เครื่องมือทางภูมิศาสตร์และภูมิสารสนเทศ

ในส่วนนี้เป็นกระบวนการการศึกษาและทบทวนเอกสาร วรรณกรรม บทความ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้เกิดความเข้าใจ และเล็งเห็นถึงความสำคัญ ตลอดจนรับรู้ถึงหลักการที่เกี่ยวข้องกับเครื่องมือทางภูมิศาสตร์และภูมิสารสนเทศ ซึ่งผู้เขียนได้ทำการศึกษาและรวบรวมจากหลักการ และแนวคิดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และมีความสอดคล้องกับการดำเนินงาน และในการดำเนินโครงการ ฯ นี้คณะดำเนินงานได้ใช้แนวคิดการจัดทำแผนที่ด้วยอากาศยานไร้คนขับ (UAV), แนวคิดการรังวัดภาพถ่ายทางอากาศ (UAV Photogrammetry), แนวคิดระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS), แนวคิดการสำรวจระยะไกล (Remote Sensing), การหาค่าดัชนีวัดความอุดมสมบูรณ์ของพืชพรรณ (NDVI) และการวิเคราะห์ทรงพุ่ม,การสำรวจด้วยระบบกำหนดตำแหน่งบนผิวโลก (GPS), การทำแผนที่ (Cartography), แนวคิดการถ่ายภาพนิ่งและเคลื่อนไหว และแนวความคิดการสร้างเว็บไซต์ (Web Site) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 แนวคิดการจัดทำแผนที่ด้วยอากาศยานไร้คนขับ (UAV)

อากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicle: UAV) หรือโดรน (Drone) เป็นเครื่องมือชนิดหนึ่งที่มีลักษณะคล้ายเครื่องบินหรือหุ่นยนต์ขนาดเล็กด้วยความสามารถที่บินได้ ทำให้มีผู้นำโดรนไปใช้ในกิจกรรมอย่างหลากหลาย เช่น ในวงการภาพยนตร์ ท่องเที่ยวรวมถึงงานด้านวิศวกรรมที่ต้องการถ่ายภาพในมุมสูง หรือตำแหน่งที่คนไม่สามารถไปได้ ซึ่งในปัจจุบันอากาศยานไร้คนขับกลายมาเป็นอุปกรณ์สำคัญ และถูกใช้งานอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะการทำสำรวจ ถ่ายภาพ เพื่อทำแผนที่ การควบคุมอากาศยานไร้คนขับ ซึ่งมีอยู่ 2 ลักษณะ คือการควบคุมการบังคับด้วยสัญญาณวิทยุจากระยะไกล และการควบคุมแบบอัตโนมัติด้วยสัญญาณวิทยุผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อกับระบบอากาศยานไร้คนขับ ประเภทอากาศยานไร้คนขับโดยปกติที่นิยมใช้โดยทั่วไปสามารถจำแนกได้ 3 ประเภท ดังนี้

- ประเภทแบบหลายใบพัด (Multi Rotor) อากาศยานไร้คนขับที่ขึ้นลงแนวดิ่งอาศัยการหมุนของใบพัดในการขึ้นลง และขับเคลื่อนไปในทิศทางต่าง ๆ ซึ่งมีใบพัดจำนวนตั้งแต่ 3, 4, 6 และ 8 ใบพัด โดยทั่วไปใช้ระยะเวลาการบินประมาณ 10-20 นาที ซึ่งเป็นประเภทที่พบเห็นบ่อยมากที่สุด มีลักษณะเคลื่อนตัวได้รวดเร็วและคล่องแคล่ว ไม่ต้องใช้รันเวย์ในการบิน แต่มีข้อเสียคือขีดความเร็วของการบินน้อยกว่าประเภทอื่น ๆ จึงทำให้บินได้ช้ากว่า
- ประเภทปีกคงที่ (Fixed Wing) เป็นอากาศยานไร้คนขับที่มีลักษณะคล้ายกับเครื่องบินทั่วไป ใช้ระยะเวลาในการบินประมาณ 30-60 นาที สามารถบินครอบคลุมพื้นที่ได้มากกว่าโดรนแบบปีกหมุน และในขณะลงจอดต้องใช้พื้นที่โล่งกว้างพอสมควร จึงต้องมีรันเวย์ รูปร่างง่ายต่อการบำรุงรักษาและซ่อมแซมมากกว่าประเภทหลายใบพัด

- ประเภทผสาน (Hybrid model) เป็นอากาศยานไร้คนขับที่ผสานกันระหว่างอากาศยานไร้คนขับประเภทปีกคงที่ และประเภทหลายใบพัด ซึ่งนำจุดเด่นของทั้ง 2 รูปแบบเข้าไว้ด้วยกัน ทำให้บินได้ไกลและมีประสิทธิภาพสูง และไม่จำเป็นต้องใช้รันเวย์สำหรับขึ้นบิน ทำให้สามารถขึ้นลงในแนวดิ่งได้ แต่ในด้านการใช้งานยังมีน้อย และราคาค่อนข้างสูง

(a)

(b)

(c)

ภาพที่ 2.1 *ลักษณะของอากาศยานไร้คนขับ*
(a) ประเภทแบบหลายใบพัด (b) ประเภทปีกคงที่ (c) ประเภทผสาน

การจัดทำแผนที่ด้วยอากาศยานไร้คนขับ นั้นในการดำเนินงานครั้งนี้ คณะดำเนินงานได้ใช้หลักการทางโฟโตแกรมเมตรีที่ใช้ในการแก้ไขการบิดเบี้ยวของภาพถ่ายทางอากาศ (UAV Photogrammetry)ประกอบด้วย 4 ส่วนหลัก ดังนี้

1.ตัวอากาศยาน (platform)

2.ระบบควบคุมการบินอัตโนมัติ (autopilot)

3.ระบบบันทึกภาพ (sensor)

4.ซอฟต์แวร์ประมวลผล

โดยระบบควบคุมการบินอัตโนมัติถือเป็นส่วนสำคัญที่สุด ซึ่งประกอบด้วย หน่วยประมวลผล ระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก (GPS) และ IMU (Inertial Measurement Unit) เนื่องจากในการควบคุมการบินต้องมีระบบวิทยุควบคุมระยะไกลระหว่างสถานีฐานและตัวอากาศยาน จึงต้องมีระบบโปรแกรมวางแผนการบินสำหรับการ

ถ่ายภาพให้เป็นไปตามข้อกำหนดการถ่ายตามที่ต้องการ อย่างเช่น ส่วนซ้อนและส่วนเกยของภาพถ่ายโดยการกำหนดวิธีการบินถ่ายภาพ จะใช้ข้อมูลตำแหน่งพิกัดที่ได้จากการวางแผนการบินเป็นตัวกำหนดการบินของอากาศยานไร้คนขับและการถ่ายภาพของระบบบันทึกภาพด้วยวิธีการกำหนดช่วงเวลาถ่ายภาพ หรือสั่งถ่ายภาพด้วยคำสั่งจากระบบควบคุมการบินอัตโนมัติเมื่อถึงตำแหน่งพิกัดที่ต้องถ่ายภาพพร้อมทั้งมีการบันทึกตำแหน่งพิกัดและค่าความเอียงของภาพแต่ละภาพที่ทำการถ่ายผลผลิตของการสำรวจด้วยภาพถ่ายอากาศยานไร้นักบินผลผลิตที่ได้จากการสำรวจด้วยภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับประกอบด้วย 3 ลักษณะ คือ แผนที่ภาพถ่าย (Orthophoto) กลุ่มข้อมูลจุดพิกัด 3 มิติ (Point Cloud) และแบบจำลอง 3 มิติ (3D model)

2.2 แนวคิดการรังวัดภาพถ่ายทางอากาศ (UAV Photogrammetry)

หลักการทำงานของการรังวัดด้วยภาพถ่ายทางอากาศ หรือ UAV Photogrammetry มีลักษณะการดำเนินงานดังต่อไปนี้

การรังวัดด้วยภาพ เป็นการวัดโดยการใช้สื่อกลางเป็นการวัด เช่น อาคาร สถานที่ อาณาเขต ภูมิประเทศ จากนั้นทำการจำลองแบบตามหลักการฉายแสงด้วยวิธีทางกลไก เชิงทัศน์ หรือเชิงคณิตศาสตร์ ทำให้สามารถทำการจำลองสถานการณ์เหมือนขณะที่บันทึกภาพได้ ซึ่งอาศัยการทำงานจากภาพถ่ายทางอากาศ ซึ่งได้มาจากอาศยาน สามารถนำมาใช้กันได้โดยทั่วไป สามารถจำแนกลักษณะของภาพถ่ายได้จากมุมกล้องที่ทำการถ่ายแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้ ภาพถ่ายแนวดิ่ง (Vertical) เป็นภาพที่กล้องถ่ายรูปถ่ายภาพลงมาตรงพื้นที่เป้าหมาย โดยในภาพถ่ายแนวดิ่งนั้น มีความผิดพลาดที่ยอมรับได้ ±3องศา จากแนวดิ่งซึ่งตั้งฉากกับพื้นผิวโลกจากแกนของกล้องถ่ายภาพ โดยส่วนใหญ่นั้นภาพถ่ายแนวดิ่งจะครอบคลุมพื้นที่ขนาดเล็ก จะมีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสหรือสี่เหลี่ยมผืนผ้าระยะและทิศทางอาจจะถูกต้องใกล้เคียงกับแผนที่ นอกจากนี้ยังมีภาพถ่ายอีกอีกชนิดหนึ่งคือภาพถ่ายทางเฉียง ยังสามารถแบ่งออกได้อีก 2 ประเภท ดังนี้

ภาพถ่ายเฉียงต่ำ (LOW OBLIQUE) เป็นภาพถ่ายซึ่งกล้องทำมุมประมาณ 30 องศากับแนวดิ่งเพื่อเพิ่มเติมรายละเอียดให้กับแผนที่ ภาพถ่ายเฉียงต่ำครอบคลุมพื้นที่ได้ขนาดเล็กพื้นที่ที่ครอบคลุมได้มีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู แม้ว่าภาพถ่ายจะเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสหรือสี่เหลี่ยมผืนผ้า ภาพที่ได้จะมีลักษณะเหมือนกับภาพที่มองเห็นจากยอดเขาหรือตึกสูง ๆ มาตราส่วนจะไม่คงที่ตลอดทั้งภาพถ่ายส่งผลให้ไม่สามารถใช้ในการวัดระยะภายในภาพ อีกทั้งยังมีมุมกล้องที่ไม่ขนาดกับพื้นดินในระหว่างการถ่ายภาพถ่าย ดังนั้นจึงส่งผลให้ไม่สามารถวัดทิศทางได้ภายในภาพได้

ภาพถ่ายเฉียงสูง (HIGH OBLIQUE) เป็นภาพถ่ายที่แกนกล้องทำมุม 60 องศากับแนวดิ่ง ลักษณะเด่นของภาพถ่ายชนิดนี้คือครอบคลุมพื้นที่ได้กว้างขวาง พื้นที่ที่ภาพถ่ายครอบคลุมมีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมูแต่ภาพถ่ายจะเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสหรือสี่เหลี่ยมผืนผ้าไม่สามารถวัดระยะและทิศทางจาก ภาพถ่ายได้ซึ่งมีเหตุผลเช่นเดียวกับภาพถ่ายเฉียงต่ำและภาพเฉียงสูง สามารถอธิบายได้ดังภาพ

(a) (b)

(c)

ภาพที่ 2.2 *ประเภทของภาพถ่ายทางอากาศจำแนกตามลักษณะของแกนกล้องถ่ายภาพ*

(a) ภาพถ่ายแนวดิ่ง (b) ภาพถ่ายเฉียงต่ำ (c) ภาพถ่ายเฉียงสูง

ในการสำรวจทำแผนที่ด้วยภาพถ่ายทางอากาศนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีการการวางแผนการบิน ซึ่งการสำรวจด้วยภาพถ่ายทางอากาศเป็นการนำเทคโนโลยีการถ่ายภาพและเทคโนโลยีของอากาศยานไร้คนขับ หรือ UAV (Unmanned Aerial Vehicle) ซึ่งเป็นการควบคุมจากระยะไกล ควบคู่ไปกับการสำรวจทางพื้นดินสำหรับสร้างแผนที่บริเวณที่ศึกษา ดังนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเก็บข้อมูลรายละเอียดภาคพื้นดิน เพื่อนำมาสร้างเป็นแผนที่จากภาพถ่ายทางอากาศ ทั้งในมุมมอง 2 มิติ และมุมมองแบบ 3 มิติได้ ดังนั้นจึงมีขั้นตอนการวางแผนการบิน เพื่อลดข้อผิดพลาดในการบิน และเป็นการประหยัดเวลาในการทำงาน มี 5 ขั้นตอนดังนี้

1. ต้องไปตามกฎข้อตกลงหรือพื้นที่ที่มีการควบคุมให้เป็นไปตามกฎหมายการสำรวจภาคสนามรวมถึงการได้รับอนุญาตให้สำรวจในพื้นที่เขตคุ้มครองหรือทรัพย์สินส่วนบุคคล และข้อกำหนดเฉพาะสำหรับพื้นที่นั้น

2. กำหนดจุดพื้นที่ขึ้น-ลง ให้มีความเหมาะสมและปลอดภัยต่อโดรน ทำการสำรวจเส้นทางการบิน วางแผนการบิน ประเมินอุปสรรคและสิ่งกีดขวาง

3. ทำการลงภาคสนามเพื่อหาจุดที่จะต้องทำ (GCPs) หรือจุดกระจายตัวควบคุมภาคพื้นดิน เพื่อความถูกต้องในการทำแผนที่ ควรจะกระจายอยู่ทั่วพื้นที่ที่จะทำการศึกษาเพื่อความแม่นยำของภาพ คุณลักษณะที่สำคัญต่อการทำงานก่อนการบิน คือ การกำหนดการตั้งค่าสำหรับอากาศยานไร้คนขับ และค่าพารามิเตอร์ของกล้องตามการออกแบบแผนงาน จากนั้นจดบันทึกค่าต่าง ๆ อย่างเช่น ความสูงบิน ความยาวโฟกัส ขนาดพื้นที่ และระยะทางในการบินถ่ายภาพ ซึ่งการตั้งค่าพารามิเตอร์ของกล้องที่ความสำคัญอย่างมาก ก็คือการตั้งค่าความเร็วชัตเตอร์ และการสร้างภาพถ่ายเหลื่อมล้ำ

4. ภารกิจการบิน ใช้วิธีการถ่ายภาพ มุมดิ่ง มุมเฉียง และแนวนอนเพื่อให้ได้ความแม่นยำและคุณภาพของพื้นผิว ในการสร้างแบบจำลอง รูปถ่ายเฉียงให้ภาพรวมระหว่างมุมดิ่งและแนวนอน และตรวจจับลักษณะของภูมิประเทศที่อยู่ด้านล่างของต้นไม้บริเวณในพื้นที่ศึกษา

5. การตรวจสอบคุณภาพของภาพถ่าย ตรวจสอบความครอบคลุมของภาพถ่าย การรับแสงและความคมชัดของภาพหลังจากบินถ่ายภาพเสร็จ ซึ่งขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพนี้ จะช่วยให้มั่นใจได้ว่าการตรวจจับของภาพซ้อนทับกันนั้นได้บันทึกจำนวนจุดที่เหมือนกันในภาพที่ต่างกัน จากนั้นนำชุดภาพถ่ายที่ได้รับการยอมรับแล้วไปประมวลผลด้วยซอฟต์แวร์ทางโฟโตแกรมเมตริก

ดังนั้นการวางแผนการบินส่งผลให้พิกัดของแต่ละภาพได้รับการกำหนดอย่างแม่นยำและให้ได้ผลลัพธ์ที่ต้องการ ขนาดตัวอย่างและการซ้อนทับกันระหว่างภาพถ่าย ความต้องการของสเตอริโอโฟโตมิเตอร์ คือ ทุกจุดบนพื้นดินจะถูกถ่ายภาพอย่างน้อยสองรูปแบบเมตริก ด้วยการทับซ้อนกันร้อยละ 50 แต่ด้วยลักษณะของโลกไม่ได้เป็นพื้นราบ และเครื่องบินอาจจะมีอิทธิพลภายนอกมาส่งผลกระทบการซ้อนทับกันร้อยละ 50 ไม่เพียงพอ เพื่อให้มั่นใจว่าเหมาะสมควรทับซ้อนกันร้อยละ 60 และ ร้อยละ 25 ถึง ร้อยละ 30 สำหรับการซ้อนทับด้านข้าง โดยเฉาพะอย่างยิ่งในการตรวจจับภาพด้วย UAV จำเป็นต้องซ้อนทับกันถึงร้อยละ 80 เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องและเชื่อถือได้ ข้อควรพิจารณาในขณะที่ทำแผนการบินคือความละเอียดที่ต้องการบนพื้นดิน (Ground sample distance; GSD)

ความละเอียดที่ต้องการบนพื้นดิน (Ground sample distance; GSD) คือระยะทางบนพื้นซึ่งหมายถึงหนึ่งพิกเซลบนรูปภาพ ค่า GSD ยิ่งน้อยความละเอียดเชิงพื้นที่ของภาพถ่ายและรายละเอียดที่มองเห็นได้ชัดเจนยิ่งขึ้น GSD ขึ้นอยู่กับขนาดพิกเซลของกล้องความสูงของอากาศยานไร้คนขับเหนือพื้นดินและความยาวโฟกัสของกล้อง นอกจากนี้แล้วระดับความสูงคือสิ่งที่ต้องพิจารณาที่สำคัญเมื่อทำการบินเพื่อทำแผนที่จาก UAV ทั้งเพื่อการปฏิบัติและในการบินที่ปลอดภัยและถูกต้องตามกฎหมาย ระดับความสูงที่สูงขึ้นส่งผลให้ความละเอียดต่ำลง การถ่ายภาพที่ระดับต่ำจะช่วยให้สามารถติดตามอากาศยานไร้คนขับที่ไกลออกไปได้ การถ่ายภาพในระดับความสูงที่ไม่มากยังสามารถช่วยลดการบิดเบือนที่พบได้ในภาพ ของอาคารและวัตถุอื่น ๆ บนพื้นดิน ในขณะที่ระดับความสูงบินที่ต่ำจะทำให้ลดค่า GSD และทำให้เพิ่มคุณภาพของภาพถ่ายอีกด้วย

นอกจากความละเอียดที่ต้องการบนพื้นดิน (Ground sample distance; GSD) ที่เป็นสิ่งสำคัญในแนวคิดการทำแผนที่ด้วยอากาศยานไร้คนขับแล้ว สิ่งที่จำเป็นอีกอย่างหนึ่งคือ จุดควบคุมภาคพื้นดิน (Ground Control Point; GCP)หมายถึง จุดใด ๆ ที่ทราบค่าพิกัดในระบบพิกัดภูมิประเทศเป็นตัวกลางที่ทำให้สามารถจัดภาพให้มี

ความสัมพันธ์อ้างอิง กับพื้นภูมิประเทศแบ่งออกเป็น จุดควบคุมทางราบ (Horizontal Control Point) และ จุดควบคุมทางดิ่ง (Vertical Control Point) ระบบพิกัดอ้างอิง ในระบบพิกัดภูมิประเทศ ที่ใช้โดยทั่วไป แบ่งออกเป็น พิกัดทางราบ ได้แก่ ระบบพิกัดภูมิศาสตร์ ละติจูด ลองจิจูด และ ระบบพิกัดกริด UTM Easting , Northing (N, E) พิกัดทางดิ่ง ได้แก่ ระดับสูงเหนือพื้นอ้างอิง เช่น ระดับทะเลปานกลาง (Mean Sea Level : MSL) จุดควบคุมพื้นดินแบบ Signalized Point เป็นการกำหนดจุดควบคุมภาพถ่ายโดยการทำเครื่องหมายในภูมิประเทศก่อนการบินถ่ายภาพ (Pre - marking) ส่วนมากใช้กำหนดตำแหน่งจุดควบคุมภาพถ่ายที่ต้องการละเอียดถูกต้องสูง

2.3 แนวคิดระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographical Information Systems: GIS)

เป็นระบบที่ใช้ในการบริหารจัดการข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data) และข้อมูลเชิงอรรถาธิบาย (Attribute data) ทำการรวบรวม นำเข้า ปรับแก้ สืบค้น จัดการอย่างเป็นระเบียบ สู่การวิเคราะห์ผล และแสดงผล ซึ่งระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ จัดเป็นส่วนหนึ่งของเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ (Geoinformation Technology) หรือเรียกสั้นๆ ว่า เทคโนโลยี 3S อันประกอบไปด้วย เทคโนโลยีการรับรู้จากระยะไกล (Remote Sensing: RS) ระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก (Global Positioning System : GPS) เทคโนโลยีการรับรู้จากระยะไกล เป็นการศึกษาถึงองค์ประกอบต่าง ๆ บนพื้นผิวโลกและบรรยากาศโดยอาศัยข้อมูลดาวเทียมที่มีความละเอียดด้านพื้นที่ ด้านเวลา และด้านเรดิโอเมตรีโดยการวิเคราะห์ แล้วนำไปประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ ระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลกสามารถนำมาใช้ในการติดตามการเคลื่อนไหวของคนและสิ่งของได้อย่างแม่นยำโดยอาศัย การรังวัดจากดาวเทียมกำหนดตำแหน่ง เมื่อนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาใช้ร่วมกับเทคโนโลยีทั้งสองอย่างจะก่อให้เกิดประสิทธิภาพในการทำงานมากขึ้น ซึ่งในปัจจุบันทั้งในภาครัฐบาล เอกชน และสถาบันทางการศึกษา ได้นำระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ มาประยุกต์ใช้ในการจัดทำฐานข้อมูลเพื่อสนับสนุนภารกิจด้านต่าง ๆ ตั้งแต่ระดับประเทศจนถึงระดับท้องถิ่น เช่น การสำรวจข้อมูลด้านทรัพยากรธรรมชาติ ด้านการวิเคราะห์และการวางแผนรับมือกับภัยพิบัติ เป็นต้น

ประเภทของข้อมูลระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

ข้อมูล (DATA) หมายถึง ค่าสังเกต ค่าจากการจัดการบันทึกคุณสมบัติของวัตถุค่าต่างๆ เหล่านี้ไม่มีความหมาย ถ้าไม่ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลที่ดีจะต้องเกี่ยวข้องกับงานที่ทำมีความแม่นยำถูกต้อง (Accuracy) และทันต่อเหตุการณ์ ข้อมูลที่ได้แปลความหมายแล้วเรียกว่า information หรือสารสนเทศ ผู้บริหารอาจจะนำข้อมูล ที่บันทึกไว้มากลั่นกรองเป็นสารสนเทศก่อน เช่น โดยการหาค่าเฉลี่ย เปรียบเทียบข้อมูลปัจจุบันกับอดีตหาความ เบี่ยงเบน และความแปรปรวน เป็นต้น ความสำคัญของสารสนเทศทำให้ผู้บริหารเข้าใจในการดำเนินงานของ ตนเอง และเมื่อทราบแล้วก็สามารถตัดสินใจว่าจะต้องทำอะไรต่อไป ในทางภูมิศาสตร์แบ่งประเภทข้อมูลออกเป็น 2 ประเภทคือ

1) ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data) เป็นข้อมูลที่สามารถอ้างอิงกับตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ (Georeferenced) ทางภาคพื้นดิน ซึ่งแตกต่างกับระบบ MIS (Management Information System) หรือระบบ

สารสนเทศเพื่อการจัดการ เป็นระบบงานคอมพิวเตอร์ซึ่งผสมผสานกับการทำงานด้วยมือ เพื่อจัดทำข่าวสารข้อมูลหรือสารสนเทศสำหรับผู้บริหารในการตัดสินใจ จะเห็นว่าระบบ MIS นั้นไม่จำเป็นต้องอ้างอิงกับตำแหน่งทางภูมิศาสตร์

ข้อมูลเชิงพื้นที่สามารถแสดงสัญลักษณ์แทนได้ 3 ลักษณะ คือ

- จุด (point) แสดงข้อมูลเชิงตำแหน่ง

- เส้น (Line) แสดงตำแหน่งและทิศทางของข้อมูล

- พื้นที่หรือรูปปิดหลายเหลี่ยม (Polygon) แสดงตำแหน่งและพื้นที่ขอข้อมูล

2) ข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (Non-Spatial data) ข้อมูลเชิงคุณลักษณะ หมายถึง ลักษณะประจำตัวหรือลักษณะที่มีความแปรผันในการชี้วัด กรณ์ต่างๆ ตามธรรมชาติ โดยจะระบุถึงลักษณะงสถานที่ที่ทำการศึกษาในช่วงระยะเวลาหนึ่งๆ ซึ่งประกอบกับ เชิงพื้นที่ (Spatial data) ข้อมูลที่นำมาประกอบกับข้อมูลเชิงพื้นที่นั้นอาจจะได้จากการสำรวจ หรือเก็บข้อมูลภาคสนาม โดยการรังวัดพื้นที่จริง หรือใช้แบบสอบถามประกอบ ดังนั้นลักษณะข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (Attribute) อาจมีลักษณะที่ต่อเนื่องกัน เช่น เส้นชั้นระดับความสูง (Terrain Elevation) หรือเป็นลักษณะที่ไม่ต่อเนื่อง เช่น จำนวนพลเมือง (Number of Inhabitants) และชนิดของสิ่งปกคลุมดิน (Land Cover Type) เป็นต้น แล้วแต่ รูปแบบในการเก็บรวบรวมได้ ค่าความแปรผันของลักษณะข้อมูลเชิงคุณลักษณะนี้ จะทำการชี้วัดออกมาในรูปของตัวเลข (Numeric) โดยกำหนดเกณฑ์การวัดในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ออกเป็น 4 ระดับ คือ ระดับนามบัญญัติ (Nominal Level) ระดับเรียงอันดับ (Ordinal Level หรือ Ranking Level) ระดับช่วง (Interval Level) และระดับอัตราส่วน (Ratio Level)

กระบวนการทำงานในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

กระบวนการทำงานในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ มีกระบวนการทำงานหลักอยู่ 4 กระบวนการ ดังนี้ การนำเข้าข้อมูล การนำเข้าข้อมูล เป็นการบันทึกรหัสข้อมูลเข้าสู่คอมพิวเตอร์ในรูปแบบที่สามารถ และอ่านและเขียนข้อมูลลงสู่ฐานข้อมูลของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เป็นกระบวนการที่เสียเวลาและมีค่าใช้จ่ายสูงข้อมูลที่มีคุณภาพต้องประกอบด้วยคุณลักษณะที่สำคัญ ๆ ดังนี้

- เป็นข้อมูลที่ทันสมัย

- ความถูกต้องของตำแหน่งข้อมูลเชิงพื้นที่

- การจำแนกข้อมูลที่ถูกต้องและสมบูรณ์

- วิธีการที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลตลอดจนการบันทึกรหัสข้อมูลที่ถูกต้องตามหลักวิชาการการนำเข้าข้อมูลเชิงพื้นที่สู่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ มีหลายวิธีด้วยกัน ได้แก่

- การใช้กระดานป้อนข้อมูล (Digitizing Table) เป็นการส่งข้อมูลผ่านอุปกรณ์ไปยังฐานข้อมูลในคอมพิวเตอร์ ข้อมูลที่ใช้ ได้แก่ แผนที่ต่าง ๆ หรือรูปวาด

- การกวาดภาพ (Scanning) โดยใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่าเครื่องกวาดภาพ (Scanner) เครื่องกวาดภาพจะทำหน้าที่อ่านข้อมูลแผนที่แล้วแปลงเป็นข้อมูลเชิงเลข ข้อมูลที่ได้รับในเบื้องต้นจะมีโครงสร้างของข้อมูลเป็นแบบแรสเตอร์ จากนั้น หากต้องการแปลงเป็นเวกเตอร์จะต้องมีโปรแกรมที่จะเปลี่ยนแปลงต่อไป

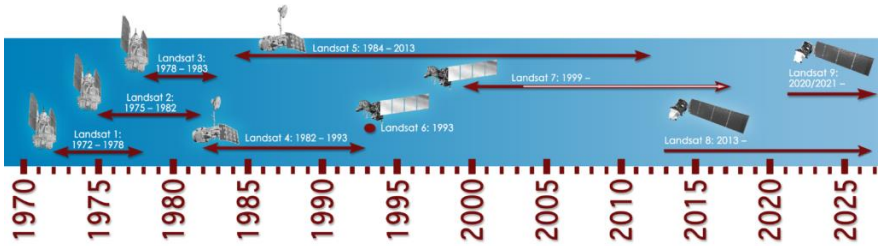
- การอ่านข้อมูลเชิงเลข (Digital Data) ข้อมูลเชิงเลขทั้งในแบบเวกเตอร์หรือแบบแรสเตอร์ สามารถนำเข้าสู่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ได้โดยตรง เช่น ข้อมูลเชิงเลขของข้อมูลจากดาวเทียม ข้อมูลเชิงเลขจากระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์อื่น ๆ และข้อมูลที่จัดเก็บด้วยเครื่อง GPS เป็นต้น

ซึ่งในการดำเนินงานครั้งนี้คณะทำงานได้ใช้กระบวนการ Image processing ร่วมวิเคราะห์กับระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ โดยจำทำการตัดพื้นที่ และทำการแปลผลจากภาพถ่ายประกอบ

2.4 แนวคิดการสำรวจระยะไกล (Remote Sensing)

การรับรู้ระยะไกล (Remote Sensing) เป็นกระบวนการซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วน คือ การได้มาซึ่งข้อมูลโดยอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นแหล่งกำเนิดพลังงาน และเดินทางผ่านเครื่องรับรู้ (Sensor) ที่ติดอยู่กับตัวยาน และทำการบันทึกข้อมูลในรูปแบบภาพเชิงเลข (Digital Image) และอีกส่วนหนึ่งได้แก่การวิเคราะห์ข้อมูลซึ่งมีวิธีการวิเคราะห์หลากหลายวิธี เช่น การวิเคราะห์ด้วยสายตาการวิเคราะห์ด้วยข้อมูลเชิงเลข เป็นต้น โดยอาศัยหลักการประกอบกับข้อมูลอื่น ๆ ที่ต้องการที่จะศึกษา ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้ก็คือภาพถ่ายเชิงเลขจากดาวเทียม ได้จากดาวเทียมประเภทสำรวจทรัพยากร (Earth observation satellite) มีวิถีการโคจรสัมพันธ์กับดวงอาทิตย์ (Sun-synchronous orbit) ลักษณะการโคจรอยู่ในแนวเหนือ-ใต้ (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน), 2015)

การนำภาพดาวเทียมมาใช้ประโยชน์ในการศึกษาการสำรวจระยะไกล (Remote Sensing) ใช้ภาพถ่ายดาววเทียมเพื่อศึกษา ติดตาม การเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมบนพื้นผิวโลก ซึ่งในนานาชาติได้ให้ความสำคัญกับข้อมูลเหล่านี้มาก ทำให้มีการส่งดาวเทียมชนิดดังกล่าวของประเทศตนขึ้นสู่วงโคจรเป็นจำนวนมาก ตัวอย่างเช่น โครงการแลนด์แซต (Landsat) ของประเทศสหรัฐอเมริกา ที่ได้ส่งดาวเทียมขึ้นสู่ระบบอวกาศ ตั้งแต่ปี ค.ศ.1972 และปัจจุบันโครงการดังกล่าวได้ทำการส่งดาวเทียม Landsat 8 ซึ่งถือเป็นดาวเทียมดวงล่าสุดที่ได้ปล่อยไปในปี ค.ศ.2013 โดยดาวเทียม LANDSAT 8 ได้มีการติดตั้งระบบ Operational Land Imager (OLI)) และระบบ Thermal Infrared Sensor (TIRS) ทำให้มีช่วงคลื่น 11 ช่วงคลื่น โดยช่วงคลื่นที่ 1-9 เป็นช่วงคลื่นในระบบ OLI และช่วงคลื่นที่ 10-11 เป็นช่วงคลื่นในระบบ TIRS ปัจจุบันโครงการดังกล่าวกำลังทำการผลิตดาวเทียม Landsat 9 โดยคาดการณ์ว่าจะสามารถปล่อยขึ้นสู่วงโคจรได้ภายในปี ค.ศ. 2021



ภาพที่ 2.3 ระยะเวลาของโครงการ Landsat ประเทศสหรัฐอเมริกา

แต่ปัจจุบันเทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับได้ มีการพัฒนาโดยได้มีการพัฒนากล้องแบบ Multispectral และ Sunshine sensor โดยคุณลักษณะของกล้อง ซึ่งทั้ง 2 มีความสำคัญกับการใช้งานในด้านเกษตรกรรม โดย Multispectral จะเป็นการใช้คลื่นการสะท้อนของแสงจากพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งประกอบด้วย 6 ช่วงคลื่นหลัก ๆ ได้แก่ Red Edge (730 nm ± 16 nm), Near-Infrared (840 nm ± 26 nm), Green (560 nm ± 16 nm), Blue (450 nm ± 16 nm), Red (650 nm ± 16 nm) และ Visible Light (RGB) สำหรับการใช้งานในด้านการเกษตรกรรมนั้น ช่วงคลื่นที่มีความสำคัญมาได้แก่ ช่วงคลื่น Near infrared เนื่องจากช่วงคลื่นดังกล่าวจะดูดซับค่าสะท้อนจาก คลอโรฟิลล์ (Chlorophyll) ของพืชได้ดีทำให้แสดงผลในภาพได้อย่างชัดเจน สามารถนำมาประยุกต์ใช้สำหรับจำแนกความกว้างของทรงพุ่มได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ Sunshine sensor เป็นเซ็นเซอร์ที่รับค่าจากแสงดวงอาทิตย์ สามารถปรับภาพด้วยวิธีการแบบ Calibration โดยสามารถปรับค่าให้เป็น Real Reflectance ได้อีกด้วย

การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน

การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินนั้น ขึ้นอยู่กับผู้ใช้งานว่าจะต้องการที่จะจำแนกวัตถุชนิดใดออกจากสิ่งอื่น ๆ โดยมีหน่วยงานหน่วยงานต่าง ๆ ได้ทำการแบ่งหลักเกณฑ์ไว้ อย่างเช่น ระบบการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินของ Anderson et al. (1976) ที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการสำรวจจากระยะไกลในทวีปอเมริกาเหนือ หรือที่เรียกกันโดยทั่วไปว่า ระบบของ USGS (United States Geological Survey) โดยได้ทำการจำแนกสิ่งปกคลุมดินออกเป็น 9 ชนิด ดังนี้ 1. พื้นที่เมืองหรือสิ่งปลูกสร้าง (Urban or Built-up Land) 2. พื้นที่เกษตรกรรม (Agricultural Land) 3. ทุ่งหญ้า (Range Land) 4. พื้นที่ป่าไม้ (Forest Land) 5. พื้นที่แหล่งน้ำ (Water) 6. พื้นที่ชุ่มน้ำ (Wet Land) 7. พื้นที่โล่ง หรือที่ว่าง (Barren Land) 8. พื้นที่ปกคลุมด้วยหิมะ หรือน้ำแข็ง (Perennial Snowfields) และ 9. พื้นที่เขตทุนดร้า (Tundra) แต่จากการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในระบบ USGS นั้น เป็นการแบ่งการตามลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินของประเทศอเมริกา หรือกลุ่มประเทศในทวีปอเมริกาเหนือ จึงไม่เหมาะสมกับการใช้เพื่อจำแนกกับประเทศไทย จึงได้มีการกำหนดแนวทางการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินสำหรับประเทศไทย ภายใต้การดำเนินงานของกรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ได้วางแนวทางโดยแบ่งการใช้ประโยชน์ที่ดิน (2543) ออกเป็น 3 ระดับ โดยลำดับแรก ประกอบด้วย การใช้ประโยชน์ที่ดิน 5 ชนิด ดังนี้ 1. พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (Urban or Built-up Land) 2. พื้นที่เกษตรกรรม (Agricultural Land) 3. พื้นที่ป่าไม้ (Forest Land) 4. พื้นที่น้ำ (Water body) 5. พื้นที่เบ็ดเตล็ด (Miscellaneous Land) ส่วนในลำดับที่สอง เป็นการจำแนกรายละเอียดของสิ่งปกคลุมดินในลำดับแรก ตัวอย่างเช่น พื้นที่ชุมชน

และสิ่งปลูกสร้าง สามารถจำแนกออกได้อีกเป็นตัวเมืองย่านการค้า หมู่บ้าน สถานที่ราชการ ย่านอุตสาหกรรม เป็นต้น และในลำดับที่สาม เป็นการจำแนกย่อยจากสิ่งปกคลุมดินในลำดับที่สองลงมาอีก ตัวอย่างเช่น หมู่บ้านสามารถจำแนกลงได้อีกเป็น โครงการที่ดินจัดสรร หมู่บ้าน และหมู่บ้านบนพื้นที่สูง เป็นต้น ในการศึกษาด้านการสำรวจระยะไกลจึงสามารถนำแนวทางการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เหมาะสมมาประยุกต์ใช้กับข้อมูลดาวเทียมเพื่อการศึกษาในประเด็นที่ผู้วิจัยได้สนใจไม่ว่าจะเป็นด้านเกษตรกรรม ด้านสิ่งแวดล้อม หรือแม้กระทั่งด้านการขยายตัวและการเติบโตของเมือง

หลักการวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายจากการสำรวจระยะไกล

ขั้นตอนสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายจากการสำรวจระยะไกลเพื่อจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภท พื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่ป่าไม้นั้น สามารถสรุปได้ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การแก้ไขความถูกต้องในเชิงตำแหน่งของข้อมูล (Image Rectification)
2. การปรับปรุงคุณภาพของข้อมูล (Image Enhancement)
3. การสร้างภาพสีผสมของข้อมูล (Color Composite)
4. การตรวจสอบภาคสนาม (Field Checking)
5. การจำแนกรายละเอียดข้อมูลภาพถ่าย (Image Classification)
6. การประเมินความถูกต้องของการจำแนกข้อมูล (Classification Accuracy Assessment)

หลักการตรวจสอบความถูกต้องของภาพถ่ายจากการสำรวจระยะไกล

ความถูกต้องของกลุ่มตัวอย่างในการจำแนกจากภาพถ่ายทางอากาศ บางครั้งอาจจะได้ลักษณะรายละเอียดที่มีผลที่ไม่แม่นยำ จึงจำเป็นมีวิธีการประมาณความถูกต้องในการจำแนก ทำให้มีค่าความถูกต้องที่สูงขึ้นสำหรับการจำแนกนั้น ดังนั้นในการเลือกกลุ่มข้อมูลอ้างอิงที่มีลักษณะที่ดีเพื่อนำมาใช้ในการจำแนกมีข้อพิจารณาจาก 2 ประเด็น ดังต่อไปนี้

พื้นที่ตัวอย่าง (Training Field) เป็นการกำหนดลักษณะของข้อมูลในพื้นที่ แล้วนำผลมาอ้างอิงในการจำแนก ทำให้ประหยัดเวลา และทำงานได้อย่างรวดเร็วโดยใช้ข้อมูลจากพื้นที่ตัวอย่าง บนภาพที่ทำการจำแนกเป็นข้อมูลอ้างอิง และได้ลักษณะที่ดีของข้อมูลอ้างอิงที่ ถูกต้องสำหรับการจำแนกข้อดีของการเลือกข้อมูลอ้างอิงด้วยวิธีการนี้มี 3 ข้อคือ

1) จุดภาพที่ถูกเลือกจากพื้นที่ตัวอย่างโดยปกติจะมีลักษณะที่สัมพันธ์เช่นเดียว กันกับพื้นที่นั้นจึงทำให้ง่ายต่อการเปรียบเทียบลักษณะพื้นที่ในการจำแนกรายละเอียดบนภาพ

2) ถ้าข้อมูลที่อ้างอิง ใกล้เคียงกับพื้นที่ตัวอย่างจะทำให้รายละเอียดนั้นเป็นไปในแนวทางเดียวกัน

3) ถ้าใช้ลักษณะทางสถิติมาพิจารณากับข้อมูลพื้นที่ตัวอย่าง การประมาณความถูกต้องในการจำแนกจะทำให้ความเอนเอียงน้อยลงจากรูปแบบจริง ที่ใช้ค่าสถิตินั้น

ตัวอย่างจากกลุ่มข้อมูล (Sampling from Blocks) ในการจำแนกภาพลักษณะของตำแหน่งบนจุดภาพ ในภาพดาวเทียมที่ทำการแก้ไขทางเรขาคณิตแล้วจะมีค่าความผิดพลาด ทางตำแหน่งเกิดขึ้นของข้อมูลบนจุดภาพ ที่อยู่ใกล้เคียงกัน ดังนั้นถ้าใช้กลุ่มข้อมูลที่เหมือนกันบนภาพ หลังจากที่ทำการปรับแก้ทางเรขาคณิตของภาพแล้วก็จะทำให้รายละเอียดในกลุ่มนั้นมี ลักษณะเดียวกันและสามารถหาศูนย์กลางของกลุ่มข้อมูลได้ในการนำไปใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงได้

การตรวจสอบความถูกต้องหลังการจำแนกข้อมูล (Accuracy assessment)

วิธีการโดยทั่วไปที่ไขในการตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนก รายละเอียดบนภาพถ่าย คือการตรวจสอบแบบตารางและแบบสถิติแคปปา โดยการตรวจสอบแบบตารางเป็นการเปรียบเทียบข้อมูลจากการจำแนกในแนวคอลัมน์และจากข้อมูล จริงบนพื้นดินในแนวแถวของแต่ละรายละเอียด โดยความถูกต้องจะแสดงจากจำนวนรายละเอียดในแต่ละประเภทเทียบกับจำนวนทั้งหมดของแต่ละแถวและคอลัมน์ซึ่ง ความถูกต้องของข้อมูลจะถูกเปรียบเทียบออกมา 2 แบบคือ

ค่าความผิดพลาดของผู้ปฏิบัติงาน (User's accuracy) เป็นเปอร์เซ็นต์ความสัมพันธ์ระหว่างจุดภาพในแต่ละประเภท จากการจำแนกเปรียบเทียบกับข้อมูลที่อ้างอิงบนพื้นดินจริงทั้งหมด โดยค่าความถูกต้องเช่นนี้จะแสดงค่าความผิดพลาดในกลุ่มข้อมูล (commission error) จากการจำแนกรายละเอียด แต่ละประเภทสะท้อนออกมาให้เห็น ซึ่งถ้ามีค่าความถูกต้องของผู้ใช้งานมาก อาจจะแสดงว่ารายละเอียด เหล่านั้นมีลักษณะที่คล้ายกันสูง

ค่าความผิดพลาดของผู้กำหนดกลุ่มตัวอย่าง (Producer's accuracy) เป็นเปอร์เซ็นความสัมพันธ์ของจุดภาพทั้งหมดของแต่ละประเภทเปรียบเทียบกับข้อมูล ค่าความถูกต้องนี้จะนำมาใช้ในการวัดค่าความ ผิดพลาดที่ถูกละเลยของข้อมูลที่ถูกจ จำแนก ส่วนการหาความถูกต้องของข้อมูลจากการจำแนก รายละเอียดแต่ละประเภทโดยรวมอาจจะนำมาวิเคราะด้วย วิธีการทางสถิติแคปปา (Kappa Statistic, KHAT) ในการหาค่าสัมประสิทธิ์ที่จะทำการบ่งชี้ข้อมูลในแต่ละประเภททั้งหมดว่ามีความเข้ากันได้หรือมีความถูกต้องระหว่างข้อมูลจากการจำแนกในงานสำรวจระยะไกล และข้อมูลที่ใช้ในการอ้างอิงที่บ่งชี้ค่า หลักในตารางดังกล่าวก็จะเป็นไปตามสูตร (ทรงกต ทศานนท์, 2548)

$$K = \frac{Observed - Expected}{1 - Expected} \quad (1)$$

เมื่อ Observed = ค่าสัดส่วนที่มีความเห็นสอดคล้องกัน

Expected = ค่าส่วนที่มีความเห็นสอดคล้องกันโดยบังเอิญ

K = 1 ถ้ามีความเห็นสอดคล้องอย่างสมบูรณ์

K = 0 ถ้ามีความเห็นไม่สอดคล้องกัน (No agreement among the raters)

2.5 การหาค่าดัชนีวัดความอุดมสมบูรณ์ของพืชพรรณ (NDVI) และการวิเคราะห์ทรงพุ่ม

การหาค่าดัชนีวัดความอุดมสมบูรณ์ของพืชพรรณ (NDVI)

ดัชนีพืชพรรณ (Vegetation Index) คือ ค่าที่บอกถึงสัดส่วนของพืชพรรณที่ ปกคลุมพื้นผิวโดยคำนวณจากการนำช่วงคลื่นที่เกี่ยวข้องกับพืชพรรณมาทำสัดส่วนซึ่งกันและกัน ซึ่งวิธีการที่นิยมใช้งานมากวิธีหนึ่งเรียกว่า Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) เป็นการนำค่าความแตกต่างของการสะท้อน ของพื้นผิวระหว่างช่วงคลื่นใกล้อินฟราเรดกับช่วงคลื่นตามองเห็นสีแดงมาทำสัดส่วนกับค่าผลบวกของทั้งสองช่วงคลื่นเพื่อปรับให้เป็นลักษณะการกระจายแบบปกติดังสมการ

$$NDVI = \frac{NIR-RED}{NIR+RED} \quad (2)$$

โดย NIR = การสะท้อนในช่วงคลื่นใกล้อินฟาเรด (%)

RED = การสะท้อนในช่วงคลื่นตามองเห็นสีแดง (%)

ผลจากการวิเคราะห์ทำให้ NDVI มีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง 1 ซึ่งจะช่วยในการแปลผลได้ง่ายขึ้น กล่าวคือ ค่า 0 หมายถึงไม่มีพืชพรรณใบเขียวอยู่ในพื้นที่สำรวจ ในขณะที่ค่า 0.8 หรือ 0.9 หมายถึงมีพวกพืชพรรณใบเขียวหนาแน่นมากในพื้นที่ดังกล่าว กรณีที่พื้นผิวมีพืชพรรณปกคลุมจะมีค่าการสะท้อนในช่วงคลื่นใกล้อินฟราเรดสูงกว่าช่วงคลื่นตามองเห็นสีแดงทำให้ NDVI มีค่าเป็นบวก ในขณะที่พื้นผิวเป็นดินจะมีค่าการสะท้อนระหว่าง สองช่วงคลื่นใกล้เคียงกันทำให้ NDVI มีค่าใกล้เคียงกับศูนย์ ส่วนกรณีที่พื้นผิวเป็นน้ำจะมีค่าการสะท้อนในช่วงคลื่นใกล้อินฟราเรดต่ำกว่าช่วงคลื่นตามองเห็นสีแดง ทำให้ NDVI มีค่าติดลบ ทั้งนี้โดยปกติค่านี้จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.1 ถึง 0.7 เท่านั้น สามารถอธิบายออกเป็นค่าระดับได้ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

0.60 ถึง 1.00 จะเป็นบริเวณที่มีความอุดมสมบูรณ์ของพืชพรรณ เช่น พื้นที่ป่าไม้

0.30 ถึง 0.59 จะเป็นบริเวณที่มีพืชพรรณอยู่น้อย เช่น พื้นที่เกษตรกรรม

0.29 ถึง -1.00 จะเป็นบริเวณที่มีพืชพรรณปกคลุมน้อยมาก หรือไม่มีพืชพรรณปกคลุมอยู่เลย

การวิเคราะห์ทรงพุ่ม

ในการดำเนินงานตามโครงการนี้ ผู้จัดทำจะดำเนินการวิเคราะห์ลักษณะทรงพุ่ม ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ประกอบกับการวิเคราะห์แบบจำลองความสูงทรงพุ่ม (Canopy height model : CHM) โดยใช้สมการนี้

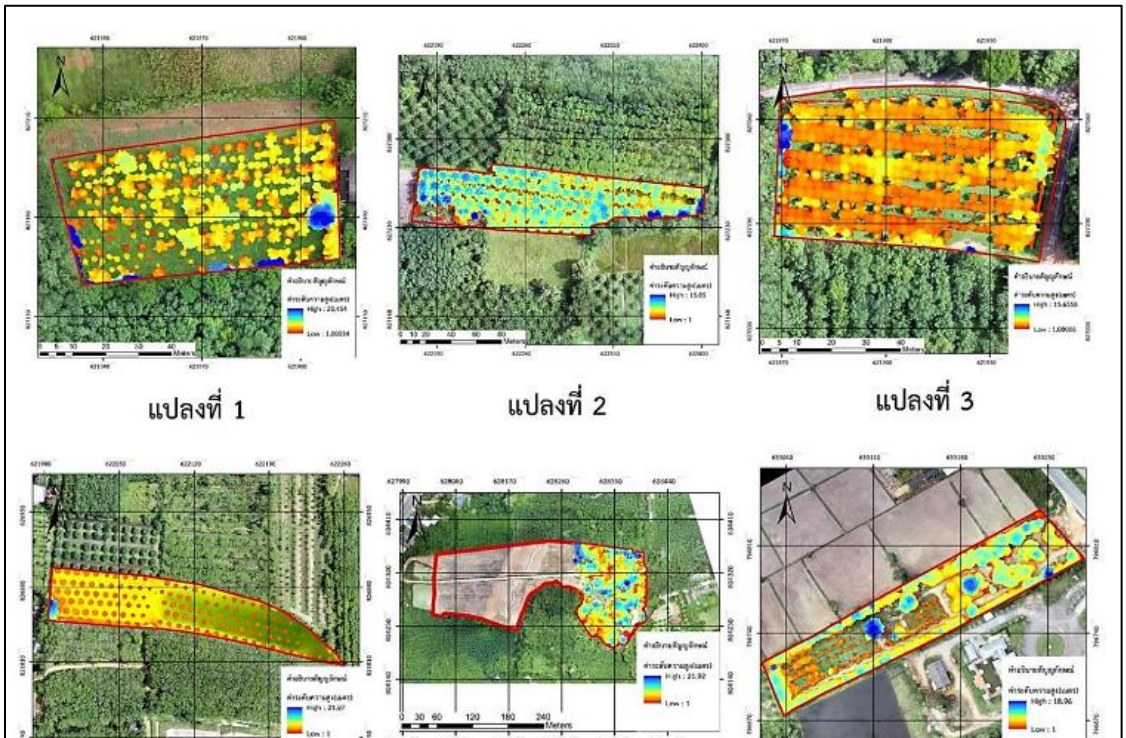
$$CHM = DSM - DTM \quad (3)$$

โดย CHM = Canopy Height Model

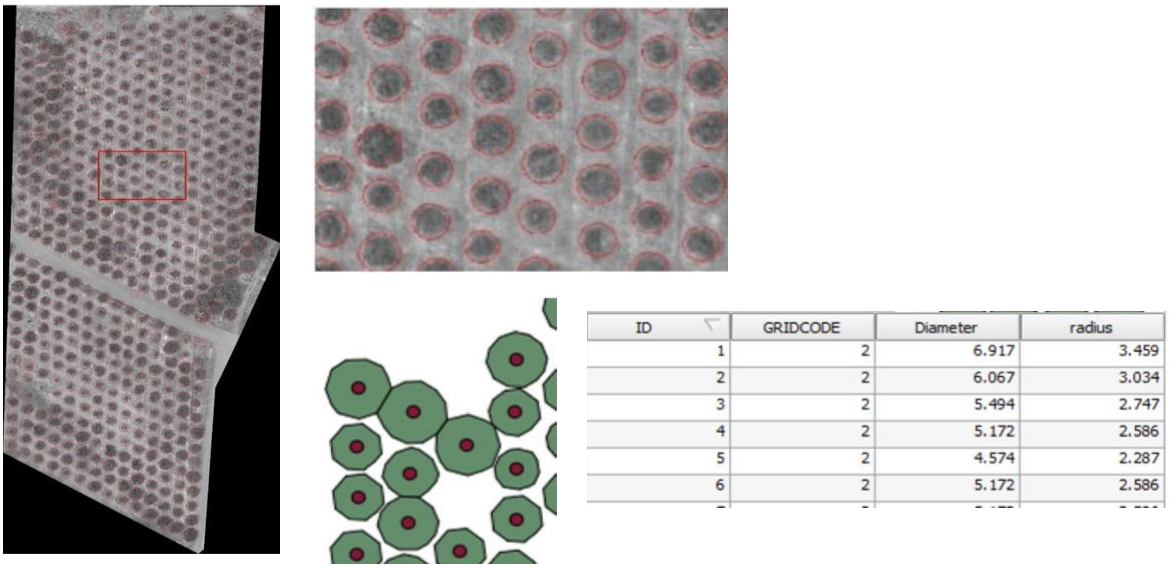
DSM = Digital Surface Modal

DTM = Digital Terrain Model

ผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นลักษณะข้อมูลความสูงของต้นไม้ในพื้นที่เกษตรกรรมรายแปลง และใช้การคำนวนหาจุดกึ่งกลางของทรงพุ่มโดยทำการสร้างระยะกันขอบออกมาอย่างน้อย 2 เมตร และทำการคำนวณค่าความสูงด้วยเครื่องมือ Zonal Statistics เพื่อทำการคำนวณค่าความสูงของต้นไม้ในแปลงเกษตรทั้งใน 8 พื้นที่ศึกษา ซึ่งลักษณะของทรงพุ่ม ความกว้าง และความสูงของต้นไม้ในแปลงเกษตรกรรม สามารถบ่งบอกถึงลักษณะความสัมพันธ์ของพืชในแปลงเกษตรกรรม โดยมีรายละเอียดดังนี้ จำแนกชนิดพันธุ์ วงศ์ตระกูล ขนาด พืชในท้องถิ่น คาดการณ์ปริมาณผลผลิต แนวการปลูก และช่วงอายุของพืชในแปลงเกษตร หลังจากที่วิเคราะห์ข้อมูลของทรงพุ่มแล้ว นั้นทำการสร้างข้อมูลจากรูปทรงแนวพุ่มของต้นไม้ โดยทำการสังเคราะห์จากรูปทรงของทรงพุ่ม ความกว้างของทรงพุ่ม และความสูงของต้นไม้ในพื้นที่ตัวอย่าง



ภาพที่ 2.4 *การวิเคราะห์ทรงพุ่มของต้นไม้ภายในแปลงศึกษา*
ที่มา : (บุญญพัฒน์ วงษ์พินและคณะ, 2021)



ID	GRIDCODE	Diameter	radius
1	2	6.917	3.459
2	2	6.067	3.034
3	2	5.494	2.747
4	2	5.172	2.586
5	2	4.574	2.287
6	2	5.172	2.586

ภาพที่ 2.5 การวิเคราะห์ทรงพุ่มของต้นไม้ภายในแปลงศึกษา
ที่มา : (Hiroyuki Miyazaki, 2020)

2.6 แนวคิดการสำรวจด้วยระบบกำหนดตำแหน่งบนผิวโลก (GPS)

ระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก เป็นระบบโครงข่ายดาวเทียมระบุตำแหน่งจำนวนอย่างน้อย 24 ดวงรอบโลก โดยโคจรอยู่เหนือพื้นโลกประมาณ 20,200 กิโลเมตร ซึ่งดาวเทียมมีชื่ออ้างอิงว่า NAVSTAR เดิมระบบกำหนดตำแหน่งบนโลกได้ถูกออกแบบมาใช้ในภารกิจทางทหารโดยกระทรวงกลาโหม สหรัฐอเมริกาเป็นเจ้าของระบบ ต่อมาจึงได้เปิดโอกาสให้ประชาชนทั่วไปได้ใช้ประโยชน์โดยไม่คิดมูลค่าแต่อย่างใด ทำให้มีผู้ใช้ระบบกำหนดตำแหน่งบนโลกอย่างแพร่หลาย ระบบกำหนดตำแหน่งบนโลกทำงานได้โดยอาศัยการรับสัญญาณจากดาวเทียมอย่างน้อย 3 ดวง ซึ่งสามารถคำนวณตำแหน่งที่อยู่ในแบบ 2 มิติ คือในเฉพาะแนวราบ และหากระบบกำหนดตำแหน่งบนโลกรับดาวเทียมได้ 4 ดวงขึ้นไป จะสามารถทราบตำแหน่งที่อยู่ในแบบ 3 มิติ คือ ตำแหน่งพิกัดและความสูง (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ, 2552)

ระบบดาวเทียมจีพีเอส

ระบบดาวเทียมจีพีเอสเป็นระบบที่ใช้ในการหาพิกัดตำแหน่งโดยการรับสัญญาณจากดาวเทียมจีพีเอส ระบบดาวเทียมจีพีเอสถูกออกแบบให้ใช้ประโยชน์ทางด้านการทหารเป็นหลักแรงจูงใจหลักในการพัฒนาระบบนี้เพื่อให้เป็นระบบที่สามารถใช้หาตำแหน่งได้ในทุกสภาพอากาศตลอด 24 ชั่วโมง และใช้ได้ทั่วโลก ผลจากการพัฒนาเทคโนโลยีและวิธีการทำงานในสนามเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการหาตำแหน่งด้วยดาวเทียมจีพีเอส ทำให้มีการใช้ GPS อย่างแพร่หลายในงานด้านต่าง ๆ ของพลเรือน

ระบบดาวเทียมจีพีเอสประกอบด้วยส่วนประกอบ 3 ส่วนหลัก คือ ส่วนอากาศ (Space Segment) ส่วนควบคุม (Control Segment) และส่วนผู้ใช้ (User Segment) โดยในแต่ละส่วนมีความสัมพันธ์กันดังนี้

ส่วนควบคุมจะมีสถานีติดตามภาคพื้นดินที่กระจายอยู่บนพื้นโลกเพื่อคอยติดตามการเคลื่อนที่ของดาวเทียม ทำให้สามารถคำนวณวงโคจรและตำแหน่งของดาวเทียมที่ขณะเวลาต่าง ๆ ได้จากนั้นส่วนควบคุมก็จะทำนายวงโคจรและตำแหน่งของดาวเทียมทุกดวงในระบบล่วงหน้าแล้วส่งข้อมูลเหล่านี้ไปยังส่วนอวกาศ ซึ่งคือตัวดาวเทียมนั่นเอง ดาวเทียมจะทำการส่งข้อมูลเหล่านี้ออกมาพร้อมกับคลื่นวิทยุมายังโลก ในส่วนผู้ใช้เมื่อต้องการที่ทราบตำแหน่งของจุดใด ๆ ก็เพียงนำเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS ไปตั้งให้ตรงตำแหน่งจุดที่ต้องการหาตำแหน่ง แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปประมวลผลก็จะทราบค่าพิกัด ณ ตำแหน่งที่ต้องการ

คลื่นสัญญาณดาวเทียม

คลื่นสัญญาณที่ดาวเทียมจีพีเอสส่งออกมาในปัจจุบันนั้นเป็นคลื่นวิทยุที่มีสองความถี่ คือ ความถี่ 1,575.42 เมกะเฮิรตซ์ เรียกว่า คลื่น L1 มีความยาวคลื่น 19.03 และความถี่ 1,227.60 เมกะเฮิรตซ์ เรียกว่า คลื่น L2 มีความยาวคลื่น 24.42 เซนติเมตร ซึ่งคลื่นทั้งสองมีความถี่เป็น 154 เท่า และ 120 เท่าของความถี่พื้นฐานตามลำดับ คลื่นวิทยุดังกล่าวถูกผสมผสานรหัสและข้อมูลดาวเทียมไปกับคลื่นหรือเรียกสั้นๆ ว่า การกล้ำสัญญาณ (Modulation) ด้วยรหัสและข้อมูลดาวเทียม รหัสที่ใช้ในการกล้ าสัญญาณมีสองชนิด คือ รหัสC/A (Clear access or coarse acquisition code) ซึ่งมีความถี่ 1,023 เมกะเฮิรตซ์หรือเทียบเท่า 1/10 เท่าของความถี่พื้นฐานและมีความยาว 300 เมตร ส่วนรหัสอีกชนิดเรียกว่า รหัส P (Precise code) มีความถี่ 10.23 เมกะเฮิรตซ์ หรือเท่ากับความถี่พื้นฐานและมีความยาวคลื่น 30 เมตร โดยรหัส C/A นั้นเปิดให้พลเรือนใช้อย่างเสรี ในขณะที่รหัส P จะสงวนไว้ใช้เฉพาะในวงการทหารและหน่วยงานบางหน่วยงานของรัฐบาลสหรัฐอเมริกาเท่านั้น ในคลื่น L1 นั้นถูกกล้ำสัญญาณด้วยรหัสทั้งสองชนิดแต่คลื่น L2 จะถูกกล้ำสัญญาณเพียงรหัส P ส่วนข้อมูลดาวเทียมจะมีทั้งคลื่น L1 และ L2 โดยข้อมูลการกำหนดดาวเทียม (Navigation message) ประกอบไปด้วย ข้อมูลวงโคจรดาวเทียม หรืออีฟิเมอริสดาวเทียม (Satellite ephemerides) ค่าแก้เวลานาฬิกาดาวเทียม (Satellite clock corrections) และสถานภาพของดาวเทียม (Satellite status)

การรังวัดหาค่าพิกัดด้วยระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก

การรังวัดหาค่าพิกัดด้วยระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก จะแบ่งเทคนิคการรังวัดหาค่าพิกัดด้วย จีพีเอส ออกเป็น 2 ลักษณะ คือ **การหาค่าพิกัดแบบจุดเดี่ยว (Single point positioning)** โดยทั่วไปจะเรียกว่า

วิธีการหาค่าพิกัดแบบจุดเดียว (SPP) วิธีการนี้เป็นการใช้เครื่องรับสัญญาณเพียง 1 เครื่องไปวางตรงจุดที่ต้องการทราบค่าพิกัด และในทางปกติจะใช้ข้อมูลซูโดเรนจ์มาประมวลผลเพื่อหาค่าพิกัดแบบทันที ซึ่งข้อมูล ซูโดเรนจ์เป็นข้อมูลพื้นฐานที่รับได้กับเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมจีพีเอสทุกชนิด ดังนั้นจึงนิยมใช้กับเครื่องรับสัญญาณแบบมือถือ (Handheld receiver) มาหาค่าพิกัดในลักษณะนี้เนื่องจากมีราคาถูก ส่วนค่าความถูกต้องที่ได้รับจากวิธีการนี้อยู่ระหว่าง 10 – 20 เมตร

การหาค่าพิกัดแบบสัมพันธ์ (Relative positioning) วิธีการนี้จะเป็นการใช้เครื่องรับสัญญาณอย่างน้อย 2 เครื่อง โดยเครื่องหนึ่งจะว่างอยู่ที่จุดที่ทราบพิกัดแล้ว เช่น หมุดหลักฐานจากการมที่ดิน หรือหมุดหลักฐานกรมแผนที่ทหาร เป็นต้น ส่วนเครื่องรับอีกเครื่องจะนำไปวางตรงจุดที่ต้องการทราบค่าพิกัด ผลที่ได้จากการทำงานในลักษณะนี้คือตำแหน่งเปรียบเทียบของจุดหนึ่งเทียบกับอีกจุดหนึ่งหรือเป็นเส้นฐานที่มีทิศทางระหว่างจุดที่นำเครื่องรับทั้งสองไปวาง วิธีการนี้สามารถใช้ได้กับข้อมูลซูโดเรนจ์และข้อมูลเฟสของคลื่นที่ส่งมาประมวลผลเพื่อหาค่าพิกัด ในกรณีที่ใช้ข้อมูลซูเรนจ์ในการหาค่าพิกัด โดยทั่วไปเรียกวิธีนี้ว่า Pseudorange-based Differential GPS (DGPS) ค่าความถูกต้องที่ได้รับจะอยู่ระหว่าง 1-5 เซนติเมตร ซึ่งการใช้ข้อมูลเฟสของคลื่นส่งมาคำนวณหาค่าพิกัดนั้นจะใช้ได้กับเครื่องรับสัญญาณแบบรังวัดเท่านั้น กรรมวิธีการรังวัดในสนามของเทคนิคการหาค่าพิกัดแบบสัมพันธ์โดยใช้ข้อมูลเฟสของคลื่นส่งที่ใช้กันในปัจจุบันสามารถแบ่งเป็นวิธีต่าง ๆ ได้ดังต่อไปนี้

วิธีการรังวัดแบบสถิต (Static survey) วิธีการนี้ต้องใช้เครื่องรับสัญญาณอย่างน้อย 2 เครื่อง โดยเครื่องหนึ่งจะถูกวางไว้บนหมุดที่ทราบค่าพิกัด หรือสถานีฐาน ส่วนเครื่องรับอีกเครื่องหนึ่งจะถูกนำไปวางรับสัญญาณตามจุดที่ต้องการทราบค่าพิกัดหรือสถานีจร วิธีนี้เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมที่สถานีฐานและสถานีจรจะต้องรับข้อมูลจากดาวเทียมกลุ่มเดียวกัน และช่วงเวลาเดียวกันอย่างน้อย 4 ดวง และต้องตั้งอยู่กับที่เป็นระยะเวลาหนึ่ง ๆ โดยทั่วไปอยู่ระหว่าง 1-2 ชั่วโมง วิธีการนี้จะเป็นวิธีการที่ให้ค่าความถูกต้องสูงที่สุด โดยเริ่มต้นตั้งแต่ 5 มิลลิเมตร – 2.5 มิลลิเมตร

วิธีการวัดแบบสถิตอย่างเร็ว (Rapid static survey) วิธีการทำงานของวิธีนี้เหมือนกับวิธีการรังวัดแบบสถิตทุกประการ เพียงแต่ระยะเวลาในการรับสัญญาณจะสั้นลงเหลือประมาณ 10-20 นาที วิธีการนี้จะให้ค่าความถูกต้องระหว่าง 1-3 เซนติเมตร

วิธีการรังวัดแบบจลน์ในทันที (Real time kinematic survey) หรือที่นิยมเรียกกันว่าวิธีแบบ RTK หลักการทำงานนั้นคล้ายคลึงกับวิธีการแบบสถิต คือต้องใช้เครื่องรับสัญญาณอย่างน้อย 2 เครื่อง โดยเครื่องหนึ่งถูกว่างไว้บนหมุดที่ทราบค่าพิกัดแล้ว ส่วนเครื่องรับเครื่องที่สองถูกนำไปวางรับสัญญาณตามจุดที่ต้องการทราบค่าพิกัด แต่กรณีของวิธีการหาค่าพิกัดแบบจลน์ในทันทีนั้นสามารถเคลื่อนย้ายเครื่องรับสัญญาณเครื่องที่สองได้เมื่อมีการติดตั้งอุปกรณ์สื่อสารระหว่างเครื่องรับทั้งสอง ซึ่งอาจจะเป็นเครื่องรับและส่งคลื่นสัญญาณวิทยุหรือโทรศัพท์มือถือการหาค่าพิกัดของตำแหน่งจุดต่าง ๆ ด้วยวิธีนี้เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมที่สถานีฐานและสถานีจรต้องรับข้อมูลจากดาวเทียมกลุ่มเดียวกันและช่วงเวลาเดียวกันอย่างน้อย 5 ดวง และเครื่องรับสัญญาณที่ใช้จะต้องเป็นเครื่องรับสัญญาณแบบสองความถี่เท่านั้น วิธีการนี้สามารถให้ค่าความถูกต้องในระดับ 1-5 เซนติเมตร

2.7 แนวความคิดการทำแผนที่ (Cartography)

แผนที่ คือ การจำลองสิ่งต่าง ๆ ที่ปรากฏบนพื้นผิวโลกมาย่อส่วนให้เล็กลงตามมาตราส่วนที่ต้องการบนแผ่นวัสดุที่เลือกสรรแล้ว สิ่งต่าง ๆ ที่ปรากฏบนพื้นผิวโลกประกอบด้วยสิ่งที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ รวมทั้งสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นซึ่งแสดงให้ปรากฏด้วยสัญลักษณ์ เส้น สี และรูปทรงสัณฐานต่าง ๆ ดังนั้นการทำแผนที่เป็นการรวบรวมข้อมูลภูมิศาสตร์ซึ่งเป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่บนพื้นผิวโลก มาแสดงโดยสร้างเป็นสัญลักษณ์ในแผนที่ จึงต้องจำแนกลักษณะข้อมูลภูมิศาสตร์ที่นำมาทำแผนที่โดยแบ่งเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ (Qualitative data) และข้อมูลเชิงปริมาณ (Quantitative data) แล้วเลือกใช้สัญลักษณ์ให้เหมาะสมกับข้อมูล โดยข้อมูลเชิงคุณภาพที่ใช้ในการทำแผนที่ หมายถึง ข้อมูลที่ระบุลักษณะซึ่งจัดจำแนกเป็นกลุ่มได้ อยู่ในระดับการวัดนามมาตรา (Nominal) ตัวอย่างเช่น แผนที่การใช้ที่ดิน แสดงการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินเป็นชนิดต่าง ๆ ตามมาตรฐานการจำแนกที่ดิน ข้อมูลเชิงคุณภาพเป็นข้อมูลที่ผ่านกระบวนการจำแนกประเภท ซึ่งอาจมีเกณฑ์ การจำแนกแตกต่างกัน ตามวัตถุประสงค์การใช้งาน และเหมาะสมกับมาตราส่วนของแผนที่ แต่สำหรับข้อมูลเชิงปริมาณที่ใช้ในการทำแผนที่ หมายถึง ข้อมูลที่มีคุณสมบัติเชิงปริมาณ และเชิงเรียงลำดับ (Ordinal) เช่น ข้อมูลปริมาณน้ำฝน จำนวนประชากร ความหนาแน่นของประชากรต่อหน่วยพื้นที่ เป็นต้น ดังนั้นเมื่อคัดเลือกข้อมูลภูมิศาสตร์ที่ตรงกับวัตถุประสงค์ของแผนที่แล้ว ทำการวิเคราะห์เพื่อจำแนกข้อมูลเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพและข้อมูลเชิงปริมาณ จากนั้นเป็นขั้นตอนการคัดเลือกเอาสัญลักษณ์ที่เหมาะสมมาใช้เพื่อแทนข้อมูลภูมิศาสตร์ให้เป็นสัญลักษณ์บนแผนที่ จำแนกได้เป็น 3 ประเภท คือ สัญลักษณ์จุด (Point symbol) สัญลักษณ์เส้น(Line symbol) และสัญลักษณ์พื้นที่ (Area symbol) ตัวอย่างของสัญลักษณ์จุด เส้น และพื้นที่ ของแผนที่เฉพาะเรื่องเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ (ภาคภูมิ เหล่าตระกูล, 2015)

การจำแนกและชนิดของแผนที่ (Classification and type of maps) สามารถจำแนกได้ตามลักษณะดังต่อไปนี้

- *แผนที่ตามลักษณะของรายละเอียดที่ปรากฏ* ได้แก่

แผนที่ลายเส้น (Line maps) รายละเอียดที่ปรากฏบนแผนที่ลายเส้นอาจเป็น เส้นตรง เส้นโค้งหรือท่อนเส้นใด ๆ ก็ได้

แผนที่รูปถ่าย (Photomap) เป็นแผนที่ที่ทำจากรูปถ่ายทางอากาศของสภาพภูมิประเทศทั้งหมดหรือบางส่วน เพื่อนำมาใช้แทนแผนที่ หรือเพิ่มเติมแผนที่ให้สมบูรณ์ในแผนที่รูปถ่าย มีข้อมูลเกี่ยวกับเส้นกริด รายละเอียดข้อมูลชายขอบระวางแผนที่ เส้นชั้นความสูง ชื่อภูมิศาสตร์ แนวแบ่งเขต และข้อมูลอื่น ๆ ที่อาจพิมพ์เพิ่มเติมได้นอกจากนี้ลักษณะของภูมิประเทศ ทางราบ อาจพิมพ์สีต่าง ๆ ทับลงไปอีกก็ได้

แผนที่ผสม (Annotated maps) รายละเอียดที่ปรากฏจะผสมระหว่างรายละเอียดที่ได้จากการถ่ายภาพภูมิประเทศกับรายละเอียดที่วาดหรือเขียนขึ้น

- *แผนที่ตามขนาดมาตราส่วน* ได้แก่

การแบ่งในทางภูมิศาสตร์ ได้แก่ แผนที่มาตราส่วนเล็ก มีขนาดมาตราส่วนเล็กกว่า 1:1,000,000 แผนที่มาตราส่วนปานกลาง มีขนาดมาตราส่วนตั้งแต่ 1:250,000 ถึง 1:1,000,000 และแผนที่มาตราส่วนใหญ่ มีขนาดมาตราส่วนใหญ่กว่า 1:250,000

การแบ่งในกิจการทหาร ได้แก่ แผนที่มาตราส่วนเล็ก มีขนาดมาตราส่วนตั้งแต่ 1:600,000 และเล็กกว่า แผนที่มาตราส่วนปานกลาง มีขนาดมาตราส่วนใหญ่กว่า 1:600,000 แต่เล็กกว่า 1:75,000 และแผนที่มาตราส่วนใหญ่มีขนาดมาตราส่วนตั้งแต่ 1:75,000 และใหญ่กว่า

- *แผนที่ตามลักษณะการใช้งานและชนิดของรายละเอียดที่แสดงไว้ในแผ่นแผนที่* แผนที่ทั่วไปเป็นแผนที่พื้นฐานที่ใช้กันอยู่ทั่วไป แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

แผนที่แบบราบ (Planimetric map) ได้แก่ แผนที่ซึ่งแสดงรายละเอียดทั่วไปของพื้นผิวพิภพในทางราบมีประโยชน์ในการแสดงตำแหน่งและการหาระยะทางในทางราบ

แผนที่ภูมิประเทศ (Topographic map) ได้แก่ แผนที่ซึ่งแสดงรายละเอียดทั่วไปของพื้นผิวพิภพในทางราบและทางดิ่ง (ความสูงต่ำของภูมิประเทศ)นอกจากแผนที่ 3 ประเภทข้างต้นแล้วในบางกรณีอาจพบว่ามีการจำแนกแผนที่ออกเป็นแผนที่พิเศษ (Special map) และแผนที่เฉพาะเรื่อง (Thematic map) ซึ่งส่วนมากสร้างขึ้นโดยใช้แผนที่ทั่วไปเป็นพื้นฐาน แล้วนำข้อมูลที่ต้องการแสดงวางทับ ตัวอย่างเช่น แผนที่โฉนดที่ดิน (Cadastral map) ใช้แสดงขอบเขตการถือครองที่ดินของผู้ถือกรรมสิทธิ์แต่ละแปลง เป็นแผนที่มาตราส่วนใหญ่มีการจัดสร้างโดยการสำรวจทางภาคพื้นดิน และใช้รูปถ่ายทางอากาศ แผนที่เศรษฐกิจ (Economic map) ใช้แสดงลักษณะการกระจายหรือความหนาแน่นของประชากรหรือผลผลิตต่าง ๆ เส้นทางการค้า การขนส่ง เขตกสิกรรม เขตอุตสาหกรรม แหล่งทรัพยากรต่าง ๆ เช่น แหล่งแร่ธาตุ และป่าไม้ เป็นต้น (อมร เพ็ชรสว่าง, 2015)

การออกแบบและการจัดทำแผนที่

เป็นกระบวนการหนึ่งที่มีความสำคัญ โดยจะเป็นการสร้างความชัดเจน และเข้าใจแก่ผู้อ่าน ตลอดจนถึงความถูกต้องทั้งเชิงตำแหน่ง และพื้นที่อีกด้วย ดังนั้นหลักการการวางองค์ประกอบแผนที่ต้องพิจารณาองค์ประกอบของแผนที่ว่าเหมาะสมกับแผนที่ชนิดนั้นแล้วหรือไม่ ในบางกรณีอาจยกเว้นไม่จำเป็นต้องแสดงให้ครบถ้วน การวางองค์ประกอบแผนที่มีรายละเอียด ดังนี้

- เนื้อหาของแผนที่ (Map content) ส่วนนี้เป็นส่วนที่สำคัญที่สุด เพราะคือข้อมูลหลักของแผนที่จัดอยู่ในความสำคัญอันดับแรก เนื้อหาแผนที่มักวางไว้ตรงกลางจุดศูนย์กลางเชิงทัศน์ (Visual center) ของระวางแผนที่หรือขอบเขตกระดาษทำแผนที่ เนื้อหาแผนที่ต้องโดดเด่นมากที่สุดและครอบคลุมพื้นที่แผนที่มากที่สุด
- ขอบระวางแผนที่ (Neat line) มักเป็นเส้นบาง และอาจมีเส้นขอบนอกล้อมรอบซึ่งมีลักษณะเป็นเส้นหนากว่าขอบระวาง เรียกว่า เส้นขอบระวาง (Border line) ข้อมูลตัวเลขค่าพิกัดแผนที่บอกเนื้อหาแผนที่ โดยวางอยู่ระหว่างขอบระวางและเส้นขอบระวาง เส้นขอบเขตเนื้อหาแผนที่ไม่จำเป็นต้องเป็นรูปสี่เหลี่ยมเรขาคณิต อาจเป็นขอบเขตพื้นที่ศึกษาวิจัย เช่น เส้นแบ่งเขตลุ่มน้ำ อย่างไรก็ตามลักษณะขอบเขตชนิดนี้ทำให้พื้นที่แผนที่ดูคล้ายเกาะเรียกว่าเกิดลักษณะแผนที่เกาะ (Island map) หากต้องการหลีกเลี่ยง สามารถให้แสดงข้อมูลพื้นที่ข้างเคียงประกอบด้วยเป็นข้อมูลพื้นหลัง (Background)

- ชื่อแผนที่ (Title) มีความสำคัญอยู่ในลำดับ 2 รองจากเนื้อหาแผนที่ การตั้งชื่อแผนที่ควรกระชับและได้ความหมายตามเนื้อหาของแผนที่ ไม่ใช้คำฟุ่มเฟือย เช่น เปลี่ยนจากชื่อเรื่อง “แผนที่แสดงความหนาแน่นประชากร”เป็น “ความหนาแน่นประชากร” ถ้าเนื้อหาแผนที่แสดงวันเวลาเฉพาะ ให้ระบุไว้ในชื่อแผนที่ด้วย หากชื่อแผนที่ยาวมากอาจแบ่งชื่อแผนที่ เป็นชื่อหลัก และชื่อรอง เช่น ชื่อหลักของแผนที่คือ “โครงสร้างอายุของผู้ลี้ภัย ปี พ.ศ. 2548” ชื่อรองคือ “ชายแดนไทย-เมียนมาร์” การแสดงชื่อรองให้แยกเป็นอีกบรรทัดและจัดวางไว้กึ่งกลางของชื่อหลัก
- คำอธิบายสัญลักษณ์ (Legend) มีความสำคัญอยู่ในลำดับ 3 ต่อจากเนื้อหาแผนที่ และชื่อแผนที่คำอธิบายสัญลักษณ์ประกอบด้วยรูปสัญลักษณ์ และคำอธิบายความหมายของสัญลักษณ์ สัญลักษณ์ที่อยู่ในเนื้อหาแผนที่ต้องปรากฏคำอธิบายสัญลักษณ์ด้วยเสมอ และมีรูปร่างลักษณะเหมือนกันทุกประการ การออกแบบหัวเรื่องของคำอธิบายสัญลักษณ์ของแผนที่เฉพาะเรื่อง อาจละเว้นการเขียนคำว่า “คำอธิบายสัญลักษณ์” หรือคำว่า “สัญลักษณ์” ไว้ก็ได้ หรือหากมีหัวเรื่องที่ต้องการขยายความมาจากชื่อแผนที่ ให้นำมาเป็นชื่อหัวเรื่องแทนที่คำว่า “คำอธิบายสัญลักษณ์” เช่น ชื่อแผนที่คือโครงสร้างอายุของผู้ลี้ภัยปี พ.ศ. 2548 ชื่อหัวเรื่องของคำอธิบายสัญลักษณ์คือ จำนวนผู้ลี้ภัย พื้นที่ในส่วนของคำอธิบายสัญลักษณ์ทั้งหมดอาจมีเส้นขอบล้อมรอบคำอธิบายสัญลักษณ์ หรือไม่มีก็ได้
- แหล่งที่มาของข้อมูล (Data source) ผู้จัดทำแผนที่ และวันที่ทำแผนที่ ควรแสดงไว้เพราะทำให้สามารถอ้างอิงที่มาของข้อมูลได้ วางไว้ที่ขอบระวางแผนที่ และตัวอักษรมีขนาดเล็ก เพราะมีความสำคัญอันดับรอง
- มาตราส่วนแผนที่ทำได้โดยระบุเป็นตัวเลข และกราฟิกของมาตราส่วนเส้นบรรทัด แต่ควรใช้มาตราส่วนกราฟิกประกอบด้วยเสมอ เพราะอาจมีการทำสำเนาย่อหรือขยายแผนที่นั้น มาตราส่วนของแผนที่โลกที่แปรเปลี่ยนตามละติจูด ให้ใช้มาตราส่วนชนิดแปรตาม (Variable scale) แต่ซอฟต์แวร์บางชนิดไม่มีลักษณะมาตราส่วนนี้ ก็ควรละเว้นการแสดงมาตราส่วนไว้ มาตราส่วนมีความสำคัญอยู่ในลำดับหลัง จึงไม่ควรวางไว้โดดเด่นมากนักแต่ก็ไม่ควรมีขนาดเล็กเกินไปเพราะจะใช้ประโยชน์ยาก การวางมาตราส่วนควรทำให้เกิดความสมดุลของแผนที่เสมอ
- เครื่องหมายทิศ ถ้าแผนที่นั้นไม่มีเครื่องหมายทิศกำกับ แสดงว่านักแผนที่กำหนดให้แผนที่นั้นวางตัวชี้ไปทางทิศเหนือ แต่ถ้าขนาดของเนื้อหาแผนที่ไม่เหมาะสมกับการวางตัวในทิศเหนือก็เปลี่ยนไปทิศอื่น ๆ ได้ แต่ต้องมีเครื่องหมายทิศเหนือกำกับด้วยเสมอ เส้นเมริเดียนคือเส้นที่วางในแนวทิศเหนือหากเส้นนี้วางตัวในทิศทางต่างกันต้องทำเครื่องหมายทิศเหนือ เครื่องหมายทิศมีความสำคัญลำดับรอง การออกแบบเครื่องหมายทิศจึงไม่ควรโดดเด่นมากลวดลายมากเกิน หรือมีขนาดใหญ่เกินไป

ในการออกแบบแผนที่จะมีกระบวนการที่สำคัญกระบวนการหนึ่ง เรียกว่าการวางแบบแผนที่ โดยจะเป็นเริ่มจากการกำหนดขนาดแผนที่แล้ววางองค์ประกอบของแผนที่คล้ายกับการวางแบบจัดหน้าของนักหนังสือพิมพ์หรือนักเขียนแผนที่นิยมเรียกว่า Map layout ซึ่งมีรายละเอียดและขั้นตอนของการออกแบบแผนที่มีขั้นตอนดังต่อไปนี้ (สำนักงานพัฒนาและถ่ายทอดองค์ความรู้, 2552)

1. กำหนดสื่อที่จะใช้นำเสนอ เช่น แผนที่บนสื่ออิเล็กทรอนิกส์ หรือสื่อสิ่งพิมพ์ วิธีการผลิตมีผลกับวิธีการออกแบบแผนที่
2. เลือกมาตราส่วน และชนิดของเส้นโครงแผนที่ให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์แผนที่
3. วิเคราะห์เนื้อหาแผนที่ และการให้สัญลักษณ์

4. กำหนดการวางแบบและองค์ประกอบแผนที่ ตามหลักการและวิธีการออกแบบแผนที่

2.9 แนวความคิดการสร้างเว็บไซต์ (Web Site)

การพัฒนาเว็บไซต์นั้นมีขั้นตอนและการดำเนินงานที่เหมาะสม ซึ่งใช้เป็นแนวทางในการนำเสนอข้อมูลการดำเนินงานภายใต้โครงการฯ ซึ่งมีขั้นตอนการทำงานดังนี้

กำหนดเป้าหมายและวางแผน ซึ่งการนำเสนอนี้จะเป็นการนำเสนอภาพรวมของการดำเนินการ จะมีความสอดคล้องกับภารกิจของหน่วยงานทั้ง สำนักงานพัฒนาเศรษฐกิจจากฐานชีวภาพ (องค์การมหาชน) และมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา โดยกลุ่มเป้าหมายของการนำเสนอนี้ได้แก่ กลุ่มผู้ที่ให้ความสนใจในการใช้เทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับในงานสิ่งแวดล้อม และกลุ่มนักเรียน นักศึกษา ตลอดจนผู้ที่สนใจในด้านสิ่งแวดล้อมทั่วไป

การวิเคราะห์ และจัดโครงสร้างของข้อมูล นั้นทางคณะดำเนินงานได้ใช้ข้อมูลที่เป็นผลลัพธ์จากการดำเนินงานนี้ โดยแสดงเป็นทั้งข้อมูลที่เป็นรูปภาพ, แผนที่, ตลอดจนแสดงถึงผังการดำเนินงานต่าง ๆ ตลอดระยะเวลาโครงการฯ ซึ่งฐานข้อมูลที่ใช้ก็จะเป็นฐานข้อมูลที่เข้าถึงได้ง่าย ทำให้ผู้ใช้ และผู้พัฒนาสามารถดำเนินการได้ โดยไม่มีความซับซ้อนของระบบมากนัก

การออกแบบและพัฒนา ทางคณะดำเนินงานจะพัฒนาเว็บไซต์บน Google Platform ซึ่งเป็นโปรแกรมประยุกต์ที่ใช้งานได้ง่าย และทางหากใช้ User ของมหาวิทยาลัยฯ นั้นสามารถบันทึกข้อมูลต่าง ๆ ได้ในจำนวนมาก อีกทั้งยังสามารถที่จะทำให้หน่วยงาน นำไปพัฒนาต่อเพื่อเผยแพร่ หรือประชาสัมพันธ์ให้กับผู้ที่สนใจ หรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องต่อไปได้ โดยเว็บไซต์จะประกอบด้วยข้อมูลที่สำคัญในภารกิจดังกล่าว โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศในพื้นที่ศึกษา
- ข้อมูลชื่อสถานที่
- ลักษณะภายในแปลง
- ระดับความสูงของพืชในพื้นที่แปลง

โดยข้อมูลที่แสดงผลในเว็บไซต์ดังกล่าวนั้น จะเป็นข้อมูลที่แสดงทั้งแผนที่ ภาพถ่ายทางอากาศ แบบจำลองความสูง 3 มิติ และตำแหน่งที่ตั้งของแปลงตัวอย่าง ที่เป็นพื้นที่ศึกษาใน ปี พ.ศ. 2565

หลักการการให้บริการข้อมูลภูมิสารสนเทศตามมาตรฐาน OGC

Web Map Service การให้บริการแผนที่ผ่านเครือข่าย หรือ Web Map Service ได้มีการกำหนดเป็นมาตรฐานโดย The Open Geospatial Consortium หรือ OGC ชื่อว่า The OpenGIS® Web Map Service Interface Standard ต่อมาได้พัฒนายกร่างและนำเสนอต่อคณะกรรมการมาตรฐานทางเทคนิค ชุดที่ 211 (ISO/TC211) ที่จัดตั้งขึ้นโดยองค์กรมาตรฐานสากล (ISO) มีหน้าที่กำหนดชุดมาตรฐานในสาขาภูมิสารสนเทศ

(digital geographic information) ซึ่งครอบคลุมถึงงานด้าน GIS ด้วย เพื่อกำหนดให้ Web Map Service เป็นมาตรฐานสากล เพื่อประโยชน์ในนำเสนอ เผยแพร่ และแลกเปลี่ยนข้อมูลเชิงพื้นที่

มาตรฐานสากลที่กำหนดรายละเอียดการให้บริการแผนที่ผ่านเครือข่าย (WMS) ได้แก่ ISO 19128:2005 Geographic information -- Web map server interface ซึ่ง Web Map Service จะทำหน้าที่ในการสร้างแผนที่ของข้อมูลอ้างอิงจากข้อมูลภูมิศาสตร์ ซึ่งมาตรฐาน ISO 19128 นี้ได้ให้คำนิยามว่า “แผนที่ เป็นการแสดงข้อมูลภูมิศาสตร์ในรูปแบบของข้อมูลภาพดิจิตอลบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ แผนที่จะไม่ใช่ตัวข้อมูลจริง

WMS จะผลิตแผนที่ให้เป็นรูปภาพใน Format: PNG, GIF หรือ JPEG หรือถ้าเป็นข้อมูลเวกเตอร์ (Vector) จะอยู่ในรูปแบบของ Scalable Vector Graphic (SVG) ซึ่งเป็นเวกเตอร์กราฟิกที่ใช้ในการแสดงผลภาพบนอินเทอร์เน็ต (กำลังเป็นที่นิยมในปัจจุบัน) หรือ Web Computer Graphic Metafile (Web CGM)

ข้อกำหนดใน WMS ประกอบด้วยการทำงานหลัก 3 ประการ คือ
การให้บริการภาพแผนที่ และข้อมูลแบบหลายมิติ
การให้บริการและคำอธิบายข้อมูล Metadata ของชุดข้อมูลที่ให้บริการ
การให้บริการข้อมูลเฉพาะที่ต้องการให้แสดงบนแผนที่

2.10 การบันทึกภาพทั้งภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว

สำหรับการบันทึกภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวนั้น คณะทำงานได้ใช้อากาศยานไร้คนขับ โดยมีระบบกล้องบันทึกภาพนิ่ง และมีความละเอียดของไฟล์สูงสุดที่ 12.71 เมกกะพิกเซล ส่วนภาพเคลื่อนไหวจะมีกล้องบันทึกภาพเคลื่อนไหวสามารถบันทึกได้ระบบดิจิตอลสูงสุดในระบบ UHD ค่าความละเอียดที่ 4096×2160 24P โดยการถ่ายภาพนิ่ง ในพื้นที่ศึกษา โดยจะทำการเก็บข้อมูลภาพใน 2 ลักษณะ ได้แก่ การเก็บข้อมูลภาพแบบมุมสูง (Vertical image) โดยทั่วไปนิยมเรียกว่าการถ่ายภาพในมุมมองแบบ Bird’s eye view นั้น จะทำให้เห็นข้อมูลได้ชัดเจน และมีความคลาด[illegible]มาณ 90 องศา โดยมีค่าที่ไม่เ[illegible]

ภาพที่ 6 ภาพข้อมูลตัวอย่างภาพแนวดิ่ง (Vertical image)
ที่มา : (มรกต วรชัยรุ่งเรือง และคณะ, 2562)

ส่วนภาพในแนวเฉียง (Oblique image) จะเป็นภาพที่ได้จากการที่แนวการถ่ายภาพมีมุมเอียงของกล้องเกินกว่า 4 องศา ทำให้ครอบคลุมพื้นที่ในการถ่ายต่อครั้งได้มากกว่าการถ่ายในแนวดิ่งลงมาก สามารถจำแนกรายละเอียดหลักบนภาพได้ง่ายกว่าการถ่ายจากแนวดิ่ง

ภาพที่ 7ภาพข้อมูลตัวอย่างภาพในแนวเฉียง (Oblique image)

ที่มา : (มรกต วรชัยรุ่งเรือง และคณะ, 2562)

นอกจากนี้แล้ว จะทำการเก็บบันทึกภาพถ่ายของตำแหน่งสำคัญในพื้นที่ศึกษาทั้งในมุมทางราบและภาพถ่ายจากมุมสูง ตลอดจนจัดเก็บข้อมูลของพื้นที่โดยรอบของบริเวณพื้นที่ศึกษา ซึ่งในการปฏิบัติงานนี้ ผู้จัดทำมีแนวทางในการบันทึกภาพ และจัดทำภาพเคลื่อนไหว มีดังต่อไปนี้

1. วางแผนสำหรับการบันทึกภาพและภาพเคลื่อนไหวในพื้นที่ศึกษาทั้ง 8 พื้นที่
2. กำหนดจุดน่าสนในพื้นที่ศึกษา และทำการตัดภาพสลับมายังมุมอื่น ภายในพื้นที่ศึกษาเพื่อให้มีความครอบคลุม ในทุก ๆ ลักษณะในพื้นที่
3. กำหนดความยาวของการบันทึกภาพเคลื่อนไหวให้พอดี ไม่ให้ยาวเกินไป จะใช้เทคนิควิธีการตัดสลับหลายมุม ด้วยการแพนกล้อง และซูมเข้า-ออก เพื่อเปลี่ยนมุมมอง
4. เลือกถ่ายภาพในช่วงเวลาประมาณ 10.00 - 15.00 น. เพื่อจะเป็นการลดเงาของต้นไม้หรือสิ่งปลูกสร้างออก ทำให้ได้ภาพในพื้นที่มีความชัดเจน สามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสมของสถานการณ์ในแต่ละพื้นที่
5. นำข้อมูลภาพถ่าย และภาพเคลื่อนไหว มาทำการตัดต่อโดยจัดทำในรูปแบบวิดีโอทั้ง 8 พื้นที่รวมกันเป็นไฟล์เดียวความยาวประมาณ 10 – 15 นาที
6. บันทึกข้อมูลที่ทำการตัดต่อเรียบร้อยแล้วลงใน External hard disk จำนวน 1 ชุด

ในการดำเนินโครงการครั้งนี้ คณะดำเนินงานได้ใช้แนวคิด และหลักการที่ได้กล่าวมาข้างต้นทั้งหมดนั้นประกอบเพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินการสำรวจข้อมูลและแปรค่าความสมบูรณ์ของพื้นที่สีเขียวนอกเขตอนุรักษ์ (ชุมชนไม้มีค่า-ป่าครอบครัว) 4 ภูมิภาค เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ตรงตามวัตถุประสงค์ของโครงการต่อไป

2.11 วรรณกรรม และบทความต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงาน

ในการดำเนินงานครั้งนี้ คณะดำเนินงานได้ทำการศึกษาจากวรรณกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งทางด้านการสำรวจระยะไกล, การสำรวจด้วยอากาศยานไร้คนขับ, การวิเคราะห์ทรงพุ่ม และการวิเคราะห์หาค่าดัชนีวัดความอุดมสมบูรณ์ของพืชพรรณ (NDVI) โดยการศึกษาในครั้งนี้ ได้ทำการศึกษาทั้งจากบทความทั้งในประเทศและต่างประเทศ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

สำหรับการสำรวจระยะไกลหรือรีโมตเซนซิ่ง (Remote sensing) เป็นการศึกษาเชิงพื้นที่โดยอาศัยการใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และหลักการสะท้อนของคลื่นแม่เหล็ก ทำให้ผู้สำรวจไม่จำเป็นต้องสำรวจทุกพื้นที่ในการศึกษานั้น ๆ อาจจะอาศัยการตรวจสอบความถูกต้องด้วยกลุ่มตัวอย่าง ข้อดีของการสำรวจระยะไกลจะเป็นการลดระยะเวลาในการสำรวจ พื้นที่หนึ่ง ๆ อีกทั้งยังช่วยลดเวลาในการสำรวจพื้นที่ได้อีกด้วย จากการทบทวนวรรณกรรมมีการสำรวจระยะไกลที่มีความเกี่ยวข้องกับศึกษาการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ มีรายละเอียดดังนี้

การศึกษาด้านการสำรวจระยะไกลกับงานด้านป่าไม้ พบว่าการศึกษาของ John F. Weishampel, K. Jon Ranson and David J. Harding (1996) พบว่า กระบวนการทางรีโมตเซนซิ่งเป็นเครื่องมือที่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับทรงพุ่มของต้นไม้ในป่าด้วยสัญญาณการสะท้อนของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า โดยจะให้ข้อมูลที่เกี่ยวกับ โครงสร้างของต้นไม้ ความสูง และจำนวนของต้นไม้ และทำให้ได้ลักษณะของพืชพรรณต่าง ๆ ซึ่งสามารถใช้ประเภทต่าง ๆ ของรีโมตเซนซิ่งในการศึกษาได้ (John F. Weishampel et. al, 1996) ไม่ว่าจะเป็นการสำรวจข้อมูลระยะไกลโดยอาศัยพลังงานแสงธรรมชาติ (Passive Remote sensing) โดยเป็นกระบวนการที่อาศัยหลักการสะท้อนของแม่เหล็กไฟฟ้าจากสิ่งต่าง ๆ ในธรรมชาติ และการสำรวจระยะไกลด้วยใช้การปล่อยพลังงานจากเครื่องรับสัญญาณ (Active Remote sensing) เป็นกระบวนการที่อาศัยหลักการสะท้อนกลับของสัญญาณจากเครื่องปล่อยสัญญาณเอง

และการศึกษาของ Blanc, Gond, & Tong Minh (2016) ได้ทำการประยุกต์ใช้กระบวนการสำรวจระยะไกลกับการสูญเสียพื้นที่ป่าไม้ โดยเป็นการใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม 2 ชนิด ได้แก่ ดาวเทียมจากช่วงคลื่นที่ตามองเห็น (Optical data) ซึ่งได้แก่ ช่วงแสงขาว (Visible light) และ ช่วงคลื่นแบบอินฟาเรต (Infrared) ซึ่งช่วงคลื่นดังกล่าวนั้นมีปฏิกิริยาต่อพืชพรรณต่าง ๆ เช่น คลอโรฟิลด์, โครงสร้างของน้ำภายในพืช และใบ เป็นต้น และนอกจากนี้แล้วยังสามารถใช้ข้อมูลจากดาวเทียมเรดาร์ (Radar) ซึ่งเป็นข้อมูลที่เลือกใช้ได้โดยไม่ต้องคำนึงถึงสิ่งปกคลุมในชั้นบรรยากาศ เช่น เมฆ, หมอก และฝุ่นควันต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อการมองเห็นภายในภาพ ซึ่งในการศึกษานี้นำหลักการของการ SAR หรือ Synthetic Aperture Radar มาประยุกต์ใช้โดยเป็นการศึกษาหาการเปลี่ยนแปลงในพื้นที่เดียวกันจาก 2 ช่วงเวลา ซึ่งการนำหลักการของการสำรวจระยะไกลมาประยุกต์ใช้ในการติดตามการเปลี่ยนแปลงปรากฏการณ์เชิงพื้นที่ต่าง ๆ อีกมากมาย (Blanc, Gond, & Tong Minh , 2016)

นอกจากการสำรวจระยะไกลด้วยการใช้ภาพถ่ายดาวเทียมแล้ว ในปัจจุบันความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีจึงทำให้มีการประดิษฐ์อากาศยานไร้คนขับ และเป็นที่นิยมนำมาประยุกต์ใช้ในงานด้านต่าง ๆ เป็นอย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งงานทางด้านการสำรวจ โดยการสำรวจด้วยอากาศยานไร้คนขับนั้น เป็นที่นิยมอย่างแพร่หลายใน

ช่วงเวลาเกือบ 20 ปีที่ผ่านมา และการสำรวจประเภทดังกล่าวมีข้อดีคือ ทำให้ได้ข้อมูลที่เป็นปัจจุบัน และใช้เวลาในการรวบรวมข้อมูลในเวลาทันที และตรงกับความต้องการของหน่วยงานต่าง ๆ ที่ต้องการนำข้อมูลไปใช้ทั้งด้านการศึกษา และการดำเนินงานอื่น ๆ รายละเอียดดังต่อไปนี้

ด้านการสำรวจและการพัฒนาเมืองด้วยอากาศยานไร้คนขับ จากการศึกษาของ ธราวุฒิ บุญเหลือ (2556) ที่ได้ประยุกต์ใช้อากาศยานไร้คนขับเพื่อจัดทำภาพถ่ายทางอากาศสำหรับออกแบบชุมชนเมือง กรณีศึกษาพื้นที่มหาวิทยาลัยมหาสารคาม วิทยาเขตขามเรียง จึงทำให้นักออกแบบชุมชนเมือง สามารถทำความเข้าใจกับบริบทเมืองและสภาพแวดล้อมได้ในเชิงลึก อีกทั้งยังเป็นการลดต้นทุนในการจัดหาภาพถ่ายทางอากาศ และภาพถ่ายดาวเทียม อีกทั้งยังได้ภาพถ่ายทางอากาศที่มีความละเอียดที่คมชัด ใช้เวลาการดำเนินการที่สั้น โดยพื้นที่ศึกษานั้นมีขนาด 4 ตารางกิโลเมตร (ธราวุฒิ บุญเหลือ, 2556) และนอกจากนี้แล้วยังมีการนำอากาศยานไร้คนขับไปประยุกต์ใช้ในการสร้างฐานข้อมูลแบบจำลองอาคารสำหรับงานสถาปัตยกรรมผังเมือง กรณีศึกษา อ.ธาตุพนม จ.นครพนม โดยการศึกษานี้สามารถใช้วิเคราะห์พื้นที่เพื่อการออกแบบชุมชนเมืองและเข้าใจบริบทเมืองรวมถึงสภาพแวดล้อมได้ในเชิงลึกในลักษณะของแบบจำลองสามมิติ และยังนำข้อมูลที่ได้มาจัดทำเป็นแผนที่ฐาน (Base Map) ของพื้นที่ศึกษา ซึ่งการศึกษาครั้งนี้มีขนาดพื้นที่ 1 ตารางกิโลเมตร (ธราวุฒิ บุญเหลือ, 2561)

นอกจากนี้แล้วยังมีการศึกษาของ วุฒิชัย บุญพุก และคณะ (2562) ที่ได้นำอากาศยานไร้คนขับไปทำการจำแนกพื้นที่การเพาะปลูกด้วยวิธีการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) การศึกษานี้ได้ใช้พื้นที่ศึกษาในเขต ฝูหลิง เมืองฉงชิ่ง ประเทศจีน โดยในพื้นที่ศึกษานั้นเป็นเขตเกษตรกรรมที่มีรูปแบบการปลูกพืชที่หลากหลาย ทั้งข้าวโพด ข้าว และพืชผักชนิดต่าง ๆ โดยผลการศึกษาพบว่าระเบียบวิธีการเรียนรู้เชิงลึกบูรณาการร่วมกับข้อมูลพื้นที่เพาะปลูกจาก UAV สามารถตรวจจับและแยกพื้นที่การเพาะปลูกกับการใช้ที่ดินในรูปแบบอื่น ๆ มีระดับความแม่นยำอยู่ที่ประมาณร้อยละ 80 แต่ก็ตามการจำแนกพื้นที่ที่มีลักษณะรูปแบบใกล้เคียงกัน อาทิเช่น พื้นที่หญ้าและพื้นที่ว่าง ยังเป็นข้อจำกัดของการศึกษาดังกล่าว (วุฒิชัย บุญพุก และคณะ, 2562)

สำหรับการประยุกต์ใช้การสำรวจด้วยอากาศยานไร้คนขับกับงานทางด้านเกษตรกรรมนั้นมีการศึกษาของ นพัตธร เมรสนัด และคณะ (2562) ได้นำอากาศยานไร้คนขับมาประยุกต์ใช้เพื่อตรวจสอบสุขอนามัยของข้าวโดยใช้ช่วงคลื่นที่มองเห็นได้ ในพื้นที่อำเภอสามชุก จังหวัดสุพรรณบุรี โดยใช้กระบวนการวิเคราะห์ด้วยดัชนีช่วงคลื่นที่มองเห็นได้ ได้แก่ ดัชนี Vegetation Atmospherically Resistant Index หรือ VARI โดยวิเคราะห์จากค่าคลอโรฟิลด์ของพืช และนำเข้าสมการของดัชนีดังกล่าว และนำไปตรวจสอบความถูกต้องจากเครื่องตรวจวัดปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบพืช ซึ่งนำมาวิเคราะห์ร่วมกับสมการสำหรับการแปลงค่าคลอโรฟิลด์ เข้าสู่ดัชนี ผลที่ได้พบว่าดัชนี VARI นั้นมีค่าทางสถิติที่หาความสอดคล้องของความน่าจะเป็น (P-Value) อยู่ที่ 0.08995 จึงสามารถนำดัชนีดังกล่าวมาตรวจสอบสุขอนามัยข้าว เพื่อทดแทนการใช้เครื่องมือที่มีราคาสูง เพื่อเป็นการลดต้นทุน รวมถึงลดระยะเวลาในการดำเนินงานได้อีกด้วย (นพัตธร เมรสนัด และคณะ, 2562)

ส่วนการศึกษาเกี่ยวกับความแม่นยำของการใช้อากาศยานไร้คนขับสำหรับการทำแผนที่นั้น มีการศึกษาของ นภัสวรรณ บุญทวีสวัสดิ์ และคณะ (2562) ได้ทำการศึกษาพบว่า ค่าความถูกต้องทางราบของอากาศยานไร้คนขับ

ที่ใช้ระบบ PPK จะไม่ดีเท่าอากาศยานไร้คนขับที่ไม่ใช้ PPK แต่ค่าความถูกต้องทางดิ่งของอากาศยานไร้คนขับที่ใช้ระบบ PPK จะดีกว่าอากาศยานไร้คนขับที่ไม่ใช้ระบบ PPK ยกเว้นเมื่อความละเอียดจุดภาพบนพื้นดิน (GSD) มากขึ้นที่ 0.15 เมตรค่าความถูกต้องทางดิ่งของอากาศยานไร้คนขับที่ไม่ใช้ระบบ PPK จะดีกว่าใช้ระบบ PPK ซึ่งรูปแบบการบินกริดสามารถเพิ่มค่าความถูกต้องทางดิ่งให้กับอากาศยานไร้คนขับที่ใช้ระบบ PPK ให้ดียิ่งขึ้นได้ ดังนั้นอากาศยานไร้คนขับด้วยระบบ PPK มาใช้ในงานผลิตแผนที่เพื่อลดระยะเวลาในการวางจุดควบคุมภาพถ่าย ลดเวลาในการทำงาน หรือใช้จำนวนผู้ปฏิบัติงานน้อยลง เมื่อนำค่าความถูกต้องเชิงตำแหน่งเทียบตามมาตรฐานของ ASPRS ในกรณีถ่ายภาพที่ GSD 0.06 เมตร พบว่าจะสามารถผลิตแผนที่มาตราส่วน 1:1,200 ตามเกณฑ์ของความละเอียดถูกต้องทางราบชั้นที่ 1 (นภัสวรรณ บุญทวีสวัสดิ์ และคณะ, 2562)

จะเห็นได้ว่าการใช้อากาศยานไร้คนขับสำหรับการสำรวจนั้น นิยมนำมาใช้ในการสำรวจทั้งทางด้านการสำรวจในพื้นที่เมือง และพื้นที่เกษตรกรรม ทำให้สามารถสร้างเป็นฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ และนำไปสู่กระบวนการวิเคราะห์ และสังเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ สำหรับการปฏิบัติงานในส่วนที่เกี่ยวข้องต่อไปทั้งทางด้านการออกแบบ และวางแผนเมือง ตลอดจนการศึกษาการเปลี่ยนแปลง การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อไป

ด้านการวิเคราะห์ทรงพุ่มนั้น จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ พบว่า จากการศึกษาของ อัศวโกวิท พึ่งสุข และคณะ (2561) ที่ทำการประมาณค่าความสูงของต้นยางนา ด้วยข้อมูล DTM และ DSM จากอากาศยานไร้คนขับ จำนวน 2 แปลง ในจังหวัดขอนแก่น พบว่าภาพถ่ายออร์โธ ที่ระดับความสูง 90 เมตร มีความแยกชัด 0.035 เมตร และ 0.037 เมตร ส่วน DSM และ DTM มีความแยกชัด 0.071 เมตรและ 0.074 เมตร ตามลำดับจากภาพ 3 มิติ ทรงพุ่มของต้นไม้ยางนามีลักษณะเป็นยอดแหลมทรงกรวย และนับจำนวนต้นไม้ยางนาด้วยสายตาจากข้อมูลภาพถ่ายออร์โธสี ในแปลงปลูกที่ 1 และ 2 ได้ประมาณ 684 ต้น และตรวจสอบความถูกต้องด้วยการวัดจากเครื่องวัดความสูง พบว่า โดยมีค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างเครื่องวัดความสูงกับการประมาณค่าจากแบบจำลองความสูงพื้นผิวภูมิประเทศจาก UAV เท่ากับ 0.38 และ 0.34 ตามลำดับ (อัศวโกวิท พึ่งสุข และคณะ, 2561)

และยังมีการศึกษาของบุญญพัฒน์ วงพิน และคณะ (2564) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับ การวัดความสูงของต้นไม้จากแบบจำลองความสูงทรงพุ่มด้วยอากาศยานไร้คนขับ กรณีศึกษา อำเภอเขาชัยสน และอำเภอป่าบอน จังหวัดพัทลุง โดยมีวิธีการวัดความสูงของต้นไม้ด้วยการใช้แบบจำลองความสูงของทรงพุ่ม (Canopy Height Model : CHM) โดยอาศัยหลักการหาความแตกต่างจากแบบจำลองความสูงพื้นผิวเชิงเลข (DSM) กับแบบจำลองภูมิประเทศเชิงเลข (DTM) และตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลด้วยค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Square Error : RMSE) และค่าความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Error : MAE) จากการศึกษาในพื้นที่แปลงตัวอย่างพบว่า ค่าความสูงเฉลี่ยของต้นไม้จากแบบจำลองความสูงทรงพุ่ม (CHM) ในแปลงทดลองจำนวน 6 แปลง มีค่าอยู่ระหว่าง 3.25 –7.12 เมตร และค่าความสูงของทรงพุ่มสูงสุด มีค่าอยู่ระหว่าง 15.65 – 21.87 เมตร และมีข้อค้นพบว่าค่าความสูงในพื้นที่ศึกษา อำเภอป่าบอน มีค่าเฉลี่ยของความสูงกว่าอำเภอเขาชัยสน โดยในแปลงที่ 1 ถึงแปลงที่ 4 เป็นแปลงในพื้นที่ของอำเภอเขาชัยสน ส่วนแปลงที่ 5 และแปลงที่ 6 เป็นพื้นที่ของอำเภอป่าบอน (บุญญพัฒน์ วงษ์พิน และคณะ, 2564)

สอดคล้องกับ Lisein, Pierrot-Deseilligny, Bonnet and Lejeune (2013) ที่ได้นำกระบวนการทางโฟโตแกรมเมตรีมาสร้างแบบจำลองทรงพุ่มจากภาพอากาศยานไร้คนขับขนาดเล็กร่วมกับข้อมูล LiDAR และวิธีการสมการถดถอยเชิงเส้น (Linear regressions) เพื่อจำแนกทรงพุ่มที่มีความสูงและโดดเด่นในพื้นที่ป่าจากแบบจำลองความสูงของทรงพุ่ม (Lisein et al, 2013) และยังมีการศึกษาของ Ahmad, Goparaju and Qayum (2017) ที่นำภาพถ่ายดาวเทียม และ LiDAR มาประยุกต์ใช้ในการทำแผนที่แบบจำลองภูมิประเทศ (DEM), แบบจำลองความสูงของพื้นผิว (DSM) และแบบจำลองความสูงทรงพุ่ม (CHM) เพื่อใช้ในการวิเคราะห์พื้นที่ในการบริหารจัดการโดยสามารถนำไปหาความลาดเอียงของพื้นที่ และการวางแผนการไหลของน้ำ จากการศึกษาพบว่าข้อมูลของแบบจำลองภูมิประเทศ (DEM) แบบจำลองความสูงของพื้นผิว (DSM) และแบบจำลองความสูงทรงพุ่ม (CHM) ที่สร้างจากข้อมูล LiDAR ให้ความแม่นยำสูง (Ahmad, Goparaju, and Qayum, 2017) โดยการศึกษาจากงานดังกล่าว สามารถแสดงให้เห็นได้ว่าการนำวิธีการวิเคราะห์ทรงพุ่มด้วยแบบจำลองความสูงของทรงพุ่ม (CHM) สามารถที่จะทำให้ได้รายละเอียดของข้อมูลต้นไม้ ในพื้นที่ศึกษา ได้อย่างทั่วถึง และครอบคลุม อีกทั้งสามารถเชื่อถือได้อีกด้วย

การวิเคราะห์หาค่าดัชนีวัดความอุดมสมบูรณ์ของพืชพรรณ (NDVI) นั้นมีการนำไปประยุกต์ใช้เพื่อหาความอุดมสมบูรณ์ของต้น และผลผลิตของพืชพรรณต่าง ๆ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

จากการศึกษา สุจิตรา เจริญหิรัญยิ่งยศ (2561) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีพืชพรรณกับผลผลิตปาล์มน้ำมันจากทะลายผลสดด้วยภาพถ่ายดาวเทียมแลนด์แซท 8 ด้วยสมการถดถอยอย่างง่าย ในจังหวัดบึงกาฬ โดยทำการคำนวณค่าดัชนีพืชพรรณ 5 ดัชนีโดยแบ่งเป็นดัชนีที่ใช้ช่วงคลื่นสีแดงและอินฟราเรดใกล้ในการคำนวณ 2 ดัชนีได้แก่ Ratio Vegetation Index (RVI) และ Normalized Difference vegetation Index (NDVI) และดัชนีที่ใช้ช่วงคลื่นอินฟราเรดคลื่นสั้นและอินฟราเรดใกล้ 3 ดัชนี ได้แก่ Moisture Stress Index (MSI), Normalized Difference Infrared Index (NDII), และ Normalize Difference Water Index (NDWI) และเมื่อนำผลผลิตที่ได้จากสมการไปเปรียบเทียบกับผลผลิตจริงที่เก็บได้ในพื้นที่ศึกษา พบว่ามีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Square Error: RMSE) เท่ากับ 0.0789 (สุจิตรา เจริญหิรัญยิ่งยศ, 2561)

นอกจากนี้แล้วยังมีการศึกษาของ ปราโมทย์ สุขศิริศักดิ์ (2562) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการประมวลผลภาพถ่ายทางอากาศเวลาจริงจากกล้องมัลติสเปกตรัมสำหรับการเกษตร โดยใช้โปรแกรมการวิเคราะห์ดัชนีพืชพรรณ (Normalized Difference Vegetation Index, NDVI) โดยโปรแกรมดังกล่าวจะแสดงตำแหน่งของพืชที่เติบโตไม่สมบูรณ์ และนำไปสู่การฉีดพ่นปุ๋ยชนิดน้ำต่อไป โดยพื้นที่การบินได้แก่ บริเวณสวนมะนาวมีเนื้อที่ประมาณ 2 ไร่ โดยได้ทำการระบุพิกัดจุด 3 ตำแหน่ง โดยนำข้อมูลเข้าโปรแกรมประมวลผล ซึ่งการศึกษานี้มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งกับโครงการเกษตรแม่นยำ สามารถทำให้เกษตรกรติดตามตำแหน่งของพืชที่ไม่สมบูรณ์ และบำรุงแก้ไขได้อย่างทันท่วงที หากมีการพัฒนาระบบเซนเซอร์ที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้นก็จะสามารถทำให้ผลการศึกษามีความแม่นยำเพิ่มขึ้น ทั้งทางด้านความเร็วของอากาศยานไร้คนขับ ตลอดจนความแม่นยำในการประมวลผล (ปราโมทย์ สุขศิริศักดิ์ , 2562)