์กลางควบคุม กลไกนี้จะช่วยป้องกันปัญหาข้อมูลขัดแย้งกัน และทำให้ มั่นใจได้ว่าธุรกรรมต่างๆ ในบล็อกเชนนั้นถูกต้องและเชื่อถือได้ ซึ่งกลไก ฉันทามติที่ได้รับความนิยมส่วนใหญ่อย่างเช่น PoW ในบิตคอยด์ และ PoS ในอีเทอร์เรียม [2]

2.3 แนวทางการประยุกต์ใช้บล็อกเชน

บล็อกเชนในปัจจุบันนิยมนำไปประยุกต์ใช้ในหลายๆเรื่องยกตัวอย่างเช่น เรื่องของการแลกเปลี่ยนทางการเงินโดยใช้สกุลเงินดิจิทัลและบล็อกเชน ซึ่ง ได้สร้างการเปลี่ยนแปลงครั้งใหญ่ในการทำธุรกรรมการเงินข้ามพรมแดน แต่เดิมการโอนเงินจำเป็นต้องพึ่งพาบุคคลที่สาม เช่น ธนาคารหรือผู้ ให้บริการโอนเงิน เช่น Western Union ซึ่งคิดค่าบริการเฉลี่ยสูงถึง 5% ถึง 10% แพลตฟอร์มที่ใช้บล็อกเชน เช่น Ripple และ Stellar นำเสนอการโอน

เงินแบบดิจิทัลที่ทำได้แทบจะในทันที โดยมีค่าธรรมเนียมต่ำมาก ทำให้การ แลกเปลี่ยนมีประสิทธิภาพมากขึ้น [3]

2.4 ภาษาที่ใช้เขียน smart contract

ภาษาที่ใช้ในการพัฒนา Smart Contract ต้องอาศัย Virtual Machine (VM) หรือ ตัวกลาง ในการแปลงโค้ดจากภาษาระดับสูงไปเป็น bytecode ซึ่งเป็น โค้ดระดับต่ำที่บล็อกเชนสามารถประมวลผลได้ ตัวอย่างเช่น EVM (Ethereum Virtual Machine) ทำหน้าที่แปลงโค้ดจาก Solidity หรือ Vyper เพื่อให้รันบน Ethereum ขณะที่แพลตฟอร์มอื่นๆ อย่าง Solana ใช้ Solana Runtime สำหรับโค้ด Rust และ Move VM ใช้ใน Aptos การมี VM ทำ หน้าที่เป็นตัวกลางนี้ช่วยให้บล็อกเชนสามารถรองรับภาษาต่าง ๆ ได้ โดย แปลงโค้ดไปเป็น bytecode ที่เหมาะสมกับโครงสร้างบล็อกเชนนั้นๆ [4]

2.5 เครื่องมือที่ใช้สร้าง smart contract

เครื่องมือที่เหมาะสมกับการใช้งานกับบล็อกเชนอีเทอร์เรียมในปัจจุบันจะมี เครื่องมืออยู่หลักๆ 3 เครื่องมือได้แก่ Remix ide, Truffle suite, Hardhat โดยเครื่องมือเหล่านี้เหมาะกับนักพัฒนาที่ต้องการสร้างสภาพแวดล้อมกับอี เทอร์เรียมและใช้ภาษา solidity เป็นภาษาในการเขียน smart contract

2.6 ค่าธรรมเนียมบนอีเทอร์เรียม

Gas ใน Ethereum เป็นหน่วยวัดทรัพยากรที่ใช้ในการประมวลผลธุรกรรม หรือรัน smart contract บน Ethereum blockchain ทุกๆ การดำเนินการ บน Ethereum ไม่ว่าจะเป็นการโอนเงินอย่างง่ายหรือการทำงานของ smart contract ที่ซับซ้อน ล้วนต้องใช้ Gas โดยผู้ใช้งานจะต้องจ่ายค่าธรรมเนียมเป็น Ether (สกุลเงินของ Ethereum) ตามปริมาณ Gas ที่ใช้ไป การอ่าน-เขียน ข้อมูล ล้วนใช้ Gas ทั้งสิ้น ยิ่ง operation นั้นมีความซับซ้อนมากเท่าใด ก็ ยิ่งใช้ Gas มากขึ้นเท่านั้นก่อนการอัปเดต EIP-1559 ในเดือนสิงหาคม 2021 Ethereum ใช้กลไกการประมูลแบบ First-Price Auction โดย Gas Price ที่ชนะคือราคาที่สูงที่สุดที่นักขุดยอมรับ ซึ่งทำให้ราคา Gas ผันผวน และคาดเดายาก EIP-1559 ได้ปรับปรุงกลไก Gas โดยเพิ่ม Base Fee ซึ่งเป็นค่าธรรมเนียมขั้นต่ำที่ปรับขึ้นลงตามความต้องการใช้ Gas ผู้ใช้สามารถ เสนอ Tip เพิ่มเติมให้กับนักขุดเพื่อให้ทำธุรกรรมได้เร็วขึ้น EIP-1559 ช่วย ลดความผันผวนของราคา Gas และทำให้ผู้ใช้สามารถคาดการณ์ ค่าธรรมเนียมได้ดีขึ้น [5]

2.7 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.7.1 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการลดค่าธรรมเนียมธุรกรรม จากงานวิจัยของ He และคณะ [6] ในงานวิจัยเรื่อง "How to Save My Gas Fees: Understanding and Detecting Real-world Gas Issues in Solidity Programs" ได้มีการกล่าวถึงเรื่องของ Gas Waste หรือโค้ดใน Smart Contract ที่ใช้แก๊สมากกว่าที่จำเป็นโดยใช้เครื่องมือที่มีชื่อว่า PeCatch ซึ่งเป็นเครื่องมือวิเคราะห์โค้ดแบบ Static Analysis ที่ถูกออกแบบมาเพื่อ ตรวจสอบ Gas Waste ใน Smart Contract ที่เขียนด้วยภาษา Solidity โดยเฉพาะ โดยรูปแบบที่น่าสนใจที่เครื่องมืออย่าง PeCatch สามารถ ตรวจสอบได้ เช่น Function ที่ถูกระบุเป็น Memory แต่ไม่ได้ถูกแก้ไข และ แนะนำให้เปลี่ยนเป็น Calldata เพื่อลดการคัดลอกข้อมูลที่ไม่จำเป็น , ระบุ ตำแหน่งที่ควรใช้ unchecked งานวิจัยพบว่าโปรแกรมเมอร์จำนวนมาก ไม่ได้ใช้ "unchecked" แม้ในกรณีที่มั่นใจได้ว่าไม่มี Overflow/Underflow เกิดขึ้น ซึ่งนำไปสู่ Gas Waste ที่ไม่จำเป็นโดยผู้วิจัยก็ได้แนะนำ 2 แนวทางนี้ ไปปรับใช้กับโค้ดตัวอย่างที่นำมาทดสอบเช่นเดียวกันการประยุกต์ใช้แอป พลิเคชันร่วมกับบล็อกเชน

2.7.2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้งานร่วมกับบล็อกเชนในงานวิจัยของ Lee และคณะ [7] มีการนำเสนอแนวคิดใหม่ที่น่าเทคโนโลยีบล็อกเชนและสมาร์ตคอนแทรกต์มาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาระบบแบ่งปันข้อมูลเวชระเบียนอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Health Record: EHR) ที่เน้นความปลอดภัยและความเป็นส่วนตัวของข้อมูลผู้ป่วย ผลลัพธ์จากงานวิจัยนี้สรุปได้ว่าการนำเทคโนโลยีบล็อกเชนและสมาร์ตคอนแทรกต์เข้ามาใช้ในการจัดการและแบ่งปันข้อมูลเวชระเบียนสามารถเพิ่มความปลอดภัยและความเป็นส่วนตัวให้กับผู้ป่วยได้อย่างมีประสิทธิภาพ พร้อมทั้งรองรับการทำงานข้ามโรงพยาบาลและสนับสนุนการพัฒนางานวิจัยทางการแพทย์

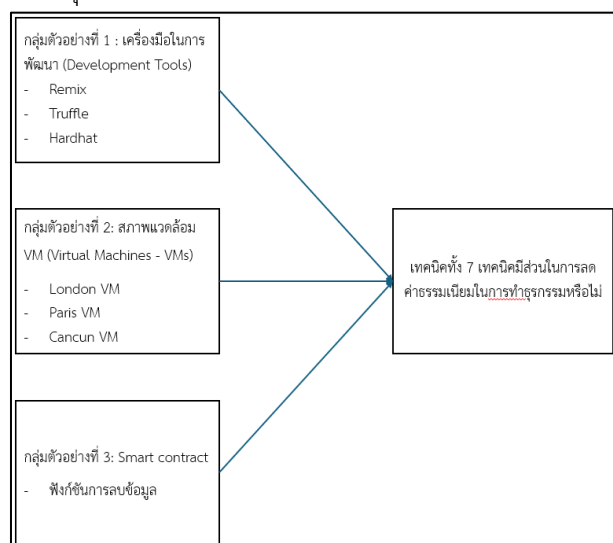
3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 กรอบแนวคิด

ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบกรอบแนวคิดเพื่อที่จะต้องการศึกษาผลกระทบของการใช้เทคนิคการลดค่าแก๊สในการพัฒนาสัญญาอัจฉริยะ (smart contract) ในบล็อกเชน โดยได้ทำการออกแบบ smart contract และนำมาปรับปรุงโค้ดด้วยการใช้เทคนิคการลดค่าธรรมเนียมทั้ง 7 เทคนิคบน 3 เครื่องมือ ได้แก่ Remix, Truffle และ Hardhat ที่สภาพแวดล้อมแตกต่างกันในส่วนของ VM และ Solidity compiler

3.2 กลุ่มตัวอย่าง

เพื่อที่จะตอบสมมุติฐานงานวิจัยที่ว่าเมื่อนำเทคนิคในการลดค่าธรรมเนียมมาปรับใช้ในสภาพแวดล้อมที่ต่างกันนั้นมันจะให้ผลที่แตกต่างหรือเหมือนกันหรือไม่ ผู้วิจัยจึงได้เลือกกลุ่มตัวอย่างมา 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่หนึ่ง smart contract กล่าวคือได้เลือกเทคนิคการลดค่าธรรมเนียมในการทำธุรกรรมทั้งหมด 7 เทคนิคที่แตกต่างกันนำไปทดสอบกับโค้ด smart contract ที่ออกแบบมาพร้อมกับเครื่องมือในการพัฒนาทั้ง 3 เครื่องมือคือ Remix, Truffle และ Hardhat กลุ่มที่ 2 เลือก VM ของอีเทอร์เรียมบล็อกเชนมา 3 ตัวอย่างทดสอบได้แก่ London VM , Paris VM และ Cancun VM เพื่อนำมาทดสอบกับเทคนิควิธีการลดค่าธรรมเนียมธุรกรรมทั้ง 7 เทคนิคบน 3 เครื่องมือในการพัฒนา และกลุ่มที่ 3 คือกลุ่มของเครื่องมือที่ใช้พัฒนาได้แก่ Remix ide , Truffle และ Hardhat โดยนำตัวอย่าง smart contract การลบข้อมูลที่ออกแบบมาเพื่อนำไปใช้กับเครื่องมือทั้ง 3 และ 7 เทคนิคการลดค่าธรรมเนียมเพื่อลดค่าธรรมเนียมในการทำธุรกรรม



รูปที่ 1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ

3.3 เครื่องมือในการทดสอบ

3.1.1 เครื่องมือสำหรับการพัฒนาทั้ง 3 เครื่องมือได้แก่ Remix , Truffle และ Hardhat

3.1.2 Gas Profile คือ หน้าจอสำหรับดูข้อมูลธุรกรรมในแต่ละขั้นตอนทดสอบ เช่น โปรแกรม Ganache หรือ หน้าจอ Terminal (Remix ide, Truffle, Hardhat)

3.1.3 VM Configuration คือ หน้าในการทดสอบปรับเลือก VM หรือหน้าของไฟล์ในการตั้งค่า VM (Remix ide) ในเครื่องมือพัฒนาที่เรียกว่า file config (Truffle , Hardhat)

3.1.4 Test Scenarios คือ วิธีการทดสอบที่ถูกจำลองในสถานการณ์ที่กำหนด เช่น การดูค่าธรรมเนียมก่อนและหลังการปรับปรุงเพื่อให้สามารถเปรียบเทียบผลลัพธ์การใช้แก๊สได้

3.4 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนการทดสอบต้องเริ่มจากการสร้าง smart contract ตัวอย่างโดยผู้วิจัยได้สร้าง smart contract สำหรับจัดเก็บข้อมูลพนักงานซึ่งใน contract สามารถทำการเพิ่มข้อมูลพนักงาน เรียกดูข้อมูลพนักงาน และ ลบข้อมูลพนักงานได้ ซึ่งงานวิจัยนี้จะโฟกัสไปที่ฟังก์ชันที่มีชื่อว่า deleteMultipleEmployee() ซึ่งเป็นฟังก์ชันสำหรับลบข้อมูลพนักงานทีละหลายคนพร้อมกันทำให้ต้องมีการใช้ Loop ในฟังก์ชันซึ่งตามงานวิจัย [8] นั้นจะทำให้เสียค่าธรรมเนียมในการทำธุรกรรมเป็นจำนวนมาก และในส่วนของเทคนิคทั้ง 7 นั้นประกอบไปด้วย เทคนิค A: การใช้ข้อมูลที่ผ่านมาแบบ call data แทนการเก็บในหน่วยความจำ memory เทคนิค B: การกำหนดตัวแปรไว้ในหน่วยความจำชั่วคราว เทคนิค C: การกำหนดตัวแปร length ของ array เทคนิค D: การกำหนดตัวแปร array element ใน for loop เทคนิค E: ใช้การจัดเก็บแบบ Boolean แทนการใช้ Delete เทคนิค F: ใช้ ++ แทน i++ ใน loop increment และเทคนิค G: ใช้ unchecked เพื่อไม่ต้องการตรวจสอบ overflow และ underflow ซึ่งเทคนิคทั้ง 7 เทคนิคนี้จะเข้าไปช่วยในการปรับปรุงโค้ดในฟังก์ชัน deleteMultipleEmployee() ให้มีค่าธรรมเนียมธุรกรรมที่ถูกลงได้

```

function deleteMultipleEmployees(uint256[] memory _employeeIds) public {
    for (uint256 i = 0; i < _employeeIds.length; i += 1) {
        uint salaryTotal = total;
        if (employees[_employeeIds[i]].exists) {
            uint256 salaryToDeduct = employees[_employeeIds[i]].salary;
            delete employees[_employeeIds[i]];
            salaryTotal -= salaryToDeduct;
        }
        total = salaryTotal;
    }
}
  
```

รูปที่ 2 ฟังก์ชันลบข้อมูลพนักงาน

3.5 ขั้นตอนการทดสอบ

หลังจากที่สร้างโค้ด smart contract ที่จะนำมาทดสอบกับเทคนิคทั้ง 7 เทคนิคแล้ว ผู้วิจัยจึงได้ทำการทดสอบโดยแบ่งการทดสอบเป็นทั้งหมด 2 scenario ได้แก่ scenario ที่หนึ่งคือ นำ 7 เทคนิคในการลดค่าธรรมเนียมการทำธุรกรรมมาใช้กับโค้ดตัวอย่างด้วยเงื่อนไขที่ VM และ Solidity compiler version เดียวกัน และ scenario ที่สองคือ นำ 7 เทคนิคในการลดค่าธรรมเนียมการทำธุรกรรมมาใช้กับโค้ดตัวอย่างด้วยเงื่อนไขที่ VM และ Solidity compiler version ต่างกัน โดยทำการเปรียบเทียบก่อนปรับปรุงโค้ดและหลังปรับปรุงโค้ดซึ่งตารางที่บันทึกข้อมูลทั้ง 7 เทคนิคจะแสดงใน

ตารางที่ 1 โดยอธิบายเพิ่มเติมในส่วนของ First Deploy คือการ Deploy smart contract ครั้งแรก และ Call function คือการเรียกใช้งานฟังก์ชัน deleteMultipleEmployee() ซึ่งจะแสดงในช่องของ Before คือก่อนปรับปรุง และช่อง After คือหลังปรับปรุง ซึ่งจากตารางที่ 1 ได้ใช้ scenario ที่หนึ่งคือ นำ 7 เทคนิคในการลดค่าธรรมเนียมการทำธุรกรรมมาใช้กับโค้ดตัวอย่างด้วยเงื่อนไขที่ VM และ Solidity compiler version เดียวกันคือ London VM และ Solidity compiler version 0.8.13 และทดสอบ scenario ที่สองคือ นำ 7 เทคนิคในการลดค่าธรรมเนียมการทำธุรกรรมมาใช้กับโค้ดตัวอย่างด้วยเงื่อนไขที่ VM และ Solidity compiler version ต่างกันดังนี้ รูปแบบที่หนึ่ง London VM + Solidity compiler version 0.8.13 รูปแบบที่สอง Paris VM + Solidity compiler 0.8.19 และรูปแบบที่ 3 Cancun VM + Solidity compiler version 0.8.27

```
function deleteMultipleEmployees(uint256[] memory _employeeIds) public {
    for (uint256 i = 0; i < _employeeIds.length; i += 1) {
        uint salaryTotal = total;
        if (employees[_employeeIds[i]].exists) {
            uint256 salaryToDeduct = employees[_employeeIds[i]].salary;
            delete employees[_employeeIds[i]];
            salaryTotal -= salaryToDeduct;
        }
        total = salaryTotal;
    }
}
```

รูปที่ 3 ฟังก์ชันลบข้อมูลพนักงานก่อนทำการปรับปรุง

```
function deleteMultipleEmployees(uint256[] calldata _employeeIds) public {
    uint256 salaryTotal = total;
    uint256 len = _employeeIds.length;
    for (uint256 i = 0; i < len; i++) {
        uint256 num = _employeeIds[i];
        if (!employees[num].exists) continue;
        uint256 salaryToDeduct = employees[num].salary;
        employees[num].exists = false;
        salaryTotal -= salaryToDeduct;
        unchecked { ++i; }
        total = salaryTotal;
    }
}
```

รูปที่ 4 ฟังก์ชันลบข้อมูลพนักงานหลังทำการปรับปรุง

3. ผลการวิจัย

3.1 ผลการทดสอบ scenario ที่หนึ่ง : VM และ Solidity version เหมือนกันกับทั้งสามเครื่องมือพัฒนาด้วยเงื่อนไข London VM + Solidity version 0.8.13 แสดงการบันทึกผลในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 บันทึกผลจาก London VM + Solidity version 0.8.13

ACTION	FIRST DEPLOY		CALL FUNCTION	
	Before	After	Before	After
	Cost (Wei)	Cost (Wei)	Cost (Wei)	Cost (Wei)
A	838,394	816,805	99,100	98,224
B	816,805	817,723	99,100	98,111
C	817,723	819,439	98,111	98,102
D	819,439	809,514	98,102	97,903
E	809,514	784,091	97,903	41,318
F	784,091	768,736	41,318	41,306
G	768,736	766,816	41,306	41,018

3.2 ผลการทดสอบ scenario ที่สอง : VM ต่างกันและ Solidity version ต่างกันด้วย แสดงการบันทึกผลในตารางที่ 2,3 และ 4 ตามลำดับ

ตารางที่ 2 บันทึกผลจาก London VM + Solidity version 0.8.13

การทดสอบ	ผลการเปรียบเทียบ		ร้อยละที่ลดลง
	ก่อน	หลัง	
First Deploy	838,394	766,816	8.54
Call Function	99,100	41,018	58.61

ตารางที่ 3 บันทึกผลจาก Paris VM + Solidity version 0.8.19

การทดสอบ	ผลการเปรียบเทียบ		ร้อยละที่ลดลง
	ก่อน	หลัง	
First Deploy	918,986	855,531	6.90
Call Function	99,256	41,018	58.67

ตารางที่ 4 บันทึกผลจาก Cancun VM + Solidity version 0.8.27

การทดสอบ	ผลการเปรียบเทียบ		ร้อยละที่ลดลง
	ก่อน	หลัง	
First Deploy	889,740	828,137	6.92
Call Function	99,172	40,976	58.68

4. สรุปและอภิปรายผล

4.1 สรุปผล

ผลการทดสอบในตารางที่ 1 หากนำเทคนิคการลดค่าแก๊สทั้ง 7 เทคนิคเมื่อนำมาปรับใช้กับโค้ด smart contract ตัวอย่างพบว่าทั้ง 7 เทคนิคสามารถลดค่าธรรมเนียมการทำธุรกรรมได้ทั้งในส่วนของ First Deploy (จาก 838,394 ลดเหลือ 766,816) และ Call function (จาก 99,100 ลดเหลือ 41,018) และผลของ scenario ที่หนึ่ง scenario ที่หนึ่งคือนำ 7 เทคนิคในการลดค่าธรรมเนียมการทำธุรกรรมมาใช้กับโค้ดตัวอย่างด้วยเงื่อนไขที่ VM และ Solidity compiler version เดียวกันพบว่าได้ผลไม่ต่างกันทั้ง 3 เครื่องมือพัฒนา (Remix, Truffle, Hardhat) และผลของ scenario ที่สองคือ นำ 7 เทคนิคในการลดค่าธรรมเนียมการทำธุรกรรมมาใช้กับโค้ดตัวอย่างด้วยเงื่อนไขที่ VM และ Solidity compiler version ต่างกันพบว่าทั้งตารางที่ 2 คือ ผลจาก London VM + Solidity version 0.8.13 , ผลจาก Paris VM + Solidity version 0.8.19 และผลจาก Cancun VM + Solidity version 0.8.27 มีค่าต่างกันซึ่งสามารถดูได้จากร้อยละที่ลดลงของทั้งสามตารางที่ได้ค่าไม่เท่ากันด้วย

4.2 อภิปรายผล

เทคนิคทั้ง 7 ที่นำมาใช้สามารถลดค่าธรรมเนียมได้ในทุกสถานการณ์ของเทคนิคการลดค่าธรรมเนียมการทำธุรกรรมบนอีเทอร์เรียม แต่มีความแตกต่างกันเล็กน้อยตาม VM และเวอร์ชัน Solidity Compiler ที่ใช้ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า แม้การปรับปรุงจะมีประสิทธิภาพ แต่ VM และเวอร์ชันของ Compiler ที่ใช้อาจมีผลต่อประสิทธิภาพในการลดค่าธรรมเนียม การทดลองนี้จึงแนะนำให้ นักพัฒนาพิจารณาปัจจัย VM และเวอร์ชัน Solidity เพื่อให้ได้ผลลัพธ์การลดค่าแก๊สที่ดีที่สุด ใน smart contract ของผู้พัฒนา

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จได้ด้วยการสนับสนุนและความช่วยเหลือจากหลายส่วน ขอขอบคุณที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.วราพร จิระพันธุ์ทอง ที่ให้คำแนะนำ เสนอแนะ และผลักดันให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ ขอขอบคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่สละเวลาให้คำแนะนำและแนวทางให้งานวิจัยนี้สำเร็จ ขอขอบคุณอาจารย์และเจ้าหน้าที่หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิตสาขาวิชาวิศวกรรมเว็บและการพัฒนา แอปพลิเคชันบนอุปกรณ์พกพาทุกท่านที่ให้ความรู้คำปรึกษาและประสานงานให้งานวิจัยเป็นไปอย่างราบรื่น ขอขอบคุณเพื่อนทุกท่านที่ให้คำปรึกษา ขอขอบคุณครอบครัวที่เป็นกำลังใจ ช่วยเหลือและให้การสนับสนุนในทุก ๆ เรื่อง ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นพื้นฐานในการต่อยอดองค์ความรู้ของผู้ที่สนใจศึกษาในงานด้านนี้ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- [1] Chaudhry, N., & Yousaf, M. M. (2018, December). Consensus algorithms in blockchain: Comparative analysis, challenges and opportunities. In 2018 12th international conference on open source systems and technologies (ICOSST) (pp. 54-63). IEEE.
- [2] Gautami Tripathi, Mohd Abdul Ahad, Gabriella Casalino, A comprehensive review of blockchain technology: Underlying principles and historical background with future challenges, *Decision Analytics Journal*, Vol 9, 2023
- [3] Kulkarni, Rajendra, et al. "Cryptocurrency, Stablecoins and Blockchain: Exploring digital money solutions for remittances and inclusive economies." 66th Annual North American Meetings of the Regional Science Association International (13–16 Nov, 2019) in Pittsburgh, PA, USA. 2019.
- [4] Bartoletti, Massimo, et al. "Smart Contract Languages: a comparative analysis." *arXiv preprint arXiv:2404.04129* (2024).
- [5] Liu, Yulin, et al. "Empirical analysis of eip-1559: Transaction fees, waiting times, and consensus security." *Proceedings of the 2022 ACM SIGSAC Conference on Computer and Communications Security*. 2022.
- [6] He, Mengting, et al. "How to Save My Gas Fees: Understanding and Detecting Real-world Gas Issues in Solidity Programs." *arXiv preprint arXiv:2403.02661* (2024).
- [7] X. Liu, Z. Wang, C. Jin, F. Li and G. Li, "A Blockchain-Based Medical Data Sharing and Protection Scheme," in *IEEE Access*, vol. 7, pp. 118943-118953, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2937685.
- [8] Chen, Ting, et al. "Under-optimized smart contracts devour your money." *2017 IEEE 24th international conference on software analysis, evolution and reengineering (SANER)*. IEEE, 2017.

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเจเนอเรทีฟเอไอ ในการออกแบบแอปพลิเคชันสำหรับผู้สูงอายุ

A Comparison of the Generative AI Performance in Application Design for the Elderly

1st ธาวิณี โลหะวีชรานนท์

Thawinee Lahawatcharanon

วิทยาลัยนวัตกรรมดิจิทัลเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยรังสิต

College of Digital Innovation Technology

Rangsit University

Pathum Thani, Thailand

thawinee.l64@rsu.ac.th

2nd ธนพร งามจิตร์

Tanaporn Ngamjit

วิทยาลัยนวัตกรรมดิจิทัลเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยรังสิต

College of Digital Innovation Technology

Rangsit University

Pathum Thani, Thailand

tanaporn.n@rsu.ac.th

3rd ปกักร พิชญะธนกร

Papangorn Pidchayathanakorn

วิทยาลัยนวัตกรรมดิจิทัลเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยรังสิต

College of Digital Innovation Technology

Rangsit University

Pathum Thani, Thailand

papangorn.p@rsu.ac.th

บทคัดย่อ — ปัจจุบันเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์กำเนิดใหม่หรือเจเนอเรทีฟเอไอ (Generative AI) มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาแอปพลิเคชันให้ตอบโจทย์ผู้ใช้งาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อกลุ่มผู้สูงอายุที่มีสติการดาวน์โหลดแอปพลิเคชันประเภทการจัดการและการแจ้งเตือนการใช้ยา (Medication Reminder) มากที่สุดแม้ผู้สูงอายุจะมีข้อจำกัดด้านกายภาพและทักษะการใช้งานเทคโนโลยีก็ตาม ดังนั้นการออกแบบในส่วนประสบการณ์ผู้ใช้ (UX/UI) แอปพลิเคชันสำหรับกลุ่มผู้สูงอายุจึงต้องให้ความสำคัญกับการตอบสนองต่อการใช้งานของผู้สูงอายุ งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาทฤษฎีการออกแบบแอปพลิเคชันที่ตอบสนองต่อการใช้งานของผู้สูงอายุประยุกต์กับเทคนิคการสร้างชุดคำสั่งสำหรับเจเนอเรทีฟเอไอ (Prompt Engineering) ให้ช่วยออกแบบประสบการณ์ผู้ใช้ (UX/UI) โดยนำชุดคำสั่งเดียวกันที่ได้พัฒนาทดลองออกคำสั่งกับเอไอเจเนอเรทีฟเอไอ 4 เครื่องมือ ได้แก่ ChatGPT, Gemini, Claude และ Microsoft Copilot ให้ออกแบบแอปพลิเคชันการจัดการและการแจ้งเตือนการใช้ยาของผู้สูงอายุ ผลการวิจัยพบว่าเจเนอเรทีฟเอไอ สามารถสนับสนุนการพัฒนาส่วนประสบการณ์ผู้ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยแต่ละเครื่องมือมีจุดเด่นที่แตกต่างกัน ChatGPT, Microsoft Copilot ให้คำแนะนำเชิงข้อความที่ดี แต่ขาดความชัดเจนในเชิงกราฟิก ส่วน Gemini และ Claude ให้ผลลัพธ์ด้านกราฟิกที่ดีกว่า นำเสนอการออกแบบที่ชัดเจน เรียบง่าย ใช้ไอคอนขนาดใหญ่และสีที่เหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุ ทั้งนี้เครื่องมือที่ความโดดเด่นที่สุดคือ Claude ที่ให้ HTML Code สามารถนำไปพัฒนาได้

คำสำคัญ — เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์กำเนิดใหม่, เจเนอเรทีฟเอไอ, การสร้างคำสั่งสำหรับเจเนอเรทีฟเอไอ, การออกแบบแอปพลิเคชัน, ผู้ใช้งานที่เป็นผู้สูงอายุ

Abstract — Currently, the emerging technology of generative artificial intelligence (Generative AI) plays a significant role in developing applications that meet user needs, especially in creating applications for the elderly. This group has the highest download statistics for medication management and reminder applications, despite their physical limitations and technological skills. Therefore,

designing the user experience (UX/UI) of applications for the elderly must prioritize their usability. This research studies the theory of designing applications that cater to the elderly's needs, applying prompt engineering techniques to help design user experiences (UX/UI). The same set of prompts was developed and tested with four generative AI tools: ChatGPT, Gemini, Claude, and Microsoft Copilot, to design medication management and reminder applications for the elderly. The research findings indicate that generative AI can effectively support the development of user experience components. Each tool has its unique strengths: ChatGPT and Microsoft Copilot provide good textual recommendations but lack clarity in graphics, while Gemini and Claude offer better graphic results, presenting clear and simple designs with large icons and colors suitable for the elderly. Among these, Claude stands out the most, providing HTML code that can be further developed.

Keywords — Generative AI, Prompt Engineering, Application Design, Elderly Users

1. บทนำ

ในยุคปัจจุบันที่เทคโนโลยีดิจิทัลเข้ามามีบทบาทสำคัญในชีวิตประจำวัน การพัฒนาแอปพลิเคชันที่ตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้งานกลุ่มต่าง ๆ นับเป็นความท้าทาย โดยเฉพาะกลุ่มผู้สูงอายุที่มีข้อจำกัดด้านกายภาพและการใช้งานเทคโนโลยี ทำให้นักพัฒนาแอปพลิเคชันต้องให้ความสำคัญกับการออกแบบที่เน้นความง่าย ความสะดวก และความชัดเจนในการใช้งาน การนำเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (AI) โดยเฉพาะ เจเนอเรทีฟเอไอ (Generative AI) มาใช้ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการพัฒนาและปรับปรุงประสบการณ์ผู้ใช้ (UX/UI) โดยเฉพาะในส่วนที่เชื่อมต่อระหว่างผู้ใช้งานกับระบบที่เหมาะสมกับผู้สูงอายุ การนำเอาเจเนอเรทีฟเอไอมาใช้ในการออกแบบแอปพลิเคชันจึงเป็นเครื่องมือที่มีศักยภาพ ช่วยให้แอปพลิเคชันสามารถตอบสนองต่อความต้องการเฉพาะกลุ่มได้ดียิ่งขึ้น

จากข้อมูลของ สมาคมผู้เกษียณอายุของชาวอเมริกัน [1] พบว่าแอปพลิเคชันการจัดการและการแจ้งเตือนการใช้ยา (Medication Reminder) มีการดาวน์โหลดใช้งานสูงสุดในกลุ่มผู้สูงอายุ มากถึง 90 ล้านครั้ง แสดงให้เห็นถึงความต้องการในการใช้เทคโนโลยีเพื่อการจัดการยาของผู้สูงอายุอย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นการนำเจเนอเรทีฟเอไอมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบแอปพลิเคชันสำหรับผู้สูงอายุ จึงช่วยให้นักพัฒนาได้รับคำแนะนำในการออกแบบที่เหมาะสม ลดระยะเวลาในการพัฒนาและเพิ่มความแม่นยำ

ผู้สูงอายุหมายถึงบุคคลที่มีอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป จากการศึกษาพบว่าผู้สูงอายุมักประสบปัญหาสุขภาพและข้อจำกัดในการใช้งานเทคโนโลยี [2] การสัมภาษณ์เชิงคุณภาพกับผู้สูงอายุ 20 คน พบว่าอุปสรรคในการใช้เทคโนโลยีแบ่งออกเป็นสามประเภท ได้แก่ อุปสรรคที่เกี่ยวกับวัย อุปสรรคส่วนบุคคล และอุปสรรคที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี ทำให้การออกแบบแอปพลิเคชันสำหรับผู้สูงอายุต้องให้ความสำคัญกับความเข้าใจในการใช้งานเทคโนโลยีของพวกเขา

การเพิ่มขึ้นของจำนวนผู้สูงอายุในปัจจุบัน [3] ทำให้การพัฒนาบริการด้านสุขภาพผ่านมือถือ (mHealth) มีความสำคัญมากขึ้น งานวิจัยที่พัฒนาแอปพลิเคชัน เช่น MedCue และ Mediminder [4],[5] ช่วยในการจัดการการใช้ยาและการแจ้งเตือนเวลารับประทานยาอย่างชัดเจน โดยมีการออกแบบอินเทอร์เฟซที่เรียบง่ายและสะดวกต่อการใช้งาน นอกจากนี้ยังช่วยลดข้อผิดพลาดในการใช้ยาและความเครียดของผู้ดูแล

จากการศึกษาเกี่ยวกับการใช้แอปพลิเคชันสำหรับผู้สูงอายุ [6] พบว่าความสามารถในการรับรู้และร่างกายของผู้สูงอายุลดลงตามอายุ หลักการออกแบบบางประการ เช่น การใช้ปุ่มที่มีขนาดใหญ่ขึ้น สามารถช่วยให้ผู้สูงอายุใช้งานแอปพลิเคชันได้ง่ายขึ้น แต่บางหลักการอาจไม่สามารถใช้งานได้ดี เนื่องจากความเคยชินหรือปัจจัยภายนอก เช่น การมองเห็นและการเคลื่อนไหวที่ลดลง [7]

การออกแบบแอปพลิเคชันมือถือสำหรับผู้สูงอายุยังคงเผชิญกับความท้าทาย [8] โดยเฉพาะในด้านของขนาดหน้าจอที่เล็กและท่าทางการสัมผัสที่ไม่คุ้นเคย ที่มวิจัยได้ทำการศึกษาการออกแบบแอปพลิเคชันที่ตอบสนองต่อความต้องการของผู้สูงอายุ [9] โดยใช้บทความ 40 บทความ และรวบรวมแนวทางการออกแบบแอปพลิเคชันมือถือ 27 แนวทางใน 5 หมวดหมู่หลัก รวมถึงการช่วยเหลือและการฝึกอบรม การนำทาง การออกแบบภาพ และการโต้ตอบ

จากการศึกษาในอินเดียกับผู้สูงอายุ 100 คน [10] พบว่าการออกแบบ UX ที่ปรับตัวตามความต้องการผู้ใช้งานสามารถช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุได้ นอกจากนี้งานวิจัยที่ศึกษาการออกแบบแอปพลิเคชันสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ [11] ได้สรุปคำแนะนำในการออกแบบอินเทอร์เฟซที่ตอบสนองความต้องการของผู้สูงอายุ

นอกจากนี้ยังมีการศึกษาที่เน้นถึงข้อดีของการใช้ เจเนอเรทีฟเอไอ ในการสร้างเนื้อหาใหม่ ๆ [12] และการใช้เทคนิคการสร้างคำสั่งเพื่อพัฒนาระบบเอไอในหลายด้าน [13] เช่น การสร้างแผนการสอนสำหรับเด็ก การพัฒนาโปรแกรม และการทำนายความซับซ้อนของรันไทม์ [14],[15],[16] รวมถึงการพัฒนาโมเดลการเรียนรู้เชิงลึก [17] การศึกษาวิจัยชี้ให้เห็นถึงความสามารถของแชทบอท เช่น ChatGPT ในการถอดความและปรับปรุงคุณภาพของการเรียงเรียงข้อความ [18] และการเปรียบเทียบเครื่องมือ

เอไอในด้านการประมวลผลภาษาธรรมชาติ [19] พบว่า ChatGPT 4 เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสูงในการทำงานหลายประเภท

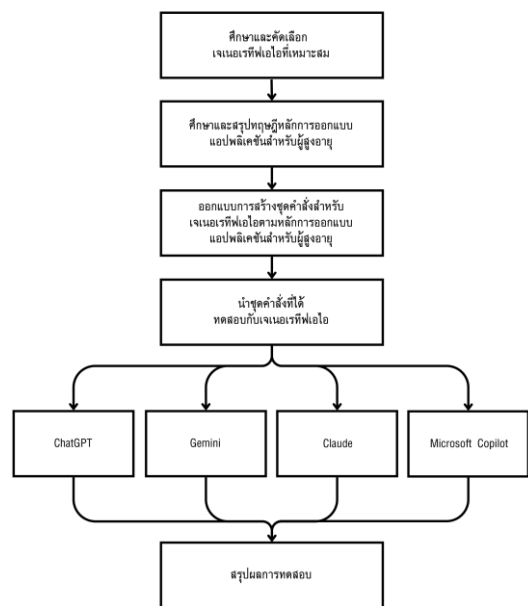
งานวิจัยนี้ชี้ให้เห็นถึงความท้าทายและโอกาสในการออกแบบแอปพลิเคชันสำหรับผู้สูงอายุ โดยเน้นความสำคัญของการพัฒนาอินเทอร์เฟซที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการเฉพาะของผู้ใช้กลุ่มนี้ รวมถึงการใช้เทคโนโลยีเจเนอเรทีฟเอไอและการสร้างคำสั่งสำหรับเอไอเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการพัฒนาแอปพลิเคชันที่เหมาะสมและตอบสนองความต้องการของผู้สูงอายุในอนาคต

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ ข้อแรกคือการศึกษาทฤษฎีการออกแบบแอปพลิเคชันที่ตอบสนองต่อการใช้งานของผู้สูงอายุประยุกต์กับเทคนิคการสร้างชุดคำสั่งสำหรับเจเนอเรทีฟเอไอ (Prompt Engineering) ให้ช่วยออกแบบประสบการณ์ผู้ใช้ (UX/UI) ข้อที่สองคือเพื่อเปรียบเทียบผลการทดสอบจากการนำชุดคำสั่งเดียวกันที่ได้พัฒนาทดลองออกคำสั่งกับเจเนอเรทีฟเอไอ 4 เครื่องมือ ได้แก่ ChatGPT, Gemini, Claude และ Microsoft Copilot

3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

จากวัตถุประสงค์ของการวิจัยและการทบทวนวรรณกรรมที่ได้กล่าวมา จึงได้ออกแบบวิธีการดำเนินงานวิจัยตามลำดับขั้นตอน ดังที่แสดงในรูปที่ 1 เริ่มจากการศึกษาและคัดเลือกเครื่องมือเจเนอเรทีฟเอไอที่เหมาะสม วิเคราะห์คุณสมบัติโดดเด่นและข้อจำกัด รวมถึงความเหมาะสมในการนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการออกแบบสำหรับงานวิจัยนี้ จากนั้นจึงเข้าสู่กระบวนการศึกษาและสรุปทฤษฎีหลักการออกแบบแอปพลิเคชันสำหรับผู้สูงอายุ เพื่อนำทฤษฎีที่ได้มาประยุกต์ใช้กับการสร้างคำสั่งสำหรับเจเนอเรทีฟเอไอ เพื่อให้เครื่องมือทั้ง 4 ได้แก่ ChatGPT, Gemini, Claude และ Microsoft Copilot สามารถทำงานได้ตามเป้าหมายที่กำหนดไว้อย่างละเอียด ภายใต้ทฤษฎีการออกแบบแอปพลิเคชันสำหรับผู้สูงอายุ



รูปที่ 1. วิธีดำเนินการวิจัย

ตารางที่ 1. แสดงการวิเคราะห์เปรียบเทียบเจเนอเรทีฟเอไอที่มีความเหมาะสมสำหรับการออกแบบแอปพลิเคชัน

โมเดล เอไอ	คุณสมบัติที่โดดเด่น	ข้อจำกัด	ความเหมาะสมในการออกแบบ
ChatGPT	สร้างข้อความโต้ตอบเป็นธรรมชาติและสอดคล้องกับเนื้อหา ปรับแต่งตามคำสั่ง ออกแบบต่าง ๆ ได้หลากหลาย	ผลลัพธ์ที่ได้ มุ่งเน้นให้คำแนะนำผ่านข้อความ คำอธิบาย	เหมาะสำหรับสร้างแนวคิด การออกแบบประสบการณ์ผู้ใช้และแนวทางการปฏิบัติผ่านคำอธิบาย
Gemini	มีความสามารถสูงในการประมวลผลข้อมูลจากที่เป็นข้อความให้เป็นภาพการออกแบบอินเทอร์เฟซผู้ใช้	ต้องการคำสั่งเฉพาะเจาะจง เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่แม่นยำ	เหมาะสำหรับแอปพลิเคชันที่มีการจัดการข้อมูลอย่างละเอียด พร้อมคำอธิบายที่ชัดเจน
Claude	สรุปเนื้อหาเชิงเหตุผล เข้าใจคำสั่งภาษาไทยที่ซับซ้อนได้ดี	ข้อจำกัดในการสร้างองค์ประกอบเน้นที่การจัดการข้อมูลและกระบวนการมากกว่า	เหมาะสำหรับแอปพลิเคชันที่เน้นการใช้งานง่ายและการออกแบบ Flow การใช้งานที่ชัดเจน ไม่ซับซ้อน
Microsoft Copilot	ทำงานร่วมกับเครื่องมือของไมโครซอฟท์ได้ดี มีคำแนะนำด้านการออกแบบประสบการณ์ผู้ใช้	ไม่ค่อยมีความยืดหยุ่นในการปรับแต่งหรือใช้งานบนแพลตฟอร์มอื่น	เหมาะสำหรับแอปพลิเคชันที่ทำงานร่วมกับ ระบบของไมโครซอฟท์

3.1. ศึกษาและคัดเลือกเจเนอเรทีฟเอไอที่เหมาะสม

ขั้นแรกคือการคัดเลือกเจเนอเรทีฟเอไอที่มีศักยภาพในการออกแบบประสบการณ์ผู้ใช้ ช่วยให้ นักพัฒนาออกแบบแอปพลิเคชันที่ใช้งานง่าย เน้นความชัดเจน เช่น การจัดวางเมนู การเลือกสี และการออกแบบอินเทอร์เฟซที่เข้าถึงได้ง่าย เหมาะกับผู้ใช้ที่มีข้อจำกัดสำหรับผู้สูงอายุ โดยได้ทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบคุณสมบัติโดดเด่นและข้อจำกัด รวมถึงความเหมาะสมในการใช้เครื่องมือเพื่อการออกแบบดังตารางที่ 1

- ChatGPT: เป็นเจเนอเรทีฟเอไอที่เน้นการสร้างข้อความด้วยความเข้าใจภาษาธรรมชาติ สามารถใช้ในการออกแบบประสบการณ์ผู้ใช้ ผ่านการแนะนำแนวทางในรูปแบบข้อความเหมาะสำหรับการให้คำแนะนำเชิงการออกแบบ เช่น การจัดวางปุ่ม การใช้งานที่เข้าใจง่าย แต่มีข้อจำกัดในการสร้างเลย์เอาต์เชิงภาพโดยตรง
- Gemini: เป็นเจเนอเรทีฟเอไอที่เน้นการประมวลผลข้อมูลภาพและให้คำแนะนำเชิงภาพ ทำให้เหมาะสำหรับการออกแบบเลย์เอาต์ที่มีรายละเอียดมากขึ้น มีความสามารถในการสร้างการออกแบบที่เป็นรูปธรรม แต่ต้องมีคำสั่งเฉพาะเจาะจงเพื่อให้ผลลัพธ์ที่แม่นยำ
- Claude: มีความสามารถในการเข้าใจและวิเคราะห์บริบทที่ซับซ้อน เหมาะสำหรับการออกแบบ Flow หรือการสร้างเลย์เอาต์เชิงโครงสร้างการใช้งานแอปพลิเคชันที่ผู้ใช้สามารถเข้าใจง่าย แต่ไม่เหมาะสำหรับการสร้างเลย์เอาต์ที่มีรายละเอียดเชิงภาพมากนัก
- Microsoft Copilot: เป็นเครื่องมือที่ทำงานร่วมกับเครื่องมือของไมโครซอฟท์โดยเฉพาะ เน้นการช่วยเหลือในการออกแบบประสบการณ์ผู้ใช้ ผ่านการเชื่อมต่อกับเครื่องมือเช่น PowerPoint หรือ Word เหมาะสำหรับการออกแบบในองค์กรที่ใช้ระบบของไมโครซอฟท์แต่การปรับแต่งเฉพาะอาจทำได้จำกัด

3.2. ศึกษาและสรุปทฤษฎีหลักการการออกแบบแอปพลิเคชันสำหรับผู้สูงอายุ

จากการศึกษา รวบรวม วิเคราะห์ และสรุปทฤษฎีหลักการที่สำคัญในการออกแบบแอปพลิเคชันสำหรับผู้สูงอายุที่ได้มาจากการทบทวนวรรณกรรม [5] และ [6] ที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งานและสร้างประสบการณ์ผู้ใช้ในกลุ่มผู้สูงอายุ ได้ทั้งหมด 14 ข้อ โดยนำมาจัดกลุ่มเป็น 5 หัวข้อหลักดังแสดงในตารางที่ 2 ควบคู่กับการออกแบบชุดคำสั่งสำหรับเจเนอเรทีฟเอไอ ให้ช่วยออกแบบแอปพลิเคชันประเภทการจัดการและการแจ้งเตือนการใช้ยา (Medication Reminder) โดยใช้เทคนิค Zero-shot และ Few-shot

ตารางที่ 2. แสดงการสร้างชุดคำสั่งสำหรับเจเนอเรทีฟเอไอแบ่งตามกลุ่มหลักการการออกแบบแอปพลิเคชันสำหรับผู้สูงอายุ โดยใช้เทคนิค Zero-shot และ Few-shot ให้ออกแบบแอปพลิเคชันประเภทการจัดการและการแจ้งเตือนการใช้ยา

การออกแบบ	เทคนิค Zero-shot	เทคนิค Few-shot
การออกแบบเลย์เอาต์	ออกแบบอินเทอร์เฟซของแอปพลิเคชันเตือนและจัดการการช้ยาบนมือถือที่ออกแบบมาเพื่อให้ผู้สูงอายุใช้งานได้ง่าย โดยคำนึงถึงหลักการดังต่อไปนี้ 1. หลีกเลี่ยงการวางปุ่มควบคุมไว้ใกล้ขอบหน้าจอ 2. ลดจำนวนองค์ประกอบและตัวเลือกในแต่ละหน้าจอ 3. การใช้เลย์เอาต์ในแนวตั้งมากกว่าแนวนอน 4. ผู้สูงอายุชอบเลย์เอาต์ที่เน้นข้อความมากกว่าแบบกราฟิก	ออกแบบอินเทอร์เฟซของแอปพลิเคชันเตือนและจัดการการช้ยาบนมือถือออกแบบมาเพื่อให้ผู้สูงอายุใช้งานได้ง่าย ยกตัวอย่างเช่น แอปพลิเคชัน Medisafe และออกแบบโดยคำนึงถึงหลักการดังต่อไปนี้ด้วย 1. หลีกเลี่ยงการวางปุ่มควบคุมไว้ใกล้ขอบหน้าจอ 2. ลดจำนวนองค์ประกอบและตัวเลือกในแต่ละหน้าจอ 3. การใช้เลย์เอาต์ในแนวตั้งมากกว่าแนวนอน 4. ผู้สูงอายุชอบเลย์เอาต์ที่เน้นข้อความมากกว่าแบบกราฟิก
การออกแบบไอคอน	5. ใช้ไอคอนที่เป็นรูปธรรมและคุ้นเคย 6. จำกัดจำนวนไอคอนไม่เกิน 25 ไอคอน	5. ใช้ไอคอนที่เป็นรูปธรรมและคุ้นเคย 6. จำกัดจำนวนไอคอนไม่เกิน 25 ไอคอน
การออกแบบฟอนต์และข้อความ	7. ใช้ขนาดตัวอักษรใหญ่ 8. ใช้ภาษาที่เรียบง่าย ชัดเจน ไม่ซับซ้อน 9. ลดการใช้ศัพท์เฉพาะทาง	7. ใช้ขนาดตัวอักษรใหญ่ 8. ใช้ภาษาที่เรียบง่าย ชัดเจน ไม่ซับซ้อน 9. ลดการใช้ศัพท์เฉพาะทาง
การออกแบบเพื่อความชัดเจน	10. แสดงให้ชัดเจนว่าองค์ประกอบใดที่สามารถสัมผัสได้ 11. ใช้สีที่ความคมชัดสูงระหว่างพื้นหลังและองค์ประกอบ 12. ใช้สีที่มีความคมชัดสูงในอินเทอร์เฟซ	10. แสดงให้ชัดเจนว่าองค์ประกอบใดที่สามารถสัมผัสได้ 11. ใช้สีที่ความคมชัดสูงระหว่างพื้นหลังและองค์ประกอบ 12. ใช้สีที่ความคมชัดสูงในอินเทอร์เฟซ
การให้คำแนะนำและช่วยเหลือ	13. ให้คำแนะนำสั้น ๆ หรือข้อความช่วยเหลือในทุกขั้นตอน 14. ให้ข้อเสนอแนะที่ชัดเจนและกระชับ	13. ให้คำแนะนำสั้น ๆ หรือข้อความช่วยเหลือในทุกขั้นตอน 14. ให้ข้อเสนอแนะที่ชัดเจนและกระชับ

3.3. ออกแบบการสร้างชุดคำสั่งสำหรับเจเนอเรทีฟเอไอตามหลักการออกแบบแอปพลิเคชันสำหรับผู้สูงอายุ

ในงานวิจัยนี้ใช้เทคนิคการสร้างคำสั่งจำนวน 2 เทคนิค ได้แก่ เทคนิค Zero-shot และเทคนิค Few-shot ดังแสดงในตารางที่ 2 ซึ่งจะเห็นได้ว่าเทคนิค Zero-shot เหมาะสำหรับผู้ออกแบบที่ไม่คุ้นเคยกับเทคโนโลยีมาก่อน เพราะโมเดลสามารถให้คำแนะนำสำหรับงานใหม่ได้โดยไม่ต้องมีตัวอย่างประกอบ เหมาะกับการใช้งานที่ไม่ซับซ้อน เช่น การค้นหาข้อมูลหรือฟังก์ชันพื้นฐานในแอปพลิเคชัน ประหยัดเวลาในการออกแบบคำสั่งล่วงหน้า ส่วนเทคนิค Few-shot จะมีขั้นตอนการเพิ่มตัวอย่างคำแนะนำ

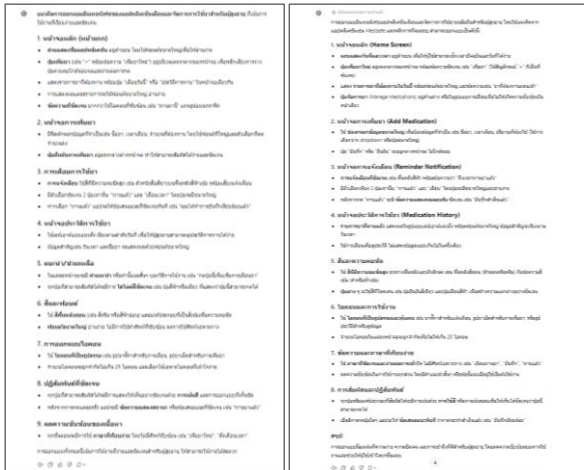
ช่วยให้โมเดลสร้างคำตอบที่ชัดเจนและตรงกับการใช้งานได้มากขึ้น ซึ่งในตารางที่ 3 แสดงหลักการใช้เทคนิคการสร้างคำสั่งเพื่อให้เจเนอเรทีฟเอไอ ออกแบบอินเทอร์เฟซของแอปพลิเคชัน โดยเจาะจงให้ออกแบบแอปพลิเคชันประเภทการจัดการและการแจ้งเตือนการใช้จ่าย เทคนิคเหล่านี้ถูกเลือกเพื่อช่วยให้เจเนอเรทีฟเอไอสามารถเข้าใจและตอบสนองต่อคำสั่งได้อย่างเหมาะสม

ตารางที่ 3. แสดงหลักการใช้เทคนิคการสร้างคำสั่งเพื่อให้เจเนอเรทีฟเอไอ ออกแบบอินเทอร์เฟซของแอปพลิเคชันสำหรับผู้สูงอายุ

เทคนิค	คำอธิบายหลักการ
Zero-shot	ให้โมเดลทำงานในงานใหม่โดยไม่มีการฝึกฝนเพิ่มเติม
Few-shot	ให้ตัวอย่างเพิ่มเติมเพื่อช่วยให้โมเดลเรียนรู้และตอบคำถามได้ดีขึ้น

4. ผลการวิจัย

การทดสอบเป็นการนำชุดคำสั่งสำหรับเจเนอเรทีฟเอไอตามหลักการออกแบบทั้ง 14 ข้อออกคำสั่งครั้งเดียวกับเจเนอเรทีฟเอไอให้ช่วยออกแบบออกแบบอินเทอร์เฟซแอปพลิเคชันประเภทการจัดการและการแจ้งเตือนการใช้จ่าย โดยแสดงผลเปรียบเทียบระหว่างเทคนิค Zero-shot กับ Few-shot



(ก)

(ข)

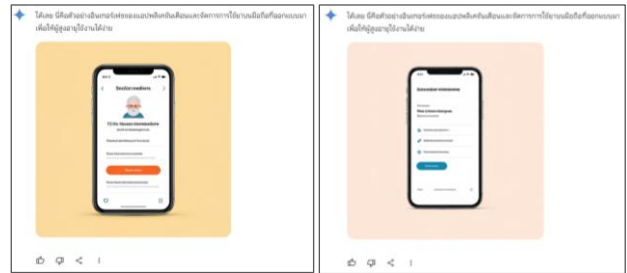
รูปที่ 3. เครื่องมือ ChatGPT ทดสอบโดยใช้

(ก) ชุดคำสั่งด้วยเทคนิค Zero-shot (ข) ชุดคำสั่งด้วยเทคนิค Few-shot

ผลที่ได้จากการทดสอบกับเครื่องมือที่ 1 คือ ChatGPT แสดงให้เห็นในการทดสอบโดยใช้ชุดคำสั่งด้วยเทคนิค Zero-shot ในรูปที่ 3 (ก) และการทดสอบโดยใช้ชุดคำสั่งด้วยเทคนิค Few-shot ในรูปที่ 3 (ข) เทคนิค Zero-shot ให้ผลลัพธ์ที่เน้นการให้คำแนะนำโดยรวมยังไม่ชัดเจนหรือมีรายละเอียดมากพอในการนำไปออกแบบ ในขณะที่เทคนิค Few-shot ให้ผลลัพธ์ที่มีรายละเอียดมากขึ้น เหมาะกับการนำไปใช้ในการออกแบบจริง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่ต้องการคำแนะนำเฉพาะด้าน

การทดสอบกับ Gemini เป็นเครื่องมือที่ 2 ผลการทดสอบแสดงให้เห็นในการทดสอบโดยใช้ชุดคำสั่งด้วยเทคนิค Zero-shot ในรูปที่ 4 (ก) และการทดสอบโดยใช้ชุดคำสั่งด้วยเทคนิค Few-shot ในรูปที่ 4 (ข) พบว่าเทคนิค Zero-shot ให้ผลลัพธ์ในการสร้างอินเทอร์เฟซที่เรียบง่าย แต่ยังคงขาดความชัดเจนในเรื่องของการจัดวางองค์ประกอบที่จำเป็นสำหรับผู้ใช้งานสูงอายุ เช่น การขาดความคมชัดระหว่างปุ่มควบคุมและพื้นหลัง ในขณะที่

เทคนิค Few-shot แสดงให้เห็นถึงความก้าวหน้าในแง่ของการออกแบบอินเทอร์เฟซในรูปแบบนี้มีความสมดุลมากขึ้น การจัดวางปุ่มและองค์ประกอบต่าง ๆ ชัดเจน สีที่เลือกใช้ช่วยให้ปุ่มมีความโดดเด่นขึ้น ซึ่งทำให้เหมาะกับการใช้งานของผู้สูงอายุมากกว่า



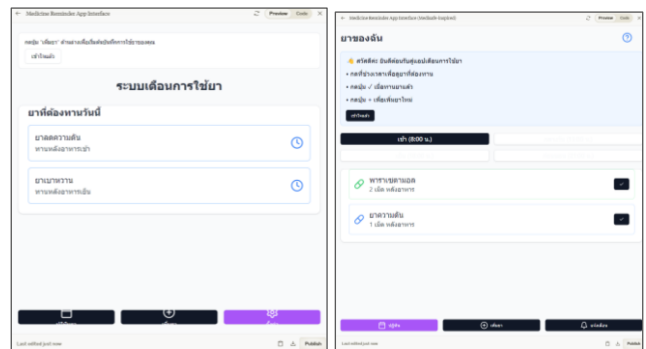
(ก)

(ข)

รูปที่ 4. เครื่องมือ Gemini ทดสอบโดยใช้

(ก) ชุดคำสั่งด้วยเทคนิค Zero-shot (ข) ชุดคำสั่งด้วยเทคนิค Few-shot

การทดสอบด้วยเครื่องมือที่ 3 คือ Claude แสดงผลการทดสอบโดยใช้คำสั่งด้วยเทคนิค Zero-shot ในรูปที่ 5 (ก) และการทดสอบโดยใช้คำสั่งด้วยเทคนิค Few-shot ในรูปที่ 5 (ข) เทคนิค Zero-shot แสดงให้เห็นถึงการสร้างอินเทอร์เฟซที่มีการจัดองค์ประกอบค่อนข้างเรียบง่าย แต่ในส่วนของปุ่มยังคงมีความซับซ้อน ในขณะที่เทคนิค Few-shot สามารถสร้างให้ผลลัพธ์ที่มีความละเอียดและเหมาะสมมากขึ้นในแง่ของการใช้งานจริงโดยเน้นฟังก์ชันที่เข้าใจง่ายและเป็นระบบ



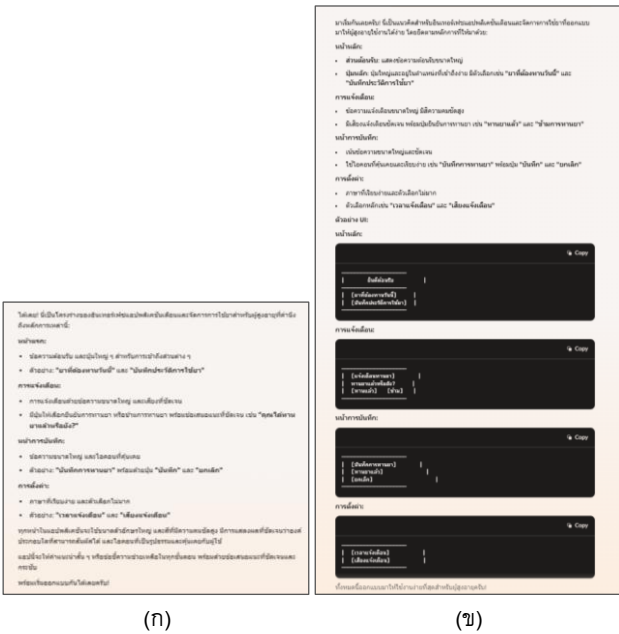
(ก)

(ข)

รูปที่ 5. เครื่องมือ Claude ทดสอบโดยใช้

(ก) ชุดคำสั่งด้วยเทคนิค Zero-shot (ข) ชุดคำสั่งด้วยเทคนิค Few-shot

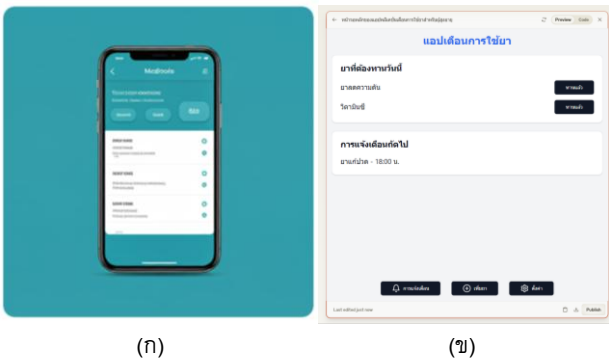
การทดสอบด้วย Microsoft Copilot เป็นเครื่องมือที่ 4 แสดงผลการทดสอบโดยใช้ชุดคำสั่งด้วยเทคนิค Zero-shot ในรูปที่ 6 (ก) และการทดสอบโดยใช้ชุดคำสั่งด้วยเทคนิค Few-shot ในรูปที่ 6 (ข) ในเทคนิค Zero-shot แสดงให้เห็นว่าการให้คำแนะนำเป็นไปในลักษณะทั่วไปครอบคลุมหลักการพื้นฐาน แต่ยังขาดความแม่นยำในรายละเอียดของการใช้งานจริง ข้อแนะนำที่ได้อาจยังไม่สามารถนำไปใช้ได้โดยตรงในบางสถานการณ์ ในขณะที่เทคนิค Few-shot ให้คำแนะนำที่มีความเฉพาะเจาะจงและชัดเจนมากขึ้น ทำให้การใช้งานจริงมีความแม่นยำและมีประสิทธิภาพ



รูปที่ 6. เครื่องมือ Microsoft Copilot ทดสอบโดยใช้

(ก) ชุดคำสั่งด้วยเทคนิค Zero-shot (ข) ชุดคำสั่งด้วยเทคนิค Few-shot

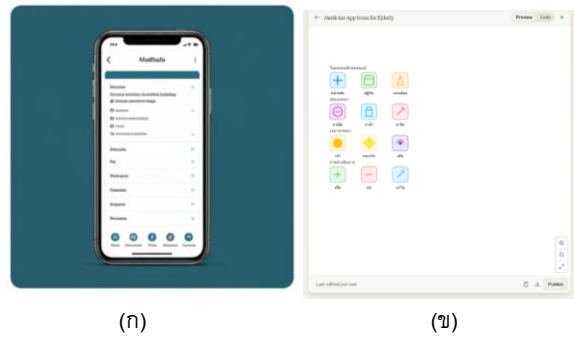
จากผลการทดสอบชุดคำสั่งสำหรับเจเนอเรทีฟไอเอทั้ง 4 เครื่องมือนั้น การทดสอบด้วยเครื่องมือ Gemini และ Claude ให้ผลการออกแบบ อินเทอร์เฟซแอปพลิเคชันประเภทการจัดการและการแจ้งเตือนการใช้จ่าย เป็นที่น่าสนใจ จึงได้ทำการทดสอบเพิ่มเติมด้วยชุดคำสั่งเดียวกัน แต่ทำการออกคำสั่งการออกแบบแยกตาม 5 กลุ่มตามตารางที่ 2 คือ การออกแบบเลย์เอาต์, การออกแบบไอคอน, การออกแบบฟอนต์และข้อความ, การออกแบบเพื่อความชัดเจน และการให้คำแนะนำและช่วยเหลือ โดยเน้น การทดสอบโดยใช้ชุดคำสั่งด้วยเทคนิค Few-shot



รูปที่ 7. การออกแบบเลย์เอาต์ด้วยชุดคำสั่งด้วยเทคนิค Few-shot

(ก) เครื่องมือ Gemini (ข) เครื่องมือ Claude

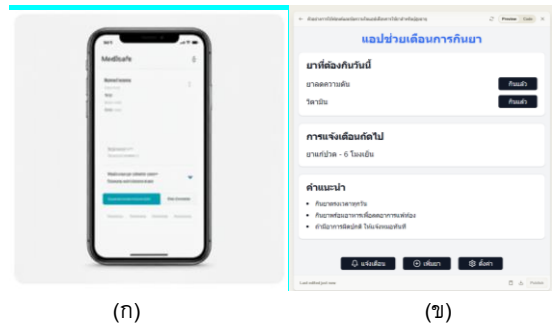
ชุดคำสั่งสำหรับเจเนอเรทีฟไอเอเพื่อการออกแบบเลย์เอาต์ จะเห็นได้ว่า รูปที่ 7 (ก) Gemini เน้นกราฟิกที่ชัดเจน ใช้ไอคอนขนาดใหญ่และสีสันทันทีเหมาะสม ช่วยให้เลย์เอาต์ใช้งานง่ายและลดความซับซ้อน แต่ขาดคำแนะนำเชิงข้อความที่ละเอียด ส่วนเครื่องมือ Claude โดดเด่นในการจัดวางเลย์เอาต์ที่เป็นระบบและเข้าใจง่ายผ่านการจัดเรียงเมนูและข้อความที่ชัดเจน แต่ขาดความน่าสนใจในด้านกราฟิกแสดงใน รูปที่ 7 (ข)



รูปที่ 8. การออกแบบไอคอนด้วยชุดคำสั่งด้วยเทคนิค Few-shot

(ก) เครื่องมือ Gemini (ข) เครื่องมือ Claude

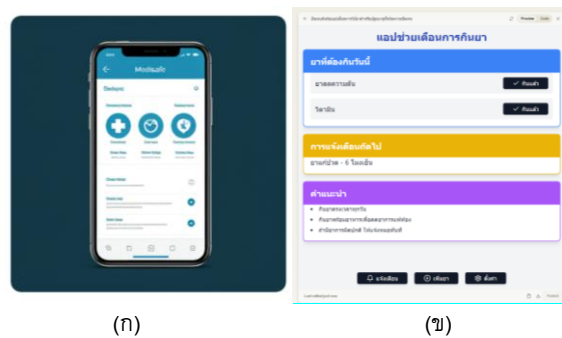
การออกแบบไอคอนด้วย Gemini ในรูปที่ 8 (ก) เน้นการจัดวางไอคอนขนาดใหญ่และมีสีสันทันที่ชัดเจน ซึ่งช่วยให้ผู้สูงอายุสามารถใช้งานได้ง่ายและมองเห็นได้ชัดเจน ในขณะที่ Claude ในรูปที่ 8 (ข) เน้นการใช้ไอคอนที่เรียบง่ายและจัดวางเป็นระบบ โดยมีการใช้สีและขนาดที่สมดุล แต่ขาดความดึงดูดใจของกราฟิก



รูปที่ 9. การออกแบบฟอนต์และข้อความด้วยชุดคำสั่งด้วยเทคนิค Few-shot

(ก) เครื่องมือ Gemini (ข) เครื่องมือ Claude

การออกแบบฟอนต์และข้อความ แสดงให้เห็นว่า Gemini ในรูปที่ 9 (ก) ใช้ฟอนต์ที่มีขนาดใหญ่และชัดเจน โดยมีการเว้นระยะห่างระหว่างข้อความและองค์ประกอบต่าง ๆ ทำให้ผู้สูงอายุสามารถอ่านและเข้าใจเนื้อหาได้อย่างง่ายดาย การจัดวางมีความเรียบง่ายและชัดเจน ในขณะที่ Claude ในรูปที่ 9 (ข) เน้นการจัดวางข้อความในลักษณะที่เป็นระบบและมีขั้นตอนชัดเจน การจัดระเบียบฟอนต์และการใช้ข้อความมีความเป็นทางการมากขึ้น โดยเน้นให้ข้อมูลเป็นลำดับขั้น แต่ข้อจำกัดคือ การออกแบบอาจขาดความน่าสนใจในเชิงกราฟิกและการดึงดูดสายตาเมื่อเทียบกับ Gemini



รูปที่ 10. การออกแบบเพื่อความชัดเจนด้วยชุดคำสั่งด้วยเทคนิค Few-shot

(ก) เครื่องมือ Gemini (ข) เครื่องมือ Claude

การออกแบบความชัดเจน แสดงให้เห็นว่า Gemini ในรูปที่ 10 (ก) ใช้ไอคอนขนาดใหญ่และสีที่ชัดเจน ทำให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าใจได้ง่าย ในขณะที่ Claude ในรูปที่ 10 (ข) เน้นการใช้สีที่แตกต่างกันอย่างชัดเจนระหว่างองค์ประกอบ เพื่อช่วยเน้นความสำคัญและจัดลำดับข้อมูลที่เป็นระเบียบ การออกแบบทั้งสองรูปแบบมุ่งเน้นให้ผู้สูงอายุสามารถใช้งานได้อย่างสะดวกและเข้าใจได้ง่าย



(ก)

(ข)

รูปที่ 11. การให้คำแนะนำและช่วยเหลือด้วยชุดคำสั่งด้วยเทคนิค Few-shot (ก) เครื่องมือ Gemini (ข) เครื่องมือ Claude

การออกแบบในส่วนการให้คำแนะนำและช่วยเหลือ แสดงให้เห็นว่า Gemini ในรูปที่ 11 (ก) ใช้การแสดงผลที่เรียบง่าย พร้อมข้อความแนะนำที่ตรงไปตรงมา ทำให้ผู้สูงอายุเข้าใจได้ไม่ยาก ขณะที่ Claude แสดงในรูปที่ 11 (ข) ใช้การจัดวางข้อความและปุ่มที่เป็นระบบมากกว่า มีการแยกแยะองค์ประกอบด้วยสีที่ชัดเจน เพื่อเน้นลำดับความสำคัญ ทั้งสองเครื่องมือออกแบบเพื่อช่วยให้การใช้งานเป็นไปอย่างสะดวกและเหมาะสมกับกลุ่มผู้สูงอายุ

จากผลการทดสอบเพิ่มเติมด้วยชุดคำสั่งเดียวกันด้วยเทคนิค Few-shot แต่ทำการออกคำสั่งการออกแบบแยกตาม 5 กลุ่มจะเห็นได้ว่าทั้งสองเครื่องมือแสดงผลของการออกแบบที่ต่างกัน Gemini โดดเด่นในการออกแบบที่เน้นกราฟิกชัดเจน ใช้ไอคอนขนาดใหญ่และสีที่ที่เหมาะสม ทำให้ผู้สูงอายุใช้งานได้สะดวก อินเทอร์เฟซที่เรียบง่ายและเข้าใจง่าย เหมาะกับการใช้งานที่ไม่ซับซ้อนแต่ขนาดตัวหนังสือมีขนาดเล็กซึ่งจะไม่เหมาะกับผู้สูงอายุ ขณะที่ Claude เน้นการจัดลำดับข้อมูลอย่างเป็นระบบ การใช้สีเพื่อแยกความสำคัญของข้อมูลทำให้การใช้งานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ สามารถนำ HTML Code ไปพัฒนาต่อยอดได้ แต่ยังคงขาดความน่าสนใจด้านกราฟิกเมื่อเทียบกับ Gemini

5. สรุปและอภิปรายผล

ในการทดลองออกแบบประสบการณ์ผู้ใช้ สำหรับผู้สูงอายุโดยใช้ เจเนอเรทีฟเอไอ 4 โมเดล พบว่า ChatGPT ที่ทดสอบโดยเทคนิค Few-shot เหมาะสำหรับสถานการณ์ที่ต้องการคำแนะนำเฉพาะเจาะจงและชัดเจนมากขึ้นส่วน Gemini สร้างภาพกราฟิกที่ชัดเจน เหมาะสำหรับผู้สูงอายุ โดยเน้นการใช้ไอคอนขนาดใหญ่และการจัดวางที่เรียบง่าย Claude แสดงการจัดวางที่ชัดเจนใน Zero-shot และมีรายละเอียดที่ดีขึ้นใน Few-shot ในขณะที่ Microsoft Copilot คงให้คำแนะนำเชิงข้อความที่ครอบคลุมทั้งใน Zero-shot และ Few-shot แต่ขาดความชัดเจนในเชิงกราฟิก เมื่อเปรียบเทียบกับโมเดลอื่นๆ โดยมีการสรุปผลลัพธ์ที่ได้จากการรันคำสั่งสำหรับเอไอทั้ง 4 เครื่องมือ ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4. สรุปผลลัพธ์ที่ได้การทดสอบทั้ง 4 เครื่องมือ

เจเนอเรทีฟเอไอ	เทคนิค Zero-shot	เทคนิค Few-shot
ChatGPT	ให้คำแนะนำในการออกแบบที่คำนึงถึงผู้สูงอายุโดยรวม ยังไม่ชัดเจน	ให้คำแนะนำที่เหมาะสมสำหรับการที่จะนำไปใช้ในการออกแบบในสถานการณ์จริง
Gemini	แสดงให้เห็นว่าเอไอสามารถสร้างอินเทอร์เฟซที่เรียบง่าย และมีการจัดวางปุ่มที่ชัดเจน แต่ยังคงขาดการจัดเรียงที่ลงตัวไปมา	แสดงถึงการพัฒนาอินเทอร์เฟซที่ดีขึ้นตัวเลือกต่าง ๆ ถูกจัดเรียงอย่างเป็นระเบียบและชัดเจน มีความคมชัดระหว่างปุ่มและพื้นหลัง สีที่เลือกใช้ทำให้ปุ่มดูเด่นขึ้นมา
Claude	แสดงผลลัพธ์ที่เรียบง่ายและเข้าใจง่าย แต่ยังคงขาดการจัดวางที่ซับซ้อนสำหรับการใช้งานในสถานการณ์จริง	ให้ผลลัพธ์ที่มีความละเอียดและเหมาะสมมากขึ้นในแง่ของการใช้งานจริง โดยเน้นฟังก์ชันที่เข้าใจง่ายและเป็นระบบ
Microsoft Copilot	ให้คำแนะนำที่ครอบคลุม แต่ยังขาดความแม่นยำและรายละเอียดที่ตรงกับสถานการณ์	ให้คำแนะนำที่มีความเฉพาะเจาะจงและชัดเจนมากขึ้น ทำให้การใช้งานจริงมีความแม่นยำและมีประสิทธิภาพ

โดยสรุปในตารางที่ 5 Gemini และ Claude มีผลลัพธ์ในเชิงกราฟิกที่ดีกว่า และมุ่งเน้นตอบสนองความต้องการของผู้สูงอายุ การออกแบบเน้นความชัดเจนและความเรียบง่าย การใช้สีและไอคอนที่ชัดเจนช่วยให้การใช้งานสะดวก นอกจากนี้การใช้เทคนิค Few-shot ในการแยกชุดคำสั่งเป็น 5 กลุ่มการออกแบบยังช่วยเพิ่มคุณภาพการออกแบบให้มีคุณภาพสูงยิ่งขึ้นทำให้การออกแบบตอบโจทย์การใช้งานจริงมากขึ้น ซึ่งข้อได้เปรียบที่แตกต่างกันคือการแสดงผลลัพธ์ในเชิงกราฟิกกับการนำ HTML Code ไปต่อยอดในการพัฒนา ซึ่งหากใช้สองเครื่องมือนี้คู่กันจะทำให้สามารถออกแบบแอปพลิเคชันที่เหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุ

ตารางที่ 5. สรุปผลลัพธ์ที่ได้จากผลการทดสอบชุดคำสั่งเทคนิค Few-shot กับ Gemini และ Claude แยกตาม 5 กลุ่มการออกแบบ

การออกแบบ	Gemini เทคนิค Few-shot	Claude เทคนิค Few-shot
การออกแบบเลย์เอาต์	เน้นกราฟิกที่ชัดเจน ใช้ไอคอนและเมฆขนาดใหญ่ ช่วยให้ผู้สูงอายุใช้งานง่ายและมองเห็นได้ชัดเจน	การจัดวางเป็นระบบและเข้าใจง่าย มีลำดับขั้นตอนที่ชัดเจน แม้จะขาดกราฟิกที่โดดเด่น
การออกแบบไอคอน	ใช้ไอคอนขนาดใหญ่ สีสันสดใส ชัดเจน เหมาะกับผู้สูงอายุ ทำให้การใช้งานสะดวกและง่ายต่อการมองเห็น	เน้นการจัดเรียงไอคอนอย่างเป็นระบบ ใช้สีเพื่อแยกความสำคัญขององค์ประกอบ
การออกแบบฟอนต์และข้อความ	ใช้ฟอนต์ขนาดใหญ่และชัดเจน เน้นการอ่านที่สะดวกและเข้าใจง่าย	ข้อความถูกจัดเรียงอย่างเป็นระบบ เน้นการแสดงข้อมูลที่ละเอียดและเป็นขั้นตอน แต่ไม่เน้นกราฟิกที่ดึงดูด
การออกแบบเพื่อความชัดเจน	ใช้สีและขนาดขององค์ประกอบที่เด่นชัด ช่วยให้ผู้ใช้งานเข้าใจฟังก์ชันได้ง่ายและใช้งานสะดวก	ใช้สีเพื่อเน้นความสำคัญของข้อมูล ทำให้การใช้งานมีประสิทธิภาพและเป็นระเบียบ
การให้คำแนะนำและช่วยเหลือ	ข้อความแนะนำที่ตรงไปตรงมา เรียบง่าย เหมาะสำหรับการใช้งานในสถานการณ์ที่ไม่ซับซ้อน	ให้คำแนะนำที่เป็นระบบ แยกแยะด้วยสีอย่างชัดเจน เหมาะสำหรับสถานการณ์ที่ต้องการคำแนะนำเชิงลำดับขั้นตอน

6. ข้อเสนอแนะ

การวิจัยในอนาคตสามารถขยายขอบเขตไปยังกลุ่มผู้สูงอายุที่หลากหลายทั้งในด้านวัฒนธรรมและภูมิภาค เพื่อศึกษาความเหมาะสมของการออกแบบแอปพลิเคชันในบริบทที่ต่างกัน รวมถึงการศึกษการใช้

เครื่องมือเจเนอเรทีฟเอไอ ที่ได้มีการพัฒนาขึ้นมาใหม่ อีกทั้งการวิจัยครั้งนี้เหมาะสำหรับผู้ใช้งานแบบไม่ได้เสียค่าใช้จ่าย เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการออกแบบแอปพลิเคชัน

การปรับปรุงเทคนิคการสร้างคำสั่งสำหรับเอไอ ให้แม่นยำและตอบโจทย์การออกแบบประสบการณ์ผู้ใช้ สำหรับผู้สูงอายุ รวมถึงการทดสอบแอปพลิเคชันในสภาพแวดล้อมการใช้งานจริง จะช่วยให้เห็นผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุได้ชัดเจนมากขึ้น การวิจัยยังสามารถประยุกต์ใช้เจเนอเรทีฟเอไอ ในฟีเจอร์อื่น ๆ ที่ตอบสนองความต้องการของผู้สูงอายุ เช่น ระบบแนะนำการใช้งานและการโต้ตอบด้วยเสียง รวมถึงการศึกษาในอุตสาหกรรมเฉพาะทาง เช่น mHealth และการดูแลผู้สูงอายุที่บ้าน

นอกจากนี้ยังควรพิจารณาการใช้เจเนอเรทีฟเอไอ ร่วมกับเทคโนโลยีผสม (AR/VR) เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันที่ช่วยเสริมสร้างทักษะและความจำให้กับผู้สูงอายุ รวมถึงการศึกษาด้านความปลอดภัยและความเป็นส่วนตัวในการใช้งานแอปพลิเคชันที่ออกแบบใหม่ ซึ่งเป็นประเด็นสำคัญในการพัฒนาเทคโนโลยีที่ตอบสนองต่อความต้องการของกลุ่มผู้ใช้ที่สำคัญนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] The American Association of Retired Persons Website, 2024. [Online]. Available: <https://www.aarp.org/>
- [2] Yazdani-Darki, Malihe; Rahemi, Zahra1; Adib-Hajbaghery, Mohsen; Izadi-Avanji, Fatemeh Sadat. Older Adults' Barriers to Use Technology in Daily Life: A Qualitative Study. *Nursing and Midwifery Studies* 9(4): p 229-236, Oct–Dec 2020.
- [3] S. B. Kim, H. C. Tae, C. G. Lee, J. K. Moon, O. S. Yoo and J. H. Kim, "Usability study of mobile healthcare application for the elderly," 2024 Joint International Conference on Digital Arts, Media and Technology with ECTI Northern Section Conference on Electrical, Electronics, Computer and Telecommunications Engineering (ECTI DAMT & NCON), Chiang-mai, Thailand, 2024, pp. 17-20
- [4] V. K. Kaim, D. K. Misra, S. Sharma and V. Kumar, "MedCue (A Medicine Reminder Android Application)," 2022 International Conference on Machine Learning, Big Data, Cloud and Parallel Computing (COM-IT-CON), Faridabad, India, 2022, pp. 485-488
- [5] F. Oprea, D. Rosner, F. Popescu and A. Scrab, "Mediminder – Medication Management and Reminder Application," 2021 20th RoEduNet Conference: Networking in Education and Research (RoEduNet), Iasi, Romania, 2021, pp. 1-6
- [6] K. A. Nugraha, Restyandito, D. Sebastian and N. C. Wijaya, "Designing Mobile-based Chat Application for Elderly," 2022 2nd International Conference on Intelligent Cybernetics Technology & Applications (ICICyTA), Bandung, Indonesia, 2022, pp. 29-34
- [7] Ana Correia de Barros, Roxanne Leitão, Jorge Ribeiro, Design and Evaluation of a Mobile User Interface for Older Adults: Navigation, Interaction and Visual Design Recommendations, *Procedia Computer Science*, Volume 27, 2014, Pages 369-378
- [8] S. Rosman, N. Z. Siau and A. Bramantoro, "Evaluating User Interface and User Experience in Mobile Applications Designed for the Elderly," 2023 6th International Conference on Applied Computational Intelligence in Information Systems (ACIIS), Bandar Seri Begawan, Brunei Darussalam, 2023
- [9] Gomez-Hernandez M, Ferre X, Moral C, Villalba-Mora E Design Guidelines of Mobile Apps for Older Adults: Systematic Review and Thematic Analysis *JMIR Mhealth Uhealth* 2023
- [10] K. Raghavendra, S. N, S. Golla, V. Athreya and N. V. Pujari, "Adaptive UI/UX for Smart Geriatric Users," 2024 4th International Conference on Computer, Control and Robotics (ICCCR), Shnaghai, China, 2024, pp. 403-410
- [11] Na Liu, Jiamin Yin, Sharon Swee-Lin Tan, Kee Yuan Ngiam, Hock Hai Teo, Mobile health applications for older adults: a systematic review of interface and persuasive feature design, *Journal of the American Medical Informatics Association*, Volume 28, Issue 11, November 2021, Pages 2483–2501
- [12] G. Rani, J. Singh and A. Khanna, "Comparative Analysis of Generative AI Models," 2023 International Conference on Advances in Computation, Communication and Information Technology (ICAICCIT), Faridabad, India, 2023, pp. 760-765
- [13] A. J. Spasić and D. S. Janković, "Using ChatGPT Standard Prompt Engineering Techniques in Lesson Preparation: Role, Instructions and Seed-Word Prompts," 2023 58th International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies (ICEST), Nis, Serbia, 2023, pp. 47-50
- [14] M. Sidji and M. Stephenson, "Prompt Engineering ChatGPT for Codenames," 2024 IEEE Conference on Games (CoG), Milan, Italy, 2024, pp. 1-4
- [15] M. L. Siddiq, A. Samee, S. R. Azgor, M. A. Haider, S. I. Sawraz and J. C. S. Santos, "Zero-shot Prompting for Code Complexity Prediction Using GitHub Copilot," 2023 IEEE/ACM 2nd International Workshop on Natural Language-Based Software Engineering (NLBSE), Melbourne, Australia, 2023, pp. 56-59
- [16] M. Mishra et al., "DataAgent: Evaluating Large Language Models' Ability to Answer Zero-Shot, Natural Language Queries," 2024 IEEE 3rd International Conference on AI in Cybersecurity (ICAIC), Houston, TX, USA, 2024, pp. 1-5
- [17] M. K. Pehlivanoglu, M. A. Syakura and N. Duru, "Enhancing Paraphrasing in Chatbots Through Prompt Engineering: A Comparative Study on ChatGPT, Bing, and Bard," 2023 8th International Conference on Computer Science and Engineering (UBMK), Burdur, Turkiye, 2023, pp. 432-437 [12] W. Liu, Q. Li, Z. Wang, W. Wang, C. Zeng and B. Cheng, "Research on the Effects of in-Vehicle Human-Machine Interface on Drivers' Pre and Post Takeover Request Eye-tracking Characteristics," 2022 2nd International Conference on Intelligent Technologies (CONIT), Hubli, India, 2022
- [18] IORLIAM, Aamo; INGIO, Joseph Abunimye. A comparative analysis of generative artificial intelligence tools for natural language processing. *Journal of Computing Theories and Applications* ISSN, 2024
- [19] F. Borović, K. Aleksić-Maslać and P. Vranešić, "Comparative Analysis of Generative AI Tools in Enhancing Educational Engagement," 2024 47th MIPRO ICT and Electronics Convention (MIPRO), Opatija, Croatia, 2024

ระบบบริหารจัดการสารสนเทศการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่ม

Water Quality Monitoring Information Management System

ชัยวิชิต แก้วกลม

Chaivichit Kaewklom

สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์

คณะวิทยาการคอมพิวเตอร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

Department of Computer Science,

Faculty of Computer Science,

Ubon Ratchathani Rahabhat University

อุบลราชธานี, ประเทศไทย

Ubon Ratchathani, Thailand

chaivichit.k@ubru.ac.th

เสาวลักษณ์ ไทยกลาง

Saowaluk Thaiklang

สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์

คณะวิทยาการคอมพิวเตอร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

Department of Computer Science,

Faculty of Computer Science,

Ubon Ratchathani Rahabhat University

อุบลราชธานี, ประเทศไทย

Ubon Ratchathani, Thailand

saowaluk.t@ubru.ac.th

สันทนีย์ กิจเพิ่มเกียรติ

Santanee Kitpermkiat

สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์

คณะวิทยาการคอมพิวเตอร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

Department of Computer Science,

Faculty of Computer Science,

Ubon Ratchathani Rahabhat University

อุบลราชธานี, ประเทศไทย

Ubon Ratchathani, Thailand

santanee.k@ubru.ac.th

ธนรัฐ โชติพันธ์

Tanarat Chotipant

สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์

คณะวิทยาการคอมพิวเตอร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

Department of Computer Science,

Faculty of Computer Science,

Ubon Ratchathani Rahabhat University

อุบลราชธานี, ประเทศไทย

Ubon Ratchathani, Thailand

tanarat.c@ubru.ac.th

บทคัดย่อ — ด้วยในปัจจุบันเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารได้เข้ามามีบทบาทสำคัญต่อการดำรงชีวิต ในชีวิตประจำวันของมนุษย์อยู่ตลอดเวลา ไม่ว่าจะเป็นการติดต่อสื่อสาร การทำงาน การเดินทาง การศึกษา เห็นได้จากจำนวนผู้ใช้อินเทอร์เน็ตและอุปกรณ์เคลื่อนที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เพื่อเป็นการนำเอาความสามารถของเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเข้ามาสนับสนุนการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่มในท้องถิ่น เพื่อให้ได้น้ำสะอาดไว้ใช้ในการอุปโภค-บริโภคในชุมชน งานวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงได้ทำการพัฒนาระบบบริหารจัดการสารสนเทศการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่มตามมาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาลที่ใช้บริโภค ซึ่งมีความสามารถในการวิเคราะห์และประเมินความแตกต่างของคุณภาพแหล่งน้ำ และรายงานผลคุณภาพแหล่งน้ำได้ โดยสามารถทำงานได้ทั้งบนเว็บแอปพลิเคชัน และแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ ระบบทั้งสองได้ถูกประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญแล้ว พบว่า ผลของการประเมินประสิทธิภาพของระบบทั้ง 4 ด้าน คือ 1) ด้านความสามารถทำงานตามความต้องการของผู้ใช้ 2) ด้านการใช้งานของระบบ 3) ด้านหน้าที่ของระบบ 4) ด้านความปลอดภัย โดยผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับดี

คำสำคัญ — การตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่ม, ระบบจัดการสารสนเทศ, แอปพลิเคชัน

ABSTRACT — Nowadays, information technology has played an important role in the daily lives of mankind. Communication, work, travel, and education are evidenced by the continued increase in the number of internet and mobile users. To harness the capabilities of information technology in monitoring local drinking water quality, ensuring access to clean water for consumption. In this research, the researchers have developed the water quality monitoring information management system according to the quality standards for drinking water quality. This system can analyze and assess differences in water quality and report on the quality of water sources. Moreover, the system can work on web applications and mobile applications. Both systems were evaluated by experts for testing to obtain the results of the performance of the system in four aspects which are 1) the ability to work according to the needs of the user 2) the usage of the system 3) the front of the system 4) the safety. The results reveal that the water quality monitoring information management system is at a good level of satisfaction.

Keywords — Water Quality Monitoring, Information Management System, Application

1. บทนำ

ด้วยในปัจจุบันเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารได้เข้ามามีบทบาทสำคัญต่อการดำรงชีวิต ในชีวิตประจำวันของมนุษย์อยู่ตลอดเวลา ไม่ว่าจะเป็นการติดต่อสื่อสาร การทำงาน การเดินทาง การศึกษา เห็นได้จากจำนวนผู้ใช้อินเทอร์เน็ตและอุปกรณ์ที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง [1] เพื่อเป็นการนำเอาความสามารถของเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเข้ามาสนับสนุนการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่มในท้องถิ่น จากโครงการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลและปรับปรุงคุณภาพน้ำบาดาลของสำนักทรัพยากรน้ำบาดาล เขต 11 (อุบลราชธานี) เพื่อให้ได้น้ำสะอาดไว้ใช้ในการอุปโภค-บริโภคในชุมชน [2] งานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาระบบต้นแบบสำหรับการบริหารจัดการสารสนเทศการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่มตามมาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาลที่ใช้บริโภค ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดหลักเกณฑ์และมาตรการในทางวิชาการสำหรับการป้องกัน ด้านสาธารณสุขและการป้องกันในเรื่องสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ พ.ศ. 2551 [3][4] ซึ่งมีความสามารถในการวิเคราะห์และประเมินความแตกต่างของคุณภาพแหล่งน้ำ และรายงานผลคุณภาพแหล่งน้ำ ข้อมูลคุณภาพแหล่งน้ำที่ถูกจัดเก็บนี้จะเป็นฐานข้อมูลขนาดใหญ่ที่สามารถเผยแพร่ให้กับหน่วยงานต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องใช้ข้อมูลแหล่งน้ำ เพื่อช่วยให้สามารถเข้าไปแก้ปัญหาในแต่ละท้องถิ่นได้อย่างทันที่ [5] นักวิจัยคาดหวังว่าแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นนี้ ไม่เพียงสามารถใช้งานได้ในเขตรับผิดชอบของสำนักทรัพยากรน้ำบาดาล เขต 11 (อุบลราชธานี) เท่านั้น แต่ยังสามารถขยายขอบเขตการใช้งานไปยังจังหวัดอื่น ๆ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ รวมทั้งทั่วประเทศได้อีกด้วย ซึ่งจะเป็นการสร้างระบบเฝ้าระวังคุณภาพน้ำดื่มภายในโรงเรียน หรือชุมชน เพื่อเป็นการพัฒนาคุณภาพชีวิตของประชาชนในสังคมได้อย่างยั่งยืน

ผู้วิจัยเล็งเห็นว่าควรนำเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาช่วยในการบริหารจัดการข้อมูล โดยการพัฒนาระบบบริหารจัดการสารสนเทศการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่ม ซึ่งจะเป็นการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำได้เป็นอย่างดี อีกทั้งยังเป็นการปลูกฝังการมีส่วนร่วมของคนในชุมชน นอกจากนี้สารสนเทศที่ทำการจัดเก็บนั้นสามารถพัฒนาต่อยอดเป็นคลังข้อมูลขนาดใหญ่เพื่อใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ หรือเฝ้าระวังคุณภาพน้ำในระยะยาวได้อีกด้วย

2. วัตถุประสงค์

1. เพื่อวิเคราะห์และออกแบบฐานข้อมูลสำหรับจัดเก็บสารสนเทศการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่ม
2. เพื่อวิเคราะห์ ออกแบบ และพัฒนาระบบบริหารจัดการสารสนเทศการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่มบนเว็บแอปพลิเคชัน และแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่
3. เพื่อประเมินประสิทธิภาพระบบบริหารจัดการสารสนเทศการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่ม

3. วิธีดำเนินการวิจัย

การพัฒนาระบบบริหารจัดการสารสนเทศการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่ม ผู้วิจัยได้กำหนดวิธีการดำเนินการวิจัยเป็นขั้นตอนตามวงจรการพัฒนา ระบบ (System Development Life Cycle, SDLC) 5 ขั้นตอน ดังนี้

3.1 ศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลของการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่ม

ในขั้นแรก ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่ม ซึ่งประกอบไปด้วยมาตรฐานคุณภาพน้ำดื่ม เกณฑ์การกำหนดคุณภาพน้ำดื่ม และพารามิเตอร์ที่ใช้ในการประเมินคุณภาพน้ำดื่ม รวมทั้งศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่ม

3.1.1. คุณภาพน้ำบริโภค [6]

คุณภาพน้ำบริโภค หมายถึง ความเหมาะสมของคุณภาพน้ำที่ประชาชน ใช้เป็นน้ำดื่ม โดยดูจากคุณลักษณะของน้ำทางกายภาพ เคมี และแบคทีเรีย น้ำที่สะอาดปลอดภัยเหมาะสมที่จะเป็นน้ำบริโภคต้องปราศจากสิ่งปนเปื้อนที่อาจทำให้เกิดโรคได้ คือไม่มีการปนเปื้อนจากเชื้อแบคทีเรีย ไวรัส พยาธิต่าง ๆ ไม่มีสารพิษเจือปน หากมีแร่ธาตุหรือสารเคมีปนเปื้อนในน้ำ ต้องไม่เกินกว่าที่มาตรฐานของน้ำบริโภคกำหนดไว้ เช่น เกณฑ์คุณภาพน้ำประปาดื่มได้กรมอนามัย พ.ศ. 2563

3.1.2. มาตรฐานน้ำเพื่อการบริโภค [7]

ในประเทศไทยนั้นมีการกำหนดมาตรฐานด้านน้ำดื่มไว้หลากหลายฉบับ แตกต่างกันตามหน่วยงาน อาทิเช่น เกณฑ์น้ำประปาดื่มได้ตามประกาศกรมอนามัย พ.ศ.2563 มาตรฐานน้ำบาดาลที่ใช้บริโภคได้ตามประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม พ.ศ.2551 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำบริโภคตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม พ.ศ. 2549 เป็นต้น โดยในแต่ละเกณฑ์มาตรฐานนั้นจะมีการกำหนดคุณลักษณะของน้ำคล้ายคลึงกันคือ คุณลักษณะทางกายภาพ คุณลักษณะทางเคมี คุณลักษณะที่เป็นพิษ และคุณลักษณะทางแบคทีเรีย/แบคทีเรีย ซึ่งคุณลักษณะเหล่านี้จะมีพารามิเตอร์ย่อย ซึ่งจะมีเกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม และเกณฑ์อนุโลมสูงสุดในระดับมิลลิกรัมต่อลิตร ในการตรวจสอบคุณภาพน้ำนั้นจำเป็นต้องมีเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ตามที่กล่าวมา เพื่อนำมาวิเคราะห์และเปรียบเทียบกับคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำนั้นๆ ผ่านเกณฑ์คุณภาพหรือไม่

3.1.3. การเฝ้าระวังคุณภาพน้ำดื่ม [7]

3.1.3.1 การเฝ้าระวังคุณภาพน้ำทางกายภาพ หมายถึง การเฝ้าระวังคุณภาพน้ำที่อาจเปลี่ยนแปลงไปเป็นลักษณะที่สามารถรับรู้ได้ด้วยประสาทสัมผัส เช่น สี กลิ่น รส โดยจะต้องมีลักษณะใส ไม่มีสี ไม่ขุ่น และไม่มีรสเป็นที่รังเกียจ

3.1.3.2 การเฝ้าระวังคุณภาพน้ำทางเคมี หมายถึง การเฝ้าระวังการปนเปื้อนของสารเคมีและแร่ธาตุในน้ำดื่มของโรงเรียน ถ้ามีสารเคมีและแร่ธาตุในน้ำดื่มเกินกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดก็อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพแก่นักเรียนได้ เช่น ฟลูออไรด์ สารหนู แมงกานีส เหล็ก แคดเมียมและตะกั่ว เป็นต้น

3.1.3.3 การเฝ้าระวังคุณภาพน้ำทางด้านชีวภาพ หมายถึง การเฝ้าระวังการปนเปื้อนด้านแบคทีเรีย โดยใช้โคลิฟอร์มแบคทีเรียเป็นดัชนีแทนการเฝ้าระวังเชื้อโรคที่ก่อให้เกิดโรค ซึ่งเชื้อแบคทีเรียกลุ่มนี้มาจากลำไส้ หรืออุจจาระ ดังนั้น การตรวจคุณภาพน้ำตัวอย่างพบโคลิฟอร์มแบคทีเรีย แสดงว่าน้ำนั้นไม่สะอาด อาจมีเชื้อโรคอื่นๆ ที่ก่อให้เกิดโรคร่างระบบทางเดินอาหารปนเปื้อนอยู่ด้วย เช่น โรควิวเจอร์ง บิด ไทฟอยด์ เป็นต้น

3.1.4. เครื่องมือที่ใช้ในการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำดื่ม

เครื่องมือที่ใช้ในการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำดื่มในโรงเรียน หรือ แหล่งน้ำในชุมชน เป็นการใช้ชุดตรวจสอบอย่างง่ายในภาคสนาม เช่น ชุดตรวจสอบโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (อ 11) ชุดทดสอบคลอรีนอิสระคงเหลือในน้ำ (อ 31) ชุดตรวจสอบปริมาณฟลูออไรด์ (อ 35) ชุดกระดาษทดสอบคุณภาพน้ำที่สามารถตรวจระดับของแร่ธาตุหรือสารต่างๆ ได้หลากหลาย



(ก)



(ข)

รูปที่ 1 ตัวอย่างชุดทดสอบคุณภาพน้ำภาคสนาม (ก) ชุดทดสอบคลอรีนอิสระคงเหลือในน้ำ (อ 31) (ข) ชุดกระดาษทดสอบคุณภาพน้ำ แหล่งที่มา : [8], <https://www.neonics.biz/product/14-in-1/>

3.1.5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปิยวรรณ เนื่องมีจณา และคณะ [9] ได้นำเสนองานวิจัยการศึกษาคุณภาพน้ำดื่มจากจุดบริการน้ำดื่มในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำดื่มจากจุดบริการน้ำดื่มภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช โดยเก็บตัวอย่างน้ำดื่มจากจุดบริการต่างๆ ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช จำนวน 15 จุด เป็นเวลา 3 เดือน ตั้งแต่เดือนมิถุนายนถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2559 เพื่อวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลชีววิทยา รวมทั้งทั้งหมด 10 พารามิเตอร์ คือ อุณหภูมิความเป็นกรด-ด่าง ของแข็งละลายน้ำ ความขุ่น ความกระด้าง เหล็ก คลอไรด์ โคลิฟอร์ม แบคทีเรีย ฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย และอีโคไล ผลการวิจัยพบว่า คุณภาพน้ำทางกายภาพและทางเคมี ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่ม ส่วนผลการศึกษาคุณภาพน้ำทางจุลชีววิทยาพบว่า จำนวน 7 จุด ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่ม (มีโคลิฟอร์มแบคทีเรียน้อยกว่า 2 MPN/100 มิลลิลิตร ฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียน้อยกว่า 2 MPN/100 มิลลิลิตร และไม่พบอีโคไล) และจำนวน 8 จุด ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานทางจุลชีววิทยา (มีค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียอยู่ในช่วงน้อยกว่า 2 ถึง 2,400 MPN/100 มิลลิลิตร ฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย

อยู่ในช่วงน้อยกว่า 2 ถึง 920 MPN/100 มิลลิลิตร และตรวจพบอีโคไล) โดยคุณภาพน้ำที่ เหมาะสมตามเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มจะต้องมีค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียค่าน้อยกว่า 2.2 MPN/100 มิลลิลิตร ฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียค่าน้อยกว่า 2.2 MPN/100 มิลลิลิตร และต้องไม่พบอีโคไล

กลุ่มวิจัยและพัฒนาคุณภาพน้ำบริโภค สำนักสุขาภิบาลอาหารและน้ำ กรมอนามัย [7] ได้นำเสนอการศึกษาสถานการณ์คุณภาพน้ำบริโภคในโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดน เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลและจัดทำรายงานเพื่อให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องนำไปใช้ประโยชน์ในการส่งเสริม การพัฒนาคุณภาพน้ำบริโภคอย่างเป็นระบบและมีประสิทธิภาพ โดยแบ่งการวิเคราะห์หรือออกเป็นสองส่วน คือ ส่วนแรกวิเคราะห์ประเภทน้ำบริโภค แบ่งเป็นน้ำประปาภูเขา น้ำประปาบาดาล/ผิวดิน น้ำฝน น้ำบ่อน้ำผิวดิน น้ำบ่อน้ำบาดาล และน้ำบรรจุขวด ส่วนที่สองวิเคราะห์คุณภาพน้ำตามเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภคกรมอนามัย ปี 2553 สามด้านคือ ด้านกายภาพ ด้านเคมี และด้านแบคทีเรีย โดยพิจารณาจากพารามิเตอร์ต่างๆ ดังนี้ ความเป็นกรด-ด่าง สี ความขุ่น ความกระด้าง TDS เหล็ก แมงกานีส ซัลเฟต คลอไรด์ ซึ่งจากผลการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า คุณภาพน้ำบริโภคไม่ผ่านเกณฑ์ด้านแบคทีเรียมากที่สุด รองลงมาคือด้านกายภาพ และด้านเคมีน้อยที่สุด เมื่อวิเคราะห์ตามประเภทของน้ำพบว่าร้อยละของการผ่านเกณฑ์ไม่แตกต่างกัน นอกจากนี้พบว่า ปัญหาหลักของคุณภาพน้ำบริโภคคือ ปัญหาด้านแบคทีเรีย รองลงมาคือด้านกายภาพ และด้านเคมี

หฤทัย ดินสกุล และคณะ [10] นำเสนอการพัฒนากระบวนการผลิตน้ำดื่มสะอาด และการทดสอบประสิทธิภาพของระบบ การทำงานระบบจะทำการวัดปริมาณออกซิเจนละลายน้ำและค่าอุณหภูมิของน้ำซึ่งเป็นดัชนีที่สำคัญสำหรับการตรวจสอบคุณภาพน้ำ โดยระบบจะส่งข้อมูลจากการวัดค่าพารามิเตอร์ทั้งสองผ่านเครือข่ายโทรศัพท์ที่เชื่อมต่อกับระบบเซิร์ฟเวอร์ไปยังฐานข้อมูลคอมพิวเตอร์แม่ข่าย การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบโดยติดตั้งระบบเฝ้าระวังคุณภาพน้ำ ณ แม่น้ำสาธารณะ ทำการวัดและเก็บข้อมูลทุก 60 นาที โดยเก็บข้อมูลตลอด 24 ชั่วโมง ผลการวิจัยพบว่า ระบบเฝ้าระวังปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในแหล่งน้ำสาธารณะ สามารถวัดปริมาณออกซิเจนละลายและอุณหภูมิของน้ำได้ ผลการทดสอบประสิทธิภาพของระบบสามารถวัดและเก็บผลของการวัด และสามารถตรวจสอบคุณภาพน้ำโดยการเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานพบว่า ระบบสามารถเก็บข้อมูลสำหรับเป็นดัชนีตรวจวัดคุณภาพน้ำได้เป็นอย่างดี

พรพวงา รัตนชูโชค [11] นำเสนองานวิจัยที่มุ่งเน้นการพัฒนาเครื่องมือสำหรับตรวจวัดคุณภาพน้ำ และพัฒนาระบบสารสนเทศแสดงผลการวัดคุณภาพน้ำ ในส่วนของเครื่องมือสำหรับการวัดคุณภาพน้ำเพื่อแจ้งข้อมูลเกี่ยวกับคุณภาพน้ำ มีการติดตั้งเซ็นเซอร์สำหรับตรวจวัดคุณภาพน้ำ ได้แก่ วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง วัดระดับความขุ่น และอุณหภูมิ ในส่วนของระบบสารสนเทศแสดงผลการวัดคุณภาพน้ำ ถูกพัฒนาด้วยภาษา PHP จากนั้นทำการประเมินประสิทธิภาพของเครื่องมือวัดคุณภาพน้ำและระบบสารสนเทศแสดงผลการวัดคุณภาพน้ำ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 6 ท่าน และการประเมินความพึงพอใจของการใช้งานเครื่องมือวัดคุณภาพน้ำและระบบสารสนเทศแสดงผลการวัดคุณภาพน้ำ จำนวน 30 ท่าน ผลการวิจัยครั้งนี้พบว่า เครื่องมือวัดคุณภาพน้ำสามารถตรวจวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าอุณหภูมิ และค่าความขุ่นได้ ผลการวัดประสิทธิภาพของเครื่องมือวัดคุณภาพน้ำเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างเครื่องมือทั่วไป

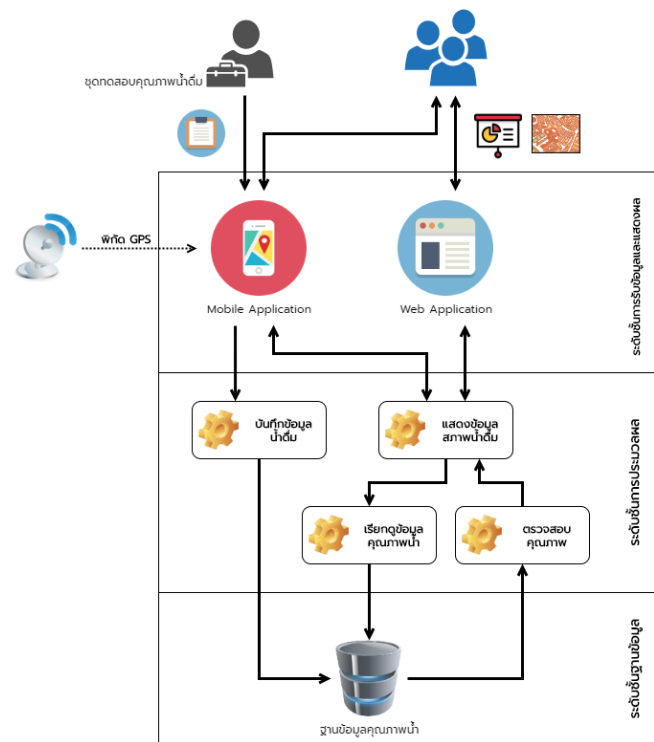
และเครื่องมือวัดคุณภาพน้ำพบว่า ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.1 และระบบสารสนเทศแสดงผลการวัดคุณภาพน้ำสามารถแสดงผลข้อมูลออกมาในรูปของตาราง กราฟได้ และนำไปทดลองใช้งานกับกลุ่มตัวอย่าง มีความพึงพอใจในภาพรวมเท่ากับ 4.32 อยู่ในระดับมาก

3.2. วิเคราะห์และออกแบบระบบ

ในส่วนนี้ผู้วิจัยจะกล่าวถึงการออกแบบระบบบริหารจัดการสารสนเทศการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่ม ซึ่งเป็นตัวกลางในการทำหน้าที่รวบรวม และจัดเก็บข้อมูลสารสนเทศน้ำดื่ม โดยอาศัยทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่กล่าวไว้แล้วในบทก่อนหน้า ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงการวิเคราะห์และออกแบบระบบเพื่อให้สามารถทำงานได้ตรงกับขอบเขตของโครงการวิจัย โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.2.1. การออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบบริหารจัดการสารสนเทศการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่ม

ระบบบริหารจัดการสารสนเทศการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่มแบ่งส่วนการทำงานเป็น 3 ส่วน คือ ระดับชั้นการรับข้อมูลและแสดงผล ระดับชั้นการประมวลผล และระดับชั้นฐานข้อมูล



รูปที่ 2 สถาปัตยกรรมระบบบริหารจัดการสารสนเทศการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่ม

3.2.1.1 ระดับชั้นการรับข้อมูลและแสดงผล กับผู้ใช้ระบบ ซึ่งแบ่งการทำงานใน 2 ลักษณะคือ แอปพลิเคชันมือถือ (Mobile Application) และเว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) โดยผู้ใช้งานในส่วนนี้จะแบ่งเป็นผู้ใช้ที่เป็นคนในชุมชนทำหน้าที่ในการเก็บข้อมูลคุณภาพน้ำจากชุดทดสอบคุณภาพน้ำดื่ม เพื่อบันทึกเข้าสู่ระบบโดยใช้แอปพลิเคชันมือถือ และผู้ใช้งานที่ต้องการเรียกดูข้อมูลคุณภาพน้ำจากแหล่งน้ำต่าง ๆ ที่ได้มีการบันทึกในระบบผ่านทางแอปพลิเคชันมือถือ และเว็บแอปพลิเคชัน

3.2.1.2 ระดับชั้นการประมวลผล ส่วนนี้จะทำหน้าที่หลัก 2 งานคือ การบันทึกข้อมูลคุณภาพน้ำ และการแสดงผลข้อมูลคุณภาพน้ำ

1) การบันทึกข้อมูลคุณภาพน้ำ เมื่อผู้ใช้กรอกข้อมูลคุณภาพน้ำดื่มผ่านทางแอปพลิเคชันมือถือ ระบบจะทำการบันทึกข้อมูลดังกล่าว รวมทั้งตำแหน่งทางภูมิสารสนเทศเข้าไปยังฐานข้อมูลด้วย

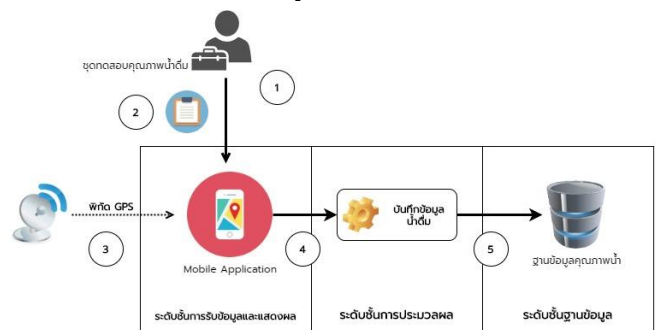
2) การแสดงผลข้อมูลคุณภาพน้ำดื่ม เมื่อผู้ใช้งานเข้าถึงหน้าเว็บทั้งบนแอปพลิเคชันมือถือและเว็บแอปพลิเคชันเพื่อเรียกดูข้อมูลคุณภาพน้ำ ระบบจะทำการดึงข้อมูลคุณภาพน้ำจากฐานข้อมูลตามตำแหน่งพื้นที่ที่ระบุ จากนั้นข้อมูลคุณภาพน้ำจะถูกตรวจสอบคุณภาพ โดยการเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำสำหรับบริโภคที่กำหนดไว้

3.2.1.3 ระดับชั้นฐานข้อมูล เป็นส่วนที่ทำหน้าที่เป็นแหล่งจัดเก็บข้อมูลสารสนเทศคุณภาพน้ำจากแหล่งน้ำต่าง ๆ ในส่วนนี้มีการออกแบบโดยระบบจัดการฐานข้อมูลเพื่อให้สามารถจัดเก็บข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.2.2. การออกแบบการทำงานของระบบ

การทำงานของระบบบริหารจัดการสารสนเทศการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่ม แบ่งส่วนการทำงานหลัก ๆ เป็น 2 ส่วน ได้แก่ การบันทึกข้อมูลน้ำดื่ม และการแสดงผลข้อมูลสารสนเทศน้ำดื่ม ซึ่งการทำงานเหล่านั้นจะผ่านขั้นตอนต่าง ๆ ของระบบ ดังภาพที่ 3 ได้แก่ ระดับชั้นการรับข้อมูลและแสดงผล ระดับชั้นการประมวลผล และระดับชั้นฐานข้อมูล โดยในแต่ละส่วนการทำงานมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.2.2.1 การบันทึกข้อมูลสารสนเทศน้ำดื่ม



รูปที่ 3 ขั้นตอนการทำงานของการบันทึกข้อมูลสารสนเทศน้ำดื่ม

จากรูปที่ 3 อธิบายการทำงานขั้นตอนที่ 1-5 ได้ดังต่อไปนี้

1) ผู้ใช้ (คนในชุมชนที่ได้รับมอบหมาย) เข้าใช้งานระบบผ่านทางแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ ทำการล็อกอินเข้าสู่ระบบโดยระบุ username และ password ที่ถูกต้อง

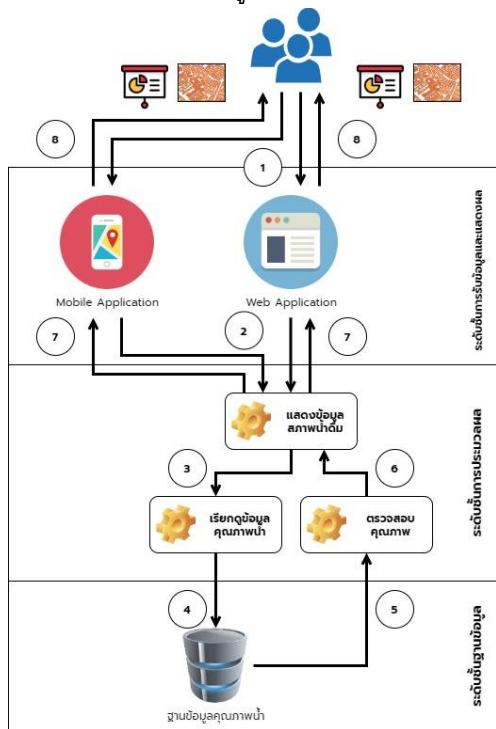
2) เมื่อทำการล็อกอินเรียบร้อยแล้ว จึงจะสามารถบันทึกข้อมูลสารสนเทศน้ำดื่มได้ โดยระบุข้อมูลรายละเอียดของสภาพน้ำจากการสังเกตและตามค่าที่ได้จากชุดตรวจวัดสภาพน้ำ ประกอบด้วยคุณภาพน้ำทางกายภาพ ทางโลหะหนักทั่วไป และทางเคมีทั่วไป

3) ระบบจะทำการระบุตำแหน่งทางภูมิสารสนเทศ (GPS) ของแหล่งน้ำที่ผู้ใช้ทำการบันทึกโดยอัตโนมัติ ผู้ใช้สามารถตรวจสอบความถูกต้อง และแก้ไขตำแหน่งเพื่อความแม่นยำมากขึ้นได้

4) เมื่อผู้ใช้ทำการยืนยันการบันทึกข้อมูล ข้อมูลทั้งหมดจะถูกส่งไปยังส่วนของการประมวลผลในการบันทึกข้อมูล

5) ข้อมูลจะถูกบันทึกเข้าสู่ฐานข้อมูลคุณภาพน้ำต่อไป

3.2.2.2 การแสดงผลข้อมูลสารสนเทศน้ำดื่ม



รูปที่ 4 ขั้นตอนการทำงานของระบบในการแสดงผลข้อมูลสารสนเทศน้ำดื่ม

จากรูปที่ 4 อธิบายการทำงานขั้นตอนที่ 1-8 ได้ดังต่อไปนี้

- 1) ผู้ใช้ (บุคคลทั่วไป) เข้าใช้งานระบบผ่านทางแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ หรือเว็บแอปพลิเคชัน
- 2) ระบบจะทำการเรียกส่วนประมวลผลในการแสดงผลข้อมูลสภาพน้ำดื่ม
- 3) ส่วนการแสดงผลจะทำการส่งการร้องขอข้อมูลไปยังส่วนเรียกข้อมูลคุณภาพน้ำต่อไป
- 4) ส่วนการเรียกข้อมูลคุณภาพน้ำจะสร้างคำสั่ง SQL ส่งไปยังระดับชั้นฐานข้อมูลเพื่อดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลคุณภาพน้ำ
- 5) ข้อมูลที่ได้จากฐานข้อมูลจะถูกส่งกลับไปยังระดับชั้นการประมวลผลในส่วนตรวจสอบคุณภาพ ในส่วนนี้เป็นการพิจารณาค่าต่าง ๆ ของสภาพน้ำโดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่ม เพื่อเป็นตัวระบุว่าแหล่งน้ำได้คุณภาพสะอาดเพียงพอต่อการบริโภคหรือไม่
- 6) ระบบจะส่งข้อมูลผลลัพธ์ที่ได้จากการสืบค้นข้อมูลกลับไปยังส่วนแสดงผลสภาพน้ำดื่ม
- 7) ข้อมูลจะถูกจัดรูปแบบให้เหมาะสมกับอุปกรณ์ที่จะแสดงผล ซึ่งสามารถแสดงผลได้ทั้งทางแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ และเว็บแอปพลิเคชัน
- 8) แสดงผลข้อมูล และแผนที่แหล่งน้ำไปยังผู้ใช้งาน

3.3. พัฒนาระบบ

ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาระบบบริหารจัดการสารสนเทศการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่มตามสถาปัตยกรรมของระบบที่ได้วิเคราะห์และออกแบบระบบไว้แล้ว โดยมีรายละเอียดการพัฒนาระบบ ดังนี้

3.3.1. เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา

- 1) React Native Framework
- 2) ภาษาโปรแกรม JavaScript
- 3) เซิร์ฟเวอร์ NginX
- 4) Google Data Studio
- 5) ระบบจัดการฐานข้อมูล MySQL

3.3.2. ระดับชั้นการรับข้อมูลและแสดงผล ในส่วนของการติดต่อและแสดงผลกับผู้ใช้งานทางแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่จะถูกพัฒนาด้วย React Native Framework ซึ่งเป็นภาษา JavaScript ร่วมกับระบบจัดการฐานข้อมูล MySQL ส่วนเว็บแอปพลิเคชันจะถูกพัฒนาด้วย Google Data Studio ร่วมกับระบบจัดการฐานข้อมูล MySQL เช่นเดียวกัน

3.3.3. ระดับชั้นการประมวลผล ส่วนนี้ถูกพัฒนาขึ้นจากภาษา JavaScript ทำงานอยู่บนเซิร์ฟเวอร์ NginX

3.3.4. ระดับชั้นฐานข้อมูล ในส่วนนี้ผู้วิจัยเลือกใช้งานระบบจัดการฐานข้อมูล MySQL เพื่อใช้เป็นแหล่งเก็บข้อมูลสารสนเทศน้ำดื่ม

3.4. ทดสอบ และปรับปรุงระบบ

ในระหว่างพัฒนาระบบ ผู้วิจัยได้มีการทดสอบและปรับปรุงระบบให้ระบบมีความสมบูรณ์ตามขอบเขตการทำงานที่ได้รับไว้

3.5. ประเมินระบบ

ในการประเมินระบบบริหารจัดการสารสนเทศการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่ม ผู้วิจัยได้ทำการประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งจะได้กล่าวถึงในส่วนถัดไป

4. ผลการวิจัย

การพัฒนาระบบบริหารจัดการสารสนเทศการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่ม ผู้วิจัยได้นำข้อมูลต่างๆ ที่ได้จากการวิเคราะห์และออกแบบระบบมาใช้ในการพัฒนาระบบ และทำการทดสอบการทำงานของระบบ ซึ่งผลการจากดำเนินการดังกล่าว มีรายละเอียดดังนี้

4.1. ผลการพัฒนาระบบ

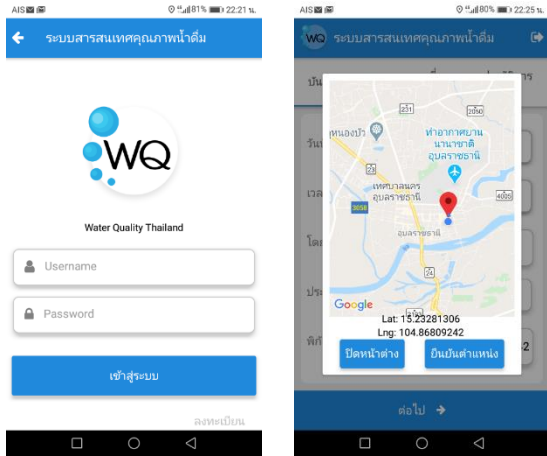
4.1.1. การทำงานส่วนของแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่

ในส่วนนี้จะพินหน้าหลักของแอปพลิเคชันเมื่อติดตั้งเรียบร้อยแล้ว และเปิดใช้งาน ดังรูปที่ 5



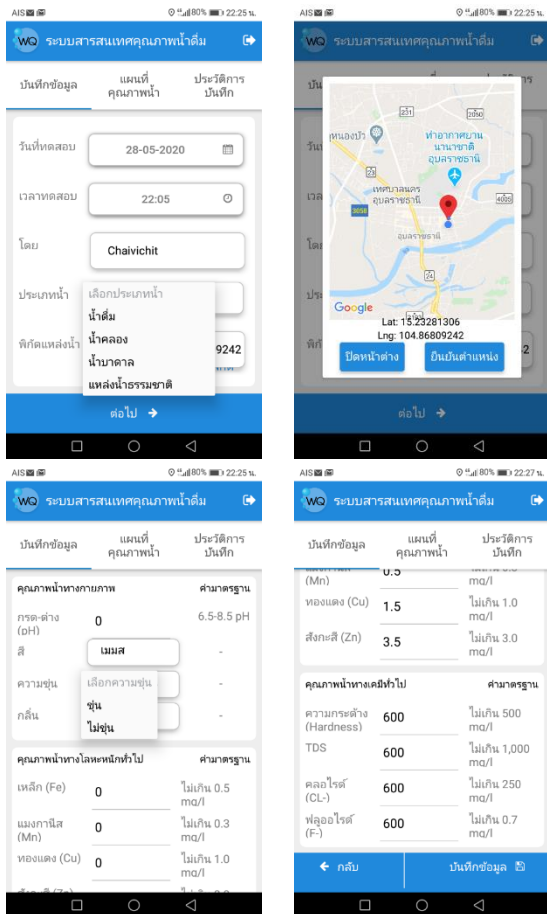
รูปที่ 5 หน้าจอหลักของแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่

หลังจากนั้นผู้ใช้งานต้องทำการล็อกอินเข้าสู่ระบบ ในส่วนนี้แอปพลิเคชันสามารถแสดงผลข้อมูลคุณภาพน้ำที่ตีผ่านทางแผนที่ด้วย Google Map API โดยเริ่มระบุตำแหน่ง ณ ตำแหน่งปัจจุบันของผู้ใช้งาน ซึ่งผู้ใช้สามารถเลือกตำแหน่งอื่น ๆ บนแผนที่ได้ ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 แสดงผลข้อมูลทางแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่

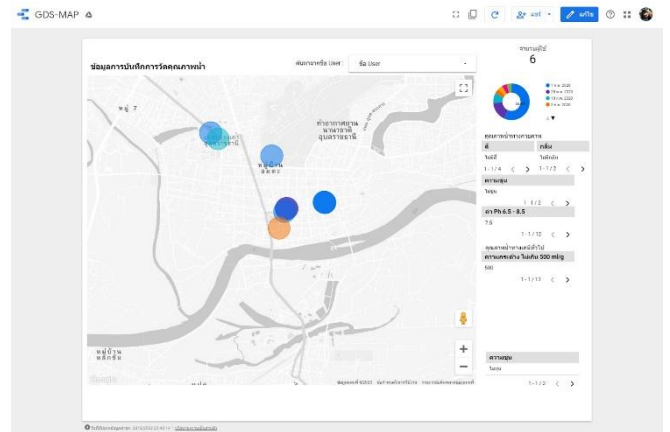
เมื่อผู้ใช้งานตรวจสอบคุณภาพน้ำด้วยชุดทดสอบภาคสนามเรียบร้อยแล้ว สามารถเข้าสู่หน้าจอการบันทึกข้อมูลคุณภาพน้ำโดยกรอกข้อมูลคุณภาพน้ำตามพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ได้ทดสอบ พร้อมทั้งระบุตำแหน่งทางภูมิสารสนเทศ (GPS) ที่ถูกต้อง ดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 การกรอกข้อมูลคุณภาพน้ำ และตรวจสอบตำแหน่ง GPS

4.1.2 การทำงานส่วนของเว็บแอปพลิเคชัน

การแสดงผลข้อมูลคุณภาพน้ำผ่านทาง Google Map API เว็บแอปพลิเคชันสามารถแสดงผลข้อมูลคุณภาพน้ำที่ตีผ่านทางแผนที่ โดยเริ่มระบุตำแหน่ง ณ ตำแหน่งปัจจุบันของผู้ใช้งาน ซึ่งผู้ใช้สามารถเลือกตำแหน่งอื่น ๆ บนแผนที่ได้ ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 เว็บแอปพลิเคชันแสดงผลข้อมูลคุณภาพน้ำร่วมกับ Google Map API

4.2. ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ

ในการประเมินระบบ ผู้วิจัยได้ทำการประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ โดยกำหนดผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อประเมินระบบ 5 ท่าน แบ่งการประเมินออกเป็น 4 ด้าน คือ

- 1) ด้านความสามารถทำงานตามความต้องการของผู้ใช้ (Functional Requirements Test)
- 2) ด้านการใช้งานของระบบ (Usability Test)
- 3) ด้านหน้าที่ของระบบ (Functional Test)
- 4) ด้านความปลอดภัย (Security Test)

กำหนดการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) ประกอบด้วย สถิติค่าแจกแจงความถี่ (Frequency) ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) นำเสนอข้อมูลในรูปแบบตารางและการบรรยาย โดยกำหนดเกณฑ์ในการประเมินไว้ 5 ระดับ รายละเอียดดังนี้ ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00 หมายถึง ผลประเมินอยู่ในระดับดีมาก ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50 หมายถึง ผลประเมินอยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50 หมายถึง ผลประเมินอยู่ในระดับปานกลาง ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50 หมายถึง ผลประเมินอยู่ในระดับพอใช้ ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50 หมายถึง ผลประเมินอยู่ในระดับต้องปรับปรุง จากเกณฑ์การประเมินข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปผลของการประเมินประสิทธิภาพของระบบทั้ง 4 ด้าน โดยผู้เชี่ยวชาญ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ

ที่	รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ผลประเมิน
1	ด้านความสามารถทำงานตามความต้องการของผู้ใช้ (Functional Requirements Test)	4.20	ระดับดี
2	ด้านการใช้งานของระบบ (Usability Test)	4.60	ระดับดีมาก
3	ด้านหน้าที่ของระบบ (Functional Test)	4.60	ระดับดีมาก
4	ด้านความปลอดภัย (Security Test)	4.20	ระดับดี

ผลการประเมินระบบบริหารจัดการสารสนเทศการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่มโดยผู้เชี่ยวชาญ ดังแสดงในตารางที่ 1 พบว่า การประเมินรายด้านโดยภาพรวมอยู่ในระดับดี และดีมาก โดยด้านหน้าที่ของระบบและด้านการใช้งานของระบบ มีผลการประเมินอยู่ในระดับดีมากที่ค่าคะแนน 4.60 ตามด้วยด้านความสามารถทำงานตามความต้องการของผู้ใช้และด้านความปลอดภัยมีผลการประเมิน มีผลการประเมินในระดับดี ที่ค่าคะแนน 4.20

5. สรุปและอภิปรายผล

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาและพัฒนากระบวนการบริหารจัดการสารสนเทศการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่ม ซึ่งจะเป็นการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่มได้อย่างดี อีกทั้งยังเป็นการปลูกฝังการมีส่วนร่วมของคนในชุมชน โดยมีวัตถุประสงค์ของงานวิจัยคือ 1) เพื่อวิเคราะห์และออกแบบฐานข้อมูลสำหรับจัดเก็บสารสนเทศการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่ม 2) เพื่อวิเคราะห์ ออกแบบ และพัฒนาระบบบริหารจัดการสารสนเทศการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่มบนเว็บแอปพลิเคชัน และแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ และ 3) เพื่อประเมินประสิทธิภาพระบบบริหารจัดการสารสนเทศการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่ม ผลจากการดำเนินการวิจัยพบว่า ระบบมีฐานข้อมูลสำหรับจัดเก็บสารสนเทศการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่ม รวมถึงข้อมูลทางภูมิสารสนเทศศาสตร์ อีกทั้งระบบสามารถประเมินระดับคุณภาพน้ำดื่มตามมาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาลที่ใช้บริโภคจากการวิเคราะห์ผลที่ได้จากการตรวจสอบได้ นอกจากนี้ระบบสามารถเผยแพร่ข้อมูลผลการประเมินคุณภาพน้ำดื่มตามพื้นที่แหล่งน้ำ เพื่อเป็นประโยชน์ต่อผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย จากการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้สามารถต่อยอดฐานข้อมูลสารสนเทศการตรวจสอบคุณภาพน้ำที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการทำคลังข้อมูลขนาดใหญ่ในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณรายได้ของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี และขอขอบคุณคณะวิทยาการคอมพิวเตอร์ ที่ให้การสนับสนุนพื้นที่การทำงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์, "รายงานผลการสำรวจพฤติกรรมผู้ใช้อินเทอร์เน็ตในประเทศไทย ปี 2565," กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม, กรุงเทพฯ, 2565.
- [2] สำนักทรัพยากรน้ำบาดาล เขต 11 (อุบลราชธานี), "โครงการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลและปรับปรุงคุณภาพน้ำบาดาล," กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, อุบลราชธานี, 2564.
- [3] กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, "ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดหลักเกณฑ์และมาตรการในทางวิชาการสำหรับการป้องกัน ด้านสาธารณสุขและการป้องกันในเรื่องสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ พ.ศ. 2551," ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 125 ตอนพิเศษ 85 ง, 2551.
- [4] สำนักอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรน้ำบาดาล กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, "มาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาลที่ใช้บริโภค," กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ, 2563.
- [5] สำนักงานพัฒนารัฐบาลดิจิทัล (องค์การมหาชน), "แผนพัฒนารัฐบาลดิจิทัลของประเทศไทย พ.ศ. 2563-2565," กรุงเทพฯ, 2564.

- [6] กรมอนามัย, "เกณฑ์คุณภาพน้ำประปาดื่มได้ กรมอนามัย พ.ศ. 2563," กระทรวงสาธารณสุข, นนทบุรี, 2564.
- [7] สำนักสุขาภิบาลอาหารและน้ำ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, คู่มือการควบคุมและเฝ้าระวังคุณภาพน้ำดื่มในโรงเรียน, พิมพ์ครั้งที่ 1, กรุงเทพฯ: บริษัท เอ็นซี คอนเซ็ปต์ จำกัด, 2561.
- [8] กองห้องปฏิบัติการสาธารณสุขกรมอนามัย, "ชุดทดสอบคลอรีนอิสระคงเหลือในน้ำดื่ม อ 31" 2563. [Online]. Available: <https://phld.anamai.moph.go.th/th/rldc-faqs-2/195203>
- [9] ปิยวรรณ เนื่องมัจฉา, โสภณา วงศ์ทอง, พงศธร ปานทอง และ นพมาศ จงสวัสดิ์วัฒนา, "การศึกษาคุณภาพน้ำดื่มจากจุดบริการน้ำดื่มในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช," วารสารวิชาว มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช, ปีที่ 37, ฉบับที่ 1, น. 1-10, ม.ค.-มิ.ย. 2561.
- [10] ทฤทัย ดันสกุล, วิโรจน์ บัวงาม และชานิล ม่วงพูล, "การพัฒนาระบบเฝ้าระวังคุณภาพน้ำแหล่งน้ำสาธารณะ," วารสารการจัดการเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, ปีที่ 6, ฉบับที่ 1, น. 159-167, มิ.ย. 2562
- [11] พรwana รัตนชูโชค, "การพัฒนาระบบตรวจวัดคุณภาพน้ำโดยใช้ IoT เพื่อติดตามคุณภาพน้ำผ่านแอปพลิเคชัน" วารสารศรีปทุมปริทัศน์ ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, ปีที่ 11, ฉบับที่ 1, น. 78-92, ม.ค.-ธ.ค. 2562



14th - 15th November 2024

**InCIT 2024 @Faculty of Informatics, Burapha
University, Chonburi, Thailand
And @Kanazawa (Japan)**

**PRINT
CFP24CAH-PRT
ISBN: 979-8-3503-6628-0**

**USB
CFP24CAH-USB
ISBN: 979-8-3503-6629-7**