การออกแบบและพัฒนาเฟรมเวิร์คเพื่อสนับสนุนระบบบริการข้อมูลภูมิสารสนเทศบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตสำหรับการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมในจังหวัดปัตตานี

Designing and Developing a Framework to Support Information Service Systems WebGIS for Cultural Tourism in Pattani Province

วุฒิพงษ์ แสงมณี[1*] และรัศมี สุวรรณวีระกำธร[1]

Wutthipong Sangmanee[1*], and Rasamee Suwanwerakamtorn[1]

[1] สาขาวิชาภูมิสารสนเทศศาสตร์ วิทยาลัยการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 40002

[1] Geo-Informatics programs, College of Computing, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002, Thailand

*Corresponding author: Email address: wutthipong.sa@kkumail.com

(Received: March 10, 2024; Revised: June 20, 2024; Accepted: July 23, 2024)

https://doi.org/10.55164/pactj.v37i4.271428

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาเฟรมเวิร์คสนับสนุนระบบการให้บริการข้อมูลภูมิสารสนเทศบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตสำหรับการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมในจังหวัดปัตตานี พัฒนาด้วยชุดรหัสต้นฉบับแบบโอเพนซอสต์ด้วยภาษาจาวาสคริปต์ พีเอชพี คลังโปรแกรมแพนเนลลัม, เอเฟรมและทรีเจเอส โดยบูรณาการร่วมระหว่างเทคโนโลยีแผนที่ออนไลน์ ทัวร์เสมือนจริงและแบบจำลองสามมิติทำงานประสานกัน โดยใช้ฐานข้อมูลมายเอสคิวแอลให้เป็นแพลตฟอร์มที่สามารถแสดงผลร่วมกันบนเว็บเพจ มีเฟรมเวิร์คพื้นฐานสำหรับการพัฒนาและบริหารจัดการฐานข้อมูล ระบบให้บริการแผนที่ออนไลน์ที่มีทั้งข้อมูลเชิงพื้นที่และชุดข้อมูลสารสนเทศมรดกทางวัฒนธรรมในจังหวัดปัตตานีและฟังก์ชันอำนวยความสะดวกในการเดินทางท่องเที่ยวแหล่งเรียนรู้ทางวัฒนธรรม ระบบสร้างชุดข้อมูลภาพแพโนรามา 360 องศาเป็นชุดภาพทัวร์เสมือนจริง และกระแสงานสำหรับสร้างแบบจำลองและระบบการแสดงผลแบบจำลองสามมิติบนเว็บ เฟริมเวร์คนี้สามารถใช้พัฒนาเป็นระบบภูมิสารสนเทศบนเว็บที่มีสภาพแวดล้อมแหล่งท่องเที่ยวทางวัฒนธรรม และใช้เป็นสื่อดิจิทัลในการประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวและสร้างประสบการณ์แปลกใหม่ๆ ของแหล่งเรียนรู้มรดกทางวัฒนธรรมในจังหวัดปัตตานี ผู้ใช้งานเข้าถึงได้ง่ายบนอุปกรณ์สมาร์โฟนท์หรือคอมพิวเตอร์ด้วยเบราว์เซอร์สืบค้นและหรือชุดสวมศีรษะแม้ยังไม่เคยเดินทางมาท่องเที่ยวในสถานที่ทางวัฒนธรรมนั้นก็เสมือนหนึ่งว่าได้มาอยู่ในสถานที่จริง การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบมีคะแนนระดับความพึงพอใจในฟังก์ชันการทำงานในระดับมาก ($\bar{x}$ = 4.19)

คำสำคัญ: ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต แบบจำลองสามมิติ แผนที่วัฒนธรรมออนไลน์ ทัวร์เสมือนจริง จังหวัดปัตตานี

Abstract

The article aims to design and develop a framework to support information service systems of WebGIS for cultural tourism in Pattani Province, which involves three technologies being integrated to create a platform to display on web pages in conjunction with the MySQL database. The system includes a preliminary module for database management, a travel facilitation function, modules for creating 360-degree panoramic image datasets into virtual tour, and workflow for modeling and function display web-based 3D model features, Additionally, an online map service system is utilized. All modules can function as a WebGIS-based system for cultural tourist attraction environments and as digital media for tourism promotion, thereby generating novel learning experiences for cultural heritage in Pattani Province. The client may easily access their smartphones or computers through a browser or by wearing a headset to visit as if they were visiting that particular area, which creates an innovative and fascinating experience for learning about or traveling in cultural places that have never been visited. The system testing result of the system's performance aspect had the high-level of performance rate ($\bar{x}$ = 4.19).

Keyword: WebGIS, 3D Model, Cultural Mapping Online, Virtual Tour, Pattani Province

บทนำ

ในทศวรรษนี้แหล่งโบราณสถาน ศิลปะ และวัฒนธรรมเป็นปัจจัยที่องค์การการศึกษา วิทยาศาสตร์และวัฒนธรรมแห่งสหประชาชาติ (UNESCO) และรัฐบาลประเทศต่าง ๆ นำมาใช้เพื่อกระตุ้นการเติบโตของเศรษฐกิจเชิงสร้างสรรค์หรือการสร้างมูลค่าและการใช้ประโยชน์จากทรัพย์สินทางวัฒนธรรม อาทิ แนวคิดการใช้นโยบายซอฟต์เพาเวอร์ (Soft Power) ที่ใช้กลยุทธ์ทางมิติวัฒนธรรมที่หลากหลายเพื่อใช้ในการรณรงค์และวางเป้าหมายที่จะรักษามรดกและทรัพย์สินทางวัฒนธรรมในระยะยาว, การปรับปรุงทิศทางของการลงทุน, การศึกษาวัฒนธรรมและสร้างแรงจูงใจเป็นหนึ่งในองค์ประกอบขับเคลื่อนการพัฒนาอย่างยั่งยืนของการพัฒนาเศรษฐกิจและการท่องเที่ยว [1] และจากแนวคิดของอองเดร มาลโรซ์ (André Malraux' : 1901-1976) ซึ่งริเริ่มแนวคิดพิพิธภัณฑ์ไร้กำแพง (Museum without Walls) ได้สร้างมิติใหม่ต่อวงการพิพิธภัณฑ์ในช่วงศตวรรษที่ 20 เพื่อให้เป็นแหล่งเรียนรู้ที่ใคร ๆ ก็สามารถเข้าถึงได้ในทุกที่ ต่อมาในพ.ศ. 2559 ปลัดกระทรวงวัฒนธรรมได้นำเสนอโอกาสและแนวทางในการท่องโลกอินเตอร์เน็ตเข้าไปสำรวจแหล่งมรดกโลกหรือเยี่ยมชมพิพิธภัณฑ์เสมือนจริงได้ทางเว็บไซต์ [2] เทคโนโลยีความจริงเสมือนเป็นทางเลือกหนึ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคตโดยเป็นทั้งการเปิดโอกาสและการสร้างแนวทางใหม่ ตั้งแต่พ.ศ.2554 Google Cultural Institute ได้เปิดตัวเว็บไซต์เพื่อพัฒนาชุมชนเครือข่ายโลกด้านศิลปะและวัฒนธรรมในรูปแบบแพลตฟอร์ม Google Art & Culture ที่มีการนำเสนอภาพด้วยเทคโนโลยีทัวร์เสมือนจริง (Virtual tour) พร้อมอุปกรณ์เพื่อการมองเห็นภาพได้แบบ 360 องศา หรือ Cardboard [3]

มีวิทยาการทางคอมพิวเตอร์หลากหลายที่สามารถแสดงผลภาพเพื่อกระตุ้นการรับรู้และแปลผลการมองเห็น การได้ยินเสียงผ่านอุปกรณ์สวมศรีษะ (Headset) และมีชุมชนและนักพัฒนาโปรแกรชั้นนำสร้างคลังโปรแกรมแบบโอเพนซอร์ส (Open Source) อาทิ ThreeJS, A-Frame, Open Space3D, Pannellum เป็นต้น ทำให้ผู้พัฒนาสามารถจัดทำเอกสารดิจิทัลเพื่อให้บริการสร้างสื่อการเรียนรู้และนำเสนอข้อมูลได้อย่างหลากหลาย และเทคนิคทางโฟโตแกรมเมทรี (Photogrammetry) ซึ่งเป็นกระบวนการทางดิจิทัลในต่อภาพ 2D ที่ทับซ้อนเข้าด้วยกันตามวิธีโครงสร้างจากการเคลื่อนไหว (Structure From Motion : SFM) เพื่อสร้างแบบจำลองจากนั้นจะสร้างเมฆสามมิติหนาแน่นของจุดภาพ (Dense Point Cloud) และโครงข่ายพื้นผิว [4] นอกจากวิธีการในการจัดทำเอกสารเบื้องต้นและเส้นทางการสื่อสารเพื่อความท้าทายในการอนุรักษ์แล้ว ยังต้องควรสร้างแบบจำลองดิจิทัลสามมิติที่สามารถใช้สำหรับการท่องเที่ยว การศึกษาหรือการวิเคราะห์เชิงโครงสร้างและใช้งานแบบวนซ้ำหลายครั้ง หรือการสแกนด้วยเลเซอร์จะปล่อยเลเซอร์ไปยังพื้นผิวของอาคาร ตรวจหาเวลาที่เดินทางและการสะท้อนกลับ แต่เนื่องจากวิธีเหล่านี้ยังมีราคาสูง จึงไม่ได้ถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวาง และนิยมวิธีโฟโตแกรมเมทรีแทนเพราะมีต้นทุนที่ต่ำกว่า อย่างไรก็ตามวิธีนี้ยังคงมีแฟ้มข้อมูลขนาดใหญ่ที่ต้องมีการจัดสรรเวลาและงบประมาณเพิ่มเติมสำหรับการจัดการข้อมูล [5]

จากปัญหาเหตุการณ์ความไม่สงบในสามจังหวัดภาคใต้ ภาครัฐและประชาชนได้ร่วมมือกันแก้ไขปัญหาโดยให้ความสำคัญกับประเด็นการศึกษาและความเข้าใจทางวัฒนธรรมกับความเป็นพหุวัฒนธรรม ซึ่งแนวทางดังกล่าวต้องการเครื่องมือแหล่งเรียนรู้ทางวัฒนธรรม แต่ปัญหาความรู้สึกหวาดระแวงและไม่มั่นใจในการเข้าถึงหรือการมีสื่อที่บิดเบือนแหล่งเรียนรู้ที่เป็นสถานที่จริง นอกจากนี้แหล่งเรียนรู้ทางวัฒนธรรมมีหน่วยงานที่สนับสนุนหลักคือกรมส่งเสริมวัฒนธรรม ส่วนใหญ่พบในรูปแบบพิพิธภัณฑ์ที่มีลักษณะต่าง ๆ ตามบริบททางวัฒนธรรม จำแนกเป็น 2 ประเภทคือ แหล่งเรียนรู้ทางวัฒนธรรมหลวง มีบุคคลากรหน่วยงานรัฐ

เป็นผู้ดำเนินการกับแหล่งเรียนรู้ทางวัฒนธรรมราษฎร์ที่บุคคลหรือชุมชนเป็นผู้ริเริ่มและจัดการ อาทิ พิพิธภัณฑ์พื้นบ้าน/ท้องถิ่น/ชุมชน ศูนย์ศิลปวัฒนธรรม หอแสดงงานศิลป์ และการจัดนิทรรศการ เป็นต้น [6] จากการสืบค้นฐานข้อมูลออนไลน์ของคณะกรรมการด้านพิพิธภัณฑ์และแหล่งเรียนรู้ พบว่า ในจังหวัดปัตตานี มีแหล่งเรียนรู้ 37 แห่ง มีเพียง 3 แห่งที่เกี่ยวข้องกับมรดกทางวัฒนธรรมและประวัติศาสตร์ซึ่งทั้ง 3 แห่ง ตั้งอยู่ในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่า แหล่งเรียนรู้ด้านศิลปะวัฒนธรรมในจังหวัดปัตตานีนั้นยังมีน้อย ในขณะที่พัฒนาการความเป็นมาของวิถีชีวิตมีมายาวนานนับพันปี ดังนั้นบทความนี้ต้องการนำเสนอกรอบการทำงานในการออกแบบและพัฒนาแพลตฟอร์มภูมิสารสนเทศบนเว็บ (Web Geographic Information System : WebGIS) เพื่อการเรียนรู้ทางวัฒนธรรม โดยเขียนชุดรหัสคำสั่งร่วมกับฟรีซอฟต์แวร์แบบโอเพนซอร์ส (Open Source Free Software) เพื่อพัฒนาระบบที่มีสภาพแวดล้อมแบบที่ใช้เทคโนโลยี WebGIS-VR-3D-Internet หรือมีแพลตฟอร์มระบบให้บริการแผนที่วัฒนธรรมออนไลน์ (Culture Mapping Service) มีฐานข้อมูลสำหรับแหล่งโบราณสถาน และข้อมูลเอกสารดิจิทัลในรูปแบบต่าง ๆ เกี่ยวกับแหล่งศิลปะ สถานที่ท่องเที่ยวทางวัฒนธรรม แสดงสภาพแวดล้อมทางภูมิศาสตร์แหล่งที่ตั้งของมรดกทางวัฒนธรรม ได้ทั้งแบบความเป็นจริงเสมือน (Virtual Reality : VR) ทัวร์เสมือนจริง (Virtual Tours : VT) และแบบจำลองสามมิติ (3D Model) ซึ่งการให้บริการผู้ใช้สามารถเข้าถึงได้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตด้วยอุปกรณ์ทั้งโทรศัพท์มือถือ คอมพิวเตอร์ ชุดอุปกรณ์สวมศรีษะวีอาร์ (VR Headset) [7] กรอบการทำงานนี้จะเป็นแนวทางที่สามารถทำได้ง่ายและคุ้มค่าในองค์กรขนาดเล็ก ชุมชนหรือบุคคลที่มีประสบการณ์น้อยก็สามารถใช้ระบบนี้ในสร้างหรือจัดทำเป็นสื่อเรียนรู้ทางวัฒนธรรมได้

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อออกแบบและพัฒนาเฟรมเวิร์คสนับสนุนระบบการให้บริการข้อมูลภูมิสารสนเทศบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (WebGIS Service) ด้านการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม (Culture Tourism) โดยบูรณาการเทคนิคระบบภูมิสารสนเทศบนเว็บร่วมกับการสร้างทัวร์เสมือนจริงและการสร้างแบบจำลองสามมิติ โดยใช้รหัสคำสั่งแบบโอเพนซอร์ส

กรอบแนวคิดการพัฒนา WebGIS สำหรับการท่องเที่ยวและเป็นแหล่งเรียนรู้มรดกทางวัฒนธรรม

แนวคิดหลักของการพัฒนาครั้งนี้มุ่งเน้นพัฒนาให้เป็นระบบ WebGIS แบบน้ำหนักเบา (Lightweight Software) ที่พัฒนาออกแบบด้วยชุดรหัสต้นฉบับโอเพนซอร์สเพื่อเสนอกรอบการทำงานในแนวทางใหม่ที่เน้นวิธีผสมผสานใน 3 เทคโนโลยีระหว่างเทคโนโลยีแผนที่ออนไลน์ ความจริงเสมือนและทัวร์เสมือนจริง และแบบจำลองสามมิติเพื่อสร้างแพลตฟอร์มที่มีอินเทอร์เฟซแบบโต้ตอบเพื่อให้บริการในรูปแบบเว็บบริการแผนที่ (Web Map Service : WMS) เป็นสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับการท่องเที่ยวและเป็นสื่อเรียนรู้ทางวัฒนธรรมแบบออนไลน์ที่มีความสัมพันธ์ในทางการรับรู้ในสภาพแวดล้อมที่มีคุณลักษณะเฉพาะที่แตกต่างตามเทคโนโลยีที่ได้ออกแบบและพัฒนา สามารถปรับใช้งานเป็นสื่อในการเพิ่มประสบการณ์การเรียนรู้ที่เข้าถึงสถานที่จริงโดยไม่ได้เดินทางไปยังที่ตั้งจริง ในส่วนข้อมูลเอกสารหรือชุดรูปภาพจะจัดทำเป็นเอกสารดิจิทัลและบันทึกลงบนฐานข้อมูลแบบเชิงสัมพันธ์ (Relational Database Management System : RDBMS) แต่ในบางฟังก์ชันเลือกใช้วิธีเฉพาะเจาะจง (Ad Hoc Approach) คือวิธีการแก้ปัญหาเฉพาะเจาะจงในงานใดงานหนึ่งโดยไม่จำเป็นต้องมองภาพรวมของระบบ เพื่อการเข้าถึงและแสดงผลบนเว็บเพจ ดู Figure 1

1. ขอบข่ายของเนื้อหาและสารสนเทศ

ครอบคลุมเนื้อหาด้านสังคมและวัฒนธรรมในบริบทพื้นที่ทางวัฒนธรรมของจังหวัดปัตตานี แบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1.1 ส่วนเนื้อหาและสารสนเทศทางวัฒนธรรม ดำเนินการจัดทำเอกสารดิจิทัลทั้งในรูปแบบ รูปภาพและวีดีทัศน์ ประกอบด้วยสาระความรู้เกี่ยวกับโบราณสถาน ประวัติศาสตร์และสถานที่ทางประวัติศาสตร์ประเพณี แนวปฏิบัติและความเชื่อ ศิลปะ-จิตรกรรม-ประติมากรรม สถาปัตยกรรมอาคาร และสถานที่ท่องเที่ยว เป็นต้น ข้อมูลชุดภาพแพโนรามา 360 องศา และข้อมูลชุดภาพจากอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicle: UAV)

1.2 ส่วนข้อมูลเชิงพื้นที่ ประกอบด้วย 12 ชั้นข้อมูล ได้แก่ ขอบเขตการปกครองในระดับตำบล อำเภอ และจังหวัด ตำแหน่งที่ตั้งหมู่บ้าน เส้นทางคมนาคม การใช้ประโยชน์ที่ดิน ชุดดิน ธรณีวิทยา ลักษณะภูมิประเทศ แหล่งโบราณสถาน-ศิลปะ-ประวัติศาสตร์-อาคารสถาปัตยกรรม สถานที่ท่องเที่ยว ที่พัก/ร้านอาหาร เป็นต้น

Table 1 The number of tourism attractions in Pattani Province: listed by category

Types of Tourist Attractions				
Archaeological site	Historical site	Cultural site	Natural based	Total
10	20	25	14	69

Source: Pattani Provincial Office of Tourism and Sports (2019) Remark : In the Fine Arts Department database, there are 21 ancient monuments and 30 are preparing to be registered

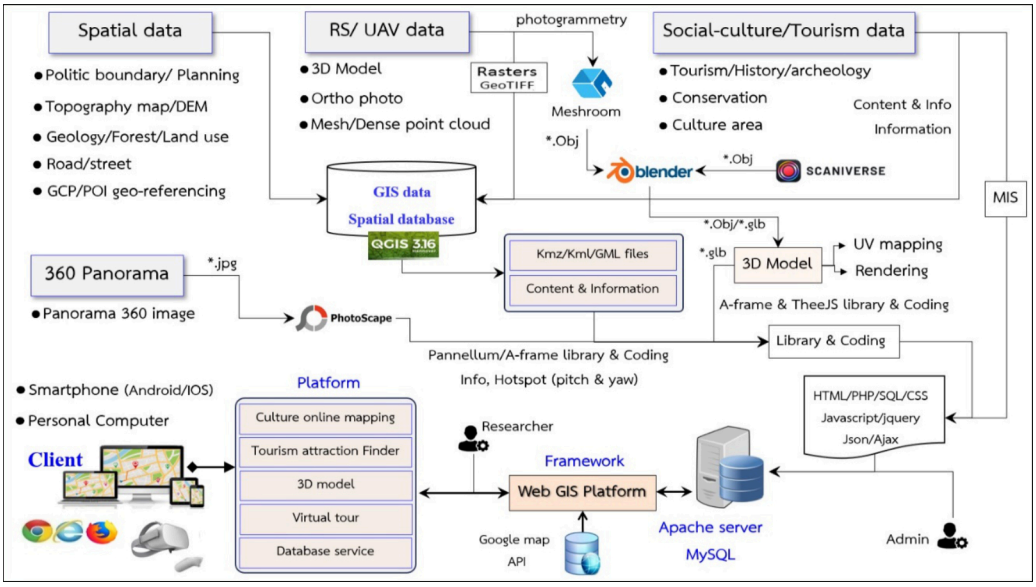


Figure 1 framework of the WebGIS platform for development that integrates techniques of virtual tours, 3D models, and map services.

วิธีการวิจัย

อุปกรณ์และเครื่องมือวิจัย

1. สถาปัตยกรรมระบบสำหรับการพัฒนา

การพัฒนาครั้งนี้ออกแบบสำหรับใช้บนสถาปัตยกรรมระบบ (Architecture System) แบบ 3 ระดับชั้น (Tree-Tier) ที่สามารถรองรับการสร้างแพลตฟอร์มและเขียนชุดรหัสคำสั่งร่วมกับคลังโปรแกรมรหัสเปิดและซอฟต์แวร์แบบโอเพนซอร์สซึ่งรองรับมาตรฐานซอฟต์แวร์ทางด้าน GIS ของ Open Geospatial Consortium : OGC จึงเป็นเครื่องมือที่มีน้ำหนักเบามีความยืดหยุ่นและราคาถูก สร้างแพลตฟอร์มได้หลากหลายรูปแบบและเป็นวิธีการทำงาน (Solution) ที่ใช้งานได้จริง ชุดรหัสคำสั่งที่พัฒนาสามารถสร้างและเชื่อมโยงฟังก์ชันการใช้งานร่วมกันของเทคโนโลยีที่หลากหลายทั้งการแสดงผลชุดภาพแพโนรามา 360 แบบทัวร์เสมือนจริง, แบบจำลองสามมิติและแผนที่ออนไลน์ ในสถาปัตยกรรมระบบของเครื่องแม่ข่ายใช้รูปแบบ WAMP (Windows/Apache/MySQL/PHP) ที่ติดตั้งชุดโปรแกรมเว็บเซิร์ฟเวอร์ของ Apache Server 2.4.45 ซึ่งเป็นรหัสต้นฉบับแบบเชิงวัตถุและมีสิทธิ์เข้าถึงคลังโปรแกรม มีความสามารถจัดการจุดบกพร่อง (Debug) และคุณสมบัติการรักษาความปลอดภัยขั้นสูง, ระบบปฏิบัติการวินโดวส์ (Windows 2019), ฐานข้อมูลมายเอสคิวแอล (MySQLv.5.6) และซอฟต์แวร์การเขียนสคริปต์บนฝั่งเซิร์ฟเวอร์ด้วยภาษาพีเอชพี (PHPv.7) ระบบนี้มีข้อดีคือสามารถทำงานข้อมูลที่มีปริมาณมากได้ดี สามารถสลับรุ่น PHP ที่ใช้การแปลชุดรหัสต้นฉบับ (Source Code) แต่ละครั้งได้เลยโดยไม่ต้องหยุดหรือเริ่มใหม่ก่อน แต่ยังมีข้อเสียคือความยุ่งยากในการเขียนชุดรหัสต้นฉบับเชื่อมต่อผสานเทคโนโลยีหลายอย่างเข้าด้วยกัน และใช้ภาษาเอชทีเอ็มแอล (HTML) และซีเอสเอส (CSS) ในการแสดงผลและตกแต่งเอกสาร

2. ฮาร์ดแวร์ ประกอบด้วย เครื่องแม่ข่ายใช้ Micro Server HPE ProLiant ที่มีคุณลักษณะ CPU Intel Xeon 4-Core, RAM ขนาด 16GB, กล้องสำหรับถ่ายภาพแพโนรามา 360 ใช้กล้อง ยี่ห้อ Insta 360 รุ่น OneX2 และกล้องระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ Huawei 360 Panorama บันทึกภาพขนาด 5376x2688px รายละเอียดภาพ350px/inch, การถ่ายภาพมุมมสูงใช้อากาศยานยูเอวี DJI Mavic Pro และ DJI Mini2, การบันทึกค่าพิกัดสถานที่ใช้เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมกำหนดตำแหน่งยี่ห้อ Garmin Etrax20 และ Trimble R4 GPS, สมาร์ทโฟนยี่ห้อ iPhone 14Pro สำหรับการกราดภาพสามมิติ เครื่องวัดระยะด้วยแสงเลเซอร์ยี่ห้อ Leica รุ่น D510

3. ซอฟต์แวร์ เน้นการประยุกต์ใช้ฟรีซอฟต์แวร์ (Freeware) ประกอบด้วย โปรแกรม Meshroom v2019 สำหรับ

ประมวลผลด้วยวิธีโฟโตแกรมเมทรีสร้างแบบจำลองสามมิติ, Blender v2.93 ในการปรับแต่งและให้แสงเงา (Rendering) แบบจำลองสามมิติ, Image Editor Composite สำหรับสร้างภาพแพโนรามา 360 จากข้อมูลยูเอวี, Scaniverse บนระบบปฏิบัติการไอโฟนโอเอส (IOS) สำหรับการกราดตรวจภาพสร้างวัตถุแบบจำลองสามมิติและใช้คลังโปรแกรมของ A-Frame, TheeJS สำหรับจัดการแสดงแบบจำลองสามมิติบนเว็บเพจ และ Pannellum สำหรับแสดงผลทัวร์เสมือนจริง และแอพลิเคชันบริการแผนที่ออนไลน์ Google Map Javascript API v3

ขั้นตอนการวิจัย

1. ศึกษาสภาพปัญหาและออกแบบมอดูลความต้องการระบบของผู้ใช้งาน

1.1 รวบรวมปัญหาและวิเคราะห์ระบบความต้องการของผู้ใช้งานทั้งจากการศึกษาเอกสารงานวิจัยบทความวิจัยทั้งในและต่างประเทศ และวิเคราะห์หาความเหมาะสมและผลลัพธ์ของศักยภาพในสถาปัตยกรรม

ระบบที่เป็นไปได้ตามเป้าหมาย การสนทนาพูดคุยกับเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง เพื่อการออกแบบและเลือกพัฒนาระบบให้มีความเหมาะสมสามารถสร้างแพลตฟอร์มสำหรับการให้บริการและการจัดการชุดข้อมูลทางด้านมรดกทางวัฒนธรรมให้เป็นเอกสารดิจิทัลที่ใช้งาน ผสานร่วมกันได้ใน 3 เทคโนโลยี ซึ่งในระบบออกแบบการทำงานคำนึงถึงการทำงานทั้ง 2 ส่วนคือ ในส่วนติดต่อผู้ใช้งาน (Front-End) ได้แก่ กลุ่มเจ้าหน้าที่ภาครัฐที่ผู้ปฏิบัติงานด้านสารสนเทศ/นักวิชาการ/นักวิจัย กลุ่มนักท่องเที่ยวและนักเรียน และบุคคลทั่วไป และส่วนบริหารจัดการเว็บ (Back-End) สำหรับกลุ่มผู้ดูแลระบบ ผลลัพธ์สามารถใช้ประโยชน์ในการประชาสัมพันธ์ ส่งเสริมและอนุรักษ์แหล่งเรียนรู้และการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมในจังหวัดปัตตานี

1.2 การวิเคราะห์และจัดทำเอกสาร

1) รวบรวมข้อมูลเอกสารเพื่อนำไปจัดทำสาระสังเขปประกอบคำอธิบายในภาพแพโนรามาและทัวร์เสมือนจริง ชุดประมวลภาพสามมิติ และแผนที่วัฒนธรรมออนไลน์ ประกอบด้วย การรวบรวมเป็นเอกสารชั้นต้นจากการสัมภาษณ์ผู้นำชุมชน/ปราชญ์ในชุมชน รวมถึงงานสำรวจและบันทึกภาพแหล่งท่องเที่ยวทางวัฒนธรรม แหล่งโบราณคดี และสถานที่สำคัญที่ใช้เป็นกรณีศึกษา อาทิ เมืองโบราณยะรัง มัสยิดกรือเซะ จิตรกรรมกุฎิวัดปทุมวารีและวัดควนในวัดควนนอกเป็นต้นและการรวบรวมข้อมูลเอกสารชั้นรองเกี่ยวกับเนื้อหาโบราณคดี ศิลปะ ประวัติศาสตร์ และข้อมูลเชิงอรรถาธิบาย (Non-Spatial Data) จากแหล่งข้อมูลที่สามารถอ้างอิงได้ในรูปแบบแฟ้มข้อมูล เอกสารทางวิชาการ งานวิจัย สื่อสิ่งพิมพ์ต่าง ๆ และบุคคล เป็นต้น

2) การวิเคราะห์และสังเคราะห์เนื้อหาข้อมูลเอกสาร นำข้อมูลที่รวบรวมและสำรวจมาแบ่งเป็นประเภท/หมวดหมู่ ข้อมูลจากการสัมภาษณ์จะนำมาถอดความสร้างข้อสรุปและการตัดทอนข้อมูลเป็นข้อสรุปในแต่ละเรื่อง การเชื่อมโยงเนื้อหาพร้อมจัดทำเป็นระบบฐานข้อมูลเพื่อจัดเก็บและเรียกค้นทั้งในรูปแบบแฟ้มข้อมูลประเภท *.txt, *.docx, *.xlsx หรือแฟ้มข้อมูลเสียงที่มีนามสกุล *.mp3, *.wma, *.wav และแฟ้มข้อมูลรูปภาพ *.jpg, *.png เพื่อให้บริการใช้งานบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

2. การจัดทำแผนที่วัฒนธรรมออนไลน์

เอกสารข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบดิจิทัลในรูปแบบแฟ้มต่าง ๆ จะนำมาจัดทำข้อมูลภูมิสารสนเทศตามลักษณะของข้อมูลทั้งแบบฐานข้อมูลเชิงพื้นที่และฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ ขั้นตอนการดำเนินการดู Figure 2 ดังนี้

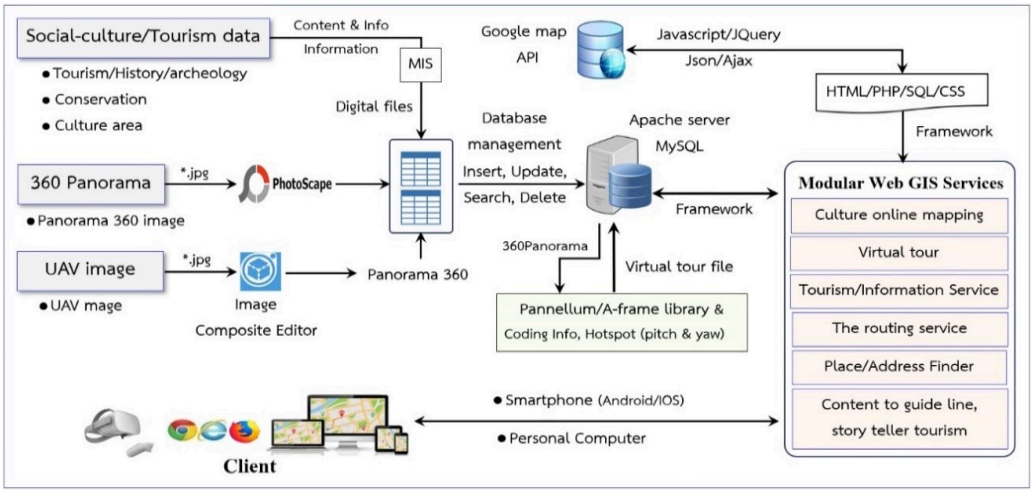


Figure 2 Display diagram framework for virtual tours on the WebGIS platform

2.1 การออกแบบและจัดทำฐานข้อมูลภูมิศาสตร์เพื่อให้บริการ มีฐานข้อมูลทางภูมิศาสตร์ 2 ประเภท คือ ฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) ซึ่งมี 2 ชนิดข้อมูล ได้แก่ ข้อมูลเชิงพื้นที่ในรูปแบบข้อมูลเวกเตอร์และแบบแรสเตอร์พร้อมข้อมูลอรรถาธิบายหรือไม่ใช่ข้อมูลเชิงพื้นที่ และฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์สำหรับจัดเก็บเนื้อหาสารสนเทศทางวัฒนธรรม ขั้นตอนการออกแบบฐานข้อมูลมีขั้นตอนต่อไปนี้

1) ฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ กำหนดโครงสร้างของชั้นข้อมูล (Layer) รูปแบบระบบพิกัด และคลาสคุณลักษณะ โดยพิจารณาจากวิธีการทำแผนที่ออนไลน์และคุณลักษณะของข้อมูล การจัดทำข้อมูลให้ความสำคัญและคำนึงถึงข้อกำหนดตามมาตรฐานคณะกรรมการภูมิสารสนเทศแห่งชาติ (กภช.) การใช้ระบบพิกัดภูมิศาสตร์ (Geographic Coordinate System) เพื่อสอดรับและใช้งานร่วมกันได้กับบริการแผนที่ของ Google Map API ใช้พื้นหลักฐานทรงรี (Ellipsoid) ของ World Geodetic System 1984 หรือ WGS84 อ้างอิงรหัสตามมาตรฐานของ European Petroleum Survey Group (EPSG) รหัส EPSG 4326

2) ฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ กำหนดใช้ฐานข้อมูล MySQL โดยออกแบบสคีมาฐานข้อมูล สร้างคลาสคุณลักษณะตารางสำหรับจัดเก็บเนื้อหาสารสนเทศข้อมูลคำอธิบายคุณลักษณะ แหล่งที่อยู่ของแฟ้มเอกสารรูปภาพที่ใช้สร้างภาพทัวร์เสมือนจริงและตำแหน่งจุดพร้อมโยง (Hotspot) และแบบจำลองสามมิติ โครงสร้างของตารางคำนึงถึงการควบคุมความซ้ำซ้อนของข้อมูลและหลีกเลี่ยงความผิดปกติของข้อมูลโดยการทำให้เป็นปกติในชั้น 3NF (Normalization : 3NF) การจัดการฐานข้อมูลพัฒนารหัสต้นฉบับด้วยภาษาพีเอสพีและเอสคิวแอล

2.2 การสร้างชั้นข้อมูลเชิงพื้นที่ ประยุกต์ใช้โปรแกรมด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ Quantum QGIS v.3.16 สร้างชั้นข้อมูลในรูปแบบเชฟไฟล์ (Shapefile) อ้างอิงข้อมูลของหน่วยงานมาตรฐาน อาทิ กรมแผนที่ทหาร กรมพัฒนาที่ดิน โดยปรับปรุงความทันสมัยและลากเส้นขอบเขตข้อมูล (Digitizing) เพิ่มเติม เสร็จแล้วจะแปลงแฟ้มแบบ Shapefile ให้เป็นรูปแบบ Keyhole Markup Language (kml) ซึ่งมีไวยากรณ์และรูปแบบแฟ้มแบบ เอ็กเอ็มแอล (Extensible Markup Language : XML) สำหรับแสดงผลได้ร่วมกับข้อมูลบริการแผนที่ Google Map API ซึ่งจะอัปโหลด (Upload) แฟ้มข้อมูลเข้าไปจัดเก็บที่เว็บไซต์ที่ให้บริการสาธารณะและฟรี (Website Git Version Control Repository) ในครั้งนี้ขอแนะนำ GitHub หลังการอัปโหลดจะสามารถอ้างอิงถึงแฟ้มใน Local repository เพื่อแสดงผลบนเว็บเพจแผนที่วัฒนธรรมออนไลน์ที่พื้นฐานอ้างถึงชุดรหัสคำสั่ง Google Map API Javascript โดยใช้ Key API แล้วเชื่อมโยงเข้าไปยังแพลตฟอร์มแผนที่บนเครื่องแม่ข่ายด้วยเขียนชุดรหัสต้นฉบับตามฟังก์ชันกรอบการทำงานในแต่ละแพลตฟอร์ม ซึ่งดำเนินการใน 2 รูปแบบ ดังนี้

1) การนำเข้าและบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูลโดยเรียกค่าพิกัดตำแหน่งละติจูดและลองจิจูดของวัตถุจากแผนที่ Google Map ด้วยชุดรหัสต้นฉบับ ค่าความละเอียดของตำแหน่งที่หลักทศนิยม 15 หลักในรูปแบบองศาทศนิยม (degree decimal) พร้อมพัฒนาชุดรหัสต้นฉบับรับส่งข้อมูลและแสดงผลตำแหน่งแผนที่ Google Map บนเว็บเพจ

2) การแปลงแฟ้มแบบ Shapefile ให้เป็นรูปแบบ *.csv หรือ *.xlsx โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel 2016 หรือรุ่นสูงกว่า เมื่อตรวจสอบข้อมูลความครบถ้วนแล้วส่งออกแฟ้มในรูปแบบ *.csv แล้วนำเข้าและบันทึกลงฐานข้อมูล และใช้ชุดรหัสต้นฉบับที่พัฒนารับส่งข้อมูลและแสดงผลแผนที่ Google Map บนเว็บเพจ

3. การสร้างทัวร์เสมือนจริง

3.1 การรวบรวมข้อมูล ดำเนินการถ่ายภาพแพโนรามา 360 องศา โดยใช้กล้อง Insta 360 และกล้อง Huawei 360 Panorama ให้ได้ชุดภาพในรูปแบบทรงกลมแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า (Equirectangular)

ซึ่งเป็นวิธีที่ง่ายที่สุดและจัดการด้วยชุดรหัสต้นฉบับทีละภาพ ทั้งนี้เพื่อให้แน่ใจว่าสามารถแสดงผลบนเว็บได้ ขนาดรูปภาพควรจำกัดความกว้างไว้ไม่เกินที่ 8192x4096px เพราะส่วนใหญ่ใช้งานได้กับอุปกรณ์วีอาร์ และขอแนะนำที่ขนาดภาพ 5376x2688 px. ระยะของจุดตั้งกล้องควรออกแบบให้เหมาะสมกับสถานที่ ความสูงกล้องที่ระดับ 160-170 ซม. ระยะห่างของจุดตั้งกล้องระหว่าง 3-5 ม. หรืออาจปรับระยะตามความเหมาะสมได้ จากนั้นนำภาพไปตกต่างความคมชัด ความเข้มสว่างและรายละเอียดเนื้อสีด้วยโปรแกรม Photoscape และส่งออกแฟ้มข้อมูลในรูปแบบ *.jpg เพื่อบันทึกลงฐานข้อมูลต่อไป

3.2 การสร้างทัวร์เสมือนจริง หลังจากนำเข้าชุดข้อมูลภาพบันทึกลงฐานข้อมูลแล้ว จะใช้เฟรมเวิร์คชุดรหัสต้นฉบับด้วยภาษาพีเอชพี, เอสคิวแอล, จาวาสคริปต์ กำหนดค่าพิกัดจุดพร้อมโยง โดยดึงข้อมูลภาพแต่ละภาพออกมาจากฐานข้อมูลเพื่อแปลงค่าพิกัดของจุดภาพแพโนรามาที่อยู่ในรูปเมทริกซ์ฟังก์ชันสองมิติ มีค่าเป็น $f(X,Y)$ แปลงให้เป็นค่าแกนการหมุนแบบ Pitch และ Yaw ที่ใช้ได้กับแกนการหมุนแบบทรงกลม (Spherical) ตามวิธีมองภาพแพโนรามาแบบ 360 องศาหรือภาพแบบ Equirectangular จากนั้นใช้ชุดรหัสต้นฉบับ JavaScript Object Notation (JSON) และซีเอเอสร่วมกับคลังโปรแกรมจาก Pannellum เพื่อกำหนดตำแหน่งของจุดพร้อมโยงให้ตรงตามวัตถุประสงค์ เสร็จแล้วบันทึกแฟ้มข้อมูลในรูปแบบแบบ HTML และจัดเก็บลงในฐานข้อมูลเพื่อแสดงผลบนเว็บเพจ

4. การสร้างแบบจำลองสามมิติ

4.1 ในกรณีอยู่ภายนอกอาคาร ดำเนินงานตามขั้นตอนดังนี้

1) กำหนดแผนการบินถ่ายภาพมุมสูง ใช้ยูเอวียี่ห้อ DJI Mavic Pro และ DJI Mini 2 บินถ่ายภาพครอบคลุมพื้นที่ศึกษาด้วยฟรีโปรแกรม 3Dsurvey Pilot ติดตั้งบนสมาร์ทโฟนระบบแอนดรอยด์ การตั้งค่าคุณลักษณะกำหนด

ระดับความสูงบินเหนือพื้นระนาบ 10-30 ม. รายละเอียดการตั้งค่าแผนการบินใน 2 แบบ ได้แก่ (1) แบบ Double Grid Mission มีส่วนซ้อนทับภาพร้อยละ 80 และส่วนเกยร้อยละ 70 ความเร็วในการบิน 3-5 ม./วินาที แนวการบินไปด้านหน้าตลอดการเปิดถ่ายภาพ ค่าพิกัดตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ข้อมูลภาพได้จากค่าเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมของยูเอวี และ (2) แบบ Circle Mission มีส่วนซ้อนมุมเคลื่อนที่จากศูนย์กลางของ UAV ขนาด 8 และ 12 องศา ความเร็วในการบิน 3-5 ม./วินาที มีแนวการบินวนรอบตามเข็มนาฬิกา ด้านหน้ากล้องหันเข้าหาศูนย์กลางการบิน ชุดข้อมูลนี้มีค่าระยะความละเอียดจุดภาพภาคพื้นดิน (Ground Sampling Distance :GSD) ผันแปรตามขนาดพื้นที่การบินในช่วง 0.4 ถึง 1.8 cm/px. จำนวนจุดควบคุมภาพภาคพื้นดินกำหนด 14 จุดต่อแปลงสำรวจ จุดตรวจสอบ 80 จุด

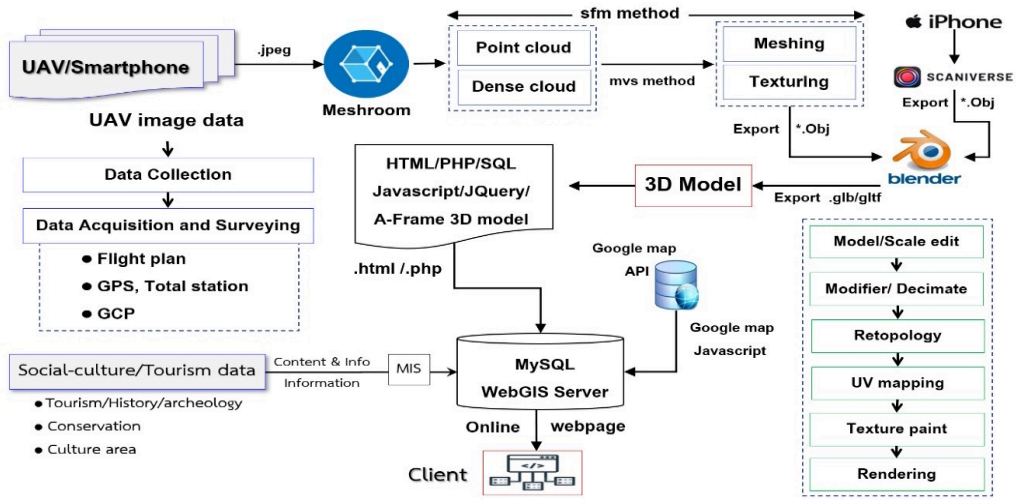


Figure 3 Displays an illustration of the 3D WebGIS platform framework.

2) การประมวลผลโฟโตแกรมเมทรี ประยุกต์ใช้โปรแกรม Meshroom สร้างผลลัพธ์แบบจำลองสามมิติด้วยหลักการตามวิธีการโครงสร้างจากการเคลื่อนไหว (SFM) และภาพสเตริโอหลายมุมมอง (Multi View Stereo :MVS) ซึ่งมีขั้นตอนการประมวลผลใน 5 ขั้นตอน ประกอบด้วย (1) การนำเข้าและจัดเรียงข้อมูล (Import and Align Pixel) (2) การประมวลผลคุณภาพของข้อมูลภาพด้วยวิธีโครงสร้างจากการเคลื่อนไหว ซึ่งจะได้ข้อมูลแบบจุดพอยท์คลาวด์ (3) การสร้างเป็นโครงข่ายจุดภาพ (Mesh Processing) และพื้นผิวโครงข่ายด้วยวิธี MVS จากนั้น (4) นำพื้นผิวโครงข่ายไปสร้างพื้นผิวลายเนื้อภาพ (Texturing) และ (5) การปรับแก้โครงข่ายพื้นผิวซ้ำบนโครงข่ายจุดภาพ เมื่อคำนวณเสร็จแล้วในแต่ละขั้นจะปรากฏแถบสีเขียว (Green Tab) การส่งออกผลลัพธ์ใช้รูปแบบไฟล์ *obj เพื่อนำเข้าและปรับปรุงด้วยโปรแกรม Blender

4.2 ในกรณีอยู่ภายในอาคาร การรวบรวมชุดข้อมูลภาพถ่าย โดยใช้กล้องโทรศัพท์ iPhone 14 Pro ระบบปฏิบัติการไอโอเอส (IOS) มีคุณลักษณะกล้องหน้าความละเอียด 12MP ร่วมกับโปรแกรมประยุกต์ Scaniverse ถ่ายภาพเก็บรายละเอียดรอบวัตถุจนไม่มีส่วนรบกวนปรากฏ (Noise Pixel) เสร็จแล้วส่งออกแฟ้มในรูปแบบ *.Obj เพื่อนำเข้าและปรับปรุงแบบจำลองด้วยโปรแกรม Blender

4.3 การแสดงผลบนเว็บเพจ หลังการปรับปรุงและตกแต่งด้วยโปรแกรม Blender จะส่งออกแฟ้มในรูปแบบ *.glb, *.gITF และนำเข้าบันทึกลงฐานข้อมูลพร้อมเฟรมเวิร์คที่พัฒนาด้วยภาษาจาวาสคริปต์ร่วมกับคลังโปรแกรม A-Frame และ ThreeJS เพื่อการแสดงผลภาพแบบจำลองสามมิติบนเว็บเพจและเปิดให้บริการบนอินเทอร์เน็ต ดู Figure 3

5. การประเมินความพึงพอใจในประสิทธิภาพการทำงานของระบบ กลุ่มตัวอย่างเลือกตามวิธีการสุ่มแบบเจาะจง จำนวน 15 คน ได้แก่ กลุ่มนักเรียนนักศึกษา 5 คน นักท่องเที่ยว 3 คน ผู้นำชุมชน/ประชาชน 2 คน เจ้าหน้าที่รัฐ/นักสารสนเทศ 3 คน นักวิชาการ 2 คน ใช้แบบสอบถามแบบมาตราส่วนประเมินค่าใน 5 ระดับ คะแนนและแปลผลด้วยวิธีลิเคิร์ท (Likert's Rating Scale) ถามความคิดเห็นและประเมินระดับความพึงพอใจการทำงานของระบบและแนวทางการพัฒนาแปลผลจากค่าคะแนนเฉลี่ย นำผลลัพธ์และข้อคิดเห็นที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขและพัฒนาระบบการทำงาน

ผลการศึกษา

ผลการออกแบบและพัฒนาเฟรมเวิร์คสนับสนุนระบบการให้บริการข้อมูลภูมิสารสนเทศบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตสำหรับการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมในจังหวัดปัตตานี นำเสนอผลการศึกษาดังนี้

1. ประสิทธิภาพของเฟรมเวิร์คชุดรหัสต้นฉบับ

เฟรมเวิร์คชุดรหัสต้นฉบับที่พัฒนาสามารถใช้งานได้จริง สามารถนำไปใช้งานง่ายในสภาพแวดล้อมระบบที่ต้องการพัฒนาโดยใช้ภาษาคอมพิวเตอร์ เช่น HTML, PHP, SQL, JavaScript, และCSS ซึ่งประยุกต์ใช้ร่วมกับคลังโปรแกรมโอเพนซอร์ส A-Frame, Pannellum และThreeJS เพื่อสร้างแพลตฟอร์มที่มีโมดูลให้บริการแผนที่ออนไลน์ ชุดทัวร์เสมือนจริง และการแสดงผลภาพสามมิติบนเว็บเพจ ซึ่งประกอบด้วย ส่วนแรกเป็นชุดรหัสต้นฉบับสำหรับการบริหารจัดการหรือเป็นเครื่องมือในการบริหารจัดการกับชุดข้อมูลลงบนฐานข้อมูล มีฟังก์ชันสำหรับสร้างระบบ อาทิ ส่วนการนำเข้าข้อมูลสารสนเทศ, ข้อมูลเชิงพื้นที่และตำแหน่งพิกัดแผนที่ ส่วนการแสดงรายการ ส่วนการปรับปรุง-แก้ไข ส่วนการลบข้อมูล และส่วนการสืบค้นทั้งในรูปแบบลำดับรายการและแบบข้อความอัตโนมัติ (Autocomplete) ที่กรองคำเรียกค้นที่เชื่อมโยงกับฐานข้อมูล และส่วนกำหนดสิทธิ์เข้าถึงการใช้งานในแต่ละระดับ ส่วนที่สองเป็นชุดรหัสต้นฉบับสำหรับการสร้างแผนที่วัฒนธรรมออนไลน์ ได้แก่ การแสดงสารสนเทศแบบต่าง ๆ และการเรียกค้นโหลดและแสดงตำแหน่งข้อมูลจากฐานข้อมูลบนแผนที่ออนไลน์ บริการเส้นทางการเดินทางแหล่งท่องเที่ยวและแหล่งวัฒนธรรม ส่วนที่สามเป็นชุดรหัสต้นฉบับการสร้างภาพความจริงเสมือนและทัวร์เสมือนจริง ประกอบด้วย ฟังก์ชันการแปลงค่าพิกัดจุดภาพแพโนรามา 360 องศาให้เป็นระบบพิกัดแกนหมุนแบบ Pitch และ Yaw การสร้างจุดพร้อมโยงเพื่อจุดแสดงข้อมูลและคำอธิบายสารสนเทศ และส่วนที่สี่เป็นชุดรหัสต้นฉบับที่ใช้แสดงผลแบบจำลองสามมิติบนเว็บเพจ และรหัสต้นฉบับสำหรับการสร้างและแตกแต่งเว็บเพจ เฟรมเวิร์คนี้สำหรับผู้ปฏิบัติงานที่ไม่เชี่ยวชาญก็สามารถทำความเข้าใจและปฏิบัติงานได้โดยง่าย

2. ระบบแผนที่วัฒนธรรมออนไลน์

การแสดงผลบนแผนที่ออนไลน์ทั้งจากชุดข้อมูลเชิงพื้นที่ ข้อมูลเชิงสัมพันธ์และการเรียกตำแหน่งรายละเอียดคำอธิบายจุดสนใจต่าง ๆ (Point of Interest: POI) ที่รวบรวมไว้ในฐานข้อมูลมาใช้งานบนเว็บเพจในมุมมองของผู้ใช้งาน (Frontend Mapping) แสดงผลได้ถูกต้องและใช้งานได้ง่าย โดยกำหนดให้แสดงตามรูปแบบแผนที่มาตรฐาน ประกอบด้วย พิกัดตำแหน่งที่ตั้งของโบราณสถาน แหล่งศิลปะ วัฒนธรรมและประวัติศาสตร์พร้อมส่วนที่เป็นชั้นข้อมูลสาระสังเขปรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องร่วมกับภาพประกอบแบบ 360 องศาหรือทัวร์เสมือนจริง, แบบจำลองสามมิติ ผู้ใช้งานเข้าถึงเว็บเพจผ่านโปรแกรมค้นดู (Browser) เช่น Google Chrome, Microsoft Edge เข้าถึงผ่าน URLที่ http://www.geog.pn.psu.ac.th/Webpage65/CulturemapVR.html ผู้ใช้งานสามารถเลือกรายการแผนที่ที่สนใจซึ่งจะกำหนดแถบแสดงไว้ด้านซ้ายของเว็บเพจ ได้แก่ กลุ่มข้อมูลสภาพทั่วไปทางภูมิศาสตร์และเขตการปกครอง ข้อมูลทางศิลปะวัฒนธรรมและประวัติศาสตร์ ฐานข้อมูลทัวร์ความจริงเสมือน ฐานข้อมูลแบบจำลองสามมิติ เป็นต้น ดู Figure 4

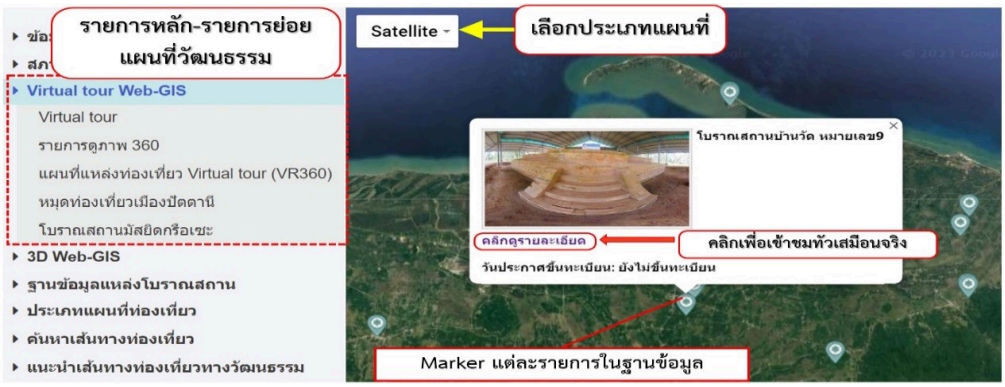


Figure 4 shows a web-based map of virtual tour destinations accessed from a MySQL database.

3. ทัวร์ความจริงเสมือน การใช้บริการทัวร์เสมือนจริงสามารถใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์, สมาร์ทโฟน, หรือชุดสวมศรีษะผ่านรายการหลัก 2 ทางคือ เชื่อมโยงผ่านจุดพร้อมโยงบนแผนที่ออนไลน์ หรือเข้าถึงจากการเลือกรายการโดยตรง ซึ่งระบบจะแสดงข้อมูลรายการทัวร์เสมือนจริงและแสดงรายการสถานที่ต่าง ๆ ด้วยชุดภาพแพโนรามา 360 องศาพร้อมจุดพร้อมโยงข้อมูลสารสนเทศที่เกี่ยวข้อง การเคลื่อนที่ใช้งานง่ายมากเพียงเคลื่อนเมาส์ขึ้นลงซ้ายขวาหรือหันอุปกรณ์สมาร์ทโฟนไปโดยรอบและคลิกปุ่มมาร์คเกอร์ (Marker Point) เพื่อแสดงหรือซ่อนคำอธิบาย ดู Figure 5



Figure 5 Showcasing the virtual tour module featuring the locations of cluster map markers.

4. แบบจำลองภาพสามมิติ

4.1 ผลการสร้างแบบจำลองสามมิติด้วยชุดข้อมูลจากยูเอวี พบว่า สามารถสร้างแบบจำลองอาคารโบราณสถานในระดับน่าพอใจ สามารถผลิตแผนที่มาตราส่วน 1:25 ได้ ค่า RMSEx เท่ากับ 0.18 ซม. RMSEy เท่ากับ 0.24 ซม. และRMSEz เท่ากับ 0.15 ซม. เหมาะกับการสร้างอาคารโบราณประวัติศาสตร์หรือพื้นที่บริเวณโดยรอบ โดยควรมีชุดข้อมูลจากรูปแบบการบินอย่างน้อย 3 รูปแบบ ประกอบด้วย ข้อมูลจากแบบบินวนรอบวัตถุในระดับความสูงต่างกัน 2 ระดับ การบินอิสระถ่ายภาพด้านข้างอาคาร และแบบกริดเหนือวัตถุ และมีชุดข้อมูลภาพรวมกันในช่วง 200-300 ภาพยังสามารถประมวลผลได้ หากมากกว่านี้

จำเป็นต้องเพิ่มศักยภาพให้สูงเพิ่มขึ้นหรือใช้เครื่องคอมแบบสถานีงาน (Workstation) อย่างไรก็ตาม แบบจำลองที่ได้มักมีขนาดแฟ้มใหญ่มาก เนื่องจากความละเอียดของข้อมูลสูง จึงจำเป็นที่ต้องมีประสบการณ์ด้านงานสามมิติเพื่อใช้การปรับแต่งแบบจำลองและการแสดงผล ในส่วนวัตถุขนาดเล็กพื้นที่ในอาคารหรือมีพื้นที่ไม่กว้างมากนักสามารถใช้โปรแกรม Scaniverse ที่ใช้เทคนิคการประมวลผลร่วมกับคลื่น Lidar ซึ่งสามารถสร้างแบบจำลองสามมิติได้อย่างน่าพอใจ แต่มีข้อจำกัดที่สามารถใช้งานได้กับเฉพาะระบบปฏิบัติการไอโอเอสเท่านั้น

4.2 ในระบบที่พัฒนาผู้ใช้บริการสามารถเข้าในแพลตฟอร์มผ่านเมนูบนแผนที่ออนไลน์ หรือเข้าถึงที่ URL: http://www.geog.pn.psu.ac.th/3Dmodel/culturepn/index3Dpn.php โดยสามารถอัปโหลดแบบจำลองเข้าระบบซึ่งระบบจะจัดเห็บและแสดงผลตาม User ที่ผู้ใช้บริการดำเนินการ การตอบโต้กับแบบจำลองทำได้ง่าย เช่น การหมุนล้อของเมาส์เพื่อการย่อขยาย, และหมุนดูรอบทิศ 360 องศาด้วยการกดปุ่มเมาส์ค้างแล้วเคลื่อนเมาส์ในทิศทางที่ต้องการ จากการทดลองใช้งานระบบจริง พบว่าแบบจำลองสามมิติแสดงผลบนเว็บเพจได้โดยง่ายบนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์, บนอุปกรณ์สมาร์ทโฟนสามารถแสดงผลได้รวดเร็วกับแฟ้มที่มีขนาดไฟล์ต่ำกว่า 50MB และแสดงผลกับแฟ้มขนาด น้อยกว่า 100MB โดยมีช่วงหน่วงของเวลาในการโหลดแบบจำลองในช่วงเวลา 10-20 วินาทีหรืออาจนานถึง 1 นาที ขึ้นอยู่กับความเร็วของสัญญาณโทรศัพท์และขนาดแฟ้ม ดู Figure 6 และ Figure 7 และสามารถแสดงผลแฟ้มขนาดไม่เกิด 800 MB

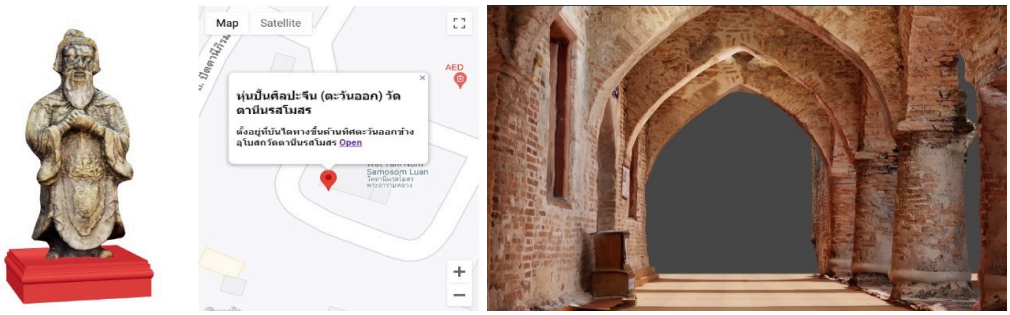


Figure 6 Showing a model for Chinese sculpture in Wat Taninora-samoson, with an online map of the location, and a model of a Gothic pillar in front of the Krue Se Mosque



Figure 7 showing a system of autocomplete searching places and learning resources, and displaying the location on a Google Map, 3Dmodel of Yarang ancient No.2

5. ผลการประเมินความพึงพอใจในประสิทธิภาพการทำงานของระบบ ในภาพรวมกลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจเฉลี่ยเท่ากับ 4.19 หรือในระดับมาก เมื่อพิจารณาในด้านฟังก์ชันสิ่งสนับสนุนและอำนวยความสะดวกมีความพึงพอใจเฉลี่ยเท่ากับ 4.3 หรือในระดับมากที่สุด โดยประเด็นที่มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ได้แก่ ระบบการจัดการฐานข้อมูล (4.24) แผนที่ออนไลน์ที่แสดงผลร่วมกับฐานข้อมูล (4.6) และระบบให้บริการทัวร์เสมือนจริงและภาพความจริงเสมือน (4.54) มีประโยชน์และอำนวยความสะดวก (4.6) รายการนำทางใช้งานง่าย ไม่ซับซ้อน (4.47) สามารถเลือกรายการ/สถานที่จากหน้าแรกได้ถูกต้อง (4.87) ภาษาเข้าใจง่าย (4.27) และมีกราฟิกติดต่อกับผู้ใช้ (GUI) เหมาะสม (4.34) ทั้งนี้มีความพึงพอใจในระดับปานกลางในประเด็นการใช้งานแว่น VR สะดวก/ง่ายต่อการติดตั้ง (3.53) และสามารถเรียกค้นดูแบบจำลองสามมิติได้โดยง่าย รวดเร็ว (3.20) ในด้านการบริหารจัดการมีความพึงพอใจเฉลี่ยเท่ากับ 4.08 หรือในระดับมาก โดยประเด็นที่มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ได้แก่ มอดูลระบบให้บริการแผนที่ออนไลน์ (4.47) มีความพึงพอใจในระดับมาก ได้แก่ มอดูลระบบให้บริการทัวร์ความจริงเสมือนและภาพแพโนรามา 360 (4.15) ทั้งนี้มีความพึงพอใจในระดับปานกลางในประเด็นการระบบให้บริการแบบจำลองสามมิติ (3.40)

อภิปรายผลและสรุปผลการศึกษา

ผู้วิจัยใช้แนวคิดระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์บนเว็บแบบน้ำหนักเบาเป็นฐานเพื่อการพัฒนาออกแบบให้สามารถบริการทั้งเว็บบริการอัปโหลดชุดข้อมูลและให้บริการข้อมูลทางวัฒนธรรม ผู้ใช้งานทั่วไปเพื่อการท่องเที่ยวหรือเป็นแหล่งเรียนรู้ทางวัฒนธรรมออนไลน์ โดยพัฒนาเขียนชุดรหัสต้นฉบับและใช้ฟรีซอฟต์แวร์ซึ่งไม่เสียค่าค่าลิขสิทธิ์ กรอบการทำงานนี้แสดงชุดรหัสให้ใช้เป็นแนวทางสำหรับนักพัฒนาที่ยังมีประสบการณ์น้อยสามารถนำไปใช้ได้จริงและง่าย จึงช่วยลดค่าใช้จ่ายในการพัฒนาของหน่วยงานหรือผู้สนใจพัฒนาที่ต้องการสร้างสื่อการทำงานที่บูรณาการร่วมในสามเทคโนโลยีใหม่ ทั้งนี้มีข้อค้นพบในการศึกษาดังนี้

1. การพัฒนาระบบแผนที่วัฒนธรรมออนไลน์และทัวร์เสมือนจริง สามารถใช้เป็นต้นแบบและสร้างกรอบการทำงานที่ใช้ได้จริงมีจุดเด่นสำคัญคือ การแสดงตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่หรือแหล่งเรียนรู้ทางวัฒนธรรม-ประวัติศาสตร์ที่เป็นเนื้อหาเฉพาะไว้บนแผนที่ฐานที่มีลักษณะและรูปแบบเดียวกับ Google Map ซึ่งผู้ใช้งานทั่วไปคุ้นเคยและนิยมใช้ทั่วไปทำให้เข้าใจวิธีการใช้งานได้ง่าย และให้ข้อมูลเชิงพื้นที่ที่มีความถูกต้องและแสดงผลอย่างรวดเร็วบนทุกอุปกรณ์

2. ผลการใช้งานจริงของระบบทัวร์เสมือนจริงแบบวีอาร์ แม้ว่าระบบจะมีประสิทธิภาพเต็มซึ่งสามารถแสดงภาพความจริงเสมือนได้ แต่ยังมีข้อจำกัดคือผู้ใช้งานส่วนใหญ่ไม่มีชุดอุปกรณ์สวมศรีษะวีอาร์ไว้ใช้งานโดยส่วนตัว จึงยังไม่สามารถเข้าถึงและสัมผัสประสบการณ์วีอาร์ได้ด้วยตนเอง อย่างไรก็ตามให้ข้อเสนอแนะว่าการใช้งานฟังก์ชันทัวร์เสมือนจริงแบบชุดภาพแพโนรามา 360 องศา สามารถใช้เป็นสื่อที่ให้มุมมองใหม่รอบด้านและเติมเต็มประสบการณ์และทำให้ผู้ใช้งานมีความประทับใจและพอใจต่อรูปแบบการแสดงผล ในอนาคตอันใกล้ถ้าอุปกรณ์ได้พัฒนาและใช้งานแพร่หลายจะเกิดความคุ้มค่ามากยิ่งขึ้น [8]

3. การสร้างแบบจำลองสามมิติด้วยข้อมูลจากยูเอวี ผู้พัฒนาจะต้องรวบรวมข้อมูลจากรูปแบบการบินที่หลากหลาย ชุดข้อมูลภาพถ่ายต้องครอบคลุมวัตถุเดียวกัน ต้องกำหนดจุดควบคุมให้รัดกุม ตรวจวัดระยะจุดอ้างอิงและตรวจสอบวัตถุที่ครบถ้วนในระดับมิลลิเมตร นอกจากนี้บางครั้งพื้นที่อาคารโบราณอาจไม่สามารถใช้ยูเอวีบินถ่ายภาพ เนื่องจากสภาพแวดล้อมมีต้นไม้/กิ่งก้านปกคลุม พื้นที่คับแคบมีสิ่งกีดขวางอื่น ๆ หรือมีผู้คนสัญจรขณะปฏิบัติงานซึ่งอาจทำให้ดูไม่ปลอดภัยและเสี่ยงต่อการบิน หรือหาก

อาคารมีขนาดใหญ่ มีความซับซ้อนในความลึกแคบของตัวอาคาร อาจทำให้มีรายละเอียดส่วนลึกหรือแกนเอียง (y) ของพื้นผิววัตถุ บนภาพถูกบดบัง ซึ่งจะส่งผลให้ระยะคลาดเคลื่อนได้มากหรือลายเนื้อภาพบนแบบจำลองมีความพร่ามัว (Blurred) แนวทางแก้ไขสามารถใช้ยูเอวีแบบไม่ขึ้นบิน แต่ใช้ขาตั้งกล้องที่มีขนาดความสูง 3-5 ม. หรือเหมาะสมกับความสูงอาคาร และตั้งโปรแกรมการถ่ายภาพแบบหน่วงเวลาช่วง 5-7 วินาทีก็จะได้ชุดภาพเดียวกับที่ปฏิบัติการบิน ผลการทดลองใช้ระบบแบบจำลองสามมิติ พบข้อสังเกตและสะท้อนความเห็นจากผู้ใช้งานจริงว่า การโหลดภาพแบบจำลองบางสถานที่ยังโหลดได้ช้า ซึ่งมีสาเหตุจากปัจจัยขนาดแฟ้มข้อมูลมีขนาดใหญ่ และการเรนเดอร์แบบจำลองสามมิติที่มีผลต่อรายละเอียดของภาพ จึงมีข้อเสนอแนะว่า ควรออกแบบแบบจำลองและใช้วิธีรีโทโพโลยีให้แบบจำลองมีขนาดน้อยกว่า 100MB และแนะนำให้ใช้วิธีเรนเดอร์แบบอีวี่ (Eevee) จะดีกว่าแบบไซเคิล (Cycles) ซึ่งหากใช้วิธีแบบ Cycles การแสดงภาพแบบจำลองจะเหมือนมีจุดภาพรบกวนเป็นเม็ดๆ (Noise) แต่แบบ Eevee จะให้ภาพขณะหมุนชัดเจนกว่า ซึ่งความคมชัดในการแสดงแบบจำลองเป็นจุดสนใจหนึ่งที่ดึงผู้ชมเข้าชมเว็บไซต์ และผู้พัฒนาต้องทำความเข้าใจกระแสงานการสร้างแบบจำลองสามมิติ ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยประสบการณ์การทำงานร่วมด้วย

4. การพัฒนาในอนาคต จากความสามารถของระบบและข้อคิดเห็นเสนอแนะของกลุ่มตัวอย่าง จะมุ่งเน้นไปที่การพัฒนาในเทคนิคการทำงาน ได้แก่ การสร้างวิธีการเพื่อหาวิธีลดขนาดของแฟ้มแบบจำลอง, การทำงานเชื่อมต่อกับระบบความจริงเสมือนในรูปแบบเกม 3DGame Virtual Reality เพื่อให้สามารถเดินชม, สำรวจและท่องเที่ยวเสมือนท่วงท่าการเดินทางจริงของมนุษย์มากขึ้น, การพัฒนาเรื่องเล่าและไกด์ออนไลน์เพื่อการท่องเที่ยวและแนะนำเนื้อหา โดยมุ่งเน้นที่การเล่าเรื่องที่ใช้ข้อมูลด้านวัฒนธรรม ศิลปะประวัติศาสตร์ การเล่าเรื่องของจุดหมายปลายทางโดยรวมเข้าในทัวร์เสมือนจริงและแบบจำลองสามมิติที่มุ่งเน้นไปที่การสร้างความจรรโลงใจและความรับผิดชอบต่อสังคม ซึ่งจะสามารถเป็นแรงดึงดูดและเกิดการนำระบบไปใช้ประโยชน์ได้อย่างคุ้มค่าสูงสุด

เอกสารอ้างอิง

[1] Xiao, W., Mills, J., Gabriele, G., Pablo, R.G., Sara, G. B., & Diego, G.A. (2018). Geoinformatics for the conservation and promotion of cultural heritage in support of the UN sustainable development goals. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, *142*, 389-406.

[2] Parikamsil, P. (August 17, 2016). *Museum without walls*. https://fineartmagazineblog.wordpress.com/2016/08/17/museum-without-walls/ (in Thai)

[3] Google Art & Culture institute. (May 15, 2022). Google art & culture platform. https://artsandculture.google.com/

[4] Napolitano, R. K., Scherer, G., & Glisic, B. (2018). Virtual tours and informational modeling for conservation of cultural heritage sites. *Journal of Cultural Heritage*, *29*, 123-129. (in Thai)

[5] María, J. H., Patricia, A. P., Jose, I. E., Juan, M. I., Raúl de, H., Francisco, L., & Laura, T. (2022). 3D model generated from UAV photogrammetry and semi-automated rock mass characterization. *Computers & Geosciences*, *163*, 105121.

[6] Department of Cultural Promotion. (2017). *The community 50 cultural learning center*. The war veterans organization of Thailand Press. (in Thai)

[7] Saenpich,S., Sirikulpipat, P., & Nadprasert, P. (2020). Development interactive virtual museum application with 360-degree and 3D scans virtual reality technology: Case study 10 museums of Thailand. *Journal of Information Science Research and Practice, 38*(1), 42-57. (in Thai)

[8] Numpradit, J., & Chaichomchuen, S. (2019). Element and steps for developing an education virtual reality system. *Journal of Education Khon Khen University, 42*(2), 1-18. (in Thai)