

การประยุกต์ใช้ข้อมูลเรดาร์แอร์ซาร์เพื่อจำแนกสิ่งปกคลุมดิน

นาง นีอร สิริมงคลเลิศกุล



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา ระบบสารสนเทศปริภูมิทางวิศวกรรม ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2547

ISBN 974-17-6139-2

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

APPLICATION OF AIRSAR DATA IN LAND COVER CLASSIFICATION

Mrs. Nion Sirimongkalerkal

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 2004

ISBN 974-17-6139-2

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การประยุกต์ใช้ข้อมูลเรดาร์เออร์ซาร์เพื่อจำแนกสิ่งปกคลุมดิน

โดย

นาง นีอร สิริมงคลเลิศกุล

สาขาวิชา

ระบบสารสนเทศปริภูมิทางวิศวกรรม


อาจารย์ที่ปรึกษา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. บรรเจิด พลະการ

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

ดร.เชาวลิต ศิลปทอง


คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วน
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

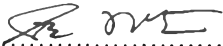
 คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.ดิเรก ลาวัณย์ศิริ)


คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

 ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชูเกียรติ วิเชียรเจริญ)

 อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บรรเจิด พลະการ)

 อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ดร. เชาวลิต ศิลปทอง)

 กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วิชัย เยี่ยงวีรชน)

 กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อิทติ ตริสิริสัตยวงศ์)

นิตยสาร สิริมงคลเลิศกุล : การประยุกต์ใช้ข้อมูลเรดาร์แอร์ซาร์เพื่อจำแนกสิ่งปกคลุมดิน (APPLICATION OF AIRSAR DATA IN LAND COVER CLASSIFICATION) อ. ที่ปรึกษา : ผศ.ดร. บรรเจิด พละการ
อ.ที่ปรึกษาร่วม : ดร. เชาวลิต ศิลปทอง, จำนวนหน้า 98 หน้า. ISBN 974-17-6139-2

งานวิจัยครั้งนี้มุ่งเน้นศึกษาศักยภาพของ ข้อมูล AIRSAR ที่บันทึกวันที่ 6 ธันวาคม 2539 ด้วยช่วงความถี่แบนด์ L และแบนด์ P และทิศทางการแผ่ของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าแบบ HH,VV และHV มีรายละเอียดเชิงพื้นที่ 10 เมตรโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่าง ของการกระจายกลับของสัญญาณเรดาร์ ในรูปของค่าระดับสีเทา (Grey Level Value) และศึกษาศักยภาพของ AIRSAR ในการจำแนกสิ่งปกคลุมดิน 8 ชนิด ได้แก่ ป่าชายเลน มะพร้าว สวนผสม นาทุ่ง นาเกลือ นาข้าวช่วงเติบโต นาข้าวช่วงออกรวง และ สิ่งก่อสร้าง ในพื้นที่ อำเภอบ้านแหลม และ อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบุรี

ผลการศึกษาพบว่าสิ่งปกคลุมดินแต่ละชนิดให้ค่าของการกระจายกลับของสัญญาณเรดาร์ในรูปของค่าระดับสีเทา แตกต่างกันบนข้อมูลต่างความถี่และต่างทิศทางการแผ่ของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า และลักษณะผิวของสิ่งปกคลุมดิน โดยพบว่าพื้นผิวที่มีความขรุขระน้อย หรือผิวน้ำเรียบ เช่น นาทุ่ง นาเกลือ จะให้ค่าของการกระจายกลับของสัญญาณเรดาร์ หรือ ค่าระดับสีเทาค่าต่ำ ในขณะที่สิ่งปกคลุมดินที่มีผิวขรุขระมากขึ้น หรือ มีการคลุกกันของชนิดพืชมาก เช่น สิ่งก่อสร้าง มะพร้าว ป่าชายเลน และ สวนผสม จะให้ค่าระดับสีเทาค่อนข้างสูง สำหรับ นาข้าวจะให้ค่าระดับสีเทาปานกลางทั้งนี้เนื่องจากความเป็นเนื้อเดียวกันหรือมีความคลุกกันของชนิดพืชน้อย รวมถึงลักษณะเรือนยอดของต้นข้าวมีความสม่ำเสมอโดยตลอด

เมื่อทำการจำแนกข้อมูล AIRSAR Band L และ Band P (ทุกทิศทางการแผ่ของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า) ด้วยวิธีกำกับและใช้วิธีการประมาณค่าทางสถิติที่เรียกว่า Maximum Likelihood เป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจพบว่าผลการจำแนกเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 80 ทั้งนี้พบว่าสิ่งปกคลุมดินประเภท สิ่งก่อสร้าง โดยเฉพาะชุมชนที่เหลือน้อยในพื้นที่ศึกษามีจำนวนน้อย ประกอบกับลักษณะของชุมชนเป็นชุมชนชนบท มีการก่อสร้างบ้านเรือนติดกับถนนและสวนของตนเองเป็นหลัก จึงมีรูปแบบของการกระจายกลับของสัญญาณเรดาร์คล้ายคลึงกับมะพร้าว ดังนั้นจึงได้นำเทคนิคการผสมภาพ (Image fusion) แบบ IHS (Intensity: Hue: Saturation) พบว่าข้อมูลที่ได้จากการผสมของระหว่าง LANDSAT 5TM (Band 453) กับข้อมูล AIRSAR แบนด์ L และทิศทางการแผ่ของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า HH ให้ผลการจำแนกสูงสุดคือร้อยละ 85

ภาควิชา.....วิศวกรรมสำรวจ.....ลายมือชื่ออนิสิต.....
สาขา.....ระบบสารสนเทศปริภูมิทางวิศวกรรม.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ปีการศึกษา.....2547.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา (ร่วม).....

##4470308421 : MAJOR SPATIAL INFORMATION SYSTEM IN ENGINEERING

KEY WORD : POLALIZATION / BACKSCATTER / CLASSIFICATION/

NION SIRIMONGKALERKAL :APPLICIATION OF AIRSAR DATA IN LAND COVER

CLASSIFICATION. THESIS ADVISOR : ASST.PROF. DR. BANJERD PHALAKARN,

CO- ADVISOR'S DR.CHAOWALIT SILAPATHONG,98 pp. ISBN 974-17-6139-2


The objectives of this research are to study (1) the potential of AIRSAR data recorded on 6 December 1996 using frequency band L and band P and electromagnetic polarization type HH , VV and HV with 10 m. pixel resolution. To compare the difference of radar back scattering in terms of grey level value and (2) the potential of AIRSAR classification for 8 ground reflectance classes namely, salt pan, shrimp farm, mixed orchards, mangrove, coconut plantation, rice paddy field the growth stage and the blossom stage and built up area in Banlaem and Muang District Petchburi Province, Thailand.

The result of this study indicates that each land cover class gives different value of back scattering radar signal in the term of grey level value for each frequency, polarization and characteristics of ground cover. It is found that less rough surface or smooth surface give low radar signal scattering or low grey value level e.g. shrimp farm and salt pan. On the other hand, rough surface or mixture of plantation e.g. building area, coconut plantation, mangrove, and mined orchards gives high grey value level. Rice paddy gives medium grey value level as the result of the homogeneous pattern or less mixed orchards including the regularity of rice tip.

The classification of AIRSAR band L and band P (with all polarization directions) using the supervised classification by maximum likelihood technique. The result yields the overall accuracy of 80 percent. It is found that built up area resided in the study area is very limited. It distributes near roadside and within the orchards area. As a result, the back scattering of radar signal is similar to coconut plantation Therefore image fusion technique is introduced using IHS (Intensity: Hue: Saturation) color composite between LANDSAT 5 TM (band 453) and AIRSAR. It is found that using LANDSAT 5 TM (band 453) and AIRSAR band L with HH polarization gives 85 percent of the overall accuracy.

Department.....Survey Engineering.....Student's signature.....

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

Academic year.....2004.....Co- advisor's signature.....

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงสำหรับ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. บรรเจิด พละการ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งทุ่มเทแรงกาย แรงใจ ให้คำปรึกษาแนะนำวิธีการ ตลอดจนคอย แก้ปัญหา และอำนวยความสะดวกในด้านต่าง ๆ ในการทำวิทยานิพนธ์ ด้วยดีเสมอมา

ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงสำหรับ ดร.เชาวลิต ศิลปทอง ที่ให้คำปรึกษาและชี้แนะ ตลอดจนอำนวยความสะดวกในด้านต่าง ๆ สำหรับการทำวิทยานิพนธ์นี้มาโดยตลอด

ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงสำหรับคณะกรรมการทุกท่านที่สละเวลาและให้คำแนะนำต่าง ๆ สำหรับการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

ขอขอบคุณ สำนักงานเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) ที่สนับสนุน ข้อมูลภาพ AIRSAR และข้อมูลภาพ LANDSAT 51M ซึ่งเป็นข้อมูลหลักในการทำวิทยานิพนธ์นี้

ขอขอบคุณ อาจารย์ วลัยรัตน์ วรรณปิยะรัตน์ ที่อนุเคราะห์ข้อมูลภาพและข้อมูลภาคสนามในพื้นที่ศึกษา เพื่อใช้ในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัยที่สนับสนุนเงินทุนวิจัย(บางส่วน)ในการทำวิจัยครั้งนี้

ขอบคุณ พี่ศักดิ์ชัย, พี่หนึ่ง, พี่จ๋วย, ติ่ง ที่ช่วยเก็บข้อมูลภาคสนาม

ขอขอบคุณ คุณพ่อคุณแม่ ,และน้องชาย ตลอดจนญาติพี่น้องทุกคน และ ขอขอบคุณ คุณย่าที่ให้กำลังใจและสนับสนุนด้วยดีมาตลอด

ขอขอบคุณ คุณบัณฑิต สิริมงคลเลิศกุล ที่คอยเป็นกำลังใจที่สำคัญ และคอยสนับสนุน ทุกๆ อย่างที่เป็นส่วนให้การทำวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดีมาโดยตลอด

ขอขอบคุณ พระเจ้าที่ให้พรอันยิ่งใหญ่ ที่ให้โอกาสได้มาศึกษาในสถาบันที่เคยใฝ่ฝันไว้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ.....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	4
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย.....	4
1.4 พื้นที่ศึกษา.....	5
1.5 ข้อยกเว้นของงานวิจัย.....	6
1.6 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย.....	6
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	6
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
2.1 แนวคิดและทฤษฎี.....	7
2.1.1 ข้อมูลพื้นฐานและระบบAIRSAR.....	7
2.1.2 หลักการเรดาร์.....	10
ก. หลักการทำงานของระบบเรดาร์.....	10
ข. องค์ประกอบการรับ-ส่งสัญญาณของระบบเรดาร์.....	11
2.1.3 เรขาคณิตของภาพเรดาร์.....	12
ก. Range Direction.....	14
ข. Azimuth Direction.....	14
ค. Resolution.....	15

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.1.4 การวิเคราะห์ข้อมูลเรดาร์.....	15
ก. การกระจายกระจายพื้นผิว.....	17
ข. การกระจายเชิงปริมาตร.....	17
2.1.5 ปัจจัยควบคุมลักษณะข้อมูลเรดาร์.....	19
1. ปัจจัยระบบเรดาร์.....	19
ก. ความยาวคลื่น.....	19
ข. ระนาบของคลื่น.....	19
ค. มุมถ่ายภาพ.....	20
2. ปัจจัยคุณสมบัติของวัตถุ.....	21
ก. ความหยาบและความละเอียดของพื้นผิว.....	21
ข. คุณสมบัติทางไฟฟ้า.....	22
ค. การวางตัวของวัตถุและลักษณะภูมิประเทศ.....	22
3. คุณสมบัติการสะท้อนสัญญาณเรดาร์จากวัตถุ.....	23
3.1 น้ำ.....	23
3.2 แผ่นดิน.....	23
ก. พืช.....	23
ข. ดิน.....	24
ค. สิ่งก่อสร้าง.....	24
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	24
บทที่ 3 วิธีการศึกษา.....	33
3.1 จัดเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์.....	33
3.2 จัดเตรียมและรวบรวมข้อมูล.....	33
3.3 นำเข้าข้อมูล.....	34
3.3.1 นำเข้าข้อมูลภาพ.....	34
3.3.2 แก้ไขความผิดพลาดเชิงเรขาคณิต.....	35
3.3.3 กรองภาพ.....	36
3.3.4 เน้นภาพให้คมชัด.....	37
3.4 การสำรวจภาคสนาม.....	37

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.5 วิเคราะห์ค่าระดับสีเทาและผลการศึกษาของข้อมูล AIRSAR.....	40
ก. การกำหนดพื้นที่ตัวอย่าง (Training Area).....	40
ข. การวิเคราะห์ค่าสถิติ.....	41
3.6 การหลอมข้อมูลดาวเทียมด้วยเทคนิค IHS.....	42
3.7 การจำแนกข้อมูล.....	42
3.8 การประเมินความถูกต้องของการจัดกลุ่มข้อมูล.....	43
บทที่ 4 ผลการศึกษา.....	44
4.1 ผลการศึกษาลักษณะของการกระจายกลับ.....	44
ของสัญญาณเรดาร์(ค่าระดับสีเทาเฉลี่ย)	
ของสิ่งปกคลุมดินแต่ละชนิดจากข้อมูล AIRSAR	
4.2 สรุปผลการศึกษาลักษณะของการกระจายกลับของสัญญาณเรดาร์.....	60
(ค่าระดับสีเทาเฉลี่ย)ของสิ่งปกคลุมดินแต่ละชนิด จากข้อมูล AIRSAR	
4.2.1 ปัจจัยทางด้านระบบเรดาร์ (System Parameter).....	61
4.2.2 ปัจจัยทางด้านวัตถุ (Object Parameter).....	64
4.3 ผลจากการหลอมข้อมูลดาวเทียมด้วยวิธี HIS ระหว่าง Landsat (453).....	66
และข้อมูลภาพ AIRSAR	
4.4 ผลการศึกษาลักษณะค่าสะท้อนพลังงานของสิ่งปกคลุมดินแต่ละชนิด.....	67
จากข้อที่ได้จากการหลอมข้อมูลภาพระหว่างLandsat (453)	
และข้อมูลภาพ AIRSAR	
4.5 ผลการจำแนกข้อมูลภาพ.....	68
4.5.1 ผลการจำแนกข้อมูลภาพ AIRSAR.....	68
4.5.2 ผลการจำแนกข้อมูลภาพ LANDSAT 5TM (123457).....	69
4.5.3 ผลการจำแนกข้อมูลภาพจากเทคนิค IHS ระหว่าง.....	70
LANDSAT 5TM(453) กับข้อมูล AIRSAR แบนด์ P –HH	
4.5.4 ผลการจำแนกข้อมูลภาพจากเทคนิค IHS ระหว่าง.....	71
LANDSAT 5TM(453) กับข้อมูล AIRSAR แบนด์ P –HV	
4.5.5 ผลการจำแนกข้อมูลภาพจากเทคนิค IHS ระหว่าง.....	72
LANDSAT 5TM(453) กับข้อมูล AIRSAR แบนด์ P - VV	

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.5.6 ผลการจำแนกข้อมูลภาพจากเทคนิค IHS ระหว่าง LANDSAT 5TM(453) กับข้อมูล AIRSAR แบนด์ L –HH	73
4.5.7 ผลการจำแนกข้อมูลภาพจากเทคนิค IHS ระหว่าง LANDSAT 5TM(453) กับข้อมูล AIRSAR แบนด์ L –HV	74
4.5.8 ผลการจำแนกข้อมูลภาพจากเทคนิค IHS ระหว่าง LANDSAT 5TM(453) กับข้อมูล AIRSAR แบนด์ L –VV	75
4.6 อภิปรายผลการจำแนก	76
4.7 สรุปผลการจำแนกข้อมูลภาพ.....	79
บทที่ 5 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ.....	85
5.1 สรุปผลการศึกษา.....	85
5.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ.....	86
รายการอ้างอิง.....	87
ภาคผนวก.....	89
การปรับแก้เรขาคณิตด้วยวิธีภาพตรีงภาพ	90
การแยกชั้นของพื้นที่ตัวอย่าง.....	91
ค่าพิกิตของข้อมูลที่ได้จากการออกสำรวจภาคสนาม	92
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	99

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 แสดงผลการจำแนกสิ่งปกคลุมดินทั้ง 6 ชนิด ของ.....	26
Lall, Mariamni and Noh, 1999	
ตารางที่ 2 แสดงข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา ของ Dupas, 2000	29
ตารางที่ 3 แสดงผลการจำแนกข้อมูลภาพที่ได้จากการผสมข้อมูลดาวเทียม.....	29
ของ Dupas, 2000	
ตารางที่ 4 แสดงข้อมูลภาพที่ใช้ในการศึกษา.....	33
ตารางที่ 5 แสดงค่าระดับสีเทาเฉลี่ยของสิ่งปกคลุมดินแต่ละชนิดจากข้อมูล AIRSAR.....	60
ตารางที่ 6 แสดงลักษณะทางกายภาพของสิ่งปกคลุมดินกับการสะท้อนสัญญาณเรดาร์.....	64
ตารางที่ 7 แสดงลักษณะทางกายภาพของสิ่งปกคลุมดินกับการสะท้อนสัญญาณเรดาร์.....	65
ตารางที่ 8 แสดงค่าระดับสีเทาเฉลี่ยของสิ่งปกคลุมดินแต่ละชนิดจากข้อมูลภาพ.....	67
ที่ได้จากเทคนิค IHS	
ตารางที่ 9 ตาราง Confusion Matrix ของการจำแนกข้อมูลภาพ AIRSAR.....	68
ตารางที่ 10 ตาราง Confusion Matrix ของการจำแนกข้อมูลภาพ Landsat (123457).....	69
ตารางที่ 11 ตาราง Confusion Matrix ของการจำแนกข้อมูลภาพ Landsat (453) + P(HH).....	70
ตารางที่ 12 ตาราง Confusion Matrix ของการจำแนกข้อมูลภาพ Landsat (453) + P(HV).....	71
ตารางที่ 13 ตาราง Confusion Matrix ของการจำแนกข้อมูลภาพ Landsat (453) + P(VV).....	72
ตารางที่ 14 ตาราง Confusion Matrix ของการจำแนกข้อมูลภาพ Landsat (453) + L(HH).....	73
ตารางที่ 15 ตาราง Confusion Matrix ของการจำแนกข้อมูลภาพ Landsat (453) + L(HV).....	74
ตารางที่ 16 ตาราง Confusion Matrix ของการจำแนกข้อมูลภาพ Landsat (453) + L(VV).....	75
ตารางที่ 17 ตารางสรุปผลการจำแนก.....	79

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 1	แสดงพื้นที่ศึกษาบริเวณ อำเภอบ้านแหลม และ อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบุรี.....	5
รูปที่ 2	แสดงลักษณะการถ่ายภาพด้านข้างของ AIRSAR.....	7
รูปที่ 3	แสดงลักษณะการสะท้อนกลับจากวัตถุต่างชนิดกัน.....	8
รูปที่ 4	แสดงการตอบสนองต่อช่วงคลื่นที่ต่างกันของวัตถุชนิดเดียวกัน.....	9
รูปที่ 5	แสดงความแตกต่างของจุด A และ B บน Sar Image ที่มีโพราไรเซชันต่างกัน.....	9
รูปที่ 6	แสดงลักษณะการส่งและรับคลื่นของระบบเรดาร์.....	10
รูปที่ 7	องค์ประกอบของระบบเรดาร์ Side looking airborne radar.....	11
รูปที่ 8	แสดงลักษณะการบินถ่ายของ Side looking airborne radar.....	12
รูปที่ 9	แสดงลักษณะการบินถ่ายภาพของ SAR.....	13
รูปที่ 10	แสดง Range และ Azimuth Direction ของ SAR.....	14
รูปที่ 11	แสดงรายละเอียด (Resolution) ของข้อมูลเรดาร์.....	15
รูปที่ 12	แสดงรูปแบบการสะท้อนสัญญาณเรดาร์.....	16
รูปที่ 13	แสดง Surface scattering จากพื้นผิวลักษณะต่างๆ.....	17
รูปที่ 14	แสดงลักษณะการสะท้อนของพื้นที่ป่า.....	18
รูปที่ 15	การกระจัดกระจายกลับจากวัตถุที่มีลักษณะเป็นมุมฉาก.....	18
รูปที่ 16	แสดงความสัมพันธ์ของช่วงคลื่น และความสามารถในการทะลุทะลวง ของแต่ละช่วงคลื่น	19
รูปที่ 17	แสดงลักษณะของมุมถ่ายภาพ (Incidence angle).....	20
รูปที่ 18	รูปแบบของพื้นผิวขรุขระแบบต่างๆ.....	21
รูปที่ 19	แสดงการสะท้อนแบบต่างๆจากพืช.....	23
รูปที่ 20	กราฟแสดงลักษณะของค่าการกระจัดกระจายกลับเฉลี่ยของสิ่งปกคลุมดิน แต่ละชนิด	26
รูปที่ 21	แสดงค่าการกระจัดกระจายกลับของสัญญาณเรดาร์เฉลี่ยของป่าแต่ละประเภท.....	27
รูปที่ 22	แสดงการตอบสนองต่อคลื่นไมโครเวฟของพืชแต่ละชนิด.....	28

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 23 ผลการแปลงภาพด้วยสายตาจากข้อมูล AIRSAR แบบด์ L-HH.....	32
ที่ผ่านการกรองแบบ Lee filtering ขนาด 7*7 จำนวน 2 ครั้ง	
รูปที่ 24 แสดงทิศทางการหมุนของภาพ AIRSAR ที่ใช้ในการศึกษา.....	35
รูปที่ 25 แสดงภาพที่ได้หลังจากการกรองแบบ Lee ขนาดหน้าต่าง 7*7 จำนวน 2 ครั้ง.....	37
ของ แบบด์ L (HH, HV, VW) และ แบบด์ P (HH, HV, VW)	
รูปที่ 26 ตัวอย่างข้อมูลภาคสนามของ กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.....	38
รูปที่ 27 แสดงจุดที่ทำการสำรวจภาคสนาม วันที่ 7-9 สิงหาคม 2546 ในพื้นที่.....	39
อำเภอบ้านแหลม และ อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบุรี	
รูปที่ 28 ตัวอย่างพื้นที่ๆใช้เป็นพื้นที่ศึกษา ที่ได้จากการออกภาคสนาม.....	40
รูปที่ 29 แสดงลักษณะของการสะท้อนสัญญาณเรดาร์ของสิ่งปกคลุมดินแต่ละชนิด.....	41
จากข้อมูล AIRSAR L-HH	
รูปที่ 30 แสดงพื้นที่ของป่าชายเลนของพื้นที่ศึกษา.....	44
รูปที่ 31 แสดงค่าสะท้อนสัญญาณเรดาร์ของป่าชายเลน.....	44
รูปที่ 32 ภาพเปรียบเทียบความสว่างบนภาพของป่าชายเลน จากข้อมูล AIRSAR.....	45
แบบด์ P(HH,HV,VW) และ แบบด์ L (HH,HV,VW)	
รูปที่ 33 แสดงพื้นที่ของมะพร้าวของพื้นที่ศึกษา.....	46
รูปที่ 34 แสดงค่าสะท้อนสัญญาณเรดาร์ของมะพร้าว.....	46
รูปที่ 35 ภาพเปรียบเทียบความสว่างบนภาพของ มะพร้าว จากข้อมูล AIRSAR.....	47
แบบด์ P(HH,HV,VW) และ แบบด์ L (HH,HV,VW)	
รูปที่ 36 แสดงพื้นที่ของสวนผสมของพื้นที่ศึกษา.....	48
รูปที่ 37 แสดงค่าสะท้อนสัญญาณเรดาร์ของสวนผสม.....	48
รูปที่ 38 ภาพเปรียบเทียบความสว่างบนภาพของ สวนผสม จากข้อมูล AIRSAR.....	49
แบบด์ P(HH,HV,VW) และ แบบด์ L (HH,HV,VW)	
รูปที่ 39 แสดงพื้นที่ของนาทุ่งของพื้นที่ศึกษา.....	50
รูปที่ 40 แสดงค่าสะท้อนสัญญาณเรดาร์ของนาทุ่ง.....	50
รูปที่ 41 ภาพเปรียบเทียบความสว่างบนภาพของ นาทุ่ง จากข้อมูล AIRSAR.....	51
แบบด์ P(HH,HV,VW) และ แบบด์ L (HH,HV,VW)	
รูปที่ 42 แสดงพื้นที่ของนาเกลือของพื้นที่ศึกษา.....	52
รูปที่ 43 แสดงค่าสะท้อนสัญญาณเรดาร์ของนาเกลือ.....	52

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 44 ภาพเปรียบเทียบความสว่างบนภาพของ นาเกลือ จากข้อมูล AIRSAR.....	53
แบนด์ L (HH,HV,VV) และแบนด์ P(HH,HV,VV)	
รูปที่ 45 แสดงพื้นที่ของนาข้าวเติบโต(มีน้ำขัง)ในพื้นที่ศึกษา.....	54
รูปที่ 46 แสดงค่าสะท้อนสัญญาณเรดาร์ของนาข้าวเติบโต	54
รูปที่ 47 ภาพเปรียบเทียบความสว่างบนภาพของ นาข้าวเติบโต จากข้อมูล AIRSAR.....	55
แบนด์ L (HH,HV,VV) และแบนด์ P(HH,HV,VV)	
รูปที่ 48 แสดงพื้นที่ของนาข้าวออกรวงของพื้นที่ศึกษา.....	56
รูปที่ 49 แสดงค่าสะท้อนสัญญาณเรดาร์ของนาข้าวออกรวง.....	56
รูปที่ 50 ภาพเปรียบเทียบความสว่างบนภาพของ นาข้าวออกรวง.....	57
จากข้อมูล AIRSAR แบนด์ L (HH,HV,W) และแบนด์ P(HH,HV,VV)	
รูปที่ 51 แสดงพื้นที่ของสิ่งก่อสร้างของพื้นที่ศึกษา	58
รูปที่ 52 แสดงค่าสะท้อนสัญญาณเรดาร์ของสิ่งก่อสร้าง.....	58
รูปที่ 53 ภาพเปรียบเทียบความสว่างบนภาพของ สิ่งก่อสร้าง.....	59
จากข้อมูล AIRSAR แบนด์ L (HH,HV,W) และแบนด์ P(HH,HV,VV)	
รูปที่ 54 กราฟแสดงค่าระดับสีเทาเฉลี่ยของสิ่งปกคลุมดินทั้ง 8 ชนิด จากข้อมูล AIRSAR.....	60
รูปที่ 55 แสดงผลการหลอมข้อมูลระหว่าง LANDSAT 5TM (453) กับข้อมูล AIRSAR.....	66
แบนด์ L (HH,HV,VV) และแบนด์ P(HH,HV,VV)	
รูปที่ 56 กราฟแสดงค่าระดับสีเทาเฉลี่ยของสิ่งปกคลุมดินทั้ง 8 ชนิด จากข้อมูล	67
ที่ได้จากการหลอมด้วยเทคนิค IHS	
รูปที่ 57 ภาพแสดงผลการจำแนกข้อมูล AIRSAR.....	68
รูปที่ 58 ภาพแสดงผลการจำแนกข้อมูล LANDSAT 5TM (123457)	69
รูปที่ 59 ภาพแสดงผลการจำแนกข้อมูลภาพ LANDSAT (453) + P (HH)	70
รูปที่ 60 ภาพแสดงผลการจำแนกข้อมูลภาพ LANDSAT (453) + P (HV).....	71
รูปที่ 61 ภาพแสดงผลการจำแนกข้อมูลภาพ LANDSAT (453) + P (VV).....	72
รูปที่ 62 ภาพแสดงผลการจำแนกข้อมูลภาพ LANDSAT (453) + L (HH).....	73
รูปที่ 63 ภาพแสดงผลการจำแนกข้อมูลภาพ LANDSAT (453) + L (HV).....	74
รูปที่ 64 ภาพแสดงผลการจำแนกข้อมูลภาพ LANDSAT (453) + L (VV).....	75