การสร้างแบบจำลองสามมิติของโบราณวัตถุสำหรับความจริงเสมือน

ด้วยการสำรวจด้วยภาพถ่ายระยะใกล้

3D reconstruction of Heritage objects for augmented reality (AR) using Close range photogrammetry

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ศิริพร เสนานุช

วิทยานิพนธ์เสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์ พฤศจิกายน 2563

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาตรี ประธานบริหารหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์และหัวหน้าภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาตรีเรื่อง “การสร้างแบบจำลองสามมิติของโบราณวัตถุสำหรับความจริงเสมือน (AR) ด้วยการสำรวจด้วยภาพถ่ายระยะใกล้” (3D reconstruction of Heritage objects for augmented reality using Close range photogrammetry) นิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยนเรศวร เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

.....

(อาจารย์ ดร.พลปรีชา ชิดบุรี)

อาจารย์ที่ปรึกษา

.....

(รองศาสตราจารย์ พัฒนา ราชวงศ์)

ประธานบริหารหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาภูมิศาสตร์

.....

(รองศาสตราจารย์ พัฒนา ราชวงศ์)

หัวหน้าภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ประกาศคุณูปการ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.พลปรีชา ชิดบุรี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้สละเวลาอันมีค่ามาเป็นที่ปรึกษาพร้อมทั้งให้คำแนะนำและชี้แนวทางการแก้ไขปัญหาด้วยความเอาใจใส่ตลอดระยะเวลาในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ จนทำให้วิทยานพินธ์ฉบับสำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ คุณประพันธ์ พักตร์เขียว หัวหน้าพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติพระพุทธชินราช ที่ได้กรุณาให้ความอนุเคราะห์ผู้วิจัยได้ไปใช้สถานที่และเก็บข้อมูลโบราณวัตถุ และขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่พิพิธภัณฑสถานแห่งชาติพระพุทธชินราชที่ได้ให้การต้อนรับและดูแลเป็นอย่างดีตลอดการเก็บข้อมูล

ขอบพระคุณอาจารย์สาขาวิชาภูมิศาสตร์ ภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ที่ช่วยให้คำแนะนำและถ่ายทอดความรู้วิชาการที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัยในครั้งนี้ และขอบคุณเจ้าหน้าที่ทุกท่าน

เหนือสิ่งอื่นใดผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดามารดาและครอบครัว ที่ให้โอกาสผู้วิจัยได้รับการศึกษาและคอยเป็นกำลังใจสนับสนุนในทุกๆด้านตลอดมา และขอบคุณเพื่อน ๆ สาขาวิชาภูมิศาสตร์ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและให้คำปรึกษามาโดยตลอด

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัยครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ต่องานอนุรักษ์โบราณสถานและผู้ที่สนใจไม่มากก็น้อย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ศิริพร เสนานุช

ชื่อเรื่อง	**การสร้างแบบจำลองสามมิติของโบราณวัตถุสำหรับความจริงเสมือน (AR) ด้วยการสำรวจด้วยภาพถ่ายระยะใกล้**
ผู้วิจัย	ศิริพร เสนานุช
ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ดร. พลปรีชา ชิดบุรี
ประเภทสารนิพนธ์	วิทยานิพนธ์ วท.บ. สาขาวิชาภูมิศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2563
คำสำคัญ	โบราณวัตถุ, การรังวัดด้วยภาพถ่ายระยะใกล้, เทคโนโลยีความจริงเสมือน

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันโบราณวัตถุมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งในการใช้ศึกษาถึงเรื่องราวและพฤติกรรมของคนในอดีต และเป็นมรดกทางวัฒนธรรมโบราณวัตถุส่วนใหญ่นั้นได้ถูกเก็บรักษาไว้ในพิพิธภัณฑ์ แต่มีข้อจำกัดที่คนภายนอกไม่สามารถชมได้ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการจัดทำแบบจำลองสามมิติของโบราณวัตถุด้วยเทคนิคการรังวัดภาพถ่ายระยะใกล้ ,สำหรับการนำเสนอสื่อดิจิทัลของโบราณวัตถุในรูปแบบเทคโนโลยีความจริงเสมือน AR โดยงานวิจัยนี้มีพื้นที่การศึกษาคือ บานประตูพระปรางค์ โบราณวัตถุในพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ พระพุทธชินราช จังหวัดพิษณุโลก ซึ่งงานวิจัยนี้ได้ทำการเก็บข้อมูลภาพถ่ายด้วยกล้องโทรศัพท์มือถือ iPhone XS max ใช้เทคนิคการสำรวจด้วยภาพถ่ายระยะใกล้ เพื่อนำไปสร้างแบบจำลองสามมิติด้วยโปรแกรม Agisoft PhotoScan จากนั้นนำแบบจำลองสามมิติที่ได้ไปสร้างภาพเสมือนจริงผ่านโปรแกรม Unity และ Vuforia และรับชมด้วย AR ซึ่งเป็นการรับชมผ่านสมาร์ทโฟน ผลลัพธ์งานวิจัยนี้ได้ทำการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งาน จากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 30 คน โดยมีคะแนนรวมเฉลี่ยของความพึงพอใจ ทั้งหมดเท่ากับ 4.38 จากคะแนนเต็ม 5 คะแนน ดังนั้นงานวิจัยนี้สามารถประยุกต์ใช้การสร้างแบบจำลองสามมิติโบราณวัตถุด้วยการสำรวจด้วยภาพถ่ายระยะใกล้ ยังเป็นการอนุรักษ์โบราณวัตถุไว้ในรูปแบบดิจิตอล สามารถนำไปสร้างภาพเสมือนจริงและเผยแพร่การพัฒนาสื่อดิจิทัลของโบราณวัตถุบนโทรศัพท์มือถือ ที่เป็นแนวทางในการเข้าถึง แหล่งโบราณสถานได้อย่างง่ายและสะดวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright© by Naresuan University
All rights reserved

Title	**3D reconstruction of Heritage objects for augmented reality using Close range photogrammetry**
Author	Siriporn Senanuch
Advisor	Dr. Polpreecha Chidburee
Academic Paper	Thesis B.S. in Geography, Naresuan University, 2020
Keywords	Cultural heritage, 3D model reconstruction, Close-range photogrammetry, Augmented reality (AR)

Abstract

Antique objects are a cultural heritage that has great importance on education and behaviours of ancient people. Particularly, antique objects which are kept in a history museum, it is not easy for seeing from most people. This research aims to reconstruct a 3D model of an antique object using a close-range photogrammetric technique for the representation in the digital format of an antique object through Augmented reality (AR) technology. The antique object used in this study is a pair of Phra Prang's (pagoda) door panel shown in Phra Buddha Chinnarat National Museum, Phitsanulok province. The image acquisition used for 3D reconstruction was taken from iPhone XS max's camera. The photogrammetric processing for creating 3D model was performed using Agisoft PhotoScan software. Then, the AR mobile application was built using Unity and Vuforia software packages and was installed on a smartphone. The results from the satisfaction assessment of testing AR on a smartphone with thirty people shows that the overall average of satisfaction score is 4.38 out of 5. Therefore, this research can utilize close-range photogrammetry for 3D model reconstruction of an antique object that is applied in digital conservation for ancient artefacts. Moreover, the antiques in the digital form can be visualized easily and conveniently through AR technology on a smartphone.

Keywords: Cultural heritage/ 3D model reconstruction/ Close-range photogrammetry/ Augmented reality (AR)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

สารบัญ

สารบัญตาราง

สารบัญภาพ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ 2

1.3 พื้นที่การศึกษา 2

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

1.5 กรอบแนวคิดการวิจัยล 3

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 4

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 6

บทที่ 3

ขั้นตอนการวิจัย 13

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย 13

3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล 15

3.3 การประมวลผล 16

3.4 การสร้าง AR บนโทรศัพท์มือถือด้วย Vuforia 23

3.5 การสร้าง AR บนโทรศัพท์มือถือด้วยโปรแกรม Unity 26

3.6 การ Build App สำหรับ Android 33

3.7 การประเมินความพึงพอใจ 39

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright© by Naresuan University
All rights reserved

บทที่ 4

ผลการวิจัย.....40

4.1 ข้อมูลภาพถ่าย.....40

4.2 การประมวลผลด้วยโปรแกรม Agisoft PhotoScan.....41

4.3 ผลการแสดง AR บนมือถือ.....43

4.4 ผลการประเมินความพึงพอใจ.....43

4.5 ข้อเสนอแนะ.....46

บทที่ 5

สรุปและอภิปรายผล.....47

5.1 สรุปผลการวิจัย.....47

5.2 อภิปรายผล.....48

5.3 ปัญหาอุปสรรค.....48

5.4 ข้อเสนอแนะ.....49

บรรณานุกรม.....49

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.....51

ภาคผนวก ข.....53

แบบประเมินความพึงพอใจต่อผู้รับบริการเทคโนโลยีความจริงเสมือน.....54

ประวัติผู้วิจัย.....56

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

สารบัญตาราง

ตาราง **หน้า**

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความพึงพอใจ.....46

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

สารบัญภาพ

ภาพ **หน้า**

ภาพที่ 1.1 บานประตูเก่าพระปรางค์.....1

ภาพที่ 1.2 กรอบแนวคิด.....3

ภาพที่ 2.1 การนำเสนอภาพเสมือนจริง AR.....5

ภาพที่ 2.2 การนำเสนอภาพเสมือนจริง AR.....5

ภาพที่ 2.3 การทำ Dense matching จากภาพสเตอริโอหลังจากผ่านการคำนวณ

ตำแหน่งของรูปภาพ.....6

ภาพที่ 2.4 กระบวนการสร้างวัตถุสามมิติด้วยเทคนิค Photogrammetry.....8

ภาพที่ 2.5 Indoor Open Room Setup.....10

ภาพที่ 2.6 Light Tent in Kendal Museum.....10

ภาพที่ 2.7 Proposed methodology.....11

ภาพที่ 3.1 เทปวัดระยะ.....12

ภาพที่ 3.2 Marker.....13

ภาพที่ 3.3 โคมไฟถ่ายภาพ.....13

ภาพที่ 3.4 กล้องโทรศัพท์มือถือ iPhone XS max.....13

ภาพที่ 3.5 แบบแผนการถ่ายภาพ.....14

ภาพที่ 3.6 ระยะของการถ่ายภาพ.....15

ภาพที่ 3.7 วิธีการ add chunk.....15

ภาพที่ 3.8 การ add photo.....16

ภาพที่ 3.9 ผลลัพธ์การ add photo.....16

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ภาพที่ 3.10 การเปลี่ยน Coordinate System.....17
ภาพที่ 3.11 การนำเครื่องหมายถูกออก.....17
ภาพที่ 3.12 การวางจุด GCPs.....18
ภาพที่ 3.13 การวาง Marker.....18
ภาพที่ 3.14 การกำหนด Scale Bar.....19
ภาพที่ 3.15 การ Align Photos.....19
ภาพที่ 3.16 การ Build Dense Cloud.....20
ภาพที่ 3.17 วิธีลบจุดไม่ต้องการ.....20
ภาพที่ 3.18 การ Build Mesh.....21
ภาพที่ 3.19 การ Build Texture.....21
ภาพที่ 3.20 การ export model.....22
ภาพที่ 3.21 การ Add Database.....23
ภาพที่ 3.22 Add Target.....23
ภาพที่ 3.23 กำหนดความกว้างของภาพ target.....24
ภาพที่ 3.24 คุณภาพของภาพ Target.....24
ภาพที่ 3.25 การ Download Target.....25
ภาพที่ 3.26 การดาวน์โหลดโปรแกรม Unity.....25
ภาพที่ 3.27 การติดตั้ง Unity android และ Unity Vuforia.....26
ภาพที่ 3.28 เปิดโปรแกรม Unity.....26
ภาพที่ 3.29 การสร้าง Projects.....27
ภาพที่ 3.30 การ Create Project.....28

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ภาพที่ 3.31 โปรแกรม Unity....28
ภาพที่ 3.32 การตั้งค่า Settings....29
ภาพที่ 3.33 การลบ Mane camera....30
ภาพที่ 3.34 การ Add AR Camera....30
ภาพที่ 3.35 การ Add License....31
ภาพที่ 3.36 การนำเข้าภาพ Target....32
ภาพที่ 3.37 การนำเข้าแบบจำลองสามมิติ....32
ภาพที่ 3.38 การปรับขนาดของโมเดล....33
ภาพที่ 3.39 การ Download JDK, SDK....34
ภาพที่ 3.40 การ Download JDK....34
ภาพที่ 3.41 การ Download SDK....35
ภาพที่ 3.42 การดาวน์โหลด Android tools....35
ภาพที่ 3.43 การตั้งค่าก่อน Build App....36
ภาพที่ 3.44 Add Icon....36
ภาพที่ 3.45 กำหนดรายละเอียด....37
ภาพที่ 3.46 การระบุ Package Name....37
ภาพที่ 3.47 การกำหนด Key store....38
ภาพที่ 3.48 การ Build App....39
ภาพที่ 3.49 การตั้งชื่อไฟล์ และที่จัดเก็บ....39
ภาพที่ 4.1 ตัวอย่างภาพถ่าย....40
ภาพที่ 4.2 ผลลัพธ์ของการ Align photo....41

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ภาพที่ 4.3 ผลลัพธ์ของการ Build Dense Cloud.....42

ภาพที่ 4.4 ผลลัพธ์ของการ Build Mesh.....42

ภาพที่ 4.5 ผลลัพธ์ของการ Build Texture.....43

ภาพที่ 4.6 ตัวอย่างเทคโนโลยีเสมือนจริง AR.....43

ภาพที่ 4.7 ข้อมูลเพศ.....44

ภาพที่ 4.8 ข้อมูลช่วงอายุ.....44

ภาพที่ 4.9 ข้อมูลระดับการศึกษา.....45

ภาพที่ 4.10 ข้อมูลอาชีพ.....45

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

โบราณวัตถุไม่ว่าจะเป็นสิ่งประดิษฐ์ที่หรือสิ่งก่อสร้างทางประวัติศาสตร์ ล้วนมีความสำคัญเพราะสามารถเล่าถึงเรื่องราวในอดีต สามารถบ่งบอกวิถีชีวิตความเป็นอยู่ของผู้คนในอดีต วัฒนธรรม ประเพณี และ ความเชื่อของคนกลุ่มนั้นในอดีตและส่งผลมาจนถึงวิถีชีวิตความเป็นอยู่ในปัจจุบันได้ ซึ่งจะสามารถดูร่องรอยทางประวัติศาสตร์ได้จากสิ่งของเหล่านี้ เช่น โบราณวัตถุสมัยบ้านเชียง หรือการขุดพบในสถานที่ต่างๆ ซึ่งโบราณวัตถุนั้นล้วนมีความสำคัญทางประวัติศาสตร์ เป็นมรดกทางวัฒนธรรมที่ควรอนุรักษ์และบำรุงรักษาไว้ เมื่อกาลเวลาผ่านไปทำให้วัตถุบางชิ้นบุสลายไป จึงมีการการซ่อมและบูรณะขึ้นเพื่อให้คงสภาพเดิม นอกจากนี้โบราณวัตถุส่วนใหญ่นั้นได้ถูกเก็บรักษาไว้ในพิพิธภัณฑ์ เพราะเนื่องจากวัตถุบางชิ้นเป็นวัตถุชิ้นเล็กมีความละเอียดอ่อนและง่ายต่อการถูกทำลายหรือบุสลายจึงมีการเก็บรวบรวมไว้ในสถานที่ที่เหมาะสม ซึ่งจะสามารถเปิดให้เที่ยวชมได้ แต่จะไม่สามารถจับแตะต้องได้เนื่องจากเหตุผลดังที่กล่าวมานั้น จึงมีการสร้างแบบจำลองขึ้นเพื่อนำเสนอโบราณวัตถุโดยภาพเสมือนจริงเป็นการจำลองวัตถุชิ้นนั้น

ซึ่งการจำลองสามารถทำได้หลายวิธี หนึ่งในวิธีนั้นคือการสำรวจด้วยการรังวัดภาพถ่ายระยะใกล้โดยจะนำการสำรวจด้วยการรังวัดภาพถ่ายระยะใกล้มาประยุกต์ใช้ข้อมูลดิจิตอลมาสร้างแบบจำลองสามมิติจากวัตถุที่ไม่มีข้อมูลการสร้างแบบจำลอง การสร้างแบบจำลองนี้ให้ทราบถึงมิติและรูปร่างที่แน่นอนของแบบจำลองอีกทั้งยังเป็นข้อมูลที่สามารถแสดงผลบนเครือข่ายอินเตอร์เน็ต กระบวนการทำงานสำรวจด้วยการรังวัดด้วยภาพถ่ายระยะใกล้ เพื่อสร้างแบบจำลองสามมิติอาศัยขั้นตอน วัดสอบกล้องถ่ายภาพ การกำหนดจุดควบคุมภาพ การรังวัดจุดร่วมบนภาพ เพื่อประมวลผลข้อมูลภาพถ่ายเป็นค่าพิกัดสามมิติ ในการนำเสนอข้อมูลโบราณวัตถุเพิ่มมากขึ้นเพื่อให้ความรู้ความเข้าใจในคุณค่าของโบราณวัตถุแก่ผู้ที่สนใจ และเพื่อทางการศึกษาการนำเสนอข้อมูลมีรูปแบบที่หลากหลายซึ่ง Augmented Reality (AR) เป็นเทคโนโลยีใหม่ที่ผสานเอาโลกแห่งความเป็นจริง (Real) เข้ากับโลกเสมือน (Virtual) โดยผ่านอุปกรณ์ทางด้านฮาร์ดแวร์รวมกับการใช้ซอฟต์แวร์ต่าง ๆ ทำให้สามารถมองเห็นภาพที่มีลักษณะเป็นวัตถุแสดงผลในจอภาพกลายเป็นวัตถุสามมิติ

งานวิจัยนี้มีเป้าหมายที่จะนำเสนอข้อมูลโบราณวัตถุสามมิติมาเป็นเครื่องมือในการนำเสนอ ให้ข้อมูลรายละเอียด ของโบราณวัตถุด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน (AR) ให้มีความน่าสนใจ สามารถเข้าถึงผู้ชมได้ง่าย สะดวก และรวดเร็ว ใช้สำหรับการถ่ายถอดความรู้ ศิลปวัฒนธรรมของโบราณวัตถุ เป็นสื่อสารสนเทศในการนำเสนอและเผยแพร่ข้อมูลโบราณวัตถุที่สามารถรับรู้การเปลี่ยนแปลงของช่วงเวลาในเชิงพื้นที่ของโบราณวัตถุได้ และได้รับประสบการณ์ใหม่ในการเรียนรู้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

1.2 วัตถุประสงค์

1.เพื่อการจัดทำแบบจำลองสามมิติของโบราณวัตถุด้วยเทคนิคการรังวัดภาพถ่ายระยะใกล้

2.เพื่อพัฒนาสื่อดิจิทัลของโบราณวัตถุในรูปแบบเทคโนโลยีความจริงเสมือน AR

1.3 พื้นที่การศึกษา

โบราณวัตถุในพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ พระพุทธชินราช จังหวัดพิษณุโลกบานประตูเก่าพระปรางค์ศิลปะรัตนโกสินทร์

ภาพที่ 1.1 บานประตูเก่าพระปรางค์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

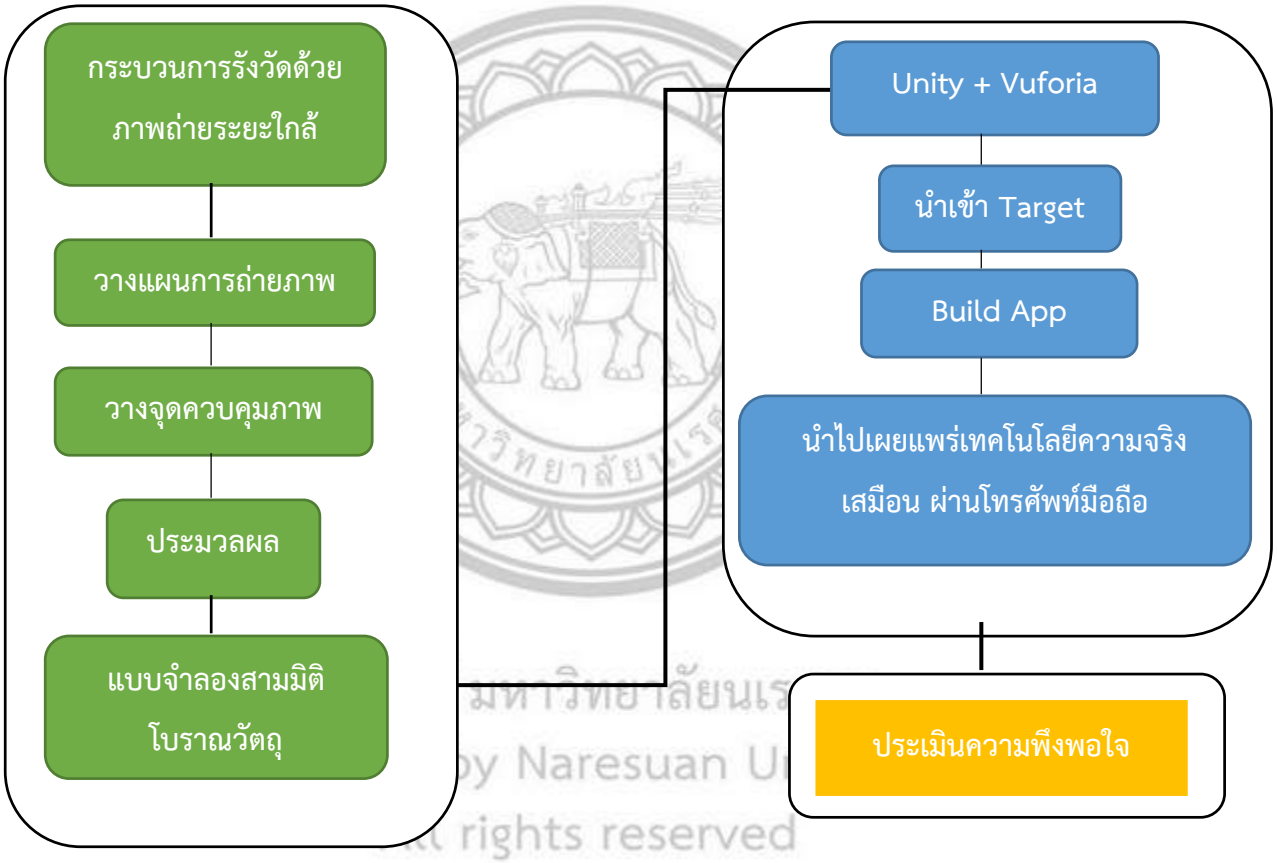
1.สร้างแบบจำลองสามมิติด้วยการรังวัดภาพถ่ายระยะใกล้

2.สนับสนุนเผยแพร่โบราณวัตถุด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือนพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติพระพุทธชินราช

1.5 กรอบแนวคิดการวิจัย

Close range Photogrammetry

Augmented Reality (AR)



มหาวิทยาลัยนเรศวร
by Naresuan University
All rights reserved

ภาพที่ 1.2 กรอบแนวคิด

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับเรื่องการสร้างแบบจำลองสามมิติโบราณวัตถุ และการสร้างภาพเสมือนจริง ซึ่งมีเนื้อหาดังต่อไปนี้

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 โบราณวัตถุ

โบราณวัตถุ มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งในการใช้ศึกษาถึงเรื่องราวและพฤติกรรมของคนในอดีต เราอาจทราบถึงวิถีชีวิตและความเป็นอยู่ของคนในอดีตได้จากสิ่งของเหล่านี้นั่นหมายความว่า โบราณวัตถุสามารถเล่าเรื่องราวทางประวัติศาสตร์อันยาวไกลของผู้คนในอดีต (ตั้งแต่ก่อนที่จะมีการบันทึกเล่าเรื่องราวเป็นลายลักษณ์อักษร) ให้เราได้รู้ตัวอย่างเช่นเศษเครื่องปั้นดินเผา สามารถเล่าเรื่องราวของมนุษย์ในอดีตได้มาก ตั้งแต่การแสดงให้เห็นถึงความสามารถทางเทคโนโลยีในการผลิต รูปแบบภาชนะซึ่งอาจแสดงให้เห็นถึงความนิยมในกลุ่มชนที่แตกต่างกัน แม้กระทั่งสามารถบอกถึงการติดต่อสัมพันธ์ของคนในท้องถิ่นต่างๆ และบอกเส้นทางการค้าหรือการคมนาคมกับดินแดนอื่นๆ ได้อีก (สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน,2516)

2.1.2 การสำรวจด้วยภาพถ่ายระยะใกล้ (Close-range photogrammetry)

เป็นการรังวัดด้วยภาพที่ระยะระหว่างกล้องถ่ายรูปอยู่ไม่ห่างจากวัตถุที่จะรังวัดไม่มากนัก โดยทั่วไปจะจำกัดในระยะ 1 ถึง 100 เมตรนับแต่อดีตการใช้เทคโนโลยีการสำรวจด้วยภาพไม่เป็นที่แพร่หลาย เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานค่อนข้างสูง และต้องการความชำนาญในการทำงานเป็นสำคัญ ปัจจุบันความก้าวหน้าทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ และการประมวลภาพ (Image Processing) มีความก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะกล้องถ่ายภาพดิจิตอล (Digital Camera)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

2.1.3 แบบจำลองสามมิติ

เป็นการสร้างรูปทรงหรือรูปร่างแบบสามมิติ โดยการกำหนดจุดต่างๆ และเชื่อมโยงจุดด้วยเส้นตรง เพื่อให้ได้รูปทรงตามต้องการ การใช้คอมพิวเตอร์สร้างรูปทรงสามมิติอาจทำได้โดยอัตโนมัติด้วยโปรแกรม ในกรณีที่รูปทรงเป็นแบบสมมาตร หรือรูปทรงเรขาคณิต หรือรูปทรงที่ประกอบขึ้นจากรูปทรงเรขาคณิตมาประกอบกัน หากเป็นรูปทรงที่ไม่สมมาตร หรือมีรายละเอียดมาก ก็จำเป็นต้องกำหนดจุดต่างๆ และลากเส้นต่อจุดเองด้วยผู้วาดภาพที่เชี่ยวชาญ เช่น การสร้างแบบจำลองสามมิติสำหรับใบหน้าและศีรษะ

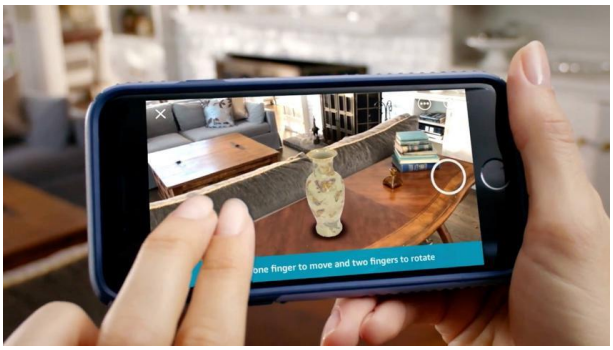
มนุษย์ จำเป็นต้องกำหนดจุดเป็นจำนวนมากในหลักหมื่น เมื่อลากเส้นตรงต่อจุดเชื่อมโยงเป็นรูปใบหน้าและศีรษะในสามมิติ รูปทรงที่ได้เสมือนเกิดจากรูปสามเหลี่ยม หรือรูปสี่เหลี่ยม หรือรูปหลายเหลี่ยม (polygon) มาเรียงต่อๆ กันเป็นแบบเส้นโครง (wire-frame) สำหรับรูปใบหน้า และศีรษะมนุษย์ อาจมีจำนวนรูปหลายเหลี่ยมในหลักพัน ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับความละเอียดของการสร้างแบบจำลอง ในปัจจุบัน การสร้างแบบจำลองสามมิติอาจทำได้จากการใช้เครื่องกราดสามมิติ เพื่อกราดรูปทรงจริงสามมิติ เช่น ใบหน้ามนุษย์ อย่างไรก็ตาม ข้อมูลรูปหลายเหลี่ยมที่ได้ยังคงไม่สมบูรณ์ จึงต้องใช้ผู้วาดภาพด้วยคอมพิวเตอร์มาปรับแต่งข้อมูลที่อาจไม่ถูกต้อง ซึ่งคงต้องใช้เวลามาก (สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน,2555)

2.1.4 เทคนิคการนำเสนอภาพเสมือนจริง (AR)

Augmented Reality (AR) เป็นการนำสภาพแวดล้อมของโลกเสมือนจริงมาผสานเข้ากับสภาพแวดล้อมของโลกจริง มีการใช้เทคนิคภาพสามมิติ ร่วมด้วย เป็นการแสดงผลในรูปแบบเทคโนโลยีความจริงเสมือนเพื่อให้เห็นเทคโนโลยีความจริงเสมือน การซ้อนทับจากสิ่งต่างๆประกอบขึ้นในหลายๆ ส่วน ร่วมกับสภาพแวดล้อมของโลกแห่งความเป็นจริง

ภาพที่ 2.1 ตัวอย่างการนำเสนอภาพเสมือนจริง AR (ที่มาภาพ https://sites.google.com/site/tchiporkaerm32042103/bth-thi9-thakhwam-rucak-kab-augmented-reality)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright© by Naresuan University
All rights reserved

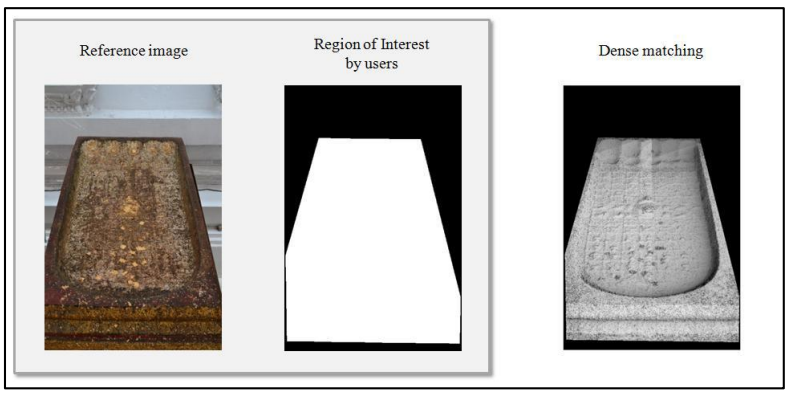


ภาพที่ 2.2 ตัวอย่างการนำเสนอภาพเสมือนจริง AR (ที่มาภาพ https://medium.com/@tanat29/hire-augmented-reality-895c1c0bf911)

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 การสร้างแบบจำลองสามมิติจากภาพหลายภาพสำหรับมรดกทางวัฒนธรรม. (นรุตม์ สุนทรานนท์ ภานุ เศรษฐเสถียรและปรีสาร รักวาทิน, 2015).

งานวิจัยนี้เสนอวิธีการเก็บข้อมูลสำหรับมรดกทางวัฒนธรรมในประเทศไทยที่สามารถจับต้องได้ในรูปแบบของแบบจำลองสามมิติ ผู้วิจัยได้ศึกษา รอยพระพุทธบาทจำลอง และ พระราหูอมจันทร์ เนื่องจากประเทศไทยมีมรดกทางวัฒนธรรมที่จับต้องได้ (Tangible cultural heritage) เช่น โบราณวัตถุหรือโบราณสถานต่างๆ โดยมีวัตถุประสงค์และวิธีการดำเนินงานมุ่งเน้นไปที่ซอฟต์แวร์ระบบเปิด ซึ่งไม่มีค่าใช้จ่ายสาหรับค่าลิขสิทธิ์ และยังสามารถใช้งานได้ยืดหยุ่นกว่าซอฟต์แวร์ทางการค้า ได้แก่ MICMAC , CVMS (Clustering Views for Multi-views Stereo) , Bundler, Agisoft, Pix4D, Acute3D การทำงานนี้โดยใช้หลักการพื้นฐานของการสร้างแบบจำลอง3 มิติสำหรับรูปภาพหลายภาพ จากการใช้กล้องดิจิทัลร่วมกับซอฟต์แวร์ MICMAC การจับคู่จุดที่สอดคล้องกัน การจับคูจุดภาพที่สอดคล้องกันบนคู่ภาพสเตอริโอ โดยใช้วิธีของ SIFT การปรับแก้ความผิดเพี้ยนและการหาตำแหน่งรูปภาพแล้วในขั้นตอนสุดท้าย คือ การคำนวณหาแบบจำลอง 3มิติของบริเวณที่กำหนด บนพื้นฐานของการทำ Dense matching



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ภาพที่ 2.3 การทำ Dense matching จากภาพสเตอริโอ หลังจากผ่านการคำนวณตำแหน่งของรูปภาพ (นรุตม์ และคณะ 2015).

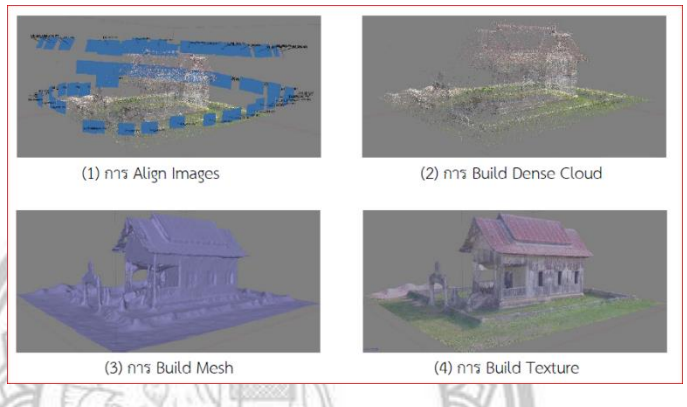
จากการดำเนินการทดลองและสร้างแบบจำลอง 3 มิติ จากมรดกทางวัฒนธรรมขนาดเล็ก ที่ตั้งอยู่ในกรุงเทพมหานคร จำนวน 2 ชิ้น คือ รอยพระพุทธบาทจาลอง และ พระราหูอมจันทร์การทดสอบการใช้งานซอฟต์แวร์ระบบเปิด MICMAC เพื่อสร้างแบบจำลอง 3 มิติจากรูปภาพหลายมุมมองดังกล่าวให้ผลที่มีประสิทธิภาพเพื่อใช้สำหรับการนำเสนอผ่านสื่อต่างๆ ได้ เช่น เว็บไซต์ เอกสารจัดพิมพ์ ฯลฯ แต่หากต้องการนำข้อมูลไปเพื่อใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงสำหรับการบูรณะซ่อมแซมจำเป็นต้องมีการศึกษาถึงกระบวนการในการสร้างแบบจำลองสามมิติที่มีความถูกต้องแม่นยำสูงต่อไป การวัดค่าเรขาคณิต (Geometry measurement) โดยตรงจากวัตถุหรือการสร้างจากแบบจำลองสามมิติจากอุปกรณ์แบบ Active เช่น 3D laser scanner อาจมีความจำเป็นเพื่อให้ได้มาซึ่งแบบจำลองสามมิติอ้างอิง สำหรับการเปรียบเทียบเพื่อหาอัตราความถูกต้อง (Accuracy rate) ของแบบจำลองสามมิติ ที่ได้จากการประมวลผลด้วยซอฟต์แวร์ระบบเปิด

2.2.2 การใช้เทคนิคสแกนวัตถุสามมิติและการทำพื้นผิวสำหรับเกมในการแสดงผลรายละเอียดบนพื้นผิวของพุทธศิลป์อีสานกรณีศึกษาสิมและฮูปแต้ม. (ปริวัฒน์ พิสิษฐพงศ์,2561).

งานวิจัยนี้จะเป็นการนำเอาวิธีการจัดเก็บข้อมูลสามมิติด้วยสแกนเนอร์สามมิติหรือการสร้างแบบจำลองสามมิติจากภาพถ่ายมาประยุกต์ใช้กับการทำโมเดลสามมิติที่มีจำนวนโพลิกอนต่ำโดยมีกระบวนการเรียงเส้นของวัตถุสามมิติใหม่จากโมเดลที่แสกนได้ (Re-topology) และการทำพื้นผิวสำหรับเกมด้วยกระบวนการดึงรายละเอียดของวัตถุที่แสกนได้มาใส่วัตถุสามมิติที่เรียงเส้นแล้ว (Baking) เพื่อให้ได้พื้นผิวของวัตถุตามความเป็นจริง เพื่อให้ได้รายละเอียดต่างๆ ของสิมและพระพิมพ์ วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือเพื่อให้การเก็บข้อมูลมรดกทางวัฒนธรรมที่มีความถูกต้อง เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลกรณีที่มรดกทางวัฒนธรรมนั้นต้องการการบูรณะซ่อมแซม และเพื่อการนำเสนอเป็นสื่อกลาง เช่น เว็บไซต์ ผู้วิจัยมีการวางแผนการทำงานและลงพื้นที่เพื่อเก็บข้อมูลเมื่อได้ข้อมูลแล้วใช้เทคนิคแสกนวัตถุด้วย Photogrammetry เพื่อที่จะสร้างวัตถุสามมิติจากรูปภาพ โดยการนำเอารูปภาพที่ถ่ายได้รอบวัตถุมานำมาใส่โปรแกรมที่เตรียมเอาไว้ โดยกระบวนการของโปรแกรมที่ใช้สร้างวัตถุสามมิติด้วยเทคนิค Photogrammetry ได้แก่ Align Images นำรูปภาพที่ได้มาทำการคำนวณตำแหน่งBuild Dense Cloud การนำภาพที่ได้จากข้อแรกมาสร้างเป็นจุด Vertex Color, Build Mesh การคำนวณจากจุด Dense Cloud, Build Texture กระบวนการคำนวณสีของพื้นผิวจากภาพถ่ายที่ได้ (ดังภาพที่ 2.4) กระบวนการสร้างวัตถุสามมิติด้วยเทคนิค Photogrammetry ใหม่ด้วยขั้นตอน Re-topology แสดงข้อมูลของสิมแบบสามมิติที่ถูกนำมาแสดงบนหน้าจอ Web Browser นอกจากนี้ยังมีใช้กล้องดิจิทัลร่วมกับซอฟต์แวร์ MICMA การจับคู่จุดที่สอดคล้องกัน การจับคู่จุดภาพที่สอดคล้องกันบนคู่ภาพสเตอริโอ โดยใช้วิธีของ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright© by Naresuan University
All rights reserved

SIFT และการปรับแก้ความผิดเพี้ยนและการหาตำแหน่งของรูปภาพ เมื่อได้โมเดลแบบจำลองสามมิติแล้ว นำเอาโมเดลไปฝากไว้ที่เว็บ sketchfab.com จากนั้นจึงทำการนำโค้ดของโมเดลที่ต้องการไปฝังไว้กับเว็บไซต์ที่ได้ทำการออกแบบและพัฒนาขึ้นมา เพื่อเผยแพร่ข้อมูลรายละเอียดต่างๆ มีการตอบแบบสอบถามจากผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินคุณภาพของวัตถุสามมิติที่สร้างจากการใช้เทคนิค Photogrammetry และการทำพื้นผิวสำหรับเกม



ภาพที่ 2.4 กระบวนการสร้างวัตถุสามมิติด้วยเทคนิค Photogrammetry (ปริวัฒน์ พิสิษฐพงศ์,2561).

จากการใช้เทคนิคสแกนวัตถุสามมิติและการทำพื้นผิวสำหรับเกมในการแสดงผลรายละเอียดบนพื้นผิวของพุทธศิลป์อีสานกรณีศึกษาสิมและฮูปแต้ม ทำให้เกิดแนวทางในการพัฒนาวัตถุสามมิติเพื่อแสดงผลบนเว็บไซต์จากการใช้เทคนิค Photogrammetry ซึ่งเป็นการนำรูปภาพถ่ายของวัตถุที่ต้องการจำนวนมากมาสร้างเป็นวัตถุสามมิติที่มีจำนวนโพลิกอนสูง จากนั้นจึงใช้การสร้างวัตถุสามมิติสำหรับเกมมาบูรณาการด้วยกันด้วยกระบวนการ Re-Topology และ Baking Map เพื่อนำ เอา Texture ประเภทต่างๆ เช่น Normal Mapping, Specular Mapping, Diffuse Mapping เป็นต้น มาใช้กับวัตถุสามมิติที่มีจำนวนโพลิกอนต่ำ เพื่อให้สามารถแสดงผลรายละเอียดต่างๆ ของวัตถุสามมิติได้อย่างถูกต้องตรงตามวัตถุจริงๆ บน Web Browser

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright© by Naresuan University
All rights reserved

2.2.3 เทคโนโลยีความจริงเสริมเพื่อการจัดแสดงเครื่องถ้วยไทย. (อภิวดี จิตเกษมภูรี, พิศประไพ สาระศาลิน, ชัยพร พานิชรุทติวงศ์ ,2562).

ในประเทศไทยมีการขุดค้นพบเครื่องถ้วยโบราณซึ่งเป็นหลักฐานทางโบราณคดีที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์ และยังเป็นมรดกของชาติที่มีมูลค่า เครื่องถ้วยโบราณที่ถูกรวบรวมไปจัดแสดงในพิพิธภัณฑ์นั้นล้วนมีความเปราะบาง อีกทั้งเครื่องถ้วยชิ้นดี ๆ ที่นามาจัดแสดงก็มีจำนวนน้อย การจัดแสดงในพิพิธภัณฑ์ทำได้แค่ตั้งแสดงในตู้กระจกเท่านั้น ดูไม่น่าสนใจ ผู้วิจัยนี้ได้มุ่งเน้นไปที่การใช้เทคโนโลยีความ

จริงเสริมเข้ามาช่วยเพื่อใช้จัดแสดงเครื่องถ้วยไทยโดยสื่อผ่านหนังสือสามมิติด้านการนำเสนอทำให้เกิดความพึงพอใจ และความสนใจที่จะเปิดรับความรู้เกี่ยวกับเครื่องถ้วยไทย โดยงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและจัดทำสื่อที่ใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมหรือ Augmented Reality (AR) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่นำการผสมผสานระหว่างโลกเสมือนจริง (Virtual World) เข้ากับโลกของความจริง (Real World) โดยผ่านอุปกรณ์เชื่อมต่อประเภทต่างๆ เช่น กล้องดิจิตอล สมาร์ทโฟนหรืออุปกรณ์อื่นๆ เพื่อให้เห็นภาพเสมือน มีวิธีดำเนินการโดยการเก็บรวบรวมข้อมูลจาก ตารา เอกสาร และสื่อสืบค้นออนไลน์ เพื่อหาข้อมูลพื้นฐาน เกี่ยวกับเครื่องถ้วยไทย สำหรับใช้ในการจัดทำเครื่องถ้วยไทยออกมาในรูปแบบวัตถุสามมิติ และศึกษาวิธีการจัดทาเทคโนโลยีความจริงเสริมสาหรับใช้เป็นตัวเชื่อมสำหรับนำเครื่องถ้วยที่เป็นวัตถุสามมิติ ให้สามารถแสดงผลออกมาได้ผ่านทางสื่อหนังสือสามมิติโดยใช้โปรแกรมดังนี้ Autodesk Maya, Adobe Photoshop, Adobe Illustrator , Unity/Vuforia เมื่อทำการขึ้นแบบวัตถุสามมิติรูปทรงเครื่องถ้วยไทยแล้ว ยังมีการทำแบบสอบถามวัดผลจากการใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมผ่านสื่อหนังสือสามมิติว่ามีความพึงพอใจต่อการชมเครื่องถ้วยบนสื่อหนังสือสามมิติ ความเข้าใจข้อมูลรายละเอียดของเครื่องถ้วย มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับศิลปะเครื่องถ้วย

ผลการศึกษาวิธีการนำเทคโนโลยีความจริงเสริมเข้ามาเพื่อใช้ในการจัดแสดงเครื่องถ้วยไทยโดยใช้สื่อจากหนังสือสามมิติ มาเป็นสื่อเพื่อสร้างความสนใจให้กับบุคคลทั่วไปเพื่อให้เข้าถึงความรู้เบื้องต้นและดึงดูดความสนใจโดยการนำเสนอวิธีการจัดแสดงเครื่องถ้วยด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม ในส่วนของด้านภาพของการนำเสนอสามารถใช้เป็นสื่อที่สร้างความสนใจให้กับกลุ่มบุคคลทั่วไปได้ดีมาก ในส่วนของเนื้อหาและรายละเอียดสำหรับการให้ข้อมูลก็สามารถสร้างความเข้าใจแก่บุคคลทั่วไปในระดับที่ดี

2.2.4 Single camera photogrammetry for reverse engineering and fabrication of ancient and modern artifacts. *(Kaufman et al,* 2015).

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

วิจัยนี้นำเสนอเกี่ยวกับการถ่ายภาพของปติมากรรมหัวดินขนาดเล็ก ที่ใช้เทคนิค photogrammetry มาสร้างแบบจำลอง 3 มิติเสมือนจริง โดยใช้โปรแกรมซอฟต์แวร์จำนวนมากที่สามารถแปลงภาพถ่ายดิจิตอล 2D เป็นภาพเสมือนจริง 3 มิติได้ มีการใช้อุปกรณต่างๆอาทิเช่น กล้อง DSLR Nikon D3100 ใช้ระบบการประมวลผลโดยใช้ 123D Catch ของ AutoDesk , ประมวลผลโดยใช้ Studio Pro4 ของ Netfabb เพื่อสร้างไฟล์ STL

วิธีศึกษามี 2 วิธี โดยวิธีที่ 1 ศึกษาครั้งแรกประติมากรรมหัวดินขนาดเล็กถูกรวมไว้เพื่อแสดงวิธีการเปรียบเทียบในการพิมพ์แบบ AM และการเก็บข้อมูลหัวทาสีกึ่งเคลือบนี้ที่ ถูกวางไว้ที่กึ่งกลางของห้องบนแท่นขณะที่กล้องถูกย้ายเป็นวงกลมเต็มรอบวัตถุและภาพดิจิตอล เก็บข้อมูลโดยใช้กล้อง DSLR Nikon D3100

ภาพที่ 2.5 Indoor Open Room Setup (Kaufman et al, 2015).

วิธีที่ 2 เก็บข้อมูลดิจิตอลใช้เต็นท์แสงแบบพับได้ เต็นท์แสงถูกใช้ในการจับภาพดิจิทัลของโบราณวัตถุจากโบราณวัตถุรูปปั้นอียิปต์อายุ 3000 ปีและฟอสซิลแอมโมไนต์และประมวลผลโดยใช้ PhotoScan Pro®ของ Agisoft Studio Pro4 ของ Netfabb นั้นถูกใช้เพื่อสร้างไฟล์ STL ซึ่งเครื่อง AM ต้องการเพื่อพิมพ์การจำลองแบบ แบบจำลองที่สร้างขึ้นโดยใช้เทคนิคนี้ได้รับการประมวลผลบนเครื่อง 3D Systems DTM Sinterstation®เครื่อง Selective Laser Sintering (SLS)

ภาพที่ 2.6 Light Tent in Kendal Museum (Kaufman et al, 2015).

สิ่งประดิษฐ์เหล่านี้ใช้กล้อง DLSR ระดับกลาง โมเดลถูกผลิตขึ้นโดยใช้เครื่องจักร AM ชนิดต่าง ๆ กล้อง DSLR ไม่สามารถทำงานได้เนื่องจากสามารถจับภาพพื้นผิวได้เท่านั้นไม่เหมือนกับการสแกนปริมาตรหรือเป็นตัวอย่างของการสแกน MRI ของมัมมี่อียิปต์โดย Steele งานวิจัยนี้โดยใช้ DSLR มันเป็นเพียงข้อมูลพื้นผิวที่จำเป็นในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ที่เป็นตัวแทนทางเรขาคณิต จำเป็นต้องมี การวิจัย

เพิ่มเติมเพื่อตรวจสอบว่าสามารถลดหรือกำจัดผลกระทบได้อย่างไรและในขั้นตอนการเก็บข้อมูล หนึ่งในปัญหาหลักที่พบคือการสะท้อนของพื้นผิวมันวาวสูง

2.2.5. Crowdsource and web-published videos for 3D documentation of cultural heritage objects. (Alsadik, B. 2016).

วิจัยนี้นำเสนอการสร้างแบบจำลองที่ใช้ภาพอัตโนมัติและเทคโนโลยีกล้องเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสำหรับการบันทึกและอนุรักษ์มรดกทางวัฒนธรรม เพื่อใช้ภาพวีดีโอเผยแพร่ทางเว็บไซต์ โดยใช้เครื่องเลเซอร์สแกนเนอร์หรือเซ็นเซอร์แบบพาสซีฟ ให้ได้ภาพสแกนและนำมาสร้างเป็นภาพสามมิติ โดยมีระวิธีการ (ภาพที่ 2.7) การใช้การบันทึกวิดีโอสำหรับการดัดแปลง 3D คือการลบภาพเบลอและนอกจากนี้การกรองเฟรมรูปภาพที่มีจำนวนมากตามการครอบคลุมวัตถุ ภาพส่วนที่เหลือจะถูกประมวลผลโดยใช้เทคนิคฮิสโตแกรมจับคู่ สิ่งนี้จำเป็นเมื่อสร้างแบบจำลองพื้นผิว 3 มิติเพื่อรักษาสีที่เหมือนกัน และมีการทดสอบ

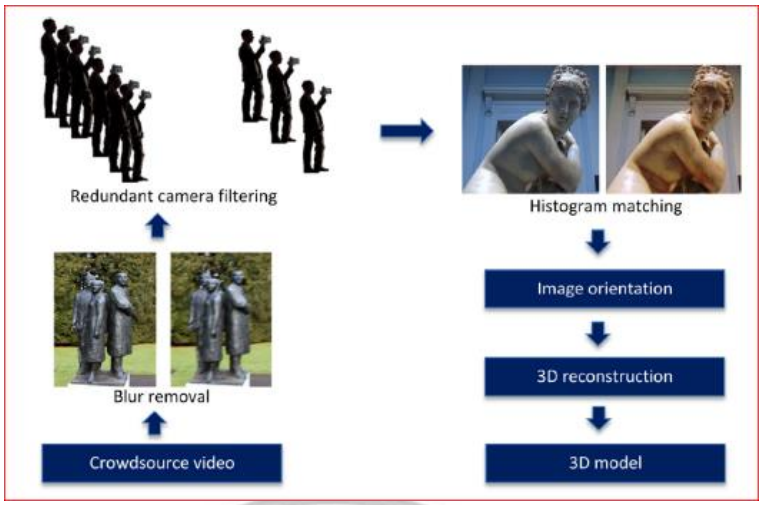
การทดสอบครั้งแรก: Lion of Babylon > รูปปั้นสิงโตแห่งบาบิโลนถูกค้นพบในปี ค.ศ. 1776

การทดสอบที่สอง: รูปปั้นหินอ่อนของ Aphroditeln >วิดีโอที่เผยแพร่ในปี 2012 BH2sR86z98w ใช้เพื่อสร้างแบบจำลอง 3 มิติของรูปปั้นนี้

การทดสอบครั้งที่สาม: หอคอยคาริลล์หอคอยคาริล หอคอยที่มีการบินโดรน (UAV) ถูกนำมาใช้ตามที่เผยแพร่การประมาณค่าความแม่นยำ มาตรการความแม่นยำของ Carillon Tower และกรณีศึกษารูปปั้น Lion of Baby-lon ถูกคำนวณหลังจากประมวลผลภาพวิดีโอที่มุ่งเน้นและขึ้นอยู่กับขนาดที่เผยแพร่ และยังใช้การคำนวณการสอบเทียบด้วยตนเองของกล้อง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright© by Naresuan University
All rights reserved

กรณีศึกษาสามกรณีที่นำไปใช้กับวิดีโอ crowdsourcing สำหรับเอกสาร 3D และการเก็บรักษาแบบจำลองนั้น ระเบียบวิธีนี้มีพื้นฐานมาจากการนำเอาการเบลอออกจากรูปภาพการกรองซ้ำซ้อนและการจับคู่ฮิสโตแกรม การสร้างแบบจำลองของรูปปั้นเหล่านี้ของ Aphrodite นั้นมีความท้าทายมากเนื่องจากความครอบคลุมของภาพที่ไม่สมบูรณ์รอบ ๆ รูปปั้น และความแม่นยำสัมพัทธ์ก็ถูกคำนวณเพื่อให้มีการประมาณค่าที่ปรับขนาดได้เมื่อทำการจำลองโมเดลมรดกทางวัฒนธรรมที่มีขนาดต่างกัน



ภาพที่ 2.7 Proposed methodology (Alsadik et al, 2016).

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

บทที่ 3
ขั้นตอนการวิจัย

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้แบ่งขั้นตอนการวิจัยออกเป็นหัวข้อต่าง ๆ ทั้งหมด 4 หัวข้อ ได้แก่

1. เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

2. การเก็บรวบรวมข้อมูล

3. การประมวลผล

4. การประเมินความพึงพอใจ

โดยแต่ละหัวข้อการวิจัยมีรายละเอียดดังนี้

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้จำแนกเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยเป็น 2 ประเภท ได้แก่

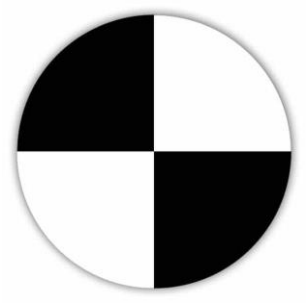
3.1.1อุปกรณ์

1) เทปวัดระยะ

ภาพที่ 3.1 เทปวัดระยะ

ลิขสิทธิ์ ม ศวร
Copyright by niversity
All rights reserved

2) Marker



ภาพที่ 3.2 Marker

3) โคมไฟถ่ายภาพ

ภาพที่ 3.3 โคมไฟถ่ายภาพ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright© by Naresuan University
All rights reserved

4) กล้องโทรศัพท์มือถือ iPhone XS max

ภาพที่ 3.4 กล้องโทรศัพท์มือถือ iPhone XS max

3.1.2 ซอฟท์แวร์ (software)

1) Agisoft PhotoScan

โปรแกรมสำหรับการประมวลผลภาพถ่ายโดยนำภาพถ่ายที่ได้มาประมวลผลด้วยขั้นตอนต่าง ๆ โดยผลลัพธ์ได้แบบจำลองสามมิติ

2) Unity

โปรแกรมสำหรับการสร้าง AR โดยนำแบบจำลองสามมิติติที่ได้จากการประมวลผลด้วยโปรแกรม Agisoft PhotoScan มา Build App เพื่อดูแบบ AR ได้

3) Vuforia

ตัวแอพพลิเคชั่นนั้นต้องการฐานข้อมูล หรือ Database ในการจัดเก็บ Target หรือมาร์คเกอร์ ซึ่งเป็นข้อมูลที่สำคัญในการใช้แอพพลิเคชั่น

3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.2.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลภาพถ่าย

ผู้วิจัยได้วางแผนการถ่ายภาพ และวัดระยะห่างระหว่างจุดมาคเกอร์ จากนั้นทำการเก็บข้อมูลภาพถ่ายโดยกล้องโทรศัพท์มือถือ iPhone XS max ผู้วิจัยจึงได้ทำการถ่ายภาพแนวตั้ง แต่ยังคงไว้ซึ่งแผนการถ่ายภาพเดิม

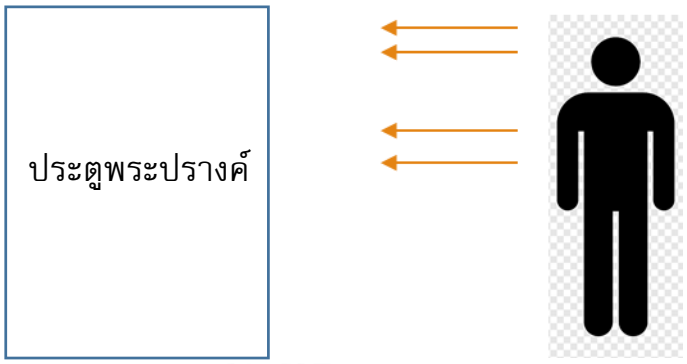
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

จุดดำ คือ ตำแหน่งที่ยืนถ่ายภาพ

ลูกศร คือ ทิศทางการถ่ายภาพ โดยถ่ายภาพเข้าหาผนังที่ต้องการถ่าย

ภาพที่ 3.5 แบบแผนการถ่ายภาพ

โดยกำหนดละระยะ 4 ระดับ คือ ระดับเหนือศีรษะ ระดับศีรษะ ระดับอก และระดับเอว

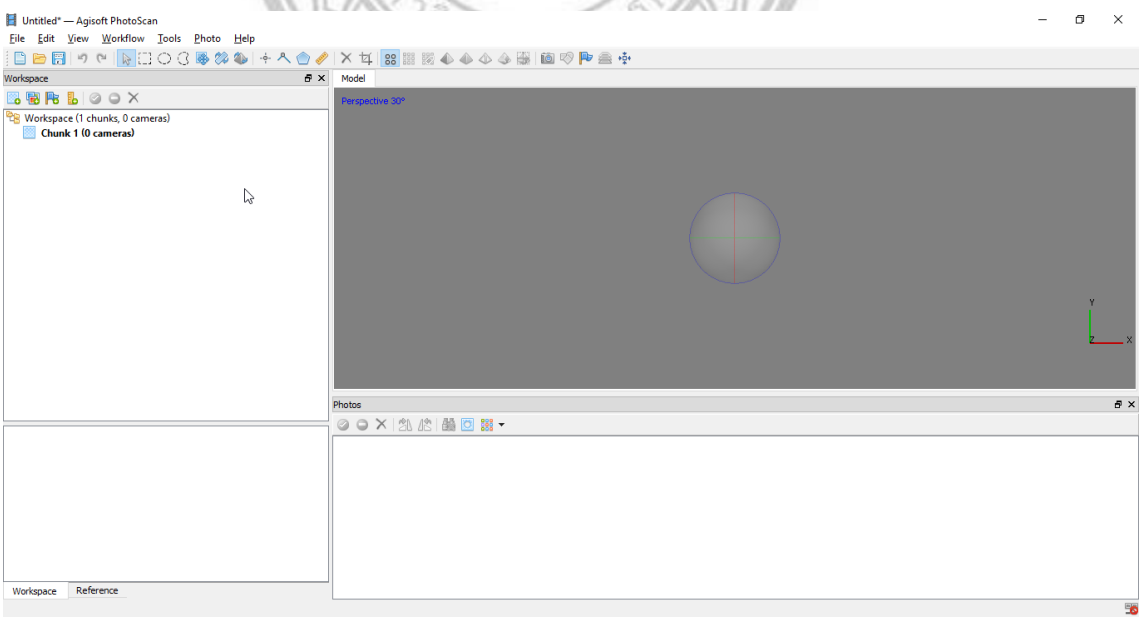


ภาพที่ 3.6 ระยะของการถ่ายภาพ

3.3 การประมวลผล

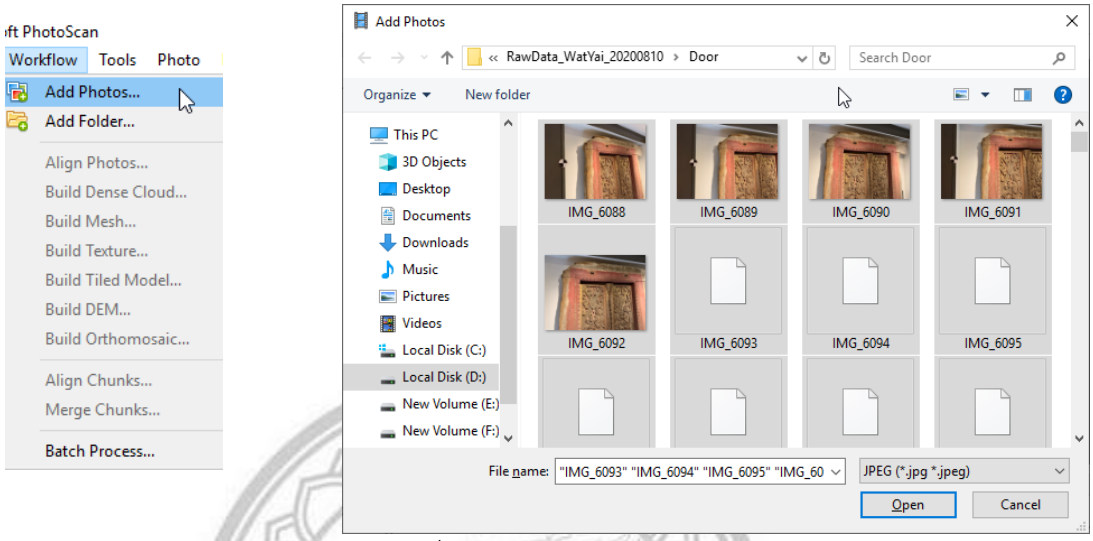
นำข้อมูลภาพที่ได้มาประมวลผลในโปรแกรม Agisoft PhotoScan เพื่อทำแบบจำลองสามมิติภายในอาคารโบราณวัตถุ โดยนำรูปภาพมาประมวลผลโดยใช้กระบวนการทำงานดังนี้

1.ประมวลผลภาพถ่ายเพื่อสร้างแบบจำลองสามมิติ ด้วยโปรแกรม Agisoft PhotoScan Professional



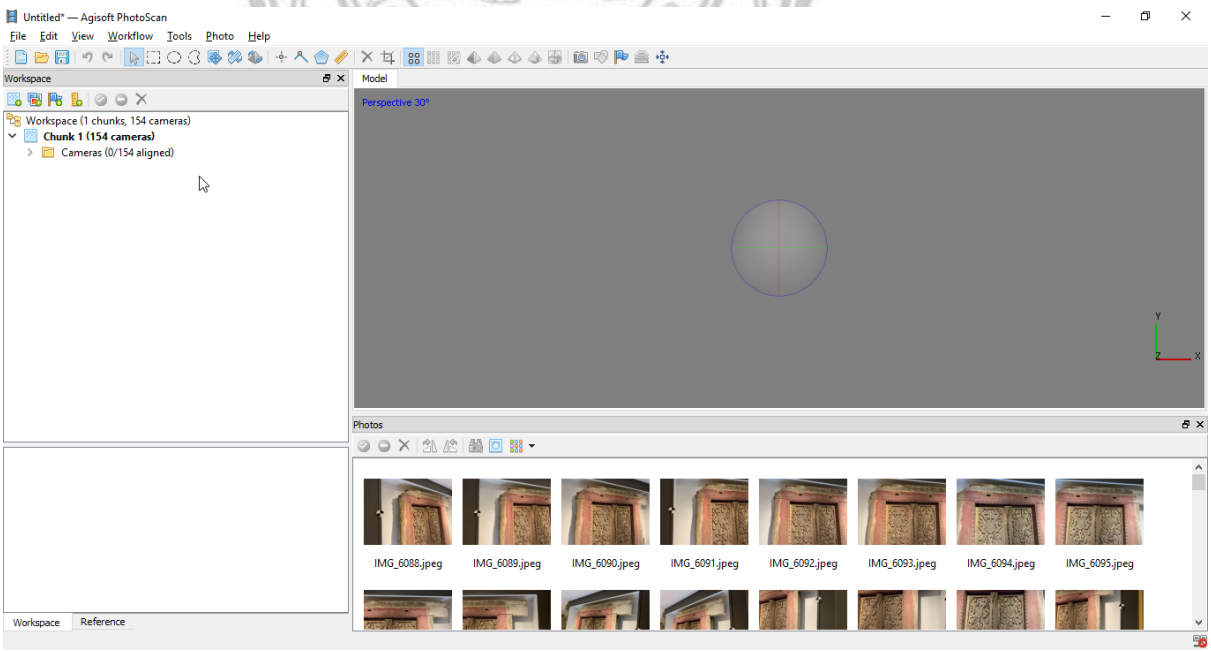
ภาพที่ 3.7 วิธีการ add chunk

2.ทำการเพิ่มภาพถ่ายโดยไปที่คลิก Workflow > Add Photos...จะมีหน้าต่างให้เลือกภาพถ่าย ทำการเลือกภาพถ่าย > Open



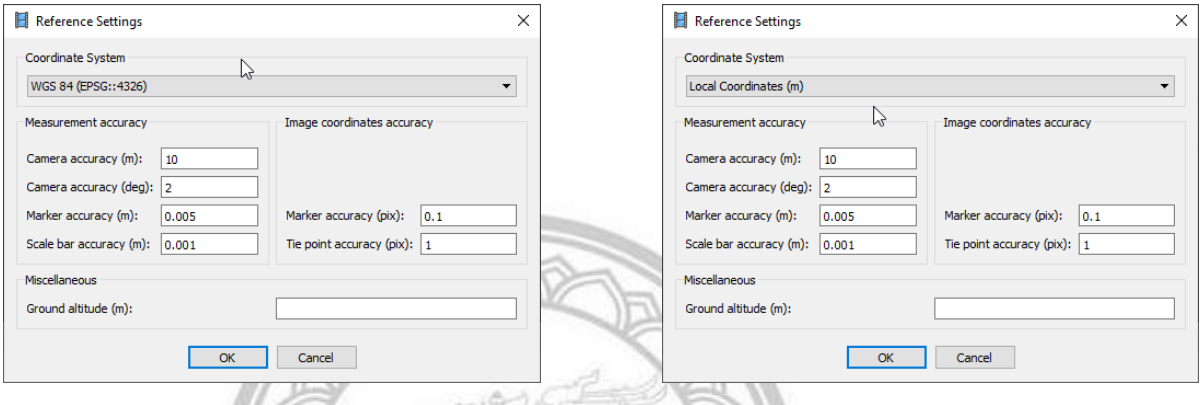
ภาพที่ 3.8 การ add photo

3. จะได้ภาพทั้งหมดจำนวน 154 ภาพ



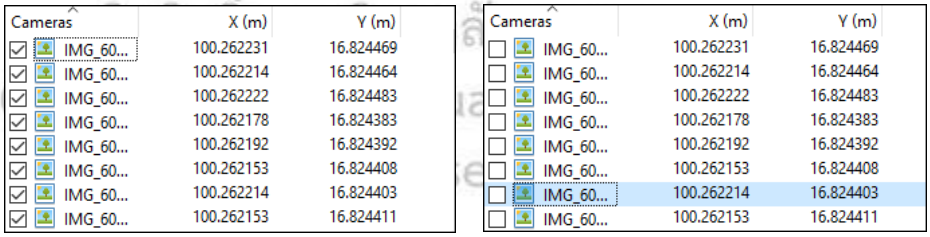
ภาพที่ 3.9 ผลลัพธ์การ add photo

4. ไปที่ Reference ทำการคลิกตาม ภาพ จะปรากฏหน้าต่างนี้ขึ้นมาให้เปลี่ยน Coordinate System เป็น Local Coordinate (m) จากนั้นคลิก OK



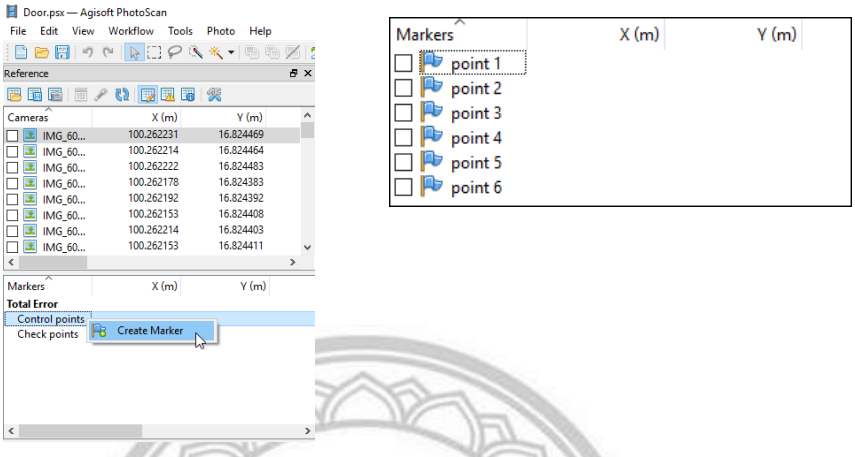
ภาพที่ 3.10 การเปลี่ยน Coordinate System

5. ขั้นตอนต่อไปนำเครื่องหมายหน้าภาพถ่ายออก



ภาพที่ 3.11 การนำเครื่องหมายถูกออก

6.การวางจุด GCPs ไปที่ Control points > คลิกขวา > Add Marker > เพิ่ม Markerทั้งหมด 6 จุด



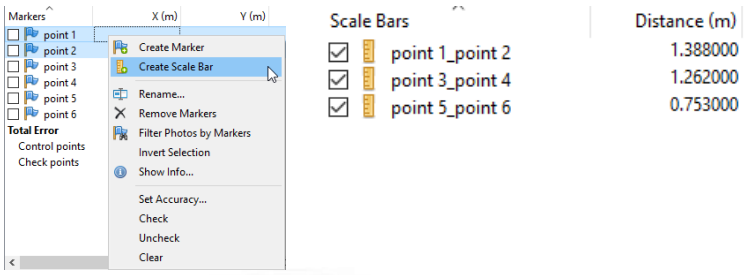
ภาพที่ 3.12 การวางจุด GCPs

7.การวาง Marker ในรูปภาพทั้งหมด เลือกจุดควบคุมที่เห็นชัด > Place Marker > Point1 > วางจุดควบคุมทั้งหมด 6 จุดในแต่ละภาพ

Copyright by Naresuan University
All rights reserved

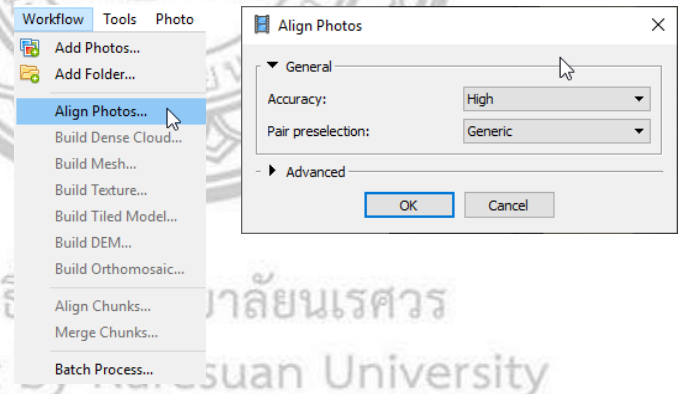
ภาพที่ 3.13 การวาง Marker

8. การวาง Marker ให้ครบทุกภาพ ต่อไปคือการกำหนด Scale Bar เลือกจุดมาสองจุดที่เชื่อมกัน > คลิกขวา > Create Scale Bar > ทำให้ทั้งหมด 3 จุดแล้วจากนั้นกำหนดค่า Distance (m) โดยค่า Distance (m) คือค่าที่วัดได้จริง มีการกำหนดดังนี้



ภาพที่ 3.14 การกำหนด Scale Bar

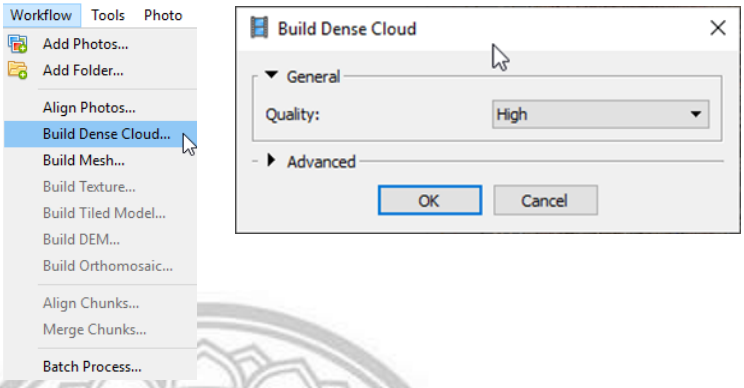
9.ขั้นตอนต่อไปการ Align Photos ไปที่ Workflow > Align Photos... > ตั้งค่า Accuracy เป็น High > จะได้ Tiled points ดังภาพ



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright © by Naresuan University
All rights reserved

ภาพที่ 3.15 การ Align Photos

10.การ Build Dense Cloud ไปที่ Workflow > Build Dense Cloud... > ตั้งค่า Quality เป็น High > จะได้ดังภาพ

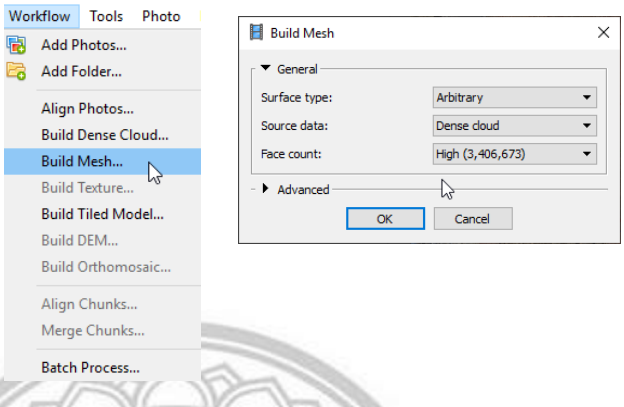


ภาพที่ 3.16 การ Build Dense Cloud

12. ขั้นตอนต่อไปคลิกแถบเครื่องมือตามภาพ เพื่อใช้ลบจุดไม่ต้องการออก

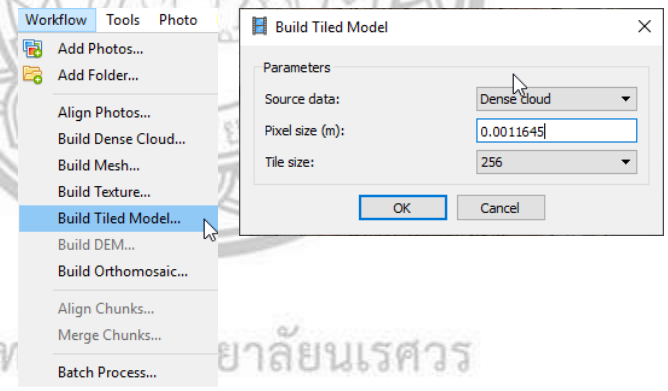
ภาพที่ 3.17 วิธีลบจุดไม่ต้องการ

13.การ Build Mesh ไปที่ Workflow > Build Mesh... > OK



ภาพที่ 3.18 การ Build Mesh

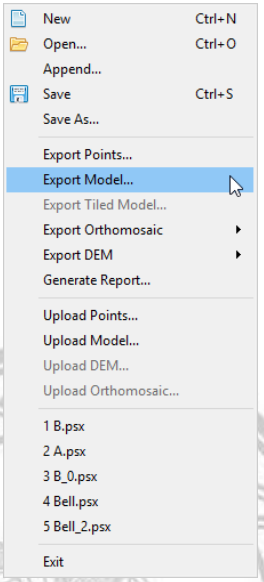
14. การ Build Texture ไปที่ Workflow > Build Texture > OK



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ภาพที่ 3.19 การ Build Texture

15.เมื่อประมวลผลเสร็จแล้วได้แบบจำลองสามมิติ ขั้นตอนต่อไปให้ export model จาก Agisoft PhotoScan โดยไปที่ file > Export Model



ภาพที่ 3.20 การ export model

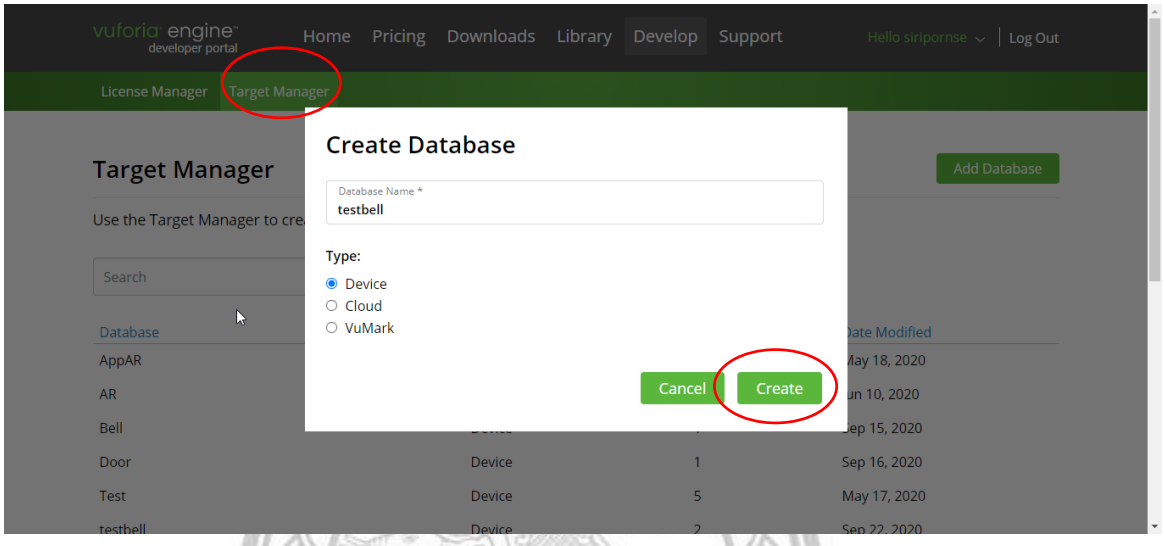
3.4 การสร้าง AR บนโทรศัพท์มือถือด้วย Vuforia

1.เข้าลิ้งค์ตามนี้ https://developer.vuforia.com/ เพื่อการลงทะเบียนเข้าใช้งานของ Vuforia เมื่อทำการลงทะเบียนเสร็จเรียบร้อย

2. การสร้าง License ไปคลิกที่ Develop > Get Development Key ทำการสร้าง License ขึ้นมา เมื่อได้ License แล้วทำการ copy

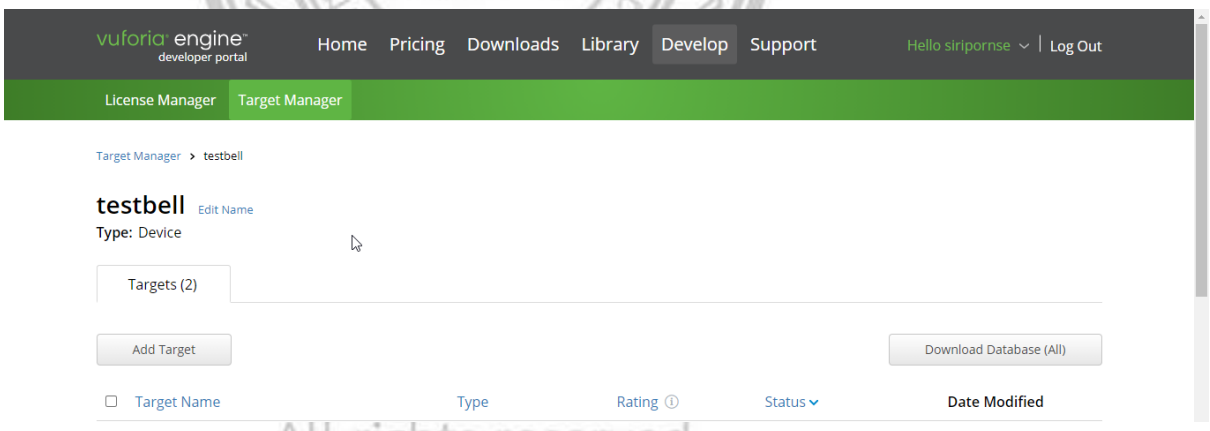
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

3.ต่อมาจะทำการเตรียมภาพ (jpg, png) ไว้ เพื่อใช้เป็น Maker ที่จะนำไปส่อง จะออกแบบเอง หรือว่าดาวน์โหลดในเว็บได้เช่นกัน คลิกแถบเมนู Taket Manager จากนั้น คลิก Add Database > ตั้งชื่อ Database > Create



ภาพที่ 3.21 การ Add Database

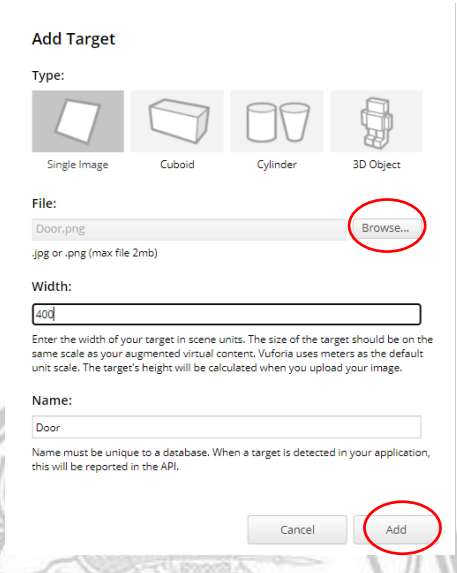
4. จากนั้นคลิกดลือก ที่ Add Taget



All rights reserved

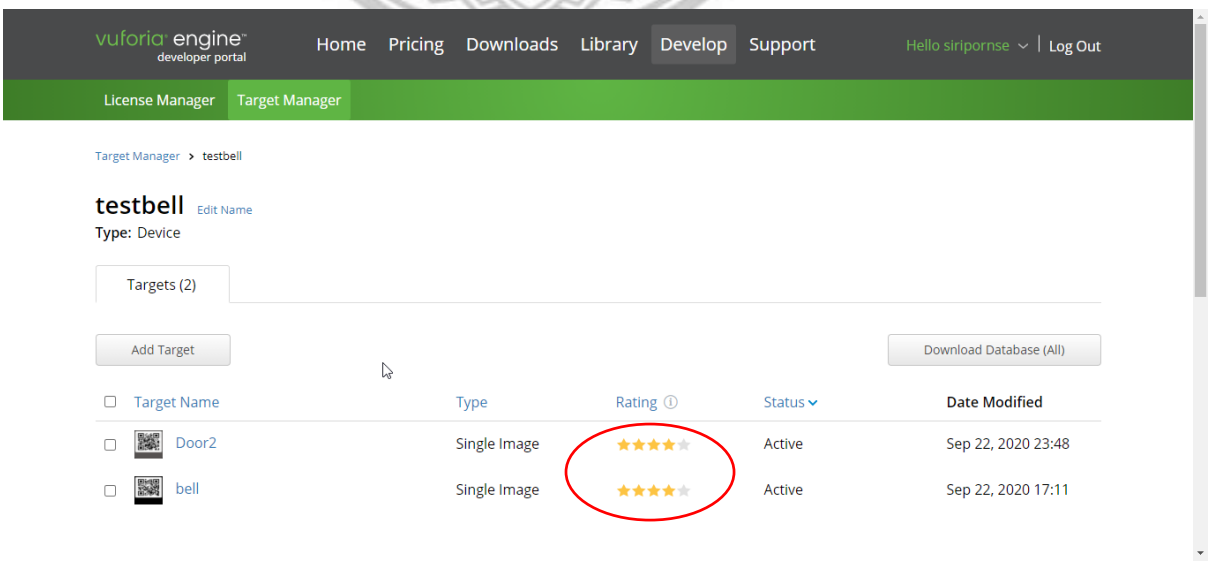
ภาพที่ 3.22 Add Target

5. จะปรากฏหน้าต่างนี้ขึ้นมา คลิก Browser เพื่อนำภาพ Target ที่เตรียมไว้แนบไป กำหนดความกว้าง Width = 400 จากนั้นคลิก Add ได้เลย



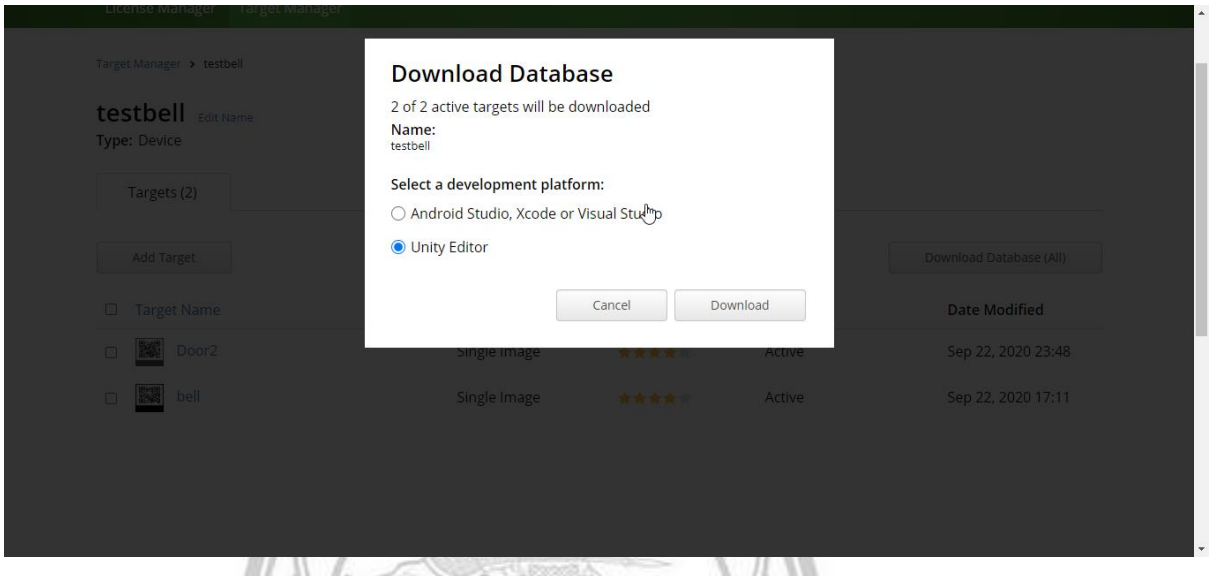
ภาพที่ 3.23 กำหนดความกว้างของภาพ target

6.จะสังเกตได้ว่าภาพที่เราอัพโหลดมานั้นเสร็จเรียบร้อย ให้ดูที่ Rating ว่ามีดาวกี่ดาว ถ้า 4-5 ดาวแสดงว่า Target ผ่านใช้ได้



ภาพที่ 3.24 คุณภาพของภาพ Target

7.เมื่ออัพโหลดภาพเสร็จเรียบร้อย ทำการดาวน์โหลดได้เลย คลิก Download Database > Unity Editor > Download รอสักครู่



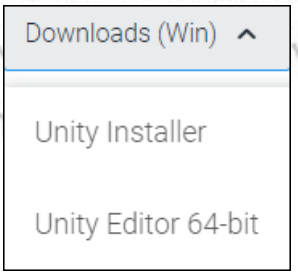
ภาพที่ 3.25 การ Download Target

8. เลือกที่จัดเก็บ จากนั้นกด save

3.5 การสร้าง AR บนโทรศัพท์มือถือด้วยโปรแกรม Unity

1.ดาวน์โหลดโปรแกรม Unity ตามลิงค์ด้านบน ในการศึกษาครั้งนี้เลือกใช้เวอร์ชั่น 2018.4.8f1 ทำการคลิกดาวน์โหลด Unity Installer และ Unity Editor 64-bit

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by N versity
All righ



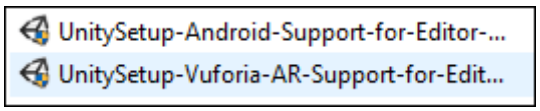
ภาพที่ 3.26 การดาวน์โหลดโปรแกรม Unity

2.ทำการติดตั้งโปรแกรมไฟล์ Unity Installer * ให้คลิกถูกที่ android build support และ Vuforia จากนั้นกด Next ถัดไปจนติดตั้งเสร็จเรียบร้อย

3.ในส่วนของ Unity ให้ดาวน์โหลดลิงค์ตามนี้

https://drive.google.com/file/d/1Fu6qPc-y3PhQ1KQLppdwNcNeGoW68Mwm/view

จากนั้นทำการติดตั้ง 2 ไฟล์ดังภาพนี้



ภาพที่ 3.27 การติดตั้ง Unity android และ Unity Vuforia

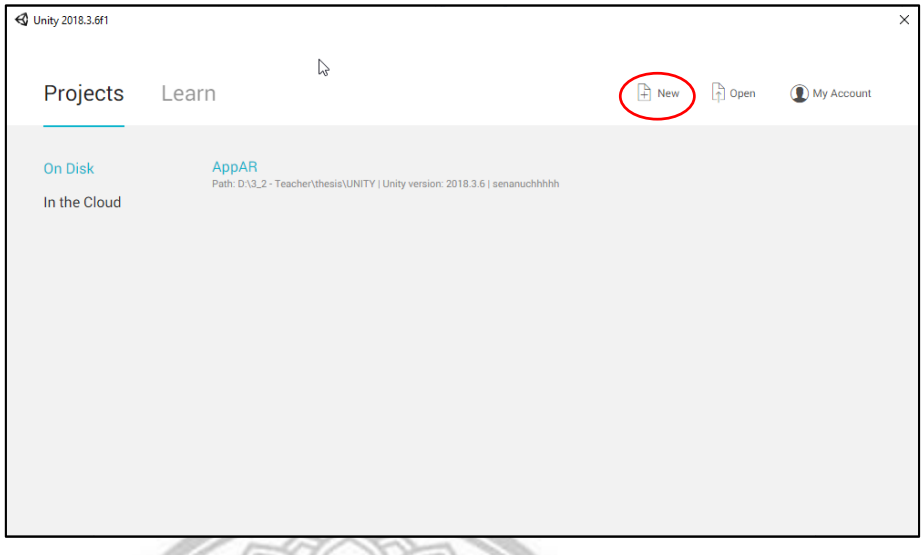
4. เมื่อติดตั้งเสร็จทั้งหมดเรียบร้อยแล้ว ทำการเปิดโปรแกรม Unity ขึ้นมา

Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ภาพที่ 3.28 เปิดโปรแกรม Unity

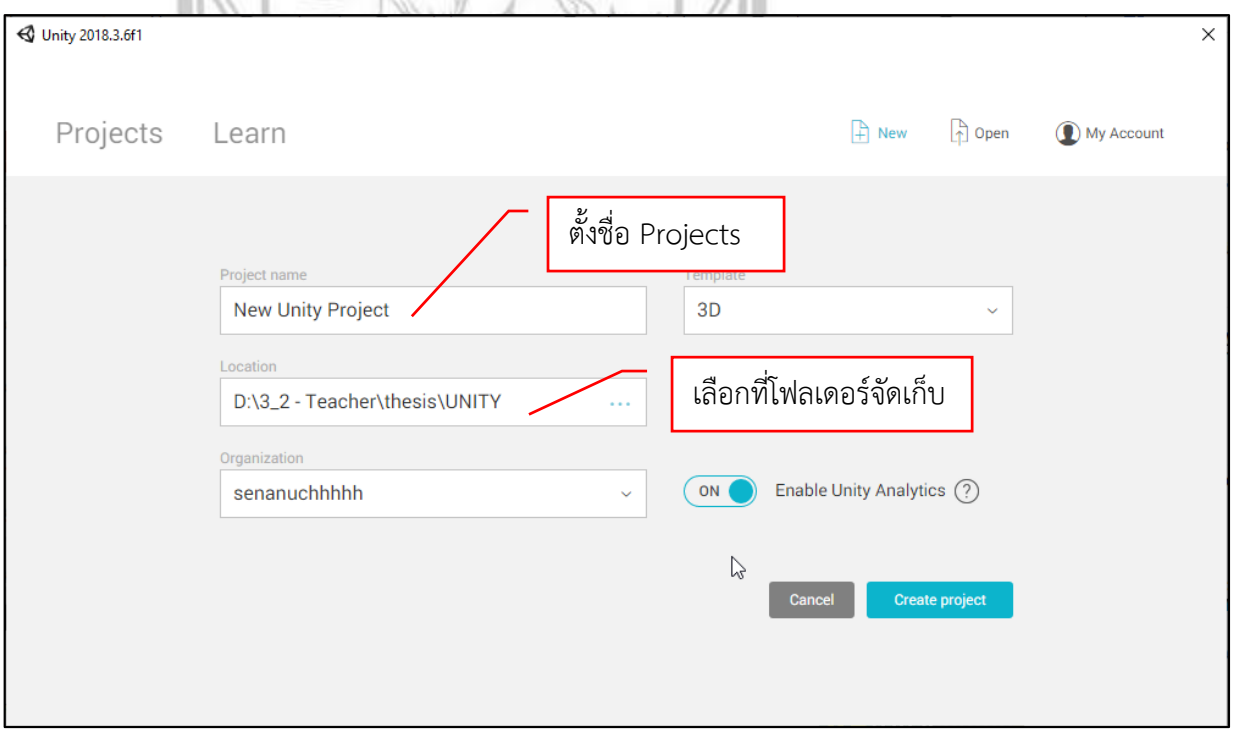
** สำหรับคนที่ยังไม่ลงทะเบียนใช้งาน ให้ลงทะเบียนก่อนเข้าใช้งานก่อน ถึงจะปรากฏ หน้าต่างดังภาพด้านล่าง

5.จะปรากฏดังภาพ ต่อไปคลิกไปที่ Projects จากภาพจะมี Projects อยู่แล้ว ให้คลิดที่ New เพื่อสร้าง Projects ใหม่อีกครั้ง



ภาพที่ 3.29 การสร้าง Projects

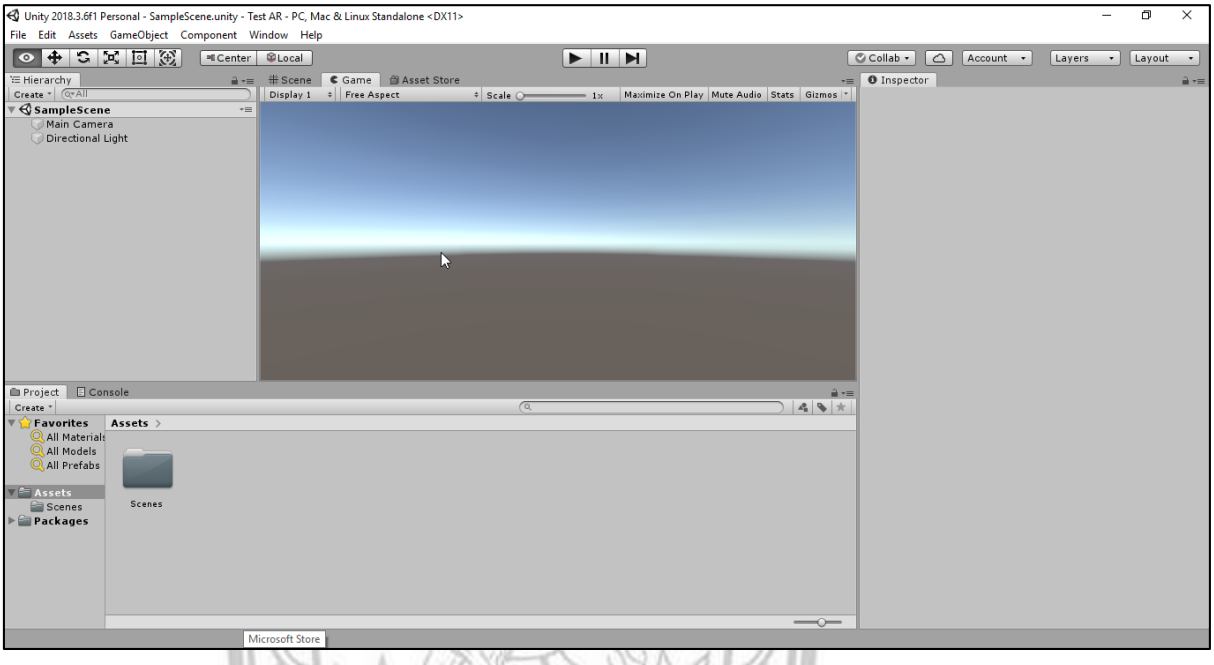
6. คลิก New จะปรากฏหน้านี้ เมื่อตั้งชื่อ Projects และเลือกที่จัดเก็บเสร็จแล้ว คลิกที่ Create Project ได้เลย



ภาพที่ 3.30 การ Create Project

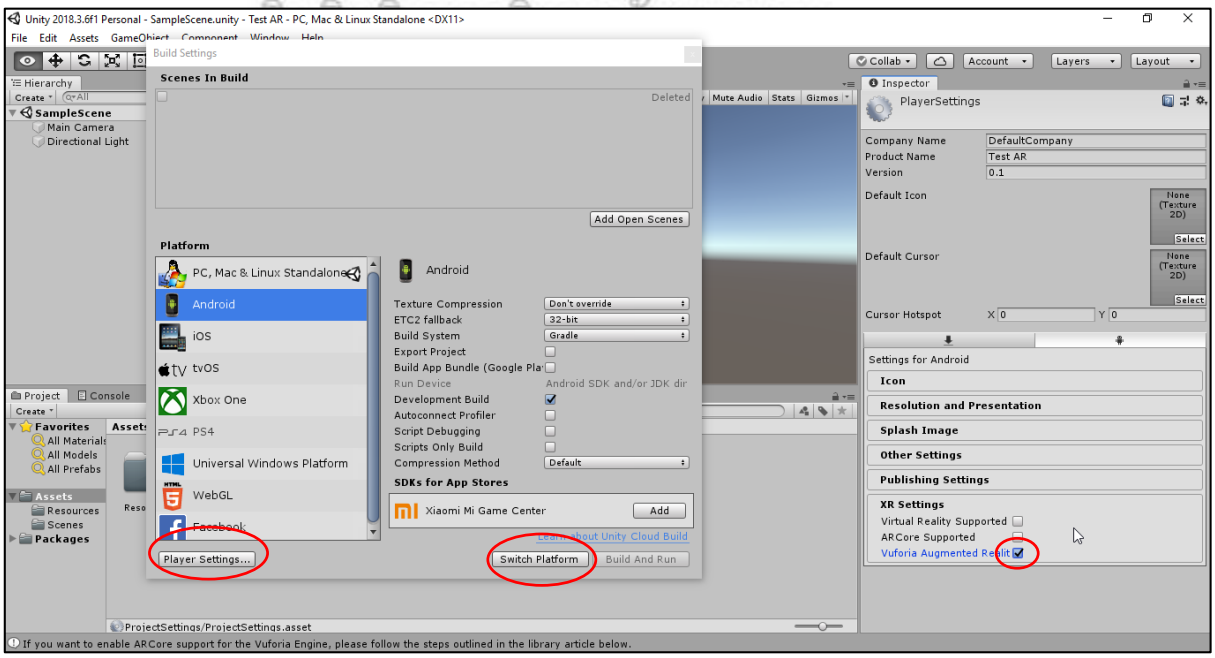
7.เปิดโปรแกรม Unity มาแล้ว ต่อไปทำการตั้งค่า Settings คลิก File > Build settings

ภาพที่ 3.31 โปรแกรม Unity

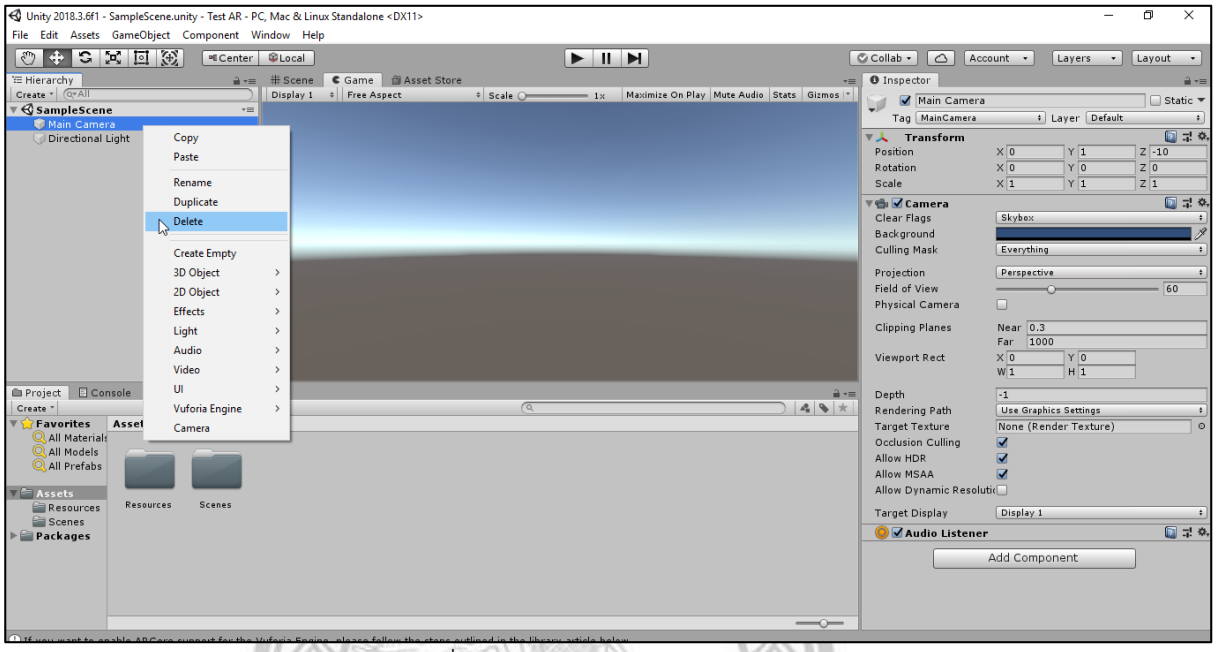


8.คลิกที่ Android เพื่อที่จะพัฒนาสื่อในรูปแบบของแอนดรอยด์ และคลิกถูกที่ Development Build ต่อไปคลิกที่ Player Settings จะปรากฏหน้าต่างด้านขวาขึ้นมา ให้คลิกถูกที่ Vuforia Augmented Reality ขั้นตอนสุดท้ายทำการคลิกที่ Switch Platform เป็นการตั้งค่าเสร็จเรียบร้อย

ภาพที่ 3.32 การตั้งค่า Settings

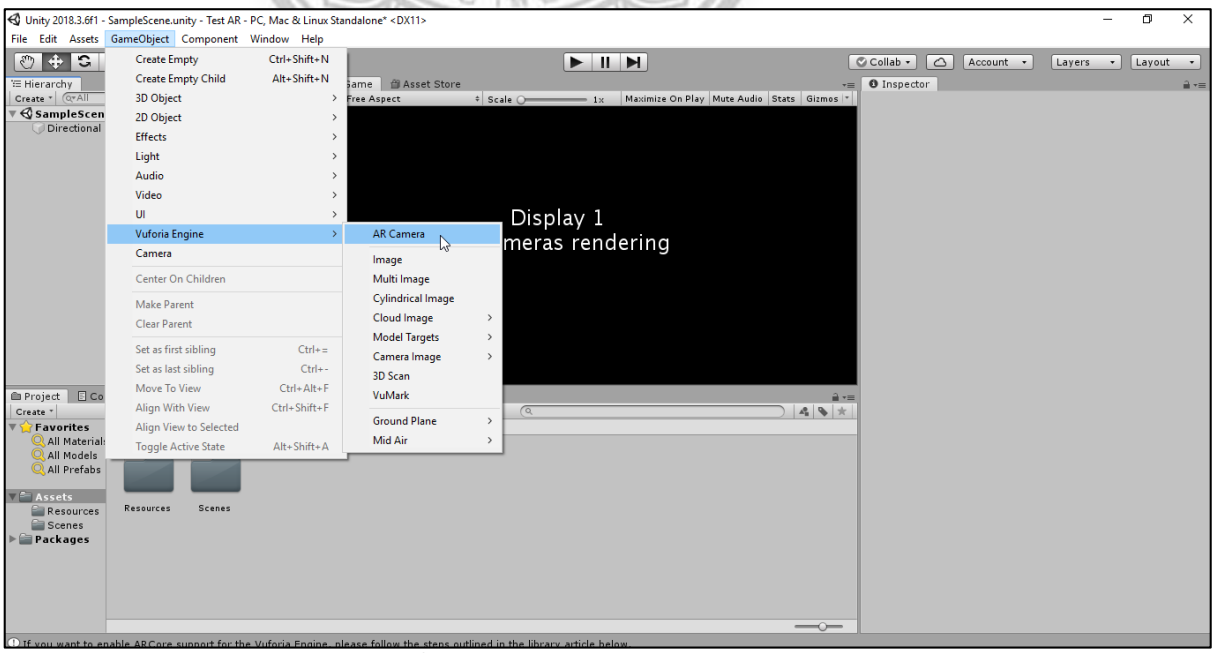


10.กลับมาที่ Unity เมื่อได้ License แล้วทำการลบ Mane camera ออก



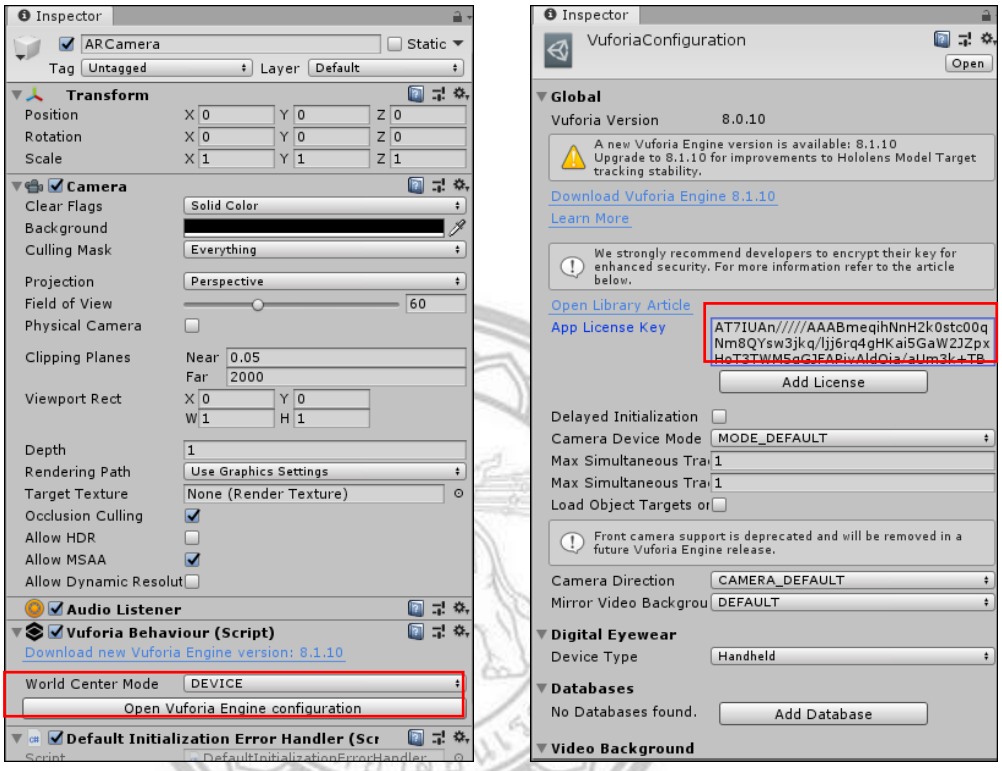
ภาพที่ 3.33 การลบ Mane camera

11.ต่อไปมาที่เมนู GameObject > Vuforia Enging > AR Camera จากนั้นรอกานImport สักครู่



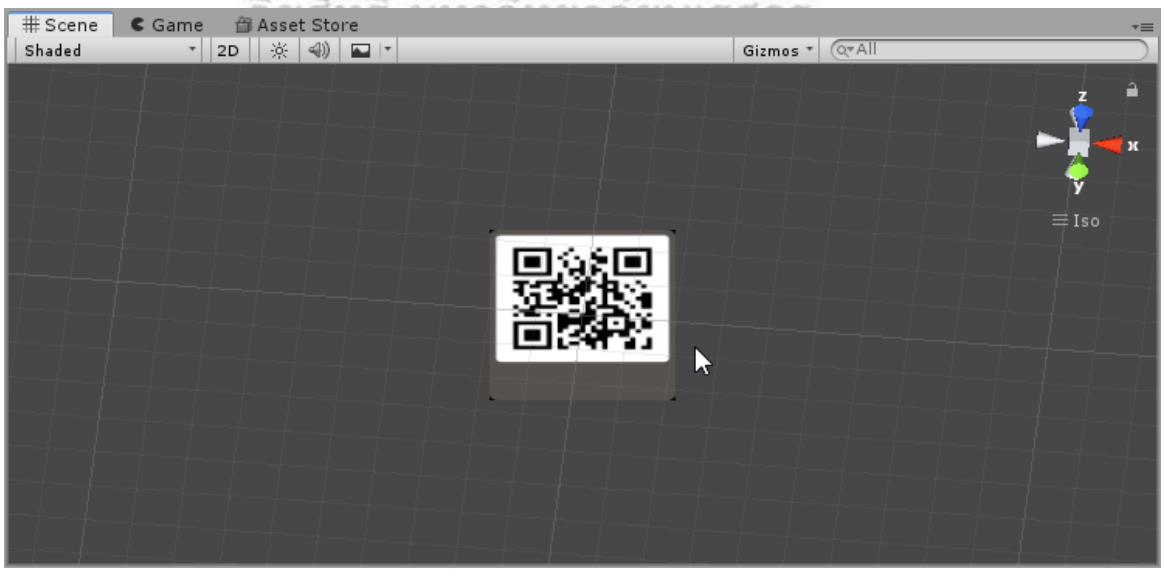
ภาพที่ 3.34 การ Add AR Camera

12.เมื่อ Import เสร็จจะปรากฏหน้าต่างนี้ขึ้นมา คลิก Open Vuforia Enging Configuration จะเพิ่มมาอีกหน้าต่าง (ภาพขวามือ) ทำการวาง License ที่ copy มาก่อนหน้านี้ลงไป



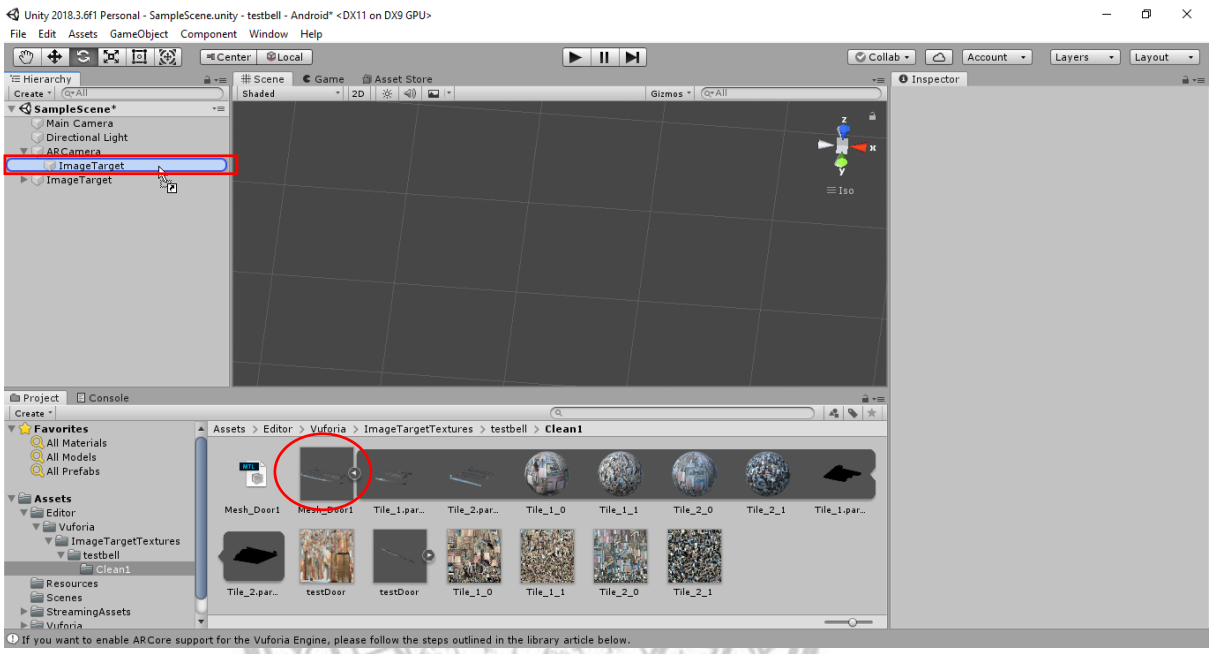
ภาพที่ 3.35 การ Add License

13.ขั้นตอนต่อมาการนำภาพ Taget เข้ามา โดยไปคลิกที่ GameObject > Vuforia Enging > Image



ภาพที่ 3.36 การนำเข้าภาพ Taget

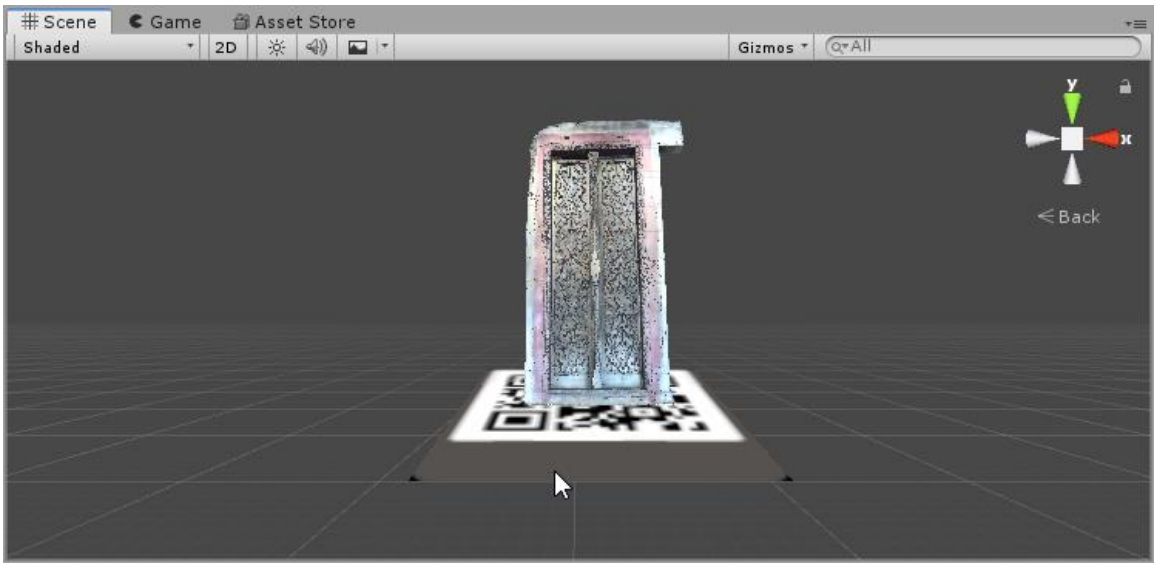
14.ขั้นตอนต่อมานำเข้าแบบจำลองสามมิติที่ได้จากโปรแกรม Agisoft photoscan เข้ามา แถบเมนูตรงนี้ ให้ลากโฟลเดอร์ที่จัดเก็บเมื่อสักครู่นี้เข้ามา จากนั้นคลิกเข้าไปที่โฟลเดอร์โมเดล ทำการลากเข้าไปให้อยู่ในกรอบ Image Target (กรอบสีฟ้า)



ภาพที่ 3.37 การนำเข้าแบบจำลองสามมิติ

15.ทำการปรับขนาดของโมเดลให้สมดุลกับมาคเกอร์ โดยใช้เครื่องมือเหล่านี้

จากภาพทำการปรับ Taget และบานประตูรียบร้อยแล้ว



ภาพที่ 3.38 การปรับขนาดของโมเดล

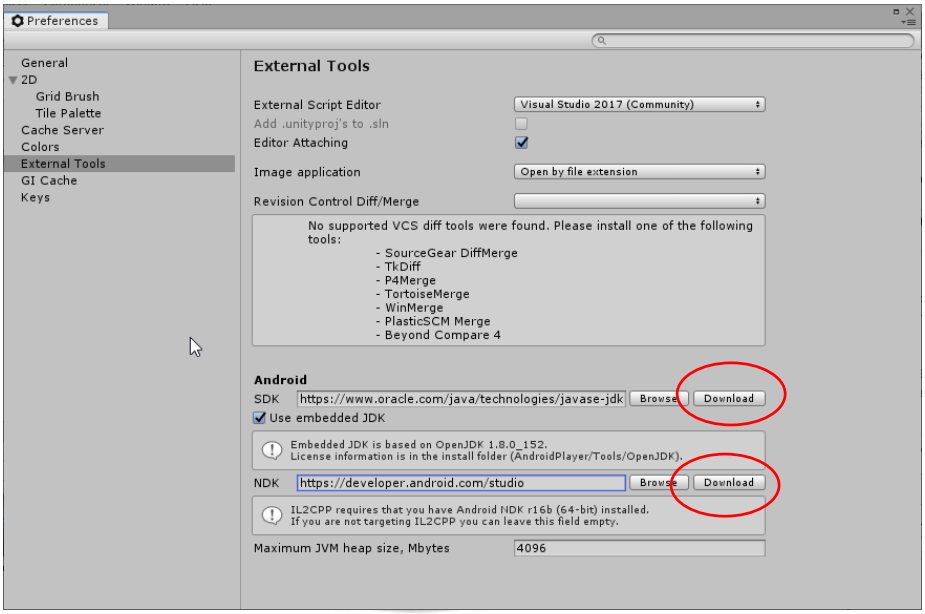
3.6 การ Build App สำหรับ Android

1. เปิด project ในโปรแกรม Unity จากนั้นคลิก Edit > Preferences

2. จะเด้งหน้าต่างมาดังภาพ ให้ copy ลิงค์ด้านล่างไปใส่ ทำการกด Download และการติดตั้ง

JDK : https://www.oracle.com/java/technologies/javase-jdk8-downloads.html

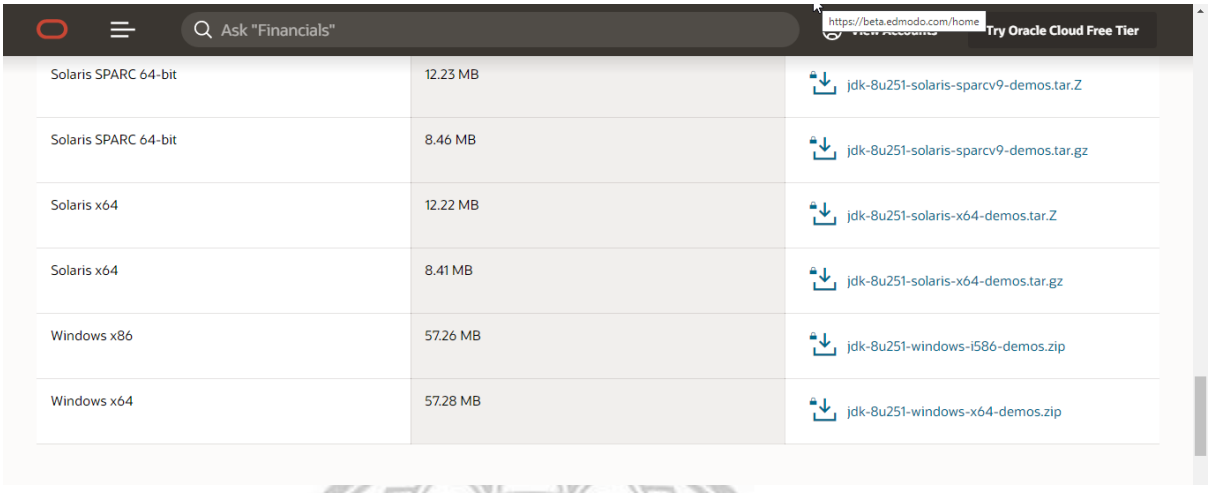
SDK https://developer.android.com/studio



ภาพที่ 3.39 การ Download JDK, SDK

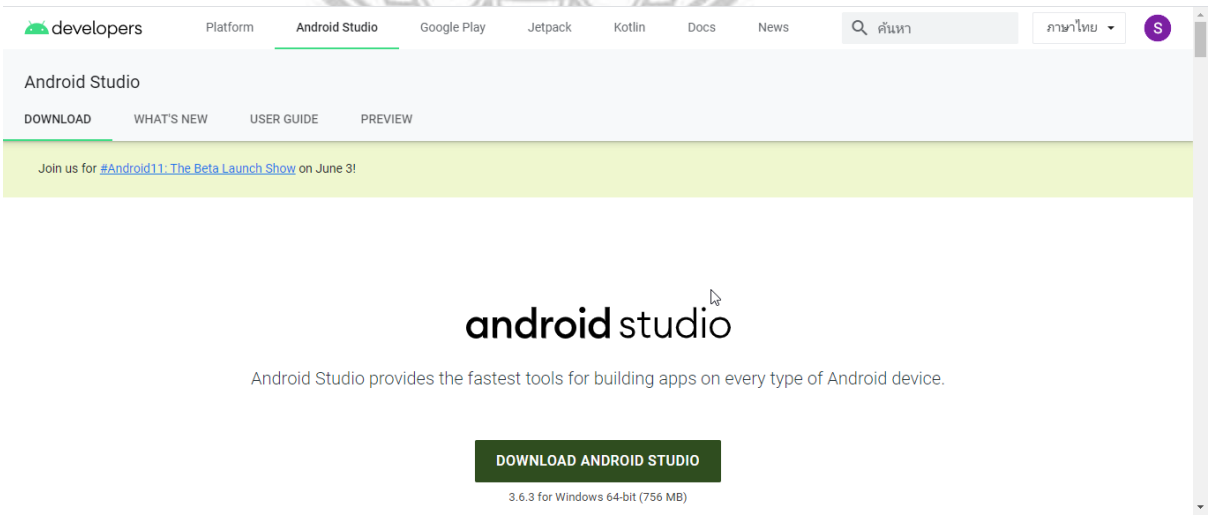
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

3. JDK คลิกโหลดตามภาพด้านล่าง เมื่อเสร็จแล้วทำการติดตั้งให้เรียบร้อย



ภาพที่ 3.40 การ Download JDK

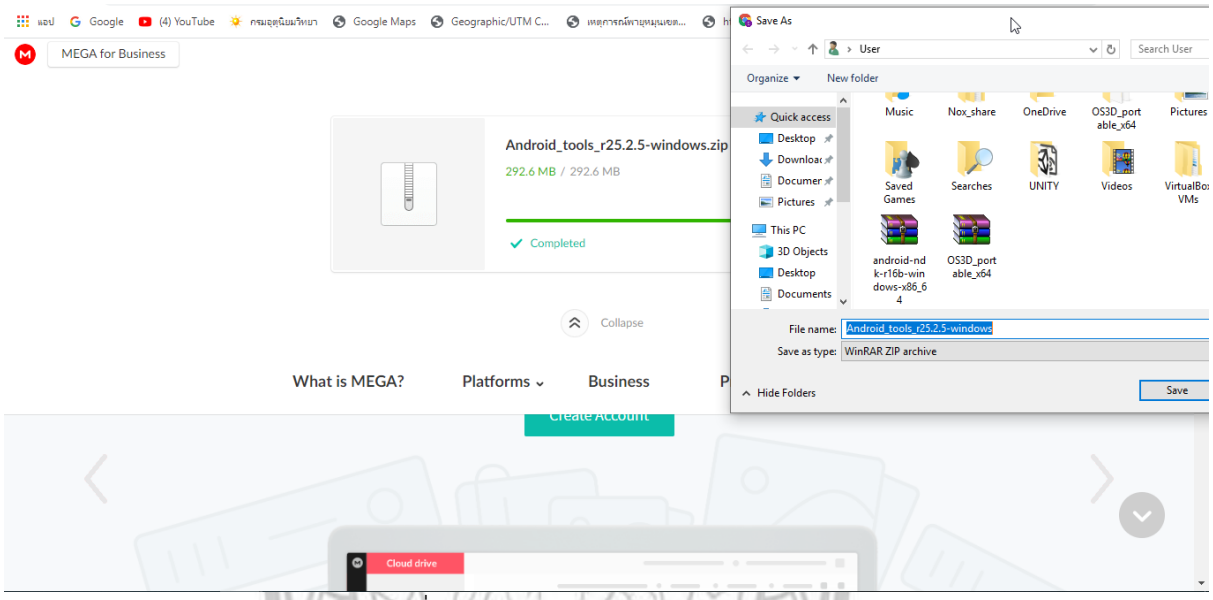
4. SDK คลิกดาวน์โหลดได้เลย เมื่อเสร็จแล้วทำการติดตั้งให้เรียบร้อย



ภาพที่ 3.41 การ Download SDK

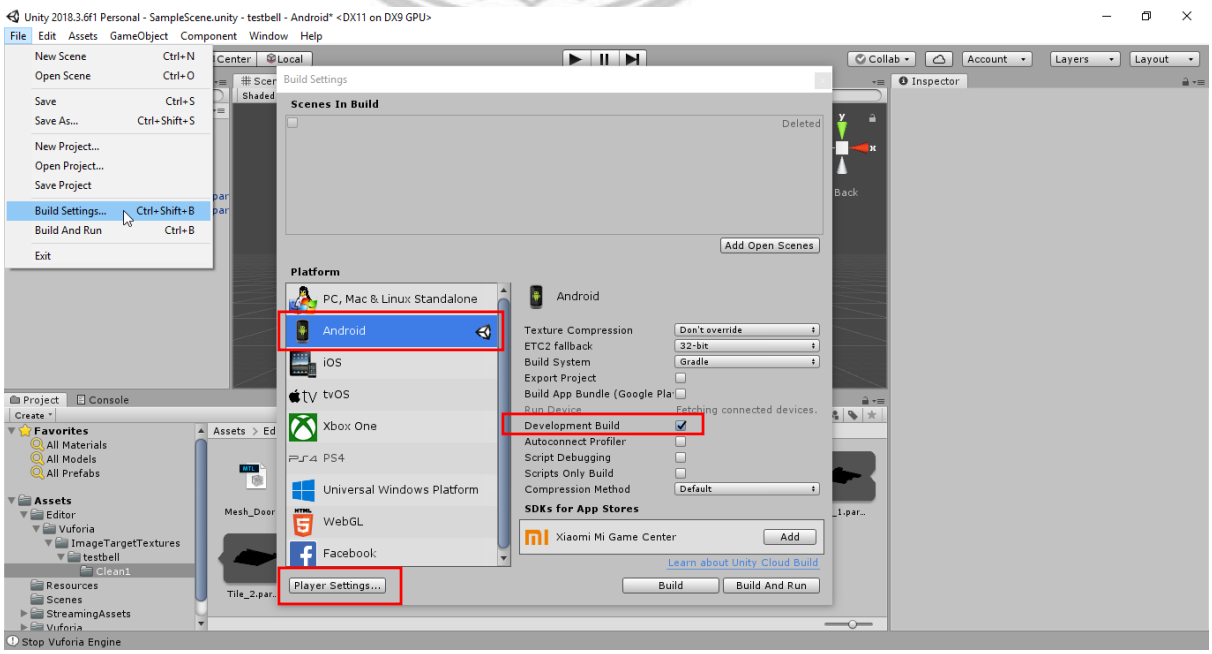
5. ทำการดาวน์โหลด Android tools windows : ตามลิงค์นี้ได้เลย เมื่อเสร็จแล้วทำการติดตั้งให้เรียบร้อย

https://mega.nz/file/KbBRiK6A#I2xdfsR7pr7zIlutstleefX64tB4Bm0u9dTR65Gfmpo



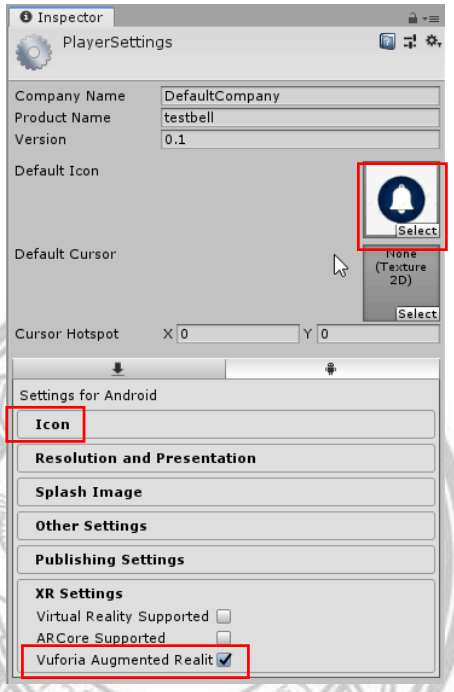
ภาพที่ 3.42 การดาวน์โหลด Android tools

6.ทำการตั้งค่าก่อน Build App ไปที่ File> Build Setting คลิกให้เป็นในรูปแบบ Android คลิกเครื่องหมายถูกที่ Development Build จากนั้นไปที่ Player Setting



ภาพที่ 3.43 การตั้งค่าก่อน Build App

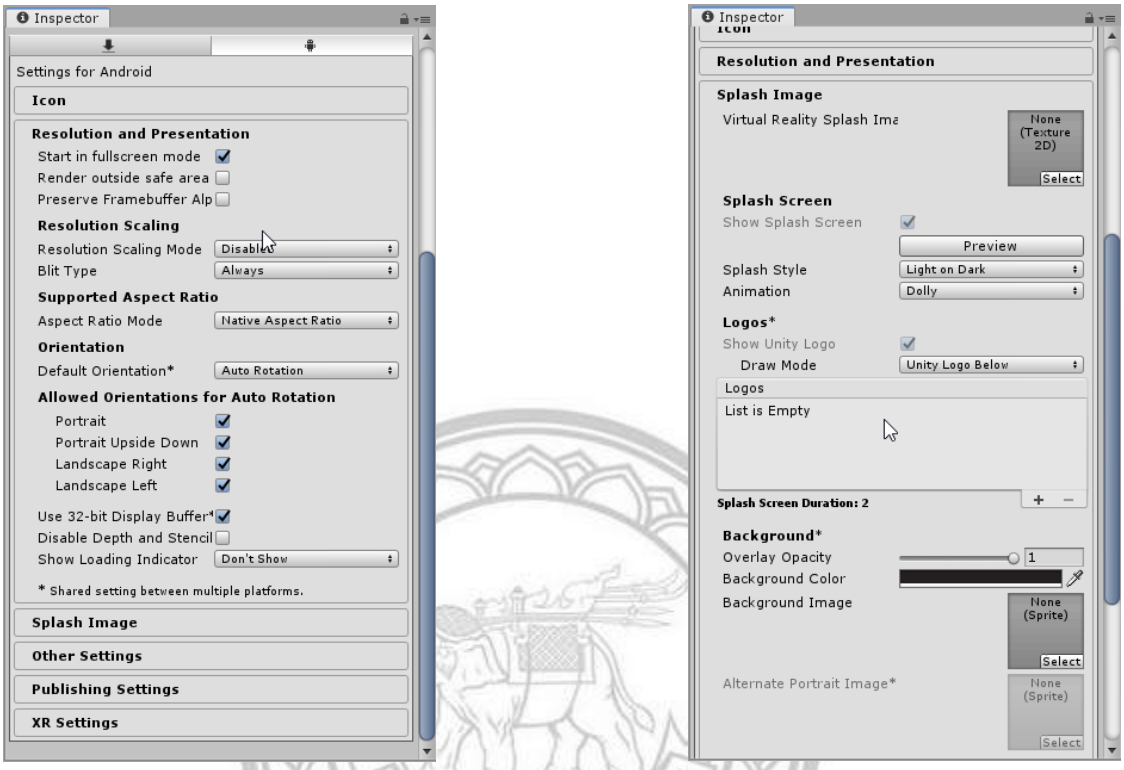
7. ขั้นตอนต่อไปคลิกที่ Player Setting จะปรากฏหน้าต่างนี้ขึ้นมา คลิก Icon ให้ใส่ไอคอนแอ ปจากนั้นคลิกเครื่องหมายถูก Vuforia Augmented Reality



ภาพที่ 3.44 Add Icon

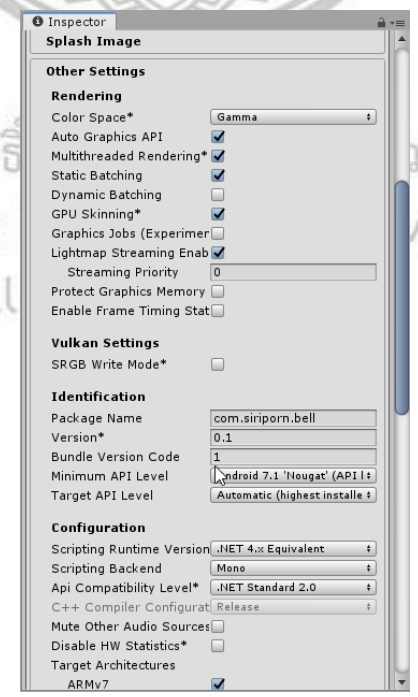
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

8.ทำการกำหนดรายละเอียดต่างๆตากภาพด้านล่างได้เลย



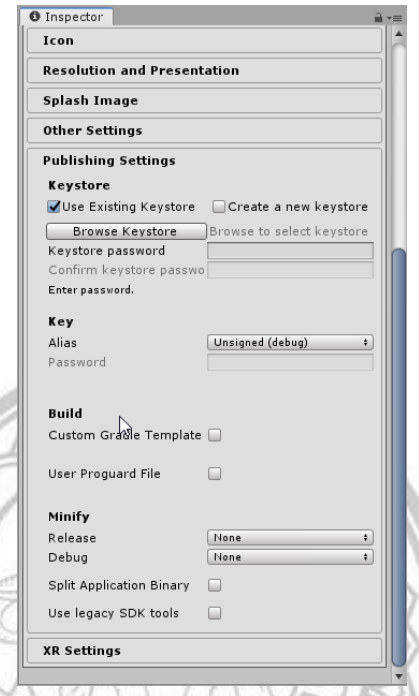
ภาพที่ 3.45 กำหนดรายละเอียด

9.หน้าต่างนี้ทำการระบุ Package Name ซึ่งเป็นจุดสำคัญต้องระบุ



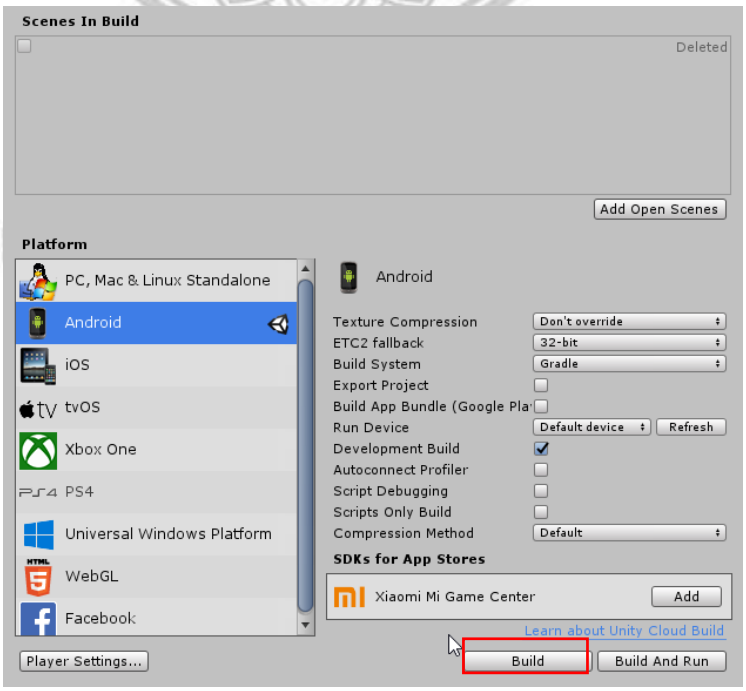
ภาพที่ 3.46 การระบุ Package Name

10.และต่อไปทำการกำหนด Key store หากไม่มีทำสร้าง Key store จากภาพด้านล่างได้สร้างเรียบร้อยแล้ว



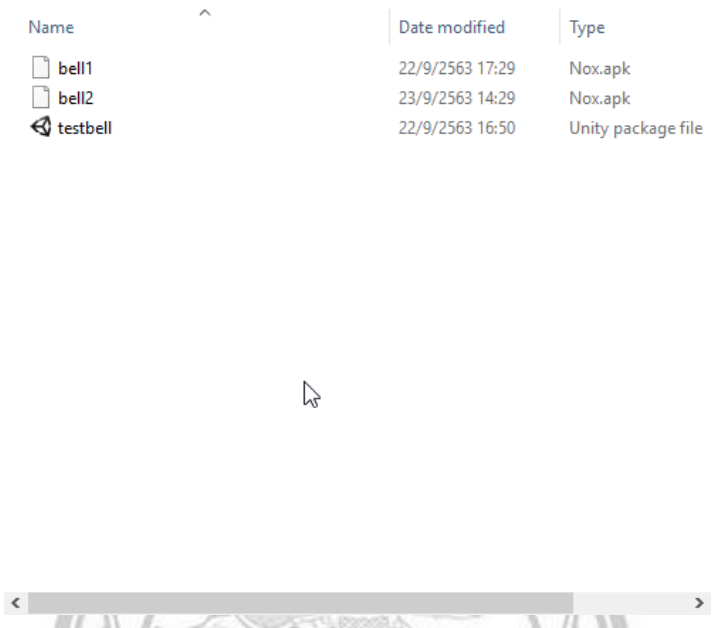
ภาพที่ 3.47 การกำหนด Key store

11. ต่อไปเป็นการ Build App คลิก Build ได้เลย



ภาพที่ 3.48 การ Build App

12.ตั้งชื่อไฟล์ และที่จัดเก็บ เมื่อ Build เสร็จแล้วสามารถติดตั้งไฟล์ apk ลงในโทรศัพท์มือถือได้เลย



ภาพที่ 3.49 การตั้งชื่อไฟล์ และที่จัดเก็บ

3.7 การประเมินความพึงพอใจ

ผลของงานวิจัยนี้จะทำการประเมินการแสดงผลภาพเสมือนจริงของโบราณวัตถุที่ถูกจัดแสดงภายในพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ พระพุทธชินราช ด้วยแบบประเมินความพึงพอใจ จำนวน 30 คน โดยมีมีผลสรุปใน 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบสัมภาษณ์

1) เพศ

2) อายุ

3) ระดับการศึกษา

4) อาชีพ

ส่วนที่ 2 ประเด็นความพึงพอใจ

ส่วนที่ 3 ข้อเสนอแนะอื่นๆ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

บทที่ 4

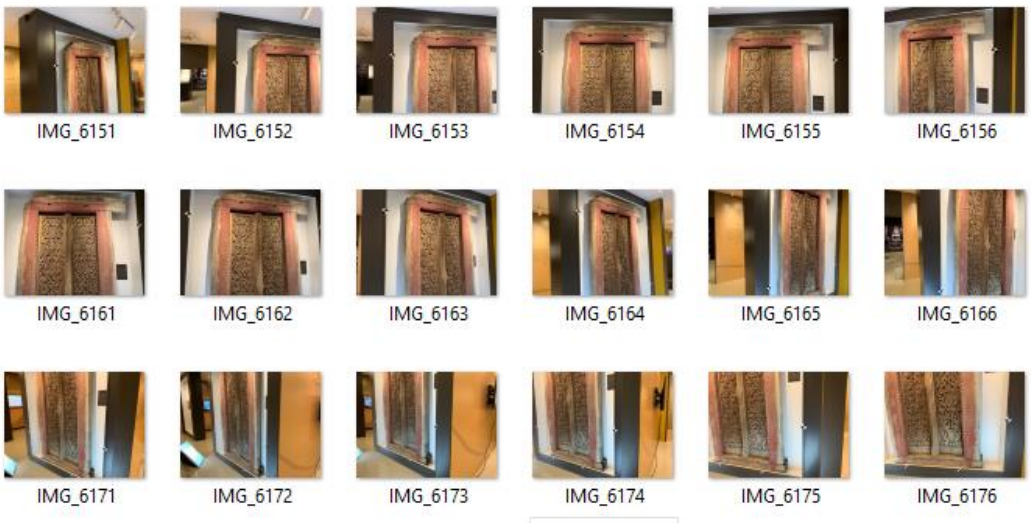
ผลการวิจัย

การดำเนินงานวิจัยนี้ เป็นการสร้างแบบจำลอง และการสร้างความจริงเสมือน AR ผลการวิจัยออกเป็น 5 ขั้นตอนดังนี้

1. ข้อมูลภาพถ่าย
2. การเก็บรวบรวมข้อมูล
3. การประมวลผล
4. การสร้างความจริงเสมือน AR
5. การประเมินความพึงพอใจ

4.1 ข้อมูลภาพถ่าย

4.1.1 ภาพของบานประตูพระปรางค์ โดยภาพแนวตั้งทั้งหมด 154 ภาพ

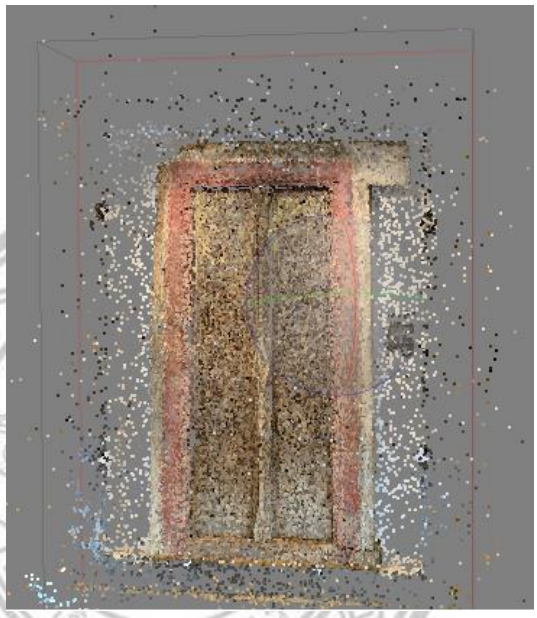


ภาพที่ 4.1 ตัวอย่างภาพถ่าย

4.2 การประมวลผลด้วยโปรแกรม Agisoft PhotoScan

ขั้นตอนการประมวลผลจะมีอยู่ด้วยกัน 4 ขั้นตอน ดังนี้

4.2.1 Align photo คือ การจัดเรียงรูปภาพ และนำจุดที่เหมือนกัน (Tie Point) ของภาพแต่ละภาพเพื่อมาสร้างเป็นแบบจำลอง



ภาพที่ 4.2 ผลลัพธ์ของการ Align photo

4.2.2 Build Dense Cloud คือ การเพิ่มจำนวนจุด tie point ให้มากขึ้นก่อนจะนำไปสร้าง พื้นผิว

ภาพที่ 4.3 ผลลัพธ์ของการ Build Dense Cloud

ลิขสิ
Copyrigh
A

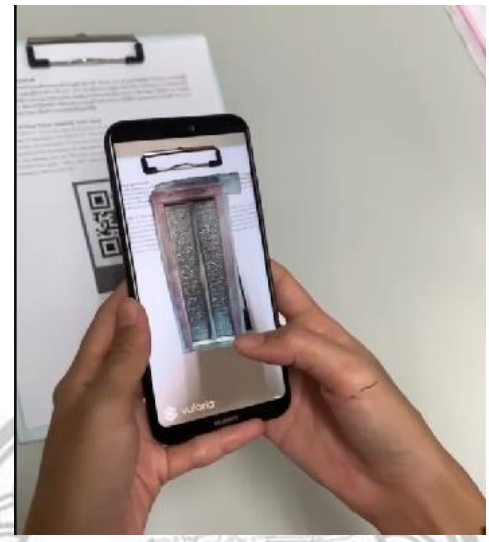
4.2.3 Build Mesh ขั้นตอนต่อจากการสร้าง Dense Cloud จะเป็นการสร้างพื้นผิว โดยมีไม่มีสีของภาพในแบบจำลอง

ภาพที่ 4.4 ผลลัพธ์ของการ Build Mesh

4.2.4 Build Texture นำพื้นสีของภาพมาใส่ในแบบจำลอง 3 มิติ ทำให้แบบจำลองมีความ สวยงามและมีความละเอียดของสีเพิ่มมากขึ้น

ภาพที่ 4.5 ผลลัพธ์ของการ Build Texture

4.3 ผลการแสดง AR บนมือถือ



ภาพที่ 4.6 ตัวอย่างเทคโนโลยีเสมือนจริง AR

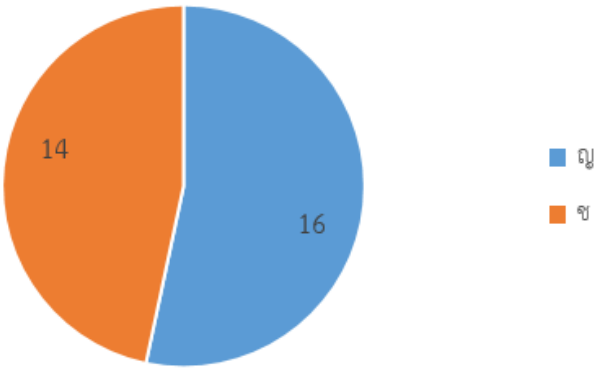
4.4 ผลการประเมินความพึงพอใจ

โดยงานวิจัยนี้ได้ทำการประเมินการแสดงผลภาพเสมือนจริงของโบราณวัตถุที่ถูกจัดแสดงภายในพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ พระพุทธชินราช ด้วยแบบประเมินความพึงพอใจ จำนวน 30 คน โดยมีผลสรุปใน 3 ส่วน ดังนี้

4.4.1.ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบสัมภาษณ์

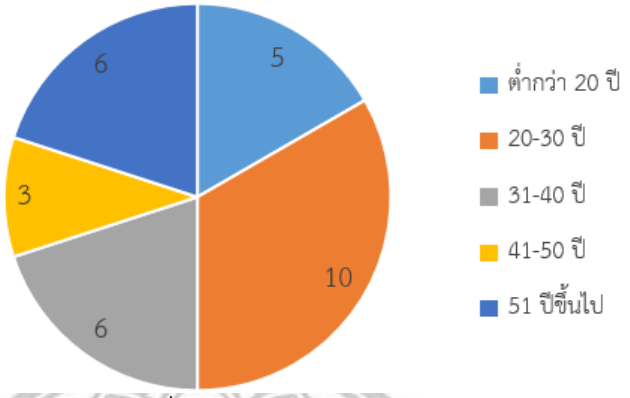
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University

1) เพศ แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้ 1) หญิง 16 คน 2) ชาย 14 คน



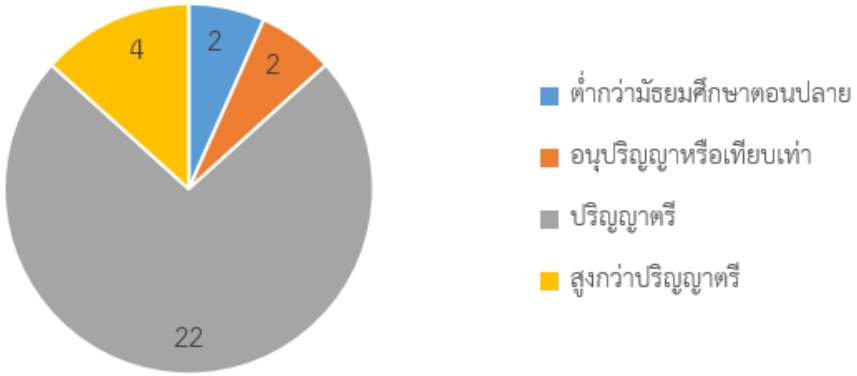
ภาพที่ 4.7 ข้อมูลเพศ

2) อายุ แบ่งเป็นช่วงอายุเป็น 5 ช่วง ดังนี้ 1) ต่ำกว่า 20 ปี จำนวน 5 คน 2) 20-30 ปี จำนวน 10 คน 3) 31-40 ปี จำนวน 6 คน 4) 41-50 ปี จำนวน 3 คน และ 5) 51 ปีขึ้นไป จำนวน 6 คน



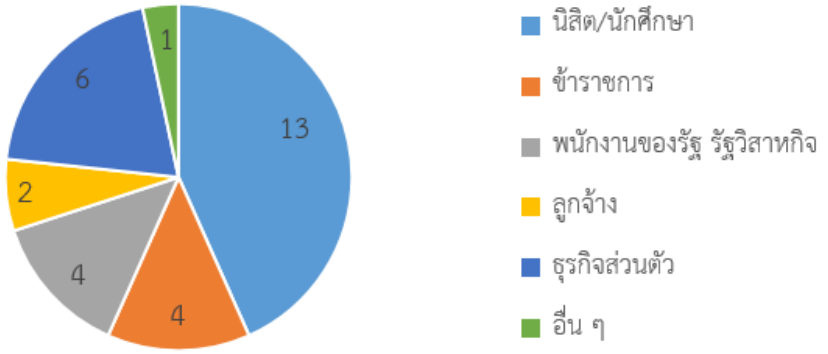
ภาพที่ 4.8 ข้อมูลช่วงอายุ

3) ระดับการศึกษา แบ่งระดับการศึกษาเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้ 1) ต่ำกว่ามัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 2 คน 2) อนุปริญญาหรือเทียบเท่า จำนวน 2 คน 3) ปริญญาตรี จำนวน 22 คน และ 4) สูงกว่าปริญญาตรี จำนวน 4 คน



ภาพที่ 4.9 ข้อมูลระดับการศึกษา

4) อาชีพ แบ่งกลุ่มอาชีพเป็น 5 กลุ่ม ดังนี้ 1) นิสิต/นักศึกษา จำนวน 13 คน 2) ข้าราชการ จำนวน 4 คน 3) พนักงานของรัฐ รัฐวิสาหกิจ จำนวน 4 คน 4) ลูกจ้าง จำนวน 2 คน 5) ธุรกิจส่วนตัว จำนวน 6 คน และ 4) อื่น ๆ จำนวน 1 คน



ภาพที่ 4.10 ข้อมูลอาชีพ

4.4.2. ผลการประเมินความพึงพอใจ

จากผู้ใช้งานจำนวน 30 คน ผลคะแนนจะแบ่งเป็นหัวข้อต่าง ๆ โดยมีคะแนนรวมเฉลี่ยของความพึงพอใจทั้งหมดเท่ากับ 4.38 จากคะแนนเต็ม 5 คะแนน ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความพึงพอใจ

ประเด็นความพึงพอใจ	คะแนนเฉลี่ย	คะแนนรวมส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
1. ความเหมาะสมของขนาดแบบจำลองสามมิติ	4.33	0.71
2. ความสวยงามของแบบจำลองสามมิติ	4.67	0.61
3. ความสมบูรณ์ครบถ้วนและการแสดรายละเอียดต่าง ๆ ของแบบจำลองสามมิติ	4.27	0.91
4. ความเหมาะสมของอุปกรณ์ในการรับชม	4.07	0.74
5. ความสะดวกในการใช้งาน	4.10	0.76
6. สามารถเพิ่มแรงจูงใจในการท่องเที่ยว	4.47	0.68
7. สามารถนำไปต่อยอดในงานอนุรักษ์แหล่งโบราณวัตถุได้	4.77	0.50
คะแนนรวมเฉลี่ย	4.38	0.74

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright© by Naresuan University
All rights reserved

4.5 ข้อเสนอแนะ

1) พัฒนาตัวโปรแกรมให้มีความเสถียรมากยิ่งขึ้น

2) อยากให้ใช้งานกับ IOS ได้

3) เป็นการใช้เทคโนโลยีที่เป็นประโยชน์ให้ความรู้ความเข้าใจกับประชาชนเข้าถึงโดยง่าย

4) ควรเพิ่มรายละเอียดสิ่งที่แสดงพอสังเขปและซูมดูได้

5) เป็นสิ่งที่เป็นประโยชน์แก่ผู้ที่สนใจศึกษาโบราณสถานโบราณวัตถุ เพื่อให้ได้ชมใกล้

6) เสนอให้มีภาพสถานที่เดิมของโบราณวัตถุนั้น เพื่อให้เห็นภาพความเป็นมา

7) รายละเอียดชัดเจนสวยงาม อยากให้นำไปเผยแพร่ต่อยอด

8) เพิ่มเติมการประชาสัมพันธ์ ให้ประชาชนได้ทราบช่องทางการใช้งาน

9) การนำเสนอองค์ความรู้ นำไปใช้ในหน่วยงานได้ดีมาก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

บทที่ 5

สรุปและอภิปรายผล

จากผลการศึกษาวิจัยเรื่อง การสร้างแบบจำลองสามมิติของโบราณวัตถุสำหรับความจริงเสมือน (AR) ด้วยการสำรวจด้วยภาพถ่ายระยะใกล้ สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

ในงานวิจัยนี้ได้ประยุกต์ใช้การสำรวจด้วยภาพถ่ายระยะใกล้ด้วยกล้องโทรศัพท์มือถือ iPhone XS max มาใช้เพื่อสร้างแบบจำลองสามมิติ วางแผนการถ่ายภาพ วางจุดควบคุมภาพ และเก็บข้อมูลภาพของบานประตูเก่าพระปรางค์ ในพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ พระพุทธชินราช จังหวัดพิษณุโลก จากนั้นนำข้อมูลภาพถ่ายที่ได้มาประมวลผลโปรแกรม Agisoft PhotoScan เพื่อสร้างเป็นแบบจำลองสามมิติ และผลลัพธ์ของแบบจำลองสามมิติถือซึ่งสามารถเห็นรายละเอียดของลายไทยบานประตูพระปรางค์ได้อย่างชัดเจน

หลังจากนั้นนำแบบจำลองสามมิติที่ได้มาสร้างภาพความจริงเสมือน AR ด้วยซอฟแวร์ Unity และ Vuforia ดำเนินการโดย นำเข้า Target นำเข้าแบบจำลองสามมิติบานประตูเก่าพระปรางค์จัดรูปแบบให้เหมาะสมและ Build app เพื่อสร้างความจริงเสมือน AR จากนั้นรับชมภาพเทคโนโลยีความเสมือนจริงบนโทรศัพท์มือถือ สามารถเผยแพร่และสร้างความสนใจได้ง่ายกับผู้ได้รับชมการนำเสนอวิธีการจัดแสดงบานประตูพระปรางค์เก่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright© by Naresuan University
All rights reserved

และได้ประเมินผลความพึงพอใจของผู้ได้รับชม โดยมีการประเมิน 3 ส่วน ดังนี้ 1) ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบสัมภาษณ์ 2) ประเด็นความพึงพอใจ 3) ข้อเสนอแนะอื่นๆ จากผู้ใช้งานจำนวน 30 คน ต่อการนำเสนอสื่อดิจิทัลของบานประตูพระปรางค์เก่า ผ่านประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความจริงเสมือน AR นอกจากนี้จากผลประเมินความพึงพอใจการมองภาพเสมือนจริงของบานประตูพระปรางค์เก่า โดยมีคะแนนรวมเฉลี่ยทั้งหมดเท่ากับ 4.38 จากคะแนนเต็ม 5 คะแนน ซึ่งประเด็นที่ได้คะแนนมากที่สุดคือ สามารถนำไปต่อยอดในงานอนุรักษ์แหล่งโบราณวัตถุได้ 4.77 คะแนน และประเด็นที่ได้คะแนนน้อยที่สุดคือ ความสะดวกในการใช้งานได้ 4.10 คะแนน ดังนั้นงานวิจัยนี้สามารถประยุกต์ใช้การสร้างแบบจำลองสามมิติภายในพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ ด้วยการสำรวจด้วย ภาพถ่ายระยะใกล้ เพื่อนำไปสร้างภาพเสมือนจริง

สำหรับการเผยแพร่สนับสนุนการท่องเที่ยว อันเป็นแนวทางในการเข้าถึงแหล่งโบราณวัตถุได้อย่างง่ายและสะดวก

5.2 อภิปรายผล

จากงานวิจัยของ ปริวัฒน์ พิสิษฐพงศ์ (2561) ได้ประยุกต์ใช้การสำรวจรังวัดด้วยภาพถ่ายระยะใกล้ ในการเก็บข้อมูล และประมวลผลเพื่อสร้างแบบจำลองสามมิติ โดยใช้โปรแกรม Agisoft photoscan และทำแบบประเมินความพึงพอใจของสิมและภาพฮูปแต้ม

จากงานวิจัยของ นรุตม์ และคณะ (2015) ที่ได้ศึกษาวิธีการเก็บข้อมูลสำหรับมรดกทางวัฒนธรรมในประเทศไทย โดยการเก็บข้อมูลภาพถ่ายจะใช้กล้องดิจิทัลประเภท DSLR และนำข้อมูลรูปภาพที่ได้จากกล้องดิจิทัลมาสร้างเป็นแบบจำลองสามมิติ

จากงานวิจัยของ อภิวดี จิตเกษมภูรี และคณะ (2562) ที่ได้ศึกษาการใช้เทคโนโลยีความจริงเสริม Augmented Reality (AR) เข้ามาสำหรับการจัดแสดงเครื่องถ้วยไทยในรูปแบบวัตถุสามมิติ และใช้โปรแกรม Unity/Vuforia เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีความจริงเสริมด้วยโทรศัพท์มือถือสำหรับการจัดแสดงเครื่องถ้วยไทย

แต่งานวิจัยนี้ได้ประยุกต์ใช้การสำรวจรังวัดด้วยภาพถ่ายระยะใกล้ เพื่อสร้างแบบจำลองสามมิติสำหรับงานภาพเสมือนจริงของบานประตูเก่าพระปรางค์ซึ่งผลที่ได้จากการสร้างแบบจำลองสามมิติมีรายละเอียดที่มาก การสร้างภาพความจริงเสมือน AR ด้วยซอฟแวร์ Unity และ Vuforia และได้เผยแพร่เทคโนโลยีความจริงเสมือน AR เพิ่มความสนใจกับบุคคลทั่วไปและผู้ที่มาเยี่ยมชมพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติพระพุทธชินราช

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

5.3 ปัญหาอุปสรรค

5.3.1 ข้อจำกัดด้านแบบจำลองสามมิติ

1) การประมวลผลภาพถ่ายด้วยโปรแกรม Agisoft PhotoScan ใช้ระยะเวลานานเนื่องจากบานประตูพระปรางค์มีความละเอียดสูง

2) เนื่องจากบานประตูพระปรางค์เก่า การแสดงผลของเทคโนโลยีความจริงเสมือน AR บนโทรศัพท์มือถือมีความล่าช้า ทั้งนี้อาจขึ้นอยู่กับความละเอียด

5.4 ข้อเสนอแนะ

1) อาจจะต้องพัฒนาแอปพลิเคชั่นให้คนทั่วไปให้มีการเข้าถึงและง่ายต่อการเข้าชม

บรรณานุกรม

โครงการสารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน. (2516). สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ : การอนุรักษ์โบราณสถาน และโบราณวัตถุ. 16, 56-62.

นรุตม์ สุนทรานนท์ ภานุ เศรษฐเสถียรและปรีสาร รักวาทิน. (2015). การสร้างแบบจำลองสามมิติจากภาพหลายภาพ สำหรับมรดกทางวัฒนธรรม.

ปริวัฒน์ พิสิษฐพงศ์. (2561).การใช้เทคนิคสแกนวัตถุสามมิติและการทำพื้นผิวสำหรับเกมในการแสดงผลรายละเอียดบนพื้นผิวของพุทธศิลป์อีสานกรณีศึกษาสิมและฮูปแต้ม.

อภิวดี จิตเกษมภูรี, พิศประไพ สาระศาลิน, ชัยพร พานิชรุทติวงศ์. (2562). เทคโนโลยีความจริงเสริมเพื่อการจัดแสดงเครื่องถ้วยไทย.

Alsadik, B. (2016). Crowdsource and web-published videos for 3D documentation of cultural heritage objects. *Journal of Cultural Heritage*, *21*, 899-903.

Kaufman, J., Rennie, A. E., & Clement, M. (2015). *Single camera photogrammetry for reverse engineering and fabrication of ancient and modern artifacts*

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ภาคผนวก ก

ลงพื้นที่เก็บข้อมูลภาพถ่าย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ลงพื้นที่เก็บข้อมูลภาพถ่าย ภายในพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ พระพุทธชินราช จังหวัดพิษณุโลก

ภาคผนวก ข

แบบประเมินความพึงพอใจ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

แบบประเมินความพึงพอใจต่อผู้รับบริการเทคโนโลยีความจริงเสมือน

โดยงานวิจัยนี้ได้ทำการประเมินการแสดงผลภาพเสมือนจริงของโบราณวัตถุที่ถูกจัดแสดงภายในพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ พระพุทธชินราช ด้วยแบบประเมินความพึงพอใจ จำนวน 30 คน โดยมีการผลสรุปใน 3 ส่วน ดังนี้

<u>ตอนที่ 1</u> ข้อมลทั่วไปของผู้ตอบสัมภาษณ์

(กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง ❒ และเติมข้อความให้สมบูรณ์)

1. เพศ ❒ ชาย ❒ หญิง
2. อายุ ❒ ต่ำกว่า 20 ปี ❒ 20-30 ปี ❒ 31-40 ปี ❒41-50 ปี

   ❒ 51 ปีขึ้นไป
3. ระดับการศึกษา

   ❒ ต่ำกว่ามัธยมศึกษาตอนปลายหรือเทียบเท่า ❒ อนุปริญญาหรือเทียบเท่า

   ❒ ปริญญาตรี ❒ สูงกว่าปริญญาตรี
4. อาชีพ แบ่งกลุ่มอาชีพเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

   ❒ นักศึกษา ❒ ข้าราชการ ❒ พนักงานของรัฐ รัฐวิสาหกิจ

   ❒ ลูกจ้าง ❒ ธุรกิจส่วนตัว ❒ อื่นๆ.....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

<u>ตอนที่ 2</u> ประเมินความพึงพอใจ

ประเด็นวัดความพึงพอใจ	ระดับความพึงพอใจ				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	ไม่พึงพอใจ
	5	4	3	2	1
1.ความเหมาะสมของขนาดแบบจำลองสามมิติ					
2. ความสวยงามของแบบจำลองสามมิติ					
ความสมบูรณ์ครบถ้วนและการแสดงรายละเอียดต่าง ๆ ของแบบจำลองสามมิติ					
4. ความเหมาะสมของอุปกรณ์ในการรับชม					
5. ความสะดวกในการใช้งาน					
6. สามารถเพิ่มแรงจูงใจในการท่องเที่ยว					
7. สามารถนำไปต่อยอดในงานอนุรักษ์แหล่งโบราณวัตถุได้					

<u>ตอนที่ 3</u> ข้อเสนอแนะอื่นๆ

ข้อเสนอแนะ ติชม ในการใช้งานอื่นๆ ได้แก่

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ขอขอบคุณที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม

ประวัติผู้วิจัย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – สกุล ศิริพร เสนานุช

วัน เดือน ปีเกิด 20 กุมภาพันธ์ 2541

ที่อยู่ปัจจุบัน 27 หมู่ 3 ตำบลโพนสูง อำเภอด่านซ้าย จังหวัดเลย 42120

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2560 – 2563 ระดับปริญญาตรี หลักสูตรวิยาศาสตรบัณฑิต (ภูมิศาสตร์มหาวิทยาลัยนเรศวร อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000 เกรดเฉลี่ย 2.70

พ.ศ. 2557 – 2559 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (วิทย์ - คณิต) โรงเรียนภูเรือวิทยา ตำบลหนองบัว อำเภอภูเรือ จังหวัดเลย 42160

พ.ศ. 2548 – 2556 ระดับประถมศึกษา โรงเรียนบ้านห้วยทอง ตำบลโพนสูง อำเภอด่านซ้าย จังหวัดเลย 42120

กิจกรรมที่เข้าร่วม

1. เข้าร่วมกิจกรรมค่ายภูมิศาสตร์นเรศวร ครั้งที่ 36 ประจำปีการศึกษา 2560 ณ อุทยานแห่งชาติภูหินร่องกล้า ตำบลเนินเพิ่ม อำเภอนครไทย จังหวัดพิษณุโลก 65120

2. เข้าร่วมกิจกรรมค่ายภูมิศาสตร์นเรศวร ครั้งที่ 37 ประจำปีการศึกษา 2561 ณ บ้านห้วยทรายเหนือ ตำบลห้วยเฮี้ย อำเภอนครไทย จังหวัดพิษณุโลก

3. เข้าร่วมอบรม OpenStreetMap Contribution by JOSM วันที่ 9 เมษายน 2562 คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร โดย OSGeoTH

4. เข้าร่วมงานประชุมวิชาการนิสิตนักศึกษาภูมิศาสตร์และภูมิสารสนเทศศาสตร์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 12 (TSG)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ประสบการณ์การทำงาน

1. Staff องค์การนิสิต มหาวิทยาลัยนเรศวร ประจำปีหารศึกษา 2561 ฝ่ายสวัสดิการ

2. สภานิสิต มหาวิทยาลัยนเรศวร ประจำปีการศึกษา 2562 ฝ่ายติดตามและประเมินผล

3. เข้าร่วมโครงการร่วมคืนป่าให้ประชาชน สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (GISTDA) และ 6 ศูนย์ภูมิภาคเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved