



รายงานการวิจัย

พัฒนาหนังสือที่มีปฏิสัมพันธ์ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม
สำหรับการเรียนการสอน เรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์

Development of an Interactive Book with Augmented
Reality for Teaching and Learning Hardware Computer

เชมปรีต ขุนราชเสนา
สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ประจำปีงบประมาณ 2560

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

พัฒนาหนังสือที่มีปฏิสัมพันธ์ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม
สำหรับการเรียนการสอน เรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์

Development of an Interactive Book with Augmented
Reality for Teaching and Learning Hardware Computer

เชมปรีต ขุนราชเสนา สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ทุนอุดหนุนโดยมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ งบประมาณแผ่นดิน
ที่พิจารณาโดยผ่านความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ประจำปีงบประมาณ 2560

(ก)

ชื่องานวิจัย พัฒนาหนังสือที่มีปฏิสัมพันธ์ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริมสำหรับการเรียนการสอน
เรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์
ผู้วิจัย นายเชมปรีต ชุนราชเสนา
สาขาวิชา เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี ปีเสร็จวิจัย 2561

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาหนังสือที่มีปฏิสัมพันธ์ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริมสำหรับการเรียนการสอนเรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ โดยเลือกใช้โปรแกรมในการพัฒนาแบบฟรีซอฟต์แวร์เพราะไม่มีค่าใช้จ่ายและไม่ละเมิดลิขสิทธิ์ของซอฟต์แวร์การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมสำหรับพัฒนาสื่อที่มีปฏิสัมพันธ์รูปแบบใหม่ที่มีการซ้อนภาพดิจิทัลเสมือนจริง (2 มิติ 3 มิติ) บนมาร์กเกอร์บนจอแสดงผลภายใต้สภาพแวดล้อมจริงในเวลาจริง โดยพัฒนาและทดสอบหาประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันแบบ Installation Testing เปรียบเทียบระยะทางกับเวลาในการแสดงผลและใช้แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อแอปพลิเคชัน โดยการหาค่าเฉลี่ยและค่าร้อยละผลการวิจัยพบว่า การทดสอบประสิทธิภาพในการแสดงผลภาพของแอปพลิเคชันเทียบกับระยะทางและเวลา แสดงผลถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 99.96 และใช้เวลาเฉลี่ยในการแสดงผล 1.35 วินาที ระยะที่เหมาะสมกับการใช้งาน คือ 20 - 25 เซนติเมตร ผลประเมินความพึงพอใจจากผู้ทดสอบแอปพลิเคชันอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.74 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.44 และผลการหาประสิทธิภาพของหนังสือที่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริมมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดเท่ากับ 82.20/82.08 และคะแนนผลสัมฤทธิ์ของแต่ละหน่วยการเรียนรู้ พบว่า ค่าเฉลี่ยร้อยละความก้าวหน้ามีค่าเท่ากับ 44.80 และผลประเมินความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนร่วมกับการใช้งานแอปพลิเคชันและหนังสือที่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม มีความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.47

คำสำคัญ : แอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่, ความจริงเสริม, ฮาร์ดแวร์

Title Development of an Interactive Book with Augmented Reality
for teaching and learning hardware computer

Author Mr.Kheamparit Khunratchasana

Faculty Information Technology and Communication
Faculty of Science and Technology Phetchabun Rajabhat
University.

Years of Research completed 2018

Abstract

This research aims to develop a book that interacts with Augmented Reality Technology for teaching computer hardware, choose a free software development program because it is free and does not infringe upon the copyright of the software. Use Augmented Reality Technology for Develop new interactive media with digital (2 dimensional 3D) overlay on markers on display under real-time, real-time environments. Develop and test the performance by the Installation Testing application. Compare the distance and time to display and use the satisfaction questionnaire for the application. By average and percentage. The research found that Performance testing of application images versus distance and time. The average display time was 99.96 seconds, and the average display time was 1.35 seconds. The optimum range was 20 to 25 centimeters. The satisfaction of the application testers was very good. The mean was 4.74. The standard deviation was 0.44. The efficiency of the book with interaction with the supplementary technology was 82.20 / 82.08 higher than the criterion and the achievement score of each unit was found to be 44.80. Assess satisfaction with teaching and learning with applications and books that interact with technology. The satisfaction level is very good. The average was 4.47.

Keywords : Mobile Application, Augmented Reality, Hardware

(ค)

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยเรื่อง พัฒนาหนังสือที่มีปฏิสัมพันธ์ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริมสำหรับการเรียนการสอนเรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ สำเร็จลงได้ด้วยความอนุเคราะห์อย่างยิ่งจากคณาจารย์หลาย ๆ ท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ และคำแนะนำเพื่อให้งานวิจัยในครั้งนี้ สมบูรณ์ยิ่งขึ้น สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ให้การสนับสนุนในด้านสถานที่ และสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ที่ได้ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยในครั้งนี้มา

เชมปรีต ขุนราชเสนา

15 มกราคม 2561

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญของการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	3
1.4 ระยะเวลาในการวิจัย	4
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ	4
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
2.1 เทคโนโลยีความจริงเสริม	7
2.2 การพัฒนาแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่	11
2.3 ระบบปฏิบัติการบนอุปกรณ์เคลื่อนที่	12
2.4 วงจรการพัฒนาซอฟต์แวร์	13
2.5 การวิเคราะห์และการออกแบบแอปพลิเคชันเชิงวัตถุ	14
2.6 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	17
2.7 ความพึงพอใจ	18
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	21
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	23
3.1 ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาความต้องการและวิเคราะห์ระบบ	23
3.2 ขั้นตอนที่ 2 การออกแบบ	24
3.3 ขั้นตอนที่ 3 การพัฒนา	27
3.4 ขั้นตอนที่ 4 การทดสอบ	28
3.5 ขั้นตอนที่ 5 การประเมินผล	28

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัย	32
4.1 ผลการพัฒนาหนังสือเรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม	32
4.2 ผลพัฒนาแอปพลิเคชันที่มีปฏิสัมพันธ์โดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสริม บนอุปกรณ์เคลื่อนที่	33
4.3 ผลการหาประสิทธิภาพของหนังสือที่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกับ เทคโนโลยีความจริงเสริมเรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80	36
4.4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนที่เรียนด้วยหนังสือที่มีปฏิสัมพันธ์ ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริมเรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์	37
4.5 ผลประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการใช้งานแอปพลิเคชัน และหนังสือที่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริมเรื่อง ฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์	47
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	50
5.1 สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผล	50
5.1.1 สรุปผลการวิจัย	50
5.1.2 อภิปรายผลวิจัย	52
5.2 ข้อเสนอแนะ	53
บรรณานุกรม	54
ภาคผนวก	59
ภาคผนวก ก เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	60
ภาคผนวก ข การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์	65
ประวัติผู้วิจัย	70

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 แบบสอบถามวัดระดับความพึงพอใจต่อการใช้งานแอปพลิเคชันที่มีปฏิสัมพันธ์ ร่วมกับการจัดการเรียนการสอน	29
3.2 แบบสอบถามประเมินความพึงพอใจของผู้ทดสอบแอปพลิเคชันที่มีปฏิสัมพันธ์ โดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมบนอุปกรณ์เคลื่อนที่	30
4.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพในการแสดงผลภาพเทียบกับระยะทางและเวลา	34
4.2 ผลประเมินความพึงพอใจของผู้ทดสอบแอปพลิเคชันที่มีปฏิสัมพันธ์ โดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมบนอุปกรณ์เคลื่อนที่	35
4.3 ผลการหาประสิทธิภาพของหนังสือที่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม เรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์	37
4.4 การเปรียบเทียบคะแนนความก้าวหน้าและค่าร้อยละความก้าวหน้าของคะแนน ก่อนเรียนและหลังเรียน ของหน่วยที่ 1 หน่วยรับข้อมูลเข้า (input)	37
4.5 การเปรียบเทียบคะแนนความก้าวหน้าและค่าร้อยละความก้าวหน้าของคะแนน ก่อนเรียนและหลังเรียน ของหน่วยที่ 2 หน่วยประมวลผล (process)	39
4.6 การเปรียบเทียบคะแนนความก้าวหน้าและค่าร้อยละความก้าวหน้าของคะแนน ก่อนเรียนและหลังเรียน ของหน่วยที่ 3 หน่วยแสดงผล (output)	41
4.7 การเปรียบเทียบคะแนนความก้าวหน้าและค่าร้อยละความก้าวหน้าของคะแนน ก่อนเรียนและหลังเรียน ของหน่วยที่ 4 หน่วยความจำ (memory)	42
4.8 การเปรียบเทียบคะแนนความก้าวหน้าและค่าร้อยละความก้าวหน้าของคะแนน	
4.9 คะแนนผลสัมฤทธิ์ของแต่ละหน่วยการเรียนรู้จากคะแนนก่อนเรียน คะแนนหลังเรียน และค่าร้อยละความก้าวหน้า	45
4.10 คะแนนผลสัมฤทธิ์หลังเรียนของนักศึกษาจำนวน 30 คน	46
4.11 ผลประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการใช้งานแอปพลิเคชันและหนังสือ ที่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริมเรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์	47

(ช)

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 หลักการทำงานของเทคโนโลยีอัคเมนเต็ดเรียลลิตี	7
2.2 มาร์กเกอร์	8
2.3 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมสำหรับการเรียนรู้ เรื่องระบบสุริยะจักรวาล	10
2.4 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมแนะนำสถานที่ท่องเที่ยว ในจังหวัดเพชรบูรณ์	10
2.5 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Augmented Reality แนะนำสถานที่ท่องเที่ยวของเทศบาลเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์	11
2.6 Use Case Diagram แอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ ร่วมกับเทคโนโลยี AR	17
3.1 องค์ประกอบของกระบวนการพัฒนาแอปพลิเคชัน AR บนอุปกรณ์เคลื่อนที่และการใช้งาน	24
3.2 Use Case Diagram ของแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่	24
3.3 การออกแบบผังงานระบบ	26
3.4 การออกแบบเนื้อหาและตำแหน่งจัดวางมาร์กเกอร์	27
3.5 การทดสอบแอปพลิเคชันเทียบระยะทางกับเวลา	28
4.1 ผลการพัฒนาหนังสือเรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม	33
4.2 การทดสอบแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ภายใต้สภาพแวดล้อมจริง	34

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของการวิจัย

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553 ได้กำหนดแนวทางการจัดการศึกษา ในหมวด 4 แนวการจัดการศึกษามาตร 22 ถึง มาตรา 30 โดยมาตรา 22 ระบุว่า การจัดการศึกษา ต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญ ที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพ และมาตรา 24 ระบุว่า การจัดการกระบวนการเรียนรู้ควรจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับ ความสนใจ ความถนัด และความแตกต่างระหว่างบุคคล ผูกทักษะกระบวนการคิด การจัดการ การ เเชิญสถานการณ์และการประยุกต์ความรู้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา ส่งเสริมสนับสนุนให้ผู้สอน สามารถจัดบรรยากาศ สภาพแวดล้อม รวมถึงสามารถใช้การวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการ เรียนรู้ ทั้งนี้ผู้สอนและผู้เรียนอาจเรียนรู้ไปพร้อมกันจากสื่อการเรียนการสอนและแหล่งวิทยาการ ประเภทต่าง ๆ กรอบนโยบายด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร พ.ศ. 2554-2564 ได้ กำหนดการพัฒนา ICT (Information and communication Technology) ที่เป็นอินเทอร์เน็ต ความเร็วสูงมีความทันสมัยและกระจายอย่างทั่วถึง เพื่อยกระดับขีดความสามารถในการแข่งขันของ อุตสาหกรรม ICT เพื่อสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจและนำรายได้เข้าสู่ประเทศ การประยุกต์ใช้ ICT เพื่อ สร้างนวัตกรรม บริการ ต่าง ๆ จากแผนแม่บทดังกล่าว กระทรวงศึกษาธิการ พ.ศ. 2554-2556 มี เป้าหมายเพื่อจะตอบสนองความต้องการทั้งด้านบริหารและการจัดการเรียนการสอนซึ่งเอื้อต่อการ เข้าถึงสารสนเทศเพื่อการศึกษา เพื่อการเรียนรู้ตลอดชีวิต (life long Learning) โดยพัฒนาผู้สอน และบุคลากรทางการศึกษาเพื่อพัฒนาผู้เรียน โดยการสร้างสื่อ นวัตกรรม การใช้สื่อความรู้แบบดิจิทัล เพื่อสนับสนุนการศึกษาในด้านต่าง ๆ และในปัจจุบันอุปกรณ์เคลื่อนที่มีบทบาทในการใช้ชีวิตใน ประจำวันมากขึ้น สืบเนื่องจากการพัฒนาเทคโนโลยีสื่อสารที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและ อุปกรณ์เคลื่อนที่มีประสิทธิภาพในการใช้งานสูงแต่กลับมีขนาดเล็กลง ทำให้ผู้คนสามารถเข้าถึง แหล่งข้อมูลออนไลน์ได้ทุกที่ทุกเวลา (Höllerer & Feiner, 2004) ด้วยความสามารถด้านเทคนิค และอุปกรณ์เสริมของอุปกรณ์เคลื่อนที่ ผู้ใช้งานสามารถเรียกใช้แอปพลิเคชันที่เคยใช้งานบนเครื่อง คอมพิวเตอร์ได้บนสภาพแวดล้อมของอุปกรณ์เคลื่อนที่ (Geiger, Schickler, Pryss, Schobel, & Reichert, 2014; Kjeldskov & Graham, 2003) จากการสำรวจข้อมูลการใช้งานอินเทอร์เน็ตของ ประเทศไทย พบว่ามีผู้ใช้อุปกรณ์เคลื่อนที่ 47 ล้านคน จากประชากรทั้งหมด 68.5 ล้านคน และมีการใช้งานโซเชียลมีเดียผ่านอุปกรณ์เคลื่อนที่จำนวน 34 ล้านคน โดยใช้อินเทอร์เน็ตถือ 3 ชม. 53 นาที ต่อวัน โดยมีประชากร 86% ที่ใช้อินเทอร์เน็ตทุกวัน (we are social, 2016)

เทคโนโลยีความจริงเสริม (AR) เป็นการซ้อนภาพเสมือนจริง 3 มิติ ที่ออกแบบโดยคอมพิวเตอร์ มาแสดงผลในสภาพแวดล้อมจริง 3 มิติในเวลาจริง (Azuma, 1997) เป็นกระบวนการประมวลผลภาพ (image processing) ของคอมพิวเตอร์ที่ซ้อนทับและสอดคล้องกัน โดยจะสร้างภาพเสมือนจริง (Virtual Reality) ในมุมมองของผู้ใช้งาน (Piekarski & Thomas, 2002) ระบบความจริงเสริมจะเพิ่มเติมข้อมูลต่าง ๆ ในรูปแบบของตัวหนังสือและภาพกราฟิกและแบ่งปันข้อมูลภายใต้สภาพแวดล้อมและมีปฏิสัมพันธ์กับข้อมูลได้ในขณะนั้น ทำให้ผู้ใช้สามารถโต้ตอบและมีส่วนร่วมกับสื่อมากขึ้น ซึ่งแอปพลิเคชันที่พัฒนาร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริมนั้น ทำให้เกิดการผสมผสานระหว่างข้อมูลดิจิทัลและสภาพแวดล้อมจริง (Geiger, Schickler, Pryss, Schobel, & Reichert, 2014; Hahn, 2012) การใช้งานเทคโนโลยีความจริงเสริมต้องใช้ควบคู่กับแผ่นสัญลักษณ์หรือมาร์กเกอร์และกล้องเว็บแคมเพื่อนำเข้า มาร์กเกอร์ของระบบความจริงเสริมมี 3 รูปแบบคือ ARToolKit, ARTag and ARStudio (Fiala, 2005) มาร์กเกอร์ หมายถึง ภาพที่มีลักษณะสีขาวและสีดำประกอบกันภายในกรอบสี่เหลี่ยมจัตุรัส ใช้เพื่อเปรียบเทียบตั้งข้อมูลดิจิทัลที่ได้กำหนดความสัมพันธ์ไว้ ซึ่งสามารถกล่าวได้ว่า แอปพลิเคชันที่พัฒนาร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม (AR) เป็นนวัตกรรมที่บูรณาการข้อมูลดิจิทัลในลักษณะ 2 มิติ หรือ 3 มิติ เข้ากับสภาพแวดล้อมจริงในเวลาจริงผ่านกระบวนการประมวลผลภาพโดยอาศัยมาร์กเกอร์

จากกรอบนโยบายด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร พ.ศ. 2554-2563 ได้ให้ความสำคัญกับการใช้ ICT ในการลดความเหลื่อมล้ำและสร้างโอกาสให้กับประชาชนอย่างเท่าเทียมกัน (Ministry of Information and Communication Technology, 2011, p. 7) และเพื่อเสริมทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะสารสนเทศ สื่อและเทคโนโลยี จากนโยบายดังกล่าวเน้นเอื้อประโยชน์ต่อการเข้าถึงและใช้งานสารสนเทศและเทคโนโลยี เพื่อการเรียนรู้ตลอดชีวิต การพัฒนานวัตกรรมและการใช้สื่อความรู้แบบดิจิทัลเพื่อสนับสนุนการศึกษา ผนวกกับเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพและมีการใช้งานอย่างแพร่หลาย จึงสามารถนำมาประยุกต์ใช้เป็นนวัตกรรมเพื่อการศึกษาแบบใหม่ได้ เพราะสื่อการเรียนที่ใช้ในชั้นเรียนเป็นรูปแบบเดิม ๆ ขาดปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน ทำให้ขาดแรงเสริม แรงจูงใจในการเรียน ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่ได้ตามเกณฑ์ที่ต้องการ ผู้เรียนสนใจที่จะใช้อุปกรณ์เคลื่อนที่เพื่อสื่อสารออกนอกห้องเรียนมากกว่า

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนาหนังสือที่มีปฏิสัมพันธ์ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริมสำหรับการเรียนการสอน เรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ เพื่อใช้เสริมการเรียนการสอน โดยเลือกใช้โปรแกรมที่ไม่มีค่าใช้จ่ายและไม่ต้องเขียนชุดคำสั่ง เพื่อส่งเสริมการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21 และนำไปใช้บูรณาการกับการเรียนทั้งในและนอกชั้นเรียนได้ โดยผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อโดยตรงเป็นการปรับการเรียนเปลี่ยนการสอนเติมประสบการณ์ใหม่โดยใช้สื่อที่มีปฏิสัมพันธ์รูปแบบใหม่ สร้างความสนุกสนานสนใจในการเรียนมากขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1.2.1 เพื่อพัฒนาหนังสือเรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม
- 1.2.2 เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันที่มีปฏิสัมพันธ์โดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมบนอุปกรณ์เคลื่อนที่
- 1.2.3 เพื่อหาประสิทธิภาพของหนังสือที่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริมเรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80
- 1.2.4 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนที่เรียนด้วยหนังสือที่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริมเรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์
- 1.2.5 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการใช้งานแอปพลิเคชันและหนังสือที่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริมเรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

- 1.3.1 ขอบเขตของการพัฒนาแอปพลิเคชัน
 - 1.3.1.1 ออกแบบและสร้างโมเดล 2 มิติ และ 3 มิติ ที่มีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้
 - 1.3.1.2 สามารถประมวลผลข้อมูลในรูปแบบข้อความและเสียงได้ชัดเจน
 - 1.3.1.3 สามารถประมวลผลภาพเคลื่อนไหวของแบบจำลอง 2 มิติ และ 3 มิติ ได้
 - 1.3.1.4 สามารถประมวลผลภาพแบบจำลอง 2 มิติ และ 3 มิติ โดยมีส่วนประกอบเห็นชัดเจน
- 1.3.2 ขอบเขตของหนังสือเรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์
 - 1.3.2.1 สร้างหนังสือที่มีขนาด A4
 - 1.3.2.2 ขอบเขตของเนื้อหา เนื้อหาเกี่ยวกับหนังสือที่จะพัฒนานั้นประกอบด้วยอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ 5 กลุ่ม คือ
 - 1) กลุ่มที่มีหน้าที่นำข้อมูลเข้า (Input)
 - 2) กลุ่มที่มีหน้าที่ประมวลผลข้อมูล (Process)
 - 3) กลุ่มที่มีหน้าที่แสดงผลข้อมูล (Output)
 - 4) กลุ่มที่มีหน้าที่เป็นหน่วยความจำ (Memory)
 - 5) กลุ่มที่มีหน้าที่ในการสื่อสารข้อมูล (Communication)
 - 6) อื่น ๆ (Power Supply, Mainboard, Case, Fan, Chipset)

1.3.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ปีการศึกษา 2559 ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อชีวิต

กลุ่มตัวอย่างคือนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศจำนวน 30 คน

1.3.4 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า จำแนกออกเป็น 2 ประเภท คือ

1.3.4.1 แปรต้น คือ แอปพลิเคชันและหนังสือที่มีปฏิสัมพันธ์ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริมสำหรับการเรียนการสอน เรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์

1.3.4.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

- 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยหนังสือและแอปพลิเคชันร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม เรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์
- 2) ประสิทธิภาพของหนังสือที่มีปฏิสัมพันธ์ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม เรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์
- 3) ความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนกับหนังสือที่มีปฏิสัมพันธ์ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริมเรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์

1.4 ระยะเวลาในการวิจัย

ระยะเวลาในการศึกษาวิจัยนี้ใช้เวลา 10 เดือน โดยเริ่มจาก 1 พฤศจิกายน 2559 ถึง 30 กันยายน 2560

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.5.1 เทคโนโลยีความจริงเสริม (Augmented Reality) หมายถึง นวัตกรรมที่บูรณาการข้อมูลดิจิทัลเสมือนจริงเข้ากับสภาพแวดล้อมจริง ในเวลาจริงผ่านกระบวนการประมวลผลภาพทางคอมพิวเตอร์โดยอาศัยมาร์กเกอร์เพื่อแสดงผลภาพเสมือนจริง

1.5.2 มาร์กเกอร์ (Marker) หมายถึง สัญลักษณ์ที่มีลักษณะสีขาวและดำประกอบกันภายในกรอบสี่เหลี่ยมจัตุรัส

1.5.4 ประสิทธิภาพของสื่อเสริมการเรียนรู้ หมายถึง การนำสื่อไปทดลองใช้งานกับกลุ่มตัวอย่างโดยทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มผ่านกระบวนการเรียนและทำแบบประเมินสุดท้ายได้ โดยผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ (E_1/E_2) ของผู้เรียน ไว้เป็น 80/80

E_1 หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการ เกิดจากผู้เรียนสามารถทำแบบฝึกหัดได้ผลเฉลี่ย ไม่น้อยกว่าร้อยละ 80

E₂ หมายถึง ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ เกิดจากผลประเมินหลังเรียนได้ผลเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556)

1.5.5 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสำเร็จที่ได้รับจากการเรียน การเปลี่ยนแปลงและประสบการณ์การเรียนรู้ที่ต้องอาศัยความพยายาม

1.5.6 ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกที่เป็นการยอมรับ ความรู้สึกชอบ ความรู้สึกที่ยินดีกับการปฏิบัติงาน ทั้งการให้บริการและการรับบริการในทุกสถานการณ์ทุกสถานที่

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 ได้แอปพลิเคชันที่ทำงานบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม

1.6.2 ได้หนังสือที่มีปฏิสัมพันธ์ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริมเรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์

1.6.3 ได้แนวทางในการใช้สื่อความจริงเสริมร่วมกับการจัดการเรียนการสอน

บทที่ 2

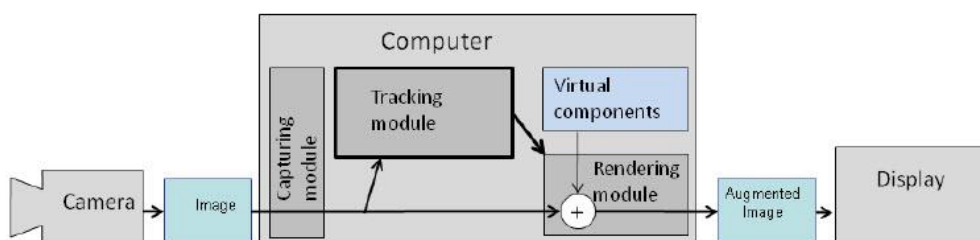
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเรื่องพัฒนาหนังสือที่มีปฏิสัมพันธ์ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริมสำหรับการเรียนการสอน เรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ ซึ่งผู้ทำวิจัยได้ศึกษาแนวคิดทฤษฎี และวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

2.1 เทคโนโลยีความจริงเสริม

กิดานันท์ มะลิทอง (2543) ได้กล่าวถึงเทคโนโลยี Augmented Reality หรือ AR คือ เทคโนโลยีที่ผสานเอาโลกแห่งความเป็นจริงเข้ากับโลกเสมือนโดยผ่านทางอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น กล้องถ่ายภาพ เซ็นเซอร์ และ GPS จุดเริ่มต้นของ AR คือ ที่ทีวี ผลการแข่งขันระหว่างนัด หรือ News ticker ด้านล่างจอของ CNN คือรูปแบบที่ง่ายที่สุดในการอธิบายความเป็น Augmented reality มันทำให้ข้อมูลที่ไม่สามารถอธิบายได้บนรูปภาพเกิดขึ้นในโลกจริง สิ่งสำคัญของ AR คือ ลักษณะของสมาร์ตโฟนได้เปลี่ยนการติดต่อสื่อสารครั้งใหญ่ คือ เราอ่านอีเมลระหว่างเดินทาง , ใช้เฟซบุ๊ก และ Location-based services เช่น Foursquare การเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของอุปกรณ์เหล่านี้ ทำให้เกิดขอบเขตใหม่ของ Augmented reality เราไม่สามารถนำทีวี หรือพีซีไปได้ทุกที่ อย่างน้อยต้องเป็นอุปกรณ์ที่พกพาสะดวกอย่าง สมาร์ตโฟน ซึ่งเราไม่สามารถปฏิเสธที่จะสนใจสิ่งรอบข้างบนโลกนี้ได้ โดยผ่านอุปกรณ์เหล่านี้ โดยปกติแล้ว AR มักพบบนสมาร์ตโฟน มากกว่าพีซี และสมาร์ตโฟนมักอยู่ในมือและมีกล้องติดมาด้วยเสมอ ซึ่งกล้องนี้เปรียบเสมือนดวงตาที่ทำให้เรามองเห็นโลกทั้งใบ เราไม่สามารถถ่ายทอดข้อมูลผ่านจอประสาทตาได้ แต่เราสามารถใช้อจอของสมาร์ตโฟนได้

เทคโนโลยีความจริงเสริม (Augmented) หรือเรียกย่อว่า AR เป็นเทคโนโลยีที่เกิดจากการนำความเป็นจริงเสมือน (Virtual Reality :VR) ผสมกับเทคโนโลยีประมวลผลภาพ (Image Processing) ผ่านซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้น โดยการแสดงผลจะต้องใช้ร่วมกับกล้องถ่ายภาพเพื่อนำเข้าภาพสู่คอมพิวเตอร์เพื่อประมวลผล (กล้องของสมาร์ตโฟนหรือกล้องเว็บแคม) และต้องมีภาพ (Image) ซึ่งจะเรียกว่ามาร์กเกอร์ (Marker) หรือ AR Code ทำหน้าที่เป็นสัญลักษณ์ในการเปรียบเทียบข้อมูลดิจิทัลในลักษณะของภาพนิ่ง 2 มิติหรือ 3 มิติหรือภาพเคลื่อนไหวผ่าน Tracking Module และจะแสดงผลผ่านอุปกรณ์แสดงผลภาพ และผู้ใช้สามารถปฏิสัมพันธ์กับสื่อความจริงเสริม (AR) ได้ทันที (Real Time) โดยมีหลักการทำงานดังรูปที่ 2.1

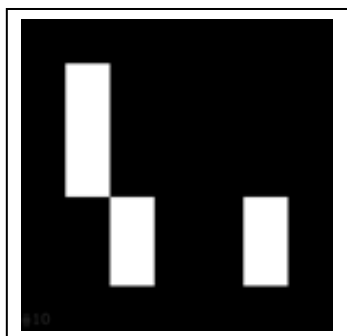


รูปที่ 2.1 หลักการทำงานของเทคโนโลยีอค์เมนเตดเรียลลิตี

ที่มา : SEARCHHIGH (2012)

จากรูปที่ 2.1 หลักการทำงานของระบบเทคโนโลยีอค์เมนเตดเรียลลิตี เริ่มจากการนำกล้องถ่ายภาพ (Camera) ไปถ่ายภาพ (Image) แล้วส่งภาพไปให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ (Computer) สำหรับประมวลผล ซึ่งการประมวลผลต้องอาศัยซอฟต์แวร์ที่มีโมดูลการทำงานหลัก ๆ อยู่ 3 ส่วน คือ Capturing module, Tracking module, Rendering module ซึ่งการ Rendering จะทำการดึงภาพจากส่วนของ Virtual components แล้วมาแสดงเป็นภาพ Augmented image ผ่านจอแสดงผล (Display)

เทคโนโลยีความจริงเสริม (AR) เป็นการนำวัตถุเสมือนจริง 3 มิติที่ออกแบบโดยคอมพิวเตอร์ มาแสดงผลในสภาพแวดล้อมจริง 3 มิติในเวลาจริง (Azuma R.T.,1997) เป็นกระบวนการประมวลผลภาพของคอมพิวเตอร์ที่ซ้อนทับและสอดคล้องกันโดยจะสร้างภาพในมุมมองของผู้ใช้งานในสภาพแวดล้อมทางกายภาพขณะนั้น (Piekarski, W., & Thomas, B., 2002) ซึ่งสามารถกล่าวได้ว่า เทคโนโลยี AR เป็นนวัตกรรมที่บูรณาการข้อมูลดิจิทัลในลักษณะ 2 มิติ หรือ 3 มิติ เข้ากับสภาพแวดล้อมจริง ในเวลาจริงผ่านกระบวนการประมวลผลภาพนั่นเอง โดยอาศัยมาร์กเกอร์ ซึ่งหมายถึง ภาพที่มีลักษณะสีขาวและดำประกอบกันภายในกรอบสี่เหลี่ยมจัตุรัส ใช้สำหรับเป็นสัญลักษณ์เพื่อเปรียบเทียบสำหรับดึงข้อมูลดิจิทัลที่ได้กำหนดความสัมพันธ์ไว้ระหว่างมาร์กเกอร์กับข้อมูลดิจิทัล โดยปัจจุบันสามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้หลากหลายและกว้างขวาง เช่น ด้านการแพทย์ การผลิต การศึกษา การแสดง บันเทิง ด้านการทหาร และด้านประชาสัมพันธ์ โดยมาร์กเกอร์จะมีลักษณะดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 มาร์กเกอร์

จากรูปที่ 2.2 เป็นภาพของมาร์กเกอร์ หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า AR Code ที่ใช้เป็นภาพ (Image) ที่เตรียมไว้เพื่อใช้สำหรับเป็นสัญลักษณ์ในการเปรียบเทียบเพื่อดีงภาพเสมือนจริงจากส่วน Virtual components ในระบบ AR ขึ้นมาแสดง โดยมีลักษณะเป็นภาพสี่เหลี่ยมจัดตุรัส ประกอบด้วยสีขาวและสีดำ

2.1.1 ประวัติความเป็นมาของ Augmented Reality

เทคโนโลยีนี้ได้ถูกพัฒนามาตั้งแต่ปี ค.ศ. 2004 จัดเป็น แขนงหนึ่งของงานวิจัยด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ เป็นการเพิ่มภาพเสมือนของโมเดลสามมิติที่สร้างจากคอมพิวเตอร์ลงไปบนภาพที่ถ่ายมาจากกล้องวิดีโอ กล้องเว็บแคมหรือกล้องในโทรศัพท์มือถือ แบบเฟรมต่อเฟรม ด้วยเทคนิคทางด้านคอมพิวเตอร์กราฟิก ปัจจุบันอุปกรณ์เคลื่อนที่และการสื่อสารข้อมูลไร้สาย รวมทั้งการประมวลผลรวดเร็วมีประสิทธิภาพและราคาถูก จึงทำให้อุปกรณ์เคลื่อนที่เป็นที่นิยมแพร่หลาย

ออกเมนต์เตดเรียลลิตี้ (Augmented Reality) ได้ถูกค้นพบเมื่อปี 1950 โดยมอร์ตัน Heilig ในขณะที่ถ่ายทำภาพยนตร์โดยเขามีความคิดที่จะให้ผู้ชมได้มีความรู้สึกถึงความมีส่วนร่วมโดยเพิ่มศักยภาพของ ภาพยนตร์เข้าไป ต่อมาในปีค.ศ. 1962, Heilig ได้สร้างภาพต้นแบบที่แสดงถึงวิสัยทัศน์ของเขาขึ้นมา จนกระทั่งปีค.ศ. 1955 เขาได้อธิบายไว้ในภาพยนตร์ของอนาคตชื่อ Sensorama ต่อมาในปี 1966 Ivan Sutherland ได้คิดค้นเครื่องครอบศีรษะขึ้น และในปี 1968 ซัทเป็นคนแรกที่สร้างระบบความเป็นจริงเสมือน โดยการใช้เครื่องครอบศีรษะ ต่อมาในปี 1975 ไมรอน ครูเกอร์ สร้าง Videoplace ที่ช่วยให้ผู้ใช้สามารถโต้ตอบ กับวัตถุเสมือนจริงได้เป็นครั้งแรกและต่อมา Tom Caudell และ David Mizell จาก Boeing coin ได้ใช้เทคโนโลยีออกเมนต์เตดเรียลลิตี้ช่วยคนงานประกอบสายไฟและสายเคเบิลสำหรับเครื่องบินได้สำเร็จ

ปี 1997 เริ่มมีการนำ Concept ของ Augmented Reality มาใช้ในภาพยนตร์เรื่อง Star War ภาคแรก โดยมีการออกแบบหมวกของนักบินให้สามารถติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติมเพื่อ

เชื่อมโยงข้อมูลดิจิทัล เช่น ตำแหน่งของเครื่องบินพุ่งตรงข้ามและข้อมูลวิเคราะห์อื่นๆ มาแสดงบนอุปกรณ์ในระดับสายตา เพื่อใช้เป็น ข้อมูลในการตัดสินใจแบบทันที

2.1.2 แนวคิดของ Augmented Reality

แนวคิดหลักของเทคโนโลยี AR คือการพัฒนา เทคโนโลยีที่ผสานเอาโลกแห่งความเป็นจริงและความเสมือนจริง ด้วยซอฟต์แวร์และอุปกรณ์เชื่อมต่อต่าง ๆ เช่น เว็บแคม คอมพิวเตอร์ หรืออุปกรณ์อื่นที่เกี่ยวข้อง ซึ่งภาพเสมือนจริงนั้นจะแสดงผลผ่านอุปกรณ์แสดงผล โดยภาพเสมือนจริงที่ ปรากฏขึ้นจะมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ได้ทันที ทั้งในลักษณะที่เป็นภาพ นิ่งสามมิติ ภาพเคลื่อนไหว หรืออาจจะเป็นสื่อที่มีเสียงประกอบขึ้นกับการออกแบบสื่อแต่ละรูปแบบว่าให้ออกมาแบบใด (พานิตา ตันศิริ, 2553) โดยกระบวนการภายในของเทคโนโลยี AR ประกอบด้วย 3 กระบวนการ ได้แก่

- 1) การวิเคราะห์ภาพ (Image Analysis) เป็นขั้นตอนการ ค้นหา Marker จากภาพที่ได้จากกล้องแล้วสืบค้นจากฐานข้อมูล (Marker Database) ที่มีการเก็บข้อมูลขนาดและรูปแบบของ Marker เพื่อนำมาวิเคราะห์รูปแบบของ Marker
- 2) การคำนวณค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติ (Pose Estimation) เทียบกับกล้อง
- 3) กระบวนการสร้างภาพสองมิติ จากโมเดลสามมิติ (3D Rendering) เป็นการเพิ่มข้อมูลเข้าไปในภาพ โดยใช้ค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติ ที่คำนวณได้จนได้ภาพเสมือนจริง

2.1.2 หลักการทำงานเทคโนโลยี Augmented Reality

เทคโนโลยีเสมือนจริงสามารถแบ่งประเภทตามส่วนวิเคราะห์ภาพ (Image Analysis) เป็น 2 ประเภท ได้แก่การวิเคราะห์ภาพโดยอาศัย Marker เป็นหลักในการทำงาน (Marker based AR) และการวิเคราะห์ภาพโดยใช้ลักษณะต่าง ๆ ที่อยู่ในภาพมาวิเคราะห์ (Marker-less based AR) หลักการของเทคโนโลยี Augmented Reality ประกอบด้วย

2.1.2.1 Marker

2.1.2.2 กล้องวิดีโอ กล้องเว็บแคมกล้องโทรศัพท์มือถือหรือตัวจับ Sensor อื่น ๆ

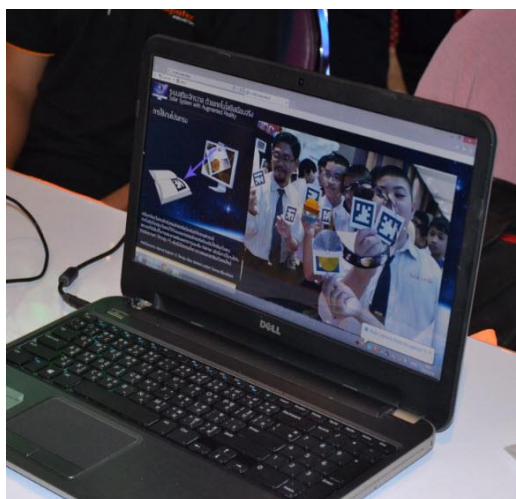
2.1.3.3 ส่วนแสดงผลเป็นจอภาพคอมพิวเตอร์หรือจอภาพโทรศัพท์มือถือหรืออื่น ๆ

2.1.3.4 ซอฟต์แวร์หรือส่วนประมวลผลเพื่อสร้างภาพหรือวัตถุแบบสามมิติ

พื้นฐานหลักของ AR จำเป็นต้องรวบรวมหลักการของการตรวจจับการเคลื่อนไหว (Motion Detection) การตรวจจับการเต้นหรือการเคาะ (Beat Detection) การจดจำเสียง (Voice Recognize) และการประมวลผลภาพ (Image Processing) โดยนอกจากการตรวจจับการเคลื่อนไหวผ่าน Motion Detect แล้วการตอบสนองบางอย่างของระบบผ่านสื่อ นั้นต้องมีการตรวจจับเสียงของผู้ใช้และประมวลผลด้วยหลักการ Beat Detection เพื่อให้เกิดจังหวะในการสร้างทางเลือกแก่ระบบเช่นเสียงในการสั่งให้ตัว Interactive Media ทำงานทั้งนี้การสั่งการด้วยเสียงจัดว่าเป็น AR

และในส่วนของการประมวลผลภาพนั้นเป็นส่วนเสริมจากงานวิจัยซึ่งเป็นส่วนย่อยของ AR เพราะเน้นไปที่การทำงานของปัญญาประดิษฐ์

2.1.3 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความจริงเสริม สามารถนำมาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในงานต่าง ๆ ได้มากมายหลายแขนง อาทิเช่น การท่องเที่ยว แนะนำสถานที่สำคัญต่าง ๆ โบราณคดี การแพทย์ สถาปัตยกรรม การซ่อมประกอบอุปกรณ์ที่มีราคาสูง ตัวอย่างเช่น



รูปที่ 2.3 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมสำหรับการเรียนรู้เรื่องระบบสุริยะจักรวาล



รูปที่ 2.4 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวในจังหวัดเพชรบูรณ์

อื่น ๆ ซึ่งต้องมีระบบ Android Version Gingerbread 3.3 ขึ้นไปและมีพื้นที่ Storage 400 MB และสำหรับอุปกรณ์เคลื่อนที่ในปัจจุบันมีระบบความจริงเสริมบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ จัดเป็นเทคโนโลยีเสมือนจริงที่ใช้งานบนโทรศัพท์มือถือทำให้หน้าจอของโทรศัพท์มือถือแสดงข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้รับจากเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ทั้งนี้อุปกรณ์เคลื่อนที่ที่สามารถใช้ระบบความจริงเสริมได้ ต้องมีคุณสมบัติของดังนี้ คือ 1) ต้องมีกล้องถ่ายภาพ 2) มีระบบ GPS ที่สามารถระบุพิกัดตำแหน่งและเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้ 3) มีเซ็นเซอร์ติดตามการเคลื่อนไหว

2.3 ระบบปฏิบัติการบนอุปกรณ์เคลื่อนที่

ระบบปฏิบัติการบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ เป็นซอฟต์แวร์ที่ทำหน้าที่เป็นตัวกลางระหว่างฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ประยุกต์ทั่วไประบบปฏิบัติการมีหน้าที่หลัก ๆ คือ การจัดสรรทรัพยากรในซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ เพื่อให้บริการรับส่งและจัดเก็บข้อมูลกับฮาร์ดแวร์ เช่น การส่งภาพไปแสดงผลที่จอภาพ การส่งข้อมูลไปเก็บในหน่วยความจำ การรับส่งข้อมูลในระบบเครือข่าย และทำหน้าที่จัดสรรเวลาการใช้หน่วยประมวลผลกลาง ในกรณีที่อนุญาตให้ซอฟต์แวร์ประยุกต์หลาย ๆ ตัวทำงานพร้อมกัน โดยระบบปฏิบัติการบนอุปกรณ์เคลื่อนที่มีผู้ผลิตที่หลากหลาย เช่น

2.3.1 ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android) เป็นระบบปฏิบัติการที่มีพื้นฐานมาจากลินุกซ์ ในอดีตถูกออกแบบมาสำหรับอุปกรณ์ที่ใช้กับปุ่มกดแต่ในภายหลังได้ออกแบบสำหรับอุปกรณ์ที่ใช้จอสัมผัส เช่น สมาร์ทโฟน และแท็บเล็ต คอมพิวเตอร์ปัจจุบันได้แพร่ไปยังอุปกรณ์หลายชนิดเพราะเป็นมาตรฐานเปิด เช่น กล้องดิจิทัล หม้อหุงข้าว และ Smart TV ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ถูกคิดค้นและพัฒนาโดยบริษัท แอนดรอยด์ (Android, Inc.) ซึ่งต่อมา กูเกิล ได้ซื้อเพื่อควบรวมกิจการ แอนดรอยด์ถูกเปิดตัวเมื่อ ปี พ.ศ. 2550 พร้อมกับการก่อตั้งโอเพนแฮนด์เซตอัลไลแอนซ์ ซึ่งเป็นกลุ่มของบริษัทผลิตฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ และการสื่อสารคมนาคม ที่ร่วมมือกันสร้างมาตรฐานเปิด สำหรับอุปกรณ์พกพา แอนดรอยด์เป็นระบบปฏิบัติการแบบ Open Source และอนุญาตให้ผู้ผลิตปรับแต่งและวางจำหน่ายได้ แอนดรอยด์เป็นระบบปฏิบัติการที่รวมนักพัฒนาที่เขียนโปรแกรมประยุกต์มากมาย ภายใต้ภาษาจาวา ซึ่งมีโปรแกรมมากกว่า 700,000 โปรแกรมสำหรับแอนดรอยด์

2.3.2 ระบบปฏิบัติการไอโอเอส (iOS) เป็นระบบปฏิบัติการบนอุปกรณ์พกพา (สมาร์ทโฟน, แท็บเล็ต, คอมพิวเตอร์) พัฒนาและจำหน่ายโดยบริษัทแอปเปิลเพื่อใช้บนไอโฟน และได้มีการพัฒนาเพิ่มเติมเพื่อใช้บนอุปกรณ์พกพาอื่น ๆ ของแอปเปิล เช่น ไอพอดทัช ไอแพด บริษัทแอปเปิลไม่อนุญาตให้นำไอโอเอสไปติดตั้งบนอุปกรณ์ที่ไม่ใช่อุปกรณ์ของบริษัท ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ (User Interface) ของไอโอเอสมีพื้นฐานแนวคิดมาจาก “การควบคุมโดยตรง” (Direct Manipulation) ด้วยการใช้มัลติทัช องค์ประกอบของการควบคุมก็คือการใช้นิ้วเลื่อน, สวิทช์ และปุ่ม เพื่อเป็นการควบคุมอุปกรณ์รวมถึงท่าทางอย่างอื่น เช่น การนำนิ้วมือ (มากกว่าสองนิ้ว) ปิ๊บเข้าหาศูนย์กลาง

(Swipe) ตะเบา ๆ (Tap) การนำนิ้วสองนิ้วบีบเข้าหาศูนย์กลาง (Pinch) การนำนิ้วสองนิ้วกางออกจากศูนย์กลาง (Reverse Pinch) ภายในอุปกรณ์ที่ติดตั้งไอโอเอสจะมีเซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหวเพื่อใช้กับบางแอปพลิเคชันเพื่อตอบสนองการสั่นของอุปกรณ์ หรือการหมุนอุปกรณ์ที่คำนวณในรูปแบบสามมิติ

2.3.3 วินโดวส์โฟน (Windows Phone) เป็นระบบปฏิบัติการที่พัฒนาโดยไมโครซอฟท์ และถูกพัฒนาจากวินโดวส์โมบาย มีวัตถุประสงค์หลักในตลาดผู้บริโภคมากกว่าตลาดองค์กร ระบบปฏิบัติการวินโดวส์โฟน ไมโครซอฟท์สร้างรูปแบบอินเตอร์เฟซกับผู้ใช้แบบใหม่เรียกว่า โมเดิร์น สไต์ล์

2.4 วงจรการพัฒนาซอฟต์แวร์

วิธีการดำเนินการวิจัย เรื่อง พัฒนาพัฒนาแอปพลิเคชันเสริมการเรียนรู้เรื่อง อุปกรณ์ไอซีที นำรู้ ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม อาศัยกระบวนการตามขั้นตอนการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบ น้ำตก ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนคือ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนคือ 1) ศึกษาความต้องการและวิเคราะห์ระบบ 2) การออกแบบระบบ 3) การพัฒนาระบบ 4) การทดสอบระบบ 5) การประเมินผล โดยมีลำดับขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาความต้องการและวิเคราะห์ระบบ ที่จะนำมาพัฒนาแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ โดยทำการวิเคราะห์ภาพรวมของระบบและศึกษาองค์ประกอบในการพัฒนาระบบทั้งในด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์และเลือกเนื้อหาเพื่อประกอบในการจัดทำสื่อเสริมการเรียนรู้ เป็นกระบวนการศึกษาปัญหาที่จะนำระบบซอฟต์แวร์ไปแก้ไข และนำมาวิเคราะห์เพื่อกำหนดความต้องการของระบบ ซึ่งจะนำไปใช้ในกระบวนการออกแบบระบบต่อไปซึ่งวิธีการดำเนินงานในกระบวนการนี้มีรายละเอียดดังนี้ ศึกษาการพัฒนาระบบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

ขั้นตอนที่ 2 การออกแบบระบบ เป็นกระบวนการที่นำความต้องการของระบบที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 มาทำการวิเคราะห์ออกแบบรายละเอียดในส่วนซอฟต์แวร์และส่วนของหนังสือเสริมการเรียนรู้ การออกแบบประกอบด้วย 1) ออกแบบภาพ 2 มิติและโมเดล 3 มิติ 2) ออกแบบเนื้อหาสำหรับใช้เสริมการเรียนรู้ 3) ออกแบบมาร์กเกอร์ 4) ออกแบบตำแหน่งและการจัดวางมาร์กเกอร์ประกอบกับเนื้อหาให้มองเห็นชัดเจน

ขั้นตอนที่ 3 การพัฒนาระบบ เป็นกระบวนการในการพัฒนาระบบให้ได้ตามข้อกำหนดที่ได้ออกแบบไว้ซึ่งการดำเนินงานในกระบวนการนี้มีรายละเอียดดังนี้ 1) เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาประกอบด้วย Android SDK, Eclipse IDE, Java SE Development Kit, อุปกรณ์เคลื่อนที่ (Smart Phone, Tablet) 2) ขั้นตอนการพัฒนาระบบ ประกอบด้วย การติดตั้งเครื่องมือสำหรับการพัฒนาแอปพลิเคชัน, ศึกษาเอกสารออกแบบระบบ, แบ่งการพัฒนา

ออกเป็นส่วน ๆ ออกแบบคำสั่งของโปรแกรมทีละส่วน, คอมไพล์แล้วนำไปติดตั้งเพื่อทดสอบใช้งานบนอุปกรณ์จริงหรือระบบจำลอง

ขั้นตอนที่ 4 การทดสอบระบบ เป็นกระบวนการในการทดสอบระบบซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นเพื่อให้ทำงานได้อย่างถูกต้องตรงตามความต้องการ โดยนำซอฟต์แวร์มาทดสอบความสามารถในการใช้งานตามสภาพแวดล้อมจริง (Installation Testing) แล้วนำปัญหาจากการทดสอบมาปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้การทำงานสมบูรณ์

ขั้นตอนที่ 5 การประเมินผล หลังจากที่น่าระบบไปทดสอบใช้งานสามารถที่จะประเมินผลประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันหรือซอฟต์แวร์ได้โดยใช้เกณฑ์ในการเปรียบเทียบเช่น ระยะเวลาในการประมวลผล และกระบวนการนำระบบไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อประเมินหาประสิทธิภาพของสื่อเสริมการเรียนรู้ (E_1/E_2) โดย E_1 เกิดจากกลุ่มตัวอย่างสามารถทำแบบฝึกหัดได้ผลเฉลี่ย ไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 และ E_2 เกิดจากผลประเมินหลังเรียนได้ผลเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556) และทำการประเมินความพึงพอใจ โดยผู้วิจัยสร้างแบบสอบถามเพื่อประเมินในด้านต่าง

2.5 การวิเคราะห์และการออกแบบแอปพลิเคชันเชิงวัตถุ

2.5.1 โปรแกรมเชิงวัตถุ (Object-Oriented Programming)

แนวคิดเรื่องของการโปรแกรมเชิงวัตถุ เป็นแนวคิดการโปรแกรมสมัยใหม่ ซึ่งมีที่มาจากการพัฒนาโปรแกรมแบบดั้งเดิม สำหรับการพัฒนางานที่มีความซับซ้อนมาก ๆ เริ่มไม่มีประสิทธิภาพ และใช้เวลาในการพัฒนางานมากขึ้น (กิตติ ภัคดิวัฒน์กุล และ ศิริวรรณ อัมพรณัย, 2555) เริ่มต้นที่ประเทศนอร์เวย์ในปี ค.ศ. 1960s โดยพัฒนาภาษา Simula (Simula Programming Language) (Doke, Satzinger & Williams, 2002, pp.3-4) มีวัตถุประสงค์เพื่อการจำลองสถานการณ์ของคอมพิวเตอร์เมื่อปัญหาในการจำลองสถานการณ์เริ่มมีความซับซ้อนมากขึ้น เนื่องจากปัญหาในการจำลองสถานการณ์มีความเกี่ยวข้องกับวัตถุ ค่าของวัตถุใดวัตถุหนึ่ง เช่น เรือ ลูกค้า การรอในธนาคาร ทำให้ถ้าสามารถกำหนดค่าให้แต่ละวัตถุเป็นอิสระต่อกัน และมีการตอบสนองต่อวัตถุอื่นอย่างอิสระ จะทำให้สามารถสร้างสถานการณ์จำลองให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นได้

จากแนวคิดดังกล่าวต่อมาได้มีการพัฒนาภาษา SmallTalk (SmallTalk Programming Language) โดย Alan Kay และคณะ ที่ Xerox Palo Alto Research Center (Xerox PARC) ในปี 1970s เป็นภาษาแรกที่มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโปรแกรมเชิงวัตถุ ซึ่งได้มีการใช้การพัฒนาระบบสารสนเทศทางด้านธุรกิจ พัฒนาส่วนติดต่อกับผู้ใช้คอมพิวเตอร์ (Graphic User Interface) (GUI) ต่อมาก็ได้มีการพัฒนาภาษา C เพื่อใช้งานในการพัฒนาโปรแกรมเชิงวัตถุ

ในปี 1995 บริษัทซันไมโครซิสเต็ม ได้พัฒนาภาษา JAVA ขึ้นมาซึ่งเป็นภาษาโปรแกรมเชิงวัตถุอย่างแท้จริง โดยรูปแบบโครงสร้างไวยากรณ์ของโปรแกรมคล้ายกับภาษา C++ นอกจากนี้ภาษายังมีคุณลักษณะอื่น ๆ ที่สามารถพัฒนางานบนอินเทอร์เน็ตได้ ข้อดีของภาษาจาวาคือสามารถทำงานได้บนระบบปฏิบัติการที่มีความแตกต่างกัน โดยไม่ขึ้นอยู่กับระบบปฏิบัติการ และไม่ต้องทำการคอมไพล์โปรแกรมใหม่ทุกครั้ง ที่มีการย้ายโปรแกรมไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีระบบปฏิบัติการที่แตกต่างกัน โดยการคอมไพล์ภาษาจาวาจะทำงานภายใต้สภาพแวดล้อมของ Java Virtual Machine (JVM)

หลักการเชิงวัตถุเป็นการพัฒนาระบบ เหมือนกับการมองโลกแห่งความเป็นจริง มองสิ่งต่าง ๆ เป็นวัตถุหรือออบเจกต์ ซึ่งแต่ละออบเจกต์มีคุณสมบัติและการทำงานเฉพาะตัว บางออบเจกต์มีความสัมพันธ์กับออบเจกต์อื่น ๆ ถ้าออบเจกต์ที่มีคุณลักษณะบางประการคล้าย ๆ กันก็จะมีการจัดกลุ่มให้แก่ออบเจกต์ที่มีคุณลักษณะดังกล่าวให้อยู่ด้วยกัน ในการพัฒนาแอปพลิเคชัน จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องให้ความสนใจกับความซับซ้อนของแอปพลิเคชัน เนื่องจากในทุกแอปพลิเคชันต่างก็มีความซับซ้อนของการใช้งาน

การพัฒนาแอปพลิเคชันด้วยวิธีเชิงวัตถุ เป็นการสร้างระบบงานของซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ ในลักษณะโลกของความเป็นจริง โดยมองสิ่งต่าง ๆ เป็นวัตถุหรือออบเจกต์ต่าง ๆ ความเป็นอิสระไม่ขึ้นต่อกันแต่มีการทำงานร่วมกัน คุณลักษณะของวิธีการเชิงวัตถุประกอบด้วย องค์ประกอบ 4 องค์ประกอบได้แก่

2.5.1.1 มุมมองออบเจกต์ (Abstraction) คือมุมมองต่อออบเจกต์หนึ่ง ๆ ว่าเป็นอย่างไร และมุมมองของออบเจกต์ จะมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับผู้พัฒนาแต่ละคนที่จะมอง ดังนั้นในการพัฒนาแอปพลิเคชันโดยมีการพัฒนาเป็นทีม จึงต้องพยายามทำให้ทีมในการพัฒนามีมุมมองต่อออบเจกต์ในทิศทางเดียวกัน ซึ่งสามารถใช้โมเดลในการช่วยและการสร้างความเข้าใจดังกล่าวได้

2.5.1.2 คุณค่าภายในออบเจกต์ (Encapsulation) เป็นกลไกการซ่อนสารสนเทศในการทำงานของออบเจกต์เอาไว้ในออบเจกต์

2.5.1.3 ลำดับชั้นของออบเจกต์ (Hierarchy) เป็นการนำออบเจกต์มาจัดกลุ่มและสร้างลำดับแยกออกมาจากกลุ่ม

2.5.1.4 การตอบสนองต่อเมสเสจ (Polymorphism) เป็นพฤติกรรมที่ออบเจกต์ต่าง ๆ มีการตอบสนองต่อเมสเสจที่ส่งมาจากออบเจกต์อื่น ๆ

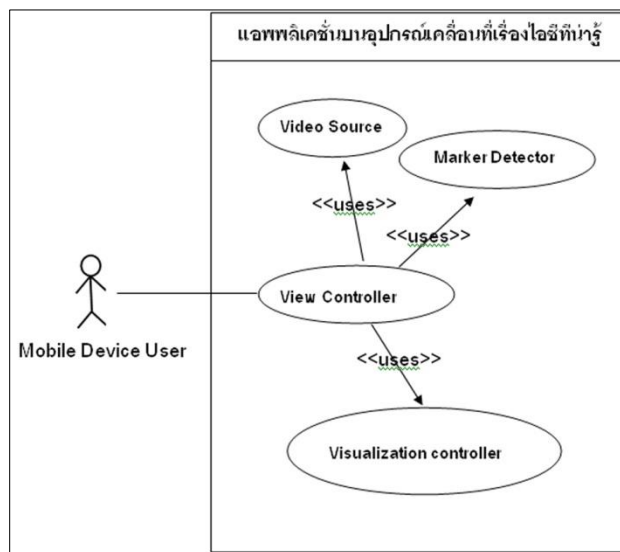
จากแนวคิดเชิงวัตถุ พบว่าเป็นวิธีการมองทุกสิ่งให้เป็นวัตถุได้วัตถุหนึ่ง ที่ประกอบด้วยลักษณะและกิจกรรมของแต่ละวัตถุแตกต่างกันไป และสามารถใช้งานร่วมกันได้ มีการสืบทอดสิทธิหรือใช้งานร่วมกันได้ ทำให้การออกแบบระบบสื่อสารกับผู้ใช้ได้ง่ายขึ้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและความพึงพอใจของผู้ใช้

2.5.2 แผนภาพ UML (Unified Modeling Language)

Unified Modeling Language คือการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความต้องการของผู้ใช้ (Requirement Collection) ในการใช้ระบบ การวิเคราะห์ (Analysis) การออกแบบ (Design) และการเขียนโปรแกรมหรือการสร้างซอฟต์แวร์ (บรรจง หะรังสี และ ญาณวรรณ สิ้นธุภิญโญ, 2554) UML เปรียบเสมือนเครื่องมือที่จะเข้ามาช่วยในการดำเนินงานโครงการทำซอฟต์แวร์ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ที่จะช่วยให้เราได้ตั้งแต่การวิเคราะห์ การออกแบบ และการดำเนินการพัฒนา UML ไม่สามารถสร้างโปรแกรมได้แต่เป็นรูปแบบสามารถนำไปสู่การพัฒนา (Coding) ได้อย่างเร็ว UML มององค์ประกอบต่าง ๆ เป็นออบเจกต์ (Object) โดยออบเจกต์แต่ละตัวมีความเกี่ยวข้องกันโดยอาศัยความสัมพันธ์ (Relationships) เป็นตัวเชื่อมโยงกัน ออบเจกต์ยังสามารถติดต่อกันเองกันภายใน ทำให้ซอฟต์แวร์ทำงานตามที่ผู้ใช้ต้องการได้ UML จึงช่วยให้การเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุง่ายขึ้น UML จะประกอบไปด้วยโมเดล 1) Use Case Diagram 2) Sequence Diagram 3) Class Diagram ซึ่งในงานวิจัยได้ดำเนินการออกแบบแอปพลิเคชันด้วยการสร้างแผนภาพ Use Case Diagram

Use Case Diagram เป็นแผนภาพที่ใช้แสดงให้เห็นว่าระบบทำงานหรือมีหน้าที่ใดบ้าง โดยมีสัญลักษณ์รูปวงรีแทน Use Case และสัญลักษณ์รูปคน (Stick Man Icon) แทน Actor สำหรับชื่อ Use Case นั้น ใช้คำกริยาหรือกริยาวิเศษณ์ (คำกริยามีกรรมมารับ) เช่น ลงทะเบียนเรียน, ตรวจสอบรายวิชา, บันทึกการชำระเงิน, Generate Report, Enter Sales Data, Compute Commission เป็นต้น ส่วนการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่าง Use Case และ Actor จะใช้เส้นตรงลากเชื่อมต่อกัน หรือจะใช้เส้นตรงมีหัวลูกศรก็ได้ ในที่นี้เลือกใช้เส้นตรงไม่มีหัวลูกศร ส่วนเส้นแบ่งขอบเขตระหว่าง Actor กับ Use Case จะใช้เส้นกรอบสี่เหลี่ยม เรียกว่า “System Boundary” และสิ่งสำคัญส่วนสุดท้ายก็คือ “ชื่อของระบบ (System Name)” ให้แสดงไว้ด้านบนสุดของแผนภาพ

ดังรูปที่ 2.7



ภาพที่ 2.6 Use Case Diagram แอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่
ร่วมกับเทคโนโลยี AR

2.6 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สำหรับความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีนักวิจัย นักจิตวิทยา หรือหน่วยงานต่าง ๆ ให้ความหมายไว้ หลายความหมาย เช่น

อัจฉรา สุขารมณ์และอรพินทร์ ชูชม (2530 : 3) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ระดับความสำเร็จที่ได้รับจากการเรียน ซึ่งได้ประเมินผลจากหลายวิธี ดังต่อไปนี้

- 1) กระบวนการที่ได้จากแบบทดสอบ โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยทั่วไป
- 2) กระบวนการที่ได้จากเกรดเฉลี่ยของโรงเรียน ซึ่งต้องอาศัยกรรมวิธีที่ซับซ้อนและช่วงเวลายาวนาน

พนิดา จันทรา (2545 อ้างถึงใน อาตุล จงรักษ์, 2556 : 2) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ว่าหมายถึง คุณลักษณะและความสามารถของบุคคล ซึ่งเป็นผลมาจากความสามารถทางสมอง หรือทางร่างกายที่ได้จากประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกิดจากการฝึกอบรม ซึ่งสามารถวัดได้จากแบบทดสอบหรือการสังเกตพฤติกรรม และความสำเร็จในด้านอื่น ๆ

ไพศาล หวังพานิช (2526 อ้างถึงใน อาตุล จงรักษ์, 2556 : 2) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึงคุณลักษณะ หรือความสามารถของบุคคล อันเกิดจากการเรียนการสอน เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม และประสบการณ์การเรียนรู้ ที่เกิดจากการฝึกอบรมหรือการสอบ จึงเป็นการตรวจสอบความสามารถ หรือความสัมฤทธิ์ของบุคคลว่าเรียนรู้แล้วเท่าไร มีความสามารถชนิดใด ซึ่งสามารถวัดได้ 2 แบบ ตามจุดมุ่งหมาย และลักษณะของวิชาที่สอนคือ

- 1) การวัดด้านการปฏิบัติการ เป็นการตรวจสอบระดับความสามารถในการปฏิบัติ หรือทักษะของผู้เรียน โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียน ได้แสดงความสามารถดังกล่าวในรูปการกระทำจริงออกมาเป็น

ผลงาน เช่นวิชา ศิลปศึกษา การช่าง เป็นต้น การวัดแบบนี้ เป็นข้อสอบภาค ปฏิบัติ (Performance Test)

2) การวัดด้านเนื้อหาเป็นการตรวจสอบระดับความสามารถ เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาซึ่งเป็น ประสิทธิภาพ การเรียนรู้ของผู้เรียน รวมถึงพฤติกรรมความสามารถในด้านต่าง ๆ สามารถวัดได้โดย ข้อสอบผลสัมฤทธิ์ (Achievment Test)

Eysenck และคณะ(1972 อ้างถึงใน อาตุล จงรักษ์, 2556 : 7) ได้ให้ความหมายของ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า หมายถึง ขนาดของความสำเร็จที่ได้จากการทำงานที่ต้องอาศัยความ พยายามอย่างมาก ซึ่งเห็นผลมาจากการกระทำที่ต้องอาศัยความสามารถ ทั้งทางร่างกาย และทาง สติปัญญา ดังนั้นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จึงเป็นขนาดของความสำเร็จที่ได้จากการเรียนโดยอาศัย ความสามารถเฉพาะตัวบุคคล ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน อาจได้มาจากระบวนการที่ไม่ต้องอาศัยการ ทดสอบ เช่นการสังเกต การตรวจการบ้าน หรืออาจได้มาในรูปของเกรดจากโรงเรียน ซึ่งต้องอาศัย กระบวนการที่ซับซ้อน และระยะเวลาานพอสมควร หรืออาจได้จากการวัดด้วยแบบทดสอบวัด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั่วไป

จากความหมายข้างต้นสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสำเร็จที่ได้รับจากการเรียน การเปลี่ยนแปลงและประสิทธิภาพการเรียนรู้ที่ต้องอาศัยความพยายาม ซึ่งเป็นผลมาจากความสามารถ ทางสมอง หรือทางร่างกายที่ได้จากประสิทธิภาพการเรียนรู้ที่เกิดจากการฝึกอบรม ซึ่งสามารถวัด ได้ จากแบบทดสอบหรือการสังเกตพฤติกรรม

2.7 ความพึงพอใจ

2.7.1 ความหมายของความพึงพอใจ

ความพึงพอใจเป็นปัจจัยที่สำคัญประการหนึ่งที่มีผลต่อความสำเร็จของงานที่บรรลु เป้าหมายที่วางไว้อย่างมีประสิทธิภาพ อันเป็นผลจากการได้รับการตอบสนองต่อแรงจูงใจหรือความ ต้องการของแต่ละบุคคลในแนวทางที่เขาประสงค์ ความพึงพอใจโดยทั่วไปตรงกับคำในภาษาอังกฤษ ว่า Satisfaction และยังมีผู้ให้ความหมายคำว่า “ความพึงพอใจ” พอสรุปได้ดังนี้

Morse (1955 อ้างถึงใน สันติ ธรรมชาติ, 2545: 24) ได้กล่าวว่า ความพึงพอใจใน งาน หมายถึง ทุกสิ่งทุกอย่างที่ลดความตึงเครียดของผู้ทำงานให้น้อยลง ถ้ามีความตึงเครียดมากก็จะ เกิดความไม่พึงพอใจในการทำงาน ความตึงเครียดเป็นผลรวมจากความต้องการของมนุษย์ เมื่อคราวใดความต้องการได้รับการตอบสนองก็จะทำให้ความเครียดน้อยลง ซึ่งเป็นผลทำให้เกิดความพึงพอใจ จากคำนิยามของ Morse ทำให้มีนักวิชาการอีกหลายท่านได้ให้ความหมายไปในทิศทางที่คล้ายคลึง กัน โดยเน้นว่าความพึงพอใจเกิดจากการได้รับการตอบสนอง เช่น Hoy and Miskel กล่าวว่า ความพึงพอใจเป็นความรู้สึกที่ดีต่องานซึ่งมักเกี่ยวข้องกับคุณค่าและความต้องการของบุคคลด้วย

Strauss (1980 อ้างถึงใน เพ็ญแข ช่อมนิ, 2544: 7) ได้ให้ความหมายความพึง พอใจไว้ว่า ความพึงพอใจหมายถึงความรู้สึกพอใจในงานที่ทำและเต็มใจที่จะปฏิบัติงานนั้นให้บรรลุ

วัตถุประสงค์ขององค์กร คนจะรู้สึกพอใจในงานที่ทำเมื่องานนั้นให้ผลประโยชน์ทั้งด้านวัตถุและด้านจิตใจ ซึ่งสามารถตอบสนองความต้องการพื้นฐานของเขาได้

คณิต ดวงหัตถ์ (2537) ให้ความหมายไว้ว่า เป็นความรู้สึกชอบ หรือพอใจของบุคคลที่มีต่อการทำงานและองค์ประกอบหรือสิ่งจูงใจอื่น ๆ ถ้างานที่ทำหรือองค์ประกอบเหล่านั้นตอบสนองความต้องการของบุคคลได้ บุคคลนั้นจะเกิดความพึงพอใจในงานขึ้น จะอุทิศเวลา แรงกาย แรงใจ รวมทั้งสติปัญญาให้แก่งานของตนให้บรรลุวัตถุประสงค์อย่างมีประสิทธิภาพ

Gillmer (1965, 254 – 255 อ้างถึงใน เพ็ญแข ช่อมนิ, 2544: 6) ได้ให้ความหมายไว้ว่าผลของเจตคติต่าง ๆ ของบุคคลที่มีต่อองค์กร องค์ประกอบของแรงงาน และมีส่วนสัมพันธ์กับลักษณะงานและสภาพแวดล้อมในการทำงานซึ่งความพึงพอใจนั้นได้แก่ ความรู้สึกมีความสำเร็จในผลงาน ความรู้สึกที่ได้รับการยกย่องนับถือ และความรู้สึกว่ามีความก้าวหน้าในการปฏิบัติงาน

Silmer (1984, 230 อ้างถึงใน ประภาภรณ์ สุรปภา, 2544) กล่าวว่าความพึงพอใจเป็นระดับขั้นตอนความรู้สึกในทางบวกหรือทางลบของคนที่มีลักษณะต่าง ๆ ของงานรวมทั้งงานที่ได้รับมอบหมาย การจัดระบบงานและความสัมพันธ์กับเพื่อนร่วมงาน

จากความหมายที่กล่าวมาทั้งหมดข้างต้นผู้วิจัยสรุปได้ว่า “ความพึงพอใจ” หมายถึงความรู้สึกที่เป็นการยอมรับ ความรู้สึกชอบ ความรู้สึกที่ยินดีกับการปฏิบัติงาน ทั้งการให้บริการและการรับบริการในทุกสถานการณ์ทุกสถานที่

2.7.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ

Bemard (1968 อ้างถึงใน อำนวย บัญศรี, 2531) ได้กล่าวถึง สิ่งจูงใจที่ใช้เป็นเครื่องกระตุ้นบุคคลให้เกิดความพึงพอใจในงานไว้ 8 ประการ คือ

2.7.2.1 สิ่งจูงใจที่เป็นวัตถุ ได้แก่ เงิน สิ่งของ หรือสภาวะทางกายที่ให้แก่ผู้ปฏิบัติงานเป็นการตอบแทน ชดเชย หรือเป็นรางวัลที่เขาได้ปฏิบัติงานให้แก่หน่วยงานนั้นมาเป็นอย่างดี

2.7.2.2 สิ่งจูงใจที่เป็นโอกาสของบุคคลที่มีใช้วัตถุ เป็นสิ่งจูงใจสำคัญที่ช่วยส่งเสริมความร่วมมือในการทำงานมากกว่ารางวัลที่เป็นวัตถุ เพราะสิ่งจูงใจที่เป็นโอกาสนี้บุคลากรจะได้รับแตกต่างกัน เช่น เกียรติภูมิ การใช้สิทธิพิเศษ เป็นต้น

2.7.2.3 สภาพทางกายที่พึงปรารถนา หมายถึง สิ่งแวดล้อมในการปฏิบัติงาน ได้แก่ สถานที่ทำงาน เครื่องมือการทำงาน สิ่งอำนวยความสะดวกในการทำงานต่าง ๆ ซึ่งเป็นสิ่งอันก่อให้เกิดความสุขทางกายในการทำงาน

2.7.2.4 ผลประโยชน์ทางอุดมคติ หมายถึง สมรรถภาพของหน่วยงานที่สนองความต้องการของบุคคลด้านความภาคภูมิใจที่ได้แสดงฝีมือ การได้มีโอกาสช่วยเหลือครอบครัวตนเองและผู้อื่น ทั้งได้แสดงความภาคภูมิใจต่อหน่วยงาน

2.7.2.5 ความดึงดูดใจในสังคม หมายถึง ความสัมพันธ์ฉันท์มิตร ถ้าความสัมพันธ์เป็นไปด้วยดีจะทำให้เกิดความผูกพันและความพอใจที่จะร่วมงานกับหน่วยงาน

2.7.2.6 การปรับสภาพการทำงานให้เหมาะสมกับวิธีการและทัศนคติของบุคคล หมายถึง การปรับปรุงตำแหน่งวิธีทำงานให้สอดคล้องกับความสามารถของบุคลากร

2.7.2.7 โอกาสที่จะร่วมมือในการทำงาน หมายถึง การเปิดโอกาสให้บุคลากรรู้สึกว่ามีส่วนร่วมในงานเป็นบุคคลสำคัญคนหนึ่งของหน่วยงาน มีความรู้สึกเท่าเทียมกันในหมู่ผู้ร่วมงานและมีการใส่ใจในการปฏิบัติงาน

2.7.2.8 สภาพของการอยู่ร่วมกัน หมายถึง ความพอใจของบุคคลในด้านสังคมหรือความมั่นคงในการทำงาน

Herzberg (1959, อ้างถึงใน เพ็ญแข ช่อมนิ 2544 , หน้า 19) ได้ศึกษาทดลองเกี่ยวกับการจูงใจในการทำงานโดยการสัมภาษณ์วิศวกรในเมืองพิทส์เบิร์ก ประเทศสหรัฐอเมริกา ผลการศึกษาทดลอง สรุปได้ว่า สาเหตุที่ทำให้วิศวกรและนักบัญชีเกิดความพึงพอใจและไม่พึงพอใจในการทำงานนั้นมีสององค์ประกอบคือ

1) องค์ประกอบกระตุ้น (Motivation Factors) หรือปัจจัยจูงใจ มีลักษณะสัมพันธ์กับเรื่องของการงานโดยตรง เป็นสิ่งที่จูงใจบุคคลให้มีความตั้งใจในการทำงานและเกิดความพอใจในการทำงาน

2) องค์ประกอบค้ำจุน (Hygiene Factors) หรือปัจจัยค้ำจุน เป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมในการทำงานหรือส่วนประกอบของงาน ทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้เกิดความไม่พึงพอใจในการทำงาน กล่าวคือ หากขาดปัจจัยเหล่านี้จะทำให้เกิดความไม่พึงพอใจในการทำงานแต่แม้ว่าจะมีปัจจัยเหล่านี้ก็ยังไม่อาจยืนยันได้ว่าเป็นสิ่งจูงใจของผู้ปฏิบัติงาน

สรุปได้ว่า ปัจจัยจูงใจเป็นปัจจัยที่ก่อให้เกิดความพึงพอใจในการปฏิบัติงาน ส่วนปัจจัยค้ำจุนจะเป็นปัจจัยที่ป้องกันไม่ให้เกิดความเบื่อหน่ายหรือรู้สึกไม่พอใจในการทำงานซึ่งทฤษฎีสององค์ประกอบของ Herzberg นี้เชื่อว่าการสนองความต้องการของมนุษย์แบ่งเป็น 2 องค์ประกอบคือ องค์ประกอบที่ 1 หรือปัจจัยจูงใจที่สร้างความพึงพอใจ เป็นความต้องการขั้นสูงประกอบด้วยลักษณะงาน ความสำเร็จของงาน การยอมรับนับถือ การได้รับการยกย่องและสถานภาพ ส่วนองค์ประกอบที่ 2 หรือปัจจัยค้ำจุน หรือองค์ประกอบที่สร้างความไม่พึงพอใจ เป็นความต้องการขั้นต่ำ ประกอบด้วยสภาพการทำงาน การบังคับบัญชา ความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล นโยบายและการบริหารงาน ความมั่นคงในงานและเงินเดือน ไม่เป็นการสร้างเสริมบุคคลให้ปฏิบัติดีขึ้นแต่ต้องดำรงรักษาไว้เพื่อความพึงพอใจในขั้นสูงต่อไป

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อาทิตย์ นวลชม (2555) ได้พัฒนาแอปพลิเคชันการเขียนโปรแกรมแบบเรียนพยัญชนะไทย ก-ฮ ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาโปรแกรมแบบเรียนพยัญชนะไทย ก-ฮ ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงโดยแสดงเป็นโมเดลสามมิติ ประกอบเสียงบรรยายตัวอักษรสำหรับเด็กปฐมวัย ที่มีอายุระหว่าง 3-8 ปี ซึ่งเป็นการเสริมสร้างจินตนาการและทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ให้กับเด็ก การทำงานของโปรแกรมจะใช้อุปกรณ์ดังนี้ เครื่องคอมพิวเตอร์, กล้องเว็บแคมและวัตถุสัญลักษณ์ (Marker) โดยมี หลักการทำงานคือ นำวัตถุสัญลักษณ์ (Marker) เมื่อโปรแกรมคำนวณพบตำแหน่งแล้วโปรแกรมจะนำโมเดลสามมิติที่อยู่ในฐานข้อมูลของโปรแกรมมาแสดงในจอคอมพิวเตอร์ จึงทำให้ผู้ที่ใช้งานโปรแกรมเห็นภาพวัตถุสามมิติเสริมเข้าไปในสภาพแวดล้อมที่เป็นจริงในขณะนั้น ผลการทดลองพบว่าการใช้โปรแกรมแบบเรียนพยัญชนะไทย ก-ฮ ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงพบว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้และมีประสิทธิภาพการทำงานถูกต้อง คิดเป็น 84.5 % ของการทดสอบการใช้งาน และมีความผิดพลาด 15.5 % ซึ่งเกิดจากสภาพแวดล้อมที่มีแสงมากเกินไป

จักรกฤษณ์ ศรีอินทร์, วันนิวัติ หาพุทธา (2556) ได้จัดทำโครงการวิจัยเรื่องเรื่องการพัฒนาหนังสือการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง เพื่อเสริมสร้างการเรียนรู้และจินตนาการของผู้เรียนในลักษณะการเสริมสร้างความเสมือนจริงเข้าไปในโลกเสมือนจริง การพัฒนาหนังสือเสริมการเรียนรู้ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนคือ 1) การวิเคราะห์ 2) การออกแบบ 3) การพัฒนา 4) การนำไปใช้ 5) ประเมินผล ขั้นตอนการวิเคราะห์ได้ศึกษาเนื้อหาเรื่องระบบสุริยะและศึกษาค้นคว้าข้อมูลรูปภาพเพิ่มเติมจากเว็บไซต์ขององค์กร NASA แล้วนำมาออกแบบเนื้อหาสำหรับพัฒนา ผลจากการพัฒนาพบว่าการทำหนังสือเสริมสร้างการเรียนรู้ ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องระบบสุริยะพบว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้ และสามารถใช้งานได้จริง สามารถแสดงโมเดลดาวเคราะห์ที่อยู่ในระบบสุริยะทั้ง 9 ดวงและสามารถหมุนได้และมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้งานได้เป็นอย่างดีโดยไม่ปรากฏข้อผิดพลาดขณะแสดงผล

สุพรรณพงศ์ วงษ์ศรีเพ็ง และ ญัฐวิ อดุทธกฤษฎ์ (บทคัดย่อ, 2555) ได้พัฒนาแอปพลิเคชันที่ประยุกต์ใช้เทคนิคความจริงเสริมเพื่อใช้ในการสอนเรื่องพยัญชนะภาษาไทย 44 ตัว และหาความพึงพอใจของผู้ใช้ โดยใช้ FLARToolKit พัฒนาระบบและใช้ภาษา Action script 3.0 ในการเขียนโปรแกรม และทดสอบระบบเพื่อประเมินหาความพึงพอใจจากผู้เชี่ยวชาญและอาจารย์ผู้สอน ผลการวิจัยพบว่าเมื่อนำระบบไปใช้งานพบว่า ผลในการประเมินความพึงพอใจที่มี ต่อระบบที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับ ดีมาก ซึ่งมากกว่าสมมุติฐานที่ตั้งไว้ที่ระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.57 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.52

อรรถศาสตร์ เวียงสงค์, สานิจต์ กายาผาด, และวิทยา อารีราษฎร์ (บทคัดย่อ, 2553) ได้พัฒนาสื่อความเป็นจริงเสมือน เพื่อสร้างสื่อในการประชาสัมพันธ์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โดยมีความมุ่งหมาย 1) เพื่อศึกษารูปแบบของสื่อความเป็นจริงเสมือนที่เหมาะสมกับการประชาสัมพันธ์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม 2) เพื่อพัฒนาสื่อความเป็นจริงเสมือนในการประชาสัมพันธ์มหาวิทยาลัย

มหาสารคาม 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนิสิตที่มีต่อสื่อความเป็นจริงเสมือนเพื่อการประชาสัมพันธ์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วยสื่อความเป็นจริงเสมือนเพื่อการประชาสัมพันธ์ ผลการวิจัยพบว่า ได้รูปแบบสำหรับการพัฒนาสื่อความเป็นจริงเสมือนที่เหมาะสมกับการประชาสัมพันธ์ ได้สื่อความเป็นจริงเสมือนที่พัฒนาขึ้นตามรูปแบบที่ได้จากการศึกษาและนิสิตมีความพึงพอใจต่อการใช้อุปกรณ์ความเป็นจริงเสมือนโดยรวมอยู่ในระดับมาก

มานพ สว่างจิตและไพฑูรย์ ศรีฟ้า (บทคัดย่อ, 2557) ได้ทำงานวิจัยเรื่อง การพัฒนาสื่อความเป็นจริงเสมือนวิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา นครนายก การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาสื่อความเป็นจริงเสมือนรายวิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา นครนายก ที่มีคุณภาพ และมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 2) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ใช้ สื่อความเป็นจริงเสมือน 3) ศึกษาค่าดัชนีประสิทธิผล ของการเรียนด้วยสื่อความเป็นจริงเสมือน 4) ศึกษา ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยสื่อความเป็นจริงเสมือน ผลการวิจัยพบว่า 1) สื่อความเป็นจริงเสมือน วิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา นครนายก มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก และมีประสิทธิภาพ 88.33/87.17 ซึ่งเป็นไปตามที่กำหนดไว้ 2) คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยสื่อความเป็นจริงเสมือน สูงกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ 0.05 3) ดัชนีประสิทธิผลของสื่อความเป็นจริงเสมือน มีค่าเท่ากับ 0.65 4) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยสื่อความเป็นจริงเสมือน อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.61$)

ธีรเดช บุญญา และคณะ (บทคัดย่อ, 2558) ได้ทำงานวิจัยเรื่อง การพัฒนาสื่อการเรียนการสอนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมแบบระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจและมองเห็นภาพรวมของบทเรียนได้อย่างเสมือนจริงยิ่งขึ้น โดยสอดแทรกเข้าไปในการเรียนการสอนในรูปแบบบทเรียนสามมิติ เพื่อให้ผู้เรียนมีพัฒนาการเรียนรู้ทางสติปัญญา ความคิดสร้างสรรค์ สร้างจินตนาการ และความสนุกสนานในการเรียนรู้มากขึ้น โดยใช้โปรแกรมเมทาโอ ในการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์สำหรับสร้าง AR

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัย เรื่อง พัฒนาหนังสือที่มีปฏิสัมพันธ์ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริมสำหรับการเรียนการสอน เรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ อาศัยกระบวนการตามขั้นตอนการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบน้ำตก ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนคือ 1) ศึกษาความต้องการและวิเคราะห์ระบบ 2) การออกแบบระบบ 3) การพัฒนาระบบ 4) การทดสอบระบบ 5) การประเมินผล โดยมีลำดับขั้นตอนดังนี้

3.1 ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาความต้องการและวิเคราะห์ระบบ

ขั้นตอนที่ 1 เป็นการศึกษาความต้องการและวิเคราะห์ระบบ เพื่อนำมาพัฒนาแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ โดยทำการวิเคราะห์ภาพรวมของระบบและศึกษาองค์ประกอบในการพัฒนาระบบทั้งในด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์และเลือกเนื้อหาเพื่อประกอบในการจัดทำสื่อเสริมการเรียน โดยประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

3.1.1 ฮาร์ดแวร์ ประกอบด้วย

- 1) เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งระบบปฏิบัติการวินโดวส์เวอร์ชัน 7 ขึ้นไป สำหรับการสร้างแอปพลิเคชัน
- 2) กล้องเว็บแคม เพื่อใช้สำหรับรับข้อมูลสู่คอมพิวเตอร์
- 3) สมาร์ทโฟนหรือแท็บเล็ตสำหรับใช้งานแอปพลิเคชัน

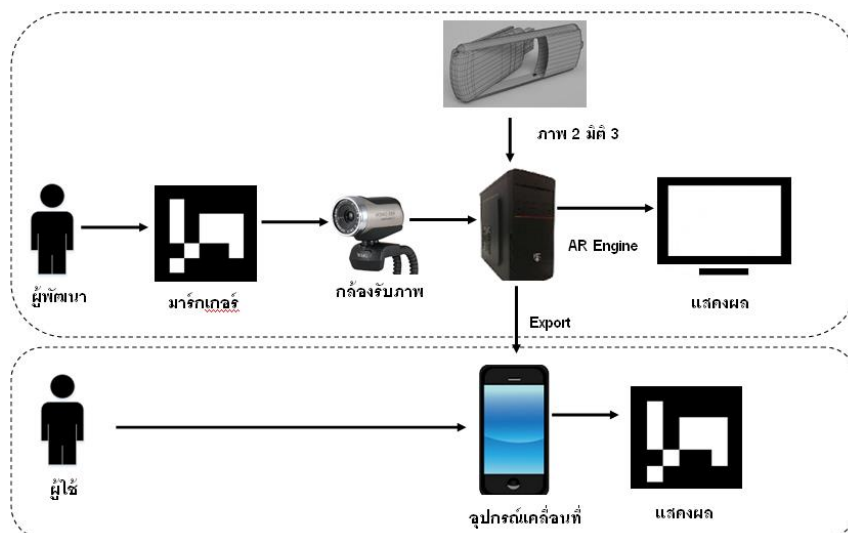
3.1.2 ซอฟต์แวร์ ประกอบด้วย

- 1) โปรแกรม Openspace3D (i-maginer, 2016) เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันร่วมกับเทคโนโลยี AR และโปรแกรมมีความสามารถในการสร้างมาร์กเกอร์แบบ ARTag เมื่อพัฒนาเสร็จแล้วสามารถ export เป็นแอปพลิเคชันแล้วนำไปติดตั้งบนอุปกรณ์เคลื่อนที่และใช้โปรแกรม
- 2) Blender (Blender Foundation, 2016) สำหรับสร้างภาพ 3 มิติ
- 3) โปรแกรม java jdk เวอร์ชัน 1.8_121 (Oracle, 2016)

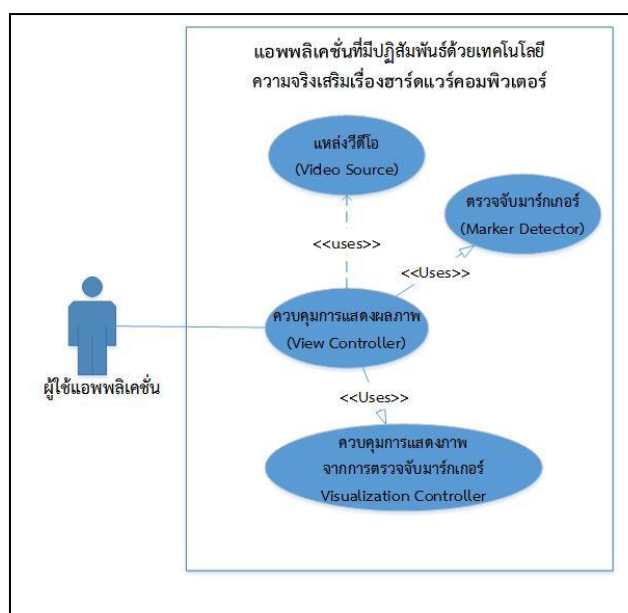
3.1.3 ศึกษารูปแบบของสื่อสิ่งพิมพ์ที่จะพัฒนาขึ้นและการเลือกใช้เทคโนโลยีสำหรับการประมวลผลและแสดงผลร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม รวมถึงเครื่องมือต่าง ๆ ที่จำเป็นในการพัฒนาและกลุ่มตัวอย่างที่จะทำการทดลองใช้สื่อที่พัฒนาขึ้น

องค์ประกอบของกระบวนการพัฒนาแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่และการนำแอปพลิเคชันไปใช้งานประกอบด้วยสองส่วนคือ ส่วนของผู้พัฒนาและผู้ใช้อปพลิเคชัน ในส่วนของผู้พัฒนานั้น ผู้พัฒนาต้องเตรียมทรัพยากรในการพัฒนาคือ เตรียมมาร์กเกอร์และข้อมูลดิจิทัลในลักษณะ 2 มิติ หรือ 3 มิติ หรือภาพวิดีโอก็ได้ และอุปกรณ์สำหรับพัฒนาคือ กล้องเว็บแคมและเครื่อง

คอมพิวเตอร์แบบ PC เพื่อติดตั้งโปรแกรมสำหรับการพัฒนา (AR Engine) และส่วนของผู้ใช้ก็นำแอปพลิเคชันที่ได้จากการ Export ไปติดตั้งบนอุปกรณ์เคลื่อนที่และนำไปใช้งานร่วมกับมาร์กเกอร์ ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 องค์ประกอบของกระบวนการพัฒนาแอปพลิเคชัน AR บนอุปกรณ์เคลื่อนที่และการใช้งาน
(ที่มา: เขมปรีต ชุนราชเสนา, 2559: 23)

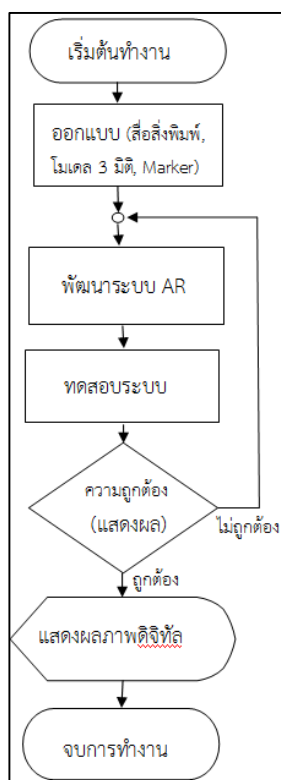


รูปที่ 3.2 Use Case Diagram ของแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่

จากรูปที่ 3.2 เป็นการวิเคราะห์ภาพรวมของแอปพลิเคชัน โดยเขียนเป็นแผนภาพยูสเคส (Use Case Diagram) แสดงการทำงานของผู้ใช้แอปพลิเคชัน และความสัมพันธ์ของระบบย่อยภายในระบบใหญ่ แอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นมีเพียงหนึ่งมุมมองเพื่อนำเสนอภาพดิจิทัลผ่านจอแสดง โดยใช้งานผ่านยูสเคส ควบคุมการแสดงผลภาพและเรียกใช้ยูสเคสย่อยอีก 3 ยูสเคส คือ แหล่งวิดีโอ, ตรวจจับมาร์กเกอร์, ควบคุมการแสดงผลภาพจากการตรวจจับมาร์กเกอร์ ซึ่งแต่ละยูสเคสมิมีรายละเอียดการทำงานดังนี้ 1) แหล่งวิดีโอ ทำหน้าที่เชื่อมต่อกล้องถ่ายภาพเพื่อแสดงผลเป็นภาพวิดีโอภายใต้สภาพแวดล้อมจริงขณะนั้น 2) ตรวจจับมาร์กเกอร์ ทำหน้าที่ตรวจจับมาร์กเกอร์และคำนวณหาตำแหน่งการเกิดภาพ 3) ควบคุมการแสดงผลภาพจากการตรวจจับมาร์กเกอร์ ทำหน้าที่ควบคุมการแสดงผลภาพที่เกิดจากการตรวจจับมาร์กเกอร์และภาพวิดีโอภายใต้สภาพแวดล้อมจริง โดยแสดงผลออกที่หน้าจอของอุปกรณ์เคลื่อนที่

3.2 ขั้นตอนที่ 2 การออกแบบ

ในขั้นตอนนี้ต้องออกแบบสิ่งที่นำมาใช้ประกอบการสร้างแอปพลิเคชัน โดยเป้าหมายหลักของระบบคือการออกแบบระบบที่สามารถใช้งานได้ง่ายโดยที่ผู้ใช้ไม่ต้องมีประสบการณ์เลย การออกแบบประกอบด้วย 1) ออกแบบภาพ 2 มิติและโมเดล 3 มิติ 2) ออกแบบเนื้อหาสำหรับใช้เสริมการเรียนรู้เรื่องอุปกรณ์ไอซีทีที่น่ารู้ 3) ออกแบบมาร์กเกอร์ 4) ออกแบบตำแหน่งและการจัดวางมาร์กเกอร์ประกอบกับเนื้อหาให้มองเห็นชัดเจนดังภาพที่ 3.4 โดยจัดวางตำแหน่งของมาร์กเกอร์ไว้ด้านล่างของหน้ากระดาษ ส่วนกลางหน้ากระดาษจะเป็นข้อความสำหรับอธิบายรายละเอียด



รูปที่ 3.3 การออกแบบผังงานระบบ

ออกแบบหนังสือที่มีปฏิสัมพันธ์ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริมสำหรับการเรียนการสอน เรื่อง ฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ ออกแบบในลักษณะหนังสือมีขนาด A4 โดยแสดงการจัดวางตำแหน่งของเนื้อหา และตำแหน่งของมาร์กเกอร์ ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 การออกแบบเนื้อหาและตำแหน่งจัดวางมาร์กเกอร์

3.3 ขั้นตอนที่ 3 การพัฒนา

เป็นขั้นตอนสร้างแอปพลิเคชันหลังจากที่ได้ออกแบบโมเดล 3 มิติ หรือภาพวิดีโอประกอบบนสื่อเสริมการเรียนรู้และเตรียมภาพมาร์กเกอร์เรียบร้อยแล้ว โดยผู้วิจัยใช้โปรแกรม Openspace3D เป็นโปรแกรมประเภท Authoring Tool สำหรับพัฒนาแอปพลิเคชัน ผู้พัฒนาไม่ต้องเขียนชุดคำสั่งเหมือนโปรแกรมอื่น ๆ เพียงเรียกใช้ฟังก์ชันและสร้างคำสั่งสำหรับควบคุมการทำงาน เมื่อพัฒนาเสร็จแล้วสามารถที่จะทำการ Export เป็นแอปพลิเคชัน และนำไปติดตั้งใช้กับอุปกรณ์เคลื่อนที่บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยมีขั้นตอนในการพัฒนาดังนี้

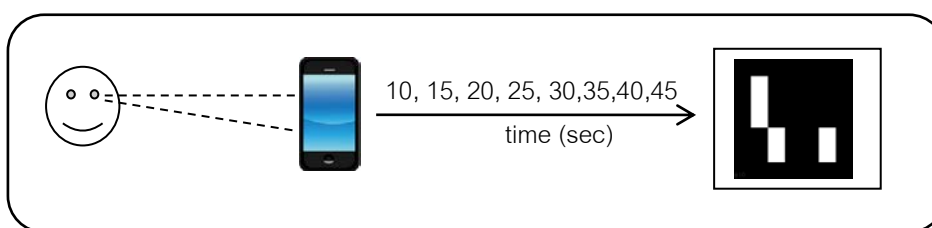
- 1) ติดตั้งโปรแกรมที่ใช้สำหรับพัฒนาคือ โปรแกรม Openspace3D และโปรแกรม Blender3D
- 2) เปิดโปรแกรมสร้างคำสั่งสำหรับควบคุมการทำงานและเรียกใช้คำสั่งที่ใช้สำหรับเชื่อมต่อกับกล้องถ่ายภาพ (AR capture)
- 3) นำเข้าโมเดล 3 มิติ (*.blend) และกำหนดขนาด (scale) ของโมเดล เพื่อให้เหมาะสำหรับการแสดงผล
- 4) ทำการเชื่อมโยงข้อมูลดิจิทัลกับมาร์กเกอร์ (AR marker)
- 5) ทดสอบแสดงผลบนคอมพิวเตอร์ PC ตรวจสอบความถูกต้องของภาพที่แสดงผลร่วมกับมาร์กเกอร์

6) ทำการ Export จะได้ไฟล์นามสกุล *.apk สำหรับติดตั้งบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

7) นำเข้าและติดตั้งบนอุปกรณ์เคลื่อนที่และเปิดใช้งาน

3.4 ขั้นตอนที่ 4 การทดสอบ

กระบวนการทดสอบแอปพลิเคชัน แบ่งการทดสอบออกเป็นสองระยะคือ ระยะที่ 1 ทดสอบภายในกระบวนการสร้างแอปพลิเคชันในเรื่องของการแสดงผลระหว่างโมเดล 3 มิติกับมาร์กเกอร์ และขนาดของภาพในการแสดงผลไม่ให้เล็กหรือใหญ่จนเกินไปเพราะแอปพลิเคชันสามารถที่จะย่อขยายขนาดของโมเดลขณะแสดงผลได้ และระยะที่ 2 ใช้วิธีการทดสอบแบบ Installation Testing เป็นการทดสอบการติดตั้งระบบเพื่อการใช้งานและทดสอบภายใต้สภาพแวดล้อมจริง (Sukotborvorn, 2013, p. 119) โดยนำแอปพลิเคชันไปติดตั้งบนอุปกรณ์เคลื่อนที่แล้วทดสอบใช้ร่วมกับสื่อที่พัฒนาขึ้นภายใต้สภาพแวดล้อมจริง เพื่อทดสอบประสิทธิภาพในการแสดงผลกับเวลาที่ใช้ในการประมวลผล โดยกำหนดระยะในการทดสอบทั้งหมด ระยะ (10, 15, 20, 25, 30, 40, 45 เซนติเมตร) โดยมีผู้ร่วมทดสอบจำนวน 30 คน แต่ละระยะมีการทดสอบ 300 ครั้ง รวมทั้งหมด 2400 ครั้ง ดังภาพที่ 3.5



รูปที่ 3.5 การทดสอบแอปพลิเคชันเทียบระยะทางกับเวลา

3.5 ขั้นตอนที่ 5 การประเมินผล

การประเมินผลระบบแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

1) ประเมินผลการพัฒนาแอปพลิเคชัน เป็นการประเมินผลโดยการหาค่าเฉลี่ยของเวลาในการแสดงผลภาพออกมาซึ่งแสดงผลของอุปกรณ์เคลื่อนที่ ถ้าค่าเฉลี่ยของเวลาในระยะใดน้อยที่สุดถือว่าเป็นระยะที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ และประเมินความพึงพอใจของผู้ทดสอบ โดยการหาค่าเฉลี่ย และค่าร้อยละ

2) เป็นกระบวนการนำระบบที่พัฒนาเสร็จเรียบร้อยแล้วไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 25 คน เพื่อประเมินหาประสิทธิภาพของสื่อเสริมการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ (E_1/E_2) ของกลุ่มตัวอย่างไว้เป็น 80/80 โดย E_1 เกิดจากกลุ่มตัวอย่างสามารถทำแบบฝึกหัดได้ผลเฉลี่ย ไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 และ E_2 เกิดจากผลประเมินหลังเรียนได้ผลเฉลี่ยไม่น้อย

กว่าร้อยละ 80 (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556) และทำการประเมินความพึงพอใจจากการทดสอบใช้งาน แอปพลิเคชันและความพึงพอใจจากกลุ่มตัวอย่างที่ได้ใช้แอปพลิเคชันร่วมกับการจัดการเรียนการสอน เรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ โดยผู้วิจัยได้สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจเพื่อประเมินผลร่วมกับการจัดการเรียนการสอน 3 ด้านดังนี้ 1) ด้านการมีปฏิสัมพันธ์ของแอปพลิเคชันกับผู้ใช้ 2) ด้านหนังสือ เรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ (เนื้อหา) 3) ด้านภาพรวมของการใช้งาน (หนังสือร่วมกับแอปพลิเคชัน) โดยเกณฑ์การให้คะแนนเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่าแบ่งออกเป็น 5 ระดับและเกณฑ์การแปลความหมายของข้อมูลโดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ย (Mean) คือ

4.50-5.00 ความพึงพอใจระดับดีมาก	3.50-4.49 ความพึงพอใจระดับดี
2.50-3.49 ความพึงพอใจปานกลาง	1.50-2.49 ความพึงพอใจระดับน้อย
และ 1.00-1.49 ความพึงพอใจระดับน้อยมาก	

ตารางที่ 3.1 แบบสอบถามวัดระดับความพึงพอใจต่อการใช้งานแอปพลิเคชันที่มีปฏิสัมพันธ์
ร่วมกับการจัดการเรียนการสอน

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
1. ด้านการมีปฏิสัมพันธ์ของแอปพลิเคชันกับผู้ใช้					
1.1 การใช้เทคนิคความจริงเสริมมาใช้สอนทำให้มีความแปลกใหม่					
1.2 ระบบมีความดึงดูดและมีความน่าสนใจต่อผู้เรียนและผู้ใช้งาน					
1.3 ความยากง่ายในการเข้าใช้งาน					
1.4 ความรวดเร็วในการเข้าใช้งาน					
1.5 แอปพลิเคชันช่วยให้การเรียนมีความสนุกสนานมากขึ้น					
1.6 หนังสือที่ใช้ในการใช้งานร่วมกับแอปพลิเคชันมีความเหมาะสม					
1.7 ความน่าสนใจของแอปพลิเคชัน					
1.8 ความถูกต้องในการแสดงผลภาพ 3 มิติ					
2. ด้านหนังสือเรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ (เนื้อหา)					
2.1 เนื้อหาสอดคล้องเรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์					
2.2 ลำดับเนื้อหาชัดเจนเข้าใจง่าย					
2.3 ความถูกต้องของเนื้อหาที่นำเสนอในระบบความจริงเสริม					
2.4 เนื้อหาอ่านง่ายไม่สับสน					
2.5 ขนาดของอักษร/รูปแบบอักษรเหมาะสม					
2.6 มีภาพประกอบที่ทำให้น่าสนใจและดึงดูดใจทำให้เข้าใจเนื้อหาที่เรียนยิ่งขึ้น					

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
2.7 ขนาดและสีของตัวอักษรมีความน่าเหมาะสมต่อการเรียนรู้					
3. ด้านภาพรวมของการใช้งาน (หนังสือร่วมกับแอปพลิเคชัน)					
3.1 การจัดวางองค์ประกอบต่าง ๆ เหมาะสม					
3.2 การปฏิสัมพันธ์ระหว่างการใช้งานแอปพลิเคชันและหนังสือ (การหมุนโมเดล)					
3.3 ให้ทั้งความรู้และความเพลิดเพลินเหมือนเรียนกับอุปกรณ์จริง					
3.4 การเรียนรู้ด้วยชุดแอปพลิเคชันประกอบหนังสือทำให้เข้าใจบทเรียนได้ง่ายขึ้น					
3.5 กระตุ้นความใส่ใจและความอยากรู้อยากเห็น					
3.6 นักศึกษาชอบหนังสือที่มีภาพ 3 มิติประกอบเมื่อใช้งานร่วมกับแอปพลิเคชัน					
3.7 นักศึกษาพอใจที่ได้ใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยตนเอง					
3.8 โดยรวมนักศึกษามีความพึงพอใจในการเรียนรู้ด้วยชุดสื่อประสมด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม					
3.9 นักศึกษามีส่วนร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้เมื่อใช้หนังสือและแอปพลิเคชันประกอบกัน					
3.10 การได้รับประโยชน์จากหนังสือและแอปพลิเคชันที่ใช้ประกอบการเรียน					

ตารางที่ 3.2 แบบสอบถามประเมินความพึงพอใจของผู้ทดสอบแอปพลิเคชันที่มีปฏิสัมพันธ์โดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมบนอุปกรณ์เคลื่อนที่

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
1. การติดตั้งแอปพลิเคชันสะดวกต่อการติดตั้ง					
2. แอปพลิเคชันง่ายต่อการเข้าใช้งาน					
3. แอปพลิเคชันสามารถประมวลผลได้รวดเร็ว					
4. ความพอใจต่อการตอบสนองของมาร์กเกอร์ (Marker)					
5. ความถูกต้องในการแสดงผลภาพภายใต้สภาพแวดล้อมจริง					
6. แอปพลิเคชันมีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้ประกอบการเรียน					
7. ความสะดวกในการใช้งานโดยที่ไม่ต้องมีประสบการณ์มา					

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
ก่อน					
8. ความน่าสนใจของเทคนิคความจริงเสริม (AR) ที่นำมาพัฒนา					
9. สามารถกระตุ้นความสนใจต่อผู้ใช้งานได้ตลอดการใช้งาน					
10. ประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันโดยรวม					

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การพัฒนาหนังสือที่มีปฏิสัมพันธ์ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริมสำหรับการเรียนการสอน เรื่อง ฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อพัฒนาหนังสือเรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม 2) เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันที่มีปฏิสัมพันธ์โดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ 3) เพื่อหาประสิทธิภาพของหนังสือที่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม เรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 4) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนที่เรียนด้วยหนังสือที่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริมเรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ 5) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการใช้งานแอปพลิเคชันและหนังสือที่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริมเรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ ปรากฏผลดังนี้

4.1 ผลการพัฒนาหนังสือเรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม

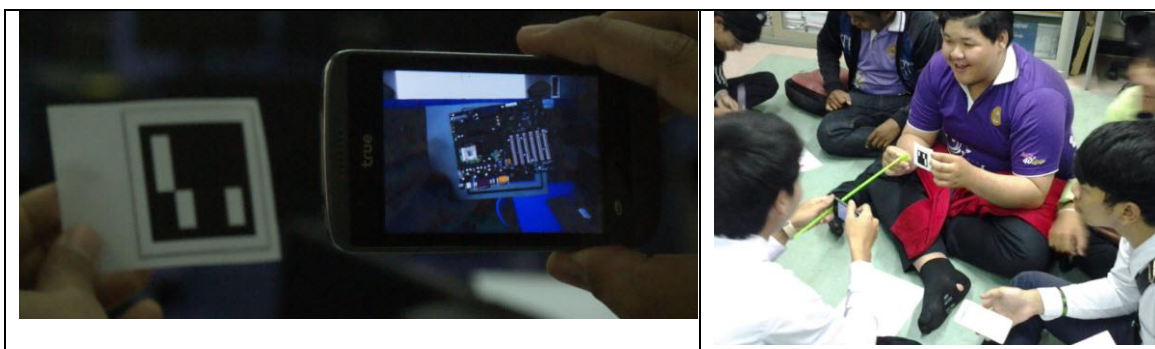
ผลการพัฒนาหนังสือเรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม ทำการออกแบบหนังสือขนาด A4 โดยภายในเนื้อหาประกอบด้วยภาพของฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์อยู่ตรงกลางหน้ากระดาษ และด้านล่างของภาพจะแสดงมาร์กเกอร์เพื่อแสดงผลภาพสามมิติ ด้านขวาของภาพจะแสดงมาร์กเกอร์สำหรับย่อและขยายโมเดล แสดงดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 ผลการพัฒนาหนังสือเรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์
ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม

4.2 ผลพัฒนาแอปพลิเคชันที่มีปฏิสัมพันธ์โดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมบนอุปกรณ์เคลื่อนที่

ผลการพัฒนาแอปพลิเคชันที่มีปฏิสัมพันธ์โดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมบนอุปกรณ์เคลื่อนที่มีภาพรวมในใช้งานดังนี้ เมื่อเปิดใช้งานแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ แอปพลิเคชันจะเริ่มทำงานโดยเชื่อมต่อกับกล้องถ่ายภาพของอุปกรณ์เคลื่อนที่และประมวลผลเป็นภาพวิดีโอ โดยแสดงผลไปยังจอแสดงผล (Video Source) ผู้ใช้สามารถมองเห็นสภาพแวดล้อมรอบ ๆ ตัวผ่านอุปกรณ์ เมื่อผู้ใช้นำมาร์กเกอร์มาส่องผ่านกล้องของอุปกรณ์เคลื่อนที่ แอปพลิเคชันจะเรียกใช้ฟังก์ชันตรวจจับมาร์กเกอร์ (Marker Detector) เพื่อวิเคราะห์ภาพที่สีดำและสีขาวภายในกรอบสี่เหลี่ยมภายใต้สภาพแวดล้อมจริงขณะนั้น และเรียกใช้ฟังก์ชันควบคุมการแสดงผลภาพดิจิทัล (Virtualization controller) โดยการซ้อนทับภาพดิจิทัลลงไปในกรอบสี่เหลี่ยมที่ตรวจพบในขณะนั้น (real time) และแอปพลิเคชันจะแสดงภาพดิจิทัลที่ตรงกับมาร์กเกอร์ยังจอแสดงผล ดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 การทดสอบแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ภายใต้สภาพแวดล้อมจริง

ผลการทดสอบประสิทธิภาพด้วยวิธีการติดตั้งและใช้งานภายใต้สภาพแวดล้อมจริง (Installation Testing) ทดสอบประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันในการแสดงผลภาพและระยะเวลาที่ตอบสนองมาร์กเกอร์ โดยทดสอบด้วยผู้ใช้งาน 30 คน คนละ 8 ระยะ แต่ละระยะห่างกัน 5 เซนติเมตร ระยะละ 10 ครั้ง เริ่มตั้งแต่ 10 เซนติเมตรถึง 45 เซนติเมตร อุปกรณ์เคลื่อนที่ที่นำมาทดสอบเป็นโทรศัพท์แบบสมาร์ทโฟนมีความละเอียดของกล้องถ่ายภาพ 5, 8, 13, 16 ล้านพิกเซล บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์เวอร์ชัน 4.1.1 ขึ้นไป และคอร์เนลเวอร์ชัน 3.10.00 ขึ้นไป ปรากฏผลดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพในการแสดงผลภาพเทียบกับระยะทางและเวลา

ลำดับ	n = 30			
	ระยะทาง (เซนติเมตร)	การแสดงผล ถูกต้อง (ครั้ง)	ร้อยละ การแสดงผลถูกต้อง	เวลาเฉลี่ย (วินาที)
1	10	290	96.67	1.88
2	15	300	100	1.21
3	20	300	100	1.19
4	25	300	100	1.15
5	30	300	100	1.28
6	35	280	93.33	1.33
7	40	250	83.33	1.35
8	45	235	78.33	1.42
ความถูกต้องจากการทดสอบ		2255	93.96	1.35

จากตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพในการแสดงผลภาพเทียบกับระยะทางและเวลา ผลปรากฏว่า จากการทดสอบ 2400 ครั้ง การแสดงผลถูกต้องทั้งหมด 2255 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 99.96 และใช้เวลาเฉลี่ยในการแสดงผล 1.35 วินาที ระยะที่เหมาะสมในการใช้งานแอปพลิเคชันกับ มาร์กเกอร์ โดยระยะที่ใช้เวลาน้อยที่สุดคือ ระยะ 25 เซนติเมตร ใช้เวลา 1.15 วินาที รองลงมาคือ ระยะ 20 ใช้เวลา 1.19 วินาที

จากผลการทดสอบประสิทธิภาพด้วยวิธีการติดตั้งและใช้งานภายใต้สภาพแวดล้อมจริง ใช้เวลาเฉลี่ยเท่ากับ 1.35 วินาทีต่อครั้ง และสามารถแสดงผลภาพถูกต้องร้อยละ 99.96 เป็นเพราะว่า มีกระบวนการพัฒนาอย่างเป็นระบบและโปรแกรม Openspace3D ที่ใช้ในการพัฒนานั้นมีประสิทธิภาพเหมาะสมสำหรับการพัฒนาแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ได้เป็นอย่างดี ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสอดคล้องกับงานวิจัยของ Tippayaprasert & Wanichsan (2016) ได้พัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนอุปกรณ์เคลื่อนที่สำหรับการท่องเที่ยววังสวนบ้านแก้ว ผลการทดสอบเกี่ยวกับการแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับวัตถุโบราณ สามารถแสดงโมเดลวัตถุสามมิติผ่านทางหน้าจออุปกรณ์ได้โดยไม่มีปัญหา และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Jullapho & Utakrit (2014) ที่ประยุกต์ใช้เทคนิคความจริงเสริมเพื่อการนำเสนอข้อมูลแบบบ้านจัดสรร ทดสอบและหาประสิทธิภาพในการแสดงผลแบบบ้านในระยะห่าง 50 เซนติเมตรและ ระยะ 100 เซนติเมตร พบว่าประสิทธิภาพการทำงานมีค่าเท่ากับ 97.56 จัดอยู่ในระดับดีมากเช่นกัน

และเมื่อพิจารณาผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ทดสอบแอปพลิเคชันที่มีปฏิสัมพันธ์โดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ ปรากฏผลดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลประเมินความพึงพอใจของผู้ทดสอบแอปพลิเคชันที่มีปฏิสัมพันธ์

โดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมบนอุปกรณ์เคลื่อนที่

รายการ	n = 30		ระดับความพึงพอใจ
	$\bar{x}$	SD.	
1. การติดตั้งแอปพลิเคชันสะดวกต่อการติดตั้ง	4.97	0.18	ดีมาก
2. แอปพลิเคชันง่ายต่อการเข้าใช้งาน	4.67	0.48	ดีมาก
3. แอปพลิเคชันสามารถประมวลผลได้รวดเร็ว	4.63	0.49	ดีมาก
4. ความพอใจต่อการตอบสนองของมาร์กเกอร์ (Marker)	4.67	0.48	ดีมาก
5. ความถูกต้องในการแสดงผลภาพภายใต้สภาพแวดล้อมจริง	4.87	0.35	ดีมาก
6 แอปพลิเคชันมีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้ประกอบการเรียน	4.67	0.48	ดีมาก
7. ความสะดวกในการใช้งานโดยที่ไม่ต้องมีประสบการณ์มาก่อน	4.93	0.25	ดีมาก

รายการ	n = 30		ระดับ ความพึง พอใจ
	$\bar{x}$	SD.	
8. ความน่าสนใจของเทคนิคความจริงเสริม (AR) ที่นำมาพัฒนา	4.73	0.45	ดีมาก
9. สามารถกระตุ้นความสนใจต่อผู้ใช้งานได้ตลอดการใช้งาน	4.47	0.51	ดีมาก
10. ประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันโดยรวม	4.83	0.38	ดีมาก
รวม	4.74	0.44	ดีมาก

จากตารางที่ 4.2 ผลประเมินความพึงพอใจของผู้ทดสอบแอปพลิเคชันที่มีปฏิสัมพันธ์โดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ พบว่า ผู้ทดสอบมีความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.74 เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า ทุกข้อมีค่าระดับความพึงพอใจระดับดีมากเช่นกัน และข้อที่มีคะแนนความพึงพอใจเฉลี่ยสูงสุดคือ การติดตั้งแอปพลิเคชันสะดวกต่อการติดตั้ง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.97 รองลงมาคือ ความสะดวกในการใช้งานโดยที่ไม่ต้องมีประสบการณ์มาก่อน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.93 และความถูกต้องในการแสดงผลภาพภายใต้สภาพแวดล้อมจริงมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.87

จากผลประเมินความพึงพอใจของผู้ทดสอบแอปพลิเคชันที่มีปฏิสัมพันธ์โดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ที่มีค่าระดับความพึงพอใจระดับดีมาก เป็นเพราะว่า การใช้งานแอปพลิเคชันนั้นผู้ทดสอบมีความแปลกใหม่ในการนำมาใช้กับการเรียนทั้งสะดวกในการติดตั้งและเปิดใช้งานร่วมและมีการแสดงผลร่วมกับภาพสามมิติทำให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น ส่งผลให้มีความน่าสนใจ ซึ่งสอดคล้องกับผลการประเมินความพึงพอใจในงานวิจัยของ Jullapho & Utakrit (2014) ที่มีผลการประเมินความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.52 ดังนั้นจึงสามารถนำแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นไปใช้ประกอบการเรียนการสอนจริง จะช่วยกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนได้เป็นอย่างดีซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Sutatum & Ponsayhom (2016) โดยการพัฒนาสื่อการเรียนรู้เรื่องฮาร์ดแวร์ด้วยเทคโนโลยี AR ซึ่งประกอบด้วยแอปพลิเคชันและมาร์กเกอร์ เมื่อนำไปใช้งานพบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

4.3 ผลการหาประสิทธิภาพของหนังสือที่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริมเรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

การหาประสิทธิภาพของหนังสือที่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริมเรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ 80/80 ทำการทดสอบหาประสิทธิภาพของสื่อ โดยทำการทดสอบเก็บคะแนนระหว่างเรียนจำนวน 50 คะแนน จากทั้งหมด 5 หน่วยการเรียนรู้ คือ หน่วยที่ 1 หน่วยรับข้อมูลเข้า (input) หน่วยที่ 2 หน่วยประมวลผล (process) หน่วยที่ 3 หน่วยแสดงผล (output) หน่วยที่ 4 หน่วยความจำ (memory) และหน่วยที่ 5 หน่วยสื่อสารข้อมูล และ

คะแนนผลสัมฤทธิ์หลังจากเรียนครบทุกหน่วยจำนวน 40 คะแนน ซึ่งทดลองกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน ผลปรากฏดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลการหาประสิทธิภาพของหนังสือที่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม เรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์

รายการ	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ยของคะแนน	ค่าร้อยละ
คะแนนระหว่างเรียน (E_1)	50	41.10	82.20
คะแนนหลังเรียน (E_2)	40	32.43	81.08

จากตารางที่ 4.3 พบว่ากลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน มีคะแนนเฉลี่ยระหว่างเรียนเท่ากับ 41.10 จากคะแนนเต็ม 50 คะแนน มีค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยร้อยละ 82.20 และหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 32.43 จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน มีค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยร้อยละ 81.08 ซึ่งเมื่อเทียบเป็นค่าร้อยละ ผลปรากฏว่าหนังสือที่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริมเรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดเท่ากับ 82.20/82.08

4.4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนที่เรียนด้วยหนังสือที่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริมเรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนที่เรียนด้วยหนังสือที่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริมเรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ จากทั้งหมด 5 หน่วยการเรียนรู้ คือ หน่วยที่ 1 หน่วยรับข้อมูลเข้า (input) หน่วยที่ 2 หน่วยประมวลผล (process) หน่วยที่ 3 หน่วยแสดงผล (output) หน่วยที่ 4 หน่วยความจำ (memory) และหน่วยที่ 5 หน่วยสื่อสารข้อมูล แต่ละหน่วยการเรียนรู้มีคะแนนเต็มเท่ากับ 10 คะแนน ปรากฏผลดังนี้

ตารางที่ 4.4 การเปรียบเทียบคะแนนความก้าวหน้าและค่าร้อยละความก้าวหน้าของคะแนน ก่อนเรียนและหลังเรียน ของหน่วยที่ 1 หน่วยรับข้อมูลเข้า (input)

คนที่	คะแนนเต็ม 10 คะแนน		คะแนนก้าวหน้า ($X_2 - X_1$)	ร้อยละ ความก้าวหน้า
	คะแนนก่อนเรียน (X_1)	คะแนนหลังเรียน (X_2)		
1	3	7	4	40.00
2	5	8	3	30.00
3	4	7	3	30.00

คนที่	คะแนนเต็ม 10 คะแนน		คะแนนก้าวหน้า ($X_2 - X_1$)	ร้อยละ ความก้าวหน้า
	คะแนนก่อน เรียน (X_1)	คะแนนหลังเรียน (X_2)		
4	3	8	5	50.00
5	5	8	3	30.00
6	4	7	3	30.00
7	2	7	5	50.00
8	3	7	4	40.00
9	4	7	3	30.00
10	2	7	5	50.00
11	2	6	4	40.00
12	3	6	3	30.00
13	3	6	3	30.00
14	5	6	1	10.00
15	2	5	3	30.00
16	2	8	6	60.00
17	5	6	1	10.00
18	4	9	5	50.00
19	4	9	5	50.00
20	3	7	4	40.00
21	3	9	6	60.00
22	3	9	6	60.00
23	4	8	4	40.00
24	2	8	6	60.00
25	3	9	6	60.00
26	3	9	6	60.00
27	2	9	7	70.00
28	2	9	7	70.00
29	2	8	6	60.00
30	1	8	7	70.00

คนที่	คะแนนเต็ม 10 คะแนน		คะแนนก้าวหน้า ($X_2 - X_1$)	ร้อยละ ความก้าวหน้า
	คะแนนก่อนเรียน (X_1)	คะแนนหลังเรียน (X_2)		
คะแนนรวม	93	227	134	44.67

จากตารางที่ 4.4 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความก้าวหน้าและค่าร้อยละความก้าวหน้าของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน ของหน่วยที่ 1 หน่วยรับข้อมูลเข้า พบว่า นักศึกษาได้คะแนนความก้าวหน้าเฉลี่ยร้อยละ 44.67 ซึ่งส่วนใหญ่มีค่าร้อยละความก้าวหน้าจะมากกว่า ร้อยละ 60 และเมื่อพิจารณาเป็นรายบุคคลพบว่า นักศึกษาได้คะแนนเพิ่มขึ้นทุกคน โดยมีคะแนนเพิ่มขึ้นสูงสุด 7 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน

ตารางที่ 4.5 การเปรียบเทียบคะแนนความก้าวหน้าและค่าร้อยละความก้าวหน้าของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน ของหน่วยที่ 2 หน่วยประมวลผล (process)

คนที่	คะแนนเต็ม 10 คะแนน		คะแนนก้าวหน้า ($X_2 - X_1$)	ร้อยละ ความก้าวหน้า
	คะแนนก่อนเรียน (X_1)	คะแนนหลังเรียน (X_2)		
1	4	7	3	30.00
2	4	8	4	40.00
3	4	8	4	40.00
4	4	8	4	40.00
5	3	9	6	60.00
6	5	9	4	40.00
7	3	7	4	40.00
8	5	8	3	30.00
9	5	6	1	10.00
10	5	9	4	40.00
11	5	8	3	30.00
12	5	9	4	40.00
13	4	9	5	50.00
14	4	8	4	40.00

คนที่	คะแนนเต็ม 10 คะแนน		คะแนนก้าวหน้า ($X_2 - X_1$)	ร้อยละ ความก้าวหน้า
	คะแนนก่อนเรียน (X_1)	คะแนนหลังเรียน (X_2)		
15	4	10	6	60.00
16	6	10	4	40.00
17	6	10	4	40.00
18	4	8	4	40.00
19	4	8	4	40.00
20	4	8	4	40.00
21	5	10	5	50.00
22	5	9	4	40.00
23	3	9	6	60.00
24	2	9	7	70.00
25	5	9	4	40.00
26	2	8	6	60.00
27	3	8	5	50.00
28	3	8	5	50.00
29	3	6	3	30.00
30	5	6	1	10.00
คะแนนรวม	124	249	125	41.67

จากตารางที่ 4.5 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความก้าวหน้าและค่าร้อยละความก้าวหน้าของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน ของหน่วยที่ 2 หน่วยประมวลผล พบว่า นักศึกษาได้คะแนนความก้าวหน้าเฉลี่ยร้อยละ 41.67 ซึ่งส่วนใหญ่มีค่าร้อยละความก้าวหน้ามากกว่า ร้อยละ 40 และเมื่อพิจารณาเป็นรายบุคคลพบว่า นักศึกษาได้คะแนนเพิ่มขึ้นทุกคน โดยมีคะแนนเพิ่มขึ้นสูงสุด 7 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน

ตารางที่ 4.6 การเปรียบเทียบคะแนนความก้าวหน้าและค่าร้อยละความก้าวหน้าของคะแนน
ก่อนเรียนและหลังเรียน ของหน่วยที่ 3 หน่วยแสดงผล (output)

คนที่	คะแนนเต็ม 10 คะแนน		คะแนนก้าวหน้า ($X_2 - X_1$)	ร้อยละ ความก้าวหน้า
	คะแนนก่อนเรียน (X_1)	คะแนนหลังเรียน (X_2)		
1	4	9	5	50.00
2	4	7	3	30.00
3	4	6	2	20.00
4	4	6	2	20.00
5	4	6	2	20.00
6	5	6	1	10.00
7	5	8	3	30.00
8	5	8	3	30.00
9	6	8	2	20.00
10	5	8	3	30.00
11	5	8	3	30.00
12	5	7	2	20.00
13	5	7	2	20.00
14	4	7	3	30.00
15	4	7	3	30.00
16	4	7	3	30.00
17	4	7	3	30.00
18	4	9	5	50.00
19	3	9	6	60.00
20	3	9	6	60.00
21	3	9	6	60.00
22	3	7	4	40.00
23	3	7	4	40.00
24	3	8	5	50.00
25	3	10	7	70.00

คนที่	คะแนนเต็ม 10 คะแนน		คะแนนก้าวหน้า ($X_2 - X_1$)	ร้อยละ ความก้าวหน้า
	คะแนนก่อนเรียน (X_1)	คะแนนหลังเรียน (X_2)		
26	2	7	5	50.00
27	3	8	5	50.00
28	4	8	4	40.00
29	4	7	3	30.00
30	3	6	3	30.00
คะแนนรวม	118	226	108	36.00

จากตารางที่ 4.6 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความก้าวหน้าและค่าร้อยละความก้าวหน้าของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน ของหน่วยที่ 3 หน่วยแสดงผล พบว่า นักศึกษาได้คะแนนความก้าวหน้าเฉลี่ยร้อยละ 36.00 ซึ่งส่วนใหญ่มีค่าร้อยละความก้าวหน้ามากกว่า ร้อยละ 30 และเมื่อพิจารณาเป็นรายบุคคลพบว่า นักศึกษาได้คะแนนเพิ่มขึ้นทุกคน โดยมีคะแนนเพิ่มขึ้นสูงสุด 7 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน

ตารางที่ 4.7 การเปรียบเทียบคะแนนความก้าวหน้าและค่าร้อยละความก้าวหน้าของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน ของหน่วยที่ 4 หน่วยความจำ (memory)

คนที่	คะแนนเต็ม 10 คะแนน		คะแนนก้าวหน้า ($X_2 - X_1$)	ร้อยละ ความก้าวหน้า
	คะแนนก่อนเรียน (X_1)	คะแนนหลังเรียน (X_2)		
1	4	8	4	40.00
2	4	8	4	40.00
3	4	8	4	40.00
4	3	8	5	50.00
5	3	8	5	50.00
6	5	9	4	40.00
7	3	9	6	60.00
8	4	10	6	60.00
9	4	8	4	40.00

คนที่	คะแนนเต็ม 10 คะแนน		คะแนนก้าวหน้า ($X_2 - X_1$)	ร้อยละ ความก้าวหน้า
	คะแนนก่อนเรียน (X_1)	คะแนนหลังเรียน (X_2)		
10	4	10	6	60.00
11	3	9	6	60.00
12	3	9	6	60.00
13	4	9	5	50.00
14	4	9	5	50.00
15	4	8	4	40.00
16	3	9	6	60.00
17	4	9	5	50.00
18	4	9	5	50.00
19	4	8	4	40.00
20	3	8	5	50.00
21	4	8	4	40.00
22	4	8	4	40.00
23	4	8	4	40.00
24	3	9	6	60.00
25	4	10	6	60.00
26	4	10	6	60.00
27	4	10	6	60.00
28	3	10	7	70.00
29	3	9	6	60.00
30	5	9	4	40.00
คะแนนเฉลี่ย	112	264	152	50.67

จากตารางที่ 4.7 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความก้าวหน้าและค่าร้อยละความก้าวหน้าของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน ของหน่วยที่ 4 หน่วยความจำ พบว่า นักศึกษาได้คะแนนความก้าวหน้าเฉลี่ยร้อยละ 50.67 ซึ่งส่วนใหญ่มีค่าร้อยละความก้าวหน้ามากกว่า ร้อยละ 40 และเมื่อพิจารณาเป็นรายบุคคลพบว่า นักศึกษาได้คะแนนเพิ่มขึ้นทุกคน โดยมีคะแนนเพิ่มขึ้นสูงสุด 7 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน

ตารางที่ 4.8 การเปรียบเทียบคะแนนความก้าวหน้าและค่าร้อยละความก้าวหน้าของคะแนน
ก่อนเรียนและหลังเรียน ของหน่วยที่ 5 กลุ่มสื่อสารข้อมูล

คนที่	คะแนนเต็ม 10 คะแนน		คะแนนก้าวหน้า ($X_2 - X_1$)	ร้อยละ ความก้าวหน้า
	คะแนนก่อนเรียน (X_1)	คะแนนหลังเรียน (X_2)		
1	3	8	5	50.00
2	5	8	3	30.00
3	2	7	5	50.00
4	4	9	5	50.00
5	4	9	5	50.00
6	4	9	5	50.00
7	3	9	6	60.00
8	5	9	4	40.00
9	2	9	7	70.00
10	5	9	4	40.00
11	2	9	7	70.00
12	3	9	6	60.00
13	5	7	2	20.00
14	2	8	6	60.00
15	4	10	6	60.00
16	4	10	6	60.00
17	4	10	6	60.00
18	3	10	7	70.00
19	3	10	7	70.00
20	5	8	3	30.00
21	5	9	4	40.00
22	4	10	6	60.00
23	4	10	6	60.00
24	4	8	4	40.00
25	4	8	4	40.00

คนที่	คะแนนเต็ม 10 คะแนน		คะแนนก้าวหน้า ($X_2 - X_1$)	ร้อยละ ความก้าวหน้า
	คะแนนก่อนเรียน (X_1)	คะแนนหลังเรียน (X_2)		
26	3	9	6	60.00
27	3	9	6	60.00
28	5	7	2	20.00
29	5	10	5	50.00
30	5	10	5	50.00
คะแนนเฉลี่ย	114	267	153	51.00

จากตารางที่ 4.8 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความก้าวหน้าและค่าร้อยละความก้าวหน้าของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน ของหน่วยที่ 5 กลุ่มสื่อสารข้อมูล พบว่า นักศึกษาได้คะแนนความก้าวหน้าเฉลี่ยร้อยละ 51.00 ซึ่งส่วนใหญ่มีค่าร้อยละความก้าวหน้ามากกว่า ร้อยละ 40 และเมื่อพิจารณาเป็นรายบุคคลพบว่า นักศึกษาได้คะแนนเพิ่มขึ้นทุกคน โดยมีคะแนนเพิ่มขึ้นสูงสุด 7 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน

ตารางที่ 4.9 คะแนนผลสัมฤทธิ์ของแต่ละหน่วยการเรียนรู้จากคะแนนก่อนเรียน คะแนนหลังเรียน และค่าร้อยละความก้าวหน้า

หน่วยการเรียนรู้	คะแนนผลสัมฤทธิ์					
	ก่อนเรียน (X_1)	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}_1$)	หลังเรียน (X_2)	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}_2$)	ความก้าวหน้า	ร้อยละความก้าวหน้า
หน่วยที่ 1 หน่วยรับข้อมูล	93	3.10	227	7.57	134	44.70
หน่วยที่ 2 หน่วยประมวลผล	124	4.10	249	8.30	125	42.00
หน่วยที่ 3 หน่วยแสดงผล	118	3.90	226	7.50	108	36.00
หน่วยที่ 4 หน่วยความจำ	112	3.70	264	8.80	152	51.00
หน่วยที่ 5 กลุ่มสื่อสารข้อมูล	114	3.80	267	8.90	153	51.00
ผลรวมคะแนน	561	37.4	1233	82.20	672	44.80

จากตารางที่ 4.9 คะแนนผลสัมฤทธิ์ของแต่ละหน่วยการเรียนรู้จากคะแนนก่อนเรียน คะแนนหลังเรียนและค่าร้อยละความก้าวหน้า พบว่า ค่าเฉลี่ยร้อยละความก้าวหน้ามีค่าเท่ากับ 44.80 ซึ่งหน่วย

การเรียนรู้มีค่าร้อยละความก้าวหน้ามากที่สุดคือหน่วยที่ 4 หน่วยความจำ และหน่วยที่ 5 กลุ่มสื่อสารข้อมูลซึ่งมีค่าร้อยละความก้าวหน้าเท่ากับ 51.00 และรองลงมาคือ หน่วยที่ 1 หน่วยรับข้อมูล มีค่าร้อยละความก้าวหน้าเท่ากับ 44.70

ตารางที่ 4.10 คะแนนผลสัมฤทธิ์หลังเรียนของนักศึกษาจำนวน 30 คน

คะแนนผลสัมฤทธิ์		ค่าเฉลี่ย ร้อยละ
คนที่	เต็ม 40 คะแนน	
1	35	87.50
2	33	82.50
3	29	72.50
4	37	92.50
5	29	72.50
6	32	80.00
7	25	62.50
8	28	70.00
9	25	62.50
10	30	75.00
11	32	80.00
12	36	90.00
13	32	80.00
14	36	90.00
15	29	72.50
16	35	87.50
17	31	77.50
18	36	90.00
19	32	80.00
20	30	75.00
21	33	82.50
22	29	72.50
23	34	85.00
24	37	92.50

คะแนนผลสัมฤทธิ์		ค่าเฉลี่ย ร้อยละ
คนที่	เต็ม 40 คะแนน	
25	37	92.50
26	35	87.50
27	33	82.50
28	35	87.50
29	37	92.50
30	31	77.50
คะแนนรวม	973	81.08
คะแนนเฉลี่ย	32.43	81.08

จากตารางที่ 4.10 คะแนนผลสัมฤทธิ์หลังเรียนของนักศึกษาจำนวน 30 คน ซึ่งมีคะแนนเต็มเท่ากับ 40 คะแนน พบว่า มีค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์เท่ากับ 32.43 คิดเป็นร้อยละ 81.08 เมื่อพิจารณารายบุคคลพบว่า นักศึกษาทำคะแนนสูงสุดได้ 37 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 92.50 และคะแนนต่ำสุดเท่ากับ 25 คิดเป็นร้อยละ 62.50

4.5 ผลประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการใช้งานแอปพลิเคชันและหนังสือที่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริมเรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์

ผลประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการใช้งานแอปพลิเคชันและหนังสือที่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริมเรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน ปรากฏดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 ผลประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการใช้งานแอปพลิเคชันและหนังสือที่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริมเรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์

หัวข้อประเมิน	n=30		ระดับ ความพึงพอใจ
	$\bar{x}$	SD.	
1. ด้านการมีปฏิสัมพันธ์ของแอปพลิเคชันกับผู้ใช้			
1.1 การใช้เทคนิคความจริงเสริมมาใช้ในการสอนทำให้มีความแปลกใหม่	4.97	0.18	ดีมาก
1.2 ระบบมีความดึงดูดและมีความน่าสนใจต่อผู้เรียนและผู้ใช้งาน	4.67	0.48	ดีมาก
1.3 ความยากง่ายในการเข้าใช้งาน	4.63	0.49	ดีมาก

หัวข้อประเมิน	n=30		ระดับ
1.4 ความรวดเร็วในการเข้าใช้งาน	4.67	0.48	ดีมาก
1.5 แอปพลิเคชันช่วยให้การเรียนรู้มีความสนุกสนานมากขึ้น	4.87	0.35	ดีมาก
1.6 หนังสือที่ใช้ในการใช้งานร่วมกับแอปพลิเคชันมีความเหมาะสม	4.67	0.48	ดีมาก
1.7 ความน่าสนใจของแอปพลิเคชัน	4.93	0.25	ดีมาก
1.8 ความถูกต้องในการแสดงผลภาพ 3 มิติ	4.73	0.45	ดีมาก
รวม	4.77	0.42	ดีมาก
2. ด้านหนังสือเรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ (เนื้อหา)			
2.1 เนื้อหาสอดคล้องเรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์	4.47	0.51	ดี
2.2 ลำดับเนื้อหาชัดเจนเข้าใจง่าย	4.83	0.38	ดีมาก
2.3 ความถูกต้องของเนื้อหาที่นำเสนอในระบบความจริงเสริม	4.83	0.38	ดีมาก
2.4 เนื้อหาอ่านง่ายไม่สับสน	4.80	0.41	ดีมาก
2.5 ขนาดของอักษร/รูปแบบอักษรเหมาะสม	4.77	0.43	ดีมาก
2.6 มีภาพประกอบที่สนใจและดึงดูดใจทำให้เข้าใจเนื้อหาที่เรียนยิ่งขึ้น	4.80	0.41	ดีมาก
2.7 ขนาดและสีของตัวอักษรมีความน่าสนใจเหมาะสมต่อการเรียนรู้	4.70	0.47	ดีมาก
รวม	4.74	0.44	ดีมาก
3. ด้านภาพรวมของการใช้งาน (หนังสือร่วมกับแอปพลิเคชัน)			
3.1 การจัดวางองค์ประกอบต่าง ๆ เหมาะสม	4.70	0.47	ดีมาก
3.2 การปฏิสัมพันธ์ระหว่างการใช้งานแอปพลิเคชันและหนังสือ (การหมุนโมเดล)	4.53	0.51	ดีมาก
3.3 ให้ทั้งความรู้และความเพลิดเพลินเสมือนเรียนกับอุปกรณ์จริง	4.77	0.43	ดีมาก
3.4 การเรียนรู้ชุดแอปพลิเคชันประกอบหนังสือทำให้เข้าใจบทเรียนได้ง่ายขึ้น	4.83	0.38	ดีมาก
3.5 กระตุ้นความสนใจและความอยากรู้อยากเห็น	4.77	0.43	ดีมาก
3.6 นักศึกษาชอบหนังสือที่มีภาพ 3 มิติประกอบเมื่อใช้งานร่วมกับแอปพลิเคชัน	4.97	0.18	ดีมาก
3.7 นักศึกษาพอใจที่ได้ใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยตนเอง	4.87	0.35	ดีมาก

หัวข้อประเมิน	n=30		ระดับ
3.8 โดยรวมนักศึกษามีความพึงพอใจในการเรียนด้วยชุดสื่อ ประสมด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม	4.90	0.31	ดีมาก
3.9 นักศึกษามีส่วนร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้เมื่อใช้หนังสือและ แอปพลิเคชันประกอบกัน	4.97	0.18	ดีมาก
3.10การได้รับประโยชน์จากหนังสือและแอปพลิเคชันที่ใช้ ประกอบการเรียน	4.67	0.48	ดีมาก
รวม	4.80	0.40	ดีมาก
รวมความพึงพอใจทั้งฉบับ	4.77	0.42	ดีมาก

จากตารางที่ 4.11 ผลประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการใช้งานแอปพลิเคชันและหนังสือที่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริมเรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ พบว่า มีความพึงพอใจทั้งหมดอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.47 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ทุกด้านมีค่าระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก โดยด้านที่มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุดคือ ด้านภาพรวมของการใช้งาน (หนังสือร่วมกับแอปพลิเคชัน) มีผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.40 รองลงมาคือ ด้านหนังสือเรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ (เนื้อหา) มีผลการประเมินอยู่ระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.74 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.44 และ ด้านการมีปฏิสัมพันธ์ของแอปพลิเคชันกับผู้ใช้ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.47 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.42

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยเพื่อพัฒนาหนังสือที่มีปฏิสัมพันธ์ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริมสำหรับการเรียนการสอน เรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อพัฒนาหนังสือเรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม 2) เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันที่มีปฏิสัมพันธ์โดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ 3) เพื่อหาประสิทธิภาพของหนังสือที่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริมเรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 4) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนที่เรียนด้วยหนังสือที่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริมเรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ 5) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการใช้งานแอปพลิเคชันและหนังสือที่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริมเรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ การวิจัยในครั้งนี้พัฒนาโดยใช้กระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบน้ำตก (Waterfall Model) ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนคือ 1) ศึกษาความต้องการและวิเคราะห์ระบบ 2) การออกแบบระบบ 3) การพัฒนาระบบ 4) การทดสอบระบบ 5) การประเมินผล ใช้วิธีการทดสอบแอปพลิเคชันแบบ แบบ Installation Testing เป็นการทดสอบการติดตั้งระบบเพื่อการใช้งานและทดสอบภายใต้สภาพแวดล้อมจริง (Sukotborvorn, 2013, p. 119) ประเมินหาประสิทธิภาพของสื่อเสริมการเรียน โดยผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 80/80 และประเมินความพึงพอใจของผู้ทดสอบแอปพลิเคชันและกลุ่มตัวอย่างที่ทดสอบใช้งานสื่อเสริมการเรียนโดยการหาค่าเฉลี่ยและค่าร้อยละ ผู้วิจัยสรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผล

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผล

5.1.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1.1 สรุปผลการพัฒนาและความพึงพอใจในการทดสอบแอปพลิเคชัน

ผลการทดสอบประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันในการแสดงผลภาพและระยะเวลาที่ตอบสนองมาร์กเกอร์ โดยทดสอบด้วยผู้ใช้งานจำนวน 30 คน คนละ 8 ระยะ แต่ละระยะห่างกัน 5 เซนติเมตร ระยะละ 10 ครั้ง เริ่มตั้งแต่ 10 เซนติเมตรถึง 45 เซนติเมตร อุปกรณ์เคลื่อนที่ที่นำมาทดสอบเป็นโทรศัพท์แบบสมาร์ตโฟนมีความละเอียดของกล้องถ่ายภาพ 5, 8, 13, 16 ล้านพิกเซล บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์เวอร์ชัน 4.1.1 ขึ้นไป และคอร์เนลเวอร์ชัน 3.10.00 ขึ้นไป

ผลปรากฏว่า จากการทดสอบ 2400 ครั้ง การแสดงผลถูกต้องทั้งหมด 2255 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 99.96 และใช้เวลาเฉลี่ยในการแสดงผล 1.35 วินาที ระยะที่เหมาะสมในการใช้งานแอปพลิเคชันกับ มาร์กเกอร์ โดยระยะที่ใช้เวลาน้อยที่สุดคือ ระยะ 25 เซ็นติเมตร ใช้เวลา 1.15 วินาที รองลงมาคือ ระยะ 20 ใช้เวลา 1.19 วินาที

ผลประเมินความพึงพอใจของผู้ทดสอบแอปพลิเคชันที่มีปฏิสัมพันธ์โดยใช้ เทคโนโลยีความจริงเสริมบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ พบว่า ผู้ทดสอบมีความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก โดยมี ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.74 เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า ทุกข้อมีค่าระดับความพึงพอใจระดับดีมากเช่นกัน และข้อที่มีคะแนนความพึงพอใจเฉลี่ยสูงสุดคือ การติดตั้งแอปพลิเคชันสะดวกต่อการติดตั้ง มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.97 รองลงมาคือ ความสะดวกในการใช้งานโดยไม่ต้องมีประสบการณ์มาก่อน มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.93 และความถูกต้องในการแสดงผลภาพภายใต้สภาพแวดล้อมจริงมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.87

5.1.1.2 ผลการหาประสิทธิภาพของหนังสือที่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกับเทคโนโลยีความจริง เสริมเรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

การหาประสิทธิภาพของหนังสือที่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกับเทคโนโลยีความจริง เสริมเรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ 80/80 ทดสอบหา ประสิทธิภาพของสื่อโดยทำการทดสอบเก็บคะแนนระหว่างเรียนจำนวน 50 คะแนน จากทั้งหมด 5 หน่วยการเรียนรู้ คือ หน่วยที่ 1 หน่วยรับข้อมูลเข้า (input) หน่วยที่ 2 หน่วยประมวลผล (process) หน่วยที่ 3 หน่วยแสดงผล (output) หน่วยที่ 4 หน่วยความจำ (memory) และหน่วยที่ 5 หน่วย สื่อสารข้อมูล และคะแนนผลสัมฤทธิ์หลังจากเรียนครบทุกหน่วยจำนวน 40 คะแนน ซึ่งทดลองกับกลุ่ม ตัวอย่างจำนวน 30 คน ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยระหว่างเรียนเท่ากับ 41.10 จากคะแนนเต็ม 50 คะแนน มีค่า ประสิทธิภาพเฉลี่ยร้อยละ 82.20 และหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 32.43 จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน มีค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยร้อยละ 81.08 ซึ่งเมื่อเทียบเป็นค่าร้อยละ ผลปรากฏว่าหนังสือที่มี ปฏิสัมพันธ์ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริมเรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่ กำหนดเท่ากับ 82.20/82.08 ที่เป็นเช่นนี้เพราะว่า สื่อที่พัฒนาขึ้นผ่านขั้นตอนการออกแบบพัฒนาอย่าง เป็นระบบ

5.1.1.3 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระหว่างก่อนเรียนและ หลังเรียนที่เรียนด้วยหนังสือที่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริมเรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระหว่างก่อนเรียน และหลังเรียนที่เรียนด้วยหนังสือที่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริมเรื่องฮาร์ดแวร์ คอมพิวเตอร์ ปรากฏว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ของแต่ละหน่วยการเรียนรู้จากคะแนนก่อนเรียน คะแนนหลัง เรียนและค่าร้อยละความก้าวหน้า พบว่า ค่าเฉลี่ยร้อยละความก้าวหน้ามีค่าเท่ากับ 44.80 ซึ่งหน่วยการ เรียนมีค่าร้อยละความก้าวหน้ามากที่สุดคือหน่วยที่ 4 หน่วยความจำ และหน่วยที่ 5 กลุ่มสื่อสารข้อมูล ซึ่งมีค่าร้อยละความก้าวหน้าเท่ากับ 51.00 และรองลงมาคือ หน่วยที่ 1 หน่วยรับข้อมูล มีค่าร้อยละ

ความก้าวหน้าเท่ากับ 44.70 และคะแนนผลสัมฤทธิ์หลังจากที่นักศึกษาได้เรียนจบทุกหน่วยแล้ว โดยมีกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาจำนวน 30 คน และคะแนนเต็มของแบบทดสอบมีค่าเท่ากับ 40 คะแนน พบว่า มีค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์เท่ากับ 32.43 คิดเป็นร้อยละ 81.08 เมื่อพิจารณารายบุคคล พบว่า นักศึกษาทำคะแนนสูงสุดได้ 37 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 92.50 และคะแนนต่ำสุดเท่ากับ 25 คิดเป็นร้อยละ 62.50

5.1.1.4 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการใช้งานแอปพลิเคชันและหนังสือที่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริมเรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์

ผลการศึกษาความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่ผ่านการทดลองใช้แอปพลิเคชันและหนังสือที่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริมเรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ พบว่า มีความพึงพอใจทั้งหมดอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x}=4.47$) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ทุกด้านมีค่าระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก โดยด้านที่มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุดคือ ด้านภาพรวมของการใช้งาน (หนังสือร่วมกับแอปพลิเคชัน) มีผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x}=4.80$ รองลงมาคือ ด้านหนังสือเรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ (เนื้อหา) มีผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x}=4.74$) และ ด้านการมีปฏิสัมพันธ์ของแอปพลิเคชันกับผู้ใช้ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.47 อาจเป็นเพราะว่าการใช้งานแอปพลิเคชันและหนังสือที่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริมเรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ เป็นสื่อการเรียนรู้รูปแบบใหม่ที่นักศึกษาเพิ่งได้ใช้งานเป็นครั้งแรกนักศึกษาได้มีโอกาสศึกษาเนื้อหาและสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับวัตถุเสมือนจริงได้ทุกมิติ ทั้งในแนวแกน x แกน y และแกน z รวมถึง การหมุนของวัตถุ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Chen, Yu-Chien (2006) ซึ่งได้ทำการวิจัย เรื่อง ศึกษาเปรียบเทียบการใช้งาน AR กับแบบจำลองทางกายภาพ ในการเรียนวิชาเคมี โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษานักเรียนมีการโต้ตอบกับ AR พบว่า นักเรียนบางคนชอบที่จะหมุนมาร์กเกอร์เพื่อดูวัตถุเสมือนจริงที่มีความแตกต่างกันและนักเรียนบางคนเลือกที่จะมีปฏิสัมพันธ์กับแบบจำลองทางกายภาพ จากการศึกษาพบว่านักเรียนมีแนวโน้มที่จะใช้งานวัตถุเสมือนจริงกับระบบ AR มากกว่า

5.1.2 อภิปรายผลวิจัย

จากผลการทดสอบประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันในการแสดงผลภาพและระยะเวลาที่ตอบสนองมาร์กเกอร์ เริ่มตั้งแต่ 10 เซนติเมตรถึง 45 เซนติเมตร ทำการทดสอบ 2400 ครั้ง การแสดงผลถูกต้อง 2255 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 99.96 ใช้เวลาเฉลี่ยในการแสดงผลเท่ากับ 1.35 วินาที เป็นเพราะว่า กระบวนการพัฒนาแอปพลิเคชันเป็นไปอย่างเป็นระบบและโปรแกรม ที่ใช้ในการพัฒนานั้นมีประสิทธิภาพเหมาะสมสำหรับการพัฒนาแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ได้เป็นอย่างดี ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Tipayaprasert & Wanichsan (2016) ซึ่งได้พัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนอุปกรณ์เคลื่อนที่สำหรับการท่องเที่ยววังสวนบ้านแก้ว ผลการทดสอบโปรแกรมในด้านการแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับวัตถุโบราณ สามารถแสดงวัตถุสามมิติผ่านทางหน้าจออุปกรณ์ได้โดยไม่มีปัญหา และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Jullapho & Utakrit (2014) ที่ประยุกต์ใช้เทคนิคความจริงเสริมเพื่อนำเสนอข้อมูล

แบบบ้านจัดสรร ทดสอบและหาประสิทธิภาพในการแสดงผลแบบบ้านในระยะห่าง 50 เซนติเมตรและระยะ 100 เซนติเมตร พบว่าประสิทธิภาพการทำงานมีค่าเท่ากับ 97.56 จัดอยู่ในระดับดีมาก

จากผลประเมินความพึงพอใจของผู้ที่ร่วมทดสอบแอปพลิเคชัน พบว่า ผู้ใช้งานแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่มีค่าระดับความพึงพอใจระดับดีมาก เพราะว่า การใช้งานแอปพลิเคชันนั้นมีความแปลกใหม่และสะดวกในการใช้งาน ซึ่งสอดคล้องกับผลการประเมินความพึงพอใจในงานวิจัยของ Jullapho & Utakrit (2014) ที่มีผลการประเมินความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก

จากการทดลองใช้งานแอปพลิเคชันแอปพลิเคชันและหนังสือที่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริมเรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์กับกลุ่มตัวอย่าง พบว่าผู้ใช้งานมีความสนใจในการใช้งาน เพราะเกิดความรู้สึกแปลกใหม่ในการนำเสนอภาพสามมิติ ซึ่งสัมพันธ์กับการทดสอบหาประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันและหนังสือที่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริมเรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์มี เท่ากับ 82.20/82.08 ซึ่งมีค่าประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ 80/80

ดังนั้นจึงสามารถแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นเพื่อเสริมการเรียนรู้จึงสามารถนำไปใช้งานได้จริง ซึ่งช่วยกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนได้เป็นอย่างดีซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Sutatum & Ponsayhom (2016) โดยการพัฒนาสื่อการเรียนรู้เรื่องฮาร์ดแวร์ด้วยเทคโนโลยี AR ซึ่งประกอบด้วยแอปพลิเคชันและมาร์กเกอร์ เมื่อนำไปใช้งานพบว่านักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Vongsripeng & UtaKrit (2012) ที่ประยุกต์ใช้เทคนิคความจริงเสริมเพื่อใช้ในการสอนเรื่องพยัญชนะภาษาไทย มีผลการประเมินความพึงพอใจต่อระบบที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับดีมากเช่นกัน จากการวิจัยพบว่ามีความเป็นไปได้ในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมเพื่อประกอบการเรียนในรายวิชาต่าง ๆ ได้ โดยเทคโนโลยีความจริงเสริมสามารถช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ดีขึ้นในระดับหนึ่งแต่ต้องผ่านกระบวนการออกแบบมาเป็นอย่างดี ทั้งในเรื่องของเนื้อหาวิชาต่าง ๆ ซึ่งสามารถบูรณาการเทคโนโลยีความจริงเสริมร่วมกับการจัดการเรียนการสอนได้ คาดว่าผลการวิจัยนี้จะสามารถเป็นแนวทางในการใช้งานสื่อ AR ร่วมกับสภาพแวดล้อมจริง ใช้เป็นทางเลือกสำหรับการเรียนรู้และสามารถใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนในอนาคตได้

5.2 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากการพัฒนาใช้แอปพลิเคชัน Openspace3D ในการพัฒนา ยังมีข้อจำกัดในการนำแอปพลิเคชันไปใช้กับระบบปฏิบัติการอื่น ๆ นอกจากระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ จึงควรหาโปรแกรมสำหรับพัฒนาที่รองรับระบบปฏิบัติการที่หลากหลาย

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กิดานันท์ มลิทอง. (2543). **เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรมการศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัดอรุณการพิมพ์
- กิตติ ภัคตีวัฒนกุล และ ศิริวรรณ อัมพรตัญ. (2544). **Object-Oriented ฉบับพื้นฐาน**. เคทีพี คอมพิวเตอร์ คอนซัลท์ จำกัด. กรุงเทพฯ.
- แชมป์ริต ขุนราชเสนา. (2559). พัฒนาแอปพลิเคชันเสริมการเรียนรู้เรื่องอุปกรณ์ไอซีทีที่น่ารู้ ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
- คณิต ดวงหัตถ์. (2537). **สุขภาพจิตกับความพึงพอใจในงานของข้าราชการตำรวจชั้น ประทวนใน เขตเมืองและเขตชนบท ของจังหวัดขอนแก่น**. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์ มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- จักรกฤษณ์ ศรีอินทร์, วันนิวัติ หาพุดธา. (2556). **การพัฒนาหนังสือเสริมการเรียนรู้ ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง ระบบสุริยะจักรวาล**. ปรินิพนธ์ วิทยาศาสตร์บัณฑิต, สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
- จิรวัดน์ พระสันต์. (2555). **สมาร์ทโฟน**. สืบค้นเมื่อ 1 เมษายน 2558, จาก <http://ice-sky.blogspot.com/2012/08/smartphone.html>
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2556. **การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน**. วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย ปีที่ 5 ฉบับที่ 1 (มกราคม – มิถุนายน 2556)
- ธีรเดช บุญญา, จักรกฤษณ์ จันทระจรัส, ภัทรพล บัวงาม และมงคลชัย มีเกสร. (2558), **การพัฒนาสื่อการเรียนการสอนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ the 3rd ASEAN Undergraduate Conference In Computing (AUC²) 2015**. ประเทศไทย : ฉะเชิงเทรา
- ประภาภรณ์ สุรภา. (2544). สืบค้นเมื่อ 19 ธันวาคม 2559, จาก www.vcharkarn.com/uploads/56/56921.
- เพ็ญแข ช่อมนิ. (2544). **ความพึงพอใจในการปฏิบัติงาน**. กรุงเทพฯ: เอ็มพันธ์ มณีโพธิ์เสน
- มานพ สว่างจิต และไพฑูรย์ ศรีฟ้า. (2557), **การพัฒนาสื่อความจริงเสมือน วิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ประถมศึกษานครนายก วารสารเทคโนโลยีการศึกษาและมีเดียคอนเวอร์เจนซ์, 1(2), หน้า 87-95**
- สุพรรณพงศ์ วงษ์ศรีเพ็ง และ ณัฐวี อุดกฤษฎ์. (2555), **การประยุกต์ใช้เทคนิคความจริงเสริม เพื่อใช้ในการสอนพยัญชนะภาษาไทย. The Eighth National Conference on Computing and Information Technology (NCCIT 2012)**. ประเทศไทย: กรุงเทพฯ

- สันติ ธรรมชาติ. (2545). **สุขภาพจิตในการทำงาน พฤติกรรมสุขภาพ และความพึงพอใจในงานของผู้บริหารธนาคารออมสิน สำนักงานใหญ่**. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น วรรณศาสตร์ เวียงสงค์, สานิตย์ กายาผาด และ วิทยาอารีราษฎร์. (2553), การพัฒนาสื่อความเป็นจริงเสมือน. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 29(4), หน้า 446-455
- อาตุล จงรักษ์, (2556). **การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนวิชาทอพอโลยีเบื้องต้น เรื่องปริภูมิเมตริกโดยกลวิธีทำเป็นกลุ่ม -ทำเป็นคู่-และทำคนเดียว**, รายงานการวิจัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
- อาทิตย์ นวลชม. (2555). **การพัฒนาโปรแกรมแบบเรียนพยัญชนะภาษาไทย ก-ฮ ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง สำหรับเด็กปฐมวัย**. ปริญญาพนธ์วิทยาศาสตร์บัณฑิต, สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
- อำนวย บุญศรี. (2531). **การจัดการนิเทศการศึกษาภายในโรงเรียนประถมศึกษาสังกัดสำนักงานการประถมศึกษาอำเภอเมืองยโสธร**. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. ยโสธร: มหาวิทยาลัยขอนแก่น ศูนย์บัณฑิตวิทยาลัย.
- อัจฉรา สุขารมณ์ และอรพินทร์ ชูชม. (2530). **การศึกษาเปรียบเทียบนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่าระดับความสามารถกับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปกติ**. กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัย
- Asakit, H. (2015). Development of Mobile Application for Itinerary of Cooperative Education Supervision and Evaluation of Cooperative Education. *Information Technology Journal*. 11(2), 1-5. (in Thai)
- Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators and virtual environments*, 6(4), 355-385.
- Blender Foundation. (2016), Blender2.78b. Stichting Blender Foundation Entrepotdok 57A 1018 AD Amsterdam Netherlands , GNU General Public License (GPL Or “Free software”).
- Blum, T., Kleeberger, V., Bichlmeier, C., & Navab, N. (2012, March). mirracle: An augmented reality magic mirror system for anatomy education. In *Virtual Reality Short Papers and Posters (VRW)*, 2012 IEEE (pp. 115-116). IEEE.
- Chen, Y. C. (2006, June). A study of comparing the use of augmented reality and physical models in chemistry education. In *Proceedings of the 2006 ACM international conference on Virtual reality continuum and its applications* (pp. 369-372). ACM.
- Cheong, C., Bruno, V., & Cheong, F. (2012). Designing a mobile-app-based collaborative learning system. *Journal of Information Technology Education*, 11(1), 94-119.

- Chin, K. Y., & Chen, Y. L. (2013). A mobile learning support system for ubiquitous learning environments. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 73, 14-21.
- De Sá, M., & Churchill, E. (2012). Mobile augmented reality: exploring design and prototyping techniques. In *Proceedings of the 14th international conference on Human-computer interaction with mobile devices and services* (pp. 221-230). ACM.
- Deklee, W., Tubtong, J., Wattanachai, A., & Thaenthong, J. (2015). Development of Navigation App Using AR Technoloty A Case Study : Prince of Songkla University, Phuket Campus. *The Eleventh National Conference on Computing and Information Technology (NCCIT2015)*. (pp. 143-148). Thailand: Bangkok. (in Thai)
- Doke, E. R., Satzinger, J. W., & Williams, S. R. (2002). *Object-Oriented Application Development Using Java*. Course Technology
- Fiala, M. (2005). ARTag, a fiducial marker system using digital techniques. In *2005 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR'05)* (Vol. 2, pp. 590-596). IEEE.
- Foti, M. K., & Mendez, J. (2014). Mobile learning: How students use mobile devices to support learning. *Journal of Literacy and Technology*, 15(3), 58-78.
- Geiger, P., Schickler, M., Pryss, R., Schobel, J., & Reichert, M. (2014). Location-based mobile augmented reality applications: Challenges, examples, lessons learned.
- Hahn, J. (2012). Mobile augmented reality applications for library services. *New library world*, 113(9/10), 429-438.
- Hemabala, J., & Suresh, E. S. M. (2012). The frame work design of mobile learning management system. *International Journal of Computer and Information Technology*, 1(02), 179-184.
- Höllerer, T., & Feiner, S. (2004). Mobile augmented reality. *Telegeoinformatics: Location-Based Computing and Services*. Taylor and Francis Books Ltd., London, UK, 21.
- i-maginer.(2016). Openspace3d. 8, rue Monteil 44000 Nantes, France, GNU General Public License (GPL Or “Free software”).
- Jullapho, S., & Utakrit, N. (2014). Applied AR Technique to Present Information of Real Estate House Plans. *The Tenth National conference on Computing and Information Technology (NCCIT2014)*. (pp. 619-624). Thailand: Phukhet. (in Thai)

- Kjeldskov, J., & Graham, C. (2003). A review of mobile HCI research methods. In *International Conference on Mobile Human-Computer Interaction* (pp. 317-335). Springer Berlin Heidelberg.
- Ministry of Information and Communication Technology. (2011). *Policy Framework for Information Technology and Communication Phase Year 2011-2020*. Retrieved January 15, 2016, from <http://www.thailibrary.in.th/2014/02/22/ict-2020/> (in Thai)
- Oracle. (2016). Java Se JDK 8 Update 121. Oracle America, Inc., 500 Oracle Parkway, Redwood Shores, California 94065, USA. Free software.
- Piekarski, W., & Thomas, B. (2002). ARQuake: the outdoor augmented reality gaming system. *Communications of the ACM*, 45(1), 36-38.
- SEARCHHIGH, L. (2012). Theory and applications of marker-based augmented reality.
- Sukotborvorn, V. (2013). *Introduction to Software Engineering*, Bangkok: SE-Education Public Company Limited (in Thai)
- Sutatum, S., & Ponsayhom, N. (2016). The Development Learning Media Entitled Hardware using Augmented Reality Technology. *The 2nd National Conference on Technology and Innovation Management (NCTIM2016)*. Thailand: Rajabhat Maha Sarakham University. (in Thai)
- Saraubon, K., Nilsook, P., & Wannapiroon, P. (2016). System Design of Mobile Augmented Book. *IJIM*, 10(1), 52-59.
- Tipgason, K., & Charoenseang, S. (2007). Augmented Reality for Telepresence System. *Conference on Robotics and Industrial Technology 2007 (CRIT2007)*. (pp. 14-18). Thailand: Bangkok. (in Thai)
- Tippayaprasert, K., Wanichsan, D., Seangmanee, V., & Kongjuk, P. (2016). MoBile Application for Traveling Suan Ban Kaew Palace. *The Twelfth National Conference on Computing and Information Technology (NCCIT2016)*. (pp. 242-247). Thailand: Khon Kean. (in Thai)
- Vongsripeng, S., & UtaKrit, N. (2012). Applies Augmented Reality Techniques to use to teach Thai alphabet lessons. *The Eighth National Conference on computing and Information Technology (NCCIT2012)*. (pp. 903-909). Thailand : Bangkok. (in Thai)
- We are social. (2016). *Digital in 2016*. Retrieved February 5, 2016, From <http://wearesocial.com/sg/special-reports/digital-2016>
- Yang, J. C., Chen, C. H., & Jeng, M. C. (2010). Integrating video-capture virtual reality technology into a physically interactive learning environment for English learning. *Computers & Education*, 55(3), 1346-1356.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
เครื่องมือที่ใช้ในวิจัย

แบบบันทึกการทดสอบแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ร่วมกับเทคโนโลยีความจริง เสริม เรื่อง อุปกรณ์ไอซีทีที่น่ารู้

ข้อมูลโทรศัพท์ที่ใช้ทดสอบ

ขนาดหน้าจอของโทรศัพท์.....

เวอร์ชันของระบบปฏิบัติการ Android.....

เคอเนลของโทรศัพท์.....

การติดตั้งโปรแกรมบนโทรศัพท์ ☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน

การเปิดใช้งานโปรแกรม ☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน

วิธีการทดสอบโปรแกรม

1. ติดตั้งโปรแกรม ARHardware.apk
2. ทดสอบระยะของกล้องถ่ายภาพแต่ละระยะระยะละ 10 ครั้งแล้วบันทึกผลเวลาที่วัตถุ 3 มิติ
แสดงขึ้นมา

ครั้งที่	ระยะทาง (cm.)							
	10	15	20	25	30	35	40	45
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								

แบบสอบถามความพึงพอใจ
การใช้งานแอปพลิเคชันร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริมเรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์

คำชี้แจง แบบสอบถามนี้จัดทำขึ้นเพื่อให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับความพึงพอใจต่อการทดสอบแอปพลิเคชันร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม ประกอบด้วย 2 ตอน

ตอนที่ 1 ระดับความพึงพอใจในการทดสอบแอปพลิเคชันร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม (ARHardware) แต่ละรายการประเมินแบ่งออกเป็น 5 ระดับ คือ

- 5 หมายถึง ความพึงพอใจระดับดีมาก 4 หมายถึง ความพึงพอใจระดับดี
 3 หมายถึง ความพึงพอใจระดับปานกลาง 2 หมายถึง ความพึงพอใจระดับน้อย
 1 หมายถึง ความพึงพอใจระดับน้อยที่สุด

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับแอปพลิเคชัน

กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องตาราง ที่ตรงตามความคิดเห็นของท่าน

ตอนที่ 1 ระดับความพึงพอใจต่อการใช้งานแอปพลิเคชันร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริมเรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์

รายการ	5	4	3	2	1
1. การติดตั้งแอปพลิเคชันสะดวกต่อการติดตั้ง					
2. แอปพลิเคชันง่ายต่อการใช้งาน					
3. แอปพลิเคชันสามารถประมวลผลได้รวดเร็ว					
4. ความพอใจต่อการตอบสนองของมาร์กเกอร์ (Marker)					
5. ความถูกต้องในการแสดงผลภาพภายใต้สภาพแวดล้อมจริง					
6. แอปพลิเคชันมีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้ประกอบการเรียน					
7. ความสะดวกในการใช้งานโดยไม่ต้องมีประสบการณ์มาก่อน					
8. ความน่าสนใจของเทคนิคความจริงเสริม (AR) ที่นำมาพัฒนา					
9. สามารถกระตุ้นความสนใจต่อผู้ใช้งานได้ตลอดการใช้งาน					
10. ประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันโดยรวม					

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

แบบสอบถามความพึงพอใจ
การใช้หนังสือที่มีปฏิสัมพันธ์ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม
สำหรับการเรียนการสอน เรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์

คำชี้แจง แบบสอบถามนี้จัดทำขึ้นเพื่อให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับความพึงพอใจต่อหนังสือที่มีปฏิสัมพันธ์ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริมสำหรับการเรียนการสอน เรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ ประกอบด้วย 2 ตอน

ตอนที่ 1 ระดับความพึงพอใจต่อหนังสือที่มีปฏิสัมพันธ์ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม
 สำหรับการเรียนการสอน เรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ แต่ละรายการประเมินแบ่งออกเป็น 5 ระดับ คือ

5 หมายถึง ความพึงพอใจระดับดีมาก 4 หมายถึง ความพึงพอใจระดับดี
 3 หมายถึง ความพึงพอใจระดับปานกลาง 2 หมายถึง ความพึงพอใจระดับน้อย
 1 หมายถึง ความพึงพอใจระดับน้อยที่สุด

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องตาราง ที่ตรงตามความคิดเห็นของท่าน

ตอนที่ 1 ระดับความพึงพอใจต่อการใช้อุปกรณ์การเรียนที่ใช้แอปพลิเคชันร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม

รายการ	5	4	3	2	1
1. ด้านการมีปฏิสัมพันธ์ของแอปพลิเคชันกับผู้ใช้					
การใช้เทคนิคความจริงเสริมมาใช้ในการสอนทำให้มีความแปลกใหม่					
ระบบมีความดึงดูดและมีความน่าสนใจต่อผู้เรียนและผู้ใช้งาน					
ความง่ายในการเข้าใช้งาน					
ความเร็วในการเข้าใช้งาน					
แอปพลิเคชันช่วยให้การเรียนมีความสนุกสนานมากขึ้น					
หนังสือที่ใช้ในการใช้งานร่วมกับแอปพลิเคชันมีความเหมาะสม					
ความน่าสนใจของแอปพลิเคชัน					
ความถูกต้องในการแสดงผลภาพ 3 มิติ					
2. ด้านหนังสือเรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ (เนื้อหา)					
เนื้อหาสอดคล้องเรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์					
ลำดับเนื้อหาชัดเจนเข้าใจง่าย					
ความถูกต้องของเนื้อหาที่นำเสนอในระบบความจริงเสริม					
เนื้อหาอ่านง่ายไม่สับสน					
ขนาดของอักษร/รูปแบบอักษรเหมาะสม					

มีภาพประกอบที่สนใจและดึงดูดใจทำให้เข้าใจเนื้อหาที่เรียนยิ่งขึ้น					
ขนาดและสีของตัวอักษรมีความน่าสนใจเหมาะสมต่อการเรียนรู้					
3. ด้านภาพรวมของการใช้งาน (หนังสือร่วมกับแอปพลิเคชัน)					
การจัดวางองค์ประกอบต่าง ๆ เหมาะสม					
การปฏิสัมพันธ์ระหว่างการใช้งานแอปพลิเคชันและหนังสือ (การหมุนโมเดล)					
ให้ทั้งความรู้และความเพลิดเพลินเหมือนเรียนกับอุปกรณ์จริง					
การเรียนรู้ด้วยชุดแอปพลิเคชันประกอบหนังสือทำให้เข้าใจบทเรียนได้ง่ายขึ้น					
กระตุ้นความสนใจและความอยากรู้อยากเห็น					
นักศึกษาชอบหนังสือที่มีภาพ 3 มิติประกอบเมื่อใช้งานร่วมกับแอปพลิเคชัน					
นักศึกษาพอใจที่ได้ใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยตนเอง					
โดยรวมนักศึกษามีความพึงพอใจในการเรียนรู้ด้วยชุดสื่อประสมด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม					
นักศึกษามีส่วนร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้เมื่อใช้หนังสือและแอปพลิเคชันประกอบกัน					
การได้รับประโยชน์จากหนังสือและแอปพลิเคชันที่ใช้ประกอบการเรียน					

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ภาคผนวก ข

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์



แบบฟอร์มรับรองการนำผลงานวิจัยหรืองานสร้างสรรค์ไปใช้ประโยชน์

๑. ชื่อโครงการวิจัย พัฒนาหนังสือที่มีปฏิสัมพันธ์ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม
สำหรับการเรียนการสอนเรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์
๒. ชื่อนักวิจัย/นักประดิษฐ์ ...อาจารย์เชมปรีด ขุนราชเสนา.....
๓. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี..... มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
๔. พุทธศักราชการวิจัยประเภทสะสมองค์ความรู้ที่มีศักยภาพ.....
๕. ปีที่งานวิจัยหรืองานสร้างสรรค์ดำเนินการเสร็จ2560.....
๖. ปีที่นำไปใช้ประโยชน์2560.....
๗. การนำไปใช้ประโยชน์
 - ๗.๑ ชื่อหน่วยงาน
.....
 - ๗.๒ ที่อยู่หน่วยงาน
.....

ขอรับรองว่าได้นำผลงานวิจัยหรืองานสร้างสรรค์ดังกล่าวไปใช้ประโยชน์ ดังนี้

☐ ๑. การนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงสาธารณะ (โปรดระบุรายละเอียด)

.....

☐ ๒. การนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงนโยบาย (โปรดระบุรายละเอียด)

.....

☐ ๓. การนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ (โปรดระบุรายละเอียด)

.....

.....

.....

☐ ๔. การนำไปใช้ประโยชน์อื่นๆ (โปรดระบุรายละเอียด)

.....

.....

.....


 (นางสาว รุ่งเรือง หอมทิพย์)
 ผู้นำไปใช้ประโยชน์
 ตำแหน่ง ดร. ศุภร รุ่งเรือง ดร. ชัยนาถ ภาณุ
 วันที่ให้ข้อมูล

หมายเหตุ

การใช้ประโยชน์ในเชิงสาธารณะ เช่น ผลงานวิจัยที่นำไปใช้ให้เกิดประโยชน์แก่สาธารณะในเรื่องต่างๆ ที่ทำให้คุณภาพชีวิตและเศรษฐกิจของประชาชนดีขึ้น ได้แก่ การใช้ประโยชน์ด้านสาธารณสุข ด้านการบริหารจัดการ สำหรับวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (SME) ด้านการส่งเสริมประชาธิปไตย ภาคประชาชน ด้านศิลปะและวัฒนธรรม ด้านวิถีตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง เป็นต้น

การใช้ประโยชน์เชิงนโยบาย เช่น ใช้ประโยชน์จากผลงานวิจัยเชิงนโยบายในการนำไปประกอบเป็นข้อมูลการประกาศใช้กฎหมาย หรือกำหนดมาตรการกฎเกณฑ์ต่างๆ โดยองค์กร หรือหน่วยงานภาครัฐและเอกชน เป็นต้น

การใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ เช่น งานวิจัยหรืองานสร้างสรรค์ที่นำไปสู่การพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ หรือผลิตภัณฑ์ซึ่งก่อให้เกิดรายได้ หรือนำไปสู่การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต เป็นต้น



แบบฟอร์มรับรองการนำผลงานวิจัยหรืองานสร้างสรรค์ไปใช้ประโยชน์

๑. ชื่อโครงการวิจัย พัฒนาหนังสือที่มีปฏิสัมพันธ์ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม
สำหรับการเรียนการสอนเรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์

๒. ชื่อนักวิจัย/นักประดิษฐ์ ...อาจารย์เชมปรีต ขุนราชเสนา.....

๓. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี..... มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

๔. ทุนอุดหนุนการวิจัยประเภทสะสมองค์ความรู้ที่มีศักยภาพ.....

๕. ปีที่งานวิจัยหรืองานสร้างสรรค์ดำเนินการเสร็จ2560.....

๖. ปีที่นำไปใช้ประโยชน์2560.....

๗. การนำไปใช้ประโยชน์

๗.๑ ชื่อหน่วยงาน

โรงเรียนมิชชันนารีวิทยาคม



๗.๒ ที่อยู่หน่วยงาน

800 หมู่ 7 ต. ชัยมงคล อ. มิชชันนารี
อ. เพชรบูรณ์ ๖71 60

ขอรับรองว่าได้นำผลงานวิจัยหรืองานสร้างสรรค์ดังกล่าวไปใช้ประโยชน์ ดังนี้

☐ ๑. การนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงสาธารณะ (โปรดระบุรายละเอียด)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

☐ ๒. การนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงนโยบาย (โปรดระบุรายละเอียด)

.....

.....

.....

.....

☐ ๓. การนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ (โปรดระบุรายละเอียด)

.....

.....

.....

.....

☒ ๔. การนำไปใช้ประโยชน์อื่นๆ (โปรดระบุรายละเอียด)

นำใช้ประโยชน์เพื่อเสริมการเกษตรและพัฒนาศักยภาพของเกษตรกรในพื้นที่โครงการเกษตรเพื่ออาหารกลางวัน จังหวัดบุรีรัมย์ โดย องค์การกองทุนเพื่อเด็กในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (UNICEF) ในการนำข้อมูลมาจัดทำแผน โดยได้กรอกรูป ๑ สัปดาห์ ๑๖ สัปดาห์ และ ๓ เดือน ในด้านสุขภาพที่เน้นเรื่อง ทำในสิ่งที่เรารู้สึกว่าดีกับเราในวัยนี้ และ เรียนรู้จากผู้เรียนได้สัปดาห์ละ ๑ ครั้ง และนำข้อมูลไปใช้ในโครงการ



(นางสาวพิกุล ขวัญสูตร)

ผู้นำไปใช้ประโยชน์

ตำแหน่ง ๑๗

วันที่ให้ข้อมูล 11 ธันวาคม 2560

หมายเหตุ

การใช้ประโยชน์ในเชิงสาธารณะ เช่น ผลงานวิจัยที่นำไปใช้ให้เกิดประโยชน์แก่สาธารณะในเรื่องต่างๆ ที่ทำให้คุณภาพชีวิตและเศรษฐกิจของประชาชนดีขึ้น ได้แก่ การใช้ประโยชน์ด้านสาธารณสุข ด้านการบริหารจัดการ สำหรับวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (SME) ด้านการส่งเสริมประชาธิปไตย ภาคประชาชน ด้านศิลปะและวัฒนธรรม ด้านวิถีตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง เป็นต้น

การใช้ประโยชน์เชิงนโยบาย เช่น ใช้ประโยชน์จากผลงานวิจัยเชิงนโยบายในการนำไปประกอบเป็นข้อมูลการประกาศใช้กฎหมาย หรือกำหนดมาตรการกฎเกณฑ์ต่างๆ โดยองค์กร หรือหน่วยงานภาครัฐและเอกชน เป็นต้น

การใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ เช่น งานวิจัยหรืองานสร้างสรรค์ที่นำไปสู่การพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ หรือผลิตภัณฑ์ซึ่งก่อให้เกิดรายได้ หรือนำไปสู่การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต เป็นต้น

ประวัตินักวิจัย

1. ชื่อ-นามสกุล นายเขมปรีต ขุนราชเสนา
Mr. Kheamparit khunratchasana
2. หมายเลขบัตรประชาชน 3860100737398
3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์
4. หน่วยงานและสถานที่ที่ติดต่อได้สะดวก
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ 67000
โทรศัพท์ 0855321828 E-mail : ced20012@gmail.com
5. ประวัติการศึกษา
กศ.ม. (เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา แขนงคอมพิวเตอร์ศึกษา)
มหาวิทยาลัยนเรศวร
คอ.บ. (เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์)
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ปว.ส. (เทคนิคคอมพิวเตอร์)
สถาบันเทคโนโลยีสยามราชมงคล วิทยาเขตนนทบุรี
6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ
คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ
7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย (หัวข้อโครงการวิจัยและดำเนินการเสร็จสิ้น)
 - 1) การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักศึกษาที่เรียนรู้แบบร่วมมือด้วยวิธีแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์วิชา เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อชีวิต มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ (พ.ศ. 2552)
 - 2) ศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการใช้ Social Media เพื่อการเรียนการสอนสำหรับนักศึกษาสาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ (พ.ศ. 2556)
 - 3) การศึกษาแนวโน้มความต้องการหลักสูตรปริญญาตรีสาขาเทคโนโลยีมีลตมีเดียของนักเรียนและผู้ใช้งานบัณฑิตภายในจังหวัดเพชรบูรณ์.
ทุนสถาบันวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ (พ.ศ. 2556)
 - 4) ผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบอริยสัจสี่ ผ่านสื่อ Social Media ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาการพัฒนาสื่ออิเล็กทรอนิกส์เพื่อการเรียน การสอน ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี (พ.ศ. 2557)

- 5) ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Inquiry Learning ร่วมกับ Social Media วิชาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อชีวิต ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 (พ.ศ. 2557)
- 6) ความหลากหลายชนิดของปลากุ้งในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าตะบะและห้วยใหญ่ อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) 2557 (หัวหน้าโครงการย่อย)
- 7) การพัฒนาชุดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่องการใช้ประโยชน์จากสมุนไพร ของชุมชนวังท่าดี อำเภอหนองไผ่ จังหวัดเพชรบูรณ์ สำหรับนักเรียน ช่วงชั้นที่ 3
สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) 2558 (หัวหน้าโครงการย่อย)
- 8) การศึกษาแนวโน้มความต้องการหลักสูตรครุศาสตร์
สาขาคอมพิวเตอร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายและบุคลากรทางการศึกษาภายในจังหวัดเพชรบูรณ์ พ.ศ. 2558
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
- 9) ผลการจัดการเรียนการสอนของหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต
ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิ TQF ของนักศึกษาปริญญาตรี
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
พ.ศ. 2558