การหลอมข้อมูลภาพดาวเทียม

นายสุรพล โปร่งเฉลยลาภ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา ระบบสารสนเทศปริภูมิทางวิศวกรรม ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2545

ISBN 974-17-2150-1

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

31 มี.ค. 2549

I21048022

FUSION OF SATELLITE IMAGERY

Mr. Surapon Prongchaloeilarp

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 974-17-2150-1

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การหลอมข้อมูลภาพดาวเทียม
โดย	นายสุรพล โปร่งเฉลยลาภ
สาขาวิชา	ระบบสารสนเทศปริภูมิทางวิศวกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ไพศาล สันติธรรมนนท์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ ปัญญาแก้ว)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชูเกียรติ วิเชียรเจริญ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล สันติธรรมนนท์)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ สวัสดิ์ชัย เกรียงไกรเพชร)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บรรเจิด พละการ)

นายสุรพล โปร่งเฉลยลาภ : การหลอมข้อมูลภาพดาวเทียม. (FUSION OF SATELLITE IMAGEARY) อ. ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์. ดร. ไพศาล สันติธรรมนนท์, จำนวนหน้า 126 หน้า. ISBN 974-17-2150-1.

ดาวเทียมสำรวจทรัพยากรมีตัวรับสัญญาณที่มีคุณลักษณะเฉพาะตัวในการบันทึกสัญญาณภาพที่แตกต่างกันออกไป โดยเฉพาะคุณสมบัติของความละเอียดเชิงพื้นที่และคุณสมบัติการบันทึกได้หลายช่วงคลื่น การใช้เทคนิคการหลอมภาพ สำหรับการประมวลผลข้อมูลภาพดาวเทียม ที่มาจากหลาย ๆ ประเภทข้อมูลบนพื้นที่เดียวกัน จะทำให้ได้ข้อมูลชุดใหม่ที่สามารถรักษาคุณลักษณะทางเรขาคณิตของข้อมูลรายละเอียดสูงแ ละรักษาคุณลักษณะทางการตอบสนองของรังสีของข้อมูลภาพดาวเทียมดั้งต้น สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการตีความภาพด้วยสายตา

ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ครอบคลุมงานวิจัย การประมวลผลข้อมูลดาวเทียมด้วยเทคนิควิธีการหลอมภาพดาวเทียม 5 วิธี ได้แก่ ภาพสีผสม RGB Color Composite, Brovey Transformation, IHS Transformation, Principal Component Analysis(PCA) และวิธีทางคณิตศาสตร์ โดยมีการใช้พื้นที่ศึกษาวิจัย 3 พื้นที่ คือ บริเวณอ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี, บริเวณตัวเมืองจันทบุรี และบริเวณจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ข้อมูลภาพดาวเทียมที่ใช้ ได้แก่ LANDSAT 7 ETM+ ช่วงคลื่นแบนด์ 3 ,4 และ 5 (ETM-B3 , ETM-B4 , ETM-B5) ความละเอียดจุดภาพ 30 เมตร มาหลอมกับข้อมูลภาพดาวเทียมความละเอียดสูงกว่า คือ ข้อมูลภาพดาวเทียม SPOT - 2 ช่วงคลื่น แพนโครมาติกความละเอียดจุดภาพ 10 เมตร (SPOT), ข้อมูลภาพดาวเทียม SPOT - 2 ช่วงคลื่นแพนโครมาติก ที่ผ่านการปรับความคมชัดแล้ว (SPOT/SH) ความละเอียดจุดภาพ 10 เมตร , LANDSAT 7 ETM+ ช่วงคลื่นแพนโครมาติก (ETM-PAN) ความละเอียดจุดภาพ 15 เมตร ADEOS I แบนด์3ความละเอียดจุดภาพ16 เมตร และ IRS – 1C ช่วงคลื่นแพนโครมาติก ความละเอียดจุดภาพ5.8 เมตร โดยก่อนการหลอมมีการปรับแก้ชิงตำแหน่งของเรขาคณิตของข้อมูลภาพ เพื่อให้ตำแหน่งจุดภาพของข้อมูลตรงกัน การศึกษาได้เลือกใช้วิธีการปรับแก้ตำแหน่งด้วยคณิตศาสตร์พหุนามระดับ2และในพื้นที่ศึกษาได้ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยรากที่สอง (RMS Error) น้อยกว่า 0.14 จุดภาพ

ผลของการศึกษา พื้นที่อ่าวคุ้งกระเบน เมื่อหลอมข้อมูลภาพดาวเทียม LANDSAT 7 ETM+ แบนด์ 3 ,4 และ 5 กับข้อมูลภาพดาวเทียม SPOT/SH พบว่า ภาพดาวเทียมที่ได้จาก การหลอมด้วยวิธีทางคณิตศาสตร์ โดยสมการ { R = 0.5 * [(0.5) * (SPOT/SH) + (0.5) * (ETM /B4)] + 127, G = 0.5 * [(0.5) * (SPOT/SH) + (0.5) * (ETM/B5)] + 127 , B = 0.5 * [(0.5) * (SPOT/SH) + (0.5) * (ETM/B3)] + 127 } ให้ผลลัพธ์ดีที่สุด ภาพสีผสม ที่ได้สามารถช่วยการจำแนกป่าบกออกจากป่าชายเลนได้ดี ความยาวของถนนและทางน้ำที่วัดได้บนภาพก่อนและหลังการหลอมยังคงได้ เท่า ๆ กัน ข้อมูลที่ได้จากการหลอม ทำให้การแปลตีความด้วยสายตา สำหรับข้อมูลประเภทป่าบก ป่าชายเลน นากุ้ง ถนนและทางน้ำเป็นไปโดยง่าย สะดวกและรวดเร็วขึ้น และนำไปใช้ประโยชน์สำหรับการ ปรับปรุงแผนที่ให้มีความถูกต้อง และทันสมัยยิ่งขึ้น

พื้นที่บริเวณตัวเมือง จันทบุรี ใช้ข้อมูลภาพดาวเทียม LANDSAT 7 ETM+ แบนด์ 3,4และ5 หลอมกับข้อมูลภาพดาวเทียม SPOT/SH พบว่า ข้อมูลที่ได้จากการหลอมด้วยวิธีทางคณิตศาสตร์ เพื่อการแสดงผลด้วยองค์ประกอบสีพื้นฐาน โดยสมการ $\{R = 127 + 0.5 * [(SPOT/SH) * (ETM/B5)]^{1/2}, G = 127 + 0.5 * [(SPOT/SH) * (ETM/B4)]^{1/2}, B = 127 + 0.5 * [(SPOT/SH) * (ETM/B3)]^{1/2}\}$ ให้ผลภาพสีผสมที่ได้จากการหลอม ทำให้การแยกแยะของสิ่งปลูกสร้าง เช่น กลุ่มอาคารและถนนออกจากพื้นที่สีเขียว พื้นที่เปิดโล่งและพื้นที่อื่น ๆ ได้ชัดเจนดีขึ้น ความยาวถนนที่วัดบนภาพได้หลังการหลอมมากกว่าภาพก่อนการหลอม 30.73 เปอร์เซ็นต์

สำหรับในพื้นที่บริเวณจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ใช้ข้อมูลภาพดาวเทียม LANDSAT 7 ETM+ แบนด์ 3, 4 และ5 และข้อมูลภาพดาวเทียม IRS-1C พบว่า ข้อมูลที่ได้จากการหลอมด้วยวิธีทางคณิตศาสตร์ สมการเดียวกับข้างต้นให้ผล ภาพสีผสมทำให้การแยกแยะของสิ่งปลูกสร้าง ได้แก่ตึก กลุ่มอาคาร ถนน ออกจากพื้นที่สีเขียว ได้ชัดเจนดีขึ้น การแบ่งขอบเขตของข้อมูลในระหว่างการแปลภาพถูกต้องแม่นยำขึ้น

ภาควิชา .....วิศวกรรมสำรวจ..... ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชา ระบบสารสนเทศภูมิทางวิศวกรรม ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2545

4270617021 : MAJOR Spatial Information System in Engineering
KEY WORD : Image fusion / Brovey Transformation / IHS Transformation / Color Composite / PCA / Arithmatic Method / Visual Interpretation / Map Updating

SURAPON PRONGCHALOEILARP : FUSION OF SATELLITE IMAGEARY THESIS ADVISOR : ASST. Prof. PHAISAN SANTITHAMNON,Ph.D.,126 pp. ISBN 974-17-2150-1.

Vast amount of imageries from different remote sensing sensors are now available. Imageries have different characteristic and properties distinction in term of spatial resolution and spectrum resolution. Image fusion technique can be applied to merge these imageries covering the same geographic extent. One of the goals of this research is to investigate fusion techniques for generating new image containing geometric and spectral information for supporting image interpretation.

In this study five techniques for image fusion have been used : color composite, Brovey transformation, IHS transformation, principal component analysis (PCA) , and arithmetic method. Tests have been done on three key areas: a rural area of Kung - Kaben Gulf in Chantaburi province , mixed types of landuse in Amphoe Muang Chantaburi and a dense metropolitan area surrounding Chulalongkorn University in Bangkok. The dataset comprises of LANDSAT 7 ETM + band 3 , 4 and 5 images (ETM/B3, ETM/B4, ETM/B5) with 30 meter ground resolution and higher spatial resolution, SPOT - 2 panchromatic images with 10 meter resolution, sharpened panchromatic SPOT -2 images (SPOT/SH) with 10 meter resolution, LANDSAT 7 ETM + panchromatic images with 15 meter resolution, ADEOS I band 3 images with 16 meter resolution and IRS–1C panchromatic images with 5.8 meter resolution. Geometric correction must have been done between images before fusion. The polynomial equation with 2^{nd} degree was chosen and applied with test areas resulting in maximum discrepancies up to 0.14 pixel.

The investigation in area of Kung –Kaben Gulf for dataset of LANDSAT 7 ETM + band 3 , 4 and 5 images and SPOT/SH panchromatic images indicates that arithmetic method {R = 0.5 *[(0.5) *(SPOT/SH) +(0.5) * (ETM/B4)]+ 127, G = 0.5 *[(0.5) *(SPOT/SH)+(0.5) *(ETM/B5)]+127, B = 0.5 *[(0.5) *(SPOT/SH) +(0.5) *(ETM/B3)]+127} is superior than other selected fusion techniques. The result image distinguishes in-land forest and mangrove forest. The length of digitized road and river network on fused image still has the same length before fusion. The fused image can be used more conveniently for visual interpretation supporting classification of in-land forest, mangrove forest, shrimp-farm, road and river.

In area of Amphoe Muang Chantaburi for dataset of LANDSAT 7 ETM+ band 3, 4 and 5 images and SPOT/SH panchromatic images indicates that arithmetic method ; {R = 127+0.5 *[(SPOT/SH) *(ETM/B5)]$^{1/2}$, G = 127+0.5 *[(SPOT/SH) *(ETM/B4)]$^{1/2}$, B = 127+0.5 *[(SPOT/SH) *(ETM/B3)]$^{1/2}$} is superior than other selected techniques. This result image distinguishes boundary of built-up area , block of buildings and roads from green area and other surroundings. Evidently the length of digitized road on fused image increases 30.73 percent.

In area of Chulalongkorn University for dataset of LANDSAT 7 ETM+ band 3 , 4 and 5 images and IRS-1C panchromatic images fused with the afore-mentioned technique resulting also superior color composite image. Important land uses and land covers are visually enhanced, which implies better visual interpretation.

Department Survey Engineering Student's signature .....
Field of study Spatial Information System in Engineering Advisor's signature Phaisan Santithamnon
Academic year 2002

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงสำหรับ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล สันติธรรมนนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งทุ่มเทแรงกาย แรงใจ ให้คำปรึกษาแนะนำวิธีการ ตลอดจนคอยแก้ปัญหา และอำนวยความสะดวกในด้านต่าง ๆ ในการทำวิทยานิพนธ์ ด้วยดีเสมอมา

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัยที่สนับสนุนเงินทุนวิจัย(บางส่วน)ในการทำวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณ ดร.สุพรรณ กาญจนสุธรรม, อาจารย์ ดร. อิทธิ ตริสิริสัตยวงศ์ ที่ให้คำปรึกษาและเอื้อเฟื้อข้อมูลในการทำวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณ พันตรีอนุเทพ ภาณุมาศตระกูล ร้อยโทสุดเขต วิริยะสุมล และคุณมรกต แก้วมณี ที่ช่วยเก็บข้อมูลภาคสนาม

ขอขอบคุณ คณาจารย์จากภาควิศวกรรมสำรวจ ทุกท่าน ที่ให้คำแนะนำและให้ความรู้เป็นอย่างดี

ขอบคุณ น้องเปิ้ล, น้องจิ๋ว, น้องเก๋, น้องเค, น้องเอ๋ ,น้องวุฒิ, น้องอาร์ และ น้องอุ่นเรือน ที่ช่วยดิจิไทต์ข้อมูล

ขอขอบคุณ คุณพ่อ, คุณแม่, ภรรยา และลูกสาว ที่คอยให้กำลังใจจนทำให้สามารถทำงานวิจัยได้สำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อไทย ..... ง

บทคัดย่ออังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญรูป ..... ฏ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและปัญหา 1

1.2 คำนิยาม 3

1.3 วัตถุประสงค์ 4

1.4 พื้นที่ศึกษา 4

1.5 ขอบเขตของการวิจัย 6

1.6 ข้อจำกัดในการศึกษา 6

1.7 วิธีดำเนินการวิจัย 7

1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 7

บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 8

2.1 แนวคิดและทฤษฎีการหลอม 8

2.2 การปรับแก้ทางเรขาคณิต 10

2.2.1 การปรับแบบภาพกับจุดควบคุมทางพื้นดิน 10

2.2.2 การปรับแบบภาพกับภาพ 11

2.3 การจัดข้อมูลใหม่และการปรับค่า DN 11

2.4 เทคนิคในการหลอมภาพ 13

2.4.1 เทคนิคทางด้านสี 14

2.4.2 เทคนิคทางสถิติ 16

2.4.3 เทคนิคทางคณิตศาสตร์ 17

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 17

สารบัญ (ต่อ) หน้า

บทที่ 3 วิธีดำเนินงาน 19
3.1 การเตรียมข้อมูล 19
3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ 20
3.3 การนำข้อมูลเข้า 20
3.4 ปรับแก้ทางเรขาคณิตและปรับค่าระดับสัญญาณของข้อมูลภาพดาวเทียม 20
3.5 เลือกข้อมูลดาวเทียมเฉพาะพื้นที่ที่ศึกษา 22
3.6 การปรับปรุงข้อมูลภาพดาวเทียม 23
3.7 การหลอมข้อมูลภาพดาวเทียม 23
3.8 ประเมินผลลัพธ์ของการหลอมข้อมูลทางด้านเชิงคลื่น 26
3.9 ประเมินผลลัพธ์ของการหลอมข้อมูลทางด้านเรขาคณิต 26
3.10 แปลตีความประเภทการใช้ที่ดินด้วยสายตา 26
3.11 การปรับปรุงแผนที่ 27
บทที่ 4 ผลการศึกษา 28
4.1 การศึกษาคุณลักษณะของตัวรับสัญญาณของดาวเทียม 28
4.2 การหลอมข้อมูลภาพดาวเทียม 29
4.2.1 ผลการศึกษาที่ได้จากการหลอมข้อมูลภาพดาวเทียม ในพื้นที่ศึกษาที่ 1 29
4.2.2 ผลการศึกษาที่ได้จากการหลอมข้อมูลภาพดาวเทียม ในพื้นที่ศึกษาที่ 2 46
4.2.3 ผลการศึกษาที่ได้จากการหลอมข้อมูลภาพดาวเทียม ในพื้นที่ศึกษาที่ 3 49
4.3 การเปรียบเทียบเชิงคลื่นของการหลอมข้อมูลภาพดาวเทียม 51
4.3.1 การเปรียบเทียบเชิงคลื่นสำหรับพื้นที่ศึกษาที่ 1 51
4.3.2 การเปรียบเทียบเชิงคลื่นสำหรับพื้นที่ศึกษาที่ 2 56
4.3.3 การเปรียบเทียบเชิงคลื่นสำหรับพื้นที่ศึกษาที่ 3 56
4.4 การเปรียบเทียบทางเรขาคณิตของข้อมูลภาพดาวเทียม 56
4.4.1 การเปรียบเทียบลักษณะทางเรขาคณิตของข้อมูลตั้งต้นก่อนหลอมและข้อมูลที่ได้ จากการหลอม สำหรับพื้นที่ศึกษาที่ 1 บริเวณอ่าวคุ้งกระเบน 56
4.4.2 การเปรียบเทียบลักษณะทางเรขาคณิต สำหรับพื้นที่ศึกษาที่ 2 ตัวเมืองจันทบุรี 63

สารบัญ (ต่อ) หน้า

4.4.3 การเปรียบเทียบลักษณะทางเรขาคณิต สำหรับพื้นที่ศึกษาที่ 3 บริเวณจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 71
4.5 การแปลตีความด้วยสายตา 72
4.6 การปรับปรุงข้อมูลแผนที่ 72
บทที่ 5 สรุปผลการศึกษา 74
5.1 สรุป 74
5.2 ปัญหาและอุปสรรค 79
5.3 ข้อเสนอแนะ 80
รายการอ้างอิง 81
ภาคผนวก 85
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 126

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 แสดงสมการโพลิโนเมียลที่ใช้ในการปรับแก้ทางเรขาคณิต 11
ตารางที่ 2.2 แสดงการสูญเสียข้อมูลจากการประมาณค่าด้วยวิธีการต่าง ๆ 13
ตารางที่ 3.1 แสดงประเภทของข้อมูลภาพดาวเทียม 19
ตารางที่ 3.2 แสดงรายละเอียดข้อมูลภาพดาวเทียม LANDSAT 7 ETM+ 19
ตารางที่ 3.3 แสดงรายละเอียดข้อมูลภาพดาวเทียม SPOT - 2 19
ตารางที่ 3.4 แสดงรายละเอียดข้อมูลภาพดาวเทียม IRS – 1C 20
ตารางที่ 3.5 แสดงรายละเอียดข้อมูลภาพดาวเทียม ADEOS I 20
ตารางที่ 3.6 แสดงการปรับทางเรขาคณิตแบบภาพถึงแผนที่ของข้อมูลภาพดาวเทียม SPOT(PAN) 21
ตารางที่ 3.7 แสดงการปรับทางเรขาคณิตแบบภาพถึงภาพของข้อมูลภาพดาวเทียม
LANDSAT 7 ETM+และ ADEOS ในพื้นที่ศึกษาจังหวัดจันทบุรี 22
ตารางที่ 3.8 แสดงการปรับทางเรขาคณิตแบบภาพถึงภาพของข้อมูลภาพดาวเทียม
LANDSAT 7 ETM+ ในพื้นที่ศึกษาบริเวณจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 22
ตารางที่ 3.9 แสดงรายละเอียดทางพื้นดินข้อมูลภาพดาวเทียมก่อนปรับและหลังปรับทางเรขาคณิต 23
ตารางที่ 4.1 แสดงคุณสมบัติการรับสัญญาณของดาวเทียม LANDSAT 7 ETM+ ระบบ MS 28
ตารางที่ 4.2 แสดงคุณสมบัติการรับสัญญาณของดาวเทียม ADEOS I ระบบ MS 29
ตารางที่ 4.3 แสดงการเปรียบเทียบความยาวของข้อมูลถนนและทางน้ำสำหรับพื้นที่ศึกษาที่ 1
บริเวณอ่าวคุ้งกระเบนระหว่างข้อมูลตั้งต้น LANDSAT 7 (MS)และLANDSAT 7(PAN)
กับข้อมูลที่ได้จากการหลอมวิธีต่าง 64
ตารางที่ 4.4 แสดงการเปรียบเทียบร้อยละของข้อมูลถนนและทางน้ำสำหรับพื้นที่ศึกษาที่1
บริเวณอ่าวคุ้งกระเบน ระหว่างข้อมูลรายละเอียดสูงตั้งต้นLANDSAT 7 (PAN)
กับข้อมูลที่ได้จากการหลอมวิธีต่าง ๆ 64
ตารางที่ 4.5 แสดงการเปรียบเทียบความยาวของข้อมูลถนนและทางน้ำสำหรับพื้นที่ศึกษาที่ 1
บริเวณอ่าวคุ้งกระเบนระหว่างข้อมูลตั้งต้น LANDSAT 7(MS) และSPOT/SH(PAN)
กับข้อมูลที่ได้จากการหลอมวิธีต่าง 68
ตารางที่ 4.6 แสดงการเปรียบเทียบร้อยละของข้อมูลถนนและทางน้ำสำหรับพื้นที่ศึกษาที่1
บริเวณอ่าวคุ้งกระเบน ระหว่างข้อมูลรายละเอียดสูง ตั้งต้นSPOT/SH(PAN)
กับข้อมูลที่ได้จากการหลอมวิธีต่าง ๆ 68
ตารางที่ 4.7 แสดงการเปรียบเทียบความยาวของข้อมูลถนนสำหรับพื้นที่ศึกษาที่ 2
บริเวณตัวเมืองจันทบุรีระหว่างข้อมูลตั้งต้น LANDSAT 7(MS) และSPOT/SH(PAN)
กับข้อมูลที่ได้จากการหลอมวิธีต่างๆ 70

สารบัญตาราง(ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 4.8 แสดงการเปรียบเทียบร้อยละของข้อมูลถนนสำหรับพื้นที่ศึกษาที่ 2
บริเวณตัวเมืองจันทบุรีระหว่างข้อมูลรายละเอียดสูง ตั้งต้นSPOT/SH(PAN)
กับข้อมูลที่ได้จากการหลอมวิธีต่าง ๆ 70
ตารางที่ 5.1 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางเรขาคณิตและคุณสมบัติเชิงคลื่น ของผลลัพธ์
การหลอมข้อมูลภาพดาวเทียมLANDSAT 7 (RGB:453) กับ ADEOS แบนด์ 3
ในพื้นที่ศึกษาที่ 1 บริเวณอ่าวคุ้งกระเบน 76
ตารางที่ 5.2 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางเรขาคณิตและคุณสมบัติเชิงคลื่น ของผลลัพธ์
การหลอมข้อมูลภาพดาวเทียมLANDSAT 7 (RGB:453) กับ LANDSAT 7(PAN)
ในพื้นที่ศึกษาที่ 1 บริเวณอ่าวคุ้งกระเบน 76
ตารางที่ 5.3 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางเรขาคณิตและคุณสมบัติเชิงคลื่น ของผลลัพธ์
การหลอมข้อมูลภาพดาวเทียมLANDSAT 7 (RGB:453) กับ SPOT(PAN)
ในพื้นที่ศึกษาที่ 1 บริเวณอ่าวคุ้งกระเบน 76
ตารางที่ 5.4 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางเรขาคณิตและคุณสมบัติเชิงคลื่นของผลลัพธ์
การหลอมข้อมูลภาพดาวเทียมLANDSAT 7 (RGB:453) กับ SPOT/SH(PAN)
ในพื้นที่ศึกษาที่ 1 บริเวณอ่าวคุ้งกระเบน 77

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1.1 แสดงพื้นที่ศึกษาที่ 1 บริเวณอ่างคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี 5
รูปที่ 1.2 แสดงพื้นที่ศึกษาที่ 2 บริเวณตัวเมือง จังหวัดจันทบุรี 5
รูปที่ 1.3 แสดงพื้นที่ศึกษาที่ 3 บริเวณจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 5
รูปที่ 2.1 แสดงวิธีการจัดข้อมูลใหม่ 12
รูปที่ 2.2 แสดงลูกบาศก์ระบบสี RGB 14
รูปที่ 2.3 แสดงหลักการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก 16
รูปที่ 3.1 แสดงภาพ SPOT(PAN) ก่อนปรับแก้ทางเรขาคณิตและตำแหน่งของจุดควบคุม 21
รูปที่ 3.2 แสดงภาพ SPOT(PAN) หลังการปรับแก้ทางเรขาคณิต 21
รูปที่ 4.1 แสดงฮีทโตแกรมของข้อมูล LANDSAT 7 ETM+(PAN) 28
รูปที่ 4.2 แสดงภาพสีผสมของการหลอมวิธี RGB Color Composite (R : LANDSAT 7 แบนด์ 4 , G : LANDSAT 7 แบนด์ 5 , B : LANDSAT 7 แบนด์ 3) 31
รูปที่ 4.3 แสดงภาพสีผสมของการหลอมวิธีRGB Color Composite(R : LANDSAT 7 (PAN) , G : LANDSAT 7 แบนด์ 5 , B:LANDSAT 7 แบนด์ 3) 31
รูปที่ 4.4 แสดงภาพสีผสมจากการหลอมด้วยวิธี Brovey Transformation ข้อมูลตั้งต้น LANDSAT 7 แบนด์ 453 และ SPOT/SH(PAN) 35
รูปที่ 4.5 แสดงภาพสีผสมจากการหลอมด้วยวิธี IHS Transformation โมเดล Hexcone ข้อมูลตั้งต้น LANDSAT 7 แบนด์ 453 และ SPOT/SH(PAN) 35
รูปที่ 4.6 แสดงภาพสีผสมจากการหลอมวิธีทางคณิตศาสตร์ สมการภาพสีผสมแบบถ่วงน้ำหนักบวกค่าขยาย (สมการ 3.4) ข้อมูลตั้งต้น LANDSAT 7 แบนด์ 453 และ SPOT(PAN) 39
รูปที่ 4.7 แสดงภาพสีผสมจากการหลอมวิธีทางคณิตศาสตร์ สมการภาพสีผสมแบบถ่วงน้ำหนัก บวกค่าขยาย (สมการ 3.4) ข้อมูลตั้งต้น LANDSAT 7 แบนด์ 453 และ SPOT/SH(PAN) 39
รูปที่ 4.8 แสดงภาพสีผสมจากการหลอมวิธีทางคณิตศาสตร์ สมการภาพสีผสมแบบถ่วงน้ำหนักบวกค่าขยาย (สมการ 3.5) ข้อมูลตั้งต้น LANDSAT 7 แบนด์ 453 และ SPOT(PAN) 42
รูปที่ 4.9 แสดงภาพสีผสมจากการหลอมวิธีทางคณิตศาสตร์ สมการภาพสีผสมแบบถ่วงน้ำหนัก บวกค่าขยาย (สมการ 3.5) ข้อมูลตั้งต้น LANDSAT 7 แบนด์ 453 และ SPOT/SH(PAN) 42
รูปที่ 4.10 แสดงภาพสีผสมจากการหลอมวิธีทางคณิตศาสตร์ สมการภาพสีผสมแบบถ่วงน้ำหนักบวกค่าขยายและยกระดับความสว่าง (สมการ 3.6) ข้อมูลตั้งต้น LANDSAT 7 แบนด์ 453 และ SPOT(PAN) 44

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.11 แสดงภาพสีผสมจากการหลอมวิธีทางคณิตศาสตร์ สมการภาพสีผสมแบบถ่วงน้ำหนักบวกค่าขยายและยกระดับความสว่าง (สมการ 3.6) ข้อมูลตั้งต้น LANDSAT 7 แบนด์ 453 และ SPOT/SH(PAN) 44
รูปที่ 4.12 แสดงผลลัพธ์ของการหลอมข้อมูลของพื้นที่ศึกษาที่ 2 ตัวเมืองจันทบุรี 48
รูปที่ 4.13 แสดงผลลัพธ์ของการหลอมข้อมูลพื้นที่ศึกษาที่ 3 บริเวณจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 50
รูปที่ 4.14 แสดงสีของป่าบกและป่าชายเลนหลังการหลอมวิธีทางคณิตศาสตร์ สมการภาพสีผสมแบบถ่วงน้ำหนักบวกค่าขยาย (สมการที่ 3.5) 53
รูปที่ 4.15 แสดงสีของป่าบกและป่าชายเลนหลังการหลอมวิธีทางคณิตศาสตร์ สมการภาพสีผสมแบบเน้นความคมชัดบวกค่าขยายและยกระดับความสว่าง (สมการที่ 3.7) 53
รูปที่ 4.16 แสดงการเปรียบเทียบลักษณะทางเชิงคลื่นหลังการหลอม ของป่าบกและป่าชายเลน ด้วยข้อมูลตั้งต้น LANDSAT 7 แบนด์ 453 และ SPOT(PAN) ด้วยวิธีการหลอมแบบต่าง ๆ 55
รูปที่ 4.17 แสดงการเปรียบเทียบเชิงคลื่น ของพื้นที่ศึกษาที่ 2 บริเวณตัวเมืองจันทบุรี 57
รูปที่ 4.18 แสดงการเปรียบเทียบเชิงคลื่น ของพื้นที่ศึกษาที่ 3 บริเวณจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 57
รูปที่ 4.19 แสดงการเปรียบเทียบทางเรขาคณิตของการหลอมวิธีทางคณิตศาสตร์ สมการภาพสีผสมแบบถ่วงน้ำหนักบวกค่าขยาย(สมการ 3.5) 59
รูปที่ 4.20 แสดงการเปรียบเทียบลักษณะทางเรขาคณิต(ขอบเขตแปลงนากุ้ง)หลังการหลอมของข้อมูลตั้งต้น LANDSAT 7 แบนด์453 และ SPOT/SH(PAN) ด้วยวิธีการหลอมแบบต่าง ๆ 61
รูปที่ 4.21 แสดงกราฟการเปรียบเทียบความยาวถนนในพื้นที่ศึกษาที่ 1 บริเวณอ่าวคุ้งกระเบน ของข้อมูลต้น LANDSAT 7 RGB: 453 กับ LANDSAT 7 (PAN) 65
รูปที่ 4.22 แสดงกราฟการเปรียบเทียบความยาวทางน้ำในพื้นที่ศึกษาที่ 1 บริเวณอ่าวคุ้งกระเบน ของข้อมูลต้น LANDSAT 7 RGB: 453 กับ LANDSAT 7 (PAN) 65
รูปที่ 4.23 แสดงผลของปริมาณข้อมูลถนน ในพื้นที่ศึกษาที่ 1 บริเวณอ่าวคุ้งกระเบน 66
รูปที่ 4.24 แสดงผลของปริมาณข้อมูลทางน้ำ ในพื้นที่ศึกษาที่ 1 บริเวณอ่าวคุ้งกระเบน 67
รูปที่ 4.25 แสดงกราฟการเปรียบเทียบความยาวถนนในพื้นที่ศึกษาที่ 1 บริเวณอ่าวคุ้งกระเบน ของข้อมูลต้น LANDSAT 7 RGB: 453 กับ SPOT /SH(PAN) 69
รูปที่ 4.26 แสดงกราฟการเปรียบเทียบความยาวทางน้ำในพื้นที่ศึกษาที่ 1 บริเวณอ่าวคุ้งกระเบน ของข้อมูลต้น LANDSAT 7 RGB: 453 กับ SPOT /SH(PAN) 69
รูปที่ 4.27 แสดงการเปรียบเทียบทางเรขาคณิต ในพื้นที่ศึกษาที่ 3 บริเวณจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 71
รูปที่ 4.28 แสดงการปรับปรุงแผนที่ 73