

การพัฒนาสื่อเสริมการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยี Augmented Reality เรื่อง ภาพมุกกว้างของหน้าที่และการเชื่อมต่อภายในเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเพื่อนคู่คิด เพื่อจัดทำแผนผังความคิด

พงษ์ดนัย จิตตวิสุทธิกุล^{1*} และ สรเดช ครุฑจ้อน²

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาสื่อเสริมการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยี Augmented Reality เรื่อง ภาพมุกกว้างของหน้าที่และการเชื่อมต่อภายในเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเพื่อนคู่คิด เพื่อจัดทำแผนผังความคิด 2) หาประสิทธิภาพของสื่อเสริมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนก่อนและหลังเรียนด้วยสื่อเสริมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น และ 4) หาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อสื่อเสริมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น ซึ่งสื่อเสริมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีลักษณะเป็นเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมแบบ 2 มิติ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาของค์ประกอบและสถาปัตยกรรมคอมพิวเตอร์ ในปีการศึกษาที่ 1/2560 จำนวน 34 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่างง่ายด้วยวิธีจับฉลากห้องเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ สื่อเสริมการเรียนรู้ความเป็นจริงเสริม โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเพื่อนคู่คิด แบบทดสอบประสิทธิภาพสื่อเสริมการเรียนรู้ (แบบทดสอบระหว่างเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (แบบทดสอบก่อนเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน) และแบบประเมินความพึงพอใจ ผลการวิจัยพบว่า 1) สื่อเสริมการเรียนรู้ความเป็นจริงเสริมที่พัฒนาขึ้น เรื่อง ภาพมุกกว้างของหน้าที่และการเชื่อมต่อภายในเครื่องคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วย 5 หัวข้อ ได้แก่ ส่วนประกอบของเครื่องคอมพิวเตอร์ หน้าที่ของคอมพิวเตอร์ โครงสร้างการเชื่อมโยงภายในเครื่องคอมพิวเตอร์ การเชื่อมโยงโดยใช้บัส และสถาปัตยกรรม PCI 2) ประสิทธิภาพของสื่อเสริมการเรียนรู้ความเป็นจริงเสริมที่พัฒนาขึ้น มีค่าเท่ากับ 87.89/84.00 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่กำหนดไว้ 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังเรียนด้วยสื่อเสริมการเรียนรู้ความเป็นจริงเสริมที่พัฒนาขึ้น โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเพื่อนคู่คิด สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 4) ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อสื่อเสริมการเรียนรู้ความเป็นจริงเสริมที่พัฒนาขึ้น อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.74$, S.D. = 0.44)

คำสำคัญ: สื่อเสริมการเรียนรู้, เทคโนโลยี Augmented Reality, กิจกรรมการเรียนรู้แบบเพื่อนคู่คิด, แผนผังความคิด

¹ อาจารย์สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทร. +669 4594 1555 อีเมล: vazabizatan@gmail.com



The Development of Supplementary Learning Media using Augmented Reality Technology on a Top-Level View of Computer Function and Interconnection with Think-Pair-Share Activities to Create Mind Map

Phongdanai Jittavisuttikul^{1*} and Soradech Krootjohn²

Abstract

This research was an experimental research with the purposes to: 1) develop a Supplementary Learning Media using Augmented Reality Technology on a Top-Level View of Computer Function and Interconnection with Think-Pair-Share Activities to Create Mind Map, 2) find efficiency of the developed learning media with Think-Pair-Share Activities, 3) compare the students' learning achievements before and after learning with the developed learning media with Think-Pair-Share Activities, and 4) find the students' satisfaction in learning with the developed learning media with Think-Pair-Share Activities. The developed learning media was a 2D augmented reality. The samples used in this research were 34 undergraduate students, Bachelor of Science Program, Major in computer technology, Nakhon Pathom Rajabphat University, who registered in 1st semester of academic year 2017, which derived from drawing a simple random classroom sampling. The tools used in this research consisted of the learning media with Think-Pair-Share Activities, efficiency evaluation form (Exercises and Posttest), learning achievements evaluation tests (Pretest and Posttest), and the satisfaction evaluation form. The result findings showed that: 1) the learning media on a Top-Level View of Computer Function and Interconnection consisted of 5 topic; 1) Computer Components, 2) Computer Function, 3) Interconnection Structures, 4) Bus Interconnection and 5) PCI Express, 2) the efficiency of the learning media with Think-Pair-Share Activities was 87.89/84.00, which was higher than the setting criterion of 80/80, 3) the students' learning achievements after learning with the learning media with Think-Pair-Share Activities was higher than before learning at the statistically significant value of .05, and 4) the overall satisfaction of students towards learning with the learning media with Think-Pair-Share Activities was at a very good level ($\bar{x} = 4.74$, S.D. = 0.44).

Keywords: Supplementary Learning Media, Augmented Reality Technology, Think-Pair-Share Activities, Mind Map

¹ Lecture, Major of Computer Education, Faculty of Science and Technology, Nakhon Pathom Rajabphat University

² Assistant Professor, Department of Computer Education, Faculty of Technical Education, King Mongkut's University of Technology North Bangkok

* Corresponding Author Tel. +669 4594 1555 e-mail: vazabizatan@gmail.com

1. บทนำ

ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีในปัจจุบันได้เข้ามามีบทบาทต่อการดำเนินชีวิตของผู้คนในหลากหลายด้านอย่างกลมกลืน เช่น เทคโนโลยีด้านอุปกรณ์สื่อสารต่าง ๆ ที่มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องจนเกิดเป็นอุปกรณ์สื่อสารใหม่ ๆ ได้แก่ โทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ตโฟน (Smartphone) ซึ่งมีความสามารถในการทำงานแบบบรรทัดประโยชน์ที่เปรียบเสมือนคอมพิวเตอร์แบบพกพาขนาดย่อม ที่นอกจากจะใช้เป็นเครื่องโทรศัพท์ในการรับสายหรือโทรออกได้แล้ว ยังมีความสามารถด้านอื่น ๆ ด้วย เช่น ด้านการถ่ายรูป ด้านการใช้งานอินเทอร์เน็ต ด้านการสื่อสารในเครือข่ายสังคมออนไลน์ต่าง ๆ ด้านความบันเทิง รวมถึงการนำความสามารถไปใช้ประโยชน์ในด้านการ ศึกษาด้วย ซึ่งถือเป็นเครื่องมือในการอำนวยความสะดวกสำหรับการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันให้ทุกอย่างเป็นเรื่องง่ายขึ้น จนกลายเป็นสิ่งที่จำเป็นและขาดไม่ได้ นอกจากนั้นแล้วยังมีการพัฒนาเทคโนโลยีทางด้านซอฟต์แวร์ในการแสดงผลให้มีความเสมือนจริง เช่น เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality: AR) โดยที่ผู้ใช้จะสามารถมองเห็นสภาพจริงและวัตถุเสมือนซ้อนทับ หรือประกอบกับโลกจริง ดังนั้นเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมจะเพิ่มเติมสภาพจริงมากกว่าการแทนที่โลกจริงทั้งหมด [1] เป็นรูปแบบของประสบการณ์ในโลกแห่งความเป็นจริง (Real World) ที่เพิ่มเนื้อหาที่สร้างขึ้นจากคอมพิวเตอร์ซึ่งเชื่อมโยงไปยังสถานที่ รูปภาพ หรือสัญลักษณ์ที่เฉพาะเจาะจง แล้วเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมจะแสดงผลเนื้อหาที่ติดต่อกับสร้างขึ้นผสมกับโลกแห่งความจริง [2] เป็นภาพเสมือนจริงผ่านหน้าจอของอุปกรณ์ เช่น โทรศัพท์มือถือสมาร์ตโฟน แท็บเล็ต หรือบนอุปกรณ์แสดงผลอื่น ๆ โดยภาพเสมือนจริงที่ปรากฏขึ้นจะมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ได้ทันทีทั้งในลักษณะที่เป็นภาพนิ่ง 3 มิติ ภาพเคลื่อนไหว หรืออาจจะเป็นสื่อที่มีเสียงประกอบ ขึ้นอยู่กับการออกแบบสื่อแต่ละรูปแบบว่าจะให้แสดงผลออกมาแบบใด [3] ซึ่งสามารถนำคุณลักษณะนี้ไปใช้ให้ประโยชน์อย่างยิ่งในด้านการ ศึกษาและการฝึกอบรม [4]

โดยรัฐบาลเองก็ได้ให้ความสำคัญต่อการนำเทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสารมาใช้พัฒนาประเทศในด้านต่าง ๆ ตามกรอบนโยบายเทคโนโลยีสารสนเทศและการ

สื่อสารของประเทศไทย หรือ ICT2020 (พ.ศ. 2554-2563) [5] ที่มีเป้าหมายในการมุ่งสร้างสังคมแห่งภูมิปัญญา และการเรียนรู้ (Knowledge-based Economy) ซึ่งสอดคล้องกับการพัฒนาคุณภาพการศึกษาตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553 และ (ฉบับที่ 4) พ.ศ. 2562 [6] ในหมวดที่ 9 มาตรา 67 รัฐต้องส่งเสริมให้มีการวิจัยและพัฒนา การผลิตและการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา รวมทั้งติดตาม ตรวจสอบ และประเมินผลการใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษา เพื่อให้เกิดการใช้ที่คุ้มค่าและเหมาะสมกับกระบวนการเรียนรู้ของคนไทย และในหมวดที่ 4 มาตรา 22 การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่า ผู้เรียนทุกคนมีความสามารถในการเรียนรู้ และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตนเองได้ตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ ซึ่งจะเห็นได้ว่าการนำเอาเทคโนโลยีที่ทันสมัยในปัจจุบันมาพัฒนาสื่อการเรียนการสอนนับว่าเป็นปัจจัยสำคัญอย่างยิ่งที่จะส่งเสริมและสนับสนุนให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ได้หรือผู้เรียนเป็นสำคัญ ประกอบกับการนำเทคนิคการสอนรูปแบบต่าง ๆ ไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทั้งแบบออนไลน์และออฟไลน์ เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์ในการเรียนรู้ ซึ่งเทคนิคการสอนแบบเพื่อนคู่คตินั้นก็เป็นหนึ่งในรูปแบบของการเรียนรู้แบบร่วมมือที่เป็นเทคนิคการอภิปรายโดยเริ่มจากปัญหาที่ผู้สอนกำหนดให้ผู้เรียนแต่ละคนคิดแล้วหาคำตอบด้วยตนเองก่อน หลังจากนั้นจึงนำคำตอบไปอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนที่เป็นคู่ เมื่อมั่นใจว่าคำตอบของตนถูกต้องหรือดีที่สุดแล้ว จึงนำคำตอบไปนำเสนอให้กลุ่มหรือให้เพื่อนทั้งชั้นเรียนรับฟัง เพื่อสรุปผลร่วมกันทั้งชั้นอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งเป็นการฝึกทักษะในการทำงานเป็นทีมให้กับผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนเป็นคนที่มีเหตุผลยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ถ้าแสดงความคิดเห็นมีความรับผิดชอบต่อหน้าที่ โดยอาจจะนำเสนอเป็นแผนผังความคิดที่แสดงความเชื่อมโยงกันเหมือนกับการเชื่อมโยงเซลล์ประสาทในสมอง โดยเขียนเป็นคำ ภาพ หรือสัญลักษณ์ที่เชื่อมโยงกันแล้วกระจายเป็นรัศมีออกไปจากศูนย์กลางที่ช่วยให้การสรุปประเด็นมีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น รวมทั้งยังช่วยให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ได้ง่าย

เนื่องจากได้เห็นเป็นภาพรวม ตลอดจนเป็นการเปิดโอกาสให้สมองเชื่อมโยงต่อข้อมูลหรือความคิดต่าง ๆ เข้าหากันได้ง่ายกว่า [7] ซึ่งการจัดทำเป็นแผนผังความคิดนั้นเป็นการส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ ที่สอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน (Constructionism) การเรียนรู้ที่ดีเกิดจากการสร้างพลังความรู้ในตนเองของผู้เรียน หากผู้เรียนมีโอกาสได้สร้างความคิดและนำความคิดของตนเองไปสร้างสรรค์ชิ้นงาน โดยอาศัยสื่อและเทคโนโลยีที่เหมาะสม จะทำให้เห็นความคิดนั้นเป็นรูปธรรมที่ชัดเจน และเมื่อผู้เรียนสร้างสิ่งใดสิ่งหนึ่งขึ้นมาในโลกก็หมายถึงการสร้างความรู้ในตนเองนั่นเอง [8] และเมื่อพิจารณาถึงเนื้อหารายวิชาของคํประกอบและสถาปัตยกรรมคอมพิวเตอร์ตามหลักสูตรของมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 ซึ่งเป็นรายวิชาที่ประกอบด้วยภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ ในส่วนของเนื้อหาภาคทฤษฎีนั้นมีความซับซ้อนและเป็นเรื่องใหม่สำหรับผู้เรียน ถึงแม้ว่าจะเป็นเรื่องพื้นฐานแต่ผู้เรียนก็ควรจะต้องเข้าใจอย่างชัดเจน และสามารถที่จะอธิบายเกี่ยวกับโครงสร้างลำดับชั้นของคอมพิวเตอร์ได้ตั้งแต่ระดับบนสุดลงไปถึงระดับล่าง โดยเมื่อวิเคราะห์เนื้อหาในเรื่อง ภาพมุมมองกว้างของหน้าที่และการเชื่อมต่อภายในเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นเรื่องที่กล่าวถึงโครงสร้างของคอมพิวเตอร์ อธิบายถึงรายละเอียดเกี่ยวกับกระบวนการทำงานพื้นฐานของเครื่องคอมพิวเตอร์ การเชื่อมต่อของอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นเรื่องที่ยากสำหรับผู้เรียนที่จะทำความเข้าใจ และหากพิจารณาถึงความเป็นไปได้ที่จะนำสื่อการสอนบนคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอนก็ยังมีข้อจำกัดอยู่ เนื่องจากสถานที่จัดการเรียนการสอนในรายวิชานี้จัดอยู่ในห้องบรรยายไม่ใช่ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ สื่อการสอนเดียวที่มีคือเอกสารประกอบการสอน และการสอนโดยผู้สอนยังเป็นสิ่งที่จำเป็น เพื่อที่จะได้สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนว่าเข้าใจแล้วหรือไม่ แต่อย่างไรก็ตามการเรียนในห้องบรรยายก็ยังมีข้อดีในเรื่องของความสะดวกต่อการสร้างบรรยากาศการเรียนรู้แบบร่วมมือ อีกทั้งความก้าวหน้าเทคโนโลยี Augmented Reality ในปัจจุบันที่สามารถผสมผสานโลกจริงกับโลกเสมือนเข้าด้วยกันได้อย่างกลมกลืนผ่านอุปกรณ์โทรศัพท์มือถือ

สมาร์ทโฟนที่ผู้เรียนส่วนใหญ่มีกันทุกคน ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้ประโยชน์เพื่อการจัดการเรียนการสอนในรายละเอียดเนื้อหาดังกล่าวได้เป็นอย่างดี

ด้วยเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น จึงทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะพัฒนาสื่อเสริมการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยี Augmented Reality เรื่อง ภาพมุมมองกว้างของหน้าที่และการเชื่อมต่อภายในเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเพื่อนคู่คิด เพื่อจัดทำแผนผังความคิด โดยใช้ประโยชน์ของเทคโนโลยี Augmented Reality ในการแสดงภาพเสมือนจริงของกระบวนการทำงานต่าง ๆ ผ่านโทรศัพท์มือถือสมาร์ทโฟนของผู้เรียนเอง เพื่อให้ผู้เรียนจะสามารถเห็นกระบวนการทำงานต่าง ๆ ได้อย่างชัดเจนเป็นรูปธรรม ภายใต้อุปกรณ์จำกัดของลักษณะของห้องเรียนที่เป็นห้องบรรยาย โดยมุ่งหวังให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อที่จะส่งผลทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้น

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อพัฒนาสื่อเสริมการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยี Augmented Reality เรื่อง ภาพมุมมองกว้างของหน้าที่และการเชื่อมต่อภายในเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเพื่อนคู่คิด เพื่อจัดทำแผนผังความคิด

2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของสื่อเสริมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น

2.3 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ก่อนและหลังเรียนด้วยสื่อเสริมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น

2.4 เพื่อหาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อสื่อเสริมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น

3. สมมติฐานของการวิจัย

3.1 ประสิทธิภาพของสื่อเสริมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80

3.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังเรียนด้วยสื่อเสริมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.3 ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อสื่อเสริมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น อยู่ในระดับมาก

4. ขอบเขตของการวิจัย

4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

4.1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาองค์ประกอบและสถาปัตยกรรมคอมพิวเตอร์ ในปีการศึกษาที่ 1/2560

4.1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาองค์ประกอบและสถาปัตยกรรมคอมพิวเตอร์ ในปีการศึกษาที่ 1/2560 จำนวน 34 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่างง่ายด้วยวิธีการจับสลากห้องเรียน

4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

4.2.1 สื่อเสริมการเรียนรู้ความเป็นจริงเสริมด้วยเทคโนโลยี Augmented Reality เรื่อง ภาพมุมกว้างของหน้าที่และการเชื่อมต่อภายในเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเพื่อนคู่คิด เพื่อจัดทำแผนผังความคิด

4.2.2 แบบประเมินคุณภาพสื่อเสริมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น ซึ่งกำหนดเกณฑ์การประเมินจำนวน 2 ด้าน ได้แก่ ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ และด้านเนื้อหา

4.2.3 แบบทดสอบวัดประสิทธิภาพสื่อเสริมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น (แบบทดสอบระหว่างเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน) ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 34 ข้อ

4.2.4 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (แบบทดสอบก่อนเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน) ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 34 ข้อ

4.2.5 แบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อสื่อเสริมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น ซึ่งเป็นแบบประเมินมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) 5 ระดับ โดยกำหนดเกณฑ์การประเมินจำนวน 2 ด้าน ได้แก่ ด้านสื่อเสริมการเรียนรู้ความเป็นจริงเสริม และด้านรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเพื่อนคู่คิด

4.3 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

4.3.1 ตัวแปรอิสระ คือ สื่อเสริมการเรียนรู้ความเป็นจริงเสริมด้วยเทคโนโลยี Augmented Reality เรื่อง ภาพมุมกว้างของหน้าที่และการเชื่อมต่อภายใน

เครื่องคอมพิวเตอร์ โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเพื่อนคู่คิด เพื่อจัดทำแผนผังความคิด

4.3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ประสิทธิภาพของสื่อเสริมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน และความพึงพอใจของผู้เรียน

4.4 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นหน่วยย่อยในรายวิชาองค์ประกอบและสถาปัตยกรรมคอมพิวเตอร์ เรื่อง ภาพมุมกว้างของหน้าที่และการเชื่อมต่อภายในเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งประกอบด้วย 5 หัวข้อย่อย ได้แก่ ส่วนประกอบของเครื่องคอมพิวเตอร์ หน้าที่ของคอมพิวเตอร์ โครงสร้างการเชื่อมโยงภายในเครื่องคอมพิวเตอร์ การเชื่อมโยงโดยใช้บัส และสถาปัตยกรรม PCI

4.5 ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองวิจัยครั้งนี้ คือ ภาคเรียนที่ 1 ประจำปีการศึกษา 2560

4.6 รูปแบบการทดลองที่ใช้ในการวิจัย

รูปแบบการทดลองที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียวสอบก่อน-สอบหลัง

5. วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยอย่างเป็นระบบตามขั้นตอน ADDIE Model [9] โดยมีรายละเอียดดังนี้

5.1 ศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหารายวิชา (Analysis)

ศึกษาคำอธิบายรายวิชา วัตถุประสงค์ทั่วไป และเนื้อหาวิชาขององค์ประกอบและสถาปัตยกรรมคอมพิวเตอร์ เรื่อง ภาพมุมกว้างของหน้าที่และการเชื่อมต่อภายในเครื่องคอมพิวเตอร์ แล้วกำหนดเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม จำนวน 7 ข้อ เพื่อนำไปออกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบปรนัย 4 ตัวเลือก วัตถุประสงค์ 5 ข้อ รวมได้แบบทดสอบทั้งหมดจำนวน 35 ข้อ จากนั้นนำแบบทดสอบไปประเมินความสอดคล้อง (IOC) ความเป็นปรนัยโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบให้เหมาะสมตามข้อเสนอแนะ เพื่อที่จะนำไปหาคุณภาพของแบบทดสอบ โดยได้แบบทดสอบที่มีคุณภาพเหมาะสมเป็นไปตามมาตรฐานจำนวน 34 ข้อ ซึ่งมีค่าความยากง่าย (P) อยู่ระหว่าง 0.50 ถึง 0.75 ค่าอำนาจจำแนก (D) อยู่ระหว่าง 0.40 ถึง 0.60 และค่าความเชื่อมั่น (r) ตามสูตร KR-20 เท่ากับ 0.78 จากนั้นทำการวิเคราะห์



สภาพแวดล้อม สิ่งอำนวยความสะดวกภายในห้องเรียน บรรยาย วิเคราะห์ผู้เรียน และเทคโนโลยีที่จะนำมาใช้ในการพัฒนาสื่อเสริมการเรียนรู้ รวมถึงศึกษาเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนคู่คิด การจัดทำแผนผังความคิด เพื่อกำหนดรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้การสอนให้มีความเหมาะสมสอดคล้องกัน

5.2 ออกแบบบทเรียน (Design)

นำผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้านต่าง ๆ ในขั้นตอนที่ผ่านมาออกแบบ โดยมีรายละเอียดดังนี้

5.2.1 ออกแบบรูปแบบของหน้าจอนำเสนอเนื้อหาให้เหมาะสมกับขนาดของหน้าจอสมาาร์ทโฟน

5.2.2 ออกแบบลำดับขั้นตอนในการนำเสนอโดยเขียนเป็น Storyboard

5.2.3 ออกแบบรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเพื่อนคู่คิด โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) แนะนำการใช้งานสื่อเสริมการเรียนรู้ความเป็นจริงเสริมด้วยเทคโนโลยี Augmented Reality เรื่อง ภาพมุมมองกว้างของหน้าที่และการเชื่อมต่อภายในเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเพื่อนคู่คิด เพื่อกำหนดแผนผังความคิด

2) ทำแบบทดสอบก่อนเรียนจำนวน 34 ข้อ ซึ่งเป็นแบบทดสอบออนไลน์ที่พัฒนาขึ้นด้วย Google Form

3) ศึกษาเนื้อหาจากสื่อเสริมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น

4) ผู้เรียนจับคู่กันตามความสมัครใจเพื่อทำใบงาน/กิจกรรมตามการเรียนรู้แบบเพื่อนคู่คิด และทำแบบทดสอบระหว่างเรียนจำนวน 34 ข้อ ซึ่งเป็นแบบทดสอบออนไลน์ที่พัฒนาขึ้นด้วย Google Form

5) ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายเขียนแผนผังความคิดสรุปเนื้อหาที่ได้เรียนรู้

6) ทำแบบทดสอบหลังเรียนจำนวน 34 ข้อ ซึ่งเป็นแบบทดสอบออนไลน์ที่พัฒนาขึ้นด้วย Google Form

7) ทำแบบประเมินความพึงพอใจต่อสื่อเสริมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น ซึ่งเป็นแบบประเมินออนไลน์ที่พัฒนาขึ้นด้วย Google Form

5.2.4 ออกแบบประเมินคุณภาพสื่อเสริมการ

เรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น ซึ่งกำหนดเกณฑ์การประเมินจำนวน 2 ด้าน ได้แก่ ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ และด้านเนื้อหา

5.2.5 ออกแบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน ซึ่งกำหนดเกณฑ์การประเมินจำนวน 2 ด้าน ได้แก่ ด้านสื่อเสริมการเรียนรู้ความเป็นจริงเสริม และด้านรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเพื่อนคู่คิด

5.3 พัฒนบทเรียน (Development)

พัฒนบทเรียนตามที่ได้ออกแบบเอาไว้ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

5.3.1 เตรียมการ เป็นการเตรียมส่วนประกอบต่าง ๆ ที่จะใช้ในการสร้างสื่อเสริมการเรียนรู้ความเป็นจริงเสริม เช่น ข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และเสียงบรรยายประกอบเนื้อหา

5.3.2 สร้างเอกสารประกอบบทเรียน ได้แก่ เอกสารเนื้อหา ใบงาน

5.3.3 สร้างบทเรียน เป็นการนำส่วนประกอบต่าง ๆ ที่ได้เตรียมเอาไว้มาสร้างเป็นสื่อเสริมการเรียนรู้ความเป็นจริงเสริมด้วย PixLive Maker โดยพัฒนาบนเว็บไซต์ <https://armanager.vidinoti.com>

5.4 การทดลองใช้ (Implementation)

ทดลองใช้สื่อเสริมการเรียนรู้ความเป็นจริงเสริมที่ได้พัฒนาขึ้น ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

5.4.1 ทดลองใช้โดยผู้พัฒนาเองเพื่อตรวจสอบหาข้อผิดพลาดและปัญหาในการใช้งาน เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขสื่อเสริมการเรียนรู้ให้มีความสมบูรณ์

5.4.2 ทดลองใช้กับกลุ่มย่อย โดยไม่ใช้กลุ่มเดียวกันกับกลุ่มตัวอย่าง แต่มีลักษณะเทียบเคียงกับกลุ่มตัวอย่างคือนักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาองค์ประกอบและสถาปัตยกรรมคอมพิวเตอร์ ในปีการศึกษาที่ 1/2560 จำนวน 9 คน โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 3 คน ได้แก่ กลุ่มเก่ง กลุ่มกลาง และกลุ่มอ่อน เพื่อสอบถามความคิดเห็นจากการใช้สื่อเสริมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น และนำผลที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไขสื่อเสริมการเรียนรู้ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

5.4.3 ทดลองใช้โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และด้านเทคนิควิธีการ ด้านละ 3 ท่าน เพื่อประเมินคุณภาพสื่อเสริมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น โดยมีผลการประเมินด้าน

เทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x} = 4.60$, S.D. = 0.49) และผลการประเมินด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x} = 4.53$, S.D. = 0.50) จากนั้นนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุง พัฒนาสื่อเสริมการเรียนรู้ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

5.4.4 ทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียวสอบก่อน-สอบหลัง ที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งดำเนินการเรียนการสอนตามรูปแบบการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบเพื่อนคู่คิดที่ได้ออกแบบเอาไว้ โดยผู้วิจัยได้กำหนดให้ผู้เรียนสามารถจับคู่กันได้ตามความสมัครใจ เพื่อสร้างบรรยากาศที่ดีในการเรียนรู้ร่วมกัน ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 บรรยากาศการเรียนรู้แบบเพื่อนคู่คิด และตัวอย่างแผนผังความคิดที่ผู้เรียนจัดทำขึ้น

5.5 ประเมินผลข้อมูล (Evaluation)

ประเมินผลข้อมูลที่ได้จากการดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างด้วยการวิเคราะห์ค่าทางสถิติต่าง ๆ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน E_1/E_2 และ t-test แบบ Dependent เพื่อนำไปทดสอบสมมติฐานการวิจัยตามที่กำหนดเอาไว้

6. ผลการวิจัย

6.1 ผลการพัฒนาสื่อเสริมการเรียนรู้สื่อเสริมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วยเนื้อหาในรายวิชาองค์ประกอบและสถาปัตยกรรมคอมพิวเตอร์ เรื่อง ภาพมุมมองกว้างของหน้าที่และการเชื่อมต่อภายในเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งประกอบด้วย 5 หัวข้อ ได้แก่ ส่วนประกอบของเครื่องคอมพิวเตอร์ หน้าที่ของคอมพิวเตอร์โครงสร้าง

การเชื่อมโยงภายในเครื่องคอมพิวเตอร์ การเชื่อมโยงโดยใช้บัส และสถาปัตยกรรม PCI ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 สื่อเสริมการเรียนรู้ความเป็นจริงเสริมที่พัฒนาขึ้น

6.2 ผลการหาประสิทธิภาพของสื่อเสริมการเรียนรู้ ตารางที่ 1 ผลการหาประสิทธิภาพของสื่อเสริมการเรียนรู้

แบบทดสอบ (คะแนนเต็ม 34)	\bar{x}	S.D.	ประสิทธิภาพ
ระหว่างเรียน (E_1)	29.88	1.70	87.89
หลังเรียน (E_2)	28.56	1.76	84.00

จากตารางที่ 1 พบว่าประสิทธิภาพของสื่อเสริมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีค่าเท่ากับ 87.89/84.00 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่กำหนดไว้ สามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้ โดยพิจารณาจากการนำผลคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบระหว่างและหลังเรียนของผู้เรียน ไปทดสอบหาค่าประสิทธิภาพตามสูตร E_1/E_2

6.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบ (คะแนนเต็ม 34)	n	\bar{x}	S.D.	t คำนวณ	t ตาราง
ก่อนเรียน	34	12.26	1.68	*49.20	1.69
หลังเรียน	34	28.56	1.76		

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 2 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 โดยพิจารณาจากการนำผลคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบก่อนและหลังเรียนของผู้เรียน ไปทดสอบหาค่าที (t-test แบบ Dependent Sample) เพื่อเปรียบเทียบค่าความแตกต่างทางสถิติระหว่างคะแนนเฉลี่ยก่อนและหลังเรียนด้วยสื่อเสริมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น พบว่ามีค่าเท่ากับ 49.20 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ที่ 1.69 ซึ่งหมายความว่าผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

6.4 ผลการประเมินความพึงพอใจ

ตารางที่ 3 ผลการประเมินความพึงพอใจ

รายการประเมิน	\bar{x}	S.D.
1. ด้านสื่อเสริมการเรียนรู้	4.76	0.43
- ความง่ายและสะดวกรวดเร็วในการใช้งานสื่อเสริมการเรียนรู้	4.91	0.29
- ความเหมาะสมของรูปแบบในการนำเสนอ	4.65	0.49
- ความสามารถในการอธิบายเกี่ยวกับเนื้อหาได้อย่างชัดเจน	4.74	0.45
2. ด้านรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเพื่อนคู่คิด	4.72	0.45
- ความเหมาะสมของรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเพื่อนคู่คิด	4.71	0.46
- รูปแบบของการจับคู่	4.79	0.41
- การเขียนแผนผังความคิดร่วมกันส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้	4.65	0.49
เฉลี่ยรวม	4.74	0.44

จากตารางที่ 3 พบว่าความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อสื่อเสริมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.74$, S.D. = 0.44) โดยมีผลการประเมินความพึงพอใจในด้านสื่อเสริมการเรียนรู้ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.76$, S.D. = 0.43) และผลการประเมินความพึงพอใจในด้านรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเพื่อนคู่คิดอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.72$, S.D. = 0.45)

7. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังเรียนด้วยสื่อเสริมการเรียนรู้ความเป็นจริงเสริมด้วยเทคโนโลยี Augmented Reality เรื่อง ภาพมวกว้างของหน้าที่และการเชื่อมต่อภายในเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเพื่อนคู่คิด เพื่อจัดทำแผนผังความคิด ที่พัฒนาขึ้นสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เนื่องจากสื่อเสริมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นนั้นมีกระบวนการพัฒนาอย่างเป็นระบบขั้นตอน ADDIE Model ผ่านการทดลองใช้โดยผู้วิจัยกลุ่มย่อย และตรวจสอบคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ ส่งผลทำให้สื่อเสริมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพเหมาะสมสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี ดังจะเห็นได้จากผลการประเมินคุณภาพสื่อการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และด้านเทคนิควิธีการ ด้านละ 3 ท่าน ด้วยแบบประเมินคุณภาพสื่อการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น โดยมีผลการประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x} = 4.60$, S.D. = 0.49) และผลการประเมินด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x} = 4.53$, S.D. = 0.50) และผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับปรุง พัฒนาสื่อเสริมการเรียนรู้ให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้นตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งมีความสอดคล้องกับผลการหาค่าประสิทธิภาพของสื่อเสริมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นที่มีค่าเท่ากับ 87.89/84.00 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ที่ 80/80 โดยพิจารณาจากการนำผลคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบระหว่างและหลังเรียนของผู้เรียนไปทดสอบหาค่าประสิทธิภาพตามสูตร E_1/E_2

นอกจากนี้แล้วด้วยคุณลักษณะและความสามารถของเทคโนโลยี Augmented Reality ที่สามารถสร้างรูปร่าง รูปทรงของวัตถุเสมือนว่ามีอยู่จริงได้ ซึ่งเป็นการสร้างความตื่นเต้นและดึงดูดให้ผู้เรียนเกิดความสนใจที่จะเรียนรู้ และทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาที่มีลักษณะเป็นระบบงาน กระบวนการทำงานต่าง ๆ ซึ่งเป็นเรื่องที่ยากให้กลายเป็นเรื่องง่ายสำหรับผู้เรียนในการทำความเข้าใจได้อย่างรวดเร็ว รวมถึงผู้เรียนสามารถเข้าใช้งานสื่อเสริมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นได้อย่างสะดวก รวดเร็ว และไม่ยุ่งยากผ่านแอปพลิเคชันที่ติดตั้งอยู่บน Smartphone ของผู้เรียนแต่ละคน ประกอบกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเพื่อนคู่คิดได้กระตุ้นให้ผู้เรียน

เกิดความสนุกสนานจากการเรียนรู้ร่วมกันผ่านการทำงานเป็นคู่ที่ผู้เรียนจะต้องช่วยกันคิด ช่วยกันทำ แลกเปลี่ยนข้อคิดเห็น และอภิปรายสรุปผลเกี่ยวกับเนื้อหา เพื่อจัดทำเป็นแผนผังความคิดของผู้เรียนแต่ละคู่ ซึ่งเป็นการฝึกทักษะในการทำงานเป็นทีมให้กับผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนเป็นคนที่มีความคิด ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น กล้าแสดงความคิดเห็น มีความรับผิดชอบต่อนหน้าที่ ตั้งจะเห็นได้จากผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อสื่อเสริมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.74$, S.D. = 0.44) ซึ่งประกอบด้วยผลการประเมินด้านสื่อเสริมการเรียนรู้อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.76$, S.D. = 0.43) และผลการประเมินด้านรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเพื่อนคู่คิดอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.72$, S.D. = 0.45)

8. ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยในครั้งนี้พบว่าสื่อเสริมการเรียนรู้ความเป็นจริงเสริม ด้วยเทคโนโลยี Augmented Reality เรื่อง ภาพมุมมองกว้างของหน้าที่และการเชื่อมต่อภายในเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเพื่อนคู่คิด เพื่อจัดทำแผนผังความคิด ที่พัฒนาขึ้นนั้นมีประสิทธิภาพ สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี ดังนั้นผู้วิจัยจึงเห็นว่าควรมีการนำไปประยุกต์ใช้ในรายวิชาอื่น ๆ ที่มีลักษณะเนื้อหาเกี่ยวกับระบบงาน กระบวนการทำงานต่าง ๆ เพื่อที่จะทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาที่ยากได้อย่างรวดเร็ว และกลายเป็นเรื่องง่ายต่อการเรียนรู้ โดยอาจจะนำไปประยุกต์ใช้กับรูปแบบการเรียนการสอนด้วยเทคนิคอื่น ๆ เพื่อให้เหมาะสมกับบริบทที่แตกต่างกัน หรืออาจจะทำการศึกษาตัวแปรอื่น ๆ เพิ่มเติม เช่น คุณภาพของชิ้นงานที่ผู้เรียนจัดทำขึ้น ความคงทนในการเรียนรู้ เป็นต้น รวมถึงอาจจะใช้เทคโนโลยีในการสร้างโลกเสมือนจริงอื่น ๆ เช่น เทคโนโลยี Virtual Reality เทคโนโลยี HoloLens เป็นต้น

9. เอกสารอ้างอิง

[1] R. T. Azuma, "A Survey of Augmented Reality," *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, vol. 6, no. 4, pp. 355-385, 1997.

[2] S. Yuen, G. Yaoyuneyong and E. Johnson, "Augmented Reality: An Overview and Five Directions for AR in Education," *Journal of Educational Technology Development and Exchange*, vol. 4, no. 1, pp. 119-140, 2011.

[3] P. Tansiri, "Augmented reality," *Executive Journal*, vol. 30, no. 2, pp. 169-175, 2010. (in Thai)

[4] K. Lee, "Augmented Reality in Education and Training," *TechTrends*, vol. 56, no. 2, pp. 13-21, 2012.

[5] Information and Communication Technology, Ministry, The Information and Communication Technology Policy Framework (2011-2020) or ICT2020, Bangkok: Ministry of Information and Communication Technology, 2011. (in Thai).

[6] The National Education Commission, Office, National Education ACT, B.E.2542 (1999), Bangkok: The Prime Minister's Office, 2010. (in Thai)

[7] M. Tiantong, *Innovation: Computer-based Learning and Teaching*, Bangkok: King Mongkut's University of Technology North Bangkok, 2013. (in Thai)

[8] T. Khammani, *Science Teaching: Knowledge in Order to Provide an Effective Learning Process*, Bangkok: Chulalongkorn University print Bureau, 2014. (in Thai)

[9] M. Tiantong, *Courseware Design and Development for CAI*, Bangkok: King Mongkut's University of Technology North Bangkok, 2011. (in Thai)