

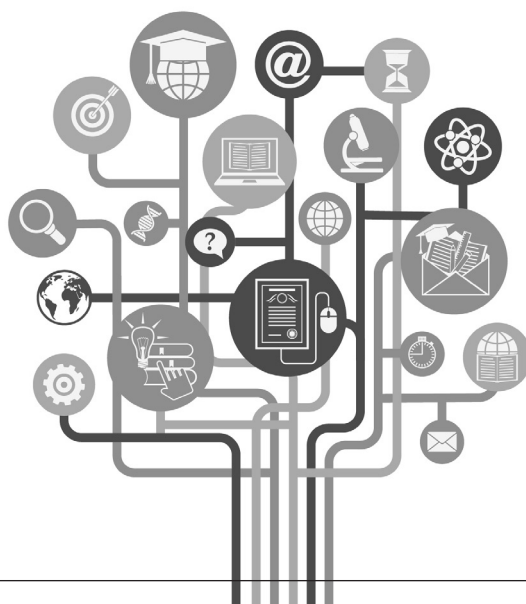
12

ผลการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้การเขียนโปรแกรม โดยใช้เทคนิค Pair programming แบบร่วมมือ

The Effect of Developing a Learning Model for Programming
Using Collaborative Pair Programming Techniques

ศิริพร มิข่า และ ธัญญารักษ์ บุญยัง

Siriporn Mikum and Thanyaporn Boonyoung





ผลการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้การเขียนโปรแกรม โดยใช้เทคนิค Pair programming แบบร่วมมือ

The Effect of Developing a Learning Model for Programming
Using Collaborative Pair Programming Techniques

ศิริพร มิขำ¹ และ ธัญญาภรณ์ บุญยัง²

Siriporn Mikum and Thanyaporn Boonyoung

¹คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ปทุมธานี ประเทศไทย 12110
Faculty of Technical Education, Rajamangala University of Technology Thanyaburi,
Pathumthani 12110, Thailand e-mail: Siriporn_m@rmutt.ac.th

²คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ปทุมธานี ประเทศไทย 12110
Faculty of Technical Education, Rajamangala University of Technology Thanyaburi,
Pathumthani 12110, Thailand Corresponding Author e-mail: Thanyaporn.b@rmutt.ac.th

Received : January 4, 2023 Revised : August 12, 2023 Accepted : August 28, 2023

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ (1) เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนรู้การเขียนโปรแกรม โดยใช้เทคนิค Pair programming แบบร่วมมือ (2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนและหลังเรียน เมื่อเรียนรู้ผ่านรูปแบบการเรียนรู้การเขียนโปรแกรม โดยใช้เทคนิค Pair programming แบบร่วมมือ (3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มี ต่อรูปแบบการเรียนรู้การเขียนโปรแกรม โดยใช้เทคนิค Pair programming แบบร่วมมือ โดยทดลองกับกลุ่มเป้าหมายเป็นนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนวิชา การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา 5 ปี เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ แบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน และใช้แบบประเมินความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ ด้วยรูปแบบการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมฯ และสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์หาค่าแตกต่างจากแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สูตร T-test dependent.

ผลการวิจัยพบว่า (1) รูปแบบการเรียนรู้การเขียนโปรแกรม โดยใช้เทคนิค Pair programming แบบร่วมมือ ประกอบไปด้วย 7 ขั้นตอน ดังนี้ 1. Pre-Programming 2. Program Analysis 3. Program Design 4. Program Coding 5. Program Testing 6. Switching 7. Reflection Ideas ซึ่งส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา

มีคุณภาพของรูปแบบการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมฯ ที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.68 มีคุณภาพอยู่ในระดับมาก (2) ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนและหลังเรียน เมื่อเรียนรู้ผ่านรูปแบบการเรียนรู้การเขียนโปรแกรม โดยใช้เทคนิค Pair programming แบบร่วมมือ พบว่า คะแนนเฉลี่ยหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียน โดยมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ ($\bar{X} = 44.03$, $SD. = 34.13$) และก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{X} = 14.07$, $SD. = 22.51$) (3) ผลประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อรูปแบบการเรียนรู้การเขียนโปรแกรม โดยใช้เทคนิค Pair programming แบบร่วมมือ ค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 3.68 ซึ่งมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ซึ่งความพึงพอใจที่มีคะแนนมากที่สุด คือ นักศึกษายอมรับแนวทางการเขียนโปรแกรมฯ ของเพื่อน ซึ่งค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.01 ซึ่งมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ : รูปแบบการเรียนรู้; การเขียนโปรแกรมเป็นคู่; แบบร่วมมือ

Abstract

This research aims to 1) develop a learning model for programming using collaborative pair programming techniques to enhance learning achievement of undergraduate students, 2) compare the learning achievement of using the learning model before and after utilizing the collaborative pair programming techniques, and 3) analyze the students' satisfaction with the learning model using collaborative pair programming techniques developed.

The samples used in the study were the undergraduate students, who enrolled in the computer education curriculum (5 years). The research tools were 1) the learning achievement pre- and post-test forms, and 2) the student satisfaction survey form for learning using collaborative pair programming technique. The data received were analyzed using T-test dependent.

The results of the research found that 1) the learning model using the collaborative pair programming technique consisted of 7 steps as follows: 1. Pre-Programming 2. Program Analysis 3. Program Design 4. Program Coding 5. Program Testing 6. Switching, and 7. Reflection Ideas. This technique influenced the respondents' achievement with the mean value of $\bar{X} = 3.68$ at high level. 2) The results of the learning achievement before and after the learning using collaborative pair programming technique found that the mean



score of the respondents after the learning was higher ($\bar{X}$ = 44.03, SD. = 34.13) than the conventional learning method ($\bar{X}$ = 14.07, SD. = 22.51) with statistically significant difference at .05 levels ($p < 0.05$). 3) The result of the respondents' overall satisfaction was ($\bar{X}$ = 3.68) which was at high level. After taking into account every factor, the factor that received the highest scores was that the respondents accepted their friends' programming guidelines with the mean value of 4.01, which was a high level of satisfaction.

Keywords : Learning Model; Pair Programming; Collaborative

บทนำ

การเรียนรู้การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เป็นพื้นฐานความรู้ที่เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ มีวัตถุประสงค์เพื่อเตรียมพร้อมและฝึกทักษะการเขียนโปรแกรมเพื่อเป็นพื้นฐานในหลักสูตรการเขียนโปรแกรมขั้นสูง (Kinnunen & Malmi, 2006; Zhong et al. 2016) ซึ่งมีขั้นตอนที่ยากสำหรับผู้เรียนเป็นจำนวนมาก ความยากในการเรียนเป็นสาเหตุทำให้ผู้เรียนลาออกจากหลักสูตร มีอัตราการลาในระดับสูงซึ่งเกิดขึ้นในหลายสถานศึกษา (Kinnunen & Malmi, 2006; Aarne et al. 2018) ซึ่งพบปัญหา ผู้เรียนที่ไม่สามารถวิเคราะห์ปัญหาการเขียนโปรแกรมได้ (Mikum, 2017) เนื่องจากส่วนใหญ่ขาดความเข้าใจในการเขียนโปรแกรมซึ่งส่งผลให้ไม่สามารถเขียนโปรแกรมได้ (Kinnunen & Malmi, 2006; Ford & Venema, 2010) จากประสบการณ์ของผู้วิจัยในฐานะผู้สอนรายวิชา การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ พบปัญหาว่า ส่วนใหญ่ผู้เรียนมีปัญหาในขั้นตอนการวิเคราะห์โจทย์ปัญหา นำไปสู่ขั้นตอนการออกแบบโปรแกรมที่ไม่ชัดเจน ส่งผลให้การเริ่มเรียน หรือการเขียนโปรแกรมเป็นเรื่องที่ผู้เรียนไม่มีความมั่นใจในตนเอง

จากความยากในการเรียนเขียนโปรแกรมมีผู้เรียนตัดสินใจพักการเรียนในปีแรกโดยประมาณ 25-80% ของผู้เรียนที่ลงทะเบียนในประเทศอังกฤษ (Carter & Jenkins, 2002) และในประเทศสหรัฐอเมริกา มีอัตราการลาออกอยู่ที่ 35-50% (Denning & McGettrick, 2005) รวมถึงประเทศฟินแลนด์ 20-40% (Kinnunen & Malmi, 2006; Aarne et al. 2018) และอีกหลายประเทศ นอกจากนี้ในประเทศไทยมีผู้เรียนที่ลาออกโดยประมาณ 61 % (Sankas, et al., 2010)

การสร้างแรงจูงใจให้กับผู้เรียนในการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์สามารถทำได้โดยการจัดกิจกรรมที่สร้างความสุขและสนุกให้กับผู้เรียนเพื่อไม่เครียดในการเรียน เช่น การใช้เทคนิค Pair programming ในการจับคู่เรียน ทำให้ผู้เรียนสามารถช่วยและสนับสนุนกันเป็นคู่ในการแก้ปัญหา ผลลัพธ์ที่ได้แสดงให้เห็นว่าเทคนิคนี้ช่วยพัฒนาผู้เรียนและส่งผลให้ผลการเรียนดีขึ้น(Williams, 2010; Anderson & Gegg-Harrison, 2012) นอกจากนี้ เทคนิค Pair programming ยังเสริมสร้างความจำและความมั่นใจในการเรียนรู้(Williams, 2010; Yang, et al., 2016; Zakaria, et al., 2019 ; Ayub, et al., 2019) และเพิ่มความเข้าใจในการเขียนโปรแกรม (Ayub, et al., 2020) การเรียนรู้ร่วมกันเป็นวิธีการเรียนที่ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ ซึ่งมีความสำเร็จของทุกคนและกลุ่มเป็นเป้าหมายสำคัญ และเป็นวิชาการสนับสนุนการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ (Silva, et al., 2020) นอกจากนี้ การใช้เทคนิค Collaborative technique ในการสนับสนุนการเรียนรู้เขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ยังเสริมสร้างความสำเร็จในการเรียนรู้และประสิทธิภาพในการสอนเรียน (Maguire, et al., 2014; Salleh, et al., 2011).

จากการวิเคราะห์เหตุผลและสภาพปัญหาดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงความสำคัญที่จะพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนเขียนโปรแกรม ปรับใช้กิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมมุ่งช่วยฝึกให้ผู้เรียนมีทักษะการเขียนโปรแกรมที่สมบูรณ์ขึ้น มีผลการเรียนที่ดีขึ้น และมีความสุขในการเรียนรู้ รวมถึงได้ประสบความสำเร็จในการเรียนในรายวิชาที่เกี่ยวข้องต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนรู้การเขียนโปรแกรม โดยใช้เทคนิค Pair programming แบบร่วมมือ
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนและหลังเรียนเมื่อเรียนรู้ผ่านรูปแบบการเรียนรู้การเขียนโปรแกรม โดยใช้เทคนิค Pair programming แบบร่วมมือ
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อรูปแบบการเรียนรู้การเขียนโปรแกรม โดยใช้เทคนิค Pair programming แบบร่วมมือ



ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนรู้การเขียนโปรแกรม โดยใช้เทคนิค Pair programming แบบร่วมมือ

1. กลุ่มเป้าหมาย คือ นักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียน ในรายวิชา การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จำนวน 27 คน ใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง

2. ตัวแปรที่ใช้ได้แก่ ตัวแปรอิสระ คือ รูปแบบการเรียนรู้การเขียนโปรแกรม โดยใช้เทคนิค Pair programming แบบร่วมมือ และตัวแปรตาม ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค Pair programming แบบร่วมมือ

การทบทวนวรรณกรรม

เทคนิคการเขียนโปรแกรมเป็นคู่ (Pair programming)

เทคนิค Pair programming เป็นวิธีการเขียนโปรแกรมเป็นคู่ในแนวทางของ Extreme Programming (XP) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและคุณภาพของซอฟต์แวร์ โดยโปรแกรมเมอร์ 2 คนทำงานด้วยคอมพิวเตอร์เดียวกัน หน้าที่ คือ Driver ทำการออกแบบและเขียนโปรแกรม และ Navigator ทำหน้าที่ตรวจสอบและให้คำแนะนำในการเขียนโปรแกรม (Tsan, et al., 2020; Ayub, et al., 2019; Anderson & Gegg-Harrison, 2012; Williams, 2010) นอกจากนี้ตามที่ Laurie William กล่าวไว้ว่า ทั้งคู่มีหน้าที่ระดมความคิดในการแก้ปัญหา (Tsan, et al., 2020) มีการสื่อสารกันอย่างต่อเนื่อง และมีการสลับบทบาทระหว่าง Driver และ Navigator (Nagappan, et al., 2003) เมื่อใช้เทคนิคนี้จะช่วยให้โปรแกรมมีคุณภาพสูงและเพิ่มประสิทธิภาพในการพัฒนาซอฟต์แวร์ (Asnawi, et al., (2019)

อ้างอิงจากงานวิจัยของ Phongpaibul & Boehm (2006), Tsan et al., (2020), Ayub et al., (2019), Anderson & Gegg-Harrison (2012), และ Williams (2010)

ประโยชน์ของเทคนิค Pair programming ในห้องเรียน

เทคนิค Pair programming มีประโยชน์ต่อการเรียนรู้และพัฒนาทักษะการเขียนโปรแกรม นักเรียนที่ทำงานเป็นคู่มีประสบการณ์ที่สนุกและมั่นใจกว่าการทำงานคนเดียว การส่งเสริมการสนทนาและการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นทำให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น

การเรียนรู้แบบร่วมมือเน้นกิจกรรมกลุ่มย่อยเพื่อส่งเสริมความร่วมมือและ
 แบ่งปันความคิดเห็น ส่งเสริมการทำงานร่วมกันในกลุ่ม สมาชิกต้องรับผิดชอบตัวเอง
 และกลุ่มเพื่อประสบความสำเร็จ การเรียนรู้แบบนี้เน้นความสำคัญของผู้เรียนและการ
 ทำงานร่วมกัน ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ สร้างผลงาน และพัฒนาตนเอง



ส่งผลให้การจดจำได้นาน 70% นานกว่าการเรียนรู้แบบดั้งเดิมที่มีการจดจำได้ 20% อ้างอิงจากงานวิจัยของ Jarusawat (2020) และ Wang et al., (2011) ความร่วมมือและการเรียนรู้ร่วมกันเป็นแนวคิดที่มีความสำคัญในการพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน และช่วยเสริมสร้างทักษะที่สำคัญในการเขียนโปรแกรมและการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ โดยเน้นการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมร่วมกันในกลุ่มย่อยและสิ่งแวดล้อม ความร่วมมือและการเรียนรู้ร่วมกันเป็นสิ่งที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการจดจำและเพิ่มความสุขสนุกสนานในกระบวนการเรียนรู้

การเรียนรู้ร่วมกันเป็นการเรียนแบ่งกลุ่มเล็กๆ ที่สมาชิกมีความสามารถหลากหลาย และทำงานร่วมกัน มีกิจกรรมแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ช่วยเหลือและรับผิดชอบต่อกันเองและกลุ่ม เสริมสร้างการอธิบายและทักษะคิดวิเคราะห์ มีกระบวนการทำงานที่ดีและช่วยให้ประสบความสำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพ (Phumpuang & Sittiwong, 2018) การเรียนรู้แบบนี้ยังช่วยเปิดมุมมองที่กว้างขึ้น (Jarusawat, 2020; Chorfi, et al., 2020) และสามารถประยุกต์ใช้ความรู้แก้ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น และการเรียนรู้แบบร่วมมือมีลักษณะในการเรียน ดังนี้ (บัญญัติ ชำนาญกิจ, 2553)

1. มีปฏิสัมพันธ์ภายในกลุ่มในการทำงานร่วมกันในเชิงบวก
2. สมาชิกกลุ่มไม่ควรมากเกินไป (ไม่ควรเกิน 6 คน)
3. สมาชิกกลุ่มควรมีความสามารถที่หลากหลาย เพื่อเกื้อหนุนกันภายในกลุ่มให้สำเร็จคล่อง
4. สมาชิกกลุ่มควรมีหน้าที่ความรับผิดชอบอย่างชัดเจน เพื่อมุ่งเน้นให้ทำหน้าที่ของตนให้สำเร็จ เมื่อสมาชิกกลุ่มทุกคนรับผิดชอบหน้าที่ได้ดี จะทำให้กลุ่มมีประสิทธิภาพมากขึ้น

โดยสรุป การเรียนรู้แบบร่วมมือ เป็นการเรียนรู้ที่เน้นกิจกรรมกลุ่มย่อย เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนให้ได้มากที่สุด การร่วมกันคิด ร่วมกันออกแบบ การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และการช่วยเหลือกันเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ร่วมกัน และเกิดองค์ความรู้ในการพัฒนาตนเอง

รูปแบบการจัดการเรียนรู้

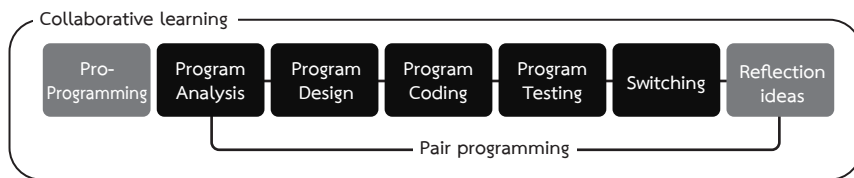
รูปแบบการจัดการเรียนรู้ เป็นสภาพการจัดการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนได้ออกแบบและพัฒนา เพื่อส่งเสริมและพัฒนาความรู้ความสามารถให้กับผู้เรียน ดังที่ Saylor, J.G. (1981)

ได้กล่าวถึง รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ว่าหมายถึง แบบหรือแผนที่มีลักษณะแตกต่างกัน ที่ถูกกำหนดขึ้นตามจุดมุ่งหมายเพื่อต้องการเน้นให้ผู้เรียนเกิด พฤติกรรมใดพฤติกรรมหนึ่งโดยเฉพาะ และเพิ่มเติมใน บุญชม ศรีสะอาด (2541) กล่าวว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้มีความหมาย 2 แนวทาง แนวทางที่หนึ่ง คือ มองรูปแบบการจัดการเรียนรู้เป็น กิจกรรมหรือวิธีสอน ส่วนแนวที่สองมองรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่กว้างกว่า โดยมองว่าเป็นโครงสร้างที่แสดงองค์ประกอบต่าง ๆ ในการสอนที่นำมาใช้ร่วมกัน เพื่อให้เกิด ประโยชน์แก่ผู้เรียนตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ และการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ที่ดี นั้น ต้องมีกระบวนการพัฒนาที่ดีด้วย เพื่อผลสัมฤทธิ์ที่ดีขึ้นสำหรับผู้เรียน ดังที่ Seels, B. & Glasgow, Z. (1998) ได้เสนอแนวคิดในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วย วิธีการเชิงระบบ (system approach) ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนหรือที่เรียกว่า “ADDIE Model” ซึ่งเป็นวิธีการเชิงระบบที่ช่วยให้การจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพ (effectiveness) และมีความเหมาะสม (appropriateness) โดยมีขั้นตอนดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์ คือขั้นตอนของการวิเคราะห์และ ประเมินความต้องการจำเป็น ขั้นตอนที่ 2 การออกแบบการจัดการเรียนรู้และการนำเสนอ ขั้นตอนที่ 3 การพัฒนา เป็นการพัฒนา เครื่องมือที่ใช้ในการจัด การเรียนรู้ ขั้นตอนที่ 4 การนำไปใช้ เป็นการนำสาระและ กิจกรรมไปใช้ประกอบด้วยการวางแผน ในการบริหารจัดการในการนำแผนการจัดการ เรียนรู้ไปใช้และดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนต่าง ๆ ที่กำหนดไว้ในแผนการ จัดการเรียนรู้ และขั้นตอนที่ 5 การประเมิน เป็นการประเมินความก้าวหน้าของผู้เรียน และประสิทธิผลของสื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

จากข้อมูล การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้โดยผู้สอนจะทำการออกแบบและพัฒนา เพื่อส่งเสริมและพัฒนาความรู้ความสามารถให้กับผู้เรียนตามวัตถุประสงค์ และมี กระบวนการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดของ ADDIE ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ การวิเคราะห์ การออกแบบการจัดการเรียนรู้ การพัฒนา การนำไปใช้ และ การประเมิน



กรอบแนวคิดงานวิจัย



รูปภาพที่ 1 กรอบแนวคิดงานวิจัยรูปแบบการเรียนรู้การเรียนรู้การเขียนโปรแกรม โดยใช้เทคนิค Pair programming แบบร่วมมือ

จากการศึกษาข้อมูลและงานวิจัยต่างๆ ได้นำมาวิเคราะห์ออกมาเป็น กรอบแนวคิดดังแผนภาพที่ 1 ซึ่งในการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมโดยใช้เทคนิค Pair programming แบบร่วมมือ เพื่อพัฒนาทักษะการเขียนโปรแกรม กรอบแนวคิดนี้ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน คือ Pre-Programming, Program Analysis, Program Design, Program Coding, Program Testing, Switching, และ Reflection Ideas และในกระบวนการเรียนรู้มีกิจกรรมการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและความรับผิดชอบต่อตนเองและเพื่อน เน้นการทำงานร่วมกันในเชิงบวก มุ่งเน้นการวิเคราะห์ปัญหา การออกแบบโปรแกรม การเขียนโปรแกรม และการทดสอบโปรแกรม กรอบแนวคิดนี้จะช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการเขียนโปรแกรมได้ดีขึ้น หลังจากออกแบบกรอบแนวคิดได้นำเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนรู้ โดยมีผลการประเมินอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย = 4.82, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.25)

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เพื่อวิจัยและพัฒนารูปแบบการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมโดยใช้เทคนิค Pair programming แบบร่วมมือ ซึ่งดำเนินการวิจัย ณ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่ ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. **ขั้นการศึกษาและพัฒนารูปแบบการเรียนรู้** ผู้วิจัยได้ดำเนินการ ศึกษาเนื้อหาจากหลักสูตร หลักการแนวคิดและทฤษฎีต่างๆ กรอบแนวคิด ภายใต้สภาพปัญหาและความต้องการ และนำมาพัฒนาและกำหนดองค์ประกอบ กระบวนการ กิจกรรมต่างๆ และการปรับปรุงแก้ไข

2. **ขั้นการทดลองใช้** เป็นการทดลองใช้ และประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนรู้การสอนเพื่อทดสอบสมมติฐานของการวิจัย รวมถึงการเก็บรวบรวมข้อมูลวิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผล

3. **ขั้นรับรองรูปแบบการเรียนรู้** เป็นการรับรองรูปแบบการเรียนรู้ โดย ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 ท่าน ได้มาจากการเลือกผู้ที่มีผลงานทางวิชาการหรือประสบการณ์ทางด้านเทคโนโลยีการศึกษาหรือประสบการณ์ด้านการจัดการศึกษาระดับอุดมศึกษาที่ได้รับการยอมรับจากวงวิชาการ หน่วยงาน และสรุปผลการรับรองรูปแบบการเรียนรู้การเขียนโปรแกรม ฯ

ผลการวิจัย

จากขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัยในการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ สามารถสรุปผลการวิจัย 3 ประเด็นดังต่อไปนี้

ผลการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้การเขียนโปรแกรม การเรียนเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยใช้เทคนิค Pair programming แบบร่วมมือ

การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ เป็นรูปแบบการเรียนรู้สำหรับการพัฒนาทักษะการเขียนโปรแกรม ซึ่งประกอบด้วยการบูรณาการกับการใช้เทคนิค Pair programming ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ ซึ่งมีขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้ฯ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 : ขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้การเขียนโปรแกรม โดยใช้ เทคนิค Pair programming แบบร่วมมือ

ที่	ขั้นตอน	กิจกรรมการเรียนรู้	หมายเหตุ
1	Pre-Programming	ผู้สอน: ชี้แจงลำดับกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้การเขียนโปรแกรม ฯ รวมถึงทำความเข้าใจในบทบาทหน้าที่ ความรับผิดชอบ (Driver และ Navigator) ของผู้เรียน 1. จับคู่ผู้เรียน ระบุหน้าที่ ความรับผิดชอบ และทำความเข้าใจกับหน้าที่ 2. แจกและทำความเข้าใจกับโจทย์ปัญหาในการฝึกเขียนโปรแกรม ผู้เรียน: เตรียมเครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่องในการฝึกเขียนโปรแกรม	



ตารางที่ 1 : ขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้การเขียนโปรแกรม โดยใช้ เทคนิค Pair programming แบบร่วมมือ (ต่อ)

ที่	ขั้นตอน	กิจกรรมการเรียนรู้	หมายเหตุ
2	Program Analysis	Driver: 1. วิเคราะห์โจทย์ปัญหา 2. ออกแบบโปรแกรม 3. เขียนโปรแกรม	Navigator: ให้คำแนะนำ ช่วยเหลือ ในการเขียนโปรแกรม
3	Program Design	4. แก้ไขข้อผิดพลาด	
4	Program Coding		
5	Program Testing	Navigator: 1. ตรวจสอบการเขียนโปรแกรม 2. ให้คำแนะนำ ช่วยเหลือในการเขียนโปรแกรม	
6	Switching	ผู้สอน: เมื่อเขียนโปรแกรมสำเร็จ ให้สลับหน้าที่ความรับผิดชอบในการเขียนโปรแกรม	
7	Reflection Ideas	ผู้เรียน: ร่วมนำเสนอถึงความคิด แนวการเขียนโปรแกรมของตนเอง กับเพื่อนๆในห้องเรียน ผู้สอน: ร่วมสรุปแนวทางการเขียนโปรแกรมของแต่ละคู่	

จากตารางขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้ฯ ประกอบไปด้วย 7 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอน Pre-Programming เป็นขั้นเริ่มต้นในการเรียนรู้การเขียนโปรแกรม โดยผู้สอนจะชี้แจงลำดับกิจกรรมในรูปแบบการเรียนรู้ และทำความเข้าใจกับบทบาทหน้าที่ และความรับผิดชอบของผู้เรียน (Driver และ Navigator) ผู้เรียนจะเลือกเพื่อนที่จะจับคู่และฝึกเขียนโปรแกรมด้วยกัน แนะนำซึ่งกันและกันในการฝึกเขียนโปรแกรม และทำให้บรรยากาศการเรียนรู้ ดำเนินไปอย่างไม่มีความกดดัน ไม่เครียดมากเกินไป ในกรณีที่กลุ่มเป้าหมายไม่ครบคู่ ผู้สอนจะจับคู่กับผู้เรียนและให้คำแนะนำในการฝึกเขียนโปรแกรม ผู้เรียนต้องเตรียมและใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่องในการฝึกเขียนโปรแกรมสำหรับ 2 คน

ในขั้นตอนการฝึกการเขียนโปรแกรมนั้น ดำเนินทั้งหมด 4 ขั้นตอน คือ **Program Analysis ,Program Design ,Program Coding และ Program Testing** เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนทั้ง 2 คน คือ ผู้เรียน 1 คน ทำหน้าที่ของ Driver ทำการวิเคราะห์โจทย์ปัญหา ออกแบบการเขียนโปรแกรม เขียนคำสั่งของโปรแกรมตามลำดับที่วิเคราะห์และ

ออกแบบโปรแกรมไว้ และทำการทดสอบโปรแกรม (Run Program) และผู้เรียนอีก 1 คน ทำหน้าที่ของ Navigator เป็นผู้ร่วมวิเคราะห์โจทย์ปัญหา ให้คำแนะนำ ช่วยเหลือแก่ Driver ในแต่ละขั้นตอน

ขั้นตอน Switching เมื่อผ่านการฝึกเขียนโปรแกรมตามที่กำหนด ให้สลับบทบาทหน้าที่ของผู้เรียนระหว่างหน้าที่ของ Driver และ Navigator และทำโจทย์ปัญหาข้อถัดไป ซึ่งการสลับหน้าที่ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ แลกเปลี่ยนแนวทางการเรียนรู้จากคู่ของตนเอง และยังสามารถฝึกเขียนโปรแกรมแบบร่วมมือ

ขั้นตอน Reflection Ideas เป็นขั้นตอนสุดท้ายของรูปแบบการเรียนรู้การเขียนโปรแกรม ๑ ให้ดำเนินการร่วมกับการนำเสนอแนวคิด วิธีการเขียนโปรแกรมของคู่ตนเองกับเพื่อนๆในห้องเรียน เป็นการแบ่งปันวิธีคิด วิธีเขียนโปรแกรมของคู่ตนเองแก่เพื่อนๆ ทำให้เพื่อนๆในห้องเรียนได้เรียนรู้แนวทางการเขียนโปรแกรมของแต่ละคู่ ทำให้ผู้เรียนทราบว่าโจทย์ปัญหาเดียวกันสามารถเขียนโปรแกรมได้หลากหลายแนวทาง และหลากหลายคำสั่ง รวมถึงเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหาและพัฒนาทักษะการเขียนโปรแกรมของผู้เรียน

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน และหลังเรียนของรูปแบบการเรียนรู้การเขียนโปรแกรม โดยใช้เทคนิค Pair programming แบบร่วมมือ

นำเสนอผลการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้ ๑ ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 : เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อน และหลังเรียน ของรูปแบบการเรียนรู้ ๑

การทดสอบ	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	SD.	t	Sig
ก่อนเรียน	27	56	14.07	34.13	20.03	0.00*
หลังเรียน	27	56	44.03	22.51		

*p < 0.05 (t-test by Excel2016)

จากตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อน และหลังเรียนผ่านรูปแบบการเรียนรู้ ๑ พบว่า คะแนนเฉลี่ยหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียน โดยมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน ($\bar{X}$ = 44.03, SD.=22.51) และก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{X}$ = 14.07, SD.=34.13) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05



ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน หลังจากการเรียนรู้ผ่านรูปแบบการเรียนรู้การเขียนโปรแกรม โดยใช้เทคนิค Pair programming แบบร่วมมือ

นำเสนอผลการวิเคราะห์การประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน หลังจากได้เรียนรู้ผ่านรูปแบบการเรียนรู้การเขียนโปรแกรม โดยใช้เทคนิค Pair programming แบบร่วมมือ ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 : ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อรูปแบบการเรียนรู้

ที่	รายการประเมิน	$\bar{X}$	SD.	ระดับความคิดเห็น
1.	เป็นวิธีการที่เหมาะสมกับเนื้อหาที่เรียน	3.73	0.99	มาก
2.	เป็นวิธีการที่ช่วยให้เข้าใจบทเรียนได้ดีขึ้น	3.55	1.06	มาก
3.	ขั้นตอนต่างๆ ช่วยพัฒนาทักษะการเขียนโปรแกรมให้เข้าใจมากขึ้น	3.58	1.10	มาก
4.	ทำให้ตน.มีแนวทางในการเขียนโปรแกรมฯ ได้ถูกต้องมากขึ้น	3.60	1.17	มาก
5.	ทำให้ตน.สามารถเขียนโปรแกรมฯ ได้ถูกต้องมากขึ้น	3.49	1.19	ปานกลาง
6.	ทำให้ตน.มีความสามารถแก้ไข error ของโปรแกรมได้	3.49	1.16	ปานกลาง
7.	ทำให้ตน.สามารถถ่ายทอดประสบการณ์ในการเขียนโปรแกรมให้กับเพื่อนๆ ได้	3.17	1.13	ปานกลาง
8.	ตน.เกิดการเรียนรู้จากการนำเสนอแนวทางการเขียนโปรแกรมของเพื่อน	3.38	1.10	ปานกลาง
9.	ทำให้เกิดความกระตือรือร้นในการเรียนรู้	3.87	0.69	มาก
10.	ต้องการให้เพื่อนๆ มีลักษณะกิจกรรมการเรียนรู้เหมือนวิชานี้	3.72	0.68	มาก
11.	ตน.ชอบการเขียนโปรแกรมฯ เป็นคู่	3.86	0.91	มาก
12.	ตน.ยอมรับแนวทางการเขียนโปรแกรมฯ ของเพื่อน	4.01	0.76	มาก*
13.	ตน.มีโอกาส แลกเปลี่ยน แสดงความคิดเห็นกับคู่ของตน	3.95	0.82	มาก
14.	ตน.เกิดกระบวนการเรียนรู้ จากการเขียนโปรแกรมเป็นคู่	3.95	0.92	มาก
15.	การทำงานเป็นคู่ ช่วยให้ค้นพบความรู้ใหม่ๆ	3.86	0.97	มาก
16.	ตน.ชอบทำหน้าที่เป็น ผู้แนะนำ	3.64	0.87	มาก
17.	ตน.ชอบทำหน้าที่เป็น ผู้เขียนโปรแกรม	3.64	0.92	มาก
รวม		3.68	0.97	มาก

สรุปผล และอภิปรายผลการวิจัย

ในการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ด้วยเทคนิค pair programming แบบร่วมมือได้ทำตามขั้นตอนที่กล่าวมาข้างต้นและได้รับรองคุณภาพการใช้งาน เป็นการพัฒนาทักษะการเขียนโปรแกรมที่เหมาะสมกับองค์ประกอบทางเจตคติและความต้องการของผู้เรียน ในการนำรูปแบบการเรียนรู้ไปใช้งานนั้น ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน คือ Pre-Programming, Program Analysis, Program Design, Program Coding, Program Testing, Switching, Reflection Ideas และดำเนินกิจกรรมตามขั้นตอนการเรียนรู้เป็นคู่กับเพื่อน โดยใช้เครื่องมือในทุกส่วนที่ใช้เป็นส่วนเสริม เพื่อเสริมความเข้าใจและความชัดเจนในการคิดงาน การแลกเปลี่ยนแบ่งปันความคิดเห็น ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากความคิดและประสบการณ์ของเพื่อน ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยโดย Ying, et al., (2019) และ Tsan, et al., (2021) ที่เน้นการแลกเปลี่ยนในกลุ่มย่อยและกลุ่มใหญ่ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้และสร้างสภาพแวดล้อมที่สนับสนุนในการเรียนรู้ที่มีคุณภาพในการเรียนรู้เขียนโปรแกรม ซึ่งยังส่งผลให้ผู้เรียนมีความมั่นใจในการเรียนเขียนโปรแกรมเพิ่มขึ้น (Mikum, et al., 2014), และเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพได้ (Wei, et al., 2021)

ผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนหลังจากที่ใช้รูปแบบการเรียนรู้ โดยใช้เทคนิค pair programming แบบร่วมมือ โดยใช้คะแนนพัฒนาการของคะแนน pre-test และ post-test ซึ่งผลการวิเคราะห์ พบว่า การใช้เทคนิค pair programming แบบร่วมมือในการเรียนรู้เขียนโปรแกรม ได้ผลสัมฤทธิ์ที่ดีขึ้นตามการวิเคราะห์จาก Mikum, et al. (2014)



ซึ่งพบว่าผู้เรียนมีคะแนนพัฒนาการในการเรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้ที่สูงขึ้น การนำเทคนิค pair programming เข้ามาใช้ในการเรียนรู้แบบร่วมมือ ช่วยฝึกทักษะการเขียนโปรแกรมและกระตุ้นให้มีความทำงานร่วมกันของผู้เรียน ส่งผลให้เกิดการแลกเปลี่ยนความรู้และแสดงความคิดเห็นในการเรียน นอกจากนี้ยังมีประโยชน์ในการเสริมสร้างความเข้าใจในกระบวนการเขียนโปรแกรม และวางแผนการเขียนโปรแกรมได้ดีขึ้นตาม Sison (2008), Williams (2010), Mikum (2017), Yang, et al., (2013) ซึ่งเสริมสร้างความสนุกและลดความกดดันในการเรียนเขียนโปรแกรม การใช้เครื่องมือช่วยในการออกแบบโปรแกรมตาม Polycarpou (2006) และ Petrenko & Rajlich (2009) ยังช่วยให้เห็นถึงกระบวนการและลำดับการทำงานของโปรแกรมได้ดีขึ้น

การใช้เทคนิค pair programming แบบร่วมมือในการเรียนพัฒนาทักษะด้านการเขียนโปรแกรม ส่งผลให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจโดยรวมในระดับมาก ผลการสัมภาษณ์ยังระบุว่าการเรียนรู้ช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจและมีแนวคิดในการเขียนโปรแกรมอย่างมีขั้นตอน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เป็นคู่กับเพื่อน มีส่วนส่งเสริมบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนรู้ เมื่อผู้เรียนมีความเข้าใจและมีความสุขสนุกสนานในชั้นเรียน (Mikum et al., 2014) คุณภาพของการเรียนรู้จะเพิ่มขึ้น (Songsriwittaya, 2011; Phongpaibul & Boehm 2006, Gallis et al., 2003) โดยมีผลการวิเคราะห์จากงานวิจัยต่าง ๆ ระบุถึงประโยชน์ที่เกิดขึ้น เช่น การพัฒนาทักษะการเขียนโปรแกรม ความถูกต้องของโปรแกรม (Chao & Atli 2006) และการเรียนรู้ร่วมกันโดยการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและประสบการณ์ ซึ่งสอดคล้องกับ Kolb's learning styles ที่มี Diverger เป็นสไตล์ในการเรียนรู้จากประสบการณ์ต่าง ๆ และยังสนุกในการเรียนร่วมกัน (Kolb, et al., 1991)

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำงานวิจัยไปใช้

- 1) ควรหาวิธีการจับคู่สำหรับผู้เรียนที่หลากหลาย อาทิเช่น การจับฉลาก การให้ผู้เรียนเลือกเพื่อนเอง หรือผู้สอนเป็นผู้กำหนด
- 2) รูปแบบการเรียนรู้ฯ นี้ สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ในภาษาโปรแกรมอื่นได้

ข้อเสนอแนะการทำการวิจัยครั้งต่อไป

1. การศึกษาครั้งต่อไปควรกำหนดกลุ่มควบคุมเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ เพื่อแสดงให้เห็นถึงประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนรู้ โดยใช้เทคนิค pair programming แบบร่วมมือ ที่ชัดเจนยิ่งขึ้น
2. ควรทำการวิจัยโดยนำรูปแบบการเรียนรู้ โดยใช้เทคนิค pair programming แบบร่วมมือมา ประยุกต์ใช้กับการจัดการเรียนการสอนในวิชาอื่นที่มีบริบทที่คล้ายคลึงกัน
3. ควรทำการวิจัยประยุกต์การใช้ รูปแบบการเรียนรู้ โดยใช้เทคนิค pair programming แบบร่วมมือมา กับการเรียนรู้ระบบออนไลน์ หรือแบบผสมผสาน

เอกสารอ้างอิง

- บุญชม ศรีสะอาด. (2541). *การพัฒนาการสอน*. สุวีริยาสาส์น.
- บัญญัติ ขำนาญกิจ. (2553). 5 เทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ, *วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏ นครสวรรค์*, 5(12), 1 -6.
- Aarne, O., Peltola, P., Leinonen, J., & Hellas, A. (2018). *A Study of Pair Programming Enjoyment and Attendance using Study Motivation and Strategy Metrics* . Proceedings of the 49th ACM Technical Symposium on Computer Science Education, Baltimore, MD, USA, 21-24 February 2018, 759-764. <https://doi.org/10.1145/3159450.3159493>.
- Anderson, N., & Gegg-Harrison, T. (2012). *Pair2 learning = pair programming x pair teaching*. Proceedings of the Seventeenth Western Canadian Conference on Computing Education, 4 May 2010, 2-6. <https://doi.org/10.1145/2247569.2247572>
- Asnawi, A. L., Ahmad, A., Mohamed Azmin, N. F., Ismail, K., Jusoh, A. Z., Ibrahim, S. N., & Mohd Ramli, H. A. (2019). The Needs of Collaborative Tool for Practicing Pair Programming in Educational Setting. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (IJIM)*, 13(07), 17. <https://doi.org/10.3991/ijim.v13i07.10722>



- Ayub, M., Karnalim, O., Risal, L., & Wijanto, M. C. (2020). The Impact of Pair Programming on the Performance of Slow-Paced Students. *Journal of Information and Organizational Sciences*, 44(2), 211–229. <https://doi.org/10.31341/jios.44.2.1>
- Ayub, M., Karnalim, O., Risal, R., Senjaya, W. F., & Wijanto, M. C. (2019). Utilising pair programming to enhance the performance of slow-paced students on introductory programming. *Journal of Technology and Science Education*, 9(3), 357. <https://doi.org/10.3926/jotse.638>
- Carter, J., & Jenkins, T. (2002). *Gender differences in programming? Proceedings of the 7th Annual Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education*, 188-192. <https://doi.org/10.1145/544414.544469>.
- Chao, J., & Atli, G. (2006). *Critical Personality Traits in Successful Pair Programming*. AGILE 2006 (AGILE'06), 23 July 2006, 89-93. <https://doi.org/10.1109/agile.2006.20>
- Chorfi, A., Hedjazi, D., Aouag, S., & Boubiche, D. (2020). Problem-based collaborative learning groupware to improve computer programming skills. *Behaviour & Information Technology*, 41(1), 139–158. <https://doi.org/10.1080/0144929x.2020.1795263>
- Denning, P. J., & McGettrick, A. (2005). Recentering computer science. *Communications of the ACM*, 48(11), 15–19. <https://doi.org/10.1145/1096000.1096018>
- Ford, M., & Venema, S. (2010). Assessing the Success of an Introductory Programming Course. *Journal of Information Technology Education: Research*, 9(2010), 133–145. <https://doi.org/10.28945/1182>
- Gallis, H., Arisholm, E., & Dyba, T. (2003). *An initial framework for research on pair programming*. 2003 International Symposium on Empirical Software Engineering, 30 September 2003 - 01 October 2003. ISESE 2003, 132-142. <https://doi.org/10.1109/isese.2003.1237972>

- Jarusawat, P. (2020). Students' Satisfaction of the Information Literacy Course Using the Collaborative Learning and Collaborative Teaching Approaches to Enhance the 21st Century Skills. *Journal of Human Sciences*, 21(3), 43-62.
- Kinnunen, P., & Malmi, L. (2006). *Why students drop out CS1 course?* Proceedings of the Second International Workshop on Computing Education Research, 9 September 2006, 97-108. <https://doi.org/10.1145/1151588.1151604>.
- Kolb, D.A., Rubin L.M., and Osland, J.M. (1991). *Organizational Behavior : An Experintial Approach*. Prentice-Hall Inc.
- Maguire, P., Maguire, R., Hyland, P., & Marshall, P. (2014). Enhancing collaborative learning using pair programming: Who benefits?. *AISHE-J: The All Ireland Journal of Teaching and Learning in Higher Education*, 6(2), 141.
- Mikum, S., Suksakulchai, S., & Chaisanit, S. (2014). *Developing Problem-Solving Skills and Pair Programming Strategy for a Fundamental Computer Programming Course*. In the Asian Conference on Education 2014, 4305.
- Mikum, S. (2017). A development of learning framework for improving Programming skills in algorithm [Unpublished doctoral dissertation]. Degree of Doctor of Philosophy Learning Innovation and Technology: Faculty of Industrial Education and Technology King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok, Thailand.
- Nagappan, N., Williams, L., Ferzli, M., Wiebe, E., Yang, K., Miller, C., & Balik, S. (2003). *Improving the CS1 experience with pair programming*. Proceedings of the 34th SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education, 11 January 2003, 359–362. <https://doi.org/10.1145/611892.612006>



- Phongpaibul, M., & Boehm, B. (2006). *An empirical comparison between pair development and software inspection in Thailand*. Proceedings of the 2006 ACM/IEEE International Symposium on Empirical Software Engineering, 21-22 September 2006, 85-94. <https://doi.org/10.1145/1159733.1159749>
- Phumpuang, K., & Sittiwong, T. (2018). The development of flipped classroom Learning activities with collaborative learning approach for Undergraduate students. *Journal of Education Naresuan University*, 20(2). 1-11.
- Polycarpou, I. (2006). *Computer science students' difficulties with proofs by induction*. Proceedings of the 44th Annual Southeast Regional Conference, 10-12 March 2006, 601-606. <https://doi.org/10.1145/1185448.1185579>
- Petrenko, M., & Rajlich, V. (2009). *Variable granularity for improving precision of impact analysis*. 2009 IEEE 17th International Conference on Program Comprehension, 17-19 May 2009, 10-19. <https://doi.org/10.1109/icpc.2009.5090023>
- Salleh, N., Mendes, E., & Grundy, J. (2011). Empirical Studies of Pair Programming for CS/SE Teaching in Higher Education: A Systematic Literature Review. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 37(4), 509–525. <https://doi.org/10.1109/tse.2010.59>
- Sankas, S., Woraratpanya, K., & Krootjohn, S. (2010). Development of a Content and Activity Blended Learning Model for Computer Programming [Unpublished doctoral dissertation]. King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Bangkok, Thailand.
- Saylor, J. G. (1981). *Curriculum planning for better teaching and learning*. Rinehart and Winston.
- Seels, B. & Glasgow, Z. (1998). *Making Instructional Design Decisions*. Prentice Hall.

- Silva, L., Mendes, A. J., & Gomes, A. (2020). Computer-supported Collaborative Learning in Programming Education: A Systematic Literature Review. 2020 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), 27 April 2020, 1086-1095. <https://doi.org/10.1109/educon45650.2020.9125237>.
- Sison, R. (2008). *Investigating Pair Programming in a Software Engineering Course in an Asian Setting*. 2008 15th Asia-Pacific Software Engineering Conference, 03-05 December 2008, 325-331. <https://doi.org/10.1109/apsec.2008.61>
- Songsriwittaya, A. (2011). The Effects of Pair Programming in an Introductory Programming Course in Thailand. Proceedings of the 19th International Conference on Computers in Education. Chiang- Mai, Thailand: Asia-Pacific Society for Computers in Education, 1-5.
- Tsan, J., Vandenberg, J., Zakaria, Z., Wiggins, J. B., Webber, A. R., Bradbury, A., Lynch, C., Wiebe, E., & Boyer, K. E. (2020). *A Comparison of Two Pair Programming Configurations for Upper Elementary Students*. Proceedings of the 51st ACM Technical Symposium on Computer Science Education, 11-14 March 2020, 346-352. <https://doi.org/10.1145/3328778.3366941>
- Tsan, J., Vandenberg, J., Zakaria, Z., Boulden, D. C., Lynch, C., Wiebe, E., & Boyer, K. E. (2021). *Collaborative Dialogue and Types of Conflict: An Analysis of Pair Programming Interactions between Upper Elementary Students*. Proceedings of the 52nd ACM Technical Symposium on Computer Science Education, 13-20 March 2021, 1184-1190. <https://doi.org/10.1145/3408877.3432406>.
- Yang, Y.-F., Lee, C.-I., & Chang, C.-K. (2016). Learning motivation and retention effects of pair programming in data structures courses. *Education for Information*, 32(3), 249–267. <https://doi.org/10.3233/efi-160976>



- Yang, C. K., Tsai, P. Y., & Ho, T. F. (2013). A Study of Course Assessment on C++ Programming. In *Advances in Intelligent Systems and Applications-Volume 1: Proceedings of the International Computer Symposium ICS 2012 Held at Hualien, Taiwan, 12–14 December 2013*, 383-392.
- Ying, K. M., Pezzullo, L. G., Ahmed, M., Crompton, K., Blanchard, J., & Boyer, K. E. (2019). *In Their Own Words : Gender Differences in Student Perceptions of Pair Programming*. Proceedings of the 50th ACM Technical Symposium on Computer Science Education, 27 February 2019- 2 March 2019, 1053-1059. <https://doi.org/10.1145/3287324.3287380>
- Wang, L., Bruce, C., & Hughes, H. (2011). Sociocultural Theories and their Application in Information Literacy Research and Education. *Australian Academic & Research Libraries*, 42(4), 296–308. <https://doi.org/10.1080/00048623.2011.10722242>
- Wei, X., Lin, L., Meng, N., Tan, W., Kong, S.-C., & Kinshuk. (2021). The effectiveness of partial pair programming on elementary school students' Computational Thinking skills and self-efficacy. *Computers & Education*, 160(2021), 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.104023>.
- Williams L (2010). *Pair programming*. Oram A, Wilson G, editors. Making software: what really works, and why we believe it. O'Reilly.
- Zakaria, Z., Boulden, D., Vandenberg, J., Tsan, J., Lynch, C., Wiebe, E., & Boyer, K. (2019). Collaborative talk across two pair-programming configurations. In *A Wide Lens: Combining Embodied, Enactive, Extended, and Embedded Learning in Collaborative Settings*, 13th International Conference on Computer Supported Collaborative Learning (CSCL) 2019, 1 June 2019, 224-231.
- Zhong, B., Wang, Q., & Chen, J. (2016). The impact of social factors on pair programming in a primary school. *Computers in Human Behavior*, 64(2016), 423–431. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.07.017>.