

Journal of Digital Education and Learning Engineering

ดำเนินการวารสารโดย สมาคมการศึกษาดิจิทัลและวิศวกรรมการเรียนรู้

การประยุกต์ปัญญาประดิษฐ์ในเกมมิฟิเคชันแบบปรับตัวเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้คณิตศาสตร์: การทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ

Application of Artificial Intelligence in Adaptive Gamification to Enhance Mathematics Learning: A Systematic Literature Review

ปริญญ ชมนก¹, วรินทร์ พูนไพลย์พิพัฒน์^{1*}, และ พัชรินทร์ ปัญจบุรี²

Parinya Chomnok¹, Wanintorn Poonpaiboonpipat^{1*} & Patcharin Panjaburee²

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์¹ และ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น²

Faculty of Education, Naresuan University, Thailand¹, Faculty of Education, Khon Kaen University, Thailand²

Received: December 2, 2025 Revised: December 11, 2025 Accepted: December 18, 2025

บทคัดย่อ

เกมมิฟิเคชันเป็นแนวทางที่ได้รับความนิยมอย่างสูงในด้านการศึกษ เนื่องจากสามารถเสริมสร้างแรงจูงใจ ความสนุก และความร่วมมือของผู้เรียน โดยเฉพาะในการเรียนคณิตศาสตร์ที่ต้องอาศัยความเข้าใจอย่างเป็นระบบ อย่างไรก็ตาม เกมมิฟิเคชันทั่วไปอาจไม่ตอบสนองความแตกต่างระหว่างผู้เรียนได้อย่างเพียงพอ จึงเกิดแนวทางการพัฒนาเกมมิฟิเคชันแบบปรับตัวซึ่งปรับองค์ประกอบให้เหมาะสมกับผู้เรียน โดยเฉพาะเมื่อผสานกับเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้องค์ประกอบของเกมมิฟิเคชันแบบปรับตัวในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เปรียบเทียบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ในการพัฒนาองค์ประกอบของระบบเกมมิฟิเคชันแบบปรับตัวและวิเคราะห์แนวโน้มรวมถึงข้อเสนอแนะสำหรับการออกแบบในอนาคต โดยใช้วิธีการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบจากฐานข้อมูลวิชาการระดับนานาชาติ ได้แก่ Scopus, ScienceDirect และ SpringerLink ผลการคัดเลือกได้บทความที่ผ่านเกณฑ์เพื่อนำมาวิเคราะห์จำนวนทั้งสิ้น 5 เรื่อง ผลการศึกษาพบว่า เกมมิฟิเคชันแบบปรับตัวในการเรียนคณิตศาสตร์นิยมใช้องค์ประกอบด้านคะแนน ความก้าวหน้า และเป้าหมาย เพื่อเสริมสร้างแรงจูงใจและตอบสนองความแตกต่างรายบุคคล ขณะเดียวกัน การประยุกต์ใช้ AI ส่วนใหญ่นำมาใช้ในการปรับเนื้อหาและโต้ตอบกับผู้เรียน แต่ยังขาดการสนับสนุนการตัดสินใจของครูผู้สอนและการบริหารจัดการระบบการเรียนรู้ในภาพรวม แนวโน้มจึงสะท้อนถึงโอกาสพัฒนาไปสู่การออกแบบที่ครอบคลุมและยั่งยืนยิ่งขึ้น

คำสำคัญ: เกมมิฟิเคชันแบบปรับตัว ปัญญาประดิษฐ์ การเรียนรู้คณิตศาสตร์ การทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ

Abstract

Gamification has been increasingly recognized in education as it can foster motivation, enjoyment, and learner engagement, particularly in mathematics learning, which requires systematic understanding;

*Corresponding author

Email address: wanintorns@nu.ac.th

however, conventional gamification may not sufficiently address individual differences among learners, leading to the development of adaptive gamification that adjusts game elements to fit learner characteristics, especially when integrated with artificial intelligence (AI). This study aims to investigate the use of adaptive gamification elements in mathematics learning, compare the application of AI in developing adaptive gamification systems, and analyze trends with recommendations for future design. A systematic literature review was conducted using international academic databases, namely Scopus, ScienceDirect, and SpringerLink, resulting in the selection of five articles that met the inclusion criteria for analysis. The findings reveal that adaptive gamification in mathematics learning most commonly incorporates points, progress, and goals, representing performance-related elements that enhance extrinsic motivation and track learners' advancement, while personal dimensions such as goals, challenges, and novelty are widely used to foster intrinsic motivation and address individual differences; in contrast, social and environmental dimensions are less evident, reflecting a tendency toward individualized rather than collaborative or context-based learning. Regarding AI applications, most studies employed learner-facing and content-level AI to adjust instructional content and provide personalized interaction, while the use of AI to support teachers' instructional decision-making and system-wide learning management is still insufficient. Overall, the results highlight a predominant focus on individual learner adaptation while underscoring the opportunity for broader and more comprehensive system-level integration in future designs.

Keywords: adaptive gamification, artificial intelligence, mathematics learning, systematic review

■ บทนำ

คณิตศาสตร์เป็นรากฐานของทักษะการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา และการใช้เหตุผล ซึ่งจำเป็นอย่างยิ่งต่อการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 โดยเฉพาะอย่างยิ่งในโลกยุคดิจิทัลที่เทคโนโลยีเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ความสามารถด้านคณิตศาสตร์ไม่เพียงช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาทางวิชาการได้ดียิ่งขึ้นเท่านั้น แต่ยังส่งเสริมการคิดอย่างมีระบบในชีวิตประจำวันด้วย อย่างไรก็ตาม งานวิจัยจำนวนมากทั้งในระดับประเทศและระดับนานาชาติพบว่า นักเรียนจำนวนไม่น้อยมีทัศนคติลบต่อวิชาคณิตศาสตร์ โดยมองว่าเป็นวิชาที่ยาก ซับซ้อน และไม่น่าสนใจ (Jutin & Maat, 2024; Mehmet & Hulya, 2021) สอดคล้องกับผลการประเมิน PISA 2018 โดย OECD ที่สะท้อนชัดว่า ความสามารถทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนไทยยังต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศในกลุ่ม OECD อย่างมีนัยสำคัญ (OECD, 2018) ปัญหาคะแนนต่ำและทัศนคติเชิงลบเช่นนี้ ทำให้นักการศึกษาและนักวิจัยแสวงหาแนวทางใหม่ในการยกระดับการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยเน้นวิธีที่ช่วยดึงดูดความสนใจและสร้างแรงจูงใจของผู้เรียน หนึ่งในแนวทางที่ได้รับความนิยมอย่างต่อเนื่องคือ การนำเกมมิฟิเคชัน (gamification) มาใช้ในการเรียนการสอน ซึ่งมีเป้าหมายเพื่อเพิ่มแรงจูงใจ ความมีส่วนร่วม และความสนุกสนานของผู้เรียนผ่านกลไกของเกม เช่น ระบบคะแนน ความท้าทาย ระดับ และรางวัลต่าง ๆ (Zaharin et al., 2021) งานวิจัยหลายชิ้นยืนยันว่า การใช้เกมมิฟิเคชันในวิชาคณิตศาสตร์สามารถช่วยเพิ่มพฤติกรรมการมีส่วนร่วมของผู้เรียน ลดความวิตกกังวล และส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้อย่างมีนัยสำคัญ (Marín-Díaz et al., 2020; Jutin & Maat, 2024)

อย่างไรก็ดี เกมมิฟิเคชันแบบดั้งเดิมที่มีรูปแบบการจัดกิจกรรมเหมือนกันทุกคนมักไม่สามารถตอบสนองต่อความแตกต่างของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น บางคนอาจชอบการแข่งขัน ขณะที่อีกกลุ่มกลับชอบกิจกรรมที่ไม่สร้างแรง

กอดัน (Oliveira et al., 2022) หากองค์ประกอบเกมไม่สอดคล้องกับแรงจูงใจหรือรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน อาจส่งผลในทางลบ เช่น เกิดความเบื่อหน่าย หรือเกิดการเรียนรู้แบบผิวเผินเพียงเพื่อรับรางวัลเท่านั้น ไม่ได้เกิดความเข้าใจในเนื้อหาอย่างแท้จริง (Lavoué et al., 2019)

ด้วยเหตุนี้ แนวคิด เกมมิฟิเคชันแบบปรับตัว (adaptive gamification) จึงได้รับการพัฒนาเพื่อตอบสนองความต้องการเฉพาะบุคคลของผู้เรียน โดยระบบจะประเมินข้อมูลเชิงลึกของผู้เรียน เช่น ผลสัมฤทธิ์ แรงจูงใจ หรือสไตล์การเรียนรู้ และนำข้อมูลนั้นไปปรับรูปแบบของเกมให้เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละคน เช่น การเลือกภารกิจให้สอดคล้องกับระดับความสามารถ การเปลี่ยนรางวัลให้สอดคล้องกับแรงจูงใจ หรือการกำหนดความยากของเนื้อหาอย่างยืดหยุ่น (Raleiras et al., 2020) งานจากการศึกษาของ Jagušt et al. (2018) ก็ยังแสดงให้เห็นว่า เมื่อใช้ระบบ adaptive gamification กับผู้เรียนระดับประถมศึกษาในรายวิชาคณิตศาสตร์ ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์และความสนใจเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม การพัฒนาเกมมิฟิเคชันแบบปรับตัวให้มีประสิทธิภาพจำเป็นต้องใช้ เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) เข้ามาช่วย เนื่องจาก AI สามารถวิเคราะห์ข้อมูลการเรียนรู้ของผู้เรียนจำนวนมากแบบเรียลไทม์ และปรับเนื้อหาหรือกลไกของเกมให้เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละรายโดยอัตโนมัติ (Daghestani et al., 2020) นอกจากนี้ AI ยังช่วยให้สามารถตรวจจับพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ เช่น การพยายามตอบซ้ำ ความถี่ในการทำผิด หรือรูปแบบการเลื่อนหน้าจอ เพื่อวิเคราะห์เจตนาในการเรียนรู้ของผู้เรียน และปรับระบบตอบสนองให้ตรงจุดมากขึ้น แนวโน้มการใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ ผสานกับเกมมิฟิเคชันแบบปรับตัว จึงเป็นทิศทางใหม่ของการพัฒนาเทคโนโลยีการศึกษา โดยเฉพาะในสาขาที่มีเนื้อหาเชิงนามธรรมอย่างคณิตศาสตร์

อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณางานวิจัยในบริบทของประเทศไทย พบว่ามีความพยายามในการนำเกมมิฟิเคชันมาใช้เพื่อส่งเสริมแรงจูงใจและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา เช่น การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันแบบออนไลน์เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาและแรงจูงใจ (Surarat, 2022) หรือการใช้เทคนิคเกมมิฟิเคชันเพื่อพัฒนาทักษะด้านความเข้าใจในการอ่านของนักเรียนระดับมัธยมต้น (Saroj, 2021) อย่างไรก็ตาม งานวิจัยเหล่านี้ยังคงใช้รูปแบบเกมมิฟิเคชันในลักษณะทั่วไป ไม่ได้เน้นการออกแบบระบบที่สามารถปรับตามความแตกต่างของผู้เรียนโดยใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (AI) อย่างลึกซึ้ง ซึ่งถือเป็นช่องว่างสำคัญขององค์ความรู้ในบริบทของประเทศไทย

ดังนั้น การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์ในการออกแบบเกมมิฟิเคชันแบบปรับตัวเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา โดยเน้นการวิเคราะห์ลักษณะของการใช้งาน แนวทางเทคโนโลยีที่นำมาใช้และแนวโน้มการออกแบบในอนาคต ทั้งจากงานวิจัยในประเทศและต่างประเทศ ผลของการศึกษานี้คาดว่าจะสามารถสังเคราะห์ภาพรวมขององค์ความรู้ในสาขานี้และเป็นแนวทางสำหรับนักวิจัยและครูผู้สอนในการออกแบบระบบการเรียนรู้แบบใหม่ที่มีความยืดหยุ่น เหมาะสมและยั่งยืนมากยิ่งขึ้น

■ คำถามการวิจัย

- 1) เกมมิฟิเคชันแบบปรับตัวที่นำมาใช้ในการเรียนรู้คณิตศาสตร์มีองค์ประกอบใดบ้าง
- 2) เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ประเภทใดบ้างที่ถูกประยุกต์ใช้ในการพัฒนาองค์ประกอบของระบบเกมมิฟิเคชันแบบปรับตัว
- 3) แนวโน้มในการพัฒนาและข้อเสนอแนะสำหรับการออกแบบระบบในอนาคตเป็นอย่างไร

■ จุดประสงค์การวิจัย

- 1) เพื่อศึกษาการใช้องค์ประกอบของเกมมิฟิเคชันแบบปรับตัวในการเรียนรู้คณิตศาสตร์

- 2) เพื่อเปรียบเทียบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ในการพัฒนาองค์ประกอบของระบบเกมมิฟิเคชันแบบปรับตัว
- 3) เพื่อวิเคราะห์แนวโน้มและข้อเสนอแนะสำหรับการออกแบบระบบเกมมิฟิเคชันแบบปรับตัวในอนาคต

■ หลักการ แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

เกมมิฟิเคชัน (Gamification) คือ การนำองค์ประกอบของเกมมาใช้ในบริบทที่ไม่ใช่เกม เพื่อสร้างแรงจูงใจ ความสนุก และการมีส่วนร่วมของผู้เรียน (Manzano-León et al., 2022) โดยในบริบทของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เกมมิฟิเคชันช่วยเปลี่ยนกิจกรรมที่น่าเบื่อหรือยากให้น่าสนใจและท้าทายมากขึ้น งานวิจัยในช่วงหลังพบว่าการประยุกต์เกมมิฟิเคชันในรายวิชาคณิตศาสตร์สามารถเพิ่มทั้งแรงจูงใจ ความพึงพอใจ และผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนได้ (Zaharin et al., 2021; Cabanilla et al., 2023) อย่างไรก็ตาม การใช้เกมมิฟิเคชันแบบเดิมซึ่งใช้รูปแบบเดียวกับผู้เรียนทุกคนยังมีข้อจำกัด เพราะผู้เรียนมีความชอบและแรงจูงใจแตกต่างกัน (Lopez & Tucker, 2021) ส่งผลให้เกิดแนวคิดใหม่คือเกมมิฟิเคชันแบบปรับตัวได้ เพื่อให้ตอบสนองต่อผู้เรียนรายบุคคลมากยิ่งขึ้น เกมมิฟิเคชันแบบปรับตัว คือ แนวทางที่ออกแบบให้ระบบสามารถเลือกหรือปรับเปลี่ยนองค์ประกอบของเกมให้เหมาะกับลักษณะเฉพาะของผู้เรียน เช่น แรงจูงใจ สไตล์การเรียนรู้ หรือความสามารถ (Hallifax et al., 2019; Oliveira et al., 2022) แนวทางนี้ได้รับการสนับสนุนจากงานวิจัยที่พบว่า การออกแบบเกมให้ตอบสนองความชอบของผู้เรียนช่วยเพิ่มแรงจูงใจและการมีส่วนร่วมได้มากกว่าการใช้รูปแบบตายตัว (Santos et al., 2022) ตัวอย่างเช่น Monterrat et al. (2017) ได้พัฒนาโมเดลที่แบ่งประเภทผู้เล่นตามแรงจูงใจ เช่น ชอบแข่งขัน หรือชอบสำรวจ แล้วออกแบบเกมให้เหมาะกับแต่ละกลุ่ม ซึ่งส่งผลให้ผู้เรียนรู้สึก “มีส่วนร่วมอย่างแท้จริง” และเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น

Khamparia and Pandey (2020) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบปรับตัว (Adaptive learning) คือ กระบวนการเรียนรู้ที่มีการปรับระดับเนื้อหา รูปแบบ หรือกลยุทธ์ให้เหมาะสมกับผู้เรียนรายบุคคล โดยอิงจากข้อมูลพฤติกรรมและระดับความเข้าใจของผู้เรียน แนวคิดนี้มีความสำคัญอย่างยิ่งในวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งต้องการการเรียนรู้ที่มีลำดับขั้นและความเข้าใจเชิงลึก การใช้ระบบเรียนรู้แบบปรับตัว เช่น ALEKS หรือ Khan Academy ช่วยให้นักเรียนได้รับบทเรียนหรือโจทย์ที่เหมาะสมกับตนเองมากขึ้น ส่งผลต่อการพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์และลดความวิตกกังวลต่อวิชา จากแนวทางทั้งสองรูปแบบทำให้เกิดเกมมิฟิเคชันแบบปรับตัว (Adaptive gamification) ซึ่งก็คือ แนวทางที่ออกแบบให้ระบบสามารถเลือกหรือปรับเปลี่ยนองค์ประกอบของเกมให้เหมาะกับลักษณะเฉพาะของผู้เรียน เช่น แรงจูงใจ สไตล์การเรียนรู้ หรือความสามารถ (Hallifax et al., 2019; Oliveira et al., 2022) แนวทางนี้ได้รับการสนับสนุนจากงานวิจัยที่พบว่า การออกแบบเกมให้ตอบสนองความชอบของผู้เรียนช่วยเพิ่มแรงจูงใจและการมีส่วนร่วมได้มากกว่าการใช้รูปแบบตายตัว (Nicolaidou et al., 2022) ตัวอย่างเช่น Monterrat et al. (2017) ได้พัฒนาโมเดลที่แบ่งประเภทผู้เล่นตามแรงจูงใจ เช่น ชอบแข่งขัน หรือชอบสำรวจ แล้วออกแบบเกมให้เหมาะกับแต่ละกลุ่ม ซึ่งส่งผลให้ผู้เรียนรู้สึกมีส่วนร่วมอย่างแท้จริงและเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น

เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (AI) มีบทบาทสำคัญในการทำให้การเรียนรู้แบบปรับตัวเกิดขึ้นได้จริง โดย AI ทำหน้าที่วิเคราะห์ข้อมูลของผู้เรียน เช่น ผลการทำแบบฝึกหัด ความเร็วในการเรียน หรือพฤติกรรมการตอบสนอง แล้วนำมาปรับเปลี่ยนเนื้อหาและกลไกเกมแบบเรียลไทม์ (Khakpour & Colomo-Palacios, 2021) ระบบที่ใช้ AI สามารถคาดการณ์ได้ว่าผู้เรียนกำลังมีปัญหาเบื้องต้นหรือสับสน และปรับเปลี่ยนกิจกรรมหรือแบบฝึกหัดให้เหมาะสม เช่น เพิ่มคำใบ้ ปรับระดับความยาก หรือนำเสนอรางวัลย่อยเพื่อกระตุ้นแรงจูงใจ งานของ Hassan et al. (2019) แสดงให้เห็นว่าเมื่อใช้ AI ในการปรับเกมมิฟิเคชันให้เหมาะกับผู้เรียนเฉพาะบุคคล ผู้เรียนมีแรงจูงใจเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน และอัตราการเลิกเรียนกลางคันลดลง ทั้งนี้ยังต้องมีการออกแบบระบบให้คำนึงถึงความเป็นส่วนตัวของอัลกอริทึม ความยุติธรรม และการคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคลของผู้เรียนด้วย ดังนั้น การทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบในครั้งนี้มีเป้าหมายเพื่อศึกษาลักษณะของการใช้เกมมิฟิเคชันแบบปรับตัวที่ส่งผลต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษา

และมัธยมศึกษา สำนักรูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ที่นำมาใช้ในการออกแบบระบบดังกล่าว ตลอดจนวิเคราะห์แนวโน้ม เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง และข้อเสนอแนะเชิงหลักการเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบเกมมิฟิเคชันแบบปรับตัวที่มีประสิทธิภาพในอนาคต ทั้งในมิติของการส่งเสริมการเรียนรู้เฉพาะบุคคลและการสร้างแรงจูงใจในวิชาคณิตศาสตร์อย่างยั่งยืน

กรอบแนวคิด

งานวิจัยนี้ประยุกต์ใช้กรอบแนวคิดจำนวน 2 กรอบแนวคิด เพื่อนำมาประกอบในการวิเคราะห์ข้อมูลจากการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ ประกอบด้วย

1. กรอบแนวคิดการจัดประเภทองค์ประกอบของเกม (gamification elements) ของ Toda et al. (2019) ที่จัดประเภทองค์ประกอบเกมมิฟิเคชันในบริบทการศึกษาจำนวน 5 มิติ ได้แก่

1) มิติด้านผลการเรียนรู้ (Performance Dimension) หมายถึง องค์ประกอบที่สะท้อนผลการกระทำของผู้เรียนและให้ข้อมูลย้อนกลับ เพื่อเสริมความเข้าใจ ความก้าวหน้า และแรงจูงใจภายนอก ประกอบด้วย คะแนน ระดับความก้าวหน้า รางวัล และสถิติการทำงาน

2) มิติด้านสิ่งแวดล้อม (Ecological Dimension) หมายถึง องค์ประกอบที่กำหนดบริบทและโครงสร้างของเกม เพื่อสร้างความตื่นเต้นหรือแรงกดดัน เช่น โอกาส การเลือกแบบบังคับ ระบบเศรษฐกิจ ความหายาก และแรงกดดันจากเวลา

3) มิติด้านสังคม (Social Dimension) หมายถึง องค์ประกอบที่เน้นปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ร่วมกัน การแข่งขัน และการยอมรับ เช่น การแข่งขัน การร่วมมือ สถานะ และแรงกดดันทางสังคม

4) มิติด้านบุคคล (Personal Dimension) หมายถึง องค์ประกอบที่ตอบสนองความต้องการเฉพาะบุคคล มุ่งสร้างแรงจูงใจภายในและประสบการณ์เฉพาะตัว เช่น เป้าหมาย ความท้าทาย ความแปลกใหม่ โอกาสแก้ตัว และการกระตุ้นประสาทสัมผัส

5) มิติด้านเนื้อเรื่อง (Fictional Dimension) หมายถึง องค์ประกอบที่สร้างอารมณ์และเรื่องราว เพื่อเพิ่มความมีส่วนร่วมและความหมายในการเรียนรู้ เช่น เนื้อเรื่อง โครงเรื่อง และการเล่าเรื่อง

2. กรอบแนวคิดการประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์ (AI) ในการศึกษาของ Holmes et al. (2019) จำแนกออกเป็น 4 ประเภทหลัก ได้แก่

1) ปัญญาประดิษฐ์สำหรับผู้เรียน (Learner-facing AI) เป็นเครื่องมือที่โต้ตอบ โดยตรงกับผู้เรียน เพื่อช่วยในการเรียนรู้ของผู้เรียนโดยเฉพาะ ทำหน้าที่นำเสนอเนื้อหา กิจกรรมหรือแบบฝึกหัด ตามความต้องการและระดับของผู้เรียนแต่ละคน และให้ข้อเสนอแนะ (feedback) ทันทีแบบเฉพาะบุคคล เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างมีประสิทธิภาพ

2) ปัญญาประดิษฐ์สำหรับครูผู้สอน (Teacher-facing AI) เป็นเครื่องมือที่ช่วยสนับสนุนการทำงานของครูผู้สอน ทั้งในด้านการสอนและงานบริหารจัดการชั้นเรียน เครื่องมือเหล่านี้ไม่ได้โต้ตอบกับผู้เรียนโดยตรง แต่ทำงานอยู่เบื้องหลังเพื่อช่วยครู ลดภาระงานที่ซ้ำซ้อน หรือเพิ่มประสิทธิภาพในการสอน ตลอดจนผู้ช่วยวางแผนการสอนหรือออกแบบหลักสูตรบางส่วน

3) ปัญญาประดิษฐ์สำหรับระดับเนื้อหา (Content-level AI) เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการออกแบบเนื้อหาวิชาหรือสื่อการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับผู้เรียนมากขึ้น ช่วยในการวิเคราะห์เนื้อหาจำนวนมากเพื่อนำเสนอแหล่งเรียนรู้ใหม่ ๆ ที่สอดคล้องกับหลักสูตรหรือความต้องการเฉพาะของผู้เรียน และสามารถปรับระดับความยากง่ายของเนื้อหาให้เหมาะกับความสามารถของผู้เรียนแต่ละคนได้

4) ปัญญาประดิษฐ์สำหรับจัดการระบบการศึกษา (System-level AI) เป็นการใช้ AI ที่มุ่งเน้นงานในภาพรวมของสถานศึกษาและนโยบาย ช่วยผู้บริหารสถานศึกษาหรือผู้กำหนดนโยบายในการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่และสนับสนุนการตัดสินใจเชิงระบบ

■ วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นงานวิจัยเชิงเอกสารแบบการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ (Systematic Literature Review) ซึ่งเป็นกระบวนการที่มีโครงสร้างชัดเจน โดยมีเป้าหมายเพื่อรวบรวม วิเคราะห์ และสังเคราะห์องค์ความรู้จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องอย่างเป็นระบบ เพื่อให้ได้ข้อค้นพบที่น่าเชื่อถือและครอบคลุมในประเด็นที่ศึกษาในงานวิจัยนี้

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 กำหนดคำถามวิจัยและวัตถุประสงค์ เพื่อเป็นกรอบในการคัดเลือก วิเคราะห์ และสังเคราะห์บทความโดยคำถามวิจัย

ขั้นตอนที่ 2 การรวมกลุ่มที่ปรึกษาหรือคณะกรรมการที่ปรึกษา

ทีมผู้วิจัย มีจำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย 1) ครูผู้สอนวิชาเอกคณิตศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา 2) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ที่มีความเชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ศึกษา และ 3) รองศาสตราจารย์ที่มีความเชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์ศึกษา ซึ่งผู้วิจัยแต่ละท่านมีบทบาทในการออกแบบคำถามการวิจัย นิยามเกณฑ์การคัดเลือกรายงานวิจัย วิเคราะห์แนวโน้ม และสังเคราะห์กรอบแนวคิดที่ได้จากงานวิจัยที่ผ่านการคัดกรองอย่างเป็นระบบ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อค้นพบที่มีคุณภาพและครอบคลุม

ขั้นตอนที่ 3 กำหนดเกณฑ์การคัดเลือกรายงานวิจัย

เป็นขั้นตอนที่สร้างเกณฑ์เพื่อช่วยกรองบทความที่เกี่ยวข้องและมีคุณภาพ ประกอบด้วย

เกณฑ์การคัดเลือกเข้า (Inclusion Criteria) ได้แก่

- บทความที่เขียนเป็นภาษาอังกฤษ
- บทความที่ได้รับการตีพิมพ์ระหว่างปี ค.ศ. 2016 ถึง 2025
- มีเนื้อหาเกี่ยวกับการใช้ปัญญาประดิษฐ์ในเกมมิฟิเคชันแบบปรับตัวเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้คณิตศาสตร์

เกณฑ์การคัดออก (Exclusion) ได้แก่

- บทความที่ซ้ำกัน
- บทความที่เป็นการทบทวนวรรณกรรม
- บทความที่ไม่สามารถเข้าถึงฉบับเต็มของบทความได้ หรือมีเงื่อนไขเรื่องการเงิน
- บทความที่ไม่เกี่ยวข้องกับหัวข้อวิจัย

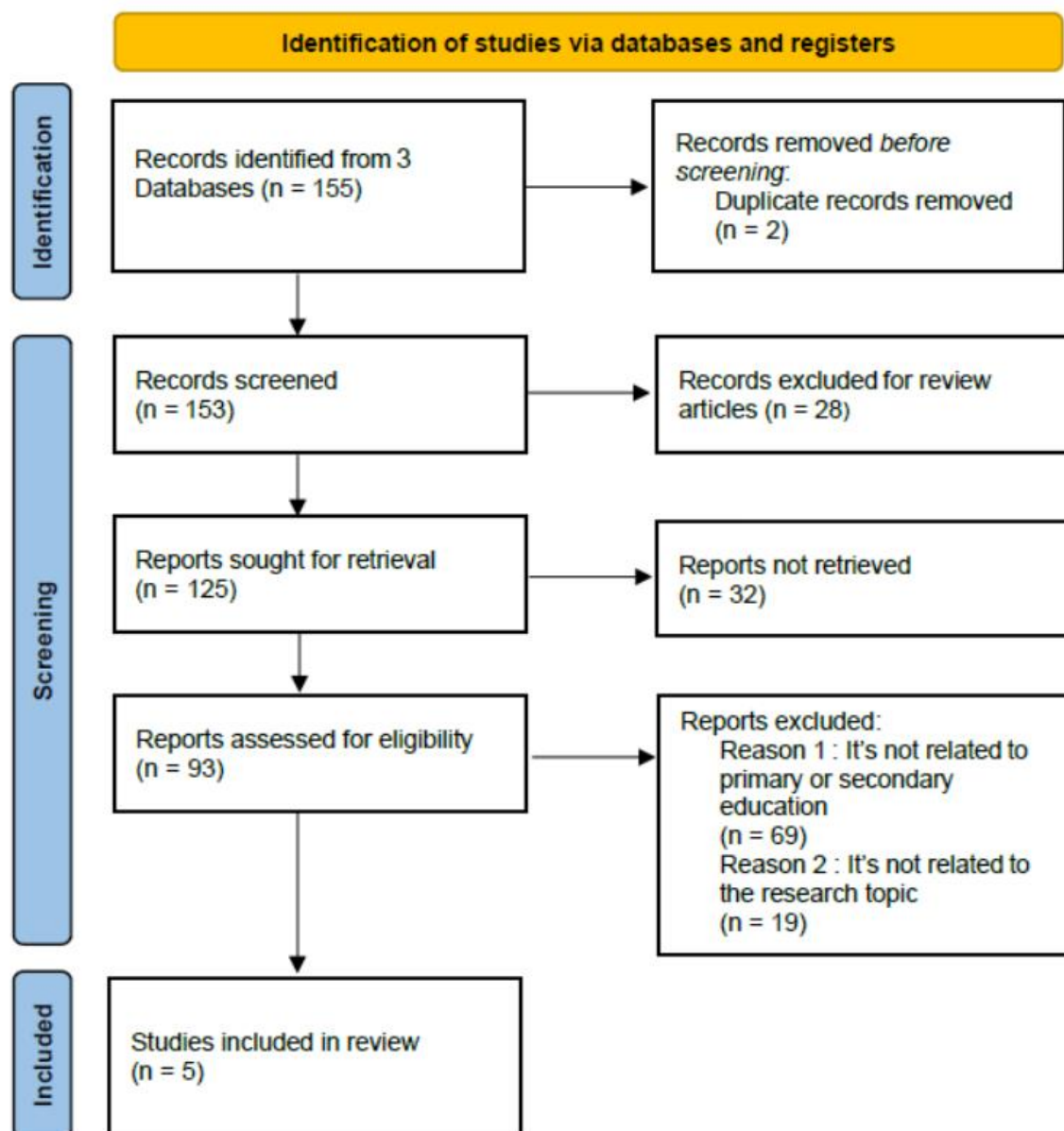
ขั้นตอนที่ 4 การค้นหาข้อมูล

ค้นหาข้อมูลจากฐานข้อมูลที่เชื่อถือได้ ได้แก่ Scopus, ScienceDirect และ SpringerLink โดยดำเนินการค้นหาใน field ของคำสำคัญ (Keywords) ซึ่งการค้นหาใช้ตัวดำเนินการ Boolean ได้แก่ AND และ OR โดยกำหนดคำค้นหาคำเป็น ("Artificial Intelligence" OR "Machine Learning") AND ("Adaptive Gamification" OR "Personalized Gamification") AND ("Mathematics Education" OR "Mathematics Learning" OR "Math") และคัดเลือกเฉพาะบทความวิจัยที่ตีพิมพ์ระหว่างปี ค.ศ. 2016 ถึง 2025 เนื่องจากเป็นช่วงที่งานวิจัยด้านการเรียนรู้แบบปรับตัว (adaptive learning) และเกมมิฟิเคชันแบบปรับตัว (adaptive gamification) ที่ผสมผสานเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์เริ่มมีการพัฒนาและเผยแพร่อย่างต่อเนื่อง ภายหลังความก้าวหน้าของเทคโนโลยีการเรียนรู้เชิงข้อมูลและระบบอัจฉริยะทางการศึกษา ส่งผลให้แนวคิดและการ

ประยุกต์ใช้ AI ในการออกแบบระบบการเรียนรู้แบบปรับตัวมีความชัดเจนและเป็นรูปธรรมมากขึ้นในช่วงเวลาดังกล่าว

ขั้นตอนที่ 5 การคัดเลือกบทความ

คัดเลือกบทความตามกรอบ PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) และใช้เครื่องมือช่วยผ่านการใช้โปรแกรม Rayyan ซึ่งมีลำดับขั้นตอนชัดเจน 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การระบุข้อมูลเบื้องต้น (Identification) เป็นขั้นตอนการค้นหาและรวบรวมเอกสารทั้งหมดจากฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้อง โดยใช้คำค้นที่กำหนดไว้อย่างชัดเจน 2) การคัดกรองเบื้องต้น (Screening) เป็นการตรวจสอบชื่อเรื่องและบทคัดย่อของบทความที่ค้นพบ เพื่อคัดออกเอกสารที่ไม่เกี่ยวข้องหรือซ้ำซ้อน 3) การพิจารณาความเหมาะสม (Eligibility) เป็นการอ่านเนื้อหาแบบเต็มฉบับของบทความที่ผ่านการคัดกรอง เพื่อประเมินว่าเข้าเกณฑ์การวิจัยหรือไม่ 4) การคัดเลือกเข้าสู่การวิเคราะห์ (Inclusion) เป็นการเลือกบทความที่ผ่านเกณฑ์ทั้งหมดเข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์เชิงลึก



ภาพที่ 1. แผนภาพ PRISMA

ขั้นตอนที่ 6 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลเป็นการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) ตามวัตถุประสงค์การวิจัยแบ่งออกเป็นข้อมูลในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ โดยใช้กรอบแนวคิดการจัดประเภทองค์ประกอบของเกม (gamification elements) ของ Toda et al. (2019) และกรอบแนวคิดการประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์ (AI) ในการศึกษาของ Holmes et al. (2019) เป็นแนวทางในการวิเคราะห์ข้อมูล

■ ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

ผลการวิจัย

ผู้วิจัยพบบทความจำนวน 155 บทความจากการสืบค้นข้อมูล จากนั้นตรวจสอบผ่านการใช้โปรแกรม Rayyan พบบทความที่มีความซ้ำซ้อนกัน (Duplicate Records) จำนวน 2 บทความ จึงทำการตัดบทความนั้นออกจนเหลือ 153 บทความ จากนั้น ได้ตรวจสอบบทความที่เป็นบทความเชิงทบทวนวรรณกรรมจำนวน 28 บทความ จึงตัดบทความนั้นออกจนเหลือ 125 บทความ จากนั้นดาวน์โหลดไฟล์บทความทั้งหมดพบว่าไม่สามารถดาวน์โหลดได้จำนวน 32 บทความ จึงตัดบทความนั้นออกจนเหลือ 93 บทความ แล้วจึงพิจารณาบทความที่เหลือว่าบทความใดไม่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ในระดับชั้นประถมศึกษาและมัธยมศึกษา พบว่ามีทั้งหมด 69 บทความ และพิจารณาว่าบทความใดไม่เกี่ยวข้องกับการวิจัยนี้ พบว่ามีทั้งหมดอีก 19 บทความ ทำให้เหลือบทความในขั้นตอนสุดท้าย จำนวน 5 บทความ โดยแสดงผลการวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์การวิจัยดังนี้

1. การใช้องค์ประกอบของเกมมิฟิเคชันแบบปรับตัวในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จากการวิเคราะห์องค์ประกอบของเกมมิฟิเคชันแบบปรับตัวในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ทั้ง 5 บทความ ตามกรอบแนวคิดของ Toda et al. (2019) ซึ่งแบ่งองค์ประกอบเกมมิฟิเคชันออกเป็น 5 มิติ ได้แก่ มิติด้านผลการเรียนรู้ มิติด้านสิ่งแวดล้อม มิติด้านสังคม มิติด้านบุคคล และมิติด้านเนื้อเรื่อง ดังตาราง 1

ตารางที่ 1

องค์ประกอบของเกมมิฟิเคชันแบบปรับตัวในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในงานวิจัยแต่ละงาน

มิติ	องค์ประกอบย่อย					
		Su (2017)	Jagut et al. (2018)	Albano et al. (2021)	Missaoui & Maalet (2021)	Zhao et al. (2021)
ด้านผลการเรียนรู้ (Performance)	คะแนน (Points)	☒	☒		☒	☒
	ระดับ (Levels)	☒			☒	☒
	ความก้าวหน้า (Progression)	☒		☒	☒	☒
	รางวัล (Acknowledgement)			☒		☒
	สถิติการทำงาน (Stats)		☒			☒
ด้านสิ่งแวดล้อม	โอกาส (Chance)					

มิติ	องค์ประกอบย่อย	Su (2017)	Jagušt et al. (2018)	Albano et al. (2021)	Missaoui & Maalel (2021)	Zhao et al. (2021)
(Ecological)	การเลือกแบบบังคับ (Imposed Choice)	☑	☑	☑	☑	☑
	ระบบเศรษฐกิจในเกม (Economy)					
	ความหายาก (Rarity)					☑
	แรงกดดันจากเวลา (Time Pressure)		☑			☑
ด้านสังคม (Social)	การแข่งขัน (Competition)		☑	☑		
	การร่วมมือ (Cooperation)		☑	☑		
	ชื่อเสียง,สถานะ (Reputation)					
	แรงกดดันทางสังคม (Social Pressure)		☑	☑		
ด้านบุคคล (Personal)	เป้าหมาย (Objectives)	☑	☑	☑	☑	☑
	ความท้าทายทางปัญญา (Puzzle)	☑	☑	☑		☑
	ความแปลกใหม่ (Novelty)	☑	☑	☑	☑	☑
	การทำซ้ำ,โอกาสแก้ตัว (Renovation)		☑	☑	☑	☑
	การกระตุ้นประสาทสัมผัส (Sensation)	☑	☑	☑	☑	☑
ด้านเนื้อเรื่อง (Fictional)	เนื้อเรื่อง,โครงเรื่อง (Narrative)	☑	☑	☑		☑
	การเล่าเรื่อง (Storytelling)	☑	☑	☑		☑

จากตารางที่ 1 พบว่า มิติด้านผลการเรียนรู้ (Performance Dimension) มีการใช้องค์ประกอบคะแนนและความก้าวหน้ามากที่สุด แสดงให้เห็นว่า กลไกการสะสมคะแนนและการแสดงผลความคืบหน้า เป็นเครื่องมือหลักที่นิยมใช้เพื่อกระตุ้นแรงจูงใจและติดตามผลการเรียนรู้ของผู้เรียน เนื่องจากเป็นองค์ประกอบที่สามารถออกแบบและนำไปใช้ได้ง่าย มีความชัดเจนในการวัดผล และสอดคล้องกับลักษณะการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นผลลัพธ์และความถูกต้องของคำตอบ อย่างไรก็ตามระดับและรางวัล ปรากฏเพียงในบางงาน ขณะที่สถิติการทำงาน ปรากฏน้อยที่สุด อาจเนื่องมาจากองค์ประกอบเหล่านี้ต้องอาศัยการออกแบบระบบติดตามข้อมูลระยะยาวและการแปลผลข้อมูลที่ซับซ้อน ซึ่งเพิ่มภาระด้านเทคนิคและการตีความสำหรับผู้เรียนในบริบทการศึกษา มิติด้านสิ่งแวดล้อม (Ecological Dimension) การเลือกแบบบังคับเป็นองค์ประกอบที่พบได้มากที่สุด แรงกดดันจากเวลาและความหายาก ปรากฏเพียงบางกรณีเท่านั้น ส่วนโอกาสและระบบเศรษฐกิจในเกม ไม่ปรากฏในทุกงานที่ศึกษา แสดงถึงความไม่เป็นที่ยอมรับ หรือไม่เหมาะสมกับบริบทการศึกษา เนื่องจากองค์ประกอบในมิตินี้มักสร้างแรงกดดันหรือความเครียดต่อความเครียดของผู้เรียน และอาจไม่สอดคล้องกับเป้าหมายของการเรียนรู้เชิงวิชาการที่มุ่งเน้นความเข้าใจมากกว่าการแข่งขันหรือการบริหารทรัพยากรในเกม มิติด้านสังคม (Social Dimension) มีเพียงบางงานเท่านั้นที่ใช้กลไกทางสังคม ได้แก่ การแข่งขัน การร่วมมือ และแรงกดดันทางสังคม เนื่องจากลักษณะของการออกแบบระบบเกมมีฟิสิกส์แบบปรับตัวที่มุ่งเน้นการเรียนรู้เฉพาะบุคคลเป็นหลัก การปรับระดับความยากและการให้ข้อเสนอแนะรายบุคคล จำเป็นต้องอาศัยข้อมูลพฤติกรรมของผู้เรียนแต่ละรายอย่างละเอียด ซึ่งอาจทำให้การออกแบบปฏิสัมพันธ์เชิงสังคม เช่น การร่วมมือหรือการแข่งขันแบบกลุ่ม มีความซับซ้อนมากขึ้นและยากต่อการควบคุมในเชิงระบบ โดยเฉพาะในบริบทการเรียนรู้

คณิตศาสตร์ที่เน้นความก้าวหน้าเชิงลำดับขั้นและความถูกต้องของคำตอบ มิติด้านบุคคล (Personal Dimension) องค์ประกอบในมิตินี้ปรากฏครอบคลุมมากที่สุดในทุกงาน โดยเฉพาะ เป้าหมาย ความท้าทายทางปัญญา และความแปลกใหม่ สะท้อนให้เห็นถึงความสำคัญของการออกแบบระบบที่ตอบสนองต่อความแตกต่างของผู้เรียน และส่งเสริมแรงจูงใจภายใน ซึ่งสามารถปรับให้เหมาะสมกับผู้เรียนรายบุคคลได้โดยตรง และสอดคล้องกับแนวคิดของการเรียนรู้แบบปรับตัวที่มุ่งพัฒนาประสบการณ์การเรียนรู้เฉพาะตัว นอกจากนี้ องค์ประกอบ การทำซ้ำหรือโอกาสแก้ตัวและการกระตุ้นประสาทสัมผัสก็พบมากในระบบที่ใช้สื่อหลายรูปแบบหรือเน้นการมีปฏิสัมพันธ์สูง เพราะช่วยลดความวิตกกังวลจากความผิดพลาดและสนับสนุนการเรียนรู้แบบลองผิดลองถูกซึ่งเหมาะสมกับการเรียนคณิตศาสตร์ และมิติด้านเนื้อเรื่อง (Fictional Dimension) องค์ประกอบ โครงเรื่องและการเล่าเรื่องปรากฏค่อนข้างมาก โดยเฉพาะในงานที่ต้องการสร้างบริบทสมจริง เนื่องจากการใช้เนื้อเรื่องช่วยเชื่อมโยงเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่มีลักษณะนามธรรมให้เข้าใจง่ายขึ้น และเพิ่มความหมายของกิจกรรมการเรียนรู้โดยไม่ส่งผลกระทบต่อโครงสร้างการปรับตัวของระบบโดยตรง

2. การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ในการพัฒนาองค์ประกอบของระบบเกมมิฟิเคชันแบบปรับตัวตามกรอบแนวคิดการประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์ (AI) ในการศึกษาของ Holmes et al. (2019) จำแนกออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่ ปัญญาประดิษฐ์สำหรับผู้เรียน (Learner-facing AI) ปัญญาประดิษฐ์สำหรับครูผู้สอน (Teacher-facing AI) ปัญญาประดิษฐ์สำหรับระดับเนื้อหา (Content-level AI) และปัญญาประดิษฐ์สำหรับจัดการระบบการศึกษา (System-level AI) แสดงตามงานวิจัยได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ในการพัฒนาองค์ประกอบของระบบเกมมิฟิเคชันแบบปรับตัวของแต่ละงานวิจัย

ผู้แต่ง	ประเภทการประยุกต์ใช้ AI	ระบบหรือโปรแกรม
Su (2017)	สำหรับผู้เรียนและสำหรับระดับเนื้อหา	Adaptive Learning Path Recommendation System (ALPRS)
Jagušt et al. (2018)	สำหรับผู้เรียน	Adaptive Math Widget (with virus scenario)
Albano et al. (2021)	สำหรับครูผู้สอน	Digital Inquiry Game-based Environment
Bai et al. (2022)	สำหรับผู้เรียนและสำหรับระดับเนื้อหา	GaMi-STEM Platform
Zhao et al. (2021)	สำหรับผู้เรียนและสำหรับระดับเนื้อหา	Gamified Interactive E-book System

จากตารางที่ 2 งานวิจัยส่วนใหญ่มีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ในลักษณะที่เน้นการปรับการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับผู้เรียนรายบุคคล (Learner-facing AI) และบางงานยังมีการใช้ AI เพื่อปรับระดับความยากของเนื้อหาโดยอัตโนมัติ (Content-level AI) เพื่อส่งเสริมความต่อเนื่องของการเรียนรู้ เช่น ในงานของ Su (2017), Bai et al. (2022) และ Zhao et al. (2021) ซึ่งพัฒนาระบบหรือแพลตฟอร์มที่สามารถวิเคราะห์คุณลักษณะของผู้เรียน และปรับกิจกรรมหรือลำดับเนื้อหาให้เหมาะสมแบบเฉพาะบุคคล ขณะที่งานของ Jagušt et al. (2018) แม้ไม่ได้ระบุว่าใช้ AI เชิงเทคนิคอย่างชัดเจน แต่ระบบ Adaptive Math Widget ที่ปรับเวลาและพฤติกรรมตามการตอบสนองของผู้เรียนก็แสดงให้เห็นลักษณะการโต้ตอบเชิงอัจฉริยะ ในทางกลับกัน งานวิจัยของ Albano et al. (2021) เป็นเพียงงานที่เสนอกรอบแนวคิดการออกแบบเกมเพื่อการเรียนรู้ โดยไม่ได้ใช้ AI ในลักษณะใดตามกรอบของ Holmes et al. (2019) อย่างชัดเจน แม้จะกล่าวถึงบทบาทของครูในการเลือกใช้เกมประกอบการเรียนรู้ซึ่งสืบเสาะที่ช่วยสนับสนุนครูในลักษณะของ Teacher-facing AI

3. แนวโน้มและข้อเสนอแนะสำหรับการออกแบบระบบเกมมิฟิเคชันแบบปรับตัวในอนาคต จากการวิเคราะห์

แนวโน้มนองค์ประกอบเกมมิฟิเคชันที่นิยมใช้มากที่สุดคือ การให้คะแนนและการแสดงผลความก้าวหน้า เนื่องจากช่วยกระตุ้นแรงจูงใจและติดตามพัฒนาการของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ขณะที่องค์ประกอบด้านบุคคล เช่น เป้าหมาย ความท้าทาย และความแปลกใหม่ ก็ได้รับความนิยมสูง สะท้อนถึงแนวโน้มการออกแบบที่ตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล ส่วนองค์ประกอบในมิติอื่น เช่น ด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม ยังถูกใช้ในวงจำกัด ซึ่งเป็นโอกาสสำคัญในการพัฒนาต่อยอดให้หลากหลายและสมดุลมากขึ้น

ในด้านเทคโนโลยี พบว่าระบบเกมมิฟิเคชันแบบปรับตัวในปัจจุบันเน้นการใช้ AI ที่ได้ตอบกับผู้เล่นและปรับเนื้อหาให้เหมาะสมกับระดับความสามารถของแต่ละคน ระบบส่วนใหญ่ยังไม่ครอบคลุมการใช้ AI เพื่อสนับสนุนครูหรือบริหารจัดการในระดับระบบ จึงเป็นแนวโน้มสำคัญที่ควรพัฒนาในอนาคต

โดยรวมแล้ว ระบบเกมมิฟิเคชันแบบปรับตัวในอนาคตควรเน้นความยืดหยุ่น การปรับเนื้อหาตามผู้เรียนแบบอัตโนมัติ ควบคู่กับการออกแบบที่ดึงดูดใจ มีความหลากหลายขององค์ประกอบ และรองรับการใช้ AI ในหลายระดับ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

อภิปรายผล

ผลการวิจัยในครั้งนี้สะท้อนให้เห็นว่า ระบบเกมมิฟิเคชันแบบปรับตัวที่มีประสิทธิภาพมักผสมผสานองค์ประกอบด้านผลการเรียนรู้และมิติด้านบุคคลอย่างเด่นชัด โดยเฉพาะการใช้กลไกคะแนน ความก้าวหน้า และเป้าหมายที่ปรับตามความสามารถของผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Zaharin et al. (2021) และ Marín-Díaz et al. (2020) ที่ระบุว่าเกมมิฟิเคชันจะส่งเสริมแรงจูงใจและการมีส่วนร่วมของผู้เรียนได้ดี เมื่อมีการออกแบบกลไกที่สอดคล้องกับเป้าหมายและความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน ไม่ใช่แค่เพื่อความบันเทิงหรือแข่งขันอย่างเดียว อย่างไรก็ตาม การที่องค์ประกอบในมิติด้านสังคมและสิ่งแวดล้อมยังปรากฏในงานวิจัยเพียงบางส่วน อาจแสดงถึงข้อจำกัดของระบบเกมที่เน้นเฉพาะแรงจูงใจรายบุคคล แต่ยังขาดการออกแบบเพื่อเสริมพฤติกรรมการเรียนรู้ร่วมกัน ซึ่งเป็นสิ่งที่ Lavoué et al. (2019) เคยกล่าวไว้ว่า การจัดเกมไม่สอดคล้องกับบริบทและลักษณะของผู้เรียน อาจนำไปสู่ความเบื่อหน่ายหรือการมีส่วนร่วมอย่างผิวเผิน

นอกจากนี้ ผลการวิจัยยังชี้ให้เห็นแนวโน้มสำคัญของการนำเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์มาสนับสนุนการพัฒนาเกมมิฟิเคชันแบบปรับตัว โดยเฉพาะในรูปแบบของ Learner-facing AI และ Content-level AI ซึ่งทำหน้าที่ประเมินข้อมูลของผู้เรียน และปรับกิจกรรมหรือเนื้อหาให้เหมาะสมกับผู้เรียนรายบุคคลอย่างต่อเนื่อง ผลลัพธ์นี้สอดคล้องกับข้อเสนอของ Holmes et al. (2019) และ Daghestani et al. (2020) ที่กล่าวว่า AI เป็นเครื่องมือสำคัญในการสร้างประสบการณ์การเรียนรู้เฉพาะตัว ช่วยให้ผู้เรียนได้รับเนื้อหาในระดับที่เหมาะสมกับศักยภาพจริง ทั้งยังสามารถให้ข้อมูลย้อนกลับได้อย่างทันเวลาและตรงจุด โดยเฉพาะในสาขาที่มีลักษณะนามธรรมสูงอย่างคณิตศาสตร์

จากผลการวิจัยดังกล่าว ทำให้เห็นว่า การพัฒนาเกมมิฟิเคชันแบบปรับตัวที่มีประสิทธิภาพ ควรผสมผสานกลไกเกมที่สอดคล้องกับแรงจูงใจภายในของผู้เรียน และใช้เทคโนโลยี AI เพื่อให้ระบบสามารถปรับเนื้อหา กิจกรรม และความยากของภารกิจให้เหมาะสมแบบรายบุคคลอย่างแท้จริง อีกทั้งควรพิจารณาขยายการใช้ AI ไปสู่ระดับครูและระดับระบบ เพื่อให้เกิดระบบนิเวศของการเรียนรู้แบบปรับตัวอย่างครอบคลุมทั้งผู้เรียน ครู และองค์กรการศึกษา

บทสรุปจากการวิจัย

การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบเกมมิฟิเคชันแบบปรับตัวเพื่อการเรียนรู้ พบว่า องค์ประกอบเกมมิฟิเคชันที่ถูกนำมาใช้บ่อยที่สุดคือ คะแนนและความก้าวหน้า ซึ่งเป็นองค์ประกอบในมิติด้านผลการเรียนรู้ (Performance Dimension) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเสริมแรงจูงใจภายนอกและติดตามความก้าวหน้าของผู้เรียนได้อย่างชัดเจน ขณะเดียวกันพบว่า มิติด้าน

บุคคล (Personal Dimension) เช่น เป้าหมาย ความท้าทาย และความแปลกใหม่ ได้รับการออกแบบอย่างแพร่หลายเพื่อสร้างแรงจูงใจภายในและตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล สะท้อนให้เห็นถึงแนวโน้มการออกแบบที่มุ่งเน้นการเรียนรู้แบบปรับตัวตามลักษณะเฉพาะของผู้เรียนแต่ละราย ในขณะที่องค์ประกอบด้านสังคมและสิ่งแวดล้อมยังไม่ปรากฏอย่างเด่นชัดในหลายงาน ซึ่งสะท้อนถึงแนวโน้มการออกแบบที่ยังเน้นการเรียนรู้แบบปัจเจกมากกว่าการเรียนรู้ร่วมกันหรือการสร้างสถานการณ์จำลองที่ซับซ้อน

ในด้านของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ พบว่า งานวิจัยส่วนใหญ่ นำ AI มาใช้ในรูปแบบที่เน้นการโต้ตอบกับผู้เรียน (Learner-facing AI) และการปรับระดับเนื้อหา (Content-level AI) โดยเฉพาะระบบที่สามารถวิเคราะห์ข้อมูลผู้เรียน เช่น ความสามารถหรือรูปแบบการเรียนรู้ และใช้ข้อมูลดังกล่าวในการปรับเนื้อหาหรือลำดับกิจกรรมแบบเฉพาะบุคคล ซึ่งสอดคล้องกับเป้าหมายของการเรียนรู้แบบปรับตัวที่มุ่งเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนรายบุคคล อย่างไรก็ตาม ยังไม่พบการนำ AI มาใช้ในระดับที่ช่วยครูผู้สอน (Teacher-facing AI) หรือระดับระบบ (System-level AI) อย่างชัดเจน จึงสะท้อนให้เห็นช่องว่างขององค์ความรู้ด้านการออกแบบระบบเกมมิฟิเคชันแบบปรับตัวที่ยังไม่ครอบคลุมบทบาทของครูและการจัดการเรียนการสอนในระดับภาพรวม

เมื่อพิจารณาผลการทบทวนในภาพรวมจากงานวิจัยที่ศึกษาแสดงให้เห็นว่า การพัฒนาเกมมิฟิเคชันแบบปรับตัวในปัจจุบันยังคงมุ่งเน้นการตอบสนองต่อผู้เรียนเป็นรายบุคคลเป็นหลัก ขณะที่การบูรณาการองค์ประกอบทางสังคมและการใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ในการสนับสนุนการตัดสินใจของครูผู้สอนและการบริหารจัดการระบบการเรียนรู้ในภาพรวม ยังได้รับการกล่าวถึงในวงจำกัดเนื่องจากความซับซ้อนของการจัดทำระบบ ผลการศึกษานี้จึงชี้ให้เห็นถึงความจำเป็นทางวิชาการในการขยายกรอบการออกแบบระบบเกมมิฟิเคชันแบบปรับตัวให้ครอบคลุมมิติต่าง ๆ มากยิ่งขึ้น เพื่อให้สามารถตอบสนองต่อความซับซ้อนของการเรียนรู้คณิตศาสตร์และปัญหาการจัดการเรียนการสอนในบริบทการศึกษาปัจจุบันได้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

■ ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลวิจัยไปใช้

ผลการศึกษานี้ให้กรอบเชิงแนวคิดสำหรับการออกแบบระบบการเรียนรู้แบบปรับตัวที่ผสานเกมมิฟิเคชันและปัญญาประดิษฐ์อย่างเป็นระบบ โดยสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการตัดสินใจเลือกองค์ประกอบเกมและรูปแบบการใช้ AI ให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้และบริบทผู้เรียน นักพัฒนาแพลตฟอร์มการเรียนรู้ดิจิทัลสามารถใช้ผลการศึกษานี้เป็นข้อมูลอ้างอิงในการออกแบบกลไกการปรับตัวและประสบการณ์ผู้ใช้ที่ตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล ขณะที่ครูและสถานศึกษาสามารถนำกรอบดังกล่าวไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ AI อย่างมีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับหลักการทางการศึกษา นอกจากนี้ นักวิจัยด้านเกมมิฟิเคชันและปัญญาประดิษฐ์ทางการศึกษาอาจใช้ผลการทบทวนนี้เป็นฐานในการพัฒนางานวิจัยเชิงออกแบบหรือเชิงทดลองที่มุ่งสร้างระบบการเรียนรู้แบบปรับตัวที่มีความสมดุลระหว่างมิติผู้เรียน ครู และบริบทการจัดการเรียนการสอน

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

งานวิจัยในอนาคตควรมุ่งขยายขอบเขตของเกมมิฟิเคชันแบบปรับตัวจากการเน้นการเรียนรู้รายบุคคล ไปสู่การบูรณาการองค์ประกอบการเรียนรู้เชิงสังคมและการทำงานร่วมกัน เพื่อสนับสนุนการพัฒนาทักษะการสื่อสาร การแก้ปัญหา ร่วมกัน และการเรียนรู้เชิงลึก ควบคู่กับการศึกษาการประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์ในระดับที่หลากหลายมากขึ้น โดยเฉพาะ AI

ที่สามารถอธิบายกระบวนการตัดสินใจได้ ซึ่งจะช่วยให้เพิ่มความโปร่งใส ความน่าเชื่อถือ และการยอมรับจากครูและผู้เรียน นอกจากนี้ ควรมีการวิจัยเชิงประจักษ์ที่เปรียบเทียบผลของรูปแบบการปรับตัวที่แตกต่างกัน ทั้งในระดับผู้เรียน ครู และระบบ เพื่อพัฒนาแนวทางการออกแบบ adaptive gamification ที่สอดคล้องกับบริบทการศึกษาจริงอย่างยั่งยืน

References

- Albano, G., Iacono, U., & Pierri, A. (2021). Digital inquiry through games: Gamified learning designs in mathematics education. *Digital Experiences in Mathematics Education*, 7(2), 133–159. <https://doi.org/10.1007/s40751-021-00085-7>
- Bai, S., Hew, K. F., Huang, B., & Lo, C. K. (2022). An adaptive gamified learning approach to improving students' learning motivation, academic achievement, and higher-order thinking skills in science courses. *Educational Technology Research and Development*, 70, 951–974. <https://doi.org/10.1007/s11423-021-10052-x>
- Cabanilla, H. N., Llega, M. A., Lopez, D. L. V., & Caballero, R. D. (2023). Gamified instruction in mathematics: A meta-synthesis. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 12(3), 1442–1449.
- Daghestani, A., Laghouag, M., & El Kadiri, K. E. (2020). Adapting gamified learning systems using educational data mining techniques. *Computer Applications in Engineering Education*, 28(1), 131–152. <https://doi.org/10.1002/cae.22227>
- Hallifax, S., Serna, A., Lavoué, É., & George, S. (2019). Adaptive gamification in education: A literature review of current trends and developments. In *Proceedings of the 14th European Conference on Technology Enhanced Learning* (pp. 294–308). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-29736-7_22
- Hassan, M. A., Habiba, U., Majeed, F., & Shoaib, M. (2019). Adaptive gamification in e-learning based on students' learning styles. *Interactive Learning Environments*, 29(4), 545–565. <https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1588745>
- Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning*. Center for Curriculum Redesign.
- Holstein, K., McLaren, B. M., & Aleven, V. (2019). Designing for complementarity: Teacher and student needs for orchestration support in AI-enhanced classrooms. In K. Yacef, O. Zaïane, H. Hershkovitz, M. Yudelson, & J. Stamper (Eds.), *Artificial intelligence in education* (pp. 157–171). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-23204-7_14
- Jagušt, T., Botički, I., & So, H.-J. (2018). Examining competitive, collaborative and adaptive gamification in young learners' math learning. *Computers & Education*, 125, 444–457. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.06.022>
- Jutin, N. T., & Maat, S. M. B. (2024). The effectiveness of gamification in teaching and learning mathematics: A systematic literature review. *International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development*, 13(1), 551–568.

- Khamparia, A., & Pandey, B. (2020). Association of learning styles with different e-learning problems: A systematic review and classification. *Education and Information Technologies*, 25, 3813–3841. <https://doi.org/10.1007/s10639-019-10028-y>
- Khakpour, N., & Colomo-Palacios, R. (2021). A critical glance at adaptive learning systems using artificial intelligence: A systematic review and qualitative synthesis of contemporary research literature. *Education and Information Technologies*, 26, 5581–5603. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10593-1>
- Lavoué, E., Monerrat, B., Desmarais, M. C., & George, S. (2019). Adaptive gamification for learning environments. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 12(1), 16–28. <https://doi.org/10.1109/TLT.2018.2818940>
- Lopez, C. E., & Tucker, C. S. (2019). The effects of player type on performance: A gamification case study. *Computers in Human Behavior*, 91, 333–345. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.10.005>
- Marín-Díaz, V., Jiménez-Ríos, F. J., & Márquez-Dominguez, L. (2020). The possibilities of gamifying the mathematical curriculum in the early childhood education stage. *Mathematics*, 8(12), 2215. <https://doi.org/10.3390/math8122215>
- Manzano-León, A., Rodríguez-Ferrer, J. M., & Aguilar-Parra, J. M. (2023). Gamification in science education: Challenging disengagement in socially deprived communities. *Journal of Chemical Education*, 100(1), 170–177. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.2c00089>
- Mehmet, B., & Hulya, K. (2021). Factors that cause students to develop math anxiety and strategies to diminish. *International Journal of Education Technology and Scientific Researches*, 6(15), 1551–1579. <https://doi.org/10.35826/ijetsar.343>
- Monerrat, B., Lavoué, É., & George, S. (2017). Adaptation of gaming features for motivating learners. *Simulation & Gaming*, 48(5), 625–656. <https://doi.org/10.1177/1046878117712632>
- Nicolaidou, I., Tozzi, F., & Antoniadou, A. (2022). A gamified app on emotion recognition and anger management for pre-school children. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 31, 100449. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2021.100449>
- Oliveira, W., Bittencourt, I. I., Lopes, A. P., & Isotani, S. (2022). Tailored gamification in education: A literature review and future agenda. *Smart Learning Environments*, 9(1), 1–27. <https://doi.org/10.1186/s40561-022-00194-x>
- Raleiras, A., Viana, J. L., & Costa, A. P. (2020). Adaptive gamification models in higher education: Is there a place for self-regulated learning? In *Proceedings of the 14th International Technology, Education and Development Conference (INTED2020)*, 1538–1545. <https://doi.org/10.21125/inted.2020.0527>
- Saroj, N. (2021). *Learning management using gamification techniques to develop reading comprehension skills of Mathayom Suksa 1 students*. (Master's thesis, Naresuan University).
- Su, C.-H. (2017). Designing and developing a novel hybrid adaptive learning path recommendation system (ALPRS) for gamification mathematics geometry course. *Computers in Human Behavior*, 66, 679–693. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.10.014>
- Surarat, K. (2022). *The development of online gamification learning activities to enhance mathematical problem-solving ability and learning motivation*

- for Mathayom Suksa 4 students. (Master's thesis, Naresuan University).
- The Organisation for Economic Co-operation and Development. (2018). *PISA for Development Assessment and Analytical Framework : Reading, Mathematics and Science*. OECD Publishing.
- Toda, A. M., Klock, A. C. T., Oliveira, W., Palomino, P. T., Rodrigues, L., Shi, L., Bittencourt, I., Gasparini, I., Isotani, S., & Cristea, A. I. (2019). Analysing gamification elements in educational environments using an existing gamification taxonomy. *Smart Learning Environments*, 6(1), 16. <https://doi.org/10.1186/s40561-019-0106-1>
- Zaharin, F. Z., Zabidi, R. A., Zakaria, E., Azmi, N. F. M., & Daud, M. Y. (2021). Gamification in mathematics: Students' perceptions in learning perimeter and area. *Jurnal Pendidikan Sains dan Matematik Malaysia*, 11(1), 69–83.
- Zhao, Q., Yang, Y., Xia, M., & Wu, Y. (2021). Effects of gamified interactive e-books on students' flipped learning performance, motivation, and meta-cognition tendency in a mathematics course. *Interactive Learning Environments*, 31(2), 261–279. <https://doi.org/10.1080/10494820.2021.1875003>