

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสำรวจ เพื่อเก็บข้อมูลโบราณสถาน กรณีศึกษาวัดเชิงบาล อำเภอเชียงคำ จังหวัดพะเยา

Feasibility Study on the Application of Surveying Technology for Developing Heritage Site Information Model : A Case study : Wat Chiang Ban ChiangKham District Phayao

พรปวีณ์ ชัยแก้ว¹, ฤทธิยุทธ ก้อนทอง^{2*}, อภิชาติ บัวกล้า³, ณพล ศรีศักดิ์³, อนุจักร ภูมิพันธ์² และ ณรงค์ เหลืองบุตรนาค⁴

¹ นิสิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา จ.พะเยา

² อาจารย์ สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา จ.พะเยา

³ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา จ.พะเยา

⁴ ศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ.ขอนแก่น

*Corresponding author; E-mail address: Rittayut.go@up.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเหมาะสมและประสิทธิภาพของเทคโนโลยีสำรวจสมัยใหม่ในการเก็บข้อมูลโบราณสถาน โดยเลือกวัดเชิงบาล จังหวัดพะเยา เป็นกรณีศึกษา เปรียบเทียบระหว่างวิธีการวัดแบบดั้งเดิมด้วยเทปวัดสนาม กับเทคโนโลยีการสแกน 3 มิติแบบตั้งพื้น (Terrestrial Laser Scanner: TLS) และอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicle: UAV) โดยกำหนดเทปวัดสนามเป็นค่าควบคุม ข้อมูลจาก TLS และ UAV ถูกประมวลผลด้วยซอฟต์แวร์ Autodesk Recap และ Agisoft Metashape

ผลการศึกษาพบว่า TLS ให้ค่าพิสัยที่แม่นยำที่สุดด้วยค่าความน่าเชื่อถือ 94.734% รองลงมาคือ UAV ที่มีค่าความน่าเชื่อถือ 90.472% เมื่อเทียบกับค่าจริงจากเทปวัดสนาม ทั้งนี้ยังได้วิเคราะห์ข้อดี ข้อจำกัด และต้นทุนการดำเนินงานของแต่ละเทคโนโลยี เพื่อประเมินความเหมาะสมในการนำไปใช้จริงในการอนุรักษ์และพัฒนาแบบจำลองข้อมูลโบราณสถาน (Heritage Building Information Modeling: H-BIM) เพื่อการฟื้นฟูและการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมอย่างยั่งยืน

คำสำคัญ: เทคโนโลยีการสแกน 3 มิติ, อากาศยานไร้คนขับ, โบราณสถาน, H-BIM, เทคโนโลยีสำรวจ

Abstract

The Study aims to evaluate the feasibility and effectiveness of modern surveying technologies in heritage site documentation, using Wat Chiang Ban in Phayao Province, Thailand, as a case study. Three data collection methods were compared: traditional field measurement using measuring tapes (control method), terrestrial laser scanning (TLS), and unmanned

aerial vehicles (UAVs). The TLS and UAV data were processed using Autodesk Recap and Agisoft Metashape.

The results revealed that TLS provided the highest accuracy with a reliability of 94.734%, followed by UAVs with a reliability of 90.472%, when compared to the baseline data from measuring tapes. The study further analyzed the advantages, limitations, operational time, and costs associated with each method. Findings suggest that TLS and UAVs offer practical and efficient solutions for acquiring accurate 3D spatial data for heritage conservation. This research supports the application of advanced surveying technologies in the development of Heritage Building Information Modeling (H-BIM), which plays a critical role in the restoration, conservation, and cultural tourism promotion of historic sites.

Keywords: Terrestrial Laser Scanner (TLS), Unmanned Aerial Vehicle (UAV), Heritage Site, H-BIM, Surveying Technology

1. บทนำ

โบราณสถานและโบราณวัตถุมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อจิตใจของประชาชนในพื้นที่ เนื่องจากเป็นหลักฐานที่สะท้อนถึงคุณค่าทางประวัติศาสตร์ สังคม และความเก่าแก่ของชุมชนแต่ละแห่ง ในประเทศไทยมีโบราณสถานกระจายอยู่ในหลายพื้นที่ ซึ่งถือเป็นมรดกทางกายภาพที่มีคุณค่าทางจิตใจต่อผู้คนในท้องถิ่น นอกจากนั้น โบราณสถานยังแสดงให้เห็นถึงวิถีชีวิต คติความเชื่อ ภูมิปัญญาท้องถิ่น และเทคโนโลยีการก่อสร้างในแต่ละยุคสมัย ผ่านลักษณะทางศิลปะและสถาปัตยกรรมที่โดดเด่น อย่างไรก็ตาม เนื่องจากโบราณสถานเป็นสิ่งก่อสร้างที่มีอายุยาวนาน จึงมีแนวโน้มเสื่อมสภาพไปตามกาลเวลา ทำให้การอนุรักษ์และดูแลรักษาเป็น

เรื่องที่ท้าทาย ส่งผลให้โบราณสถานบางแห่งถูกปรับปรุง ดัดแปลง หรือสูญเสียความสมบูรณ์ของโครงสร้างดั้งเดิมไป

ในปัจจุบัน แนวคิด Heritage Building Information Modeling (H-BIM) ได้ถูกนำมาใช้มากขึ้นในการบันทึกและจำลองข้อมูลโบราณสถาน H-BIM เป็นเทคนิคที่ช่วยสร้างแบบจำลองพารามетริกแบบอินเทอร์แอคทีฟ ซึ่งสามารถแสดงองค์ประกอบทางสถาปัตยกรรมของโบราณสถานโดยอ้างอิงจากข้อมูลทางประวัติศาสตร์ นอกจากนี้ เทคโนโลยีนี้ยังช่วยให้สามารถแมปองค์ประกอบต่างๆ ลงบนข้อมูลกลุ่มเมฆ (Point Cloud) หรือข้อมูลจากการสำรวจที่อิงกับภาพได้อย่างแม่นยำ

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการเปรียบเทียบวิธีการเก็บข้อมูลขนาดของโบราณสถานระหว่างระบบดั้งเดิมและระบบที่ใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ เพื่อรวบรวมข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการบูรณะและนำเสนอในเชิงการท่องเที่ยว ในการศึกษา ได้มีการใช้ซอฟต์แวร์และอุปกรณ์สำรวจ เช่น Agisoft Metashape, Autodesk Recap, Faro Focus M70, เทปวัดระยะ และ Pix4D Capture เพื่อเก็บข้อมูลขององค์พระเจ้านั่นใจ ผลการวิจัยจะนำไปใช้ในการวิเคราะห์เปรียบเทียบในแง่ของเวลา ความสะดวกสบาย และค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานต่อไป

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เทคโนโลยีการสแกน 3 มิติ

เทคโนโลยีการสแกนวัตถุสามมิติที่ใช้ในการศึกษานี้มีหลักการทำงานของเครื่องมือคือ การยิงแสงเลเซอร์ออกมาเมื่อเลเซอร์กระทบวัตถุก็จะสะท้อนกลับไปยังตัวกล้อง จากนั้นกล้องก็จะทำการคำนวณเวลาไปกลับของคลื่น โดยสัญญาณที่ส่งกลับมานี้จะถูกบันทึกในลักษณะของค่าพิค 3 มิติของโครงสร้างเป็นจำนวนมากในระยะเวลาอันสั้น [4,5] เมื่อเลเซอร์ตกกระทบกับวัตถุจะสะท้อน กลับมายังเครื่องทำให้เกิดรูปร่าง โดยทั่วไปจะเรียกข้อมูลนี้ว่าข้อมูลกลุ่มเมฆ หรือ Point Cloud ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 เทคโนโลยีการสแกน 3 มิติ (TLS) รุ่น Faro Focus M

2.2 การวัดระยะด้วยเทปสนาม

การวัดระยะทางด้วยเทปวัดสนามเป็นวิธีการวัดระยะทางที่ใช้มากที่สุด เพราะเป็นวิธีการวัดที่ใช้อุปกรณ์ง่ายและไม่ซับซ้อนและยังมีความแม่นยำพอสมควร เทปวัดสนามมีหลายชนิดและหลายแบบซึ่งมีลักษณะที่ต่างกันและวัสดุที่ใช้ก็ต่างกัน เช่น ไซวัดที่ดิน เส้นลวดวัดระยะ เทปวัดเหล็ก

เทปวัดผ้า เทปวัดใยสังเคราะห์ เทปวัดอินวาร์ เป็นต้น โดยมีขั้นตอนการใช้งานเทปวัดสนามมีดังต่อไปนี้

- 2.2.1 ดึงเทปวัดออกจากเครื่องให้เต็มระยะที่คุณต้องการวัด
- 2.2.2 วางตัวเทปตรงจุดเริ่มต้นที่ต้องการวัดโดยให้อีกคนดึงเทปออกไปยังจุดตรงข้ามที่ต้องการทราบค่าระยะ
- 2.2.3 ปรับเทปวัดให้ชิดกับพื้นผิวหรือวัตถุที่เราต้องการหาค่าระยะ ขั้นตอนนี้อาจจะใช้เท้าเหยียบเพื่อป้องกันไม่ให้เส้นเทปวัดระยะบิดและคลาดเคลื่อน
- 2.2.4 อ่านค่าตัวเลขบนแถบเทปวัดสนาม ซึ่งเลขศูนย์จะอยู่ที่ตำแหน่งจุดเริ่มต้น เราจะอ่านค่าจากเทปที่อยู่ตรงข้ามตรงตำแหน่งที่ตั้งเทปออกไป
- 2.2.5 เมื่อได้ค่าระยะที่วัดได้แล้ว ให้ทำการจดบันทึกเพื่อใช้ค่าระยะนี้ในการอ้างอิงและนำไปใช้ในการทำงานขั้นตอนต่อไป
- 2.2.6 หากคุณต้องการที่จะปรับปรุงค่าในการวัดระยะ เช่น เพื่อให้เทปวัดอยู่ในตำแหน่งที่ดีกว่า เราสามารถปรับด้วยการดึงหรือผ่อนเทปวัดเพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุที่เราจะวัดหาค่า

นอกจากนี้แล้วยังมีอุปกรณ์เสริมอื่นๆที่ใช้ประกอบในการวัดระยะ ซึ่งได้แก่ เข็มคะแนน (Pin) หลักเล็ก (Pole) ลูกตึง ที่จับแถบวัด (Clamp Handles) เครื่องวัดความลาด (Clinometer หรือ Abney) เครื่องวัดแรงดึง (Spring Balance) เทอริโมมิเตอร์แบบกระเปาะ เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 2



(ก.)



(ข.)



(ค.)

รูปที่ 2 อุปกรณ์เสริมอื่นๆที่ใช้ประกอบในการวัดระยะ

ก.เทปวัดสนาม (Measuring Tape) ข.เข็มคะแนน (Pin)

ค.หลักเล็ก (Pole)

2.3 อากาศยานไร้คนขับ

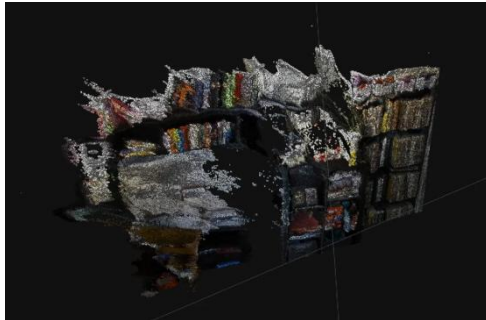
อากาศยานไร้คนขับในยุคแรกเป็นการคิดค้นของวิศวกรและนักวิทยาศาสตร์เพื่อใช้ฝึกทางอากาศ ในช่วงปี พ.ศ. 2458 – 2459 และต่อมาได้มีการพัฒนาเพื่อนำไปใช้สำหรับทางการทหารโดยจะใช้งานตรวจสอบพื้นที่เพื่อทำการรบหรือใช้ในการสอดแนมข้าศึกแทนที่จะส่งทหารเข้าซึ่งอาจเสี่ยงต่ออาการบาดเจ็บได้ อากาศยานไร้คนขับได้ถูกพัฒนาเรื่อยมาโดยนำมาใช้ทั้งการส่งสินค้า ถ่ายรูป ถ่ายวิดีโอสำหรับภาพยนตร์ เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 อากาศยานไร้คนขับ (UAV) รุ่น DJI Phantom 4 Pro V.2

2.4 ข้อมูลกลุ่มเมฆ (Point Cloud)

เป็นกลุ่มข้อมูลที่แสดงผลในรูปแบบ 3 มิติ โดยแต่ละจุดจะมีค่าตำแหน่ง X,Y,Z โดยพอยท์คลาวด์ จะเก็บเป็นรูปแบบไฟล์ได้หลายรูปแบบแล้วแต่ซอฟต์แวร์ที่วิเคราะห์ข้อมูล ดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 4

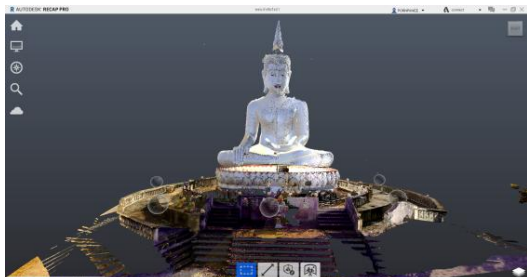


รูปที่ 4 ตัวอย่างข้อมูลกลุ่มเมฆ (Point Cloud)

2.5 ซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้อง

- Autodesk Recap

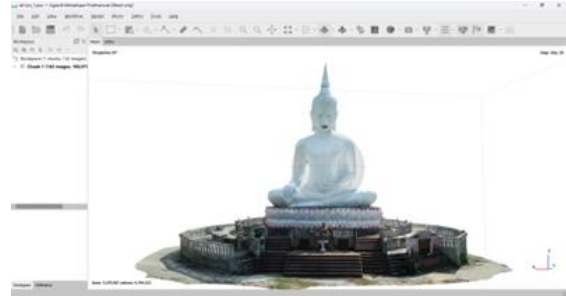
Autodesk Recap เป็นซอฟต์แวร์ที่ช่วยในการเปิดหรือเข้าดูข้อมูลกลุ่มเมฆ (Point Cloud) เพื่อช่วยในการออกแบบและสร้างแบบจำลอง โดยจะแสดงผลในรูปแบบ 3 มิติ โดยจะเหมาะกับอาคาร ดังแสดงตัวอย่างซอฟต์แวร์ในรูปที่ 5



รูปที่ 5 ตัวอย่างซอฟต์แวร์ Autodesk Recap

- Agisoft Metashape Professional

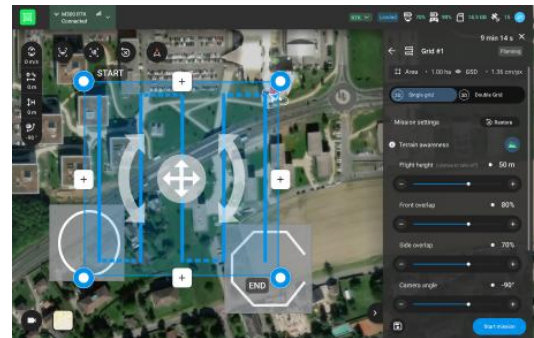
เป็นซอฟต์แวร์ที่สามารถประมวลผลจากการถ่ายภาพด้วยอากาศยานไร้คนขับมาเป็นข้อมูลกลุ่มเมฆ (Point Cloud) หรือข้อมูลอื่นๆได้ และยังสามารถระบุจุดควบคุมเพื่อความถูกต้องของข้อมูลได้ ดังแสดงตัวอย่างซอฟต์แวร์ในรูปที่ 6



รูปที่ 6 ตัวอย่างซอฟต์แวร์ Agisoft Metashape

- Pix4d capture

เป็นซอฟต์แวร์ที่สามารถจับข้อมูลภาพโดยอัตโนมัติเป็นการบินอย่างง่ายสามารถกำหนดแนวบินได้และสั่งบินได้แบบอัตโนมัติ โดยส่วนมากจะนำไปใช้กับงานสำรวจทางภูมิศาสตร์ เช่น การทำแผนที่แบบ 2 มิติ และแผนที่ 3 มิติ ดังแสดงตัวอย่างซอฟต์แวร์ในรูปที่ 7



รูปที่ 7 ตัวอย่างซอฟต์แวร์ PIX4Dcapture

2.6 ค่าความคลาดเคลื่อน (Static Error)

คือ ผลต่างระหว่างค่าจริงกับค่าที่วัดได้ มักแสดงในรูปแบบของร้อยละ หรือเปอร์เซ็นต์ (%) ซึ่งสามารถดูประสิทธิภาพและความถูกต้องแม่นยำของการวัดได้จากความใกล้เคียงกันระหว่างค่าจริงกับค่าที่วัดได้

- ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Absolute Error : e) คือ ค่าปริมาณความแตกต่างระหว่างค่าจริงกับค่าที่วัดได้

$$e = x_t - x_m$$

เมื่อ e คือ ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Absolute Error)

x_t คือ ค่าจริง (True value)

x_m คือ ค่าวัด (Measured value)

- ความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ (Relative Error หรือ Percent Error : %Error)

$$\%Error = \left| \frac{x_t - x_m}{x_t} \right| \times 100\%$$

คือ ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนที่ได้จากค่าความคลาดเคลื่อนสมมุติเปรียบเทียบกับค่าจริง

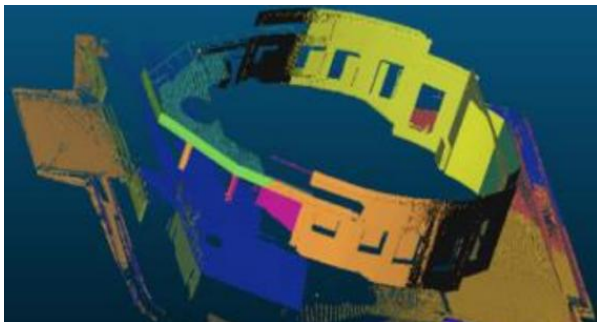
- ความน่าเชื่อถือ (Reliability)

คือ ค่าปริมาณความแตกต่างระหว่างค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์กับร้อยละ

$$\text{ความน่าเชื่อถือ} = 100 - \%Error$$

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

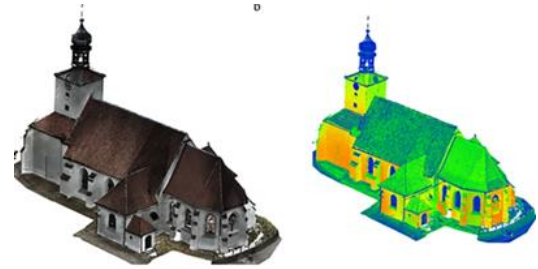
Mohammed Bouziani et, All (2021) [1] ได้ศึกษาการประเมินการสร้างแบบจำลอง 3 มิติของอาคารและการตั้งองค์ประกอบโครงสร้างจาก วัตถุเมฆที่ได้รับ โดยใช้เทคนิคการรับสองวิธี (อากาศยานไร้คนขับและเทคโนโลยีการสแกน 3 มิติ) รวมถึงการประเมินประโยชน์ของการรวมเข้าด้วยกัน โดยใช้ Drone ยี่ห้อ DJI Phantom 3 ProFessional และกล้อง Sony EXMOR 1/2.3" MOS RGB และการสแกนด้วยเทคโนโลยีการสแกน 3 มิติ ได้ดำเนินการสแกน 9 สถานีโดยใช้เครื่องสแกนรุ่น FARO Focus S350 เพื่อให้เกิดการหลอมรวมของทั้งสองข้อมูลกลุ่มเมฆ ที่ได้รับภาพจากอากาศยานไร้คนขับและ เทคโนโลยีการสแกน 3 มิติขั้นตอนนี้ดำเนินการโดยใช้อัลกอริทึม Iterative Nearest Point แล้วอัลกอริทึมตัวนี้ได้ดำเนินการโดยใช้อัลกอริทึม RANSAC ที่ตัดแปลงบน ข้อมูลกลุ่มเมฆที่ได้รับจากอากาศยานไร้คนขับและ เทคโนโลยีการสแกน 3 มิติรวมถึงการรวม ข้อมูลกลุ่มเมฆเพื่อแยกองค์ประกอบโครงสร้างของอาคาร ดังแสดงในรูปที่ 8



รูปที่ 8 งานวิจัยของ Mohammed Bouziani et, All (2021)

Marta Tarnowska, All (2023) [2] ได้ศึกษาการผสมผสานระหว่างเทคโนโลยีการสแกน 3 มิติ (TLS) และ อากาศยานไร้คนขับ (UAV) สำหรับการสร้างแบบจำลอง 3 มิติและการประเมินความเสื่อมโทรมของ อาคารมรดกตามการวิเคราะห์แสง โดยการใช้อากาศยานไร้คนขับ (UAV) และเทคโนโลยีการสแกน 3 มิติ (TLS) เพื่อสร้างแบบจำลอง 3 มิติของโบสถ์แบบจำลองข้อมูลอาคารในอดีต (H-BIM) ถูกสร้างขึ้นจากการใช้ Autodesk Revit โดยอยู่บนพื้นฐานของแบบจำลองที่สร้างขึ้นและคุณสมบัติ

การสะท้อนของลำแสงเลเซอร์สแกนและภาพสีแดง-เขียว-น้ำเงิน (RGB) ดังแสดงในรูปที่ 9



รูปที่ 9 งานวิจัยของ Marta Tarnowska, All (2023)

Przemysław Klapa and Pelagia Gawronek [3] ได้ศึกษาการทำงานร่วมกันของข้อมูลภูมิสารสนเทศจาก เทคโนโลยีการสแกน 3 มิติ และอากาศยานไร้คนขับ สำหรับการสร้างแบบจำลองข้อมูลอาคาร (H-BIM) โดยเทคโนโลยีการสแกน 3 มิติ และอากาศยานไร้คนขับในการเก็บข้อมูลแล้วทำการส่งมาอยู่ในรูปแบบของ ข้อมูลกลุ่มเมฆ โดย ข้อมูลกลุ่มเมฆ ของเทคโนโลยีการสแกน 3 มิติ จะดำเนินการในซอฟต์แวร์ Leica Cyclone ในขณะที่การบวนการประมวลผลภาพอากาศยานไร้คนขับดำเนินการในซอฟต์แวร์ Agisoft Metashape Professional แล้วนำข้อมูลต่างๆที่ได้มาทำการสร้างโมเดล โดยการใช้ Autodesk Revit ซึ่งจะมี ความละเอียด (LOD) ระดับของข้อมูล (LOI) ข้อมูลของเรขาคณิตของแบบจำลอง (LOG) ระดับความแม่นยำ (LOA) เป็นตัวกำหนด ดังแสดงในรูปที่ 10



รูปที่ 10 งานวิจัยของ Marta Tarnowska, All (2023)

3. วิธีวิจัยและขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้ทำการทดลองทั้งหมดออกเป็น 3 วิธี โดยจะเป็น 1.การเก็บข้อมูลด้วยเทปวัดสนาม ซึ่งเป็นการเก็บข้อมูลแบบระบบเดิม 2.การเก็บข้อมูลเทคโนโลยีการสแกน 3 มิติแบบตั้งพื้น และ 3.การเก็บข้อมูลด้วยอากาศยานไร้คนขับ แล้วจึงนำผลข้อมูลมาวิเคราะห์หาความคลาดเคลื่อนของการวัด ระยะเวลาการทำงาน รูปแบบที่ได้ ความสะดวกสบาย ดังนี้

3.1 การเก็บข้อมูลด้วยการใช้เทปวัดสนาม

- ศึกษาสถานที่ที่จะทำการเก็บข้อมูล คือ พระเจ้าทันใจ วัดเขียงบาล อ.เขียงคำ จ.พิจิตร
- วางแผนการเก็บข้อมูลโดยจะเก็บในส่วนฐานของพระ
- ทำการเก็บข้อมูลโดยใช้ เทปวัดสนาม ดังแสดงในรูปที่ 11

- สรุปผลข้อมูลที่ได้จากการวัดระยะเพื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลอื่นๆ



รูปที่ 11 การเก็บข้อมูล โดยเทปวัดสนาม

3.2 การเก็บข้อมูลด้วยการใช้เทคโนโลยีการสแกน 3 มิติแบบตั้งพื้น

- ศึกษาสถานที่ที่จะทำการเก็บข้อมูล คือ พระเจ้าทันใจ วัดเชิงบาลพัฒนา อ.เชียงคำ จ.พะเยา
- วางแผนการเก็บข้อมูล
- ทำการเก็บข้อมูลโดยใช้ เทคโนโลยีการสแกน 3 มิติ แบบตั้งพื้น โดยวนรอบองค์พระ โดยปรับความละเอียดการเก็บข้อมูลเป็น Outdoor 20 m... , resolution 1/4 และ Quality 3x ดังแสดงในรูปที่ 12
- สรุปผลข้อมูลที่ได้จากการวัดระยะเพื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลอื่นๆ



รูปที่ 12 การเก็บข้อมูล โดยเทคโนโลยีการสแกน 3 มิติ (TLS)

3.3 การเก็บข้อมูลด้วยอากาศยานไร้คนขับ

- ศึกษาสถานที่ที่จะทำการเก็บข้อมูล คือ พระเจ้าทันใจ วัดเชิงบาล อ.เชียงคำ จ.พะเยา
- วางแผนการเก็บข้อมูล

- วางพิกัดหรือหาพิกัดที่จะใช้อ้างอิงปรับแก้ด้วย Ground Control point [6]
- ทำการเก็บข้อมูลโดยใช้ อากาศยานไร้คนขับยี่ห้อ DJI รุ่น Phantom 4 Pro V.2 โดยบินแบบบังคับด้วยตัวเองรอบองค์พระ ดังแสดงในรูปที่ 13
- สรุปผลข้อมูลที่ได้จากการวัดระยะเพื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลอื่นๆ



รูปที่ 13 การเก็บข้อมูล โดยอากาศยานไร้คนขับ

3.4 สรุปผลที่ได้โดยนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาความคลาดเคลื่อนของการวัดระยะเวลาการทำงาน รูปแบบที่ได้ ความสะดวกสบาย

4. บทสรุป

จากการศึกษาการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสำรวจ เพื่อเก็บข้อมูลโบราณสถาน ณ วัดเชิงบาล อ.เชียงคำ จ.พะเยา จากตารางผลการวิจัยทำให้ทราบถึงความน่าเชื่อถือ โดยผ่านวิธีการคำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์และความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ระหว่างเทคโนโลยีการสแกน 3 มิติและอากาศยานไร้คนขับ ซึ่งค่า ค่าความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ที่ได้จากเทคโนโลยีการสแกน 3 มิติและอากาศยานไร้คนขับ มีค่าเท่ากับ 5.266 , 9.528 ตามลำดับ ทั้งนี้สามารถแสดงถึงความน่าเชื่อถือ ซึ่งค่าจากเทคโนโลยีการสแกน 3 มิติและอากาศยานไร้คนขับ มีค่าเท่ากับ 94.734 , 90.472 ตามลำดับ โดยการเก็บข้อมูลครั้งนี้ได้ทำการเก็บข้อมูลจำนวนทั้งหมด 30 ตำแหน่ง ซึ่งตัวอย่างการคำนวณที่นำมาแสดงมีจำนวน 5 ตำแหน่ง ดังแสดงในตารางที่ 1 และ ตารางที่ 2

ตารางที่ 1 แสดงค่าการเปรียบเทียบระหว่างเทปวัดสนามกับเทคโนโลยี 3 มิติ

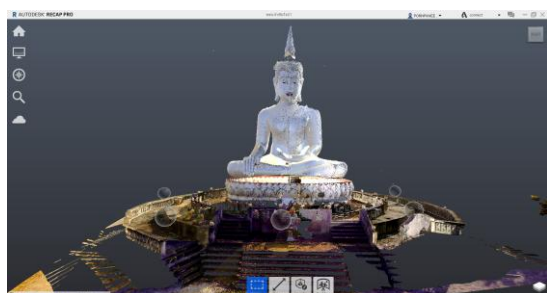
ตำแหน่ง	ผลการวัด		ความคลาดเคลื่อน สัมบูรณ์	ความคลาดเคลื่อน สัมพัทธ์
	เทปวัดระยะ	TLS		
	(ม.)	(ม.)	(ม.)	(ม.)
P1	0.230	0.224	-0.006	-2.609
P2	0.200	0.197	-0.003	-1.400
P3	0.200	0.197	-0.003	-1.500
P4	0.180	0.195	0.015	8.333
P5	0.190	0.190	0.000	0.000

ตารางที่ 2 แสดงค่าการเปรียบเทียบระหว่างเทปวัดสนามกับอากาศยานไร้คนขับ

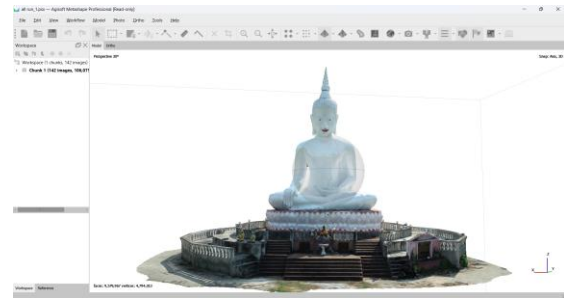
ตำแหน่ง	ผลการวัด		ความคลาดเคลื่อน สัมบูรณ์	ความคลาดเคลื่อน สัมพัทธ์
	เทปวัดระยะ	UAV		
	(ม.)	(ม.)	(ม.)	(ม.)
P1	0.230	0.228	-0.002	-0.870
P2	0.200	0.197	-0.003	-1.500
P3	0.200	0.200	0.000	0.000
P4	0.180	0.191	0.011	6.111
P5	0.190	0.193	0.003	1.579



รูปที่ 14 รูปแบบการเก็บข้อมูล โดยเทปวัดสนาม



รูปที่ 15 รูปแบบการเก็บข้อมูล โดยเทคโนโลยีการสแกน 3 มิติ



รูปที่ 16 รูปแบบการเก็บข้อมูล โดยอากาศยานไร้คนขับ

การเก็บรวบรวมข้อมูล ณ วัดเชียงบาล ได้ดำเนินการตั้งแต่วันที่ 10:00 -17:00 น. เวลาทั้งหมดจำนวน 8 ชั่วโมง ซึ่งจำนวนแรงงานที่ใช้เก็บข้อมูลในแต่ละเครื่องมือ ดังแสดงในตารางที่ 3 ทั้งนี้ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ค่าเครื่องมือ และค่าแรง ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 3 แสดงจำนวนแรงงานแต่ละเครื่องมือ ในงานวิจัยครั้งนี้

จำนวนแรงงานในการทำงาน	
อุปกรณ์การทำงาน	จำนวนแรงงาน (คน)
เครื่องสแกนภาคพื้น	2
เทปวัดสนาม	3
อากาศยานไร้คนขับ	2

ตารางที่ 4 แสดงราคา (Price) แต่ละเครื่องมือ ในงานวิจัยครั้งนี้

รายการ	ราคา (บาท)		
	อุปกรณ์การทำงาน		
	เครื่องสแกนภาคพื้น	เทปวัดสนาม	อากาศยานไร้คนขับ
ราคาอุปกรณ์	1,20x,xxx	670	70,000
วิศวกร	500	500	500
ช่างสำรวจ	-	300	-
คนงาน	250 - 300	250 - 300	250 - 300

จากข้อมูลที่ผ่านมาข้างต้นยังมีการสรุปการทำงานของแต่ละอุปกรณ์ในส่วนข้อดีและข้อจำกัดของเครื่องมือ

เทปวัดสนาม : การรังวัดจากการใช้เทปวัดสนามสามารถใช้เป็นระยะอ้างอิงที่ได้จริงและมีความแม่นยำในพื้นที่สูง โดยดึงเทปวัดสนามให้อยู่ในเส้นทางที่ต้องการ ซึ่งข้อจำกัดของการใช้เทปวัดสนาม คือ เมื่อมีพื้นที่มีมากเกินไปอาจจะส่งผลทำให้การวัดระยะไม่ทั่วถึงข้อมูลที่ได้อาจจะได้รับไม่ครบถ้วน

เทคโนโลยีการสแกน 3 มิติ (TLS) : สามารถวัดระยะได้จากแบบจำลอง 3 มิติที่แสดงผ่าน ข้อมูลกลุ่มเมฆ ซึ่งข้อจำกัดของเทคโนโลยี

การสแกน 3 มิติ คือ การรวบรวมข้อมูลในแนวตั้ง อาจเก็บข้อมูลได้ไม่ครบถ้วน ถ้าหากสภาพพื้นที่มีแสงสว่างมากเกินไปจนความจำเป็น หรือแสงสว่างเข้าไม่ถึงจึงส่งผลทำให้เกิดเงา ข้อมูลที่ได้รับจะไม่แสดงถึง ข้อมูลกลุ่มเมฆ ณ บริเวณนั้น ซึ่งอาจทำให้ข้อมูลที่ได้รับขาดหายหรือเกิดความคลาดเคลื่อน ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับการประยุกต์ใช้งานในพื้นที่ราบ และสภาพอากาศที่เหมาะสม

อากาศยานไร้คนขับ (UAV) : เนื่องจากอากาศยานไร้คนขับสามารถเก็บข้อมูลได้ทั้งมุมกว้างและมุมสูง ทำให้สามารถเก็บข้อมูลได้อย่างครบถ้วน และมีความสะดวกสบายในการทำงานมาก แต่อากาศยานไร้คนขับยังมีข้อจำกัดในการเก็บข้อมูล คือ การเก็บข้อมูลจำเป็นต้องเชื่อมต่อกับสัญญาณอินเทอร์เน็ตจนกว่าทำการเก็บข้อมูลสำเร็จ ไม่ควรขึ้นบินในขณะที่แบตเตอรี่ต่ำให้ทำการชาร์จให้เต็มก่อนทำการขึ้นบิน ควรหลีกเลี่ยงการบินใกล้กับบริเวณที่มีสิ่งกีดขวาง และไม่ควรขึ้นบินในสภาพอากาศที่มีลมแรงหรือฝนตก

5. บทสรุป

ผลการศึกษาพบว่า TLS ให้ค่าความแม่นยำสูงที่สุดด้วยค่าความน่าเชื่อถือ 94.734% รองลงมาคือ UAV ที่มีความน่าเชื่อถือ 90.472% โดยเปรียบเทียบกับข้อมูลจากเทปวัดสนามซึ่งใช้เป็นค่าควบคุม นอกจากนี้ยังได้วิเคราะห์ในด้านระยะเวลาในการดำเนินงาน ความสะดวกในการใช้งาน และต้นทุนของแต่ละเทคโนโลยี ซึ่งพบว่า TLS เหมาะสมสำหรับงานสำรวจในพื้นที่ราบที่มีสภาพแสงเหมาะสม ส่วน UAV เหมาะสมสำหรับพื้นที่กว้างหรือพื้นที่ที่เข้าถึงยาก แม้จะมีข้อจำกัดด้านสภาพอากาศและการจัดการพลังงาน

จากผลการศึกษา เทคโนโลยีการสแกน 3 มิติและ UAV มีศักยภาพสูงในการสนับสนุนงานอนุรักษ์และพัฒนาแบบจำลองข้อมูลโบราณสถาน (Heritage Building Information Modeling: H-BIM) ซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการวางแผนการอนุรักษ์ พื้นฟู และส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมในอนาคต

6. ข้อเสนอแนะ

- ควรเลือกใช้เทคโนโลยีการสแกน 3 มิติในกรณีที่ต้องการข้อมูลที่มีความละเอียดสูงในพื้นที่ราบหรือภายในอาคาร ขณะที่ UAV เหมาะกับพื้นที่เปิดโล่งหรือพื้นที่ที่มีความซับซ้อนในการเข้าถึง
- แนะนำให้ผสมผสานข้อมูลจาก TLS และ UAV เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการจำลองแบบ 3 มิติและลดข้อจำกัดของแต่ละเทคโนโลยี

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้จัดทำวิจัยขอขอบพระคุณ ผู้ใหญ่บ้าน นายทองคำ ศรีแพงมูล หมู่ที่ 3 บ้านเชียงบาล ที่ได้ติดต่อประสานงานในส่วนของสถานที่ วัดเชียงบาล และ สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในด้านเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ซึ่งส่งผลให้งานวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- [1] Mohammed Bouziani et, All (2021), "Evaluation of 3D Building Model Using Terrestrial Laser Scanning and Drone Photogrammetry", The International Archives of the Photogrammetry", Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XLVI-4/W4-2021 16th 3D GeoInfo Conference 2021, 11–14 October 2021, New York City, USA)
- [2] Marta Tarnowska, All (2023), "Combination of terrestrial laser scanning and UAV photogrammetry for 3D modelling and degradation assessment of heritage building based on a lighting analysis: case study—St. Adalbert Church in Gdansk, Poland" Tysiac et al. Heritage Science, Received: 7 november 2022, Accepted: 1 March 2023, Published online: 15 March 2023)
- [3] บทความ โดย นิสิตภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อินทาเนย์ ฉบับที่ 4 ปี พ.ศ. 2563, "การใช้ งานเครื่องมือเลเซอร์สแกนภาคพื้นดิน (TLS) กับงานด้านการเกษตร", ปีที่ 29 ฉบับที่ 4 ตุลาคม – ธันวาคม 2567
- [4] Yahya Alshawabkeh, Ahmad Baik, Yehia Miky, "Integration of Laser Scanner and Photogrammetry for Heritage BIM Enhancement", ISPRS Int. J. Geo-Inf. 2021, 10, 316, Received: 21 March 2021 Accepted: 2 May 2021 Published online: 8 May 2021
- [5] Patricio Martínez-Carricondo, Fernando Carvajal-Ramírez, Lourdes Yero-Paneque and Francisco Agüera-Vega, "Combination of HBIM and UAV photogrammetry for modelling and documentation of forgotten heritage. Case study: Isabel II dam in Nijar (Almería, Spain)", Martínez Carricondo et al. Herit Sci, Received: 10 June 2021, Accepted: 2 August 2021, Published online: 10 August 2021