



รายงานการวิจัย

พัฒนาแอปพลิเคชันเสริมการเรียนรู้เรื่องอุปกรณ์ไอซีทีที่น่ารู้
ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม

**Development Mobile Application Enhance Learning with
Augmented Reality Technology Affair ICT Device.**

นายเขมปรีต ขุนราชเสนา
สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ประจำปีงบประมาณ 2559

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

พัฒนาแอปพลิเคชันเสริมการเรียนรู้เรื่องอุปกรณ์ไอซีทีที่น่ารู้
ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม

**Development Mobile Application Enhance Learning with
Augmented Reality Technology Affair ICT Device.**

เขมปรีต ขุนราชเสนา สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ทุนอุดหนุนโดยสถาบันวิจัยและพัฒนา
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ประจำปีงบประมาณ 2559

(ก)

ชื่องานวิจัย พัฒนาแอปพลิเคชันเสริมการเรียนรู้เรื่องอุปกรณ์ไอซีทีที่น่ารู้
 ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม
ผู้วิจัย นายเชมปรีต ขุนราชเสนา
สาขาวิชา สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี ปีเสร็จวิจัย 2560

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอวิธีการและผลของการพัฒนาแอปพลิเคชันเสริมการเรียนรู้บนอุปกรณ์เคลื่อนที่ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม เลือกใช้โปรแกรมแบบ Open Source ไม่มีค่าใช้จ่ายในการพัฒนาแอปพลิเคชัน การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมเพื่อการศึกษาเป็นการสร้างสื่อที่มีปฏิสัมพันธ์รูปแบบใหม่ที่ซ่อนภาพดิจิทัลเสมือนจริงบนมาร์กเกอร์บนจอแสดงผลภายใต้สภาพแวดล้อมจริงในเวลาจริง โดยพัฒนาและทดสอบหาประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันแบบ Installation Testing เปรียบเทียบระยะเวลาทางกับเวลาในการแสดงผลและใช้แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อแอปพลิเคชัน โดยการหาค่าค่าเฉลี่ยและค่าร้อยละ

ผลการวิจัยพบว่า แอปพลิเคชันมีประสิทธิภาพในการประมวลผลและแสดงผลภาพดิจิทัลถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 99.33 ใช้เวลาเฉลี่ยในการแสดงผลแต่ละครั้ง 1.38 วินาที ระยะเวลาที่เหมาะสมกับการใช้งาน คือ 20 และ 25 เซนติเมตร ผลประเมินความพึงพอใจจากผู้ทดสอบแอปพลิเคชันอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.75 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.50 จากการสังเกตพบว่าผู้ทดสอบส่วนใหญ่ชอบที่จะหมุนมาร์กเกอร์เพื่อดูภาพดิจิทัลในมุมที่แตกต่างกัน สื่อที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดเท่ากับ 81.60/82.40 และผลการประเมินความพึงพอใจอยู่ในระดับดี ($\bar{x} = 4.45$)

คำสำคัญ : แอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่, ความจริงเสริม, อุปกรณ์ไอซีที, มาร์กเกอร์

Title Development Mobile Application Enhance Learning
with Augmented Reality Technology Affair ICT Device

Author Mr.Kheamparit Khunratchasana

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

Years of Research completed 2017

Abstract

This research was presents method and result of development mobile applications enhance learning with augmented reality technology. Section of development the researcher chooses Open Source programs because free software. Section application of augmented reality technology for education. Can create interactive media, new forms of digital virtual reality overlay on the marker on the display under environments on real time. The development and result performance of Installation Testing model compared with distance and duration on display and use questionnaire of satisfaction to work of function by averages and percentages. The research found that effective application in digital image processing giving accuracy 99.33 percent. It takes an average of 1.38 seconds in the display each time. However, reasonable distance to use is 20 and 25 cm. The evaluate questionnaire of satisfaction testing function is high performance an average of 4.75 and standard deviation (S.D.) of 0.50. Furthermore, from tester observation most likely to rotation a marker for view digital images at different angles. Very Real Media developed a high threshold of 81.60 / 82.40 and the satisfaction rating is at a good level ($\bar{x} = 4.45$)

Keywords : Mobile Application, Augmented Reality, ICT Device, Marker

(ค)

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยเรื่อง พัฒนาแอปพลิเคชันเสริมการเรียนรู้เรื่องอุปกรณ์ไอซีทีน่ารู้ ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจาก สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ให้การสนับสนุนในด้านสถาน สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ที่ได้ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยในครั้งนี้มา ณ ที่นี้

เชมปรีต ขุนราชเสนา

15 กุมภาพันธ์ 2560

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญรูป	ช
สารบัญตาราง	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญของการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	3
1.4 ระยะเวลาในการวิจัย	3
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ	4
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 เทคโนโลยีความจริงเสริม	5
2.2 การพัฒนาแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ (Mobile Application)	11
2.3 ระบบปฏิบัติการบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ (Mobile Operating System)	12
2.4 วงจรการพัฒนาซอฟต์แวร์	13
2.5 การวิเคราะห์และการออกแบบแอปพลิเคชันเชิงวัตถุ	14
2.6 ความพึงพอใจ	17
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	20
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	22
3.1 ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาความต้องการและวิเคราะห์ระบบ	22
3.2 ขั้นตอนที่ 2 การออกแบบ	24
3.3 ขั้นตอนที่ 3 การพัฒนา	27
3.4 ขั้นตอนที่ 4 การทดสอบ	28
3.5 ขั้นตอนที่ 5 การประเมินผล	28

(จ)

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัย	32
4.1 ผลการพัฒนาแอปพลิเคชันเสริม	32
4.2 ผลการพัฒนาสื่อเสริมการเรียนรู้ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม	35
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	39
5.1 สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผล	39
5.1.1 สรุปผลการวิจัย	39
5.1.2 อภิปรายผลวิจัย	41
5.2 ข้อเสนอแนะ	42
บรรณานุกรม	43
ภาคผนวก	49
ภาคผนวก ก เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	50
ภาคผนวก ข การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์	55
ประวัติผู้วิจัย	58

(จ)

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 เครื่องมือและสิ่งที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริมเรื่องอุปกรณ์ไอซีทีน่ารู้	23
3.2 บันทึกข้อมูลการทดสอบแอปพลิเคชันเปรียบเทียบระหว่างระยะทางและเวลา	29
3.3 ระดับความพึงพอใจต่อการทดสอบแอปพลิเคชันร่วมกับ เทคโนโลยีความจริงเสริมเรื่องอุปกรณ์ไอซีทีน่ารู้	30
3.4 ระดับความพึงพอใจต่อการใช้งานแอปพลิเคชัน ร่วมกับการจัดการเรียนการสอน	31
4.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพในการแสดงผลภาพ เทียบกับระยะทางและเวลา	33
4.2 ผลประเมินความพึงพอใจของผู้ทดสอบแอปพลิเคชัน บนอุปกรณ์เคลื่อนที่ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม	34
4.3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของสื่อเสริมการเรียนรู้ เรื่องอุปกรณ์ไอซีทีน่ารู้ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม	36
4.4 ผลการประเมินความพึงพอใจของสื่อเสริมการเรียนรู้ ใช้งานร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม	37

(ช)

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 หลักการทำงานของระบบ Augmented Reality	6
2.2 มาร์กเกอร์ (Marker) หรือ AR Code	6
2.3 เครื่องสวมหัวที่ประดิษฐ์โดย Ivan Sutherland	7
2.4 ภาพประกอบภาพยนตร์เรื่อง Star War I	8
2.5 หลักการทำงานของเทคโนโลยีเสมือนจริง	9
2.6 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความจริงเสริม แสดงพระราชกรณียกิจของรัชกาลที่ 9	10
2.7 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมสำหรับการเรียนรู้ เรื่องระบบสุริยะจักรวาล	11
2.8 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมแนะนำสถานที่ท่องเที่ยว ในจังหวัดเพชรบูรณ์	11
2.9 Use Case Diagram แอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ ร่วมกับเทคโนโลยี AR	17
3.1 องค์ประกอบของกระบวนการพัฒนาแอปพลิเคชัน AR บนอุปกรณ์เคลื่อนที่และการใช้งาน	20
3.2 Use Case Diagram ของแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่	21
3.3 การออกแบบผังงานระบบ	22
3.4 การออกแบบปกหนังสือเสริมการเรียนรู้	23
3.5 การออกแบบเนื้อหาและตำแหน่งจัดวางมาร์กเกอร์	23
3.6 การพัฒนาแอปพลิเคชันด้วยโปรแกรม Openspace3D	24
3.7 การทดสอบแอปพลิเคชันเทียบระยะทางกับเวลาบนอุปกรณ์เคลื่อนที่	28
4.1 การใช้งานแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ภายใต้สภาพแวดล้อมจริง	33
4.2 การแสดงผลภาพเสมือนจริงของระบบเทคโนโลยีความจริงเสริม	36

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของการวิจัย

ปัจจุบันอุปกรณ์เคลื่อนที่ เช่น โทรศัพท์เคลื่อนที่ แท็บเล็ต สมาร์ทโฟน อุปกรณ์สวมใส่ ได้เข้ามามีบทบาทในการใช้ชีวิตประจำวันมากขึ้น เป็นผลสืบเนื่องจากการพัฒนาเทคโนโลยีสื่อสารที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วตลอดเวลา (Haruechai Asakit, 2015) และอุปกรณ์เคลื่อนที่มีประสิทธิภาพในการใช้งานสูงแต่กลับมีขนาดเล็กลง และการใช้งานที่แพร่หลายอย่างรวดเร็วทำให้ผู้คนสามารถเข้าถึงแหล่งข้อมูลออนไลน์ได้ทุกที่ทุกเวลา (Höllerer & Feiner, 2004) ด้วยความสามารถด้านเทคนิคและอุปกรณ์เสริมของอุปกรณ์เคลื่อนที่มีความทันสมัยมากขึ้น ผู้ใช้งานสามารถเรียกใช้แอปพลิเคชันต่าง ๆ ที่เคยใช้งานบนเครื่องคอมพิวเตอร์เดสก์ท็อปได้บนสภาพแวดล้อมของอุปกรณ์เคลื่อนที่ (Geiger, Schickler, Pryss, Schobel, & Reichert, 2014; Kjeldskov & Graham, 2003) อุปกรณ์เคลื่อนที่สมัยใหม่มีการติดตั้งเซ็นเซอร์ต่าง ๆ ที่มีประสิทธิภาพ เช่น GPS กล้องถ่ายภาพแบบฝังตัว และมีความสามารถในการประมวลผลข้อมูลได้รวดเร็ว เป็นการเติมเต็มประสบการณ์ใหม่ ๆ ให้กับผู้ใช้งาน (De Sá & Churchill, 2012) จากการสำรวจข้อมูลการใช้งานอินเทอร์เน็ตของประเทศไทย พบว่ามีผู้ใช้อุปกรณ์เคลื่อนที่ 47 ล้านคน จากประชากรทั้งหมด 68.5 ล้านคน และมีการใช้งานโซเชียลมีเดียผ่านอุปกรณ์เคลื่อนที่จำนวน 34 ล้านคน โดยใช้อินเทอร์เน็ตถือ 3 ชม. 53 นาที ต่อวัน โดยมีประชากร 86% ที่ใช้อินเทอร์เน็ตทุกวัน (we are social, 2016) ซึ่งการเข้าใช้งานเครือข่ายออนไลน์นั้น ผู้ใช้ต้องอาศัยแอปพลิเคชันที่พัฒนาเฉพาะด้าน เช่น แอปพลิเคชันไลน์ แอปพลิเคชันเว็บเบราว์เซอร์ และแอปพลิเคชันเกมต่าง ๆ และแอปพลิเคชันเกมที่โด่งดังในช่วงไตรมาสสุดท้ายของปี 2559 คือ เกมโปเกมอน โก (Pokemon Go) ซึ่งมีการนำเทคโนโลยีที่เรียกว่า Augmented Reality (AR) หรือ เทคโนโลยีความจริงเสริม มาผนวกกับการพัฒนาแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่

เทคโนโลยีความจริงเสริม (AR) เป็นการซ้อนภาพเสมือนจริง 3 มิติ ที่ออกแบบโดยคอมพิวเตอร์ มาแสดงผลในสภาพแวดล้อมจริง 3 มิติในเวลาจริง (Azuma, 1997) เป็นกระบวนการประมวลผลภาพ (image processing) ของคอมพิวเตอร์ที่ซ้อนทับและสอดคล้องกัน โดยจะสร้างภาพเสมือนจริง (Virtual Reality) ในมุมมองของผู้ใช้งาน (Piekariski & Thomas, 2002) จุดประสงค์เพื่อแบ่งปันข้อมูลต่าง ๆ ในสภาพแวดล้อมจริง ผู้ใช้สามารถโต้ตอบกับข้อมูลที่ผ่านการประมวลผลได้ (Geiger, Schickler, Pryss, Schobel, & Reichert, 2014) ระบบความจริงเสริมจะเพิ่มเติมข้อมูลต่าง ๆ ในรูปแบบของตัวหนังสือและภาพกราฟิก (Komgrit tipgason & Siam

Charoenseang, 2007) และแบ่งปันข้อมูลภายใต้สภาพแวดล้อมและมีปฏิสัมพันธ์กับข้อมูลได้ในขณะนั้น ทำให้ผู้ใช้สามารถโต้ตอบและมีส่วนร่วมกับสื่อมากขึ้น ซึ่งแอปพลิเคชันที่พัฒนาร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริมนั้น ทำให้เกิดการผสมผสานระหว่างข้อมูลดิจิทัลและสภาพแวดล้อมจริง (Geiger, Schickler, Pryss, Schobel, & Reichert, 2014; Hahn, 2012) เป็นการสร้างโลกเสมือนจริงบนสมาร์ตโฟน (Watcharavut Deklee, Jerasak tubtong, Apiwut Wattanachai & Jirawat, 2015) การใช้งานเทคโนโลยีความจริงเสริมต้องใช้ควบคู่กับแผ่นสัญลักษณ์หรือมาร์กเกอร์และกล้องเว็บแคมเพื่อนำเข้าข้อมูล (Suntis Jullapho and Nattavee Utakrit, 2014) มาร์กเกอร์ของระบบความจริงเสริมมี 3 รูปแบบคือ ARToolKit, ARTag and ARStudio (Fiala, 2005) ซึ่งหมายถึง ภาพที่มีลักษณะสีขาวและสีดำประกอบกันภายในกรอบสี่เหลี่ยมจัตุรัส ใช้เพื่อเปรียบเทียบดึงข้อมูลดิจิทัลที่ได้กำหนดความสัมพันธ์ไว้ ซึ่งสามารถกล่าวได้ว่า แอปพลิเคชันที่พัฒนาร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม (AR) เป็นนวัตกรรมที่บูรณาการข้อมูลดิจิทัล ในลักษณะ 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 จากนโยบายดังกล่าวนี้เอื้อประโยชน์ต่อการเข้าถึงและใช้งานสารสนเทศและเทคโนโลยี เพื่อการเรียนรู้ตลอดชีวิต การพัฒนานวัตกรรมและการใช้สื่อความรู้แบบดิจิทัลเพื่อสนับสนุนการศึกษา ผสมกับเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพและมีการใช้งานอย่างแพร่หลาย จึงสามารถนำมาประยุกต์ใช้เป็นนวัตกรรมเพื่อการศึกษาแบบใหม่ได้ เพราะสื่อการเรียนที่ใช้ในชั้นเรียนเป็นรูปแบบเดิม ๆ ขาดปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน ทำให้ขาดแรงเสริม แรงจูงใจในการเรียน ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่ได้ตามเกณฑ์ที่ต้องการ ผู้เรียนสนใจที่จะใช้อุปกรณ์เคลื่อนที่เพื่อสื่อสารออกนอกห้องเรียนมากกว่า

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนาแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริมเรื่อง อุปกรณ์ไอซีทีน่ารู้ เพื่อใช้เสริมการเรียนและเป็นต้นแบบในการพัฒนาแอปพลิเคชันด้านการศึกษา โดยเลือกใช้โปรแกรมที่ไม่มีค่าใช้จ่าย (Open Source) และไม่ต้องเขียนชุดคำสั่ง เป็นต้นแบบสำหรับผู้สนใจไปพัฒนา เพื่อส่งเสริมการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21 และนำไปใช้บูรณาการกับการเรียนทั้งในและนอกชั้นเรียนได้ โดยผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อโดยตรงเป็นการปรับการเรียนเปลี่ยนการสอนเดิมประสบการณ์ใหม่โดยใช้สื่อที่มีปฏิสัมพันธ์รูปแบบใหม่ สร้างความสนุกสนานสนใจในการเรียนมากขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันเสริมการเรียนรู้เรื่อง อุปกรณ์ไอซีทีที่นำรู้ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริมบน อุปกรณ์เคลื่อนที่

1.2.2 เพื่อพัฒนาหนังสือเสริมการเรียนรู้เรื่องอุปกรณ์ไอซีทีที่นำรู้ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 ขอบเขตของโปรแกรม

1.3.1.1 สามารถประมวลผลแบบจำลองในรูปแบบจำลอง 3 มิติและมีส่วนประกอบเห็นชัดเจน

1.3.1.2 สามารถประมวลผลภาพเคลื่อนไหวของแบบจำลอง 3 มิติ ได้

1.3.1.3 สามารถประมวลผลภาพนิ่ง 2 มิติของสิ่งที่ศึกษาได้

1.3.1.4 สามารถประมวลผลข้อมูลในรูปแบบข้อความได้ชัดเจน

1.3.1.5 ออกแบบและสร้างโมเดล 3 มิติ หรือแอนิเมชันหรือคลิปวิดีโอ เพื่อนำเสนอเกี่ยวกับอุปกรณ์ไอซีทีเช่น อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับติดต่อสื่อสารข้อมูล

1.3.2 ขอบเขตของสื่อเสริมการเรียนรู้

1.3.2.1 สร้างสื่อที่มีขนาดกว้าง 14.8 เซนติเมตร ยาว 21 เซนติเมตร (A5)

1.3.2.2 ขอบเขตของเนื้อหา

เนื้อหาหลัก ๆ ที่เกี่ยวกับหนังสือที่จะพัฒนานั้นประกอบด้วยอุปกรณ์ ICT เช่น อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการสื่อสารข้อมูลและเครือข่าย อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี เช่น อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ ประกอบด้วย Input (Mouse, Keyboard,Scanner, Process (CPU) Output (Sound Card, Speaker,Monitor, Printer, Memory Communication (Land Card)

1.4 ระยะเวลาในการวิจัย

ระยะเวลาในการศึกษาวิจัยนี้ใช้เวลา 10 เดือน โดยเริ่มจาก 1 พฤศจิกายน 2558 ถึง 30 กันยายน 2559

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

E_2 หมายถึง ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ เกิดจากผลประเมินหลังเรียนได้ผลเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556)

1.5.5 ประสิทธิภาพของแอปพลิเคชัน หมายถึง การหาค่าความเร็วในการประมวลผลเทียบระยะทางและเวลาโดยการหาค่าเฉลี่ยค่าเข้าใกล้ศูนย์จะมีประสิทธิภาพมากที่สุดตามลำดับ

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 ได้แอปพลิเคชันที่ทำงานบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม

1.6.2 ได้หนังสือเสริมการเรียนรู้ด้าน ICT ที่ทำงานร่วมกับอุปกรณ์เคลื่อนที่

1.6.3 ได้วิธีการพัฒนาสื่อการสอนร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม

1.6.4 ได้แนวทางในการใช้สื่อความจริงเสริมร่วมกับการจัดการเรียนการสอน

บทที่ 2

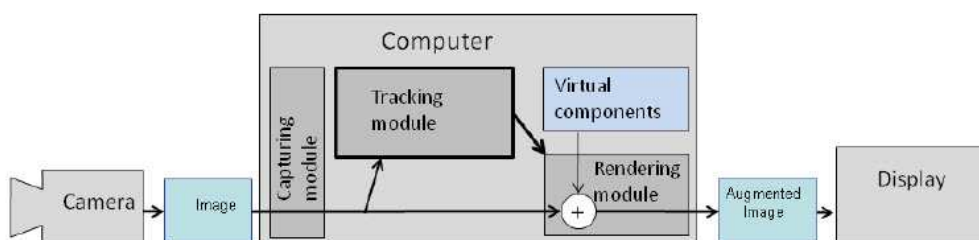
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเรื่องพัฒนาแอปพลิเคชันเสริมการเรียนรู้เรื่องอุปกรณ์ไอซีทีน่ารู้ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม ซึ่งผู้ทำวิจัยได้ศึกษาแนวคิดทฤษฎี และวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. เทคโนโลยีความจริงเสริม
2. การพัฒนาแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ (Mobile Application)
3. ระบบปฏิบัติการบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ (Mobile Operating System)
4. วงจรการพัฒนาซอฟต์แวร์
5. การวิเคราะห์และการออกแบบแอปพลิเคชันเชิงวัตถุ
6. ความพึงพอใจ
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

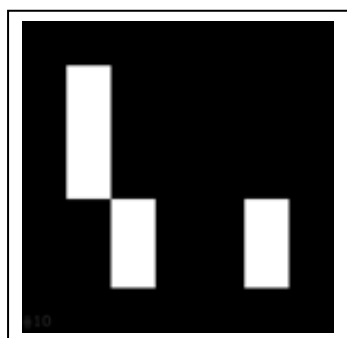
2.1 เทคโนโลยีความจริงเสริม

เทคโนโลยีความจริงเสริม (Augmented) หรือเรียกย่อว่า AR เป็นเทคโนโลยีที่เกิดจากการนำความเป็นจริงเสมือน (Virtual Reality :VR) ผสมกับเทคโนโลยีประมวลผลภาพ (Image Processing) ผ่านซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้น โดยการแสดงผลจะต้องใช้ร่วมกับกล้องถ่ายภาพเพื่อนำเข้าภาพสู่คอมพิวเตอร์เพื่อประมวลผล (กล้องของสมาร์ทโฟนหรือกล้องเว็บแคม) และต้องมีภาพ (Image) ซึ่งจะเรียกว่ามาร์กเกอร์ (Marker) หรือ AR Code ทำหน้าที่เป็นสัญลักษณ์ในการเปรียบเทียบข้อมูลดิจิทัลในลักษณะของภาพนิ่ง 2 มิติหรือ 3 มิติหรือภาพเคลื่อนไหวผ่าน Tracking Module และจะแสดงผลผ่านอุปกรณ์แสดงผลภาพ และผู้ใช้สามารถปฏิสัมพันธ์กับสื่อความจริงเสริม (AR) ได้ทันที (Real Time) โดยมีหลักการทำงานดังรูปที่ 1



รูปที่ 2.1 หลักการทำงานของระบบ Augmented Reality
ที่มา : SEARCHHIGH (2012)

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 โดยอาศัย มาร์กเกอร์ ซึ่งหมายถึง ภาพที่มีลักษณะสีขาวและดำประกอบกันภายในกรอบสี่เหลี่ยมจัตุรัส ใช้สำหรับเป็นสัญลักษณ์เพื่อเปรียบเทียบสำหรับดึงข้อมูลดิจิทัลที่ได้กำหนดความสัมพันธ์ไว้ระหว่าง มาร์กเกอร์กับข้อมูลดิจิทัล โดยปัจจุบันสามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้หลากหลายและกว้างขวาง เช่น ด้านการแพทย์ การผลิต การศึกษา การแสดง บันเทิง ด้านการทหาร และด้านประชาสัมพันธ์



รูปที่ 2.2 มาร์กเกอร์ (Marker) หรือ AR Code

จากรูปที่ 2.2 เป็นภาพของมาร์กเกอร์ (Marker) หรือ AR Code ที่ใช้เป็นภาพ (Image) ที่เตรียมไว้เพื่อใช้สำหรับเป็นสัญลักษณ์ในการเปรียบเทียบเพื่อดึงภาพเสมือนจริงในระบบ AR ขึ้นมาแสดง โดยจะเป็นภาพสี่เหลี่ยมจัตุรัส ประกอบด้วยสีขาวและสีดำ

2.1.1 ประวัติความเป็นมาของ Augmented Reality

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

ออกเมนเตดเรียลลิตี (Augmented Reality) ได้ถูกค้นพบเมื่อปี 1950 โดยมอร์ดัน Heilig ในขณะที่ถ่ายทำภาพยนตร์โดยเขามีความคิดที่จะให้ผู้ชมได้มีความรู้สึกถึงความมีส่วนร่วม โดยเพิ่มศักยภาพของ ภาพยนตร์เข้าไป ต่อมาในปี ค.ศ. 1962, Heilig ได้สร้างภาพต้นแบบที่แสดงถึงวิสัยทัศน์ของเขาขึ้นมา จนกระทั่งปี ค.ศ. 1955 เขาได้อธิบายไว้ในภาพยนตร์ของอนาคตชื่อ Sensorama ต่อมาในปี 1966 Ivan Sutherland ได้คิดค้นเครื่องครอบศีรษะขึ้น และในปี 1968 ชัทเป็นคนแรกที่สร้างระบบความเป็นจริงเสมือน โดยการใช้เครื่องครอบศีรษะ ต่อมาในปี 1975 ไมรอน ครูเกอร์ สร้าง Videoplac ที่ช่วยให้ผู้ใช้สามารถโต้ตอบ กับวัตถุเสมือนจริงได้เป็นครั้งแรก และต่อมา Tom Caudell และ David Mizell จาก Boeing coin ได้ใช้เทคโนโลยีออกเมนเตดเรียลลิตีช่วยคนงานประกอบสายไฟและสายเคเบิลสำหรับเครื่องบินได้สำเร็จ



รูปที่ 2.3 เครื่องสวมหัวที่ประดิษฐ์โดย Ivan Sutherland

ที่มา : <http://www.nakrin.com/mayar/augmented-reality-and-google-glass/>

ปี 1997 เริ่มมีการนำ Concept ของ Augmented Reality มาใช้ในภาพยนตร์เรื่อง Star War ภาคแรก โดยมีการออกแบบหมวกของนักบินให้สามารถติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติมเพื่อเชื่อมโยงข้อมูลดิจิทัล เช่น ตำแหน่งของเครื่องบินฝูงตรงข้ามและข้อมูลวิเคราะห์อื่นๆ มาแสดงบนอุปกรณ์ในระดับสายตา เพื่อใช้เป็น ข้อมูลในการตัดสินใจแบบทันที



รูปที่ 2.4 ภาพประกอบภาพยนตร์เรื่อง Star War I

ที่มา : <http://www.nakrin.com/mayar/augmented-reality-and-google-glass/>

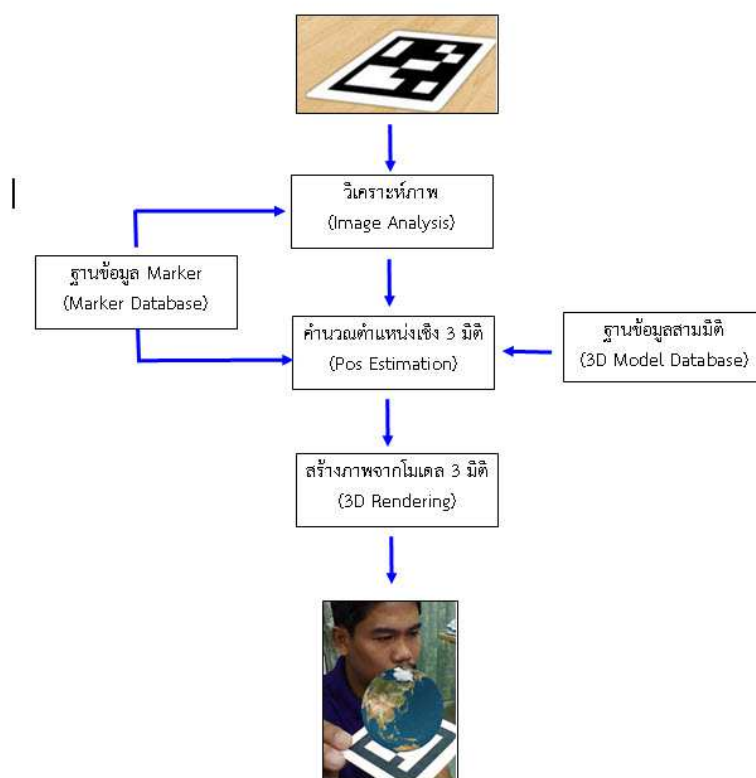
2.1.2 แนวคิดของ Augmented Reality

แนวคิดหลักของเทคโนโลยี AR คือการพัฒนา เทคโนโลยีที่ผสานเอาโลกแห่งความเป็นจริงและความเสมือนจริง ด้วยซอฟต์แวร์และอุปกรณ์เชื่อมต่อต่าง ๆ เช่น เว็บแคม คอมพิวเตอร์ หรืออุปกรณ์อื่นที่เกี่ยวข้อง ซึ่งภาพเสมือนจริงนั้นจะแสดงผลผ่านอุปกรณ์แสดงผล โดยภาพเสมือนจริงที่ ปรากฏขึ้นจะมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ได้ทันที ทั้งในลักษณะที่เป็นภาพนิ่งสามมิติ ภาพเคลื่อนไหว หรืออาจจะเป็นสื่อที่มีเสียงประกอบขึ้นกับการออกแบบสื่อแต่ละรูปแบบว่าให้ออกมาแบบใด (พานิดา 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) ของ Marker เทียบกับกล้อง

3) กระบวนการสร้างภาพสองมิติ จากโมเดลสามมิติ (3D Rendering) เป็นการเพิ่มข้อมูลเข้าไปในภาพ โดยใช้ค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติ ที่คำนวณได้จนได้ภาพเสมือนจริงดังแสดงในภาพ



รูปที่ 2.5 หลักการทำงานของเทคโนโลยีเสมือนจริง

2.1.2 หลักการทำงานของเทคโนโลยี 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 แล้วการตอบสนองบางอย่างของระบบผ่านสื่ออื่นนั้นต้องมีการตรวจจับเสียงของผู้ใช้และประมวลผลด้วยหลักการ Beat Detection เพื่อให้เกิดจังหวะในการสร้างทางเลือกแก่ระบบ เช่นเสียงในการสั่งให้ตัว Interactive Media ทำงานทั้งนี้การสั่งการด้วยเสียงจัดว่าเป็น AR และในส่วนของการประมวลผลภาพนั้นเป็นส่วนเสริมจากงานวิจัยซึ่งเป็นส่วนย่อยของ AR เพราะเน้นไปที่การทำงานของปัญญาประดิษฐ์

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



รูปที่ 2.6 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความจริงเสริม
แสดงพระราชกรณียกิจของรัชกาลที่ 9



รูปที่ 2.7 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมสำหรับการเรียนรู้
เรื่องระบบสุริยะจักรวาล



รูปที่ 2.8 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมแนะนำสถานที่ท่องเที่ยว
ในจังหวัดเพชรบุรี

2.2 การพัฒนาแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ (Mobile Application)

เป็นการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์สำหรับอุปกรณ์เคลื่อนที่ เช่น แท็บเล็ต โทรศัพท์ โดยโปรแกรมจะช่วยตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานในด้านต่าง ๆ ที่ผู้ใช้งานสนใจ และช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถใช้ได้ง่ายยิ่งขึ้น ปัจจุบันโทรศัพท์แบบสมาร์ทโฟน มีระบบปฏิบัติการที่หลากหลาย ที่ได้รับความนิยม คือ ระบบปฏิบัติการ Android และระบบปฏิบัติการ ios จึงมีการ

พัฒนา Application ต่าง ๆ มากมายเพื่อติดตั้งและใช้งานบนสมาร์ทโฟน เช่น แอปพลิเคชันตรวจสภาพอากาศ แอปพลิเคชันเกมต่าง ๆ ซึ่งแอปพลิเคชันเหล่านี้มีรูปแบบต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับระบบปฏิบัติการนั้น ๆ ที่พบในท้องตลาดเช่น 1) ระบบปฏิบัติการ Android พัฒนาโดยบริษัท Google เป็นระบบปฏิบัติการที่ได้รับความนิยมเพราะไม่มีค่าใช้จ่ายในการใช้งานโปรแกรม เพราะเป็นระบบปฏิบัติการแบบ Open Source ซึ่งทำให้มีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว 2) ระบบปฏิบัติการ Windows Mobile พัฒนาโดยบริษัทไมโครซอฟท์ มีลักษณะการใช้งานคล้ายคลึงกับระบบปฏิบัติการของเครื่องคอมพิวเตอร์ 3) ระบบปฏิบัติการ iPhone OS พัฒนาโดยบริษัท Apple เพื่อรองรับการทำงานของแอปพลิเคชันต่าง ๆ ของ iPhone โดยเฉพาะ กลุ่มที่นิยมใช้ iPhone จะเป็นผู้ที่ชื่นชอบทางด้านมัลติมีเดีย ประเภท ดูหนัง การฟัง เล่นเกม จึงมีบริษัทหลายแห่งผลิตเกมขึ้นมาเพื่อรองรับการทำงานบนระบบปฏิบัติการ iPhone โดยเฉพาะ

2.3 ระบบปฏิบัติการบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ (Mobile Operating System)

ระบบปฏิบัติการบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ เป็นซอฟต์แวร์ที่ทำหน้าที่เป็นตัวกลางระหว่างฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ประยุกต์ทั่วไประบบปฏิบัติการมีหน้าที่หลัก ๆ คือ การจัดสรรทรัพยากรในซอฟต์แวร์เครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อให้บริการรับส่งและจัดเก็บข้อมูลกับฮาร์ดแวร์ เช่น การส่งภาพไปแสดงผลที่จอภาพ การส่งข้อมูลไปเก็บในหน่วยความจำ การรับส่งข้อมูลในระบบเครือข่าย และทำหน้าที่จัดสรรเวลาการใช้หน่วยประมวลผลกลาง ในกรณีที่อนุญาตให้ซอฟต์แวร์ประยุกต์หลาย ๆ ตัวทำงานพร้อม กัน โดยระบบปฏิบัติการบนอุปกรณ์เคลื่อนที่มีผู้ผลิตที่หลากหลาย เช่น

2.3.1 ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android) เป็นระบบปฏิบัติการที่มีพื้นฐานมาจากลินุกซ์ ในอดีตถูกออกแบบมาสำหรับอุปกรณ์ที่ใช้กับปุ่มกดแต่ในภายหลังได้ออกแบบสำหรับอุปกรณ์ที่ใช้จอสัมผัส เช่น สมาร์ทโฟน และแท็บเล็ต คอมพิวเตอร์ปัจจุบันได้แพร่ไปยังอุปกรณ์หลายชนิด เพราะเป็นมาตรฐานเปิด เช่น กล้องดิจิทัล หม้อหุงข้าว และ Smart TV ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ถูกคิดค้นและพัฒนาโดยบริษัท แอนดรอยด์ (Android, Inc.) ซึ่งต่อมา กูเกิล ได้ซื้อเพื่อควบคุมกิจการ แอนดรอยด์ถูกเปิดตัวเมื่อ ปี พ.ศ. 2550 พร้อมกับการก่อตั้งโอเพนแฮนด์ เซตอัลโลเอนซ์ ซึ่งเป็นกลุ่มของบริษัทผลิตฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ และการสื่อสารคมนาคม ที่ร่วมมือกันสร้างมาตรฐานเปิด สำหรับอุปกรณ์พกพา แอนดรอยด์เป็นระบบปฏิบัติการแบบ Open Source และอนุญาตให้ผู้ผลิตปรับแต่งและวางจำหน่ายได้ แอนดรอยด์เป็นระบบปฏิบัติการที่รวมนักพัฒนาที่เขียนโปรแกรมประยุกต์ มากมาย 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) ด้วยการใช้มัดติทัช องค์ประกอบของการควบคุมก็คือการใช้นิ้วเลื่อน, สวิทช์ และปุ่ม เพื่อเป็นการควบคุมอุปกรณ์รวมถึงท่าทางอย่างอื่น เช่น การนำนิ้วมือ (มากกว่าสองนิ้ว) บีบเข้าหาศูนย์กลาง (Swipe) และเบา ๆ (Tap) การนำนิ้วสองนิ้วบีบเข้าหาศูนย์กลาง (Pinch) การนำนิ้วสองนิ้วกางออกจากศูนย์กลาง (Reverse Pinch) ภายในอุปกรณ์ที่ติดตั้งไอโอเอสจะมีเซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหวเพื่อใช้กับบางแอปพลิเคชันเพื่อตอบสนองการสั่งของอุปกรณ์ หรือการหมุนอุปกรณ์ที่คำนวณในรูปแบบสามมิติ

2.3.3 วินโดวส์โฟน (Windows Phone) เป็นระบบปฏิบัติการที่พัฒนาโดยไมโครซอฟท์ และถูกพัฒนาจากวินโดวส์โมบาย มีวัตถุประสงค์หลักในตลาดผู้บริโภคมากกว่าตลาดองค์กร ระบบปฏิบัติการวินโดวส์โฟน ไมโครซอฟท์สร้างรูปแบบอินเตอร์เฟซกับผู้ใช้แบบใหม่เรียกว่า โมเดิร์นสไตล์

2.4 วงจรการพัฒนาซอฟต์แวร์

วิธีการดำเนินการวิจัย เรื่อง พัฒนาพัฒนาแอปพลิเคชันเสริมการเรียนรู้เรื่อง อุปกรณ์ไอซีที ที่น่ารู้ ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม อาศัยกระบวนการตามขั้นตอนการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบน้ำตก 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 มาทำการวิเคราะห์หรือออกแบบรายละเอียดในส่วน of ซอฟต์แวร์และส่วน

ของหนังสือเสริมการเรียนรู้ การออกประกอบด้วย 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, แบ่งการพัฒนาออกเป็น ส่วน ๆ ออกแบบคำสั่งของโปรแกรมทีละส่วน, คอมไพล์แล้วนำไปติดตั้งเพื่อทดสอบใช้งานบนอุปกรณ์จริงหรือระบบจำลอง

ขั้นตอนที่ 4 การทดสอบระบบ เป็นกระบวนการในการทดสอบระบบซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นเพื่อให้ทำงานได้อย่างถูกต้องตรงตามความต้องการ โดยนำซอฟต์แวร์มาทดสอบความสามารถในการใช้งานตามสภาพแวดล้อมจริง (Installation Testing) แล้วนำปัญหาจากการทดสอบมาปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้การทำงานสมบูรณ์

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

2.5 การวิเคราะห์และการออกแบบแอปพลิเคชันเชิงวัตถุ

2.5.1 โปรแกรมเชิงวัตถุ (Object-Oriented Programming)

แนวคิดเรื่องของการโปรแกรมเชิงวัตถุหรือ OOP (Object-Oriented Programming) เป็นแนวคิดการโปรแกรมสมัยใหม่ ซึ่งมีที่มาจากการพัฒนาโปรแกรมแบบดั้งเดิม สำหรับการพัฒนางานที่มีความซับซ้อนมาก ๆ เริ่มไม่มีประสิทธิภาพ และใช้เวลาในการพัฒนางานมากขึ้น (กิตติ ภักดีวัฒนะกุล และ ศิริวรรณ อัมพรคนัย, 2555) เริ่มต้นที่ประเทศสวีเดนในปี ค.ศ. 1960s โดยพัฒนาภาษา Simula (Simula Programming Language) (Doke, Satzinger & Willams, 2002, pp.3-4) มีวัตถุประสงค์เพื่อการจำลองสถานการณ์ของคอมพิวเตอร์เมื่อปัญหาในการจำลอง

สถานการณ์เริ่มมีความซับซ้อนมากขึ้น เนื่องจากปัญหาในการจำลองสถานการณ์มีความเกี่ยวข้องกับวัตถุ ค่าของวัตถุใดวัตถุหนึ่ง เช่น เรือ ลูกค้า การรอในธนาคาร ทำให้ถ้าสามารถกำหนดค่าให้แก่วัตถุเป็นอิสระต่อกัน 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++ นอกจากนี้ภาษาวาจายังมีคุณลักษณะอื่น ๆ ที่สามารถพัฒนางานบนอินเทอร์เน็ตได้ข้อดีของภาษาวาจา คือสามารถทำงานได้บนระบบปฏิบัติการที่มีความแตกต่างกัน โดยไม่ขึ้นอยู่กับระบบปฏิบัติการ และไม่ต้องทำการคอมไพล์โปรแกรมใหม่ทุกครั้ง ที่มีการย้ายโปรแกรมไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีระบบปฏิบัติการที่แตกต่างกัน โดยการคอมไพล์ภาษาวาจาจะทำงานภายใต้สภาพแวดล้อมของ Java Virtual Machine (JVM)

หลักการเชิงวัตถุเป็นการพัฒนาระบบ เหมือนกับการมองโลกแห่งความเป็นจริง มองสิ่งต่าง ๆ เป็นวัตถุหรือออบเจกต์ ซึ่งแต่ละออบเจกต์มีคุณสมบัติและการทำงานเฉพาะตัว บางออบเจกต์มีความสัมพันธ์กับออบเจกต์อื่น ๆ ถ้าออบเจกต์ที่มีคุณลักษณะบางประการคล้าย ๆ กันก็ จะมีการจัดกลุ่มให้แก่ออบเจกต์ที่มีคุณลักษณะดังกล่าวให้อยู่ด้วยกัน ในการพัฒนาแอปพลิเคชัน จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องให้ความสนใจกับความซับซ้อนของแอปพลิเคชัน เนื่องจากในทุกแอปพลิเคชัน ต่างก็มีความซับซ้อนของการทำงาน

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

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

2.5.1.2 คุณค่าภายในออบเจกต์ (Encapsulation) เป็นกลไกการซ่อนสารสนเทศในการทำงานของออบเจกต์เอาไว้ในออบเจกต์

2.5.1.3 ลำดับชั้นของออบเจกต์ (Hierarchy) เป็นการนำออบเจกต์มาจัดกลุ่มและสร้างลำดับแยกออกมาจากกลุ่ม

2.5.1.4 การตอบสนองต่อเมสเสจ (Polymorphism) เป็นพฤติกรรมที่ออบเจกต์ ต่าง ๆ มีการตอบสนองต่อเมสเสจที่ส่งมาจากออบเจกต์อื่น ๆ

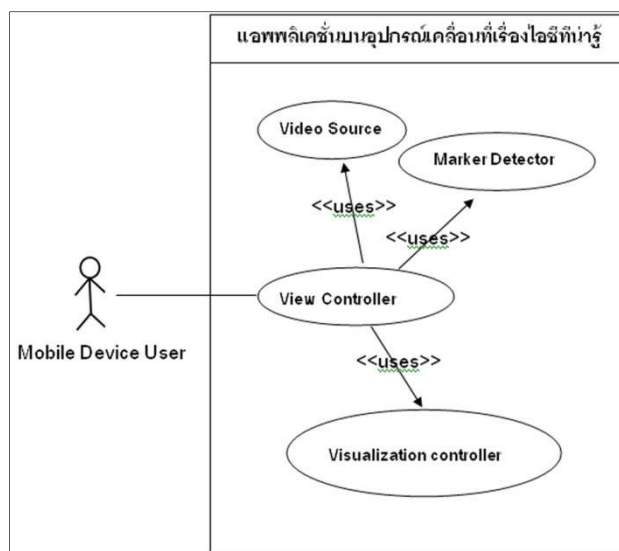
จากแนวคิดเชิงวัตถุ พบว่าเป็นวิธีการมองทุกสิ่งให้เป็นวัตถุใดวัตถุหนึ่ง ที่ประกอบด้วยลักษณะและกิจกรรมของแต่ละวัตถุแตกต่างกันไป และสามารถใช้งานร่วมกันได้ มีการสืบทอดสิทธิหรือใช้งานร่วมกันได้ ทำให้การออกแบบระบบสื่อสารกับผู้ใช้ได้ง่ายขึ้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและความพึงพอใจของผู้ใช้

2.5.2 แผนภาพ UML (Unified Modeling Language)

Unified Modeling Language คือการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความต้องการของผู้ใช้ (Requirement Collection) ในการใช้ระบบ การวิเคราะห์ (Analysis) การออกแบบ (Design) และการเขียนโปรแกรมหรือการสร้างซอฟต์แวร์ (บรรจง หะรังสี และ ญานวรรณ สันธิบุญโญ, 2554) UML เปรียบเสมือนเครื่องมือที่จะเข้ามาช่วยในการดำเนินงานโครงการทำซอฟต์แวร์ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ที่จะช่วยเราได้ตั้งแต่การวิเคราะห์ การออกแบบ และการดำเนินการพัฒนา UML ไม่สามารถสร้างโปรแกรมได้แต่เป็นรูปแบบสามารถนำไปสู่การพัฒนา (Coding) ได้อย่างเร็ว UML มององค์ประกอบต่าง ๆ เป็นออบเจกต์ (Object) โดยออบเจกต์แต่ละตัวมีความเกี่ยวข้องกัน โดยอาศัยความสัมพันธ์ (Relationships) เป็นตัวเชื่อมโยงกัน ออบเจกต์ยังสามารถติดต่อกันเองกัน ภายใน 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 2.9



ภาพที่ 2.9 Use Case Diagram แอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่
ร่วมกับเทคโนโลยี AR

2.6 ความพึงพอใจ

2.6.1 ความหมายของความพึงพอใจ

ความพึงพอใจเป็นปัจจัยที่สำคัญประการหนึ่งที่มีผลต่อความสำเร็จของงานที่บรรลุนั้น เป้าหมายที่วางไว้อย่างมีประสิทธิภาพ อันเป็นผลจากการได้รับการตอบสนองต่อแรงจูงใจหรือความต้องการของแต่ละบุคคลในแนวทางที่เขาประสงค์ ความพึงพอใจโดยทั่วไปตรงกับคำในภาษาอังกฤษว่า Satisfaction และยังมีผู้ให้ความหมายคำว่า “ความพึงพอใจ” พอสรุปได้ดังนี้

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

Gillmer (1965, 254 – 255 อ้างถึงใน เพ็ญแข ช่อมนิ 2544, หน้า 6) ได้ให้ความหมายไว้ว่าผลของเจตคติต่าง ๆ ของบุคคลที่มีต่อองค์กร องค์ประกอบของแรงงาน และมีส่วนสัมพันธ์กับลักษณะงานและสภาพแวดล้อมในการทำงานซึ่งความพึงพอใจนั้นได้แก่ ความรู้สึกมี

ความสำเร็จในผลงาน ความรู้สึกว่าได้รับการยกย่องนับถือ และความรู้สึกว่ามีความก้าวหน้าในการปฏิบัติงาน

Morse (1955 อ้างถึงใน สันติ ธรรมชาติ 2545, หน้า 24) ได้กล่าวว่า ความพึงพอใจในงาน หมายถึง ทุกสิ่งทุกอย่างที่ลดความตึงเครียดของผู้ทำงานให้น้อยลง ถ้ามีความตึงเครียดมากก็จะเกิดความไม่พึงพอใจในการทำงาน ความตึงเครียดเป็นผลรวมจากความต้องการของมนุษย์ เมื่อคราวใดความต้องการได้รับการตอบสนองก็จะทำให้ความเครียดน้อยลง ซึ่งเป็นผลทำให้เกิดความพึงพอใจ จากคำนิยามของ Morse ทำให้มีนักวิชาการอีกหลายท่านได้ให้ความหมายไปในทิศทางที่คล้ายคลึงกัน โดยเน้นว่าความพึงพอใจเกิดจากการได้รับการตอบสนอง เช่น Hoy and Miskel กล่าวว่า ความพึงพอใจเป็นความรู้สึกที่ดีต่องานซึ่งมักเกี่ยวข้องกับคุณค่าและความต้องการของบุคคลด้วย Dessler อธิบายความพึงพอใจว่าเป็นระดับความรู้สึกต่องานเพื่อความต้องการที่สำคัญของคนเรา เช่น ความมีสุขภาพดี มีความมั่นคง มีความสมบูรณ์พูนสุข มีพวกพ้อง มีคนยกย่องต่าง ๆ เหล่านี้ได้รับการตอบสนองแล้วทำให้มีผลต่องาน

Silmer (1984, 230 อ้างถึงใน ประภาภรณ์ สุรปภา 2544, หน้า 9) กล่าวว่าไว้ว่าความพึงพอใจเป็นระดับขั้นตอนความรู้สึกในทางบวกหรือทางลบของคนที่มีลักษณะต่าง ๆ ของงานรวมทั้งงานที่ได้รับมอบหมาย การจัดระบบงานและความสัมพันธ์กับเพื่อนร่วมงาน

Strauss (1980 อ้างถึงใน เพ็ญแข ช่อฉวี 2544, หน้า 7) ได้ให้ความหมายความพึงพอใจไว้ว่า ความพึงพอใจหมายถึงความรู้สึกพอใจในงานที่ทำและเต็มใจที่จะปฏิบัติงานนั้นให้บรรลุวัตถุประสงค์ขององค์กร คนจะรู้สึกพอใจในงานที่ทำเมื่องานนั้นให้ผลประโยชน์ทั้งด้านวัตถุและด้านจิตใจ ซึ่งสามารถตอบสนองความต้องการพื้นฐานของเขาได้

ในการศึกษาเกี่ยวกับความพึงพอใจนั้น โดยทั่วไปนิยมศึกษากันในสองมิติ คือ มิติความพึงพอใจของผู้ปฏิบัติงานและมิติความพึงพอใจในการรับบริการ

จากความหมายที่กล่าวมาทั้งหมดข้างต้นผู้วิจัยสรุปได้ว่า “ความพึงพอใจ” หมายถึงความรู้สึกที่เป็นการยอมรับ ความรู้สึกชอบ ความรู้สึกที่ยินดีกับการปฏิบัติงาน ทั้งการให้บริการและการรับบริการในทุกสถานการณ์ทุกสถานที่

2.6.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ

Bernard (1968 อ้างถึงใน อำนวย บุญศรี, 2531) ได้กล่าวถึง สิ่งจูงใจที่ใช้เป็นเครื่องกระตุ้นบุคคลให้เกิดความพึงพอใจในงานไว้ 8 ประการ คือ

2.6.2.1 สิ่งจูงใจที่เป็นวัตถุ ได้แก่ เงิน สิ่งของ หรือสภาวะทางกายที่ให้แก่ผู้ปฏิบัติงานเป็นการตอบแทน ขดเชย หรือเป็นรางวัลที่เขาได้ปฏิบัติงานให้แก่หน่วยงานนั้นมาเป็นอย่างดี

2.6.2.2 สิ่งจูงใจที่เป็นโอกาสของบุคคลที่มีใช้วัตถุ เป็นสิ่งจูงใจสำคัญที่ช่วยส่งเสริมความร่วมมือในการทำงานมากกว่ารางวัลที่เป็นวัตถุ เพราะสิ่งจูงใจที่เป็นโอกาสนี้บุคลากรจะได้รับแตกต่างกัน เช่น เกียรติภูมิ การใช้สิทธิพิเศษ เป็นต้น

2.6.2.3 สภาพทางกายที่พึงปรารถนา หมายถึง สิ่งแวดล้อมในการปฏิบัติงาน ได้แก่ สถานที่ทำงาน เครื่องมือการทำงาน สิ่งอำนวยความสะดวกในการทำงานต่าง ๆ ซึ่งเป็นสิ่งอันก่อให้เกิดความสุขทางกายในการทำงาน

2.6.2.4 ผลประโยชน์ทางอุดมคติ หมายถึง สมรรถภาพของหน่วยงานที่สนองความต้องการของบุคคลด้านความภาคภูมิใจที่ได้แสดงฝีมือ การได้มีโอกาสช่วยเหลือครอบครัวตนเอง และผู้อื่น ทั้งได้แสดงความภักดีต่อหน่วยงาน

2.6.2.5 ความดึงดูดใจในสังคม หมายถึง ความสัมพันธ์ฉันท์มิตร ถ้าความสัมพันธ์เป็นไปด้วยดีจะทำให้เกิดความผูกพันและความพอใจที่จะร่วมงานกับหน่วยงาน

2.6.2.6 การปรับสภาพการทำงานให้เหมาะสมกับวิธีการและทัศนคติของบุคคล หมายถึง การปรับปรุงตำแหน่งวิธีทำงานให้สอดคล้องกับความสามารถของบุคลากร

2.6.2.7 โอกาสที่จะร่วมมือในการทำงาน หมายถึง การเปิดโอกาสให้บุคลากรรู้สึกว่ามีส่วนร่วมในงานเป็นบุคคลสำคัญคนหนึ่งของหน่วยงาน มีความรู้สึกเท่าเทียมกันในหมู่ผู้ร่วมงาน และมีกำลังใจในการปฏิบัติงาน

2.6.2.8 สภาพของการอยู่ร่วมกัน หมายถึง ความพอใจของบุคคลในด้านสังคมหรือความมั่นคงในการทำงาน

Herzberg (1959, อ้างถึงใน เพ็ญแข ช่อฉนิ 2544 , หน้า 19) ได้ศึกษาทดลองเกี่ยวกับการจูงใจในการทำงานโดยการสัมภาษณ์วิศวกรในเมืองพิทส์เบิร์ก ประเทศสหรัฐอเมริกา ผลการศึกษาค้นคว้าสรุปได้ว่า สาเหตุที่ทำให้วิศวกรและนักบัญชีเกิดความพึงพอใจและไม่พึงพอใจในการทำงานนั้นมีสององค์ประกอบคือ

1) องค์ประกอบกระตุ้น (Motivation Factors) หรือปัจจัยจูงใจ มีลักษณะสัมพันธ์กับเรื่องของการงานโดยตรง เป็นสิ่งที่จูงใจบุคคลให้มีความตั้งใจในการทำงานและเกิดความพอใจในการทำงาน

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

สรุปได้ว่า ปัจจัยใจเป็นปัจจัยที่ก่อให้เกิดความพึงพอใจในการปฏิบัติงาน ส่วนปัจจัยคำจูนจะเป็นปัจจัยที่ป้องกันไม่ให้เกิดความเบื่อหน่ายหรือรู้สึกไม่พอใจในการทำงานซึ่งทฤษฎีสององค์ประกอบของ Herzberg นี้เชื่อว่าการสนองความต้องการของมนุษย์แบ่งเป็น 2 องค์ประกอบ คือ องค์ประกอบที่ 1 หรือปัจจัยใจที่สร้างความพึงพอใจ เป็นความต้องการขั้นสูงประกอบด้วยลักษณะงาน ความสำเร็จของงาน การยอมรับนับถือ การได้รับการยกย่องและสถานภาพ ส่วนองค์ประกอบที่ 2 หรือปัจจัยคำจูน หรือองค์ประกอบที่สร้างความไม่พึงพอใจเป็นความต้องการขั้นต่ำ ประกอบด้วยสภาพการทำงาน การบังคับบัญชา ความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล นโยบายและการบริหารงาน ความมั่นคงในงานและเงินเดือน ไม่เป็นการสร้างเสริมบุคคลให้ปฏิบัติดีขึ้นแต่ต้องดำรงรักษาไว้เพื่อความพึงพอใจในขั้นสูงต่อไป

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สุพรรณพงศ์ วงษ์ศรีเพ็ง และ ฌฐวิ อุดกฤษฎ์ (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 อาริราษฎร์ (บทคัดย่อ, 2553) ได้พัฒนาสื่อความเป็นจริงเสมือน เพื่อสร้างสื่อในการประชาสัมพันธ์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โดยมีความมุ่งหมาย 1) เพื่อศึกษารูปแบบของสื่อความเป็นจริงเสมือนที่เหมาะสมกับการประชาสัมพันธ์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม 2) เพื่อพัฒนาสื่อความเป็นจริงเสมือนในการประชาสัมพันธ์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนิสิตที่มีต่อสื่อความเป็นจริงเสมือนเพื่อการประชาสัมพันธ์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วยสื่อความจริงเสมือนเพื่อการประชาสัมพันธ์ ผลการวิจัยพบว่า ได้รูปแบบสำหรับการพัฒนาสื่อความเป็นจริงเสมือนที่เหมาะสมกับการประชาสัมพันธ์ ได้สื่อความเป็นจริงเสมือนที่พัฒนาขึ้นตามรูปแบบที่ได้จากการศึกษาและนิสิตมีความพึงพอใจต่อการใช้อสื่อความเป็นจริงเสมือนโดยรวมอยู่ในระดับมาก

มานพ สว่างจิตและไพฑูรย์ ศรีฟ้า (บทคัดย่อ, 2557) ได้ทำงานวิจัยเรื่อง การพัฒนาสื่อความจริงเสมือนวิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายกการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาสื่อความจริงเสมือน

รายวิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายกที่มีคุณภาพ และมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 2) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ใช้ สื่อความจริงเสมือน 3) ศึกษาค่าดัชนีประสิทธิผล ของการเรียนด้วยสื่อความจริงเสมือน 4) ศึกษา ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยสื่อความจริงเสมือน ผลการวิจัยพบว่า 1) สื่อความจริงเสมือน วิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก และมีประสิทธิภาพ 88.33/87.17 ซึ่งเป็นไปตามที่กำหนดไว้ 2) คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยสื่อความจริงเสมือน สูงกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ ระดับ 0.05 3) ดัชนีประสิทธิผลของสื่อความจริงเสมือน มีค่าเท่ากับ 0.65 4) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยสื่อความจริงเสมือน อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.61$)

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

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัย เรื่อง พัฒนาพัฒนาแอปพลิเคชันเสริมการเรียนรู้เรื่อง อุปกรณ์ไอซีที นำรู้ ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม อาศัยกระบวนการตามขั้นตอนการพัฒนาซอฟต์แวร์ แบบน้ำตก ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนคือ 1) ศึกษาความต้องการและวิเคราะห์ระบบ 2) การออกแบบระบบ 3) กรพัฒนาระบบ 4) การทดสอบระบบ 5) การประเมินผล โดยมีลำดับขั้นตอนดังนี้

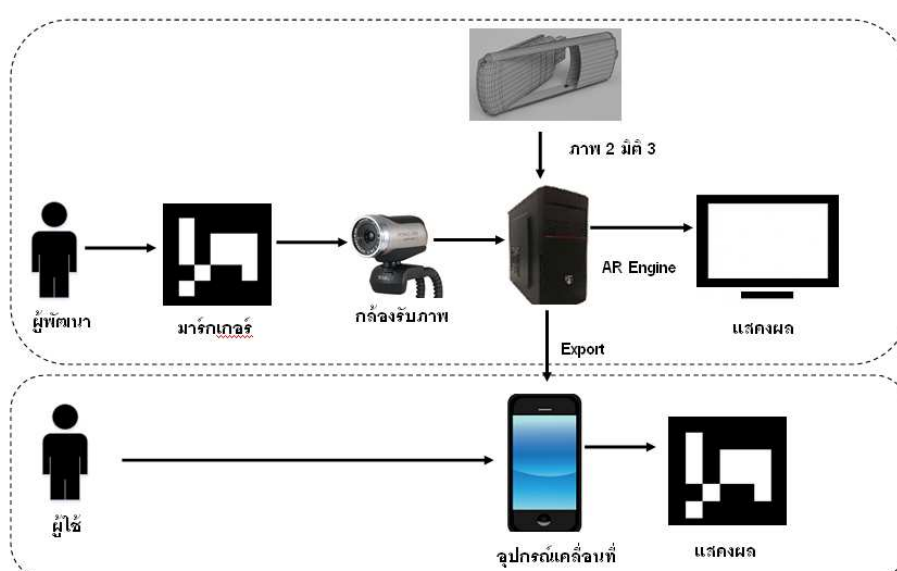
3.1 ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาความต้องการและวิเคราะห์ระบบ

ขั้นตอนที่ 1 เป็นการศึกษาความต้องการและวิเคราะห์ระบบ เพื่อนำมาพัฒนา แอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ โดยทำการวิเคราะห์ภาพรวมของระบบและศึกษาองค์ประกอบในการพัฒนาระบบทั้งในด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์และเลือกเนื้อหาเพื่อประกอบในการจัดทำสื่อเสริมการเรียนรู้ โดยฮาร์ดแวร์จะประกอบด้วย 1) เครื่องคอมพิวเตอร์ PC ที่ติดตั้งระบบปฏิบัติการ วินโดวเวอร์ชัน 7 ขึ้น 2) กล้องเว็บแคม เพื่อใช้รับข้อมูลเข้าสำหรับการประมวลผล และ 3) อุปกรณ์เคลื่อนที่เพื่อทดสอบแอปพลิเคชัน เช่น สมาร์ทโฟนหรือแท็บเล็ต ที่มีกล้องถ่ายภาพ และซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนาแอปพลิเคชันร่วมกับเทคโนโลยี AR โดยใช้โปรแกรม Opensource ทั้งหมด คือ 1) โปรแกรม Openspace3D (i-maginer, 2016) เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันร่วมกับเทคโนโลยี AR และโปรแกรมมีความสามารถในการสร้างมาร์กเกอร์แบบ ARTag เมื่อพัฒนาเสร็จแล้วสามารถ export เป็นแอปพลิเคชันแล้วนำไปติดตั้งบนอุปกรณ์เคลื่อนที่และใช้โปรแกรม 2) Blender (Blender Foundation, 2016) สำหรับสร้างสื่อดิจิทัล 3 มิติ และ 3) โปรแกรม java jdk เวอร์ชัน 1.8_121 (Oracle, 2016) ดังตารางที่ 1 และศึกษารูปแบบของสื่อสิ่งพิมพ์ที่จะพัฒนาขึ้นและการเลือกใช้เทคโนโลยี สำหรับการประมวลผลและแสดงผลร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม รวมถึงเครื่องมือต่าง ๆ ที่จำเป็นในการพัฒนา และกลุ่มตัวอย่างที่จะทำการทดลองใช้สื่อที่พัฒนาขึ้น

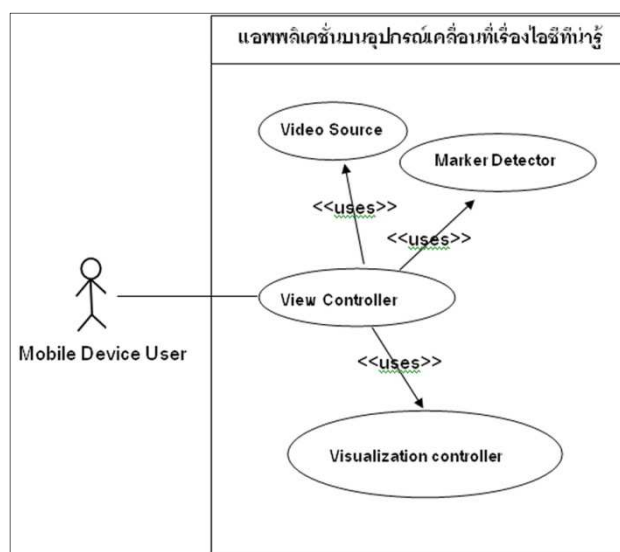
ตารางที่ 3.1 เครื่องมือและสิ่งที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริมเรื่องอุปกรณ์ไอซีที่น่าสนใจ

Hardware	Software	เนื้อหา
1) เครื่องคอมพิวเตอร์แบบ PC 2) โทรศัพท์แบบสมาร์ทโฟน/แท็บเล็ต 3) กล้องเว็บแคม 4) มาร์กเกอร์	1) ระบบปฏิบัติการ Android 2) Openspace3D 3) Blender 2.78a 4) Java jdk 1.8_121	1) อุปกรณ์ไอซีที (Smart Phone, Tablet, กล้องดิจิทัล, Flash Drive, Memory Card,...) 2) อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ (เมนบอร์ด, CPU Mouse หน่วยความจำ, ...)

องค์ประกอบของกระบวนการพัฒนาแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่และการนำแอปพลิเคชันไปใช้งานประกอบด้วยสองส่วนคือ ส่วนของผู้พัฒนาและผู้ใช้แอปพลิเคชัน ในส่วนของผู้พัฒนานั้น ผู้พัฒนาต้องเตรียมทรัพยากรในการพัฒนาคือ เตรียมมาร์กเกอร์และข้อมูลดิจิทัลในลักษณะ 2 มิติ หรือ 3 มิติ หรือภาพวิดีโอก็ได้ และอุปกรณ์สำหรับพัฒนาคือ กล้องเว็บแคมและเครื่องคอมพิวเตอร์แบบ PC เพื่อติดตั้งโปรแกรมสำหรับการพัฒนา (AR Engine) และส่วนของผู้ใช้ก็นำแอปพลิเคชันที่ได้จากการ Export ไปติดตั้งบนอุปกรณ์เคลื่อนที่และนำไปใช้งานร่วมกับมาร์กเกอร์ ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 องค์ประกอบของกระบวนการพัฒนาแอปพลิเคชัน AR บนอุปกรณ์เคลื่อนที่และการใช้งาน



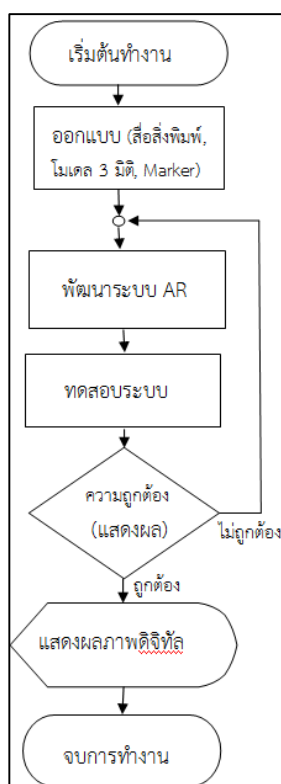
รูปที่ 3.2 Use Case Diagram ของแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่

จากรูปที่ 3.2 เป็นการวิเคราะห์ภาพรวมของแอปพลิเคชัน โดยเขียนเป็นแผนภาพยูสเคส (Use Case Diagram) แสดงการทำงานของผู้ใช้ระบบ (User) และความสัมพันธ์ของระบบย่อย (Sub systems) ภายในระบบใหญ่ แอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นมีเพียงหนึ่งมุมมองเพื่อนำเสนอภาพดิจิทัลผ่านจอแสดง โดยใช้งานผ่านยูสเคส View Controller และเรียกใช้ยูสเคสย่อยอีก 3 ยูสเคส คือ Video Source, Marker Detector, Visualization controller ซึ่งแต่ละยูสเคสมีรายละเอียดการทำงานดังนี้ 1) Video Source ทำหน้าที่เชื่อมต่อกับกล้องถ่ายภาพเพื่อแสดงผลเป็นภาพวิดีโอภายใต้สภาพแวดล้อมจริงขณะนั้น 2) Marker Detector ทำหน้าที่ตรวจจับมาร์กเกอร์และคำนวณหาตำแหน่งการเกิดภาพ 3) Visualization controller ทำหน้าที่ควบคุมการแสดงผลภาพที่เกิดจากการตรวจจับมาร์กเกอร์และภาพวิดีโอภายใต้สภาพแวดล้อมจริง โดยแสดงผลออกที่หน้าจอของอุปกรณ์เคลื่อนที่

3.2 ขั้นตอนที่ 2 การออกแบบ

ในขั้นตอนนี้ต้องออกแบบสิ่งที่นำมาใช้ประกอบการสร้างแอปพลิเคชัน โดยเป้าหมายหลักของระบบคือการออกแบบระบบที่สามารถใช้งานได้ง่ายโดยที่ผู้ใช้ไม่ต้องมีประสบการณ์เลย การออกแบบประกอบด้วย 1) ออกแบบภาพ 2 มิติและโมเดล 3 มิติ 2) ออกแบบเนื้อหาสำหรับใช้เสริมการเรียนรู้เรื่องอุปกรณ์ไอซีทีน่ารู้ 3) ออกแบบมาร์กเกอร์ 4) ออกแบบตำแหน่งและการจัดวางมาร์กเกอร์ประกอบกับเนื้อหาให้มองเห็นชัดเจนดังภาพที่ 4 โดยจัดวางตำแหน่งของมาร์กเกอร์ไว้ด้านล่างของ

หน้ากระดาษ ส่วนกลางหน้ากระดาษจะเป็นข้อความสำหรับอธิบายรายละเอียด



รูปที่ 3.3 การออกแบบผังงานระบบ

ออกแบบสื่อสิ่งพิมพ์เสริมการเรียนรู้เรื่องอุปกรณ์ ICT นำรู้ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม ออกแบบในลักษณะหนังสือมีขนาด A5 (148 x 210 มม.) ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 การออกแบบปกหนังสือเสริมการเรียนรู้

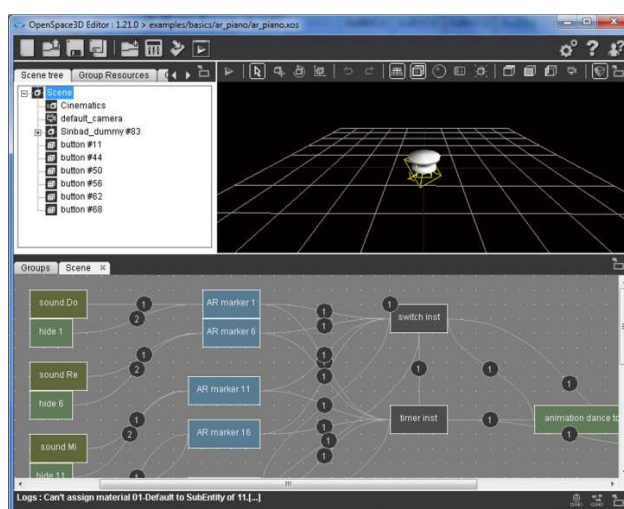


รูปที่ 3.5 การออกแบบเนื้อหาและตำแหน่งจัดวางมาร์กเกอร์

3.3 ขั้นตอนที่ 3 การพัฒนา

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

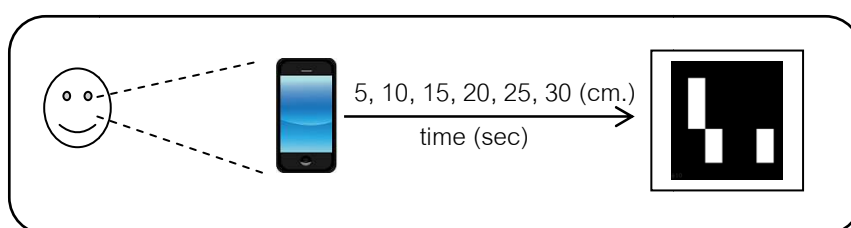
- 1) ติดตั้งโปรแกรมที่ใช้สำหรับพัฒนาคือ โปรแกรม Openspace3D และโปรแกรม Blender3D
- 2) เปิดโปรแกรมสร้างคำสั่งสำหรับควบคุมการทำงานและเรียกใช้คำสั่งที่ใช้สำหรับเชื่อมต่อกับกล้องถ่ายภาพ (AR capture)
- 3) นำเข้าโมเดล 3 มิติ (*.blend) และกำหนดขนาด (scale) ของโมเดล เพื่อให้เหมาะสมสำหรับการแสดงผล
- 4) ทำการเชื่อมโยงข้อมูลดิจิทัลกับมาร์กเกอร์ (AR marker)
- 5) ทดสอบแสดงผลบนคอมพิวเตอร์ PC ตรวจสอบความถูกต้องของภาพที่แสดงผลร่วมกับมาร์กเกอร์
- 6) ทำการ Export จะได้ไฟล์นามสกุล *.apk สำหรับติดตั้งบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์
- 7) นำเข้าและติดตั้งบนอุปกรณ์เคลื่อนที่และเปิดใช้งาน



รูปที่ 3.6 การพัฒนาแอปพลิเคชันด้วยโปรแกรม Openspace3D

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 6 ระยะ (5, 10, 15, 20, 25, 30 เซนติเมตร) โดยมีผู้ร่วมทดสอบจำนวน 30 คน แต่ละระยะมีการทดสอบ 300 ครั้ง รวมทั้งหมด 1800 ครั้ง ดังภาพที่ 6



รูปที่ 3.7 การทดสอบแอปพลิเคชันเทียบระยะทางกับเวลาบนอุปกรณ์เคลื่อนที่

3.5 ขั้นตอนที่ 5 การประเมินผล

การประเมินผลระบบแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

- 1) ประเมินผลการพัฒนาแอปพลิเคชัน เป็นการประเมินผลโดยการหาค่าเฉลี่ยของเวลาในการแสดงผลภาพออกมาซึ่งจอแสดงผลของอุปกรณ์เคลื่อนที่ 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 (ชัยงค์ พรหมวงศ์, 2556) และทำการประเมินความพึงพอใจ โดยผู้วิจัยได้สร้างแบบสอบถามเพื่อประเมิน 2 ด้านดังนี้ 1) ด้านเนื้อหาของสื่อเสริมการเรียนรู้ 2) ด้านการใช้งานสื่อเสริมการเรียนรู้ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม 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

โดยมีหัวข้อสำหรับเก็บข้อมูลเพื่อประเมินผลดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 บันทึกข้อมูลการทดสอบแอปพลิเคชันเปรียบเทียบระหว่างระยะทางและเวลา

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

ตารางที่ 3.3 ระดับความพึงพอใจต่อการทดสอบแอปพลิเคชันร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริมเรื่องอุปกรณ์ไอซีทีที่น่ารู้

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
1. ความยากง่ายในการติดตั้งแอปพลิเคชัน					
2. ความยากง่ายในการใช้งานแอปพลิเคชัน					
3. ความรวดเร็วในการใช้งานแอปพลิเคชัน					
4. ระยะเวลาในการตอบสนองของมาร์กเกอร์ (Marker)					
5. ความถูกต้องในการแสดงผลภาพภายใต้สภาพแวดล้อมทั่วไป					
6 แอปพลิเคชันมีความแปลกใหม่					
7.ความสะดวกในการใช้งานโดยที่ไม่ต้องมีประสบการณ์มาก่อน					
8. ความน่าสนใจของเทคนิคความจริงเสริม (AR) ที่นำมาพัฒนา					

ตารางที่ 3.4 ระดับความพึงพอใจต่อการใช้งานแอปพลิเคชันร่วมกับการจัดการเรียนการสอน

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
1. ด้านเนื้อหาของสื่อเสริมการเรียนรู้					
1.1 ขนาดของสื่อเสริมการเรียนรู้มีความเหมาะสม					
1.2 ความเหมาะสมของเนื้อหาในหนังสือ					
1.3 เนื้อหาชัดเจนเข้าใจง่าย					
1.4 ขนาดของตัวอักษรเหมาะสม					
1.5 ขนาดของ Marker และตำแหน่งจัดวางมีความเหมาะสม					
2. ด้านการใช้งานสื่อเสริมการเรียนรู้ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม					
2.1 ความถูกต้องในการแสดงผลภาพ 3 มิติ					
2.2 ระยะเวลาในการแสดงผลภาพ 3 มิติ หรือ ภาพ 2 มิติ					
2.3 ระยะเวลาในการตอบสนองของ Marker					
2.4 การนำระบบความจริงเสริมมาใช้สอนมีความแปลกใหม่					
2.5 ความสะดวกในการใช้สื่อร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม					
2.6 สะดวกในการเรียนรู้ด้วยตนเอง					
2.7 การใช้งานระบบในภาพรวม สื่อทำให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่าย					

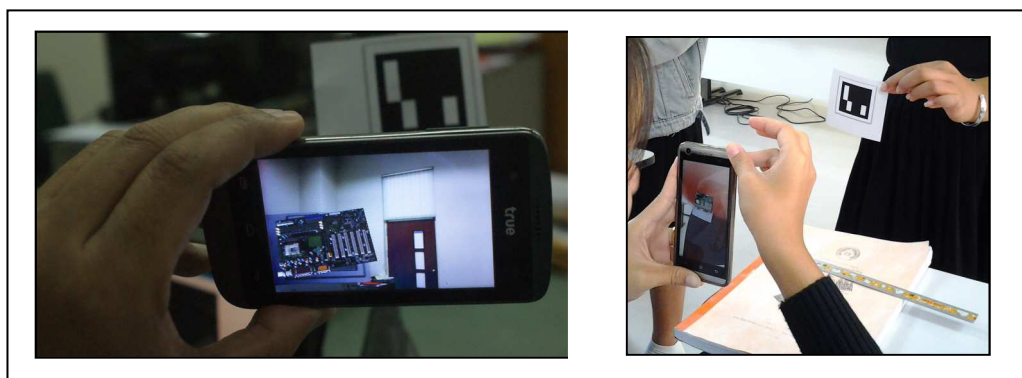
บทที่ 4

ผลการวิจัย

การพัฒนาพัฒนาแอปพลิเคชันเสริมการเรียนรู้เรื่อง อุปกรณ์ไอซีที่น่ารู้ ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม มีวัตถุประสงค์ เพื่อ 1) พัฒนาแอปพลิเคชันเสริมการเรียนรู้เรื่อง อุปกรณ์ไอซีที่น่ารู้ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริมบน อุปกรณ์เคลื่อนที่ 2) พัฒนาหนังสือเสริมการเรียนรู้เรื่องอุปกรณ์ไอซีที่น่ารู้ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม ปรากฏผลดังนี้

4.1 ผลการพัฒนาแอปพลิเคชันเสริม

ภาพรวมของการใช้งานแอปพลิเคชัน เมื่อเปิดใช้งานแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ แอปพลิเคชันจะเริ่มทำงานโดยเชื่อมต่อกับกล้องถ่ายภาพของอุปกรณ์เคลื่อนที่และประมวลผลเป็นภาพวิดีโอ โดยแสดงผลลัพธ์ไปยังจอแสดงผล (Video Source) ผู้ใช้สามารถมองเห็นสภาพแวดล้อมรอบ ๆ ตัวผ่านอุปกรณ์ เมื่อผู้ใช้นำมาร์กเกอร์มาส่องผ่านกล้องของอุปกรณ์เคลื่อนที่ แอปพลิเคชันจะเรียกใช้ฟังก์ชันตรวจจับมาร์กเกอร์ (Marker Detector) เพื่อวิเคราะห์ภาพที่สีดำและสีขาวภายในกรอบสี่เหลี่ยมภายใต้สภาพแวดล้อมจริงขณะนั้น และเรียกใช้ฟังก์ชันควบคุมการแสดงผลภาพดิจิทัล (Virtualization controller) โดยการซ้อนทับภาพดิจิทัลลงไปในกรอบสี่เหลี่ยมที่ตรวจพบในขณะนั้น (real time) และแอปพลิเคชันจะแสดงผลภาพดิจิทัลที่ตรงกับมาร์กเกอร์ยังจอแสดงผล ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 การใช้งานแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ภายใต้สภาพแวดล้อมจริง

ผลการทดสอบประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันในการแสดงผลภาพและระยะเวลาที่ตอบสนองมาร์กเกอร์ โดยทดสอบด้วยผู้ใช้งาน 30 คน คนละ 6 ระยะ แต่ละระยะห่างกัน 5

เซนติเมตร ระยะละ 10 ครั้ง เริ่มตั้งแต่ 5 เซนติเมตรถึง 30 เซนติเมตร อุปกรณ์เคลื่อนที่ที่นำมาทดสอบเป็นโทรศัพท์แบบสมาร์ตโฟนมีความละเอียดของกล้องถ่ายภาพ 5, 8, 13, 16 ล้านพิกเซล ใช้จอแสดงผลขนาด 3.5-5.5 นิ้ว บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์เวอร์ชัน 4.1.1 ขึ้นไป และเคอร์เนลเวอร์ชัน 3.10.00 ขึ้นไป ผลปรากฏว่า จากการทดสอบ 1800 ครั้ง ระยะที่ไม่แสดงผลเลยคือระยะ 5 เซนติเมตร เนื่องจากระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพของอุปกรณ์และมาร์กเกอร์อยู่ใกล้เกินไปจึงไม่นำมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยและค่าร้อยละในครั้งนี้ การแสดงผลถูกต้องทั้งหมด 1490 ครั้ง จาก 1500 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 99.33 และใช้เวลาเฉลี่ยในการแสดงผล 1.38 วินาที ระยะที่เหมาะสมในการใช้งานแอปพลิเคชันกับมาร์กเกอร์ โดยระยะที่ใช้เวลาน้อยที่สุดคือ ระยะ 20 เซนติเมตร ใช้เวลา 1.09 วินาที รองลงมาคือ ระยะ 25 เซนติเมตร และระยะ 15 เซนติเมตร (ตารางที่ 4.1)

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพในการแสดงผลภาพเทียบกับระยะทางและเวลา

ลำดับ	n = 30			
	ระยะทาง (เซนติเมตร)	การแสดงผล ถูกต้อง (ครั้ง)	ร้อยละ การแสดงผลถูกต้อง	เวลาเฉลี่ย (วินาที)
1	5	*	*	*
2	10	290	96.66	1.88
3	15	300	100	1.31
4	20	300	100	1.09
5	25	300	100	1.25
6	30	300	100	1.38
ความถูกต้องจากการทดสอบ		1490	99.33	1.38

หมายเหตุ * หมายถึง แอปพลิเคชันไม่สามารถแสดงผลข้อมูลดิจิทัลได้ จึงไม่นำมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยและร้อยละ

จากผลการทดสอบประสิทธิภาพด้วยวิธีการติดตั้งและใช้งานภายใต้สภาพแวดล้อมจริง (Installation Testing) ใช้เวลาเฉลี่ยเท่ากับ 1.38 วินาทีต่อครั้ง และสามารถแสดงผลภาพถูกต้องร้อยละ 99.33 เป็นเพราะว่า มีกระบวนการพัฒนาอย่างเป็นระบบและโปรแกรม Openspace3D ที่ใช้ในการพัฒนานั้นมีประสิทธิภาพเหมาะสมสำหรับการพัฒนาแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ได้เป็นอย่างดี ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Jullapho & Utakrit (2014) ที่ประยุกต์ใช้เทคนิคความจริงเสริมเพื่อนำเสนอข้อมูลแบบบ้านจัดสรร ทดสอบและหาประสิทธิภาพในการแสดงผลแบบบ้านในระยะห่าง 50 เซนติเมตรและ ระยะ 100 เซนติเมตร พบว่าประสิทธิภาพการทำงานมีค่าเท่ากับ 97.56 จัดอยู่ใน

ระดับดีมาก และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Tippayaprasert & Wanichsan (2016) ได้พัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนอุปกรณ์เคลื่อนที่สำหรับการท่องเที่ยววังสวนบ้านแก้ว ผลการทดสอบเกี่ยวกับการแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับวัตถุโบราณ สามารถแสดงโมเดลวัตถุสามมิติผ่านทางหน้าจออุปกรณ์ได้โดยไม่มีปัญหา

และเมื่อพิจารณาผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ทดสอบแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม เรื่องอุปกรณ์ไอซีทีที่น่ารู้ พบว่า ผู้ทดสอบมีความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.75 เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า ข้อที่มีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมากและมีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ ความถูกต้องในการแสดงผลภายใต้สภาพแวดล้อมจริง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.93 รองลงมาคือ แอปพลิเคชันมีความแปลกใหม่และสะดวกในการใช้งานโดยที่ผู้ใช้ไม่ต้องมีประสบการณ์มาก่อน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.87 และรองลงมาคือ ระยะเวลาในการตอบสนองของมาร์กเกอร์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.83 ที่เป็นเช่นนี้เพราะว่าระยะเวลาในการตอบสนองหรือการประมวลผลและแสดงภาพนั้นมีค่าเฉลี่ยต่ำอยู่ที่ 1.38 วินาที หมายความว่าใช้เวลาในการประมวลผลน้อยถือว่าประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันสูงนั่นเอง ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลประเมินความพึงพอใจของผู้ทดสอบแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม

รายการ	n = 30		ระดับความพึงพอใจ
	$\bar{x}$	SD.	
1. ความง่ายในการติดตั้งแอปพลิเคชัน	4.77	0.43	ดีมาก
2. ความง่ายในการเข้าใช้งานแอปพลิเคชัน	4.73	0.45	ดีมาก
3. ความรวดเร็วในการเข้าใช้งานแอปพลิเคชัน	4.20	0.81	ดี
4. ระยะเวลาในการตอบสนองของมาร์กเกอร์ (Marker)	4.83	0.38	ดีมาก
5. ความถูกต้องในการแสดงผลภายใต้สภาพแวดล้อมทั่วไป	4.93	0.25	ดีมาก
6 แอปพลิเคชันมีความแปลกใหม่	4.87	0.35	ดีมาก
7. ความสะดวกในการใช้งานโดยที่ไม่ต้องมีประสบการณ์มาก่อน	4.87	0.35	ดีมาก
8. ความน่าสนใจของเทคนิคความจริงเสริม (AR) ที่นำมาพัฒนา	4.80	0.41	ดีมาก
รวม	4.75	0.50	ดีมาก

จากผลประเมินความพึงพอใจพบว่า ผู้ใช้งานแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่มีค่าระดับความพึงพอใจระดับดีมาก เป็นเพราะว่า การใช้งานแอปพลิเคชันนั้นมีความแปลกใหม่ ยังไม่เคยใช้มาก่อน และการใช้งานก็สะดวก เพียงติดตั้งและเปิดใช้งานร่วมกับมาร์กเกอร์ก็สามารถที่จะมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อดิจิทัลในลักษณะ 3 มิติ ได้ ทำให้มีความน่าสนใจและเข้าใจง่ายรวดเร็วกับการใช้งานภายใต้สภาพแวดล้อมจริง ซึ่งสอดคล้องกับผลการประเมินความพึงพอใจในงานวิจัยของ Jullapho & Utakrit (2014) ที่มีผลการประเมินความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.52

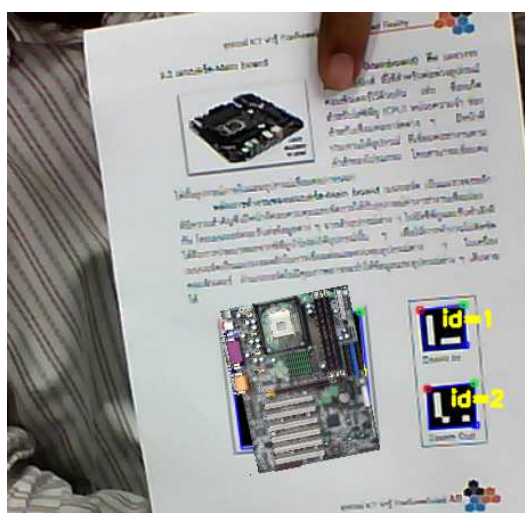
จากการทดสอบพบว่าผู้ใช้งานมีความสนใจและตื่นเต้นกับแอปพลิเคชันเมื่อใช้งานประกอบกับมาร์กเกอร์ เพราะเกิดความรู้สึกแปลกใหม่ในการนำเสนอภาพดิจิทัล 3 มิติ ดังนั้นจึงสามารถแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นเพื่อเสริมการเรียนรู้จึงสามารถนำไปใช้งานได้จริง ซึ่งช่วยกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนได้เป็นอย่างดีซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Sutatum & Ponsayhom (2016) โดยการพัฒนาสื่อการเรียนรู้เรื่องฮาร์ดแวร์ด้วยเทคโนโลยี Augmented Reality ซึ่งประกอบด้วยแอปพลิเคชันและมาร์กเกอร์ เมื่อนำไปใช้งานพบว่านักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Vongsripeng & UtaKrit (2012) ที่ประยุกต์ใช้เทคนิคความจริงเสริมเพื่อใช้ในการสอนเรื่องพญานาคภาษาไทย มีผลการประเมินความพึงพอใจต่อระบบที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับดีมากเช่นกัน

4.2 ผลการพัฒนาสื่อเสริมการเรียนรู้ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม

ผลการพัฒนาสื่อเสริมการเรียนรู้ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม ซึ่งจะนำเสนอผลตามลำดับดังนี้

4.2.1 การแสดงผลภาพของระบบเทคโนโลยีความจริงเสริม

การแสดงผลข้อมูลดิจิทัลผ่านระบบความจริงเสริม โดยการแสดงผลภาพเสมือนจริง 3 มิติ ไม่มีความผิดพลาดเกิดขึ้นเนื่องจากได้ทดสอบความถูกต้องของการแสดงผลในระหว่างขั้นตอนการพัฒนา



รูปที่ 4.2 การแสดงผลภาพเสมือนจริงของระบบเทคโนโลยีความจริงเสริม

4.2.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของสื่อเสริมการเรียนรู้

การทดสอบประสิทธิภาพของสื่อหาโดยทำการทดสอบเก็บคะแนนระหว่างเรียนจำนวน 30 คะแนนและคะแนนหลังเรียน 20 คะแนน ผลปรากฏดังตารางที่ 1

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของสื่อเสริมการเรียนรู้เรื่องอุปกรณ์ไอซีที่นำรู้ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม

รายการ	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ยของคะแนน	ค่าร้อยละ
คะแนนระหว่างเรียน (E_1)	30	24.48	81.60
คะแนนหลังเรียน (E_2)	20	16.48	82.40

จากตารางที่ 1 พบว่ากลุ่มตัวอย่างจำนวน 25 คน มีคะแนนเฉลี่ยระหว่างเรียนเท่ากับ 24.48 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน และหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 16.48 ซึ่งเมื่อเทียบเป็นค่าร้อยละ ผลปรากฏว่าสื่อมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดเท่ากับ 81.60/82.40

4.2.3 ผลการประเมินความพึงพอใจ

ผลการประเมินความพึงพอใจในการใช้สื่อเสริมการเรียนรู้ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริมจากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 25 คน ปรากฏดังตารางที่ 2

ตารางที่ 4.4 ผลการประเมินความพึงพอใจของสื่อเสริมการเรียนรู้
ใช้งานร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม

หัวข้อประเมิน	n=25		ระดับความพึงพอใจ
	$\bar{x}$	S.D.	
1. ด้านเนื้อหาของสื่อเสริมการเรียนรู้			
1.1 ขนาดของสื่อเสริมการเรียนรู้มีความเหมาะสม	4.68	0.56	ดีมาก
1.2 ความเหมาะสมของเนื้อหาในหนังสือ	4.40	0.50	ดี
1.3 เนื้อหาชัดเจนเข้าใจง่าย	4.52	0.51	ดีมาก
1.4 ขนาดของตัวอักษรเหมาะสม	4.24	0.72	ดี
1.5 ขนาดของ Marker และตำแหน่งจัดวางมีความเหมาะสม	3.76	0.72	ดี
รวม	4.32	0.68	ดี
2. ด้านการใช้งานสื่อเสริมการเรียนรู้ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม			
2.1 ความถูกต้องในการแสดงผลภาพ 3 มิติ	4.64	0.57	ดีมาก
2.2 ระยะเวลาในการแสดงผลภาพ 3 มิติ หรือ ภาพ 2 มิติ	4.56	0.51	ดีมาก
2.3 ระยะเวลาในการตอบสนองของ Marker	4.52	0.51	ดีมาก
2.4 การนำระบบความจริงเสริมมาใช้สอนมีความแปลกใหม่	4.72	0.46	ดีมาก
2.5 ความสะดวกในการใช้สื่อร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม	4.32	0.48	ดี
2.6 สะดวกในการเรียนรู้ด้วยตนเอง	4.56	0.51	ดีมาก
2.7 การใช้งานระบบในภาพรวม สื่อทำให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่าย	4.48	0.51	ดี
รวม	4.54	0.51	ดีมาก
รวมทั้งฉบับ	4.45	0.51	ดี

จากตารางที่ 4.4 ผลการประเมินความพึงพอใจของการใช้สื่อเสริมการเรียนรู้ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริมของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า มีความพึงพอใจทั้งหมดอยู่ในระดับดี ($\bar{x} = 4.45$)

เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ด้านการใช้สื่อเสริมการเรียนรู้ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริมมีผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x} = 4.54$) โดยเฉพาะการนำระบบความจริงเสริมมาใช้งานมีความแปลกใหม่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด รองลงมาคือความถูกต้องในการแสดงผลภาพ 3 มิติ และด้านเนื้อหาของสื่อเสริมการเรียนรู้ในระดับดี ($\bar{x} = 4.32$) โดยหัวข้อประเมินที่มีค่าเฉลี่ยอยู่ระดับมากที่สุดคือขนาดของสื่อเสริมการเรียนรู้มีความเหมาะสมและเนื้อหาชัดเจนเข้าใจง่าย

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อ 1) พัฒนาแอปพลิเคชันเสริมการเรียนรู้เรื่อง อุปกรณ์ไอซีที่นำรู้ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริมบน อุปกรณ์เคลื่อนที่ 2) พัฒนาหนังสือเสริมการเรียนรู้เรื่อง อุปกรณ์ไอซีที่นำรู้ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม พัฒนาโดยใช้กระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบน้ำตก (Waterfall Model) ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนคือ 1) ศึกษาความต้องการและวิเคราะห์ระบบ 2) การออกแบบระบบ 3) การพัฒนาระบบ 4) การทดสอบระบบ 5) การประเมินผล ใช้วิธีการทดสอบแอปพลิเคชันแบบ แบบ Installation Testing เป็นการทดสอบการติดตั้งระบบเพื่อการใช้งานและทดสอบภายใต้สภาพแวดล้อมจริง (Sukotborvorn, 2013, p. 119) ประเมินหาประสิทธิภาพของสื่อเสริมการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 80/80 และประเมินความพึงพอใจของผู้ทดสอบแอปพลิเคชันและกลุ่มตัวอย่างที่ทดสอบใช้งานสื่อเสริมการเรียนรู้ โดยการหาค่าเฉลี่ย และค่าร้อยละ ผู้วิจัยสรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผล
2. ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผล

5.1.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1.1 สรุปผลการพัฒนาและความพึงพอใจในการทดสอบแอปพลิเคชัน

ผลการทดสอบประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันในการแสดงผลภาพและระยะเวลาที่ตอบสนองมาร์กเกอร์ โดยทดสอบด้วยผู้ใช้งานจำนวน 30 คน คนละ 6 ระยะ แต่ละระยะห่างกัน 5 เซนติเมตร ระยะละ 10 ครั้ง เริ่มตั้งแต่ 5 เซนติเมตรถึง 30 เซนติเมตร อุปกรณ์เคลื่อนที่ที่นำมาทดสอบเป็นโทรศัพท์แบบสมาร์ทโฟนมีความละเอียดของกล้องถ่ายภาพ 5, 8, 13, 16 ล้านพิกเซล ใช้จอแสดงผลขนาด 3.5-5.5 นิ้ว บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์เวอร์ชัน 4.1.1 ขึ้นไป และเคอร์เนลเวอร์ชัน 3.10.00 ขึ้นไป ผลปรากฏว่า จากการทดสอบ 1800 ครั้ง ระยะที่ไม่แสดงผลเลยคือระยะ 5 เซนติเมตร เนื่องจากระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพของอุปกรณ์และมาร์กเกอร์อยู่ใกล้เกินไปจึงไม่นำมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยและค่าร้อยละในครั้งนี้ การแสดงผลถูกต้องทั้งหมด 1490 ครั้ง จาก 1500 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 99.33 และใช้เวลาเฉลี่ยในการแสดงผล 1.38 วินาที ระยะที่เหมาะสมในการใช้งานแอปพลิเคชันกับมาร์กเกอร์ โดยระยะที่ใช้เวลาน้อยที่สุดคือ ระยะ 20 เซนติเมตร ใช้เวลา 1.09 วินาที รองลงมาคือ ระยะ 25 เซนติเมตร และระยะ 15 เซนติเมตร

การทดสอบใช้อุปกรณ์เคลื่อนที่แบบสมาร์ทโฟนบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์เวอร์ชัน 4.1.1 ขึ้นไป และเคอร์เนลเวอร์ชัน 3.10.00 แต่พบปัญหาในการติดตั้งและเรียกใช้งานไม่ผ่าน 2 เครื่อง คือ เวอร์ชัน 4.4.4 เคอร์เนลเวอร์ชัน 3.10.28 และ เวอร์ชัน 5.0.2 เคอร์เนลเวอร์ชัน 3.10.49 ซึ่งเกิดจากความผิดพลาดของซอฟต์แวร์ที่นอกเหนือจากแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้น

ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ทดสอบแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม เรื่องอุปกรณ์ไอซีทีที่น่ารู้ พบว่า ผู้ทดสอบมีความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.75 เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า ข้อที่มีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมากและมีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ ความถูกต้องในการแสดงผลภายใต้สภาพแวดล้อมจริง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.93 รองลงมาคือ แอปพลิเคชันมีความแปลกใหม่และสะดวกในการใช้งานโดยที่ผู้ใช้ไม่ต้องมีประสบการณ์มาก่อน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.87 และรองลงมาคือ ระยะเวลาในการตอบสนองของมาร์กเกอร์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.83 ที่เป็นเช่นนี้เพราะว่าระยะเวลาในการตอบสนองหรือการประมวลผลและแสดงภาพนั้นมีค่าเฉลี่ยต่ำอยู่ที่ 1.38 วินาที

5.1.1.2 ผลการออกแบบและพัฒนาสื่อเสริมการเรียนรู้ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม

การพัฒนาสื่อเสริมการเรียนรู้ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม มีค่าประสิทธิภาพของสื่อเท่ากับ 81.60/82.40 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ 80/80 ที่เป็นเช่นนี้เพราะว่าสื่อที่พัฒนาขึ้นผ่านขั้นตอนการออกแบบพัฒนาอย่างเป็นระบบ

ผลการศึกษาความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่ผ่านการทดลองใช้สื่อเสริมการเรียนรู้ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับดี ($\bar{x}=4.45$) และเมื่อพิจารณาในด้านการใช้งานสื่อเสริมการเรียนรู้ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริมพบว่ามีความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x}=4.54$) รองลงมาคือด้านเนื้อหาของสื่อเสริมการเรียนรู้ในระดับดี ($\bar{x}=4.32$) อาจเป็นเพราะว่าการใช้สื่อเสริมการเรียนรู้ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริมนั้นเป็นสื่อดิจิทัลประเภทใหม่ที่กลุ่มตัวอย่างได้มีโอกาสศึกษาเนื้อหาและสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับวัตถุเสมือนจริงได้ เช่น การหมุน การย่อ การขยาย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Chen, Yu-Chien (2006) ซึ่งได้ทำการวิจัยเรื่อง ศึกษาเปรียบเทียบการใช้งาน Augmented Reality กับแบบจำลองทางกายภาพ (Physical Models) ในการเรียนวิชาเคมี เรื่องกรดอะมิโน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษว่านักเรียนมีการโต้ตอบกับ AR และ แบบจำลองทางกายภาพเรื่องกรดอะมิโน พบว่า นักเรียนบางคนชอบที่จะหมุนมาร์กเกอร์เพื่อดูวัตถุเสมือนจริงที่มีความแตกต่างกันและนักเรียนบางคนเลือกที่จะมีปฏิสัมพันธ์กับแบบจำลองทางกายภาพ จากการศึกษาพบว่านักเรียนมีแนวโน้มที่จะใช้งานวัตถุเสมือนจริงกับระบบ AR มากกว่า

5.1.2 อภิปรายผลวิจัย

จากผลการทดสอบประสิทธิภาพด้วยวิธีการติดตั้งและใช้งานภายใต้สภาพแวดล้อมจริง (Installation Testing) ใช้เวลาเฉลี่ยเท่ากับ 1.38 วินาทีต่อครั้ง และสามารถแสดงผลภาพถูกต้องร้อยละ 99.33 เป็นเพราะว่า มีกระบวนการพัฒนาอย่างเป็นระบบและโปรแกรม Openspace3D ที่ใช้ในการพัฒนานั้นมีประสิทธิภาพเหมาะสมสำหรับการพัฒนาแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ได้เป็นอย่างดี ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Jullapho & Utakrit (2014) ที่ประยุกต์ใช้เทคนิคความจริงเสริมเพื่อนำเสนอข้อมูลแบบบ้านจัดสรร ทดสอบและหาประสิทธิภาพในการแสดงผลแบบบ้านในระยะห่าง 50 เซนติเมตรและ ระยะ 100 เซนติเมตร พบว่าประสิทธิภาพการทำงานมีค่าเท่ากับ 97.56 จัดอยู่ในระดับดีมาก และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Tippyayaprasert & Wanichsan (2016) ได้พัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนอุปกรณ์เคลื่อนที่สำหรับการท่องเที่ยววังสวนบ้านแก้ว ผลการทดสอบเกี่ยวกับการแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับวัตถุโบราณ สามารถแสดงโมเดลวัตถุสามมิติผ่านทางหน้าจออุปกรณ์ได้โดยไม่มีปัญหา

จากผลประเมินความพึงพอใจของผู้ที่ร่วมทดสอบแอปพลิเคชัน พบว่า ผู้ใช้งานแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่มีค่าระดับความพึงพอใจระดับดีมาก เป็นเพราะว่า การใช้งานแอปพลิเคชันนั้นมีความแปลกใหม่ ยังไม่เคยใช้มาก่อน และการใช้งานก็สะดวก เพียงติดตั้งและเปิดใช้งานร่วมกับมาร์กเกอร์ก็สามารถที่จะมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อดิจิทัลในลักษณะ 3 มิติ ได้ ทำให้มีความน่าสนใจและเข้าใจง่ายรวดเร็วกับการใช้งานภายใต้สภาพแวดล้อมจริง ซึ่งสอดคล้องกับผลการประเมินความพึงพอใจในงานวิจัยของ Jullapho & Utakrit (2014) ที่มีผลการประเมินความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.52

จากการทดลองใช้งานแอปพลิเคชันและสื่อที่พัฒนาขึ้นประกอบการเรียนเสริมวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อชีวิตกับกลุ่มตัวอย่าง พบว่าผู้ใช้งานมีความสนใจและตื่นตากับแอปพลิเคชันเมื่อใช้งานประกอบกับมาร์กเกอร์ เพราะเกิดความรู้สึกแปลกใหม่ในการนำเสนอภาพดิจิทัล 3 มิติ ดังนั้นจึงสามารถแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นเพื่อเสริมการเรียนจึงสามารถนำไปใช้งานได้จริง ซึ่งช่วยกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนได้เป็นอย่างดีซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Sutatum & Ponsayhom (2016) โดยการพัฒนาสื่อการเรียนรู้เรื่องฮาร์ดแวร์ด้วยเทคโนโลยี Augmented Reality ซึ่งประกอบด้วยแอปพลิเคชันและมาร์กเกอร์ เมื่อนำไปใช้งานพบว่านักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Vongsripeng & UtaKrit (2012) ที่ประยุกต์ใช้เทคนิคความจริงเสริมเพื่อใช้ในการสอนเรื่องพญานาคภาษาไทย มีผลการประเมินความพึงพอใจต่อระบบที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับดีมากเช่นกัน

ดังนั้นผลการวิจัยพบว่ามีความเป็นไปได้ในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมเพื่อประกอบการเรียนวิชาด้านคอมพิวเตอร์ได้ โดยเทคโนโลยีสามารถช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ดีขึ้นใน

ระดับหนึ่งแต่ต้องผ่านกระบวนการออกแบบมาเป็นอย่างดี ทั้งในเรื่องของเนื้อหารายวิชาต่าง ๆ ซึ่งสามารถบูรณาการเทคโนโลยีความจริงเสริมร่วมกับการจัดการเรียนการสอนได้ คาดว่าผลการวิจัยนี้จะสามารถเป็นแนวทางในการใช้งานสื่อ AR ร่วมกับสภาพแวดล้อมจริง ใช้เป็นทางเลือกสำหรับการเรียนรู้ และสามารถใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนในอนาคตได้ สำหรับการใช้ระบบเทคโนโลยีความจริงเสริมโดยใช้มาร์กเกอร์นั้นภาพดูไม่สวยงาม ซึ่งในการพัฒนาครั้งต่อไปควรใช้เทคนิคการประมวลผลภาพแบบไม่ใช้มาร์กเกอร์แทน (Marker-Less)

5.2 ข้อเสนอแนะ

ในอนาคตผู้ที่สนใจสามารถนำขั้นตอนกระบวนการพัฒนาแอปพลิเคชันที่พัฒนานี้ไปประยุกต์ใช้เพื่อสร้างสื่อประกอบการสอนกับวิชาต่าง ๆ ได้ แต่มีข้อจำกัดอยู่ที่สามารถใช้งานกับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์เพียงอย่างเดียว ดังนั้นผู้ที่สนใจจะพัฒนาต่อ ควรพัฒนาให้สามารถใช้งานกับระบบปฏิบัติการอื่น ๆ บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ เช่น ระบบปฏิบัติการ IOS เป็นต้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กิตติ ภัคดีวัฒนะกุล และ ศิริวรรณ อัมพรคนัย. (2544). **Object-Oriented ฉบับพื้นฐาน**. เคทีพี คอมพ์แอนด์ คอนซัลท์ จำกัด. กรุงเทพฯ.
- คณิต ดวงหัตถ์. (2537). **สุขภาพจิตกับความพึงพอใจในงานของข้าราชการตำรวจชั้น ประทวนใน เขตเมืองและเขตชนบท ของจังหวัดขอนแก่น**. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2556. **การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน**. วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย ปีที่ 5 ฉบับที่ 1 (มกราคม – มิถุนายน 2556)
- ธีรเดช บุญญา, จักรกฤษณ์ จันทจรรัส, ภัทรพล บัวงาม และมงคลชัย มีเกสร. (2558), **การพัฒนาสื่อการเรียนการสอนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ the 3rd ASEAN Undergraduate Conference In Computing (AUC²) 2015**. ประเทศไทย : ฉะเชิงเทรา
- 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
- อรรถศาสตร์ เวียงสงค์, สานิตย์ กายาผาด และ วิทยาอารีราษฎร์. (2553), **การพัฒนาสื่อความจริงเสมือน. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 29(4), หน้า 446-455**
- อำนาจ บุญศรี. (2531). **การจัดการนิเทศการศึกษาภายในโรงเรียนประถมศึกษา สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาอำเภอเมืองยโสธร**. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. ยโสธร: มหาวิทยาลัยขอนแก่น ศูนย์บัณฑิตวิทยาลัย.

- 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 Technology 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: Phuket. (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

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

แบบบันทึกการทดสอบแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ร่วมกับเทคโนโลยีความจริง
เสริม เรื่อง อุปกรณ์ไอซีทีที่น่ารู้

ข้อมูลโทรศัพท์ที่ใช้ทดสอบ

ขนาดหน้าจอของโทรศัพท์.....

เวอร์ชันของระบบปฏิบัติการ Android.....

เคอเนลของโทรศัพท์.....

การติดตั้งโปรแกรมบนโทรศัพท์ ☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน

การเปิดใช้งานโปรแกรม ☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน

วิธีการทดสอบโปรแกรม

1. ติดตั้งโปรแกรม ArICT
2. ทดสอบระยะของกล้องถ่ายภาพแต่ละระยะระยะละ 10 ครั้งแล้วบันทึกผลเวลาที่วัตถุ 3 มิติ
แสดงขึ้นมา

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

แบบสอบถามความพึงพอใจ

การใช้งานแอปพลิเคชันร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริมเรื่องอุปกรณ์ไอซีทีที่น่ารู้

คำชี้แจง แบบสอบถามนี้จัดทำขึ้นเพื่อให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับความพึงพอใจต่อการทดสอบแอปพลิเคชันร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม ประกอบด้วย 2 ตอน

ตอนที่ 1 ระดับความพึงพอใจในการทดสอบแอปพลิเคชันร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม (ARict) 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 ระดับความพึงพอใจต่อการใช้งานแอปพลิเคชันร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริมเรื่องอุปกรณ์ไอซีทีที่น่ารู้

รายการ	5	4	3	2	1
1. ความยากง่ายในการติดตั้งแอปพลิเคชัน					
2. ความยากง่ายในการเข้าใช้งานแอปพลิเคชัน					
3. ความรวดเร็วในการเข้าใช้งานแอปพลิเคชัน					
4. ระยะเวลาในการตอบสนองของมาร์กเกอร์ (Marker)					
5. ความถูกต้องในการแสดงผลภาพภายใต้สภาพแวดล้อมทั่วไป					
6 แอปพลิเคชันมีความแปลกใหม่					
7.ความสะดวกในการใช้งาน โดยที่ไม่ต้องมีประสบการณ์มาก่อน					
8. ความน่าสนใจของเทคนิคความจริงเสริม (AR) ที่นำมาพัฒนา					

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

แบบสอบถามความพึงพอใจ
การใช้สื่อเสริมการเรียนรู้ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริมเรื่องอุปกรณ์ไอซีทีที่น่ารู้
ร่วมกับการจัดการเรียนการสอน

คำชี้แจง แบบสอบถามนี้จัดทำขึ้นเพื่อให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับความพึงพอใจต่อการใช้สื่อเสริมการเรียนรู้ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริมในการจัดการเรียนการสอน ประกอบด้วย 2 ตอน

ตอนที่ 1 ระดับความพึงพอใจต่อการใช้อุปกรณ์เสริมที่ใช้แอปพลิเคชันร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม (ARict) 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 ระดับความพึงพอใจต่อการใช้อุปกรณ์เสริมที่ใช้แอปพลิเคชันร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม

รายการ	5	4	3	2	1
1. ด้านเนื้อหาของสื่อเสริมการเรียนรู้					
1.1 ขนาดของสื่อเสริมการเรียนรู้มีความเหมาะสม					
1.2 ความเหมาะสมของเนื้อหาในหนังสือ					
1.3 เนื้อหาชัดเจนเข้าใจง่าย					
1.4 ขนาดของตัวอักษรเหมาะสม					
1.5 ขนาดของ Marker และตำแหน่งจัดวางมีความเหมาะสม					
2. ด้านการใช้งานสื่อเสริมการเรียนรู้ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม					
2.1 ความถูกต้องในการแสดงผลภาพ 3 มิติ					
2.2 ระยะเวลาในการแสดงผลภาพ 3 มิติ หรือ ภาพ 2 มิติ					
2.3 ระยะเวลาในการตอบสนองของ Marker					

ภาคผนวก ข

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์



แบบฟอร์มรับรองการนำผลงานวิจัยหรืองานสร้างสรรค์ไปใช้ประโยชน์

๑. ชื่อโครงการวิจัย พัฒนาแอปพลิเคชันเสริมการเรียนรู้เรื่องอุปกรณ์ไอซีทีที่นำรู้ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม

๒. ชื่อนักวิจัย/นักประดิษฐ์ นายเขมปรีต ขุนราชเสนา

๓. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.. มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

๔. ทุนอุดหนุนการวิจัยประเภทประเภทเพื่อสร้างองค์ความรู้.....

๕. ปีที่งานวิจัยหรืองานสร้างสรรค์ดำเนินการเสร็จ๒๕๖๐.....

๖. ปีที่นำไปใช้ประโยชน์๒๕๖๐.....

๗. การนำไปใช้ประโยชน์

๗.๑ ชื่อหน่วยงาน สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

๗.๒ ที่อยู่หน่วยงาน ๘๓ หมู่ ๑๑ ตำบลสะเดียง อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ ๖๗๐๐๐

ขอรับรองว่าได้นำผลงานวิจัยหรืองานสร้างสรรค์ดังกล่าวไปใช้ประโยชน์ ดังนี้

☐ ๑. การนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงสาธารณะ (โปรแกรมนายละเอียด)

.....

.....

.....

☐ ๒. การนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงนโยบาย (โปรดระบุรายละเอียด)

.....

.....

.....

☐ ๓. การนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ (โปรดระบุรายละเอียด)

.....

.....

.....

☐ ๔. การนำไปใช้ประโยชน์อื่นๆ (โปรดระบุรายละเอียด)

.....

.....

.....

.....

(นายเจษฎาพร ปาคำวัง)

ผู้นำไปใช้ประโยชน์

ตำแหน่ง ประธานสาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์

วันที่ให้ข้อมูล ๑๕ มกราคม ๒๕๖๐

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)
สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตนนทบุรี
6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ
คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ
7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย (หัวข้อโครงการวิจัยและดำเนินการเสร็จสิ้น)
 - 1) การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักศึกษาที่เรียนรู้แบบร่วมมือด้วยวิธีแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์วิชา เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อชีวิต มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ (พ.ศ. 2552)
 - 2) ศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการ ใช้ Social Media เพื่อการเรียนการสอนสำหรับนักศึกษาสาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ (พ.ศ. 2556)
 - 3) การศึกษาแนวโน้มความต้องการหลักสูตรปริญญาตรีสาขาเทคโนโลยีมีลติมีเดียของนักเรียนและผู้ใช้งานบัณฑิตภายในจังหวัดเพชรบูรณ์.

- 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) ความหลากหลายชนิดของปลากุ้งในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า ตะเบาะและห้วยใหญ่ อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) 2557 (หัวหน้าโครงการย่อย)
 - 7) การพัฒนาชุดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่องการใช้ประโยชน์จาก สมุนไพร ของชุมชนวังท่าดี อำเภอหนองไผ่ จังหวัดเพชรบูรณ์ สำหรับนักเรียน ช่วงชั้นที่ 3
สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) 2558 (หัวหน้าโครงการย่อย)
 - 8) การศึกษาแนวโน้มความต้องการหลักสูตรครุศาสตร์ สาขาคอมพิวเตอร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายและบุคลากรทางการศึกษาภายในจังหวัดเพชรบูรณ์ พ.ศ. 2558
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
 - 9) ผลการจัดการเรียนการสอนของหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิ TQF ของนักศึกษาปริญญาตรี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ พ.ศ. 2558