

สื่อประชาสัมพันธ์ความจริงเสมือนของแหล่งท่องเที่ยวอันซีนในจังหวัดเลย
ด้วยมุมมอง 360 องศา ผ่านเทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับ

**PUBLIC RELATION MEDIA IN AUGMENTED REALITY OF UNSEEN MUANG-LOEI
ATTRACTIONS WITH BIRD EYE VIEW VIA DRONE TECHNOLOGY**

เกรียงศักดิ์ โยธาภักดี* กฤษณะ ศรีบุตธตา

Kriengsak Yothapakdee*, Kritsana Sributtha

สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย

Computer Science Program, Faculty of Science and Technology, Loei Rajabhat University.

*Corresponding author, e-mail: kriengsak@lru.ac.th

Received: 3 March 2020; **Revised:** 21 May 2020; **Accepted:** 14 September 2020

บทคัดย่อ

สื่อประชาสัมพันธ์ความจริงเสมือนของแหล่งท่องเที่ยวอันซีนในจังหวัดเลยด้วยมุมมอง 360 องศา ผ่านเทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและพัฒนาสื่อประชาสัมพันธ์แหล่งท่องเที่ยว โดยอาศัยความรู้ด้านการถ่ายภาพนิ่งมุมสูงด้วยเทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับเพื่อนำมาสร้างเป็นโมเดล 3 มิติ ด้วยซอฟต์แวร์ Agisoft PhotoScan และความรู้ด้านการพัฒนาสื่อประชาสัมพันธ์ในรูปแบบความจริงเสมือน ผ่านซอฟต์แวร์ Unity 3D และ Vuforia™ โดยผลลัพธ์ของการประเมินการใช้งานสื่อดังกล่าวจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน เจ้าหน้าที่ของสำนักงานการท่องเที่ยวและกีฬาจังหวัดเลย จำนวน 3 คน พบว่าด้านประสิทธิภาพ มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.54 อยู่ในระดับมากที่สุด ด้านประสิทธิผลมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.55 อยู่ในระดับมากที่สุด ด้านความยืดหยุ่นมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.62 อยู่ในระดับมากที่สุด และด้านความสามารถในการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.44 อยู่ในระดับมาก ส่วนด้านความพึงพอใจได้รับการประเมินจากนักท่องเที่ยว จำนวน 30 คน มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.52 อยู่ในระดับมากที่สุด จึงสรุปได้ว่า สื่อประชาสัมพันธ์ที่ได้ศึกษาและพัฒนาขึ้นนี้ สามารถนำไปใช้เป็นส่วนสำหรับการประชาสัมพันธ์แหล่งท่องเที่ยวอันซีนของจังหวัดเลยได้อย่างเหมาะสม

คำสำคัญ: สื่อประชาสัมพันธ์ อากาศยานไร้คนขับ เมืองเลยอันซีน ความจริงเสมือน

Abstract

Public Relation Media in Augmented Reality of Unseen Muang-LOEI Attractions with Bird's-eye view via Unmanned Aerial Vehicle Technology, aims to study and development of public relations media for tourist destinations based on knowledge in the field of high-angle still photography with unmanned aircraft technology to create 3D models using Agisoft PhotoScan Professional software and using these models to develop public relations media in augmented reality format through Unity 3D and Vuforia software. The evaluation results of the media usage were measured by three experts and three official

staff from the Loei Tourism and Sports Bureau, the efficiency average result is 4.54, the effectiveness score is 4.55, the flexibility score is 4.62, all at the highest level, the learning ability is 4.44 at a high level. And finally for user satisfaction, were evaluated by 30 tourists, have an average score at 4.52 which also at the highest level. Accordingly to the evaluation, it can be concluded that these augmented reality media are another suitable way to publicize the unseen tourist attractions in Loei province.

Keywords: Public Relation Media, Unmanned Aerial Vehicle, Unseen Muang-Loei, Augmented Reality

บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีความจริงเสมือนหรือเทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality: AR) ถูกใช้เป็นเครื่องมือสำหรับการพัฒนาการทำงานร่วมกันระหว่างโลกแห่งความเป็นจริง (Real) และสภาพแวดล้อมเสมือน (Virtual) [1] ซึ่งเทคโนโลยี AR นี้ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในงานหลายด้านได้แก่การแพทย์ [2] การศึกษา [3] ธุรกิจบันเทิง [4] และโดยเฉพาะอย่างยิ่งในงานด้านสื่อประชาสัมพันธ์ทางการท่องเที่ยว ซึ่งได้มีการนำเอาไปประยุกต์ใช้ อย่างหลายรูปแบบ เช่น ระบบ Smart tourism [5] แอปพลิเคชันในรูปแบบความจริงเสมือนสำหรับใช้เป็นสื่อประชาสัมพันธ์และให้คำแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวบนเกาะเชจูของประเทศเกาหลีใต้ [6] และในประเทศที่มีความหลากหลายทางวัฒนธรรมและมีธรรมชาติที่สวยงามอย่างประเทศอินโดนีเซีย ได้มีกลุ่มนักวิจัยทำการศึกษาและพัฒนาแอปพลิเคชันที่มีชื่อว่า Exploresia [7] บนระบบปฏิบัติการ Android โดยอาศัยเทคนิคและวิธีดำเนินการของเทคโนโลยีความจริงเสมือน สำหรับในประเทศไทยนั้นได้มีการศึกษาพัฒนาและประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความจริงเสมือนทั้งในด้านการศึกษาและด้านการผลิตสื่อประชาสัมพันธ์ข้อมูลต่าง ๆ เช่น [8] [9] [10] [11] [12] เป็นต้น

ในหลายปีที่ผ่านมา ธุรกิจและอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวได้กลายมาเป็นกลไกที่สำคัญมากในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศต่าง ๆ เพราะด้วยมีการค้นพบแหล่งท่องเที่ยวใหม่ ๆ แล้วถูกเผยแพร่ด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศสมัยใหม่ ซึ่งมีผลโดยตรงต่อการขยายตัวของธุรกิจและอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวอย่างรวดเร็วและอย่างต่อเนื่อง ทำให้แต่ละประเทศสามารถใช้อุตสาหกรรมท่องเที่ยวนี้ นำรายได้เข้าสู่ประเทศได้อย่างมหาศาล นอกจากนี้แล้ว องค์การการท่องเที่ยวโลกแห่งสหประชาชาติ (UNWTO) [13] ยังได้นำเสนอรายงานการคาดการณ์เกี่ยวกับจำนวนนักท่องเที่ยวไว้ว่า นักท่องเที่ยวทั่วโลกจะเพิ่มจำนวนขึ้นเป็น 1.4 พันล้านคนในปี พ.ศ. 2563 และ 1.8 พันล้านคนในปี พ.ศ. 2573 เฉพาะเอเชียแปซิฟิกถูกประมาณการว่าในปี พ.ศ. 2563 นักท่องเที่ยวจะเพิ่มเป็น 416 ล้านคน ส่วนประเทศไทยตามการคาดการณ์จำนวนนักท่องเที่ยวในปี พ.ศ. 2562 ของสภาอุตสาหกรรมท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย [14] จะมีจำนวนนักท่องเที่ยวมากกว่า 40.06 ล้านคน เข้ามาท่องเที่ยวในประเทศไทย โดยแบ่งออกเป็นนักท่องเที่ยวต่างชาติประมาณ 10.41 ล้านคน ซึ่งเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2561 ร้อยละ 7.21 ดังนั้น การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย (ททท.) จึงคาดการณ์รายได้ ในปี 2562 นี้ มีประมาณ 3.38 ล้านล้านบาท

จังหวัดเลยเป็นหนึ่งในจังหวัดที่มีความสมบูรณ์ของทรัพยากรธรรมชาติ มีการละเล่นและประเพณีวัฒนธรรมที่สวยงาม ทำให้จังหวัดเลยได้รับการคัดเลือกให้เป็น 1 ใน 12 จังหวัดที่เป็นเป้าหมายสำหรับการพัฒนาจังหวัดให้เป็นไป ตามกลยุทธ์การกระจายพื้นที่และช่วงเวลาการท่องเที่ยวในแผนการส่งเสริมตลาดการท่องเที่ยวของการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย ตามโครงการ “12 เมืองต้องห้าม...พลาด” ซึ่งส่งผลทำให้ในปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 นี้ สำนักงานจังหวัดเลยได้วางแผนใช้งบประมาณกว่า 17.8 ล้านบาท สำหรับส่งเสริมการประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวของจังหวัดเลย โดยจัดทำวีดิทัศน์สารคดี หนังสือแนะนำต่าง ๆ ทำให้คณะผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะนำเอาความรู้ด้านอากาศยานไร้คนขับ การพัฒนาแบบจำลอง 3 มิติ การถ่ายภาพมุมสูง (Bird eye view) และการ

ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความจริงเสมือน (AR) มาใช้ในการพัฒนาสื่อประชาสัมพันธ์ความจริงเสมือนแหล่งท่องเที่ยวอันซีนของจังหวัดเลยในมุมมอง 360 องศา สำหรับนักท่องเที่ยวหรือผู้สนใจใช้อ้างอิงและศึกษาสืบค้นข้อมูลต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างและพัฒนาแบบจำลอง 3 มิติของแหล่งท่องเที่ยวด้วยการถ่ายภาพมุมสูงจากอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicle)
2. เพื่อพัฒนาสื่อประชาสัมพันธ์ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน (Augmented Reality) ของแหล่งท่องเที่ยวอันซีนในจังหวัดเลยผ่านมุมมอง 360 องศา
3. เพื่อประเมินประสิทธิภาพและประสิทธิผลของสื่อประชาสัมพันธ์ความจริงเสมือนของแหล่งท่องเที่ยวอันซีนในจังหวัดเลยด้วยมุมมอง 360 องศาผ่านเทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับ

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการศึกษาวิจัยเพื่อสร้างและพัฒนาแบบจำลอง 3 มิติของแหล่งท่องเที่ยวและนำเสนอสื่อประชาสัมพันธ์รูปแบบความจริงเสมือนของแหล่งท่องเที่ยวอันซีนในจังหวัดเลยด้วยมุมมอง 360 องศา ผ่านเทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับนี้ คณะผู้วิจัยได้แบ่งการดำเนินการออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 เป็นขั้นตอนของการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลภาพนิ่งและพิกัดทางภูมิศาสตร์ของภาพนิ่งแต่ละภาพจากแหล่งท่องเที่ยวในลักษณะของภาพมุมสูงเพื่อที่จะนำภาพที่ได้นั้น ไปใช้พัฒนาเป็นแบบจำลองภาพสถานที่ท่องเที่ยวแบบ 3 มิติ ส่วนที่ 2 เป็นขั้นตอนของการนำเอาแบบจำลองภาพสถานที่ท่องเที่ยวแบบ 3 มิติ มาพัฒนาร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสมือนให้เป็นสื่อสำหรับประชาสัมพันธ์ในรูปแบบความจริงเสมือนของแหล่งท่องเที่ยวอันซีนในพื้นที่จังหวัดเลย ซึ่งโครงการวิจัยนี้ได้รับหนังสือรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ เลขที่ HE008/2563 จากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ของสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย โดยมีรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ดังนี้

วัสดุอุปกรณ์และซอฟต์แวร์ที่ใช้สำหรับกระบวนการพัฒนา

อุปกรณ์รวบรวมข้อมูลภาพและข้อมูลพิกัด ตามที่แสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 อุปกรณ์สำหรับเก็บข้อมูลภาพ

ที่มา : Chiabrand, F., and Losè, L. T. (2017). Performance evaluation of COTS UAV for architectural heritage documentation. A test on S. Giuliano chapel in Savigliano (CN)–Italy. The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 42, 77.

1) เครื่องอากาศยานไร้คนขับหรือ โดรน (Unmanned Aerial Vehicle; UAV หรือ Drone) โดยคณะผู้วิจัยใช้ DJI Phantom 4 Pro ที่มีระดับเพดานบินสูงสุด 500 เมตรจากระดับน้ำทะเล ที่ความละเอียดของภาพขนาด 4K ขนาด Bitrate สูงสุด 60 Mbps ขนาดของเฟรมเรทสูงสุดที่ 30 fps ที่ความเร็วในการบิน VPS 10 เมตร/วินาที และระบุตำแหน่งด้วยดาวเทียม GPS/Glonass โดยอัตราความเร็วสูงสุดในการบินที่ 70 Km/hrs

2) อุปกรณ์สำหรับใช้สั่งการควบคุมระยะทาง พิกัดและวางแผนการบินเก็บข้อมูล โดยที่คณะผู้วิจัยเลือกใช้เครื่อง iPad Air 2 เป็นเครื่องมือ

3) อุปกรณ์ DJI Remote Controller อุปกรณ์สำหรับควบคุมการบินเองและแสดงข้อมูลภาพ โดยผู้ใช้สำหรับโดรนรุ่น Phantom 4 Pro

4) เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ AMD FX-6300 Six-Core Processor 3.50 GHz, หน่วยความจำหลัก 8.0 Gb, ฮาร์ดดิสก์ SSD ความจุ 240 Gb, ฮาร์ดดิสก์ HDD ความจุ 1 Tb, การ์ดแสดงผล VGA RX580 8G ซอฟต์แวร์ที่ใช้ควบคุมพิกัดการบินของโดรนและโปรแกรมพัฒนาแบบจำลอง 3 มิติ

1) DJI GO 4.0 เป็นแอปพลิเคชันสำหรับอำนวยความสะดวกในการควบคุมทิศทางการบิน การกำหนดฟังก์ชันการทำงานต่าง ๆ ภายในเครื่องอากาศยานไร้คนขับ โดยคณะผู้วิจัยได้ดำเนินการติดตั้งซอฟต์แวร์นี้ใน iPad Air 2 สำหรับดูข้อมูลสภาพแวดล้อมและรูปภาพแบบเวลาจริงจากอากาศยานไร้คนขับ

2) Drone deploy เป็นซอฟต์แวร์สำหรับถ่ายโอนข้อมูลรูปภาพและพิกัดแผนที่ทางภูมิศาสตร์สำหรับนำไปใช้สร้างแบบจำลองของวัตถุหรือสถานที่ต่าง ๆ โดยคณะผู้วิจัยได้ติดตั้งใน iPad Air 2 เพื่อให้สะดวกต่อการทำงานกับโดรน DJI Phantom 4 Pro ที่ใช้ดำเนินการในครั้งนี้

3) Agisoft PhotoScan Professional ของบริษัท Agisoft LLC ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์สำหรับพัฒนาแบบจำลอง 3 มิติ โดยการรวบรวมภาพนิ่งที่ถ่ายได้จากอากาศยานไร้คนขับ มาสร้างเป็นโมเดลของวัตถุหรือสถานที่ในรูปแบบ 3 มิติ

ซอฟต์แวร์ที่ใช้สำหรับการพัฒนาสื่อประชาสัมพันธ์ความจริงเสมือน (AR)

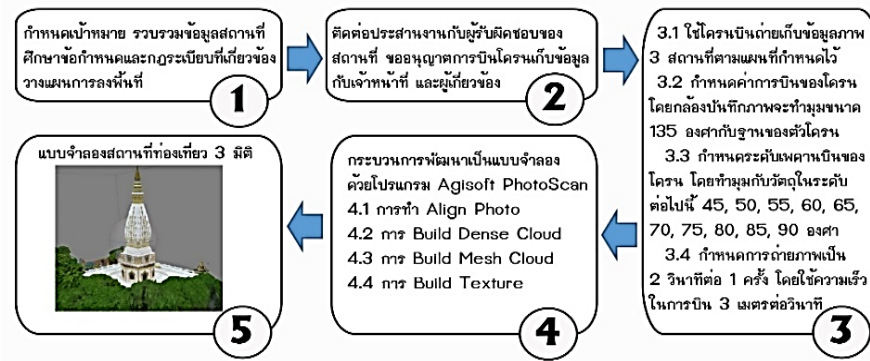
1) โปรแกรม Unity 3D ถูกนำมาใช้สำหรับพัฒนาแบบจำลองวัตถุ สถานที่ในรูปแบบ 3 มิติให้มีความเสมือนจริง และทำให้สามารถผสมผสานการทำงานระหว่างโมเดลและภาพเคลื่อนไหวได้

2) โปรแกรม Vuforia™ เป็น Software Development Kit (SDK) สำหรับพัฒนาซอฟต์แวร์ที่ใช้เทคโนโลยีออกเมนต์เรียลลิตี้ให้สามารถดำเนินการได้ง่ายขึ้น และสามารถใช้งานร่วมกับโปรแกรม Unity ได้

3) Android Studio เป็น IDE Tool จากบริษัท Google ถูกใช้เพื่อการพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับใช้งานบนระบบปฏิบัติการ Android โดยมีแนวคิดพื้นฐานมาจาก IntelliJ IDEA

ขั้นตอนและวิธีดำเนินการศึกษาวิจัย

ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการศึกษาวิจัยทางคณะผู้วิจัยได้แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนหลักได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 การพัฒนาแบบจำลอง 3 มิติของสถานที่แหล่งท่องเที่ยวจำนวน 3 แห่ง และขั้นตอนที่ 2 เป็นการนำเอาแบบจำลอง 3 มิติที่ได้มาพัฒนาร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสมือนในการสร้างเป็นสื่อประชาสัมพันธ์ความจริงเสมือนของแหล่งท่องเที่ยวอันซีนในจังหวัดเลยด้วยมุมมอง 360 องศา โดยแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังในภาพที่ 2 นี้



ภาพที่ 2 ขั้นตอนที่ 1 การพัฒนาแบบจำลองสถานที่ท่องเที่ยวแบบ 3 มิติ

ขั้นตอนที่ 1 การพัฒนาแบบจำลอง 3 มิติ ดังนี้

1) กำหนดเป้าหมายสถานที่แหล่งท่องเที่ยวอันซีนในจังหวัดเลย สำหรับใช้เป็นสถานที่ต้นแบบในการศึกษาและพัฒนาเป็นแบบจำลอง 3 มิติ จากนั้นทำการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ศึกษาระเบียบและกฎข้อบังคับในการขึ้นบินโดรน และทำการวางแผนลงพื้นที่เก็บข้อมูลภาพ

2) ทำการติดต่อประสานงานกับเจ้าหน้าที่หรือผู้มีหน้าที่ดูแลรับผิดชอบในสถานที่ท่องเที่ยวแต่ละแห่งในการดำเนินการเก็บข้อมูลภาพ และทำการขออนุญาตเจ้าหน้าที่ผู้เกี่ยวข้องนั้นในการขึ้นบินโดรนในพื้นที่รับผิดชอบ

3) ขั้นตอนนี้เป็นการลงพื้นที่เพื่อเก็บรวบรวมภาพหนึ่งตามสถานที่ที่กำหนดไว้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1 สถานที่ท่องเที่ยว 3 แห่งได้แก่ (1) พระธาตุสุจจะ วัดลาดปู่ทรงธรรม ตำบลทาลี อำเภอทาลี จังหวัดเลย องค์พระธาตุสูง 33 เมตร ฐานมีลักษณะ 8 เหลี่ยม กว้าง 17 เมตร (2) วัดสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวมิ่งเมืองหรือเดิมชื่อวัดพระกริ่งปรเมศร์ ตำบลหนองบัว อำเภอภูเรือ จังหวัดเลย ประกอบด้วยพระอุโบสถ 1 หลัง และวิหาร 5 หลัง และ (3) ประติมากรรม “พญานันทรนาคราชิบดี” ตำบลปากชม อำเภอปากชม จังหวัดเลย ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 สถานที่ในการดำเนินการศึกษาวิจัย



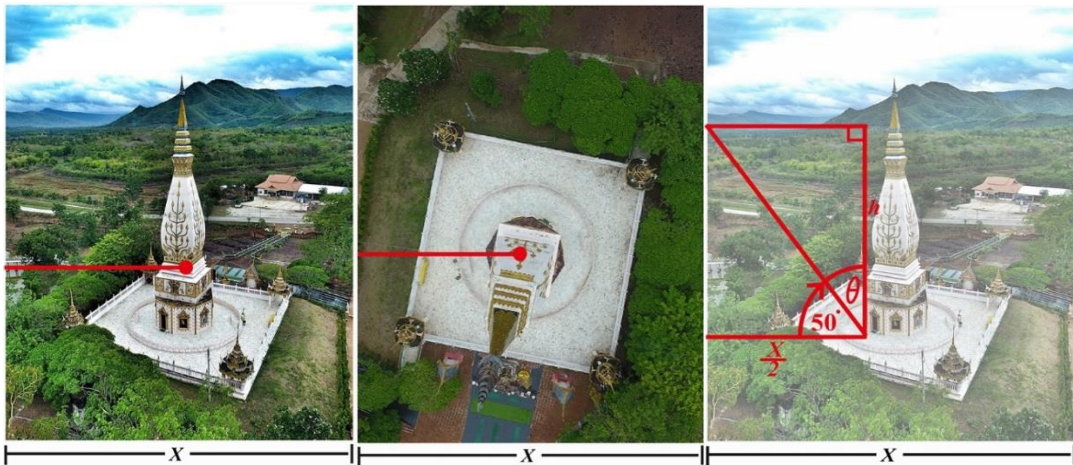
ภาพที่ 4 การกำหนดมุมกล้องทำมุม 135 องศาพื้นฐานติดตั้งกับตัวโดรน

3.2 การกำหนดค่าอุปกรณ์เก็บภาพให้กับโดรน DJI Phantom 4 โดยกำหนดให้กล้องที่ใช้บันทึกภาพทำมุม 135 องศาพื้นฐานที่ติดตั้งกับตัวโดรนตามภาพที่ 4 ส่วนการดำเนินการบันทึกภาพถูกกำหนดให้เป็นการบินที่แบบอัตโนมัติแบบ 2 วินาทีต่อครั้ง

3.3 ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ คณะผู้วิจัยได้กำหนดอัตราความเร็วในการบินไว้ที่ 3 เมตรต่อวินาที (3 m/s) และได้ดำเนินการศึกษาขนาดขององศาของตัวโดรนกับขนาดพื้นที่ฐาน และระดับความสูงของตัวโดรนกับขนาดพื้นที่ฐาน ซึ่งเป็นข้อมูลที่จะถูกนำมาใช้สำหรับการดำเนินการจัดทำเป็นแบบจำลอง 3 มิติ เพื่อหาขนาดขององศาและระดับความสูงที่เหมาะสมในการจัดเก็บข้อมูล (ประหยัดเวลาในการบิน และได้ภาพที่มีความสมบูรณ์ครอบคลุมถ้วนทั่ววัตถุที่จะนำมาสร้างแบบจำลอง) ตามสมการที่ 1 โดยมีลำดับขั้นตอน ดังนี้

3.3.1 การกำหนดจุดศูนย์กลางของพื้นที่สำหรับใช้เก็บข้อมูลภาพ ตามภาพที่ 5 และภาพที่ 6

3.3.2 สมการคำนวณหาองศาและระดับความสูงของโดรนที่มีต่อพื้นที่ฐาน ตามภาพที่ 7



ภาพที่ 5 กำหนดจุดกึ่งกลางพื้นที่

ภาพที่ 6 จุดกึ่งกลางมุมสูง

ภาพที่ 7 การใช้สมการคำนวณ

ดังนั้น สมการสำหรับการคำนวณหาความสูง(h) และองศา(θ) ที่เหมาะสมสำหรับการเก็บข้อมูลภาพ จึงได้ว่า

$$h = \frac{x}{2 \tan(\theta)} \quad \dots \dots \dots \text{สมการที่ 1}$$

โดยที่ x คือ ขนาดของพื้นที่ฐาน

h คือ ระยะความสูงจากพื้น

θ คือ ขนาดองศาของกล้องทำมุมกับพื้น

จากสมการสามารถหาความสัมพันธ์ของระยะความสูงจากพื้นฐานกับองศาของกล้องได้ตามตารางที่ 1

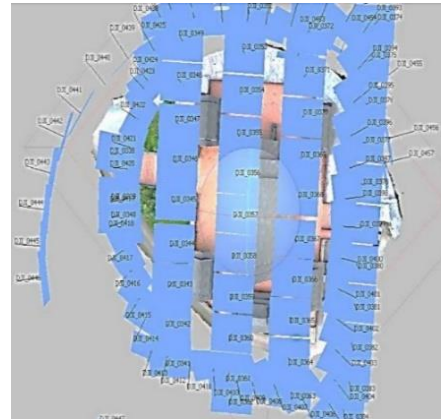
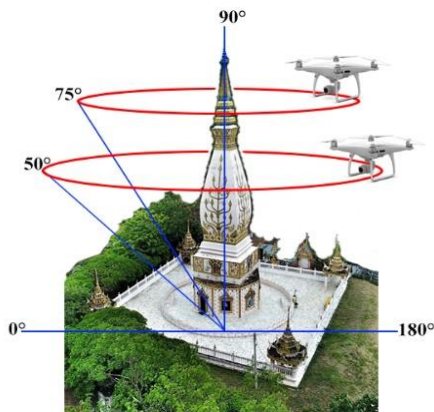
ตารางที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะความสูงของกล้องกับมุมสำหรับการถ่ายภาพ

มุมสำหรับการถ่ายภาพ (องศา)	45	50	55	60	65	70	75	80
ระยะความสูงจากพื้น (เมตร)	8.50	10.12	12.13	14.72	18.22	23.35	31.72	48.20
ขนาดองศา θ (องศา)	45	40	35	30	25	20	15	10

จากตารางที่ 1 ทางคณะผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลภาพโดยให้โดรนถ่ายภาพในแต่ละระดับมุม ได้แก่ 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90 องศาที่ฐานของวัตถุที่ทำการบันทึกภาพ ซึ่งจากการศึกษาทดลองพบว่าการเก็บภาพในระดับ 50, 75 และ 90 องศาตามภาพที่ 8 และเมื่อนำภาพมาสร้างเป็นแบบจำลอง 3 มิติแล้วให้ความสมบูรณ์ของแบบจำลองมากที่สุด การบันทึกภาพต่อวินาทีที่สามารถดำเนินการได้ไฟล์ที่ต่อเนื่องตามภาพที่ 9

4) การนำข้อมูลภาพหนึ่งจากโดรนมาสร้างเป็นแบบจำลองด้วยโปรแกรม Agisoft PhotoScan โดยมีขั้นตอนในการทำ Align photo การทำ Build Dense Cloud การทำ Build Mesh Cloud และการทำ Build Texture

5) การ Export file สำหรับใช้งานซึ่งขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของผู้ใช้งาน โดยการศึกษาวิจัยนี้ได้ Export file เพื่อใช้ในงานสื่อประชาสัมพันธ์ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน



ภาพที่ 8 ลักษณะการบินโดรนเก็บข้อมูลภาพ ภาพที่ 9 ลักษณะข้อมูลภาพและตำแหน่งแต่ละครั้งที่บันทึก

ขั้นตอนที่ 2 เป็นการพัฒนาสื่อประชาสัมพันธ์ด้วยเทคนิคความจริงเสมือนสำหรับแหล่งท่องเที่ยวอันซีนของจังหวัดเลยในมุมมอง 360 องศาผ่านแบบจำลอง 3 มิติ มีรายละเอียด ดังนี้

1) เริ่มต้นจากการลงทะเบียนผู้ใช้โปรแกรม Unity (Unity ID) และลงทะเบียนใช้งานผ่านโปรแกรม Vuforia ของบริษัท PTC Inc.

2) ทำการร้องขอ License key จากเว็บไซต์ vuforia.com เพื่อใช้อ้างอิงกับทาง Unity

3) การสร้างและกำหนด Project (Build Setting) เพื่อความพร้อมในการรองรับการพัฒนาชิ้นงาน AR

4) การกำหนดการทำงานร่วมกันระหว่างโปรแกรม Unity กับโปรแกรม Vuforia

5) การสร้าง AR Target หรือการกำหนดวัตถุที่จะใช้กล้องส่อง (กล้องตรวจจับเป้าหมาย) เพื่อให้แสดงภาพในรูปแบบของโมเดล 3 มิติ (แสดง AR)

- 6) การแมพโมเดล 3 มิติที่ได้สร้างไว้เข้ากับ AR Marker
- 7) การเขียนโค้ดสั่งการทำงานผ่าน Text Editor และกำหนดการส่งออก Project ที่พัฒนาขึ้นมาให้อยู่ในรูปแบบที่ต้องการนำไปใช้งาน
- 8) การนำสื่อที่พัฒนาเสร็จสมบูรณ์แล้วไปทดสอบใช้งานกับ Marker ที่เป็นแผ่นกระดาษธรรมดาและบนหน้าจอภาพของแท็บเล็ต ตามภาพที่ 10



Map (tourismlocallife.com)



on Map (paper)



on Mobile and Tablet

ภาพที่ 10 ตัวอย่างการใช้งานด้วยสมาร์ทโฟนบนแผนที่แบบใบปลิว และใช้ร่วมกับแท็บเล็ต

ผลการวิจัย

ผลการพัฒนาแบบจำลอง 3 มิติของสถานที่แหล่งท่องเที่ยวจังหวัดเลยจำนวน 3 แห่ง โดยการนำเอาความรู้ด้านอากาศยานไร้คนขับและเทคนิคของการถ่ายภาพมุมสูงเพื่อการพัฒนาแบบจำลอง 3 มิติ พบว่าดำเนินการได้อย่างสะดวก แบบจำลองที่ได้มีความสมจริง ด้วยการอาศัยเทคโนโลยีของโดรนในการเก็บรวบรวมข้อมูลรูปภาพนิ่ง ซึ่งข้อมูลที่ได้นั้นได้ระบุพิกัดทางภูมิศาสตร์มาพร้อมด้วย ส่งผลต่อความแม่นยำของตำแหน่งภาพที่นำมาใช้ในการขึ้นรูปแบบจำลองในแต่ละสถานที่ตามเป้าหมาย ปัญหาเล็กน้อยของการเก็บรวบรวมข้อมูลเกิดจากสถานที่ที่แวดล้อมด้วยต้นไม้ขนาดใหญ่ซึ่งเป็นอุปสรรคในการบินวนเก็บข้อมูลรูปภาพ ดังนั้น การที่จะใช้โดรนบินเก็บข้อมูลภาพในสถานที่ ซึ่งมีต้นไม้สูงอยู่โดยรอบของวัดถ้ำจะมีความยุ่งยาก หากจะพัฒนาต่อผู้สนใจควรเลือกสถานที่ที่เป็นแบบที่โล่งไม่มีต้นไม้ใหญ่หรือสูงอยู่ล้อมรอบจะดำเนินการได้สะดวกยิ่งขึ้น

ผลการสร้างเป็นสื่อประชาสัมพันธ์ความจริงเสมือนของแหล่งท่องเที่ยวอันซีนในจังหวัดเลยด้วยมุมมอง 360 องศา โดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความจริงเสมือน (AR) มาผนวกเข้ากับแบบจำลอง(โมเดล)ท่องเที่ยวแบบ 3 มิติ จากการใช้เทคนิคของการถ่ายภาพมุมสูงผ่านโดรน สำหรับพัฒนาเป็นสื่อประชาสัมพันธ์แบบความจริงเสมือนในแหล่งท่องเที่ยวอันซีนของจังหวัดเลยด้วยมุมมอง 360 องศา พบว่าสื่อประชาสัมพันธ์ที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง โดยคณะผู้วิจัยได้ใช้ซอฟต์แวร์สำเร็จรูปในการดำเนินการเกี่ยวกับการพัฒนาแบบจำลอง 3 มิติ ผลลัพธ์ของแบบจำลอง 3 มิติที่ได้ สามารถใช้งานได้กับสื่อแบบเดิมที่สำนักงานการท่องเที่ยวและกีฬาจังหวัดเลยใช้ในการประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวได้ และยังสามารถใช้งานร่วมกับ Marker ที่เป็นภาพบนหน้าจอภาพของสมาร์ทโฟน ซึ่งเป็นการอำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้งานเป็นอย่างมาก สำหรับอุปสรรคในการดำเนินการพัฒนาในด้านนี้เป็นผลมาจากคุณสมบัติของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่นำมาใช้ในการสร้างแบบจำลองจะต้องมีสมรรถนะสูง โดยเฉพาะด้านกราฟิก ซึ่งจะทำให้สามารถพัฒนาโมเดลสถานที่ท่องเที่ยวได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ

ผลการประเมินความพึงพอใจ เป็นผลลัพธ์ที่ได้รับจากการทดสอบการใช้งานสื่อประชาสัมพันธ์ความจริงเสมือนของแหล่งท่องเที่ยวอันซีนในจังหวัดเลยด้วยมุมมอง 360 องศา คณะผู้วิจัยได้แบ่งกลุ่มผู้ประเมินออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ เจ้าหน้าที่สำนักงานการท่องเที่ยวและกีฬาจังหวัดเลย และนักท่องเที่ยว โดยแบ่งการประเมินออกเป็น 5 ด้าน ได้แก่ ด้านประสิทธิภาพ ด้านประสิทธิผล ด้านความยืดหยุ่น ด้านความสามารถในการเรียนรู้ ถูกประเมินโดยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน และกลุ่มของเจ้าหน้าที่สำนักงานการท่องเที่ยวและกีฬาจังหวัดเลย จำนวน 3 คน และด้านความพึงพอใจ ถูกประเมินโดยนักท่องเที่ยว จำนวน 30 คน โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ตารางที่ 2 ผลของการประเมินด้านประสิทธิภาพ (Efficiency)

หัวข้อการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ผลการประเมิน
1.1 สื่อประชาสัมพันธ์ ใช้งานได้จริงและมีความเร็วในการโหลด	4.50	0.54	มากที่สุด
1.2 สื่อประชาสัมพันธ์ มีเครื่องมือควบคุมที่มีความเหมาะสม สามารถบังคับทิศทางของแบบจำลองได้รวดเร็ว	4.50	0.54	มากที่สุด
1.3 สื่อประชาสัมพันธ์ มีการเชื่อมโยงข้อมูลในแต่ละส่วนที่เกี่ยวข้องนำมาแสดงผลได้อย่างรวดเร็ว	4.50	0.54	มากที่สุด
1.4 สื่อประชาสัมพันธ์ สามารถแสดงข้อมูลตรงกับความต้องการได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว	4.67	0.51	มากที่สุด
สรุปผลของการประเมินด้านประสิทธิภาพ	4.54	0.53	มากที่สุด

จากตารางที่ 2 ผลของการประเมินด้านประสิทธิภาพของสื่อประชาสัมพันธ์ความจริงเสมือนของแหล่งท่องเที่ยวอันซีนในจังหวัดเลยด้วยมุมมอง 360 องศา พบว่า ในภาพรวมของการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญและเจ้าหน้าที่ของสำนักงานการท่องเที่ยวและกีฬาจังหวัดเลย มีระดับการประเมินอยู่ในระดับ มากที่สุด ค่าเฉลี่ยที่ 4.54 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.53 เมื่อพิจารณารายข้อ พบว่า สื่อประชาสัมพันธ์ นี้สามารถนำเสนอข้อมูลที่ตรงกับความต้องการของผู้ใช้งานได้อย่างถูกต้องแม่นยำและรวดเร็วในการใช้ข้อมูล มีระดับการประเมินอยู่ในระดับมากที่สุดที่ค่าเฉลี่ย 4.67 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 0.51

ตารางที่ 3 ผลของการประเมินด้านประสิทธิผล (Effectiveness)

หัวข้อการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ผลการประเมิน
2.1 สื่อประชาสัมพันธ์ ใช้ประชาสัมพันธ์ได้อย่างถูกต้อง	4.50	0.54	มากที่สุด
2.2 สื่อประชาสัมพันธ์ แสดงผลได้ตรงตามช่วงระยะเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลงได้ถูกต้อง	4.50	0.54	มากที่สุด
2.3 สื่อประชาสัมพันธ์ มีวัตถุประสงค์ที่ชัดเจนในการนำเสนอ	4.67	0.51	มากที่สุด
สรุปผลของการประเมินด้านประสิทธิผล	4.55	0.53	มากที่สุด

จากตารางที่ 3 ผลของการประเมินด้านประสิทธิภาพผลของสื่อประชาสัมพันธ์ความจริงเสมือนของแหล่งท่องเที่ยวอันซีนในจังหวัดเลยด้วยมุมมอง 360 องศา พบว่า ภาพรวมของการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญและเจ้าหน้าที่ของสำนักงานการท่องเที่ยวและกีฬาจังหวัดเลย มีระดับการประเมินในระดับมากที่สุดค่าเฉลี่ย 4.55 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 0.53 เมื่อพิจารณารายข้อ ได้พบว่า สื่อประชาสัมพันธ์ มีวัตถุประสงค์ที่ชัดเจนในการนำเสนอ โดยระดับการประเมินอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 4.67 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 0.51

ตารางที่ 4 ผลของการประเมินด้านความยืดหยุ่น (Flexibility)

หัวข้อการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ผลการประเมิน
3.1 สื่อประชาสัมพันธ์ ปรับเปลี่ยนรูปแบบการนำเสนอได้ตามความต้องการใช้งานของผู้ใช้	4.50	0.54	มากที่สุด
3.2 สื่อประชาสัมพันธ์ ใช้งานได้กับ Marker หลากรูปแบบ	4.67	0.51	มากที่สุด
3.3 สื่อประชาสัมพันธ์ มีการนำเสนอหลากหลายรูปแบบ	4.50	0.54	มากที่สุด
3.4 สื่อประชาสัมพันธ์ สามารถใช้กับอุปกรณ์ได้หลากหลาย	4.83	0.41	มากที่สุด
สรุปผลของการประเมินด้านความยืดหยุ่น	4.62	0.50	มากที่สุด

จากตารางที่ 4 ผลของการประเมินด้านความยืดหยุ่นของสื่อประชาสัมพันธ์ความจริงเสมือนของแหล่งท่องเที่ยวอันซีนในจังหวัดเลยด้วยมุมมอง 360 องศา พบว่า ในภาพรวมของการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญและเจ้าหน้าที่ของสำนักงานการท่องเที่ยวและกีฬาจังหวัดเลย โดยมีระดับของการประเมินอยู่ในระดับมากที่สุดที่ค่าเฉลี่ย 4.62 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 0.50 เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ในหัวข้อสื่อประชาสัมพันธ์ใช้กับอุปกรณ์ได้หลายชนิดโดยระดับของการประเมินอยู่ในระดับมากที่สุดที่ค่าเฉลี่ย 4.83 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 0.41

ตารางที่ 5 ผลของการประเมินด้านความสามารถในการเรียนรู้ (Learn ability)

หัวข้อการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ผลการประเมิน
4.1 ผู้ใช้สามารถเรียนรู้การใช้งานสื่อประชาสัมพันธ์ ได้เองโดยไม่ต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญช่วยเหลือ	4.50	0.54	มากที่สุด
4.2 ผู้ใช้สามารถใช้งานสื่อประชาสัมพันธ์ ได้ทันทีโดยไม่ต้องเรียนรู้ใหม่เมื่อกลับมาใช้งานสื่อประชาสัมพันธ์ อีกครั้ง	4.33	0.51	มาก
4.3 ผู้ใช้สามารถสัมผัสประสบการณ์การเรียนรู้ด้วยตนเองผ่านสื่อประชาสัมพันธ์	4.50	0.54	มากที่สุด
สรุปผลของการประเมินด้านความสามารถในการเรียนรู้	4.44	0.53	มาก

จากตารางที่ 5 ผลของการประเมินด้านความยืดหยุ่นของสื่อประชาสัมพันธ์ความจริงเสมือนของแหล่งท่องเที่ยวอันซีนในจังหวัดเลยด้วยมุมมอง 360 องศา พบว่า ในภาพรวมของการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญและเจ้าหน้าที่ของสำนักงานการท่องเที่ยวและกีฬาจังหวัดเลย โดยมีระดับของการประเมินอยู่ในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.44 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 0.53 เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า มี 2 หัวข้อที่ถูกประเมินอยู่ในระดับมากที่สุด ได้แก่ ผู้ใช้เรียนรู้การใช้งานสื่อประชาสัมพันธ์ ได้เองโดยไม่ต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญช่วยเหลือ และผู้ใช้สัมผัสประสบการณ์การเรียนรู้ด้วยตนเองผ่านสื่อประชาสัมพันธ์ ที่ค่าเฉลี่ย 4.50 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 0.54

ตารางที่ 6 ผลของการประเมินด้านความพึงพอใจ (Satisfaction)

หัวข้อการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ผลการประเมิน
5.1 สื่อประชาสัมพันธ์ มีความง่ายต่อการใช้งาน	4.50	0.50	มากที่สุด
5.2 สื่อประชาสัมพันธ์ มีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ได้ดี	4.43	0.50	มาก
5.3 สื่อประชาสัมพันธ์ มีความเหมาะสมทางด้านขนาดและสี	4.60	0.49	มากที่สุด
5.4 สื่อประชาสัมพันธ์ มีการจัดชุดข้อมูลในการนำเสนอได้อย่างเป็นระเบียบ	4.53	0.50	มากที่สุด
5.5 สื่อประชาสัมพันธ์ มีความชัดเจนในการใช้เสียงเพื่อบรรยาย	4.50	0.50	มากที่สุด
5.6 สื่อประชาสัมพันธ์ มีความเหมาะสมในการใช้สัญลักษณ์หรือรูปภาพในการสื่อความหมาย	4.60	0.49	มากที่สุด
สรุปผลของการประเมินด้านความพึงพอใจ	4.52	0.49	มากที่สุด

ส่วนตารางที่ 6 ผลของการประเมินด้านความพึงพอใจที่มีต่อสื่อประชาสัมพันธ์ความจริงเสมือนของแหล่งท่องเที่ยวอันซีนในจังหวัดเลยด้วยมุมมอง 360 องศา พบว่า ในภาพรวมของการประเมินจากนักท่องเที่ยวจำนวน 30 คน โดยภาพรวมได้รับการประเมินอยู่ในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.52 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 0.49 และเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า มี 2 หัวข้อที่ถูกประเมินอยู่ในระดับมากที่สุด ได้แก่ สื่อประชาสัมพันธ์ มีความเหมาะสมทางด้านขนาดและสีของโมเดล และสื่อประชาสัมพันธ์ มีความเหมาะสมในการใช้สัญลักษณ์หรือรูปภาพในการสื่อความหมาย โดยทั้ง 2 หัวข้อนี้มีค่าเฉลี่ยที่ 4.60 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 0.49 เท่ากัน

สรุปและอภิปรายผล

งานวิจัยนี้คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาและพัฒนาสื่อประชาสัมพันธ์ในรูปแบบของความจริงเสมือนของแหล่งท่องเที่ยวอันซีนในจังหวัดเลยด้วยมุมมอง 360 องศา โดยผลของการศึกษาวิจัยพบว่า การนำเอาเทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับหรือโดรนมาใช้ในการบินถ่ายเก็บข้อมูลภาพนิ่งของแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญต่าง ๆ โดยเฉพาะในกลุ่มของสถาปัตยกรรมเจดีย์ รูปปั้น โบสถ์ วิหาร ฯลฯ เพื่อนำภาพนิ่งเหล่านั้นมาใช้ในการสร้างเป็นแบบจำลองหรือโมเดล โดยอาศัยซอฟต์แวร์สำเร็จรูปสำหรับสร้างโมเดล 3 มิติของแหล่งท่องเที่ยวที่กำหนดไว้

จากนั้นคณะผู้วิจัยได้นำเอาโมเดลที่ได้ไปประยุกต์ใช้งานร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน เพื่อพัฒนาเป็นสื่อประชาสัมพันธ์แหล่งท่องเที่ยวแนวใหม่ที่นักท่องเที่ยวหรือผู้สนใจ สามารถศึกษารูปแบบ ลักษณะทางกายภาพ สภาพสิ่งแวดล้อมของสถานที่นั้น ๆ ในรูปแบบของการมองเห็นด้วยภาพมุมมองสูง (Bird Eye Views)

ผลการประเมินสื่อประชาสัมพันธ์ในรูปแบบของความจริงเสมือนของแหล่งท่องเที่ยว อันซีนในจังหวัดเลย ด้วยมุมมอง 360 องศา แสดงให้เห็นว่า ทั้งผู้เชี่ยวชาญและเจ้าหน้าที่ของสำนักงานการท่องเที่ยวและกีฬาจังหวัดเลย ประเมินให้ด้านประสิทธิภาพ ด้านประสิทธิผล ด้านความยืดหยุ่น อยู่ในระดับมากที่สุด โดยค่าเฉลี่ยทั้ง 3 ด้านนี้ เป็น 4.57 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 0.52 ส่วน ด้านความสามารถในการเรียนรู้ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเป็น 4.44 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 0.53 ส่วนในด้านของนักท่องเที่ยวประเมินระดับความพึงพอใจต่อสื่อประชาสัมพันธ์ ในภาพรวมของสื่อที่ได้รับการพัฒนาขึ้นในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเป็น 4.52 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 0.49

ข้อเสนอแนะจากการวิจัยในครั้งนี้คือ การบินถ่ายเก็บข้อมูลภาพหนึ่งจำเป็นต้องอาศัยเทคนิคและวิธีการเฉพาะทาง ผู้ดำเนินการต้องมีทักษะและความชำนาญเฉพาะด้าน จึงจะสามารถดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพ และผู้ดำเนินการจะต้องได้รับใบอนุญาตการบินอย่างถูกต้องจากทางราชการ สำหรับการพัฒนาโมเดลนั้นคุณสมบัติของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ควรจะต้องมีสมรรถนะสูงเหมาะกับการทำงานในด้านกราฟิก ซึ่งจะทำให้ผู้พัฒนาสามารถดำเนินการได้อย่างรวดเร็ว และควรที่จะเป็นซอฟต์แวร์ที่ถูกต้องตามกฎหมาย

เอกสารอ้างอิง

- [1] Cintya de la Nube Aguirre Brito. (2015). Augmented reality applied in tourism mobile applications. In *2015 Second International Conference on eDemocracy & eGovernment (ICEDEG)*. pp. 120-125. Quito, Ecuador.
- [2] Basoglu N A, Goken M, Dabic M, Ozdemir G D, & Daim T U. (2018). Exploring adoption of augmented reality smart glasses: Applications in the medical industry. *Front. Eng. Manag*, 5(2), 167-181.
- [3] Irwansyah F S, Yusuf Y M, Farida I, & Ramdhani M A. (2018, January). Augmented reality (AR) technology on the android operating system in chemistry learning. In *IOP conference series: Materials science and engineering*. pp. 1-7. Bandung, Indonesia.
- [4] Ashfaq Q, & Sirshar M. (2018). Emerging trends in augmented reality games. In *2018 International Conference on Computing, Mathematics and Engineering Technologies (iCoMET)*. pp. 1-7. Pakistan.
- [5] Hunter W C, Chung N, Gretzel U, & Koo C. (2015). Constructivist Research in Smart tourism. *Asia Pacific Journal of Information System*, 25(1), 105-120.
- [6] Jung T, Chung N, & Leue M C. (2015). The determinants of recommendation to use augmented reality technologies: The case of a Korean theme park. *Tourism management*, 49, 75-86.
- [7] Safitri R, Yusra D S, Hermawan D, Ripmiatin E, & Pradani W. (2017). In *2017 5th International Conference on Cyber and IT Service Management (CITSM)*. pp. 1-6. Deppasar, Indonesia.
- [8] Somsak Techakosit, & Prachyanun Nilsook. (2018). Augmented Reality in a Junior High School Science Textbook Based on the Learning Model of Scientific Imagineering in Order to Enhance STEM Literacy. *E-Journal of Media Innovation and Creative Education*, 1(2), 38-47.

- [9] Nadh Ditcharoen, & Anupong Ratthirom. (2016). Development of 3D Zoo Book using Augmented Reality Technology on Android. *J.Res. Unit Sci. Technol. Environ. Learning*, 7(1), 77-87.
- [10] Jomsri P. (2019). Creative Innovation of Augmented Reality for Promote Sustainable Tourism of Chiang Mai Moat. *Journal of Physics: Conference Series*, 1335(1), 1-6.
- [11] Sumran Chaikhawang, Wijitra Montri, & Konlachan Anantasomboon. (2018). The Development of public relations for School of Computer and Information Technology Chiangrai Rajabhat University Using Virtual Reality Technology. In *2018 22nd International Computer Science and Engineering Conference (ICSEC)*. pp. 1-4. Chiang Mai, Thailand.
- [12] Piyapong Dangkham. (2018). Mobile augmented reality on web-based for the tourism using HTML5. In *2018 International Conference on Information Networking (ICOIN)*. pp. 482-485. Chiang Mai, Thailand.
- [13] The United Nations World Tourism Organization [UNWTO]. (2011). Tourism Towards 2030/Global Overview. Retrieved May 21, 2019, from https://www.globalwellnesssummit.com/wp-content/uploads/Industry-Research/Global/2011_UNWTO_Tourism_Towards_2030.pdf
- [14] Tourism Council of Thailand. (2019, November). *Thailand Tourism Confidence Index : 2019/3*. Retrieved November 23, 2019, from <http://www.thailandtourismcouncil.org/wp-content/uploads/2019/09/Newsletter-q3-2562-Final.pdf>