

การทดสอบความถูกต้องเชิงตำแหน่งในการตัดแก้ภาพดาวเทียม SPOT
ด้วยสมการโพลีโนเมียล โดยใช้ค่าพิกัดซึ่งได้จากการรังวัดดาวเทียม



นางสาวมรกต แก้วมณี

ศูนย์วิทยทรัพยากร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาระบบสารสนเทศปริภูมิทางวิศวกรรม ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย


ปีการศึกษา 2545

ISBN 974-17-1961-2

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I20921366

PLANIMETRIC ACCURACY EVALUATION OF SPOT IMAGERY RECTIFICATION BY POLYNOMIALS
USING COORDINATES DETERMINED FROM GPS



Miss Morakot Kaewmanee

ศูนย์วิทยพัชการ
จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Spatial Information System in Engineering
Department of Survey Engineering

Faculty of Engineering
Chulalongkorn University

Academic Year 2002




ISBN 974-17-1961-2

มรกต แก้วมณี : การทดสอบความถูกต้องเชิงตำแหน่งในการตัดแก้ภาพดาวเทียม SPOT ด้วยสมการพหุนาม โดยหาค่าพิกัดซึ่งได้จากการรังวัดดาวเทียม. (PLANIMETRIC ACCURACY EVALUATION OF SPOT IMAGERY RECTIFICATION BY POLYNOMIALS USING COORDINATES DETERMINED FROM GPS) อ. ที่ปรึกษา : อ. ดร. อธิติ ตรีสิริสัตยวงศ์
 อ. ที่ปรึกษาร่วม : รองศาสตราจารย์ ดร. ชูเกียรติ วิเชียรเจริญ, จำนวนหน้า 179 หน้า.
 ISBN 974-17-1961-2.

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาถึงความเหมาะสมของการรังวัดพิกัดของ จุดบังคับภาพโดยการรังวัดดาวเทียม GPS แบบ PSPP (Precise Single Point Positioning) ซึ่งค่าพิกัดที่ได้นำมาใช้ในการตัดแก้ภาพดาวเทียม SPOT 2 Panchromatic ที่มีขนาดจุดภาพ 10 ม ด้วยสมการพหุนามดีกรีหนึ่ง สอง และสาม รวมทั้งมีการศึกษารูปแบบการกระจายตัวของจุดบังคับภาพ และจำนวนจุดบังคับภาพที่น้อยที่สุดที่สามารถตัดแก้ภาพดาวเทียมให้มีค่า RMSE ที่ยอมรับได้ รวมถึงอิทธิพลของจุดบังคับภาพที่มีต่อพื้นที่ที่ไม่สามารถเข้าถึงได้ และการวิเคราะห์ศักยภาพของภาพดาวเทียม SPOT 2 Panchromatic หลังการตัดแก้สามารถนำไปใช้ในกิจการแผนที่ในระดับมาตราส่วนใด

การวิจัยนี้เป็นการตัดแก้ภาพดาวเทียม SPOT 2 Panchromatic จำนวน 2 ภาพ ครอบคลุมพื้นที่บริเวณจังหวัด จันทบุรี ซึ่งทั้งสองภาพมีความแตกต่างทางภูมิประเทศ ภาพล่างเป็นพื้นที่ราบติดชายทะเล ในขณะที่ภาพบนเป็นพื้นที่ราบสลับภูเขาสูง ผลการวิจัย พบว่า ผลลัพธ์จากการตัดแก้ภาพดาวเทียม ได้ค่า RMSE อยู่ในระดับ 0.5-0.7 จุดภาพ จำนวนจุดบังคับภาพที่น้อยที่สุดที่สามารถทำการตัดแก้ภาพดาวเทียมให้มีค่า RMSE ในระดับที่ยอมรับได้นั้น คือ 15 และ 21 จุด สำหรับการหาค่าพิกัดดีกรีสอง และสาม ตามลำดับ จากการวิจัยพบว่าพหุนามดีกรีหนึ่งไม่เหมาะสมในการตัดแก้ภาพดาวเทียม ลักษณะการกระจายตัวที่พึงประสงค์ของจุดบังคับภาพ คือ กระจายตัวแบบครอบคลุมทั้งภาพ การทดสอบหาความคลาดเคลื่อนทางตำแหน่งของพื้นที่บริเวณที่ไม่มีจุดบังคับภาพ เมื่อใช้รูปแบบการกระจายตัวของ GCPs แบบ Curvilinear และ Polygon พบว่า มีขนาดความคลาดเคลื่อนทางตำแหน่งในระดับ 25 ม. บริเวณพื้นที่ที่อยู่ห่างจากแนวเส้น Curvilinear ในรัศมี 20 กม. และ 25 กม. จากจุด centroid ของโพลิกอน

ภาควิชา วิศวกรรมสำรวจ
 สาขาวิชา ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ทางวิศวกรรม
 ปีการศึกษา 2545

ลายมือชื่อ นิสิต 
 ลายมือชื่อ อาจารย์ที่ปรึกษา 
 ลายมือชื่อ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม 

4270495821 : MAJOR SPATIAL INFORMATION SYSTEM IN ENGINEERING

KEY WORDS : SPOT PANCHROMATIC / POLYNOMIALS / GPS / PSPP / RECTIFICATION

MORAKOT KAEWMANEE : PLANIMETRIC ACCURACY EVALUATION OF SPOT IMAGERY
RECTIFICATION BY POLYNOMIALS USING COORDINATES DETERMINED FROM GPS .

THESIS ADVISOR : DR. ITTHI TRISIRISATAYAWONG,

THESIS CO-ADVISOR : ASSOC.PROF.DR. CHUGIAT WICHICHAROEN, 179 pp.

ISBN 974-17-1961-2

The objective of this study was to determine the feasibility of using PSPP coordinates to accurately rectify SPOT 2 Panchromatic imagery by first, second and third order polynomial transformations. The study presented the rectifying results of the attainable accuracy of ground points versus number and distribution of ground control points (GCPs), versus the image measurement errors of GCPs and checkpoints and versus the order of the polynomial transformation. Various experimental schemes involving geometric strength with various configurations of polynomial transformation, the influence of the number and distribution of GCPs, and the influence of the image measurement errors of GCPs and checkpoints and the influence of GCPs to an inaccessible region were performed. Some recommendation for potential of SPOT Panchromatic imagery in mapping was finally drawn up from this research.

Two SPOT Panchromatic images covering Chantaburi province were used in this study as the two images had different topographic characteristics where one was a flat terrain adjacent to the sea and the other was flat and hilly. The results of polynomial transformation using coordinates derived from PSPP yielded 0.5-0.7 pixel size accuracy. The optimum number of GCPs was 15 and 21 points when using second and third order polynomial transformation. The study revealed that first order polynomial transformation was not suitable to rectify SPOT Panchromatic. A well spread distribution of GCPs was highly recommended. The study of planimetric error without GCPs in the inaccessible region was analysed using 2 patterns of GCPs distribution namely a curvilinear and polygon. The results revealed that 25 m planimetric accuracy can be obtained at 20 km from the curvilinear and 25 km from the polygon's centroid, respectively.

Department Survey Engineering

Student's signature.....

Field of study Spatial Information System in Engineering.....

Advisor's signature.....

Academic year 2002

Co-advisor's signature.....

กิตติกรรมประกาศ

ผู้ทำวิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงต่อ อาจารย์ ดร. อธิติ ตริสิริสัตยวงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รองศาสตราจารย์ ดร. ชูเกียรติ วิเชียรเจริญ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ (ร่วม) ที่กรุณาให้ความรู้และคำแนะนำอันเป็นประโยชน์อย่างมากในการศึกษาวิจัย และขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ซึ่งประกอบด้วย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. บรรเจิด พละการ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และ พันเอกวิรัช ยิ้มเจริญ ที่ให้คำแนะนำในการศึกษาวิจัยครั้งนี้และตรวจสอบวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จเรียบร้อยโดยสมบูรณ์ และกรมแผนที่ทหาร ที่ให้ความอนุเคราะห์ภาพถ่ายดาวเทียมในการวิจัยครั้งนี้

ขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัยที่สนับสนุนทุนในการวิจัย(เป็นบางส่วน)

และขอบคุณพี่ ๆ เพื่อน ๆ และ น้อง ๆ ที่สละทั้งเวลา กำลังกาย และกำลังใจช่วยเหลือในงานภาคสนามซึ่งประกอบด้วย คุณวิภากร วรสาร ที่อนุเคราะห์แผนที่มาตราส่วน 1:50000 และช่วยกำหนดจุดบังคับภาพบนแผนที่ พันตรีอนุเทพ ภาณุมาศตระกูล ร.ท.สุดเขต วิริยะสุมล ร.อ.หญิงกัลยา พัชรนโชคชัย คุณชัชชัย เดชเกตู และ คุณ สุรพล ไปร่งเฉลยลาภ ที่ร่วมผจญภัยในการวางจุดบังคับภาพด้วย GPS ที่ จ. จันทบุรี และกำลังใจในการทำงานที่ห้องปฏิบัติการจากเพื่อน ๆ พี่ ๆ และน้อง ๆ ในภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ

และขอขอบคุณ บริษัทกรุงเทพเอ็นยีเนียริงคอนซัลแตนท์ ที่ให้โอกาสในการทำงานพาร์ทไทม์และผ่อนปรนการเข้างานตั้งแต่ สิงหาคม 2542 จนสำเร็จการศึกษา

ท้ายนี้ คุณค่าความดีของวิทยานิพนธ์นี้ ขอมอบให้บิดามารดา ที่ได้ให้ความรักและกำลังใจ ตลอดระยะเวลาที่เข้าศึกษา พี่นุ้ย ศศิเกษม แก้วมณี ที่ช่วยเหลือทุกวิถีทางและให้กำลังใจตลอดมาแก่ผู้ทำวิจัย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มรกต แก้วมณี

เมษายน 2546

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฎ
สารบัญภาพ.....	ท
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	5
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย.....	5
1.4 ขั้นตอนและการดำเนินงาน.....	7
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	8
บทที่ 2 แนวความคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 สมการโพลีโนเมียล.....	9
2.2 การรังวัดด้วยพิกัด GPS.....	11
2.2.1 การรังวัดค่าตำแหน่งสัมบูรณ์ (Absolute Positioning).....	12
2.2.2 การรังวัดค่าตำแหน่งแบบสัมพัทธ์ (Differential Positioning).....	13
2.3 การรังวัดค่าพิกัดด้วย GPS แบบ Precise Single Point Positioning (PSPP)	14
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	
3.1 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	16
3.2 กระบวนการตัดแก้ภาพดาวเทียมด้วยสมการโพลีโนเมียล.....	18
3.3 การรังวัดพิกัดด้วย PSPP (Precise Single Point Positioning)	20
3.4 การตรวจสอบข้อมูลและการประมวลผลข้อมูล GPS.....	23
3.4.1 การตรวจสอบข้อมูลการรังวัด	23
3.4.2 การประมวลผลข้อมูลการรังวัด GPS.....	23
3.5 การเลือกและกำหนดจุดบังคับภาพ.....	26
3.6 การทดสอบความถูกต้องของค่าพิกัดของจุดบังคับภาพดาวเทียมจากค่าพิกัดที่มีความถูกต้องแตกต่างกัน.....	26
3.7 การศึกษาลักษณะการกระจายตัวและจำนวนของจุดบังคับภาพ.....	27
3.8 การทดสอบอิทธิพลของจุดบังคับภาพบนพื้นที่ที่เข้าไม่ถึง.....	31

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	
4.1 ผลการประมวลค่าพิกัดของจุดบังคับภาพของภาพดาวเทียม SPOT.....	33
4.2 การทดสอบการตัดแก้ภาพดาวเทียมโดยใช้ค่าพิกัดที่มีความถูกต้องแตกต่างกัน ที่กันวิเคราะห์ข้อมูล.....	38
4.2.1 การตัดแก้ภาพดาวเทียมบนภาพพื้นที่ตอนเหนือจังหวัดจันทบุรี.....	38
4.2.2 การตัดแก้ภาพดาวเทียมบนภาพพื้นที่บริเวณอ่าวคุ้งกระเบน.....	49
4.2.3 การวิเคราะห์การตัดแก้ภาพดาวเทียมโดยใช้พิกัดที่มีความถูกต้องทาง ตำแหน่งที่แตกต่างกัน.....	59
4.3 การทดสอบหาจำนวนจุดบังคับภาพที่น้อยที่สุดที่สามารถทำการตัดแก้ภาพดาวเทียม SPOT ให้มีความถูกต้องทางตำแหน่งที่ยอมรับได้	61
4.4 การวิเคราะห์หาจำนวนจุดบังคับภาพที่น้อยที่สุดที่สามารถทำการตัดแก้ภาพดาวเทียม SPOT ให้มีความถูกต้องทางตำแหน่งที่ยอมรับได้	66
4.5 การทดสอบเพื่อวิเคราะห์ลักษณะการกระจายตัวของจุดบังคับภาพที่ส่งผลต่อค่า RMSE หลังตัดแก้ภาพดาวเทียม	64
4.5.1 การวิเคราะห์ลักษณะการกระจายตัวของจุดบังคับภาพบริเวณอ่าวคุ้งกระเบน	68
4.5.2 การวิเคราะห์ลักษณะการกระจายตัวของจุดบังคับภาพตอนเหนือ จ. จันทบุรี	79
4.6 การวิเคราะห์ความถูกต้องเชิงตำแหน่งของค่าพิกัดของจุดบังคับภาพที่ส่งผลต่อการ ตัดแก้ภาพดาวเทียม.....	91
4.7 การวิเคราะห์อิทธิพลของจุดบังคับภาพต่อพื้นที่ที่เข้าไม่ถึง.....	94
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการศึกษา.....	120
5.2 ศักยภาพของภาพดาวเทียม SPOT 2 Panchromatic ในกิจการแผนที่	123
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	124
รายการอ้างอิง.....	125
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก. การประมวลผลข้อมูลการรังวัดดาวเทียม	
ภาพพื้นที่ตอนเหนือจังหวัดจันทบุรี.....	128
ภาพพื้นที่บริเวณอ่าวคุ้งกระเบน.....	132
ภาคผนวก ข. ข้อมูลการตรวจสอบข้อมูลการรังวัดดาวเทียม	134
ภาพพื้นที่ตอนเหนือจังหวัดจันทบุรี.....	138
ภาพพื้นที่บริเวณอ่าวคุ้งกระเบน.....	144
ภาคผนวก ค. สัมประสิทธิ์สมการโพลีโนเมียลดีกรีหนึ่ง สอง และสาม	
ภาพพื้นที่ตอนเหนือจังหวัดจันทบุรี.....	152

สารบัญ(ต่อ)

ญ

	หน้า
ภาพพื้นที่บริเวณอ่าวคุ้งกระเบน.....	156
ภาคผนวก ง ข้อมูลการคำนวณความคลาดเคลื่อนทางราบของจุดทดสอบหลังการตัดแก้ภาพ.....	
ภาพพื้นที่ตอนเหนือจังหวัดจันทบุรี.....	159
ภาพพื้นที่บริเวณอ่าวคุ้งกระเบน.....	168
ภาคผนวก จ แสดงค่าต่างทางราบของจุดทดสอบร่วม	
ภาพพื้นที่บริเวณอ่าวคุ้งกระเบน.....	173
ภาพพื้นที่ตอนเหนือจังหวัดจันทบุรี.....	175
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	179



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตาราง

3.1 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าต่างพิกัดที่ได้จาก PSPP ของจุด CU09 เทียบ กับพิกัดอ้างอิง รั้ววัด สัญญาณด้วยความถี่ ทุก ๆ 2 วินาที.....	20
3.2 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าต่างพิกัดที่ได้จาก PSPP ของจุด CU09 เทียบกับพิกัดอ้างอิง รั้ววัดสัญญาณด้วยความถี่ ทุก ๆ 3 วินาที	20
3.3 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าต่างพิกัดที่ได้จาก PSPP ของจุด CU09 เทียบกับพิกัดอ้างอิง รั้ววัดสัญญาณด้วยความถี่ ทุก ๆ 6 วินาที.....	21
3.4 แสดงค่าแตกต่างต่างทางราบของพิกัดที่ได้จาก PSPP เมื่อเทียบกับค่าพิกัดจุดอ้างอิง.....	21
3.5 แสดงผลการเปรียบเทียบค่า Positional Error ที่ได้จากการคำนวณค่าพิกัดด้วย Precise Orbit กับการเปลี่ยนแปลงค่าเรขาคณิตดาวเทียม และ ค่าต่างทางราบ.....	22
3.6 แสดงรายละเอียดข้อมูลวงโคจรจาก IGS และ Broadcast Orbit.....	24
4.1 ตารางแสดงค่าพิกัดจุดบ่งคับภาพ พื้นที่บริเวณอ่าวคุ้งกระเบน จากการประมวลโดยใช้ Precise Orbit ,Broadcast Orbit และ ค่าพิกัดที่ได้จากเครื่องรับสัญญาณ GPS แบบพกพา.....	34
4.2 ตารางแสดงค่าพิกัดจุดบ่งคับภาพพื้นที่บริเวณตอนเหนือจังหวัดจันทบุรีจากการประมวลโดยใช้ Precise Orbit , Broadcast Orbit และ ค่าพิกัดที่ได้จากเครื่องรับสัญญาณ GPS แบบพกพา	35
4.3 ตารางแสดงผลการเปรียบเทียบค่าพิกัดที่ได้จากจากการประมวลโดยใช้ Precise Orbit กับค่าพิกัด จาก Broadcast Orbit และ ค่าพิกัดที่ได้จากเครื่องรับสัญญาณ GPS แบบพกพา พื้นที่บริเวณอ่าวคุ้งกระเบน.....	36
4.4 ตารางแสดงผลการเปรียบเทียบค่าพิกัดที่ได้จากจากการประมวลโดยใช้ Precise Orbit กับค่าพิกัด จาก Broadcast Orbit และ ค่าพิกัดที่ได้จากเครื่องรับสัญญาณ GPS แบบพกพา ภาพพื้นที่บริเวณ ตอนเหนือจังหวัดจันทบุรี.....	37
4.5 แสดงค่า RMSE ของการตัดแก้ภาพดาวเทียม โดยการใช้ค่าพิกัดที่ได้จากการประมวลผลด้วย Precise Orbit	40
4.6 แสดงค่า RMSE ของการตัดแก้ภาพดาวเทียม โดยการใช้ค่าพิกัดที่ได้จากการประมวลผลด้วย Broadcast Orbit	40
4.7 แสดงค่า RMSE ของการตัดแก้ภาพดาวเทียม โดยการใช้ ค่าพิกัดที่ได้จากการเครื่องรับสัญญาณ GPS แบบมือถือ.....	41
4.8 แสดงการเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนทางราบของจุดทดสอบ กับโพลีโนเมียลดีกรีต่าง ๆ ค่าพิกัด จากการประมวลผลด้วย Precise Orbit.....	42
4.9 แสดงการเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนทางราบของจุดทดสอบ กับโพลีโนเมียลดีกรีต่าง ๆ ค่าพิกัด จากการประมวลผลด้วย Broadcast Orbit	42
4.10 แสดงการเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนทางราบของจุดทดสอบกับ โพลีโนเมียลดีกรีต่าง ๆ ค่า พิกัดจากเครื่องรับสัญญาณแบบมือถือ.....	43

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตาราง	
4.11 แสดงค่า RMSE ของการตัดแก้ภาพดาวเทียม โดยการใช้ ค่าพิกัดที่ได้จากการประมวลผลด้วย Precise Orbit	49
4.12 แสดงค่า RMSE ของการตัดแก้ภาพดาวเทียม โดยการใช้ค่าพิกัดที่ได้จากการประมวลผลด้วย Broadcast Orbit	51
4.13 แสดงค่า RMSE ของการตัดแก้ภาพดาวเทียม โดยการใช้ ค่าพิกัดที่ได้จากการเครื่องรับสัญญาณ GPS แบบพกพา.....	51
4.14 แสดงการเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนทางราบของจุดทดสอบกับโพลีโนเมียลดีกรีต่าง ๆ ค่าพิกัดจากการประมวลผลด้วย Precise Orbit.....	52
4.15 แสดงการเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนทางราบของจุดทดสอบ กับโพลีโนเมียลดีกรีต่าง ๆ ค่าพิกัดจากการประมวลผลด้วย Broadcast Orbit.....	53
4.16 แสดงการเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนทางราบของจุดทดสอบกับ โพลีโนเมียลดีกรีต่าง ๆ ค่าพิกัดจากเครื่องรับสัญญาณแบบพกพา.....	53
4.17 แสดงค่า RMSE ของการตัดแก้ภาพดาวเทียม โดยการใช้จำนวนจุดบังคับภาพที่แตกต่างกัน ภาพตอนเหนือ จ. จันทบุรี.....	63
4.18 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนทางตำแหน่ง ของจุดทดสอบหลังการตัดแก้ภาพดาวเทียม ภาพบริเวณพื้นที่ตอนเหนือ จ. จันทบุรี.....	63
4.19 แสดงค่า RMSE ของการตัดแก้ภาพดาวเทียม โดยการใช้จำนวนจุดบังคับภาพที่แตกต่างกัน ภาพบริเวณอ่าวคุ้งกระเบน.....	65
4.20 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนทางตำแหน่ง ของจุดทดสอบหลังการตัดแก้ภาพดาวเทียม ภาพบริเวณอ่าวคุ้งกระเบน.....	65
4.21 แสดงค่า RMSE ของการตัดแก้ภาพดาวเทียม โดยการกระจายตัวของจุดบังคับภาพ ทั้ง 4 ประเภท ด้วยสมการโพลีโนเมียลดีกรีหนึ่ง ภาพบริเวณอ่าวคุ้งกระเบน.....	68
4.22 แสดงค่า RMSE ของการตัดแก้ภาพดาวเทียม โดยการกระจายตัวของจุดบังคับภาพ ทั้ง 4 ประเภท ด้วยสมการโพลีโนเมียลดีกรีสอง ภาพบริเวณอ่าวคุ้งกระเบน.....	70
4.23 แสดงค่า RMSE ของการตัดแก้ภาพดาวเทียม โดยการกระจายตัวของจุดบังคับภาพ ทั้ง 4 ประเภท ด้วยสมการโพลีโนเมียลดีกรีสาม ภาพบริเวณอ่าวคุ้งกระเบน.....	70
4.24 แสดงค่าต่างทางราบของจุดทดสอบหลังการตัดแก้ภาพดาวเทียม โดยการกระจายตัวทั้ง 4 ประเภท ด้วยสมการโพลีโนเมียลดีกรีหนึ่ง ภาพบริเวณอ่าวคุ้งกระเบน.....	74
4.25 แสดงค่าต่างทางราบของจุดทดสอบหลังการตัดแก้ภาพดาวเทียม โดยการกระจายตัวทั้ง 4 ประเภท ด้วยสมการโพลีโนเมียลดีกรีสอง ภาพบริเวณอ่าวคุ้งกระเบน.....	74
4.26 แสดงค่าต่างทางราบของจุดทดสอบหลังการตัดแก้ภาพดาวเทียม โดยการกระจายตัวทั้ง 4 ประเภท ด้วยสมการโพลีโนเมียลดีกรีสาม ภาพบริเวณอ่าวคุ้งกระเบน.....	75

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตาราง	
4.27 แสดงค่า RMSE ของการตัดแก้ภาพดาวเทียม โดยการกระจายตัวของจุดบังคับภาพ ทั้ง 4 ประเภท ด้วยสมการโพลีโนเมียลดีกรีหนึ่ง ภาพตอนเหนือ จ. จันทบุรี.....	79
4.28 แสดงค่า RMSE ของการตัดแก้ภาพดาวเทียม โดยการกระจายตัวของจุดบังคับภาพ ทั้ง 4 ประเภท ด้วยสมการโพลีโนเมียลดีกรีสอง ภาพตอนเหนือ จ. จันทบุรี.....	80
4.29 แสดงค่า RMSE ของการตัดแก้ภาพดาวเทียม โดยการกระจายตัวของจุดบังคับภาพ ทั้ง 4 ประเภท ด้วยสมการโพลีโนเมียลดีกรีสาม ภาพตอนเหนือ จ. จันทบุรี.....	80
4.30 แสดงค่าต่างทางราบของจุดทดสอบหลังการตัดแก้ภาพดาวเทียม โดยการกระจายตัว ทั้ง 4 ประเภท ด้วยสมการโพลีโนเมียลดีกรีหนึ่ง ภาพตอนเหนือ จ. จันทบุรี.....	85
4.31 แสดงค่าต่างทางราบของจุดทดสอบหลังการตัดแก้ภาพดาวเทียม โดยการกระจายตัว ทั้ง 4 ประเภท ด้วยสมการโพลีโนเมียลดีกรีสอง ภาพตอนเหนือ จ. จันทบุรี.....	85
4.32 แสดงค่าต่างทางราบของจุดทดสอบหลังการตัดแก้ภาพดาวเทียม โดยการกระจายตัว ทั้ง 4 ประเภท ด้วยสมการโพลีโนเมียลดีกรีสาม ภาพตอนเหนือ จ. จันทบุรี.....	86
4.33 แสดงรายละเอียดการตัดแก้ภาพดาวเทียมด้วยค่าพิกัดจริงของจุดบังคับภาพ โดยสมการโพลีโนเมียลดีกรีสอง จำนวนจุดบังคับภาพ 20 จุด	92
4.34 แสดงผลการตัดแก้ภาพดาวเทียมด้วยค่าพิกัดตะวันออก และค่าพิกัดเหนือ ที่ผิดจากค่าจริงของจุดบังคับภาพ 1,2,3,4,5,10,15 และ 20 ม.โดยสมการโพลีโนเมียลดีกรีสอง จำนวนจุดบังคับภาพ 18 จุด.....	93
4.35 แสดงผลการทดสอบอิทธิพลของจุดบังคับบนพื้นที่ที่เข้าไม่ถึงโดยใช้ การวางตัวของจุดบังคับภาพ แบบ Curvilinear -แนวตะวันออก สมการโพลีโนเมียลดีกรี 1.....	96
4.36 แสดงผลการทดสอบอิทธิพลของจุดบังคับบนพื้นที่ที่เข้าไม่ถึง โดยใช้การวางตัวของจุดบังคับภาพ แบบ Curvilinear -แนวตะวันออก สมการโพลีโนเมียลดีกรี 2.....	99
4.37 แสดงผลการทดสอบอิทธิพลของจุดบังคับบนพื้นที่ที่เข้าไม่ถึงโดยใช้การวางตัวของจุดบังคับภาพ แบบ Curvilinear -แนวตะวันตก สมการโพลีโนเมียลดีกรี 1	102
4.38 แสดงผลการทดสอบอิทธิพลของจุดบังคับบนพื้นที่ที่เข้าไม่ถึงโดยใช้การวางตัวของจุดบังคับภาพ แบบ Curvilinear -แนวตะวันตก สมการโพลีโนเมียลดีกรี 2	105
4.39 แสดงผลการทดสอบอิทธิพลของจุดบังคับบนพื้นที่ที่เข้าไม่ถึงโดยใช้ การวางตัวของจุดบังคับภาพ แบบโพลีกอน-แนวตะวันออก สมการโพลีโนเมียลดีกรี 1.....	108
4.40 แสดงผลการทดสอบอิทธิพลของจุดบังคับบนพื้นที่ที่เข้าไม่ถึงโดยใช้การวางตัวของจุดบังคับภาพ แบบโพลีกอน-แนวตะวันออก สมการโพลีโนเมียลดีกรี 2.....	111
4.41 แสดงผลการทดสอบอิทธิพลของจุดบังคับบนพื้นที่ที่เข้าไม่ถึงโดยใช้ การวางตัวของจุดบังคับภาพ แบบโพลีกอน-แนวตะวันตก สมการโพลีโนเมียลดีกรี 1.....	114
4.42 แสดงผลการทดสอบอิทธิพลของจุดบังคับบนพื้นที่ที่เข้าไม่ถึงโดยใช้ การวางตัวของจุดบังคับภาพ แบบโพลีกอน-แนวตะวันตก สมการโพลีโนเมียลดีกรี 2.....	117

สารบัญภาพ

ภาพประกอบ	หน้า
1.1 แสดงพื้นที่ที่ศึกษา จ. จันทบุรี และภาพดาวเทียมSPOT ทั้ง 2 ภาพ.....	6
2.1 การรังวัดค่าตำแหน่งแบบสัมบูรณ์ (Absolute Positioning).....	13
2.2 การรังวัดค่าตำแหน่งแบบสัมพัทธ์ (Differential Positioning)	14
3.1 แผนผังแสดงกระบวนการตัดแก้ภาพดาวเทียม	17
3.2 ภาพแสดงการกำหนดจุดบังคับภาพบนภาพดาวเทียม	19
3.3 แสดงการกระจายตัวของจุดบังคับภาพทั้ง 30 จุด ภาพบริเวณตอนเหนือ จ. จันทบุรี.....	29
3.4 แสดงการกระจายตัวของจุดบังคับภาพทั้ง 4 ประเภท	29
3.5 แสดงการกระจายตัวของจุดบังคับภาพ จำนวน 28 จุด ภาพบริเวณอ่าวคุ้งกระเบน.....	30
3.6 แสดงกลุ่มของจุดบังคับภาพ เพื่อทดสอบความถูกต้องทางตำแหน่งทางราบของจุดบังคับภาพ บริเวณพื้นที่ที่เข้าไม่ถึง	31
4.1 แสดงจำนวนจุดบังคับภาพ จำนวน 30, 24, 20, 15 และ 10 จุด เพื่อทดสอบความถูกต้องของค่าพิกัดที่ได้จาก Precise Orbit, Broadcast Orbit และเครื่องรับสัญญาณ GPS แบบพกพา ภาพตอนเหนือ จ. จันทบุรี	39
4.1ก แสดงการเปรียบเทียบค่า RMSE จากการตัดแก้ภาพดาวเทียมพื้นที่ทางตอนเหนือ จ.จันทบุรี จากการใช้ค่าพิกัดที่ได้จาก Precise Orbit, Broadcast Orbit และค่าพิกัดจากเครื่องรับสัญญาณ GPS แบบพกพาด้วยโพลีโนเมียลดีกรีหนึ่ง สอง และสาม.....	44
4.2 แสดงการเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนทางราบของการใช้จุดบังคับภาพจำนวน 24 จุด ด้วยโพลีโนเมียลดีกรีหนึ่ง สอง และสาม	45
4.3 แสดงการเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนทางราบของการใช้จุดบังคับภาพจำนวน 20 จุด ด้วยโพลีโนเมียลดีกรีหนึ่ง สอง และสาม	46
4.4 แสดงการเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนทางราบของการใช้จุดบังคับภาพจำนวน 15 จุด ด้วยโพลีโนเมียลดีกรีหนึ่ง สอง และสาม	47
4.5 แสดงการเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนทางราบของการใช้จุดบังคับภาพจำนวน 10 จุด ด้วยโพลีโนเมียลดีกรีหนึ่ง และ สอง	48
4.6 รูปแสดงจำนวนจุดบังคับภาพ จำนวน 38, 22, 18, 14 และ 10 จุด เพื่อทดสอบความถูกต้องของค่าพิกัดที่ได้จาก Precise Orbit, Broadcast Orbit และเครื่องรับสัญญาณ GPS แบบพกพา ภาพบริเวณอ่าวคุ้งกระเบน.....	50
4.7 แสดงการเปรียบเทียบค่า RMSE จากการตัดแก้ภาพดาวเทียม พื้นที่บริเวณอ่าวคุ้งกระเบน จากการ ใช้ค่าพิกัดที่ได้จาก Precise Orbit, Broadcast Orbit และค่าพิกัดจากเครื่องรับสัญญาณ GPS แบบพกพาด้วยโพลีโนเมียลดีกรีหนึ่ง สอง และสาม.....	54
4.8 แสดงการเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนทางราบของการใช้จุดบังคับภาพจำนวน 22 จุด ด้วยโพลีโนเมียลดีกรีหนึ่ง สอง และสาม	55

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
4.9 แสดงการเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนทางราบของการใช้จุดบังคับภาพจำนวน 18 จุด ด้วยโพลีโนเมียลดีกรีหนึ่ง สอง และสาม	56
4.10 แสดงการเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนทางราบของการใช้จุดบังคับภาพจำนวน 14 จุด ด้วยโพลีโนเมียลดีกรีหนึ่ง และสอง.....	57
4.11 แสดงการเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนทางราบของการใช้จุดบังคับภาพจำนวน 10 จุด ด้วยโพลีโนเมียลดีกรีหนึ่ง และสอง	58
4.12 แสดงการวางตัวของจำนวนจุดบังคับภาพ 6, 9, 12, 15, 18, 21 และ 24 จุด ภาพตอนเหนือ จ. จันทบุรี.....	62
4.13 แสดงการวางตัวของจำนวนจุดบังคับภาพ 6, 9, 12, 15, 18, 21 และ 24 จุด ภาพบริเวณอ่าวคู้งกระเบน.....	64
4.14 แสดงการกระจายตัวของจุดบังคับภาพที่อยู่ในแนวกึ่งกลางภาพ โดยมีจุดบังคับภาพจำนวน 6, 9 และ 12 จุด ของภาพบริเวณอ่าวคู้งกระเบน.....	69
4.15 แสดงการกระจายตัวของจุดบังคับภาพที่อยู่ในแนวขอบภาพ โดยมีจุดบังคับภาพจำนวน 6, 9,12 และ 16 จุด ของภาพบริเวณอ่าวคู้งกระเบน.....	71
4.16 แสดงการกระจายตัวของจุดบังคับภาพที่อยู่ในแนวมุมภาพ โดยมีจุดบังคับภาพจำนวน 6, 9,12 และ 16 จุด ของภาพบริเวณอ่าวคู้งกระเบน.....	72
4.17 แสดงการกระจายตัวของจุดบังคับภาพที่ครอบคลุมทั้งภาพ โดยมีจุดบังคับภาพจำนวน 6, 9,12 และ 16 จุด ของภาพบริเวณอ่าวคู้งกระเบน.....	73
4.18 แสดงค่าต่างทางราบของจุดทดสอบร่วมของการกระจายตัวของจุดบังคับภาพ ทั้ง 4 ประเภท ด้วยโพลีโนเมียลดีกรีหนึ่ง ภาพบริเวณอ่าวคู้งกระเบน.....	76
4.19 แสดงค่าต่างทางราบของจุดทดสอบร่วมของการกระจายตัวของจุดบังคับภาพ ทั้ง 4 ประเภท ด้วยโพลีโนเมียลดีกรีสอง ภาพบริเวณอ่าวคู้งกระเบน.....	77
4.20 แสดงค่าต่างทางราบของจุดทดสอบร่วมของการกระจายตัวของจุดบังคับภาพ ทั้ง 4 ประเภท ด้วยโพลีโนเมียลดีกรีสาม ภาพบริเวณอ่าวคู้งกระเบน.....	78
4.21 แสดงการกระจายตัวของจุดบังคับภาพบริเวณกึ่งกลางภาพ โดยมีจุดบังคับภาพจำนวน 6, 9 และ 12 จุด ของภาพตอนเหนือ จ. จันทบุรี.....	81
4.22 แสดงการกระจายตัวของจุดบังคับภาพบริเวณขอบภาพ โดยมีจุดบังคับภาพจำนวน 6, 9 ,12,16 และ 18 จุด ของภาพตอนเหนือ จ. จันทบุรี.....	82
4.23 แสดงการกระจายตัวของจุดบังคับภาพบริเวณมุมภาพ โดยมีจุดบังคับภาพจำนวน 6, 9 ,12,16 และ 18 จุด ของภาพตอนเหนือ จ. จันทบุรี.....	83
4.24 แสดงการกระจายตัวของจุดบังคับภาพที่ครอบคลุมทั้งภาพ โดยมีจุดบังคับภาพจำนวน 6, 9, 12,16 และ 18 จุด ของภาพตอนเหนือ จ. จันทบุรี.....	84

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
4.34ก แสดงความสัมพันธ์ของขนาดความคลาดเคลื่อนทางตำแหน่งเชิงราบ และทิศทางการ ของจุดทดสอบจากกลุ่มจุดบังคับภาพ แบบโพลิกอน-แนวตะวันตก สมการโพลีโนเมียลดีกรี 1...	116
4.35 แผนผังแสดงความสัมพันธ์ของขนาดความคลาดเคลื่อนทางตำแหน่งเชิงราบกับระยะทางของจุด ทดสอบจากกลุ่มจุดบังคับภาพแบบโพลิกอน-แนวตะวันตก สมการโพลีโนเมียลดีกรี 2.....	118
4.35ก แสดงความสัมพันธ์ของขนาดความคลาดเคลื่อนทางตำแหน่งเชิงราบ และทิศทางการ ของจุดทดสอบจากกลุ่มจุดบังคับภาพ แบบโพลิกอน-แนวตะวันออก สมการโพลีโนเมียลดีกรี 2	119



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย