



ISSN 2985-1580 (Print) ISSN 2985-1599 (Online)

วารสารคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสร้างสรรค์

Journal of Computer and Creative Technology

วัตถุประสงค์วารสาร เพื่อส่งเสริมและสนับสนุนให้คณาจารย์ นักวิชาการ นิสิต นักศึกษา และผู้สนใจทั่วไป
ได้มีโอกาสเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

ขอบเขตวารสาร ดังนี้

- ❖ การประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีเพื่อการวิจัย พัฒนา และสร้างสรรค์
- ❖ การศึกษาและบูรณาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสู่การเรียนรู้ตลอดชีวิต
- ❖ สหวิทยาการด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาท้องถิ่นและสังคม

กำหนดการออกวารสาร

ออกปีละ 3 ฉบับ ดังนี้ ฉบับที่ 1 ประจำเดือน มกราคม ถึง เมษายน (Issue 1— January to April)
ฉบับที่ 2 ประจำเดือน พฤษภาคม ถึง สิงหาคม (Issue 2— May to August)
ฉบับที่ 3 ประจำเดือน กันยายน ถึง ธันวาคม (Issue 3—September to December)

ประเภทบทความ

บทความวิจัย (Research Articles) และ บทความวิชาการ (Academic Articles)

การรับตีพิมพ์บทความ

บทความภาษาไทย (Thai Articles) และ บทความภาษาอังกฤษ (English Articles)

เงื่อนไขตีพิมพ์บทความ

บทความที่ส่งเข้าจะได้รับการพิจารณาเบื้องต้นโดยกองบรรณาธิการเกี่ยวกับขอบเขตของวารสารและรูปแบบการเขียนบทความ จากนั้นบทความที่ผ่านการพิจารณาเบื้องต้นจะถูกส่งไปพิจารณาประเมินคุณภาพของบทความจากคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ (Peer Reviewer) อย่างน้อยสามท่านที่มีความเชี่ยวชาญตรงตามสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องจากหลากหลายสถาบัน รูปแบบการประเมินบทความเป็นแบบผู้ทรงคุณวุฒิไม่ทราบชื่อผู้นิพนธ์และผู้นิพนธ์ไม่ทราบชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ (Double-Blind Peer Review)

กองบรรณาธิการขอสงวนสิทธิ์ที่จะไม่พิจารณาประเมินบทความที่เคยตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารหรือสิ่งพิมพ์อื่น หรือกำลังอยู่ในระหว่างการพิจารณาเสนอขอตีพิมพ์ในวารสารหรือสิ่งพิมพ์อื่น ๆ นอกจากนี้ วารสารขอให้ผู้นิพนธ์เคร่งครัดในการเขียนบทความภายใต้สัญญาอนุญาตครีเอทีฟคอมมอนส์ (Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International : CC BY-NC-ND 4.0) หากมีการใช้ข้อมูลของผู้นิพนธ์อื่นจะต้องระบุที่มา โดยห้ามดัดแปลง ห้ามใช้เพื่อการค้า พร้อมทั้งขออนุญาตเจ้าของลิขสิทธิ์และแสดงหนังสือที่ได้รับการยินยอมต่อกองบรรณาธิการก่อนที่บทความจะได้รับการตีพิมพ์

คณะทำงานวารสาร

ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.ฉลอง สุขทอง	อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์
	รองศาสตราจารย์ ดร.จิรายุ ทรัพย์สิน	รองอธิการบดี
		ฝ่ายยุทธศาสตร์การยกระดับคุณภาพการศึกษา
	รองศาสตราจารย์ ดร.โอฬาริก สุรินทร์	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
	รองศาสตราจารย์ (พิเศษ) ดร.พรชัย เจดามาน	นักวิชาการอิสระ
	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประยุทธ คงอินทร์	คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
	รองคณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	

บรรณาธิการ	อาจารย์ ดร.วิจิตรา โพธิสาร	มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์
------------	----------------------------	---------------------------

ผู้ช่วยบรรณาธิการ	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริลักษณ์ หวังขอบ	มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์
-------------------	--	---------------------------

กองบรรณาธิการภายในมหาวิทยาลัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วาทธี นวลนาง	มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธงชัย เจือจันทร์	มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันชัย สุขตาม	มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขจรศักดิ์ สงวนสัตย์	มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์
อาจารย์ ดร.ประภูษญา สร้อยจิตร	มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์
อาจารย์ ดร.จักรพงษ์ วารี	มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์
อาจารย์ ดร.นุชจรี บุญเกิด	มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

กองบรรณาธิการภายนอกมหาวิทยาลัย

ศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญนันท์ นิลสุข	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ
รองศาสตราจารย์ ดร.สุพล บุญถือ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
รองศาสตราจารย์ ดร.สิทธิชัย ปุขหมั่น	มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
รองศาสตราจารย์ ดร.เนติรัฐ วีระนาคนินทร์	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมนึก พ่วงพรพิทักษ์	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวิธ ธีระโคตร	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวัฒน์ บรรลือ	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิรญา ทองเฉลิม	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนล สวนประดิษฐ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประวิทย์ สิมมาทัน	มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัจฉรา ชุมพล	มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิภาสิทธ์ หิรัญรัตน์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์
อาจารย์ ดร.ปิยวัฒน์ คำสบาย	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
อาจารย์ ดร.อาทิตย์ยาพร ไรจรัตน์	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อาจารย์นวัณกร โพธิสาร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์
คุณสุริยา คลังฤทธิ์	นักวิชาการอิสระ

Asst. Prof. Dr.Venkateswarlu Nalluri

Chaoyang University of Technology,
Taiwan

Asst. Prof. Dr.Alok Kumar Sharma

Chaoyang University of Technology,
Taiwan

Asst. Prof. Dr.Inam Ullah

Gachon University, Republic of Korea

Asst. Prof. Dr.Inam Ullah Khan

Multimedia University, Malaysia

Asst. Prof. Dr.Richard G. Mayopu

Satya Wacana Christian University,
Indonesia

Dr.Sanouphab Phomkeona

National University of Laos,
Lao People's Democratic Republic

Dr.Sonxay Luangoudom

Champasak University,
Lao People's Democratic Republic

Dr.On Thi My Linh

Thai Nguyen University of Education,
Vietnam

Dr.Emmanuel Okafor

King Fahd University of Petroleum and
Minerals Dhahran, Saudi Arabia

ทีมสนับสนุนงานวารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

อาจารย์กฤษฎา นวลนาง และ อาจารย์เอกราวี

สื่อดิจิทัล/ เว็บไซต์วารสาร

อาจารย์สุวัฒน์ กล้วยทอง และ อาจารย์กัญญาณี สมอ

ประชาสัมพันธ์

นายทวีวัฒน์ มูลจิต และ นายพลวัต บุญนาค

เลขานุการ

สำนักงาน

สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

186 หมู่ 1 ถ.สุรินทร์-ปราสาท ต.นอกเมือง อ.เมือง จ.สุรินทร์ 32000

โทรศัพท์ 044 – 558344, 088 723 5944 อีเมล jcct@srpu.ac.th

บทบรรณาธิการ

วารสารคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสร้างสรรค์ (Journal of Computer and Creative Technology) เปิดรับบทความในขอบเขต ดังนี้ 1) การประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีเพื่อการวิจัย พัฒนา และสร้างสรรค์ 2) การศึกษาและบูรณาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสู่การเรียนรู้ตลอดชีวิต และ 3) สหวิทยาการด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาท้องถิ่นและสังคม โดยกำหนดออกปีละ 3 ฉบับ ได้แก่ ฉบับที่ 1 ประจำเดือน มกราคม - เมษายน ฉบับที่ 2 ประจำเดือน พฤษภาคม - สิงหาคม และฉบับที่ 3 ประจำเดือน กันยายน - ธันวาคม ทั้งบทความวิจัยและบทความวิชาการรูปแบบการตีพิมพ์บทความภาษาไทยและบทความภาษาอังกฤษ

สำหรับฉบับนี้เป็นปีที่ 3 ฉบับที่ 2 ประจำเดือน พฤษภาคม – สิงหาคม พ.ศ. 2568 มีบทความ จำนวน 13 บทความ เป็นบทความวิจัย จำนวน 12 เรื่อง ได้แก่ 1) ระบบกรีนรีไซเคิลบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ 2) การพัฒนาแอปพลิเคชันบนเว็บเพื่อการตรวจจับและจดจำป้ายจราจรอัตโนมัติโดยใช้เครื่องมือ Teachable Machine 3) การพัฒนาสื่อดิจิทัลโดยใช้ข้อดีลักษณะชุมชนเป็นฐานเพื่อประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมชุมชนบ้านโชค จังหวัดสุรินทร์ 4) การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของ ORMs 5) ห้องเรียนดิจิทัลผ่านแอปพลิเคชันไลน์ เรื่องการใช้ TikTok เพื่อการตลาดสำหรับผู้ที่มีความบกพร่องทางสติปัญญา โรงเรียนโสตศึกษา จังหวัดสุรินทร์ 6) การพัฒนาระบบตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง 7) ผลการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่ส่งเสริมทักษะการผลิตสื่อมัลติมีเดียสำหรับเด็กที่มีความต้องการจำเป็นพิเศษของนักศึกษาวิชาชีพครู 8) การพัฒนาระบบสารสนเทศโรงเรียนเครือข่ายฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู คณะครุศาสตร์และการพัฒนามนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ 9) การพัฒนาเว็บไซต์สื่อประชาสัมพันธ์ตำนานปราสาทภูมิโปนและปราสาทยายเหงา อำเภอสังขะ จังหวัดสุรินทร์ 10) การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารจัดการปริญญานิพนธ์กรณีศึกษา สาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ มทร.อีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ 11) การพัฒนาผลลัพธ์การเรียนรู้ผ่านเว็บอิงฐานสมรรถนะ เรื่อง การสื่อสารการตลาดเชิงบูรณาการของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา และ 12) การประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันสำหรับการจำแนกภาพโรคใบอ้อยและการบูรณาการกับไลน์แชตบอตเพื่อสนับสนุนเกษตรกรอัจฉริยะ และเป็นบทความวิชาการ จำนวน 1 เรื่อง ได้แก่ When Code Begins to Dream: Anthropomorphism in AI Powered Educational Tools

กองบรรณาธิการหวังเป็นอย่างยิ่งว่าบทความที่เผยแพร่ในวารสารคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสร้างสรรค์ จะเป็นแหล่งเรียนรู้ออนไลน์ที่สำคัญทางคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสร้างสรรค์ เป็นแหล่งเผยแพร่ทางวิชาการให้กับนักวิจัยและนักวิชาการ และเป็นประโยชน์ให้กับผู้อ่านและการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

อาจารย์ ดร.วิจิตรา โพธิสาร
บรรณาธิการ

สารบัญ

	หน้า
บทนำ	I-V
บทความวิจัย	
● ระบบกรีนรีไซเคิลบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ณัฐฐา ยะเปียง, กนิษฐา ตั้งไทยขวัญ, สกาวรัตน์ จงพัฒนากกร, ปัญญาพร ปรางจโรจน์	156-168
● การพัฒนาแอปพลิเคชันบนเว็บเพื่อการตรวจจับและจดจำป้ายจราจรอัตโนมัติโดยใช้ เครื่องมือ Teachable Machine ธัญธนภรณ์ ภริมย์, ปวีศา เหมเนียม, วรเทพ ธวัชรสุวรรณ, พิรญา ธวัชรสุวรรณ	169-184
● การพัฒนาสื่อดิจิทัลโดยใช้อัตลักษณ์ชุมชนเป็นฐานเพื่อประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวเชิง วัฒนธรรมชุมชนบ้านโชค จังหวัดสุรินทร์ อภิชาติ ทองแท้, ธิติพันธ์ ทองนำ, นวฒกร โพธิสาร, ปฎิวัติ ยะสะกะ, วินิต ยืนยั้ง, จักรกฤษ ใจรัมย์	185-200
● การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของ ORMs จักรพันธ์ อัดลา, ชัยพร เขมะภาคะพันธ์	201-213
● ห้องเรียนดิจิทัลผ่านแอปพลิเคชันไลน์ เรื่องการใช้ TikTok เพื่อการตลาดสำหรับผู้ที่มีความ บกพร่องทางสติปัญญา โรงเรียนโสตศึกษา จังหวัดสุรินทร์ ทิพวรรณ โลเพียร, พรพิมล คงชุติ, พิณทอง มาลีแก้ว, อุบลวรรณ ศรีชะแก้ว, ทองมี ละครพล, จิระนันท์ ตะสันเทียะ, วิภาสิทธิ หิรัญรัตน์	214-229
● การพัฒนาระบบตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ธีรพงศ์ สงผัด, สุวิชาบุรณ์ บุญช่วย, จิรวรรณ บุญवास	230-243
● ผลการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่ส่งเสริมทักษะการผลิตสื่อมัลติมีเดียสำหรับเด็กที่มี ความต้องการจำเป็นพิเศษของนักศึกษาวิชาชีพครู ศิริลักษณ์ วัฒนสิน, ศิริวรรณ จันทร์แจ้ง	244-256
● การพัฒนาระบบสารสนเทศโรงเรียนเครือข่ายฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู คณะครุศาสตร์และ การพัฒนามนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ ณัททัย สงผัด, นิตยา มณีนิล, ธีรพงศ์ สงผัด	257-270

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทความวิจัย

- การพัฒนาเว็บไซต์สื่อประชาสัมพันธ์ตำนานปราสาทภูมิโปนและปราสาทยายเหงา อำเภอ
สังขะ จังหวัดสุรินทร์ 271-286
*คัชพร ลำราญ, วราลักษณ์ มาประสม, ปัทมาพร สุดสกุล, อลิสรณ์ ลำราษฎร์, ทรงพล สัตย์เชื้อ,
นวัณกร โพธิสาร*
- การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารจัดการปริญญานิพนธ์ กรณีศึกษา สาขา 287-301
เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ มทร.อีสาน วิทยาเขตสุรินทร์
*ณัฐภูมิ ขำศรี, สุภชัย ทองนั้บ, อภิเทพ เอี่ยมสะอาด, จิรนนท์ ตะสันเทียะ, อัฒพล คุณเลิศ,
นราศักดิ์ วงษ์วาสน์*
- การพัฒนาผลลัพธ์การเรียนรู้ผ่านเว็บอิงฐานสมรรถนะ เรื่อง การสื่อสารการตลาดเชิงบูรณาการ 302-316
ของนักศึกษาในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
สรวิทย์ ธรรมสารวิญญู, วุฒิชัย พิสิทธิ์
- การประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันสำหรับการจำแนกภาพโรคใบอ้อย 317-332
และการบูรณาการกับไลน์แชทบอตเพื่อสนับสนุนเกษตรกรอัจฉริยะ
ศุภชัย ใบปอด, จรวย สาวีถิ, จักรพันธ์ ศรีวงษา

บทความวิชาการ

- When Code Begins to Dream: Anthropomorphism in AI Powered Educational Tools 333-345
Shristi Singh

วารสารคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสร้างสรรค์

ปีที่ 3 ฉบับที่ 2 ประจำเดือน พฤษภาคม – สิงหาคม พ.ศ. 2568
(หน้า 156 - 345)

เป็นบทความต่อเนื่องจาก

ปีที่ 3 ฉบับที่ 1 ประจำเดือน มกราคม – เมษายน พ.ศ. 2568
(หน้า 1 - 155)

Green Recycle System on the Android Operating System

ระบบกรีนรีไซเคิลบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

Natthacha Yapiang¹, Kanitta Tangthaikwan^{2,*}, Sakauwrat Jongpattanakorn³, and Panyaporn Prangjarote⁴
ณัฐชา ยะเปียง¹, กนิษฐา ตั้งไทยขวัญ^{2,*}, สกาวรัตน์ จงพัฒนากอร์³, และ ปัญญาพร ปรางจโรจน์⁴

Received: 11 April 2025;

Revised: 27 May 2025;

Accepted: 3 June 2025;

Published: 11 June 2025;

Abstract

The Green Recycle application was developed to address waste management issues in Kad Chamcha, San Kamphaeng District, Chiang Mai Province, which lacks an efficient recycling system. This has resulted in proper waste separation not being widely practiced. This research aims to develop a Green Recycle system for the Android operating system, promoting the systematic separation of recyclable waste and to study user satisfaction after using the Green Recycle system. The application is designed to enable users to learn the correct methods of waste separation while also promoting user participation through a system that supports recycling. The system was developed by using the Flutter Framework and Dart programming language, along with Firebase for database management. A satisfaction survey of 30 participants, comprising general users and vendors in the market area, yielded an overall average score of $\mu = 4.51$ and a standard deviation of S.D. = 0.52, indicating a very high level of satisfaction. Users expressed the highest satisfaction with raising environmental awareness ($\mu = 4.65$ and S.D. = 0.48), followed by ease of use ($\mu = 4.60$ and S.D. = 0.50) and understanding of the waste separation process ($\mu = 4.55$ and S.D. = 0.45). This application helps motivate waste separation and supports efficient waste Management in the area.

Keywords: Recycling Waste Management, Environmental Awareness, Application, Dart Language, Firebase

¹ Student, Information and Communication Technology, Faculty of Liberal Arts and Science, Kasetsart University, Kamphaeng Sean Campus Nakhon Pathom 73140, Thailand; นักศึกษา สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140 ประเทศไทย; Email: natthachay@ku.th

^{2,*} Lecturer, Information and Communication Technology, Faculty of Liberal Arts and Science, Kasetsart University, Kamphaeng Sean Campus Nakhon Pathom 73140, Thailand; อาจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140 ประเทศไทย; Email: kanitta.t@ku.th

³ Assistant Professor, Dr., Information and Communication Technology, Faculty of Liberal Arts and Science, Kasetsart University, Kamphaeng Sean Campus Nakhon Pathom 73140, Thailand; ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร., สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140 ประเทศไทย; Email: sakauwrat.j@ku.th

⁴ Lecturer, Dr., Information and Communication Technology, Faculty of Liberal Arts and Science, Kasetsart University, Kamphaeng Sean Campus Nakhon Pathom 73140, Thailand; อาจารย์ ดร., สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140 ประเทศไทย; Email: panyaporn.p@ku.th

*Corresponding authors: Kanitta Tangthaikwan (kanitta.t@ku.th)

บทคัดย่อ

แอปพลิเคชันกรีนรีไซเคิลถูกพัฒนาขึ้นเพื่อแก้ปัญหาการจัดการขยะในภาคร้านค้า
อำเภอสนักำแพง จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งยังขาดระบบรีไซเคิลที่มีประสิทธิภาพ ส่งผลให้
การแยกขยะอย่างเหมาะสมยังไม่เป็นที่แพร่หลาย งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ
พัฒนาระบบกรีนรีไซเคิลบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ในการส่งเสริมการแยกขยะ
ขยะรีไซเคิลอย่างเป็นระบบและเพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบกรีนรีไซเคิล
โดยแอปพลิเคชันนี้ออกแบบมาเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเรียนรู้วิธีการแยกขยะได้อย่าง
ถูกต้อง พร้อมทั้งส่งเสริมการมีส่วนร่วมของผู้ใช้งานด้วยระบบที่สนับสนุนการรีไซเคิล
โดยระบบนี้ได้พัฒนาด้วยฟลัททออะเฟรมเวิร์คและภาษาดาร์ต ร่วมกับไฟร์เบส
สำหรับการจัดการฐานข้อมูล จากการสำรวจความพึงพอใจของผู้ใช้งาน 30 คน ซึ่ง
เป็นผู้ใช้งานทั่วไปและผู้ค้าในพื้นที่ตลาด พบว่าค่าเฉลี่ยโดยรวมอยู่ที่ $\mu = 4.51$, S.D.
= 0.52 พบว่าความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับดีมาก โดยผู้ใช้งานมีความพึงพอใจ
สูงสุดในการสร้างความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อม ($\mu = 4.65$ และ S.D. = 0.48)
รองลงมาคือความสะดวกในการใช้งาน ($\mu = 4.60$ และ S.D. = 0.50) และความ
เข้าใจในกระบวนการแยกขยะ ($\mu = 4.55$ และ S.D. = 0.45) แอปพลิเคชันนี้ช่วย
สร้างแรงจูงใจในการแยกขยะและสนับสนุนการจัดการขยะในพื้นที่อย่างมี
ประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: การจัดการขยะรีไซเคิล, การตระหนักด้านสิ่งแวดล้อม, แอปพลิเคชัน,
ภาษาดาร์ต, ไฟร์เบส

1. บทนำ (Introduction)

ปัจจุบันการพัฒนาด้านเศรษฐกิจ สังคม อุตสาหกรรม การเพิ่มจำนวนประชากรและการเปลี่ยนแปลงวิถีชีวิตความ
เป็นอยู่ของคนไทย ส่งผลให้ปริมาณขยะมูลฝอยจากแหล่งกำเนิดประเภทต่าง ๆ เพิ่มขึ้นทุกปี ทำให้เป็นภาระต่อหน่วยงาน
ที่เกี่ยวข้องในการเก็บรวบรวม และกำจัดขยะมูลฝอยดังกล่าว ซึ่งขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นยังมีสัดส่วนองค์ประกอบที่สามารถ
นำมาใช้ประโยชน์ใหม่ได้อัตราไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 โดยสามารถนำมาใช้ประโยชน์ใหม่ได้ร้อยละ 30 – 35 และนำมา
หมักทำปุ๋ยได้ร้อยละ 45 – 50 แต่ปัจจุบันอัตราการนำขยะมูลฝอยกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่มีเพียงร้อยละ 18 ซึ่งยังคงเป็น
อัตราที่ต่ำมากเมื่อเปรียบเทียบกับขยะมูลฝอยที่มีศักยภาพในการนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้ ดังนั้นหากมีวิธีการจัดการที่เป็น
ระบบ และครบวงจรจะสามารถเพิ่มอัตราการใช้ประโยชน์จากขยะมูลฝอยได้ ซึ่งจะส่งผลให้ประหยัดงบประมาณ
ทรัพยากรธรรมชาติ และลดการนำเข้าวัตถุดิบจากต่างประเทศได้ปละหลายหมื่นล้านบาท (Pollution Control
Department, 2020)

แนวทางการลดและใช้ประโยชน์ขยะมูลฝอยในชุมชน สามารถปฏิบัติได้ตามขั้นตอน ลด ใช้ซ้ำ และรีไซเคิล
(Reduce – Reuse – Recycle) โดยเริ่มที่การคัดแยกขยะมูลฝอยก่อนทิ้ง และจัดให้เกิดกระบวนการนำกลับไปแปรรูปเพื่อ
ใช้ใหม่ อย่างไรก็ตาม การขาดความเข้าใจในขั้นตอนการแยกขยะที่ถูกต้อง ยังคงเป็นปัจจัยที่ทำให้การแยกขยะอย่าง
เหมาะสมยังไม่แพร่หลายเท่าที่ควร การพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อสนับสนุนการจัดการขยะรีไซเคิลอย่างมีระบบ จึงถือเป็น
แนวทางสำคัญที่จะช่วยให้ผู้ใช้สามารถเรียนรู้ และปฏิบัติตามได้อย่างสะดวก และสอดคล้องกับชีวิตประจำวันมากขึ้น

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดในการพัฒนาระบบกรีนรีไซเคิล (Green Recycle) บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เพื่อ
ตอบสนองความต้องการในการจัดการขยะอย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในการจัดการขยะรีไซเคิล
โดยเฉพาะในพื้นที่ตลาดอำเภอ อำเภอสนักำแพง จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งเป็นศูนย์กลางชุมชน และแหล่งท่องเที่ยวที่มีความ
หลากหลายด้านวัฒนธรรมและกิจกรรม แอปพลิเคชันนี้ออกแบบมาเพื่อให้ผู้ใช้สามารถเรียนรู้วิธีการแยกขยะได้อย่างถูกต้อง
พร้อมด้วยระบบสะสมคะแนนจากการรีไซเคิล ซึ่งสามารถแลกเป็นของรางวัลหรือบริจาคได้ เพื่อสร้างแรงจูงใจและ
ส่งเสริมให้ผู้ใช้เข้าร่วมกิจกรรมรีไซเคิลอย่างมีส่วนร่วมอย่างยั่งยืน โดยแอปพลิเคชัน Green Recycle จะเป็นเครื่องมือที่มี
ศักยภาพในการสนับสนุนและส่งเสริมการจัดการขยะรีไซเคิลอย่างเป็นระบบ เพิ่มความสะดวกในการปฏิบัติตามแนวทางการ

แยกขยะ และเสริมสร้างจิตสำนึกด้านสิ่งแวดล้อมแก่ผู้ใช้งาน นอกจากนี้ แอปพลิเคชันยังช่วยให้การจัดการขยะในพื้นที่ตลาด
จำหน่ายเป็นระเบียบ และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2. วัตถุประสงค์งานวิจัย (Research Objectives)

1. เพื่อพัฒนาระบบ Green Recycle บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ในการส่งเสริมการแยกขยะขยะรีไซเคิลอย่างเป็นระบบ
2. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ Green Recycle บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

3. กรอบแนวคิดงานวิจัย (Conceptual Framework)

การพัฒนาระบบ Green Recycle บนแอนดรอยด์ด้วย Flutter Framework และภาษา Dart มุ่งเน้นการสร้าง
อินเทอร์เฟซที่ทันสมัย ใช้งานง่าย และเลือกใช้โทนสีที่ให้ความรู้สึกสบายตา และเหมาะสมกับการใช้งาน โดยระบบนี้แบ่ง
ส่วนของการใช้งานระบบออกเป็นสองส่วนหลัก ได้แก่ ส่วนของผู้ดูแลระบบ และส่วนของผู้ใช้งาน ดังนี้

1) ส่วนของผู้ดูแลระบบ

- 1.1) ผู้ดูแลระบบสามารถเพิ่มและลบแอดมินของผู้ใช้งานที่ลงทะเบียนได้
- 1.2) ผู้ดูแลระบบสามารถเพิ่มจำนวนสต็อกสินค้าที่ใช้แลกรางวัลได้
- 1.3) ผู้ดูแลระบบสามารถเข้าถึง และวิเคราะห์ข้อมูลการใช้งาน เช่น จำนวนผู้ใช้ และปริมาณขยะ เพื่อจัดทำ

รายงานสำหรับการปรับปรุงระบบ และส่งเสริมการรีไซเคิล

2) ส่วนของผู้ใช้งาน

- 2.1) ผู้ใช้สามารถลงทะเบียนสร้างบัญชีใหม่ เข้าสู่ระบบด้วยชื่อผู้ใช้ และรหัสผ่านพร้อมทั้งแก้ไขข้อมูลส่วนตัว
ได้ตามความเหมาะสม
- 2.2) ผู้ใช้สามารถใช้แต้มที่ได้จากการทิ้งขยะเพื่อแลกของรางวัลหรือบริจาคได้
- 2.3) ผู้ใช้สามารถเข้าสู่ ประวัติการแลกรางวัล และประวัติแต้มของตนเอง โดยจะแสดงข้อมูลแต้มที่ได้รับ
ก็โลกรั้มต่อแต้ม ประเภทขยะ และวันที่อย่างครบถ้วน

4. การทบทวนวรรณกรรมและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง (Literature Review)

4.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1. โปรแกรม Visual Studio Code หรือ VSCode เป็นโปรแกรม Code Editor จาก Microsoft ที่ออกแบบมาใน
รูปแบบ Open Source เพื่อการใช้งานที่ไม่มีค่าใช้จ่าย รองรับการทำงานข้ามแพลตฟอร์ม ทั้ง Windows, macOS และ
Linux VSCode สนับสนุนหลายภาษา เช่น JavaScript, TypeScript, Node.js และสามารถเพิ่ม Extensions เพื่อรองรับ
ภาษาอื่น ๆ เช่น C++, C#, Java, Python และ PHP โปรแกรมนี้มาพร้อมพีเจอรส์สำคัญ เช่น Themes ที่ปรับแต่ง
อินเทอร์เฟซ Debugger สำหรับตรวจสอบข้อผิดพลาด Commands ในการรันคำสั่งต่าง ๆ และการเชื่อมต่อกับ Git เพื่อ
จัดการเวอร์ชันโค้ด นอกจากนี้ยังรองรับการทำงานร่วมกับ Docker และ Kubernetes ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพให้การ
พัฒนาซอฟต์แวร์

2. Flutter เฟรมเวิร์กการพัฒนาแอปพลิเคชันแบบ Cross-platform ที่ถูกพัฒนาโดย Google โดยใช้ภาษา Dart
ช่วยให้สามารถพัฒนาแอปพลิเคชันที่สามารถรันได้ทั้งบนระบบปฏิบัติการ Android และ iOS ด้วยโค้ดเบสเดียว ลดเวลา
และทรัพยากรเมื่อเทียบกับการพัฒนาแบบ Native Flutter มี Widgets ที่ยืดหยุ่น ช่วยในการออกแบบ UI ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
และฟีเจอร์ Hot Reload ที่ทำให้นักพัฒนาเห็นการเปลี่ยนแปลงในแอปแบบเรียลไทม์ ส่งผลให้กระบวนการพัฒนา
และทดสอบเป็นไปอย่างรวดเร็ว (Watanyulertsakul, 2020)

3. ภาษา Dart เป็นภาษาโปรแกรมที่เอาไว้สำหรับสร้างแอปพลิเคชันบนแพลตฟอร์มที่หลากหลายโดยได้ทั้ง
Mobile, Desktop, Server และ Web สิ่งที่เป็นที่นิยมที่สุดที่ทำให้คนสนใจมาเรียนภาษา Dart กันก็คือเพื่อที่จะเอาไปใช้
ร่วมกับ Flutter ที่เป็นเครื่องมือช่วยสร้าง User Interface (UI) ของ Google ซึ่งใช้ได้ทั้งกับ Android และ iOS หรือจะเป็น
Desktop กับ Web ภาษา Dart นี้ถูกสร้างโดย Google และปล่อยให้ใช้งานแบบ Open Source ทำให้ทุกคนสามารถ

นำไปใช้งานได้ฟรี และการที่ Dart ถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่ายและมีประสิทธิภาพแบบภาษาเชิงวัตถุอื่น ๆ อย่าง Java C# C++ (Paseelatesang, 2023)

4. Android Studio เป็นสภาพแวดล้อมในการพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับระบบปฏิบัติการ Android ที่ถูกพัฒนาโดย Google และรองรับการเขียนโค้ดด้วยภาษา Java, Kotlin และ C++ Android Studio มาพร้อมกับเครื่องมือครบครันที่ช่วยให้นักพัฒนาสามารถสร้างและทดสอบแอปพลิเคชันได้อย่างสะดวกและมีประสิทธิภาพ รวมถึงฟีเจอร์สำคัญ เช่น Emulator สำหรับจำลองการใช้งานแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เสมือน Code Editor ที่มีความชาญฉลาด รองรับการเขียนโค้ดที่รวดเร็วและลดข้อผิดพลาด Layout Editor ที่ช่วยออกแบบและจัดการ UI ของแอปได้ง่ายดาย (Paseelatesang, 2023)

5. Firebase เป็นแพลตฟอร์ม Backend-as-a-Service (BaaS) ที่พัฒนาโดย Google ซึ่งสนับสนุนการพัฒนาแอปพลิเคชันมือถือด้วยฟีเจอร์หลากหลาย เช่น การจัดการฐานข้อมูล การรับรองตัวตน และการเก็บข้อมูลแบบเรียลไทม์ ในโครงการ Green Recycle Firebase มีบทบาทสำคัญในการจัดการข้อมูลการสะสมคะแนนและประวัติการรีไซเคิลของผู้ใช้ โดยใช้ Firebase Realtime Database ที่สามารถดึงข้อมูลและแสดงผลได้ทันที รองรับการพัฒนาที่มีความปลอดภัยที่เหมาะสม (Warin, 2021)

4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

โครงการธนาคารขยะรีไซเคิลมุ่งลดปริมาณขยะในครัวเรือนและชุมชน โดยการคัดแยกขยะก่อนทิ้งสามารถลดปริมาณขยะที่ต้องกำจัดได้อย่างมีนัยสำคัญ รายได้จากการขายขยะรีไซเคิลถูกนำไปใช้พัฒนาชุมชน แต่ยังคงมีปัญหา เช่น ความไม่แน่นอนของราคาขยะรีไซเคิลที่เปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ และการขาดความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการรีไซเคิลในชุมชน การสร้างแรงจูงใจและการให้ความรู้แก่สมาชิกในชุมชนเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยให้โครงการประสบความสำเร็จ (Pradabphetrat et al., 2010)

Lekachan (2023) ได้ทำการพัฒนารูปแบบการจัดการธนาคารขยะในชุมชน กรณีศึกษา ตำบลแก้ง อำเภอดงหลวง จังหวัดอุบลราชธานี โดยมี ขั้นตอนวิจัย 1) การศึกษาสถานการณ์สภาพปัจจุบัน 2) การศึกษารูปแบบการจัดการธนาคารขยะในชุมชนและ 3) การพัฒนาข้อเสนอการจัดการธนาคารขยะในชุมชน กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วย 1) ผู้ทรงคุณวุฒิ และผู้เกี่ยวข้อง จำนวน 15 ท่าน 2) ประชาชนในตำบลจำนวน 400 คน และอาสาสมัครสาธารณสุขจำนวน 155 คน เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth interview) และแบบสอบถาม ผลการศึกษาพบว่า การศึกษาสถานการณ์สภาพปัจจุบันพบว่า บางครอบครัวยังไม่เข้าใจในการคัดแยกขยะ ปัญหาการจัดการขยะในชุมชน ส่วนใหญ่คนมักทิ้งขยะข้างถนน/ที่ดินคนอื่น (ร้อยละ 41.91, 43.01)

นอกจากนี้ การเปรียบเทียบนโยบายการจัดการขยะของประเทศไทยกับประเทศอื่น ๆ พบว่านโยบายในประเทศไทยยังมีความล่าช้าในด้านการบังคับใช้และการสร้างแรงจูงใจที่มีประสิทธิภาพ ในขณะที่ประเทศพัฒนาแล้วมีการบูรณาการแนวทางการจัดการขยะที่ครอบคลุม ตั้งแต่การลดขยะต้นทาง การรีไซเคิล ไปจนถึงการแปรรูปเป็นพลังงาน ข้อเสนอแนะสำคัญคือ การส่งเสริมการคัดแยกขยะตั้งแต่ต้นทางและการสร้างระบบจูงใจที่เหมาะสม เช่น การสะสมคะแนน การลดค่าธรรมเนียม หรือการให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ (Pansri, 2015)

Buaprom & Phannikul (2023) ได้ทำการพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับช่วยสนับสนุนร้านรับซื้อขยะรีไซเคิลเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการทำงานโดยนำหลักการ ECRS มาประยุกต์ใช้โดยเริ่มจากใช้เทคนิค การศึกษากระบวนการปฏิบัติงาน แผนผังการไหล แผนภูมิกระบวนการปฏิบัติงาน แผนภาพแสดงเหตุและผล การวิเคราะห์ 5W 1H และประยุกต์ใช้หลักการ ECRC เพื่อหาแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงาน โดยการออกแบบแอปพลิเคชัน ด้วยโปรแกรม AppSheet เชื่อมโยงฐานข้อมูลกับ Spread Sheet ซึ่งเป็นการเก็บฐานข้อมูลออนไลน์ ระบบสามารถ บันทึกรายการรับซื้อ และคำนวณรายการ สร้างใบเสร็จ และแจ้งเตือน ผ่านโปรแกรม Line และ E-mail ไปยังผู้ที่เกี่ยวข้องภายในองค์กร ผลการพัฒนาแอปพลิเคชันเปรียบเทียบกับกระบวนการปฏิบัติงานแบบเดิมพบว่ากระบวนการปฏิบัติงานของพนักงานฝ่ายรับซื้อขยะเดิมมีขั้นตอน การปฏิบัติงาน 7 ขั้นตอน ลดเหลือ 4 ขั้นตอน ใช้เวลาดลดลงจากเดิม 9.12 นาที คิดเป็นร้อยละ 43.32 และกระบวนการปฏิบัติงานของพนักงาน ฝ่ายบัญชี เดิมมีขั้นตอนการปฏิบัติงาน 8 ขั้นตอน ลดเหลือ 6 ขั้นตอน ใช้เวลาดลดลงจากเดิม 13.69 นาที คิดเป็นร้อยละ 57.09 และมีผลความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างต่อแอปพลิเคชันโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 4.19 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.46

Sududom & Suansokchuak (2023) ได้ทำการพัฒนาแอปพลิเคชันธนาคารขยะเพื่อจัดการขยะชุมชน โดยพัฒนาแอปพลิเคชันตาม วงจรการพัฒนาแบบ SDLC โดยใช้ภาษาพีเอชพีในการเขียนโปรแกรม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ประกอบด้วย 1) แอปพลิเคชันธนาคารขยะเพื่อจัดการขยะชุมชน 2) แบบประเมินคุณภาพ 3) แบบสอบถามความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการพัฒนาได้แอปพลิเคชัน ธนาคารขยะ เพื่อจัดการขยะชุมชน ประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ประเมิน 5 ด้าน คือ ด้านความสามารถตรงตามความต้องการของผู้ใช้ ด้านความถูกต้องในการทำงานตามหน้าที่ของระบบ ด้านความสะดวก และง่ายต่อการใช้งาน ด้านความเร็วในการทำงาน และด้านการรักษาความปลอดภัย พบว่าโดยรวมอยู่ในระดับมีคุณภาพดีมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.59 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.46 จากนั้นศึกษาความพึงพอใจ ของกลุ่มตัวอย่างเป็นคนในชุมชน จำนวน 100 คน พบว่า ผลประเมินอยู่ในระดับพึงพอใจมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.26 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.71

Hongsibsong et al. (2021) ได้พัฒนาเว็บแอปพลิเคชันเพื่อการจัดการข้อมูลธนาคารขยะ โดยการมีส่วนร่วมของ ชุมชนมหาโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดน่าน มีการทำงานออกเป็น 4 ระบบ ได้แก่ ระบบจัดการข้อมูลสมาชิก ระบบรับซื้อ-ขาย ขยะ ระบบบริหารจัดการขยะ และระบบการแสดงผลรายงาน เป็นระบบที่สามารถทำงานได้ในทุกแพลตฟอร์ม และไม่ จำกัอุปกรณ์ เพิ่มความสะดวกให้แก่คณะกรรมการของชุมชนในด้านการจัดเก็บข้อมูล และทำให้การเก็บข้อมูลเป็น ระบบ มากเป็นยิ่งขึ้น 2) ผลการประเมินประสิทธิภาพด้านการพัฒนาระบบเว็บแอปพลิเคชันเพื่อการจัดการข้อมูล ธนาคารขยะ จากผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาระบบ ภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.13$, S.D. = 0.64) 3) ผลการประเมินประสิทธิภาพ ด้านการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันเพื่อการจัดการข้อมูลธนาคารขยะจากคณะกรรมการธนาคารขยะ ภาพรวมอยู่ในระดับมาก ที่สุด ($\bar{X} = 4.58$, S.D. = 0.61)

5. วิธีดำเนินงานวิจัย (Research Methodology)

5.1 การศึกษาระบบการทำงาน

การศึกษาข้อมูลและวิเคราะห์ความต้องการเป็นขั้นตอนสำคัญที่มุ่งเน้นการทำงานเพื่อจัดการปัญหาการไร้เคลียขยะ โดยครอบคลุมการรวบรวมความต้องการของผู้ใช้งาน ตลอดจนพิจารณาที่สนับสนุนการแยกขยะอย่างถูกต้องและมี ประสิทธิภาพ การศึกษานี้มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาแอปพลิเคชันให้สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้ อย่างเหมาะสม ทั้งในด้านความสะดวกในการใช้งานและการเข้าถึงข้อมูล

5.2 วิเคราะห์ความต้องการของระบบ

งานวิจัยนี้เริ่มต้นจากการศึกษาความต้องการของผู้ใช้งานในด้านการสะสมแต้ม การแลกของรางวัล และการ ตรวจสอบประวัติ เพื่อให้สามารถออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูลที่รองรับข้อมูลผู้ใช้งาน ประเภทขยะ และแต้มสะสมได้อย่าง มีประสิทธิภาพ โดยวางโครงสร้างระบบให้แอปพลิเคชัน Android เชื่อมต่อกับ Firebase และได้กำหนดมาตรการรักษา ความปลอดภัยที่เหมาะสม นอกจากนี้ยังออกแบบฟังก์ชันหลัก เช่น การคำนวณแต้ม การแลกของรางวัล และการจัดการ ผู้ใช้งาน เพื่อให้ผู้ดูแลระบบสามารถปรับปรุงข้อมูลได้ตามความต้องการ

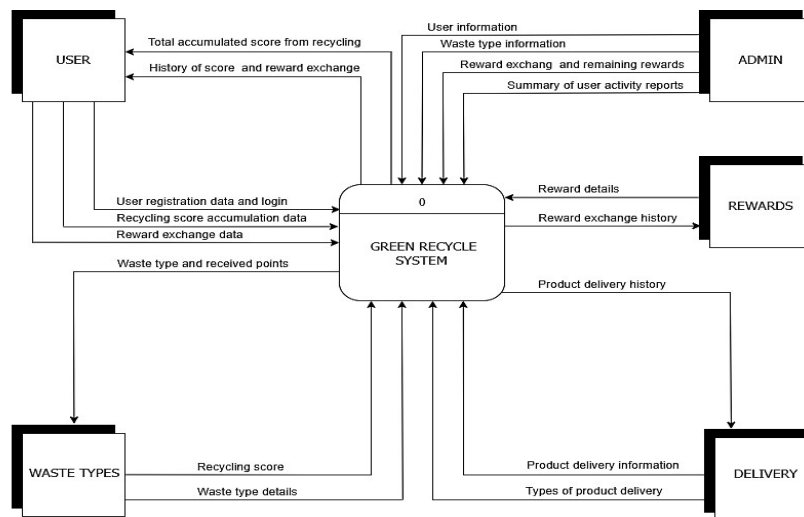


Figure 1. Context Diagram.

จาก Figure 1. แสดงข้อกำหนดของระบบ Green Recycle ซึ่งประกอบด้วยเอนทิตีหลัก ได้แก่ ผู้ใช้งาน (User), ผู้ดูแลระบบ (Admin), รางวัล (Rewards), ประเภทขยะ (Waste Type) และการจัดส่ง (Delivery) โดยเอนทิตีผู้ใช้งานสามารถสมัครสมาชิกหรือเข้าสู่ระบบได้ ทั้งนี้ผู้ใช้งานสามารถสะสมคะแนนจากการรีไซเคิลขยะแต่ละประเภท และแลกคะแนนเป็นรางวัล โดยมีเอนทิตีการจัดส่งจัดการการส่งรางวัลให้ผู้ใช้งาน ขณะที่ผู้ดูแลระบบมีหน้าที่จัดการ และตรวจสอบข้อมูลในระบบ

5.3 พัฒนาโปรแกรมและทดสอบระบบ

งานวิจัยนี้ได้มีการพัฒนาระบบ Green Recycle บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยแบ่งวิธีดำเนินงานออกเป็นขั้นตอน ดังนี้

1. **ศึกษาปัญหาและความต้องการของระบบ** โดยศึกษาปัญหาการจัดการขยะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพ โดยเฉพาะจากการจัดการขยะที่ไม่ถูกต้องนำไปสู่การสะสมของเสียและการใช้ทรัพยากรอย่างสิ้นเปลือง แม้จะมีการรณรงค์เรื่องการแยกขยะ แต่การขาดความรู้ในกระบวนการที่ถูกต้อวยังคงเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้การลดปริมาณขยะเป็นไปได้ยาก

2. **วิเคราะห์ระบบ** การทำงานในขั้นตอนนี้ได้รวบรวมและศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการขยะรีไซเคิล และความต้องการของผู้ใช้งาน เพื่อวิเคราะห์และออกแบบระบบที่สนับสนุนการแยกขยะอย่างมีประสิทธิภาพ

3. **ออกแบบระบบ** โดยการออกแบบระบบ Green Recycle บนแพลตฟอร์มแอนดรอยด์มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาส่วนติดต่อ และประสบการณ์ผู้ใช้งาน (UI/UX) ให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้งาน โดยใช้ Figma เป็นเครื่องมือสำคัญในการออกแบบ

4. **พัฒนาระบบ** ดำเนินการพัฒนาแอปพลิเคชัน Green Recycle โดยเลือกใช้ Flutter Framework และภาษา Dart เพื่อสร้างระบบที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยพัฒนาองค์ประกอบต่าง ๆ ตามการออกแบบที่ได้วางไว้ รวมถึงการเชื่อมต่อกับ Firebase สำหรับการจัดเก็บข้อมูล โดยได้ทำการออกแบบฐานข้อมูลตามแผนภาพความสัมพันธ์ของข้อมูล (Entity Relationship Diagram) ดังภาพ Figure 2.

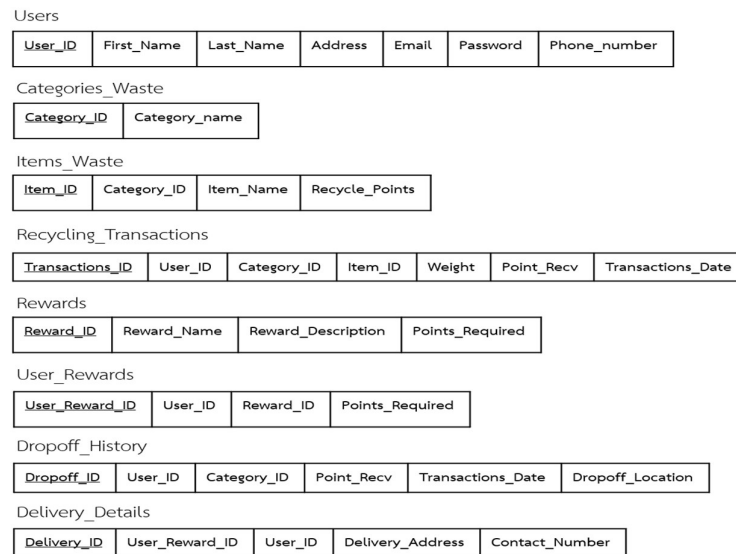


Figure 2. Entity Relationship Diagram.

5. **ทดสอบและแก้ไขระบบงานใหม่** ดำเนินการทำการทดสอบระบบ Green Recycle เพื่อให้ฟังก์ชันทั้งหมดทำงานได้ถูกต้องตามการออกแบบ โดยตรวจสอบการแสดงผล การบันทึกข้อมูล การเพิ่มและแลกแต้ม และการเชื่อมต่อกับ Firebase หากพบข้อผิดพลาดจะดำเนินการแก้ไขเพื่อให้ระบบมีความเสถียร

6. ผลการวิจัย (Results)

6.1 ผลการพัฒนาระบบ Green Recycle บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ในการส่งเสริมการแยกขยะขยะรีไซเคิลอย่างเป็นระบบ

การพัฒนาแอปพลิเคชัน Green Recycle ได้รับการออกแบบเพื่อให้ผู้ใช้งานระบบสามารถเข้าถึงข้อมูลที่สำคัญโดยแบ่งข้อมูลออกเป็นแต่ละด้าน ประกอบด้วย 1. การเข้าสู่ระบบของผู้ใช้ 2. การแสดงผลข้อมูลในหน้าจอหลัก และข้อมูลกิจกรรมที่เกี่ยวข้อง 3. การแลกขยะเพื่อสะสมคะแนน และ 4. การแลกของรางวัล โดยมีตัวอย่างหน้าจอการทำงานด้านต่าง ๆ ของระบบ ดัง Figure 3. – Figure 11.

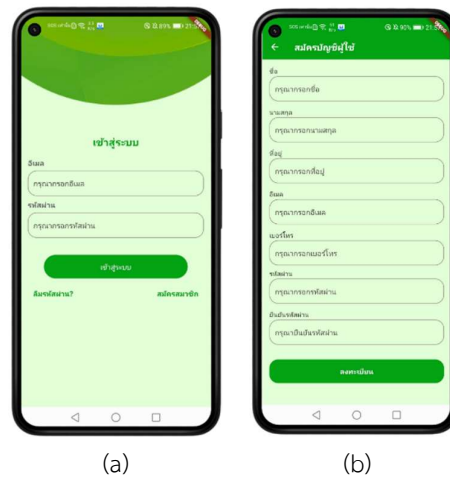


Figure 3. Login screen (a) and Registration screen (b).

จาก Figure 3. Login screen (a) แสดงหน้าจอสำหรับการเข้าสู่ระบบที่ผู้ใช้งานสามารถกรอกชื่อผู้ใช้ (Username) และรหัสผ่าน (Password) หากลืมรหัสผ่านสามารถคลิกเลือกลืมรหัสผ่าน เพื่อทำการกำหนดรหัสผ่านใหม่ และถ้ายังไม่มีสมาชิกสามารถทำการสมัครสมาชิกใหม่ได้โดยการเลือกสมัครสมาชิก

ในขณะที่ Registration screen (b) แสดงหน้าจอสำหรับการสมัครสมาชิกที่ออกแบบมาเพื่อให้ผู้ใช้งานใหม่สามารถสร้างบัญชีผู้ใช้ได้ โดยมีช่องให้กรอกข้อมูลต่าง ๆ เช่น ชื่อผู้ใช้ (Username), รหัสผ่าน (Password), อีเมล (Email) หมายเลขโทรศัพท์ (Phone) และทำการกำหนดรหัสผ่าน เพื่อทำการสมัคร และเข้าสู่ระบบ

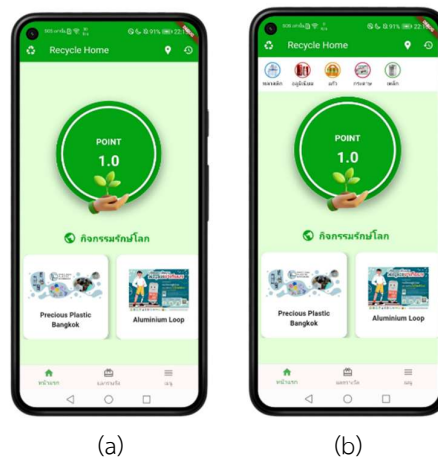


Figure 4. Recycle Home screen (a) and Recycle icon action screen (b).

จาก Figure 4. Recycle Home screen (a) เป็นหน้าจอหลักของผู้ใช้งาน โดยจะแสดงคะแนนสะสมของผู้ใช้งาน โดยมีฟังก์ชันแถบด้านบนที่ประกอบด้วยไอคอนรีไซเคิลที่แสดงถึงอัตราการแลกเปลี่ยนของขยะ ไอคอนแผนที่สำหรับค้นหาจุดรับขยะรีไซเคิล และ ไอคอนประวัติที่แสดงประวัติการแลกแต้มและการแลกของรางวัล นอกจากนี้ หน้าจอ Recycle Home ยังแสดงฟังก์ชันกิจกรรมรักษ์โลก เช่น Precious Plastic Bangkok และ กิจกรรมอื่น ๆ อีก พร้อมเมนูแลกของรางวัล และเมนูหลัก

ในขณะที่ Recycle icon action screen (b) หน้าจอแสดงถึงไอคอนรีไซเคิลในหน้าจอ Recycle Home เมื่อเลือก Drop down ลงมา จะแสดงอัตราการแลก เปลี่ยนของขยะในแต่ละประเภทอย่างละเอียดโดยครอบคลุมขยะ ทั้งหมด 5 ประเภทหลัก ได้แก่ ขยะประเภทพลาสติก ขยะประเภทลูมิเนียม ขยะประเภทแก้ว ขยะประเภทกระดาษ และขยะประเภทเหล็ก เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถแยกประเภทขยะได้อย่างถูกต้อง และสะสมแต้มจากการรีไซเคิลได้ตามอัตราที่กำหนดในแต่ละประเภท

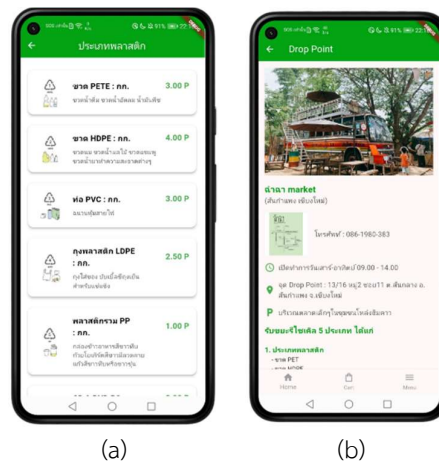


Figure 5. Plastic type selection screen (a) and Drop Point screen (b).

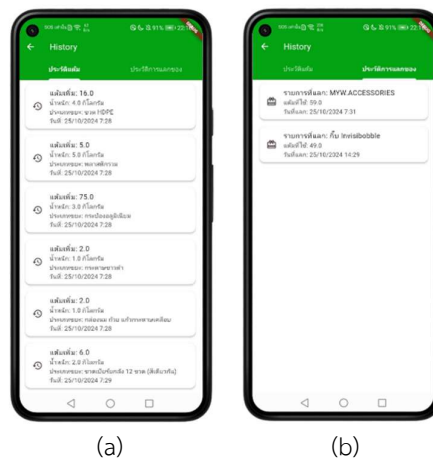


Figure 6. History screen (a) and Rewards History screen (b).

จาก Figure 5. Plastic type selection screen (a) เป็นหน้าจอที่เมื่อผู้ใช้งานเลือกประเภทขยะพลาสติก ระบบจะแสดงหน้าจอรายละเอียดของขยะพลาสติกย่อย โดยแต่ละประเภทซึ่งจะแสดงอัตราการแลกเปลี่ยนที่คำนวณตามกิโลกรัม

ต่อเติม เช่น ขวด PETE, ขวด HDPE, ท่อ PVC และถุงพลาสติก LDPE เป็นต้น พร้อมอัตราแต้มสะสมที่แตกต่างกันตามชนิดของพลาสติก ทั้งนี้เป็นเพียงตัวอย่างเท่านั้น ยังมีขยะพลาสติกย่อยอีกหลายประเภทที่ผู้ใช้งานสามารถเลือกแลกเปลี่ยนได้

ในขณะที่ Drop Point screen (b) เป็นหน้าจอที่เมื่อผู้ใช้งานเลือกไอคอนแมพ ระบบจะแสดงหน้า Drop Point ซึ่งแสดงรายละเอียดของจุดรับทิ้งขยะรีไซเคิล รวมถึงข้อมูลสถานที่ วันและเวลาเปิดทำการ ตำแหน่งจุดรับทิ้งขยะ และประเภทของขยะที่รับทั้งหมด 5 ประเภท ได้แก่ พลาสติก กระดาษ แก้ว อลูมิเนียม และเหล็ก เพื่ออำนวยความสะดวกให้ผู้ใช้งานสามารถนำขยะมารีไซเคิลได้อย่างถูกต้อง

นอกจากนี้จาก Figure 6. History screen (a) เมื่อผู้ใช้งานเลือกไอคอนประวัติ ระบบจะแสดงหน้า History ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ประวัติแต้ม และประวัติแลกของรางวัล โดยหน้าจอนี้แสดงถึงประวัติการสะสมแต้มจากการนำขยะแต่ละประเภทมาทิ้ง ข้อมูลที่แสดงจะประกอบด้วยแต้มที่ได้รับ น้ำหนักขยะต่อกิโลกรัม ประเภทขยะที่นำมาทิ้ง และเวลาที่ทำการทิ้ง ช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถติดตาม และตรวจสอบการสะสมแต้มได้อย่างชัดเจน และเป็นระบบ

ในขณะที่ Rewards History Screen (b) หน้าจอ History แสดงรายละเอียดในส่วนของ ประวัติการแลกของรางวัล โดยจะแสดงรายการของรางวัลที่ผู้ใช้งานได้ทำการแลกไปแล้วพร้อมทั้งจำนวนแต้มที่ใช้ในการแลกและวันที่/เวลาที่ทำการแลกของรางวัล ซึ่งช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถติดตามการใช้แต้มสะสมได้อย่างชัดเจน

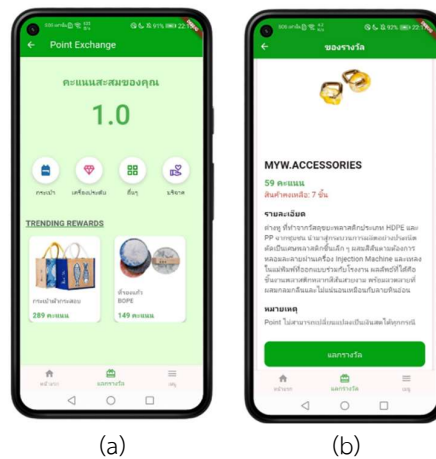


Figure 7. Point Exchange (a) and Accessories Category screen (b).

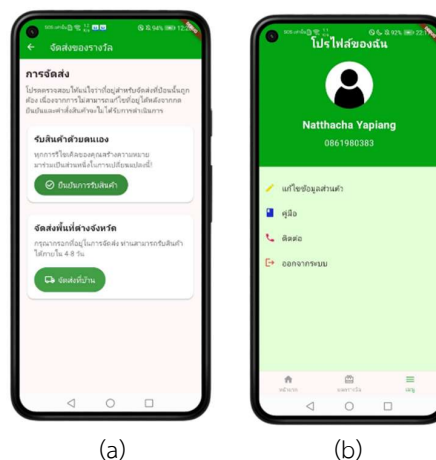


Figure 8. Delivery screen (a) and My Profile screen (b).

จาก Figure 7. หน้าจอ Point Exchange (a) แสดงคะแนนสะสมของผู้ใช้งาน พร้อมหมวดหมู่ของรางวัล เช่น กระเป๋าสตางค์ เครื่องประดับ การบริจาค และอื่น ๆ รวมถึงของรางวัลยอดนิยม โดยจะแสดงตัวอย่างรายละเอียดของรางวัลยอดนิยม พร้อมคะแนนที่ต้องใช้ในการแลกรางวัล

ในขณะที่ Accessories Category screen (b) หน้าจอแสดงเมื่อผู้ใช้งานเลือกหมวดหมู่ เครื่องประดับ เพื่อทำการแลกของรางวัล (ซึ่งเป็นเพียงตัวอย่างหนึ่ง) หน้าจอจะแสดงรายละเอียดของรางวัลอย่างครบถ้วน ประกอบด้วย รูปภาพของรางวัล ชื่อสินค้า คะแนนที่ต้องใช้ จำนวนสินค้าคงเหลือ รายละเอียดของผลิตภัณฑ์ และหมายเหตุเพิ่มเติมเกี่ยวกับการแลกรางวัล

ทั้งนี้ หากผู้ใช้งานมีแต้มเพียงพอ ปุ่มแลกของรางวัลจะแสดงเป็นสีเขียว สามารถกดเพื่อทำการแลกได้ทันที แต่หากแต้มไม่เพียงพอหรือสินค้าหมด ปุ่มจะแสดงเป็นสีเทา และไม่สามารถทำการแลกรางวัลได้

จาก Figure 8. Delivery screen (a) หน้าจอการจัดส่งแสดงตัวเลือกให้ผู้ใช้งานเลือกวิธีการรับของรางวัลตามความสะดวก โดยมี 2 ตัวเลือก ได้แก่ 1) การรับสินค้าด้วยตนเอง ณ จุดรับสินค้าที่กำหนด เพื่อความรวดเร็วและไม่เสียค่าใช้จ่ายในการจัดส่ง 2) การจัดส่งไปยังพื้นที่ต่างจังหวัด ซึ่งใช้ระยะเวลาการจัดส่ง 4-8 วัน ผู้ใช้งานสามารถเลือกวิธีการจัดส่งที่ตรงตามความต้องการได้อย่างเหมาะสม

ในขณะที่ My Profile screen (b) หน้าจอโปรไฟล์ของผู้ใช้งาน แสดงชื่อผู้ใช้งาน และหมายเลขโทรศัพท์ที่ดึงข้อมูลจาก Firebase ซึ่งผู้ใช้งานได้กรอกไว้ในขั้นตอนการลงทะเบียนสมัครสมาชิก หน้าจอนี้ประกอบด้วยฟังก์ชันแก้ไขข้อมูลส่วนตัวเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถแก้ไขข้อมูลได้ตามความต้องการ ฟังก์ชันคู่มือคำแนะนำในการจัดการขยะ เพื่อให้ความรู้ และแนวทางการแยกขยะอย่างถูกต้อง ฟังก์ชันติดต่อ สำหรับการสอบถามข้อมูลเพิ่มเติม และออกจากระบบ ซึ่งจะนำผู้ใช้งานกลับไปยังหน้าเข้าสู่ระบบเมื่อทำการออกจากระบบเรียบร้อยแล้ว

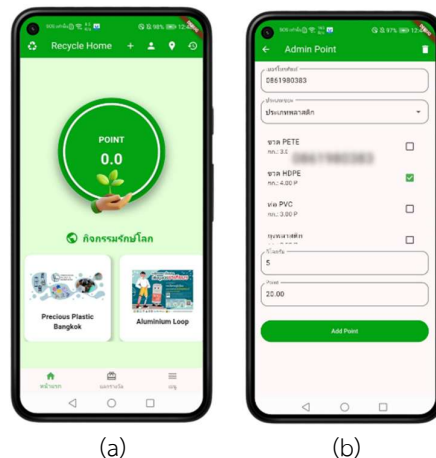


Figure 9. Admin Recycle Home (a) and Admin Point screen (b).

จาก Figure 9. หน้าจอ Admin Recycle Home (a) ของผู้ดูแลระบบหน้าจอ Recycle Home ของผู้ดูแลระบบนี้เป็นหน้าจอที่แสดงเฉพาะสำหรับผู้ดูแลระบบเท่านั้น โดยมีฟังก์ชันเพิ่มเติมจากหน้าจอของผู้ใช้งานทั่วไป ได้แก่ ไอคอน Add สำหรับเพิ่มแต้มให้กับผู้ใช้งาน และไอคอน Person เพื่อจัดการข้อมูลของผู้ใช้งาน ทำให้ผู้ดูแลระบบสามารถเข้าถึง และจัดการข้อมูลต่าง ๆ ได้อย่างสะดวก และครบถ้วน

ในขณะที่ Admin Point screen (b) ออกแบบมาเพื่อให้ผู้ดูแลระบบสามารถเพิ่มแต้มให้กับผู้ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยผู้ดูแลระบบจะเริ่มต้นจากการกรอกหมายเลขโทรศัพท์ของผู้ใช้งาน และเลือกประเภทขยะที่ผู้ใช้งานนำมา ซึ่งมีตัวเลือกขยะย่อยพร้อมข้อมูลจำนวนกิโลกรัมต่อแต้มน้อยละเอียด ผู้ดูแลระบบสามารถเลือกประเภทขยะที่ตรงตามรายการที่ผู้ใช้งานนำมาจริง

เมื่อผู้ดูแลระบบกรอกข้อมูลน้ำหนักขยะเป็นกิโลกรัม ระบบจะคำนวณแต้ม (Point) โดยอัตโนมัติตามเกณฑ์ที่กำหนด จากนั้นสามารถกดปุ่ม Add Point เพื่อเพิ่มแต้มให้กับผู้ใช้งานได้ทันที นอกจากนี้ หน้าจอยังมีไอคอนถึงขยะที่มุมบนขวา

สำหรับใช้ในกรณีที่ผู้ดูแลระบบต้องการลบแต้มที่ผิดพลาด ฟังก์ชันนี้ช่วยให้การเพิ่มแต้มสะดวก รวดเร็ว และมีความแม่นยำในการจัดการข้อมูล

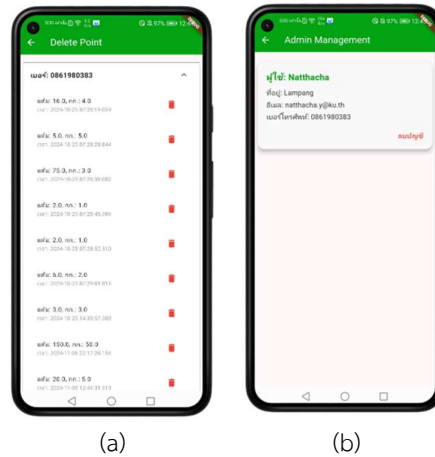


Figure 10. Delete Point screen (a) and Admin Management screen (b).

จาก Figure 10. Delete Point screen (a) เมื่อผู้ดูแลระบบกดไอคอนถังขยะ ระบบจะแสดงหน้าจอ Delete Point สำหรับกรณีที่ต้องการลบแต้มที่ผิดพลาด โดยหน้าจอจะแสดงรายละเอียดของการให้แต้ม รวมถึงหมายเลขโทรศัพท์ของผู้ใช้งาน จำนวนแต้มที่ได้รับต่อน้ำหนักกิโลกรัม และวันที่และเวลาที่ทำการ

ในขณะ Admin Management (b) แสดงข้อมูลของผู้ใช้งานในระบบ โดยผู้ดูแลระบบสามารถตรวจสอบรายละเอียดของผู้ใช้งานแต่ละราย เช่น ชื่อ ที่อยู่ อีเมล และหมายเลขโทรศัพท์ เพื่อให้ทราบจำนวน และข้อมูลของผู้ใช้งานทั้งหมดในระบบ นอกจากนี้ ผู้ดูแลระบบยังมีสิทธิ์ในการลบบัญชีผู้ใช้งานในกรณีที่จำเป็น เช่น บัญชีที่ไม่มีการใช้งาน หรือบัญชีที่มีการใช้งานที่ไม่เหมาะสม ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการระบบ และรักษาความปลอดภัยของแอปพลิเคชัน



Figure 11. Add Product Stock (Admin).

จาก Figure 11. หน้าจอจะแสดงเมื่อผู้ดูแลระบบเลือกหมวดหมู่ เครื่องประดับ เพื่อทำการเพิ่มจำนวนสินค้า โดยหน้าจอจะระบุข้อมูลสำคัญของรางวัล เช่น ชื่อสินค้า จำนวนคะแนนที่ต้องใช้ในการแลก จำนวนสินค้าคงเหลือ รวมถึงรายละเอียดของสินค้า ทั้งนี้ ผู้ดูแลระบบสามารถกดปุ่ม เพิ่มจำนวนสินค้า เพื่อปรับปรุงสต็อกสินค้าให้เพียงพอต่อความต้องการของผู้ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

6.2 ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ Green Recycle บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

ระบบ Green Recycle ได้รับการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน โดยแบ่งเป็น ผู้ใช้งานทั่วไป จำนวน 20 คน และผู้ค้าในตลาด จำนวน 10 คน การทดสอบครั้งนี้มีเป้าหมายเพื่อศึกษาความพึงพอใจต่อระบบ ดัง Table 1.

Table 1. Satisfaction Evaluation of the Green Recycle System.

Evaluation Item	Satisfaction		
	μ	S.D.	Level
1. System ease of use	4.60	0.50	Excellent
2. Understanding and accuracy of waste separation	4.55	0.45	Excellent
3. Accuracy of reward points calculation	4.40	0.55	Excellent
4. Satisfaction with reward redemption	4.35	0.60	Excellent
5. Environmental awareness	4.65	0.48	Excellent
Overall Average	4.51	0.52	Excellent

จาก Table 1. ผลการประเมินความพึงพอใจต่อระบบ Green Recycle จากกลุ่มตัวอย่าง 30 คน พบว่าค่าเฉลี่ยโดยรวมอยู่ที่ 4.51 (ระดับ "ดีมาก") โดยหัวข้อที่ได้คะแนนสูงสุดคือ ความตระหนักรู้ด้านสิ่งแวดล้อม ($\mu = 4.65$) ความสะดวกในการใช้งาน ($\mu = 4.60$) และความเข้าใจในการแยกขยะ ($\mu = 4.55$) เป็นจุดเด่นสำคัญ ส่วนความพึงพอใจต่อการแลกรางวัล ($\mu = 4.35$)

7. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย (Conclusion and Discussion)

7.1 สรุปผลการวิจัย

แอปพลิเคชัน Green Recycle ได้รับการพัฒนาเพื่อตอบโจทย์ปัญหาการจัดการขยะในภาคร้านค้า อำเภอสนักำแพง จังหวัดเชียงใหม่ โดยระบบรองรับการทำงานสองส่วนหลัก ได้แก่ ส่วนของผู้ใช้งานทั่วไปที่สามารถใช้งานฟีเจอร์การแยกขยะ สะสมคะแนน แลกรางวัล และติดตามประวัติการรีไซเคิล และส่วนของผู้ดูแลระบบที่สามารถจัดการข้อมูลรางวัลและติดตามการจัดการขยะ ได้อย่างเป็นระบบและมีประสิทธิภาพ

จากการสำรวจในกลุ่มตัวอย่าง 30 คน พบว่าความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับ ดีมาก ($\mu = 4.51$, S.D. = 0.52) โดยด้านการสร้างความตระหนักรู้ด้านสิ่งแวดล้อม ($\mu = 4.65$) ได้รับคะแนนสูงสุด แอปพลิเคชันนี้มีศักยภาพในการสนับสนุนการจัดการขยะและส่งเสริมการพัฒนาที่ยั่งยืนในชุมชน

7.2 อภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยที่เกิดขึ้นพบว่า สามารถนำแอปพลิเคชัน Green Recycle ที่ออกแบบมาเพื่อใช้ในการจัดการเกี่ยวกับการคัดแยกขยะรีไซเคิล ที่มี การให้ความรู้เกี่ยวกับการคัดแยกขยะรีไซเคิล และมีระบบการสะสมคะแนนเพื่อแลกของรางวัล เป็นระบบที่ช่วยให้ผู้ใช้มีความเข้าใจในการแยกขยะเพิ่มขึ้น ($\mu = 4.55$) ซึ่งช่วยสนับสนุนโครงการธนาคารขยะรีไซเคิลที่มุ่งลดปริมาณขยะในครัวเรือนและชุมชน โดยการคัดแยกขยะก่อนทิ้งสามารถลดปริมาณขยะที่ต้องกำจัดได้อย่างมีนัยสำคัญ รายได้จากการขายขยะรีไซเคิลถูกนำไปใช้พัฒนาชุมชน แต่ยังคงมีปัญหา เช่น ความไม่แน่นอนของราคาขยะรีไซเคิลที่เปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ และการขาดความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการรีไซเคิลในชุมชน การสร้างแรงจูงใจและการให้ความรู้แก่สมาชิกในชุมชนเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยให้โครงการประสบความสำเร็จ (Pradabphetrat et al., 2010)

การพัฒนาแอปพลิเคชันที่สามารถทำงานบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ จะช่วยให้ผู้ใช้เข้าถึงระบบได้สะดวกมากขึ้น และสามารถเข้าถึงระบบได้ทุกที่ทุกเวลา โดยสามารถใช้งานระบบผ่านอุปกรณ์การสื่อสารเคลื่อนที่ มีความสะดวกในการใช้งานในระดับที่เพิ่มมากขึ้น ($\mu = 4.60$) จากระบบเว็บแอปพลิเคชันเพื่อการจัดการข้อมูลธนาคารขยะ โดยการมีส่วนร่วมของชุมชนมหาโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดน่าน มีการทำงานออกเป็น 4 ระบบ ได้แก่ ระบบจัดการข้อมูลสมาชิก ระบบรับซื้อ-ขายขยะ ระบบบริหารจัดการขยะ และระบบการแสดงผลรายงาน เพิ่มความสะดวกให้แก่คณะกรรมการของชุมชนในด้าน

การจัดเก็บข้อมูล และทำให้การเก็บข้อมูลเป็น ระบบมากขึ้น 2) ผลการประเมินประสิทธิภาพด้านการพัฒนาระบบ
เว็บแอปพลิเคชันเพื่อการจัดการข้อมูล ธนาคารขยะ จากผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาระบบ ภาพรวมอยู่ในระดับมาก
($\bar{X}$ = 4.13, S.D. = 0.64) 3) ผลการประเมินประสิทธิภาพด้านการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันเพื่อการจัดการข้อมูลธนาคาร
ขยะจากคณะกรรมการธนาคารขยะ ภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.58, S.D. = 0.61) (Hongsibsong et al., 2021)

8. ข้อเสนอแนะงานวิจัย (Recommendation)

- 1) ในอนาคต หากปริมาณข้อมูลในแอปพลิเคชันเพิ่มขึ้น ควรพัฒนากลยุทธ์ในการดึงข้อมูลที่มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น
หรือเพิ่มการแคชข้อมูลบางส่วน เพื่อลดเวลาในการโหลดข้อมูลและเพิ่มความเร็วในการใช้งาน
- 2) เพิ่มระบบการแสดงผลการรีไซเคิลในรูปแบบเชิงสถิติ เช่น ปริมาณขยะที่ทิ้งสะสม การลดปริมาณการปล่อยก๊าซ
CO₂ เทียบเท่ากับจำนวนต้นไม้ที่ปลูกได้ และปริมาณขยะที่ลดได้สะสม (แสดงเป็นกิโลกรัม) เพื่อให้ผู้ใช้เห็นถึงผลลัพธ์จาก
การรีไซเคิลและมีส่วนร่วมในกิจกรรม ซึ่งจะช่วยกระตุ้นแรงจูงใจในการใช้แอปพลิเคชันมากยิ่งขึ้น

9. เอกสารอ้างอิง (References)

- Buaprom, C., & Phannikul, T. (2023). A Design and Development of Application for Recycled Waste Collection Warehouse. *Journal of Engineering and Innovation*, 16(1), 64-78. (In Thai)
- Hongsibsong, P., Turayot, P., & Kanlanon, P. (2021). Web Application Development for Waste Bank Management By MahaPho Community Participation Mueang district, Nan province. *Journal of Technology Management Rajabhat Maha Sarakham University*, 8(1), 73-86. (In Thai)
- Lekachan, B. (2023). Development of a Community Waste Bank Management Model: A Case Study of Kaeng Subdistrict, Det Udom District, Ubon Ratchathani Province. *Thai Journal of Public Health and Health Education*, 3(2), 46-61. (In Thai)
- Pansri, M. (2015). Comparative Analysis Between Thailand Waste Management Policy and Foreign Waste Management Policy. *SSRU Graduate Studies Journal*, 8(2.1), 529-540. (In Thai)
- Paseelatesang, B. (2023). *Multi-Platform App Development with Flutter Using the Dart Language*. SE-ED. (In Thai)
- Pollution Control Department. (2020). *Guidelines and Basic Requirements for Waste Reduction and Utilization*. https://www.pcd.go.th/wp-content/uploads/2020/05/pcdnew-2020-05-24_04-01-30_968463.pdf. (In Thai)
- Pradabphetrat, P., Nawagawong, S., Aroonsrimorakot, S., & Tantrakarnapa, K. (2010). The Potential of Community Waste Reduction under the Recycle Waste Bank Project. *Journal of Environmental Management*, 6(2), 54-66. (In Thai)
- Sududom, M., & Suansokchuak, P. (2023). The Development of a Waste Bank Application to Waste Management in Community. *PBRU Science Journal*, 20(1), 34-47. (In Thai)
- Warin, J. (2021). *Advanced Mobile App Development with Flutter + Firebase* (2nd ed.). Simplify. (In Thai)
- Watanyulertsakul, E. (2020). *Developing Mobile Apps with Flutter & Dart*. Provision. (In Thai)

Development of a Web-Based Application for Automatic Traffic Sign Detection and Recognition Using Teachable Machine

การพัฒนาแอปพลิเคชันบนเว็บเพื่อการตรวจจับและจดจำป้ายจราจรอัตโนมัติโดยใช้เครื่องมือ Teachable Machine

Thunthanapon Pirom¹, Pawarisa Hamniam², Warattapop Thapatsuwan³, and Peeraya Thapatsuwan^{4*}
ธัญธนภรณ์ ภิรมย์¹, ปาวริศา เหมเนียม², วรัททพ ฐัทธสุวรรณ³, และ พีรญา ฐัทธสุวรรณ^{4*}

Received: 15 March 2025;

Revised: 6 June 2025;

Accepted: 13 June 2025;

Published: 15 August 2025;

Abstract

This research aims to develop a model for automatic traffic sign classification using Teachable Machine, a machine learning platform that requires no programming knowledge. The model employs Convolutional Neural Networks, specifically MobileNet architecture, trained using the Adam Optimizer on TensorFlow.js, enabling client-side deployment via a web application. The dataset used consists of 17,440 traffic sign images across 27 classes, compiled from the standard GTSRB dataset and additional photographs taken in Thailand. Data Augmentation techniques, including image rotation, lighting adjustment, noise injection, and perspective transformation, were applied to enhance data diversity and reduce overfitting risk. The model was trained with the following parameters: batch size of 16, 50 training epochs, and a learning rate of 0.001. Model performance was evaluated using standard metrics: Accuracy, Precision, Recall, and F1-Measure, calculated from a 27 × 27 Confusion Matrix. The learning behavior was further analyzed through Accuracy per Epoch and Loss per Epoch graphs. Experimental results indicate that the model achieved high performance, with an average accuracy of 98.93% and an F1-Measure of 98.90%, demonstrating the potential of Teachable Machine in developing accurate models applicable to both educational contexts and intelligent traffic systems.

Keywords: Traffic Sign Recognition, Teachable Machine, Convolutional Neural Networks, Data Augmentation, Web-based Image Classification

¹ Student, Program in Computer Science, Faculty of Liberal Arts and Science, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140, Thailand; นักศึกษา สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จังหวัดนครปฐม 73140 ประเทศไทย; Email: thunthanapon.p@ku.th

² Student, Program in Computer Science, Faculty of Liberal Arts and Science, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140, Thailand; นักศึกษา สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จังหวัดนครปฐม 73140 ประเทศไทย; Email: pawarisa.ha@ku.th

³ Lecturer, Dr., Program in Computer Science, Faculty of Liberal Arts and Science, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140, Thailand; อาจารย์ ดร., สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จังหวัดนครปฐม 73140 ประเทศไทย; Email: warattapop.t@ku.th

^{4*} Lecturer, Dr., Program in Computer Science, Faculty of Liberal Arts and Science, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140, Thailand; อาจารย์ ดร., สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จังหวัดนครปฐม 73140 ประเทศไทย; Email: peeraya.t@ku.th

*Corresponding authors: Peeraya Thapatsuwan (peeraya.t@ku.th)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโมเดลสำหรับจำแนกประเภทของป้ายจราจรอัตโนมัติ โดยใช้เครื่องมือ Teachable Machine ซึ่งเป็นแพลตฟอร์มการเรียนรู้ของเครื่องที่ไม่ต้องอาศัยความรู้ด้านการเขียนโปรแกรม โดยโมเดลที่พัฒนาอาศัยโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน โดยเฉพาะสถาปัตยกรรม MobileNet ซึ่งฝึกด้วยอัลกอริทึม Adam Optimizer บนพื้นฐานของ TensorFlow.js สำหรับการใช้งานฝั่งผู้ใช้ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน ทั้งนี้ ชุดข้อมูลที่ใช้ประกอบด้วยภาพป้ายจราจรรวม 17,440 ภาพ จาก 27 คลาส ซึ่งรวบรวมจากชุดข้อมูลมาตรฐาน GTSRB และภาพถ่ายจากประเทศไทย โดยได้มีการประยุกต์ใช้เทคนิค Data Augmentation ได้แก่ การหมุนภาพ การปรับแสง การเพิ่มสัญญาณรบกวน และการแปลงมุมมอง เพื่อเพิ่มความหลากหลายของข้อมูลและลดความเสี่ยงจาก Overfitting โมเดลถูกฝึกด้วยพารามิเตอร์พื้นฐาน ได้แก่ ขนาดกลุ่มเท่ากับ 16 จำนวนรอบการฝึก เท่ากับ 50 และค่า Learning Rate เท่ากับ 0.001 การประเมินประสิทธิภาพของโมเดลดำเนินการผ่านตัวชี้วัดประสิทธิภาพมาตรฐาน ได้แก่ Accuracy, Precision, Recall และ F1-Measure ซึ่งคำนวณจาก Confusion Matrix ขนาด 27×27 และวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้ด้วยกราฟ Accuracy per Epoch และ Loss per Epoch ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าโมเดลสามารถจำแนกป้ายจราจรได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีค่าเฉลี่ยของ Accuracy เท่ากับ 98.93% และ F1-Measure เท่ากับ 98.90% สะท้อนถึงศักยภาพของ Teachable Machine ในการสร้างโมเดลที่แม่นยำและสามารถนำไปประยุกต์ใช้จริงได้ ทั้งในบริบทของการศึกษาและระบบจราจรอัจฉริยะ

คำสำคัญ: การรู้จำป้ายจราจร, เครื่องมือ Teachable Machine, โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน, การเพิ่มข้อมูลเทียม, การจำแนกรูปภาพบนเว็บแอปพลิเคชัน

1. บทนำ (Introduction)

ในยุคที่ยานยนต์ไร้คนขับ (Autonomous Vehicles) และระบบช่วยเหลือผู้ขับขี่ขั้นสูง (Advanced Driver Assistance Systems: ADAS) กำลังกลายเป็นเทคโนโลยีหลักในภาคการขนส่ง ความสามารถในการรับรู้และตีความป้ายจราจรอย่างถูกต้องจึงเป็นองค์ประกอบสำคัญในการรักษาความปลอดภัยบนท้องถนน ป้ายจราจรทำหน้าที่สื่อสารคำสั่ง คำเตือน และข้อมูลสำคัญแก่ผู้ขับขี่ โดยเฉพาะในสถานการณ์ที่ซับซ้อนหรือทัศนวิสัยต่ำ เช่น ป้ายที่ถูกบดบัง แสงจ้าหรือมุมมองที่ผิดเพี้ยน ล้วนเป็นปัจจัยที่อาจนำไปสู่การตีความผิดพลาดและเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุ (Kozhamkulova et al., 2024; Zhu & Yan, 2022) ส่งผลให้การพัฒนาระบบรู้จำป้ายจราจรโดยอัตโนมัติ (Traffic Sign Recognition: TSR) ได้รับความสนใจอย่างมากในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา

ในอดีตการพัฒนาเทคโนโลยีรู้จำป้ายจราจรอาศัยเทคนิคประมวลผลภาพแบบดั้งเดิม เช่น Haar-Like Feature Detection หรือ Template Matching ซึ่งยังคงมีข้อจำกัดด้านความแม่นยำและความยืดหยุ่นในสภาวะแวดล้อมจริง (Khunarsa et al., 2021; Thipsanthia, 2021) จนกระทั่งแนวคิดการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) โดยเฉพาะโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน (CNNs) ได้รับการประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลายและพิสูจน์แล้วว่ามีประสิทธิภาพสูงในการจำแนกภาพและวัตถุหลายประเภท สามารถปรับให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่หลากหลาย (Dhawan et al., 2023; Jantaragate, 2024)

อย่างไรก็ตาม ข้อจำกัดด้านความรู้ทางเทคนิคและทรัพยากรฮาร์ดแวร์ที่จำเป็นสำหรับการฝึกโมเดล CNNs ยังคงเป็นอุปสรรคสำคัญต่อผู้เริ่มต้น นักพัฒนาและนักวิจัยในระดับทั่วไป ด้วยเหตุนี้ งานวิจัยฉบับนี้จึงเลือกใช้ Teachable Machine ซึ่งเป็นแพลตฟอร์มแบบไม่ต้องเขียนโค้ด (No-Code Platform) ที่พัฒนาโดย Google Creative Lab โดยสามารถฝึกโมเดลการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) บนเว็บเบราว์เซอร์ได้อย่างสะดวก พร้อมสนับสนุน

สถาปัตยกรรม MobileNet และการฝึกด้วย Adam Optimizer ผ่าน TensorFlow.js ซึ่งช่วยให้สามารถฝึกและนำโมเดลไปใช้งานจริงในฝั่งผู้ใช้ (Client-side) ได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยไม่ต้องพึ่งเซิร์ฟเวอร์ (Google Creative Lab, 2020; Kingma & Ba, 2014) การศึกษาโดย Chen et al. (2020) ระบุว่า Teachable Machine ช่วยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงแนวคิดพื้นฐานของ AI และการเรียนรู้ของเครื่องได้อย่างเข้าใจง่าย ส่วนงานวิจัยของ Kurz et al. (2024) และ Yim & Su (2025) ชี้ให้เห็นว่าเครื่องมือนี้มีศักยภาพในการนำไปประยุกต์ใช้เพื่อการเรียนการสอนและการพัฒนาทักษะในระดับ K-12 และระดับมัธยมศึกษาตอนต้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

นอกจากนี้ งานวิจัยยังเน้นการออกแบบชุดข้อมูลให้มีความครอบคลุมทั้งในแง่ของแหล่งที่มาและลักษณะของป้ายจราจร โดยผสมผสานข้อมูลจากฐาน GTSRB และภาพป้ายจราจรในประเทศไทย พร้อมทั้งประยุกต์ใช้เทคนิค Data Augmentation เช่น การหมุนภาพ การปรับแสง และการแปลงมุมมอง เพื่อเพิ่มข้อมูลเทียมในชุดฝึก เพิ่มประสิทธิภาพของโมเดลให้สามารถรับมือกับความหลากหลายของภาพในแต่ละคลาส ลดปัญหา Overfitting และเพิ่มความสามารถในการจำแนกภาพในสถานการณ์ที่ซับซ้อน (Alsiyeu & Duisebekov, 2024; Dineley et al., 2024; Ge, 2023)

คุณูปการของงานวิจัยนี้อยู่ที่การนำเสนอแนวทางการพัฒนาโมเดลรู้จำป้ายจราจรที่มีความแม่นยำสูง โดยใช้เครื่องมือแบบไม่ต้องเขียนโปรแกรมอย่าง Teachable Machine ร่วมกับเทคนิคการเตรียมข้อมูลที่เหมาะสม ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานจริงผ่านระบบเว็บแอปพลิเคชันแบบเรียลไทม์ โดยไม่จำเป็นต้องใช้ทรัพยากรคอมพิวเตอร์ในระดับสูง งานวิจัยจึงมีเป้าหมายเพื่อออกแบบและพัฒนาโมเดลที่เข้าถึงง่าย ประหยัดทรัพยากร และสามารถฝึกใช้งานได้แม้ในสภาพแวดล้อมที่มีข้อจำกัด ทั้งยังรองรับการใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพบนอุปกรณ์ทั่วไป ไม่ว่าจะเป็นคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์พกพา บทความฉบับนี้จะกล่าวถึงกระบวนการพัฒนาและเทรนโมเดลผ่าน Teachable Machine ตั้งแต่การเตรียมข้อมูล การฝึกและทดสอบโมเดล การออกแบบระบบเว็บแอปพลิเคชัน ไปจนถึงการวิเคราะห์ผลการทดลองเชิงปริมาณผ่านตัวชี้วัดมาตรฐาน ได้แก่ Accuracy, Precision, Recall และ F1-measure เพื่อยืนยันถึงความเป็นไปได้ในการนำแนวทางดังกล่าวไปใช้จริงในบริบทของระบบอัจฉริยะบนท้องถนน

2. วัตถุประสงค์งานวิจัย (Research Objectives)

เพื่อพัฒนาโมเดลสำหรับจำแนกประเภทของป้ายจราจรอัตโนมัติ โดยใช้เครื่องมือ Teachable Machine

3. การทบทวนวรรณกรรมและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง (Literature Review)

3.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การรู้จำป้ายจราจร (Traffic Sign Recognition: TSR) เป็นองค์ประกอบสำคัญของระบบช่วยเหลือผู้ขับขี่ขั้นสูง (Advanced Driver Assistance Systems: ADAS) และยานยนต์อัตโนมัติ ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการเพิ่มความปลอดภัยและประสิทธิภาพในการจราจร โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อได้รับการสนับสนุนจาก พัฒนาการของเทคโนโลยีการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) และการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) ที่ช่วยยกระดับประสิทธิภาพของระบบดังกล่าวอย่างมีนัยสำคัญ

งานวิจัยด้าน TSR ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมาแสดงให้เห็นถึงการใช้องค์ประกอบประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน (Convolutional Neural Networks: CNNs) เป็นแกนหลักของการพัฒนา เนื่องจาก CNNs มีศักยภาพสูงในการสกัดและจำแนกลักษณะสำคัญของภาพได้แม้ในสภาพแวดล้อมที่ซับซ้อน ตัวอย่างเช่น Kozhamkulova et al. (2024) ใช้ CNNs เพื่อปรับปรุงความแม่นยำของการจำแนกป้ายในยานยนต์อัตโนมัติภายใต้สภาวะหลากหลาย Dhawan et al. (2023) มุ่งพัฒนาโมเดลเพื่อการตรวจจับและจำแนกป้ายในเมืองอัจฉริยะ ขณะที่ Zhu & Yan (2022) ศึกษาการเพิ่มความทนทานของโมเดลต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลง ก่อนการแพร่หลายของ CNNs วิธีการดั้งเดิม เช่น Haar-like Feature Detection และการจับคู่คุณลักษณะ (Feature Matching) ถูกนำมาใช้ แต่มีข้อจำกัดด้านความแม่นยำและความยืดหยุ่น (Khunarsa et al., 2021) งานต่อมาจึงพัฒนาโครงสร้างตรวจจับที่ซับซ้อนยิ่งขึ้น เช่น YOLOv3 ร่วมกับ Feature Pyramid Networks (FPN) เพื่อแก้ปัญหาการตรวจจับป้ายขนาดเล็ก (Thipsanthia, 2021) และการปรับโครงสร้างโมเดลให้รองรับการเปลี่ยนแปลงของรูปทรงและขนาดป้าย (Jantaragate, 2024) อย่างไรก็ตาม ความท้าทายยังคงมีอยู่ในกรณีของแสงจ้า การบดบัง หรือข้อจำกัดของชุดข้อมูล

จากภาพรวมดังกล่าวจะเห็นได้ว่า CNNs เป็นเทคโนโลยีหลักของงาน TSR ในปัจจุบัน โดยมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องทั้งในด้านสถาปัตยกรรม การจัดการข้อมูล และเทคนิคเพิ่มประสิทธิภาพ เพื่อยกระดับความแม่นยำและความทนทานของระบบให้พร้อมต่อการใช้งานจริง

3.2 โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน (Convolutional Neural Networks: CNNs)

โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน (CNNs) เป็นสถาปัตยกรรมของโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Networks: ANNs) ที่ออกแบบมาสำหรับข้อมูลที่มีโครงสร้างเป็นตาราง เช่น ภาพหรือเสียง โดยเฉพาะในงานรู้จำวัตถุและจำแนกรูปภาพ องค์ประกอบสำคัญประกอบด้วย

- 1) ชั้นคอนโวลูชัน (Convolutional Layer) ทำหน้าที่สกัดคุณลักษณะจากภาพอินพุตด้วยตัวกรอง (Filter/Kernel) ขนาดเล็กที่เลื่อนครอบคลุมพื้นที่ย่อยของภาพ เพื่อสร้างแผนที่คุณลักษณะ (Feature Map) ที่สะท้อนลักษณะสำคัญของข้อมูล

- 2) ชั้นเปิดใช้งาน (Activation Layer) เพิ่มความไม่เชิงเส้นให้โมเดลเพื่อรองรับการเรียนรู้ข้อมูลที่ซับซ้อน โดยนิยมใช้ฟังก์ชัน ReLU ซึ่งมีความเรียบง่ายและช่วยลดปัญหา Gradient Vanishing

- 3) ชั้นลดขนาด (Pooling Layer) ลดมิติและจำนวนพารามิเตอร์ของข้อมูลเพื่อป้องกัน Overfitting ขณะยังคงรักษาคูณลักษณะสำคัญ นิยมใช้ Max Pooling หรือ Average Pooling ตามความเหมาะสมของงาน

- 4) ชั้นเชื่อมต่อเต็ม (Fully Connected Layer) รวมคุณลักษณะที่ได้จากชั้นก่อนหน้าเพื่อใช้ในการจำแนกประเภทหรือการทำนายอื่น ๆ โดยมักต่อยอดด้วยฟังก์ชัน Softmax หรือ Sigmoid เพื่อแปลงค่าเป็นความน่าจะเป็น

- 5) ชั้นซอฟต์แมกซ์ (Softmax Output Layer) ใช้ในการจำแนกหลายคลาส โดยแปลงค่าลอจิท (Logit) จากชั้นเชื่อมต่อเต็มให้เป็นค่าความน่าจะเป็นรวมเท่ากับ 1 และเลือกคลาสที่มีค่าสูงสุดเป็นคำตอบ

ดังนั้น CNNs จึงมีข้อได้เปรียบในความสามารถเรียนรู้คุณลักษณะหลายระดับ ตั้งแต่ขอบ รูปร่าง ไปจนถึงรูปแบบที่ซับซ้อน เหมาะสมกับลักษณะของป้ายจราจรที่ต้องอาศัยการจำแนกจากลักษณะเฉพาะของภาพ อีกทั้งสามารถปรับให้มีโครงสร้างเบา เช่น MobileNet หรือ EfficientNet เพื่อลดภาระประมวลผลบนอุปกรณ์ที่มีทรัพยากรจำกัด จึงเป็นเทคโนโลยีหลักที่สามารถประยุกต์ใช้ร่วมกับเครื่องมืออย่าง Teachable Machine ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.3 Teachable Machine

Teachable Machine เป็นแพลตฟอร์มแบบไม่ต้องเขียนโค้ด (No-Code Platform) ที่พัฒนาโดย Google Creative Lab ออกแบบมาเพื่อให้ผู้ใช้ทุกระดับสามารถสร้างและฝึกโมเดลการเรียนรู้ของเครื่องได้โดยตรงบนเว็บเบราว์เซอร์ ผ่าน TensorFlow.js และใช้ Adam Optimizer ในการปรับค่าน้ำหนักของโมเดล โดยเฉพาะในงานจำแนกภาพ แพลตฟอร์มนี้รองรับการใช้สถาปัตยกรรม MobileNet ซึ่งมีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมที่มีข้อจำกัดด้านทรัพยากร เช่น อุปกรณ์พกพาหรือการประมวลผลฝั่งผู้ใช้ (Google Creative Lab, 2020; Kingma & Ba, 2014)

งานวิจัยหลายชิ้นได้ยืนยันศักยภาพของ Teachable Machine ทั้งในด้านการส่งเสริมการเรียนรู้และการประยุกต์ใช้งานจริง เช่น Chen et al. (2020) พบว่าเครื่องมือนี้ช่วยให้ผู้เรียนที่ไม่มีพื้นฐานทางเทคนิคสามารถเข้าใจแนวคิดของการเรียนรู้ของเครื่องผ่านการทดลองเชิงปฏิบัติ Kurz et al. (2024) แสดงให้เห็นว่า Teachable Machine เพิ่มความมั่นใจของครูผู้สอน AI ในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน และ Yim & Su (2025) ชี้ให้เห็นว่ามีประโยชน์ต่อการเรียนการสอน AI ในระดับ K-12 นอกจากนี้ Teachable Machine ยังถูกนำไปใช้ในงานวิจัยด้านการรู้จำวัตถุต่าง ๆ เช่น การรู้จำชนิดของนก (Wong & Fadzly, 2022) และการวินิจฉัยทางการแพทย์ เช่น การตรวจสอบลักษณะของลิ้นที่มีรอยฟัน (Jeong, 2020) ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความยืดหยุ่นและประสิทธิภาพของเครื่องมือนี้ในหลากหลายบริบท

ในการพัฒนาโมเดลรู้จำป้ายจราจร การใช้ Teachable Machine ร่วมกับเทคนิค Data Augmentation มีความสำคัญต่อการแก้ปัญหาความไม่สมดุลของข้อมูลและการเพิ่มความหลากหลายของชุดฝึก เทคนิคดังกล่าวครอบคลุมถึงการหมุนภาพ ปรับแสง เพิ่มสัญญาณรบกวน และการปรับมุมมอง ซึ่งช่วยลด Overfitting และเพิ่มความทนทานของโมเดลงานวิจัย เช่น Ge (2023), Alsiey & Duisebekov (2024) และ Dineley et al. (2024) แสดงให้เห็นว่า Data Augmentation มีส่วนช่วยเพิ่มความแม่นยำของโมเดล TSR ได้อย่างมีนัยสำคัญ

จากการทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า Teachable Machine เป็นเครื่องมือที่มีศักยภาพในการพัฒนาโมเดลสำหรับการรู้จำป้ายจราจร ด้วยอินเทอร์เฟซที่ใช้งานง่าย ความสามารถในการทำงานบนเว็บโดยไม่ต้องติดตั้งซอฟต์แวร์ และการรองรับสถาปัตยกรรมที่เหมาะสมกับข้อจำกัดด้านทรัพยากร Teachable Machine จึงเป็นเครื่องมือที่มี

ศักยภาพสูงสำหรับการพัฒนาโมเดลรู้จำป้ายจราจรในบริบทจริง โดยเฉพาะในกลุ่มผู้ใช้ที่ไม่มีพื้นฐานด้านการเขียนโปรแกรม แต่ต้องการสร้างระบบจำแนกประเภทที่มีประสิทธิภาพ

4. กรอบแนวคิดงานวิจัย (Conceptual Framework)

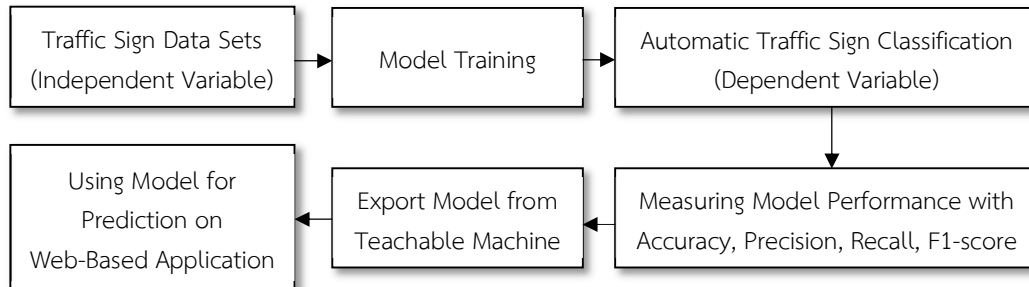


Figure 1. Conceptual Framework for Traffic Recognition System

จาก Figure 1. แสดงกรอบแนวคิดงานวิจัยโดยมีโครงสร้างแนวคิดดังนี้

- 1) ตัวแปรต้น (Independent Variable) เป็นข้อมูลภาพป้ายจราจรที่ถูกรวบรวมจากชุดข้อมูลมาตรฐาน German Traffic Sign Recognition Benchmark (GTSRB) ซึ่งสามารถดาวน์โหลดชุดข้อมูล GTSRB ได้จากเว็บไซต์ทางการ https://benchmark.ini.rub.de/gtsrb_dataset.html (Stallkamp, 2011) และภาพถ่ายในประเทศไทยซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้เก็บภาพเพิ่มเติมเอง เพื่อเพิ่มความหลากหลายของข้อมูล
- 2) กระบวนการฝึกโมเดล (Model Training) ใช้ข้อมูลภาพที่เตรียมไว้มาฝึกสอนโมเดล ผ่านแพลตฟอร์ม Teachable Machine เพื่อให้สามารถจำแนกประเภทของป้ายจราจรได้อย่างแม่นยำ
- 3) ตัวแปรตาม (Dependent Variable) โมเดลที่ได้จะสามารถจำแนกป้ายจราจรประเภทต่าง ๆ ได้
- 4) การวัดประสิทธิภาพของโมเดล ระบบจำแนกป้ายจราจรอัตโนมัติ สามารถวัดผลด้วย Accuracy, Precision, Recall และ F1-Score
- 5) Export โมเดลออกจาก Teachable Machine เป็น TensorFlow.js พร้อมทั้งเตรียมโครงสร้างเว็บไซต์พื้นฐาน
- 6) นำโมเดลที่ได้ผลลัพธ์ดีที่สุดจากการฝึกด้วย Teachable Machine ไปพัฒนาเป็นเว็บแอปพลิเคชันสำหรับการตรวจจับและจดจำป้ายจราจรอัตโนมัติในสภาพแวดล้อมจริง

5. วิธีดำเนินงานวิจัย (Research Methodology)

วิธีดำเนินงานวิจัยแบ่งออกเป็น 2 หัวข้อใหญ่ คือ เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย และกระบวนการพัฒนาและเทรนโมเดล โดยกระบวนการนี้ประกอบด้วย 4 ส่วนสำคัญ ได้แก่ (1) การเตรียมข้อมูลภาพป้ายจราจรและการจัดหมวดหมู่ข้อมูลอย่างมีโครงสร้าง (2) การพัฒนาและฝึกสอนโมเดลการเรียนรู้ของเครื่องโดยใช้แพลตฟอร์ม Teachable Machine (3) การทดสอบโมเดล และการจัดเก็บและบริหารข้อมูลผลการทำนายผ่านระบบฐานข้อมูล และ (4) การออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้งาน (User Interface) เพื่อให้สามารถใช้งานโมเดลในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชันได้อย่างสะดวกและมีประสิทธิภาพ

5.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย

งานวิจัยนี้ใช้เครื่องมือและเทคโนโลยีหลากหลายประเภทเพื่อพัฒนาระบบจดจำป้ายจราจรอัตโนมัติบนเว็บแอปพลิเคชัน โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มหลัก ดังนี้

- 1) เครื่องมือสำหรับการพัฒนาเว็บไซต์ ใช้ภาษา HTML และ CSS ในการออกแบบและกำหนดโครงสร้างของเว็บเพจ ส่วนติดต่อผู้ใช้ (User Interface) พัฒนาโดยใช้ภาษา JavaScript เพื่อเพิ่มความสามารถในการโต้ตอบ เช่น การแสดงผลภาพและค่าความมั่นใจ (Confidence Score) แบบเรียลไทม์ สำหรับการประมวลผลฝั่งเซิร์ฟเวอร์ ใช้ Flask

Framework ในการจัดการ API และควบคุมการรับส่งข้อมูลระหว่างผู้ใช้กับโมเดล พร้อมทั้งใช้ Ngrok ในการสร้างลิงก์ที่ปลอดภัยเพื่ออำนวยความสะดวกในการทดสอบระบบผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตภายนอก

2) เครื่องมือสำหรับการพัฒนาและฝึกสอนโมเดลการเรียนรู้ของเครื่อง ใช้ Teachable Machine ซึ่งเป็นแพลตฟอร์มที่พัฒนาโดย Google เพื่อสร้างโมเดลโดยไม่ต้องเขียนโค้ด เลือกประเภท “Image Project” สำหรับการจำแนกรูปภาพ โดยกำหนดค่าพารามิเตอร์การฝึก ได้แก่ ขนาดกลุ่ม (Batch Size) 16, จำนวนรอบการฝึก (Epochs) 50 และอัตราการเรียนรู้ (Learning Rate) 0.001 ซึ่งเหมาะสมกับการฝึกบนเว็บเบราว์เซอร์ เมื่อการฝึกเสร็จสิ้น โมเดลจะถูกส่งออกในรูปแบบ TensorFlow.js เพื่อรองรับการประมวลผลฝั่งไคลเอนต์บนเว็บแอปพลิเคชัน

3) เครื่องมือสำหรับการประมวลผลภาพและการจัดการข้อมูล ใช้ OpenCV.js สำหรับการจัดการภาพ เช่น การจับภาพจากกล้อง การปรับแสง และการตัดขอบ เพื่อเตรียมข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมกับการประมวลผลโดยโมเดล จากนั้นใช้ TensorFlow, Keras และ NumPy สำหรับการประมวลผลเบื้องหลังและการทดสอบโมเดลในสภาพแวดล้อมที่ซับซ้อน พัฒนาและจัดการโค้ดผ่าน PyCharm ซึ่งเป็นสภาพแวดล้อมการพัฒนาแบบบูรณาการ (IDE) ที่รองรับไลบรารีด้านการเรียนรู้ของเครื่อง ในส่วนของระบบฐานข้อมูล ใช้ MySQL สำหรับจัดเก็บข้อมูล เช่น ชื่อป้าย ผลการจำแนก และเวลาที่ทำการพยากรณ์ โดยออกแบบให้มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกันอย่างเป็นระบบ เพื่อให้สามารถเรียกใช้และวิเคราะห์ข้อมูลย้อนหลังได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.2 กระบวนการพัฒนาและเทรนโมเดล

1) การเตรียมข้อมูลป้ายจราจร

งานวิจัยนี้ใช้ชุดข้อมูลภาพป้ายจราจรจากสองแหล่งหลัก ได้แก่ ฐานข้อมูลมาตรฐาน German Traffic Sign Recognition Benchmark (GTSRB) และภาพถ่ายป้ายจราจรในประเทศไทยที่งานวิจัยนี้ได้รวบรวมเพิ่มเติม เพื่อให้ครอบคลุมลักษณะป้ายที่ใช้จริงในบริบทท้องถิ่น รวมทั้งหมด 17,440 ภาพ ครอบคลุม 27 คลาส (รายละเอียดใน Table 1.)

Table 1. Data Sets

ID	Signs	Types	Thai Name	Engling Name	Amount
1		Red Mandatory Sign – Symbol Type	จำกัดความเร็ว 30 กม./ชม.	Speed limit 30 km./h.	250
2		Red Mandatory Sign – Symbol Type	จำกัดความเร็ว 40 กม./ชม.	Speed limit 40 km./h.	1,000
3		Red Mandatory Sign – Symbol Type	จำกัดความเร็ว 60 กม./ชม.	Speed limit 60 km./h.	816
4		Red Mandatory Sign – Symbol Type	ห้ามเลี้ยวขวา	No right turns	1,251
5		Red Mandatory Sign – Symbol Type	ห้ามเข้า	No entry	1,091
6		Red Mandatory Sign – Symbol Type	ห้ามหยุดรถ	No stopping	500
7		Red Mandatory Sign – Symbol Type	ให้รถสวนทางมาก่อน	Let incoming traffic go first	721
8		Red Mandatory Sign – Text Type	หยุด	Stop	250
9		Blue Mandatory Sign	ให้เลี้ยวซ้าย	Turn left	1,151
10		Blue Mandatory Sign	ให้เลี้ยวขวา	Turn right	500
11		Blue Mandatory Sign	ให้ชิดซ้าย	Keep left	311
12		Blue Mandatory Sign	จุดกลับรถ	U-turn	250
13		Blue Mandatory Sign	ทางเดินรถทางเดียว	One way	630
14		Blue Mandatory Sign	ให้ตรงไปหรือเลี้ยวซ้าย	Proceed straight or turn left	253

Table 1. Data Sets (Cont.)

ID	Signs	Types	Thai Name	Engling Name	Amount
15		Blue Mandatory Sign	ตำแหน่งทางข้าม	Pedestrian crossing	250
16		Blue Mandatory Sign	ช่องเดินรถจักรยาน	Bicycle lane	250
17		General Warning Sign	ทางโค้งขวา	Right curve	750
18		General Warning Sign	เตือนรถกระโดด	Beware of bouncing vehicles	250
19		General Warning Sign	ทางเอกติดกันรูปตัวที	Main roads intersect in a T shape	750
20		General Warning Sign	ทางเอกตัดกัน	Secondary roads intersect main roads	750
21		General Warning Sign	วงเวียน	Roundabout	877
22		General Warning Sign	ให้ไปทางซ้ายหรือขวา	Go left or right	897
23		General Warning Sign	ทางแคบด้านซ้าย	Narrow path on the left	750
24		General Warning Sign	ทางข้ามทางรถไฟไม่มีเครื่องกั้นทาง	Uncontrolled railway crossing	453
25		General Warning Sign	สัญญาณไฟจราจร	Traffic signal	627
26		General Warning Sign	เขตชุมชนลดความเร็ว	City limit produce speed	303
27		Orange Warning Sign – Text Type	ลดความเร็ว	Reduce speed	586

จากการวิเคราะห์พบว่าจำนวนภาพในแต่ละคลาสไม่สมดุลกัน (Class Imbalance) โดยบางคลาสมีภาพน้อยกว่า 100 ภาพ ขณะที่บางคลาสมีมากกว่า 500 ภาพ ความไม่สมดุลนี้อาจทำให้โมเดลเกิดการลำเอียง (Bias) ไปยังคลาสที่มีข้อมูลมาก เพื่อแก้ไขปัญหานี้ จึงนำเทคนิค Data Augmentation มาเพิ่มข้อมูลในคลาสที่มีจำนวนน้อย เช่น การหมุนภาพ (Rotation), การสะท้อนภาพ (Flipping), การปรับความสว่าง (Brightness Adjustment), การแปลงมุมมอง (Perspective Transformation) และการเพิ่มสัญญาณรบกวน (Noise Injection) เพื่อเพิ่มความหลากหลายของข้อมูลโดยไม่สูญเสียคุณลักษณะสำคัญ อีกทั้งช่วยลดปัญหา Overfitting โดยก่อนการฝึก ได้ดำเนินการ ทำความสะอาดข้อมูล (Data Cleaning) เพื่อลบภาพที่ไม่สมบูรณ์ เช่น เบลอเกินไป ถูกบดบัง หรือมีสัญญาณรบกวนสูง หลังการประมวลผลทั้งหมด ทำให้ได้ชุดข้อมูลที่มีภาพในแต่ละคลาสระหว่าง 250–1,251 ภาพ และปรับขนาดภาพเป็น 224 × 224 พิกเซล ซึ่งตรงกับข้อกำหนดอินพุตของสถาปัตยกรรม MobileNet

2) การเทรนโมเดลใน Teachable Machine

การฝึกดำเนินการบนแพลตฟอร์ม Teachable Machine โดยแยกข้อมูลเป็น ชุดฝึก (Training Set) 85% และชุดทดสอบ (Testing Set) 15% ของข้อมูลทั้งหมด การฝึกโมเดลเริ่มต้นด้วยการเลือกประเภทโปรเจกต์เป็น Image Project ถัดมาให้ดำเนินการอัปโหลดภาพป้ายจราจรพร้อมจัดกลุ่มตามคลาส เช่น ป้ายหยุด ป้ายห้ามเข้า หรือป้ายเตือนทางโค้ง จากนั้นตั้งค่าพารามิเตอร์โดยให้ Batch Size เท่ากับ 16 จำนวน Epochs เท่ากับ 50 และ Learning Rate เท่ากับ 0.001

การกำหนดค่า Epoch ที่ 50 เป็นค่ากลางที่สมดุลระหว่างการเรียนรู้เพียงพอกับการป้องกัน Overfitting หากกำหนดค่า Epoch น้อยเกินไป เช่น ต่ำกว่า 20 โมเดลอาจยังไม่สามารถจับรูปแบบของข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Underfitting) ในขณะที่การตั้งค่าที่สูงเกินไป เช่น มากกว่า 100 อาจทำให้เกิดปัญหา Overfitting โดยเฉพาะในกรณีที่ชุด

ข้อมูลมีขนาดเล็ก ทั้งยังส่งผลต่อระยะเวลาในการฝึกที่เพิ่มขึ้นโดยไม่จำเป็น ดังนั้นหากกำหนดจำนวน Epoch เท่ากับ 50 โมเดลจะผ่านชุดข้อมูลฝึกทั้งหมดจำนวน 50 ครั้ง ในแต่ละครั้งข้อมูลจะถูกแบ่งออกเป็นกลุ่มย่อยตาม Batch Size เพื่อทำการอัปเดตพารามิเตอร์ของโมเดลเป็นรายกลุ่ม เช่น ในกรณีของคลาส “Speed limit 40 km/h.” ที่มีภาพรวมทั้งหมด 1,000 รูป เมื่อแบ่งเป็นชุดฝึก 85% และชุดทดสอบ 15% จะได้ภาพสำหรับฝึกจำนวน 850 รูป ซึ่งเมื่อแบ่งออกเป็นกลุ่มย่อยขนาด 16 ภาพต่อกลุ่ม จะได้จำนวนกลุ่มฝึกทั้งหมดประมาณ 54 กลุ่มต่อ Epoch (ปัดเศษขึ้นจาก 53.125) โดยการฝึกที่ 50 Epoch จะส่งผลให้โมเดลได้เรียนรู้จากภาพ 850 รูปแบบซ้ำ ๆ ทั้งหมด 50 รอบ ส่วนการเลือก Batch Size ขนาดเล็กที่ 16 ภาพต่อกลุ่ม ช่วยให้โมเดลอัปเดตค่าน้ำหนักได้ถี่มากขึ้น เพิ่มความยืดหยุ่นในการเรียนรู้และทำให้โมเดลตอบสนองต่อการกระจายตัวของข้อมูลและสัญญาณรบกวนได้ดี และใช้หน่วยความจำน้อย เหมาะกับการฝึกบนเว็บเบราว์เซอร์ ลดเวลาในการประมวลผลและเพิ่มความสะดวกในการใช้งาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริบทที่มีข้อจำกัดด้านทรัพยากร ในขณะที่ Learning Rate กำหนดไว้ที่ 0.001 นั้นถือเป็นค่าที่เหมาะสมสำหรับการทำงานร่วมกับอัลกอริธึม Adam Optimizer (Kingma & Ba, 2014) เพื่อให้การลดค่าความสูญเสีย (Loss) เป็นไปอย่างเสถียร โดย Adam Optimizer เป็นอัลกอริธึมที่ Teachable Machine ใช้เป็นพื้นฐานในการฝึกโมเดล (Google Creative Lab, 2020) โดยค่า Learning Rate ที่ระดับนี้ให้ผลลัพธ์ที่เสถียร เร็วพอที่จะทำให้ Loss ลดลงภายในจำนวน Epoch ที่กำหนด และไม่เร็วเกินไปจนทำให้โมเดลข้ามค่าที่เหมาะสม (Overshooting) หากตั้งค่าต่ำเกินไป เช่น 0.0001 โมเดลจะใช้เวลาฝึกนาน และหากตั้งค่าสูงเกินไป เช่น 0.01 อาจทำให้ Loss แกว่งหรือไม่เสถียร ภายหลังจากการจัดหมวดหมู่และตั้งค่าพารามิเตอร์การฝึกเรียบร้อยแล้ว ระบบจะเริ่มกระบวนการฝึกโมเดลโดยอัตโนมัติ โดยระหว่างการฝึก ระบบจะแสดงกราฟ Accuracy และ Loss แบบเรียลไทม์ เพื่อให้ติดตามความคืบหน้าได้ หลังฝึกเสร็จ โมเดลสามารถส่งออกเป็น TensorFlow.js สำหรับใช้งานบนเว็บ หรือ TensorFlow Lite สำหรับอุปกรณ์พกพา

3) การทดสอบโมเดล

การทดสอบใช้ชุดข้อมูล Testing Set ที่แยกไว้ตั้งแต่ต้น เพื่อประเมินประสิทธิภาพการจำแนกป้ายจราจรที่ไม่เคยเห็นมาก่อน โดยใช้ตัวชี้วัดหลัก ได้แก่ Accuracy, Precision, Recall และ F1-Measure นอกจากนี้ยังสร้าง Confusion Matrix เพื่อวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน และความสับสนของโมเดลในแต่ละคลาส พร้อมตรวจสอบความเสถียรของการเรียนรู้ผ่านกราฟ Accuracy และ Loss เพื่อระบุแนวโน้ม Overfitting หรือ Underfitting โดยพิจารณาความสอดคล้องระหว่างค่าความแม่นยำของชุดฝึกและชุดทดสอบในแต่ละรอบการเรียนรู้ ซึ่งผลจากการทดสอบทั้งหมดจะถูกนำมาใช้ในการอภิปรายผล และพิจารณาความเหมาะสมของโมเดลสำหรับการนำไปใช้งานจริงในระบบเว็บแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้น

4) การนำโมเดลไปใช้งานจริง

ภายหลังจากที่โมเดลได้รับการฝึกและประเมินผลแล้ว งานวิจัยนี้ได้นำโมเดลไปประยุกต์ใช้ในระบบเว็บแอปพลิเคชัน เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถจำแนกป้ายจราจรจากภาพถ่ายหรือจากกล้องเว็บแคมได้แบบเรียลไทม์ โดยไม่จำเป็นต้องติดตั้งซอฟต์แวร์เพิ่มเติม และสามารถใช้งานได้ผ่านเว็บเบราว์เซอร์ทั่วไปบนอุปกรณ์มาตรฐาน เช่น คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก แท็บเล็ต หรือสมาร์ทโฟน โดยโมเดลที่ได้จากแพลตฟอร์ม Teachable Machine จะถูกส่งออกในรูปแบบ TensorFlow.js ซึ่งประกอบด้วยไฟล์ .json และ .bin สำหรับใช้ในฝั่งไคลเอนต์ (Client-Side) โดยไม่ต้องพึ่งพาเซิร์ฟเวอร์ในการประมวลผลหลัก ทั้งนี้โมเดลจะถูกฝังลงในโค้ด HTML และเรียกใช้งานผ่าน JavaScript API โดยมีการออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้ (User Interface) ให้สามารถแสดงภาพจากกล้อง กล้องข้อความแสดงข้อป้ายที่ตรวจพบ พร้อมค่าความมั่นใจ (Confidence Score) ที่เข้าใจง่ายและสื่อความหมายได้อย่างชัดเจน

การประมวลผลภาพดำเนินการผ่านกล้องแบบเรียลไทม์ (Live Webcam Feed) โดยใช้ไลบรารี TensorFlow.js ควบคู่กับ WebRTC สำหรับการเข้าถึงกล้องในฝั่งผู้ใช้ ทำให้สามารถประมวลผลและจำแนกภาพได้ในเครื่องผู้ใช้โดยตรง ส่งผลให้ลดความล่าช้า (Latency) และเพิ่มความปลอดภัยของข้อมูลภาพ ทั้งนี้ยังมีการใช้ OpenCV.js เพื่อเตรียมข้อมูลภาพ เช่น การปรับขนาด การจัดตำแหน่ง และการปรับค่าแสงให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมก่อนส่งเข้าสู่โมเดล

นอกจากการประมวลผลจากกล้องแล้ว ระบบยังรองรับการอัปโหลดภาพจากไฟล์ (Image Upload) เพื่อประมวลผลแบบ Single-Image Inference โดยแสดงผลการจำแนกทันทีที่การวิเคราะห์เสร็จสิ้น พร้อมทั้งมีการจัดเก็บผลลัพธ์ ได้แก่ ชื่อคลาส ค่าความมั่นใจ และเวลาที่จำแนก ลงในฐานข้อมูล MySQL เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ผลย้อนหลังและประเมินประสิทธิภาพของระบบในสถานการณ์การใช้งานจริง ซึ่งการออกแบบระบบในลักษณะนี้เน้นความเรียบง่ายในการใช้งาน ประหยัดทรัพยากร และสามารถเข้าถึงได้ง่าย เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ของงานวิจัยที่ต้องการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้

งานได้จริงในบริบทการศึกษาและการประยุกต์ใช้งานทั่วไปในระดับสาธารณะ นอกจากนี้ ผู้ใช้งานสามารถให้คะแนนความพึงพอใจและรายงานปัญหาผ่านแบบฟอร์มความคิดเห็น เพื่อให้ผู้พัฒนานำข้อมูลที่ได้ไปปรับปรุงระบบให้ตอบสนองต่อการใช้งานได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งการพัฒนาเว็บ ได้มีการออกแบบหน้า User Interface ในการใช้งานดัง Figure 2.

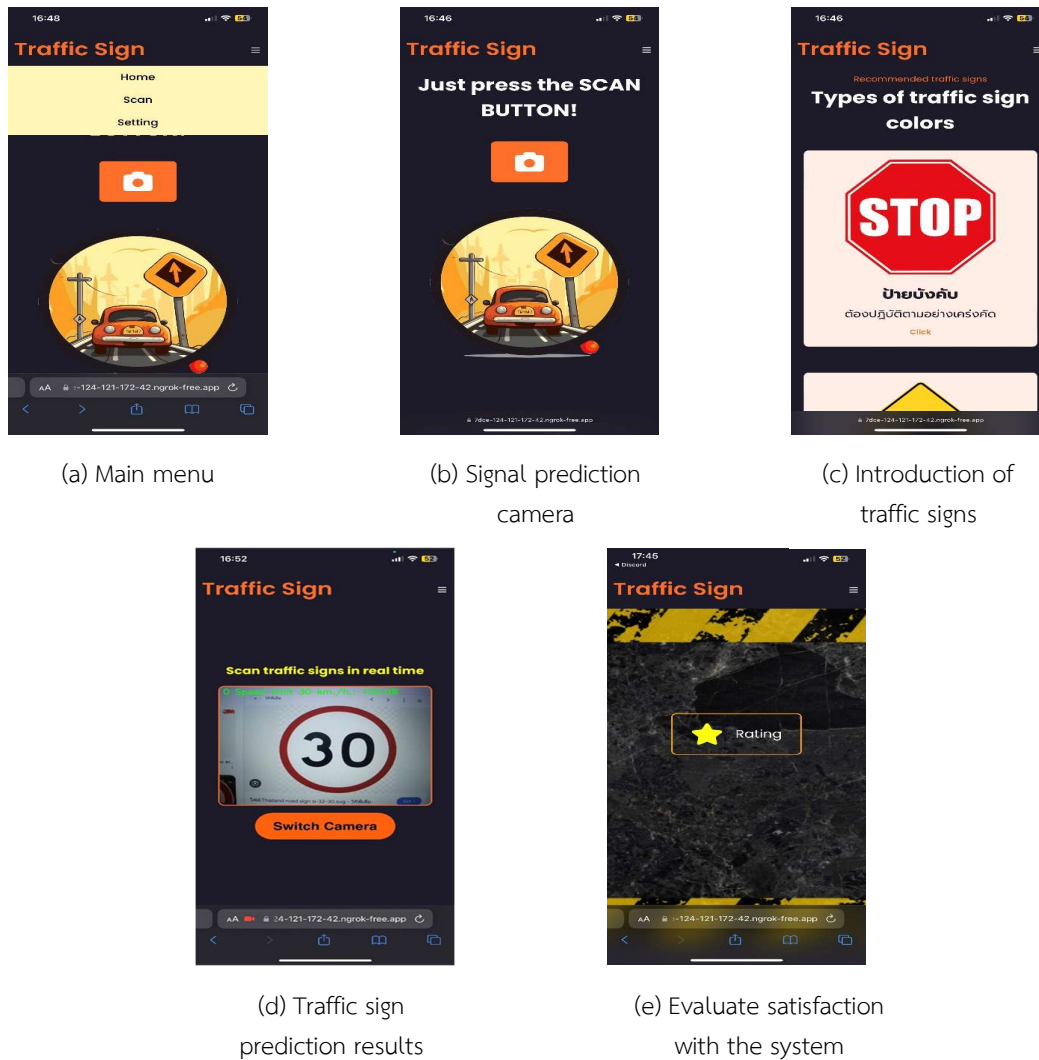


Figure 2. Web application user interface

จาก Figure 2. แสดงหน้าส่วนติดต่อผู้ใช้แอปพลิเคชันบนเว็บ ซึ่งประกอบด้วย (a) หน้าหลักของระบบ โดยเมื่อผู้ใช้งานป้อนเมนู จะสามารถเลือก เมนู Home เพื่อเข้าสู่หน้าการเลือกประเภทของป้ายจราจร และสามารถเลือกใช้งานกล้องเพื่อทำการทำนายป้ายจราจรได้ดังที่ปรากฏในภาพ (b) ประเภทสีป้ายและกล้องทำนายป้าย เมื่อผู้ใช้งานกดปุ่มเปิดกล้อง ระบบจะนำเข้าสู่หน้าจอสำหรับการทำนายป้ายจราจร โดยเมื่อกล้องจับภาพป้ายจราจร ระบบจะดำเนินการตรวจจับและทำนายประเภทของป้าย พร้อมแสดงผลการทำนายเครื่องหมายจราจร ดังภาพ (d) หรือหากผู้ใช้เลือก เมนู Scan ในหน้า Main menu ระบบจะนำผู้ไปยังหน้าสำหรับการทำนายป้ายจราจรดังที่แสดงในภาพ (d) เช่นกันโดยระบบจะแสดงผลการทำนายป้ายจราจร ซึ่งประกอบด้วยชื่อป้ายจราจร และค่าความแม่นยำของการทำนาย พร้อมทั้งปุ่มสลับไปยังกล้องเพื่อจับภาพและทำนายใหม่ ส่วนภาพ (c) แสดงการเลือกประเภทของป้ายจราจร โดยระบบจะแสดงคำแนะนำและรายละเอียดเกี่ยวกับป้ายจราจรในประเภทที่ผู้ใช้เลือกอย่างครบถ้วน และสุดท้ายในกรณีที่ผู้ใช้เลือก เมนู Setting ในหน้า Main menu

ระบบจะนำไปยังหน้าสำหรับการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อระบบ ซึ่งแสดงในภาพ (e) สำหรับกระบวนการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งาน เมื่อผู้ใช้กดปุ่ม Rating ระบบจะแสดงแบบฟอร์มให้ผู้ใช้กรอกความคิดเห็นและให้คะแนนความพึงพอใจที่มีต่อระบบ

6. ผลการวิจัย (Results)

ผลการพัฒนาโมเดลสำหรับจำแนกประเภทของป้ายจราจรอัตโนมัติ โดยใช้เครื่องมือ Teachable Machine ชุดข้อมูลที่ใช้ในระบบตรวจจับและจดจำป้ายจราจรประกอบด้วยภาพป้ายจราจรที่หลากหลายรูปแบบ โดยแบ่งออกเป็น 27 คลาส แต่ละคลาสมีจำนวนตัวอย่างอยู่ที่ 250 – 1251 ภาพ ข้อมูลเหล่านี้ถูกรวบรวมผ่านกระบวนการจัดการและเก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบ พร้อมทั้งมีการปรับคุณภาพของภาพ เช่น การตัดขอบและปรับสี เพื่อให้เหมาะสมสำหรับการประมวลผล ผลลัพธ์การทำนายป้ายจราจรถูกวัดด้วย เมทริกซ์ความสับสน (Confusion Matrix) ซึ่งแสดงได้ดัง Figure 3. และตัวชี้วัดประสิทธิภาพต่าง ๆ เช่น Accuracy, Precision, Recall และ F1-Measure แสดงข้อมูลที่ได้ดัง Table 2.

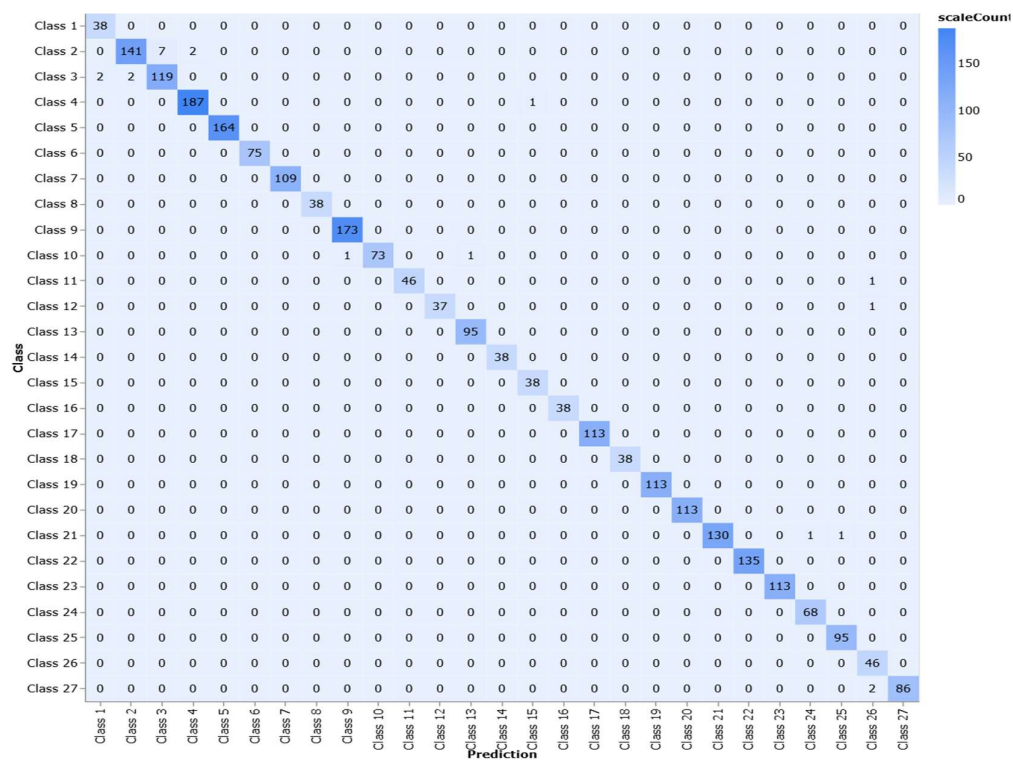


Figure 3. Confusion Matrix

Table 2. Accuracy, Precision, Recall and F1-measure

Class	Class Name	Images	Test	Accuracy	Precision	Recall	F1-Measure
			Samples				
1	Speed limit 30 km./h.	250	38	1.00	0.95	1.00	0.97
2	Speed limit 40 km./h.	1,000	150	0.94	0.99	0.94	0.96
3	Speed limit 60 km./h.	816	123	0.97	0.94	0.97	0.95
4	No right turns	1,251	188	0.99	0.99	0.99	0.99
5	No entry	1,091	164	1.00	1.00	1.00	1.00
6	No stopping	500	75	1.00	1.00	1.00	1.00

Table 2. Accuracy, Precision, Recall and F1-measure (Cont.)

Class	Class Name	Images	Test Samples	Accuracy	Precision	Recall	F1-Measure
7	Let incoming traffic go first	721	109	1.00	1.00	1.00	1.00
8	Stop	250	38	1.00	1.00	1.00	1.00
9	Turn left	1,151	173	1.00	0.99	1.00	0.99
10	Turn right	500	75	0.97	1.00	0.97	0.99
11	Keep left	311	47	0.98	1.00	0.98	0.99
12	U-turn	250	38	0.97	1.00	0.97	0.99
13	One way	630	95	1.00	0.99	1.00	0.99
14	Proceed straight or turn left	253	38	1.00	1.00	1.00	1.00
15	Pedestrian crossing	250	38	1.00	0.97	1.00	0.99
16	Bicycle lane	250	38	1.00	1.00	1.00	1.00
17	Right curve	750	113	1.00	1.00	1.00	1.00
18	Beware of bouncing vehicles	250	38	1.00	1.00	1.00	1.00
19	Main roads intersect in a T shape	750	113	1.00	1.00	1.00	1.00
20	Secondary roads intersect main roads	750	113	1.00	1.00	1.00	1.00
21	Roundabout	877	132	0.98	1.00	0.98	0.99
22	Go left or right	897	135	1.00	1.00	1.00	1.00
23	Narrow path on the left	750	113	1.00	1.00	1.00	1.00
24	Uncontrolled railway crossing	453	68	1.00	0.98	1.00	0.99
25	Traffic signal	627	95	1.00	0.99	1.00	0.99
26	City limit produce speed	303	46	1.00	0.92	1.00	0.96
27	Reduce speed	586	88	0.98	1.00	0.98	0.99
Mean				98.93%	98.89%	98.93%	98.90%

จาก Table 2. แสดงผลการประเมินประสิทธิภาพของโมเดลสำหรับการจำแนกป้ายจราจร 27 คลาส โดยมีรายละเอียดข้อมูลของแต่ละคลาส ดังนี้

Class Name: แสดงชื่อของป้ายจราจรที่จำแนก รวมทั้งหมด 27 คลาส เช่น “Speed limit 30 km./h.”, “No entry”, และ “Stop” เป็นต้น ส่วน Images: แสดงจำนวนภาพทั้งหมดของแต่ละคลาสที่นำมาใช้ในกระบวนการฝึกและทดสอบโมเดล และ Test Samples: แสดงจำนวนตัวอย่างในชุดข้อมูลทดสอบ (Test Set) ของแต่ละคลาส โดยได้จากการแบ่งข้อมูลทั้งหมดเป็น 85% สำหรับฝึก (Training) และ 15% สำหรับทดสอบ (Testing) ตัวอย่างเช่น คลาส “Speed limit 30 km./h.” มีภาพทั้งหมด 250 ภาพ จะมีภาพสำหรับทดสอบ $250 \times 0.15 = 37.5 \approx 38$ ตัวอย่าง ในขณะที่คลาส “Speed limit 40 km./h.” ที่มี 1,000 ภาพ จะมีภาพทดสอบจำนวน $1,000 \times 0.15 = 150$ ตัวอย่าง

ในส่วนของการวัดประสิทธิภาพของโมเดลในแต่ละคลาสประกอบด้วย 4 ตัวชี้วัดหลัก ได้แก่

1) Accuracy วัดอัตราส่วนของตัวอย่างที่จำแนกถูกต้องต่อจำนวนตัวอย่างทั้งหมดของคลาสนั้น โดยคำนวณจากสมการ (1) หรือสมการ (2) ดังนี้

$$\text{Accuracy}_{\text{class}} = \text{True Positive} / \text{Total Samples of That Class} \quad (1)$$

$$\text{Accuracy}_{\text{class}} = \text{ค่าบนแนวทแยงของ Confusion Matrix} / \text{ผลรวมของแถวในคลาสนั้น} \quad (2)$$

2) Precision วัดความแม่นยำของการจำแนกว่าคำตอบที่โมเดลคาดการณ์ว่าเป็นคลาสนั้นถูกต้องมากน้อยเพียงใด โดยคำนวณจากสมการ (3) หรือสมการ (4) ดังนี้

$$\text{Precision}_{\text{class}} = \text{True Positive} / \text{True Positive} + \text{False Positive} \quad (3)$$

$$\text{Precision}_{\text{class}} = \text{ค่าบนแนวทแยงของ Confusion Matrix} / \text{ผลรวมของคอลัมน์ในคลาสนั้น} \quad (4)$$

3) Recall วัดความสามารถของโมเดลในการดึงข้อมูลของคลาสนั้นว่าออกมาได้ครบถ้วนหรือไม่ โดยคำนวณจากสมการ (5) หรือสมการ (6) ดังนี้

$$\text{Recall}_{\text{class}} = \text{True Positive} / \text{True Positive} + \text{False Negative} \quad (5)$$

$$\text{Recall}_{\text{class}} = \text{ค่าบนแนวทแยงของ Confusion Matrix} / \text{ผลรวมของแถวในคลาสนั้น} \quad (6)$$

4) F1-Measure: เป็นค่าที่ผสาน Precision และ Recall เข้าด้วยกัน เพื่อให้เห็นสมดุลของทั้งสองค่า โดยคำนวณจากสมการ (7) ดังนี้

$$\text{F1}_{\text{class}} = (2 \times \text{Precision} \times \text{Recall}) / (\text{Precision} + \text{Recall}) \quad (7)$$

ค่าทั้งหมดข้างต้นถูกคำนวณจากผลลัพธ์ของ Confusion Matrix ขนาด 27×27 ซึ่งแสดงการจำแนกผลระหว่างคลาสที่แท้จริงและคลาสที่โมเดลคาดการณ์ การแสดงผลในลักษณะนี้ทำให้สามารถวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน และความสับสนระหว่างคลาสได้อย่างละเอียด นอกจากนี้ เพื่อให้เข้าใจพฤติกรรมของโมเดลตลอดช่วงการฝึก งานวิจัยนี้ได้นำเสนอ Figure 4. และ Figure 5. เพื่อแสดงการเปลี่ยนแปลงของค่า Accuracy per Epoch และ Loss per Epoch ตามลำดับ โดย Accuracy per Epoch หมายถึง เปอร์เซนต์ของตัวอย่างในชุดฝึกที่โมเดลสามารถจำแนกได้ถูกต้องในแต่ละรอบการฝึก (Epoch) หากจำแนกถูก 70 จาก 100 ตัวอย่าง ค่า Accuracy = $70/100 = 0.70$ ส่วน Loss per Epoch แสดงค่าความผิดพลาดของการคาดการณ์ในแต่ละรอบการฝึก โดยค่า Loss ที่ต่ำแสดงว่าโมเดลเรียนรู้ได้ดีและสามารถจำแนกข้อมูลได้อย่างถูกต้องใกล้เคียงกับค่าจริง ทั้งนี้ ค่าทั้งหมดที่แสดงใน Table 2 สะท้อนถึงความแม่นยำของโมเดลในระดับคลาส ทำให้สามารถวิเคราะห์เชิงลึกได้ว่าโมเดลมีประสิทธิภาพในการจำแนกป้ายจราจรประเภทใดมากหรือน้อยเป็นพิเศษ ซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญสำหรับการปรับปรุงในระยต่อไป

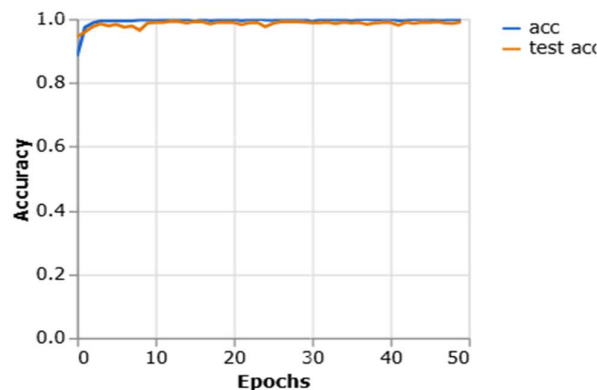


Figure 4. Accuracy per Epoch

จาก Figure 4. แสดงผลการฝึกโมเดลผ่านกราฟแสดงค่าความแม่นยำ (Accuracy) ต่อรอบการฝึก (Epoch) โดยมีแกนนอน (แกน X) แสดงจำนวนรอบการฝึกตั้งแต่ 1 ถึง 50 Epochs และแกนตั้ง (แกน Y) แสดงค่าความแม่นยำในช่วง 0 ถึง 1 ซึ่งเทียบเท่ากับ 0% ถึง 100% ในกราฟแสดงเส้นค่า Training Accuracy (acc) และ Testing Accuracy (test acc) เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลทั้งในชุดข้อมูลฝึกและชุดทดสอบ จากรูปจะเห็นได้ว่าค่าความแม่นยำของชุดข้อมูลฝึก (acc) เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในลักษณะเสถียร โดยเริ่มต้นจากค่าที่อยู่ระดับปานกลางและเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วง Epochs แรก ๆ ก่อนจะเริ่มมีแนวโน้มคงที่และเข้าใกล้ค่าสูงสุดที่ 1.0 ในช่วงท้ายของการฝึก ซึ่งสะท้อนว่าโมเดล

สามารถเรียนรู้ลักษณะของข้อมูลฝึกได้อย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับเส้นค่าความแม่นยำในชุดข้อมูลทดสอบ (test acc) พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นสอดคล้องกับชุดฝึก โดยไม่มีการแกว่งหรือลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งแสดงถึงความสม่ำเสมอของการเรียนรู้และบ่งชี้ว่าโมเดลไม่เกิดภาวะ Overfitting ตลอดช่วงการฝึก ทั้งนี้ลักษณะกราฟที่เข้าใกล้จุดอิมิตัวในช่วงท้ายเป็นข้อบ่งชี้ว่าโมเดลสามารถเข้าถึงศักยภาพสูงสุดในการจำแนกข้อมูลได้ภายในจำนวน Epoch ที่กำหนด (50 Epochs)

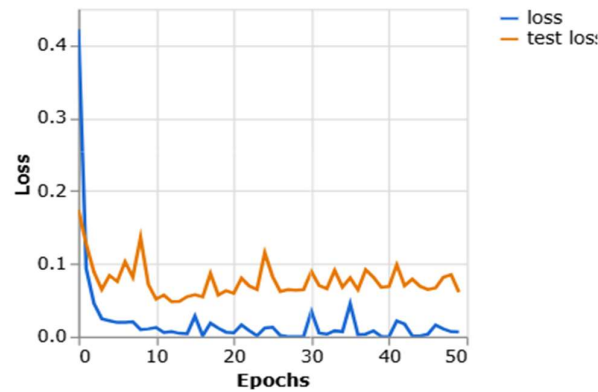


Figure 5. Loss per Epoch

จาก Figure 5. แสดงผลการฝึกโมเดลผ่านกราฟแสดงค่าความสูญเสีย (Loss) ต่อรอบการฝึก (Epoch) โดยมีแกนนอน (แกน X) แสดงจำนวน Epoch ตั้งแต่ 1 ถึง 50 และแกนตั้ง (แกน Y) แสดงค่าความสูญเสียที่เกิดขึ้นระหว่างการฝึก ซึ่งเป็นตัวชี้วัดระดับความคลาดเคลื่อนระหว่างค่าที่โมเดลคาดการณ์กับค่าจริงในชุดข้อมูล กราฟประกอบด้วยเส้นแสดงค่า Training Loss (loss) และ Testing Loss (test loss) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถของโมเดลในการเรียนรู้ข้อมูลฝึกและการคาดการณ์ผลในชุดทดสอบที่โมเดลไม่เคยเห็นมาก่อน จากรูปจะเห็นได้ว่าค่าความสูญเสียของชุดฝึก (loss) มีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องในช่วงต้นของการฝึก ซึ่งเป็นสัญญาณว่าโมเดลสามารถปรับค่าน้ำหนักได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเรียนรู้รูปแบบของข้อมูลได้ดียิ่งขึ้นตามลำดับ สำหรับค่าความสูญเสียในชุดทดสอบ (test loss) พบว่ามีแนวโน้มลดลงในลักษณะคล้ายคลึงกับชุดฝึก โดยไม่มีการเพิ่มขึ้นในช่วงท้ายของการฝึก ซึ่งบ่งชี้ว่าโมเดลมีความสามารถในการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับข้อมูลใหม่ และไม่เกิดภาวะ Overfitting ซึ่งอาจปรากฏหากค่าความสูญเสียในชุดทดสอบเพิ่มขึ้นในขณะที่ค่าชุดฝึกลดลง โดยรวมกราฟใน Figure 5. สะท้อนพฤติกรรมการเรียนรู้ของโมเดลที่มีประสิทธิภาพ มีเสถียรภาพในการฝึก และสามารถลดความผิดพลาดได้อย่างต่อเนื่องตลอดกระบวนการฝึก 50 Epochs ซึ่งสนับสนุนความเหมาะสมของพารามิเตอร์ที่กำหนด และแสดงให้เห็นว่าโมเดลมีความสามารถในการจำแนกป้ายจราจรได้อย่างแม่นยำในสภาวะการใช้งานจริง

7. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย (Conclusion and Discussion)

7.1 สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโมเดลการเรียนรู้เชิงลึกสำหรับจำแนกประเภทของป้ายจราจรโดยใช้แพลตฟอร์ม Teachable Machine ซึ่งเป็นเครื่องมือที่สามารถเข้าถึงได้ง่าย โดยได้ออกแบบกระบวนการเก็บข้อมูล แบ่งชุดข้อมูล เพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบ และฝึกโมเดลด้วยพารามิเตอร์พื้นฐาน ได้แก่ ขนาดกลุ่มเท่ากับ 16 จำนวนรอบการฝึก 50 รอบ และอัตราการเรียนรู้ 0.001 ซึ่งเป็นค่าที่เหมาะสมสำหรับการฝึกโมเดลในระดับผู้ใช้ทั่วไป โดยสามารถประมวลผลได้เร็ว ไม่ใช้ทรัพยากรมาก และให้ผลลัพธ์ที่มีความแม่นยำเพียงพอในบริบทของการใช้งานจริง

ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าโมเดลสามารถจำแนกป้ายจราจรได้อย่างแม่นยำ โดยมีค่าเฉลี่ยของ Accuracy, Precision, Recall และ F1-Measure อยู่ที่ 98.93%, 98.89%, 98.93% และ 98.90% ตามลำดับ นอกจากนี้ การแสดงผลผ่าน Confusion Matrix (Figure 3.) ยังสะท้อนถึงความสามารถของโมเดลในการแยกแยะลักษณะเฉพาะของแต่ละคลาสได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับผลการแสดงตามตารางใน Table 2. ที่แสดงให้เห็นว่าคลาสส่วนใหญ่มีค่าสถิติดังกล่าวอยู่ในระดับสูงอย่างต่อเนื่อง โมเดลสามารถจำแนกป้ายจราจรที่มีลักษณะแตกต่างกันได้อย่างถูกต้อง โดยเฉพาะ

คลาสที่มีภาพตัวอย่างเพียงพอและมีลักษณะเด่นชัด เช่น “Stop” และ “No entry” ซึ่งให้ค่า Precision และ Recall สูงถึง 1.00 อย่างไรก็ตาม โมเดลยังมีแนวโน้มที่จะเกิดความสับสนในคลาสที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน เช่น ป้ายจำกัดความเร็วในช่วง 30–60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ซึ่งส่งผลให้ค่า Precision หรือ Recall ของบางคลาสต่ำกว่าเกณฑ์เล็กน้อย ส่วนการเปลี่ยนแปลงของค่าความแม่นยำ (Accuracy per Epoch) และค่าความสูญเสีย (Loss per Epoch) ที่ปรากฏใน Figure 4. และ Figure 5. แสดงแนวโน้มที่ชัดเจนถึงกระบวนการเรียนรู้ที่เสถียร โดย Accuracy เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนเข้าสู่ภาวะคงที่ในช่วง Epoch ที่ 45–50 ขณะที่ค่า Loss แสดงการลดลงของค่าความสูญเสียอย่างต่อเนื่องในระหว่างการฝึก ซึ่งบ่งชี้ว่าโมเดลสามารถปรับค่าพารามิเตอร์ให้ลดความคลาดเคลื่อนระหว่างค่าคาดการณ์กับค่าจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพภายในช่วงการฝึกเพียง 50 รอบ โดยเฉพาะในช่วง Epoch แรก ๆ ก่อนที่จะเข้าสู่ภาวะเสถียรในช่วงท้าย

7.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิเคราะห์ เมื่อพิจารณาร่วมกันระหว่าง Figure 4. (Accuracy per Epoch) และ Figure 5. (Loss per Epoch) จะพบว่าโมเดลมีพฤติกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องและแสดงแนวโน้มเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญตลอดกระบวนการฝึก 50 รอบ (Epochs) โดยค่าความแม่นยำในชุดข้อมูลฝึกและทดสอบ (Training Accuracy และ Testing Accuracy) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ในขณะที่ค่าความสูญเสีย (Loss) ในทั้งสองชุดข้อมูลมีแนวโน้มลดลงอย่างมั่นคง ลักษณะของกราฟแสดงว่าโมเดลสามารถเรียนรู้ข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยไม่มีสัญญาณของภาวะ Overfitting หรือ Underfitting ซึ่งมักปรากฏในรูปของความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างค่าความแม่นยำของชุดฝึกและชุดทดสอบ หรือการแยกทิศทางของกราฟ Accuracy และ Loss ในช่วงท้ายของการฝึก

การที่กราฟ Accuracy เข้าใกล้ค่าสูงสุด (1.0) และกราฟ Loss ลดลงสู่ค่าที่ต่ำอย่างต่อเนื่อง สะท้อนว่าโมเดลสามารถสร้างฟังก์ชันการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับข้อมูล และมีความสามารถทั่วไป (Generalization) ที่ดีต่อข้อมูลใหม่ที่ไม่เคยเห็นมาก่อน นอกจากนี้ การเปลี่ยนแปลงของกราฟทั้งสองยังแสดงถึง ประสิทธิภาพของพารามิเตอร์การฝึก เช่น จำนวน Epochs, ค่า Learning Rate และขนาด Batch Size ซึ่งถูกกำหนดให้เหมาะสมกับลักษณะของข้อมูลและเครื่องมือที่ใช้ (Teachable Machine) ซึ่งผลการวิเคราะห์ดังกล่าวสนับสนุนความสำเร็จของการใช้ Teachable Machine ในการพัฒนาโมเดลจำแนกป้ายจราจร โดยแสดงให้เห็นว่าการฝึกโมเดลสามารถดำเนินไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ และบรรลุผลการเรียนรู้ที่มีคุณภาพภายในจำนวน Epoch ที่เหมาะสม โดยไม่ต้องใช้กระบวนการปรับจูนที่ซับซ้อน

อย่างไรก็ตาม แม้ภาพรวมของประสิทธิภาพโมเดลจะอยู่ในระดับดีมาก แต่ยังพบข้อจำกัดบางประการที่ส่งผลต่อความแม่นยำในบางคลาส โดยเฉพาะคลาสที่มีจำนวนภาพน้อยหรือมีลักษณะคล้ายกับคลาสอื่น เช่น กลุ่มป้ายจำกัดความเร็วที่มีความแตกต่างกันเพียงตัวเลข ส่งผลให้เกิดการทำนายผิดพลาดระหว่างคลาสที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน ซึ่งสามารถสังเกตได้จากตำแหน่งนอกแนวทแยง (Off-diagonal) ใน Confusion Matrix สาเหตุหลักของปัญหาดังกล่าวมาจากความไม่สมดุลของข้อมูลในแต่ละคลาส ซึ่งบางคลาสมีภาพจำนวนมาก ขณะที่บางคลาสมีจำนวนน้อยกว่า 300 ภาพ ส่งผลให้โมเดลให้ความสำคัญกับคลาสที่มีข้อมูลมากเกินไป และมีโอกาสละเลยคลาสที่มีข้อมูลจำกัด

8. ข้อเสนอแนะงานวิจัย (Recommendation)

งานวิจัยฉบับนี้แม้จะประสบความสำเร็จในการพัฒนาโมเดลจำแนกป้ายจราจรที่ให้ผลลัพธ์แม่นยำในระดับสูง แต่ยังคงมีข้อจำกัดที่ควรได้รับการพิจารณาและแก้ไขในงานวิจัยถัดไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเด็นเรื่อง ความไม่สมดุลของจำนวนข้อมูลในแต่ละคลาส (Class Imbalance) ปัญหาดังกล่าวส่งผลต่อค่า Precision และ Recall ของบางคลาสที่มีลักษณะใกล้เคียงกันหรือมีจำนวนภาพจำกัด ซึ่งอาจทำให้เกิดการทำนายผิดพลาดและความแม่นยำในสถานการณ์ใช้งานจริง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของโมเดลและลดผลกระทบจากปัญหา Class Imbalance จึงขอเสนอแนวทางในการพัฒนาต่อไปดังนี้

- 1) การจัดสมดุลจำนวนข้อมูลในแต่ละคลาส ควรเตรียมชุดข้อมูลให้มีจำนวนภาพในแต่ละคลาสใกล้เคียงกัน เช่น 300–500 ภาพต่อคลาส เพื่อลดความลำเอียงของโมเดล และเพิ่มโอกาสในการเรียนรู้ของคลาสที่มีข้อมูลน้อย
- 2) การใช้เทคนิค Data Augmentation สำหรับคลาสที่มีจำนวนภาพไม่เพียงพอ ควรประยุกต์ใช้เทคนิคเพิ่มข้อมูล เช่น การหมุนภาพ พลิกภาพ ปรับแสง และการขยายภาพ เพื่อเพิ่มความหลากหลายและปริมาณของข้อมูลโดยไม่ต้องเก็บข้อมูลเพิ่มเติม

3) การพิจารณาเลือกใช้เครื่องมือที่สามารถกำหนด Class Weight ได้ ซึ่ง Teachable Machine จะไม่เปิดให้กำหนดน้ำหนักของแต่ละคลาสได้ แต่หากย้ายไปใช้แพลตฟอร์มเช่น TensorFlow หรือ PyTorch นักวิจัยสามารถปรับค่าถ่วงน้ำหนักให้กับคลาสที่มีข้อมูลน้อยได้ เพื่อให้โมเดลให้ความสำคัญกับทุกคลาสอย่างสมดุลมากขึ้น

4) การประเมินผลเพิ่มเติมด้วยชุดข้อมูลภายนอกที่สมดุล เพื่อความน่าเชื่อถือของโมเดล ควรประเมินผลด้วยชุดข้อมูลทดสอบที่ออกแบบให้แต่ละคลาสมีจำนวนภาพเท่า ๆ กัน เพื่อหลีกเลี่ยงผลลัพธ์ที่ถูก Bias จากข้อมูลเดิม

โดยสรุป แม้งานวิจัยนี้จะประสบผลสำเร็จในการพัฒนาโมเดลที่มีประสิทธิภาพสูงสำหรับการจำแนกป้ายจราจร แต่การจัดการกับความไม่สมดุลของข้อมูลและการเพิ่มความหลากหลายของชุดข้อมูลจะเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยยกระดับความสามารถของโมเดลในบริบทของการใช้งานจริงในอนาคต

9. เอกสารอ้างอิง (References)

- Alsiyeu, U., & Duisebekov, Z. (2024). *Enhancing Traffic Sign Recognition with Tailored Data Augmentation: Addressing Class Imbalance and Instance Scarcity*. arXiv. <https://doi.org/10.48550/ARXIV.2406.03576>.
- Chen, A., Pitaru, A., Webster, B., Alvarado, I., Griffith, J., Phillips, K., Carney, M., & Howell, N. (2020). *Teachable Machine: Approachable Web-Based Tool for Exploring Machine Learning Classification*. <https://research.google/pubs/teachable-machine-approachable-web-based-tool-for-exploring-machine-learning-classification>.
- Dhawan, K., Srinivasa Perumal, R., & Nadesh, R. K. (2023). Identification of Traffic Signs for Advanced Driving Assistance Systems in Smart Cities Using Deep Learning. *Multimedia Tools and Applications*, 82, 26465-26480. <https://doi.org/10.1007/s11042-023-14823-1>.
- Dineley, A., Natalia, F., & Sudirman, S. (2024). Data Augmentation for Occlusion-Robust Traffic Sign Recognition Using Deep Learning. *ICIC Express Letters, Part B: Applications*, 15(4), 381-388. <https://doi.org/10.24507/icicelb.15.04.381>.
- Ge, J. (2023). *Traffic Sign Recognition Dataset and Data Augmentation*. arXiv. <https://doi.org/10.48550/ARXIV.2303.18037>.
- Google Creative Lab. (2020). *Teachable Machine Community Library (Image)*. GitHub. <https://github.com/googlecreativelab/teachablemachine-community/blob/master/libraries/image/src/teachable-mobilenet.ts>.
- Jantaragate, T. (2024). *Deep Convolutional Neural Network for Speed Limit Signs Classification*. [Master's dissertation, Srinakharinwirot University]. DSpace at Srinakharinwirot University. <http://ir-thesis.swu.ac.th/dspace/handle/123456789/3127>. (In Thai)
- Jeong, H. (2020). Feasibility Study of Google's Teachable Machine in Diagnosis of Tooth-Marked Tongue. *Journal of Dental Hygiene Science*, 20(4), 206-212. <https://doi.org/10.17135/jdhs.2020.20.4.206>.
- Khunarsa, T., Sahoh, A., & Pubphasomtrakool, P. (2021, June 22). Traffic Signs Detection and Recognition. *The 1st Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi National Conference*, 417-426. Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi. (In Thai)
- Kingma, D. P., & Ba, J. (2014). *Adam: A Method for Stochastic Optimization*. arXiv. <https://doi.org/10.48550/ARXIV.1412.6980>.
- Kozhamkulova, Z., Bidakhmet, Z., Vorogushina, M., Tashenova, Z., Tussupova, B., Nurlybaeva, E., & Kambarov, D. (2024). Development of Deep Learning Models for Traffic Sign Recognition in Autonomous Vehicles. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 15(5), 913-920. <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2024.0150593>.

- Kurz, T. L., Jayasuriya, S., Swisher, K., Mativo, J., Pidaparti, R., & Robinson, D. T. (2024). The Impact of Teachable Machine on Middle School Teachers' Perceptions of Science Lessons after Professional Development. *Education Sciences*, 14(4), 417. <https://doi.org/10.3390/educsci14040417>.
- Stallkamp, J., Schlipsing, M., Salmen, J., & Igel, C. (2011). *Dataset*. Institut für Neuroinformatik. https://benchmark.ini.rub.de/gtsrb_dataset.html.
- Thipsanthia, P. (2021). *Improvement of the Performance of Traffic Signs Detection*. [Doctoral's dissertation, Mahasarakham University]. DSpace at Mahasarakham University. <http://202.28.34.124/dspace/handle123456789/2162>. (In Thai)
- Wong, J. J. N., & Fadzly, N. (2022). Development of Species Recognition Models using Google Teachable Machine on Shorebirds and Waterbirds. *Journal of Taibah University for Science*, 16(1), 1096-1111. <https://doi.org/10.1080/16583655.2022.2143627>.
- Yim, I. H. Y., & Su, J. (2025). Artificial Intelligence (AI) Learning Tools in K-12 Education: A Scoping Review. *Journal of Computers in Education*, 12(1), 93–131. <https://doi.org/10.1007/s40692-023-00304-9>.
- Zhu, Y., & Yan, W. Q. (2022). Traffic Sign Recognition Based on Deep Learning. *Multimedia Tools and Applications*, 81(13), 17779–17791. <https://doi.org/10.1007/s11042-022-12163-0>.



Development of Digital Media Utilizing Community Identity to
Promote Cultural Tourism in Ban Chok Community, Surin Province
การพัฒนาสื่อดิจิทัลโดยใช้อัตลักษณ์ชุมชนเป็นฐานเพื่อประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม
ชุมชนบ้านโชค จังหวัดสุรินทร์

Apichit Thongthae^{1*}, Thitinan Thongnam², Nawuttagorn Potisarn³, Patiwat Yasaka⁴, Winit Yuenying⁵, and
Jugkrich Jairassamee⁶

อภิชาติ ทองแท้^{1*}, ธิตินันท์ ทองน่าน², นวัตร โพธิสาร³, ปฏิวดี ยะสะกะ⁴, วินิต ยืนยง⁵, และ จักรกฤษ ใจรัมย์⁶

Received: 3 June 2025;

Revised: 7 July 2025;

Accepted: 12 July 2025;

Published: 18 August 2025;

Abstract

This research aims to develop digital media using community identity as a foundation to promote cultural tourism in Ban Chok, Khwao Sinarin District, Surin Province, and to study the satisfaction of Ban Chok community enterprise group members with the digital media. The sample group for this research consisted of 30 members of the Ban Chok community enterprise group. The research tools included a questionnaire on the demand for digital media, digital media developed based on community identity to promote cultural tourism in Ban Chok, Khwao Sinarin District, a media quality assessment form, and a satisfaction evaluation form for digital media. The statistics used in the study were mean, percentage, and standard deviation. The research results showed that the digital media developed included Line stickers with static images and motion graphics. These media represented the history of the community, the traditional silverware craftsmanship of Ban Chok, knowledge transfer in silver-making, the local silver handicraft group, and the community's way of life, which included traditional clothing, culture, unique customs, local food, and live folk music

^{1,*} Student, Program in Multimedia Technology, Faculty of Management Technology, Rajamangala University of Technology Isan Surin Campus, Surin 32000, Thailand; นักศึกษา สาขาวิชาเทคโนโลยีมีเดีย คณะเทคโนโลยีการจัดการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์ 32000 ประเทศไทย; Email: 66232310125-9@rmuti.ac.th

² Student, Program in Multimedia Technology, Faculty of Management Technology, Rajamangala University of Technology Isan Surin Campus, Surin 32000, Thailand; นักศึกษา สาขาวิชาเทคโนโลยีมีเดีย คณะเทคโนโลยีการจัดการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์ 32000 ประเทศไทย; Email: 66232310113-1@rmuti.ac.th

³ Lecturer, Program in Multimedia Technology, Faculty of Management Technology, Rajamangala University of Technology Isan Surin Campus, Surin 32000, Thailand; อาจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีมีเดีย คณะเทคโนโลยีการจัดการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์ 32000 ประเทศไทย; Email: nawuttagorn.po@rmuti.ac.th

⁴ Lecturer, Program in Multimedia Technology, Faculty of Management Technology, Rajamangala University of Technology Isan Surin Campus, Surin 32000, Thailand; อาจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีมีเดีย คณะเทคโนโลยีการจัดการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์ 32000 ประเทศไทย; Email: patiwat.ya@rmuti.ac.th

⁵ Lecturer, Program in Multimedia Technology, Faculty of Management Technology, Rajamangala University of Technology Isan Surin Campus, Surin 32000, Thailand; อาจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีมีเดีย คณะเทคโนโลยีการจัดการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์ 32000 ประเทศไทย; Email: winit.ye@rmuti.ac.th

⁶ Lecturer, Program in Multimedia Technology, Faculty of Management Technology, Rajamangala University of Technology Isan Surin Campus, Surin 32000, Thailand; อาจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีมีเดีย คณะเทคโนโลยีการจัดการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์ 32000 ประเทศไทย; Email: aeea1979@gmail.com

*Corresponding authors: Apichit Thongthae (66232310125-9@rmuti.ac.th), Nawuttagorn Potisarn (nawuttagorn.po@rmuti.ac.th)



performances. The digital media, including line stickers and motion graphics, were accessible via QR codes printed on designed posters. The media quality assessment revealed a good level (average score of 4.43), and the satisfaction evaluation from the sample group indicated the highest level of satisfaction (average score of 4.71). In summary, digital media can be used effectively for communication, expressing emotions and feelings through LINE stickers, as well as promoting Ban Chok's cultural tourism through motion graphics.

Keywords: Digital Media, Line Sticker, Motion Graphic, Cultural Tourism, Community Identity

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสื่อดิจิทัลโดยใช้อัตลักษณ์ชุมชนเป็นฐานเพื่อประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมชุมชนบ้านโชค อำเภอสว่างวีรจันทร์ จังหวัดสุรินทร์ และเพื่อศึกษาความพึงพอใจของสมาชิกในกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านโชคที่มีต่อสื่อดิจิทัล กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย คือ สมาชิกในกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านโชค จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แบบสอบถามความต้องการสื่อดิจิทัล สื่อดิจิทัลโดยใช้อัตลักษณ์ชุมชนเป็นฐานเพื่อประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมชุมชนบ้านโชค อำเภอสว่างวีรจันทร์ แบบวัดคุณภาพสื่อ และแบบประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อสื่อดิจิทัล สถิติที่ใช้ในงานวิจัย คือ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัย พบว่า สื่อดิจิทัลอยู่ในรูปแบบสติกเกอร์ไลน์ที่เป็นแบบภาพนิ่ง และสื่อโมชันกราฟิกแสดงให้เห็นถึงประวัติความเป็นมาของชุมชน ศิลปะการทำเครื่องเงินโบราณของบ้านโชค การถ่ายทอดความรู้เรื่องการทำเครื่องเงิน กลุ่มหัตถกรรมเครื่องเงินโบราณของชุมชน รวมถึงวิถีชีวิตของชุมชนบ้านโชค เช่น การแต่งกาย วัฒนธรรม ประเพณีที่เอกลักษณ์ อาหารพื้นถิ่น และการแสดงสดดนตรีพื้นบ้าน สามารถเข้าถึงสื่อดิจิทัลที่เป็นสติกเกอร์ไลน์ และสื่อโมชันกราฟิกได้ด้วยคิวอาร์โค้ดที่อยู่บนโปสเตอร์ที่ออกแบบไว้ ซึ่งผลการวัดคุณภาพสื่อดิจิทัล พบว่า อยู่ในระดับดี (ค่าเฉลี่ย 4.43) และผลจากการศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อสื่อดิจิทัลจากกลุ่มตัวอย่าง พบว่า อยู่ในระดับ มากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.71) กล่าวโดยสรุปสื่อดิจิทัลสามารถนำไปใช้งานในการสื่อสาร แสดงอารมณ์ ความรู้สึก ผ่านสติกเกอร์ไลน์ อีกทั้งยังสามารถส่งเสริมการประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมของชุมชนบ้านโชคผ่านสื่อโมชันกราฟิกได้อีกด้วย

คำสำคัญ: สื่อดิจิทัล, สติกเกอร์ไลน์, โมชันกราฟิก, การท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม, อัตลักษณ์ชุมชน

1. บทนำ (Introduction)

ในยุคของการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจและสังคมที่เทคโนโลยีมีบทบาทสำคัญต่อพฤติกรรมผู้บริโภค การส่งเสริมการท่องเที่ยวโดยชุมชนจึงกลายเป็นแนวทางสำคัญที่ได้รับการผลักดันจากภาครัฐ เพื่อสร้างความเข้มแข็งให้กับชุมชนท้องถิ่นและยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมที่มีความเชื่อมโยงกับภูมิปัญญา อัตลักษณ์ และวิถีชีวิตของแต่ละท้องถิ่นอย่างลึกซึ้ง ซึ่งเป็นสินทรัพย์ทางวัฒนธรรมที่สามารถแปลงเป็นทุนทางเศรษฐกิจได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2566-2570) ได้ระบุทิศทางการพัฒนาการท่องเที่ยวของประเทศโดยเน้น “การยกระดับประเทศไทยสู่การเป็นศูนย์กลางการท่องเที่ยวคุณภาพสูงและยั่งยืน” ซึ่งหนึ่งในแนวทางสำคัญคือการส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมที่ให้ความสำคัญกับการอนุรักษ์และ

ถ่ายทอดอัตลักษณ์ชุมชน การมีส่วนร่วมของคนในท้องถิ่น และการกระจายรายได้อย่างเป็นธรรม (Office of the National Economic and Social Development Council, 2022) ดังนั้น การพัฒนาสื่อที่สามารถถ่ายทอดเรื่องราวของชุมชนให้ตรงกับความต้องการของนักท่องเที่ยวในยุคดิจิทัลจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง

ชุมชนบ้านโชค หมู่ที่ 3 ตำบลเขวาสินรินทร์ อำเภอสวายบุรี จังหวัดสุรินทร์ เป็นหนึ่งในพื้นที่ที่มีศักยภาพสูงในการพัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม เนื่องจากมีภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านหัตถกรรมเครื่องเงินโบราณซึ่งสืบทอดจากบรรพบุรุษมาช้านาน โดยเฉพาะ “ลูกประเก้อมเงิน” และ “ตะเกาเงิน” ซึ่งเป็นเครื่องประดับเงินที่มีเอกลักษณ์เฉพาะตัวผลิตด้วยกรรมวิธีแบบโบราณที่ละเอียดประณีต นอกจากงานหัตถกรรมแล้ว ชุมชนยังได้พัฒนาศูนย์เรียนรู้วิถีชีวิต OTOP รวมถึงพิพิธภัณฑ์ชาติพันธุ์ที่สะท้อนความหลากหลายทางวัฒนธรรม โดยมีศูนย์การเรียนรู้ของชุมชน ซึ่งรองรับผู้มาเยี่ยมชมจากทั้งหน่วยงานภาครัฐ เอกชน และประชาชนทั่วไป ทำให้ชุมชนมีบทบาททั้งด้านเศรษฐกิจ การศึกษา และการอนุรักษ์วัฒนธรรมในเวลาเดียวกัน (Khwaosin District Community Development Office, 2023)

แม้ชุมชนจะมีศักยภาพและต้นทุนทางวัฒนธรรมสูง แต่ยังมีอุปสรรคด้านการสื่อสารอัตลักษณ์ของชุมชนสู่สาธารณชน โดยเฉพาะในกลุ่มนักท่องเที่ยวรุ่นใหม่ที่ใช้สื่อดิจิทัลเป็นช่องทางหลักในการค้นหาข้อมูลและตัดสินใจเดินทาง เช่น Facebook, Instagram, TikTok และ YouTube โดยงานวิจัยของ Wattano & Korcharoen (2021) ระบุว่า การเลือกใช้แพลตฟอร์มที่เหมาะสมในการประชาสัมพันธ์มีผลต่อความสนใจและการเข้าถึงกลุ่มเป้าหมายโดยตรง ในขณะที่สถิติที่ We Are Social และ Meltwater สรุปไว้ว่า Facebook ยังคงเป็นแพลตฟอร์มที่มีผู้ใช้งานสูงที่สุดในประเทศไทย (InsightERA, 2023)

นอกจากนี้ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องยังแสดงให้เห็นถึงศักยภาพของ สื่อดิจิทัล เช่น โมชันกราฟิก สตอรี่ไลน์ เทคโนโลยี AR หรือวิดีโอโปรโมทท่องเที่ยว ในการสร้างความน่าสนใจ และช่วยให้นักท่องเที่ยวตัดสินใจได้เร็วขึ้น โดย Jaisamee et al. (2022) พบว่า สื่อดิจิทัลที่ใช้เรื่องราวและอัตลักษณ์ของชุมชนในการประชาสัมพันธ์ เช่น สินค้า OTOP และวิถีชีวิต สามารถสร้างความพึงพอใจและรับรู้ต่อภาพลักษณ์ชุมชนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ขณะที่ Poonkerd et al. (2022) พัฒนา “สตอรี่ไลน์เพื่อการท่องเที่ยวชุมชน” ที่ผสมผสานข้อมูล แผนที่ และ QR Code ซึ่งช่วยกระตุ้นความสนใจได้ดี อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาภาคสนามพบว่า ชุมชนบ้านโชคยังไม่มี “สื่อดิจิทัล” ที่สามารถถ่ายทอดอัตลักษณ์ของชุมชนได้อย่างมีประสิทธิภาพ และยังไม่ได้ใช้เครื่องมือออนไลน์ร่วมสมัยในการสื่อสารกับกลุ่มนักท่องเที่ยวหรือสื่อสารกับคนรุ่นใหม่ที่มีพฤติกรรมใช้งานบนโลกดิจิทัลอย่างแพร่หลาย อีกทั้งรูปแบบการประชาสัมพันธ์เดิมยังขาดความน่าสนใจ ขาดการมีส่วนร่วมของชุมชนในการออกแบบสื่อที่สะท้อนตัวตนของตนเอง

ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้นทางจึงเห็นความสำคัญการพัฒนาและออกแบบสื่อดิจิทัลโดยใช้อัตลักษณ์ชุมชนเป็นฐานเพื่อประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมชุมชนบ้านโชค อำเภอสวายบุรี จังหวัด สุรินทร์ในรูปแบบของสื่อดิจิทัลที่สามารถเล่าเรื่องราวต่าง ๆ ของชุมชนบ้านโชค สะท้อนให้เห็นถึงวิถีชีวิตศิลปวัฒนธรรม อัตลักษณ์และสินค้าโอท็อป (OTOP) นวัตกรรม เพื่อให้เกิดความน่าสนใจและนำดึงดูดต่อกลุ่มนักท่องเที่ยวได้อย่างดีและมีประสิทธิภาพ

2. วัตถุประสงค์งานวิจัย (Research Objectives)

1. เพื่อพัฒนาสื่อดิจิทัลโดยใช้อัตลักษณ์ชุมชนเป็นฐานเพื่อประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมชุมชนบ้านโชค อำเภอสวายบุรี จังหวัดสุรินทร์
2. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของสมาชิกในกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านโชคที่มีต่อสื่อดิจิทัล

3. การทบทวนวรรณกรรมและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง (Literature Review)

3.1 บริบทชุมชนบ้านโชค

ชุมชนบ้านโชคหมู่ที่ 3 ตำบลเขวาสินรินทร์ อำเภอสวายบุรี จังหวัดสุรินทร์ ได้รับการขนานนามว่า เป็นหมู่บ้านหัตถกรรมเครื่องเงินโบราณ ใช้กรรมวิธีการทำแบบโบราณ ที่มีการสืบทอดมาช้านาน มีเอกลักษณ์ที่ไม่เหมือนใคร ภายในชุมชนมีศูนย์การเรียนรู้วิถีชีวิต ที่รองรับผู้ที่มาขอศึกษาดูงาน และสร้างรายได้ให้กับประชาชนมีรายได้จากการนำเสนอสินค้าโอท็อปนวัตกรรมวิถีชีวิตของหมู่บ้านและศิลปวัฒนธรรมท้องถิ่นให้แก่นักท่องเที่ยวที่เข้ามาเยี่ยมชม (Khwaosin District Community Development Office, 2023)

3.2 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับสื่อดิจิทัลและโมชันกราฟิก

1. แนวคิดสื่อดิจิทัล หมายถึง ข้อมูลหรือข่าวสารในรูปแบบมัลติมีเดีย (ข้อความ กราฟิก ภาพเคลื่อนไหว เสียง วิดีโอ) ที่ถูกจัดรูปแบบและสื่อสารผ่านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และเครือข่ายออนไลน์ (Rochanacirin & Udomthanavong, 2023) มีบทบาทสำคัญในการเผยแพร่ข้อมูลอย่างรวดเร็ว สร้างปฏิสัมพันธ์ และส่งผลต่อพฤติกรรม การสืบค้นข้อมูลของผู้คน (Rakisarakul et al. (2024)

2. แนวคิดโมชันกราฟิก คือการสร้างให้กราฟิกมีการเคลื่อนไหว โดยใช้ภาพกราฟิกเคลื่อนไหวและเสียงบรรยายเป็นหลัก ไม่เน้นตัวละครหรือบทพูดแบบแอนิเมชัน แต่เน้นการนำเสนอข้อมูลที่ซับซ้อนให้เข้าใจง่าย สวยงาม และน่าติดตาม (Klongdee & Chanamool, 2021) มีความสำคัญในการสร้างแรงจูงใจ ดึงดูดความสนใจ และช่วยให้การสื่อสารมีประสิทธิภาพ (Princhankol et al., 2024)

3. ขั้นตอนการพัฒนาสื่อโมชันกราฟิก โดยทั่วไปอ้างอิงหลัก 3P (Pre-Production, Production, Post-Production) ซึ่งครอบคลุมการศึกษาข้อมูล เขียนบท/สตอรี่บอร์ด ออกแบบตัวละคร/ฉาก บันทึกเสียง วาด/ทำให้เคลื่อนไหว ตัดต่อ ทดลองและปรับปรุง (Potisarn, 2021) นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับ ADDIE Model ในการวิเคราะห์กลุ่มเป้าหมาย/เนื้อหา ออกแบบสื่อ พัฒนา นำไปใช้ และประเมินผล (Yoyram et al., 2023) เครื่องมือหลักในการผลิตประกอบด้วย การวาดภาพประกอบ การถ่ายภาพ การจัดวางตัวอักษร และซอฟต์แวร์เฉพาะทาง เช่น Adobe After Effects, Photoshop เป็นต้น

3.3 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการออกแบบตัวละคร

1. แนวคิดการออกแบบตัวละคร คือกระบวนการสร้างและพัฒนา รูปลักษณ์ บุคลิกภาพ และคุณลักษณะเฉพาะของตัวละครในงานแอนิเมชันหรือสื่อภาพเคลื่อนไหว เพื่อให้เกิดความน่าสนใจ สื่อสารอารมณ์และเรื่องราวได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเชื่อมโยงกับผู้ชมได้ลึกซึ้ง (Hetayothin, 2021) โดยพิจารณาองค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ รูปร่าง สี ท่าทางการแสดงออกทางสีหน้า และบุคลิกภาพ (Poksupphiboon & Srikanlayanabuth, 2020) การออกแบบที่ดีและสอดคล้องกับวัฒนธรรมช่วยเพิ่มความพึงพอใจของผู้ชม และสามารถเสริมสร้างภาพลักษณ์ของชุมชนหรือผลิตภัณฑ์ได้ (Jiarananon, 2023)

2. ทฤษฎีการออกแบบและสุนทรียศาสตร์ การออกแบบตัวละครในงานวิจัยนี้ยึดหลัก หลักการออกแบบพื้นฐาน (Principles of Design) ที่มุ่งเน้นการสร้างสมดุล ความกลมกลืน ความแตกต่าง และการเน้น (Lauer & Pentak, 2011) รวมถึง ทฤษฎี Gestalt Psychology ที่อธิบายการรับรู้ภาพรวมก่อนส่วนย่อย ซึ่งนำมาใช้ในการออกแบบรูปร่างและองค์ประกอบตัวละครให้จดจำง่าย

3. ทฤษฎีสีและจิตวิทยาของสี การใช้สีเป็นสิ่งสำคัญในการสื่อสารบุคลิกลักษณะนิสัย และสร้างอารมณ์ความรู้สึกต่อผู้พบเห็น (Homsuwan, 2014) โดยอาศัย ทฤษฎี Color Image Scale ของชิเกโนบุ โคบายาชิ (Kobayashi, 1991) และการเลือกใช้โทนสีที่เหมาะสม (เช่น โครงสีเอกรงค์) เพื่อสร้างความโดดเด่นและเสน่ห์ให้ตัวละคร

4. องค์ประกอบและคุณลักษณะที่ดี ประกอบด้วย ขนาด (สื่อถึงความแข็งแรง/คล่องแคล่ว) รูปร่าง (จากรูปร่างพื้นฐาน วงกลม/สามเหลี่ยม/สี่เหลี่ยม สื่อถึงบุคลิก) สัดส่วน (เหมาะสมกับกลุ่มผู้ชม) สายเส้น (สื่ออารมณ์) การแสดงออกทางอารมณ์ (ท่าทาง/สีหน้าเกินจริง) และใบหน้า (คิ้ว ตา ปาก สำคัญในการสื่ออารมณ์) นอกจากนี้ การกำหนดข้อมูลพื้นฐานตัวละคร (กายภาพ บุคลิก บทบาท ภูมิหลัง พลัง สังคม) เป็นสิ่งสำคัญในการสร้างตัวละครที่มีมิติและเอกลักษณ์

3.4 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับอัตลักษณ์ชุมชน

แนวคิดอัตลักษณ์ชุมชน หมายถึง ตัวตน วัฒนธรรม และอัตลักษณ์ร่วมของสมาชิกในชุมชนที่ผ่านการยอมรับและสืบทอดมาอย่างยาวนาน แสดงออกผ่านศิลปวัฒนธรรมท้องถิ่น ภูมิปัญญา ประเพณี วิถีชีวิต ประวัติศาสตร์ การแต่งกาย อาหาร รวมถึงทรัพยากรธรรมชาติที่จับต้องได้และจับต้องไม่ได้ (Lalitsasivimol et al., 2023) อัตลักษณ์ชุมชนเป็นจุดเด่นในการประชาสัมพันธ์ตัวตน และมีบทบาทสำคัญในการรักษาความหลากหลาย สร้างความร่วมมือ และส่งเสริมการพัฒนาที่ยั่งยืนของชุมชน (Sookban et al., 2023; Unjan, 2023)

3.5 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม

1. แนวคิดการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม คือกิจกรรมการท่องเที่ยวที่เน้นการเดินทางเพื่อสัมผัส เรียนรู้ และทดลองประสบการณ์ทางวัฒนธรรมท้องถิ่น (จับต้องได้และไม่ได้) เช่น ประวัติศาสตร์ ศิลปวัฒนธรรม วิถีชีวิต อาหาร การเข้าชม

โบราณสถาน และการสื่อสารกับนักท่องเที่ยว (Chimplee, 2016) มีเป้าหมายเพื่อส่งเสริมความเข้าใจร่วมกัน การอนุรักษ์ทรัพยากรทางวัฒนธรรม และการพัฒนาท้องถิ่น (Somchai et al., 2023)

2. แนวทางและผลลัพธ์ การพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมครอบคลุม 3 ด้าน คือ การพัฒนาแหล่ง/กิจกรรมท่องเที่ยว การบริการการท่องเที่ยว และการตลาด ประชาสัมพันธ์ (Rakkuae, 2017) ซึ่งช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ สร้างความเข้าใจและอยู่ร่วมกัน ปกป้องทรัพยากรทางวัฒนธรรม และกระตุ้นการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน (Ratanasuwongchai, 2011)

3. แนวคิดการพัฒนาที่ยั่งยืน การท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมในงานวิจัยนี้สอดคล้องกับ แนวคิดการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development) (United Nations, 1987) โดยมุ่งเน้นการสร้างสมดุลระหว่างผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจ การอนุรักษ์วัฒนธรรม และการมีส่วนร่วมของชุมชน เพื่อให้เกิดการเติบโตที่ไม่ส่งผลกระทบในระยะยาว

3.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Jairassamee et al. (2022) ได้ทำการวิจัยผลการใช้สื่อดิจิทัลโดยใช้อัตลักษณ์ชุมชนเป็นฐานเพื่อประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมชุมชนบ้านเทนมีย์ จังหวัดสุรินทร์ อยู่ในรูปแบบสติกเกอร์ไลน์ที่เป็นแบบภาพเคลื่อนไหวและแบบภาพนิ่งโดยตัวละคร แสดงให้เห็นถึงวิถีชีวิตของชุมชน และสื่อโมชันกราฟิก มีตัวละครทำหน้าที่เล่าเรื่องราวเกี่ยวกับประวัติและความเป็นมาของชุมชน รวมถึงวัฒนธรรมประเพณี ผลจากการวิจัย พบว่า การใช้สื่อดิจิทัลเพื่อประชาสัมพันธ์ สามารถนำเสนอถึงอัตลักษณ์ความเป็นชุมชนออกมาผ่านสื่อดิจิทัลได้อย่างชัดเจน ส่งเสริมให้เกิดความสนใจและสร้างการรับรู้ถึงชุมชนอย่างแท้จริง

Dompini et al. (2024) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับพัฒนาสื่อดิจิทัลในการนำเสนอเพื่อประชาสัมพันธ์แหล่งท่องเที่ยวทางวัฒนธรรมท้องถิ่น อำเภอเวียงเก่า จังหวัดขอนแก่น ที่พัฒนาสื่อด้วยกระบวนการพัฒนา 5 ขั้นตอน คือ 1 ศึกษาเก็บรวบรวมข้อมูล 2 ออกแบบสื่อดิจิทัล 3 พัฒนาสื่อดิจิทัล ตอนที่ 4 ทดลองใช้สื่อ และ 5 เผยแพร่สื่อดิจิทัล ผลการวิเคราะห์ประเมินภาพและความพึงพอใจของสื่อดิจิทัล พบว่าโดยรวมอยู่ในระดับคุณภาพมาก และมีข้อเสนอแนะให้พัฒนาสื่อโดยใช้เทคโนโลยีที่มีความทันสมัย เช่น ประชาสัมพันธ์โดยใช้เทคโนโลยี 360 องศา และควรเพิ่มภาษาอื่นเข้ามาประกอบเช่น ภาษาอังกฤษ และภาษาจีน เพื่อให้นักท่องเที่ยวชาวต่างชาติเกิดความเข้าใจมากขึ้น

Bengneon & Koktong (2021) ได้ทำการการออกแบบสติกเกอร์ไลน์เพื่อสะท้อนความเป็นเอกลักษณ์ของวัฒนธรรมจังหวัดกำแพงเพชร ที่ออกแบบตัวละครมาเป็นชายและหญิงสวมใส่เครื่องแต่งกายประจำจังหวัดและนำเสนอบริบทต่าง ๆ ของผู้คน เช่น อาหาร สถานที่ท่องเที่ยวสำคัญ วัฒนธรรมประเพณีและวิถีชีวิตของผู้คนที่ใช้สติกเกอร์เป็นเครื่องสื่อสารเอกลักษณ์ความเป็นจังหวัดกำแพงเพชร

Potisarn (2021) ได้ทำการวิจัย ผลการพัฒนาสื่อโมชันกราฟิกเพื่อส่งเสริมความฉลาดทางสุขภาวะด้านโรคเบาหวานของอาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน โดยผลการวิจัยการพัฒนาสื่อโมชันกราฟิกเพื่อส่งเสริมความฉลาดทางสุขภาวะพบว่า การรับรู้ของกลุ่มตัวอย่างที่ โดยรวม อยู่ในระดับมาก เนื่องจากคุณสมบัติของสื่อโมชันกราฟิกคือการสื่อสารไปยังผู้รับสารที่มีประสิทธิภาพ ด้วยแผนภูมิ ตัวเลข และตัวอักษร รวมถึงการออกแบบให้มีการส่งสารอย่างมีลำดับขั้นตอน

Mustafa & Ibrahim (2023) ได้ศึกษาแนวทางการออกแบบกราฟิกเคลื่อนไหว (Motion Graphics) เพื่อส่งเสริมการโฆษณาการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมในโลกอาหรับ โดยพบว่าโมชันกราฟิกสามารถนำเสนอสถานที่ท่องเที่ยวได้อย่างน่าดึงดูด กระตุ้นให้ผู้ชมเกิดความต้องการไปสัมผัสด้วยตนเอง โดยมีขั้นตอนการออกแบบโมชันกราฟิก ได้แก่ การเขียนบท การทำสตอรี่บอร์ด การสร้างกราฟิก การทำแอนิเมชัน และการสร้างฉากสำหรับภาพประกอบเคลื่อนไหวสำหรับการโฆษณาการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม

Brünker et al. (2019) ศึกษากระบวนการสร้างอัตลักษณ์ร่วมผ่าน Instagram โดยพบว่าการใช้ภาพและเนื้อหาเชิงสัญลักษณ์สามารถสื่อสารอัตลักษณ์ของกลุ่มสังคมได้อย่างมีประสิทธิภาพ แม้ในระดับสื่อดิจิทัลแบบไม่เป็นทางการ ซึ่งชี้ให้เห็นถึงพลังของภาพในการสื่อสารคุณลักษณะของชุมชนไปยังผู้ชมภายนอกได้

4. กรอบแนวคิดงานวิจัย (Conceptual Framework)

งานวิจัยนี้มีกรอบการวิจัย ดัง Figure 1.

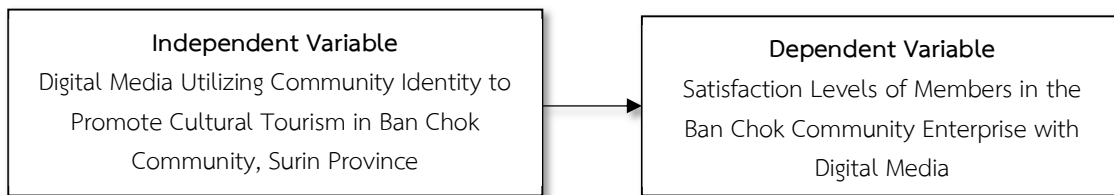


Figure 1. Conceptual Framework

5. วิธีดำเนินงานวิจัย (Research Methodology)

5.1 การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

- 1) ประชากรได้แก่ ชาวบ้านในชุมชนบ้านโชค หมู่ที่ 3 ตำบลเขวาสินรินทร์ อำเภอสินรินทร์ จังหวัดสุรินทร์ จำนวน 630 คน (Khwaosinarin District Community Development Office, 2023)
- 2) กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ สมาชิกภายในกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านโชค หมู่ที่ 3 ตำบลเขวาสินรินทร์ อำเภอสินรินทร์ จังหวัดสุรินทร์ จำนวน 30 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

5.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- 1) แบบสอบถามความต้องการสื่อดิจิทัลโดยใช้อัตลักษณ์ชุมชนเป็นฐานเพื่อประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม ชุมชนบ้านโชค จังหวัดสุรินทร์
- 2) สื่อดิจิทัลโดยใช้อัตลักษณ์ชุมชนเป็นฐานเพื่อประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม ชุมชนบ้านโชค จังหวัดสุรินทร์
- 3) แบบประเมินคุณภาพสื่อสื่อดิจิทัลโดยใช้อัตลักษณ์ชุมชนเป็นฐานเพื่อประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม ชุมชนบ้านโชค จังหวัดสุรินทร์
- 4) แบบสอบถามวัดความพึงพอใจของสื่อสื่อดิจิทัลแบบปลายปิด (Closed-end Questionnaire) ประกอบด้วย เนื้อหาคำถามเกี่ยวกับการวัดความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง ที่มีต่อสื่อดิจิทัลโดยใช้อัตลักษณ์ชุมชนเป็นฐานเพื่อประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม ชุมชนบ้านโชค จังหวัดสุรินทร์

5.3 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้การวิจัย

ขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย สามารถอธิบายได้ดังนี้

- 1) การสร้างและหาคุณภาพแบบสอบถามความต้องการสื่อดิจิทัลโดยใช้อัตลักษณ์ชุมชนเป็นฐานเพื่อประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม ชุมชนบ้านโชค จังหวัดสุรินทร์ สามารถอธิบายได้ดังนี้

ดำเนินการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลจากเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากที่ได้ ทำการศึกษามา กำหนดข้อคำถามของแบบสอบถามความต้องการ ดำเนินการสร้างแบบสอบถามความต้องการของสื่อดิจิทัล โดยใช้อัตลักษณ์ชุมชนเป็นฐานเพื่อประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมชุมชนบ้านโชค อำเภอสินรินทร์ จังหวัดสุรินทร์ จากนั้นนำแบบสอบถามความต้องการไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิจัย ตรวจสอบความถูกต้องและนำมาปรับแก้ไขตาม คำแนะนำ นำต้นแบบแบบสอบถามความต้องการให้ผู้เชี่ยวชาญวัดและประเมินผล จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้อง และความเหมาะสมของข้อคำถามและนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ หาค่าดัชนีความสอดคล้องของเนื้อหา (Index of Item-Objective Congruence: IOC) ภาพรวมของแบบประเมินคุณภาพมีค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับ วัตถุประสงค์ของการวิจัย (IOC) ระหว่าง 0.66-1.00 ทุกข้อ รวมทั้งข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

- 2) การผลิตสื่อดิจิทัลโดยใช้อัตลักษณ์ชุมชนเป็นฐานเพื่อประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม ชุมชนบ้านโชค จังหวัดสุรินทร์ สามารถอธิบายในรูปแบบ 3 P ได้ดังนี้

2.1) ขั้นตอนก่อนการผลิต (Pre-production)

ดำเนินการรวบรวมข้อมูลจากแบบแบบสอบถามความต้องการสื่อดิจิทัลโดยใช้อัตลักษณ์ชุมชน เป็นฐานเพื่อ ประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมชุมชนบ้านโชค อำเภอสินรินทร์ จากนั้นนำเนื้อหาข้อมูลที่ได้จาก

แบบสอบถามความต้องการสื่อดิจิทัลมาวิเคราะห์ และร่างแบบตัวละครและภาพกราฟิก เบื้องต้น รวมถึงเขียนบทสคริปต์ และพัฒนาเป็นสตอรี่บอร์ด

2.2) ขั้นตอนการผลิต (Production)

ดำเนินการทำการออกแบบตัวละครตามแบบร่างเบื้องต้น จากนั้นออกแบบสื่อโมชันกราฟิก ออกแบบภาพกราฟิก ทำการลงสี ออกแบบรูปทรงภาพที่จะใช้สื่ออารมณ์ และสื่อสารความหมายของเนื้อหา และดำเนินการสร้างภาพเคลื่อนไหวหรือการแอนิเมท วางจังหวะของการเคลื่อนไหวสำหรับภาพกราฟิก ภาพพื้นหลัง และตัวอักษร

2.3) ขั้นตอนหลังการผลิต (Post-Production)

ดำเนินการใส่ข้อความและจัดองค์ประกอบให้ดูเหมาะสม จากนั้นใส่เสียง ประกอบด้วย เสียงของนักบรรยาย จะต้องให้เกิดความน่าสนใจและเกิดความรู้สึกและความคมชัดของเสียง ดำเนินการใส่เสียงเอฟเฟกต์ให้สอดคล้องกับการแสดงออกของภาพกราฟิกและสอดคล้องกับจังหวะของการเคลื่อนไหว เสียงดนตรีประกอบที่มีความไพเราะ กระตุ้นให้ผู้ฟังเกิดความสนใจ และทำการตัดต่อ ประกอบด้วย การลำดับภาพและเสียงให้สัมพันธ์กัน จัดการคลิปวิดีโอให้มีระยะเวลาที่เหมาะสม รวมถึงการประมวลผลภาพเพื่อให้ได้คุณภาพคมชัด ขนาดไฟล์ที่ไม่ใหญ่เกินไป และเผยแพร่สื่อโมชันกราฟิกที่เข้าถึงได้ง่าย โดยเฉพาะสื่อออนไลน์หรือสื่อสังคมต่าง ๆ

3) การสร้างและหาคุณภาพแบบประเมินคุณภาพสื่อสื่อดิจิทัลโดยใช้อัตลักษณ์ชุมชนเป็นฐานเพื่อประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม ชุมชนบ้านโชค จังหวัดสุรินทร์ สามารถอธิบายได้ดังนี้

ดำเนินการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลจากเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากที่ได้ทำการศึกษา มา กำหนดข้อคำถามแบบประเมินคุณภาพสื่อ ดำเนินการสร้างแบบประเมินคุณภาพของสื่อดิจิทัลโดยใช้อัตลักษณ์ชุมชนเป็นฐานเพื่อประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมชุมชนบ้านโชค อำเภอเขวาสินรินทร์ จังหวัดสุรินทร์ โดยเป็นแบบวัดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) แบ่งออกเป็น 5 ระดับ (Leekitchwatana, 2015) โดยมีระดับคะแนนดังนี้

4.51 - 5.00 หมายถึง ดีมาก

3.51 - 4.50 หมายถึง ดี

2.51 - 3.50 หมายถึง ปานกลาง

1.51 - 2.50 หมายถึง พอใช้

1.00 - 1.50 หมายถึง ควรปรับปรุง

จากนั้นนำแบบประเมินคุณภาพสื่อไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิจัย ตรวจสอบความถูกต้องและนำมาปรับแก้ไขตามคำแนะนำ นำต้นแบบแบบประเมินคุณภาพสื่อให้ผู้เชี่ยวชาญวัดและประเมินผล จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของข้อคำถามและนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ หาค่าดัชนีความสอดคล้องของเนื้อหา (Index of Item-Objective Congruence: IOC) ภาพรวมของแบบประเมินคุณภาพมีค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย (IOC) ระหว่าง 0.66-1.00 ทุกข้อ รวมทั้งข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

4) การสร้างและคุณภาพของแบบสอบถามวัดความพึงพอใจของสื่อสื่อดิจิทัลแบบปลายปิด

ดำเนินการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลจากเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากที่ได้ทำการศึกษา มา กำหนดข้อคำถามแบบวัดคุณภาพสื่อ จากนั้นดำเนินการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อสื่อดิจิทัลโดยใช้อัตลักษณ์ชุมชนเป็นฐานเพื่อประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมชุมชนบ้านโชค อำเภอเขวาสินรินทร์ จังหวัดสุรินทร์ โดยกำหนดค่าคะแนนของแบบประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า โดยกำหนดระดับคะแนนไว้ 5 ระดับ (Srisaard, 2000) โดยมีระดับคะแนนความพึงพอใจดังนี้

4.51 - 5.00 หมายถึง มีความพึงพอใจมากที่สุด

3.51 - 4.50 หมายถึง มีความพึงพอใจมาก

2.51 - 3.50 หมายถึง มีความพึงพอใจปานกลาง

1.51 - 2.50 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อย

1.00 - 1.50 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อยที่สุด

จากนั้นนำแบบประเมินความพึงพอใจไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิจัย ตรวจสอบความถูกต้องและนำมาปรับแก้ไขตามคำแนะนำ นำต้นแบบแบบประเมินความพึงพอใจให้ผู้เชี่ยวชาญวัดและประเมินผล จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความ

ถูกต้องและความเหมาะสมของข้อความและนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ หากค่าดัชนีความสอดคล้องของเนื้อหา (IOC) ภาพรวมของแบบประเมินคุณภาพมีค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อความกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย (IOC) ระหว่าง 0.66-1.00 ทุกข้อ รวมทั้งข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

5.4 การเก็บรวบรวมและการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัย

งานวิจัยนี้นำแบบสอบถามความต้องการสื่อดิจิทัลให้คณะกรรมการและผู้นำชุมชนทำแบบสอบถามความต้องการและบันทึกผลไปวิเคราะห์โดย หาความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อนำผลข้อมูลที่ได้มาจัดทำเป็นสื่อดิจิทัลโดยใช้อัตลักษณ์ชุมชนเป็นฐานเพื่อประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมชุมชนบ้านโชค การเก็บรวบรวมข้อมูลจากการประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญและแบบประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างโดยการเปิดสื่อดิจิทัลโดยใช้อัตลักษณ์ชุมชนเป็นฐานเพื่อประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมชุมชนบ้านโชค อำเภอเขวาสินรินทร์ จังหวัดสุรินทร์ ให้ชม จากนั้นให้ตอบแบบประเมิน และเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำไปวิเคราะห์และประเมินผล ประกอบด้วย การวิเคราะห์ผลโดยการคำนวณหาค่าเฉลี่ยแบบแจกแจงความถี่ ของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ และกลุ่มตัวอย่าง นำมาวิเคราะห์ผลโดยการคำนวณหาค่าเฉลี่ย และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญและกลุ่มตัวอย่างตามหลักสถิติ

6. ผลการวิจัย (Results)

6.1 ผลการพัฒนาสื่อดิจิทัลโดยใช้อัตลักษณ์ชุมชนเป็นฐานเพื่อประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม ชุมชนบ้านโชค จังหวัดสุรินทร์

ผลการศึกษาความต้องการของคณะกรรมการและสมาชิกภายในกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านโชค สรุปได้ 3 ประเด็น ดังนี้ 1. ความต้องการรูปแบบการใช้สื่อดิจิทัลเพื่อการประชาสัมพันธ์ชุมชนบ้านโชค พบว่า 1. ความต้องการสื่อ 2 ประเภท ประกอบด้วย สื่อโมชันกราฟิก และสื่อสตีกเกอร์ไลน์ 2. ความต้องการเนื้อหาการประชาสัมพันธ์ชุมชนบ้านโชค ประกอบด้วย ประวัติความเป็นมาของชุมชน กลุ่มหัตถกรรมเครื่องเงินโบราณภายในชุมชน อัตลักษณ์และวัฒนธรรมประเพณีต่าง ๆ และ 3. ความต้องการลักษณะการออกแบบสื่อดิจิทัลที่ใช้ในการประชาสัมพันธ์ชุมชนบ้านโชค ประกอบด้วย ความน่ารักสดใส มีความเหมาะสมกับทุกเพศทุกวัย และสื่อดิจิทัลแบบกึ่งทางการ ดังนั้น การพัฒนาสื่อดิจิทัลโดยใช้อัตลักษณ์ชุมชนเป็นฐานเพื่อประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมชุมชนบ้านโชค ตำบลเขวาสินรินทร์ อำเภอเขวาสินรินทร์ จังหวัดสุรินทร์ ในงานวิจัยนี้จึงมีการพัฒนาสื่อดิจิทัลที่ ประกอบด้วย ข้อมูลความต้องการภายในกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านโชค ข้อมูลจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งข้อมูลจากแนวปฏิบัติที่ดี (Best Practice) จากชุมชนต้นแบบและนำข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์ และสรุปประเด็น จากนั้นจึงนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการออกแบบสตีกเกอร์ไลน์ และสื่อโมชันกราฟิก และนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง สามารถสรุปผลตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ได้ดังต่อไปนี้

1. ผลการศึกษการแต่งกาย

จากการศึกษาจากข้อมูลอินเทอร์เน็ต ได้รูปแบบการแต่งผลการศึกษา ดัง Figure 2.



Figure 2. Silver jewelry is worn with traditional silk attire from the Ban Chok community.

Source: Khwao Sinarin Community Learning Center (2020)

จาก Figure 2. ได้การลงพื้นที่เก็บข้อมูลต่าง ๆ ที่ชุมชนบ้านโชคและศึกษาข้อมูลเพิ่มเติม พบว่า การแต่งกายของจังหวัดสุรินทร์ มีหมู่บ้านที่ทอผ้าที่สืบทอดกันมาจนถึงปัจจุบันจะเป็นคนไทยเชื้อสายเขมร ไทยอีสาน ไทยกวย มีแหล่งสำคัญหลายแห่ง หนึ่งในนั้นคืออำเภอเขวาสินรินทร์ และในอำเภอเขวาสินรินทร์นั้นมีการทอผ้าอยู่แทบจะทุกหมู่บ้าน การแต่งกายของชาวสุรินทร์ เชื้อสายเขมรมีลักษณะ คล้ายคลึงกับคนเอเชียตะวันออกเฉียงใต้แทบทุกประเทศ นั่น คือ ผู้ชายนุ่งโจง ผู้หญิงนุ่งซิ่นแต่ความแตกต่างอยู่ที่วัสดุที่ใช้ในการทำโจงหรือซิ่น ชาวสุรินทร์นิยมใช้ไหมในการทำเครื่องแต่งกายไม่ว่าจะซิ่นเล็กอย่างผ้าสไบ ผ้าขาวม้า หรือซิ่นใหญ่อย่างผ้าถุง และชุมชนบ้านโชคก็เป็นชุมชนที่มีการทำเครื่องเงินและทอผ้าไหม เครื่องเงินที่ผลิตด้วยกลุ่มวิสาหกิจภายในบ้านโชค ก็จะถูกนำมาเป็นเครื่องประดับสวมใส่ในประเพณีต่าง ๆ หรือจัดแสดงตามโอท็อปต่าง ๆ

2. การออกแบบตัวละคร

งานวิจัยนี้ได้ออกแบบ ตัวละคร 2 ตัว ที่แต่งกายด้วยการสวมใส่ชุดผ้าไหมพื้นถิ่นและสวมใส่เครื่องประดับเงินโบราณของชุมชนบ้านโชค เพื่อสื่อถึงความเป็นอัตลักษณ์ของชุมชนบ้านโชคอย่างโดดเด่นและชัดเจน ดัง Figure 3.



Figure 3. Character design.

3. การออกแบบสติ๊กเกอร์ไลน์

ผลการออกแบบสติ๊กเกอร์ไลน์ ดัง Figure 4.



Figure 4. The static LINE stickers with 16 poses.

จาก Figure 4. ได้กำหนดตัวละครที่เป็นเด็กผู้ชายชื่อ “ศิลป์โชค” และเด็กผู้หญิงชื่อ “ศรีเงิน” ที่มีอายุราว 8-12 ปี โดยที่มาของตัวละครเด็กผู้ชายนั้นเป็นการผสมผสานระหว่างคำว่า “ศิลป์” ที่สื่อถึงงานศิลปหัตถกรรมอันประณีตของเครื่องเงินบ้านโชค และคำว่า “โชค” ก็มาจากชื่อหมู่บ้าน เป็นการเน้นย้ำถึงเอกลักษณ์และที่มาของชุมชน และตัวละครเด็กผู้หญิงชื่อ “ศรีเงิน” ที่ โดยที่มาของชื่อ “ศรี” เป็นคำไทยโบราณใช้เรียกหญิงสาวที่มีความดี “เงิน” หมายถึงเครื่องเงิน ซึ่งเป็นภูมิปัญญาและสินทรัพย์ทางวัฒนธรรมพื้นบ้านที่ถ่ายทอดจากรุ่นสู่รุ่น และจากศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับการออกแบบคาแรกเตอร์สติกเกอร์ไลน์ จากแหล่งค้นคว้าเพิ่มเติมจากเอกสารงานวิจัยต่าง ๆ มาวิเคราะห์ออกแบบท่าทางต่าง ๆ และใส่ข้อความที่สื่อถึงบ้านโชคและสามารถสื่อสารได้เข้าใจง่าย ผลการออกแบบ (Figure 4.) พบว่า สติกเกอร์ไลน์แบบภาพนิ่งจำนวน 16 ท่าทาง ที่แต่งกายด้วยการสวมใส่ชุดผ้าไหมและเครื่องประดับเงินโบราณของบ้านโชค ที่แสดงข้อความและท่าทางต่าง ๆ เช่น “ไม่ว่าเพราะโชค มาเที่ยวบ้านโชค” “ตะเนิงบานเต๋อ ถามได้น้ำ” “สู้สู้” “ออกุลเจริญ ๆ ขอบคุณมาก ๆ” “บ้านโชคจุงกะ บ้านโชคสวัสดิ” “ส่งแล้วน้ำ” “โอเค” “โมปีนา มาจากไหน” “พร้อมส่ง” “ชมเลียเด้อ ลาก่อนนะ” เป็นต้น โดยภาษาที่ใช้ส่วนใหญ่จะเป็นภาษาเขมรที่เป็นภาษาถิ่นในชีวิตประจำวันของชุมชนบ้านโชค ที่มีคำแปลอธิบายที่คนทั่วไปก็สามารถเข้าใจได้ง่าย

4. ผลการพัฒนาสื่อโมชันกราฟิก

การพัฒนาสื่อโมชันกราฟิกได้ทำการรวบรวมข้อมูลเนื้อหาจากแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ เช่น งานวิจัย เอกสารและศึกษาความต้องการจากการสัมภาษณ์จากผู้นำชุมชนและคณะกรรมการจากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาเรียบเรียงเนื้อหา และแปลงข้อมูลให้สามารถสื่อสารเข้าใจง่ายและกระชับ พัฒนาเป็นบทสคริปต์ สตอรี่บอร์ด และแปลงเนื้อหาให้ออกมารูปแบบของภาพกราฟิกเคลื่อนไหว พร้อมเสียงบรรยายและเสียงประกอบต่าง ๆ จึงได้เป็นสื่อโมชันกราฟิกที่ประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวของชุมชนบ้านโชค ดัง Figure 5.

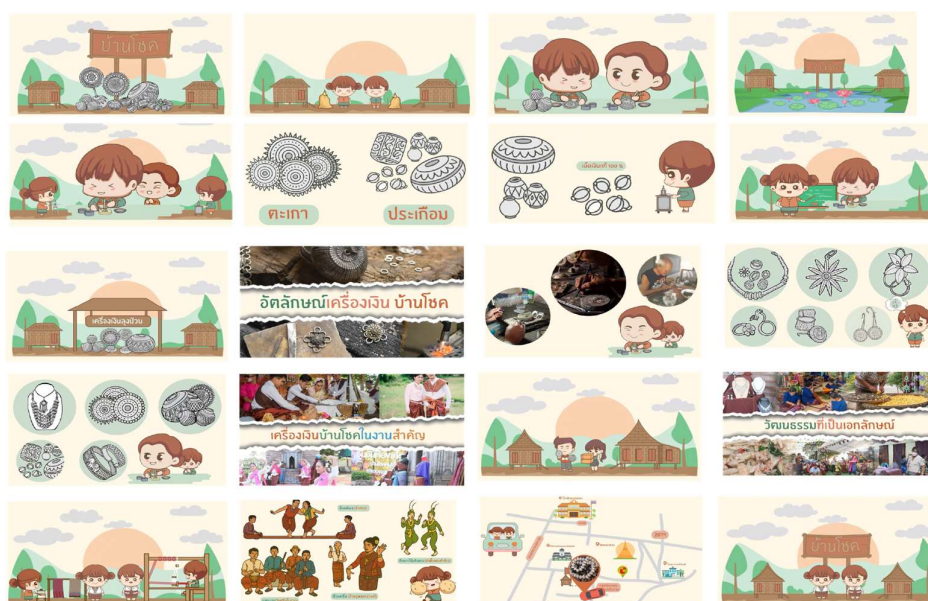


Figure 5. Motion graphic media promoting tourism of Ban Chok community.

จาก Figure 5. สื่อโมชันกราฟิก มีตัวละครหลัก 2 ตัวทำหน้าที่ในการดำเนินเรื่อง คือ “ศรีเงิน” และ “ศิลป์โชค” ในช่วงแรกมีการเล่าถึงประวัติความเป็นมาของชุมชน การถ่ายทอดศิลปะการทำเครื่องเงินโบราณของบ้านโชคตั้งแต่อดีตมาจนถึงปัจจุบัน การก่อตั้งหมู่บ้าน ที่มาของชื่อหมู่บ้านโชค ขั้นตอนการผลิตเครื่องเงิน เครื่องเงินที่โดดเด่นของบ้านโชคทั้งตะเกาและประเทียม และการถ่ายทอดวิชาความรู้เรื่องการทำเครื่องเงิน กลุ่มหัตถกรรมเครื่องเงินโบราณของลุงปวน อัตลักษณ์ของเครื่องเงินบ้านโชค เครื่องเงินบ้านโชคในงานสำคัญ วัฒนธรรมที่เป็นเอกลักษณ์ วิถีชีวิตของผู้คนในชุมชน อาหารพื้นถิ่น

และการแสดงสดดนตรีพื้นบ้าน และตอนจบเป็นการเชิญชวนให้นักท่องเที่ยวเดินทางมาที่ชุมชนบ้านโชค เป็นต้น นอกจากนี้ผลการพัฒนาสื่อโมชันกราฟิก ดัง Figure 5. แล้ว ยังมีโปสเตอร์เพื่อสแกนคิวอาร์โค้ด ดัง Figure 6.



Figure 6. Promotional poster of Ban Chok community.

จาก Figure 6. โปสเตอร์ประชาสัมพันธ์ชุมชนบ้านโชคที่มีคิวอาร์โค้ด (QR CODE) ที่สแกนเพื่อเข้าถึงสื่อโมชันกราฟิก และสติ๊กเกอร์ไลน์ได้ นอกจากนี้ยังมีข้อมูลที่ติดต่อได้ของผู้นำชุมชน และกลุ่มหัตถกรรมเครื่องมือเงินโบราณของชุมชนอีกด้วย จาก Figure 4. และ Figure 5. พบว่าผลการประเมินคุณภาพสื่อดิจิทัลโดยใช้อัตลักษณ์ชุมชนเป็นฐานเพื่อประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมชุมชนบ้านโชค อำเภอเขวาสินรินทร์ จังหวัดสุรินทร์ (n=30) ดัง Table 1. โดยผลการประเมินคุณภาพสื่อดิจิทัล พบว่าอยู่ในเกณฑ์ระดับคุณภาพดี โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.43 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.57

6.2 ผลการประเมินภาพจากผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อสื่อดิจิทัลโดยใช้อัตลักษณ์ชุมชนเป็นฐานเพื่อประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมชุมชนบ้านโชค อำเภอเขวาสินรินทร์ จังหวัดสุรินทร์

จากการศึกษาผลการประเมินคุณภาพที่มีต่อสื่อดิจิทัลโดยใช้อัตลักษณ์ชุมชนเป็นฐานเพื่อประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมชุมชนบ้านโชค อำเภอเขวาสินรินทร์ จังหวัดสุรินทร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน พบว่า ค่าเฉลี่ยโดยรวมอยู่ในระดับ มาก คือ 4.43 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.57

6.3 ผลการศึกษาระดับความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อสื่อดิจิทัลโดยใช้อัตลักษณ์ชุมชนเป็นฐานเพื่อประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมชุมชนบ้านโชค อำเภอเขวาสินรินทร์ จังหวัดสุรินทร์

ผลการวิจัย ดัง Table 1.

Table 1. Results of the study on the satisfaction level categorized by aspects.

Question Topics	($\bar{x}$)	S.D.	Satisfaction Level
Sticker LINE Design Aspect			
1. LINE stickers reflect the identity of Ban Chok community.	4.73	0.44	Highest
2. The design of poses is appropriate for Ban Chok community.	4.76	0.43	Highest
3. Colors and visual composition are attractive and engaging.	4.80	0.40	Highest
4. The size of the text in LINE stickers is appropriate.	4.70	0.46	Highest
5. LINE stickers can be practically used for general communication.	4.80	0.40	Highest
6. Colors and lines are interesting and convey emotions.	4.80	0.40	Highest

Table 4. Results of the study on the satisfaction level categorized by aspects. (Cont.)

Question Topics	($\bar{x}$)	S.D.	Satisfaction Level
7. LINE stickers are aesthetically pleasing and suitable for community promotion.	4.76	0.43	Highest
8. The content of LINE stickers can effectively represent Ban Chok community.	4.76	0.43	Highest
Mean	4.76	0.42	Highest
Motion Graphic Content Aspect			
9. Presents complete and clear content about Ban Chok community.	4.86	0.34	Highest
10. The language used is easy to understand.	4.73	0.44	Highest
11. The sequencing of the storyline in motion graphic media is continuous.	4.70	0.46	Highest
12. The length of the content is appropriate.	4.70	0.46	Highest
13. The content provides knowledge about Ban Chok silverware.	4.76	0.43	Highest
14. The content relates to the current tourism situation.	4.63	0.49	Highest
15. The content presented promotes tourism of Ban Chok community.	4.73	0.44	Highest
16. The content can stimulate interest in community tourism.	4.80	0.40	Highest
Mean	4.73	0.43	Highest
Motion Graphic Design Aspect			
17. Use of colors for graphic images	4.66	0.47	Highest
18. Aesthetic appeal of graphic design	4.73	0.44	Highest
19. Aesthetic appeal of animated graphics	4.73	0.44	Highest
21. Appropriateness of font size	4.60	0.49	Highest
22. Appropriateness of image size in motion graphic media	4.66	0.47	Highest
23. Image sharpness	4.63	0.49	Highest
24. Clarity of narration voice	4.63	0.49	Highest
25. Aesthetic appeal of image composition	4.70	0.46	Highest
26. Appropriateness of background music	4.60	0.49	Highest
27. The presentation style of motion graphic media is interesting	4.70	0.46	Highest
Mean	4.66	0.47	Highest
Mean in overall	4.71	0.44	Highest

จาก Table 1. ผลการประเมินความพึงพอใจของสื่อดิจิทัลโดยใช้อัตลักษณ์ชุมชนเป็นฐานเพื่อประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมชุมชนบ้านโชค อำเภอสวนรินทร์ จังหวัดสุรินทร์ พบว่าอยู่ในเกณฑ์ระดับความพึงพอใจมากที่สุดโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.71 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.44



7. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย (Conclusion and Discussion)

7.1 สรุปผลการวิจัย

จากการการพัฒนาสื่อดิจิทัลโดยใช้อัตลักษณ์ชุมชนเป็นฐานเพื่อประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมชุมชนบ้านโชค อำเภอสวนรัตน จังหวัดสุรินทร์ สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

จากการการพัฒนาสื่อดิจิทัลโดยใช้อัตลักษณ์ชุมชนเป็นฐานเพื่อประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมชุมชนบ้านโชค อำเภอสวนรัตน จังหวัดสุรินทร์ สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ผลการพัฒนาสื่อดิจิทัลโดยใช้อัตลักษณ์ชุมชนเป็นฐานเพื่อประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมชุมชนบ้านโชค อำเภอสวนรัตน จังหวัดสุรินทร์ ประกอบสถิติเกอร์ไลน์ จำนวน 16 ท่าทาง ที่สื่อถึงชุมชนบ้านโชค และสื่อโมชันกราฟิกที่นำเสนอเนื้อหาเพื่อประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวชุมชนบ้านโชค มีผลการประเมินคุณภาพการพัฒนาสื่อดิจิทัลโดยใช้อัตลักษณ์ชุมชนเป็นฐานเพื่อประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมชุมชนบ้านโชค อำเภอสวนรัตน จังหวัดสุรินทร์ พบว่าอยู่ในเกณฑ์ระดับคุณภาพดี โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.43 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.57

2. ผลการประเมินความพึงพอใจของสื่อดิจิทัลโดยใช้อัตลักษณ์ชุมชนเป็นฐานเพื่อประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมชุมชนบ้านโชค อำเภอสวนรัตน จังหวัดสุรินทร์ พบว่าอยู่ในเกณฑ์ระดับความพึงพอใจมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.71 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.44

7.2 อภิปรายผลการวิจัย

งานวิจัยเรื่องการพัฒนาสื่อดิจิทัลโดยใช้อัตลักษณ์ชุมชนเป็นฐานเพื่อประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมชุมชนบ้านโชค อำเภอสวนรัตน จังหวัดสุรินทร์ สรุปโดยรวม อยู่ในระดับมากที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยของ Jairassamee et al. (2022) ได้ทำการวิจัยผลการใช้สื่อดิจิทัลโดยใช้อัตลักษณ์ชุมชนเป็นฐานเพื่อประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมชุมชนบ้านโชค อำเภอสวนรัตน จังหวัดสุรินทร์ อยู่ในรูปแบบสถิติเกอร์ไลน์ที่เป็นแบบภาพเคลื่อนไหวและแบบภาพนิ่งโดยตัวละคร จะแสดงให้เห็นถึงวิถีชีวิตของชุมชนบ้านเทนมีย์ นอกจากนี้ผลการพัฒนาสื่อโมชันกราฟิก จะมีตัวละครหลักที่ทำหน้าที่ดำเนินเรื่อง ซึ่งจะเล่าเกี่ยวกับประวัติและความเป็นมาของชุมชนบ้านเทนมีย์ ศิลปวัฒนธรรม และประเพณี รวมไปถึงสินค้าโอท็อปวิถี วิถีฐานเรียนรู้ และแหล่งท่องเที่ยวใกล้เคียงชุมชนบ้านเทนมีย์ รวมถึงการใช้อัตลักษณ์ชุมชนเป็นฐานจะยิ่งส่งเสริมให้เกิดความเข้าใจและรับรู้ถึงชุมชนอย่างแท้จริง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Dompini et al. (2024) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับพัฒนาสื่อดิจิทัลในการนำเสนอเพื่อประชาสัมพันธ์แหล่งท่องเที่ยวทางวัฒนธรรมท้องถิ่น อำเภอยางชุมน้อย จังหวัดขอนแก่น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อประชาสัมพันธ์แหล่งท่องเที่ยวทางวัฒนธรรมท้องถิ่น และประเมินประสิทธิภาพและวิเคราะห์ผลความพึงพอใจของสื่อดิจิทัล การศึกษาผลการพัฒนาสื่อดิจิทัลในการนำเสนอเพื่อประชาสัมพันธ์แหล่งท่องเที่ยวทางวัฒนธรรมท้องถิ่น อำเภอยางชุมน้อย จังหวัดขอนแก่น จากการศึกษาผลการวิเคราะห์ประเมินเพื่อทดสอบคุณภาพด้านประสิทธิภาพและความพึงพอใจของสื่อดิจิทัล พบว่าโดยรวมอยู่ในระดับคุณภาพมาก และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Rakisaraku et al. (2024) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับ การพัฒนาสื่อดิจิทัลบนเครือข่ายสังคมออนไลน์เพื่อการประชาสัมพันธ์และส่งเสริมการขายผลิตภัณฑ์ชุมชนท่องเที่ยวโอท็อปวิถีตำบลบางเสาธง อำเภอบางเสาธง จังหวัดสมุทรปราการ ผลการวิจัยพบว่า การออกแบบและพัฒนาสื่อดิจิทัลบนเครือข่ายสังคมออนไลน์ประเภท เฟซบุ๊ก ดิกต็อก และอินสตาแกรม โดยงานวิจัยนี้ใช้หลักการออกแบบและพัฒนาระบบโดยประยุกต์ใช้วงจรพัฒนาระบบผลการประเมินประสิทธิภาพของสื่อดิจิทัลบนเครือข่ายสังคมออนไลน์โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบสื่อดิจิทัลที่มีประสบการณ์การทำงานสายวิชาการด้านการออกแบบและผลิตสื่อดิจิทัล อายุงานมากกว่า 10 ปี จำนวน 5 คน พบว่าคะแนนประสิทธิภาพในภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก ผลการประเมินความพึงพอใจที่มีผลต่อการใช้สื่อดิจิทัลบนเครือข่ายสังคมออนไลน์ โดยกลุ่มตัวอย่างนักท่องเที่ยวบริเวณตำบลบางเสาธง อำเภอบางเสาธง จังหวัดสมุทรปราการ พบว่า ค่านระดับความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยของ Klongdee & Chanamool (2021) ที่วิจัยเรื่อง การพัฒนาสื่อโมชันกราฟิกแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ ชุมชนขนมแปกริมคลองหนองบัว จังหวัดจันทบุรี โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาสื่อดิจิทัลประเภทโมชันกราฟิกที่มีประสิทธิภาพในการประชาสัมพันธ์แหล่งท่องเที่ยวชุมชน ผ่านการถ่ายทอดอัตลักษณ์ของชุมชนขนมแปกริมคลอง ซึ่งมีความโดดเด่นทั้งในด้านวัฒนธรรมท้องถิ่น วิถีชีวิต และภูมิปัญญาการทำขนมไทย จากการประเมินคุณภาพของสื่อ พบว่า ผู้เชี่ยวชาญให้คะแนนด้านความถูกต้องของเนื้อหา ความน่าสนใจของการออกแบบ และความสอดคล้องขององค์ประกอบสื่อในระดับมาก ขณะเดียวกันกลุ่มผู้ชมเป้าหมายมีความพึงพอใจโดยรวมในระดับมาก โดยเฉพาะด้านความเข้าใจในเนื้อหาและแรงจูงใจในการเข้ามาท่องเที่ยว ผลวิจัยนี้สะท้อนให้

เห็นว่าสื่อดิจิทัลที่สร้างบนรากฐานของอัตลักษณ์ชุมชน มีศักยภาพในการสร้างการรับรู้และสร้างภาพลักษณ์ที่ดีแก่แหล่งท่องเที่ยวท้องถิ่น อันสอดคล้องกับงานวิจัยของ Bast et al. (2024) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาสื่อดิจิทัลประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวโดยใช้เครือข่ายสังคมสำหรับวิสาหกิจชุมชนกุดหมากไฟ จังหวัดอุดรธานี โดยมุ่งเน้นการส่งเสริมการท่องเที่ยวผ่านการใช้ช่องทางสื่อดิจิทัล เช่น วิดีโอ และอินโฟกราฟิก ที่นำเสนอข้อมูลด้านวิถีชีวิต วัฒนธรรม สินค้าชุมชน และกิจกรรมท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม ผ่านช่องทางโซเชียลมีเดีย ได้แก่ Facebook และ YouTube เพื่อให้เข้าถึงกลุ่มนักท่องเที่ยวสมัยใหม่ที่นิยมรับสารผ่านแพลตฟอร์มออนไลน์ ผลการวิจัยพบว่า การออกแบบเนื้อหาที่ตรงประเด็น มีภาพและข้อมูลชัดเจน ตลอดจนรูปแบบการนำเสนอที่ทันสมัย ช่วยเพิ่มความน่าสนใจในการรับชม และสร้างการรับรู้เกี่ยวกับชุมชนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะกลุ่มผู้ชมออนไลน์มีความสนใจในชุมชนเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน และมีแนวโน้มเข้าร่วมกิจกรรมหรือเดินทางมาท่องเที่ยวจริง ซึ่งสอดคล้องกับ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Wajitragum (2022) ที่ได้ออกแบบสื่อมัลติมีเดียเพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวจังหวัดระนอง เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการออกแบบสื่อมัลติมีเดียเพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยว โดยได้วิเคราะห์องค์ประกอบด้านภูมิประเทศ วัฒนธรรม วิถีชีวิต และประวัติศาสตร์ท้องถิ่น ซึ่งล้วนเป็นส่วนสำคัญในการสะท้อนอัตลักษณ์ของพื้นที่ ผลการวิจัยพบว่า การใช้ข้อมูลอัตลักษณ์ท้องถิ่นมาเป็นแกนหลักในการพัฒนาสื่อ สามารถสร้างความน่าสนใจและเพิ่มคุณค่าให้กับเนื้อหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งยังช่วยกระตุ้นการรับรู้และความเข้าใจในพื้นที่นั้น ๆ ได้ดียิ่งขึ้นอีกด้วย

8. ข้อเสนอแนะงานวิจัย (Recommendation)

- 1) ชุมชนมีสื่อดิจิทัลประชาสัมพันธ์ชุมชนที่สามารถเข้าถึงได้ตลอด 24 ชั่วโมง ซึ่งสามารถเผยแพร่และเข้าถึงได้ผ่านทางสมาร์ทโฟน และอุปกรณ์อื่น ๆ ทั้งนี้ควรมีการประชาสัมพันธ์การใช้งานไปยังหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อการประชาสัมพันธ์ที่ดียิ่งขึ้น
- 2) พัฒนาสื่อดิจิทัลในรูปแบบอื่นเพิ่มเติม เช่น เว็บไซต์ หรือแอปพลิเคชันท่องเที่ยวชุมชน เพื่อต่อยอดและขยายช่องทางการประชาสัมพันธ์ให้เข้าถึงกลุ่มเป้าหมายได้หลากหลายมากขึ้น

9. เอกสารอ้างอิง (References)

- Bast, C., Suansawat, R., Souboon, B., Khakhumalee, P., & Maneesri, S. (2024). Developing the Digital Public Relation Media to Promote Kud Mak Fai Creative Community Enterprise Tourism through Online Social Media Network. *Journal of Management Science, Udon Thani Rajabhat University*, 6(3), 62-75. (In Thai)
- Bengngeon, K., & Koktong, T. (2021, February 22). Line Sticker Design to Reflect the Uniqueness of Kamphaeng Phet Province Culture. *The 1st Kamphaeng Phet Rajabhat University Student National Conference*, 525-540. Kamphaeng Phet Rajabhat University. (In Thai)
- Brünker, F., Deitelhoff, F., & Mirbabaie, M. (2019). *Collective Identity Formation on Instagram - Investigating the Social Movement Fridays for Future*. arXiv. <https://doi.org/10.48550/ARXIV.1912.05123>.
- Chimlee, K. (2016). The Development of Village Cultural Tourism in Ban Takhu Pak Thong Chai District Nakhonratchasima Province. *NRRU Community Research Journal*, 10(1), 7-19. (In Thai)
- Dornpinij, P., Hampituk, S., & Taowklang, K. (2024). Develop Digital Media for Presenting and Promoting Local Cultural Tourism in Wiang Kao District, Khon Kaen Province. *Interdisciplinary Academic and Research Journal*, 4(1), 823-834. <https://doi.org/10.60027/iarj.2024.274070>. (In Thai)
- Hetayothin, C. (2021). Guideline for Character Design: A Case Study of 'Character Design Challenge'. *Asian Creative Architecture, Art and Design*, 32(1), 1-15. (In Thai)
- Homsuwan, S. (2014). Screenwriting, Character Design, and Screenplay. <https://graphic.bsru.ac.th/wp-content/uploads/2020/12/บทที่-3-การเขียนบท-การออกแบบตัวละครและกระดานภาพนิ่ง.pdf>. (In Thai)



- InsightERA. (2023). *Summary of Information You Should Know about Digital 2023 in Thailand from We Are Social and Meltwater*. <https://www.insightera.co.th/digital-2023-thailand>. (In Thai)
- Jairassamee, J., Yasaka, P., Kamtal, J., & Senapru, P. (2022). The Effect of Using Digital Media via Community's Identity for Cultural Tourism Public Relations at Thenmee Community in Surin Province. *Arts and Culture Journal of the Lower Moon River*, 11(1), 1-15. <https://doi.org/10.14456/acj.2022.1>. (In Thai)
- Jiarananon, S. (2023). The Character Design and Storytelling in Television Drama: A Case Study of the Course Entitled Creative Design Project and Criticism, Bachelor of Communication Arts Program in Mass Communication, Bansomdejchaopraya Rajabhat University. *Journal of Communication Arts Review*, 27(1), 110-121. (In Thai)
- Khwao Sinarin Community Learning Center. (2020). *Dressing*. <https://www.facebook.com/photo?fbid=188725792603872&set=pcb.188725895937195>. (In Thai)
- Khwao Sinarin District Community Development Office. (2023). *Khwao Sinarin District Community Development Plan B.E. 2566*. Khwao Sinarin District. (In Thai)
- Klongdee, S., & Chanamool, N. (2021). Development of Motion Graphic Media Introduction to Ecotourism Nong Bua Community, Chanthaburi. *Journal of Applied Information Technology*, 7(2), 75-83. (In Thai)
- Kobayashi, S. (1991). *Color Image Scale*. Kodansha International.
- Lalitsasivimol, W., Chinfuk, N., Phetkla, C., Saeau, C., & Dapa, I. (2023). The Study of Community Identity for Develop Tourism in Yala Province. *Economics and Business Administration Journal Thaksin University*, 15(1), 33-50. <https://doi.org/10.55164/ecbajournal.v15i1.253000>. (In Thai)
- Lauer, D. A., & Pentak, S. (2011). *Design Basics* (8th ed.). Cengage Learning.
- Leekitchwatana, P. (2015). *Research Methods in Education* (10th ed.). King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang. (In Thai)
- Mustafa, B., & Ibrahim, A. (2023). Graphic Design and the Role of Motion Graphics in Enriching and Promoting Tourism Advertising. *Dirasat: Human and Social Sciences*, 50(2), 569-581. <https://doi.org/10.35516/hum.v50i2.4962>. (In Arabic)
- Office of the National Economic and Social Development Council. (2022). *The Thirteenth National Economic and Social Development Plan (2023-2027)*. Office of the Prime Minister. https://www.nesdc.go.th/wordpress/wp-content/uploads/2025/02/article_file_20230307173518.pdf. (In Thai)
- Poksupphiboon, A., & Srikanlayanabuth, A. (2020). The Guidelines for Designing Kawaii Local Characters and Mascots. *Institute of Culture and Arts Journal*, 22(1), 153-165. (In Thai)
- Poonkerd, P., Phuengket, P., Saengyarak, C., & Jingsanthear, S. (2022). Line Sticker Design "Chao Lay" to Promote and Carry on the Language and Ethnicity of the Urak Lawoi People. *Journal of Design Echo*, 3(1), 32-40. (In Thai)
- Potisarn, N. (2021). Motion Graphics for Enhancing Health Literacy. *Industrial Technology Journal Surin Rajabhat University*, 6(2), 77-90. (In Thai)
- Princhankol, P., Thamwipat, K., Sriraksa, K., Intarasorn, S., & Diangsranoi, K. (2024). The Development of Motion Graphic Media to Promote Awareness of Portfolio Creation for High School Students. *Journal for Research and Innovation, Institute of Vocational Education Bangkok*, 7(1), 146-162. (In Thai)
- Rakisarakul, T., Pijukkana, K., & Pibunthong, P. (2024). Development of Digital Media on Social Networks for Public Relations and Promotion of Sales of OTOP Nawatwithi Community Tourism Products,

- Bang Sao Thong Subdistrict, Bang Sao Thong District, Samut Prakan. *Journal of Mass Communication Technology, RMUTP*, 9(1), 17-38. (In Thai)
- Rakkuae, S.(2017, December 22). Development Guidelines for the Promoting Cultural Tourism of Nakhon Chum Subdistrict Municipality, Muang Kamphaeng Phet District, Kamphaeng Phet Province. *The 4th Kamphaeng Phet Rajabhat University National Conference*, 869-880. Kamphaeng Phet Rajabhat University. (In Thai)
- Rochanacirin, N., & Udomthanavong, S. (2023). The Influences of Digital Marketing Media on Perceived Value and Brand Preference Affecting the Decision Making of Undergraduate Study at Private University. *Suthiparithat Journal*, 37(1), 128-141. (In Thai)
- Somchai, S., Phumsaen, P., Arthakun , S., & Singmart, S. (2023). Cultural Management to the Concept of Creative Cultural Tourism. *Interdisciplinary Academic and Research Journal*, 3(6), 1035-1048. <https://doi.org/10.60027/iarj.2023.272810>. (In Thai)
- Sookban, P., Tamsuntai, R., Saothong, J., & Permpoon, A. (2023). Guidelines for the Development of Career Promotion from the Identity of Ban Mai Community, Tra Saeng Subdistrict, Mueang Surin District Surin Province. *Journal of Academic Surindra Rajabhat*, 1(3), 15-26. <https://doi.org/10.14456/jasrru.2023.16>. (In Thai)
- Srisaard, B. (2000). *Preliminary Research* (6th ed.). Suweerivasarn. (In Thai)
- United Nations. (1987). *Report of the World Commission on Environment and Development*. United Nations General Assembly. <https://digitallibrary.un.org/record/139811?v=pdf>.
- Unjan, R., Phetchit, J., Buakhao, S., & Liamnimitr, N. (2023). The Identity of Ban Wang Sai Community for Tourism Development in Thung Song District, Nakhon Si Thammarat Province. *Journal of Agricultural Research and Extension*, 40(2), 224-235. (In Thai)
- Waijittragum, P. (2022). Graphic and Multimedia Design to Promote Tourism for Ranong Province. *Asian Creative Architecture, Art and Design*, 34(1), 102-113. (In Thai)
- Wattano, P., & Korcharoen, M. (2021). Integrated Marketing Communication and Branding of DPU Aviation Academy, Dhurakij Pundit University after Covid-19. *Dhurakij Pundit Communication Arts Journal*, 15(2), 12-32. (In Thai)
- Yoyram, J., Enkvetchakul, P., Doungsri, J., & Boonkate, K. (2023). Development of Motion graphics to Create Recognition and Recognition about The Effect of Smart Device Usage in Early Childhood. *Journal of Engineering and Industrial Technology, Kalasin University*, 1(4), 8-15. <https://doi.org/10.14456/jeit.2023.15>. (In Thai)



Comparing the Performance of ORMs การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของ ORMs

Jakkapan Attala^{1*}, and Chaiyaporn Khemapatpapan²
จักรพันธ์ อัตตา^{1*}, และ ชัยพร เขมะภักตะพันธ์²

Received: 17 June 2025;
Revised: 15 July 2025;
Accepted: 30 July 2025;
Published: 18 August 2025;

Abstract

Modern application development requires efficient data access, and Object-Relational Mapping (ORM) tools simplify SQL operations by enabling developers to interact with databases using object-oriented paradigms. This study compares the performance of three widely used ORMs Prisma, TypeORM, and Sequelize when used with PostgreSQL in a Docker-based TypeScript environment. The experiments involved four types of table relationships: Single Table, One-to-One, One-to-Many, and Many-to-Many. Performance was evaluated based on response time, memory usage, and CPU utilization. The findings suggest that no single ORM outperforms the others in every aspect, as each tool has distinct advantages and limitations depending on the use case. This study aims to provide developers with insights into selecting the most appropriate ORM for their projects, thereby enhancing the efficiency of database management in modern application development.

Keywords: Object-Relational Mapping, Prisma, TypeORM, Sequelize, Performance Evaluation

บทคัดย่อ

การพัฒนาแอปพลิเคชันยุคใหม่ต้องการการเข้าถึงข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ โดยเครื่องมือ Object-Relational Mapping (ORM) มีบทบาทสำคัญในการการเขียนคำสั่งในรูปแบบของโครงสร้างข้อมูลแบบเชิงโครงสร้าง ด้วยการจัดการฐานข้อมูลผ่านแนวคิดเชิงวัตถุ งานวิจัยนี้เปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องมือ ORM ที่ได้รับความนิยมและใช้งานเครื่องเหล่านี้ ได้แก่ Prisma, TypeORM และ Sequelize ซึ่งใช้งานร่วมกับ PostgreSQL ภายใต้สภาพแวดล้อม Docker และภาษา TypeScript โดยครอบคลุมความสัมพันธ์ของตาราง 4 ประเภท ได้แก่ Single Table, One-to-One, One-to-Many และ Many-to-Many การประเมินประสิทธิภาพพิจารณาจากเวลาในการตอบสนอง การใช้หน่วยความจำ และหน่วยประมวลผลกลาง ผลการทดลองจึงได้พบว่ายังไม่มีเครื่องมือใดที่ดีที่สุดในทุก ๆ ด้าน เนื่องจากแต่ละเครื่องมือมีจุดเด่นและข้อจำกัดแตกต่างกัน งานวิจัยนี้จึงมุ่งหวังที่จะให้ข้อมูลเชิงลึกแก่ผู้พัฒนา

^{1*} Student, Program in Computer Engineering, College of Engineering and Technology, Dhurakij Pundit University, Bangkok 10210, Thailand; นักศึกษา สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา วิทยาลัยนวัตกรรมการด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต, กรุงเทพมหานคร 10210 ประเทศไทย; Email: 66130030@dpu.ac.th

² Assistant Professor, Dr., Program in Computer Engineering, College of Engineering and Technology, Dhurakij Pundit University, Bangkok 10210, Thailand; ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา วิทยาลัยนวัตกรรมการด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต, กรุงเทพมหานคร 10210 ประเทศไทย; Email: chaiyaporn@dpu.ac.th

*Corresponding authors: Jakkapan Attala (66130030@dpu.ac.th)



ในการเลือกใช้ ORM ให้เหมาะสมกับความต้องการของโครงการ และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการฐานข้อมูลในกระบวนการพัฒนาแอปพลิเคชันสมัยใหม่

คำสำคัญ: การแมปเชิงวัตถุกับฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์, พริสมา, ไทป์โออาร์เอ็ม, ซีควเอลซ์, การวัดประสิทธิภาพ

1. บทนำ (Introduction)

การจัดการฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational Database) มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาแอปพลิเคชันสมัยใหม่ โดยเฉพาะเมื่อมีการใช้ภาษาโปรแกรมเชิงวัตถุ (Object-Oriented Programming: OOP) ซึ่งแนวทางการเข้าถึงข้อมูลแบบดั้งเดิมผ่าน SQL อาจสร้างความยุ่งยากเมื่อต้องดูแลโค้ดจำนวนมากในระยะยาว ด้วยเหตุนี้ เทคโนโลยีการแมปเชิงวัตถุกับฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Object-Relational Mapping: ORM) จึงถูกพัฒนาขึ้นเพื่อเชื่อมโยงข้อมูลจากฐานข้อมูลกับโครงสร้างเชิงวัตถุของโปรแกรมได้โดยตรง ช่วยลดความซับซ้อนในการเขียนคำสั่ง SQL และเพิ่มความปลอดภัยของข้อมูลผ่านแนวคิด Type Safety (Prisma, n.d.) อย่างไรก็ตาม แม้ว่า ORM จะช่วยให้นักพัฒนาสามารถจัดการฐานข้อมูลได้สะดวกขึ้น แต่งานวิจัยที่ผ่านมา เช่น ของ Chen et al. (2016) พบว่า ORM มีแนวโน้มที่จะเกิดการเข้าถึงข้อมูลซ้ำซ้อน (Redundant Data Access) ซึ่งส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของระบบโดยรวม ทั้งในด้านเวลาในการประมวลผลและการใช้ทรัพยากร เช่น หน่วยความจำและ CPU นอกจากนี้ ORM แต่ละตัวมีแนวทางการทำงานแตกต่างกัน เช่น การจัดการแบบ Active Record หรือ Data Mapper ซึ่งส่งผลกระทบต่อพฤติกรรมของระบบและความยืดหยุ่นในการเขียนโปรแกรม

ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องช่วยให้ผู้พัฒนาเข้าใจข้อดีข้อเสียของแต่ละ ORM และสามารถตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมที่สุดในการพัฒนาแอปพลิเคชัน ซึ่งจะทำให้ลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงานออกแบบระบบในระยะยาว สำหรับเครื่องมือที่เลือกมาศึกษา ได้แก่ Prisma, TypeORM และ Sequelize เนื่องจากเป็นเครื่องมือที่ได้รับความนิยมสูงในปัจจุบัน

ในงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องมือ ORM (Object-Relational Mapping) ที่ได้รับความนิยมในระบบที่ใช้ภาษา TypeScript ได้แก่ Prisma TypeORM และ Sequelize ซึ่งใช้งานร่วมกับฐานข้อมูล PostgreSQL ภายใต้สภาพแวดล้อม Docker โดยครอบคลุมความสัมพันธ์ของตาราง 4 ประเภท ได้แก่ ตารางเดี่ยว (Single Table) หนึ่งต่อหนึ่ง (One-to-One) หนึ่งต่อหลาย (One-to-Many) และหลายต่อหลาย (Many-to-Many) การเปรียบเทียบจะพิจารณาจากตัวชี้วัดหลัก ได้แก่ เวลาในการตอบสนอง (Response Time) การใช้หน่วยความจำ (Memory Usage) และหน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit: CPU) เพื่อให้เห็นถึงข้อจำกัดของ ORM แต่ละประเภท และเป็นแนวทางในการเลือกใช้ ORM ที่เหมาะสมกับลักษณะของโครงการ โดยเฉพาะในยุคที่การพัฒนาแอปพลิเคชันต้องให้ความสำคัญกับทั้งประสิทธิภาพและความเร็ว

2. วัตถุประสงค์งานวิจัย (Research Objectives)

เพื่อวัดและเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องมือ ORM ทั้งสาม ได้แก่ Prisma, TypeORM และ Sequelize

3. การทบทวนวรรณกรรมและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง (Literature Review)

ในการพัฒนาแอปพลิเคชันสมัยใหม่ที่มีการใช้ฐานข้อมูลขนาดใหญ่และซับซ้อน การเลือกเครื่องมือในการเข้าถึงและจัดการข้อมูลจึงเป็นสิ่งสำคัญ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้เทคนิค Object-Relational Mapping (ORM) ซึ่งเป็นแนวทางที่ช่วยให้สามารถเชื่อมโยงข้อมูลจากฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์เข้ากับแนวคิดเชิงวัตถุในภาษาโปรแกรมได้สะดวกมากยิ่งขึ้น บทนี้จะนำเสนอแนวคิดที่เกี่ยวข้องและงานวิจัยที่ผ่านมา ซึ่งมีผลต่อการกำหนดแนวทางของงานวิจัยฉบับนี้

3.1 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับ Object-Relational Mapping (ORM)

Object-Relational Mapping (ORM) คือ เทคนิคที่เชื่อมโยงระหว่างแนวคิดของฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ Relational Database (Monster Connect, n.d.) และการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ (Object-Oriented Programming: OOP) โดย ORM ทำหน้าที่แปลงข้อมูลจากรูปแบบตารางให้สามารถใช้งานในรูปแบบของคลาสและอ็อบเจกต์ในภาษาโปรแกรมได้โดยตรง แนวคิดนี้ช่วยลดการเขียน SQL แบบดั้งเดิม และสามารถจัดการข้อมูลได้ผ่านคำสั่งที่คล้ายกับโค้ดเชิงวัตถุ เช่น การ

ใช้ method และ property และ ORM มีจุดเด่นในการลดความซับซ้อนของการดึงและบันทึกข้อมูล สนับสนุนความปลอดภัยของข้อมูลผ่าน Type Safety (Prisma, n.d.b) และเพิ่มความเร็วในการพัฒนา อย่างไรก็ตาม ORM ก็มีข้อจำกัด เช่น ปัญหา N+1 Query (Vaja & Rahevar, 2016) การใช้ทรัพยากรสูง และความไม่ยืดหยุ่นในการสร้าง Query ที่ซับซ้อน

3.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Chen et al. (2016) ได้ศึกษาและประเมินผลกระทบต่อประสิทธิภาพการทำงานของ การเข้าถึงข้อมูลซ้ำซ้อน (Redundant Data Access) สำหรับแอปพลิเคชันที่พัฒนาโดยใช้กรอบการทำงานที่มักเกิดในระบบที่ใช้ ORM โดยพบว่าปัญหานี้ส่งผลให้ระบบเกิดความล่าช้าและใช้ทรัพยากรเกินความจำเป็น นอกจากนี้ Vaja & Rahevar (2016) ได้เสนอการใช้ In-Memory Caching ร่วมกับ ORM เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ โดยสามารถลดการดึงข้อมูลซ้ำซ้อนจากฐานข้อมูล และลดเวลาในการเข้าถึงข้อมูล โดยที่ Marchuk et al. (2023) ได้ทำการเปรียบเทียบการเข้าถึงฐานข้อมูลผ่าน ORM, REST API, และ GraphQL โดยพบว่า ORM แม้จะสะดวกในการพัฒนาแต่ก็มีค่าใช้จ่ายทรัพยากรสูงในบางสถานการณ์ โดยเฉพาะในระบบที่มีการทำงานแบบ Real-time และในงานวิจัยของ Güvercin & Avenoglu, (2022) ได้วิเคราะห์ประสิทธิภาพของ ORM บน .NET เวอร์ชัน 6 และพบว่า ORM แต่ละตัวมีจุดเด่นที่แตกต่างกัน เช่น Entity Framework Core ทำงานได้ดีใน CRUD ทั่วไป แต่ช้าลงเมื่อ Query มีความซับซ้อน จะเห็นว่าแม้จะมีงานวิจัยที่วิเคราะห์ประสิทธิภาพของ ORM มาบ้างแล้วแต่ส่วนมากเน้นเฉพาะแพลตฟอร์มหรือภาษาเฉพาะ เช่น .NET หรือ Java งานวิจัยนี้จึงมีบทบาทเพิ่มเติมในบริบทของการเปรียบเทียบ ORM ที่ใช้งานร่วมกับ TypeScript และ PostgreSQL โดยออกแบบการทดลองเชิงปริมาณครอบคลุมทุกประเภทความสัมพันธ์ตาราง และใช้ตัวชี้วัดประสิทธิภาพหลากหลาย เช่น Response Time, Memory Usage และ CPU Utilization

3.3 เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง

ในปัจจุบัน ORM ที่ได้รับความนิยมในระบบที่ใช้ภาษา TypeScript ได้แก่ Prisma, TypeORM และ Sequelize ซึ่งมีลักษณะเฉพาะดังนี้

1. Prisma (Prisma, n.d.b) เป็น ORM รุ่นใหม่ที่เน้นความปลอดภัยของประเภทข้อมูล (Type Safety) มี Prisma Schema, Prisma Client และ Prisma Migrate เป็นเครื่องมือหลัก และเหมาะกับระบบที่ต้องการควบคุมโครงสร้างข้อมูลอย่างเข้มงวด
2. TypeORM (TypeORM., n.d.) ซึ่งรองรับทั้ง Active Record และ Data Mapper Pattern ใช้แนวคิด Entity-based Modeling และรองรับการใช้ Decorator ร่วมกับ TypeScript ใน TypeORM แต่ละตารางในฐานข้อมูล จะถูกแมปเป็น Entity (Class) แต่ละคอลัมน์ในฐานข้อมูล จะถูกกำหนดเป็น Property ของ Class ใช้ Decorators ในการกำหนดโครงสร้าง เช่น @Entity(), @Column(), @PrimaryGeneratedColumn()
3. Sequelize (Renovate, 2025) เป็น ORM ที่พัฒนามาบน Node.js รองรับหลายฐานข้อมูล มีลักษณะใช้งานง่าย และมีระบบ Model Associations ที่รองรับความสัมพันธ์ของข้อมูลง่ายขึ้นโดยใช้ JavaScript หรือ TypeScript Model ใน Sequelize เป็นตัวแทนของ ตาราง (Table) ในฐานข้อมูลซึ่งช่วยให้เราสามารถจัดการข้อมูลได้โดยไม่ต้องเขียน SQL โดยตรง แต่ใช้เมธอดของ Sequelize แทนแนวคิดหลักของ Sequelize Model ซึ่งช่วยให้การจัดการ

4. กรอบแนวคิดงานวิจัย (Conceptual Framework)

ในการวิจัยนี้มุ่งเน้นการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องมือ Object-Relational Mapping (ORM) ที่ใช้งานร่วมกับภาษา TypeScript และฐานข้อมูล PostgreSQL โดยเลือกศึกษาจากเครื่องมือยอดนิยมสามประเภท ได้แก่ Prisma, TypeORM และ Sequelize (Prisma, n.d.a; Renovate, 2025; TypeORM, n.d.) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ได้รับความนิยมในการพัฒนาแอปพลิเคชันด้วยภาษา TypeScript ร่วมกับฐานข้อมูล PostgreSQL

งานวิจัยนี้มีกรอบแนวคิดในการวิจัยโดยศึกษาออกแบบเพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ดัง Figure 1.

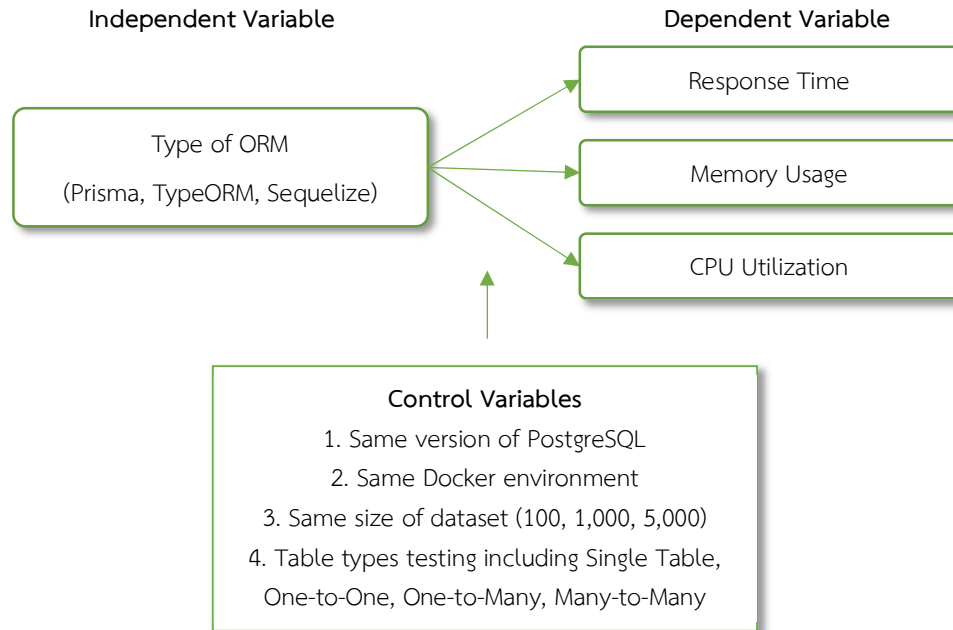


Figure 1. Conceptual Framework.

จาก Figure 1. อธิบายดังนี้

1. ตัวแปรต้น (Independent Variable) ประกอบด้วย ประเภทของ ORM ได้แก่ Prisma, TypeORM และ Sequelize

2. ตัวแปรตาม (Dependent Variables) ประกอบด้วย ประสิทธิภาพของระบบในด้านต่าง ๆ ได้แก่

- 1) เวลาในการตอบสนอง (Response Time)
- 2) การใช้หน่วยความจำ (Memory Usage)
- 3) การใช้หน่วยประมวลผลกลาง (CPU Utilization)

การวิเคราะห์ตัวแปรตาม โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way ANOVA) เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของผลลัพธ์ทางสถิติระหว่างกลุ่ม (ORM แต่ละประเภท)

3. ตัวแปรควบคุม (Control Variables) ได้แก่

- 1) ใช้ฐานข้อมูล PostgreSQL เวอร์ชันเดียวกันในทุกการทดลอง
- 2) ทดสอบในสภาพแวดล้อม Docker เดียวกัน
- 3) ใช้ชุดข้อมูลขนาดเดียวกัน (100, 1,000, 5,000)

4) ดำเนินการทดสอบกับรูปแบบความสัมพันธ์ของตารางทั้ง 4 ประเภท ได้แก่ Single Table, One-to-One, One-to-Many และ Many-to-Many

จากองค์ประกอบทั้งหมดดังกล่าวนี้ได้กำหนด สมมติฐานของการศึกษา ซึ่งประกอบด้วยประเด็นสำคัญ 3 ด้าน ดังนี้

1. เครื่องมือ ORM แต่ละประเภทส่งผลต่อประสิทธิภาพของระบบที่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
2. Prisma ซึ่งรองรับ Schema แบบ Declarative และมี Type Safety สูงจะช่วยลดข้อผิดพลาดในระหว่างการพัฒนา

3. ORM ที่ใช้กับ TypeScript มีแนวโน้มที่จะช่วยให้การพัฒนาแอปพลิเคชันมีประสิทธิภาพมากกว่าการใช้ SQL ตรง

5. วิธีดำเนินงานวิจัย (Research Methodology)

ในการศึกษานี้เราใช้ Docker เป็นหลักในการจัดเตรียมสภาพแวดล้อมทดสอบ เพื่อให้สามารถควบคุม Version ของซอฟต์แวร์และการตั้งค่าได้อย่างแม่นยำ รวมถึงลดความซับซ้อนในการติดตั้งและกำหนดค่า PostgreSQL และ ORM แต่ละตัว

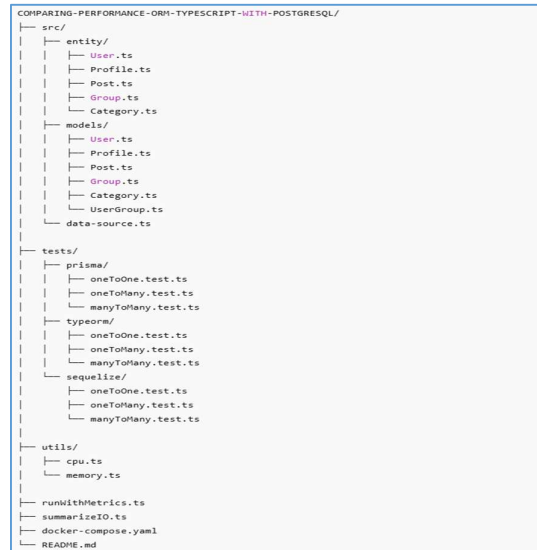


Figure 4. Code and folders used for testing.

- จาก Figure 4. สามารถอธิบายแต่ละโฟลเดอร์ ดังนี้
1. src/entity/
 - 1.1 โฟลเดอร์นี้ใช้เก็บ Entity ของ TypeORM ซึ่งเป็นคลาสที่แมปกับตารางใน PostgreSQL
 - 1.2 แต่ละไฟล์ เช่น User.ts, Post.ts กำหนดความสัมพันธ์ เช่น One-to-One หรือ One-to-Many
 2. src/models/
 - 2.1 ใช้สำหรับเก็บ Model ของ Sequelize
 - 2.2 โครงสร้างคล้ายกับ entity แต่ใช้แนวทาง OOP ของ Sequelize
 - 2.3 UserGroup.ts ใช้สำหรับความสัมพันธ์แบบ Many-to-Many (ผ่าน Table)
 3. src/data-source.ts
 - 3.1 ใช้กำหนดการเชื่อมต่อฐานข้อมูลของ TypeORM
 4. tests/
 - 4.1 โฟลเดอร์นี้รวมไฟล์ทดสอบที่ใช้เปรียบเทียบ ORM ทั้ง 3 ตัวแต่ละโฟลเดอร์ย่อย (prisma, typeorm, sequelize) มีชุดทดสอบแยกตามความสัมพันธ์ เช่น oneToMany.test.ts, manyToMany.test.ts สำหรับวัด Performance ของแต่ละ ORM
 5. utils/
 - 5.1 รวมฟังก์ชันวัด การใช้ CPU (cpu.ts) และหน่วยความจำ (memory.ts) ขณะรันทดสอบ
 6. runWithMetrics.ts
 - 6.1 สคริปต์หลักที่ใช้รันการทดสอบแต่ละ ORM พร้อมจับเวลา/หน่วยความจำ/CPU
 7. docker-compose.yaml
 - 7.1 ใช้สำหรับรัน PostgreSQL ภายใน Docker เพื่อให้ทุก ORM เชื่อมต่อกับฐานข้อมูลเดียวกัน
- README.md
- ทั้งนี้สามารถศึกษาเพิ่มเติมจากคู่มือการใช้งานโปรเจกต์พร้อมอธิบายการรัน การติดตั้ง และวัตถุประสงค์ และสามารถเข้าถึงโค้ดเพิ่มเติมได้ที่ GitHub Repository (Attala, 2025)

6. ผลการวิจัย (Results)

6.1 ผลการวัดประสิทธิภาพและเปรียบเทียบการทำงานของ ORMs แต่ละตัว

การทดสอบประสิทธิภาพ ORM ทั้ง 3 ตัวและเปรียบเทียบข้อมูลโดยจะรวบรวมข้อมูลจากการทดสอบซึ่งจะนำเสนอ โดยรูปแบบ CRUD และความสัมพันธ์ของตาราง โดยจะมีการสรุปข้อมูลในการทดสอบและเปรียบเทียบที่ทดสอบขนาด 5,000 ข้อมูล ดัง Table 1-3. และ Figure 5-7.

Table 1. Response Time Summary Table

Relationship	Operation	Prisma (ms)	TypeORM (ms)	Sequelize (ms)
Single Table	Create	28247	46817	29464
	Read	78	126	89
	Update	29266	28825	29422
	Delete	76	83	72
One-To-One	Create	130379	58037	62647
	Read	277	121	235
	Update	47329	28791	42964
	Delete	323	95	95
One-To-Many	Create	70741	83378	95406
	Read	199	181	557
	Update	55661	59296	59669
	Delete	2936	2820	3666
Many-To-Many	Create	63739	69485	84870
	Read	135	114	425
	Update	84769	87757	78830
	Delete	84	86	93

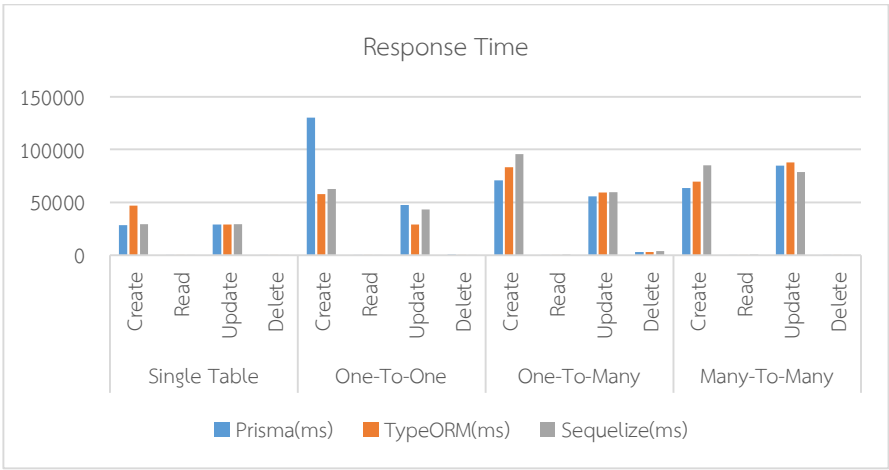


Figure 5. Chart Response Time

จากการทดสอบ Response Time ตาม Table 1. และ Figure 5. สามารถแบ่งเป็น 4 กรณีศึกษาหลัก (Single Table, One-To-One, One-To-Many, Many-To-Many) โดยวัดเวลาที่ใช้ในแต่ละ Operation (Create, Read, Update, Delete) โดยมีการสรุปภาพรวม ดังนี้

1. Prisma เต้นในการสร้าง (Create) และอัปเดต (Update) ข้อมูลแบบ Single Table, One-To-Many, Many-To-Many (เร็วกว่า TypeORM 6–18 %) และ เสียเปรียบกับ TypeORM/Sequelize ใน One-To-One (ช้ากว่า~40–70 %)
2. TypeORM เต้นในการอ่าน (Read) ข้อมูลที่มีความสัมพันธ์เชิงซ้อน (One-To-One, Many-To-Many) (เร็วกว่า Prisma 15–56 %) และ ช้ากว่า Prisma มากในงาน Create แบบ Single Table (ช้ากว่า) และ One-To-Many/M-to-M
3. Sequelize ประสิทธิภาพกลาง ๆ โดยภาพรวมช้ากว่า Prisma และ TypeORM ในหลายกรณีโดดเด่นเพียงบางจุดเช่น Update ในMany-To-Many (เร็วกว่า Prisma 7 %)

Table 2. Memory Usage Summary

Relationship	Operation	Prisma (MB)	TypeORM (MB)	Sequelize (MB)
Single Table	Create	23.91	10.35	16.16
	Read	1.05	1.32	2.24
	Update	24.71	5	10
	Delete	0	0.05	0.1
One-To-One	Create	24.64	16.16	22.32
	Read	0.57	2.24	8.42
	Update	3.08	8.35	8.98
	Delete	0	0	0
One-To-Many	Create	28.36	24.18	0.33
	Read	4.15	2.66	1.28
	Update	29.39	29.91	1.28
	Delete	0.04	0.07	0
Many-To-Many	Create	24.95	20.95	2.45
	Read	0.61	0.87	1.72
	Update	36.57	11.22	34.85
	Delete	0	0	0.06

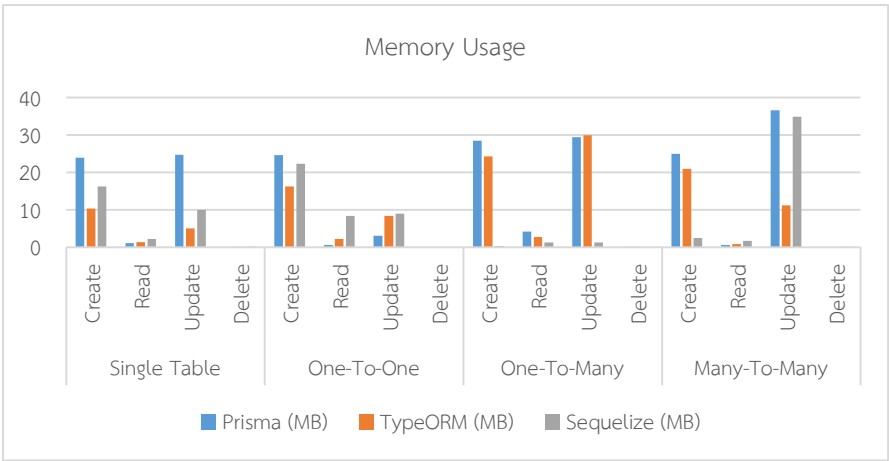


Figure 6. Chart Memory Usage

จากทดสอบ Memory Usage ตาม Table 2. และ Figure 6. สามารถแบ่งเป็น 4 กรณีศึกษาหลัก (Single Table, One-To-One, One-To-Many, Many-To-Many) โดยวัดการใช้หน่วยความจำ ที่ใช้ในแต่ละ Operation (Create, Read, Update, Delete) โดยมีการสรุปภาพรวม ดังนี้

1. Prisma ใช้หน่วยความจำสูงที่สุดในการ CreateและUpdate ของ Single Table, One-To-Many, Many-To-Many ใน One-To-One จะกิน memory น้อยกว่าคู่แข่งเล็กน้อย (เมื่อเทียบกับ Sequelize) แต่ Read/Updateกลับใช้สูงกว่าอย่างมาก
2. TypeORM กิน memory น้อยกว่า Prisma ในการ Create ทุกกรณี และใช้ memory สูงกว่า Prisma มากเมื่อ อ่านข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (One-To-One, Many-To-Many)
3. Sequelize มี memory spike สูงสุดเมื่ออ่าน One-To-One และ อ่าน Many-To-Many ทำงานมีประสิทธิภาพในการใช้หน่วยความจำมากใน One-To-Many (Create/Update ลดลงกว่า 95%)

Table 3. Summary of CPU Utilization comparison

Relationship	Operation	Prisma (ms)	TypeORM (ms)	Sequelize (ms)
Single Table	Create	9500	15500	9203
	Read	47	141	94
	Update	10563	9891	8765
	Delete	15	0	16
One-To-One	Create	38421	20484	21735
	Read	266	234	297
	Update	17328	9469	16734
	Delete	16	16	15
One-To-Many	Create	19235	31532	34453
	Read	218	203	594
	Update	20578	19203	18515
	Delete	16	31	0
Many-To-Many	Create	19640	26328	30078
	Read	94	110	500
	Update	26735	34202	32140
	Delete	0	0	0

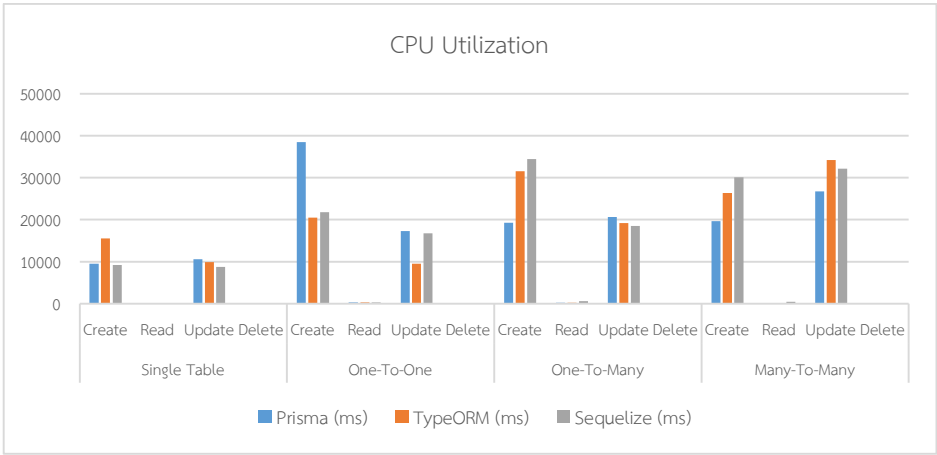


Figure 7. Chart CPU Utilization comparison



จากตารางการทดสอบการใช้ CPU Utilization ตาม Table 3. และ Figure 7. สามารถแบ่งเป็น 4 กรณีศึกษาหลัก (Single Table, One-To-One, One-To-Many, Many-To-Many) โดยวัดการใช้ CPU ที่ใช้ในแต่ละ Operation (Create, Read, Update, Delete) โดยมีการสรุปภาพรวม ดังนี้

1. Prisma Single Table ใช้ CPU ต่ำสุดทั้ง Create/Update แต่ Read และ Delete ก็อยู่ในระดับต่ำ. ความสัมพันธ์ซับซ้อน (One-To-One / M-to-M): CPU พุ่งสูงสุด เช่น Create One-To-One (38,421) และ Update M-to-M (26,735)

2. TypeORM Create ใช้ CPU สูงกว่า Prisma มากใน Single Table (+63.2 %) และ One-To-Many (+63.9 %) การ Read/Update: ค่อนข้างสมดุล เมื่อเทียบกับ Prisma บางกรณีอาจกิน CPU น้อยกว่า เช่น Update One-To-Many -6.7%

3. Sequelize Read ความสัมพันธ์ซับซ้อนบานปลาย เช่น Read Many-To-Many +431.9 % และ Delete บางกรณีประหยัด CPU (เช่น One-To-Many Delete = 0)

6.2 ผลการเปรียบเทียบกระบวนการแปลงคำสั่ง Object เป็น SQL

งานวิจัยนี้เพื่อให้เข้าใจเชิงลึกถึงพฤติกรรมของ ORM ในกระบวนการทำงานจริง จึงได้เปรียบเทียบโครงสร้างคำสั่ง SQL ที่ถูกสร้างโดย ORM ทั้งสาม ได้แก่ Prisma, TypeORM, และ Sequelize โดยเน้นที่กรณี One-to-One Relationship ในการทำงานแบบ Create ผลลัพธ์ดังแสดง Figure 8. จากภาพจะเห็นได้ว่า

1. Prisma มีลักษณะการสร้าง SQL ที่แบ่งขั้นตอนอย่างชัดเจน เช่น BEGIN, INSERT, และ COMMIT พร้อมกับการใช้ RETURNING เพื่อรับค่าที่ถูกสร้าง เช่น id. จุดเด่นของ Prisma คือการควบคุมธุรกรรม (Transaction) โดยอัตโนมัติระหว่างตารางที่มีความสัมพันธ์กัน ซึ่งช่วยให้การทำงานปลอดภัยและลดความซับซ้อนของโค้ดฝั่งผู้พัฒนา

2. TypeORM ใช้รูปแบบ SQL แบบ explicit โดยต้องเริ่ม START TRANSACTION และสิ้นสุดที่ COMMIT. การส่งค่าผ่าน parameter เช่น \$1, \$2 ทำให้สามารถตรวจสอบและควบคุม flow ได้ละเอียดมาก เหมาะกับระบบที่ต้องการความยืดหยุ่นและการควบคุมเชิงลึกในระดับโค้ด

3. Sequelize สร้าง SQL ที่กระชับ และมักจัดการธุรกรรมแบบอัตโนมัติ (implicit) เว้นแต่ระบุ manual transaction โดยตรง คิ่ค่าหลายฟิลด์พร้อมกันในคำสั่งเดียว ทำให้เหมาะสำหรับการใช้งานที่ต้องการความเร็วในการพัฒนาและผลลัพธ์ที่ครบถ้วนทันที

Prisma	TypeORM	Sequelize
<pre>sql Query: BEGIN , Params: [], Duration: 1ms Query: INSERT INTO "db_test"."User" ("name","email") VALUES (\$1,\$2) RETURNING "db_test"."User"."id" Params: ["Lucia Kuhic","Q_Era_Gislasen43@yahoo.com"] Duration: 5ms Query: INSERT INTO "db_test"."Profile" ("bio","userId") VALUES (\$1,\$2) RETURNING "db_test"."Profile"."id" Params: ["Demo ...",12203] Duration: 5ms Query: SELECT "User"."*" FROM "User" WHERE "id" = \$1 Params: [12203] Duration: 3ms Query: SELECT "Profile"."*" FROM "Profile" WHERE "userId" IN (\$1) Params: [12203] Duration: 2ms Query: COMMIT , Params: [], Duration: 19ms</pre>	<pre>sql START TRANSACTION sql INSERT INTO "db_typeorm_test"."user"("name", "email") VALUES (\$1, \$2) RETURNING "id" Params: [Erma Von-Osinski, @Newton81@yahoo.com] sql INSERT INTO "db_typeorm_test"."profile"("bio", "userId") VALUES (\$1, \$2) RETURNING "id" Params: ["Aedulus maxime patior...", 49977] sql COMMIT</pre>	<pre>sql INSERT INTO "Users" ("id", "name", "email", "createdAt", "updatedAt") VALUES (DEFAULT, \$1, \$2, \$3, \$4) RETURNING "id", "name", "email", "createdAt", "updatedAt"; sql INSERT INTO "Profiles" ("id", "bio", "userId", "createdAt", "updatedAt") VALUES (DEFAULT, \$1, \$2, \$3, \$4) RETURNING "id", "bio", "userId", "createdAt", "updatedAt";</pre>

Figure 8. SQL Query Comparison Across Prisma, TypeORM, and Sequelize.

7. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย (Conclusion and Discussion)

7.1 สรุปผลการวิจัย (Conclusion)

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องมือ Object-Relational Mapping (ORM) ได้แก่ Prisma, TypeORM และ Sequelize ร่วมกับภาษา TypeScript และฐานข้อมูล PostgreSQL โดยทำการทดสอบกับรูปแบบความสัมพันธ์ของตารางที่หลากหลาย ได้แก่ Single Table, One-to-One, One-to-Many และ Many-to-Many พร้อมประเมินผลจาก 3 ตัวชี้วัดหลัก ได้แก่ เวลาในการตอบสนอง (Response Time), การใช้หน่วยความจำ (Memory Usage) และการใช้ CPU (CPU Utilization) จากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่า:

1. ไม่มี ORM ใดที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดในทุกด้าน แต่ละตัวมีจุดแข็งและข้อจำกัดของตนเอง
 2. TypeORM มีความสมดุลระหว่างประสิทธิภาพและการใช้ทรัพยากร เหมาะกับระบบที่มีความสัมพันธ์ซับซ้อน
 3. Prisma เหมาะสำหรับงานที่ต้องการความปลอดภัยของชนิดข้อมูลและความเร็วในการพัฒนา โดยเฉพาะกรณี Single Table และ One-to-Many แต่ใช้ทรัพยากรสูงกว่า
 4. Sequelize ใช้หน่วยความจำน้อย เหมาะสำหรับโครงการขนาดเล็กถึงกลางที่ต้องการพัฒนาเร็ว
- ผลการวิจัยจึงช่วยยืนยันว่า การเลือกใช้ ORM ควรคำนึงถึงลักษณะงานและข้อจำกัดของระบบ มากกว่าความนิยมเพียงอย่างเดียว

7.2 อภิปรายผลการวิจัย (Discussion)

เมื่อพิจารณาผลการทดลองร่วมกับวัตถุประสงค์การวิจัยและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง จะพบดังนี้

1. TypeORM แสดงผลลัพธ์ที่น่าสนใจในกรณีการอ่านข้อมูลจากความสัมพันธ์ที่ซับซ้อน เช่น One-to-One และ Many-to-Many ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางของ Repository Pattern และ Query Builder ที่ให้ความยืดหยุ่นในการออกแบบคำสั่ง SQL (สอดคล้องกับ Güvercin & Avenoglu (2022))
 2. Prisma ให้ความเร็วในกรณี Insert และ Update โดยเฉพาะ Single Table ซึ่งสอดคล้องกับคุณสมบัติ Type Safety และระบบ Transaction อัตโนมัติ ทำให้เหมาะกับทีมพัฒนาสมัยใหม่ (Prisma, n.d.b)
 3. Sequelize แม้จะด้อยกว่าด้านประสิทธิภาพในบางกรณี แต่ก็เหมาะกับโครงการที่เน้นการพัฒนาเร็วและมีข้อจำกัดด้านทรัพยากร เช่น RAM ต่ำ ซึ่งตรงกับข้อเสนอในงานวิจัยของ Marchuk et al. (2023)
- การเปรียบเทียบในครั้งนี้จึงช่วยยืนยันอีกครั้งว่า ไม่มี ORM ใดดีที่สุดในทุกมิติ แต่ การตัดสินใจควรอิงกับลักษณะของข้อมูล ความซับซ้อนของระบบ และทรัพยากรที่มีอยู่ เป็นหลัก

8. ข้อเสนอแนะงานวิจัย (Recommendation)

8.1 ข้อเสนอแนะเชิงเทคนิค (Technical Recommendation)

1. ควรศึกษาการใช้งาน ORM ควบคู่กับเทคนิคการ Cache เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเข้าถึงข้อมูล
จากผลการทดลองพบว่า ORM บางตัว (เช่น Sequelize) มีการใช้หน่วยความจำต่ำ แต่มีเวลาในการอ่านข้อมูลสูงในบางกรณี โดยเฉพาะในความสัมพันธ์แบบ Many-to-Many ซึ่งมีค่า queryTimeMs และ CPU Usage สูงอย่างชัดเจน
ดังนั้น ควรพิจารณาใช้ระบบ In-Memory Cache เช่น Redis หรือ Node.js memory cache เพื่อกักเก็บข้อมูลที่มีการเรียกซ้ำบ่อย ลดการโหลดจากฐานข้อมูลโดยตรง ซึ่งจะช่วยลด latency และภาระ CPU ได้อย่างมีนัยสำคัญ งานวิจัยของ Vaja & Rahevar (2016) ได้แสดงให้เห็นว่า Caching สามารถลด Redundant Data Access ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
2. การหลีกเลี่ยงปัญหา N+1 Query ด้วยการ Optimize Query หรือใช้ Query Builder อย่างเหมาะสม
จากผลทดสอบ ORM ที่สนับสนุน Query Builder อย่าง TypeORM พบว่ามีประสิทธิภาพสูงในการอ่านข้อมูลที่มีความสัมพันธ์ซับซ้อน เนื่องจากสามารถรวม Query ได้อย่างยืดหยุ่น ลดจำนวน Query ซ้ำซ้อน
ดังนั้นควรใช้ eager loading, join queries, หรือ tools เช่น Prisma's include, Sequelize's include, หรือ TypeORM's leftJoinAndSelect เพื่อรวม Query แทนการ query ที่ละ entity
ข้อเสนอแนะนี้สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Chen et al. (2016) ที่ระบุว่า ORM มักมีแนวโน้มเกิด Redundant Data Access หากไม่ได้จัดการ Query อย่างมีประสิทธิภาพ

8.2 ข้อเสนอแนะเชิงการประยุกต์ใช้ (Practical Recommendation)

1. นักพัฒนาและองค์กรควรพิจารณาเลือกลักษณะของ ORM ให้เหมาะสมกับประเภทของระบบ เช่น 1. หน่วยความจำหลัก (Eng: RAM – Random Access Memory) เช่น Embedded หรือ Serverless ควรเลือกใช้ Sequelize ซึ่งผลการทดลองแสดงว่าใช้หน่วยความจำน้อยกว่าตัวอื่นอย่างมีนัยสำคัญในหลายกรณี 2. ระบบที่มีความซับซ้อนของข้อมูลและต้องการ Query แบบยืดหยุ่น เช่น ระบบ Dashboard หรือ Back-office ขนาดใหญ่ ควรเลือก TypeORM ที่รองรับ Repository Pattern และ Query Builder ได้ดี 3. ระบบที่ต้องการความแม่นยำของ schema และ Type Safety สูง เช่น ระบบที่เน้นความปลอดภัยของข้อมูลหรือทีมพัฒนาที่ใช้ TypeScript อย่างเข้มข้น ควรเลือก Prisma 2. ควรมีการประเมินความต้องการของระบบในด้านทรัพยากร จากการทดลองแสดงให้เห็นว่า ORM บางตัวใช้ CPU สูงกว่าอีกตัวในกรณีเดียวกันมากถึง 60% ดังนั้นองค์กรควรวัด Resource Budget เช่น CPU/memory limit ของระบบให้ชัดเจนก่อนเลือก ORM เพื่อให้เหมาะสมกับระบบจริง

8.3 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในอนาคต (Recommendations for Future Research)

1. ควรขยายผลการศึกษาไปยัง ORM อื่น ๆ เช่น Kysely, Drizzle ORM, MikroORM หรือ Objection.js เพื่อให้เห็นแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของ performance ตามยุคสมัย โดยเฉพาะ ORM สมัยใหม่ที่เน้น “type-safe query builder” แทน traditional ORM pattern

2. ควรทดสอบร่วมกับฐานข้อมูลอื่น เช่น MySQL, MariaDB หรือ MongoDB ORM บางตัวอาจมี performance ต่างกันอย่างชัดเจนเมื่อใช้งานร่วมกับ database อื่น จึงควรเปรียบเทียบข้ามระบบเพื่อตอบโจทย์งานที่ใช้ stack แตกต่างกัน

3. ศึกษา performance ของ ORM ในสภาพแวดล้อม cloud-native เช่น Kubernetes หรือ Serverless Architecture เนื่องจากสภาพแวดล้อมเหล่านี้มีข้อจำกัดด้านทรัพยากรและความคาดหวังได้น้อย การเข้าใจ performance pattern ของ ORM ภายใต้งานนี้จะมียุทธศาสตร์อย่างมาก

9. องค์ความรู้จากงานวิจัย (Contributions)

งานวิจัยนี้ช่วยให้เข้าใจถึงข้อแตกต่างด้านประสิทธิภาพของ ORM แต่ละตัว (Prisma, TypeORM, Sequelize) ได้ชัดเจนขึ้น ทั้งในแง่เวลาในการตอบสนอง การใช้หน่วยความจำ และ CPU โดยทดสอบกับตารางที่มีความสัมพันธ์ต่างกัน และควบคุมตัวแปรอย่างเป็นระบบ นอกจากนี้ ยังได้ใช้วิธีการวัดผลตามหลักสถิติ เช่น การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย และ One-Way ANOVA เพื่อให้เปรียบเทียบได้อย่างมีนัยสำคัญ งานนี้ยังได้เพิ่มเติมจากงานวิจัยก่อนหน้า ซึ่งส่วนใหญ่ยังไม่ครอบคลุมการทดสอบ ORM ร่วมกับ TypeScript และ PostgreSQL ในระดับความสัมพันธ์ข้อมูลหลายรูปแบบ สุดท้ายงานวิจัยนี้เสนอแนะแนวทางการเลือกใช้ ORM ให้เหมาะสมกับลักษณะงานจริง เช่น หากเน้นความเร็วและ type safety อาจเลือก Prisma แต่ถ้าต้องการ query ยืดหยุ่นควรเลือก TypeORM เป็นต้น

10. เอกสารอ้างอิง (References)

- Attala, J. (2025). *Comparing-Performance-ORM-typescript-with-PostgreSQL* [Dockerfile].
<https://github.com/Jakkapan-a/Comparing-Performance-ORM-typescript-with-PostgreSQL>.
- Chen, T.-H., Shang, W., Jiang, Z. M., Hassan, A. E., Nasser, M., & Flora, P. (2016). Finding and Evaluating the Performance Impact of Redundant Data Access for Applications that are Developed Using Object-Relational Mapping Frameworks. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 42(12), 1148-1161. <https://doi.org/10.1109/TSE.2016.2553039>.
- Güvercin, A. E., & Avenoglu, B. (2022). Performance Analysis of Object-Relational Mapping (ORM) Tools in .Net 6 Environment. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 15(4), 453–465.
<https://doi.org/10.17671/gazibtd.1059516>.
- Marchuk, Y., Dyyak, I., & Makar, I. (2023, September 26-28). Performance Analysis of Database Access: Comparison of Direct Connection, ORM, REST API and GraphQL Approaches. *2023 IEEE 13th International Conference on Electronics and Information Technologies*, 174–176.
<https://doi.org/10.1109/ELIT61488.2023.10310748>.

- Monster Connect. (n.d.). *Relational Database*. <https://monsterconnect.co.th/relational-database>. (In Thai)
- Node.js. (n.d.). *Process*. https://nodejs.org/api/process.html?utm_source=chatgpt.com.
- Prisma. (n.d.a). *Introspection for PostgreSQL in a TypeScript Project*. <https://www.prisma.io/docs/getting-started/setup-prisma/add-to-existing-project/relational-databases/introspection-typescript-postgresql>.
- Prisma. (n.d.b). *Type Safety*. <https://www.prisma.io/docs/orm/prisma-client/type-safety>.
- Renovate. (2025). *Model Basics*. Sequelize. <https://sequelize.org/docs/v6/core-concepts/model-basics>.
- TypeORM. (n.d.). *Entities*. <https://typeorm.io/docs/entity/entities>.
- Vaja, D. D., & Rahevar, M. (2016, December 19-21). Improve Performance of ORM Caching Using In-Memory Caching. *2016 International Conference on Computing, Analytics and Security Trends*, 112-115. <https://doi.org/10.1109/CAST.2016.7914950>.
- Zaytsev, S. (2025). *Architecture*. <https://jestjs.io/docs/architecture>.

The Digital Classroom via LINE Application about Using TikTok for Marketing for Student with Intellectual Disabilities, School for the Deaf, Surin Province

ห้องเรียนดิจิทัลผ่านแอปพลิเคชันไลน์ เรื่องการใช้ TikTok เพื่อการตลาดสำหรับ
ผู้ที่มีความบกพร่องทางสติปัญญา โรงเรียนโสตศึกษา จังหวัดสุรินทร์

Thippawan Sopian¹, Phonphimon Khongchudi², Pintong Maleekaew³, Ubonwan Srisakaew⁴,
Thongmee Lakonpol⁵, Jeeranun Tasuntia⁶, and Wiphasith Hiranrat^{7*}

ทิพวรรณ โสเพียร¹, พรพิมล คงชูดิ², พิณทอง มาลีแก้ว³, อุบลวรรณ ศรีชะแก้ว⁴, ทองมี ละครพล⁵, จีระนันท์ ตะสันเทียม⁶,
และ วิภาสิทธิ์ หิรัญรัตน์^{7*}

Received: 6 June 2025;

Revised: 1 August 2025;

Accepted: 5 August 2025;

Published: 20 August 2025;

Abstract

This paper aimed to achieve four objectives: (1) to develop a digital classroom via the LINE application on the topic of using TikTok for marketing for individuals with intellectual disabilities at the School for the Deaf in Surin Province, (2) to evaluate the effectiveness of the developed digital classroom, (3) to study the learning achievement regarding the use of TikTok for marketing, and (4) to assess the TikTok marketing content creation skills of individuals with intellectual disabilities. The sample group consisted of 10 upper secondary students from the School for the Deaf in Surin Province, selected through purposive sampling. Research tools included online instructional media, a pre-test, a post-test, and skill exercise. Data analysis used the Wilcoxon signed-rank test and percentage calculations. The results showed that the digital classroom via the LINE application had an effectiveness score of 1.51, exceeding the Meguigans' benchmark. Students demonstrated

¹ Student, Program in Computer Technology, Faculty of Agriculture and Technology, Rajamangala University of Technology Isan Surin Campus, Surin 32000, Thailand; นักศึกษา สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์ 32000 ประเทศไทย; Email: thippawan13072546@gmail.com

² Student, Program in Computer Technology, Faculty of Agriculture and Technology, Rajamangala University of Technology Isan Surin Campus, Surin 32000, Thailand; นักศึกษา สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์ 32000 ประเทศไทย; Email: phonphimon.kh@rmuti.ac.th

³ Student, Program in Computer Technology, Faculty of Agriculture and Technology, Rajamangala University of Technology Isan Surin Campus, Surin 32000, Thailand; นักศึกษา สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์ 32000 ประเทศไทย; Email: pintong.ma@rmuti.ac.th

⁴ Student, Program in Computer Technology, Faculty of Agriculture and Technology, Rajamangala University of Technology Isan Surin Campus, Surin 32000, Thailand; นักศึกษา สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์ 32000 ประเทศไทย; Email: chanomgod07@gmail.com

⁵ Assistant Professor. Dr., Program in Computer Technology, Faculty of Agriculture and Technology, Rajamangala University of Technology Isan Surin Campus, Surin 32000, Thailand; ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์ 32000 ประเทศไทย; Email: thongmee.la@rmuti.ac.th

⁶ Lecturer, Program in Computer Technology, Faculty of Agriculture and Technology, Rajamangala University of Technology Isan Surin Campus, Surin 32000, Thailand; อาจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์ 32000 ประเทศไทย; Email: jeeranun.ta@gmail.com

^{7*} Assistant Professor. Dr., Program in Computer Technology, Faculty of Agriculture and Technology, Rajamangala University of Technology Isan Surin Campus, Surin 32000, Thailand; ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์ 32000 ประเทศไทย; Email: wiphasith.hi@rmuti.ac.th

*Corresponding authors: Wiphasith Hiranrat (wiphasith.hi@rmuti.ac.th)



significantly higher learning achievement after the lesson at the 0.05 level of significance. Moreover, students with intellectual disabilities who learned through the digital classroom achieved a TikTok content creation skill level of 65.9%, which meets the hypothesis threshold of 50%.

Keywords: Digital Classroom via LINE Application, TikTok for Marketing, Students with Intellectual Disabilities, Digital Marketing

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์การวิจัย 4 ประการ ได้แก่ ข้อที่หนึ่งเพื่อพัฒนาห้องเรียนดิจิทัลผ่านแอปพลิเคชันไลน์ เรื่องการใช้ TikTok เพื่อการตลาดสำหรับผู้ที่มีความบกพร่องทางสติปัญญา โรงเรียนโสตศึกษา จังหวัดสุรินทร์ ข้อที่สองเพื่อหาประสิทธิภาพของห้องเรียนดิจิทัลดังกล่าว ข้อที่สามเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้เกี่ยวกับการใช้ TikTok เพื่อการตลาด และข้อที่สี่เพื่อประเมินทักษะในการพัฒนา TikTok เพื่อการตลาดของผู้ที่มีความบกพร่องทางสติปัญญา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนโสตศึกษา จังหวัดสุรินทร์ จำนวน 10 คน โดยใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ สื่อการสอนออนไลน์เกี่ยวกับการใช้ TikTok เพื่อการตลาด แบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน แบบฝึกทักษะ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ สถิติทดสอบวิลคอกซัน และค่าร้อยละ ผลการศึกษาพบว่า ห้องเรียนดิจิทัลผ่านแอปพลิเคชันไลน์ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 1.51 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์เมกุยแกนส์ ทั้งนี้ผู้เรียนที่ใช้ห้องเรียนดิจิทัลผ่านแอปพลิเคชันไลน์ เรื่องการใช้ TikTok เพื่อการตลาดมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นอกจากนี้ พบว่า ผู้ที่มีความบกพร่องทางสติปัญญาที่เรียนรู้ด้วยห้องเรียนดิจิทัลผ่านแอปพลิเคชันไลน์ เรื่องการใช้ TikTok เพื่อการตลาด มีทักษะในการสร้าง TikTok คิดเป็นร้อยละ 65.9 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ (ร้อยละ 50)

คำสำคัญ: ห้องเรียนดิจิทัลผ่านแอปพลิเคชันไลน์, ดิจิตอลเพื่อการตลาด, ผู้ที่มีความบกพร่องทางสติปัญญา, ตลาดดิจิทัล

1. บทนำ (Introduction)

ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีในปัจจุบันได้ขับเคลื่อนโลกเข้าสู่ยุคดิจิทัลอย่างรวดเร็ว ทำให้การสื่อสารระหว่างบุคคลจากทั่วโลกสามารถเกิดขึ้นได้ทันทีและไร้พรมแดน ซึ่งนำไปสู่การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ทางวัฒนธรรมระหว่างประเทศอย่างกว้างขวาง อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวได้ส่งผลกระทบต่อวิถีชีวิตและวัฒนธรรมดั้งเดิม โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเปลี่ยนแปลงในเรื่องของคุณค่า ภูมิปัญญา ความรู้สึก และอัตลักษณ์ทางวัฒนธรรมที่ถูกแปรเปลี่ยนให้กลายเป็นสินค้าทางการค้าหรือผลิตภัณฑ์ในเชิงพาณิชย์ (Wannit & Sonphonngam, 2022) แม้ว่าการเปลี่ยนแปลงทางวัฒนธรรมจะนำมาทั้งประโยชน์และข้อจำกัด แต่ประเทศไทยยังคงเผชิญกับความท้าทายด้านเศรษฐกิจอย่างต่อเนื่อง การหารายได้เสริมหรือการทำอาชีพเสริมจึงกลายเป็นทางเลือกสำคัญในการเสริมสร้างสภาพคล่องทางการเงิน โดยเฉพาะในช่วงที่รายได้หลักไม่เพียงพอ หลายคนเลือกประกอบอาชีพเสริมเพื่อชดเชยรายได้ที่สูญเสียไป หรือเพื่อให้สามารถครอบคลุมค่าใช้จ่ายในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม ดังนั้นอาชีพเสริมจึงมีบทบาทสำคัญในการแก้ไขปัญหารายได้ไม่เพียงพอ ซึ่งพบได้ในหลายพื้นที่ทั่วโลก (Kitipacharadechatron & Thienthong, 2019; Plubplueng & Plubplueng, 2021) ทั้งนี้การเสริมรายได้สามารถทำได้หลากหลายรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นการขายสินค้าออนไลน์ ตัวต่อออนไลน์ การเป็นฟรีแลนซ์ การรีวิวสินค้า การสร้างคอนเทนต์ออนไลน์ การขายรถเอกสาร-อาหาร เป็นต้น (Department of Social Development Standards and Human Security, 2021) เหล่านี้ซึ่งล้วนเป็นทางเลือกที่เปิดโอกาสให้ประชาชนสามารถเพิ่มรายได้ตามความถนัดและเวลา

ว่างที่มี แนวทางเหล่านี้ไม่เพียงช่วยยกระดับคุณภาพชีวิต แต่ยังมีส่วนสำคัญในการสร้างความมั่นคงทางเศรษฐกิจในระยะยาวอีกด้วย ปัจจุบันคนไทยจำนวนมากนิยมสร้างรายได้เสริมผ่านช่องทางออนไลน์หรือตลาดดิจิทัล เช่น Shopee, Lazada, TikTok และ Facebook (Seangbua, 2024) ซึ่งเป็นแนวทางที่ตอบโจทย์การเปลี่ยนแปลงของยุคดิจิทัลและช่วยส่งเสริมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ การสร้างรายได้เสริมจาก TikTok เป็นหนึ่งในการตลาดดิจิทัลที่เป็นการใช้แพลตฟอร์มออนไลน์อย่างสร้างสรรค์และมีประสิทธิภาพ ผู้ใช้สามารถโปรโมตสินค้า ขายของ หรือรับของขวัญจากผู้ชมซึ่งแปลงเป็นเงินได้ นอกจากการสร้างเนื้อหาที่น่าสนใจแล้ว TikTok ยังเปิดโอกาสให้คนทั่วไป รวมถึงผู้ที่มีข้อจำกัดในการทำงานแบบเดิมได้ มีช่องทางในการเสริมสร้างรายได้และความมั่นคงทางการเงินในยุคดิจิทัล (Sawang, 2023; Kitpermkiad & Srisawatsakul, 2025; Pansuppawatt, et al. 2024) ผู้ที่มีความบกพร่องทางสติปัญญาคือบุคคลที่มีข้อจำกัดในการทำงานของสมองส่งผลให้มีระดับสติปัญญาต่ำกว่าค่าเฉลี่ย และมีข้อจำกัดในการปรับตัวทางสังคม การใช้ชีวิตประจำวัน และทักษะการแก้ปัญหา ความบกพร่องนี้มักเกิดขึ้นก่อนอายุ 18 ปี และมีผลกระทบต่อความสามารถในการเรียนรู้ ความจำ การใช้เหตุผล และการตัดสินใจ ซึ่งบุคคลเหล่านี้ต้องการการสนับสนุนเพิ่มเติมเพื่อให้สามารถใช้ชีวิต ลดการพึ่งพาผู้อื่นและพัฒนาตนเองได้อย่างเต็มที่ (Arayawinyu, 1999; Persons with Disabilities Empowerment Act, B.E. 2550, 2007) ทักษะอาชีพและการดำรงชีพ เป็นหนึ่งในทักษะที่มีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับการดำเนินชีวิตในยุคปัจจุบัน ทักษะนี้มุ่งเน้นให้บุคคลสามารถวิเคราะห์ตนเองเพื่อเลือกประกอบอาชีพที่สอดคล้องกับความต้องการ ความสนใจ และความถนัดส่วนบุคคล โดยคำนึงถึงความเหมาะสมรอบด้าน หากบุคคลสามารถพัฒนาทักษะอาชีพได้อย่างเหมาะสม ย่อมก่อให้เกิดความพึงพอใจในชีวิต มีความมั่นคงทางอาชีพ (Koolnaphadol, et al., 2019) โดยเฉพาะในยุคดิจิทัลที่เทคโนโลยีมีบทบาทสำคัญต่อทุกภาคส่วนของสังคม ทุกมิติของชีวิต การตลาดดิจิทัลผ่านแพลตฟอร์มอย่าง TikTok ได้กลายเป็นช่องทางที่มีศักยภาพในการส่งเสริมทั้งด้านเศรษฐกิจและสังคม โดยเฉพาะผู้ที่มีความบกพร่องทางสติปัญญา ด้วยลักษณะการสื่อสารผ่านภาพและเสียงเป็นหลัก TikTok จึงเป็นแพลตฟอร์มที่เหมาะสมอย่างยิ่งสำหรับผู้ที่มีความบกพร่องทางสติปัญญา เนื่องจากช่วยลดข้อจำกัดด้านการอ่านเขียน (Johnson, 2022) อย่างไรก็ตาม TikTok ไม่เพียงแต่เป็นพื้นที่ให้ผู้ใช้งานได้แสดงออกถึงความสามารถและทักษะเฉพาะตัว แต่ยังเป็นเครื่องมือที่เปิดโอกาสให้บุคคลกลุ่มนี้สามารถสร้างรายได้จากการผลิตและเผยแพร่เนื้อหาออนไลน์ ซึ่งช่วยส่งเสริมความเป็นอิสระทางการเงิน ลดการพึ่งพาระบบการจ้างงานแบบดั้งเดิมที่อาจมีข้อจำกัดด้านศักยภาพหรือโครงสร้าง นอกจากนี้รายได้จากการใช้แพลตฟอร์มดังกล่าวยังช่วยลดภาระทางสังคม และเสริมสร้างศักยภาพให้บุคคลในกลุ่มนี้สามารถดำรงชีวิตได้ด้วยตนเองอย่างมีความหมาย การที่บุคคลเหล่านี้ได้ใช้ทักษะของตนเอง ช่วยเสริมสร้างความภาคภูมิใจในตนเอง เพิ่มความมั่นใจ และสร้างความรู้สึกรักคุณค่าในสังคม ซึ่งทั้งหมดนี้เป็นองค์ประกอบสำคัญในการพัฒนาคุณภาพชีวิตและความสุขอย่างยั่งยืนในระยะยาว

ศตวรรษที่ 21 เป็นช่วงเวลาและเทคโนโลยีสารสนเทศและอินเทอร์เน็ตเข้ามามีบทบาทสำคัญในการแก้ไขปัญหาและสนับสนุนกิจกรรมต่าง ๆ ในทุกภาคส่วน การเปลี่ยนแปลงนี้ส่งผลโดยตรงต่อวิถีชีวิตของคนในสังคมยุคใหม่ที่จำเป็นต้องปรับตัวให้เข้ากับเทคโนโลยีดิจิทัลอย่างต่อเนื่อง (Intharawiset et al., 2019) การใช้เทคโนโลยีนี้ไม่เพียงแต่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน แต่ยังเปลี่ยนแปลงวิธีการสื่อสารอีกด้วยสมาร์ตโฟนและแอปพลิเคชันได้เข้ามามีบทบาทต่อการดำรงชีพของมนุษย์ทำให้การทำงานสามารถเกิดขึ้นได้ทุกที่และทุกเวลา โดยเฉพาะแอปพลิเคชันไลน์ (Line Application) เป็นที่นิยมในประเทศไทยเนื่องจากช่วยให้การสื่อสารและสามารถเข้าถึงกลุ่มเป้าหมายด้วยความสะดวก รวดเร็วและไม่มีค่าใช้จ่าย (Kuljitjuewong, 2013; Siriwan, 2016; Huedhun, 2017) อย่างไรก็ตามการใช้ไลน์ในห้องเรียนดิจิทัลถือเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมการเรียนรู้การสอนในยุคปัจจุบัน เนื่องจากเป็นแอปที่ผู้เรียนคุ้นเคย โดยเฉพาะในบริบทการเรียนการสอนออนไลน์ที่ช่วยให้การสื่อสารระหว่างครูและผู้เรียนเป็นไปอย่างรวดเร็วผ่านข้อความและการโทรศัพท์ นอกจากนี้ยังสามารถสร้างกลุ่มสำหรับการทำกิจกรรมร่วมกันแชร์ข้อมูล และส่งประกาศต่าง ๆ ได้ง่าย ทำให้การเรียนรู้มีความยืดหยุ่นสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ตลอดเวลา ไม่จำกัดเฉพาะในห้องเรียน (Tathong et al, 2019; Chitthathairatt et al., 2023) ห้องเรียนดิจิทัลออนไลน์เป็นสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลผ่านอินเทอร์เน็ตโดยผู้เรียนสามารถเข้าถึงข้อมูลและสื่อการสอนได้ทุกที่ทุกเวลาสามารถสื่อสารกับผู้สอนผ่านแพลตฟอร์มต่าง ๆ และทำกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย ระบบยังช่วยติดตามความก้าวหน้าและประเมินผลได้อย่างมีประสิทธิภาพทำให้การเรียนการสอนสะดวกและเข้าถึงได้มากขึ้นในยุคปัจจุบัน (Bakar, 2016; Netwong, 2018; Kosaseang et al., 2022; Jarmonmarn & Sirawong, 2023) โดยงานวิจัยก่อนหน้าได้แสดงให้เห็นว่าการใช้สื่อการสอนออนไลน์และห้องเรียนดิจิทัลออนไลน์ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ตามเวลาที่ต้องการ ส่งเสริมการเรียนรู้ที่ดีขึ้น และเพิ่มประสิทธิภาพในการจดจำ



(Priaoprasit, 2020; Yimlamai & Srichailerd, 2020; Numma et al., 2021; Phetkliang et al., 2022) แม้โลกออนไลน์จะเปิดโอกาสในการเรียนรู้และสร้างอาชีพอย่างหลากหลาย แต่ผู้ที่มีความบกพร่องทางสติปัญญายังคงเผชิญกับอุปสรรคสำคัญ เช่น การขาดหลักสูตรหรือการฝึกอบรมที่เหมาะสมกับระดับความสามารถ เนื้อหาบนแพลตฟอร์มทั่วไปที่ซับซ้อนและเข้าใจยาก เหล่านี้ล้วนเป็นปัจจัยที่ขัดขวางการพัฒนาและการเข้าถึงโอกาสอย่างเท่าเทียม ดังนั้นเพื่อเป็นการส่งเสริมให้ผู้ที่มีความบกพร่องทางสติปัญญาสามารถเลี้ยงชีพได้และไม่เป็นภาระต่อสังคม ห้องเรียนดิจิทัลออนไลน์เกี่ยวกับการใช้ TikTok เพื่อการตลาดสำหรับผู้ที่มีความบกพร่องทางสติปัญญา อาจเป็นช่องทางหนึ่งในการส่งเสริมศักยภาพของกลุ่มผู้พิการนี้ได้และเป็นทางเลือกที่น่าสนใจในการส่งเสริมความสามารถในการสร้างรายได้และการพัฒนาทักษะของผู้ที่มีความบกพร่องทางสติปัญญาเพื่อให้พวกเขาสามารถใช้ชีวิตในสังคมได้อย่างเต็มที่และช่วยเพิ่มโอกาสในการมีส่วนร่วมในสังคมและมีชีวิตที่มีความหมายและความสุข

2. วัตถุประสงค์งานวิจัย (Research Objectives)

- 2.1 เพื่อพัฒนาห้องเรียนดิจิทัลผ่านแอปพลิเคชันไลน์เรื่องการใช้ TikTok เพื่อการตลาดสำหรับผู้ที่มีความบกพร่องทางสติปัญญา โรงเรียนโสตศึกษา จังหวัดสุรินทร์
- 2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของห้องเรียนดิจิทัลผ่านแอปพลิเคชันไลน์เรื่องการใช้ TikTok เพื่อการตลาดสำหรับผู้ที่มีความบกพร่องทางสติปัญญา โรงเรียนโสตศึกษา จังหวัดสุรินทร์
- 2.3 เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้เกี่ยวกับการใช้ TikTok เพื่อการตลาดสำหรับผู้ที่มีความบกพร่องทางสติปัญญา โรงเรียนโสตศึกษา จังหวัดสุรินทร์
- 2.4 เพื่อประเมินทักษะการสร้าง TikTok เพื่อการตลาดสำหรับผู้ที่มีความบกพร่องทางสติปัญญา โรงเรียนโสตศึกษา จังหวัดสุรินทร์

3. สมมติฐานงานวิจัย (Research Hypotheses)

- 3.1 ห้องเรียนดิจิทัลผ่านแอปพลิเคชันไลน์ เรื่องการใช้ TikTok เพื่อการตลาดสำหรับผู้ที่มีความบกพร่องทางสติปัญญา โรงเรียนโสตศึกษา จังหวัดสุรินทร์ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ของเมกุยแกนส์ (มากกว่าหรือเท่ากับ 1.00)
- 3.2 ผู้ที่มีความบกพร่องทางสติปัญญาที่เรียนรู้ด้วยสื่อห้องเรียนดิจิทัลผ่านแอปพลิเคชันไลน์ เรื่องการใช้ TikTok เพื่อการตลาด มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05
- 3.3 ผู้ที่มีความบกพร่องทางสติปัญญาที่เรียนรู้ด้วยสื่อห้องเรียนดิจิทัลผ่านแอปพลิเคชันไลน์ เรื่องการใช้ TikTok เพื่อการตลาด มีคะแนนด้านทักษะในการสร้าง TikTok ร้อยละ 50 ขึ้นไป

4. การทบทวนวรรณกรรมและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง (Literature Review)

4.1 ผู้ที่มีความบกพร่องทางสติปัญญา

ผู้ที่มีความบกพร่องทางสติปัญญา หมายถึง บุคคลที่มีข้อจำกัดอย่างชัดเจนในการปฏิบัติตน โดยเฉพาะในด้านความสามารถทางสติปัญญาที่ต่ำกว่าระดับเฉลี่ย รวมทั้งมีข้อจำกัดในทักษะการปรับตัว เช่น ทักษะการสื่อสาร ทักษะทางสังคม และการดูแลตนเองในชีวิตประจำวัน ซึ่งข้อบกพร่องเหล่านี้มักแสดงให้เห็นก่อนอายุ 18 ปี และส่งผลต่อการเรียนรู้การใช้ชีวิตประจำวัน ตลอดจนจนทักษะในการทำกิจวัตรประจำวันที่ต้องได้รับการสนับสนุน (Persons with Disabilities Empowerment Act, B.E. 2550, 2007; Suwannakasa et al, 2023; Chaiwong et al., 2024) เด็กกลุ่มนี้มีสิทธิ์ได้รับการศึกษาในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมและเท่าเทียม โดยต้องมีการสนับสนุนทรัพยากรทางการศึกษา การปรับวิธีการสอนให้สอดคล้องกับความต้องการเฉพาะของเด็ก และได้รับความร่วมมือจากครู ผู้ปกครอง รวมถึงหน่วยงานภาครัฐ เพื่อให้เด็กทุกคนมีโอกาสนในการพัฒนาและได้รับการศึกษาที่เหมาะสมอย่างเต็มศักยภาพ โดยไม่ถูกเลือกปฏิบัติ (Arayawinyu, 1999; Jansrisukot, 2017)

การจัดการศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานสำหรับผู้เรียนที่มีความบกพร่องทางสติปัญญา พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) ได้ระบุว่าการจัดการเรียนการสอนสำหรับผู้เรียนที่มีความบกพร่องทางสติปัญญาเดิมอิงจากหลักสูตรแกนกลาง พ.ศ. 2551 แต่พบข้อจำกัดด้านพัฒนาการและทักษะของผู้เรียน ทำให้ไม่สามารถบรรลุมาตรฐานการเรียนรู้ได้ครบถ้วน จึงมีการพัฒนาหลักสูตรเฉพาะ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2558) โดยเปลี่ยนจาก 8 กลุ่มสาระ เป็น 6 กลุ่ม

ทักษะที่สอดคล้องกับความสามารถจริง ได้แก่ ทักษะการเคลื่อนไหว ภาษาและการสื่อสาร การช่วยเหลือตนเอง สังคมและการดำรงชีวิต คณิตศาสตร์ และอาชีพ และมีการปรับปรุงเพิ่มเติมในปี พ.ศ. 2560-2562 เพื่อให้สถานศึกษาจัดการเรียนรู้ได้ตรงกับความต้องการจำเป็นของผู้เรียนมากยิ่งขึ้น โดยอาศัยความร่วมมือจากทุกภาคส่วนในสังคม (Mudyafa, n.d.) อย่างไรก็ตาม การศึกษาสำหรับเด็กที่มีความบกพร่องทางสติปัญญามุ่งเน้นการพัฒนาเด็กตามระดับความสามารถ โดยแบ่งออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ ระดับน้อย มีระดับไอคิวอยู่ในช่วง 50-69 โดยสามารถเรียนรู้ได้ใกล้เคียงเด็กทั่วไป ฝึกทักษะการอ่าน เขียน คำนวณ และอาชีพได้ พอช่วยเหลือตนเองและทำงานง่าย ๆ ได้ ระดับปานกลาง มีระดับไอคิวอยู่ในช่วง 35-49 เป็นเด็กพูดช้า เรียนรู้จำกัด วินิจฉัยได้ก่อนวัยเรียน เรียนได้ถึงประถมต้น ต้องใช้การศึกษาพิเศษ แต่ดูแลตนเองและทำงานง่าย ๆ ได้ ภายใต้การดูแล ระดับรุนแรง มีระดับไอคิวอยู่ในช่วง 20-34 กลุ่มนี้พัฒนาการล่าช้า สื่อสารได้น้อย ช่วยเหลือตนเองได้เพียงเล็กน้อย ต้องอยู่ในการดูแลใกล้ชิด และระดับรุนแรงมาก มีระดับไอคิวต่ำกว่า 20 พวกเขาพัฒนาการล่าช้าทุกด้าน เข้าใจภาษาน้อยหรือไม่ได้เลย ต้องการการดูแลตลอดชีวิต (Sirirutraykha, 2018) นอกจากนี้ Sirirutraykha (2018) ยังได้กล่าวเพิ่มเติมว่า เด็กที่มีความบกพร่องทางสติปัญญาระดับน้อยสามารถเรียนร่วมชั้นปกติได้เต็มเวลา ระดับปานกลางเรียนร่วมบางวิชาและเสริมเฉพาะด้าน ส่วนระดับมากควรเรียนในห้องเรียนคู่ขนานหรือโรงเรียนเฉพาะทาง ทั้งนี้ Kosuwan (2010) และ Jansrisukot (2017) เสริมว่าการจัดการศึกษาสำหรับผู้พิการกลุ่มนี้ควรวางแผนการจัดการศึกษาเฉพาะบุคคล เพราะเด็กแต่ละคนมีวิธีการเรียนรู้ไม่เหมือนกัน นอกจากนี้ Boonsit (2021) ยังกล่าวเพิ่มเติมว่าควรเน้นออกแบบกิจกรรมกลุ่มที่ส่งเสริมทักษะทางสังคม การช่วยเหลือตนเอง และการฝึกอาชีพ เพื่อให้เด็กสามารถพัฒนาศักยภาพได้อย่างเต็มที่ เช่นเดียวกับ Rattanavong & Bumpen (2024) ที่เน้นย้ำว่าการจัดการศึกษาสำหรับเด็กที่มีความบกพร่องทางสติปัญญาควรให้ความสำคัญกับการใช้วิธีการสอนและสื่อการเรียนการสอนที่หลากหลายและเหมาะสมกับความสามารถเฉพาะบุคคล ทั้งนี้เพื่อส่งเสริมการพัฒนาทักษะชีวิตและทักษะการสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญในการดำรงชีวิตอย่างมีคุณภาพในสังคม

4.2 ห้องเรียนดิจิทัลออนไลน์และแพลตฟอร์มการเรียนการสอนออนไลน์

ห้องเรียนดิจิทัลออนไลน์ เป็นสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่ขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศและสื่ออิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้เป็นเครื่องมือหลักในการจัดการเรียนการสอน จุดเด่นสำคัญของห้องเรียนรูปแบบนี้คือ การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงการศึกษาที่มีคุณภาพได้จากทุกเวลา และทุกสถานที่ โดยไม่จำกัด (Intharawiset et al., 2019) นอกจากนี้ ห้องเรียนดิจิทัลยังช่วยลดต้นทุนด้านการศึกษา และมีความยืดหยุ่นสูงในกระบวนการจัดการเรียนการสอน (Thongkhao et al., 2023) โดยสามารถออกแบบให้เหมาะสมทั้งกับการเรียนรู้ด้วยตนเองและการเรียนรู้แบบมีผู้สอน พร้อมทั้งสนับสนุนการทำงานร่วมกันในรูปแบบดิจิทัล ผ่านการใช้เว็บไซต์ คอมพิวเตอร์ และสื่อมัลติมีเดียเป็นองค์ประกอบหลัก ดังนั้น ห้องเรียนดิจิทัลจึงไม่ใช่เพียงแค่การใช้เทคโนโลยีในการเรียนการสอนเท่านั้น แต่ยังเป็นการออกแบบการเรียนรู้ที่ตอบโจทย์ความต้องการของผู้เรียนในยุคดิจิทัลอย่างแท้จริง ในขณะที่ แพลตฟอร์มการเรียนการสอนออนไลน์ ทำหน้าที่เป็นระบบหรือโครงสร้างที่รองรับและอำนวยความสะดวกให้แก่ห้องเรียนดิจิทัล โดยช่วยให้ผู้สอนสามารถออกแบบ จัดการเนื้อหา ติดตามผลการเรียน และสื่อสารกับผู้เรียนได้อย่างครบวงจร (Bakar, 2016; Netwong, 2018; Rodniyom, 2021; Kosaseang et al., 2022; Jarmonmarn & Sirawong, 2023; Thongkhao et al. 2023) อีกทั้งยังเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างยืดหยุ่นและเป็นไปตามความต้องการเฉพาะบุคคล (Priaoprasit, 2020; Yimlamai & Srichailerd, 2020; Numma et al., 2021; Phetkliang et al., 2022) ดังนั้น ห้องเรียนดิจิทัลออนไลน์และแพลตฟอร์มการเรียนการสอนออนไลน์จึงเป็นองค์ประกอบที่เกื้อหนุนกัน โดยห้องเรียนดิจิทัลเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ ส่วนแพลตฟอร์มออนไลน์เป็นกลไกหรือเครื่องมือที่ช่วยให้แนวทางนั้นเกิดขึ้นได้จริงอย่างมีประสิทธิภาพ

4.3 แอปพลิเคชันไลน์

แอปพลิเคชันไลน์ (LINE) ถือเป็นแพลตฟอร์มการสื่อสารดิจิทัลที่มีบทบาทสำคัญในชีวิตประจำวัน โดยเฉพาะในบริบทของประเทศไทย ซึ่งได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย เนื่องจากสามารถรองรับการสื่อสารได้หลากหลายรูปแบบ ทั้งการส่งข้อความ โทรศัพท์ และวิดีโอคอลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตโดยไม่เสียค่าใช้จ่าย (Kuljitjuewong, 2013; Aiyakorn, 2015; Huedhun, 2017) นอกจากนี้ แอปพลิเคชันไลน์ยังมีฟังก์ชันที่หลากหลาย เช่น การส่งสติ๊กเกอร์ การสร้างกลุ่มสนทนา และการแชร์ไฟล์หรือข้อมูลส่วนบุคคล ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการสื่อสารให้รวดเร็ว สะดวก และเข้าถึงได้ง่าย อีกทั้งยังสามารถประยุกต์ใช้เป็นเครื่องมือสำหรับการทำงานร่วมกันในรูปแบบทีม ผ่านระบบการจัดกลุ่มและการแลกเปลี่ยนข้อมูล (Kuljitjuewong, 2013; Aiyakorn, 2015) ซึ่งสามารถนำมาใช้ในบริบททางการศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งใน



ด้านการเรียนรู้ร่วมกันและการจัดการข้อมูลการเรียนการสอน (Sakunwit et al., 2021) แอปพลิเคชันไลน์เป็นหนึ่งในสื่อสังคมออนไลน์ที่ได้รับความนิยมและเป็นที่รู้จักอย่างแพร่หลาย ปัจจุบันถูกนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนมากขึ้น เนื่องจากมีลักษณะที่น่าสนใจ สนุก และสามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้ดี ส่งผลให้การเรียนมีความสนุกสนานและแตกต่างจากรูปแบบการสอนแบบดั้งเดิม (Huedhun, 2017; Boonmee, 2021) ดังนั้น แอปพลิเคชันไลน์จึงไม่ได้เป็นเพียงเครื่องมือสื่อสารทั่วไปเท่านั้น แต่ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนซึ่งมีบทบาทสำคัญในการสนับสนุนการเรียนการสอนในหลายมิติ ซึ่งช่วยให้ผู้ใช้สามารถเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา เพิ่มความสนุกสนาน เพลิดเพลิน และสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่ดี โดยผู้เรียนสามารถถาม-ตอบ แลกเปลี่ยนข้อมูล และค้นคว้าหาคำตอบร่วมกันผ่านไลน์ได้ตลอดเวลา ผลที่ตามมาคือ ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการออกแบบการจัดการเรียนการสอนที่ทันสมัยและสอดคล้องกับความสนใจของผู้เรียนในระดับคะแนนเฉลี่ยที่สูงที่สุด (Tathong et al., 2019) จะเห็นได้ว่า แอปพลิเคชันไลน์จึงเป็นมากกว่าแค่เครื่องมือสื่อสาร แต่เป็นแพลตฟอร์มสนับสนุนการเรียนรู้อย่างครบวงจรในยุคดิจิทัล

4.4 เครื่องมือที่ใช้ในการสื่อสารการตลาดดิจิทัล

เครื่องมือที่ใช้ในการทำตลาดดิจิทัลผ่านโซเชียลมีเดีย (Daengdet, 2022) ประกอบด้วยหลากหลายแพลตฟอร์มที่เข้าถึงผู้บริโภคในรูปแบบต่าง ๆ เช่น Google Ads ที่เน้นการโฆษณาแบบกำหนดเป้าหมายได้ชัดเจน Viral Marketing ที่สร้างกระแสการรับรู้ผ่านคอนเทนต์ แชร์ง่าย Web Banner ที่ใช้กราฟิกดึงดูดความสนใจบนเว็บไซต์ Blog ที่ใช้เนื้อหาสร้างความสัมพันธ์กับผู้อ่านติดตาม TikTok ที่เน้นวิดีโอสั้นกระชับเพื่อการเข้าถึงรวดเร็ว Facebook ที่มีความหลากหลายในการโฆษณาและสร้างชุมชน LINE OA ที่เหมาะกับการสื่อสารแบบใกล้ชิดผ่านข้อความหรือแชทบอท และ Instagram ที่เน้นภาพลักษณ์แบรนด์ผ่านคอนเทนต์ภาพและวิดีโอ ทั้งหมดนี้เป็นเครื่องมือสำคัญในการสร้างการรับรู้แบรนด์ เพิ่มยอดขาย และสร้างความสัมพันธ์กับลูกค้าอย่างมีประสิทธิภาพ

4.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องจะกล่าวถึงการใช้แอปพลิเคชันไลน์ สื่อการเรียนการสอนออนไลน์ และการตลาดดิจิทัลผ่านแอปพลิเคชัน TikTok ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

นักวิจัยได้ศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับการใช้แอปพลิเคชันไลน์ในหลายบริบท โดยมีผลวิจัยในแง่มุมต่าง ๆ ที่น่าสนใจ เช่น Tathong et al. (2019) ได้ศึกษาผลของการใช้แอปพลิเคชันไลน์ในการจัดการเรียนการสอนต่อผลลัพธ์การเรียนรู้และความพึงพอใจของนักศึกษาพยาบาลชั้นปีที่ 2 วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี ชัยนาท จำนวน 109 คน ผลวิจัยพบว่าผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักศึกษาอยู่ในระดับปานกลาง ขณะที่ความพึงพอใจต่อการเรียนการสอนผ่านไลน์อยู่ในระดับมาก เช่นเดียวกับ Trangansri (2022) ที่ได้ใช้แชทบอทในแอปพลิเคชันไลน์เป็นสื่อกลางในการแสดงข้อมูลผลการเรียนแบบอัตโนมัติ เพื่อแจ้งผลคะแนนให้กับผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพและทันเวลา นับว่าเป็นนวัตกรรมที่ช่วยอำนวยความสะดวกทั้งแก่ผู้เรียนและผู้สอนอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ การใช้แอปพลิเคชันไลน์ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในบริบทอื่น ๆ ได้อย่างหลากหลาย เช่น งานด้านการบริหารวิชาการ โดย Jongkaijak (2024) ที่ได้ศึกษาการบริหารงานวิชาการด้วยแอปพลิเคชันไลน์ที่ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้อำเภอเขาย้อย จังหวัดเพชรบุรี ผลวิจัยพบว่า แพลตฟอร์มแอปพลิเคชันไลน์ที่ใช้ในการบริหารงานวิชาการได้รับการประเมินคุณภาพที่สูงเฉลี่ย 4.20 โดยเฉพาะด้านการใช้งานที่มีคะแนนสูงถึง 4.40 ขณะที่ความพึงพอใจในการใช้แอปพลิเคชันมีคะแนนเฉลี่ย 4.10 โดยด้านการพัฒนาและการใช้สื่อเทคโนโลยีเพื่อการศึกษาามีคะแนนสูงสุดที่ 4.21 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการนำแอปพลิเคชันไลน์มาใช้ในการส่งเสริมงานวิชาการได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งในด้านการจัดการและการพัฒนาทักษะการใช้เทคโนโลยี

งานวิจัยด้านการใช้สื่อการเรียนการสอนออนไลน์มีหลายบริบทในแง่มุมต่าง ๆ ที่น่าสนใจ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการใช้เทคโนโลยีและสื่อออนไลน์ในการส่งเสริมการเรียนรู้ในกลุ่มผู้เรียนที่มีความบกพร่องทางสติปัญญาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่ง Lakhonphon et al. (2564) ได้ศึกษาการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์ในรายวิชาคณิตศาสตร์สำหรับผู้เรียนที่มีความบกพร่องทางสติปัญญา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสื่อการเรียนการสอน, หาระดับความพึงพอใจของผู้เรียน, และหาความสัมพันธ์ระหว่างผลการเรียนสะสมกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ผลวิจัยพบว่า สื่อที่พัฒนามีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการใช้สื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์ในระดับมาก, และผลการเรียนสะสมมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนในระดับนัยสำคัญ 0.05 ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่า การใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ช่วยพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียนที่มีความบกพร่องทางสติปัญญาได้อย่างมีประสิทธิภาพในทำนองเดียวกัน Hiranrat et al. (2019) ได้ทำการศึกษาการเรียนรู้ออนไลน์แบบจับคู่ที่เน้นการนับ การบวก และ

การลบ สำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางสติปัญญาระดับชั้นประถมศึกษาตอนต้น โรงเรียนโสตศึกษาจังหวัดสุรินทร์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินประสิทธิภาพของเกมออนไลน์ตามเกณฑ์ของเมกุยแกนส์ ศึกษาความก้าวหน้าของการเรียนรู้และความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะพึงประสงค์ของนักเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลวิจัยพบว่า เกมออนไลน์ที่พัฒนามีประสิทธิภาพเป็น 1.73 ซึ่งสอดคล้องกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ผู้เรียนมีความก้าวหน้าในการเรียนรู้ถึงร้อยละ 41.45 ขณะที่ลักษณะพึงประสงค์ของนักเรียนไม่มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการเรียนรู้ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าโดยรวมเกมออนไลน์สามารถช่วยลดความเหลื่อมล้ำทางการศึกษาและทำให้ผู้ที่มีความพิการทางการเรียนสามารถเรียนรู้ได้ไม่ต่างจากเด็กปกติ จากการศึกษาวิจัยเหล่านี้สะท้อนถึงบทบาทของสื่อการสอนออนไลน์และเกมการสอนที่สามารถส่งเสริมการเรียนรู้และพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในกลุ่มผู้เรียนที่มีความบกพร่องทางสติปัญญาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งยังเป็นเครื่องมือที่ช่วยลดความเหลื่อมล้ำทางการศึกษาและส่งเสริมความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียน

การศึกษาที่เกี่ยวกับการตลาดดิจิทัลผ่านแพลตฟอร์ม TikTok ในบริบทต่าง ๆ ได้แสดงให้เห็นถึงบทบาทสำคัญของการใช้โซเชียลมีเดียในการส่งเสริมการตลาดในงานวิจัยของ Patananukit et al. (2024) ได้ศึกษาการสร้างสรรค์เนื้อหาและกลยุทธ์การสื่อสารการตลาดของผู้ทรงอิทธิพลทางความคิดบน TikTok ในประเทศไทย โดยเน้นการศึกษาการสร้างสรรค์เนื้อหาและกลยุทธ์ที่ใช้ในการสื่อสารกับผู้ชม ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า การสร้างสรรค์เนื้อหาควรจะเป็นเรื่องที่สอดคล้องกับความสนใจของสังคมและเอกลักษณ์ของผู้นำเสนอรายการ โดยกลยุทธ์การสื่อสารควรเน้นการเล่าเรื่องจากประสบการณ์จริง เพื่อสร้างความเชื่อมั่นและดึงดูดความสนใจของผู้ชม นอกจากนี้แนวทางการสร้างสรรค์เนื้อหาควรมีการปรับตัวให้เข้ากับกระแสสังคมและใช้เทคนิคการติดต่อที่น่าสนใจเพื่อขยายฐานผู้ชมใหม่ผ่านการบอกต่อในสื่อออนไลน์ จากการศึกษานี้แสดงให้เห็นถึงการใช้แพลตฟอร์มออนไลน์ TikTok ในการสร้างเนื้อหาที่มีบทบาทสำคัญในกลยุทธ์การตลาดดิจิทัล เนื่องจากสามารถขยายฐานลูกค้าและเพิ่มการมีส่วนร่วมของผู้บริโภคผ่านการสร้างคอนเทนต์ที่น่าสนใจและเข้าถึงกลุ่มเป้าหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5. กรอบแนวคิดงานวิจัย (Conceptual Framework)

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยใช้รูปแบบการทดลองแบบ One Group Pretest-Posttest Design ซึ่งดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างเพียงกลุ่มเดียว มีการวัดผลก่อนและหลังการทดลอง (Tiantong, 2002) เพื่อศึกษาผลของตัวแปรต้นที่มีผลต่อตัวแปรตาม สามารถนำมาเขียนเป็นกรอบแนวคิดดังแสดงใน Figure 1.

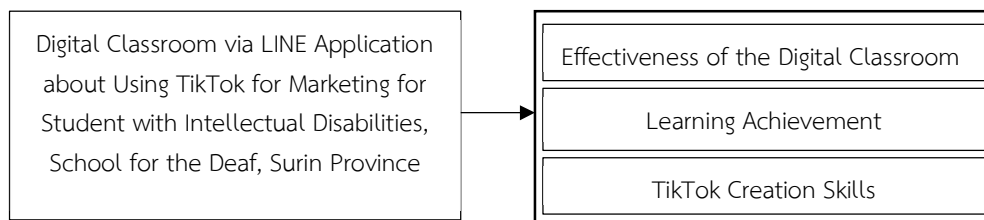


Figure 1. Conceptual Framework

6. วิธีดำเนินงานวิจัย (Research Methodology)

6.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

6.1.1 ประชากร ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีความบกพร่องทางสติปัญญา จากโรงเรียนโสตศึกษาจังหวัดสุรินทร์ จำนวน 14 คน

6.1.2 กลุ่มตัวอย่าง เลือกแบบเจาะจงเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีความบกพร่องทางสติปัญญา จากโรงเรียนโสตศึกษาจังหวัดสุรินทร์ จำนวน 10 คน โดยเป็นผู้ที่สมัครเข้าร่วมโครงการและมีระยะเวลาการเข้าร่วมกิจกรรมในโครงการไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ของเวลาทั้งหมด ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567

6.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ห้องเรียนดิจิทัลผ่านแอปพลิเคชันไลน์ แบบทดสอบก่อนเรียน แบบทดสอบหลังเรียน และแบบฝึกทักษะ

6.3 การสร้างและพัฒนาเครื่องมือ

การสร้างและพัฒนาเครื่องมือครั้งนี้ ทีมวิจัยได้นำหลักการออกแบบระบบการสอน ADDIE (Seel & Glasgow, 1998) มาประยุกต์ใช้มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

6.3.1 การวิเคราะห์ (Analysis) ทีมวิจัยได้ดำเนินการศึกษาข้อมูล สัมภาษณ์บุคคลที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนวิเคราะห์เอกสารและตำราที่เกี่ยวข้อง โดยแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 3 มุมมองหลัก ได้แก่ มุมมองที่แรก การวิเคราะห์ความต้องการของผู้เรียน พบว่า ผู้เรียนที่มีความบกพร่องทางสติปัญญาสนใจในการเรียนรู้การสร้างรายได้ผ่านแพลตฟอร์มออนไลน์ โดยเฉพาะ TikTok เนื่องจากมีฟีเจอร์ที่ใช้งานง่ายและสามารถสร้างคอนเทนต์ที่มีความหลากหลาย ด้วยลักษณะพิเศษของผู้เรียนกลุ่มนี้ จำเป็นต้องออกแบบเนื้อหาและสื่อการสอนที่เหมาะสมกับความสามารถเฉพาะบุคคล ซึ่งจะช่วยให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ดังนั้น จึงควรมีการจัดทำสื่อเฉพาะทาง เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปสร้างรายได้และใช้ในชีวิตรจริงได้ มุมมองถัดมาคือ การวิเคราะห์การสอน พบว่า เป้าหมายการเรียนรู้ของผู้ที่มีความบกพร่องทางสติปัญญาคือ การพัฒนาทักษะที่จำเป็นสำหรับการใช้ชีวิตประจำวันและการประกอบอาชีพ เพื่อให้สามารถเลี้ยงดูตนเองได้ อย่างไรก็ตามพวกเขามีข้อจำกัดเรื่องการเรียนรู้ ซึ่งไม่สามารถเข้าใจเนื้อหาซับซ้อนได้ดีเท่าผู้เรียนทั่วไป ต้องใช้ภาษาที่ง่าย ชัดเจน และมีรูปแบบการสอนที่เข้าใจง่าย ทีมวิจัยจึงจึงออกแบบเนื้อหาและสื่อการสอนเกี่ยวกับการใช้งาน TikTok เพื่อการตลาด โดยเน้นให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้การใช้งานเบื้องต้น และนำไปใช้จริงได้ และมุมมองสุดท้ายคือการวิเคราะห์งาน ทีมวิจัยศึกษาเนื้อหาเกี่ยวกับการใช้งาน TikTok จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เช่น หนังสือและงานวิจัย ผลจากการวิเคราะห์ได้จัดทำเนื้อหา 5 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่ รู้จักกับ TikTok การสร้างวิดีโอและการโพสต์ การทำโฆษณา การใช้งาน TikTok บน PC และกรณีศึกษาการสร้างช่องทางการตลาดบน TikTok เพื่อที่จะนำมาพัฒนาสื่อการสอนที่เหมาะสมสำหรับผู้เรียนกลุ่มนี้

6.3.2 การออกแบบ (Design: D) ผู้วิจัยได้กำหนดและออกแบบองค์ประกอบต่าง ๆ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. การออกแบบจุดประสงค์การเรียนรู้ ออกแบบจุดประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรมแบ่งออกเป็น 2 ด้าน ได้แก่ด้านพุทธิพิสัย จำนวน 55 ข้อ และด้านทักษะพิสัย จำนวน 22 ข้อ

2. การออกแบบเครื่องมือวัดผล ออกแบบแบบทดสอบก่อนเรียน แบบทดสอบหลังเรียน แบบฝึกทักษะ และนำแบบทดสอบทั้งหมดนำเสนอแก่ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาเพื่อประเมินความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรมกับแบบทดสอบ (IOC) พบว่าค่าดัชนีความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยกับแบบทดสอบมีค่าเท่ากับ 0.99 และค่าดัชนีความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรมด้านทักษะพิสัยกับแบบฝึกทักษะเท่ากับ 0.86 สรุปผลได้ว่า แบบทดสอบและแบบฝึกทักษะมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรม

3. การทดสอบคุณภาพของแบบทดสอบ นำแบบทดสอบและแบบฝึกทักษะที่พัฒนาขึ้นไปตรวจสอบคุณภาพ โดยดำเนินการวิเคราะห์องค์ประกอบทั้งสาม ได้แก่ค่าความยากง่าย อำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น สรุปได้ว่าแบบทดสอบและแบบฝึกทักษะที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพ และเหมาะสมกับผู้เรียนกลุ่มตัวอย่าง

4. การออกแบบระบบและสื่อการเรียนรู้ ออกแบบบทดำเนินเรื่องให้สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม จากนั้นออกแบบผังงานระบบเพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาห้องเรียนดิจิทัลผ่านแอปพลิเคชันไลน์ได้ประยุกต์ใช้กระบวนการเรียนรู้ MIAP ตามแนวคิดของ Sirisukphaibun (2011) เพื่อให้การเรียนรู้เหมาะสมกับศักยภาพผู้เรียน ซึ่งเป็นแนวคิดที่เน้นการเรียนรู้เชิงกระบวนการผ่าน 4 ขั้นตอนหลัก (แรงจูงใจในการเรียน (Motivation: M) การให้ข้อมูลความรู้ (Information: I) การนำไปใช้ (Application: A) และความก้าวหน้าหรือผลสำเร็จ (Progress: P) โดยรายละเอียดการออกแบบดังนี้ ขั้นแรงจูงใจในการเรียน: เริ่มต้นบทเรียนด้วยกราฟิกหรือวิดีโอในรูปคำถามและการโต้ตอบเพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน ขั้นการให้ข้อมูลความรู้: มีการนำเสนอจุดประสงค์การเรียนรู้ผ่านข้อความและภาพนิ่ง จากนั้นให้เนื้อหาหลักผ่านข้อความ กราฟิก วิดีโอ หรือภาพเคลื่อนไหว ขั้นการนำไปใช้: ได้ออกแบบแบบทดสอบหลังเรียนในรูปแบบคำถามแบบปรนัย เพื่อประเมินความเข้าใจของผู้เรียนหลังศึกษาบทเรียน โดยอนุญาตให้ทำเพียงครั้งเดียว และขั้นสำเร็จผล: แสดงผลคะแนนและเฉลยคำตอบทันที พร้อมข้อมูลย้อนกลับ เพื่อประเมินความก้าวหน้าและส่งเสริมพัฒนาการเรียนรู้

6.3.3 การพัฒนา (Development: D) นำผลจากการออกแบบมาพัฒนาตามโครงสร้างที่ได้วางไว้ โดยใช้เครื่องมือและเทคโนโลยีที่หลากหลายในการพัฒนา ดังต่อไปนี้ 1) การพัฒนาระบบบริหารจัดการบทเรียนและแบบทดสอบ ระบบที่พัฒนาขึ้นนี้รองรับการจัดเก็บบทเรียน การนำเสนอแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน รวมถึงแบบฝึกทักษะ มีการพัฒนาระบบด้วยภาษาพีเอชพี (PHP) เอกซ์เอ็มแอล (HTML) และซีเอสเอส (CSS) ด้วยโปรแกรม วิวอล สตูดิโอ โค้ด (Visual Studio Code) 2) การสร้างเนื้อหาบทเรียนใช้แคนวา (Canva) ออกแบบและสร้างสื่อการเรียนรู้ และการสร้างเสียงบรรยาย

ใช้โปรแกรมบอทน้อย วอยซ์ (Botnoi Voice) แปลงข้อความที่เป็นเนื้อหาบทเรียนเป็นเสียงพูด เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับผู้เรียนที่มีความบกพร่องทางสติปัญญาบางรายที่มีข้อจำกัดด้านการอ่าน ในขั้นตอนนี้มีการประเมินผลระหว่างการพัฒนาด้วยการประเมินคุณภาพของห้องเรียนดิจิทัลผ่านแอปพลิเคชันโดยทดลองใช้กับกลุ่มเป้าหมายที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างซึ่งได้ทดลองใช้กับผู้เรียน 1 คน และ 5 คน ตามลำดับ พบว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจในรูปแบบและการใช้งานของสื่อ

6.3.4 การนำไปใช้ (Implementation: I) ทีมวิจัยได้ดำเนินการติดตั้งสื่อการเรียนรู้ผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ โดยผู้ใช้งานสามารถเข้าใช้งานได้ผ่านทางเว็บไซต์ <http://tiktok.ecpthai.com/login.php> และผ่าน LINE Official Account (LINE OA) ที่ชื่อว่า @141rbmlv ทั้งนี้ได้จัดทำคู่มือการใช้งานเพื่อให้ผู้เรียนและผู้ดูแลใช้งานระบบได้อย่างสะดวก

6.3.5 การประเมินผล (Evaluation: E) ทีมวิจัยได้นำเสนอสื่อดังกล่าวให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิคจำนวน 5 ท่าน ประเมินคุณภาพโดยรวม พบว่าสื่อมีคุณภาพอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.35$, S.D. = 0.53) พร้อมได้รับข้อเสนอแนะเพิ่มเติม ได้แก่ การเพิ่มเสียงประกอบในบทเรียนเพื่อเสริมการเรียนรู้ และการจัดทำคู่มือการใช้งานระบบผ่าน LINE OA ซึ่งได้นำไปปรับปรุงก่อนทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างในขั้นตอนถัดไป

6.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล (Data Collection)

ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้ดำเนินการขออนุญาตจากผู้อำนวยการโรงเรียนโสตศึกษาจังหวัดสุรินทร์ เพื่อเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง และได้แนะนำการใช้งานห้องเรียนดิจิทัลผ่านแอปพลิเคชันไลน์ที่พัฒนาขึ้นแก่กลุ่มตัวอย่างและบุคลากรของโรงเรียน โดยทำการเก็บข้อมูลในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 ระหว่างวันที่ 1-18 มีนาคม 2568 โดยมีผู้เรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 10 คน เข้าร่วมการเรียนรู้ผ่านห้องเรียนดิจิทัล จากนั้นได้ดำเนินการหาประสิทธิภาพของสื่อโดยใช้เกณฑ์ของเมกยูแกนส์ (Meguigans) และวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยสถิติทดสอบวิลคอกซัน (Wilcoxon signed-rank test) รวมถึงประเมินทักษะการสร้าง TikTok เพื่อการตลาดของผู้เรียนโดยใช้สถิติค่ามัธยฐานเลขคณิต และร้อยละ

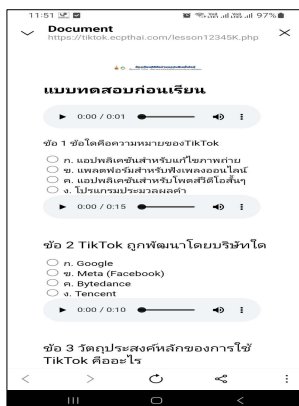
7. ผลการวิจัย (Results)

7.1 ผลการพัฒนาสื่อห้องเรียนดิจิทัลผ่านแอปพลิเคชันไลน์ เรื่องการใช้ TikTok เพื่อการตลาดสำหรับผู้ที่มีความบกพร่องทางสติปัญญา โรงเรียนโสตศึกษา จังหวัดสุรินทร์

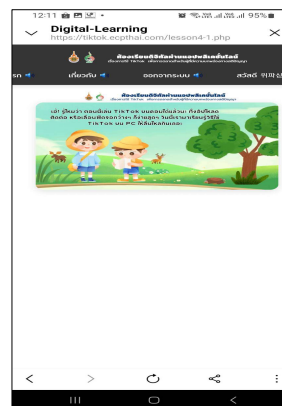
ในการพัฒนาห้องเรียนดิจิทัลผ่านแอปพลิเคชันไลน์ ได้ประยุกต์ใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบเอ็มไอเอพี (MIAP) (Figure 2) โดยมีเนื้อหา 5 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่ 1) รู้จักกับ TikTok 2) การสร้างวิดีโอ 3) การทำโฆษณาบน TikTok 4) การใช้งาน TikTok บน PC และ 5) กรณีศึกษาการสร้างสื่อช่องทางทางการตลาดบน TikTok



(a) Access the Lesson via Line OA



(b) Pre-test



(c) Introduction to the Lesson (Motivation: M)

Figure 2. Using MIAP teaching model with digital classroom via LINE application.

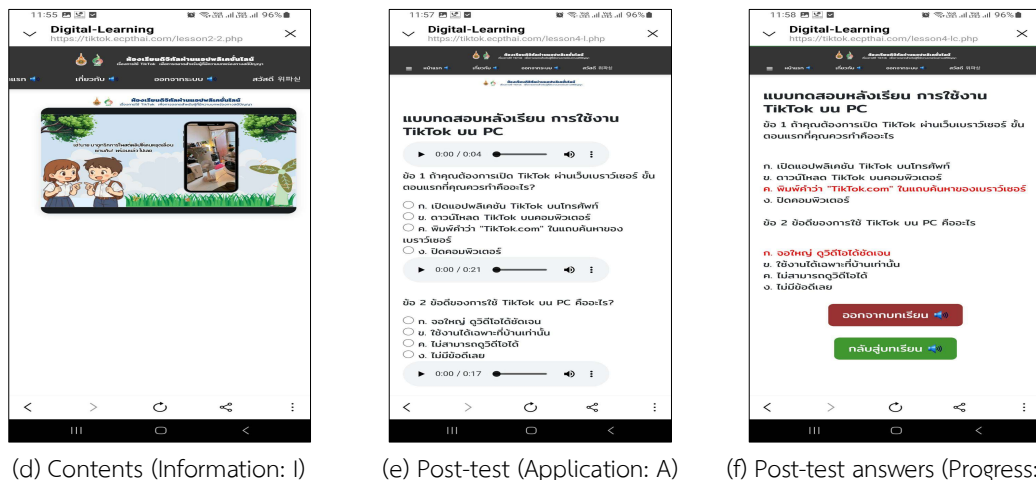


Figure 2. Using MIAP teaching model with digital classroom via LINE application. (Cont.)

7.2 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของห้องเรียนดิจิทัลผ่านแอปพลิเคชันไลน์ เรื่องการใช้ TikTok เพื่อการตลาดสำหรับผู้ที่มีความบกพร่องทางสติปัญญา โรงเรียนโสตศึกษาจังหวัดสุรินทร์

ผลการหาประสิทธิภาพของห้องเรียนดิจิทัลผ่านแอปพลิเคชันไลน์ที่พัฒนาตามเกณฑ์ของเมกุยแกนส์ พบว่าคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากแบบทดสอบก่อนเรียนเท่ากับ 11.20 และแบบทดสอบหลังเรียนเท่ากับ 16.90 และประสิทธิภาพสื่อที่พัฒนาขึ้นเท่ากับ 1.51 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ของเมกุยแกนส์ แสดงรายละเอียดดัง Table 1.

Table 1. The results of the effectiveness of digital classroom via line application.

Students (N)	Total score	Average of test		$\bar{x}$	S.D.	Efficiency
		Pre-test	Post-test			
10	35	11.20	16.90	5.700	3.498	1.51

7.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้เรียนด้วยห้องเรียนดิจิทัลผ่านแอปพลิเคชันไลน์ เรื่องการใช้ TikTok เพื่อการตลาด

จากการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนจำนวน 10 คน ที่เรียนด้วยสื่อห้องเรียนดิจิทัลผ่านแอปพลิเคชันไลน์ พบว่า จากคะแนนเต็ม 35 คะแนน คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 11.20 คะแนน และหลังเรียนเท่ากับ 16.90 คะแนน โดยผลการทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติ Z-test ให้ค่า $Z = -2.810$ และ Asymp. Sig. (2-tailed) = 0.005 ซึ่งน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนดไว้คือ 0.05 (Table 2.) สรุปได้ว่า ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

Table 2. The results of the comparison between pre-test and post-test of students using the digital classroom via the LINE application.

Test	Students (N)	Total score	$\bar{x}$	S.D.	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)
Pre-test	10	35	11.20	4.211	-2.810	0.005
Post-test			16.90	3.348		

**p < .05

7.4 ผลการประเมินทักษะในการสร้าง TikTok ของผู้เรียนที่เรียนด้วยห้องเรียนดิจิทัลผ่านแอปพลิเคชันไลน์ เรื่องการใช้ TikTok เพื่อการตลาด

จากการประเมินทักษะการสร้าง TikTok ของผู้เรียนจำนวน 10 คน ที่มีความบกพร่องทางสติปัญญาที่เรียนรู้ผ่านห้องเรียนดิจิทัลด้วยแอปพลิเคชันไลน์ พบว่า จากคะแนนเต็ม 22 คะแนน ผู้เรียนมีคะแนนเฉลี่ยด้านทักษะ เท่ากับ 14.5 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 65.9 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานของการวิจัยที่ตั้งไว้ รายละเอียดดัง Table 3.

Table 3. The results of the assessment of students' skills for creating TikTok.

Students (N)	Total score	Skills' average score	Percent
10	22	14.5	65.9

8. สรุปผลการวิจัย (Conclusion)

จากผลการศึกษาสามารถสรุปผลเพื่อให้เป็นไปตามสมมติฐานได้ดังต่อไปนี้

1. ห้องเรียนดิจิทัลผ่านแอปพลิเคชันไลน์ เรื่องการใช้ TikTok เพื่อการตลาดสำหรับผู้ที่มีความบกพร่องทางสติปัญญา โรงเรียนโสตศึกษา จังหวัดสุรินทร์ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ของเมกุยแกนส์

ประสิทธิภาพของห้องเรียนดิจิทัลออนไลน์ที่พัฒนาขึ้นเป็นไปตามเกณฑ์ของเมกุยแกนส์ ผลวิจัยพบว่า ห้องเรียนดิจิทัลออนไลน์พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 1.51 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ของเมกุยแกนส์ สรุปได้ว่า เนื้อหา และรูปแบบการนำเสนอที่ออกแบบมาเหมาะสมกับผู้เรียน และสามารถส่งเสริมการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพในสภาพแวดล้อมออนไลน์

2. ผู้ที่มีความบกพร่องทางสติปัญญาที่เรียนรู้ด้วยสื่อห้องเรียนดิจิทัลผ่านแอปพลิเคชันไลน์ เรื่องการใช้ TikTok เพื่อการตลาด มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ผู้ที่มีความบกพร่องทางสติปัญญาที่เรียนรู้ด้วยห้องเรียนดิจิทัลผ่านแอปพลิเคชันไลน์ เรื่องการใช้ TikTok เพื่อการตลาด มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ผลวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนของผู้เรียนที่เรียนสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน

3. ผู้ที่มีความบกพร่องทางสติปัญญาที่เรียนรู้ด้วยสื่อห้องเรียนดิจิทัลผ่านแอปพลิเคชันไลน์ เรื่องการใช้ TikTok เพื่อการตลาด มีคะแนนด้านทักษะในการสร้าง TikTok ร้อยละ 50 ขึ้นไป

ผู้ที่มีความบกพร่องทางสติปัญญาที่เรียนรู้ด้วยสื่อห้องเรียนดิจิทัลผ่านแอปพลิเคชันไลน์ เรื่องการใช้ TikTok เพื่อการตลาด พบว่าจากคะแนนเต็ม 22 คะแนน ผู้เรียนมีคะแนนเฉลี่ยด้านทักษะเท่ากับ 14.5 ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 65.9

9. อภิปรายผลการวิจัย (Discussion)

จากผลการศึกษา สามารถอภิปรายผลให้สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยได้ดังต่อไปนี้

9.1 ห้องเรียนดิจิทัลผ่านแอปพลิเคชันไลน์ เรื่องการใช้ TikTok เพื่อการตลาดสำหรับผู้ที่มีความบกพร่องทางสติปัญญา โรงเรียนโสตศึกษา จังหวัดสุรินทร์ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ของเมกุยแกนส์

ผลการพัฒนาห้องเรียนดิจิทัลผ่านแอปพลิเคชันไลน์ดังกล่าว พบว่า ห้องเรียนดิจิทัลที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพ และสามารถส่งเสริมการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากได้มีการออกแบบระบบการเรียนการสอนโดยอิงตามโมเดล ADDIE ซึ่งเป็นกระบวนการพัฒนาการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ โดยในแต่ละขั้นตอนได้มีการกำหนดองค์ประกอบหลัก และองค์ประกอบย่อยไว้อย่างชัดเจนและละเอียด ครอบคลุมตั้งแต่ขั้นการวิเคราะห์ การออกแบบ การพัฒนา การนำไปใช้ ไปจนถึงการประเมินผล ทำให้เนื้อหาที่จัดการเรียนการสอนสามารถเข้าใจได้ง่ายและสามารถนำไปใช้ในการปฏิบัติได้จริง อย่างเป็นรูปธรรม (Tiantong, 2002) ซึ่งเห็นได้จากงานวิจัยก่อนหน้านี้ที่ประยุกต์ใช้ ADDIE ในการออกแบบสื่อการเรียนการสอนออนไลน์พบว่าสื่อดังกล่าวมีคุณภาพและมีประสิทธิภาพในการจัดการเรียนการสอน สามารถช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ และถ่ายทอดเนื้อหาสู่ผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Hiranrat et al., 2019; Lakhonphon et al., 2021) เช่นเดียวกับ Jarmonmarn & Sirawong (2023) ที่ได้กล่าวว่าการพัฒนาห้องเรียนดิจิทัลออนไลน์ให้มีประสิทธิภาพจะต้องออกแบบบทเรียนอย่างมีขั้นตอน มีแบบแผนชัดเจน มีรูปแบบการสอนที่เป็นระบบ และสามารถเลือกเรียนเนื้อหาตามที่ต้องการตามกำหนดเวลาที่เหมาะสม และความสะดวกของผู้เรียน

9.2 ผู้เรียนที่มีความบกพร่องทางสติปัญญา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนผ่านห้องเรียนดิจิทัลผ่านแอปพลิเคชันไลน์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ทั้งนี้เนื่องจากห้องเรียนดิจิทัลผ่านแอปพลิเคชันไลน์ที่พัฒนาขึ้นมีการออกแบบเนื้อหาที่เหมาะสมสำหรับผู้เรียนที่มีความบกพร่องทางสติปัญญา โดยการนำเสนอเนื้อหาทั้งข้อความ เสียง ภาพเคลื่อนไหว และสื่พื้นหลังที่เหมาะสม ตลอดจนมีแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อกระตุ้นความสนใจและช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Inphrom (2018), Hiranrat et al. (2019) และ Lakhonphon et al. (2021) ที่พบว่าการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้และการใช้สื่อมัลติมีเดียช่วยกระตุ้นและสร้างการเข้าใจให้กับผู้เรียนที่มีความบกพร่องทางสติปัญญา ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น การประยุกต์ใช้ห้องเรียนดิจิทัลออนไลน์ในการจัดการเรียนรู้ช่วยสร้างแรงจูงใจและความน่าสนใจให้แก่ผู้เรียน ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นในการศึกษาด้วยตนเองมากยิ่งขึ้น ซึ่งนำไปสู่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้นหลังการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้ ห้องเรียนดิจิทัลยังมีการนำแอปพลิเคชันไลน์มาใช้เป็นช่องทางในการสื่อสารและถ่ายทอดเนื้อหา ช่วยให้การเรียนรู้มีความต่อเนื่อง เข้าถึงได้ง่าย และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น การใช้แอปพลิเคชันไลน์ในลักษณะดังกล่าวยังเป็นการส่งเสริมศักยภาพในการเรียนรู้ด้วยตนเอง และสามารถตอบสนองต่อบริบทการเรียนรู้ในยุคดิจิทัลได้อย่างเหมาะสม สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Tathong et al. (2019) และ Trangansri (2022) ที่ประยุกต์ใช้แอปพลิเคชันไลน์ในการจัดการเรียนการสอน และพบว่าไลน์ช่วยเพิ่มความร่วมมือระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน สนับสนุนการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง และเพิ่มความพึงพอใจในการเรียนรู้ของผู้เรียนในระดับที่สูงขึ้น นอกจากนี้ การใช้กระบวนการเรียนรู้เอ็มไอเอพี (MIAP) ของ Sirisukphaibun (2011) ในการจัดการเรียนการสอนช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ในรูปแบบที่เป็นระบบ โดยเริ่มจากการขึ้นกระตุ้นแรงจูงใจ (Motivation: M) ด้วยกราฟิกและวิดีโอ ขั้นการให้ข้อมูลสาระการเรียนรู้ (Information: I) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเลือกเรียนตามความสนใจ พร้อมเนื้อหาหลากหลายสื่อ ขั้นการนำไปใช้ (Application: A) ด้วยการทดสอบหลังเรียน และขั้นการสรุปผล (Progress: P) เพื่อแสดงคะแนนและเฉลย เพื่อสะท้อนถึงความก้าวหน้าทางการเรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kumma et al. (2022) ที่ได้ประยุกต์ใช้กระบวนการเรียนรู้แบบ MIAP ร่วมกับสื่อวีดิทัศน์ออนไลน์เรื่องการใช้งานโปรแกรมประมวลผลคำเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน พบว่าสื่อดังกล่าวมีประสิทธิภาพและช่วยให้ผู้เรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนสูงขึ้น ทั้งนี้ เนื่องจากรูปแบบการเรียนรู้ดังกล่าวสร้างแรงจูงใจให้กับผู้เรียนอยากจะศึกษาเนื้อหา มีแบบทดสอบที่ช่วยกระตุ้นและตรวจประเมินผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเป็นไปตามแนวคิดของ Sirisukphaibun (2011) ได้กล่าวถึงการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบ MIAP ว่าช่วยให้ผู้เรียนสามารถถ่ายทอดความคิดและความเข้าใจในลักษณะที่เหมาะสมกับแต่ละบุคคล ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่สามารถปรับเปลี่ยนพฤติกรรมให้ดีขึ้น ผู้เรียนสามารถนำองค์ความรู้ที่ได้ไปพัฒนาต่อยอดและพัฒนาศักยภาพของตนเองได้อย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ยังช่วยให้ผู้เรียนมีผลลัพธ์การเรียนรู้ที่ดีขึ้น ส่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้นตามมา ซึ่งถือเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนอย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ การใช้สื่อและกระบวนการการเรียนรู้ที่เหมาะสมสามารถส่งผลให้ผู้เรียนที่มีความบกพร่องทางสติปัญญา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Rattanavong & Bumpen (2024) ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าการจัดการศึกษาสำหรับเด็กที่มีความบกพร่องทางสติปัญญาควรมุ่งเน้นการใช้วิธีการสอนและสื่อการเรียนรู้ที่หลากหลาย ทั้งนี้จะต้องสอดคล้องกับศักยภาพเฉพาะบุคคลของผู้เรียน เพื่อส่งเสริมพัฒนาการด้านทักษะชีวิตและทักษะการสื่อสาร

9.3 ผู้ที่มีความบกพร่องทางสติปัญญาที่เรียนรู้ด้วยสื่อห้องเรียนดิจิทัลผ่านแอปพลิเคชันไลน์ เรื่องการใช้ TikTok เพื่อการตลาด มีคะแนนด้านทักษะในการสร้าง TikTok ร้อยละ 50 ขึ้นไป

จากผลการวิจัยซึ่งสะท้อนถึงพัฒนาการที่ดีในด้านทักษะการใช้แอปพลิเคชัน TikTok เพื่อการตลาด ทั้งนี้เป็นผลมาจากการจัดการเรียนการสอนผ่านห้องเรียนดิจิทัลที่ออกแบบมาให้เหมาะสมกับกลุ่มผู้เรียนเฉพาะ โดยมีลักษณะการเรียนรู้ที่เน้นการลงมือปฏิบัติจริง ฝึกทำคลิปวิดีโอ สร้างสรรค์เนื้อหา และเรียนรู้วิธีนำเสนอผ่านแพลตฟอร์มอย่างเป็นระบบ ทั้งผ่านข้อความ วิดีโอ ภาพ และเสียงที่เหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน มีการประเมินผลก่อนและหลังเรียนซึ่งช่วยสะท้อนความก้าวหน้าในการเรียนรู้อย่างเป็นรูปธรรม ซึ่งแนวทางนี้ทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหา และสามารถนำทักษะที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของการเรียนรู้จากประสบการณ์หรือจากการลงมือทำ (Experiential Learning) ที่ระบุว่า ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพเมื่อได้ลงมือปฏิบัติจริง มีการทบทวนและไตร่ตรอง จนสามารถสร้างความเข้าใจและนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้ (Khemmani, 2014)

10. ข้อเสนอแนะงานวิจัย (Recommendation)

10.1 ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ควรเพิ่มระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนที่มีความบกพร่องทางสติปัญญา เนื่องจากผู้เรียนมีความสามารถในการเรียนรู้ช้ากว่าปกติ จึงจำเป็นต้องมีเวลาในการทำความเข้าใจและฝึกฝนอย่างเป็นลำดับ
2. ควรมีผู้ให้การช่วยเหลือหรือสนับสนุนระหว่างการเรียนรู้ออนไลน์ เพื่อลดอุปสรรคในการเข้าถึงเนื้อหา

10.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการใช้ออนไลน์ร่วมด้วย เพื่อให้เห็นมุมมองที่หลากหลายเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้
2. ควรศึกษาความคงทนของความรู้หลังการเรียนรู้ผ่านสื่อออนไลน์ เพื่อประเมินความสามารถในการจดจำและนำความรู้ไปใช้ในระยะยาว
3. ควรเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลายเพื่อหาวิธีการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมที่สุดสำหรับผู้เรียนที่มีความบกพร่องทางสติปัญญา

11. กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement)

งานวิจัยนี้ใช้ปัญญาประดิษฐ์เชิงสร้างสรรค์ (Generative AI: GAI) ด้วยโปรแกรม Botnoi Voice ในการสร้างเสียงบรรยาย ซึ่งแปลงข้อความที่เป็นเนื้อหาเป็นเสียงพูด และขอขอบพระคุณผู้บริหาร คุณครู และผู้เรียนที่มีความบกพร่องทางสติปัญญา โรงเรียนโสตศึกษาจังหวัดสุรินทร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์และอำนวยความสะดวกเป็นอย่างดีในระหว่างการศึกษา รวบรวมข้อมูลในการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้

12. เอกสารอ้างอิง (References)

- Aiyakorn, S. (2015). Line Programing and Inter-Organization Communication. *Journal of Nakhonratchasima College*, 9(1), 102-107. (In Thai)
- Arayawinyu, P. (1999). *Education for Children with Special Needs* (2nd ed.). Waen Kaew Publishing. (In Thai)
- Bakar, A. (2016). "Digital Classroom": An Innovative Teaching and Learning Technique for Gifted Learners Using ICT. *Creative Education*, 7(1), 55-61. <https://doi.org/10.4236/ce.2016.71006>.
- Boonmee, W. (2021). Teaching Materials and Learning in the 21st Century. *Journal of Legal Entity Management and Local Innovation*, 7(9), 373-386. (In Thai)
- Boonsit, P. (2021). *Enhancement of Social Skills of Student with Intellectual Disabilities through Group Activities*. [Master's dissertation, Srinakharinwirot University]. DSpace at Srinakharinwirot University. <http://ir-ithesis.swu.ac.th/dspace/handle/123456789/1280>. (In Thai)
- Chaiwong, A., Thongsukdee, R., Vittayakorn, S., & Leosiripong, P. (2024). Picture Exchange Communication System Alternative Communication of Child with Intellectual Disabilities and Speech and Language Impairments. *Journal of Multidisciplinary in Humanities and Social Sciences*, 7(4), 2447-2464. (In Thai)
- Chitthathairatt, S., Junphunt, J., & Khwanngam, W. (2023). The Satisfaction towards Online Learning via Line Applications and Google Meet Application of Students of Bachelor of Nursing Science Program, Bangkokthonburi University during COVID-19 Pandemic. *Interdisciplinary Social Science and Communication Journal*, 6(2), 139-150. <https://doi.org/10.14456/issc.2023.32>. (In Thai)
- Daengdet, P. (2022). Digital Marketing Strategies of Online Entrepreneurs on Platforms in Thailand. *Business Administration Journal Rajapruke University*, 1(1), 61-70. (In Thai)
- Department of Social Development Standards and Human Security. (2021). *10 Supplementary Occupations During the COVID-19 Period*. Ministry of Social Development and Human Security. https://www.m-society.go.th/ewtadmin/ewt/mso_web/download/article/article_20210908102213.pdf. (In Thai)



- Hiranrat, W., Tanuma, J., Sakaew, S., & Luangmaneerote, S. (2019). Matching Online Game-Based Learning (MOGBL) about Counting, Addition and Subtraction in Case of Lower Elementary Student with Intellectual Disabilities. *Information Technology Journal*, 15(2), 23-34. (In Thai)
- Huedhun, K. (2017). The Influence of Line Application in the Present Communication. *Journal of Arts Management*, 1(2), 75-88. (In Thai)
- Inphrom, P. (2016). *An Instructional Package for Improving Reading Skills on Thai Spelling for Dyslexic Prathomsuksa 2 Students*. [Master's dissertation, Rajamangala University of Technology Thanyaburi]. DSpace at Rajamangala University of Technology Thanyaburi. <http://www.repository.rmutt.ac.th/dspace/handle/123456789/2885>. (In Thai)
- Intharawiset, T., Phulketnakhon, T., Charoensa, T., Nak-in, N., Agbi, A., & Reaung-Rong, P. (2019). Technology and Innovation for Instructional in Digital Ages. *Veridian E-Journal, Silpakorn University (Humanities, Social Sciences, and Arts)*, 12(6), 478-494. (In Thai)
- Jansrisukot, J. (2017). *Instructional Management for Children with Learning Disabilities*. Faculty of Education, Udon Thani Rajabhat University. (In Thai)
- Jarmonmarn, S., & Sirawong, N. (2023). The Development of Online Learning to Promote Using Skills of Digital Technology to Education for Undergraduate Students in Education Programs Srinakharinwirot University. *Journal of Education Research Faculty of Education, Srinakharinwirot University*, 18(1), 15-30. (In Thai)
- Johnson, C. (2022). *More Than Just a Hashtag: Disability and TikTok*. <https://www.pbs.org/independentlens/blog/more-than-just-a-hashtag-disability-and-tiktok>.
- Jongkaijak, P. (2024). The Academic Affairs Administration Development with the Line Application of the Khao Yoi District Learning Encouragement Center Phetchaburi Province. *Journal of Academic for Educational Administration Innovation*, 3(2), 66-78. (In Thai)
- Khemmani, T. (2014). *Teaching Science: Knowledge for Effective Learning Process* (18th ed.). Chulalongkorn University Press. (In Thai)
- Kitipacharadechatron, R., & Thienthong, A. (2019). Multiple Jobs Holding-Well Being Nexus of Public Servants: The Application of the Covariance Structure Model. *Journal of Economics and Management Strategy*, 6(2), 89-103. (In Thai)
- Kitpermkiad, S., & Srisawatsakul, C. (2025). Factors Affecting the Acceptance of Live Streaming Technology for Purchasing Products by Ubon Ratchathani Rajabhat University Students: Case Study of TikTok Application. *Journal of Applied Informatics and Technology*, 7(1), 122-136. (In Thai)
- Koolnaphadol, P., I-nang, P., Yu-iam, S., & Suwannapho, P. (2019). The Development of Career and Living Skill for Learning in the 21st Century through the Psychological Self-Empowerment Process. *Srinakharinwirot Academic Journal of Education*, 20(1), 15-27. (In Thai)
- Kosaseang, S., Pongpittaya, K., & Thepsaeng, S. (2022). Digital Technology for School Management in the Digital Transformation Era. *SWU Education Administration Journal*, 19(37), 242-250. (In Thai)
- Kosuwan, K. (2010). *Teaching Children with Mid Disabilities*. Sahamitr Printing and Publishing. (In Thai)
- Kuljitjuewong, S. (2013). LINE - Communicating Format on the Creativity of Smartphone: Benefits and Limits of Application. *Executive Journal*, 33(4), 42-54. (In Thai)
- Kumma, P., Hiranrat, W., Nabumroong, N., & Luangmaneerote, S. (2022). Online Video Media Integrated with the MIAP Learning Process About the Use of Basic Word Processing Programs in Case of Mathayomsuksa 5 Student with Hearing Impairments. *Information Technology Journal*, 18(1), 85-95. (In Thai)

- Lakhonphon, T., Somsuai, S., & Saowaros, J. (2021). Development of Electronic Instructional Media in Mathematics: Addition, Subtraction, Multiplication, and Division for Students with Intellectual Disabilities. *Buarabhandit Journal of Educational Administration*, 21(1), 9-16. (In Thai)
- Mudyafa, P. (n.d.). *Instructional Management for Children with Intellectual Disabilities*. <http://www.geocities.ws/skpattana/download/manual.pdf>. (In Thai)
- Netwong, T. (2018). Digital Classroom for Mainstreaming and Developing Survival Skills in the Digital Era. *Journal of Technical Education Development*, 31(108), 15-24. (In Thai)
- Numma, K., Siripipattanakul, S., & Srifa, P. (2021). Development of Digital Video Media with Interactive Learning in Classroom to Enhance Attitude for Mathematic Learning with Happiness. *Technical Education Journal King Mongkut's University of Technology North Bangkok*, 12(2), 1-11. (In Thai)
- Pansuppawatt, A., Robkob, A., & Jantarajaturapath, P. (2024). Influence of Marketing Content on Repurchase Decision Via the TikTok Platform of Mahasarakham University Students. *Maejo Business Review*, 6(2), 115-139. <https://doi.org/10.14456/mbr.2024.12>. (In Thai)
- Patananukit, N., Chupan, S., Vorakitphan, V., Maneechotpeeti, N.R., & Suthirawut, B. (2024). Guidelines for Creating Content and Production Format of Online Program and Marketing Communication Strategies of Influencers and Program Viewers through the TikTok Application in Thailand. *Dhonburi Rajabhat University Journal*, 18(1), 139-159. (In Thai)
- Persons with Disabilities Empowerment Act, B.E. 2550. (2007, September 27). *Royal Thai Government Gazette*. Book No. 124 Chapter 61 Kor, 1-13. https://dep.go.th/images/uploads/Downloads/pdf/888_02.pdf. (In Thai)
- Phetkliang, D., Pana, S., & Boonpook, W. (2022). The Development of Self-Learning Media via Augmented Reality Technology to Enhance Geography Concepts of Junior High School Students. *Journal of Educational Studies*, 16(1), 214-225. (In Thai)
- Plubplueng, T., & Plubplueng, P. (2021). Opportunity and Motivation in the Selection of Part-Time Job as Food Delivery Service Provider During Covid-19. *Journal of Economics and Management Strategy*, 8(2), 21-38. (In Thai)
- Priaoprasit, S. (2020). Model of Digital Online Learning via Cloud Education Environment System Model by Sa Kas Cha Teaching Method through Su-Ji-Pu-Ri Learning. *Journal of Mass Communication Technology, RMUTP*, 5(1), 19-26. (In Thai)
- Rattavong, W., & Bumpen, N., (2024). Guidelines for Organizing Special Classrooms to Promote Lifelong Learning for People with Special Needs: In the Case of Children with Learning Disabilities. *Journal of Innovation in Administration and Educational Management*, 3(1), 92-105. (In Thai)
- Rodniyom, A. (2021). Educational Technology and Online Teaching and Learning Management in the New Era. *Journal of Social Science and Buddhist Anthropology*, 6(9), 123-133. (In Thai)
- Sakunwit, P., Onthanee, A., & Jantakoon, J. (2021). Communication Design in New Normal. *Journal of Faculty of Humanities and Social Sciences Thepsatri Rajabhat University*, 12(3), 127-138. (In Thai)
- Sawang, K. (2023). The Study of Advertising in TikTok Application Affecting on Buying Impulse of Users in Udon Thani Province. *NEU Academic and research Journal*, 13(3), 28-43. (In Thai)
- Seangbua, T. (2024). *Factors the Influence of TikTok on Frozen Food Purchase Decisions of Consumers in Bangkok*. [Master's dissertation, Bangkok University], DSpace at Bangkok University. <http://dspace.bu.ac.th/handle/123456789/5706>. (In Thai)
- Seel, B., & Glasgow, Z. (1998). *Making Instructional Design Decisions* (2nd ed.). Prentice Hall.



- Sirirutraykha, T. (2018). *Handbook of Mental Health Care for Children with Learning Problems* (2nd ed.). Prosperous Plus. (In Thai)
- Sirisukphaibun, S. (2011). *Techniques and Methods of Professional Teaching: MIAP*. King Mongkut's University of Technology North Bangkok. (In Thai)
- Siriwun, T. (2016). *The Study of Behaviors in Using Line Application for Organization Communication*. [Master's dissertation, Mahidol University]. CMMU Digital Archive. <https://archive.cm.mahidol.ac.th/handle/123456789/1865>. (In Thai)
- Suwanakasa, B., Jarungkiattikul, S., & Tantichalerm, C. (2023). The Current Employment Conditions and Needed Working Skills Required for Youths with Intellectual Disability as Required by the Employment Agencies. *Panyapiwat Journal*, 15(2), 177-191. (In Thai)
- Tathong, B., Sritarapipat, P., & Kaewkhieo, B. (2019). Effect of Teaching Method for Using Line Application-Based Learning on Learning Outcomes and Satisfaction of the Student Nurses in Nursing Care of Persons with Health Problems I Course of Boromarajonani College of Nursing, Chai Nat. *Boromarajonani College of Nursing, Uttaradit Journal*, 11(1), 155-168. (In Thai)
- Thongkhao, S., Mahaviro, P.M., Atulo, P.S., Chantakiri, S., & Nachaisin, W. (2023). The Role of Thai Teachers and Digital Technology for Education Management. *Journal of Buddhist Sociology*, 8(2), 130-144.
- Tiantong, M. (2002). *Teaching Materials for the Course on Courseware Design and Development for Computer-Assisted Instruction*. King Mongkut's University of Technology North Bangkok. (In Thai)
- Trangansri, A. (2022). A Development of Automatic Conversation for Learning Information through Line Messaging API chatbot. *Interdisciplinary Social Sciences and Communication Journal*, 6(2), 127-138. <https://doi.org/10.14456/issc.2023.31>. (In Thai)
- Wannit, P., & Sonphonngam, M. (2022). Cultural Crisis Changing the Way of Life Thai Society in the Digital Age. *Journal of Buddhist Studies Vanam Dongrak*, 9(2), 117-126. (In Thai)
- Yimlamai, M., & Srichailerd, U. (2020, July 9 - 10). The Development of Online Learning Media, Book Format Research Project Computer Education Department Nakhon Pathom Rajabhat University. *The 12th NPRU National Academic Conference Nakhon Pathom Rajabhat University*, 1048-1058. Nakhon Pathom Rajabhat University. (In Thai)

A Development Electrical Energy Measure System Using Internet of Things Technology

การพัฒนาระบบตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

Terapong Songputh^{1*}, Suwitchaboon Boonchuay², and Jirawat Bonwat³

ธีรพงศ์ สงผัด^{1*}, สุวิชาบุญ บุญช่วย², และ จิรวัดน์ บุญวาส³

Received: 15 June 2025;
Revised: 2 August 2025;
Accepted: 7 August 2025;
Published: 20 August 2025;

Abstract

This research aimed to develop an electricity consumption monitoring system using Internet of Things (IoT) technology and to evaluate its performance. The developed system integrates three PZEM-004T sensors to measure key electrical parameters, including voltage, current, power, energy accumulation, frequency, and power factor. These sensors are connected to an ESP32 microcontroller, which collects and transmits data wirelessly to Google Sheets using Google Apps Script. The collected data is then visualized in interactive graphs via Google Looker Studio. A purposive sample of 10 experts was selected to evaluate the system using a questionnaire. Data was analyzed using mean and standard deviation. The results indicate that the system effectively captures real-time energy consumption data and presents clear trends through a user-friendly dashboard, supporting systematic energy-saving planning. The overall performance was rated at the highest level ($\bar{x}$ = 4.58, S.D. = 0.18), reflecting high accuracy, stability, and suitability for implementation in educational and office environments. The findings suggest that the system can be effectively applied in organizational energy management to enhance efficiency and significantly reduce long-term energy costs. Furthermore, it serves as a concrete and effective prototype for IoT-based energy monitoring system development.

Keywords: Electricity Consumption Monitoring System, Internet of Things, ESP32, Google Looker Studio

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งและประเมินประสิทธิภาพของระบบดังกล่าว โดยระบบที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยเซ็นเซอร์ PZEM-004T จำนวน 3 ตัว ซึ่งสามารถวัดค่าทางไฟฟ้า ได้แก่ แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า พลังงานสะสม ความถี่

^{1,*} Assistant Professor, Program in Computer Technology and Digital, Faculty of Liberal Arts and Sciences, Sisaket Rajabhat University, Sisaket 33000, Thailand; ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และดิจิทัล คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ จังหวัดศรีสะเกษ 33000 ประเทศไทย; Email: tearapong.song@gmail.com

² Student, Program in Computer Technology and Digital, Faculty of Liberal Arts and Sciences, Sisaket Rajabhat University, Sisaket 33000, Thailand; นักศึกษา สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และดิจิทัล คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ จังหวัดศรีสะเกษ 33000 ประเทศไทย; Email: borpet011@gmail.com

³ Student, Program in Computer Technology and Digital, Faculty of Liberal Arts and Sciences, Sisaket Rajabhat University, Sisaket 33000, Thailand; นักศึกษา สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และดิจิทัล คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ จังหวัดศรีสะเกษ 33000 ประเทศไทย; Email: booesan@gmail.com

*Corresponding authors: Terapong Songputh (tearapong.song@gmail.com)



และตัวประกอบกำลังไฟฟ้า ทั้งนี้ได้ทำการเชื่อมต่อเซ็นเซอร์กับอีเอสพี32 ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการรับข้อมูลและส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายไร้สาย ไปยังกูเกิลชีต โดยใช้กูเกิลแอปสคริปต์ เป็นตัวกลางในการรับส่งข้อมูล และนำข้อมูลที่ได้ไปแสดงผลในรูปแบบกราฟผ่านกูเกิลดูเออร์สตุติโอ กลุ่มตัวอย่างได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 10 คน โดยการคัดเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แบบสอบถาม สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการดำเนินการพัฒนาระบบพบว่าสามารถวัดและเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าได้อย่างต่อเนื่องแบบเรียลไทม์ ระบบสามารถแสดงแนวโน้มการใช้พลังงานของอาคารได้อย่างชัดเจนผ่านแดชบอร์ด ที่ใช้งานง่าย และสนับสนุนการวางแผนลดการใช้พลังงานอย่างเป็นระบบ และระบบมีค่าเฉลี่ยโดยรวมอยู่ในระดับ “มากที่สุด” ($\bar{X} = 4.58$, S.D. = 0.18) ซึ่งสะท้อนถึงความถูกต้อง ความเสถียร และความเหมาะสมในการใช้งานจริงในสภาพแวดล้อมของอาคารเรียนหรือสำนักงาน ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการพลังงานขององค์กรเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและลดต้นทุนด้านพลังงานในระยะยาวได้อย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้ยังเป็นต้นแบบในการพัฒนาระบบตรวจวัดพลังงานที่ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง อย่างเป็นรูปธรรมและมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: ระบบตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้า, อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง, อีเอสพี32, กูเกิลดูเออร์สตุติโอ

1. บทนำ (Introduction)

พลังงานไฟฟ้าเป็นทรัพยากรสำคัญที่มีบทบาทอย่างยิ่งต่อการดำเนินชีวิตและการพัฒนาทางเศรษฐกิจและสังคมในทุกระดับ โดยเฉพาะในบริบทของสถานศึกษาและอาคารสำนักงานซึ่งมีการใช้พลังงานอย่างต่อเนื่องตลอดทั้งวัน การบริหารจัดการพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพจึงเป็นแนวทางที่สำคัญในการลดต้นทุนค่าใช้จ่าย และส่งเสริมความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม (Saha et al., 2024) ในปัจจุบัน แนวโน้มการใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะในการจัดการพลังงาน เนื่องจากสามารถตรวจวัดและรายงานข้อมูลการใช้พลังงานได้แบบเรียลไทม์ ช่วยให้ผู้ใช้สามารถวิเคราะห์และตัดสินใจเชิงระบบได้อย่างแม่นยำ (Huang et al., 2023)

เทคโนโลยี อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ถูกนำมาประยุกต์ใช้ทั้งในภาคอุตสาหกรรมและในภาคการศึกษาในประเทศไทย เช่น งานวิจัยของ Apiruchpinyo & Chaochaikong (2022) รายงานว่าการพัฒนาระบบตรวจวัดพลังงานในอาคารเรียน โดยใช้บอร์ดอีเอสพี32 ร่วมกับแอปพลิเคชันบลิง (Blynk) เพื่อควบคุมและแสดงผลการใช้พลังงานผ่านเครือข่ายไร้สาย รวมถึงการพัฒนาซอฟต์แวร์เชื่อมต่อกับเซ็นเซอร์ PZEM-004T และบอร์ด โหนดเอ็มชียู สำหรับการวัดกำลังไฟฟ้าและจัดเก็บข้อมูลบนคลาวด์อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้ง Chunpungsuk & Lertbumroongchai (2018) ยังได้รายงานว่าการประยุกต์ใช้ระบบ อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ในโครงการจัดการพลังงานนิเวศพอเพียงระดับสถานศึกษา เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ควบคู่กับการประหยัดพลังงาน ในด้านเทคโนโลยีฮาร์ดแวร์บอร์ดอีเอสพี32 ร่วมกับเซ็นเซอร์วัดพลังงาน เช่นเซ็นเซอร์ PZEM-004T และเซ็นเซอร์ ACS712 ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในการพัฒนาระบบตรวจวัดไฟฟ้า โดยสามารถตรวจวัดแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า และตัวประกอบกำลังได้อย่างแม่นยำ ข้อมูลที่ได้สามารถส่งผ่าน Wi-Fi ไปยังระบบฐานข้อมูล เช่น กูเกิลชีต หรือแอปพลิเคชันมือถือ เพื่อจัดเก็บและประมวลผล (Yasa et al., 2023)

แม้จะมีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ในการตรวจวัดและบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าในหลายบริบท แต่ยังคงขาดระบบที่สามารถเชื่อมโยงกระบวนการทั้งหมดอย่างครบวงจร ทั้งการวัดค่าทางไฟฟ้า การส่งข้อมูลแบบเรียลไทม์ การจัดเก็บบนคลาวด์ และการแสดงผลผ่านแดชบอร์ดในรูปแบบที่วิเคราะห์และนำไปใช้ได้จริง โดยเฉพาะการใช้บอร์ดอีเอสพี32 ร่วมกับเซ็นเซอร์ PZEM-004T และการบูรณาการกับเครื่องมือโอเพนซอร์ส เช่น กูเกิลแอปสคริปต์ และกูเกิลดูเออร์สตุติโอ ยังมีการศึกษาน้อย นอกจากนี้ งานวิจัยส่วนใหญ่ยังขาดการประเมินประสิทธิภาพของระบบในมิติเชิงปฏิบัติ เช่น ความแม่นยำ ความเสถียร และความเหมาะสมในการใช้งานจริง งานวิจัยนี้จึงมีเป้าหมายเพื่อพัฒนาระบบ

ต้นแบบที่สามารถตรวจวัด จัดเก็บ และแสดงผลข้อมูลการใช้พลังงานได้อย่างเป็นระบบ พร้อมทั้งประเมินประสิทธิภาพของระบบดังกล่าว เพื่อสนับสนุนการบริหารจัดการพลังงานในระดับองค์กรได้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

2. วัตถุประสงค์งานวิจัย (Research Objectives)

1. เพื่อพัฒนาระบบตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง
2. เพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

3. การทบทวนวรรณกรรมและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง (Literature Review)

การพัฒนาระบบตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง เป็นแนวทางที่ได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้นในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา โดยเฉพาะในบริบทของการบริหารจัดการพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ เนื่องจาก อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง เป็นเทคโนโลยีที่เปิดโอกาสให้สามารถเก็บข้อมูลจากอุปกรณ์ที่หลากหลาย ส่งต่อข้อมูลผ่านระบบเครือข่าย และนำไปวิเคราะห์เชิงลึกในรูปแบบที่ผู้ใช้สามารถเข้าถึงได้แบบเรียลไทม์ (Huang et al., 2023)

3.1 แนวคิดเกี่ยวกับเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things) หมายถึง ระบบเครือข่ายที่เชื่อมโยงวัตถุทางกายภาพ อุปกรณ์ หรือสิ่งของต่าง ๆ ผ่านอินเทอร์เน็ต โดยอุปกรณ์เหล่านี้สามารถตรวจจับข้อมูลจากสภาพแวดล้อม (เช่น อุณหภูมิ ความชื้น แสง เสียง หรือการเคลื่อนไหว) ประมวลผลข้อมูล และส่งต่อข้อมูลไปยังอุปกรณ์อื่นหรือระบบฐานข้อมูลส่วนกลางเพื่อการวิเคราะห์หรือควบคุมการทำงาน (Yasa et al., 2023) องค์ประกอบหลักของระบบ อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ประกอบด้วย 3 ส่วนสำคัญ ได้แก่ 1) อุปกรณ์ปลายทาง (Things หรือ Edge Devices) เป็นวัตถุที่ฝังตัวด้วยเซ็นเซอร์หรือไมโครคอนโทรลเลอร์ เช่น บอร์ดอีเอสพี32, Arduino, Raspberry Pi ซึ่งสามารถตรวจจับข้อมูลจากสภาพแวดล้อม และเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้ 2) เครือข่าย (Network) ใช้สำหรับการรับส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์และศูนย์กลางข้อมูล เช่น Wi-Fi, LoRa, ZigBee, NB-IoT หรือ ESP-NOW 3) แพลตฟอร์มประมวลผลและจัดเก็บข้อมูลทำหน้าที่จัดเก็บ วิเคราะห์ และแสดงผลข้อมูล เช่น Blynk, Firebase, Things Board, Node-RED หรือ MQTT Broker ซึ่งออกแบบและพัฒนาระบบควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตโดยอาศัยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตในสรรพสิ่ง จะทำให้ผู้ใช้งานสามารถควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าได้จากระยะไกลผ่านอุปกรณ์พกพา มีระบบจัดการข้อมูลผ่านเว็บไซต์อย่างปลอดภัย (Songputh & Rungkaew, 2022) แนวคิดของ อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง มุ่งเน้นการทำให้วัตถุต่าง ๆ “ชาญฉลาด” ด้วยความสามารถในการสื่อสารและตัดสินใจโดยอัตโนมัติ ซึ่งช่วยลดการพึ่งพาแรงงานมนุษย์ เพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน และนำไปสู่การพัฒนานวัตกรรมใหม่ในหลากหลายภาคส่วน เช่น การใช้ บอร์ดอีเอสพี32 ร่วมกับเซ็นเซอร์ PZEM-004T สามารถวัดค่าทางไฟฟ้า เช่น แรงดันไฟฟ้า กระแส กำลังไฟฟ้า และพลังงานสะสมได้อย่างแม่นยำ และสามารถส่งข้อมูลแบบเรียลไทม์ไปยังระบบคลาวด์

3.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการประเมินระบบ

การประเมินประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศ (Information System Evaluation) เป็นกระบวนการที่มีความสำคัญในการตรวจสอบคุณภาพ ความเหมาะสม และความสามารถของระบบในการตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้งาน โดยทั่วไป การประเมินประสิทธิภาพระบบจะพิจารณาจากหลายมิติหลัก ได้แก่ ความถูกต้อง เสถียรในการทำงาน ความเหมาะสมในบริบทของการใช้งานจริง ความสามารถในการเข้าถึงและใช้งาน รวมถึงความสามารถในการนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในการตัดสินใจและการจัดการ ทั้งนี้ Napitupulu (2020) ได้พัฒนาแบบวัดการยอมรับระบบ e-Participation โดยเน้นการประเมินความตรงของเนื้อหาด้วยผู้เชี่ยวชาญ 10 คน ผ่านดัชนี Aiken's V และ Coefficient H ผลการประเมินพบว่าแบบวัดจำนวน 64 ข้อมีความตรงของเนื้อหาในระดับสูง เหมาะสำหรับการใช้วัดความพึงพอใจของผู้ใช้ในระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ โดยเน้นความสำคัญของการตรวจสอบความตรงของเนื้อหาอย่างเป็นระบบก่อนนำเครื่องมือไปใช้จริงในงานวิจัยด้าน IS/IT โดยในงานวิจัยฉบับนี้ ได้ออกแบบแบบประเมินขึ้นเพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีประเมินระบบที่พัฒนาขึ้นโดยใช้แนวคิดเรื่อง การประเมินผลตามเกณฑ์ของประสิทธิภาพระบบสารสนเทศ ยังถูกนำมาใช้ในการออกแบบแบบสอบถามเพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินระบบในประเด็นสำคัญ ได้แก่ ความถูกต้องของการตรวจวัดข้อมูลไฟฟ้า ความเสถียรในการส่งข้อมูลผ่านเครือข่าย ความเหมาะสมกับบริบทของสถานศึกษา ความสะดวกในการใช้งานระบบ แดชบอร์ด และศักยภาพในการสนับสนุนการตัดสินใจเชิงบริหาร ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่ใช้บอร์ดอีเอสพี8266 และเซ็นเซอร์ PZEM-004T ในการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้า พร้อมการรายงานผ่านระบบคลาวด์ เช่น มหาวิทยาลัยนครพนม และ

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี (Chaiyong & Sonasang, 2022) ที่ประเมินค่าตลาดเคลื่อนอยู่ในช่วงต่ำกว่า 1% และ
ระบุถึงความเสี่ยงของการรายงานแบบเรียลไทม์

3.3 โมเดลการพัฒนากระบวนการแบบแอตตี้ (ADDIE)

โมเดลการพัฒนากระบวนการแบบแอตตี้ เป็นกรอบแนวคิดที่ใช้ในการออกแบบและพัฒนากระบวนการอย่างเป็นระบบและมี
ประสิทธิภาพ โดยแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ได้แก่ การวิเคราะห์ (Analysis) การออกแบบ (Design) การพัฒนา
(Development) การนำไปใช้ (Implementation) และการประเมินผล (Evaluation) ซึ่งช่วยให้ผู้พัฒนาสามารถควบคุม
คุณภาพและติดตามความก้าวหน้าของระบบได้ในทุกขั้นตอน โมเดลนี้มีรากฐานจากทฤษฎีระบบ (Systems Theory) ที่มอง
การพัฒนาเป็นองค์ประกอบที่เชื่อมโยงกัน จึงสามารถปรับปรุงได้อย่างยืดหยุ่นและต่อเนื่อง (ELM Learning, 2024) การนำ
แอตตี้โมเดล มาใช้ในงานวิจัยและการพัฒนานวัตกรรมอย่างแพร่หลาย เช่น การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ เทคโนโลยีเสมือนจริง
ระบบสารสนเทศ และระบบ อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง โดยเฉพาะด้านการจัดการพลังงานและเกษตรอัจฉริยะที่ใช้แอตตี้
โมเดล ตั้งแต่การวิเคราะห์ความต้องการผู้ใช้ การออกแบบระบบเครือข่าย การพัฒนาโปรแกรม การทดสอบ และการ
ประเมินผล ในภาพรวม แอตตี้โมเดล มีจุดเด่นด้านความครอบคลุม ชัดเจน และสามารถประยุกต์ใช้ได้กับหลากหลายบริบท
โดยเฉพาะเมื่อผสมผสานกับเทคโนโลยีดิจิทัลและ อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง งานวิจัยนี้ได้นำแอตตี้โมเดล มาเป็นแนวทางในการ
พัฒนา โดยเฉพาะการวิเคราะห์บริบทของการใช้พลังงานในสถานศึกษา การออกแบบระบบตรวจวัดด้วยบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์
และเซ็นเซอร์ PZEM-004T การพัฒนาโปรแกรมฝั่งตัวและระบบฐานข้อมูล ตลอดจนการประเมินประสิทธิภาพระบบโดย
ผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งเป็นการดำเนินงานที่มีความครอบคลุมและสอดคล้องกับแอตตี้โมเดล อย่างเหมาะสม

3.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Saha et al. (2024) มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบตรวจวัดและควบคุมการใช้พลังงานและสิ่งแวดล้อมใน
ภาคอุตสาหกรรมโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ร่วมกับคลาวด์คอมพิวเตอร์ ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถตรวจวัด
ข้อมูลจากเซ็นเซอร์หลายประเภท เช่น อุณหภูมิ ความชื้น และข้อมูลพลังงานไฟฟ้า แล้วส่งข้อมูลแบบเรียลไทม์ผ่านโพรโทคอล
MQTT ไปยังฐานข้อมูลคลาวด์ ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าระบบมีความแม่นยำในการวัดสูง ประมวลผลข้อมูลได้อย่างมี
ประสิทธิภาพ และมีความยืดหยุ่นในการนำไปประยุกต์ใช้กับระบบอุตสาหกรรมจริง โดยเฉพาะการติดตามและลดการใช้
พลังงาน รวมถึงการแจ้งเตือนเมื่อมีการใช้พลังงานเกินกำหนด ซึ่งสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการพลังงานในภาค
การผลิตได้อย่างยั่งยืน

Apiruchpinyo & Chaochaikong (2022) มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วย
เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง โดยศึกษากรณีอาคารศรีโคตรบูรณ มหาวิทยาลัยนครพนม ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถ
ติดตามและควบคุมการใช้พลังงานผ่านแอปพลิเคชันบลิง ได้แบบเรียลไทม์ โดยสามารถสั่งเปิด-ปิดอุปกรณ์ ติดตามข้อมูล
พลังงานในรูปแบบกราฟ และส่งออกข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ การประเมินจากผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้จริง พบว่าระบบ
มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับ “มากที่สุด” โดยเฉพาะในด้านการทำงานของระบบ ความปลอดภัย และความพึงพอใจในการใช้
งาน แสดงให้เห็นว่า อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง สามารถประยุกต์ใช้เพื่อบริหารจัดการพลังงานในอาคารอย่างมีประสิทธิภาพ
และตอบโจทย์การใช้งานจริงในสภาพแวดล้อมการศึกษา ซึ่งระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถควบคุมและตรวจสอบอุปกรณ์ไฟฟ้า
ได้จากกระยะไกลแบบเรียลไทม์ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน ช่วยให้ผู้ใช้สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ไม่จำเป็น และมีระบบ
รายงานผลการใช้พลังงานในรูปแบบกราฟิก ซึ่งสะดวกต่อการวิเคราะห์ ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าระบบสามารถทำงาน
ได้เสถียรและมีความแม่นยำในการควบคุมและรายงานข้อมูล สะท้อนถึงศักยภาพในการนำไปประยุกต์ใช้ในสภาพแวดล้อม
จริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Seepan & Trongtorkam (2024) มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบ พัฒนา และประเมินระบบเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า
ระบบสามเฟสที่สามารถตรวจวัดและรายงานผลแบบเรียลไทม์ได้ทั้งในรูปแบบออนไลน์และบนหน้าจอเครื่องมือ โดยใช้โมดูล
PZEM-004TV3 ร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU ESP8266 ระบบดังกล่าวสามารถแสดงผลพารามิเตอร์ ได้แก่
แรงดัน กระแส กำลังไฟฟ้า พลังงานและความถี่ ทั้งผ่าน LCD 20x4 และ แอปพลิเคชันออนไลน์ การประเมินประสิทธิภาพ
ระบบแบ่งเป็น 3 กรณีศึกษา ได้แก่ การวัดกับโหลดคงที่ กับโหลดมอเตอร์สามเฟส และในการใช้งานจริงภายในอาคาร
ปฏิบัติการเป็นเวลา 26 วัน โดยผลการทดลองในช่วง 8 ชั่วโมง พบว่าค่าพลังงานเฉลี่ยอยู่ที่ 6.88 kWh มีความคลาดเคลื่อน
เฉลี่ยไม่เกิน $\pm 1.75\%$ เมื่อเทียบกับเครื่องมือมาตรฐาน (PQA824 และ EPM 07S) และค่าสหสัมพันธ์สูงถึง 0.98 ซึ่งสะท้อน
ถึงความแม่นยำสูง ขณะที่การวัดใช้งานจริงระยะเวลาทดลอง 26 วัน ระบบสามารถบันทึกได้รวม 297.97 kWh ซึ่งคิดเป็น

ค่าไฟประมาณ 938.07 บาท งานนี้เน้นย้ำถึงประสิทธิภาพของระบบต้นแบบที่ใช้ชิ้นส่วนต้นทุนต่ำ มีความแม่นยำสูง เทียบเคียงกับอุปกรณ์มาตรฐาน และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในหน่วยงานที่ต้องการเครื่องมือวัดพลังงานระบบสามเฟส ต้นทุนต่ำ เช่น สถานศึกษา องค์กร หรือหน่วยปฏิบัติงานด้านอุตสาหกรรม ซึ่งมีประโยชน์ทั้งในด้านการจัดการพลังงานและสนับสนุนนโยบายการอนุรักษ์พลังงานของสถาบัน

Chunpungsuk & Lertbumroongchai (2018) ได้ประยุกต์ใช้ อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ในระบบจัดการพลังงาน นิเวศพอเพียงสำหรับสถานศึกษา โดยเน้นทั้งการใช้งานจริงและการส่งเสริมการเรียนรู้ การวิจัยนี้มุ่งพัฒนาระบบจัดการพลังงานตามแนวทาง “นิเวศพอเพียง” ด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง สำหรับสถานศึกษา โดยออกแบบระบบที่สามารถติดตาม ควบคุม และประเมินการใช้พลังงานแบบเรียลไทม์ผ่านการเชื่อมโยงอุปกรณ์ตรวจวัดกับระบบฐานข้อมูลออนไลน์ ผลการวิจัยพบว่าระบบสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยลดการใช้พลังงานได้จริง และสร้างความตระหนักในการมีส่วนร่วมของบุคลากรในสถานศึกษาต่อการจัดการพลังงานอย่างยั่งยืน ระบบที่พัฒนาขึ้นเน้นการบูรณาการเทคโนโลยีกับบริบทเชิงสังคมและสิ่งแวดล้อมอย่างเหมาะสม อันสอดคล้องกับแนวคิดเศรษฐกิจพอเพียง

อย่างไรก็ตามจากการวิจัยที่กล่าวมายังขาดการบูรณาการระบบอย่างสมบูรณ์ตลอดกระบวนการ ตั้งแต่การตรวจวัด การส่งผ่านข้อมูล การจัดเก็บ และการแสดงผลข้อมูล ตลอดจนขาดกระบวนการประเมินประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ งานวิจัยฉบับนี้จึงมีจุดเด่นสำคัญในฐานะระบบต้นแบบที่พัฒนาขึ้นอย่างครบวงจร โดยครอบคลุมทั้งในมิติของฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์และการสื่อสารข้อมูล การแสดงผลข้อมูลเชิงภาพผ่านแพลตฟอร์ม และการประเมินผลระบบด้วยเกณฑ์ที่หลากหลายโดยผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้าน ซึ่งองค์ประกอบดังกล่าวไม่ปรากฏรวมกันอย่างครบถ้วนในงานวิจัยที่ผ่านมาอย่างชัดเจน จึงสะท้อนถึง “องค์ความรู้ใหม่” ที่เสริมเติมช่องว่างขององค์ความรู้เดิม และสามารถประยุกต์ใช้ในระดับปฏิบัติการได้อย่างเป็นรูปธรรม

4. กรอบแนวคิดงานวิจัย (Conceptual Framework)

การวิจัยนี้มีพื้นฐานแนวคิดจากการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาระบบตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้า โดยมีกรอบแนวคิด ดัง Figure 1.

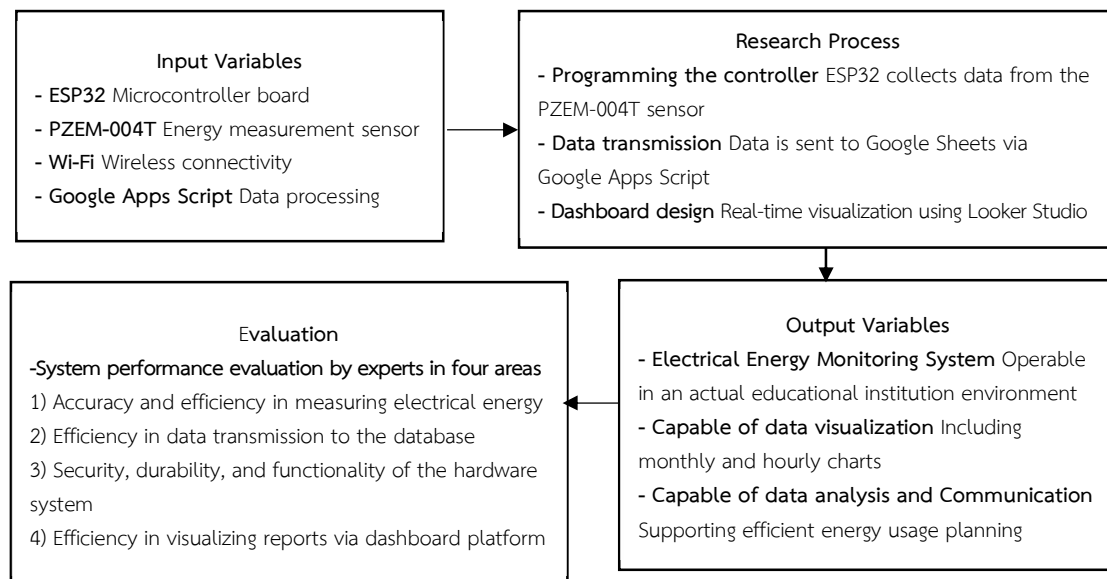


Figure 1. Conceptual Framework

จากรูปภาพ Figure 1. พบว่า มีองค์ประกอบหลัก 3 ส่วน ได้แก่ ฮาร์ดแวร์สำหรับตรวจวัดข้อมูล ซอฟต์แวร์สำหรับรับ-ส่งและจัดเก็บข้อมูล และระบบแสดงผลสำหรับการตัดสินใจ ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยและนำไปสู่การ

ประเมินประสิทธิภาพของระบบที่พัฒนาขึ้น ซึ่งการวิจัยนี้ใช้กรอบแนวคิดแบบ Input-Process-Output Model ควบคู่กับโมเดลการพัฒนาระบบแบบแอตตีโมเดล ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ การวิเคราะห์ การออกแบบ การพัฒนา การนำไปใช้ และการประเมินผล เพื่อให้การดำเนินงานวิจัยมีลำดับขั้นตอนที่ชัดเจนและเป็นระบบ

1. ตัวแปรต้น (Input Variables) ในขั้นตอน Analysis และ Design ของแอตตีโมเดล งานวิจัยนี้ได้วิเคราะห์บริบทการใช้พลังงานในสถานศึกษา เพื่อระบุปัญหาและความต้องการใช้งานระบบตรวจวัดพลังงาน จากนั้นจึงออกแบบระบบโดยคัดเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสม ได้แก่ บอร์ดไอเอสพี32 เซ็นเซอร์ PZEM-004T การเชื่อมต่อเครือข่ายไร้สาย และอุปกรณ์สคริปต์ โดยพิจารณาถึงประสิทธิภาพ ความแม่นยำ ความเสถียร และต้นทุนที่เหมาะสมกับบริบทสถานศึกษา

2. กระบวนการวิจัย (Process/Method) สอดคล้องกับขั้นตอน Development และ Implementation ในแอตตีโมเดล โดยได้พัฒนาโปรแกรมควบคุม บอร์ดไอเอสพี32 ให้สามารถรับและประมวลผลข้อมูลจากเซ็นเซอร์ PZEM-004T จากนั้นส่งข้อมูลไปยังกูเกิลชีต ด้วย อุปกรณ์สคริปต์ และออกแบบ แดชบอร์ด บน กูเกิลลู่คอร์สตูดิโอ เพื่อนำเสนอข้อมูลแบบเรียลไทม์ กระบวนการพัฒนาได้รับการดำเนินการอย่างเป็นระบบตามหลักวิศวกรรมซอฟต์แวร์ เพื่อให้เกิดการนำไปใช้ได้จริง

3. ตัวแปรตาม (Output Variables) หมายถึง ผลลัพธ์จากการพัฒนาในขั้นตอน Implementation คือ ระบบที่สามารถวัดและแสดงผลการใช้พลังงานได้อย่างครบถ้วน ทั้งในระดับการใช้งานทั่วไปและการวิเคราะห์เชิงลึก ซึ่งประกอบด้วยสามด้านหลัก ได้แก่ ระบบตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าที่สมบูรณ์และสามารถใช้งานได้จริงในสถานศึกษา ความสามารถในการแสดงผลข้อมูลในรูปแบบที่หลากหลาย ทั้งรายงานรายวัน รายเดือน และช่วงเวลาเฉพาะ และความสามารถในการวิเคราะห์แนวโน้มการใช้พลังงานเพื่อสนับสนุนการวางแผนการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ ผลลัพธ์เหล่านี้สะท้อนให้เห็นถึงความสามารถของระบบในการตอบสนองความต้องการของสถานศึกษาในการจัดการพลังงานอย่างเป็นระบบ

4. การประเมินผล (Evaluation) สอดคล้องโดยตรงกับขั้นตอน Evaluation ของแอตตีโมเดล โดยมีการประเมินระบบใน 4 ด้าน ดังนี้ 1) ด้านแม่นยำถูกต้องและประสิทธิภาพในการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้า 2) ด้านประสิทธิภาพการส่งข้อมูลเข้าฐานข้อมูล 3) ด้านความปลอดภัยความคงทนและการทำงานของระบบฮาร์ดแวร์ และ 4) ด้านประสิทธิภาพการดูรายงาน แดชบอร์ด จากแพลตฟอร์ม โดยผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ตรง ซึ่งเป็นกลไกสำคัญในการควบคุมคุณภาพของระบบ การประเมินนี้ทำหน้าที่เป็นกลไกการควบคุมคุณภาพและการปรับปรุงระบบอย่างต่อเนื่อง

ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ในกรอบแนวคิดแสดงลักษณะของระบบแบบเปิด (Open System) ที่มีการไหลของข้อมูลแบบเชิงเส้นจากตัวแปรต้นไปสู่กระบวนการและตัวแปรตาม พร้อมทั้งมีกลไกการป้อนกลับ (Feedback Loop) จากการประเมินผลไปยังการปรับปรุงกระบวนการและตัวแปรต้น ความสัมพันธ์นี้ช่วยให้ระบบมีความยืดหยุ่นและสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพได้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งเป็นหลักการสำคัญของการพัฒนาระบบเทคโนโลยีสารสนเทศที่มีคุณภาพและยั่งยืน

5. วิธีดำเนินงานวิจัย (Research Methodology)

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) โดยมีเป้าหมายเพื่อออกแบบและพัฒนา ระบบตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าในสถานศึกษา โดยอาศัยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง เป็นเครื่องมือหลักในการตรวจวัดและจัดการข้อมูลแบบเรียลไทม์ การดำเนินงานวิจัยได้รับการออกแบบให้สอดคล้องกับโมเดลการพัฒนาแบบ ADDIE Model (ELM Learning, 2024) โดยสามารถสรุปได้ดังนี้

5.1 กลุ่มเป้าหมาย/ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มเป้าหมายของการวิจัยนี้ คือ ระบบการใช้พลังงานในอาคารเรียนของมหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ ซึ่งมีลักษณะการใช้พลังงานที่ต่อเนื่องและหลากหลายประเภท จึงเหมาะสำหรับการทดลองใช้งานระบบต้นแบบ โดยติดตั้งอุปกรณ์สำหรับทดสอบการวัดค่าพลังงานการใช้ไฟฟ้าที่มีการจ่ายไฟฟ้าไป 3 ห้อง ได้แก่ ห้องประชุม ห้องพักอาจารย์ และห้องทำงานสำหรับนักศึกษา เพื่อวัดปริมาณการใช้ไฟฟ้าแต่ละห้อง สำหรับการประเมินผลระบบได้เลือกให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 10 คน ซึ่งมีความเชี่ยวชาญด้านระบบฝังตัวและเทคโนโลยีดิจิทัลและเจ้าหน้าที่ประจำคณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการอาคารเรียน โดยใช้การคัดเลือกแบบเจาะจง เพื่อให้ความเห็นต่อความถูกต้อง ความเสถียร และความเหมาะสมของระบบที่พัฒนาขึ้น

5.2 เครื่องมือการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้เครื่องมือที่แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มหลัก ได้แก่

1. เครื่องมือสำหรับการพัฒนาระบบ

ระบบต้นแบบที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่เชื่อมโยงกันเพื่อทำหน้าที่ตรวจวัดและส่งข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบเรียลไทม์ไปยังระบบคลาวด์ โดยมีองค์ประกอบที่สำคัญ ดัง Figure 2.

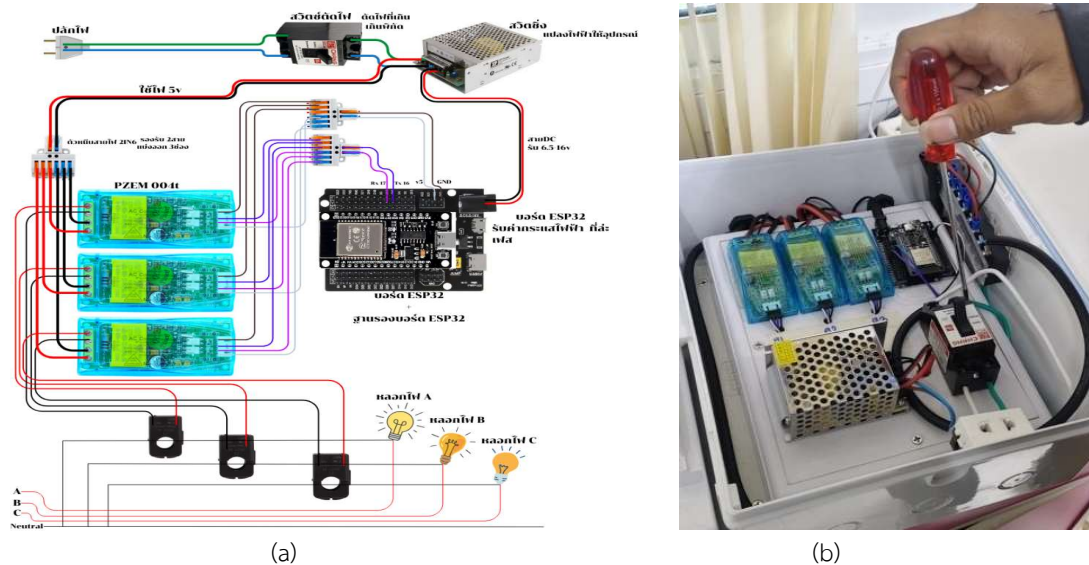


Figure 2. Devices and sensor connection (a) and a fully functional device (b).

ระบบต้นแบบได้รับการออกแบบให้สามารถตรวจวัดค่าพลังงานไฟฟ้าสำหรับโหลดจำนวน 3 ช่อง โดยใช้เซ็นเซอร์ PZEM-004T จำนวน 3 ตัว ร่วมกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์เอสพี32 ซึ่งสามารถเชื่อมต่อกับระบบคลาวด์ผ่านเครือข่ายไร้สาย ได้ดัง Figure 2. (a) แสดงรายละเอียดการออกแบบวงจรการเชื่อมต่อของระบบ โดยประกอบด้วย 1) เซ็นเซอร์ PZEM-004T จำนวน 3 ตัว เชื่อมต่อกับ บอร์ดเอสพี32 ผ่านพอร์ตอนุกรมแบบแยกอิสระ โดยใช้การเชื่อมต่อแบบ UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter) เป็นวิธีการสื่อสารแบบอนุกรม ที่ใช้สำหรับการส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ 2) การแยกโหลดไฟฟ้าออกเป็น 3 ชุด ได้แก่ โหลดไฟ A, B และ C เพื่อใช้เป็นโหลดจำลองในระบบ 3) รีเลย์และเบรกเกอร์ ถูกติดตั้งเพื่อความปลอดภัยของวงจร 4) ชุดแปลงไฟ AC-DC ใช้เพื่อจ่ายแรงดันไฟเลี้ยง 5V ให้กับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทั้งหมด นอกจากนั้น Figure 2. (b) แสดงการติดตั้งระบบจริงในกล่องควบคุม โดยมีการจัดวางอุปกรณ์ให้สามารถตรวจสอบและบำรุงรักษาได้สะดวก ตัวระบบมีการเดินสายไฟแยกระหว่างแรงสูงและวงจรควบคุมอย่างชัดเจน

จากนั้นได้ดำเนินการตรวจสอบ ความแม่นยำของการวัดทางไฟฟ้า ด้วยวิธีการเปรียบเทียบค่าที่ได้จากระบบต้นแบบกับ เครื่องมือมาตรฐานอ้างอิง โดยใช้วิธีสอบเทียบค่าและวิเคราะห์ค่าความคลาดเคลื่อน (Error %) เพื่อประเมินความถูกต้องของระบบอย่างเป็นรูปธรรม การประเมินนี้ครอบคลุมตัวแปรสำคัญ ได้แก่ แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า พลังงานสะสม และค่าความถี่ โดยวัดในช่วงเวลาเดียวกันภายใต้โหลดไฟฟ้าที่ควบคุมได้ (เช่น โหลดไฟ 100W พัดลม และคอมพิวเตอร์) และบันทึกค่าที่ได้เปรียบเทียบกับกันอย่างน้อย 10 รอบการวัดต่อรายการ

2. เครื่องมือสำหรับการประเมินผลระบบ

งานวิจัยนี้ได้จัดทำแบบประเมินประสิทธิภาพของระบบขึ้นโดยเฉพาะ เพื่อใช้วัดความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านระบบฝังตัวและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในบริบทของการจัดการพลังงาน โดยแบบประเมินประกอบด้วย 4 ด้าน ดังนี้ 1)ด้านแม่นยำถูกต้องและประสิทธิภาพในการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้า 2)ด้านประสิทธิภาพการส่งข้อมูลเข้าฐานข้อมูล 3)ด้านความปลอดภัยความคงทนและการทำงานของระบบฮาร์ดแวร์ 4)ด้านประสิทธิภาพการดูรายงาน แดชบอร์ด จาก

แพลตฟอร์ม ซึ่งทดสอบความเที่ยงตรงแบบสอบถาม ผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน โดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเหมาะสมของแต่ละข้อและคำนวณค่า CVI ด้วยวิธี IOC: Item Objective Congruence Index (Rovinelli & Hambleton, 1977)

5.3 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

การดำเนินงานวิจัยมีลำดับขั้นตอนที่สอดคล้องกับแอตต์โมเดล ดังนี้

1. การวิเคราะห์ โดยเริ่มต้นด้วยการศึกษาปัญหาและความต้องการของระบบ โดยเน้นบริบทการใช้พลังงานไฟฟ้าในสถานศึกษา และตรวจสอบความเป็นไปได้ในการนำเทคโนโลยี อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง มาประยุกต์ใช้เพื่อตรวจวัดพลังงานได้แบบเรียลไทม์
2. การออกแบบ มีการออกแบบโครงสร้างระบบ โดยแบ่งเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนวัดค่าไฟฟ้า ส่วนควบคุม และส่วนเก็บและแสดงผลข้อมูล
3. การพัฒนา ได้พัฒนาโปรแกรมโดยใช้ภาษา C++ บนโปรแกรมอาดูอิน (Arduino IDE) ให้บอร์ดไอเอสพี32 อ่านค่าจากเซ็นเซอร์ และส่งข้อมูลไปยังกูเกิลชีต ผ่านกูเกิลแอปสคริปต์ โดยตั้งเวลาให้ส่งข้อมูลทุก 5 นาที และออกแบบแดชบอร์ดใน กูเกิลลูเคอร์สตูดิโอ เพื่อแสดงผลแบบกราฟ
4. การนำไปใช้ ระบบต้นแบบถูกนำไปติดตั้งในห้องปฏิบัติการของมหาวิทยาลัย และทำการทดลองใช้งานจริงต่อเนื่องเป็นเวลา 5 วัน เพื่อรวบรวมข้อมูลพลังงานในสภาพแวดล้อมจริง
5. การประเมินผล ได้ให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินประสิทธิภาพของระบบผ่านแบบสอบถามที่จัดทำขึ้น โดยวิเคราะห์ความเห็นด้วยสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

5.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลในการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ข้อมูลเชิงเทคนิคได้จากการบันทึกค่าพลังงานไฟฟ้าโดยระบบต้นแบบ ซึ่งเก็บข้อมูลทุก 5 นาที เป็นเวลา 5 วัน และข้อมูลจากแบบสอบถามได้จากการให้ผู้เชี่ยวชาญตอบแบบประเมินหลังจากทดลองใช้งานระบบ

5.5 สถิติที่ใช้ในการวิจัย/การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามจะถูกวิเคราะห์ด้วย สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อแสดงความแปรปรวนของข้อมูล ซึ่งการแปลผลค่าเฉลี่ยจากแบบสอบถามในระดับความคิดเห็น 5 ระดับ ดังนี้

- 1) ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.51 - 5.00 หมายถึง ระดับมากที่สุด
- 2) ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.51 - 4.50 หมายถึง ระดับมาก
- 3) ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.51 - 3.50 หมายถึง ระดับปานกลาง
- 4) ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.51 - 2.50 หมายถึง ระดับน้อย
- 5) ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 - 1.50 หมายถึง ระดับน้อยที่สุด

6. ผลการวิจัย (Results)

6.1 ผลการวิจัยการพัฒนาระบบตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

การประเมินความแม่นยำของระบบดำเนินการโดยการสอบเทียบกับเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้ามาตรฐานที่มีความแม่นยำ $\pm 0.5\%$ ซึ่งได้รับการรับรองจากห้องปฏิบัติการพลังงาน โดยใช้โหลดไฟฟ้าหลากหลายประเภท ได้แก่ โหลดต้านทาน (หลอดไฟ 60W) โหลดเหนี่ยวนำ (พัดลม 50W) และโหลดไม่เชิงเส้น (คอมพิวเตอร์ 120W) เพื่อสะท้อนการใช้งานจริง ทั้งนี้ การทดสอบดำเนินการภายใต้สภาพโหลดคงที่ โดยวัดค่าจากทั้งระบบต้นแบบและเครื่องมือมาตรฐานพร้อมกันในช่วงเวลาเดียวกัน ทำซ้ำการวัด 10 ชุดต่อประเภทโหลด ผลการเปรียบเทียบพบว่าความคลาดเคลื่อนของแรงดันอยู่ในช่วง 0.6-1.0% กำลังและพลังงานสะสม 0.8-1.2% และความถี่น้อยกว่า 1.0% ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่ยอมรับได้สำหรับต้นแบบทางวิศวกรรมและงานวิจัยระดับเบื้องต้น ระบบถูกทดสอบใช้งานจริงจำนวน 10 รอบ ภายใต้เงื่อนไขจริงที่หลากหลาย ผลการทดสอบพบว่าระบบสามารถวัดค่าทางไฟฟ้าได้อย่างถูกต้องครบถ้วนทุกรอบ สะท้อนถึงความเสถียรในการทำงานอย่างต่อเนื่องและความน่าเชื่อถือของระบบ

ซึ่งผลการทดสอบประสิทธิภาพของระบบภายใต้เงื่อนไขการใช้งานจริง เพื่อทดสอบความสามารถของระบบต้นแบบในการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าและการทำงานอย่างต่อเนื่อง ความสำเร็จที่โดดเด่นของระบบคือความสามารถในการส่งข้อมูล

อย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่อง โดยระบบสามารถส่งข้อมูลจากเซ็นเซอร์เข้าสู่กูเกิลชีต ได้ตามรอบเวลาที่กำหนดทุก 5 นาที
อย่างแม่นยำ การทดสอบระยะยาวเป็นเวลา 10 วันแสดงให้เห็นถึงความเสถียรในการดำเนินงานโดยไม่พบข้อผิดพลาดหรือ
การสูญหายของข้อมูลใด ๆ ผลลัพธ์นี้ยืนยันถึงความเหมาะสมของสถาปัตยกรรมระบบและการเลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม
สำหรับการประยุกต์ใช้งานระยะยาว ข้อจำกัดเดียวที่พบคือการหยุดทำงานชั่วคราวเมื่อเกิดไฟฟ้าดับ ซึ่งเป็นข้อจำกัดตาม
ธรรมชาติของระบบที่อาศัยแหล่งจ่ายไฟฟ้าหลัก และสามารถแก้ไขได้ด้วยการเพิ่มระบบสำรองไฟฟ้า ดัง Figure 3.

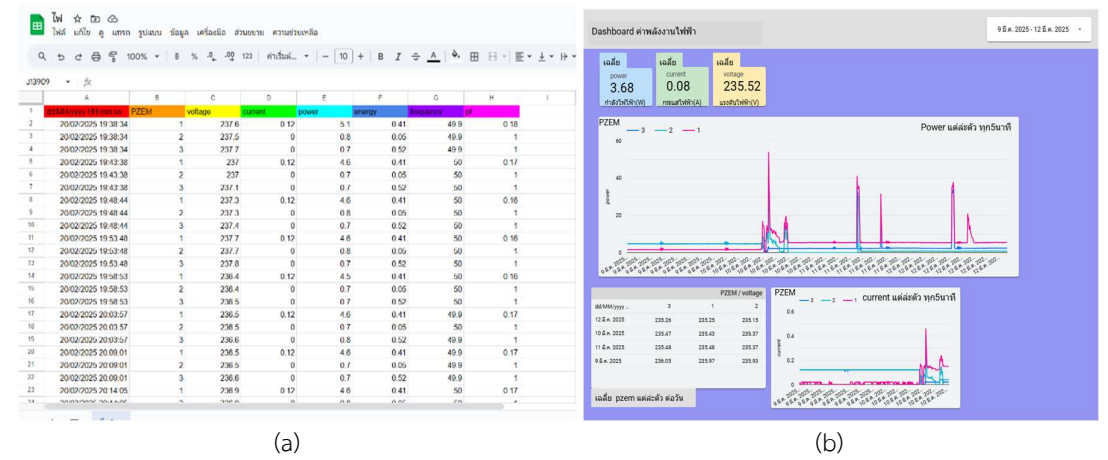


Figure 3. Data logging to Google Sheet (a) and dashboard visualization via Looker Studio (b)

6.2 ผลการวิจัยการประเมินประสิทธิภาพของระบบตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

งานวิจัยนี้ได้ประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยอาศัยแบบประเมินที่ประกอบด้วย 4 ด้านหลัก ได้แก่ ด้านความแม่นยำและประสิทธิภาพในการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้า ด้านประสิทธิภาพการส่งข้อมูลเข้าฐานข้อมูล ด้านความปลอดภัยและความทนทานของฮาร์ดแวร์ และด้านการแสดงผลข้อมูลผ่านแดชบอร์ด โดยประเมินจากผู้เชี่ยวชาญผลการประเมินสรุปได้ดังนี้

Table 1. The evaluation results of the efficiency of an electrical energy consumption monitoring system using Internet of Things.

ID	Evaluation Item	$\bar{x}$	S.D.	Level
1. Accuracy and Efficiency in Electrical Energy Measurement				
1	The system can accurately measure voltage.	4.00	0.75	High
2	The system can accurately measure current.	4.00	0.82	High
3	The system can accurately measure electrical power.	4.50	0.58	High
4	The system can accurately measure the power factor.	4.50	0.55	High
5	The system can quickly detect voltage fluctuations.	4.00	0.71	High
6	The system can continuously measure energy without interruption.	4.50	0.52	High
7	The system can accurately measure electrical frequency.	5.00	0.00	Highest
8	The system can record measurement data.	4.50	0.61	High
9	The system can display measurement data in an easy-to-understand format.	4.50	0.67	High
Mean		4.38	0.25	High

Table 1. The evaluation results of the efficiency of an electrical energy consumption monitoring system using Internet of Things. (Cont.)

ID	Evaluation Item	$\bar{x}$	S.D.	Level
2. Efficiency of Data Transmission to the Database				
1	The system can transmit data to the database quickly.	5.00	0.00	Highest
2	The system can transmit data to the database stably.	4.50	0.53	High
3	Electrical status data transmitted to the database is complete and accurate.	4.50	0.58	High
4	Stored data in the database is well-organized and easily retrievable.	4.50	0.67	High
5	The system can sufficiently store historical data with backups.	4.50	0.71	High
6	The system can handle large volumes of data simultaneously.	4.50	0.76	High
7	The system can connect to the network stably.	5.00	0.00	Highest
Mean		4.64	0.19	Highest
3. Security, Durability, and Hardware Performance				
1	Hardware is safe for users.	5.00	0.00	Highest
2	Hardware is durable against environmental conditions.	5.00	0.00	Highest
3	Hardware has short-circuit protection.	5.00	0.00	Highest
4	Hardware has overload protection.	5.00	0.00	Highest
5	Hardware has long service life.	4.50	0.71	High
6	Hardware is easy to maintain.	4.50	0.76	High
Mean		4.83	0.20	Highest
4. Efficiency of Dashboard Reporting from the Platform				
1	The platform displays data clearly and understandably.	5.00	0.00	Highest
2	The platform provides appropriate graphical representations.	4.00	0.89	High
3	The platform can export data to Excel or CSV files.	4.50	0.67	High
4	The platform can display historical data.	4.00	0.82	High
5	The platform can be accessed from various devices.	5.00	0.00	Highest
6	The platform provides real-time data updates.	4.50	0.58	High
Mean		4.50	0.15	High
Mean in Overall		4.58	0.18	Highest

จาก Table 1. การประเมินประสิทธิภาพของระบบตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยใช้อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ผลการประเมินแสดงให้เห็นว่าระบบมีประสิทธิภาพโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย = 4.58, S.D. = 0.18) ซึ่งสะท้อนถึงความสำเร็จของการพัฒนาระบบในทุกมิติ เมื่อพิจารณาแต่ละด้าน พบว่าด้านความปลอดภัยความคงทนและการทำงานของระบบฮาร์ดแวร์ได้รับการประเมินสูงสุด (ค่าเฉลี่ย = 4.83, S.D. = 0.20) แสดงให้เห็นถึงความเชื่อมั่นของผู้ใช้งานต่อความปลอดภัยและเสถียรภาพของระบบ รองลงมาคือด้านประสิทธิภาพการส่งข้อมูลเข้าฐานข้อมูล (ค่าเฉลี่ย = 4.64, S.D. = 0.19) ซึ่งบ่งชี้ถึงความสามารถในการจัดการข้อมูลและการเชื่อมต่อเครือข่ายที่มีประสิทธิภาพ ในด้านการแสดงผลและการใช้งาน ระบบมีประสิทธิภาพการดูรายงาน แดชบอร์ด อยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย = 4.50, S.D. = 0.15) โดยโดดเด่นในการแสดงผลข้อมูลที่ชัดเจนและการรองรับอุปกรณ์หลากหลายชนิด แต่ยังมีพื้นที่ในการปรับปรุงด้านการแสดงผลแบบกราฟิก ส่วนด้านแม่นยำถูกต้องและประสิทธิภาพในการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้า มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด (ค่าเฉลี่ย = 4.38, S.D. = 0.25) แม้ว่าจะยังคงอยู่ในระดับมาก แต่ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่สูงที่สุดบ่งชี้ถึงความแตกต่างของความเห็นในการประเมินด้านนี้ การวิเคราะห์ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเผยให้เห็นรูปแบบที่น่าสนใจ รายการที่ได้คะแนนเต็ม (ค่าเฉลี่ย = 5.00) มีค่า S.D.

= 0.00 แสดงถึงความเห็นพ้องต้องกันสูง ในขณะที่รายการที่มีคะแนนต่ำกว่ามีค่า S.D. สูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการประเมินที่ระบุว่าความซับซ้อนของเทคโนโลยีมักส่งผลต่อความหลากหลายของการรับรู้ของผู้ใช้งาน การที่ระบบสามารถวัดค่าความถี่ไฟฟ้าได้อย่างแม่นยำ การแสดงผลข้อมูลที่ชัดเจน และการเข้าถึงจากอุปกรณ์หลากหลายชนิดได้รับการประเมินในระดับมากที่สุดพร้อมความเห็นพ้องต้องกันสูง แสดงให้เห็นถึงจุดแข็งหลักของระบบ

ผลการศึกษาทำให้ข้อเสนอแนะว่าแม้ระบบจะมีประสิทธิภาพโดยรวมในระดับสูง แต่ยังมีพื้นที่ในการปรับปรุง โดยเฉพาะในด้านการวัดค่าไฟฟ้าพื้นฐานและการแสดงผลแบบกราฟิก การพัฒนาต่อยอดควรมุ่งเน้นไปที่การเพิ่มความแม่นยำในการวัดและการปรับปรุงการนำเสนอข้อมูลให้มีความน่าสนใจและเข้าใจง่ายมากยิ่งขึ้น เพื่อให้ระบบสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานได้อย่างครบถ้วนและมีประสิทธิภาพสูงสุด

7. สรุปผลการวิจัย (Conclusion)

7.1. ผลการพัฒนาระบบตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้า

ระบบต้นแบบที่พัฒนาขึ้นใช้บอร์ดอีเอสพี32 ร่วมกับเซ็นเซอร์ PZEM-004T สำหรับตรวจวัดแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า และพลังงานสะสม พร้อมส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายไร้สาย ด้วย ภูเกิลแอปสคริปต์ ไปยังภูเกิลซิตี และนำเสนอข้อมูลในรูปแบบกราฟผ่าน ภูเกิลลูเคอร์สตูดิโอ ระบบสามารถทำงานได้ต่อเนื่องและมีความแม่นยำในการวัดค่าสำคัญ ทั้งยังรองรับการเปลี่ยนเครือข่ายไร้สาย ได้โดยไม่เกิดข้อผิดพลาด ยกเว้นในกรณีไฟฟ้าดับ ซึ่งส่งผลต่อการทำงานชั่วคราว

7.2. ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบ

การประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ พบว่าระบบมีประสิทธิภาพในภาพรวมอยู่ในระดับ “มากที่สุด” โดยแบ่งผลการประเมินตามด้านได้ดังนี้

1) ด้านความแม่นยำในการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้า ระดับ “มาก” ด้วยค่าเฉลี่ย 4.38 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.31 ซึ่งสะท้อนว่าระบบสามารถวัดค่าพลังงานไฟฟ้าในหลายตัวแปร เช่น แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า ตัวประกอบกำลัง และความถี่ได้อย่างถูกต้องในระดับดี อย่างไรก็ตาม ค่าคะแนนในบางตัวชี้วัด เช่น การวัดแรงดันและกระแสอยู่ที่ 4.00 ซึ่งยังไม่ถึงระดับ “มากที่สุด” อาจเนื่องมาจากปัจจัยด้านความแม่นยำของเซ็นเซอร์ PZEM-004T ที่มีความคลาดเคลื่อน $\pm 1\%$ ความแปรปรวนของแรงดันและสัญญาณรบกวน ในสภาพแวดล้อมจริงอาจส่งผลต่อความเสถียรของการวัด ส่งผลให้ผู้ประเมินยังไม่ให้คะแนนในระดับสูงสุด

2) ด้านประสิทธิภาพการส่งข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูล ระดับ “มากที่สุด” ด้วยค่าเฉลี่ย 4.64 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.23 แสดงถึงความเสถียรของระบบในการรับ-ส่งข้อมูลผ่านเครือข่าย เช่น เครือข่ายไร้สายโดยไม่มีการสูญหายของข้อมูล ระบบสามารถจัดเก็บข้อมูลย้อนหลัง การสำรองข้อมูล และเรียกดูข้อมูลได้อย่างเป็นระบบ ซึ่งสะท้อนถึงการออกแบบระบบฐานข้อมูลและโครงสร้างการส่งข้อมูลที่มีประสิทธิภาพ อุปกรณ์ บอร์ดอีเอสพี32 ที่ใช้ในระบบมีความสามารถในการเชื่อมต่อ เครือข่ายไร้สายที่เสถียร อีกทั้งการออกแบบฐานข้อมูลให้รองรับการสืบค้นได้ง่ายและข้อมูลไม่ซ้ำซ้อน

3) ด้านความปลอดภัยและความคงทนของระบบฮาร์ดแวร์ ระดับ “มากที่สุด” ด้วยค่าเฉลี่ย 4.83 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.24 แสดงถึงความเห็นพ้องของผู้ประเมินว่า ฮาร์ดแวร์ที่ใช้มีความปลอดภัยและทนทาน เช่น การมีระบบป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร ระบบป้องกันโอเวอร์โวลตและการเลือกใช้อุปกรณ์มาตรฐานสูง เช่น บอร์ดอีเอสพี32 ที่สามารถทำงานต่อเนื่องในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ได้ดี นอกจากนี้ การออกแบบให้บำรุงรักษาได้ง่ายและมีอายุการใช้งานยาวนาน ยังช่วยเพิ่มความเชื่อมั่นในด้านความปลอดภัยและความคงทนของระบบในระยะยาว

4) ด้านประสิทธิภาพการดูรายงานผ่านแดชบอร์ด ระดับ “มาก” ด้วยค่าเฉลี่ย 4.50 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.23 ถือว่าเพียงพอในการใช้งานทั่วไป แต่คะแนนยังไม่ถึงระดับ “มากที่สุด” โดยเฉพาะในด้านการแสดงผลแบบกราฟิกและข้อมูลย้อนหลัง ซึ่งได้รับเพียง 4.00 ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากข้อจำกัดด้านความยืดหยุ่นของแพลตฟอร์ม เช่น การใช้แพลตฟอร์มแสดงผลที่มีฟีเจอร์จำกัด การออกแบบ UI ที่ยังไม่สอดคล้องกับผู้ใช้หลากหลายกลุ่ม หรือยังขาดความสามารถในการปรับแต่งการแสดงผลตามความต้องการเฉพาะกลุ่ม อีกทั้งการ Export ข้อมูลหรือรองรับ Mobile Responsiveness แม้ทำได้ แต่ยังมีข้อจำกัดด้านประสบการณ์ใช้งาน (UX) เมื่อเทียบกับระบบระดับ Enterprise ที่มีความลื่นไหลและปรับตัวตามอุปกรณ์ได้ดีกว่า

จากการวิเคราะห์ พบว่า ระบบมีจุดเด่นชัดเจนด้านการส่งข้อมูลและความปลอดภัยของฮาร์ดแวร์ ขณะที่ยังสามารถพัฒนาเพิ่มเติมในด้านการเพิ่มความแม่นยำในการวัดค่าพลังงาน และการออกแบบแดชบอร์ดให้สอดคล้องกับการใช้งานจริงที่หลากหลายมากขึ้น ทั้งนี้ ค่าเฉลี่ยรวมทั้งระบบอยู่ที่ 4.58 และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานรวม 0.35 จัดอยู่ในระดับ “มากที่สุด” ซึ่งยืนยันได้ว่าระบบมีความพร้อมและเหมาะสมสำหรับการใช้งานจริงในระดับภาคสนามหรือเชิงวิจัย

8. อภิปรายผลการวิจัย (Discussion)

การวิจัยครั้งนี้มุ่งเน้นการพัฒนาและประเมินประสิทธิภาพของระบบตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งโดยผลการดำเนินงานแสดงให้เห็นว่าระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถทำงานได้อย่างแม่นยำ มีความเสถียร และสามารถแสดงผลข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งในแง่ของการวัดค่าทางไฟฟ้า การส่งข้อมูลเข้าสู่ระบบฐานข้อมูลออนไลน์ ตลอดจนความสามารถในการแสดงผลข้อมูลผ่านแดชบอร์ดแบบโต้ตอบ ซึ่งสามารถเปรียบเทียบและอภิปรายผลร่วมกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องได้ดังนี้

ระบบตรวจวัดพลังงานที่พัฒนาขึ้นในงานวิจัยนี้มีความสามารถในการวัดแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า และพลังงานสะสมของระบบไฟฟ้าได้อย่างแม่นยำและต่อเนื่อง ความแม่นยำดังกล่าวเกิดจากการเลือกใช้เซ็นเซอร์ PZEM-004T ที่ออกแบบเฉพาะทางสำหรับวัดค่าพลังงานไฟฟ้า และการประมวลผลด้วยบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ที่รองรับการเชื่อมต่อไร้สายและการคำนวณแบบเรียลไทม์ แม้ระบบจะมีความแม่นยำโดยรวมอยู่ในระดับ “มาก” แต่ค่าความคลาดเคลื่อน $\pm 1\%$ ของเซ็นเซอร์และปัจจัยแวดล้อม เช่น สัญญาณรบกวนหรือความผันผวนของแรงดันไฟฟ้า อาจส่งผลต่อความเสถียรของการวัดในบางช่วงเวลา อย่างไรก็ตาม ผลลัพธ์ในส่วนนี้สอดคล้องกับงานของ Apiruchpinyo & Chaochaikong (2022) ที่แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของการใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ร่วมกับแอปพลิเคชันบลูทูธ ในการตรวจวัดและควบคุมการใช้พลังงานในอาคารเรียนแบบเรียลไทม์ และสอดคล้องกับงานของ Hantoro & Setiawidayat (2023) พัฒนาระบบการตรวจวัดและควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้า ระบบสามเฟส โดยใช้เทคโนโลยีเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อส่งและแสดงผลข้อมูลเชิงพลังงาน ระบบนี้สามารถตรวจวัดแรงดัน กระแส และพลังงานแบบเรียลไทม์ พร้อมควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าได้จากระยะไกล เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในภาคอุตสาหกรรม ทั้งยังมีการทดสอบประสิทธิภาพของระบบวัดเมื่อเทียบกับมาตรฐานพบว่ามีความเที่ยงตรงสูงและสามารถใช้งานได้ต่อเนื่อง

ด้านประสิทธิภาพของการส่งข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูล ระบบที่พัฒนาสามารถส่งข้อมูลเข้าสู่เซิร์ฟเวอร์ผ่านโพรโทคอล HTTP ได้ตรงตามเวลาที่กำหนดทุก 5 นาที ความสำเร็จในจุดนี้เกิดจากการตั้งค่ากำหนดช่วงเวลาบนบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ที่มี ความแม่นยำสูงและการใช้กุญแจในการเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลบนคลาวด์ ทำให้ลดปัญหาการค้างของข้อมูลและการสูญหายจากสัญญาณขาดช่วง ระบบยังสามารถจัดเก็บข้อมูลย้อนหลังและสำรองข้อมูลได้อย่างเป็นระบบ ซึ่งผลลัพธ์สอดคล้องกับแนวทางของ Apiruchpinyo & Chaochaikong (2022) ที่ยืนยันว่าการส่งข้อมูลพลังงานไฟฟ้าเข้าสู่คลาวด์สามารถดำเนินการได้อย่างต่อเนื่องในระบบเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

ด้านความปลอดภัยและความคงทนของฮาร์ดแวร์ ระบบได้รับการประเมินในระดับ “มากที่สุด” ซึ่งสะท้อนถึงการออกแบบที่คำนึงถึงความปลอดภัยของผู้ใช้งาน โดยมีการแยกกวางจรไฟฟ้าแรงสูงและแรงต่ำ ติดตั้งรีเลย์และเบรกเกอร์คุณภาพสูง การเลือกใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ซึ่งทนต่ออุณหภูมิและแรงดันไฟฟ้าได้ดี ทำให้ระบบสามารถทำงานต่อเนื่องแม้ในสภาพแวดล้อมที่หลากหลาย ซึ่งผลการประเมินนี้สอดคล้องกับงานของ Yasa et al., (2023) ที่ระบุว่าบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีความคงทนและเหมาะกับงานด้านพลังงานที่ต้องการความเสถียรในการประมวลผลภาคสนาม ตลอดจนงานของ Choochart (2022) ที่มีการประยุกต์ใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ร่วมกับเซ็นเซอร์ที่หาซื้อง่าย พร้อมการออกแบบระบบแบบครบวงจร สามารถผลักดันให้สถาบันการศึกษาหรือองค์กรขนาดกลางมีเครื่องมือจัดการพลังงานแบบ IoT ที่มีประสิทธิภาพและคุ้มค่า ใช้งานจริงได้ทันทีในบริบทของประเทศไทย

ด้านการแสดงผลข้อมูลผ่านแดชบอร์ด ระบบสามารถแสดงผลข้อมูลจากกุญแจผ่านแดชบอร์ดของลูกเกอร์สะดุดตาได้อย่างเข้าใจง่ายและมีความสวยงาม โดยมีการแสดงทั้งแบบกราฟและตาราง ซึ่งเหมาะกับการวิเคราะห์แนวโน้มการใช้พลังงานในระยะสั้นและระยะยาว สำหรับการประเมินผลการใช้งานแดชบอร์ดทางธุรกิจหรือองค์กร Hjelle et al. (2024) ให้ผลลัพธ์ว่าแดชบอร์ดช่วยให้การตัดสินใจมีคุณภาพมากขึ้น และส่งเสริมการตีความข้อมูลอย่างรวดเร็ว อย่างไรก็ตาม ฟีเจอร์บางอย่างของลูกเกอร์สะดุดตาเช่น ความสามารถในการออกรายงานเฉพาะช่วงเวลา หรือปรับแต่งรูปแบบให้ลึก

ระดับผู้ใช้งานสูง ยังมีข้อจำกัดเมื่อเทียบกับเครื่องมือเพาเวอร์บีไอ (Power BI) ซึ่งอาจเป็นสาเหตุให้ผู้ประเมินบางส่วนให้คะแนนไม่ถึงระดับสูงสุด

นอกจากนี้ จุดเด่นที่สะท้อนองค์ความรู้ใหม่ของงานวิจัยนี้คือ การออกแบบระบบที่มีความครบวงจร ตั้งแต่การตรวจวัด การส่งข้อมูล และการแสดงผล โดยบูรณาการทั้งฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์อย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงการสอบเทียบค่าทางเทคนิคเทียบกับเครื่องมือมาตรฐานภายใต้โหลดควบคุม ซึ่งยังไม่ปรากฏอย่างเป็นระบบในงานวิจัยก่อนหน้านี้ การนำเสนอระบบในลักษณะนี้จึงเป็นต้นแบบที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในหน่วยงานราชการ สถานศึกษา หรือระดับครัวเรือนได้จริง โดยมีความพร้อมด้านต้นทุน เทคโนโลยี และความสามารถในการนำไปใช้งานต่อยอดได้อย่างยั่งยืน

9. ข้อเสนอแนะงานวิจัย (Recommendation)

จากผลการวิจัยมีประสิทธิภาพในระดับ “มากที่สุด” อย่างไรก็ตาม เพื่อพัฒนาระบบให้ครอบคลุมและยั่งยืนมากยิ่งขึ้น งานวิจัยนี้เสนอแนวทางใน 2 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านงานวิจัยต่อไป ควรขยายระบบให้รองรับทั้งไฟฟ้า 1 เฟส และ 3 เฟส เพิ่มศักยภาพด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึกโดยใช้ปัญญาประดิษฐ์ ศึกษาผลกระทบระยะยาวจากการใช้งาน และทดลองใช้ในพื้นที่ที่มีข้อจำกัดด้านโครงสร้างพื้นฐาน เพื่อประเมินความเหมาะสมของระบบในบริบทที่หลากหลาย 2) ด้านการใช้งานจริง ควรพัฒนาเครื่องมือสนับสนุน เช่น คู่มือหรือแอปพลิเคชัน เพิ่มการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ควบคุมไฟฟ้าอัตโนมัติ และส่งเสริมการใช้งานในระดับชุมชนหรือองค์กร เพื่อให้ระบบสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริงและเกิดประโยชน์อย่างเป็นรูปธรรม

10. เอกสารอ้างอิง (References)

- Apiruchpinyo, N., & Chaochaikong, S. (2022). Electrical Power Management System in Buildings via the Internet of Things: A Case Study of Srikodtraboon Building of Nakhon Phanom University. *Udon Thani Rajabhat University Journal of Sciences and Technology*, 10(3), 43-62. (In Thai)
- Chaiyong, W., & Sonasang, S. (2022). Applications of Energy Monitoring Using the IoT. *SNRU Journal of Science and Technology*, 14(2), 1-9. <https://doi.org/10.55674/snrjst.v14i2.245041>.
- Choochart, K. (2022). *Development of the Internet of Things Platform System for Electricity Usage Monitoring Case study: Srivitsawavittaya Buildings, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Srivijaya*. [Master's dissertation, Prince of Songkla University]. PSU Knowledge Bank. <http://kb.psu.ac.th/psukb/handle/2016/17921>. (In Thai)
- Chunpungsuk, C., & Lertbumroongchai, K. (2018). Sufficient Ecosystem Management via IoT for Educational Institutions. *Journal of Vocational and Technical Education*, 8(15), 25-31. (In Thai)
- ELM Learning. (2024). *What is ADDIE? Your Complete Guide to the ADDIE Model*. <https://elmllearning.com/hub/instructional-design/addie-model>.
- Hantoro, C. D., & Setiawidayat, S. (2023). Monitoring and Control of 3 Phase Electrical Energy Internet of Things (IoT) Based. *European Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 7(3), 80-86. <https://doi.org/10.24018/ejece.2023.7.3.522>.
- Hjelle, S., Mikalef, P., Altwaijry, N., & Parida, V. (2024). Organizational Decision Making and Analytics: An Experimental Study on Dashboard Visualizations. *Information & Management*, 61(6), 104011. <https://doi.org/10.1016/j.im.2024.104011>.
- Huang, G.-L., Anwar, A., Loke, S. W., Zaslavsky, A., & Choi, J. (2023). *IoT-based Analysis for Smart Energy Management*. arXiv. <https://doi.org/10.48550/ARXIV.2311.18643>.
- Napitupulu, D. (2020). User-Acceptance Instrument Development: A Content Validity Study in the e-Participation Context. *Journal of Applied Research and Technology*, 18(1), 34-43. <https://doi.org/10.22201/icat.24486736e.2020.18.1.931>.

- Rovinelli, R. J., & Hambleton, R. K. (1977). *On the Use of Content Specialists in the Assessment of Criterion-Referenced Test Item Validity*. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED121845.pdf>.
- Saha, N., Aulia, M. M., Rahman, Md. M., & Khan, M. S. A. (2024). *IoT-Driven Cloud-based Energy and Environment Monitoring System for Manufacturing Industry*. arXiv. <https://doi.org/10.48550/ARXIV.2404.11771>.
- Seepan, K., & Trongtorkarn, M. (2024). Design and Development of 3 Phase Energy Meters for Energy Monitoring: Case Study of Suratthani Rajabhat University's Industrial Technology Laboratory Department. *Journal of Industrial Education*, 18(2), 10-25. (In Thai)
- Songputh, T., & Rungkaew, J. (2022). The Internet of Things for Controlling use of Electricity through the Internet Network. *Science and Technology Journal of Sisaket Rajabhat University*, 2(1), 22-30. (In Thai)
- Yasa, K. A., Purbhawa, I. M., Yasa, I. M. S., Teresna, I. W., Nugroho, A., & Winardi, S. (2023). IoT-based Electrical Power Recording using ESP32 and PZEM-004T Microcontrollers. *Journal of Computer Science and Technology Studies*, 5(4), 62-68. <https://doi.org/10.32996/jcsts.2023.5.4.7>.

The Effects of Blended Learning Management on Enhancing Multimedia Production Skills for Children with Special Needs among Pre-Service Teachers

ผลการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่ส่งเสริมทักษะการผลิตสื่อมัลติมีเดีย สำหรับเด็กที่มีความต้องการจำเป็นพิเศษของนักศึกษาวิชาชีพครู

Sirilak Wattanasirin^{1*}, and Siriwan Janjang²
ศิริลักษณ์ วัฒนสิน^{1*}, และ ศิริวรรณ จันทร์แจ้ง²

Received: 15 June 2025;
Revised: 7 August 2025;
Accepted: 13 August 2025;
Published: 21 August 2025;

Abstract

This research aimed to 1) develop a blended learning management plan that promotes multimedia production skills for children with special needs among pre-service teachers, 2) develop multimedia materials for children with special needs, and 3) enhance multimedia production skills for children with special needs among pre-service teachers. The target group consisted of 23 undergraduate pre-service teachers majoring in Educational Digital Technology at the Faculty of Education, Ubon Ratchathani Rajabhat University, who were enrolled in the course “Multimedia and Animation Design” during the second semester of the 2023 academic year, selected using purposive sampling. The research instruments included (1) a blended learning management plan, (2) a multimedia production skills assessment form, and (3) Multimedia Production Skills for Children with Special Needs. Data was analyzed using basic statistics, including percentage, mean, standard deviation, and relative development scores. The findings revealed that: (1) The blended learning management plan designed to promote multimedia production skills for children with special needs among pre-service teachers was very high quality ($\bar{x} = 4.54$, S.D. = 0.54). (2) The multimedia materials for children with special needs created by pre-service teachers were assessed as very high quality ($\bar{x} = 4.53$, S.D. = 0.36). (3) The multimedia production skills of pre-service teachers developed through the blended learning approach were at a very high level overall, with a relative development score of 85.00.

Keywords: Blended Learning Management, Multimedia, Children with Special Needs, Pre-Service Teachers

^{1*} Lecturer, Program in Digital Technology for Education Program, Faculty of Education, Ubon Ratchathani Rajabhat University, Ubon Ratchathani 34000, Thailand; อาจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อการศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี 34000 ประเทศไทย; Email: sirilakboo@ubru.ac.th

² Lecturer, Program in Special Education Program, Faculty of Education, Ubon Ratchathani Rajabhat University, Ubon Ratchathani 34000, Thailand; อาจารย์ สาขาวิชาการศึกษาพิเศษ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี 34000 ประเทศไทย; Email: siriwan.j@ubru.ac.th

*Corresponding authors: Sirilak Wattanasirin (sirilakboo@ubru.ac.th)



บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่ส่งเสริมทักษะการผลิตสื่อมัลติมีเดียสำหรับเด็กที่มีความต้องการจำเป็นพิเศษ ของ นักศึกษาวิชาชีพครู 2) เพื่อพัฒนาสื่อมัลติมีเดียสำหรับเด็กที่มีความต้องการจำเป็นพิเศษ และ 3) เพื่อพัฒนาทักษะการผลิตสื่อมัลติมีเดียสำหรับเด็กที่มีความต้องการจำเป็นพิเศษ ของนักศึกษาวิชาชีพครู กลุ่มเป้าหมาย คือ นักศึกษาวิชาชีพครู ระดับปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อการศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี จำนวน 23 คน ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาการออกแบบมัลติมีเดียและแอนิเมชัน ภาคการศึกษาที่ 2/2567 โดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน 2) แบบประเมินทักษะการผลิตสื่อมัลติมีเดีย 3) สื่อมัลติมีเดียสำหรับเด็กที่มีความต้องการจำเป็นพิเศษ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ ผลการวิจัยพบว่า 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่ส่งเสริมทักษะการผลิตสื่อมัลติมีเดียสำหรับเด็กที่มีความต้องการจำเป็นพิเศษ ของนักศึกษาวิชาชีพครู มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.54$, S.D. = 0.54) 2) คุณภาพสื่อมัลติมีเดียสำหรับเด็กที่มีความต้องการจำเป็นพิเศษ ที่นักศึกษาวิชาชีพครูพัฒนาขึ้น มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.53$, S.D. = 0.36) 3. ทักษะการผลิตสื่อมัลติมีเดียสำหรับเด็กที่มีความต้องการจำเป็นพิเศษ ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน ของนักศึกษาวิชาชีพครูพบว่า นักศึกษาวิชาชีพครูมีทักษะการผลิตสื่อมัลติมีเดีย โดยรวมเฉลี่ยอยู่ในระดับสูงมาก (คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์เท่ากับ 85.00)

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน, สื่อมัลติมีเดีย, เด็กที่มีความต้องการจำเป็นพิเศษ, นักศึกษาวิชาชีพครู

1. บทนำ (Introduction)

ในยุคปัจจุบันที่เทคโนโลยีและนวัตกรรมดิจิทัลเข้ามามีบทบาทอย่างลึกซึ้งและแพร่หลายในการพัฒนาระบบการศึกษา เทคโนโลยีจึงกลายเป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยส่งเสริมและสนับสนุนกระบวนการเรียนรู้ที่มีความหลากหลาย และมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มเด็กที่มีความต้องการจำเป็นพิเศษ (children with special needs) ซึ่งเป็นกลุ่มผู้เรียนที่มีลักษณะเฉพาะและแตกต่างจากเด็กทั่วไปในหลายมิติ ทั้งในด้านพัฒนาการทางร่างกายและจิตใจ การรับรู้ข้อมูลและประสบการณ์ การสื่อสาร และการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ที่จำเป็นต้องปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมกับศักยภาพและข้อจำกัดของแต่ละบุคคล (Office of the Education Council, 2017) เด็กที่มีความต้องการจำเป็นพิเศษอาจเผชิญกับความท้าทายในการเรียนรู้ เช่น ปัญหาด้านการได้ยิน การมองเห็น ความบกพร่องทางร่างกาย หรือความผิดปกติทางพฤติกรรมและสติปัญญา ดังนั้น การจัดการเรียนรู้จึงจำเป็นต้องอาศัยสื่อและเครื่องมือที่ออกแบบเฉพาะ เพื่อให้สามารถรองรับและสนับสนุนการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตรงตามศักยภาพและลักษณะเฉพาะของเด็กแต่ละคนเพื่อเพิ่มโอกาสให้ได้เข้าถึงความรู้และทักษะอย่างเท่าเทียมกับเด็กทั่วไป และช่วยส่งเสริมพัฒนาการด้านต่าง ๆ (Saardaium et al., 2025) ทั้งทางปัญญา สังคม และอารมณ์ โดยมีหลักฐานจากงานวิจัยที่พบว่า สื่อดิจิทัลแบบมีปฏิสัมพันธ์สามารถส่งผลเชิงบวกต่อพัฒนาการของเด็กที่มีความต้องการจำเป็นพิเศษได้ในหลายมิติ ได้แก่ ด้านปัญญา (Cognitive Development) ช่วยกระตุ้นการเรียนรู้แบบค่อยเป็นค่อยไปและฝึกการคิดอย่างเป็นระบบ (Stalmach et al., 2023) ด้านสังคม (Social Interaction) กิจกรรมผ่านสื่อที่ส่งเสริมการร่วมมือ เช่น เกมการเรียนรู้แบบกลุ่ม หรือการตอบโต้กับตัวละครเสมือน สามารถเพิ่มพฤติกรรมเชิงสังคม (Carter et al., 2019) ด้านอารมณ์ (Emotional Development) การออกแบบสื่อที่มีเสียง สี และตัวละครที่สร้างความรู้สึกปลอดภัย สามารถลดความวิตกกังวลในการเรียน และส่งเสริมความมั่นใจตนเองในการเรียนรู้ ด้านการสื่อสาร (Communication Skills) สื่อที่เน้นการฝึกพูดหรือใช้ภาพสัญลักษณ์ เช่น AAC (Augmentative and Alternative Communication) ช่วยพัฒนาเด็กในกลุ่มที่มีความบกพร่องทางการพูดหรือภาษาด้วย

สื่อมัลติมีเดีย (Multimedia) เป็นสื่อรูปแบบหนึ่งที่ได้รับการยอมรับว่าสามารถกระตุ้นให้เกิดการมีส่วนร่วมของผู้เรียน สร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ และเอื้อต่อการเรียนรู้แบบเฉพาะบุคคล (Mayer, 2009) เนื่องจากมีคุณสมบัติในการผสมผสานข้อความ ภาพ เสียง วิดีโอ และการตอบสนองต่อผู้ใช้ได้ในระบบเดียว ผู้เรียนจึงสามารถโต้ตอบกับเนื้อหาได้โดยตรงผ่านการคลิก เลื่อน ลาก วาง หรือทำแบบฝึกหัดออนไลน์ ซึ่งเหมาะสมอย่างยิ่งสำหรับกลุ่มเด็กที่มีความต้องการจำเป็นพิเศษที่มักต้องการการกระตุ้นทางประสาทสัมผัสหลายช่องทาง รวมถึงการฝึกปฏิบัติซ้ำ ๆ อย่างยืดหยุ่นตามความสามารถเฉพาะบุคคล (Panurat, 2023) อย่างไรก็ตาม งานวิจัยหลายชิ้นได้สะท้อนให้เห็นปัญหาและข้อจำกัดที่สำคัญในกระบวนการผลิตสื่อของนักศึกษาวิชาชีพครู โดยเฉพาะในด้านทักษะการออกแบบเชิงสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นทักษะที่จำเป็นต่อการสร้างสื่อมัลติมีเดียที่น่าสนใจและเหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมายอย่างเด็กที่มีความต้องการจำเป็นพิเศษ นอกจากนี้ยังพบว่า นักศึกษาครูส่วนใหญ่ยังมีข้อจำกัดในการใช้เทคโนโลยีอย่างเต็มประสิทธิภาพ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Rafiola et al. (2020) ที่พบว่านักศึกษาครูในหลายประเทศยังขาดความเชี่ยวชาญในการบูรณาการเทคโนโลยีเข้ากับกระบวนการสอนอย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งงานศึกษาของ Chen (2021) ชี้ให้เห็นถึงข้อจำกัดในด้านทักษะการออกแบบสื่อที่สร้างสรรค์ รวมถึงการขาดความรู้เกี่ยวกับการปรับสื่อให้เหมาะสมกับผู้เรียนที่มีความต้องการพิเศษ ทำให้นักศึกษาครูไม่สามารถตอบสนองความต้องการเฉพาะของผู้เรียนได้อย่างเต็มที่ นอกจากนี้ งานวิจัยโดย Hsu & Lin (2020) ยังระบุว่าการฝึกอบรมในหลักสูตรครุศึกษามุ่งเน้นเนื้อหาทางทฤษฎีมากกว่าการฝึกปฏิบัติการออกแบบสื่อ ซึ่งส่งผลให้นักศึกษาครูมีข้อจำกัดในการนำเทคโนโลยีและนวัตกรรมมาใช้ในการเรียนอย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากการขาดโอกาสฝึกฝนหรือเรียนรู้เครื่องมือและเทคนิคที่ทันสมัย รวมถึงความรู้ความเข้าใจในลักษณะเฉพาะของผู้เรียนที่มีความต้องการจำเป็นพิเศษยังอยู่ในระดับที่ไม่สูงพอ (Thangjai & Wongwatthanaphong, 2024) ทำให้การออกแบบสื่อไม่ตอบโจทย์และไม่สอดคล้องกับความต้องการที่แท้จริงของผู้เรียนกลุ่มนี้ นอกจากนี้ สาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดข้อจำกัดดังกล่าว อาจมาจากการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบที่ยังไม่หลากหลาย ทำให้นักศึกษา ยังไม่สามารถประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะในเชิงปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน (Blended Learning) เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ผสมผสานระหว่างการเรียนรู้ในรูปแบบออนไลน์ (Online Learning) และการเรียนรู้ในห้องเรียน (Face-to-Face Learning) เข้าด้วยกันอย่างมีระบบ จุดเด่นของรูปแบบนี้คือการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองผ่านสื่อดิจิทัลในเวลาที่เหมาะสม ควบคู่กับการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์กับครูสอนและเพื่อนร่วมชั้นในช่วงเวลาเรียนแบบเผชิญหน้า ซึ่งส่งเสริมให้เกิดการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การร่วมมือกันแก้ไขปัญหา และการเรียนรู้เชิงลึกได้ดียิ่งขึ้น (Thungkanai, 2021) สำหรับนักศึกษาวิชาชีพครูการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานมีความเหมาะสมอย่างยิ่ง เพราะสามารถใช้เป็นแนวทางในการฝึกฝนทักษะวิชาชีพทั้งในเชิงทฤษฎีและเชิงปฏิบัติได้อย่างต่อเนื่อง ตัวอย่างเช่น ในส่วนของการเรียนออนไลน์ นักศึกษาสามารถศึกษาความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการออกแบบสื่อ การใช้โปรแกรมตัดต่อภาพ วิดีโอ หรือการสร้างสื่ออินเทอร์แอคทีฟได้ด้วยตนเองผ่านบทเรียนหรือคลิปสอน ส่วนการเรียนแบบพบหน้าครูสอนจะเน้นการให้คำปรึกษา แก้ปัญหาเฉพาะหน้า การนำเสนอผลงาน และการวิพากษ์ร่วมกันในชั้นเรียน ซึ่งช่วยพัฒนาทักษะการสื่อสารและการคิดวิเคราะห์เชิงวิชาชีพ (Wannakul et al., 2025)

จากเหตุผลดังกล่าวงานวิจัยนี้จึงมีความสนใจศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่ส่งเสริมทักษะการผลิตสื่อมัลติมีเดียสำหรับเด็กที่มีความต้องการจำเป็นพิเศษของนักศึกษาวิชาชีพครู เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนในระดับอุดมศึกษาให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับความต้องการของสังคมในยุคปัจจุบัน และสร้างความพร้อมให้แก่ นักศึกษาวิชาชีพครูในการนำทักษะไปปรับใช้ในสถานการณ์จริง การเรียนรู้ในลักษณะนี้ไม่เพียงแต่ช่วยให้นักศึกษามีทักษะทางเทคนิคในการผลิตสื่อ แต่ยังส่งเสริมการคิดเชิงวิเคราะห์ การตัดสินใจอย่างเป็นระบบ และการสร้างนวัตกรรมการเรียนการสอนใหม่ ๆ ซึ่งเป็นคุณลักษณะที่สำคัญในการเตรียมครูให้พร้อมรับมือกับความท้าทายในยุคดิจิทัล

2. วัตถุประสงค์งานวิจัย (Research Objectives)

1. เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่ส่งเสริมทักษะการผลิตสื่อมัลติมีเดียสำหรับเด็กที่มีความต้องการจำเป็นพิเศษ ของนักศึกษาวิชาชีพครู
2. เพื่อพัฒนาสื่อมัลติมีเดียสำหรับเด็กที่มีความต้องการจำเป็นพิเศษ
3. เพื่อพัฒนาทักษะการผลิตสื่อมัลติมีเดียสำหรับเด็กที่มีความต้องการจำเป็นพิเศษ ของนักศึกษาวิชาชีพครู

3. การทบทวนวรรณกรรมและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง (Literature Review)

3.1 แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน (Blended Learning)

การจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน (Blended Learning) หมายถึง การผสมผสานการเรียนรู้แบบเผชิญหน้าในชั้นเรียนเข้ากับการเรียนรู้ผ่านเทคโนโลยีสารสนเทศหรือระบบออนไลน์อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นให้แก่ผู้เรียน (Graham, 2006) และช่วยให้ผู้เรียนสามารถควบคุมเวลา สถานที่ และจังหวะการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง (Staker & Horn, 2012) การจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานช่วยส่งเสริมการพัฒนาทักษะการผลิตสื่อ โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ทั้งในชั้นเรียนและผ่านเทคโนโลยี ควบคู่กับการฝึกปฏิบัติจริงอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองผ่านการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้จริง โดยเฉพาะในบริบทของการผลิตสื่อมัลติมีเดีย นักศึกษาวิชาชีพครูจะได้เรียนรู้จากประสบการณ์ตรง ผ่านการลงมือปฏิบัติ การทดลองออกแบบ และการสะท้อนผลจากผลงานของตนเองผ่านระบบออนไลน์ ช่วยสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่สมบูรณ์ทั้งเชิงทฤษฎีและปฏิบัติ (Jonassen, 1999)

3.2 แนวคิดเกี่ยวกับทักษะการผลิตสื่อมัลติมีเดีย

สื่อมัลติมีเดียเพื่อการศึกษาเป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ โดยเฉพาะสำหรับผู้เรียนที่มีความต้องการเฉพาะ ทักษะการผลิตสื่อมัลติมีเดียประกอบด้วยความสามารถในการออกแบบโครงสร้าง การใช้ภาพ เสียง ข้อความ และปฏิสัมพันธ์อย่างเหมาะสม เพื่อสื่อสารเนื้อหาให้เข้าใจง่ายและน่าสนใจ ทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยมัลติมีเดียของ Mayer (2001) ชี้ให้เห็นว่า ผู้เรียนจะเรียนรู้ได้ดีขึ้นเมื่อข้อมูลถูกนำเสนอด้วยภาพและคำพูดที่เสริมกัน ควรลดภาระทางปัญญา (Cognitive Load) ผ่านการจัดวางเนื้อหาอย่างมีระบบ และเลือกใช้สื่อที่ไม่ซ้ำซ้อนกัน กระบวนการผลิตสื่อตามรูปแบบ ADDIE Model ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ วิเคราะห์ ออกแบบ พัฒนา นำไปใช้ และประเมินผล นอกจากนี้การหาคุณภาพของสื่อยังเป็นขั้นตอนสำคัญที่ช่วยประเมินประสิทธิภาพของสื่อที่ผลิตขึ้น โดยพิจารณาจากทักษะการวิเคราะห์ผู้เรียน การวางแผนและออกแบบ การใช้โปรแกรมและเครื่องมือ การออกแบบสื่อเหมาะสมกับเด็กที่มีความต้องการจำเป็นพิเศษ และการประเมินและปรับปรุงสื่อ (Heinich et al., 2002) เพื่อให้ได้สื่อที่มีคุณภาพเหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมาย และบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้

3.3 แนวคิดเกี่ยวกับการผลิตสื่อเพื่อผู้เรียนที่มีความต้องการจำเป็นพิเศษ

เด็กที่มีความต้องการจำเป็นพิเศษ (Special Educational Needs) หมายถึง เด็กที่มีความบกพร่องทางด้านร่างกายสติปัญญา หรือพฤติกรรม ซึ่งจำเป็นต้องได้รับการจัดการเรียนรู้และสื่อการเรียนการสอนที่ปรับให้เหมาะสมกับความสามารถและความต้องการเฉพาะบุคคล การออกแบบสื่อสำหรับเด็กที่มีความต้องการจำเป็นพิเศษควรยึดหลัก Universal Design for Learning (UDL) ซึ่งเน้นให้ผู้เรียนทุกคนสามารถเข้าถึงเนื้อหาได้อย่างเท่าเทียม (CAST, 2018) ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ 1) การนำเสนอข้อมูลหลายรูปแบบ เป็นการนำเสนอเนื้อหาในหลายรูปแบบ เช่น ข้อความ ภาพ เสียง วิดีโอ เพื่อรองรับการรับรู้ข้อมูลที่แตกต่างกันของผู้เรียนแต่ละคน 2) การเปิดโอกาสให้แสดงความเข้าใจในหลากหลายรูปแบบ ให้นักเรียนสามารถแสดงความรู้ความเข้าใจและตอบสนองได้หลายวิธี เช่น พูด เขียน วาด หรือใช้สื่อดิจิทัล และ 3) การส่งเสริมแรงจูงใจและการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ กระตุ้นความสนใจและสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ด้วยวิธีที่หลากหลาย เช่น การใช้เกม การทำงานกลุ่ม หรือกิจกรรมที่ทำหาความสามารถ

4. กรอบแนวคิดงานวิจัย (Conceptual Framework)

การวิจัยนี้มุ่งพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน เพื่อส่งเสริมทักษะการผลิตสื่อมัลติมีเดียสำหรับเด็กที่มีความต้องการจำเป็นพิเศษของนักศึกษาวิชาชีพครู โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ที่ผสมระหว่างการเรียนออนไลน์กับการเรียนในชั้นเรียน และการเรียนรู้แบบลงมือปฏิบัติ

1. ตัวแปรต้น คือ แผนการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน
2. ตัวแปรตาม คือ ทักษะการผลิตสื่อมัลติมีเดียสำหรับเด็กที่มีความต้องการจำเป็นพิเศษ

แผนการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานเป็นตัวแปรหลัก ในการพัฒนาทักษะการผลิตสื่อมัลติมีเดีย ดำเนินการผ่านกระบวนการพัฒนาสื่อที่เป็นระบบตามรูปแบบ ADDIE Model โดยการออกแบบสื่อสำหรับเด็กที่มีความต้องการจำเป็นพิเศษยึดหลักการ Universal Design for Learning (UDL) เมื่อดำเนินการตามแผนการจัดการเรียนรู้ คาดว่าจะส่งเสริมให้นักศึกษามีทักษะเพิ่มขึ้น และสามารถผลิตสื่อมัลติมีเดียที่มีคุณภาพ เหมาะสมกับเด็กที่มีความต้องการจำเป็นพิเศษได้อย่างมีประสิทธิภาพ แสดงดัง Figure 1.

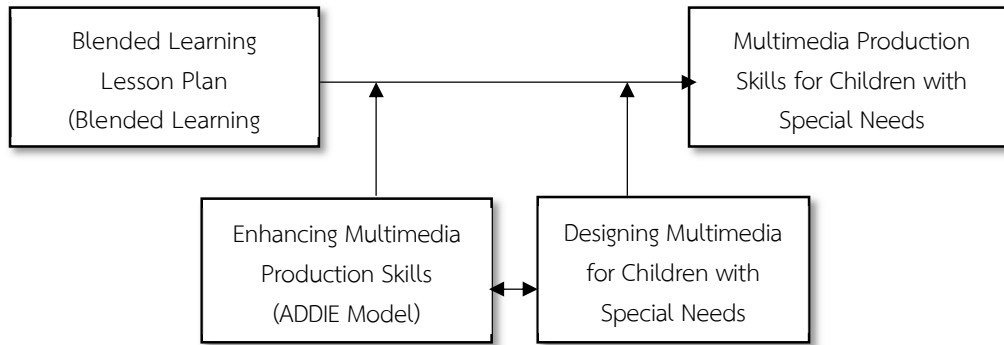


Figure 1. Conceptual Framework

5. วิธีดำเนินงานวิจัย (Research Methodology)

5.1 กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายวิเคราะห์คุณภาพของสื่อมัลติมีเดียสำหรับเด็กที่มีความต้องการจำเป็นพิเศษ คือ นักศึกษาวิชาชีพครู ระดับปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อการศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี จำนวน 23 คน ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาการออกแบบมัลติมีเดียและแอนิเมชัน ภาคการศึกษาที่ 2/2567 โดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง

5.2 เครื่องมือในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่ส่งเสริมทักษะการผลิตสื่อมัลติมีเดียสำหรับเด็กที่มีความต้องการจำเป็นพิเศษ ของนักศึกษวิชาชีพครู
2. สื่อมัลติมีเดีย สำหรับเด็กที่มีความต้องการจำเป็นพิเศษ
3. แบบประเมินทักษะการผลิตสื่อมัลติมีเดีย

5.3 การสร้างเครื่องมือ

5.3.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่ส่งเสริมทักษะการผลิตสื่อมัลติมีเดียสำหรับเด็กที่มีความต้องการจำเป็นพิเศษ ของนักศึกษวิชาชีพครู มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1. ศึกษาข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ ได้แก่ เอกสาร ตำรา หลักสูตร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน การผลิตสื่อมัลติมีเดีย และการเรียนรู้ของเด็กที่มีความต้องการจำเป็นพิเศษ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับเป้าหมายของผู้เรียน

2. พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ ทั้งหมด 5 แผน ใช้ระยะเวลาเรียนรู้รวม 15 สัปดาห์ (เฉลี่ยแผนละ 3 สัปดาห์) ลักษณะของการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผน ดังนี้

แผนที่ 1 เรื่อง แนวคิดการออกแบบสื่อมัลติมีเดียที่เหมาะสมกับเด็กที่มีความต้องการจำเป็นพิเศษ เรียนรู้ผ่านการบรรยายออนไลน์ วิดีโอกรณีศึกษา และการอภิปรายผ่านระบบ LMS และมีการเสวนาแลกเปลี่ยนแนวคิดร่วมกันในชั้นเรียน เพื่อเปิดประเด็นความเข้าใจเชิงลึก

แผนที่ 2 เรื่อง การเลือกเครื่องมือและซอฟต์แวร์สำหรับการสร้างสื่อมัลติมีเดียฝึกปฏิบัติจริงในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์เสริมด้วยคลิปสอนการใช้ซอฟต์แวร์ผ่านระบบออนไลน์ให้นักศึกษาทบทวนได้ทุกที่

แผนที่ 3 เรื่อง การออกแบบเนื้อหาและโครงสร้างของสื่อมัลติมีเดีย ใช้กิจกรรมกลุ่มย่อยในการวิเคราะห์เนื้อหาและวางโครงสร้าง มีการออกแบบด้วยเครื่องมือดิจิทัลและแลกเปลี่ยนผ่านระบบกระดานสนทนา (Discussion Board)

แผนที่ 4 เรื่อง การพัฒนาและทดสอบสื่อมัลติมีเดียในบริบทของเด็กที่มีความต้องการพิเศษ ผู้เรียนลงมือสร้างชิ้นงานจริงในลักษณะ Project-based Learning ทดลอง และบันทึกผลการสังเกตผ่านออนไลน์

แผนที่ 5 เรื่อง การประเมินผลและการปรับปรุงสื่อมัลติมีเดีย นักศึกษานำเสนอผลงานพร้อมรับคำวิจารณ์จากเพื่อนและอาจารย์ สะท้อนผลการเรียนรู้ผ่าน e-portfolio และแบบประเมินตนเองออนไลน์

3. ประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน โดยใช้แบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน ซึ่งครอบคลุม 4 ด้าน ได้แก่ ด้านที่ 1 ความสอดคล้องและความครบถ้วนของแผนการจัดการ

เรียนรู้ ด้านที่ 2 ความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนรู้แบบผสมผสาน ด้านที่ 3 ความเหมาะสมของสื่อในการเข้าถึงของเด็กที่มีความต้องการจำเป็นพิเศษ และด้านที่ 4 ความสามารถของแผนในการส่งเสริมทักษะการผลิตสื่อมัลติมีเดีย โดยใช้แบบประเมินซึ่งเป็นแบบมาตราประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ได้ค่าเฉลี่ยคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ เท่ากับ 4.54 ซึ่งมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

5.3.2 สื่อมัลติมีเดียสำหรับเด็กที่มีความต้องการจำเป็นพิเศษ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

ขั้นตอนการสร้างสื่อมัลติมีเดียสำหรับเด็กที่มีความต้องการพิเศษ โดยใช้โมเดล ADDIE ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ การวิเคราะห์ (Analysis) การออกแบบ (Design) การพัฒนา (Development) การนำไปใช้ (Implementation) และการประเมินผล (Evaluation) โดยมีรายละเอียดในแต่ละขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นวิเคราะห์ เป็นขั้นตอนเริ่มต้นที่เน้นการศึกษาลักษณะของผู้เรียน ความต้องการจำเป็นทางการเรียนรู้ และบริบทของการใช้สื่อ เพื่อให้สามารถออกแบบสื่อที่ตอบสนองความต้องการของเด็กที่มีความต้องการพิเศษได้อย่างแท้จริง

2) ขั้นตอนออกแบบ ทำการกำหนดวัตถุประสงค์ทางการเรียนรู้ โครงสร้างเนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ และลักษณะของสื่อที่เหมาะสม โดยพิจารณาหลัก Universal Design for Learning (UDL) เพื่อให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมได้อย่างเท่าเทียม

3) ขั้นพัฒนา เป็นการลงมือสร้างสื่อมัลติมีเดียจริง โดยใช้เครื่องมือและซอฟต์แวร์ที่เหมาะสม มีความยืดหยุ่น และตอบสนองต่อข้อจำกัดของเด็กที่มีความต้องการพิเศษ เพื่อให้เด็กสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้อย่างเหมาะสมกับความสามารถและลักษณะของเด็กที่มีความต้องการพิเศษ หรือผิดปกติทางร่างกาย สติปัญญา และทางจิตใจ

4) ขั้นนำไปใช้ จะนำไปทดลองใช้ในสถานการณ์จริง โดยทดลองใช้กับกลุ่มนักเรียนจำนวนน้อยก่อน (Pilot Testing) เพื่อสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ และรวบรวมข้อเสนอแนะ เพื่อนำมาปรับปรุงให้สื่อมีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น

5) ขั้นประเมินผล เป็นการประเมินคุณภาพของสื่อ โดยแบ่งแบบประเมินออกเป็น 4 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านเนื้อหา 2) ด้านสื่อมัลติมีเดีย 3) ด้านการออกแบบปฏิสัมพันธ์ และ 4) ด้านความเหมาะสมกับผู้เรียนที่มีความจำเป็นพิเศษ ซึ่งกำหนดเป็นแบบ 5 ระดับตามวิธีของลิเคิร์ต (Likert, 1932) โดยใช้แบบประเมินคุณภาพสื่อมัลติมีเดีย ที่ผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.80-1.00 และวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.86

5.3.3 แบบประเมินทักษะการผลิตสื่อมัลติมีเดีย มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1. วิเคราะห์องค์ประกอบของทักษะที่จำเป็นสำหรับการผลิตและออกแบบมัลติมีเดียสำหรับเด็กที่มีความต้องการจำเป็นพิเศษ ผสานทั้งความรู้ด้านเนื้อหา การเข้าใจผู้เรียน การใช้เทคโนโลยี และการออกแบบที่คำนึงถึงความปลอดภัย เพื่อให้การเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ครอบคลุม และเท่าเทียม

2. กำหนดจุดประสงค์และรูปแบบของเครื่องมือวัด โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้วัดพฤติกรรมการปฏิบัติงานจริงของผู้เรียนในการผลิตสื่อผ่านการประเมินชิ้นงาน โดยใช้รูปแบบการประเมินแบบรูบริก (Rubric)

3. พัฒนาแบบประเมินทักษะการผลิตสื่อมัลติมีเดียครอบคลุม 5 ด้าน ได้แก่ 1) ทักษะการวิเคราะห์ผู้เรียน 2) ทักษะการวางแผนและออกแบบ 3) ทักษะการใช้โปรแกรมและเครื่องมือ 4) ทักษะการออกแบบสื่อเหมาะสมกับเด็กที่มีความต้องการจำเป็นพิเศษ และ 5) ทักษะการประเมินและปรับปรุงสื่อ

4. ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ (IOC) โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา ด้านการศึกษาพิเศษ และด้านการพัฒนาสื่อดิจิทัล ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง มีค่าอยู่ระหว่าง 0.80-1.00

5. ประเมินคุณภาพของแบบประเมิน โดยการนำแบบประเมินไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักศึกษาวิชาชีพครู จำนวน 30 คน เพื่อวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 0.71 จากนั้นนำแบบประเมินทักษะการผลิตสื่อมัลติมีเดีย ไปประเมินทักษะของนักศึกษาวิชาชีพครูก่อนและหลังการเรียนรู้แบบผสมผสาน เพื่อวิเคราะห์ผลการพัฒนาทักษะ

5.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์คุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่ส่งเสริมทักษะการผลิตสื่อมัลติมีเดียสำหรับเด็กที่มีความต้องการจำเป็นพิเศษ ของนักศึกษาวิชาชีพครู โดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

2. วิเคราะห์คุณภาพสื่อมัลติมีเดียสำหรับเด็กที่มีความต้องการจำเป็นพิเศษ ที่นักศึกษานักศึกษาวิชาชีพครูพัฒนาขึ้น โดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

3. วิเคราะห์ทักษะการผลิตสื่อมัลติมีเดียสำหรับเด็กที่มีความต้องการจำเป็นพิเศษ โดยการคำนวณคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์จากแบบประเมินทักษะก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สูตรคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์

6. ผลการวิจัย (Results)

6.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่ส่งเสริมทักษะการผลิตสื่อมัลติมีเดียสำหรับเด็กที่มีความต้องการจำเป็นพิเศษ ของนักศึกษาวิชาชีพครู

ผลการวิจัย ดัง Table 1.

Table 1. Results of Quality Analysis of the Blended Learning Management Plan (N=5)

Evaluation Items	$\bar{X}$	S.D.	Interpretation
1. Clarity and completeness of the learning management plan	4.60	0.53	Very Good
2. Appropriateness of the blended learning format	4.47	0.55	Good
3. Appropriateness of media use for learners with special needs	4.60	0.53	Very Good
4. Appropriateness of activities for enhancing digital media production skills	4.50	0.55	Very Good
Overall	4.54	0.54	Very Good

จาก Table 1. ผลการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่พัฒนาขึ้นเพื่อส่งเสริมทักษะการผลิตสื่อมัลติมีเดียสำหรับเด็กที่มีความต้องการจำเป็นพิเศษ โดยได้รับการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ผลการวิเคราะห์พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีคุณภาพอยู่ในระดับ ดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.54 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.54 เมื่อพิจารณาารายด้าน พบว่า ด้านความชัดเจนและความครบถ้วนของแผนการสอน และด้านความเหมาะสมของการใช้สื่อสำหรับผู้เรียนที่มีความต้องการจำเป็นพิเศษได้รับค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\bar{X}$ = 4.60) แสดงให้เห็นว่าแผนมีความครอบคลุมและตอบสนองต่อกลุ่มเป้าหมายได้อย่างดี รองลงมาคือ ด้านความเหมาะสมของกิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะการผลิตสื่อมัลติมีเดีย ($\bar{X}$ = 4.50) และด้านความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนรู้แบบผสมผสาน ($\bar{X}$ = 4.47) ซึ่งยังอยู่ในระดับดีถึงดีมาก สะท้อนว่าแผนการจัดการเรียนรู้ สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับผู้เรียนในบริบทเฉพาะ

6.2 สื่อมัลติมีเดียสำหรับเด็กที่มีความต้องการจำเป็นพิเศษ

สื่อมัลติมีเดียที่พัฒนาขึ้นโดยนักศึกษาวิชาชีพครู มีเป้าหมายหลักในการออกแบบให้เข้าใจง่าย และส่งเสริมการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ โดยเน้นที่การใช้ภาพ เสียง และการตอบ สอนแบบทันทีทันใด เพื่อให้สามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้อย่างเหมาะสมกับความสามารถและลักษณะของเด็กที่มีความต้องการพิเศษ หรือผิดปกติทางร่างกาย สติปัญญา และทางจิตใจ ดัง Figure 2. – Figure 4.



Figure 2. Multimedia for children with learning disabilities.

จาก Figure 2. ออกแบบสื่อโดยเน้นการใช้ภาพประกอบคำศัพท์ หรือเสียงบรรยายประกอบเนื้อหา ช่วยให้เด็กเข้าใจและจดจำได้ง่ายขึ้น โดยใช้ภาพสัญลักษณ์ ภาพการ์ตูน หรือภาพถ่ายที่มีความหมายชัดเจน ใช้เสียงพูด เสียงประกอบดนตรีที่เิ่มรบกวนสมาธิและหลีกเลี่ยงเสียงรบกวนหรือฉากหลังที่ซับซ้อน ใช้ข้อความน้อยและแบ่งเนื้อหาเป็นตอนสั้น ๆ



Figure 3. Multimedia for children with speech and language impairments.

จาก Figure 3. ออกแบบสื่อโดยเน้นการกระตุ้นพัฒนาการด้านการสื่อสาร การเข้าใจความหมายของภาษา และการตอบสนองอย่างเป็นธรรมชาติ ใช้ภาพการ์ตูนที่ชัดเจน จัดภาพเป็นหมวดหมู่ ใช้เสียงบรรยายคำศัพท์หรือประโยคสั้น ๆ ด้วยเสียงชัดเจน ช้า และน้ำเสียงเป็นมิตร ให้เด็กฝึกออกเสียงตาม (มีภาพ+เสียง)



Figure 4. สื่อมัลติมีเดียสำหรับเด็กที่มีความบกพร่องทางสติปัญญาและทางการได้ยิน

จาก Figure 4. ออกแบบสื่อโดยใช้ภาพ สีสด ภาพสื่อความหมายชัดเจน ไม่ซับซ้อน แบ่งเนื้อหาเป็นตอนสั้น ๆ เข้าใจง่าย ใช้ภาษาง่าย ไม่ใช้ศัพท์วิชาการ มีเสียงอ่านชัดเจน ช้าพอให้เด็กฟังเข้าใจ เสียงเป็นมิตรที่ช่วยสร้างบรรยากาศเชิงบวก มีกิจกรรมแบบโต้ตอบ เกมง่าย ๆ เช่น ลากวาง จับคู่ เลือกคำตอบ มีระบบเสริมแรงเมื่อตอบถูกมีเสียงชมและปรบมือ โดยคำนึงถึงการลดการพึ่งพาเสียง และส่งเสริมการเรียนรู้ผ่านภาพ การเคลื่อนไหว ข้อความ และภาษาท่าทาง เพื่อให้เด็กเข้าใจเนื้อหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีวิดีโอหรือแอนิเมชันที่มีการแสดงภาษามือ ใส่คำบรรยายใต้ภาพทุกวิดีโอข้อความเป็นประโยคสั้น ๆ การจัดวางปุ่ม เมนู และองค์ประกอบอื่น ๆ เหมือนกันในแต่ละหน้า

6.3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพสื่อมัลติมีเดียสำหรับเด็กที่มีความต้องการจำเป็นพิเศษ ที่นักศึกษานักศึกษาวิชาชีพครูพัฒนาขึ้น

ผลการวิเคราะห์คุณภาพสื่อมัลติมีเดียสำหรับเด็กที่มีความต้องการจำเป็นพิเศษ ที่นักศึกษานักศึกษาวชิราวุธ
พัฒนาขึ้น ดัง Table 2.

Table 2. Analysis Results of Multimedia Quality (N =23)

Evaluation Items	$\bar{X}$	S.D.	Interpretation
1. Content quality	4.49	0.32	Good
2. Multimedia presentation	4.52	0.62	Very Good
3. Interactivity design	4.55	0.51	Very Good
4. Appropriateness for learners with special needs	4.57	0.51	Very Good
Mean	4.53	0.36	Very Good

จาก Table 2. แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพของสื่อมัลติมีเดียสำหรับเด็กที่มีความต้องการจำเป็นพิเศษ ซึ่งพัฒนาขึ้นโดยนักศึกษาวิชาชีพครู และได้รับการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน พบว่าสื่อมีคุณภาพโดยรวมอยู่ในระดับ ดีมาก (ค่าเฉลี่ยรวม $\bar{X}$ = 4.53, S.D. = 0.36) สะท้อนว่าสื่อที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้ในการเรียนการสอนกับผู้เรียนกลุ่มเป้าหมาย เมื่อพิจารณาในแต่ละด้าน พบว่า ด้านความเหมาะสมสำหรับผู้เรียนที่มีความต้องการจำเป็นพิเศษ ได้รับค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\bar{X}$ = 4.57) แสดงให้เห็นว่าสื่อมีความสามารถในการตอบสนองความต้องการเฉพาะของผู้เรียนกลุ่มนี้ได้เป็นอย่างดี เหมาะสม รองลงมา ได้แก่ ด้านการออกแบบปฏิสัมพันธ์ ด้านการนำเสนอสื่อมัลติมีเดีย และด้านคุณภาพของเนื้อหา โดยรวมแล้ว สื่อมัลติมีเดียที่นักศึกษาวิชาชีพครูพัฒนาขึ้นนั้น สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ.

6.4 ทักษะการผลิตสื่อมัลติมีเดียสำหรับเด็กที่มีความต้องการจำเป็นพิเศษ ของนักศึกษาวิชาชีพครู

ผลการวิจัย ดัง Table 3.

Table 3. Analysis Results of Multimedia Production Skills (N=23)

Items	Average Score	Average	Improvement	Level of
	Before	Score After		
	Training	Training	Score (%)	Improvement
1. Learner analysis	1.96	4.48	83	High
2. Planning and designing	2.04	4.61	87	High
3. Use of programs and tools	1.96	4.74	91	High
4. Designing media for students with special needs	1.91	4.43	82	High
5. Media evaluation and revision	1.83	4.39	81	High
Total	9.70	22.65	85	High

จาก Table 33 ผลการวิเคราะห์ทักษะการผลิตสื่อมัลติมีเดียสำหรับเด็กที่มีความต้องการจำเป็นพิเศษ ของนักศึกษาวิชาชีพครู ด้วยคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์พบว่า ทักษะในภาพรวมมีพัฒนาการในระดับสูง โดยคะแนนเฉลี่ยก่อนการอบรมอยู่ที่ 9.70 และเพิ่มขึ้นเป็น 22.65 หลังการอบรม คิดเป็นร้อยละการพัฒนาที่ 85% เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า ด้านการใช้โปรแกรมและเครื่องมือ มีการพัฒนามากที่สุด (91%) แสดงว่านักศึกษาสามารถใช้เทคโนโลยีในการสร้างสื่อได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น รองลงมาคือ ด้านการวางแผนและออกแบบสื่อ (87%) และ ด้านการวิเคราะห์ผู้เรียน (83%) สะท้อนถึงความเข้าใจในกระบวนการออกแบบสื่อที่ตอบสนองต่อความต้องการของผู้เรียนเฉพาะกลุ่ม ด้านการออกแบบสื่อสำหรับผู้เรียนที่มีความต้องการพิเศษ และด้านการประเมินและปรับปรุงสื่อ ก็มีพัฒนาการในระดับสูงเช่นกัน (82% และ 81% ตามลำดับ)

7. สรุปผลการวิจัย (Conclusion)

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่ส่งเสริมทักษะการผลิตสื่อมัลติมีเดียสำหรับเด็กที่มีความต้องการจำเป็นพิเศษ ของนักศึกษาวิชาชีพครูพบว่า มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}$ = 4.54, S.D. = 0.54)
2. คุณภาพสื่อมัลติมีเดียสำหรับเด็กที่มีความต้องการจำเป็นพิเศษ ที่นักศึกษาวิชาชีพครูพัฒนาขึ้นพบว่า มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}$ = 4.53, S.D. = 0.36)

3. ทักษะการผลิตสื่อมัลติมีเดียสำหรับเด็กที่มีความต้องการจำเป็นพิเศษ ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน ของนักศึกษาวิชาชีพครูพบว่า นักศึกษาวิชาชีพครูมีทักษะการผลิตสื่อมัลติมีเดีย โดยรวมเฉลี่ยอยู่ในระดับสูงมาก (คะแนน พัฒนาการสัมพัทธ์เท่ากับ 85.00)

8. อภิปรายผลการวิจัย (Discussion)

การวิจัยในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า แผนการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่ส่งเสริมทักษะการผลิตสื่อมัลติมีเดียสำหรับเด็กที่มีความต้องการจำเป็นพิเศษ ของนักศึกษาวิชาชีพครู ที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพในระดับดีมาก เนื่องจากการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ในครั้งนี้ มุ่งเน้นการส่งเสริมให้นักศึกษาวิชาชีพครูมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งในรูปแบบออนไลน์และออฟไลน์ ให้สามารถผลิตสื่อมัลติมีเดียที่เหมาะสมกับบริบทของเด็กที่มีความต้องการจำเป็นพิเศษ และใช้แนวคิดทางการเรียนรู้ของ Bloom's Taxonomy (Anderson & Krathwohl, 2001) ในการกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ตามระดับทักษะ และกิจกรรมการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในการพัฒนาทักษะการผลิตสื่อมัลติมีเดีย ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Graham (2006) ที่ระบุว่า การจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน สามารถเสริมสร้างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และส่งเสริมการเรียนรู้ที่มีความหมายมากขึ้น เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับผลการศึกษาของ Juithong (2022) ที่พบว่า ความสามารถในการเรียนรู้ของนักศึกษาครูที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน ในระบบออนไลน์ยุคปกติใหม่ โควิด-19 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลการศึกษาของ Jaisabai (2022) พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.00/82.42 และการเปรียบเทียบคะแนนการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนแบบผสมผสานเป็นการผสมผสานวิธีการสอน กิจกรรมการเรียนรู้อีกหลากหลายวิธี อาทิ การอภิปราย การเรียนรู้แบบร่วมมือ และการใช้สื่อดิจิทัล ส่งผลให้ผู้เรียนมีโอกาสฝึกฝนและประยุกต์ใช้เทคโนโลยีในสถานการณ์จริงอย่างต่อเนื่อง จึงก่อให้เกิดการพัฒนาทักษะอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

สื่อมัลติมีเดียสำหรับเด็กที่มีความต้องการจำเป็นพิเศษ ที่นักศึกษาวิชาชีพครูพัฒนาขึ้นมีคุณภาพในระดับดีมาก โดยดำเนินการตามแนวคิด ADDIE (Branch, 2009) ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ การวิเคราะห์ ออกแบบ พัฒนา นำไปใช้ และประเมินผล นอกจากนี้ยังประยุกต์ใช้หลัก Universal Design for Learning หรือ UDL (CAST, 2018) เพื่อออกแบบกิจกรรมและสื่อให้ตอบสนองความหลากหลายของผู้เรียนซึ่งสะท้อนถึงความเหมาะสมของเนื้อหา กระบวนการเรียนรู้ แสดงให้เห็นว่านักศึกษาวิชาชีพครูสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบและผลิตสื่อที่มีคุณภาพ โดยมีองค์ประกอบครบถ้วนทั้งด้านเนื้อหา ความน่าสนใจ การมีปฏิสัมพันธ์ และความเหมาะสมกับเด็กที่มีความต้องการจำเป็นพิเศษ เนื่องจากนักศึกษามีการเข้าถึงทรัพยากรและเครื่องมือที่จำเป็นในการพัฒนาสื่อมัลติมีเดียได้อย่างเพียงพอ มีการให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะจากอาจารย์ผู้สอนหรือผู้เชี่ยวชาญอย่างต่อเนื่องในระหว่างกระบวนการพัฒนาสื่อ ทำให้สามารถปรับปรุงคุณภาพของสื่อได้ เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับผลการศึกษาของ Jantasa et al. (2023) ศึกษาเรื่องการพัฒนาสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์สำหรับผู้เรียนที่มีความต้องการพิเศษทางการได้ยิน มีหลักการสำคัญที่ผู้ผลิตสื่อจะต้องออกแบบโครงสร้างเนื้อหา องค์ประกอบทางด้านศิลปะ ให้สามารถสื่อความหมายอย่างเหมาะสม สะดวกต่อการใช้ ง่ายต่อการเข้าถึง มีประสิทธิภาพในการเรียนการสอนเป็นอย่างดี และผลการศึกษาของ Jabar & Ahmad (2018) ที่ได้พัฒนาสื่อการเรียนการสอนมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์สำหรับการเรียนการสอนด้านการอ่านของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน โดยเน้นการออกแบบที่สอดคล้องกับหลักการทางการเรียนรู้และจิตวิทยาความรู้ความเข้าใจพบว่า สื่อการเรียนแบบมัลติมีเดีย ช่วยเพิ่มระดับความเข้าใจในการอ่านของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการได้ยินอย่างมีนัยสำคัญ และผู้เรียนมีทัศนคติในเชิงบวกต่อการใช้อุปกรณ์ โดยสามารถเข้าถึงเนื้อหาได้สะดวกและมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ทักษะการผลิตสื่อมัลติมีเดียสำหรับเด็กที่มีความต้องการจำเป็นพิเศษ ของนักศึกษาวิชาชีพครู ก่อนและหลังการเรียนรู้อยู่ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานพบว่า มีพัฒนาการที่ชัดเจน โดยคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจาก 9.70 เป็น 22.65 คิดเป็นพัฒนาการสัมพัทธ์ 85.00 ซึ่งอยู่ในระดับสูงมาก แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ในสภาพแวดล้อมแบบผสมผสาน ที่เน้นกิจกรรมแบบลงมือปฏิบัติจริงและการเรียนรู้ด้วยตนเอง ช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาทักษะได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถตอบสนองความแตกต่างของผู้เรียน และช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะที่ต้องใช้ความรู้ ความเข้าใจ และการลงมือปฏิบัติจริงได้ดียิ่งขึ้น เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับผลการศึกษาของ Ditsiri et al. (2020) ศึกษาเรื่องการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้อยู่แบบผสมผสานด้วยวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารของ

นักศึกษาวิชาชีพครูพบว่า นักศึกษาวิชาชีพครูมีคะแนนด้านสมรรถนะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารหลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งนี้เนื่องจากผู้เรียนมีโอกาสมือปฏิบัติจริง สื่อสาร แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และเรียนรู้ผ่านกิจกรรมที่หลากหลาย ซึ่งเอื้อต่อการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริงได้ และผลการศึกษาของ Pimdee et al. (2025) ชี้ให้เห็นว่าแนวทางการเรียนรู้แบบผสมผสานและร่วมมือกันอย่างมีโครงสร้างสามารถช่วยให้ผู้เรียนมีทักษะการออกแบบดิจิทัลที่จำเป็นได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งจะช่วยเติมเต็มช่องว่างที่สำคัญในหลักสูตรการศึกษาระดับอุดมศึกษา

9. ข้อเสนอแนะงานวิจัย (Recommendation)

9.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. ควรนำแผนการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่ได้รับการพัฒนาไปประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับการผลิตสื่อ เพื่อส่งเสริมทักษะที่จำเป็นสำหรับนักศึกษาวิชาชีพครูในการออกแบบและพัฒนาสื่อการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ
2. ควรใช้ผลวิจัยนี้เป็นแนวทางในการส่งเสริมและพัฒนาศักยภาพของนักศึกษาฝึกประสบการณ์ให้สามารถผลิตสื่อการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับบริบทของผู้เรียนและสามารถสร้างปฏิสัมพันธ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
3. หน่วยงานด้านการพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษาสามารถนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวไปประยุกต์ใช้ในการฝึกอบรมหรือพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อยกระดับคุณภาพการจัดการเรียนรู้ในระดับชั้นต่าง ๆ

9.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการนำสื่อมัลติมีเดียที่พัฒนาขึ้นไปทดลองใช้กับกลุ่มเป้าหมายจริง เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของสื่อในการส่งเสริมการเรียนรู้ของเด็กที่มีความต้องการจำเป็นพิเศษ โดยดำเนินการเก็บข้อมูลผลการเรียนรู้ก่อนและหลังการใช้สื่ออย่างเป็นระบบ เพื่อเปรียบเทียบและวิเคราะห์ผลการพัฒนาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
2. ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบผลของการใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้อื่น ๆ เช่น การเรียนรู้แบบร่วมมือ หรือการเรียนรู้ด้วยโครงงาน เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการพัฒนาทักษะการผลิตสื่อมัลติมีเดีย

10. กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement)

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากโครงการวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2568 คณะครุศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

11. เอกสารอ้างอิง (References)

- Anderson, L. W. & Krathwohl, D. R. (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. Longman.
- Branch, R. M. (2009). *Instructional Design: The ADDIE Approach*. Springer Science & Business Media.
- Carter, E. W., Dykstra Steinbrenner, J. R., & Hall, L. J. (2019). Exploring Feasibility and Fit: Peer-Mediated Interventions for High School Students with Autism Spectrum Disorders. *School Psychology Review*, 48(2), 157-169. <https://doi.org/10.17105/SPR-2017-0112.V48-2>.
- CAST. (2018). *Universal Design for Learning Guidelines Version 2.2*. <https://udlguidelines.cast.org/more/downloads/#v2-2>.
- Chen, X. (2020). Pre-Service Teachers and Interdisciplinary Design in Global Virtual Teams: A U.S. Perspective. *International Journal of Technology in Teaching and Learning*, 16(1), 3-19. <https://doi.org/10.37120/ijttl.2020.16.1.02>.
- Ditsiri, T., Rampai, N., & Siripipattanakul, S. (2021). Development of a Blended Learning Model by Using an Active Learning Method to Enhance Pre-service Teacher Education Students' Information and

- Communication Technology (ICT) Competencies. *NRRU Community Research Journal*, 15(2), 197-209. <https://doi.org/10.14456/nrru-rdi.2021.36>.
- Graham, C. R. (2006). Blended Learning Systems: Definition, Current Trends, and Future Directions. In Bonk, C. J., & Graham, C. R. (Eds), *The Handbook of Blended Learning: Global Perspectives, Local Designs* (3-21). Pfeiffer.
- Heinich, R., Molenda, M., Russell, J. D., & Smaldino, S. E. (2002). *Instructional Media and Technologies for Learning* (7th ed.). Prentice Hall.
- Hsu, Y.-Y., & Lin, C.-H. (2020). Evaluating the Effectiveness of a Preservice Teacher Technology Training Module Incorporating SQD Strategies. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 17, 31. <https://doi.org/10.1186/s41239-020-00205-2>.
- Jabar, S. A., & Ahmad, A. C. (2018). The Design of Multimedia Interactive Courseware for Teaching Reading to Hearing Impaired Students. *International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development*, 7(4), 223-230. <https://doi.org/10.6007/ijarped/v7-i4/4849>.
- Jaisabai, J. (2022). The Blended Learning Management for Enhancing Creative Thinking and Using Information Technology for Undergraduate Students That Phanom College Nakhon Phanom University. *Journal of Educational Technology and Communications Faculty of Education Mahasarakham University*, 5(14), 164-175. (In Thai)
- Jantasa, A., Chotikitphiwat, S., & Kasinant, C. (2023). Multimedia and Interactive Educational Technology to Promote Learning for Learners with Special Hearing Needs. *Journal of MCU Nakhondhat*, 10(10), 222-231. (In Thai)
- Jonassen, D. H. (1999). *Constructing Meaning and Knowledge: Cognitive Principles for Constructive Learning*. Educational Technology Publications.
- Juithong, S. (2022). Outcomes of the New Normal Online Blended Learning Management During COVID-19 Pandemic Towards Student Teachers' Learning. *Rajabhat Rambhai Barni Research Journal*, 16(2), 126-134. (In Thai)
- Likert, R. (1932). A Technique for the Measurement of Attitudes. In Woodworth, R. S. (Eds), *Archives of Psychology* (140, 1-55). The Science Press.
- Mayer, R. E. (2001). *Multimedia Learning*. Cambridge University Press.
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia Learning* (2nd ed.). Cambridge University Press.
- Office of the Education Council. (2017). *Research and Development Report on Children with Special Needs*. Ministry of Education. (In Thai)
- Panurat, S. (2023). Color Classification of Students with Intellectual Disabilities at Lansaka Service Unit, Special Education Center, Nakhon Si Thammarat Province. https://filesesbuy.com/uppic/00000959/news/00000959_1_20230220-142631.pdf. (In Thai)
- Pimdee, P., Wuttikamonchai, O., Sukkamart, A., Meedee, C., & Meekhobtong, S. (2025). Improving Thai Undergraduate Students' Web Design Skills for Smartphones through a Collaborative Blended Learning Approach. *Frontiers in Education*, 10, 1522793. <https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1522793>.
- Rafiola, R. H., Setyosari, P., Radjah, C. L., & Ramli, M. (2020). The Effect of Learning Motivation, Self-Efficacy, and Blended Learning on Students' Achievement in The Industrial Revolution 4.0. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 15(8), 71-82. <https://doi.org/10.3991/ijet.v15i08.12525>.

- Saardaium, A., Mitranun, C., & Sirirak, C. (2025). Diagnosis of Learning Disabilities in Mathematics: Numbers and Numerals for Students with Mathematical Difficulties in Schools Under the Bangkok Primary Educational Service Area Office. *Journal of Local Governance and Innovation*, 9(1), 45-58. (In Thai)
- Staker, H., & Horn, M. B. (2012). *Classifying K-12 Blended Learning*. Innosight Institute. <https://www.christenseninstitute.org/wp-content/uploads/2013/04/Classifying-K-12-blended-learning.pdf>.
- Stalmach, A., D'Elia, P., Di Sano, S., & Casale, G. (2023). Digital Learning and Self-Regulation in Students with Special Educational Needs: A Systematic Review of Current Research and Future Directions. *Education Sciences*, 13(10), 1051. <https://doi.org/10.3390/educsci13101051>.
- Thangjai, J., & Wongwatthanaphong, K. (2024). Teacher Competency Development in Using Information Technology for Learning Management in the 21st Century: A Case Study of Private Schools in Phitsanulok Province. *Journal of Interdisciplinary Innovation Review*, 7(4), 170-183. (In Thai)
- Thungkanai, K. (2021). Blended Learning in a New Normal. *Journal of Educational Studies*, 15(1), 29-43. (In Thai)
- Wannakul, D., Paweenbampen, P., & Witayaboon, N. (2025). Developing Learning Activities through Blended Learning to Enhance Innovation skills of Student Teachers in Elementary Education. *Journal of Lanna Societies*, 3(2), 48-63. (In Thai)



Development of an Information System for Teacher Training Network Schools,
Faculty of Education and Human Development, Sisaket Rajabhat University

การพัฒนาระบบสารสนเทศโรงเรียนเครือข่ายฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

คณะครุศาสตร์และการพัฒนามนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ

Nahathai Songputh¹, Nittaya Maneenin², and Terapong Songputh^{3*}

ณัททัย สงฆ์¹, นิตยา มณีนิล², และ ธีรพงศ์ สงฆ์^{3*}

Received: 15 June 2025;

Revised: 6 August 2025;

Accepted: 13 August 2025;

Published: 22 August 2025;

Abstract

This research aimed to develop an information system for network schools supporting professional teaching practicum under the Faculty of Education and Human Development, Sisaket Rajabhat University. The study was motivated by the lack of an efficient system for managing information related to student teachers, supervising instructors, and partner schools, which posed limitations in management and decision-making processes. Therefore, the system was developed using the Software Development Life Cycle approach, employing Google Apps Script as the development tool and Google Sheets as the primary database. The sample group consisted of 10 experts who evaluated the system's performance and 254 users comprising 20 supervising instructors and 234 student teachers who assessed user satisfaction. The research instruments included a user satisfaction questionnaire and a system performance evaluation form based on ISO/IEC 9126 standards. The findings indicated that the developed system achieved the "Highest" level of performance, with a mean score of 4.53 and a standard deviation of 0.51. Similarly, user satisfaction was rated at the "Highest" level, with a mean score of 4.56 and a standard deviation of 0.45. These results reflect the system's effectiveness in meeting user needs and its potential applicability at the faculty level or across university teacher education networks.

Keywords: Information System, Professional Teaching Practicum, Network Schools, Software Development

¹ General Administration Officer, Division of Teaching Practicum, Faculty of Education and Human Development, Sisaket Rajabhat University, Sisaket 33000, Thailand; เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไป ฝ่ายฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู คณะครุศาสตร์และการพัฒนามนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ จังหวัดศรีสะเกษ 33000 ประเทศไทย; Email: naruthai.p@sskru.ac.th

² Lecturer, Program in Computer Education, Faculty of Education and Human Development, Sisaket Rajabhat University, Sisaket 33000, Thailand; อาจารย์ สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์และการพัฒนามนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ จังหวัดศรีสะเกษ 33000 ประเทศไทย; Email: nittaya@sskru.ac.th

^{3*} Assistant Professor, Program in Computer Technology and Digital, Faculty of Liberal Arts and Sciences, Sisaket Rajabhat University, Sisaket 33000, Thailand; ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และดิจิทัล คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ จังหวัดศรีสะเกษ 33000 ประเทศไทย; Email: terapong.song@gmail.com

*Corresponding authors: Terapong Songputh (terapong.song@gmail.com)



บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับโรงเรียนเครือข่ายฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูของคณะครุศาสตร์และการพัฒนามนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ โดยมีแนวคิดจากปัญหาการบริหารจัดการข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับนักศึกษาฝึกประสบการณ์ อาจารย์นิเทศก์ และโรงเรียนเครือข่ายที่ยังขาดระบบที่มีประสิทธิภาพ ทำให้เกิดข้อจำกัดในการบริหารจัดการและการตัดสินใจเชิงนโยบายอย่างเป็นระบบ งานวิจัยนี้จึงพัฒนาระบบสารสนเทศตามวงจรการพัฒนาซอฟต์แวร์ SDLC โดยใช้ Google Apps Script เป็นเครื่องมือพัฒนา และ Google Sheets เป็นฐานข้อมูลหลัก กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญ 10 คนในการประเมินประสิทธิภาพของระบบ และผู้ใช้งานระบบจำนวน 254 คน ซึ่งประกอบด้วยอาจารย์นิเทศก์ 20 คน และนักศึกษาฝึกประสบการณ์ 234 คน เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วยแบบสอบถามความพึงพอใจและแบบประเมินประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน ISO/IEC 9126 ผลการวิจัยพบว่า ระบบที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพในระดับ “มากที่สุด” โดยมีค่าเฉลี่ยรวม 4.53 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.51 ส่วนผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานพบว่ามีอยู่ในระดับ “มากที่สุด” เช่นกัน โดยมีค่าเฉลี่ยรวม 4.56 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.45 สะท้อนถึงศักยภาพของระบบในการตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในระดับคณะหรือเครือข่ายมหาวิทยาลัยได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: ระบบสารสนเทศ, การฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู, โรงเรียนเครือข่าย, การพัฒนาซอฟต์แวร์

1. บทนำ (Introduction)

การฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูถือเป็นกลไกสำคัญในการพัฒนาครูมืออาชีพ ซึ่งต้องอาศัยความร่วมมือระหว่างคณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัย และโรงเรียนเครือข่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่งการบริหารจัดการข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการฝึกประสบการณ์ เช่น ข้อมูลโรงเรียนเครือข่าย ความต้องการของนักศึกษา และผลการประเมินสถานศึกษา จำเป็นต้องมีระบบที่สามารถจัดเก็บ ประมวลผล และสืบค้นข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพจากข้อกำหนดของคุรุสภา หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต (5 ปี) กำหนดให้นักศึกษาฝึกประสบการณ์ในสถานศึกษาเป็นเวลา 1 ปี โดยมีครูพี่เลี้ยงและอาจารย์นิเทศก์เป็นผู้กำกับดูแลใกล้ชิด (Division of Teaching Practicum, 2024) อย่างไรก็ตาม พบว่า กระบวนการจัดการโรงเรียนเครือข่ายยังขาดระบบสารสนเทศที่มีประสิทธิภาพ ทำให้เกิดข้อจำกัดในการคัดเลือกโรงเรียนที่เหมาะสมและบริหารจัดการนักศึกษาฝึกได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ ดังนั้นระบบสารสนเทศจึงมีบทบาทสำคัญในการสนับสนุนการบริหารจัดการการศึกษาอย่างรอบด้าน (Worapongpat et al., 2020; Krutkham et al., 2016) โดยเฉพาะในการบริหารจัดการข้อมูลและการตัดสินใจเชิงนโยบาย ทั้งนี้ Techawattanasiridamrong (2020) ระบุว่า การพัฒนาโรงเรียนเครือข่ายเข้าสู่รูปแบบ “โรงเรียนร่วมพัฒนาวิชาชีพครู” ตามแนวคิดชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (PLC) ยังต้องอาศัยข้อมูลที่ถูกต้องและเป็นปัจจุบันในการประเมินศักยภาพโรงเรียน

จากข้อจำกัดดังกล่าว การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการดำเนินงานของโรงเรียนเครือข่ายฝึกประสบการณ์จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ระบบสารสนเทศที่สามารถรวบรวมและบริหารจัดการข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ เชื่อมโยงข้อมูลระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และสามารถประมวลผลข้อมูลเพื่อนำไปใช้ในการตัดสินใจเชิงนโยบายในระยะยาวได้อย่างเหมาะสม ถือเป็นปัจจัยสำคัญต่อความสำเร็จของการบริหารจัดการองค์กรในยุคดิจิทัล แนวคิดดังกล่าวสอดคล้องกับ Laudon & Laudon (2020) ที่ระบุว่า ระบบสารสนเทศที่ดีควรทำหน้าที่เป็นเครื่องมือในการประมวลผล วิเคราะห์ และแจกจ่ายข้อมูล เพื่อสนับสนุนการดำเนินงานและตัดสินใจในระดับกลยุทธ์ขององค์กรได้อย่างมีประสิทธิภาพ งานวิจัยนี้เลือกใช้แนวทางการพัฒนาระบบตามกระบวนการ Software Development Life Cycle (SDLC) ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนที่เป็นระบบ ได้แก่ การวิเคราะห์ความต้องการ ออกแบบระบบ พัฒนา ทดสอบ และนำไปใช้งานจริง

เพื่อให้มั่นใจได้ว่าระบบมีคุณภาพและสามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้ได้อย่างแท้จริง (Clark, 2024) นอกจากนี้ยังเลือกใช้ Google Apps Script ร่วมกับ Google Sheets เป็นเครื่องมือในการพัฒนา เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีที่มีความยืดหยุ่น ใช้งานง่าย ไม่ต้องติดตั้งโปรแกรมเพิ่มเติม รองรับการใช้งานผ่านเว็บเบราว์เซอร์ทุกประเภท และสามารถเชื่อมต่อกับเครื่องมือของ Google ได้อย่างหลากหลาย ซึ่งสอดคล้องกับบริบทของหน่วยงานที่มีข้อจำกัดด้านทรัพยากรทางเทคโนโลยี (Sompeewong & Predawan, 2021)

การวิจัยครั้งนี้จึงมีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศโรงเรียนเครือข่ายฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู โดยเน้นให้ตอบสนองต่อบริบทของผู้ใช้งาน ได้แก่ นักศึกษาฝึกประสบการณ์ อาจารย์นิเทศก์ และเจ้าหน้าที่ศูนย์ฝึก อีกทั้งยังมุ่งประเมินประสิทธิภาพของระบบที่พัฒนาและความพึงพอใจของผู้ใช้งานในทุกระดับ เพื่อให้มีการพัฒนาเครื่องมือจริงที่สามารถนำไปใช้งานได้จริงในหน่วยงานการศึกษา โดยใช้เครื่องมือที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม โดยการผสาน Google Apps Script และ Google Sheets เพื่อสร้างระบบสารสนเทศที่มีประสิทธิภาพ ตอบสนองการจัดการข้อมูลในเชิงพื้นที่และเชิงกลยุทธ์

2. วัตถุประสงค์งานวิจัย (Research Objectives)

1. เพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศโรงเรียนเครือข่ายฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู
2. เพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศโรงเรียนเครือข่ายฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู
3. เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ต่อระบบสารสนเทศโรงเรียนเครือข่ายฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

3. การทบทวนวรรณกรรมและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง (Literature Review)

3.1. แนวคิดระบบสารสนเทศ (Information System: IS)

ระบบสารสนเทศ หมายถึง ระบบที่ประกอบด้วยองค์ประกอบต่าง ๆ ได้แก่ บุคลากร ฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ ข้อมูล และกระบวนการ ที่ทำงานร่วมกันอย่างเป็นระบบเพื่อรวบรวม ประมวลผล จัดเก็บ และกระจายข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีเป้าหมายเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจ การควบคุม และการบริหารจัดการภายในองค์กร (Laudon & Laudon, 2020) ในบริบทของการจัดการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ระบบสารสนเทศมีบทบาทสำคัญในการเชื่อมโยงข้อมูลของโรงเรียนเครือข่าย นักศึกษาฝึกสอน ครูพี่เลี้ยง อาจารย์นิเทศก์ การติดตามผลการฝึก รวมถึงผลการประเมินการปฏิบัติงาน ซึ่งเป็นข้อมูลที่มีปริมาณมากและเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา การพัฒนาระบบสารสนเทศที่สามารถเข้าถึงข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว แม่นยำ และรองรับการใช้งานของผู้เกี่ยวข้องหลากหลายกลุ่ม จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง เพื่อช่วยลดภาระงานเอกสาร ลดข้อผิดพลาด และเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการข้อมูลในภาพรวม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสถาบันการศึกษาที่มีข้อจำกัดด้านงบประมาณและบุคลากร ระบบสารสนเทศที่ออกแบบมาให้รองรับบริบทของผู้ใช้ เช่น นักศึกษาฝึกสอน ครูพี่เลี้ยง อาจารย์นิเทศก์ และเจ้าหน้าที่ จะช่วยให้ทุกฝ่ายสามารถใช้งานระบบร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพและตอบสนองต่อวัตถุประสงค์ร่วมกันได้อย่างแท้จริง รวมทั้งเพื่อสนับสนุนการเก็บรวบรวม ประมวลผล และจัดการข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมต่อการตัดสินใจขององค์กร (Zheng, 2024)

3.2. วงจรการพัฒนา ระบบ Software Development Life Cycle

วงจรการพัฒนา ระบบ หรือ Software Development Life Cycle (SDLC) เป็นแนวทางที่ใช้ในการพัฒนาซอฟต์แวร์อย่างเป็นระบบ เพื่อให้ระบบที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพ ตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ และสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Clark, 2025) โดย SDLC ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ ได้แก่ การศึกษาความต้องการ การออกแบบระบบ การพัฒนาและเขียนโปรแกรม การทดสอบและประเมินผล การติดตั้งใช้งาน และการบำรุงรักษาระบบ สำหรับการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนงานฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู SDLC ถือเป็นแนวทางที่เหมาะสมอย่างยิ่ง เนื่องจากผู้ใช้งานระบบมีหลายกลุ่ม ได้แก่ เจ้าหน้าที่ศูนย์ฝึก อาจารย์นิเทศก์ และนักศึกษาฝึกสอน ซึ่งมีความต้องการแตกต่างกัน ระบบจึงต้องถูกออกแบบจากการวิเคราะห์ข้อมูลความต้องการที่ชัดเจน และพัฒนาโดยใช้เครื่องมือที่เหมาะสม เช่น Google Apps Script ที่สามารถเชื่อมโยงกับ Google Sheets ได้อย่างมีประสิทธิภาพและประหยัดต้นทุน (Hossain, 2023)

นอกจากนี้ การใช้ SDLC ยังช่วยลดข้อผิดพลาดระหว่างการพัฒนา เพราะมีการทดสอบก่อนใช้งานจริง และสามารถปรับปรุงตามข้อเสนอแนะจากผู้ใช้งานได้อย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้ระบบมีความยั่งยืนและตอบโจทย์บริบทของการจัดการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูได้อย่างแท้จริง

3.3. ทฤษฎีการยอมรับเทคโนโลยี (Technology Acceptance Model)

ทฤษฎีการยอมรับเทคโนโลยี หรือ Technology Acceptance Model (TAM) เป็นแนวคิดที่ใช้อธิบายพฤติกรรมของผู้ใช้งานต่อการยอมรับและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ โดยมีองค์ประกอบหลักสองประการ ได้แก่ การรับรู้ถึงประโยชน์ (Perceived Usefulness) ซึ่งหมายถึง ความเชื่อของผู้ใช้ว่าการใช้เทคโนโลยีนั้นช่วยให้การทำงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น และการรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งาน (Perceived Ease of Use) ซึ่งหมายถึง ความเชื่อว่าระบบสามารถใช้งานได้โดยไม่ต้องซับซ้อน (Dwivedi et al., 2019) องค์ประกอบทั้งสองนี้มีอิทธิพลต่อ เจตคติของผู้ใช้ (Attitude Toward Use) ซึ่งนำไปสู่เจตนาที่จะใช้งาน (Behavioral Intention to Use) และท้ายที่สุดส่งผลต่อ พฤติกรรมการใช้งานจริง (Actual Use Behavior) ทั้งนี้ Dawsiriroj (2022) ได้ศึกษาการยอมรับเทคโนโลยีทางการเงินในรูปแบบ GameFi ของผู้บริโภคออนไลน์ในประเทศไทย โดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีการยอมรับเทคโนโลยี (Technology Acceptance Model: TAM) ร่วมกับตัวแปรภายนอกเพิ่มเติม คือ การรับรู้ความเสี่ยง พบว่า การรับรู้ความเสี่ยง มีบทบาทเชิงลบต่อการตัดสินใจใช้งาน โดยเฉพาะในกลุ่มผู้ใช้งานที่มีความกังวลต่อความปลอดภัยของข้อมูลส่วนตัวและความน่าเชื่อถือของระบบการเงินดิจิทัล งานวิจัยนี้จึงชี้ให้เห็นถึงความจำเป็นในการเสริมสร้างความมั่นใจแก่ผู้ใช้ผ่านการออกแบบระบบที่มีความโปร่งใส ปลอดภัย และสามารถตรวจสอบได้ สำหรับระบบสารสนเทศด้านการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู การออกแบบควรเน้นให้ระบบใช้งานง่าย มีอินเทอร์เฟซที่เป็นมิตรกับผู้ใช้ รองรับการเข้าถึงได้จากอุปกรณ์หลากหลาย และแสดงข้อมูลได้ตรงกับความต้องการของผู้ใช้อย่างรวดเร็วและชัดเจน ซึ่งจะช่วยส่งเสริมให้ผู้ใช้มีความตั้งใจในการใช้งานระบบอย่างต่อเนื่องและเกิดประโยชน์สูงสุด

3.4 เทคโนโลยีที่ใช้ในการพัฒนาระบบ Google Apps Script และ Google Sheets

Google Apps Script เป็นภาษาเขียนโปรแกรมที่พัฒนาโดย Google โดยมีพื้นฐานจากภาษา JavaScript ซึ่งออกแบบมาเพื่อใช้งานร่วมกับบริการต่าง ๆ ของ Google Workspace เช่น Google Sheets, Google Forms, Google Docs, และ Gmail ได้อย่างไร้รอยต่อ ผู้พัฒนาสามารถสร้างฟังก์ชันอัตโนมัติ (Automation) สคริปต์เบื้องหลัง หรือระบบ Web Application ผ่านบริการของ Google ได้โดยไม่ต้องใช้เซิร์ฟเวอร์ส่วนตัว Sompeewong & Predawan (2021) พบว่า การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันโดยใช้ Google Apps Script ร่วมกับ Google Sheets เพื่อจัดทำแผนปฏิบัติงาน ทำให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงข้อมูลและทำงานร่วมกันบนฐานข้อมูลเดียวกันได้แบบเรียลไทม์ โดยไม่ต้องพึ่งพาเซิร์ฟเวอร์หรือระบบฐานข้อมูลภายนอก

Google Sheets คือแอปพลิเคชันสเปรดชีตบนระบบคลาวด์ที่สามารถใช้งานผ่านเว็บเบราว์เซอร์ได้โดยไม่ต้องติดตั้งโปรแกรมเพิ่มเติม รองรับการทำงานร่วมกันแบบเรียลไทม์ (Real-time Collaboration) และสามารถใช้เป็นฐานข้อมูลขนาดเล็กถึงปานกลางในการพัฒนาระบบสารสนเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะเมื่อนำมาเชื่อมต่อกับ Google Apps Script การใช้ Google Sheets ควบคู่กับ Google Apps Script ช่วยให้สามารถสร้างระบบฐานข้อมูลออนไลน์ที่สามารถจัดเก็บ แสดงผล และประมวลผลข้อมูลได้ในต้นทุนต่ำ เหมาะกับสถาบันการศึกษาที่ต้องการระบบสารสนเทศภายในหน่วยงาน โดยไม่ต้องพึ่งพาโครงสร้างพื้นฐานที่ซับซ้อน จากการศึกษาของ Soontornwat & Bhrammanee (2017) พบว่า การประยุกต์ใช้ Google Sheets ช่วยสร้างระบบบริหารงบประมาณที่ทันสมัย ตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งาน และส่งเสริมการทำงานร่วมกันแบบเรียลไทม์ ซึ่งมีผลต่อความพึงพอใจที่สูง และเสริมทักษะทางด้านเทคโนโลยีของบุคลากรองค์กรอย่างมีนัยสำคัญ

3.5 การประเมินคุณภาพระบบตามเกณฑ์ ISO/IEC 9126

ISO/IEC 9126 เป็นมาตรฐานสากลที่ใช้ในการประเมินคุณภาพของซอฟต์แวร์ โดยมีจุดประสงค์เพื่อกำหนดกรอบแนวคิดในการวิเคราะห์และประเมินคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์อย่างเป็นระบบและสามารถตรวจสอบได้ ซึ่งกำหนดเกณฑ์การประเมินคุณภาพซอฟต์แวร์ไว้ 6 ด้าน ได้แก่ ด้านการทำงานตามหน้าที่ (Functionality) ด้านความเชื่อถือได้ (Reliability) ด้านความสามารถในการใช้งาน (Usability) ด้านประสิทธิภาพ (Efficiency) ด้านความสามารถในการบำรุงรักษา (Maintainability) และด้านความสามารถในการเคลื่อนย้าย (Portability) โดยแต่ละด้านจะมีตัวชี้วัดย่อยที่ช่วยให้สามารถประเมินระบบได้อย่างเป็นระบบและครอบคลุมมิติทั้งในเชิงเทคนิคและประสบการณ์ของผู้ใช้ ทั้งนี้ Pruksayakorn & Rapeepisarn (2017) กล่าวว่า แนวคิดของ ISO/IEC 9126 มีความเหมาะสมในการนำไปใช้ประเมิน

ซอฟต์แวร์ในบริบทของผู้ใช้งานจริง โดยเฉพาะในกลุ่มเทคโนโลยีเพื่อความบันเทิง เช่น เกมออนไลน์ สำหรับระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารจัดการโรงเรียนเครือข่ายฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู มาตรฐาน ISO/IEC 9126 เป็นแนวทางที่เหมาะสมในการประเมินคุณภาพ เนื่องจากระบบต้องรองรับการใช้งานของผู้ใช้หลายกลุ่ม ได้แก่ นักศึกษาฝึกสอน อาจารย์นิเทศก์ และเจ้าหน้าที่ศูนย์ฝึก ซึ่งล้วนมีความต้องการที่หลากหลาย การประเมินตามเกณฑ์ดังกล่าวจึงช่วยให้สามารถตรวจสอบได้ว่าระบบสามารถทำงานได้ตามหน้าที่ มีความน่าเชื่อถือ ใช้งานง่าย ประหยัดทรัพยากร ปรับปรุงได้ง่าย และสามารถนำไปใช้งานในบริบทอื่น ๆ ได้อย่างยืดหยุ่น นอกจากนี้ การใช้เกณฑ์ ISO/IEC 9126 ยังเป็นพื้นฐานสำคัญในการปรับปรุงและพัฒนาาระบบสารสนเทศในระยะยาวให้มีคุณภาพตามมาตรฐานสากลอย่างยั่งยืน

3.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการทบทวนงานวิจัยพบว่า มีหลายแนวทางที่สนับสนุนความจำเป็นในการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารจัดการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู โดยเฉพาะในด้านการบริหารจัดการข้อมูล การพัฒนาศักยภาพบุคลากร และการสร้างความร่วมมือระหว่างมหาวิทยาลัยกับโรงเรียนเครือข่าย

Srichan & Suebsor (2023) ได้มีการวิจัยเพื่อพัฒนาแนวทางในการจัดระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารงานโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเพชรบุรี เขต 2 โดยมีวัตถุประสงค์หลักในการศึกษาระดับการจัดระบบสารสนเทศ เปรียบเทียบความแตกต่างตามระดับการศึกษาและขนาดของโรงเรียน และเสนอแนวทางการพัฒนาระบบสารสนเทศที่เหมาะสมกับบริบทของสถานศึกษา การวิจัยครั้งนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงปริมาณ โดยมีกลุ่มตัวอย่างคือผู้บริหารและครูในโรงเรียนจำนวน 281 คน เครื่องมือที่ใช้คือแบบสอบถามวัดระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับระบบสารสนเทศใน 4 ด้าน ได้แก่ งานวิชาการ งานงบประมาณ งานบุคลากร และงานบริหารทั่วไป ผลการวิจัยพบว่า ระดับการจัดระบบสารสนเทศของโรงเรียนอยู่ในระดับมากทุกด้าน และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบตามระดับการศึกษาและขนาดของโรงเรียน ($p < .05$) จากผลการวิเคราะห์ สรุปได้ว่าแนวทางการพัฒนาระบบสารสนเทศที่เหมาะสมควรครอบคลุมกระบวนการอย่างเป็นระบบ ตั้งแต่การเก็บรวบรวมข้อมูล ตรวจสอบความถูกต้อง ประมวลผล วิเคราะห์ และนำข้อมูลไปใช้ โดยมีการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศสนับสนุนกระบวนการทั้งหมด เพื่อให้การบริหารจัดการในสถานศึกษามีความทันสมัย โปร่งใส และสามารถนำข้อมูลไปใช้ในการตัดสินใจเชิงกลยุทธ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ งานวิจัยชิ้นนี้จึงมีความสำคัญต่อการออกแบบระบบสารสนเทศในโรงเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในบริบทอื่นที่คล้ายคลึงได้อย่างเหมาะสม

Techawattanasiridamrong (2020) ได้นำเสนอแนวทางการพัฒนาโรงเรียนเครือข่ายฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูให้เป็นโรงเรียนร่วมพัฒนาวิชาชีพครู โดยใช้แนวคิดชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (PLC) เพื่อให้เกิดการมีส่วนร่วมระหว่างครูที่เลี้ยงกับอาจารย์นิเทศก์ผ่านกิจกรรมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ การนิเทศร่วม และการจัดกิจกรรมทางวิชาการ งานวิจัยชี้ว่าแนวทางนี้ช่วยสร้างวัฒนธรรมองค์กรแห่งการเรียนรู้และความร่วมมือระหว่างมหาวิทยาลัยกับโรงเรียนอย่างใกล้ชิด ซึ่งสามารถพัฒนาเป็นระบบสารสนเทศที่รองรับกิจกรรม PLC การนิเทศออนไลน์ และการติดตามผลได้อย่างครบวงจร

Tangcharoen (2023) มุ่งเน้นการพัฒนาและประเมินระบบแดชบอร์ดเชิงโต้ตอบเพื่อการนำเสนอข้อมูลของนักศึกษาในรายวิชาคณิตศาสตร์เชิงธุรกิจ โดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ เช่น Google Sheets และ Looker Studio เพื่อเก็บ บริหารจัดการ และแสดงผลข้อมูลแบบเรียลไทม์ ทั้งนี้ ยังมีการดึงข้อมูลจากเอกสาร PDF ด้วย Python (ผ่าน tabula-py) เพื่ออัปเดตเข้าสู่ระบบโดยอัตโนมัติ ผลการวิจัยพบว่า ผู้ใช้ระบบซึ่งเป็นอาจารย์ผู้สอน เจ้าหน้าที่ และผู้บริหารมีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ยรวม 4.56) โดยเฉพาะในด้านความถูกต้อง ความสะดวกในการใช้งาน และการเข้าถึงข้อมูลที่รวดเร็วและสื่อสารได้ชัดเจน ระบบดังกล่าวยังมีจุดเด่นด้านการช่วยลดภาระการจัดทำรายงานแบบเดิม และสามารถขยายผลไปยังรายวิชาอื่นหรือสาขาอื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ งานวิจัยนี้จึงชี้ให้เห็นถึงแนวทางการประยุกต์ใช้เครื่องมือฟรีของ Google ในการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารจัดการการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพและยั่งยืนในบริบทของสถาบันอุดมศึกษา

Konkid & Junlabuddee (2025) มุ่งเน้นการประยุกต์ใช้แดชบอร์ดสำหรับการวางแผนอัตรากำลัง การพัฒนาและการยอมรับเทคโนโลยี โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการข้อมูลให้กับผู้บริหารและบุคลากรภายในสถาบัน การพัฒนาแดชบอร์ดอิงตามกระบวนการวัฏจักรชีวิตการพัฒนาระบบ (SDLC) ประกอบด้วยขั้นตอนการวิเคราะห์ ออกแบบ พัฒนา ทดสอบ และประเมินผล ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถรวบรวมและประมวลผลข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับนักศึกษา เช่น ข้อมูลพื้นฐาน ผลการเรียนรู้ ข้อมูลกิจกรรม และข้อมูลความประพฤติ แล้วนำเสนอในรูปแบบภาพข้อมูลที่

เข้าใจง่าย ช่วยให้การวางแผนและตัดสินใจเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ผลการประเมินความพึงพอใจจากผู้ใช้งานพบว่าระบบมีประสิทธิภาพและตรงตามความต้องการในระดับสูง โดยเฉพาะในด้านความถูกต้องของข้อมูล การนำเสนอที่ชัดเจน และความสะดวกในการเข้าถึง แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีแดชบอร์ดเพื่อการบริหารจัดการข้อมูลเชิงกลยุทธ์ในบริบทของอุดมศึกษาไทย

Seenaha et al. (2022) ได้นำเสนอแนวทางการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีแดชบอร์ดในการรวบรวมและนำเสนอข้อมูลพื้นฐานของตำบลห้วยเตย จังหวัดมหาสารคาม โดยมุ่งเน้นการสร้างระบบฐานข้อมูลที่สามารถเข้าถึงได้ง่ายและแสดงผลอย่างชัดเจนในรูปแบบแดชบอร์ดดิจิทัล ด้วยการใช้เครื่องมือของ Google ได้แก่ Google Forms, Google Sheets และ Looker Studio เพื่อจัดเก็บ ประมวลผล และแสดงผลข้อมูลประชากร ครั้วเรือน และทรัพยากรท้องถิ่น งานนี้มีความสำคัญต่อการวางแผนพัฒนาท้องถิ่น โดยเปิดโอกาสให้หน่วยงาน อบท. และประชาชนสามารถเข้าถึงข้อมูลเชิงสถิติที่เป็นปัจจุบันได้อย่างรวดเร็ว การใช้ Looker Studio ช่วยให้สามารถแสดงข้อมูลเชิงภาพในรูปแบบที่เข้าใจง่าย เช่น แผนภูมิ ตาราง และแผนที่สรุปพื้นที่ เพื่อบูรณาการในการตัดสินใจของผู้บริหารและสร้างความโปร่งใสในการสื่อสารข้อมูลแก่สาธารณชน ผลลัพธ์ที่ได้แสดงให้เห็นถึงประโยชน์ของการนำเทคโนโลยีดิจิทัลต้นทุนต่ำมาใช้ในระดับตำบล ซึ่งสามารถเป็นต้นแบบการจัดการข้อมูลของชุมชนอื่น ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

งานวิจัยข้างต้นสะท้อนให้เห็นถึงแนวทางการพัฒนาระบบสารสนเทศในหลายมิติ ทั้งด้านเทคนิค การออกแบบเพื่อผู้ใช้ การสร้างเครือข่าย และการสนับสนุนกระบวนการฝึกประสบการณ์ครู ซึ่งล้วนเป็นประเด็นที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาระบบสารสนเทศของโรงเรียนเครือข่ายฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น สามารถแสดงกรอบแนวคิดการวิจัย ดัง Figure 1.

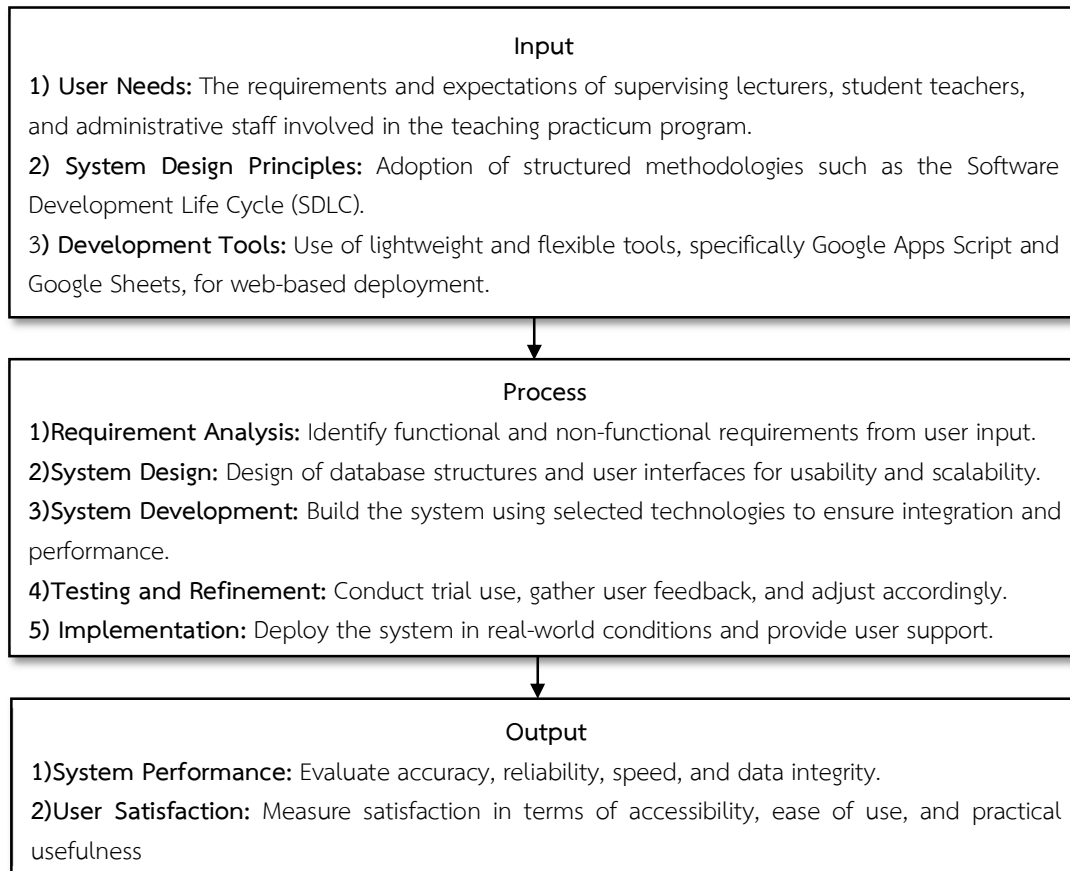


Figure 1. Conceptual Framework

4. กรอบแนวคิดงานวิจัย (Conceptual Framework)

จาก Figure 1. การวิจัยครั้งนี้ใช้กรอบแนวคิดเชิงระบบเพื่อกำหนดแนวทางในการพัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับโรงเรียนเครือข่ายฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู โดยจำแนกองค์ประกอบหลักออกเป็น 3 ส่วน มีรายละเอียดดังนี้

1) Input ประกอบด้วยข้อมูลความต้องการของผู้ใช้ ได้แก่ อาจารย์นิเทศก์ นักศึกษาฝึกประสบการณ์ และเจ้าหน้าที่ศูนย์ฝึก รวมถึงเครื่องมือที่เลือกใช้ เช่น Google Apps Script และ Google Sheets ซึ่งมีความเหมาะสมกับบริบทของการจัดการข้อมูลในหน่วยงาน

2) Process คือกระบวนการพัฒนาระบบตามแนวทาง Software Development Life Cycle ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ การวิเคราะห์ความต้องการ ออกแบบระบบ พัฒนา ทดสอบ และนำไปใช้งานจริงในบริบทของคณะครุศาสตร์

3) Output ได้แก่ผลลัพธ์ของการดำเนินงาน ประกอบด้วยการประเมินประสิทธิภาพของระบบที่พัฒนาขึ้น และการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานในด้านความสะดวก ความถูกต้อง และการตอบสนองต่อความต้องการ

ความเชื่อมโยงระหว่างทั้งสามองค์ประกอบสะท้อนให้เห็นกระบวนการพัฒนาเชิงเหตุและผลที่มีความต่อเนื่อง และสามารถนำผลลัพธ์ไปใช้ปรับปรุงกระบวนการในลักษณะของระบบป้อนกลับ กรอบแนวคิดนี้แสดงถึงความสัมพันธ์ที่สามารถตรวจสอบได้อย่างเป็นระบบ ตั้งแต่การออกแบบ การพัฒนา การทดลองใช้ ไปจนถึงการประเมินผล ทั้งในด้านเทคนิคและประสบการณ์ของผู้ใช้ ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญในการพัฒนาระบบสารสนเทศให้มีคุณภาพและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย สามารถแสดงกรอบแนวคิดงานวิจัย

5. วิธีดำเนินงานวิจัย (Research Methodology)

การวิจัยครั้งนี้ใช้กระบวนการพัฒนาระบบสารสนเทศตามแนวทาง Software Development Life Cycle ซึ่งเป็นกรอบมาตรฐานที่นิยมใช้ในการพัฒนาซอฟต์แวร์อย่างเป็นระบบ โดยมีลำดับขั้นตอนชัดเจน ได้แก่ การศึกษาความต้องการของผู้ใช้ การออกแบบระบบ การพัฒนาและทดสอบระบบ การประเมินผล และการปรับปรุง ทั้งนี้เพื่อให้ระบบสามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับบริบทของการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

5.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องโดยตรงกับการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูในระดับอุดมศึกษา ได้แก่ อาจารย์นิเทศก์จำนวน 20 คน และนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูชั้นปีที่ 3 จำนวน 234 คน กลุ่มตัวอย่างได้รับการคัดเลือกโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เพื่อให้ได้ข้อมูลจากผู้ใช้ที่มีประสบการณ์ตรงและสามารถสะท้อนปัญหา ความต้องการ และข้อเสนอแนะต่อระบบสารสนเทศที่พัฒนาขึ้นได้อย่างแท้จริง

5.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วย (1) แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง (Semi-Structured Interview) สำหรับเก็บข้อมูลเชิงลึกจากอาจารย์นิเทศก์และเจ้าหน้าที่ศูนย์ฝึก เพื่อศึกษาความต้องการและข้อเสนอแนะต่อระบบ (2) แบบประเมินประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศ ซึ่งจัดทำขึ้นตามเกณฑ์มาตรฐาน ISO/IEC 9126 ประกอบด้วยด้านความถูกต้อง ความน่าเชื่อถือ ความง่ายในการใช้งาน และประสิทธิภาพ และ (3) แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้งาน โดยใช้มาตราส่วนประเมินระดับ (Rating Scale) และเปิดรับความคิดเห็นเพิ่มเติมในช่องคำตอบปลายเปิด

5.3 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

การดำเนินงานวิจัยเป็นไปตามกระบวนการ SDLC โดยมีขั้นตอนดังนี้

1) การวิเคราะห์ความต้องการ ได้ดำเนินการสัมภาษณ์อาจารย์นิเทศก์ นักศึกษาฝึกสอน และเจ้าหน้าที่ศูนย์ฝึก เพื่อเก็บข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้นในการบริหารจัดการฝึกประสบการณ์ ความต้องการในการจัดเก็บและสืบค้นข้อมูลโรงเรียน ความต้องการของนักศึกษาในการเลือกโรงเรียน รวมถึงความสะดวกในการจัดการข้อมูลโดยระบบออนไลน์ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวถูกนำมาวิเคราะห์เพื่อกำหนดขอบเขตและคุณลักษณะของระบบสารสนเทศที่จะพัฒนาขึ้น

2) การออกแบบระบบ ระบบถูกออกแบบให้เป็น Web-based Application โดยใช้หลัก Human-Centered Design โดยแบ่งบทบาทของผู้ใช้งานออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ นักศึกษา อาจารย์นิเทศก์ และเจ้าหน้าที่ศูนย์ฝึก ซึ่งแต่ละกลุ่มสามารถเข้าถึงข้อมูลและฟังก์ชันที่เกี่ยวข้องตามสิทธิ์ เช่น การกรอกความต้องการฝึก การตรวจสอบข้อมูลการนิเทศ หรือ

การแก้ไขข้อมูลโรงเรียน ระบบถูกพัฒนาด้วย Google Apps Script ซึ่งสามารถเชื่อมต่อกับ Google Sheets ได้โดยตรง เพื่อให้จัดเก็บข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพและสามารถเข้าถึงผ่านอินเทอร์เน็ตโดยไม่ต้องติดตั้งโปรแกรมเสริม

3) การพัฒนาระบบ กระบวนการพัฒนาระบบดำเนินการโดยเขียนโค้ดผ่าน Google Script Editor และเชื่อมโยงฐานข้อมูลกับ Google Sheets ซึ่งประกอบด้วยตารางข้อมูลต่าง ๆ เช่น ข้อมูลโรงเรียน ข้อมูลนักศึกษา ข้อมูลการนิเทศ และข้อมูลผู้ใช้งาน ระบบมีการพัฒนาแดชบอร์ดแบบ Interactive เพื่อแสดงผลในรูปแบบที่เข้าใจง่ายและสะดวกต่อการตัดสินใจ นอกจากนี้ยังรองรับการใช้งานบนโทรศัพท์มือถือและคอมพิวเตอร์

4) การทดสอบระบบ เมื่อการพัฒนาเสร็จสมบูรณ์ จึงได้ทำการทดลองใช้ระบบกับกลุ่มตัวอย่างในสถานการณ์จริง โดยให้ผู้ใช้ทดลองใช้งานผ่าน URL ของระบบที่พัฒนา พร้อมทั้งเก็บข้อมูลความคิดเห็นผ่านแบบสอบถามและการสัมภาษณ์ ผลการทดสอบนำมาวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงการใช้งานในด้านความถูกต้องของข้อมูล ความสะดวกในการใช้งาน และประสิทธิภาพในการเข้าถึงข้อมูล

5) การประเมินระบบ การประเมินระบบดำเนินการใน 2 มิติ ได้แก่ ด้านประสิทธิภาพเชิงเทคนิค โดยอิงตามเกณฑ์ ISO/IEC 9126 และด้านความพึงพอใจของผู้ใช้งาน โดยใช้แบบสอบถามวัดระดับความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างเพื่อตีความภาพรวมของการใช้งานจริง

5.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลในงานวิจัยนี้ดำเนินการภายหลังจากระบบสารสนเทศโรงเรียนเครือข่ายฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูได้รับการพัฒนาเสร็จสิ้นและนำไปทดลองใช้งานจริง โดยใช้ทั้งข้อมูลเชิงปริมาณและข้อมูลเชิงคุณภาพ อีกทั้งยังมีการสัมภาษณ์เพิ่มเติมในกลุ่มอาจารย์นิเทศก์เพื่อเก็บข้อมูลเชิงลึกที่ไม่สามารถได้จากแบบสอบถามเพียงอย่างเดียว

5.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลเชิงปริมาณที่ได้จากแบบสอบถามนำมาวิเคราะห์โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อแสดงระดับความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่าง ส่วนข้อมูลเชิงคุณภาพจากคำตอบปลายเปิดและการสัมภาษณ์วิเคราะห์ด้วยวิธีการวิเคราะห์เนื้อหา โดยจัดกลุ่มแนวคิดและประเด็นหลักที่สะท้อนถึงการใช้งานระบบและข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อยอด

6. ผลการวิจัย (Results)

6.1 ผลการพัฒนาระบบสารสนเทศโรงเรียนเครือข่ายฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

จากการศึกษาความต้องการของกลุ่มผู้ใช้งานหลัก ได้แก่ อาจารย์นิเทศก์ นักศึกษาฝึกประสบการณ์ และเจ้าหน้าที่ศูนย์ฝึกฯ พบว่า การพัฒนาระบบสารสนเทศควรมุ่งเน้นการตอบสนองต่อกระบวนการบริหารจัดการข้อมูลในทุกมิติที่เกี่ยวข้องกับการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ทั้งในด้านการสืบค้น การประเมิน และการตัดสินใจเชิงนโยบาย โดยระบบที่พัฒนาขึ้นใช้ Google Apps Script และ Google Sheets เป็นเทคโนโลยีหลัก ซึ่งช่วยให้ระบบสามารถดำเนินการแบบ Web-based รองรับการทำงานแบบเรียลไทม์ และเข้าถึงได้จากทุกอุปกรณ์ โดยไม่ต้องติดตั้งโปรแกรมเพิ่มเติม

ระบบมีฟังก์ชันหลักที่สำคัญ ได้แก่ (1) การแสดงแผนที่โรงเรียนเครือข่ายแบบเชิงภูมิศาสตร์ผ่าน Google Maps (2) ระบบแดชบอร์ดสรุปข้อมูลสถิติและสาขาวิชาที่เปิดรับฝึก (3) ระบบจัดการข้อมูลโรงเรียนในรูปแบบตาราง พร้อมฟังก์ชันการแก้ไขข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ การออกแบบ UI/UX ได้ยึดหลักความเรียบง่ายและเน้นการเข้าถึงข้อมูลอย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการสนับสนุนการใช้งานในภาคสนามของผู้ใช้ทุกกลุ่ม.ผลการพัฒนาระบบดัง Figure 2.

จาก Figure 2. พบว่า หน้าจอแสดงผลรายงานข้อมูลโรงเรียนเครือข่ายฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู โดยใช้เทคโนโลยีแผนที่ Google Maps และระบบ GIS เพื่อแสดงตำแหน่งโรงเรียนในจังหวัดศรีสะเกษและพื้นที่ใกล้เคียงแบบเชิงพื้นที่ ระบบรองรับการกรองข้อมูลตามสาขาวิชา และแสดงข้อมูลบริการพื้นฐานของโรงเรียน เช่น ที่พัก อาหารกลางวัน และค่าตอบแทน รวมถึงข้อมูลระยะทางและเบอร์ดัดต่อ เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจเลือกโรงเรียนฝึกของนักศึกษาและอาจารย์นิเทศก์อย่างมีประสิทธิภาพ

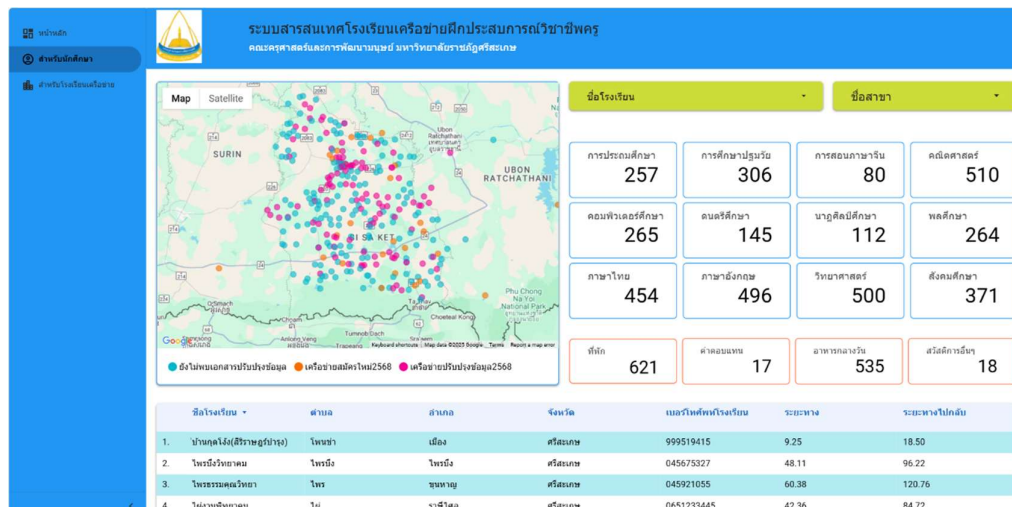


Figure 2. Dashboard Interface Screen for Network School Data Reporting.

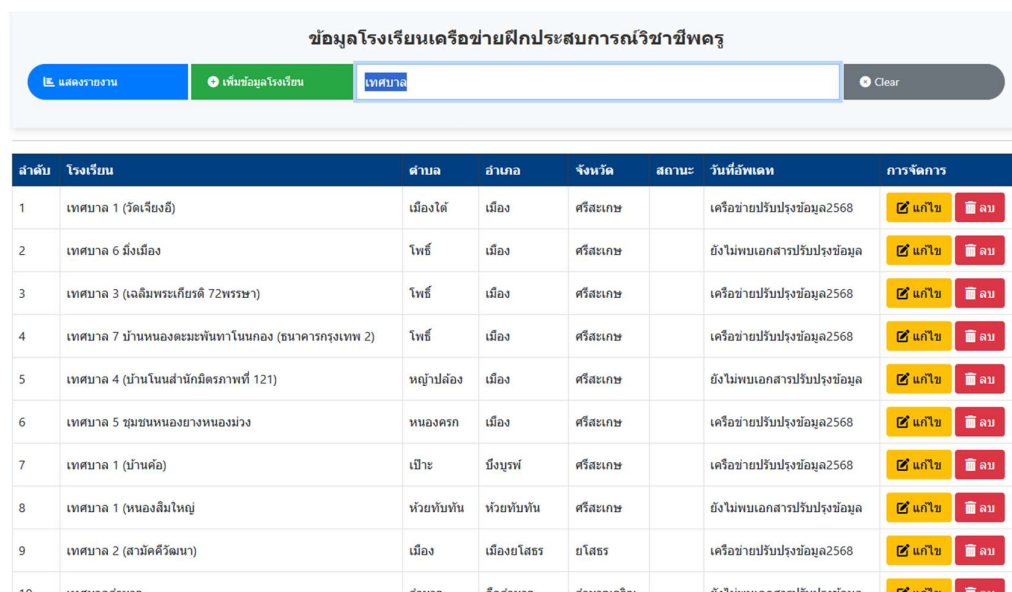


Figure 3. Interface Screen for School Data Management by Administrative Staff.

จาก Figure 3. พบว่า หน้าจอการจัดการข้อมูลโรงเรียนสำหรับเจ้าหน้าที่ศูนย์ฝึก ซึ่งเป็นส่วน Back-End ของระบบ โดยนำเสนอข้อมูลโรงเรียนเครือข่ายในรูปแบบตาราง พร้อมฟังก์ชันค้นหา แก้ไข และลบข้อมูลแต่ละรายการ แสดงสถานะการปรับปรุงข้อมูลของโรงเรียนและวันที่อัปเดตล่าสุด ช่วยให้สามารถบริหารจัดการและตรวจสอบความพร้อมของโรงเรียนในการรับนักศึกษาฝึกสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

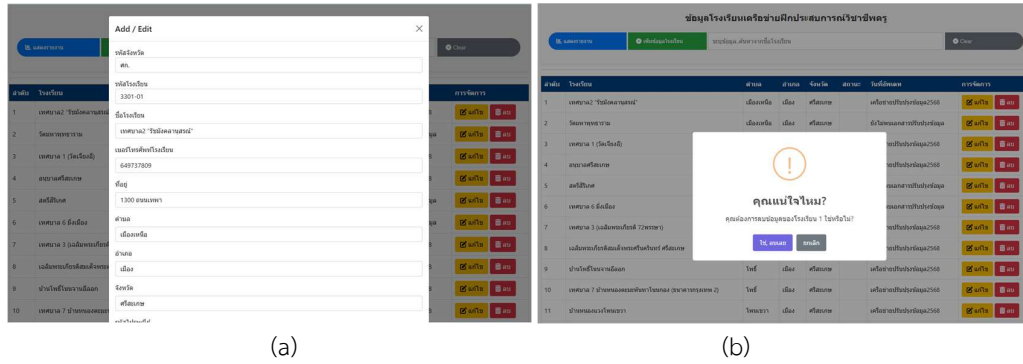


Figure 4. Adding/Editing Network School Data and (a) Confirmation Dialogue for Data Deletion to Prevent Operational Errors (b).

จาก Figure 4. (a) แสดงหน้าจอในโหมด “Add/Edit” ซึ่งผู้ใช้งานสามารถกรอกหรือแก้ไขข้อมูลของโรงเรียนได้อย่างสะดวกผ่านฟอร์มที่ออกแบบให้ใช้งานง่าย ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสามารถของระบบในการรองรับการจัดการข้อมูลในรูปแบบ Back-End ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ขณะที่ Figure 4. (b) แสดงการแจ้งเตือนเมื่อผู้ใช้งานดำเนินการลบข้อมูล โดยระบบจะแสดงกล่องข้อความ (Dialog Box) เพื่อยืนยันการลบ ซึ่งช่วยป้องกันข้อผิดพลาดในการดำเนินการและสร้างความมั่นใจให้กับผู้ใช้งาน

6.2 ผลประเมินประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศ

ผลการประเมินประสิทธิภาพระบบสารสนเทศจากผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีและอาจารย์นิเทศก์ที่มีประสบการณ์จำนวน 10 คน โดยใช้เกณฑ์มาตรฐาน ISO/IEC 9126 มีผลการประเมิน ดังนี้

Table 1. The results of the system performance evaluation.

No.	Evaluation Aspect	$\bar{X}$	S.D.	Level
1	Functional Aspect	4.60	0.50	Highest
2	Reliability Aspect	4.53	0.52	Highest
3	Ease of Use Aspect	4.50	0.51	Highest
4	Performance Aspect	4.60	0.53	Highest
5	Maintenance Aspect	4.40	0.51	High
Mean in Overall		4.53	0.51	Highest

จาก Table 1. ผลประเมินประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศ พบว่า ระบบมีประสิทธิภาพในระดับ “มากที่สุด” ได้ค่าเฉลี่ย $\bar{X} = 4.53$ ครอบคลุม 5 ด้าน ดังนี้ ด้านความถูกต้อง ได้ค่าเฉลี่ย $\bar{X} = 4.60$ แสดงถึงความแม่นยำในการแสดงผลข้อมูล ทั้งในด้านโรงเรียน นักศึกษา และข้อมูลประเมินผล ด้านความน่าเชื่อถือ ได้ค่าเฉลี่ย $\bar{X} = 4.53$ สะท้อนเสถียรภาพของระบบที่สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง มีระบบกู้คืนข้อมูล และป้องกันข้อมูลสูญหาย ด้านความง่ายในการใช้งาน ได้ค่าเฉลี่ย $\bar{X} = 4.50$ ระบบมีอินเทอร์เฟซที่เข้าใจง่าย เมนูชัดเจน และผู้ใช้งานสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ด้านประสิทธิภาพได้คะแนนสูงสุด ได้ค่าเฉลี่ย $\bar{X} = 4.60$ โดยระบบสามารถประมวลผลและแสดงผลข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว แม้ใช้งานในเครือข่ายที่มีความเร็วจำกัด และด้านการบำรุงรักษา ได้ค่าเฉลี่ย $\bar{X} = 4.40$ แสดงถึงความยืดหยุ่นของระบบต่อการแก้ไขและพัฒนาต่อ มีระบบติดตามการเปลี่ยนแปลงข้อมูล และเอกสารประกอบการใช้งานที่เพียงพอ ซึ่งระบบสามารถนำไปใช้งานได้จริงในระดับคณะหรือศูนย์ฝึก และรองรับการขยายผลในอนาคตได้อย่างมั่นคง

6.3 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบ

การประเมินความพึงพอใจดำเนินการกับกลุ่มผู้ใช้งานจริง ได้แก่ นักศึกษาฝึกประสบการณ์ชั้นปีที่ 3 จำนวน 234 คน และอาจารย์นิเทศก์ จำนวน 20 คน รวมทั้งสิ้น 254 คน มีผลการประเมิน ดังนี้

Table 2. The results of the user satisfaction evaluation of the system.

No.	Evaluation Item	$\bar{X}$	S.D.	Level
1	The system is easily accessible	4.58	0.46	Highest
2	The system responds quickly to user operations	4.55	0.47	Highest
3	Menus and functions are clear and easy to understand	4.52	0.45	Highest
4	The displayed data is accurate	4.60	0.42	Highest
5	The system organizes data systematically	4.57	0.46	Highest
6	The system allows fast access to information	4.54	0.43	Highest
7	The system supports the allocation of student teaching practicum to network schools	4.77	0.46	Highest
8	The system helps reduce paperwork	4.56	0.44	Highest
9	The system presents practicum results in an easily understandable format	4.50	0.48	Highest
10	The system provides clear alerts or status notifications	4.55	0.44	Highest
11	The system is accessible from multiple devices	4.60	0.42	Highest
12	The system is stable and has minimal operational issues	4.53	0.46	Highest
13	The system effectively meets user needs	4.59	0.45	Highest
14	The system can generate reports or summaries that are practically usable	4.51	0.47	Highest
15	The system can be used as a decision-support tool for administrators or stakeholders	4.49	0.44	High
16	Overall, users are satisfied with the developed information system	4.57	0.45	Highest
Mean in Overall		4.56	0.45	Highest

จาก Table 2. ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบสารสนเทศโรงเรียนเครือข่ายฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ซึ่งประกอบด้วยอาจารย์นักศึกษานิเทศก์และนักศึกษาฝึกประสบการณ์ จำนวนทั้งสิ้น 254 คน พบว่า ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในระดับ “มากที่สุด” (Highest) โดยมีค่าเฉลี่ยรวม $\bar{X}$ = 4.56 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.45 แสดงให้เห็นว่าระบบสามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้งานได้อย่างครอบคลุมในทุกมิติ ไม่ว่าจะเป็นด้านการเข้าถึง ความถูกต้อง ความสะดวก และประสิทธิภาพของระบบ โดยในประเด็นด้านการจัดสรรนักศึกษาไปยังโรงเรียนเครือข่าย ซึ่งเป็นฟังก์ชันหลักของระบบ ได้รับคะแนนความพึงพอใจสูงสุด มีค่าเฉลี่ยรวม $\bar{X}$ = 4.77 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.46 สะท้อนถึงความสามารถของระบบในการจัดการข้อมูลนักศึกษาและโรงเรียนเครือข่ายอย่างเป็นระบบ และช่วยลดความซับซ้อนของกระบวนการบริหารจัดการที่เกี่ยวข้องกับการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ทั้งยังส่งเสริมการตัดสินใจเชิงกลยุทธ์ของคณะครูหรือผู้บริหารที่เกี่ยวข้องได้อย่างมีประสิทธิภาพ

7. สรุปผลการวิจัย (Conclusion)

7.1 ด้านการพัฒนาสารสนเทศ

ระบบที่พัฒนาขึ้นโดยใช้ Google Apps Script และ Google Sheets มีความสามารถในการสนับสนุนการบริหารจัดการข้อมูลในเชิงโครงสร้างและการตัดสินใจแบบเรียลไทม์ โดยครอบคลุมฟังก์ชันสำคัญ ได้แก่ ระบบแผนที่เชิงพื้นที่โรงเรียนเครือข่าย (GIS) แดชบอร์ดสถิติสาขาวิชาและสถานะการรับฝึก ฟังก์ชันการจัดการข้อมูลโรงเรียนผ่านระบบ Back-End และการออกรายงานอัตโนมัติแบบ Interactive ซึ่งช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงและจัดการข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพและโปร่งใส รองรับการใช้งานบนทุกอุปกรณ์ โดยไม่จำเป็นต้องติดตั้งโปรแกรมเพิ่มเติม และออกแบบโดยคำนึงถึงความสะดวกในการใช้งานจริงในภาคสนาม

7.2. ด้านประสิทธิภาพของระบบ

ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศจากผู้เชี่ยวชาญและอาจารย์นักศึกษากว่า 10 คน โดยใช้เกณฑ์มาตรฐาน ISO/IEC 9126 ครอบคลุม 5 ด้าน พบว่า ระบบมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับ “มากที่สุด” ($\bar{X} = 4.53$) โดยมีผลการประเมินเฉลี่ยรายด้านดังนี้ ความถูกต้องของระบบ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.60$) แสดงให้เห็นว่าระบบสามารถจัดการและแสดงข้อมูลโรงเรียน นักศึกษา และผลการประเมินได้อย่างแม่นยำและครบถ้วน ความน่าเชื่อถือของระบบ ($\bar{X} = 4.53$) แสดงถึงเสถียรภาพในการทำงาน ความสามารถในการสำรองข้อมูล และการกู้คืนข้อมูล ความง่ายในการใช้งาน ($\bar{X} = 4.50$) โดยระบบถูกออกแบบให้ใช้งานง่าย เมนูชัดเจน และผู้ใช้สามารถเรียนรู้การใช้งานได้ด้วยตนเอง ด้านประสิทธิภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.60$) แสดงให้เห็นถึงความสามารถในการประมวลผลและแสดงผลข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว แม้ภายใต้ข้อจำกัดของเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ความสามารถในการบำรุงรักษาได้ค่าเฉลี่ย $\bar{X} = 4.40$ ซึ่งอยู่ในระดับมาก สะท้อนถึงความยืดหยุ่นของระบบต่อการปรับปรุง เพิ่มเติมข้อมูล และมีเอกสารประกอบที่เอื้อต่อการบำรุงรักษา

7.3. ด้านความพึงพอใจของผู้ใช้งาน

ผลการประเมินความพึงพอใจจากผู้ใช้งานจริง 254 คน พบว่าความพึงพอใจรวมอยู่ที่ระดับ “มากที่สุด” ($\bar{X} = 4.56$) รายการที่ได้รับคะแนนเฉลี่ยสูงสุด คือ ระบบช่วยสนับสนุนการจัดการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ($\bar{X} = 4.77$) ซึ่งแสดงถึงศักยภาพของระบบในการช่วยลดภาระของเจ้าหน้าที่ฝ่ายวิชาการและเพิ่มความโปร่งใสในกระบวนการบริหารจัดการระบบสารสนเทศที่พัฒนาขึ้นสามารถตอบสนองต่อวัตถุประสงค์ของการวิจัยได้อย่างสมบูรณ์ โดยมีประสิทธิภาพสูงในการดำเนินการบริหารจัดการข้อมูลโรงเรียนเครือข่ายฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู อีกทั้งยังได้รับการยอมรับจากผู้ใช้งานจริงในทุกกลุ่มเป้าหมายในระดับสูง จึงสามารถนำระบบไปประยุกต์ใช้ได้จริงในระดับคณะ และมีศักยภาพในการขยายผลเพื่อสนับสนุนกระบวนการฝึกประสบการณ์ในระดับมหาวิทยาลัยหรือเครือข่ายครูศาสตร์ต่อไปได้อย่างยั่งยืน

8. อภิปรายผลการวิจัย (Discussion)

การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อบริหารจัดการข้อมูลโรงเรียนเครือข่ายฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู โดยใช้ Google Apps Script และ Google Sheets แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของระบบในการสนับสนุนการจัดการข้อมูลเชิงโครงสร้างแบบเรียลไทม์ ทั้งในด้านการจัดทำแผนที่โรงเรียน การจัดการฐานข้อมูล การแสดงผลด้วยแดชบอร์ด และการออกรายงานแบบอินเทอร์เน็ต ซึ่งได้รับการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้งานจริงว่าอยู่ในระดับ “มากที่สุด” แสดงให้เห็นถึงความน่าเชื่อถือ ความถูกต้อง ความง่ายในการใช้งาน และความสามารถในการประมวลผลที่มีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับการวิจัยของ Konkid & Junlabuddee (2025) ซึ่งพัฒนาแดชบอร์ดเพื่อการจัดการข้อมูลนักศึกษาในระดับอุดมศึกษา โดยเน้นกระบวนการตาม SDLC และการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ พบว่าทั้งสองระบบมีแนวคิดการออกแบบที่ใกล้เคียงกัน และให้ความสำคัญกับความถูกต้องของข้อมูลและการเข้าถึงที่ชัดเจน ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญต่อการตัดสินใจเชิงกลยุทธ์ของผู้บริหาร อีกทั้ง งานวิจัยยังแสดงให้เห็นถึงความเหมาะสมในการเลือกใช้เครื่องมือ Google ฟรีที่เข้าถึงง่าย เช่น Google Sheets และ Looker Studio โดยระบบสามารถลดภาระงานเอกสาร และเพิ่มความโปร่งใสในการบริหารจัดการข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผลลัพธ์นี้มีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ Tangcharoen et al. (2023) และ Seenaha et al. (2022) ที่ได้นำเทคโนโลยีแดชบอร์ดมาใช้ในระดับวิชาการและระดับท้องถิ่น พบว่าระบบสามารถแสดงผลข้อมูลแบบภาพและลดภาระการจัดทำรายงานด้วยตนเองได้อย่างชัดเจน นอกจากนี้ การออกแบบระบบให้รองรับการใช้งานบนทุกอุปกรณ์โดยไม่ต้องติดตั้งโปรแกรมเพิ่มเติม แสดงถึงการเข้าใจบริบทของผู้ใช้งาน ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Srichan & Suebsor (2023) ที่พบว่าขนาดและระดับของโรงเรียนส่งผลต่อความต้องการในการใช้ระบบสารสนเทศ ดังนั้น ความยืดหยุ่นและความเรียบง่ายในการใช้งานจึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยให้ระบบสามารถขยายผลและประยุกต์ใช้ได้ในวงกว้าง

นอกจากนี้ ระบบสารสนเทศที่พัฒนาขึ้นยังสนับสนุนการมีส่วนร่วมของครูพี่เลี้ยงและอาจารย์นักศึกษากว่า 10 คน ในการจัดสรรและติดตามผลการฝึกประสบการณ์ ซึ่งสะท้อนแนวคิดการมีส่วนร่วมในระดับเครือข่าย ตามที่ Techawattanasiridamrong (2020) ได้เสนอให้โรงเรียนเครือข่ายกลายเป็น “โรงเรียนร่วมพัฒนาวิชาชีพครู” ผ่านแนวคิดชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (PLC) ซึ่งหากระบบสารสนเทศได้รับการพัฒนาเพิ่มเติมเพื่อรองรับกิจกรรมการนิเทศ การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และการประเมินผลร่วมกัน ย่อมจะยกระดับการบริหารจัดการฝึกประสบการณ์ไปสู่ระดับที่มีความร่วมมืออย่างแท้จริง ดังนั้นระบบสารสนเทศที่พัฒนาขึ้นมีความโดดเด่นด้านการบูรณาการเทคโนโลยีดิจิทัลต้นทุนต่ำ ความสามารถในการขยายผล และการตอบโจทย์ผู้ใช้งานจริงอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งไม่เพียงสะท้อนความสำเร็จของการพัฒนาระบบใน

บริบทการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูเท่านั้น หากยังสามารถเป็นต้นแบบที่ปรับใช้ในบริบทอื่นของสถานศึกษาและชุมชนเพื่อการจัดการข้อมูลอย่างยั่งยืนได้ในอนาคต

9. ข้อเสนอแนะงานวิจัย (Recommendation)

ระบบสารสนเทศโรงเรียนเครือข่ายฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการบริหารจัดการข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการฝึกประสบการณ์ของนักศึกษาอย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในด้านการจัดสรรโรงเรียน การติดตามผลการนิเทศ และการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้การใช้งานระบบมีความต่อเนื่องและเกิดประโยชน์สูงสุด ควรส่งเสริมการมีส่วนร่วมของผู้ใช้งานทุกกลุ่มทั้งอาจารย์นิเทศก์ นักศึกษา และผู้บริหารโรงเรียน เครือข่ายตั้งแต่ขั้นตอนออกแบบ พัฒนา ไปจนถึงการปรับปรุงระบบอย่างต่อเนื่อง พร้อมทั้งมีการฝึกอบรมเพื่อสร้างความเข้าใจในการใช้งาน สำหรับข้อเสนอแนะเชิงวิชาการในอนาคต ควรมีการศึกษาวิจัยที่ครอบคลุมบริบทที่หลากหลายมากยิ่งขึ้น เช่น การเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างระบบที่พัฒนาและระบบเดิม การวิเคราะห์ผลลัพธ์เชิงพฤติกรรมของผู้ใช้ระบบ หรือการพัฒนาระบบให้สามารถเชื่อมโยงกับฐานข้อมูลระดับชาติ และรองรับการนิเทศออนไลน์แบบเรียลไทม์ เพื่อเพิ่มขีดความสามารถของระบบสารสนเทศให้ตอบสนองต่อการจัดการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูในยุคดิจิทัลอย่างรอบด้าน

10. เอกสารอ้างอิง (References)

- Clark, H. (2025). *What is the Software Development Life Cycle (SDLC)?*. The Product Manager. <https://theproductmanager.com/topics/software-development-life-cycle>.
- Dawsiriroj, P. (2022). *A Study of the Adoption of Technology Affecting Gamefi Investment Decisions of Social Media Consumers in Thailand*. [Master's dissertation, Mahidol University]. CMMU Digital Archive. <https://archive.cm.mahidol.ac.th/handle/123456789/4763>. (In Thai)
- Division of Teaching Practicum. (2024). *Teaching Practicum Guide for Student Teachers 2* (2nd ed.). Faculty of Education and Human Development, Sisaket Rajabhat University. (In Thai)
- Dwivedi, Y. K., Rana, N. P., Jeyaraj, A., Clement, M., & Williams, M. D. (2019). Re-examining the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT): Towards a Revised Theoretical Model. *Information Systems Frontiers*, 21(3), 719-734. <https://doi.org/10.1007/s10796-017-9774-y>.
- Hossain, M. I. (2023). Software Development Life Cycle (SDLC) Methodologies for Information Systems Project Management. *International Journal for Multidisciplinary Research*, 5(5), 6223. <https://doi.org/10.36948/ijfmr.2023.v05i05.6223>.
- Konkid, A., & Junlabuddee, S. (2025). Application of Dashboard for Workforce Planning: Development and Technology Acceptance. *TLA Research Journal*, 18(1), 120-134. (In Thai)
- Krutkham, B., Chaowaneerarat, W., & Romeyen, L. (2016). Development of the Information System for the Teacher Professional Experience Training Center of Faculty of Education at Sakon Nakhon Rajabhat University. *Graduate Studies Journal*, 13(61), 93-104. (In Thai)
- Laudon, K. C., & Laudon, J. P. (2020). *Management Information Systems: Managing the Digital Firm* (16th ed.). Pearson.
- Mendoza-García, J. A., & Romero, R. (2022). Improving Educational Information Systems through SDLC Methodologies: A User-Centered Approach. *Journal of Educational Technology Systems*, 51(1), 47-65. <https://doi.org/10.1177/00472395221107942>.
- Pruksayakorn, P., & Rapeepisarn, K. (2017, April 28). A Study of Thai Game Players' Perspectives toward Online Game Standard. *RSU National Research Conference 2017*, 128-140. Rangsit University. (In Thai)
- Seenaha, K., Arreerard, W., & Dongsongkram, K. (2022). Application on Dashboard Technology to Propose Basic Information in Huai Toei sub-district, Maha Sarakham Province. *Journal of Applied Information Technology*, 8(1), 78-89. (In Thai)



- Sompeewong, P., & Predawan, S. (2021). Applying Google Sheet for Action Plan of Sirindhorn College of Public Health Chonburi. *Journal of Health Systems Research*, 15(4), 490-510. (In Thai)
- Soontornwat, A., & Bhrammanee, T. (2017). Applying Google Sheet in Budget Administration. *PULINET Journal*, 4(3), 24-33. (In Thai)
- Srichan, A., & Suebsor, S. (2023). The Guidelines for Information System Development for School Administration under Phetchaburi Primary Educational Service Area Office 2. *Journal of Academic for Public and Private Management*, 5(2), 78-92. <https://doi.org/10.14456/jappm.2023.21>. (In Thai)
- Tangcharoen, S., Janthanasub, V., & Smithpreecha. (2023). The Increase Effectiveness of Student Data through Interactive Dashboard. *Research Report*. Rajamangala University of Technology Phra Nakhon. (In Thai)
- Techawattanasiridamrong, W. (2020). Guidelines on Developing the Teaching Profession Training Network Schools into the Cooperative Teaching Profession Development Schools Using the Professional Learning Community (PLC). *ARU Research Journal Humanities and Social Sciences*, 7(2), 1-8. (In Thai)
- Worapongpat, N., Phakamach, P., & Panjarattanakorn, D. (2020). Factors of Innovative Leadership for Vocational Education Administrators in Northeastern Region of Thailand. *Journal of Management Science, Ubon Ratchathani University*, 9(2), 128-143. (In Thai)
- Zheng, Y. (2024). Do Information Systems Today Play a Strategic Role in Business?. *Journal of Soft Computing and Decision Analytics*, 2(1), 65-70. <https://doi.org/10.31181/jsca21202432>.



Development of a Promotional Website for the Legends of Prasat Phumiphon and Prasat Yai Ngao, Sangkha District in Surin Province

การพัฒนาเว็บไซต์สื่อประชาสัมพันธ์ตำนานปราสาทภูมิโปนและปราสาทยายเหงา อำเภอสังขะ จังหวัดสุรินทร์

Kutchaporn Samran^{1*}, Waraluck Maprasom², Pattamaporn Sudskul³, Alisorn Samramsuk⁴,
Songphon Satsue⁵, and Nawuttagorn Potisarn⁶

คัชพร สำราญ^{1*}, วรลักษณ์ มาประสม², ปัทมาพร สุดสกุล³, อลิสรณ์ สำราญสุข⁴, ทรงพล สัตย์เชื้อ⁵, และ นวัตร โปธิสาร⁶

Received: 15 June 2025;

Revised: 13 August 2025;

Accepted: 20 August 2025;

Published: 22 August 2025;

Abstract

This research aimed to: 1) investigate the requirements for developing a promotional website for the legends of Prasat Phumiphon and Prasat Yai Ngao in Sangkha District, Surin Province; 2) develop the website; and 3) evaluate user satisfaction. The system development process employed the System Development Life Cycle (SDLC) methodology. The development tools used were PHP for programming and MySQL for database storage. The research participants were 120 tourists visiting the heritage sites and three experts. The research instrument was a satisfaction questionnaire. Data were analyzed using descriptive statistics including percentage, mean, and standard deviation. The results revealed that participants were satisfied with the website at a very high level overall ($\bar{X} = 4.54$, S.D. = 0.63). When examining individual aspects, the content aspect received the highest satisfaction level ($\bar{X} = 4.62$, S.D. = 0.55), followed by font and color ($\bar{X} = 4.55$, S.D. = 0.61), website management ($\bar{X} = 4.51$, S.D. = 0.65), and promotional media ($\bar{X} = 4.47$, S.D. = 0.61). This research can be applied to Dom Subdistrict Administrative Organization, Ban Chob Subdistrict Administrative Organization, or similar organizations.

^{1*} Student, Program in Digital Technology for Business and Service, Faculty of Management Technology, Rajamangala University of Technology Isan Surin Campus, Surin 32000, Thailand; นักศึกษา สาขาวิชาเทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อการจัดการธุรกิจและบริการ คณะเทคโนโลยีการจัดการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์ 32000 ประเทศไทย; Email: kutchaporn.sa@rmuti.ac.th

² Lecturer, Program in Digital Technology for Business and Service, Faculty of Management Technology, Rajamangala University of Technology Isan Surin Campus, Surin 32000, Thailand; อาจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อการจัดการธุรกิจและบริการ คณะเทคโนโลยีการจัดการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์ 32000 ประเทศไทย; Email: waraluck.ku@rmuti.ac.th

³ Student, Program in Digital Technology for Business and Service, Faculty of Management Technology, Rajamangala University of Technology Isan Surin Campus, Surin 32000, Thailand; นักศึกษา สาขาวิชาเทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อการจัดการธุรกิจและบริการ คณะเทคโนโลยีการจัดการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์ 32000 ประเทศไทย; Email: pattamaporn.su@rmuti.ac.th

⁴ Student, Program in Digital Technology for Business and Service, Faculty of Management Technology, Rajamangala University of Technology Isan Surin Campus, Surin 32000; นักศึกษา สาขาวิชาเทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อการจัดการธุรกิจและบริการ คณะเทคโนโลยีการจัดการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์ 32000 ประเทศไทย; Email: alisorn.sa@rmuti.ac.th

⁵ Lecturer, Program in Digital Technology for Business and Service, Faculty of Management Technology, Rajamangala University of Technology Isan Surin Campus, Surin 32000, Thailand; อาจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อการจัดการธุรกิจและบริการ คณะเทคโนโลยีการจัดการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์ 32000 ประเทศไทย; Email: songpon.sa@rmuti.ac.th

⁶ Lecturer, Program in Multimedia Technology, Faculty of Management Technology, Rajamangala University of Technology Isan Surin Campus, Surin 32000, Thailand; อาจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีมีเดีย คณะเทคโนโลยีการจัดการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์ 32000 ประเทศไทย; Email: nawuttagorn.po@rmuti.ac.th

*Corresponding authors: Kutchaporn Samran (kutchaporn.sa@rmuti.ac.th)



Keywords: Website Development, Digital Public Relations, Heritage Tourism, Prasat Phumiphon, Prasat Yai Ngao

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อศึกษาความต้องการในการพัฒนาเว็บไซต์สื่อประชาสัมพันธ์ตำนานปราสาทภูมิโปนและปราสาทยายเหงา อำเภอสังขะ จังหวัดสุรินทร์ 2) เพื่อพัฒนาเว็บไซต์สื่อประชาสัมพันธ์ตำนานปราสาทภูมิโปนและปราสาทยายเหงา อำเภอสังขะ จังหวัดสุรินทร์ และ 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจการใช้เว็บไซต์สื่อประชาสัมพันธ์ตำนานปราสาทภูมิโปนและปราสาทยายเหงา อำเภอสังขะ จังหวัดสุรินทร์ กระบวนการพัฒนาระบบใช้แนวคิดของวงจรการพัฒนาระบบเครื่องมือสำหรับพัฒนาระบบ คือ ภาษา PHP ใช้ในการเขียนโปรแกรมและภาษา MySQL ใช้ในการจัดเก็บฐานข้อมูล กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ กลุ่มนักท่องเที่ยวปราสาทภูมิโปนและปราสาทยายเหงา จำนวน 120 คน และผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน เครื่องมือที่ใช้รวบรวมข้อมูล คือ แบบประเมินความพึงพอใจ วิเคราะห์ข้อมูลสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจต่อการพัฒนาเว็บไซต์สื่อประชาสัมพันธ์ตำนานปราสาทภูมิโปนและปราสาทยายเหงา อำเภอสังขะ จังหวัดสุรินทร์ โดยรวมอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x} = 4.54$, S.D. = 0.63) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ด้านที่ความพึงพอใจมากที่สุด คือด้านเนื้อหา ($\bar{x} = 4.62$, S.D. = 0.55) รองลงมา คือด้านอักษรและสี ($\bar{x} = 4.55$, S.D. = 0.61) รองลงมา คือด้านการจัดการเว็บไซต์ ($\bar{x} = 4.51$, S.D. = 0.65) และด้านที่มีความพึงพอใจน้อยที่สุด คือด้านสื่อประชาสัมพันธ์ ($\bar{x} = 4.47$, S.D. = 0.61) งานวิจัยนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้กับองค์การบริหารส่วนตำบลและองค์การบริหารส่วนตำบลบ้านขบ หรือหน่วยงานอื่นที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: การพัฒนาเว็บไซต์, การประชาสัมพันธ์ดิจิทัล, การท่องเที่ยวเชิงมรดก, ปราสาทภูมิโปน, ปราสาทยายเหงา

1. บทนำ (Introduction)

ปราสาทขอม เป็นหนึ่งในอารยธรรมโบราณที่ยิ่งใหญ่ที่สุดในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ โดยเป็นแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมที่จับต้องได้ (Tangible Cultural Heritage) ซึ่งเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงประวัติศาสตร์ และเป็นสิ่งสนับสนุนการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมอันมีบทบาทสำคัญที่ช่วยผลักดันเศรษฐกิจด้านการท่องเที่ยว อย่างไรก็ตาม แหล่งท่องเที่ยวเชิงประวัติศาสตร์ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทยยังขาดการประชาสัมพันธ์ที่ตอบโจทย์พฤติกรรมของนักท่องเที่ยวยุคใหม่ (Wanglee et al., 2020) ปราสาทภูมิโปนและปราสาทยายเหงา ในอำเภอสังขะ จังหวัดสุรินทร์ เป็นโบราณสถานที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์และวัฒนธรรม แต่ยังขาดการนำเสนอผ่านสื่อดิจิทัลอย่างมีประสิทธิภาพ (Ketsirisuk, 2021)

จากสถิติปี 2567 พบว่าจำนวนนักท่องเที่ยวที่เข้าชมปราสาทภูมิโปนและปราสาทยายเหงา จังหวัดสุรินทร์ ส่วนใหญ่เป็นนักท่องเที่ยวทั้งชาวไทยและชาวต่างชาติ โดยมีผู้เข้าชมเฉลี่ยเพียง 15 ครั้งต่อวัน สำหรับทั้งสองปราสาทในพื้นที่จังหวัดสุรินทร์ (Sample group at Prasat Yai Ngao, personal communication, February 12, 2024; Sample group at Prasat Phum Pon, personal communication, February 12, 2024) เปรียบเทียบกับปราสาทศีขรภูมิ มีผู้เข้าชมเฉลี่ย 364 ครั้งต่อวัน (Jairassamee & Saitong, 2023)สะท้อนถึงความจำเป็นในการปรับปรุงการประชาสัมพันธ์และการเข้าถึงข้อมูลออนไลน์ แหล่งท่องเที่ยวเชิงประวัติศาสตร์ในพื้นที่ดังกล่าวยังไม่ได้ได้รับความนิยม ปัจจัยที่อาจส่งผลกระทบต่อแนวโน้มดังกล่าว ได้แก่ การประชาสัมพันธ์ที่ยังไม่ครอบคลุม การเข้าถึงพื้นที่ไม่สะดวก และยังไม่มียุติเว็บไซต์ที่ตอบโจทย์นักท่องเที่ยวได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ เรื่องราวเกี่ยวกับปราสาททั้งสองยังคงอยู่ในรูปแบบของตำนานที่เล่าขานกันมา ทำให้คนรุ่นใหม่และนักท่องเที่ยวขาดความรู้เกี่ยวกับตำนานและความสำคัญของปราสาทเหล่านี้ (Thanapalo et al., 2022)

งานวิจัยของ Comengam & Kiatpradab (2022) พัฒนาเว็บไซต์ประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวในกรุงเทพมหานครพบว่าแพลตฟอร์มออนไลน์ช่วยให้ผู้ใช้เข้าถึงข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยวและเส้นทางการเดินทางได้อย่างสะดวกและแม่นยำ และงานวิจัยการพัฒนาเว็บไซต์เพื่อส่งเสริมการประชาสัมพันธ์แหล่งท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมท้องถิ่นมีบทบาทสำคัญในการสร้างการรับรู้ (Awareness) และแรงจูงใจในการเดินทางท่องเที่ยว เว็บไซต์ที่ออกแบบอย่างเหมาะสมซึ่งมีองค์ประกอบสำคัญ เช่น การรองรับหลายภาษา ระบบวีวีจากผู้ใช้ และแกลเลอรีภาพ สามารถช่วยเพิ่มคุณค่าและยกระดับประสบการณ์ของผู้ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Floridić et al., 2023) การผสมผสานสื่อมัลติมีเดีย อาทิ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว วิดีทัศน์ และภาพ 360 องศา ยังช่วยสร้างความสมจริงและกระตุ้นความสนใจของนักท่องเที่ยวได้มากยิ่งขึ้น (Maprasom et al., 2021) อีกทั้งระบบฐานข้อมูลและโครงสร้างเนื้อหาที่เข้าถึงง่าย ยังส่งเสริมการนำเสนอข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพและดึงดูดนักท่องเที่ยวมากยิ่งขึ้น (Ramadhani & Setiawan, 2024)

อย่างไรก็ตาม งานวิจัยก่อนหน้านี้ส่วนใหญ่มุ่งพัฒนาเว็บไซต์สำหรับแหล่งท่องเที่ยวที่มีชื่อเสียง และยังไม่ครอบคลุมแหล่งท่องเที่ยวเชิงประวัติศาสตร์ท้องถิ่น เช่น ปราสาทภูมิโปนและปราสาทยอยเหงา ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีความสนใจมุ่งพัฒนาเว็บไซต์สื่อประชาสัมพันธ์ตำนานปราสาทภูมิโปนและปราสาทยอยเหงา อำเภอสังขะ จังหวัดสุรินทร์ ประกอบด้วยด้านเนื้อหา ด้านอักษรและสี ด้านการจัดการเว็บไซต์ และด้านสื่อประชาสัมพันธ์ ผ่านการผสมผสานสื่อมัลติมีเดีย วิดีโอ ภาพ 360 องศา เสียง ข้อความ ภาพเคลื่อนไหว การปฏิสัมพันธ์ และระบบฐานข้อมูลที่เข้าถึงง่าย การออกแบบดังกล่าวช่วยเพิ่มความน่าสนใจ สร้างประสบการณ์เสมือนจริง ส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม สร้างรายได้ชุมชน และยกระดับคุณภาพชีวิตอย่างยั่งยืน

2. วัตถุประสงค์งานวิจัย (Research Objectives)

1. เพื่อศึกษาความต้องการพัฒนาเว็บไซต์สื่อประชาสัมพันธ์ตำนานปราสาทภูมิโปนและปราสาทยอยเหงา อำเภอสังขะ จังหวัดสุรินทร์
2. เพื่อพัฒนาเว็บไซต์สื่อประชาสัมพันธ์ตำนานปราสาทภูมิโปนและปราสาทยอยเหงา อำเภอสังขะ จังหวัดสุรินทร์
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจผลการใช้เว็บไซต์สื่อประชาสัมพันธ์ตำนานปราสาทภูมิโปนและปราสาทยอยเหงา อำเภอสังขะ จังหวัดสุรินทร์

3. การทบทวนวรรณกรรมและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง (Literature Review)

3.1 ทฤษฎีการพัฒนาสื่อ (Media Development Theory) บนพื้นฐานกระบวนการ 3P

ในยุคดิจิทัล สื่อมัลติมีเดียมีบทบาทสำคัญในการกระจายข้อมูลข่าวสารและส่งเสริมการเรียนรู้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการประชาสัมพันธ์แหล่งท่องเที่ยว ซึ่งจำเป็นต้องนำเสนอเนื้อหาผ่านรูปแบบที่น่าสนใจ เช่น วิดีโอ ภาพนิ่ง เสียงบรรยาย และกราฟิก เพื่อเข้าถึงกลุ่มเป้าหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ กระบวนการพัฒนาสื่อจึงมักดำเนินการภายใต้กรอบแนวคิด 3 ขั้นตอนหลัก หรือ 3P ดังนี้

1. Pre-production (การวางแผนและเตรียมการก่อนผลิต) เป็นขั้นตอนเริ่มต้นที่มุ่งเน้นการวางแผนแนวคิด วางแผนการดำเนินงาน เขียนบทภาพยนตร์ (Script) และเตรียมการถ่ายทำอย่างเป็นระบบ เช่น การจัดทำ Storyboard การสำรวจสถานที่จริง และการเตรียมอุปกรณ์ถ่ายทำ เพื่อให้กระบวนการผลิตสื่อสามารถดำเนินไปได้อย่างราบรื่น มีประสิทธิภาพ และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการประชาสัมพันธ์แหล่งท่องเที่ยวจากการศึกษาของ Ayu Wong et al. (2023) ได้แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของขั้นตอนการวางแผนในการผลิตวิดีโอ "เส้นทางรถไฟสายมรณะ" โดยมีการเตรียมบทภาพยนตร์ สำรวจสถานที่จริง และเขียน Shooting Script อย่างรอบคอบ ในทำนองเดียวกัน งานวิจัยของ Nitiphokin et al. (2024) ได้ดำเนินการวางแผนจัดทำวิดีโอเพื่อแนะนำแหล่งท่องเที่ยวในตำบลแม่จัน จังหวัดตาก โดยวางโครงเรื่องเป็นฉากอย่างชัดเจนถึง 7 ฉาก ครอบคลุมแหล่งท่องเที่ยวที่ยังไม่เป็นที่รู้จัก

2. Production (การผลิต) เป็นขั้นตอนของการลงมือถ่ายทำจริง โดยบันทึกภาพ วิดีโอ และเสียงตามแผนที่ได้วางไว้ในขั้นตอนก่อนหน้านี้ มุ่งให้ได้สื่อดิบที่มีคุณภาพ เพื่อนำไปใช้ในขั้นตอนการตัดต่อ งานวิจัยของ Ayu Wong et al. (2023) ดำเนินการถ่ายทำวิดีโอในสถานที่จริง โดยเน้นการเล่าเรื่องแบบ Storytelling เพื่อให้ผู้ชมสามารถเชื่อมโยงกับบริบทของแหล่งท่องเที่ยวเชิงประวัติศาสตร์ได้อย่างมีอารมณ์ร่วม งานวิจัยของ Nitiphokin et al. (2024) ถ่ายทำฉากต่าง ๆ

เช่น น้ำตกเลตองคุ ดอยรอยพระพุทธรบาท และต้นน้ำที่ลือชู โดยออกแบบให้ครอบคลุมทั้งภาพและเสียง เพื่อดึงดูดความสนใจของผู้ชมกลุ่มเป้าหมาย

3. Post-production (การตัดต่อและเผยแพร่) ในขั้นตอนนี้ ทีมงานจะนำไฟล์วิดีโอ เสียง และองค์ประกอบต่าง ๆ มาทำการตัดต่อ ใส่เสียงพากย์ ดนตรีประกอบ คำบรรยาย และปรับแต่งให้เป็นวิดีโอที่สมบูรณ์ พร้อมเผยแพร่ผ่านทางออนไลน์ เช่น Facebook หรือ YouTube เพื่อเข้าถึงกลุ่มเป้าหมาย งานวิจัยของ Ayu Wong et al. (2023) ได้เผยแพร่วิดีโอผ่านทางของ ททท. สำนักงานกาญจนบุรี และประเมินผลความพึงพอใจจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 100 คน พบว่า ผู้ชมมีความพึงพอใจในระดับสูง โดยเฉพาะด้านการเล่าเรื่องและเสียงบรรยายที่ชัดเจน งานวิจัยของ Nitiphokin et al. (2024) ได้ทำการเผยแพร่วิดีโอประชาสัมพันธ์ผ่านสื่อโซเชียลมีเดียเช่นกัน และทำการประเมินผลกับกลุ่มนักท่องเที่ยวจำนวน 50 คน พบว่ามีความพึงพอใจในระดับมาก โดยเฉพาะด้านการออกแบบสื่อและการใช้เสียง

3.2 ทฤษฎีการสื่อสารเพื่อการพัฒนา (Development Communication Theory)

ตามแนวคิดของ Schramm (1973) กล่าวว่า สื่อสารมวลชนสามารถเป็นเครื่องมือในการพัฒนาได้ โดยเฉพาะในประเทศกำลังพัฒนา การเผยแพร่ข้อมูลผ่านเว็บไซต์จึงไม่เพียงแต่ให้ความรู้เท่านั้น แต่ยังส่งเสริมอัตลักษณ์และวัฒนธรรมท้องถิ่นให้เป็นที่รู้จักในวงกว้าง ซึ่งสอดคล้องกับเป้าหมายของการพัฒนาเว็บไซต์ด้านานปราสาทในพื้นที่อำเภอสังขะ จังหวัดสุรินทร์

3.3 ตำนานและคุณค่าทางวัฒนธรรมของปราสาทภูมิโปนและปราสาทยายเหงา

ปราสาทขอมในจังหวัดสุรินทร์ โดยเฉพาะ ปราสาทภูมิโปน และ ปราสาทยายเหงา เป็นแหล่งโบราณสถานสำคัญที่สะท้อนถึงตำนานท้องถิ่นและคติความเชื่อของชุมชนในอดีต โดย ปราสาทภูมิโปน มีความโดดเด่นในฐานะปราสาทหินที่เก่าแก่ที่สุดในประเทศไทย มีอายุราวพุทธศตวรรษที่ 13 และเกี่ยวข้องกับตำนานพระนางเนียง ดือฮม หรือ “พระนางนมใหญ่” ซึ่งสื่อถึงเรื่องราวความรักและศกนาฏกรรมของชนชั้นสูงในยุคอาณาจักรขอมโบราณ ในขณะที่ ปราสาทยายเหงา สะท้อนคติความรัก ความรอคอย และความซื่อสัตย์ ผ่านตำนานของหญิงชราคนหนึ่งเฝ้ารอสามีซึ่งไปออกรบจนตลอดชีวิต ปราสาทแห่งนี้ถูกใช้เป็นที่ประกอบพิธีกรรมบวงสรวงวิญญาณ “ยายเหงา” เป็นกิจกรรมประจำปีของชุมชน ซึ่งแสดงถึงการใช้นิทานในการเชื่อมโยงกับวัฒนธรรมและวิถีชีวิตของชุมชนในพื้นที่ (Chayavudto et al., 2023)

3.4 ทฤษฎีการวิเคราะห์และออกแบบระบบ (System Analysis and Design Theory)

การพัฒนาเว็บไซต์ในงานวิจัยนี้ใช้แนวคิด System Development Life Cycle (SDLC) โดยประยุกต์ใช้โมเดล Waterfall มี 6 ขั้นตอน 1) การวางแผนระบบ 2) การวิเคราะห์ 3) การออกแบบ 4) การพัฒนา 5) การทดสอบ 6) การบำรุงรักษา (Iamsiriwong, 2012) โมเดลนี้เหมาะสำหรับโครงการที่มีความต้องการชัดเจน และช่วยให้การพัฒนาระบบเป็นระบบระเบียบ ตรวจสอบได้ง่าย ในงานวิจัย ผู้เขียนได้ใช้ Waterfall ครบทุกขั้นตอน ตั้งแต่การวิเคราะห์ความต้องการ ออกแบบฐานข้อมูล พัฒนาเว็บ ทดสอบระบบ เพื่อให้เว็บไซต์ตอบสนองต่อการใช้งานจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ แนวทาง SDLC ร่วมกับโมเดล Waterfall ช่วยให้สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้อย่างเป็นระบบและมีประสิทธิภาพ (Ramadhani & Setiawan, 2024)

3.5 หลักการออกแบบเว็บไซต์ (Website Design Principles)

การออกแบบเว็บไซต์ด้านการท่องเที่ยวควรคำนึงถึงความสะดวกในการใช้งาน (Usability) การนำเสนอข้อมูลที่ชัดเจน และความสวยงามขององค์ประกอบต่าง ๆ เช่น ฟอนต์ สี การจัดวาง รวมถึงฟีเจอร์มีเดีย เช่น แผนที่โต้ตอบ ข่าวสาร และวิดีโอ 360 องศา เพื่อสร้างความน่าสนใจและส่งเสริมการตัดสินใจเดินทาง (Türker, 2020) โดยองค์ประกอบสำคัญ เช่น อินเทอร์เน็ต การนำทาง และฟังก์ชันการโต้ตอบ มีผลต่อการรับรู้ภาพลักษณ์ของจุดหมายปลายทาง และเพิ่มความน่าเชื่อถือให้กับผู้ใช้งาน ซึ่งประสบการณ์ใช้งานที่ดีจะช่วยกระตุ้นการเดินทางและการบอกต่อ ในทำนองเดียวกัน Türker (2020) ได้เสนอหลักการออกแบบเว็บไซต์ท่องเที่ยวใน 5 มิติ ได้แก่ 1) การออกแบบเนื้อหา (Content Design) ที่เน้นข้อมูลชัดเจนและเชื่อถือได้ 2) ระบบที่ใช้งานง่าย (System Design) 3) ความสวยงามของกราฟิกและองค์ประกอบ (Sensory Design) 4) การมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม เช่น รีวิวหรือการแชร์ (Social Design) และ 5) ความสนุกและการดึงดูดใจในการใช้งาน (Hedonic Design) ซึ่งทั้งหมดมีผลต่อความพึงพอใจของผู้ใช้และทัศนคติที่มีต่อแหล่งท่องเที่ยว

3.6 ความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบสารสนเทศ (User Satisfaction)

DeLone and McLean (2003) อธิบายว่า ความพึงพอใจของผู้ใช้เป็นหนึ่งในตัวชี้วัดความสำเร็จของระบบสารสนเทศ โดยพิจารณาจากเนื้อหา ความง่ายในการใช้งาน การเข้าถึงข้อมูล และความน่าเชื่อถือของระบบ ซึ่งเป็นหลักการสำคัญในการประเมินเว็บไซต์ประชาสัมพันธ์ในบริบทของแหล่งท่องเที่ยววัฒนธรรม

3.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในบริบทการพัฒนาเว็บไซต์ท่องเที่ยวแหล่งท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม

Comengam & Kiatpradab (2022) กล่าวว่า เว็บไซต์สามารถอำนวยความสะดวกในการเข้าถึงข้อมูลสถานที่และเส้นทางท่องเที่ยวได้อย่างแม่นยำ ส่งผลต่อการตัดสินใจของผู้ใช้งาน ขณะที่ Floričić et al. (2023) เน้นถึงองค์ประกอบสำคัญของเว็บไซต์ ได้แก่ การรองรับหลายภาษา ระบบรีวิวจากผู้ใช้ และการจัดแสดงภาพถ่าย ซึ่งมีผลต่อการยกระดับประสบการณ์ผู้ใช้ (User Experience) อย่างมีประสิทธิภาพ

การนำเสนอเนื้อหาในเว็บไซต์ท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมมีบทบาทสำคัญในการสร้างประสบการณ์ที่สมจริงและน่าสนใจแก่ผู้ใช้งาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริบทของการถ่ายทอดอัตลักษณ์และบรรยากาศเฉพาะของแหล่งท่องเที่ยว Maprasom et al. (2021) ได้เสนอว่า การใช้สื่อมัลติมีเดียหลากหลายรูปแบบ เช่น ภาพนิ่ง วิดีโอ และภาพแบบ 360 องศา มีส่วนช่วยในการสร้างความสมจริงของเนื้อหา และสามารถดึงดูดความสนใจของผู้ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ สื่อเหล่านี้ไม่เพียงแต่ช่วยในการนำเสนอข้อมูลเชิงภาพเท่านั้น แต่ยังส่งเสริมการมีส่วนร่วมและความเข้าใจในบริบททางวัฒนธรรมของสถานที่ท่องเที่ยว

นอกจากนี้ การจัดการข้อมูลและโครงสร้างเนื้อหาในเว็บไซต์ก็เป็นอีกองค์ประกอบที่มีความสำคัญ Ramadhani & Setiawan (2024) เน้นว่า การออกแบบระบบฐานข้อมูลที่มีโครงสร้างชัดเจนและสามารถเข้าถึงได้ง่าย มีผลต่อประสิทธิภาพในการสื่อสารข้อมูลและการเสริมสร้างประสบการณ์ผู้ใช้ โดยเฉพาะในด้านความสามารถในการค้นหาข้อมูล การนำเสนอเนื้อหาอย่างเป็นระบบ และการเชื่อมโยงข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ซึ่งล้วนแต่เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อความพึงพอใจและการตัดสินใจของนักท่องเที่ยว

จากการวิเคราะห์วรรณกรรมข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า การพัฒนาเว็บไซต์ท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมที่มีประสิทธิภาพประกอบด้วย 4 ด้าน ได้แก่ (1) ด้านเนื้อหา (2) ด้านอักษรและสี (3) ด้านการจัดการ (4) ด้านสื่อประชาสัมพันธ์ และองค์ประกอบหลัก 3 ประการ ได้แก่ (1) การออกแบบที่เน้นความสะดวกในการใช้งาน, (2) การนำเสนอเนื้อหาด้วยสื่อมัลติมีเดียที่สมจริง และ (3) การจัดการข้อมูลอย่างเป็นระบบ ซึ่งองค์ประกอบเหล่านี้มีบทบาทสำคัญในการดึงดูดนักท่องเที่ยวและสร้างคุณค่าให้แก่แหล่งท่องเที่ยวในเชิงวัฒนธรรม

4. กรอบแนวคิดงานวิจัย (Conceptual Framework)

งานวิจัยนี้กำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังภาพ Figure 1.

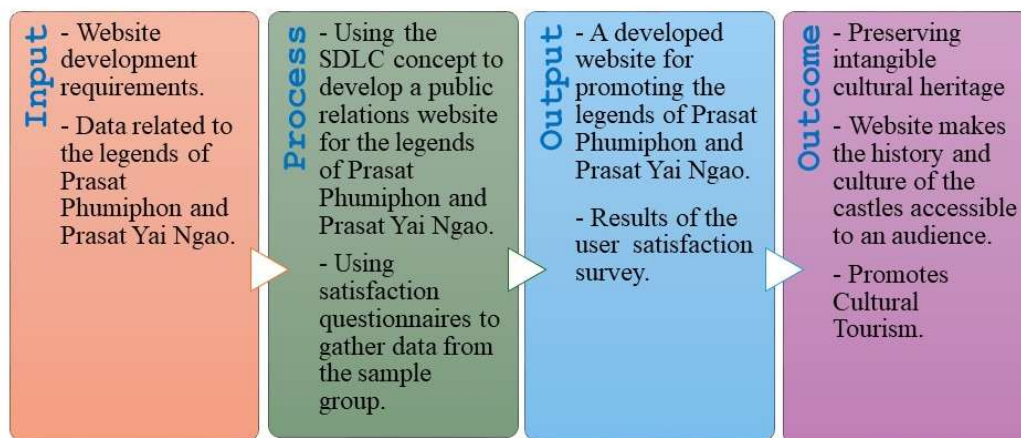


Figure 1. Conceptual framework.

5. วิธีดำเนินงานวิจัย (Research Methodology)

5.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ กลุ่มนักท่องเที่ยวปราสาทภูมิโปน จำนวนผู้เยี่ยมชมทั้งหมด 150 คนต่อเดือน (Sample group at Prasat Phum Pon, personal communication, February 12, 2024) กลุ่มนักท่องเที่ยวปราสาทยายเหงา จำนวนผู้เยี่ยมชมทั้งหมด 20 คนต่อเดือน (Sample group at Prasat Yai Ngao, personal communication, February 12, 2024) รวมจำนวนนักท่องเที่ยวผู้เยี่ยมชมปราสาทภูมิโปนและปราสาทยายเหงา 170 คนต่อเดือน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ กลุ่มนักท่องเที่ยวปราสาทภูมิโปนและกลุ่มนักท่องเที่ยวปราสาทยายเหงา ได้จากการสุ่มแบบบังเอิญ (Accidental Sampling) โดยกำหนดจำนวนกลุ่มตัวอย่าง 120 คน จากแนวคิดของ Taro Yamane ที่ความเชื่อมั่น 95% เหตุผลเนื่องจากมีโอกาสเข้าถึงสื่อประชาสัมพันธ์ได้ง่าย และเป็นผู้ที่มีความสนใจในสถานที่ท่องเที่ยวด้วย

5.2 เครื่องมือวิจัย

1. แบบสัมภาษณ์ข้อมูลเพื่อการวิจัยสื่อประชาสัมพันธ์ตำนานปราสาทภูมิโปนและปราสาทยายเหงา อำเภอสังขะ จังหวัดสุรินทร์ เป็นแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง จำนวน 18 ข้อ ประกอบด้วย ความต้องการด้านความสามารถของระบบ ความต้องการด้านความถูกต้องการทำงานของระบบ ความต้องการด้านการปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ ความต้องการด้านสื่อประชาสัมพันธ์ เนื้อหาประวัติศาสตร์ (ข้อความ) ที่เกี่ยวข้องกับปราสาทภูมิโปนและปราสาทยายเหงา ภาพนิ่ง วิดีโอประชาสัมพันธ์ ภาพเคลื่อนไหว 360 องศา และการใช้เสียงประกอบ เช่น คำบรรยายหรือเพลง จากนั้นนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาทางแหล่งท่องเที่ยวทางประวัติศาสตร์และด้านเทคโนโลยี ตรวจสอบแก้ไข และปรับปรุงแบบสัมภาษณ์ให้มีความสมบูรณ์มากขึ้น โดยได้ปรับแก้ข้อคำถาม คำถูกคำผิดตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

2. แบบสอบถามวัดประสิทธิภาพ เป็นแบบสอบถาม 4 ด้าน จำนวน 19 ข้อ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่าแบบลิเคิร์ต (Likert Ration Scales) 5 ระดับ เมื่อวิเคราะห์หาค่าความสอดคล้องเชิงเนื้อหา (Index of Item Objective Congruence: IOC) จากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาทางแหล่งท่องเที่ยวทางประวัติศาสตร์และด้านเทคโนโลยี มีค่าตั้งแต่ 0.6 ขึ้นไปทุกข้อ จากนั้นปรับแก้ข้อคำถาม คำถูกคำผิดและจัดกลุ่มข้อคำถามใหม่ให้สอดคล้องกับด้านที่จะประเมินตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ดำเนินการทดลองใช้กับนักท่องเที่ยวที่เคยเดินทางไปเที่ยวปราสาทภูมิโปนและปราสาทยายเหงา จำนวน 120 คน และหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคได้ 0.84

3. แบบสอบถามวัดความพึงพอใจดำเนินการจัดทำโครงสร้างแบบสอบถาม ให้มีเนื้อหาครอบคลุมวัตถุประสงค์ของการวิจัย แบบสอบถามแบ่งออกเป็น 3 ตอนดังนี้ ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป ได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา ตำแหน่ง และประสบการณ์ทำงาน ตอนที่ 2 ความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อสื่อประชาสัมพันธ์ตำนานปราสาทภูมิโปนและปราสาทยายเหงา อำเภอสังขะ จังหวัดสุรินทร์ โดยแบ่งเป็น 2 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา ด้านตัวอักษรและสี ด้านการจัดการเว็บไซต์ และด้านรูปแบบการนำเสนอสื่อประชาสัมพันธ์ มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับตามวิธีของลิเคิร์ต และตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมนำแบบสอบถามที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบได้ค่าความสอดคล้องเชิงเนื้อหา (IOC) และความเที่ยงตรง (Validity) จำนวน 3 ท่าน มีค่าเท่ากับ 0.82 แล้วหาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามทั้งฉบับ โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค ได้ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ 0.89

4. การพัฒนาสื่อประชาสัมพันธ์ตำนานปราสาทภูมิโปนและปราสาทยายเหงา อำเภอสังขะ จังหวัดสุรินทร์ ประกอบด้วยสื่อภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว วิดีทัศน์ประวัติปราสาท วิดีทัศน์เพลง และภาพ 360 องศา โดยการพัฒนาสื่อประชาสัมพันธ์ตำนานปราสาทภูมิโปนและปราสาทยายเหงา อำเภอสังขะ จังหวัดสุรินทร์ เริ่มจากการศึกษาความต้องการด้วยแบบสำรวจความต้องการจากผู้ใช้อายุ 100 คน (เก็บรวบรวมช่วงที่ 1) จากนั้นออกแบบเนื้อหาของสื่อการพัฒนาเว็บไซต์ประชาสัมพันธ์ แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 6 ท่าน ประเมินคุณภาพสื่อ ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญปราสาทภูมิโปน 3 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญปราสาทยายเหงา 3 ท่าน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาทางแหล่งท่องเที่ยวทางประวัติศาสตร์และด้านเทคโนโลยี

5. การพัฒนาเว็บไซต์ประชาสัมพันธ์ตำนานปราสาทภูมิโปนและปราสาทยายเหงา อำเภอสังขะ จังหวัดสุรินทร์ โดยใช้โปรแกรมประยุกต์ด้านมัลติมีเดียที่หลากหลาย ประกอบด้วย โปรแกรมในการพัฒนาเว็บไซต์, ภาษาที่ใช้ในการพัฒนา ได้แก่ PHP, JavaScript, HTML, SQL, โปรแกรมตกแต่งภาพ และ โปรแกรมตัดต่อวิดีโอ โดยมีกระบวนการพัฒนาเว็บไซต์ ดังนี้

ขั้นตอน 1 การกำหนดปัญหาได้มีการศึกษาสภาพปัญหาและความต้องการเนื่องจากสถานที่ท่องเที่ยวปราสาทภูมิโปนและปราสาทยายเหงา อำเภอสังขะ จังหวัด สุรินทร์ยังคงมีแหล่งข้อมูลประชาสัมพันธ์ที่น้อยไม่มีแหล่งข้อมูลอื่นให้ศึกษานอกเหนือจากเพจเฟซบุ๊กจึงทำให้กลุ่มบุคคลรุ่นใหม่หรือกลุ่มนักท่องเที่ยวไม่รู้จักตำนานของทั้งสองปราสาทมากพอ

ขั้นตอน 2 ขั้นตอนการวิเคราะห์ ประกอบด้วย ศึกษาความข้อมูลและวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้ ได้แก่ เจ้าหน้าที่ดูแลทั้ง 2 ปราสาท สามารถแสดงผลการวิเคราะห์ DFD (Data Flow Diagram) Level 1 ของเว็บไซต์สื่อประชาสัมพันธ์ตำนานปราสาทภูมิโปนและยายเหงา อำเภอสังขะ จังหวัดสุรินทร์ ดังภาพ Figure 2.

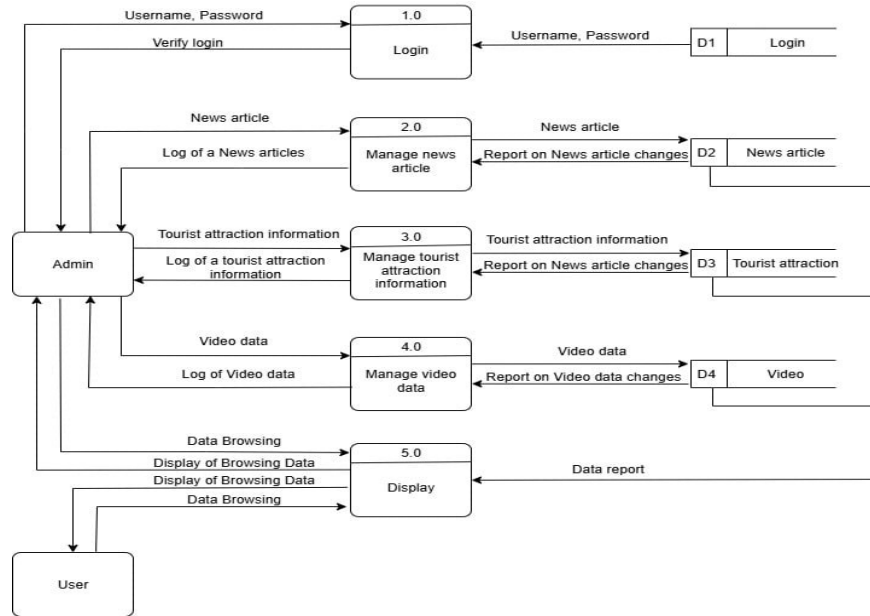


Figure 2. Analysis of DFD level 1 of the website

จาก Figure 2. DFD Level 1 ของระบบเว็บไซต์ ดังนี้ 1. ผู้ดูแลระบบ (Admin) มีหน้าที่ในการจัดการข้อมูลทั้งหมดของระบบ ประกอบด้วย จัดการข้อมูลการเข้าสู่ระบบ จัดการข้อมูลข่าวสาร จัดการข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยว และจัดการข้อมูลสื่อวิดีโอ 2. ผู้ใช้ระบบ (User) มีหน้าที่ในการสืบค้นข้อมูลและเข้าถึงข้อมูลต่าง ๆ สามารถดูข้อมูลข่าวสาร ข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยว และข้อมูลสื่อวิดีโอ และ 3. การออกแบบฐานข้อมูล ประกอบด้วย ฐานข้อมูล D1 ข้อมูลเข้าสู่ระบบ ฐานข้อมูล D2 ข่าวสาร ฐานข้อมูล D3 ข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยว และฐานข้อมูล D4 ข้อมูลสื่อวิดีโอ

ขั้นตอน 3 การออกแบบ ประกอบด้วย การออกแบบการจำลองข้อมูลที่แสดงถึงโครงสร้างของฐานข้อมูลทั้งระบบ เว็บไซต์สื่อประชาสัมพันธ์ตำนานปราสาทภูมิโปนและปราสาทยายเหงา อำเภอสังขะ จังหวัดสุรินทร์ ดังภาพ Figure 3. – Figure 5.

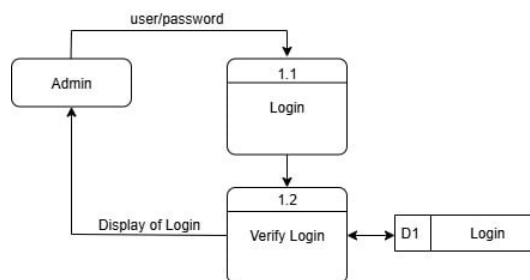


Figure 3. Analysis of DFD level 2 of Process 1 “Login System”.

จาก Figure 3. ผู้ดูแลระบบ ป้อนข้อมูล User และ Password เข้าไปในระบบ หลังจากกรอกข้อมูลแล้ว ผู้ดูแลระบบจะ กดปุ่มเข้าสู่ระบบ เพื่อยืนยันตัวตน ระบบจะนำข้อมูล User และ Password ที่กรอกมาไป ตรวจสอบ กับข้อมูลที่เก็บไว้ในฐานข้อมูล D1 ข้อมูลเข้าสู่ระบบ หากข้อมูลถูกต้อง ระบบจะแสดงผลและอนุญาตให้ผู้ดูแลระบบเข้าใช้งานได้ หากข้อมูลไม่ถูกต้อง ระบบจะแสดงผลแจ้งเตือนและไม่สามารถเข้าใช้งานระบบได้

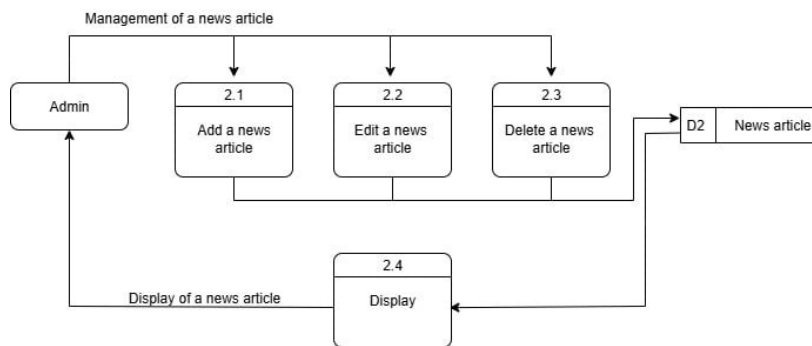


Figure 4. Analysis of DFD level 2 of Process 2 “Information Management System”.

จาก Figure 4. ผู้ดูแลระบบ สามารถป้อนข้อมูลข่าวสารใหม่เข้าไปในระบบ แก้ไขรายละเอียดต่าง ๆ และสามารถเลือกข้อมูลข่าวสารที่ไม่ต้องการแล้วเพื่อทำการลบออกจากระบบ และสามารถตรวจสอบผลลัพธ์ของการจัดการข้อมูลได้

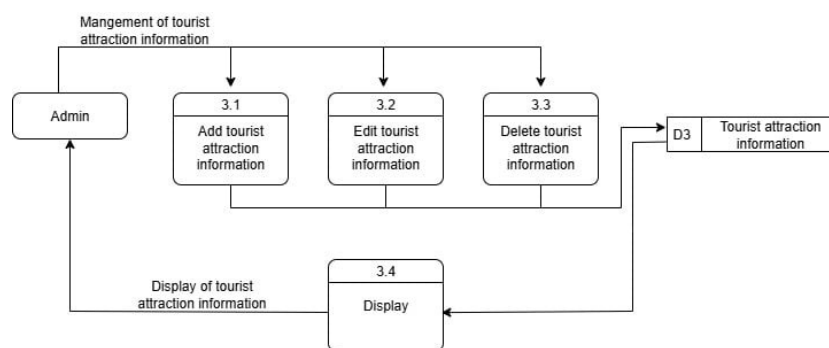


Figure 5. Analysis of DFD level 2 of Process 3 “Tourist attraction information management system”.

จาก Figure 5. ผู้ดูแลระบบ สามารถป้อนข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยวใหม่เข้าไปในระบบ เลือกข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยวที่มีอยู่เพื่อทำการแก้ไขรายละเอียดต่าง ๆ สามารถเลือกข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยวที่ไม่ต้องการแล้วเพื่อทำการลบออกจากระบบ และสามารถตรวจสอบผลลัพธ์ของการจัดการข้อมูลได้

ขั้นตอน 4 การพัฒนา เป็นการพัฒนาเว็บไซต์สื่อประชาสัมพันธ์ตำนานปราสาทภูมิโปนและปราสาทยอยเหงา อำเภอสว่าง จังหวัดสุรินทร์ และการพัฒนาฐานข้อมูล ประกอบด้วย ตารางฐานข้อมูล ได้แก่ ผู้ดูแล บทความ/เนื้อหา ข้อมูลข่าวประชาสัมพันธ์ ภาพสไลด์ อีกทั้งยังเป็นขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมระบบฐานข้อมูล และกราฟิก ได้แก่ การพัฒนาเว็บไซต์ผ่านโปรแกรม Visual Studio การพัฒนาระบบฐานข้อมูลด้วย Localhost ใช้โปรแกรม My SQL และ Xampp การพัฒนาหน้าต่างเว็บไซต์ด้วยโปรแกรมที่ใช้ในการตกแต่งรูปภาพ เป็นต้น

ขั้นตอน 5 การทดสอบ เป็นการประเมินประสิทธิภาพเว็บไซต์สื่อประชาสัมพันธ์ตำนานปราสาทภูมิโปนและปราสาทยอยเหงา อำเภอสว่าง จังหวัดสุรินทร์ โดยมีผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน ผลการประเมิน พบว่า ระดับประสิทธิภาพเว็บไซต์โดยรวมอยู่ในระดับดี มาก ($\bar{X} = 4.56$, $SD = 0.54$) และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่าด้านความสามารถของ

ระบบ อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.33$, S.D. = 0.66) ด้านความถูกต้องของการทำงานของระบบ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.80$, S.D. = 0.43) ด้านการปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.71$, S.D. = 0.47) และด้านสื่อประชาสัมพันธ์อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.40$, S.D. = 0.61) ตามลำดับ

ขั้นตอน 6 การนำไปใช้ หลังจากการประเมินประสิทธิภาพ เว็บไซต์โดยผู้เชี่ยวชาญแล้ว ขั้นตอนนี้จะเป็นการนำเว็บไซต์ไปใช้งานในหน่วยงานที่เกี่ยวข้องคือ อบต.บ้านดม และ อบต.บ้านซบ ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับระบบ ประกอบด้วยผู้ดูแลปราสาททั้ง 2 ปราสาทคือ อบต.บ้านดม และ อบต.บ้านซบ

ขั้นตอน 7 การบำรุงรักษา เป็นขั้นตอนหลังจากที่เว็บไซต์สื่อประชาสัมพันธ์ตำนานปราสาทภูมิโปนและปราสาทยายเหงา อำเภอสังขะ จังหวัดสุรินทร์ ได้ถูกนำไปใช้งาน และมีการนำข้อบกพร่องต่าง ๆ มาใช้ในการวิเคราะห์และปรับปรุงระบบต่อไป

5.3 การเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัย

ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลความพึงพอใจของ ผู้ใช้งานต่อเว็บไซต์ประชาสัมพันธ์ตำนานปราสาทภูมิโปนและปราสาทยายเหงา อำเภอสังขะ จังหวัดสุรินทร์ ซึ่งเป็นนักท่องเที่ยวปราสาทภูมิโปนและปราสาทยายเหงา จำนวน 120 คน โดยงานวิจัยนี้ได้มีการอธิบายให้กลุ่มตัวอย่างทดลองใช้งานระบบแล้ว ทำการ แจกแบบสอบถามเพื่อประเมินความพึงพอใจ จากนั้นจึงเก็บแบบสอบถามเพื่อนำมาเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ผล ข้อมูลทางสถิติต่อไป

จากนั้นเก็บรวบรวมข้อมูลการวัดความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อเว็บไซต์ประชาสัมพันธ์ตำนานปราสาทภูมิโปนและปราสาทยายเหงา อำเภอสังขะ จังหวัดสุรินทร์ มีขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

- 1.จัดทำหนังสือขอความอนุเคราะห์เข้าเก็บข้อมูลวิจัยที่องค์การบริหารส่วนตำบลบ้านซบและบ้านดม อำเภอสังขะ จังหวัดสุรินทร์ โดยขอใช้พื้นที่แหล่งท่องเที่ยวปราสาทภูมิโปนและปราสาทยายเหงา ตั้งบูธประชาสัมพันธ์เว็บไซต์สื่อประชาสัมพันธ์ตำนานปราสาทภูมิโปนและปราสาทยายเหงา และกลุ่มตัวอย่างนักท่องเที่ยว 120 คน ทั้งนี้ ผู้เข้าร่วมต้องปฏิบัติตามมาตรการป้องกันโควิด-19

2. อธิบายวัตถุประสงค์ของงานวิจัยและทำการเปิดเว็บไซต์ประชาสัมพันธ์ตำนานปราสาทภูมิโปนและปราสาทยายเหงา อำเภอสังขะ จังหวัดสุรินทร์ให้กับกลุ่มตัวอย่างได้รับชมทั้งภาพและเสียง

3. ชี้แจงข้อปฏิบัติในการทำแบบสอบถาม และนำแบบสอบถามเพื่อวัดความพึงพอใจไปแจกให้กลุ่มตัวอย่างกรอกข้อมูล เมื่อทำเสร็จแล้วจึงเก็บแบบสอบถาม

4. นำแบบสอบถามที่ได้นำไปวิเคราะห์ข้อมูลโดยลงรหัสประมวลผลข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป หาความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การวิเคราะห์ผลความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อเว็บไซต์ประชาสัมพันธ์ตำนานปราสาทภูมิโปนและปราสาทยายเหงา อำเภอสังขะ จังหวัดสุรินทร์

5.4 การวิเคราะห์ข้อมูลวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามความพึงพอใจ โดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน และแปลผลค่าเฉลี่ยเป็นแบบมาตราส่วน ประมาณค่า 5 ระดับ ดังนี้ 4.51 – 5.00 ความพึงพอใจ ระดับดีมาก 3.51 – 4.50 ความพึงพอใจ ระดับดี 2.51 – 3.50 ความพึงพอใจ ระดับปานกลาง 1.51 – 2.50 ความพึงพอใจ ระดับพอใช้ และ 1.50 ความพึงพอใจ ระดับปรับปรุง

6. ผลการวิจัย

6.1 ผลการพัฒนาเว็บไซต์ประชาสัมพันธ์ปราสาทภูมิโปนและปราสาทยายเหงา

งานวิจัยนี้สามารถแสดงผลลัพธ์ของการพัฒนาเว็บไซต์ประชาสัมพันธ์ปราสาทภูมิโปนและปราสาทยายเหงา โดยแบ่งเป็นส่วนผู้ใช้เว็บไซต์ แสดงผลดังภาพ Figure 6.

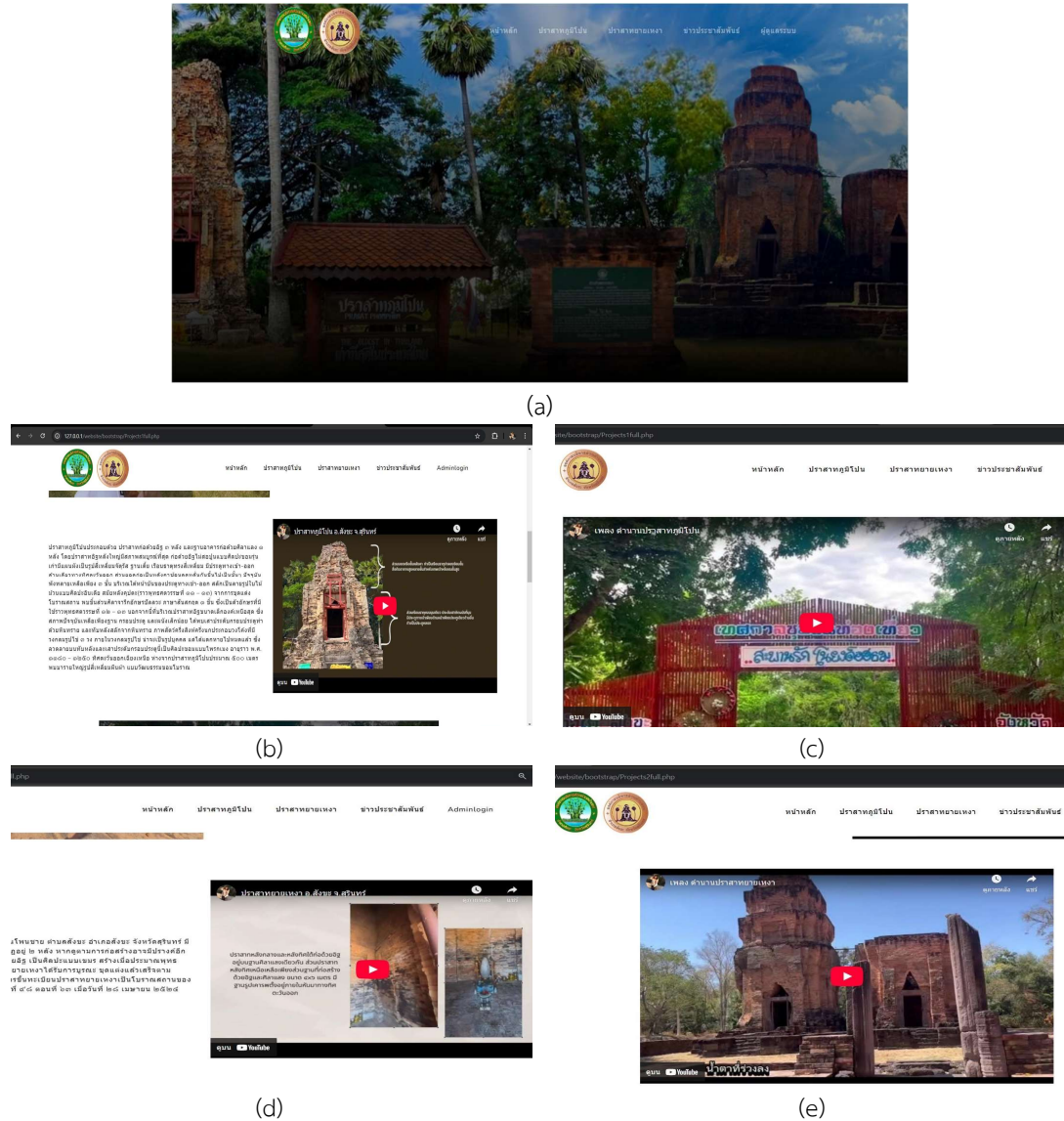


Figure 6. Promotional Website for the Legends of Prasat Phumiphon and Prasat Yai Ngao, Sangkha District in Surin Province.

- จากภาพ Figure 6 สามารถอธิบายส่วนผู้ใช้งานได้ดังนี้
- (a) Public relations website page จะเห็นว่าหน้าแรกของเว็บไซต์ประชาสัมพันธ์มีการออกแบบหน้าเว็บให้เหมาะสำหรับผู้เข้าชมเว็บไซต์
 - (b) Prasat Phumiphon page ผู้เข้าใช้สามารถเข้าชมข้อมูลเกี่ยวกับตำนานปราสาทภูมิโปน
 - (c) Music Video about Prasat Phumiphon ผู้เข้าใช้สามารถดูวิดีโอเพลงตำนานปราสาทภูมิโปน โดยมีโปรแกรม Suno ช่วยในการสร้างเพลงและทำนอง
 - (d) Information about Prasat Yai Ngao ผู้เข้าใช้สามารถเข้าชมข้อมูลเกี่ยวกับตำนานปราสาทยายเหงา
 - (e) Music Video about Prasat Yai Ngao เข้าใช้สามารถดูวิดีโอเพลงตำนานปราสาทยายเหงา โดยมีโปรแกรม Suno ช่วยในการสร้างเพลงและทำนอง
- นอกจากนี้เว็บไซต์ประชาสัมพันธ์ยังสามารถเชื่อมโยงไปยังสื่อดิจิทัลที่หลากหลาย ดังนี้

1. สื่อ YouTube ของปราสาทยายเหงาและปราสาทภูมิโปน ดังนี้
ปราสาทยายเหงา https://www.youtube.com/watch?v=a_oeJccBPTs
ปราสาทภูมิโปน <https://www.youtube.com/watch?v=jlzNhFZTNml>
 2. เพลงมิวสิก
ปราสาทยายเหงา <https://www.youtube.com/watch?v=y-0kC9gnt2E>
ปราสาทภูมิโปน <https://www.youtube.com/watch?v=lKeSECDLN3k>
 3. สื่อ 360 องศา
ปราสาทยายเหงา
<https://s.insta360.com/p/02f61a29a82d01e46db07148e5ca663c?e=true&locale=en-us>
ปราสาทภูมิโปน
<https://s.insta360.com/p/68066aa4c506c124b9bc3c5c1c58a43b?e=true&locale=en-us>
- ผลการพัฒนาเว็บไซต์ส่วนผู้ดูแลระบบ แสดงผลดังภาพ Figure 7.

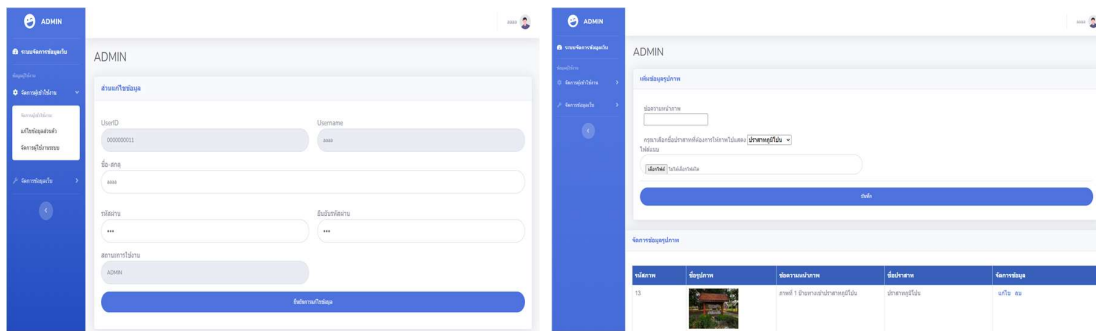


Figure 7. Example of displaying the administrator menu.

จากภาพ Figure 7. พบว่า ผู้ดูแลระบบสามารถเข้าสู่ระบบได้ตามสิทธิ์ของผู้ดูแลระบบเพื่อเข้าไปแก้ไข เพิ่ม ลบ ข้อมูลในแต่ละส่วนของเมนูในระบบ โดยในระบบเว็บไซต์ประชาสัมพันธ์ปราสาทภูมิโปนและปราสาทยายเหงาจะมีการแสดงผลข้อมูลสำหรับผู้ดูแลระบบ ประกอบด้วย การจัดการผู้ใช้งานและการจัดการข้อมูลเว็บไซต์ ซึ่งจะแสดงผลข้อมูลในแต่ ละหน้าสำหรับผู้ดูแลระบบ ดังนี้

1. หน้าการจัดการผู้ใช้งาน ประกอบด้วย แก้ไขข้อมูลส่วนตัว และจัดการผู้ใช้งานระบบ
2. หน้าแก้ไขข้อมูลส่วนตัว ประกอบด้วย UserID Username ชื่อ-สกุล รหัสผ่าน ยืนยันรหัสผ่าน และสถานะการ ใช้งาน
3. หน้าจัดการผู้ใช้งานระบบ ประกอบด้วย ชื่อ-สกุล Username Password Repeat Password และสถานะ ในส่วนของหน้าการจัดการข้อมูลเว็บไซต์ จะแสดงผลข้อมูลดังนี้
1. หน้าการจัดการข้อมูลเว็บ ประกอบไปด้วย จัดการหน้าข้อมูลปราสาท จัดการหน้าข้อมูลข่าวสาร และจัดการ ข้อมูลรูปภาพสไลด์
2. หน้าจัดการข้อมูลปราสาท ประกอบด้วย จัดการข้อมูล ชื่อปราสาท ตำนานปราสาท ที่ตั้งปราสาทและประวัติ แผนที่ รูป วิดีโอ รายละเอียดวิดีโอ และวิดีโอเพลง
3. หน้าจัดการข้อมูลข่าวสาร ประกอบด้วย หัวข้อข่าว เนื้อหาข่าวแบบย่อ เนื้อหาข่าวแบบเต็ม และไฟล์แนบ หน้าจัดการข้อมูลรูปภาพสไลด์ ประกอบด้วย ชื่อความหน้าภาพ ชื่อปราสาทที่ต้องการให้ภาพไปแสดง และไฟล์แนบ
4. หน้าจัดการข้อมูลกิจกรรม/ ข่าวประชาสัมพันธ์ ผู้ดูแลระบบสามารถเพิ่ม ลบ แก้ไข เกี่ยวกับกิจกรรมและข่าว ประชาสัมพันธ์ได้

กล่าวโดยสรุป ผลการพัฒนาเว็บไซต์ประชาสัมพันธ์ปราสาทภูมิโปนและปราสาทยายเหงา เป็นการพัฒนาเว็บไซต์ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่นักท่องเที่ยวสามารถเข้ามาดูข่าวสารของทั้งสองอบต.และข้อมูลของแต่ละปราสาท ผ่านทางเว็บไซต์ประชาสัมพันธ์ ซึ่งประกอบด้วย สื่อมัลติมีเดีย มีภาพ 360 ภาพสไลด์ วีดีโอ ผู้ใช้งานเว็บสามารถดูวิดีโอบรรยายเกี่ยวกับประวัติของปราสาทและภาพ 360 ของทั้งสองปราสาท

6.2 ผลการศึกษาระดับความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อเว็บไซต์ประชาสัมพันธ์ปราสาทภูมิโปนและปราสาทยายเหงา อำเภอสังขะ จังหวัดสุรินทร์

1. กลุ่มตัวอย่าง
กลุ่มตัวอย่างในการศึกษารั้งนี้ เป็นนักท่องเที่ยวจำนวน 120 คน ที่เดินทางมาเยี่ยมชมปราสาทภูมิโปนและปราสาทยายเหงา อำเภอสังขะ จังหวัดสุรินทร์ โดยผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นพบว่า ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง (ร้อยละ 83) และมีอายุ 30 ปีขึ้นไป (ร้อยละ 67) ระดับการศึกษาส่วนใหญ่เป็นปริญญาตรี (ร้อยละ 83) และมีประสบการณ์ทำงานมากกว่า 10 ปี (ร้อยละ 50)
2. ผลการศึกษาระดับความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อเว็บไซต์ประชาสัมพันธ์ปราสาทภูมิโปนและปราสาทยายเหงา อำเภอสังขะ จังหวัดสุรินทร์ ดัง Table 1.

Table 1. The analysis results of the evaluation of overall system usage efficiency in all aspects.

Evaluation Items Aspect	Efficiency Level		
	Mean	S.D.	Interpretation
1. Content	4.62	0.55	Very Good
2. Fonts and Colors	4.55	0.61	Very Good
3. Website Management	4.51	0.65	Very Good
4. Public Relations Media	4.47	0.59	Good
Overall	4.54	0.63	Very Good

จาก Table 1. พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีความพึงพอใจต่อในภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}$ = 4.54, S.D. = 0.63) และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านเนื้อหา อยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}$ = 4.62, S.D. = 0.55) ด้านตัวอักษร และสี อยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}$ = 4.55, S.D. = 0.61) ด้านการจัดการเว็บไซต์ อยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}$ = 4.51, S.D. = 0.65) และด้านสื่อประชาสัมพันธ์ อยู่ในระดับดี ($\bar{X}$ = 4.47, S.D. = 0.59)

Table 2. Analysis results of the evaluation of system capability requirements.

Evaluation Items Aspect	Efficiency Level		
	Mean	S.D.	Interpretation
1. Adding historical information about Phumphon Castle / text / images / videos / 360-degree images	4.33	0.52	Good
2. Editing historical information about Phumphon Castle / text / images / videos / 360-degree images	4.33	0.52	Good
3. Deleting historical information about Phumphon Castle / text / images / videos / 360-degree images	4.17	0.75	Good
4. Adding, deleting, or editing website public relations information	4.50	0.84	Good
Overall	4.33	0.66	Good

จาก Table 2. ผลการประเมินความต้องการด้านความสามารถของระบบ โดยรวม อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.33, S.D. = 0.66) เมื่อพิจารณาเป็นข้อโดยเรียงลำดับค่าเฉลี่ยจากมากไปหาน้อยดังนี้ การเพิ่ม/ลบ/แก้ไข ข้อมูลข่าว

ประชาสัมพันธ์เว็บไซต์ อยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.50$, S.D. = 0.84) การเพิ่มข้อมูลประวัติศาสตร์ปราสาทภูมิโปน/ข้อความ/ภาพนิ่ง/ วิดีโอ/ภาพ 360 องศา อยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.33$, S.D. = 0.52) การแก้ไขข้อมูลประวัติศาสตร์ปราสาทภูมิโปน/ข้อความ/ภาพนิ่ง/ วิดีโอ/ภาพ 360 องศา อยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.33$, S.D. = 0.52) และการลบข้อมูลประวัติศาสตร์ปราสาทภูมิโปน/ข้อความ/ภาพนิ่ง/ วิดีโอ/ภาพ 360 องศา อยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.17$, S.D. = 0.75) ตามลำดับ

Table 3. Analysis results of the evaluation of system functional accuracy requirements.

Evaluation Items Aspect	Efficiency Level		
	Mean	S.D.	Interpretation
1. Accuracy in data storage operations	4.83	0.41	Very Good
2. Overall system operational accuracy	4.67	0.52	Very Good
3. Accuracy in system modification	4.83	0.41	Very Good
4. Accuracy in data addition	4.83	0.41	Very Good
5. Accuracy in data deletion	4.83	0.41	Very Good
Overall	4.80	0.43	Very Good

จาก Table 3. ผลการประเมินความต้องการด้านความถูกต้องการทำงานของระบบ โดยรวม อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.80$, S.D. = 0.43) เมื่อพิจารณาเป็นข้อโดยเรียงลำดับค่าเฉลี่ยจากมากไปหาน้อยดังนี้ ความถูกต้องในการทำงาน จัดเก็บข้อมูล อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.83$, S.D. = 0.41) ความถูกต้องในการแก้ไขระบบ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.83$, S.D. = 0.41) ความถูกต้องในการเพิ่มข้อมูลของระบบ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.83$, S.D. = 0.41) ความถูกต้องในการลบข้อมูลของระบบ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.83$, S.D. = 0.41) และความถูกต้องในการลบข้อมูลของระบบ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.67$, S.D. = 0.52) ตามลำดับ

Table 4. Analysis results of the evaluation of user interaction requirements.

Evaluation Items Aspect	Efficiency Level		
	Mean	S.D.	Interpretation
1. The text displayed on the website is clear and easy to understand.	4.50	0.55	Good
2. The public relations content is organized in a logical and appropriate order.	4.83	0.41	Very Good
3. The choice of colors, fonts, and background enhances readability.	4.83	0.41	Very Good
4. The layout of screen components such as menus, images, and videos is well arranged.	4.67	0.52	Very Good
Overall	4.71	0.47	Very Good

จาก Table 4. ผลการประเมินความต้องการด้านการปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ โดยรวม อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.71$, S.D. = 0.47) เมื่อพิจารณาเป็นข้อโดยเรียงลำดับค่าเฉลี่ยจากมากไปหาน้อยดังนี้ เนื้อหาประชาสัมพันธ์การจัดลำดับอย่างเหมาะสม อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.83$, S.D. = 0.41) การเลือกใช้สี ตัวอักษร และพื้นหลัง ช่วยให้อ่านข้อมูลง่ายขึ้น อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.83$, S.D. = 0.41) การจัดวางส่วนประกอบบนหน้าจอ เช่น เมนู รูปภาพ วิดีโอ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.67$, S.D. = 0.52) และข้อความที่แสดงบนเว็บไซต์มีความชัดเจน อ่านเข้าใจง่าย อยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.50$, S.D. = 0.55) ตามลำดับ

Table 5. Analysis Results of the Evaluation Data on Public Relations Media Requirements

Evaluation Items Aspect	Efficiency Level		
	Mean	S.D.	Interpretation
1. Historical content (text) related to Phumiphon Castle	4.50	0.55	Good
2. Supporting images, such as still images and animations, that effectively communicate the content	4.67	0.52	Very Good
3. Public relations video about Phumiphon Castle	4.50	0.55	Good
4. 360-degree visual media	4.00	0.63	Good
5. Use of audio elements, such as narration or music	4.33	0.82	Good
Overall	4.40	0.61	Good

จาก Table 5. ผลการประเมินความต้องการด้านสื่อประชาสัมพันธ์ โดยรวม อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.40, S.D. = 0.61) เมื่อพิจารณาเป็นข้อโดยเรียงลำดับค่าเฉลี่ยจากมากไปหาน้อยดังนี้ รูปภาพประกอบ เช่น ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว สื่อสารเนื้อหาได้ดี อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.67, S.D. = 0.52) เนื้อหาประวัติศาสตร์ (ข้อความ) ที่เกี่ยวข้องกับปราสาทภูมิโปน อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.50, S.D. = 0.55) วิดีโอประชาสัมพันธ์ปราสาทภูมิโปน อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.50, S.D. = 0.55) การใช้เสียงประกอบ เช่น คำบรรยายหรือเพลง อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.33, S.D. = 0.82) และสื่อภาพ 360 องศา อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.00, S.D. = 0.63) ตามลำดับ

7. สรุปผลการวิจัย (Conclusion)

- การวิจัยนี้สามารถสรุปผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ ดังนี้
1. ผลการศึกษาวเคราะห์ข้อมูลปราสาทภูมิโปน ปราสาทยายเหงา และความต้องการพัฒนาเว็บไซต์สื่อประชาสัมพันธ์ตำนานปราสาทภูมิโปนและปราสาทยายเหงา อำเภอสังขะ จังหวัดสุรินทร์ สรุปว่า ผู้ใช้มีความต้องการเว็บไซต์ที่ถูกต้องแม่นยำและใช้งานง่าย โดยความถูกต้องของการทำงานและการออกแบบส่วนติดต่ออยู่ในระดับมากที่สุด ดังนั้น ระบบต้องสามารถจัดการข้อมูลได้ทั้งการเพิ่ม แก้ไข และลบได้ นอกจากนี้ การออกแบบเว็บไซต์ต้องจัดวางเนื้อหาอย่างเหมาะสม ใช้สีและตัวอักษรที่อ่านง่าย ส่วนด้านเนื้อหา ผู้ใช้ให้ความสำคัญกับภาพ วิดีโอ และข้อมูลประวัติศาสตร์ที่ครบถ้วน ซึ่งจำเป็นต้องมีฟังก์ชันที่รองรับการจัดการสื่อที่มีประสิทธิภาพ
 2. ผลการพัฒนาเว็บไซต์สื่อประชาสัมพันธ์ตำนานปราสาทภูมิโปนและปราสาทยายเหงา สรุปว่า ระบบเว็บไซต์ที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อเป็นสื่อประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับปราสาทภูมิโปนและปราสาทยายเหงามีโครงสร้างที่ชัดเจน โดยแบ่งเป็น 2 ส่วนหลัก คือ ส่วนของผู้ดูแลระบบ (Admin) สามารถเข้าสู่ระบบเพื่อจัดการข้อมูลได้หลายประเภท ทั้งข้อมูลข่าวสาร ข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยว และข้อมูลสื่อวิดีโอ และส่วนของผู้ใช้งานทั่วไป (User) สามารถเข้าถึงข้อมูลและแสดงผลบนหน้าเว็บไซต์ได้โดยตรง ซึ่งทำให้การเข้าถึงข้อมูลข่าวสาร กิจกรรม และรายละเอียดของสถานที่ท่องเที่ยวเป็นไปอย่างสะดวกโดยไม่ต้องสมัครเป็นสมาชิก
 3. ผลการศึกษาคความพึงพอใจการใช้เว็บไซต์สื่อประชาสัมพันธ์ตำนานปราสาทภูมิโปนและปราสาทยายเหงา ผลที่ได้จากการประเมิน โดยการสรุปผลการประเมินจากการตอบแบบสอบถามความคิดเห็นโดยการนำระบบไปทดลองใช้งานจริงกับกลุ่มตัวอย่าง โดยให้ทดลองใช้งานระบบและทำการประเมินประสิทธิภาพที่มีต่อระบบ โดยแบบสอบถามสำหรับผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน ผู้ใช้งานจำนวน 120 คน แบบสอบถามแบ่งออกเป็น 4 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหา ด้านตัวอักษรและสี ด้านการจัดการเว็บไซต์ และด้านสื่อประชาสัมพันธ์
 4. ผลการประเมินความพึงพอใจด้านเนื้อหา พบว่า ตรงตามความต้องการ อยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}$ = 4.62, S.D. = 0.55) ด้านตัวอักษรและสี พบว่า ตรงตามความต้องการ อยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}$ = 4.55, S.D. = 0.61) ผลการประเมินความพึงพอใจระบบด้านการจัดการเว็บไซต์ พบว่า ตรงตามความต้องการในระดับดีมาก ($\bar{X}$ = 4.51, S.D. = 0.65) ผลการประเมินความพึงพอใจด้านสื่อประชาสัมพันธ์ พบว่า ตรงตามความต้องการในระดับดีมาก ($\bar{X}$ = 4.51, S.D. = 0.65) และผลการประเมินความพึงพอใจรวมทั้ง 4 ด้าน พบว่า ตรงตามความต้องการ อยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}$ = 4.54, S.D. = 0.63)

8. อภิปรายผลการวิจัย (Discussion)

การศึกษานี้พบว่า เว็บไซต์ที่พัฒนาขึ้นสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ การวิเคราะห์ผลการศึกษาดังกล่าวประกอบด้วย 4 ด้าน ประกอบด้วย ด้านเนื้อหา ด้านตัวอักษรและสี ด้านการจัดการเว็บไซต์ และด้านสื่อประชาสัมพันธ์ ดังนี้

1. ด้านเนื้อหา มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจสูงสุด ($\bar{X} = 4.62$) อยู่ในระดับดีมาก สะท้อนถึงเว็บไซต์นำเสนอข้อมูลตำนานปราสาทอย่างครบถ้วนและน่าสนใจ และส่งเสริมให้ผู้เข้าชมเกิดความเข้าใจเกี่ยวกับคุณค่าทางประวัติศาสตร์ของแหล่งท่องเที่ยว สอดคล้องกับแนวคิดของ Schramm (1973) กล่าวว่า สื่อในการพัฒนาสังคมผ่านการเผยแพร่ข้อมูลทางวัฒนธรรม การที่ผู้ใช้มีความพึงพอใจต่อเนื้อหาในระดับสูงแสดงให้เห็นว่าเว็บไซต์สามารถส่งเสริมการเข้าใจคุณค่าทางประวัติศาสตร์และอัตลักษณ์ท้องถิ่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลจากการสัมภาษณ์ของ (Sample group at Prasat Yai Ngao, personal communication, February 12, 2024; Sample group at Prasat Phum Pon, personal communication, February 12, 2024) ซึ่งให้เห็นถึงความสำคัญของปราสาทภูมิโปนเป็นทุนทางวัฒนธรรมที่ควรถ่ายทอดผ่านสื่อดิจิทัล

2. ด้านการออกแบบตัวอักษรและสี มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ ($\bar{X} = 4.55$) อยู่ในระดับดีมาก สะท้อนถึงความเหมาะสมในการออกแบบด้านภาพลักษณ์ของเว็บไซต์ การใช้หลักการออกแบบที่เน้นความชัดเจนและการอ่านง่าย สอดคล้องกับงานวิจัยของ Türker (2020) ที่เน้นความสำคัญของการออกแบบเว็บไซต์ที่ส่งผลต่อประสบการณ์การท่องเที่ยง การที่ผู้ใช้ให้คะแนนด้านนี้ในระดับสูงยืนยันว่าการเลือกใช้ตัวอักษรและสีนั้นมีความเหมาะสมกับเนื้อหาทางวัฒนธรรม

3. ด้านการจัดการเว็บไซต์ มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ ($\bar{X} = 4.51$) อยู่ในระดับดี แสดงถึงประสิทธิภาพในการเข้าถึงและใช้งานเว็บไซต์ที่มีความสะดวก การพัฒนาเว็บไซต์โดยใช้แนวทางของ Ramadhani & Setiawan (2024) และ Iamsiriwong (2012) ที่ครอบคลุมขั้นตอนสำคัญตั้งแต่การออกแบบฐานข้อมูล การวิเคราะห์ระบบ ไปจนถึงการจัดการเนื้อหา ทำให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงข้อมูลได้อย่างสะดวกและมีประสิทธิภาพ

4. ด้านสื่อประชาสัมพันธ์ มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ ($\bar{X} = 4.47$) อยู่ในระดับดี การใช้สื่อมัลติมีเดียหลากหลายรูปแบบ ได้แก่ วิดีโอ ภาพถ่าย และภาพ 360 องศา ประกอบกับเสียง ภาพเคลื่อนไหว และข้อความประกอบ สร้างความน่าสนใจสอดคล้องกับงานวิจัย Maprasom et al. (2021) และเพิ่มการมีส่วนร่วมของผู้ใช้งาน ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Floričić et al. (2023) ที่ระบุว่า การใช้สื่อดิจิทัลแบบโต้ตอบช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการสื่อสาร นอกจากนี้ยังตรงกับผลการศึกษาของ Nitiphokin et al. (2024) และ Ayu Wong et al. (2023) ที่พบว่า เทคนิคการเล่าเรื่อง (Storytelling) และภาพเคลื่อนไหวมีประสิทธิภาพในการกระตุ้นความสนใจและการจดจำข้อมูลการท่องเที่ยว

เว็บไซต์สื่อประชาสัมพันธ์ตำนานปราสาทภูมิโปนและปราสาทยายเหงาที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพในการสร้างการรับรู้เกี่ยวกับแหล่งท่องเที่ยววัฒนธรรม และสามารถส่งเสริมการท่องเที่ยวในชุมชนได้อย่างยั่งยืน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Nitiphokin et al. (2024) ที่ระบุว่า การเผยแพร่ตำนานปราสาทผ่านกิจกรรมวัฒนธรรมสามารถเชื่อมโยงชุมชนกับเรื่องเล่าทางประวัติศาสตร์ได้อย่างลึกซึ้ง นอกจากนี้ ผลการศึกษายังสอดคล้องกับกรอบแนวคิดเรื่อง ความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบสารสนเทศ สอดคล้องกับแนวคิดของ DeLone & McLean (2003) ที่กล่าวว่า ความพึงพอใจของผู้ใช้เป็นหนึ่งในดัชนีความสำเร็จของระบบ โดยเฉพาะในบริบทของการประชาสัมพันธ์แหล่งท่องเที่ยว อีกทั้งรูปแบบการนำเสนอข้อมูลเว็บไซต์กระชับและเข้าใจได้ง่ายต่อผู้ใช้งานจะช่วยสร้างประสบการณ์ที่ดีให้กับผู้ใช้งาน

9. ข้อเสนอแนะงานวิจัย (Recommendation)

1. เพิ่มฟังก์ชันสื่อปฏิสัมพันธ์และสื่อใหม่ เช่น เทคโนโลยีความจริงเสริม (Augmented Reality: AR) เทคโนโลยีความจริงเสมือน (Virtual Reality: VR) หรือเทคโนโลยีความจริงผสมผสาน (Mixed Reality: MR) มาใช้เพื่อเพิ่มความน่าสนใจ และยกระดับประสบการณ์ของผู้ใช้งานให้ดียิ่งขึ้น

2. เชื่อมโยงกับสื่อสังคมออนไลน์ (Social Media) และแพลตฟอร์มท่องเที่ยวอื่นที่เกี่ยวข้อง เพื่อช่วยเพิ่มการเข้าถึงของกลุ่มเป้าหมาย และส่งเสริมการมีส่วนร่วมจากผู้ใช้งานให้มากขึ้น

3. เพิ่มตัวเลือกภาษา (Multilingual) โดยเฉพาะภาษาอังกฤษ เพื่อขยายกลุ่มเป้าหมายไปยังชาวต่างชาติและนักท่องเที่ยวได้มากขึ้น

10. เอกสารอ้างอิง (References)

- Ayuwong, K., Saraboon, D., & Tungsathitkul, W. (2023). Digital Video Production Using Storytelling of The Death Railway. *RMUTK Journal of Liberal Arts*, 5(1), 55-67. (In Thai)
- Chayavudto (Thinthaew), P. P., Phrakrusathukitkoson, Panya-ake, M. K., & Maphadung, M. E. (2023). Historical Study and Tourism Activities at Prasat Khmer Community in Surin Province. *Journal of Buddhist Studies Vanam Dongrak*, 10(2), 37-52. (In Thai)
- Comengam, S., & Kiatpradab, K. (2022). *Tourist Attractions on Bangkok's Website* [Unpublished Bachelor's Thesis]. SIAM University. (In Thai)
- DeLone, W. H., & McLean, E. R. (2003). The DeLone and McLean Model of Information Systems Success: A Ten- Year Update. (2003). *Journal of Management Information Systems*, 19(4) , 9- 30. <https://doi.org/10.1080/07421222.2003.11045748>.
- Floričić, T., Šker, I., & Benassi, H. M. (2023). Enhancing Digital Promotion of Cultural Attractions: Assessing Websites, Online Marketing Tools and Smart Technologies. *Business Systems Research Journal*, 14(1), 72-92. <https://doi.org/10.2478/bsrj-2023-0004>.
- Iamsiriwong, O. (2012). *Systems Analysis and Design (Revised Edition)*. Se-Education. (In Thai)
- Jairassamee, J., & Saitong, P. (2023). Guidelines for Using a 360-Degree Interactive Media Approach to Promote Archaeology Tourism in Case Study of Sikhoraphum Castle at Surin Province. *Journal of Local Governance and Innovation*, 7(2), 111-126. <https://doi.org/10.14456/jlgisrru.2023.27>. (In Thai)
- Ketsirisuk, Y. (2021). The Development of Informational Website of Local Traditions in Roi Et Province. *Journal of SaengKhomKham Buddhist Studies*, 6(1), 16-28. (In Thai)
- Maprasom, W., Potisarn, N., Jairassamee, J., Potisarn, W., Chaithongsri, A., Yasaka, P., Meesawatdikul, W., Suksam, J., & Wathanti, S. (2021). Effect of Using Digital Media with Augmented Reality Technology for Creating Tourism Route Map of Khmer Civilization in four South Isan Provinces: Nakhon Ratchasima, Buriram, Surin and Sisaket. *Journal of Yala Rajabhat University*, 16(2), 161-170. (In Thai)
- Nitiphokin, P., Khankaew, C., & Phengwan, W. (2024). Creation of Video Media for Publicizing Tourist Attractions Mae Chan Sub District Umphang District Tak Province. *Journal of Social Science for Local Development Rajabhat Maha Sarakham University*, 8(4), 25-31. (In Thai)
- Ramadhani, R., & Setiawan, E. (2024). Pengembangan Situs Web Untuk Promosi Warisan Budaya Lokal dan Pariwisata Berbasis Berita. *Jurnal Teknologi Sistem Informasi*, 5(1), 57- 73. <https://doi.org/10.35957/jtsi.v5i1.7594>. (In Indonesian)
- Schramm, W. (1973). *Channels and Audiences in Handbook of Communication*. Rand McNelly Colledge.
- Thanapalo, P. A., Jarudhammo, P. M., Piyawanno, P. P., Siriphaphagon, Y., Kanthiang, K., & Klaungrit, S. (2022). Cultural Capital Management of the Legend of Prasat Yai Ngao, Ban Phun Sai, Ban Chob Sub-district, Sangkha District, Surin Province. *Arts and Culture Journal of the Lower Moon River*, 11(1), 66-77. <https://doi.org/10.14456/acj.2022.6>. (In Thai)
- Türker, G. Ö. (2020). Website Designing and Its Impact on Tourism Destinations. In Hassan, A., & Sharma, A. (Eds), *The Emerald Handbook of ICT in Tourism and Hospitality* (195-211). Emerald Publishing Limited.
- Wanglee, J., Kojornna, C., Yuanjai, T. & Rattanasimanont, T. (2020). The Development of Ecotourism Promotion Website Trang Province. *Agriculture and Technology Journal*, 1(1), 84-93. (In Thai).

Development of an Information System for Thesis Management: A Case Study of Computer Technology program at RMUTI Surin Campus

การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารจัดการปริญญานิพนธ์ กรณีศึกษา สาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ มทร.อีสาน วิทยาเขตสุรินทร์

Nattapum Khamsi¹, Supachai Thongnub², Aphitep Aiemsart³, Jeeranun Tasuntia^{4,*}, Attapol Kunlerd⁵
and Narasuk Vongvas⁶

ณัฐภูมิ ขำศรี¹, สุกชัย ทองนบ², อภิเทพ เอี่ยมสะอาด³, จีรนันท์ ตะสันเทียะ^{4,*}, อัฒพล คุณเลิศ⁵ และ นราศักดิ์ วงษ์วาสน⁶

Received: 15 June 2025;

Revised: 13 August 2025;

Accepted: 20 August 2025;

Published: 23 August 2025;

Abstract

This research aimed to develop and evaluate user satisfaction with an Information System for Thesis Management: A Case Study of Computer Technology program at RMUTI Surin Campus, to address problems in storing, retrieving, and tracking document status that were previously slow and disorganized. The system development process followed the Software Development Life Cycle (SDLC), covering system analysis, design, development, testing, and evaluation, using tools such as Visual Studio Code, PHP, jQuery, and MySQL. The sample group consisted of five user categories: subject instructors, advisors, heads of department, students, and general users. Data was collected through a questionnaire measuring satisfaction across five aspects. The results revealed that all user groups had high satisfaction levels in every aspect: system capability (mean = 4.50, S.D. = 0.52), system output processing (mean = 4.52, S.D. = 0.51), system design (mean = 4.48, S.D. = 0.53), system security (mean = 4.49, S.D. = 0.50), and overall satisfaction (mean = 4.51, S.D. = 0.51). Based on the SDLC approach, it was concluded that the developed thesis management system operated within the defined

¹ Student, Program in Computer Science, Faculty of Agriculture and Technology, Rajamangala University of Technology Isan Surin Campus., Surin 32000, Thailand; นักศึกษา สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์ 32000 ประเทศไทย; Email: nattapum.khamsi@gmail.com

² Student, Program in Computer Science, Faculty of Agriculture and Technology, Rajamangala University of Technology Isan Surin Campus., Surin 32000, Thailand; นักศึกษา สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์ 32000 ประเทศไทย; Email: supachaixbig@gmail.com

³ Student, Program in Computer Science, Faculty of Agriculture and Technology, Rajamangala University of Technology Isan Surin Campus., Surin 32000, Thailand; นักศึกษา สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์ 32000 ประเทศไทย; Email: aumaphitep@gmail.com

^{4,*} Lecturer, Major in Computer Technology, Faculty of Agriculture and Technology, Rajamangala University of Technology Isan Surin Campus., Surin 32000, Thailand; อาจารย์ สาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์ 32000 ประเทศไทย; Email: jeeranun.ta@gmail.com

⁵ Assistant Professor, Major in Computer Technology, Faculty of Agriculture and Technology, Rajamangala University of Technology Isan Surin Campus., Surin 32000, Thailand; ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์ 32000 ประเทศไทย; Email: clashaey@gmail.com

⁶ Assistant Professor, Major in Computer Technology, Faculty of Agriculture and Technology, Rajamangala University of Technology Isan Surin Campus., Surin 32000, Thailand; ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์ 32000 ประเทศไทย; Email: narasuk2525@gmail.com

*Corresponding authors: Jeeranun Tasuntia (jeeranun.ta@gmail.com)



scope and could be effectively implemented to solve the identified problems.

Keywords: Information System, Thesis Management, Web Application Development, User Satisfaction Evaluation

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและประเมินผลความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารจัดการปริญญานิพนธ์ กรณีศึกษา สาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ มทร.อีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ เพื่อแก้ไขปัญหาการจัดเก็บ ค้นหา และติดตามสถานะเอกสารที่ล่าช้าและไม่เป็นระบบ กระบวนการพัฒนาระบบใช้แนวทางวงจรการพัฒนาแบบ (SDLC) ครอบคลุมขั้นตอนการวิเคราะห์ ออกแบบ พัฒนา ทดสอบ และประเมินผล โดยใช้เครื่องมือ Visual Studio Code, ภาษา PHP, jQuery, MySQL กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยผู้ใช้งาน 5 กลุ่ม ได้แก่ อาจารย์ประจำวิชา อาจารย์ที่ปรึกษา หัวหน้าสาขา นักศึกษา และผู้ใช้งานทั่วไป เก็บข้อมูลด้วยแบบสอบถามวัดความพึงพอใจ 5 ด้าน ผลการวิจัยพบว่าผู้ใช้งานทุกกลุ่มมีความพึงพอใจต่อระบบในระดับสูงในทุกด้าน ได้แก่ ความสามารถของระบบ (ค่าเฉลี่ย 4.50, S.D. 0.52) การประมวลผลผลลัพธ์ (ค่าเฉลี่ย 4.52, S.D. 0.51) การออกแบบระบบ (ค่าเฉลี่ย 4.48, S.D. 0.53) ความปลอดภัยของระบบ (ค่าเฉลี่ย 4.49, S.D. 0.50) และความพึงพอใจโดยรวม (ค่าเฉลี่ย 4.51, S.D. 0.51) จากผลการพัฒนาระบบตามวงจรการพัฒนาแบบ (SDLC) สามารถสรุปได้ว่า ระบบจัดการปริญญานิพนธ์ที่พัฒนาขึ้นสามารถใช้งานได้ตามขอบเขตที่กำหนด และสามารถนำไปใช้งานจริงเพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้

คำสำคัญ: ระบบสารสนเทศ, การจัดการปริญญานิพนธ์, การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน, การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งาน

1. บทนำ (Introduction)

กระบวนการบริหารจัดการปริญญานิพนธ์ในระดับอุดมศึกษามักประกอบด้วยขั้นตอนที่ซับซ้อนและใช้เอกสารจำนวนมาก โดยเฉพาะในรูปแบบที่ยังคงใช้เอกสารกระดาษเป็นหลัก ต้องเผชิญกับความไม่สะดวกในการกรอกข้อมูลและการติดตามสถานะเอกสาร (Srisutam et al., 2022) เช่น การยื่นคำร้องขอสอบปริญญานิพนธ์ ที่ต้องดำเนินการผ่านเอกสารแบบฟอร์ม ซึ่งมีลักษณะการกรอกข้อมูลซ้ำซ้อน เช่น ชื่อ-นามสกุลนักศึกษา รหัสนักศึกษา และชื่อหัวข้อปริญญานิพนธ์ ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ในแต่ละชุดเอกสาร

สาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ ยังอ้างอิงการบริหารจัดการการทำปริญญานิพนธ์/โครงการตามคณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี (Faculty of Agriculture and Technology, 2012) ดัง Figure 1. ซึ่งยังประสบปัญหาขั้นตอนการดำเนินงานที่ค่อนข้างยุ่งยาก ซับซ้อนและใช้เอกสารที่เป็นกระดาษจำนวนมาก นอกจากนี้ การขออนุมัติจากอาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ประจำวิชา และหัวหน้าสาขา จำเป็นต้องจัดเตรียมข้อมูลในรูปแบบเดียวกันหลายครั้ง รวมทั้งต้องดำเนินการจัดส่งเอกสารเพื่อขอลายเซ็นด้วยตนเอง ทำให้เกิดความล่าช้า ไม่คล่องตัว และมีความเสี่ยงที่เอกสารจะสูญหายหรือข้อมูลไม่ครบถ้วน โดยเฉพาะในกรณีที่นักศึกษาต้องการเปลี่ยนหัวข้อปริญญานิพนธ์ ซึ่งจำเป็นต้องเริ่มกรอกเอกสารใหม่ทั้งหมดตั้งแต่ต้น รวมถึงยังไม่มีระบบสารสนเทศที่สามารถบริหารจัดการให้ตอบสนองต่อความต้องการได้

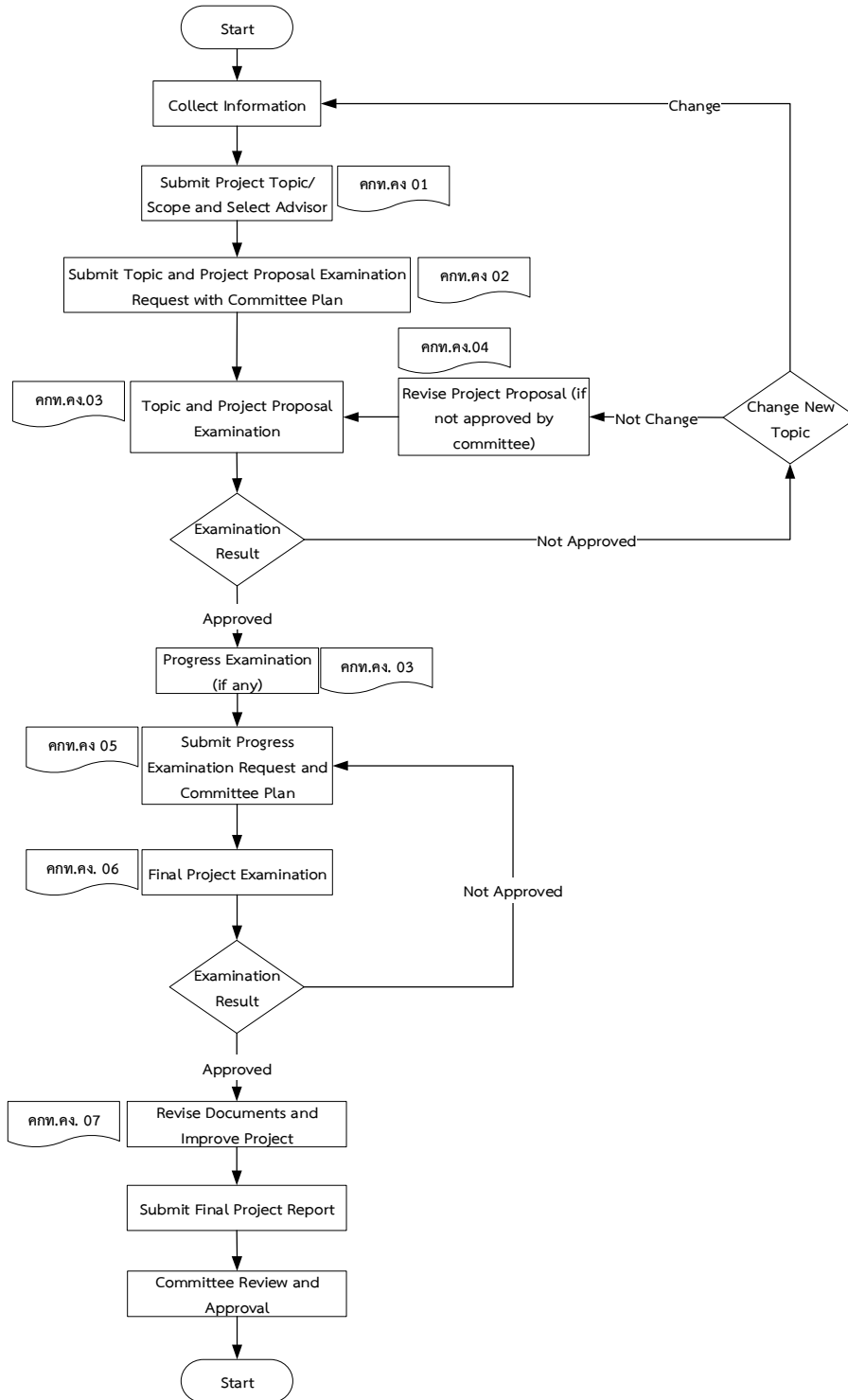


Figure 1. Flowchart of the project implementation process.

จากข้อจำกัดข้างต้น งานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดในการออกแบบและพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารจัดการ
ปริญญาโท ศึกษาศาสตร์ สาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ มทร.อีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ โดยเน้นการลดความซ้ำซ้อนของ
ข้อมูล เพิ่มประสิทธิภาพในการจัดเก็บและเรียกใช้งานข้อมูล และเพิ่มความสะดวกในการดำเนินงาน เช่น การกรอกข้อมูล

เพียงครั้งเดียวแล้วเชื่อมโยงไปยังเอกสารต่าง ๆ การส่งคำร้องขอลายเซ็นผ่านระบบออนไลน์ และการแก้ไขเฉพาะข้อมูลบางส่วนเมื่อมีการเปลี่ยนหัวข้อ ระบบดังกล่าวจึงมีศักยภาพในการช่วยให้นักศึกษาและบุคลากรที่เกี่ยวข้องสามารถบริหารจัดการกระบวนการปริณิญาณินพนธ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2. วัตถุประสงค์งานวิจัย (Research Objectives)

1. เพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารจัดการปริณิญาณินพนธ์
2. เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารจัดการปริณิญาณินพนธ์

3. การทบทวนวรรณกรรมและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง (Literature Review)

3.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ระบบสารสนเทศ (Information System: IS) หมายถึง การนำเอาเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ในการรวบรวม จัดเก็บ ประมวลผล และเผยแพร่ข้อมูลสารสนเทศเพื่อช่วยในการบริหารจัดการและตัดสินใจอย่างเป็นระบบ การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารจัดการปริณิญาณินพนธ์จึงเป็นแนวทางที่ช่วยลดความซ้ำซ้อนในการจัดการเอกสาร ลดระยะเวลาในการดำเนินงาน และเพิ่มประสิทธิภาพในการติดตามสถานะของปริณิญาณินพนธ์ให้กับทั้งนักศึกษาและอาจารย์ผู้เกี่ยวข้อง (Abdul-Salaam, 2024)

โครงการปริณิญาณินพนธ์เป็นกระบวนการค้นคว้าวิจัยที่มุ่งพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ การวางแผน และการทำงานอย่างเป็นระบบของนักศึกษา เพื่อให้สามารถสร้างองค์ความรู้ทางวิชาการที่มีคุณภาพ และเป็นแนวทางสำหรับการศึกษาต่อยอดในอนาคต (Faculty of Agriculture and Technology, 2012) ทั้งนี้ การพัฒนาระบบสารสนเทศในงานวิจัยได้ใช้แนวคิดวงจรชีวิตการพัฒนากระบวนการ (Software Development Life Cycle: SDLC) ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ การวางแผน การวิเคราะห์ระบบ การออกแบบ การพัฒนา และการทดสอบ (Tasuntia et al., 2024) แนวคิดดังกล่าวช่วยให้การพัฒนาระบบดำเนินไปอย่างมีระเบียบและสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในการพัฒนาระบบ ได้มีการใช้เครื่องมือและเทคโนโลยีที่ครอบคลุมและเหมาะสมกับกระบวนการทำงาน โดยใช้ภาษา PHP ซึ่งเป็น embedded script ที่สามารถฝังคำสั่งร่วมกับ HTML ได้โดยตรง และรองรับนามสกุลไฟล์ .php, .php3 หรือ .php4 การประมวลผลจะเริ่มจากฝั่งไคลเอนต์ร้องขอไฟล์ผ่านเว็บเบราว์เซอร์ จากนั้นเซิร์ฟเวอร์จะเรียกใช้ PHP engine เพื่อประมวลผลร่วมกับข้อมูลจากฐานข้อมูล และส่งผลลัพธ์กลับเป็น HTML ให้ฝั่งไคลเอนต์แสดงผล (In Easy Steps, 2021) นอกจากนี้ ยังใช้ภาษา HTML ร่วมกับ CSS เพื่อจัดรูปแบบเว็บเพจให้มีความสวยงามและยืดหยุ่น เช่น การกำหนดสี ตัวอักษร และระยะห่างต่างๆ ซึ่งสามารถปรับแต่งได้สะดวก ส่วน JavaScript ซึ่งเป็นภาษาประมวลผล จะแตกต่างจาก HTML และ CSS ตรงที่สามารถใช้คำนวณหรือกำหนดตัวแปรได้ อีกทั้งยังเป็นภาษาแบบ Case-sensitive จึงต้องระมัดระวังเรื่องการเขียนตัวพิมพ์เล็กและใหญ่

ในด้านการจัดการฐานข้อมูล ใช้ระบบ MySQL ซึ่งเป็นฐานข้อมูลแบบเปิดเผย (Open-source) ที่ได้รับความนิยมสูง โดยเฉพาะเมื่อนำมาใช้ร่วมกับ PHP ด้วยความสามารถในการทำงานที่เชื่อถือได้และไม่มีค่าใช้จ่าย แม้ MySQL จะทำงานผ่านคำสั่งบรรทัดคำสั่ง (Command Line) แต่สามารถบริหารจัดการได้ง่ายขึ้นผ่าน phpMyAdmin ซึ่งเป็น Web Application ที่เขียนด้วย PHP และรองรับการจัดการฐานข้อมูลในรูปแบบกราฟิก ช่วยลดเวลาและข้อผิดพลาดในการใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Supaartagorn, 2020)

การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบสารสนเทศมักอ้างอิงแนวคิดของ DeLone & McLean IS Success Model (Jeyaraj, 2020) ที่เน้นการประเมินใน 6 ด้าน ได้แก่ คุณภาพของระบบ (System Quality), คุณภาพของสารสนเทศ (Information Quality), คุณภาพการบริการ (Service Quality), การใช้งาน (Use), ความพึงพอใจผู้ใช้งาน (User Satisfaction) และผลลัพธ์สุทธิ (Net Benefits) นอกจากนี้ แนวคิดด้าน Task-Technology Fit (TTF) และ Technology Acceptance Model (TAM) ก็เป็นกรอบแนวคิดสำคัญที่ช่วยวิเคราะห์ปัจจัยด้านเทคโนโลยีและความเหมาะสมของระบบกับงานที่ผู้ใช้ต้องดำเนินการ (Goodhue & Thompson, 2021)

3.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Abdul-Salaam (2024) ได้พัฒนาระบบ Thesis Management System แบบออนไลน์เพื่อแก้ปัญหาการจัดเก็บเอกสารที่ซ้ำซ้อนและลดข้อผิดพลาดจากระบบเอกสารกระดาษในวิทยาลัยของประเทศไนจีเรีย โดยระบบดังกล่าวช่วยให้

การติดตามสถานะเอกสาร การตรวจสอบ และการอนุมัติเอกสารสามารถทำได้รวดเร็วและโปร่งใสมากขึ้น อย่างไรก็ตาม ในงานวิจัยยังพบข้อจำกัดในด้านโครงสร้างพื้นฐาน เช่น ความไม่พร้อมของเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และความไม่พร้อมของบุคลากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ

Inkaew et al. (2022) ได้พัฒนาเว็บแอปพลิเคชันเพื่อการค้นคืนสารสนเทศปริญญาโทระดับปริญญาตรี สาขาวิชาสถิติ มหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยใช้แนวคิดวงจรชีวิตการพัฒนาแบบ (SDLC) ระบบรองรับผู้ใช้งาน 3 กลุ่ม ได้แก่ นักศึกษา คณาจารย์ และผู้ดูแลระบบ โดยมีฟังก์ชันหลัก เช่น การเข้าสู่ระบบ การเพิ่มข้อมูล การค้นคืน และการจัดการฐานข้อมูล การใช้งานช่วยให้สืบค้นข้อมูลได้สะดวกยิ่งขึ้น ทั้งยังแสดงรายงานสถิติเกี่ยวกับปัญญานิพนธ์ตามหมวดหมู่และอาจารย์ที่ปรึกษา ผลการประเมินความพึงพอใจพบว่า นักศึกษาและคณาจารย์มีความพึงพอใจในระดับมาก ($\mu = 4.04$ และ 3.81 ตามลำดับ) ขณะที่ผู้ดูแลระบบมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ($\mu = 4.30$)

Supapron et al. (2023) ได้พัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อบริหารจัดการงานวิจัยภายในสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี โดยใช้แนวคิด SDLC ครอบคลุม 5 ขั้นตอนหลัก และใช้เทคโนโลยี MySQL, Laravel และ PHP ในการพัฒนา ผลการทดสอบระบบกับผู้ใช้งาน 11 คน พบว่ามีระดับความพึงพอใจสูงมาก (เฉลี่ย 4.94) โดยผู้ใช้ให้คะแนนสูงสุดด้านความง่ายในการใช้งาน รองลงมาคือความตรงตามความต้องการ และความถูกต้องของระบบ แสดงให้เห็นว่าระบบสามารถตอบสนองต่อการใช้งานจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Tasuntia et al. (2024) ได้พัฒนาแพลตฟอร์มการตลาดสมัยใหม่สำหรับกลุ่มเกษตรกรจังหวัดสุรินทร์ โดยประยุกต์ใช้กระบวนการ วงจรการพัฒนาแบบ (Software Development Life Cycle: SDLC) เป็นกรอบในการพัฒนาระบบ ซึ่งครอบคลุมขั้นตอนการวางแผน การออกแบบ การพัฒนา การทดสอบ และการประเมินผลระบบ เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ Visual Studio Code, ภาษา PHP, jQuery, ฐานฐานข้อมูล MySQL และเทคโนโลยี LIFF เพื่อเชื่อมต่อกับแอปพลิเคชัน LINE ซึ่งเป็นแพลตฟอร์มที่เกษตรกรคุ้นเคย ผลการศึกษาพบว่า ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยกลุ่มเกษตรกรมีความพึงพอใจอยู่ในระดับสูง ($\mu = 4.32$, S.D. = 0.45) และกลุ่มผู้บริหารทั่วไปมีความพึงพอใจในระดับสูงเช่นกัน ($\mu = 4.40$, S.D. = 0.39)

4. กรอบแนวคิดงานวิจัย (Conceptual Framework)

กรอบแนวคิดการวิจัยในครั้งนี้ออกแบบตาม โมเดล Input-Process-Output (IPO) เพื่อแสดงโครงสร้างการทำงานของระบบบริหารจัดการปัญญานิพนธ์ที่พัฒนาขึ้น ดัง Figure 2.

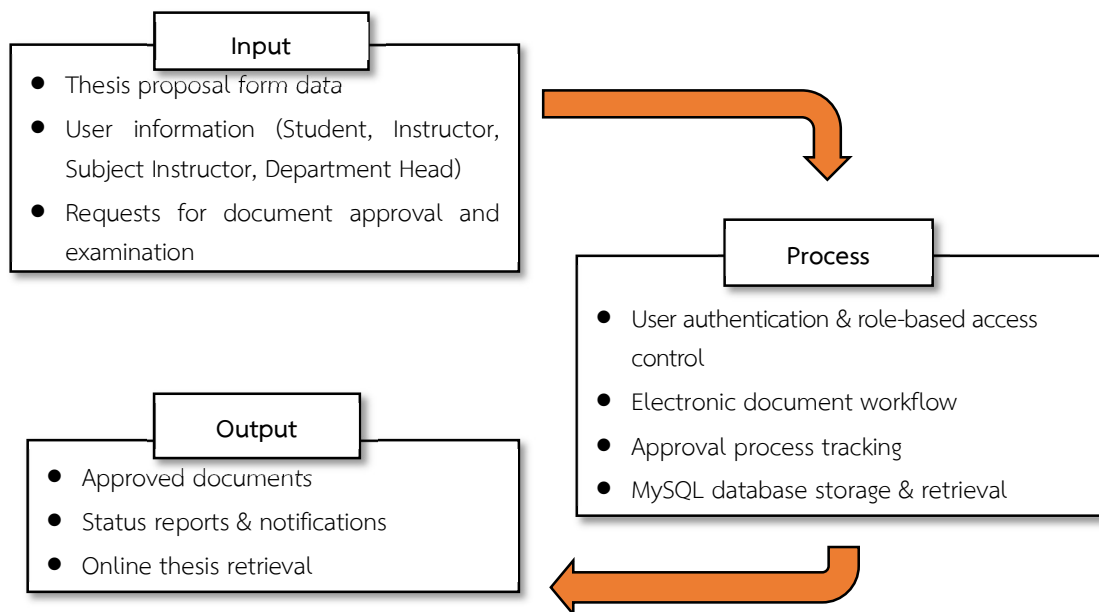


Figure 2. Conceptual model

จาก Figure 2. อธิบายดังนี้

ข้อมูลนำเข้า (Input) ประกอบด้วย ข้อมูลแบบฟอร์มเสนอหัวข้อปริญญานิพนธ์ ข้อมูลผู้ใช้งาน (นักศึกษา อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ผู้ประเมิน และหัวหน้าสาขา) และคำร้องขออนุมัติเอกสารหรือคำร้องขอสอบต่าง ๆ

กระบวนการ (Process) ประกอบด้วย การตรวจสอบสิทธิ์และกำหนดสิทธิ์การเข้าถึงของผู้ใช้งาน (Role-based Access Control) การสร้างและส่งเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ผ่านระบบงาน (Document Workflow) การติดตามสถานะการอนุมัติเอกสาร (Approval Process Tracking) และการจัดเก็บรวมถึงการค้นคืนข้อมูลจากฐานข้อมูล MySQL

ผลลัพธ์ (Output) ประกอบด้วย เอกสารที่ได้รับการอนุมัติในระบบ รายงานสถานะเอกสารพร้อมการแจ้งเตือนผู้ใช้งาน และระบบค้นคืนข้อมูลปริญญานิพนธ์ออนไลน์ กรอบแนวคิดนี้ช่วยให้การทำงานของระบบมีความเชื่อมโยงอย่างเป็นระบบ สนับสนุนการบริหารจัดการ การติดตามงาน และการเข้าถึงข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5. วิธีดำเนินงานวิจัย (Research Methodology)

5.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร คือ นักศึกษา บุคลากรสาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ และ บุคคลทั่วไปที่มีความสนใจในการค้นหาข้อมูลโครงการ/ปริญญานิพนธ์ผ่านระบบ

2. กลุ่มตัวอย่าง โดยใช้การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง ได้แก่

2.1 อาจารย์ประจำวิชา 1 คน

2.2 หัวหน้าสาขา 1 คน

2.3 อาจารย์สาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ จำนวน 9 คน

2.4 นักศึกษาสาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาโครงการทางเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ จำนวน 20 คน

2.5 บุคคลทั่วไป จำนวน 20 คน

5.2 ขั้นตอนการพัฒนากระบวนกรตามกระบวนการ SDLC

การพัฒนากระบวนกรสารสนเทศเพื่อการบริหารจัดการปริญญานิพนธ์ในครั้งนี้ ใช้กระบวนการพัฒนาระบบตาม System Development Life Cycle (SDLC) จำนวน 5 ขั้นตอน (Tasuntia et al., 2024) ดังนี้

1. การวางแผน

ศึกษาปัญหาและความต้องการของผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง เช่น นักศึกษา อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ประจำวิชา และหัวหน้าสาขา โดยกระบวนการบริหารจัดการปริญญานิพนธ์ในรูปแบบเดิม ยังเน้นการดำเนินงานด้วยเอกสารกระดาษเป็นหลัก โดยเริ่มจากนักศึกษายื่นแบบฟอร์มเสนอหัวข้อปริญญานิพนธ์ต่ออาจารย์ประจำวิชา เพื่อให้ตรวจสอบความครบถ้วนก่อนส่งต่อให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาความเหมาะสมของหัวข้อ เมื่อได้รับการอนุมัติ นักศึกษาจึงเริ่มดำเนินการเขียนและส่งรายงานฉบับร่างให้กับอาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบ จากนั้นรายงานจะถูกส่งต่อให้อาจารย์ผู้ประเมินเพื่อตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะ ก่อนที่หัวหน้าสาขาวิชาจะเป็นผู้ตรวจสอบและอนุมัติผลการประเมินในขั้นตอนสุดท้าย อย่างไรก็ตามระบบงานดังกล่าวมีข้อจำกัดหลายประการ เช่น การใช้เอกสารจำนวนมาก ความล่าช้าในการส่งต่อเอกสาร ความเสี่ยงในการสูญหายของข้อมูล และการขาดระบบติดตามความก้าวหน้าแบบเรียลไทม์ ส่งผลให้การบริหารจัดการขาดประสิทธิภาพและไม่ตอบสนองต่อการทำงานในยุคดิจิทัลอย่างเหมาะสม ดังแสดงใน Figure 3.

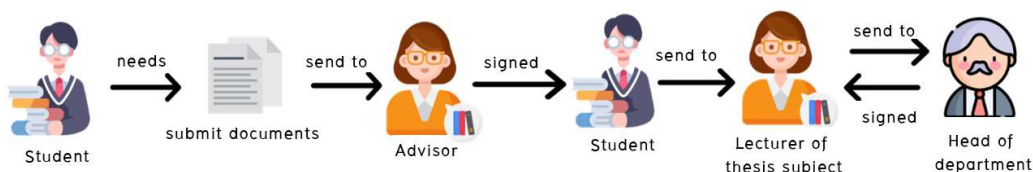


Figure 3. Workflow diagram of the existing system.

เมื่อทำการวิเคราะห์ข้อจำกัดของระบบเดิม เช่น การจัดการเอกสารที่ซ้ำซ้อน การติดตามสถานะเอกสารที่ใช้เวลานาน และความเสี่ยงในการสูญหายของข้อมูล จึงได้ทำการวิเคราะห์ระบบงานใหม่ คือ ระบบสารสนเทศเพื่อจัดการฐานข้อมูลปริญญาณิพนธ์ โดยมีผู้ใช้งานหลัก 5 กลุ่ม ได้แก่ อาจารย์ประจำวิชา หัวหน้าสาขา อาจารย์ สมาชิก (นักศึกษา) และผู้ใช้ทั่วไป โดยแต่ละกลุ่มสามารถดำเนินงานตามบทบาทของตน เช่น อาจารย์ประจำวิชาดำเนินการอนุมัติบัญชีสมาชิก กำหนดอาจารย์ที่ปรึกษา กรรมการสอบ ตารางสอบ และข่าวประชาสัมพันธ์ ส่วนอาจารย์สามารถอนุมัติเอกสาร ตรวจสอบ ตารางสอบ และข้อมูลที่เกี่ยวข้อง นักศึกษาสามารถขออาจารย์ที่ปรึกษา ส่งเอกสาร ขอสอบ และติดตามข่าวสาร ขณะที่ผู้ใช้ทั่วไปสามารถเข้าถึงข้อมูลเบื้องต้นและสมัครสมาชิก ระบบนี้ช่วยลดการใช้เอกสารแบบเดิม เพิ่มความสะดวกและประสิทธิภาพในการบริหารจัดการกระบวนการปริญญาณิพนธ์ ดังแสดงใน Figure 4.

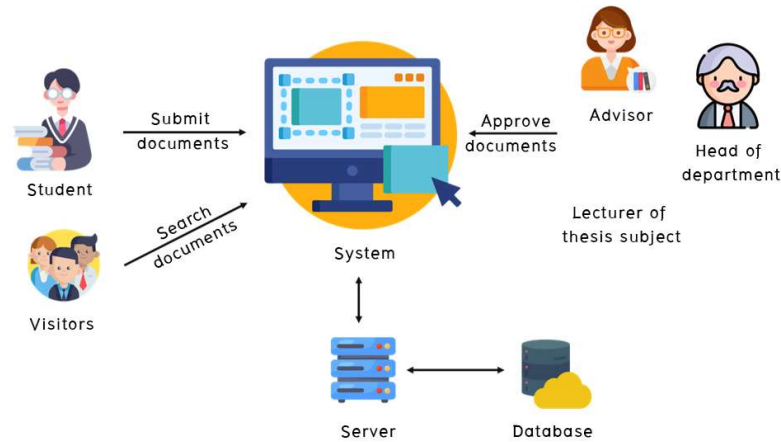


Figure 4. Workflow Diagram of the New System

2. การออกแบบระบบ

ออกแบบการทำงานของระบบด้วย Use Case Diagram ดัง Figure 5. เพื่อกำหนดบทบาทผู้ใช้งานและขั้นตอนการทำงาน โดยมีผู้ใช้งานหลัก 5 กลุ่ม ได้แก่ อาจารย์ประจำวิชา หัวหน้าสาขา อาจารย์ สมาชิก (นักศึกษา) และผู้ใช้ทั่วไป ออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้ (UX/UI Design) ให้ใช้งานง่ายและรองรับทุกอุปกรณ์ (Responsive Design) โดยนำข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนการวิเคราะห์มาใช้ในการออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้ (UX/UI) เพื่อให้สามารถตอบสนองความต้องการและพฤติกรรมการใช้งานของผู้ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยใช้เครื่องมือ Figma ในการออกแบบต้นแบบและจัดวางองค์ประกอบของระบบให้มีความเหมาะสมและใช้งานง่าย

3. การพัฒนาระบบ

ดำเนินการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อจัดการฐานข้อมูลปริญญาณิพนธ์ ตามที่ได้ออกแบบไว้ โดยเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบ ได้แก่ Visual Studio Code เป็นเครื่องมือหลักในการพัฒนา โดยใช้ภาษา PHP และ JavaScript สำหรับการประมวลผลในฝั่งเซิร์ฟเวอร์ และใช้ภาษา HTML, CSS ร่วมกับเฟรมเวิร์ก Bootstrap สำหรับการแสดงผลในฝั่งผู้ใช้งาน (Client-side) ภายใตระบบปฏิบัติการ Windows รวมถึงการจัดการเซิร์ฟเวอร์และฐานข้อมูล เลือกใช้ Laragon เป็น Web Server และใช้ phpMyAdmin สำหรับจัดการฐานข้อมูล โดยเชื่อมต่อกับระบบฐานข้อมูล MySQL เพื่อใช้จัดเก็บและบริหารจัดการข้อมูลของระบบ โดยการพัฒนาแบ่งออกเป็น 5 ส่วนหลัก ได้แก่ 1) สำหรับอาจารย์ประจำวิชา 2) สำหรับอาจารย์ที่ปรึกษา 3) สำหรับหัวหน้าสาขาวิชา 4) สำหรับสมาชิกนักศึกษา และ 5) ระบบสำหรับผู้ใช้งานทั่วไป การแบ่งส่วนการพัฒนาดังกล่าวช่วยให้สามารถบริหารจัดการสิทธิ์การเข้าถึงและหน้าที่ของแต่ละกลุ่มผู้ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพและตรงตามความต้องการ

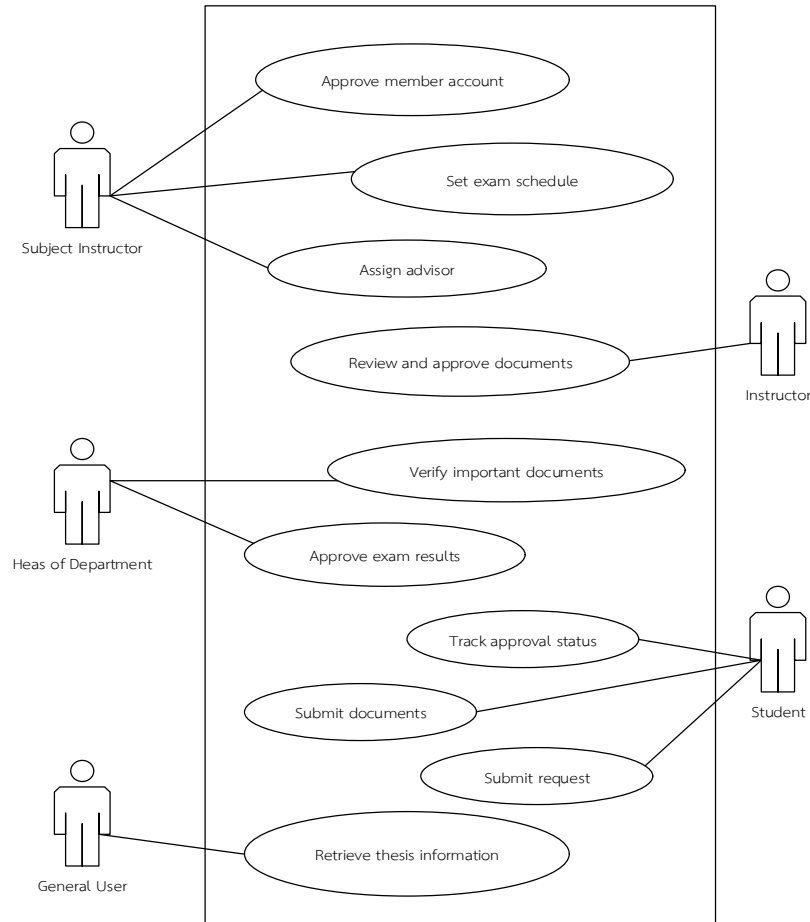


Figure 5. Use Case diagram

4. การทดสอบระบบ

เลือกใช้วิธีการทดสอบแบบกล่องดำ (Black Box Testing) ซึ่งเป็นกระบวนการทดสอบที่ไม่พิจารณาโครงสร้างภายในหรือรหัสของโปรแกรม แต่จะเน้นที่การตรวจสอบความถูกต้องของการทำงานตามข้อกำหนด (Requirements) โดยเน้นการป้อนข้อมูล (Input) และตรวจสอบผลลัพธ์ (Output) โดยไม่พิจารณาโค้ดภายใน ครอบคลุมทุกบทบาทผู้ใช้งาน ได้แก่ นักศึกษา อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ประจำวิชา หัวหน้าสาขา และบุคคลทั่วไป การทดสอบดำเนินการตามขั้นตอนการทำงานของระบบ ตั้งแต่การเข้าสู่ระบบ การส่งเอกสาร การติดตามสถานะ การอนุมัติ/ปฏิเสธ การค้นหาปริญญา นิพนธ์ จนถึงการสร้างรายงานสรุป โดยใช้กรณีทดสอบทั้งกรณีปกติและกรณีผิดพลาด เพื่อให้ครอบคลุมทุกสถานะและเงื่อนไขการทำงานของระบบ โดยแสดงสิ่งที่ทดสอบและผลลัพธ์ที่คาดหวังดัง Table 1.

Table 1. Black Box testing according to system workflow.

Process Step	Test Input	Expected Output
1. Login and Assign Permissions	Enter user accounts for each role	Access the main page according to permissions; deny access to unauthorized menus
2. Submit Document	Upload the file and fill in the information	Accept only allowed file types; save data successfully

Table 1. Black Box testing according to system workflow (Cont.).

Process Step	Test Input	Expected Output
3. Track Status and Notifications	Check the status after document submission	Display correct status; notify relevant parties
4. Approve Document	Click “Approve” at each stage	Status changes correctly in sequence
5. Reject Document and Revise	Click “Reject” with a reason	Reason is recorded; document is returned for student revisions
6. Search Thesis	Enter search keywords	Show results matching the search criteria, or display “No data found”
7. Generate Summary Report	Generate a report from the system	Report is accurate and complete; can be saved/printed

5. การประเมินผล

เมื่อการพัฒนาระบบเสร็จสิ้น ได้ดำเนินการนำระบบไปใช้งานจริงในสาขาวิชา โดยมีการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งาน 5 กลุ่มตัวอย่างตามที่กำหนด โดยใช้แบบสอบถามมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) ครอบคลุมด้านการออกแบบ ความสะดวกในการใช้งาน ประสิทธิภาพการทำงาน ความปลอดภัยของข้อมูล และการสนับสนุนการใช้งาน โดยก่อนการเก็บข้อมูล ได้มีการประสานงานไปยังผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง เพื่อขอความร่วมมือในการประเมินความพึงพอใจ ผู้เกี่ยวข้องจะทดลองใช้งานระบบจริงในบทบาทของตน จากนั้นจึงทำการประเมินความพึงพอใจผ่านแบบสอบถามที่จัดเตรียมไว้ แบบสอบถามดังกล่าวผ่านการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือในด้านความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน และตรวจสอบความเชื่อมั่น (Reliability) ด้วยวิธีการคำนวณค่าความเชื่อมั่นตามหลักสถิติ หลังจากนั้นก็นำข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถาม มาวิเคราะห์ด้วยสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน พร้อมทั้งความผลตามเกณฑ์การประเมินของลิเคิร์ต (Likert Rating Scale) (Srisaard, 2003) โดยมีระดับคะแนนและความหมายดังนี้

4.21 - 5.00 หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของระบบดีมาก

3.41 - 4.20 หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของระบบดี

2.61 - 3.40 หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของระบบปานกลาง

1.81 - 2.60 หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของระบบน้อย

1.00 - 1.80 หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของระบบน้อยมาก

ผลการวิเคราะห์ถูกนำไปใช้ในการปรับปรุงและแก้ไขระบบให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น เพื่อให้พร้อมสำหรับการนำไปใช้งานจริงอย่างมีประสิทธิภาพและตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานได้อย่างครบถ้วน

6. ผลการวิจัย (Results)

6.1 ผลการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อจัดการฐานข้อมูลปริญญานิพนธ์

ผลการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อจัดการฐานข้อมูลปริญญานิพนธ์มีการจำแนกผู้ใช้งาน 5 ส่วน คือ อาจารย์ประจำวิชา อาจารย์ หัวหน้าสาขา สมาชิกและผู้ใช้ทั่วไป โดยผู้ใช้งานทั่วไป สามารถเข้าชมข้อมูลและสมัครสมาชิกได้ สมาชิกสามารถใช้ระบบ ได้เต็มรูปแบบไม่ว่าจะเป็น การสร้างเอกสารหรือการเพิ่มบทความปริญญานิพนธ์ของตนเอง อาจารย์และหัวหน้าสาขา สามารถเพิ่มข่าวประชาสัมพันธ์ และลงนามเอกสารได้ ในส่วนของอาจารย์ประจำวิชาทำหน้าที่จัดการ การทำงานหลังบ้าน เช่น กำหนดตารางสอบกำหนดตารางส่งเอกสาร จัดการบัญชีผู้และอื่น ๆ โดยจำแนกผู้ใช้งานจากการเข้าสู่ระบบ โดยแสดงผลการพัฒนาหน้าหลักของระบบดัง Figure 6. - Figure 9.

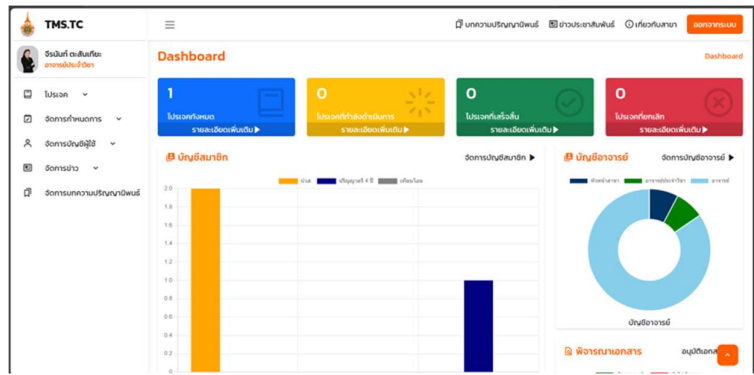


Figure 6. Dashboard of System

จาก Figure 6. แสดงหน้าจอเข้าสู่ระบบ (Login) ที่รองรับบทบาทผู้ใช้งานทั้ง 5 กลุ่ม พร้อมระบบตรวจสอบสิทธิ์ที่ป้องกันการเข้าถึงข้อมูลของกลุ่มอื่น

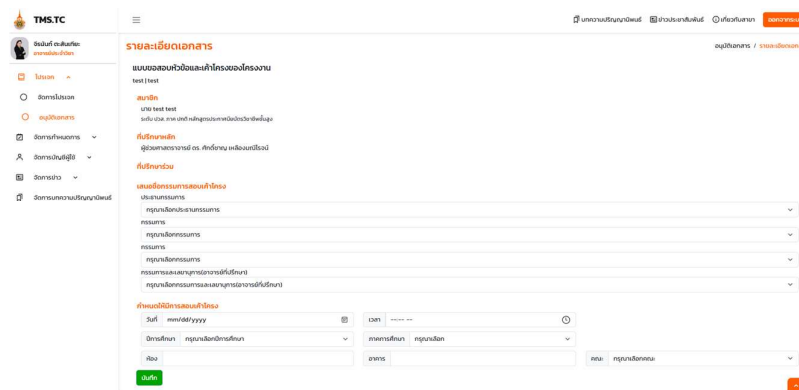


Figure 7. Project Management

จาก Figure 7. แสดงหน้าจอการส่งเอกสารของนักศึกษา ที่มีการตรวจสอบประเภทและขนาดไฟล์ก่อนการอัปโหลด พร้อมฟอร์มกรอกข้อมูลที่จำเป็นครบถ้วน

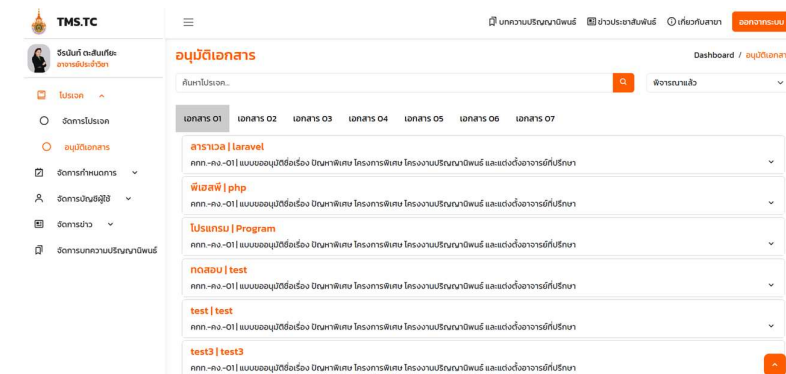


Figure 8. Approve the document from advisor.

จาก Figure 8. แสดงหน้าจอการอนุมัติเอกสารของอาจารย์ที่ปรึกษาและอาจารย์ประจำวิชา ที่สามารถให้เหตุผลการปฏิเสธและส่งกลับให้นักศึกษาแก้ไขได้

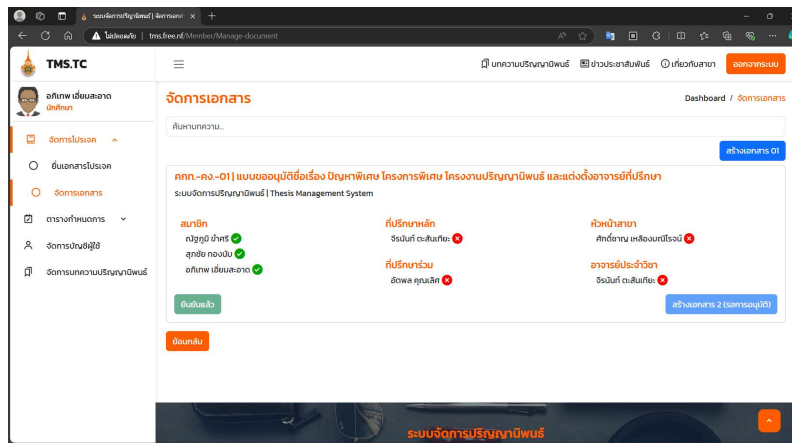


Figure 9. Add Project

Figure 9. แสดงหน้าจอการค้นหาคำปรึกษาที่เผยแพร่สู่สาธารณะ โดยค้นหาตามรหัส ชื่อเรื่อง หรือผู้แต่ง พร้อมฟังก์ชันการแสดงรายละเอียดเนื้อหาสรุป

Table 2. Comparison of Workflow Before and After Implementing the Thesis Management System

Comparison Aspect	Before Using the System	After Using the System
Document Approval Duration per Round	Average 7-14 days; required submitting paper documents and manual coordination	Average 2-3 days; online submission with automatic notifications
Data Accuracy	Prone to errors from duplicate or incomplete data entry	Automatic validation of format and data completeness
Status Tracking	Required manual inquiries, time-consuming	Real-time online status tracking
Communication Among Stakeholders	Relied on phone calls or emails, which could cause delays	Automatic notifications sent immediately to all relevant stakeholders
Thesis Information Search	Searched through separate physical documents or stored files	Online search by code, title, or author
Report Summary	Required manual data collection, time-consuming	System instantly generates accurate and ready-to-use summary reports

จาก Table 2. แสดงรายละเอียดการเปรียบเทียบในแต่ละประเด็นอย่างชัดเจน ผลการวิเคราะห์พบว่าระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถลดระยะเวลาในการดำเนินงาน เพิ่มความถูกต้องของข้อมูล และอำนวยความสะดวกในการติดตามสถานะได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังช่วยปรับปรุงการสื่อสารระหว่างผู้เกี่ยวข้อง การค้นหาข้อมูลคำปรึกษา และการสรุปรายงานให้รวดเร็วและแม่นยำมากขึ้น ซึ่งสะท้อนถึงความสามารถของระบบในการแก้ไขข้อจำกัดของระบบเดิมและยกระดับคุณภาพการจัดการปัญญานิพนธ์โดยรวม

6.2 ผลประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารจัดการปริญญาโท

การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบบริหารจัดการปริญญาโทในครั้งนี้ อ้างอิงเกณฑ์การประเมินหลัก 5 ด้าน ได้แก่ (1) ด้านประสิทธิภาพการทำงาน (System Capability) (2) ด้านความสะดวกในการใช้งาน (System Output Processing) (3) ด้านการออกแบบระบบ (System Design) (4) ด้านความปลอดภัยของข้อมูล (System Security) และ (5) ด้านภาพรวมการใช้งาน (Overall Satisfaction) แม้ด้านการประเมินหลักจะเหมือนกันในทุกกลุ่มผู้ใช้งาน แต่ข้อคำถามย่อยได้ปรับให้สอดคล้องกับบทบาทและหน้าที่ของผู้ใช้แต่ละกลุ่ม เช่น นักศึกษามีข้อคำถามเกี่ยวกับความง่ายในการส่งเอกสารและการติดตามสถานะ ขณะที่อาจารย์ที่ปรึกษามีข้อคำถามที่เกี่ยวข้องกับความชัดเจนของขั้นตอนอนุมัติและคุณภาพข้อมูลประกอบการพิจารณา ส่วนกลุ่มหัวหน้าสาขาเน้นข้อคำถามเกี่ยวกับความถูกต้องของรายงานและความรวดเร็วในการเข้าถึงข้อมูล

การออกแบบข้อคำถามในลักษณะนี้สอดคล้องกับหลักการของ ทฤษฎีความพึงพอใจของผู้ใช้ (User Satisfaction Theory) ที่เน้นประเมินประสบการณ์ผู้ใช้ตามบริบทการใช้งานจริงและความคาดหวังเฉพาะของแต่ละบทบาท เพื่อให้ผลการประเมินสะท้อนคุณค่าที่ระบบมอบให้ได้อย่างครบถ้วน ดังแสดงผลการประเมินใน Table 3. - Table 7.

Table 3. Evaluation Results of System Usage Satisfaction by the Subject Instructor (N = 1)

Evaluation Item	Satisfaction		
	μ	S.D.	Level
1. System capability	4.25	0.00	Very High
2. System output processing	4.50	0.00	Very High
3. System design	4.00	0.00	High
4. System security	5.00	0.00	Very High
5. Overall satisfaction	4.00	0.00	High
Overall average	4.35	0.00	Very High

จาก Table 3. แสดงผลการประเมินความพึงพอใจในการใช้งานระบบของอาจารย์ประจำวิชา พบว่า ภาพรวมอยู่ในระดับ ดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.35 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.00 ซึ่งแสดงถึงความเห็นที่สอดคล้องกันอย่างชัดเจน จากผลการประเมินข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถตอบสนองความต้องการของอาจารย์ผู้ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพในหลายด้าน โดยเฉพาะในด้านความปลอดภัย ($\mu=5.00$) และการประมวลผลของระบบ ($\mu = 4.50$) ที่ได้รับคะแนนในระดับดีมาก

Table 4. Evaluation Results of System Usage Satisfaction by the Instructor (N = 9)

Evaluation Item	Satisfaction		
	μ	S.D.	Level
System capability	4.61	0.06	Very High
System output processing	4.58	0.05	Very High
System design	4.50	0.10	Very High
System security	4.81	0.05	Very High
Overall satisfaction	4.78	0.42	Very High
Overall average	4.66	0.14	Very High

จาก Table 4. พบว่า ค่าเฉลี่ยภาพรวมของความพึงพอใจในการใช้งานระบบของกลุ่มอาจารย์อยู่ที่ 4.66 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.14 ซึ่งอยู่ในระดับดีมาก เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า ผลการประเมินทุกด้านอยู่ในระดับดีมากทุกด้าน โดยด้านความปลอดภัยของระบบ มีผลการประเมินสูงที่สุด ($\mu = 4.81$) ผลการประเมินดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าระบบสามารถตอบสนองการใช้งานของกลุ่มอาจารย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพและน่าพึงพอใจในทุกด้าน

Table 5. Evaluation Results of System Usage Satisfaction by the Head of Department (N = 1)

Evaluation Item	Satisfaction		
	μ	S.D.	Level
System capability	4.25	0.00	Very High
System output processing	4.25	0.00	Very High
System design	4.25	0.00	Very High
System security	4.33	0.00	Very High
Overall satisfaction	4.00	0.00	Very High
Overall average	4.22	0.00	Very High

จาก Table 5. พบว่า ค่าเฉลี่ยภาพรวมความพึงพอใจของหัวหน้าสาขาอยู่ที่ 4.22 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.00 ซึ่งอยู่ในระดับดีมาก โดยในแต่ละด้านมีผลการประเมินดังนี้ ด้านความสามารถของระบบ มีค่าเฉลี่ย 4.25 ด้านการประมวลผลผลลัพธ์ของระบบ มีค่าเฉลี่ย 4.25 ด้านการออกแบบระบบ มีค่าเฉลี่ย 4.25 ด้านความปลอดภัยของระบบ มีค่าเฉลี่ย 4.33 ด้านความพึงพอใจโดยรวม มีค่าเฉลี่ย 4.00 ผลการประเมินข้างต้นสะท้อนให้เห็นว่าระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถสนับสนุนการทำงานของหัวหน้าสาขาได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสร้างความพึงพอใจในระดับที่ดีมาก

Table 6. Evaluation Results of System Usage Satisfaction by Student (N = 20)

Evaluation Item	Satisfaction		
	μ	S.D.	Level
System capability	4.68	0.08	Very High
System output processing	4.53	0.13	Very High
System design	4.64	0.12	Very High
System security	4.62	0.09	Very High
Overall satisfaction	4.75	0.54	Very High
Overall average	4.64	0.17	Very High

จาก Table 6. พบว่าผลการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มสมาชิกผู้ใช้งานระบบ จำนวน 20 คน พบว่า มีระดับความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.64 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.17 เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือ ด้านความพึงพอใจโดยรวม ($\mu = 4.75$) แสดงให้เห็นว่าผู้ที่มีความพึงพอใจต่อระบบในภาพรวมเป็นอย่างมาก ในขณะที่ ด้านที่มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ ด้านการประมวลผลผลลัพธ์ของระบบ ($\mu = 4.53$) อย่างไรก็ตาม ค่าเฉลี่ยดังกล่าวยังคงอยู่ในระดับความพึงพอใจดีมาก ซึ่งแสดงถึงคุณภาพของระบบที่สามารถตอบสนองความต้องการของสมาชิกได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Table 7. Evaluation Results of System Usage Satisfaction by General Users (N = 20)

Evaluation Item	Satisfaction		
	μ	S.D.	Level
System capability	4.58	0.11	Very High
System output processing	4.54	0.04	Very High
System design	4.68	0.07	Very High
Overall satisfaction	4.60	0.49	Very High
Overall average	4.60	0.18	Very High

จาก Table 7. พบว่าผลการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มผู้ใช้งานทั่วไป จำนวน 20 คน พบว่า มีระดับความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.60 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.18 ด้านที่ได้รับคะแนนเฉลี่ยสูงสุดคือ ด้านการออกแบบระบบ ($\mu = 4.68$) สะท้อนให้เห็นว่าผู้ใช้งานทั่วไปให้ความสำคัญและพึงพอใจกับรูปแบบการออกแบบของระบบที่ใช้งานง่ายและเหมาะสม ส่วนด้านที่มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ ด้านการประมวลผลผลลัพธ์ของระบบ ($\mu = 4.54$) แม้จะต่ำที่สุดในกลุ่ม แต่ยังคงอยู่ในระดับดีมากเช่นกัน

7. สรุปผลการวิจัย (Conclusion)

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารจัดการปริญญานิพนธ์ กรณีศึกษา สาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ มทร.อีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ โดยยึดกระบวนการพัฒนาระบบแบบ SDLC ซึ่งจำแนกการใช้งานออกเป็น 5 กลุ่ม ได้แก่ อาจารย์ประจำวิชา อาจารย์ หัวหน้าสาขา สมาชิก และผู้ใช้งานทั่วไป พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจในระดับมากถึงมากที่สุดในทุกด้าน ทั้งด้านสมรรถนะของระบบ การประมวลผลและแสดงผลข้อมูล การออกแบบระบบ ความปลอดภัย และความพึงพอใจโดยรวมโดยเฉพาะสมาชิกและอาจารย์ที่ปรึกษาซึ่งให้คะแนนเฉลี่ยรวมสูงสุดที่ 4.75 ($\mu = 4.75$) และ 4.78 ($\mu = 4.78$) ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าระบบมีความเหมาะสมต่อการใช้งานจริง และสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีความเหมาะสมและความพร้อมของระบบในการใช้งานจริง

8. อภิปรายผลการวิจัย (Discussion)

ผลการวิจัยพบว่าผู้ใช้ทุกกลุ่ม ได้แก่ อาจารย์ประจำวิชา อาจารย์ที่ปรึกษา หัวหน้าสาขา นักศึกษา และผู้ใช้งานทั่วไป มีความพึงพอใจต่อระบบในระดับสูงในทุกด้าน ทั้งความสามารถของระบบ การประมวลผล การออกแบบ ความปลอดภัย และความพึงพอใจโดยรวม สอดคล้องกับแนวคิดของ Srisaard (2003) ที่ชี้ว่าระบบสารสนเทศที่ออกแบบให้ใช้งานง่ายและตอบโจทย์ความต้องการผู้ใช้จะเพิ่มประสิทธิภาพและความพึงพอใจ ตลอดจนสนับสนุนผลการศึกษาของ Inkaew et al. (2022) และ Supapron et al. (2023) ที่ยืนยันว่าการใช้การจัดการสิทธิ์ผู้ใช้แบบ Role-Based Access Control และการติดตามสถานะการอนุมัติช่วยเพิ่มความรวดเร็ว และลดความซับซ้อน นอกจากนี้ ยังสอดคล้องกับกรอบการพัฒนาตามวงจรชีวิตการพัฒนาระบบ (SDLC) ตามแนวทางของ Tasuntia et al. (2024) ที่เน้นการวางแผน ออกแบบ พัฒนา ทดสอบ และประเมินผลอย่างเป็นระบบ ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ส่งผลต่อความพึงพอใจและการยอมรับระบบของผู้ใช้งาน

9. ข้อเสนอแนะงานวิจัย (Recommendation)

1. ระบบอาจเพิ่มฟังก์ชันการใช้งานผ่านการใช้งานแอป LINE เช่น ผู้ใช้สามารถดำเนินการอนุมัติ เอกสารใด ๆ ผ่าน LINE Official Account ได้ โดยที่ไม่ต้องเข้าสู่ระบบบ่อยครั้ง ผู้ใช้สามารถทราบผลการ ดำเนินการผ่าน LINE Official Account ได้ เป็นต้น
2. เพิ่มการแจ้งเตือน และระบบการติดตามความก้าวหน้าแบบเรียลไทม์

10. เอกสารอ้างอิง (References)

- Abdul-Salaam, A. O. (2024). Development of a Framework to Implement a Web-Based Thesis Management System in Colleges of Education in Nigeria. *American Journal of Education and Technology*, 3(4), 60-71. <https://doi.org/10.54536/ajet.v3i4.3678>.
- Faculty of Agriculture and Technology. (2012). *Manual for Conducting Thesis and Senior Project*. Rajamangala University of Technology Isan, Surin Campus. (In Thai)
- Goodhue, D. L., & Thompson, R. L. (1995). Task-Technology Fit and Individual Performance. *MIS Quarterly*, 19(2), 213-236. <https://doi.org/10.2307/249689>.
- In Easy Steps. (2021). PHP in Easy steps. <https://ineasysteps.com/wp-content/uploads/2021/03/PHP-in-easy-steps-4th-edition-TOCCh1.pdf>.

- Inkaew, P., Chuachan, P., & Chaisiwamongkol, W. (2022). The Web Application Development for Information Dissertation Retrieval for Undergraduate, Department of Statistics, Faculty of Science, Khon Kaen University. *KKU Science Journal*, 50(2), 114-125. (In Thai)
- Jeyaraj, A. (2020). DeLone & McLean Models of Information System Success: Critical Meta-review and Research Directions. *International Journal of Information Management*, 54, 102139. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2020.102139>.
- Srisaard, B. (2003). *Basic Research* (8th ed.). Suweeriyasarn Publishing. (In Thai)
- Srisutam, P., Leerunghavarat, R., & Heebjankri, N. (2022). The Development of Management Information System for Thesis. *Udon Thani Rajabhat University Journal of Science and Technology*, 10(2), 139-154. (In Thai)
- Supaartagorn, C. (2020). *Creating Web Applications and Connecting Databases with PHP + MySQL/MariaDB*. Simplify. (In Thai)
- Supapron, P., Cherdchomklin, L., Wutti, A., & Tana, K. (2023). Information System Development for Research Information Management at Research and Develop Institute in Rambhai Barni Rajabhat University. *Journal of Industrial Education*, 22(2), 88-97. (In Thai)
- Tasuntia, J., Chaiwachirakhampon, A., Hiranrat, W., & Silachot, K. (2024). Modern Marketing Platform for Surin Farmer Group. *Information Technology Journal KMUTNB*, 20(2), 14-24. <https://doi.org/10.14416/j.it/2024.v2.002>. (In Thai)

Development of Learning Outcomes via Competency-Based Web Learning in the Topic of Integrated Marketing Communication for Higher Vocational Certificate Students

Under Office of the Vocational Education Commission

การพัฒนาผลลัพธ์การเรียนรู้ผ่านเว็บอิงฐานสมรรถนะ เรื่อง การสื่อสารการตลาดเชิงบูรณาการ
ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

Sorrawee Thammasanwinyoo^{1,*}, and Wudhijaya Philuek²

สรวิทย์ ธรรมสารวิญญู^{1,*}, และ วุฒิชัย พิลึก²

Received: 9 June 2025;

Revised: 23 August 2025;

Accepted: 25 August 2025;

Published: 26 August 2025;

Abstract

This study aimed to: 1) examine the learning outcomes of students who participated in the competency-based web learning system on integrated marketing communication; and 2) investigate the acceptance factors influencing students' adoption of the competency-based web learning system on integrated marketing communication. The target group comprised 53 second-year Higher Vocational Certificate students from Saraburi Industrial and Community Education College enrolled in the second semester of the 2024 academic year, selected through purposive sampling. The research tools included: 1) the competency-based web learning system on integrated marketing communication; 2) a professional competency assessment tool aligned with the 2020 Higher Vocational Certificate curriculum in Business Administration, Marketing major, under the Office of the Vocational Education Commission; and 3) a questionnaire assessing acceptance factors for the competency-based web learning system. The study employed statistical analyses such as the index of item-objective congruence (IOC), percentage, mean, standard deviation, paired t-test, and correlation coefficient analysis. The findings revealed that: 1) students' post-learning outcomes were significantly higher than their pre-learning outcomes at the .05 level; and 2) all 28 pairs of acceptance factors exhibited positive correlations, with correlation coefficients ranging from .392 to .788., meaning that when one acceptance factor increases, the other acceptance factor that is related to it increases as well.

Keywords: Web-Based Learning, Competency-Based, Acceptance Factors, Learning Outcomes

¹ Master Student, Program in Computer Education, Faculty of Education, Nakhon Sawan Rajabhat University, Nakhon Sawan 60220, Thailand; นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ 60220 ประเทศไทย; Email: sorrawee.t@nsru.ac.th

² Assistant Professor, Dr., Program in Computer Education, Faculty of Education, Nakhon Sawan Rajabhat University, Nakhon Sawan 60220, Thailand; ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ 60220 ประเทศไทย; Email: wudhijaya@nsru.ac.th

*Corresponding authors: Sorrawee Thammasanwinyoo (sorrawee.t@nsru.ac.th)



บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงที่เรียนรู้ผ่านเว็บอิงฐานสมรรถนะ เรื่องการสื่อสารการตลาดเชิงบูรณาการ และ 2) ศึกษาปัจจัยการยอมรับการเรียนรู้ผ่านเว็บอิงฐานสมรรถนะ เรื่อง การสื่อสารการตลาดเชิงบูรณาการ ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง กลุ่มเป้าหมายในการศึกษา คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 (ปวส.2) วิทยาลัยการอาชีพสระบุรี จำนวน 53 คน ที่ลงทะเบียนเรียน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 โดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ 1) เว็บอิงฐานสมรรถนะ เรื่อง การสื่อสารการตลาดเชิงบูรณาการ 2) เครื่องมือประเมินมาตรฐานวิชาชีพ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 ประเภทวิชาบริหารธุรกิจ สาขาวิชาการตลาด สาขางานการตลาด ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา และ 3) แบบสำรวจปัจจัยการยอมรับการเรียนรู้ผ่านเว็บอิงฐานสมรรถนะ สถิติในการศึกษา ได้แก่ ค่าดัชนีความสอดคล้อง ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าที กรณีกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน และการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ผลการศึกษา พบว่า 1) ผลลัพธ์การเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนผ่านเว็บอิงฐานสมรรถนะ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 2) ผลการทดสอบค่าความสัมพันธ์ของปัจจัยการยอมรับการเรียนรู้ผ่านเว็บอิงฐานสมรรถนะ ทั้งหมด 28 คู่ มีความสัมพันธ์กันเชิงบวกทุกคู่ มีค่า ระหว่าง .392 ถึง .788 นั่นคือ เมื่อปัจจัยการยอมรับหนึ่งเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้อีกปัจจัยการยอมรับที่สัมพันธ์กันเพิ่มตามไปด้วย

คำสำคัญ: การเรียนรู้ผ่านเว็บ, ฐานสมรรถนะ, ปัจจัยการยอมรับ, ผลลัพธ์การเรียนรู้

1. บทนำ (Introduction)

กระทรวงศึกษาธิการ ได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของการปฏิรูปกระบวนการเรียนรู้ที่ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงศตวรรษที่ 21 โดยจะมีการปรับรูปแบบการเรียนรู้และการสอนเพื่อพัฒนาทักษะและอาชีพของคนทุกช่วงวัย ด้วยการปรับโครงสร้างหลักสูตรการศึกษาให้ทันสมัยและนำเทคโนโลยีเข้ามามีส่วนร่วมจัดการเรียนการสอน รวมทั้งขยายประสิทธิภาพการทำงานของดิจิทัลแพลตฟอร์มเพื่อการเรียนรู้แห่งชาติ (National Digital Learning Platform: NDLP) ระยะที่ 1 จากการเรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นการสื่อสารและการเรียนแบบสองทาง โดยนำดิจิทัลแพลตฟอร์มมาสนับสนุนการจัดการเรียนการสอน ทั้งยังได้เสนอหลักการของโครงการส่งเสริมการเรียนรู้ขั้นพื้นฐานทุกที่ทุกเวลา ระยะที่ 2 เพื่อจัดหาอุปกรณ์การเรียนที่เหมาะสมต่อผู้เรียนแต่ละวัย และได้รับการอนุมัติจากมติคณะรัฐมนตรี ในเดือนกุมภาพันธ์ ปีพุทธศักราช 2567 (Office of the Permanent Secretary, 2024)

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ในสังกัดกระทรวงศึกษาธิการ เป็นหน่วยงานหลักในการจัดการศึกษาและฝึกอบรมวิชาชีพเพื่อผลิตและพัฒนากำลังคนทั้งในระดับกึ่งฝีมือ ระดับฝีมือระดับเทคนิคและระดับเทคโนโลยีในทุกสาขาวิชา อย่างมีคุณภาพและได้มาตรฐาน สอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม สิ่งแวดล้อม และความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี สนองต่อความต้องการของตลาดแรงงานและการประกอบอาชีพอิสระ โดยกำหนดให้ผู้เรียนในระบบปกติ เรียนรู้ในสถานประกอบการเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ภาคเรียน และกำหนดให้ผู้เรียนในระบบทวิภาคี เรียนในสถานศึกษาทั้งหนึ่งและเรียนในสถานประกอบการอีกทั้งหนึ่ง จากรูปแบบการเรียนดังกล่าวจะเห็นได้ว่าผู้เรียนในสถานศึกษาอาชีวศึกษาเป็นกลุ่มที่ได้รับประโยชน์จากการปฏิรูปกระบวนการเรียนรู้ที่ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงศตวรรษที่ 21 ของกระทรวงศึกษาธิการ (Office of the Vocational Education Commission, 2019)

เพื่อให้ผู้เรียนอาชีวศึกษาสามารถเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลาผ่านดิจิทัลแพลตฟอร์มหรือการจัดการเรียนการสอนผ่านระบบเทคโนโลยีดิจิทัล จึงควรมีการพัฒนาสื่อการสอนเสริมในลักษณะของสื่อประสมที่นำสื่อหลากหลายชนิดมาใช้ในการนำเสนอเนื้อหาในรูปแบบต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นเสียง ข้อความ ภาพเคลื่อนไหว ภาพนิ่ง และสามารถแสดงข้อมูลออกมาในรูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ เพื่อช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ และมีความยืดหยุ่นในการเข้าถึงเนื้อหา

Khampongpai (2020) โดยสามารถใช้ร่วมกับการจัดการเรียนการสอนผ่านเว็บ หรือ Web - Based Learning (WBL) ซึ่งใช้เว็บไซต์เว็บเป็นศูนย์กลางในการจัดการเรียนการสอน ลักษณะของบทเรียนประกอบไปด้วยเนื้อหา รูปภาพประกอบ เสียง และภาพเคลื่อนไหว ทั้งนี้ผู้สอนและผู้เรียนสามารถใช้เว็บเพจในการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น สืบค้น ทำแบบฝึกหัด ข้อสอบได้ โดยไม่จำกัดเวลาและสถานที่ (Changkanak, 2017)

การเรียนรู้ผ่านเว็บมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาความสามารถของนักศึกษาอาชีวศึกษา โดยการเพิ่มทักษะทางปัญญา ความสามารถในการสื่อสาร และการมีส่วนร่วมโดยรวมในการเรียนรู้ ซึ่งเป็นการนำเทคโนโลยีมาใช้อำนวยความสะดวกในการเข้าถึงทรัพยากรการเรียนรู้และส่งเสริมการคิดเชิงวิพากษ์และการทำงานร่วมกันในหมู่นักศึกษา ด้วยแนวทางนี้สอดคล้องกับความต้องการของการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่จำเป็นสำหรับการศึกษาอาชีวศึกษา โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเพิ่มทักษะความรู้ความเข้าใจในลักษณะแบบจำลองการเรียนรู้ แบบแนะนำการค้นพบ เมื่อนำไปใช้ผ่านสื่อออนไลน์ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพปานกลางในการปรับปรุงความสามารถทางปัญญาของนักศึกษาอาชีวศึกษา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในวิชาที่ซับซ้อนเช่น วิชาฐานข้อมูล โดยมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ (Tsania et al., 2023) อีกทั้งการเรียนรู้ผ่านเว็บเป็นสื่อที่มีโต้ตอบได้ทำให้เกิดอัตราความสำเร็จของนักศึกษา (Suryani et al., 2018) เช่น มีการพัฒนาหลักสูตรการเรียนการสอนบนเว็บ เช่น หลักสูตรของ BBC เพื่อช่วยเพิ่มทักษะการพูดของนักศึกษาอาชีวศึกษาอย่างมีนัยสำคัญ (Imran & Sulviana, 2022) และเป็นกลยุทธ์การเรียนรู้แบบอิสระหรือรายบุคคลที่อำนวยความสะดวกผ่านเว็บ ได้รับการแสดงให้เห็นว่าช่วยปรับปรุงความสามารถทางการเรียน ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญสำหรับนักศึกษาอาชีวศึกษาในตลาดงานโลกาภิวัตน์ (Beibei, 2011)

2. วัตถุประสงค์งานวิจัย (Research Objectives)

1. เพื่อศึกษาผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักศึกษาระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงที่เรียนผ่านการเรียนรู้ผ่านเว็บอิงฐานสมรรถนะ เรื่องการสื่อสารการตลาดเชิงบูรณาการ
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการยอมรับการเรียนรู้ผ่านเว็บอิงฐานสมรรถนะ เรื่อง การสื่อสารการตลาดเชิงบูรณาการ ของนักศึกษาระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

3. การทบทวนวรรณกรรมและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง (Literature Review)

4.1 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษากับการประยุกต์ใช้หลักสูตรฐานสมรรถนะ

แผนการปฏิรูปประเทศด้านการศึกษา พ.ศ. 2564 (ฉบับปรับปรุง) ซึ่งมีเป้าประสงค์เพื่อยกระดับคุณภาพของการจัดการศึกษา ลดความเหลื่อมล้ำทางการศึกษา มุ่งความเป็นเลิศและสร้างขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ ได้กำหนดให้การพัฒนาการจัดการเรียนการสอนมุ่งสู่การเรียนรู้ฐานสมรรถนะ (Announcement of the Office of the Prime Minister: Promulgation of the National Reform Plan (Revised Edition), 2021) กระทรวงศึกษาธิการจึงอาศัยอำนาจแห่งพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ที่แก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2545 กำหนดให้ปรับปรุงหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ให้มีลักษณะเป็นหลักสูตรฐานสมรรถนะ (Competency-Based Curriculum) ที่มุ่งให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาสมรรถนะหลักที่สำคัญต่อการใช้ชีวิต การทำงาน และการเรียนรู้ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตอย่างมีคุณภาพในโลกศตวรรษที่ 21 ทั้งยังส่งเสริมให้ผู้เรียนได้บำเพ็ญ พัฒนา และต่อยอด สมรรถนะอื่นได้เต็มตามศักยภาพของแต่ละบุคคล โดยกรอบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานฐานสมรรถนะ จะกำหนดชุดของผลลัพธ์การเรียนรู้ตามสมรรถนะหลักที่สำคัญจำเป็น (Minimum Requirements) เพื่อการพัฒนาผู้เรียนจนสำเร็จการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยปรับมุมมองผู้สอนในการออกแบบและจัดการเรียนรู้ให้เน้นสมรรถนะมากกว่าการเน้นที่เนื้อหาสาระ

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาได้พัฒนาหลักสูตรอาชีวศึกษาให้มีความสอดคล้องเชื่อมโยงกับกรอบคุณวุฒิแห่งชาติและมาตรฐานอาชีพ โดยจัดทำข้อกำหนดเฉพาะของหลักสูตรและรายวิชา เพื่อเป็นกระบวนการในการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะที่สามารถวัดผลประเมินผลตามสภาพจริงได้ มีขั้นตอนสำคัญคือต้องนำมาตราฐานอาชีพหรือมาตรฐานสมรรถนะ (Occupational Standards/ Competency Standards) ของอาชีพที่เลือกจะพัฒนาหลักสูตรมาเป็นแกนหรือเป็นหลักในการจัดทำ ในกรณีที่มาตรฐานอาชีพอยู่แล้วจะต้องนำมาทวนสอบ (Verify) และปรับให้เข้ากับสภาพงานหรืออุตสาหกรรมท้องถิ่น ซึ่งจะวิเคราะห์ตั้งแต่ความมุ่งหมายหลัก บทบาทหลัก หน้าที่หลัก หน่วยสมรรถนะและสมรรถนะย่อย รวมทั้งเกณฑ์การปฏิบัติงาน ขอบเขต หลักฐานการปฏิบัติงานและหลักฐานความรู้ที่ต้องการ ตลอดจน

แนวทางการประเมิน เพื่อสรุปเป็นมาตรฐานอาชีพหรือมาตรฐานสมรรถนะ แล้วนำข้อมูลนั้นมาแปลงเป็นหลักสูตรฐานสมรรถนะ (Office of the Vocational Education Commission, 2019)

เนื้อหาบทเรียนรายวิชา การสื่อสารการตลาดเชิงบูรณาการ (รหัสวิชา 30200-1002) ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) พุทธศักราช 2563 ของสำนักงานมาตรฐานการอาชีวศึกษาและวิชาชีพ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (สอศ.) ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับหลักการการสื่อสารการตลาด กระบวนการสื่อสารการตลาด เครื่องมือสื่อสารการตลาด การวางแผนและการกำหนดกลยุทธ์การสื่อสารการตลาดแบบออนไลน์ (On-line) และออฟไลน์ (Off-line) ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการสื่อสารการตลาด การวัดผลและประเมินผลการสื่อสารการตลาดเชิงบูรณาการ โดยมีสมรรถนะรายวิชาคือ 1) แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการและกระบวนการสื่อสารการตลาด และ 2) วางแผนและประยุกต์ใช้เครื่องมือสื่อสารการตลาดเชิงบูรณาการตามหลักการและสถานการณ์

Promla & Sintanakul (2021) ได้ศึกษาเรื่องผลการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะแบบผสมผสานการสอนบนเว็บไซต์กับการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานตามกระบวนการ MIAP เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียนหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ และศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบโดยใช้วิธีการวิจัยเชิงทดลอง ในกระบวนการออกแบบเครื่องมือได้ศึกษาเนื้อหาที่เหมาะสมสำหรับนำมาใช้จัดการเรียนรู้ตามรูปแบบกำหนดเนื้อหาสำหรับใช้ในการพัฒนาแผนจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะและเว็บช่วยสอน จากนั้นพัฒนาเว็บช่วย ตามหลักการออกแบบของ ADDIE Model บนระบบจัดการเรียนรู้ Moodle แล้วพัฒนาแผนการสอนตามรูปแบบ โดยทำการวิเคราะห์งานของแต่ละหน่วยการเรียนรู้ที่ต้องใช้ความรู้ ทักษะ และเงื่อนไขการปฏิบัติงาน วิเคราะห์ขั้นตอนการปฏิบัติงาน จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมทางด้านทฤษฎีและปฏิบัติ ออกแบบใบงาน และผลงานตัวอย่างที่จะใช้เป็นโจทย์ ออกแบบใบเนื้อหา ใบขั้นตอนการปฏิบัติงานให้มีการแสดงตัวอย่างชิ้นงานเมื่อปฏิบัติงานเสร็จ สำหรับกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจนำไปสู่การสืบค้นความรู้เพื่อปฏิบัติงาน ใบทดสอบเพื่อวัดผลด้านทฤษฎี ใบประเมินผลการปฏิบัติงาน และเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูปรีด ผลการวิจัยพบว่า 1) ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบที่นำเสนอมีระดับทักษะการคิดเชิงคำนวณ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะแบบผสมผสานถูกออกแบบให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้นำไปแก้ปัญหาโดยมีการวางแผนอย่างเป็นขั้นตอน รวมทั้งในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการเรียนรู้ ผู้เรียนจะได้ฝึกฝนทักษะย่อยต่าง ๆ ของทักษะการคิดเชิงคำนวณจนครบถ้วน นอกจากนี้การใช้ผลงานตัวอย่างที่กำหนดเป็นโจทย์ของการเรียน ได้ออกแบบให้สามารถประยุกต์ใช้ในการประกอบอาชีพจริงตามสมรรถนะรายวิชา

4.2 การเรียนรู้ผ่านเว็บ (Web-Based Learning; WBL)

Nachairit (2019) ให้ความหมายเกี่ยวกับการเรียนรู้ผ่านเว็บว่า เป็นการจัดการเรียนการสอนที่มีสภาพการเรียนต่างไปจากรูปแบบเดิม โดยอาศัยศักยภาพและความสามารถของอินเทอร์เน็ต เช่น E-mail, Web board, Chat Room, เครื่องมือสืบค้น (Search Engine) การประชุมทางไกล (Video Conferencing) เป็นต้น ซึ่งทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา สอดคล้องกับ Changkanak (2017) ที่กล่าวถึงบทเรียนบนเว็บว่า เป็นการเรียนการสอนที่ใช้เว็บไซต์เว็บเป็นสื่อหรือตัวกลางในการเรียนการสอนร่วมกันระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน ในลักษณะของบทเรียนที่ประกอบไปด้วยเนื้อหา รูปภาพประกอบ เสียง และภาพเคลื่อนไหว ผู้สอน และผู้เรียนสามารถใช้เว็บเพจในการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น สืบค้น ทำแบบฝึกหัด ข้อสอบ และกิจกรรมการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้จากจุดเชื่อมต่อเครือข่าย และการเชื่อมต่อระยะไกล ผ่านโมเด็มโดยไม่จำกัดเวลาและสถานที่

Thamsuwan (2023) ได้ศึกษาเรื่องการพัฒนาเว็บฝึกอบรมด้วยโมเดลการโค้ชแบบโกรวร่วมกับเทคนิคการตลาดโอดา เพื่อส่งเสริมความสามารถด้านการพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับผู้เรียนระดับอุดมศึกษา พบว่า ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนแบบประเมินตนเองของผู้เข้าร่วมฝึกอบรมที่มีความรู้ด้านการพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ทั้งระดับเริ่มต้นและปฏิบัติการ ทั้งสองกลุ่มมีความสามารถด้านการพาณิชย์หลังฝึกอบรมสูงกว่าก่อนฝึกอบรม อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนผลการศึกษาด้านการฝึกอบรมผ่านเว็บฝึกอบรม ผู้เข้าร่วมฝึกอบรมสะท้อนว่า สามารถนำความรู้ความสามารถที่ได้จากการฝึกอบรมไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ได้จริง สอดคล้องกับการศึกษาของ Avianti (2024) ที่ศึกษาประสิทธิภาพของการเรียนรู้รูปแบบออนไลน์ผ่านเว็บไซต์และวิธีการประเมินผลเพื่อพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้ของนักศึกษาอาชีวศึกษา สาขาวิชาเมคคาทรอนิกส์ พบว่า รูปแบบการเรียนรู้ออนไลน์ที่มีกระบวนการการวัดผลอย่างถูกต้อง มีรูปแบบการเรียนรู้ที่มีการโต้ตอบแบบมีส่วนร่วม (Active Interaction) เช่น มีการจำลองเสมือนจริง (Virtual Simulations) ส่งผลต่อการพัฒนาและความสามารถในการเรียนรู้และทักษะการปฏิบัติงานได้อย่างมีนัยสำคัญ

4.3 ทฤษฎีการยอมรับและการใช้เทคโนโลยี

ทฤษฎีการยอมรับและการใช้เทคโนโลยีแบบครบวงจร (The Unified Theory of Acceptance and Use of Technology; UTAUT) เป็นกรอบที่ครอบคลุมซึ่งอธิบายปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการยอมรับและการใช้เทคโนโลยีของแต่ละบุคคล UTAUT พัฒนาโดย Venkatesh & Davis (2000) รวมองค์ประกอบจาก 8 โมเดลก่อนหน้านี้ โดยมุ่งเน้นไปที่โครงสร้างหลัก 4 ประการ ได้แก่ ความคาดหวังในการปฏิบัติงาน ความพยายาม อิทธิพลทางสังคม และสภาพอำนวยความสะดวก ทฤษฎีนี้ถูกนำไปใช้กันอย่างแพร่หลายในบริบทต่าง ๆ แสดงให้เห็นถึงความหลากหลายและความเกี่ยวข้องในการทำ ความเข้าใจการนำเทคโนโลยีมาใช้ ทั้งนี้ ปัจจัยดังกล่าวมีตัวแปรกำกับ ได้แก่ เพศ อายุ ความสมัครใจ และประสบการณ์ซึ่ง ตัวแปรเหล่านี้สามารถสร้างความแตกต่างของอิทธิพลในแต่ละปัจจัยหลัก โดยตัวแปรกำกับทำหน้าที่เป็นตัวผันแปรปัจจัยหลักทั้ง 4 กล่าวคือ เพศไม่มีผลต่อเงื่อนไขการอำนวยความสะดวก ประสบการณ์ไม่มีผลต่อความคาดหวังด้านประสิทธิภาพ และความสมัครใจมีผลต่ออิทธิพลทางสังคมเท่านั้น อีกทั้งตัวแปรกำกับยังส่งผลต่อเจตนา และพฤติกรรมผ่านปัจจัยหลัก ต่อมาได้มีการพัฒนาโมเดล UTAUT2 ขึ้นในปี 2012 มีปัจจัยในการศึกษา 7 ประการ ได้แก่ความคาดหวังด้านประสิทธิภาพ (Performance Expectancy) ความคาดหวังด้านความพยายาม (Effort Expectancy) อิทธิพลทางสังคม (Social Influence) เงื่อนไขการอำนวยความสะดวก (Facilitating Conditions) แรงจูงใจด้านความเพลิดเพลินในการใช้งาน (Hedonic Motivation) มูลค่าราคา (Price Value) และความเคยชิน (Habit) โดยมีตัวแปรกำกับจำนวน 3 ตัวแปร ได้แก่ เพศ อายุ และประสบการณ์ ส่วนตัวแปรด้านความสมัครใจถูกนำออกไป เนื่องจากได้สำรวจในกลุ่มผู้ใช้ที่มีความสมัครใจในการใช้ Mobile Internet (Venkatesh & Davis, 2000)

Kim et al. (2023) ระบุว่า ผลกระทบจากปัจจัยตามสถานการณ์ (Situational Factors) ได้แก่ การควบคุม ความสะดวก แรงกดดันด้านเวลา และความซับซ้อนของการป้อนคำสั่ง ส่งผลต่อพฤติกรรมผู้บริโภคในการเลือกใช้หรือเลิกการใช้ เทคโนโลยีบริการตัวเอง (Self Service Technology, SST) และส่งผลต่อการรับรู้ด้านต้นทุนในการใช้งาน SST ทั้งนี้ปัจจัยตามสถานการณ์ดังกล่าวสามารถช่วยเพิ่มการมีส่วนร่วมและการรับรู้ประโยชน์ของผู้ใช้บริการได้

4. กรอบแนวคิดงานวิจัย (Conceptual Framework)

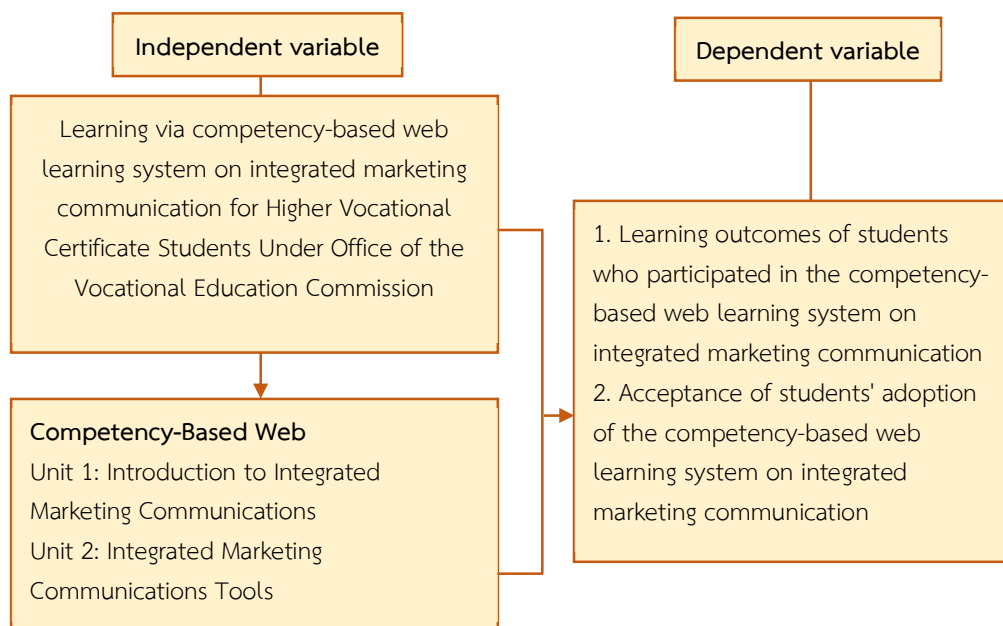


Figure 1. Conceptual Framework.

5. วิธีดำเนินงานวิจัย (Research Methodology)

5.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง / กลุ่มเป้าหมาย

1. ประชากรที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

2. กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 (ปวส.2) วิทยาลัยการอาชีพสระบุรี จำนวน 53 คน ที่ลงทะเบียนเรียน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 โดยใช้การเลือกแบบเจาะจง

5.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เว็บไซต์ฐานสมรรถนะ เรื่อง การสื่อสารการตลาดเชิงบูรณาการ สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

2. เครื่องมือประเมินมาตรฐานวิชาชีพ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 ประเภทวิชาบริหารธุรกิจ สาขาวิชาการตลาด สาขางานการตลาด ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

3. แบบสำรวจปัจจัยการยอมรับการเรียนรู้ผ่านเว็บไซต์ฐานสมรรถนะ เรื่อง การสื่อสารการตลาดเชิงบูรณาการ

5.3 การสร้างและพัฒนาเครื่องมือวิจัย

5.3.1 การพัฒนาเว็บไซต์ฐานสมรรถนะ เรื่อง การสื่อสารการตลาดเชิงบูรณาการ ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

การพัฒนา มีขั้นตอนการและวิธีการพัฒนา ตลอดจนการหาประสิทธิภาพเครื่องมือตามกระบวนการของ ADDIE MODEL สรุปได้ดังนี้

1) ขั้นวิเคราะห์ (Analysis)

1.1) ศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 ประเภทวิชาบริหารธุรกิจ ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาและวิชาชีพ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษากระทรวงศึกษาธิการ (Office of the Vocational Education Commission, 2020) โดยได้วิเคราะห์และเลือกเนื้อหารายวิชา การสื่อสารการตลาดเชิงบูรณาการ แบ่งเนื้อหาเป็นบทเรียน 2 หน่วย ได้แก่ หน่วยที่ 1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการสื่อสารการตลาดเชิงบูรณาการ และหน่วยที่ 2 เครื่องมือการสื่อสารการตลาดเชิงบูรณาการ

1.2) ศึกษาเนื้อหา เครื่องมือ ทฤษฎี วิธีการสร้างเว็บไซต์ฐานสมรรถนะ และหลักการเรียนรู้ผ่านเว็บจากวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.3) วิเคราะห์ผู้เรียน นำมาเป็นแนวทางในการสร้างเว็บไซต์ฐานสมรรถนะให้มีความเหมาะสมกับทักษะการเรียนรู้และความสามารถในการใช้สื่อประสม เพื่อให้นักศึกษาที่เรียนผ่านเว็บไซต์ฐานสมรรถนะมีผลลัพธ์การเรียนรู้ที่ดี

2) ขั้นการออกแบบ (Design)

นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาและการวิเคราะห์ในขั้นตอนที่ 1 มาประกอบในการออกแบบเว็บไซต์ฐานสมรรถนะ โดยได้เริ่มออกแบบหน้าจอภาพ (Screen Design) การจัดพื้นที่ของจอภาพเพื่อใช้ในการนำเสนอเนื้อหา ภาพและส่วนประกอบอื่น ๆ เช่น การกำหนดความละเอียดภาพ (Resolution) การจัดพื้นที่แต่ละหน้าจอภาพในการนำเสนอ การเลือกรูปแบบและขนาดของตัวอักษร การกำหนดสี การกำหนดส่วนที่เป็นสิ่งอำนวยความสะดวกในการใช้เว็บไซต์ฐานสมรรถนะ เช่น ปุ่มเชื่อมโยงไปยังหน้าต่าง ๆ ภายในเว็บ

3) ขั้นการพัฒนา (Development)

นำข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนการออกแบบมาดำเนินการต่อเพื่อพัฒนาเว็บไซต์ฐานสมรรถนะ เรื่องการสื่อสารการตลาดเชิงบูรณาการ ตามรูปแบบที่วิเคราะห์ไว้ตั้งแต่ขั้นแรก โดยใช้แพลตฟอร์มสร้างเว็บไซต์ Google Site ขั้นการนำไปใช้ (Implementation)

นำเว็บไซต์ฐานสมรรถนะ เรื่อง การสื่อสารการตลาดเชิงบูรณาการ ได้ปรับปรุงคุณภาพแล้ว ไปใช้กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 วิทยาลัยการอาชีพสระบุรี ที่ลงทะเบียนเรียน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลและความสอดคล้องกับรายวิชา

4) ขั้นการประเมินผล (Evaluation)

จัดทำแบบประเมินคุณภาพเว็บไซต์ฐานสมรรถนะ เรื่อง การสื่อสารการตลาดเชิงบูรณาการ เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญ

ด้านเนื้อหาและเทคโนโลยีจำนวน 5 ท่าน พิจารณาคูณภาพของเว็บอิงฐานสมรรถนะ โดยมีลักษณะมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) 5 ระดับ แล้วแปลผลโดยใช้ค่าเฉลี่ยตามแนวคิดของลิเคิร์ต (Likert) มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1. ศึกษาทฤษฎีวิธีการสร้างแบบประเมินคุณภาพเว็บอิงฐานสมรรถนะ เรื่อง การสื่อสารการตลาดเชิงบูรณาการ จากเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบประเมินคุณภาพ

2. สร้างแบบประเมินคุณภาพเว็บอิงฐานสมรรถนะ เรื่อง การสื่อสารการตลาดเชิงบูรณาการ โดยมีลักษณะมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) 5 ระดับ กำหนดระดับคุณภาพแต่ละช่วงคะแนนและความหมายดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง มีคุณภาพในระดับดีมาก

ระดับ 4 หมายถึง มีคุณภาพในระดับดี

ระดับ 3 หมายถึง มีคุณภาพในระดับปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง มีคุณภาพในระดับพอใช้

ระดับ 1 หมายถึง มีคุณภาพในระดับปรับปรุง

การแปลผลแบบประเมิน สามารถแปลผลของผู้ตอบแบบประเมินได้ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 - 5.00 หมายความว่า มีคุณภาพในระดับดีมาก

ค่าเฉลี่ย 3.51 - 4.50 หมายความว่า มีคุณภาพในระดับดี

ค่าเฉลี่ย 2.51 - 3.50 หมายความว่า มีคุณภาพในระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51 - 2.50 หมายความว่า มีคุณภาพในระดับพอใช้

ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.50 หมายความว่า มีคุณภาพในระดับต้องปรับปรุง

5.3.2 เครื่องมือประเมินมาตรฐานวิชาชีพ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 ประเภทวิชาบริหารธุรกิจ สาขาวิชาการตลาด สาขางานการตลาด ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

สำนักงานมาตรฐานการอาชีวศึกษาและวิชาชีพ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ได้กำหนดให้ผู้สำเร็จการศึกษาต้องผ่านเกณฑ์การประเมินมาตรฐานวิชาชีพตามหลักสูตรแต่ละประเภทวิชา สาขาวิชา และสาขางาน โดยได้สร้างเครื่องมือประเมินมาตรฐานวิชาชีพ ให้มีความสอดคล้อง กับมาตรฐานการศึกษาวิชาชีพของแต่ละประเภทวิชา สาขาวิชา และสาขางาน ซึ่งประกอบด้วย ความรู้ ทักษะ และความสามารถในการประยุกต์ใช้และความรับผิดชอบ รวมทั้งคุณธรรม จริยธรรม และคุณลักษณะที่พึงประสงค์

การสร้างเครื่องมือประเมินจึงควรคำนึงถึงหลักการวัดผลการศึกษา เพื่อให้ได้เครื่องมือที่สามารถวัดได้จริงและยุติธรรมสำหรับผู้รับการประเมิน และเพื่อให้ผลคะแนนที่ได้จากการประเมินถูกต้อง เชื่อถือได้ โดยประกอบไปด้วยเครื่องมือประเมินด้านความรู้หรือภาคทฤษฎี และเครื่องมือประเมินด้านทักษะหรือภาคปฏิบัติ

เครื่องมือประเมินมาตรฐานวิชาชีพ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 ประเภทวิชาบริหารธุรกิจ สาขาวิชาการตลาด สาขางานการตลาด ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ได้กำหนดให้ผู้เข้ารับการประเมินมาตรฐานวิชาชีพ เข้ารับการประเมินสมรรถนะงานที่ 1 งานวิเคราะห์กลยุทธ์ทางการตลาด หลังสำเร็จการเรียนรู้ในกลุ่มรายวิชาดังต่อไปนี้ รายวิชาการจัดการการขาย รายวิชาพฤติกรรมผู้บริโภค รายวิชาผลิตภัณฑ์และราคา รายวิชาการสื่อสารการตลาดเชิงบูรณาการ รายวิชาการจัดจำหน่ายทางการตลาด รายวิชาการวิจัยการตลาด และรายวิชากลยุทธ์การตลาด

ผู้ศึกษาได้พัฒนาเว็บอิงฐานสมรรถนะ เรื่อง การสื่อสารการตลาดเชิงบูรณาการ และได้ประยุกต์ใช้หลักการสร้างเครื่องมือประเมินด้านทักษะหรือภาคปฏิบัติ มาประเมินผลลัพธ์การเรียนรู้ของกลุ่มเป้าหมายที่เรียนรู้ผ่านเว็บอิงฐานสมรรถนะ โดยการวัดความสามารถในการปฏิบัติงาน ตามลักษณะต่าง ๆ 5 ลักษณะ คือ

1. การปฏิบัติงานที่แสดงออกด้วยการเขียน โดยให้ผู้รับการประเมินแสดงออกด้วยการเขียน เช่น การเขียนลวดลาย การเขียนแบบ การออกแบบ การลงบัญชี การวางแผนการปฏิบัติงาน การเขียนแผนธุรกิจ เป็นต้น

2. การวินิจฉัยปัญหาและกระบวนการปฏิบัติ โดยกำหนดสถานการณ์จำลอง หรือกำหนด เป็นเรื่องจริงและให้ผู้รับการประเมินวินิจฉัยสิ่งที่เกิดขึ้น

3. การปฏิบัติงานตามที่กำหนด โดยกำหนดสิ่งต่าง ๆ ลงในใบงานหรือใบมอบหมายงาน ให้ผู้รับการประเมินปฏิบัติตามคำสั่ง

4. ตัวอย่างงาน โดยกำหนดงาน (ชิ้นงาน/ภาระงาน) ให้ผู้รับการประเมิน ปฏิบัติให้เกิดขึ้นงาน/ภาระงาน และเขียนรายงานขั้นตอนการปฏิบัติงานประกอบชิ้นงาน

5. การปฏิบัติงานตามสถานการณ์จริง โดยกำหนดสถานการณ์จำลองหรือเหตุการณ์ที่ใกล้เคียงจริง หรือเหมือนจริง ให้ผู้รับการประเมินปฏิบัติตามคำสั่งที่ระบุในใบงานหรือใบมอบหมายงาน

มีเกณฑ์การผ่านการประเมินมาตรฐานวิชาชีพสำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง คือ ต้องผ่านเกณฑ์การประเมินแต่ละสมรรถนะงานทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติครบทุกสมรรถนะงาน ดังนี้

1. เกณฑ์ผ่านการประเมินสมรรถนะงานภาคทฤษฎี ต้องได้คะแนนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80

2. เกณฑ์ผ่านการประเมินสมรรถนะงานภาคปฏิบัติ ต้องได้คะแนนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80

ทั้งนี้ เมื่อนำคะแนนทั้ง 2 ภาคมารวมกัน ต้องมีผลลัพท์การเรียนรู้ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80

5.3.3 การจัดทำแบบสำรวจปัจจัยการยอมรับการเรียนรู้ผ่านเว็บอิงฐานสมรรถนะ เรื่อง การสื่อสารการตลาดเชิงบูรณาการ

ดำเนินการวิเคราะห์คุณลักษณะที่จะใช้ในการสำรวจตามแนวทางของทฤษฎีการยอมรับและการใช้เทคโนโลยี (The Unified Theory of Acceptance and Use of Technology; UTAUT) จากนั้นให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและเทคโนโลยีจำนวน 5 ท่าน พิจารณาคุณภาพของแบบสำรวจ

5.4 รูปแบบ/ขั้นตอนวิจัย

การศึกษาวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Research)

5.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

นำเว็บอิงฐานสมรรถนะ ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขและได้คุณภาพตามเกณฑ์แล้ว ไปทดลองใช้กับกลุ่มเป้าหมาย ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 เพื่อศึกษาผลลัพท์การเรียนรู้และศึกษาปัจจัยการยอมรับการเรียนรู้ผ่านเว็บอิงฐานสมรรถนะ

5.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ผลการประเมินคุณภาพการพัฒนการเรียนรู้ผ่านเว็บอิงฐานสมรรถนะ ตามมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) 5 ระดับ

2. วิเคราะห์ผลลัพท์การเรียนรู้ของกลุ่มเป้าหมาย ตามเกณฑ์เครื่องมือประเมินมาตรฐานวิชาชีพ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 ประเภทวิชาบริหารธุรกิจ สาขาวิชาการตลาด สาขางานการตลาด ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

3. วิเคราะห์ปัจจัยการยอมรับการเรียนรู้ผ่านเว็บอิงฐานสมรรถนะ โดยมีลักษณะมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) 5 ระดับ

5.7 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC)

2. ค่าร้อยละ (Percentage)

3. ค่าเฉลี่ยประชากร (population mean: μ)

4. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานประชากร (population Standard Deviation: σ)

5. การทดสอบค่าที กรณีกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (t - test for dependent Samples)

6. การหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient)

6. ผลการวิจัย (Results)

6.1 ผลการศึกษาผลลัพท์การเรียนรู้ของนักศึกษาระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงที่เรียนผ่านการเรียนรู้ผ่านเว็บอิงฐานสมรรถนะ เรื่องการสื่อสารการตลาดเชิงบูรณาการ

ผลการวิจัย ดัง Table 1.

Table 1. Description of the target group.

Status/ Category	Number	Percentage
Gender		
Male	30	56.60
Female	23	43.40
Total	53	100.00
Program of Study		
Marketing	6	11.30
Electrical Engineering	12	22.60
Accounting	9	17.00
Production Technology	8	15.10
Mechanical Technology	5	9.40
Digital Business Technology	13	24.50
Total	53	100.00

จาก Table 1. แสดงว่านักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 (ปวส.2) วิทยาลัยการอาชีพสระบุรีที่ลงทะเบียนเรียนผ่านเว็บอิงฐานสมรรถนะ เรื่องการสื่อสารการตลาดเชิงบูรณาการ เป็นเพศชาย จำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 56.60 เพศหญิง จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 43.40 ส่วนใหญ่ศึกษาในสาขาเทคโนโลยีธุรกิจดิจิทัล จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 24.50 รองลงมาคือสาขาวิชาไฟฟ้า จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 22.60 สาขาวิชาการบัญชี จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 17.00 สาขาวิชาเทคนิคการผลิต จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 15.10 สาขาวิชาการตลาด จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 11.30 และสาขาวิชาเทคนิคเครื่องกล จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 9.40

Table 2. Comparison of Learning Outcomes Before and After Learning through the Competency-Based Web on Integrated Marketing Communication: Unit 1-Introduction to Integrated Marketing Communications.

Scores	N	μ	σ	df	t	Sig.
Pre-test	53	19.53	3.79	52	21.442*	.000
Post-test	53	27.97	4.86			

* Statistically significant at the .05 level

จาก Table 2. พบว่า ผลคะแนนที่ได้จากนักศึกษาทั้งสิ้น 53 คน มีผลการทำแบบทดสอบก่อนเรียนรู้ผ่านเว็บอิงฐานสมรรถนะ เรื่องการสื่อสารการตลาดเชิงบูรณาการ หน่วยที่ 1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการสื่อสารการตลาดเชิงบูรณาการ เฉลี่ยเท่ากับ 19.53 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.79 ($\mu = 19.53$, $\sigma = 3.79$) และผลการทำแบบทดสอบหลังเรียนรู้ผ่านเว็บอิงฐานสมรรถนะ เรื่องการสื่อสารการตลาดเชิงบูรณาการ หน่วยที่ 1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการสื่อสารการตลาดเชิงบูรณาการ เฉลี่ยเท่ากับ 27.97 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.86 ($\mu = 27.97$, $\sigma = 4.86$) เมื่อนำมาเปรียบเทียบโดยใช้สถิติการทดสอบค่าสถิติทีกรณีก่อกไม่อิสระต่อกัน (t - test for dependent Samples) เท่ากับ 21.442 ปรากฏว่าคะแนนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Table 3. Comparison of Learning Outcomes Before and After Learning through the Competency-Based Web on Integrated Marketing Communication: Unit 2-Integrated Marketing Communications Tools.

Scores	N	μ	σ	df	t	Sig.
Pre-test	53	10.73	2.54	52	26.137*	.000
Post-test	53	17.00	3.16			

* Statistically significant at the .05 level

จาก Table 3. พบว่า ผลคะแนนที่ได้จากนักศึกษาทั้งสิ้น 53 คน มีผลการทำแบบทดสอบก่อนเรียนรู้ผ่านเว็บอิงฐานสมรรถนะ เรื่องการสื่อสารการตลาดเชิงบูรณาการ หน่วยที่ 2 เครื่องมือการสื่อสารการตลาดเชิงบูรณาการ เฉลี่ยเท่ากับ 10.73 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.54 ($\mu = 10.73$, $\sigma = 2.54$) และผลการทำแบบทดสอบหลังเรียนรู้ผ่านเว็บอิงฐานสมรรถนะ เรื่องการสื่อสารการตลาดเชิงบูรณาการ หน่วยที่ 2 เครื่องมือการสื่อสารการตลาดเชิงบูรณาการ เฉลี่ยเท่ากับ 17.00 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.16 ($\mu = 17.00$, $\sigma = 3.16$) เมื่อนำมาเปรียบเทียบโดยใช้สถิติการทดสอบค่าสถิติทีกรณิกกลุ่มไม่อิสระต่อกัน (t - test for dependent Samples) เท่ากับ 26.137 ปรากฏว่าคะแนนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

6.2 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการยอมรับการเรียนรู้ผ่านเว็บอิงฐานสมรรถนะ เรื่อง การสื่อสารการตลาดเชิงบูรณาการ ของนักศึกษาระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

ผลงานวิจัย ดัง Table 4.

Table 4. The results of acceptance of students' adoption of the competency-based web learning system on integrated marketing communication

Item	μ	σ	Interpretation
1. Computer Self-Efficacy (CSE) ด้านการรับรู้ประสิทธิภาพแห่งตนทางคอมพิวเตอร์	4.49	0.49	Good
2. Novelty Seeking (NS) ด้านการแสวงหาความแปลกใหม่	4.50	0.46	Good
3. Subjective Norm (SN) ด้านบรรทัดฐานส่วนตัว	4.38	0.63	Good
4. Perceived Usefulness (PU) ด้านประโยชน์ที่ได้จากการใช้งาน	4.60	0.43	Very good
5. Perceived Ease of Use (PEU) ด้านการรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งาน	4.57	0.45	Very good
6. Perceived Enjoyment (PE) ด้านการรับรู้ความเพลิดเพลินจากการใช้งาน	4.52	0.50	Very good
7. Expected Satisfaction (ES) ด้านความพึงพอใจกับผลที่คาดหวัง	4.61	0.41	Very good
8. Situational Motivation (SM) ด้านแรงจูงใจตามสถานการณ์	4.51	0.48	Very good
Mean in Overall	4.52	0.48	Very good

จาก Table 4. แสดงผลการสำรวจปัจจัยการยอมรับการเรียนรู้ผ่านเว็บอิงฐานสมรรถนะ เรื่อง การสื่อสารการตลาดเชิงบูรณาการ ของนักศึกษาระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง โดยภาพรวมอยู่ในระดับ มากที่สุด ($\mu = 4.52$) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ปัจจัยด้านที่ผู้ตอบแบบสำรวจยอมรับมากที่สุดคือ ด้านความพึงพอใจกับผลที่คาดหวัง (Expected Satisfaction: ES) อยู่ในระดับ มากที่สุด ($\mu = 4.61$) รองลงมาคือ ด้านประโยชน์ที่ได้จากการใช้งาน (Perceived Usefulness: PU) อยู่ในระดับ มากที่สุด ($\mu = 4.60$) ตามด้วย ด้านการรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งาน (Perceived Ease of Use: PEU) อยู่ในระดับ มากที่สุด ($\mu = 4.57$) ส่วนปัจจัยด้านที่ผู้ตอบแบบสำรวจยอมรับน้อยที่สุดคือ ด้านบรรทัดฐานส่วนตัว (Subjective Norm: SN) อยู่ในระดับ มาก ($\mu = 4.38$)

Table 5. The relationship of factors influencing the acceptance of students' adoption of the competency-based web learning system on integrated marketing communication

Factors	SUMCSE	SUMNS	SUMSN	SUMPU	SUMPEU	SUMPE	SUMES	SUMSM
SUMCSE	1							
SUMNS	.777**	1						
SUMSN	.739**	.749**	1					
SUMPU	.561**	.744**	.627**	1				
SUMPEU	.585**	.638**	.544**	.624**	1			
SUMPE	.640**	.623**	.720**	.767**	.589**	1		
SUMES	.438**	.532**	.392**	.658**	.778**	.642**	1	
SUMSM	.537**	.675**	.415**	.667**	.788**	.548**	.784**	1

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed)

จาก Table 5. แสดงผลการทดสอบค่าความสัมพันธ์ของปัจจัยการยอมรับการเรียนรู้ผ่านเว็บอิงฐานสมรรถนะ เรื่อง การสื่อสารการตลาดเชิงบูรณาการ ของนักศึกษาระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ทั้งหมด 28 คู่ พบว่า มีความสัมพันธ์กันเชิงบวกทุกคู่ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient) ระหว่าง .392 ถึง .788 โดยด้านที่มีความสัมพันธ์กันมากที่สุดคือ ด้านการรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งาน (Perceived Ease of Use: PEU) กับด้านแรงจูงใจตามสถานการณ์ (Situational Motivation: SM) มีความสัมพันธ์กันในระดับสูงสุด ($r=.788$, $p < .05$) ส่วน ด้านที่มีความสัมพันธ์กันน้อยที่สุดคือ ด้านบรรทัดฐานส่วนตัว (Subjective Norm: SN) กับด้านความพึงพอใจกับผลที่คาดหวัง (Expected Satisfaction: ES) มีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำสุด ($r=.392$, $p < .05$)

7. สรุปผลการวิจัย (Conclusion)

7.1 ผลการศึกษาผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักศึกษาระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงที่เรียนรู้ผ่านเว็บอิงฐานสมรรถนะ เรื่องการสื่อสารการตลาดเชิงบูรณาการ โดยวัดผลประเมินผลตามเกณฑ์ของเครื่องมือประเมินมาตรฐานวิชาชีพ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 ประเภทวิชาบริหารธุรกิจ สาขาวิชาการตลาด สาขางานการตลาด ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา พบว่า

1. ผลเปรียบเทียบผลลัพธ์การเรียนรู้ก่อนเรียนและหลังเรียนรู้ผ่านเว็บอิงฐานสมรรถนะ เรื่องการสื่อสารการตลาดเชิงบูรณาการ หน่วยที่ 1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการสื่อสารการตลาดเชิงบูรณาการ ผลคะแนนที่ได้จากนักศึกษาทั้งสิ้น 53 คน มีผลการทำแบบทดสอบก่อนเรียน เฉลี่ยเท่ากับ 19.53 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.79 ($\mu = 19.53$, $\sigma = 3.79$) และผลการทำแบบทดสอบหลังเรียน เฉลี่ยเท่ากับ 27.97 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.86 ($\mu = 27.97$, $\sigma = 4.86$) เมื่อนำมาเปรียบเทียบโดยใช้สถิติการทดสอบค่าสถิติทีกรณิกกลุ่มไม่อิสระต่อกัน (t - test for dependent Samples) เท่ากับ 21.442 ปรากฏว่าคะแนนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลเปรียบเทียบผลลัพธ์การเรียนรู้ก่อนเรียนและหลังเรียนรู้ผ่านเว็บอิงฐานสมรรถนะ เรื่องการสื่อสารการตลาดเชิงบูรณาการ หน่วยที่ 2 เครื่องมือการสื่อสารการตลาดเชิงบูรณาการ ผลคะแนนที่ได้จากนักศึกษาทั้งสิ้น 53 คน มีผลการทำแบบทดสอบก่อนเรียนรู้ผ่านเว็บอิงฐานสมรรถนะ เฉลี่ยเท่ากับ 10.73 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.54 ($\mu = 10.73$, $\sigma = 2.54$) และผลการทำแบบทดสอบหลังเรียนรู้ผ่านเว็บอิงฐานสมรรถนะ เฉลี่ยเท่ากับ 17.00 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.16 ($\mu = 17.00$, $\sigma = 3.16$) เมื่อนำมาเปรียบเทียบโดยใช้สถิติการทดสอบค่าสถิติทีกรณิกกลุ่มไม่อิสระต่อกัน (t - test for dependent Samples) เท่ากับ 26.137 ปรากฏว่าคะแนนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

7.2 ผลการศึกษาปัจจัยการยอมรับการเรียนรู้ผ่านเว็บอิงฐานสมรรถนะ เรื่อง การสื่อสารการตลาดเชิงบูรณาการ ของนักศึกษาระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พบว่า

1. กลุ่มเป้าหมายยอมรับการเรียนรู้ผ่านเว็บอิงฐานสมรรถนะ เรื่อง การสื่อสารการตลาดเชิงบูรณาการของนักศึกษาในระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\mu = 4.52$) ปัจจัยด้านที่ยอมรับมากที่สุดคือ ด้านความพึงพอใจกับผลที่คาดหวัง (Expected Satisfaction: ES) อยู่ในระดับ มากที่สุด ($\mu = 4.61$) รองลงมาคือ ด้านประโยชน์ที่ได้จากการใช้งาน (Perceived Usefulness: PU) อยู่ในระดับ มากที่สุด ($\mu = 4.60$) ตามด้วย ด้านการรับรู้ถึงความสะดวกในการใช้งาน (Perceived Ease of Use: PEU) อยู่ในระดับ มากที่สุด ($\mu = 4.57$) ส่วนปัจจัยด้านที่ผู้ตอบแบบสอบถามยอมรับน้อยที่สุดคือ ด้านบรรทัดฐานส่วนตัว Subjective Norm (SN) อยู่ในระดับ มาก ($\mu = 4.38$)

2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลลัพธ์การเรียนรู้ และปัจจัยการยอมรับการเรียนรู้ผ่านเว็บอิงฐานสมรรถนะ เรื่อง การสื่อสารการตลาดเชิงบูรณาการ ของนักศึกษาในระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงทั้งหมด 28 คู่ พบว่ามีความสัมพันธ์กันเชิงบวกทุกคู่ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient) ระหว่าง .392 ถึง .788 โดยด้านที่มีความสัมพันธ์กันมากที่สุดคือ ด้านการรับรู้ถึงความสะดวกในการใช้งาน (Perceived Ease of Use: PEU) กับด้านแรงจูงใจตามสถานการณ์ (Situational Motivation: SM) มีความสัมพันธ์กันในระดับสูงสุด ($r=.788, p < .05$) ส่วนด้านที่มีความสัมพันธ์กันน้อยที่สุดคือ ด้านบรรทัดฐานส่วนตัว (Subjective Norm: SN) กับด้านความพึงพอใจกับผลที่คาดหวัง (Expected Satisfaction: ES) มีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำสุด ($r=.392, p < .05$)

8. อภิปรายผลการวิจัย (Discussion)

การศึกษาลักษณะการเรียนรู้ของนักศึกษาในระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงที่เรียนรู้ผ่านเว็บอิงฐานสมรรถนะ เรื่อง การสื่อสารการตลาดเชิงบูรณาการ โดยวัดผลประเมินผลตามเกณฑ์ของเครื่องมือประเมินมาตรฐานวิชาชีพ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 ประเภทวิชาบริหารธุรกิจ สาขาวิชาการตลาด สาขาวิชาการตลาดของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ผลเปรียบเทียบผลลัพธ์การเรียนรู้ก่อนเรียนและหลังเรียนรู้ ทั้งหมดที่ 1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการสื่อสารการตลาดเชิงบูรณาการ และหน่วยที่ 2 เครื่องมือการสื่อสารการตลาดเชิงบูรณาการมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยหลังจากได้เรียนรู้ผ่านเว็บอิงฐานสมรรถนะ นักศึกษามีผลลัพธ์การเรียนรู้ที่สูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เนื่องจากการพัฒนาการเรียนรู้ผ่านเว็บอิงฐานสมรรถนะ เรื่อง การสื่อสารการตลาดเชิงบูรณาการของนักศึกษาในระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ อยู่ในระดับ มากที่สุด มีการวัดผลประเมินผลตามสภาพจริง (Authentic Assessment) ตามแนวทางการจัดการเรียนการสอนของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา นอกจากนี้การเรียนรู้ผ่านเว็บ (Web-Based Learning) ยังเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่ให้อิสระในการเรียน ไม่มีข้อจำกัดด้านเวลาและสถานที่ นักศึกษาสามารถย้อนกลับไปที่เนื้อหาซ้ำได้หากเกิดความไม่เข้าใจ การเรียนรู้ผ่านเว็บยังช่วยพัฒนาศักยภาพในการใช้งานคอมพิวเตอร์และเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เป็นการกระตุ้นให้นักศึกษามีความคิดริเริ่มใหม่ ๆ ในการค้นหาความรู้ การแก้ปัญหา ตอบสนองความต้องการของนักศึกษาที่สามารถจะศึกษาเรียนรู้ซ้ำได้ตลอดเวลา สอดคล้องกับการศึกษาของ Xiaoyan & Samu (2024) ที่ระบุว่าแพลตฟอร์มการเรียนรู้ออนไลน์ส่งผลต่อผลลัพธ์การเรียนรู้ด้านวิชาการของนักเรียนเป็นอย่างมาก โดยมีองค์ประกอบสำคัญที่เกี่ยวข้องคือ การบริหารจัดการเวลา การพัฒนาด้านปฏิสัมพันธ์ และการมีส่วนร่วมของนักเรียน หากมีการวางแผนการจัดการเรียนการสอนผ่านแพลตฟอร์มออนไลน์อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งในแง่ของเทคโนโลยีและการสนับสนุนการสอน การจัดการเรียนการสอนผ่านแพลตฟอร์มออนไลน์จะเข้ามาแทนที่ห้องเรียนแบบเดิมได้

สอดคล้องกับ Avianti (2024) ที่ศึกษาประสิทธิภาพของการเรียนรู้รูปแบบออนไลน์ผ่านเว็บไซต์และวิธีการประเมินผลเพื่อพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้ของนักศึกษาอาชีวศึกษา สาขาวิชาเมคคาทรอนิกส์ พบว่า รูปแบบการเรียนรู้ออนไลน์ที่มีกระบวนการการวัดผลอย่างถูกต้อง มีรูปแบบการเรียนรู้ที่มีการโต้ตอบแบบมีส่วนร่วม (Active Interaction) เช่น มีการจำลองเสมือนจริง (Virtual Simulations) ส่งผลต่อการพัฒนาและความสามารถในการเรียนรู้และทักษะการปฏิบัติงานได้อย่างมีนัยสำคัญ

สอดคล้องกับฉัตรชัย Sukhum & Vanichwatanavorachai (2023) ที่ระบุว่าการประเมินผลการเรียนรู้ฐานสมรรถนะนั้นเป็นการประเมินผู้เรียนที่แสดงออกถึงสมรรถนะตามเกณฑ์การปฏิบัติ (Performance Criteria) ที่บ่งบอกถึง ความชำนาญ (Mastery) ของผู้เรียน ดังนั้น ผู้เรียนจะได้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อการพัฒนาสมรรถนะของตนเองในด้านกระบวนการประเมินฐานสมรรถนะต้องใช้วิธีการและเครื่องมือการประเมินที่หลากหลายเป็นการประเมินตามสภาพจริง

มุ่งเน้นการพัฒนาสมรรถนะ (Assessment for Improvement) จึงเป็นการประเมินการประเมินตามสภาพจริง (Authentic Assessment)

การศึกษาปัจจัยการยอมรับการเรียนรู้ผ่านเว็บอิงฐานสมรรถนะ เรื่อง การสื่อสารการตลาดเชิงบูรณาการของนักศึกษาระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พบว่าปัจจัยด้านที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดคือ ด้านความพึงพอใจกับผลที่คาดหวัง (Expected Satisfaction: ES) รองลงมาคือ ด้านประโยชน์ที่ได้จากการใช้งาน Perceived Usefulness (PU) ตามด้วย ด้านการรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งาน (Perceived Ease of Use: PEU) ทั้งนี้จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยการยอมรับการเรียนรู้ผ่านเว็บอิงฐานสมรรถนะ พบว่า มีความสัมพันธ์กันเชิงบวกทุกคู่ กล่าวคือ เมื่อปัจจัยการยอมรับหนึ่งเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้อีกปัจจัยการยอมรับที่สัมพันธ์กันเพิ่มขึ้นตามไปด้วย โดยด้านการรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งาน (Perceived Ease of Use: PEU) กับด้านแรงจูงใจตามสถานการณ์ (Situational Motivation: SM) มีความสัมพันธ์กันมากที่สุด สะท้อนว่านักศึกษาสามารถทำความเข้าใจกับบทเรียนได้มากยิ่งขึ้น เมื่อเว็บไซต์การเรียนรู้ถูกออกแบบให้ใช้งานง่าย สอดคล้องกับ Yan et al. (2024) ที่ศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความตั้งใจใช้ระบบอีเลิร์นนิ่งอย่างต่อเนื่อง ของนักศึกษาปริญญาตรี ในเขตกว่างสี ประเทศจีน พบว่าแรงจูงใจในการเรียนรู้ส่งผลต่อความสำเร็จในการเรียนออนไลน์ โดยการรับรู้ถึงปัจจัยภายนอก (a generalized sense of enjoyment) ส่งผลต่อการรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งาน (Perceived Ease of Use: PEU) และประโยชน์ที่ได้จากการใช้งาน Perceived Usefulness: PU บทเรียนออนไลน์ นอกจากนี้ปัจจัยด้านความง่ายในการใช้งาน (Perceived Ease of Use: PEU) และปัจจัยด้านประโยชน์ที่ได้จากการใช้งาน (Perceived Usefulness: PU) ยังส่งผลต่อความต่อเนื่องในการเรียนรู้บทเรียนออนไลน์อีกด้วย และสอดคล้องกับการศึกษาของ Wahyuni et al. (2023) พบว่า การรับรู้ถึงความง่ายต่อการใช้งานจากการออกแบบที่เป็นมิตรกับผู้ใช้เทคโนโลยีการศึกษา (User-Friendly Designs) ส่งผลต่อแรงจูงใจสู่ความสำเร็จในการใช้งานแอปพลิเคชันเวิร์กชิตแบบโต้ตอบ

9. ข้อเสนอแนะงานวิจัย (Recommendation)

ผู้สอนหรือสถานศึกษาสถานศึกษาอาชีวศึกษาสามารถนำแนวทางการพัฒนาการเรียนรู้ผ่านเว็บอิงฐานสมรรถนะไปบูรณาการร่วมกับรายวิชาต่าง ๆ ที่มีการวัดผลประเมินผลอิงฐานสมรรถนะได้ เพื่อใช้เป็นสื่อการสอนเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เพิ่มเติมควบคู่ไปกับการฝึกวิชาชีพงานในสถานประกอบการ โดยต้องคำนึงถึงการกำหนดผลลัพธ์การเรียนรู้ให้สอดคล้องกับสมรรถนะแต่ละด้าน ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนได้ข้อมูลย้อนกลับในการพัฒนาสมรรถนะตนเองต่อไป และต้องคำนึงถึงการออกแบบระบบภายในเว็บไซต์การเรียนรู้และการเชื่อมโยงสู่แหล่งเรียนรู้ภายนอกให้ง่ายต่อการใช้งาน ซึ่งจะส่งผลเชิงบวกต่อผลลัพธ์การเรียนรู้

10. เอกสารอ้างอิง (References)

- Announcement of the Office of the Prime Minister: Promulgation of the National Reform Plan (Revised Edition). (2021, February 25). *Royal Thai Government Gazette*. Book No. 138 Chapter 44 Ngor, 293-323. <https://ratchakitcha.soc.go.th/documents/17159146.pdf>. (In Thai)
- Avianti, R. A. (2024). The Effectiveness of Online Learning Models and Assessment Methods in Improving Learning Competence in the Field of Mechatronics. *Global International Journal of Innovative Research*, 2(11), 2690-2701. <https://doi.org/10.59613/global.v2i11.357>.
- Beibei, Z. (2011). On Higher Vocational Students' Web-Based Autonomous English Learning Strategies. *Journal of Jiangsu Ocean University (Humanities& Social Edition)*, 2011(15), 78-79. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1008-3499.2011.15.029>. (In Chinese)
- Changkanak, N. (2017). *The Development of the Adaptive Web-Based Instruction Entitled "Computer System" on Information and Technology Subject for Mathayomsuksa 1 Student*. [Unpublished master's dissertation]. Naresuan University. (In Thai)
- Imran, M. C. & Sulviana. (2022). Using BBC Web-Based Learning Courses to Improve Vocational High School (VHS) Students' Speaking Skill. *Education, Language, and Culture Journal*, 2(1), 94-100. <https://doi.org/10.56314/edulec.v2i1.34>.



- Khampongpai, W. (2020). *Effects of Instruction Using the Concentrated Language Encounter Instruction with Electronic Multimedia to Develop Reading Comprehension and Writing Abilities of Grade 2 Students*. [Master's Dissertation, Srinakharinwirot University]. DSpace at Srinakharinwirot University. <http://ir-thesis.swu.ac.th/dspace/handle/123456789/1285>. (In Thai).
- Kim, M., Kim, Y., & Lee, G. (2023). Effect of Situational Factors (Control, Convenience, Time Pressure, and Order Complexity) on Customers' Self-Service Technology Choices. *Journal of Hospitality Marketing & Management*, 32(5), 649-669. <https://doi.org/10.1080/19368623.2023.2195398>.
- Nachairit, D. (2019). Teaching and Studying Development by Online Lesson with Case Study Approach for Enhance Solving-Problem Skill of Teacher College Students. *Research Report*. Rajabhat Maharakham University. (In Thai)
- Office of the Permanent Secretary. (2024). *The Cabinet has approved Phase 2 of the Anywhere-Anytime Basic Learning Promotion Project, aiming to Provide Appropriate Learning Equipment for Learners of All Ages*. Ministry of Education. <https://ops.moe.go.th/anywhere-anytime>. (In Thai)
- Office of the Vocational Education Commission. (2019). *Development of a Competency-Based Curriculum*. <https://bsq.vec.go.th/Portals/9/document/Course%20criteria/2.pdf>. (In Thai).
- Office of the Vocational Education Commission. (2020). *High Vocational Certificate Year 2020, Business Administration, Program in Marketing*. Ministry of Education. <https://bsq.vec.go.th/Portals/9/Course/30/2563/30200/30202v13.pdf>. (In Thai)
- Promla, P., & Sintanakul, K. (2021). The Effect of Learning Management by Competency-Based Learning blend with Web-Based Teaching and Problem-Based Learning according to MIAP Process to Develop Computation Thinking Skill of Vocational Certificate Student, Information Technology Subject. *KKU Research Journal of Humanities and Social Sciences (Graduate Studies)*, 9(2), 181-194.
- Sukhum, C., & Vanichwatanavorachai, S. (2023). Competency-based Learning Design: Concepts, Instructional Design and Learning Evaluation. *Research and Development Journal Suan Sunandha Rajabhat University*, 15(1), 65-78. (In Thai)
- Suryani, K., Khairudin, Widyastuti, R., Amelia, R., & Riska, L. (2018). Using Interactive Web-Based Learning Multimedia to Assess Competency Standards for Installing LAN Among Vocational High School Students in Padang, Indonesia. *International Journal of Engineering & Technology*, 7(4.9), 262-267. <https://doi.org/10.14419/ijet.v7i4.9.21093>.
- Thamsuwan, P. (2023). *Development of Web-Based Training Using GROW Coaching Model and AIDA Marketing Technique to Enhance e-Commerce Competencies of Higher Education Learners*. [Doctoral Dissertation, Chulalongkorn University]. Chulalongkorn University Theses and Dissertations. <https://digital.car.chula.ac.th/chulaetd/10163>. (In Thai)
- Tsania, J., Putro, B. L., & Nugraha, E. (2023). Implementation of the Guided Discovery Learning Model Using Web-Based Learning Media to Improve Vocational School Students' Cognition. *Jurnal Guru Komputer*, 4(1), 31-40. <https://doi.org/10.17509/jgrkom.v4i1.64139>.
- Venkatesh, V., & Davis, F. D. (2000). A Theoretical Extension of the Technology Acceptance Model: Four Longitudinal Field Studies. *Management Science*, 45(2), 186-204.
- Wahyuni, D. S., Ariadi, G., Sugihartini, N., & Mertayasa, I. N. E. (2023, February 9). The Impact of Achievement Motivation on Educational Compatibility Mediated by Perceived Ease of Use. *The 5th International Conference on Vocational Education and Technology*. Universitas Pendidikan Ganesha. <http://dx.doi.org/10.4108/eai.6-10-2022.2327429>.

- Xiaoyan, W. & Samu, Q. (2024). Impact of Online Learning on College Students Learning Outcomes in Nanchang, China. *International Journal of Advanced Research in Education and Society*, 6(2), 634-642.
- Yan, S., Eng, L. G., & Seong, L. C. (2024). Influencing Factors of Continuous Intention to Use E-learning System of Undergraduates in Guangxi, China: The Mediating Role of Perceived Ease of Use and Perceived Usefulness. *Sage Open*, 14(4), 21582440241305231.
<https://doi.org/10.1177/21582440241305231>.



Applying Convolutional Neural Networks for Sugarcane Leaf Disease Image Classification and Integration with LINE Chatbot to Support Smart Agriculture

การประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันสำหรับการจำแนกภาพโรคใบอ้อยและ การบูรณาการกับไลน์แชทบอตเพื่อสนับสนุนเกษตรกรอัจฉริยะ

Supachai Baipod¹, Charuay Savithi^{2*}, and Jackaphan Sriwongsa³
ศุภชัย ใบปอด¹, จรวย สาวิถี^{2,*}, และ จักรพันธ์ ศรีวงษา³

Received: 15 July 2025;
Revised: 25 August 2025;
Accepted: 26 August 2025;
Published: 27 August 2025;

Abstract

Plant leaf diseases, particularly sugarcane leaf diseases in Thailand, represent a significant problem affecting sugarcane yield and quality. Traditional disease detection methods are often time-consuming and require specialized expertise. Therefore, this research aims to develop a deep learning model for sugarcane leaf disease diagnosis by applying Convolutional Neural Networks (CNN) techniques and integrating them with LINE chatbot to support smart agriculture. This study compared the performance of five CNN architectures to identify the optimal model for sugarcane leaf disease classification, including VGGNet-16, ResNet-50, DenseNet-121, AlexNet, and GoogLeNet, using the Sugarcane Leaf Disease Dataset collected by the researchers from real-world environments. The sugarcane leaf image dataset was collected from four provinces in the central northeastern region, totaling 4,000 images divided into four categories of 1,000 images each, covering four types of sugarcane leaves: red stripe disease, ring spot disease, rust disease, and healthy sugarcane leaves. The data was split into three ratios of 75:25, 80:20, and 90:10 for training and testing sets, respectively. Experimental results showed that the DenseNet-121 model with a 90:10 ratio achieved the highest performance, with a Macro-average of 97.28%. When the best model was developed into a LINE Chatbot system for automated sugarcane leaf disease diagnosis, system testing demonstrated effective user response capabilities. This research demonstrates the potential of deep learning technology to support farmers in quickly and accurately monitoring sugarcane plant health, which is crucial for developing smart agriculture systems in Thailand.

¹ Student, Department of Smart City Management and Digital Innovation, Faculty of Mahasarakham Business School, Mahasarakham University, Thailand; นักศึกษา สาขาวิชาการจัดการสมาร์ตซิตีและนวัตกรรมดิจิทัล คณะการบัญชีและการจัดการ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ประเทศไทย; Email: 65010988001@msu.ac.th

^{2*} Associate Professor, Dr., Department of Smart City Management and Digital Innovation, Faculty of Mahasarakham Business School, Mahasarakham University, Thailand; รองศาสตราจารย์ สาขาวิชาการจัดการสมาร์ตซิตีและนวัตกรรมดิจิทัล คณะการบัญชีและการจัดการ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ประเทศไทย; Email: charuay.s@msu.ac.th

³ Lecturer, Program in Computer Science, Faculty of Science and Technology, Rajabhat Mahasarakham University, Mahasarakham 44000, Thailand; อาจารย์ สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม 44000 ประเทศไทย; Email: jackaphan@cs.msu.ac.th

*Corresponding authors: Charuay Savithi (charuay.s@msu.ac.th)



Keywords: Convolutional Neural Networks, Leaf Disease Diagnosis, Image Classification, Line Chatbot, Smart Agriculture

บทคัดย่อ

โรคใบในพืช โดยเฉพาะโรคใบอ้อยในประเทศไทย เป็นปัญหาสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อผลผลิตและคุณภาพของอ้อย การตรวจสอบโรคด้วยวิธีดั้งเดิมมักใช้เวลานานและต้องอาศัยความเชี่ยวชาญเฉพาะด้าน ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโมเดลการเรียนรู้เชิงลึกสำหรับการวินิจฉัยโรคใบอ้อย โดยการนำเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน (CNN) และการบูรณาการกับไลน์แชตบอตเพื่อรองรับการเกษตรอัจฉริยะ โดยงานวิจัยนี้ได้ทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดล CNN ทั้ง 5 สถาปัตยกรรม เพื่อหาโมเดลที่ดีที่สุดเหมาะสมกับปัญหาการจำแนกโรคใบอ้อย ประกอบด้วย VGGNet-16, ResNet-50, DenseNet-121, AlexNet และ GoogLeNet โดยใช้ชุดข้อมูล Sugarcane Leaf Disease Dataset ที่ดำเนินการจัดเก็บจากสภาพแวดล้อมจริง ชุดข้อมูลภาพใบอ้อยถูกรวบรวมจากกลุ่มพื้นที่จังหวัดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนกลาง 4 จังหวัด จำนวน 4,000 ภาพ แบ่งเป็น 4 ประเภทอย่างละ 1,000 ภาพ ประกอบด้วยภาพใบอ้อยครอบคลุม 4 ประเภท ได้แก่ โรคเส้นกลางใบแดง โรคใบจุดวงแหวน โรคราสนิม และใบอ้อยปกติ ข้อมูลถูกแบ่งเป็น 3 อัตราส่วน คือ 75:25, 80:20 และ 90:10 สำหรับชุดฝึกสอนและชุดทดสอบ ตามลำดับ ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าโมเดล DenseNet-121 ด้วยอัตราส่วน 90:10 ให้ประสิทธิภาพสูงสุด โดยมีค่าเฉลี่ยแบบมาโคร (Macro-average) สูงที่สุด 97.28% เมื่อนำโมเดลที่ดีที่สุดไปพัฒนาเป็นระบบ LINE Chatbot สำหรับการวินิจฉัยโรคใบอ้อยแบบอัตโนมัติ ผลการทดสอบระบบแสดงให้เห็นว่าสามารถตอบสนองผู้ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของเทคโนโลยีการเรียนรู้เชิงลึกในการสนับสนุนเกษตรกรให้สามารถตรวจสอบสุขภาพพืชอ้อยได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการพัฒนาระบบเกษตรอัจฉริยะในประเทศไทย

คำสำคัญ: โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน, การวินิจฉัยโรคใบพืช, การจำแนกภาพ, ไลน์แชตบอต, เกษตรอัจฉริยะ

1. บทนำ (Introduction)

ภาคการเกษตรเป็นภาคการผลิตที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย โดยมีพื้นที่การเกษตรกว่า 149.25 ล้านไร่ คิดเป็นร้อยละ 46.5 ของพื้นที่ทั้งประเทศ (Office of Agricultural Economics, 2023) ถึงแม้สัดส่วนของภาคเกษตรต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ (GDP) จะลดลงอย่างต่อเนื่อง แต่ยังคงมีบทบาทสำคัญในด้านการจ้างงาน การผลิตอาหาร และการส่งออก โดยเฉพาะในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา ประเทศไทยมีรายได้จากการส่งออกสินค้าเกษตรและผลิตภัณฑ์เฉลี่ยปีละ 1.39 ล้านล้านบาท และเกินดุลการค้าเฉลี่ย 8.6 แสนล้านบาท (Kasikorn Research Center, 2023) ภาคเกษตรยังทำหน้าที่รองรับแรงงานจากภาคเศรษฐกิจอื่นในช่วงวิกฤต เช่น การแพร่ระบาดของโควิด-19 ได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงเกิดแนวโน้มการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มผลผลิต ลดต้นทุน และยกระดับภาคเกษตรสู่ระบบเกษตรอัจฉริยะ (Smart Agriculture) ที่มีความยั่งยืนในระยะยาว (Farooq et al., 2020)

อ้อยเป็นหนึ่งในพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย โดยเฉพาะในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนกลาง ซึ่งเป็นแหล่งเพาะปลูกขนาดใหญ่ ในปีการผลิต 2566/2567 พื้นที่เพาะปลูกอ้อยรวมทั้งสิ้น 11.39 ล้านไร่ เพิ่มขึ้นจากปีก่อนหน้ากว่า 376,000 ไร่ โดยกว่าร้อยละ 80 ของพื้นที่เพาะปลูกใช้พันธุ์ขอนแก่น 3 ซึ่งเหมาะสมกับสภาพพื้นที่แห้งแล้ง (Office of The Cane and Sugar Board, 2023) การเพิ่มขึ้นของพื้นที่เพาะปลูกอ้อยในประเทศไทยจากแนวโน้มราคาน้ำตาลในตลาดโลกที่ปรับตัวสูงขึ้น แต่ยังคงประสบปัญหาจากโรคพืชที่แสดงอาการบนใบอ้อย ได้แก่ โรคเส้นกลางใบแดง (Red

Stripe Disease) โรคใบจุดวงแหวน (Ring Spot Disease) โรคราสนิม (Rust Disease) เป็นต้น (Hamaan, 2016) ซึ่งส่งผลกระทบต่อผลผลิตในเชิงเศรษฐกิจอย่างมีนัยสำคัญ การวินิจฉัยโรคพืชที่รวดเร็วและแม่นยำจึงมีความจำเป็นอย่างต่อเนื่องต่อการควบคุมการระบาดและลดความเสียหาย

โรคพืชเป็นปัญหาสำคัญในอุตสาหกรรมเกษตร เนื่องจากส่งผลกระทบต่อผลผลิตและเศรษฐกิจ แนวทางแก้ไขที่ได้รับความสนใจในปัจจุบันคือการจำแนกภาพอาการของโรค โดยประยุกต์ใช้เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) ซึ่งความแม่นยำขึ้นอยู่กับปริมาณและคุณภาพของข้อมูล รวมถึงการปรับปรุงภาพเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจำแนก งานวิจัยโรคพืชที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ Wongsarapee & Puangmanee (2025) นำเสนอวิธีเสริมคุณภาพภาพด้วยฮาร์วาร์ฟเลตเพื่อจำแนกโรคบนใบสตรอเบอร์รี่ พบว่าช่วยเพิ่มความแม่นยำและลดเวลาในการประมวลผล Mekha et al. (2023) ศึกษาการจำแนกโรคใบข้าวโพดด้วยโมเดล InceptionV3, VGG16, Xception และ Custom Vision โดย Custom Vision ให้ความแม่นยำสูงสุด (98.1%) และมีขนาดโมเดล 21.2 MB ประมวลผลภายใน 6.89 วินาที Harshitha et al. (2024) พัฒนาระบบตรวจจับโรคใบพืชอัตโนมัติที่มีความรวดเร็ว ใช้งานง่าย และแนะนำวิธีการรักษาพร้อมลิงก์สั่งซื้อออนไลน์ Ganesh et al. (2025) ใช้เทคนิคการตรวจจับภาพล่วงหน้า การสกัดคุณลักษณะ และอัลกอริทึม ML และ DL ร่วมกับเซ็นเซอร์ เพื่อตรวจจับโรคอย่างแม่นยำตั้งแต่ระยะเริ่มต้น ลดการสูญเสียผลผลิตและการใช้สารเคมี Alyas & Mohammed (2022) แนะนำการใช้ SVM และการจัดกลุ่มแบบ K-Means เพื่อตรวจจับโรคจากคุณลักษณะสีและพื้นผิว โดย SVM แสดงประสิทธิภาพสูงในการระบุโรค ขณะที่ Pujari et al. (2015) มุ่งเน้นการประมวลผลภาพเพื่อจำแนกโรคเชื้อราบนพืช เพื่อการตรวจจับตั้งแต่ระยะเริ่มต้น

การประมวลผลภาพ (Image Processing) ถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางในวิธีการวินิจฉัยโรคต่าง ๆ Petrellis (2018) ได้ทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับการนำการประมวลผลภาพ มาช่วยในการวินิจฉัยโรค ไม่ว่าจะเป็นเกี่ยวข้องกับมนุษย์ สัตว์ และพืช ซึ่งช่วยให้ผู้เชี่ยวชาญเลือกวิธีการรักษาที่เหมาะสมได้ ในการประยุกต์ใช้ในการวินิจฉัยโรคที่อ้างอิงส่วนใหญ่ ภาพจะถูกปรับปรุงด้วยวิธีการกรองข้อมูล (Filtering Methods) ที่หลากหลาย และตามด้วยการแบ่งส่วน (Segmentation) เพื่อแยกส่วนที่ต้องการ และขั้นตอนสุดท้ายจะทำการจำแนกภาพ (Classification) นอกจากนี้การประมวลผลภาพยังมีการนำมาใช้ในงานด้านอื่น เช่น การวิเคราะห์ภาพผลิตภัณฑ์อาหารสำหรับระบบตรวจสอบสถานะฮาลาลสำหรับผู้บริโภค (Petrellis, 2018, Adulyasas et al., 2023)

เทคโนโลยีการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) โดยเฉพาะโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน (CNN) ได้รับความสนใจอย่างกว้างขวางในการวิเคราะห์ภาพถ่ายทางการแพทย์ เนื่องจากมีความสามารถจำแนกภาพซับซ้อนและประมวลผลได้แม่นยำและรวดเร็ว (Ditcharoen et al., 2023) อย่างไรก็ตามยังขาดงานวิจัยที่มุ่งเน้นโรคใบอ้อยในบริบทประเทศไทย โดยเฉพาะการใช้งานจริงผ่านแพลตฟอร์มที่เกษตรกรเข้าถึงได้ เช่น LINE Chatbot จากแนวโน้มดังกล่าว จึงพัฒนาโมเดล CNN สำหรับวินิจฉัยโรคจากภาพใบอ้อย และเปรียบเทียบประสิทธิภาพสถาปัตยกรรม 5 แบบ ได้แก่ VGGNet-16, ResNet-50, DenseNet-121, AlexNet และ GoogLeNet เพื่อเลือกโมเดลที่เหมาะสมที่สุดก่อนนำไปประยุกต์ในระบบแชตบอตอัตโนมัติบน LINE เพื่อให้ใช้งานจริงในภาคเกษตร ผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่าเทคโนโลยีนี้ช่วยเพิ่มความแม่นยำและลดภาระการตรวจด้วยตาเปล่า สนับสนุนเกษตรกรในการจัดการโรคได้มีประสิทธิภาพ และเป็นพื้นฐานต่อยอดสู่ระบบฟาร์มอัจฉริยะในอนาคต สอดคล้องกับทิศทางการพัฒนาเกษตรอัจฉริยะของประเทศ

2. วัตถุประสงค์งานวิจัย (Research Objectives)

1. เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสถาปัตยกรรมโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน (Convolutional Neural Network: CNN) จำนวน 5 สถาปัตยกรรม ได้แก่ VGGNet-16, ResNet-50, DenseNet-121, AlexNet และ GoogLeNet ในการจำแนกประเภทโรคที่ปรากฏบนใบอ้อยจากภาพถ่าย
2. เพื่อพัฒนาระบบแชตบอตอัตโนมัติบนแพลตฟอร์ม LINE สำหรับการวินิจฉัยโรคใบอ้อยแบบเรียลไทม์ เพื่อรองรับการประยุกต์ใช้ในระบบเกษตรอัจฉริยะ

3. กรอบแนวคิดงานวิจัย (Conceptual Framework)

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยแบบตัดขวาง (Cross-Sectional Design) โดยใช้ข้อมูลแบบปฐมภูมิ (Primary Data) ที่รวบรวมโดยการลงพื้นที่เก็บรวบรวมข้อมูลภาพ (Image Collection) จากกลุ่มพื้นที่จังหวัดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนกลาง 4 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดมหาสารคาม ขอนแก่น กาฬสินธุ์ และร้อยเอ็ด ชุดข้อมูลภาพใบอ้อยมีการดำเนินการ

จัดเก็บในช่วงเดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2567 ถึง เมษายน พ.ศ. 2567 จำนวน 4,000 ภาพ ซึ่งมีการจำแนกโรคใบอ้อย 4 ประเภท ได้แก่ โรคเส้นกลางใบแดง (Red Stripe Disease: RedRot) โรคใบจุดวงแหวน (Ring Spot Disease: RingSpot) โรคราสนิม (Rust Disease: Rust) และใบอ้อยปกติ (Healthy Leaves: Healthy) โดยการวิจัยนี้นำเสนอกรอบแนวคิดการประยุกต์ใช้เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึกสำหรับการวินิจฉัยโรคใบอ้อย โดยประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ ได้แก่ การเก็บรวบรวมภาพ การประมวลผลเบื้องต้นด้วยการลบภาพที่ไม่เกี่ยวข้อง ปรับขนาด ตัดภาพ และแปลงไฟล์ให้อยู่ในรูปแบบมาตรฐาน จากนั้นทำการแบ่งชุดข้อมูลเพื่อฝึกสอนและทดสอบในสัดส่วนที่เหมาะสม และจัดเก็บอย่างมีโครงสร้าง ขั้นตอนการเรียนรู้ใช้สถาปัตยกรรมโครงข่ายประสาทเทียมเชิงลึก 5 แบบ ได้แก่ VGGNet-16, ResNet-50, DenseNet-121, AlexNet และ GoogLeNet พร้อมประเมินผลด้วยดัชนี Accuracy, Precision, Recall, F1-Score และวิเคราะห์ด้วยเมตริกซ์ความสับสน เพื่อระบุโมเดลที่มีประสิทธิภาพสูงสุด และนำมาพัฒนาเป็นระบบแชทบอตอัตโนมัติบนแพลตฟอร์ม LINE สำหรับการวินิจฉัยโรคใบอ้อยแบบเรียลไทม์ เพื่อสนับสนุนการเกษตรอัจฉริยะอย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีกรอบแนวคิดแสดงดัง Figure 1.

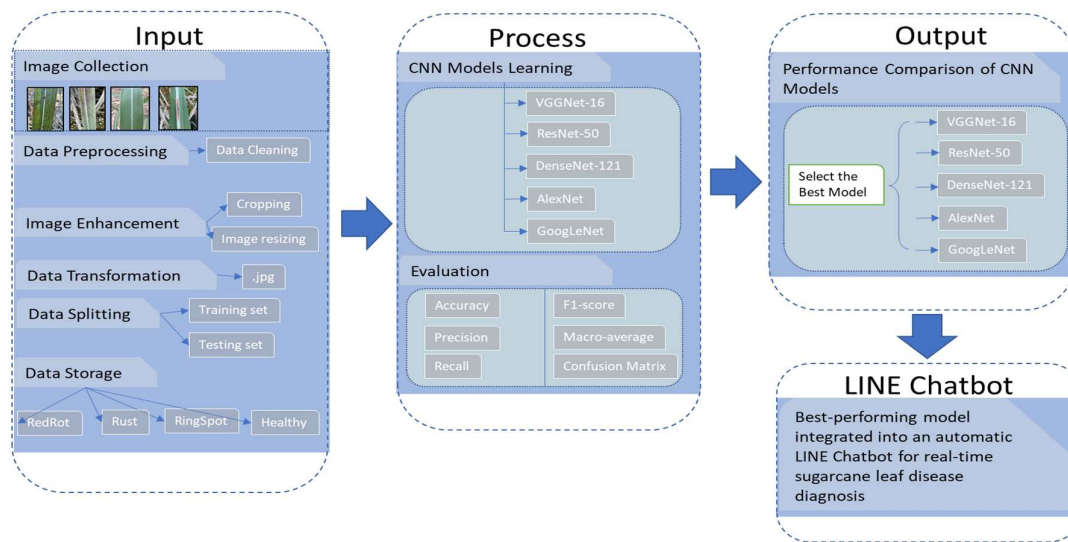


Figure 1. Conceptual Framework.

4. การทบทวนวรรณกรรมและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง (Literature Review)

4.1 การประยุกต์ใช้ Deep Learning และ CNN สำหรับการวิเคราะห์โรคพืชด้วยภาพถ่าย

การวินิจฉัยโรคพืชด้วยภาพถ่ายโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) และโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน (Convolutional Neural Networks: CNN) ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย เนื่องจากสามารถประมวลผลภาพและจำแนกความผิดปกติได้อย่างแม่นยำ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในด้านนี้มีหลากหลายรูปแบบ ทั้งในแง่ของสถาปัตยกรรมที่ใช้ เทคนิคการฝึกสอน การเพิ่มประสิทธิภาพโมเดล รวมถึงการประยุกต์ใช้งานจริงในระบบสนับสนุนการตัดสินใจ

Saisangchan et al. (2022) ได้ศึกษาการจำแนกภาพใบมะนาวที่เป็นโรคและไม่เป็นโรคด้วยเทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก โดยใช้สถาปัตยกรรม LeNet-5, VGG16, ResNet-50 และแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นเองจากพื้นฐานของ VGGNet ซึ่งปรับลดขนาดของชั้นการเรียนรู้และจำนวนพารามิเตอร์ เพื่อเพิ่มความเร็วในการประมวลผลโดยไม่ลดทอนความแม่นยำ การทดลองใช้ชุดข้อมูลภาพถ่ายใบมะนาวจำนวน 5,710 ภาพ แบ่งชุดข้อมูลเป็นชุดฝึกสอนร้อยละ 80 และชุดทดสอบร้อยละ 20 ผลการวิจัยพบว่าสถาปัตยกรรมที่พัฒนาขึ้นมีความแม่นยำสูงสุดที่ 89.06% ขณะที่ LeNet-5 มีความแม่นยำต่ำสุดที่ 78.90%

Makkawal et al. (2022) ได้พัฒนาเว็บแอปพลิเคชันเพื่อจำแนกสายพันธุ์กล้วยต่างโดยใช้เทคนิค CNN โดยรวบรวมภาพกล้วยต่าง 5 สายพันธุ์จากองค์การสวนพฤกษศาสตร์ และแบ่งชุดข้อมูลเป็นชุดฝึกสอนร้อยละ 70 และชุดทดสอบร้อยละ 30 ผลการวิเคราะห์ด้วยค่า F1-Score แสดงความแม่นยำสูงสุดที่ 83.00%

Jomsri et al. (2021) ได้พัฒนาระบบตรวจวินิจฉัยโรคใบของดาวเรืองโดยใช้เทคโนโลยี IoT ร่วมกับเทคนิคซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (Support Vector Machine: SVM) สำหรับการจำแนกโรคใบจุดจากภาพถ่าย โดยได้ผลความ

แม่นยำที่ 86% และระดับความพึงพอใจจากเกษตรกรอยู่ในระดับมากที่สุด ทั้งยังพบว่าการใช้ระบบช่วยลดความผิดพลาดในการวินิจฉัยได้อย่างมีนัยสำคัญ

Enkvetchakul & Surinta (2022) ได้ศึกษาและเปรียบเทียบสถาปัตยกรรม MobileNetV2 และ NASNetMobile ซึ่งออกแบบมาให้เหมาะสมกับการประมวลผลบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ โดยใช้เทคนิคการเพิ่มข้อมูล (Data Augmentation) ร่วมกับการเรียนรู้ถ่ายทอด (Transfer Learning) ผลการทดลองพบว่า NASNetMobile ให้ผลลัพธ์ที่แม่นยำสูงสุดเมื่อนำเทคนิคการหมุน (Rotation) การเลื่อน (Translation) และการซูม (Zoom) มาประยุกต์ร่วมกันในขั้นตอนการฝึกสอนโมเดล

Amin et al. (2022) ได้ศึกษาการพัฒนาโมเดลการเรียนรู้เชิงลึกแบบ End-to-End สำหรับการจำแนกใบข้าวโพดที่มีสุขภาพดีและไม่ดี โดยมีจุดจำกัดด้านขนาดของโมเดลในสถาปัตยกรรมทั่วไป ผ่านการรวมคุณลักษณะเชิงลึกจากโครงข่ายที่ผ่านการฝึกอบรมล่วงหน้า ได้แก่ EfficientNetB0 และ DenseNet121 ด้วยเทคนิคการเชื่อมต่อ (Concatenation) พร้อมประยุกต์ใช้เทคนิคการเพิ่มข้อมูล (Data Augmentation) เพื่อเพิ่มความหลากหลายของชุดข้อมูลในการฝึกสอน ผลการวิจัยพบว่าโมเดลที่พัฒนาขึ้นแสดงความแม่นยำสูงสุดที่ 98.56% ซึ่งเหนือกว่า ResNet152 และ InceptionV3 ที่มีความแม่นยำ 98.37% และ 96.26% ตามลำดับ

Daphal & Koli (2024) ได้การนำเสนอสถาปัตยกรรมการเรียนรู้เชิงลึกแบบหลายระดับร่วมกับกลไกความสนใจ (Attention-Based Multilevel Architecture) สำหรับการจำแนกโรคในใบอ้อย โดยใช้ทั้ง Spatial Attention และ Channel Attention ในการสกัดข้อมูลสำคัญ ผลการทดลองพบว่า โมเดลสามารถจำแนกโรคได้ด้วยความแม่นยำสูงถึง 86.53% ซึ่งสูงกว่าสถาปัตยกรรมขั้นสูงอื่น ๆ เช่น VGG19, ResNet50, XceptionNet และ EfficientNet-B7 โดยเฉพาะในบริบทของชุดข้อมูลขนาดเล็ก นอกจากนี้ยังมีการประยุกต์ใช้งานจริงผ่านแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟนระบบ Android เพื่อรองรับการวินิจฉัยโรคใบอ้อยในภาคสนาม

จากการทบทวนงานวิจัยข้างต้น พบว่างานวิจัยมีจุดเด่นและข้อจำกัดที่แตกต่างกัน งานของ Saisangchan et al. (2022) และ Makkawal et al. (2022) แสดงให้เห็นประสิทธิภาพของ CNN ในการจำแนกโรคพืช แต่มีข้อจำกัดในการเข้าถึงของเกษตรกรเนื่องจากต้องใช้ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน งานของ Jomsri et al. (2021) ถึงแม้จะมีการประยุกต์ใช้ IoT และได้รับความพึงพอใจสูงจากเกษตรกร แต่ใช้เทคนิค SVM ซึ่งมีประสิทธิภาพต่ำกว่า CNN งานของ Enkvetchakul & Surinta (2022) และ Amin et al. (2022) เน้นการพัฒนาโมเดลที่เหมาะสมกับอุปกรณ์เคลื่อนที่และมีความแม่นยำสูง แต่ยังคงขาดการพัฒนาาระบบที่เกษตรกรสามารถใช้งานได้จริงอย่างสะดวก งานของ Daphal & Koli (2024) ถึงแม้จะมีการพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับใบอ้อยโดยเฉพาะ แต่ยังไม่มีการบูรณาการกับระบบการสื่อสารที่เกษตรกรคุ้นเคยในชีวิตประจำวัน และแม้จะมีงานวิจัยมากมายที่ประยุกต์ใช้เทคนิค Deep Learning และ CNN สำหรับการจำแนกโรคพืช แต่ยังมีส่วนที่ยังขาดการศึกษาวิจัย ได้แก่ (1) งานวิจัยที่เน้นเฉพาะโรคใบอ้อยในบริบทของประเทศไทย (2) การทำระบบที่บูรณาการเทคโนโลยี AI เข้ากับแพลตฟอร์มการสื่อสารที่เกษตรกรใช้ในชีวิตประจำวัน ดังนั้นการวิจัยนี้จึงมีความสำคัญในการพัฒนาโมเดล CNN ที่เฉพาะเจาะจงสำหรับการจำแนกโรคใบอ้อยในบริบทพื้นที่ถิ่นของประเทศไทย และการบูรณาการเข้ากับ LINE Chatbot ซึ่งเป็นแพลตฟอร์มที่เกษตรกรไทยใช้กันอย่างแพร่หลาย

4.2 การประมวลผลภาพ (Image Processing)

การประมวลผลภาพ (Image Processing) หมายถึงกระบวนการทางคอมพิวเตอร์ที่ประยุกต์ใช้เทคนิคต่าง ๆ เพื่อวิเคราะห์และดัดแปลงภาพดิจิทัล โดยประกอบด้วยขั้นตอนหลัก เช่น การปรับปรุงคุณภาพของภาพ (Image Enhancement) การแยกส่วน (Segmentation) การดึงคุณลักษณะเฉพาะ (Feature Extraction) และการจำแนกประเภท (Classification) เพื่อสกัดข้อมูลหรือข้อสรุปที่ต้องการจากภาพ ในบริบทการวิจัยด้านการวินิจฉัยโรคพืช การประมวลผลภาพมีบทบาทสำคัญในการตรวจจับและจำแนกโรคจากภาพถ่ายใบพืชอย่างมีประสิทธิภาพ กระบวนการดังกล่าวมีขั้นตอนการดำเนินงานที่เป็นระบบ ประกอบด้วย การรับภาพ (Image Acquisition) การเตรียมภาพ (Preprocessing) การแบ่งส่วนภาพ (Segmentation) การดึงคุณลักษณะเฉพาะ (Feature Extraction) และการจำแนกโรคโดยใช้อัลกอริทึม Machine Learning หรือ Deep Learning เช่น Convolutional Neural Networks (CNN) การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการประมวลผลภาพในการวินิจฉัยโรคพืชมีประโยชน์หลายประการ ได้แก่ ความสามารถในการตรวจพบโรคในระยะเริ่มต้น การลดการสูญเสียผลผลิต และการสนับสนุนการเกษตรยั่งยืน เทคโนโลยีนี้ช่วยเพิ่มความแม่นยำและความรวดเร็วในการวินิจฉัย ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญต่อการจัดการโรคพืชอย่างมีประสิทธิภาพ (Ganesh et al., 2025; Harshitha et al., 2024)

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า การประมวลผลภาพ (Image Processing) ได้รับการประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลายในการวินิจฉัยโรคในมนุษย์ สัตว์ และพืช เพื่อช่วยผู้เชี่ยวชาญในการเลือกวิธีการรักษาที่เหมาะสม ข้อมูลภาพที่ใช้ในกระบวนการอาจได้จากกล้องถ่ายภาพแสงที่มองเห็นได้ หรือจากอุปกรณ์ที่บันทึกข้อมูลในช่วงความยาวคลื่นที่มองไม่เห็น เช่น เซ็นเซอร์แม่เหล็ก อัลตราโซนิก และกล้องจุลทรรศน์ โดยทั่วไป การวิเคราะห์ภาพจะเริ่มจากการปรับปรุงคุณภาพภาพด้วยวิธีการกรองข้อมูลหลากหลายรูปแบบ ตามด้วยการแบ่งส่วนเพื่อแยกบริเวณที่สนใจ และสิ้นสุดด้วยขั้นตอนการจำแนกประเภทภาพ วิธีการเหล่านี้ถูกนำไปประยุกต์ในกระบวนการทำงานสำหรับการวินิจฉัยโรคพืชที่พัฒนาขึ้นในงานวิจัยนี้ พร้อมทั้งการอ้างอิงถึงตัววัด เงื่อนไขการทดลอง และผลลัพธ์ที่เกี่ยวข้องในงานก่อนหน้า ซึ่งชี้ให้เห็นว่าการวินิจฉัยด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพให้ผลลัพธ์ที่มีความแม่นยำสูง และสามารถต่อยอดเพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันที่มีลักษณะใกล้เคียงหรือแตกต่างได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Petrellis, 2018)

การประมวลผลภาพ (Image Processing) เป็นกระบวนการใช้เทคนิคและอัลกอริทึมเพื่อแปลงภาพดิจิทัลให้มีคุณภาพดีขึ้นและสกัดข้อมูลที่มีประโยชน์ โดยแบ่งออกเป็น 4 กระบวนการหลักดังนี้

1. การปรับปรุงคุณภาพภาพ (Image Enhancement) เป็นกระบวนการปรับปรุงภาพให้เหมาะสมต่อการรับรู้ของมนุษย์หรือการประมวลผลต่อไป โดยใช้เทคนิค Point Operations สำหรับการปรับความสว่างและความคมชัด การกรองเชิงพื้นที่ (Spatial Filtering) สำหรับการลดสัญญาณรบกวน และ Histogram Equalization เพื่อปรับการกระจายค่าความเข้มแสง

2. การแยกส่วนภาพ (Image Segmentation) เป็นกระบวนการแบ่งภาพออกเป็นหลายปริภูมิที่มีคุณลักษณะคล้ายคลึงกัน โดยใช้เทคนิค Threshold-based Segmentation, Edge-based Segmentation และ Region-based Segmentation เพื่อแยกวัตถุออกจากพื้นหลัง

3. การแปลงสีและพื้นที่สี (Color Space Transformation) เป็นการแปลงระบบสีจาก RGB ไปยังพื้นที่สีอื่น ๆ เช่น HSV, LAB หรือ YUV เพื่อให้การวิเคราะห์มีประสิทธิภาพมากขึ้น รวมถึงการปรับแต่งสี (Color Correction) และการปรับสมดุลสี (Color Balance)

4. การสกัดลักษณะเด่น (Feature Extraction) เป็นกระบวนการสกัดข้อมูลสำคัญจากภาพ เช่น Edge Detection โดยใช้ Sobel, Canny หรือ Laplacian operators, Corner Detection สำหรับจุดสำคัญ และ Texture Analysis เพื่อวิเคราะห์ลดลายผิวของวัตถุในภาพ (Archana & Jeevaraj, 2024)

4.3 การเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning)

การเรียนรู้เชิงลึก (Deep learning) เป็นส่วนย่อยของการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine learning) การเรียนรู้เชิงลึกและการเรียนรู้ของเครื่องนั้น เป็นส่วนย่อยของปัญญาประดิษฐ์ (Artificial intelligence: AI) (Koedsri, 2021) ความแตกต่างสำคัญระหว่างการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) กับการเรียนรู้ของเครื่องแบบดั้งเดิม (Traditional Machine Learning) คือ ความสามารถในการพัฒนาประสิทธิภาพตามขนาดของข้อมูล โดยโมเดลแบบ Deep Learning มักให้ผลลัพธ์ที่แม่นยำยิ่งขึ้นเมื่อได้รับข้อมูลจำนวนมาก ขณะที่อัลกอริทึมแบบดั้งเดิมและโครงข่ายประสาทเทียมขนาดเล็กมักเหมาะสมกับชุดข้อมูลขนาดเล็ก การเลือกใช้อัลกอริทึมให้สอดคล้องกับลักษณะปัญหาและขนาดข้อมูลจึงเป็นแนวทางสำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพของแบบจำลองโดยไม่จำเป็นต้องพึ่งพาปริมาณข้อมูลที่มากเกินไป (Vento & Fanfarillo, 2019)

การเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) เป็นเทคนิคที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในงานประมวลผลภาพ (Image Processing) และการรู้จำภาพ (Computer Vision) โดยอาศัยโครงข่ายประสาทเทียมหลายชั้นในการสกัดและถ่ายทอดคุณลักษณะจากระดับพิกเซลเพื่อนำไปใช้ในการจำแนกประเภท โดยทั่วไปสามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภทหลัก ได้แก่ (1) โครงข่ายแบบมีผู้สอน เช่น DNN, CNN และ RNN ซึ่งเหมาะกับข้อมูลที่มีการระบุผลเฉลยจำนวนมาก (2) โครงข่ายแบบไม่มีผู้สอน เช่น Deep Autoencoder, DBN และ RBM ที่ใช้เรียนรู้จากข้อมูลโดยไม่ต้องพึ่งผลเฉลย และ (3) โครงข่ายแบบผสมที่ใช้การเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอนในขั้นต้นก่อนนำไปปรับด้วยแบบมีผู้สอน เช่น DBN ร่วมกับ DNN หรือ CNN ซึ่งได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นเนื่องจากสามารถปรับใช้ได้แม้มีข้อมูลจำนวนน้อย (Saisangchan et al., 2022)

4.4 โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน (Convolutional Neural Networks: CNN)

โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน (Convolutional Neural Network: CNN) จำลองการมองเห็นของมนุษย์ประกอบด้วยชุดของ Convolution และ Sub-Sampling Layer ตามด้วยเลเยอร์เชื่อมต่ออย่างสมบูรณ์ (Shrestha & Mahmood, 2019) โดยทำงานกับภาพในรูปเมทริกซ์พิกเซลและจำลองการมองเป็นพื้นที่ย่อย ๆ เพื่อนำมาจำแนก

(Classification) และผสมผสานข้อมูลย่อยเหล่านั้นในการระบุสิ่งที่เห็น อัลกอริทึม CNN แบ่งการทำงานออกเป็นสองส่วนหลัก ได้แก่ Feature Extraction และ Classification โดย Feature Extraction ใช้ฟิลเตอร์ (Filter) ในการคัดเลือกคุณลักษณะสำคัญจากข้อมูลเพื่อใช้ในการทำนายผลที่ขั้นตอน Classification ฟิลเตอร์จะถูกกำหนดขนาดและวางลงบนข้อมูลเพื่อระบุบริเวณที่ต้องวิเคราะห์และประมวลผลออกมา CNN เป็นโครงข่ายประสาทเทียมหลายชั้น (Multilayer Perceptron) ที่สามารถดึงลักษณะเด่นของข้อมูลและจำแนกผลได้โดยตรง จึงเหมาะสำหรับการจำแนกรูปภาพ (Hongboonmee & Kanyaprasit, 2021)

ดังนั้นในการวิจัยนี้ จึงนำเสนอการวินิจฉัยโรคพืชที่ปรากฏอาการบนใบอ้อย โดยใช้ CNN เป็นหลักในการประมวลผลข้อมูลของชุดรูปภาพทั้งหมด และเปรียบเทียบโดยใช้ลักษณะโครงสร้าง (Architecture) ที่แตกต่างกัน 5 สถาปัตยกรรม

4.5 การวัดประสิทธิภาพของโมเดล (Performance Measurement)

การจำแนกประเภท (Classification) เป็นกระบวนการประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองที่ถูกฝึกขึ้นเพื่อใช้ในการจำแนกกลุ่มของข้อมูล (Hongboonmee & Sitthichokchaisiri, 2021) โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับข้อมูลที่ไม่เคยถูกใช้ในการระหว่างการฝึกสอน (Training Set) การประเมินนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวัดความสามารถของแบบจำลองในการพยากรณ์ผลลัพธ์อย่างถูกต้องผ่านเมตริกซ์ (Metrics) หรือตัวชี้วัดที่ได้มาตรฐาน (Saisangchan et al., 2022) โดยหนึ่งในวิธีการพื้นฐานที่นิยมใช้คือ Confusion Matrix ซึ่งเป็นสรุปผลการจำแนกที่แสดงให้เห็นจำนวนการทำนายที่ถูกต้องและผิดพลาดในแต่ละกลุ่มเป้าหมายของโมเดล โดยในงานวิจัยนี้มีการใช้ Confusion Matrix เพื่อเป็นพื้นฐานในการคำนวณค่าต่าง ๆ เพื่อประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลอง (Yap et al., 2021) ได้แก่ ความแม่นยำ (Accuracy) ความเที่ยงตรง (Precision) ค่าการเรียกคืน (Recall หรือ Sensitivity) F1-Score และค่าเฉลี่ยแบบมาโคร (Macro-average) ซึ่งการวัดผลดังกล่าวช่วยให้สามารถประเมินความสามารถในการจำแนกของโมเดลได้อย่างครอบคลุมในหลากหลายมิติ และเป็นพื้นฐานสำคัญในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบบจำลองต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในการวิจัย

5. วิธีดำเนินงานวิจัย (Research Methodology)

งานวิจัยนี้ออกแบบและดำเนินการทดลองโดยประยุกต์ใช้เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึกด้วยโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน 5 สถาปัตยกรรม ได้แก่ VGGNet-16, ResNet-50, DenseNet-121, AlexNet และ GoogLeNet เพื่อวิเคราะห์และเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการจำแนกโรคจากภาพใบอ้อยบนชุดข้อมูลที่สร้างขึ้นเอง พร้อมทั้งพัฒนาระบบ LINE Chatbot เพื่อรองรับการใช้งานจริงในบริบทของเกษตรกรอัจฉริยะ โดยขั้นตอนการดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

5.1 เก็บข้อมูลรูปภาพที่ใช้ในการวิจัย

การเก็บรวบรวมข้อมูลภาพใบอ้อยสำหรับการวิจัยนี้ได้สร้างชุดข้อมูล Sugarcane Leaf Disease Dataset ที่ประกอบด้วยภาพถ่ายใบอ้อยจำนวน 4,000 ภาพ โดยแบ่งเป็น 4 กลุ่มย่อยตามสภาพของใบอ้อยในสัดส่วนที่เท่ากัน ได้แก่ โรคเส้นกลางใบแดง (RedRot) โรคใบจุดวงแหวน (RingSpot) โรคราสนิม (Rust) และใบอ้อยสุขภาพดี (Healthy) ที่ไม่แสดงอาการของโรค กลุ่มละ 1,000 ภาพ ดังแสดงใน Figure 2. (a) - (d) ตามลำดับ ทั้งหมดเก็บรวบรวมจากสภาพแวดล้อมจริงในแปลงเพาะปลูกอ้อยเพื่อให้ได้ข้อมูลที่สะท้อนลักษณะอาการของโรคที่แท้จริงและมีความหลากหลายในด้านสภาพแสง มุมมอง และระยะการถ่ายภาพ

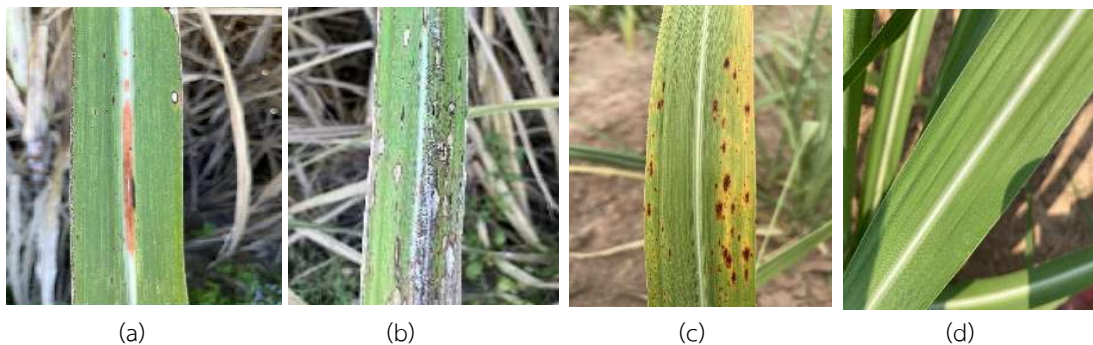


Figure 2. Images of diseased sugarcane leave (a) RedRot, (b) RingSpot, (c) Rust, and (d) Healthy.

งานวิจัยนี้ดำเนินการวิจัยด้วยการออกแบบกรอบแนวคิดแบบตัดขวาง (Cross-Sectional Design) โดยใช้ข้อมูลแบบปฐมภูมิ (Primary Data) ที่รวบรวมภาพทั้งหมดถ่ายจากแปลงเกษตรในสภาพแวดล้อมจริง โดยลงพื้นที่เก็บข้อมูลในกลุ่มจังหวัดภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนกลาง 4 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดมหาสารคาม ขอนแก่น กาฬสินธุ์ และร้อยเอ็ด ชุดข้อมูลภาพใบอ้อยมีการดำเนินการจัดเก็บในช่วงเดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2567 ถึง เมษายน พ.ศ. 2567 จำนวน 4,000 ภาพ กระบวนการรวบรวมข้อมูลได้ควบคุมวิธีการ สภาพแวดล้อม และตัวแปรตามอื่น ๆ ที่อาจส่งผลกระทบต่อคุณภาพของรูปดังนี้

1. สภาพแวดล้อม (Environment) ภาพที่จัดเก็บจะอยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีลักษณะเดียวกัน คือ ช่วงเวลา 08.00 - 12.00 น. ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ให้แสงที่มีความเหมาะสมเพียงพอกับการถ่ายภาพ

2. ลักษณะเด่นในภาพ (Features) ในการถ่ายภาพจะถ่ายภาพใบอ้อยที่มีลักษณะเด่นที่เห็นได้ชัดเจน เช่น ใบที่ติดเชื้อปรากฏลักษณะของโรคใบอ้อยชัดเจน และใบอ้อยปกติที่ไม่มีปรากฏอาการของโรคต่าง ๆ

3. อุปกรณ์ถ่ายภาพ (Camera) ดำเนินการถ่ายภาพด้วยกล้องชนิดเดียวกันทุกภาพ กล้องความเยียด 12MP (Mega Pixels) ค่ารูรับแสง (f-stop) ขนาด f/1.8 - f/2.4 ชุมออกแบบออปติคัล (Optical) 2 เท่า ชุมดิจิทัล (Digital) 5 เท่า

5.2 การจัดเตรียมชุดข้อมูลสำหรับพัฒนาแบบจำลองการเรียนรู้เชิงลึก

การเตรียมข้อมูลสำหรับงานวิจัยนี้ดำเนินการโดยแบ่งชุดภาพใบอ้อยออกเป็นชุดฝึกสอน (Training Data) และชุดทดสอบ (Test Data) ด้วยเทคนิคการสุ่มตัวอย่าง (Random Sampling) ในสามอัตราส่วน ได้แก่ 75:25, 80:20 และ 90:10 เพื่อวิเคราะห์ผลกระทบของขนาดข้อมูลฝึกสอนต่อประสิทธิภาพของโมเดลการเรียนรู้เชิงลึก การแบ่งข้อมูลทุกอัตราส่วนคงความสมดุลของแต่ละคลาส (Class Balance) ทั้ง 4 ประเภท ได้แก่ RedRot, RingSpot, Rust และ Healthy พร้อมปรับขนาดภาพให้เท่ากันที่ 256x256 พิกเซล เพื่อให้เหมาะสมกับการประมวลผลของแบบจำลอง CNN

5.3 การพัฒนาแบบจำลองการเรียนรู้เชิงลึก

งานวิจัยนี้พัฒนาแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน (CNN) สำหรับวิเคราะห์และตรวจสอบโรคใบอ้อยจากภาพถ่าย โดยดำเนินการบนแพลตฟอร์ม Google Colaboratory (Google Colab) ใช้ Python 3 และ Runtime ที่รองรับการประมวลผลแบบขนานด้วย GPU T4 พร้อมไลบรารี PyTorch สำหรับพัฒนาและฝึกสอนโมเดล โดยเฉพาะในบริบทของชุดข้อมูลขนาดเล็ก กระบวนการพัฒนาประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ (1) การแบ่งชุดข้อมูลใบอ้อยในสัดส่วน 75:25, 80:20 และ 90:10 สำหรับชุดฝึกสอนและชุดทดสอบ ดังแสดงรายละเอียดใน Table 1. (2) การฝึกสอนและทดสอบแบบจำลองด้วยสถาปัตยกรรม CNN ทั้ง 5 สถาปัตยกรรม ได้แก่ VGGNet-16, ResNet-50, DenseNet-121, AlexNet และ GoogLeNet (3) การประเมินประสิทธิภาพของแต่ละแบบจำลองด้วยตัวชี้วัดมาตรฐาน ได้แก่ ความแม่นยำ (Accuracy) ความเที่ยงตรง (Precision) และค่าการเรียกคืน (Recall) และ (4) การนำแบบจำลองที่มีประสิทธิภาพสูงสุดไปพัฒนาเป็นระบบแชตบอตอัตโนมัติบนแพลตฟอร์ม LINE เพื่อการวินิจฉัยโรคใบอ้อยจากภาพถ่ายแบบเรียลไทม์

Table 1. Partitioning the dataset into training and testing sets.

Class No.	Class Name	Number of images	Train/Test (75:25)	Train/Test (80:20)	Train/Test (90:10)
1	RedRot	1,000	750/250	800/200	900/100
2	RingSpot	1,000	750/250	800/200	900/100
3	Rust	1,000	750/250	800/200	900/100
4	Healthy	1,000	750/250	800/200	900/100
Total		4,000	3,000/1000	3,200/800	3,600/400

5.4 การทดสอบประสิทธิภาพ

การดำเนินการวิจัยในส่วนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน (CNN) ในการวิเคราะห์และจำแนกภาพใบอ้อยที่แสดงอาการของโรคเส้นกลางใบแดง (RedRot), โรคใบจุดวงแหวน (RingSpot) และโรคราสนิม (Rust) การประเมินผลดำเนินการบนชุดข้อมูลทดสอบโดยใช้ตัวชี้วัดมาตรฐาน ได้แก่ Accuracy, Precision, Recall และ F1-Score ซึ่งคำนวณค่าเฉลี่ยแบบ Macro-average เพื่อสะท้อนประสิทธิภาพของแบบจำลองในกลุ่มข้อมูลที่มีจำนวนตัวอย่างเท่ากัน ผลลัพธ์จากการทดสอบถูกเปรียบเทียบตามอัตราส่วนการแบ่งข้อมูล

75:25, 80:20 และ 90:10 เพื่อระบุสถาปัตยกรรมที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการจำแนกโรคใบอ้อยจากภาพถ่าย ในการทดลองนี้มีการตั้งค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ (Hyperparameters) โดยแสดงรายละเอียดดัง Table 2.

Table 2. Hyperparameter Settings

Parameter	Value
Image Type	Color (RGB)
Image size (Width x Height)	256x256
Percentage for Validation (%)	20
Image Encoding	jpg
Dataset	Healthy, RedRot, Rust and RingSpot
Training epochs	4, 10 and 20
Batch size	64

5.5 การออกแบบและพัฒนาระบบ LINE Chatbot

งานวิจัยนี้ได้ออกแบบและพัฒนาระบบ LINE Chatbot โดยใช้ LINE Messaging API เป็นตัวกลางระหว่างผู้ใช้งานกับแบบจำลองการเรียนรู้เชิงลึก (CNN) ที่มีประสิทธิภาพสูงสุดจากการทดลอง สำหรับวินิจฉัยโรคใบอ้อยจากภาพถ่าย ผู้ใช้สามารถส่งภาพผ่านบัญชี LINE Official ชื่อ “Sugarcane Disease” ซึ่งระบบจะประมวลผลและจำแนกโรค ได้แก่ โรคเส้นกลางใบแดง (RedRot), โรคใบจุดวงแหวน (RingSpot), โรคราสนิม (Rust) และใบอ้อยปกติ (Healthy) จากนั้นส่งผลลัพธ์พร้อมภาพต้นฉบับกลับไปยังผู้ใช้โดยอัตโนมัติ ช่วยอำนวยความสะดวกต่อการใช้งานจริงในภาคเกษตรกรรม สถาปัตยกรรมของระบบแสดงรายละเอียดใน Figure 3.

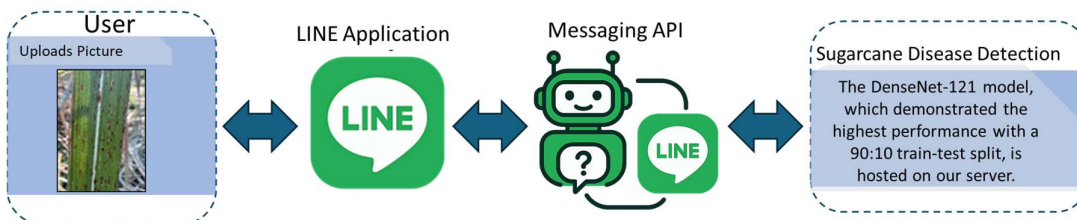


Figure 3. LINE Chatbot Architecture

6. ผลการวิจัย (Results)

งานวิจัยนี้ได้ประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลอง CNN ที่เลือกสำหรับการวินิจฉัยโรคใบอ้อย โดยทำการทดลองกับการแบ่งชุดข้อมูลในสามอัตราส่วน ได้แก่ 75:25, 80:20 และ 90:10 เพื่อศึกษาผลของขนาดข้อมูลฝึกสอนต่อประสิทธิภาพของแบบจำลอง ผลการทดสอบและการเปรียบเทียบสามารถสรุปได้ดังนี้

6.1 ผลการทดสอบและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบบจำลองในการจำแนกโรคใบอ้อย

การทดลองใช้เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) สำหรับจำแนกโรคใบอ้อยบนชุดข้อมูลที่แบ่งเป็นอัตราส่วน 75:25, 80:20 และ 90:10 แสดงให้เห็นว่าระดับประสิทธิภาพของแต่ละโมเดลแตกต่างกัน โดยประเมินจากตัวชี้วัดสำคัญ ได้แก่ Accuracy, Recall, Precision และ F1-Score ผลการเปรียบเทียบสรุปไว้ใน Table 3., 4, และ 5 เพื่อวิเคราะห์ความเหมาะสมของแบบจำลองภายใต้เงื่อนไขของขนาดชุดข้อมูลฝึกสอนที่ต่างกัน ค่าที่ปรากฏในตารางเป็นผลการประเมินจากตัวชี้วัด Accuracy, Recall, Precision และ F1-Score โดยมีค่ากำหนดให้อยู่ในช่วง [0, 1] ซึ่งค่าที่มีค่าเท่ากับ 1 หมายถึงประสิทธิภาพสูงสุดหรือคิดเป็น 100% ตัวอย่างเช่น ค่า 0.9960 สอดคล้องกับประสิทธิภาพ 99.60%

Table 3. Evaluation of model performance based on prediction outcomes using a 75:25 training-to-testing data split.

Model	Class	Accuracy	Precision	Recall	F1-Score
VGG-16	Healthy	0.9980	0.9960	0.9960	0.9960
	RedRot	0.9870	0.9759	0.9720	0.9739
	RingSpot	0.9710	0.9299	0.9560	0.9428
	Rust	0.9700	0.9508	0.9280	0.9392
ResNet-50	Healthy	0.9960	0.9920	0.9920	0.9920
	RedRot	0.9870	0.9836	0.9640	0.9737
	RingSpot	0.9740	0.9274	0.9720	0.9492
	Rust	0.9730	0.9588	0.9320	0.9452
DenseNet-121	Healthy	0.9950	0.9880	0.9920	0.9900
	RedRot	0.9860	0.9796	0.9640	0.9717
	RingSpot	0.9770	0.9416	0.9680	0.9546
	Rust	0.9760	0.9593	0.9440	0.9516
AlexNet	Healthy	0.9930	0.9802	0.9920	0.9860
	RedRot	0.9840	0.9834	0.9520	0.9674
	RingSpot	0.9710	0.9266	0.9600	0.9430
	Rust	0.9660	0.9390	0.9240	0.9314
Table GoogLeNet	Healthy	0.9790	0.9598	0.9560	0.9579
	RedRot	0.9770	0.9595	0.9480	0.9537
	RingSpot	0.9740	0.9274	0.9720	0.9492
	Rust	0.9640	0.9421	0.9120	0.9268

จาก Table 3. พบว่า ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพด้วยชุดข้อมูลแบบ 75:25 พบว่า DenseNet-121 มีประสิทธิภาพสูงสุดในการจำแนกโรคใบอ้อย เฉพาะโรคใบจุดวงแหวน (RingSpot) ให้ค่า F1-Score เฉลี่ยคิดเป็น 95.46% และโรคราสนิม (Rust) ให้ค่า F1-Score เฉลี่ยคิดเป็น 95.16% โดยภาพรวมให้ค่า F1-Score เฉลี่ยสูงกว่าทุกโมเดล และผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพด้วยชุดข้อมูลทดสอบ (Test Data) มีความแม่นยำในการจำแนกภาพใบอ้อยสูงสุด โดยรวมคิดเป็น 96.70% ดัง Figure 4. (a) ขณะที่ VGG-16 ให้ผลดีกว่าในกลุ่มโรคเส้นกลางใบแดง (RedRot) และใบอ้อยปกติ (Healthy) ส่วน AlexNet และ GoogLeNet มีประสิทธิภาพต่ำกว่าเล็กน้อยในทุกคลาส

Table 4. Evaluation of model performance based on prediction outcomes using a 80:20 training-to-testing data split.

Model	Class	Accuracy	Precision	Recall	F1-Score
VGG-16	Healthy	1.0	1.0	1.0	1.0
	RedRot	0.9825	0.9603	0.9700	0.9651
	RingSpot	0.9712	0.9402	0.9450	0.9426
	Rust	0.9787	0.9644	0.9500	0.9571
ResNet-50	Healthy	0.9962	0.9900	0.9950	0.9925
	RedRot	0.9800	0.9600	0.9600	0.9600
	RingSpot	0.9825	0.9603	0.9700	0.9651
	Rust	0.9812	0.9695	0.9550	0.9622

Table 4. Evaluation of model performance based on prediction outcomes using a 80:20 training-to-testing data split (Cont.)

Model	Class	Accuracy	Precision	Recall	F1-Score
DenseNet-121	Healthy	0.9962	0.9852	1.0	0.9925
	RedRot	0.9812	0.9556	0.9700	0.9627
	RingSpot	0.9787	0.9692	0.9450	0.9569
	Rust	0.9787	0.9597	0.9550	0.9573
AlexNet	Healthy	0.9937	0.9850	0.9900	0.9875
	RedRot	0.9775	0.9375	0.9750	0.9558
	RingSpot	0.9587	0.9371	0.8950	0.9156
	Rust	0.9625	0.9250	0.9250	0.9250
GoogLeNet	Healthy	0.9850	0.9653	0.9750	0.9701
	RedRot	0.9687	0.9268	0.9500	0.9382
	RingSpot	0.9662	0.9435	0.9200	0.9316
	Rust	0.9650	0.9343	0.9250	0.9296

จาก Table 4. ผลการทดสอบด้วยชุดข้อมูลแบบ 80:20 พบว่า VGG-16 ให้ค่า F1-Score สูงที่สุดในกลุ่มโรคเส้นกลางใบแดง (RedRot) และใบอ้อยปกติ (Healthy) และ ResNet-50 ให้ค่า F1-Score สูงที่สุดในกลุ่มโรคใบจุดวงแหวน (RingSpot) และโรคราสนิม (Rust) และผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพด้วยชุดข้อมูลทดสอบ (Test Data) มีความแม่นยำในการจำแนกภาพใบอ้อยสูงสุด โดยรวมคิดเป็น 97.00% ดัง Figure 4. (b) ขณะที่ AlexNet และ GoogLeNet มีประสิทธิภาพต่ำกว่าชัดเจน โดยเฉพาะในคลาส RingSpot และ Rust

Table 5. Evaluation of model performance based on prediction outcomes using a 90:10 training-to-testing data split.

Model	Class	Accuracy	Precision	Recall	F1-Score
VGG-16	Healthy	1.0	1.0	1.0	1.0
	RedRot	0.9800	0.9509	0.9700	0.9603
	RingSpot	0.9675	0.9677	0.9000	0.9326
	Rust	0.9725	0.9238	0.9700	0.9463
ResNet-50	Healthy	0.9975	1.0	0.9900	0.9949
	RedRot	0.9700	0.9489	0.9300	0.9393
	RingSpot	0.9675	0.9393	0.9300	0.9346
	Rust	0.9750	0.9326	0.9700	0.9509
DenseNet-121	Healthy	0.9925	0.9708	1.0	0.9852
	RedRot	0.9850	0.9700	0.9700	0.9700
	RingSpot	0.9900	1.0	0.9600	0.9795
	Rust	0.9775	0.9504	0.9600	0.9552
AlexNet	Healthy	0.9950	0.9900	0.9900	0.9900
	RedRot	0.9675	0.9142	0.9600	0.9365
	RingSpot	0.9725	0.9684	0.9200	0.9435
	Rust	0.9750	0.9500	0.9500	0.9500

Table 5. Evaluation of model performance based on prediction outcomes using a 90:10 training-to-testing data split (Cont.)

Model	Class	Accuracy	Precision	Recall	F1-Score
GoogLeNet	Healthy	0.9825	0.9514	0.9800	0.9655
	RedRot	0.9375	0.8640	0.8900	0.8768
	RingSpot	0.9500	0.9081	0.8900	0.8989
	Rust	0.9550	0.9270	0.8900	0.9081

จาก Table 5. ผลการทดสอบด้วยชุดข้อมูลแบบ 90:10 พบว่า DenseNet-121 ให้ค่า F1-Score สูงที่สุด ในกลุ่มโรคเส้นกลางใบแดง (RedRot) โรคใบจุดวงแหวน (RingSpot) และโรคราสนิม (Rust) ในขณะที่ VGG-16 ให้ค่า F1-Score สูงที่สุด ในกลุ่มใบอ้อยปกติ (Healthy) ขณะที่ AlexNet และ GoogLeNet แสดงผลลัพธ์ต่ำที่สุดในทุกคลาส โดยเฉพาะคลาส RedRot และ RingSpot และผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพด้วยชุดข้อมูลทดสอบ (Test Data) มีความแม่นยำในการจำแนกภาพใบอ้อยสูงสุด โดยรวมคิดเป็น 97.25% ดัง Figure 4. (c)

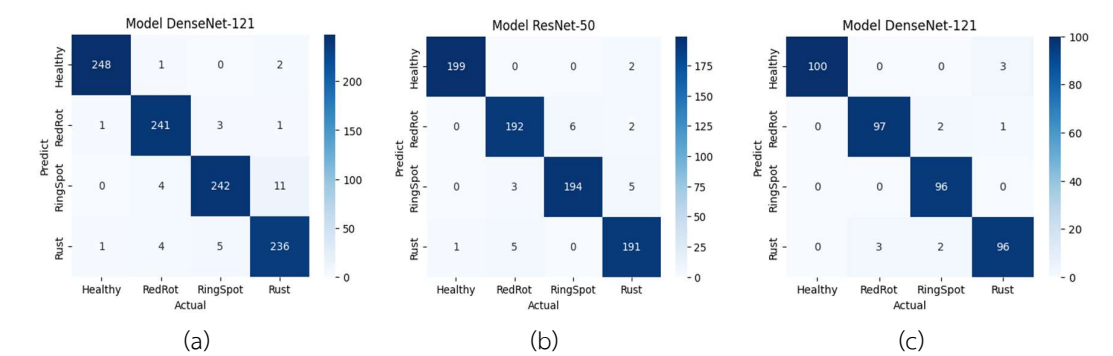


Figure 4. Confusion Matrix Model (a) DenseNet-121 Train Data 75:25 (b) ResNet-50 Train Data 80:20 (c) DenseNet-121 Train Data 90:10.

ในการประเมินประสิทธิภาพโดยรวมของแบบจำลอง ได้ดำเนินการคำนวณค่าเฉลี่ยของค่า F1-Score โดยใช้วิธี Macro-average Method เพื่อระบุแบบจำลองที่ให้ผลการจำแนกประเภทใบอ้อยที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในแต่ละรูปแบบของชุดข้อมูลทั้งสามแบบ ผลการจำแนกโรคใบอ้อยด้วยเทคนิคการเรียนรู้เชิงลึกแสดงรายละเอียดดัง Table 6.

Table 6. Performance Comparison of Models Using Macro-average Method.

Model	Train data	Average Precision	Macro average
VGG-16	75%	0.9631	0.9630
	80%	0.9662	0.9662
	90%	0.9606	0.9598
ResNet-50	75%	0.9655	0.9650
	80%	0.9699	0.9699
	90%	0.9552	0.9550
DenseNet-121	75%	0.9671	0.9670
	80%	0.9674	0.9674
	90%	0.9728	0.9725

Table 6. Performance Comparison of Models Using Macro-average Method. (Cont.)

Model	Train data	Average Precision	Macro average
AlexNet	75%	0.9573	0.9570
	80%	0.9461	0.9460
	90%	0.9556	0.9550
GoogLeNet	75%	0.9472	0.9469
	80%	0.9425	0.9424
	90%	0.9126	0.9123

ผลการจำแนกโรคใบอ้อยด้วยเทคนิคการเรียนรู้เชิงลึกแสดงไว้ใน Table 6. ซึ่งพบว่าแบบจำลอง DenseNet-121 ที่ใช้ข้อมูลฝึกสอนร้อยละ 90:10 มีค่าความแม่นยำโดยรวม (Average Precision) สูงที่สุดที่ร้อยละ 97.28 และค่า Macro-average สูงที่สุดที่ร้อยละ 97.25 ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงเลือกใช้แบบจำลองนี้ในการพัฒนาระบบวิเคราะห์และตรวจสอบโรคจากภาพใบอ้อยเพื่อรองรับการเกษตรอัจฉริยะในขั้นตอนต่อไป

6.2 ผลการพัฒนาระบบ LINE Chatbot

ผลการพัฒนาระบบ LINE Chatbot พบว่า สามารถวิเคราะห์และทำนายโรคอ้อยได้ 4 ประเภท ได้แก่ โรคเส้นกลางใบแดง (RedRot) โรคใบจุดวงแหวน (RingSpot) โรคราสนิม (Rust) และใบอ้อยปกติ (Healthy) ดัง Figure 5. (a) - (d)

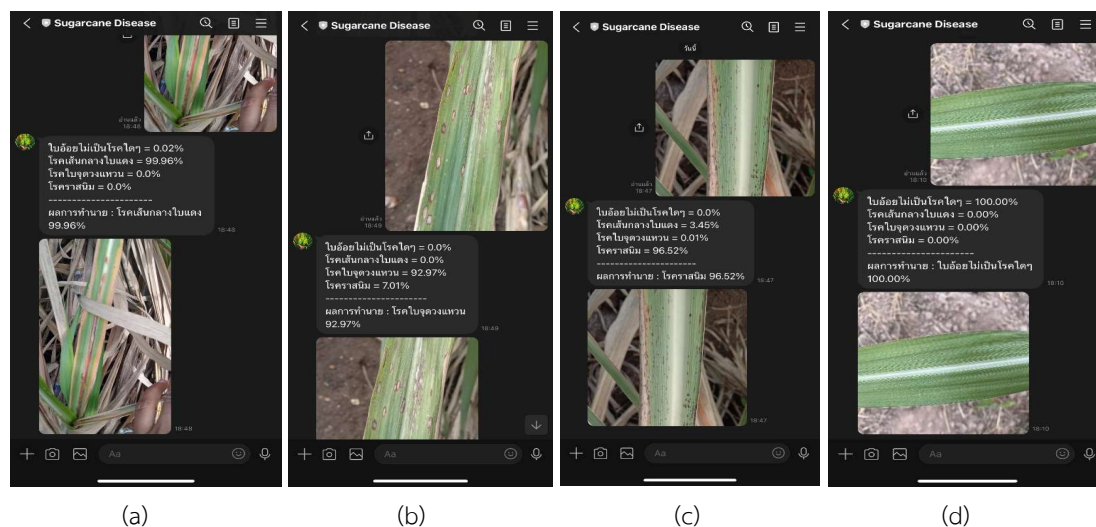


Figure 5. Prediction Results: (a) Red Rot, (b) Ring Spot, (c) Rust, (d) Healthy.

7. สรุปผลการวิจัย (Conclusion)

งานวิจัยนี้ได้ประยุกต์ใช้แบบจำลอง Convolutional Neural Networks (CNN) จำนวน 5 สถาปัตยกรรม ได้แก่ VGGNet-16, ResNet-50, DenseNet-121, AlexNet และ GoogLeNet สำหรับการจำแนกและตรวจสอบโรคจากภาพใบอ้อย โดยดำเนินการบนแพลตฟอร์ม Google Colab ด้วย Python 3 Runtime และใช้ T4 GPU เป็นเครื่องมือเร่งการประมวลผล ชุดข้อมูลที่ใช้ในการทดลองคือ Sugarcane Leaf Disease Dataset จำนวน 4,000 ภาพ แบ่งเป็น 4 ประเภท ได้แก่ โรคเส้นกลางใบแดง โรคใบจุดวงแหวน โรคราสนิม และใบอ้อยปกติ กลุ่มละ 1,000 ภาพ เก็บรวบรวมจากสภาพแวดล้อมจริงตามธรรมชาติ

ผลการทดลองพบว่า การแบ่งชุดข้อมูลฝึกสอนและทดสอบในอัตราส่วน 75:25, 80:20 และ 90:10 ส่งผลต่อประสิทธิภาพของแบบจำลอง โดย DenseNet-121 ให้ค่าความแม่นยำสูงสุดเมื่อใช้สัดส่วนฝึกสอน 90% โดยมี ค่า Macro-average สูงถึง 97.25% ซึ่งเหนือกว่าโมเดลอื่น ๆ ทั้งนี้ สาเหตุสำคัญมาจากการเชื่อมโยงแบบหนาแน่น (Dense Connections) ของ

DenseNet-121 ทำให้สามารถรักษาคุณลักษณะเชิงลึกของภาพใบอ้อยที่ซับซ้อน เช่น จุดวงแหวนและความผิดปกติของเนื้อเยื่อใบ ได้ดีกว่าโมเดลสถาปัตยกรรมอื่น

สรุปได้ว่า การประยุกต์ใช้เทคนิค Deep Learning ด้วย CNN โดยเฉพาะ DenseNet-121 เหมาะสำหรับการวิเคราะห์และตรวจสอบโรคใบอ้อยในสภาพแวดล้อมธรรมชาติ ผลลัพธ์นี้ชี้ให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการพัฒนา ระบบวินิจฉัยโรคอ้อยอัตโนมัติ ที่สามารถบูรณาการเข้ากับแพลตฟอร์ม LINE Chatbot เพื่อสนับสนุนเกษตรกรอัจฉริยะ และยังสามารถต่อยอดสู่การศึกษาและประยุกต์ใช้กับพืชชนิดอื่น ๆ ในอนาคต

8. อภิปรายผลการวิจัย (Discussion)

เทคโนโลยีการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) โดยเฉพาะ โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน (Convolutional Neural Network: CNN) ได้รับความสนใจอย่างกว้างขวางในการประยุกต์ใช้กับการวิเคราะห์ภาพถ่ายทางการแพทย์ เนื่องจากมีความสามารถในการจำแนกภาพที่ซับซ้อนและประมวลผลได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำสูง (Ditcharoen et al., 2023) การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการประมวลผลภาพในการวินิจฉัยโรคพืชมีประโยชน์หลายประการ ได้แก่ การตรวจพบโรคในระยะเริ่มต้น การลดการสูญเสียผลผลิต และการสนับสนุนการเกษตรยั่งยืน (Ganesh et al., 2025; Harshitha et al., 2024) นอกจากนี้ CNN ยังได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นเนื่องจากสามารถปรับใช้ได้แม้มีข้อมูลจำนวนน้อย (Saisangchan et al., 2022)

ผลการวิจัยของงานนี้ชี้ให้เห็นว่า DenseNet-121 ให้ค่าความแม่นยำสูงสุด 97.28% ในการจำแนกโรคใบอ้อย โดยเฉพาะเมื่อใช้สัดส่วนการแบ่งข้อมูลฝึกสอน 90:10 ผลลัพธ์นี้สอดคล้องกับแนวโน้มของงานวิจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งยืนยันว่า โมเดลที่มีการเชื่อมต่อแบบหนาแน่น (Dense Connections) สามารถลดการสูญเสียข้อมูลระหว่างชั้นและช่วยปรับปรุงประสิทธิภาพการเรียนรู้ (Amin et al., 2022) สาเหตุสำคัญที่ DenseNet-121 มีประสิทธิภาพสูงกว่าโมเดลอื่น ๆ มาจากการส่งต่อคุณลักษณะ (Feature Maps) จากทุกเลเยอร์ไปยังเลเยอร์ถัดไปอย่างครบถ้วน ซึ่งช่วยรักษาคุณลักษณะเชิงลึกของภาพใบอ้อยที่ซับซ้อน เช่น โรคใบจุดวงแหวน ทำให้โมเดลสามารถจำแนกโรคได้แม่นยำกว่า ResNet-50 และ VGG16 ซึ่งมีลักษณะการเชื่อมโยงภายในและความซับซ้อนของชั้นแตกต่างกัน

เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยที่ศึกษาในลักษณะใกล้เคียงกัน เช่น Daphal & Koli (2024) ที่ใช้สถาปัตยกรรมการเรียนรู้เชิงลึกแบบหลายระดับร่วมกับกลไกความสนใจ สำหรับการจำแนกโรคใบอ้อย โดยใช้ทั้ง Spatial Attention และ Channel Attention ในการสกัดข้อมูลสำคัญ ผลการทดลองพบว่า โมเดลสามารถจำแนกโรคได้ด้วยค่าความแม่นยำสูงถึง 86.53% ต่ำกว่าผลลัพธ์ของงานวิจัยนี้ นอกจากนี้ Saisangchan et al. (2022) ใช้ ResNet50 สำหรับจำแนกโรคใบมะนาว รายงานความแม่นยำสูงสุด 89.06% แม้ใกล้เคียงแต่ยังต่ำกว่า DenseNet-121 แสดงให้เห็นว่าการเลือกสถาปัตยกรรมและลักษณะการเชื่อมโยงภายในมีผลต่อประสิทธิภาพอย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตาม งานวิจัยนี้มีข้อจำกัดบางประการ ได้แก่ ชุดข้อมูลถูกเก็บจาก 4 จังหวัดภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนกลาง เพียงอย่างเดียว ทำให้ความหลากหลายของสภาพดินฟ้าอากาศและพันธุ์อ้อยมีจำกัด ซึ่งอาจส่งผลต่อความสามารถในการประยุกต์ใช้ในพื้นที่อื่น ๆ ที่มีสภาพแวดล้อมแตกต่างกัน นอกจากนี้ แม้ว่าจะระบบสามารถบูรณาการกับ LINE Chatbot เพื่อสนับสนุนเกษตรกรได้ แต่ยังคงต้องการปัจจัยด้านความเร็วอินเทอร์เน็ต ความรู้พื้นฐานด้านเทคโนโลยี และการรองรับภาษา เพื่อให้ใช้งานได้จริงในบริบทเกษตรกรอัจฉริยะ

จากการเปรียบเทียบเชิงวิพากษ์กับงานวิจัยก่อนหน้า งานวิจัยนี้มีความโดดเด่นทั้งในด้าน ความแม่นยำของแบบจำลอง และ การบูรณาการระบบสนับสนุนผู้ใช้จริงผ่านแชตบอต ซึ่งยังพบได้น้อยในงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง อย่างไรก็ตาม ยังมีความท้าทายที่ต้องพัฒนาเพิ่มเติมในอนาคต เช่น การเพิ่มความหลากหลายของชุดข้อมูล การทดสอบประสิทธิภาพภายใต้สภาพแวดล้อมจริง และการปรับปรุงประสบการณ์ผู้ใช้แชตบอตให้เหมาะสมกับกลุ่มเกษตรกรไทย

9. ข้อเสนอแนะงานวิจัย (Recommendation)

9.1 ข้อเสนอแนะในการวิจัยต่อยอด

ควรขยายขนาดและความหลากหลายของชุดข้อมูลจากหลายพื้นที่และช่วงเวลา เพื่อให้โมเดลสามารถปรับตัวต่อความแตกต่างของสภาพแวดล้อมและพันธุ์อ้อยได้ดีขึ้น, ประยุกต์ใช้เทคนิคการเพิ่มปริมาณข้อมูล (Data Augmentation) และการถ่ายทอดการเรียนรู้ (Transfer Learning) เพื่อลดเวลาในการฝึกสอนและเพิ่มประสิทธิภาพในการจำแนกโรค, ขยายการศึกษารอบคลุม โรคใบอ้อยชนิดอื่น ๆ และระยะโรคที่แตกต่างกัน รวมถึงการทดสอบโมเดลกับ พืชเศรษฐกิจอื่น ๆ เพื่อ

ตรวจสอบความสามารถในการปรับใช้โมเดล CNN ในบริบทหลากหลาย, และพัฒนาโมเดลและระบบให้สามารถบันทึกข้อมูลเชิงลึก เช่น ประวัติการเกิดโรค การวิเคราะห์ความรุนแรง และแนวโน้มการแพร่ระบาดเพื่อสนับสนุนงานวิจัยต่อยอด

9.1 ข้อเสนอแนะเชิงการประยุกต์ใช้

ควรพัฒนาระบบให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นด้วยฟังก์ชันการให้คำแนะนำการป้องกันและรักษาโรค พร้อมเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลพยากรณ์อากาศ เพื่อให้เกษตรกรสามารถจัดการโรคพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ, ปรับปรุงการบูรณาการกับ LINE Chatbot ให้รองรับผู้ใช้งานหลากหลายกลุ่มเกษตรกร ทั้งในด้านภาษาและอินเทอร์เน็ต เพื่อให้อัปโหลดรูปภาพแนบได้จริงได้ดี และขยายการประยุกต์ใช้โมเดลไปยังพืชชนิดอื่น ๆ เพื่อสร้างแพลตฟอร์มสนับสนุนการวินิจฉัยโรคพืชแบบหลายชนิด ซึ่งสามารถช่วยเกษตรกรในหลายสาขาอาชีพ และสนับสนุนเกษตรอัจฉริยะอย่างยั่งยืน

10. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณนักวิชาการเกษตร สำนักงานเกษตรจังหวัดมหาสารคาม และเกษตรกรไร่อ้อยทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์และช่วยเหลือด้านข้อมูล บทความวิจัยนี้ใช้ Generative AI เพื่อปรับปรุงความชัดเจนและภาษาเท่านั้น

11. เอกสารอ้างอิง (References)

- Adulyasas, A., Baka, A., & Muninnoppamas, J. (2023). The Halal Qualified Product Searching System Using Image Processing. *Maejo Information Technology and Innovation Journal*, 9(2), 34-46. (In Thai)
- Alyas, R. M., & Mohammed, A. S. (2022, July 15-16). Detection of Plant Diseases Using Image Processing with Machine Learning. *2022 2nd International Conference on Computing and Machine Intelligence*, 1-6. Institute of Electrical and Electronics Engineers.
<https://doi.org/10.1109/ICMI55296.2022.9873793>.
- Amin, H., Darwish, A., Hassanien, A. E., & Soliman, M. (2022). End-to-End Deep Learning Model for Corn Leaf Disease Classification. *IEEE Access*, 10, 31103-31115. <https://doi.org/10.1109/access.2022.3159678>.
- Archana, R., & Jeevaraj, P. S. E. (2024). Deep Learning Models for Digital Image Processing: A Review. *Artificial Intelligence Review*, 57(1), 11. <https://doi.org/10.1007/s10462-023-10631-z>.
- Daphal, S. D., & Koli, S. M. (2024). Enhanced Deep Learning Technique for Sugarcane Leaf Disease Classification and Mobile Application Integration. *Heliyon*, 10(8), e29438.
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e29438>.
- Ditcharoen, S., Sirisomboon, P., Saengprachatanarug, K., Phuphaphud, A., Rittiron, R., Terdwongworakul, A., Malai, C., Saenphon, C., Panduangnate, L., & Posom, J. (2023). Improving the Non-destructive Maturity Classification Model for Durian Fruit Using Near-infrared Spectroscopy. *Artificial Intelligence in Agriculture*, 7, 35-43. <https://doi.org/10.1016/j.aiia.2023.02.002>.
- Enkvetchakul, P., & Surinta, O. (2022). Effective Data Augmentation and Training Techniques for Improving Deep Learning in Plant Leaf Disease Recognition. *Applied Science and Engineering Progress*, 15(3), 3810. <https://doi.org/10.14416/j.asep.2021.01.003>.
- Farooq, M. S., Riaz, S., Abid, A., Umer, T., & Zikria, Y. B. (2020). Role of IoT Technology in Agriculture: A Systematic Literature Review. *Electronics*, 9(2), 319. <https://doi.org/10.3390/electronics9020319>.
- Ganesh, N. B., Ayyappa, M., & Deepthi, K. (2025). Plant Disease Detection by Image Processing. *International Journal of Scientific Research in Engineering and Management*, 9(1), 1-4.
<https://doi.org/10.55041/ijsem40956>.
- Hamaan, T. (2016). *Sugarcane Disease Diagnosis Guide*. Office of The Cane and Sugar Board. (In Thai)
- Harshitha, H. S., Nagaraja, J., & Pruthiraja, D. (2024, July 24-27). Plant Disease Detection Using Image Processing. *2024 Second International Conference on Advances in Information Technology*, 1-6. Institute of Electrical and Electronics Engineers. <https://doi.org/10.1109/ICAIT61638.2024.10690485>.



- Hongboonmee, N., & Kanyaprasit, J. (2021). Health Problem Analysis from Nail Image using Deep Learning Technique. *Journal of Information Science and Technology*, 11(2), 10-20. <https://doi.org/10.14456/jist.2021.12>. (In Thai)
- Hongboonmee, N., & Sitthichokchaisiri, T. (2021). The Development of Application for Analysis of Eye Health with Image Recognition Using Deep Learning Technique. *Sripatum Review of Science and Technology*, 13(1), 7-21. (In Thai)
- Jomsri, P., Prangchumpol, D., & Eaimtanakul, B. (2021). Development of Automatic Marigold Leaf Disease Diagnosis System Using IoT Technology for Support Smart Farmer. *Journal of Academic Information and Technology*, 2(2), 15-24. (In Thai)
- Kasikorn Research Center. (2023). *Trends in Thai Agricultural Export in 2023*. Kasikorn Bank. (In Thai)
- Koedsri, A. (2021). Analysis of Learning Behavior in Massive Open Online Courses (MOOCs): An Application of Machine Learning and Deep Learning. *Journal of Social Sciences in Measurement Evaluation Statistics and Research*, 2(2), 14-28. (In Thai)
- Makkawal, T., Duangsupa, S., & Panthong, R. (2022). Development of Web Application for Classification of Variegated Banana with Machine Learning. *Journal of Applied Information Technology*, 8(2), 56-66. (In Thai)
- Mekha, P., Musikong, P., Palakong, N., Pramokchon, P., & Kasemsumran, P. (2023). Performance Comparison of Image Classification Models for Corn Leaf Disease. *Maejo Information Technology and Innovation Journal*, 9(2), 1-16. (In Thai)
- Office of Agricultural Economics. (2023). *Statistics on Major Economic Crop Cultivation Areas and Yields of Thailand in 2023*. Ministry of Agriculture and Cooperatives. (In Thai)
- Office of The Cane and Sugar Board. (2023). *Report on Sugarcane and Sugar Industry Situation, Crop Year 2022/2023*. Information and Communication Technology Division. (In Thai)
- Petrellis, N. (2018). A Review of Image Processing Techniques Common in Human and Plant Disease Diagnosis. *Symmetry*, 10(7), 270. <https://doi.org/10.3390/sym10070270>.
- Pujari, J. D., Yakkundimath, R., & Byadgi, A. S. (2015). Image Processing Based Detection of Fungal Diseases in Plants. *Procedia Computer Science*, 46, 1802-1808. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.02.137>.
- Saisangchan, U., Chamchong, R., & Suwannasa, A. (2022). Analysis of Lime Leaf Disease using Deep Learning. *Journal of Applied Informatics and Technology*, 4(1), 71-86. <https://doi.org/10.14456/jait.2022.6>. (In Thai)
- Shrestha, A., & Mahmood, A. (2019). Review of Deep Learning Algorithms and Architectures. *IEEE Access*, 7, 53040-53065. <https://doi.org/10.1109/access.2019.2912200>.
- Vento, D. D., & Fanfarillo, A. (2019, July 28 - August 1). Traps, Pitfalls and Misconceptions of Machine Learning Applied to Scientific Disciplines. *PEARC '19: Practice and Experience in Advanced Research Computing 2019: Rise of the Machines (Learning)*, 75. <https://doi.org/10.1145/3332186.3332209>.
- Wongsarapee, S., & Puangmanee, W. (2025). Image Enhancement Using Haar Wavelet for Image Classification of Diseases on Strawberry Leaves with Convolutional Neural Networks. *Maejo Information Technology and Innovation Journal*, 11(1), 174-192. (In Thai)
- Yap, M. H., Cassidy, B., Pappachan, J. M., O'Shea, C., Gillespie, D., & Reeves, N. (2021). *Analysis Towards Classification of Infection and Ischaemia of Diabetic Foot Ulcers*. arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2104.03068>.

When Code Begins to Dream: Anthropomorphism in AI Powered Educational Tools

Shristi Singh^{1,*}

Received: 4 May 2025;

Revised: 9 June 2025;

Accepted: 15 June 2025;

Published: 27 August 2025;

Abstract

Anthropomorphism, the attribution of human traits to non-human creatures, has become popular in artificial intelligence-powered educational technologies to improve user interaction and learner engagement. This study examines the importance of anthropomorphism in AI-driven educational aids, analysing its psychological foundations, use in large language models (LLMs), and effects on student learning outcomes. This paper employs a conceptual analysis of current AI products (e.g., ChatGPT, DuoLingo Max) and utilises theoretical frameworks such as Social Presence Theory and the Uncanny Valley hypothesis to investigate the impact of human-like design elements—voice, emotion, and behaviour—on learner motivation, trust, and comprehension. The discourse encompasses advantages, such as enhanced engagement and tailored feedback, as well as concerns, including emotional manipulation, misrepresentation of AI capabilities, and diminished critical thinking. The study concludes that although anthropomorphism can greatly improve educational experiences, its implementation must be meticulously adjusted to prevent ethical dilemmas and reliance.

Keywords: Anthropomorphism, Artificial Intelligence, Educational Tools, Ethics, Students

1. Introduction

The rapid proliferation of artificial intelligence research is giving rise to a multitude of ethical concerns including safety, risks, and more consequences than ever before. In order to properly address these challenges and take part in a constructive normative discourse, we contend that it is vital to carry out a scrutiny of fundamental concepts and categories. Anthropomorphism is leading in the categories. It is common practice to anthropomorphize artificial intelligence (AI) functionalities and advances, which signifies that they are conceptualized and described together with human traits. Recent breakthroughs in AI systems have catalyzed a range of creative goods, services, and business models, while inciting contentious public and academic discussions over the merger of people and machines (Vogt, 2021).

Assigning clearly human feelings, cognitive states, and behavioral characteristics to inanimate objects, animals, and more generally to natural occurrences and supernatural creatures is an example of anthropomorphism (Airenti, 2015; Epley et al., 2007). Anthropomorphism is a phenomenon that is widespread and is not necessarily tied to particular properties of the anthropomorphized object (Airenti, 2015).

¹ Doctoral Researcher, Department of Teacher Education, Central University of South Bihar, Fatehpur, Gaya 824236, India; Email: shristiwork.6@gmail.com

*Corresponding authors: Shristi Singh (shristiwork.6@gmail.com)

Furthermore, it is not dependent on the logical state of the entities that have been anthropomorphized. People tend to attach human attributes to things like religious leaders, animals, the environment, and technological artifacts (ranging from computational gadgets to robots), despite the fact that there is no evolutionary connection between people and these things and that they are noticeably diverse from living creatures. Consequently, anthropomorphism does not designate actual physical qualities or behaviors; instead, it embodies a specific human-like interpretation of these features and behaviors that transcends direct observation (Epley et al., 2008).

The practice of assigning human features to non-human entities, known as anthropomorphism, has been shown to greatly improve user engagement and comprehension in the perspective of instructional technology projects. This phenomenon is complicated because it involves a number of different psychological and social elements that exert an influence on how users interact with technology. In educational settings, anthropomorphism can improve learning by making complex systems more relatable and accessible, hence enhancing mental models of virtual agents and avatars (Nowak & Biocca, 2003). This can be accomplished by turning elaborate systems more tangible and straightforward. Furthermore, it assists in the advances of emotional links, which are requisite for the successful completion of learning experiences.

Folk psychology and basic psychology are both included in the field of anthropomorphism, which enables individuals to comprehend technology through the use of human-like behaviors that are easily recognized. According to Nowak & Biocca (2003), users tend to have a more positive reaction to anthropomorphized interfaces, which means that this slant has the potential to increase user satisfaction and contribute to the perceived legitimacy of instructional aides. Despite the fact that anthropomorphism has the potential to significantly enhance instructional technology, it is crucial to be conscious of the potential drawbacks associated with it. One of these drawbacks is the progress of erroneous expectations regarding the capabilities of the technology.

2. Antecedents of Anthropomorphism

A number of elements were identified that contribute significantly in giving rise to anthropomorphism. Initially, anthropomorphic characteristics have been considered to be a noteworthy aspect in determining is anthropomorphism. Three distinct categories pertaining to human characteristics: visible (such as appearance, movement of the body, facial expressions, and movements in the face), vocal (for example, voice), as well as psychological (Cao et al., 2019). Literature did, in fact, reveal that visual characteristics, such as a look that is human-like (Choi et al., 2019; Kim et al., 2019; Lee et al., 2015), eyes (Niu et al., 2018), and emotionality (Kim et al., 2019); verbal attributes, such as voice (Waytz et al., 2014) and language that is analogous to that of humans psychological distinctiveness, such as expressions (Araujo, 2018); and expressions the reason being that autonomous vehicles (Lee et al., 2015) can lead to anthropomorphism.

Wagner & Schramm-Klein (2019), findings indicated that social behavior, adaptability, and similarity to the user, their temperament, their autonomy, their voice, and their look and interaction are the elements that play a role in the evolution of AI enhanced technology (AIET), anthropomorphism. On the other hand, empirical findings are irregular in nature; Schroeder & Schroeder (2018) were unsuccessful to demonstrate that the human voice has the knack to motivate mimicry of human beings and also advocated that there should be humanistic characteristics included in AIET to attain a certain level of "humanness" in order to induce anthropomorphism.

Finally, many kinds of partnerships via means of AIET (for example, by using AIET as a buddy or a servant) promote the exercise of anthropomorphism. It was discovered (Kim et al., 2019) that different kinds of connections with AIET form the manner in which consumers are able to experience anthropomorphism. Finally, studies have divulged that there is a considerable variation in the perceived intelligence of AIET belonging to the category of anthropomorphism (Moussawi et al., 2021).

3. Research Gap

Although anthropomorphism is becoming more popular in artificial intelligence-powered educational systems, most study focusses on its psychological and interactional benefits, such as greater user engagement and trust. However, the long-term cognitive and ethical effects of anthropomorphised AI on learners, especially in educational contexts where technological trust may impede critical thinking and autonomous learning, are still unknown (Scorici et al., 2024). Most current research focusses on user experiences or commercial applications, not how anthropomorphic design affects students' developmental trajectories, critical reasoning, and emotional reliance. There is also inadequate empirical evidence on how anthropomorphic cues in AI systems may manipulate or mislead learners, especially younger users, by producing illusions of human-like agency or comprehension. This study explores the pedagogical benefits and ethical challenges of anthropomorphised AI in education to fill these gaps and promote more responsible and informed design processes.

4. Objectives of the Study

1. To analyze the concept of anthropomorphism and its psychological foundations within the context of AI-powered educational tools.
2. To identify and discuss the ethical implications and potential risks associated with anthropomorphizing AI in educational environments, including issues of emotional manipulation, over-reliance, and privacy.
3. To propose guidelines for the responsible and pedagogically sound integration of anthropomorphic features in AI-driven educational tools.

5. Anthropomorphization in Large Language Models

In order to comprehend the probabilistic structure of language, large language models, also known as LLMs, are a category of neural networks that have been trained on a considerable entirety of textual data. Throughout the course of their history, LLMs have been employed for downstream chores such as machine translation and text categorization (Devlin et al., 2018; Raffel et al., 2020). Over the track of the past few years, the effectualness of conversational LLMs like ChatGPT and BARD has enabled them to become proficient at engaging with persons in a variety of settings. As an upshot of the fact that LLMs (Buscemi & Proverbio, 2024) are capable of carrying on conversations, an increasing number of businesses and manufacturers have begun to employ them for the purpose of hyper-personalization and customization.

Table 1. AI products based on LLMs and their anthropomorphic features

Model Name	Description	Capabilities	Developed By	Parameters	Additional Notes
Seq2Seq	Deep learning technique used for machine translation, image captioning, and natural language processing. Shaikhiyeva et al., 2024)	Machine translation, NLP (Xue, 2024)	Google	N/A	Underlies several current LLMs, notably LaMDA; also used in AlexaTM 20B.
Eliza	Early natural language processing program from 1966, emulating dialogue through pattern recognition.	Dialogue simulation	Joshua Weizenbaum	N/A	Introduced early concepts of conversational AI.
BERT-Large	Analyzes words in relation to their contextual environment, akin to human cognitive processing.	Natural language processing	Google	340 million	Grasps intricate meanings.
Claude	LLM focusing on constitutional artificial intelligence with branches Opus, Haiku, and Sonnet.	Recognizes complexity, humor, and subtlety	Anthropic	175 billion	Claude 3.5 Sonnet is the most recent version.
Cohere	AI system offering several LLMs for business applications.	Custom-training for fine-tuning	Aidan Gomez Ivan Zhang Nick Frosst	top-p, top-k, frequency penalty, and presence penalty	Provides command, re-rank, and embed models.
DeepSeek-R1	Open-source reasoning model for complex reasoning tasks.	Mathematical problem-solving, logical inference	Liang Wenfeng	671 billion	Enhances reasoning with reinforcement learning strategies.
Falcon	Transformers-based model family supporting multiple languages.	Multimodal operation	Technology Innovation Institute	11 billion (Falcon 2)	Open-source.

Table 1. AI products based on LLMs and their anthropomorphic features (Cont.)

Model Name	Description	Capabilities	Developed By	Parameters	Additional Notes
Gemini Ultra	Google's family of multimodal LLMs for their chatbot.	Handles text, images, audio, and video	Google	1.5 trillion	Available in Ultra, Pro, and Nano sizes.
GPT-4o	OpenAI's multimodal successor to GPT-4 with enhanced features. (Liu et al., 2023)	Processes voice, image, and text	OpenAI	200 billion	Faster than GPT-4 Turbo, enables real-time interaction.
Llama-4	Utilizes transformer architecture, trained on varied data sources.	Multimodal language understanding	Meta AI	2 trillion	Available under an open license.
Mistral	Family of mixed expert models with extensive language support.	Text and visual data processing	Mistral AI	123 billion	Includes Pixtral Large for multimodal tasks.
Palm	Transformer-based model with a focus on reasoning tasks.	Coding, mathematics, question answering	Google	540 billion	Drives the AI chatbot Bard.
Qwen	Family of models by Alibaba Cloud supporting multiple languages.	Code production, data comprehension	Alibaba Cloud	Up to 72 billion	Supports 29 distinct languages.

AI products that are built on LLMs and their human characteristics are some examples. Certain goods are purposefully constructed to have an anthropomorphic appearance, (Hou & Lian, 2024) while others acquire such characteristics as a product of the design process (CHATGPT to be more precise). These goods have an ample series of uses, including those in academia, treatment, and entertainment. Until recently, LLMs (Ren, 2024) were confined to research laboratories and technological demonstrations at AI conferences. Currently, they are driving numerous applications and chatbots, with hundreds of distinct models accessible for personal deployment.

6. Overview of Theoretical Foundations

The use of anthropomorphism dramatically improves social presence in online interactions, which in turn influences user trust and satisfaction in a variety of scenarios, including customer service and healthcare. Among the factors that contribute significantly to the formation of these perceptions are the design aspects of anthropomorphic agents, which include human-like look and communication style. Anthropomorphism serves as the cornerstone of human-AI interaction, influencing the way individuals



perceive and connect with machines. Elements like an engaging appearance and relatable communication style play a crucial role in shaping user trust and satisfaction. Theoretical perspectives such as the Social Response Theory, Uncanny Valley Hypothesis, Cognition-Motivation-Emotion Framework, Faith Theory, Social Presence Theory, and the Three-Factor Theory of Anthropomorphism shed light on the reasons behind human social and emotional responses to AI. (Adam et al., 2021; Verhagen et al., 2014; Diederich et al., 2019; Kim et al., 2019; Yu, 2020; Gursoy et al., 2019; Yen & Chaing, 2020; Schroeder & Schroeder, 2018, and Lee et al., 2015). Collectively, these theories demonstrate that anthropomorphism boosts social presence, fosters trust in capable machines, and encourages engagement. In practice, this is clear in customer service and healthcare, where humanlike AI enhances user engagement and elevates the quality of interactions.

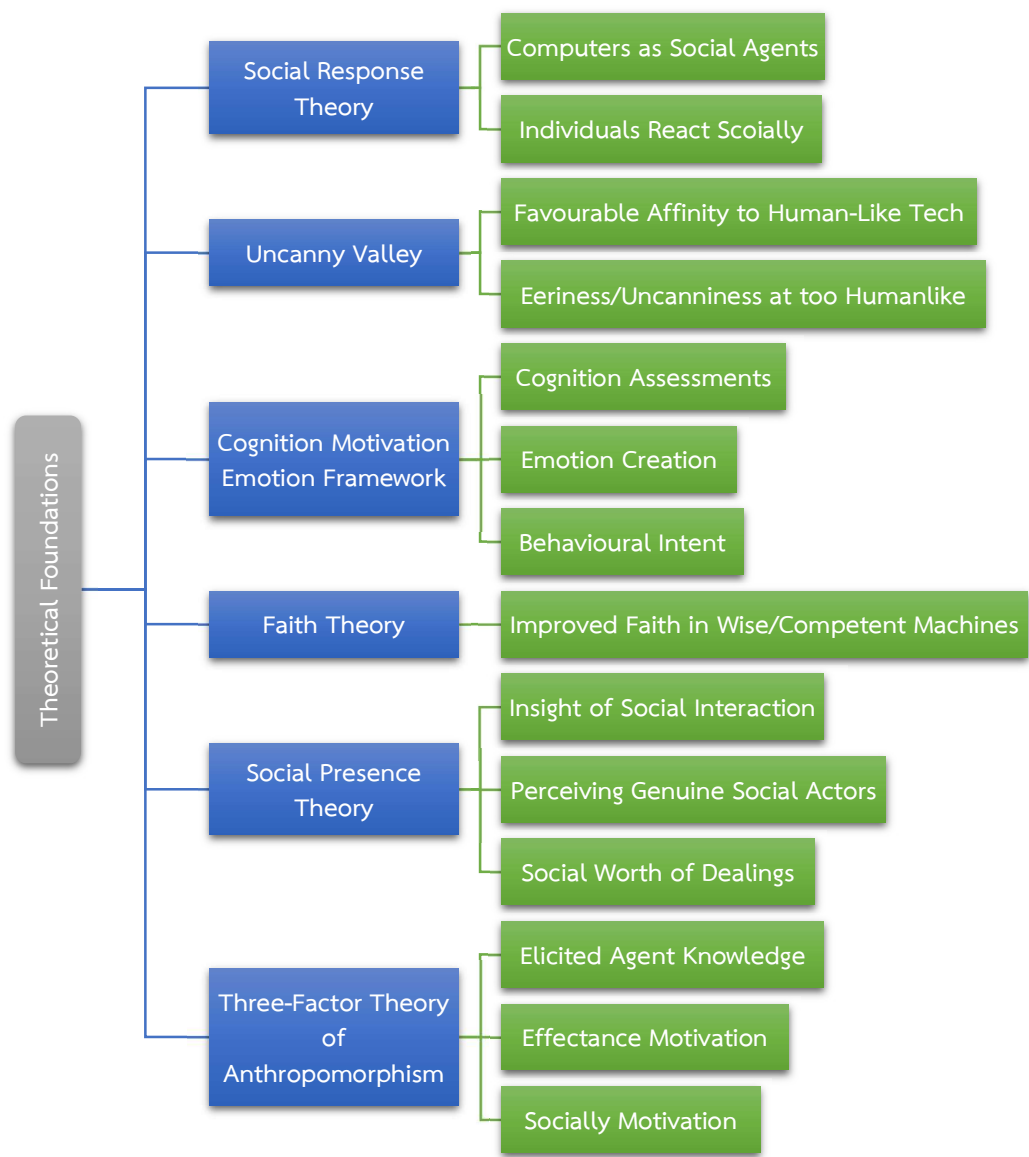


Figure 1. Theoretical Foundations

This research is based on a multi-theoretical framework that elucidates the reasons and mechanisms behind users, especially students, reacting to anthropomorphised AI in educational settings. Each theory (Basyal & Sanghvi, 2023) offers a distinct perspective; however, they are interconnected by common issues of human-computer interaction, perception, trust, and emotional involvement.

7. Anthropomorphism's Future in AI backed Educational Tools

Educational tools driven by artificial intelligence, anthropomorphism, which is the practice of giving human-like features to non-human entities, can have a number of advantageous effects. The following are some critical benefits:

1. Enhanced Engagement and Motivation- Students have a greater likelihood of engaging with instructional materials that feel relatable and participatory. This is because learners are more liable to be motivated to learn. Learners may experience a greater sense of motivation to utilize AI tools and maintain engagement for extended lengths if these tools are endowed with human-like characteristics, such as empathy, humor, or the skill to connect in conversation.

2. Improved Learning Experience- Anthropomorphized artificial intelligence has the possibility to improve the learning experience by making difficult topics more approachable by presenting them in a style that is more personable and intelligible. According to Bai et al. (2023), a human-like artificial intelligence instructor, for instance, is able to explain complex ideas by employing metaphors that are easily understood by the learner or by modifying its tone to correspond with the learner's emotional state.

3. Personalized Learning- When AI-powered tools emulate human-like characteristics; they are able to simulate personalized engagement, which is similar to the dynamic that exists between a teacher and a student (Adam et al., 2020). This results in an atmosphere in which students have a better feeling of being supported, as they are presented with pointer that appears attentive and is tailored to their specific requirements.

4. Increased Comfort and Trust- Human like artificial intelligence designs have the potential to build emotional connections, so reducing anxiety, particularly in areas like as mathematics and physics, in which students may sense susceptible or lack confidence. Students might have a higher level of trust in artificial intelligence teachers if they appear to be understanding and empathic, which could result in improved learning outcomes.

5. Encourages Active Participation- The use of anthropomorphic artificial intelligence systems may inspire students to engage in more actively by providing them with the sketch that they are intermingling with a human-like assistant rather than a cold, impersonal machine. This may encourage students to ask questions or converse more freely.

6. Reduction of Social Barriers - Anthropomorphic artificial intelligence can serve as a non-judgmental and friendly option for pupils who may be timid or reluctant to interact with human teachers. In an educational setting, this can help decrease the obstructions that thwart individuals from asking questions or seeking assistance.

7. Reinforcement of Positive Behavior- Artificial intelligence technologies that mimic human behavior can imitate social cues such as praise, encouragement, or constructive criticism. This helps to facilitate the development of a growth mindset and reinforce positive learning behaviors. As a result, one may have a more optimistic outlook on the process of learning.

8. Adaptive Emotional Feedback- Anthropomorphic artificial intelligence tools have the ability to respond to the emotional requirements of students through adaptive emotional feedback. The artificial intelligence may, for instance, provide reassurance or a reduced explanation to a learner who appears to be experiencing frustration. This would make erudition more adaptable and empathic.

9. Designed with Humans in Mind- According to Angelov & Gu (2018), the development of anthropomorphic machine learning is aimed at producing artificial intelligence systems that are not only more effectual but also better suited to the requirements of humans, hence improving the eminence of education as a whole.

According to Deshpande et al. (2023) anthropomorphized artificial intelligence has the impending to make the teaching and learning process more pleasurable, hence encouraging students to participate more actively with the subject matter. Users frequently develop emotional connections with anthropomorphized entities, which can result in enhanced information retention and a more personalized learning experience.

“The inclusion of potential limitations and risks related to the use of anthropomorphism in AI-powered educational tools has already been addressed under the broader discussion of ethical constraints and complexities, thereby contributing to a more balanced and comprehensive perspective.”

8. Ethical Constraints and Complexities

As it comes to the design of educational technologies driven by artificial intelligence that anthropomorphizes learning experiences, there are various ethical questions that arise. It is necessary for these technologies to manage complicated concerns about agency, transparency, and the possibility of deceit, all while guaranteeing that users have equal access and that their privacy is respected simultaneously.

1. Over-Reliance on AI - An Excessive Use of Artificial Intelligence, students may have the hunch that these systems are more trustworthy or capable than they actually are if they are exposed to anthropomorphized artificial intelligence tools. These tools simulate human-like characteristics, such as empathy and humor. This can result in pupils placing an excessive amount of dependence on the artificial intelligence, coming to rely on it for direction and potentially putting critical thinking or collaboration with human teachers on the back burner.

2. Misrepresentation and Trust- When artificial intelligence systems are built to appear more human-like, users may be more apt to trust them, even if the information they deliver is inaccurate or biased. An ethical conundrum is created as a result of this situation since the system may unintentionally deceive students into deeming that it contains human-level comprehension or emotions, which can result in students placing their trust in it.

3. Emotional Manipulation- Anthropomorphized artificial intelligence systems have the ability to affect students' feelings by imitating emotional reactions such as empathy or encouragement. This type of manipulation is known as emotional manipulation. Concerns regarding emotional exploitation are raised as a upshot of this phenomenon, particularly for younger children, which might cause the border between genuine emotional exchanges and controlled, algorithmic responses to become blurry.

4. Privacy and Data Security - When students interact with anthropomorphized AI tools, they may divulge more personal or sensitive information because they perceive the AI as a trusted companion or instructor. This may escort to the disclosure of inappropriate or sensitive information. When the information gathered is abused, shared with third parties, or not effectively protected, this can lead to

serious dangers to the privacy of the individuals involved. Ethical considerations also include the protection of data privacy and ownership, as well as the possibility of algorithmic prejudice, which might worsen existing disparities in access to educational opportunities (Igboke, 2023). For the purpose of mitigating these hazards and promoting the equitable utilization of AI technologies, institutions are required to adopt stringent ethical norms (Igboke, 2023).

5. Dependency and Diminished Social Skills- It is possible that kids will have less opportunity to develop their social and interpersonal skills as they interact with anthropomorphized AI rather than with their acquaintances or instructors. Shen et al. (2024) this could guide to a decrease in the magnitude of possibilities for students to form relationships with other people. Because of this, they may live through difficulties in communication, working together as a team, and resolving conflicts, all of which are imperative for their future personal and professional lives.

6. Ethical Transparency and Accountability - When dealing with anthropomorphized artificial intelligence, it is of the utmost importance to sustain transparency on the limitations, functions, and objectives of the AI. In the event that pupils are not conscious that they are slotting in with artificial intelligence (AI) or if the knowledge is not entirely correct about the decision-making process of the system, ethical concerns may develop. In addition, there is the problem of accountability: who is accountable if the artificial intelligence gives the student wrong advice or if it makes the student's educational experience more difficult? Apprehensions about the veracity of educational practices are raised as a outcome of the usage of artificial intelligence (AI), which can funnel to state of affairs in which pupils get deceptive information in an effort to boost their motivation (Sjödén, 2020). Transparency should be given top priority in ethical frameworks, with the endeavor of making certain that students are aware of the nature of their exchanges with artificial intelligence systems (Sjödén, 2020).

7. Stereotyping and Bias Artificial Intelligence Systems- They have the potential to unintentionally perpetuate biases based on racial, gender, or other social characteristics. When artificial intelligence (AI) appears to have human-like features, anthropomorphism can make these biases look even more subtle and pervasive. There is a possibility that users might struggle to quickly identify bias in these systems; hence, these tools may potentially promote harmful stereotypes and societal injustices if proper oversight is not implemented.

8. Diminished Role of Human Educators- A potential threat to the role of human educators in the classroom as anthropomorphized artificial intelligence becomes more integrated; there is a leeway that the role of human educators will be diminished. It's possible that students will turn to educational technologies driven by artificial intelligence for support or interaction rather than engaging with human teachers. The rapport between the teacher and the student, which is essential for providing mentorship, individualized guidance, and emotional support, may become strained over time as a result of this (Babu & Adhithya, 2023).

9. Ethical Agency and Responsibility - Intelligent systems ought to be acknowledged as entities that have ethical consequences, which call for a scaffold that takes into deliberation the function that they play in educational settings (Reddy et al., 2021). The ethical liability that are tied with the autonomous behaviors of artificial intelligence need to be tackled by designers in order to guarantee that these systems behave in a mode that is congruent with educational principles (Reddy et al., 2021).

9. Conclusion

In conclusion, anthropomorphized artificial intelligence-powered educational tools provide substantial ethical distress that need to be properly addressed in order to verify that they are deployed responsibly and in the best interest of students' well-being and development. Furthermore, these technologies offer inimitable opportunities to increase learning.

Anthropomorphism, which is defined as the attribution of human-like attributes to non-human entities, is a significant factor that molds the way in which users interrelate with educational systems that are powered by artificial intelligence. Through the incorporation of human-like characteristics, such as personalized replies, empathy, or a conversational tone, these technologies have the potential to encourage a learning experience that is more engaging and participatory. The user's comfort and motivation are both increased as an effect of this perceived humanization, which also contributes to a deeper emotional connection with the technology, which can pilot to beneficial learning results.

On the other hand, despite the fact that anthropomorphism has the potential to bridge the gap between human instructors and AI systems, its consequences is somewhat complicated. At the same time, it has the potential to improve student engagement, foster trust, and make it easier for students to have individualized learning experiences (Dhagare, 2024). On the other side, learners may be misled into having inaccurate expectations about the capabilities of the artificial intelligence (AI) if they place an excessive amount of trust on these human-like features. Additionally, this may generate a false sense of companionship, which may restrict critical thinking or lead to an excessive dependence on technology. It is needed to strike equilibrium between human-like involvement and clarity regarding the constraints of the system in order to make successful use of anthropomorphism in educational surroundings. Educators and developers must exercise prudence with the degree of anthropomorphic features. Engaging educators, politicians, and engineers in the creation of AI technologies can improve their efficacy and ethical implementation (Wangdi, 2024).

Facilitating access to AI technology for all students can mitigate educational disparities and foster inclusivity (Gómez Cano & Colala Troya, 2023). This is to ensure that these facets contribute to the improvement of the educational process without sacrificing the autonomy or cognitive growth of learners. The development of educational tools that are powered by artificial intelligence will be based on the creation of schemes that are not just user-friendly but also pedagogically sound. This will enable students to take advantage of the convenience and personalization that AI provides, while simultaneously promoting critical thinking and autonomous problem-solving skills.

10. References

- Adam, M., Wessel, M., & Benlian, A. (2021). AI-based Chatbots in Customer Service and Their Effects on User Compliance. *Electronic Markets*, 31(2), 427-445. <https://doi.org/10.1007/s12525-020-00414-7>.
- Airenti, G. (2015). The Cognitive Bases of Anthropomorphism: From Relatedness to Empathy. *International Journal of Social Robotics*, 7(1), 117-127. <https://doi.org/10.1007/s12369-014-0263-x>.
- Angelov, P. P., & Gu, X. (2018). Toward Anthropomorphic Machine Learning. *Computer*, 51(9), 18-27. <https://doi.org/10.1109/MC.2018.3620973>.
- Araujo, T. (2018). Living Up to the Chatbot Hype: The Influence of Anthropomorphic Design Cues and Communicative Agency Framing on Conversational Agent and Company Perceptions. *Computers in Human Behavior*, 85, 183-189. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.03.051>.

- Babu, C. V. S., & Adhithya, S. (2023). ChatGPT and Other Generative AI Tools in Education: Transformative Potential and Ethical Considerations. In Keengwe, J. (Eds), *Advances in Educational Technologies and Instructional Design* (135-152). IGI Global.
<https://doi.org/10.4018/979-8-3693-0205-7.ch007>.
- Bai, J., Bai, S., Yang, S., Wang, S., Tan, S., Wang, P., Lin, J., Zhou, C., & Zhou, J. (2023). *Qwen-VL: A Versatile Vision-Language Model for Understanding, Localization, Text Reading, and Beyond*. arXiv. <https://doi.org/10.48550/ARXIV.2308.12966>.
- Basyal, L., & Sanghvi, M. (2023). *Text Summarization Using Large Language Models: A Comparative Study of MPT-7b-instruct, Falcon-7b-instruct, and OpenAI Chat-GPT Models*. arXiv. <https://doi.org/10.48550/ARXIV.2310.10449>.
- Buscemi, A., & Proverbio, D. (2024). *ChatGPT vs Gemini vs LLaMA on Multilingual Sentiment Analysis*. arXiv. <https://doi.org/10.48550/ARXIV.2402.01715>.
- Cao, C., Zhao, L., & Hu, Y. (2019, July 8-12). Anthropomorphism of Intelligent Personal Assistants (IPAs): Antecedents and Consequences. *Pacific Asia Conference on Information Systems 2019*, 187. X'ian, China.
- Choi, S., Liu, S. Q., & Mattila, A. S. (2019). "How May I Help You?" Says a Robot: Examining Language Styles in the Service Encounter. *International Journal of Hospitality Management*, 82, 32-38. <https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2019.03.026>.
- Deshpande, A., Rajpurohit, T., Narasimhan, K., & Kalyan, A. (2023). *Anthropomorphization of AI: Opportunities and Risks*. arXiv. <https://doi.org/10.48550/ARXIV.2305.14784>.
- Devlin, J., Chang, M. -W., Lee, K., & Toutanova, K. (2018). *BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding*. arXiv. <https://doi.org/10.48550/ARXIV.1810.04805>.
- Dhagare, R. P. (2024). Generative AI and Education: A Symbiotic Relationship. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 12(11), 1042-1045. <https://doi.org/10.22214/ijraset.2024.65279>.
- Diederich, S., Lichtenberg, S., Brendel, A. B., & Trang, S. (2019, December 15-18). Promoting Sustainable Mobility Beliefs with Persuasive and Anthropomorphic Design: Insights from an Experiment with a Conversational Agent. *International Conference on Information Systems 2019*, 1-17. Munich, Germany.
- Epley, N., Waytz, A., & Cacioppo, J. T. (2007). On Seeing Human: A Three-Factor Theory of Anthropomorphism. *Psychological Review*, 114(4), 864-886. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.114.4.864>.
- Epley, N., Waytz, A., Akalis, S., & Cacioppo, J. T. (2008). When We Need a Human: Motivational Determinants of Anthropomorphism. *Social Cognition*, 26(2), 143-155. <https://doi.org/10.1521/soco.2008.26.2.143>.
- Gómez Cano, C. A., & Colala Troya, A. L. (2023). Artificial Intelligence Applied to Teaching and Learning Processes. *LatIA*, 1, 2. <https://doi.org/10.62486/latia20232>.
- Gursoy, D., Chi, O. H., Lu, L., & Nunkoo, R. (2019). Consumers Acceptance of Artificially Intelligent (AI) Device Use in Service Delivery. *International Journal of Information Management*, 49, 157-169. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.03.008>.
- Hou, G., & Lian, Q. (2024). *Benchmarkin0067 of Commercial Large Language Models: ChatGPT, Mistral, and Llama*. Research Square. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-4376810/v1>.

- Igbokwe, I. C. (2023). Application of Artificial Intelligence (AI) in Educational Management. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 13(3), 300-307.
<https://doi.org/10.29322/IJSRP.13.03.2023.p13536>.
- Kim, S. Y., Schmitt, B. H., & Thalmann, N. M. (2019). Eliza in the Uncanny Valley: Anthropomorphizing Consumer Robots Increases Their Perceived Warmth but Decreases Liking. *Marketing Letters*, 30(1), 1-12. <https://doi.org/10.1007/s11002-019-09485-9>.
- Lee, J. -G., Kim, K. J., Lee, S., & Shin, D. -H. (2015). Can Autonomous Vehicles Be Safe and Trustworthy? Effects of Appearance and Autonomy of Unmanned Driving Systems. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 31(10), 682-691. <https://doi.org/10.1080/10447318.2015.1070547>.
- Liu, Y., Iyer, D., Xu, Y., Wang, S., Xu, R., & Zhu, C. (2023, December 6 –10). G-Eval: NLG Evaluation using GPT-4 with Better Human Alignment. *The 2023 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing*, 2511-2522. Association for Computational Linguistics, Singapore.
<https://doi.org/10.18653/v1/2023.emnlp-main.153>.
- Moussawi, S., Koufaris, M., & Benbunan-Fich, R. (2021). How Perceptions of Intelligence and Anthropomorphism Affect Adoption of Personal Intelligent Agents. *Electronic Markets*, 31(2), 343-364. <https://doi.org/10.1007/s12525-020-00411-w>.
- Niu, D., Terken, J., & Eggen, B. (2018). Anthropomorphizing Information to Enhance Trust in Autonomous Vehicles. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, 28(6), 352-359.
<https://doi.org/10.1002/hfm.20745>.
- Nowak, K. L., & Biocca, F. (2003). The Effect of the Agency and Anthropomorphism on Users' Sense of Telepresence, Copresence, and Social Presence in Virtual Environments. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 12(5), 481-494. <https://doi.org/10.1162/105474603322761289>.
- Raffel, C., Shazeer, N., Roberts, A., Lee, K., Narang, S., Matena, M., Zhou, Y., Li, W., & Liu, P. J. (2020). Exploring the Limits of Transfer Learning with a Unified Text-to-Text Transformer. *Journal of Machine Learning Research*, 21(140), 1-67.
- Reddy, A., Nicenboim, I., Pierce, J., & Giaccardi, E. (2021). Encountering Ethics through Design: a Workshop with Nonhuman Participants. *AI & Society*, 36(3), 853–861. <https://doi.org/10.1007/s00146-020-01088-7>.
- Ren, M. (2024). Advancements and Applications of Large Language Models in Natural Language Processing: A Comprehensive Review. *Applied and Computational Engineering*, 97(1), 55-63.
<https://doi.org/10.54254/2755-2721/97/20241406>.
- Schroeder, J., & Schroeder, M. (2018, January 3- 6). Trusting in Machines: How Mode of Interaction Affects Willingness to Share Personal Information with Machines. *The 51st Hawaii International Conference on System Sciences 2018*, 472-480. Hawaii, United States of America.
<https://doi.org/10.24251/hicss.2018.061>.
- Scorici, G., Schultz, M. D., & Seele, P. (2024). Anthropomorphization and Beyond: Conceptualizing Humanwashing of AI-Enabled Machines. *AI & Society*, 39(2), 789-795.
<https://doi.org/10.1007/s00146-022-01492-1>.
- Shaikhliyeva, Z., Mansurova, M., & Amirkhanova, G. (2024, October 26-28). Text to SQL Transformation Using LLM: A Comparative Research of T5, Seq2Seq, and SQLNet Models. *2024 9th International Conference on Computer Science and Engineering*, 938-943. Antalya, Turkiye.
<https://doi.org/10.1109/UBMK63289.2024.10773579>.



- Shen, S., Logeswaran, L., Lee, M., Lee, H., Poria, S., & Mihalcea, R. (2024). *Understanding the Capabilities and Limitations of Large Language Models for Cultural Commonsense*. arXiv. <https://doi.org/10.48550/ARXIV.2405.04655>.
- Sjödén, B. (2020). When Lying, Hiding and Deceiving Promotes Learning - A Case for Augmented Intelligence with Augmented Ethics. In Bittencourt, I. I., Cukurova, M., Muldner, K., Luckin, R., & Millán, E. (Eds), *Artificial Intelligence in Education* (12164, 291-295). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-52240-7_53.
- Verhagen, T., Van Nes, J., Feldberg, F., & Van Dolen, W. (2014). Virtual Customer Service Agents: Using Social Presence and Personalization to Shape Online Service Encounters. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 19(3), 529-545. <https://doi.org/10.1111/jcc4.12066>.
- Vogt, J. (2021). Where is the Human Got to Go? Artificial Intelligence, Machine Learning, Big Data, Digitalisation, and Human-Robot Interaction in Industry 4.0 and 5.0. *AI & Society*, 36(3), 1083-1087. <https://doi.org/10.1007/s00146-020-01123-7>.
- Wagner, K., & Schramm-Klein, H. (2019, December 15-18). Alexa, Are You Human? Investigating Anthropomorphism of Digital Voice Assistants - A Qualitative Approach. *International Conference on Information Systems 2019*, 7. Munich, Germany.
- Wangdi, P. (2024). Integrating Artificial Intelligence in Education: Trends and Opportunities. *International Journal of Research in STEM Education*, 6(2), 50-60. <https://doi.org/10.33830/ijrse.v6i2.1722>.
- Waytz, A., Heafner, J., & Epley, N. (2014). The Mind in the Machine: Anthropomorphism Increases Trust in an Autonomous Vehicle. *Journal of Experimental Social Psychology*, 52, 113-117. <https://doi.org/10.1016/j.jesp.2014.01.005>.
- Xue, Q. (2024). Unlocking the Potential: A Comprehensive Exploration of Large Language Models in Natural Language Processing. *Applied and Computational Engineering*, 57(1), 247-252. <https://doi.org/10.54254/2755-2721/57/20241341>.
- Yen, C., & Chiang, M. -C. (2021). Trust Me, If You Can: a Study on the Factors that Influence Consumers' Purchase Intention Triggered by Chatbots Based on Brain Image Evidence and Self-Reported Assessments. *Behaviour & Information Technology*, 40(11), 1177-1194. <https://doi.org/10.1080/0144929X.2020.1743362>.
- Yu, C. -E. (2020). Humanlike Robots as Employees in the Hotel Industry: Thematic Content Analysis of Online Reviews. *Journal of Hospitality Marketing & Management*, 29(1), 22-38. <https://doi.org/10.1080/19368623.2019.1592733>.