

การประยุกต์ใช้ภาพถ่ายทางอากาศจากอากาศยานไร้คนขับเพื่อสร้างแผนที่ดิจิทัล

เกียรติกุลไชย จิตต์เอื้อ^{1*}, ฐาปนัต บัวภิบาล², อานนท์ ศรีประเสริฐ³

^{1,2,3}ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการการบิน กองวิชาวิศวกรรมเครื่องกลและอุตสาหการ
โรงเรียนนายเรืออากาศนวมินทกษัตริยาธิราช

Received: 14 April 2020

Revised: 6 October 2020

Accepted: 7 October 2020

บทคัดย่อ

เนื่องจากปัญหาความละเอียดเชิงพื้นที่ของแผนที่ใช้งานจากการให้บริการฟรีบนอินเทอร์เน็ต และปัญหาค่าใช้จ่ายในการได้มาของแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศที่มีความเที่ยงตรงสูง งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการนำอากาศยานไร้คนขับขนาดเล็กมาประยุกต์ใช้ในการถ่ายภาพทางอากาศร่วมกับเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศเพื่อสร้างแผนที่ดิจิทัลที่มีความละเอียดเชิงพื้นที่สูง โดยใช้พื้นที่ส่วนหนึ่งของโรงเรียนนายเรืออากาศนวมินทกษัตริยาธิราชเป็นพื้นที่ศึกษา โดยการรวบรวมข้อมูลแบ่งเป็นสองส่วน คือ ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศจากอากาศยานไร้คนขับ และข้อมูลเชิงบรรยายของสิ่งที่ปรากฏบนพื้นที่การศึกษา งานวิจัยนี้ใช้ซอฟต์แวร์ Drone Deploy ในการวางแผนการบิน และประมวลผลในระบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆเพื่อผลิตภาพถ่ายออร์โธ รวมถึงการใช้ระบบกำหนดตำแหน่งบนโลกเพื่อกำหนดจุดควบคุมภาพถ่ายภาคพื้นดิน และงานวิจัยนี้ได้ใช้ซอฟต์แวร์ QGIS เป็นเครื่องมือในกระบวนการสร้างแปลงสำรวจลงบนแผนที่ภาพถ่ายออร์โธ ซึ่งผลที่ได้คือแผนที่ดิจิทัลที่สามารถแสดงข้อมูลเชิงพื้นที่ที่เชื่อมโยงกับข้อมูลเชิงบรรยายในรูปแบบตารางคุณสมบัติ และมีความละเอียดของข้อมูลเชิงพื้นที่สูงกว่าแอปพลิเคชันแผนที่ Google map และ Google earth ดังนั้นแผนที่ดิจิทัลจึงนำไปใช้วิเคราะห์และช่วยสนับสนุนการตัดสินใจเกี่ยวกับปัญหาเชิงพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ : อากาศยานไร้คนขับ ภาพถ่ายทางอากาศ ภูมิสารสนเทศ ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ แผนที่ดิจิทัล

*ผู้ประสานงานหลัก; อีเมล: kiatkulchai@rtaf.mi.th

Applying aerial imagery from Unmanned Aerial Vehicle for digital maps

Kiatkulchai Jitt-Aer^{1,*}, Thapanat Buaphiban², Anon Sriprasert³

^{1,2,3}Industrial Engineering and Aviation Management Department, Faculty of Mechanical
Engineering and Industrial Engineering
Navaminda Kasatriyadhiraj Royal Air Force Academy

Received: 14 April 2020

Revised: 6 October 2020

Accepted: 7 October 2020

ABSTRACT

Due to the problem of area resolution of maps freely obtained from the Internet and the problem of costs for producing aerial photography with high quality, this research has the objective to use a small unmanned aerial vehicle (UAV) for aerial photography in combination with the use of geo-informatics technology to create high resolution digital maps. An area of Navaminda Kasatriyadhiraj Royal Thai Airforce Academy was used as the case study area. Compiling data was divided into two parts. The first part was an acquisition of aerial photographs using UAV, and the second part was an extraction of earth-surface features in a case study area from which the descriptive data was collected. With regard to data processing, the Drone Deploy platform was used for both managing UAV flight planning, and processing aerial images through the platform to produce ortho-photographs. Furthermore, the use of Global Positioning System (GPS) technology was necessary in this research for determining ground control points, which were later used for a geo-referencing operation to yield an orthomosaic map using QGIS software. A case study of Navaminda Kasatriyadhiraj Royal Air Force Academy (NKRAFA) illustrates the proposed methodology. As a result, in the QGIS environment, the surface features are digitized on such the base map with their attribute tables. The digital map can be manipulated and shows higher resolution than Google maps and Google earth that supports decision makings regarding spatial issues more efficiently.

Keywords: UAV, Aerial photography, Geo-informatics, GIS, Digital map

*Corresponding Author; Email: kiatkulchai@rtaf.mi.th

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

แผนที่มีความสำคัญ คือเป็นเครื่องช่วยในการดำเนินงานหรือประกอบกิจการต่างๆ ในทุกภาคส่วน โดยในทางภูมิศาสตร์นั้นแผนที่ถือเป็นศูนย์รวมข้อมูลปริภูมิหรือข้อมูลที่มีความสำคัญและเป็นประโยชน์ทั้งทางเศรษฐกิจ สังคม การเมือง และการทหาร ปัจจุบันแผนที่ถูกนำไปใช้ให้เป็นประโยชน์ทั้งภาครัฐและภาคเอกชนทั้งการวางผังเมืองให้เหมาะสมและสอดคล้องกับการขยายตัวของชุมชน และเพื่อป้องกันภัยพิบัติทางธรรมชาติ ประกอบกับในปัจจุบันได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ (Geo-information technology) ที่สามารถนำมาพัฒนาไปเป็นระบบแผนที่ที่ใช้ระบบคอมพิวเตอร์หรือที่เรียกว่า แผนที่ดิจิทัล (Digital map) ซึ่งเป็นนวัตกรรมที่นำมาใช้ประโยชน์อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น สามารถนำมาวิเคราะห์หรือสืบค้นข้อมูลเชิงพื้นที่ได้ง่ายและรวดเร็ว

โดยกระบวนการทำงานเกี่ยวกับข้อมูลเชิงพื้นที่ด้วยระบบคอมพิวเตอร์สามารถกำหนดข้อมูลสารสนเทศที่มีความสัมพันธ์กับข้อมูลเชิงพื้นที่นั้นที่อยู่ในรูปแบบของภาพแผนที่ที่เชื่อมโยงกับข้อมูลเชิงอธิบาย (Attribute data) หรือฐานข้อมูลของชุดแผนที่ได้ด้วย (Thongtip, 2012) โดยการเชื่อมโยงข้อมูลทั้งสองประเภทเข้าด้วยกันจะทำให้ผู้ใช้งานแสดงข้อมูลทั้งสองประเภทได้พร้อมๆ กัน เช่น การสอบถามรายละเอียดของตำแหน่งที่ต้องการโดยข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ถูกอ้างอิงถึงตำแหน่งที่มีอยู่จริงบนพื้นโลกได้โดยอาศัยระบบพิกัดทางภูมิศาสตร์ (Geographic Coordinate System: GCS) ซึ่งจะสามารถอ้างอิงได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม

โดยปกตินั้นข้อมูลเชิงพื้นที่ที่ถูกนำมาวิเคราะห์โดยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จะมีที่มาจากเทคโนโลยีด้านการรับรู้ระยะไกล (Remote sensing) เช่น ภาพถ่ายทางอากาศ โดยใช้อากาศยานหรือได้จากดาวเทียม ซึ่งมีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูงมากในการได้มาซึ่งข้อมูลดังกล่าว อย่างไรก็ตาม ข้อมูลเชิงแผนที่ยังสามารถหาได้จากแหล่งบริการฟรีบนอินเทอร์เน็ต เช่น แอปพลิเคชันแผนที่ Google maps หรือ Google earth ซึ่งมีความละเอียดและความเที่ยงตรงในระดับหนึ่งเท่านั้น งานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดนำอากาศยานไร้คนขับขนาดเล็กมาใช้เพื่อเก็บข้อมูลภาพบนพื้นโลกในการสร้างแผนที่แทนการใช้อากาศยานขนาดใหญ่หรือดาวเทียม ซึ่งการใช้อากาศยานไร้คนขับสำหรับการสร้างแผนที่ของพื้นที่ขนาดย่อมจะมีค่าใช้จ่ายต่ำกว่าภาพถ่ายดาวเทียมหรือภาพถ่ายจากอากาศยาน (Matese et al., 2015) และนำแผนที่ที่ได้นั้นมาทดลองเปรียบเทียบข้อมูลเชิงพื้นที่กับแอปพลิเคชัน Google maps และ Google earth โดยงานวิจัยนี้จะใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือที่มีใช้งานอยู่ในหน่วยงานของคณะผู้วิจัย และซอฟต์แวร์ต่างๆ ที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัยนี้จะเป็นฟรีซอฟต์แวร์ที่ไม่จำเป็นต้องมีค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อจัดหา

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อประยุกต์อากาศยานไร้คนขับขนาดเล็กร่วมกับเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศในการสร้างแผนที่ดิจิทัล
2. เพื่อเปรียบเทียบความละเอียดและคุณสมบัติประโยชน์ของแผนที่ดิจิทัลที่ให้บริการฟรีบนอินเทอร์เน็ตกับแผนที่ดิจิทัลที่สร้างขึ้นจากอากาศยานไร้คนขับขนาดเล็กร่วมกับเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ

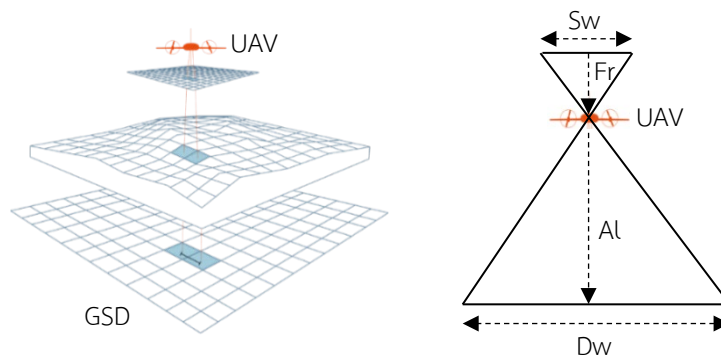
ขอบเขตการวิจัย

การดำเนินการการสร้างแผนที่ดิจิทัลในงานวิจัยนี้ได้ใช้พื้นที่ส่วนหนึ่งของโรงเรียนนายเรืออากาศนวมินทกษัตริยาธิราชเป็นกรณีศึกษา ซึ่งมีพื้นที่ประมาณ 20,278 ตารางเมตร โดยใช้อากาศยานไร้คนขับขนาดเล็กชนิด 4 ใบพัด ยี่ห้อ DJI phantom 4 Pro ในการถ่ายภาพทางอากาศ

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ภาพถ่ายทางอากาศ

ภาพถ่ายทางอากาศ (Areal imagery) คือ การถ่ายภาพนิ่งโดยมีการติดตั้งกล้องถ่ายภาพกับอากาศยานประเภทต่างๆ (Phrommas, 2016) ซึ่งการวางแผนการบินของอากาศยานไร้คนขับนั้นจะต้องกำหนดค่าการทับซ้อนของภาพอย่างเหมาะสม โดยแต่ละแนวบินจะต้องถ่ายภาพที่มีส่วนทับซ้อน (Frontlap) ไม่น้อยกว่า 60% และส่วนซ้อนของภาพในแนวบินข้างเคียงจะต้องมีส่วนซ้อนด้านข้าง (Sidelap) อยู่ในช่วง 20 – 40% (National Resources Canada, 2016) เพื่อให้แน่ใจว่าทั้งภาพและส่วนของภาพที่มีส่วนซ้อนทับกันนี้จะต้องใช้ในการรังวัดและการสร้างค่าพิกัดในสามมิติ และนอกจากนี้ ระยะสูงการบินของอากาศยานก็ส่งผลต่อพื้นที่การถ่ายภาพ ยิ่งบินสูงก็ครอบคลุมพื้นที่ได้กว้างมากกว่าการบินต่ำ แต่อย่างไรก็ตาม ยิ่งบินสูงรายละเอียดเชิงพื้นที่ของจุดภาพยิ่งน้อย (Boonlua, 2014) ซึ่งจะส่งผลต่อคุณภาพของแผนที่ทางอากาศที่นำไปผลิตแผนที่ฐาน (Base map) ดังนั้นการกำหนดความละเอียดเชิงพื้นที่ที่ต้องการจึงมีความจำเป็นต่อการวางแผนการบินถ่ายภาพทางอากาศ



ภาพที่ 1 ระยะระหว่างกลางจุดภาพที่ติดกันและตัวแปรที่เกี่ยวข้อง
(Wingtra, 2019)

โดยความละเอียดเชิงพื้นที่ที่มีความสัมพันธ์โดยตรงกับความละเอียดของจุดภาพต่อพื้นที่ (Ground sample distance: GSD) ซึ่งมีความหมายคือ ค่าเฉลี่ยของระยะทางบนพื้นโลกระหว่างจุดภาพ (Image pixel) ที่อยู่กึ่งกลางของภาพสองภาพที่อยู่ติดกัน ดังแสดงตามภาพที่ 1 จึงกล่าวได้ว่าหากค่า GSD ยิ่งมาก ความละเอียดเชิงพื้นที่ก็ยิ่งน้อย ดังนั้น ค่า GSD จึงเป็นตัวแปรที่สำคัญของการได้ภาพถ่ายทางอากาศที่มีคุณภาพ (Stensaas, 2007) นอกจากระยะความสูงการบินของอากาศยานไร้คนขับ ค่า GSD ของภาพถ่ายทางอากาศจะสัมพันธ์กับอุปกรณ์ถ่ายภาพหรือคุณสมบัติของกล้องของอากาศยานไร้คนขับที่ประกอบไปด้วยตัวรับภาพ (Sensor) และเลนส์กล้อง (Camera lens)

พารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับค่า GSD คือ ความกว้างของตัวรับภาพ (Sensor width: Sw) ระยะห่างระหว่างเลนส์กับตัวรับภาพ (Real focal length: Fr) ระยะสูงการบิน (Flight altitude: Al) และขนาดความกว้างของภาพถ่ายหนึ่งๆ บนพื้น (Footprint direction width: Dw) ดังแสดงในภาพที่ 1 ค่า GSD สามารถคำนวณได้จากสมการคณิตศาสตร์ที่ (1) ดังนี้

$$GSD = \frac{P \times Al}{Fr} \quad (1)$$

โดยที่ P = ขนาดของจุดภาพ, Al = ระยะสูงของการบินถ่ายภาพ, Fr = ระยะเลนส์กับตัวรับภาพ และจากสมการที่ (1) ระยะเลนส์กับตัวรับภาพ (Fr) สามารถคำนวณได้จากสมการทางคณิตศาสตร์ที่ (2) ดังนี้

$$Fr = \frac{F_{35} \times Sw}{34.6} \quad (2)$$

โดยที่ F_{35} = ระยะโฟกัสเลนส์ที่เทียบเท่า 35 mm, Sw = ความกว้างของตัวรับภาพ

เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ

Jirakajohnkool (2012) ได้อธิบายความหมายของเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศไว้ คือ หลักวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับข้อมูลเชิงพื้นที่ที่มีพิภพอ้างอิงบนผิวโลก ประกอบด้วยเทคโนโลยีที่เป็นองค์ประกอบที่สำคัญ คือ การรับรู้ระยะไกล ระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก (Global Positioning System: GPS) และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) เพื่อสนับสนุนการรวบรวมข้อมูล การจัดการข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และการแสดงผลข้อมูลเพื่ออธิบายคุณลักษณะหรือข้อมูลเชิงอรรถาธิบายของข้อมูลเชิงพื้นที่นั้นๆ โดย Jeefoo (2018) ได้อธิบายว่าข้อมูลเชิงพื้นที่เป็นรูปลักษณะที่ปรากฏบนพื้นโลกเป็นส่วนเท่าที่มีและเท่าที่เห็น ส่วนข้อมูลเชิงอรรถาธิบายเป็นข้อมูลส่วนที่เพิ่มเติม ปรับปรุง และแก้ไขเท่าที่ต้องการของผู้จัดทำข้อมูลภูมิสารสนเทศ ดังนั้นในการผลิตแผนที่ดิจิทัลจะต้องอาศัยเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ ซึ่งต้องอาศัยทฤษฎีที่เกี่ยวข้องอื่นๆ ดังต่อไปนี้

การรับรู้ระยะไกล

การรับรู้ระยะไกล คือวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ได้มาซึ่งข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุหรือพื้นที่ที่ปรากฏบนผิวโลกจากเครื่องมือบันทึกข้อมูล โดยปราศจากการเข้าไปสัมผัสกับวัตถุเป้าหมาย และอาศัยพลังงานของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นสื่อกลาง (Suksabai and Nakhapakorn, 2014) โดยการจัดทำแผนที่จะต้องใช้เทคโนโลยีการรับรู้ระยะไกล คือ ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศและข้อมูลภาพถ่ายทางดาวเทียมซึ่งสามารถนำมาจัดทำแผนที่ที่มีรูปทรงและขนาดของพื้นที่ที่มีความถูกต้องสูงและใช้เวลาที่รวดเร็วมากขึ้นกว่าในอดีต (Jirakajohnkool, 2012) ในการศึกษาการรับรู้ระยะไกลจะต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับกับฐานของโลก (Geodesy) หรือพื้นผิวที่ใช้อ้างอิง ซึ่งการอ้างอิงตำแหน่งของจุดต่างๆ จึงใช้รูปทรงที่ห่อหุ้มด้วยผิวระดับที่ต่อเนื่องกัน โดย Yiengveerachon (2016) ได้อธิบายฐานโลกไว้ 3 ลักษณะคือ ฐานโลกทางกายภาพหรือภูมิประเทศจริง ฐานโลกจีโออยด์ (Geoid) และฐานโลกรูปทรงรีหรืออีลิปซอยด์ (Ellipsoid)

พื้นหลักฐานอ้างอิงและระบบพิกัด

การกำหนดตำแหน่งบนพื้นผิวโลกที่มีความถูกต้องนั้นจะต้องอาศัยพื้นหลักฐานอ้างอิง (Reference datum) ซึ่งเป็นระบบอ้างอิงการหาตำแหน่งบนฐานโลกดังกล่าว จากข้อมูลของ Royal Thai Survey Department (2015) ในส่วนของประเทศไทยนั้น ได้กำหนดให้ใช้พื้นหลักฐานท้องถิ่น (Local datum) ที่ชื่อว่าอินเดีย 1975 (Indian 1975 datum) แต่ใช้พื้นหลักฐานสากลที่ทำให้สามารถอ้างอิงได้ทั่วโลก เรียกว่า พื้นหลักฐาน World Geodetic System 1984 (WGS 84) ส่งผลให้การสำรวจในยุคปัจจุบันต้องปรับเปลี่ยนมาใช้พื้นหลักฐาน WGS 84 ดังนั้น ค่าพิกัดที่ได้จากอุปกรณ์ GPS ในพื้นที่ประเทศไทยจะเป็นค่าที่อ้างอิงบนพื้นหลักฐาน WGS 84

การอ้างอิงและบอกตำแหน่งบนโลกจะต้องอ้างอิงโดยอาศัยระบบพิกัด Kriangkraipetch and Liengwanpon (2016) อธิบายระบบพิกัดไว้ด้วยกัน 2 ระบบ คือ ระบบพิกัดภูมิศาสตร์หรือ GCS และอีกระบบ คือ พิกัดแบบกริด (Universal Transverse Mercator: UTM) โดยที่ระบบ GCS เป็นระบบพิกัดที่กำหนดตำแหน่งต่างๆ บนผิวโลก ด้วยวิธีการอ้างอิงละติจูด (Latitude) และลองจิจูด (Longitude) ส่วนระบบพิกัดแบบ กริดเป็นการอ้างอิงค่าพิกัดโดยอาศัยตารางกริดในการกำหนดตำแหน่งต่างๆ บนพื้นโลก ซึ่งพิกัดกริดจะบอกตัวเลขและตัวอักษรอ้างอิงที่ครอบคลุม เช่น 47N หมายถึงเลขกำกับพื้นที่ที่อยู่ในแนวตั้งที่ 47 และแนวนอนที่ N โดยประเทศไทยมีพื้นที่ครอบคลุม 2 โซนคือ โซน 47 และ 48 โดยการจัดทำแผนที่ในระบบคอมพิวเตอร์ในส่วนของผู้ใช้พื้นที่ในกรุงเทพมหานคร จะต้องกำหนดระบบพิกัดแผนที่โดยใช้พิกัดหลักฐานอ้างอิงแบบ WGS 84/UTM zone 47P (Yiengveerachon, 2016)

ระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก

Boochayan, Pahanich and Sartsin (2018) ได้ระบุไว้ว่า ระบบนำทางด้วยดาวเทียม (Global Navigation Satellite System: GNSS) คือ ระบบที่ใช้ระบบกำหนดตำแหน่งบนโลกโดยใช้ตัวรับสัญญาณเพื่อประมวลผลเชิงตำแหน่ง ณ จุดที่อุปกรณ์รับสัญญาณตั้งอยู่ ซึ่งปัจจุบันนี้ได้มีการพัฒนาระบบนำทางด้วยดาวเทียมขึ้นมาหลายระบบ เช่น GPS (ประเทศสหรัฐอเมริกา) GLONASS (ประเทศรัสเซีย) Galileo (สมาพันธ์ยุโรป) BeiDou (ประเทศจีน) QZSS (ประเทศญี่ปุ่น) เป็นต้น โดยคณะผู้วิจัยนี้ได้เลือกใช้ระบบกำหนดตำแหน่งบนโลกแบบ GPS เพราะสามารถเข้าถึงระบบได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย ซึ่ง GPS นำทางด้วยดาวเทียมจำนวน 24 ดวง ที่โคจรรอบโลกวันละ 2 รอบ เป็นผลทำให้สามารถนำข้อมูลการรับสัญญาณ GPS ไปคำนวณหาตำแหน่งและความสูงได้ตลอดเวลา 24 ชั่วโมงทุกแห่งบนโลก ในระดับความถูกต้องเป็นเซนติเมตรถึง 20 เมตร ขึ้นอยู่กับคุณภาพของเครื่องรับสัญญาณและวิธีการวัด (Mongkolkeha, 2007)

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

จากวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิชาภูมิศาสตร์ มีนักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายของคำว่าระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ยกตัวอย่างเช่น Jeefoo (2018) ได้ให้ความหมายของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ว่าเป็นเครื่องมือที่ใช้ระบบคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการนำเข้า จัดเก็บ จัดเตรียม ดัดแปลง แก้ไข วิเคราะห์ และแสดงผลข้อมูลเชิงพื้นที่ตามวัตถุประสงค์ต่างๆ ที่กำหนดไว้ ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ยังหมายถึงกลุ่มของระบบสารสนเทศกลุ่มหนึ่ง ที่มีความแตกต่างจากระบบสารสนเทศอื่นๆ โดยที่องค์ประกอบที่เป็นปัจจัยสำคัญที่ชี้ให้เห็นถึงความแตกต่าง คือ ข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กับการอ้างอิงตำแหน่งบนโลกที่เรียกว่าข้อมูลเชิงพื้นที่ ฉะนั้นระบบสารสนเทศจะเกี่ยวข้องกับการพัฒนาความรู้ในแขนงสาขาต่างๆ ที่เกี่ยวกับข้อมูลเชิงพื้นที่ทั้งสิ้น (Maneeekhat, 1997 cited in Thitisawan, 2001) ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จึงเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ โดยข้อมูลลักษณะต่างๆ ในพื้นที่ที่สนใจจะถูกนำมาจัดให้อยู่ในรูปแบบที่มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกัน ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ คือ ระบบสารสนเทศรูปแบบหนึ่ง ที่ข้อมูลมีความสัมพันธ์กับการอ้างอิงตำแหน่งบนโลก ใช้เก็บข้อมูลในลักษณะเฉพาะเรื่อง เพื่อนำเอาข้อมูลเหล่านั้นมาวิเคราะห์ประมวลผลร่วมกัน เพื่อหาคำตอบเกี่ยวกับข้อมูลเชิงพื้นที่ และสามารถแสดงผลหลากหลายรูปแบบ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือสำหรับการวางแผนพัฒนาพื้นที่ต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยเริ่มจากการจัดเตรียมอุปกรณ์เครื่องมือ การเก็บข้อมูลทั้งข้อมูลเชิงบรรยายและการถ่ายภาพเพื่อให้ได้ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ จากนั้นจึงนำข้อมูลดังกล่าวไปวิเคราะห์สร้างแผนที่ดิจิทัล และเปรียบเทียบข้อมูลเชิงพื้นที่ของแผนที่ดิจิทัลกับแอปพลิเคชันแผนที่ Google maps และ Google earth

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

งานวิจัยครั้งนี้อาศัยอุปกรณ์และเครื่องมือที่มีใช้งานอยู่แล้วในหน่วยงาน รวมถึงการใช้งานฟรีซอฟต์แวร์ในการดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. อากาศยานไร้คนขับยี่ห้อ DJI Phantom 4 Pro ที่มีรายละเอียดอุปกรณ์ของระบบการถ่ายภาพดังนี้ คือ เซนเซอร์ขนาด 1" CMOS (12.8 x 9.6mm) เลนส์แบบ FOV 84°, 8.8mm/24mm (35mm format equivalent) และให้ความละเอียดภาพสูงสุด 16:9 Aspect Ratio: 5472x3078 pixel
2. อุปกรณ์รับวัดค่าพิกัดดาวเทียม GNSS ยี่ห้อ KQGEO รุ่น M8 Pro
3. ซอฟต์แวร์และแพลตฟอร์ม Drone deploy (Free trial version) และซอฟต์แวร์ QGIS

การรวบรวมข้อมูล

การรวบรวมข้อมูลสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ การรวบรวมข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศโดยใช้อากาศยานไร้คนขับ และการรวบรวมข้อมูลเชิงบรรยายสำหรับเพื่อใช้สร้างเป็นฐานข้อมูลในแผนที่ดิจิทัล

1. การเตรียมการถ่ายภาพทางอากาศ เป็นการรวบรวมข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศโดยใช้อากาศยานไร้คนขับนั้นมีความจำเป็นอย่างยิ่งเพื่อการได้มาของแผนที่ฐานที่มีความละเอียดสูง

1.1 การเตรียมจุดควบคุมพิกัดอ้างอิง เป็นการกำหนดจุดควบคุมพิกัดอ้างอิง (Ground Control Point: GCP) โดยทำการกำหนดจุดเป้าที่วางบนพื้นที่ที่จะทำการถ่ายภาพจากอากาศยานไร้คนขับ จุดควบคุมพิกัดอ้างอิงเป็นสิ่งที่บ่งชี้ตำแหน่งของพิกัดบนภาพถ่ายที่อ้างอิงกับพิกัดของพื้นหลักฐาน ดังนั้นจุดดังกล่าวจำเป็นต้องเด่นชัดเพื่อจะจะได้บนภาพ อาจใช้เป้าที่ประดิษฐ์ขึ้นเองหรือเป่าตามภูมิประเทศก็ได้ (Lilitwarangkul, 2005) คณะผู้วิจัยจึงเลือกใช้แผ่นเป้าที่มีสีเด่นชัดและมีเครื่องหมายกากบาทตรงกลางเพื่อใช้เป็นจุดควบคุมพิกัดอ้างอิง ดังแสดงตามภาพที่ 2



ภาพที่ 2 เตรียมเป็นจุดควบคุมพิกัดอ้างอิงบนพื้น

ปัญญา เชี่ยวชาญ เบิกบาน คุณธรรม

Intellectual, Professional, Cheerfulness, Morality

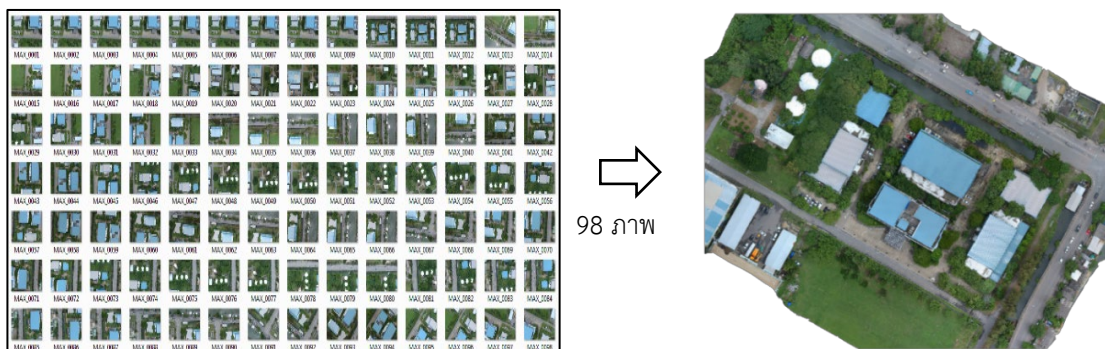
1.2 การกำหนดแผนการบิน จะต้องคำนึงถึงค่า GSD ที่ต่ำที่สุดถึงในระดับเซนติเมตร เพื่อให้ได้ภาพถ่ายทางอากาศที่มีความละเอียดเชิงพื้นที่สูง เพื่อการแยกแยะวัตถุต่างๆ บนพื้นโลกได้ดีในขั้นตอนการผลิตแผนที่ดิจิทัล และเมื่อสามารถกำหนดระยะความสูงของการบินที่ให้ค่า GSD ตามที่ต้องการแล้ว คณะผู้วิจัยได้ใช้ซอฟต์แวร์ Drone deploy สำหรับการวางแผนการบิน

2. การเตรียมข้อมูลเชิงบรรณานุกรม ซึ่งคณะผู้วิจัยทำการเตรียมข้อมูลเพื่อนำมาทำเป็นตารางฐานข้อมูลของแปลงสำรวจในแผนที่ดิจิทัล เช่น ข้อมูลของอาคารสถานที่ ข้อมูลถนน และข้อมูลพื้นที่จอดรถ โดยข้อมูลที่ถูกจัดเรียงเป็นหมวดหมู่แล้วนี้ถูกนำไปออกแบบเป็นฐานข้อมูลแบบเอ็กเซล (Excel) ในระบบคอมพิวเตอร์ และจะถูกนำไปใช้เป็นฐานข้อมูลของแปลงสำรวจในแผนที่ดิจิทัลต่อไป

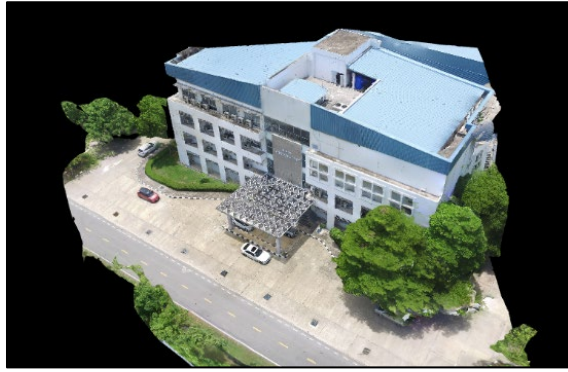
การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยนี้ได้ใช้แพลตฟอร์ม Drone deploy และซอฟต์แวร์ QGIS เป็นเครื่องมือในการจัดการข้อมูล GIS ซึ่งขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอนดังนี้

1. การประมวลผลภาพถ่ายทางอากาศ ขั้นตอนนี้เป็นการประมวลผลภาพโดยนำไปผ่านกระบวนการปรับแก้ภาพ (Orthorectification) รวมถึงตำแหน่งของจุดภาพ (Lilitwarangkul, 2005) และกระบวนการนำภาพถ่ายทางอากาศประกอบซ้อนเข้าด้วยกันเป็นภาพถ่ายออร์โธ (Orthomosaic) ดังแสดงตามภาพที่ 3 โดยใช้การประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ (Cloud processing) ของแพลตฟอร์ม Drone deploy ซึ่งเป็นการใช้งานโดยใช้ทรัพยากรคอมพิวเตอร์ร่วมกัน ทำให้เกิดการทำงานแบบขนานได้ตามความต้องการ (Huapai and Banditwattanawong, 2017) โดยการประมวลผลผ่านแพลตฟอร์ม Drone deploy นั้น ทำให้ได้ภาพจำลองสามมิติ (3D model) ดังแสดงตามภาพที่ 4

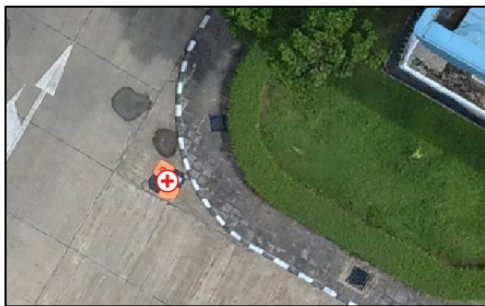


ภาพที่ 3 ภาพถ่ายออร์โธ



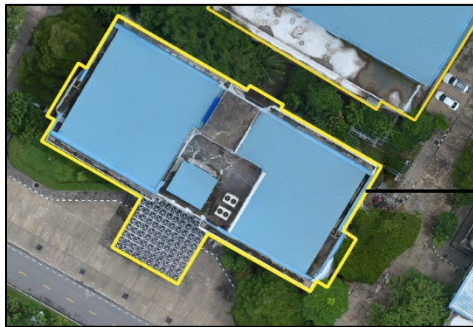
ภาพที่ 4 ภาพจำลองสามมิติ

2. กำหนดค่าพิกัดอ้างอิงทางภูมิศาสตร์ เป็นการทำให้ภาพถ่ายออร์โธที่ยังไม่มีค่าพิกัดเป็นภาพถ่ายออร์โธที่มีพิกัดบนพื้นโลก โดยการนำภาพออร์โธไปยึดตรึงกับจุดที่ทราบพิกัดจริงซึ่งก็คือจุด GCPs หรือเรียกว่าการทำ Georeferencing โดยภาพถ่ายออร์โธที่ผ่านการกำหนดค่าพิกัดอ้างอิงทางภูมิศาสตร์แล้วก็คือแผนที่ภาพถ่ายออร์โธ (Ortho map) ดังแสดงตามภาพที่ 5 ซึ่งต่อไปจะนำไปเป็นแบบพิมพ์เขียวเพื่อทำการสร้างแปลงสำรวจต่างๆ



ภาพที่ 5 แผนที่ภาพถ่ายออร์โธ

3. การนำเข้าข้อมูลปริภูมิจะกระทำโดยวิธีการดิจิทัล (Digitizing) ในซอฟต์แวร์ QGIS โดยการสร้างแปลงสำรวจขึ้นมาใหม่ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลแบบเวกเตอร์ (Vector) คือ จุด เส้น และพื้นที่ปิด โดยคณะผู้วิจัยได้ทำการดิจิทัลแปลงสำรวจตามสิ่งที่ปรากฏบนพื้นโลก และสร้างฐานข้อมูลอรรถาธิบายที่เชื่อมโยงกับแปลงสำรวจในรูปแบบของตารางคุณสมบัติที่แสดงถึงข้อมูลคุณสมบัติเฉพาะตัวของแปลงสำรวจนั้น ดังแสดงตามภาพที่ 6



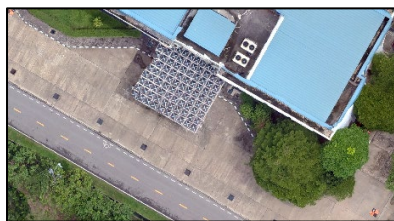
(ก) ข้อมูลแบบเวกเตอร์ของอาคาร

ID	BName	ConDate	RoomID	RoomFcn	RoomAre	Floor
1	41 อาคารวิศวกรรม...	2548	อวส.๔๑๑	ห้องว่าง	36.0000	4
2	42 อาคารวิศวกรรม...	2548	อวส.๔๑๒	ห้องสัมมนา ๓...	72.0000	4
3	43 อาคารวิศวกรรม...	2548	อวส.๔๑๓	ห้องว่าง	72.0000	4
4	44 อาคารวิศวกรรม...	2548	อวส.๔๑๔	ห้องศึกษาวิจัย ส...	36.0000	4
5	45 อาคารวิศวกรรม...	2548	อวส.๔๑๕	ห้องศึกษาวิจัย ส...	36.0000	4
6	46 อาคารวิศวกรรม...	2548	อวส.๔๑๖	ห้องเก็บของ	7.2150	4
7	47 อาคารวิศวกรรม...	2548	อวส.๔๑๗	ห้องรวมคน	22.5000	4
8	48 อาคารวิศวกรรม...	2548	อวส.๔๑๘	ห้องประชุม	16.6000	4
9	49 อาคารวิศวกรรม...	2548	อวส.๔๑๙	ห้องประชุม	7.2150	4
10	32 อาคารวิศวกรรม...	2548	อวส.๓๐๑	ห้องเรียน ภาส. อ...	72.0000	3
11	33 อาคารวิศวกรรม...	2548	อวส.๓๐๒	ห้องเรียน	72.0000	3
12	34 อาคารวิศวกรรม...	2548	อวส.๓๐๓	ห้องว่าง	8.6025	3
13	35 อาคารวิศวกรรม...	2548	อวส.๓๐๔	ห้องศึกษา ภาส...	36.0000	3
14	36 อาคารวิศวกรรม...	2548	อวส.๓๐๕	ห้องศึกษา ภาส...	72.0000	3
15	37 อาคารวิศวกรรม...	2548	อวส.๓๐๖	ห้องเก็บของ	7.2150	3
16	38 อาคารวิศวกรรม...	2548	อวส.๓๐๗	ห้องประชุม	22.5000	3
17	39 อาคารวิศวกรรม...	2548	อวส.๓๐๘	ห้องประชุม	16.6000	3
18	40 อาคารวิศวกรรม...	2548	อวส.๓๐๙	ห้องประชุม	7.8400	3

(ข) ตารางข้อมูลเชิงบรรณานุกรมของอาคาร

ภาพที่ 6 การแสดงข้อมูลบรรณานุกรมของพื้นที่บนแผนที่ดิจิทัล

4. การเปรียบเทียบข้อมูลเชิงพื้นที่ระหว่างแผนที่ดิจิทัลที่สร้างขึ้นในงานวิจัยนี้กับแอปพลิเคชันแผนที่ Google maps และ Google earth ของพื้นที่การศึกษาที่มาตราส่วน 1 : 1,000 ดังแสดงตามภาพที่ 7



(ก) แผนที่ดิจิทัล



(ข) แผนที่ Google maps



(ค) แผนที่ Google earth

ภาพที่ 7 เปรียบเทียบแผนที่ดิจิทัลและแผนที่จากแอปพลิเคชัน Google maps และ Google earth

ผลการวิจัย

จากการประยุกต์ใช้อากาศยานไร้คนขับร่วมกับเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศเพื่อสร้างแผนที่ดิจิทัล คณะผู้วิจัย คำนวณค่า GSD โดยใช้สมการคณิตศาสตร์ที่ (1) และ (2) โดยใช้ระยะการบินความสูงที่ 45 เมตร (สูงกว่าอาคารที่สูงที่สุดอีกระยะ 10 เมตร ด้วยเหตุผลทางด้านความปลอดภัย) และใช้พารามิเตอร์ต่างๆ ของอุปกรณ์การรับรู้ระยะไกลของอากาศยานไร้คนขับ โดยได้ผล GSD เท่ากับ 1.2 เซนติเมตร และผลจากการกำหนดค่าพิกัดอ้างอิงทางภูมิศาสตร์ตามจุด GCPs บนภาพถ่ายออร์โธโดยใช้ซอฟต์แวร์ QGIS ทำให้ได้ภาพแผนที่ภาพถ่ายออร์โธที่มีพิกัดตรงกับพื้นโลกที่ใช้หลักพื้นฐานอ้างอิง WGS 84 นอกจากนี้การสร้างแผนที่ดิจิทัลด้วยซอฟต์แวร์ QGIS โดยใช้ข้อมูลภาพแผนที่ภาพถ่ายออร์โธหรือแผนที่ฐานนั้น กระทำโดยการนำเข้าข้อมูลปริภูมิด้วยวิธีการสร้างแปลงสำรวจตามสิ่งที่ปรากฏบนพื้นที่ฐาน และนำเข้าฐานข้อมูลเชิงบรรณานุกรมมาเชื่อมโยงกับแปลงสำรวจต่างๆ โดยสามารถนำข้อมูลดังกล่าวมาดัดแปลง แก้ไข วิเคราะห์ทั้งเชิงสถานที่ เส้นทาง สำรวจแบบมุ่งเน้นรายละเอียด แบบจำลองสถานการณ์ (What if) และแสดงผลตามวัตถุประสงค์ต่างๆ ที่ต้องการ ทั้งภาพถ่ายแผนที่ทางอากาศจากอากาศยานไร้คนขับยังสามารถ

แสดงผลในรูปแบบจำลองพื้นที่เป็นสามมิติ ซึ่งแตกต่างจากแอปพลิเคชัน Google maps และ Google earth ที่เน้นการสืบค้นตำแหน่งของสถานที่และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเส้นทางเท่านั้น

อภิปรายผล

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแผนที่ดิจิทัลโดยใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ และเปรียบเทียบคุณสมบัติของแผนที่ดิจิทัลกับแอปพลิเคชันแผนที่ Google maps และ Google earth ซึ่งงานวิจัยครั้งนี้ได้ประยุกต์ใช้อากาศยานไร้คนขับขนาดเล็กถ่ายภาพทางอากาศแทนการใช้ภาพถ่ายจากอากาศยานหรือจากดาวเทียม และเน้นการใช้ซอฟต์แวร์ในการดำเนินการวิจัย ทำให้ใช้ต้นทุนในการทำวิจัยที่ต่ำกว่าการใช้อากาศยานขนาดใหญ่หรือดาวเทียม ซึ่งสอดคล้องกับ Matese et al. (2015) ที่ทำการวิเคราะห์ต้นทุนการทำแผนที่โดยเปรียบเทียบระหว่างการใช้ภาพถ่ายดาวเทียม ภาพถ่ายทางอากาศยาน และภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับ

โดยผลที่ได้จากงานวิจัยครั้งนี้คือแผนที่ดิจิทัลที่มีความละเอียดเชิงพื้นที่สูงกว่าแอปพลิเคชัน Google maps และ Google earth ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Semuagngam (2018) ที่ใช้อากาศยานไร้คนขับขนาดเล็กในการเก็บข้อมูลเพื่อการวางแผนและผังพัฒนาพื้นที่ในจังหวัดนครราชสีมา แต่แผนที่ดิจิทัลที่ได้จากงานวิจัยนี้แตกต่างจาก Semuagngam (2018) คือ สามารถจัดการข้อมูลเชิงอรรถาธิบายที่แนบเป็นคุณสมบัติของสิ่งที่ปรากฏบนแผนที่ด้วย ทั้งยังสามารถใช้แผนที่ในระบบ GIS สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่และแสดงผลทั้งในรูปแบบตัวเลขและกราฟิกแผนที่

ข้อเสนอแนะ

การผลิตแผนที่ดิจิทัลในงานวิจัยนี้ประกอบไปด้วย 3 กระบวนการที่สำคัญ คือ การใช้อากาศยานไร้คนขับเก็บข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ ต่อมาคือกระบวนการกำหนดพิกัดภูมิศาสตร์อ้างอิงที่ทำให้ภาพออร์โธกลายเป็นแผนที่ภาพออร์โธหรือแผนที่ฐาน และกระบวนการสุดท้ายคือการผลิตแผนที่ดิจิทัลโดยการสร้างแปลงสำรวจต่างๆ ที่เกิดจากการดิจิทัลแปลงบนแผนที่ฐาน ซึ่งข้อมูลของแปลงสำรวจเป็นข้อมูลประเภทเวกเตอร์ที่สามารถเชื่อมโยงกับข้อมูลเชิงอรรถาธิบายที่บ่งบอกคุณลักษณะของแปลงสำรวจบนแผนที่ฐาน แผนที่ดิจิทัลที่พัฒนามีรายละเอียดเชิงพื้นที่สูงและมีความแม่นยำตามพิกัดภูมิศาสตร์ โดยผู้ใช้งานแผนที่สามารถใช้งานได้หลากหลายจุดมุ่งหมายนอกเหนือจากการใช้งานแอปพลิเคชันแผนที่ Google maps หรือ Google earth เช่น งานการสำรวจ โดยวัดระยะทางระหว่างจุดใดๆ ของแปลงสำรวจตามพิกัดภูมิศาสตร์บนพื้นโลกจริง หรือการหาพื้นที่รูปเรขาคณิตของสิ่งต่างๆ ที่ปรากฏในแผนที่ และผลจากการทดสอบข้อมูลเชิงอรรถาธิบายที่เชื่อมโยงเป็นคุณสมบัติของแปลงสำรวจใดๆ นั้น จะทำให้ผู้ใช้งานแผนที่สามารถทำการวิเคราะห์หรือสืบค้นข้อมูลเชิงพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

แม้แผนที่ดิจิทัลที่สร้างขึ้นในงานวิจัยนี้จะมีคุณสมบัติทั้งเรื่องความละเอียดของข้อมูลเชิงพื้นที่และความสามารถในการจัดการข้อมูลดังกล่าว การแสดงผลและการจัดการข้อมูลยังมีความจำเป็นต้องใช้ซอฟต์แวร์ QGIS ดังนั้นจึงเสนอแนะให้งานวิจัยต่อยอดในด้านการพัฒนาแผนที่ดิจิทัลที่สามารถใช้งานได้ในแพลตฟอร์มที่ง่ายต่อผู้ใช้งานมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- Boochayan, A., Pahanich, W., and Sartsin, P. (2018). Geo-information technology and geo-literacy. *Humanities and Social Sciences Surindra Rajabhat University Journal*, 20(2), 385-397. (in Thai)
- Boonlua, T. (2014). The adaptive use of Unmanned Aerial Vehicle in aerial photography for urban design: a case study of Mahasarakham University, Khamreing Campus. *Academic Journal of Architecture*, 63, 55-68. (in Thai)
- Huapai, S., and Banditwattanawong, T. (2017). The use of ontological engineering principle to develop a knowledge base for interoperability of multi-cloud computing platforms. *Sripatum Review of Science and Technology*, 9, 45-56. (in Thai)
- Jeefoo, P. (2018). *Application development for web-based GIS*. Bangkok: Chulalongkorn University. (in Thai)
- Jirakajohnkool, S. (2012). *ArcGIS 10.1 for desktop*. Nonthaburi: A.P. Graphic design & Printing Ltd. (in Thai)
- Kriangkraipetch, S., and Liengwanpon, C. (2016). *Geographic Techniques*. Bangkok: Darnsutha Press Ltd. (in Thai)
- Lilitwarangkul, T. (2005). Digital photogrammetry surveying technique. *Thaksin University Journal*, 8(1), 69-73. (in Thai)
- Matese, A., Toscano, P., Gennaro, S. F. D., Genesio, L., Vaccari, F. P., Primicerio, J. *et al* (2015). Intercomparison of UAV, aircraft and satellite remote sensing platforms for precision viticulture. *Remote Sensing*, 7, 2971-2990.
- Mongkolkeha, O. (2007). Global positioning system (GPS) towards global innovations of IT era. *Advanced Sciences Journal*, 7(2), 6-18. (in Thai)
- National Resources Canada. (2016). *Concepts of aerial photography*. [Online]. Retrieved 23 June 2019, from: <https://www.nrcan.gc.ca/earth-sciences/geomatics/>
- Phrommas, R. (2016). Aerial photography: an alternative endorsement of brand advertising. Research and Innovation and National Development. *The Proceedings of the 12th Naresuan Research Conference*, 21-22 July 2016 at Naresuan University, 2094-2105. (in Thai)
- Royal Thai Survey Department, Royal Thai Armed Force Headquarters. (2015). *The evolution of surveying in Thailand from the past to the present*. [Online]. Retrieved 9 July 2019, from: <https://www.rtsd.mi.th/main/2015> (in Thai)
- Stensaas, G.L. (2007). *U.S. Geological survey digital aerial mapping camera certification and quality assurance plan for digital imagery*. In: Fritsch, D (ed) *Photogrammetric week '07*. Wichmann, Heidelberg, 107-116.

- Suksabai, K., and Nakhapakorn, K. (2014). Fire detection using LANDSAT thermal data: in Saiyok district, Kanchanaburi province, Thailand. *Thai Science and Technology Journal*, 22(4), 462-473. (in Thai)
- Thitisawan, V. (2001). *The application of a geographic information system to carbonate rock resources management, Ratchaburi province*. Thesis of the Degree of Master of Science in Technology of Environmental Management. Nakhon Pathom: Mahidol University. (in Thai)
- Semuagngam, A. (2018). Using sUAV for data collection in planning: a case study of Jompol road, Nakhon Ratchasima. *RMUTI Journal Science and Technology*, 11(2), 25-39. (in Thai)
- Thongtip, U. (2012). *Geographic information system for a local study*. Bangkok: Phranakhon Rajabhat University. (in Thai)
- Wingtra. (2019). *How ground sample distance (GSD) relates to accuracy and drone ROI*. [Online]. Retrieved 28 July 2019, from: <https://wingtra.com/how-ground-sample-distance-gsd-relates-to-accuracy-and-drone-roi/>
- Yiengveerachon, V. (2016). *Surveying: theory and applications*. 8th ed. Bangkok: Chulalongkorn University. (in Thai)