

การจำแนกปาชายเลนเขตร้อนชื้นโดยใช้ภาพความละเอียดสูงควิกเบิร์ด กรณีศึกษา การวิเคราะห์ด้วย
เนื้อหาภาพ



บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย

The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมสำรวจ ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2559
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

TROPICAL MANGROVE SPECIES CLASSIFICATION USING QUICKBIRD HIGH-RESOLUTION
IMAGERY: A CASE STUDY OF TEXTURE ANALYSES

Mrs. Charupha Thatanchuleekun



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering Program in Survey Engineering

Department of Survey Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2016

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การจำแนกป่าชายเลนเขตร้อนชื้นโดยใช้ภาพความละเอียดสูงควิกเบิร์ด กรณีศึกษา การวิเคราะห์ด้วยเนื้อภาพ
โดย	นางจรรุภา ทศน์อัญชุลีกุล
สาขาวิชา	วิศวกรรมสำรวจ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ดร.ชัยโชค ไวกาษา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบริหารบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ เตชวรสินสกุล)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์
.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.บรรเจิด พละการ)
.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ดร.ชัยโชค ไวกาษา)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สรรเพชญ์ ชื่อนิธิไพศาล)
.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ดร.วิโรจน์ ละอองมณี)

จารุภา ทศน์อัญชุลีกุล : การจำแนกป่าชายเลนเขตร้อนชื้นโดยใช้ภาพความละเอียดสูงควิกเบิร์ด กรณีศึกษา การวิเคราะห์ด้วยเนื้อภาพ (TROPICAL MANGROVE SPECIES CLASSIFICATION USING QUICKBIRD HIGH-RESOLUTION IMAGERY: A CASE STUDY OF TEXTURE ANALYSES) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ดร.ชัยโชค ไวกาษา, 54 หน้า.

ป่าชายเลนเขตร้อนชื้นเป็นระบบนิเวศที่มีคุณค่าและมีความสำคัญต่อมนุษย์และสัตว์น้ำ การบริหารจัดการป่าชายเลนที่มีประสิทธิภาพจึงเป็นเรื่องที่จำเป็นอย่างมาก การสำรวจระยะไกลเป็นเครื่องมือที่นิยมนำมาช่วยในการบริหารจัดการป่าชายเลน งานวิจัยครั้งนี้ใช้คุณสมบัติของภาพขาวดำ (Panchromatic) ความละเอียดสูง ขนาดจุดภาพ 0.6 เมตร ความกว้างช่วงคลื่นที่ 450-900 นาโนเมตร เพื่อจำแนกชนิดพรรณไม้ป่าชายเลนให้มีความถูกต้องสูงขึ้น จากผลการทดลองจำแนก ในระดับพรรณไม้ 5 ชนิด พบว่าการจำแนกป่าชายเลนที่ผ่านกระบวนการ PCA เป็นวิธีการที่ดีที่สุด โดยให้ค่าความถูกต้องโดยรวมที่ 56 % และสัมประสิทธิ์แคปปา เท่ากับ 0.45 ซึ่งการจำแนกภาพหลายช่วงคลื่น 4 แบนด์ และการจำแนกเนื้อภาพด้วย GLCM 8 แบนด์ แล้วรวมกับภาพหลายช่วงคลื่น 4 แบนด์ ได้ผลลัพธ์ที่ดีกว่า โดยได้ค่าความถูกต้องของการจำแนกโดยรวมเพียง 48 % และ ค่าสัมประสิทธิ์แคปปา เท่ากับ 0.35 ทั้งนี้ยังพบอีกด้วยว่าวิธีการจำแนกที่นำเสนอในการศึกษานี้ ให้ความถูกต้องน้อยกว่าการจำแนกด้วยข้อมูลภาพไฮเปอร์สเปกตรัล (Keodsinsin and Vaiphasa, 2013) ที่มีค่าความละเอียด น้อยกว่าภาพขาวดำ ความละเอียดสูง ถึง 5 เท่า แต่มีช่วงคลื่นมากกว่า 2 เท่า กล่าวได้ว่าช่วงคลื่นที่เลือกมาจากตำแหน่งที่มีความสัมพันธ์กับพืชชายเลน (Keodsinsin and Vaiphasa, 2013) มีความสำคัญมากกว่าเนื้อภาพในการจำแนกพืชชายเลนเขตร้อนในพื้นที่ศึกษานี้ แม้ว่าวิธีการที่นำเสนอในครั้งนี้จะให้ค่าความถูกต้องโดยรวมไม่ค่อนัก แต่สามารถจำแนกได้ดีเฉพาะกลุ่มพืชเสมทะเล โดยพบว่าค่าความถูกต้องของผู้ผลิตสูงถึง 99 % ทั้งนี้ผลการทดลองโดยการใช้เครื่องมือการวิเคราะห์เนื้อภาพกับการมองด้วยตาเปล่ามีความสอดคล้องกัน เห็นรูปแบบของเสมทะเลชัดเจนมากกว่าพืชชนิดอื่น ซึ่งมีการปะปนกัน จึงเสนอให้นำไปใช้ในพื้นที่ที่มีลักษณะคล้ายกันต่อไป

ภาควิชา วิศวกรรมสำรวจ

ลายมือชื่อนิสิต

สาขาวิชา วิศวกรรมสำรวจ

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก

ปีการศึกษา 2559

5770498421 : MAJOR SURVEY ENGINEERING

KEYWORDS:

CHARUPHA THATANCHULEEKUN: TROPICAL MANGROVE SPECIES CLASSIFICATION USING QUICKBIRD HIGH-RESOLUTION IMAGERY: A CASE STUDY OF TEXTURE ANALYSES. ADVISOR: CHAICHOKE VAIPHASA, Ph.D., 54 pp.

Tropical mangrove forests are valuable to human and marine life. Effective mangrove management is therefore necessary. Remote sensing is one of the most popular tools for mangrove management. This study used the QuickBird panchromatic high-resolution image (i.e., 0.6 m. per pixels) for classifying 5 different tropical mangrove species. It was found that Principal Component Analysis based method is the best approach for separating the mangrove species. It gained the overall accuracy of 56 percent (kappa values = 0.45). On the other hand, the multispectral based methods and the Gray-Level Co-Occurrence Matrix (GLCM) based method were found to be the less accurate approaches as they gained merely 48 percent of the overall accuracy and 0.35 of the kappa value. Additionally, the proposed methods reported less classification accuracy than the previous work (Keodsinsin and Vaiphasa, 2013) that used coarse -resolution hyperspectral data for classifying the tropical mangroves of the same area. This finding confirmed that the meaningful spectral information, the selected spectral bands (Keodsinsin and Vaiphasa, 2013), is more vital than the fine spatial resolution acquired by the QuickBird sensors for classifying the tropical mangroves of the study area. Although the proposed methods yielded low total classification accuracies, the outstanding producer's accuracy of the *Avicennia Marina* species was noticeable (i.e., more than 99 percent). It is therefore anticipated that this study can be used as a guideline for classifying the mangrove areas dominated by the *Avicennia marina* species.

Department: Survey Engineering

Student's Signature

Field of Study: Survey Engineering

Advisor's Signature

Academic Year: 2016

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณอาจารย์ ดร.ชัยโชค ไวกาษา อาจารย์ที่ปรึกษาหลักที่ให้คำปรึกษาในการทำวิทยานิพนธ์มาโดยตลอด รวมถึงให้คิดในการทำงานเรื่องของการมีวินัยและความรับผิดชอบ จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.บรรเจิด พละการ ประธานกรรมการผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สรรเพชญ์ ชื่อนิธิไพศาล กรรมการสอบ และอาจารย์ ดร.วิโรจน์ ละเอียด กรรมการภายนอกจากมหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตจันทบุรี ที่ให้คำแนะนำและให้ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยที่ถูกต้อง ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณครอบครัวทัศนัญชุลีกุล คุณพ่อพฤทธิพงษ์ คุณแม่รัญจวน คุณแก้วตา (พี่สาว) คุณพร้อมพงศ์ (สามี) และเด็กหญิงณัชชา (บุตรสาว) ที่คอยสนับสนุนและเป็นที่กำลังใจตลอดระยะเวลาที่ศึกษา และทำวิทยานิพนธ์ ขอขอบพระคุณอย่างสูง

ขอขอบพระคุณครอบครัวอุปถัมภ์ คุณพ่อทวี คุณแม่สุวรรณ ที่ให้กำเนิดและดูแลให้การศึกษาในระดับสูงและทำให้ผู้วิจัยมีกำลังใจต่อยอดการศึกษาจนถึงระดับปริญญาโท ขอขอบพระคุณอย่างสูง

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือทางด้านเอกสารการทำวิทยานิพนธ์ที่ดีมาโดยตลอด รวมถึงขอบคุณพี่ๆ น้อง ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจทุกท่านที่เป็นกัลยาณมิตร เสมอมา คอยช่วยเหลือด้านการเรียนของผู้วิจัยมาโดยตลอด ขอขอบพระคุณอย่างสูง

ขอขอบพระคุณผู้บังคับบัญชา เจ้าหน้าที่ เพื่อนร่วมงาน ที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษารังสิตใต้ที่เอื้อเฟื้อ มีเมตตาต่อผู้วิจัย เป็นหน่วยงานที่ดีที่สุดที่หนึ่งผู้วิจัยได้ร่วมงานด้วย ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญรูปภาพ.....	ญ
สารบัญตาราง.....	ฎ
บทที่ 1	1
บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์	3
1.3 ขอบเขตงานวิจัย	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
บทที่ 2	4
แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 ข้อมูลภาพดาวเทียมที่ใช้ศึกษา	4
2.1.1 ดาวเทียมความละเอียดสูงคริกเบิร์ด.....	4
2.1.2 ข้อมูลภาพดาวเทียม Hyperion.....	5
2.2 การเปลี่ยนรูปข้อมูล (Data Transformation)	5
2.2.1 GLCM (Gray-level co-occurrence matrix)	5
2.2.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก PCA.....	11
2.3 การจำแนกข้อมูลภาพ (Classification).....	13
2.3.1 Spectral Angle Mapper (SAM).....	13

2.3.2 Data Rotation.....	14
2.4 การตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนก	14
2.4.1 Confusion matrix หรือ Error matrix	14
2.4.2 ความถูกต้องรวม (Overall Accuracy)	16
2.4.3 ค่าความถูกต้องของผู้ผลิต (Producer’s Accuracy).....	16
2.4.4 ค่าความถูกต้องของผู้ใช้ (User’s Accuracy).....	17
2.4.5 การคำนวณสัมประสิทธิ์แคปปา (Kappa Index Agreement).....	17
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	18
2.5.1 งานวิจัยที่ศึกษาป่าชายเลนโดยใช้การสำรวจระยะไกล.....	18
2.5.2 งานวิจัยที่ใช้ภาพถ่ายดาวเทียมในการจำแนกป่าชายเลน.....	19
บทที่ 3	21
วิธีดำเนินงานวิจัย	21
3.1 พื้นที่ศึกษา.....	21
3.2 ข้อมูลภาคสนาม.....	22
3.3 ภาพดาวเทียมที่ใช้ในการศึกษา	24
3.3.1 ข้อมูลภาพความละเอียดสูงควิกเบิร์ด.....	24
3.3.2 ข้อมูลภาพไฮเปอร์สเปกตรัล	25
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลภาพความละเอียดสูงควิกเบิร์ด.....	26
3.4.1 การเตรียมข้อมูลภาพความละเอียดสูงควิกเบิร์ด	26
3.4.2 การประมวลผลข้อมูลภาพความละเอียดสูงควิกเบิร์ด	27
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลภาพไฮเปอร์สเปกตรัล	28
3.5.1 การเตรียมข้อมูลภาพไฮเปอร์สเปกตรัล.....	28
3.5.2 การประมวลผลข้อมูลภาพไฮเปอร์สเปกตรัล.....	29

3.6 ตรวจสอบค่าความถูกต้องและสรุปผลการวิจัยของทั้ง 2 ภาพ	29
บทที่ 4	30
ผลการศึกษา	30
4.1 ผลการจำแนกภาพดาวเทียมความละเอียดสูงควิกเบิร์ดด้วย SAM.....	30
4.2 ผลการจำแนกภาพดาวเทียมไฮเปอร์สเปกตรัล 7 แบนด์ด้วย SAM.....	32
4.3 ผลการจำแนกภาพดาวเทียมความละเอียดสูงควิกเบิร์ดด้วย GLCM.....	35
4.4 ผลการจำแนกภาพดาวเทียมไฮเปอร์สเปกตรัล 7 แบนด์ด้วย GLCM.....	37
4.5 ผลการจำแนกภาพดาวเทียมความละเอียดสูงควิกเบิร์ด ด้วยวิธี PCA.....	40
บทที่ 5	44
อภิปรายผล สรุปผลการศึกษา และข้อเสนอแนะ	44
5.1 อภิปรายผลการศึกษา	44
6.1.1 การใช้ข้อมูลสนาม	44
6.1.2 ผลการจำแนกป่าชายเลน 5 ชนิดพันธุ์ของภาพความละเอียดสูงควิกเบิร์ด	44
6.1.3 ผลการจำแนกป่าชายเลน 5 ชนิดพันธุ์ของภาพไฮเปอร์สเปกตรัล 7 แบนด์	46
6.1.4 ผลการจำแนกพรรณไม้เสมทะเล (AM)	47
6.2 สรุปผลการทดลอง	47
6.3 ข้อเสนอแนะ	48
รายการอ้างอิง	49
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์	54

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 1 แสดงค่าความแตกต่างของข้อมูลจุดภาพในระดับความสว่างที่ต่างกันของระดับสีเทา	5
รูปที่ 2 แสดงจุดภาพในมุม 0° 45° 90° และ 135° ในการวิเคราะห์ GLCM	6
รูปที่ 3 แสดงตัวอย่างการสร้าง Gray tone ในทิศทางที่แตกต่างกัน โดยจะวัดจากค่าที่ซ้ำกัน ตามทิศทาง.....	6
รูปที่ 4 แสดงตัวอย่างการคำนวณ Gray-Tone Spatial-Dependence ในทิศทาง 0°	7
รูปที่ 5 แสดงการคำนวณค่าความน่าจะเป็นของ Gray-Tone Spatial-Dependence ในทิศทาง 0°	8
รูปที่ 6 แสดงลักษณะความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ระหว่างแกนองค์ประกอบหลัก 2 แกน ที่ได้จากการคำนวณค่าพิสัยใหม่	13
รูปที่ 7 แสดงตัวอย่างการจำแนกด้วยวิธี SAM จำนวน 2 ช่วงคลื่น (Band 1 และ Band 2) ของเวกเตอร์ x และเวกเตอร์ r	13
รูปที่ 8 แสดงพื้นที่ศึกษาบริเวณแหลมตะลุมพุก อ.ปากพนัง จ.นครศรีธรรมราช	21
รูปที่ 9 ข้อมูลภาพดาวเทียมความละเอียดสูงควิกเบิร์ด เมื่อวันที่ 13 ตุลาคม 2552 บริเวณแหลมตะลุมพุก อ.ปากพนัง จ.นครศรีธรรมราช	25
รูปที่ 10 ข้อมูลภาพไฮเปอร์สเปกตรัล เมื่อวันที่ 29 มิถุนายน 2553 บริเวณแหลมตะลุมพุก อ.ปากพนัง จ.นครศรีธรรมราช	25
รูปที่ 11 แสดงข้อมูลภาพที่ได้จากกระบวนการ GLCM 8 Band	26
รูปที่ 12 แสดงขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลภาพความละเอียดสูงควิกเบิร์ด	28
รูปที่ 13 แสดงขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลภาพไฮเปอร์สเปกตรัล.....	29
รูปที่ 14 แผนที่การจำแนกภาพดาวเทียมความละเอียดสูงควิกเบิร์ดด้วย SAM	31
รูปที่ 15 แผนที่การจำแนกภาพดาวเทียมไฮเปอร์สเปกตรัลด้วย SAM	34
รูปที่ 16 แผนที่การจำแนกภาพดาวเทียมความละเอียดสูงควิกเบิร์ดด้วย GLCM	36
รูปที่ 17 แผนที่การจำแนกภาพดาวเทียมไฮเปอร์สเปกตรัลด้วย GLCM	39
รูปที่ 18 แผนที่การจำแนกภาพดาวเทียมความละเอียดสูงควิกเบิร์ดด้วย PCA	41

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 แสดงคุณลักษณะและรายละเอียดของดาวเทียมความละเอียดสูงควิกเบิร์ด	4
ตารางที่ 2 แสดงคุณลักษณะและรายละเอียดของดาวเทียม Hyperion	5
ตารางที่ 3 แสดงตัวอย่างของเมตริกซ์ความคลาดเคลื่อน.....	15
ตารางที่ 4 แสดงจำนวนแปลง ข้อมูลตัวอย่างและข้อมูลทดสอบที่ใช้ในแต่ละชนิดพันธุ์.....	24
ตารางที่ 5 แสดงจำนวนแปลง ข้อมูลตัวอย่างและข้อมูลทดสอบที่ใช้ในแต่ละชนิดพันธุ์ แต่ละพรรณไม้ของภาพความละเอียดสูงควิกเบิร์ด ให้เท่ากับ 0.6 เมตร.....	24
ตารางที่ 6 แสดงแสดงค่า OA-Test และ Kappa ของการจำแนกภาพดาวเทียมความละเอียดสูง ควิกเบิร์ด ด้วย SAM จำนวน 30 ครั้ง.....	30
ตารางที่ 7 แสดง Confusion Matrix ของการจำแนกภาพดาวเทียมความละเอียดสูงควิกเบิร์ด ด้วย SAM ในครั้งที่ 6 (ครั้งที่ดีที่สุด).....	32
ตารางที่ 8 แสดงค่า OA-Test และ Kappa ของการจำแนกภาพดาวเทียมไฮเปอร์สเปกตรัล 7 แบนด์ ด้วย SAM จำนวน 30 ครั้ง	33
ตารางที่ 9 แสดง Confusion Matrix ของการจำแนกภาพดาวเทียมไฮเปอร์สเปกตรัลด้วย SAM ในครั้งที่ 14 (ครั้งที่ดีที่สุด).....	34
ตารางที่ 10 แสดงค่า OA-Test และ Kappa ของการจำแนกภาพดาวเทียมความละเอียดสูง ควิกเบิร์ดด้วยวิธี GLCM จำนวน 30 ครั้ง	35
ตารางที่ 11 แสดง Confusion Matrix ของการจำแนกภาพดาวเทียมความละเอียดสูงควิกเบิร์ด (QuickBird) ด้วย GLCM ในครั้งที่ 6 (ครั้งที่ดีที่สุด)	37
ตารางที่ 12 แสดงค่า OA-Test และ Kappa ของการจำแนกภาพดาวเทียมไฮเปอร์สเปกตรัล 7 แบนด์ ด้วย GLCM จำนวน 30 ครั้ง.....	38
ตารางที่ 13 แสดง Confusion Matrix ของการจำแนกภาพดาวเทียมไฮเปอร์สเปกตรัล 7 แบนด์ ด้วย GLCM ในครั้งที่ 13 (ครั้งที่ดีที่สุด).....	49

ตารางที่ 14 แสดงค่า OA-Test และ Kappa ของการจำแนกภาพดาวเทียมความละเอียดสูง ควิกเบิร์ด ด้วย PCA จำนวน 30 ครั้ง	40
ตารางที่ 15 แสดง Confusion Matrix ของการจำแนกภาพดาวเทียมความละเอียดสูงควิกเบิร์ด ด้วย PCA ในครั้งที่ 6 (ครั้งที่ดีที่สุด)	42
ตารางที่ 16 เปรียบเทียบค่า Confusion Matrix ทั้ง 3 วิธี.....	43



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ป่าชายเลนจัดอยู่ในประเภทของป่าเขตร้อนเป็นรากฐานที่สำคัญของระบบนิเวศที่อุดมสมบูรณ์ เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยขนาดใหญ่ แหล่งอาหาร ของสัตว์น้ำนานาชนิด รวมถึงเป็นแหล่งอนุบาลสัตว์น้ำและแนวปะการัง ซึ่งมีความสำคัญสำหรับการประกอบอาชีพประมงท้องถิ่นป่าชายเลนสามารถป้องกันการกัดเซาะชายฝั่งทะเล ด้วยระบบรากหนาแน่นของพืชบางชนิดเช่น ป่าโกงกางที่ปักตะกอนดินไม่ให้ไหลลงสู่ทะเล ช่วยรักษาสภาพชายฝั่งและป้องกันการกัดเซาะจากคลื่นและพายุ อีกทั้งป่าชายเลนยังมีคุณค่าด้านการทำอุตสาหกรรมไม้แปรรูป เนื่องจากเป็นไม้เนื้อแข็ง ทนต่อการเนาผุพัง และการกัดกินของแมลง สร้างมูลค่าเชิงพาณิชย์ สำหรับการผลิตกระดาษ เฟอร์นิเจอร์ และถ่าน เป็นต้น (สนิท อักษรแก้ว, 2539)

ในงานสำรวจและติดตามป่าชายเลน โดยส่วนใหญ่ใช้การสำรวจระยะไกล (Remote Sensing) เพราะมีความน่าเชื่อถือของข้อมูล ช่วยย่นระยะเวลาการเข้าสำรวจในพื้นที่จริง มีหลายงานวิจัยได้บูรณาการข้อมูลภาพจากการสำรวจระยะไกลตั้งแต่ข้อมูลภาพที่มีความละเอียดไม่มากจนถึงภาพที่มีความละเอียดสูงชันดังต่อไปนี้ การศึกษาป่าชายเลนโดยใช้ระบบภาพหลายช่วงคลื่น (Multispectral) (Green et al., 1998) การทำแผนที่ความละเอียดสูงของระบบนิเวศป่าชายเลนเขตร้อนโดยใช้ข้อมูลภาพไฮเปอร์สเปกตรัล (Hyperspectral) และข้อมูลการรับรู้ระยะไกลจากภาพไรดาร์ (Held et al., 2003) การจำแนกป่าเลนเชิงวัตถุและจำแนกจากเนื้อภาพ โดยใช้ข้อมูลจากภาพ IKONOS (Wang et al., 2004; Wang et al., 2009) อย่างไรก็ตาม มีการจำแนกชนิดพรรณไม้ของป่าชายเลนโดยใช้ข้อมูลภาพไฮเปอร์สเปกตรัล : กรณีศึกษาค่าการสะท้อนของใบไม้ป่าชายเลนในท้องปฏิบัติการ (Vaiphasa et al., 2005) เมื่อมีการศึกษาป่าชายเลนเพิ่มมากขึ้น มีการติดตามสถานะและการกระจายตัวของป่าชายทั่วโลกโดยใช้การสำรวจจากดาวเทียม (Giri et al., 2011) การเลือกช่วงคลื่นและวิธีการที่เหมาะสมในการจำแนกชนิดพรรณไม้ป่าชายเลน (Arun and Gnanappazham, 2013) รวมไปถึงการประมาณค่าดัชนีพื้นที่ผิวใบและการจำแนก

ป่าชายเลน จากภาพไฮเปอร์สเปกตรัล (Keodsinsin and Vaiphasa, 2013) และการปรับปรุงความถูกต้องในการจำแนกพรรณไม้ป่าชายเลน โดยการวิเคราะห์เชิงวัตถุและการวิเคราะห์เนื้อภาพ (Watanakij and Vaiphasa, 2013)

จากงานวิจัยการศึกษาป่าชายเลนที่ผ่านมาใช้ข้อมูลภาพความละเอียดสูง (High-Resolution imagery) ในระดับการหาชนิดของพรรณไม้ป่าชายเลนยังมีอยู่ไม่มาก มีการทดลองใช้ภาพถ่ายดาวเทียมความละเอียดสูงในหลายงานวิจัย เพื่อหาวิธีในการจำแนกลักษณะพรรณไม้ป่าชายเลนให้มีความถูกต้องสูงขึ้นอย่างไรก็ตามมีหลายปัจจัยที่ทำให้ค่าความถูกต้องลดลง เช่น มีพืชหลายชนิดพันธุ์ในพื้นที่ (Neukermans et al., 2008) รวมถึงการใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมควิกเบิร์ดร่วมกับภาพถ่ายดาวเทียมไฮเปอร์สเปกตรัล Hyperion EO-1 ในการจำแนกชนิดของโกก่างใบเล็กและโกก่างใบใหญ่เพื่อปรับปรุงความถูกต้อง (Watanakij and Vaiphasa, 2013) ยังอยู่ในระยะแรกเริ่มและยังไม่มีงานวิจัยใดที่ใช้ภาพขาวดำ (Panchromatic) มาศึกษาพรรณไม้ป่าชายเลนเขตร้อนขึ้นอีกทั้งยังไม่เป็นที่แน่ชัดว่าข้อมูลภาพความละเอียดสูง จะสามารถนำมาใช้ในการจำแนกชนิดของพรรณไม้ป่าชายเลนได้จริง

ดังนั้นงานวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาต่อเนื่องเพื่อนำคุณสมบัติของภาพขาวดำ มาใช้ในการจำแนกพรรณไม้ป่าชายเลนของข้อมูลภาพความละเอียดสูงควิกเบิร์ด พร้อมกับศึกษาการจำแนกโดยใช้ข้อมูลภาพไฮเปอร์สเปกตรัลเป็นคู่เทียบ ซึ่งเลือกจากช่วงคลื่น 7 ช่วงคลื่นที่เหมาะสมด้วยเทคนิควิธีขั้นตอนเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm) ในการจำแนกป่าชายเลนของ (Keodsinsin and Vaiphasa, 2013) ใน 3 ประเด็น คือ 1. วิเคราะห์เนื้อภาพ (Texture analyses) บนภาพขาวดำ (Panchromatic) ด้วยวิธี GLCM (Gray-Level Co-Occurrence Matrix) 2. จำแนกพรรณไม้ป่าชายเลน ด้วยวิธี SAM (Spectral Angle Mapper) และ 3. การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก PCA (Principle Component Analyses) บริเวณแหลมตะลุมพุก อ.ปากพนัง จ.นครศรีธรรมราช และตรวจสอบค่าความถูกต้องในเรื่องความละเอียดของจุดภาพมีผลต่อค่าความถูกต้องของการจำแนกชนิดพรรณไม้ป่าชายเลน

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อใช้คุณสมบัติของภาพขาวดำความละเอียดสูง (ขนาดจุดภาพ 0.6 เมตร) ในการจำแนกชนิดพรรณไม้ป่าชายเลนให้มีความถูกต้องสูงมากขึ้นด้วยวิธี GLCM

1.3 ขอบเขตงานวิจัย

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้จะทำการจำแนกชนิดพรรณไม้ป่าชายเลน 5 ชนิดพันธุ์ ได้แก่ แสมขาว (AA), แสมทะเล (AM), ถั่วขาว (BP), โกงกางใบเล็ก (RA) และ โกงกางใบใหญ่ (RM) บริเวณพื้นที่แหลมตะลุมพุก อ.ปากพนัง จ.นครศรีธรรมราช โดยใช้ภาพขาวดำ ร่วมกับภาพหลายช่วงคลื่นของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมควิกเบิร์ด มีขอบเขตดังนี้

จำแนกพรรณไม้ป่าชายเลน ด้วยวิธี SAM ที่นำมาใช้แพร่หลายในงานสำรวจระยะไกลมาจำแนกพรรณไม้ป่าชายเลนทั้ง 5 ชนิดพันธุ์ โดยใช้การจำแนกแบบจุดภาพ

วิเคราะห์เนื้อภาพจากภาพขาวดำ ด้วยวิธี GLCM ในงานของ (Harlick et al., 1973) เสนอค่าสถิติที่บ่งบอกลักษณะเนื้อภาพออกมา 14 ค่าสถิติ แต่ในงานวิจัยครั้งนี้เลือกใช้ Co-Occurrence ในโปรแกรม Envi 4.7 ซึ่งคำนวณค่าสถิติที่บ่งบอกลักษณะเนื้อภาพที่ได้จาก GLCM คือ 8 ค่าสถิติ ได้แก่ Mean , Entropy, Energy, Contrast, Homogeneity, Angular Second Moment, Variance, และ Correlation และ จากนั้นนำไปรวมกับข้อมูล Multispectral เพื่อจำแนกป่าชายเลนทั้ง 5 ชนิดพันธุ์ เนื่องด้วยระยะเวลาในการศึกษาวิจัยมีอยู่จำกัด ผู้วิจัยจึงเลือกใช้ Co-Occurrence เพียงอย่างเดียว

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้ใช้ข้อมูลภาพถ่ายไฮเปอร์สเปกตรัล 7 แบนด์ ได้แก่ ได้แก่ 549, 712, 732, 1034, 1235, 2073 และ 2083 นาโนเมตร ที่เหมาะสมกับการจำแนกป่าชายเลน ซึ่งคัดเลือกด้วยเทคนิควิธีขั้นตอนเชิงพันธุกรรม (Genetics Algorithm) มาเป็นคู่เทียบ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

เมื่อผลการทดลองในงานวิจัยครั้งนี้สำเร็จจะได้วิธีการจำแนกป่าชายเลนระดับพรรณไม้ที่มีความถูกต้องมากกว่าวิธีการดั้งเดิมซึ่งสามารถนำไปใช้จัดการป่าชายเลนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้อมูลภาพดาวเทียมที่ใช้ศึกษา

ข้อมูลภาพที่ใช้ในการศึกษาเป็นภาพดาวเทียมที่มีความละเอียดสูงควิกเบิร์ด โดยใช้ภาพทั้งสองระบบคือ ระบบภาพหลายช่วงคลื่น และระบบภาพขาวดำ และข้อมูลภาพดาวเทียม Hyperion

2.1.1 ดาวเทียมความละเอียดสูงควิกเบิร์ด

เป็นดาวเทียมเชิงพาณิชย์ของ สหรัฐอเมริกา โดยบริษัท Digital Globe ถูกส่งขึ้นสู่วงโคจรเมื่อวันที่ 18 ตุลาคม พ.ศ. 2544 ณ ฐานทัพอากาศ Vandenberg รัฐแคลิฟอร์เนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา ดาวเทียมควิกเบิร์ด เคลื่อนที่รอบๆ โลก ในระยะทาง 450 กิโลเมตรจากพื้นโลก และทำมุม 98 องศา กับวงโคจรของดวงอาทิตย์ และสามารถถ่ายภาพได้ในวงกว้าง 16.5 กิโลเมตร ซึ่งกว้างกว่าดาวเทียมพาณิชย์ดวงอื่นๆ ถึง 2 - 10 เท่า ภาพจากดาวเทียมความละเอียดสูงควิกเบิร์ด จะสามารถแสดงรายละเอียดได้ มากกว่าดาวเทียมพาณิชย์ดวงอื่นๆ โดยมีความละเอียดจุดภาพ 2.44 เมตร ในระบบภาพหลายช่วงคลื่น และ ความละเอียดจุดภาพ 0.6 เมตร ในระบบภาพขาวดำ

ตารางที่ 1 แสดงคุณลักษณะและรายละเอียดของดาวเทียมความละเอียดสูงควิกเบิร์ด

(ที่มา: DigitalGlobe, 2001)

คุณลักษณะ	รายละเอียด
การโคจร	สัมพันธ์กับดวงอาทิตย์โดยผ่านขั้วโลก
ความสูงของการโคจร	450 กิโลเมตร
ระยะกวาดภาพ	6.5 × 165 กิโลเมตร
ความละเอียดจุดภาพ	Pan : 0.61 เมตร , MS : 2.44 เมตร
ช่วงคลื่น MS	MS: สีนํ้าเงิน 450 – 520 nm. (blue) สีเขียว 520 – 600 nm. (green) สีแดง 630 – 690 nm. (red) อินฟราเรดใกล้ 760 – 900 nm. (NIR) PAN: สีขาวดำ 450 – 900 nm. (Vb& NIR)

2.1.2 ข้อมูลภาพดาวเทียม Hyperion

ภาพดาวเทียม Hyperion หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าไฮเปอร์สเปกตรัล บันทึกลงและจัดเก็บข้อมูลช่วงคลื่นแคบๆหลายช่วงคลื่น (Narrow Band) ซึ่งข้อมูลภาพดาวเทียม Hyperion บันทึกลงจากกล้องที่อยู่บนดาวเทียม Earth Observing-1 (Eo-1) ประกอบไปด้วย 242 ช่วงคลื่น

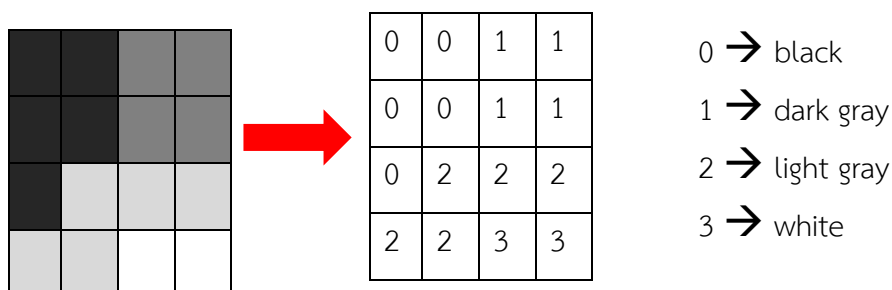
ตารางที่ 2 แสดงคุณลักษณะและรายละเอียดของดาวเทียม Hyperion

คุณลักษณะ	รายละเอียด
การโคจรซ้ำ	16 วัน
ระยะกวาดภาพ	7.5x185 กิโลเมตร
ความละเอียดจุดภาพ	30 เมตร
ช่วงคลื่น	242

2.2 การเปลี่ยนรูปข้อมูล (Data Transformation)

2.2.1 GLCM (Gray-level co-occurrence matrix)

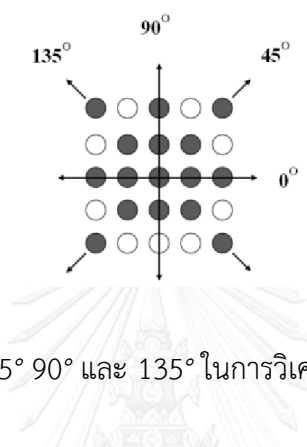
GLCM เป็นวิธีการการวัดค่าลายผิวของภาพซึ่งถูกนำเสนอโดย (Harlick et al., 1973) วิธีประมวลผลภาพคือ อาศัยคุณสมบัติของวัตถุบนภาพถ่ายมาช่วยในการจำแนก โดยใช้การซ้ำกันของเนื้อภาพ (Texture) โดยพิจารณาจากทิศทางต่างๆ ซึ่งการวิเคราะห์เนื้อภาพเป็นการคำนวณเพื่อหาโครงร่างของเนื้อภาพจากภาพขาวดำ เป็นการวัดค่าความเข้มระดับสีเทา (Grey Level)



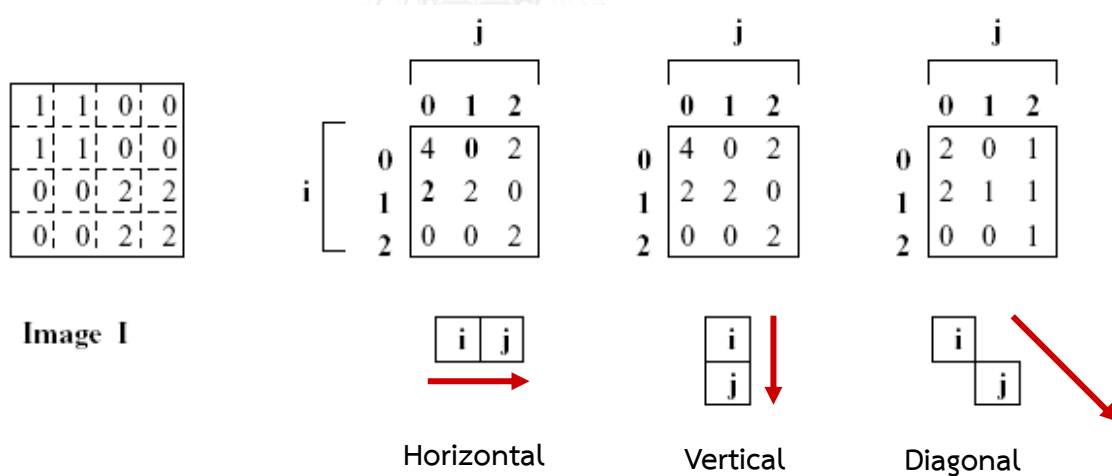
รูปที่ 1 แสดงค่าความแตกต่างของข้อมูลจุดภาพในระดับความสว่างที่ต่างกันของระดับสีเทา

ขั้นตอนของกระบวนการทำ GLCM

1. สร้าง Grey-Tone Spatial-Dependence Matrices เพื่อสร้าง Matrix ความเชื่อมโยงระหว่างค่าจุดภาพรอบข้าง เทคนิคที่นิยมใช้กันอย่างมากเป็นการหาความสัมพันธ์แบบเมตริกซ์ของ 2 จุดภาพ ใน 4 ทิศทางคือ 0° 45° 90° และ 135°



รูปที่ 2 แสดงจุดภาพในมุม 0° 45° 90° และ 135° ในการวิเคราะห์ GLCM



รูปที่ 3 แสดงตัวอย่างการสร้าง Gray tone ในทิศทางที่แตกต่างกัน

โดยจะวัดจากค่าที่ซ้ำกันตามทิศทาง


จากนั้นสร้าง Count Matrix เพื่อดูความสัมพันธ์ระหว่างจุดภาพอ้างอิงและจุดภาพข้างเคียงตามทิศทางที่กำหนด (Neighbor pixel) นับจำนวนความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้น (occurrence) และเติมลงใน Count Matrix จะเกิด Count Matrix ของจำนวนความสัมพันธ์ขึ้น

Framework Matrix

i/j	0	1	2	3
0	(0,0)	(0,1)	(0,2)	(0,3)
1	(1,0)	(1,1)	(1,2)	(1,3)
2	(2,1)	(2,1)	(2,2)	(2,3)
3	(3,0)	(3,1)	(3,2)	(3,3)

Test image pattern

0	→ 0	→ 1	→ 1	
0	→ 0	→ 1	→ 1	
0	→ 2	→ 2	→ 2	
2	→ 2	→ 3	→ 3	



i/j	0	1	2	3
0	2	2	1	0
1	0	2	0	0
2	0	0	3	1
3	0	0	0	1

(Count Matrix)

รูปที่ 4 แสดงตัวอย่างการคำนวณ Gray-Tone Spatial-Dependence ในทิศทาง 0°

2. คำนวณความน่าจะเป็นของจุดภาพที่เกิดขึ้นใน Grey-Tone Spatial-Dependence Matrices

- Transpose Matrix เพื่อให้เป็นสมมาตร (Symmetrical matrix)
- ทำการบวก Count Matrix และ Transpose Matrix
- แปลง Matrix ที่รวมกันแล้วให้เป็นความน่าจะเป็น (Probability) โดยนำเอาค่าของ Matrix แต่ละช่องหารด้วยผลรวมทั้งหมด

Count Matrix			
2	2	1	0
0	2	0	0
0	0	3	1
0	0	0	1

+

Transpose Matrix			
2	0	0	0
2	2	0	0
1	0	3	0
0	0	1	1

Count Matrix + Transpose Matrix = **Symmetrical Matrix**

4	2	1	0
2	4	0	0
1	0	6	1
0	0	1	2

Symmetrical Matrix / Sum of elements = **Horizontal GLCM (Probability)**

4	2	1	0
2	4	0	0
1	0	6	1
0	0	1	2

→

0.167	0.083	0.042	0
0.083	0.167	0	0
0.042	0	0.25	0.042
0	0	0.042	0.083

รูปที่ 5 แสดงการคำนวณค่าความน่าจะเป็นของ Gray-Tone Spatial-Dependence ในทิศทาง 0°

3. การสกัดลักษณะเนื้อภาพ (Texture Feature Extraction)

การสกัดลักษณะของเนื้อภาพนั้น จะคำนวณหาค่าของเมตริกซ์การเกิดร่วมกันของค่าระดับสีเทา เพื่ออธิบายเนื้อภาพในแต่ละภาพ ดังนั้นจึงใช้เป็นตัวหลักในการคำนวณค่าทางสถิตินำมาใช้ประโยชน์ ในการวัดค่าความเป็นพื้นผิว ซึ่งอธิบายลักษณะเนื้อภาพของข้อมูลที่วัดได้ดังต่อไปนี้

1. การหาค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าเฉลี่ยของค่าระดับสีเทาในหน้าต่างที่กำหนด

$$Mean = \sum_i iP(i) \quad (2.2.1.1)$$

2. เอนโทรปี(Entropy)เป็นการวัดการกระจายของข้อมูลโดยข้อมูลที่มีการกระจุกตัวจะมีค่าเอนโทรปีที่เพิ่มมากขึ้นโดยสมการในการคำนวณเอนโทรปีจะใช้ค่าของเมตริกซ์การเกิดร่วมกันของค่าระดับสีเทา

$$Entropy = \sum_i \sum_j P(i, j) \log P(i, j) \quad (2.2.1.2)$$

3. พลังงาน (Energy) เป็นการวัดค่าของการกระจายของข้อมูลโดยบริเวณที่มีการกระจายของค่าระดับสีเทาจะมีค่าพลังงานน้อยกว่าบริเวณที่มีการกระจุกของข้อมูล

$$Energy = \sum_{i,j} P(i, j)^2 \quad (2.2.1.3)$$

4. การวัดค่าสีที่ตัดกัน (Contrast) เป็นการวัดค่าความแตกต่างของค่าระดับสีเทาในบริเวณที่สนใจ

$$Contrast = \sum_i \sum_j (i, j)^2 P(i, j) \quad (2.2.1.4)$$

5. การวัดค่าความเป็นเนื้อเดียวกัน (Homogeneity) เป็นการวัดค่าของการกระจายตัวของค่าระดับสีเทาบนภาพ ว่ามีการกระจายเป็นเนื้อเดียวกันมากน้อยเพียงใด

$$Homogeneity = \sum_i \sum_j \frac{P(i, j)}{1 + (i, j)^2} \quad (2.2.1.5)$$

6. ค่าโมเมนต์อันดับที่สองของมุม (Angular Second Moment, ASM) จุดภาพใกล้เคียงกันมีการเปลี่ยนแปลงค่าโทนสีไปในแนวทางเดียวกันซ้ำๆเช่น ทำให้ค่าโมเมนต์อันดับที่สองของมุมของกลุ่มภาพหนึ่งที่ปกติมีค่ามาก แต่ในขณะที่ข้อมูลกลุ่มภาพหนึ่ง ที่การเปลี่ยนแปลงค่าโทนสีไปในแนวเดียวกัน มีค่าน้อยกว่าจึงทำให้ค่าโมเมนต์อันดับที่สองของมุมของกลุ่มภาพหนึ่งที่มีความผิดปกติมีค่าน้อยกว่า

$$ASM = \sum_i \sum_j P(i, j)^2 \quad (2.2.1.6)$$

7. ผลรวมกำลังสองของค่าความแปรปรวน (Sum of Squares: Variance) เป็นการหาลักษณะการกระจายของความน่าจะเป็นข้อมูลภาพที่ปกติโทนสีที่กลมกลืนทำให้มีจำนวนของโทนสีของจุดภาพใกล้เคียงที่เหมือนกันมีจำนวนมากและมีการกระจายน้อยจึงทำให้ผลรวมกำลังสองของค่าความแปรปรวนมีค่ามาก

$$Variance = \sum_i \sum_j (i - \mu_i)^2 P(i, j) \quad (2.2.1.7)$$

8. ค่าความสัมพันธ์ (Correlation) เป็นการวัดความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลตั้งแต่ 2 ชุดขึ้นไป โดยระดับของสหสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลวัดได้โดยการคำนวณหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient) ซึ่งมีค่าระหว่าง 0 ถึง ± 1.00 เมื่อค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลภาพ 2 ภาพช่วงคลื่นเข้าใกล้ 1.0 หมายถึงข้อมูลทั้ง 2 ชุดนั้นมีความสัมพันธ์ต่อกันในระดับสูงสุด ซึ่งอาจจะเป็นความสัมพันธ์โดยตรง (ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็นค่าบวก) หรือเป็นความสัมพันธ์เชิงผกผัน (ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็นค่าลบ) และเมื่อสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลเข้าภาพใกล้ 0 หมายถึง ข้อมูลทั้ง 2 ช่วงคลื่นมีความสัมพันธ์กันในระดับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จึงประโยชน์ในการตรวจสอบว่ามีช่วงคลื่นใดบ้างที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันหรือแตกต่างกัน เป็นประโยชน์ในการเลือกไม่ใช้ช่วงคลื่นที่มีลักษณะคล้ายกัน ช่วยลดปริมาณ ช่วยลดปริมาณข้อมูลที่ใช้คำนวณและช่วยลดเวลาในการจำแนกข้อมูลภาพ

$$Correlation = \frac{\sum_i \sum_j j(i - \mu)(j - \mu)P(i, j)}{\sigma_i \sigma_j} \quad (2.2.1.8)$$

จากสมการของการหาค่าเมทริกซ์ระดับสี่เทาทั้งหมด

i คือ ระดับสี่เทาตั้งแต่ 0 ถึง 255 (แถวของตัวเลข)

j คือระดับสี่เทาตั้งแต่ 0 ถึง 255 (หลักของตัวเลข)

$P(i, j)$ คือความน่าจะเป็นของพิกเซลตำแหน่งแถวที่ i และตำแหน่งหลักที่ j

σ_i คือความเบี่ยงเบนมาตรฐานค่าระดับสี่เทาของแถว

σ_j คือความเบี่ยงเบนมาตรฐานค่าระดับสี่เทาของหลัก

μ_i, μ_j คือ ค่าเฉลี่ยของแถว i และหลัก j

2.2.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก PCA

วิเคราะห์องค์ประกอบหลัก ถูกเสนอโดย (Pearson, 1901) เป็นวิธีการปรับปรุงคุณภาพอีกวิธีหนึ่ง ที่สามารถนำเอาข้อมูลจำนวนมากมาคำนวณทางพีชคณิตและทางกลศาสตร์ร่วมกัน แล้วสามารถลดจำนวนของข้อมูลลงโดยยังคงลักษณะเด่นของข้อมูลส่วนใหญ่เอาไว้ของข้อมูลส่วนใหญ่เอาไว้ทั้งหมด การวิเคราะห์องค์ประกอบหลักจะให้ผลลัพธ์เป็นข้อมูลชุดใหม่ในรูปขององค์ประกอบ (Component) ที่เกิดจากการรวมตัวเชิงเส้น (Linear Combination)

การนำเอาวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักมาประยุกต์ใช้ในรีโมตเซนซิง คือ การสร้างองค์ประกอบใหม่หรือคลื่นใหม่ (Band) ซึ่งเป็นตัวแทนของมวลข้อมูลที่ได้จากคลื่นเก่าหลายช่วงคลื่นรวมกันโดยคลื่นใหม่จะมีปริมาณข้อมูลเกือบทั้งหมดเหมือนกับที่มีอยู่ในคลื่นเก่า แต่เหลืออยู่ในจำนวนคลื่นหรือองค์ประกอบน้อยกว่า ช่วยให้ลดจำนวนคลื่นที่จะนำไปใช้ในการคำนวณเพื่อจำแนกประเภทข้อมูลและลดเวลาในการคำนวณได้มาก ในขณะที่เดียวกันหากนำคลื่นใหม่มาวิเคราะห์หรือทำภาพสีผสมจะช่วยปรับปรุงคุณภาพของข้อมูลให้มีรายละเอียดมากขึ้นและง่ายต่อการแปลตีความอีกทางหนึ่ง

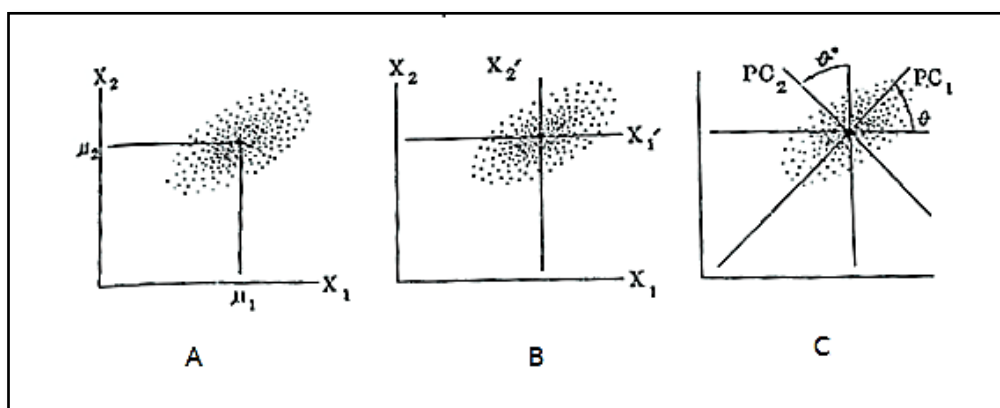
ขั้นตอนในการคำนวณ PCA

1. การคำนวณค่าทางสถิติของภาพแต่ละคลื่น ได้แก่ ค่าการสะท้อนสูงสุด – ต่ำสุด เช่น ค่าัมซิมมิเลขคณิต ค่าการแปรปรวน และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน เป็นต้น

2. การคำนวณค่าความแปรปรวนและความแปรปรวนร่วม (Variance-covariance) ของแต่ละคลื่น ค่าความแปรปรวน (ค่าแนวทแยงเฉพาะของแต่ละคลื่น) และค่าความแปรปรวนร่วม

เป็นค่าที่บอกความสัมพันธ์ ระหว่างคลื่น 2 คลื่นที่ละคู่ ว่ามีความสัมพันธ์กันมากน้อยอย่างไรถ้าความแปรปรวนร่วมมากหมายถึง ช่วงคลื่นคู่ที่มีความสัมพันธ์กันค่อนข้างมากหรือมีลักษณะร่วมที่คล้ายกัน

3. คำนวณค่าสหสัมพันธ์ ใช้จัดกลุ่มข้อมูลชุดใหม่ตามค่าสหสัมพันธ์มากหรือน้อย
4. การคำนวณพิกัดใหม่ของจุดภาพ (Transformation) โดยเอาคลื่นเดิมที่มีความสัมพันธ์กันสูงมากไว้ด้วยกันในช่วงคลื่นใหม่ที่จะสร้างขึ้น แล้วให้ช่วงคลื่นใหม่นั้นมีความสัมพันธ์ระหว่างกันน้อยที่สุด (Uncorrelated Multi-Spectral data) การคำนวณค่าใหม่ของจุดภาพได้ง่ายขึ้น โดยยกตัวอย่างข้อมูล 2 คลื่น (X_1, X_2) แต่ละคลื่นมีจำนวนจุดภาพเท่ากัน แต่มีค่าการสะท้อนต่างกันตามแต่คุณสมบัติของคลื่นนั้นๆ เมื่อเอาค่าการสะท้อนของแต่ละคลื่นมาสร้างกราฟแบบ 2 มิติ โดยให้แกนหนึ่งเป็นค่าการสะท้อนของคลื่น X_1 อีกแกนหนึ่งเป็นค่าการสะท้อนของคลื่น X_2 จะเห็นรูปแบบการกระจายของจุดภาพ (Scatter Plot) เมื่อนำค่าการสะท้อนในแต่ละคลื่นมาคำนวณค่ามัชฌิมเลขคณิต (μ_1, μ_2) ที่เป็นจุดศูนย์กลางของกลุ่มข้อมูลหรือกลุ่มจุดภาพในทั้งสองคลื่น คือจุดตัดของเส้นที่ลากมาจากค่ามัชฌิมเลขคณิตของแต่ละแกน และแกนจากจุดศูนย์กลางของกลุ่มจุดภาพ ถ้าลากเส้นไปหาค่ามัชฌิมเลขคณิตของแต่ละช่วงคลื่นให้เส้นตั้งฉากกัน จะได้แกนการกระจายของข้อมูลใหม่หรือแกน X'_1 และ X'_2 ค่าสหสัมพันธ์ของแกน $X'_1 = X_1 - \mu_1$ และ $X'_2 = X_2 - \mu_2$ จากนั้นระบบแกน X' จะเกิดการหมุนจากตำแหน่งเดิมด้วยขนาดมุมขนาดหนึ่ง คือจากตำแหน่ง μ_1 และ μ_2 ไปสู่ตำแหน่งแกนใหม่ ที่เป็นแกนแรก ซึ่งสัมพันธ์กับค่าความแปรปรวนสูงสุดในกลุ่มจุดภาพ และแกนใหม่แรกนี้เรียกว่า แกนองค์ประกอบหลักที่ 1 (PC_1) และแกนใหม่ที่ 2 เรียกว่า แกนองค์ประกอบหลักที่ 2 (PC_2) โดยจะวางตัวตั้งฉากกับแกนองค์ประกอบหลัก ดังนั้นแกน PC จึงเป็นแกนขององค์ประกอบหลักเชิงพื้นที่ของข้อมูล 2 มิติ (2 ช่วงคลื่น) โดยแกนแรก (PC_1) มักจะมีค่าความแปรปรวนจากข้อมูลทั้งหมดประมาณร้อยละ 90 และแกนที่ 2 (PC_2) มีค่าความแปรปรวนประมาณร้อยละ 5 (Jensen, 1986) หากมีจำนวนช่วงคลื่นมากกว่า 2 ช่วงคลื่น ก็จะเกิดแกนองค์ประกอบที่ 3, 4, 5 ไปจนครบจำนวนช่วงคลื่นเริ่มต้นทั้งหมด โดยแกนองค์ประกอบหลักหลังๆ จะมีค่าความแปรปรวนในตัวน้อยลงไปเรื่อยๆ ตามลำดับ มีผลทำให้ข้อมูลภาพมีรายละเอียดลดลงจนแทบไม่เห็นรายละเอียดอะไรเลย ศุทธิณี ดนตรี (2549)

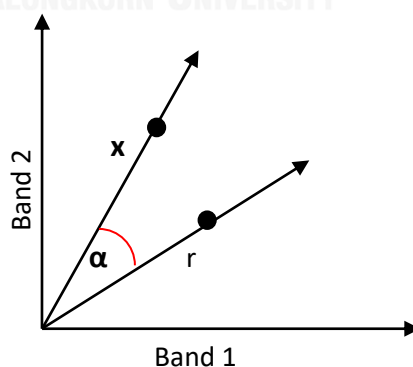


รูปที่ 6 แสดงลักษณะความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ระหว่างแกนองค์ประกอบหลัก 2 แกน
ที่ได้จากการคำนวณค่าพิสัยใหม่ (Jensen, 1986)

2.3 การจำแนกข้อมูลภาพ (Classification)

2.3.1 Spectral Angle Mapper (SAM)

เป็นวิธีการหนึ่งที่ยิมนำมาใช้ในการจำแนกสิ่งปกคลุมดิน โดยมีหลักการทำงานคือทำการเปรียบเทียบสเปกตรัมของจุดภาพที่ไม่ทราบชนิดสิ่งปกคลุมดินกับสเปกตรัมอ้างอิงโดยการสะท้อนสเปกตรัมของแต่ละจุดภาพสามารถเขียนอยู่ในรูปของเวกเตอร์จำนวน n มิติโดยที่ n คือจำนวนช่วงคลื่นที่นำมาใช้ในการจำแนกโดยค่าการสะท้อนในแต่ละช่วงคลื่นคือขนาดในองค์ประกอบในแกนนั้นๆ (Gao et al., 1991)



รูปที่ 7 แสดงตัวอย่างการจำแนกด้วยวิธี SAM จำนวน 2 ช่วงคลื่น (Band 1 และ Band 2)
ของเวกเตอร์ x และเวกเตอร์ r

พิจารณารูปที่ 7 \times คือเวกเตอร์ของจุดภาพที่ไม่ทราบชนิดสิ่งปกคลุมดินและ r คือเวกเตอร์แสดงค่าการสะท้อนเฉลี่ยของชนิดสิ่งปกคลุมดินอ้างอิงในขณะ Band 1 และ Band 2 คือช่วงคลื่น ที่นำมาใช้ในการจำแนกส่วนมุม α คือมุมระหว่างเวกเตอร์ x และ r หากใช้คุณสมบัติการคูณเวกเตอร์ (vector dot product) จะได้ว่า

$$\bar{r} = |\bar{x}| \cdot |\bar{r}| \cos \alpha$$

$$\cos \alpha = \frac{\bar{x} \cdot \bar{r}}{|\bar{x}| |\bar{r}|}$$

$$\alpha = \cos^{-1} \left(\frac{\bar{x} \cdot \bar{r}}{|\bar{x}| |\bar{r}|} \right) \quad (2.3.1)$$

โดยในการจำแนกจะทำการเปรียบเทียบค่ามุมของสเปกตรัม (α) ของเวกเตอร์จุดภาพไม่ทราบชนิดสิ่งปกคลุมดินเทียบกับแต่ละเวกเตอร์อ้างอิงค่ามุมของสเปกตรัมที่เทียบกับเวกเตอร์อ้างอิงใดที่มีค่าน้อยที่สุด จุดภาพดังกล่าวจะเป็นสมาชิกของกลุ่มชนิดเวกเตอร์อ้างอิงนั้น

2.3.2 Data Rotation

เนื่องด้วยพื้นที่ศึกษาเป็นพื้นที่เฉพาะ เข้าถึงพื้นที่ยาก ข้อมูลสนามจำนวน 30 ชุดข้อมูล จำเป็นต้องใช้วิธีการ Data Rotation คือสุ่มเลือกชุดข้อมูลตัวอย่างและข้อมูลทดสอบในแต่ละรอบให้มีจำนวนจุดภาพความใกล้เคียงกัน หรือไม่แตกต่างกันมาก เพื่อลดความลำเอียง (Bias) ในการเลือกใช้ข้อมูลตัวอย่างและข้อมูลทดสอบในการจำแนก ซึ่งใช้การสุ่มเลือกด้วยวิธี Stratified Random Sampling เป็นการกำหนดปริมาณของจุด เพื่อให้จุดกระจายตัวทั่วทุก Class ที่ต้องการจำแนก โดยยึดหลักให้มีลักษณะภายใน Class คล้ายกันหรือเป็นเอกพันธ์มากที่สุด แต่จะแตกต่างกันระหว่าง Class อื่นๆ มากที่สุด (Cohen and Manion, 1989)

2.4 การตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนก

2.4.1 Confusion matrix หรือ Error matrix

Error Matrix เป็นตารางแสดงหน่วยตัวอย่าง (sample units เช่น pixel, cluster ของ pixels, หรือ polygons ฯลฯ) ซึ่งถูกจัดเข้าในชั้นจำแนกใดชั้นจำแนกหนึ่งบนแผนที่เทียบกับ

หน่วยตัวอย่างบนสภาพพื้นที่จริงของตำแหน่งทางภูมิศาสตร์เดียวกัน สำหรับค่า Overall Accuracy และ Kappa แสดงถึงความถูกต้องโดยรวมของการจำแนกค่า Overall Accuracy เป็นค่าที่แสดงสัดส่วนโดยรวมของหน่วยตัวอย่างซึ่งถูกจำแนกอย่างถูกต้องบนแผนที่ ส่วนค่า Kappa จะบ่งชี้ความสอดคล้อง (Agreement) ระหว่างผลการจำแนก (Classified data) กับความเป็นจริงบนพื้นที่ (Reference data)

ค่า Producer's Accuracy และ User's Accuracy ใช้แสดงความถูกต้องเฉพาะของแต่ละชั้นจำแนกค่าแรกแสดงโอกาส (Probability) ที่หน่วยตัวอย่างบนพื้นที่จริงของชั้นจำแนกใดชั้นจำแนกหนึ่ง ถูกจำแนกอย่างถูกต้องบนแผนที่ส่วนค่าหลังเป็นค่าบ่งชี้ถึงโอกาสซึ่งหน่วยตัวอย่างของชั้นจำแนกใดชั้นจำแนกหนึ่งบนแผนที่สอดคล้องกับสภาพพื้นที่จริงในการศึกษานี้ค่าความถูกต้องต่างๆข้างต้นคำนวณได้จากการเปรียบเทียบ pixels ซึ่งถูกจัดเข้าชั้นจำแนกใดชั้นจำแนกหนึ่งบนแผนที่กับสภาพจริงที่จุดตรวจสอบในสนาม ณ ตำแหน่งเดียวกัน (Congalton and Green, 2008)

ตารางที่ 3 แสดงตัวอย่างของเมตริกซ์ความคลาดเคลื่อน

	1	2	3	k	n_{i+}
1	n_{11}	n_{12}	n_{13}	n_{1k}	n_{1+}
2	n_{21}	n_{22}	n_{23}	n_{2k}	n_{2+}
3	n_{31}	n_{32}	n_{33}	n_{3k}	n_{3+}
k	n_{k1}	n_{k2}	n_{k3}	n_{kk}	n_{k+}
n_{+j}	n_{+1}	n_{+2}	n_{+3}	n_{+k}	n

- เมื่อ i แทนข้อมูลแถวและหลัก
 k แทนจำนวนชั้นข้อมูลทั้งหมด
 n_{kk} แทนจุดภาพที่จำแนกตรงกับชั้นข้อมูลอ้างอิง

- n_{+j} แทนจำนวนจุดภาพทั้งหมดของข้อมูลอ้างอิงในชนิดชั้นข้อมูลที่ j
 n_{+i} แทนจำนวนจุดภาพทั้งหมดของข้อมูลอ้างอิงในชนิดชั้นข้อมูล i
 n_{i+} แทนจำนวนจุดภาพที่จำแนกเป็นชั้นข้อมูล i
 n แทนจำนวนจุดภาพทั้งหมด

2.4.2 ความถูกต้องรวม (Overall Accuracy)

คือ อัตราส่วนของจำนวนจุดภาพที่เครื่องจำแนกได้ถูกต้อง (ปรากฏตามแนวทแยงของตารางหลัก) ต่อผลรวมจำนวนจุดภาพที่นำมาจำแนกประเภทและคำนวณออกมาเป็นร้อยละดังสมการ

$$\text{Overall Accuracy} = \frac{\sum_{i=1}^k n_{ii}}{n} \times 100 \quad (2.4.2)$$

n_{ii} คือจำนวนจุดภาพที่สามารถจำแนกได้ถูกต้อง (ค่าของจำนวนจุดภาพในแนว diagonal matrix)

n คือ จำนวนจุดภาพทั้งหมดที่ใช้ในการคำนวณ

2.4.3 ค่าความถูกต้องของผู้ผลิต (Producer's Accuracy)

แสดงถึงที่น่าจะเป็นของข้อมูลบนพื้นดิน (ข้อมูลอ้างอิง) จะถูกจำแนกเป็นชั้นข้อมูลนั้นๆ โดยในการคำนวณความถูกต้องแยกออกเป็นแต่ละชั้นข้อมูลซึ่งสามารถคำนวณได้จากจำนวนจุดภาพที่สามารถจำแนกได้ถูกต้องในชั้นข้อมูลอ้างอิงนั้นๆหารด้วยจำนวนจุดภาพของข้อมูลอ้างอิงในชั้นนั้น

$$\text{Producer's Accuracy} = \frac{n_{ii}}{n_{+j}} \times 100 \quad (2.4.3)$$

n_{ii} คือ จำนวนจุดภาพที่สามารถจำแนกได้ถูกต้องในชั้นข้อมูลอ้างอิงนั้นๆ

(ค่าของจำนวนจุดภาพในแนวdiagonal matrix)

n_{+j} คือ จำนวนจุดภาพของข้อมูลอ้างอิงในชั้นนั้นๆ

2.4.4 ค่าความถูกต้องของผู้ใช้ (User's Accuracy)

แสดงถึงความน่าจะเป็นของแต่ละจุดภาพที่จะถูกจำแนกได้ถูกต้องตรงกับข้อมูลอ้างอิงการคำนวณความถูกต้องถูกพิจารณาเป็นแต่ละชั้นข้อมูลโดยสามารถคำนวณได้จากจำนวนจุดภาพที่สามารถจำแนกได้ถูกต้องในชั้นข้อมูลอ้างอิงนั้นๆหารด้วยจำนวนจุดภาพทั้งหมดที่จำแนกได้ในข้อมูลชั้นนั้นๆ

$$\text{User's Accuracy} = \frac{n_{ii}}{n_{i+}} \times 100 \quad (2.4.4)$$

n_{ii} คือจำนวนจุดภาพที่สามารถจำแนกได้ถูกต้องในชั้นข้อมูลอ้างอิงนั้นๆ

n_{i+} คือ จำนวนจุดภาพทั้งหมดที่จำแนกได้ในข้อมูลชั้นนั้นๆ

2.4.5 การคำนวณสัมประสิทธิ์แคปปา (Kappa Index Agreement)

มีหลักการวัดความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด บางครั้งนำมาประเมินข้อมูลพื้นที่เดียวกันในระหว่าง 1 ช่วงเวลาได้ ศุทธิณี ดนตรี (2549)

$$K = \frac{\text{observed accuracy} - \text{chance accuracy}}{1 - \text{chance agreement}} \quad (2.4.5.1)$$

observed accuracy คือ สัดส่วนที่ได้จากผลรวมจำนวนจุดภาพที่ตรงกันในแถว i และสดมภ์ i หรือตรงตามแนวทแยงของตารางไขว้หารด้วยจำนวนจุดภาพทั้งหมด

chance accuracy คือ ผลรวมของการคูณจำนวนจุดภาพทั้งหมดในแถว i กับจำนวนจุดภาพทั้งหมดในสดมภ์ i แล้วหารด้วยผลคูณของจำนวนแถวทั้งหมดคูณกับจำนวนสดมภ์ทั้งหมด

Z - Test บนหลักการของ KHAT หรือสัมประสิทธิ์แคปปา เป็นสถิติที่ใช้ในการทดสอบเปรียบเทียบผลของการจำแนก โดยมีสมมติฐานว่าง (Null Hypothesis) $H_0: \mu_1 = \mu_2$ และสมมติฐานทางเลือก (Alternative Hypothesis) $H_1: \mu_1 \neq \mu_2$, H_0 จะปฏิเสธสมมติฐาน

ถ้า $Z \geq Z_{\alpha/2}$ โดยที่ค่าความเชื่อมั่นที่ 95% ใช้ค่าวิกฤต $Z_{\alpha/2} = 1.96$ (Congalton & Green, 2008)

$$Z - \text{Test} = \frac{|K_1 - K_2|}{\sqrt{\text{Var}(K_1) + \text{Var}(K_2)}} \quad (2.4.5.2)$$

K_1 = ค่า Kappa Coefficient ของข้อมูลชุดที่หนึ่ง

K_2 = ค่า Kappa Coefficient ของข้อมูลชุดที่สอง

(K_1) = ค่า Variance Kappa ของข้อมูลชุดที่หนึ่ง

(K_2) = ค่า Variance Kappa ของข้อมูลชุดที่สอง

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.5.1 งานวิจัยที่ศึกษาป่าชายเลนโดยใช้การสำรวจระยะไกล

(Wang et al., 2004) ในงานวิจัยนี้ศึกษาป่าชายเลนโดยใช้ภาพความละเอียดสูง IKONOS และ Quickbird มาศึกษาเปรียบเทียบกัน โดยเปรียบเทียบแบบ แบนด์ต่อแบนด์ ชนิดพืชรต่อชนิดพืช ซึ่ง Pixel base ใช้วิธี Maximum likelihood Classification (MLC) และ Object base ใช้วิธี Co-occurrence Matrix (GLCM) และแบบผสม โดยใช้ Bhattacharyya distance (BD) จำแนกช่วงคลื่นที่เหมาะสม โดยใช้ 2 สมการคือ Mean และ Covariance Matrices ตามทฤษฎีความน่าจะเป็น ของการแจกแจงปกติ (Normal Distribution) ทำการจำแนกพืช 3 ชนิด คือ ป่าชายเลนดำ (Avicenniagerminans) ป่าชายเลนขาว (Lagunculariaracemososa) และ ป่าชายเลนแดง (Rhizophora mangle) บริเวณ Punta Galeta บนชายฝั่งทะเลแคริบเบียนของ ปานามา ผลลัพธ์ของการจำแนกมีความถูกต้องสูง

(Vaiphasa, Ongsomwang and Skidmore, 2005) ในงานวิจัยนี้ศึกษาการจำแนก ป่าชายเลนบริเวณอ่าวสวีจังหวัดชุมพร โดยทำการเก็บตัวอย่างพันธุ์ไม้ป่าชายเลนจำนวน 16 ชนิด หาค่าการสะท้อนของช่วงคลื่นต่างๆในห้องปฏิบัติการโดยใช้ 2151 ช่วงคลื่น (350 -2500 นาโนเมตร) ทำการทดสอบความแตกต่างทางสถิติของค่าการสะท้อนของช่วงคลื่น ด้วยANOVAแบบทางเดียวและ

ทดลองแยกออกจากกันของspectral ด้วยระยะทาง J-M ผลการทดลองที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % มีจำนวน 1941 ช่วงคลื่น ที่สะท้อนแตกต่างกันและที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % มีจำนวน 477 ช่วงคลื่น นอกจากนี้ระยะ J-M สามารถคำนวณได้และจำแนกชนิดพันธุ์พืชได้ทุกชนิดยกเว้นพืชชนิดโกก้าง (Rhizophoraceae) ซึ่งมีลักษณะคล้ายกันจำแนกยาก

(Arun & Gnanappazham, 2013) ในงานวิจัยนี้ใช้วิธีการเลือกช่วงคลื่นจากข้อมูลภาพไฮเปอร์สเปกตรัลที่เหมาะสม ในการจำแนกชนิดพรรณไม้ป่าชายเลน บริเวณอุทยานแห่งชาติ Bhitarkanika ตั้งอยู่ตะวันออกเฉียงเหนือของรัฐโอริสสา ประเทศอินเดีย ซึ่งจำแนกป่าชายเลน 6 สายพันธุ์แบบไม่ใช้พารามิเตอร์ ได้แก่ BP, BS CD, KC, RA and RM ซึ่งผลลัพธ์จากการศึกษาวิจัยมีความถูกต้องสูง ยกเว้นพืชชนิด *Bruguierasexangula* (BS) เนื่องจากช่วงคลื่นไม่เพียงพอต่อการจำแนก

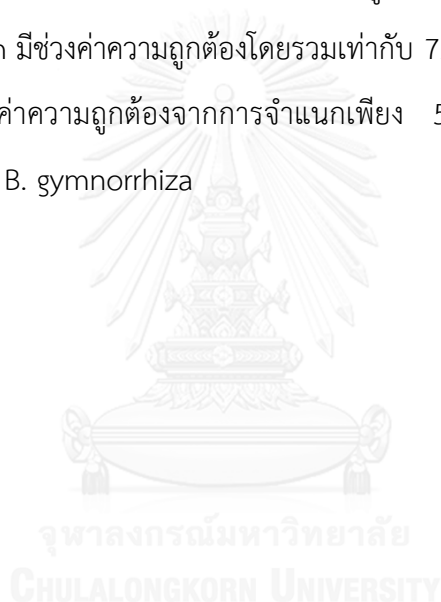
(Keodsinsin and Vaiphasa, 2013) ในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาหาชนิดข้อมูลและวิธีการที่เหมาะสม ในการประมาณค่าดัชนีพื้นที่ผิวใบของป่าชายเลนที่มีความหนาแน่นของเรือนยอดสูง และการจำแนกป่าชายเลนในระดับสายพันธุ์ด้วยข้อมูลภาพแบบไฮเปอร์สเปกตรัลโดยอาศัย การคัดเลือกช่วงคลื่นที่เหมาะสมด้วยวิธีการ Sequential Forward Selection และขั้นตอนวิธีการเชิงพันธุกรรมโดยพื้นที่ศึกษาคือป่าชายเลนบริเวณแหลมตะลุมพุก อ.ปากพนัง จ.นครศรีธรรมราช ทำการจำแนกพืชป่าชายเลน 5 สายพันธุ์ และวิธีการนี้สามารถปรับปรุงค่าความถูกต้องโดยรวมจาก 87 % เป็น 92 %

(Watanakij and Vaiphasa, 2016) ในงานวิจัยนี้จำแนกป่าชายเลน โดยใช้ภาพดาวเทียมความละเอียดสูงควิกเบิร์ด จำแนกป่าชายเลน 5 ชนิดพันธุ์ ด้วยการจำแนกเชิงวัตถุ และการวิเคราะห์ด้วยเนื้อหาภาพ ผลของการวิจัยสามารถปรับปรุงค่าความถูกต้องโดยรวม จาก 92 % เป็น 97 % และสามารถปรับปรุงค่า Producers' accuracy ของโกก้างใบเล็กจาก 68 % เป็น 94 % และโกก้างใบใหญ่ จาก 94 % เป็น 95 %

2.5.2 งานวิจัยที่ใช้ภาพดาวเทียม ในการจำแนกป่าชายเลน

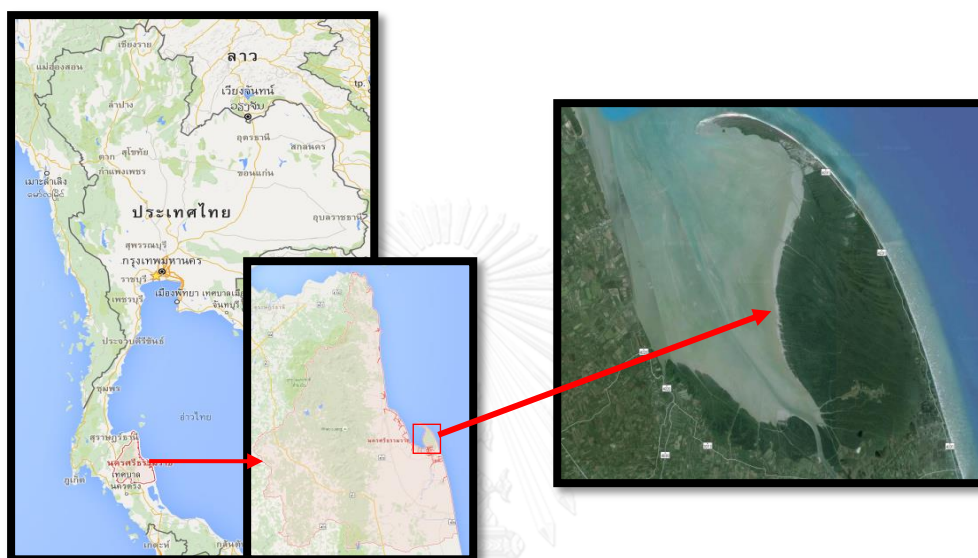
(Leempoel et al., 2013) ในงานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลภาพดาวเทียมศึกษาการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ป่าชายเลนบริเวณ Gaoqiao ตอนใต้ของจีน ซึ่งข้อมูลภาพในช่วงปี 1967, 2000 และ 2009

ข้อมูลจาก 3 ภาพดาวเทียมประกอบด้วย Corona KH-4B (ค่าความละเอียดจุดภาพเท่ากับ 1.8 m.), Landsat ETM+ (ค่าความละเอียดจุดภาพเท่ากับ 14.25 m.) และ GeoEye-1 respectively (ค่าความละเอียดจุดภาพเท่ากับ 0.5 m.) จากการใช้คุณสมบัติของภาพขาวดำในรูปแบบของ Pansharp ช่วยให้เห็นรูปแบบของ Land Cover นำมาใช้ร่วมกับภาพ Multispectral ใช้การจำแนกแบบ Maximum Likelihood Classification ให้ผลลัพธ์ที่ดี เมื่อเปรียบเทียบช่วงเวลา 1967 และ 2009 พบว่าป่าชายเลนลดลง -36 เปอร์เซ็นต์ และเพิ่มขึ้นอีก 24 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบระหว่างปี 2000 และปี 2009 ผลลัพธ์ที่ได้ ในการจำแนกพืชในตระกูล *Bruguieragymnorrhiza* and small *Aegicerascorniculatum* มีช่วงค่าความถูกต้องโดยรวมเท่ากับ 73 -100 % ในขณะที่การจำแนกพืชชนิด *corniculatum* มีค่าความถูกต้องจากการจำแนกเพียง 53 เปอร์เซ็นต์เนื่องจากมีลักษณะเป็น พืชพันธุ์ผสมกับชนิด *B. gymnorhiza*



บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 พื้นที่ศึกษา



รูปที่ 8 แสดงพื้นที่ศึกษาบริเวณแหลมตะลุมพุก อ.ปากพนัง จ.นครศรีธรรมราช

พื้นที่ศึกษาคือบริเวณแหลมตะลุมพุก อ.ปากพนัง จ.นครศรีธรรมราชแหลมตะลุมพุก (ละติจูด $8^{\circ} 31'$ ถึง $8^{\circ} 22'$ N, (ลองจิจูด $100^{\circ} 6'$ ถึง $100^{\circ} 12'$ E) เป็นแหลมยาวเรียวยาวลงไปในอ่าวไทยติดต่อกับผืนดินตอนบนของตัวอำเภอปากพนังด้านนอกติดกับอ่าวไทย สภาพทางภูมิศาสตร์แหลมตะลุมพุกมีลักษณะเป็นแนวสันทรายซึ่งเกิดขนานกับชายฝั่งทะเลด้านตะวันออกของภาคใต้ สันทรายนี้อาจเกิดจากการทับถมของตะกอนทะเลกับตะกอนจากแม่น้ำหลายช่วงด้วยกัน แนวสันทรายจึงแผ่ขยายกว้างขึ้น การที่เกิดเป็นแนวสันทรายขึ้นทำให้ตะกอนทรายทับถมรวมกัน คล้ายกับบริเวณสันทราย ซึ่งเป็นที่ตั้งของตัวเมืองนครศรีธรรมราช แผ่นดินทางด้านตะวันตกต่ำกว่าทางด้านตะวันออก ชายฝั่งทะเลด้านตะวันออกของแหลมตะลุมพุก (ชายฝั่งด้านอ่าวไทย) ชายฝั่งทะเลด้านตะวันตก (ชายฝั่งด้านอ่าวนครหรืออ่าวปากพนัง) เป็นฝั่งชายเลน เต็มไปด้วยป่าไม้โกงกางและป่าชายเลนอื่น ๆ ส่วนตอนเหนือแหลมตะลุมพุกเป็นสันดอนจะงอย โดยมีแนวสันทรายต่อเนื่องจากชายฝั่งอย่างสม่ำเสมอตลอดแนว

ลักษณะภูมิอากาศของแหลมตะลุมพุกคล้าย ๆ กับหมู่บ้านชายทะเลอำเภอปากพนัง คือ ประมาณช่วงเดือนตุลาคม - มกราคม จะมีฝนตกมากที่สุดเพราะได้รับอิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือนำความชื้นมาจากบริเวณอ่าวไทย ประมาณช่วงเดือนกุมภาพันธ์ - พฤษภาคม มีฝนตกน้อยมากเพราะได้รับอิทธิพลของลมซึ่งพัดจากทิศตะวันออกเฉียงใต้ ประมาณช่วงเดือน มิถุนายน - กันยายน เป็นช่วงที่ฝนตกปานกลางเพราะได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้

3.2 ข้อมูลภาคสนาม

ในงานวิจัยครั้งนี้ใช้ข้อมูลภาคสนามที่ได้จากงานวิจัยของ (Keodsinsin and Vaiphasa, 2013) เก็บข้อมูลในช่วงเดือนกุมภาพันธ์และ มีนาคม 2554 ซึ่งมีรายละเอียดการเก็บข้อมูลสรุปได้ดังต่อไปนี้

1. ใช้ข้อมูลการเลือกแปลงตัวอย่างจากงานวิจัยของ ธันวาทิจาพิทักษ์วงศ์ (2552) ซึ่งเป็นข้อมูลภาพถ่าย ASTER ที่ผ่านการจำแนกด้วยวิธีจำแนกแบบไม่ควบคุม (Unsupervised Classification แบบ K-Mean) เป็นจำนวน 15 cluster ใช้วิธีการวางแผนเลือกแปลงตัวอย่างแบบการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้นและใช้วิธี Line Transect ในการเลือกแปลงตัวอย่างซึ่งเป็นวิธีที่มีความเหมาะสมกับสภาพป่าที่มีต้นไม้ขึ้นแน่น โดยมีการวางแผนแปลงตัวอย่างครอบคลุม 15 Cluster ประมาณ 500 แปลง จากนั้นคัดเลือกแปลงตัวอย่างที่สามารถเข้าถึงได้ง่ายและครอบคลุมทุก cluster ซึ่งเหลือ ประมาณ 100 แปลง
2. ใช้เรือในการสำรวจ ใช้เครื่องมือรับสัญญาณดาวเทียมจีพีเอส (ระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก) โดยล่องเรือไปตามแนวคลองและยึดค่าทิศเหนือและค่าทิศตะวันออกที่อ่านได้จากเครื่องมือรับสัญญาณจีพีเอสเป็นหลักในการเข้าหาแปลงตัวอย่างเมื่อพบแนวทิศเหนือหรือทิศตะวันออกของค่าพิกัดแปลงตัวอย่างแล้วทำการหยุดเรือแล้วใช้เข็มทิศในตัวเครื่องมือรับสัญญาณจีพีเอสเล็งทิศทางที่จะเข้าสู่แปลงตัวอย่างใช้เชือกไนลอนยาว 30 เมตรวัดระยะทางจากขอบแม่น้ำ (เริ่มวัดเมื่อห่างจากขอบพอประมาณ) สู่ตำแหน่งจุดกึ่งกลางแปลงตัวอย่าง
3. ทำการวางแผนขนาด 30 X 30 ตารางเมตรนับจำนวนแยกเป็นแต่ละสายพันธุ์ของต้นไม้ทุกต้นในแปลงที่มีความสูงมากกว่า 2.5 เมตร

4. บันทึกค่าจุดกึ่งกลางแปลงตัวอย่างโดยมีการปรับแก้ความถูกต้องโดยใช้หลักการ DGPS (Differential GPS) ซึ่งใช้เครื่องมือรับสัญญาณจีพีเอสแบบพกวาจำนวน 2 เครื่องเรียกว่า Pseudorange-based Difference GPS ซึ่งวิธีนี้ให้ความถูกต้องทางตำแหน่งไม่เกิน 5 เมตร เฉลิมชนม์ สติระพจน์ (2552) ตัวอย่างข้อมูลสนามดังแสดงในตารางที่ 4
5. ข้อมูลภาคสนามที่สำรวจได้ไม่เพียงพอต่อการใช้ในการวิจัยจึงได้ทำการ grow (กำหนดส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 2) ข้อมูลเพื่อใช้เป็นข้อมูลตัวอย่าง (Training data) และข้อมูลทดสอบ (Testing data) ในจำนวนเท่าๆกัน
6. จะเห็นว่าข้อมูลภาคสนามมีระยะเวลาห่างกันกับระยะเวลาการถ่ายภาพดาวเทียม โดยห่างจากการถ่ายภาพดาวเทียมความละเอียดสูงควิกเบิร์ด ประมาณ 18 เดือนและห่างจากการถ่ายภาพดาวเทียม Hyperion ประมาณ 8 เดือน ซึ่งข้อมูลภาพทั้งสองมีระยะเวลาถ่ายห่างกันประมาณ 8 เดือนเช่นกัน และเวลาดังกล่าวไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจน (Watanakij and Vaiphasa, 2016)
7. ข้อมูลสนามที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ ใช้ข้อมูลตัวอย่างและข้อมูลทดสอบจำนวน 30 ชุด เป็นจำนวนรอบที่เหมาะสมในการทดลอง เนื่องด้วยพื้นที่ศึกษาเป็นพื้นที่พิเศษ เข้าถึงพื้นที่ยาก ข้อมูลสนามจึงจำเป็นต้องทำ Data Rotation เพื่อลดความลำเอียง (Bias) ของการเลือกข้อมูลในการจำแนก

ตารางที่ 4 แสดงจำนวนแปลง ข้อมูลตัวอย่างและข้อมูลทดสอบที่ใช้ในแต่ละชนิดพันธุ์

(Keodsinsin and Vaiphasa, 2013)

ชื่อพันธุ์ไม้	ชื่อวิทยาศาสตร์	จำนวน แปลง	Training Data (จุดภาพ)	Testing Dada (จุดภาพ)
แสมขาว	Avicennia alba Bl.	13	30	30
แสมทะเล	Avicennia marina (Forsk.) Vierh	12	44	44
ถั่วดำ	Bruguieraparviflora Bl.	12	38	38
โกงกางใบเล็ก	Rhizophoraapiculata Bl.	31	51	51
โกงกางใบใหญ่	Rhizophoramucronata Poir.	11	38	38
รวม		79	201	201

ตารางที่ 5 แสดงจำนวนแปลง ข้อมูลตัวอย่างและข้อมูลทดสอบที่ใช้ในแต่ละชนิดพันธุ์ของภาพความละเอียดสูงควิกเบิร์ด ให้เท่ากับ 0.6 เมตร

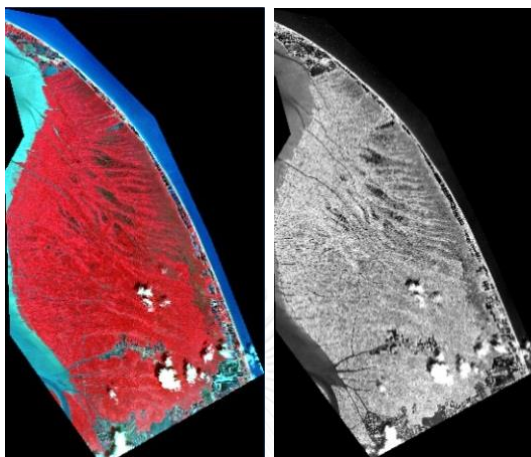
ชื่อพันธุ์ไม้	ชื่อวิทยาศาสตร์	Training Data (จุดภาพ)	Testing Dada (จุดภาพ)
แสมขาว	Avicennia alba Bl.	9,996	11,626
แสมทะเล	Avicennia marina (Forsk.) Vierh	9,804	14,349
ถั่วดำ	Bruguieraparviflora Bl.	9,608	8,803
โกงกางใบเล็ก	Rhizophoraapiculata Bl.	9,984	11,765
โกงกางใบใหญ่	Rhizophoramucronata Poir.	10,000	2,849
รวม		49,392	49,392

3.3 ภาพดาวเทียมที่ใช้ในการศึกษา

3.3.1 ข้อมูลภาพความละเอียดสูงควิกเบิร์ด

การศึกษาวิจัยนี้ใช้ภาพดาวเทียมความละเอียดสูงควิกเบิร์ด เมื่อวันที่ 13 ตุลาคม 2552 ประกอบด้วยภาพ 2 ระบบคือ แบบหลายช่วงคลื่น ค่าความละเอียดจุดภาพ 2.4 เมตร และแบบขาวดำ ภาพมีการปรับแก้เชิงคลื่น (Radiometric correction) ในระดับ 2A จำนวน 16 บิต ภาพดาวเทียมจะนำมาแปลงค่ากลับมาเป็นค่ารังสี (Spectral radiance) ใน MODTRAN4 และแปลงเป็นค่าการสะท้อนด้วย FLAASH ในโปรแกรม ENVI 4.7 ข้อมูลจะทำการปรับแก้เชิงเรขาคณิต

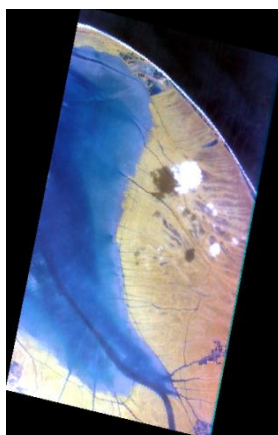
กับข้อมูลออร์โธสีจากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรด้วยวิธีต่อภาพ กำหนดค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 2 จุดภาพ (Watanakij and Vaiphasa, 2016)



รูปที่ 9 ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมความละเอียดสูงคริกเบิร์ด เมื่อวันที่ 13 ตุลาคม 2552
บริเวณแหลมตะลุมพุก อ.ปากพนัง จ.นครศรีธรรมราช

3.3.2 ข้อมูลภาพไฮเปอร์สเปกตรัล

ใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Hyperion บันทึกภาพเมื่อ 29 มิถุนายน 2553 จำนวน 7 แบนด์ที่ดีที่สุด ได้แก่ 549, 712, 732, 1034, 1235, 2073 และ 2083 นาโนเมตร คัดเลือกด้วยวิธีเชิงพันธุกรรม จากจำนวนทั้งหมด 155 ช่วงคลื่น (Keodsinsin and Vaiphasa, 2013)

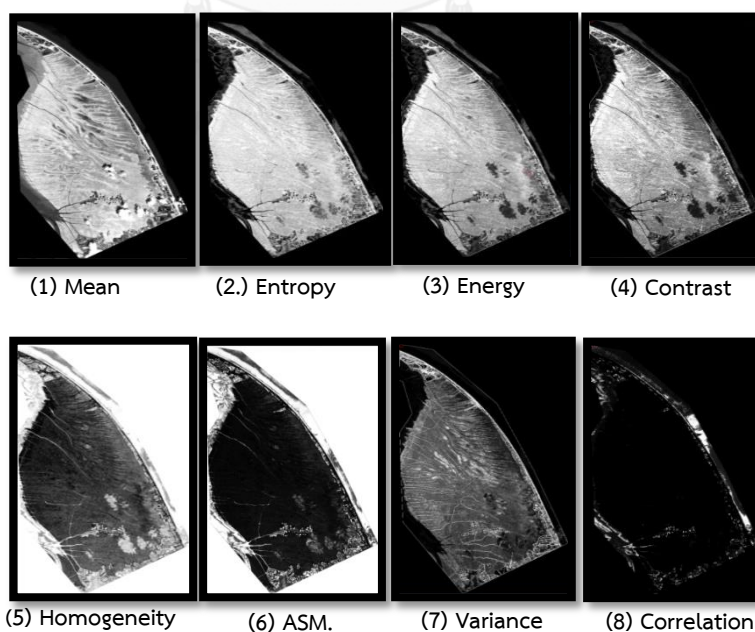


รูปที่ 10 ข้อมูลภาพไฮเปอร์สเปกตรัล เมื่อวันที่ 29 มิถุนายน 2553
บริเวณแหลมตะลุมพุก อ.ปากพนัง จ.นครศรีธรรมราช

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลภาพความละเอียดสูงควิกเบิร์ด

3.4.1 การเตรียมข้อมูลภาพความละเอียดสูงควิกเบิร์ด

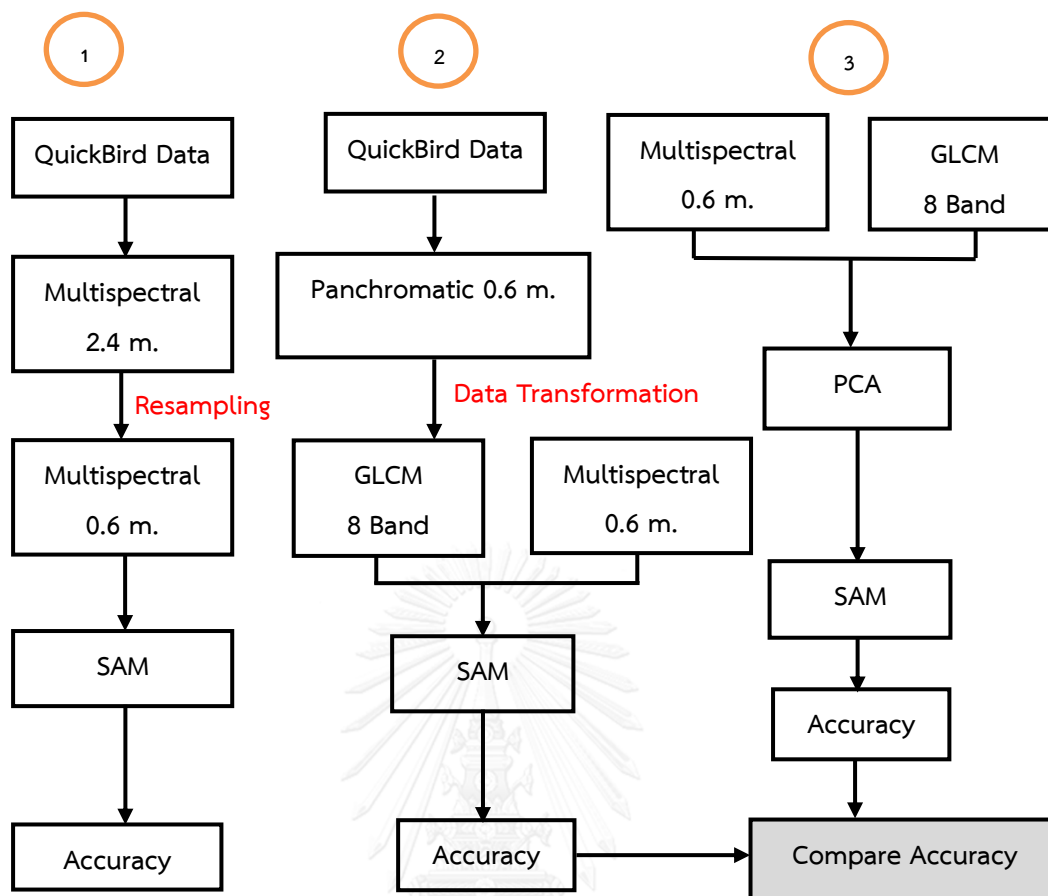
1. ใช้ข้อมูลภาพหลายช่วงคลื่น 4 แบนด์ ประกอบด้วยช่วงคลื่นตามมองเห็นสีแดง (Red) 450-520 นาโนเมตร ช่วงคลื่นตามมองเห็นสีเขียว (Green) 520-600 นาโนเมตร ช่วงคลื่นตามมองเห็นสีน้ำเงิน (Blue) 630 – 690 นาโนเมตร และช่วงคลื่นอินฟราเรดคลื่นใกล้ (Near Infrared) 630-690 นาโนเมตร ค่าความละเอียดจุดภาพ 2.4 เมตร และใช้ข้อมูลภาพขาวดำ 1 แบนด์ ช่วงคลื่น 760-960 นาโนเมตร ความละเอียดจุดภาพ 0.6 เมตร
2. ทำการ Resampling ข้อมูลภาพหลายช่วงคลื่น 4 แบนด์ ความละเอียดจุดภาพ 2.4 เมตรให้เป็น 0.6 เมตร เพื่อทำงานร่วมกับภาพขาวดำ
3. ทดลองการจำแนกข้อมูลตัวอย่าง (Training Data) และข้อมูลทดสอบ (Testing Data) จากข้อมูลสนาม 30 รอบ
4. ใช้ข้อมูลภาพขาวดำ ทำ GLCM ซึ่งผลลัพธ์คือได้ช่วงคลื่นออกมา 8 แบนด์ ได้แก่ (1) Mean, (2) Entropy, (3) Energy, (4) Contrast, (5) Homogeneity, (6) ASM, (7) Variance, และ (8) Correlation ดังรูปที่ 11



รูปที่ 11 แสดงข้อมูลภาพที่ได้จากกระบวนการ GLCM 8 Band

3.4.2 การประมวลผลข้อมูลภาพความละเอียดสูงควิกเบิร์ด

1. ใช้ภาพหลายช่วงคลื่น 4 แบนด์ ค่าความละเอียดจุดภาพ 0.6 เมตร มาจำแนกด้วย SAM (จำนวน 30 รอบ) แล้วหา Confusion matrix ของแต่ละการจำแนก
2. ใช้ภาพหลายช่วงคลื่น 4 แบนด์ ค่าความละเอียดจุดภาพ 0.6 เมตร นำมารวมกับภาพที่ผ่านกระบวนการ GLCM 8 แบนด์ มาจำแนกด้วย SAM (จำนวน 30 รอบ) การใช้วิธีวิเคราะห์เนื้อหาภาพด้วย GLCM เพื่อให้ความละเอียดของข้อมูลภาพดาวเทียม อีกทั้งสามารถลบบางส่วนของภาพดาวเทียมที่ไม่ต้องการออกไปหรือช่วยให้บางส่วนของภาพ มองเห็นชัดจนมากยิ่งขึ้น โดยใช้ตัวกรอง (Filter) ในโปรแกรม Envi 4.7 ข้อมูลเชิงพื้นที่จากภาพดาวเทียมเป็นข้อมูลเชิงตัวเลข (digital number) อยู่ในรูปของกรอบตารางกริดสี่เหลี่ยมจัตุรัส (Square Matrix) โดยให้จุดภาพ (pixel) ทั้งแนวนอนและแนวตั้งซึ่งจะเป็นเลขคู่เสมอ เช่น 3*3 5*5 7*7 เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อให้เกิดความสมดุล (Symmetry) กับจุดภาพที่อยู่ตรงกลางของตัวกรอง (filter)
3. ใช้ภาพหลายช่วงคลื่น 4 แบนด์ ค่าความละเอียดจุดภาพ 0.6 เมตร นำมารวมกับภาพที่ผ่านกระบวนการ GLCM 8 แบนด์ ยุบรวมข้อมูลด้วยวิธีการ PCA จากนั้นจำแนกด้วย SAM (จำนวน 30 รอบ) การใช้วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบหลักเป็นการสร้างองค์ประกอบใหม่ หรือ ช่วงคลื่น ซึ่งเป็นตัวแทนของมวลข้อมูลที่ได้จากคลื่นเก่าหลายช่วงคลื่นรวมกันโดยคลื่นใหม่จะมีปริมาณข้อมูลเกือบทั้งหมดเหมือนกับที่มีอยู่ในคลื่นเก่า แต่เหลืออยู่ในจำนวนคลื่นดังแสดงในรูปที่ 12



รูปที่ 12 แสดงขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลภาพความละเอียดสูงควิกเบิร์ด

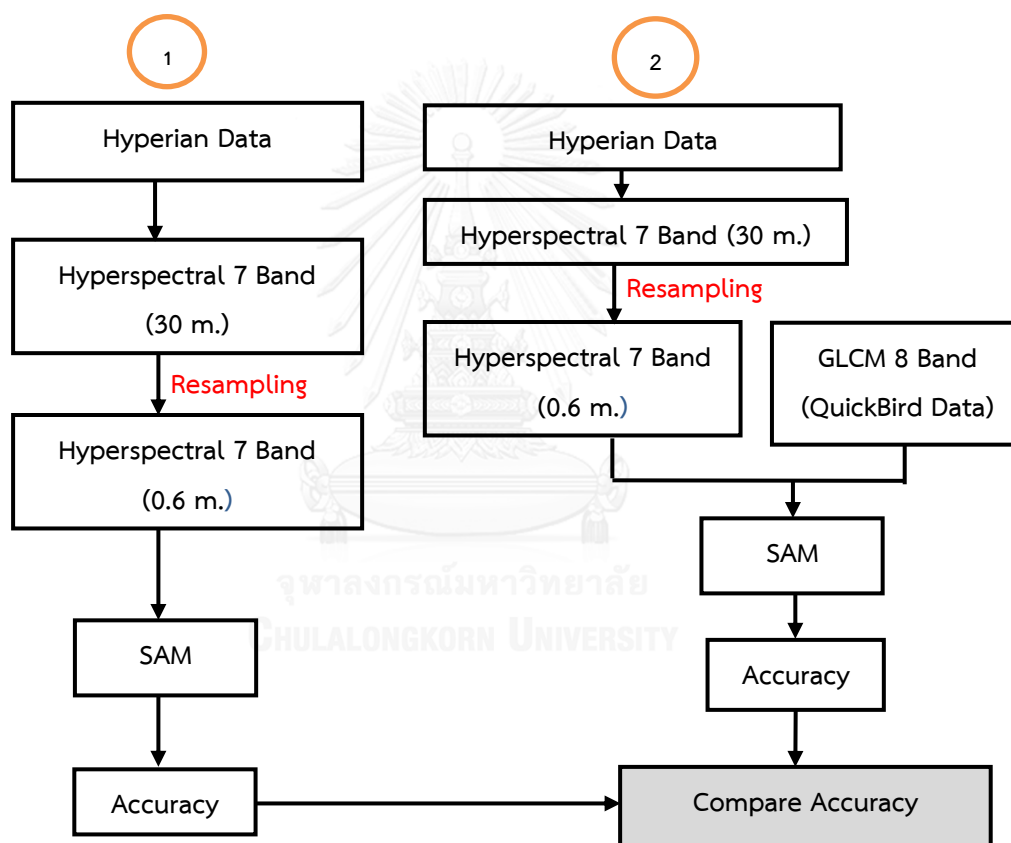
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลภาพไฮเปอร์สเปกตรัล

3.5.1 การเตรียมข้อมูลภาพไฮเปอร์สเปกตรัล

1. เลือกใช้ข้อมูลภาพ 7 ช่วงคลื่นที่ผ่านการคัดเลือกด้วยกระบวนการ GA ของ (Keodsin and Vaiphasa, 2013) ความยาวช่วงคลื่น ได้แก่ 549, 712, 732, 1034, 1235, 2073 และ 2083 นาโนเมตร ค่าความละเอียดจุดภาพ 30 เมตร
2. ทำการ Resampling ข้อมูลภาพไฮเปอร์สเปกตรัล 7 แบนด์ ความละเอียดจุดภาพ 30 เมตร ให้เป็น 0.6 เมตร
3. ทดลองการจำแนกข้อมูลตัวอย่าง (Training Data) และข้อมูลทดสอบ (Testing Data) จากข้อมูลสนาม 30 รอบ

3.5.2 การประมวลผลข้อมูลภาพไฮเปอร์สเปกตรัล

1. ใช้ข้อมูลไฮเปอร์สเปกตรัล 7 แบนด์ ค่าความละเอียดจุดภาพ 0.6 เมตร มาจำแนกด้วย SAM (จำนวน 30 รอบ) แล้วหา Confusion matrix ของแต่ละการจำแนก
2. ใช้ภาพหลายช่วงคลื่น 4 แบนด์ ค่าความละเอียดจุดภาพ 0.6 เมตร นำมารวมกับภาพที่ผ่านกระบวนการ GLCM (จากข้อมูลภาพความละเอียดสูงควิกเบิร์ด 8 แบนด์ มาจำแนกด้วย SAM (จำนวน 30 รอบ)) ดังรายละเอียดในรูปที่ 13



รูปที่ 13 แสดงขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลภาพไฮเปอร์สเปกตรัล

3.6 ตรวจสอบค่าความถูกต้องและสรุปผลการวิจัยของทั้ง 2 ภาพ

ตรวจสอบความถูกต้องจากการจำแนกด้วย Confusion Matrix ซึ่งจะได้ค่าความถูกต้องโดยรวมจากทั้งสองภาพ จำนวน 5 ชุดข้อมูล ค่าความถูกต้องทั้งหมด จะถูกนำมาเปรียบเทียบและสรุปผลการวิจัย

บทที่ 4 ผลการศึกษา

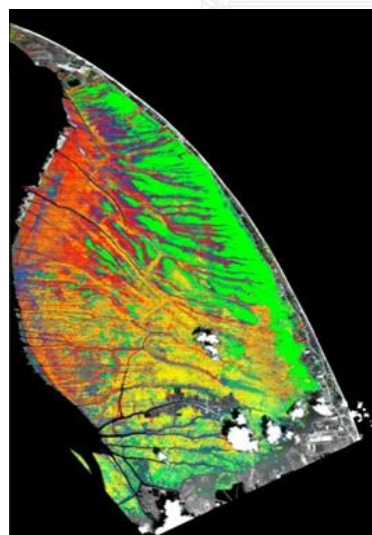
4.1 ผลการจำแนกภาพดาวเทียมความละเอียดสูงควิกเบิร์ดด้วย SAM

จากการจำแนกข้อมูลภาพดาวเทียมความละเอียดสูงควิกเบิร์ด ของพรรณไม้ป่าชายเลน ทั้ง 5 ชนิดพันธุ์ด้วย SAM จำนวน 30 ครั้ง ซึ่งแสดงรายละเอียดในตารางที่ 6 พบว่าค่าความถูกต้องโดยรวม และ ค่าสัมประสิทธิ์แคปปา ครั้งที่ 6 (ครั้งที่ดีที่สุด) มีค่าเท่ากับ 48 % และ 0.35 ตามลำดับ (แสดงรายละเอียดในตารางที่ 7 และ รูปที่ 14) ในการจำแนกด้วยวิธีนี้สามารถจำแนกได้ดีในกลุ่มพรรณไม้เสมหะเล โกงกางใบเล็ก และเสมหะขาว มีค่าความถูกต้องผู้ผลิต 99.51 % , 70.38 % และ 35.79% ตามลำดับ

ตารางที่ 6 แสดงค่า OA-Test และ Kappa ของการจำแนกภาพดาวเทียมความละเอียดสูงควิกเบิร์ดด้วย SAM จำนวน 30 ครั้ง

No	OA-Test (%)	Kappa
1	44	0.30
2	34	0.18
3	41	0.26
4	33	0.17
5	40	0.25
6	48	0.35
7	41	0.26
8	30	0.13
9	31	0.14
10	32	0.15
11	35	0.18
12	30	0.12
13	37	0.22
14	29	0.11
15	36	0.20

No	OA-Test (%)	Kappa
16	32	0.15
17	32	0.15
18	38	0.22
19	32	0.15
20	37	0.21
21	38	0.23
22	33	0.17
23	33	0.16
24	25	0.06
25	36	0.20
26	36	0.20
27	37	0.21
28	31	0.14
29	37	0.21
30	32	0.15



คำอธิบายสัญลักษณ์

- แสมขาว (AA)
- แสมทะเล (AM)
- ถั่วดำ (BP)
- โกงกางใบเล็ก (RA)
- โกงกางใบใหญ่ (RM)

รูปที่ 14 แผนที่การจำแนกภาพดาวเทียมความละเอียดสูงควิกเบิร์ดด้วย SAM

ตารางที่ 7 แสดง Confusion Matrix ของการจำแนกภาพดาวเทียมความละเอียดสูงควิกเบิร์ด ด้วย SAM ในครั้งที่ 6 (ครั้งที่ดีที่สุด)

ประเภท	ข้อมูลภาคสนาม					ผลรวม ใน แนวนอน	User Acc. (%)	
	AA	AM	BP	RA	RM			
ข้อมูลการจำแนกด้วย SAM	Unclassified	0	0	0	0	0		
	AA	3578	0	2716	909	4423	11626	30.78
	AM	990	9756	2750	332	521	14349	67.99
	BP	3922	32	2774	748	1327	8803	31.51
	RA	878	0	755	7027	3105	11765	59.73
	RM	628	16	613	968	624	2849	21.90
ผลรวมในแนวคอลัมน์	9996	9804	9608	9984	10000	49392		
Prod. Acc. (%)	35.79	99.51	28.87	70.38	6.24			

ความถูกต้องโดยรวม เท่ากับ 23759/49392 หรือ 48 % , ค่าสัมประสิทธิ์แคปปา เท่ากับ 0.35

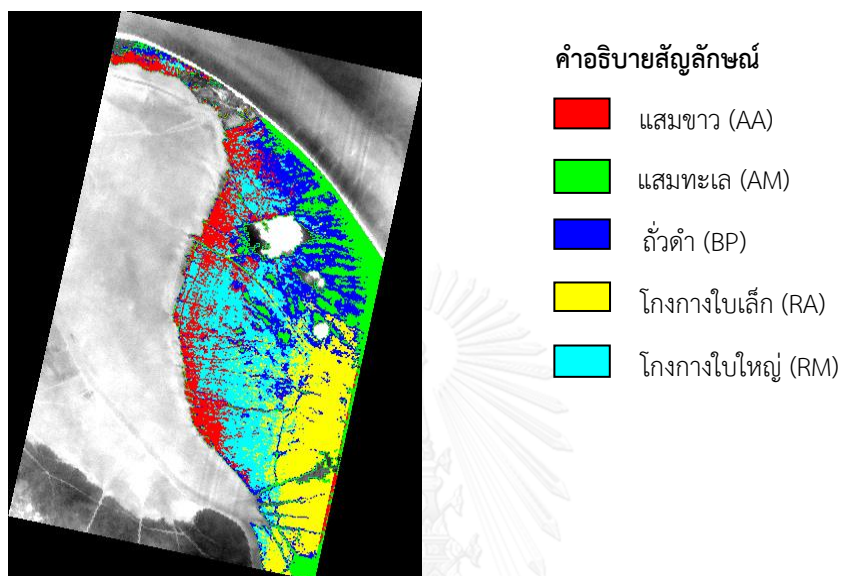
4.2 ผลการจำแนกภาพดาวเทียมไฮเปอร์สเปกตรัล 7 แบนด์ด้วย SAM

จากการจำแนกข้อมูลภาพดาวเทียมความละเอียดไฮเปอร์สเปกตรัลของพรรณไม้ป่าชายเลน ทั้ง 5 ชนิดพันธุ์ ด้วย SAM จำนวน 30 ครั้ง ซึ่งแสดงรายละเอียดในตารางที่ 8 พบว่า ค่าความถูกต้องโดยรวม และค่าสัมประสิทธิ์แคปปา สูงสุดในครั้งที่ 14 (ครั้งที่ดีที่สุด) มีค่าเท่ากับ 88 % และ 0.85 ตามลำดับ (แสดงรายละเอียดในตารางที่ 9 และรูปที่ 15) ในการจำแนกด้วยวิธีนี้สามารถจำแนกได้ดีในกลุ่มพรรณไม้เสมทะเล, ถั่วดำ และเสมขาว มีค่าความถูกต้องผู้ผลิต 97.73 % , 97.37 % และ 93.33 % ตามลำดับ

ตารางที่ 8 แสดงค่า OA-Test และ Kappa ของการจำแนกภาพดาวเทียมไฮเปอร์สเปกตรัล 7 แบนด์ด้วย SAM จำนวน 30 ครั้ง

No	OA-Test (%)	Kappa
1	81	0.76
2	83	0.79
3	84	0.79
4	82	0.77
5	86	0.82
6	85	0.81
7	79	0.73
8	85	0.81
9	87	0.83
10	82	0.77
11	85	0.80
12	82	0.77
13	87	0.83
14	88	0.85
15	81	0.76
16	86	0.82
17	83	0.78
18	82	0.77
19	84	0.79
20	80	0.75
21	81	0.75
22	84	0.80
23	81	0.76
24	83	0.79
25	85	0.81
26	86	0.82
27	84	0.80
28	82	0.77

No	OA-Test (%)	Kappa
29	81	0.76
30	83	0.79



รูปที่ 15 แผนที่การจำแนกภาพดาวเทียมไฮเปอร์สเปกตรัลด้วย SAM

ตารางที่ 9 แสดง Confusion Matrix ของการจำแนกภาพดาวเทียมไฮเปอร์สเปกตรัลด้วย SAM ในครั้งที่ 14 (ครั้งที่ดีที่สุด)

ประเภท	ข้อมูลภาคสนาม					ผลรวม ในแนวนอน	User Acc. (%)	
	AA	AM	BP	RA	RM			
ข้อมูลการจำแนกด้วย SAM	Unclassified	0	0	0	0	0		
	AA	28	1	0	2	2	33	84.85
	AM	0	43	0	0	1	44	97.73
	BP	0	0	37	1	2	40	92.50
	RA	0	0	0	43	7	50	86.00
	RM	2	0	1	5	26	34	76.47
ผลรวมในแนวคอลัมน์		30	44	38	51	38		
Prod. Acc. (%)		93.33	97.73	97.37	84.31	68.42		

ความถูกต้องโดยรวม เท่ากับ 177/201 หรือ 88 %, ค่าสัมประสิทธิ์แคปปา เท่ากับ 0.85

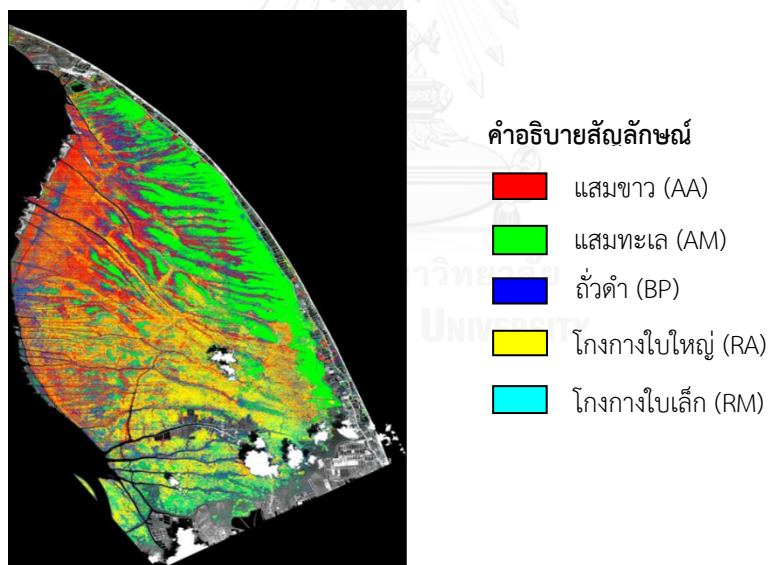
4.3 ผลการจำแนกภาพดาวเทียมความละเอียดสูงควิกเบิร์ดด้วย GLCM

จากการจำแนกข้อมูลภาพดาวเทียมความละเอียดสูงควิกเบิร์ดด้วย GLCM ของพรรณไม้ป่าชายเลนทั้ง 5 ชนิดพันธุ์ ด้วยวิธี GLCM จำนวน 30 ครั้ง ซึ่งแสดงรายละเอียดในตารางที่ 10 พบว่าความถูกต้องโดยรวม และค่าสัมประสิทธิ์แคปปา สูงสุดในครั้งที่ 6 (ครั้งที่ดีที่สุด) มีค่าเท่ากับ 48 % และ 0.35 ตามลำดับ (แสดงรายละเอียดในตารางที่ 11 และ รูปที่ 16) ในการจำแนกด้วยวิธีนี้สามารถจำแนกได้ดี ในกลุ่มพรรณไม้เสมทะเล, โกงกางใบเล็ก และเสมขาว มีค่าความถูกต้องผู้ผลิต 99.51 % , 70.60 % และ 35.95 %

ตารางที่ 10 แสดงค่า OA-Test และ Kappa ของการจำแนกภาพดาวเทียมความละเอียดสูงควิกเบิร์ดด้วย GLCM จำนวน 30 ครั้ง

No	OA-Test (%)	Kappa
1	44	0.30
2	34	0.18
3	41	0.26
4	34	0.17
5	40	0.25
6	48	0.35
7	41	0.26
8	30	0.13
9	31	0.14
10	32	0.15
11	35	0.18
12	30	0.12
13	24	0.05
14	29	0.11
15	36	0.20
16	32	0.15
17	32	0.15
18	38	0.22
19	32	0.15

No	OA-Test (%)	Kappa
20	37	0.21
21	38	0.23
22	33	0.17
23	33	0.16
24	25	0.06
25	36	0.20
26	36	0.20
27	42	0.28
28	31	0.14
29	37	0.21
30	32	0.15



รูปที่ 16 แผนที่การจำแนกภาพดาวเทียมความละเอียดสูงคริกเบิร์ดด้วย GLCM

ตารางที่ 11 แสดง Confusion Matrix ของการจำแนกภาพดาวเทียมความละเอียดสูงควิกเบิร์ด (QuickBird) ด้วย GLCM ในครั้งที่ 6 (ครั้งที่ดีที่สุด)

ประเภท	ข้อมูลภาคสนาม					ผลรวม ใน แนวนอน	User Acc. (%)	
	AA	AM	BP	RA	RM			
ข้อมูลการจำแนกด้วย SAM	Unclassified	0	0	0	0	0		
	AA	3594	0	2716	887	4431	11628	30.91
	AM	990	9756	2750	320	521	14337	68.05
	BP	3918	32	2774	760	1327	8811	31.48
	RA	866	0	755	7049	3097	11767	59.90
	RM	628	16	613	968	624	2849	21.90
ผลรวมในแนวคอลัมน์	9996	9804	9608	9984	10000	49392		
Prod. Acc. (%)	35.95	99.51	28.87	70.60	6.24			

ความถูกต้องโดยรวม เท่ากับ 23797/49392 หรือ 48 % , ค่าสัมประสิทธิ์แคปปา เท่ากับ 0.35

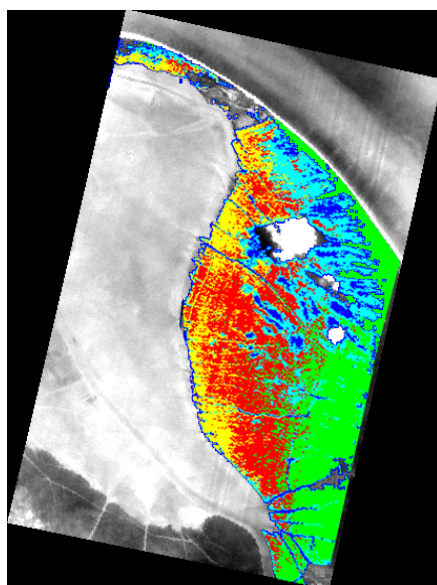
4.4 ผลการจำแนกภาพดาวเทียมไฮเปอร์สเปกตรัล 7 แบนด์ด้วย GLCM

จากการจำแนกข้อมูลภาพดาวเทียมไฮเปอร์สเปกตรัล ด้วยวิธี GLCM ของพรรณไม้ป่าชายเลนทั้ง 5 ชนิดพันธุ์ ด้วยวิธี GLCM จำนวน 30 ครั้ง ซึ่งแสดงรายละเอียดในตารางที่ 12 พบว่าความถูกต้องโดยรวม และค่าสัมประสิทธิ์แคปปา สูงสุดในครั้งที่ 13 (ครั้งที่ดีที่สุด) (แสดงรายละเอียดในตารางที่ 13 และรูปที่ 17) มีค่าเท่ากับ 87 % และ 0.83 ตามลำดับ ในการจำแนกด้วยวิธีนี้สามารถจำแนกได้ดี ในกลุ่มพรรณไม้แสมทะเล, แสมขาวและโกงกางใบเล็ก มีค่าความถูกต้องผู้ผลิต 100 % , 96.67 % และ 88.24 % ตามลำดับ

ตารางที่ 12 แสดงค่า OA-Test และ Kappa ของการจำแนกภาพดาวเทียมไฮเปอร์สเปกตรัล 7 แบนด์ด้วย GLCM จำนวน 30 ครั้ง

No	OA-Test (%)	Kappa
1	76	0.69
2	70	0.62
3	73	0.66
4	76	0.69
5	75	0.68
6	71	0.63
7	79	0.73
8	84	0.79
9	86	0.82
10	82	0.77
11	85	0.80
12	82	0.77
13	87	0.83
14	75	0.68
15	77	0.71
16	76	0.69
17	76	0.69
18	73	0.66
19	75	0.68
20	72	0.65
21	75	0.69
22	76	0.69
23	69	0.61
24	83	0.79
25	85	0.81
26	86	0.82
27	84	0.80
28	82	0.77

No	OA-Test (%)	Kappa
29	81	0.76
30	83	0.79



คำอธิบายสัญลักษณ์

- แสมขาว (AA)
- แสมทะเล (AM)
- ถั่วดำ (BP)
- โกงกางใบเล็ก (RA)
- โกงกางใบใหญ่ (RM)

รูปที่ 17 แผนที่การจำแนกภาพดาวเทียมไฮเปอร์สเปกตรัลด้วย GLCM

ตารางที่ 13 แสดง Confusion Matrix ของการจำแนกภาพดาวเทียมไฮเปอร์สเปกตรัล 7 แบนด์ ด้วย GLCM ในครั้งที่ 13 (ครั้งที่ดีที่สุด)

ประเภท	ข้อมูลภาคสนาม					ผลรวม ในแนวนอน	User Acc. (%)
	AA	AM	BP	RA	RM		
ข้อมูลการจำแนกด้วย SAM	Unclassified	0	0	0	0	0	
	AA	29	0	0	1	3	33 87.88
	AM	0	44	1	0	2	47 93.62
	BP	0	0	32	1	0	33 96.97
	RA	0	0	2	45	9	56 80.36
	RM	1	0	3	4	24	32 75.00
ผลรวมในแนวคอลัมน์		30	44	38	51	38	
Prod. Acc. (%)		96.67	100.00	84.21	88.24	63.16	

ความถูกต้องโดยรวม เท่ากับ 174/201 หรือ 87 %, ค่าสัมประสิทธิ์แคปปา เท่ากับ 0.83

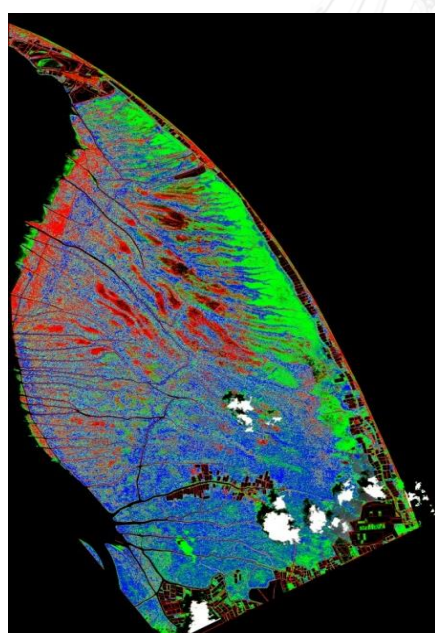
4.5 ผลการจำแนกภาพดาวเทียมความละเอียดสูงควิกเบิร์ด ด้วยวิธี PCA

จากการจำแนกข้อมูลภาพดาวเทียมละเอียดสูงควิกเบิร์ดของพรรณไม้ป่าชายเลน ทั้ง 5 ชนิดพันธุ์ ด้วยวิธี PCA จำนวน 30 ครั้ง ซึ่งแสดงรายละเอียดในตารางที่ 14 พบว่า ความถูกต้องโดยรวม และค่าสัมประสิทธิ์แคปปา สูงสุดในครั้งที่ 6 (ครั้งที่ดีที่สุด) มีค่าเท่ากับ 56 % และ 0.45 ตามลำดับ (แสดงรายละเอียดในตารางที่ 15 และ รูปที่ 18) ในการจำแนกด้วยวิธีนี้สามารถจำแนก ได้ดี ในกลุ่มพรรณไม้เสมทะเล, เสมขาว และ ถั่วดำ มีค่าความถูกต้องผู้ผลิต 94.84 % , 93.20 % และ 56.49 % ตามลำดับ

ตารางที่ 14 แสดงค่า OA-Test และ Kappa ของการจำแนกภาพดาวเทียมความละเอียดสูงควิกเบิร์ดด้วย PCA จำนวน 30 ครั้ง

No	OA-Test (%)	Kappa
1	49	0.36
2	40	0.25
3	47	0.34
4	37	0.21
5	46	0.32
6	56	0.45
7	45	0.32
8	46	0.33
9	46	0.32
10	43	0.29
11	45	0.32
12	43	0.29
13	50	0.37
14	41	0.26
15	50	0.37
16	44	0.30
17	46	0.33
18	53	0.41
19	43	0.29

No	OA-Test (%)	Kappa
20	44	0.30
21	46	0.33
22	39	0.23
23	43	0.29
24	40	0.25
25	48	0.35
26	47	0.33
27	43	0.29
28	50	0.37
29	41	0.26
30	42	0.27



คำอธิบายสัญลักษณ์

- แสมขาว (AA)
- แสมทะเล (AM)
- ถั่วดำ (BP)
- โกงกางใบเล็ก (RA)
- โกงกางใบใหญ่ (RM)

รูปที่ 18 แผนที่การจำแนกภาพดาวเทียมความละเอียดสูงควิกเบิร์ดด้วย PCA

ตารางที่ 15 แสดง Confusion Matrix ของการจำแนกภาพดาวเทียมความละเอียดสูงควิกเบิร์ด ด้วย PCA ในครั้งที่ 6 (ครั้งที่ดีที่สุด)

ประเภท	ข้อมูลภาคสนาม					ผลรวม ใน แนวนอน	User Acc. (%)	
	AA	AM	BP	RA	RM			
ข้อมูลการจำแนกด้วย SAM	Unclassified	0	48	0	24	0		
	AA	9316	0	668	745	4699	15428	60.38
	AM	104	9298	2655	1723	432	14212	65.42
	BP	7	457	5428	4779	1957	12628	42.98
	RA	201	1	470	1344	544	2560	52.50
	RM	368	0	387	1369	2368	4492	52.72
ผลรวมในแนวคอลัมน์	9996	9804	9608	9984	10000	49392		
Prod. Acc. (%)	93.20	94.84	56.49	13.46	23.68			

ความถูกต้องโดยรวม เท่ากับ 27754/49392 หรือ 56 %, ค่าสัมประสิทธิ์แคปปา เท่ากับ 0.45



ตารางที่ 16 เปรียบเทียบค่า Confusion Matrix ทั้ง 3 วิธี

	QUICKBIRD			HYPERSPETRAL	
	SAM	GLCM	PCA	SAM	GLCM
OA-Test	48 %	48 %	56 %	88 %	87 %
Kappa	0.35	0.35	0.45	0.85	0.83

	QUICKBIRD					
	SAM		GLCM		PCA	
	Prod. A	User A.	Prod. A	User A.	Prod. A	User A.
AA	35.79 %	30.78 %	35.95 %	30.91 %	93.20 %	60.38 %
AM	99.51 %	67.99 %	99.51 %	68.05 %	94.84 %	65.42 %
BP	28.87 %	31.51 %	28.87 %	31.48 %	56.49 %	42.98 %
RA	70.38 %	59.73 %	70.60 %	59.90 %	13.46 %	52.5 %
RM	6.24 %	21.90 %	6.24 %	21.90 %	23.68 %	52.72 %

HYPERSPETRAL			
SAM		GLCM	
Prod. A	User A.	Prod. A	User A.
93.33 %	84.85 %	96.67 %	87.88 %
97.73 %	97.73 %	100 %	93.62 %
97.37 %	92.50 %	84.21 %	96.97 %
84.31 %	86.00 %	88.24 %	80.36 %
68.42 %	76.47 %	63.16 %	75.00 %

บทที่ 5

อภิปรายผล สรุปผลการศึกษา และข้อเสนอแนะ

5.1 อภิปรายผลการศึกษา

จากผลการศึกษาการจำแนกป่าชายเลนของพืช 5 ชนิดพันธุ์ ได้แก่ แสมขาว (AA) แสมทะเล (AM) ถั่วดำ (BP) โกงกางใบเล็ก (RA) และโกงกางใบใหญ่ ในพื้นที่แหลมตะลุมพุก อ.ปากพนัง จ.นครศรีธรรมราช ของภาพความละเอียดสูงควิกเบิร์ดและผลการจำแนกคู่เทียบข้อมูลภาพไฮเปอร์สเปกตรัล 7 แบนด์ โดยนำคุณสมบัติของภาพขาวดำมาใช้ในการวิเคราะห์เนื้อภาพด้วยวิธี GLCM และทำการจำแนกด้วย SAM จะอภิปรายผลการศึกษาในประเด็นต่างดังต่อไปนี้

6.1.1 การใช้ข้อมูลสนาม

ในการจำแนกใช้ข้อมูลสนามจากงานของ (Keodsine and Vaiphasa, 2013) ซึ่งเก็บข้อมูลที่ขนาดจุดภาพ 30 เมตร (ตามข้อมูลภาพไฮเปอร์สเปกตรัล) และในงานวิจัยครั้งนี้ ใช้ข้อมูลสนามชุดเดียวกันกับข้อมูลภาพความละเอียดสูงควิกเบิร์ด ขนาดจุดภาพ 0.6 เมตร สามารถใช้ด้วยกันได้ เนื่องจากลักษณะของพื้นที่พิเศษ มีพืชปะปนกันหลายชนิด ลักษณะผิวใบคล้ายคลึงกันมาก แต่กลุ่มพืชชนิดเดียวกันจะอยู่รวมกัน มีรูปแบบที่มองเห็นเป็นเนื้อเดียวกัน (Homogenous) ขนาดจุดภาพที่ต่างกันถึง 5 เท่า จึงไม่มีผลต่อการจำแนกในครั้งนี้ และเนื่องด้วยการเข้าถึงพื้นที่ยาก การใช้ข้อมูลสนามจำนวน 30 ชุดข้อมูล (จำนวนชุดข้อมูลที่เหมาะสม) จึงจำเป็นต้องใช้วิธี Data Rotation ให้ขนาดจุดภาพของข้อมูลสนามในแต่ละชุดมีความเท่าเทียม ลดความลำเอียง (Bias) ในการเลือกใช้ข้อมูลสนาม

6.1.2 ผลการจำแนกป่าชายเลน 5 ชนิดพันธุ์ของภาพความละเอียดสูงควิกเบิร์ด

จากการจำแนกข้อมูลภาพความละเอียดสูงควิกเบิร์ด ใช้ค่าความถูกต้องโดยรวม และค่าสัมประสิทธิ์แคปปาเป็นตัวชี้วัด เพื่อบ่งบอกถึงค่าของความสอดคล้องหรือความถูกต้องของข้อมูลรวมถึงบ่งบอกค่าความสอดคล้องระหว่างการข้อมูลภาพดาวเทียมและข้อมูลสนาม ตามแนวเส้นทแยงมุมหลักและโอกาสของความสอดคล้องที่จะแสดงในผลรวมของ แถวและคอลัมน์ ด้วยวิธีวิเคราะห์สัมประสิทธิ์แคปปา มีค่าอยู่ในช่วง +1 ถึง -1 แบ่งค่าออกเป็น 3 กลุ่ม คือ 1. ค่าสัมประสิทธิ์แคปปา

มากกว่า 0.80 แสดงว่ามีค่าความสอดคล้องหรือความถูกต้องของข้อมูลที่ดีมาก 2. ค่าค่าสัมประสิทธิ์แคปปา 0.40 ถึง 0.80 แสดงว่ามีค่าความสอดคล้องหรือความถูกต้องของข้อมูลปานกลาง และ 3. ค่าสัมประสิทธิ์แคปปา น้อยกว่า 0.40 แสดงว่ามีค่าความสอดคล้องหรือความถูกต้องของข้อมูลที่ไม่ดี เทคนิควิธีการนี้ได้รับการยอมรับในการประเมินความถูกต้องของการสำรวจระยะไกล (Congalton and Green, 2008)

ผลการทดลองจำแนกป่าชายเลนทั้ง 5 ชนิดพันธุ์ของภาพความละเอียดสูงควิกเบิร์ด ทั้ง 3 วิธี พบว่าการจำแนกภาพหลายช่วงคลื่น 4 Band ด้วย SAM และการจำแนกข้อมูลที่ผ่านกระบวนการ GLCM แล้วนำมารวมกับข้อมูลหลายช่วงคลื่น ได้ผลการทดลองที่อยู่ในเกณฑ์ระดับต่ำ ให้ค่าความถูกต้องโดยรวมที่ 48 % และค่าสัมประสิทธิ์แคปปา เท่ากับ 0.35 แสดงว่ามีค่าความสอดคล้องหรือความถูกต้องของข้อมูลไม่ดี สำหรับผลการจำแนกข้อมูลที่ผ่านกระบวนการ PCA เป็นวิธีที่ดีที่สุด ให้ค่าความถูกต้องโดยรวมที่ 56 % และ ค่าสัมประสิทธิ์แคปปา เท่ากับ 0.45 แสดงว่ามีค่าความสอดคล้องหรือความถูกต้องของข้อมูลปานกลาง (ดูตารางที่ 16 ประกอบ) เนื่องจากข้อมูลที่นำเข้าไปในกระบวนการ PCA เป็นกระบวนการที่ยุบรวมช่วงคลื่น จะลดความซ้ำซ้อนของข้อมูล โดยมีเงื่อนไขคือ ข้อมูลต้องมีการกระจายตัวเหมือนกัน ซึ่งกระบวนการ PCA จะทำการจัดแกนใหม่ ทำให้สามารถจำแนกข้อมูลได้ดีขึ้น (Richard, 1986)

จากการทบทวนวรรณกรรมในหลายงานวิจัยมาพบว่าการนำภาพความละเอียดสูงมาจำแนกป่าชายเลนเขตร้อนขึ้นยังมีไม่มาก รวมถึงการใช้คุณลักษณะของภาพขาวดำมาใช้ในการจำแนกยังมีน้อย งานวิจัยครั้งนี้ต่อยอดจากงานของ (Watanakij and Vaiphasa, 2016) ใช้ภาพความละเอียดสูงควิกเบิร์ด ในการแยกโก่งกางใบเล็กและโก่งกางใบใหญ่ ซึ่งเป็นพรรณไม้ที่แยกออกจากกันยาก ด้วยลักษณะทรงพุ่มที่ใกล้เคียงกัน และจำแนกแบบ Object Base โดยใช้ GLCM ซึ่งให้ผลลัพธ์ของค่าความถูกต้องโดยรวมสูงขึ้น จาก 92 % เป็น 98 % อีกทั้งยังใช้ข้อมูลชุดเดียวกันในการจำแนกข้อมูลทั้ง 5 ชนิดพันธุ์ แต่ผลการทดลองที่ไม่ดี ให้ค่าความถูกต้องเพียง 48 % จึงเป็นที่มาให้ผู้วิจัยนำภาพขาวดำ (Panchromatic) ของดาวเทียมความละเอียดสูงควิกเบิร์ด มาใช้ มีค่าความละเอียดจุดภาพที่ระดับ 0.6 เมตร เพื่อใช้คุณสมบัติของเนื้อภาพความละเอียดสูง แต่ผลการทดลองยังคงอยู่ในเกณฑ์ระดับต่ำ คือ 48 % เท่าเดิม

6.1.3 ผลการจำแนกป่าชายเลน 5 ชนิดพันธุ์ของภาพไฮเปอร์สเปกตรัล 7 แบนด์

สำหรับผลการทดลองการจำแนกคู่เทียบ ข้อมูล 7 แบนด์ ของภาพไฮเปอร์สเปกตรัล ขนาดจุดภาพ 30 เมตร คัดเลือกช่วงคลื่นด้วยเทคนิคการคัดเลือกแบบขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม ให้ค่าความถูกต้องโดยรวมที่ 88 % และค่าสัมประสิทธิ์แคปปาที่ 0.85 จำแนกได้ดีกว่าภาพความละเอียดสูงควิกเบิร์ด เนื่องด้วยจำนวนความกว้างช่วงคลื่นที่ต่างกันมาก กล่าวคือ ภาพขาวดำ ขนาดจุดภาพ 0.6 เมตร มีความกว้างช่วงคลื่นที่ 450- 900 นาโนเมตร แต่ภาพไฮเปอร์สเปกตรัล 7 แบนด์ ประกอบไปด้วยช่วงคลื่น ได้แก่ 549, 712, 732, 1034, 1235, 2073 และ 2083 นาโนเมตร ซึ่งข้อมูลภาพไฮเปอร์สเปกตรัลมีความละเอียดน้อยกว่าภาพขาวดำ ความละเอียดสูง ถึง 5 เท่า แต่มีความกว้างช่วงคลื่นมากกว่า 2 เท่า แสดงให้เห็นว่าช่วงคลื่นสำคัญมากกว่าเนื้อภาพ และช่วงคลื่นเป็นสิ่งจำเป็นที่จะทำให้จำแนกพืชชายเลนในพื้นที่ได้ดี รวมทั้งช่วงคลื่นที่เลือกจากภาพไฮเปอร์สเปกตรัล ผ่านกระบวนการเลือกด้วยเทคนิคการคัดเลือกแบบขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม บ่งบอกชัดเจนว่าเป็นช่วงคลื่นที่เหมาะสม เพราะเป็นการดึงข้อมูลจากจุดต่างๆที่เกี่ยวข้องกับพืชชายเลนในระดับชนิดพันธุ์ (Species) ขนาดจุดภาพ 30 เมตรก็เพียงพอในงานจำแนกป่าชายเลนบริเวณแหลมตะลุมพุก ไม่จำเป็นต้องใช้ภาพความละเอียดสูง สอดคล้องกับงานวิจัยของ (Manson et al., 2003) สรุปได้ว่า ช่วงคลื่นมีความจำเป็นต่อการแยกแยะข้อแตกต่างของลักษณะผิวใบของป่าชายเลนในระดับชนิดพันธุ์ ทำให้ค่าความถูกต้องสูงขึ้น สอดคล้องกับงานของ (Elvidge, 1987; Himmelsbach et al., 1988; Curran, 1989; Elvidge, 1990; Menon and Neelakantan, 1992; Tomlinson, 1994; Basak et al., 1996; Kumur et al., 2001; William and Norris, 2001; Das et al., 2002)

จากผลการทดลองของทั้ง 2 ภาพให้ค่าความถูกต้องโดยรวมต่างกันมาก ผู้วิจัยจึงทำการทดสอบค่า Z-test เพื่อทดสอบค่านัยสำคัญทางสถิติ ในกรณีที่ 1 การจำแนกข้อมูลหลายช่วงคลื่น 4 แบนด์ ด้วย SAM ให้ค่าต่างกันของข้อมูลที่ 4.15 และในกรณีที่ 2 การจำแนกข้อมูลที่ผ่านกระบวนการ GLCM 8 แบนด์ แล้วนำมารวมกับข้อมูลหลายช่วงคลื่น 4 แบนด์ ให้ค่าต่างกัน 4.36 ที่ค่าความเชื่อมั่น 95 % หากข้อมูลที่มีค่าต่างกันเกิน 1.96 ถือว่าข้อมูลมีความต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับ (Congalton and Green, 2008)

6.1.4 ผลการจำแนกพรรณไม้แสมทะเล (AM)

ถึงแม้งานวิจัยในครั้งนี้อาศัยข้อมูลความละเอียดสูงจะให้ผลลัพธ์ในเกณฑ์ต่ำ ค่าความสอดคล้องของข้อมูลไม่ดี ผู้วิจัยเองคาดหวังกับการนำภาพขาวดำ เป็นข้อมูลภาพที่ละเอียดสูงมาใช้ แต่ให้ผลลัพธ์ค่าความถูกต้องโดยรวมเพียง 48 % อยู่ในเกณฑ์ระดับต่ำ แต่สามารถจำแนกได้ดี ในกลุ่มพืช แสมทะเล (AM) ให้ค่าความถูกต้องของข้อมูลผู้ผลิต (Producer Accuracy) อยู่ในเกณฑ์ดีมาก มีค่าเท่ากับ 99.51 % , 99.51 % และ 94.84 % ตามลำดับ (ดูตารางที่ 16 ประกอบ) จากผลการทดลองการวิเคราะห์ด้วยเนื้อหาภาพ และการมองด้วยตาเปล่ามีความสอดคล้องกัน (ดูรูปที่ 11 ประกอบ) ณ บริเวณด้านขวาของภาพ ตามแนวถนน จะเห็นรูปแบบ (Pattern) ของแสมทะเลชัดเจนมากกว่าพืชชนิดอื่นที่มีรูปแบบปะปนกัน แยกด้วยตาเปล่าไม่ได้ ผลการทดลองครั้งนี้สามารถนำข้อมูลภาพความละเอียดสูงควิกเบิร์ดไปใช้กับพื้นที่ในลักษณะเดียวกันได้

6.2 สรุปผลการทดลอง

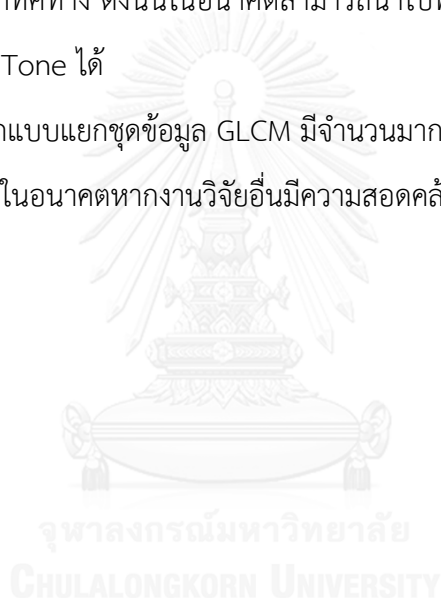
ในวิจัยครั้งนี้ต้องการใช้คุณสมบัติของภาพขาวดำ ความละเอียดสูง ขนาดจุดภาพ 0.6 เมตร ของภาพความละเอียดสูงควิกเบิร์ด ในการจำแนกชนิดพรรณไม้ป่าชายเลนให้มีความถูกต้องสูงมากขึ้น จากผลการทดลองพบว่า การจำแนกป่าชายเลนในระดับชนิดพันธุ์ ของพรรณไม้ป่าชายเลน 5 ชนิดพันธุ์ ที่ผ่านกระบวนการ PCA เป็นวิธีการที่ดีที่สุด ซึ่งการจำแนกภาพหลายช่วงคลื่น 4 แบนด์ และการจำแนกเนื้อหาภาพที่ผ่านกระบวนการ GLCM แล้วรวมกับภาพหลายช่วงคลื่น 4 แบนด์ ให้ค่าความถูกต้องโดยรวมอยู่ในเกณฑ์ระดับต่ำ คือน้อยกว่า 50 % อีกทั้งเมื่อทดลองกับข้อมูลภาพไฮเปอร์สเปกตรัล 7 แบนด์ ขนาดจุดภาพ 30 เมตร ที่คัดเลือกด้วยเทคนิควิธีเชิงพันธุกรรม มาเป็นคู่เทียบ พบว่าการจำแนกภาพไฮเปอร์สเปกตรัลด้วย SAM ให้ค่าความถูกต้องโดยรวมสูง เกือบ 90 % เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างขนาดจุดภาพของข้อมูลภาพไฮเปอร์สเปกตรัลที่น้อยกว่าภาพขาวดำ ความละเอียดสูงถึง 5 เท่าแต่มีช่วงคลื่นมากกว่า 2 เท่า กล่าวคือ ภาพไฮเปอร์สเปกตรัลมีช่วงคลื่นที่ใช้ในการจำแนกสูงสุดที่ 2085 นาโนเมตรและเป็นช่วงคลื่นที่เหมาะสมกับการจำแนกป่าชายเลน แต่ภาพขาวดำ ความละเอียดสูง มีช่วงคลื่นสูงสุดที่ 900 นาโนเมตร สรุปได้ว่าช่วงคลื่นเป็นสิ่งที่สำคัญมากกว่าเนื้อหาภาพ แม้ว่าการวิจัยครั้งนี้จะให้ผลลัพธ์ไม่ค่อยดี แต่สามารถจำแนกได้ดีในกลุ่มพืชแสมทะเล ซึ่งผลการทดลองที่ใช้การวิเคราะห์ด้วยเนื้อหาภาพ GLCM มีความสอดคล้องกันกับ

การมองด้วยตาเปล่า ที่เห็นรูปแบบของแสมทะเลชัดเจนมากกว่าพืชชนิดอื่น ที่พบว่ามึรูปแบบปะปนกัน สามารถนำไปเป็นแนวทางในการใช้ภาพความละเอียดสูงควิกเบิร์ด ในพื้นที่ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับแหลมตะลุมพุกได้ และแนะนำให้ใช้ข้อมูลภาพไฮเปอร์สเปกตรัลในการจำแนกพืชชายเลนในระดับชนิดพันธุ์ (Species)

6.3 ข้อเสนอแนะ

6.3.1 โปรแกรมที่ใช้ในการจำแนก มีข้อจำกัดเรื่องของการกำหนดทิศทาง (Direction) ไม่สามารถจำแนกแบบทุกทิศทาง ดังนั้นในอนาคตสามารถนำไปพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการเลือกทิศทางในการสร้าง Gray Tone ได้

6.3.2 การจำแนกแบบแยกชุดข้อมูล GLCM มีจำนวนมากถึง 254 ชุดข้อมูล จึงจำเป็นต้องจำแนกแบบใช้ทุกค่าสถิติ ในอนาคตหากงานวิจัยอื่นมีความสอดคล้องกันสามารถนำไปใช้จำแนกแบบแยกค่าสถิติได้



รายการอ้างอิง



ภาษาไทย

เฉลิมชนม์ สติระพจน์. ระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก (Global Positioning System: GPS). ในตำรา เทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศศาสตร์, หน้า218-235. กรุงเทพมหานคร:

สำนักงานพัฒนาอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน), 2552.

ธันวาคม จัปพิทักษ์วงศ์. การใช้ค่าดัชนีพืชพรรณที่ได้จากเทคนิคการสำรวจระยะไกลแบบไฮเปอร์สเปกตรัลเพื่อศึกษาตัวแปรทางชีววิทยาของป่าชายเลน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, สำนักวิชาระบบสารสนเทศปริภูมิทางวิศวกรรมภาคควิชาวิศวกรรมสำรวจคณะวิศวกรรมศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2552.

ศุทธิณี ดนตรี. ความรู้พื้นฐานด้านการสำรวจระยะไกล (Remote Sensing). ภาววิชาภูมิศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2549.

สนิท อักษรแก้ว. ป่าชายเลนกรุงเทพฯ : มุลนิธิคุ้มครองสัตว์ป่าและพรรณพืชแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์, 2539

ภาษาอังกฤษ

Arun Prasad, K. and Gnanappazham, L. Spectral Distance and an Approach for Species Level Discrimination of Mangroves. Department of Earth and Space Sciences, Indian Institute of Space Science and Technology, Valiamala P.O, Thiruvananthapuram, 2013.

Basak, U.C., Das, A.B., Das, P. Chlorophyll, carotenoids, proteins and secondary metabolites in leaves of 14 species of mangroves. Bulletin of Marine Science 58 (1996): 645–659.

Congalton, R. G.; and Green, K. Assessing the Accuracy of Remotely Sensed Data: Principles and Practices, 2nd ed. CRC Press, 2008.

Cohen, L., and Manion, L. 1989. Research Method in Education.3rd.Ed.London: Routledge.

Curran, P.J. Remote sensing of foliar chemistry. Remote Sensing of Environment 30, 271-278. materials. International Journal of Remote Sensing 11 (1989), 1775-1795.

- Das, A.B., Parida, A., Basak, U.C., Das, P. Studies on pigments, proteins and photosynthetic rates in some mangroves and mangrove associates from Bhitarkanika, Orissa. Marine Biology 141 (2002): 415-422.
- DigitalGlobe. "QuickBird." Satellite Information Retrieved 19 January, 2013, from <https://dg-cms-uploads-production.s3.amazonaws.com/uploads/document/file/100/QuickBird-DS-OB-Prod.pdf>. 2013.
- Elvidge, C.D. Reflectance characteristics of dry plant materials. Proceedings of the International Conference Remote Sensing of Environment (1987): 721-733.
- Elvidge, C.D. Visible and near infrared reflectance characteristics of dry plant material. International Journal of Remote Sensing 11 (1990): 1775-1795
- Gao B, .-C.A, .F.H. Goetz, and J.A. Zamudio. Retrievals of surface reflectances from AVIRIS data: in Proceeding, IGARSS'91, University of Maryland, College m, Park, MD, The Institute of Electrical and Electronics Engineer, Inc., NewYork, 2,(1991): 669-672,
- Giri, C., E. Ochieng, L. L. Tieszen, Z. Zhu, A. Singh, T. Loveland, J. Masek and N. Duke (2011). "Status and distribution of mangrove forests of the world using earth observation satellite data." Global Ecology and Biogeography 20 (2011): 154-159.
- Green, E. P., Clark, C. D., Mumby, P. J., Edwards, A. J., and Ellis, A. C. Remote Sensing Techniques for Mangrove Mapping. "International Journal of Remote Sensing 19 (1998): 935-956.
- Haralick, R. M., Shanmugam, K. and Dinstein, H. Textural Features for Image Classification. IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics SMC 3 (1973): 610-621.
- Held, A.; Ticehurst, C.; Lymburner, L.; and Williams, N. High resolution mapping of tropical mangrove ecosystems using hyperspectral and radar remote sensing. International Journal of Remote Sensing 24 (2003): 2739-2759
- Heumann, B. W. Satellite remote sensing of mangrove forests: Recent advances and future opportunities. Progress in Physical Geography 35 (2011): 87- 108.

- Himmelsbach, D.S., Boer, J.D., Akin, D.E., Barton, E.E. Solid-state carbon-13 NMR, FTIR, and NIR spectroscopic studies of ruminant silage digestion. In: Creaser, C.S., Davies, A.M.C. (Eds.), *Analytical Applications of Spectroscopy*. Royal Society of Chemistry, London, (1988): 410-413.
- Jensen, John R. Introduction Digital Image Processing. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, 1986.
- Koedsin, W.; and Vaiphasa, C. Hyperspectral remote sensing techniques for leaf area index estimation and mangrove discrimination. Dissertation, Department of Survey Engineer, Faculty of Engineering, Chulalongkorn University, 2013.
- Kumar, L., Schmidt, K.S., Dury, S., Skidmore, A.K. Review of hyperspectral remote sensing and vegetation science. In: van der Meer, F.D., de Jong, S.M. (Eds.), *Imaging Spectrometry: Basic Principles and Prospective Applications*. Kluwer Academic Press, Dordrecht, (2001): 111-155.
- Pearson, K. On lines and planes of closest fit to systems of points in space. Phil. Mag., 1901.
- Leempoel et al. Spatial heterogeneity in mangroves assessed by GeoEye-1 satellite data: a case-study in Zhanjiang Mangrove National Nature Reserve (ZMNNR), China. ISSN of Remote Sensing (2013).
- Manson, F.J., Loneragan, N.R., Phinn, S.R. Spatial and temporal variation in distribution of mangroves in Moreton Bay, subtropical Australia: a comparison of pattern metrics and change detection analyses based on aerial photographs. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 57 (2003): 653-666
- Menon, G.G., Neelakantan, B. Chlorophyll and light attenuation from the leaves of mangrove species of Kali estuary. Indian Journal of Marine Sciences 21(1992): 13-16.

- Neukemans , G., Guebas, F. D., Kario, J. G ., and Koedam, N.2008 Mangrove Species and Stand Mapping in Gazi Bay (Kenya) Using Quickbird Satellite Imagery. Journal of Spatial Science 53 (2008): 75-86.
- Tomlinson, P.B. The botany of mangroves. Cambridge University press, Cambridge, 1994.
- Vaiphasa, C.; Ongsomwang, S.; Vaiphasa, T.; and Skidmore, A. K. Tropical Mangrove Species Discrimination Using Hyperspectral Data: A Laboratory Study. Estuarine, Coastal and Shelf Science 65 (October 2005): 371–379.
- Wang, L; Sousa, W. P.; and Gong, P. 2004. Integration of Object-based and Pixel based Classification for Mapping Mangroves with IKONOS Imagery. International Journal of Remote Sensing 25 (December 2004): 5655–5668.
- Wang, L; Sousa, W. P.; Gong, P.; and Biging, G. S. Comparison of IKONOS and QuickBird Images for Mapping Mangrove Species on the Caribbean Coast of Panama. Remote Sensing of Environment 91 (June 2004): 432–440.
- Wang, L.; and Sousa, W. Distinguishing Mangrove Species with Laboratory Measurements of Hyperspectral Leaf Reflectance. International Journal of Remote Sensing 30 (2009): 1267–1281.
- Watanakij, N.; and Vaiphasa, C. Improving the accuracy of mangrove species discrimination using object based and texture analyses. Dissertation, Department of Survey Engineer, Faculty of Engineering, Chulalongkorn University, 2016.
- Williams, P., Norris, K. Near-infrared technology in the agricultural and food industries. American Association

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางจรรุภา ทศน์อัญชุลีกุล เกิดเมื่อวันที่ 5 มีนาคม พ.ศ. 2532 ที่จังหวัดแพร่

ประวัติการศึกษา

สำเร็จการศึกษาระดับประถมศึกษา เมื่อปี พ.ศ.2543 โรงเรียนบ้านทุ่งไธ้องอภิวัง
(วิทยาลัย) จังหวัดแพร่

สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เมื่อปี พ.ศ. 2546 โรงเรียนนาริรัตน์
จังหวัดแพร่

สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เมื่อปี พ.ศ. 2549 โรงเรียนนาริ
รัตน์จังหวัดแพร่

สำเร็จการศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต เมื่อปี พ.ศ 2553 ภาควิชา
ภูมิศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ผลงานตีพิมพ์ในวารสารวิชาการ

เปรียบเทียบผลการจำแนกป่าชายเลนเขตร้อนขึ้นด้วยข้อมูลภาพถ่ายเทียมความ
ละเอียดสูงควิกเบิร์ดและข้อมูลภาพถ่ายเปอร์สเปกตรัล : กรณีศึกษา แหลมตะลุมพุก อ.ปากพนัง จ.
นครศรีธรรมราช ในการประชุมวิชาการเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศแห่งชาติหรือ
GEOINFOTECH ประจำปี 2560



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY