

การพัฒนาแอปพลิเคชันด้วยเทคโนโลยี
ความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้
ศิลปวัฒนธรรมภูมิปัญญาเรื่องการทำบาตรของ
ชุมชนบ้านบาตร

The Development of the Augmented
Reality Application for Arts, Culture and
Local Wisdom Learning Support on Alms
Bowl Making at Ban Batra Community

ณัฏฐา ผิวมา^{1*} และปริศนา มัชฌิมา²
Nattha Phiwma^{1*} and Prisana Mutchima²

¹ ผศ.ดร., คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสวนดุสิต เขตดุสิต กรุงเทพฯ 10300

² ผศ.ดร., คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสวนดุสิต เขตดุสิต กรุงเทพฯ 10300

¹ Asst. Prof. Dr., Faculty of Science and Technology, Suan Dusit University, Dusit District, Bangkok, 10300

² Asst. Prof. Dr., Faculty of Humanities and Social Sciences, Suan Dusit University, Dusit District, Bangkok, 10300

* Corresponding author: E-mail address: nattha_phi@dusit.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาแอปพลิเคชันด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับส่งเสริมการเรียนรู้ศิลปวัฒนธรรมภูมิปัญญาเรื่องการทำบาตรของชุมชนบ้านบาตร 2) ประเมินคุณภาพของแอปพลิเคชัน และ 3) ศึกษาผลการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชัน งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยประยุกต์ โดยการพัฒนาแอปพลิเคชันด้วยหลักการ System Development Life Cycle (SDLC) เครื่องมือในการพัฒนา ประกอบด้วย โปรแกรม Blender โปรแกรม Unity โปรแกรม Android Studio และ เว็บไซต์ Vuforia ผลการวิจัยพบว่า 1) หลักการ SDLC และเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาสามารถพัฒนาแอปพลิเคชันได้อย่างมีคุณภาพและส่งเสริมการเรียนรู้ 2) แอปพลิเคชันความเป็นจริงเสริมฯ ในภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับมาก และ 3) ผลการเรียนรู้ของผู้ใช้หลังการจัดการเรียนรู้ มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าก่อนการเรียนรู้

คำสำคัญ: ความเป็นจริงเสริม ภูมิปัญญาทางวัฒนธรรม การทำบาตรของชุมชนบ้านบาตร

Abstract

The objectives of this research were to 1) develop the augmented reality application for arts, culture and local wisdom learning support on alms bowl making at Ban Batra community, 2) to evaluate the quality of the application and 3) study the achievement of learning by the application. This applied research was developed by System Development Life Cycle (SDLC) and using Blender, Unity, Android Studio and Vuforia Web. Research results were as follows: 1) The SDLC principles and development tools can improve application quality and promote learning, 2) the overall quality of the application were at a high level, and 3) the learning achievement of students after the implementation by the application was higher than before the implementation.

Keywords: Augmented Reality, Culture and Local Wisdom, Alms Bowl Making at Ban Batra Community

บทนำ

ภูมิปัญญาทางวัฒนธรรม เป็นสิ่งที่มีคุณค่าควรอนุรักษ์ไว้ ซึ่งกระทรวงวัฒนธรรม ได้ให้ความสำคัญ และส่งเสริมให้คนไทยได้รู้จักและเห็นคุณค่าของภูมิปัญญาทางวัฒนธรรมของไทย นอกจากนี้ ยังสอดคล้องกับนโยบายของรัฐบาลในด้านการศึกษา และเรียนรู้ การทำนุบำรุงศาสนา ศิลปวัฒนธรรม โดยจัดให้มีการปฏิรูปการศึกษาและการเรียนรู้ ให้ความสำคัญทั้งการศึกษาในระบบ และการศึกษาทางเลือกไปพร้อมกัน เพื่อสร้างคุณภาพของคนไทยให้สามารถเรียนรู้ พัฒนาตนได้เต็มตามศักยภาพ ปัจจุบัน ข้อมูลภูมิปัญญาทางวัฒนธรรมที่ทำการเผยแพร่อยู่ในรูปแบบของเอกสาร หนังสือ หรือวารสาร ต่าง ๆ เป็นต้น ดังนั้น ถ้ามีการเปลี่ยนรูปแบบการนำเสนอข้อมูลภูมิปัญญาทางวัฒนธรรม ให้อยู่ในรูปแบบสื่อที่น่าสนใจจะสามารถดึงดูดให้คนทั่วไปมาศึกษาข้อมูล ได้รับรู้ และ ได้เห็นคุณค่าของภูมิปัญญาของไทยมากขึ้น

การเรียนรู้ในปัจจุบันเป็นการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ซึ่งมีรูปแบบการเรียนรู้ที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมและมีบทบาททั้งในโลกจริงและในโลกดิจิทัล เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้ที่แปลกใหม่ มีวิธีการเรียนรู้ได้หลากหลาย ปัจจุบันเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารได้เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวัน สามารถศึกษาค้นคว้าได้ด้วยตนเองด้วยการใช้อุปกรณ์สมาร์ตโฟนหรือแท็บเล็ต โดยมีการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชันต่าง ๆ เพื่อดึงดูดความสนใจของผู้ใช้ และช่วยอำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้ สามารถเรียนรู้ได้อย่างไม่จำกัด ทั่วเวลาและสถานที่ นอกจากนี้แอปพลิเคชันเพื่อการศึกษาบนสมาร์ตโฟน หรือแท็บเล็ต ยังเปรียบเสมือนสื่อการสอนอิเล็กทรอนิกส์ เป็นการนำเอาองค์ประกอบของสื่อ มัลติมีเดียที่ประกอบไปด้วย ข้อความ รูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว วิดิทัศน์ และเสียง รวมเข้าไว้ด้วยกัน เพื่อช่วยส่งเสริมทักษะการเรียนรู้ของผู้เรียนให้ดียิ่งขึ้น โดยมีการพัฒนาแนวคิดมาจากสื่อการเรียนรู้เ็ลิร์นนิ่งอ็อบเจกต์ (Learning Object) ซึ่งเป็นสื่อ การเรียนการสอนที่อยู่ในรูปแบบของสื่อมัลติมีเดีย เพื่อช่วยส่งเสริมทักษะการเรียนรู้ ของผู้เรียนให้ดียิ่งขึ้น [1-2]

ภูมิปัญญาทางวัฒนธรรมการทำบาตรของชุมชนบ้านบาตร เป็นภูมิปัญญาที่มีการทำมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน บาตรเป็นหนึ่งในอัฐบริขาร 8 เป็นภาชนะชนิดหนึ่ง สำหรับภิกษุสามเณรใช้รับอาหารบิณฑบาต [3] เป็นเครื่องใช้สิ่งจำเป็นสำหรับพระสงฆ์ ซึ่งอัฐบริขาร หมายถึง ของใช้ของพระสงฆ์ในพระพุทธศาสนาซึ่งกำหนดไว้ในพระวินัย ประกอบด้วย 8 สิ่ง คือ สบง (ผ้าถุง) จีวร (ผ้าห่ม) สังฆาฏิ (ผ้าพาดบ่า) รัตประคด (ผ้าคาดเอว) บาตร มีดโกน เข็มเย็บผ้า และหม้อกรองน้ำ (ธมกรก) [4]

การทำบาตรของชุมชนบ้านบาตรเป็นการทำบาตรพระด้วยวิธีดั้งเดิม คือ การทำด้วยมือ และมีลักษณะถูกต้องตามหลักพระวินัย ปัจจุบันชุมชนบ้านบาตรยังคงมีการทำบาตรด้วยมือที่มีอยู่เพียงชุมชนเดียวเท่านั้นในประเทศไทย โดยลักษณะของบาตรจะมีตะเข็บทั้งหมด 8 ชั้น แล้วนำมาต่อเหล็กและตีขึ้นรูปบาตรด้วยมือ ซึ่งการทำบาตรของชุมชนบ้านบาตรได้ขึ้นทะเบียนมรดกภูมิปัญญาทางวัฒนธรรมสาขาช่างฝีมือดั้งเดิมประเภทโลหะ [5] จึงควรที่จะอนุรักษ์และเผยแพร่ภูมิปัญญาทางวัฒนธรรม โดยนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยผสมผสานส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ ดึงดูดความสนใจของคนรุ่นใหม่ให้ได้รับรู้ถึงมรดกภูมิปัญญาทางวัฒนธรรมและภูมิใจในความเป็นไทย

เครื่องมือที่ใช้ในการทำบาตรของชุมชนบ้านบาตร ประกอบด้วย ค้อน คีม แท่งเหล็ก ทั้งเหล็ก กรรไกร ค้อนลาย ทั้งลาย กรรไกรฉนวน ลูกกะลอนและหัวลูกกะลอน เตา และ ม้าตะไบ [6] ผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะนำข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการทำบาตรของชุมชนบ้านบาตรมาพัฒนาเป็นแอปพลิเคชันโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อดึงดูดความสนใจของผู้ใช้

เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality: AR) เป็นเทคโนโลยีที่มีความสามารถในการแสดงภาพเสมือนจริง 3 มิติ ซึ่งเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเป็นระบบที่ตอบสนองคุณสมบัติพื้นฐาน 3 ประการ ได้แก่ การรวมกันของโลกเสมือนและโลกความจริง การมีปฏิสัมพันธ์แบบเรียลไทม์ และการแสดงผลในรูปแบบที่เป็น 3 มิติอย่างถูกต้องของวัตถุเสมือนและวัตถุจริง [7-8] และการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบส่งผลให้เกิดแรงจูงใจของนักเรียนและนักศึกษาเพิ่มขึ้น [9] ซึ่งมีหลักการทำงานสำหรับการประยุกต์ใช้งานของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 4 ส่วนหลัก ๆ ดังนี้ 1) วัตถุสัญลักษณ์ คือ ส่วนที่กำหนดมุมมองและตำแหน่งในการวางวัตถุเสมือนหรือกราฟิกให้กับส่วนประมวลผล 2) ส่วนรับภาพทำหน้าที่รับภาพจากวัตถุสัญลักษณ์เพื่อส่งไปยังส่วนประมวลผล อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับรับภาพ เช่น กล้องวิดีโอ กล้องโทรศัพท์มือถือ กล้องเว็บแคม ซึ่งสามารถเชื่อมต่อสัญญาณไปยังหน่วยประมวลผลได้ 3) ส่วนการประมวลผลทำหน้าที่ในการวิเคราะห์วัตถุสัญลักษณ์ แล้วสืบค้นข้อมูลจากระบบฐานข้อมูลวัตถุเสมือนจริงหรือกราฟิกที่เชื่อมโยงกัน เพื่อเตรียมการแสดงผลวัตถุเสมือนหรือกราฟิกนั้น โดยประมวลผลผ่านซอฟต์แวร์ ปัจจุบันเทคโนโลยี AR สามารถแบ่งตามประเภทการวิเคราะห์ภาพออกเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่ วิเคราะห์ภาพวัตถุสัญลักษณ์แบบที่เป็นมาร์คเกอร์ (Marker based AR) และวัตถุสัญลักษณ์แบบอาศัยลักษณะต่าง ๆ ที่อยู่ในภาพ (Marker-less based AR) และ 4) ส่วนแสดงผลทำหน้าที่แสดงผลสภาพแวดล้อมจริงและวัตถุเสมือนหรือกราฟิกที่ส่วนการประมวลผลสร้างขึ้นมาแสดง อุปกรณ์ที่ใช้แสดงผล

เช่น จอคอมพิวเตอร์ จอโทรศัพท์มือถือ และจอแสดงผลแบบสวมศีรษะ [10] ซึ่งการวิเคราะห์ภาพวัตถุสัญลักษณ์แบบที่เป็นมาร์คเกอร์ (Marker Based AR) ส่วนใหญ่นำมาเขียนโค้ดรหัสในการใช้งานเพื่อให้เกิดเป็นภาพ 3 มิติ ในรูปแบบต่าง ๆ โดยนำมาร์คเกอร์มาใช้ในการกำหนดบริเวณที่จะแสดงภาพ 3 มิติ ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงนำการวิเคราะห์ภาพวัตถุสัญลักษณ์แบบที่เป็นมาร์คเกอร์มาใช้ในการพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อให้ผู้ใช้ได้เห็นภาพของอุปกรณ์ต่าง ๆ ในการทำบัตรเหมือนของจริงในทุกมุมมองของอุปกรณ์ในรูปแบบ 3 มิติ

ปัจจุบันได้มีการศึกษาและพัฒนางานวิจัยโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เช่น การพัฒนานิทรรศการเสมือน 3 มิติ เรื่องพัฒนาการทางสังคมและวัฒนธรรมในประเทศไทยของศูนย์มานุษยวิทยาสิรินธร (องค์การมหาชน) ผลการวิจัยพบว่า 1) นิทรรศการเสมือน 3 มิติ ประกอบด้วย 4 หัวข้อ คือ สมัยก่อนประวัติศาสตร์ กลุ่มชาติพันธุ์ในประเทศไทย ภาษาและอักษร และโบราณคดีสมัยประวัติศาสตร์ 2) ผลการประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาเห็นว่า มีความเหมาะสมในระดับมาก และผลการประเมินคุณภาพด้านเทคนิคเห็นว่า มีความเหมาะสมในระดับมาก 3) นักศึกษาที่เรียนจากนิทรรศการเสมือน 3 มิติ มีผลการเรียนสูงกว่านักศึกษาที่เรียนจากนิทรรศการถาวร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) นักศึกษามีความพึงพอใจในการเรียนรู้จากนิทรรศการเสมือน 3 มิติ ในระดับมาก [11] รวมทั้งการศึกษาจากบทความที่เกี่ยวกับเทคโนโลยี Augmented Reality (AR) กับการจัดการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21 พบว่า ข้อดีของการนำ Augmented Reality ไปใช้ในการเรียนการสอนแตกต่างจากสื่อประเภทอื่น ๆ ที่เด่นชัด คือ สามารถสร้างความสนใจให้กับผู้เรียนในชั้นเรียน ทำให้เรื่องที่เรียนเป็นเรื่องสนุก น่าสนใจ และนำไปสู่การเรียนรู้ที่ดีขึ้น การนำระบบเทคโนโลยี Augmented Reality มาใช้ร่วมกับการเรียนการสอนจะทำให้เกิดการตอบสนองและเสริมสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ในรูปแบบใหม่ให้ผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจเนื้อหาบทเรียนได้ดียิ่งขึ้น ผู้เรียนจะสามารถเลือกและตัดสินใจที่จะเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ ตามมุมมองที่ผู้เรียนสนใจ [12]

จากการศึกษางานวิจัยที่มีการนำแอปพลิเคชันไปใช้ในการส่งเสริมการเรียนรู้พบว่า ผลการเรียนรู้หลังจากที่ผู้ใช้ได้เรียนรู้ด้วยการใช้แอปพลิเคชันทำให้ผู้เรียนมีผลการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยการใช้แอปพลิเคชัน และยังมีความพึงพอใจที่จะใช้แอปพลิเคชันในการเรียนรู้ [10, 13-16] นอกจากนี้ ยังมีงานวิจัยเรื่องประสบการณ์ความเป็นจริงเสริมสำหรับการเข้าชมพิพิธภัณฑ์เกี่ยวกับแวนโก๊ะ โดย AR Lab ได้พัฒนาติดตั้งให้กับการจัดนิทรรศการ Paul Gauguin โดยมีการติดตั้งความเป็นจริงเสริมและสะท้อนให้

เห็นถึงบทเรียนที่ได้เรียนรู้ในการที่จะทำให้การมีปฏิสัมพันธ์กับมรดกทางวัฒนธรรมที่น่าตื่นตาตื่นใจ ผลการวิจัยพบว่า ความเป็นจริงเสริมเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพมากในการเสริมสร้างประสบการณ์เกี่ยวกับมรดกทางวัฒนธรรม [17] และงานวิจัยเรื่องความเป็นจริงเสมือนโดยใช้โทรศัพท์มือถือสำหรับการเรียนรู้ตามอัธยาศัยเกี่ยวกับมรดกทางวัฒนธรรม พบว่า เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสามารถนำมาใช้ในมรดกทางวัฒนธรรมเพื่ออำนวยความสะดวกประสบการณ์การเรียนรู้ ซึ่งการใช้โทรศัพท์มือถือร่วมกับการประยุกต์ใช้ความเป็นจริงเสริมสำหรับการเรียนรู้มรดกทางวัฒนธรรมตามอัธยาศัยที่มีความสนุกสนานกลายเป็นการค้นพบที่สำคัญของการศึกษา [18]

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จะเห็นได้ว่า การนำแอปพลิเคชันเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมาประยุกต์ใช้ส่งเสริมการเรียนรู้สามารถดึงดูดความสนใจของผู้ใช้ ทำให้ผู้ใช้เกิดความรู้สึกสนุก ตื่นเต้น และเกิดการเรียนรู้ที่มีผลการเรียนรู้ดีขึ้นหลังจากที่ได้เรียนรู้ด้วยในการใช้แอปพลิเคชันนั้น ดังนั้น ผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงการนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเข้ามาผสมผสานเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ให้กับผู้ใช้ได้สัมผัสประสบการณ์ใหม่ และเพื่อดึงดูดความสนใจของคนรุ่นใหม่ให้มาสนใจมรดกภูมิปัญญาทางวัฒนธรรมการทำบาตรของชุมชนบ้านบาตร ซึ่งมีคุณค่าควรให้คนไทยได้มีความรู้ความเข้าใจและรักษาไว้ให้อยู่คู่ประเทศไทยต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับส่งเสริมการเรียนรู้ศิลปวัฒนธรรมภูมิปัญญาเรื่องการทำบาตรของชุมชนบ้านบาตร
2. เพื่อประเมินคุณภาพของแอปพลิเคชันเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับส่งเสริมการเรียนรู้ศิลปวัฒนธรรมภูมิปัญญาเรื่องการทำบาตรของชุมชนบ้านบาตร
3. เพื่อศึกษาผลการเรียนรู้ศิลปวัฒนธรรมภูมิปัญญาการทำบาตรของชุมชนบ้านบาตรด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

ระเบียบวิธีการศึกษา

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาคั้งนี้ เป็นตัวแทนของเด็กและเยาวชน ได้แก่ นักเรียนระดับประถมศึกษา นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และนักศึกษาระดับปริญญาตรี

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับประถมศึกษา จากโรงเรียนสาธิตละอออุทิศ จำนวน 10 คน นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จากโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา จำนวน 10 คน นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา จำนวน 10 คน และนักศึกษาระดับปริญญาตรี จากมหาวิทยาลัยสวนดุสิต จำนวน 10 คน โดยได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 40 คน

ผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและด้านสื่อ ด้านละ 3 ท่าน
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แอปพลิเคชันเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ศิลปวัฒนธรรมภูมิปัญญาเรื่องการทำบาตรของชุมชนบ้านบาตร
2. หนังสือการทำบาตรของชุมชนบ้านบาตร AR Book (หนังสือที่เข้าร่วมกับแอปพลิเคชัน)
3. แบบประเมินคุณภาพของแอปพลิเคชันเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ศิลปวัฒนธรรมภูมิปัญญาเรื่องการทำบาตรของชุมชนบ้านบาตร ซึ่งเป็นแบบประเมินคุณภาพที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น
4. แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่อง ศิลปวัฒนธรรมภูมิปัญญาการทำบาตรของชุมชนบ้านบาตรเป็นแบบทดสอบก่อนและหลังการเรียนรู้ ซึ่งเป็นแบบประเมินคุณภาพที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

วิธีดำเนินการวิจัย

1. พัฒนาแอปพลิเคชัน

ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาแอปพลิเคชันเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ เรื่องการทำบาตรของชุมชนบ้านบาตรด้วยหลักการ System Development Life Cycle (SDLC) ซึ่งประกอบด้วย 7 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 การกำหนดปัญหาและการศึกษาความเป็นไปได้ (Problem Definition and Feasibility Study)

ศึกษาความเป็นไปได้โดยการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง กำหนดความต้องการและองค์ประกอบในการพัฒนาแอปพลิเคชัน

ขั้นตอนที่ 2 การวิเคราะห์ (Analysis)

นำข้อมูลที่ได้จากปัญหาและการศึกษาความเป็นไปได้ มาวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้แอปพลิเคชันและเลือกใช้เครื่องมือการพัฒนาแอปพลิเคชันที่เหมาะสม

ขั้นตอนที่ 3 การออกแบบ (Design)

ขั้นตอนการออกแบบนั้นผู้วิจัยได้ทำการออกแบบผังงาน ออกแบบหน้าจอ แอปพลิเคชัน ออกแบบโมเดล 3 มิติ และออกแบบมาร์คเกอร์

1) การออกแบบผังงาน เพื่อแสดงการทำงานของแอปพลิเคชัน ประกอบด้วย

1.1) โครงสร้างการทำงานของแอปพลิเคชัน ประกอบด้วย เมนูหลัก 5 เมนู ได้แก่ ความรู้เรื่องบาตร เทคโนโลยี AR ขั้นตอนการทำบาตร แบบทดสอบ และเกี่ยวกับแอปพลิเคชัน ผู้ใช้สามารถเลือกได้ทั้ง 5 เมนู

1.2) โครงสร้างการทำงานของเมนูความรู้เรื่องบาตร ประกอบด้วย เมนูย่อย 3 เมนู ได้แก่ ประวัติชุมชนบ้านบาตร ลักษณะบาตรชุมชนบ้านบาตร และรูปทรงของบาตร โดยจะแสดงเนื้อหาในรูปแบบข้อความ ถ้าผู้ใช้ไม่ต้องการเลือกเมนูส่วนนี้สามารถออกจากแอปพลิเคชันหรือกลับสู่หน้าจอหลักเพื่อเลือกเมนูย่อยอื่น ๆ ได้

1.3) โครงสร้างการทำงานของเมนูเทคโนโลยี AR ประกอบด้วย เมนูย่อย 2 เมนู ได้แก่ อัฐบริวาร และเครื่องมือการทำบาตร โดยจะแสดงเนื้อหาในรูปแบบของโมเดล 3 มิติ

1.4) โครงสร้างการทำงานของเมนูขั้นตอนการทำบาตร แสดงผลในรูปแบบวิดิทัศน์ ถ้าผู้ใช้ไม่ต้องการเลือกเมนูส่วนนี้สามารถออกจากแอปพลิเคชันหรือกลับสู่หน้าจอหลักเพื่อเลือกเมนูอื่น ๆ ได้

1.5) โครงสร้างการทำงานของเมนูแบบทดสอบ ประกอบด้วย แบบทดสอบเกี่ยวกับความรู้เรื่องอัฐบริวาร เครื่องมือการทำบาตร และขั้นตอนการทำบาตร จำนวน 20 ข้อ เป็นแบบทดสอบมี 4 ตัวเลือก ถ้าผู้ใช้ไม่ต้องการเลือกเมนูส่วนนี้สามารถออกจากแอปพลิเคชันหรือกลับสู่หน้าจอหลักเพื่อเลือกเมนูอื่น ๆ ได้

1.6) โครงสร้างการทำงานของเมนูเกี่ยวกับแอปพลิเคชัน ประกอบด้วย รายละเอียดเกี่ยวกับแอปพลิเคชันโดยย่อและเอกสารอ้างอิง ถ้าผู้ใช้ไม่ต้องการเลือกเมนูส่วนนี้สามารถออกจากแอปพลิเคชัน หรือกลับสู่หน้าจอหลักเพื่อเลือกเมนูอื่น ๆ ได้

2) การออกแบบหน้าจอแอปพลิเคชัน รูปแบบหน้าจอแอปพลิเคชัน ประกอบด้วย หน้าจอเมนูหลักซึ่งอยู่ในหน้าแรก ประกอบด้วย 5 ส่วน คือ 1) ความรู้เรื่องบาตร 2) เทคโนโลยี AR 3) ขั้นตอนการทำบาตร 4) แบบทดสอบ 5) เกี่ยวกับแอปพลิเคชัน รวมทั้งปุ่มออกจากแอปพลิเคชัน

3) การออกแบบพัฒนาโมเดล 3 มิติ การออกแบบพัฒนาโมเดล 3 มิติ ซึ่งประกอบด้วย โมเดล 3 มิติของอัฐบริวารและเครื่องมือการทำบาตร เพื่อนำไปใช้ในขั้นตอนการพัฒนาแอปพลิเคชันต่อไป

4) การออกแบบหนังสือการทำบาตรของชุมชนบ้านบาตร (AR Book) ทำการรวบรวมเนื้อหาและรูปภาพเกี่ยวกับความรู้เรื่องบาตร ประกอบด้วย ประวัติชุมชน บ้านบาตร ลักษณะบาตรชุมชนบ้านบาตร รูปทรงของบาตร อัฐบริหาร เครื่องมือการทำบาตร และขั้นตอนการทำบาตร

5) การออกแบบและพัฒนามาร์คเกอร์ (Marker) นำรูปภาพมาพัฒนาเป็น มาร์คเกอร์ และรวบรวมไว้ในหนังสือการทำบาตรของชุมชนบ้านบาตร (AR Book)

ขั้นตอนที่ 4 การพัฒนา (Development)

การพัฒนาแอปพลิเคชันด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ ศิลปวัฒนธรรมภูมิปัญญาเรื่องการทำบาตรของชุมชนบ้านบาตร มีขั้นตอนดังนี้

1) พัฒนาหนังสือการทำบาตรของชุมชนบ้านบาตร (AR Book) โดยนำเนื้อหา ที่ได้จากการออกแบบหนังสือการทำบาตรของชุมชนบ้านบาตร มาพัฒนาหนังสือโดยใช้ โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับการออกแบบจัดทำหนังสือ

2) พัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อใช้งานบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยมี ขั้นตอนในการพัฒนาแอปพลิเคชัน มีดังนี้

2.1) นำรูปภาพที่ทำเป็นมาร์คเกอร์ซึ่งได้ออกแบบเรียบร้อยแล้วทำการอัปโหลด ไปยังฐานข้อมูลของเว็บไซต์ Vuforia

2.2) ดาวน์โหลดและติดตั้งมาร์คเกอร์เพื่อนำไปใช้กับโปรแกรม Unity

2.3) ใช้โปรแกรม Unity เชื่อมโยงมาร์คเกอร์กับโมเดล 3 มิติ

2.4) พัฒนาแอปพลิเคชันที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ด้วยโปรแกรม Android Studio

2.5) สร้างไฟล์ให้มีนามสกุลเป็น .apk เพื่อให้สามารถนำไปติดตั้งบน แท็บเล็ตหรือโทรศัพท์สมาร์ตโฟนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ได้

ขั้นตอนที่ 5 การทดสอบ (Testing)

ขั้นตอนการทดสอบแอปพลิเคชันก่อนนำไปใช้งานจริง เป็นการทดสอบการทำงานเบื้องต้นก่อน โดยการนำแอปพลิเคชันที่พัฒนาเสร็จแล้วมาทดสอบแบบ Black Box Testing เพื่อทดสอบฟังก์ชันการทำงานของแอปพลิเคชันโดยพิจารณาจากความถูกต้องของข้อมูลนำเข้า และผลลัพธ์ที่ได้ โดยมีการประเมิน 4 ด้าน ได้แก่ ด้านความเหมาะสมด้านการทำงานของระบบ (Functional Requirement Test) ด้านความถูกต้องในการทำงานของระบบ (Functional Test) ด้านความสะดวกและง่ายต่อการใช้งานของระบบ (Usability Test) และด้านความเร็วในการทำงานของระบบ (Performance Test) ซึ่งเป็นการทดสอบโดยผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อก่อนนำไปใช้งาน

ขั้นตอนที่ 6 การติดตั้ง (Implementation)

นำแอปพลิเคชันอัปโหลดเข้าสู่โทรศัพท์มือถือระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ และทดลองใช้แอปพลิเคชันดังนี้

1) กำหนดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองใช้แอปพลิเคชัน ได้แก่ นักเรียนระดับประถมศึกษา นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และนักศึกษาระดับปริญญาตรี ระดับชั้นละ 10 คน

2) ชี้แจงให้กลุ่มตัวอย่างทราบถึงวัตถุประสงค์ในการเก็บข้อมูลการวิจัยและวิธีการใช้งานแอปพลิเคชัน

3) ชี้แจงให้กลุ่มตัวอย่างทราบว่า แอปพลิเคชันนี้มีทั้งส่วนที่ใช้กับหน้าจอของอุปกรณ์มือถือ และส่วนที่ใช้ร่วมกับสื่อสิ่งพิมพ์ ได้แก่ หนังสือการทำบาตรของชุมชนบ้านบาตร (AR Book)

ขั้นตอนที่ 7 การบำรุงรักษา (Maintenance)

ทำการตรวจสอบข้อมูลและความถูกต้องระหว่างที่ได้ดำเนินการใช้งานแอปพลิเคชัน ทำการปรับปรุงแก้ไขข้อผิดพลาดต่าง ๆ ให้มีความถูกต้องอยู่เสมอ

2. ประเมินคุณภาพของแอปพลิเคชันเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับส่งเสริมการเรียนรู้ศิลปวัฒนธรรมภูมิปัญญาเรื่องการทำบาตรของชุมชนบ้านบาตร

2.1 สร้างแบบสอบถามเพื่อประเมินคุณภาพแอปพลิเคชัน สำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและด้านสื่อด้านละ 3 ท่าน จากนั้นคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้องรายข้อ โดยค่าดัชนีความสอดคล้องรายข้อต่ำสุด คือ 0.67 ค่าดัชนีความสอดคล้องรายข้อสูงสุด คือ 1.00 และค่าดัชนีความสอดคล้องเฉลี่ย คือ 0.93 ซึ่งผ่านเกณฑ์ 0.50 ที่ตั้งไว้

2.2 ดำเนินการประเมินคุณภาพของแอปพลิเคชัน โดยให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและด้านสื่อ ด้านละ 3 ท่าน ประเมินคุณภาพแอปพลิเคชันความเป็นจริงเสริมฯ ด้วยแบบสอบถามที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น

3. วัดผลการเรียนรู้ศิลปวัฒนธรรมภูมิปัญญาการทำบาตรของชุมชนบ้านบาตรด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

3.1 สร้างแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้

ในการวิจัยนี้เป็นข้อสอบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จากนั้นนำแบบทดสอบที่ได้ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน พิจารณาตรวจสอบลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก และความสอดคล้องโดยการหาค่า IOC โดยค่าดัชนีความสอดคล้องรายข้อต่ำสุด คือ 0.67 ค่าดัชนีความสอดคล้องรายข้อสูงสุด คือ 1.00 ซึ่งผ่านเกณฑ์ 0.50 ที่ตั้งไว้ จากนั้นทำการวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบ ซึ่งได้ผลดังนี้ 1) ค่าความยากง่ายของ

ข้อสอบ (p) ระหว่าง 0.32-0.79 2) ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (r) ระหว่าง 0.34-0.69 3) ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) เท่ากับ 0.71 จากนั้นนำแบบทดสอบที่ได้ไปใช้สอบถามกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

3.2 วัดผลการเรียนรู้

วัดผลการเรียนรู้โดยการประเมินด้วยแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่อง ศิลปวัฒนธรรมภูมิปัญญาการทำบาตรของชุมชนบ้านบาตร เป็นแบบทดสอบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ซึ่งแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกัน โดยเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว มีขั้นตอนการวัดผลการเรียนรู้ ดังนี้

1) ทดสอบก่อนการใช้งาน (Pre-Test)

เมื่อกลุ่มตัวอย่างได้รับทราบถึงเป้าหมายของการเรียนรู้แล้ว ผู้วิจัยให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบก่อนการใช้งาน เพื่อให้ทราบว่าผู้ใช้มีความรู้เกี่ยวกับการทำบาตรของชุมชนบ้านบาตรในระดับใด โดยให้เวลาทำแบบทดสอบ 20 นาที และทำการเก็บผลคะแนนจากกลุ่มตัวอย่างไว้

2) เรียนรู้จากแอปพลิเคชัน

ให้ผู้เรียนรู้ศิลปวัฒนธรรมภูมิปัญญาการทำบาตรของชุมชนบ้านบาตรผ่านแอปพลิเคชัน โดยให้ผู้เรียนรู้ตามความศักยภาพของแต่ละคนจนครบทุกหัวข้อ ใช้เวลา 1 ชั่วโมง

3) ทดสอบหลังการใช้งาน (Post-Test)

หลังจากผู้ใช้เรียนรู้จากแอปพลิเคชันแล้ว ผู้วิจัยได้ให้กลุ่มตัวอย่างทุกคนทำแบบทดสอบหลังการใช้งาน ด้วยแบบทดสอบที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น โดยให้เวลาทำแบบทดสอบ 20 นาที และทำการเก็บผลคะแนนจากกลุ่มตัวอย่าง

4) นำผลคะแนนการทดสอบก่อนการใช้งาน และผลคะแนนทดสอบหลังการใช้งาน มาทำการประเมินผลการเรียนรู้

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ คือ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ในการหาคุณภาพของแอปพลิเคชันเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ศิลปวัฒนธรรมภูมิปัญญาเรื่องการทำบาตรของชุมชนบ้านบาตร

2. การวิเคราะห์ข้อมูลผลการเรียนรู้ ใช้สถิติ t-test for Dependent

ผลการศึกษา

1. การพัฒนาแอปพลิเคชันเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ศิลปวัฒนธรรมภูมิปัญญาเรื่องการทำบาตรของชุมชนบ้านบาตร

จากการวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้ ผู้ใช้ต้องการให้รูปแบบของแอปพลิเคชันมีลักษณะดังนี้ 1) มีการนำเสนอที่น่าสนใจ กระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้มากกว่าการอ่านหนังสือทั่วไป 2) มีรูปภาพและวิดีโอที่น่าสนใจและเหมาะสมกับเนื้อหา 3) มีการนำเสนอเนื้อหาที่สั้น กระชับ และเข้าใจง่าย และ 4) มีขั้นตอนการใช้งานที่ไม่สลับซับซ้อน เข้าใจง่าย และสามารถใช้ได้ด้วยตนเอง ดังนั้น ผู้วิจัยจึงพัฒนาแอปพลิเคชันเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ และหนังสือการทำบาตรของชุมชนบ้านบาตร (ใช้ร่วมกับแอปพลิเคชัน) ซึ่งผลการพัฒนาแอปพลิเคชันโดยการทดสอบประสิทธิภาพของการใช้งาน ก่อนนำไปใช้งานจริงโดยผู้เชี่ยวชาญในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.33$, S.D. = 0.58) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านความถูกต้องในการทำงานของระบบ (Functional Test) อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.67$, S.D. = 0.58) รองลงมา คือ ด้านความเหมาะสมในการทำงานของระบบ (Functional Requirement Test) อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.33$, S.D. = 0.58) ด้านความสะดวกและง่ายต่อการใช้งานระบบ (Usability Test) อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.33$, S.D. = 0.58) และด้านความเร็วในการทำงานของระบบ (Performance Test) อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 3.67$, S.D. = 0.58) ตามลำดับ จึงนำแอปพลิเคชันนี้ไปใช้ส่งเสริมการเรียนรู้ทางศิลปวัฒนธรรมภูมิปัญญาการทำบาตรของชุมชนบ้านบาตร

แอปพลิเคชันความเป็นจริงเสริมฯ ที่พัฒนาขึ้นมีเมนูหลัก แบ่งออกเป็น 5 ส่วน (ภาพที่ 1) ได้แก่ 1) ความรู้เรื่องบาตร ประกอบด้วยเมนู ประวัติบ้านบาตร ลักษณะบาตรบ้านบาตร และรูปทรงของบาตร 2) เทคโนโลยี AR ประกอบด้วยเมนูอธิบายและเครื่องมือการทำบาตร 3) ขั้นตอนการทำบาตร 21 ขั้นตอน โดยแสดงผลลัพท์ในรูปแบบของวิดีโอ 4) แบบทดสอบ มีทั้งหมด 20 ข้อ เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว เมื่อตอบถูกจะมีคะแนนให้ แต่ถ้าตอบผิดจะไม่ได้คะแนนและเฉลยข้อที่ถูกให้ผู้ใช้ทราบ รวมทั้งสรุปคะแนนที่ผู้ใช้ได้จากการทำแบบทดสอบ และ 5) เกี่ยวกับแอปพลิเคชัน จะอธิบายถึงรายละเอียดเกี่ยวกับแอปพลิเคชันโดยย่อและเอกสารอ้างอิง



ภาพที่ 1 หน้าจอเมนูหลักแอปพลิเคชันการทำบาตรชุมชนบ้านบาตร

เมนูเทคโนโลยี AR ประกอบด้วยเมนูย่อยอธิบายบริการและเครื่องมือการทำบาตร จะแสดงผลลัพธ์ในรูปแบบ 3 มิติ ตัวอย่างดังภาพที่ 2 และ 3



ค้อน

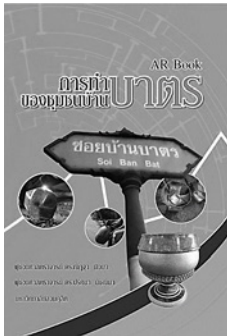


คีม

ภาพที่ 3 ตัวอย่างการแสดงผลลัพธ์เครื่องมือการทำบาตรในรูปแบบเทคโนโลยี AR

สำหรับหนังสือการทำบาตรของชุมชนบ้านบาตร เป็นหนังสือที่รวบรวมข้อมูล ความรู้การทำบาตรของชุมชนบ้านบาตร ประกอบด้วย เนื้อหาเกี่ยวกับประวัติชุมชน

บ้านบาตร บาตรชุมชนบ้านบาตร รูปทรงของบาตร อัฐบริหาร เครื่องมือการทำบาตร และขั้นตอนการทำบาตร ดังภาพที่ 4 โดยนำมาใช้ร่วมกับแอปพลิเคชันในส่วนของเมนูเทคโนโลยี AR



ปกหนังสือการทำบาตร
ของชุมชนบ้านบาตร
(AR Book)



ตัวอย่างเนื้อหาเกี่ยวกับ
อัฐบริหาร เรื่อง บาตร



ตัวอย่างเนื้อหาเกี่ยวกับ
เครื่องมือการทำบาตร
เรื่อง ค้อน

ภาพที่ 4 ตัวอย่างหนังสือการทำบาตรของชุมชนบ้านบาตร (AR Book)

2. คุณภาพของแอปพลิเคชันเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ศิลปวัฒนธรรมภูมิปัญญาเรื่องการทำบาตรของชุมชนบ้านบาตร

คุณภาพของแอปพลิเคชันในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.03$, S.D. = 0.50) เมื่อแยกเป็นรายด้านพบว่า ด้านเนื้อหาที่มีคุณภาพโดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.07$, S.D. = 0.53) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า แอปพลิเคชันมีคุณภาพอยู่ในระดับมากทุกข้อ โดยเรียงลำดับจากมากไปน้อย คือ ข้อมูลการทำบาตรของชุมชนบ้านบาตรถูกต้อง ครบถ้วน และเนื้อหาเข้าใจได้ง่าย ($\bar{X} = 4.33$, S.D. = 0.58) รองลงมา คือ การนำเสนอเนื้อหาที่น่าสนใจ และสามารถเรียนรู้เนื้อหาได้ด้วยตนเอง ($\bar{X} = 4.00$, S.D. = 1.00) และความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา ($\bar{X} = 3.67$, S.D. = 0.58) ตามลำดับ

สำหรับด้านสื่อโดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.00$, S.D. = 0.53) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า แอปพลิเคชันมีคุณภาพอยู่ในระดับมากทุกข้อ โดยเรียงลำดับจากมากไปน้อย คือ ภาพและข้อความบนหน้าจอมีความสวยงาม เป็นระเบียบเข้าใจง่าย และ

ข้อมูลที่น่าสนใจในแต่ละหน้าจะมีความเหมาะสม ($\bar{X} = 4.33$, S.D. = 0.58) รองลงมา คือ การใช้ภาพและสื่อวีดิทัศน์มีความเหมาะสม ($\bar{X} = 4.00$, S.D. = 1.00) และวิธีการนำเสนอข้อมูลของแอปพลิเคชัน ใช้งานง่าย และแอปพลิเคชันทำงานได้อย่างรวดเร็ว ($\bar{X} = 3.67$, S.D. = 0.58) ตามลำดับ

3. ผลการเรียนรู้ของผู้ใช้ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการใช้แอปพลิเคชัน เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ศิลปวัฒนธรรมภูมิปัญญาเรื่อง การทำบาตรของชุมชนบ้านบาตร

ผลการเรียนรู้ของผู้ใช้ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการใช้แอปพลิเคชันพบว่า คะแนนของการทำแบบทดสอบก่อนเรียนด้วยแอปพลิเคชัน ของผู้ใช้มีคะแนนสูงสุด 8 คะแนน จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 7.50 ของจำนวนผู้ใช้ทั้งหมด รองลงมา คือ ได้ 7 คะแนน จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 20 ของจำนวนผู้ใช้ทั้งหมด และได้ 4 คะแนน จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 15 ของจำนวนผู้ใช้ทั้งหมด ส่วนคะแนนเฉลี่ยและค่าร้อยละของการทำแบบทดสอบหลังเรียนด้วยแอปพลิเคชัน ของผู้ใช้มีคะแนนสูงสุด 20 คะแนน จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 12.50 ของจำนวนผู้ใช้ทั้งหมด รองลงมา คือ ได้ 19 คะแนน จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 7.5 ของจำนวนผู้ใช้ทั้งหมด ได้ 18 คะแนน จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 12.50 ของจำนวนผู้ใช้ทั้งหมด และได้คะแนนน้อยที่สุด 10 คะแนน จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 5 ของจำนวนผู้ใช้ทั้งหมด

คะแนนผลการเรียนรู้ของผู้ใช้ก่อนและหลังการเรียนรู้อยู่ด้วยแอปพลิเคชัน แสดงให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนของผู้ใช้หลังการเรียนรู้อยู่ ($\bar{X} = 15.83$, S.D. = 3.01) สูงกว่า คะแนนเฉลี่ยของผู้ใช้ก่อนการเรียนรู้อยู่ด้วยแอปพลิเคชันเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ ($\bar{X} = 5.75$, S.D. = 1.17) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สรุปได้ว่า ผลการเรียนรู้ของผู้ใช้ในการเรียนรู้อยู่ด้วยแอปพลิเคชัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยหลังการจัดการเรียนรู้อยู่ มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าก่อนการเรียนรู้อยู่ด้วยแอปพลิเคชัน

สรุปและการอภิปรายผล

ผลการพัฒนาแอปพลิเคชันเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ ศิลปวัฒนธรรมภูมิปัญญาเรื่องการทำบาตรของชุมชนบ้านบาตร สรุปได้ดังนี้

1. การพัฒนาแอปพลิเคชันเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ศิลปวัฒนธรรมภูมิปัญญาเรื่องการทำบาตรของชุมชนบ้านบาตร

ขั้นตอนการออกแบบนั้นผู้วิจัยได้ออกแบบผังงาน (Flow Chart) หน้าจอแอปพลิเคชันโมเดลสามมิติ และมาร์คเกอร์ ตามความต้องการของผู้ใช้ คือ ต้องการให้มีการนำเสนอที่น่าสนใจ กระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้มากกว่าการอ่านหนังสือธรรมดา มีรูปภาพและวีดิทัศน์ที่น่าสนใจและเหมาะสมกับเนื้อหา มีการนำเสนอเนื้อหาที่สั้น กระชับ และเข้าใจง่าย และมีขั้นตอนการใช้งานที่ไม่สลับซับซ้อน เข้าใจง่าย และสามารถใช้ได้ด้วยตนเองสำหรับการพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อใช้งานบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์จะใช้โปรแกรม Unity ร่วมกับ Vuforia เพื่อเชื่อมโยงมาร์คเกอร์กับโมเดลที่พัฒนาแล้ว เมื่อนำแท็บเล็ตหรือสมาร์ทโฟนที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์จะสามารถอ่านค่ามาร์คเกอร์ผ่านกล้องแล้วแสดงผลเป็นภาพสามมิติที่ตรงกันได้ ซึ่งในการใช้งานแอปพลิเคชันนี้มีเมนูหลัก 5 เมนู ได้แก่ 1) ความรู้เรื่องบาตร ประกอบด้วยเมนู ประวัติบ้านบาตร ลักษณะบาตรบ้านบาตร และรูปทรงของบาตร 2) เทคโนโลยี AR ประกอบด้วยเมนูอธิบาย และเครื่องมือการทำบาตร 3) ขั้นตอนการทำบาตร 21 ขั้นตอน โดยแสดงผลลัพธ์ในรูปแบบของวีดิทัศน์ 4) แบบทดสอบ มีทั้งหมด 20 ข้อ และ 5) เกี่ยวกับแอปพลิเคชัน จะอธิบายถึงวิธีการใช้งาน โดยต้องใช้ร่วมกับหนังสือการทำบาตรของชุมชนบ้านบาตร (AR Book) ผลการทดสอบประสิทธิภาพของการใช้งานแอปพลิเคชันในภาพรวมอยู่ในระดับมาก โดยมีความถูกต้องในการทำงานมากที่สุด รองลงมา คือ มีความเหมาะสมในการทำงาน สะดวกและง่ายต่อการใช้งาน สุดท้าย คือ ความรวดเร็วในการทำงาน

2. คุณภาพของแอปพลิเคชันเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ศิลปวัฒนธรรมภูมิปัญญาเรื่องการทำบาตรของชุมชนบ้านบาตร

แอปพลิเคชันมีคุณภาพในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ทั้งด้านเนื้อหาและด้านสื่อ สำหรับด้านเนื้อหานั้นมีความถูกต้องครบถ้วน และเข้าใจง่าย รองลงมา คือ การนำเสนอเนื้อหาน่าสนใจ และสามารถเรียนรู้เนื้อหาได้ด้วยตนเอง และความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา ตามลำดับ สำหรับด้านสื่อ นั้น ภาพและข้อความบนหน้าจอมีความสวยงาม เป็นระเบียบเข้าใจง่าย และข้อมูลที่น่าสนใจในแต่ละหน้าจะมีความเหมาะสม รองลงมา คือ การใช้ภาพและสื่อวีดิทัศน์มีความเหมาะสม และวิธีการนำเสนอข้อมูลของแอปพลิเคชันใช้งานง่าย และแอปพลิเคชันทำงานได้อย่างรวดเร็ว ตามลำดับ

3. ผลการเรียนรู้

ค่าเฉลี่ยคะแนนของผู้ใช้หลังการเรียนรู้ ($\bar{X} = 15.83$) สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของผู้ใช้ก่อนการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชันเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ($\bar{X} = 5.75$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สรุปได้ว่า ผลการเรียนรู้ของผู้ใช้ในการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชันเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยหลังการเรียนรู้ มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าก่อนการเรียนรู้

การพัฒนาแอปพลิเคชันฯ สามารถอภิปรายผลการวิจัยดังนี้

ผู้วิจัยได้พัฒนาแอปพลิเคชันด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ศิลปวัฒนธรรมภูมิปัญญาเรื่องการทำบาตรของชุมชนบ้านบาตรตามจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อให้ผู้ใช้มีความรู้ความเข้าใจเรื่อง อัฐบริหาร เครื่องมือการทำบาตร และขั้นตอนการทำบาตรของชุมชนบ้านบาตร โดยแอปพลิเคชันเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ นี้มีทั้งส่วนที่ใช้กับหน้าจอของอุปกรณ์มือถือ และส่วนที่ใช้ร่วมกับสื่อสิ่งพิมพ์ ได้แก่ หนังสือการทำบาตรของชุมชนบ้านบาตร (AR Book) ซึ่งได้มีการพัฒนาแอปพลิเคชันอย่างเป็นระบบ และมีการนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมาใช้ในการพัฒนาแอปพลิเคชัน ทำให้ผู้ใช้ได้เห็นภาพเสมือนจริงมากขึ้น เกิดความรู้สึกรู้สึกตื่นเต้นเมื่อได้ใช้งาน รวมทั้งดึงดูดความสนใจของผู้ใช้ โดยในการพัฒนาแอปพลิเคชันเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ นี้ได้รับการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและด้านสื่อ มีการพัฒนา ปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง จนสามารถนำไปใช้ในการส่งเสริมการเรียนรู้ให้ผู้ได้มีความรู้ความเข้าใจเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการพัฒนาแอปพลิเคชันสื่อเสมือนจริงเรื่องอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ด้วยเทคโนโลยีออกเมนต์เด็คเรียลลิตีที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้และผู้ใช้มีความพึงพอใจในการใช้แอปพลิเคชัน [19] นอกจากนี้ ยังสอดคล้องกับการพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้ โดยพัฒนาแอปพลิเคชันอย่างเป็นระบบและสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้ ทำให้ผู้เรียนมีการทำกิจกรรมที่ส่งเสริมให้เกิดความรู้ความเข้าใจมากขึ้น [14] ผลการทดสอบแอปพลิเคชันเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ พบว่า ควรปรับปรุง ด้านความรวดเร็วในการทำงานของระบบในส่วนและเทคโนโลยี AR ซึ่งเป็นส่วนที่มีการใช้แอปพลิเคชันเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ ร่วมกับหนังสือการทำบาตรของชุมชนบ้านบาตร (AR Book) ควรปรับปรุงการแสดงผลรูปแบบโมเดล 3 มิติให้เร็วขึ้นเพื่อเป็นการกระตุ้นให้ผู้ได้เกิดความรู้สึกรู้สึกอยากเรียนรู้อย่างต่อเนื่องและไม่เกิดความเบื่อหน่ายในการเรียนรู้

คุณภาพของแอปพลิเคชันความเป็นจริงเสริมฯ โดยผู้เชี่ยวชาญในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ซึ่งด้านเนื้อหาคุณภาพมากที่สุด รองลงมา คือ ด้านสื่อ (การออกแบบและจัดรูปแบบแอปพลิเคชัน) ซึ่งสอดคล้องกับการพัฒนาโปรแกรมเล่นดนตรีไทยบนแท็บเล็ตระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ผลการพิจารณาด้านคุณภาพของระบบด้านความถูกต้องและด้านการออกแบบหน้าจอมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดี [20] และผลการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการพัฒนานิทรรศการเสมือน 3 มิติ เรื่องพัฒนาการทางสังคมและวัฒนธรรมในประเทศไทยของศูนย์มานุษยวิทยาสิรินธร (องค์การมหาชน) ซึ่งผลการประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคพบว่า มีความเหมาะสมในระดับมาก [10] นอกจากนี้ ยังสอดคล้องกับการพัฒนาแอปพลิเคชันเสมือนจริงเรื่องอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ ด้วยเทคโนโลยีออกเมนต์เดดเรียลลิตี้ ผลการพัฒนายพบว่าคุณภาพของแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด [19] และการพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้บนแท็บเล็ตเรื่ององค์ประกอบของระบบสารสนเทศสำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการพัฒนายพบว่า คุณภาพของแอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้บนแท็บเล็ตที่พัฒนาขึ้นโดยรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อนำมาใช้เพื่อการส่งเสริมการเรียนรู้จะทำให้ผู้ใช้ได้รับความรู้มากขึ้น และสามารถดึงดูดความสนใจให้ผู้ใช้อยากเรียนรู้เพิ่มเติมมากขึ้น [15] ซึ่งผลจากการพัฒนาโปรแกรมหรือแอปพลิเคชันในรูปแบบต่าง ๆ มีผลการประเมินคุณภาพของโปรแกรมและแอปพลิเคชันอยู่ในระดับมากถึงมากที่สุด เมื่อนำแอปพลิเคชันความเป็นจริงเสริมฯ มาใช้เพื่อการส่งเสริมการเรียนรู้ในเรื่องต่าง ๆ จะทำให้ผู้ใช้ได้รับความรู้และความเข้าใจเพิ่มขึ้น และสามารถดึงดูดความสนใจให้ผู้ใช้อยากเรียนรู้เพิ่มเติมขึ้นและตอบสนองความต้องการในการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพกับผู้ใช้ทุกระดับทั้งระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษา หรือระดับปริญญาตรี

ผลการเรียนรู้ของผู้ใช้ในการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชันความเป็นจริงเสริมฯ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยหลังการจัดการเรียนรู้ มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าก่อนการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชันความเป็นจริงเสริมฯ ซึ่งสอดคล้องกับการพัฒนาหนังสือคำศัพท์หนังสือภาษาอังกฤษภาพความเป็นจริงเสริม เรื่อง สัตว์ ผ่านแท็บเล็ต สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากเรียนรู้ด้วยหนังสือคำศัพท์ภาษาอังกฤษภาพความเป็นจริงเสริมเรื่องสัตว์ผ่านแท็บเล็ตสูงกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 [13] นอกจากนี้ ยังสอดคล้องกับการวิจัยและพัฒนาแอปพลิเคชันบนแท็บเล็ตระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์รายวิชาการงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภายหลังการเรียนรู้

โดยใช้สื่อแอปพลิเคชันบนแท็บเล็ตระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์กับเกณฑ์ ร้อยละ 80 มีค่าเท่ากับ 87.80 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 [16] และการสร้างพิพิธภัณฑสถานเสมือนจริงเพื่อส่งเสริมการศึกษาสถาบันอุดมศึกษาไทย: กรณีศึกษา เรือนไทยลือพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความเข้าใจเนื้อหาเกี่ยวกับเรือนไทยลือมากขึ้นหลังจากได้ศึกษาพิพิธภัณฑสถานเสมือนจริง [21] รวมทั้งการพัฒนานิทรรศการเสมือน 3 มิติ เรื่องพัฒนาการทางสังคมและวัฒนธรรมในประเทศไทยของศูนย์มานุษยวิทยาสิรินธร (องค์การมหาชน) พบว่า นักศึกษาที่เรียนจากนิทรรศการเสมือน 3 มิติมีผลการเรียนสูงกว่านักการศึกษาที่เรียนจากนิทรรศการถาวร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 [10] ซึ่งจะเห็นได้ว่าการเรียนรู้ผ่านแอปพลิเคชันความเป็นจริงเสริมฯ มีความน่าสนใจมากกว่าการเรียนจากหนังสือทั่วไป โดยแอปพลิเคชันความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ศิลปวัฒนธรรมภูมิปัญญาเรื่องการทำบาตรของชุมชนบ้านบาตร มีการนำเสนอในรูปแบบภาพ 3 มิติ และวิดีโอ เนื้อหาสั้นกระชับ และเข้าใจง่าย ทำให้ผู้เรียนมีความสุขและเพลิดเพลินกับการเรียนรู้ จึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้ใช้หลังจากเรียนรู้ผ่านแอปพลิเคชันความเป็นจริงเสริมฯ ทุกระดับชั้นไม่ว่าจะเป็นระดับชั้นประถมศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และระดับปริญญาตรีมีคะแนนสูงกว่าก่อนเรียน

แอปพลิเคชันเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมทำให้ผู้ใช้เกิดความสนใจในการเรียนรู้เกี่ยวกับศิลปวัฒนธรรมภูมิปัญญาเรื่องการทำบาตรของชุมชนบ้านบาตรผ่านแอปพลิเคชันเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เนื่องจากรูปแบบของแอปพลิเคชันเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมีการนำเสนอที่น่าสนใจโดยนำเสนอในรูปแบบมัลติมีเดียที่รวมเอาทั้งภาพ เสียง ภาพเคลื่อนไหว มาใช้ในการนำเสนอ จึงช่วยทำให้ผู้ใช้เข้าใจเนื้อหา หรือข้อมูลในหนังสือเล่มนั้นมากขึ้น เป็นการส่งเสริมให้ผู้ใช้สนใจภูมิปัญญาทางศิลปวัฒนธรรมที่มีคุณค่าของไทย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยเรื่อง ประสบการณ์ความเป็นจริงเสริมสำหรับการเข้าชมพิพิธภัณฑสถานเกี่ยวกับแวนโก๊ะ ผลการวิจัยพบว่า ความเป็นจริงเสริมเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพมากในการเสริมสร้างประสบการณ์เกี่ยวกับมรดกทางวัฒนธรรม [17] และงานวิจัยเรื่องความเป็นจริงเสมือนโดยใช้โทรศัพท์มือถือสำหรับการเรียนรู้ตามอัธยาศัยเกี่ยวกับมรดกทางวัฒนธรรม ซึ่งการใช้โทรศัพท์มือถือร่วมกับการประยุกต์ใช้ความเป็นจริงเสริมสำหรับการเรียนรู้มรดกทางวัฒนธรรมตามอัธยาศัยที่มีความสนุกสนาน กลายเป็นการค้นพบที่สำคัญของการศึกษา [18] ซึ่งการพัฒนาแอปพลิเคชันในรูปแบบเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสามารถนำไปพัฒนาความรู้ในเนื้อหาอื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกันเพื่อให้มีแอปพลิเคชันส่งเสริมการเรียนรู้ด้านศิลปวัฒนธรรมให้กับเด็กและเยาวชนที่หลากหลายมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- [1] Vargo, J. and others. (2003). “Learning object evaluation: computer-mediated collaboration and inter-rater reliability”, **International Journal of Computers and Applications**. 3(25).
- [2] Wiley, D. (2000). **Learning Object Design and Sequencing Theory**. Retrieved November 20, 2015, from <http://opencontent.org/docs/dissertation.pdf>
- [3] สำนักงานราชบัณฑิตยสภา. (2559). **บาตร**. สืบค้นเมื่อ 18 ตุลาคม 2559, จาก <http://www.royin.go.th/dictionary/>
- [4] โครงการสารานุกรมไทย. (2559). **สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน โดยพระราชประสงค์ในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว / เล่มที่ 32 / เรื่องที่ 1 ตาลปัตร พัตยศ และสมณศักดิ์ / สำหรับเด็กระดับกลาง อัฐบริวาร**. สืบค้นเมื่อ 18 ตุลาคม 2559, จาก <http://kanchanapisek.or>
- [5] ปริศนา มัชฌิมา และคณะ. (2557). **การทำบาตรของชุมชนบ้านบาตร**. กรุงเทพฯ: กรมส่งเสริมวัฒนธรรม กระทรวงวัฒนธรรม.
- [6] วัฒนธรรม จุฑะวิภาต. (2544). **หัตถกรรมไทย ความเป็นมาและการผลิตในปัจจุบัน ศักยภาพ: การปั้นหล่อพระ การทำบาตรพระ การทำขลุ่ย และการทำของเล่นไม้ระกำ**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [7] Azuma, R. (1997). **A Survey of Augmented Reality**. Presented at the Teleoperators and Virtual Environments, Canada.
- [8] Wu, H., Lee, S.W., Chang, H. and Liang, J. (2013). “Current Status, Opportunities and Challenges of Augmented Reality in Education”, **Computers & Education**. 62 (March 2013), 42-49.
- [9] Bower, M., Howe, C., McCredie, N., Robinson, A. and Grover, D. (2014). “Augmented Reality in Education – Cases, Places and Potentials”, **Educational Media International**. 51(1), 1-15.
- [10] สุขมา แสนปากดี. (2557). “การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงในบอร์ดประชาสัมพันธ์ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน”, ใน **การประชุมวิชาการมหาสารคามวิจัย ครั้งที่ 10**. วันที่ 11-12 กันยายน 57 ณ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

- [11] รัตนพร เจริญคำ ปรัชญนันท์ นิลสุข และปณิตา วรรณพิรุณ. (2557). “การพัฒนา นิทรรศการเสมือน 3 มิติ เรื่องพัฒนาการทางสังคมและวัฒนธรรมในประเทศไทยของศูนย์มานุษยวิทยาสิรินธร (องค์การมหาชน)”, **วารสาร วิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรม พระจอมเกล้าพระนครเหนือ**. 5(2), 85-93.
- [12] อัคร สุวรรณจรัส. (2558). “เทคโนโลยี Augmented Reality (AR) กับการจัดการ เรียนการสอนในศตวรรษที่ 21”, **วารสารไอซีทีเพื่อการศึกษา**. 1(2), 52-57.
- [13] สหพร ขวัญวิสา. (2556). **การพัฒนาหนังสือคำศัพท์หนังสือภาษาอังกฤษภาพ ความเป็นจริงเสริม เรื่อง สัตว์ ผ่านแท็บเล็ต สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1**. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยี และสื่อสารการศึกษา. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- [14] ปิยนันท์ ปานนัม กิตติภูมิ อังเจรีญทรัพย์ และณิรัตน์ชากร ภิมรัมย์ก. (2559). “การพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้แบบเคลื่อนที่บนระบบปฏิบัติการ แอนดรอยด์ เรื่อง ระบบย่อยอาหาร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2”, **วารสาร Science and Technology RMUTT Journal**. 6(2).
- [15] รุ่งนภาพร ภูษาดา และสวียา สุรมณี. (2558). “การพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อการ เรียนรู้บนแท็บเล็ตเรื่ององค์ประกอบของระบบสารสนเทศ สำหรับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4”, ใน **การประชุมวิชาการระดับชาติ การจัดการ เทคโนโลยีและนวัตกรรม ครั้งที่ 1**. วันที่ 12-13 พฤษภาคม 2558. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- [16] บรรณพูนร์ สิงห์ดี. (2558). “การวิจัยและพัฒนาแอปพลิเคชันบนแท็บเล็ตระบบ ปฏิบัติการแอนดรอยด์รายวิชาการงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1”, ใน **การประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ (Proceedings) เครือข่ายบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏภาคเหนือ ครั้งที่ 15**. นครสวรรค์ : มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.
- [17] Kolstee, Y.V. and Eck, W. (2011). “The Augmented Van Gogh’s: Augmented Reality Experiences for Museum Visitors”, **IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality 2011**. 26 Oct - 29 Oct 2011. Congress Center, Basel, Switzerland.

- [18] Pendit, C.U., Zaibom, B.S. and Bakar, A.J. (2014). “Mobile Augmented Reality for Enjoyable Informal Learning in Cultural Heritage Site”, **International Journal of Computer Applications**. 92(14), 19-26.
- [19] อานนท์ แทนไชยสง และอภิชาติ เหล็กดี. (2558). “การพัฒนาแอปพลิเคชันเสมือนจริง เรื่องอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ด้วยเทคโนโลยีออกเมนต์เดดเรียลลิตี”, ใน **การประชุมวิชาการระดับชาติ การจัดการเทคโนโลยีและนวัตกรรม ครั้งที่ 1**. วันที่ 12-13 พฤษภาคม 2558. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- [20] กรรณิการ์ ชูตระกูลธรรม. (2555). **การพัฒนาโปรแกรมเล่นดนตรีไทยบนแท็บเล็ต ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- [21] กลวัชร คล้ายนาค. (2551). **การสร้างพิพิธภัณฑ์เสมือนจริงเพื่อส่งเสริมการศึกษา สถาปัตยกรรมไทย: กรณีศึกษา เรือนไทยลื้อ**. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสื่อศิลปะและการออกแบบสื่อ. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.