


การประเมินศักยภาพความยาวช่วงคลื่นและโพลาไรเซชัน ของข้อมูลจากดาวเทียม ALOS
และ RADARSAT-1 ในการจำแนกสิ่งปกคลุมดิน บริเวณจังหวัดระยองและจันทบุรี



นางสาวปนัดดา เกียรติเลิศเสรี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต


สาขาวิชาระบบสารสนเทศปริภูมิทางวิศวกรรม ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2552

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ASSESSING THE POTENTIAL WAVELENGTH AND POLARIZATION SAR DATA OF ALOS
AND RADARSAT-1 FOR LAND COVER CLASSIFICATION IN RAYONG AND CHANTHABURI



Miss Panatda Kiatleadseree

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

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

Department of Survey Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2009

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การประเมินศักยภาพความยาวช่วงคลื่นและโพลาไรเซชัน
ของข้อมูลจากดาวเทียม ALOS และ RADARSAT-1 ในการ
จำแนกสิ่งปกคลุมดิน บริเวณจังหวัดระยองและจันทบุรี

โดย

นางสาวปนัดดา เกียรติเลิศเสรี

สาขาวิชา

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

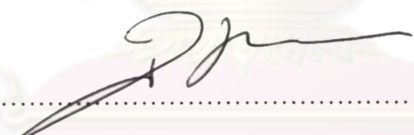
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

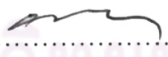
รองศาสตราจารย์ ดร.อิทธิ ตรีสิริสัตยวงศ์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัย
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต



..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.บุญสม เลิศหิรัญวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.บรรเจิด พละการ)


..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.อิทธิ ตรีสิริสัตยวงศ์)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ วิชัย เยี่ยงวีรชน)


..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวิทย์ อ่องสมหวัง)

ปนัดดา เกียรติเลิศเสรี : การประเมินศักยภาพความยาวช่วงคลื่นและโพลาไรเซชันของข้อมูลจากดาวเทียม ALOS และ RADARSAT-1 ในการจำแนกสิ่งปกคลุมดิน บริเวณจังหวัดระยองและจันทบุรี. (ASSESSING THE POTENTIAL WAVELENGTH AND POLARIZATION SAR DATA OF ALOS AND RADARSAT-1 FOR LAND COVER CLASSIFICATION IN RAYONG AND CHANTHABURI) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ.ดร.อิทธิ ตรีสิทธิ์ตยวงศ์, 92 หน้า.

ข้อมูลจากดาวเทียมที่บันทึกด้วยระบบเรดาร์นั้นจะขึ้นอยู่กับปฏิสัมพันธ์ระหว่างคลื่นไมโครเวฟกับวัตถุ วัตถุประสงค์ในครั้งนี้จึงศึกษาศักยภาพของพารามิเตอร์หลักในการบันทึกที่มีผลต่อค่าการกระจายกลับ คือ ความยาวคลื่นและโพลาไรเซชัน เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกใช้ข้อมูลให้เหมาะสมกับพื้นที่ต่อไป โดยทำการศึกษาเชิงเปรียบเทียบเกี่ยวกับศักยภาพในการจำแนกสิ่งปกคลุมดินของความยาวคลื่น L-band และ C-band ของข้อมูลจากดาวเทียม ALOS และ RADARSAT-1 และศึกษาเชิงเปรียบเทียบเกี่ยวกับศักยภาพในการจำแนกสิ่งปกคลุมดินของโพลาไรเซชันแบบ HH HV VH และ VV ของข้อมูลจากดาวเทียม ALOS ในช่วงคลื่น L-band

ผลการศึกษาเชิงเปรียบเทียบเกี่ยวกับศักยภาพในการจำแนกสิ่งปกคลุมดินของความยาวช่วงคลื่น L-band และ C-band พบว่าพื้นที่น้ำ ยางพารา และพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้างสามารถจำแนกได้ดีทั้งในช่วงคลื่น L-band และ C-band และสิ่งปกคลุมดินประเภทสับปะรด นาข้าว มันสำปะหลัง มังคุด ทุเรียน สามารถจำแนกได้ในช่วงคลื่น L-band ส่วนสิ่งปกคลุมดินอีก 4 ประเภทไม่สามารถจำแนกได้คือ เงาะ ปาล์มน้ำมัน ป่าชายเลนและลำไย โดยผลความถูกต้องในการจำแนก (Kappa Coefficient) ของข้อมูลจากดาวเทียมในช่วงคลื่น L-band และ C-Band คือ 0.53 และ 0.46 ตามลำดับ

ผลการศึกษาเชิงเปรียบเทียบเกี่ยวกับศักยภาพในการจำแนกสิ่งปกคลุมดินของของโพลาไรเซชันแบบ HH HV VH และ VV แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มของ Cross-Polarization คือ HV และ VH มีความถูกต้องในการจำแนกคือ 0.53 และ 0.52 ตามลำดับ ซึ่งมีความถูกต้องในการจำแนกดีกว่าในกลุ่มของ Co-Polarization คือ HH และ VV โดยมีความถูกต้องในการจำแนกคือ 0.42 และ 0.39 ตามลำดับ หากพิจารณาในแต่ละประเภทสิ่งปกคลุมดินจะพบว่าพื้นที่น้ำ ยางพาราและพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง สามารถจำแนกได้ดีในทุกโพลาไรเซชัน ส่วนประเภทอื่น ๆ สามารถจำแนกได้แตกต่างกันไปตามโพลาไรเซชัน คือ เงาะ ปาล์ม ทุเรียนและนาข้าว สามารถจำแนกได้ดีในโพลาไรเซชันแบบ HV มันสำปะหลังและมังคุด สามารถจำแนกได้ดีในโพลาไรเซชันแบบ VH และสับปะรด สามารถจำแนกได้ดีในโพลาไรเซชันแบบ HH

ภาควิชา วิศวกรรมสำรวจลายมือชื่อนิสิต *ณัฐกานต์ คุ้มใจ*

สาขาวิชาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ทางวิศวกรรมลายมือชื่อ อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก *.....*

ปีการศึกษา : 2552

5070331621 : MAJOR SPATIAL INFORMATION SYSTEM IN ENGINEERING

KEYWORDS : LAND COVER CLASSIFICATION / WAVELENGTH / POLARIZATION

PANATDA KIATLEADSEREE: ASSESSING THE POTENTIAL WAVELENGTH AND POLARIZATION SAR DATA OF ALOS AND RADARSAT-1 FOR LAND COVER CLASSIFICATION IN RAYONG AND CHANTHABURI. THESIS

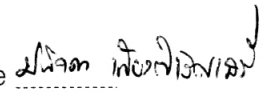
ADVISOR : ASSOC. PROF. ITTHI TRISIRISATAYAWONG, Ph.D, 92 pp.

Radar imagery uses the interaction between wavelength and target in detection, known as backscattering. The two important factors of radar characteristics are wavelength and polarization. This research studies the potential wavelength of L-band from ALOS and C-band from RADARSAT-1 for land cover classification and the potential polarization of HH HV VH and VV from ALOS for land cover classification.

The potential of L-band and C-band classification for land cover type. As a result, L-band and C-band provides efficient classification in water body, rubber and built-up area. In general, L-band is efficient for classifying in paddy, pineapple, cassava, mangosteen, and durian whereas it can't classify the area of rambutan, palm, mangrove and longan. Based on this research, L-band provides better accuracy for land cover classification than C-band which represents in Kappa Coefficient is 0.53 and 0.46 respectively.

The potential of land cover classification using which is considered in HH, HV, VH an VV, and the results are discussed into two categories, Cross-polarization(HV,VH) and Co-Polarization(HH,VV). The result of classification using Cross-polarization(HV,VH) provides 0.53 and 0.52 of accuracy respectively whereas Co-Polarization (HH,VV) provides accuracy of 0.42 and 0.39 respectively. In conclusion, land cover type has a direct effect on polarization. While water body, rubber and buildup area is efficient for all type of polarizations. Polarizations have to be considered when classifying in another land cover types. In addition, HV is efficient for rambutan, palm, durian and paddy classification whereas cassava and mangosteen classification are efficient in VH and HH which has high potential for pineapple classification.

Department : Survey Engineering

Student's Signature 

Field of Study : Spatial Information System in Engineering

Advisor's Signature 

Academic Year : 2009

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ เนื่องด้วยความอนุเคราะห์ ความช่วยเหลือ และคำชี้แนะ ซึ่งผู้วิจัยใคร่ขอบคุณดังนี้

ขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.อิทธิ ตรีสิริสัตยวงศ์ ที่เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ อีกทั้งคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้แก่ รองศาสตราจารย์ ดร. บรรเจิด พละการ รองศาสตราจารย์ วิชัย เยี่ยงวีรชน และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุวิทย์ อ่องสมหวัง ที่ คอยให้คำปรึกษา แนะนำความคิดเห็น และข้อชี้แนะต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่คอยช่วยเหลือในการออกภาคสนามและความช่วยเหลืออื่นๆ ขอขอบคุณเพื่อนๆ และบุคคลอื่นๆ อีกหลายท่านสำหรับคำแนะนำ และกำลังใจที่มีให้เสมอมา

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะเกิดขึ้นไม่ได้หากขาดความอนุเคราะห์ข้อมูลจากดาวเทียมของสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) ซึ่งผู้วิจัยใคร่ขอบคุณผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการขอความอนุเคราะห์ข้อมูลในครั้งนี้ทุก ๆ ท่าน

และสุดท้ายนี้ขอขอบคุณบิดา มารดา และญาติพี่น้อง ที่สนับสนุนในด้านทุนการศึกษา วิจัยและกำลังใจ ทำให้การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฌ
สารบัญภาพ.....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	2
1.4 ข้อจำกัดในงานวิจัย.....	8
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	9
1.6 วิธีดำเนินการวิจัย.....	9
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	10
2.1 แนวคิดและทฤษฎี.....	10
2.1.1 คุณลักษณะดาวเทียม.....	10
2.1.2 ระบบบันทึกข้อมูลด้วยเรดาร์.....	13
2.1.3 ปัจจัยที่มีผลต่อปฏิสัมพันธ์ระหว่างพลังงานคลื่นไมโครเวฟกับวัตถุ.....	14
2.1.4 การวิเคราะห์ข้อมูลจากดาวเทียม.....	17
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	19
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	23
3.1 ขั้นตอนการเตรียมข้อมูลภาพก่อนการวิเคราะห์.....	23
3.1.1 การต่อภาพ.....	23
3.1.2 การปรับแก้ความคาดเคลื่อนทางเรขาคณิต.....	24
3.1.3 การกรองข้อมูล.....	30
3.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล.....	31
3.2.1 การสำรวจภาคสนาม.....	31

3.2.2 การจำแนกประเภทข้อมูล.....	38
3.3 ขั้นตอนหลังการวิเคราะห์ข้อมูล.....	41
บทที่ 4 ผลการจำแนกสิ่งปกคลุมดินระหว่างความยาวคลื่น L-band และ C-band...	43
4.1 ผลการศึกษาศักยภาพในการจำแนก.....	43
4.2 ผลการตรวจสอบความถูกต้องในการจำแนก.....	46
บทที่ 5 ผลการจำแนกสิ่งปกคลุมดินระหว่างโพลาไรเซชัน HH HV VH และ VV....	51
5.1 ผลการศึกษาศักยภาพในการจำแนก.....	51
5.2 ผลการตรวจสอบความถูกต้องในการจำแนก.....	54
บทที่ 6 อภิปรายผลการจำแนก.....	60
6.1 พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง.....	60
6.2 ทิวเขื่อน.....	61
6.3 ลำไย.....	62
6.4 มังคุด.....	62
6.5 ป่าชายเลน.....	63
6.6 มันสำปะหลัง.....	64
6.7 นาข้าว.....	65
6.8 ปาล์มน้ำมัน.....	66
6.9 สับปะรด.....	66
6.10 เงาะ.....	67
6.11 ยางพารา.....	68
6.12 พื้นที่น้ำ.....	68
บทที่ 7 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	70
7.1 สรุปผลการวิจัย.....	70
7.2 ข้อเสนอแนะ.....	72
รายการอ้างอิง.....	73
ภาคผนวก.....	75
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	92

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	แสดงรายละเอียดของข้อมูลจากดาวเทียม ALOS และ RADARSAT-1 ที่ใช้ในการศึกษา.....	4
1.2	แสดงรายละเอียดข้อมูลมหุคหลักฐานแผนที่ถาวร.....	5
1.3	แสดงจำนวนข้อมูลพื้นที่ต้นแบบในแต่ละประเภทสิ่งปกคลุมดิน.....	5
1.4	แสดงจำนวนข้อมูลพื้นที่ตรวจสอบในแต่ละประเภทสิ่งปกคลุมดิน.....	6
1.5	แสดงสัญลักษณ์และประเภทสิ่งปกคลุมดินที่ใช้จำแนกในการศึกษา.....	7
1.6	แสดงปัจจัยที่มีผลต่อความแตกต่างในการจำแนกข้อมูลที่ไม่สามารถควบคุมได้.	8
2.1	แสดงรายละเอียดระบบ PALSAR ในการบันทึกข้อมูลจากดาวเทียม ALOS (L-Band)	11
2.2	แสดงรายละเอียดในการบันทึกข้อมูลจากดาวเทียม RADARSAT-1 ในโหมดต่าง ๆ.....	12
2.3	แสดงผลความถูกต้องในการจำแนกของ Lee Jong-Sen และคณะ.....	21
3.1	แสดงค่าพิกัดของจุดควบคุมภาคพื้นดินหลังการประมวลผลของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ALOS โหมด Polarimetric.....	25
3.2	แสดงค่าพิกัดของจุดควบคุมภาคพื้นดินหลังการประมวลผลของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ALOS โหมด Fine.....	25
3.3	แสดงจุดตัวอย่างที่ใช้ในการสำรวจภาคสนามของข้อมูลจากดาวเทียม ALOS และ RADARSAT-1.....	31
3.4	แสดงจุดตัวอย่างที่ใช้ในการสำรวจภาคสนามของข้อมูลจากดาวเทียม ALOS ในโหมด Polarimetric.....	34
3.5	แสดงค่าทางสถิติของค่าการกระจายกลับ (Digital Number: DN) ของพื้นที่ตัวอย่างของข้อมูลจากดาวเทียม ALOS โหมด Fine และ RADARSAT-1...	39
3.6	แสดงค่าทางสถิติของค่าการกระจายกลับ (Digital Number: DN) ของพื้นที่ตัวอย่างของข้อมูลจากดาวเทียม ALOS โหมด Polarimetric.....	39
4.1	แสดงผลการจำแนกของข้อมูลจากดาวเทียม ALOS และ RADASAT-1.....	45
4.2	แสดงตาราง Confusion Matrix ของการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดินของข้อมูลดาวเทียม ALOS ในช่วงคลื่น L-band.....	47
4.3	แสดงตาราง Confusion Matrix ของการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดินของข้อมูลดาวเทียม RADARSAT-1 ในช่วงคลื่น C-band.....	48

4.4	แสดงผลความถูกต้องในการจำแนกสิ่งปกคลุมดินข้อมูลจากดาวเทียมระหว่างความยาวช่วงคลื่น L-band และ C-band.....	49
5.1	แสดงผลการจำแนกของข้อมูลจากดาวเทียม ALOS โพลาริเซชันแบบ HH HV VH และ VV.....	52
5.2	แสดงตาราง Confusion Matrix ของการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดินของข้อมูลดาวเทียม ALOS ของโพลาไรเซชันแบบ HH.....	55
5.3	แสดงตาราง Confusion Matrix ของการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดินของข้อมูลดาวเทียม ALOS ของโพลาไรเซชันแบบ HV.....	56
5.4	แสดงตาราง Confusion Matrix ของการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดินของข้อมูลดาวเทียม ALOS ของโพลาไรเซชันแบบ VH.....	57
5.5	แสดงตาราง Confusion Matrix ของการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดินของข้อมูลดาวเทียม ALOS ของโพลาไรเซชันแบบ VV.....	58
5.6	แสดงผลความถูกต้องในการจำแนกสิ่งปกคลุมดินระหว่างโพลาไรเซชัน HH HV VH และ VV ของข้อมูลจากดาวเทียม ALOS.....	59
7.1	แสดงผลความถูกต้องในการจำแนกสิ่งปกคลุมดินของข้อมูลจากดาวเทียมทั้งหมดของการศึกษาวิจัย.....	70

สารบัญภาพ

รูปที่		หน้า
1.1	แสดงขอบเขตพื้นที่ศึกษา.....	3
2.1	แสดงระบบบันทึกของ PALSAR ในการบันทึกข้อมูลจากดาวเทียม ALOS.....	10
2.2	แสดงระบบการบันทึกข้อมูลจากดาวเทียม RADARSAT-1.....	11
2.3	สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและช่วงคลื่นต่าง ๆ ในย่านไมโครเวฟ.....	13
2.4	แสดงความสามารถในการทะลุผ่านของความยาวคลื่นที่แตกต่างกัน.....	14
2.5	แสดงมุมมองในการบันทึกข้อมูลของดาวเทียมระบบเรดาร์.....	15
2.6	แสดงการตกกระทบของคลื่นไมโครเวฟ ณ ตำแหน่งที่ต่างกันบนพื้นผิวที่มีความขรุขระ.....	16
2.7	แสดงหลักการจำแนกแบบความน่าจะเป็นสูงสุด(Maximum Likelihood Classification)	19
3.1	แสดงข้อมูลจากดาวเทียมก่อนและหลังขั้นตอนการต่อภาพ(Mosaic Image).....	23
3.2	แสดงความคาดเคลื่อนของข้อมูลดาวเทียม ALOS ในโหมด Fine ทั้งก่อนและหลังขั้นตอนการปรับแก้ความคาดเคลื่อนทางเรขาคณิต(Registration).....	27
3.3	แสดงความคาดเคลื่อนของข้อมูลดาวเทียม ALOS ในโหมด Polarimetric ก่อนและหลังขั้นตอนการปรับแก้ความคาดเคลื่อนทางเรขาคณิต(Registration).....	28
3.4	แสดงความคาดเคลื่อนของข้อมูลดาวเทียม RADARSAT-1 ก่อนและหลังขั้นตอนการปรับแก้ความคาดเคลื่อนทางเรขาคณิต(Registration).....	29
3.5	แสดงความแตกต่างของข้อมูลจากดาวเทียม ALOS ก่อนและหลังการกรองข้อมูล.....	30
3.6	แสดงการนำข้อมูลเข้าสู่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์(GIS).....	37
3.7	แสดงคำสั่งที่ใช้ในการสุ่มเลือกข้อมูลที่ใช้ในการตรวจสอบ.....	41
3.8	สรุปกระบวนการวิธีในการวิจัยทั้งหมดอย่างชัดเจนและง่ายต่อการทำความเข้าใจ ดังรายละเอียดที่อธิบายมาข้างต้น.....	42
4.1	แสดงผลการจำแนกของข้อมูลจากดาวเทียม ALOS โหมด Fine.....	43
4.2	แสดงผลการจำแนกของข้อมูลจากดาวเทียม RADARSAT-1.....	44
4.3	แสดง Spectral Signature ของสิ่งปกคลุมดินทุกประเภทของข้อมูลจากดาวเทียม ALOS.....	45
4.4	แสดง Spectral Signature ของสิ่งปกคลุมดินทุกประเภทของข้อมูลจากดาวเทียม RADARSAT-1.....	46

5.1	แสดงผลการจำแนกของข้อมูลจากดาวเทียม ALOS ระหว่างโพลาไรเซชันแบบ HH HV VH และ VV.....	51
5.2	แสดง Spectral Signature สิ่งปกคลุมดินทุกประเภทของข้อมูลจากดาวเทียม ALOS โพลาไรเซชันแบบ HH.....	52
5.3	แสดง Spectral Signature ของสิ่งปกคลุมดินทุกประเภทของข้อมูลจากดาวเทียม ALOS โพลาไรเซชันแบบ HV.....	53
5.4	แสดง Spectral Signature ของสิ่งปกคลุมดินทุกประเภทของข้อมูลจากดาวเทียม ALOS โพลาไรเซชันแบบ VH.....	53
5.5	แสดง Spectral Signature ของสิ่งปกคลุมดินทุกประเภทของข้อมูลจากดาวเทียม ALOS โพลาไรเซชันแบบ VV.....	54
6.1	แสดงตัวอย่างสิ่งปกคลุมดินประเภทพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง.....	60
6.3	แสดงตัวอย่างสิ่งปกคลุมดินประเภททุเรียน.....	61
6.3	แสดงตัวอย่างสิ่งปกคลุมดินประเภทลำไย.....	62
6.4	แสดงตัวอย่างสิ่งปกคลุมดินประเภทมังคุด.....	62
6.5	แสดงตัวอย่างสิ่งปกคลุมดินประเภทป่าชายเลน.....	63
6.6	แสดงตัวอย่างสิ่งปกคลุมดินประเภทมันสำปะหลัง.....	64
6.7	แสดงตัวอย่างสิ่งปกคลุมดินประเภทนาข้าว.....	65
6.8	แสดงตัวอย่างสิ่งปกคลุมดินประเภทปาล์มน้ำมัน.....	66
6.9	แสดงตัวอย่างสิ่งปกคลุมดินประเภทสับปะรด.....	66
6.10	แสดงตัวอย่างสิ่งปกคลุมดินประเภทเงาะ.....	67
6.11	แสดงตัวอย่างสิ่งปกคลุมดินประเภทยางพารา.....	68
6.12	แสดงตัวอย่างสิ่งปกคลุมดินประเภทพื้นที่น้ำ.....	68

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันได้มีการนำข้อมูลดาวเทียมระบบเรดาร์มาใช้มากขึ้น เนื่องด้วยข้อเด่นของระบบบันทึกข้อมูลด้วยเรดาร์ที่สามารถทดแทนข้อด้อยของข้อมูลดาวเทียมระบบ Optical นั่นก็คือ ไม่มีข้อจำกัดด้านเวลา สามารถบันทึกข้อมูลได้แม้ในเวลากลางคืน เพราะระบบบันทึกข้อมูลด้วยเรดาร์เป็น Active System ดังนั้นข้อมูลที่บันทึกได้จะมาจากคลื่นไมโครเวฟที่ส่งออกไปจากระบบ ตกกระทบกับวัตถุแล้วกระจัดกระจายกลับ (Backscatter) มายังระบบบันทึก อีกทั้งคลื่นไมโครเวฟที่ใช้ในการสำรวจทรัพยากรธรรมชาติยังมีความยาวไม่ต่ำกว่า 1.5 เซนติเมตร ทำให้สามารถบันทึกทะลุผ่านเมฆ หมอก และฝนได้ ทำให้ไม่มีข้อจำกัดด้านสภาพอากาศ จึงเป็นประโยชน์อย่างมากโดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศไทยที่อยู่ในเขตร้อนชื้นซึ่งมักจะมีเมฆ หมอกปกคลุม และมีฤดูฝนยาวนานถึง 6 เดือนในบางภาคของ ประเทศ ดังนั้นในปัจจุบันจึงได้มีการนำข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมระบบเรดาร์มาประยุกต์ใช้ในหลากหลายสาขา เช่น การติดตามสถานการณ์น้ำท่วม การคาดการณ์พืชผลทางการเกษตร การประเมินพื้นที่ป่าไม้ การติดตามการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินหรือสิ่งปกคลุมดิน เป็นต้น

แม้ว่าข้อมูลจากดาวเทียมระบบเรดาร์จะมีข้อดี แต่ในการนำข้อมูลมาใช้จะต้องคำนึงถึงพารามิเตอร์ที่ใช้ในการบันทึกข้อมูล เช่น ความยาวคลื่น (Wavelength) โพลาริเซชัน (Polarization) มุมตกกระทบ (Incidence Angle) มุมอะซิมูท (Azimuth Angle) เป็นต้น เพื่อให้สอดคล้องกับข้อมูลที่จะทำการศึกษา เนื่องด้วยข้อมูลที่ระบบทำการบันทึกได้นั้นจะขึ้นอยู่กับปฏิสัมพันธ์ระหว่างคลื่นไมโครเวฟกับวัตถุ ซึ่งในปัจจุบันข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยเรดาร์มีอยู่มาก เช่น ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ได้จากดาวเทียม ALOS RADARSAT ENVISAT และ JERS-1 เป็นต้น ซึ่งดาวเทียมแต่ละดวงก็จะมีพารามิเตอร์ในการบันทึกที่แตกต่างกันไป เช่น ALOS จะมีความยาวคลื่นในช่วง L-Band (23.6 cm) มีโพลาริเซชันแบบ Single Polarization Dual Polarization และ Quad-Polarization ซึ่งจะแตกต่างจาก RADARSAT-1 ที่มีความยาวคลื่นในช่วง C-Band (5.6 cm) มีโพลาริเซชันแบบเดี่ยว (Single Polarization) คือ HH เป็นต้น

ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จะทำการศึกษาค้นคว้าของพารามิเตอร์หลักในการบันทึกที่มีผลต่อค่าการกระจัดกระจายกลับ คือความยาวคลื่น (Wavelength) และโพลาริเซชัน (Polarization) โดยมีจุดประสงค์ในการจำแนกสิ่งปกคลุมดิน เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกใช้ข้อมูลให้เหมาะสมกับพื้นที่ต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาเชิงเปรียบเทียบเกี่ยวกับศักยภาพในการจำแนกสิ่งปกคลุมดิน ของข้อมูลจากดาวเทียมในช่วงคลื่น L-band ของข้อมูลดาวเทียม ALOS และ C-band ของข้อมูลดาวเทียม RADARSAT-1
2. เพื่อศึกษาเชิงเปรียบเทียบเกี่ยวกับศักยภาพในการจำแนกสิ่งปกคลุมดิน ของข้อมูลจากดาวเทียม ALOS ในช่วงคลื่น L-band ระหว่างโพลาไรเซชันแบบ HH HV VH และ VV

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. ขอบเขตพื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนด้วยกันคือ

1.1 พื้นที่ศึกษาเพื่อใช้ศึกษาเปรียบเทียบความถูกต้องในการจำแนกสิ่งปกคลุมดินระหว่างความยาวคลื่น L-band และ C-band ของข้อมูลจากดาวเทียม ALOS และ RADARSAT-1 ตามลำดับ ซึ่งการเลือกพื้นที่ศึกษาในส่วนนี้มีหลายปัจจัยที่ต้องคำนึงถึง เนื่องจากการเปรียบเทียบศักยภาพในการจำแนกสิ่งปกคลุมดินระหว่างความยาวคลื่นสองชนิดนั้น ต้องเลือกพื้นที่ที่มีข้อมูลจากดาวเทียมที่มีพารามิเตอร์ของระบบนอกเหนือจากความยาวคลื่นให้เหมือนกันมากที่สุดหรือต่างกันน้อยที่สุด เพื่อไม่ให้พารามิเตอร์ตัวอื่น ๆ มีอิทธิพลต่อผลลัพธ์ที่ได้ ดังนั้นจึงต้องควบคุมปัจจัยดังต่อไปนี้

- เวลาในการบันทึกข้อมูลต้องใกล้เคียงกันมากที่สุด เพื่อไม่ให้เกิดการเจริญเติบโตของพืชหรือการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินส่งผลกระทบต่อค่าการสะท้อนของพื้นผิวหน้าของวัตถุ เนื่องจากความขรุขระของพื้นผิวหน้าของวัตถุเป็นปัจจัยหลักที่มีผลกระทบต่อ การระจัดกระจายกลับของสัญญาณ

- มุมตกกระทบ(Incidence Angle) เป็นตัวตัดสินว่าทิศทางการระจัดกระจายกลับของสัญญาณ หรือก็คือ การเปลี่ยนแปลงมุมตกกระทบจะทำให้ปริมาณค่าการระจัดกระจายกลับที่วัดได้ของวัตถุเดียวกันมีความแตกต่างกัน

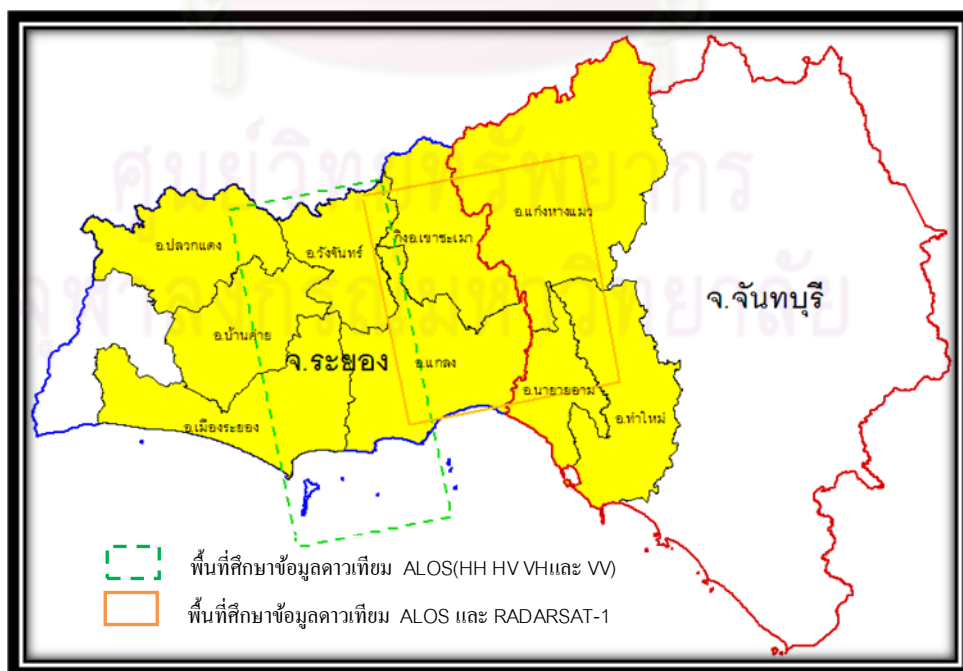
- มุมอะซิมูท(Azimuth Angle) พื้นที่ที่มีลักษณะเป็นแถวหรือเป็นแนวยาวที่เห็นชัดเจน จะมีความไวเชิงทิศทางการบันทึกด้วยระบบเรดาร์ที่บันทึกในแนวเฉียง ดังนั้นหากค่ามุมอะซิมูทมีความแตกต่างกันมาก จะทำให้องค์ประกอบเชิงโครงสร้างของวัตถุที่ได้จากการบันทึกแตกต่างกัน ซึ่งส่งผลต่อการจำแนก

- ความชื้น(Moisture) ต้องเลือกข้อมูลในวันที่มีความชื้นใกล้เคียงกัน เนื่องจากความชื้นหรือน้ำในวัตถุส่งผลต่อค่าแสดงความสามารถในการเป็นตัวนำไฟฟ้าของวัตถุ (Dielectric Constant) ซึ่งมีอิทธิพลต่ออัตราการกระจายกลับของสัญญาณ เช่น ดินแห้งจะมีการกระจายกลับของสัญญาณน้อยทำให้ภาพที่ปรากฏเป็นสีเข้ม ถ้าหากมีความชื้นเพิ่มขึ้นก็จะทำให้การกระจายกลับของสัญญาณเพิ่มขึ้นเช่นกัน ทำให้ภาพที่ปรากฏมีสีสว่าง

- โพลาริเซชัน(Polarization) เนื่องจากการส่งพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีโพลาริเซชันในทิศทางใด ค่าการสะท้อนกลับที่ดี(สว่าง)ก็จะมาจากวัตถุที่มีโครงสร้างในแนวนั้น ๆ

จากข้อจำกัดดังกล่าวข้างต้น และเพื่อให้การศึกษาเชิงเปรียบเทียบเกี่ยวกับศักยภาพในการจำแนกสิ่งปกคลุมดินครั้งนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้กับทุกพื้นที่ จึงเลือกพื้นที่ที่มีความหลากหลายของประเภทสิ่งปกคลุมดิน เพื่อให้เห็นศักยภาพในการจำแนกของข้อมูลจากดาวเทียมที่มีความยาวคลื่นที่แตกต่างกัน ว่ามีศักยภาพในการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดินที่เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร ดังนั้นจึงเลือกพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของและจันทบุรีครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 1,520 ตร.กม.

1.2 พื้นที่ศึกษาเพื่อใช้ศึกษาเปรียบเทียบความถูกต้องในการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีโพลาริเซชันในทิศทางต่าง ๆ ของดาวเทียม ALOS เนื่องจากข้อมูลที่น่ามาศึกษามาจากดาวเทียมดวงเดียวกัน ดังนั้นพารามิเตอร์ที่ใช้ในการบันทึกย่อเหมือนกัน ในการเลือกพื้นที่ ในส่วนนี้จึงคำนึงถึงความหลากหลายของประเภทสิ่งปกคลุมดินเพียงอย่างเดียว เพื่อให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้กับทุกพื้นที่ และเพื่อความสะดวกในการสำรวจภาคสนามจึงเลือกพื้นที่ที่ใกล้เคียงกับพื้นที่ศึกษาในส่วนแรก ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 1,140 ตร.กม.



รูปที่ 1.1 แสดงขอบเขตพื้นที่ศึกษา

ดังรูปที่ 1.1 พื้นที่ศึกษาจะครอบคลุมพื้นที่ 2 จังหวัด คือ จังหวัดระยอง ประกอบไปด้วย พื้นที่อำเภอเมืองระยอง อำเภอแกลงและกิ่งอำเภอเขาชะเมา และจังหวัดจันทบุรีในพื้นที่ 6 อำเภอ คือ อำเภอแก่งหางแมว นายายอาม ท่าใหม่ เมืองจันทบุรี มะขาม และกิ่งอำเภอ เขาคิชฌกูฏ

2. ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

2.1 ข้อมูลจากดาวเทียมและวันที่บันทึกข้อมูล que เลือกใช้ในการศึกษาครั้งนี้ สรุปได้ดัง ตารางที่ 1.1 ซึ่งได้รับความอนุเคราะห์ข้อมูลจากสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน)

ตารางที่ 1.1 แสดงรายละเอียดข้อมูลจากดาวเทียม ALOS และ RADARSAT-1 ที่ใช้ในการศึกษา

พารามิเตอร์	ข้อมูลเปรียบเทียบระหว่างความยาวคลื่น		ข้อมูลเปรียบเทียบระหว่างโพลาไรเซชัน
	ALOS	RADARSAT-1	ALOS
ความยาวคลื่น (Wavelength)	L-Band (23.6 CM)	C-Band (5.6 CM)	L-Band (23.6 CM)
Scene ID	ALPSRP126410240	17911	ALPSRP072000240 และ ALPSRP072000250
วันที่และเวลา ในการบันทึก	08/6/2008 15:49	16/6/2008 11:22	01/06/2007 13.46
โหมดในการบันทึก (Imaging Mode)	Fine	Wide(W2)	Polarimetric
มุมตกกระทบ (Incidence Angle)	34.3	35.05	21.50
มุมอะซิมูท (Azimuth Angle)	-	3.4737	-
โพลาไรเซชัน (Polarization)	Dual Polarization HH และ HV	Single Polarization HH	Quad-Polarization (Full Polarization) HH HV VH และ VV
ความชื้น (ความชื้นสัมพัทธ์%)	65-70	75 - 85	-
Image Processing Level	1.5	1.5	1.5
Resolution	20	30	30
Pixel size(m)	12.5	12.5	12.5

2.2 ข้อมูลพิกัดหมุดหลักฐานแผนที่ดาวาร ได้รับความอนุเคราะห์ข้อมูลจากกรมที่ดิน เพื่อใช้เป็นสถานีฐาน (Base Station) ในการทำจุดควบคุมภาคพื้นดิน (Ground Control Point : GCP) เพื่อนำไปปรับแก้ความคาดเคลื่อนเชิงเรขาคณิตต่อไป รายละเอียดของหมุดที่ใช้ในการศึกษาสรุปได้ดังตารางที่ 1.2

ตารางที่ 1.2 แสดงรายละเอียดข้อมูลหมุดหลักฐานแผนที่ดาวาร

ชื่อหมุด	ประเภทหมุด	ที่ตั้ง	ค่าพิกัด UTM (Zone47)	
			E	N
101131	หมุดเฉลิมพระเกียรติ	วัดหนองกระพ้อ อ.แก่ง จ.ระยอง	793279.0645	1414331.5828
101158	หมุดเฉลิมพระเกียรติ	โรงเรียนบ้านแก้ว อ.เมือง จ.จันทบุรี	835833.2541	1399786.9211

2.3 ข้อมูลภาคสนาม (Ground Truth) เพื่อใช้เป็นพื้นที่ ตัวอย่าง (Training Areas) ในขั้นตอนการจำแนกสิ่งปกคลุมดิน และ เป็นพื้นที่ตรวจสอบ (Test Areas) ในขั้นตอนการตรวจสอบความถูกต้องในการจำแนก โดยจำนวนข้อมูลพื้นที่ ตัวอย่าง และข้อมูลพื้นที่ตรวจสอบในแต่ละประเภทสิ่งปกคลุมดิน สามารถแสดงดังตารางที่ 1.3 และ 1.4

ตารางที่ 1.3 แสดงจำนวนข้อมูลพื้นที่ตัวอย่างในแต่ละประเภทสิ่งปกคลุมดิน

ประเภทสิ่งปกคลุมดิน	จำนวนข้อมูลพื้นที่ตัวอย่าง	
	เปรียบเทียบความยาวช่วงคลื่น	เปรียบเทียบไพราไรเซชัน
นาข้าว	36	24
มันสำปะหลัง	32	26
สับปะรด	30	23
ยางพารา	40	31
ปาล์มน้ำมัน	34	31
ทุเรียน	41	32
เงาะ	22	9
ลำไย	21	-
มังคุด	30	24
ป่าชายเลน	37	-
พื้นที่น้ำ	39	30
พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	38	36

ตารางที่ 1.4 แสดงจำนวนข้อมูลพื้นที่ตรวจสอบในแต่ละประเภทสิ่งปกคลุมดิน

ประเภทสิ่งปกคลุมดิน	จำนวนข้อมูลพื้นที่ตรวจสอบ	
	เปรียบเทียบความยาวช่วงคลื่น	เปรียบเทียบโพราไรเซชัน
นาข้าว	12	7
มันสำปะหลัง	11	8
สับปะรด	10	7
ยางพารา	15	10
ปาล์มน้ำมัน	14	10
ทุเรียน	13	10
เงาะ	8	3
ลำไย	7	-
มังคุด	11	8
ป่าชายเลน	11	-
พื้นที่น้ำ	13	9
พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	12	9

ข้อมูลภาคสนามได้มาจากการลงสำรวจพื้นที่จริง ซึ่งทำการเก็บข้อมูลระหว่างวันที่ 14-19 มิถุนายน 2552 และ 28 มิถุนายน – 4 กรกฎาคม 2552 โดยข้อมูลพื้นที่ตรวจสอบในแต่ละประเภทสิ่งปกคลุมดิน ได้มาจากการสุ่มเลือกจากข้อมูลพื้นที่ภาคสนามทั้งหมด

2.4 เครื่องรับสัญญาณ Global Position System (GPS)

- Leica GPS System 500 จำนวน 3 เครื่อง
- Garmin eTrex Legend HCx จำนวน 2 เครื่อง

2.5 โปรแกรมที่ใช้ในการวิเคราะห์และประมวลผล

- Leica Geo Office Combined ในการประมวลผลจุด GCP
- Arcgis9.2, Erdas Imagine 9.1 และ Envi4.6.1 ในการเตรียมและประมวลผลข้อมูลจากดาวเทียม

3. ขอบเขตการศึกษา

3.1 ในการศึกษาค้างนี้จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนด้วยกัน คือ

- เปรียบเทียบความถูกต้องในการจำแนกสิ่งปกคลุมดินระหว่างความยาวคลื่น L-band ของข้อมูล จาก ดาวเทียม ALOS และ C-band ของข้อมูล จาก ดาวเทียม RADARSAT-1

- เปรียบเทียบความถูกต้องในการจำแนกสิ่งปกคลุมดินระหว่างโพลาไรเซชันแบบ HH HV VH และ VV ในข้อมูลจากดาวเทียม ALOS

3.2 การเปรียบเทียบความถูกต้องในการจำแนก จะทำการเปรียบเทียบความถูกต้องในการจำแนกของประเภทสิ่งปกคลุมแต่ละประเภท (User's Accuracy) และความถูกต้องในการจำแนกสิ่งปกคลุมดินรวม (Overall Accuracy)

3.3 การจำแนกสิ่งปกคลุมดิน จะทำการจำแนกประเภทข้อมูลตามการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน โดยจะทำการจำแนกออกเป็นประเภทต่าง ๆ ซึ่งจำนวนของประเภทสิ่งปกคลุมดินจะแตกต่างกันตามพื้นที่ศึกษา ดังตารางที่ 1.5 ตารางที่ 1.5 แสดงสัญลักษณ์และประเภทสิ่งปกคลุมดินที่ใช้จำแนกในการศึกษา

สัญลักษณ์	ประเภทสิ่งปกคลุมดิน	
	เปรียบเทียบความยาวช่วงคลื่น (L-band กับ C-band)	เปรียบเทียบโพลาไรเซชัน (HH HV VH VV)
A1	นาข้าว	นาข้าว
A204	มันสำปะหลัง	มันสำปะหลัง
A205	สับปะรด	สับปะรด
A302	ยางพารา	ยางพารา
A303	ปาล์มน้ำมัน	ปาล์มน้ำมัน
A403	ทุเรียน	ทุเรียน
A404	เงาะ	เงาะ
A413	ลำไย	-
A419	มังคุด	มังคุด
F106	ป่าชายเลน	-
U	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง
W	พื้นที่น้ำ	พื้นที่น้ำ

1.4 ข้อจำกัดของงานวิจัย

เนื่องด้วยข้อมูลที่ได้จากระบบบันทึกของดาวเทียมระบบเรดาร์ จะขึ้นอยู่กับปฏิสัมพันธ์ระหว่างคลื่นไมโครเวฟกับวัตถุ คือ ความยาวคลื่น (Wavelength) โพลาริเซชัน (Polarization) มุมตกกระทบ (Incidence Angle) มุมอะซิมุม (Azimuth Angle) ความขรุขระของพื้นผิวน้ำวัตถุ (Surface Roughness) ค่าแสดงความสามารถในการเป็นตัวนำไฟฟ้าหรือความชื้นของวัตถุ (Dielectric Constant) ดังนั้นเพื่อให้ ผลต่างในการจำแนกสิ่งปกคลุมดินระหว่างข้อมูลจากดาวเทียมในช่วงคลื่น C-Band และ L-Band มาจากตัวแปรตัวเดียวก็คือความยาวคลื่น จะต้องทำการควบคุมปัจจัยที่เหลือทั้งหมดให้เหมือนหรือไม่แตกต่างกัน แต่ในทางปฏิบัติไม่สามารถควบคุมปัจจัยที่มีผลต่อการจำแนกได้ทั้งหมด เนื่องด้วยข้อจำกัดด้านข้อมูลจากดาวเทียมซึ่งได้ข้อมูลมาจากดาวเทียมต่างดวงกัน ดังนั้นจึงมีพารามิเตอร์ในการบันทึกข้อมูลที่แตกต่างกัน อีกทั้งความแตกต่างด้านเวลาในการบันทึกข้อมูลของดาวเทียมทั้งสอง ดังตารางที่ 1.1 แม้ว่าเวลาในการบันทึกจะแตกต่างกันเพียง 8 วัน จะไม่ส่งผลต่อความแตกต่างในการเจริญเติบโตของพืช แต่เนื่องด้วยเวลาในการบันทึกข้อมูลของข้อมูลดาวเทียมทั้งสองมีความแตกต่างด้านความชื้น (ความชื้นสัมพัทธ์ %) ซึ่งส่งผลต่อปฏิสัมพันธ์ระหว่างพลังงานคลื่นไมโครเวฟกับวัตถุ ทำให้ค่ากระจัดกระจายกลับ (Backscatter) ของวัตถุเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งอาจจะส่งผลต่อการจำแนกสิ่งปกคลุมดิน ดังนั้นในการศึกษาวิจัยนี้จึงไม่สามารถหลีกเลี่ยงปัจจัยที่ทำให้เกิดความแตกต่างในการจำแนกสิ่งปกคลุมดินระหว่างข้อมูลจากดาวเทียมทั้งสองได้ โดยปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมได้แสดงในตารางที่ 1.6

ตารางที่ 1.6 แสดงปัจจัยที่มีผลต่อความแตกต่างในการจำแนกข้อมูลที่ไม่สามารถควบคุมได้

พารามิเตอร์	ALOS	RADARSAT-1	ผลกระทบ
มุมตกกระทบ	34.3 [*]	35.052689 [*]	ไม่มีผล เนื่องจากค่ามุมตกกระทบต่างกันไม่เกิน 8 องศา(ถนนอมศรี, 2539)
มุมอะซิมุม	-	3.4737 [*]	จะทำให้องค์ประกอบเชิงโครงสร้างของวัตถุที่ได้จากการบันทึกแตกต่างกัน
ความชื้น (ความชื้นสัมพัทธ์%)	65-70 ^{**}	75-85 ^{**}	มีผลต่อค่าแสดงความสามารถในการเป็นตัวนำไฟฟ้าของวัตถุ(Dielectric Constant)

^{*} เป็นข้อมูลที่ได้จาก Metadata ของข้อมูลจากดาวเทียมนั้น ๆ

^{**} เป็นข้อมูลที่ได้จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ราย 3 ชั่วโมงของกรมอุตุนิยมวิทยา

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อทราบถึงความเหมือนและความแตกต่างในการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน ของข้อมูลจากดาวเทียมในช่วงคลื่น L-band และ C-band
2. เพื่อทราบถึงความเหมือนและความแตกต่างในการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน ของข้อมูลจากดาวเทียมในช่วงคลื่น L-band ที่มีโพลาไรเซชันแบบ HH HV VH และ VV
3. สามารถนำผลการศึกษาที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในพื้นที่อื่น และเป็นประโยชน์ในการเลือกใช้ข้อมูลให้เหมาะสมกับพื้นที่ศึกษา

1.6 วิธีการดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาเทคนิค ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. เตรียมข้อมูลจากดาวเทียมก่อนการวิเคราะห์
 - ต่อภาพ (Mosaic Image)
 - ปรับแก้ความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต (Registration)
 - กรองข้อมูล (Filter)
3. วิเคราะห์ข้อมูล
 - สุ่มภาพสนามเพื่อเก็บข้อมูลพื้นที่ ตัวอย่าง (Training Areas) และข้อมูลพื้นที่ตรวจสอบ (Test Areas)
 - จำแนกประเภทข้อมูล (Classification)
4. ขั้นตอนหลังการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ตรวจสอบความถูกต้องในการจำแนก
5. สรุปและเปรียบเทียบผลความถูกต้องในการจำแนกสิ่งปกคลุมดินระหว่างความยาวคลื่น L-band ของข้อมูลดาวเทียม ALOS และ C-band ของข้อมูลดาวเทียม RADARSAT-1 และเปรียบเทียบผลความถูกต้องในการจำแนกสิ่งปกคลุมดินของข้อมูลจากดาวเทียม ALOS ระหว่างโพลาไรเซชัน HH HV VH และ VV

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

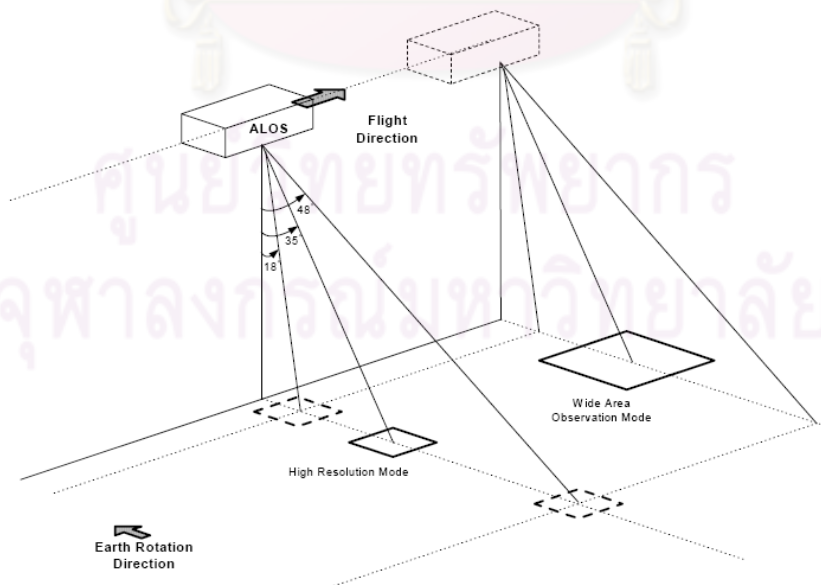
เนื้อหาในบทนี้จะเกี่ยวกับแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการประเมินศักยภาพ ความยาวช่วงคลื่นและโพลาไรเซชันของข้อมูลจากดาวเทียมในการจำแนกสิ่งปกคลุมดิน ดังนั้นจะกล่าวถึงคุณลักษณะ ดาวเทียม ระบบบันทึกข้อมูลเรดาร์ ปัจจัยที่มีผลต่อปฏิสัมพันธ์ระหว่างพลังงานคลื่นไมโครเวฟกับวัตถุ และการวิเคราะห์ข้อมูลจากดาวเทียม

2.1 แนวคิดและทฤษฎี

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้ใช้ข้อมูลจากดาวเทียม ALOS และ RADARSAT-1 ซึ่งเป็นดาวเทียมสำรวจทรัพยากรระบบเรดาร์ที่บันทึกข้อมูลโดยใช้พลังงานในตัวเอง (Active Sensor) โดยไม่ต้องอาศัยพลังงานจากดวงอาทิตย์ จึงสามารถบันทึกข้อมูลได้ทั้งกลางวันและกลางคืน และยังสามารถบันทึกข้อมูลทะลุผ่านเมฆหมอกได้ ปัจจุบันข้อมูลจากดาวเทียมระบบเรดาร์สามารถนำมาประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลายโดยเฉพาะประเทศที่อยู่ในเขตร้อนชื้นอย่างประเทศไทยที่มีปัญหาการปกคลุมของเมฆ เช่น การศึกษาโครงสร้างทางธรณีวิทยา ติดตามการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินหรือสิ่งปกคลุมดิน การคาดการณ์พืชผลทางการเกษตร การประเมินพื้นที่น้ำท่วม เป็นต้น

2.1.1 คุณลักษณะดาวเทียม

1) ALOS



รูปที่ 2.1 แสดงระบบบันทึกของ PALSAR ในการบันทึกข้อมูลจากดาวเทียม ALOS

[JAXA, 2008]

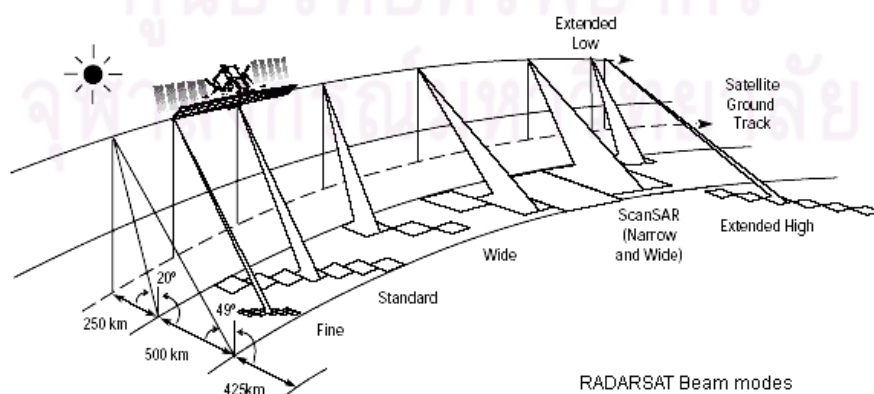
ดาวเทียม ALOS (Advanced Land Observing Satellite) เป็นดาวเทียมสำรวจทรัพยากรของประเทศญี่ปุ่นพัฒนาโดย JAXA (Japan Aerospace Exploration Agency) เน้นการสำรวจข้อมูลเพื่อการทำแผนที่ การติดตามภัยพิบัติ และการสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ และเพื่อพัฒนาแบบจำลองความสูงเชิงเลขและผลิตภัณฑ์ข้อมูลเชิงภูมิศาสตร์ในประเทศญี่ปุ่นและประเทศอื่น ๆ ในเอเชียและแปซิฟิก โดยส่งขึ้นวงโคจรในเดือนกันยายน ปี 2548

อุปกรณ์ระบบบันทึก ประกอบด้วย 3 ระบบ คือ 1) ระบบช่วงคลื่นเดี่ยว เป็นภาพขาว-ดำ สำหรับทำแผนที่จากภาพคู่ (Panchromatic Remote Sensing Instrument for Stereo Mapping : PRISM) 2) ระบบหลายช่วงคลื่น (Advanced Visible and Near Infrared Radiometer type 2 : AVNIR-2) และ 3) ระบบเรดาร์ (Phase Array type L-band Synthetic Aperture Rader : PALSAR) โดยในการศึกษาครั้งนี้ใช้เฉพาะข้อมูลระบบเรดาร์ ดังนั้น จะขอกล่าวถึงรายละเอียดของระบบบันทึกในส่วนของ PALSAR เท่านั้น ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แสดงรายละเอียดระบบ PALSAR ในการบันทึกข้อมูลจากดาวเทียม ALOS(L-Band)

Observation Mode	Fine Resolution		ScanSAR	Polarimetric
Frequency	L-band			
Polarization	HH or VV	HH+HV or VV+VH	HH or VV	HH+HV+VH+VV
Incidence Angle (Deg)	8-60	8-60	18-43	8-30
Range Resolution (m)	10	20	100	30
Azimuth Resolution (m)	10	10	100	10
	20	20		20
Swath Width (Km)	70	70	250-350	30

2) RADARSAT-1



รูปที่ 2.2 แสดงระบบการบันทึกข้อมูลจากดาวเทียม RADARSAT-1

[Geoscience Australia, 2009]

ดาวเทียม RADARSAT-1 เป็นดาวเทียมสำรวจทรัพยากรดวงแรกของประเทศแคนาดา โดยองค์การอวกาศแคนาดา (Canadian Space Agency, CSA) ส่งขึ้นสู่อวกาศเมื่อวันที่ 4 พฤศจิกายน 2538 โดยบันทึกข้อมูลระบบเรดาร์ในช่วงคลื่น C-band โดยบันทึกข้อมูลที่มีโพลาไรเซชันแบบ HH เพื่อตอบสนองของความต้องการในการประยุกต์ใช้งานในสาขาต่างๆ

ดาวเทียม RADARSAT-1 มีรูปแบบในการบันทึกข้อมูล 7 โหมด คือ Fine mode, Standard Mode, Wide Mode, ScanSAR Narrow Mode, ScanSAR Wide Mode และ Extended Low Mode ดังแสดงรายละเอียดของข้อมูลในโหมดต่าง ๆ ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 แสดงรายละเอียดในการบันทึกข้อมูลจากดาวเทียม RADARSAT-1 ในโหมดต่าง ๆ

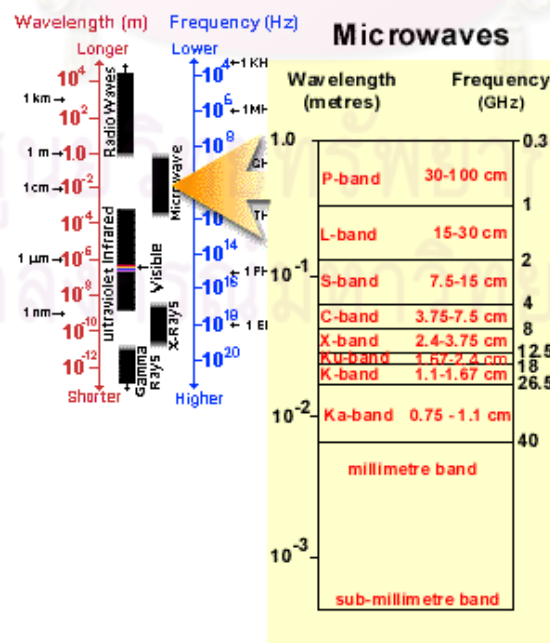
Operation Mode	Beam Position	Incidence Angle positions (Deg.)	Nominal Resolution (m)	Swath Width (Km)
Fine	F1	37-40	10	50x50
	F2	39-42		
	F3	41-44		
	F4	43-46		
	F5	45-48		
Standard	S1	20-27	30	100x100
	S2	24-31		
	S3	30-37		
	S4	34-40		
	S5	36-42		
	S6	41-46		
	S7	45-49		
Wide	W1	20-31	30	165x165
	W2	31-39		150x150
	W3	39-45		130x130
ScanSAR Narrow	SN1	20-40	50	300x300
	SN2	31-46		
ScanSAR Wide	SW1	20-49	100	500x500

ตารางที่ 2.2(ต่อ) แสดงรายละเอียดในการบันทึกข้อมูลจากดาวเทียม RADARSAT-1 ในโหมดต่างๆ

Operation Mode	Beam Position	Incidence Angle positions (Deg.)	Nominal Resolution (m)	Swath Width (Km)
Extended High	H1	49-52	25	75x75
	H2	50-53		
	H3	52-55		
	H4	54-57		
	H5	56-58		
	H6	57-59		
Extended Low	L1	10-23	35	170x170

2.1.2 ระบบการบันทึกข้อมูลด้วยเรดาร์

RADAR ย่อมาจากคำว่า Radio Detection and Ranging ระบบเรดาร์จะใช้คลื่นในย่านไมโครเวฟที่มีความยาวคลื่นตั้งแต่หลักเซนติเมตร ถึงหลักเมตร ดังรูปที่ 2.1 โดยดาวเทียมจะบันทึกข้อมูลโดยการส่งพลังงานคลื่นไมโครเวฟออกไปยังพื้นที่เป้าหมาย เมื่อพลังงานคลื่นไมโครเวฟตกกระทบกับวัตถุ พลังงานดังกล่าวจะกระจัดกระจายไปในทิศทางต่างๆ บางส่วนจะกระจัดกระจายกลับ (Backscatter) ไปยังระบบบันทึกของดาวเทียม ซึ่งระบบจะทำการบันทึกซึ่งพลังงานที่กระจัดกระจายกลับมาซึ่งระบบบันทึกของดาวเทียมจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปฏิสัมพันธ์ระหว่างพลังงานคลื่นไมโครเวฟกับวัตถุ



รูปที่ 2.3 สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและช่วงคลื่นต่างๆ ในย่านไมโครเวฟ [Nicholas, 2009]

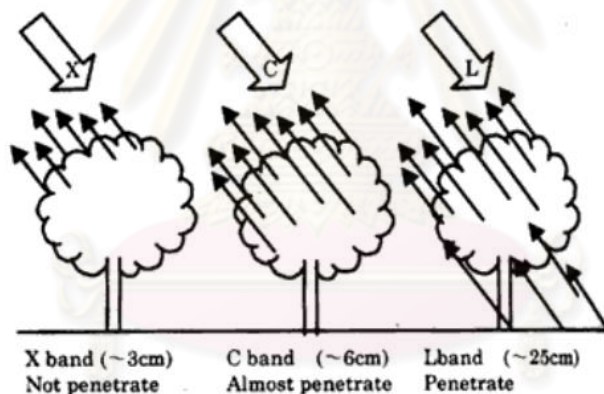
2.1.3 ปัจจัยที่มีผลต่อปฏิสัมพันธ์ระหว่างพลังงานคลื่นไมโครเวฟกับวัตถุ

ปัจจัยที่มีผลต่อปฏิสัมพันธ์ระหว่างพลังงานคลื่นไมโครเวฟกับวัตถุ จะส่งผลถึงข้อมูลจากดาวเทียมด้วย ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ปัจจัย คือ ปัจจัยที่เกี่ยวกับระบบเรดาร์ และปัจจัยที่เกี่ยวกับคุณสมบัติของวัตถุ

1) ปัจจัยที่เกี่ยวกับระบบเรดาร์ (System Parameters)

- ความยาวคลื่น (Wavelength)

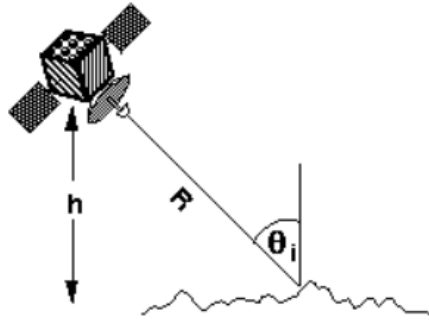
ความยาวคลื่นที่ต่างกันจะมีความสามารถในการทะลุผ่านที่แตกต่างกัน โดยความสามารถในการทะลุผ่านจะมากขึ้นเมื่อความยาวคลื่นมากขึ้น ตัวอย่างเช่น พื้นที่ป่าไม้ การกระจายตัวของพลังงานไมโครเวฟในช่วงคลื่นสั้น (X-band) จะได้จากบริเวณด้านบนเรือนยอดของต้นไม้เท่านั้น หรืออาจทะลุลงไปเล็กน้อย ซึ่งต่างจากคลื่นไมโครเวฟช่วงคลื่นขนาดกลาง (C-band) ที่จะได้ค่าการกระจายกลับส่วนใหญ่มาจากเรือนยอดต้นไม้ และคลื่นไมโครเวฟในช่วงคลื่นยาว (L-band) จะสามารถทะลุผ่านลงไปถึงเรือนยอดด้านล่าง ลำต้น หรือพื้นดิน ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2.4 แสดงความสามารถในการทะลุผ่านของความยาวคลื่นที่แตกต่างกัน [Iisaka, 1998]

- มุมตกกระทบ (Incidence Angle)

มุมตกกระทบหรือมุมมองในการบันทึก ข้อมูล หมายถึง มุมระหว่างทิศทางคลื่นไมโครเวฟกับแนวตั้งตั้งฉากกับพื้นผิวโลก ณ วัตถุที่ตกกระทบ (ดังรูปที่ 3) เนื่องจากดาวเทียมระบบเรดาร์จะบันทึกข้อมูลในแนวเอียง มุมตกกระทบจึงมีผลต่อทิศทางในการกระจายกลับของคลื่นไมโครเวฟ ซึ่ง ณ วัตถุเดียวกันการกระจายกลับของคลื่นไมโครเวฟจะมาก เมื่อมุมตกกระทบแคบลง



รูปที่ 2.5 แสดงมุมมองในการบันทึกข้อมูลของดาวเทียมระบบเรดาร์[Freeman, 1994]

- โพลาริเซชัน (Polarization)

โพลาริเซชัน คือ ทิศทางการสั่นของสนามไฟฟ้าโดยจะเทียบกับพื้นผิวโลก ซึ่งโพลาริเซชันมีผลต่อปฏิสัมพันธ์ระหว่างคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและวัตถุ โดยโพลาริเซชันในแนวตั้ง (Vertical Polarization) จะมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีกับวัตถุที่โครงสร้างแนวตั้ง และโพลาริเซชันในแนวราบ (Horizontal Polarization) จะมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีกับวัตถุที่โครงสร้างแนวราบ

ดังนั้นในดาวเทียมระบบเรดาร์จึงออกแบบให้มีการส่งและรับคลื่นไมโครเวฟที่มีโพลาริเซชันทั้งแนวตั้งและแนวราบ เพื่อให้สอดคล้องกับลักษณะภูมิประเทศ ในปัจจุบันดาวเทียมระบบเรดาร์ออกแบบให้มีโพลาริเซชันที่หลากหลายดังนี้

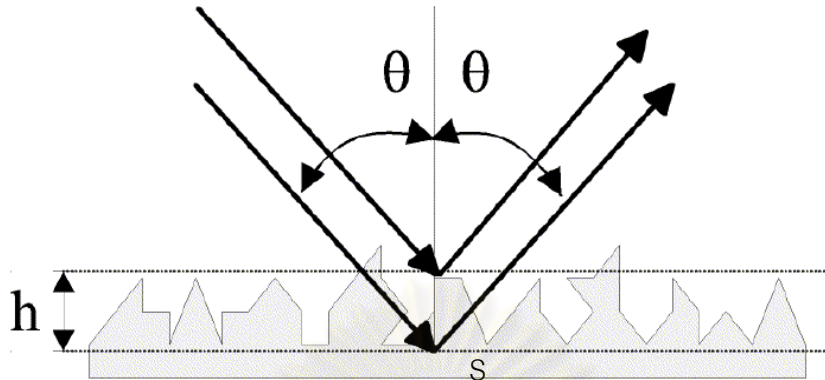
1. Single Polarization มี 1 Channel คือ HH, HV, VV หรือ VH แบบใดแบบหนึ่งเท่านั้น ตัวอย่างเช่น RADARSAT-1 (HH) เป็นต้น
2. Dual Polarization มี 2 Channel คือ HH และ VV, HH และ HV หรือ VV และ VH ตัวอย่างเช่น ALOS (HH และ HV) เป็นต้น
3. Quad-Polarization or Polarimetric Mode มี 4 Channel คือ HH VV HV VH ตัวอย่างเช่น ALOS เป็นต้น

ในดาวเทียมดวงใหม่ ๆ จะมีโหมดให้เลือกหลากหลายเช่น ALOS จะมีทั้งโหมด Single Polarization Dual Polarization และ Quad-Polarization or Polarimetric Mode เป็นต้น

2) ปัจจัยที่เกี่ยวกับคุณสมบัติของวัตถุ (Object Parameters)

- ความขรุขระของพื้นผิวน้ำวัตถุ (Surface Roughness) โดยทั่วไปพื้นผิวหรือวัตถุที่มีความขรุขระมากกว่าจะสามารถสะท้อนพลังงานคลื่นไมโครเวฟได้ดีกว่า นั่นก็คือพื้นที่ใดที่มีค่าการสะท้อนพลังงานมากหรือปรากฏเป็นพื้นที่สีขาวในภาพจะมีความขรุขระมากกว่าพื้นที่สีดำหรือสว่างน้อยกว่า อย่างไรก็ตามความขรุขระของพื้นผิวจะมากหรือน้อยก็ยังขึ้นอยู่กับ

ความยาวคลื่นไมโครเวฟ ซึ่งการพิจารณาว่าพื้นผิวเรียบหรือขรุขระ สามารถพิจารณาได้จากค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนความสูงของพื้นผิวนั้น ๆ



รูปที่ 2.6 แสดงการตกกระทบของคลื่นไมโครเวฟ ณ ตำแหน่งที่ต่างกันบนพื้นผิวที่มีความขรุขระ [Hajnsek ,2005]

- ค่าแสดงความสามารถในการเป็นตัวนำไฟฟ้าของวัตถุ (Dielectric Constant)

วัตถุทางธรรมชาติบนผิวโลกจะมีค่าความสามารถในการเป็นตัวนำไฟฟ้าอยู่ระหว่าง 3-16 ยกเว้นน้ำซึ่งจะมีค่ามากกว่าประมาณ 10 เท่า ซึ่งค่าความสามารถในการเป็นตัวนำไฟฟ้ามีอิทธิพลต่อการกระจัดกระจายกลับของคลื่นไมโครเวฟ ดังนั้นวัตถุใดที่มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำหรือความชื้นก็จะส่งผลต่อคุณสมบัติในการกระจัดกระจายกลับของวัตถุนั้น เช่น ดินแห้งจะมีการกระจัดกระจายกลับของคลื่นไมโครเวฟน้อย ทำให้ปรากฏเป็นสีดำบนภาพ ในทางตรงกันข้ามหากดินมีความชื้น เช่น ดินเหนียว หรือดินหลังฝนตก จะมีการกระจัดกระจายกลับของคลื่นไมโครเวฟมาก ทำให้ปรากฏเป็นสีขาว(สว่าง)บนภาพ

อย่างไรก็ตามหากน้ำท่วมพื้นผิวหน้าของวัตถุ จนทำให้พื้นผิวน้ำบริเวณนั้นมีลักษณะเรียบคล้ายกระจก จะทำให้วัตถุดังกล่าวปรากฏบนภาพเป็นสีดำเนื่องจากคลื่นไมโครเวฟเกิดการกระจัดกระจายไปยังทิศทางอื่น

จากหลักการข้างต้น หากทำการบันทึกข้อมูลภาพในตำแหน่งหรือพื้นที่เดียวกัน และพารามิเตอร์ของระบบดาวเทียมที่ทำการบินก็เหมือนกันแล้ว ข้อมูลจากดาวเทียมที่ได้ก็จะเหมือนกันดังนั้นหากวัตถุ(พื้นที่)เดียวกัน แต่พารามิเตอร์ในการบันทึกข้อมูลแตกต่างกันข้อมูลที่ได้ก็จะแตกต่างกันไปด้วย จากข้อสรุปนี้จึงเป็นที่มาของการศึกษาโดยจะทำการศึกษาพารามิเตอร์ที่มีความสำคัญอย่างมากต่อข้อมูลจากดาวเทียมระบบเรดาร์ นั่นก็คือความยาวคลื่นและโพลาไรเซชันโดยจะศึกษาความสามารถในการกระจัดกระจายกลับของคลื่นไมโครเวฟในช่วงคลื่น C-band และ L-band ที่แตกต่างกัน และศึกษาโพลาไรเซชันแบบ HH HV VH และVV ในช่วงคลื่น

L-band ของข้อมูลจากดาวเทียม ALOS เพื่อเปรียบเทียบศักยภาพในการจำแนกสิ่งปกคลุมดินว่าเหมือนหรือต่างอย่างไร

2.1.4 การวิเคราะห์ข้อมูลจากดาวเทียม

ในการการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ได้เลือกใช้การ วิเคราะห์ ข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์ เพื่อลดความอคติที่อาจเกิดจากผู้วิจัยในการจำแนกข้อมูลด้วยสายตา เนื่องด้วยการศึกษาครั้งนี้เป็นการเปรียบเทียบ ผลความถูกต้องในการจำแนกเพื่อประเมินถึงศักยภาพของข้อมูลจากดาวเทียม ดังนั้นจึงใช้การ วิเคราะห์ ข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์ ด้วยการจำแนกแบบกำกับดูแล (Supervised Classification) ด้วยวิธีความน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood) ดังนั้นจะขอกล่าวถึงหลักการและวิธีการจำแนกที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยดังนี้

1) ประเภทการวิเคราะห์ข้อมูล สามารถแบ่งกว้าง ๆ ได้ 2 วิธี คือ

- การแปลตีความด้วยสายตา
- การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์

ซึ่งการแปลตีความด้วยสายตาจะใช้องค์ประกอบที่สำคัญ เช่น ความเข้มของสีและสี (Tone/Color) ขนาด (Size) รูปร่าง (Shape) ความหยาบหรือละเอียด (Texture) รูปแบบ (Pattern) ความสูงและเงา (Height and Shadow) ที่ตั้ง (Site) และความเกี่ยวพัน (Association) ซึ่งแตกต่างกับการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์ที่ใช้ค่าสถิติของข้อมูลเชิงเลขของข้อมูลจากดาวเทียมเพียงอย่างเดียว

2) การจำแนกประเภทข้อมูล

การจำแนกประเภทข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วย 2 วิธีคือ การจำแนกแบบไม่กำกับดูแลและการจำแนกแบบกำกับดูแล

2.1) การจำแนกแบบไม่กำกับดูแล (Unsupervised Classification)

เป็นการจำแนกประเภทข้อมูลโดยวิเคราะห์จากค่าทางสถิติ ของค่าการสะท้อนพลังงานของวัตถุ โดยไม่ต้องกำหนดพื้นที่ตัวอย่างของประเภทข้อมูล เพียงแต่กำหนดจำนวนประเภทของข้อมูลเท่านั้น ซึ่งวิธีนี้เหมาะกับการจำแนกในพื้นที่ที่ไม่คุ้นเคย หรือเป็นการจำแนกข้อมูลเบื้องต้นเพื่อช่วยในการกำหนดพื้นที่ตัวอย่างที่จะใช้ในการสำรวจภาคสนาม

2.2) การจำแนกแบบกำกับดูแล (Supervised Classification) เป็นการ

จำแนกข้อมูลโดยใช้ค่าสถิติที่ได้จากพื้นที่ตัวอย่างของแต่ละประเภทข้อมูล เช่น ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) และค่าความแปรปรวนร่วม (Covariance Matrix) เป็นต้น ดังนั้นขั้นการกำหนดพื้นที่ตัวอย่างจึงมีความสำคัญมาก ซึ่งพื้นที่ตัวอย่างควรมีความเป็นเอกพันธ์ (Homogeneous) วิธีการจำแนกแบบกำกับดูแลมีด้วยกันหลายวิธี เช่น การจำแนกแบบสี่เหลี่ยมค้อนขวาน (Parallelepiped Classification) การจำแนกแบบระยะห่างต่ำสุด

(Minimum Distance Classification) และการจำแนกแบบความน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood Classification) ซึ่งการศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้เลือกใช้การจำแนกแบบความน่าจะเป็นสูงสุด ซึ่งมีรายละเอียดและขั้นตอนการจำแนกดังนี้

- การจำแนกแบบความน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood Classification) เป็นวิธีการจำแนกประเภทหนึ่งที่ได้รับคามนิยมมากที่สุดวิธีหนึ่ง คือจุดภาพที่มีความน่าจะเป็นสูงสุดจะถูกจัดให้อยู่ในกลุ่ม สามารถแสดงได้ดังสมการที่ 2.1 ซึ่งการจำแนก ด้วยวิธีนี้จะตั้งอยู่บนสมมติฐานของการแจกแจงข้อมูลแบบปกติ (Normal Distribution)

$$L_k = P(k / X) = \frac{P(k) \times P(X / k)}{\sum P(i) \times P(X / i)} \quad (2.1)$$

โดย L_k คือ ความน่าจะเป็นใดๆ ที่จะเป็สมาชิกของประเภท k
 $P(k)$ คือ ความน่าจะเป็นล่วงหน้าของประเภท k
 $P(X / k)$ คือ ความน่าจะเป็นแบบมีเงื่อนไขของการได้ X เป็นสมาชิกของประเภท k หรือฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็น

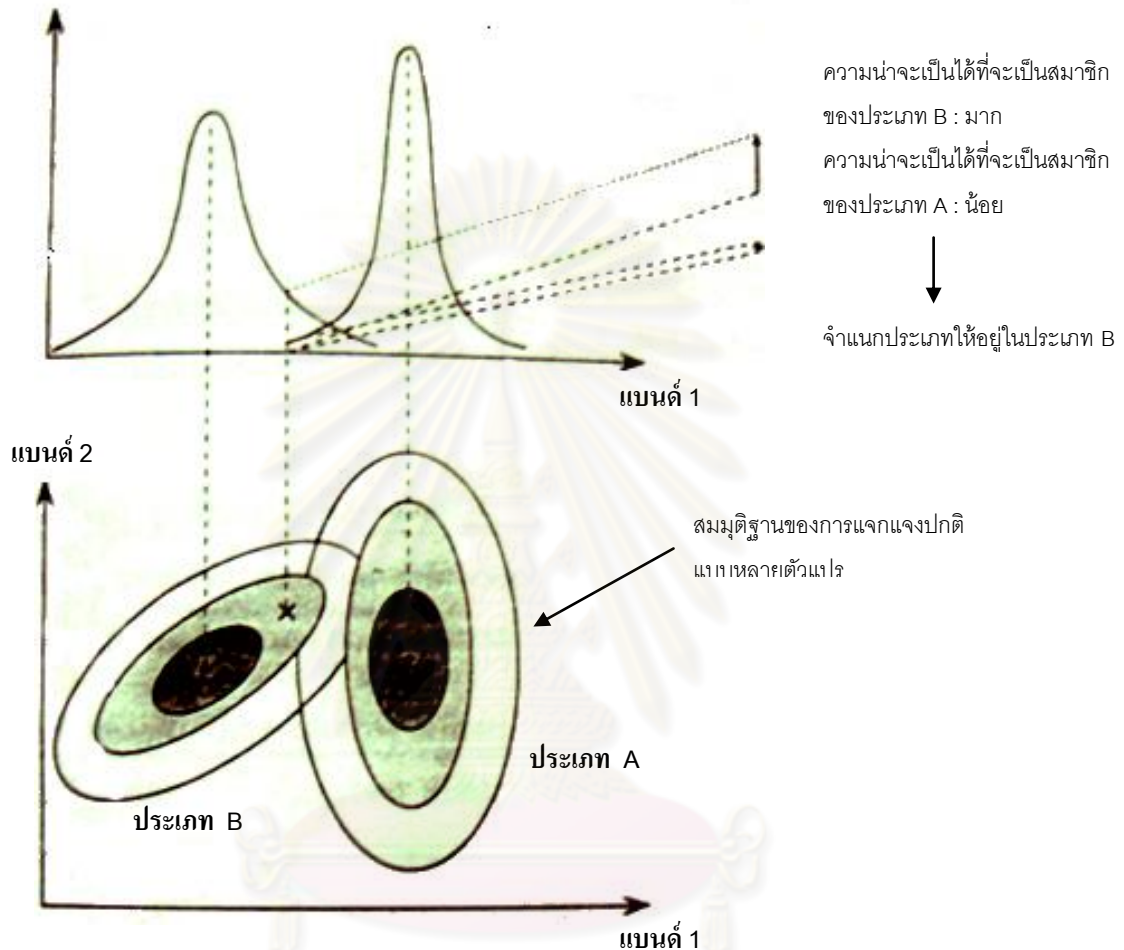
ปกติจะสมมติว่า $P(k)$ เท่ากันหมดสำหรับทุกประเภท นอกจากนั้น $\sum P(i) \times P(X / i)$ ก็จะมีค่าเดียวสำหรับทุกประเภท ดังนั้น L_k จึงขึ้นอยู่กับ $P(X / k)$ ด้วยเหตุผลทางคณิตศาสตร์จะสมมติว่า $P(X / k)$ เป็นการแจกแจงปกติแบบหลายตัวแปร ในกรณีนี้จะได้ $L_k(X)$ ดังสมการที่ 2.2

$$L_k(X) = \frac{1}{(2\pi)^{\frac{n}{2}} \left| \sum_k \right|^{\frac{1}{2}}} \exp \left\{ \frac{-1}{2} (X - \mu_k) \sum_k^{-1} (x - \mu_k)^t \right\} \quad (2.2)$$

โดย n คือ จำนวนแบนด์
 X คือ ข้อมูลภาพ(แบนด์ n)
 $L_k(X)$ คือ ความน่าจะเป็นที่ได้ X จะเป็สมาชิกของประเภท k
 μ_k คือ เวกเตอร์ค่าเฉลี่ยของประเภท k
 \sum_k คือ เมทริกซ์ความแปรปรวน – ความแปรปรวนร่วมของประเภท k
 $\left| \sum_k \right|$ คือ ดีเทอร์มิแนนต์ของ \sum_k

ในกรณีที่เมทริกซ์ความแปรปรวนความแปรปรวนร่วม เป็นแบบสมมาตร ความน่าจะเป็นนี้จะเท่ากับระยะยูคลิด ในขณะที่ดีเทอร์มิแนนต์เท่ากันหมดสำหรับทุก ๆ ประเภทข้อมูล (k) ความน่าจะเป็นได้จะเหมือนกับระยะห่างมหาลาโนบิส (Mahalanobis) ดังรูปที่ 2.7

ความหนาแน่นของความน่าจะเป็น



รูปที่ 2.7 แสดงหลักการจำแนกแบบความน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood Classification)
[สำนักงานคณะกรรมการวิจัย, 1997]

2.2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เนื่องจากข้อมูลจากดาวเทียมระบบเรดาร์ไม่เหมือนข้อมูลจากดาวเทียมระบบ Optical คือ ข้อมูลจากดาวเทียมระบบ Optical ที่ได้จากดาวเทียมแต่ละดวงจะมีความแตกต่างด้านความละเอียด (Resolution) ของภาพเป็นสำคัญ ดังนั้นในการเลือกใช้จึงคำนึงเพียงความเหมาะสมของความละเอียดของภาพกับพื้นที่ศึกษาเท่านั้น ซึ่งแตกต่างจากข้อมูลจากดาวเทียมระบบเรดาร์ ดังที่ได้กล่าวแล้วข้างต้น ปัจจุบันจึงมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับข้อมูลจากดาวเทียมระบบเรดาร์เป็นจำนวนมาก เช่น การนำข้อมูลจากดาวเทียมระบบเรดาร์มาใช้ร่วมกับข้อมูลจากดาวเทียมระบบ

Optical เพื่อให้ข้อมูลที่ได้มีศักยภาพในการจำแนกวัตถุมากขึ้นหรือเพื่อเป็นการเพิ่มความละเอียดของภาพ หรือนำข้อมูลจากดาวเทียมระบบเรดาร์ มาใช้เพื่อวัตถุประสงค์บางอย่างโดยตรง โดยเฉพาะการจำแนกการใช้ที่ดินหรือสิ่งคลุมดินประเภทต่าง ๆ

ในปี 1994 Freeman et al. ได้ใช้ข้อมูลจากดาวเทียมระบบเรดาร์แทน Freeman ระบบ Optical เพราะว่าพื้นที่ศึกษามีปัญหาเรื่องการปกคลุมของเมฆ โดยได้ใช้ข้อมูลจากดาวเทียม JERS-1 ในช่วง L-Band(HH) ในการจำแนกป่าไม้ในประเทศบราซิล ด้วยวิธี Maximum Likelihood จำแนกออกเป็น 4 ประเภท คือ พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่น้ำท่วม พื้นที่น้ำ และพื้นที่ที่มีพืชพรรณต่ำ โดยความถูกต้องในการจำแนกอยู่ระหว่าง 82-98%

และเมื่อปี 2007 Lociano et al. ได้ทำการศึกษาในพื้นที่ป่าอะเมซอนอีกครั้ง โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากเครื่องบินอากาศยาน มีความยาวในช่วงคลื่น L-Band และโพลาไรเซชันแบบ HH HV และ VV ใช้จำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินทั้งหมด 10 ประเภท ซึ่งจากผลการศึกษาพบว่า ให้ผลขัดแย้งกับการศึกษาของ Freeman et al(1994) คือ L-Band ที่มีโพลาไรเซชันแบบ HH ให้ผลการจำแนกต่ำที่สุดใน 3 โพลาไรเซชัน โดยให้ค่าความถูกต้องเพียง 42% โดยโพลาไรเซชันที่ให้ค่าความถูกต้องสูงสุดคือ โพลาไรเซชันแบบ VV คือ 82.6%

แม้ว่าจากผลการศึกษาทั้งสองไม่อาจสรุปได้ว่าโพลาไรเซชันแบบใดมีความถูกต้องในการจำแนกมากกว่ากัน อันเนื่องมาจากประเภทข้อมูลที่ทำ การจำแนกต่างกัน แต่สามารถสรุปได้ว่าโพลาไรเซชันที่ต่างกันให้ผลในการจำแนกต่างกัน ซึ่งผลการศึกษาของ นีออร์ สิริมงคลเลิศกุล (2547) ได้สนับสนุนแนวคิดนี้ โดยได้ทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของการกระจายกลับของสัญญาณเรดาร์ในรูปแบบค่าระดับสีเทาของสิ่งปกคลุมดิน 8 ชนิด ได้แก่ ป่าชายเลน มะพร้าว สวนผสม นาทุ่ง นาเกลือ นาข้าวเจริญเติบโต นาข้าวออกรวง และสิ่งก่อสร้าง โดยใช้ข้อมูลจากดาวเทียม AIRSAR ในช่วงคลื่น L-Band และ P-Band โพลาไร-เซชันทั้งหมด (HH HV และ VV) ในพื้นที่จังหวัดเพชรบุรี พบว่าสิ่งปกคลุมดินแต่ละ ชนิดจะให้ค่าการสะท้อนกลับของสัญญาณเรดาร์ในรูปของค่าระดับสีเทาที่แตกต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับความยาวคลื่น โพลาไรเซชัน และลักษณะพื้นผิวของสิ่งปกคลุมดิน ซึ่งในปัจจุบันได้ศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในการจำแนกของความยาวคลื่นและโพลาไรเซชันที่ต่างกัน ว่าเหมาะสมที่จะนำมาใช้กับข้อมูลประเภทใดและมีความถูกต้องในการจำแนกดีมาน้อยเพียงใด เช่น

Lee Jong-Sen et al(2001) ได้ทำการเปรียบเทียบคุณสมบัติของข้อมูลจากดาวเทียม AIRSAR ในช่วงคลื่น P-Band, L-Band และ C-Band ที่มีโพลาไรเซชันแบบ Single Polarization คือ HH HV และ VV ในการจำแนกพืชไร่ โดยทำการจำแนกด้วยวิธี Maximum Likelihood ซึ่งผลความถูกต้องในการจำแนก(Overall Accuracy)ได้ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 แสดงผลความถูกต้องในการจำแนกของ Lee Jong-Sen และคณะ

Frequency	Polarization		
	HH	HV	VV
P-Band	28.31	28.31	34.76
L-Band	32.49	44.81	25.74
C-Band	26.15	39.24	26.28

จากตารางสามารถสรุปได้ว่าในช่วงคลื่น C-Band และ L-Band ที่มีการโพลาไรเซชันแบบ HV จะให้ผลในการจำแนกที่ดีที่สุด ส่วนช่วงคลื่น P-Band การโพลาไรเซชันแบบ VV จะให้ผลในการจำแนกที่ดีที่สุด

Lee K.Y. et al(2001) ศึกษาเกี่ยวกับการจำแนกสิ่งปกคลุมดินบริเวณทางภาคตะวันตกเฉียงเหนือของประเทศไทย โดยใช้ข้อมูลจากดาวเทียม AIRSAR ในช่วงคลื่น C-Band (HH HV VV) และ L-Band (HH HV VV) จำแนกออกเป็น 3 ประเภทหลัก คือ พืช เช่น ข้าว ยางพารา หญ้า สิ่งที่มีตามธรรมชาติ เช่น แม่น้ำ และสิ่งที่มีมนุษย์สร้างขึ้น เช่น สิ่งปลูกสร้าง ผลการศึกษาพบว่า สิ่งปกคลุมดินแต่ละชนิดมีลักษณะการกระจายกลับของสัญญาณที่แตกต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะพื้นผิว ความชื้นและความยาวคลื่นที่ใช้ในการบันทึก ซึ่งสามารถสรุปผลการศึกษาได้ว่า L-Band สามารถให้ความแตกต่างของพื้นที่นาข้าวกับพื้นที่สิ่งปลูกสร้างได้อย่างชัดเจน โดย L-Band (HH) จะให้ค่าการกระจายกลับสูงสุดในพื้นที่สิ่งปลูกสร้าง สำหรับสิ่งปกคลุมดินทุกประเภทจะมีค่าการกระจายปานกลางทั้งใน L-Band และ C-Band อย่างไรก็ตาม C-Band(HV) และ L-Band(HV) จะสามารถแยกนาข้าวกับยางพาราได้อย่างชัดเจน แต่หากดูภาพรวมของการจำแนกแล้ว C-band(HH) และ L-Band(HH) ให้ผลการจำแนกได้ดีที่สุด

Ouchi et al(2003) ศึกษาความถูกต้องในการจำแนกจากผลการเปรียบเทียบความถูกต้องในการจำแนกเมืองและพืชพรรณของข้อมูลจากดาวเทียม AIRSAR ในช่วงคลื่น C-Band และ L-Band โพลาไรเซชันแบบ HH และ VV พบว่า ความยาวในช่วงคลื่นทั้งสองชนิดที่มีโพลาไรเซชันแบบ HH ให้ความถูกต้องในการจำแนกดีกว่าข้อมูลที่มีโพลาไรเซชันแบบ VV และความยาวคลื่น C-Band มีความถูกต้องในการจำแนกได้ดีกว่าความยาวคลื่น L-Band

จากผลการศึกษาข้อมูลจากดาวเทียม AIRSAR ของ Lee Jong-Sen et al(2001), Lee K.Y. et al(2001), Ouchi et al(2003) และ นีอร(2547) แม้ว่าจะทำการศึกษาข้อมูลจากดาวเทียมที่มาจากดวงเดียวกัน แต่พื้นที่ศึกษาต่างกัน ผลการศึกษาที่ได้จึงแตกต่างกันไปด้วย ดังนั้นจึงไม่สามารถสรุปได้ว่าความยาวคลื่นหรือโพลาไรเซชันแบบใดให้ผลในการจำแนกได้ดีที่สุด แต่

สามารถสรุปได้ว่าความยาวคลื่นหรือโพลาไรเซชันแบบใดเหมาะสมต่อพื้นที่หรือวัตถุชนิดนั้น ๆ มากที่สุด ซึ่งก็ได้มีการนำไปใช้กับการใช้ประโยชน์ที่ดินหรือสิ่งปกคลุมดินหลากหลายประเภท อาทิพื้นที่ปลูกข้าว (Lee K.Y et al., 2002) ทางตอนเหนือของคาบสมุทรมมาเลเซีย โดยพบว่าความยาวคลื่นในช่วง L-Band สามารถจำแนกพื้นที่นาข้าวได้ถูกต้องสูงถึงร้อยละ 78 และ ร้อยละ 75 ในความยาวคลื่น C-Band

ไม่เพียงแต่การศึกษาเกี่ยวกับการจำแนกพื้นที่นาข้าวเท่านั้น ยังมีการศึกษาในพื้นที่พืชไร่ประเภทอื่น ๆ ด้วย โดย McNairn et al.(2000), Quegan et al.(2003) และ Stankiewicz (2006) ได้ทำการศึกษาด้วยข้อมูลจากดาวเทียมในช่วงคลื่น C-Band พบว่าโพลาไรเซชันแบบ HH ให้ผลในการจำแนกถูกต้องมากที่สุด และได้มีการศึกษาในอีกหลายพื้นที่เช่นพื้นที่เมือง Turkar V. and Rao Y.S. (2008) ได้กล่าวไว้ว่า L-band สามารถจำแนกพื้นที่เมืองที่ผสมกับการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทอื่น ๆ ได้ดี ส่วน C-Band จะสามารถจำแนกพื้นที่เมืองที่มีความหนาแน่นได้ดี

แม้ว่าจะได้มีการศึกษาเกี่ยวกับความแตกต่าง ด้านโพลาไรเซชันและความยาวคลื่นในหลากหลายพื้นที่อย่างต่อเนื่อง แต่อย่างไรก็ตามผลการศึกษาที่ได้ยังไม่สามารถสรุปได้ว่าความยาวคลื่นหรือโพลาไรเซชันแบบใดดีที่สุด เพียงแต่สามารถสรุปได้ว่าความยาวคลื่นหรือโพลาไรเซชันแบบใดแบบหนึ่งเหมาะสำหรับการศึกษาบางกรณีเท่านั้น ดังนั้นจึงเป็นที่มาของจุดประสงค์ในการศึกษาเชิงเปรียบเทียบเกี่ยวกับความยาวคลื่นและโพลาไรเซชันในการจำแนกสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่จังหวัดระยองและจันทบุรี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

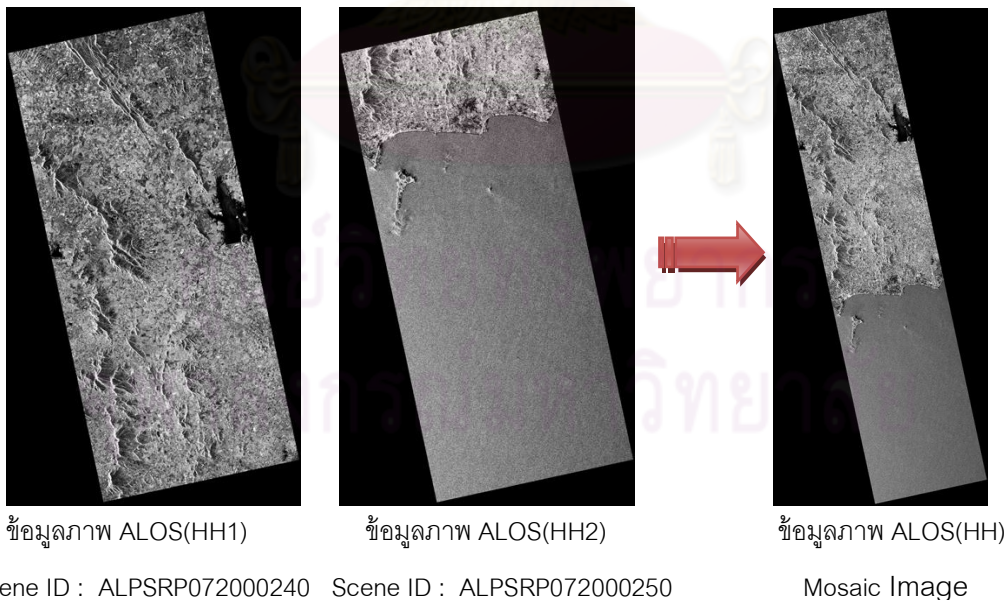
วิธีการดำเนินการวิจัย

กระบวนการวิธีการวิจัยสามารถแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนหลัก ๆ คือ ขั้นตอนการเตรียมข้อมูลก่อนการวิเคราะห์ ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล และขั้นตอนหลังการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ขั้นตอนการเตรียมข้อมูลภาพก่อนการวิเคราะห์

3.1.1 การต่อภาพ (Mosaic Image) เนื่องจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ALOS ในโหมด Polarimetric ที่นำมาศึกษาประกอบไปด้วย 2 Scene จึงต้องทำการต่อภาพก่อนการประมวลผล ดังรูปที่ 3.1

ในขั้นตอนการต่อภาพ (Mosaic Image) มีอยู่ด้วยกันสองวิธี คือ Pixel Based และ Georeferenced โดยในการศึกษาครั้งนี้ได้เลือกใช้วิธี Georeferenced เนื่องจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ใช้ได้ผ่านการปรับแก้ค่าพิกัดเบื้องต้นมาแล้ว (Image Processing Level = 1.5) ทำให้ภาพถ่ายดาวเทียมมีค่าพิกัด ดังนั้นการต่อภาพด้วยวิธีดังกล่าวจึงเหมาะสมที่สุด และทำการ Resampling ด้วยวิธี Nearest Neighbor เพื่อให้กระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของค่า Digital Number ให้น้อยที่สุด



รูปที่ 3.1 แสดงข้อมูลจากดาวเทียมก่อนและหลังขั้นตอนการต่อภาพ (Mosaic Image)

3.1.2 การปรับแก้ความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต

แม้ว่าภาพที่นำมาใช้นั้นเป็นภาพใน Level 1.5 ซึ่งเป็นข้อมูลที่มีปรับแก้ slant range โดยปรับแก้ค่าที่ได้จากการคำนวณวงโคจรของดาวเทียมในการระบุค่าพิกัด อย่างไรก็ตามข้อมูลที่ได้ยังมีความคลาดเคลื่อนเชิงเรขาคณิต ดังนั้นจึงทำการปรับแก้ข้อมูลดาวเทียมให้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น โดยในการปรับแก้จะใช้จุดควบคุมภาคพื้นดิน (GCP, Ground Control Point) ดังนั้นขั้นตอนการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตสามารถแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นตอนในส่วนของจุดควบคุมภาคพื้นดิน (GCP) ซึ่งมีขั้นตอนในการจัดทำและประมวลผลดังนี้

- ขั้นตอนแรก คือ ส่วนของการจัดเตรียมจุดควบคุมภาคพื้นดินทั้งสถานีฐาน (Base Station) และ สถานีเคลื่อนที่ (Rover Station) ซึ่งจุดควบคุมภาคพื้นดินที่จะใช้เป็นสถานีเคลื่อนที่ ต้องสามารถมองเห็นหรือระบุตำแหน่งได้ชัดเจนในภาพถ่ายดาวเทียมและในสถานที่จริง และต้องคำนึงถึงจำนวน ซึ่งต้องมีจำนวนจุดที่เพียงพอต่อการคำนวณของสมการที่เลือกใช้ในการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตของข้อมูลจากดาวเทียม ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้เลือกใช้สมการ Polynomial

สมการที่ใช้คำนวณจำนวนจุดควบคุมภาคพื้นดิน คือ

$$GCPs = \frac{(t+1)(t+2)}{2} \quad (3.1)$$

เมื่อ t คือ Degree ของสมการ Polynomial

จากสมการที่ 3.1 หากเลือกใช้สมการ Polynomial Degree 1 สามารถคำนวณหาจำนวนจุดควบคุมภาคพื้นดินได้ดังนี้

$$GCPs = \frac{(1+1)(1+2)}{2}$$

$$= 3$$

ในทางปฏิบัติการใช้จุดควบคุมภาคพื้นดินจำนวนน้อยที่สุดดังสมการ ถ้าหากค่าพิกัดของจุดควบคุมภาคพื้นดินนั้นไม่ถูกต้องจะทำให้ค่าที่ได้นั้นผิดไปด้วยโดยที่เราไม่ทราบ ดังนั้นจึงต้องใช้จุดมากกว่าจำนวนจุดน้อยที่สุดหรือมากกว่าจำนวนพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่า ซึ่งในสมการ Polynomial Degree 1 (Affine) จะมีพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่าอยู่ 6 ตัว จึงจำเป็นต้องใช้จุดควบคุมภาคพื้นดินทั้งหมด 3 จุด ดังที่คำนวณได้จากสมการ ดังนั้นจึงต้องใช้จำนวนจุดภาคพื้นดิน 4 จุดขึ้นไปและให้จุดกระจายครอบคลุมทั่วทั้งพื้นที่

- ขั้นตอนที่สอง คือ การลงภาคสนามเพื่อจัดเก็บค่าพิกัดของ Rover Station ที่ได้จัดเตรียมไว้ในขั้นตอนแรก ซึ่งใน การศึกษาครั้งนี้ได้ใช้วิธีรังวัดแบบสถิตอย่างรวดเร็ว (Rapid Static Survey) ในการรับสัญญาณดาวเทียม โดยใช้เครื่องรับสัญญาณ Leica GPS System 500 จำนวน 3 เครื่อง แบ่งเป็นสถานีฐาน (Base Station) 1 เครื่อง และสถานีเคลื่อนที่ (Rover Station) 2 เครื่อง

- ขั้นตอนสุดท้าย คือ การประมวลผลค่าพิกัดของสถานีเคลื่อนที่ (Rover Station) เนื่องจากวิธีที่เลือกใช้เป็นแบบการวิเคราะห์ผลภายหลัง (Post Processing) คือ ต้องนำ ข้อมูลที่ได้จากสถานีเคลื่อนที่ (Rover Station) มาประมวลผลร่วมกับข้อมูลของสถานีฐาน (Base Station) โดยประมวลผลด้วยโปรแกรม Leica Geo Office Combined ซึ่งค่าพิกัดของจุดควบคุม ภาคพื้นดินหลังการประมวลผลได้ดังตารางที่ 3.1 และ 3.2 ตารางที่ 3.1 แสดงค่าพิกัดของจุดควบคุมภาคพื้นดินหลังการประมวลผลของข้อมูลภาพถ่าย ดาวเทียม ALOS โหมด Polarimetric

NO	UTM (WGS84)	
	Easting (E)	Northing (N)
1	777479.00	1436022.00
2	783257.33	1409609.29
3	752287.22	1434088.91
4	780888.41	1423801.58
5	772791.82	1401480.07
6	773602.55	1431476.22
7	761416.61	1404711.35
8	766637.58	1415736.83

ตารางที่ 3.2 แสดงค่าพิกัดของจุด ควบคุมภาคพื้นดินหลังการประมวลผลของข้อมูลภาพถ่าย ดาวเทียม ALOS โหมด Fine

NO	UTM(WGS84)	
	Easting (E)	Northing (N)
1	835898.89	1402197.05
2	833832.84	1401683.38
3	827241.84	1400497.63
4	838324.68	1416845.65

ตารางที่ 3.2(ต่อ) แสดงค่าพิกัดของจุดควบคุมภาคพื้นดินหลังการประมวลผลของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ALOS โหมด Fine

NO	UTM(WGS84)	
	Easting(E)	Northing(N)
5	843528.60	1416361.16
6	838116.14	1384066.16
7	842120.81	1383841.44
8	850259.14	1380105.57
9	842435.63	1397635.81
10	842436.78	1397636.20

2) ขั้นตอนในการปรับแก้ความคลื่อนทางเรขาคณิต (Registration)

เมื่อได้ค่าพิกัดของจุดควบคุมภาพพื้นดินแล้ว ก็จะทำกรปรับแก้ความคลื่อนทางเรขาคณิตของภาพ ซึ่งจะแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน

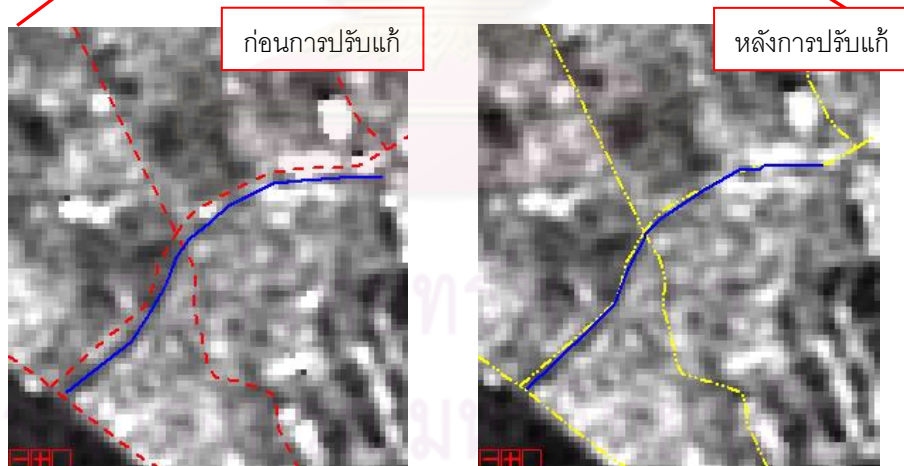
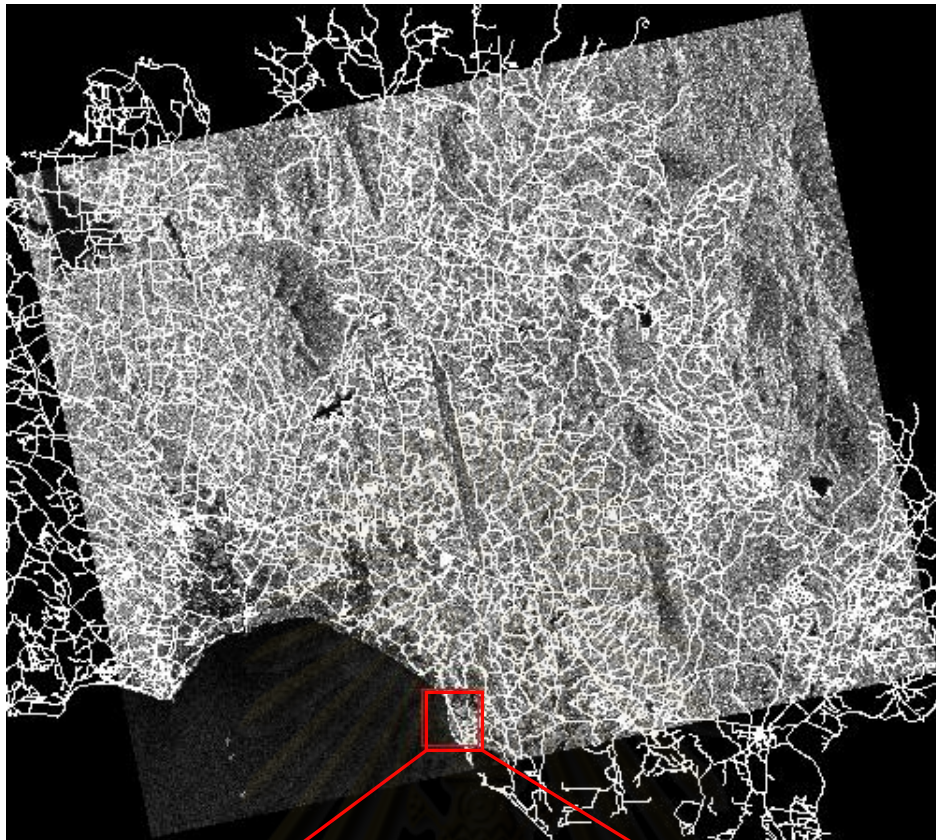
- ขั้นตอนที่แรกจะเป็นการปรับแก้ความคลื่อนทางเรขาคณิต

(Registration) แบบ Image to Map โดยจะทำกับข้อมูล ALOS ในโหมด Fine โดยใช้จุดควบคุมทั้งหมด 10 จุด โดย RMSE (Root Mean Square Error) = 0.499509 ดังแสดงในรูปที่ 3.2 และข้อมูล ALOS ในโหมด Polarimetric ทั้ง 4 ข้อมูล คือ HH HV VH และ VV โดยใช้จุดควบคุมทั้งหมด 8 จุด โดย RMSE (Root Mean Square Error) = 0.197616 ดังแสดงในรูปที่ 3.3

- ขั้นตอนที่สองจะเป็นการปรับแก้ความคลื่อนทางเรขาคณิต

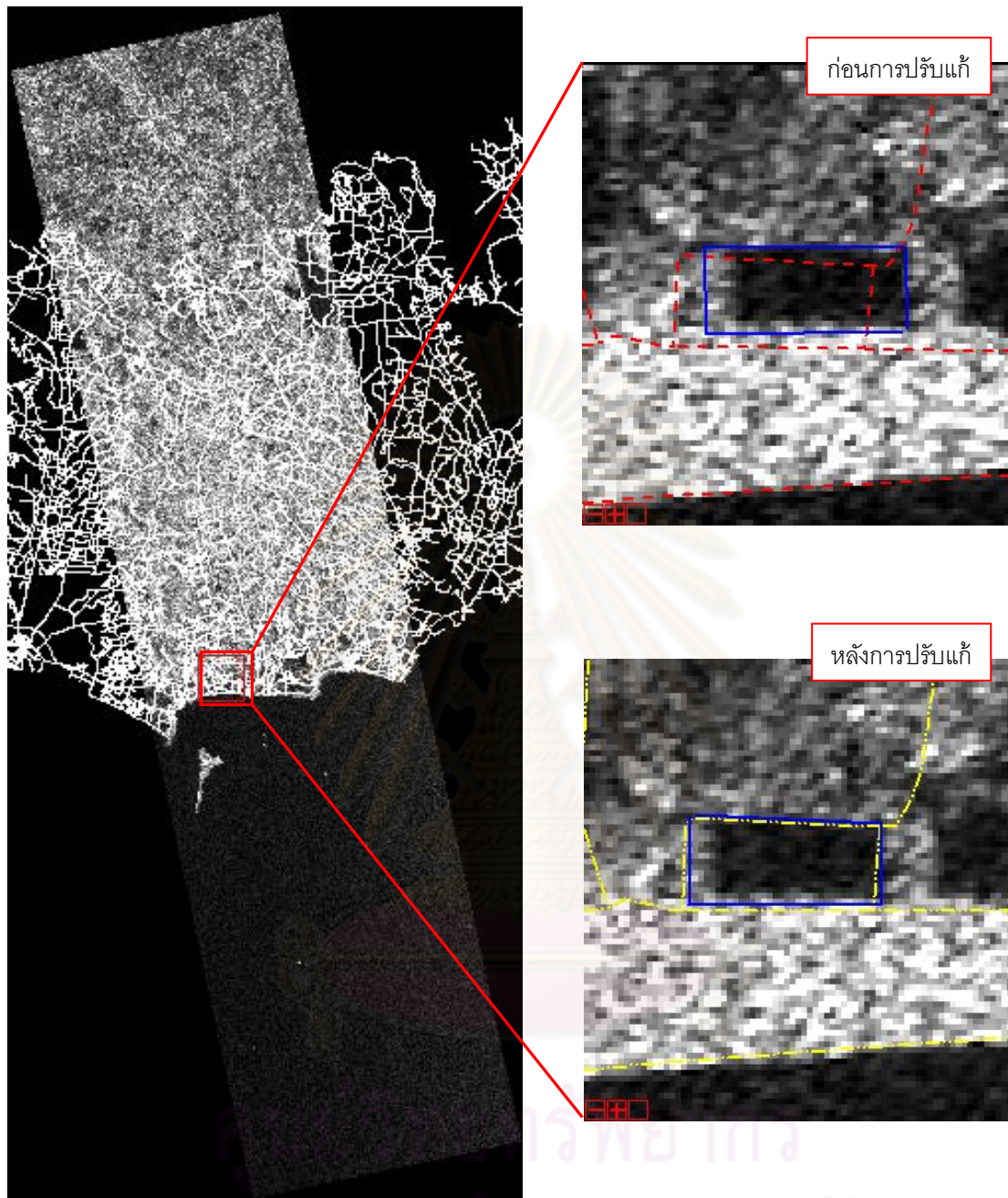
(Registration) แบบ Image to Image โดยจะทำกับภาพ RADARSAT-1 โดยใช้ภาพ ALOS ในโหมด Fine ที่ผ่านการปรับแก้ความคลื่อนทางเรขาคณิต (Registration) มาเป็น Base Map โดย RMSE(Root Mean Square Error) = 0.322170 ดังแสดงในรูปที่ 3.4

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



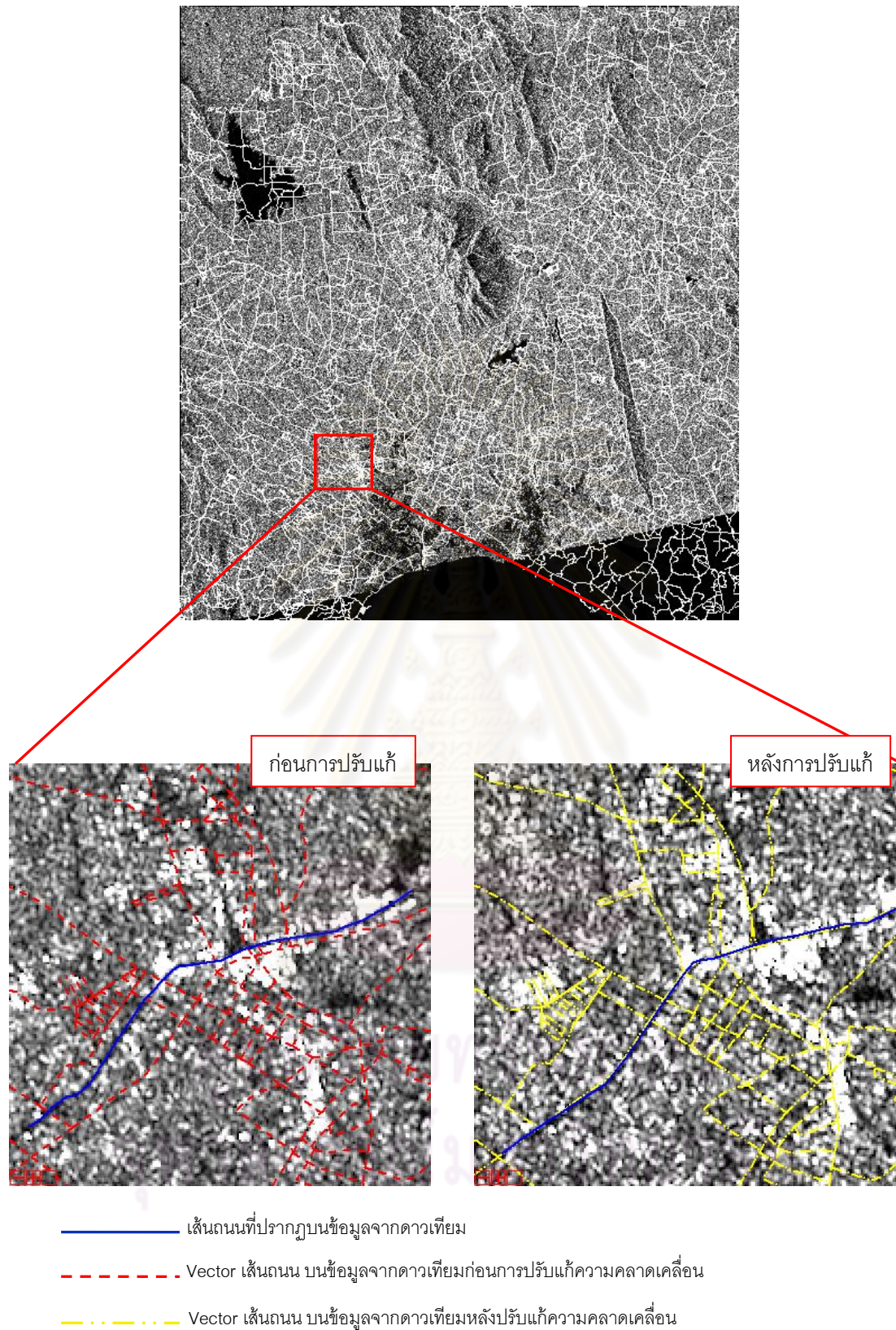
- เส้นถนนที่ปรากฏบนข้อมูลจากดาวเทียม
- - - Vector เส้นถนน บนข้อมูลจากดาวเทียมก่อนการปรับแก้ความคลาดเคลื่อน
- · - · - Vector เส้นถนน บนข้อมูลจากดาวเทียมหลังปรับแก้ความคลาดเคลื่อน

รูปที่ 3.2 แสดงความคลาดเคลื่อนของข้อมูลดาวเทียม ALOS ในโหมด Fine ทั้งก่อนและหลังขั้นตอนการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต (Registration)



- เส้นถนนที่ปรากฏบนข้อมูลจากดาวเทียม
- - - Vector เส้นถนน บนข้อมูลจากดาวเทียมก่อนการปรับแก้ความคลาดเคลื่อน
- . . . Vector เส้นถนน บนข้อมูลจากดาวเทียมหลังปรับแก้ความคลาดเคลื่อน

รูปที่ 3.3 แสดงความคลาดเคลื่อนของข้อมูลดาวเทียม ALOS ในโหมด Polarimetric ก่อนและหลังขั้นตอนการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต (Registration)

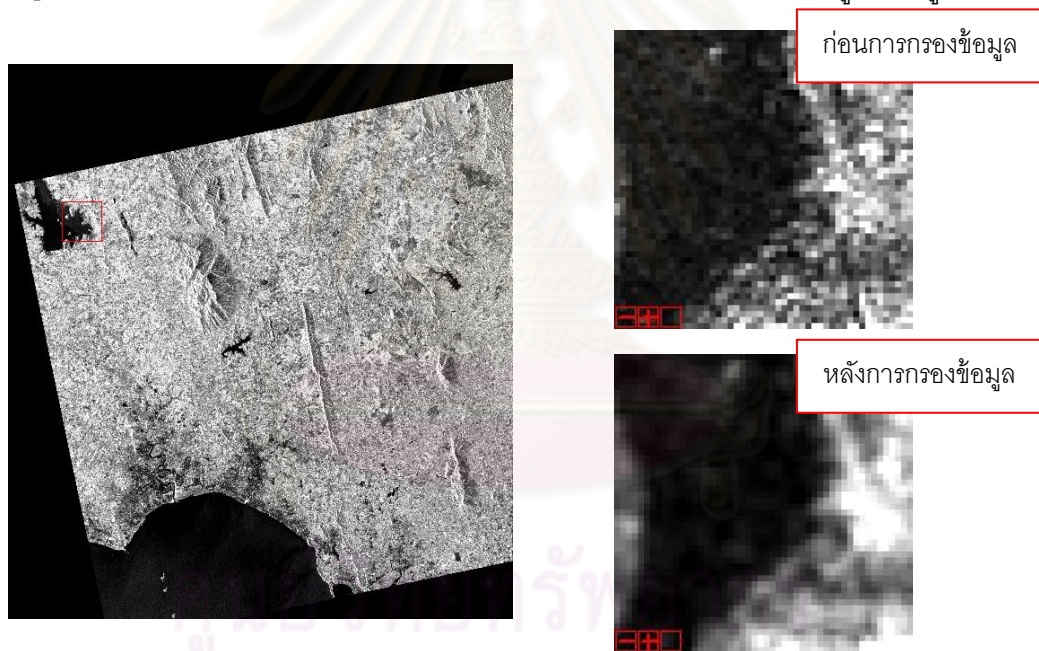


รูปที่ 3.4 แสดงความคลาดเคลื่อนของข้อมูลดาวเทียม RADARSAT-1 ก่อนและหลังขั้นตอนการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต (Registration)

3.1.3 การกรองข้อมูล (Filter)

ข้อมูลจากดาวเทียมระบบเรดาร์ (SAR) จะมีลักษณะแตกต่างจากข้อมูลจากดาวเทียมระบบอื่น คือ ข้อมูลจากดาวเทียมระบบเรดาร์ จะปรากฏจุดกระ (Speckle Noise or Salt and Pepper) ซึ่งเกิดจาก signal fading เป็นการรบกวนการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแบบอิสระ ทำให้เกิดจุดภาพที่มีความสว่างกว่าค่าความเข้มของข้อมูลที่จุดภาพนั้นจริง ส่งผลให้ข้อมูลขาดความต่อเนื่องและขอบเขตข้อมูลไม่ชัดเจน ดังนั้นจึงต้องทำการกรองข้อมูลก่อนการประมวลผล ซึ่งวิธีการลด speckle และการปรับความคมชัด ก็มีอยู่ด้วยกันหลายวิธี เช่น Lee, Frost, Mean, Median Filtering เป็นต้น ข้อมูลที่ผ่านการกรองแล้ว ค่าความเข้มของวัตถุจะมีความกลมกลืนกัน ทำให้สามารถแยกประเภทข้อมูลได้ง่ายขึ้น

ในขั้นตอนการกรองข้อมูลถือว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญมาก เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ข้อมูลที่มีความชัดเจน คงสภาพเดิม โดยในการศึกษาครั้งนี้จะใช้ Enhanced Lee Filter [Lopes et al,1990] โดยใช้ขนาดหน้าต่างตัวกรอง 3X3 สามารถแสดงผลของการกรองข้อมูลได้ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 แสดงความแตกต่างของข้อมูลจากดาวเทียม ALOS ก่อนและหลังการกรองข้อมูล

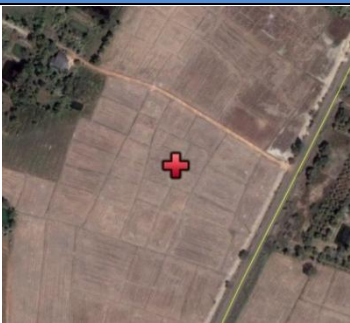
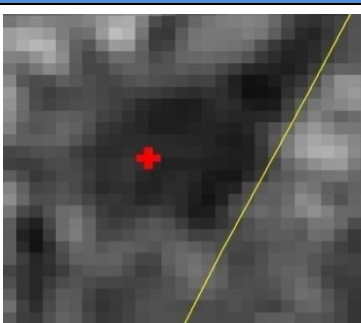
การกรองข้อมูลแบบ Lee เป็นการประมาณค่าความเข้มของสัญญาณ ด้วยการทำให้ความผิดพลาดกำลังสองต่ำสุด การแทนค่าของจุดภาพ หาได้จากค่าสถิติเฉพาะภายในหน้าต่างตัวกรอง (Window) ณ บริเวณที่มีความเข้มสม่ำเสมอ ความแปรปรวนจะมีค่าต่ำลงเข้าใกล้ 0 หรือเท่ากับ 0 ความเข้มสัญญาณจุดภาพเป้าหมายตรงกลางหน้าต่างตัวกรองจะมีค่าใกล้เคียงค่าเฉลี่ยภาพ แต่ในบริเวณที่มีความแปรปรวน ความเข้มไม่สม่ำเสมอ การกรองแบบ Lee จะช่วยให้ความเข้มของสัญญาณเข้าใกล้ความเข้มเดิมของจุดภาพเป้าหมาย

3.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล


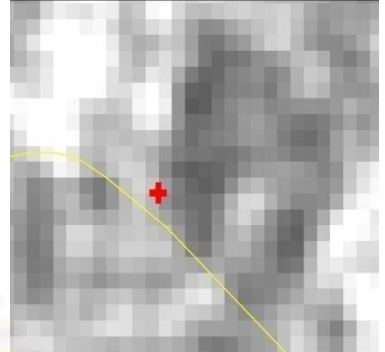

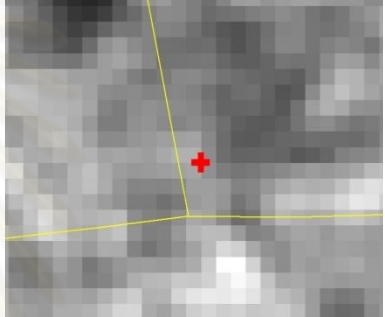
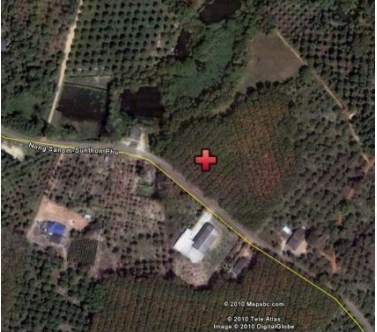
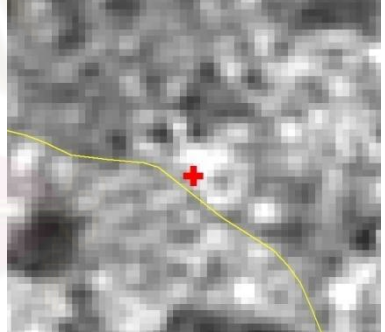

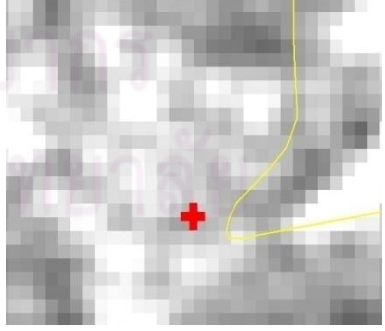
3.2.1 การสำรวจภาคสนาม

เนื่องด้วยการศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้เลือกใช้วิธีการจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับดูแล (Supervised Classification) ดังนั้นขั้นตอนการสำรวจภาคสนามเพื่อเก็บกลุ่มตัวอย่างของข้อมูลสิ่งปกคลุมดินแต่ละประเภทจึงเป็นขั้นตอนที่สำคัญ โดยจะทำการเก็บตัวอย่างข้อมูล (Ground Truth) ทั้งในส่วนของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นพื้นที่ตัวอย่าง (Training Area) ในขั้นตอนการจำแนกประเภทข้อมูล (Classification) และในส่วนของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นพื้นที่ตรวจสอบ (Test Area) ในขั้นตอนการตรวจสอบหลังการวิเคราะห์ข้อมูล (Post Classification) ซึ่งขั้นตอนของการสำรวจภาคสนามสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ขั้นตอนดังนี้


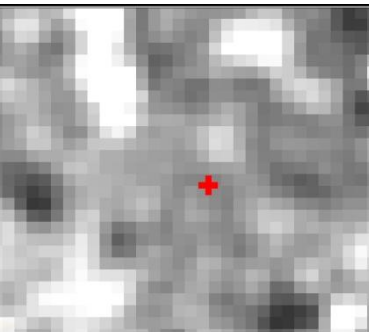

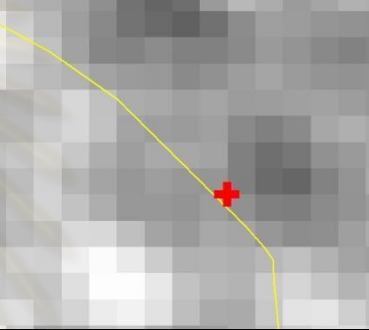

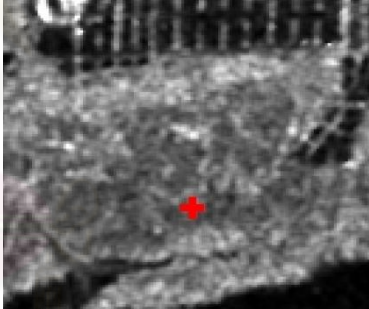
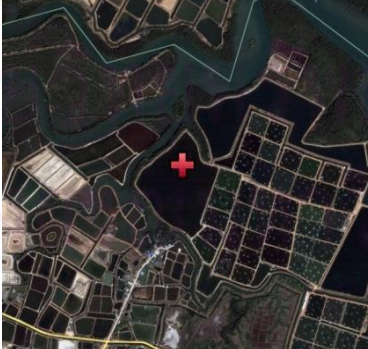

1) ขั้นตอนก่อนการสำรวจภาคสนาม จะเป็นส่วนของเตรียมข้อมูลจุดที่ใช้ในการสำรวจ ซึ่งในการศึกษาวิจัยส่วนใหญ่จะทำการจำแนกข้อมูลจากดาวเทียมก่อนเบื้องต้น เพื่อกำหนดจุดในการสำรวจพื้นที่อย่างคร่าว ๆ วิธีที่นิยมใช้คือ การจำแนกข้อมูลแบบไม่กำกับดูแล (Unsupervised Classification) [พรทิภา เทียงจันตา, 2548] การจำแนกข้อมูลด้วยสายตา [ดรอุทธรณ์ กำธรเกียรติ, 2546] และการจำแนกข้อมูลโดยอาศัยข้อมูลจากดาวเทียมที่มีรายละเอียดสูงกว่า ซึ่งในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้เลือกใช้วิธีนี้ ในอดีตการเลือกใช้วิธีนี้อาจมีค่าใช้จ่ายสูง แต่เนื่องจากปัจจุบันได้มีการเผยแพร่ข้อมูลจากดาวเทียมที่มีรายละเอียดสูงอย่างแพร่หลาย อีกทั้งข้อมูลยังมีความทันสมัย อาทิ Google Earth, PointAsia และ World Wind เป็นต้น ดังนั้นจึงเลือกใช้วิธีนี้ในการกำหนดจุดเพื่อเก็บข้อมูลในภาคสนาม ซึ่งช่วยลดระยะเวลาและค่าใช้จ่ายในการสำรวจภาคสนามได้เป็นอย่างมาก ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้สามารถแบ่งข้อมูลจุดตัวอย่างในการสำรวจภาคสนามออกได้เป็น 2 ข้อมูล คือ ข้อมูลจุดตัวอย่างของข้อมูลจากดาวเทียม ALOS และ RADARSAT-1 และ ข้อมูลจุดตัวอย่างของข้อมูลจากดาวเทียม ALOS ในโหมด Polarimetric โดยสามารถแสดงตัวอย่างในการกำหนดจุดตัวอย่างของข้อมูลทั้งสองชุดได้ดังตารางที่ 3.3 และ 3.4 ตามลำดับ ตารางที่ 3.3 แสดงจุดตัวอย่างที่ใช้ในการสำรวจภาคสนามของข้อมูลจากดาวเทียม ALOS และ RADARSAT-1

ประเภทสิ่งปกคลุมดิน	Google Earth	ALOS/RADARSAT-1
นาข้าว		


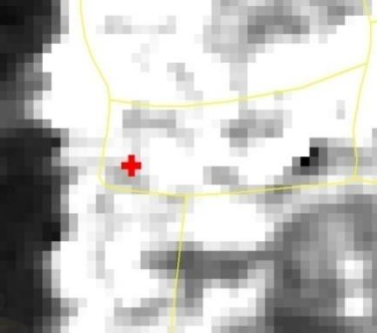
ตารางที่ 3.3(ต่อ) แสดงจุดตัวอย่างที่ใช้ในการสำรวจภาคสนามของข้อมูลจากดาวเทียม ALOS และ RADARSAT-1

ประเภทสิ่งปกคลุมดิน	Google Earth	ALOS/RADARSAT-1
มันสำปะหลัง		
ดักปะรด		
ยางพารา		
ปาล์มน้ำมัน		


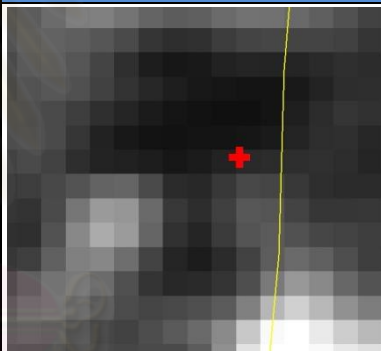
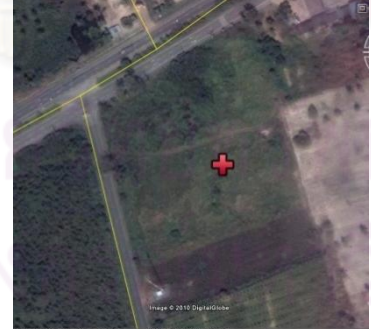
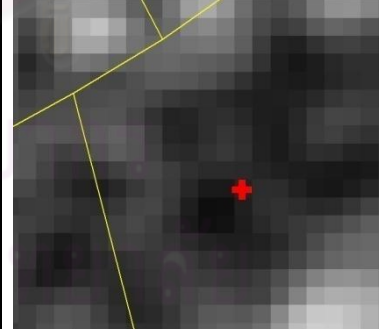
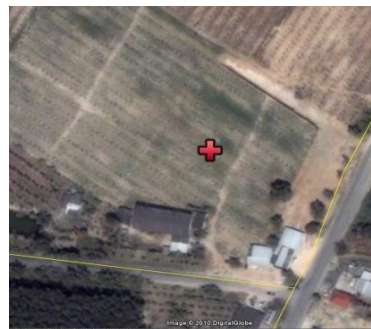
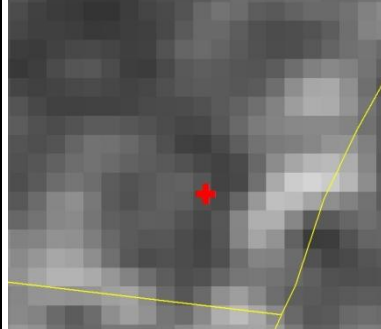
ตารางที่ 3.3(ต่อ) แสดงจุดตัวอย่างที่ใช้ในการสำรวจภาคสนามของข้อมูลจากดาวเทียม ALOS และ RADARSAT-1

ประเภทสิ่งปกคลุมดิน	Google Earth	ALOS/RADARSAT-1
ลำไย		
มังคุด		
ป่าชายเลน		
พื้นที่น้ำ		


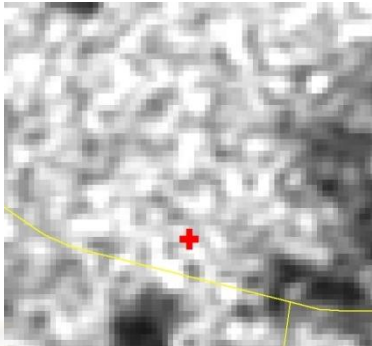

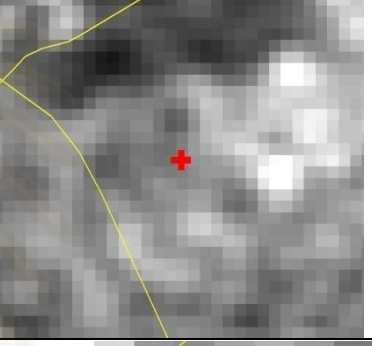
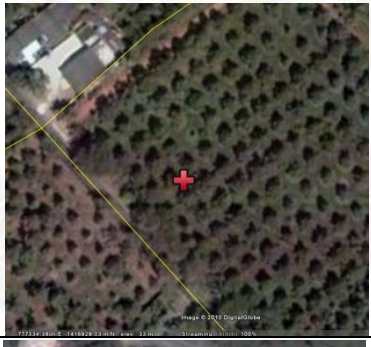
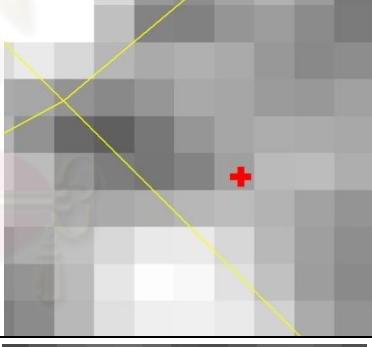


ตารางที่ 3.3(ต่อ) แสดงจุดตัวอย่างที่ใช้ในการสำรวจภาคสนามของข้อมูลจากดาวเทียม ALOS และ RADARSAT-1

ประเภทสิ่งปกคลุมดิน	Google Earth	ALOS/RADARSAT-1
พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง		


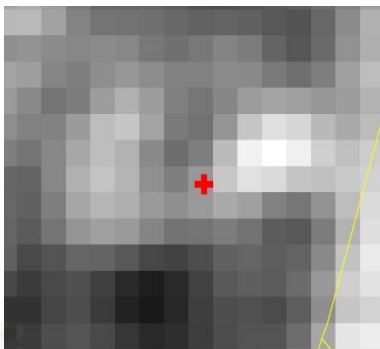

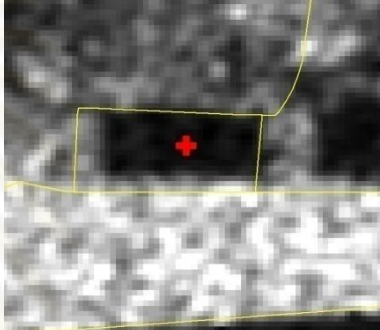

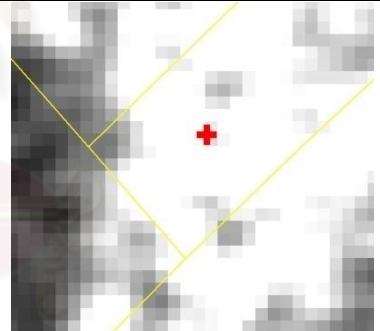
ตารางที่ 3.4 แสดงจุดตัวอย่างที่ใช้ในการสำรวจภาคสนามของข้อมูลจากดาวเทียม ALOS ในโหมด Polarimetric

ประเภทสิ่งปกคลุมดิน	Google Earth	ALOS HH/HV/VH/VV
นาข้าว		
มันสำปะหลัง		
สับปะรด		

ตารางที่ 3.4 (ต่อ)แสดงจุดตัวอย่างที่ใช้ในการสำรวจภาคสนามของข้อมูลจากดาวเทียม ALOS ในโหมด Polarimetric

ประเภทสิ่งปกคลุมดิน	Google Earth	ALOS HH/HV/VH/VV
ยางพารา		
ปาล์มน้ำมัน		
ทุเรียน		
งาช้าง		

ตารางที่ 3.4 (ต่อ)แสดงจุดตัวอย่างที่ใช้ในการสำรวจภาคสนามของข้อมูลจากดาวเทียม ALOS ในโหมด Polarimetric

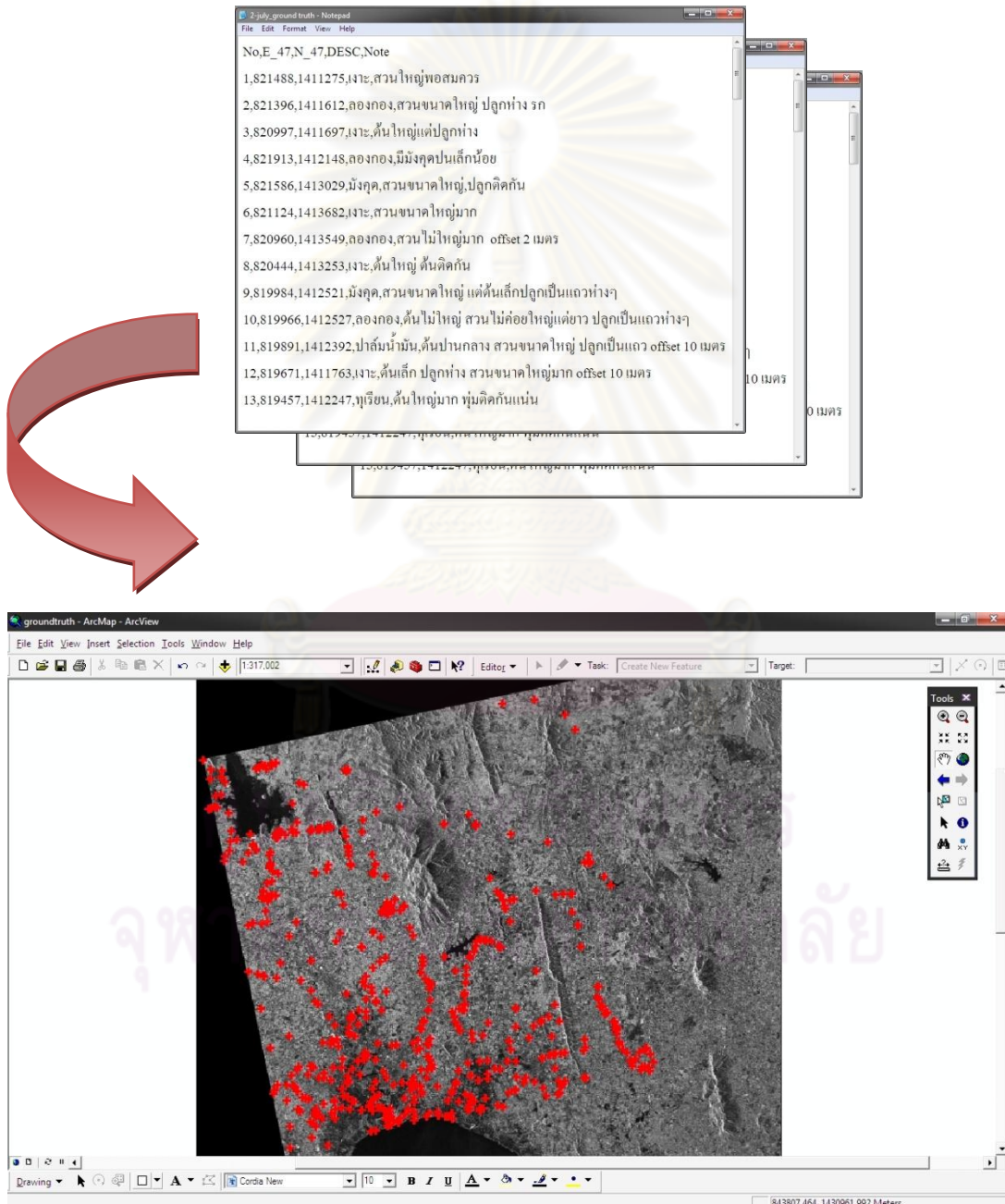
ประเภทสิ่งปกคลุมดิน	Google Earth	ALOS HH/HV/VH/VV
มังคุด		
พื้นที่น้ำ		
พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง		

2) ขั้นตอนการสำรวจภาคสนาม

ในการสำรวจข้อมูลจุดตัวอย่าง ควรจะทำการสำรวจในช่วงเวลาเดียวกับการบันทึกข้อมูลจากดาวเทียม หรืออยู่ในช่วงฤดูการเพาะปลูกเดียวกัน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องตรงกัน ซึ่งการศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้ทำการสำรวจข้อมูลในวันที่ วันที่ 14-19 มิถุนายน 2552 และ 28 มิถุนายน – 4 กรกฎาคม 2552 เป็นช่วงเวลาใกล้เคียงกับวันที่ทำการบันทึกข้อมูลของข้อมูลจากดาวเทียมที่ทำการศึกษา การสำรวจภาคสนามจะง่ายและรวดเร็วหากทำการเตรียม เส้นทางและอุปกรณ์มาเป็นอย่างดี

3) ขั้นตอนหลังการสำรวจภาคสนาม

เมื่อทำการเก็บข้อมูลตัวอย่างครบทุกประเภทสิ่งปกคลุมดินแล้ว จะนำข้อมูลจากแบบสำรวจภาคสนามมาจัดเก็บในรูปแบบของ *.txt เพื่อนำเข้าสู่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System : GIS) โดยใช้โปรแกรม Arcgis9.2 ดังแสดงได้ดังรูปที่ 3.7 หลังจากนั้นจะทำการจัดเก็บแยกตามประเภทสิ่งปกคลุมดิน เพื่อเตรียมข้อมูลให้พร้อมสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนของขั้นตอนการจำแนกประเภทข้อมูลต่อไป



รูปที่ 3.6 แสดงการนำข้อมูลเข้าสู่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์(GIS)

3.2.2 การจำแนกประเภทข้อมูล (Classification)

ข้อมูลจากดาวเทียมระบบเรดาร์จะสามารถจำแนกการประโชยชนที่ดินบางประเภทได้ง่ายกว่าการใช้ประโชยชนที่ดินประเภทอื่น ๆ นั่นก็คือ พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง [Borghys et al,2005] เนื่องจากเกิดการสะท้อนเชิงมุม (Corner Reflect) และการสะท้อน สองครั้ง (Double-bounce Reflect) ทำให้ค่าการสะท้อนพลังงานจากการใช้ประโชยชนที่ดินประเภทเมืองและที่อยู่อาศัยมากกว่าค่าการสะท้อนพลังงานของการใช้ประโชยชน ที่ดินประเภทอื่น ๆ ดังนั้นจึงนำการจำแนกแบบลำดับชั้น (Hierarchical Method) มาใช้ โดยจะจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดินที่เห็นได้ชัดจากภาพออกจากสิ่งปกคลุมประเภทอื่น ๆ โดยในการจำแนกแต่ละประเภทจะเป็นการจำแนกด้วยวิธีการกำกับดูแล (Supervised Classification) ด้วยวิธี Maximum Likelihood ซึ่งเป็นทฤษฎีการจำแนกประเภทข้อมูลที่พิจารณาจากความแปรปรวนของข้อมูลแต่ละประเภท โดยมีสมมติฐานที่ว่า ข้อมูลแต่ละประเภทจะมีการกระจายแบบปกติ (Normal Distribution)

ดังนั้นเพื่อให้พื้นที่ตัวอย่าง (Training Area) เป็นตัวแทนที่ดีของแต่ละประเภท สิ่งปกคลุมดินนั้น ๆ จำนวนของพื้นที่ตัวอย่างจึงเป็นสิ่งสำคัญ โดยพื้นที่ตัวอย่างแต่ละประเภทที่ดีควรมีจำนวนมากกว่าหรือเท่ากับ 30 ตัวอย่าง เพื่อให้พื้นที่ตัวอย่างมีการกระจายแบบปกติตามทฤษฎีลิมิตสู่ส่วนกลาง (Central limit theorem : CLT)[Douglas et al,2010] และเพื่อให้ค่าการกระจายกระจายกลับภายใต้พื้นที่ตัวอย่างแต่ละประเภทเป็น Spectral Signature ที่ดีของสิ่งปกคลุมดินแต่ละประเภท จำเป็นต้องมีการศึกษาและวิเคราะห์ถึงค่าทางสถิติของพื้นที่ตัวอย่าง โดยจะเป็นการนำเอาค่าการกระจายกลับของทุกจุดภาพในพื้นที่ตัวอย่าง ของสิ่งปกคลุมดินแต่ละประเภทมาพิจารณาถึง Spectral Signature ของพื้นที่ตัวอย่างแต่ละประเภท เพื่อใช้เป็นตัวแทนของข้อมูลเพื่อใช้ในการจำแนก โดยค่าทางสถิติที่ใช้ในการศึกษาคือ ค่าต่ำสุด (Minimum) ค่าสูงสุด (Maximum) ค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนคือ ศึกษาและวิเคราะห์ค่าทางสถิติของการกระจายกลับของพื้นที่ตัวอย่างของข้อมูลจากดาวเทียม ALOS โหมด Fine และ RADARSAT-1 และศึกษาและวิเคราะห์ค่าทางสถิติของการกระจายกลับของพื้นที่ตัวอย่างของข้อมูลจากดาวเทียม ALOS โหมด Polarimetric

1) ศึกษาค่าทางสถิติของค่าการกระจายกลับของพื้นที่ตัวอย่างของข้อมูลจากดาวเทียม ALOS โหมด Fine และ RADARSAT-1 สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 3.5

2) ศึกษาค่าทางสถิติของค่าการกระจายกลับของพื้นที่ตัวอย่างของข้อมูลจากดาวเทียม ALOS ในโพลาไรเซชันแบบ HH HV VH และ VV ดังแสดงได้ในตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.5 แสดงค่าทางสถิติของค่าการกระจายกลับของพื้นที่ตัวอย่างของข้อมูลจากดาวเทียม ALOS โหมด Fine และ RADARSAT-1

ประเภทสิ่งปกคลุมดิน		STATISTIC				
		MIN	MAX	MEAN	VARIANCE	SKEWNESS
นาข้าว :	ALOS	954	8496	3413	1106	0.17
	RADARSAT-1	1941	21282	8131	3243	0.17
มันสำปะหลัง :	ALOS	1776	8017	4324	1042	0.37
	RADARSAT-1	4565	20064	11797	2557	0.09
สับปะรด :	ALOS	1907	8145	4393	948	-0.06
	RADARSAT-1	5981	22170	11921	2550	-0.27
ยางพารา :	ALOS	3375	11878	6873	1128	0.12
	RADARSAT-1	4319	22516	11729	2312	0.06
ป่าสน้ำมัน :	ALOS	3452	9735	5752	901	0.04
	RADARSAT-1	5293	22283	11866	2204	-0.04
ทุเรียน :	ALOS	3298	8833	5707	952	0.19
	RADARSAT-1	6259	21172	12597	2557	0.38
เงาะ :	ALOS	2908	9128	5936	1275	-0.41
	RADARSAT-1	6072	20837	11804	2424	0.14
ลำไย :	ALOS	2567	6636	4348	877	-0.43
	RADARSAT-1	6134	17169	11253	1995	-0.21
มังคุด :	ALOS	3239	8400	5330	2493	0.18
	RADARSAT-1	6151	19242	11378	2493	0.47
ป่าชายเลน :	ALOS	1746	9766	4714	1123	0.46
	RADARSAT-1	1411	22191	10453	2452	0.44
พื้นที่น้ำ :	ALOS	611	2344	1139	229	0.61
	RADARSAT-1	1295	6431	2803	587	-0.04
พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง :	ALOS	4106	61060	16760	10115	0.85
	RADARSAT-1	4519	65139	22950	11037	0.70

ตารางที่ 3.6 แสดงค่าทางสถิติของค่าการกระจายกลับของพื้นที่ตัวอย่างของข้อมูลจากดาวเทียม ALOS โหมด Polarimetric

ประเภทสิ่งปกคลุมดิน		STATISTIC				
		MIN	MAX	MEAN	VARIANCE	SKEWNESS
นาข้าว :	HH	1065	11605	4814	1574	-0.34
	HV	533	2328	1168	256	0.39
	VH	546	2284	1171	257	-0.21
	VV	933	10844	4460	1516	-0.09

ตารางที่ 3.6 (ต่อ) แสดงค่าทางสถิติของค่าการกระจายกลับของพื้นที่ตัวอย่างของข้อมูล จากดาวเทียม ALOS ในโพลาไรเซชันแบบ HH HV VH และ VV

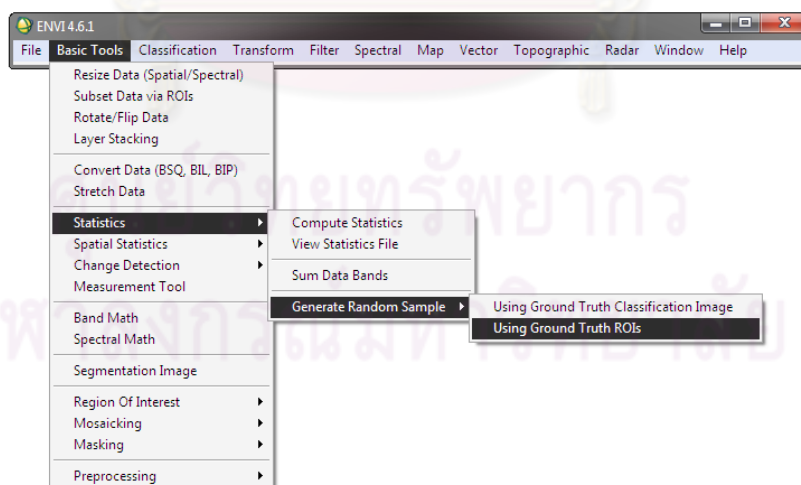
ประเภทสิ่งปกคลุมดิน		STATISTIC				
		MIN	MAX	MEAN	VARIANCE	SKEWNESS
มันสำปะหลัง :	HH	1954	8473	4325	927	0.41
	HV	735	2576	1394	320	0.51
	VH	809	2569	1403	308	0.54
	VV	2215	8903	4038	1039	0.23
สับปะรด :	HH	2624	9048	4955	1016	0.58
	HV	860	3641	1777	578	0.90
	VH	836	3528	1757	543	0.91
	VV	2704	6403	4255	700	0.54
ยางพารา :	HH	3518	11891	7058	1195	-0.27
	HV	1724	5279	2950	410	0.05
	VH	1728	4362	2864	393	0.32
	VV	3001	8050	4981	708	0.14
ปาล์มน้ำมัน :	HH	3403	9882	5952	1088	0.45
	HV	953	3051	2052	346	0.68
	VH	1075	3034	2024	336	0.63
	VV	2739	7497	4279	832	0.41
ทุเรียน :	HH	3478	9244	6170	953	-0.11
	HV	1321	3401	2386	399	-0.33
	VH	1356	3499	2340	401	-0.04
	VV	2459	7537	4589	771	0.22
เงาะ :	HH	3978	7953	6113	812	-0.16
	HV	1681	3372	2570	330	-0.17
	VH	1548	3470	2520	341	0.13
	VV	3384	7099	4676	596	-0.05
มังคุด :	HH	3530	9849	6099	1035	-0.02
	HV	1508	3631	2554	385	-0.46
	VH	1319	3307	2481	362	-0.15
	VV	2755	8356	4784	865	-0.25
พื้นที่น้ำ :	HH	724	2905	1371	330	0.84
	HV	391	1623	749	141	0.06
	VH	426	1268	786	148	-0.49
	VV	652	3651	1291	352	0.91
พื้นที่ชุมชน และสิ่งปลูกสร้าง :	HH	3994	58545	11276	7997	0.48
	HV	1867	15029	4270	1399	0.08
	VH	1732	14678	4165	1360	0.14
	VV	3611	57168	8813	6844	0.39

จากตารางที่ 3.5 และ 3.6 พบว่าค่าการสะท้อนพลังงานของ ประเภท สิ่งปกคลุมดิน ส่วนใหญ่มีลักษณะการกระจายตัวแบบปกติหรือใกล้เคียง ซึ่งตรงกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยดูจากค่า Skewness ซึ่งจะมีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง 1 หากค่ามีค่าใกล้ -1 จะมีการแจกแจงเบ้ซ้าย และหากมีค่าใกล้เคียง 1 จะมีการแจกแจงแบบเบ้ขวา โดยฮิสโตแกรม (Histogram) ของค่าการกระจายกระจายกลับของสิ่งปกคลุมดินแต่ละประเภทได้แสดงไว้ในภาคผนวก เมื่อได้ค่าการกระจายกระจายกลับ ของสิ่งปกคลุมดินแต่ละประเภทแล้ว ก็จะทำกรจำแนกประเภทข้อมูลต่อไป โดยจำนวนพื้นที่ตัวอย่างที่ใช้ในการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดินในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 1.3

3.3 ขั้นตอนหลังการวิเคราะห์ข้อมูล

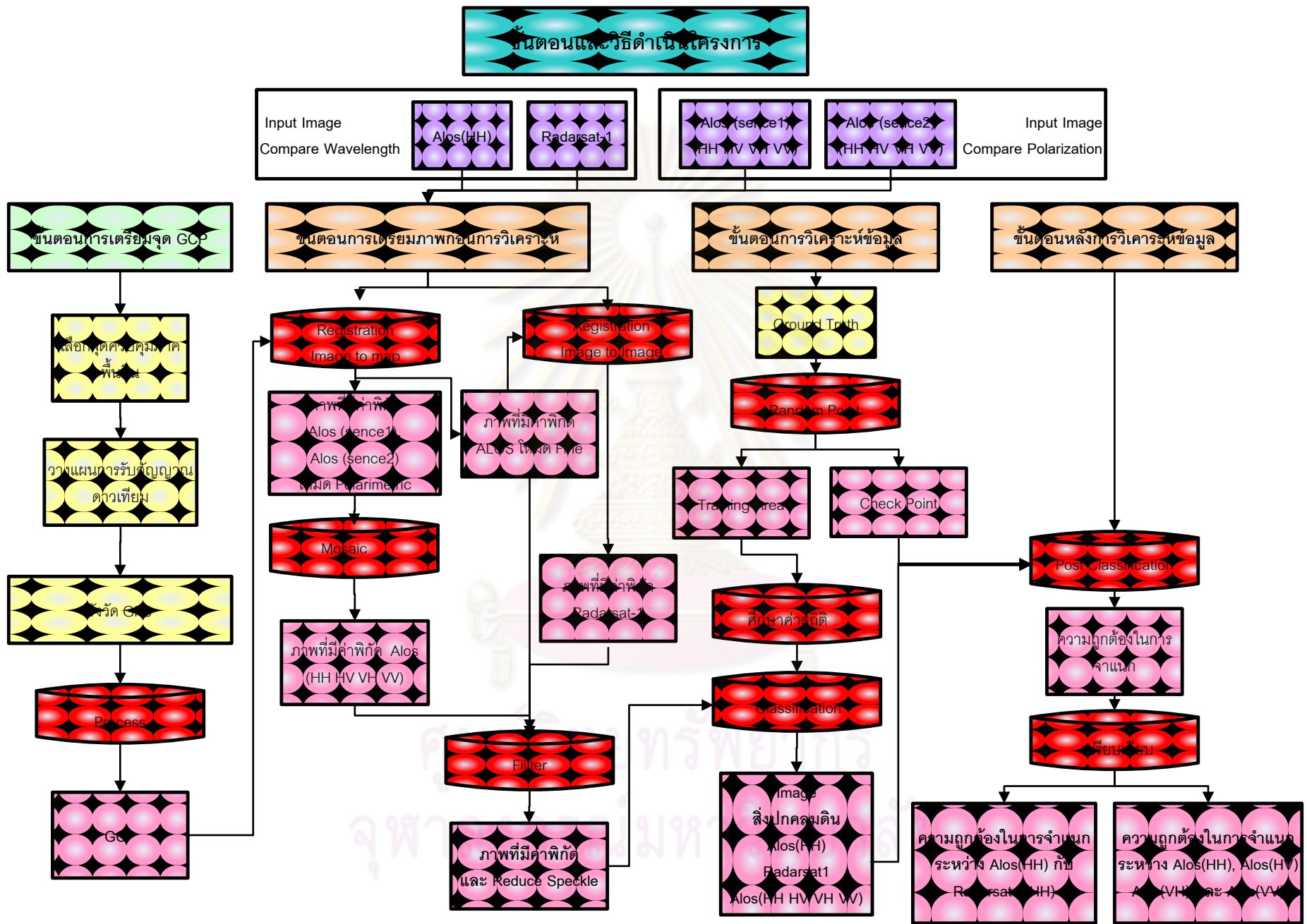
ขั้นตอนหลังการวิเคราะห์ข้อมูล คือ การตรวจสอบความถูกต้องในการจำแนก (Accuracy Assessment of Classification) ซึ่งเป็นขั้นตอนหลังจากการจำแนกข้อมูลจากดาวเทียม เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบความสามารถในการจำแนกสิ่งปกคลุมดินระหว่างข้อมูลจากดาวเทียม ALOS และ RADARSAT-1 และข้อมูลจากดาวเทียม ALOS ระหว่างโพลาไรเซชันแบบ HH HV VH VV

ข้อมูลที่ใช้ในการตรวจสอบได้มาจากการลงภาคสนามพร้อมกับการสำรวจพื้นที่ตัวอย่างในวันที่ 14-19 มิถุนายน 2552 และ 28 มิถุนายน – 4 กรกฎาคม 2552 โดยข้อมูลที่ใช้ตรวจสอบได้มาจากการสุ่มแบบ Random จากข้อมูลตัวอย่างทั้งหมด โดยใช้คำสั่งจากโปรแกรม Envi4.6.1 ดังรูปที่ 3.8 ซึ่งจำนวนของข้อมูลที่ใช้ตรวจสอบเท่ากับร้อยละ 25 ของข้อมูลตัวอย่างทั้งหมดที่ได้จากการสำรวจ สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 1.4



รูปที่ 3.7 แสดงคำสั่งที่ใช้ในการสุ่มเลือกข้อมูลที่ใช้ในการตรวจสอบ

โดยในการศึกษาครั้งนี้กำหนดให้ตัวบ่งชี้ผลการจำแนก คือ ค่า Kappa Coefficient ซึ่งบอกถึงความถูกต้องในการจำแนกแต่ละประเภทข้อมูล เพื่อใช้เปรียบเทียบความสามารถในการจำแนกระหว่างข้อมูลจากดาวเทียม และใช้ Procedure's Accuracy ในการเปรียบเทียบแต่ละประเภทสิ่งปกคลุมดิน



รูปที่ 3.8 สรุปกระบวนการวิธีในการวิจัยทั้งหมดอย่างชัดเจนและง่ายต่อการทำความเข้าใจ ดังรายละเอียดที่อธิบายมาข้างต้น

บทที่ 4

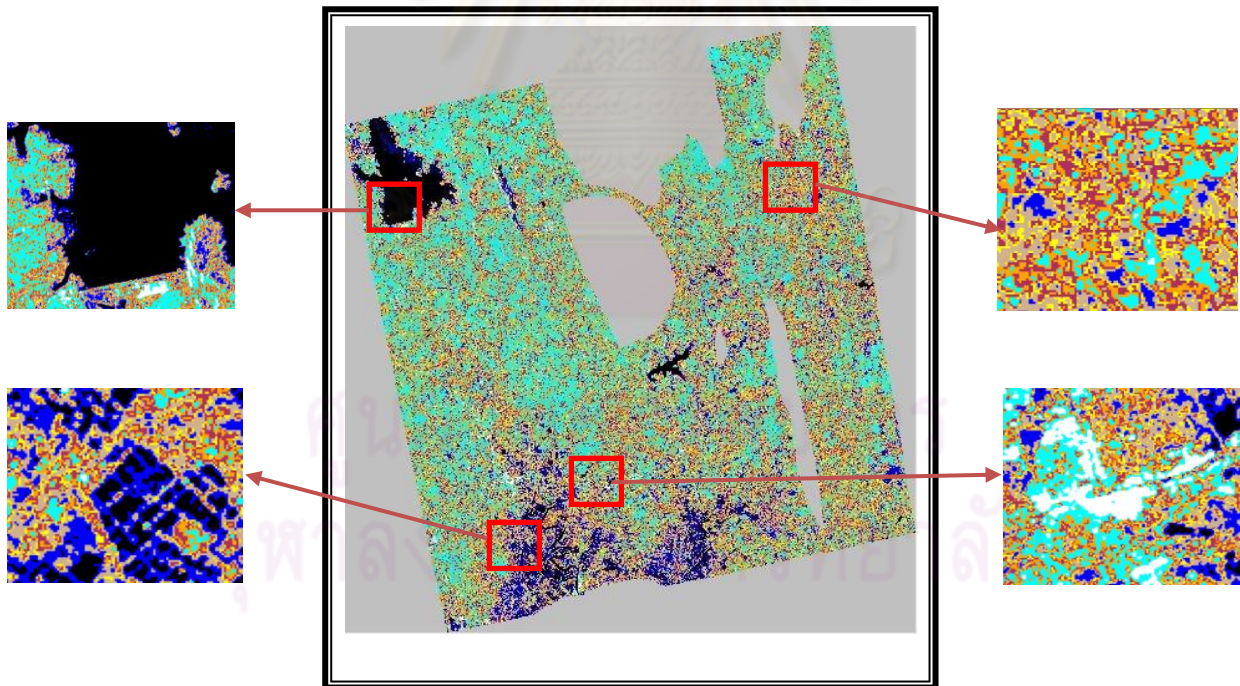
ผลการจำแนกสิ่งปกคลุมดินระหว่างความยาวคลื่น L-band และ C-band

เนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึง ผลการจำแนกสิ่งปกคลุมดิน ระหว่าง ความยาว L-band ของข้อมูลดาวเทียม ALOS และ C-band ของข้อมูลดาวเทียม RADARSAT-1 ซึ่งสามารถแบ่งผลการศึกษาออกเป็น 2 ส่วน คือ ผลการศึกษาความสามารถในการจำแนกและผลการตรวจสอบความถูกต้องในการจำแนก

4.1 ผลการศึกษาความสามารถในการจำแนก

ผลการศึกษาในขั้นตอนนี้แบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือ ความสามารถในการจำแนกสิ่งปกคลุมดินใน ความยาวช่วงคลื่น L-band ของข้อมูลจากดาวเทียม ALOS และ ความสามารถในการจำแนกสิ่งปกคลุมดินใน ความยาวช่วงคลื่น C-band ของข้อมูลจากดาวเทียม RADARSAT-1 ดังได้กล่าวมาแล้วว่าการ จำแนกประเภทข้อมูลจะใช้การจำแนกแบบกำกับดูแล (Supervised Classification) ด้วยวิธี Maximum Likelihood

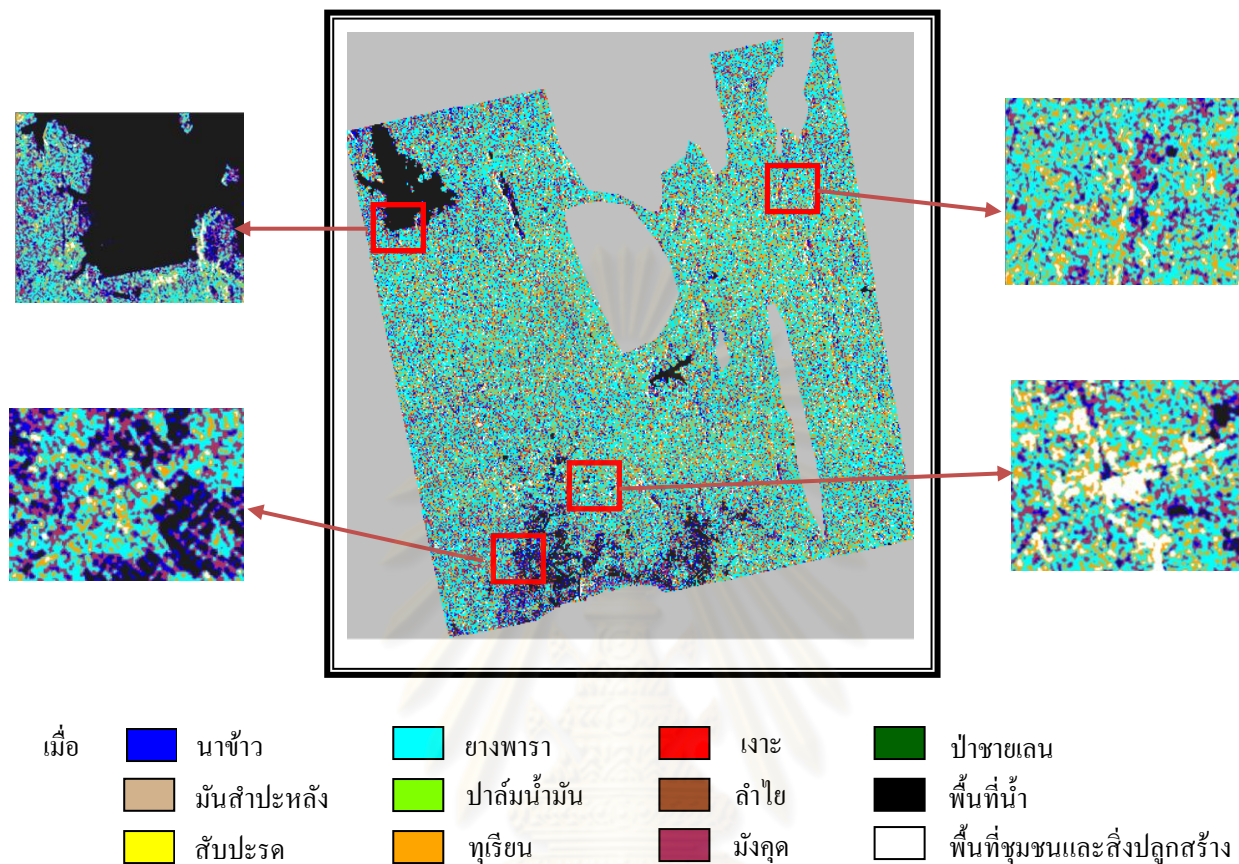
1. ความสามารถในการจำแนกสิ่งปกคลุมดิน ในความยาวช่วงคลื่น L-band ของข้อมูลจากดาวเทียม ALOS ดังแสดงในรูปที่ 4.1



เมื่อ	นาข้าว	ยางพารา	เงาะ	ป่าชายเลน
	มันสำปะหลัง	ปาล์มน้ำมัน	ลำไย	พื้นที่น้ำ
	สับปะรด	ทูเรียน	มังคุด	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง

รูปที่ 4.1 แสดงผลการจำแนกของข้อมูลจากดาวเทียม ALOS โหมด Fine













2. ความสามารถในการจำแนกสิ่งปกคลุมดินในความยาวช่วงคลื่น C-band ของข้อมูลจากดาวเทียม RADARSAT-1 ดังแสดงในรูปที่ 4.2



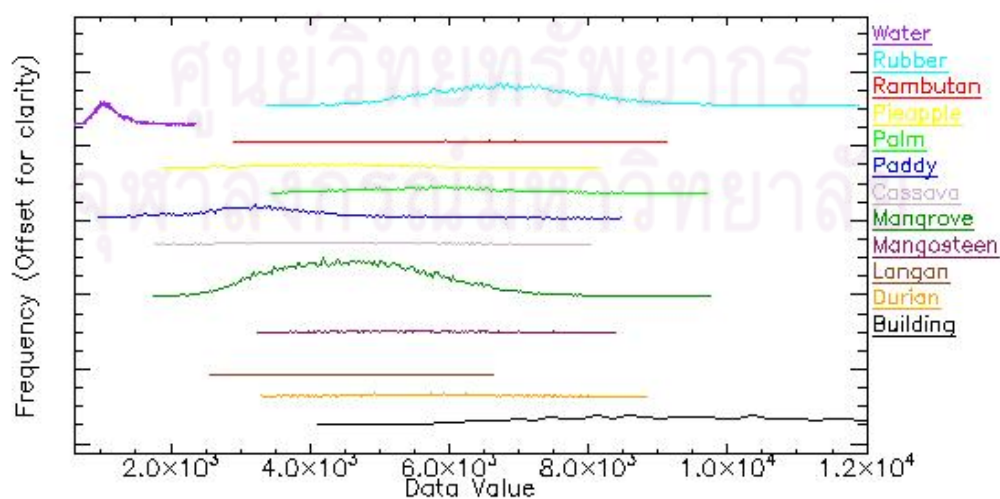
รูปที่ 4.2 แสดงผลการจำแนกของข้อมูลจากดาวเทียม RADARSAT-1

ผลการจำแนกสิ่งปกคลุมดิน ทั้ง 12 ประเภท คือ นาข้าว มันสำปะหลัง สับปะรด ยางพารา ปาล์มน้ำมัน ทุเรียน เงาะ ลำไย มังคุด ป่าชายเลน พื้นที่น้ำและพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง ระหว่างความยาวคลื่น L-Band และ C-band พบว่าความยาว คลื่น L-band สามารถจำแนกสิ่งปกคลุมดินได้ 8 ประเภท คือ นาข้าว มันสำปะหลัง สับปะรด ยางพารา ทุเรียน มังคุด พื้นที่น้ำ และพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง ส่วน ความยาว คลื่น C-band สามารถจำแนกได้ 6 ประเภท คือ นาข้าว ยางพารา ทุเรียน มังคุด พื้นที่น้ำ และพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง ซึ่งจะเห็นได้ว่าความยาว คลื่น L-band สามารถจำแนกสิ่งปกคลุมดินได้มากกว่าความยาวคลื่น C-band ดังแสดงในตารางที่ 4.1

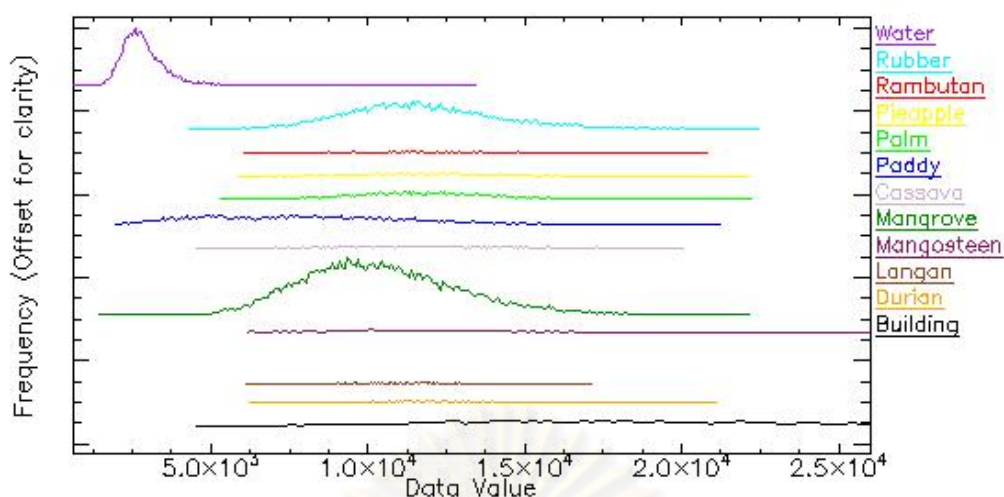
ตารางที่ 4.1 แสดงผลการจำแนกของข้อมูลจากดาวเทียม ALOS และ RADARSAT-1

สัญลักษณ์	ประเภทสิ่งปกคลุมดิน	จำนวน pixel ที่สามารถจำแนกได้	
		ALOS(L-band)	RADARSAT-1(C-band)
	นาข้าว	641977	386705
	มันสำปะหลัง	1275943	0
	สับปะรด	752411	0
	ยางพารา	2906076	4617698
	ปาล์มน้ำมัน	0	0
	ทุเรียน	1955188	1873079
	เงาะ	0	0
	ลำไย	0	0
	มังคุด	1672645	1949125
	ป่าชายเลน	0	0
	พื้นที่น้ำ	391987	505687
	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	123217	587305

จากตาราง จะพบว่า มีประเภทสิ่งปกคลุมดินที่จำแนกได้และไม่ได้ ซึ่งจาก Spectral Signature ของพื้นที่ตัวอย่าง ดังที่ได้แสดงในตารางที่ 3.6 พบว่า ค่าการกระจายกลับ ของพื้นที่ตัวอย่างของสิ่งปกคลุมดินแต่ละประเภทส่วนใหญ่อยู่ในช่วงเดียวกัน ดังรูปที่ 4.3 และ 4.4



รูปที่ 4.3 แสดง ค่าการกระจายกลับของสิ่งปกคลุมดินทุกประเภทของข้อมูลจากดาวเทียม ALOS



รูปที่ 4.4 แสดงค่าการกระจายกลับของสิ่งปกคลุมดินทุกประเภทของข้อมูลจากดาวเทียม RADARSAT-1

จากการเปรียบเทียบ Spectral Signature ของสิ่งปกคลุมดินทุกประเภทระหว่างข้อมูล ดาวเทียม ALOS และ RADARSAT-1 จากรูปที่ 4.3 และ 4.4 พบว่า ค่าการกระจายกลับ ของสิ่งปกคลุมดินของข้อมูลจากดาวเทียม RADARSAT-1 มีสิ่งปกคลุมดินหลายประเภท ซ้อนทับอยู่ในช่วงเดียวกัน เช่น เงาะ สับปะรด ปาล์ม มันสำปะหลัง ทูเรียน และยางพารา ซึ่งต่างจากค่าการกระจายกลับ ของสิ่งปกคลุมดินของข้อมูลดาวเทียม ALOS ที่ยังมีการเหลื่อมกัน ไม่ซ้อนทับในช่วงเดียวกันทั้งหมดทำให้ ข้อมูลจากดาวเทียม ALOS สามารถจำแนกประเภทได้มากกว่า แต่ยังไม่สามารถสรุปได้ว่าข้อมูลจาก ดาวเทียม ALOS ในช่วงคลื่น L-Band มีศักยภาพในการจำแนกสิ่งปกคลุมดินมากกว่าข้อมูลจากดาวเทียม RADARSAT-1 หากแต่ต้องทำการตรวจสอบความถูกต้องในการจำแนก

4.2 ผลการตรวจสอบความถูกต้องในการจำแนก

ในขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนหลังจากการจำแนกประเภทข้อมูล จะเป็นการนำข้อมูลจากภาคสนามมา ตรวจสอบความถูกต้องในการจำแนก ซึ่งข้อมูลจาก ภาคสนามที่จะนำมาตรวจสอบความถูกต้องในการ จำแนกสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 1.4 โดยผลการตรวจสอบความถูกต้องในการจำแนก สิ่งปกคลุมดิน สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือ

1. ผลการตรวจสอบความถูกต้องในการจำแนกสิ่งปกคลุมดินระหว่างความยาวช่วงคลื่น L-band ของข้อมูลจากดาวเทียม ALOS ดังตาราง 4.2
2. ผลการตรวจสอบความถูกต้องในการจำแนกสิ่งปกคลุมดินระหว่างความยาวช่วงคลื่น C-band ของข้อมูลจากดาวเทียม RADARSAT-1 ดังตาราง 4.3

โดยสามารถ เปรียบเทียบผล การตรวจสอบความถูกต้องในการจำแนก ระหว่างความยาวคลื่น L-band และ C-band แยกตามประเภทสิ่งปกคลุมดินโดยใช้ Procedure's Accuracy และ ใช้ค่า Kappa Coefficient ในการเปรียบเทียบความถูกต้องในการจำแนกรวม ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.2 แสดงตาราง Confusion Matrix ของการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดินของข้อมูลดาวเทียม ALOS ในช่วงคลื่น L-band

Test Data(%)

Classification Data	ประเภท สิ่งปกคลุมดิน	พื้นที่ชุมชน และสิ่งปลูกสร้าง	ทิวเรียน	ลำไย	มังคุด	ป่าชาย เลน	มัน สำปะหลัง	นาข้าว	ปาล์ม น้ำมัน	สับปะรด	เงาะ	ยาง พารา	พื้นที่ น้ำ	รวม
	พื้นที่ชุมชน และสิ่งปลูกสร้าง	53.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.20	0.00	1.16
	ทิวเรียน	2.73	42.63	6.40	16.59	16.17	4.42	3.49	31.99	8.54	32.69	24.56	0.00	9.26
	ลำไย	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	มังคุด	3.45	27.56	36.00	20.09	20.77	10.30	6.22	35.67	26.85	13.46	9.23	0.00	7.47
	ป่าชายเลน	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	มันสำปะหลัง	0.18	4.49	28.80	32.31	29.61	55.46	25.95	6.59	27.63	6.41	0.34	0.01	7.28
	นาข้าว	0.00	0.00	1.60	4.37	11.88	13.57	32.68	0.00	15.18	0.00	0.00	0.46	3.95
	ปาล์มน้ำมัน	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	สับปะรด	0.00	7.05	22.40	13.97	12.91	14.16	7.04	11.80	17.51	4.49	1.47	0.00	3.57
	เงาะ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ยางพารา	40.00	18.27	4.80	12.66	8.66	2.36	2.41	13.94	4.28	42.95	63.20	0.00	15.01
	พื้นที่น้ำ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	22.21	0.00	0.00	0.00	0.00	99.53	52.31
รวม	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	

Overall Accuracy = 66.89%

Kappa Coefficient = 0.53

ตารางที่ 4.3 แสดงตาราง Confusion Matrix ของการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดินของข้อมูลดาวเทียม RADARSAT-1 ในช่วงคลื่น C-band

Test Data(%)

Classification Data	ประเภท สิ่งปกคลุมดิน	พื้นที่ชุมชน และสิ่งปลูกสร้าง	ทุเรียน	ลำไย	มังคุด	ป่าชาย เลน	มัน สำปะหลัง	นาข้าว	ปาล์ม น้ำมัน	สับปะรด	เงาะ	ยาง พารา	พื้นที่ น้ำ	รวม
	พื้นที่ชุมชน และสิ่งปลูกสร้าง	40.55	5.13	0.00	4.80	0.55	0.88	0.13	1.03	5.06	1.28	2.96	0.01	1.53
	ทุเรียน	30.73	22.76	22.40	27.07	7.11	17.99	1.14	17.71	19.84	29.49	23.30	0.00	7.66
	ลำไย	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	มังคุด	5.64	19.87	20.80	13.97	40.56	23.30	25.00	24.72	19.46	7.69	18.24	0.36	12.74
	ป่าชายเลน	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	มันสำปะหลัง	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	นาข้าว	2.73	2.88	0.00	1.75	11.54	3.54	24.56	1.71	0.39	0.64	1.23	0.65	3.71
	ปาล์มน้ำมัน	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	สับปะรด	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	เงาะ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ยางพารา	20.18	49.36	56.80	52.40	38.67	54.28	12.37	54.83	55.25	60.90	54.23	0.22	21.46
	พื้นที่น้ำ	0.18	0.00	0.00	0.00	1.57	0.00	36.80	0.00	0.00	0.00	0.10	98.76	52.89
รวม	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	

Overall Accuracy = 63.21%

Kappa Coefficient = 0.46

ตารางที่ 4.4 แสดงผลความถูกต้องในการจำแนกสิ่งปกคลุมดินข้อมูลจากดาวเทียมระหว่างความยาวคลื่น L-band และ C-band

ประเภทสิ่งปกคลุมดิน	ALOS (L-band)	RADARSAT-1 (C-band)
พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	53.64%	40.55%
ทุเรียน	42.63%	22.76%
ลำไย	0.00%	0.00%
มังคุด	20.09%	13.97%
ป่าชายเลน	0.00%	0.00%
มันสำปะหลัง	55.46%	0.00%
นาข้าว	32.68%	24.56%
ปาล์มน้ำมัน	0.00%	0.00%
สับปะรด	17.51%	0.00%
เงาะ	0.00%	0.00%
ยางพารา	63.20%	54.23%
พื้นที่น้ำ	99.53%	98.76%
Kappa Coefficient	0.53	0.46

จากตารางที่ 4.4 พบว่าความยาวคลื่น L-band สามารถจำแนกสิ่งปกคลุมดินได้ถูกต้องมากกว่าความยาวคลื่น C-band โดยมีค่า Kappa Coefficient 0.53 และ 0.46 ตามลำดับ โดยหากพิจารณาแยกตามประเภทสิ่งปกคลุมดิน จะพบว่าสิ่งปกคลุมดินประเภทพื้นที่น้ำ ยางพาราและพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง สามารถจำแนกได้ดีทั้งในความยาวคลื่น L-band และ C-band ส่วนสิ่งปกคลุมดินประเภทอื่นในความยาวคลื่น L-band สามารถจำแนกได้ถูกต้องมากกว่าความยาวคลื่น C-band เช่น นาข้าว มังคุด และทุเรียน โดยเฉพาะสับปะรดและมันสำปะหลังที่ความยาวคลื่น L-band สามารถจำแนกได้ แต่ความยาวคลื่น C-band ไม่สามารถจำแนกได้

จากผลการศึกษา สามารถสรุปได้ว่าความยาวคลื่น L-band มีความถูกต้องในการจำแนกสิ่งปกคลุมดินมากกว่าความยาวคลื่น C-Band โดยสามารถแยกผลการจำแนกได้เป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

- กลุ่มที่ 1 คือ พื้นที่น้ำและพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง สามารถจำแนกได้ดีทั้งในช่วงคลื่นสั้น (C-band) และคลื่นยาว(L-band) หรือแม้แต่ข้อมูลจากดาวเทียมระบบ Optical ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่าสิ่งปกคลุมดินกลุ่มนี้จำแนกได้ดีทุกความยาวคลื่น

- กลุ่มที่ 2 คือ สับปะรด นาข้าวและมันสำปะหลัง สามารถจำแนกได้ในช่วงคลื่นยาว (L-band) โดยเฉพาะมันสำปะหลัง จากการสำรวจภาคสนามพบว่า มันสำปะหลัง จะปลูกเป็นระเบียบ ไร่มีขนาดใหญ่ ลักษณะทรงพุ่มมีขนาดเล็กแต่ชิดติดกัน ซึ่งทำให้ C-band ที่มีความสามารถในการทะลุผ่านเพียง

ด้านบนของเรือนยอด สะท้อนพลังงานจากด้านบนของทรงพุ่มมันสำปะหลัง ทำให้ค่าการสะท้อนที่ได้ใกล้เคียงกับ ยางพารา มังคุดและทุเรียนที่มีลี้ ลักษณะเรือนยอดด้านบนที่คล้ายคลึงกัน C-band จึงไม่สามารถจำแนกสิ่งปกคลุมดินประเภทนี้ได้

- กลุ่มที่ 3 คือ ยางพารา เงาะ ปาล์มน้ำมัน ป่าชายเลน มังคุด ลำไยและทุเรียน สิ่งปกคลุมดินกลุ่มนี้มีทั้งประเภทที่จำแนกได้และไม่ได้ ซึ่งผลการจำแนกของข้อมูลจากดาวเทียมระบบเรดาร์ในสิ่งปกคลุมดินประเภทนี้มีความสำคัญมาก เนื่องจากข้อมูลจากดาวเทียมระบบ Optical มีความสับสนในการจำแนกสิ่งปกคลุมดินประเภทนี้ ดังนั้นหากข้อมูลจากดาวเทียมระบบเรดาร์สามารถแก้ปัญหาในส่วนนี้ได้จะเป็นประโยชน์อย่างมาก ซึ่งจากการศึกษาพบว่าความยาวคลื่นที่ยาวกว่า (L-band) สามารถจำแนกได้ดีกว่าความยาวคลื่นที่สั้น (C-band) โดยเฉพาะทุเรียนและมังคุดได้



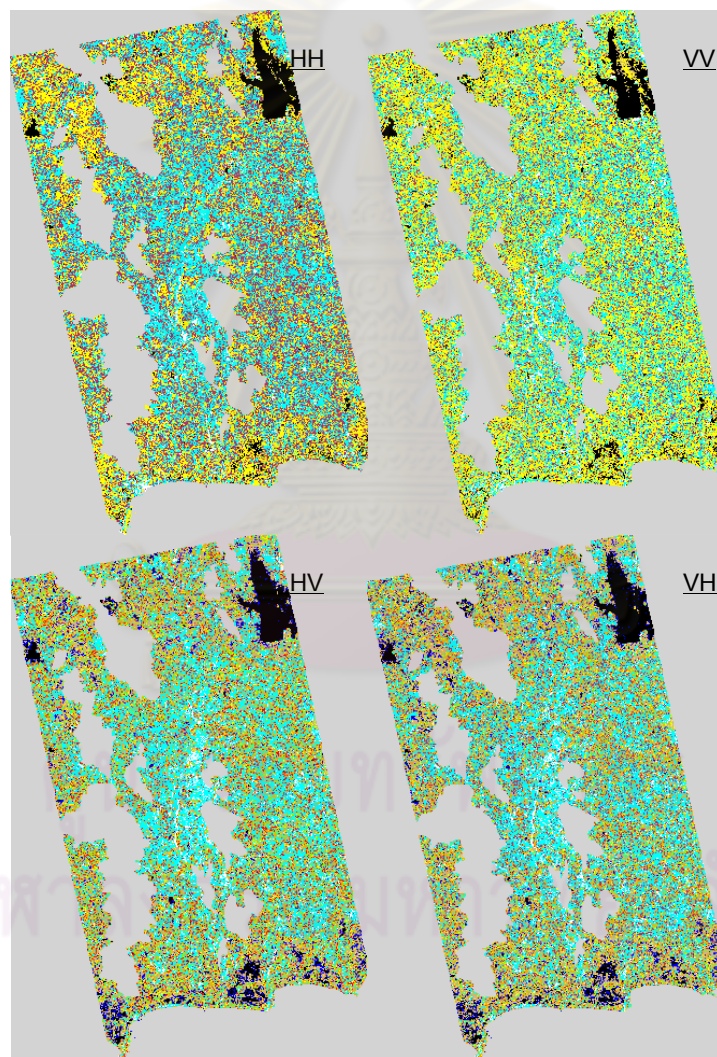
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

ผลการจำแนกสิ่งปกคลุมดินระหว่างโพลาไรเซชัน HH HV VH และ VV

เนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงศึกษาเชิงเปรียบเทียบเกี่ยวกับศักยภาพในการจำแนกสิ่งปกคลุมดิน ของข้อมูลดาวเทียม ALOS ในช่วงคลื่น L-band ระหว่างโพลาไรเซชันแบบ HH HV VH และ VV ซึ่งสามารถแบ่งผลการศึกษาออกได้เป็น 2 ส่วน คือ ผลการศึกษาความสามารถในการจำแนก และผลการตรวจสอบความถูกต้องในการจำแนก










5.1 ผลการศึกษาความสามารถในการจำแนก



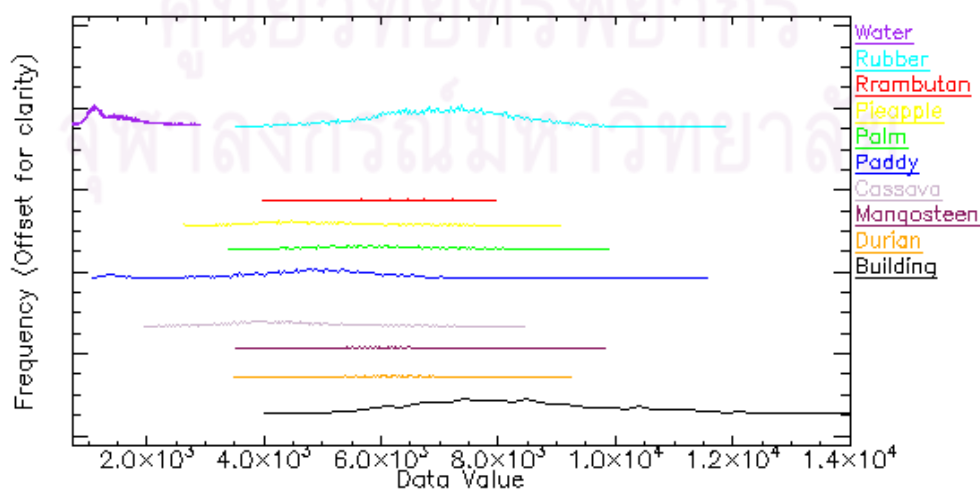
เมื่อ	นาข้าว	ยางพารา	เงาะ	ป่าชายเลน
	มันสำปะหลัง	ปาล์มน้ำมัน	ลำไย	พื้นที่น้ำ
	สับปะรด	ทุเรียน	มังคุด	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง

รูปที่ 5.1 แสดงผลการจำแนกของข้อมูลจากดาวเทียม ALOS ระหว่างโพลาไรเซชันแบบ HH HV VH และ VV

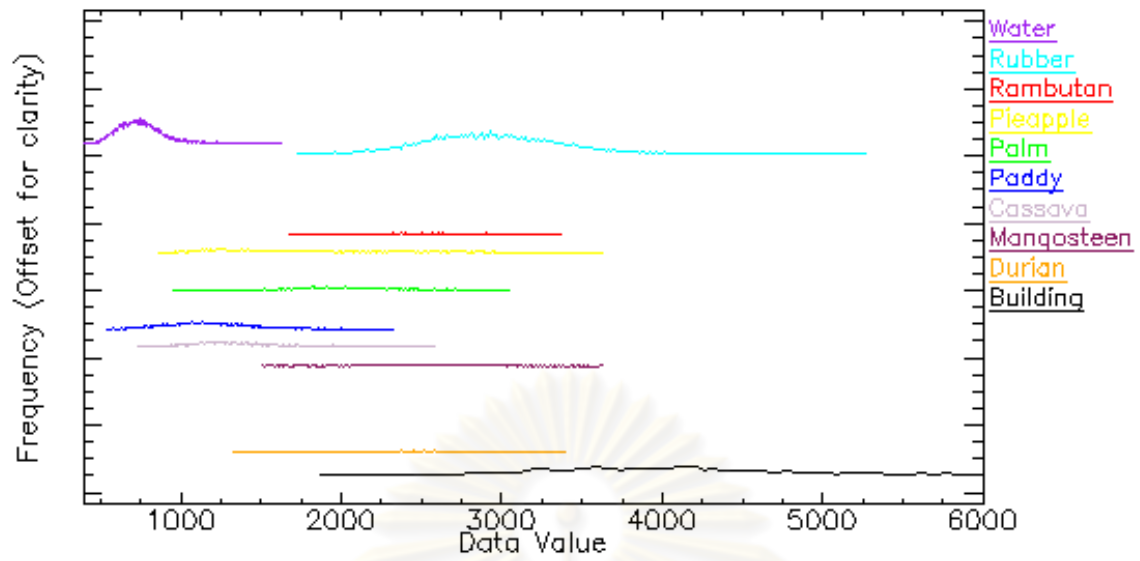
ตารางที่ 5.1 แสดงผลการจำแนกของข้อมูลจากดาวเทียม ALOS โพลาริเซชันแบบ HH HV VH และ VV

สัญลักษณ์	ประเภทสิ่งปกคลุมดิน	จำนวน pixel ที่สามารถจำแนกได้			
		HH	HV	VH	VV
	นาข้าว	0	281616	259211	0
	มันสำปะหลัง	133977	976636	1022784	230526
	สับปะรด	1915706	370161	370766	3011954
	ยางพารา	2497744	2418481	2346436	2338506
	ปาล์มน้ำมัน	0	688043	467947	0
	ทุเรียน	0	1113615	1230878	0
	เงาะ	0	487264	0	0
	มังคุด	2273081	381920	1002127	1122839
	พื้นที่น้ำ	302663	295891	319105	346099
	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	191348	300892	295265	264594

จากผลการจำแนกดังตารางที่ 5.1 พบว่าโพลาริเซชันแบบ HV สามารถจำแนกสิ่งปกคลุมดินได้ทุกประเภทคือ นาข้าว มันสำปะหลัง สับปะรด ยางพารา ปาล์มน้ำมัน ทุเรียน เงาะ มังคุด พื้นที่น้ำและพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง รองลงมาคือ โพลาริเซชันแบบ VH ซึ่งไม่สามารถจำแนกเงาะได้ ส่วนโพลาริเซชันแบบ HH และ VV สามารถจำแนกได้ 6 ประเภทจากทั้งหมด 10 ประเภทคือ มันสำปะหลัง สับปะรด ยางพารา มังคุด พื้นที่น้ำและพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง ผลการจำแนกทั้งหมดนี้สามารถอธิบายได้จากค่าการกระจายกลับของพื้นที่ตัวอย่างสิ่งปกคลุมดินแต่ละประเภทของโพลาริเซชันต่าง ๆ ดังรูปที่ 5.2, 5.3, 5.4 และ 5.5

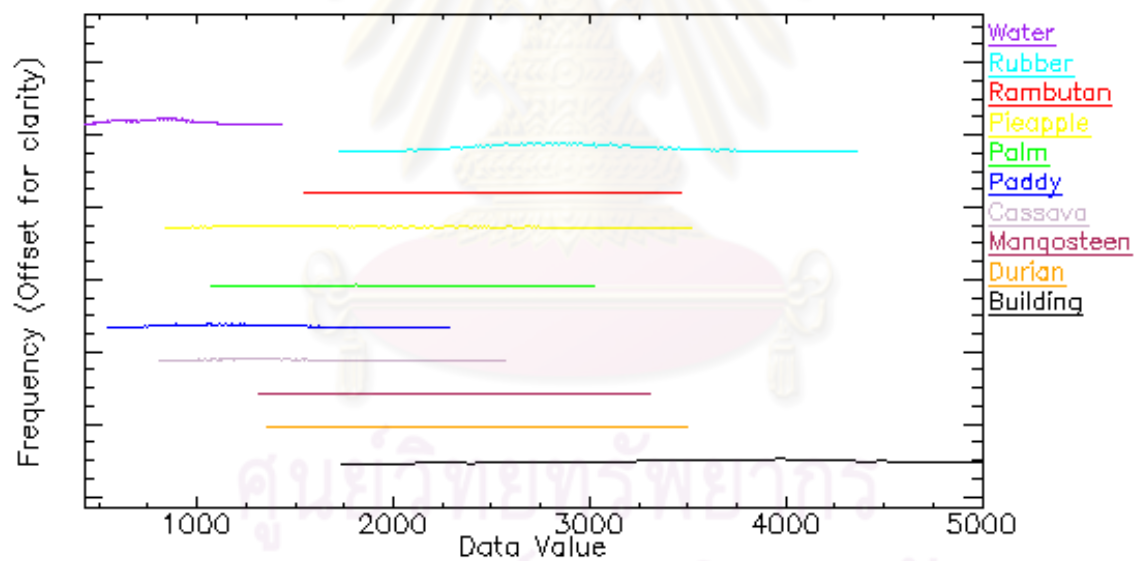


รูปที่ 5.2 แสดงค่าการกระจายกลับของสิ่งปกคลุมดินทุกประเภทของข้อมูลจากดาวเทียม ALOS โพลาริเซชันแบบ HH



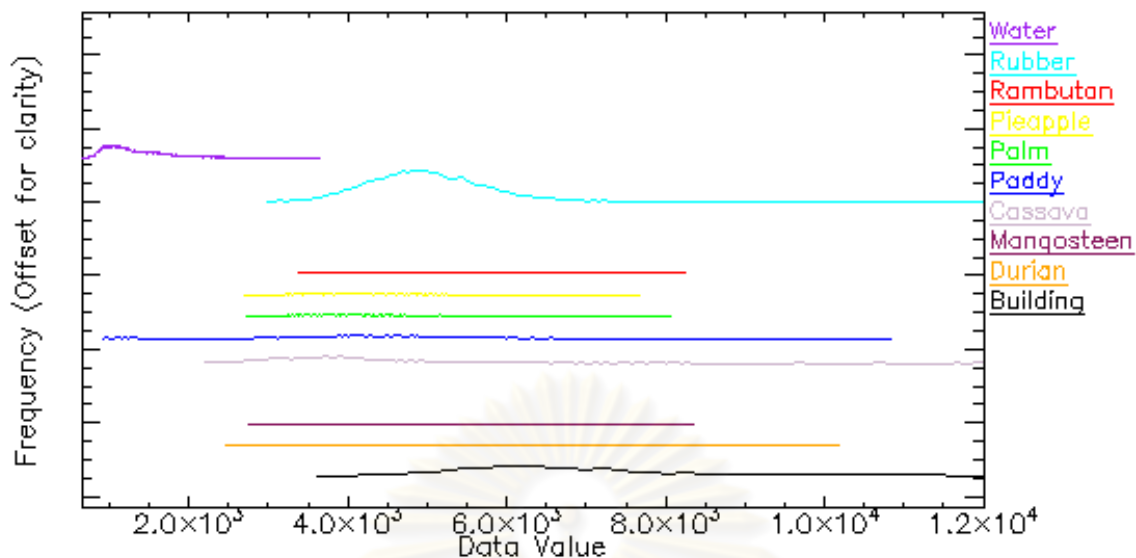
รูปที่ 5.3 แสดงค่าการกระจายกลับของสิ่งปกคลุมดินทุกประเภทของข้อมูลจากดาวเทียม ALOS

โพลาริเซนแบบ HV



รูปที่ 5.4 แสดงค่าการกระจายกลับของสิ่งปกคลุมดินทุกประเภทของข้อมูลจากดาวเทียม ALOS

โพลาริเซนแบบ VH



รูปที่ 5.5 แสดงค่าการกระจัดกระจายกลับของสิ่งปกคลุมดินทุกประเภทของข้อมูลจากดาวเทียม ALOS โพลาริเซชันแบบ VV

จาก Spectral Signature ของสิ่งปกคลุมดินของข้อมูลจากดาวเทียม ALOS ในโพลาริเซชันแบบต่าง ๆ พบว่า การกระจัดกระจายกลับ ของสิ่งปกคลุมดินในกลุ่ม Co-Polarization(HH และ VV) มีค่าใกล้เคียงกันมาก บางประเภทมีค่าการกระจัดกระจายที่ซ้อนทับกัน ซึ่งต่างจากค่าการกระจัดกระจายของสิ่งปกคลุมดินในกลุ่ม Cross-Polarization(HV และ VH) ทำให้ข้อมูลจากดาวเทียม ALOS ที่มีโพลาริเซชันแบบ HV และ VH สามารถจำแนกประเภทข้อมูลได้มากกว่า

อย่างไรก็ตาม ผลจากการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดินไม่สามารถสรุปได้ว่าข้อมูลใดมีศักยภาพในการจำแนกสิ่งปกคลุมดินมากกว่ากัน จำเป็น ต้องทำการตรวจสอบความถูกต้องในการจำแนกจึงจะสามารถเปรียบเทียบความสามารถในการจำแนกระหว่างข้อมูลได้ และตาราง Confusion Matrix จะอธิบายความสับสนในการจำแนกที่เกิดจากการซ้อนทับช่วงของค่าการกระจัดกระจายกลับ ของสิ่งปกคลุมดินประเภทต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี

5.2 ผลการตรวจสอบความถูกต้องในการจำแนก

ผลการตรวจสอบความถูกต้องในการจำแนกสิ่งปกคลุมดินของข้อมูลจากดาวเทียม ALOS ของโพลาริเซชันแบบ HH HV VH และ VV สามารถแสดงได้ ดังตาราง 5.2, 5.3, 5.4, และ 5.5 ตามลำดับ และเปรียบเทียบผลการตรวจสอบความถูกต้องในการจำแนกระหว่างโพลาริเซชัน แยกตามประเภทสิ่งปกคลุมดินโดยใช้ User's Accuracy และ ใช้ค่า Kappa Coefficient ในการเปรียบเทียบความถูกต้องในการจำแนกรวม ดังตารางที่ 5.6

ตารางที่ 5.2 แสดงตาราง Confusion Matrix ของการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดินของข้อมูลดาวเทียม ALOS ของโพราไรเซนแบบ HH

Test Data(%)

ประเภท สิ่งปกคลุมดิน	พื้นที่ชุมชน และสิ่งปลูกสร้าง	Test Data(%)									รวม
		ทุเรียน	มังคุด	มัน สำปะหลัง	นาข้าว	ปาล์ม น้ำมัน	สับปะรด	เงาะ	ยางพารา	พื้นที่ น้ำ	
พื้นที่ชุมชน และสิ่งปลูกสร้าง	38.07	0.00	0.00	12.56	1.07	0.00	0.00	6.15	3.44	0.00	4.69
ทุเรียน	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
มังคุด	7.00	51.45	36.76	10.45	14.17	31.12	33.16	47.69	22.79	0.12	14.29
มันสำปะหลัง	0.00	0.00	2.94	5.99	3.07	1.66	0.00	0.00	0.00	1.49	1.52
นาข้าว	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ปาล์มน้ำมัน	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
สับปะรด	0.44	31.16	25.74	61.97	45.72	41.81	36.79	27.69	5.79	1.69	17.32
เงาะ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ยางพารา	54.49	17.39	34.56	8.33	9.22	25.42	30.05	18.46	60.32	0.00	26.85
พื้นที่น้ำ	0.00	0.00	0.00	0.70	26.74	0.00	0.00	0.00	0.00	96.71	32.91
รวม	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Overall Accuracy = 53.65%

Kappa Coefficient = 0.42

ตารางที่ 5.3 แสดงตาราง Confusion Matrix ของการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดินของข้อมูลดาวเทียม ALOS ของโพราไรเซนแบบ HV

		Test Data(%)										
ประเภท สิ่งปกคลุมดิน		พื้นที่ชุมชน และสิ่งปลูกสร้าง	ทุเรียน	มังคุด	มัน สำปะหลัง	นาข้าว	ปาล์ม น้ำมัน	สับปะรด	เงาะ	ยางพารา	พื้นที่ น้ำ	รวม
Classification Data	พื้นที่ชุมชน และสิ่งปลูกสร้าง	67.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.99	0.00	5.06
	ทุเรียน	0.00	18.12	33.82	1.29	0.00	14.49	6.74	26.15	10.87	0.00	5.56
	มังคุด	0.22	7.25	13.97	0.00	0.00	1.19	0.52	15.38	6.61	0.00	2.65
	มันสำปะหลัง	0.00	15.94	14.71	32.75	39.71	20.67	34.20	0.00	0.00	1.33	9.92
	นาข้าว	0.00	0.00	0.00	50.12	27.94	5.94	10.36	0.00	0.00	6.71	10.50
	ปาล์มน้ำมัน	0.00	18.12	6.62	2.35	0.67	31.35	15.03	6.15	0.86	0.00	3.03
	สับปะรด	0.00	14.49	3.68	1.06	1.87	14.96	17.10	0.00	0.04	0.00	1.79
	เงาะ	0.00	6.52	5.15	0.47	0.00	9.50	3.11	20.00	3.32	0.00	2.02
	ยางพารา	32.17	19.57	22.06	0.00	0.00	1.43	12.95	32.31	66.65	0.00	24.16
	พื้นที่น้ำ	0.00	0.00	0.00	11.97	29.81	0.48	0.00	0.00	0.00	91.96	32.91
	รวม	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Overall Accuracy = 62.44%

Kappa Coefficient = 0.53

ตารางที่ 5.4 แสดงตาราง Confusion Matrix ของการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดินของข้อมูลดาวเทียม ALOS ของโฟราไรเซนแบบ VH

Test Data(%)

ประเภท สิ่งปกคลุมดิน	พื้นที่ชุมชน และสิ่งปลูกสร้าง	ประเภทสิ่งปกคลุมดิน									รวม
		ทุเรียน	มังคุด	มัน สำปะหลัง	นาข้าว	ปาล์ม น้ำมัน	สับปะรด	เงาะ	ยางพารา	พื้นที่ น้ำ	
พื้นที่ชุมชน และสิ่งปลูกสร้าง	68.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.46	0.00	5.28
ทุเรียน	0.22	15.22	14.71	2.46	0.27	30.40	13.47	32.31	7.51	0.00	5.32
มังคุด	0.44	23.19	45.59	0.35	0.00	4.28	4.66	35.38	15.64	0.00	6.76
มันสำปะหลัง	0.00	23.19	14.71	36.50	35.96	27.79	38.34	0.00	0.08	1.92	10.77
นาข้าว	0.00	0.00	0.00	40.85	25.53	5.23	6.22	0.00	0.00	4.47	8.48
ปาล์มน้ำมัน	0.00	8.70	6.62	1.76	0.40	17.81	11.40	3.08	0.63	0.00	1.90
สับปะรด	0.00	11.59	7.35	2.00	1.87	14.01	14.51	0.00	0.08	0.04	1.81
เงาะ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ยางพารา	30.42	18.12	11.03	0.12	0.00	0.48	10.88	29.23	63.96	0.00	22.89
พื้นที่น้ำ	0.00	0.00	0.00	15.96	35.96	0.00	0.52	0.00	0.00	93.57	34.39
รวม	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Overall Accuracy = 61.90%

Kappa Coefficient = 0.52

ตารางที่ 5.5 แสดงตาราง Confusion Matrix ของการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดินของข้อมูลดาวเทียม ALOS ของโฟราไรเซนแบบ VV

		Test Data(%)										
ประเภทสิ่งปกคลุมดิน		พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	ทุเรียน	มังคุด	มันสำปะหลัง	นาข้าว	ปาล์มน้ำมัน	สับปะรด	เงาะ	ยางพารา	พื้นที่น้ำ	รวม
Classification Data	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	50.11	0.00	0.00	16.31	5.88	0.00	2.59	1.54	3.56	0.00	6.27
	ทุเรียน	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	มังคุด	1.31	10.87	17.65	7.63	8.42	14.25	12.44	26.15	17.44	0.12	8.91
	มันสำปะหลัง	0.00	0.00	5.88	6.81	5.21	4.99	1.55	0.00	0.31	1.22	2.07
	นาข้าว	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ปาล์มน้ำมัน	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	สับปะรด	0.44	61.59	26.47	55.99	36.63	56.06	25.91	44.62	19.19	2.39	21.45
	เงาะ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ยางพารา	48.14	27.54	45.59	11.97	15.24	23.75	57.51	27.69	51.84	0.08	25.78
	พื้นที่น้ำ	0.00	0.00	4.41	1.29	28.61	0.95	0.00	0.00	0.00	96.20	33.11
	รวม	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Overall Accuracy = 51.00%

Kappa Coefficient = 0.39

ตารางที่ 5.6 แสดงผลความถูกต้องในการจำแนกสิ่งปกคลุมดินระหว่างโพลาริเซชัน HH HV VH และ VV ของข้อมูลจากดาวเทียม ALOS

ประเภทสิ่งปกคลุมดิน	ALOS			
	HV	VH	HH	VV
พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	67.61%	68.93%	38.07%	50.11%
ทุเรียน	18.12%	15.22%	0.00%	0.00%
มังคุด	13.97%	45.59%	36.76%	17.65%
มันสำปะหลัง	32.75%	36.50%	5.99%	6.81%
นาข้าว	27.94%	25.53%	0.00%	0.00%
ปาล์มน้ำมัน	31.35%	17.81%	0.00%	0.00%
สับปะรด	17.10%	14.51%	36.79%	25.91%
เงาะ	20.00%	0.00%	0.00%	0.00%
ยางพารา	66.65%	63.96%	60.32%	51.84%
พื้นที่น้ำ	91.96%	93.57%	96.71%	96.20%
Kappa Coefficient	0.53	0.52	0.42	0.39

จากตารางที่ 4.10 พบว่าโพลาริเซชันของข้อมูลจากดาวเทียม ALOS แบบ HV มีความถูกต้องในการจำแนกสิ่งปกคลุมดินสูงสุด คือมีค่า Kappa Coefficient เท่ากับ 0.53 รองลงมา คือ VH HH และ VV มีความถูกต้องในการจำแนกเท่ากับ 0.52 0.42 และ 0.39 ตามลำดับ ซึ่งผลความถูกต้องในการจำแนกสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มของ Cross-Polarization คือ โพลาริเซชันแบบ HV และ VH และ Co-Polarization คือ โพลาริเซชันแบบ HH และ VV

จากผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า Cross-Polarization มีความถูกต้องในการจำแนกสิ่งปกคลุมดินได้ดีกว่า Co-Polarization โดยเฉพาะโพลาริเซชันแบบ HV ซึ่งสามารถจำแนกสิ่งปกคลุมดินได้ทุกประเภท เมื่อเปรียบเทียบความถูกต้องในการจำแนกแต่ละโพลาริเซชัน จะพบว่า Cross-Polarization มีความถูกต้องในการจำแนกได้ดีกว่า Co-Polarization เกือบทุกประเภท ยกเว้นสิ่งปกคลุมดินประเภทแหล่งน้ำและสับปะรด

หากพิจารณาในแต่ละประเภทสิ่งปกคลุมดินจะพบว่า แหล่งน้ำ ยางพาราและพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง สามารถจำแนกได้ดีในทุกโพลาริเซชัน ส่วนประเภทอื่น ๆ จะสามารถจำแนกได้แตกต่างกันไปตามโพลาริเซชัน คือ เงาะ ปาล์ม ทุเรียนและนาข้าวสามารถจำแนกได้ดีในโพลาริเซชันแบบ HV ส่วนมันสำปะหลังและมังคุดสามารถจำแนกได้ดีในโพลาริเซชันแบบ VH และสับปะรดสามารถจำแนกได้ดีในโพลาริเซชันแบบ HH

บทที่ 6

อภิปรายผลการจำแนก

จากผลการจำแนกและ ผลการตรวจสอบ ความถูกต้องในการจำแนก สิ่งปกคลุมดิน ที่ได้นั้น สามารถอธิบายถึงปัจจัยที่ส่งผลได้ 2 ประการ คือ ปัจจัยทางด้านระบบเรดาร์ (System Parameters) และ ปัจจัยทางด้านวัตถุ(Object Parameters) ซึ่งสามารถอธิบายแยกตามประเภทสิ่งปกคลุมดินได้ดังนี้

6.1 พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง



รูปที่ 6.1 แสดงตัวอย่างสิ่งปกคลุมดินประเภทพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง

จากการสำรวจภาคสนามพบว่า พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้างส่วนใหญ่จะวางตัวขนานไปกับเส้นถนนโดยจะเกาะกลุ่มกัน มีส่วนน้อยมากที่จะมีสิ่งปลูกสร้างเดี่ยว ๆ ส่งผลให้ค่าการกระจัดกระจายกลับสูงทั้งในข้อมูลจากดาวเทียม ช่วงคลื่น C-band และ L-band และในทุกโพลาไรเซชัน เนื่องจากเกิดการสะท้อนเชิงมุมของสิ่งปลูกสร้าง ซึ่งเรียกว่า Conner Reflection ส่งผลให้สามารถจำแนกพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้างออกจากสิ่งปกคลุมดินประเภทอื่นได้เป็นอย่างดี โดยจะปรากฏเป็นสีขาวบนข้อมูลจากดาวเทียม

ผลการจำแนกข้อมูลจากดาวเทียมในช่วงคลื่น L-band และ C-band และผลการจำแนกข้อมูลจากดาวเทียมระหว่างโพลาไรเซชัน HH HV VH และ VV คือ มีความถูกต้องในการจำแนกอยู่ในช่วงร้อยละ 38.07 – 68.93 ดังตารางข้างต้น โดยพบว่าผลการจำแนกเป็นไปในทิศทางเดียวกันคือ เกิดความสับสนในการจำแนกกับยางพารา เนื่องจากลักษณะของ เรือนยอดที่สูงสม่ำเสมอ ความหนาแน่นในการปลูกและมีลักษณะการปลูกเป็นแถวอย่างมีระเบียบ ของยางพารา ทำให้เกิดการสะท้อนแบบ ลูกคลื่นสม่ำเสมอ(Resonance) ค่าที่บันทึกได้นั้นจึงมีค่าสูงใกล้เคียงกับค่าการสะท้อนของพลังงานของพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง

6.2 ทูเรียน



รูปที่ 6.2 แสดงตัวอย่างสิ่งปกคลุมดินประเภททูเรียน

จากการสำรวจภาคสนามพบว่า แปลงปลูกทูเรียนจะมีขนาดปานกลางถึงใหญ่และไม่ปลูกผสมกับสิ่งปกคลุมดินชนิดอื่น แต่ลักษณะการปลูกจะแตกต่างกันบ้าง คือ ส่วนที่มีขนาดใหญ่จะปลูกเป็นระเบียบเป็นแถวสม่ำเสมอ ส่วนส่วนที่มีขนาดปานกลาง จะปลูกไม่เป็นระเบียบ อีกทั้งอายุและชนิดของทูเรียนจะมีลักษณะ ทรงพุ่มที่แตกต่างกัน บ้างเป็นพุ่มแหลม บ้างเป็นพุ่มแผ่ขยาย ซึ่งส่งผลกระทบต่อการจำแนก

ผลการจำแนกข้อมูลจากดาวเทียมในช่วงคลื่น L-band และ C-band มีความถูกต้องในการจำแนกร้อยละ 42.63 และ 22.76 ตามลำดับ ซึ่งการจำแนกจะปะปนระหว่างมังคุดกับยางพารา ดังที่ได้กล่าวแล้วถึงลักษณะการปลูกของทูเรียน คือทรงพุ่มที่แหลมปลูกเป็นแถวสม่ำเสมอจะมีลักษณะที่ใกล้เคียงกับมังคุด ส่วนทรงพุ่มที่แผ่กว้างจะคล้ายคลึงกับทรงพุ่มที่ชิดติดกันและหนาที่บของยางพารา อย่างไรก็ตามลักษณะกิ่งก้านที่แผ่กว่าและมีใบไม่หนาที่บเหมือนกับมังคุด ทำให้ความยาวคลื่น L-band ที่สามารถทะลุผ่านเรือนยอดด้านบน ผ่านกิ่งก้านและอาจทะลุผ่านไปถึงดินให้ค่าการสะท้อนพลังงานที่ต่างจากประเภทอื่น ทำให้ L-band สามารถจำแนกทูเรียนออกจากสิ่งปกคลุมดินประเภทอื่นได้

ส่วนผลการจำแนกข้อมูลจากดาวเทียม ALOS ระหว่างโพลาไรเซชัน HH HV VH และ VV นั้นพบว่า ผลการจำแนกอยู่ในเกณฑ์ต่ำคือ ร้อยละ 18.12(HV) และ 15.22(VH) ซึ่งต่างจากผลการจำแนกข้อมูลข้างต้น อาจเนื่องมาจาก Resolution ของข้อมูลที่ต่างกัน แต่อย่างไรก็ตามลักษณะการสืบสนในการจำแนกก็คล้ายคลึงกันคือ ส่วนใหญ่จะปะปนระหว่างมังคุดและยางพารา แต่จะมีการปะปนของพืชไร่บ้าง เช่น สับปะรดและมันสำปะหลัง

6.3 ลำไย



รูปที่ 6.3 แสดงตัวอย่างสิ่งปกคลุมดินประเภทลำไย

จากการสำรวจภาคสนามพบว่า แปลงปลูกจะมีขนาดใหญ่ปลูกเป็นระเบียบ พุ่มแผ่กว้าง ไม่ติดกัน แต่ในพื้นที่ศึกษาปริมาณการปลูกมีน้อยกว่าผลไม้ชนิดอื่น ดังนั้น ค่าสถิติจากตัวอย่างที่น้อยเกินไปอาจส่งผลกระทบต่อกรจำแนก ซึ่งผลการจำแนกข้อมูลจากดาวเทียมในช่วงคลื่น L-band และ C-band พบว่าไม่สามารถจำแนกได้ ซึ่งอาจเกิดจากเหตุผลที่กล่าวข้างต้น

6.4 มังคุด



รูปที่ 6.4 แสดงตัวอย่างสิ่งปกคลุมดินประเภทมังคุด

จากการสำรวจภาคสนามพบว่า สวนมังคุดจะมีหลากหลายขนาดตั้งแต่เล็กไปจนถึงใหญ่ ซึ่งลักษณะการปลูกจะเหมือนกันคือ จะปลูกเป็นแถวสม่ำเสมอ หากแต่จะต่างกันตรงที่ขนาดและความหนาแน่นคือ บาง สวนปลูกห่างพุ่มไม่ติดกัน บางส่วนพุ่มชิดติดกัน อีกทั้งบางสวนที่มีขนาดเล็กถึงปานกลางจะมีการปลูกผสมกับลองกองสลั้ระหว่างแถว

ผลการจำแนกข้อมูลจากดาวเทียมในช่วงคลื่น L-band และ C-band มีความถูกต้องในการจำแนกร้อยละ 42.63 และ 22.76 ตามลำดับ เหตุผลที่ทำให้ L-band สามารถจำแนกได้ดีกว่าก็เนื่องมาจากความสามารถในการทะลุผ่าน ซึ่งทำให้ลักษณะความหนาที่บของใบ มังคุดที่ต่างจาก ค่าการสะท้อนพลังงานที่ได้จึงจากต่างกัน ทำให้ L-band สามารถจำแนกได้ดีกว่า C-band ที่สะท้อนพลังงาน

จากเรียนยอดด้านบน มีค่าการสะท้อนพลังงานที่ใกล้เคียงกับทุเรียนและยางพารา ทำให้เกิดความสับสนในการจำแนกระหว่างสิ่งปกคลุมดิน 2 ประเภทนี้ ความถูกต้องในการจำแนกจึงน้อยกว่า L-band และผลการจำแนกข้อมูลจากดาวเทียมระหว่างโพลาริเซชัน HH HV VH และ VV มีความถูกต้องในการจำแนกร้อยละ 36.76, 13.97, 45.59 และ 17.65 จะพบว่า Cross-Polarization (VH) มีความถูกต้องในการจำแนกมากที่สุด จะสังเกตได้ว่าสิ่งปกคลุมดินประเภทพืชสวนจะจำแนกได้ใน Cross-Polarization ซึ่งการจำแนกส่วนจะปะปนระหว่างทุเรียนกับยางพารา ดังที่ได้กล่าวแล้วถึงลักษณะ การปลูกและทรงพุ่มของมังคุด ที่เหมือนทุเรียนและยางพารา

6.5 ป่าชายเลน



รูปที่ 6.5 แสดงตัวอย่างสิ่งปกคลุมดินประเภทป่าชายเลน

จากการสำรวจภาคสนามพบว่า จะพบป่าชายเลนตามริมชายฝั่ง ทะเลที่เป็นดินเลนและตามริมแม่น้ำที่เป็นน้ำกร่อย โดยจะพบพรรณไม้หลายชนิด เช่น โกงกาง แสม ลำพู จาก เหงือกปลาหมอ และอื่น ๆ อีกหลายชนิด ทำให้ค่าการสะท้อนพลังงานมีช่วงที่กว้างมากซึ่งก็จะไปซ้อนทับกับค่าการสะท้อนพลังงานของสิ่งปกคลุมดินประเภทอื่น ๆ ดังนั้นผลการจำแนกข้อมูลจากดาวเทียมในช่วงคลื่น L-band และ C-band จึงไม่สามารถจำแนกป่าชายเลนได้ ซึ่งจะจำแนกปะปนกับสิ่งปกคลุมดินหลายชนิด เช่น ยางพารา มังคุด มันสำปะหลัง นาข้าวและทุเรียน

เนื่องด้วยการศึกษาวิจัยครั้งนี้ไม่ได้ทำการแยกประเภทชนิดของพืชในป่าชายเลน แต่ทำการเก็บตัวอย่างรวมทำให้ได้ผลการจำแนกออกมาดังกล่าวข้างต้น

6.6 มັນสำปะหลัง



รูปที่ 6.6 แสดงตัวอย่างสิ่งปกคลุมดินประเภทมันสำปะหลัง

จากการสำรวจภาคสนามพบว่า ไร่มันสำปะหลังจะมีขนาดใหญ่มาก ลักษณะการปลูกเป็นแถวสม่ำเสมอ ทรวงพุ่มเล็ก ปลูกชิดติดกัน แต่เนื่องจากมันสำปะหลังสามารถปลูกได้ตลอดปีโดยมีระยะเวลาในการปลูก 10-14 เดือน ดังนั้นข้อมูลจากดาวเทียมที่ทำการบันทึกจึงประกอบไปด้วยระยะเวลาการปลูกที่แตกต่างกัน ซึ่งอาจเป็นระยะเตรียมดิน ระยะเริ่มปลูก หรือพร้อมที่จะเก็บเกี่ยว ดังนั้นค่าการสะท้อนที่ทำการบันทึกก็จะแตกต่างกันไปด้วย อีกทั้งหากแต่ละพื้นที่มีความชื้นที่แตกต่างกันก็ส่งผลให้ค่าการสะท้อนพลังงานที่ได้แตกต่างกันเช่นกัน

ผลการจำแนกข้อมูลจากดาวเทียมในช่วงคลื่น L-band และ C-band พบว่าข้อมูลจากดาวเทียมในช่วงคลื่น L-band สามารถจำแนกมันสำปะหลังได้ คือมีความถูกต้องในการจำแนก ร้อยละ 55.46 ส่วนข้อมูลจากดาวเทียมในช่วงคลื่น C-band ไม่สามารถจำแนกได้ เนื่องจากวันที่ทำการบันทึกข้อมูลจากดาวเทียม Radarsat-1 ช่วงคลื่น C-band นั้นมีฝนตกส่งผลต่อความชื้นในสิ่งปกคลุมดิน ซึ่งมีค่าสูงถึง 75-85% ซึ่งมากกว่าความชื้นในวันที่ทำการบันทึกข้อมูลจากดาวเทียม ALOS ช่วงคลื่น L-band ทำให้ค่าแสดงความสามารถในการเป็นตัวนำไฟฟ้าของวัตถุ (Dielectric Constant) ต่างกัน หรือเนื่องจากเรือนยอดที่ชิดติดกันเป็นพื้นที่บริเวณกว้างซึ่งคล้ายคลึงกับเรือนยอดด้านบนของยางพารา ส่งผลให้ค่าการสะท้อนพลังงานของมันสำปะหลังในช่วงคลื่น C-band มีค่าสูงใกล้เคียงกับค่าการสะท้อนพลังงานของยางพารา จึงทำให้เกิดการสับสนในการจำแนกประเภทข้อมูลกับยางพารา ซึ่งต่างจาก L-band ที่สามารถทะลุผ่านได้มากกว่าลักษณะการสะท้อนพลังงานของมันสำปะหลังที่มีพุ่มขนาดเล็ก กิ่งก้านเล็กและลำต้นไม่สูงเหมือนยางพารา ทำให้ค่าการสะท้อนพลังงานแตกต่างกันจึงสามารถจำแนกมันสำปะหลังได้

ส่วนผลการจำแนกข้อมูลจากดาวเทียม ALOS ระหว่างโพลาไรเซชัน HH HV VH และ VV เป็นการบันทึกข้อมูลในเวลาเดียวกันดังนั้นจึงไม่มีความแตกต่างด้านความชื้น ซึ่ง Cross-Polarization จะให้ผลในการจำแนกดีกว่า Co-Polarization คือ 36.50 และ 6.81 ตามลำดับ โดยจะพบว่าการจำแนกของ Cross-Polarization จะเกิดการจำแนกสับสนในการจำแนกกับนาข้าว ส่วน Co-Polarization จะเกิดการจำแนกสับสนในการจำแนกสับประรด

6.7 นาข้าว



รูปที่ 6.7 แสดงตัวอย่างสิ่งปกคลุมดินประเภทนาข้าว

จากเวลาในการบันทึกข้อมูลจากดาวเทียมดังตารางที่ 1.1 พบว่าเป็นช่วงปลายฤดูการเก็บเกี่ยวข้าวนาปรังและ เริ่มเข้าสู่ต้นฤดูการเพาะปลูกข้าวนาปี ดังนั้นนาข้าวที่ทำการบันทึกจึงมีหลายลักษณะด้วยกัน ซึ่งอาจจะเป็นการเตรียมดิน เริ่มต้นเพาะปลูก (มีน้ำขัง) และข้าวออกรวงพร้อมเก็บเกี่ยว และจากการสำรวจภาคสนามจะพบการปลูกข้าวในที่ลุ่ม แปลงมีขนาดใหญ่และปลูกเป็นบริเวณกว้างดังภาพด้านบน

ผลการจำแนกข้อมูลจากดาวเทียมในช่วงคลื่น L-band และ C-band พบว่ามีความถูกต้องในการจำแนกร้อยละ 32.68 และ 24.56 ตามลำดับ โดยพบว่ามี การสับสนในการจำแนกกับมันสำปะหลังและพื้นที่น้ำ ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะทางกายภาพของสิ่งปกคลุมดินทั้ง 3 ชนิด คือ หากเป็นนาข้าวที่เริ่มปลูกก็จะมีน้ำขังในนาค่าการสะท้อนพลังงานจะเหมือนกันพื้นที่น้ำ ส่วนลักษณะการเพาะปลูกข้าวกับมันสำปะหลังก็คล้ายคลึงกันอยู่แล้วเพราะฉะนั้นค่าการสะท้อนพลังงานจึงใกล้เคียงกัน

ส่วนผลการจำแนกข้อมูลจากดาวเทียม ALOS ระหว่างโพลาไรเซชัน HH HV VH และ VV ก็คล้ายคลึงกับผลการจำแนกข้อมูลจากดาวเทียมในช่วงคลื่น L-band และ C-band คือ มีการสับสนในการจำแนกกับมันสำปะหลัง พื้นที่น้ำ และสับปะรด โดย Cross-Polarization(HV และVH) สามารถจำแนกได้โดยมีความถูกต้องในการจำแนก 27.94 และ 25.53 ตามลำดับ ส่วน โดย Co-Polarization(HH และVV) ไม่สามารถจำแนกออกจากสิ่งปกคลุมดินประเภทอื่นได้

6.8 ปาล์มน้ำมัน



รูปที่ 6.8 แสดงตัวอย่างสิ่งปกคลุมดินประเภทปาล์มน้ำมัน

จากการสำรวจภาคสนามพบว่า แปลงปลูกมีขนาดใหญ่ ปลูกเป็นแถวสม่ำเสมอ ส่วนใหญ่ปลูกทางตอนเหนือของจังหวัด ผลการจำแนกข้อมูลจากดาวเทียมในช่วงคลื่น L-band และ C-band พบว่าไม่ว่าทั้งสองช่วงคลื่นไม่สามารถจำแนกได้ แม้ว่าทรงพุ่มหรือลักษณะใบจะแตกต่างจากสิ่งปกคลุมดินประเภทอื่น แต่ลักษณะการปลูกเป็นแถวสม่ำเสมอ พุ่มแผ่ชิดหรือเกือบชิดกัน ทำให้ค่าการสะท้อนพลังงานที่ได้อยู่ในช่วงเดียวกับ มังคุด ทูเรียน และยางพารา

ส่วนผลการจำแนกข้อมูลจากดาวเทียม ALOS ระหว่างโพลาไรเซชัน HH HV VH และ VV พบว่า Cross-polarization(HV และ VH) สามารถจำแนกได้โดยมีความถูกต้องในการจำแนกร้อยละ 31.15 และ 17.81 ตามลำดับ ส่วน Co-Polarization(HH และVV) ไม่สามารถจำแนกออกจากสิ่งปกคลุมดินประเภทอื่นได้

6.9 สับปะรด



รูปที่ 6.9 แสดงตัวอย่างสิ่งปกคลุมดินประเภทสับปะรด

จากการสำรวจภาคสนามพบว่า แปลงปลูกมีขนาดใหญ่ ปลูกเป็นแถวสม่ำเสมอ บางครั้งมีการปลูกร่วมกับยางพาราต้นเล็ก ผลการจำแนกข้อมูลจากดาวเทียมในช่วงคลื่น L-band และ C-

band พบว่า ข้อมูลจากดาวเทียมในช่วงคลื่น L-band สามารถจำแนกสับปะรดออกจากสิ่งปกคลุมดินประเภทอื่นได้ ส่วนใหญ่จำแนกปะปนกับนาข้าว มันสำปะหลังและมังคุด

ส่วนผลการจำแนกข้อมูลจากดาวเทียม ALOS ระหว่างโพลาไรเซชัน HH HV VH และ VV พบว่า Co-polarization(HH และ VV) สามารถจำแนกได้ ดีกว่า Cross-Polarization(HV และVH) คือมีความถูกต้องในการจำแนกร้อยละ 36.79, 17.10, 14.51 และ 25.91 ตามลำดับ HH, HV,VH และ VV ส่วนใหญ่จำแนกปะปนกับยางพารา เนื่องจากสับปะรดเป็นพืชไร่มีอายุในการเพาะปลูก โดยจะทำการปลูกสับเปลี่ยนกันระหว่างยางพาราและสับปะรด คือ บางพื้นที่จะปลูกสับปะรดในขณะที่ยางพารายังต้นเล็ก พอยางพาราต้นใหญ่ขึ้นก็จะเลิกปลูก หรือบางพื้นที่จะปลูกสับปะรดเพื่อพักดินหลังจากเก็บเกี่ยวแล้วก็จะทำการปลูกยางพาราใหม่ เหตุผลเหล่านี้ อาจเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดความสับสนใจการจำแนก เนื่องจากตอนเก็บข้อมูลเพื่อทำพื้นที่ตัวอย่างเป็นสับปะรด แต่ในข้อมูลที่ทำการบินทีเป็นยางพารา ทำให้เกิดความคาดเคลื่อนในการจำแนกได้ซึ่งก็เป็นข้อจำกัดด้านเวลา

6.10 เงาะ



รูปที่ 6.10 แสดงตัวอย่างสิ่งปกคลุมดินประเภทเงาะ

จากการสำรวจภาคสนามพบว่า สวนเงาะจะมีขนาดปานกลางถึงใหญ่ ส่วนใหญ่จะปลูกเป็นแถวสม่ำเสมอ ทรงพุ่มแผ่กว้าง กิ่งก้านชิดติดกัน แม้ว่าในพื้นที่จะพบเงาะ 2 สายพันธุ์ คือ เงาะสีชมพู และเงาะโรงเรียน แต่ลักษณะทางกายคล้ายคลึงกัน

ผลการจำแนกพบว่าข้อมูลจากดาวเทียมที่มีโพลาไรเซชันแบบ HV สามารถจำแนกได้เพียงอย่างเดียว ซึ่งมีความถูกต้องในการจำแนกร้อยละ 20.00 โดยส่วนใหญ่จะจำแนกปะปนกับไม้ยืนต้น เช่น มังคุด ทุเรียน และยางพารา ซึ่งมีค่าการสะท้อนที่ใกล้เคียงกันมาก

6.11 ยางพารา



รูปที่ 6.11 แสดงตัวอย่างสิ่งปกคลุมดินประเภทยางพารา

จากการสำรวจภาคสนามพบว่า ยางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจที่ปลูกมากที่สุดในจังหวัดระยองและจันทบุรี โดยจะปลูกในพื้นที่ขนาดใหญ่ เป็นแถวสม่ำเสมอบางส่วนโปร่ง บางส่วนที่บดตามแต่ชนิดและอายุของต้นยาง ซึ่งจะปลูกกระจายอยู่ทั่วทั้งจังหวัด

ผลการจำแนกข้อมูลจากดาวเทียมในช่วงคลื่น L-band และ C-band และผลการจำแนกข้อมูลจากดาวเทียม ALOS ระหว่างโพลาไรเซชัน HH HV VH และ VV พบว่ามีความถูกต้องในการจำแนกอยู่ในเกณฑ์ดี คือ อยู่ในช่วงร้อยละ 51.84-66.65 โดยการจำแนกจะปะปนกับพืชยืนต้นที่มีลักษณะการปลูกที่คล้ายคลึงกัน คือ ทุเรียนและมังคุด

6.12 พื้นที่น้ำ



รูปที่ 6.12 แสดงตัวอย่างสิ่งปกคลุมดินประเภทพื้นที่น้ำ

จากการสำรวจภาคสนามพบว่า พื้นที่น้ำสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ 1) แหล่งน้ำตามธรรมชาติ เช่น แม่น้ำ คลอง และที่วางเปล่าแต่มีน้ำท่วมขัง 2) แหล่งน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้น เช่น พื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง อ่างเก็บน้ำ สระน้ำ เป็นต้น พื้นที่น้ำจะมีพื้นผิววัตถุค่อนข้างเรียบ (Smooth Surface) ดังนั้นพลังงานที่ส่งมากระทบกับวัตถุส่วนใหญ่ก็จะสะท้อนไปยังทิศทางตรงกันข้ามกับระบบ

บันทึก มีบางส่วนซึ่งน้อยมากที่จะสะท้อนกับไปยังระบบบันทึกทำให้ข้อมูล ที่บันทึกได้มีค่าน้อย ส่งผลให้ปรากฏเป็นสีดำหรือมีดบนข้อมูลจากดาวเทียม ดังนั้นพื้นที่น้ำเป็นสิ่งปกคลุมดินชนิดที่สามารถจำแนกออกจากสิ่งปกคลุมดินชนิดอื่นได้ง่าย เนื่องจากมีค่าการสะท้อนพลังงานที่แตกต่างจากสิ่งปกคลุมดินชนิดอื่นอย่างชัดเจน ส่งผลให้มีค่าความถูกต้องในการจำแนกของช่วงคลื่น L-Band และ C-band และในทุกโพลาริเซชันมีค่าสูง คือ มากกว่าร้อยละ 90



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 7

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

7.1 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาค่าการสะท้อนพลังงานของสิ่งปกคลุมดินของข้อมูลจากดาวเทียมระบบ เรดาร์ พบว่าค่าการสะท้อนพลังงานของสิ่งปกคลุมดินส่วนใหญ่มีการกระจายตัวแบบปกติที่ได้ตั้งสมมติฐานไว้ แต่มีสิ่งปกคลุมดินบางประเภทมีการกระจายตัวแบบเบ้ขวา คือ พื้นที่น้ำและพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง แม้ว่าการกระจายตัวของสิ่งปกคลุมดิน 2 ประเภทนี้จะผิดไป จากสมมติฐานที่ตั้งไว้ แต่ เนื่องด้วยค่าการสะท้อนพลังงานที่แตกต่างจากสิ่งปกคลุมดินประเภทอื่นทำให้สิ่งปกคลุมดินสองประเภทนี้สามารถจำแนกออกจากสิ่งปกคลุมดินประเภทอื่นได้อย่างชัดเจน ดังจะเห็นได้จากผลความถูกต้องในการจำแนกสิ่งปกคลุมดินซึ่งสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 7.1

ตารางที่ 7.1 แสดงผลความถูกต้องในการจำแนกสิ่งปกคลุมดินของข้อมูลจากดาวเทียมในการศึกษาวิจัย

ประเภท สิ่งปกคลุมดิน	เปรียบเทียบระหว่าง ความยาวช่วงคลื่น		เปรียบเทียบระหว่างโพลาริเซชัน ของดาวเทียม ALOS			
	ALOS (L-band)	RADARSAT-1 (C-band)	HV	VH	HH	VV
พื้นที่น้ำ	99.53%	98.76%	91.96%	93.57%	96.71%	96.20%
ยางพารา	63.20%	54.23%	66.65%	63.96%	60.32%	51.84%
เงาะ	0.00%	0.00%	20.00%	0%	0%	0%
สับปะรด	17.51%	0.00%	17.10%	14.51%	36.79%	25.91%
ปาล์มน้ำมัน	0.00%	0.00%	31.35%	17.81%	0%	0%
นาข้าว	32.68%	24.56%	27.94%	25.53%	0%	0%
มันสำปะหลัง	55.46%	0.00%	32.75%	36.5%	5.99%	6.81%
ป่าชายเลน	0.00%	0.00%	-	-	-	-
มังคุด	20.09%	13.97%	13.97%	45.59%	36.76%	17.65%
ลำไย	0.00%	0.00%	-	-	-	-
ทุเรียน	42.63%	22.76%	18.12%	15.22%	0%	0%
สิ่งปลูกสร้าง	53.64%	40.55%	67.61%	68.93%	38.07%	50.11%
Kappa Coefficient	0.53	0.46	0.53	0.52	0.42	0.39

ซึ่งจะพบว่าพื้นที่น้ำเป็นสิ่งปกคลุมดินที่มีความถูกต้องในการจำแนกสูงที่สุดของข้อมูลจากดาวเทียมทั้งความยาวคลื่นในช่วงคลื่น L-band และ C-band และในทุกโพลาริเซชัน และหากพิจารณาประเภทของสิ่งปกคลุมดินสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 กลุ่ม คือ

- กลุ่มที่ 1 คือ พื้นที่น้ำ ดังได้กล่าวไปแล้วว่าพื้นที่น้ำมีความถูกต้องในการจำแนกสูงที่สุดของทั้งสองความยาวคลื่นและทุกโพลาริเซชัน เนื่องจากพื้นน้ำมีพื้นผิวที่เรียบ ดังนั้นเมื่อคลื่นไมโครเวฟกระทบกับพื้นน้ำ (พื้นผิวน้ำเรียบ) จะกระจัดกระจายไปในทิศทางตรงกันข้าม ทำให้ค่าการกระจัดกระจายกลับที่ระบบทำการบันทึกได้นั้นน้อยมาก ส่งผลให้ข้อมูลจากดาวเทียมปรากฏเป็นสีเข้ม(ดำ) ซึ่งมีลักษณะแตกต่างกับค่าการกระจัดกระจายกลับของสิ่งปกคลุมดินประเภทอื่น ทำให้มีความถูกต้องในการจำแนกสูง

- กลุ่มที่สอง คือ พื้นที่ชุ่มชื้นและสิ่งปลูกสร้าง มีความถูกต้องในการจำแนกในเกณฑ์ดี เนื่องจากมีการสะท้อนพลังงานมีลักษณะเฉพาะ คือ จะมีการสะท้อนพลังงานสองครั้ง (Double Bounce) จะส่งผลให้มีค่าการกระจัดกระจายกลับที่สูงมาก ปรากฏเป็นสีสว่าง(ขาว)บนข้อมูลจากดาวเทียม ทำให้สามารถจำแนกออกจากสิ่งปกคลุมดินประเภทอื่นได้ง่าย แต่อย่างไรก็ตามข้อมูลจากดาวเทียมในช่วงคลื่นสั้น(C-band) พบว่ามีค่าการกระจัดกระจายกลับที่คล้ายคลึงกับยางพารา ส่งผลให้ค่าความถูกต้องในการจำแนกน้อยกว่าข้อมูลจากดาวเทียมในช่วงคลื่นยาว(L-band) และในส่วนของโพลาริเซชันพบว่าโพลาริเซชันแบบ Cross-Polarization มีความถูกต้องในการจำแนกสูงกว่า Cross-Polarization

- กลุ่มที่สาม คือ ยางพารา เงาะ ปาล์มน้ำมัน ป่าชายเลน มังคุด ลำไยและทุเรียน จากลักษณะการปลูกที่คล้ายคลึงกัน ส่งผลให้ข้อมูลจากดาวเทียม ในช่วงคลื่นสั้น (C-band) มีค่าการกระจัดกระจายกลับใกล้เคียงกันมาก เนื่องจาก C-band มีความสามารถในการทะลุผ่านน้อย ทำให้การสะท้อนพลังงานเกิดจากเรือนยอดด้านบน ค่าการกระจัดกระจายกลับจึงคล้ายคลึงกัน ซึ่งต่างจากข้อมูลจากดาวเทียมในช่วงคลื่นยาว(L-band) ที่มีความสามารถในการทะลุผ่านมากกว่า ทำให้ทรงพุ่ม กิ่งก้าน และความหนาแน่นของใบ ส่งผลต่อค่าการกระจัดกระจายกลับของสิ่งปกคลุมดินประเภทนี้มีความแตกต่างกัน ทำให้มีความถูกต้องในการจำแนกมากกว่า และในส่วนของโพลาริเซชัน พบว่า Cross-Polarization มีความถูกต้องในการจำแนกมากกว่า Co-Polarization

- กลุ่มที่สี่ คือ สับปะรด นาข้าว และมันสำปะหลัง จากลักษณะของสิ่งปกคลุมดินกลุ่มนี้ที่ไม่มีทรงพุ่มหรือมีทรงพุ่มที่เล็กมาก และมีลำต้นไม่สูงนัก หรือมีความสูงของวัตถุใกล้เคียงกัน ทำให้พื้นผิวของสิ่งปกคลุมดินกลุ่มนี้มีลักษณะคล้ายคลึงกัน คือพื้นผิวน้ำเรียบหรือมีความขรุขระเล็กน้อยเมื่อพิจารณาจากช่วงคลื่นที่สั้น (C-band) ทำให้ค่าการกระจัดกระจายกลับของสิ่งปกคลุมดินประเภทนี้คล้ายคลึงกันมาก ซึ่งต่างจาก ช่วงคลื่นยาว (L-band) ที่แม้ว่าความสูงของสิ่งปกคลุมดินประเภทนี้จะมีความสูงแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย แต่ความต่างเพียงเล็กน้อย หรือทรงพุ่มที่ต่างกันของ มันสำปะหลัง กับ นาข้าว ส่งผลให้พื้นผิวดินวัตถุแตกต่างกันทำให้ค่าการกระจัดกระจายกลับที่บันทึกได้แตกต่างกันด้วย ดังนั้น

L-band จึงมีความถูกต้องในการจำแนกมากกว่า C-band และในส่วนของโพลาไรเซชัน Cross-Polarization มีความถูกต้องในการจำแนกดีกว่า Co-Polarization ยกเว้นสับปะรด

จากการศึกษา ศักยภาพในการจำแนกสิ่งปกคลุมดินของความยาวช่วงคลื่นและโพลาไรเซชัน สามารถสรุปผลออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

1. ผลจากการเปรียบเทียบศักยภาพในการจำแนกสิ่งปกคลุมดิน ของความยาวช่วงคลื่น ระหว่าง L-band ของข้อมูลจากดาวเทียม ALOS และ C-Band ของข้อมูลจากดาวเทียม RADARSAT-1 ทำให้ทราบว่าข้อมูลจากดาวเทียมที่มีความยาวช่วงคลื่นที่ยาวกว่านั้น สามารถจำแนกสิ่งปกคลุมดินได้ดีกว่าข้อมูลจากดาวเทียมที่มีความยาวช่วงคลื่นที่สั้นกว่า

2. ผลจากการเปรียบเทียบศักยภาพในการจำแนกสิ่งปกคลุมดิน ของข้อมูลจากดาวเทียม ALOS ระหว่างโพลาไรเซชัน HH HV VH และ VV ทำให้ทราบว่าข้อมูลจากดาวเทียมที่บันทึกข้อมูลแบบ Cross-Polarization(HV, VH) สามารถจำแนกสิ่งปกคลุมดินได้ดีกว่าข้อมูลจากดาวเทียมที่บันทึกข้อมูลแบบ Co-Polarization(HH, VV)

ดังนั้นผลของการศึกษาวิจัยครั้งนี้ทำให้ทราบว่า ความยาวคลื่นและโพลาไรเซชันที่ต่างกันส่งผลต่อความถูกต้องในการจำแนกสิ่งปกคลุมดิน ดังนั้นในการนำข้อมูลจากดาวเทียมระบบเรดาร์มาประยุกต์ใช้ ในด้านการจำแนกสิ่งปกคลุมดิน ควรเลือกใช้ข้อมูลจากดาวเทียมในช่ วงคลื่นและโพลาไรเซชันให้เหมาะสมกับประเภทสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ศึกษานั้น ๆ ซึ่งผลการศึกษาวิจัยครั้งนี้สามารถสรุปได้ว่า ข้อมูลจากดาวเทียมในช่วงคลื่นยาวและบันทึกข้อมูลแบบ Cross-Polarization โดยเฉพาะโพลาไรเซชันแบบ HV สามารถจำแนกสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ศึกษาของจังหวัดระยองและจันทบุรีได้ถูกต้องมากที่สุด

7.2 ข้อเสนอแนะ

1. เนื่องจากการศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการเปรียบเทียบให้เห็นถึงศักยภาพในการจำแนกระหว่างความยาวคลื่นและโพลาไรเซชันในแต่ละแบนด์ (Single Band) ดังนั้นหากมีการบูรณาการข้อมูลโดยการนำความยาวคลื่นที่แตกต่างกันหรือนำโพลาไรเซชันในแบบต่าง ๆ มาใช้ร่วมกัน อาจทำให้มีประสิทธิภาพในการจำแนกได้ดียิ่งขึ้น

2. แม้ว่าในการศึกษาครั้งนี้ สามารถสรุปได้ว่าความยาวคลื่นที่ยาวกว่าและโพลาไรเซชันแบบ Cross-Polarization ให้ผลในการจำแนกได้ดีที่สุด แต่อย่างไรก็ตามการศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้ทำการศึกษาเพียงพื้นที่เดียว ดังนั้นหากทำการเปรียบเทียบผลการจำแนกสิ่งปกคลุมดินของหลายพื้นที่ก็จะทำให้ผลการศึกษาที่ได้มีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- คณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, สำนักงาน . 1997. คำบรรยายเรื่องการสำรวจระยะไกล. สำนักงานคณะกรรมการวิจัย กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.
- ดร.นพวรรณ กำธรเกียรติ. 2546. การศึกษาเทคนิคการหลอมรวมข้อมูลดาวเทียมและขีดความสามารถในการจำแนกประเภทและติดตามความเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินของข้อมูลดาวเทียมที่ผ่านกระบวนการหลอมรวม. รายงานโครงการวิจัยประจำปีงบประมาณ 2545 สาขาวิชาภูมิศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- ถนอมศรี รังสิกรพุม. 2539. การศึกษาศักยภาพของข้อมูลจากดาวเทียมระบบเรดาร์. กองสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
- นิอร สิริมงคลเลิศกุล. 2547. การประยุกต์ใช้ข้อมูลเรดาร์แอร์ซาร์เพื่อจำแนกสิ่งปกคลุมดิน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมสำรวจ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พรทิภา เทียงจันตา. 2548. การศึกษาศักยภาพของดาวเทียมแอสเตอร์ เพื่อการจำแนกชนิดไม้ผล. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาระบบสารสนเทศปริภูมิทางวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อิทธิ ตริสิริสัตยวงศ์. 2551. พื้นฐานระบบภาพเรดาร์. เอกสารประกอบคำบรรยายวิชา Remote Sensing II.

ภาษาอังกฤษ

- Borghys D., Yvinec Y., Perneel C., Pizurica A. and Philips W. 2005. Supervised Feature-Based Classification of Multi-Channel SAR Images. Elsevier Science.
- Freman A., Kramer C., Alves M. and Chapman B. 1994. Classification of the Amazon rain forest using JERS-1 SAR data[online]. Available from http://cct.rncan.gc.ca/glossary/index_e.php?id=2818. [2008, January 15].
- Freeman T. 1994. What is Imaging Radar ? [online]. Available from <http://southport.jpl.nasa.gov/>. [2008, January 15].
- Geoscience Australia. 2009. Earth Observation and Satellite Imagery[online]. Available from <http://webmap.ga.gov.au/remote-sensing/satellites-sensors/radarsat-1.jsp>. [2008, October 19]
- Hajnsek I. and Papathanassiou K. 2005. Rough Surface Scattering Models[online]. Available from <http://earth.esa.int/polsarpro/>. [2008, January 15].

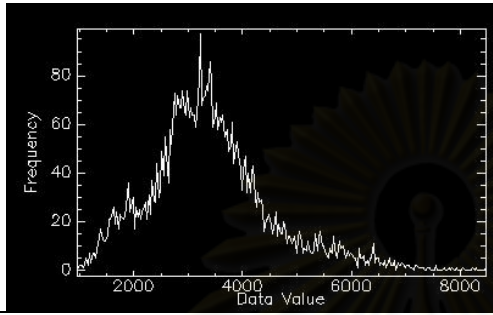
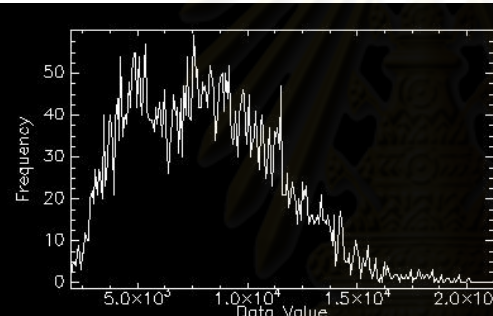
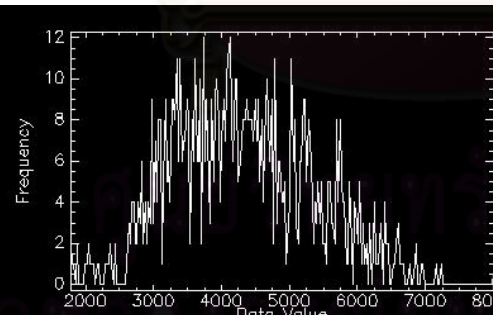
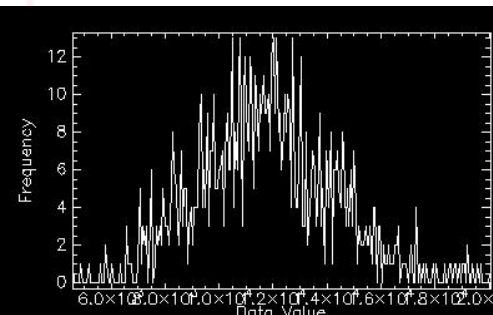
- Iain H. Woodhouse. 2006. Introduction to Microwave Remote Sensing. Boca Raton: Taylor & Francis Group.
- Iisaka, J. 1998. Synthetic aperture radar image handbook. Asakura, Tokyo : 164-165.
- JAXA (Japan Aerospace Exploration Agency). 2008. ALOS Data Users Handbook [online]. Available from www.eorc.jaxa.jp/ALOS/en/doc/fdata/ALOS_HB_RevC_EN.pdf. [2008, October 19].
- Lee Jong-Sen, Grunes R.M. and Eric P. 2001. Quantitative Comparison of Classification Capability: Fully Polarimetric Versus Dual and Single-Polarization SAR. Geoscience and Remote Sensing Vol.39(November) No.11 : 2343- 2351.
- Lee K.Y., Liew S.C. and Kwoh L.K. 2002. Land Cover Classification of Polarimetric Synthetic Aperture Radar (POLSAR) Data Based on Scattering Mechanisms and Complex Wishart Distribution. Geoscience and Remote Sensing Symposium Vol.5.
- Lopes A., Touzi R. and Nezry E. 1990. Adaptive Speckle Filters and Scene Heterogeneity. Geoscience and Remote Sensing Vol.28(November), Issue.6, 992-1000.
- Luciano V.D. and Jose C.M. 2007. Analysis of airborne SAR data (L-band) for discrimination land use/land cover types in the Brazilian Amazon region. Geoscience and Remote Sensing Symposium (July) : 2342-2345.
- McNairn H., Van der Sandem J.J., Brown R.J. and Ellis J. 2000. The Potential of Radarsat-2 for crop mapping and assessing crop condition. International Conference on Geospatial Information in Agriculture and Forest. Lake Buena Vista. Florida.
- Nicholas M. Short. 2009. Radar and Microwave remote sensing [online]. Available from http://rst.gsfc.nasa.gov/Sect8/Sect8_1.html. [2010, January 03].
- Quegan S., Le Toan T., Skriver H., Gomez-DAns J., Gonzales-Sampedro M.C. and Hoekman D.H. 2003. Crop classification with multitemporal polarimetric SAR data. Workshop on applications of SAR polarimetry and polarimetric interferometry. Frascati. Italy.
- Ouchi K., Davidson G., Saito G., Ishitsuka N., Mohri K. and Uratsuka S. 2003. Fully Polarimetric Classification Accuracy. Geoscience and Remote Sensing Symposium (July) : 4465-4467.
- Stankiewicz K.A. 2006. The efficiency of crop recognition on ENVISAT ASAR images in two growing seasons. Geoscience and Remote Sensing (April) Issue 4 : 806 - 814.
- Turkar V. and Rao Y.S. 2008. Classification of Polarimetric Synthetic Aperture Radar Images from SIR-C and ALOS PALSAR. International Conference on Microwave.



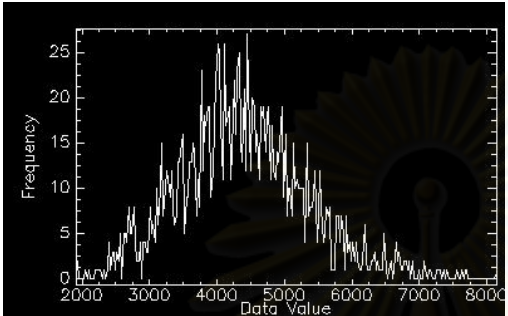
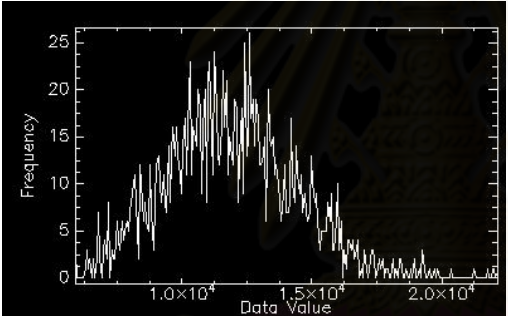
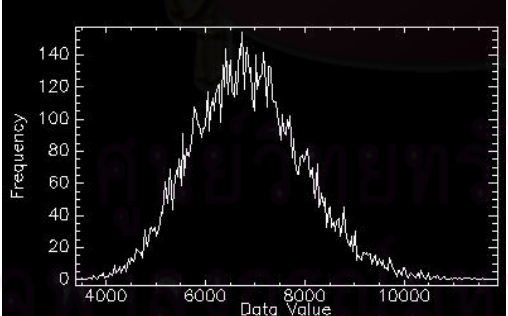
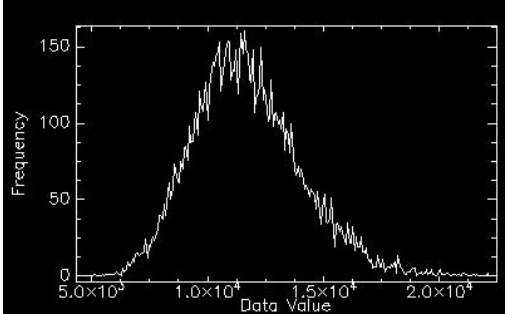
ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

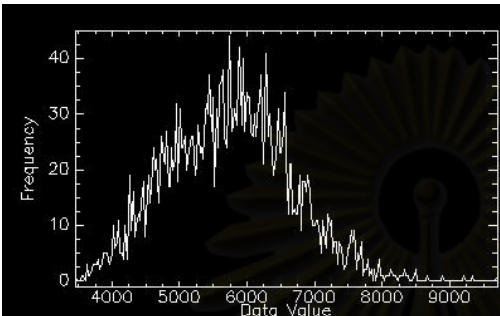
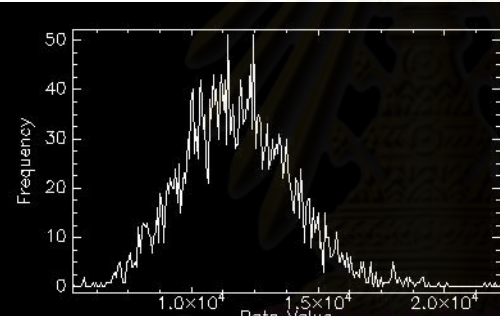
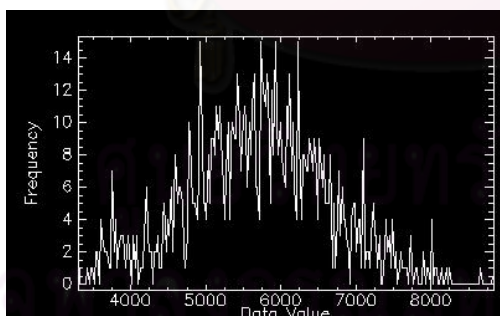
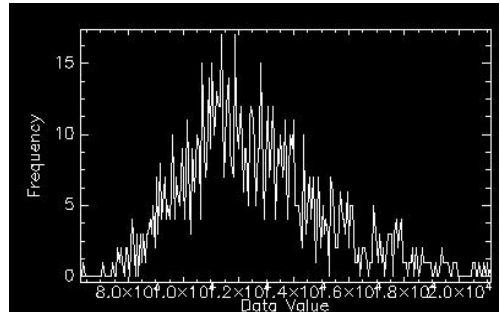
ตารางที่ 1 แสดงค่าทางสถิติของค่าการกระจายกลับ (Digital Number: DN) ของพื้นที่ตัวอย่างของข้อมูลจากดาวเทียม ALOS ใหมด Fine และ RADARSAT-1

ประเภท สิ่งปกคลุม ดิน	HISTOGRAM	STATISTIC			
		MIN	MAX	MEAN	VARIANCE
นาข้าว	ALOS : 	954	8469	3413	1106
	RADARSAT-1 : 	1941	21282	8131	3243
มันสำปะหลัง	ALOS : 	1776	8017	4324	1042
	RADARSAT-1 : 	4565	20065	11797	2557

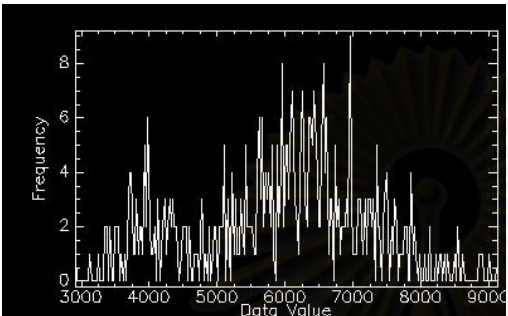
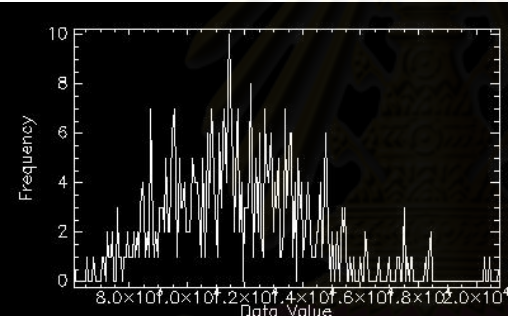
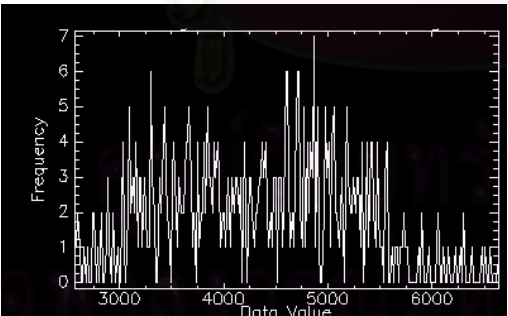
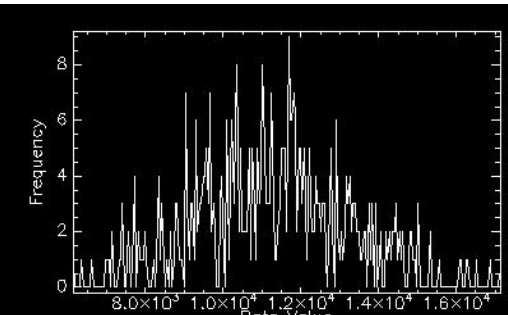
ตารางที่ 1 (ต่อ) แสดงค่าทางสถิติของค่าการกระจายกลับ (Digital Number: DN) ของพื้นที่ตัวอย่างของข้อมูลจากดาวเทียม ALOS โหมด Fine และ RADARSAT-1

ประเภท สิ่งปกคลุม ดิน	HISTOGRAM	STATISTIC			
		MIN	MAX	MEAN	VARIANCE
สับปะรด	ALOS : 	1907	8145	4393	948
	RADARSAT-1 : 	5891	22170	11921	2550
ยางพารา	ALOS : 	3375	11878	6873	1128
	RADARSAT-1 : 	4319	22516	11729	2312

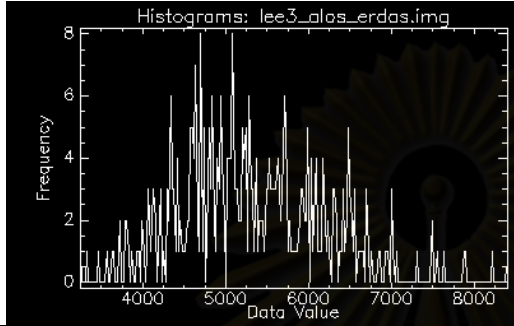
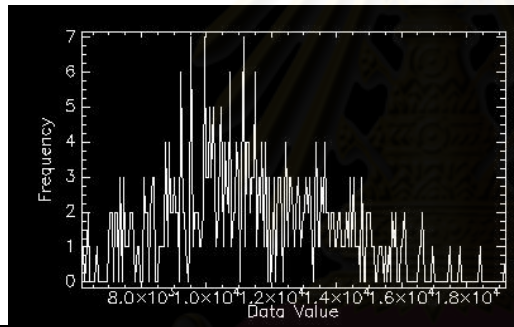
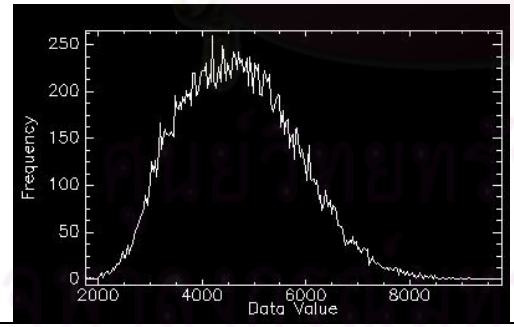
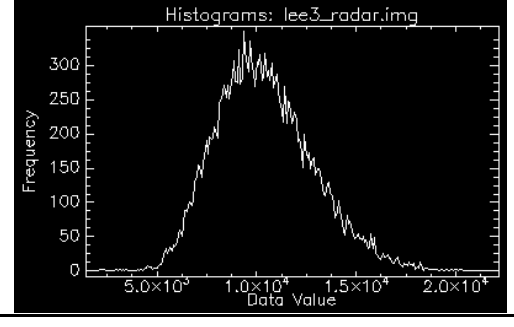
ตารางที่ 1 (ต่อ) แสดงค่าทางสถิติของค่าการกระจายกลับ (Digital Number: DN) ของพื้นที่ ตัวอย่างของข้อมูลจากดาวเทียม ALOS โหมด Fine และ RADARSAT-1

ประเภท สิ่งปกคลุม ดิน	HISTOGRAM	STATISTIC			
		MIN	MAX	MEAN	VARIANCE
ป่าล้มน้ำมัน	ALOS : 	3452	9735	5752	901
	RADARSAT-1 : 	5293	22283	11866	2204
ทุ่งเรียน	ALOS : 	3298	8833	5707	952
	RADARSAT-1 : 	6259	21172	12597	2557

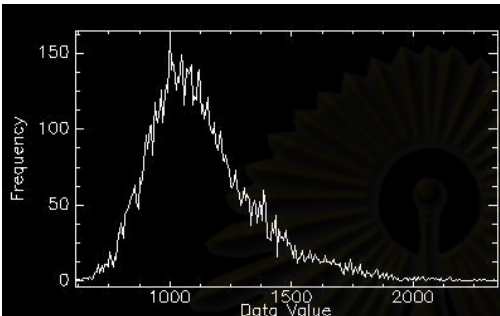
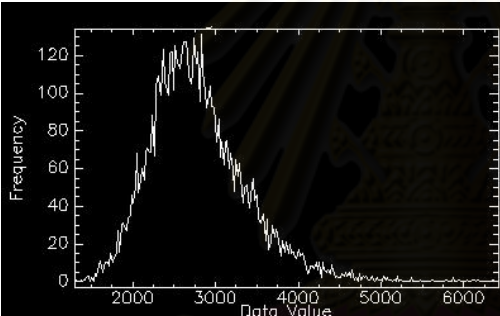
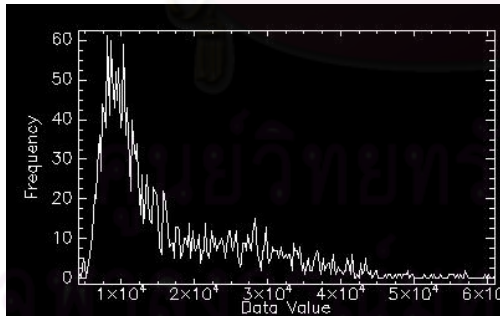
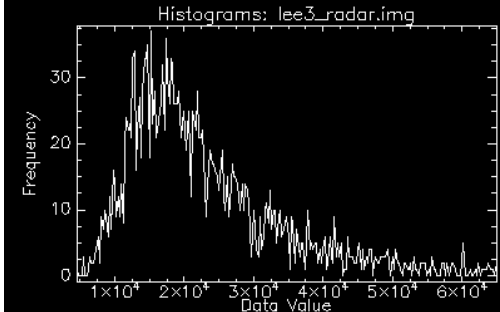
ตารางที่ 1 (ต่อ) แสดงค่าทางสถิติของค่าการกระจายกลับ (Digital Number: DN) ของพื้นที่ตัวอย่างของข้อมูลจากดาวเทียม ALOS โหมด Fine และ RADARSAT-1

ประเภท สิ่งปกคลุม ดิน	HISTOGRAM	STATISTIC			
		MIN	MAX	MEAN	VARIANCE
เงาะ	ALOS : 	2908	9128	5936	1275
	RADARSAT-1 : 	6072	20837	11804	2424
ลำไย	ALOS : 	2567	6636	4348	877
	RADARSAT-1 : 	6134	17169	11253	1995

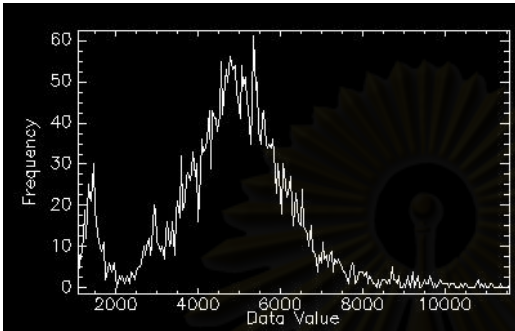
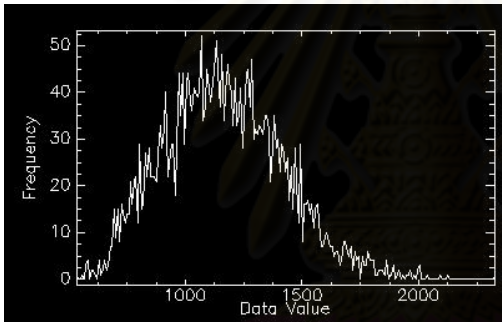
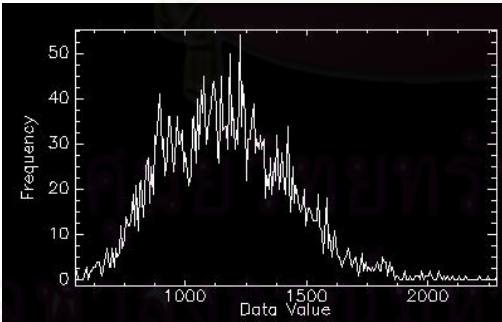
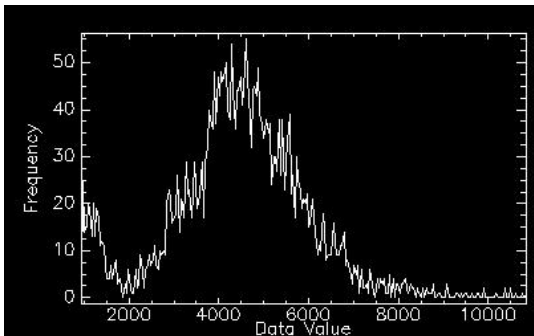
ตารางที่ 1 (ต่อ) แสดงค่าทางสถิติของค่าการกระจายกลับ (Digital Number: DN) ของพื้นที่ตัวอย่างของข้อมูลจากดาวเทียม ALOS โหมด Fine และ RADARSAT-1

ประเภท สิ่งปกคลุม ดิน	HISTOGRAM	STATISTIC			
		MIN	MAX	MEAN	VARIANCE
มังคุด	ALOS : 	3239	8400	5330	889
	RADARSAT-1 : 	6151	19242	11378	2493
ป่าชายเลน	ALOS : 	1746	9766	4714	1123
	RADARSAT-1 : 	1411	22191	10453	2452

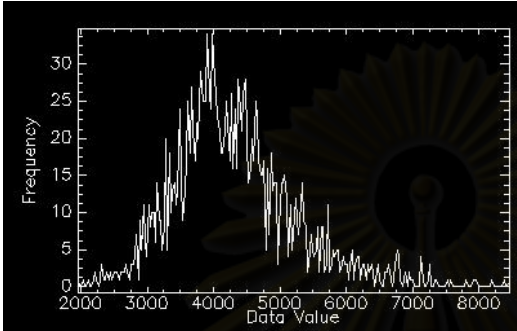
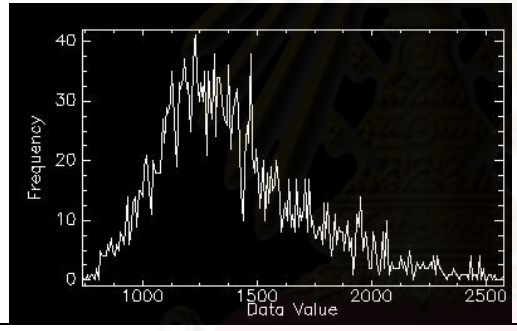
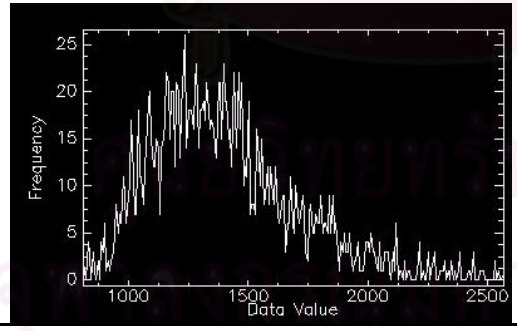
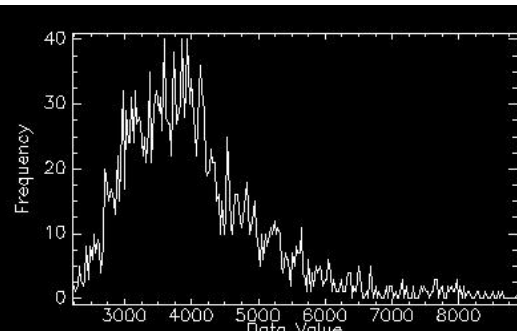
ตารางที่ 1 (ต่อ) แสดงค่าทางสถิติของค่าการกระจายกลับ (Digital Number: DN) ของพื้นที่ตัวอย่างของข้อมูลจากดาวเทียม ALOS โหมด Fine และ RADARSAT-1

ประเภท สิ่งปกคลุม ดิน	HISTOGRAM	STATISTIC			
		MIN	MAX	MEAN	VARIANCE
พื้นที่น้ำ	ALOS : 	611	2344	1139	229
	RADARSAT-1 : 	1295	6431	2803	587
พื้นที่ชุมชน และ สิ่งปลูกสร้าง	ALOS : 	4106	61060	16760	10115
	RADARSAT-1 : 	4519	65139	22950	11037

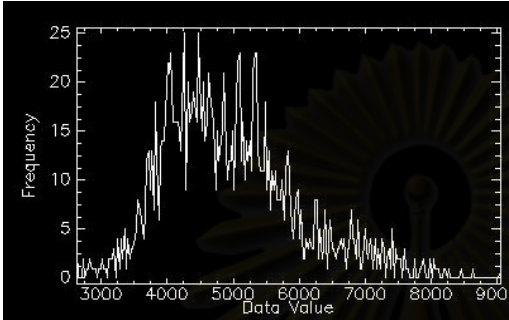
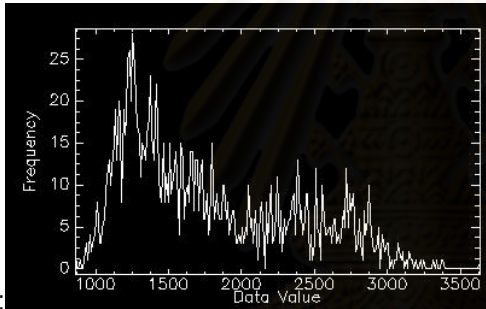
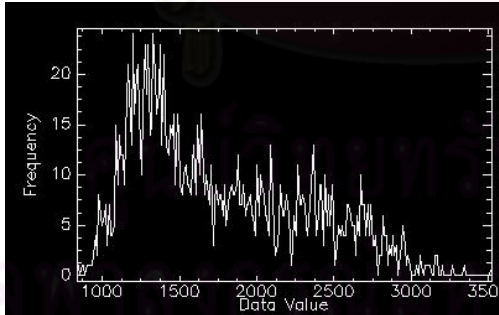
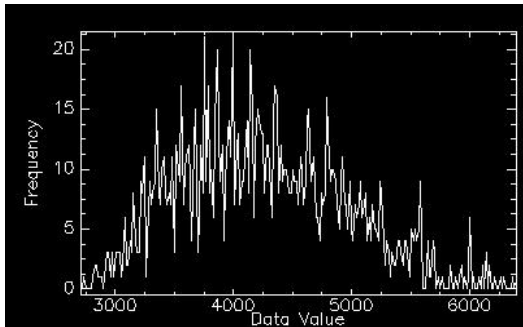
ตารางที่ 2 แสดงค่าทางสถิติของค่าการกระจายกลับ (Digital Number: DN) ของพื้นที่ตัวอย่างของข้อมูลจากดาวเทียม ALOS โหมด Polarimetric

ประเภท สิ่งปกคลุม ดิน	HISTOGRAM	STATISTIC			
		MIN	MAX	MEAN	VARIANCE
นาข้าว	AL ALOS(HH) : 	1065	11605	4814	1574
	ALOS(HV) : 	533	2328	1168	256
	ALOS(VH) : 	546	2284	1171	257
	ALOS(VV) : 	933	10844	4460	1516

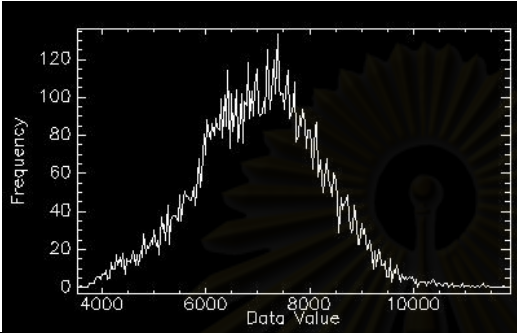
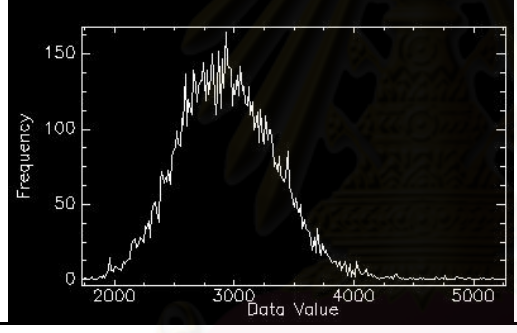
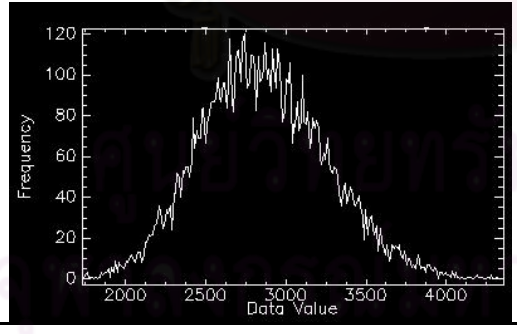
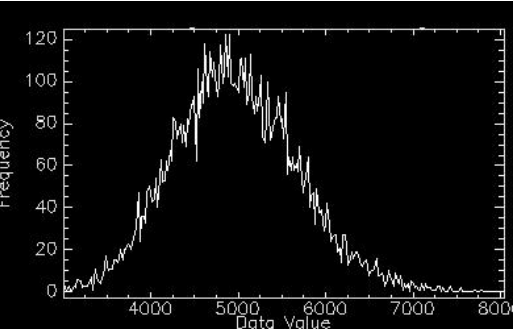
ตารางที่ 2 (ต่อ) แสดงค่าทางสถิติของค่าการกระจายกลับ (Digital Number: DN) ของพื้นที่
ตัวอย่างของข้อมูลจากดาวเทียม ALOS โหมด Polarimetric

ประเภท สิ่งปกคลุม ดิน	HISTOGRAM	STATISTIC			
		MIN	MAX	MEAN	VARIANCE
มันสำปะหลัง	ALOS(HH) : 	1954	8473	4325	927
	ALOS(HV) : 	735	2576	1394	320
	ALOS(VH): 	809	2569	1403	308
	ALOS(VV) : 	2215	8903	4038	1039

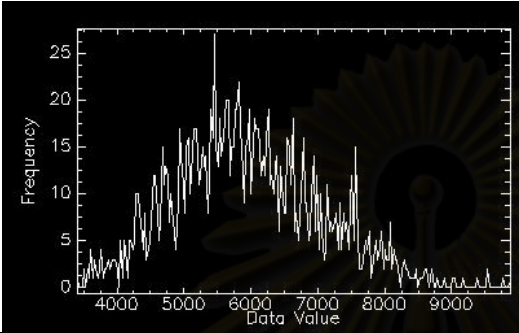
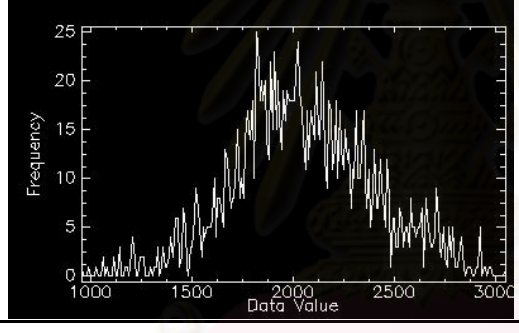
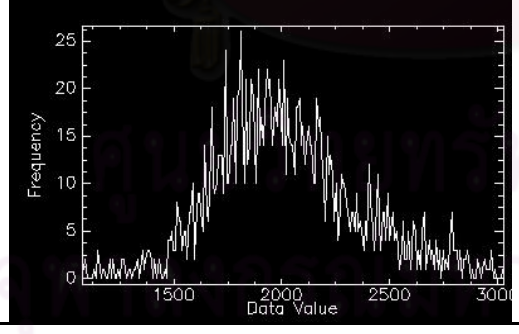
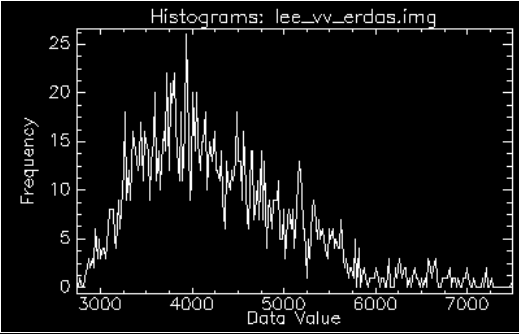
ตารางที่ 2 (ต่อ) แสดงค่าทางสถิติของค่าการกระจายกลับ (Digital Number: DN) ของพื้นที่ตัวอย่างของข้อมูลจากดาวเทียม ALOS โหมด Polarimetric

ประเภท สิ่งปกคลุม ดิน	HISTOGRAM	STATISTIC			
		MIN	MAX	MEAN	VARIANCE
สับปะรด	ALOS(HH) : 	2624	9048	4955	1016
	ALOS(HV) : 	860	3641	1777	578
	ALOS(VH) : 	836	3528	1757	543
	ALOS(VV): 	2704	6403	4255	700

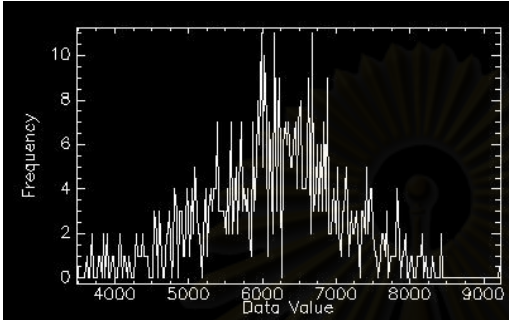
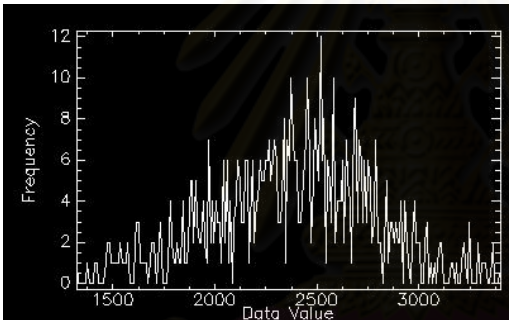
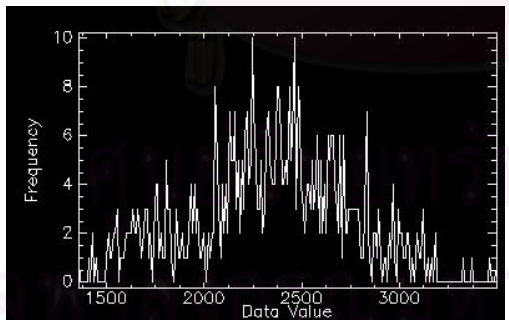
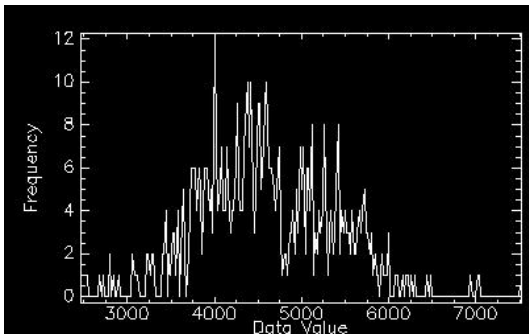
ตารางที่ 2 (ต่อ) แสดงค่าทางสถิติของค่าการกระจายกลับ (Digital Number: DN) ของพื้นที่ตัวอย่างของข้อมูลจากดาวเทียม ALOS โหมด Polarimetric

ประเภท สิ่งปกคลุม ดิน	HISTOGRAM	STATISTIC			
		MIN	MAX	MEAN	VARIANCE
ยางพารา	ALOS(HH) : 	3518	11891	7058	1195
	ALOS(HV) : 	1724	5279	2950	410
	ALOS(VH) : 	1728	4362	2864	393
	ALOS(W) : 	3001	8050	4981	708

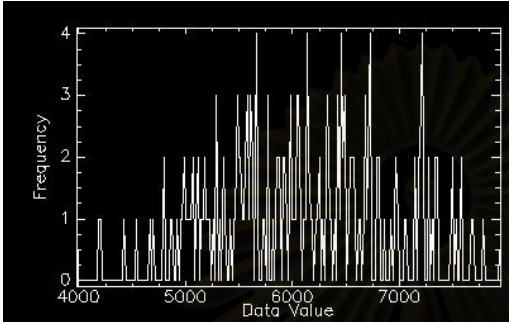
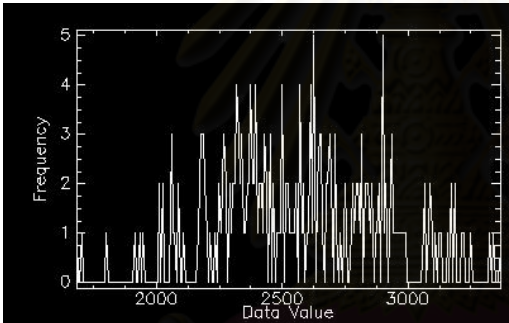
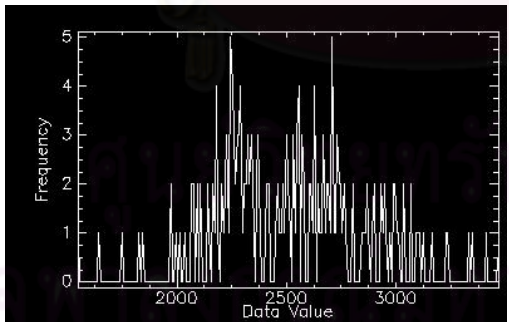
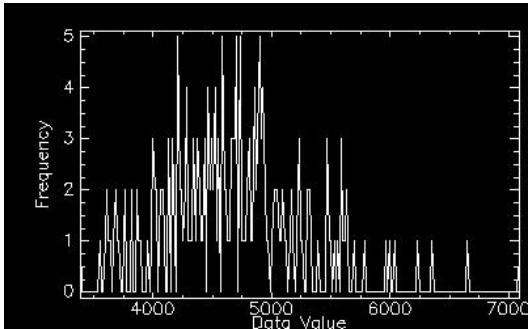
ตารางที่ 2 (ต่อ) แสดงค่าทางสถิติของค่าการกระจายกลับ (Digital Number: DN) ของพื้นที่ตัวอย่างของข้อมูลจากดาวเทียม ALOS โหมด Polarimetric

ประเภท สิ่งปกคลุม ดิน	HISTOGRAM	STATISTIC			
		MIN	MAX	MEAN	VARIANCE
ปาล์มน้ำมัน	ALOS(HH) : 	3403	9882	5952	1088
	ALOS(HV) : 	953	3051	2052	346
	ALOS(VH) : 	1075	3034	2024	336
	ALOS(W) : 	2739	7497	4279	832

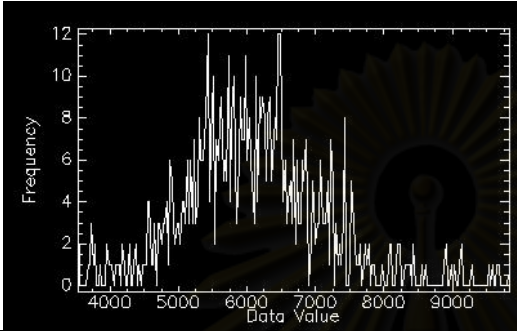
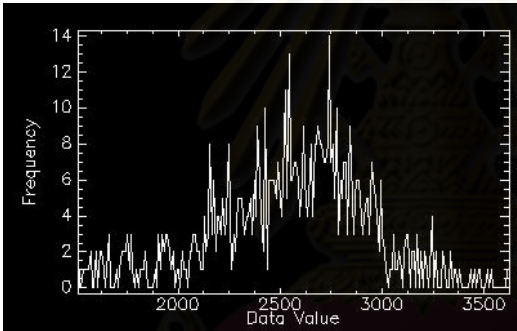
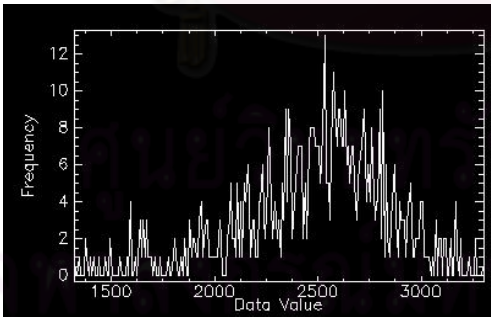
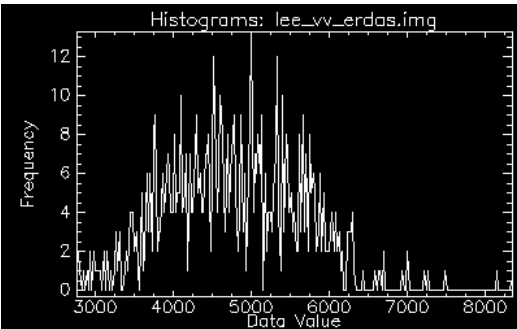
ตารางที่ 2 (ต่อ) แสดงค่าทางสถิติของค่าการกระจายกลับ (Digital Number: DN) ของพื้นที่
ตัวอย่างของข้อมูลจากดาวเทียม ALOS โหมด Polarimetric

ประเภท สิ่งปกคลุม ดิน	HISTOGRAM	STATISTIC			
		MIN	MAX	MEAN	VARIANCE
ทุเรียน	ALOS(HH) : 	3478	9244	6170	953
	ALOS(HV) : 	1321	3401	2386	399
	ALOS(VH) : 	1356	3499	2340	401
	ALOS(WV) : 	2459	7537	4589	771

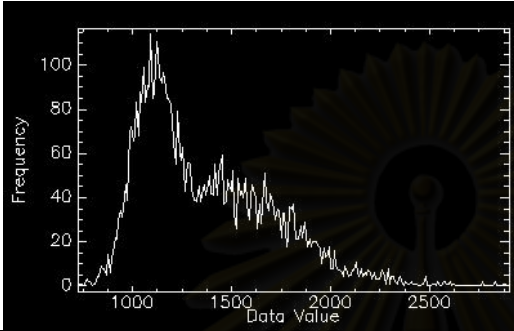
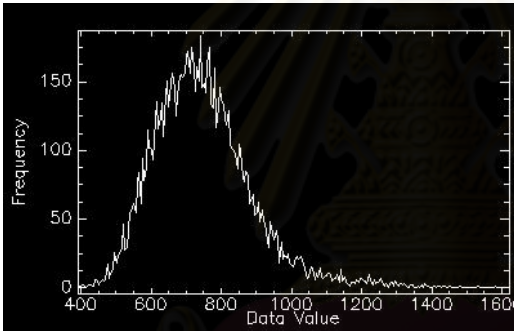
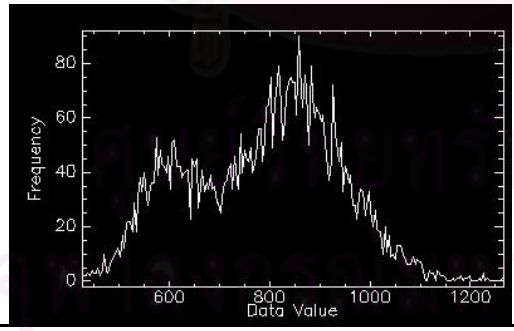
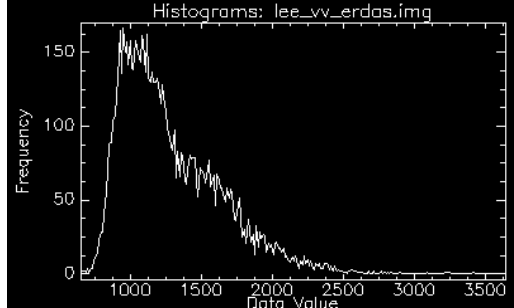
ตารางที่ 2 (ต่อ) แสดงค่าทางสถิติของค่าการกระจายกลับ (Digital Number: DN) ของพื้นที่ตัวอย่างของข้อมูลจากดาวเทียม ALOS โหมด Polarimetric

ประเภท สิ่งปกคลุม ดิน	HISTOGRAM	STATISTIC			
		MIN	MAX	MEAN	VARIANCE
เงาะ	ALOS(HH) : 	3978	7953	6113	812
	ALOS(HV): 	1681	3372	2570	330
	ALOS(VH): 	1548	3470	2520	341
	ALOS(VV): 	3384	7099	4676	596

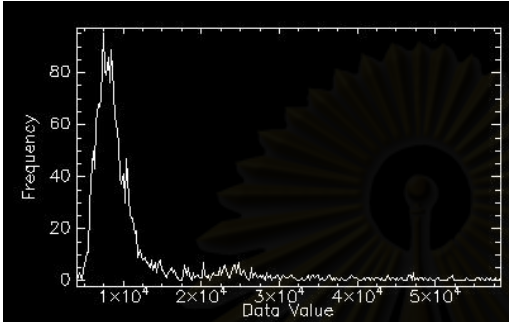
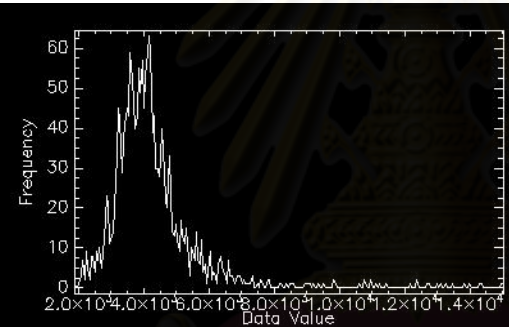

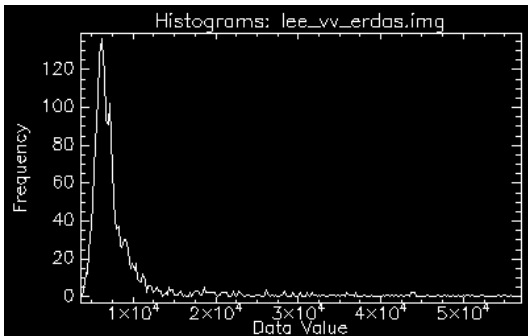
ตารางที่ 2 (ต่อ) แสดงค่าทางสถิติของค่าการกระจายกลับ (Digital Number: DN) ของพื้นที่ตัวอย่างของข้อมูลจากดาวเทียม ALOS โหมด Polarimetric

ประเภท สิ่งปกคลุม ดิน	HISTOGRAM	STATISTIC			
		MIN	MAX	MEAN	VARIANCE
ม้งคุด	ALOS(HH) : 	3530	9849	6099	1035
	ALOS(HV): 	1508	3631	2554	385
	ALOS(VH): 	1319	3307	2481	362
	ALOS(W): 	2755	8356	4784	865

ตารางที่ 2 (ต่อ) แสดงค่าทางสถิติของค่าการกระจายกลับ (Digital Number: DN) ของพื้นที่ ตัวอย่างของข้อมูลจากดาวเทียม ALOS โหมด Polarimetric

ประเภท สิ่งปกคลุม ดิน	HISTOGRAM	STATISTIC			
		MIN	MAX	MEAN	VARIANCE
พื้นที่น้ำ	ALOS(HH) : 	724	2905	1371	330
	ALOS(HV): 	391	1623	749	141
	ALOS(VH): 	426	1268	786	148
	ALOS(VV): 	652	3651	1291	352

ตารางที่ 2 (ต่อ) แสดงค่าทางสถิติของค่าการกระจายกลับ (Digital Number: DN) ของพื้นที่
ตัวอย่างของข้อมูลจากดาวเทียม ALOS โหมด Polarimetric

ประเภท สิ่งปกคลุม ดิน	HISTOGRAM	STATISTIC			
		MIN	MAX	MEAN	VARIANCE
พื้นที่ชุมชน และ สิ่งปลูกสร้าง	ALOS(HH) : 	3994	58545	11276	7997
	ALOS(HV): 	1867	15029	4270	1399
	ALOS(VH) : 	1732	14678	4165	1360
	ALOS(VV): 	3611	57168	8813	6844

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวปนัดดา เกียรติเลิศเสรี เกิดเมื่อวันที่ 24 กรกฎาคม พ.ศ.2527 สำเร็จการศึกษาปริญญาศิลปศาสตรบัณฑิต สาขาภูมิศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ เมื่อปี พ.ศ.2549 เมื่อจบการศึกษาเข้าทำงานที่ บริษัท แมพพ้อยท์เอเชีย(ประเทศไทย) จำกัด และเข้าศึกษาต่อหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขากระบวนสารสนเทศปริภูมิทางวิศวกรรม ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2550 โดยได้ตีพิมพ์วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ในวารสารสมาคมสำรวจข้อมูลระยะไกลและสารสนเทศภูมิศาสตร์แห่งประเทศไทย ปีที่ 10 ฉบับที่ 3 กันยายน – ธันวาคม 2552



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย