

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

ในบทนี้จะกล่าวถึงวิธีการดำเนินงานวิจัยในการประเมินความถูกต้องเชิงตำแหน่งของภาพถ่ายดาวเทียม SPOT ด้วยสมการโพลีโนเมียลโดยใช้ค่าพิกัดที่รังวัดโดยการไ้ระบบพิกัดดาวเทียม (GPS) ซึ่งในการวิจัยได้ใช้วิธีการรังวัดแบบ PSPP (Precise Single Point Positioning)

3.1 อุปกรณ์และเครื่องมือในการดำเนินงานวิจัย

- 3.1.1 ภาพ SPOT Panchromatic ความละเอียดจุดภาพ 10 เมตร ภาพหมายเลข 2 266 324 970112034908 1 P และ 2 266 325 970112034917 1 P ครอบคลุมพื้นที่ จ.จันทบุรี โดยได้รับการอนุเคราะห์ภาพถ่ายดาวเทียมจากกรมแผนที่ทหาร
- 3.1.2 เครื่องรับสัญญาณ GPS แบบ Geodetic ยี่ห้อ WILD รุ่น CR233
- 3.1.3 เครื่องรับสัญญาณ GPS แบบมือถือ ยี่ห้อ Leica รุ่น Marine GPS GS5+
- 3.1.4 เครื่องรับสัญญาณ GPS แบบมือถือ ยี่ห้อ Garmin รุ่น Etrex Summit
- 3.1.5 โปรแกรม ERDAS เวอร์ชัน 8.4
- 3.1.6 โปรแกรม ENVI เวอร์ชัน 3.4
- 3.1.7 แผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1: 50000
- 3.1.8 โปรแกรม SKI และ GPSurvey
- 3.1.9 โปรแกรม SP13E18 และ TEQC
- 3.1.10 โปรแกรม Datafit เวอร์ชัน 6.1
- 3.1.11 โปรแกรม Arcview เวอร์ชัน 3.1 และ 3.2

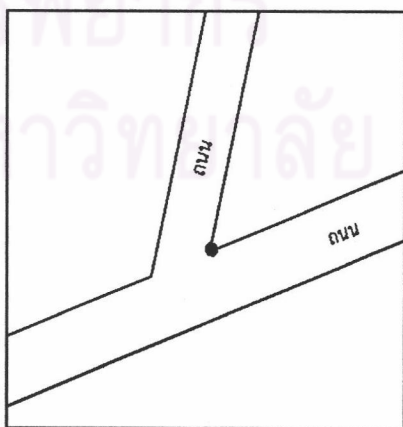
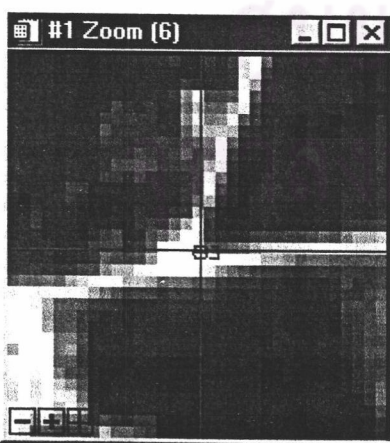
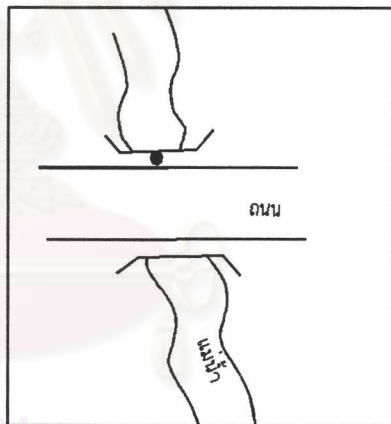
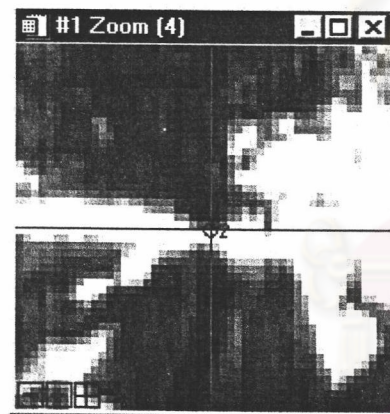
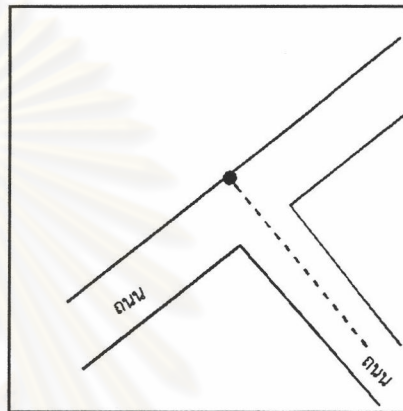
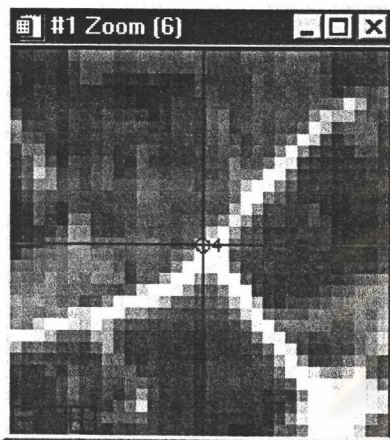
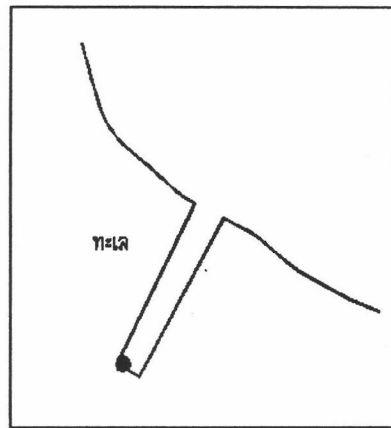
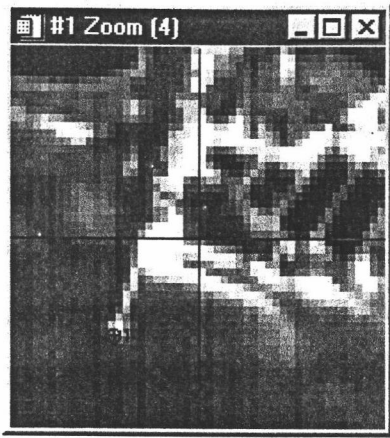
3.2 กระบวนการตัดแก้ภาพดาวเทียมด้วยสมการโพลีโนเมียล

จากรูปที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการตัดแก้ภาพดาวเทียม เริ่มตั้งแต่การกำหนดจุดบังคับภาพบนภาพดาวเทียมซึ่งต้องวางบนตำแหน่งที่สามารถเห็นได้ชัดเจนและสามารถระบุตำแหน่งบนภูมิประเทศอย่างแน่นอนได้ ซึ่งลักษณะภูมิประเทศที่เด่นชัด ที่ถูกเลือกเป็นจุดบังคับภาพดาวเทียม ได้แก่ ตำแหน่งทางแยกบริเวณถนนที่ตัดกัน กึ่งกลางสะพานข้ามลำน้ำ หรือบริเวณแนวสะพานที่เริ่มตัดกับแนวลำน้ำ สิ่งปลูกสร้างหรือท่าเรือที่ยื่นออกไปในทะเล ดังรูปที่ 3.2 ตำแหน่งการกระจายตัวของจุดบังคับภาพที่เลือก ต้องกระจายบนภาพอย่างเหมาะสม โดยเฉพาะบริเวณของขอบภาพในทุก ๆ quadrant ซึ่งเป็นตำแหน่งที่มีอิทธิพลต่อการคำนวณหาค่าพารามิเตอร์ของการตัดแก้ภาพ

จากนั้นเป็นการทำงานภาคสนามในการรังวัดดาวเทียม โดยใช้การรังวัดแบบ Single Point Positioning และนำข้อมูลที่ได้นำประมวลผลเพื่อหาค่าพิกัดของจุดบังคับภาพ รายละเอียดจะกล่าวไว้ในหัวข้อ 3.3

จากนั้นจะเข้าสู่กระบวนการตัดแก้ภาพดาวเทียมโดยใช้ซอฟต์แวร์ Envi เวอร์ชัน 3.4 โดยการเลือกจุดบังคับภาพบางส่วนเพื่อใช้ในการตัดแก้ภาพดาวเทียม และจุดบังคับภาพที่เหลือจะใช้เป็นจุดทดสอบ และใช้สมการโพลีโนเมียลดีกรีหนึ่ง สอง และสาม ในการตัดแก้จะได้ค่า RMSE ซึ่งจะระบุความถูกต้องทางตำแหน่งของภาพหลังการตัดแก้โดยเทียบกับขนาดของจุดภาพ จากนั้นเป็นการนำค่าสัมประสิทธิ์ของสมการโพลีโนเมียลที่ใช้ในการตัดแก้มาทำการทดสอบความคลาดเคลื่อนทางตำแหน่งของจุดทดสอบต่อไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ก) จุดพิกัดบนภาพถ่ายดาวเทียม

ข) แสดงตำแหน่งการวางจุดบังคับภาพ

รูปที่ 3.2 ภาพแสดงการกำหนดจุดบังคับภาพบนภาพถ่ายดาวเทียม

3.3 การรังวัดพิกัดด้วย PSPP (Precise Single Point Positioning)

ก่อนหน้าจะทำการรังวัดจุดบึงคัมภีรณพินที่ศึกษา จ.จันทบุรี ได้ทำการทดสอบความถูกต้องเชิงตำแหน่งทางราบของการรังวัดด้วยวิธี PSPP โดยรังวัดสัญญาณบนหมุดที่ทราบค่าพิกัดภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อความมั่นใจว่าความถูกต้องของการรังวัดที่ได้สามารถนำมาตัดแก้ภาพดาวเทียม SPOT โดยทดสอบหาความถูกต้องเชิงตำแหน่งเทียบกับระยะเวลาการรังวัดและความถี่ในการรังวัดสัญญาณ การทดสอบเกิดขึ้นในเดือนมิถุนายน 2543 โดยรังวัดสัญญาณด้วยเครื่องรับสัญญาณแบบ Geodetic ยี่ห้อ WILD รุ่น CR233 รังวัดข้อมูลทุก ๆ 2,3 และ 5 วินาที (epoch interval = 2,3, 5 sec) โดยทำการรังวัดเป็นระยะเวลา 3, 5 และ 10 นาที ผลจากการทดสอบดูตามตารางที่ 3.1-3.3

ค่าพิกัดอ้างอิง (CU09)	ค่าต่างของพิกัดจากการรังวัด เป็นเวลา 10 นาที ค่าต่าง (ม.)			ค่าต่างของพิกัดจากการรังวัด เป็นเวลา 5 นาที ค่าต่าง (ม.)			ค่าต่างของพิกัดจากการรังวัด เป็นเวลา 3 นาที ค่าต่าง (ม.)		
	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max
665 580.86	0.83	0.96	1.08	0.85	0.98	1.204	0.40	0.90	1.16
1 519 282.16	0.06	0.41	0.84	0.03	0.34	1.12	0.03	0.35	1.12

ตารางที่ 3.1 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าต่างพิกัดที่ได้จาก PSPP ของจุด CU09 เทียบ กับพิกัดอ้างอิง รังวัดสัญญาณด้วยความถี่ ทุก ๆ 2 วินาที

ค่าพิกัดอ้างอิง (CU09)	ค่าต่างของพิกัดจากการรังวัด เป็นเวลา 10 นาที ค่าต่าง (ม.)			ค่าต่างของพิกัดจากการ รังวัด เป็นเวลา 5 นาที ค่าต่าง (ม.)			ค่าต่างของพิกัดจากการ รังวัด เป็นเวลา 3 นาที ค่าต่าง (ม.)		
	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max
665 580.86	0.23	0.71	1.26	0.23	0.72	1.45	0.23	0.66	1.50
1 519 282.16	0.31	0.68	1.12	0.31	0.64	1.40	0.11	0.56	1.42

ตารางที่ 3.2 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าต่างพิกัดที่ได้จาก PSPP ของจุด CU09 เทียบกับพิกัดอ้างอิง รังวัดสัญญาณด้วยความถี่ ทุก ๆ 3 วินาที

ค่าพิกัดอ้างอิง (CU09)	ค่าต่างของพิกัดจากการรังวัด เป็นเวลา 10 นาที ค่าต่าง (ม.)			ค่าต่างของพิกัดจากการรังวัด เป็นเวลา 5 นาที ค่าต่าง (ม.)			ค่าต่างของพิกัดจากการรังวัด เป็นเวลา 3 นาที ค่าต่าง (ม.)		
	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max
665 580.86	0.20	0.71	1.24	0.20	0.54	1.24	0.30	0.65	1.48
1 519 282.16	0.36	0.69	1.09	0.26	0.47	1.09	0.11	0.55	1.42

ตารางที่ 3.3 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าต่างพิกัดที่ได้จาก PSPP ของจุด CU09
เทียบกับพิกัดอ้างอิง รังวัดสัญญาณด้วยความถี่ ทุก ๆ 5 วินาที

เมื่อนำค่าพิกัดที่ได้จากการประมวลผลข้อมูลรังวัดทั้งแบบช่วง 3, 5 และ 10 นาที โดยมีความถี่ในการรับสัญญาณทุก ๆ 2, 3 และ 5 วินาที มาคำนวณหาความคลาดเคลื่อนทางตำแหน่งเมื่อเทียบกับค่าพิกัดจริงของจุดอ้างอิงแล้ว ผลปรากฏว่ามีค่าความคลาดเคลื่อนทางตำแหน่งอยู่ในเกณฑ์ประมาณ 0.32 - 2.07 เมตร ในกรณีช่วง 3 นาที 0.33-2.02 เมตร ในกรณีช่วง 5 นาที และ 0.39 -1.69 เมตร ในกรณีช่วง 10 นาที ดังรายละเอียดแสดงในตารางที่ 3.4

ประเภทความถี่ในการรังวัด สัญญาณ	ความคลาดเคลื่อนทางตำแหน่ง (ม.)		
	ระยะเวลา การรังวัด 10 นาที	ระยะเวลา การรังวัด 5 นาที	ระยะเวลา การรังวัด 3 นาที
ความถี่ในการรับสัญญาณ 2 วินาที	0.69-1.08	0.85-1.64	0.40-1.61
ความถี่ในการรับสัญญาณ 3 วินาที	0.39-1.69	0.39-2.02	0.39-2.07
ความถี่ในการรับสัญญาณ 5 วินาที	0.57-1.65	0.33-1.65	0.32-2.05

ตารางที่ 3.4 แสดงขนาดความคลาดเคลื่อนทางตำแหน่งของพิกัดที่ได้จาก PSPP เมื่อเทียบกับค่าพิกัดจุดอ้างอิง

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของขนาดความคลาดเคลื่อนทางตำแหน่งในการใช้ความถี่ในการรังวัดสัญญาณที่ต่างกันพบว่า มีความแตกต่างกันไม่มากนัก เพื่อให้การปฏิบัติการในสนามเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและรวดเร็ว รวมถึงปริมาณข้อมูลที่ต้องรังวัดเพื่อนำมาประมวลผล ทำให้ตัดสินใจทำการรังวัดข้อมูล GPS เป็นระยะเวลา 5 นาที ด้วยความถี่ในการรังวัดข้อมูลทุก ๆ 3 วินาที เพื่อความรวดเร็วในการปฏิบัติงานภาคสนาม และ ปริมาณข้อมูลที่พอเพียงที่สามารถใช้ในการประมวลผลค่าพิกัด ที่อยู่ในระดับที่ต้องการได้

หลังจากนั้นมีการทดสอบหาความสัมพันธ์ ของความคลาดเคลื่อนทางตำแหน่งของการรังวัดตำแหน่งของจุดที่ทราบค่ากับ เรขาคณิตดาวเทียม (GDOP) และค่า Positional Error ซึ่งเป็นค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าพิกัดที่ได้จากการประมวลผลจากซอฟต์แวร์ GPSurvey เพื่อศึกษาถึงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของค่าเรขาคณิตดาวเทียมที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงความคลาดเคลื่อนทางตำแหน่ง เมื่อใช้การรังวัดข้อมูล GPS เป็นระยะเวลา 5 นาที ด้วยความถี่ในการรังวัดข้อมูลทุก ๆ 3 วินาที ผลที่ได้ดูจากตารางที่ 3.5

Positional Error (ม.)	GDOP	ค่าความคลาดเคลื่อน ทางตำแหน่ง (ม.)
1-1.9	2.7-3.2	0.46-1.95
1.9-3.0	2.6-3.8	0.52-1.74
3.0-4.0	3.4-3.7	0.47-1.95
4.0-6.5	5.1-5.5	0.53-1.87

ตารางที่ 3.5 แสดงผลการเปรียบเทียบค่า Positional Error ที่ได้จากการคำนวณค่าพิกัดด้วย Precise Orbit กับการเปลี่ยนแปลงค่าเรขาคณิตดาวเทียม และ ค่าความคลาดเคลื่อนทางตำแหน่ง

จากตาราง จะเห็นว่าพิกัดที่ได้จากการรังวัดข้อมูล GPS เป็นระยะเวลา 5 นาที ด้วยความถี่ในการรังวัดข้อมูลทุก ๆ 3 วินาที มีความถูกต้องอยู่ในระดับประมาณ 0.46-1.95 เมตร มีความถูกต้องเพียงพอสำหรับการนำมาใช้งานกับภาพ SPOT 2 Panchromatic ซึ่งมีขนาดจุดภาพ 10 เมตร เมื่อพิจารณาถึงค่า GDOP ที่อาจส่งผลกระทบต่อความถูกต้องทางราบของจุดบังคับภาพพบว่ากรังวัดด้วยวิธี PSPP สามารถเปลี่ยนแปลงได้ในช่วง 2.7-5.5 อย่างไรก็ตามควรคำนึงถึงว่าค่า GDOP ยิ่งน้อยจะแสดงถึงคุณภาพของการรังวัดข้อมูล GPS และเพิ่มความเชื่อมั่นในการหาค่าพิกัดของจุดบังคับภาพ

การดำเนินการรังวัดแบบ PSPP ในงานวิจัยครั้งนี้ ได้ใช้เครื่องมือและวิธีการที่ได้กล่าวไว้ก่อนหน้านี้ ดำเนินการในช่วงเดือนมกราคม 2544 และ เดือน พฤษภาคม 2544 ค่าพิกัดจริงที่ได้นำไปป้อนให้กับจุดบังคับภาพแต่ละจุด โดยใช้ค่าพิกัดที่ได้จากการรังวัดแบบ PSPP โดยการใช้ Broadcast Orbit และ Precise Orbit และการรังวัดโดยใช้ Marine GPS GS+ ซึ่งให้ความถูกต้องเชิงตำแหน่งในระดับ 3 ม. (<http://www.mx-marine.com /htdocs/>

products/index.html) บนภาพพื้นที่บริเวณอ่าวคุ้งกระเบนและค่าพิกัดที่ได้จากการรังวัดแบบ SPP โดยการใช้ Broadcast Orbit และ Precise Orbit ซึ่งมีความถูกต้องเชิงตำแหน่งในระดับ 0.33-2.02 เมตร และการรังวัดโดยใช้เครื่องรับสัญญาณ GPS ของ Garmin ซึ่งให้ความถูกต้องเชิงตำแหน่ง ในระดับ 10 -15 เมตร (<http://www.garmin.com/products/etrexsummit/spec.html>) บนภาพบริเวณตอนเหนือของจ.จันทบุรี นำค่าพิกัดที่ได้จากทั้ง 3 วิธี มาทำการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนทางตำแหน่ง สำหรับการทดสอบการตัดแก้ภาพดาวเทียม มีการทดสอบการใช้จำนวนจุดบังคับภาพที่มีจำนวนและการกระจายตัวที่ต่างกันจากนั้นทำการตัดแก้ภาพโดยใช้ โมดูล Geometric Correction ของซอฟต์แวร์ ERDAS Imagine 8.4 โดยสมการโพลีโนเมียล ดีกรี หนึ่ง สอง และสาม ผลการรังวัดจุดบังคับภาพจะแสดงไว้ในบทที่ 4

3.4 การตรวจสอบข้อมูลและการประมวลผลข้อมูล GPS

3.4.1 การตรวจสอบข้อมูลการรังวัด มีขั้นตอนการปฏิบัติดังนี้

ภายหลังจากการประมวลผลข้อมูลสัญญาณดาวเทียมเสร็จสิ้น ควรมีการตรวจสอบคุณภาพของข้อมูลเพื่อความมั่นใจในการใช้ค่าพิกัดที่ได้จากการรังวัด การตรวจสอบข้อมูลใช้ซอฟต์แวร์ TEQC.EXE ซึ่งสามารถดาวน์โหลดได้จาก Website URL

http://www.unavco.ucar.edu/data_support/software/teqc/teqc.html

การตรวจสอบข้อมูลจะใช้ไฟล์ที่มีฟอร์แมตอยู่ในรูปของ RINEX , เปิดการใช้ซอฟต์แวร์ Teqc.exe ในโหมดของ DOS จากนั้นพิมพ์คำสั่ง `teqc *.01o /a *.qc`

ผลการตรวจสอบข้อมูลการรังวัดดาวเทียมปรากฏว่า ข้อมูลที่รังวัดของทุก ๆ จุด บังคับภาพมีคุณภาพดี สามารถนำมาประมวลผลเพื่อหาตำแหน่งค่าพิกัดได้ รายละเอียดในภาคผนวก ข.

3.4.2 การประมวลผลข้อมูลการรังวัด GPS

นำข้อมูลการรังวัด มาประมวลผลค่าพิกัดโดยใช้ Broadcast Orbit และ Precise Orbit จาก IGS โดยหลังจากการรังวัดแล้ว 24 ชั่วโมงจะดาวน์โหลด ข้อมูลค่าวงโคจรของดาวเทียม GPS ได้จาก Web site ตาม URL <http://igsceb.jpl.nasa.gov/igsceb/product/>

1. IGS Final products (IGS) เป็นค่าวงโคจรที่มีความถูกต้องสูงที่สุด ซึ่งสามารถดาวนโหลดได้ในวันศุกร์ของแต่ละสัปดาห์ และอาจมีการล่าช้าเกิดขึ้นตั้งแต่ 13 วัน (หากรั้งวัดในวันสุดท้ายของสัปดาห์) ถึง 20 วัน (หากรั้งวัดในวันแรกของสัปดาห์)
2. IGS Rapid products (IGR) เป็นชนิดที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี สามารถให้ความถูกต้องใกล้เคียงกับ IGS Final products ซึ่งสามารถดาวนโหลดได้ภายใน 17 ชม. โดยทั่วไปแล้วการใช้ IGS และ IGR ให้ความถูกต้องที่ใกล้เคียงกันมาก
3. IGS Ultra Rapid products (IGU) เป็นค่าวงโคจรที่ใช้แบบ real time และสามารถดาวนโหลดได้วันละ 2 ครั้ง คือ ระยะเวลา 03.00 และ 15.00 UTC เป็นไฟล์ที่ประกอบไปด้วยค่าวงโคจร 48 ชม. ในขณะที่ค่าวงโคจร IGS และ IGR มีข้อมูลเพียง 24 ชม. โดยที่ข้อมูล 24 ชม.แรกเป็นค่าวงโคจรที่เกิดขึ้นจริง และอีก 24 ชม.ที่เหลือเป็นค่าวงโคจรที่ถูกคำนวณเพื่อทำนายวงโคจรของดาวเทียม

ตารางที่ 3.6 แสดงรายละเอียดข้อมูลวงโคจรจาก IGS และ Broadcast Orbit

GPS Ephemerides/Clock Correction	Accuracy	Latency	Update	Sample Interval
Broadcast Orbit	~260 cm/~7 ns	real time	--	daily
Predicted (Ultra-Rapid)	~25 cm/~5 ns	real time	twice daily	15 min/15 min
Precise Orbit (IGR)	5 cm/0.2 ns	17 hours	daily	15 min/5 min
Final (IGS)	<5 cm/0.1 ns	~13 days	weekly	15 min/5 min

ที่มา : <http://igscb.jpl.nasa.gov/components/prods.html>

การคำนวณหาค่าพิกัดหลังจากการรับสัญญาณดาวเทียมเสร็จสิ้นแล้ว มีขั้นตอนการปฏิบัติดังนี้

- ถ่ายโอนข้อมูลจากเครื่องรับสัญญาณไปยังคอมพิวเตอร์ โดยใช้ซอฟต์แวร์ SKI และจัดเก็บข้อมูลการรับวัดในรูปแบบ (Format) ของ RINEX ซึ่งเป็นรูปแบบมาตรฐานกลาง
- Download ข้อมูลวงโคจรของดาวเทียม GPS แบบ Precise Orbit ของ IGS ได้หลังจากการรับวัดแล้ว 24 ชั่วโมง ที่ <http://igsceb.jpl.nasa.gov/igsceb/product/> รูปแบบของข้อมูลวงโคจรของดาวเทียมที่ download มา เป็นชนิด SP3
- ใช้ซอฟต์แวร์ GPSurvey เวอร์ชัน 2.35 ประมวลผลแบบ Point Positioning โดยใช้ Broadcast Orbit และ Precise Orbit ในรูปแบบของ EF18 ดังนั้นการที่จะสามารถใช้การประมวลผลแบบ PPPP โดยซอฟต์แวร์ GPSurvey จึงต้องแปลงรูปแบบของ Precise Orbit จาก SP3 เป็น EF18 โดยใช้โปรแกรมช่วย SP3EF18.EXE ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของชุดโปรแกรม GPSurvey เมื่อได้ Precise Orbit เป็นที่เรียบร้อยแล้วให้นำไปวางใน directory C:\GPSURVEYPRECISE
- ประมวลผลข้อมูลแบบ Point Positioning โดยใช้ Broadcast Orbit และ Precise Orbit ด้วยโปรแกรม Wave ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของซอฟต์แวร์ GPSurvey

จากการประมวลผลข้อมูลด้วย broadcast orbit และ precise orbit ตำแหน่งของจุดบ่งคับภาพจะอยู่ในรูปของ ค่าพิกัดภูมิศาสตร์ (ละติจูดและลองจิจูด) และค่าความสูงของวงรี และค่าความถูกต้องของตำแหน่งจากการรับวัด ซึ่งค่านี้มีความสัมพันธ์กับ ค่าความคลาดเคลื่อนจากการรับวัดและค่าของเรขาคณิตดาวเทียม (Geometry of satellite) ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ในรูปแบบของสมการดังนี้

$$\sigma_a = \sigma_R * GDOP \quad \text{-----} \quad (3-1)$$

เมื่อ σ_a = ค่าความคลาดเคลื่อนของตำแหน่งจากการรับวัด

σ_R = ค่าความคลาดเคลื่อนของการวัดระยะ (Pseudo range)

ดังนั้น ค่า DOP (Dilution of Precision) เป็นความถูกต้องทางตำแหน่งของจุดที่ทำการรังวัดดาวเทียมซึ่งมีความสัมพันธ์กับความแข็งแรงของเรขาคณิตดาวเทียมขณะทำการรังวัด ซึ่งความคลาดเคลื่อนที่ได้รับผลกระทบจากเรขาคณิตดาวเทียมนี้อยู่ในรูปค่า DOP หรืออีกนัยหนึ่ง ค่า DOP คือ ค่าทางคณิตศาสตร์ที่แสดงอัตราส่วนของความถูกต้องเชิงตำแหน่งระหว่างค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าพิกัดต่อความถูกต้องของการรังวัดซึ่งค่า DOP นี้เป็นค่าที่ได้มาจากฟังก์ชัน ของจำนวนในแนวทแยงมุมของ covariance matrix ในการปรับแก้ตัวแปรในสมการการรังวัดสัญญาณ GPS และนำมาใช้ในการสร้างสมการเพื่อหาค่าพิกัดและคำนวณตำแหน่งที่ทำการรังวัด

3.5 การเลือกและกำหนดจุดบังคับภาพ

จำนวนจุดบังคับภาพของภาพดาวเทียมบริเวณตอนเหนือ จ.จันทบุรี มีจำนวน 35 จุด และภาพบริเวณอ่าวคุ้งกระเบน มีจำนวน 30 จุด อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาต่อไปถึงการเดินทางเข้าสู่ตำแหน่งจุดบังคับภาพในภูมิภาคโดยการตรวจสอบกับ แผนที่ภูมิภาค และแผนที่ถนนพบว่า จุดบังคับภาพหลายจุดเข้าถึงได้ลำบาก ซึ่งจะทำให้สิ้นเปลืองเวลาและค่าใช้จ่ายจนอาจไม่คุ้มค่า จุดที่การเดินทางทำได้ลำบากเหล่านี้จึงถูกตัดออกไปจากการดำเนินงาน ทำให้เหลือจุดบังคับภาพที่ใช้ 30 จุด และ 28 จุด ตามลำดับ

3.6 การทดสอบความถูกต้องของค่าพิกัดของจุดบังคับภาพดาวเทียมจากค่าพิกัดที่มีความถูกต้องแตกต่างกัน

ค่าพิกัดที่ใช้ในการวิจัยนี้มี 3 ประเภท ได้แก่ ค่าพิกัดที่ได้มาจากการรังวัดดาวเทียมด้วยวิธี SPPS จะให้ค่าพิกัดของจุดบังคับภาพ 2 ประเภท คือ ค่าพิกัดที่ได้จากการประมวลผลจาก Precise orbit และ Broadcast Orbit และค่าพิกัดจากเครื่องรับสัญญาณ GPS แบบพกพา ซึ่งความถูกต้องของค่าพิกัดทั้ง 3 ประเภทนี้อยู่ในระดับประมาณ 0.2-4 เมตร, 1-10 เมตร และ 10 - 25 เมตร ตามลำดับ ซึ่งเมื่อนำค่าพิกัดทั้งหมดนี้มาใช้ในการตัดแก้ภาพดาวเทียม ที่มีจำนวนของ จุดบังคับภาพที่แตกต่างกันโดยใช้สมการโพลีโนเมียลดีกรีหนึ่ง สอง และ สาม และทำการทดสอบความคลาดเคลื่อนทางตำแหน่งของจุดทดสอบ โดยใช้แยกจำนวนจุดบังคับภาพออกเป็น 5 ประเภท เมื่อทดสอบบนภาพบริเวณพื้นที่ตอนเหนือจังหวัดจันทบุรี ดังนี้

1. การใช้จุดบังคับภาพจำนวน 30 จุด
2. การใช้จุดบังคับภาพจำนวน 24 จุด
3. การใช้จุดบังคับภาพจำนวน 20 จุด
4. การใช้จุดบังคับภาพจำนวน 15 จุด
5. การใช้จุดบังคับภาพจำนวน 10 จุด

การทดสอบความคลาดเคลื่อนทางตำแหน่งของจุดทดสอบ โดยใช้แยกจำนวนจุดบังคับภาพออกเป็น 5 ประเภท เมื่อทดสอบบนพื้นที่บริเวณอ่าวคุ้งกระเบน มี ดังนี้

1. การใช้จุดบังคับภาพจำนวน 28 จุด
2. การใช้จุดบังคับภาพจำนวน 22 จุด
3. การใช้จุดบังคับภาพจำนวน 18 จุด
4. การใช้จุดบังคับภาพจำนวน 14 จุด
5. การใช้จุดบังคับภาพจำนวน 10 จุด

และทำการทดสอบความคลาดเคลื่อนของค่าพิกัดจุดบังคับภาพที่ใช้ในการตัดแก้ภาพดาวเทียมว่ามีผลกระทบต่อค่า RMSE ของภาพหลังการตัดแก้อย่างไร

3.7 การศึกษาลักษณะการกระจายตัวและจำนวนของจุดบังคับภาพ

ลักษณะการกระจายตัวของจุดบังคับภาพเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อการตัดแก้ภาพดาวเทียม การเลือกการกระจายตัวของจุดบังคับภาพที่เหมาะสม และจำนวนของจุดบังคับภาพที่พอเพียง ย่อมทำให้ภาพหลังการตัดแก้มีคุณภาพสูง ซึ่งเป็นปัจจัยที่พึงประสงค์ในการทำงานเชิงปฏิบัติ ดังที่กล่าวไปแล้วในบทที่ 1 ในการกำหนดจำนวนจุดบังคับภาพ โดยการใช้ค่าพิกัดที่ได้จาก SPSS และประมวลผลด้วย Precise Orbit ในการทดสอบนี้เลือกใช้ซอฟต์แวร์ Envi เวอร์ชัน 3.4 ซึ่งการตัดแก้ภาพดาวเทียมด้วยซอฟต์แวร์นี้มีการกำหนดจำนวนจุดบังคับใช้ในการตัดแก้ตามตีกรีของโพลีโนเมียลที่ใช้ดังสมการ (Envi 3.4 Online Help)

$$GCPs > (degree + 1)^2$$

ดังนั้นจำนวนขั้นต่ำของจุดบังคับภาพที่ใช้ในการตัดแก้ภาพดาวเทียมของโพลีโนเมียล ตีกรีหนึ่ง สอง และ สาม เมื่อใช้ซอฟต์แวร์ Envi เวอร์ชัน 3.4 คือ 4, 9 และ 16 ตามลำดับ

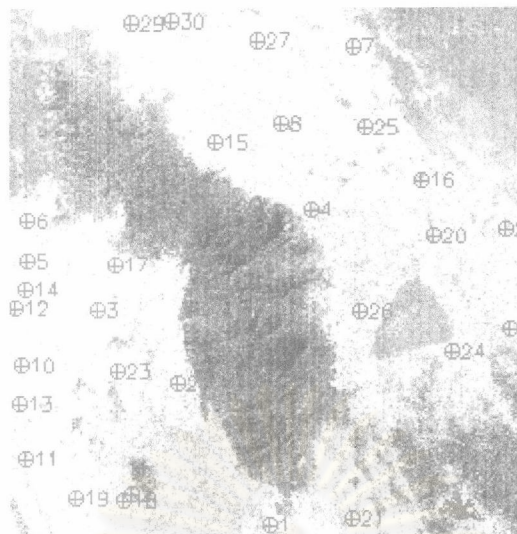
เกณฑ์ของการเลือกจำนวนจุดบังคับภาพในการศึกษาการกระจายตัวของจุดบนภาพดาวเทียมเพื่อหาจำนวนที่น้อยที่สุดของจุดบังคับภาพที่ใช้ในการตัดแก้ภาพดาวเทียมให้มีค่า RMSE ที่ยอมรับได้ จึงกำหนดจำนวนจุดบังคับภาพที่แตกต่างกันดังต่อไปนี้

1. การใช้จุดบังคับภาพจำนวน 6 จุด
2. การใช้จุดบังคับภาพจำนวน 9 จุด
3. การใช้จุดบังคับภาพจำนวน 12 จุด
4. การใช้จุดบังคับภาพจำนวน 15 จุด
5. การใช้จุดบังคับภาพจำนวน 18 จุด
6. การใช้จุดบังคับภาพจำนวน 21 จุด
7. การใช้จุดบังคับภาพจำนวน 24 จุด

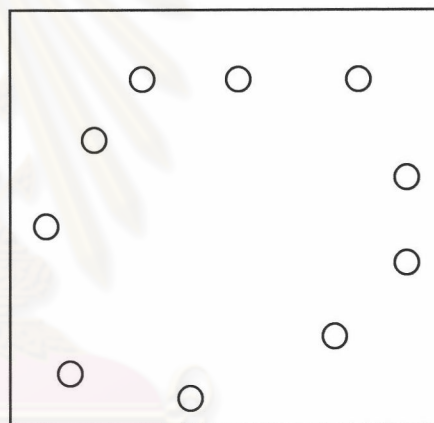
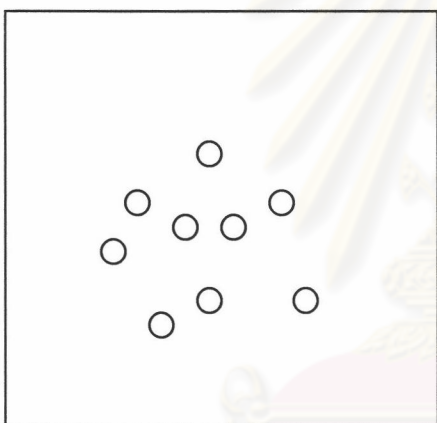
การทดสอบการกระจายตัวของจุดบังคับภาพ จะทดสอบโดยการใช้จำนวนจุดบังคับภาพจำนวน 6, 9, 12, และ 16 จุด ของภาพบริเวณอ่าวคุ้งกระเบน และ 6, 9, 12, 16 และ 18 จุด ของภาพทางตอนเหนือจ.จันทบุรี โดยแบ่งการกระจายออกเป็น 4 กรณี ดังรูปที่ 3.4 คือ

1. การกระจายบริเวณกึ่งกลางภาพ
2. การกระจายบริเวณขอบภาพทั้งสี่ด้าน
3. การกระจายบริเวณมุมภาพ
4. การกระจายครอบคลุมทั้งภาพ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

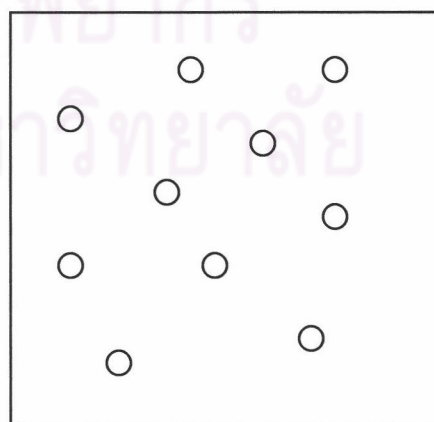


รูปที่ 3.3 แสดงการกระจายตัวของจุดบังคับภาพทั้ง 30 จุด ภาพบริเวณตอนเหนือ จ. จันทบุรี



ก) กระจายตัวบริเวณกึ่งกลางภาพ

ข) กระจายตัวบริเวณขอบภาพทั้งสี่ด้าน

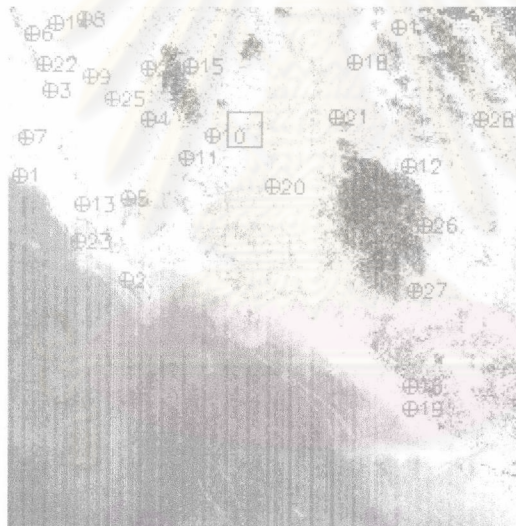


ค) กระจายตัวบริเวณมุมภาพ

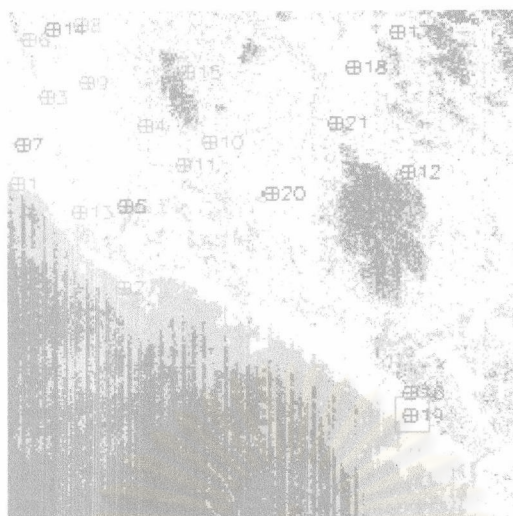
ง) กระจายตัวครอบคลุมทั้งภาพ

รูปที่ 3.4 แสดงการกระจายตัวของจุดบังคับภาพ ทั้ง 4 ประเภท

การทดสอบหาความสัมพันธ์ของการกระจายและจำนวนของจุดบังคับภาพจะทำการเลือกจุดบังคับ (control points) เป็นกลุ่ม ๆ และทำการหาความสัมพันธ์ของกลุ่มของจุดบังคับภาพให้อยู่ในรูปสมการโพลีโนเมียล ดีกรีต่าง ๆ โดยใช้ซอฟต์แวร์ Envi เวอร์ชัน 3.4 เพื่อหาค่า RMSE ของกลุ่มจุดบังคับภาพแยกตามการใช้โพลีโนเมียลดีกรีต่าง ๆ ในแต่ละประเภท หลังจากนั้น นำ สมการที่ได้มาทดสอบกับจุดทดสอบ (check points) โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์จากสมการโพลีโนเมียลที่ได้จากซอฟต์แวร์ Datafit เวอร์ชัน 6.1 มาคำนวณกับค่าพิกัดของจุดทดสอบ และเปรียบเทียบว่ามีความคลาดเคลื่อนเชิงตำแหน่งผิดไปเท่าไร เมื่อเทียบกับพิกัดบนภาพถ่ายเทียม เปรียบเทียบการกระจายของจุดบังคับภาพทั้ง 6 รูปแบบ และทดสอบเพื่อหาจำนวนจุดบังคับภาพที่น้อยที่สุดที่ให้ค่า RMSE อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ (optimization) ในการตัดแก้ภาพถ่ายดาวเทียม รายละเอียดจะแสดงไว้ในบทที่ 4



รูปที่ 3.5 แสดงการกระจายตัวของจุดบังคับภาพ จำนวน 28 จุด
ภาพบริเวณอ่าวคุ้งกระเบน



รูปที่ 3.6 แสดงกลุ่มของจุดบังคับภาพ เพื่อทดสอบความถูกต้องทางตำแหน่งทางราบของจุดบังคับภาพบริเวณพื้นที่ที่เข้าไม่ถึง

3.8 การทดสอบอิทธิพลของจุดบังคับภาพบนพื้นที่ที่เข้าไม่ถึง

การทดสอบอิทธิพลของจุดบังคับภาพบนพื้นที่ที่มีข้อจำกัดทางภูมิประเทศ ซึ่งเป็นกรณีศึกษาในการหาความถูกต้องเชิงตำแหน่งบนพื้นที่ที่เข้าไม่ถึง อาทิ บริเวณที่ห่างไกลจากแนวพรมแดน หรือบริเวณเกาะที่อยู่ไกลจากชายฝั่งทะเล เป็นต้น

การทดสอบเลือกใช้ภาพบริเวณอ่าวคุ้งกระเบน โดยกำหนดพื้นที่การทดลองของภาพออกเป็น 2 ส่วน โดยสมมติให้ ส่วนแรกเป็นบริเวณพื้นที่ที่เข้าถึง และอีกส่วนเป็นบริเวณพื้นที่ที่เข้าไม่ถึง จากนั้นทำการทดสอบหาความสัมพันธ์ของการกระจายและจำนวนของจุดบังคับภาพที่มีผลต่อความถูกต้องเชิงตำแหน่งเมื่อทำการตัดแก้ ภาพดาวเทียม SPOT Panchromatic โดยทำการเลือกจุดบังคับภาพ (control points) เป็นกลุ่ม ๆ และหาความสัมพันธ์ของกลุ่มจุดบังคับภาพในรูปสมการโพลีโนเมียล ดีกรีต่างๆ หลังจากนั้นนำ สมการที่ได้มาทดสอบกับ ในพื้นที่ที่สมมุติให้เป็นพื้นที่ที่เข้าไม่ถึง ว่ามีความคลาดเคลื่อนเชิงตำแหน่งผิดกับค่าพิกัดที่ได้จากการรังวัดมีขนาดเช่นไร และเปรียบเทียบ ผลลัพธ์ที่ได้ซึ่งใช้ซอฟต์แวร์ Arcview ในการวิเคราะห์และนำเสนอ ดูผลการทดสอบในบทที่ 4

ทั้งนี้การทดสอบ จะทำให้ทราบถึงความถูกต้องเชิงตำแหน่งของภาพหลังการตัดแก้ จากการใช้การกระจายตัวของจุดบังคับภาพต่าง ๆ กันซึ่งสามารถใช้เป็นแนวทางในการวางแผนในการปฏิบัติงานภาคสนามและสามารถกำหนดความถูกต้องตามที่ต้องการได้ โดยเฉพาะในกรณีในพื้นที่เข้าไม่ถึง อาทิ บริเวณเกาะที่อยู่ห่างไกลจากแนวฝั่ง หรือบริเวณแนวพรมแดนที่ไม่สามารถเข้าไปถึงพื้นที่ได้ การทราบถึงความถูกต้องเชิงตำแหน่งของบริเวณพื้นที่ที่เข้าไม่ถึงนี้เป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยในการวางแผน และช่วยสนับสนุนแนวทางการแก้ไขปัญหาในภาคปฏิบัติต่อไป



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย