การประเมินความถูกต้องเชิงตำแหน่งทางราบของข้อมูลภาพดาวเทียมรายละเอียดสูง QUICKBIRD ที่ผ่านการปรับแก้เชิงเรขาคณิตโดยแบบจำลองนอนพาราเมตริก และเปรียบเทียบรายละเอียดข้อมูลกับแผนที่มาตราส่วน 1 : 4000

นางสาวปรมัตถพร พูลศรี

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมสำรวจ ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2548

ISBN 974-14-2276-8

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EVALUATION OF HORIZONTAL ACCURACY OF QUICKBIRD IMAGERY WITH NON-PARAMETRIC RECTIFICATION AND DETAIL COMPARISON WITH MAP SCALE 1 : 4000

Miss Paramattaporn Poonsri

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering Program in Survey Engineering

Department of Survey Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2005

ISBN 974-14-2276-8

481717

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การประเมินความถูกต้องเชิงตำแหน่งทางราบของข้อมูลภาพดาวเทียมรายละเอียดสูง QUICKBIRD ที่ผ่านการปรับแก้เชิงเรขาคณิตโดยแบบจำลองนอนพาราเมตริก และเปรียบเทียบรายละเอียดข้อมูลกับแผนที่มาตราส่วน 1 : 4000
โดย	นางสาวปรมัตถพร พูลศรี
สาขาวิชา	วิศวกรรมสำรวจ
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. บรรเจิด พละการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(ศาสตราจารย์ ดร. ดิเรก ลาวัณย์ศิริ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อิทธิ ตริสิริรัตยวงศ์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร. บรรเจิด พละการ)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วิชัย เยี่ยงวีรชน)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เฉลิมชนม์ สถิระพจน์)

นางสาวปรมัตถพร พูลศรี : การประเมินความถูกต้องเชิงตำแหน่งทางราบของข้อมูลภาพดาวเทียมรายละเอียดสูง QUICKBIRD ที่ผ่านการปรับแก้เชิงเรขาคณิตโดยแบบจำลองนอนพาราเมตริก และเปรียบเทียบรายละเอียดข้อมูลกับแผนที่มาตราส่วน 1:4000. (EVALUATION OF HORIZONTAL ACCURACY OF QUICKBIRD IMAGERY WITH NON-PARAMETRIC RECTIFICATION AND DETAIL COMPARISON WITH MAP SCALE 1:4000) อ. ที่ปรึกษา : รศ.ดร. บรรเจิด พละการ, 115 หน้า. ISBN 974-14-2276-8.

ในการปรับแก้ข้อมูลภาพดาวเทียมรายละเอียดสูงเพื่อขจัดความคลาดเคลื่อนและความเพี้ยนต่างๆ มีแนวทางที่ทำได้ 2 แนวทาง คือ การปรับแก้ภาพโดยใช้แบบจำลองพาราเมตริก ผู้ใช้จำเป็นต้องทราบค่าการวางตัวของ Sensor และคุณลักษณะของ Sensor ขณะทำการบันทึกข้อมูล ซึ่งข้อมูลดังกล่าวไม่เป็นที่เปิดเผย แนวทางหนึ่งที่ทำได้ คือ การปรับแก้ภาพโดยใช้แบบจำลองนอนพาราเมตริก เป็นการปรับแก้โดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์อย่างง่ายเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างระนาบภาพและระนาบวัตถุบนพื้นโลก โดยไม่คำนึงถึงการวางตัวของ Sensor

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความถูกต้องเชิงตำแหน่งทางราบของภาพดาวเทียมรายละเอียดสูง QuickBird ผลิตภัณฑ์ชนิด Standard มีความถูกต้องเชิงตำแหน่ง 14 เมตร (RMSE) โหมด Pan-Sharpened มีรายละเอียดจุดภาพ 0.60 เมตร พื้นที่กรุงเทพมหานคร โดยแบบจำลองนอนพาราเมตริกด้วยสมการโพลิโนเมียลกำลัง 1, 2 และ 3 ร่วมกับการใช้จุดควบคุมภาพ (Ground Control Point) จากการรับสัญญาณดาวเทียม GPS และแผนที่กรุงเทพมหานครมาตราส่วน 1:4000 เปรียบเทียบกับแผนที่กรุงเทพมหานครมาตราส่วน 1:4000 รวมทั้งศึกษารายละเอียดข้อมูลภาพดาวเทียมเปรียบเทียบกับแผนที่กรุงเทพมหานครมาตราส่วน 1:4000

ผลการศึกษาพบว่าการปรับแก้ด้วยสมการโพลิโนเมียลกำลัง 2 โดยใช้จุดควบคุมภาพจำนวน 10 จุด กระจายทั่วทั้งภาพให้ความถูกต้องเชิงตำแหน่งทางราบดีที่สุด กล่าวคือ มีความถูกต้องเชิงตำแหน่งทางราบในระดับ 1 เมตร และ 1.60 เมตร เมื่อใช้จุดควบคุมภาพจากการรับสัญญาดาวเทียม GPS และแผนที่กรุงเทพมหานครมาตราส่วน 1:4000 ตามลำดับ และมีรายละเอียดข้อมูลภาพที่ชัดเจนและค่อนข้างครบถ้วนเมื่อเทียบกับรายละเอียดที่ปรากฏบนแผนที่มาตราส่วน 1:4000 จากความถูกต้องเชิงตำแหน่งทางราบที่สูงและรายละเอียดของภาพที่ชัดเจน สรุปได้ว่าภาพดาวเทียมรายละเอียดสูง QuickBird มีความเหมาะสมในการปรับปรุงแผนที่มาตราส่วนใหญ่ สำหรับพื้นที่เล็กๆ

ภาควิชา วิศวกรรมสำรวจ ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชา วิศวกรรมสำรวจ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ปีการศึกษา 2548

4570399521 : MAJOR SURVEY ENGINEERING

KEY WORD: HIGH-RESOLUTION SATELLITE IMAGERY / GEOMETRIC CORRECTION

MISS PARAMATTAPORN POONSRI : EVALUATION OF HORIZONTAL ACCURACY OF QUICKBIRD IMAGERY WITH NON-PARAMETRIC RECTIFICATION AND DETAIL COMPARISON WITH MAP SCALE 1:4000. THESIS ADVISOR : ASSOC.PROF.DR. BANJERD PHALAKARN, 115 pp. ISBN 974-14-2276-8.

Generally, there are two approaches applied with high resolution images in order to correct errors and distortions. The first one is Parametric Model, which essentially requires sensor alignment parameters, and sensor property parameters. Unfortunately, these parameters are non-disclosure; therefore, it is quite difficult to acquire all those data. The other approach is Non-Parametric Model. This method focuses on applying simple mathematical equations to determine correlations between image planes and object plane on Earth disregarding with the sensor alignment.

This research aims to assess the high resolution satellite image horizontal accuracy on standard product of "QuickBird". This type of image contains positioning accuracy of 14 meters (RMSE) with image resolution of 0.60 meters. The study focuses on a specific area in Bangkok, applies non-parametric model with 1^{st}, 2^{nd}, 3^{rd} order polynomial formations, accordance with ground control point (GCP) obtained from GPS survey. This also includes comparing satellite images with Bangkok Map 1:4000.

The result illustrates that introducing the adjustment with 2^{nd} order polynomial equations with 10 ground control points provides the best horizontal accuracy. The test obtains the degree of horizontal accuracy at 1 meter, and 1.60 meters under the condition that appropriate GCPs from GPS survey and Bangkok map scale 1:4000 are applied, and the texture and details in the image are clear and complete comparing with Bangkok map scale 1:4000. According to the outcome from the research which indicates high horizontal accuracy, we may conclude that high resolution satellite images like "QuickBird" contain appropriate potentials for large scale map revision in small specific areas.

Department Survey Engineering Student's signature P Paramat

Field of study Survey Engineering Advisor's signature B. Phalakar

Academic year 2005

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร. บรรเจิด พละการ อาจารที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่คอยให้คำแนะนำและช่วยเหลือเสมอมา ตลอดจนอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทุกท่าน

ขอบคุณพี่ๆ วิศวกรรังวัด กรมที่ดิน โดยเฉพาะคุณวิเชียร โกวิทย์พงศ์ขจร คุณเลิศชัย สกลเสาวภาคย์ คุณศุปกิจ สกลเสาวภาคย์ คุณตติยะ ชื่นตระกูล และคุณนรสีห์ นิลเพชร์พลอย ที่ให้ความช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์

ขอบคุณพี่พิชญ์ พี่นุก พี่รุ่ง พี่ตา พี่ปิง พี่ติ่ง พี่ต่อศักดิ์ พี่ธีรชาย พี่ไก่ พี่มุ้ย พี่ยวด พี่จุ๊ย โอม จิ๊บ อู๋ ต้น ที่ช่วยทำงานอันหนักหนาสาหัสยิ่ง นั่นคือการออกสนาม

ขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่คอยกระตุ้นและให้กำลังใจด้วยดีเสมอมา

ท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่อบรม เลี้ยงดู สั่งสอนและส่งเสียจนสำเร็จการศึกษาในที่สุด

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญภาพ ..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 3

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 3

1.4 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย 6

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 6

บทที่ 2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 7

2.1 คุณลักษณะของดาวเทียมและรายละเอียดผลิตภัณฑ์ของภาพดาวเทียม QuickBird 7

2.2 การปรับแก้เชิงเรขาคณิต 9

2.3 การเลือกจุดควบคุมภาพและจุดตรวจสอบ 10

2.4 การรังวัดด้วยดาวเทียม 11

2.5 การประเมินความถูกต้องเชิงตำแหน่งทางราบของภาพดาวเทียมภายหลังการปรับแก้ 11

2.6 การเปรียบเทียบเชิงตำแหน่งของภาพดาวเทียมที่ผ่านกระบวนการปรับแก้กับแผนที่กรุงเทพมหานครมาตราส่วน 1:4000 โดยการซ้อนทับ(Overlay) 13

2.7 การเปรียบเทียบรายละเอียดข้อมูลภาพดาวเทียมรายละเอียดสูงกับแผนที่กรุงเทพมหานครมาตราส่วน 1:4000 14

บทที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินงาน 15

3.1 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินงาน 15

3.2 การปรับแก้เชิงเรขาคณิตข้อมูลภาพดาวเทียมด้วยแบบจำลองนอนพาราเมตริกโดยใช้สมการโพลิโนเมียล 15

หน้า

3.2.1 การปรับแก้เชิงเรขาคณิตภาพดาวเทียมโดยใช้จุดควบคุมภาพ
จากการรับสัญญาณดาวเทียม GPS 17
3.2.1 การปรับแก้เชิงเรขาคณิตภาพดาวเทียมโดยใช้จุดควบคุมภาพ
จากแผนที่กรุงเทพมหานครมาตราส่วน 1:4000 24
3.3 การซ้อนทับแผนที่กรุงเทพมหานครมาตราส่วน 1:4000
กับภาพดาวเทียมที่ผ่านกระบวนการปรับแก้ 26
3.3.1 การซ้อนทับแผนที่กรุงเทพมหานครมาตราส่วน 1:4000 กับภาพดาวเทียม
ที่ผ่านกระบวนการปรับแก้โดยใช้จุดควบคุมภาพจากการรับ
สัญญาณดาวเทียม GPS 27
3.3.2 การซ้อนทับแผนที่กรุงเทพมหานครมาตราส่วน 1:4000 กับภาพดาวเทียม
ที่ผ่านกระบวนการปรับแก้โดยใช้จุดควบคุมภาพจากแผนที่
กรุงเทพมหานครมาตราส่วน 1:4000 30
3.4 การเปรียบเทียบรายละเอียดข้อมูลภาพดาวเทียมกับแผนที่กรุงเทพมหานคร
มาตราส่วน 1:4000 30
บทที่ 4 ผลที่ได้จากการศึกษา 32
4.1 ผลการปรับแก้เชิงเรขาคณิตข้อมูลภาพดาวเทียมด้วยสมการโพลิโนเมียล 32
4.1.1 ผลการปรับแก้ภาพดาวเทียมด้วยสมการโพลิโนเมียลกำลัง 1, 2 และ 3
โดยใช้จุดควบคุมภาพจากการรับสัญญาณดาวเทียม GPS 32
4.1.2 ผลการปรับแก้ภาพดาวเทียมโดยใช้จุดควบคุมภาพ
จากแผนที่มาตราส่วน 1:4000 37
4.2 การซ้อนทับแผนที่กรุงเทพมหานครมาตราส่วน 1:4000 กับภาพดาวเทียม
ที่ผ่านกระบวนการปรับแก้ด้วยสมการโพลิโนเมียล 38
4.2.1 การซ้อนทับแผนที่กรุงเทพมหานครมาตราส่วน 1:4000 กับภาพดาวเทียม
ที่ผ่านกระบวนการปรับแก้โดยใช้จุดควบคุมภาพจากการรับสัญญาณ
ดาวเทียม GPS 38
4.2.2 การซ้อนทับแผนที่กรุงเทพมหานครมาตราส่วน 1:4000 กับภาพดาวเทียม
ที่ผ่านกระบวนการปรับแก้โดยใช้จุดควบคุมภาพจากแผนที่
กรุงเทพมหานครมาตราส่วน 1:4000 40

หน้า

4.2.3 สรุปผลการซ้อนทับแผนที่กรุงเทพมหานครมาตราส่วน 1:4000 กับภาพดาวเทียม QuickBird ที่ผ่านการปรับแก้ด้วยสมการโพลิโนเมียล 41
4.3 ผลการเปรียบเทียบรายละเอียดข้อมูลภาพดาวเทียมกับแผนที่กรุงเทพมหานครมาตราส่วน 1 : 4000 42
บทที่ 5 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ 47
5.1 สรุปผลการศึกษา 47
5.1.1 ความถูกต้องเชิงตำแหน่งของภาพดาวเทียมภายหลังการปรับแก้ 47
5.1.2 รายละเอียดข้อมูลภาพดาวเทียมรายละเอียดสูง QuickBird 48
5.1.3 ข้อสรุป 48
5.2 ข้อเสนอแนะ 48
รายการอ้างอิง 50
ภาคผนวก 52
ภาคผนวก ก 53
ภาคผนวก ข 58
ภาคผนวก ค 98
ภาคผนวก ง 101
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 115

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 แสดงคุณลักษณะของดาวเทียม QuickBird 7
ตารางที่ 2.2 แสดงรายละเอียดผลิตภัณฑ์ของภาพดาวเทียม QuickBird 8
ตารางที่ 2.3 แสดงสมการของแบบจำลองที่ใช้ในการปรับแก้เชิงเรขาคณิต 10
ตารางที่ 2.4 เกณฑ์ความถูกต้องทางราบของภูมิสารสนเทศที่แต่ละมาตราส่วน 13
ตารางที่ 4.1 ค่า RMSE ทางราบของจุดตรวจสอบเมื่อปรับแก้ภาพดาวเทียมด้วยสมการ
โพลิโนเมียลกำลัง 1, 2 และ 3 เมื่อจำนวนจุดควบคุมภาพต่างกัน
โดยที่จำนวนจุดควบคุมภาพกระจายทั่วภาพ 32
ตารางที่ 4.2 ค่า RMSE ทางราบของจุดตรวจสอบเมื่อปรับแก้ภาพดาวเทียมด้วยสมการ
โพลิโนเมียลกำลัง 2 โดยใช้จุดควบคุมภาพจำนวน 10 จุด
เมื่อการกระจายของจุดควบคุมภาพต่างกัน 37
ตารางที่ 4.3 ผลการวัดระยะทางของ Well-Defined Point บนพื้นดินจากภาพดาวเทียม
QuickBird ที่ผ่านการปรับแก้โดยใช้จุดควบคุมภาพจากการรับสัญญาณดาวเทียม
GPS ไปยังแผนที่มาตราส่วน 1:4000 39
ตารางที่ 4.4 ผลการวัดระยะทางของ Well-Defined Point บนพื้นดินจากภาพดาวเทียม
QuickBird โดยใช้จุดควบคุมภาพจากแผนที่กรุงเทพมหานครมาตราส่วน 1:4000
ไปยังแผนที่มาตราส่วน 1:4000 40
ตารางที่ 4.5 ความสามารถในการมองเห็นได้ของภาพดาวเทียม QuickBird
เปรียบเทียบรายละเอียดกับแผนที่กรุงเทพมหานครมาตราส่วน 1:4000 43
ตารางที่ 4.6 สรุปรายละเอียดของภาพดาวเทียม QuickBird เทียบกับ
แผนที่กรุงเทพมหานครมาตราส่วน 1:4000 45

สารบัญภาพ

ภาพประกอบ หน้า
รูปที่1.1 แสดงพื้นที่ศึกษา 4
รูปที่1.2 แสดงขอบเขตพื้นที่แนวเขตของภาพที่ใช้ศึกษา 5
รูปที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการปรับแก้ภาพดาวเทียม 16
รูปที่ 3.2 แสดงตัวอย่างของจุดควบคุมภาพและจุดตรวจสอบ 18
รูปที่ 3.3 แสดงตำแหน่งของจุดควบคุมภาพและจุดตรวจสอบ 19
รูปที่ 3.4 แสดงการรับสัญญาณดาวเทียมแบบสถิตอย่างเร็ว 19
รูปที่ 3.5 แสดงตำแหน่งของจุดควบคุมภาพเมื่อจำนวนจุดควบคุมภาพต่างกัน 22
รูปที่ 3.6 แสดงการกระจายตัวของจุดควบคุมภาพ 23
รูปที่ 3.7 แสดงตำแหน่งจุดยึดตรึงและจุดตัดของเส้นกริด
ของแผนที่กรุงเทพมหานครมาตราส่วน 1:4000 24
รูปที่ 3.8 แสดงตัวอย่างจุดควบคุมภาพที่ใช้ในการปรับแก้ภาพดาวเทียมโดยใช้
จุดควบคุมภาพจากแผนที่กรุงเทพมหานครมาตราส่วน 1:4000 25
รูปที่ 3.9 แสดงตำแหน่ง Well-Defined Point ในการวัดระยะคลาดเคลื่อนระหว่าง
ภาพดาวเทียมที่ผ่านการปรับแก้แล้วกับแผนที่กรุงเทพมหานครมาตราส่วน 1:4000 26
รูปที่ 3.10 แสดงตัวอย่างของ Well-Defined Point บนภาพดาวเทียมรายละเอียดสูง
และแผนที่กรุงเทพมหานครมาตราส่วน 1:4000 27
รูปที่ 3.11 แสดงการซ้อนทับแผนที่กรุงเทพมหานครมาตราส่วน 1:4000 กับ
ภาพดาวเทียมที่ผ่านการปรับแก้โดยใช้จุดควบคุมภาพจาก GPS 28
รูปที่ 3.12 แสดงวิธีการหมายตำแหน่ง Well-Defined Point โดยใช้ Software Arcview 3.2a 29
รูปที่ 4.1 แสดงค่า RMSE ของจุดตรวจสอบในแนวตะวันออก 33
รูปที่ 4.2 แสดงค่า RMSE ของจุดตรวจสอบในแนวทิศเหนือ 34
รูปที่ 4.3 แสดงค่า RMSE รวมของจุดตรวจสอบ 34
รูปที่ 4.4 แสดงตำแหน่งของจุดควบคุมภาพที่ใช้ในการปรับแก้ภาพดาวเทียม
โดยใช้จุดควบคุมภาพจากแผนที่กรุงเทพมหานครมาตราส่วน 1:4000 38
รูปที่ 4.5 แสดงการซ้อนทับแผนที่กรุงเทพมหานครมาตราส่วน 1:4000 กับ
ภาพดาวเทียมที่ผ่านกระบวนการปรับแก้แล้ว 39