



## ไดอะเกม: แอปพลิเคชันสำหรับส่งเสริมการคิดเชิงตรรกะ

### Diagame: A Fun Application for Improving Logical Thinking

พีระศักดิ์ เพียรประสิทธิ์<sup>1\*</sup> และ อังศุมาลี สุตทภักดี<sup>1</sup>

<sup>1</sup>คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยบูรพา ชลบุรี 20131

Peerasak Pianprasit<sup>1\*</sup> and Ungsumalee Suttapakti<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Informatics, Burapha University, Chonburi, 20131, Thailand

\*Corresponding Author, E-mail: peerasak@buu.ac.th

Received: 30 October 2020 | Revised: 22 December 2020 | Accepted: 19 January 2021

#### บทคัดย่อ

ทักษะการคิดเชิงตรรกะเป็นทักษะที่มีความสำคัญอย่างมากต่อการเขียนโปรแกรม งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับส่งเสริมการคิดเชิงตรรกะและการคิดอย่างเป็นระบบโดยใช้แนวคิดเกมมิฟิเคชัน และเพื่อวัดประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันนี้ โดยใช้แบบสอบถามประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อแอปพลิเคชัน โดยแอปพลิเคชันนี้ออกแบบตามแนวคิดของเกมตามภารกิจ ได้แก่ คะแนน เวลา เหรียญตรา และกระดานผู้นำ เพื่อให้เกิดความน่าสนใจแก่ผู้ใช้ นอกจากนี้ บทเรียนจึงถูกแบ่งออกเป็นด่าน แต่ละด่านนั้นจะยากขึ้น แอปพลิเคชันนี้พัฒนาเป็นเว็บแอปพลิเคชันด้วย Node.js และ Google Cloud Firestore การประเมินประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันได้ใช้แบบสอบถามมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จากกลุ่มตัวอย่าง คือ กลุ่มนักศึกษาชั้นปีที่ 1 หลักสูตรวิศวกรรมซอฟต์แวร์ รวม 131 คน ผลการประเมินประสิทธิภาพของแอปพลิเคชัน พบว่า ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของผู้ใช้งานแอปพลิเคชันเวอร์ชันที่ 2 ในปีการศึกษา 2563 ได้เท่ากับ 4.24 (S.D. เท่ากับ 0.93) ซึ่งมากกว่าค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของผู้ใช้งานแอปพลิเคชันเวอร์ชันแรก ในปีการศึกษา 2562 ได้เท่ากับ 3.70 (S.D. เท่ากับ 1.02) ซึ่งผลประเมินบ่งบอกว่าแอปพลิเคชันปัจจุบันมีคุณภาพที่ดีขึ้นเมื่อเทียบกับปีก่อนหน้า แอปพลิเคชันเวอร์ชันที่ 2 มีการพัฒนาทั้งส่วนของหลังบ้านและหน้าบ้าน ในส่วนของหลังบ้านนั้น ผู้ดูแลระบบสามารถจัดการข้อมูลคำถามและคำตอบได้ และสามารถปรับระดับของยากของคำถามได้ และยังมีส่วนของแดชบอร์ดแสดงสถิติข้อมูลการเล่นของผู้ใช้ได้ ส่วนของหน้าบ้าน สำหรับการใช้งานครั้งแรกนั้นแอปพลิเคชันแสดงคำแนะนำการเล่น เกม ระหว่างการเล่น เกม ผู้ใช้สามารถดูค่าคะแนนของผู้ใช้ และสามารถส่งข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้ดูแลระบบได้

#### ABSTRACT

Logical thinking is an important foundational skill of programming. The purposes of this research were to develop an application for improved systematic and logical thinking using gamification concepts and to evaluate the effectiveness of this application by using a questionnaire for assessing user satisfaction. The design of the application was based on a concept of mission-based game such as a timer, score, badge, and leaderboard to make it interesting. Furthermore, lessons were divided into stages, and each stage was progressively harder than its predecessor. This application was developed as a web application by using Node.js and Google Cloud Firestore. A questionnaire in five scales was used to evaluate the effectiveness of the applications. The sample group used for

testing was a group of 131 freshmen students in software engineering program. The results showed that the average user satisfaction of the application version 2, in 2020, was 4.24 (S.D. = 0.93), higher than that of the application version 1, in 2019, 3.70 (S.D. = 1.02). Therefore, the evaluation results indicate that the current application quality was improved compared with the previous application quality. The application version 2 was improved in the backend and frontend parts. In the backend, the administrator can manage the questions and answers of lessons and adjust difficult levels of questions. There is a dashboard of usage statistics. In the frontend, the application displays a tutorial to users in the first game. During playing game, users can view the score values and send the feedbacks to the administrator.

**คำสำคัญ:** เกมมิฟิเคชัน, การคิดเชิงตรรกะ, การเขียนโปรแกรม

**Keywords:** Gamification, Logical thinking, Programming

## บทนำ

แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560-2564) ซึ่งเป็นแผนหลักของการพัฒนาประเทศที่เน้นการพัฒนาที่ยั่งยืน (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2559) และแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579 ต่างมุ่งสร้างปัจจัยเกื้อหนุนการพัฒนาประเทศไปในทิศทางเดียวกัน ด้วยการสร้างความมั่นคงทางเศรษฐกิจ ผ่านการใช้นวัตกรรม เทคโนโลยี และความคิดสร้างสรรค์ การสร้างสังคมที่ไม่ทิ้งใครไว้ข้างหลัง การยกระดับคุณภาพทรัพยากรมนุษย์สู่ศตวรรษที่ 21 และการปกป้องสิ่งแวดล้อม (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560) โดยทักษะการเรียนรู้ที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ประกอบด้วย 1) ทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม 2) ทักษะสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี 3) ทักษะชีวิตและอาชีพ เพื่อให้เกิดกระบวนการคิดและพัฒนานวัตกรรมตามเจตนารมณ์ของแผนการศึกษาแห่งชาติที่ต้องการพัฒนาทักษะขั้นสูงของคนไทย และจำเป็นต้องเสริมสร้างคุณลักษณะ ทักษะแห่งอนาคตใหม่ จิตสำนึกต่อธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม จิตสำนึกต่อการเป็นพลเมืองและจรรยาบรรณสังคมอนาคตน่าอยู่มากยิ่งขึ้น (เบญจวรรณ และคณะ, 2559) ซึ่งทักษะการคิดเชิงคำนวณ (Computation Thinking) เป็นกระบวนการคิดที่ต้องใช้ทักษะและเทคนิคเพื่อแก้ไขปัญหา ซึ่งเป็นทักษะที่ทุกคนจำเป็นต้องพัฒนาขึ้น เพราะเป็นทักษะที่มีความเกี่ยวข้องกับทักษะเสริมศักยภาพด้านอื่น ๆ ในศตวรรษที่ 21 ซึ่งกระบวนการคิดนี้มีการส่งเสริมโดยการใช้เขียนโปรแกรมเป็นหลัก เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจวิธีการแก้ปัญหาโดยคอมพิวเตอร์ และพัฒนาทักษะในการแก้ปัญหาของผู้เรียนเอง (ภาสกรและคณะ, 2561) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของบุญพอนด์

และพนมพรที่กล่าวว่าแนวคิดเชิงคำนวณอย่างเป็นระบบจะกลายเป็นความสามารถพื้นฐานสำหรับผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ซึ่งในงานวิจัยดังกล่าว พบว่า เมื่อมีการใช้โปรแกรมจินตภาพ เข้ามาช่วยสร้างปรับปรุงทักษะการเขียนโปรแกรม ส่งผลให้ผู้เรียนมีทักษะที่เพิ่มขึ้นเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรม (บุญพอนด์ และพนมพร, 2559)

การประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล (Programme for International Student Assessment : PISA) ของผู้เรียนที่มีอายุ 15 ปี จัดโดยองค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Organisation for Economic Co-operation and Development: OECD) การประเมินสมรรถนะนักเรียนมีการประเมิน 3 ด้าน ได้แก่ ด้านการอ่าน ด้านคณิตศาสตร์ ด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งผลประเมินของประเทศไทยในทั้งปี ค.ศ. 2012 2015 และ 2018 มีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของ OECD ซึ่งในปี ค.ศ. 2018 มีนักเรียนไทย 2.7% มีผลการประเมินในระดับสูงอย่างน้อย 1 ด้าน และมีนักเรียนไทยถึง 34.6% ที่มีความสามารถต่ำกว่าระดับ 2 ทั้ง 3 ด้าน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2562) ซึ่งระดับ 2 หมายถึง ระดับพื้นฐานที่นักเรียนสามารถใช้ทักษะและความรู้ในชีวิตจริงได้

จากงานวิจัยด้านการทำเหมืองข้อมูล (Data mining) เป็นกระบวนการค้นหาความรู้ในฐานข้อมูล (Knowledge discovery) เพื่อค้นหารูปแบบ แนวทาง ความสัมพันธ์ที่ซ่อนอยู่ในชุดข้อมูล โดยอาศัยหลักการทางวิทยาการคอมพิวเตอร์และสถิติ (Ming-Syan et al., 1996; Agarwal, 2013) ซึ่งความรู้ที่ได้จากการทำเหมืองข้อมูลถูกนำไปใช้งานหลายด้าน เช่น ทางธุรกิจ

ตลาดหลักทรัพย์ ด้านการแพทย์ และด้านการศึกษา โดยงานวิจัยที่เกี่ยวกับการศึกษานั้น Anwar M. A. and Naseer Ahmed ใช้วิธีการค้นหาความสัมพันธ์ (Association Rules) ได้พบว่านักเรียนที่มีผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์วิชาเดียว หรือวิชาคณิตศาสตร์และวิชาภาษาอังกฤษอยู่ในระดับดีมากแล้ว นักเรียนคนนั้นจะมีผลการเรียนวิชาการเขียนโปรแกรมอยู่ในระดับดีมากด้วย (Anwar and Naseer, 2012) และมีงานวิจัยที่ได้ใช้ข้อมูลจากแบบทดสอบวัดความสามารถของนักศึกษาก่อนเข้าเรียนและผลการเรียนของนักศึกษาในรายวิชาหลักการโปรแกรม เพื่อหาความสัมพันธ์ร่วมของทักษะที่นักศึกษาสาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ควรมี เพื่อที่จะเรียนวิชาหลักการโปรแกรมเบื้องต้นได้ประสบความสำเร็จ ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าผู้ที่ได้ผลการเรียนดี (A B+ และ B) มักมีความรู้พื้นฐานก่อนเรียนในเรื่อง ความมีเหตุผล การแทนค่า อนุกรม และมิติสัมพันธ์ เป็นอย่างน้อย และผู้ที่ได้ผลการเรียนดีมาก (A) มักจะมีความรู้พื้นฐานเรื่อง การคำนวณ เพิ่มขึ้นมาด้วย (Pianprasit et al., 2017) ซึ่งทักษะพื้นฐาน เช่น การหาความสัมพันธ์ วิธีการแทนค่า การคำนวณ ความมีเหตุผล การสังเกต การใช้ไหวพริบ เป็นทักษะที่จำเป็นต่อการเขียนโปรแกรม ซึ่งผู้สอนอาจไม่สามารถสอนทักษะเหล่านี้ให้กับผู้เรียนได้โดยตรง และผู้เรียนทุกคนในชั้นเรียนก็มีทักษะพื้นฐานเหล่านี้ที่แตกต่างกัน แต่อย่างไรก็ดี ทักษะของบุคคลสามารถเพิ่มได้ผ่านการฝึกฝน นอกจากนี้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลภายในชั้นเรียนวิชากลุ่มการเขียนโปรแกรมของผู้วิจัยด้วยวิธีการสังเกต พบว่า ปัญหาส่วนใหญ่ของนักศึกษาระหว่างการเขียนโปรแกรม คือ การจัดลำดับความคิดก่อนการเขียนโปรแกรมและการเขียนผิดพลาดหลักไวยากรณ์ของภาษา ซึ่งการจัดลำดับความคิดและการคิดเชิงตรรกะเป็นปัญหาที่สำคัญ เพราะหากไม่สามารถจัดลำดับความคิดได้แล้วก็ไม่สามารถออกแบบลำดับการทำงานของโปรแกรมได้ด้วย

จากที่ได้กล่าวมาจะเห็นได้ว่าประเทศไทยมีความต้องการบุคลากรทางด้านคอมพิวเตอร์เพื่อพัฒนาประเทศในอนาคต และระบบการศึกษาก็ได้ตอบสนองแผนยุทธศาสตร์ เพื่อยกระดับคุณภาพทรัพยากรมนุษย์สู่ศตวรรษที่ 21 แต่อย่างไรก็ตาม ผลประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล ด้านคณิตศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของ OECD และนักเรียนไทยส่วนใหญ่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์ต่ำกว่าระดับ 2 และก่อบรรยากาศและความรู้และทักษะทางด้านคณิตศาสตร์เป็น

พื้นฐานที่จำเป็นต่อการเขียนโปรแกรมอย่างมาก ซึ่งหากนักเรียนส่วนนี้ศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษาและเรียนในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องกับการเขียนโปรแกรม หากนักเรียนมีทักษะพื้นฐานต่ำและไม่สามารถปรับตัวในการเรียนได้ อาจส่งผลให้นักเรียนพ้นสภาพนักศึกษาในอนาคต ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีคำถามว่าทำอย่างไรให้นักศึกษาที่มีพื้นฐานต่ำได้รับการฝึกฝนทักษะด้านคณิตศาสตร์ ตรรกะ การจัดลำดับการคิด เพื่อสร้างทักษะพื้นฐานที่จำเป็นต่อการเรียนการเขียนโปรแกรม และส่งเสริมให้นักศึกษาที่มีทักษะพื้นฐานอยู่แล้วให้มีทักษะการคิดที่ดียิ่งขึ้น โดยที่นักศึกษาสามารถเรียนรู้ได้ตนเอง และสามารถฝึกฝนทักษะได้อย่างต่อเนื่องโดยไม่เบื่อหน่าย ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงนำเสนอการพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับส่งเสริมการคิดโดยใช้เกมมิฟิเคชัน (Gamification) เพื่อให้ผู้ใช้งานฝึกฝนการคิดเชิงตรรกะ การคำนวณ การจัดลำดับการทำงาน และพื้นฐานการเขียนผังงานผ่านแอปพลิเคชันที่ชื่อว่า ไดอะเกม (Diagame) ซึ่งแอปพลิเคชันนี้ได้มีพัฒนามาก่อนหน้านี้แล้ว โดยเวอร์ชันที่ 1 นั้น มีด่านของเกม คือ

- ด้านตัวแปร (Variable) ประกอบด้วย ด้านทำน้ำส้มคั้น ด้านทำอาหารซีเรียล ด้านทำสลัดผัก
- ด้านการนำเข้าข้อมูลและการแสดงผล (Input/Output) ประกอบด้วย ด้านทำน้ำแอปเปิ้ลคั้น ด้านขนมปังปิ้ง ด้านเบคอน
- ด้านการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ (Operator) มี 4 ระดับ แต่ละระดับมีโจทย์ปัญหา 5 ข้อ
- ด้านตรรกะ (Logic) มี 4 ระดับ แต่ละระดับมีโจทย์ปัญหา 5 ข้อ
- ด้านทางเลือกการตัดสินใจ (Condition) ประกอบด้วย ด้านชงกาแฟ ด้านทำสเต็ก ด้านทำพาสต้า

เมื่อผู้ใช้งานผ่านด่านเกม จะได้รับตราสัญลักษณ์ (Badge) และสามารถเล่นเกมด่านที่มีความยากระดับถัดไปได้ ซึ่งแอปพลิเคชันในเวอร์ชันที่ 1 ยังมีข้อจำกัดหลายด้าน เช่น มีเพียงส่วนที่ให้ผู้ใช้งานสามารถเล่นเกมเท่านั้น ด้านเกมมีจำนวนจำกัด ไม่สามารถเพิ่มหรือเปลี่ยนแปลงได้ นอกจากนั้นผลประเมินความพึงพอใจด้านข้อผิดพลาดอยู่ในระดับปานกลาง งานวิจัยนี้จึงทำการพัฒนาต่อยอดไดอะเกม เวอร์ชัน 2 โดยจะทำการเพิ่มฟังก์ชันสำหรับผู้ดูแลระบบ เช่น การจัดการด่านเกมและโจทย์ปัญหา แดชบอร์ดสำหรับแสดงสถิติการเล่นของผู้เล่น และนำกลไกของเกม คือ คะแนน (Point) กระดานผู้นำ (Leaderboard) มา

เพิ่มในส่วนของการเล่นเกมของผู้ใช้ เพื่อสร้างความมีส่วนร่วมระหว่างผู้ใช้ด้วยกัน และทำให้ผู้ใช้เกิดการแข่งขันระหว่างกัน

## ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### เกมมิฟิเคชัน

เกมมิฟิเคชัน คือ การนำเอาหลักการพื้นฐานในการออกแบบเกม กลไกของเกม มาใช้ในบริบทอื่นที่ไม่ใช่การเล่นเกม เพื่อสร้างแรงจูงใจ การมีส่วนร่วม ความผูกพันแก่ผู้ร่วมกิจกรรม ซึ่งองค์ประกอบของเกมมิฟิเคชัน ประกอบด้วย 1) กลไกของเกม เช่น รูปแบบวิธีการเล่น กติกา รางวัล เป้าหมายการเล่น 2) พลวัตของเกมมิฟิเคชัน คือ พฤติกรรมที่แสดงถึงปฏิกิริยาตอบสนองของผู้เล่น 3) อารมณ์และความรู้สึกของผู้เล่นขณะกำลังเล่นเกม (ซันต์ และ ธนิตา, 2559) ซึ่งองค์ประกอบของเกม ที่นิยมนำมาใช้ เช่น รางวัล ระดับชั้น กระดานผู้นำ แด้มสะสม โดยที่เกมมิฟิเคชันมี 2 ประเภท คือ เกมมิฟิเคชันแบบปัจจัยภายนอก เป็นการนำองค์ประกอบของเกมมาใช้ในการจูงใจภายนอก เช่น การใช้คะแนน การแสดงสถานะความก้าวหน้าในเกม เป็นต้น ส่วนประเภทเกมมิฟิเคชันอีกประเภท คือ เกมมิฟิเคชันแบบปัจจัยภายใน เป็นการใช้กระบวนการจูงใจภายใน และการออกแบบพฤติกรรมเพื่อการมีส่วนร่วมของผู้เล่น เช่น จูงใจในด้านความต้องการมีสัมพันธภาพกับผู้อื่น ความต้องการบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ เป็นต้น (เบญจภาคี และคณะ, 2561) ซึ่งโดยทั่วไปแล้วแรงจูงใจภายในจะมีผลอย่างมากซึ่งก่อให้เกิดการมีส่วนร่วมและมีผลเชิงพฤติกรรมในระยะยาว ส่วนแรงจูงใจภายนอกมีผลน้อย แต่อย่างไรก็ดี แรงจูงใจภายนอกก็ขาดไม่ได้หากกิจกรรมนั้นไม่มีการสร้างการมีส่วนร่วมหรือการให้รางวัลแก่ผู้ร่วมกิจกรรม ดังนั้น รางวัลภายนอกจึงถูกนำมาใช้เพื่อส่งเสริมการมีส่วนร่วมของคุณ โดยเป้าหมายเพื่อพัฒนาความสนใจที่แท้จริงของคุณระหว่างทำกิจกรรม งานวิจัยหลายงานจึงได้มีการนำแนวคิดของเกมมิฟิเคชันมาใช้ในการเรียนการสอน เช่น ใช้กลไกของเกม คือ คะแนน เหรียญตรา กระดานผู้นำ ในการสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของการจัดรูปแบบซอร์สโค้ดให้อ่านง่าย (Source code readability) โดยสร้างเว็บแอปพลิเคชันและให้ผู้ร่วมกิจกรรมสามารถทำอัปโหลดซอร์สโค้ดโปรแกรมและสามารถให้คะแนนความง่ายในการอ่านซอร์สโค้ด (Source code readability) ณ มหาวิทยาลัยฮ่องกง ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าแอปพลิเคชันช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเรียนรู้รูปแบบ

ซอร์สโค้ดที่อ่านได้ง่าย (Source code readability) (Mi et al., 2018) เกมมิฟิเคชันถูกนำมาใช้ในการสร้างแรงจูงใจและกระตุ้นการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน โดยการรวมแนวคิดของเกมเข้ากับการสอนในวิชาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ เช่น Alphabet brainstorming, Poker planning game, Role playing game, Millionaire game, Kahoot game เป็นต้น เพื่อให้นักเรียนเรียนรู้แนวคิดและวิธีการทางวิศวกรรมซอฟต์แวร์ การทำงานร่วมกันแบบทีม ซึ่งการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานนั้นเป็นวิธีการสอนที่ทำให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยความสนุกและซึมซับความรู้ระหว่างการเล่นเกม ทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ (Ivanova et al., 2019) นอกจากนี้เกมมิฟิเคชันยังถูกนำมาใช้กับระบบการศึกษาทางไกล เช่น ระบบ IDEA มีฟังก์ชัน เช่น การเรียนรู้ การอภิปรายแบบทดสอบ และการมอบหมายงาน โดยขั้นตอนการออกแบบระบบด้วยเกมมิฟิเคชัน 5 ขั้นตอนดังนี้ 1) ทำความเข้าใจกับกลุ่มเป้าหมายและบริบท 2) กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ 3) การสร้างประสบการณ์ 4) ระบุทรัพยากรที่จำเป็น 5) การประยุกต์ใช้ โดยมีองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับเกม 4 ส่วน คือ คะแนน สัญลักษณ์ กระดานคะแนนผู้นำ และรางวัลตอบแทน ซึ่งผลวิจัยแสดงให้เห็นว่าการใช้เกมมิฟิเคชันส่งผลให้นักเรียนมีส่วนร่วมกับระบบการศึกษาทางไกลเพิ่มมากขึ้น และมีทัศนคติต่อการรับรู้ประโยชน์ของเทคโนโลยีและระบบที่ดีขึ้น (Ferienda et al., 2018)

### Node.js

Node.js คือ JavaScript Runtime ที่ถูกสร้างด้วย V8 engine ซึ่งเป็นโครงการโอเพนซอร์สของ Google ที่ใช้ภาษา C++ ในการพัฒนาเครื่องมือ JavaScript และ WebAssembly ที่มีประสิทธิภาพสูง และ V8 นี้ถูกนำมาใช้กับ Chrome และ Node.js (OpenJS Foundation, n.d.) ซึ่งเฟรมเวิร์ก Node.js เป็นที่เฟรมเวิร์กที่ทำงานตามเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น (Event driven) และรองรับการทำงานแบบอะซิงโครนัส (Asynchronous) โดยสถาปัตยกรรมของ Node.js มีเธรด (Thread) เพียงเธรดเดียวในการประมวลผลคำสั่ง แต่อย่างไรก็ดี เฟรมเวิร์กนี้ทำให้ภาษา JavaScript ถูกนำมาใช้งานในการเขียนแอปพลิเคชันที่ทำงานอยู่ฝั่งเซิร์ฟเวอร์ (Server-side) กันอย่างแพร่หลาย โดยที่การทำงานของ Node.js มีประสิทธิภาพดี ซึ่งมีงานวิจัยได้ทำการทดลองการเปรียบเทียบการทำงานระหว่าง Node.js และ Internet Information Services (IIS Server) ภายใต้อาคารที่กำหนด

ซึ่งผลประเมินประสิทธิภาพพบว่า Node.js มีประสิทธิภาพที่ดีกว่า IIS และ Node.js เหมาะสำหรับการนำมาสร้างเป็นเว็บไซต์หรือสำหรับให้บริการ API ผ่านเว็บ (Web API) (Chitra and Satapathy, 2017) และเฟรมเวิร์ก Node.js ถูกนำมาใช้ทำงานทั้งส่วนหน้า (front-end) และส่วนหลัง (back-end) ของแอปพลิเคชัน Single page และ IoT (Shah and Soomro, 2017) หรือสำหรับการจัดเตรียมสภาพแวดล้อมสำหรับเรียนรู้พัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับนักเรียน โดยที่ไม่ต้องติดตั้งโปรแกรมหรือใช้สิทธิ์ของผู้ดูแลระบบ (Carter, 2014) นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยอื่นที่นำ Node.js มาใช้งาน เช่น เว็บแอปพลิเคชันสำหรับวิเคราะห์ข้อมูลฝั่ง โดยใช้ราสเบอร์รี่ (Raspberry PI) ในการเก็บรวบรวมข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้น บันทึกละเอียดและวิดีโอภายในรังผึ้ง ซึ่งเมื่อข้อมูลถูกส่งไปจัดเก็บและการวิเคราะห์สุขภาพและเรียนรู้พฤติกรรมของผึ้ง ผู้วิจัยได้พัฒนาเว็บแอปพลิเคชันด้วย MEAN (MongoDB, Express, Angular, Node.js) สำหรับเข้าถึงข้อมูลผ่านการวิเคราะห์แล้วได้สะดวกขึ้น โดยการพัฒนาแอปพลิเคชันนี้ได้ใช้ JavaScript ทั้งฝั่งเซิร์ฟเวอร์และฝั่งไคลเอนต์ ผู้ใช้สามารถสืบค้นข้อมูลจากฐานข้อมูล MongoDB ได้อย่างรวดเร็ว และส่งข้อมูลขนาดใหญ่ไปยังไคลเอนต์ผ่าน Socket.io และการสร้างแผนภาพข้อมูล (Data visualization) ด้วย C3.js ซึ่งเป็นไลบรารีที่พัฒนาต่อยอดจาก D3 สำหรับจัดการแผนภูมิและการแสดงผล (Buchanan and Tashakkori, 2019)

### ฐานข้อมูลไม่สัมพันธ์

ฐานข้อมูลไม่สัมพันธ์ (Non relation database) หรือเรียกว่า NoSQL database เนื่องจากมีการใช้ภาษาสอบถามแบบไม่มีโครงสร้าง (Not only SQL) ในการจัดการข้อมูล เน้นการเข้าถึงที่รวดเร็วและฐานข้อมูลถูกออกมาเพื่อรองรับข้อมูลปริมาณมาก (มุสตีและประกายมาศ, 2558) ฐานข้อมูลไม่สัมพันธ์แบ่งตามลักษณะการจัดเก็บข้อมูลได้ 4 ประเภท ได้แก่

1. ฐานข้อมูลแบบคีย์-ค่า (Key-value databases) เป็นการจัดเก็บข้อมูลที่ใช้คีย์ (Keys) และค่าผลลัพธ์ (Values) ซึ่งมีลักษณะเฉพาะไม่ซ้ำกับข้อมูลอื่นเพื่อใช้อ้างอิงและค้นหาข้อมูล ตัวอย่างฐานข้อมูล เช่น Berkeley DB
2. ฐานข้อมูลแบบคอลัมน์ (Column oriented databases) เป็นการจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบคอลัมน์ เพื่อรองรับ

ข้อมูลขนาดใหญ่และการเข้าถึงข้อมูลที่รวดเร็ว ตัวอย่างฐานข้อมูล เช่น BigTable, HBase

3. ฐานข้อมูลแบบเอกสาร (Document oriented databases) เป็นการจัดเก็บเอกสารในรูปแบบไม่มีโครงสร้างหรือกึ่งโครงสร้าง เช่น JSON หรือ XML ตัวอย่างฐานข้อมูล เช่น MongoDB, Couchbase

4. ฐานข้อมูลแบบกราฟ (Graph databases) เป็นการจัดเก็บข้อมูลและความสัมพันธ์โดยใช้ทฤษฎีกราฟ ซึ่งมีโหนดเป็นตัวแทนข้อมูล เส้น และคุณสมบัติเป็นองค์ประกอบ ตัวอย่างฐานข้อมูล เช่น Neo4j

ฐานข้อมูลไม่สัมพันธ์ (NoSQL) ได้รับความนิยมและถูกใช้งานมากขึ้นในหลายองค์กร เนื่องจากข้อมูลมีปริมาณมากขึ้น เช่น จากสื่อสังคมออนไลน์ ข้อมูลที่รวบรวมจากเซ็นเซอร์ การใช้งานสมาร์ทโฟน ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ไม่มีโครงสร้างที่ชัดเจนและมีหลายแหล่งกำเนิดข้อมูล และจากข้อดีของฐานข้อมูลไม่สัมพันธ์ เช่น รองรับการจัดเก็บข้อมูลกึ่งโครงสร้างและข้อมูลที่ไม่มีโครงสร้าง การขยายตัวในแนวนอน (Horizontal scaling) ความพร้อมใช้งาน (Availability) จึงทำให้มีการใช้งานฐานข้อมูลไม่สัมพันธ์มากขึ้น (Zafar et al., 2016) แต่อย่างไรก็ตามฐานข้อมูลไม่สัมพันธ์ไม่สามารถแทนที่ฐานข้อมูลสัมพันธ์ได้ เนื่องจากลักษณะความต้องการใช้งานของแอปพลิเคชันที่แตกต่างกัน

Cloud Firestore เป็นฐานข้อมูล NoSQL ชนิดแบบเอกสาร ซึ่งเป็นฐานข้อมูลที่มีความยืดหยุ่น (Flexible) รองรับการจัดเก็บข้อมูลที่มีลักษณะซับซ้อน รองรับการขยายตัว (Scalable) การสอบถามข้อมูล (Query) การทำดัชนี (Index) การกรอง (Filter) ที่สะดวกและรวดเร็ว สามารถจัดการข้อมูลได้แม้ขณะไม่มีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต (Offline) และเมื่อมีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตแล้ว ข้อมูลนั้นจะถูกปรับปรุงที่ Cloud Firestore และสามารถแจ้งข้อมูลเปลี่ยนแปลงไปยังทุกอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อ (Realtime updates) นอกจากนี้ Cloud Firestore ยังเป็นแพลตฟอร์มสำหรับพัฒนาแอปพลิเคชันด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ เนื่องด้วยมีบริการโฮสติ้ง (Hosting) การตรวจสอบตัวตน (Authentication) ที่อำนวยความสะดวกต่อการพัฒนาแอปพลิเคชันและรวมถึงการจัดการและการวิเคราะห์ข้อมูล (Google, LLC, 2020)

## งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การคิดเชิงตรรกะเป็นทักษะสำคัญที่จำเป็นเพื่อก่อให้เกิดความเชี่ยวชาญในการเขียนโปรแกรม ซึ่งโดยทั่วไปแล้ว การเรียนรู้การคิดเชิงตรรกะมักมีการใช้ผังงานซึ่งใช้อธิบายขั้นตอนการทำงานที่ละขั้นตอน โดยงานวิจัยของ Lotlikar et al. (2020) ได้สร้างบล็อกผังงานสำหรับนักเรียนที่เป็นผู้พิการทางสายตา โดยบล็อกผังงานจะมีอักษรเบรลล์กำกับไว้บนบล็อกและให้ผู้ใช้ทำการเรียงบล็อกเพื่อแก้โจทย์ปัญหา โดยผลวิจัยชี้ให้เห็นว่าบล็อกผังงานนั้นช่วยให้ผู้ใช้เกิดการคิดเชิงตรรกะอย่างมาก ถึงแม้ว่าผู้ใช้ยังจัดเรียงบล็อกผังงานได้ลำบาก เนื่องจากบล็อกคำสั่งยังไม่มีตัวที่ใช้บอกทิศทางการทำงานแก่ผู้ใช้ งานวิจัยของ Papadopoulous et al. (2017) ได้ออกแบบแอปพลิเคชันที่ให้นักเรียนสามารถสร้างนิพจน์เชิงตรรกะ (Logical expressions) และทดสอบตามสถานการณ์ที่กำหนดขึ้น เพื่อให้ให้นักเรียนเห็นผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นและแสดงเคล็ดลับบางอย่างเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนทดลองสร้างนิพจน์เชิงตรรกะเพื่อสร้างขั้นตอนใหม่ที่ดียิ่งขึ้นกว่าเดิม งานวิจัย Pessoa et al. (2019) ได้พัฒนาเกม Looking for Pets ซึ่งเป็นโมบายแอปพลิเคชัน โดยเป็นเกมผจญภัยในรูปแบบ 3 มิติที่ให้ผู้ใช้งานกำหนดลำดับขั้นตอน เช่น เดินไปข้างหน้า กระโดด ถอยหลัง เลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวา เพื่อควบคุมตัวละครเดินทางไปช่วยเหลือสัตว์ โดยผลการวิจัยได้ประเมินการใช้งานได้ (Usability) ของแอปพลิเคชันด้วยวิธีการประเมินแบบฮิวริสติกของเนลเซน (Heuristic evaluation of Nielsen) และนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษา ซึ่งผลประเมินอยู่ในระดับดี งานวิจัย Malizia et al. (2017) ได้สร้างเกม TAPAPlay สำหรับส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ (Computation Thinking) ซึ่งเกมลักษณะผลัดกันเล่น (Turn-taking game) ระหว่างผู้เล่น 2 คน โดยผู้เล่นสวมบทบาทนักเล่นแร่แปรธาตุ (Alchemists) โดยได้รับดาบ 3 เล่มและโล่ 3 อัน ผู้เล่นแต่ละคนจะต้องหาวิธีแปรสภาพอุปกรณ์เหล่านี้เพื่อต่อสู้กับอีกฝ่าย ซึ่งเป็นการเรียนรู้การคิดลำดับขั้นตอน (Algorithmic thinking) ซึ่งทักษะนี้เป็นประโยชน์ต่อโปรแกรมเมอร์ที่เป็นผู้ใช้งาน

## วิธีการดำเนินการวิจัย

### วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับส่งเสริมการคิดเชิงตรรกะและการคิดอย่างเป็นระบบโดยใช้แนวคิดเกมมิฟิเคชัน

2. เพื่อประเมินผลแอปพลิเคชันและวัดผลความพึงพอใจของผู้ใช้ ประกอบด้วย ความสามารถในการเรียนรู้ ประสิทธิภาพ ข้อผิดพลาด ความสวยงาม น่าดึงดูด การรับรู้ประโยชน์ ความพึงพอใจของผู้ใช้

### การออกแบบแอปพลิเคชัน

ไดอะแกรมได้รับการพัฒนามาจนถึงปัจจุบัน คือ เวอร์ชัน 2 โดยทั้งสองเวอร์ชันนั้นได้ใช้แนวคิดของเกมในการออกแบบ ผู้ใช้จะต้องบูรณาการความรู้ด้านต่าง ๆ เช่น การคำนวณ ลำดับ การคำนวณของเครื่องหมายคณิตศาสตร์ ตรรกศาสตร์ การแทนที่ข้อมูล มาใช้ในการค้นหาคำตอบ ซึ่งคำตอบที่ถูกต้องอาจมีมากกว่าหนึ่งคำตอบ เวอร์ชันแรกมีด่านของเกม คือ ด่านตัวแปร ด้านการนำเข้าข้อมูลและการแสดงผล ด้านการดำเนินการคณิตศาสตร์ ด้านตรรกะ ด้านทางเลือกการตัดสินใจ และผู้ใช้สามารถดูรายการความสำเร็จที่ผ่านด่านของเกมได้ ซึ่งข้อจำกัดคือ มีจำนวนด่านที่จำกัดและผู้ใช้งานพึงพอใจด้านข้อผิดพลาดในระดับปานกลางเท่านั้น ดังนั้น เวอร์ชันที่สองจึงได้ทำการพัฒนาต่อยอด โดยทำการปรับปรุงให้แอปพลิเคชันมีความสมบูรณ์และมีความยืดหยุ่นมากขึ้น โดยทำการเพิ่มส่วนของหลังบ้าน (Backend) สำหรับผู้ดูแลระบบในการจัดการโจทย์ปัญหา ระดับความยากง่าย และคำตอบของโจทย์แต่ละด่าน และแดชบอร์ดแสดงสถิติข้อมูลการเล่นของผู้เล่น ส่วนของหน้าบ้าน (Frontend) ได้เพิ่มส่วนของการแนะนำการใช้งาน (Tutorial) และเพิ่มความท้าทายและแรงจูงใจให้แก่ผู้เล่น โดยเพิ่มตัวจับเวลาและค่าคะแนนที่ผู้เล่นจะได้รับในแต่ละด่าน กระดานผู้นำ (Leaderboard) และการส่งข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) แก่ผู้พัฒนา หากพบข้อบกพร่องหรือความคิดเห็นของผู้ใช้งาน

### การออกแบบสถาปัตยกรรมของแอปพลิเคชัน

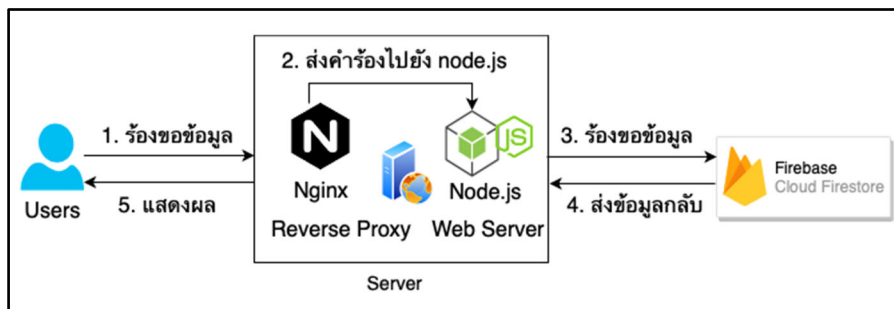
ไดอะแกรมเป็นเว็บแอปพลิเคชันซึ่งมีการออกแบบโดยใช้สถาปัตยกรรม คือ Client-Server Architecture เมื่อผู้ใช้งานทำการเรียกใช้งานแอปพลิเคชันไปยังเซิร์ฟเวอร์ ซึ่งภายในเซิร์ฟเวอร์นั้นจะมี nginx ทำงานเป็น Reverse proxy สำหรับรองรับการเชื่อมต่อและทำการส่งคำร้องขอนั้นไปยัง Web server ซึ่งทำงานด้วย Node.js และหากคำร้องขอนั้นต้องการใช้ข้อมูล แอปพลิเคชันจะทำการติดต่อกับ Firebase Cloud Firestore ซึ่งเป็นฐานข้อมูลแบบ NoSQL แบบ Document-oriented database และเมื่อประมวลผลข้อมูลเสร็จสิ้นจึงแสดงผลแก่

ผู้ใช้งาน โดยโครงสร้างสถาปัตยกรรมของแอปพลิเคชันแสดงดังรูปที่ 1

### การออกแบบโครงสร้างการเก็บข้อมูล

โครงสร้างการเก็บข้อมูลของไดอะแกรมที่มีความสำคัญ คือ ชุดของคำถามและคำตอบของโจทย์ปัญหาในแต่

ละด้าน โดยดำเนินการดำเนินการคณิตศาสตร์และด้านตรรกะจะมีการใช้โครงสร้างการเก็บข้อมูลในลักษณะเดียวกัน คือ ชื่อด้านภาษาอังกฤษและภาษาไทย (NameEN และ NameTH) ประเภทคำถาม (Type) ระดับความยาก (Level) คำถาม (Question) และคำตอบ (Answer) โดยตัวอย่างข้อมูลแสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 1 สถาปัตยกรรมของแอปพลิเคชัน

```
{
  "NameEN": "level 12",
  "NameTH": "ด้าน 12",
  "Type": "logic",
  "Level": "3",
  "Question": "(21 < 20) {target} (15 > 10)",
  "Answer": "false"
}
```

รูปที่ 2 ตัวอย่างข้อมูลคำถามตรรกะ

โครงสร้างการเก็บข้อมูลที่ใช้ในด้านฝั่งงานนั้นมีการออกแบบส่วนที่เป็นคำถามและชุดของคำตอบของคำถามนั้น ซึ่งส่วนของโจทย์ นั้นมีชื่อโจทย์ ภาษาอังกฤษและภาษาไทย (NameEN และ NameTH) ระดับความยาก (Level) คำอธิบายหรือคำใบ้ของโจทย์ทั้งภาษาอังกฤษและภาษาไทย (HintEN และ HintTH) ดังรูปที่ 3

ส่วนการเก็บข้อมูลคำตอบหรือเฉลยของโจทย์ที่เกี่ยวข้องกับฝั่งงานนั้นจะมีกลุ่ม (Collections) ที่เก็บคำตอบของโจทย์ปัญหานั้นไว้ ซึ่งการออกแบบฝั่งงานสำหรับแก้ปัญหาย่าง

ใดอย่างหนึ่งอาจมีมากกว่า 1 วิธีการ ดังนั้นคำตอบของโจทย์ฝั่งงาน จึงมีคำตอบมากกว่า 1 แบบ ผู้วิจัยจึงออกแบบให้สามารถเก็บข้อมูลคำตอบมากกว่าหนึ่งแบบได้ โดยแต่ละชุดของคำตอบมีการจัดเก็บขั้นตอนการทำงานที่ถูกต้องในรูปแบบอาร์เรย์ ซึ่งข้อมูลของขั้นตอน (answerStep) มีการระบุประเภทสัญลักษณ์ฝั่งงาน (type) ลำดับการทำงาน (sequence) ข้อความบนสัญลักษณ์ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ (processEn และ processTH) โดยตัวอย่างของชุดคำตอบ 1 ชุดแสดงดังรูปที่ 4

```

{
  "NameEN": "swap number",
  "NameTH": "สลับเลข",
  "Level": "4",
  "HintEN": "
1. input 2 numbers to set values to variables
2. swap value between 2 variables
",
  "HintTH": "
1. รับค่าตัวเลข 2 จำนวนและเก็บไว้ในตัวแปร
2. สลับค่าตัวเลขของตัวแปร 2 ตัวนั้น
"
}

```

รูปที่ 3 ตัวอย่างข้อมูลคำถามด้านผังงาน

```

{
  "answerStep": [
    {
      "processEn": "Start",
      "processTh": "เริ่มต้น",
      "type": "Basic",
      "sequence": "1"
    },
    {
      "processEn": "input num1",
      "processTh": "รับค่า num1",
      "type": "Input",
      "sequence": "2"
    },
    {
      "processEn": "input num2",
      "processTh": "รับค่า num2",
      "type": "Input",
      "sequence": "3"
    },
    {
      "processEn": "temp = num1",
      "processTh": "temp = num1",
      "type": "Process",
      "sequence": "4"
    },
    {
      "processEn": "num1 = num2",
      "processTh": "num1 = num2",
      "type": "Process",
      "sequence": "5"
    },
    {
      "processEn": "num2 = temp",
      "processTh": "num2 = temp",
      "type": "Process",
      "sequence": "6"
    },
    {
      "processEn": "End",
      "processTh": "สิ้นสุด",
      "type": "Basic",
      "sequence": "7"
    }
  ]
}

```

รูปที่ 4 ตัวอย่างชุดข้อมูลคำตอบผังงาน



## เทคนิคการโปรแกรม

สำหรับกลุ่มโจทย์ปัญหาในด้านตรรกะและตัวดำเนินการนั้น เมื่อแอปพลิเคชันทำการโหลดชุดข้อมูลคำถามมาแสดงผลแก่ผู้ใช้ และให้ผู้ใช้เลือกตัวดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ตัวดำเนินการเปรียบเทียบ หรือตัวเชื่อมแบบบูล (Boolean) แอปพลิเคชันจะทำการสร้างนิพจน์ (Expression) แล้วนำนิพจน์นั้นไปประมวลผลด้วยฟังก์ชัน eval() และเทียบค่ากับคำตอบที่ได้กำหนดไว้ ส่วนวิธีการตรวจสอบคำตอบของผังงานนั้น ขณะที่ทำการแสดงโจทย์ปัญหาและโหลดชุดของคำตอบนั้น แอปพลิเคชันจะมีการกำหนดส่วนย่อย (Element) ของบล็อกของผังงาน ซึ่งแต่ละบล็อกคำสั่งจะมีการกำหนดค่าส่วนย่อย (Element) ที่แตกต่างกัน และเมื่อผู้ใช้ทำการสร้างผังงานเสร็จสิ้น จึงทำการตรวจสอบว่าผังงานนั้นได้มีการเรียงลำดับตรงตามชุดของคำตอบชุดใดชุดหนึ่งหรือไม่ หากคำตอบตรงกับชุดใดชุดหนึ่งจะถือว่าผังงานนั้นมีความถูกต้อง

## ผลการวิจัย

หัวข้อนี้ ผู้วิจัยอธิบายผลการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 หัวข้อย่อย คือ ผลการพัฒนาแอปพลิเคชัน และผลประเมินความพึงพอใจ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

### ผลการพัฒนาแอปพลิเคชัน

เมื่อผู้ใช้งานเรียกแอปพลิเคชันผ่านเว็บเบราว์เซอร์ หน้าจอหลักจะมีลักษณะคล้ายหนังสือ ซึ่งแต่ละหน้าของหนังสือจะแสดงด่านเกมที่ให้ผู้เล่นสามารถเลือกเล่นได้ โดยด้านตรรกะและการดำเนินการทางคณิตศาสตร์จะมีลักษณะคล้ายกัน คือ ด้านบนซ้ายจะแสดงคะแนนที่ผู้เล่นจะได้รับ ส่วนด้านบนขวาจะแสดงเวลาที่เหลือ โดยทันทีที่ผู้ใช้เข้าสู่เกม เวลาจะลดลงและคะแนนลดลงด้วย เพื่อให้ผู้ใช้แข่งขันกับเวลา ซึ่งวิธีการเล่น คือ ให้ผู้ใช้เลือกเครื่องหมายตัวดำเนินการจากแถบเครื่องมือด้านล่าง มาวาง เพื่อให้ข้อความของโจทย์บริเวณกลางหน้าจอมีค่าความจริงเป็นจริง สำหรับด่านที่เกี่ยวกับผังงานนั้น เมื่อผู้ใช้งานเข้าสู่ด่านเกมแล้ว ด้านบนขวาจะมีการแสดงคำอธิบายหรือคำใบ้ของโจทย์อยู่ ส่วนทางด้านซ้ายมือจะมีแถบเครื่องมือสำหรับให้ผู้ใช้สามารถเลือกสัญลักษณ์ของผังงานมาจัดเรียงลำดับการทำงาน บริเวณกลางจอภาพ ส่วนด้านล่างจะแสดงเวลาและคะแนนที่ผู้เล่นจะได้รับเมื่อจัดผังงานได้ถูกต้องตามโจทย์ นอกจากนี้ผู้ใช้ยังสามารถเรียกหน้าจอโปรไฟล์ (Profile) ซึ่งจะแสดงข้อมูลของ

ผู้ใช้งานและตราสัญลักษณ์ (Badge) ที่ผู้เล่นสามารถเล่นผ่านด่านได้ และปุ่มสำหรับสลับภาษาที่ใช้ในการแสดงผล และปุ่มสำหรับแสดงกระดานผู้นำ (Leaderboard) ซึ่งแสดงรายชื่อผู้ที่ได้คะแนนสูงสุด 10 อันดับแรก โดยลำดับที่ 1 ถึง 3 นั้นจะปรากฏอยู่ด้านบนสุดของจอภาพ ซึ่งจะมีภาพมงกุฎแสดงบนชื่อผู้ที่ได้ลำดับที่ 1 และใช้ภาพเหรียญเงินและเหรียญทองแดงบนชื่อผู้ที่ได้ลำดับที่ 2 และ 3 ตามลำดับ และทางด้านบนซ้ายของจอภาพจะแสดงลำดับที่ของผู้ใช้งานนั้นจากผู้เล่นทั้งหมด ซึ่งหน้าจอสําหรับผู้ใช้งานแสดงดังรูปที่ 5

ส่วนหลังบ้าน (Backend) ประกอบด้วยแดชบอร์ดสำหรับแสดงข้อมูลจำนวนผู้ใช้งาน จำนวนโจทย์คำถาม สถิติคะแนนแต่ละด่าน และสถิติเวลาที่ผู้เล่นเล่นในแต่ละด่าน และผู้ดูแลระบบสามารถจัดการโจทย์คำถามและดูข้อเสนอแนะจากผู้ใช้งานได้ โดยหน้าจอสํานองหลังบ้าน (Backend) สำหรับผู้ดูแลระบบแสดงดังรูปที่ 6

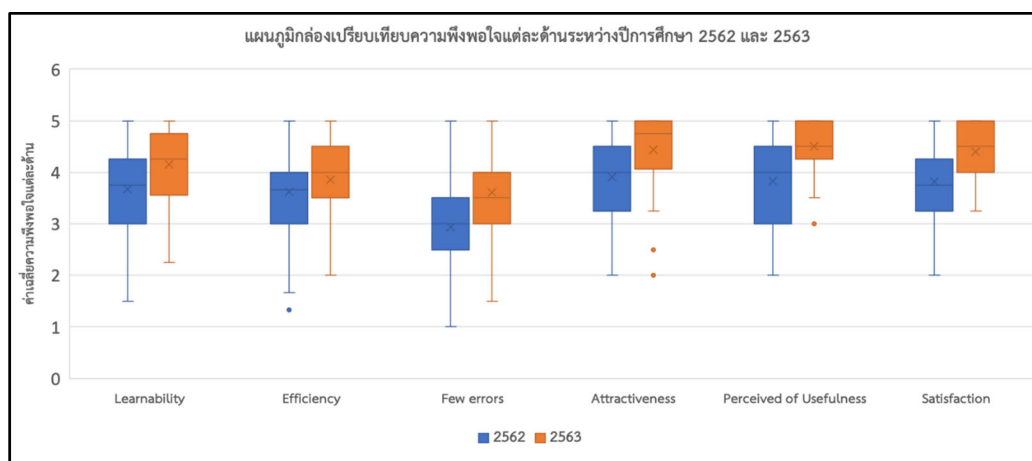
## ผลประเมินความพึงพอใจ

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง เนื่องจากวัตถุประสงค์ของวิจัยนี้ คือ เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับส่งเสริมการคิดเชิงตรรกะและประเมินผลแอปพลิเคชัน ซึ่งกลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนและนักศึกษาที่อยู่ในวัยกำลังศึกษา ผู้วิจัยจึงเลือกกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ซึ่งกำลังศึกษารายวิชาที่เรียนเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรม ระหว่างปีการศึกษา 2562-2563 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสอบถาม (Questionnaire) ที่สร้างขึ้น เพื่อให้ครอบคลุมและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการศึกษา โดยแบบสอบถามความพึงพอใจต่อคุณภาพของแอปพลิเคชันมี 4 ด้าน ประกอบด้วย 1) ด้านความสามารถในการเรียนรู้ (Learnability) 2) ด้านประสิทธิภาพ (Efficiency) 3) ด้านข้อผิดพลาด (Few Error) 4) ด้านความสวยงาม น่าดึงดูด (Attractiveness) เนื่องจากด้านต่าง ๆ นี้ส่งผลต่อการใช้งานได้ (Usability) ของแอปพลิเคชัน โดยคำถามภายในแบบสอบถามเป็นแบบปลายปิด มีคำตอบให้เลือก เป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ ซึ่งแบบสอบถามได้ผ่านการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและวัตถุประสงค์ (Index of Item Objective Congruence: IOC) และเลือกเฉพาะของข้อคำถาม ที่มีผลประเมินตั้งแต่ 0.5 ขึ้น ไปทดลองใช้ (Try out) กับกลุ่มนักศึกษา



**ตารางที่ 1** ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานระดับความพึงพอใจโดยรวมของผู้ตอบแบบสอบถาม ระหว่างปีการศึกษา 2562-2563

ปีการศึกษา	2562			2563		
จำนวนกลุ่มตัวอย่าง	91 คน			40 คน		
เพศ	ชาย 48 คน และหญิง 43 คน			ชาย 21 คน และหญิง 19 คน		
รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย (Mean)	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน (S.D.)	แปลผล	ค่าเฉลี่ย (Mean)	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน (S.D.)	แปลผล
ความสามารถในการเรียนรู้	3.67	1.10	มาก	4.16	0.95	มาก
ประสิทธิภาพ	3.62	0.94	มาก	3.85	0.99	มาก
ข้อผิดพลาด	2.94	1.20	ปานกลาง	3.61	1.25	มาก
ความสวยงาม น่าดึงดูด	3.91	0.92	มาก	4.43	0.93	มาก
การรับรู้ประโยชน์	3.83	0.91	มาก	4.50	0.67	มาก
ความพึงพอใจ	3.82	0.88	มาก	4.39	0.65	มาก



**รูปที่ 7** แผนภูมิกล่องเปรียบเทียบความพึงพอใจแต่ละด้านระหว่างปีการศึกษา 2562 และ 2563

จากตารางที่ 1 ผลประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานแต่ละด้านระหว่างปีการศึกษา 2562 และ 2563 จากกลุ่มตัวอย่างปีการศึกษา 2562 จำนวน 91 คน เป็นเพศชาย 48 คน คิดเป็นร้อยละ 52.75 และเพศหญิง 43 คน คิดเป็นร้อยละ 47.25 และปีการศึกษา 2563 จำนวน 40 คน เป็นเพศชาย 21 คน คิดเป็นร้อยละ 52.50 และเพศหญิง 19 คน คิดเป็นร้อยละ 47.50 พบว่าค่าเฉลี่ยด้านความสามารถในการเรียนรู้เพิ่มขึ้นจาก 3.67 เป็น 4.16 ค่าเฉลี่ยด้านประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นจาก 3.62 เป็น 3.85 ค่าเฉลี่ยด้านข้อผิดพลาดเพิ่มขึ้นจาก 2.94 เป็น 3.61 ค่าเฉลี่ยด้านความสวยงาม น่าดึงดูด เพิ่มขึ้นจาก 3.91 เป็น 4.43 ค่าเฉลี่ยการรับรู้ประโยชน์เพิ่มขึ้นจาก 3.83 เป็น 4.50 และค่าเฉลี่ยความพึงพอใจโดยรวมเพิ่มขึ้นจาก 3.82 เป็น 4.39 ซึ่งในปีการศึกษา 2563 พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ให้ความเห็นว่าความพึงพอใจทุกด้านอยู่ในระดับมาก

จากรูปที่ 7 ค่าต่ำสุด ค่ากลาง และค่าเฉลี่ยของความพึงพอใจของผู้ใช้งานทุกด้านสูงขึ้น ซึ่งเมื่อผู้วิจัยวิเคราะห์แล้วได้มีข้อสรุปดังนี้ ด้านความสามารถในการเรียนรู้มีผลจากการเพิ่มส่วนแนะนำการใช้งาน (Tutorial) ด้านประสิทธิภาพมีผลจากการตรวจสอบและปรับปรุงการทำงานแอปพลิเคชัน ด้านข้อผิดพลาดมีผลจากการตรวจสอบและแก้ไขข้อผิดพลาด แต่หากพิจารณาร่วมกับค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานซึ่งยังมีค่าสูงกว่าด้านอื่น ๆ ผู้วิจัยตีความได้ว่าผู้ใช้งานบางส่วนยังพบข้อผิดพลาดในแอปพลิเคชันเวอร์ชัน 2 ส่วนด้านความสวยงาม น่าดึงดูด มีผลมาจากการเพิ่มฟังก์ชันการจับเวลาและให้คะแนนในแต่ละด่าน กระดานผู้นำ และการปรับองค์ประกอบที่ใช้แสดงผล เช่น รูปภาพไอคอน แต่อย่างไรก็ตามพบว่ามีค่าต่ำผิดปกติ (Outlier) เกิดขึ้น จำนวน 2 รายการ แต่ค่าดังกล่าวก็ไม่ได้ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยด้านนี้ของปีการศึกษาที่ผ่านมา ส่วนด้านการรับรู้ประโยชน์ ในปี 2563 มีค่าต่ำผิดปกติ (Outlier) เกิดขึ้น 1 รายการ แต่อย่างไรก็ดี

ผู้ใช้งานส่วนใหญ่เห็นด้วยว่าแอปพลิเคชันนี้มีประโยชน์ต่อการเรียน และผู้ใช้งานส่วนใหญ่ในปีการศึกษา 2563 มีความคิดเห็นว่าแอปพลิเคชันนี้มีประโยชน์มากกว่าผู้ใช้งานส่วนใหญ่ในปีการศึกษา 2562 และสุดท้ายความพึงพอใจโดยรวมมีค่าสูงขึ้นและเห็นได้อย่างชัดเจนว่าผู้ใช้งานส่วนใหญ่ให้ระดับความคิดเห็น

ระดับ 4 ขึ้นไป ทั้งด้านความสวยงาม น่าดึงดูด ด้านการรับรู้ประโยชน์ และความพึงพอใจโดยรวม

ผู้วิจัยใช้การทดสอบแมนวิทเนย์ (Mann-Whitney U Test) ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 เพื่อทดสอบว่าความพึงพอใจแต่ละด้านของแอปพลิเคชันระหว่างปีการศึกษา 2562 และ 2563 มีความแตกต่างกันหรือไม่ ซึ่งผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบสมมติฐานด้วยวิธีการทดสอบแมนวิทเนย์

สมมติฐานหลัก (H <sub>0</sub> )	Mann-Whitney U	Sig.	แปลผล
ค่าเฉลี่ยด้านความสามารถในการเรียนรู้ ระหว่างปีการศึกษา 2562 และ 2563 ไม่แตกต่างกัน	2372.50	0.006	ปฏิเสธ
ค่าเฉลี่ยด้านประสิทธิภาพ ระหว่างปีการศึกษา 2562 และ 2563 ไม่แตกต่างกัน	2107.00	0.148	ยอมรับ
ค่าเฉลี่ยด้านข้อผิดพลาด ระหว่างปีการศึกษา 2562 และ 2563 ไม่แตกต่างกัน	2504.50	0.000	ปฏิเสธ
ค่าเฉลี่ยด้านความสวยงาม น่าดึงดูด ระหว่างปีการศึกษา 2562 และ 2563 ไม่แตกต่างกัน	2626.50	0.000	ปฏิเสธ
ค่าเฉลี่ยด้านการรับรู้ประโยชน์ ระหว่างปีการศึกษา 2562 และ 2563 ไม่แตกต่างกัน	2709.50	0.000	ปฏิเสธ
ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจโดยรวม ระหว่างปีการศึกษา 2562 และ 2563 ไม่แตกต่างกัน	2637.00	0.000	ปฏิเสธ

จากตารางที่ 2 มีเพียงสมมติฐานหลักของค่าเฉลี่ยความพึงพอใจด้านประสิทธิภาพระหว่างปี 2562 และ 2563 ที่ได้รับการยอมรับ ซึ่งหมายความว่าด้านประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันไม่แตกต่างจากเวอร์ชันก่อนหน้า ถึงแม้ว่าค่าเฉลี่ยที่เพิ่มมากขึ้นจาก 3.62 เป็น 3.85 ก็ตาม และแอปพลิเคชันเวอร์ชัน 2 มีปริมาณการอ่านข้อมูลจากฐานข้อมูลสูงกว่าเวอร์ชันก่อนซึ่งตีความได้ว่าการพัฒนาแอปพลิเคชันในเวอร์ชันใหม่ไม่ส่งผลกระทบต่อด้านประสิทธิภาพ สำหรับการทดสอบด้านความสามารถในการเรียนรู้ ด้านข้อผิดพลาด ด้านความสวยงาม การรับรู้ประโยชน์ และค่าเฉลี่ยความพึงพอใจโดยรวมนั้นมีความแตกต่างกัน ซึ่งเมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยความพึงพอใจพบว่าค่าเฉลี่ยของทุกด้านสูงขึ้น ซึ่งตีความหมายได้ว่าแอปพลิเคชันเวอร์ชัน 2 นั้นมีคุณภาพสูงขึ้น

### สรุปและอภิปรายผล

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงตรรกะโดยใช้แนวคิดของเกมมิฟิเคชัน ซึ่งภายในแอปพลิเคชันจะช่วยให้ผู้ใช้หรือผู้เล่นฝึกฝนการคิดเชิงตรรกะ การคิดเชิงคำนวณ ผังงาน โดยใช้กลไกของเกม เช่น คะแนน กระดานผู้นำ ตราสัญลักษณ์ ในการดึงดูดและสร้างความน่าสนใจแก่ผู้ใช้ โดยแอปพลิเคชันมีชื่อว่า ไดอะเกม มีการพัฒนามาจนถึงเวอร์ชันที่ 2 แล้ว ซึ่งเวอร์ชันนี้ได้มีการปรับปรุงการทำงานของแอปพลิเคชันให้มีความยืดหยุ่นมากยิ่งขึ้น ซึ่งเดิมในเวอร์ชันที่ 1 นั้น ได้

กำหนดการทำงานเกมและข้อมูลของด่านเกมไว้ในซอร์สโค้ดของโปรแกรม ซึ่งการปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงด่านเกมจะมีความยุ่งยากมาก ต้องทำการแก้ไขซอร์สโค้ดเท่านั้น ดังนั้นในเวอร์ชันที่ 2 นี้จึงได้ปรับการทำงานของแอปพลิเคชันให้มีการอ่านข้อมูลด่านเกมจากฐานข้อมูล และปรับซอร์สโค้ดของแอปพลิเคชันมีลักษณะไดนามิกมากขึ้น เพื่อให้ผู้ดูแลระบบสามารถเพิ่มหรือเปลี่ยนแปลงข้อมูลด่านเกมโดยไม่ต้องทำการแก้ไขซอร์สโค้ด และได้ทำการแก้ไขข้อผิดพลาด นอกจากนี้เวอร์ชัน 2 ได้มีการปรับปรุงส่วนแสดงผลของผู้ใช้ โดยนำกลไกของเกม คือ คะแนน (Point) ตัวจับเวลา และกระดานผู้นำ (Leaderboard) มาสร้างแรงจูงใจ ความท้าทาย การแข่งขันแก่ผู้ใช้ และเพิ่มส่วนแนะนำการใช้งาน (Tutorial) แก่ผู้ใช้สำหรับการใช้งานครั้งแรก ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระหว่างเวอร์ชันที่ 1 และเวอร์ชันที่ 2 นั้นได้ถูกเก็บรวบรวมระหว่างปีการศึกษา 2562-2563 ผลประเมินคุณภาพของแอปพลิเคชันเวอร์ชัน 2 ในปีการศึกษา 2563 พบว่าผลประเมินความพึงพอใจแสดงให้เห็นว่า คุณภาพของแอปพลิเคชันด้านความสามารถในการเรียนรู้ (Learnability) ด้านประสิทธิภาพ (Efficiency) ด้านข้อผิดพลาด (Few Errors) และด้านความสวยงาม น่าดึงดูด (Attractiveness) ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในระดับมาก และการรับรู้ประโยชน์ของผู้ตอบแบบสอบถามอยู่ในระดับมากเช่นเดียวกัน นอกจากนี้แบบสอบถามได้มีคำถามปลายเปิดว่า ผู้ใช้ชอบสิ่งใดและไม่ชอบสิ่งใดในแอปพลิเคชัน ซึ่งสิ่งที่ผู้ใช้ชอบ คือ สีสัน

ภาพกราฟฟิค การออกแบบหน้าจอ และสิ่งที่ไม่ชอบ คือ การตอบสนองช้า การแสดงผลตัวอักษรที่ซ้อนทับบนบล็อกฝั่งงาน เวลาเล่นน้อย และมีข้อเสนอแนะอื่น ๆ คือ รองรับหลายหน้าจอหลายขนาด สรุปได้ว่า ไดอะแกรม เป็นแอปพลิเคชันที่มีคุณภาพด้านการใช้งานง่าย (Usability) อยู่ในระดับมาก องค์ประกอบแอปพลิเคชันทำให้ผู้ใช้งานรู้สึกสนุกและมีแรงจูงใจต่อการใช้งาน ซึ่งการวัดประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันได้พิจารณาด้านความสามารถในการเรียนรู้ (Learnability) ด้านประสิทธิภาพ (Efficiency) ด้านข้อผิดพลาด (Few Errors) และด้านความสวยงาม น่าดึงดูด (Attractiveness) สอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้านั้นของ Kiget et al. (2014) ที่อธิบายว่าความสามารถในการเรียนรู้ (Learnability) มีผลต่อการใช้งานง่าย (Usability) และยังมีผลสอดคล้องกับงานวิจัยของ Nurhudatiana et al. (2018) ที่กล่าวว่า ด้านประสิทธิภาพ (Efficiency) ด้านข้อผิดพลาด (Few Errors) มีผลต่อความพึงพอใจของผู้ใช้ที่ใช้แอปพลิเคชันผ่านเว็บเบราว์เซอร์ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ และผู้ใช้มีการเรียนรู้ผ่านเว็บเบราว์เซอร์ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ผลดีกว่าการใช้งานด้วยอุปกรณ์โทรศัพท์เคลื่อนที่ และแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์โทรศัพท์เคลื่อนที่ที่จะสร้างแรงดึงดูดการใช้งานได้มากกว่าการใช้งานบนเครื่องคอมพิวเตอร์

ถึงแม้ว่าผลประเมินความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก แต่จากข้อคิดเห็นของผู้ใช้ที่ต้องการให้ปรับปรุงเรื่องความเร็วในการตอบสนองของแอปพลิเคชัน ข้อผิดพลาดการแสดงผลบางส่วน และข้อจำกัดของแอปพลิเคชันในส่วนของการจัดการโจทย์คำถามฝั่งงานยังไม่สามารถจัดการคำถามส่วนของเงื่อนไขทางเลือกได้ ดังนั้น แอปพลิเคชันนี้ควรพัฒนาต่อยอดให้มีความสมบูรณ์ขึ้นและปรับปรุงเรื่องประสิทธิภาพและแก้ไขข้อผิดพลาดต่อไปในอนาคต และผลลัพธ์ของงานวิจัยนี้ได้แสดงให้เห็นถึงคุณลักษณะต่าง ๆ ทั้งด้านความสามารถในการเรียนรู้ (Learnability) ด้านประสิทธิภาพ (Efficiency) ด้านข้อผิดพลาด (Few Errors) และด้านความสวยงาม น่าดึงดูด (Attractiveness) ของแอปพลิเคชันที่มีผลอย่างมากต่อความพึงพอใจของผู้ใช้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งแอปพลิเคชันที่ใช้แนวคิดหรือกลไกของเกมเป็นตัวขับเคลื่อน เพื่อให้แอปพลิเคชันมีความใช้งานง่าย (Usability) และนำใช้งาน

## เอกสารอ้างอิง

- ชนันต์ พุนเดช และ ธนิตา เลิศพรกุลรัตน์. (2559). แนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยแนวคิดเกมมิฟิเคชัน. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ 18(3): 331-339.
- บัญญัติ พูลสวัสดิ์ และ พนมพร ดอกประโคน. (2559). เกมบนโปรแกรมเชิงจินตภาพและแนวคิดเชิงคำนวณอย่างเป็นระบบ. Journal of Information Science and Technology 6(2): 9-16.
- เบญจภาคี จงหมื่นไวย์ กริช กองศรีมา แสงเพชร พระฉาย สายสุนีย์ จัปโจร และ อรัญ ชูกระเดื่อง. (2561). เกมมิฟิเคชันเพื่อการเรียนรู้. วารสารโครงการนวัตกรรมการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ 4(2): 34-43.
- เบญจวรรณ ถนอมชยธวัช ผ่องศรี วาณิชย์ศุภวงค์ วุฒิชัย เนียมเทศ และ ณัฐวิทย์ พจนตันติ. (2559). ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21: ความท้าทายในการพัฒนานักศึกษา. วารสารเครือข่ายวิทยาลัยพยาบาลและการสาธารณสุขภาคใต้ 3(2): 208-222.
- ผุสดี บุณรอด และ ประกายมาศ ศรีสุขทักษิณ. (2558). การค้นคืนข้อมูลขนาดใหญ่โดยใช้ภาษาสอบถามแบบไม่มีโครงสร้างร่วมกับเทคโนโลยีเว็บเชิงความหมาย. วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ 25(2): 255-264.
- ภาสกร เรืองรอง รุจโรจน์ แก้วอุไร ศศิธร นาม่วงอ่อน อพัชชา ช่างขวัญ ยืน และ ศุภสิทธิ์ เต็งคิว. (2561). Computational Thinking กับการศึกษาไทย. วารสารปัญญาภิวัฒน์ 10(3): 322-330.
- ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2562). ผลการประเมิน PISA 2018 : บทสรุปสำหรับผู้บริหาร. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). หน้า 1-9.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๖๐ - ๒๕๗๙. กรุงเทพฯ: บริษัท พรักหวานกราฟฟิค จำกัด. หน้า 75-92.
- สำนักนายกรัฐมนตรี สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2559). แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่สิบสอง พ.ศ. ๒๕๖๐ - ๒๕๖๔. กรุงเทพฯ: ม.ป.พ. หน้า 63-64.
- Agarwal, S. A. (2013). Data Mining: Data Mining Concepts and Techniques. In: 2013 International Conference on Machine Intelligence and Research Advancement. Katra. India. 203-207.
- Anwar, A. M., and Naseer, A. (2012). Information Mining in Assessment Data of Students' Performance. International Journal of Engineering Science and Innovative Technology (IJESIT) 1(2): 207-212.
- Buchanan, G., and Tashakkori, R. (2019). A Web-App for Analysis of Honey Bee Hive Data. In: 2019 SoutheastCon. Huntsville, AL, USA. 1-6.

- Carter, B. (2014). HTML Educational Node.js System (HENS) An applied system for web development. In: 2014 Annual Global Online Conference on Information and Computer Technology. Louisville, KY, USA. 27-31.
- Chitra, L. P., and Satapathy, R. (2017). Performance comparison and evaluation of Node.js and traditional web server (IIS). In: 2017 International Conference on Algorithms, Methodology, Models and Applications in Emerging Technologies (ICAMMAET). Chennai, India. 1-4.
- Ferianda, M. R., Herdiani, A., and Sardi, I. L. (2018). Increasing Students Interaction in Distance Education Using Gamification. In: 6 th International Conference on Information and Communication Technology (ICoICT). Bandung, Indonesia. 125-129.
- Google, LLC. (2020). Cloud Firestore. แหล่งข้อมูล : <https://firebase.google.com/docs/firestore>. ค้นเมื่อวันที่ 10 ตุลาคม 2563.
- Ivanova, G., Kozov, V., and Zlatarov, P. (2019). Gamification in Software Engineering Education. In: 2019 42nd International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO). Croatia. 1445-1450.
- Kiget, N. K., Wanyembi, G., and Peters, A. I. (2014). Evaluating Usability of E-Learning Systems in Universities. International Journal of Advanced Computer Science and Applications 5(8): 97-102.
- Lotlikar, P., Pathak, D., Herold, P. C., and Dasgupta, C. (2020). Tangible Flowchart Blocks for Fostering Logical Thinking in Visually Impaired Learners. In: 2020 IEEE 20th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT). Tartu, Estonia. 266-268.
- Malizia, A., Fogli, D., Danesi, F., Turchi, T., and Bell, D. (2017). TAPASPlay: A game-based learning approach to foster computation thinking skills. In: 2017 IEEE Symposium on Visual Languages and Human-Centric Computing (VL/HCC). Raleigh, NC, USA. 345-346.
- Mi, Q., Keung, J., Mei, X., Xiao, Y., and Chan, W. K. (2018). A Gamification Technique for Motivating Students to Learn Code Readability in Software Engineering. In: International Symposium on Educational Technology. Osaka, Japan. 250-254.
- Ming-Syan, C., Jiawei, H., and Philip, S. Yu. (1996). Data mining: an overview from a database perspective. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering 8(6): 866 - 883.
- Nurhudatiana, A., Hiu, A. N., and Ce, W. (2018). Should I Use Laptop or Smartphone? a Usability Study on an Online Learning Application. In: 2018 International Conference on Information Management and Technology (ICIMTech). Jakarta, Indonesia. 565-570.
- OpenJS Foundation. (n.d.). Node.js. แหล่งข้อมูล: <https://nodejs.org/en> ค้นเมื่อวันที่ 15 ตุลาคม 2563.
- Papadopoulous, I., Kogias, D., Patrikakis, C., and Marinou, C. (2017). Enhancing the student's logical thinking with Gherkin language. In: 2017 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON). Athens, Greece. 1543-1547.
- Pessoa, M., Alencar, L. F., Araújo, L., Melo, R., and Pires, F. (2019). Looking for Pets: a game for the logical reasoning development. In: 2019 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE). KY, USA. 1-4.
- Pianprasit, P., Seesai, P., and Rimcharoen, S. (2017). Association Rule Mining for Analyzing Placement Test of Computer Science Students. In: 2017 2nd International Conference on Information Technology (INCIT). Nakhonpathom, Thailand. 1-5.
- Shah, H., and Soomro, T. R. (2017). Node.js Challenges in Implementation. Global Journal of Computer Science and Technology: ENetwork, Web & Security 17(2): 73-83.
- Zafar, R., Yafi, E., Zuhairi, M. F., and Dao, H. (2016). Big Data: The NoSQL and RDBMS review. In: 2016 International Conference on Information and Communication Technology (ICICTM). Kuala Lumpur, Malaysia. 120-126.

