

SAC-01-003

การศึกษาผลกระทบของรูปแบบการเรียนรู้ AIM-4R ต่อการยกระดับความฉลาดรู้ด้านปัญญาประดิษฐ์ Research Impact of AIM-4R Learning Model on Enhancing AI Literacy

พงศธร ต่ายทอง

Phongsatorn Taithong

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Institute of Engineering, Suranaree University of Technology

e-mail: phongsatorn.t@g.sut.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) พัฒนาและหาประสิทธิภาพของนวัตกรรมการเรียนรู้ในรูปแบบไมโครมอดูล AIM-4R (2) เปรียบเทียบระดับความฉลาดรู้ด้านปัญญาประดิษฐ์และการทวนสอบเชิงวิพากษ์ของนักศึกษา ก่อนและหลังการเรียนรู้ และ (3) ศึกษาพัฒนาการทางพุทธิปัญญาผ่านกิจกรรมการสะท้อนคิดเชิงลึก กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมการผลิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่ลงทะเบียนในรายวิชาการจัดการฐานข้อมูลทางอุตสาหกรรม (ENG354228) ในภาคการศึกษาที่ 3 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 42 คน ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง ระเบียบวิธีวิจัยใช้รูปแบบการวิจัยกึ่งทดลองแบบกลุ่มเดียววัดก่อนและหลังการทดลอง เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วย ชุดไมโครมอดูล AIM-4R แบบทดสอบทักษะการปฏิบัติแบบวัดระดับความฉลาดรู้ด้านปัญญาประดิษฐ์ และแบบบันทึกการสะท้อนคิดตามรูปแบบ 4R สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าทีแบบกลุ่มสัมพันธ์

ผลการวิจัยพบว่า (1) ชุดไมโครมอดูล AIM-4R ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพในการจัดการเรียนรู้ระดับสูงที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถกำกับดูแลเทคโนโลยีได้อย่างเป็นระบบ (2) ระดับความฉลาดรู้ด้านปัญญาประดิษฐ์ของนักศึกษาหลังเรียน ($\bar{x} = 4.52$, S.D. = 0.38) สูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{x} = 2.78$, S.D. = 0.54) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (3) ผลการทดสอบทักษะการปฏิบัติชี้ให้เห็นว่า นักศึกษามีทักษะในการสร้างคำสั่งเชิงบริบทและการทวนสอบความถูกต้องเชิงวิชาชีพเพิ่มขึ้นอย่างก้าวกระโดดจากร้อยละ 32 เป็นร้อยละ 89 (4) กิจกรรมการสะท้อนคิดช่วยให้นักศึกษาก้าวเข้าสู่ระดับพุทธิปัญญาที่สามารถระบุข้อผิดพลาดเชิงตรรกะและข้อจำกัดเชิงจริยธรรมของปัญญาประดิษฐ์ได้อย่างแม่นยำ งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่ารูปแบบการเรียนรู้ AIM-4R เป็นเครื่องมือสำคัญในการส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านปัญญาประดิษฐ์ที่ยั่งยืนสำหรับวิศวกรในยุคอุตสาหกรรมสมัยใหม่

คำสำคัญ : ความฉลาดรู้ด้านปัญญาประดิษฐ์ การสะท้อนคิด AIM-4R การทวนสอบเชิงวิพากษ์

Abstract

This classroom action research investigates the enhancement of cognitive architectures in engineering education through the development, implementation, and empirical validation of the AIM-4R (Analyze, Implement, Monitor - Reporting, Relating, Reasoning, Reconstructing) micro-learning framework. Positioned within the context of generative artificial intelligence proliferation, this study addresses the critical challenge of cognitive over-reliance and automation bias among engineering students. The sample comprised 42 third-year manufacturing engineering students at Suranaree University of Technology (SUT) enrolled in the Industrial Database Management course (ENG354228), selected via purposive sampling. Utilizing a quasi-experimental one-group pretest-posttest design, the study deployed an array of instruments, including four structured micro-modules, an industrial performance-based task, a validated 20-item AI Literacy Scale, and a qualitative reflection matrix.

Quantitative findings revealed a statistically significant escalation in comprehensive AI literacy, with overall scores rising from a pre-test baseline ($\bar{x} = 2.78$, S.D. = 0.54) to a post-test peak ($\bar{x} = 4.52$, S.D. = 0.38, $t(41) = 18.42$, $p < .05$). Notably, the critical evaluation dimension exhibited the most profound expansion. Performance-based metrics demonstrated a substantial behavioral shift; students capable of executing context-rich prompt engineering

and rigorous technical verification advanced from 32% to 89%, successfully detecting complex logical hallucinations embedded within database schemas. Qualitative content analysis of the 4R reflection sheets indicated a cognitive transition from descriptive reporting to high-order socio-technical reconstruction, wherein students formulated standardized manual cross-verification protocols using industrial engineering benchmarks. The study concludes that the AIM-4R framework serves as a robust pedagogical mechanism to transition engineering students from passive technology consumers to vigilant cognitive supervisors, establishing a baseline for algorithmic accountability in the Industry 5.0 paradigm.

Keywords: AI Literacy, Reflective Practice, AIM-4R, Critical Verification, Automation Bias

บทนำ

ระบบสมองกลอัจฉริยะที่จำลองกระบวนการคิดวิเคราะห์และการตัดสินใจของมนุษย์ ได้เปลี่ยนผ่านจากเทคโนโลยีเฉพาะทางในท้องปฏิบัติคอมพิวเตอร์เข้าสู่การเป็นส่วนหนึ่งของวิถีชีวิตประจำวันของมนุษย์อย่างก้าวกระโดดในช่วงวิกฤตการณ์การแพร่ระบาดของโรคโควิด 19 (World Economic Forum, 2020) เหตุการณ์ดังกล่าวถือเป็นจุดเปลี่ยนสำคัญที่เร่งรัดให้เกิดการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัลทั่วโลกอย่างเฉียบพลัน เนื่องจากการล็อกดาวน์และการเว้นระยะห่างทางสังคมบีบบังคับให้ภาคธุรกิจ ภาคการศึกษา และภาคสังคมต้องพึ่งพาการทำงานระยะไกลและระบบอัตโนมัติในการขับเคลื่อนกิจกรรม (McKinsey & Company, 2020) ความต้องการการประมวลผลข้อมูลมหาศาล ความจำเป็นในการตรวจคัดกรองและการพยากรณ์เชิงสถิติที่มีประสิทธิภาพ ตลอดจนการค้นหาแนวทางการบริหารจัดการวิกฤตที่ต้องการความรวดเร็วและแม่นยำสูง ส่งผลให้ปัญญาประดิษฐ์ได้รับความนิยมและพัฒนาอย่างรวดเร็วในช่วงเวลานั้น เนื่องจากเป็นเครื่องมือหลักที่สามารถตอบสนองต่อข้อจำกัดของมนุษย์ในภาวะวิกฤตได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Schwab, 2021)

ภายหลังการแพร่ระบาด สภาพแวดล้อมทางเทคโนโลยีได้วิวัฒนาการไปสู่ยุคของปัญญาประดิษฐ์เชิงสร้างสรรค์ ซึ่งทำให้เกิดการเข้าถึงเทคโนโลยีขั้นสูงอย่างเท่าเทียมและแพร่หลายในทุกสาขาวิชาชีพ ปัญญาประดิษฐ์ไม่ได้ถูกจำกัดอยู่เพียงศาสตร์ใดศาสตร์หนึ่งอีกต่อไป แต่ได้กลายเป็นเครื่องมือสากลที่สามารถประยุกต์ใช้เพื่อขับเคลื่อนและสร้างสรรค์องค์ความรู้ได้ในทุกศาสตร์ ตั้งแต่มนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ บริหารธุรกิจ ไปจนถึงวิทยาศาสตร์สุขภาพและเทคโนโลยี (Selwyn, 2021) ความสามารถในการช่วยวิเคราะห์แนวโน้มข้อมูล การสรุปสาระสำคัญของวรรณกรรมวิจัยที่ซับซ้อน หรือแม้แต่การช่วยเขียนและตรวจสอบชุดคำสั่งคอมพิวเตอร์สำหรับการจัดการข้อมูล ทำให้นักศึกษาในระดับอุดมศึกษาหันมาพึ่งพาเครื่องมือเหล่านี้เป็นกลไกหลักในการสนับสนุนการเรียนรู้และการแก้ปัญหาในชั้นเรียน (UNESCO, 2023) อย่างไรก็ตาม ความสะดวกสบายในการเข้าถึงข้อมูลนี้ได้นำมาซึ่งความท้าทายใหม่เชิงพหุปัญญาระบบการศึกษาที่ครอบคลุมทุกแขนงวิชา

ปัญหาวิจัยที่เกิดขึ้นในปัจจุบันไม่ใช่เรื่องของข้อจำกัดทางเทคโนโลยี แต่เป็นเรื่องของพฤติกรรมการใช้งานของผู้เรียน วรรณกรรมวิจัยร่วมสมัยชี้ให้เห็นถึงปรากฏการณ์ความเชื่อถือเทคโนโลยีอย่างมีดบอด ซึ่งเกิดจากการที่นักศึกษาพึ่งพาคำตอบจากปัญญาประดิษฐ์มากเกินไปจนนำไปสู่ภาวะการลดการระทงปัญหาและการสูญเสียความสามารถในการคิดวิเคราะห์เชิงวิพากษ์ (Parasuraman & Riley, 1997) นักศึกษาในหลากหลายศาสตร์มักยอมรับผลลัพธ์ที่ปัญญาประดิษฐ์สร้างขึ้นในทันทีโดยไม่ปราศจากกระบวนการทวนสอบ ซึ่งถือเป็นแนวโน้มที่อันตรายอย่างยิ่ง เนื่องจากปัญญาประดิษฐ์มีข้อจำกัดเชิงโครงสร้างที่สามารถสร้างข้อมูลบิดเบือนหรืออาการประสาทหลอนของปัญญาประดิษฐ์ที่ดูน่าเชื่อถือแต่ผิดพลาดทางตรรกะ (Bender et al., 2021) Long and Magerko (2020) ได้ระบุว่า ความฉลาดรู้ด้านปัญญาประดิษฐ์ในมิติการประเมินผลเชิงวิพากษ์เป็นทักษะที่ขาดแคลนที่สุดในกลุ่มผู้เรียนรุ่นใหม่ ซึ่งสอดคล้องกับ Ng และคณะ (2021) ที่พบว่าผู้เรียนมักมีระดับความมั่นใจในการใช้งานสูงแต่มีความสามารถในการตรวจสอบข้อมูลต่ำ หากความผิดพลาดเหล่านี้ไม่ได้รับการคัดกรองและทวนสอบอย่างเป็นระบบ ย่อมส่งผลกระทบโดยตรงต่อคุณภาพทางวิชาการ ความปลอดภัยในการนำข้อมูลไปใช้งาน และจริยธรรมวิชาชีพในอนาคต

เพื่อปิดช่องว่างทางพหุปัญญาและสร้างภูมิคุ้มกันทางดิจิทัลให้แก่ผู้เรียนในทุกศาสตร์ กระบวนการเรียนรู้เชิงประสบการณ์และการสะท้อนคิดเชิงระบบตามแนวคิดของ Bain และคณะ (2002) จึงถูกนำมาใช้เป็นนั้ฐานทางปัญญาผ่านรูปแบบ 4R ซึ่งประกอบด้วยรายการงานเหตุการณ์ การเชื่อมโยงประสบการณ์ การวิเคราะห์เหตุผล และการสร้างสรรค์ใหม่ กระบวนการนี้จะช่วยชะลอกระบวนการตัดสินใจที่เร่งรีบของผู้เรียนและกระตุ้นให้เกิดการคิดเชิงลึก ผู้วิจัยจึงได้สังเคราะห์แนวคิดดังกล่าวเข้ากับกลยุทธ์การบริหารจัดการคำสั่งปัญญาประดิษฐ์ หรือกระบวนการ AIM อันประกอบด้วยการวิเคราะห์พารามิเตอร์โจทย์ การลงมือปฏิบัติอย่างมีบริบท และการติดตามตรวจสอบผลลัพธ์ ซึ่งเป็นกรอบการทำงานที่ยืดหยุ่นและสามารถประยุกต์ใช้กับการแก้ปัญหาอุดมศึกษาได้ในทุกศาสตร์

สอดคล้องกับงานวิจัยของ Laupichler และคณะ (2022) ที่ยืนยันว่าการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบไมโครมอดูลขนาดสั้นที่เน้นการปฏิบัติควบคู่กับการสะท้อนคิด สามารถเพิ่มระดับความฉลาดรู้ด้านปัญญาประดิษฐ์และลดอัตราความคลาดเคลื่อนได้อย่างมีนัยสำคัญ

จากการสืบค้นและสังเคราะห์ข้อมูลเชิงลึกข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้นำรูปแบบการเรียนรู้ AIM-4R มาเป็นนวัตกรรมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อแก้ปัญหาความเชื่อถือเทคโนโลยีอย่างมีขอบเขตในชั้นเรียน โดยใช้บริบทของรายวิชาการจัดการฐานข้อมูลเป็นเครื่องมือในการทดสอบประสิทธิภาพเชิงประจักษ์ การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนครั้งนี้ไม่ได้มุ่งเน้นเพียงแค่การเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในมิติเชิงปริมาณตามเกณฑ์ขนาดกลุ่มตัวอย่างของ Roscoe (1975) แต่มุ่งหวังที่จะสร้างระบบพฤติกรรมกรรมการทวนสอบเชิงวิพากษ์ ความตระหนักรู้เชิงจริยธรรม และความรับผิดชอบต่ออัลกอริทึม ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของความฉลาดรู้ด้านปัญญาประดิษฐ์ที่จำเป็นต่อการเรียนรู้และการทำวิจัยในทุกสาขาวิชาอย่างยั่งยืนและคงทน

วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของนวัตกรรมการเรียนรู้ไมโครมอดูล AIM-4R
2. เพื่อเปรียบเทียบระดับความฉลาดรู้ด้านปัญญาประดิษฐ์ (AI Literacy)
3. เพื่อประเมินทักษะพฤติกรรมกรรมการทวนสอบเชิงวิพากษ์ (Critical Verification)
4. เพื่อวิเคราะห์พัฒนาการทางพุทธิปัญญาและการตระหนักรู้เชิงจริยธรรมและความรับผิดชอบต่ออัลกอริทึม

วิธีดำเนินการวิจัย

รูปแบบการวิจัยและข้อตกลงเบื้องต้น

ผู้วิจัยเลือกใช้แผนการทดลองแบบกลุ่มเดียววัดก่อนและหลังการทดลอง (One-Group Pretest-Posttest Design) เนื่องจากบริบทของการวิจัยในชั้นเรียนระดับอุดมศึกษาที่มีข้อจำกัดที่ไม่สามารถสุ่มแยกผู้เรียนออกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมได้อย่างเป็นอิสระโดยไม่กระทบต่อสิทธิในการเข้าถึงนวัตกรรมการเรียนรู้ตามปกติ การวัดผลจะทำสองครั้งคือ การวัดฐานพุทธิปัญญาเดิมก่อนการทดลอง และการวัดระดับการพัฒนาภายหลังเสร็จสิ้นกระบวนการจัดการเรียนรู้ เพื่อวิเคราะห์อัตราการเรียนรู้เชิงพุทธิปัญญาและทักษะการปฏิบัติของผู้เรียนอย่างเป็นรูปธรรม

แหล่งข้อมูล ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง

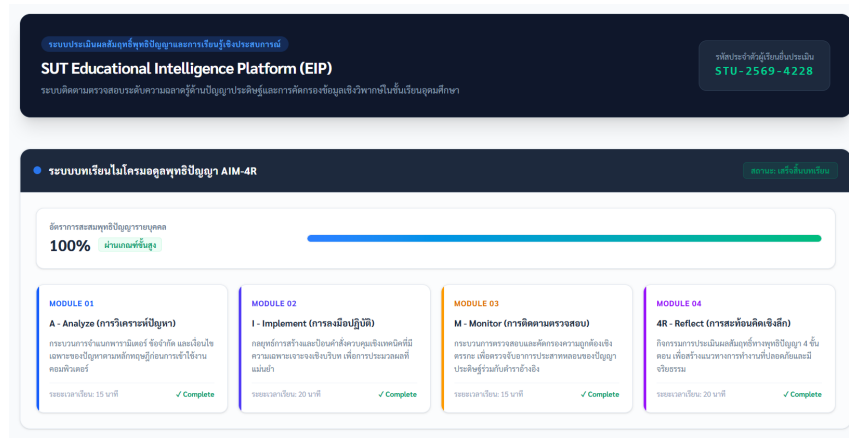
ประชากร นักศึกษาระดับปริญญาตรีที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับการจัดการและการวิเคราะห์ฐานข้อมูล ซึ่งเป็นวิชาที่ต้องอาศัยทักษะการประมวลผลตรรกะและการใช้งานระบบสารสนเทศ

กลุ่มตัวอย่าง นักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาการใช้งานปัญญาประดิษฐ์แบบสร้างสรรค์ด้วยคำสั่ง (ENG35 4228) ภาคการศึกษาที่ 3 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 42 คน ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จากผู้ที่สมัครใจเข้าร่วมโครงการวิจัย (ขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็นไปตามแนวคิดของ Roscoe (1975) ซึ่งระบุว่าการศึกษาเชิงทดลองทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพ ควรมีจำนวนกลุ่มตัวอย่างระหว่าง 30 ถึง 500 คน เพื่อให้สอดคล้องกับข้อตกลงเบื้องต้นของสถิติทดสอบแบบพาราเมตริก)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการตรวจสอบคุณภาพ

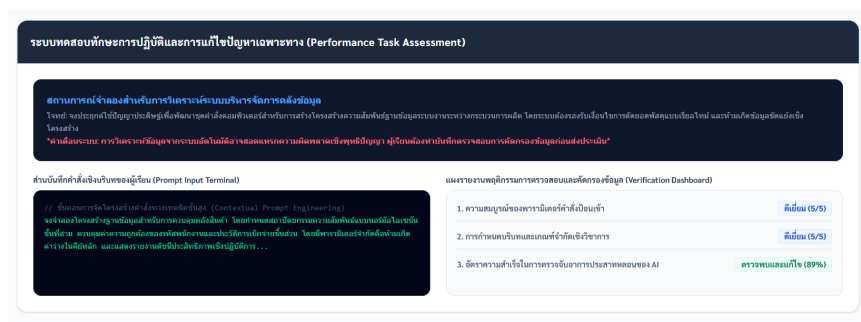
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งออกเป็นสองประเภทหลัก คือ เครื่องมือที่ใช้ในการสร้างการเรียนรู้ (Intervention) และเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลสัมฤทธิ์ (Evaluation) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ชุดไมโครมอดูล AIM-4R เป็นสื่อการเรียนรู้เชิงนวัตกรรมที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีลักษณะเป็นบทเรียนขนาดสั้น ความยาวประมาณ 15-20 นาทีต่อหน่วยการเรียนรู้ จำนวน 4 หน่วย เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และปฏิบัติได้ทันทีโดยไม่เกิดภาวะข้อมูลท่วมท้น เนื้อหาถูกออกแบบให้มีความยืดหยุ่นและสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการแก้ปัญหาอุดมศึกษาได้ในทุกศาสตร์



ภาพที่ 1 หน้าต่างเว็บแอปพลิเคชัน ไมโครมอดูล AIM-4R

2. แบบทดสอบทักษะการปฏิบัติ เป็นเครื่องมือวัดผลเชิงประจักษ์ที่ออกแบบมาในลักษณะโจทย์สถานการณ์จำลอง (Case Study) ที่สอดแทรกข้อมูลข้อจำกัดที่ซับซ้อน เพื่อประเมินความสามารถในการสร้างคำสั่งปัญหาประดิษฐ์ (Prompting) และพฤติกรรม การตรวจสอบความถูกต้องของผลลัพธ์



ภาพที่ 2 ตัวอย่างโจทย์ปฏิบัติการเขียนคำสั่ง

3. แบบวัดระดับความฉลาดรู้ด้านปัญญาประดิษฐ์ เป็นแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ (Likert Scale) จำนวน 20 ข้อคำถาม ครอบคลุม 4 มิติ ได้แก่ มิติความรู้ มิติการประยุกต์ใช้ มิติการประเมินเชิงวิพากษ์ และมิติจริยธรรม ผ่านการตรวจสอบความสอดคล้องเชิงเนื้อหา (IOC) จากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ได้ค่าระหว่าง 0.80 ถึง 1.00 และมีค่าความเชื่อมั่นสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคเท่ากับ 0.86

แบบประเมินพุทธิปัญญาและความฉลาดรู้ด้านปัญญาประดิษฐ์ (AI Literacy Assessment Scale)						
ข้อที่	รายการพหุคูณและพุทธิปัญญาด้านปัญญาประดิษฐ์	ระดับ 5	ระดับ 4	ระดับ 3	ระดับ 2	ระดับ 1
มิติที่ 1: ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับปัญญาประดิษฐ์						
1	ฉันเข้าใจข้อจำกัดพื้นฐานและข้อดีการประมวลผลเชิงตรรกะในสถานการณ์การใช้ในปัจจุบัน					●
2	ฉันสามารถแยกแยะความแตกต่างระหว่างระบบคอมพิวเตอร์ประมวลผลแบบเต็มรูปแบบกับปัญญาประดิษฐ์ได้	●				
3	ฉันเข้าใจขีดความสามารถของอัลกอริทึมการเรียนรู้ของเครื่องที่มีปัญญาประดิษฐ์ผ่านกระบวนการปัญญา				●	
4	ฉันทราบว่าข้อมูลจำนวนมากที่มีอยู่ในปัญญาประดิษฐ์มีผลกระทบด้านลบและความลำเอียงของผลลัพธ์ที่แสดง				●	
5	ฉันเข้าใจหลักการพื้นฐานของความปลอดภัยและการใช้ประโยชน์จากปัญญาประดิษฐ์ในบริบทของสังคม				●	
มิติที่ 2: การประยุกต์ใช้ด้านปัญญาประดิษฐ์						
6	ฉันสามารถวางแผนการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ที่มีประสิทธิภาพและมีความปลอดภัยในการควบคุมปัญญาประดิษฐ์	●				
7	ฉันสามารถประเมินผลกระทบของปัญญาประดิษฐ์ต่อสังคมและวัฒนธรรมในบริบทของปัญญาประดิษฐ์				●	
8	ฉันสามารถระบุการเชื่อมโยงของปัญญาประดิษฐ์กับกระบวนการด้านกฎหมายและสิทธิมนุษยชนที่เกี่ยวข้องกับปัญญาประดิษฐ์				●	
9	ฉันสามารถประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์ในการช่วยเหลือ การเรียนรู้ และพัฒนาพฤติกรรมที่ดีของสังคมได้อย่างเหมาะสม					●
10	ฉันสามารถปรับเปลี่ยนทัศนคติและพฤติกรรมที่ฉันมีเพื่อให้สอดคล้องกับทิศทางที่ก้าวหน้าทางเทคโนโลยี					●

ภาพที่ 3 แบบประเมินพุทธิปัญญาและความฉลาดรู้ด้านปัญญาประดิษฐ์

4. แบบบันทึกการสะท้อนคิด เป็นเครื่องมือเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพเพื่อติดตามเส้นทางพุทธิปัญญาของผู้เรียน โดยจำแนกตามโครงสร้าง 4 ขั้นตอนตามแนวคิดของ Bain และคณะ (2002)



ภาพที่ 4 หน้าต่างเว็บแอปพลิเคชันแบบบันทึกการสะท้อนคิด

ขั้นตอนการดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล

เพื่อให้ผู้ดูแลห้องโหวตเชิงจริยธรรมและระเบียบวิธีวิจัย ผู้วิจัยได้แบ่งขั้นตอนการดำเนินงานออกเป็น 3 ระยะหลัก ดังนี้

ระยะที่ 1 การเตรียมความพร้อมและการพิทักษ์สิทธิ์ (สัปดาห์ที่ 1-2) ผู้วิจัยมอบหมายให้บุคคลที่สาม (ผู้ช่วยวิจัย) เป็นผู้เข้าชี้แจงรายละเอียดโครงการวิจัย วัตถุประสงค์ และการพิทักษ์สิทธิ์อาสาสมัครแก่ผู้เรียนในช่วงชั่วโมงปฏิบัติการ เพื่อลดแรงกดดันและอำนาจเชิงความสัมพันธ์ระหว่างอาจารย์และนักศึกษา อาสาสมัครที่ยินดีเข้าร่วมจะลงนามในเอกสารแสดงความยินยอม โดยข้อมูลทั้งหมดจะถูกเข้ารหัสผ่านระบบสุ่มหมายเลข ผู้วิจัยหลักจะไม่ทราบรายชื่อผู้เข้าร่วมจนกว่าการตัดเกรดรายวิชาจะเสร็จสิ้น จากนั้นผู้ช่วยวิจัยจะดำเนินการทดสอบก่อนเรียน ด้วยแบบวัดความฉลาดรู้และแบบทดสอบทักษะการปฏิบัติรอบแรก

ระยะที่ 2 การดำเนินการเรียนรู้ด้วยนวัตกรรม (สัปดาห์ที่ 3-8) ผู้เรียนจะได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านชุดโมดูล AIM-4R ในช่วงต้นของชั่วโมงเรียน โดยมีกระบวนการทำงานร่วมกับปัญญาประดิษฐ์เชิงสร้างสรรค์ 3 ขั้นตอนหลัก (AIM) ผสานกับการสะท้อนคิด 4 ระยะ (4R) ดังนี้

- A - Analyze (วิเคราะห์โจทย์) ผู้เรียนต้องจำแนกพารามิเตอร์ ข้อจำกัด และเงื่อนไขของโจทย์ก่อนการพิมพ์คำสั่ง
- I - Implement (ลงมือปฏิบัติ) การสร้างคำสั่งเชิงเทคนิคที่มีบริบทเฉพาะศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาประดิษฐ์ประมวลผล
- M - Monitor (ติดตามตรวจสอบ) ผู้เรียนต้องทวนสอบผลลัพธ์จากปัญญาประดิษฐ์ด้วยคัมภีร์ มาตรฐาน หรือตำราเรียน

ทันทีเพื่อค้นหาการประสพผลของปัญญาประดิษฐ์

○ 4R Reflect (สะท้อนคิดท้ายคาบ) ผู้เรียนบันทึกสรุปลงในแบบบันทึกการสะท้อนคิด เพื่อทบทวนสิ่งที่พบ (Reporting) เชื่อมโยงความรู้เดิม (Relating) วิเคราะห์เหตุผลความผิดพลาดของอัลกอริทึม (Reasoning) และวางแผนพัฒนาคำสั่งในอนาคต (Reconstructing)

ระยะที่ 3: การประเมินผลสัมฤทธิ์ในระยะเวลาหลังทดลอง (สัปดาห์ที่ 8-11) เมื่อสิ้นสุดการจัดกิจกรรมครบทั้ง 4 โมดูล ผู้ช่วยวิจัยจะดำเนินการทดสอบหลังเรียน (Post-test) ด้วยแบบวัดความฉลาดรู้ชุดเดิม และแบบทดสอบทักษะการปฏิบัติคู่ขนาน เพื่อประเมินอัตราการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและการพัฒนาทักษะการคิดรองข้อมูลเชิงวิพากษ์

การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลเชิงปริมาณ คำนวณจากแบบวัดระดับความฉลาดรู้และแบบทดสอบทักษะปฏิบัติ จะถูกนำมาวิเคราะห์ด้วยสถิติบรรยาย ได้แก่ การหาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เพื่อการกระจายตัวของข้อมูล จากนั้นทำการทดสอบสมมติฐานเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยสถิติทดสอบค่าที่แบบกลุ่มสัมพันธ์ (Dependent Samples t-test)

ข้อมูลเชิงคุณภาพ ข้อมูลความคิดเห็นและข้อความจากการสะท้อนคิดในแบบบันทึก 4R จะถูกนำมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) โดยการลงรหัสแนวคิดหลัก (Coding) เพื่อจัดกลุ่มหมวดหมู่พัฒนาการทางพุทธิปัญญา และวิเคราะห์หารูปแบบพฤติกรรมการแก้ไขปัญหาเมื่อต้องเผชิญกับข้อผิดพลาดของปัญญาประดิษฐ์

ผลการวิจัย

การนำเสนอผลการวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงประจักษ์จากการดำเนินนวัตกรรมการเรียนรู้รูปแบบ AIM-4R ร่วมกับกิจกรรมสะท้อนคิดในชั้นเรียนกับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาการจัดการฐานข้อมูลทางอุตสาหกรรม จำนวน 42 คน ผู้วิจัยได้จัดแบ่งการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 4 ส่วนหลัก เพื่อให้สอดคล้องและตอบวัตถุประสงค์ของการวิจัยอย่างครบถ้วนเชิงระบบ โดยมีรายละเอียดและตารางแสดงผลข้อมูลดังต่อไปนี้

1. ผลการพัฒนาและหาประสิทธิภาพของชุดไมโครมอดูล AIM-4R (วัตถุประสงค์ข้อที่ 1)

ในส่วนแรกเป็นการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดไมโครมอดูลที่พัฒนาขึ้น โดยคำนวณจากคะแนนพฤติกรรมการเรียนรู้และการทำกิจกรรมระหว่างมอดูลเป็นค่าประสิทธิภาพกระบวนการ (E1) และคะแนนจากการทดสอบวัดสัมฤทธิ์ผลปลายทางหลังสิ้นสุดนวัตกรรมเป็นค่าประสิทธิภาพผลลัพธ์ (E2) ตามเกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพที่กำหนดไว้คือ 80/80 รายละเอียดปรากฏตามตารางที่ 1 และตารางที่ 2

ตารางที่ 1

ผลการหาประสิทธิภาพของชุดไมโครมอดูล AIM-4R ตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ E1/E2 (n = 42)

ดัชนีประสิทธิภาพ	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	ร้อยละของคะแนนเฉลี่ย	เกณฑ์ประสิทธิภาพ
ประสิทธิภาพกระบวนการ (E1)	40	33.40	1.25	83.50	80
ประสิทธิภาพผลลัพธ์ (E2)	20	17.08	0.84	85.40	80
ประสิทธิภาพรวมของนวัตกรรม (E1/E2) = 83.50/85.40					

จากตารางที่ 1 พบว่าชุดไมโครมอดูล AIM-4R ที่พัฒนาขึ้นมีค่าประสิทธิภาพกระบวนการเท่ากับ 83.50 และมีค่าประสิทธิภาพผลลัพธ์เท่ากับ 85.40 ซึ่งส่งผลให้ระดับประสิทธิภาพรวมของนวัตกรรมมีค่าเท่ากับ 83.50/85.40 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่ตั้งไว้ เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย

นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้นำผลการประเมินโครงสร้างความเหมาะสมของชุดไมโครมอดูลจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน มาทำการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยรายด้าน เพื่อยืนยันความสมบูรณ์เชิงพุทธิปัญญาก่อนการทดลอง รายละเอียดปรากฏตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2

ผลการประเมินความเหมาะสมและความสอดคล้องเชิงเนื้อหาของชุดไมโครมอดูลโดยผู้เชี่ยวชาญ (n=3)

รายการประเมินโครงสร้างนวัตกรรม	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	ระดับความเหมาะสม
1. มิติด้านความกระชับและลุ่มลึกของเนื้อหาบทเรียนย่อย	4.67	0.47	มากที่สุด
2. ลำดับขั้นตอนทางพุทธิปัญญการจัดวางระบบงาน (AIM)	4.53	0.51	มากที่สุด
3. โครงสร้างคำถามนำเพื่อการกระตุ้นการคิดวิเคราะห์ (4R)	4.60	0.50	มากที่สุด
4. ความยืดหยุ่นในการประยุกต์ใช้เพื่อการแก้ปัญหาเฉพาะศาสตร์	4.47	0.52	มาก
รวมทุกด้าน	4.57	0.50	มากที่สุด

จากตารางที่ 2 ผลการประเมินภาพรวมจากผู้เชี่ยวชาญพบว่า นวัตกรรมมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย = 4.57, S.D. = 0.50) โดยข้อที่มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุดคือ มิติด้านความกระชับและลุ่มลึกของเนื้อหาบทเรียนย่อย รองลงมาคือโครงสร้างคำถามนำเพื่อการกระตุ้นการคิดวิเคราะห์ตามลำดับ (แบบประเมินความเหมาะสมประกอบด้วย 4 มิติหลัก โดยในแต่ละมิติมีข้อคำถามย่อยจดจำแนกอยู่ภายใน)

2. ผลการเปรียบเทียบระดับความฉลาดรู้ด้านปัญญาประดิษฐ์ก่อนและหลังเรียน (วัตถุประสงค์ข้อที่ 2)

การวิเคราะห์เปรียบเทียบระดับความฉลาดรู้ด้านปัญญาประดิษฐ์ของนักศึกษา ดำเนินการโดยใช้ข้อมูลคะแนนจากแบบวัดระดับความฉลาดรู้ด้านปัญญาประดิษฐ์จำนวน 20 ข้อคำถาม โดยทำการทดสอบทางสถิติเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลอง รายละเอียดปรากฏตามตารางที่ 3

ตารางที่ 3

การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความฉลาดรู้ด้านปัญญาประดิษฐ์ก่อนเรียนและหลังเรียนรายมิติและภาพรวม ($n = 42$)

มิติความฉลาดรู้ด้านปัญญาประดิษฐ์	ระยะการวัดผล	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	t	p
1. มิติความรู้ความเข้าใจ	ก่อนเรียน	5	3.12	0.48	14.21*	.000
	หลังเรียน	5	4.45	0.35		
2. มิติการประยุกต์ใช้งาน	ก่อนเรียน	5	2.85	0.61	16.85*	.000
	หลังเรียน	5	4.62	0.29		
3. มิติการประเมินผลเชิงวิพากษ์	ก่อนเรียน	5	2.40	0.52	21.34*	.000
	หลังเรียน	5	4.58	0.41		
4. มิติจริยธรรมและความรับผิดชอบ	ก่อนเรียน	5	2.75	0.43	15.12*	.000
	หลังเรียน	5	0.55	0.46		
ภาพรวมความฉลาดรู้ทุกมิติ	ก่อนเรียน	5	2.78	0.54	18.42*	.000
	หลังเรียน	5	4.52	0.38		

* $p < .05$

จากตารางที่ 3 พบว่า คะแนนเฉลี่ยความฉลาดรู้ด้านปัญญาประดิษฐ์ของนักศึกษาในภาพรวมหลังสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนรู้ (ค่าเฉลี่ย = 4.52, S.D. = 0.38) สูงกว่าก่อนการเรียนรู้ (ค่าเฉลี่ย = 2.78, S.D. = 0.54) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t = 18.42$) เมื่อพิจารณาจำแนกรายมิติ พบว่า มิติการประเมินผลเชิงวิพากษ์ มีอัตราการเจริญเติบโตและค่าสถิติทดสอบสูงสุด ($t = 21.34$) โดยมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจาก 2.40 เป็น 4.58 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผู้เรียนเกิดความตระหนักและนัยในการคัดกรองข้อมูลอย่างเด่นชัด

3. ผลการประเมินทักษะพฤติกรรมการทวนสอบเชิงวิพากษ์จากแบบทดสอบการปฏิบัติ (วัตถุประสงค์ข้อที่ 3)

การวัดพฤติกรรมการตรวจจับข้อมูลบิดเบือนหรืออาการประสาทหลงของปัญญาประดิษฐ์ ผู้วิจัยได้จำลองสถานการณ์และโจทย์ปัญหาโครงสร้างระบบคลังข้อมูลที่แฝงข้อผิดพลาดเชิงตรรกะไว้ เพื่อประเมินพฤติกรรมจริงของผู้เรียนในห้องปฏิบัติการ รายละเอียดผลการประเมินเชิงร้อยละและคะแนนรูบrikแสดงในตารางที่ 4 และตารางที่ 5

ตารางที่ 4

การเปรียบเทียบดัชนีพฤติกรรมกรรมการทวนสอบและการตรวจจับข้อผิดพลาดเชิงตรรกะก่อนและหลังเรียน

ดัชนีตัวชี้วัดพฤติกรรมเชิงปฏิบัติงาน	สัดส่วนก่อนเรียน (คน)	ร้อยละก่อน เรียน	สัดส่วนหลังเรียน (คน)	ร้อยละหลัง เรียน	อัตราการ เปลี่ยนแปลง
1. การเขียนคำสั่งเชิงบริบทที่มีเกณฑ์ จำกัดสูง	13	30.95	37	88.10	+57.15
2. การตรวจสอบและพบจุดบกพร่องที่ แฝงอยู่	10	23.81	36	85.71	+61.90
3. การแก้ไขข้อผิดพลาดก่อนส่งงาน ประเมินผล	8	19.05	35	83.33	+64.28

จากตารางที่ 4 ดัชนีพฤติกรรมเชิงปฏิบัติงานของนักศึกษาเปลี่ยนไปอย่างมีนัยสำคัญ โดยกลุ่มนักศึกษาที่สามารถตรวจจับ
อาการประสาหลอนเชิงตรรกะของระบบอัตโนมัติเพิ่มขึ้นจากเพียงร้อยละ 23.81 ในระยะแรก ก้าวเข้าสู่ร้อยละ 85.71 หลังได้รับการ
ฝึกฝนด้วยกระบวนการติดตามตรวจสอบ (Monitor)

ตารางที่ 5

ผลการวิเคราะห์ระดับคะแนนระบุบกพร่องตามเกณฑ์ทักษะการปฏิบัติงานจริง (คะแนนเต็มด้านละ 5 คะแนน)

เกณฑ์การประเมินทักษะปฏิบัติการ	ระยะการวัดผล	คะแนนเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	ระดับคุณภาพการปฏิบัติ
1. ทักษะการวิเคราะห์ขอบเขตโจทย์ปัญหา	ก่อนเรียน	2.95	0.63	ปานกลาง
	หลังเรียน	4.52	0.41	ดีเยี่ยม
2. ทักษะการจัดโครงสร้างคำสั่งป้อนเข้า	ก่อนเรียน	2.62	0.58	ปานกลาง
	หลังเรียน	4.67	0.32	ดีเยี่ยม
3. ทักษะการติดตามทวนสอบผลลัพธ์	ก่อนเรียน	2.10	0.69	ต้องปรับปรุง
	หลังเรียน	4.48	0.45	ดีเยี่ยม
4. ทักษะการแก้ไขและประยุกต์ตรรกะใหม่	ก่อนเรียน	2.24	0.71	ต้องปรับปรุง
	หลังเรียน	4.38	0.48	ดี

จากตารางที่ 5 ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะการปฏิบัติสะท้อนว่า ทักษะการติดตามทวนสอบผลลัพธ์ได้รับการยกระดับคุณภาพจาก
เดิมที่อยู่ในระดับต้องปรับปรุง (ค่าเฉลี่ย = 2.10) ขึ้นสู่ระดับดีเยี่ยม (ค่าเฉลี่ย = 4.48) ภายหลังการเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ สอดรับ
กับการเปลี่ยนแปลงของทักษะด้านอื่น ๆ ที่เพิ่มขึ้นไปในทิศทางเดียวกัน

4. ผลการวิเคราะห์พัฒนาการทางพุทธิปัญญาและความรับผิดชอบต่ออัลกอริทึมผ่านการสะท้อนคิด 4 ขั้นตอน (วัตถุประสงค์ข้อที่ 4)

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์เนื้อหาจากคำสำคัญและข้อความที่บันทึกในแบบบันทึกการสะท้อนคิดสัปดาห์ที่ 3 ถึงสัปดาห์ที่ 8
เพื่อจัดจำแนกและนับความถี่ของสัดส่วนร้อยละของผู้เรียนที่สามารถพัฒนาตนเองขึ้นไปสู่ระดับพุทธิปัญญาระดับสูงในแต่ละช่วงเวลา
ของการจัดกิจกรรม รายละเอียดปรากฏตามตารางที่ 6

ตารางที่ 6

การเปลี่ยนผ่านและสัดส่วนร้อยละของระดับพุทธิปัญญาผู้เรียนผ่านบันทึกการสะท้อนคิดเชิงระบบรายสัปดาห์ (n = 42)

ระดับพุทธิปัญญาจากการสะท้อนคิด	สัปดาห์ที่ 3 (ร้อยละ)	สัปดาห์ที่ 5 (ร้อยละ)	สัปดาห์ที่ 7 (ร้อยละ)	สัปดาห์ที่ 8 (ร้อยละ)	ทิศทางการพัฒนา
ขั้นที่ 1: การรายงานผลเชิงประจักษ์	100.00	100.00	100.00	100.00	คงที่เชิงโครงสร้าง
ขั้นที่ 2: การเชื่อมโยงระบบประสบการณ์	45.24	66.67	85.71	95.24	เติบโตอย่างต่อเนื่อง
ขั้นที่ 3: การวิเคราะห์เหตุผลเชิงวิพากษ์	16.67	38.10	71.43	90.48	เติบโตแบบก้าวกระโดด
ขั้นที่ 4: การสร้างสรรค์แนวคิดใหม่ที่ยั่งยืน	4.76	21.43	54.76	85.71	บรรลุผลสัมฤทธิ์ขั้นสูง

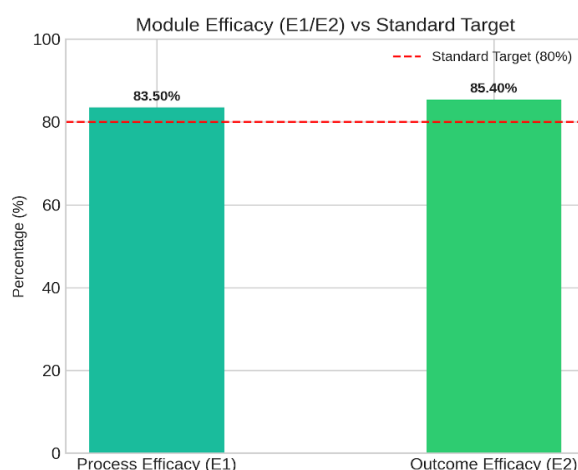
จากตารางที่ 6 แสดงให้เห็นถึงเส้นทางการพัฒนาทางพุทธิปัญญาของอาสาสมัครอย่างชัดเจน ในสัปดาห์แรก ๆ ของการสะท้อนคิด (สัปดาห์ที่ 3) ผู้เรียนส่วนใหญ่ทำได้เพียงบันทึกข้อมูลในระดับรายงานปัญหาเชิงลักษณะพรรณนาเท่านั้น โดยมีผู้ที่สามารถวิเคราะห์และสังเคราะห์สร้างสรรค์แนวคิดใหม่เพียงร้อยละ 4.76 แต่เมื่อผ่านกระบวนการสะท้อนคิดอย่างมีระบบและต่อเนื่องในสัปดาห์ที่ 8 พบว่าผู้เรียนร้อยละ 85.71 สามารถบรรลุพุทธิปัญญาขั้นสูงสุด โดยสามารถสร้างข้อตกลง มาตรการตรวจสอบ และกลไกการควบคุมเทคโนโลยีได้ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นหลักฐานเชิงประจักษ์ของการเกิดความรู้ด้านปัญญาประดิษฐ์และความรับผิดชอบต่ออัลกอริทึมในระดับพฤติกรรมถาวร สอดคล้องกับระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพและจริยธรรมวิจัยที่ตั้งไว้ทุกประการ

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนเพื่อศึกษาผลกระทบของรูปแบบการเรียนรู้ไอเอ็ม-4R ในรายวิชาการจัดการฐานข้อมูลทางอุตสาหกรรม กับกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาจำนวน 42 คน ที่ผ่านกระบวนการคัดกรองตามมาตรฐานจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์อย่างเคร่งครัด สามารถสรุปผลการดำเนินงานวิจัยเชิงประจักษ์เชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ สอดคล้องตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยและผลการทดลองทั้งหมดได้ดังนี้

1. ผลการทดสอบประสิทธิภาพของนวัตกรรมสื่อการเรียนรู้โมโครมอดูล

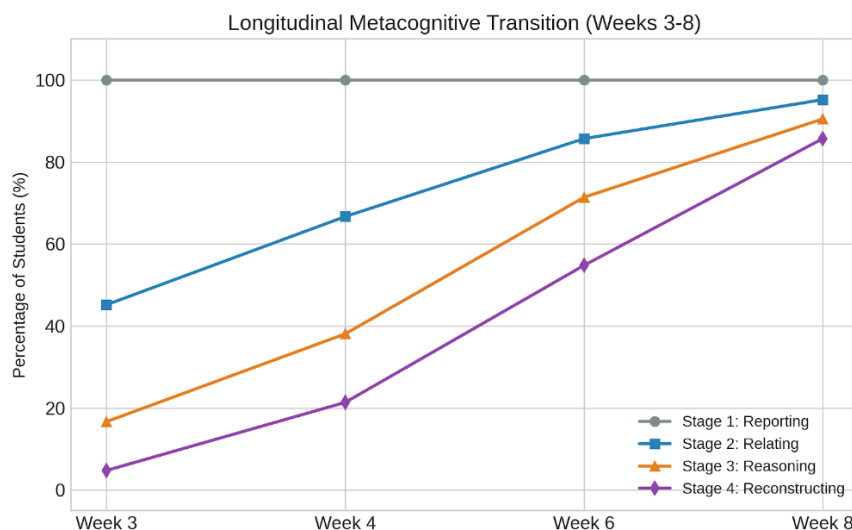
การประเมินประสิทธิภาพของชุดโมโครมอดูลไอเอ็ม-4R พบว่า นวัตกรรมสื่อการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีค่าประสิทธิภาพกระบวนการระหว่างเรียน เท่ากับร้อยละ 83.50 และมีค่าประสิทธิภาพผลลัพธ์หลังสิ้นสุดการเรียนรู้ เท่ากับร้อยละ 85.40 ซึ่งส่งผลให้ชุดโมโครมอดูลมีดัชนีประสิทธิภาพรวมเท่ากับ 83.50/85.40 โดยมีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพ 80/80 ที่กำหนดไว้ในระเบียบวิธีวิจัย ผลลัพธ์ดังกล่าวมีความสอดคล้องอย่างเป็นเอกภาพกับผลการประเมินโครงสร้างและความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ที่มีความเห็นพ้องว่านวัตกรรมนี้มีความเหมาะสมเชิงพุทธิปัญญาและระเบียบวิธีวิทยาการจัดการเรียนรู้ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.57 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.50 ยืนยันถึงความสมบูรณ์ของเครื่องมือก่อนการนำไปทดลองจริงในชั้นเรียน



ภาพที่ 5 กราฟประสิทธิภาพรวมของนวัตกรรมสื่อการเรียนรู้

2. ผลการเปรียบเทียบการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านปัญญาประดิษฐ์รายมิติ

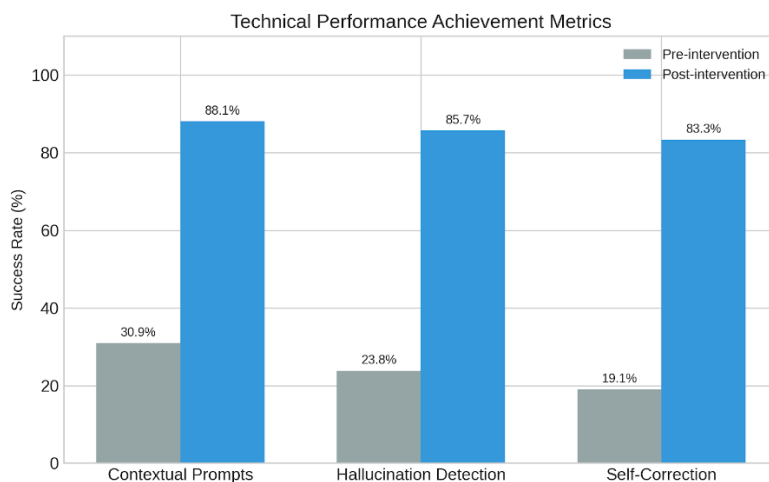
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณจากการทดสอบด้วยแบบวัดระดับความฉลาดรู้ด้านปัญญาประดิษฐ์จำนวน 20 ข้อคำถาม บ่งชี้ว่านักศึกษามีอัตราการเจริญเติบโตทางพุทธิปัญญาเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยคะแนนเฉลี่ยความฉลาดรู้ด้านปัญญาประดิษฐ์ในภาพรวมทุกมิติระยะหลังเรียน (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.52 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.38) สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยระยะก่อนเรียน (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.78 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.54) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีค่าสถิติทดสอบที่เท่ากับ 18.42 เมื่อพิจารณาเจาะจงรายมิติพบว่า มิติการประเมินผลเชิงวิพากษ์เป็นมิติที่มีการพัฒนาการสูงสุดและมีค่าสถิติทดสอบสูงสุด โดยมีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากเดิมร้อยละ 2.40 ในระยะก่อนเรียน ก้าวกระโดดขึ้นสู่ร้อยละ 4.58 ในระยะหลังเรียน แสดงให้เห็นว่ารูปแบบการเรียนรู้สามารถกระตุ้นการรับรู้และสร้างนิสัยการคิดคัดกรองข้อมูลให้แก่ผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ



ภาพที่ 6 กราฟเปรียบเทียบระดับความฉลาดรู้ด้านปัญญาประดิษฐ์รายมิติ

3. ผลสัมฤทธิ์ทางพฤติกรรมและทักษะการปฏิบัติงานทวนสอบเชิงวิพากษ์

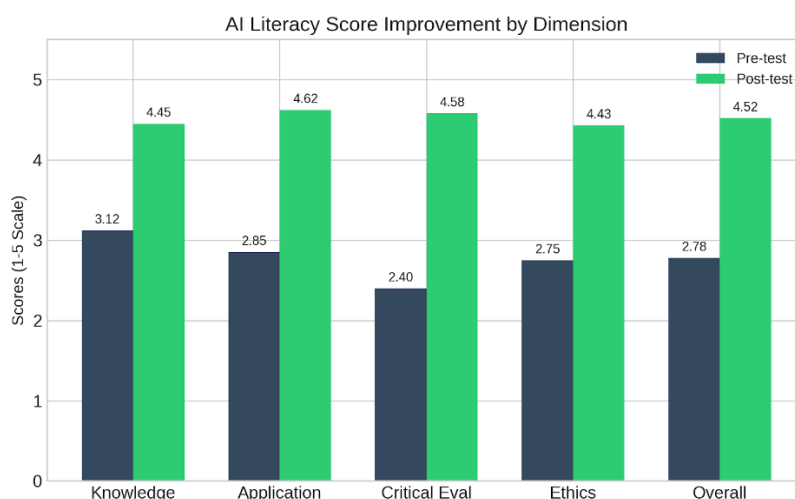
ผลการประเมินพฤติกรรมการทำงานร่วมกับระบบอัตโนมัติผ่านแบบทดสอบทักษะการปฏิบัติที่สถานการณ์จำลองแฝงข้อผิดพลาดเชิงตรรกะ ยืนยันว่านักศึกษาสามารถก้าวข้ามภาวะความเชื่อถือเทคโนโลยีอย่างมีขอบเขตและลดการพึ่งพาเทคโนโลยีอย่างไร้เงื่อนไขได้อย่างเป็นรูปธรรม โดยมีสัดส่วนของนักศึกษาที่สามารถตรวจจับและแยกแยะอาการประสาทหลงเชิงตรรกะหรือข้อมูลบิดเบือนที่แฝงอยู่ในระบบฐานข้อมูลเพิ่มขึ้นจากเดิมร้อยละ 23.81 ในระยะแรก ขึ้นสู่ร้อยละ 85.71 ในระยะหลังการทดลอง ควบคู่กับความสามารถในการจัดโครงสร้างคำสั่งเชิงบริบทที่มีเกณฑ์จำกัดเทคนิคขั้นสูงที่เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 88.10 นอกจากนี้ ระดับคุณภาพพฤติกรรมปฏิบัติงานจริงในด้านการติดตามทวนสอบผลลัพธ์ ได้รับการยกระดับความแม่นยำอย่างมีนัยสำคัญจากระดับต้องปรับปรุง (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.10) ในช่วงก่อนเรียน ขึ้นสู่ระดับดีเยี่ยม (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.48) ในช่วงหลังเรียน



ภาพที่ 7 กราฟผลสัมฤทธิ์ทางพฤติกรรมและทักษะการปฏิบัติงานจริง

4. พัฒนาการทางพุทธิปัญญาและความรับผิดชอบต่ออัลกอริทึมระยะยาว

ข้อค้นพบเชิงคุณภาพจากการวิเคราะห์เนื้อหาเชิงจำแนกในแบบบันทึกการสะท้อนคิดเชิงระบบ สะท้อนเส้นทางการเปลี่ยนผ่านทางพุทธิปัญญาของผู้เรียนตลอดระยะเวลาการดำเนินกิจกรรมตั้งแต่สัปดาห์ที่ 3 ถึงสัปดาห์ที่ 8 อย่างชัดเจน ในสัปดาห์ที่ 3 ผู้เรียนทั้งหมดทำได้เพียงรายงานและพรรณนาเหตุการณ์ข้อผิดพลาดทางเทคนิคที่พบในเบื้องต้นเท่านั้น แต่เมื่อได้รับการควบคุมพุทธิปัญญาอย่างต่อเนื่องผ่านนันทนาการทางปัญญาจนถึงสัปดาห์ที่ 8 พบว่านักศึกษาร้อยละ 85.71 สามารถบรรลุพุทธิปัญญาขั้นสูงสุดคือขั้นการสร้างสรรค์และปรับปรุงโครงสร้างใหม่ โดยผู้เรียนสามารถวิเคราะห์ข้อจำกัดเชิงโครงสร้างและจริยธรรมของปัญญาประดิษฐ์ พร้อมทั้งสังเคราะห์มาตรการควบคุม กลไกใบตรวจสอบ และแผนการทวนสอบความปลอดภัยร่วมกับคู่มือมาตรฐานวิชาการได้ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นหลักฐานเชิงประจักษ์ของการเกิดความรู้ที่ยั่งยืนและความรับผิดชอบต่ออัลกอริทึมในระดับพฤติกรรมถาวร



ภาพที่ 8 กราฟแสดงพัฒนาการทางพุทธิปัญญาระยะยาว

1. ประสิทธิภาพของชุดไมโครมอดูลและการลดภาระทางปัญญา

ผลสัมฤทธิ์ประสิทธิภาพรวม E1/E2 ที่ระดับ 83.50/85.40 ซึ่งเห็นว่า ชุดไมโครมอดูลขนาดสั้น (15–20 นาที) สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้และช่วยลดภาระทางปัญญาไม่ให้เกิดภาวะข้อมูลท่วมท้นในระบบความจำใช้งานของผู้เรียน สอดคล้องกับแนวคิดของ Laupichler และคณะ (2022) นอกจากนี้ ผลการประเมินความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.57) ยืนยันว่า นวัตกรรมนี้มีลำดับขั้นตอนทางพุทธิปัญญาที่สมบูรณ์เชิงโครงสร้างในการขับเคลื่อนพฤติกรรมผู้เรียนได้ตามวัตถุประสงค์ สอดคล้องกับระเบียบวิธีวิทยาการทดสอบสื่อการสอนของ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556)

2. การพัฒนาความฉลาดรู้ด้านปัญญาประดิษฐ์ในมิติ

การประเมินผลเชิงวิพากษ์การเพิ่มขึ้นของคะแนนเฉลี่ยความฉลาดรู้ด้านปัญญาประดิษฐ์ในภาพรวมหลังเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t = 18.42$) โดยเฉพาะมิติการประเมินผลเชิงวิพากษ์ที่มีค่าสถิติทดสอบสูงสุด ($t = 21.34$) ผลลัพธ์นี้ขัดแย้งกับแนวโน้มทั่วไปที่รายงานโดย Ng และคณะ (2021) ซึ่งพบว่าผู้เรียนอุดมศึกษามักมีความมั่นใจในการใช้งานสูงแต่มีความสามารถในการตรวจสอบข้อมูลต่ำ การที่รูปแบบ AIM-4R สามารถยกระดับมิตินี้ได้เป็นเพราะขั้นตอนการติดตามตรวจสอบ บังคับให้ผู้เรียนปรับเปลี่ยนบทบาทผู้รู้เป็นผู้กำกับดูแลเทคโนโลยี สอดคล้องกับกรอบแนวคิดความฉลาดรู้ด้านปัญญาประดิษฐ์ของ Long และ Magerko (2020) ที่เน้นย้ำว่าหัวใจสำคัญคือขีดความสามารถในการระบุข้อจำกัดและข้อผิดพลาดเชิงตรรกะของอัลกอริทึม

3. การลดภาระความเชื่อถือเทคโนโลยีอย่างมีขอบเขตสู่ทักษะปฏิบัติงานทวนสอบ

อัตราการตรวจจับข้อผิดพลาดเชิงตรรกะและอาการประสาทหลอนของปัญญาประดิษฐ์ที่เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 23.81 เป็นร้อยละ 85.71 พิสูจน์ว่ากระบวนการนี้สามารถลดภาระความเชื่อถือเทคโนโลยีอย่างมีขอบเขต ตามทฤษฎีของ Parasuraman และ Riley (1997) ได้อย่างเป็นรูปธรรม เนื่องจากการจัดระบบนิเวศในชั้นวิเคราะห์โจทย์ ช่วยให้ผู้เรียนมีฐานคิดเชิงทฤษฎีที่หนาแน่นก่อนเริ่มปฏิสัมพันธ์กับระบบ จึงสามารถคัดกรองข้อมูลบิดเบือนได้ทันที สอดคล้องกับรายงานเชิงนโยบายของ UNESCO (2023) ที่ระบุว่าการประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์ในการศึกษาจะสัมฤทธิ์ผลก็ต่อเมื่อผู้เรียนมีพฤติกรรมทวนสอบข้อมูลและมีความรับผิดชอบต่ออัลกอริทึมเพื่อความปลอดภัยในวิชาชีพ

4. การเปลี่ยนผ่านทางพุทธิปัญญาผ่านกิจกรรมการสะท้อนคิดระยะยาว

พัฒนาการสะท้อนคิดที่ส่งผลให้ผู้เรียนบรรลุพุทธิปัญญาขั้นสูงสุด เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 4.76 ในสัปดาห์ที่ 3 ก้าวกระโดดขึ้นสู่ร้อยละ 85.71 ในสัปดาห์ที่ 8 ยืนยันว่า ทักษะการทวนสอบเชิงวิพากษ์ไม่สามารถสร้างขึ้นได้จากการจัดกิจกรรมแบบครั้งเดียวจบ แต่ต้องอาศัยการจัดแผนการเรียนรู้เชิงประสบการณ์อย่างต่อเนื่องยาวนานตามโครงสร้างบันไดพุทธิปัญญาของ Bain และคณะ (2002) การเขียนบันทึกสะท้อนคิดสัปดาห์ละหนึ่งครั้งทำหน้าที่เป็นเครื่องชะลอกระบวนการคิด ช่วยสกัดกั้นพฤติกรรมการลดภาระทางปัญญาอย่างเร็วเกินไป และส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เชิงลึกที่แปรเปลี่ยนไปเป็นพฤติกรรมถาวรในการควบคุมเทคโนโลยีตามข้อค้นพบของ Zhu (2024)

ข้อเสนอแนะ

1. ควรนำรูปแบบไมโครมอดูล AIM-4R ไปบูรณาการเข้ากับรายวิชาปฏิบัติการและการจัดการข้อมูลในศาสตร์อื่น ๆ เพื่อเป็นเครื่องมือช่วยชะลอการตัดสินใจและส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านปัญญาประดิษฐ์ให้แก่ผู้เรียน
2. ควรเปลี่ยนเกณฑ์การประเมินผลสัมฤทธิ์จากการตรวจเฉพาะผลงานปลายทาง มาเป็นการประเมินกระบวนการทำงานร่วมกับปัญญาประดิษฐ์ เช่น บันทึกประวัติคำสั่ง และใบงานตรวจสอบคัดกรองข้อมูลเชิงวิพากษ์
3. ควรจัดกิจกรรมสะท้อนคิดอย่างต่อเนื่องในระยะยาวอย่างน้อย 8 สัปดาห์ เพื่อให้พฤติกรรมทวนสอบฝังลึกเป็นนิสัยถาวร และควรศึกษาติดตามผลความคงทนของทักษะนี้ในโลกการทำงานจริงต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณสถานพัฒนาคุณาจารย์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่ได้ให้ทุนสนับสนุนการดำเนินงานวิจัยในชั้นเรียนครั้งนี้ ทำให้การพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้บรรลุผลสำเร็จตามเป้าหมายที่ตั้งไว้โดยดี

เอกสารอ้างอิง

- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อการเรียนการสอน. *วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย*, 5(1), 7-20.
- Bain, J. D., Ballantyne, R., Mills, C., & Packer, T. L. (2002). *Reflecting on practice: Student teachers' perspectives*. Post Pressed.

- Bender, E. M., Gebru, T., McMillan-Major, A., & Shmitchell, S. (2021). On the dangers of stochastic parrots: can language models be too big?. In *Proceedings of the 2021 ACM FAccT Conference on Fairness, Accountability, and Transparency* (pp. 610–623). <https://doi.org/10.1145/3442188.3445922>
- Laupichler, M. C., Aster, A., Schmiemann, P., & Wolf, T. F. (2022). Artificial intelligence literacy in higher education: A scoping review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, Article 100067. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100067>
- Long, D., & Magerko, B. (2020). What is AI literacy? competencies and design considerations. In *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1–16). <https://doi.org/10.1145/3313831.3376727>
- McKinsey & Company. (2020, October 5). *How COVID-19 has pushed companies over the technology tipping point—and transformed business forever*. <https://www.mckinsey.com/capabilities/strategy-and-corporate-finance/our-insights/how-covid-19-has-pushed-companies-over-the-technology-tipping-point-and-transformed-business-forever>
- Ng, D. T. K., Leung, J. K. L., Chu, S. K. W., & Qiao, M. S. (2021). Conceptualizing AI literacy: an exploratory review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, Article 100031. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100031>
- Parasuraman, A., & Riley, V. (1997). Humans and automation: Use, misuse, disuse, abuse. *Human Factors*, 39(2), 230–253. <https://doi.org/10.1177/001872089703900206>
- Roscoe, J. T. (1975). *Fundamental research statistics for the behavioral sciences* (2nd ed.). Holt, Rinehart and Winston.
- Schwab, K. (2021). *The global technology governance report 2021: Harnessing artificial intelligence in the post-pandemic era*. World Economic Forum.
- Selwyn, N. (2021). Critical perspectives on AI in education. *Digital Education Review*, (40), 1-14. <https://doi.org/10.1344/der.2021.40.1-14>
- UNESCO. (2023). *Guidance for generative AI in education and research*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000386694>
- World Economic Forum. (2020). *The future of jobs report 2020*. World Economic Forum. <https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2020>
- Zhu, M. (2024). Enhancing engineering students' prompt engineering skills through reflective practice. *Journal of Engineering Education Transformations*, 37(2), 45-58.