Journal of Information and Learning, (2022), 33(3), 34-45
Journal homepage: https://so04.tci-thaijo.org/index.php/jil

Research Article

The Development of a Board Game to Enhance Computational Thinking Skill and Motivation in Computer Programming Course for Undergraduate Students

การพัฒนาบอร์ดเกมที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณและแรงจูงใจในการเรียนวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี

Thawach Thammabut[1], Prakaiwan Chueakun[1], Rattikan Kaewthon[1], and Piyaporn Wonganu[2*]

ธวัช ธรรมบุตร[1], ประกายวรรณ เชื้อกุล[1], รัตติกาล แก้วโทน[1], และ ปิยพร วงศ์อนุ[2*]

[1]*Faculty of Technical Education, Rajamangala University of Technology Isan*

[1]*คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน*

[2]*Faculty of Education, Loei Rajabhat University*

[2]*คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย*

*Corresponding author: piyaporn.won@lru.ac.th

Received January 24, 2022 ▮ Revised April 28, 2022 ▮ Accepted May 3, 2022 ▮ Published December 20, 2022

Abstract

Computational Thinking is the most important skill in the digital disruptive era, which is rapidly changing and has radical implications for the skills needed in the future. Thus, the purposes of this study were to design and develop a board game to enhance computational thinking skills for undergraduate students, to investigate computational thinking, and to investigate the relationship between computational thinking, achievement scores and motivation in computer programming course. The one-group pretest–posttest pre-experimental design was employed in this study. The sample group in this research was 30 first- and second-year students of electronics and telecommunication technical education at Rajamangala University of Technology Isan, Khon Kaen Campus, which were selected by simple random sampling. The results revealed that the quality of the board game evaluated by experts was at good level ($\bar{X}$=4.02, S.D.=0.47). The investigation of computational thinking revealed that students had a good level of computational thinking (79.73%). It was found that the computational thinking consisted of the following four elements: decomposition, pattern recognition, abstraction, and algorithm design. There was a positive correlation between computational thinking and achievement scores (r=0.802). Furthermore, students' motivation in learning the computer programming course was at moderate level ($\bar{X}$=3.17, S.D.=0.92) higher than before studying the course where they had a low level of motivation ($\bar{X}$=2.47, S.D.=0.86). The findings imply that the board game might be used as supplementary material for improving students' achievement, computational thinking, and motivation in learning a computer programming course.

Keywords: Board game, Computational thinking, Constructivist, Programming

บทคัดย่อ

การคิดเชิงคำนวณเป็นทักษะที่สำคัญในยุคดิจิทัลดิสรัปชันที่มีการเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็วและรุนแรงส่งผลถึงความต้องการของทักษะในอนาคต ดังนั้น ในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาบอร์ดเกมที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ศึกษาการคิดเชิงคำนวณ ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดเชิงคำนวณกับผลสัมฤทธิ์และแรงจูงใจในการเรียนวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ รูปแบบการวิจัยคือ การวิจัยก่อนการทดลอง แบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนและหลังเรียน กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม ชั้นปีที่ 1 และ 2 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น จำนวน 30 คน ที่ได้จากการสุ่มอย่างง่าย ผลการวิจัยพบว่า บอร์ดเกมที่พัฒนามีผลการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับดี ($\bar{X}$=4.02, S.D.=0.47) ผลการศึกษาการคิดเชิงคำนวณ พบว่า ผู้เรียนมีการคิดเชิงคำนวณหลังเรียนอยู่ในระดับดี (ร้อยละ 79.73) และมี 4 องค์ประกอบ คือ การย่อยปัญหา การจดจำรูปแบบ ความคิดด้านนามธรรม และ การออกแบบอัลกอริทึม มีความสัมพันธ์เชิงบวก ระหว่างผลสัมฤทธิ์และทักษะการคิดเชิงคำนวณ (r=0.802) นอกจากนั้นพบว่าหลังเรียนผู้เรียนมีแรงจูงใจการเรียนวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์อยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X}$=3.17, S.D.=0.92) ซึ่งสูงกว่าก่อนเรียนที่มีแรงจูงใจอยู่ในระดับน้อย ($\bar{X}$=2.47, S.D.=0.86) จากผลการวิจัยนี้สามารถนำบอร์ดเกมไปประยุกต์ใช้เป็นสื่อเสริมเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการคิดเชิงคำนวณ และแรงจูงใจในรายวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ได้

คำสำคัญ: บอร์ดเกม, การคิดเชิงคำนวณ, คอนสตรัคติวิสต์, การเขียนโปรแกรม

บทนำ (Introduction)

ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมาได้มีการศึกษาเกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณ (Computational thinking) เพิ่มมากขึ้น ทั้งในระดับโรงเรียน (Zhong & Xia, 2018) และในระดับมหาวิทยาลัย (Liu & He, 2014) ซึ่งการคิดเชิงคำนวณเป็นทักษะที่สำคัญในยุคศตวรรษที่ 21 (Barr, Harrison, & Conery, 2011) ที่เกี่ยวข้องกับวิธีการแก้ปัญหา (Problem solving) การออกแบบระบบ (System designing) และวิธีการเข้าใจพฤติกรรมของมนุษย์ (Human behaviors) โดยการใช้แนวคิดทางวิทยาการคอมพิวเตอร์ (Korkmaz et al., 2017) เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งการคิดเชิงคำนวณเป็นทักษะพื้นฐานสำหรับทุกคน (Wing, 2006) ที่เกี่ยวข้องกับทักษะการคิด (Thinking skills) พฤติกรรม (Habits) และวิธีการ (Approaches) ที่นำไปสู่การแก้ปัญหา การออกแบบระบบ และการเข้าใจพฤติกรรมมนุษย์ ซึ่งองค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่ การย่อยปัญหา (Decomposition) การจดจำรูปแบบ (Pattern Recognition) ความคิดด้านนามธรรม (Abstraction) และการออกแบบอัลกอริทึม (Algorithm design) (Hunsaker, 2020; Rowe et al., 2017) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. การย่อยปัญหา (Decomposition) คือ การลดความซับซ้อนของปัญหาโดยการแบ่งปัญหาออกเป็นปัญหาเล็กๆ เพื่อให้สามารถจัดการได้ง่ายขึ้น ซึ่งเทียบได้กับการแยกตัวแปรหรือระบบสำหรับการทดสอบ

2. การจดจำรูปแบบ (Pattern Recognition) คือ การพิจารณาว่าปัญหาที่แบ่งออกมามีรูปแบบหรือลักษณะที่ซ้ำกันหรือไม่หรือสามารถจัดหมวดหมู่ของปัญหาได้

3. ความคิดด้านนามธรรม (Abstraction) คือ นำส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องออกเพื่อระบุและนำข้อมูลที่เกี่ยวข้องมากำหนดแนวคิดหลักและแนวทางการแก้ปัญหา

4. การออกแบบอัลกอริทึม (Algorithm Design) คือ การพัฒนาคำสั่งหรือแนวทางการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นเป็นตอนเพื่อใช้สำหรับการแก้ปัญหา

ซึ่งได้มีนักวิจัยได้ศึกษาแนวทางการพัฒนาการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียน เช่น การพัฒนาการคิดเชิงคำนวณผ่านโมดูลการแก้ปัญหา (Rodríguez et al., 2020) การส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณด้วยการออกแบบและนำเสนอข้อมูลด้วยภาพ (Özkök, 2021) หรือ รายงานการศึกษาเกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณในการศึกษารวมถึงการส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียน (Angeli & Giannakos, 2020) ซึ่งงานวิจัยเหล่านี้ได้แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการคิดเชิงคำนวณในปัจจุบัน นอกจากนั้นแล้วยังพบว่า อีกทักษะหนึ่งที่มีความสำคัญในยุคดิจิทัลคือทักษะการเขียนโปรแกรม ที่พบว่าในหลายประเทศได้มีหลักสูตรวิทยาการคอมพิวเตอร์ (Computer science) ทั้งในทวีปยุโรป เอเชีย และอเมริกาใต้ เพื่อแนะนำการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในทุกระดับชั้น (Fedorenko et al., 2019) ซึ่งในประเทศไทยได้บรรจุวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ลงในหลายหลักสูตรของการศึกษาระดับปริญญาตรี แต่อย่างไรก็ตามผู้เรียนมักจะประสบปัญหาในการเรียนวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ กล่าวคือ ผู้เรียนไม่สามารถเข้าใจความคิดรวบยอด (Conceptual) การทำงาน (Operational) และ ความรู้ในเชิงวิธีการ (Procedural knowledge) ในการเขียนโปรแกรม (Unal & Betul, 2020) ทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่ายและขาดแรงจูงใจในการเรียน (Bennedsen, 2008) วิธีการหนึ่งที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจ แรงผลักดัน และมีความสุขในการเรียน คือ การนำการเรียนรู้ด้วยเกม (Game-Based Learning) มาร่วมออกแบบการเรียนสอน (Figueiredo & García-Peñalvo, 2020) โดยการนำเนื้อหาบทเรียนมาออกแบบให้เป็นส่วนหนึ่งของเกม ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนุกสนาน และเกิดความสนใจในการเรียนนั้น จากงานวิจัยเรื่อง บอร์ดเกม RaBit EscApe ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ Apostolellis et al. (2014) พบว่า การเรียนรู้ด้วยเกมสามารถส่งเสริมการเรียนรู้ได้ ทำให้ผู้เรียนเกิดความท้าทายและสนใจในการเรียนรู้นั้น จะส่งให้เกิดความเข้าใจในการคิดเชิงคำนวณเพิ่มมากขึ้น หรือการเรียนรู้ด้วยเกมที่มีการส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณผ่านการเล่นแบบถอดปลั๊ก (Unplugged) และหุ่นยนต์ (Dwi et al., 2020) ที่พบว่า การเรียนรู้ด้วยเกมส่งผลดีต่อผู้เรียนและส่งผลให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนและมีผลการเรียนที่สูงขึ้น หรือ การเรียนรู้การคิดเชิงคำนวณแบบไม่ใช้คอมพิวเตอร์: การคิดเชิงคำนวณเกิดขึ้นได้อย่างไรเมื่อใช้บอร์ดเกม Wei-Chen and Ting-Chia, 2020 พบว่าบอร์ดเกมทำให้ผู้เรียนเกิดปฏิสัมพันธ์กันและเพิ่มระดับการคิดของผู้เรียนให้สูงขึ้น จากงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นว่าการเรียนรู้ด้วยเกมสามารถส่งเสริมการเรียนรู้โดยเฉพาะอย่างยิ่งการส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ นอกจากนั้นจะพบว่า บอร์ดเกมที่มีลักษณะเป็นการเล่นแบบถอดปลั๊ก (Unplugged) มีข้อดีหลายประการในการนำมาใช้ในการเรียนรู้ เช่น การส่งเสริมให้มีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างผู้เรียน เกิดการปลูกฝังทักษะทางสังคม การควบคุมอารมณ์ นอกจากนั้นยังสามารถพัฒนากระบวนการคิดขั้นสูงของผู้เรียนได้อีกด้วย (Dwi et al., 2020)

ดังนั้น ในงานวิจัยนี้จึงพัฒนาบอร์ดเกมที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียนโดยออกแบบผ่านเนื้อหาในรายวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ และนำการเรียนรู้ด้วยเกมมาร่วมออกแบบเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ไปพร้อมกับความสนุกสนานและมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนด้วยกันมากขึ้น โดยบอร์ดเกมที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณจะมีลักษณะเป็นการ์ดเกม เล่นได้หลายคนแบบตัวต่อตัว (face-to-face) ที่สามารถเล่นได้โดยไม่ต้องใช้คอมพิวเตอร์ ที่จะส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณรวมไปถึงส่งเสริมแรงจูงใจของผู้เรียนในการเรียนวิชาการเขียน

โปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ เพื่อให้ผู้เรียนมีความพร้อมในการทำงานต่อไปในอนาคตในยุคเทคโนโลยีที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรุนแรง (Disruptive technologies)

วัตถุประสงค์การวิจัย (Objectives)

1. เพื่อออกแบบและพัฒนาบอร์ดเกมที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี
2. เพื่อศึกษาทักษะการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียนที่เรียนด้วยบอร์ดเกมที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี
3. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียน
4. เพื่อศึกษาแรงจูงใจของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ก่อนและหลังการเรียนด้วยบอร์ดเกมที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี

สมมติฐานการวิจัย (Hypothesis)

1. บอร์ดเกมที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรีมีคุณภาพไม่น้อยกว่าระดับดี
2. ผู้เรียนที่เรียนด้วยบอร์ดเกมที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณมีทักษะการคิดเชิงคำนวณไม่น้อยกว่าระดับดี
3. ความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียนมีความสัมพันธ์เชิงบวกในระดับสูง
4. แรงจูงใจของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์หลังเรียนด้วยบอร์ดเกมที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรีมีค่าแรงจูงใจสูงกว่าก่อนเรียน

กรอบแนวคิดการวิจัย (Conceptual framework)

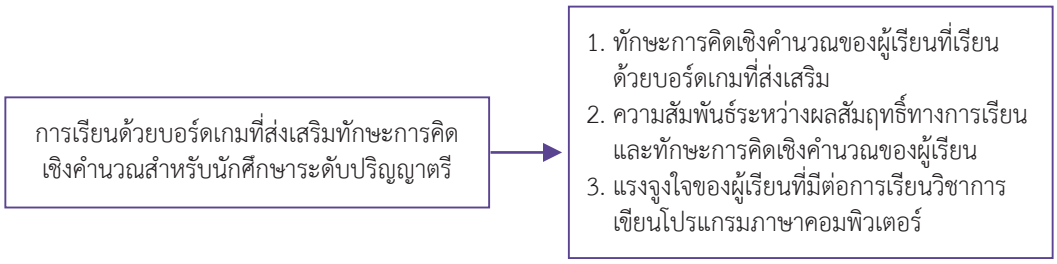

Figure 1 Conceptual framework
กรอบแนวคิดการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย (Methodology)

การศึกษาในครั้งนี้ใช้รูปแบบ การวิจัยก่อนการทดลอง (Pre-experimental research) แบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนและหลังเรียน (one group pretest posttest) ซึ่งมีวิธีการศึกษาดังนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม ชั้นปีที่ 1 และ 2 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น จำนวน 57 คน และคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างจากการสุ่มอย่างง่าย จำนวน 30 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ประกอบด้วยเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ บอร์ดเกมที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. แบบประเมินคุณภาพบอร์ดเกมที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ ประกอบด้วยการประเมิน 2 ด้าน คือ ด้านบอร์ดเกมที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ จำนวน 8 ข้อ และด้านคู่มือการใช้งานบอร์ดเกมที่ส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรม จำนวน 7 ข้อ และตรวจสอบความสอดคล้องประเด็นการประเมินกับกรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีโดยผู้เชี่ยวชาญ
2. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ มีลักษณะเป็นแบบอัตนัย จำนวน 2 ข้อ คะแนนเต็ม 20 คะแนน และตรวจสอบความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ
3. แบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ มีลักษณะเป็นแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ คะแนนเต็ม 25 คะแนน และตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างประเด็นการวัดกับกรอบแนวคิดทักษะการคิดเชิงคำนวณโดยผู้เชี่ยวชาญ
4. แบบสัมภาษณ์การคิดเชิงคำนวณ มีลักษณะกึ่งโครงสร้าง จำนวน 4 ข้อ ตามกรอบแนวคิดทักษะการคิดเชิงคำนวณ 4 องค์ประกอบ ได้แก่ การย่อยปัญหา การจดจำรูป

แบบ ความคิดด้านนามธรรม และ การออกแบบอัลกอริทึม และตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างประเด็นการสัมภาษณ์กับกรอบแนวคิดทักษะการคิดเชิงคำนวณโดยผู้เชี่ยวชาญ

5. แบบสอบถามแรงจูงใจของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ที่ประยุกต์จาก (Kaeosueptrakul & Srisawasdi, 2015) โดยแบบสอบถามมีจำนวน 15 ข้อ ใช้มาตรวัดลิเคิร์ท (Likert scale) ซึ่งใช้เกณฑ์ 5 ระดับ แทน 5 ความหมายคือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด วัดความสอดคล้องภายใน (Internal consistency) จากการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์แอลฟ่าของครอนบัค (Cronbach's alpha coefficient) ได้เท่ากับ 0.73 ซึ่งแสดงถึงแบบสอบถามที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ศึกษาแรงจูงใจของผู้เรียนได้

การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

1. คุณภาพบอร์ดเกมที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณโดยการนำบอร์ดเกมที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน ประเมินในด้านบอร์ดเกมและด้านคู่มือการใช้งานบอร์ดเกมที่ส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรม จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสรุปตีความและบรรยายเชิงวิเคราะห์

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ โดยการนำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ให้ผู้เรียนทำก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบอร์ดเกมที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสรุปตีความและบรรยายเชิงวิเคราะห์

3. ทักษะการคิดเชิงคำนวณ โดยการนำแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณให้ผู้เรียนทำก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบอร์ดเกมที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และแปลความหมายของระดับทักษะการคิดเชิงคำนวณโดยการประยุกต์จากระดับทักษะการคิดเชิงคำนวณ (Samri et al., 2020) ดังนี้

ร้อยละ 80-100	หมายถึง	ดีเยี่ยม
ร้อยละ 70-79	หมายถึง	ดี
ร้อยละ 60-69	หมายถึง	พอใช้
ร้อยละ 50-59	หมายถึง	ค่อนข้างต่ำ
ร้อยละต่ำกว่า 50	หมายถึง	ต้องปรับปรุง

จากนั้นสัมภาษณ์ผู้เรียนโดยใช้แบบสัมภาษณ์การคิดเชิงคำนวณ ที่มีลักษณะกึ่งโครงสร้างตามกรอบแนวคิดทักษะการคิดเชิงคำนวณ 4 องค์ประกอบ ได้แก่ การย่อยปัญหา การจดจำรูปแบบ ความคิดด้านนามธรรม และการออกแบบอัลกอริทึม และวิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์โปรโตคอล สรุปตีความและบรรยายเชิงวิเคราะห์

4. ความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดเชิงคำนวณ โดยนำค่าคะแนนผลสัมฤทธิ์และค่าคะแนนทักษะการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียน มาวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ของ Pearson (Pearson correlation) และแปลความหมายระดับความสัมพันธ์ดังนี้ (Uzun et al., 2017)

0.90-1.00 หมายถึง มีความสัมพันธ์กันสูงมาก
0.70-0.90 หมายถึง มีความสัมพันธ์กันในระดับสูง
0.50-0.70 หมายถึง มีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลาง
0.30-0.50 หมายถึง มีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำ
0.00-0.30 หมายถึง มีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำมาก

5. แรงจูงใจของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ โดยการนำแบบสอบถามแรงจูงใจให้ผู้เรียนทำก่อนและหลังเรียนด้วยบอร์ดเกมที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ และแปลความหมายระดับแรงจูงใจโดยใช้เกณฑ์ดังนี้ (Al-Ta'ani, 2018)

4.50-5.00 หมายถึง ระดับแรงจูงใจอยู่ในระดับมากที่สุด
3.50-4.49 หมายถึง ระดับแรงจูงใจมาก
2.50-3.49 หมายถึง ระดับแรงจูงใจปานกลาง
1.50-2.49 หมายถึง ระดับแรงจูงใจน้อย
1.00-1.49 หมายถึง ระดับแรงจูงใจน้อยที่สุด

ผลการวิจัย (Results)

ผลการวิจัยการพัฒนาบอร์ดเกมที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณและแรงจูงใจในการเรียนวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มีผลตามวัตถุประสงค์การวิจัย ดังนี้

1. ผลการออกแบบและพัฒนาบอร์ดเกมที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ผู้วิจัยแบ่งออกเป็น 2 ด้าน ดังนี้

1.1 ผลการสังเคราะห์กรอบแนวคิดการออกแบบ

กรอบแนวคิดการออกแบบได้อาศัยพื้นฐานของหลักการทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เชิงปัญญา ที่ว่าด้วยการสร้างความรู้เกิดจากการกระตุ้นโครงสร้างทางปัญญาโดยทำให้ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญา (Cognitive conflict) (Piaget, 1976) และหลักการเรียนรู้ที่เหมาะสม (Brown et al., 1989) ที่มุ่งเน้นการสร้างปัญหานั้นให้เป็นตามสภาพจริง นอกจากนั้นยังอาศัยพื้นฐานการคิดเชิงคำนวณ (Computational thinking) ที่ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่ การย่อยปัญหา การจดจำรูปแบบ ความคิดด้านนามธรรม และการออกแบบอัลกอริทึม โดยออกแบบออกเป็นด่านเกม จำนวน 5 ด่าน ซึ่งกรอบแนวคิดการออกแบบของบอร์ดเกมแสดงดัง Figure 2 จะพบว่า การกระตุ้นโครงสร้างทางปัญญาทำโดยอาศัยด่านเกมที่มอบสถานการณ์ปัญหาและภารกิจตามกรอบการคิดเชิงคำนวณ ที่จะให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติภารกิจตามที่กำหนดไว้ โดยบอร์ดเกมที่พัฒนาขึ้นมาแสดงดัง Figure 3 ซึ่งประกอบไปด้วย

1.1.1 กระดานเล่นเกม ที่ออกแบบให้สามารถใช้ได้ทั้งสองด้าน โดยแบ่งออกตามด่านที่กำหนดไว้

1.1.2 กระดานของผู้เล่น ที่ออกแบบให้วางการ์ดคำสั่งได้ 10 คำสั่ง

1.1.3 การ์ดคำสั่ง ที่ออกแบบตามการทำงานของการเขียนโปรแกรมแบบวนลูป ประกอบด้วย การ์ดคำสั่ง เดินหน้า เลี้ยวขวา เลี้ยวซ้าย และวนลูป

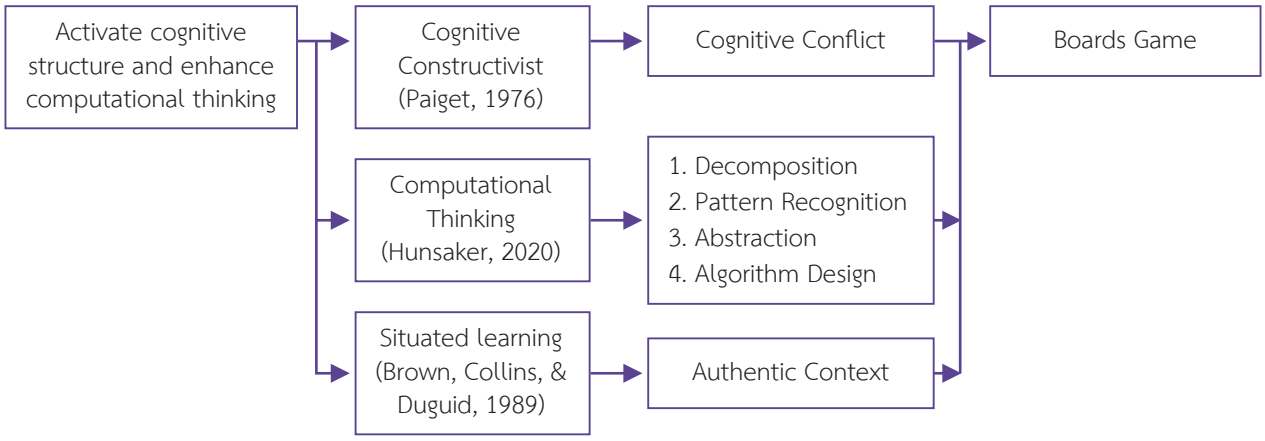

Figure 2 Designing framework of board game to enhance computational thinking skill
กรอบแนวคิดการออกแบบของบอร์ดเกมที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ

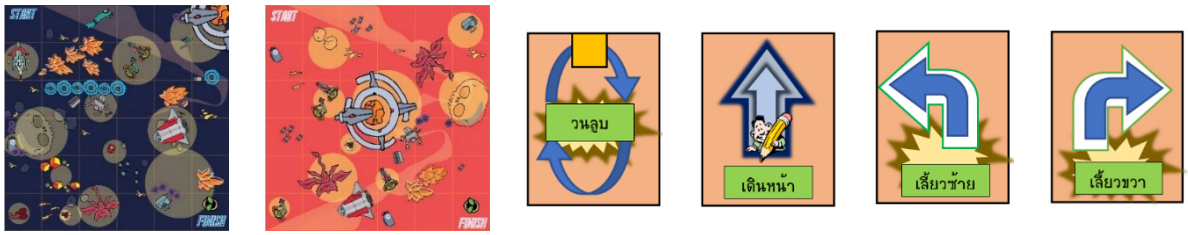

Figure 3 Board game to enhance computational thinking skill
บอร์ดเกมที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ

1.2 ผลการประเมินคุณภาพของบอร์ดเกมที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ

ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ได้ประเมินคุณภาพบอร์ดเกมใน 2 ด้าน คือ ด้านบอร์ดเกมและคู่มือบอร์ดเกม พบว่ามีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.02 (S.D.=0.47) โดยแบ่งเป็นด้านบอร์ดเกม เท่ากับ 4.20 (S.D.=0.47) พบว่า บอร์ดเกมมีเนื้อหาถูกต้อง ทันสมัย สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริง มีความสวยงามดึงดูดความสนใจ พกพาได้ง่ายและสะดวก ใช้งานได้ทุกที่ทุกเวลา และด้านคู่มือบอร์ดเกมเท่ากับ 3.86 (S.D.=0.47) พบว่าคำอธิบายมีความชัดเจน การจัดเรียงลำดับขั้นตอน เข้าใจง่าย ภาพประกอบสอดคล้องกับขนาดตัวหนังสือที่ใช้เหมาะสมกับคู่มือ ดังแสดงใน Table 1 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า บอร์ดเกมส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณมีคุณภาพอยู่ในระดับดี ซึ่งอาจจะเกิดจากการออกแบบตามหลักการทฤษฎีที่ตั้งไว้ และได้นำไปใช้เพื่อศึกษาทักษะการคิดเชิงคำนวณและแรงจูงใจในการเรียนวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ของผู้เรียนต่อไป

Table 1 The quality of board game to enhance computational thinking skill
ผลการประเมินคุณภาพของบอร์ดเกมที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ

รายการประเมินคุณภาพ	$\bar{X}$	S.D.	การแปลความหมาย
1. ด้านบอร์ดเกมที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ			
1.1 เนื้อหาถูกต้อง ทันสมัย สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริง	4.00	0.00	ดี
1.2 การออกแบบบอร์ดเกม มีความสวยงาม ดึงดูดความสนใจ	4.00	0.00	ดี
1.3 การ์ด สัญลักษณ์ ไอคอนที่ใช้ สื่อความหมาย เข้าใจง่าย	4.33	0.53	ดี
1.4 วัสดุที่ใช้มีความแข็งแรง	4.33	0.53	ดี
1.5 สามารถพกพาได้ง่ายและสะดวก	4.33	0.53	ดี
1.6 สามารถใช้งานได้ทุกที่ทุกเวลา	4.33	0.53	ดี
1.7 จำนวนด่านในบอร์ดเกมมีปริมาณเหมาะสม	4.00	0.00	ดี
1.8 สามารถส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรม	4.33	0.53	ดี
เฉลี่ยด้านบอร์ดเกม	4.20	0.41	ดี
2. ด้านคู่มือการใช้งานบอร์ดเกมที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ			
2.1 คำอธิบายส่วนประกอบของบอร์ดเกมมีความชัดเจน	3.67	0.58	ดี
2.2 คำชี้แจงการใช้คู่มือเข้าใจง่าย	3.67	0.58	ดี
2.3 การจัดเรียงลำดับขั้นตอนดูแล้วเข้าใจง่าย	4.00	0.00	ดี
2.4 ภาพประกอบสอดคล้องกับเนื้อหา เข้าใจง่าย	4.33	0.58	ดี
2.5 คำอธิบายวิธีการเล่นเหมาะสม เข้าใจง่าย	3.67	0.58	ดี
2.6 ขนาดตัวหนังสือที่ใช้เหมาะสมกับคู่มือ	4.00	0.00	ดี
2.7 คำแนะนำในคู่มือมีความชัดเจน	3.67	0.58	ดี
เฉลี่ยด้านคู่มือการใช้งานบอร์ดเกม	3.86	0.47	ดี
เฉลี่ยรวมทั้งหมด	4.02	0.47	ดี

2. ผลการศึกษาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่เรียนด้วยบอร์ดเกมที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี

คะแนนทักษะการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียน พบว่า ก่อนเรียนมีค่าคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 15.56 คะแนน (S.D.=1.75) จากคะแนนเต็ม 25 คะแนน หรือคิดเป็นร้อยละ 62.27 อยู่ในระดับพอใช้ โดยแบ่งเป็น ระดับต้องปรับปรุง 1 คน ระดับค่อนข้างต่ำ 10 คน ระดับพอใช้ 13 คน และ ระดับดี 6 คน และหลังเรียนมีค่าคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 19.93 คะแนน (S.D.=2.74) หรือคิดเป็นร้อยละ 79.73 อยู่ในระดับดี โดยแบ่งเป็น ระดับพอใช้ 4 คน และระดับดี 12 คน และระดับดีมาก 14 คน ดังแสดงใน Table 2 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการเรียนด้วยบอร์ดเกมช่วยพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียนโดยรวมอยู่ในระดับดี

Table 2 The level of students' computational thinking skills
ระดับทักษะการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียน

	คะแนนเฉลี่ย	S.D.	ระดับเฉลี่ย	ระดับทักษะการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียน (คน)				
				ต้องปรับปรุง	ค่อนข้างต่ำ	พอใช้	ดี	ดีมาก
ก่อนเรียน	62.27	1.75	พอใช้	1	10	13	6	0
หลังเรียน	79.73	2.74	ดี	0	0	4	12	14

จากนั้นผลการสัมภาษณ์ผู้เรียนหลังจากเรียนรู้ด้วยบอร์ดเกมที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ พบว่า ผู้เรียนมีทักษะการคิดเชิงคำนวณ 4 องค์ประกอบ ได้แก่ การย่อยปัญหา การจดจำรูปแบบ ความคิดด้านนามธรรม และการออกแบบอัลกอริทึม ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.1 การย่อยปัญหา พบว่า ผู้เรียนสามารถแยกองค์ประกอบและแบ่งขั้นตอนในการทำภารกิจการเรียนรู้ในแต่ละด่านได้ ซึ่งในด่านที่ 1 จะให้ผู้เรียนเดินไปถ่ายรูปหุ่นยนต์กู้ภัยและเดินทางไปส่งรูปที่จุดนัดพบได้ โดยมีข้อจำกัด คือ พลังงานสามารถเดินทางได้ 5 ช่อง และจะมีสถานีเติมพลังงานอยู่ระหว่างทาง โดยผู้เรียนสามารถย่อยปัญหาออกเป็น 3 ปัญหาและแบ่งขั้นตอนได้ดังนี้ 1) เดินไปถ่ายรูปหุ่นยนต์ 2) เดินไปเติมพลังงาน 3) เดินทางไปจุดนัดพบ

2.2 การจดจำรูปแบบ พบว่า ผู้เรียนสามารถหาความสัมพันธ์ของรูปแบบการเดินทางได้ โดยผู้เรียน พบว่า การเดินทางไปถ่ายรูปหุ่นยนต์ใช้คำสั่งดังนี้ คือ เดินหน้า เลี้ยวขวา เดินหน้า เลี้ยวซ้าย เดินหน้า เลี้ยวขวา เดินหน้า เลี้ยวซ้าย เดินหน้า ซึ่งผู้เรียนหารูปแบบการเดินได้ คือ เดินหน้า เลี้ยวขวา เดินหน้า เลี้ยวซ้าย ซึ่งมีรูปแบบนี้ 2 ครั้ง ซึ่งสามารถทดแทนโดยใช้การ์ดคำสั่งวนลูปแทนได้

2.3 ความคิดด้านนามธรรม พบว่า ผู้เรียนสามารถมุ่งความคิดไปที่ข้อมูลสำคัญและคัดกรองส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องออกไปได้ โดยผู้เรียนมุ่งไปที่การเดินทางถ่ายรูปหุ่นยนต์และเดินทางไปยังจุดนัดพบ แต่จากโจทย์ที่กำหนดทำให้ต้องไปเติมพลังงานที่สถานีก่อน โดยผู้เรียนไม่ได้สนใจเดินไปยังพื้นที่อื่นในแผนที่

2.4 การออกแบบอัลกอริทึม พบว่า ผู้เรียนสามารถสร้างแนวทางแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นเป็นตอน คือ ขั้นตอนการเดินทางจุดเริ่มต้นไปยังจุดถ่ายรูปหุ่นยนต์จากนั้นเดินทางไปเติมพลังงานที่สถานีและสุดท้ายเดินทางไปยังจุดนัดพบ โดยผู้เรียนสามารถสร้างรูปแบบการเดินที่ใช้ระยะทางสั้นที่สุดและใช้การ์ดคำสั่งน้อยที่สุดได้

3. ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียน

ค่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนหลังเรียนด้วยบอร์ดเกมที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ พบว่า มีค่าคะแนนเฉลี่ย 16.36 คะแนน (S.D.=2.56) จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน หรือคิดเป็นร้อยละ 81.83 อยู่ในระดับดีเยี่ยม ซึ่งสูงกว่าก่อนเรียนที่มีค่าคะแนน 8.93 คะแนน (S.D.=1.50) หรือคิดเป็นร้อยละ 44.66 อยู่ในระดับต้องปรับปรุง จากนั้นนำมาศึกษาความสัมพันธ์กับค่าคะแนนทักษะการคิดเชิงคำนวณโดยนำค่าคะแนนทั้งสองมาพล็อตกราฟ scattering plot แสดงดัง Figure 4 พบว่าค่าคะแนนทักษะการคิดเชิงคำนวณมีความสัมพันธ์กับคะแนนผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนเป็นเชิงบวก สังเกตได้จากเส้น regression ที่มีความชันเป็นบวก

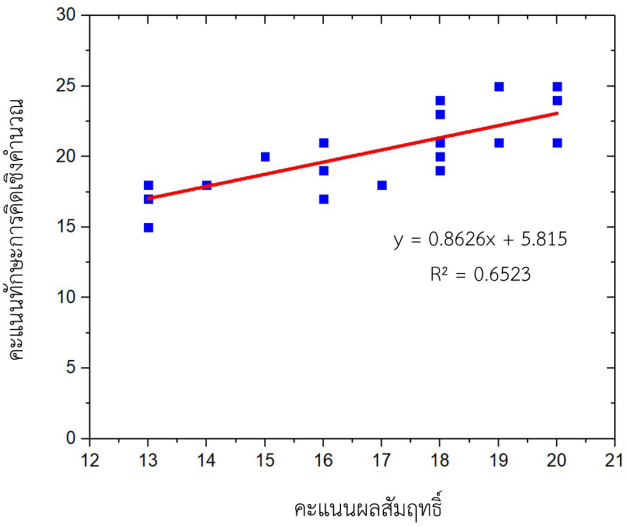

Figure 4 The relationship between achievement score and computational thinking
ความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์และทักษะการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียน

จากนั้นวิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยการหาค่าสหสัมพันธ์ พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) มีค่าเท่ากับ 0.802 แสดงว่าทักษะการคิดเชิงคำนวณและผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนมีความสัมพันธ์กันเป็นเชิงบวกในระดับสูง แสดงให้เห็นว่า ผู้เรียนที่มีคะแนนการคิดเชิงคำนวณสูงจะมีค่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงไปด้วย

4. ผลการศึกษาแรงจูงใจของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ก่อนและหลังการเรียนด้วยบอร์ดเกมที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี

พบว่า ก่อนเรียนผู้เรียนมีคะแนนแรงจูงใจในการเรียนวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์โดยรวมเท่ากับ 2.47 (S.D.=0.86) อยู่ในระดับแรงจูงใจน้อย และหลังเรียนผู้เรียนมีแรงจูงใจเท่ากับ 3.17 (S.D.=0.92) อยู่ในระดับแรงจูงใจปานกลาง เมื่อนำมาเปรียบเทียบกัน พบว่าแรงจูงใจโดยรวมหลังเรียนมีค่าสูงกว่าก่อนเรียน โดยด้านแรงจูงใจภายในของผู้เรียนเกิดการพัฒนาแรงจูงใจมากขึ้นที่สุด คือ เพิ่มจากระดับน้อยไปสู่ระดับมาก แต่อย่างไรก็ตามแม้ว่าค่าเฉลี่ยของแรงจูงใจในด้านการทำงานด้านการรับรู้สมรรถนะในตนเอง ด้านแรงจูงใจด้านผลการเรียนและด้านการกำหนดตัวเอง มีค่าเฉลี่ยของแรงจูงใจหลังเรียนสูงขึ้นกว่าก่อนเรียน แต่เมื่อแปลผลออกมาพบว่าแรงจูงใจยังอยู่ในระดับเดิม คือ อยู่ระดับน้อย (ด้านการรับรู้สมรรถนะในตนเองและด้านการกำหนดตัวเอง) และระดับปานกลาง (ด้านการทำงานและด้านผลการเรียน) และข้อที่มีค่าคะแนนเฉลี่ยแรงจูงใจสูงสุด คือ การเป็นโปรแกรมเมอร์สามารถสร้างรายได้สูง เท่ากับ 4.17 (S.D.=0.86) โดยผู้เรียนเชื่อว่าอาชีพโปรแกรมเมอร์ในยุคปัจจุบันสามารถสร้างรายได้สูง ส่วนแรงจูงใจที่มีค่าต่ำที่สุด คือ ฉันใช้วิธีการเรียนที่หลากหลายในวิชาเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ มีค่าเท่ากับ 1.80 (S.D=0.79) โดยผู้เรียนให้เหตุผลว่า ไม่รู้จะใช้วิธีการอย่างไรนอกจากใช้เวลาการฝึกเขียนโปรแกรมให้มากขึ้น โดยแรงจูงใจของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ก่อนและหลังการเรียนด้วยบอร์ดเกม แสดงดัง Table 3

Table 3 Student's learning motivation before & after learning the computer programing course
แรงจูงใจก่อนและหลังการเรียนของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์

แรงจูงใจของผู้เรียน	ก่อนเรียน			หลังเรียน		
	$\bar{X}$	S.D.	แปลความ	$\bar{X}$	S.D.	แปลความ
1. ด้านแรงจูงใจภายใน						
1.1 การเรียนวิชาการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เป็นวิชาที่น่าสนใจ	3.00	1.03	ปานกลาง	4.07	0.85	มาก
1.2 การเรียนวิชาการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้	2.00	0.77	น้อย	2.87	0.76	ปานกลาง

Table 3 Student's learning motivation before & after learning the computer programing course (cont.)
แรงจูงใจก่อนและหลังการเรียนของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์

แรงจูงใจของผู้เรียน	ก่อนเรียน			หลังเรียน		
	$\bar{X}$	S.D.	แปลความ	$\bar{X}$	S.D.	แปลความ
1.3 ต้องการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ให้เก่ง	2.57	1.14	ปานกลาง	4.17	0.82	มาก
1.4 รู้สึกสนุกในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์	2.07	1.14	ปานกลาง	3.37	1.05	ปานกลาง
1.5 ต้องการได้ความรู้ในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์	2.77	0.72	ปานกลาง	3.13	0.76	ปานกลาง
ค่าเฉลี่ยด้านแรงจูงใจภายใน	2.48	0.90	น้อย	3.62	0.84	มาก
2. ด้านแรงจูงใจด้านการทำงาน						
2.1 อยากทำงานเป็นโปรแกรมเมอร์	2.30	1.15	น้อย	2.53	1.18	ปานกลาง
2.2 การเป็นโปรแกรมเมอร์สามารถสร้างรายได้สูง	2.97	0.94	ปานกลาง	4.17	0.86	มาก
2.3 การเป็นโปรแกรมเมอร์ทำให้รู้สึกเท่ห์เป็นที่ชื่นชมของคนทั่วไป	3.03	0.79	ปานกลาง	3.80	0.91	มาก
2.4 การเรียนวิชาการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ทำให้หางานได้ง่าย	3.07	0.81	ปานกลาง	3.47	0.92	ปานกลาง
ค่าเฉลี่ยด้านแรงจูงใจด้านการทำงาน	2.84	0.92	ปานกลาง	3.49	0.96	ปานกลาง
3. ด้านการรับรู้สมรรถนะในตนเอง						
3.1 ฉันมั่นใจว่าสามารถเข้าใจเนื้อหาหลักการเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ได้	2.10	1.14	น้อย	2.40	0.98	น้อย
3.2 ฉันมั่นใจว่าสามารถสอบผ่านวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์	1.83	0.77	น้อย	2.33	1.07	น้อย
ค่าเฉลี่ยด้านการรับรู้สมรรถนะในตนเอง	1.96	0.95	น้อย	2.36	1.02	น้อย
4. ด้านแรงจูงใจด้านผลการเรียน						
4.1 ต้องการได้เกรดเฉลี่ยวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์สูงขึ้น	3.57	0.55	มาก	4.10	0.70	มาก
4.2 ต้องการเรียนวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ให้เก่งกว่าคนอื่น	2.53	1.08	ปานกลาง	2.70	1.13	ปานกลาง
ค่าเฉลี่ยด้านแรงจูงใจด้านผลการเรียน	3.05	0.81	ปานกลาง	3.40	0.91	ปานกลาง
5. ด้านการกำหนดตัวเอง						
5.1 ฉันใช้วิธีการเรียนที่หลากหลายในวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์	1.77	0.71	น้อย	1.80	0.79	น้อย
5.2 ฉันทุ่มเทเวลาในการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์	1.53	0.49	น้อย	2.73	1.15	ปานกลาง
ค่าเฉลี่ยด้านการกำหนดตัวเอง	1.65	0.60	น้อย	2.26	0.97	น้อย
ค่าเฉลี่ยรวมแรงจูงใจของผู้เรียน	2.47	0.86	น้อย	3.17	0.92	ปานกลาง

อภิปรายผล (Discussions)

จากผลการวิจัยการพัฒนาบอร์ดเกมที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณและแรงจูงใจในการเรียนวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี สามารถอภิปรายผลตามวัตถุประสงค์การวิจัยได้ ดังนี้

1. ผลการออกแบบและพัฒนาบอร์ดเกมที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี พบว่า มีกระบวนการพัฒนาโดยการสังเคราะห์กรอบแนวคิดการออกแบบที่อาศัยพื้นฐานของหลักการทฤษฎีที่สำคัญ คือ ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ การเรียนรู้ที่เหมาะสม และการคิดเชิงคำนวณ จากนั้นจึงนำไปพัฒนาเป็นบอร์ดเกมที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ โดยบอร์ดเกมประกอบด้วย กระดานเล่นเกม กระดานของผู้เล่น และการ์ดคำสั่ง และมีจำนวน 5 ด่าน ที่ให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติภารกิจการเรียนรู้ตามเนื้อหาของการเขียนโปรแกรมแบบวนลูปและส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณทั้ง 4 องค์ประกอบ ได้แก่ การย่อยปัญหา การจดจำรูปแบบ ความคิดด้านนามธรรม และการออกแบบอัลกอริทึม ผลการประเมินคุณภาพของบอร์ดเกมพบว่ามีคุณภาพอยู่ในระดับดี ($\bar{X}$=4.02, S.D.=0.47) ในด้านบอร์ดเกมมีเนื้อหา ถูกต้อง ทันสมัย ส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรม และในด้านคู่มือมีส่วนประกอบของบอร์ดเกมมีความชัดเจน ภาพประกอบสอดคล้องกับเนื้อหา เข้าใจง่าย ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการออกแบบบอร์ดเกมตามหลักการทฤษฎีที่ได้สังเคราะห์ตามกรอบแนวคิดการออกแบบ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Tsarava et al. (2018) ที่ออกแบบบอร์ดเกมปูและเต่า (Crabs & Turtles) ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ โดยใช้หลักการทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์และกรอบแนวคิดการคิดเชิงคำนวณที่ประกอบด้วย คือ การย่อยปัญหา การจดจำรูปแบบ ความคิดด้านนามธรรม การประเมิน และ การออกแบบอัลกอริทึม เพื่อส่งเสริมเชิงคำนวณของผู้เรียน

2. ผลการศึกษาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่เรียนด้วยบอร์ดเกมที่ส่งเสริมทักษะ พบว่า ผู้เรียนมีทักษะการคิดเชิงคำนวณหลังเรียนอยู่ในระดับดี สูงกว่าก่อนเรียนที่อยู่ระดับพอใช้ และพบทักษะการคิดเชิงคำนวณทั้ง 4 องค์ประกอบ คือ การย่อยปัญหา การจดจำรูปแบบ ความคิดด้านนามธรรม และการออกแบบอัลกอริทึม ดังจะเห็นได้จากผลการสัมภาษณ์ของผู้เรียน เช่น ในองค์ประกอบการย่อยปัญหาที่ผู้เรียนสามารถแยกปัญหาและแบ่งขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ เป็นต้น ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ Apostolellis et al. (2014), Sara et al. (2016), and Scirea and Valente (2020) ที่พบว่า บอร์ดเกมสามารถพัฒนาการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียนได้ ซึ่งข้อค้นพบที่ได้นี้อาจเป็นผลมาจากการเรียนรู้ด้วยบอร์ดเกมที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น นำกรอบแนวคิดการคิดเชิงคำนวณทั้ง 4 องค์ประกอบมาเป็นพื้นฐานในการออกแบบภารกิจการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติภารกิจการเรียนรู้ในแต่ละด่าน

3. ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียน พบว่า มีความสัมพันธ์เชิงบวก โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) มีค่าเท่ากับ 0.802 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าถ้าผู้เรียนมีทักษะการคิดเชิงคำนวณสูงจะมีค่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงตามไปด้วย ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ Lapawi and Husnin (2020) and Mindetbay et al. (2019) ที่พบว่า การคิดเชิงคำนวณและคะแนนผลสัมฤทธิ์มีความสัมพันธ์กัน ซึ่งข้อค้นพบที่ได้นี้อาจเป็นผลมาจากการออกแบบภารกิจการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณผ่านเนื้อหาของวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ นั่นคือผู้เรียนที่สามารถปฏิบัติภารกิจการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณได้จะต้องมีความเข้าใจในหลักการเขียนโปรแกรมในเรื่องการวนลูปสูงไปด้วย

4. ผลการศึกษาแรงจูงใจของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ก่อนและหลังการเรียนด้วยบอร์ดเกมที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี พบว่า หลังเรียนด้วยบอร์ดเกมที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณผู้เรียนมีระดับแรงจูงใจอยู่ในระดับปานกลางสูงกว่าก่อนเรียนที่อยู่ในระดับน้อย ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ Apostolellis et al. (2014), Jordaan (2018), and Taspinar et al. (2016) ที่พบว่า บอร์ดเกมช่วยสร้างแรงจูงใจให้กับผู้เรียนในวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ ซึ่งข้อค้นพบที่ได้นี้อาจเป็นผลมาจากการเรียนรู้ด้วยบอร์ดเกมที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณมีความสนุกสนาน เนื่องจากออกแบบโดยใช้พื้นฐานหลักการเรียนรู้ด้วยเกมที่ให้เรียนรู้ด้วยความสนุกและมีการแข่งขันกันระหว่างผู้เล่น ทำให้เกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้เกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์มากขึ้น แต่อย่างไรก็ตามผลระดับแรงจูงใจโดยรวมที่เกิดขึ้นยังอยู่ในระดับปานกลาง และหากพิจารณาลงไปในแต่ละด้านจะพบว่าบางด้านผู้เรียนยังไม่เกิดแรงจูงใจ เช่น ในด้านการรับรู้สมรรถนะในตนเองและด้านการกำหนดตัวเองที่แรงจูงใจก่อนและหลังเรียนยังอยู่ในระดับน้อย ซึ่งปัจจัยที่อาจมีผลต่อแรงจูงใจอาจจะเกิดจากบอร์ดเกมยังไม่ครอบคลุมเนื้อหาทั้งหมดของวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ ดังนั้นผู้เรียนจึงอาจจะยังไม่สามารถเข้าใจถึงหลักการและเนื้อหาทั้งหมดได้ นอกจากนั้นบอร์ดเกมยังขาดการส่งเสริมเทคนิคหรือวิธีการเรียนที่หลากหลาย ส่งผลให้ผู้เรียนไม่ทราบถึงวิธีการฝึกหัดการเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ และในด้านการทำงานและด้านผลการเรียนปัจจัยที่อาจมีผลต่อแรงจูงใจอาจจะเกิดจากบอร์ดเกมขาดการยกตัวอย่างโปรแกรมเมอร์ที่ประสบความสำเร็จในการทำงานรวมไปถึงเงินรายได้ที่เชื่อมโยงกับผลการเรียนในรายวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์

ในงานวิจัยนี้ได้นำเสนอการออกแบบและพัฒนาบอร์ดเกมที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณและแรงจูงใจในการเรียนวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ โดยบอร์ดเกมที่พัฒนาขึ้นมามีคุณภาพอยู่ในระดับดี สามารถใช้เป็นสื่อเสริมเพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียนรวมไปถึงแรงจูงใจในการเรียนวิชาโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์อีกด้วย

ข้อเสนอแนะ (Recommendations)

จากผลการวิจัยและอภิปรายผล ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้และข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไปดังนี้

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

1. การนำบอร์ดเกมที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณไปใช้ควรศึกษาบริบทและความรู้เดิมของผู้เรียน

2. ผู้สอนควรเข้าไปเป็นโค้ช (Coach) เพื่อให้คำแนะนำแก่ผู้เรียนเมื่อผู้เรียนไม่สามารถแก้ปัญหาได้

ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. เพิ่มเนื้อหาการเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ให้ครอบคลุมทั้งรายวิชา เช่น เรื่องตัวแปร ตัวดำเนินการ หรือควบคุมเงื่อนไข เป็นต้น เพื่อส่งเสริมแรงจูงใจในด้านการรับรู้สมรรถนะในตนเองและด้านการกำหนดตัวเอง

2. เพิ่มองค์ประกอบของบอร์ดเกม คือ ศูนย์การช่วยเหลือโดยสร้างตัวละครสำหรับการให้คำแนะนำในการเล่นหรือการทำภารกิจในบอร์ดเกมเป็นโปรแกรมเมอร์ที่ประสบความสำเร็จและมีชื่อเสียง เพื่อส่งเสริมแรงจูงใจในด้านการทำงานและด้านผลการเรียน

3. นำบอร์ดเกมที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณไปขยายผลการวิจัยกับกลุ่มอื่น เพื่อศึกษาตัวแปรเพิ่มเติม เช่น กลไกการคิดเชิงคำนวณ

4. พัฒนาบอร์ดเกมที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณให้สามารถเล่นได้ในรูปแบบออนไลน์ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเล่นได้โดยไม่มีข้อจำกัดด้านสถานที่และเวลา

เอกสารอ้างอิง (References)

Al-Ta'ani, M. H. (2018). Integrative and instrumental motivations for learning english as a university requirement among undergraduate students at al-jazeera university/dubai. *International Journal of Learning and Development, 8*(4), 89-105. https://doi.org/10.5296/ijld.v8i4.13940

Angeli, C., & Giannakos, M. (2020). Computational thinking education: Issues and challenges. *Computers in Human Behavior, 105*. https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.106185

Apostolellis, P., Stewart, M., Frisina, C., & Kafura, D. (2014, June 17-20). RaBit EscAPE: A board game for computational thinking [Conference session]. *The 2014 conference on Interaction design and children,* Denmark.

Barr, D. C., Harrison, J., & Conery, L. (2011). Computational thinking: A digital age skill for everyone. *Learning and Leading with Technology, 38*, 20-23.

Bennedsen, J. (2008). *Teaching and learning introductory programming: A model-based approach* [Doctoral dissertation, University of Oslo]. UiO: DUO vitenarkiv. http://hdl.handle.net/10852/9962

Brown, J. S., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher, 18*(1), 32-42. https://doi.org/10.3102/0013189X018001032

Dwi, S. N., Shih, J. L., & Zakarijah, M. (2020). Fostering computational thinking through unplugged and robotic collaborative game-based learning on primary school students. *American Journal of Educational Research, 8*(11), 866-872. https://doi.org/10.12691/education-8-11-6

Fedorenko, E., Ivanova, A., Dhamala, R., & Bers, M. U. (2019). The language of programming: a cognitive perspective. *Trends in Cognitive Sciences, 23*(7), 525–528. https://doi.org/10.1016/j.tics.2019.04.010

Figueiredo, J., & García-Peñalvo, F. J. (2020, April 27-30). *Increasing student motivation in computer programming with gamification* [Conference session]. 2020 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), Porto, Portugal. https://doi.org/10.1109/EDUCON45650.2020.9125283

Hunsaker, E. (2020). Computational thinking. In A. Ottenbreit-Leftwich, & R. Kimmons (Eds.), *The K-12 educational technology handbook.* https://edtechbooks.org/k12handbook

Jordaan, D. B. (2018, July 2-4). *Board games in the computer science class to improve students' knowledge of the java programming language: A lecturer's perspective* [Conference session]. *ICEMT 2018: Proceedings of the 2nd International Conference on Education and Multimedia Technology*. https://doi.org/10.1145/3206129.3239425

Kaeosueptrakul, W., & Srisawasdi, N. (2015). *Motivation is important when they learn chemical equilibrium with computer-simulated experimentation: A pilot study* [Conference session]. Proceedings of the 23rd International Conference on Computers in Education, Japan: Asia-Pacific Society for Computers in Education.

Korkmaz, Ö., Çakir, R., & Özden, M. Y. (2017). A validity and reliability study of the computational thinking scales (CTS). *Computers in Human Behavior, 72*, 558-569. https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.01.005

Lapawi, N., & Husnin, H. (2020). The effect of computational thinking module on achievement in scienceonal thinking modules on achievement in science. *Science Education International, 31*(2), 164-171. https://doi.org/10.33828/sei.v31.i2.5

Liu, B., & He, J. (2014). *Teaching mode reform and exploration on the university computer basic based on computational thinking training in network environment* [Conference session]. 2014 9th International Conference on Computer Science & Education, Canada. https://doi.org/10.1109/ICCSE.2014.6926430

Mindetbay, Y., Bokhove, C., & Woollard, J. (2019). What is the relationship between students' computational thinking performance and school achievement?. *International Journal of Computer Science Education in Schools, 2*(5), 3-19. https://doi.org/10.21585/ijcses.v0i0.45

Özkök, G. (2021). Fostering computational thinking through data visualization and design on secondary school students. *Journal of Universal Computer Science, 27*(3). 285-302. https://doi.org/10.3897/jucs.66265

Piaget, J. (1976). Piaget's theory. In B. Inhelder, H. H. Chipman, & C. Zwingmann (eds.), *Piaget and His School* (pp. 11-23). Springer Study Edition. https://doi.org/10.1007/978-3-642-46323-5_2

Rodríguez del Rey, Y. A., Cawanga Cambinda, I. N., Deco, C., Bender, C., Avello-Martínez, R., & Villalba-Condori, K. O. (2020). Developing computational thinking with a module of solved problems. *Computer Applications in Engineering Education, 29*(3), 506-511. https://doi.org/10.1002/cae.22214

Rowe, E., Asbell-Clarke, J., Gasca, S., & Cunningham, K. (2017, August 14-17). *Assessing implicit computational thinking in zoombinis gameplay* [Conference session]. The International Conference on the Foundations of Digital Games-FDG '17, USA. https://doi.org/10.1145/3102071.3106352.

Samri, C., Kamisah, O., & Nazrul, A. N. (2020). Level of computational thinking skills among secondary science student: Variation across gender and mathematics achievement. *Science Education International, 31*(2), 159-163.

Sara, M., Nasser, K. M., & Mehdi, K. (2016). Designing playful learning by using educational board game for children in the age range of 7-12: (A case study: Recycling and waste separation education board game). *International Journal of Environmental & Science Education, 11*(12), 5453-5476.

Scirea, M., & Valente, A. (2020, September 15-18). *Boardgames and computational thinking: How to identify games with potential to support CT in the classroom* [Conference session]. International Conference on the Foundations of Digital Games (FDG '20), Malta.

Taspinar, B., Schmidt, W., & Schuhbauer, H. (2016). Gamification in education: A board game approach to knowledge acquisition. *Procedia Computer Science, 99*, 101-116. https://doi.org/10.1016/j.procs.2016.09.104

Tsarava, K., Moeller, K., & Ninaus, M. (2018). Training computational thinking through board games: The case of Crabs & Turtles. *International Journal of Serious Games, 5*(2), 25-44. https://doi.org/10.17083/ijsg.v5i2.248

Unal, C., & Betul, R. (2020). Effect of using metacognitive strategies to enhance programming performances. *Informatics in Education, 19*(2), 181-200. https://doi.org/10.15388/infedu.2020.09

Uzun, M. B., Gulpinar, G., Ozcelikay, G. (2017). The situation of curriculums of faculty of pharmacies in Turkey. *Marmara Pharmaceutical Journal, 21*, 183-189. https://doi.org/10.12991/marupj.259896

Wei-Chen, K., & Ting-Chia, H. (2020). Learning computational thinking without a computer: how computational participation happens in a computational thinking board game. *Asia-Pacific Education Researcher, 29*, 67-83. https://doi.org/10.1007/s40299-019-00479-9

Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM, 49*(3), 33-35. https://doi.org/10.1145/1118178.1118215

Zhong, B., & Xia, L. (2018). A systematic review on exploring the potential of educational robotics in mathematics education. *International Journal of Science and Mathematics Education, 18*, 79-101. https://doi.org/10.1007/s10763-018-09939-y