

**การพัฒนาหนังสือเครื่องดนตรีไทยพื้นบ้านสามมิติด้วยเทคโนโลยีออกเมนเต็ดเรียลลิตี  
บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์**  
**Development of 3D Thai Folk Musical Instruments Book using Augmented  
Reality Technology on Android Operating System**

**ชาญชัย ศุภอรธกร\* และไชยเชษฐา ยังมีสุข**

ภาควิชาคณิตศาสตร์ สถิติและคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี อุบลราชธานี 34000

\*Email : chanchai.s@ubu.ac.th

**บทคัดย่อ**

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ออกแบบและพัฒนาหนังสือเครื่องดนตรีไทยพื้นบ้านสามมิติด้วยเทคโนโลยีออกเมนเต็ดเรียลลิตี (Augmented Reality) 2) สอบถามความพึงพอใจที่มีต่อหนังสือเครื่องดนตรีไทยพื้นบ้านสามมิติ ซึ่งเป็นการจำลองโมเดลลักษณะของเครื่องดนตรีไทยพื้นบ้าน 4 ภาค ใช้งานบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ผลการวิจัยพบว่า 1) ขั้นตอนการออกแบบและพัฒนา มี 6 ขั้นตอน มีรูปแบบสามมิติจำนวน 12 โมเดล โดยโมเดลโหวต มีการแสดงผลจากการส่องมาร์คเกอร์เร็วที่สุดในทุกระยะ และทุกองศา 2) ผลการศึกษาค่าความพึงพอใจแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ 2.1) ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 คน โดยภาพรวมค่าความพึงพอใจอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจเท่ากับ 4.33 และ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.46 2.2) ผู้ใช้จำนวน 50 คน โดยภาพรวมค่าความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจเท่ากับ 4.53 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.48

**คำสำคัญ :** หนังสือสามมิติ เครื่องดนตรีไทยพื้นบ้าน เทคโนโลยีออกเมนเต็ดเรียลลิตี

**Abstract**

This research aimed to 1) design and develop a 3D Thai folk musical instrument book using augmented reality technology; and 2) to study users' satisfaction of 3D Thai folk musical instruments book. Thai folk musical instruments in 4 regions were simulated which were able to run on Android operating system. The results showed that 1) there were 6 steps in design and development process and 12 models in 3D. Vote model was the fastest marker in all spacing and degrees. 2) The satisfaction study was divided into two groups. 2.1) The results of 7 experts showed that the overall satisfaction level is at the good level, where the average of experts' satisfaction was 4.33 with standard deviations at 0.46 2.2) The results of 50 users showed that the overall satisfaction level is 'very good' where the average of users' satisfaction was 4.53 with standard deviations at 0.48.

**Keywords :** 3D book; Thai folk musical instrument; Augmented reality technology

**บทนำ**

ดนตรีเป็นเอกลักษณ์ที่บ่งบอกถึงชาติพันธุ์ และความเจริญรุ่งเรืองของมนุษย์ได้เป็นอย่างดี ความมีอารยธรรมของแต่ละสังคมจะต้องมีดนตรีเข้าไปมีองค์ประกอบร่วมกันเสมอ การแสดงออกทางดนตรีจึง

เป็นสิ่งที่คนในสังคมสร้างสรรค์ขึ้นมาเพื่อความบันเทิงหรือเพื่อใช้ประกอบในพิธีกรรม วัฒนธรรมดนตรีมีการเปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลา ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสิ่งกระตุ้นจากภายนอกทางด้านความเจริญเติบโตด้านวัตถุ และเทคโนโลยีที่หล่อหลอมเข้ามาสู่วัฒนธรรม จึงก่อให้เกิด

การเปลี่ยนแปลงทางด้านดนตรี ปัจจุบันวัฒนธรรมดนตรีไทยท้องถิ่นกำลังถูกกลืนหายไปด้วยกระแสความทันสมัยของโลกาภิวัตน์ การสืบทอดวัฒนธรรมดนตรีท้องถิ่นมีเพียงกลุ่มเล็กๆ ในสังคม เยาวชนมิได้ให้ความสนใจในวัฒนธรรมดนตรีไทยพื้นบ้านเท่าที่ควร [1] นอกจากนี้ การจัดการเรียนการสอนดนตรีไทยของสถานศึกษาต่างๆ ยังคงยึดมั่น และสืบทอดแนวคิดในแบบดั้งเดิม รูปแบบการถ่ายทอดส่วนใหญ่ยังยึดหลักปฏิบัติตามแบบโบราณ โดยมีลักษณะการถ่ายทอดในแบบ การทำตามคำสั่งครู การท่องจำ และยึดมั่นในจารีตประเพณี [2, 3] ทำให้ดนตรีไทยพื้นบ้านไม่เป็นที่นิยมของเยาวชนในปัจจุบันมากนัก

เทคโนโลยีความจริงเสมือน หรือเทคโนโลยีออกเมนเตดเรียลลิตี (Augmented Reality : AR) เป็นรูปแบบหนึ่งของมัลติมีเดีย โดยเป็นการบูรณาการข้อมูลดิจิทัลเข้ากับสภาพแวดล้อมของผู้ใช้ในเวลาจริง ซึ่งข้อมูลดิจิทัลนั้นจะมีหลายรูปแบบไม่ว่าจะเป็นรูปภาพ แอนิเมชัน วิดีโอ เสียงข้อความ ซึ่งเรียกรวมกันว่าข้อมูลมัลติมีเดีย หลักการของเทคโนโลยีออกเมนเตดเรียลลิตีเป็นการนำเทคโนโลยีความจริงเสมือนมาผนวกกับเทคโนโลยีภาพเพื่อสร้างสิ่งที่เสมือนจริงบนหน้าจอให้กับผู้ใช้ รวมทั้งสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับภาพเสมือนดังกล่าวได้ด้วย [4] เทคโนโลยีออกเมนเตดเรียลลิตีจัดเป็นงานวิจัยทางด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์แขนงหนึ่ง ว่าด้วยการเพิ่มภาพเสมือนของโมเดลสามมิติที่สร้างจากคอมพิวเตอร์ลงในภาพที่ถ่ายมาจากกล้องวิดีโอ เว็บแคม หรือกล้องโทรศัพท์มือถือ แบบเฟรมต่อเฟรม ด้วยเทคนิคทางด้านคอมพิวเตอร์กราฟิก ซึ่งจะทำให้ภาพที่เห็นในจอภาพเป็นภาพแบบ 3 มิติ เช่น คนสัตว์ สิ่งของ ซึ่งมีมุมมองถึง 360 องศา สามารถหมุนได้รอบทิศทางทำให้ปรากฏเสมือนภาพจริงขึ้นมา

งานข้อมูลท้องถิ่นและจดหมายเหตุ [5] ภายใต้สังกัดสำนักวิทยบริการ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี เป็นหน่วยงานที่รวบรวม จัดระบบ และให้บริการข้อมูลท้องถิ่นในทุกสาขาวิชาในรูปแบบของหนังสือ เอกสาร โบราณ โสตทัศนวัสดุ และเอกสารจดหมายเหตุ การดำเนินงานของงานข้อมูลท้องถิ่นและจดหมายเหตุ ได้ดำเนินการให้สอดคล้องกับหลักสูตรการเรียน การสอน และการวิจัยของมหาวิทยาลัย มีการจัดทำฐานข้อมูล

ท้องถิ่นเพื่ออำนวยความสะดวกในการสืบค้นแก่อาจารย์ นักศึกษา นักวิจัย และบุคคลทั่วไป ทั้งภายในและต่างประเทศให้สามารถศึกษา ค้นคว้า วิจัยได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ปัจจุบันงานข้อมูลท้องถิ่นและจดหมายเหตุได้มีการจัดเก็บข้อมูลเครื่องดนตรีไทยพื้นบ้าน ในลักษณะของหนังสือและเอกสาร ซึ่งผู้ที่สนใจจะศึกษาข้อมูลเครื่องดนตรีไทยพื้นบ้านจากการอ่านและเห็นรูปภาพในหนังสือเท่านั้น ทำให้การเรียนรู้ของเครื่องดนตรีไทยพื้นบ้านไม่ดึงดูดและไม่น่าสนใจ ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำเทคโนโลยีออกเมนเตดเรียลลิตี มาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ในลักษณะหนังสือเครื่องดนตรีไทยพื้นบ้านสามมิติ ที่จะทำให้ผู้ใช้สามารถเรียนรู้เกี่ยวกับลักษณะของเครื่องดนตรีไทยพื้นบ้านในรูปแบบความจริงเสมือน นอกจากนี้ ยังสามารถรับฟังคำอธิบาย และตัวอย่างเสียงของเครื่องดนตรีในแต่ละประเภทได้ ซึ่งจะเป็นการเพิ่มความเข้าใจและความดึงดูดในการเรียนรู้

#### วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อออกแบบและพัฒนาหนังสือเครื่องดนตรีไทยพื้นบ้านสามมิติด้วยเทคโนโลยีออกเมนเตดเรียลลิตี
2. เพื่อสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อหนังสือเครื่องดนตรีไทยพื้นบ้านสามมิติ

#### ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในการพัฒนาหนังสือเครื่องดนตรีไทยพื้นบ้านสามมิติด้วยเทคโนโลยีออกเมนเตดเรียลลิตีนี้ ผู้วิจัยได้นำข้อมูลมาจากการงานข้อมูลท้องถิ่นและจดหมายเหตุ สำนักวิทยบริการ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ในส่วนของโปรแกรมที่ใช้ในการออกแบบและพัฒนาหนังสือประกอบด้วยโปรแกรม Autodesk Maya โปรแกรม Unity โปรแกรม Vuforia โดยมีรายละเอียดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. เทคโนโลยีออกเมนเตดเรียลลิตี (AR) เป็นเทคโนโลยีที่มีการผสมเนื้อหาที่สร้างขึ้นจากคอมพิวเตอร์ได้แบบเรียลไทม์ (real time) ด้วยการแสดงในรูปแบบสามมิติ หรือวิดีโอสด เทคโนโลยี AR เริ่มเกิดขึ้นในปี 2533 โดย Tom Caudell และเพื่อนร่วมงานของเขาที่บริษัท Boeing โดยเป็นการแสดงผลแบบดิจิทัลที่ใช้โดยวิศวกรเครื่องบินที่ผสมผสานกราฟิกเสมือนเข้ากับความเป็นจริงทางกายภาพ

นอกจากนั้น ในปี 2537 มีการนำเทคโนโลยี AR มาใช้กับงานศิลปะโดย Billy Kluver และ Julie Martin ผู้บุกเบิกเทคโนโลยีด้านศิลปะเป็นผู้ผลิตโรงภาพยนตร์ AR และนำเสนอภาพยนตร์ที่มีชื่อว่า Dancing in Cyberspace โดยใช้נקเริ่มต้นที่โต้ตอบกับเนื้อหาเสมือนที่ฉายบนเวที [6] สำหรับกระบวนการภายในของเทคโนโลยี AR นี้ ประกอบด้วย 3 โมดูล (Figure 1) [7] ได้แก่

1. โมดูลการจับภาพ (Capturing module) เป็นขั้นตอนการจับภาพ โดยจะทำการค้นหามาร์คเกอร์จากภาพที่ได้จากกล้อง แล้วทำการสืบค้นจากฐานข้อมูลที่มีการเก็บข้อมูลขนาดและรูปแบบมาร์คเกอร์ที่ถูกออกแบบไว้

2. โมดูลการติดตาม (Tracking module) เป็นขั้นตอนที่สำคัญของระบบออกเมนเตดเรียลลิตี โดยจะมีการคำนวณค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติของมาร์คเกอร์เทียบกับกล้อง แสดงในรูปแบบเมทริกซ์ที่ระบุความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งของกล้องและตำแหน่งของมาร์คเกอร์ ในขั้นตอนนี้จะช่วยให้ระบบสามารถเพิ่มส่วนประกอบเสมือนเข้าเป็นส่วนหนึ่งของฉากจริงได้

3. โมดูลการแสดงผล (Rendering module) เป็นขั้นตอนการรวมภาพต้นฉบับ และส่วนประกอบเสมือนโดยใช้รูปแบบที่คำนวณไว้แล้วในขั้นตอนที่ 1 และ 2 ให้ปรากฏบนจอแสดงผลของอุปกรณ์

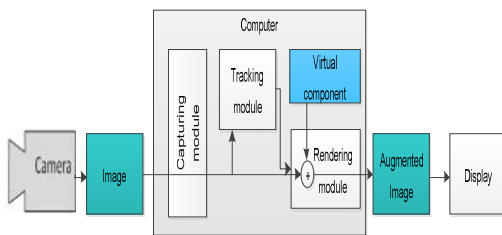


Figure 1. Process of Augmented Reality (AR)

ตัวอย่างการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีออกเมนเตดเรียลลิตี [8] พัฒนาสื่อการเรียนรู้อายวราชาคณิตด้วยเทคโนโลยีออกเมนเตดเรียลลิตี เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจแนวคิดที่สลับซับซ้อนของรายวิชาเรขาคณิต ซึ่งยังจำกัดอยู่เพียงแค่การสร้างภาพ 2 มิติ เท่านั้น งานวิจัยนี้ช่วย

ให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาความเข้าใจของพื้นที่และวัตถุ 3 มิติได้อย่างมีประสิทธิภาพ [4] ได้พัฒนาระบบนำทางในห้องสมุดด้วยเทคโนโลยีออกเมนเตดเรียลลิตี เพื่อแก้ปัญหาระบบนำทางในปัจจุบันที่มีเฉพาะข้อความและรูปภาพ เท่านั้น โดยผู้ใช้งานสามารถเรียกดูและโต้ตอบในรูปแบบ 3 มิติ ได้อย่างอิสระของงานบริการต่างๆ ของห้องสมุด เช่น การแนะนำห้องสมุด การค้นหาหนังสือ งานวิจัยนี้เป็นต้นแบบที่ดีในการนำไปประยุกต์ใช้ในงานระบบนำทางสถานที่ต่างๆ เช่น พิพิธภัณฑ์ หอศิลป์ และการจัดแสดงนิทรรศการในอาคาร

2. โปรแกรม Autodesk Maya (Figure 2) เป็นโปรแกรมทำภาพเคลื่อนไหว 3 มิติ ชั้นสูง ที่ค่ายหนังแอนิเมชันต่างๆ นิยมใช้สร้างการ์ตูน 3 มิติ โดยใช้เทคโนโลยีในการแสดงผลแบบเสมือนจริง ที่โดดเด่นกว่าโปรแกรมอื่นๆ ในตลาดซอฟต์แวร์ โดย Autodesk Maya เป็นโปรแกรมรูปแบบ Open Architecture คืองานทั้งหมดที่ได้สร้างสรรค์นั้นสามารถแปลงเป็น Script ต่างๆ ได้ รวมถึงยังมี API ที่รองรับทั้ง Maya Embedded Language (MEL) Python และภาษาอื่นๆ ได้

การใช้งานโปรแกรมนี้รองรับมาตรฐานต่างๆ ทางด้านงานกราฟิก 3 มิติ ทุกประเภท เช่น 3D Visual Effects, Computer Graphics และมีเครื่องมือในการสร้างการ์ตูนเคลื่อนไหว

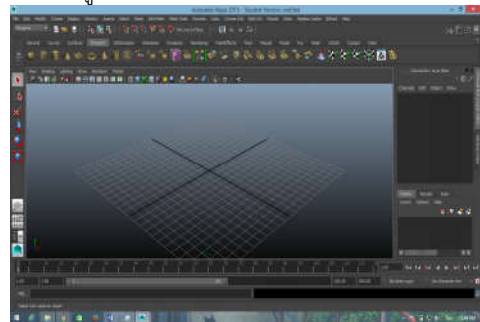


Figure 2. Screen example of Autodesk Maya

3. โปรแกรม Unity (Figure 3) เป็นโปรแกรมที่ถูกพัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่ในช่วงแรกๆ ที่รองรับการพอร์ทเกมลงบน Windows, OSX และเว็บเท่านั้น แต่ปัจจุบันได้เพิ่มความสามารถในการพอร์ทลง

บน iOS, Android และแพลตฟอร์มอื่นๆ เกือบทุกแพลตฟอร์ม ปัจจุบันโปรแกรม Unity สามารถทำงานได้ทั้งบน Windows และ OSX

ลักษณะเด่นของโปรแกรม Unity สามารถใช้งานง่าย ความสามารถในการพอร์ทลงบนแพลตฟอร์มต่างๆ คุณภาพของงานที่ได้อยู่ในระดับสูง นอกจากการมีเวอร์ชันฟรีให้ใช้งานแล้ว ราคาค่าลิขสิทธิ์ของ Unity เองถือว่าถูกมาก ดังนั้นปัจจุบัน Unity จึงมีผู้ใช้งานมากที่สุด เกมที่อยู่ใน App Store และ Google Play ส่วนมากถูกสร้างด้วย Unity

โปรแกรม Unity ไม่ได้ผูกมัดกับเกมรูปแบบใดรูปแบบหนึ่งเป็นพิเศษ จึงสามารถใช้ Unity สร้างเกมได้หลากหลายแนว ไม่ว่าจะเป็นแนวเดินหน้ายิง (First-Person Shooting) แนววางแผน (Strategy) แนวไขปริศนา(Puzzle) เป็นต้น แพลตฟอร์มที่ Unity รองรับอย่างเป็นทางการ ได้แก่ Web, PC, Mac, IOS, Android, Windows Phone, Blackberry, Xbox, PlayStation

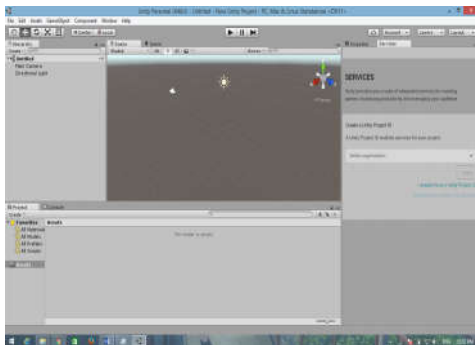


Figure 3. Screen example of Unity

4. โปรแกรม Vuforia เป็นเครื่องมือสำหรับแสดงภาพจำลองเสมือนจริง SDK ที่ช่วยให้พัฒนาซอฟต์แวร์ที่ใช้เทคโนโลยีออกเมนเตดเรียลลิตีได้ง่ายขึ้น ซึ่งสามารถใช้งานร่วมกับ Unity3D เพื่อพัฒนาเป็นเกมได้ ความสามารถของ Vuforia มีหลายอย่าง เช่น สร้าง Virtual Button สร้าง Multi Target สร้าง Image Target สร้าง Frame Marker เป็นต้น

## วิธีดำเนินการวิจัย

### 1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยนี้ แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ 1) ผู้เชี่ยวชาญซึ่งเป็นเจ้าหน้าที่งานข้อมูลท้องถิ่นและจดหมายเหตุ สำนักวิทยบริการ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี และอาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ รวม 7 คน และ 2) ผู้ใช้ ซึ่งเป็นผู้มาใช้บริการที่สำนักวิทยบริการ จำนวน 50 คน

### 2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อหนังสือเครื่องดนตรีไทยพื้นบ้านสามมิติด้วยเทคโนโลยีออกเมนเตดเรียลลิตีบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

### 3. การออกแบบและพัฒนาลือการเรียนรู้อ

หลังจากผู้วิจัยได้วิเคราะห์เนื้อหาหารือร่วมกับเจ้าหน้าที่งานข้อมูลท้องถิ่นและจดหมายเหตุเรียบร้อยแล้ว จึงได้ดำเนินการออกแบบและพัฒนาลือการเรียนรู้ ซึ่งแบ่งการพัฒนาออกเป็น 6 ส่วน ได้แก่ 1) การออกแบบและพัฒนาโมเดลสามมิติ ซึ่งเป็นแบบจำลองแสดงลักษณะของเครื่องดนตรี 2) การออกแบบและพัฒนามาร์คเกอร์และหนังสือ สำหรับระบุตำแหน่งที่จะให้แอปพลิเคชันแสดงผลโมเดล 3) การสร้างเสียงประกอบ 4) การพัฒนาส่วนปฏิสัมพันธ์ 5) การรวมองค์ประกอบและ 6) การพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อให้สามารถแสดงผลโมเดลที่พัฒนาขึ้นบนสมาร์ทโฟนที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ สรุปลขั้นตอนการพัฒนาออกเมนเตดเรียลลิตี (Figure 4)

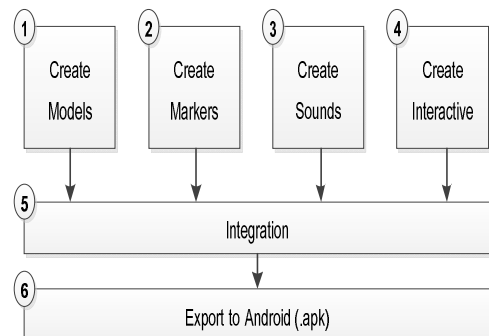


Figure 4. Augmented reality development

ขั้นตอนที่ 1 การออกแบบและพัฒนาโมเดลสามมิติ

ผู้วิจัยใช้โปรแกรม Autodesk Maya ในการออกแบบและพัฒนาโมเดลสามมิติที่เกี่ยวกับเรื่อง “เครื่องดนตรีไทยพื้นบ้าน” โดยการคัดเลือกเครื่องดนตรีไทยพื้นบ้านร่วมกับเจ้าหน้าที่งานข้อมูลท้องถิ่นและจดหมายเหตุ โดยแบ่งเป็นเครื่องดนตรีไทย 4 ภาค ได้แก่ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง ภาคใต้ และภาคเหนือ ตัวอย่างการพัฒนาโมเดลลักษณะของกลองโนรา (Figure 5)

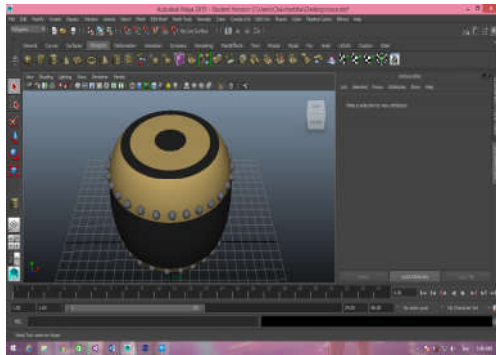


Figure 5. 3D model of Glong nora

ขั้นตอนที่ 2 การออกแบบและพัฒนามาร์คเกอร์และหนังสือ

ผู้วิจัยใช้โปรแกรม Vuforia เพื่อสร้างมาร์คเกอร์ โดยเป็นการเลือกภาพที่ต้องการ การกำหนดขนาดที่ต้องการ โปรแกรม Vuforia จะสร้างมาร์คเกอร์ให้ดังตัวอย่างการสร้างมาร์คเกอร์ของกลองโนรา (Figure 6)

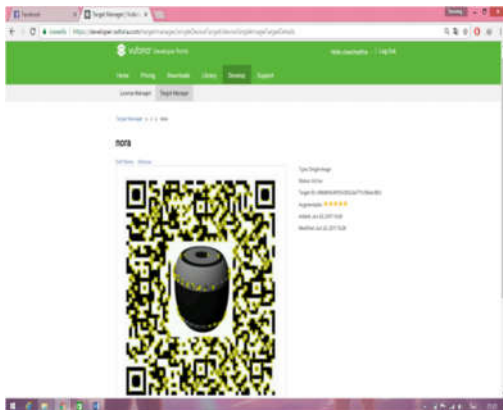


Figure 6. Marker of Glong nora

หลังจากได้มาร์คเกอร์ที่ต้องการแล้วจะทำการ import ไฟล์มาร์คเกอร์เข้าไปในโปรแกรม Unity

ในส่วนของการออกแบบและพัฒนาหนังสือเครื่องดนตรีไทยพื้นบ้าน 3 มิติผู้วิจัยใช้โปรแกรม Adobe Photoshop CS6 ในการออกแบบและพัฒนา มาร์คเกอร์ ซึ่งออกแบบให้ขอบเป็นสีดำและใช้รูปภาพของเครื่องดนตรีนั้นๆวางไว้บริเวณตรงกลางของมาร์คเกอร์เพื่อสื่อความหมายและทำให้ผู้ใช้งานเข้าใจได้ง่าย ตัวอย่างของการออกแบบมาร์คเกอร์สำหรับโมเดลกลองโนรา (Figure 7) และภาพปกหนังสือเครื่องดนตรีไทยพื้นบ้านสามมิติ (Figure 8)

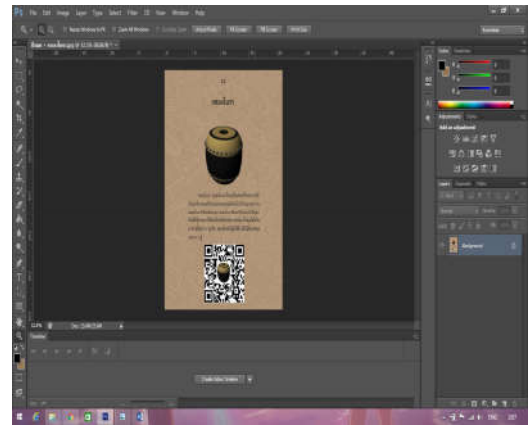


Figure 7. Design and develop marker on Photoshop



Figure 8. Front Cover and back cover of 3D Thai Folk Musical Instruments Book

### ขั้นตอนที่ 3 การสร้างเสียงประกอบ

เสียงที่นำมาใช้ในแอปพลิเคชันประกอบด้วย 2 เสียง คือ เสียงบรรยายและเสียงเครื่องดนตรี โดยเสียงเครื่องดนตรีได้มาจากงานข้อมูลท้องถิ่นและจดหมายเหตุ จากนั้นนำมาปรับแต่งในโปรแกรมปรับแต่งเสียงและเรนเดอร์เป็นไฟล์ .mp3 โดยใช้โปรแกรม Audacity ซึ่งในขั้นตอนนี้จะมีการลบ noise ของเสียง การกำหนดความดังของเสียง ตัวอย่างแสดงการปรับแต่งเสียงด้วยโปรแกรม Audacity (Figure 9)

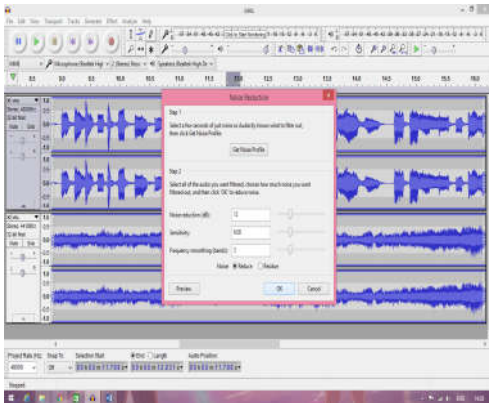


Figure 9. Sound tuning with Audacity

### ขั้นตอนที่ 4 การพัฒนาส่วนปฏิสัมพันธ์

ผู้วิจัยใช้โปรแกรม Unity ร่วมกับปลั๊กอิน Lean Touch พัฒนาส่วนปฏิสัมพันธ์ของวัตถุ เช่น การขยายหรือหมุนวัตถุ การสร้างปุ่มเปิดปิด เป็นต้น ตัวอย่างการสร้างปุ่มเปิด ปิดเสียงเครื่องดนตรี (Figure 10)

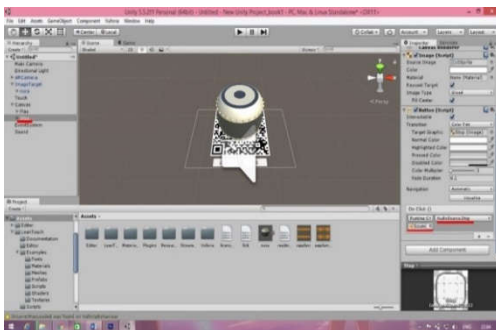


Figure 10. Interactive development with Unicity and Lean Touch

### ขั้นตอนที่ 5 การรวมองค์ประกอบ

เมื่อสร้างส่วนประกอบต่างๆเรียบร้อยแล้วจึงนำโมเดล มาร์คเกอร์ เสียงประกอบและส่วนปฏิสัมพันธ์มาเชื่อมโยงกันด้วยโปรแกรม Unity

### ขั้นตอนที่ 6 การพัฒนาแอปพลิเคชัน

ขั้นตอนสุดท้ายจะเป็นการ export ไฟล์ โดยไฟล์ที่ได้จะมีนามสกุลเป็น .apk ซึ่งสามารถนำไปติดตั้งบนแท็บเล็ตหรือสมาร์ตโฟนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ทำให้สามารถอ่านค่ามาร์คเกอร์ผ่านกล้องแล้วแสดงผลโมเดลสามมิติที่ตรงกันได้

## ผลการวิจัย

### 1. ผลการพัฒนาและทดสอบระบบ

ผลการพัฒนาหนังสือเครื่องดนตรีไทยพื้นบ้านสามมิติประกอบด้วยโมเดลสามมิติ จำนวน 12 โมเดล ได้แก่ แคน โหวต พิณ กลองยาว ซอกันตรีม โป่งกลาง กลองโนรา ปี่นอก ซออู้ ซลุ่ยเพียงออ กลองตะหลดปด และซลุ่ยหลิบ ตัวอย่างโมเดลกลองโนรา (Figure 11)



Figure 11. Glong nora model on smartphone

ในส่วนของการทดสอบระบบแบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่ (1) การทดสอบมาร์คเกอร์ ในด้านเวลา องศา และระยะห่าง และ (2) การศึกษาความพึงพอใจในการใช้งานของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญและกลุ่มผู้ใช้

การทดสอบมาร์คเกอร์ ในที่นี้จะใช้สมาร์ตโฟนระบบปฏิบัติการ Android 6.0.1 หน่วยประมวลผล 1.2 GHz RAM 4 GB กล้อง 16 ล้านพิกเซล ในขั้นตอนการทดสอบมาร์คเกอร์ ในรูปแบบของรูปภาพได้นำมาร์คเกอร์ มาทดสอบโดยแบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ

ด้านเวลา องศาและระยะห่าง วิธีการทดสอบ มีการกำหนดระยะห่างออกเป็น 4 ระยะ คือ 10 เซนติเมตร 15 เซนติเมตร 20 เซนติเมตรและ 25 เซนติเมตร และได้กำหนดองศาในการวางสมาร์ทโฟน คือ 45 องศา และ 90 องศา โดยในการทดสอบจะวางหนังสือที่มีมาร์คเกอร์ จากนั้นจะนำสมาร์ทโฟนที่มีแอปพลิเคชันมาส่องตามระยะทางและองศาข้างต้น แล้วทำการจับเวลาในการแสดงผล ผลการทดสอบมาร์คเกอร์ในระยะการวาง 45 องศา แสดงใน Table 1 และระยะการวาง 90 องศา แสดงใน Table 2 ตามลำดับ

**Table 1.** Display duration of marker illumination at 45 degrees

Model	Display duration of marker illumination at 45 degrees (second)			
	10	15	20	25
	cm.	cm.	cm.	cm.
Khaen	0.83	0.64	0.94	1.13
Vote	0.81	0.62	0.89	1.11
Phin	0.98	0.84	1.10	1.18
Glong yao	0.87	0.82	0.97	1.21
Saw kantrum	0.88	0.79	0.98	1.18
Pong lang	0.92	0.89	1.02	1.17
Glong nora	0.91	0.72	0.99	1.14
Pi nok	0.94	0.89	1.11	1.22
Saw u	0.98	0.90	1.14	1.22
Khluai phiang aw	0.91	0.79	1.07	1.16
Glong talodpod	0.88	0.76	0.96	1.18
Khluai lib	0.96	0.81	1.12	1.18

**Table 2.** Display duration of marker illumination at 90 degrees

Model	Display duration of marker illumination at 90 degrees (second)			
	10	15	20	25
	cm.	cm.	cm.	cm.
Khaen	0.76	0.67	0.87	1.04
Vote	0.74	0.63	0.86	1.01
Phin	0.89	0.76	1.07	1.22
Glong yao	0.83	0.75	0.94	1.20
Saw kantrum	0.85	0.76	0.92	1.16
Pong lang	0.87	0.84	0.95	1.09
Glong nora	0.82	0.76	0.94	1.12
Pi nok	0.93	0.80	1.06	1.20
Saw u	0.95	0.88	1.07	1.23
Khluai phiang aw	0.85	0.81	0.99	1.13
Glong talodpod	0.81	0.77	0.98	1.12
Khluai lib	0.89	0.79	1.04	1.18

สรุปผลการทดสอบมาร์คเกอร์ โมเดลโหวต มีการแสดงผลจากการส่องมาร์คเกอร์เร็วที่สุดในทุกระยะ และทุกองศา ส่วนชออุ มีการแสดงผลจากการส่องมาร์คเกอร์ช้าที่สุดในทุกระยะ และทุกองศา ที่เป็นเช่นนี้เพราะว่ามาร์คเกอร์โหวต มีการจับจุดของมาร์คเกอร์มากที่สุดและมีรูปแบบซ้ำๆ ของรูปภาพน้อยกว่า มาร์คเกอร์ตัวอื่น ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลจากเว็บไซต์ของ Vuforia เรื่องการเพิ่มประสิทธิภาพของการตรวจจับภาพและเสถียรภาพของการติดตาม [9] ที่กล่าวว่า มาร์คเกอร์ที่ดีต้องมีคุณสมบัติ คือ 1. มีรายละเอียดมาก ได้แก่ ลายเส้นและเฉดสีที่แตกต่างกัน 2. มีความคมชัด ทั้งบริเวณที่มีมืดและสว่าง สีไม่ซีดจาง และ 3. ไม่มีรูปแบบซ้ำๆ ของรูปภาพซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพของการตรวจจับลดลง เพื่อให้ผลการแสดงผลได้ดีให้เลือกภาพที่ไม่มีลวดลายซ้ำ ตัวอย่างเปรียบเทียบของรูปในการจับจุดของมาร์คเกอร์โหวต และชออุ (Figure 12) และ (Figure 13) ตามลำดับ โดยจะสังเกตเห็นว่าที่รูปเครื่องดนตรีโหวตจะมีการจับจุดของมาร์คเกอร์ได้ครอบคลุมและมากกว่ารูปเครื่องดนตรีชออุ



**Figure 12.** Feature distribution of Vote marker



**Figure 13.** Feature distribution of Saw u marker

นอกจากนั้น จากผลการทดสอบมาร์คเกอร์ยังสรุปได้ว่าที่องศา 90 ของการส่องมาร์คเกอร์จะมีการแสดงผลได้เร็วกว่าการส่องมาร์คเกอร์ที่องศา 45 ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลจากเว็บไซต์ของ Vuforia ข้างต้นเช่นกันที่กล่าวว่า มุมมองที่เอียงอาจส่งผลให้การทำงานของ AR มีความเสถียรน้อยกว่าเมื่อเทียบกับมุมมองที่เป็นแนวระนาบกับรูปภาพ

## 2. ผลการสอบถามความพึงพอใจ

2.1 การศึกษาความพึงพอใจของหนังสือเครื่องดนตรีไทยพื้นบ้านสามมิติจากผู้ใช้ชาวไทย จำนวน 7 คน แบ่งออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ (1) คุณภาพด้านเนื้อหา (2) คุณภาพด้านสื่อ และ (3) ความพึงพอใจในการใช้งาน เกณฑ์คะแนนแบ่งเป็น 5 ระดับ ตามมาตราส่วนประเมินค่าของลิเคอร์ท (Likert Scale) ผลการประเมิน พบว่า คุณภาพของหนังสือเครื่องดนตรีไทยพื้นบ้านสามมิติได้ค่าคะแนนเฉลี่ยรวมทั้ง 3 ด้านเท่ากับ 4.33 อยู่ในระดับดี และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.46 แสดงใน Table 3

Table 3 . Quality assessment results of experts' satisfaction

Evaluation list	X	SD	Satisfaction level
Content	4.34	0.44	Agree
Media	4.40	0.48	Agree
Usability	4.26	0.46	Agree
Average score	4.33	0.46	Agree

2.2 การศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้ด้วยแบบสอบถามจากผู้ให้บริการสำนักวิทยบริการในวันที่ 20 มิถุนายน 2560 จำนวน 50 คน ประกอบด้วยผู้ชาย 25 คน ผู้หญิง 25 คน โดยการสุ่มแบบบังเอิญ (Accidental sampling) เนื่องจากต้องการเก็บข้อมูลโดยไม่ได้นัดหมายถึงเพศ ระดับการศึกษาและคณะที่ศึกษาของผู้ที่มาใช้บริการสำนักวิทยบริการในวันดังกล่าวด้วยแบบสอบถาม จำนวน 13 คำถาม ได้แก่ 1) การนำเสนอเนื้อหาง่ายต่อการทำความเข้าใจ 2) ความเหมาะสมของสีโมเดล 3) ภาพประกอบสอดคล้องกับเนื้อหา 4) โมเดลสามารถมองเห็นได้ชัดเจน 5) ความสมบูรณ์ของโมเดล 6) ความเหมาะสมของเสียง 7) กลยุทธ์ในการถ่ายทอดเนื้อหาที่น่าสนใจ 8) การแบ่งเนื้อหาชัดเจน 9) การปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ใช้งานง่าย

- 10) ออกแบบเหมาะสม สะดวก ง่ายต่อการใช้  
 11) ก่อให้เกิดการเรียนรู้ 12) มีประโยชน์ต่อผู้ใช้งาน  
 13) ความพึงพอใจโดยรวม ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของแบบสอบถาม แสดงใน Table 4

Table 4. Result of general users' satisfaction

Question	X	SD	Satisfaction level
1	4.50	0.50	Agree
2	4.60	0.49	Strongly agree
3	4.76	0.43	Strongly agree
4	4.68	0.55	Strongly agree
5	4.52	0.50	Strongly agree
6	4.66	0.51	Strongly agree
7	4.30	0.50	Agree
8	4.44	0.57	Agree
9	4.14	0.40	Agree
10	4.32	0.47	Agree
11	4.76	0.43	Strongly agree
12	4.80	0.40	Strongly agree
13	4.40	0.49	Agree
Average score	4.53	0.48	Strongly Agree

จาก Table 4 ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจโดยรวมของผู้ใช้ มีค่าเท่ากับ 4.53 อยู่ในระดับดีมาก และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.48 เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ผู้ใช้ส่วนใหญ่ให้ความพึงพอใจในระดับดีมาก 3 ลำดับแรกในเรื่อง มีประโยชน์ต่อผู้ใช้งาน (4.80) สอดคล้องกับเนื้อหา และก่อให้เกิดการเรียนรู้ (4.76) และไม่เคลสามารถมองเห็นได้ชัดเจน (4.68)

## การอภิปรายผล

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ค้นพบประเด็นที่ควรนำมาอภิปราย คือ จากการศึกษาข้อมูลความพึงพอใจต่อการใช้นหนังสือเครื่องดนตรีไทยพื้นบ้านสามมิติด้วยเทคโนโลยีออกเมนเตดเรียลลิตีบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ พบว่า กลุ่มผู้เชี่ยวชาญโดยภาพรวมค่าความพึงพอใจอยู่ในระดับดี และกลุ่มผู้ใช้โดยภาพรวมค่าความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก ทั้งนี้เพราะเทคโนโลยีออกเมนเตดเรียลลิตีเป็นการนำเสนอภาพเสมือนจริงแบบสามมิติ และ 360 องศา ทำให้ดึงดูดผู้ใช้งานให้เข้าใจเนื้อหาที่มีความยากในการทำ ความเข้าใจได้ง่ายยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังมีความสะดวกในการใช้งาน โดยแค่มีสมาร์ทโฟนหรือแท็บเล็ตบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ก็สามารถใช้งานได้



สอดคล้องกับงานวิจัยของ อนุพงษ์ รัฐธรมย์ [10] ในการพัฒนาหนังสือสวนสัตว์สามมิติด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง โดยมีค่าความพึงพอใจโดยรวมของผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้ทั่วไปอยู่ในระดับดี เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า กลุ่มผู้ใช้ส่วนใหญ่ให้ความพึงพอใจในระดับดีมากในเรื่อง การจดจำได้ง่าย ความน่าสนใจดึงดูดต่อการเรียนรู้ ความสะดวกในการเรียนรู้ ในทำนองเดียวกับงานวิจัยของ ณัฐฐ์ ดิษเจริญ [11] ในการพัฒนาสื่อการเรียนรู้เรื่อง โครงสร้างอะตอมและพันธะเคมีด้วยเทคโนโลยีออกเมนเตดเรียลลิตี โดยมีค่าความพึงพอใจโดยรวมของผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้ทั่วไปอยู่ในระดับดี เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า กลุ่มผู้ใช้ส่วนใหญ่ให้ความพึงพอใจในระดับดีมากในเรื่อง ความน่าสนใจและดึงดูดต่อการเรียนรู้ ดังนั้น เทคโนโลยีออกเมนเตดเรียลลิตีซึ่งถือว่าเป็นสื่อประเภทหนึ่งของสื่อมัลติมีเดียที่ผู้วิจัยแนะนำให้นำมาใช้ในการนำเสนอข้อมูลต่างๆ เนื่องจากตามหลักการออกแบบคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียโดยใช้ข้อความ ภาพกราฟิก เสียง มาประกอบกันเป็นเทคโนโลยีออกเมนเตดเรียลลิตี จะเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียน/ผู้ที่มีความสนใจผู้เรียน/ผู้ใช้เกิดความรู้สึกสนุกและสนใจในการที่จะเรียนรู้เนื้อหาในบทเรียนมากยิ่งขึ้น

#### สรุปและข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยเรื่อง การพัฒนาหนังสือเครื่องดนตรีไทยพื้นบ้านสามมิติด้วยเทคโนโลยีออกเมนเตดเรียลลิตีบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์นี้เป็นต้นแบบในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงและยังเป็นการช่วยอนุรักษ์เครื่องดนตรีไทยพื้นบ้านให้คนรุ่นหลังได้รู้จักและศึกษา เพื่อสืบทอดต่อไปยังคนรุ่นหลังต่อไป สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. การพัฒนาหนังสือเครื่องดนตรีไทยพื้นบ้านสามมิติด้วยเทคโนโลยีออกเมนเตดเรียลลิตีสามารถใช้งานได้ทั้งสมาร์ทโฟนและแท็บเล็ตบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ซึ่งผู้ใช้งานสามารถหาซื้อได้สะดวกในราคาประหยัด มาร์เก็ตออร์ออกแบบให้อ่านง่ายด้วยกล่องและสื่อความหมายให้ผู้ใช้งานเข้าใจได้

2. ความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 คน โดยภาพรวมค่าความพึงพอใจอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.33 และ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.46 และ ผู้ใช้จำนวน 50 คน โดยภาพรวมค่าความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.53 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.48

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ การส่งเสริมให้นำเทคโนโลยีออกเมนเตดเรียลลิตีซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่มีประโยชน์อย่างมากและมีความหลากหลายที่สามารถนำมาปรับใช้กับงานในด้านต่างๆ เช่น ด้านการศึกษา ผู้สอนควรพัฒนาสื่อการเรียนการสอนในรายวิชาต่างๆ ด้วยเทคโนโลยีออกเมนเตดเรียลลิตีเพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจที่เพิ่มมากขึ้น แทนที่จะเรียนเฉพาะในหนังสือและการอธิบายจากผู้สอน เท่านั้น ทางด้านการประชาสัมพันธ์ สินค้าหรือบริการบางตัวถ้าได้นำเทคโนโลยีออกเมนเตดเรียลลิตีนี้มานำเสนอจะช่วยให้ลูกค้าหรือผู้รับบริการเกิดความเข้าใจและประทับใจมากยิ่งขึ้น

#### กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณนายไชยเชษฐา ยังมีสุข ที่ช่วยในการพัฒนาแอปพลิเคชันและเก็บรวบรวมข้อมูลงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วง ขอกราบพระคุณเจ้าหน้าที่งานข้อมูลท้องถิ่นและจดหมายเหตุ ที่อำนวยความสะดวกในการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องดนตรีไทยพื้นบ้าน และกรุณาเป็นผู้ประเมินทดสอบประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันทำให้ได้ภาพที่ตรงกับความต้องการและสามารถนำไปใช้เผยแพร่ประชาสัมพันธ์ได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์

#### เอกสารอ้างอิง

- [1] Yingcharoensomsuk, S. 2012. SELF-STUDY ELECTRONIC BOOK “SOUTHERN. THAI MUSICAL INSTRUMENTS” FOR STUDENTS IN GRADE 5. M.A. (Music) Thesis, Mahidol University. (in Thai)

- [2] Suttachitt, N. 2004. History of Thai Music Education. **Research Report, Chulalongkorn University.** (in Thai)
- [3] Sastra, U. 2010. **A Study of Transmission Process in Ranard-Ek Performance of Prasit Thaworn, National Artist.** M.Ed. (Music Education) Thesis, Chulalongkorn University. (in Thai)
- [4] Ding-Yu Liu. 2016. Combined with augmented reality navigation applications in the library. **Proceedings of the IEEE International Conference on Advanced Materials for Science and Engineering**, 12-13 Nov. Tainan, Taiwan.
- [5] The Office of Academic Resources. 2017. **Issan Information & UBU Archives.** <http://www.lib2.ubu.ac.th/localinformation>. Accessed 8 March 2017. (in Thai)
- [6] Mullen, T. 2011. **Prototyping Augmented Reality.** Canada: Sybex.
- [7] Siltanen, S. 2012. **Theory and applications of maker-based augmented reality.** Finland: Julkaisija - Utgivare.
- [8] Siddhant, P., Chiquitha, P., Omkar, N., Abhijit R, J., and Neha, K. 2016. E-learning System using Augmented Reality. **Proceedings of the International Conference on Computing Communication Control and automation**, 12-13 Aug. Pune, India.
- [9] Vuforia Developer Library. **Optimizing Target Detection and Tracking Stability.** <http://library.vuforia.com/articles/solution/optimizing-target-detection-and-tracking-stability#Attributes-of-an-Ideal-Image-Target>. Accessed 21 July 2017.
- [10] Ratthirom, A., and Ditcharoen, N. 2016. Development of 3D Zoo using Augmented Reality Technology on Android. **Journal of Research Unit on Science, Technology and Environment for Learning.** Vol. 7 No. 1: 77-87.
- [11] Ditcharoen, N., Polyiam, K., Vangkahad, P., and Jarujamrus, P. 2014. Development of Learning Media in Topics of Atomic Structure and Chemical Bond with Augmented Reality Technology. **Journal of Research Unit on Science, Technology and Environment for Learning.** Vol. 5 No. 1: 21-27.