

การทดสอบศักยภาพในการจำแนกแบบละเอียดกว่าขนาดจุดภาพบนภาพจำลอง



นายเนาวรัตน์ ชัยชาติ

สถาบันวิทยบริการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาระบบสารสนเทศปริภูมิทางวิศวกรรม ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ

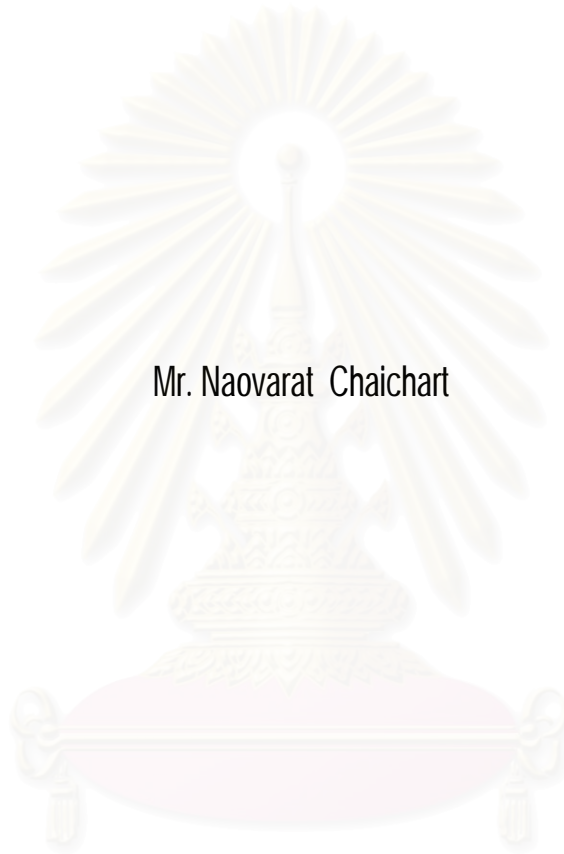
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2546

ISBN 974-17-5296-2

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

AN EXPERIMENTATION OF SUBPIXEL CLASSIFICATION USING SIMULATED IMAGES



Mr. Naovarat Chaichart

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 2003

ISBN 974-17-5296-2

เนาวรัตน์ ชัยชาติ : การทดสอบศักยภาพในการจำแนกแบบละเอียดกว่าขนาดจุดภาพบนภาพจำลอง.
(AN EXPERIMENTATION OF SUBPIXEL CLASSIFICATION USING SIMULATED IMAGES)

อ. ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อธิติ ตรีนิวิธชัยวงศ์, 105 หน้า. ISBN 974-17-5296-2.

การจำแนกภาพดาวเทียมแบบกำกับ โดยวิธีความเป็นไปได้สูงสุดที่นิยมใช้กันในปัจจุบันประสบกับปัญหาในการแยกแยะวัตถุที่มีขนาดเล็กกว่าขนาดจุดภาพ โดยเฉพาะกับภาพดาวเทียมรายละเอียดปานกลางอย่าง ภาพแลนด์แซท 5 TM รายละเอียดเชิงพื้นที่ 30 เมตร ปัญหาดังกล่าวสามารถใช้วิธีการสำรวจภาคพื้นดินแต่ก็มีข้อจำกัดเกี่ยวกับระยะเวลาและค่าใช้จ่าย การใช้วิธีการรังวัดภาพถ่ายทางอากาศดิจิทัล มีข้อจำกัดทางเทคนิค และวิธีการวิเคราะห์ประมวลผลที่ค่อนข้างสลับซับซ้อน หรือการใช้ภาพดาวเทียมรายละเอียดสูงอย่างภาพไอคอนอส ซึ่งมีราคาที่สูง

การจำแนกภาพแบบละเอียดกว่าขนาดจุดภาพ สามารถนำมาแก้ปัญหาดังกล่าวเพื่อตรวจหาวัตถุที่สนใจ ในภาพหลายช่วงคลื่น และจุดภาพมีวัตถุที่สนใจขนาดเล็กกว่าขนาดจุดภาพผสมอยู่ การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิเคราะห์วิธีการจำแนกภาพแบบละเอียดกว่าจุดภาพด้วยซอฟต์แวร์เชิงพาณิชย์ และประเมินผลความถูกต้องเปรียบเทียบกับวิธีจำแนกแบบความเป็นไปได้สูงสุด และเพื่อให้มีการใช้ประโยชน์จากภาพดาวเทียมรายละเอียดปานกลางอย่างมีประสิทธิภาพ ข้อมูลที่ใช้วิเคราะห์สร้างจากค่าสถิติ DN ของวัตถุของภาพแลนด์แซท 5 TM ที่จำแนกและตรวจสอบความถูกต้องแล้ว ด้วยการสุ่มตัวเลข สร้างเป็นภาพจำลองต้นฉบับ 7 ช่วงคลื่น 9 ประเภทวัตถุ ทำการคำนวณจัดค่า DN และรายละเอียดภาพให้หายกลงด้วยวิธี Linear Spectral Unmixing เป็นภาพระดับ 2 และ 3 ตามลำดับ แล้วนำภาพทั้งสามไปทำการจำแนกและตรวจสอบความถูกต้อง

ผลการวิจัยพบว่า ศักยภาพของซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการจำแนกแบบละเอียดกว่าขนาดจุดภาพ บนภาพจำลองได้ผลลัพธ์ไม่ต่ำกว่าวิธีความเป็นไปได้สูงสุด ภาพจำลองต้นฉบับมีอัตราการตรวจพบร้อยละ 67 Omission Error ร้อยละ 24 Commission Error ร้อยละ 51 ภาพจำลองระดับ 2 มีอัตราการตรวจพบร้อยละ 26 Omission Error ร้อยละ 60 Commission Error ร้อยละ 10 ภาพจำลองระดับ 3 มีอัตราการตรวจพบร้อยละ 3 Omission Error ร้อยละ 90 Commission Error ร้อยละ 3 นำมีอัตราการตรวจพบสูงสุดและป่าชายเลนมีอัตราการตรวจพบต่ำสุด วัตถุที่สนใจหากผสมอยู่ในจุดภาพในอัตราส่วนมาก ความถูกต้องจะสูงกว่าวัตถุที่ผสมอยู่เล็กน้อย

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

สาขาวิชา ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ปีการศึกษา 2546

4370368921 : MAJOR SPATIAL INFORMATION SYSTEM IN ENGINEERING

KEY WORD: SUBPIXEL / MIXED PIXEL / CLASSIFICATION / SIMULATED IMAGE / SPECTRAL MIXTURE ANALYSIS

NAOVARAT CHAICHART : AN EXPERIMENTATION OF SUBPIXEL CLASSIFICATION USING SIMULATED IMAGES THESIS ADVISOR : ASSISTANT PROFESSOR ITTHI TRISIRISATAYAWONG, Ph.D., 105 pp. ISBN 974-17-5296-2.

The conventional Maximum Likelihood Classification method cannot detect the material of interest smaller than a pixel especially when using with medium-resolution Landsat TM-5 image. Ground surveying, digital photogrammetry, or high-resolution imagery may be applied. However, such alternatives inherit the limitations of time frame, techniques, complicated method of processing, respectively, and too costly.

Subpixel processing technique can be used to solve the above problems when detecting material of interest smaller than pixel size where mixed pixels exist in multispectral images. The main objective of this study is to apply the method of subpixel processing using commercial software and to assess its accuracy when compared to Maximum Likelihood Classification method, as well as to utilise medium-resolution satellite imagery efficiently. Level 1 simulated image with 7 bands and 9 classes had then been produced from LANDSAT 5-TM DN statistics by random number sampling and the linear spectral unmixing approach had been used to produce images with coarser resolution images, level 2 and 3 simulated images.

The study found that the potential of the software in accurately classifying the simulated images compared with the simulated data was not satisfactory. Level 1 simulated image gave 67% of presence, had a 24% omission error and 51% commission error. Level 2 simulated image gave a 26% presence, had a 60% omission error and 10% commission error. Level 3 simulated image gave a 3% presence, had a 90% omission error and 3% commission error. Water shown the highest rate of detectable whereas mangroves resulted in the lowest rate. High proportion of mixed material has higher accuracy than the low proportion.

Department of Survey Engineering.....

Student's signature.....

Field of study Spatial Information System in Engineering Advisor's signature.....

Academic year 2003

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยความกรุณาอย่างสูงจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อิทธิ ตรีสิริสัตตวงศ์ ที่ได้กรุณารับเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เป็นผู้สร้างความรู้และแนวความคิดทางด้านวิชาการ เพื่อใช้ประกอบในการทำวิทยานิพนธ์ อีกทั้งยังกรุณาให้คำปรึกษาและคำแนะนำในการตรวจสอบ แก้ไขวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.ชูเกียรติ วิเชียรเจริญ ที่ได้ให้ความกรุณาในการเป็นประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ รองศาสตราจารย์ สวัสดิ์ชัย เกียรติเกรียงไกรเพชร กรรมการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บรรเจิด พละการ กรรมการ และคณาจารย์ทุกท่านในภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ ที่ได้กรุณาถ่ายทอดความรู้ ทั้งทางด้านทฤษฎีและภาคปฏิบัติ

ขอขอบคุณบริษัท อีเอสอาร์ไอประเทศไทย จำกัด ที่ได้อนุเคราะห์ชุดโปรแกรมสำเร็จรูป IMAGINE Subpixel Classifier 8.5 Version 2.1 รวมทั้งการให้คำปรึกษา ขอขอบคุณพนักงานบริษัท เนวรัตน์การสำรวจ จำกัด ทุกคนสำหรับความช่วยเหลือบางส่วนของวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณ เพื่อนนิตร่วมรุ่น อันมี วัชรวิ วิชาสลักษณ์ ภาณุ กฤษณา สรรเพชร รุ่งไกร พิชญ์ และวัลลภา รวมถึง น้องๆ ในภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ สำหรับกำลังใจ

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ รุ่งโรจน์ และคุณแม่พินดา ชัยชาติ ที่ได้อบรมเลี้ยงดูข้าพเจ้า จนได้มีโอกาสมาถึงวันนี้ ขอขอบคุณครอบครัว สมาชิกสกุลชัยชาติ ทุกคน และ นางสาวเสาวลักษณ์ ชัยชาติ บุตรสาวสำหรับกำลังใจที่ดีเยี่ยม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฌ
สารบัญภาพ.....	ญ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	3
1.4 ข้อยกเว้นของการวิจัย.....	4
1.5 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย.....	5
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	6
1.7 วิธีดำเนินการวิจัย.....	7
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	9
2.1 แนวคิดและทฤษฎี.....	9
2.2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	17
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	20
3.1 ขอบเขตงานวิจัย.....	20
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	23
3.3 การจำลองข้อมูล.....	23
3.4 การจำแนกภาพจำลอง.....	23
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	56
4.1 ผลการจำแนกภาพจำลองต้นฉบับ.....	56
4.2 ผลการจำแนกภาพจำลองระดับ 2.....	60
4.3 ผลการจำแนกภาพจำลองระดับ 3.....	65
4.4 ผลการวิเคราะห์ปัจจัย.....	68

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	70
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	70
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	74
รายการอ้างอิง.....	75
ภาคผนวก.....	77
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	105



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
2.1	รูปแบบการแสดงผลพีการจำแนกวัตถุที่สนใจ ด้วยวิธีละเอียดกว่าขนาดของจุดภาพ..... 16
2.2	ความคล้ายคลึงของค่า DN ของต้นสน 2 พันธุ์ที่ผสมอยู่ในจุดภาพสัดส่วนต่างกัน..... 19
3.1	จำนวนจุดภาพที่สร้างของแต่ละกลุ่มประเภทวัตถุอ้างอิงจากข้อมูลตัวอย่าง..... 27
3.2	เปรียบเทียบค่าสถิติของกลุ่มประเภทวัตถุระหว่างภาพดาวเทียม LANDSAT 5 TM Path ที่ 128 Row ที่ 51 กับภาพจำลองต้นฉบับ..... 29
3.3	ค่าความแปรปรวนร่วมของกลุ่มประเภทข้อมูลทั้ง 9 ประเภทของภาพดาวเทียม LANDSAT5 TM Path ที่ 128 Row ที่ 51..... 30
4.1	ตารางความผิดพลาดของผลการการจำแนกภาพจำลองต้นฉบับ ขนาด 400 x 240 จุดภาพ ด้วยวิธี ความเป็นไปได้สูงสุด..... 56
4.2	ผลการการจำแนกภาพจำลองต้นฉบับด้วยวิธีละเอียดกว่าขนาดของจุดภาพ..... 57
4.3	ความคลาดเคลื่อนในการจำแนกภาพจำลองต้นฉบับด้วยวิธีละเอียดกว่าขนาดจุดภาพ... 58
4.4	ตารางความผิดพลาดของผลการการจำแนกภาพจำลองระดับ 2 ขนาด 200 x 120 จุดภาพ ด้วยวิธี ความเป็นไปได้สูงสุด..... 61
4.5	ผลการการตรวจหาวัตถุ ภาพจำลองระดับ 2 ขนาด 200 x 120 จุดภาพ ด้วยวิธี ละเอียดกว่าขนาดของจุดภาพ 63
4.6	ความคลาดเคลื่อนในการจำแนกภาพจำลองระดับ 2 ด้วยวิธีละเอียดกว่าขนาดจุดภาพ..... 64
4.7	ตารางความผิดพลาดของผลการการจำแนกภาพจำลองระดับ 3 ขนาด 100 x 60 จุดภาพ ด้วยวิธี ความเป็นไปได้สูงสุด..... 66
4.8	ผลการการตรวจหาวัตถุ ภาพจำลองระดับ 3 ขนาด 100 x 60 จุดภาพ ด้วยวิธี ละเอียดกว่าขนาดของจุดภาพ 67
5.1	การเปรียบเทียบผลลัพธ์การจำแนกภาพทั้ง 2 วิธีกับภาพจำลองที่มี รายละเอียดภาพต่างกัน 3 ภาพ..... 73

สารบัญภาพ

ภาพประกอบ	หน้า
2.1 การจำแนกภาพดาวเทียมจากสองช่วงคลื่นโดยวิธี ความเป็นไปได้สูงสุด.....	10
2.2 แพลนแสดงการผสมของคลื่นแสงเชิงเส้น (Linear Spectral Unmixing).....	11
2.3 ลักษณะการผสมของคลื่นแสงที่สะท้อนมาจากวัตถุต่างๆ ที่วางตัวกันกระจาย อย่างเป็นระเบียบ.....	12
2.4 ลักษณะการผสมของคลื่นแสงที่สะท้อนมาจากวัตถุเฉพาะแบบต่างๆ ที่วางตัว กระจายกันอย่างเอกลกเทศ.....	12
2.5 การเปรียบเทียบขั้นตอนการจำแนกภาพโดยวิธีละเอียดกว่าขนาดของจุดภาพ ของซอฟต์แวร์ IMAGINE Subpixel Classifier กับการจำแนกภาพโดย วิธีมาตรฐานทั่วไป.....	14
2.6 รูปแบบผลลัพธ์ตารางแสดงผลการจำแนกวัตถุ 1 ประเภทที่ตรวจพบโดย วิธีละเอียดกว่าขนาดของจุดภาพ แบบ 2 กลุ่มสัดส่วน (ภาพซ้าย) และ 4 กลุ่มสัดส่วน (ภาพขวา).....	16
2.7 รูปแบบผลลัพธ์ตารางแสดงผลการจำแนกวัตถุ 1 ประเภทที่ตรวจพบโดยวิธี ละเอียดกว่าขนาดของจุดภาพ แบบ 8 กลุ่ม ช่วงสัดส่วนวัตถุร้อยละ 10 ของจุดภาพ...	16
3.1 ภาพที่ Subset มาจากภาพดาวเทียม LANDSAT 5 TM Path ที่ 128 Row ที่ 51 (ภาพบน) และ Histogram ช่วงคลื่น 5 (ภาพล่าง)	21
3.2 ผังลำดับขั้นตอนการสร้างภาพจำลอง.....	22
3.3 พื้นที่ที่ Subset มาจากภาพดาวเทียม p128r51 นำมาซ้อนทับกับภาพที่จำแนกแล้ว เพื่อสร้าง Signature และหาค่าสรุปทางสถิติของกลุ่มวัตถุทั้ง 9 ประเภท.....	25
3.4 ตารางแสดงรายละเอียด Spectral Signature ของพื้นที่ทดลองทั้ง 9 ประเภท.....	25
3.5 กราฟแสดงค่าเฉลี่ย Spectral Signature ของพื้นที่ทดลองทั้ง 9 ประเภท.....	25
3.6 แผนที่จำลองข้อเท็จจริง (Truth Map) กำหนดชนิดของวัตถุ, ตำแหน่ง และสัดส่วนการผสมกันในแต่ละจุดภาพขนาด 400 x 240 ช่องกริด.....	26
3.7 พื้นที่ตัวอย่างของกลุ่มประเภทน้ำ และพื้นที่ที่มีการปลูกสร้าง ที่กำหนดให้มีจุดภาพบริสุทธิ์ประชิดกันประมาณ 70 จุดภาพ.....	27
3.8 เมนู Tools, Data Analysis, Random Number Generation ที่ใช้สร้างค่า DN.....	28

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
3.9	เมนูในการสร้างค่า DN กลุ่มประเภทป่าและพืชคลุมดิน ช่วงคลื่นที่ 1 จำนวน 34,528 จุดภาพด้วยฟังก์ชัน Random Number Generation 28
3.10	รูปแบบของเพิ่มข้อมูล ASCII ที่นำไปแปลงเป็นเพิ่มข้อมูลภาพ..... 33
3.11	เมนูการแปลงเพิ่มข้อมูล ASCII .asc เป็นเพิ่มข้อมูลภาพ .img..... 34
3.12	เมนูการคำนวณรายละเอียดจุดภาพใหม่ให้หยาบลง 2 เท่าจากภาพจำลองต้นฉบับ... 34
3.13	ภาพจำลองต้นฉบับคล้ายภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT 5 TM ที่มีข้อมูลความสว่าง 7 ช่วงคลื่นขนาด 400 x 240 จุดภาพ (ภาพบน) และ Histogram ช่วงคลื่น 5 (ภาพล่าง) 35
3.14	ภาพจำลองระดับ 2 ผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณรายละเอียดจุดภาพใหม่ให้หยาบลง 2 เท่า เหลือขนาด 200 x 120 จุดภาพ (ภาพบน) และ Histogram ช่วงคลื่น 5 (ภาพล่าง)..... 36
3.15	ภาพจำลองระดับ 3 ผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณรายละเอียดจุดภาพใหม่ให้หยาบลง 4 เท่าเหลือขนาด 100 x 60 จุดภาพ (ภาพบน) และ Histogram ช่วงคลื่น 5 (ภาพล่าง) 37
3.16	ภาพจำลองต้นฉบับและพื้นที่ที่ทดลอง 9 ประเภทๆละ 2-3 บริเวณ และกราฟแสดงค่าเฉลี่ยของ Spectral Signature..... 38
3.17	ภาพผลลัพธ์การจำแนกภาพจำลองต้นฉบับออกเป็น 9 กลุ่มประเภท ในลักษณะ Thematic Image..... 39
3.18	ตารางแสดงผลลัพธ์การจำแนกภาพจำลองต้นฉบับออกเป็น 9 กลุ่มประเภท จำนวนจุดภาพแสดงในคอลัมน์ Histogram ผลรวม 96,000 จุดภาพ..... 39
3.19	พื้นที่ที่ทดลอง .aoi ของป่าและพืชคลุมดิน จากบริเวณพื้นที่ได้ถูกกำหนดไว้ 3 บริเวณ.. 40
3.20	เมนู Subpixel Classifier เริ่มด้วยการการประมวลผลเบื้องต้นเป็นขั้นตอนแรก..... 41
3.21	เมนูการแก้สภาวะแวดล้อมของภาพ..... 42
3.22	เมนูการคำนวณหา Signature ของป่าและพืชคลุมดินจากพื้นที่ที่ทดลอง..... 42
3.23	เมนูการจำแนกป่าและพืชคลุมดินภาพจำลองต้นฉบับ..... 43
3.24	ภาพผลลัพธ์การตรวจหาป่าและพืชคลุมดินของภาพจำลองต้นฉบับ (ภาพซ้าย) และ ตารางแสดงผลการจำแนกแบบ 4 กลุ่มสัดส่วน ผลรวม 96,000 จุดภาพ (ภาพขวา)... 44

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
3.25 ภาพจำลองระดับ 2 และพื้นที่ที่ทดลอง 9 ประเภทๆละ 2-3 บริเวณ และกราฟแสดงค่าเฉลี่ยของ Spectral Signature.....	46
3.26 ภาพผลลัพธ์การจำแนกภาพจำลองระดับ 2 ออกเป็น 9 กลุ่มประเภท ในลักษณะ Thematic Image.....	47
3.27 ตารางแสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการจำแนกภาพจำลองระดับ 2 ออกเป็น 9 กลุ่มประเภท จำนวนจุดภาพแสดง ในคอลัมน์ Histogram ผลรวม 24,000 จุดภาพ.....	47
3.28 พื้นที่ทดลอง .aoi ของป่าและพืชคลุมดิน จากบริเวณพื้นที่ได้ถูกกำหนดไว้ 3 บริเวณ..	48
3.29 ภาพผลลัพธ์ การตรวจหาป่าและพืชคลุมดิน ของภาพจำลองระดับ 2.....	49
3.30 ตารางแสดงผลลัพธ์ การตรวจหาป่าและพืชคลุมดิน ภาพจำลองระดับ 2.....	49
3.31 ภาพผลลัพธ์ การตรวจหาพื้นที่ที่มีการปลูกสร้าง ภาพจำลองระดับ 2.....	50
3.32 ตารางแสดงผลลัพธ์ การตรวจหาพื้นที่ที่มีการปลูกสร้าง ภาพจำลองระดับ 2.....	50
3.33 ภาพจำลองระดับ 3 ขนาด 100 x 60 และพื้นที่ที่ทดลอง 9 ประเภทๆละ 2-3 บริเวณ	52
3.34 ภาพผลลัพธ์การจำแนกภาพจำลองระดับ 3 ขนาด 100 x 60 ออกเป็น 9 กลุ่มประเภท ในลักษณะ Thematic Image	53
3.35 ตารางแสดงผลลัพธ์ การจำแนกภาพจำลองระดับ 3 ขนาด 100 x 60	53
3.36 ภาพผลลัพธ์ การจำแนก พื้นที่ที่มีการปลูกสร้าง ภาพจำลองระดับ 3.....	54
3.37 ตารางแสดงผลลัพธ์ การจำแนกพื้นที่ที่มีการปลูกสร้าง ภาพจำลองระดับ 3.....	55
4.1 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบการตรวจพบวัตถุในการจำแนกภาพจำลองต้นฉบับ ระหว่างวิธีการจำแนก 2 วิธี.....	59
4.2 แผนภูมิแสดงความถูกต้องของสัดส่วนในการจำแนกภาพจำลองต้นฉบับ ด้วยวิธีจำแนกแบบละเอียดกว่าขนาดของจุดภาพ.....	60
4.3 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบการตรวจพบวัตถุในการจำแนกภาพจำลองระดับ 2 ระหว่างวิธีการจำแนก 2 วิธี.....	62
4.4 แผนภูมิแสดงความถูกต้องของสัดส่วนในการจำแนกภาพจำลองระดับ 2 ด้วยวิธีจำแนกแบบละเอียดกว่าขนาดของจุดภาพ.....	62
4.5 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบการตรวจพบวัตถุในการจำแนกภาพจำลองระดับ 3 ระหว่างวิธีการจำแนก 2 วิธี.....	68

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
5.1 แผนภูมิเปรียบเทียบการตรวจพบวัตถุและความคลาดเคลื่อน ในการจำแนกภาพจำลองต้นฉบับระหว่างวิธีจำแนก 2 วิธี.....	71
5.2 แผนภูมิเปรียบเทียบการตรวจพบวัตถุและความคลาดเคลื่อน ในการจำแนกภาพจำลองระดับ 2 ระหว่างวิธีจำแนก 2 วิธี.....	71
5.3 แผนภูมิเปรียบเทียบการตรวจพบวัตถุและความคลาดเคลื่อน ในการจำแนกภาพจำลองระดับ 3 ระหว่างวิธีจำแนก 2 วิธี.....	72



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในการวิเคราะห์ประมวลผลภาพถ่ายเทียมรายละเอียดปานกลาง เช่นภาพถ่ายเทียม LANDSAT 5 TM หรือ LANDSAT 7 ETM+ ซึ่งมีรายละเอียดเชิงพื้นที่ทางราบ 30 เมตร วิธีการจำแนกภาพถ่ายเทียมที่นิยมใช้ปัจจุบันในประเทศไทย ประสบกับปัญหาในการจำแนกตรวจหาวัตถุที่สนใจที่มีขนาดเล็กกว่าขนาดของจุดภาพ อันเนื่องมาจากการที่เรากำหนดค่าความสว่าง (Digital Number-DN) ของจุดภาพแต่ละจุด (Field of View for a Single Pixel) ให้เป็นตัวแทนพื้นที่ที่ตั้งสมมติฐานว่ามีลักษณะที่ปรากฏบนภาพเป็นเนื้อเอกพันธ์ (Homogeneous Field of View for a Single Pixel) ของวัตถุหนึ่งประเภท (A Single Landuse/Landcover Class) (Hughes et al. 1999) ทั้งที่ในขนาดของพื้นที่ภูมิประเทศซึ่งอุปกรณ์รับสัญญาณสามารถบันทึกได้ ขณะเวลาหนึ่ง (Instantaneous Field of View-IFOV) อุปกรณ์การบันทึกสัญญาณ (Sensor) ได้ทำการบันทึกสัญญาณค่าการสะท้อนพลังงานของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Energy) ของจุดภาพซึ่งมีขนาดเดียวกับความละเอียดของจุดภาพ ประกอบด้วยวัตถุประเภทต่างๆ ที่มีขนาดและปริมาณต่าง ๆ กัน (Heterogeneous Field of View for a Single Pixel) ผสมปะปนกันภายในจุดภาพ (Components of Material) เป็น จุดภาพผสม (Mixed Pixel) วัตถุขนาดเล็กที่ประกอบกันภายในจุดภาพแต่ละจุดภาพที่ตรวจหาไม่พบเหล่านั้น บางครั้งนักวิเคราะห์ได้จำแนกวัตถุเหล่านั้นเป็นวัตถุประเภทอื่นทำให้เกิด Class Commission Error or Including Error หรือละเลย ตัดทอนชั้นข้อมูลวัตถุของการจำแนกภาพเหล่านั้นออกไปทำให้เกิด Class Omission Error or Excluding Error ในการตรวจสอบความถูกต้องการจำแนกภาพถ่ายเทียม (Accuracy Assessment) จึงไม่มีความถูกต้องเท่าที่ควร นอกจากนี้แล้วเป็นการใช้ข้อมูลภาพถ่ายเทียมที่มีอยู่แล้วไม่เต็มประสิทธิภาพ

จากความหลากหลายของพืชพรรณ สิ่งปกคลุมดินและลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน เพื่อการเกษตรกรรมของประเทศไทย ที่มีขนาดของพื้นที่ แปลงใหญ่เนื้อที่ 5-10 ไร่ขึ้นไป แปลงเล็กแปลงน้อยเนื้อที่ 1-2 ไร่ และเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ที่ดิน แบบผสมผสาน เช่น การทำไร่นาสวนผสม การทำสวนผลไม้ แซมสลับไปสลับมา บ่อน้ำ หรือสิ่งปกคลุมดินที่มีขนาดเล็ก เช่น ป่าชายเลน ป่าไผ่ ฝืน พืชพรรณชนิดต่างๆในพื้นที่ชุ่มน้ำ (Wetlands) วิธีการจำแนกภาพถ่ายเทียมที่ใช้อยู่ปัจจุบันไม่ว่าจะเป็น วิธีระยะทางสั้นที่สุด วิธีกล่องคู่ขนาน หรือวิธีความเป็นไปได้สูงสุด ไม่

สามารถตรวจหาและแยกแยะประเภทของวัตถุต่างๆที่มีขนาดเล็กกว่าขนาดของจุดภาพ ดังที่ได้กล่าวมาข้างต้นอย่างมีประสิทธิภาพ

การตรวจหาวัตถุที่สนใจที่มีพื้นที่ขนาดเล็กสามารถใช้วิธีการสำรวจรังวัดภาคพื้นดินด้วยเครื่องมือและอุปกรณ์สำรวจรังวัดเช่น กล้องสำรวจ หรือเครื่องมือรังวัดดาวเทียม GPS แต่ก็มีข้อจำกัดเกี่ยวกับงบประมาณที่ใช้ดำเนินการ การเข้าถึงพื้นที่ดำเนินการ และระยะเวลาดำเนินการ ส่วนการใช้เทคโนโลยีการรังวัดด้วยภาพถ่ายทางอากาศ ถึงแม้จะไม่มีปัญหาในการเข้าถึงพื้นที่ แต่ก็มีข้อจำกัดทางด้านกระบวนการทำงานแต่ละขั้นตอนที่ต้องใช้ระยะเวลานาน บุคลากรที่ต้องมีความชำนาญแต่ละขั้นตอนเฉพาะสาขา ตั้งแต่การทำหมุดควบคุมคุณภาพภาคพื้นดิน การประมวลผลภาพเชิงเลข การทำแผนที่ภาพออร์โธ นอกจากนี้ ความไม่ทันสมัยของภาพถ่ายทางอากาศ การให้บริการภาพถ่ายทางอากาศในปัจจุบันที่ยังเป็นระบบ Manual ไม่มีระบบสืบค้นที่จะบอกได้ว่าในพื้นที่ที่สนใจมีภาพถ่ายทางอากาศที่ทันสมัยใกล้เคียงกับภาพถ่ายดาวเทียมหรือไม่ และถ้ามีจะต้องใช้ภาพถ่ายทางอากาศกี่ภาพ รวมทั้งไม่มีระบบเรียกดูภาพเพื่อให้แน่ใจว่าเป็นบริเวณที่ต้องการก่อนที่จะตัดสินใจสั่งซื้อ นอกจากนี้วิธีการที่ได้กล่าวมาแล้วการใช้ภาพถ่ายดาวเทียมรายละเอียดสูง (High-Resolution Imagery) เริ่มเข้ามามีบทบาทมากขึ้นเช่น ภาพถ่ายจากดาวเทียม IKONOS, QUICKBIRD ที่มีรายละเอียดเชิงพื้นที่ทางราบสูงถึง 1 เมตร ก็เป็นอีกทางเลือกหนึ่งแต่ยังมีข้อจำกัดทางด้านงบประมาณราคาภาพยังค่อนข้างสูงต่อการสั่งซื้อขั้นต่ำแต่ละครั้ง และความไม่สะดวกในการทำให้ภาพมีพิกัดอ้างอิงกับพื้นผิวโลก (Georeferencing)

จากเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้เกิดงานวิจัยครั้งนี้ โดยจะทำการทดสอบศักยภาพของซอฟต์แวร์ IMAGINE Subpixel Classifier 8.5 Version 2.1 ซึ่งเป็น Module เสริมของซอฟต์แวร์ประมวลผลภาพถ่ายดาวเทียม ERDAS IMAGINE 8.5 ในการจำแนกภาพถ่ายดาวเทียมด้วยวิธี Subpixel หรือแบบละเอียดกว่าขนาดของจุดภาพ บนภาพที่สร้างจำลองขึ้นมาเองจากห้องทดลอง ด้วยเหตุผลคือเพื่อใช้เป็นข้อมูลนำเข้าและ เป็นข้อมูลอ้างอิงที่มีความถูกต้อง ชัดเจน 100% การใช้ข้อมูลอ้างอิงที่ได้จำลองขึ้นมา ทำการเปรียบเทียบตรวจสอบความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้จากการจำแนก จึงน่าจะสมเหตุสมผลและมีความน่าเชื่อถือเพียงพอ การทดสอบจะทำการวิเคราะห์ทั้งในเรื่องของการตรวจพบวัตถุที่สนใจ และปริมาณของวัตถุที่ตรวจพบทั้งหมด หากผลของการศึกษาวิจัยเป็นที่น่าพอใจ จะทำให้ภาพถ่ายดาวเทียมรายละเอียดปานกลางเช่น ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT 5 TM หรือ LANDSAT 7 ETM+ รายละเอียดเชิงพื้นที่ทางราบ 30 เมตร ที่หน่วยงานต่างๆ ใช้กันอย่างแพร่หลายและมีข้อมูลอยู่แล้วในปัจจุบัน สามารถนำมาใช้วิเคราะห์จำแนกหาวัตถุที่สนใจที่มี

ขนาดเล็กกว่าขนาดจุดภาพ ซึ่งจะมีประโยชน์ในหลายๆด้าน เช่นการใช้ประโยชน์ที่ดิน การป่าไม้ พืชเสพยาติต สิ่งแวดล้อม ระบบนิเวศน์ แหล่งน้ำ เป็นต้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาวิเคราะห์เกี่ยวกับ การจำแนกภาพดาวเทียมแบบละเอียดกว่าขนาดของจุดภาพบนภาพจำลอง

1.2.2 เพื่อประเมินผล (Evaluation) โดยการเปรียบเทียบด้านความถูกต้อง (Accuracy Assessments) ของผลการจำแนกภาพระหว่างวิธีทำกับ โดยวิธีความเป็นไปได้สูงสุดกับวิธีละเอียดกว่าขนาดของจุดภาพ

1.2.3 เพื่อให้มีการใช้ประโยชน์จากภาพดาวเทียมรายละเอียดปานกลางในการจำแนกข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 ภาพที่นำมาใช้ในงานวิจัย

ในการศึกษาครั้งนี้ ภาพที่นำมาวิเคราะห์ประมวลผล เป็นภาพที่ได้จากการสร้างจำลองขึ้นมา (Simulated Images) ด้วยเหตุผลคือเพื่อต้องการตัดทอนความคลาดเคลื่อนทางตำแหน่ง เนื่องจากจุดภาพทั้งหมดและในแต่ละจุดภาพทุกๆจุดภาพ จะถูกออกแบบกำหนดไว้ล่วงหน้าว่าจุดภาพตำแหน่งนั้นๆประกอบด้วยวัตถุอะไรบ้าง ก็ประเภท ในสัดส่วนปริมาณเท่าไร ซึ่งเปรียบเสมือนข้อเท็จจริงในสนามที่ถูกสำรวจมาครบถ้วนทุกจุดภาพ เป็นข้อเท็จจริงที่สร้างจำลองขึ้นมาจากห้องปฏิบัติการ อีกเหตุผลหนึ่งคือ ในการประเมินผลความถูกต้องของการจำแนกข้อมูลภาพระหว่างข้อมูลผลลัพธ์ที่ได้ (Classified Data) กับข้อมูลอ้างอิง (Reference Data) จะมีความชัดเจน ถูกต้องและแม่นยำ

ภาพจำลองต้นฉบับที่สร้างจะมีขนาดจำนวนแถว 400 แถว และ 240 สดมภ์ 96,000 จุดภาพ กำหนดจำนวนกลุ่มวัตถุ 9 ประเภท (Classes) 7 ช่วงคลื่น (Bands) ให้ค่า DN และ ลักษณะของภาพจำลองจะคล้ายคลึงกับภาพดาวเทียม LANDSAT 5 TM Path ที่ 128 Row ที่ 51 บันทึกภาพเมื่อวันที่ 28 พฤศจิกายน 2543 ภาพจำลองต้นฉบับจะถูกจัดค่าความสว่างใหม่ให้จุดภาพมีรายละเอียดเชิงพื้นที่ทางราบหยาบลง 2 เท่าและ 4 เท่า เป็น ภาพจำลองระดับ 2 ขนาดจำนวนแถว 200 แถว และ 120 สดมภ์ 24,000 จุดภาพ และภาพจำลองระดับ 3 ขนาดจำนวนแถว 100 แถว และ 60 สดมภ์ 6,000 จุดภาพตามลำดับ

1.3.2 การสร้าง (Generate) ค่าความสว่าง (DN) ให้ภาพจำลอง

เพื่อให้ค่า DN ของวัตถุบนภาพจำลองต้นฉบับมีค่าใกล้เคียงกับค่า DN ของวัตถุบนภาพถ่ายเทียมจริงจึงใช้ ภาพ LANDSAT 5 TM Path ที่ 128 Row ที่ 51 ที่ได้จำแนกและตรวจสอบผลแล้ว ซึ่งเป็นข้อมูลการจัดทำบัญชีทรัพยากรชายฝั่งทะเล มาเป็นข้อมูลหาค่าสรุปทางสถิติของวัตถุทั้ง 9 ประเภทคือ 1. ป่าและพืชคลุมดิน, 2. ทุ่งหญ้าและนาข้าว, 3. น้ำ, 4. ถนนและพื้นที่ว่าง 5. พื้นที่ที่มีการปลูกสร้าง, 6. ป่าชายเลน, 7. หนองน้ำ, 8. นาทุ่ง / นาเกลือ, และ 9. ยางพารา จำนวนช่วงคลื่น 7 ช่วงคลื่น (ช่วงคลื่นที่ 1-7) แล้วนำค่าสถิติเฉพาะ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของ DN ของวัตถุทั้ง 9 ประเภท ของภาพถ่ายเทียมดังกล่าวมา สร้างค่า DN ด้วยเมนูคำสั่ง Tools, Random Number Generation ในซอฟต์แวร์สำนักงาน Microsoft Excel

1.3.3 ซอฟต์แวร์วิเคราะห์ประมวลผลภาพ

ภาพจำลองทั้งหมด 3 ภาพซึ่งมีความสว่างและรายละเอียดทางราบต่างกันจะถูกนำมาวิเคราะห์ประมวลผลด้วยซอฟต์แวร์วิเคราะห์ประมวลผลภาพ ERDAS IMAGINE 8.5 และ Module เสริม Subpixel Classifier 8.5 Version 2.1 for Windows การจำแนกภาพถ่ายเทียมจะใช้วิธี ความเป็นไปได้สูงสุด ในซอฟต์แวร์ ERDAS IMAGINE 8.5 กับวิธีละเอียดกว่าขนาดของจุดภาพ ด้วย Module เสริม Subpixel Classifier 8.5 Version 2.1 ในซอฟต์แวร์ ERDAS IMAGINE 8.5 เช่นกัน

1.3.4 การประเมินความถูกต้องผลการจำแนกภาพถ่ายเทียม

การประเมินความถูกต้องโดยการเปรียบเทียบ ผลการจำแนกภาพถ่ายเทียมระหว่างวิธีความเป็นไปได้สูงสุดและวิธีละเอียดกว่าขนาดของจุดภาพ จะทำการตรวจสอบด้วยตารางความคลาดเคลื่อน (Error Matrix) เปรียบเทียบข้อมูลผลลัพธ์ที่ได้กับข้อมูลคำตอบที่ถูกต้องแบบกำหนดไว้ล่วงหน้าแล้ว

1.4 ข้อจำกัดของการวิจัย

การสร้างค่าความสว่างของข้อมูล อาศัยสมมติฐานการกระจายตัวของข้อมูล เป็นเส้นโค้งปกติ รูประฆังคว่ำ (Bell-shape Normal Curve Distribution) แต่ในข้อเท็จจริง ค่า Signature ของข้อมูลในแต่ละช่วงคลื่น ส่วนใหญ่มีลักษณะการกระจายตัวไม่เป็นไปตามสมมติฐานของเส้นโค้งปกติ

ในการสร้างค่าความสว่างให้กับภาพจำลอง ไม่สามารถกำหนดจำนวนกลุ่มประเภทข้อมูลให้มีจำนวนกลุ่ม ใกล้เคียงกับข้อมูลธรรมชาติได้ กล่าวคือ ในสภาพภูมิประเทศที่แท้จริง ในจุดภาพจะประกอบด้วยวัตถุที่สนใจจะจำแนกและวัตถุที่ไม่ต้องการจำแนก วัตถุที่ไม่สนใจซึ่งประกอบด้วย วัตถุประเภทต่างๆในสัดส่วนที่แตกต่างกันของแต่ละจุดภาพ เช่น พื้นดินที่มีวัชพืช ปกคลุม พื้นดินที่มีใบไม้แห้งปกคลุม พื้นที่โล่ง พืชพันธุ์ชนิดต่างๆ น้ำที่มีสภาพความขุ่น ความลึกแตกต่างกัน สิ่งปลูกสร้าง วัตถุที่กล่าวมานี้จะมีค่าสะท้อนพลังงานที่เป็นลักษณะพิเศษเฉพาะ (Unique Reflectance) ซอฟต์แวร์ Subpixel Classifier จะทำการคำนวณหาลักษณะเฉพาะของ Signature ของฉากหลังทุกจุดภาพในขั้นตอนการประมวลผลเบื้องต้น

นอกจากนี้ในการจำลอง ได้กำหนดภาพจำลองเป็นภาพที่ปราศจากเมฆเงา (Cloud-free Image) และไม่มีจุดภาพใดที่สว่างเกินหรือจุดภาพที่มีดำอับแสง (Saturating or Non-Response Pixels) และได้คำนึงถึง สภาพมุมที่แสงจากดวงอาทิตย์ตกกระทบวัตถุ และสะท้อนเข้าสู่อุปกรณ์บันทึกสัญญาณ ซึ่งซอฟต์แวร์จะนำไปคำนวณปรับแก้ สภาวะบรรยากาศของภาพ ความสูงต่ำของภูมิประเทศกำหนดเป็นความสูงระดับเดียวกันหมดทั้งภาพ

1.5 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1.5.1 Subpixel: หมายถึงองค์ประกอบของวัตถุต่าง ๆ ที่มีมากกว่า 1 ประเภทวัตถุประกอบกันภายในจุดภาพ โดยส่วนมากแล้วในจุดภาพแต่ละจุดจะประกอบด้วยประเภทวัตถุต่าง ๆ ที่มีขนาดเล็กกว่าขนาดจุดภาพ ประกอบกันในขนาดสัดส่วนที่ต่าง ๆ กัน เป็นจุดภาพผสมแต่ก็มีข้อยกเว้นบางจุดภาพที่เป็นวัตถุประเภทเดียวกันทั้งจุดภาพ เราเรียกกว่า จุดภาพบริสุทธิ์

1.5.2 Pure Pixel: จุดภาพบริสุทธิ์คือ จุดภาพที่ประกอบด้วยวัตถุประเภทเดียวกันทั้งจุดภาพ

1.5.3 Mixed Pixel: จุดภาพผสมคือ จุดภาพที่ประกอบด้วยประเภทวัตถุต่าง ๆ กันในขนาดสัดส่วนที่ต่าง ๆ กัน

1.5.4 Instantaneous Field of View-IFOV: ขนาดการรับภาพแต่ละครั้ง คือขนาดของพื้นที่บนโลกที่อุปกรณ์การบันทึกสัญญาณของดาวเทียมได้ทำการบันทึกสัญญาณค่าสะท้อนพลังงานของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ณ เวลาเดียวกัน ซึ่งเป็นขนาดเดียวกันกับรายละเอียดทางราบของภาพ (Ground Resolution or Spatial Resolution)

1.5.5 Spectral Signature: ลายเซ็นเชิงคลื่น หมายถึง เส้นโค้งที่แสดงค่าการสะท้อนของพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของวัตถุใดวัตถุหนึ่งที่ตอบสนองกับช่วงคลื่นใด ๆ วัตถุแต่ละชนิดจะมีคุณลักษณะพิเศษของการสะท้อนพลังงานไม่เหมือนกัน การเลือกข้อมูลที่มี Signature ในช่วงคลื่นที่เหมาะสมจะสามารถแยกแยะวัตถุที่คล้ายกันออกจากกันได้

1.5.6 Simulated Images: ภาพจำลอง หมายถึง ภาพที่ได้จากค่าความสว่างของวัตถุ ที่สร้างจำลองขึ้นมาโดยวิธีการสุ่มตัวเลข อาศัยหลักสถิติและลักษณะการกระจายตัวของข้อมูลคือ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการกระจายตัวของข้อมูลแบบเส้นโค้งปกติประจักษ์ว่า

1.5.7 ภาพจำลองต้นฉบับ หมายถึง ภาพที่ได้จากการจำลองค่าความสว่างของวัตถุ 9 ประเภทคือ 1. ป่าและพืชคลุมดิน, 2. พุ่มหญ้าและนาข้าว, 3. น้ำ, 4. ถนนและพื้นที่ว่าง 5. พื้นที่ที่มีการปลูกสร้าง, 6. ป่าชายเลน, 7. หนองน้ำ 8. นาทุ่ง / นาเกลือ และ 9. ยางพารา จำนวนช่วงคลื่น 7 ช่วงคลื่น (ช่วงคลื่นที่ 1-7) จำนวนแถว 400 แถว และ 240 สดมภ์ 96,000 จุดภาพปริสุทธ์

1.5.7 ภาพจำลองระดับ 2 หมายถึง ภาพที่ได้จากการจัดค่าความสว่างภาพจำลองต้นฉบับใหม่ให้จุดภาพมีรายละเอียดเชิงพื้นที่ทางราบหยาบลง 2 เท่า ด้วยวิธีการผสมค่าความสว่างเชิงเส้น (Linear Spectral Unmixing) มีขนาด 200 แถว และ 120 สดมภ์ 24,000 จุดภาพผสม

1.5.8 ภาพจำลองระดับ 3 หมายถึง ภาพที่ได้จากการจัดค่าความสว่างภาพจำลองต้นฉบับใหม่ให้จุดภาพมีรายละเอียดเชิงพื้นที่ทางราบหยาบลง 4 เท่า ด้วยวิธีการผสมค่าความสว่างเชิงเส้น มีขนาด 100 แถว และ 60 สดมภ์ 6,000 จุดภาพผสม

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 เป็นการทดสอบการจำแนกภาพโดยวิธีละเอียดกว่าขนาดของจุดภาพด้วยซอฟต์แวร์ IMAGINE Subpixel Classifier 8.5 Version 2.1 ซึ่งเป็น Module เสริมในซอฟต์แวร์ประมวลผลภาพ ERDAS IMAGINE 8.5 ว่ามีศักยภาพเพียงพอหรือไม่เพียงไร ผลลัพธ์ที่ได้จากการจำแนกมีความถูกต้องแม่นยำและน่าเชื่อถือหรือไม่ทั้งในแง่ของการตรวจพบวัตถุที่สนใจแต่ละชนิด ตำแหน่งที่ตรวจพบ และปริมาณที่ตรวจพบ

1.6.2 ผลการศึกษาจะเป็นแนวทาง ในการจำแนกภาพดาวเทียมให้ได้ ความละเอียดถูกต้องสูงขึ้น

1.7 วิธีดำเนินการวิจัย

1.7.1 ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ศึกษาทฤษฎีการผสมของคลื่นแสงเชิงเส้น และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. ศึกษารายงาน การจัดทำบัญชีทรัพยากรชายฝั่ง ด้วยวิธีการจำแนกภาพดาวเทียม LANDSAT 5 TM p128r51 เพื่อนำค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของ DN ของวัตถุทั้ง 9 ประเภทมาสร้างค่า DN ภาพจำลอง

1.7.2 ทำการสร้างข้อมูลความสว่าง (DN)

1. กำหนดประเภทวัตถุ 9 ประเภท คือ 1. ป่าและพืชคลุมดิน, 2. พุ่มหญ้าและนาข้าว, 3. น้ำ, 4. ถนนและพื้นที่ว่าง 5. พื้นที่ที่มีการปลูกสร้าง, 6. ป่าชายเลน, 7. หนองน้ำ, 8. นาทุ่ง / นาเกลือ และ 9. ยางพารา จำนวนช่วงคลื่น 7 ช่วงคลื่น

2. Subset ภาพดาวเทียม LANDSAT 5 TM p128r51 ขนาด 400 x 240 จุดภาพ นำมาเขียนแผนผัง สร้างตารางกริดขนาด 400 x 240 ช่องกริด กำหนดขนาดพื้นที่วัตถุที่แตกต่างกัน ลักษณะการผสมกันของวัตถุที่ต่างประเภทกัน สัดส่วนการผสมกันที่ต่างกัน แผนผังนี้เปรียบเสมือนแผนที่เฉพาะเรื่อง (Thematic Map) ที่มีความถูกต้อง 100%

3. นำเข้าข้อมูล คำนวณค่าสรุปของข้อมูล เชิงตำแหน่งและปริมาณของวัตถุแต่ละประเภท ของข้อมูลจำลองขนาด 400 x 240 ช่องกริด (1 ช่องกริดประกอบด้วย 1 วัตถุ)

4. คำนวณค่าสรุปของข้อมูล จำลองขนาด 200 x 120 (1 ช่องกริดประกอบด้วย 4 ช่องกริดย่อย) รายละเอียดประเภทวัตถุและสัดส่วนในแต่ละ 1 ช่องกริด

5. คำนวณค่าสรุปของข้อมูล จำลองขนาด 100 x 60 ช่องกริด (1 ช่องกริดประกอบด้วย 16 ช่องกริดย่อย) รายละเอียดประเภทวัตถุและสัดส่วนในแต่ละ 1 ช่องกริด

6. สร้างค่าความสว่างทั้ง 96,000 ช่องกริดตามตำแหน่งและประเภทวัตถุ ทั้ง 7 ช่วงคลื่นในรูปแบบ X, Y, DN_{1...7}

1.7.3 ทำการสร้างภาพจำลอง

1. แปลงข้อมูล X, Y, DN_{1...7} เป็นรูปแบบ ASCII และแปลงข้อมูล ASCII เป็นภาพจำลองต้นฉบับภาพที่ 1

2. จากภาพจำลองต้นฉบับ ซึ่งมีขนาด 400 x 240 จุดภาพแล้ว ทำการคำนวณค่า DN ใหม่ให้มีรายละเอียดทาง Spectrum และรายละเอียดเชิงพื้นที่ทางราบหยาบลง 2 เท่า ได้ภาพจำลองระดับ 2 ขนาด 200 x 120 จุดภาพ เป็นภาพจำลองภาพที่ 2

3. จากภาพจำลองต้นฉบับภาพที่ 1 ซึ่งมีขนาด 400 x 240 จุดภาพทำการคำนวณค่า DN ใหม่ให้มีรายละเอียดทาง Spectrum และรายละเอียดเชิงพื้นที่ทางราบหยาบลง 4 เท่า ได้ภาพภาพจำลองระดับ 3 ขนาด 100 x 60 จุดภาพ เป็นภาพจำลองภาพที่ 3

1.7.4 ทำการจำแนกภาพจำลองทั้ง 3 ภาพ ภาพจำลองต้นฉบับหรือภาพจำลองระดับ 1 ภาพจำลองระดับ 2 และภาพจำลองระดับ 3 ด้วยวิธีความเป็นไปได้สูงสุด และวิธีละเอียดกว่าขนาดของจุดภาพ

1.7.5 ประเมินความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้จากการจำแนกภาพทั้ง 2 วิธีกับภาพจำลองทั้ง 3 ภาพที่มีรายละเอียดภาพแตกต่างกัน กับข้อมูลจุดภาพที่ทราบตำแหน่ง ประเภทวัตถุ และสัดส่วนในแต่ละจุดภาพ

1.7.6 สรุปผลการวิจัยและจัดทำวิทยานิพนธ์



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

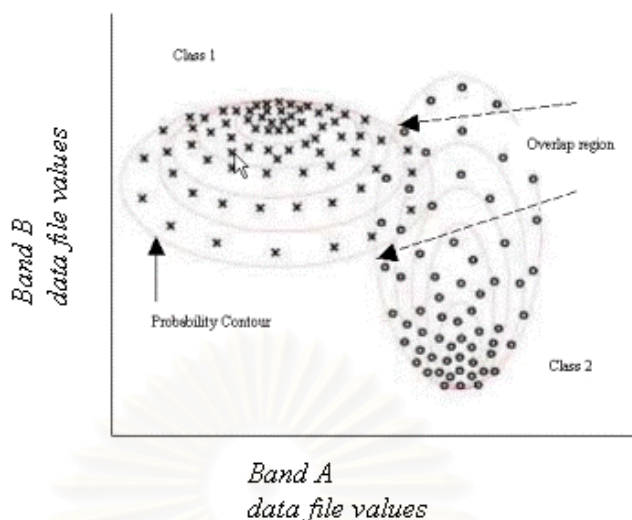
2.1 แนวคิดและทฤษฎี

หลักการจำแนกข้อมูลภาพดาวเทียม ที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางจะเป็นการจำแนกจุดภาพผสม องค์ประกอบของจุดภาพผสมประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก คือ รายละเอียดเชิงพื้นที่ ของอุปกรณ์บันทึกสัญญาณ (Sensor) ของระบบสำรวจระยะไกล และ ขนาดของพื้นที่ (Spatial Scale) ของพื้นผิว ตัวอย่างเช่น พื้นที่เกษตรกรรมบริเวณหนึ่งเนื้อที่ประมาณ 3 ไร่ ปลูกสวนผลไม้ บ่อน้ำ และนาข้าว อุปกรณ์บันทึกสัญญาณของภาพดาวเทียมรายละเอียดสูง ก็จะสามารถเฉพาะค่าการสะท้อนพลังงานของใบผลไม้เท่านั้น หรือบ่อน้ำเท่านั้น หรือนาข้าวเท่านั้น แต่อุปกรณ์บันทึกสัญญาณของภาพดาวเทียมรายละเอียดต่ำ จะบันทึกค่าการสะท้อนพลังงานผสมรวมกันของ สวนผลไม้ บ่อน้ำ และนาข้าว ลักษณะเฉพาะของค่าการสะท้อนพลังงานผสม (Mixed Spectral Characteristic) นี้จึงไม่ใช่ตัวแทนของพืชชนิดเดียวหรือวัตถุชนิดเดียวกัน จุดภาพผสมนี้ซึ่งเป็นปัจจัยแรกที่สำคัญในการจำแนกภาพดาวเทียม

2.1.1 เทคนิคการจำแนกภาพดาวเทียมด้วย วิธีความเป็นไปได้สูงสุด

เป็นวิธีการจำแนกโดยการอาศัยค่าสถิติ ค่าเฉลี่ย ค่าความแปรปรวน (Variance) และค่าความแปรปรวนร่วม (Covariance) ของ Spectral Signature ของพื้นที่ตัวอย่างในวัตถุแต่ละประเภทแต่ละช่วงคลื่น มาสร้างเกณฑ์การตัดสินใจโดยการคำนวณเปรียบเทียบความน่าจะเป็นของจุดภาพ ตั้งสมมุติฐานการกระจายตัวของข้อมูลเป็นแบบเส้นโค้งปกติรูประฆังคว่ำ

ข้อดีคือไม่มีปัญหาเรื่องจุดภาพที่มีค่า DN คร่อมกันหรือจุดภาพที่ไม่ถูกจำแนก ข้อเสียคือข้อเท็จจริงการกระจายตัวของข้อมูลแต่ละประเภทมักจะเป็นการกระจายที่ไม่เป็นเส้นโค้งปกติ การคำนวณค่าความน่าจะเป็นของจุดภาพ จึงเป็นสาเหตุทำให้ผลการจำแนกเกิดความผิดพลาด ดังภาพที่ 2.1

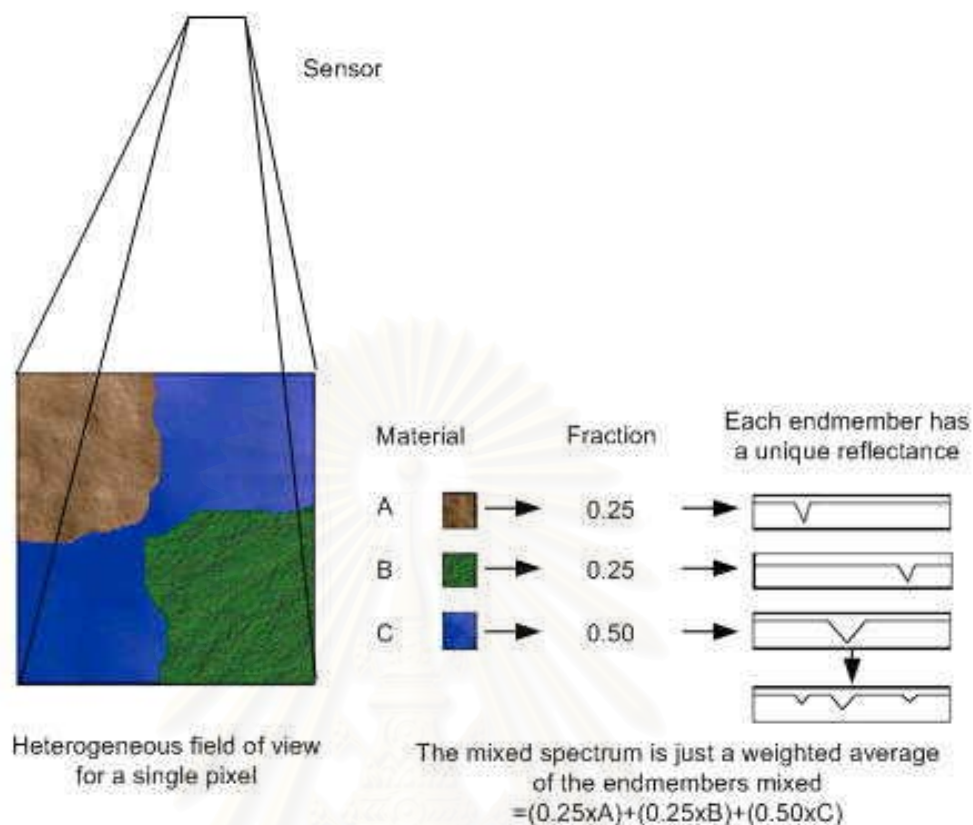


ภาพที่ 2.1 การจำแนกภาพดาวเทียมจากสองช่วงคลื่นโดยวิธีความเป็นไปได้สูงสุด
ที่มา: ERDAS IMAGINE 8.5 TRAINING COURSE, 275

2.1.2 เทคนิคการจำแนกภาพโดยวิธีละเอียดกว่าขนาดของจุดภาพ

การจำแนกภาพโดยวิธีละเอียดกว่าขนาดของจุดภาพเป็นการจำแนกจุดภาพผสมโดยใช้กระบวนการวิเคราะห์การผสมของคลื่นแสง โดยการอ้างอิงจากสัดส่วนของค่าสะท้อนพลังงานบริสุทธิ์ของวัตถุเดี่ยวที่ประกอบกันในจุดภาพผสม (Hapke 1981 and Johnson 1983) จากภาพหลายช่วงคลื่น ไม่ใช่ภาพขาวดำหรือภาพช่วงคลื่นเดียว หรือจะเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าความบริสุทธิ์ของค่าการสะท้อนพลังงาน (Spectral Unmixing) Singer and McCord (1979) ได้ทำการศึกษาไว้ว่า ถ้าขนาดของพื้นที่ที่มีการผสมกันของคลื่นแสง มีความกว้างพอในการมองเห็น (Macroscopic) โฟตอนจะทำ ปฏิริยากับวัตถุเพียงวัตถุเดียวมากกว่าจะทำปฏิริยากับหลายวัตถุ การผสมกันของคลื่นแสงเหล่านั้น Petrou M. (1999) ได้รวบรวมวิธีพิจารณาวิเคราะห์ไว้ 2 วิธี และแสดงข้อได้เปรียบและข้อด้อยของแต่ละวิธีไว้ดังนี้

1. วิธี Linear เป็นวิธีการวิเคราะห์การผสมของพลังงานที่สะท้อนเข้ามาถึงอุปกรณ์บันทึกสัญญาณ ค่าการสะท้อนพลังงานที่ได้เหล่านั้นจะได้มาจากพลังงานที่ตกกระทบวัตถุต่างๆ ที่วางตัวกระจายกันในรูปแบบที่ค่อนข้างเป็นระเบียบบนพื้นผิวดิน วิธีนี้เป็นวิธีพื้นฐานเบื้องต้นที่นิยมและเข้าใจง่าย สามารถนำสมการเชิงเส้นมาแสดงแทนค่าการผสมของค่าสะท้อนพลังงาน และแก้ปัญหาในการตรวจหาวัตถุและปริมาณวัตถุที่ประกอบกันใน จุดภาพผสม จากสมการคณิตศาสตร์เชิงเส้นพื้นฐาน ดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 แปลนแสดงการผสมของคลื่นแสงเชิงเส้น (Linear Spectral Unmixing)

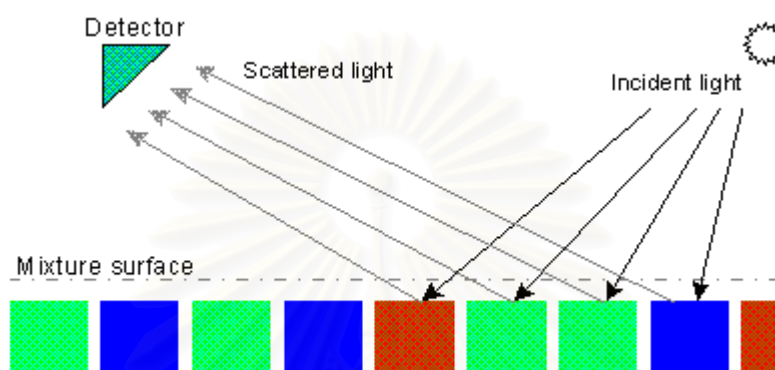
ที่มา : Stein (1999)

DN_1, DN_2, \dots, DN_b = ค่าความสว่างผสมของทุกวัตถุที่ปะปนกันอยู่ในแต่ละจุดภาพในช่วงคลื่นใดๆ

F_1, F_2, \dots, F_n = สัดส่วนของวัตถุแต่ละประเภทที่ปะปนกันอยู่ในแต่ละจุดภาพ

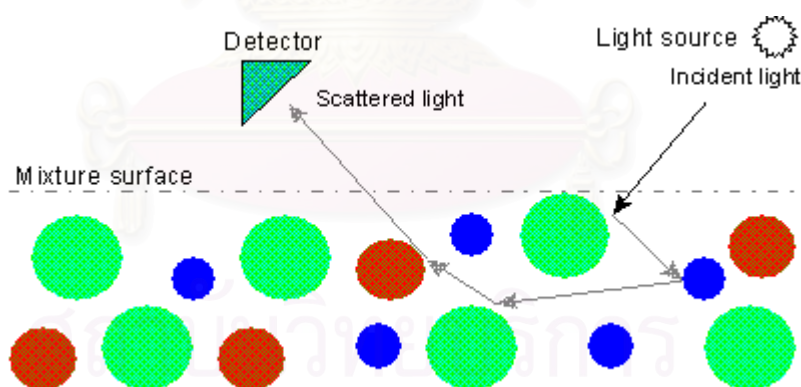
วิธี Linear มีข้อด้อยคือไม่ได้พิจารณาถึง Factor ตัวการสะท้อนพลังงานที่มีมากกว่า 1 ครั้ง (Multiple Reflections) ดังภาพที่ 2.3 ซึ่งอาจให้ผลลัพธ์ที่ไม่ใช่เชิงเส้นที่สลับซับซ้อนในกระบวนการผสมของค่าการสะท้อนพลังงานได้ หรือ Factor ของค่าสะท้อนของพลังงานหลายวัตถุ (Various Endmembers) นอกจากนั้นในการคำนวณ เมื่อจำนวนจุดภาพบริสุทธิ์ และ จุดภาพผสม มีจำนวนมาก ต้องใช้หน่วยความจำในการประมวลผลสูง

2. วิธี Non-Linear เป็นวิธีการขยายการวิเคราะห์เพิ่มเติมจากวิธี Linear เป็นวิธีที่มีรายละเอียดที่จะต้องคำนึงถึงค่อนข้างมาก มีข้อดีที่พิจารณา Factor หลายตัวที่เกี่ยวข้องด้วยอย่างละเอียด ทั้งที่เกิดขึ้นแน่นอนและไม่แน่นอน (Certainty & Uncertainty) ค่าสะท้อนพลังงานของวัตถุจะจัดกระจายอย่างเอกเทศ



ภาพที่ 2.3 ลักษณะการผสมของคลื่นแสงที่สะท้อนมาจากวัตถุต่างๆที่วางตัวกันกระจายอย่างเป็นระเบียบ

ที่มา : Petrou (1999)



ภาพที่ 2.4 ลักษณะการผสมของคลื่นแสงที่สะท้อนมาจากวัตถุเฉพาะแบบต่างๆที่วางตัวกระจายกันอย่างเอกเทศ

ที่มา : Petrou (1999)

(Individual Components) ไม่เป็นระเบียบ ดังภาพที่ 2.4 วัตถุที่ผสมปะปนกันนั้นเกือบจะเป็นเนื้อเดียวกัน แยกออกด้วยการมองปกติด้วยสายตาค่อนข้างยาก วิธี Non-Linear มีข้อดีคือไม่สามารถนำสมการเชิงเส้นมาใช้ในการวิเคราะห์ ต้องพิจารณาสมการคณิตศาสตร์เลขยกกำลัง

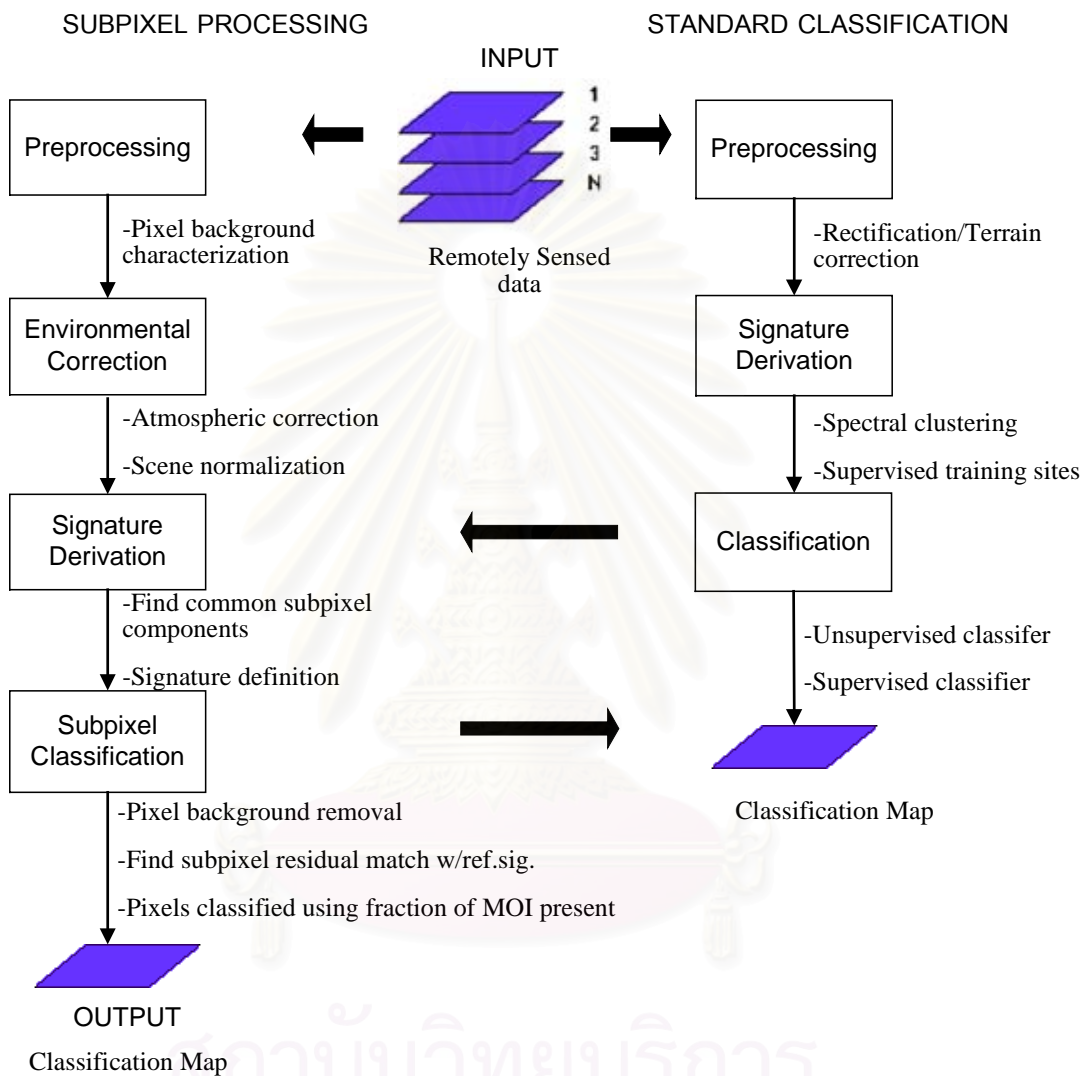
(Exponential) และเป็นวิธีที่ซับซ้อนและยุ่งยากในการแก้ไขปัญหา ใช้หลักการกระจายตัวแบบเป็นเส้นโค้งปกติ ตามสมมติฐานทางสถิติแบบ Gaussian ไม่ได้ อาจต้องใช้วิธีอื่น เช่นวิธีโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network)

Lillesand and Kiefer (1999) ได้กล่าวว่ามี การประยุกต์ใช้หลายอย่างในการวิเคราะห์ Spectral Mixture ด้วยวิธี Linear ส่วน Chang and Brumbley (1999) ได้กล่าวว่า Linear Unmixing เป็นเทคนิคที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการประมวลผลภาพในการจำแนกแบบละเอียดกว่าขนาดของจุดภาพ เพื่อตรวจหาวัตถุในภาพ Multispectral ภาพ Hyperspectral หรือแม้แต่ข้อมูลที่จำลองขึ้นมาเอง นอกจากนี้ Karaska et al. (1995) ได้ทำการทดลองใช้วิธี Linear ทำการตรวจหาต้นสนและจำแนกต้นสนแต่ละประเภทกับภาพ TM ด้วยวิธีละเอียดกว่าขนาดของจุดภาพ เป็นผลสำเร็จ

จากผลการทดลองปฏิบัติดังกล่าวในต่างประเทศที่ได้ผล กอปรกับสภาวะสภาพพื้นผิวที่ทำการจำแนกภาพที่เสมือนเป็นพื้นราบแบน ค่าความสว่างที่จำลองขึ้นถือเป็นการสะท้อนพลังงานวัตถุจากแหล่งกำเนิดพลังงานมีเพียงครั้งเดียว วัตถุที่ผสมปะปนกันในจุดภาพมีขนาดและปริมาณสัดส่วนใหญ่เพียงพอคือ 1/16-3/4 ของจุดภาพ ในการศึกษาครั้งนี้จึงเลือกใช้วิธี Linear ที่มีความซับซ้อนน้อยกว่า ในการจำแนกภาพโดยวิธี ละเอียดกว่าขนาดของจุดภาพ ซึ่งน่าจะเพียงพอและสมเหตุสมผลในการวิเคราะห์ Spectral Mixture

2.1.3 เทคนิคการจำแนกภาพโดยวิธีละเอียดกว่าขนาดของจุดภาพด้วยซอฟต์แวร์ IMAGINE Subpixel Classifier

ซอฟต์แวร์ IMAGINE Subpixel Classifier เป็น Module ประยุกต์เพิ่มเติมของซอฟต์แวร์ ERDAS IMAGINE เพื่อใช้ในการจำแนกภาพแบบละเอียดกว่าจุดภาพ ภาพที่ใช้จำแนกต้องเป็นภาพหลายช่วงคลื่น เช่น ภาพดาวเทียม LANDSAT, SPOT และใช้กับสถานการณ์จุดภาพผสม วิธีการจำแนกด้วยซอฟต์แวร์ IMAGINE Subpixel Classifier จะแตกต่างกับวิธีการจำแนกภาพมาตรฐานทั่วไปที่นิยมใช้ 3 วิธีคือ วิธีระยะทางสั้นที่สุด วิธีกล่องคู่ขนาน หรือวิธีความเป็นไปได้สูงสุด ดังแสดงในภาพที่ 2.5 เป็นแผนผังแสดงการเปรียบเทียบการจำแนกวิธีละเอียดกว่าขนาดของจุดภาพ กับวิธีมาตรฐานทั่วไปที่อ้างอิง Signature จากพื้นที่ตัวอย่างซึ่งคำนวณจากวัตถุหลาย ๆ ประเภทที่ประกอบกันในจุดภาพ จำแนกวัตถุครั้งละหลายกลุ่มประเภทวัตถุในคราวเดียว ส่วนซอฟต์แวร์ IMAGINE Subpixel Classifier จะกำหนดวัตถุที่สนใจ (MOI) ที่จะตรวจหา และจำแนกครั้งละ 1 ประเภทวัตถุ โดยการกำหนด Signature อ้างอิงของวัตถุที่สนใจซึ่งได้จากพื้นที่ที่มีวัตถุที่สนใจและไม่มีวัตถุอื่นปะปนอย่างน้อยอย่างน้อย 5 จุดภาพ นำ Signature อ้างอิงของวัตถุที่สนใจ



ภาพที่ 2.5 การเปรียบเทียบ ขั้นตอนการจำแนกภาพโดย วิธีละเอียดกว่าขนาดของจุดภาพ ของซอฟต์แวร์ IMAGINE Subpixel Classifier กับการจำแนกภาพโดยวิธีมาตรฐานทั่วไป

มาเปรียบเทียบกับ Signature (Candidate Spectral Signature) ทุก ๆ จุดภาพ แล้วทำการลบ Signature ที่ไม่คล้ายออกไป คงเหลือเฉพาะ Residual Spectral Signature ที่คล้ายคลึงและใกล้เคียงกับ Signature อ้างอิงของวัตถุที่สนใจ แล้วทำการจัดแบ่งวัตถุที่ตรวจพบใหม่ตามสัดส่วนที่ตรวจพบมากกว่า 20% ขึ้นไปเป็น 2, 4, หรือ 8 กลุ่ม กลุ่มละ 40%, 20% และ 10% ตามลำดับ

ขั้นตอนการจำแนกภาพของซอฟต์แวร์ IMAGINE Subpixel Classifier

ขั้นตอนหลักที่ซอฟต์แวร์ควบคุมให้ทำมี 4 ขั้นตอนดังนี้

1. การประมวลผลเบื้องต้น (Preprocessing)

เป็นขั้นตอนที่ทำเป็นขั้นแรก ซอฟต์แวร์จะทำการสร้าง Signature ที่เป็นลักษณะเฉพาะ (Characterization) ของทุก ๆ จุดภาพและเรียกเป็นค่า Backgrounds ซึ่งจะถูกนำไปใช้ใน 2 ขั้นตอนคือการหา Signature ที่คล้ายคลึงกับ Signature ของวัตถุที่จะจำแนก และขั้นตอนการจำแนกวัตถุที่สนใจ

2. การแก้สภาวะแวดล้อมของภาพ (Environmental Correction)

เป็นขั้นตอนที่ซอฟต์แวร์จะทำการ คำนวณแพ็คเตอร์เพื่อชดเชยความแปรปรวนหรือการเบี่ยงเบนของสภาพบรรยากาศ และมุมของแสงจากดวงอาทิตย์ขณะที่ดาวเทียมทำการถ่ายภาพ เช่น เมฆ หมอก คิวบ เงาม หรือ จุดภาพที่มืดมัว จุดภาพที่ไม่ตอบสนอง ผลลัพธ์ที่ได้คือแฟ้มข้อมูล .coreny ซึ่งแสดงแพ็คเตอร์ค่าแก้บรรยากาศ และแพ็คเตอร์ดวงอาทิตย์

3. การคำนวณหา Signature ของวัตถุที่สนใจ (Signature Derivation)

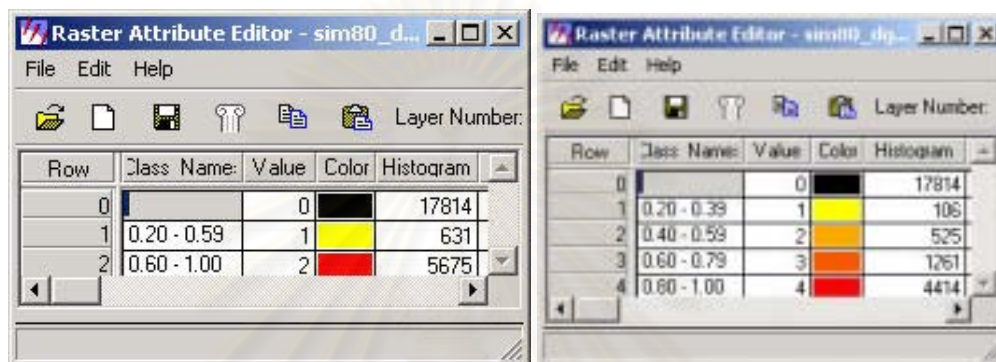
เป็นขั้นตอนที่ซอฟต์แวร์จะคำนวณหา Signature ในภาพที่ตรงกับ Signature ของ วัตถุที่สนใจ ที่ได้จากพื้นที่ทดลองที่มีจุดภาพบริสุทธิ์ (Whole-Pixel Signature) ควรจะมากกว่า 90% อย่างน้อย 5 จุดภาพขึ้นไป ผลลัพธ์ที่ได้ของขั้นตอนนี้คือแฟ้มข้อมูล Signature .asd และรายละเอียดของ Signature .sdd

4. การจำแนกวัตถุที่สนใจ (MOI Classification)

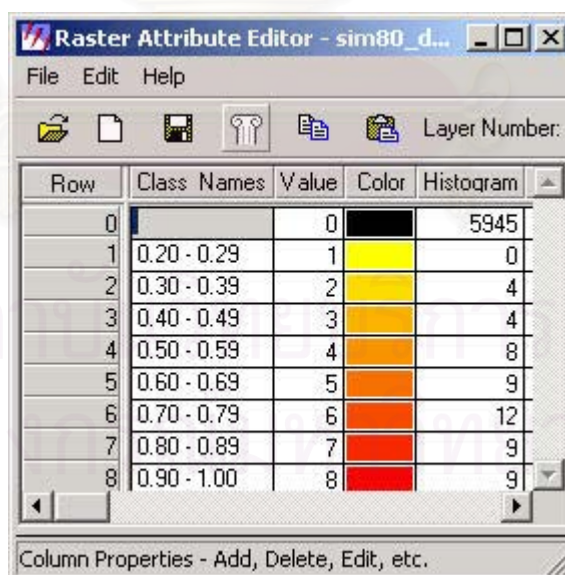
เป็นขั้นตอนสุดท้ายการจำแนกวัตถุที่สนใจทำครั้งละ 1 ประเภทวัตถุโดยการนำ Signature ของภาพที่จะจำแนกเพื่อคำนวณหาว่าจุดภาพไหนมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับวัตถุที่สนใจ ผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นแฟ้มข้อมูลรูปภาพ .img แสดงการตรวจพบวัตถุที่สนใจที่อยู่ในจุดภาพแต่ละจุดภาพมากกว่า 20% ขึ้นไป รายละเอียดสัดส่วนของวัตถุที่สนใจ จะแสดงในรูปแบบ กลุ่มสัดส่วนสามารถเลือกรูปแบบการแสดงผลได้ 3 รูปแบบ ดังแสดงในตารางที่ 2.1 และภาพที่ 2.6 และ 2.7 ตามลำดับ

ตารางที่ 2.1 รูปแบบการแสดงผลการจำแนกวัตถุที่สนใจโดยวิธีละเอียดกว่าขนาดของจุดภาพ

จำนวนกลุ่ม	ค่าช่วงของแต่ละกลุ่ม	ชื่อกลุ่ม
2	40%	20-60%, 60-100%
4	20%	20-40%, 40-60%, 60-80%, 80-100%
8	10%	20-30%, 30-40%...90-100%



ภาพที่ 2.6 รูปแบบผลลัพธ์ตารางแสดงผลการจำแนกวัตถุ 1 ประเภทที่ตรวจพบโดยวิธีละเอียดกว่าขนาดของจุดภาพ แบบ 2 กลุ่มสัดส่วน (ภาพซ้าย) และ 4 กลุ่มสัดส่วน (ภาพขวา)



ภาพที่ 2.7 รูปแบบผลลัพธ์ตารางแสดงผลการจำแนกวัตถุ 1 ประเภทที่ตรวจพบโดยวิธีละเอียดกว่าขนาดของจุดภาพ แบบ 8 กลุ่ม ช่วงสัดส่วนวัตถุร้อยละ 10 ของจุดภาพ

ข้อจำกัดของซอฟต์แวร์ IMAGINE Subpixel Classifier

1. วัตถุที่จะสามารถตรวจพบจะต้องผสมอยู่ในจุดภาพอย่างน้อย 20% ขึ้นไป
2. ข้อมูลภาพดาวเทียมสามารถนำมาใช้ จำแนกด้วยซอฟต์แวร์ ต้องใหญ่กว่า 100 x 60 จุดภาพ
3. เป็นการจำแนกวัตถุที่สนใจครั้งละ 1 ประเภท
4. ข้อมูลเชิงวิชาการและ Algorithm ที่ใช้ในซอฟต์แวร์ ไม่ได้รับการเปิดเผยจากผู้จำหน่าย เช่น การแก้สภาพแวดล้อมและสภาพบรรยากาศ ในการถ่ายภาพ การ นำออก Signature ที่ไม่มีความคล้ายคลึงกับ Signature อ้างอิงตัวอย่างออกจาก Signature ทุก ๆ จุดภาพ
5. ข้อมูลภาพดาวเทียมที่สามารถนำมาใช้ จำแนกด้วยซอฟต์แวร์

LANDSAT 5 TM : Systematic Correction Format, Nearest Neighbor Resampling

LANDSAT 5 TM+ : Level 1G Format, Nearest Neighbor Resampling

SPOT: Level 1A Format

2.2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Petrou (1999) ได้ทำการศึกษาว่า การจำแนกจุดภาพผสมเป็นกระบวนการที่ใช้ อ้างอิงสัดส่วนของวัตถุที่บริสุทธิ์ในส่วนของ IFOV ของอุปกรณ์บันทึกสัญญาณในจุดภาพ เพื่อที่จะ จำแนกภาพ จึงต้องใช้ภาพดาวเทียมบันทึกค่าสะท้อนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าหลายช่วงคลื่น ไม่ใช่ภาพ ขาว-ดำ หรือภาพช่วงคลื่นเดียว และเรียกว่าการไม่ผสมกันของคลื่นแสง ซึ่งมี 2 วิธีหลัก คือวิธี Linear และวิธี Non-Linear วิธี Linear จะใช้ได้ผลดีกับวัตถุผสมกันขนาดใหญ่ ขณะที่วิธี Non-Linear จะเหมาะกับวัตถุที่ผสมกันเกือบจะเป็นเนื้อเดียวกัน มี 2 แนวทางของวิธี Linear แนวทางที่ หนึ่ง คือตั้งสมมุติฐานว่าจุดภาพแต่ละจุดการผสมปะปนกันในส่วนที่ไม่เท่ากัน และทำการ หา สัดส่วนของวัตถุที่สนใจและไม่มีวัตถุอื่นปะปนทุกๆจุดภาพออกมาในคราวเดียวกัน อีกแนวทาง หนึ่ง คือตั้งสมมุติฐานให้จุดภาพมีการผสมปะปนกันในส่วนเท่าๆ กันแล้วหาสัดส่วนที่ไม่ปะปน กันออกมา ส่วนวิธี Non-Linear เป็นกระบวนการทางกายภาพใช้แทนการก่อตัวของภาพ สมการ จะเกี่ยวข้องกับจุดภาพบริสุทธิ์ และ จุดภาพผสม

Huguenin et al. (1998) สภาพบรรยากาศและความสว่างที่เปลี่ยนแปลงสร้าง ปัญหาในการวิเคราะห์ Spectral การแก้ค่าสภาวะแวดล้อมที่ได้รับการพัฒนาจากกลุ่มบริษัท AAI ได้คำนวณค่าแก้บรรยากาศและมุมดวงอาทิตย์ จากภาพโดยไม่ต้องใช้รูปจำลองคาดการณ์ ลักษณะพื้นผิวที่สว่างหรือมืดที่เกิดขึ้นและเกือกลอยอยู่ในจุดภาพ จะถูกนำมาสร้างลักษณะ เฉพาะของรังสีของบรรยากาศ และฟังก์ชันค่าเงาของบรรยากาศและอุปกรณ์การบันทึกค่า

สะท้อนพลังงาน องค์ประกอบเหล่านี้จะถูกนำมาคำนวณหารายละเอียดข้อมูล การเกิดของ Spectral เหล่านี้จะทำให้รังสีบรรยากาศความถี่ของบรรยากาศ และอุปกรณ์บันทึกค่าสะท้อนพลังงานผิดเพี้ยนไปและแพกเตอร์ค่าที่ได้กล่าวมาสามารถนำมาใช้ในซอฟต์แวร์ IMAGINE Subpixel Classifier โดยการปรับปรุงสภาวะแวดล้อมให้ถูกต้องมากขึ้น

Johnson and Greenfield (1998) ได้ทำการวิเคราะห์ในระดับละเอียดกว่าขนาดของจุดภาพ บนภาพ LANDSAT TM เพื่อหาการกระจายตัวของแมลงในป่าสงวนแห่งชาติ Manti-Lasal ผลลัพธ์ที่ได้จากการจำแนกแบบละเอียดกว่าขนาดของจุดภาพ ถูกนำไปเปรียบเทียบกับข้อมูลการสำรวจภาคพื้นดินและภาพถ่ายทางอากาศ พบว่าสามารถหาการตายของต้นสน แต่ไม่สามารถแยกแยะสาเหตุการตายได้ว่าเกิดจากแมลงกินสนหรือตายจากสาเหตุอื่นๆ

Huguenin et al. (1997) ได้ทำการศึกษาวิเคราะห์ทางน้ำด้วยซอฟต์แวร์ประมวลผลภาพในระดับที่ละเอียดกว่าจุดภาพ สามารถตรวจพบว่า Spectral วัตถุหลายอย่างมีการเกี่ยวพันซึ่งกันและกันแม้จะมีสัดส่วนเพียงเล็กน้อยก็ตาม การพิสูจน์ทราบวัตถุเหล่านั้นโดยการนำเอาค่า Spectral ที่เกี่ยวพันกันเหล่านั้นออกไปจากวัตถุจากหลัง ในจุดภาพ นั้นหมายถึงซอฟต์แวร์จะตรวจพิสูจน์โดยอัตโนมัติ และนำเอาค่าสะท้อนพลังงานของพื้นดิน ที่เกี่ยวพันกันในจุดภาพออกไป ทำให้การตรวจหาวัตถุมีความถูกต้องสูงขึ้น นอกจากนี้ยังได้รับประโยชน์เพิ่มเติมที่ได้คือ การคำนวณค่าแก้ทางบรรยากาศ ผลลัพธ์ที่ได้จะแสดงเป็นสัดส่วนและความลึกของแต่ละจุดภาพ

Huguenin (1994) ได้ทำการศึกษาทดลองกระบวนการในการปรับปรุง วิธีการจำแนกภาพดาวเทียมให้ถูกต้องยิ่งขึ้น ด้วยวิธีการวิเคราะห์ประมวลผลภาพดาวเทียมหลายช่วงคลื่นระดับที่ละเอียดกว่าจุดภาพกับภาพ LANDSAT TM ช่วงคลื่น 1-7 ยกเว้นช่วงคลื่นที่ 6 เช่นการแยกแยะ ต้นสน 2 พันธุ์ การตรวจหาคราบน้ำมันที่ตกหล่นในทะเล การตรวจหาต้นสนที่กระจายอยู่ในพื้นที่ชุ่มน้ำ และให้ข้อเสนอแนะว่าควรจะนำข้อได้เปรียบและประโยชน์จากการวิเคราะห์แบบละเอียดกว่าจุดภาพมาประยุกต์ใช้ เนื่องจากส่วนใหญ่แล้วจุดภาพจะเป็นจุดภาพผสมซึ่งมีวัตถุที่สนใจปะปนกับวัตถุอื่นๆ ที่เป็นฉากหลังในภาพ และคลื่นแสงของวัตถุฉากหลังกับวัตถุที่สนใจ จะมาเกี่ยวพันซึ่งกันและกันทำให้คุณสมบัติทาง Spectral ของวัตถุที่สนใจสูญเสีย ผิดเพี้ยนไป เป็นผลทำให้การแยกแยะวัตถุไม่มีศักยภาพที่ดีพอ

ข้อที่น่าสังเกตคือความคล้ายกันของ DN ของวัตถุผสมของวัตถุหนึ่งอาจจะมีค่าใกล้เคียงกันมากกับ DN ของวัตถุผสมของวัตถุอีกประเภทหนึ่งดังแสดงในตารางที่ 2.2 ที่ต่างสัดส่วนกัน ดังนั้นค่า DN ของวัตถุฉากหลังจะต้องถูกพิสูจน์ทราบจำนวนที่ถูกต้องก่อนที่จะถูกนำออก

ไป คงเหลือเฉพาะค่า DN ของวัตถุบริสุทธิ์ที่ต้องการจำแนกเท่านั้น การวิเคราะห์ระดับละเอียดกว่าขนาดของจุดภาพ เป็นส่วนขยายเพิ่มจากการหลังจากจำแนกภาพดาวเทียมแบบกำกับดูแลตามวิธีมาตรฐานทั่วไปแล้วเพื่อที่จะเพิ่มระดับความถูกต้องให้สูงขึ้น

ตารางที่ 2.2 ความคล้ายคลึงของค่า DN ของต้นสน 2 พันธุ์ที่ผสมอยู่ในจุดภาพสี่ส่วนต่างกัน

	TM1	TM2	TM3	TM4	TM5	TM7
100% สนพันธุ์ Longleaf	50	20	17	45	22	7
100% สนพันธุ์ Loblolly	51	19	18	38	26	9
75% สนพันธุ์ Longleaf	51	19	18	38	28	9

จาก Earth Observation MAGAZINE July 1994

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

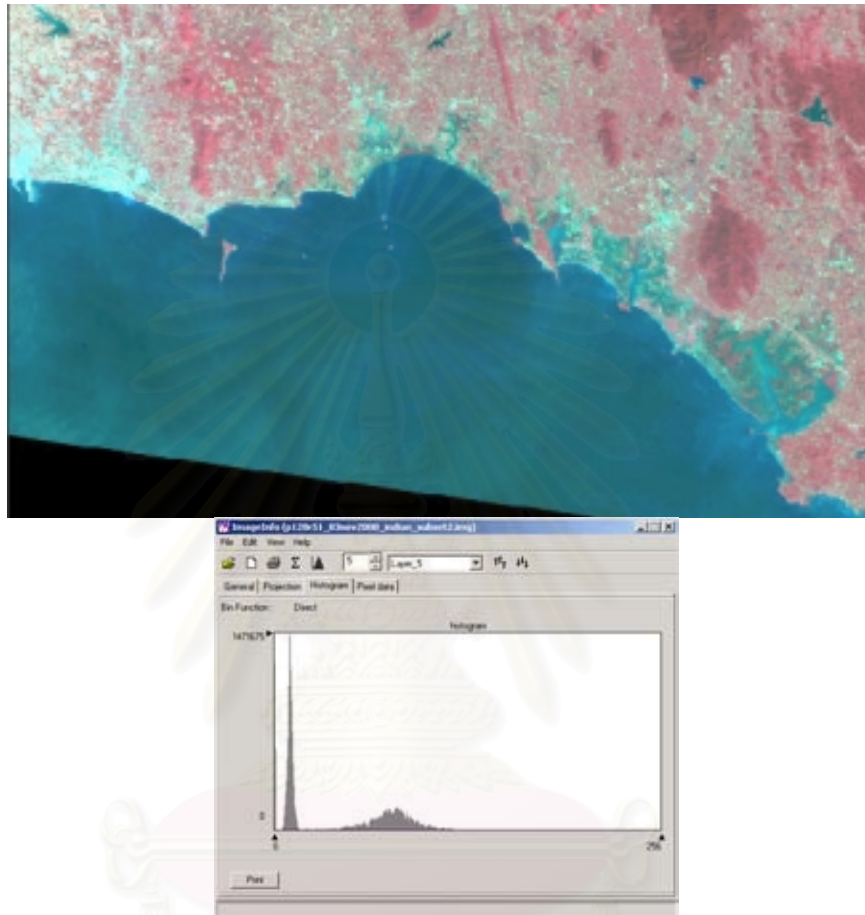
3.1 ขอบเขตงานวิจัย

ในการศึกษาครั้งนี้ ข้อมูลภาพที่จะนำมาวิเคราะห์ประมวลผล เป็นข้อมูลที่ได้จากการสร้างภาพจำลองขึ้นมา จำนวน 1 ภาพ และเพื่อให้สภาวะภาพจำลองเสมือนภาพดาวเทียม จึงใช้ภาพดาวเทียมที่ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้จัดทำบัญชีทรัพยากรชายฝั่งทะเลของประเทศให้แก่กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม เมื่อปี 2543 เป็นข้อมูลต้นแบบในการกำหนดจำนวนประเภทวัตถุ และคำนวณค่าสถิติ DN วัตถุแต่ละประเภท ภาพจำลองที่สร้าง กำหนดจำนวนจุดภาพ 96,000 จุดภาพ 400 แถว 240 สดมภ์ 7 ช่วงคลื่น คือ 1, 2, 3, 4, 5, 6 และ 7 กำหนดกลุ่มประเภทวัตถุ 9 ประเภท ตามรายละเอียดกลุ่มประเภทที่ได้กำหนดความหมายดังต่อไปนี้

1. ป่าและพืชคลุมดิน หมายถึง พื้นที่ซึ่งมีการทำเกษตรกรรมปลูกพืชสวนซึ่งเป็นไม้ยืนต้น ได้แก่ เงาะ มังคุด ทุเรียน ซึ่งมีปลูกมากในพื้นที่ รวมถึงพื้นที่บริเวณป่าไม้ซึ่งถูกปกคลุมด้วยพืชยืนต้น
2. พุ่มหญ้าและนาข้าว หมายถึง พื้นที่ ที่เป็นนาข้าว ซึ่งในช่วงที่ดาวเทียมทำการเก็บภาพเป็นช่วงฤดูการเก็บเกี่ยว พื้นที่ในนาไม่มีน้ำขังจึงจัดเป็นจำพวก พวกเดียวกับพุ่มหญ้า
3. น้ำ หมายถึง บริเวณที่เป็นแม่น้ำ ลำคลอง บ่อน้ำ
4. ถนนและพื้นที่ว่าง หมายถึง พื้นที่โล่ง หรือสิ่งปลูกสร้างที่ไม่มีพืช หรือสิ่งเพาะปลูกปกคลุม พื้นที่ หรือหากมีก็อยู่ในปริมาณที่น้อยมาก เช่น ถนนคอนกรีต ลาดยาง
5. พื้นที่ที่มีการปลูกสร้างหมายถึง พื้นที่ ที่เป็นสิ่งปลูกสร้างทั้งที่อยู่อย่างหนาแน่น เช่น เขตเมือง และที่อยู่อย่างกระจัดกระจาย เช่น โรงงาน บ้านเรือน
6. ป่าชายเลน หมายถึง พื้นที่ซึ่งเป็นป่าชายเลนธรรมชาติ หรือพื้นที่ซึ่งปกคลุมด้วยต้นไม้ที่ขึ้นตามป่าชายเลน เช่น โกงกาง แสม
7. หนองน้ำ หมายถึง พื้นที่ซึ่งมีน้ำขัง และมีพืชขนาดเล็กขึ้นปกคลุม เช่น ต้นหญ้า
8. นาทุ่ง / นาเกลือ หมายถึง บริเวณที่ทำนาทุ่งหรือนาเกลือ
9. ยางพารา หมายถึง พื้นที่เกษตรกรรมที่ทำการเพาะปลูกต้นยางพารา

การสร้างค่าความสว่างของวัตถุบนภาพจำลอง เพื่อให้ค่าความสว่างของวัตถุบนภาพจำลองมีค่าใกล้เคียงกับค่าความสว่างของวัตถุบนภาพดาวเทียมจริง จึงใช้ภาพดาวเทียม LANDSAT 5 TM Path ที่ 128 Row ที่ 51 บันทึกภาพเมื่อ วันที่ 28 พฤศจิกายน 2543 คลอบคลุม

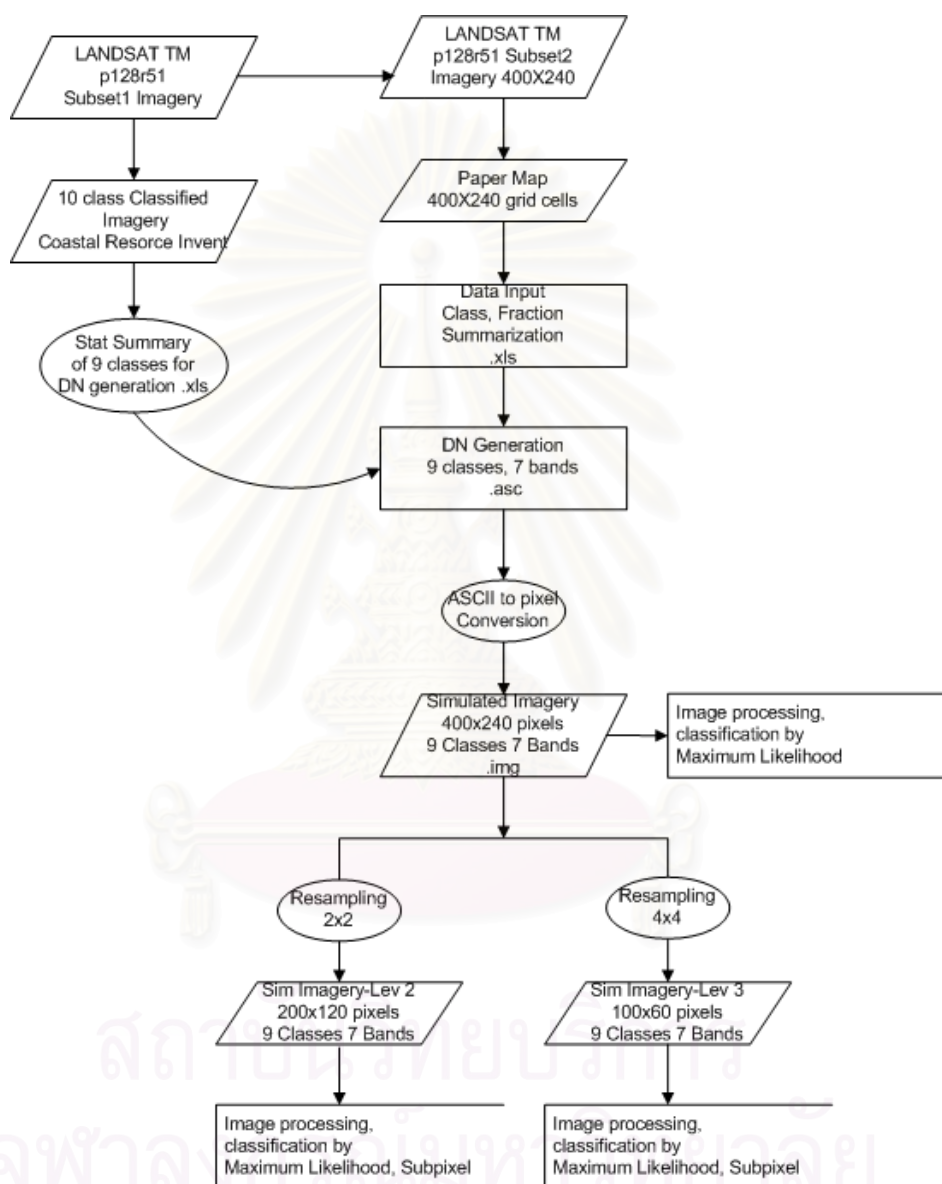
พื้นที่บางส่วนของจังหวัดระยอง และ จันทบุรี ซึ่งเป็นภาพที่ใช้จัดทำ บัญชีทรัพยากรชายฝั่งทะเล ตะวันออกของประเทศ เป็นแหล่งข้อมูลค่าความสว่างต้นแบบ สำหรับการสร้างค่าความสว่างของ



ภาพที่ 3.1 ภาพที่ Subset มาจากภาพดาวเทียม LANDSAT 5 TM Path ที่ 128 Row ที่ 51 (ภาพบน) และ Histogram ช่วงคลื่น 5 (ภาพล่าง) แหล่งข้อมูลค่าความสว่างต้นแบบ

วัตถุดิบภาพจำลอง ดังภาพที่ 3.1 หลังจากที่ได้ภาพจำลองต้นฉบับ ที่ทราบค่าตอบเชิงตำแหน่ง และปริมาณของวัตถุที่สนใจ ทำการจัดข้อมูลของภาพใหม่ ให้จุดภาพมีรายละเอียดเชิงตำแหน่ง ทางราบหยาบลง 2 เท่าและ 4 เท่า และจัดค่าความสว่างใหม่ ได้ภาพจำลองระดับ 2 จำนวนจุด ภาพ 24,000 จุดภาพ 200 แถว 120 สดมภ์ และภาพจำลองระดับ 3 จำนวนจุดภาพ 6,000 จุด ภาพ 100 แถว 60 สดมภ์ตามลำดับ ต่อจากนั้นจึงทำการวิเคราะห์ประมวลผลภาพภาพจำลองทั้ง 3 ภาพด้วย ซอฟต์แวร์ ERDAS IMAGINE 8.5 ทำการจำแนกภาพแบบกำกับโดยวิธีความเป็นไปได้สูงสุด กับวิธีละเอียดกว่าขนาดของจุดภาพ ด้วยซอฟต์แวร์จำแนกข้อมูลที่มีขนาดเล็กกว่าขนาด

จุดภาพ IMAGINE Subpixel Classifier 8.5 Version 2.1 for Windows และเปรียบเทียบความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้จากการจำแนกภาพภาพทั้ง 2 วิธี กับภาพจำลองต้นฉบับ ด้วยตารางความผิดพลาด ลำดับขั้นตอนการสร้างภาพจำลองได้แสดงไว้ในภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 ผังลำดับขั้นตอนการสร้างภาพจำลอง

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เครื่องคอมพิวเตอร์ทั้งส่วนบุคคล และส่วนชุดคำสั่งที่ใช้ในการวิเคราะห์ประมวลผลภาพจำลอง มีดังนี้

3.2.1 ส่วนอุปกรณ์ ได้แก่ อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ ห้องวิจัย ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย บนระบบปฏิบัติการ วินโดส์ NT4.0

3.2.2 ส่วนซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์

1. ซอฟต์แวร์สำนักงาน Microsoft Excel2000 / Analysis ToolPack
2. ซอฟต์แวร์ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ArcView GIS 3.2
3. ซอฟต์แวร์วิเคราะห์และประมวลผลภาพ ERDAS IMAGINE 8.5 for Windows
4. ซอฟต์แวร์จำแนกข้อมูลแบบละเอียดกว่าจุดภาพ IMAGINE Subpixel Classifier 8.5 Version 2.1 for Windows

3.3 การจำลองข้อมูล

3.3.1 เหตุผลในการสร้างภาพจำลองค่าความสว่าง (Contrasting Simulation)

Dungan (1999: 135-152) ได้กล่าวไว้ว่า การจำลองข้อมูล (Data Simulation) ตัวแปรเชิงปริมาณเช่น อุณหภูมิ ปริมาณอินทรีย์สาร หรือ ความสว่าง สามารถทำได้เพื่อหาข้อสรุปทางสภาวะแวดล้อม (Environment) ในการทดลอง หรือเพื่อการบรรยายลักษณะแนวโน้มของพื้นที่ (Spatial Trends) เหตุผลในการสร้างภาพจำลองค่าความสว่างพอสรุปได้ดังนี้

1. สามารถตัดทอนความคลาดเคลื่อนทางด้านตำแหน่ง (Location Error) ออกไปได้ ในขั้นตอนของการสำรวจภาคสนาม ในสภาพภูมิประเทศจริงเพื่อเก็บตำแหน่งพิกัดให้ได้ความละเอียดถูกต้องสูง ของวัตถุที่สนใจเพื่อนำมาหา Signature ของจุดภาพที่บริสุทธิ์ที่สำนักงานก่อนการประมวลผลภาพ (Pre-Processing) ตลอดจนการเข้าไปสำรวจภาคสนามเพื่อตรวจสอบตำแหน่งพิกัดในการประเมินผลความถูกต้อง ของการจำแนกภาพดาวเทียมโดยวิธีละเอียดกว่าขนาดของจุดภาพ หลังการประมวลผลภาพ (Post-Processing)

2. สามารถแก้ปัญหาข้อจำกัดในการเข้าถึงพื้นที่ (Accessibility) ของวัตถุที่สนใจ จำนวนของพื้นที่ของวัตถุที่สนใจที่เข้าไปสำรวจ ต้องมีปริมาณพื้นที่ของวัตถุที่สนใจมากเพียงพอ (Sufficiency) ในการตรวจสอบความถูกต้อง เพื่อมิให้มีการเจาะจงเลือกพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่ง (Unbiasedness) ที่สะดวกในการเข้าถึง

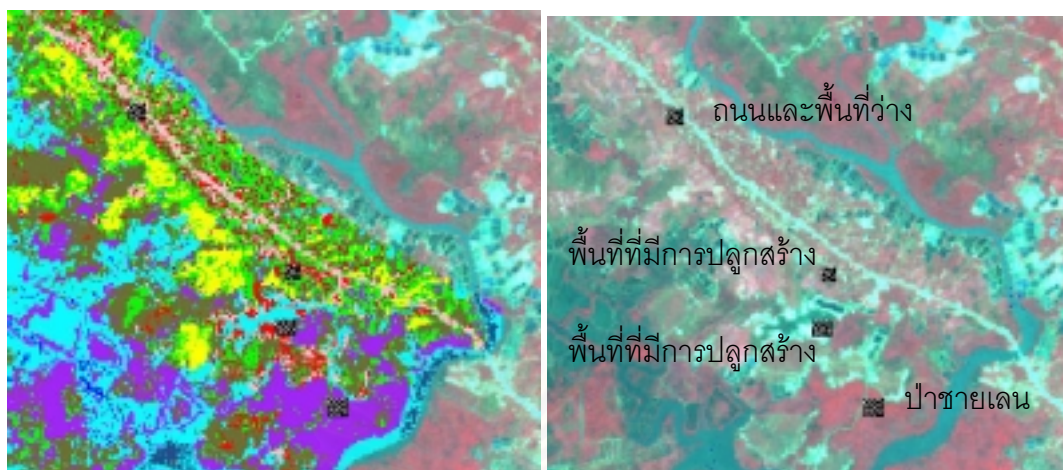
3. เครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ และวิธีการดำเนินการสำรวจภาคสนาม ต้องมีประสิทธิภาพเพียงพอมีความคงเส้นคงวา (Logical Consistency) ในการปฏิบัติงานด้วยความละเอียดถูกต้องแม่นยำ

4. ช่วยร่นระยะเวลาในการดำเนินการ ตลอดจนประหยัดงบประมาณที่ใช้ดำเนินการ โดยเฉพาะงานสำรวจภาคสนามเป็นงานที่ใช้เวลาและสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายสูง

5. การประเมินผลความถูกต้อง ของการจำแนกข้อมูล ระหว่างข้อมูลผลลัพธ์ที่ได้ (Output Image) กับข้อมูลนำเข้า (Input Image) ที่ค่าความสว่างจำลอง มีความชัดเจน ถูกต้อง และแม่นยำกว่าการตรวจสอบข้อเท็จจริงภาคสนาม (Ground Truth) เนื่องจากข้อมูลนำเข้า ใช้ค่าความสว่างที่จำลองขึ้นมา รายละเอียดคำตอบที่แน่นอนถูกออกแบบกำหนดควบคุมล่วงหน้าไว้แล้ว

3.3.2 การรวบรวมค่าสถิติความสว่างของวัตถุ จากภาพถ่ายเทียมจริง

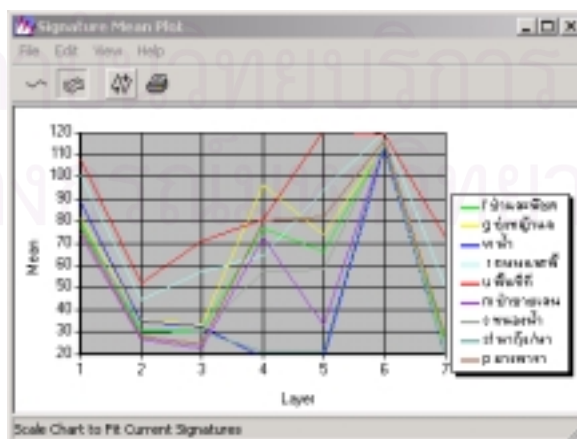
จากการที่ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้จัดทำบัญชีทรัพยากรชายฝั่งทะเลของประเทศให้แก่กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม เมื่อปี 2543 ด้วยการประมวลผลภาพถ่ายเทียม โดยวิธีการจำแนกภาพ และได้รับการตรวจสอบความถูกต้องแล้ว จึงได้ใช้ภาพถ่ายเทียมบางส่วนของงานดังกล่าวคือภาพถ่ายเทียม LANDSAT-5 TM Path 128 Row 51 บันทึกภาพเมื่อวันที่ 28 พฤศจิกายน พ.ศ. 2543 รายละเอียดเชิงพื้นที่ 30 เมตร และภาพผลลัพธ์การจำแนก ที่ได้รับการตรวจสอบความถูกต้องแล้ว นำมาซ้อนทับกัน เพื่อหาค่าสถิติ ค่ากลาง และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของ Spectral Signature ของวัตถุทั้ง 9 ประเภท โดยวิธีเลือกพื้นที่ของวัตถุแต่ละประเภท ไว้ 3-4 พื้นที่ กระจายตามส่วนต่างๆ ของภาพ แต่ละพื้นที่มีขนาดตั้งแต่ 10 จุดภาพขึ้นไป ดังภาพที่ 3.3 แล้วนำค่า Spectral Signature ของวัตถุเดียวกัน แต่ละพื้นที่มาถูกรวมกัน ทำลักษณะเดียวกันนี้กับวัตถุจนครบทั้ง 9 ประเภทดังภาพที่ 3.4 ตรวจสอบจากกราฟค่าเฉลี่ย Spectral Signature ดังภาพที่ 3.5 แล้วเก็บค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของ Spectral Signature วัตถุทั้ง 9 ประเภทไว้ เพื่อนำไปสร้างค่า DN ด้วยวิธีการสุ่มตัวเลข ในขั้นตอนต่อไป



ภาพที่ 3.3 พื้นที่ที่ Subset มาจากภาพดาวเทียม p128r51 นำมาซ้อนทับกับภาพที่จำแนกแล้วเพื่อสร้าง Signature และหาค่าสรุปทางสถิติของกลุ่มวัตถุทั้ง 9 ประเภท

Class #	Signature Name	Color	Value	Order	Count	Prob.	P	I	H	A	FS
1	ป่าและพืชคลุมดิน	Green	1	1	76	1.000	X	X	X	X	
2	ทุ่งหญ้าและพืชน้ำ	Yellow	2	2	99	1.000	X	X	X	X	
3	พืชน้ำ	Blue	3	3	571	1.000	X	X	X	X	
4	ถนนและพื้นที่ว่าง	Cyan	4	4	46	1.000	X	X	X	X	
5	พื้นที่ที่มีการปลูกสร้าง	Red	5	5	75	1.000	X	X	X	X	
6	ป่าชายเลน	Purple	6	6	80	1.000	X	X	X	X	
7	ถนนรถไฟ	Grey	7	7	41	1.000	X	X	X	X	
8	สะพาน/คูน้ำ/แก่ง	Teal	8	8	51	1.000	X	X	X	X	
9	ป่าชายหาด	Brown	9	9	59	1.000	X	X	X	X	

ภาพที่ 3.4 ตารางแสดงรายละเอียด Spectral Signature ของพื้นที่ทดลองทั้ง 9 ประเภท



ภาพที่ 3.5 กราฟแสดงค่าเฉลี่ย Spectral Signature ของพื้นที่ทดลองทั้ง 9 ประเภท

3.3.3 วิธีการสร้างค่า DN ภาพจำลอง

1. Subset ภาพ นำข้อมูลภาพดาวเทียม LANDSAT 5 TM Path 128 Row 1 กำหนดบริเวณพื้นที่ที่จะจำลองภูมิประเทศบนภาพ แล้วทำการ Subset ภาพ ขนาด 400 x 240 จุดภาพ



ภาพที่ 3.6 แผนที่จำลองข้อเท็จจริง (Truth Map) กำหนดชนิดของวัตถุ, ตำแหน่ง และสัดส่วนการผสมกันในแต่ละจุดภาพขนาด 400 x 240 ช่องกริด

2. สร้างแผนที่จำลองข้อเท็จจริง กำหนดชนิดของวัตถุ, ตำแหน่ง และสัดส่วนการผสมกันในแต่ละจุดภาพ โดยการตีตารางกริดในกระดาษ ขนาด 400 x 240 ช่อง กริด ซึ่งเป็นเหมือนแผนที่แสดงการใช้ที่ดินที่ได้ตรวจสอบความถูกต้องแล้ว และกำหนดตำแหน่งวัตถุเป็น 9 กลุ่มประเภท ลงในช่องกริด คือ 1. ป่าและพืชคลุมดิน, 2. ทุ่งหญ้าและนาข้าว, 3. น้ำ, 4. ถนนและพื้นที่ว่าง 5. พื้นที่ที่มีการปลูกสร้าง, 6. ป่าชายเลน, 7. หนองน้ำ, 8. นาทุ่ง / นาเกลือ และ 9. ยางพารา จำนวนช่วงคลื่น 7 ช่วงคลื่น โดยให้ขอบเขตของวัตถุมีขนาดเล็ก 1-5 ช่องกริด และขนาดใหญ่ 10-20 ช่อง กริดคละกันไป เพื่อเป็นตัวแทนของพื้นที่ที่มีจุดภาพผสม และพื้นที่ที่มีจุดภาพบริสุทธิ์ สำหรับพื้นที่ที่กำหนดเป็นพื้นที่ตัวอย่างของแต่ละกลุ่มประเภทวัตถุกำหนดไว้ 2-3 บริเวณที่ไม่ใกล้กันจนเกินไปและมีจำนวนจุดภาพบริสุทธิ์ พื้นที่ตัวอย่างแต่ละแห่งประมาณ 70 จุดภาพ (ภาพที่ 3.7) แสดงส่วนหนึ่งของพื้นที่ตัวอย่างของน้ำ และพื้นที่ที่มีการปลูกสร้างที่ได้ออกแบบกำหนดไว้ล่วงหน้า



ภาพที่ 3.7 พื้นที่ตัวอย่างของกลุ่มประเภทน้ำ และพื้นที่ที่มีการปลูกสร้าง ที่กำหนดให้มีจุดภาพ
ปริส্তুติประชิดกันประมาณ 70 จุดภาพ

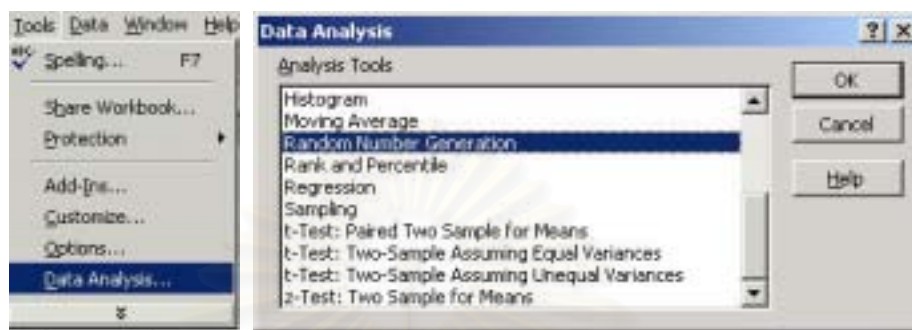
3. ลงตำแหน่งวัตถุในตารางกริด บนกระดาษซึ่งเปรียบเสมือนแผนที่ที่แสดงข้อเท็จจริงในสนาม แล้วทำการสร้างข้อมูลความสว่างของวัตถุในทุก ๆ ช่องกริด มีค่าความสว่าง 7 ช่วงคลื่น

4. สร้างข้อมูลความสว่างของวัตถุทั้ง 9 ประเภทจากฟังก์ชัน Menu Tools, Data Analysis, Number Generation ในซอฟต์แวร์สำนักงาน Microsoft Excel ดังภาพที่ 3.8 และ 3.9 จากค่าเฉลี่ย และ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ที่ได้รวบรวมไว้ในขั้นตอนที่ 3.3.2 ให้ลักษณะการกระจายตัวเป็นแบบเส้นโค้งปกติรูปประฆังคว่ำ และบันทึกเพิ่มข้อมูลของแต่ละวัตถุแต่ละเพิ่มข้อมูล ตามประเภทของวัตถุ

ตารางที่ 3.1 จำนวนจุดภาพที่สร้างของแต่ละกลุ่มประเภทวัตถุอ้างอิงจากข้อมูลตัวอย่าง

กลุ่มประเภทของวัตถุ	ข้อมูลตัวอย่าง (จุดภาพ)	ข้อมูลที่สร้าง (จุดภาพ)	คิดเป็นร้อยละ
1. ป่าและพืชคลุมดิน	76	34,528	36
2. ทุ่งหญ้าและนาข้าว	99	27,862	29
3. น้ำ	571	6,361	7
4. ถนนและพื้นที่ว่าง	46	6,244	6
5. พื้นที่ที่มีการปลูกสร้าง	75	6,900	7
6. ป่าชายเลน	80	5,321	6
7. หนองน้ำ	41	2,051	2
8. นาทุ่ง / นาเกลือ	51	2,593	3

กลุ่มประเภทของวัตถุ	ข้อมูลตัวอย่าง (จุดภาพ)	ข้อมูลที่สร้าง (จุดภาพ)	คิดเป็นร้อยละ
9. ยางพารา	59	4,140	4
รวม	1,098	96,000	100



ภาพที่ 3.8 เมนู Tools, Data Analysis, Random Number Generation ที่ใช้สร้างค่า DN



ภาพที่ 3.9 เมนูในการสร้างค่า DN กลุ่มประเภทป่าและพืชคลุมดิน ช่วงคลื่นที่ 1 จำนวน 34,528 จุดภาพด้วยฟังก์ชัน Random Number Generation

5. ทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ข้อมูล DN ของกลุ่มประเภทวัตถุทั้ง 9 ประเภท ระหว่างภาพดาวเทียม LANDSAT 5 TM กับข้อมูล DN ที่สร้างด้วยวิธีการสุ่มตัวเลข ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันมาก ดังที่ได้แสดงเปรียบเทียบในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 เปรียบเทียบค่าสถิติ DN วัตถุแต่ละประเภทระหว่าง DN ของภาพดาวเทียม
LANDSAT 5 TM Path ที่ 128 Row ที่ 51 กับ DN ที่สร้างด้วยวิธีสุ่มตัวเลข

ภาพดาวเทียม		ภาพจำลอง		ภาพดาวเทียม		ภาพจำลอง			
Band	Mean	Sigma	Mean	Sigma	Band	Mean	Sigma	Mean	Sigma
Class 1 ป่าและพืชคลุมดิน				Class 2 ทุ่งหญ้าและนาข้าว					
1	78.61	2.21	78.59	2.22	1	81.40	2.60	81.41	2.60
2	31.43	1.12	31.42	1.12	2	35.10	1.96	35.10	1.97
3	30.54	1.98	30.54	1.98	3	32.94	3.19	32.91	3.20
4	76.83	5.63	76.82	5.66	4	95.93	5.33	95.86	5.22
5	65.99	6.86	65.98	6.80	5	73.46	4.97	73.48	4.84
6	115.05	1.42	115.04	1.43	6	114.20	0.65	114.20	0.66
7	24.83	3.00	24.82	2.93	7	27.61	2.77	27.58	2.78
Class 3 น้ำ				Class 4 ถนนและพื้นที่ว่าง					
1	88.88	2.56	88.86	2.54	1	100.61	5.62	100.85	5.64
2	34.39	1.40	34.40	1.39	2	44.20	3.02	44.31	2.96
3	32.25	2.15	32.24	2.16	3	57.15	5.66	57.17	5.68
4	13.60	0.82	13.59	0.82	4	64.50	4.63	64.43	4.64
5	10.20	1.27	10.22	1.27	5	93.98	12.47	93.73	12.37
6	113.00	1.05	113.00	1.02	6	120.24	1.04	120.25	1.02
7	5.62	1.18	5.65	1.20	7	49.96	8.65	50.02	8.83
Class 5 พื้นที่ที่มีการปลูกสร้าง				Class 6 ป่าชายเลน					
1	107.76	17.75	107.65	16.87	1	73.81	1.65	73.84	1.64
2	51.95	12.66	51.72	11.77	2	26.68	1.08	26.69	1.09
3	71.07	21.41	70.07	20.54	3	22.66	1.27	22.67	1.30
4	80.64	9.22	80.56	8.94	4	72.46	9.86	72.34	9.18
5	138.32	26.01	137.97	25.50	5	32.79	4.15	32.69	4.15
6	119.07	3.02	119.07	3.03	6	113.75	0.63	113.77	0.62
7	72.84	20.59	72.89	19.56	7	10.53	2.17	10.59	2.19
Class 7 หนองน้ำ				Class 8 นาทุ่ง / นาเกลือ					
1	77.44	1.87	77.41	1.87	1	80.14	2.90	80.13	2.90
2	29.15	1.01	29.16	1.01	2	29.75	1.57	29.71	1.59
3	30.63	1.41	30.64	1.43	3	30.10	2.36	30.07	2.33
4	57.12	3.83	57.12	3.85	4	20.88	8.35	20.58	7.06
5	58.12	6.06	58.13	5.98	5	20.73	15.12	21.22	12.56
6	115.46	2.57	115.42	2.56	6	113.75	2.08	113.73	2.06
7	22.90	2.27	22.90	2.28	7	9.59	6.80	9.63	5.79

Band	ภาพดาวเทียม		ภาพจำลอง	
	Mean	Sigma	Mean	Sigma
Class 9	ยางพารา			
1	76.07	2.50	76.07	2.51
2	27.61	1.30	27.64	1.30
3	24.42	1.12	24.43	1.11
4	80.22	2.77	80.23	2.83
5	81.68	4.90	81.66	4.89
6	116.20	0.91	116.22	0.90
7	27.27	2.57	27.30	2.59

ตารางที่ 3.3 ค่าความแปรปรวนร่วม ของ DN วัตถุทั้ง 9 ประเภทของภาพดาวเทียม
LANDSAT TM Path ที่ 128 Row ที่ 51

Layer	1	2	3	4	5	6	7
Class 1	ป่าและพืชคลุมดิน						
1	4.882	1.320	1.842	-1.828	5.035	0.994	2.278
2	1.320	1.262	1.363	0.542	3.592	0.497	1.622
3	1.842	1.363	3.905	-1.840	7.154	1.691	4.227
Layer	1	2	3	4	5	6	7
4	-1.828	0.542	-1.840	31.744	11.784	0.609	2.290
5	5.035	3.592	7.154	11.784	47.106	6.827	17.131
6	0.994	0.497	1.691	0.609	6.827	2.024	3.209
7	2.278	1.622	4.227	2.290	17.131	3.209	8.970
Class 2	ทุ่งหญ้าและนาข้าว						
1	6.753	3.479	6.229	3.508	7.784	0.316	4.783
2	3.479	3.847	5.271	4.650	5.158	0.183	3.448
3	6.229	5.271	10.160	4.414	10.079	0.165	6.660
4	3.508	4.650	4.414	28.434	12.349	0.647	4.707
5	7.784	5.158	10.079	12.349	24.679	0.642	11.518
6	0.316	0.183	0.165	0.647	0.642	0.428	0.284
7	4.783	3.448	6.660	4.707	11.518	0.284	7.649

ตารางที่ 3.3 ค่าความแปรปรวนร่วม ของ DN วัตถุทั้ง 9 ประเภทของภาพดาวเทียม

LANDSAT5 TM Path ที่ 128 Row ที่ 51

Layer	1	2	3	4	5	6	7
Class 3 ฟ้า							
1	6.566	2.045	2.391	0.552	-0.022	1.280	0.221
2	2.045	1.947	1.832	0.461	0.019	0.258	0.041
3	2.391	1.832	4.628	0.954	0.179	0.303	0.178
4	0.552	0.461	0.954	0.669	0.126	-0.186	0.084
5	-0.022	0.019	0.179	0.126	1.616	-0.066	0.149
6	1.280	0.258	0.303	-0.186	-0.066	1.093	0.063
7	0.221	0.041	0.178	0.084	0.149	0.063	1.386
Class 4 ถนนและพื้นที่ว่าง							
1	31.532	15.456	26.861	0.844	18.969	2.362	21.338
2	15.456	9.139	15.792	1.589	11.871	1.086	12.942
3	26.861	15.792	32.043	4.300	31.826	2.163	26.140
4	0.844	1.589	4.300	21.456	37.856	1.211	27.133
5	18.969	11.871	31.826	37.856	155.4	3.183	97.332
6	2.362	1.086	2.163	1.211	3.183	1.075	2.322
7	21.338	12.942	26.140	27.133	97.332	2.322	74.887
Class 5 พื้นที่ที่มีการปลูกสร้าง							
1	314.969	219.879	364.989	117.439	234.564	-23.903	269.731
2	219.879	160.213	268.652	81.535	174.977	-17.713	198.235
3	364.989	268.652	458.333	133.497	302.100	-28.369	330.051
4	117.439	81.535	133.497	84.963	168.414	-6.476	137.766
5	234.564	174.977	302.100	168.414	676.356	11.965	478.268
6	-23.903	-17.713	-28.369	-6.476	11.965	9.117	-7.678
7	269.731	198.235	330.051	137.766	478.268	-7.678	423.92
Class 6 ป่าชายเลน							
1	2.737	0.609	0.797	-3.558	2.301	0.345	1.315
2	0.609	1.159	0.889	-3.341	3.120	0.184	1.198
3	0.797	0.889	1.619	-6.791	3.434	0.383	1.648
4	-3.558	-3.341	-6.791	97.264	-17.647	-4.516	-12.79
5	2.301	3.120	3.434	-17.647	17.233	1.225	6.885
6	0.345	0.184	0.383	-4.516	1.225	0.392	0.753
7	1.315	1.198	1.648	-12.79	6.885	0.753	4.708

ตารางที่ 3.3 ค่าค่าความแปรปรวนร่วม ของ DN วัตถุทั้ง 9 ประเภทของภาพดาวเทียม

LANDSAT5 TM Path ที่ 128 Row ที่ 51

Layer	1	2	3	4	5	6	7
Class 7 หนองน้ำ							
1	3.502	0.859	1.140	1.570	3.320	0.616	1.319
2	0.859	1.028	0.855	2.132	1.457	-1.295	1.115
3	1.140	0.855	1.988	1.221	-0.804	-1.526	0.388
4	1.570	2.132	1.221	14.660	8.560	-2.033	4.137
5	3.320	1.457	-0.804	8.560	36.710	5.442	11.162
6	0.616	-1.295	-1.526	-2.033	5.442	6.605	-0.154
7	1.319	1.115	0.388	4.137	11.162	-0.154	5.140
Class 8 นาทุ่ง / นาเกลือ							
1	8.401	2.076	4.546	6.696	2.138	-1.504	1.178
2	2.076	2.474	3.045	9.269	12.229	1.134	5.493
3	4.546	3.045	5.570	14.312	17.487	1.025	7.681
4	6.696	9.269	14.312	69.746	104.667	12.809	47.391
5	2.138	12.229	17.487	104.667	228.643	22.509	98.265
6	-1.504	1.134	1.025	12.809	22.509	4.314	9.733
7	1.178	5.493	7.681	47.391	98.265	9.733	46.167
Class 9 ยางพารา							
1	6.271	2.372	1.402	-1.584	-3.340	-1.600	-0.915
2	2.372	1.690	0.909	-0.482	-0.748	-0.816	-0.151
3	1.402	0.909	1.248	-0.129	0.449	-0.553	0.556
4	-1.584	-0.482	-0.129	7.658	3.055	0.351	-0.561
5	-3.340	-0.748	0.449	3.055	24.015	2.067	10.261
6	-1.600	-0.816	-0.553	0.351	2.067	0.820	0.720
7	-0.915	-0.151	0.556	-0.561	10.261	0.720	6.615

6. สร้างแฟ้มข้อมูล Text ในคอมพิวเตอร์ นำค่า DN ที่สร้างไว้ มาใส่ในแต่ละจุดภาพตามที่ออกแบบไว้ในแผนที่ ทั้ง 7 ช่วงคลื่น ตั้งแต่ จุดภาพที่ 0,0 ถึงจุดภาพที่ 399, 239 ก็จะได้ค่า DN ของภาพ ขนาด 400 x 240 จุดภาพใน 7 ช่วงคลื่นในรูปแบบของ Text File จากนั้นคำนวณหา สัดส่วนและประเภทของวัตถุ ที่ผสมกันใน 4 ส่วน และ 16 ส่วน ว่าใน 4 ส่วนมีรายละเอียดประเภทและอัตราส่วนการผสมในแต่ละจุดภาพ ใน 16 ส่วนก็ทำเช่นเดียวกัน

```

F1 : d:/Chula/thesis/sim_img/sim70.img

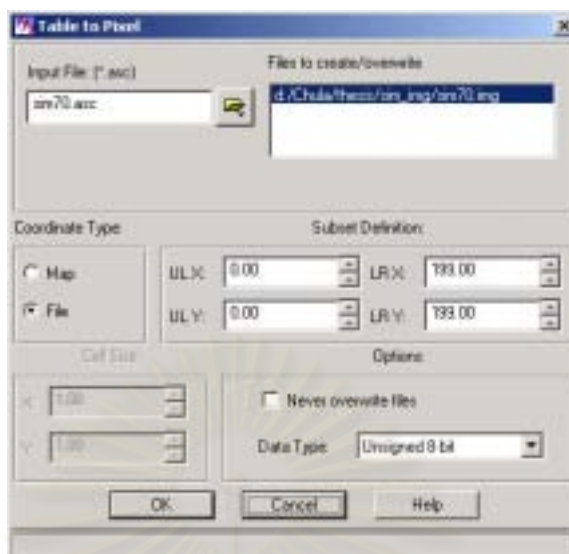
      F1
    X  Y  B1 B2 B3 B4 B5 B6 B7
    0  0  83 39 35 105 72 115 31
    1  0  80 31 35 100 67 113 29
    2  0  79 34 33 99 75 116 24
    3  0  79 30 32 95 80 114 29
    4  0  81 36 31 93 79 113 27
    5  0  83 36 35 102 82 114 30
    6  0  80 34 34 100 63 113 27
    7  0  83 36 28 100 72 115 26
    8  0  78 36 30 91 79 114 31
    9  0  78 35 29 110 68 114 25
   10  0  81 35 35 89 70 115 30
   11  0  80 33 32 91 65 114 27
   12  0  83 34 37 94 64 114 24
   13  0  90 46 55 63 94 122 57
   14  0 100 40 56 58 95 118 42
   15  0 105 40 62 67 80 119 42
   16  0 100 42 50 74 100 120 29
   17  0  99 43 57 68 78 120 27

```

ภาพที่ 3.10 รูปแบบของแฟ้มข้อมูล ASCII ที่นำไปแปลงเป็นแฟ้มข้อมูลภาพ

6. จัดรูปแบบแฟ้มข้อมูล Text ให้เป็นรูปแบบของแฟ้มข้อมูล ASCII ตามรูปแบบของ ซอฟต์แวร์ ERDAS IMAGINE 8.5 และบันทึกแฟ้มข้อมูลเป็นรูปแบบของ ASCII (ภาพที่ 3.10) เพื่อที่จะนำไปแปลงเป็นแฟ้มข้อมูลภาพได้ด้วยซอฟต์แวร์ ERDAS IMAGINE 8.5

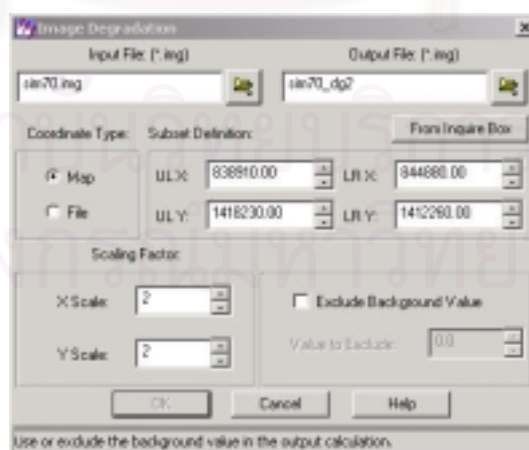
7. แปลงข้อมูลจากแฟ้มข้อมูล ASCII .asc เป็นแฟ้มข้อมูลภาพ .img ด้วยเมนูคำสั่ง Convert ASCII to Pixels ในซอฟต์แวร์ ERDAS IMAGINE 8.5 (ภาพที่ 3.11) ก็จะได้ภาพจำลองต้นฉบับคล้ายภาพดาวเทียม LANDSAT 5 TM ที่มีความสว่าง 7 ช่วงคลื่นขนาด 400 x 240 จุดภาพดังภาพที่ 3.13



ภาพที่ 3.11 เมนูการแปลงเพิ่มข้อมูล ASCII .asc เป็นเพิ่มข้อมูลภาพ .img

8. ทำการคำนวณรายละเอียดจุดภาพใหม่ให้หยาบลง 2 เท่า (ภาพที่ 3.12) จากภาพต้นฉบับขนาด 400 x 240 จุดภาพ ด้วยวิธีการผสมค่าความสว่างเชิงเส้น ได้ผลลัพธ์เป็นภาพจำลองระดับ 2 ขนาด 200 x 120 จุดภาพ (ภาพที่ 3.14) เพื่อนำไปวิเคราะห์และจำแนกภาพต่อไป

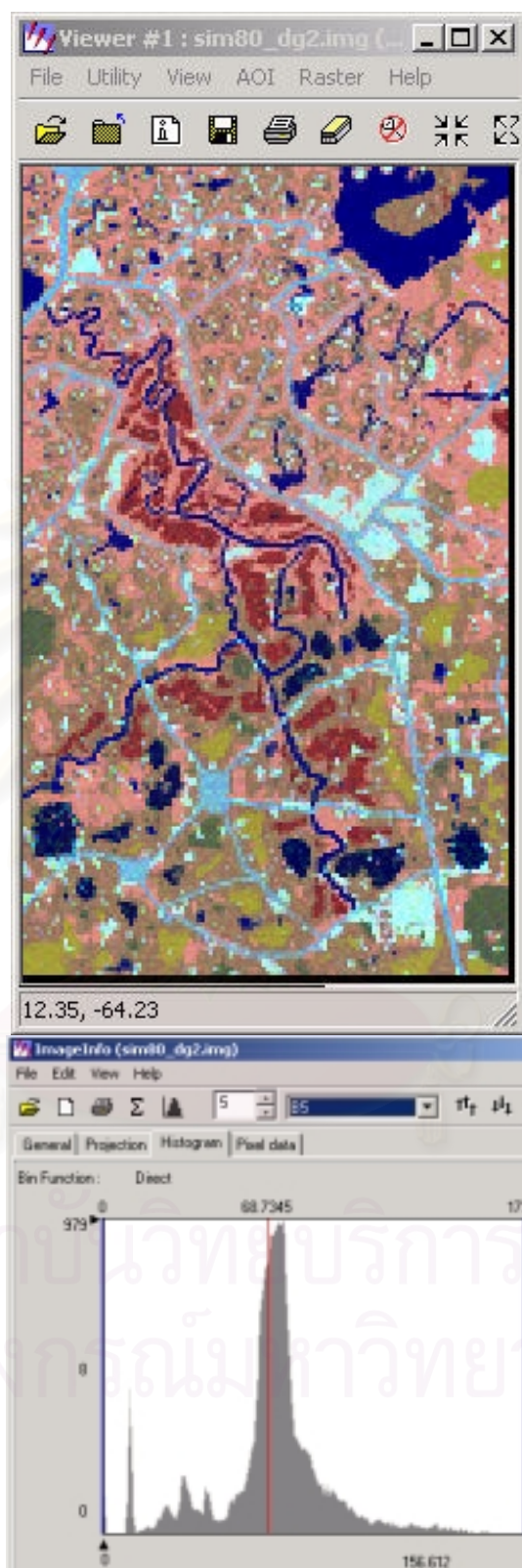
9. ทำการคำนวณรายละเอียดจุดภาพใหม่ให้หยาบลง 4 เท่า จากภาพต้นฉบับขนาด 400 x 240 จุดภาพด้วยวิธีการผสมค่าความสว่างเชิงเส้น ได้ผลลัพธ์เป็นภาพจำลองระดับ 3 (ภาพที่ 3.15) ขนาด 100 x 60 จุดภาพ เพื่อนำไปวิเคราะห์และจำแนกภาพต่อไป



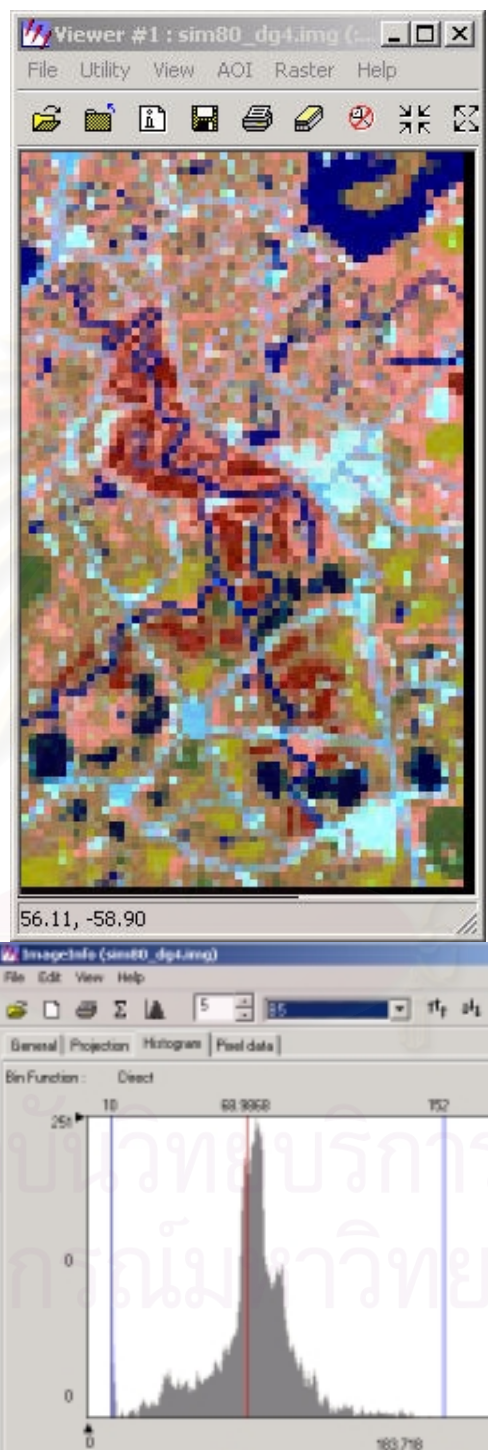
ภาพที่ 3.12 เมนูการคำนวณรายละเอียดจุดภาพใหม่ให้หยาบลง 2 เท่าจากภาพจำลองต้นฉบับ



ภาพที่ 3.13 ภาพจำลองต้นฉบับคล้ายภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT 5 TM ที่มีข้อมูลความสว่าง 7 ช่วงคลื่นขนาด 400 x 240 จุดภาพ (ภาพบน) และ Histogram ช่วงคลื่น 5 (ภาพล่าง)



ภาพที่ 3.14 ภาพจำลองระดับ 2 ผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณรายละเอียดจุดภาพใหม่ให้หยาบลง 2 เท่าเหลือขนาด 200 x 120 จุดภาพ (ภาพบน) และ Histogram ช่วงคลื่น 5 (ภาพล่าง)



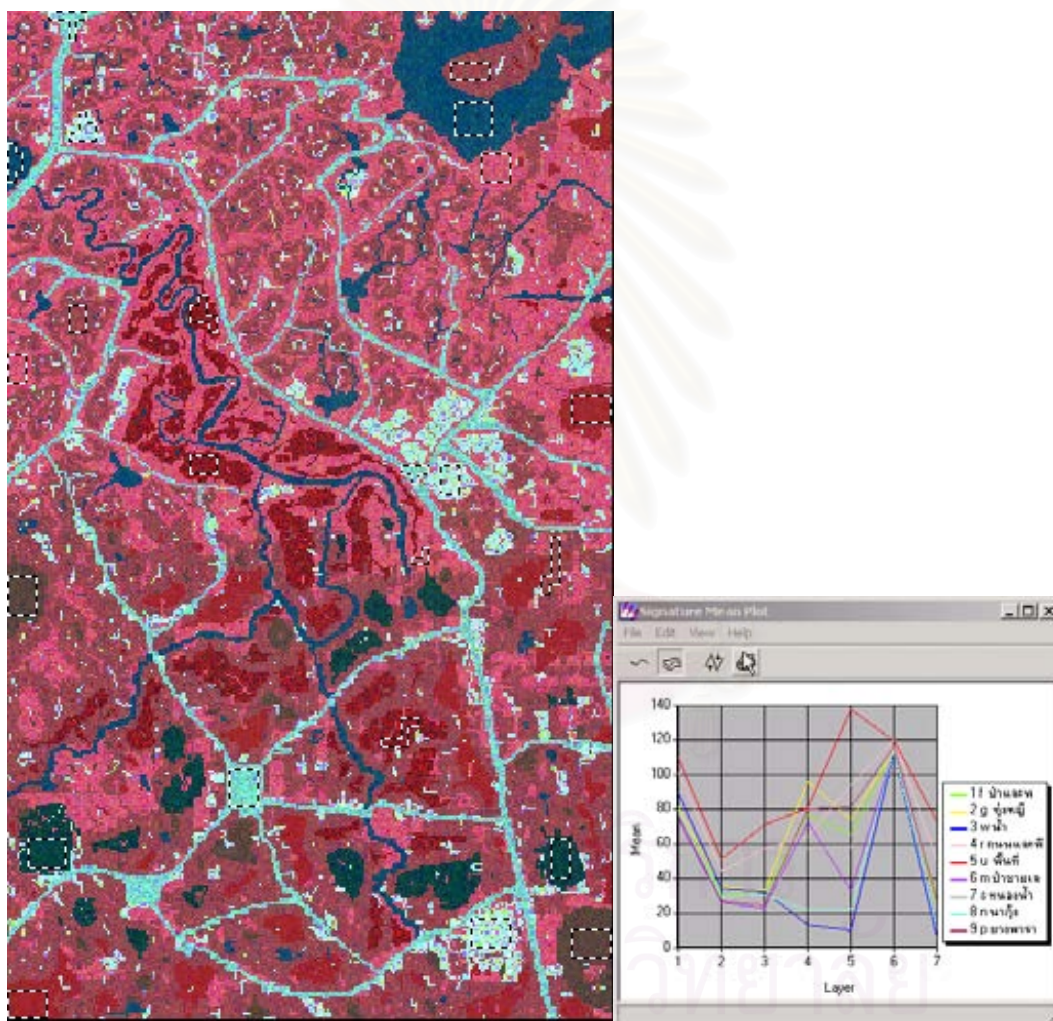
ภาพที่ 3.15 ภาพจำลองระดับ 3 ผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณรายละเอียดจุดภาพใหม่ให้หยาบลง 4 เท่าเหลือขนาด 100 x 60 จุดภาพ (ภาพบน) และ Histogram ช่วงคลื่น 5 (ภาพล่าง)

3.4 การจำแนกภาพจำลอง

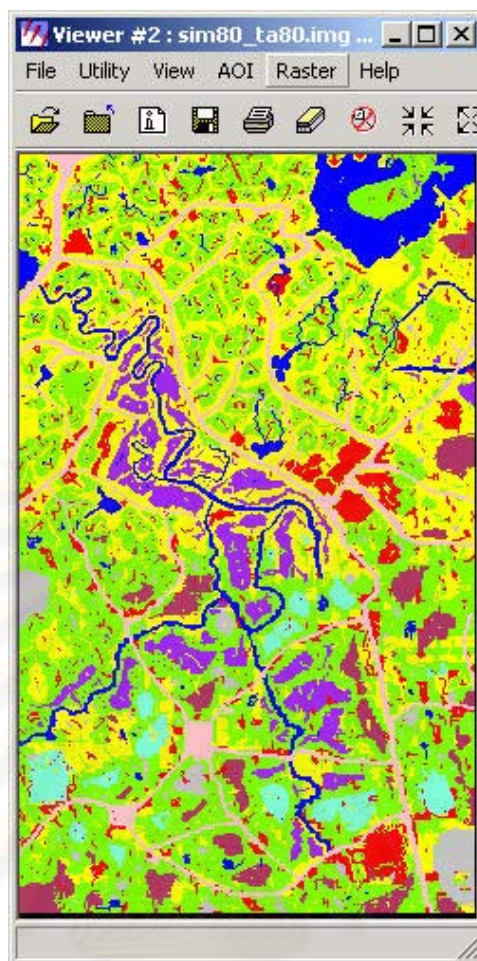
3.4.1 การจำแนกภาพจำลองต้นฉบับขนาด 400 x 240 จุดภาพ

1. ด้วยวิธีความเป็นไปได้สูงสุด

ได้ทำการสร้าง Spectral Signature กลุ่มประเภทวัตถุทั้ง 9 ประเภท จากพื้นที่ทดลองที่ได้ถูกกำหนดตำแหน่งไว้ล่วงหน้า (ภาพที่ 3.16)



ภาพที่ 3.16 ภาพจำลองต้นฉบับและพื้นที่ทดลอง 9 ประเภทๆละ 2-3 บริเวณ และกราฟแสดงค่าเฉลี่ยของ Spectral Signature



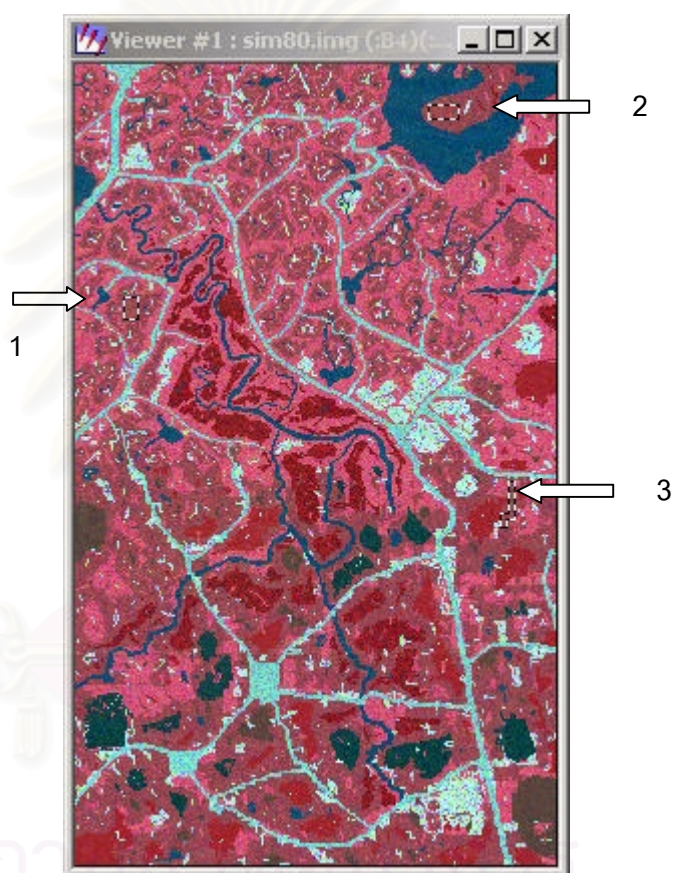
ภาพที่ 3.17 ภาพผลลัพธ์การจำแนกภาพจำลองต้นฉบับออกเป็น 9 กลุ่มประเภทในลักษณะ Thematic Image

Row	Class Names	Value	Histogram	Color	Field
0	Unclassified	0	0		0
1	11 ป่าสะพรั่งสูงถึง	1	34079		0.496039
2	2 ป่าสะพรั่งต่ำถึง	2	28018		1
3	3 พนา	3	6367		0
4	4 ทุ่งหญ้าสะพรั่ง	4	6264		1
5	5 พนาที่มีลักษณะสูงถึง	5	6889		1
6	6 ทุ่งหญ้าสะพรั่ง	6	5320		0.627451
7	7 ทุ่งหญ้า	7	2309		0.752941
8	8 ทุ่งหญ้า	8	2588		0.496039
9	9 ทุ่งหญ้า	9	4166		0.690196

ภาพที่ 3.18 ตารางแสดงผลการจำแนกภาพจำลองต้นฉบับออกเป็น 9 กลุ่มประเภทจำนวน จุดภาพแสดงในคอลัมน์ Histogram ผลรวม 96,000 จุดภาพ

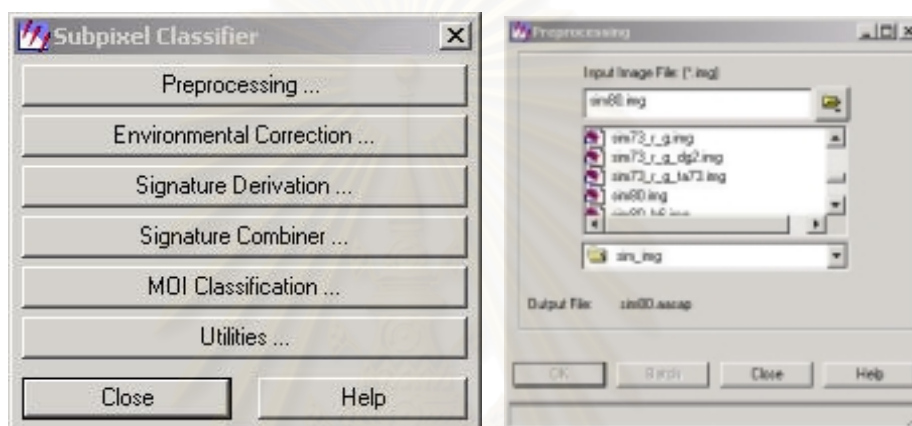
2. ด้วยวิธีละเอียดกว่าขนาดของจุดภาพ

ได้ทำการจำแนกกลุ่มประเภทวัตถุครั้งละ 1 ประเภท โดยเริ่มจาก ป่าและพืชคลุมดินก่อนเป็นประเภทแรก เริ่มขั้นตอนด้วยการสร้างเพิ่มข้อมูลพื้นที่ที่สนใจ .aoi ของป่าและพืชคลุมดิน จากบริเวณพื้นที่ทดลองที่ได้ถูกกำหนดไว้ 3 บริเวณซึ่งเป็นจุดภาพปริส্তুที่ประชิดติดกัน (ภาพที่ 3.19) และกำหนดรูปแบบกลุ่มสัดส่วนของป่าและพืชคลุมดิน ที่ตรวจพบ แสดงในรูปแบบ 4 กลุ่ม



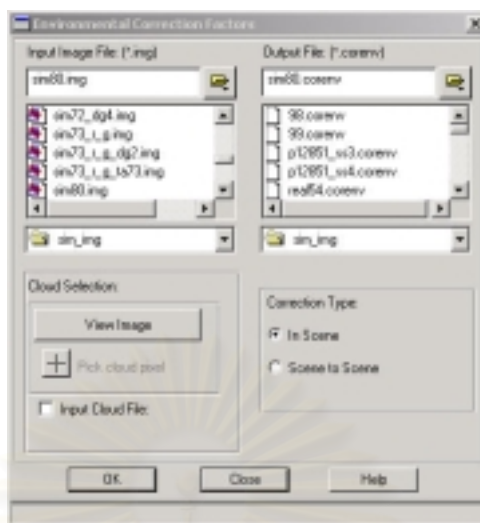
ภาพที่ 3.19 พื้นที่ทดลอง .aoi ของป่าและพืชคลุมดิน จากบริเวณพื้นที่ที่ได้ถูกกำหนดไว้ 3 บริเวณ

ขั้นตอนการประมวลผลเบื้องต้น เป็นขั้นตอนแรกที่ ซอฟต์แวร์จะทำการสร้าง Signature ที่เป็นลักษณะเฉพาะ (Characterization) ของทุก ๆ จุดภาพและเรียกเป็นค่า Backgrounds (ภาพที่ 3.20) ซึ่งจะถูกนำไปใช้ใน 2 ขั้นตอนคือ ขั้นตอนการหา Signature ที่คล้ายคลึงกับ Signature ของป่าและพืชคลุมดิน และขั้นตอนการจำแนกหาวัตถุที่สนใจ เพื่อคำนวณหา Signature ของป่าและพืชคลุมดิน ในแต่ละจุดภาพภาพ ผลลัพธ์ที่ได้คือแฟ้มข้อมูล .aasap



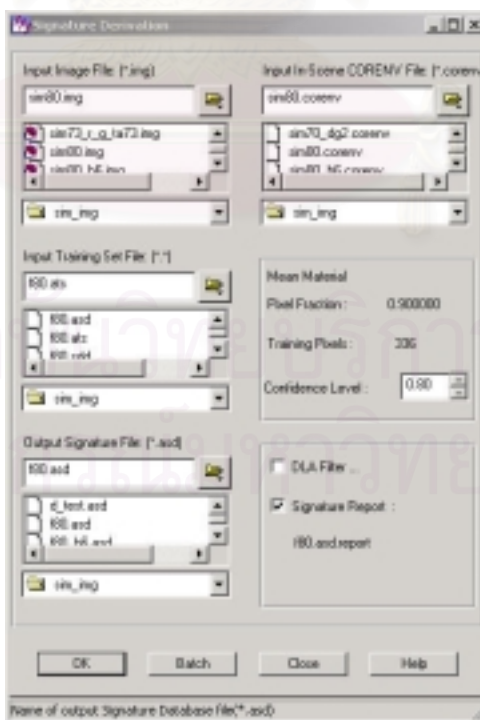
ภาพที่ 3.20 เมนู Subpixel Classifier เริ่มต้นด้วยการประมวลผลเบื้องต้นเป็นขั้นตอนแรก

ขั้นตอนการแก้สภาวะแวดล้อมของภาพ เป็นการคำนวณแพ็คเตอร์เพื่อการชดเชยความแปรปรวนหรือ การเบี่ยงเบนของสภาพบรรยากาศและมุมของแสงจากดวงอาทิตย์ขณะที่ดาวเทียมทำการถ่ายภาพเช่น เมฆ หมอก คิวบิก เงาม หรือ จุดภาพที่มืดตัว จุดภาพที่ไม่ตอบสนอง ผลลัพธ์ที่ได้คือแฟ้มข้อมูล .corenv ซึ่งแสดงแพ็คเตอร์ค่าแก้บรรยากาศ และแพ็คเตอร์ดวงอาทิตย์ (ภาพที่ 3.21)



ภาพที่ 3.21 เมนูการแก้สภาวะแวดล้อมของภาพ

ขั้นตอนการคำนวณหา Signature ของป่าและพืชคลุมดินเป็นขั้นตอนที่ซอฟต์แวร์จะคำนวณหา Signature ในภาพจากพื้นที่ทดลองของป่าและพืชคลุมดินซึ่งไม่มีวัตถุอื่นปะปน ที่ผู้วิจัยได้สร้างไว้ประมาณ 70-80 จุดภาพ ผลลัพธ์ที่ได้ของขั้นตอนนี้คือเพิ่มข้อมูล Signature .asd และรายละเอียดของ Signature .sdd (ภาพที่ 3.22)



ภาพที่ 3.22 เมนูการคำนวณหา Signature ของป่าและพืชคลุมดินจากพื้นที่ที่ทดลอง

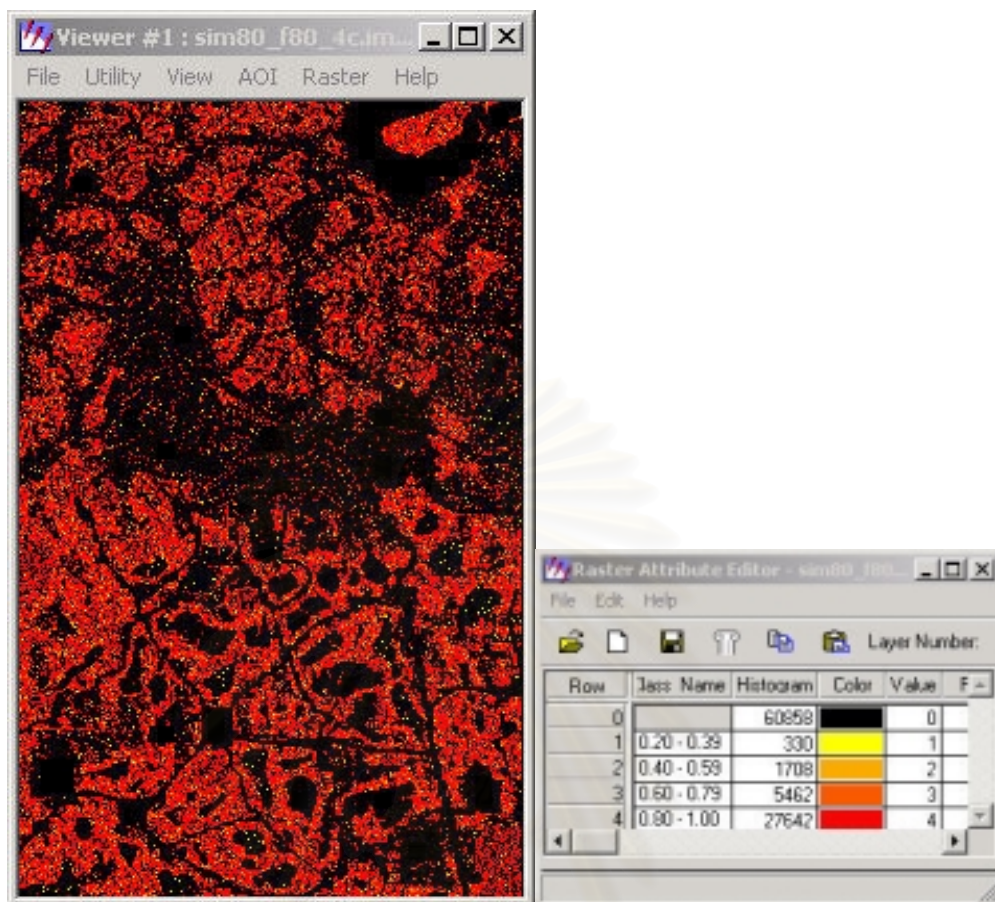
ขั้นตอนการรวม Signature เป็นขั้นตอนสำหรับกรณีที่เคยมีแฟ้มข้อมูล Signature ของวัตถุที่สนใจเก็บไว้แล้ว และต้องการจะนำมารวมกับ Signature ใหม่ก่อนทำการจำแนก ผู้วิจัยขอข้ามไปขั้นตอนการจำแนกวัตถุที่สนใจ

ขั้นตอนการจำแนกหาวัตถุที่สนใจ เป็นขั้นตอนสุดท้ายที่ซอฟต์แวร์จำแนก ป่าและพืชคลุมดิน กำหนดกลุ่มสัดส่วนเป็น 4 กลุ่ม ผลลัพธ์ที่ได้ของขั้นตอนนี้คือภาพการตรวจพบป่าและพืชคลุมดิน (ภาพที่ 3.23) ตารางแสดงรายละเอียดของสัดส่วนที่พบ (ภาพที่ 3.24) แฟ้มข้อมูลรายงานการตรวจหาป่าและพืชคลุมดิน



ภาพที่ 3.23 เมนูการจำแนกป่าและพืชคลุมดินภาพจำลองต้นฉบับ

สถาบันวิจัยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 3.24 ภาพผลลัพธ์การตรวจหาป่าและพืชคลุมดินของภาพจำลองต้นฉบับ (ภาพถ่าย) และ ตารางแสดงผลการจำแนกแบบ 4 กลุ่มสัดส่วน ผลรวม 96,000 จุดภาพ (ภาพขวา)

หลังจากจำแนกประเภทป่าและพืชคลุมดิน เสร็จแล้ว ทำการจำแนกกลุ่มประเภทที่เหลืออีก 8 ประเภทคือ 2. พุ่มหญ้าและนาข้าว, 3. น้ำ, 4. ถนนและพื้นที่ว่าง, 5. พื้นที่ที่มีการปลูกสร้าง, 6. ป่าชายเลน, 7. หนองน้ำ, 8. นาทุ่ง / นาเกลือ และ 9. ยางพารา ตามลำดับ ซึ่งมีขั้นตอนการทำงานเหมือนกัน

ตัวอย่างรายงานผลลัพท์การจำแนกป่าและพืชคลุมดินของภาพจำลองต้นฉบับ

Report File: sim80_f80_4c_img.report

MOI CLASSIFICATION REPORT

MOI Classification detection result: d:/chula/thesis/sim_img/sim80_f80_4c.img

Image Filename: d:/chula/thesis/sim_img/sim80.img

CORENV Filename: d:/chula/thesis/sim_img/sim80.corenv

Signature Filename: d:/chula/thesis/sim_img/f80.asd

Sig Description Filename: d:/chula/thesis/sim_img/f80.sdd

Classification Tolerance: 1.000000

Input AOI Filename:

DETECTION DATA:

Material Pixel	Detections
Fraction	Last Layer
0.20 - 0.39	330
0.40 - 0.59	1708
0.60 - 0.79	5462
0.80 - 1.00	27642
Total Detections :	35142

LAYER 1 DATA :

Signature Data:

Spectrum: 78.3923 31.2808 30.9213 76.9265 65.5965 24.9581

ARAD: 72.6576 23.3266 22.4998 8.2948 2.9112 0.0000

Sun Factor: 185.1383 135.2549 194.7540 156.8580 250.1209 227.2807

CORENV Data for the image using the signature:

ARAD: same as signature's

Sun Factor: same as signature's

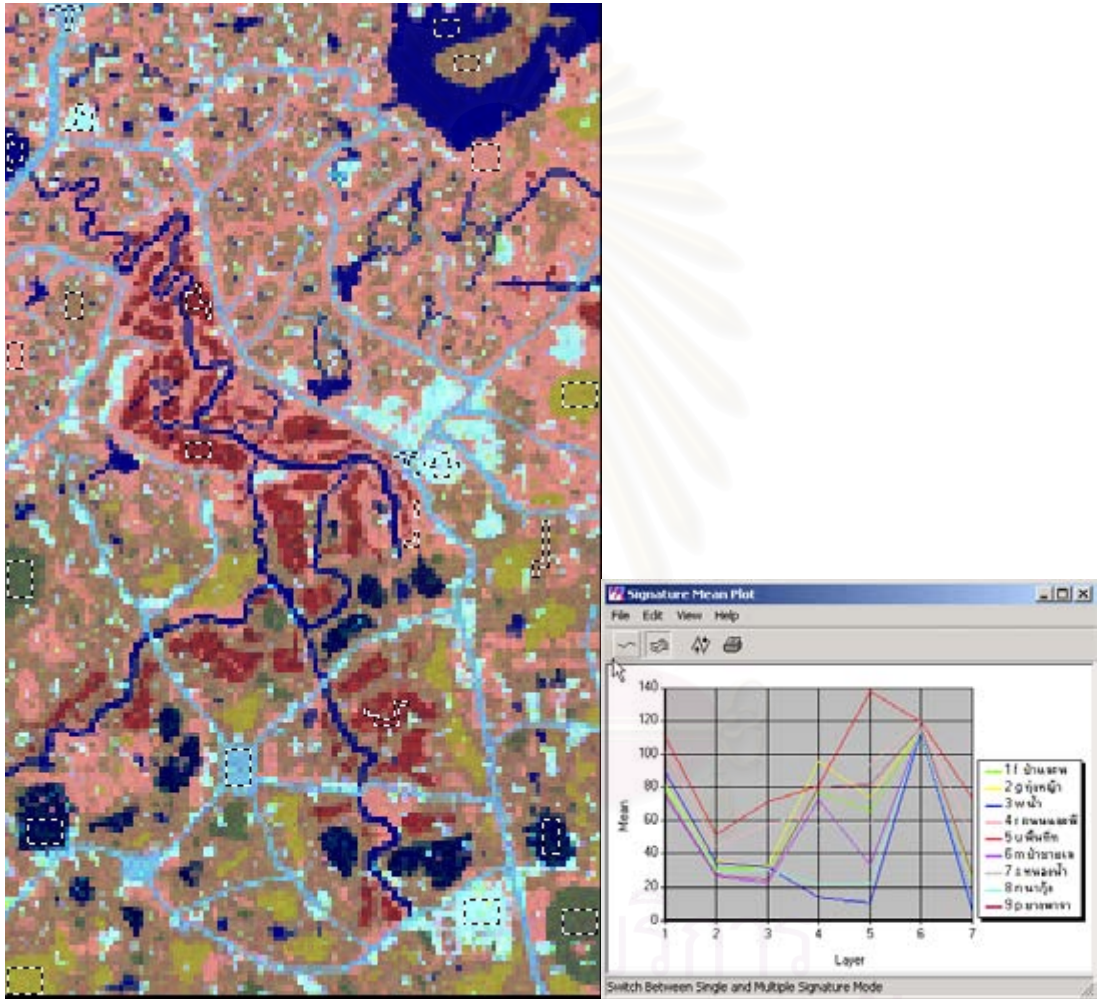
Processing Mode: In Scene

END OF REPORT

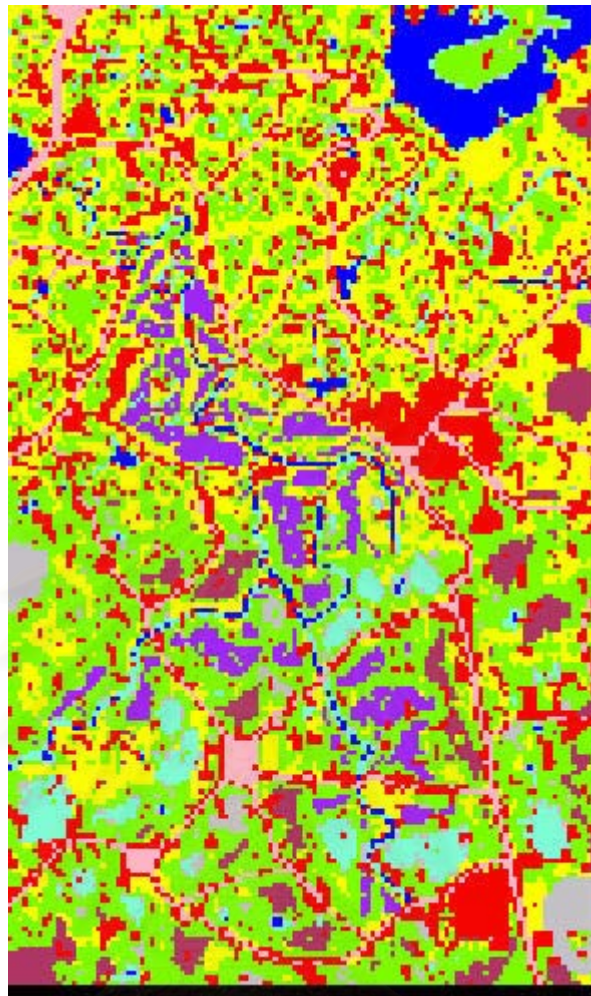
3.4.2 การจำแนกภาพจำลองระดับ 2 ขนาด 200 x 120 จุดภาพ

1. ด้วยวิธีความเป็นไปได้สูงสุด

ได้ทำการสร้าง Spectral Signature กลุ่มประเภทวัตถุทั้ง 9 ประเภท จากพื้นที่ทดลองที่ได้ถูกกำหนดตำแหน่งไว้ล่วงหน้า (ภาพที่ 3.25)



ภาพที่ 3.25 ภาพจำลองระดับ 2 และพื้นที่ทดลอง 9 ประเภทๆละ 2-3 บริเวณและกราฟแสดงค่าเฉลี่ยของ Spectral Signature



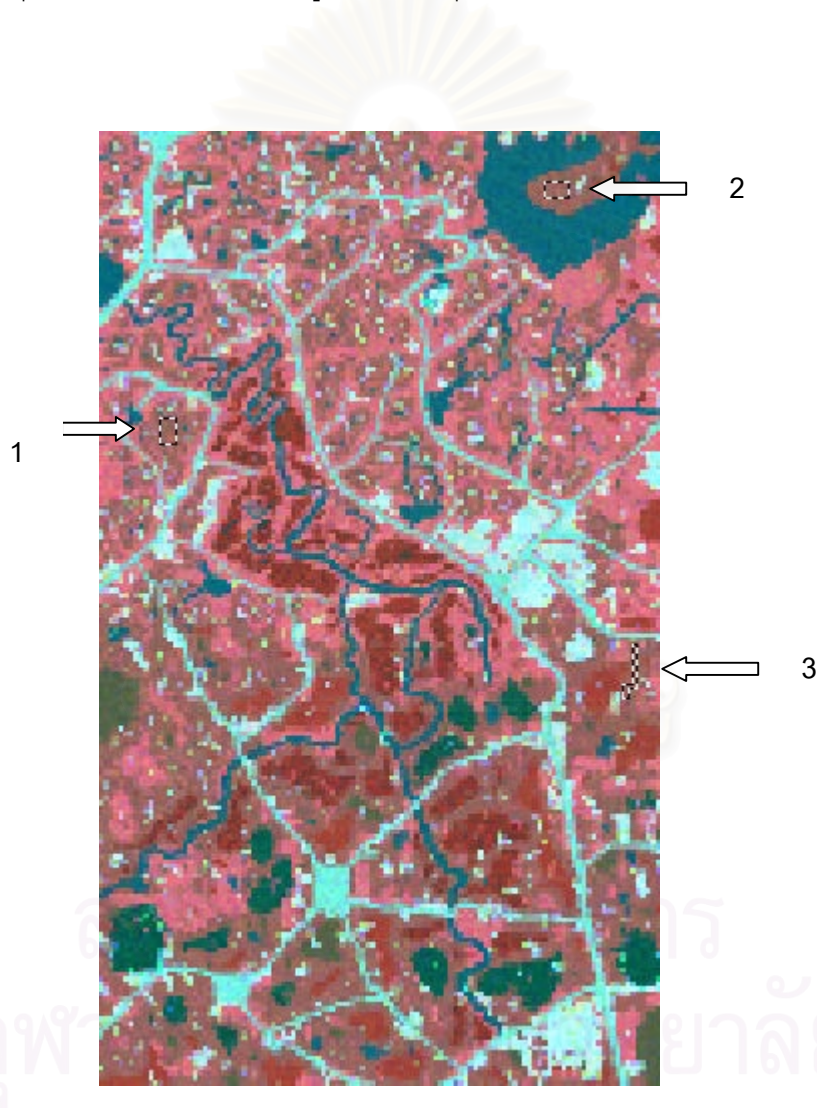
ภาพที่ 3.26 ภาพผลลัพธ์การจำแนกภาพจำลองระดับ 2 ออกเป็น 9 กลุ่มประเภทในลักษณะ Thematic Image

Row	Class Name	Value	Histogram	Color	Red	Green
0	Unclassified	0	120		0	
1	1f น้ำและพืชคลุมดิน	1	7950		0.498039	
2	2 ทุ่งหญ้าและนาข้าว	2	5575		1	
3	3 ถนน	3	924		0	
4	4 ถนนและพื้นที่ว่าง	4	1065		1	
5	5 พื้นที่ที่มีการปลูกข้าว	5	4501		1	
6	6 ถนนและถนน	6	1094		0.627451	
7	7 ถนนเก่า	7	762		0.752941	
8	8 ถนนใหม่	8	1214		0.498039	
9	9 ถนนเก่า	9	925		0.690196	

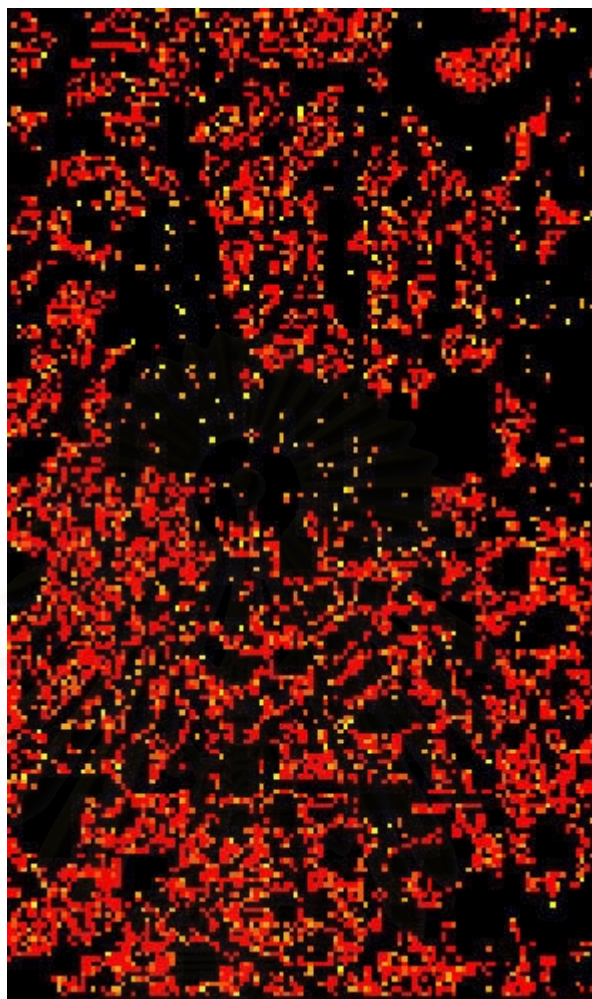
ภาพที่ 3.27 ตารางแสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการจำแนกภาพจำลองระดับ 2 ออกเป็น 9 กลุ่มประเภท จำนวนจุดภาพแสดง ในคอลัมน์ Histogram ผลรวม 24,000 จุดภาพ

2. ด้วยวิธีละเอียดกว่าขนาดของจุดภาพ

ได้ทำการจำแนกกลุ่มประเภทวัตถุครั้งละ 1 ประเภท โดยเริ่มจาก ป่าและพืชคลุมดินก่อนเป็นประเภทแรก เริ่มขั้นตอนด้วยการสร้างแฟ้มข้อมูลพื้นที่ที่ทดลอง .aoi ของป่าและพืชคลุมดิน จากบริเวณพื้นที่ทดลองที่ได้ถูกกำหนดไว้ 3 บริเวณซึ่งเป็นจุดภาพปริส্তুธิ์ประชิดติดกัน รวมกันทั้ง 3 พื้นที่แล้วมีมากกว่า 5 จุดภาพ (ภาพที่ 3.28) และกำหนดรูปแบบกลุ่มสัดส่วนของป่าและพืชคลุมดิน ที่ตรวจพบ แสดงในรูปแบบ 4 กลุ่ม



ภาพที่ 3.28 พื้นที่ทดลอง .aoi ของป่าและพืชคลุมดิน จากบริเวณพื้นที่ได้ถูกกำหนดไว้ 3 บริเวณ



ภาพที่ 3.29 ภาพผลลัพธ์ การตรวจหาป่าและพืชคลุมดิน ของภาพจำลองระดับ 2

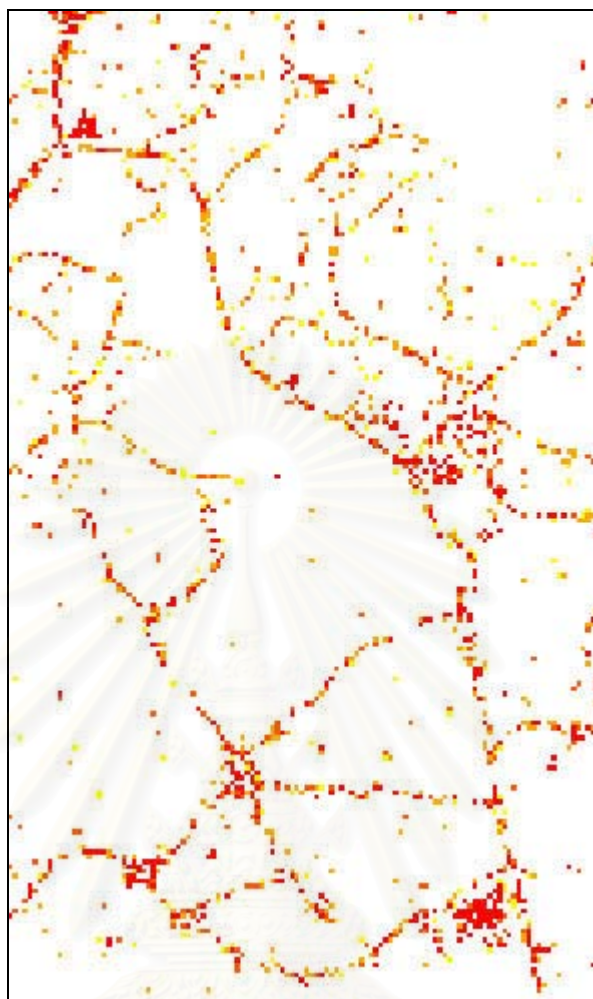
Raster Attribute Editor - sim80_dg2_f81.img(:f81.asd.s...

File Edit Help

Layer Number: 1

Row	Class Names	Value	Histogram	Opacity	Color	Red	G
0		0	17814	0		0	
1	0.20 - 0.39	1	106	1		1	
2	0.40 - 0.59	2	525	1		1	1.66
3	0.60 - 0.79	3	1261	1		1	1.3
4	0.80 - 1.00	4	4414	1		1	

ภาพที่ 3.30 ตารางแสดงผลการตรวจหาป่าและพืชคลุมดิน ภาพจำลองระดับ 2



ภาพที่ 3.31 ภาพผลลัพธ์ การตรวจหาพื้นที่ที่มีการปลูกสร้าง ภาพจำลองระดับ 2

Raster Attribute Editor - sim80_dg2_u81.img(:u81.asd.sig0)

File Edit Help

Layer Number: 1

Row	Class Names	Value	Histogram	Opacity	Color	Red	Green	Blue
0		0	22396	0	Black	0	0	0
1	0.20 - 0.39	1	226	1	Yellow	1	1	0
2	0.40 - 0.59	2	471	1	Orange	1	36667	0
3	0.60 - 0.79	3	439	1	Red-Orange	1	29412	0
4	0.80 - 1.00	4	588	1	Red	1	0	0

Paste

ภาพที่ 3.32 ตารางแสดงผลการตรวจหาพื้นที่ที่มีการปลูกสร้าง ภาพจำลองระดับ 2

ตัวอย่างรายงานผลลัพท์การจำแนกป่าและพืชคลุมดินของภาพจำลองระดับ 2

Report File: sim80_dg2_f81.img.report

MOI CLASSIFICATION REPORT

MOI Classification detection result: d:/chula/thesis/sim_img/sim80_dg2_f81.img

Image Filename: d:/chula/thesis/sim_img/sim80_dg2.img

CORENV Filename: d:/chula/thesis/sim_img/sim80_dg2.corenv

Signature Filename: d:/chula/thesis/sim_img/f81.asd

Sig Description Filename: d:/chula/thesis/sim_img/f81.sdd

Classification Tolerance: 1.000000

Input AOI Filename:

DETECTION DATA:

Material Pixel	Detections
Fraction	Last Layer
0.20 - 0.39	106
0.40 - 0.59	525
0.60 - 0.79	1261
0.80 - 1.00	4414
Total Detections :	6306

LAYER 1 DATA :

Signature Data:

Spectrum: 78.8997 31.3589 30.7646 77.1397 65.9908 24.9258

ARAD: 77.7724 26.8761 25.1769 8.6163 5.4690 0.3799

Sun Factor: 16.4607 80.2977 155.6751 227.4676 245.9675 190.4445

CORENV Data for the image using the signature:

ARAD: same as signature's

Sun Factor: same as signature's

Processing Mode: In Scene

END OF REPORT

หลังจากจำแนกประเภทป่าและพืชคลุมดิน เสร็จแล้ว ทำการจำแนกกลุ่มประเภทที่เหลืออีก 8 ประเภทคือ 2. ทุ่งหญ้าและนาข้าว, 3. น้ำ, 4. ถนนและพื้นที่ว่าง, 5. พื้นที่ที่มีการปลูกสร้าง, 6. ป่าชายเลน, 7. หนองน้ำ, 8. นาทุ่ง / นาเกลือ และ 9. ยางพารา ตามลำดับ ซึ่งมีขั้นตอนการทำงานเหมือนกัน

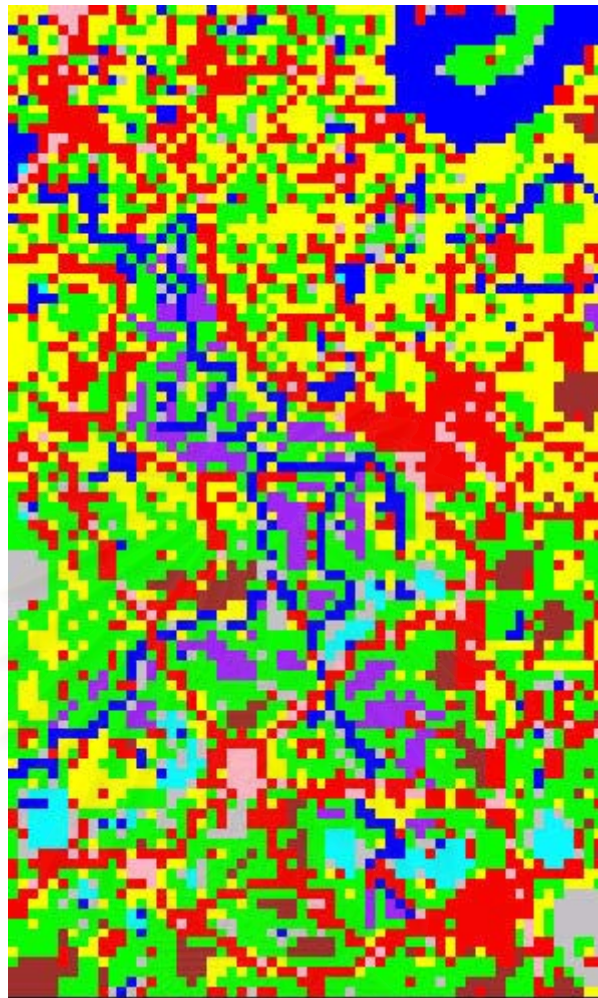
3.4.3 การจำแนกภาพจำลองระดับ 3 ขนาด 100 x 60 จุดภาพ

1. ด้วยวิธีความเป็นไปได้สูงสุด

ได้ทำการสร้าง Spectral Signature กลุ่มประเภทวัตถุทั้ง 9 ประเภท จากพื้นที่ทดลองที่ได้ถูกกำหนดตำแหน่งไว้ล่วงหน้า (ภาพที่ 3.33)



ภาพที่ 3.33 ภาพจำลองระดับ 3 ขนาด 100 x 60 และพื้นที่ทดลอง 9 ประเภทๆละ 2-3 บริเวณ



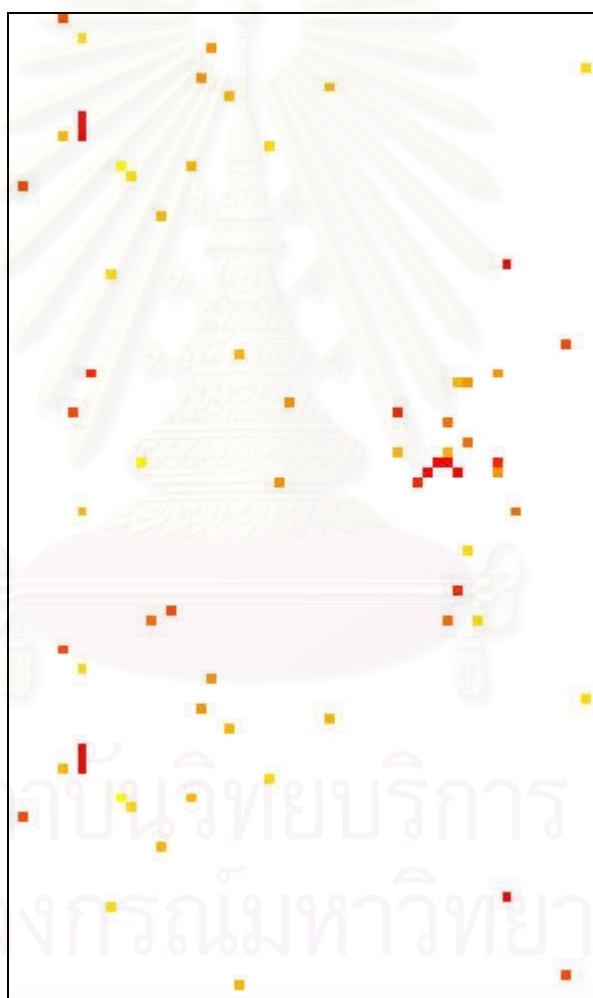
ภาพที่ 3.34 ภาพผลลัพธ์การจำแนกภาพจำลองระดับ 3 ขนาด 100 x 60 ออกเป็น 9 กลุ่มประเภท
ในลักษณะ Thematic Image

Row	Class Names	Value Histogram	Color	Red	Green	Blue
0	Unclassified	0	0	0	0	0
1	ป่าชายหาดทูลเกล้า	1	3841	0	1	
2	ทุ่งหญ้าและนาข้าว	2	1207	1	1	
3	น้ำ	3	560	0	0	
4	ถนนและพื้นที่ว่าง	4	136	1	13725	756
5	เมืองที่มีลักษณะปลูกข้าว	5	1371	1	0	
6	ถนนลาดยาง	6	278	527451	12549	941
7	ถนนรถไฟ	7	259	752941	52941	752
8	ถนนลูกรัง	8	125	0	1	
9	ป่าเบญจพรรณ	9	204	347059	64706	164

ภาพที่ 3.35 ตารางแสดงผลลัพธ์ การจำแนกภาพจำลองระดับ 3 ขนาด 100 x 60 จำนวนจุดภาพ
แสดงในคอลัมน์ Histogram ผลรวม 6,000 จุดภาพ

2. ด้วยวิธีละเอียดกว่าขนาดของจุดภาพ

ได้ทำการจำแนกกลุ่มประเภทวัตถุครั้งละ 1 ประเภท โดยเริ่มจากป่าและพืชคลุมดิน ก่อนเป็นประเภทแรก เริ่มขั้นตอนด้วยการสร้างเพิ่มข้อมูลพื้นที่ที่สนใจ .aoi ของป่าและพืชคลุมดิน จากบริเวณพื้นที่ทดลองที่ได้ถูกกำหนดไว้ 3 บริเวณซึ่งเป็นจุดภาพปริส্তুที่ประชิดติดกัน รวมกันทุกพื้นที่แล้วมากกว่า 5 จุดภาพ กำหนดรูปแบบกลุ่มสัดส่วนของป่าและพืชคลุมดินที่ตรวจพบ แสดงในรูปแบบ 8 กลุ่ม ช่วงสัดส่วนร้อยละ 10 ภาพที่ 3.36 และ 3.37 แสดงภาพผลลัพธ์ของวัตถุที่ตรวจพบและรายละเอียดสัดส่วนของวัตถุตามลำดับ



ภาพที่ 3.36 ภาพผลลัพธ์ การจำแนก พื้นที่ที่มีการปลูกสร้าง ภาพจำลองระดับ 3

Row	Class Name	Value	Histogram	Opacity	Color	Red	Green	Blue
0		0	5930	0	Black	0	0	0
1	0.20 - 0.29	1	3	1	Yellow	1	1	0
2	0.30 - 0.39	2	12	1	Yellow	1.847059	0	0
3	0.40 - 0.49	3	16	1	Orange	1.709804	0	0
4	0.50 - 0.59	4	9	1	Orange	1.568627	0	0
5	0.60 - 0.69	5	5	1	Orange	1.427451	0	0
6	0.70 - 0.79	6	8	1	Red	1.278431	0	0
7	0.80 - 0.89	7	5	1	Red	1.137255	0	0
8	0.90 - 1.00	8	12	1	Red	1	0	0

ภาพที่ 3.37 ตารางแสดงผลลัพธ์ การจำแนกพื้นที่ที่มีการปลูกสร้าง ภาพจำลองระดับ 3

หลังจากจำแนกป่าและพืชคลุมดิน เสร็จแล้ว ทำการจำแนกกลุ่มประเภทที่เหลืออีก 8 ประเภทคือ 2. ทุ่งหญ้าและนาข้าว, 3. น้ำ, 4. ถนนและพื้นที่ว่าง, 5. พื้นที่ที่มีการปลูกสร้าง, 6. ป่าชายเลน, 7. หนองน้ำ, 8. นาทุ่ง / นาเกลือ และ 9. ยางพารา ตามลำดับ ซึ่งมีขั้นตอนการทำงานเหมือนกัน

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในบทนี้จะเป็นการกล่าวถึงผลการจำแนกภาพจำลองทั้ง 3 ภาพ คือ ภาพจำลองต้นฉบับ ภาพจำลองระดับ 2 และภาพจำลองระดับ 3 ด้วย 2 วิธีคือ วิธีความเป็นไปได้สูงสุด และวิธีละเอียดกว่าขนาดของจุดภาพ แล้วทำการเปรียบเทียบผลการจำแนกของทั้ง 2 วิธีกับข้อมูลอ้างอิงที่ทราบ ประเภทวัตถุและสัดส่วนวัตถุแต่ละประเภทในทุกๆจุดภาพ ในแง่การตรวจพบวัตถุ (Presence or Absence) และความถูกต้องของปริมาณสัดส่วนวัตถุที่พบในแต่ละจุดภาพของวัตถุทั้ง 9 ประเภท ใช้ตารางความผิดพลาด และคำนวณค่าความถูกต้องทั้งหมด (Overall Accuracy)

4.1 ผลการจำแนกภาพจำลองต้นฉบับ

4.1.1 ผลการจำแนกภาพจำลองต้นฉบับด้วย วิธีความเป็นไปได้สูงสุด ของวัตถุทั้ง 9 กลุ่มประเภทพบว่าเมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลอ้างอิงทุกจุดภาพทั้งหมด 96,000 จุดภาพพบว่ามีความถูกต้องอยู่ในเกณฑ์สูงมาก การตรวจพบวัตถุทั้ง 9 กลุ่มประเภทมีความถูกต้องโดยเฉลี่ยสูงถึงร้อยละ 99 ค่า Omission Error สูงสุดมีค่าเพียงร้อยละ 2 เป็นของป่าและพืชคลุมดิน บางจุดภาพถูกจำแนกเป็นทุ่งหญ้า หนองน้ำ และยางพารา วัตถุประเภทหนองน้ำที่มีพืชปกคลุมมีค่า Commission Error

ตารางที่ 4.1 ตารางความผิดพลาดของผลการการจำแนกภาพจำลองต้นฉบับขนาด 400 x 240

จุดภาพ ด้วยวิธีความเป็นไปได้สูงสุด

กลุ่มประเภทของวัตถุ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ผลรวม	ร้อยละ	ร้อยละ
											ความคลาดเคลื่อน	ความถูกต้อง
1.ป่าและพืชคลุมดิน	33899	312	0	0	5	0	274	1	37	34528	1.8	98.2
2.ทุ่งหญ้าและนาข้าว	155	27706	0	0	1	0	0	0	0	27862	0.6	99.4
3. น้ำ	0	0	6356	0	0	0	0	5	0	6361	0.1	99.9
4. ถนนและพื้นที่ว่าง	0	0	0	6232	12	0	0	0	0	6244	0.2	99.8
5. พื้นที่ที่มีการปลูกสร้าง	0	0	0	32	6868	0	0	0	0	6900	0.5	99.5
6. ป่าชายเลน	0	0	0	0	1	5320	0	0	0	5321	0.0	100.0
7. หนองน้ำ	15	0	0	0	1	0	2035	0	0	2051	0.8	99.2
8. นาทุ่ง / นาเกลือ	0	0	11	0	0	0	0	2582	0	2593	0.4	99.6
9. ยางพารา	10	0	0	0	1	0	0	0	4129	4140	0.3	99.7
ผลรวม	34079	28018	6367	6264	6889	5320	2309	2588	4166	96000	0.5	เฉลี่ย
ร้อยละความคลาดเคลื่อน	0.5	1.1	0.2	0.5	0.3	0.0	11.9	0.2	0.9	0.9	1.8	99.5
ร้อยละความถูกต้อง	99.5	98.9	99.8	99.5	99.7	100	88.1	99.8	99.1		เฉลี่ย	

ค่าความถูกต้องทั้งหมดของการจำแนกเท่ากับร้อยละ 99

สูงสุดเพียงร้อยละ 12 ซึ่งนำเอา ป่าและพืชคลุมดินมารวมด้วย ประเภทป่าชายเลนมีความถูกต้องทุกจุดภาพ ตามตารางที่ 4.1 ความถูกต้องทั้งหมดของการจำแนกเท่ากับร้อยละ 99

4.1.2 ผลการจำแนกภาพจำลองต้นฉบับด้วยวิธีละเอียดกว่าขนาดจุดภาพ โดยแยกจำแนกครั้งละ 1 ประเภทวัตถุเริ่มจากวัตถุประเภทที่ 1 ป่าและพืชคลุมดิน ประเภทที่ 2 พุ่มหญ้าและนาข้าว จนถึงประเภทที่ 9 ยางพารา การตรวจสอบผลลัพธ์เบื้องต้น โดยการเปิดภาพผลลัพธ์ทั้ง 2 วิธี แล้ว Swipe ภาพดู Commission Error และ Omission Error จากนั้นทำการเปรียบเทียบผลลัพธ์แต่ละจุดภาพ กับข้อมูลอ้างอิงที่จำลองไว้ ตารางที่ 4.2 แสดงการรวบรวมผลลัพธ์การตรวจพบวัตถุทั้ง 9 กลุ่มประเภทมาแสดง จากการวิเคราะห์ผลลัพธ์ทุกกลุ่มประเภท พบว่า หนองน้ำที่มีพืชปกคลุมและน้ำ ถูกตรวจพบมากที่สุด คือ ร้อยละ 89 และ 86 ตามลำดับ ป่าชายเลนถูกตรวจพบน้อยที่สุดคือ ร้อยละ 31 ความถูกต้องของสัดส่วนในจุดภาพคิดโดยเฉลี่ยทั้ง 9 กลุ่มประเภทของวัตถุ เฉพาะช่วงสัดส่วน 80-100% ของจุดภาพ ได้ร้อยละ 83 เนื่องจากภาพจำลองต้นฉบับเป็นภาพที่มีจุดภาพบริสุทธิ์ทั้งหมด (ตารางที่ 4.2)

ความคลาดเคลื่อนของการจำแนกทั้ง Commission Error และ Omission Error ได้นำมาแสดงในรูปตารางตามตารางที่ 4.3 ซึ่งประกอบด้วยแถวอนหลัก 9 แถว แถวตั้งหลัก 9 แถว แต่ละแถวหลักจะประกอบด้วยแถวย่อย 5 แถวแสดงช่วงชั้นสัดส่วนวัตถุในจุดภาพ 0,1,2,3,

ตารางที่ 4.2 ผลการการจำแนกภาพจำลองต้นฉบับด้วยวิธีละเอียดกว่าขนาดของจุดภาพ

กลุ่มประเภทของวัตถุ	ไม่พบวัตถุ		พบวัตถุ (จุดภาพ)					จำนวนจุดภาพ	ความคลาดเคลื่อน
	ปริมาณสัดส่วน 0-19%	(0) 20-39%	(1) 40-59%	(2) 60-79%	(3) 80-100%	(4) รวม	ร้อยละ อ้างอิง100%		
1.ป่าและพืชคลุมดิน	5999	133	1115	4735	22546	28529	82.6	34528 class9p=145, 7s=1120, 2g=4629	
2.พุ่มหญ้าและนาข้าว	6054	54	524	3387	17843	21808	78.3	27862 class1f=11387	
3. น้ำ	883	4	58	263	5153	5478	86.1	6361 class8=307	
4. ถนนและพื้นที่ว่าง	2748	10	94	715	2677	3496	56.0	6244 class5u=44	
5. พื้นที่ที่มีการปลูกสร้าง	3301	5	58	275	3261	3599	52.2	6900 class4r=5643	
6. ป่าชายเลน	3675	26	86	134	1400	1646	30.9	5321 class1f=4550, 2g=1063	
7. หนองน้ำ	227	3	30	214	1577	1824	88.9	2051 class1f=10239	
8. นาทุ่ง / นาเกลือ	1028	10	34	149	1372	1565	60.4	2593 class1f=679, 3w=437, 4r=290, 7s=192	
9. ยางพารา	1249	9	27	206	2649	2891	69.8	4140 class2g=639, 1f=10155	
ผลรวม	25164	254	2026	10078	58478	70836	96000		
				ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ				
							82.6	73.8	67.2

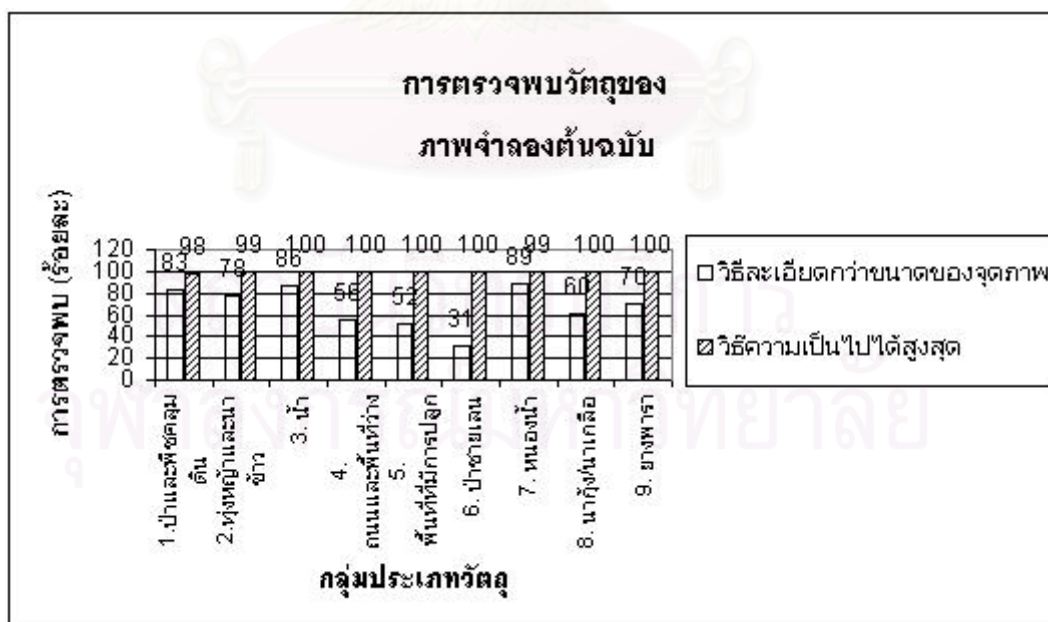
ตารางที่ 4.3 ความคลาดเคลื่อนในการจำแนกภาพจำลองต้นฉบับด้วยวิธีละเอียดกว่าขนาดจุดภาพ

กลุ่มประเภทของวัตถุ	1.ป่าและพืชคลุมดิน					2.ทุ่งหญ้าและนาข้าว					3. น้ำ				4. ถนนและพื้นที่ว่าง				5. พื้นที่ที่มีการปลูกสร้าง				6. ป่าชายเลน				7. หนองน้ำ				8. นาทุ่ง นาเกลือ				9. ยางพารา				ความคลาดเคลื่อน			
	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	จุดภาพ	ร้อยละ
ดิน	0	5999				0										0								0											0							
1.ป่าและพืชคลุมดิน	1		133				263										150																						1894			
2.ทุ่งหญ้าและนาข้าว	2			1115				1073									60																						6025			
3. น้ำ	3				4735				2242																														10003			
4. ถนนและพื้นที่ว่าง	4					22546				7809																														19088	55	
5. พื้นที่ที่มีการปลูกสร้าง	0						6054									0																						0				
6. ป่าชายเลน	1							54									8																						425			
7. หนองน้ำ	2								524																														751			
8. นาทุ่ง นาเกลือ	3																																						1031			
9. ยางพารา	4																																						4124	15		
ความคลาดเคลื่อน																																								0		
ร้อยละ																																										55
ดิน	0																																						0			
1.ป่าและพืชคลุมดิน	1																																							251		
2.ทุ่งหญ้าและนาข้าว	2																																							35		
3. น้ำ	3																																							1		
4. ถนนและพื้นที่ว่าง	4																																							150	2	
5. พื้นที่ที่มีการปลูกสร้าง	0																																							0		
6. ป่าชายเลน	1																																							51		
7. หนองน้ำ	2																																							327		
8. นาทุ่ง นาเกลือ	3																																							630		
9. ยางพารา	4																																							4925	79	
ความคลาดเคลื่อน																																								0		
ร้อยละ																																									0	

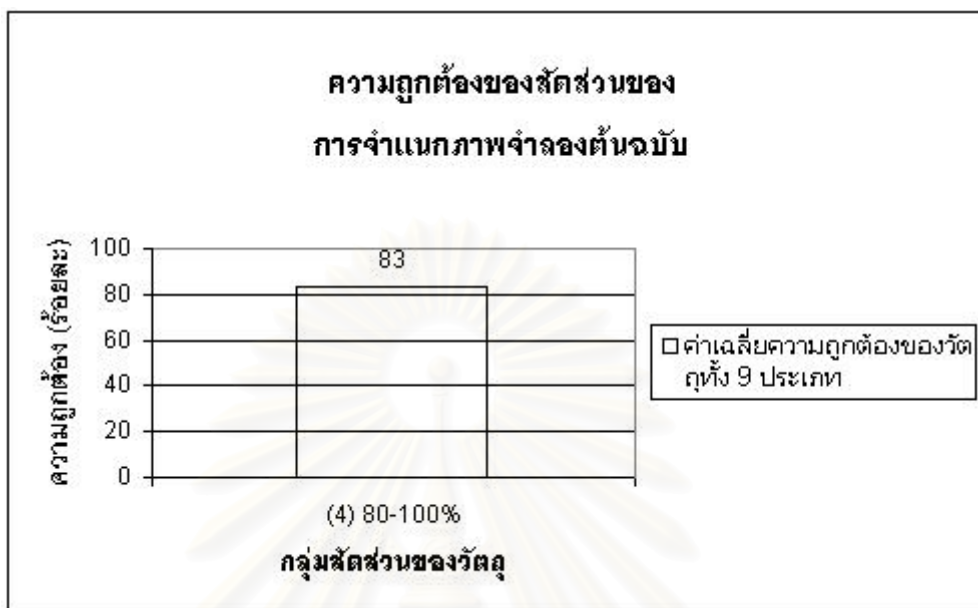
หมายเหตุ: 5999 แสดงจำนวนจุดภาพที่ตรวจพบและสัดส่วนถูกต้อง

และ 4 ตามลำดับ แถวนอนแสดงค่า Commission Error ส่วนแถวตั้งแสดงค่า Omission Error ผลรวมด้านล่างสุดเป็นผลรวมค่า Commission Error ส่วนผลรวมด้านขวาสุดเป็นผลรวมค่า Omission Error จากตารางที่ 4.3 แสดงให้เห็นว่าป่าชายเลนมีค่า Omission Error ต่ำสุด พื้นที่ว่างไม่มีพืชปกคลุมมีค่า Omission Error สูงสุดแต่มี ค่า Commission Error ต่ำสุด ค่า Commission Error สูงสุดเป็นยางพารา โดยเฉลี่ยรวมทุกประเภทวัตถุแล้วค่า Commission Error จะสูงกว่าค่า Omission Error 2 เท่า

4.1.3 การเปรียบเทียบผลการจำแนกทั้ง 2 วิธี พบว่าภาพจำลองต้นฉบับซึ่งมีจุดภาพปริศนุทธิ์ทั้งหมด ไม่มีจุดภาพผสม ซึ่งไม่สอดคล้องกับเงื่อนไขของวิธีจำแนกแบบละเอียดกว่าขนาดของจุดภาพ จึงได้ผลลัพธ์มีความถูกต้องต่ำกว่าวิธีความเป็นไปได้สูงสุด ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นทั้ง Commission Error และ Omission Error ของวิธีจำแนกแบบละเอียดกว่าขนาดของจุดภาพเกิดขึ้นมากกว่า วิธีความเป็นไปได้สูงสุด เป็นที่น่าสังเกต ป่าชายเลนได้ค่าความถูกต้องสูงสุดเมื่อใช้วิธีความเป็นไปได้สูงสุด แต่การตรวจหาโดยวิธีละเอียดกว่าขนาดของจุดภาพกลับมีการตรวจพบต่ำสุดเพียงร้อยละ 31 (ภาพที่ 4.1)



ภาพที่ 4.1 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบการตรวจพบวัตถุในการจำแนกภาพจำลองต้นฉบับระหว่างวิธีการจำแนก 2 วิธี



ภาพที่ 4.2 แผนภูมิแสดงความถูกต้องของสัดส่วนในการจำแนกภาพจำลองต้นฉบับด้วยวิธีจำแนกแบบละเอียดกว่าขนาดของจุดภาพ

4.2 ผลการจำแนกภาพจำลองระดับ 2

4.2.1 ผลการจำแนกภาพจำลองระดับ 2 ด้วยวิธีความเป็นไปได้สูงสุด ของวัตถุทั้ง 9 กลุ่มประเภทพบว่ามีความถูกต้องอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง ค่า Omission Error สูงสุดเป็นของทุ่งหญ้าและนาข้าวมีค่าร้อยละ 33 ส่วนค่า Commission Error สูงสุดเป็นของพื้นที่ที่มีการปลูกสร้างมีค่าร้อยละ 74 ตามตารางที่ 4.4 ความถูกต้องทั้งหมดของการจำแนกเท่ากับร้อยละ 75 ตามที่ได้แสดงในตารางที่ 4.4 สิ่งที่น่าสังเกตคือ พื้นที่ที่มีการปลูกสร้างมีค่า Omission Error ต่ำสุดคือไม่ถูกจำแนกเป็นวัตถุประเภทอื่นแต่มีค่า Commission Error สูงสุดคือไปนำเอาวัตถุประเภทอื่นมารวมด้วย ความผิดพลาดที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากภาพนี้ถูกคำนวณจากภาพจำลองต้นฉบับให้มีรายละเอียดทางราบของจุดภาพหยาบกว่า 2 เท่า รวมทั้งค่าความสว่างก็ถูกคำนวณใหม่ หากภาพจำลองต้นฉบับมีรายละเอียดจุดภาพ 30 เมตร ภาพนี้จะมีรายละเอียดทางราบของจุดภาพ 60 เมตร ในจุดภาพแต่ละจุดภาพมีวัตถุทั้ง 9 ประเภทผสมปะปนกันสลับไปมาตามที่ได้ออกแบบจำลองไว้

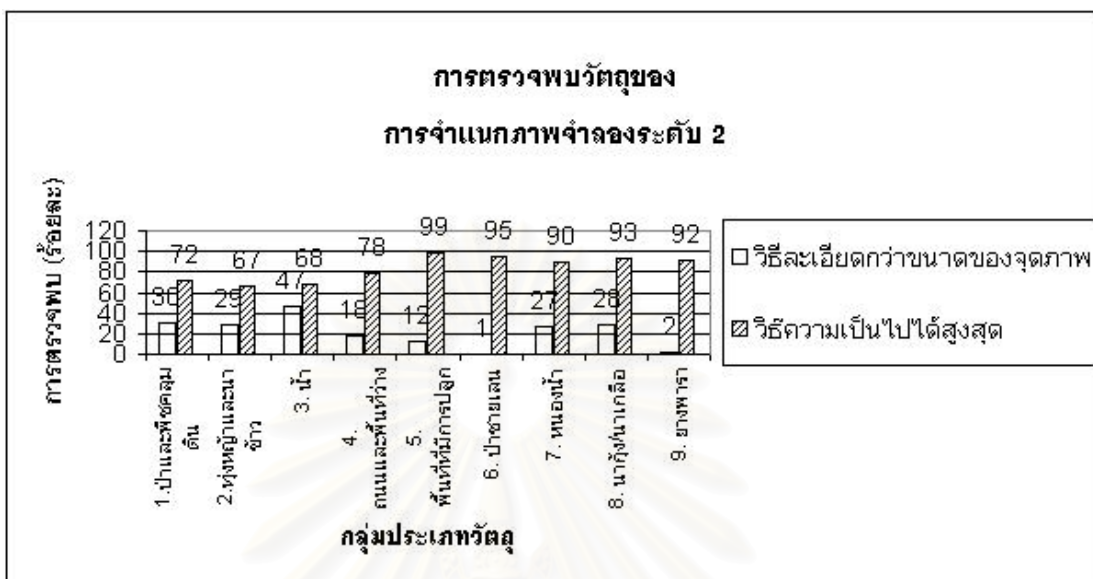
ตารางที่ 4.4 ตารางความผิดพลาดของผลการการจำแนกภาพจำลองระดับ 2 ขนาด 200 x 120

คุณภาพ ด้วยวิธีความเป็นไปได้สูงสุด

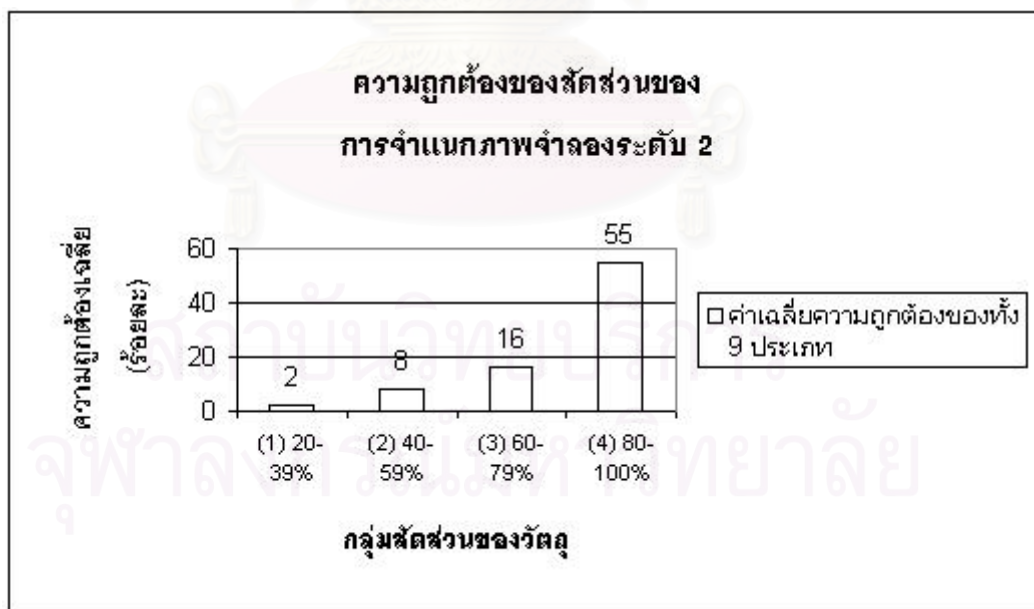
กลุ่มประเภทของวัตถุ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ผลรวม	ร้อยละ	ร้อยละ
											ความคลาดเคลื่อน	การตรวจพบ
1.ป่าและพืชคลุมดิน	7193	968	0	6	1297	4	303	229	43	10043	28.4	71.6
2.ทุ่งหญ้าและนาข้าว	630	4606	0	0	1577	0	15	40	1	6869	32.9	67.1
3. น้ำ	0	0	924	0	61	0	0	370	0	1355	31.8	68.2
4. ถนนและพื้นที่ว่าง	0	0	0	1049	295	0	0	0	0	1344	21.9	78.1
5. พื้นที่ที่มีการปลูกสร้าง	0	0	0	10	1193	0	0	0	0	1203	0.8	99.2
6. ป่าชายเลน	50	0	0	0	6	1080	6	1	0	1143	5.5	94.5
7. หนองน้ำ	31	0	0	0	16	0	419	1	0	467	10.3	89.7
8. นาทุ่ง / นาเกลือ	1	0	0	0	23	0	19	573	0	616	7.0	93.0
9. ยางพารา	45	1	0	0	33	0	0	0	881	960	8.2	91.8
ผลรวม	7950	5575	924	1065	4501	1084	762	1214	925	24000	16.3	83.7
ร้อยละความคลาดเคลื่อน	9.5	17.4	0.0	1.5	73.5	0.4	45.0	52.8	4.8	25.3	เฉลี่ย	เฉลี่ย

ค่าความถูกต้องทั้งหมดของการจำแนกเท่ากับร้อยละ 74.7

4.2.2 ผลการจำแนกภาพจำลองระดับ 2 ด้วยวิธีละเอียดกว่าขนาดคุณภาพ ได้ทำการจำแนกเหมือนกับการจำแนกภาพจำลองต้นฉบับ ได้ภาพผลลัพธ์ ทั้งหมด 9 ภาพ ตามประเภทวัตถุ และตรวจสอบผลลัพธ์ที่ละภาพ โดยเทียบกับคุณภาพอ้างอิง และรวบรวมผลลัพธ์ที่ได้จากการจำแนกทุกประเภทวัตถุ และสัดส่วนที่ตรวจพบวัตถุแต่ละประเภท มาแสดงในตารางที่ 4.5 เช่น ภาพที่ 1 เป็นการตรวจหาป่าและพืชคลุมดิน ข้อมูลอ้างอิงที่ออกแบบไว้ จำนวน 24,000 จุดภาพ เป็นจุดภาพที่ไม่มีป่าผสมอยู่เลยจำนวน 11,983 จุดภาพ จำแนกถูกต้อง 11,766 จุดภาพผิดไป 217 จุดภาพ จุดภาพที่มีป่าผสมอยู่ร้อยละ 25 จำนวน 1,797 จุดภาพ ตรวจหาไม่พบจำนวน 1,677 จุดภาพ ตรวจพบและสัดส่วนถูกต้องจำนวน 23 จุดภาพ ตรวจพบสัดส่วนไม่ถูกต้องหรือผิดประเภทวัตถุจำนวน 97 จุดภาพ จุดภาพที่มีป่าผสมอยู่ร้อยละ 50 จำนวน 2,875 จุดภาพ ตรวจหาไม่พบจำนวน 2,002 จุดภาพ ตรวจพบและสัดส่วนถูกต้องจำนวน 225 จุดภาพ ตรวจพบสัดส่วนไม่ถูกต้องหรือผิดประเภทวัตถุจำนวน 648 จุดภาพ จุดภาพที่มีป่าผสมอยู่ร้อยละ 75 จำนวน 2,399 จุดภาพ ตรวจหาไม่พบจำนวน 1,089 จุดภาพ ตรวจพบและสัดส่วนถูกต้องจำนวน 333 จุดภาพ ตรวจพบสัดส่วนไม่ถูกต้องหรือผิดประเภทวัตถุจำนวน 977 จุดภาพ และจุดภาพบริสุทธิ์ คือมีป่าเต็มทั้งจุดภาพ จำนวน 4,946 จุดภาพ ตรวจหาไม่พบจำนวน 1,160 จุดภาพ ตรวจพบและสัดส่วนถูกต้องจำนวน 3,023 จุดภาพ ตรวจพบสัดส่วนไม่ถูกต้องหรือผิดประเภทวัตถุจำนวน 763 จุดภาพ พืชคลุมดินแล้วมีอัตราการตรวจพบร้อยละ 51 อัตราการตรวจพบและสัดส่วนถูกต้องร้อยละ 30



ภาพที่ 4.3 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบการตรวจพบวัตถุในการจำแนกภาพจำลองระดับ 2 วิธีจำแนก 2 วิธี



ภาพที่ 4.4 แผนภูมิแสดงความถูกต้องของสัดส่วนในการจำแนกภาพจำลองระดับ 2 ด้วยวิธีจำแนกแบบละเอียดกว่าขนาดของจุดภาพ

ผลที่ได้จากการทดลองกับวัตถุทั้ง 9 ประเภท น้ำมีอัตราการพบสูงสุดคือร้อยละ 47 ประเภทป่าและพืชคลุมดิน ทุ่งหญ้าและนาข้าว นาุ้ง / นาเกลือ และหนองน้ำ มีอัตราการพบรองลงมาคือร้อยละ 30, 29, 28, และ 27 ตามลำดับ วัตถุที่มีค่าการสะท้อนพลังงานสูงเช่น ถนนและพื้นที่ว่างที่ไม่มีพืชปกคลุม และพื้นที่ที่มีการปลูกสร้าง มีอัตราการพบเฉลี่ยรองลงมาคือร้อยละ 15 ส่วนป่าชายเลนและยางพารามีอัตราการพบต่ำสุดคือร้อยละ 1-2 เมื่อนำเฉพาะจุดภาพที่ตรวจพบ มาตรวจสอบความถูกต้องของสัดส่วน พบว่ากลุ่มสัดส่วนต่างๆ เช่น ร้อยละ 20-39 ความถูกต้องก็ต่ำไปด้วย คือเพียงร้อยละ 2 และกลุ่มสัดส่วนสูงๆ ร้อยละ 80-100 ความถูกต้องของสัดส่วนสูงสุดคือร้อยละ 55

ตารางที่ 4.5 ผลการการตรวจหาวัตถุ ภาพจำลองระดับ 2 ขนาด 200 x 120 จุดภาพ ด้วยวิธี

ละเอียดกว่าขนาดของจุดภาพ

กลุ่มประเภทวัตถุ	ไม่พบ			ไม่พบ			ไม่พบ			ไม่พบ			รวม		ผลรวมจุดภาพ		
	พบ (0) 0-19%	พบถูก 20-39%	พบผิด 40-59%	พบถูก 60-79%	พบผิด 80-100%	พบถูก 100%	พบผิด 100%	พบถูก 100%	พบผิด 100%	พบ	ร้อยละ						
1.ป่าและพืชคลุมดิน	11766	217	1677	23	97	2002	225	648	1089	333	977	1160	3023	763	3604	30.0	15370
อ้างอิง	11983	1.8	93.3	1797	5.4	69.6	2875	22.5	45.4	2399	40.7	23.5	4946	15.4	12017		24000
2.ทุ่งหญ้าและนาข้าว	12696	507	2199	42	337	1879	176	816	847	342	661	700	2534	264	3094	28.7	15790
อ้างอิง	13203	3.8	85.3	2578	13.1	65.4	2871	28.4	45.8	1850	35.7	20.0	3498	7.5	10797		24000
3. น้ำ	21629	1	508	16	0	497	127	1	151	133	13	59	842	23	1118	47.2	22747
อ้างอิง	21630	0.0	96.9	524	0.0	79.5	625	0.2	50.8	297	4.4	6.39	924	2.5	2370		24000
4. ถนนและพื้นที่ว่าง	21511	22	517	13	1	654	105	25	328	99	36	414	221	54	438	17.8	21949
อ้างอิง	21533	0.1	97.4	531	0.2	83.4	784	3.2	70.8	463	7.8	60.1	689	7.8	2467		24000
5. พื้นที่ที่มีการปลูกสร้าง	19622	1057	1174	73	91	796	97	112	276	43	41	408	187	23	400	12.0	20022
อ้างอิง	20679	5.1	87.7	1338	6.8	79.2	1005	11.1	76.7	360	11.4	66	618	3.7	3321		24000
6. ป่าชายเลน	22086	31	369	4	4	394	8	10	255	1	0	838	0	0	13	0.7	22099
อ้างอิง	22117	0.1	97.9	377	1.1	95.6	412	2.4	99.6	256	0.0	100	838	0.0	1883		24000
7. หนองน้ำ	22585	698	135	3	20	86	10	36	37	11	31	166	167	15	191	26.6	22776
อ้างอิง	23283	3.0	85.4	158	12.7	65.2	132	27.3	46.8	79	39.2	47.7	348	4.3	717		24000
8. นาุ้ง นาเกลือ	23015	167	101	4	1	119	12	4	63	9	19	267	205	14	230	28.1	23245
อ้างอิง	23182	0.7	95.3	106	0.9	88.1	135	3.0	69.2	91	20.9	54.9	486	2.9	818		24000
9. ยางพารา	21891	771	110	1	60	170	12	88	121	5	33	734	3	1	21	1.6	21912
อ้างอิง	22662	3.4	64.3	171	35.1	63.0	270	32.6	76.1	159	20.8	99.5	738	0.1	1338		24000
ผลรวมจุดภาพจำแนก	176801	3471	6790	179	611	6597	772	1740	3167	976	1811	4746	7182	1157	9109		
ผลรวมจุดภาพอ้างอิง	180272		7580			9109			5954			13085			35728		
ค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ	98.1	1.93	89.6	2.4	8.1	72.4	8.5	19.1	53.2	16.4	30.4	36.3	54.9	8.8	25.5		

หมายเหตุ: 1.8 แสดง ค่าร้อยละ 11766 แสดงจำนวนจุดภาพที่ตรวจพบและสัดส่วนถูกต้อง

ความคลาดเคลื่อนของการจำแนกทั้ง Commission Error และ Omission Error ได้นำมาแสดงในรูปตารางตามตารางที่ 4.6 แสดงให้เห็นว่าป่าชายเลนมีทั้งค่า Omission Error และค่า Commission Error ต่ำสุด ป่าและพืชคลุมดินมีค่า Omission Error สูงสุด ส่วนค่า Commission Error สูงสุดเกิดกับวัตถุประเภทพืชเช่น ป่าและพืชคลุมดิน ทุ่งหญ้าและนาข้าว และยางพารา ค่า Commission Error ต่ำสุดเกิดกับป่าชายเลน โดยเฉลี่ยรวมทุกประเภทวัตถุแล้วค่า ค่า Omission Error จะสูงกว่าค่า Commission Error 1.7 เท่า

4.2.3 การเปรียบเทียบผลการจำแนกทั้ง 2 วิธี ในแง่ของการตรวจหาวัตถุทั้ง 9 ประเภท วิธีความเป็นไปได้สูงสุด มีประสิทธิภาพในการตรวจพบสูงถึงร้อยละ 84 ในขณะที่วิธีละเอียดกว่าขนาดของจุดภาพตรวจพบโดยเฉลี่ยเพียงร้อยละ 26 และจุดภาพที่ตรวจพบนั้นมีเพียงร้อยละ 21 ที่สัดส่วนถูกต้อง ร้อยละ 79 ที่สัดส่วนไม่ถูกต้องและผิดประเภทวัตถุ ทั้ง 2 วิธีมี Omission Error ใกล้เคียงกันคือร้อยละ 17 และ 16 ตามลำดับ ค่า Commission Error ของวิธี ความเป็นไปได้สูงสุด จะสูงกว่าวิธีละเอียดกว่าขนาดของจุดภาพคือร้อยละ 25 และ 10 ตามลำดับ (ภาพที่ 4.2) สิ่งที่น่าสังเกตคือความคลาดเคลื่อน ของวิธีละเอียดกว่าขนาดของจุดภาพเกิดกับกลุ่มประเภทวัตถุที่หลากหลายกว่าวิธีความเป็นไปได้สูงสุด หากวิธีละเอียดกว่าขนาดของจุดภาพมีประสิทธิภาพในการตรวจพบสูงขึ้น ความคลาดเคลื่อนในการจำแนกจะสามารถลดลงได้

4.3 ผลการจำแนกภาพจำลองระดับ 3

4.3.1 ผลการจำแนกภาพจำลองระดับ 3 ด้วยวิธีความเป็นไปได้สูงสุด พบว่ามีความถูกต้องต่ำกว่าภาพจำลองระดับต้นฉบับ ค่าเฉลี่ยของ Omission Error จะสูงกว่าค่าเฉลี่ยของ Commission Error ร้อยละ 7 พื้นที่ว่างที่ไม่มีการเพาะปลูกถูกจำแนกเป็นพื้นที่ที่มีการปลูกสร้างมากที่สุด และพื้นที่ที่มีการปลูกสร้างมี Commission Error สูงสุดโดยการไปเอาวัตถุประเภทอื่นมารวมด้วยโดยเฉพาะทุ่งหญ้าและนาข้าว เนื่องจากค่าสะท้อนพลังงานที่ใกล้เคียงกัน สิ่งที่น่าสังเกตคือป่าชายเลนไม่มี Commission Error เลย ตามที่ได้แสดงในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ตารางความผิดพลาดของผลการการจำแนกภาพจำลองระดับ 3 ขนาด 100 x 60 จุดภาพด้วย
วิธีความเป็นไปได้สูงสุด

กลุ่มประเภทของวัตถุ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ผลรวม	ร้อยละ	ร้อยละ
											ความคลาดเคลื่อน	ความถูกต้อง
1.ป่าและพืชคลุมดิน	1550	298	61	4	409	0	129	0	3	2454	36.8	63.2
2.ทุ่งหญ้าและนาข้าว	192	981	165	0	439	0	11	0	0	1788	45.1	54.9
3. น้ำ	0	0	318	0	17	0	3	4	0	342	7.0	93.0
4. ถนนและพื้นที่ว่าง	0	0	0	128	199	0	0	0	0	327	60.9	39.1
5. พื้นที่ที่มีการปลูกสร้าง	0	0	0	4	269	0	0	0	0	273	1.5	98.5
6. ป่าชายเลน	68	0	1	0	6	218	13	0	0	306	28.8	71.2
7. หนองน้ำ	11	0	0	0	9	0	85	0	0	105	19.0	81.0
8. นาทุ่ง / นาเกลือ	0	0	15	0	8	0	17	121	0	161	24.8	75.2
9. ยางพารา	20	8	0	0	15	0	0	0	201	244	17.6	82.4
ผลรวม	1841	1287	560	136	1371	218	258	125	204	6000	26.8	เฉลี่ย
ร้อยละความคลาดเคลื่อน	15.8	23.8	43.2	5.9	80.4	0.0	67.1	3.2	1.5	35.5	26.8	
ร้อยละความถูกต้อง	84.2	76.2	56.8	94.1	19.6	100.0	32.9	96.8	98.5	64.5	เฉลี่ย	73.1

ค่าความถูกต้องทั้งหมดของการจำแนกเท่ากับร้อยละ 64.5

4.3.2 ผลการจำแนกภาพจำลองระดับ 3 ด้วยวิธีละเอียดกว่าขนาดจุดภาพ ภาพจำลองระดับ 3 นี้เป็นภาพที่ประกอบด้วยวัตถุต่างๆ 9 ประเภท ขนาดสัดส่วนย่อยๆ 16 ส่วนผสมกันเป็นจุดภาพผสมกันขนาด 6,000 จุดภาพ น้อยที่สุดคือ 1/16 คือ ร้อยละ 6.25 จนถึง 16/16 เต็มจุดภาพ การจำแนกได้แบ่งช่วงสัดส่วนเป็น 8 ช่วงๆ ชั้นละ 10% จากตารางที่ 4.8 ที่แสดงการตรวจพบวัตถุประเภทน้ำมีอัตราการตรวจพบสูงสุดคือร้อยละ 24 นอกนั้นวัตถุอีก 4 ชนิดคือ ป่าและพืชคลุมดิน, ทุ่งหญ้าและนาข้าว, ถนนและพื้นที่ว่าง, พื้นที่ที่มีการปลูกสร้าง โอกาสที่จะตรวจพบวัตถุมีเพียงร้อยละ 1-5 วัตถุที่ตรวจไม่พบเลย คือ ป่าชายเลน, หนองน้ำ, นาทุ่ง / นาเกลือ, และยางพารา โดยเฉลี่ยวัตถุทั้ง 9 ประเภทมีค่าเฉลี่ยการตรวจพบร้อยละ 3 เท่านั้น วัตถุที่มีสัดส่วนในจุดภาพร้อยละ 90 - 100 มีอัตราการตรวจพบสูงสุดคือร้อยละ 10 เท่านั้นนอกจากนั้น มีประสิทธิภาพการตรวจพบไม่เกินร้อยละ 2 ดังนั้นเมื่อศักยภาพของซอฟต์แวร์ไม่สามารถจำแนกตรวจหาวัตถุที่ผสมปะปนกันเล็กน้อยได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงไม่มีความจำเป็นต้องทำการตรวจสอบความถูกต้องของสัดส่วนในทุกจุดภาพของภาพในทางในจุดภาพของภาพจำลองระดับ 3

4.3.3 การเปรียบเทียบผลการจำแนกทั้ง 2 วิธี ภาพจำลองระดับ 3 นี้ประกอบด้วยวัตถุต่างๆ ผสมปะปนกันในส่วนต่างๆ ตั้งแต่ร้อยละ 6 ของจุดภาพขึ้นไป คือ 6, 12, 19, 25, 31, 38, 44, 50, 56, 63, 69, 75, 81, 88, 94, และ 100 รายละเอียดของภาพหยาบกว่าภาพจำลองต้นฉบับ 4 เท่า หากเปรียบเทียบภาพจำลองต้นฉบับเป็นภาพดาวเทียมLANDSAT5TMซึ่งมีรายละเอียด

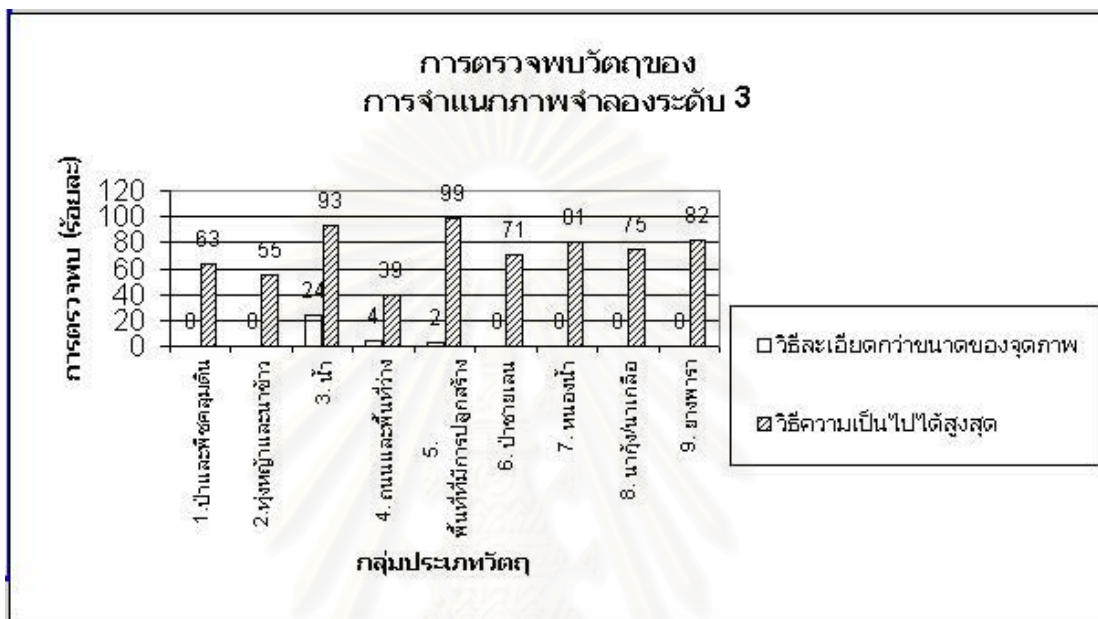
ตารางที่ 4.8 ผลการการตรวจหาวัตถุ ภาพจำลองระดับ3 ขนาด 100 x 60 จุดภาพ ด้วยวิธีละเอียดกว่าขนาดของจุดภาพ

กลุ่มประเภทของวัตถุ ปริมาณสัดส่วน	ไม่พบ พบถูก พบผิด			ไม่พบ พบถูก พบผิด			ไม่พบ พบถูก พบผิด			ไม่พบ พบถูก พบผิด			ไม่พบ พบถูก พบผิด			ไม่พบ พบถูก พบผิด			ไม่พบ พบถูก พบผิด			ไม่พบ พบถูก พบผิด			รวม พบ ร้อยละ	ผลรวม จุดภาพ			
	(0) 0-19%	(1) 20-29%	(2) 30-39%	(3) 40-49%	(4) 50-59%	(5) 60-69%	(6) 70-79%	(7) 80-89%	(8) 90-100%	(9) 90-100%	(10) 100-100%	(11) 100-100%	(12) 100-100%	(13) 100-100%	(14) 100-100%	(15) 100-100%	(16) 100-100%	(17) 100-100%	(18) 100-100%	(19) 100-100%	(20) 100-100%	(21) 100-100%	(22) 100-100%						
1. ป่าและพืชคลุมดิน	2720	3	221	0	1	484	2	0	217	0	3	528	0	1	546	0	0	284	0	0	477	0	2	512	0	0	2	0.1	2722
ข้างอิง	2723	0.1	100	221	0.5	99.6	486	0.0	98.6	220	1.4	99.8	529	0.2	100	546	0.0	100	284	0.0	99.6	479	0.4	0	512	0.0	3277	6000	
2. พุ่มหญ้าและนาข้าว	3127	18	297	0	1	551	0	1	247	0	1	537	0	3	400	0	6	204	3	5	302	5	10	280	1	1	9	0.3	3136
ข้างอิง	3145	0.6	99.7	298	0.3	99.8	552	0.2	99.6	248	0.4	99.4	540	0.6	98.5	406	1.5	96.2	212	2.4	95.3	317	3.2	99.3	282	0.4	2855	6000	
3. น้ำ	5228	152	97	0	0	132	1	1	39	0	1	91	4	6	59	6	6	9	4	2	11	9	7	6	122	7	146	23.5	5374
ข้างอิง	5380	2.8	100	97	0.0	98.5	134	0.7	97.5	40	2.5	90.1	101	5.9	83.1	71	8.5	60	15	13.3	40.7	27	25.9	4.4	135	5.2	620	6000	
4. ถนนและพื้นที่ว่าง	5221	28	144	0	0	174	1	2	84	1	1	183	7	7	51	7	7	22	0	2	20	0	2	24	11	1	27	3.6	5248
ข้างอิง	5249	0.5	100	144	0.0	98.3	177	1.1	97.7	86	1.2	92.9	197	3.6	78.5	65	10.8	91.7	24	8.3	90.9	22	9.1	66.7	36	2.8	751	6000	
5. พื้นที่ที่มีการปลูกสร้าง	5319	37	158	1	1	170	5	4	47	0	2	85	0	3	37	0	3	22	0	2	40	2	1	52	8	1	16	2.5	5335
ข้างอิง	5356	0.7	98.75	160	0.6	95.0	179	2.2	95.9	49	4.1	96.6	88	3.4	92.5	40	7.5	91.7	24	8.3	93.0	43	2.3	85.2	61	1.6	644	6000	
6. ป่าชายเลน	5506	0	61	0	0	83	0	0	31	0	0	62	0	0	61	0	0	32	0	0	61	0	0	103	0	0	0	0.0	5506
ข้างอิง	5506	0.0	100	61	0.0	100	83	0.0	100	31	0.0	100	62	0.0	100	61	0.0	100	32	0.0	100	61	0.0	100	103	0.0	494	6000	
7. หนองน้ำ	5814	14	21	0	0	29	0	0	9	0	0	20	0	0	9	0	0	8	0	0	13	0	0	63	0	0	0	0.0	5814
ข้างอิง	5828	0.2	100	21	0.0	100	29	0.0	100	9	0.0	100	20	0.0	100	9	0.0	100	8	0.0	100	13	0.0	100	63	0.0	172	6000	
8. นาทุ่ง นาเกลือ	5774	15	20	0	0	25	0	0	16	0	0	28	0	0	23	0	0	11	0	0	29	0	0	74	0	0	0	0.0	5774
ข้างอิง	5774	0.3	100	20	0.0	100	25	0.0	100	16	0.0	100	28	0.0	100	23	0.0	100	11	0.0	100	29	0.0	100	74	0.0	226	6000	
9. ยางพารา	5624	8	34	0	0	61	0	0	20	0	0	46	0	0	30	0	0	30	0	0	30	0	0	116	0	1	0	0.0	5624
ข้างอิง	5632	0.1	100	34	0.0	100	61	0.0	100	20	0.0	100	46	0.0	100	30	0.0	100	30	0.0	100	30	0.0	99.1	117	0.9	368	6000	
ผลรวมจุดภาพจำแนก	44333	275	1053	1	3	1709	9	8	710	1	8	1580	11	20	1216	13	22	622	7	11	983	16	22	718	142	11	200		
ผลรวมจุดภาพข้างอิง	44593		1056			1726			719			1611			1251			640			1021			1383			9407		
ค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ	99.4	0.62	99.7	0.1	0.3	99.0	0.5	0.5	98.7	0.1	1.1	98.1	0.7	1.2	97.2	1.0	1.8	97.2	1.1	1.7	96.3	1.6	2.2	51.9	10.3	0.8	2.1	3.3	เฉลี่ย

หมายเหตุ: 0.1 แสดง ค่าร้อยละ 2720 แสดงจำนวนจุดภาพที่ตรวจพบและสัดส่วนถูกต้อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ทางราบของจุดภาพ 30 ม. ภาพจำลองระดับ 3 จะมีรายละเอียดทางราบของจุดภาพ 120 ม. แต่การจำแนกภาพ ด้วยวิธีความเป็นไปได้สูงสุดยังสามารถตรวจพบถึงร้อยละ 73 ในขณะที่วิธีละเอียดกว่าขนาดจุดภาพมีการตรวจพบโดยเฉลี่ยเพียงร้อยละ 3 เท่านั้น (ภาพที่ 4.5)



ภาพที่ 4.5 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบการตรวจพบวัตถุในการจำแนกภาพจำลองระดับ 3 ระหว่างวิธีการจำแนก 2 วิธี

4.4 ผลการวิเคราะห์ปัจจัย

องค์ประกอบที่เป็นปัจจัยสำคัญและมีอิทธิพลต่อการจำแนกภาพด้วยวิธีละเอียดกว่าขนาดจุดภาพแบ่งออกได้เป็น 5 ประการคือ

4.4.1 จำนวนกลุ่มประเภทวัตถุ ควรจะมีจำนวนกลุ่มประเภทใกล้เคียงธรรมชาติ (Real World Phenomena) 12-15 ประเภทผสมคละกัน จากการที่ผู้วิจัยได้ทดลองจำลองข้อมูลครั้งแรกด้วยภาพขนาด 200 x 200 จุดภาพ 3 ประเภทวัตถุ และต่อมาภาพขนาด 200 x 200 จุดภาพ 6 ประเภทวัตถุ และ 240 x 400 จุดภาพ 9 ประเภทวัตถุตามลำดับ พบว่าภาพที่มีจำนวนกลุ่มประเภทวัตถุ 9 ประเภทเมื่อจำแนกแล้วได้ผลลัพธ์ดีกว่าภาพที่มีจำนวนกลุ่มประเภทวัตถุ 6 และ 3 ประเภทตามลำดับ จากการศึกษพบว่าจำนวนกลุ่มประเภทที่น้อยเกินไป ส่งผลกับการสร้างลักษณะเฉพาะค่าสะท้อนพลังงาน ทำให้ซอฟต์แวร์ นำค่า DN ที่เป็นพื้นหลังของภาพออกไปหมด

รวมทั้งค่า DN ของวัตถุที่ต้องการตรวจหาด้วย ทำให้ปริมาณการตรวจพบวัตถุที่สนใจน้อยกว่าที่ควรจะเป็น

4.4.2 ปริมาณข้อมูลจำลองมีผลต่อศักยภาพของข้อมูล เมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูล ภาพดาวเทียมที่มีจำนวนจุดภาพอยู่ที่ระดับหลายแสนหรือหลายล้านจุดภาพ จากการที่ผู้วิจัยได้ ทดลองจำลองข้อมูลครั้งแรกด้วยขนาด 200 x 200 ช่องกริดหรือ 40,000 จุดภาพ แล้วทำการ ประมวลผล ได้ผลลัพธ์ไม่ดีเท่ากับภาพขนาด 240 x 400 ช่องกริดหรือ 96,000 จุดภาพ ปริมาณข้อมูลจำลองที่น้อยเกินไปอาจนำไปสู่ข้อสรุปที่ผิดพลาดได้

4.4.3 ค่า DN ที่นำมาใช้สร้างภาพจำลอง ซึ่งตั้งสมมติฐานให้เป็นจุดภาพบริสุทธิ์ ในพื้นที่ทดลอง แต่ในความเป็นจริง ค่าเฉลี่ย และ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของวัตถุแต่ละประเภทที่ นำออกมาจากภาพดาวเทียมจริง อาจไม่ใช่มาจากค่า DN ของจุดภาพที่บริสุทธิ์ที่แท้จริง แต่มีวัตถุ อื่นผสมปะปนอยู่บ้างเล็กน้อย ทำให้ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของ DN ของวัตถุที่นำมา สร้างค่า DN ภาพจำลองอาจมีความคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง

4.4.4 ค่าสรุปสถิติ พบว่า ค่าเฉลี่ย และ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ที่นำมาใช้สร้างค่า DN มีผลมากต่อภาพจำลอง การเปลี่ยนแปลงค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพียงเล็กน้อย ซึ่งได้มาจาก ภาพดาวเทียมจริง ทำให้มีผลกระทบกับค่า DN ของวัตถุ ในการตรวจพบหรือไม่พบ นอกจากนี้ค่า ความแปรปรวนร่วม ของวัตถุในแต่ละช่วงคลื่น ถ้าน้อยเกินไป มีผลกระทบกับการตรวจพบเช่นกัน เช่น วัตถุกลุ่มประเภทป่าชายเลนเป็นต้น ในการตรวจหาสัดส่วนในการตรวจพบน้อยมาก เนื่องจากค่าความแปรปรวนร่วมในแต่ละช่วงคลื่นน้อยมาก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

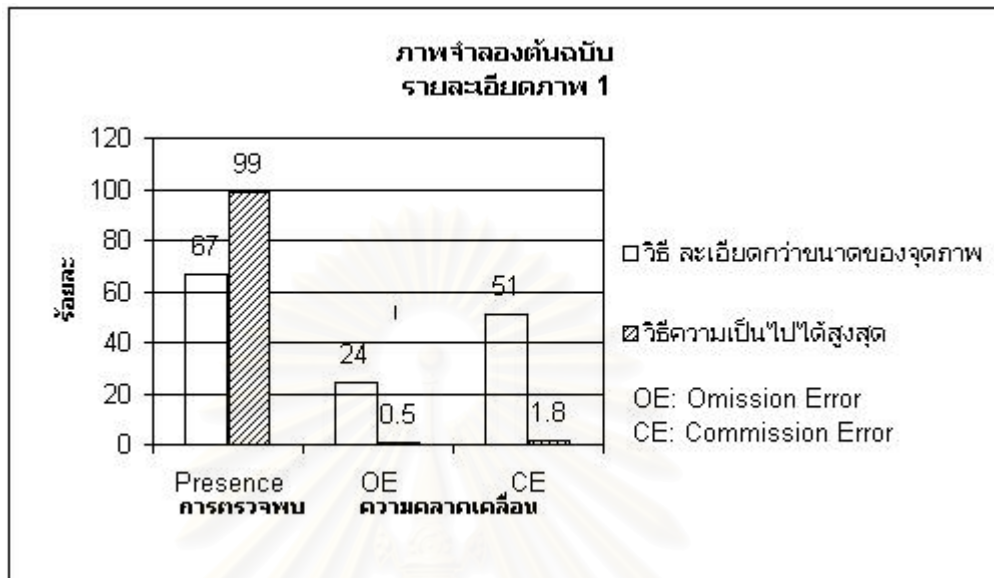
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาทดสอบศักยภาพของซอฟต์แวร์ IMAGINE Subpixel Classifier 8.5 Version 2.1 ซึ่งเป็น Module เสริมของซอฟต์แวร์ประมวลผลภาพถ่ายดาวเทียม ERDAS IMAGINE 8.5 ในการจำแนกภาพจำลองด้วยวิธีละเอียดกว่าขนาดของจุดภาพ บนภาพจำลองจำนวน 3 ภาพที่มีรายละเอียดภาพแตกต่างกัน ภาพแรกเป็นภาพจำลองต้นฉบับประกอบด้วยจุดภาพบริสุทธิ์ทุกจุดภาพ ภาพที่สองเป็นภาพจำลองระดับ 2 ที่ประกอบด้วยจุดภาพผสมที่มีรายละเอียดภาพหยาบกว่าภาพจำลองต้นฉบับ 2 เท่า และภาพที่สามเป็นภาพจำลองระดับ 3 ที่ประกอบด้วยจุดภาพผสมที่มีรายละเอียดภาพหยาบกว่าภาพจำลองต้นฉบับ 4 เท่า ได้ผลสรุปดังนี้

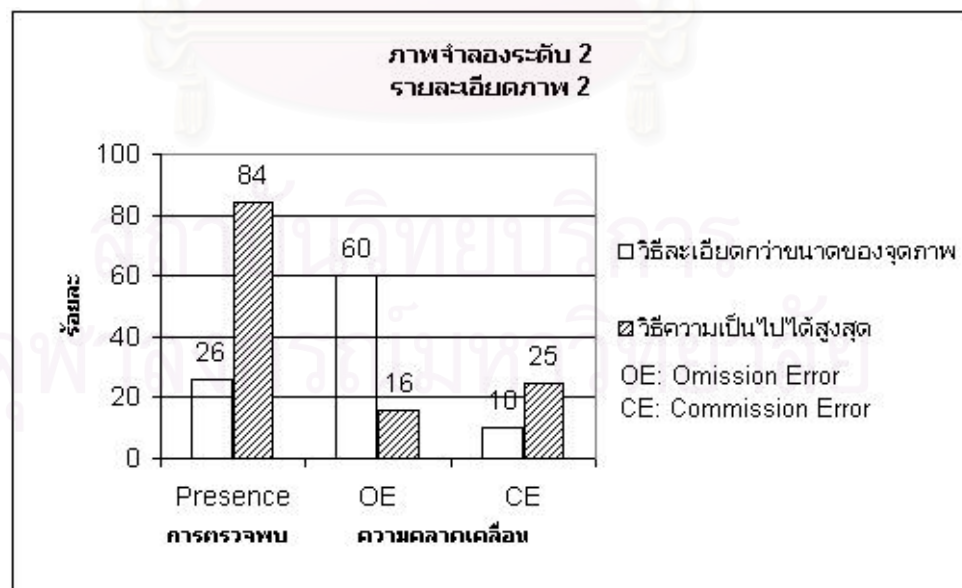
สรุปผลการทดลองกับภาพจำลองต้นฉบับ ขนาด 400 x 240 จำนวน 96,000 จุดภาพเป็นภาพที่มีจุดภาพบริสุทธิ์ทุกจุดภาพ ในแง่ของอัตราการตรวจพบวัตถุที่สนใจ ซอฟต์แวร์ตรวจหาวัตถุทั้ง 9 ประเภทได้ยังไม่ครบถ้วนทุกจุดภาพ ค่าเฉลี่ยการตรวจพบวัตถุทั้ง 9 ประเภทอยู่ที่ร้อยละ 67 วัตถุที่มีอัตราการตรวจพบต่ำสุด คือ ป่าชายเลน วัตถุที่มีอัตราการตรวจพบสูงสุด คือ น้ำ ส่วนการตรวจสอบความถูกต้องของสัดส่วนของวัตถุในจุดภาพ ซอฟต์แวร์ได้จำแนกสัดส่วนของวัตถุที่พบในจุดภาพ ตั้งแต่ร้อยละ 20 ถึง ร้อยละ 100 ถึงแม้ว่าภาพจำลองต้นฉบับเป็นภาพที่มีจุดภาพบริสุทธิ์ทุกจุดภาพ กลุ่มของสัดส่วนของวัตถุในจุดภาพที่มีความถูกต้องสูงสุดคือกลุ่มร้อยละ 80 ถึง ร้อยละ 100 ความคลาดเคลื่อนทั้ง Omission Error และ Commission Error คล้ายคลึงกับวิธีการ ความเป็นไปได้สูงสุด กล่าวคือความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นกับวัตถุที่มีค่าความสว่างใกล้เคียงกัน แต่เกิดกับกลุ่มประเภทวัตถุที่หลากหลายกว่า เช่น ในการจำแนกป่าและพืชคลุมดิน วิธี ความเป็นไปได้สูงสุด ความคลาดเคลื่อนเกิดกับวัตถุ 3 ประเภทคือทุ่งหญ้าและนาข้าว น้ำ ยางพารา ส่วนวิธีละเอียดกว่าขนาดจุดภาพ ความคลาดเคลื่อนเกิดกับ วัตถุ 6 ประเภทคือ ทุ่งหญ้า และนาข้าว ป่าชายเลน หนองน้ำ นาทุ่ง / นาเกลือ และยางพารา ในการจำแนกประเภทวัตถุที่มีค่าการสะท้อนพลังงานสูง เช่น พื้นที่ว่างที่ไม่มีพืชปกคลุม หรือพื้นที่ที่มีการปลูกสร้าง วิธีละเอียดกว่าขนาดจุดภาพจำแนกพื้นที่ว่างที่ไม่มีพืชปกคลุม มีความถูกต้องสูงกว่าประเภทพื้นที่ที่มีการปลูกสร้าง โดยพื้นที่ว่างที่ไม่มีพืชปกคลุมได้เอาพื้นที่ที่มีการปลูกสร้างมารวมด้วยเล็กน้อยเพียงร้อยละ 1 ส่วนประเภทพื้นที่ที่มีการปลูกสร้างได้นำเอาถนนและพื้นที่ว่างมารวมด้วยเกือบหมดคือ ร้อยละ

90 ในขณะที่วิธีความเป็นไปได้สูงสุด ถนนและพื้นที่ว่างจะมี Commission Error เพียงร้อยละ 0.5 และ พื้นที่ที่มีการปลูกสร้างมี Commission Error เพียงร้อยละ 0.3



ภาพที่ 5.1 แผนภูมิเปรียบเทียบการตรวจพบวัตถุและความคลาดเคลื่อนในการจำแนกภาพจำลองต้นฉบับระหว่างวิธีจำแนก 2 วิธี

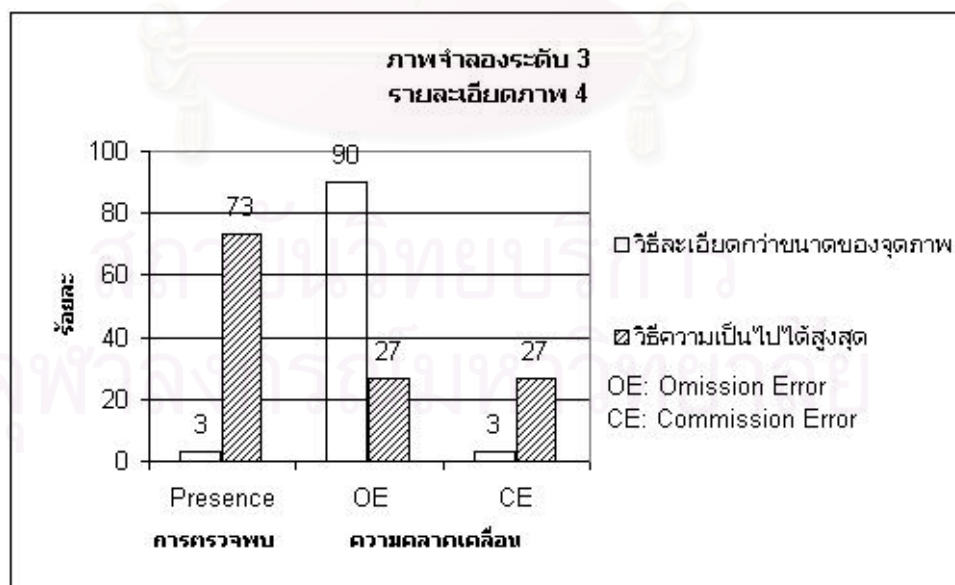
ส่วนการศึกษาทดลองกับภาพจำลองระดับ 2 ขนาด 200 x 120 จำนวน 24,000 จุดภาพ ที่แต่ละจุดภาพประกอบด้วยจุดภาพย่อยที่เป็นวัตถุแต่ละประเภท 4 ส่วนเท่ากันประชิดกัน



ภาพที่ 5.2 แผนภูมิเปรียบเทียบการตรวจพบวัตถุและความคลาดเคลื่อนในการจำแนกภาพจำลองระดับ 2 ระหว่างวิธีจำแนก 2 วิธี

รวมผสมกัน และเป็นภาพที่ได้จากการจัดค่าความสว่างและจัดรายละเอียดทางราบของจุดภาพใหม่ หยาบลงจากภาพต้นฉบับ 2 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับภาพแรกด้วยวิธีการจำแนกแบบละเอียดกว่าขนาดของจุดภาพพบว่า ผลลัพธ์ในการตรวจหาไม่ดีเท่าผลลัพธ์ของภาพแรก ตามที่ได้แสดงเปรียบเทียบผลไว้ในตารางที่ 5.1 และภาพที่ 5.2 ตามลำดับ แต่ถ้าหากตรวจพบวัตถุแล้ว ความคลาดเคลื่อนทั้ง Omission Error และ Commission Error จะน้อยกว่าภาพแรก และน้อยกว่าภาพเดียวกันที่ใช้วิธีความเป็นไปได้สูงสุด คือวิธีละเอียดกว่าขนาดของจุดภาพก็ยังคงตรวจหาวัตถุได้ผลไม่เป็นที่น่าพอใจ ทั้งในแง่การตรวจพบและความถูกต้องของสัดส่วนวัตถุในจุดภาพที่ตรวจพบ อัตราการตรวจพบวัตถุทั้ง 9 ประเภทค่าเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 26 น้ำมีอัตราการตรวจพบดีที่สุด คือ ร้อยละ 47.2 และป่าชายเลนมีอัตราการตรวจพบต่ำสุด คือร้อยละ 0.7 ความถูกต้องของสัดส่วนวัตถุที่ความถูกต้องสูงสุดอยู่ในกลุ่มสัดส่วนร้อยละ 80 -100 ส่วนสัดส่วนร้อยละ 20-39 มีความถูกต้องต่ำสุด Omission Error เกิดกับกลุ่มประเภทวัตถุหลากหลายกว่าภาพจำลองต้นฉบับ Commission Error จะมีค่าสูงกว่า Omission Error พื้นที่ที่มีการปลูกสร้าง มีค่า Commission Error สูงสุด ส่วนน้ำมี Commission Error ต่ำสุด ป่าและพืชคลุมดิน มีค่า Omission Error สูงสุด และยางพารามีค่า Omission Error ต่ำสุด

ส่วนการศึกษาทดลองกับภาพจำลองระดับ 3 ขนาด 100 x 60 จำนวน 6,000 จุดภาพ ที่แต่ละจุดภาพประกอบด้วยจุดภาพย่อยที่เป็นวัตถุแต่ละประเภท 16 ส่วนเท่ากันประชิดกัน



ภาพที่ 5.3 แผนภูมิเปรียบเทียบการตรวจพบวัตถุและความคลาดเคลื่อนในการจำแนกภาพจำลองระดับ 3 ระหว่างวิธีจำแนก 2 วิธี

รวมผสมกัน สัดส่วนที่น้อยที่สุดคือ 1/16 หรือร้อยละ 6.25 ของจุดภาพขึ้นไปรวมผสมกันเป็น 1 จุดภาพ เมื่อเปรียบเทียบวิธีการจำแนกทั้ง 2 วิธีแล้ว พบว่าวิธีการจำแนกภาพด้วยวิธีละเอียดกว่าขนาดของจุดภาพไม่สามารถตรวจพบวัตถุได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตามที่ได้แสดงในตารางที่ 5.1 และภาพที่ 5.3 อัตราการตรวจพบไม่เกินร้อยละ 5 ในขณะที่ วิธีความเป็นไปได้สูงสุด ให้ความถูกต้องทั้งหมดถึงร้อยละ 65 สาเหตุเนื่องจากภาพเป็นภาพที่มีรายละเอียดจุดภาพหยาบเกินไป

ตารางที่ 5.1 การเปรียบเทียบผลลัพธ์การจำแนกภาพทั้ง 2 วิธีกับภาพจำลองที่มีรายละเอียดภาพต่างกัน 3 ภาพ

ภาพจำลอง	รายละเอียดภาพ	วิธีละเอียดกว่าขนาดของจุดภาพ	วิธีความเป็นไปได้สูงสุด
ต้นฉบับ	1	OE ร้อยละ 24	OE ร้อยละ 0.5
		CE ร้อยละ 51	CE ร้อยละ 1.8
ระดับ 2	2	OE ร้อยละ 60	OE ร้อยละ 16
		CE ร้อยละ 10	CE ร้อยละ 25
ระดับ 3	4	OE ร้อยละ 90	OE ร้อยละ 27
		CE ร้อยละ 3	CE ร้อยละ 27

หมายเหตุ: OE= Omission Error, CE= Commission Error, OA= Overall Accuracy

กล่าวโดยสรุปแล้ว การจำแนกแบบละเอียดกว่าจุดภาพ บนภาพจำลองที่สร้างจากค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของ DN วัตถุจากภาพถ่ายเทียม LANDSAT 5 TM โดยการกำหนดการกระจายกระจายตัวเป็นแบบเส้นโค้งปกติรูปประฆังคว่ำ ยังได้ผลไม่น่าพอใจ ภาพจำลองต้นฉบับซึ่งมีรายละเอียดสูง ให้ผลลัพธ์ดีกว่าภาพจำลองระดับ 2 และ 3 ตามลำดับซอฟต์แวร์สามารถตรวจหาวัตถุที่สนใจที่ผสมอยู่ในจุดภาพตั้งแต่ร้อยละ 20-25 ขึ้นไป ในแง่ความถูกต้องของสัดส่วนวัตถุที่ผสมอยู่ในจุดภาพ หากวัตถุที่สนใจผสมอยู่ในจุดภาพมาก (ร้อยละ 80-100) ความถูกต้องสูงกว่า จุดภาพที่มีวัตถุที่สนใจผสมอยู่เล็กน้อย (ร้อยละ 20-30)

นอกจากนี้ วิลาสลักษณ์ รอดไหม (2546) ได้ทำการศึกษา การใช้เทคนิคการจำแนกระดับละเอียดกว่าจุดภาพกับภาพถ่ายเทียม LANDSAT 7 เพื่อตรวจหาพื้นที่ปลูกฝิ่นขนาดเล็ก โดยใช้ซอฟต์แวร์ตัวเดียวกันจำแนก ได้ผลลัพธ์การตรวจพบ ร้อยละ 89 ค่า Omission Error

ร้อยละ 3 ค่า Commission Error ร้อยละ 48 สาเหตุที่ผลลัพธ์การจำแนกบนภาพจำลอง และภาพดาวเทียมที่ไม่สอดคล้องกัน เป็นไปได้หลายสาเหตุ เช่น ค่า DN วัตถุแต่ละประเภทที่สร้างครั้งละ 1 ช่วงคลื่น มิได้พิจารณาค่าความแปรปรวนร่วมกันระหว่างช่วงคลื่น หรือค่า DN วัตถุแต่ละประเภทที่นำมาเป็นต้นแบบสร้างค่า DN ภาพจำลองไม่ใช่ DN จุดภาพบริสุทธิ์อาจมีวัตถุประเภทอื่นปะปนอยู่ จำนวนประเภทวัตถุที่น้อยเกินไป และสภาวะแวดล้อมของภาพจำลองเป็นต้น

5.2 ข้อเสนอแนะ

หลังจากที่ได้ทดสอบศักยภาพของซอฟต์แวร์ ERDAS IMAGINE Subpixel Classifier จำแนกภาพจำลองที่สร้างขึ้นมาเองได้ผลยังไม่น่าพอใจ สาเหตุหลักอันเนื่องมาจากความอ่อนไหวของค่าสถิติ Spectral Signature ของตำแหน่งพื้นที่ทดลองของวัตถุแต่ละประเภทบนภาพดาวเทียมที่นำมาสรุป ค่าเฉลี่ย, ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน, ค่าความแปรปรวน, ค่าความแปรปรวนร่วม ควรทำการทดลองเปลี่ยนตำแหน่งพื้นที่ทดลองของวัตถุแต่ละประเภทบนภาพดาวเทียมเพื่อให้ได้ค่าสถิติใหม่แล้วนำ ค่าเฉลี่ย และ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ไปสร้างค่า DN ภาพจำลองขึ้นใหม่

ควรทำการทดสอบกับปริมาณข้อมูลเริ่มต้น ที่มีขนาดใหญ่กว่า 400×400 กริด และจำนวนประเภทวัตถุ 10-12 ประเภท ที่ใกล้เคียงกับภูมิลักษณะของพื้นผิวโลกจริง เพื่อให้ภาพระดับ 3 ที่ถูกคำนวณค่าความสว่างใหม่แล้วมีข้อมูลขนาด 100×100 กริด หรือมีปริมาณมากพอกับการประมวลผลภาพ

เงื่อนไขบางอย่างที่ขาดหายไปในการจำลองข้อมูลเช่น มุมตกกระทบวัตถุของแสง จากแหล่งพลังงานดวงอาทิตย์ (Sun Angle) และสภาวะบรรยากาศ สภาพเมฆ หมอก การกระจายตัวแบบจุด (Noise / Point Spread Function) เช่น จุดภาพที่อับแสงหรือแสงสะท้อนจ้ำมากผิดปกติ มีลักษณะเป็นจุดขาวบนภาพ (Salt and Pepper) ที่เกิดจากสัญญาณรบกวน เงื่อนไขเหล่านี้เป็นขั้นตอนที่ซอฟต์แวร์บังคับให้ทำการปรับแก้ ในขั้นตอนการปรับแก้สภาวะแวดล้อมของข้อมูล อาจมีผลกระทบกับผลลัพธ์การจำแนกภาพ ควรทำการศึกษาเพิ่มเติมและเพิ่มข้อมูลสภาวะแวดล้อมในภาพจำลอง

นอกจากนี้ควรศึกษาทดลองใช้ซอฟต์แวร์ชนิดอื่นทดลองประมวลผลภาพและจำแนกข้อมูลชุดเดียวกันนี้

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ศูนย์บริการวิชาการ. คณะวิศวกรรมศาสตร์. 2543. รายงานกรณีศึกษาการจัดทำบัญชีทรัพยากรชายฝั่งตะวันออกของประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร: คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (อัดสำเนา)
- วิลาสลักษณ์ รอดโสม. 2546. การใช้เทคนิคการจำแนกระดับละเอียดกว่าจุดภาพกับภาพดาวเทียม LANDSAT 7 เพื่อตรวจหาพื้นที่ปลูกฝิ่นขนาดเล็ก. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาระบบสารสนเทศปริภูมิทางวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

- Chang, I.C. and M.C. Brumbley. 1999. Kalman Filtering Approach to Multispectral/Hyperspectral Image Classification. IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems 35 (1) : 319-330. Available from: <http://aess.gatech.edu/taes/aes351/3510319>
- Civco, D.L. and M. Flanagan. 2001. Software review: IMAGINE Subpixel Classifier version 8.4. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing 63 (10) : 24-28. Available from: http://resac.uconn.edu/publications/tech_papers/pdf_papers/ERDAS_Subpixel_Classifier_Software_Review_Abstract.pdf
- Dungan, J.L. 1999. Conditional Simulation. Stein, A., Van Der Meer, F and Gorte, B., Spatial Statistics for Remote Sensing, 135-152. the Netherlands : Kluwer Academic Publishers.
- Hapke, B. 1981. Bidirectional Reflectance Spectroscopy, theory. Journal of Geophysical Research 86 (3) : 3,039-3,054.
- Hughes, M., J. Bygrave, and P. Fisher. 1999. High order certainty in spatial information: estimating the proportion of cover types within a pixel. In Lowel, K. and A. Jatton. Spatial Accuracy Assessment. Chelsea : M1: Ann Arbor Press.

- Huguenin, R.L., M.A. Karaska, D.V. Blaricom, and J.R. Jensen. 1997. Subpixel Classification of bald cypress and tupelo gum trees in thematic mapper imagery. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing 63 (6) : 717-725.
- Huguenin, R.L., M.H. Wang, M.A. Karaska, and K.E. Roberts. 1998. Automated Scene-Derived Normalization of Spectral Imagery for Subpixel Classification. Presentation at SPIE International Symposium on Optical Science, Engineering and Instrumentation
- Huguenin, R.L.. 1994. Subpixel Analysis Process Improve Accuracy of Multispectral Classifications. Earth Observation Magazine 3 (7) : 37-40. Available from: http://www.discover-aai.com/imsp_wp.htm
- Johnson, J., and Paul Greenfield. 1998. An Evaluation of the Utility of Sub-Pixel Analysis of Thematic Mapper Imagery for the Spruce Beetle Outbreak on the Manti-Lasal National Forest. Publication of Forest Health Protection, USDA Forest Service.
- Johnson, P.E., M.O. Smith, S. Taylor-George, and J.B. Adams. 1983. A Semiempirical Method for Analysis of the Reflectance Spectra of Binary Mineral Mixtures. Journal of Geophysical research 88 (3) : 3,557-3,661.
- Karaska, M.A., R.L. Huguenin, D. Van Blaricom, and B. Savitsky. 1995. Subpixel Classification of Cypress and TM Imagery. Technical Papers of the American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, North Carolina: 856-865.
- Petrou M. 1999. Mixed Pixel Classification: An Overview. Chen C. H., Information Processing for Remote Sensing, 69-83. Singapore : World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd.
- Petrou M. and P. Foschi. 1999. Confidence in Linear Spectral Unmixing of Single pixels. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing 37 : 624-626.



ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. รายงานผลลัพธ์การจำแนกของภาพจำลองต้นฉบับแบบละเอียดกว่าขนาดของจุดภาพ

1. ป่าและพืชคลุมดิน

MOI CLASSIFICATION REPORT

MOI Classification detection result : d:/chula/thesis/sim_img/sim80_f80_4c.img

Image Filename : d:/chula/thesis/sim_img/sim80.img

CORENV Filename : d:/chula/thesis/sim_img/sim80.corenv

Signature Filename : d:/chula/thesis/sim_img/f80.asd

Sig Description Filename : d:/chula/thesis/sim_img/f80.sdd

Classification Tolerance : 1.000000

Input AOI Filename :

DETECTION DATA :

Material Pixel	Detections
Fraction	Last Layer
0.20 - 0.39	330
0.40 - 0.59	1708
0.60 - 0.79	5462
0.80 - 1.00	27642
Total Detections :	35142

LAYER 1 DATA :

Signature Data:

Spectrum: 78.3923 31.2808 30.9213 76.9265 65.5965 24.9581

ARAD: 72.6576 23.3266 22.4998 8.2948 2.9112 0.0000

Sun Factor: 185.1383 135.2549 194.7540 156.8580 250.1209 227.2807

CORENV Data for the image using the signature:

ARAD: same as signature's

Sun Factor: same as signature's

Processing Mode: In Scene

END OF REPORT

2. ฟังก์ชันและนาข้าว

MOI CLASSIFICATION REPORT

MOI Classification detection result : d:/chula/thesis/sim_img/sim80_g80_4c.img

Image Filename : d:/chula/thesis/sim_img/sim80.img

CORENV Filename : d:/chula/thesis/sim_img/sim80.corenv

Signature Filename : d:/chula/thesis/sim_img/g80.asd

Sig Description Filename : d:/chula/thesis/sim_img/g80.sdd

Classification Tolerance : 1.000000

Input AOI Filename :

DETECTION DATA :

Material Pixel	Detections
Fraction	Last Layer
0.20 - 0.39	361
0.40 - 0.59	1612
0.60 - 0.79	5629
0.80 - 1.00	25652
Total Detections :	33254

LAYER 1 DATA :

Signature Data:

Spectrum: 81.0533 34.9763 33.3362 95.3309 73.8046 27.7592

ARAD: 72.6576 23.3266 22.4998 8.2948 2.9112 0.0000

Sun Factor: 185.1383 135.2549 194.7540 156.8580 250.1209 227.2807

CORENV Data for the image using the signature:

ARAD: same as signature's

Sun Factor: same as signature's

Processing Mode: In Scene

END OF REPORT

3. หน้า

MOI CLASSIFICATION REPORT

MOI Classification detection result : d:/chula/thesis/sim_img/sim80_w80_4c.img

Image Filename : d:/chula/thesis/sim_img/sim80.img

CORENV Filename : d:/chula/thesis/sim_img/sim80.corenv

Signature Filename : d:/chula/thesis/sim_img/w80.asd

Sig Description Filename : d:/chula/thesis/sim_img/w80.sdd

Classification Tolerance : 1.000000

Input AOI Filename :

DETECTION DATA :

Material Pixel Fraction	Detections Last Layer
0.20 - 0.39	10
0.40 - 0.59	61
0.60 - 0.79	281
0.80 - 1.00	5436
Total Detections :	5788

LAYER 1 DATA :

Signature Data:

Spectrum: 88.7935 34.4601 32.1921 13.6970 10.3620 5.9119

ARAD: 72.6576 23.3266 22.4998 8.2948 2.9112 0.0000

Sun Factor: 185.1383 135.2549 194.7540 156.8580 250.1209 227.2807

CORENV Data for the image using the signature:

ARAD: same as signature's

Sun Factor: same as signature's

Processing Mode: In Scene

END OF REPORT

4. ถนนและพื้นที่ว่าง

MOI CLASSIFICATION REPORT

MOI Classification detection result : d:/chula/thesis/sim_img/sim80_r80_4c.img

Image Filename : d:/chula/thesis/sim_img/sim80.img

CORENV Filename : d:/chula/thesis/sim_img/sim80.corenv

Signature Filename : d:/chula/thesis/sim_img/r80.asd

Sig Description Filename : d:/chula/thesis/sim_img/r80.sdd

Classification Tolerance : 1.000000

Input AOI Filename :

DETECTION DATA :

Material Pixel Fraction	Detections Last Layer
0.20 - 0.39	224
0.40 - 0.59	100
0.60 - 0.79	739
0.80 - 1.00	2697
Total Detections :	3760

LAYER 1 DATA :

Signature Data:

Spectrum: 100.3456 43.9593 57.5483 64.5622 92.8293 51.3165

ARAD: 72.6576 23.3266 22.4998 8.2948 2.9112 0.0000

Sun Factor: 185.1383 135.2549 194.7540 156.8580 250.1209 227.2807

CORENV Data for the image using the signature:

ARAD: same as signature's

Sun Factor: same as signature's

Processing Mode: In Scene

END OF REPORT

5. พื้นที่ที่มีการปลูกสร้าง

MOI CLASSIFICATION REPORT

MOI Classification detection result : d:/chula/thesis/sim_img/sim80_u80_4c.img

Image Filename : d:/chula/thesis/sim_img/sim80.img

CORENV Filename : d:/chula/thesis/sim_img/sim80.corenv

Signature Filename : d:/chula/thesis/sim_img/u80.asd

Sig Description Filename : d:/chula/thesis/sim_img/u80.sdd

Classification Tolerance : 1.000000

Input AOI Filename :

DETECTION DATA :

Material Pixel Fraction	Detections Last Layer
0.20 - 0.39	3208
0.40 - 0.59	356
0.60 - 0.79	810
0.80 - 1.00	8185
Total Detections :	12559

LAYER 1 DATA :

Signature Data:

Spectrum: 107.2636 51.9618 71.3205 80.9500 137.1622 75.2451

ARAD: 72.6576 23.3266 22.4998 8.2948 2.9112 0.0000

Sun Factor: 185.1383 135.2549 194.7540 156.8580 250.1209 227.2807

CORENV Data for the image using the signature:

ARAD: same as signature's

Sun Factor: same as signature's

Processing Mode: In Scene

END OF REPORT

6. ป่าชายเลน

MOI CLASSIFICATION REPORT

MOI Classification detection result : d:/chula/thesis/sim_img/sim80_m80_4c.img

Image Filename : d:/chula/thesis/sim_img/sim80.img

CORENV Filename : d:/chula/thesis/sim_img/sim80.corenv

Signature Filename : d:/chula/thesis/sim_img/m80.asd

Sig Description Filename : d:/chula/thesis/sim_img/m80.sdd

Classification Tolerance : 1.000000

Input AOI Filename :

DETECTION DATA :

Material Pixel Fraction	Detections Last Layer
0.20 - 0.39	225
0.40 - 0.59	156
0.60 - 0.79	3700
0.80 - 1.00	3372
Total Detections :	7453

LAYER 1 DATA :

Signature Data:

Spectrum: 74.2152 26.5958 23.6546 72.4751 33.1083 11.0526

ARAD: 72.6576 23.3266 22.4998 8.2948 2.9112 0.0000

Sun Factor:185.1383 135.2549 194.7540 156.8580 250.1209 227.2807

CORENV Data for the image using the signature:

ARAD: same as signature's

Sun Factor: same as signature's

Processing Mode: In Scene

END OF REPORT

7. หนองน้ำ

MOI CLASSIFICATION REPORT

MOI Classification detection result : d:/chula/thesis/sim_img/sim80_s80_4c.img

Image Filename : d:/chula/thesis/sim_img/sim80.img

CORENV Filename : d:/chula/thesis/sim_img/sim80.corenv

Signature Filename : d:/chula/thesis/sim_img/s80.asd

Sig Description Filename : d:/chula/thesis/sim_img/s80.sdd

Classification Tolerance : 1.000000

Input AOI Filename :

DETECTION DATA :

Material Pixel Fraction	Detections Last Layer
0.20 - 0.39	528
0.40 - 0.59	3338
0.60 - 0.79	4164
0.80 - 1.00	4288
Total Detections :	12318

LAYER 1 DATA :

Signature Data:

Spectrum: 77.4020 29.2896 30.6248 56.9559 57.9617 23.0532

ARAD: 72.6576 23.3266 22.4998 8.2948 2.9112 0.0000

Sun Factor: 185.1383 135.2549 194.7540 156.8580 250.1209 227.2807

CORENV Data for the image using the signature:

ARAD: same as signature's

Sun Factor: same as signature's

Processing Mode: In Scene

END OF REPORT

8. นาทุ่ง / นาเกลือ

MOI CLASSIFICATION REPORT

MOI Classification detection result : d:/chula/thesis/sim_img/sim80_n80_4c.img

Image Filename : d:/chula/thesis/sim_img/sim80.img

CORENV Filename : d:/chula/thesis/sim_img/sim80.corenv

Signature Filename : d:/chula/thesis/sim_img/n80.asd

Sig Description Filename : d:/chula/thesis/sim_img/n80.sdd

Classification Tolerance : 1.000000

Input AOI Filename :

DETECTION DATA :

Material Pixel	Detections
Fraction	Last Layer
0.20 - 0.39	1123
0.40 - 0.59	351
0.60 - 0.79	250
0.80 - 1.00	1523
Total Detections :	3247

LAYER 1 DATA :

Signature Data:

Spectrum: 80.3628 30.1999 30.7784 20.6679 19.4079 11.8039

ARAD: 72.6576 23.3266 22.4998 8.2948 2.9112 0.0000

Sun Factor: 185.1383 135.2549 194.7540 156.8580 250.1209 227.2807

CORENV Data for the image using the signature:

ARAD: same as signature's

Sun Factor: same as signature's

Processing Mode: In Scene

END OF REPORT

9. ยางพารา

MOI CLASSIFICATION REPORT

MOI Classification detection result : d:/chula/thesis/sim_img/sim80_p80_4c.img

Image Filename : d:/chula/thesis/sim_img/sim80.img

CORENV Filename : d:/chula/thesis/sim_img/sim80.corenv

Signature Filename : d:/chula/thesis/sim_img/p80.asd

Sig Description Filename : d:/chula/thesis/sim_img/p80.sdd

Classification Tolerance : 1.000000

Input AOI Filename :

DETECTION DATA :

Material Pixel Fraction	Detections Last Layer
0.20 - 0.39	790
0.40 - 0.59	1911
0.60 - 0.79	1559
0.80 - 1.00	9686
Total Detections :	13946

LAYER 1 DATA :

Signature Data:

Spectrum: 76.0191 27.4977 24.7156 80.1726 81.7859 26.9936

ARAD: 72.6576 23.3266 22.4998 8.2948 2.9112 0.0000

Sun Factor: 185.1383 135.2549 194.7540 156.8580 250.1209 227.2807

CORENV Data for the image using the signature:

ARAD: same as signature's

Sun Factor: same as signature's

Processing Mode: In Scene

END OF REPORT

2. รายงานผลลัพธ์การจำแนกของภาพจำลองระดับ 2 แบบละเอียดกว่าขนาดของจุดภาพ

1. ป่าและพืชคลุมดิน

MOI CLASSIFICATION REPORT

MOI Classification detection result : d:/chula/thesis/sim_img/sim80_dg2_f81.img

Image Filename : d:/chula/thesis/sim_img/sim80_dg2.img

CORENV Filename : d:/chula/thesis/sim_img/sim80_dg2.corenv

Signature Filename : d:/chula/thesis/sim_img/f81.asd

Sig Description Filename : d:/chula/thesis/sim_img/f81.sdd

Classification Tolerance : 1.000000

Input AOI Filename :

DETECTION DATA :

Material Pixel Fraction	Detections Last Layer
0.20 - 0.39	106
0.40 - 0.59	525
0.60 - 0.79	1261
0.80 - 1.00	4414
Total Detections :	6306

LAYER 1 DATA :

Signature Data:

Spectrum: 78.8997 31.3589 30.7646 77.1397 65.9908 24.9258

ARAD: 77.7724 26.8761 25.1769 8.6163 5.4690 0.3799

Sun Factor: 116.4607 80.2977 155.6751 227.4676 245.9675 190.4445

CORENV Data for the image using the signature:

ARAD: same as signature's

Sun Factor: same as signature's

Processing Mode: In Scene

END OF REPORT

2. ฟังก์ชันและนาข้าว

MOI CLASSIFICATION REPORT

MOI Classification detection result : d:/chula/thesis/sim_img/sim80_dg2_g81.img

Image Filename : d:/chula/thesis/sim_img/sim80_dg2.img

CORENV Filename : d:/chula/thesis/sim_img/sim80_dg2.corenv

Signature Filename : d:/chula/thesis/sim_img/g81.asd

Sig Description Filename : d:/chula/thesis/sim_img/g81.sdd

Classification Tolerance : 1.000000

Input AOI Filename :

DETECTION DATA :

Material Pixel Fraction	Detections Last Layer
0.20 - 0.39	185
0.40 - 0.59	584
0.60 - 0.79	1117
0.80 - 1.00	3793
Total Detections :	5679

LAYER 1 DATA :

Signature Data:

Spectrum: 81.3291 35.1392 33.2555 95.6384 74.2450 27.8303

ARAD: 77.7724 26.8761 25.1769 8.6163 5.4690 0.3799

Sun Factor: 116.4607 80.2977 155.6751 227.4676 245.9675 190.4445

CORENV Data for the image using the signature:

ARAD: same as signature's

Sun Factor: same as signature's

Processing Mode: In Scene

END OF REPORT

3. หน้า

MOI CLASSIFICATION REPORT

MOI Classification detection result : d:/chula/thesis/sim_img/sim80_dg2_w81.img

Image Filename : d:/chula/thesis/sim_img/sim80_dg2.img

CORENV Filename : d:/chula/thesis/sim_img/sim80_dg2.corenv

Signature Filename : d:/chula/thesis/sim_img/w81.asd

Sig Description Filename : d:/chula/thesis/sim_img/w81.sdd

Classification Tolerance : 1.000000

Input AOI Filename :

DETECTION DATA :

Material Pixel	Detections
Fraction	Last Layer
0.20 - 0.39	18
0.40 - 0.59	134
0.60 - 0.79	154
0.80 - 1.00	850
Total Detections :	1156

LAYER 1 DATA :

Signature Data:

Spectrum: 88.9505 34.5994 32.2390 13.6826 10.3047 5.8279

ARAD: 77.7724 26.8761 25.1769 8.6163 5.4690 0.3799

Sun Factor: 116.4607 80.2977 155.6751 227.4676 245.9675 190.4445

CORENV Data for the image using the signature:

ARAD: same as signature's

Sun Factor: same as signature's

Processing Mode: In Scene

END OF REPORT

4. ถนนและพื้นที่ว่าง

MOI CLASSIFICATION REPORT

MOI Classification detection result : d:/chula/thesis/sim_img/sim80_dg2_r81.img

Image Filename : d:/chula/thesis/sim_img/sim80_dg2.img

CORENV Filename : d:/chula/thesis/sim_img/sim80_dg2.corenv

Signature Filename : d:/chula/thesis/sim_img/r81.asd

Sig Description Filename : d:/chula/thesis/sim_img/r81.sdd

Classification Tolerance : 1.000000

Input AOI Filename :

DETECTION DATA :

Material Pixel Fraction	Detections Last Layer
0.20 - 0.39	28
0.40 - 0.59	128
0.60 - 0.79	169
0.80 - 1.00	251
Total Detections :	576

LAYER 1 DATA :

Signature Data:

Spectrum: 100.6705 44.2831 57.5948 64.8248 93.9827 49.6007

ARAD: 77.7724 26.8761 25.1769 8.6163 5.4690 0.3799

Sun Factor: 116.4607 80.2977 155.6751 227.4676 245.9675 190.4445

CORENV Data for the image using the signature:

ARAD: same as signature's

Sun Factor: same as signature's

Processing Mode: In Scene

END OF REPORT

5. พื้นที่ที่มีการปลูกสร้าง

MOI CLASSIFICATION REPORT

MOI Classification detection result : d:/chula/thesis/sim_img/sim80_dg2_u81.img

Image Filename : d:/chula/thesis/sim_img/sim80_dg2.img

CORENV Filename : d:/chula/thesis/sim_img/sim80_dg2.corenv

Signature Filename : d:/chula/thesis/sim_img/u81.asd

Sig Description Filename : d:/chula/thesis/sim_img/u81.sdd

Classification Tolerance : 1.000000

Input AOI Filename :

DETECTION DATA :

Material Pixel	Detections
Fraction	Last Layer
0.20 - 0.39	226
0.40 - 0.59	471
0.60 - 0.79	439
0.80 - 1.00	588
Total Detections :	1724

LAYER 1 DATA :

Signature Data:

Spectrum: 108.9529 51.3949 70.8844 80.7133 137.9477 74.5396

ARAD: 77.7724 26.8761 25.1769 8.6163 5.4690 0.3799

Sun Factor: 116.4607 80.2977 155.6751 227.4676 245.9675 190.4445

CORENV Data for the image using the signature:

ARAD: same as signature's

Sun Factor: same as signature's

Processing Mode: In Scene

END OF REPORT

6. ป่าชายเลน

MOI CLASSIFICATION REPORT

MOI Classification detection result : d:/chula/thesis/sim_img/sim80_dg2_m81.img

Image Filename : d:/chula/thesis/sim_img/sim80_dg2.img

CORENV Filename : d:/chula/thesis/sim_img/sim80_dg2.corenv

Signature Filename : d:/chula/thesis/sim_img/m81.asd

Sig Description Filename : d:/chula/thesis/sim_img/m81.sdd

Classification Tolerance : 1.000000

Input AOI Filename :

DETECTION DATA :

Material Pixel	Detections
Fraction	Last Layer
0.20 - 0.39	7
0.40 - 0.59	25
0.60 - 0.79	24
0.80 - 1.00	2
Total Detections :	58

LAYER 1 DATA :

Signature Data:

Spectrum: 78.7743 27.4048 26.1788 72.7125 33.1561 11.0966

ARAD: 77.7724 26.8761 25.1769 8.6163 5.4690 0.3799

Sun Factor: 116.4607 80.2977 155.6751 227.4676 245.9675 190.4445

CORENV Data for the image using the signature:

ARAD: same as signature's

Sun Factor: same as signature's

Processing Mode: In Scene

END OF REPORT

7. หนองน้ำ

MOI CLASSIFICATION REPORT

MOI Classification detection result : d:/chula/thesis/sim_img/sim80_dg2_s81.img

Image Filename : d:/chula/thesis/sim_img/sim80_dg2.img

CORENV Filename : d:/chula/thesis/sim_img/sim80_dg2.corenv

Signature Filename : d:/chula/thesis/sim_img/s81.asd

Sig Description Filename : d:/chula/thesis/sim_img/s81.sdd

Classification Tolerance : 1.000000

Input AOI Filename :

DETECTION DATA :

Material Pixel Fraction	Detections Last Layer
0.20 - 0.39	112
0.40 - 0.59	421
0.60 - 0.79	220
0.80 - 1.00	238
Total Detections :	991

LAYER 1 DATA :

Signature Data:

Spectrum: 78.5371 29.3558 30.5695 57.2610 58.1688 23.0763

ARAD: 77.7724 26.8761 25.1769 8.6163 5.4690 0.3799

Sun Factor: 116.4607 80.2977 155.6751 227.4676 245.9675 190.4445

CORENV Data for the image using the signature:

ARAD: same as signature's

Sun Factor: same as signature's

Processing Mode: In Scene

END OF REPORT

8. นาทุ่ง / นาเกลือ

MOI CLASSIFICATION REPORT

MOI Classification detection result : d:/chula/thesis/sim_img/sim80_dg2_n81.img

Image Filename : d:/chula/thesis/sim_img/sim80_dg2.img

CORENV Filename : d:/chula/thesis/sim_img/sim80_dg2.corenv

Signature Filename : d:/chula/thesis/sim_img/n81.asd

Sig Description Filename : d:/chula/thesis/sim_img/n81.sdd

Classification Tolerance : 1.000000

Input AOI Filename :

DETECTION DATA :

Material Pixel Fraction	Detections Last Layer
0.20 - 0.39	21
0.40 - 0.59	141
0.60 - 0.79	49
0.80 - 1.00	224
Total Detections :	435

LAYER 1 DATA :

Signature Data:

Spectrum: 79.9463 29.8709 30.4848 21.4897 21.7264 10.6359

ARAD: 77.7724 26.8761 25.1769 8.6163 5.4690 0.3799

Sun Factor: 116.4607 80.2977 155.6751 227.4676 245.9675 190.4445

CORENV Data for the image using the signature:

ARAD: same as signature's

Sun Factor: same as signature's

Processing Mode: In Scene

END OF REPORT

9. ยางพารา

MOI CLASSIFICATION REPORT

MOI Classification detection result : d:/chula/thesis/sim_img/sim80_dg2_p81.img

Image Filename : d:/chula/thesis/sim_img/sim80_dg2.img

CORENV Filename : d:/chula/thesis/sim_img/sim80_dg2.corenv

Signature Filename : d:/chula/thesis/sim_img/p81.asd

Sig Description Filename : d:/chula/thesis/sim_img/p81.sdd

Classification Tolerance : 1.000000

Input AOI Filename :

DETECTION DATA :

Material Pixel Fraction	Detections Last Layer
0.20 - 0.39	91
0.40 - 0.59	121
0.60 - 0.79	167
0.80 - 1.00	595
Total Detections :	974

LAYER 1 DATA :

Signature Data:

Spectrum: 78.6913 27.7588 26.1697 80.3643 81.6061 27.2514

ARAD: 77.7724 26.8761 25.1769 8.6163 5.4690 0.3799

Sun Factor: 116.4607 80.2977 155.6751 227.4676 245.9675 190.4445

CORENV Data for the image using the signature:

ARAD: same as signature's

Sun Factor: same as signature's

Processing Mode: In Scene

END OF REPORT

3. รายงานผลลัพธ์การจำแนกของภาพจำลองระดับ 3 แบบละเอียดกว่าขนาดของจุดภาพ

1. ป่าและพืชคลุมดิน

MOI CLASSIFICATION REPORT

MOI Classification detection result : d:/chula/thesis/sim_img/sim80_dg4_f82.img

Image Filename : d:/chula/thesis/sim_img/sim80_dg4.img

CORENV Filename : d:/chula/thesis/sim_img/sim80_dg4.corenv

Signature Filename : d:/chula/thesis/sim_img/f82.asd

Sig Description Filename : d:/chula/thesis/sim_img/f82.sdd

Classification Tolerance : 1.000000

Input AOI Filename :

DETECTION DATA :

Material Pixel		Detections	
Fraction	Last Layer	Fraction	Last Layer
0.20 - 0.29	0	0.60 - 0.69	4
0.30 - 0.39	2	0.70 - 0.79	2
0.40 - 0.49	2	0.80 - 0.89	0
0.50 - 0.59	2	0.90 - 1.00	0
Total Detections :		12	

LAYER 1 DATA :

Signature Data:

Spectrum: 84.7959 31.3323 30.5965 77.0702 65.5972 24.9300

ARAD: 83.7958 30.8111 28.7024 9.8054 6.8244 1.8268

Sun Factor: 73.3533 61.6332 115.4436 208.4481 240.3493 150.9095

CORENV Data for the image using the signature:

ARAD: same as signature's

Sun Factor: same as signature's

Processing Mode: In Scene

END OF REPORT

2. ฟังก์ชันและนาข้าว

MOI CLASSIFICATION REPORT

MOI Classification detection result : d:/chula/thesis/sim_img/sim80_dg4_g82.img

Image Filename : d:/chula/thesis/sim_img/sim80_dg4.img

CORENV Filename : d:/chula/thesis/sim_img/sim80_dg4.corenv

Signature Filename : d:/chula/thesis/sim_img/g82.asd

Sig Description Filename : d:/chula/thesis/sim_img/g82.sdd

Classification Tolerance : 1.000000

Input AOI Filename :

DETECTION DATA :

Material Pixel	Detections		
Fraction	Last Layer	Fraction	Last Layer
0.20 - 0.29	0	0.60 - 0.69	9
0.30 - 0.39	4	0.70 - 0.79	12
0.40 - 0.49	4	0.80 - 0.89	9
0.50 - 0.59	8	0.90 - 1.00	9
Total Detections :	55		

LAYER 1 DATA :

Signature Data:

Spectrum: 84.7951 35.1204 32.8683 96.1194 74.0744 27.6682

ARAD: 83.7958 30.8111 28.7024 9.8054 6.8244 1.8268

Sun Factor: 73.3533 61.6332 115.4436 208.4481 240.3493 150.9095

CORENV Data for the image using the signature:

ARAD: same as signature's

Sun Factor: same as signature's

Processing Mode: In Scene

END OF REPORT

3. หน้า

MOI CLASSIFICATION REPORT

MOI Classification detection result : d:/chula/thesis/sim_img/sim80_dg4_w82.img

Image Filename : d:/chula/thesis/sim_img/sim80_dg4.img

CORENV Filename : d:/chula/thesis/sim_img/sim80_dg4.corenv

Signature Filename : d:/chula/thesis/sim_img/w82.asd

Sig Description Filename : d:/chula/thesis/sim_img/w82.sdd

Classification Tolerance : 1.000000

Input AOI Filename :

DETECTION DATA :

Material Pixel		Detections	
Fraction	Last Layer	Fraction	Last Layer
0.20 - 0.29	0	0.60 - 0.69	12
0.30 - 0.39	8	0.70 - 0.79	24
0.40 - 0.49	9	0.80 - 0.89	20
0.50 - 0.59	13	0.90 - 1.00	242
Total Detections :		328	

LAYER 1 DATA :

Signature Data:

Spectrum: 88.5950 34.4277 32.3107 13.6120 10.2103 5.5944

ARAD: 83.7958 30.8111 28.7024 9.8054 6.8244 1.8268

Sun Factor: 73.3533 61.6332 115.4436 208.4481 240.3493 150.9095

CORENV Data for the image using the signature:

ARAD: same as signature's

Sun Factor: same as signature's

Processing Mode: In Scene

END OF REPORT

4. ถนนและพื้นที่ว่าง

MOI CLASSIFICATION REPORT

MOI Classification detection result : d:/chula/thesis/sim_img/sim80_dg4_r82.img

Image Filename : d:/chula/thesis/sim_img/sim80_dg4.img

CORENV Filename : d:/chula/thesis/sim_img/sim80_dg4.corenv

Signature Filename : d:/chula/thesis/sim_img/r82.asd

Sig Description Filename : d:/chula/thesis/sim_img/r82.sdd

Classification Tolerance : 1.000000

Input AOI Filename :

DETECTION DATA :

Material Pixel	Detections		
Fraction	Last Layer	Fraction	Last Layer
0.20 - 0.29	2	0.60 - 0.69	17
0.30 - 0.39	7	0.70 - 0.79	4
0.40 - 0.49	12	0.80 - 0.89	2
0.50 - 0.59	17	0.90 - 1.00	16
Total Detections :	77		

LAYER 1 DATA :

Signature Data:

Spectrum: 101.0256 43.7686 57.7361 64.4418 93.8975 49.3387

ARAD: 83.7958 30.8111 28.7024 9.8054 6.8244 1.8268

Sun Factor: 73.3533 61.6332 115.4436 208.4481 240.3493 150.9095

CORENV Data for the image using the signature:

ARAD: same as signature's

Sun Factor: same as signature's

Processing Mode: In Scene

END OF REPORT

5. พื้นที่ที่มีการปลูกสร้าง

MOI CLASSIFICATION REPORT

MOI Classification detection result : d:/chula/thesis/sim_img/sim80_dg4_u82.img

Image Filename : d:/chula/thesis/sim_img/sim80_dg4.img

CORENV Filename : d:/chula/thesis/sim_img/sim80_dg4.corenv

Signature Filename : d:/chula/thesis/sim_img/u82.asd

Sig Description Filename : d:/chula/thesis/sim_img/u82.sdd

Classification Tolerance : 1.000000

Input AOI Filename :

DETECTION DATA :

Material Pixel	Detections		
Fraction	Last Layer	Fraction	Last Layer
0.20 - 0.29	3	0.60 - 0.69	5
0.30 - 0.39	12	0.70 - 0.79	8
0.40 - 0.49	16	0.80 - 0.89	5
0.50 - 0.59	9	0.90 - 1.00	12
Total Detections :	70		

LAYER 1 DATA :

Signature Data:

Spectrum: 109.6778 51.6497 70.9385 80.9334 136.9622 73.5691

ARAD: 83.7958 30.8111 28.7024 9.8054 6.8244 1.8268

Sun Factor: 73.3533 61.6332 115.4436 208.4481 240.3493 150.9095

CORENV Data for the image using the signature:

ARAD: same as signature's

Sun Factor: same as signature's

Processing Mode: In Scene

END OF REPORT

6. ป่าชายเลน

MOI CLASSIFICATION REPORT

MOI Classification detection result : d:/chula/thesis/sim_img/sim80_dg4_m82.img

Image Filename : d:/chula/thesis/sim_img/sim80_dg4.img

CORENV Filename : d:/chula/thesis/sim_img/sim80_dg4.corenv

Signature Filename : d:/chula/thesis/sim_img/m82.asd

Sig Description Filename : d:/chula/thesis/sim_img/m82.sdd

Classification Tolerance : 1.000000

Input AOI Filename :

DETECTION DATA :

Material Pixel Fraction	Detections Last Layer		
0.20 - 0.29	0	0.60 - 0.69	0
0.30 - 0.39	0	0.70 - 0.79	0
0.40 - 0.49	0	0.80 - 0.89	0
0.50 - 0.59	0	0.90 - 1.00	0
Total Detections :	0		

LAYER 1 DATA :

Signature Data:

Spectrum: 84.7918 31.8071 29.6984 72.8207 33.0326 10.7585

ARAD: 83.7958 30.8111 28.7024 9.8054 6.8244 1.8268

Sun Factor: 73.3533 61.6332 115.4436 208.4481 240.3493 150.9095

CORENV Data for the image using the signature:

ARAD: same as signature's

Sun Factor: same as signature's

Processing Mode: In Scene

END OF REPORT

7. หน้หน้า

MOI CLASSIFICATION REPORT

MOI Classification detection result : d:/chula/thesis/sim_img/sim80_dg4_s82.img

Image Filename : d:/chula/thesis/sim_img/sim80_dg4.img

CORENV Filename : d:/chula/thesis/sim_img/sim80_dg4.corenv

Signature Filename : d:/chula/thesis/sim_img/s82.asd

Sig Description Filename : d:/chula/thesis/sim_img/s82.sdd

Classification Tolerance : 1.000000

Input AOI Filename :

DETECTION DATA :

Material Pixel	Detections		
Fraction	Last Layer	Fraction	Last Layer
0.20 - 0.29	3	0.60 - 0.69	2
0.30 - 0.39	2	0.70 - 0.79	1
0.40 - 0.49	4	0.80 - 0.89	0
0.50 - 0.59	2	0.90 - 1.00	0
Total Detections :	14		

LAYER 1 DATA :

Signature Data:

Spectrum: 84.7967 31.8120 30.6860 56.9918 58.0365 22.9087

ARAD: 83.7958 30.8111 28.7024 9.8054 6.8244 1.8268

Sun Factor: 73.3533 61.6332 115.4436 208.4481 240.3493 150.9095

CORENV Data for the image using the signature:

ARAD: same as signature's

Sun Factor: same as signature's

Processing Mode: In Scene

END OF REPORT

8. นาทุ่ง / นาเกลือ

MOI CLASSIFICATION REPORT

MOI Classification detection result : d:/chula/thesis/sim_img/sim80_dg4_n82.img

Image Filename : d:/chula/thesis/sim_img/sim80_dg4.img

CORENV Filename : d:/chula/thesis/sim_img/sim80_dg4.corenv

Signature Filename : d:/chula/thesis/sim_img/n82.asd

Sig Description Filename : d:/chula/thesis/sim_img/n82.sdd

Classification Tolerance : 1.000000

Input AOI Filename :

DETECTION DATA :

Material Pixel	Detections		
Fraction	Last Layer	Fraction	Last Layer
0.20 - 0.29	0	0.60 - 0.69	6
0.30 - 0.39	2	0.70 - 0.79	2
0.40 - 0.49	4	0.80 - 0.89	0
0.50 - 0.59	1	0.90 - 1.00	0
Total Detections :	15		

LAYER 1 DATA :

Signature Data:

Spectrum: 84.7807 31.7960 30.4686 21.5092 22.1208 9.7910

ARAD: 83.7958 30.8111 28.7024 9.8054 6.8244 1.8268

Sun Factor: 73.3533 61.6332 115.4436 208.4481 240.3493 150.9095

CORENV Data for the image using the signature:

ARAD: same as signature's

Sun Factor: same as signature's

Processing Mode: In Scene

END OF REPORT

9. ยางพารา

MOI CLASSIFICATION REPORT

MOI Classification detection result : d:/chula/thesis/sim_img/sim80_dg4_p82.img

Image Filename : d:/chula/thesis/sim_img/sim80_dg4.img

CORENV Filename : d:/chula/thesis/sim_img/sim80_dg4.corenv

Signature Filename : d:/chula/thesis/sim_img/p82.asd

Sig Description Filename : d:/chula/thesis/sim_img/p82.sdd

Classification Tolerance : 1.000000

Input AOI Filename :

DETECTION DATA :

Material Pixel	Detections		
Fraction	Last Layer	Fraction	Last Layer
0.20 - 0.29	0	0.60 - 0.69	0
0.30 - 0.39	0	0.70 - 0.79	2
0.40 - 0.49	3	0.80 - 0.89	0
0.50 - 0.59	4	0.90 - 1.00	0
Total Detections :	9		

LAYER 1 DATA :

Signature Data:

Spectrum: 84.7936 31.8089 29.7002 80.3180 81.7740 27.2061

ARAD: 83.7958 30.8111 28.7024 9.8054 6.8244 1.8268

Sun Factor: 73.3533 61.6332 115.4436 208.4481 240.3493 150.9095

CORENV Data for the image using the signature:

ARAD: same as signature's

Sun Factor: same as signature's

Processing Mode: In Scene

END OF REPORT

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ชื่อ ชื่อสกุล	นายเนาวรัตน์ ชัยชาติ
วัน เดือน ปี เกิด	19 มิถุนายน 2498
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
วุฒิการศึกษา	สำเร็จปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต (ภูมิศาสตร์) จากมหาวิทยาลัยรามคำแหง ปีการศึกษา 2542
ประสบการณ์	2519-2522 นายช่างสำรวจ สำนักงานการปฏิรูปที่ดิน เพื่อเกษตรกรรม 2523-2524 นายช่างรังวัด กองรังวัดและทำแผนที่ กรมที่ดิน 2525-2526 นายช่างสำรวจ GSLE spa, TANZANIA. 2527-2536 นายช่างโยธา สำนักงานจัดการทรัพย์สิน ส่วนพระองค์ วังสระปทุม 2537-ปัจจุบัน
ตำแหน่งหน้าที่	ประธานกรรมการ บริษัท เนาวรัตน์การสำรวจ จำกัด ผู้จัดการสำนักงานช่างรังวัดเอกชน เนาวรัตน์เซอร์เวย์
สถานที่ทำงาน	เลขที่ 119 / 142 หมู่ที่ 6 ถนนนวมินทร์ ซอย101 แขวงคลองกุ่ม เขต บึงกุ่ม กรุงเทพมหานคร 10240 โทรศัพท์ 02 948 3015-6 โทรสาร 02 948 3017

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย