

การสร้างระวางแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศเชิงเลข

การสร้างระวางแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศเชิงเลข สามารถดำเนินการได้ตามหลักวิชาการด้านการทำแผนที่ด้วยภาพถ่ายทางอากาศ 2 วิธี ดังนี้

1. การสร้างระวางแผนที่จากภาพถ่ายเดี่ยว (Single Photo Rectification) เป็นวิธีที่ใช้สร้างระวางแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศ ในบริเวณพื้นราบหรือพื้นที่ที่มีความแตกต่างทางระดับของภูมิประเทศไม่มาก โดยมีหลักการดำเนินการ ดังนี้

1.1 ขั้นตอนการเตรียมข้อมูล ซึ่งมีข้อมูลที่ต้องจัดเตรียม ดังนี้

- ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ (ในรูปแบบดิจิทัล) บริเวณพื้นที่ที่ต้องการจัดสร้างระวางแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศ ได้แก่ โครงการ WWS, VAP 61, NS3 และโครงการ LTP
- แผนที่ฐาน (Base Map) ที่มีค่าพิกัดที่สามารถอ้างอิงได้บนพื้นโลก หรือหมุดบังคับภาพ (GCP) เพื่อสำหรับอ้างอิงในการแปลงค่าพิกัดจากพิกัดภาพเป็นค่าพิกัดที่อ้างอิงได้บนพื้นโลกตามแผนที่ฐานหรือหมุดบังคับภาพ (GCP)
- แบบจำลองความสูง (DEM) และค่าพารามิเตอร์กล้องถ่ายภาพทางอากาศ

1.2 ขั้นตอน Registration

ตามหลักวิชาการด้านโฟโตแกรมเมตรี (Photogrammetry) วิธีการตัดแก้ภาพถ่ายเดี่ยวเป็นการแก้ความบิดเบี้ยวภาพ และเป็นการแปลงค่าพิกัดจากพิกัดภาพเป็นพิกัดอ้างอิงซึ่งเป็นวิธีการหนึ่งในการทำ Geomatic Correction หรือที่เรียกว่า การตัดแก้ทางเรขาคณิต มีคำศัพท์มากมายที่เกี่ยวข้องที่ใช้ในการตัดแก้ภาพ แก้ไขความคลาดเคลื่อนเชิงเรขาคณิต เช่น Rectification, Registration, Warping, Transformation, Polynomial และ Rubber sheeting เป็นต้น

ในขั้นตอนนี้ จะใช้โปรแกรม ERDAS IMAGINE เป็นเครื่องมือในการดำเนินงาน ซึ่งในการจัดสร้างระวางแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศ กรมที่ดินได้เลือกใช้ 2 วิธีหลัก ได้แก่ วิธี Polynomial และ วิธี Camera

1) วิธี Polynomial (แบบไม่มีระบบ) เป็นการตัดแก้ความบิดเบี้ยวภาพ โดยใช้เทคนิค Polynomial Transformation ซึ่งเป็นพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับสมการเส้นตรงเส้นโค้งและหลักการทางสถิติ อาทิ Regression สมการเชิงเส้น Polynomial มีไว้สำหรับการแปลงข้อมูลพิกัดภาพไปยังพิกัดแผนที่ ซึ่งเป็นการแปลงพิกัดจากระบบหนึ่งไปอีกระบบหนึ่งการแปลงดังกล่าวขึ้นอยู่กับความบิดเบี้ยวที่เกิดขึ้น (Distortion) บนภาพว่ามีลักษณะทิศทางเป็นอย่างไร โดยมีการใช้หมุดควบคุมภาพ (Control Point) ที่รังวัดบนภาพ ณ ตำแหน่งที่เห็นได้ชัดเจน เพื่อให้สัมพันธ์กับตำแหน่งจริงบนพื้นผิวโลกสมการ Polynomial จะมีความซับซ้อนมากขึ้นขึ้นอยู่กับลักษณะยกกำลังของสมการ (order of polynomial) และจำนวนหมุดควบคุมภาพ โดยปกติในการตัดแก้ภาพจะใช้สมการยกกำลัง 1 ถึงยกกำลัง 2 คือ ใช้เพียง Order ที่หนึ่งหรือสองในการแปลงและตัดแก้พิกัดภาพ แต่ก็สามารถกำหนดการยกกำลังของสมการได้มากเท่าที่จะทำได้ คือที่ $n - \text{order}$ ขึ้นอยู่กับลักษณะการบิดเบี้ยวของภาพ

2) วิธี Camera (แบบมีระบบ) เป็นการตัดแก้ความบิดเบี้ยวภาพ ส่วนมากจะเป็นการตัดแก้สมการที่เรียกว่า Collinearity โดยใช้ค่าพารามิเตอร์ของกล้องถ่ายภาพทางอากาศ ในการปรับภาพถ่าย

ทางอากาศให้มีแกนหมุนที่ถูกต้องเสมือนขณะทำการถ่ายภาพ เพื่อช่วยในการคำนวณแปลงค่าพิกัดจากพิกัดเครื่องมือสู่พิกัดภาพ และใช้แบบจำลองความสูง (DEM) มาช่วยในการตัดแก้ความคลาดเคลื่อนทางความสูง (relief displacement)

- การประมวลผล (Resampling) เป็นการประมวลผลภาพถ่ายทางอากาศเชิงเลขที่ตัดแก้ค่าความคลาดเคลื่อนทางตำแหน่ง ตามวิธีการที่เลือกใช้ ได้แก่ Polynomial ผลผลิตที่ได้จากวิธีนี้ คือ ภาพแบบ Rectify ที่มีการตัดแก้ค่าความคลาดเคลื่อนทางตำแหน่งในทางราบ และวิธี Camera ผลผลิตที่ได้จากวิธีนี้ คือ ภาพแบบ Ortho Photo ที่มีการตัดแก้ค่าความคลาดเคลื่อนทางตำแหน่งในทางราบและทางตั้ง

1.3 การตรวจสอบความถูกต้องและการตัดระวาง (Subset)

- การตรวจสอบความถูกต้องของภาพถ่ายทางอากาศที่ประมวลผลได้ จะใช้วิธีการตรวจสอบโดยเทียบกับแผนที่ฐาน (Base Map) ที่ใช้เป็นค่าพิกัดอ้างอิง
- การตัดระวาง (Subset) จะทำการตัดระวางแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศให้มีขนาด 2 x 2 กิโลเมตร เพื่อนำมาประกอบเป็นระวางแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศตามแบบฟอร์มของกรมที่ดิน

2. การสร้างระวางแผนที่จากภาพถ่ายคู่ (Ortho Photo Rectification) เป็นวิธีที่ใช้สร้างระวางแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศ ในบริเวณพื้นที่ราบและพื้นที่ที่มีความแตกต่างทางระดับของภูมิประเทศ

กรณี การสร้างแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศเชิงเลข จากภาพถ่ายทางอากาศ 9 x 9 นิ้ว

ในการสร้างระวางแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศเชิงเลขนั้น มีขั้นตอนหลัก 2 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนการเตรียมข้อมูล และขั้นตอนการสร้างบล็อกงาน ซึ่งแต่ละขั้นตอนมีวิธีการและรายละเอียด ดังนี้

1) ขั้นตอนการเตรียมข้อมูล

เป็นขั้นตอนการเตรียมข้อมูลและการตรวจสอบความพร้อมของข้อมูล ซึ่งต้องมีข้อมูลที่จำเป็น ดังนี้

- ภาพถ่ายทางอากาศเชิงเลข 9 x 9 นิ้ว ที่กราดภาพ (scan) โดยเครื่องกราดภาพ (scan) รายละเอียดสูง จัดเตรียมและตรวจสอบให้ครอบคลุมพื้นที่ที่ดำเนินการ

- ค่าพารามิเตอร์ของกล้องถ่ายภาพทางอากาศ ตรวจสอบความถูกต้องและความครบถ้วนที่จะใช้ในการดำเนินงาน

- การวางแผนและการรังวัดหมุดบังคับภาพภาคพื้นดิน (GCP) จากภาคสนามหรือจากแผนที่ฐาน (Base Map) เป็นการกำหนดหมุดบังคับภาพภาคพื้นดิน ซึ่งตำแหน่งของหมุดตรวจสอบบนแผนที่ภาพออร์โธ จะกำหนดตำแหน่งที่เด่นชัดบนภูมิประเทศ เช่น จุดตัดของถนน คั่นนา แนวรั้ว เป็นต้น รวมถึงนำค่าพิกัดที่ได้จากภาคสนามของหมุดต่างๆ ดังกล่าวมาตรวจสอบความถูกต้อง เพื่อเตรียมข้อมูลให้พร้อมสำหรับขั้นตอนต่อไป

2) ขั้นตอนการสร้างบล็อกงาน

ในการสร้างบล็อกงานจะใช้ คำสั่ง LPS ผ่านโปรแกรม ERDAS IMAGINE ซึ่งมีขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

2.1) เริ่มจากการตั้งค่าในบล็อกงาน ได้แก่ เลือกเส้นโครงแผนที่ (Projection) ของบล็อกงาน ใส่ค่าความสูงบิน นำค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ใส่ในส่วน of คำสั่ง FrameEditor ซึ่งรายละเอียดของกล้องสามารถ

หาได้จากใบรับรองค่าวัดสอบ (Calibration Certificate) ประจำกล้องนั้น โดยมีรายละเอียด ได้แก่ ชื่อกล้อง ถ่ายภาพทางอากาศ, ความยาวโฟกัสของเลนส์, ค่าจุดมุขยสำคัญ (Principle Point), ค่าจุดดัชนี (Fiducial Mark) และค่าความบิดเบี้ยวของเลนส์ (Radial Lens Distortion)

2.2) การรังวัดภายใน (Interior Orientation) การรังวัดจุดดัชนีต้องทราบทิศทางการหมุนของภาพ (Image Orientation) ขณะบินถ่ายภาพเสมอ โดยดูจากค่าผลการวัดสอบกล้อง การปรับภาพถ่ายทางอากาศให้มีแกนหมุนถูกต้องเสมือนขณะทำการถ่ายภาพ เพื่อช่วยในการคำนวณการแปลงค่าพิกัดจากพิกัดเครื่องมือสู่พิกัดภาพ ด้วยวิธีแบบ Affine Transformation จึงต้องมีการใส่ค่าพารามิเตอร์ของกล้องเพื่อใช้ในการคำนวณโครงข่ายสามเหลี่ยมทางอากาศในขั้นตอนต่อไป

2.3) การรังวัดหมุดสำหรับงานโครงข่ายสามเหลี่ยมทางอากาศ การรังวัดหมุดพิกัดมีความสำคัญกับงานโครงข่ายสามเหลี่ยมทางอากาศมาก เนื่องจากความละเอียดถูกต้องของแผนที่ขึ้นอยู่กับการออกแบบการวางหมุดบังคับภาพภาคพื้นดิน (GCP) หมุดโยงยึด (Tie Point) และจุดผ่าน (Pass Point) โดยเฉพาะหมุดบังคับภาพภาคพื้นดินเป็นหมุดพิกัดที่ต้องรังวัดให้มีความละเอียดและถูกต้องสูง

ความละเอียดถูกต้องของการรังวัดหมุดบนภาพถ่ายทางอากาศในทางทฤษฎีคำนวณได้จากหลักการแพร่ของความไม่แน่นอนประกอบกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของการวัดบนภาพคู่สามมิติ โดยสมการค่าสังเกตที่ใช้ คือ สมการสภาวะร่วมเส้น โปรแกรมจะแสดงค่าความคลาดเคลื่อนรวมของระบบโดยมีรูปแบบ ดังนี้

- Total RMS Error of the Solution หมายถึง ค่าดัชนีที่บ่งบอกถึงคุณภาพของโครงข่ายสามเหลี่ยมทางอากาศ หรือเรียกว่า Sigma Naught เป็นค่าที่คำนวณมาจากค่าความคลาดเคลื่อนจากพิกัดภาพและค่าความคลาดเคลื่อนของพิกัดภาคพื้นดิน โดยทั่วไปค่าที่ได้ควรจะน้อยกว่า Pixel ของรายละเอียดของภาพถ่ายทางอากาศ

- RMS Errors of the GCPs in the X, Y, and Z Direction หมายถึง ค่าที่แสดงความคลาดเคลื่อนจากค่าของหมุดควบคุมภาพภาคพื้นดินที่ได้จากสนามกับค่าที่ได้จากการคำนวณหลังการปรับแก้

- RMS Error of the GCP Photo - Coordinates หมายถึง ค่าที่แสดงความคลาดเคลื่อนของพิกัดภาพในการวัดตำแหน่งบนภาพกับค่าที่ได้จากการคำนวณหลังการปรับแก้

2.4) การสร้างแบบจำลองระดับภูมิประเทศเชิงเลข (DEM) แบบจำลองระดับภูมิประเทศคือ กระบวนการรังวัดความสูงที่เป็นตัวแทนของภูมิประเทศ ซึ่งมีความสำคัญต่อความถูกต้องทางตำแหน่งของภาพถ่ายออร์โธ เนื่องจากค่าความสูงภูมิประเทศนำมาใช้ ในการคำนวณความคลาดเคลื่อนทางตำแหน่งบนภาพถ่ายทางอากาศเนื่องจากความสูงต่ำของภูมิประเทศ ดังนั้น การสร้างแบบจำลองระดับภูมิประเทศต้องมีกระบวนการที่ถูกต้องเพื่อให้ได้แผนที่ภาพถ่ายออร์โธที่มีความถูกต้องทางตำแหน่งสูง การสร้างแบบจำลองระดับภูมิประเทศเริ่มจากกระบวนการรังวัดด้วยภาพดิจิทัลบนภาพคู่สามมิติ โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพที่เรียกว่า Image Matching ทำให้ได้แบบจำลองระดับสูงที่เป็นตัวแทนของพื้นผิวภูมิประเทศ โดยทั่วไประดับความสูงภูมิประเทศที่ได้จะครอบคลุมสิ่งปกคลุมบนภูมิประเทศ เช่น ต้นไม้ อาคาร สิ่งก่อสร้าง เป็นต้น เรียกแบบจำลองในลักษณะนี้ว่า แบบจำลองพื้นผิว (Digital Surface Model) แบบจำลองระดับที่นำมาใช้ในการคำนวณเพื่อสร้างแผนที่ภาพถ่ายออร์โธต้องแก้ไขระดับความสูงให้เป็นความสูงบนพื้นผิวภูมิประเทศโดยตรงเรียกว่า แบบจำลองระดับภูมิประเทศ

2.5) การสร้างแผนที่ภาพถ่ายออร์โธ แผนที่ภาพถ่ายออร์โธเป็นแผนที่ภาพที่มีมาตราส่วนเท่ากันทั่วทั้งภาพ ตำแหน่งของวัตถุบนภูมิประเทศมีความถูกต้องเทียบเท่ากับแผนที่ทั่วไป การสร้างแผนที่ภาพถ่ายออร์โธในระบบดิจิทัลต้องมีการกำหนดขนาดหรือระยะทางบนพื้นผิวภูมิประเทศ (GSD) ที่สอดคล้องกับ

มาตราส่วนของภาพถ่ายทางอากาศต้นฉบับที่ใช้สร้างระวางแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศและความละเอียดจากการกราดภาพ โดยทั่วไปการกำหนดขนาดบนพื้นผิวภูมิประเทศจะกำหนดให้เท่ากับมาตราส่วนต้นฉบับสามารถคำนวณได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$\text{GSD} = \text{Resolution} \times \text{Scale}$$

ตัวอย่างในการคำนวณเมื่อกราดภาพ (Scan) ความละเอียด 20 ไมครอน และภาพต้นฉบับมาตราส่วน 1: 50,000

$$\text{GSD} = 20 \text{ ไมครอน} \times 50,000 = 1 \text{ เมตร}$$

2.6) การตรวจความถูกต้องของแผนที่ภาพออร์โท จะใช้เทียบกับแผนที่ฐาน โดยวัดค่าความคลาดเคลื่อนพิกัดตำแหน่งในแผนที่ออร์โทกับแผนที่ฐานที่จุดเดียวกัน

2.7) โมเสกภาพ (Mosaic) คือ การนำภาพออร์โท (ภาพถ่ายที่ทำการตัดแก้แล้วและมีระบบพิกัดเดียวกัน) มาต่อกันจำนวนหลายๆ ภาพให้เป็นเนื้อเดียวเสมือนเป็นภาพเดียวกันโดยใช้โปรแกรม ERDAS IMAGINE

2.8) การตัดระวาง (Subset) จะตัดระวางแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศเชิงเลข ขนาด 2 x 2 กิโลเมตร เพื่อนำมาประกอบเป็นระวางแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศตามแบบฟอร์มของกรมที่ดิน

กรณี การสร้างแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศสีเชิงเลข (DMC)

ในการสร้างระวางแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศสีเชิงเลขนั้น มีขั้นตอนหลักที่สำคัญ 2 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนการเตรียมข้อมูล และขั้นตอนการสร้างบล็อกงาน ซึ่งแต่ละขั้นตอนมีวิธีการและรายละเอียด ดังนี้

1) ขั้นตอนการเตรียมข้อมูล

เป็นทั้งขั้นตอนการเตรียมข้อมูลและการตรวจสอบความพร้อมของข้อมูล ซึ่งต้องมีข้อมูลที่จำเป็น ดังนี้

1.1) ภาพถ่ายทางอากาศสีเชิงเลขที่ถ่ายโดยกล้องถ่ายภาพทางอากาศเชิงเลข (DMC) หรือที่เรียกว่า ภาพถ่ายทางอากาศสีเชิงเลข (DMC) ต้องเตรียมและตรวจสอบให้ครอบคลุมพื้นที่ที่ต้องการศึกษาหรือปฏิบัติงาน และสีของภาพถ่ายมีคุณภาพดี สามารถใช้งานได้จริงและชัดเจน

1.2) ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ หรือที่เรียกว่า EOP ที่ได้ผ่านการปรับแก้มาแล้วเบื้องต้น หลังจากการบินถ่ายโดยกรมแผนที่ทหาร ซึ่งค่าพารามิเตอร์ต่างๆ จะได้มาพร้อมกับภาพถ่ายทางอากาศ ต้องตรวจสอบความถูกต้องและครบถ้วนหรือไม่ และในส่วนของตารางค่าพารามิเตอร์ต่างๆ นี้ต้องทำความเข้าใจและศึกษารายละเอียดต่างๆ รวมถึงการเลือกข้อมูลที่จำเป็นมาใช้งาน เช่น ค่าพิกัดแกน X ค่าพิกัดแกน Y ค่าพิกัดแกน Z ค่า Omega ค่า Phi และ ค่า Kappa เป็นต้น

1.3) การวางแผนและการรังวัดหมุดบังคับภาพภาคพื้นดิน (GCP) จากภาคสนาม เป็นการกำหนดหมุดบังคับภาพภาคพื้นดิน ซึ่งตำแหน่งของหมุดตรวจสอบบนแผนที่ภาพออร์โท จะกำหนดตำแหน่งที่เด่นชัดบนภูมิประเทศ เช่น จุดตัดของถนน คันนา แนวรั้ว เป็นต้น รวมถึงนำค่าพิกัดที่ได้จากภาคสนามของหมุดต่างๆ ดังกล่าวมาตรวจสอบความถูกต้อง เพื่อเตรียมข้อมูลให้พร้อมทั้งขั้นตอนต่อไป

2) ขั้นตอนการสร้างบล็อกงาน

ในการสร้างบล็อกงานจะใช้ คำสั่ง LPS ผ่านโปรแกรม ERDAS IMAGINE ซึ่งมีขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

2.1) เริ่มจากการตั้งค่าในบล็อกงาน ได้แก่ เลือกเส้นโครงแผนที่ (Projection) ของบล็อกงาน ค่าความสูงบิน ซึ่งสามารถนำค่ามาจากตาราง EOP ที่ได้มาพร้อมกับข้อมูลภาพ โดยนำค่า ORTHOHONG แต่ละภาพมาเฉลี่ย จากนั้นนำเข้าข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศสี่เชิงเลขที่ถ่ายโดยกล้องถ่ายภาพทางอากาศเชิงเลข (DMC) พร้อมทั้งนำค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ใส่ในส่วนของการตั้งค่า FrameEditor ซึ่งประกอบด้วย

- การตั้งค่ากล้อง เป็นการกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของกล้อง ได้แก่ ค่าความยาวโฟกัสของกล้องถ่ายภาพทางอากาศเชิงเลข (DMC) คือ 120 มิลลิเมตร

- การรังวัดภายใน (Interior Orientation) เป็นการกำหนดค่าพารามิเตอร์ ซึ่งเป็นคุณลักษณะของกล้องเช่นเดียวกัน แต่เป็นส่วนของคุณค่าของขนาดของจุดภาพ (Pixel size) ของภาพที่ถ่ายจากกล้องดังกล่าว ทั้งแกน X และแกน Y ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ 12 ไมครอน

- การรังวัดภายนอก (Exterior Information) เป็นค่าบริเวณจุดกึ่งกลางภาพของแต่ละภาพ ได้แก่ ค่าพิกัดแกน X, ค่าพิกัดแกน Y, ค่าความสูงบินหรือค่า Z, Omega, Phi, Kappa หากในตารางข้อมูล EOP มีค่า Standard deviation values (Std.) ของค่าพารามิเตอร์ทั้ง 6 ตัว ที่กล่าวมาแล้วก่อนหน้านี้ให้นำค่าเหล่านั้นไปใส่ในการรังวัดภายนอกด้วย

2.2) ทำการรังวัดหมุดบังคับภาพภาคพื้นดิน (GCP) โดยนำค่าพิกัดหมุดบังคับภาพภาคพื้นดินที่ได้จากภาคสนาม ซึ่งได้วางแผนและกำหนดไว้แล้วข้างต้นในส่วนการเตรียมข้อมูลนั้น มาทำการรังวัดในบล็อกงานเพื่อให้เกิดความถูกต้องและลดความคลาดเคลื่อนทางตำแหน่งของภาพถ่ายทางอากาศสี่เชิงเลข (DMC) กับตำแหน่งบนภูมิประเทศจริง

2.3) ทำการรังวัดหมุดโยงยึด (Tie Point) โดยใช้คำสั่ง Automatic tie properties ซึ่งเป็นวิธีการรังวัดแบบอัตโนมัติในโปรแกรม ERDAS IMAGINE ในการใช้คำสั่งดังกล่าวต้องกำหนดจำนวนหมุดโยงยึดต่อ 1 ภาพให้กับโปรแกรม ซึ่งต้องกำหนดตามความเหมาะสมของลักษณะภูมิประเทศและขนาดของบล็อกงาน โดยในการปฏิบัติงานปกติจะกำหนดจำนวนหมุดโยงยึดเท่ากับ 25 - 30 หมุดต่อ 1 ภาพ

2.4) ทำการตัดแก้ข่ายสามเหลี่ยมทางอากาศ โดยคำสั่ง Performtriangulation ซึ่งเป็น การคำนวณความคลาดเคลื่อนทางตำแหน่งของภาพถ่ายทางอากาศ โดยจะแสดงเป็นค่า RMS Error สำหรับในการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้เกณฑ์ของกรมที่ดิน คือ ค่าความคลาดเคลื่อนทางตำแหน่งไม่เกิน 3 มิลลิเมตร

เมื่อค่าความคลาดเคลื่อนทางตำแหน่งทั้งทางราบและทางตั้งอยู่ในเกณฑ์ดังกล่าวข้างต้น สามารถดำเนินการขั้นตอนต่อไป คือ การคำนวณแบบจำลองระดับความสูงเชิงเลข (DEM)

2.5) การคำนวณแบบจำลองระดับความสูงเชิงเลข (DEM) โดยใช้โปรแกรม ERDAS IMAGINE ในการสร้างและคำนวณแบบจำลองระดับความสูงเชิงเลข (DEM) ซึ่งกำหนดค่าความถูกต้องของแบบจำลองระดับความสูงเชิงเลข (DEM accuracy) เท่ากับ 30 เมตร พร้อมทั้งกำหนดระบบพิกัดและพื้นหลักฐาน

2.6) จัดทำและตรวจสอบภาพออร์โธสี่เชิงเลข (DMC) เป็นการจัดทำภาพถ่ายทางอากาศสี่เชิงเลขที่ผ่านการตัดแก้ค่าความคลาดเคลื่อนทางตำแหน่งทั้งในทางราบและทางตั้ง ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่ใช้กำหนดเท่ากับผ่านเกณฑ์มาตรฐานแล้ว จึงได้ทำกระบวนการต่อไป คือ การทำ OrthoResampling โดยผลผลิตที่ได้ คือ ภาพออร์โธสี่เชิงเลข (DMC) ในระบบพิกัดฉาก UTM บนพื้นหลักฐาน Indian1975 โซน 47 หรือ 48 (ตามที่ตั้งของพื้นที่)

ในกรณีที่พบความคลาดเคลื่อนทางตำแหน่งของภาพออร์โทสตีเซิงเลข (DMC) โดยการตรวจสอบคุณภาพของภาพ หลังจากผ่านกระบวนการจัดทำภาพออร์โทสตีเซิงเลข (DMC) แล้วนั้น ให้ทำการตัดแก้ไขสามเหลี่ยมทางอากาศ จนกระทั่งความคลาดเคลื่อนทางตำแหน่งของภาพออร์โทสตีเซิงเลข (DMC) ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน จึงจะสามารถดำเนินการขั้นต่อไปได้ คือ ตรวจสอบหมุดตรวจสอบ (Check Point)

2.7) ตรวจสอบหมุดตรวจสอบ (CheckPoint) ที่ได้จากการวางแผนและกำหนดหมุดในสำนักงาน โดยใช้ภาพออร์โทสตีเซิงเลข (DMC) และคำนวณจำนวนหมุดตรวจสอบและการกระจายตัวที่เหมาะสม เมื่อวางแผน กำหนดหมุด และเตรียมอุปกรณ์สำหรับภาคสนามเสร็จสิ้นแล้ว จึงออกภาคสนามเพื่อทำการตรวจสอบความถูกต้อง และความคลาดเคลื่อนทางตำแหน่งของภาพออร์โทสตีเซิงเลข (DMC) ตามมาตรฐานของ NSSDA โดยใช้ค่า Root Mean Square Error (RMS Error) ซึ่งเป็นค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยกำลังสองของค่าความต่างระหว่างค่าพิกัดของชุดข้อมูลที่ทดสอบกับค่าพิกัดของข้อมูลอิสระที่มีความถูกต้องสูงกว่า ณ จุดเดียวกันในการประมาณค่าความถูกต้องทางตำแหน่ง และรายงานผลในรูปของค่าระยะทางบนผิวดิน

ที่ความเชื่อมั่น 95 % หมายความว่า ร้อยละ 95 ของจุดทดสอบมีความคลาดเคลื่อนของตำแหน่งบนพื้นดินเท่ากับหรือน้อยกว่าค่าความถูกต้องที่รายงาน และตรวจสอบความถูกต้องและความคลาดเคลื่อนทางตำแหน่งของภาพออร์โทสตีเซิงเลข (DMC) ตามมาตรฐานกรมที่ดิน โดยใช้ค่า Root Mean Square Error (RMS Error)

เมื่อผ่านเกณฑ์มาตรฐานในการตรวจสอบความคลาดเคลื่อนทางตำแหน่งของภาพออร์โทสตีเซิงเลข (DMC) ตามมาตรฐานที่ได้กล่าวข้างต้น ให้ดำเนินการขั้นต่อไป คือ การโมเสกภาพออร์โทสตีเซิงเลข (DMC)

2.8) โมเสกภาพออร์โทสตีเซิงเลข (DMC) โดยนำภาพออร์โท (ภาพถ่ายที่ทำการตัดแก้ไขแล้วและมีระบบพิกัดเดียวกัน) มาต่อกันจำนวนหลายๆ ภาพให้เป็นเนื้อเดียวเสมือนเป็นภาพเดียวกัน โดยใช้โปรแกรม ERDAS IMAGINE

2.9) จัดทำระวางแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศสีเซิงเลข มาตรฐานส่วน 1 : 4,000 เป็นการจัดทำระวางแผนที่โดยใช้ภาพออร์โทสตีเซิงเลข (DMC) ซึ่งต้องทำการตัดภาพออร์โทสตีเซิงเลข (DMC) หรือเรียกว่า "การตัดระวาง" ให้มีมาตราส่วนและขนาดเท่ากับที่ต้องการใช้ประโยชน์ เช่น มาตรฐานส่วน 1 : 4,000 และกำหนดให้ขยายขอบแต่ละด้าน 50 เมตร เป็นต้น เพื่อใช้สำหรับการประกอบระวางแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศ

ก่อนทำการตัดระวางนั้นต้องกำหนดวิธีการเกลี่ยสีของภาพ โดยใช้โปรแกรม ERDAS IMAGINE เพื่อให้ภาพถ่ายที่ตัดออกมาสีที่กลมกลืนกันมากยิ่งขึ้น

หลังจากที่ตัดภาพออร์โทสตีเซิงเลข (DMC) ออกเป็นระวางตามมาตราส่วน 1 : 4,000 แล้วให้นำภาพถ่ายที่ตัดมาแล้วนั้นมาตรวจสอบคุณภาพของสี ความถูกต้องทางตำแหน่ง และความสมบูรณ์ของระวางตามมาตราส่วน 1 : 4,000 จากนั้นนำไปประกอบระวางแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศได้ตามความต้องการ และวัตถุประสงค์ที่จะนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป