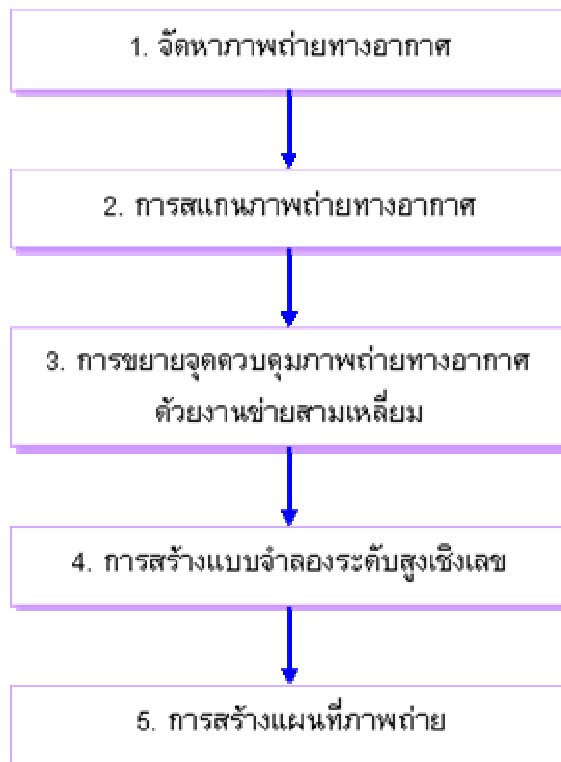


การขยายจุดบังคับภาพถ่ายทางอากาศ

บทนำ

ภาพถ่ายทางอากาศเป็นแหล่งข้อมูลที่สามารถเข้าถึงได้ทางลักษณะทางกายภาพของวัตถุและสิ่งแวดล้อมโดยกระบวนการบันทึกคุณสมบัติการสะท้อนพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าของวัตถุต่างๆ ดังนั้นภาพถ่ายทางอากาศจึงสามารถบันทึกลักษณะทางกายภาพได้อย่างสมบูรณ์ครบถ้วน ซึ่งเหมาะแก่การเก็บเป็นหลักฐาน ณ เวลาหนึ่งๆ เป็นอย่างดี อีกทั้งยังสามารถนำข้อมูลต่างๆ ที่ถูกบันทึกไว้บนภาพถ่ายทางอากาศออกมาเป็นแผนที่ที่มีความถูกต้องตามมาตรฐานทางแผนที่อีกด้วย ดังนั้นจึงถือได้ว่าภาพถ่ายทางอากาศเป็นแหล่งข้อมูลที่สำคัญแหล่งหนึ่งเพื่อการทำแผนที่

โดยปกติภาพถ่ายทางอากาศจะมีความถูกต้องทางตำแหน่งโดยประมาณตามมาตราส่วนเฉลี่ยทั่วทั้งภาพเท่านั้น อีกทั้งยังมีความคลาดเคลื่อนทางตำแหน่งเนื่องจากการฉาย ความเอียงของอากาศยาน และความสูงต่างของภูมิประเทศ (Relief Displacement) ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีกระบวนการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนต่างๆ ดังกล่าวเพื่อสร้างแผนที่ภาพถ่าย (Ortho Photo Map) ด้วยวิธีการทำ Ortho-Rectification



รูปที่ 6.1 ขั้นตอนการสร้างแผนที่ภาพถ่าย

การสร้างแผนที่ภาพถ่ายมีขั้นตอนการปฏิบัติงานต่างๆ ดังนี้

1 การนำเข้าภาพถ่ายทางอากาศ

การนำเข้าภาพถ่ายทางอากาศเป็นการแปลงข้อมูลเชิงภาพที่อยู่ในตัวกลางที่เป็นฟิล์มไดอาโพซิทีฟ (Diapositive film) ให้เป็นข้อมูลเชิงเลข โดยบันทึกและจัดเก็บลงในสื่อคอมพิวเตอร์ซึ่งสามารถนำกลับออกมาใช้งานได้อีก ในการแปลงข้อมูลเชิงภาพซึ่งเป็นข้อมูลอานาล็อกให้เป็นข้อมูลเชิงเลข ควรรักษาคุณสมบัติที่สำคัญของข้อมูลไว้ใกล้เคียงกับต้นฉบับมากที่สุด ซึ่งคือปริมาณข้อมูล (Information Content) ความคมชัด และความถูกต้องทางตำแหน่ง โดยเฉพาะข้อมูลเชิงเลขที่ได้จะต้องสามารถนำไปใช้ในการรังวัดโครงข่ายสามเหลี่ยมทางอากาศเพื่อขยายจุดบังคับภาพถ่ายให้กระจายครอบคลุมทุกรูปถ่ายอย่างพอเพียง และที่สำคัญคือจะต้องนำไปใช้รังวัดความสูงของพื้นผิวภูมิประเทศและสร้างแบบจำลองระดับสูงเชิงเลขเพื่อผลิตแผนที่ภาพถ่ายต่อไป

2 การขยายจุดบังคับภาพถ่ายทางอากาศ (Aerial Triangulation)

ข่ายสามเหลี่ยมทางอากาศเป็นกระบวนการในขยายจุดควบคุมภาพถ่าย (Photo Control Point) ในบล็อกของภาพถ่าย หมุดควบคุมภาพถ่ายคือจุดใดบนภาพถ่ายที่มีลักษณะเด่นชัด สามารถชี้ชัดทางตำแหน่งได้อย่างชัดเจนบนภาพและในสนาม เมื่อลงไปในสนามจุดดังกล่าวก็จะสามารถค้นหาได้ง่ายเนื่องจากมีความเด่นชัด จุดควบคุมภาพถ่ายส่วนหนึ่งจะทราบค่าพิกัดในระบบพิกัดของวัตถุหรือระบบพิกัดภาคพื้นดินเป็นอย่างดี และอีกส่วนหนึ่งซึ่งเป็นส่วนมากจะไม่ทราบค่าพิกัดในระบบพิกัดวัตถุหรือระบบพิกัดภาคพื้นดิน หลังการคำนวณปรับแก้ทางคณิตศาสตร์จะได้ค่าพิกัดของหมุดควบคุมภาพถ่ายที่มีความละเอียดถูกต้องเชื่อถือได้ สามารถนำไปใช้ในงานส่วนอื่น ๆ ในการรังวัดด้วยภาพได้

งานหลักในการประมวลผลการรังวัดด้วยภาพที่พบบ่อยที่สุดได้แก่ การวัดพิกัดบนภาพคู่สามมิติเพื่อเขียนแผนที่ลายเส้นหรือวัดค่าพิกัดวัตถุด้วยความละเอียดถูกต้องสูง และการให้กำเนิดภาพถ่ายตัดแก้ออร์โทเพื่อนำไปผลิตแผนที่ภาพ ในกระบวนการเหล่านี้จำเป็นต้องรู้ค่าการจัดวางภาพภายนอกเสียก่อน

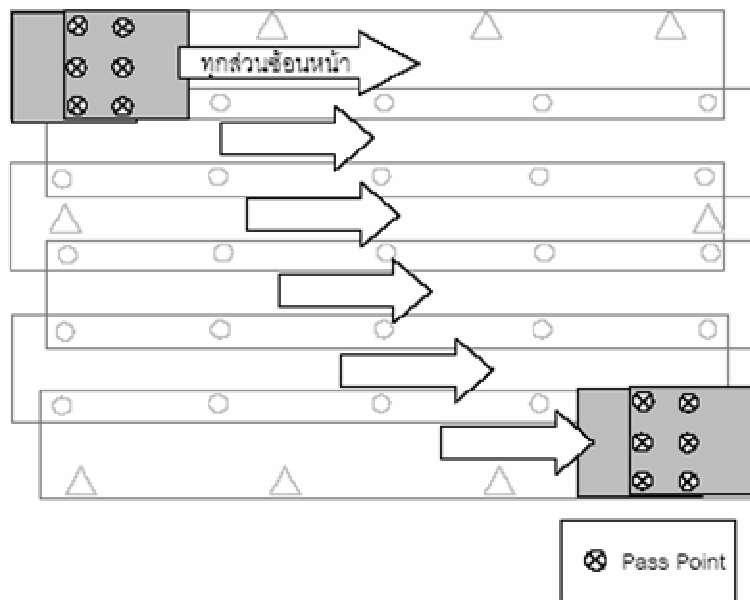
3 ขั้นตอนการวัดสำหรับงานข่ายสามเหลี่ยมทางอากาศ

บล็อกปกติมักจะหมายถึงการบินถ่ายภาพทางอากาศด้วยภาพถ่ายทางอากาศขนาดมาตรฐาน โดยมีส่วนซ้อนของแต่ละภาพที่อยู่ในแนวบินเดียวกันเป็น 60% ของความกว้างของภาพ

และมีส่วนซ้อนด้านข้างระหว่างสองแนวบินที่อยู่ติดกันเป็น 30% เมื่อต้องการรังวัดเพื่อทำซ้ำสามเหลี่ยมทางอากาศจะต้องมีขั้นตอนการรังวัดดังนี้

3.1 การวัดจุดผ่าน (Pass Points)

จุดผ่านจะต้องถูกรังวัดอย่างน้อย 6 จุดบนส่วนซ้อนระหว่างภาพในแนวบินหรือทุกๆแบบจำลองจุดผ่านเป็นจุดที่เด่นชัดในภูมิประเทศและปรากฏชัดบนภาพถ่ายและไม่ทราบค่าพิกัดมาก่อน ซึ่งหลังจากการปรับแก้แล้วจะได้ค่าพิกัดภาคพื้นดินในทั้งสามมิติโดยที่ไม่ต้องไปรังวัดในสนามซึ่งเป็นวัตถุประสงค์หลักของการทำซ้ำสามเหลี่ยมทางอากาศ ในภาพแสดงให้เห็นถึงการวัดจุดผ่านในบล็อก

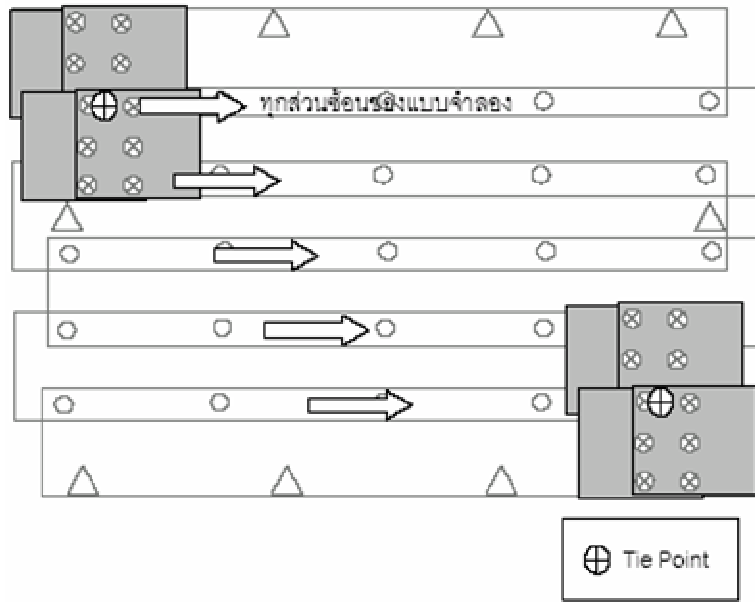


รูปที่ 6.2 การวัดจุดผ่าน

ดังนั้นทุกภาพจะปรากฏจุดผ่านอย่างน้อย 9 จุดบนแต่ละภาพภายหลังการวัดและคำนวณปรับแก้ซ้ำสามเหลี่ยม สำหรับภาพแรกและภาพสุดท้ายในแนวบินอาจมีจุดผ่านเพียง 6 จุดก็ได้ เนื่องจากไม่มีส่วนซ้อนกับภาพอื่นๆในแนวบินเดียวกัน จุดผ่านทั้ง 9 จุดบนทุกๆภาพจะถูกคำนวณในขั้นตอนของการคำนวณปรับแก้ในซ้ำสามเหลี่ยม ผลลัพธ์ที่ได้สามารถนำไปใช้ในการคำนวณพิกัดของจุดใดๆในบนส่วนซ้อนของภาพคู่สามมิติ การเขียนแผนที่และการผลิตภาพถ่ายออร์โท

3.2 การวัดจุดโยงยึด(Tie Point)

จุดโยงยึด คือจุดที่เด่นชัดบนภาพที่ปรากฏอยู่ระหว่าง “แบบจำลอง (model)” ที่มีส่วนซ้อนกัน ระหว่างสองแนวบินที่ติดกัน ทุกๆหนึ่งหรือสองแบบจำลองจะต้องมีการวัดจุดโยงยึดหนึ่งจุด จุดโยงยึดเป็นจุดที่เด่นชัดบนภาพถ่ายแต่ไม่จำเป็นต้องเด่นชัดบนภาคพื้นดินและไม่ทราบค่าพิกัดมาก่อน ในภาพแสดงการวัดจุดโยงยึดในบล็อก



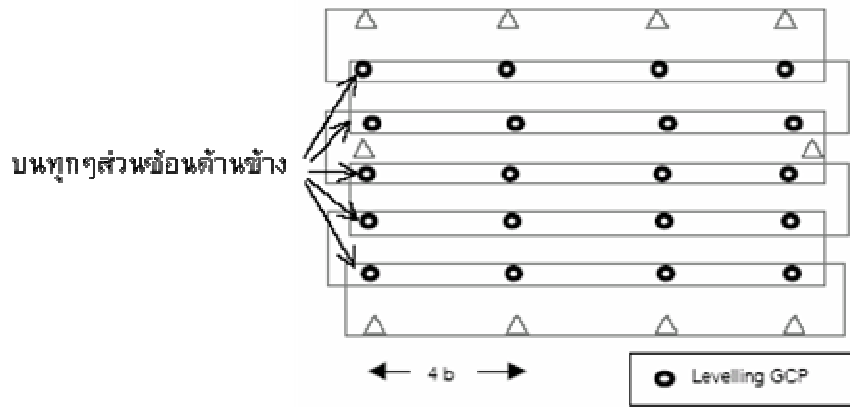
รูปที่ 6.3 การวัดจุดโยงยึด

ซึ่งหลังจากการปรับแก้แล้วจะได้ค่าพิกัดภาพพื้นดินในทั้งสามมิติโดยที่ไม่ต้องไปรังวัดในสนามซึ่งเป็นวัตถุประสงค์หลักของการทำถ่ายสามเหลี่ยมทางอากาศ เนื่องจากมีบ่อยครั้งที่จุดโยงยึดและจุดผ่านปรากฏอยู่ใกล้กัน ควรที่จะใช้จุดเหล่านี้เป็นจุดเดียวกันเพราะจะทำให้ผลลัพธ์มีความน่าเชื่อถือมากขึ้นเนื่องจากการสัดส่วนการเพิ่มขึ้นของค่าสังเกตกับตัวไม่ทราบค่า

3.3 การวัดจุดบังคับภาคพื้นดินระดับ (Levelling GCP)

การวัดจุดบังคับภาคพื้นดินชนิดระดับ (Levelling GCP) เป็นการวัดบนภาพถ่ายของจุดบังคับภาพถ่ายชนิดที่เป็นจุดที่มีการรังวัดภาคพื้นดินที่ใช้ค่าระดับเพียงอย่างเดียว จุดนี้ปรากฏชัดเจนบนภาพถ่ายในส่วนซ้อนด้านข้างระหว่างแนวบิน สำหรับบล็อกปกติทุกๆส่วนซ้อนด้านข้างจะต้องมีจุดบังคับภาคพื้นดินชนิดระดับเท่านั้นอยู่ห่างเป็นระยะสี่เท่าของความยาวของระยะห่างระหว่างจุดเปิดถ่ายของสองรูปที่อยู่ติดกันในแนวบินเดียวกัน นั่นคือ ทุกๆ 4b จุดระดับควรเป็นจุดที่อยู่บนพื้นที่ค่อนข้างราบเรียบ ซึ่งหากเป็นการรังวัดในแบบจำลองสามมิติเช่นบนเครื่องเขียนแผนที่สามมิติ ก็อาจ

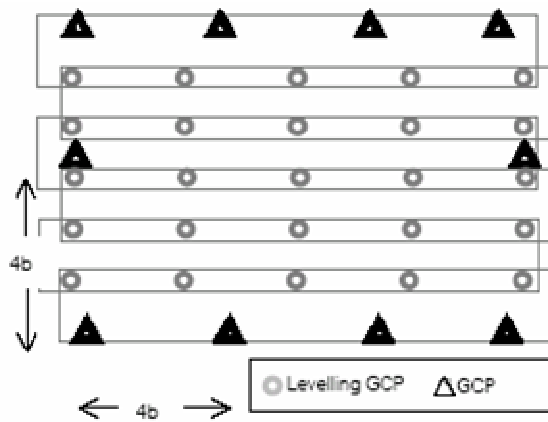
ใช้จุดที่ไม่เด่นชัดทางตำแหน่ง แต่อาศัยเครื่องช่วยมองสามมิตินำจุดลงไป “ตะ” ก็พอเพียง เพราะมีอุปกรณ์ช่วยมองสามมิติได้



รูปที่ 6.4 การวัดจุดบังคับสภาพพื้นดินระดับ

แต่ในปัจจุบันการวัดข่ายสามเหลี่ยมมักทำบนภาพดิจิทัลในจอคอมพิวเตอร์ด้วย softcopy photogrammetry และจะเป็นการวัดค่าพิกัดภาพบนภาพโดยตรงทีละภาพ และรวมไปจนถึงการวัดจุดโยงยึดแบบอัตโนมัติโดยอาศัยหลักการประมวลผลภาพ จึงจำเป็นต้องเลือกจุดที่เด่นชัดและพิสูจน์ทราบได้ในทั้งทางราบและทางตั้ง เพื่อให้สามารถชี้ตำแหน่งและวัดซ้ำได้ในหลายๆภาพ นอกจากนี้ในกรณีที่ค่าความสูงนี้รับวัดมาจากระบบ GPS ซึ่งให้ค่าพิกัดในทั้งสามแกน ก็สามารถนำมาใช้ในการทำจุดโยงยึดได้เช่นกัน โดยที่ค่าพิกัดในสามมิติก็สามารถนำมาใช้งานได้และทำให้การคำนวณปรับแก้มีความละเอียดถูกต้องสูงขึ้น

3.4 การวัดจุดบังคับภาพถ่าย (Ground Control Point)



รูปที่ 6.5 การวัดจุดพิกัดควบคุมสภาพพื้นดิน

การวัดจุดบังคับภาพถ่าย(Ground Control Point) จุดบังคับภาพถ่ายชนิดเต็มเป็นจุดที่มีค่าพิกัดแล้วในทั้งทางราบและทางตั้ง เป็นจุดรังวัดที่ปรากฏชัดเจนบนภาพถ่ายและมักปรากฏอยู่รอบๆ บล็อก เพื่อความประหยัดจะมีการกำหนดจุดให้น้อยที่สุดแต่ก็ให้ความละเอียดถูกต้องในการคำนวณ อยู่ในเกณฑ์พอเพียง จุดบังคับภาพถ่ายชนิดเต็มเป็นจุดที่เด่นชัด และมีค่าพิกัดได้จากการรังวัดที่มีความละเอียดถูกต้องสูงเช่นการรังวัดภาคพื้นดินด้วยงานวงรอบ หรืองาน GPS โดยเฉพาะงาน GPS ให้ความละเอียดถูกต้องสูง สะดวกและรวดเร็ว

ข้อควรระวังและข้อสังเกต

จุดบังคับภาพถ่ายทั้งชนิดเต็มและจุดระดับ ปัจจุบันนิยมรังวัดด้วยระบบ GPS ซึ่งให้ความละเอียดถูกต้องสูงและรวดเร็ว แต่มีข้อควรระวังคือ การอ้างอิงความสูงที่ได้จากการรังวัดค่าพิกัดด้วยระบบ GPS จะเป็นความสูงเหนือรูปทรงรี (Ellipsoidal Height) ซึ่งหากว่าเป็นงานรังวัดด้วยภาพถ่ายเพื่อวางแผนหรืองานวิศวกรรมอื่นๆ ความสูงที่ใช้คือความสูงแบบออร์โธเมตริก (Orthometric Height) ที่ค่าต่างของความสูงนี้จะสอดคล้องกับการไหลของน้ำ ดังนั้นหากจะใช้ความสูงจากงาน GPS จึงต้องมีกระบวนการแปลงจากความสูงเหนือรูปทรงรีให้เป็นความสูงแบบออร์โธเมตริกเสียก่อนแล้วจึงจะนำมาใช้ในการบังคับและการคำนวณข่ายสามเหลี่ยมได้ถูกต้องตามวัตถุประสงค์ ความสูงแบบออร์โธเมตริกสามารถสร้างขึ้นและคำนวณได้จากงานระดับ(differential levelling)

การวัดจุดที่อยู่บนส่วนซ้อนของภาพทั้งในแนวนอนเดียวกันและระหว่างแนวนอนในการเลือกจุดผ่าน จุดโยงยึดภาพและจุดบังคับภาพต่างๆนั้น การเลือกจุดที่ซ้ำกันได้จะทำให้ความละเอียดถูกต้องสูงขึ้นและความน่าเชื่อถือสูงขึ้น ทั้งนี้เพราะการวัดบนจุดใหม่ที่ไม่ทราบค่าพิกัดทำให้เกิดตัวไม่ทราบค่า 3 ตัว ในขณะที่การวัดจุดพิกัดบนภาพถ่ายแต่ละภาพทำให้เกิดค่าสังเกต 2 ค่า ดังนั้นการวัดซ้ำบนจุดเดิมในรูปที่มีส่วนซ้อนกันยิ่งทำให้ค่าเกิน(redundancy) เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ