

การปรับปรุงผลหลังการจำแนกด้วยเนื้อหาของพีช



นายเมธี ชัยธีระพันธุ์กุล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CHULALONGKORN UNIVERSITY

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 2558

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A post-classifier for mangrove mapping using plant textures

Mr. Maytee Chaiterapunkul



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 2015

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การปรับปรุงผลหลังการจำแนกด้วยเนื้อหาภาพของพืช

โดย

นายเมธี ชัยธีระพันธุ์กุล

สาขาวิชา

วิศวกรรมสำรวจ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

อาจารย์ ดร.ชัยโชค ไวกาษา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วน
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ เตชวรสินสกุล)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.บรรเจิด พลเคราะห์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(อาจารย์ ดร.ชัยโชค ไวกาษา)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล สันติธรรมนนท์)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(อาจารย์ ดร.วิโรจน์ ละอองมณี)

เมธี ชัยธีระพันธุ์กุล : การปรับปรุงผลหลังการจำแนกด้วยเนื้อภาพของพืช (A post-classifier for mangrove mapping using plant textures) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก:
อ. ดร.ชัยโชค ไวกาษา, 57 หน้า.

ป่าชายเลนเป็นระบบนิเวศที่สำคัญต่อความสมดุลของสิ่งแวดล้อมในระบบนิเวศชายฝั่งและมีคุณค่าทั้งทางด้านสังคม และเศรษฐกิจอย่างมากในหลายๆประเทศเขตร้อน จึงจำเป็นที่จะต้องมีการสำรวจ เพื่อตรวจสอบ ติดตามความเปลี่ยนแปลงของป่าชายเลนด้วยวิธีการที่มีประสิทธิภาพ งานวิจัยนี้ได้เสนอการจำแนกป่าชายเลนในระดับสายพันธุ์ด้วยข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียมที่มีความละเอียดสูง ด้วยวิธีการจำแนกพรรณไม้ในป่าชายเลนโดยใช้กระบวนการปรับปรุงผลหลังการวิเคราะห์แบบใช้เนื้อภาพเข้ามาร่วม ใช้ภาพถ่ายดาวเทียม QuickBird จากพื้นที่อำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ผลการศึกษาพบว่าการใช้วิธีการจำแนกพันธุ์ไม้ในป่าชายเลนที่ใช้กระบวนการปรับปรุงผลหลังการวิเคราะห์แบบใช้เนื้อภาพเข้ามาร่วม เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการจำแนกแบบ Spectral Angle Mapper และวิธีการจำแนกที่นิยมแบบ Object-Based ด้วยวิธี Grey Level Co-occurrence Matrix ได้ให้ผลลัพธ์ออกมามีค่าความถูกต้องโดยรวมเฉลี่ยอยู่ที่ 65%, 32% และ 32% ตามลำดับ โดยวิธีการที่นำเสนอมีความถูกต้องสูงกว่าคู่เปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p -value < 0.01) ผู้วิจัยคาดหวังว่าวิธีการที่ได้นำเสนอในวิจัยนี้จะสามารถนำไปปรับปรุง อาจใช้วิธีการกึ่งอัตโนมัติหรือวิธีการอัตโนมัติ ในการแบ่งเนื้อภาพ เช่น วิธี Hybrid Approach เพื่อให้ผลการจำแนกที่ดียิ่งขึ้นต่อไปในอนาคต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาควิชา วิศวกรรมสำรวจ

ลายมือชื่อนิสิต

สาขาวิชา วิศวกรรมสำรวจ

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก

ปีการศึกษา 2558

5670348921 : MAJOR SURVEY ENGINEERING

KEYWORDS: MANGROVE SPECIES CLASSIFICATION / POST-CLASSIFICATION / HIGH-RESOLUTION REMOTE SENSING

MAYTEE CHAITERAPUNKUL: A post-classifier for mangrove mapping using plant textures. ADVISOR: CHAICHOKE VAIPHASA, Ph.D., 57 pp.

Mangrove forests help preserve the balance of costal ecosystems and environment. The value of mangrove forests is witnessed in the socio-economic development in many tropical countries. It's therefore a must to monitor the changes of the mangrove forests by effective means so as to ensure sustainable managements. This work present mangrove species classification using high-resolution satellite images. The proposed method exploited image textural information in the post-classification process. The satellite data in use is the QuickBird image taken from the Pak Phanang district, Thailand. The total classification accuracies of the proposed method, Spectral Angle Mapper, and Grey Level Co-occurrence Matrix are 65%, 32%, and 32%, respectively. The statistical test confirmed the superiority of the proposed method (p -value < 0.01). The researchers expect that the method presented in this study can be applied. May use semi-automated method or automated method to divide the texture, such as Hybrid Approach for better classification in the future.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Department: Survey Engineering

Student's Signature

Field of Study: Survey Engineering

Advisor's Signature

Academic Year: 2015

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ดร.ชัยโชค ไวกาษา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ที่ให้โอกาสความรู้และแนวคิด รวมไปถึงเทคนิควิธีการต่างๆ ในการจัดทำรูปเล่มและการนำเสนอวิทยานิพนธ์ รวมทั้งวิธีการเขียนบทความวิจัย ซึ่งถือเป็นความรู้ที่มีคุณค่ายิ่ง

ขอบพระคุณครอบครัวชัยธีระพันธุ์กุล ที่เป็นกำลังใจและคอยสนับสนุนอยู่เสมอ ขอขอบคุณพ่ออุทัย คุณแม่มยุรี และคุณย่าศิริวรรณ ชัยธีระพันธุ์กุล ที่คอยดูแลและคอยให้กำลังใจ รวมไปถึงคอยช่วยเหลือในในเรื่องต่างๆ ที่ช่วยให้มีกำลังและแรงใจในการทำงานวิจัยขึ้นนี้

ขอบพระคุณ รศ.ดร. บรรเจิด พละการ ประธานคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รศ.ดร. ไพศาล สันติธรรมนนท์ กรรมการสอบ และ ดร. วิโรจน์ ละอองมณี กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัยจาก คณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตจันทบุรี ที่กรุณาให้คำแนะนำพร้อมทั้งแนวคิดรวมถึงคำติชมต่างๆ ที่ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์

ขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านในภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ ที่ให้ความรู้ในการทางานวิจัยขึ้นนี้ ขอขอบคุณ ดร. ผนกร วัฒนกิจ และ ดร. วีระพงศ์ เกิดสิน ที่ให้ความช่วยเหลือด้านข้อมูลภาคสนามและอนุเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมในการวิจัยครั้งนี้ รวมไปถึงขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ที่มาช่วยในการทำแบบทดสอบ นิสิตภาควิชาวิศวกรรมสำรวจทุกท่าน สำหรับความช่วยเหลือที่มีให้กันตลอดมา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญรูปภาพ.....	ฅ
สารบัญตาราง.....	ญ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์งานวิจัย.....	3
1.3 ขอบเขตงานวิจัย.....	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1 พื้นที่ตั้งศึกษา.....	5
2.2 ภาพถ่ายดาวเทียมที่ใช้ในการศึกษา.....	7
2.3 ข้อมูลภาคสนาม.....	7
2.4 คุณลักษณะของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ใช้ในการศึกษา.....	9
2.5 การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์ (Digital Analysis).....	10
2.6 การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสายตา (Visual Interpretation).....	12
2.7 การสร้างตารางความน่าจะเป็นระหว่างเนื้อภาพกับพรรณไม้ในป่าชายเลน.....	12
2.8 ทฤษฎีของเบส์ (Bayes' Theorem).....	16
2.9 Gray-Level Co-occurrence Matrix.....	17
2.10 Data Rotation.....	23

2.11 การตรวจสอบผลการจำแนก (Classification Accuracy Assessment).....	27
บทที่ 3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	29
3.1 งานวิจัยที่เกี่ยวกับการสำรวจระยะไกลในป่าชายเลน.....	29
3.2 งานวิจัยที่เกี่ยวกับ Expert knowledge	30
3.3 งานวิจัยที่เกี่ยวกับป่าชายเลน.....	30
บทที่ 4 วิธีดำเนินการวิจัย.....	32
4.1 การจำแนกพรรณไม้ด้วยวิธีการปรับปรุงผลหลังการจำแนกด้วยเนื้อหาของพืช	32
4.2 การจำแนกพรรณไม้ด้วยวิธี SAM (Spectral Angle Mapper)	37
4.3 การจำแนกพรรณไม้ด้วยวิธี GLCM (Grey Level Co-occurrence Matrix).....	37
4.4 เปรียบเทียบผลการจำแนก.....	37
บทที่ 5 ผลการศึกษา.....	38
5.1 การจำแนกพรรณไม้ด้วยวิธีการปรับปรุงผลหลังการจำแนกด้วยเนื้อหาของพืช	38
5.2 ผลการจำแนกพรรณไม้ด้วยวิธี SAM (Spectral Angle Mapper)	41
5.3 ผลการจำแนกพรรณไม้ด้วยวิธี GLCM (Grey Level Co-occurrence Matrix).....	43
5.4 ผลการเปรียบเทียบของทั้ง 3 วิธี คือ การจำแนกพรรณไม้ด้วยวิธีการปรับปรุงผลหลังการ จำแนกด้วยเนื้อหาของพืช การจำแนกพรรณไม้ด้วยวิธี SAM (Spectral Angle Mapper) และการจำแนกพรรณไม้ด้วยวิธี GLCM (Grey Level Co-occurrence Matrix).....	45
บทที่ 6 อภิปรายผล สรุปผลการศึกษา และข้อเสนอแนะ	51
6.1 อภิปรายผลการศึกษา	51
6.2 สรุปผลการศึกษา	54
6.3 ข้อเสนอแนะ	54
รายการอ้างอิง	55
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์	57

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 1 พื้นที่ป่าชายเลนที่ใช้ในการวิจัย.....	5
รูปที่ 2 ดาวเทียม QuickBird	9
รูปที่ 3 แนวคิดของ Spectral Angle Mapper (SAM)	11
รูปที่ 4 ตัวอย่างการแบ่งเนื้อภาพทั้ง 5 ชนิด	12
รูปที่ 5 ภาพตัวอย่างการสุ่มจากเนื้อภาพ ชนิดละ 10 จุด	13
รูปที่ 6 ภาพตัวอย่างที่จะนำไปทำคูภาพ ของเนื้อภาพชนิดที่ 1.....	13
รูปที่ 7 ทิศทางในการวิเคราะห์ GLCM	17
รูปที่ 8 Roi ทั้งหมดที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม	23
รูปที่ 9 ภาพการแบ่งเนื้อภาพทั้ง 5 ชนิด.....	32
รูปที่ 10 ตัวอย่างคูภาพที่เกิดขึ้นจากการสุ่ม	33
รูปที่ 11 แผนที่ความน่าจะเป็นระหว่างเนื้อภาพกับพรรณไม้ป่าชายเลน	36
รูปที่ 12 แผนที่ Rule Map ที่ได้จากวิธี SAM (Spectral Angle Mapper) ผสมกับแผนที่ความ น่าจะเป็นระหว่างเนื้อภาพกับพรรณไม้ป่าชายเลน ตามหลักทฤษฎีของเบย์	36
รูปที่ 13 แผนที่การจำแนกพรรณไม้ป่าชายเลนด้วยวิธีการปรับปรุงผลหลังการจำแนกด้วยเนื้อ ภาพของพืช	40
รูปที่ 14 แผนที่การจำแนกพรรณไม้ป่าชายเลนด้วยวิธี SAM (Spectral Angle Mapper)	42
รูปที่ 15 แผนที่การจำแนกพรรณไม้ป่าชายเลนด้วยวิธี GLCM (Grey Level Co-occurrence Matrix).....	44

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 พรรณไม้เด่น 5 ชนิด ในบริเวณป่าชายเลนแหลมตะลุมพุก.....	6
ตารางที่ 2 เกณฑ์การให้คะแนน	14
ตารางที่ 3 ตัวอย่างกระดาษแบบทดสอบการให้คะแนนระหว่างเนื้อภาพกับพรรณไม้ป่าชายเลน.....	15
ตารางที่ 4.....	18
ตารางที่ 5 ตัวอย่าง GLCM.....	18
ตารางที่ 6.....	18
ตารางที่ 7.....	19
ตารางที่ 8.....	19
ตารางที่ 9 ค่า GLCM มุม 0° ที่มีค่าระยะ $d=1$	19
ตารางที่ 10 แสดงการนอร์มอลไลซ์ข้อมูลภายใน Gray-Tone Spatial-Dependence Matrices...	20
ตารางที่ 11 GLCM ที่จะใช้ในการคำนวณลักษณะของเนื้อภาพ	20
ตารางที่ 12 ROI (Region of Interest) ทั้ง 30 ข้อมูล	24
ตารางที่ 13 เมตริกซ์ความคลาดเคลื่อนของข้อมูลที่ได้จากการจำแนกและข้อมูลอ้างอิง	27
ตารางที่ 14 เกณฑ์การให้คะแนน	33
ตารางที่ 15 ตัวอย่างการให้คะแนนในกระดาษแบบทดสอบการให้คะแนนระหว่างเนื้อภาพกับ พรรณไม้ป่าชายเลน.....	34
ตารางที่ 16 ตารางให้เป็นค่าความน่าจะเป็นระหว่างเนื้อภาพกับพรรณไม้ป่าชายเลน	35
ตารางที่ 17 แสดงค่า OA (Overall Accuracy) และค่า Kappa (Kappa Coefficient) ของการ จำแนกพรรณไม้ป่าชายเลนด้วยวิธีการปรับปรุงผลหลังการจำแนกด้วยเนื้อภาพของพืชทั้ง 30 ครั้ง .	38

ตารางที่ 18 แสดงค่า OA (Overall Accuracy) และค่า Kappa (Kappa Coefficient) ของการ
 จำแนกแบบ SAM (Spectral Angle Mapper) ทั้ง 30 ครั้ง..... 41

ตารางที่ 19 แสดงค่า OA (Overall Accuracy) และค่า Kappa (Kappa Coefficient) ของการ
 จำแนกแบบGLCM (Grey Level Co-occurrence Matrix) ทั้ง 30 ครั้ง 43

ตารางที่ 20 เปรียบเทียบค่า OA (Overall Accuracy) และ Kappa Coefficient ของทั้ง 3 วิธี 45

ตารางที่ 21 Confusion Matrix ของการจำแนกแบบการปรับปรุงผลหลังการจำแนกด้วยเนื้อ
 ภาพของพีช ครั้งที่ 7 47

ตารางที่ 22 Confusion Matrix ของการจำแนกแบบ SAM (Spectral Angle Mapper) ครั้งที่
 6 47

ตารางที่ 23 Confusion Matrix ของการจำแนกแบบ GLCM (Grey Level Co-occurrence
 Matrix) ครั้งที่ 6..... 48

ตารางที่ 24 (ก) แสดงค่าสถิติพื้นฐานของค่าความถูกต้องที่ได้จากวิธีการปรับปรุงผลหลังการ
 จำแนกด้วยเนื้อภาพของพีชกับวิธี SAM (Spectral Angle Mapper) (ข) แสดงผลการทดสอบ
 ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของค่าความถูกต้องในการจำแนกวิธีการปรับปรุงผลหลังการ
 จำแนกด้วยเนื้อภาพของพีชกับวิธี SAM (Spectral Angle Mapper)..... 49

ตารางที่ 25 (ก) แสดงค่าสถิติพื้นฐานของค่าความถูกต้องที่ได้จากวิธีการปรับปรุงผลหลังการ
 จำแนกด้วยเนื้อภาพของพีชกับวิธี GLCM (Grey Level Co-occurrence Matrix) (ข) แสดงผล
 การทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของค่าความถูกต้องในการจำแนกวิธีการปรับปรุงผล
 หลังการจำแนกด้วยเนื้อภาพของพีชกับวิธี GLCM (Grey Level Co-occurrence Matrix)..... 50

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ป่าชายเลนเป็นระบบนิเวศที่มีความเฉพาะตัวและโดดเด่น เชื่อมโยงระหว่างบกและทะเล ป่าชายเลนทำหน้าที่เป็นแนวป้องกันธรรมชาติที่คอยปกป้องชายฝั่งทะเลไม่ให้ถูกกัดเซาะทำลายจากคลื่นลมพายุ เป็นถิ่นที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำ เป็นแหล่งอนุบาลสัตว์น้ำ และหลบภัยจากความแปรปรวนของทะเล ในขณะที่เดียวกันสัตว์บกก็สามารถเข้ามาอาศัย และหาอาหารที่มีอยู่อย่างอุดมสมบูรณ์ในป่าชายเลน ทำให้ป่าชายเลนหลากหลายไปด้วยสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์หลายชนิด ป่าชายเลนจึงเป็นระบบนิเวศที่คอยทำหน้าที่ปกป้องและรักษาไว้ซึ่งความสมดุลของสิ่งแวดล้อมในระบบนิเวศชายฝั่ง อีกทั้งยังเป็นแหล่งกำเนิดห่วงโซ่อาหารของมนุษย์อย่างยั่งยืน ถึงป่าชายเลนจะมีเนื้อที่น้อยกว่าป่าชนิดอื่นๆ ที่อยู่บนบก แต่ป่าชายเลนยิ่งมีความสำคัญขึ้นต่อชีวิตประจำวันของมนุษย์ เนื่องจากป่าชายเลนเป็นระบบนิเวศที่มีความแตกต่างจากระบบนิเวศอื่นๆ มีความเป็นเอกลักษณ์ มีความหลากหลายทางชีวภาพสูง เป็นที่รวมของสังคมพืช สัตว์น้ำและสัตว์บกหลายชนิด สมควรแก่การอนุรักษ์ให้คงอยู่ตลอดไป (สำนักอนุรักษ์ป่าชายเลน, 2552) นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งศึกษาวิจัยและเป็นสถานที่ท่องเที่ยว เป็นแหล่งดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และเป็นโรงงานผลิตออกซิเจนขนาดใหญ่ ซึ่งอาจกล่าวได้ว่า ป่าชายเลนมีคุณค่าทั้งทางด้านสิ่งแวดล้อม สังคม และเศรษฐกิจของประเทศอย่างมาก (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2552)

แต่เมื่อประชากรมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น ก่อให้เกิดปัญหาการรุกกล้าพื้นที่ป่าชายเลน กลายเป็นชุมชนเมือง และการใช้ประโยชน์อื่นๆ ซึ่งถือว่าเป็นปัญหาที่สำคัญและทวีความรุนแรงขึ้นในปัจจุบัน (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2555)

ได้มีวิธีการต่างๆ ที่มาช่วยในการจัดการปัญหาป่าชายเลน เช่น การปลูกป่าทดแทน การจัดสรรพื้นที่ในป่าชายเลน การเฝ้าระวัง เป็นต้น เพื่อความยั่งยืนและการอนุรักษ์ป่าชายเลน จึงจำเป็นที่จะต้องมีการสำรวจ เพื่อตรวจสอบ ติดตามผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น

การสำรวจป่าชายเลนสามารถทำได้ยาก เนื่องจากเป็นดินเลนและมีรากไม้ขนาดใหญ่แผ่กิ่งกวางกระจายอยู่ทั่วไป รวมถึงการปกคลุมอย่างหนาแน่นของสังคมพืชชนิดต่างๆ ส่งผลให้การสำรวจการเก็บข้อมูลเป็นไปด้วยความล่าช้า นอกจากนี้ยังมีปัญหา อุปสรรค อันเนื่องมาจากฤดูกาลและสภาพภูมิอากาศ ชვენ้ำขึ้นน้ำลง ทำให้ไม่สามารถเข้าไปปฏิบัติงานในพื้นที่ได้ (อภิชาติ หนูน้อย, 2555)

การสำรวจระยะไกล (Remote Sensing) จึงเข้ามามีบทบาทในการเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจพื้นที่ป่าชายเลนในบริเวณกว้าง (Lillesand, Kiefer, & Chipman, 2004) มีความสำคัญต่อการช่วยในการฟื้นฟูและจัดการป่าชายเลน ใช้ในการติดตามการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น (Walters et al., 2008) มีความรวดเร็วในการติดตามตรวจสอบ ประหยัดเวลาและงบประมาณ (Kovacs, Wang, & Flores-Verdugo, 2005)

การสำรวจระยะไกลที่มีความละเอียดสูงเป็นหนึ่งในการสำรวจสมัยใหม่ ที่ช่วยเพิ่มโอกาสในการทำความเข้าใจการจำแนกป่าชายเลนระดับสายพันธุ์ (Kuenzer, Bluemel, Gebhardt, Quoc, & Dech, 2011) จากการสำรวจงานวิจัยที่ผ่านมา ซึ่งมีหลายวิธีในการตีความข้อมูลและเทคนิคการประมวลผลที่ใช้ในการจำแนกพื้นที่ป่าชายเลน มีวิธีที่ได้รับความนิยมที่มีผู้ทำวิจัยออกมาเป็นจำนวนมาก คือ การใช้วิธี GLCM (Gray Level Co-occurrence Matrix) มีงานวิจัยขึ้นหนึ่งมีการจำแนกแบบ Pixel-Based, Object-Based และแบบผสม โดยใช้ภาพ IKONOS และ QuickBird แล้วนำมาเปรียบเทียบกัน ในพื้นที่ ประเทศปานามา ซึ่งผลที่ได้มีความถูกต้องสูง นอกจากการใช้เทคนิคผสมกันแล้ว การใช้เนื้อหาของภาพเข้ามาช่วยมีส่วนในการทำให้ผลลัพธ์ออกมาดีขึ้น โดยเนื้อหาของภาพ ที่ได้จากวิธี GLCM (Gray Level Co-occurrence Matrix) ทำให้ได้ค่า Contrast, Correlation และ Entropy มีส่วนช่วยให้ผลในการจำแนกดีขึ้น (Wang, Sousa, Gong, & Biging, 2004) มีงานวิจัยอีกขึ้นหนึ่งได้ใช้ภาพ IKONOS ในพื้นที่ ประเทศมาเลเซีย มีการนำเนื้อหาของภาพ ที่ได้จากวิธี GLCM (Gray Level Co-occurrence Matrix) ค่า Contrast, Correlation และ Entropy มาใช้ร่วมกับการจำแนกเดิม โดยแยกออกเป็น 4 คลาส (*Rhizophora apiculata*, *Rhizophora mucronata*, other และ soil fraction) ทำให้ได้ผลที่น่าเชื่อถือ (Kanniah, Wai, A.L., & Rasib, 2007) และยังคงตรวจสอบพบงานวิจัยที่ได้มีการนำ Expert Knowledge เข้ามาใช้ในการจำแนกพรรณไม้ในป่าชายเลน ด้วยการนำค่าความเป็นกรดต่างเข้ามาใช้ ทำให้ผลที่ได้มีความถูกต้องสูง (Vaiphasa, Skidmore, & de Boer, 2006) จะเห็นได้ว่าการจำแนกป่าชายเลนส่วนใหญ่จะใช้วิธี GLCM (Grey Level Co-occurrence Matrix) เนื่องจากให้ผลลัพธ์ในการจำแนกดีและเป็นวิธีที่นิยมใช้ ส่วนการใช้ Expert Knowledge ในการจำแนก เป็นวิธีการใหม่ ที่ให้ผลลัพธ์ในการจำแนกดีอีกวิธีหนึ่ง ที่ไม่ค่อยพบนักวิจัยใช้ในการจำแนกพรรณไม้ในป่าชายเลนและยังไม่เคยมีนักวิจัยใช้นำ Expert Knowledge มาใช้กับเนื้อหาของภาพมาก่อน

ดังนั้นในงานวิจัยนี้จะเสนอวิธีการจำแนกพรรณไม้ในป่าชายเลนโดยใช้กระบวนการปรับปรุงผลหลังการจำแนกด้วยเนื้อหาของพืช โดยพื้นที่ศึกษาคือบริเวณแหลมตะลุมพุก อำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ซึ่งมีความหลากหลายทางสายพันธุ์ของพรรณไม้ป่าชายเลน และจะทำการตรวจสอบด้วยการเปรียบเทียบทั้งสามวิธี 1. วิธีการปรับปรุงผลหลังการจำแนกที่คิดค้นขึ้นในครั้งนี้ 2. วิธี SAM (Spectral Angle Mapper) 3. วิธี GLCM (Grey Level Co-occurrence Matrix)

1.2 วัตถุประสงค์งานวิจัย

เสนอวิธีการจำแนกพรรณไม้ในป่าชายเลนโดยใช้กระบวนการปรับปรุงผลหลังการจำแนกด้วยเนื้อหาของพืช คือ ทำการแบ่งกลุ่มเนื้อหาด้วยสายตา จากนั้นสร้างแผนที่ความน่าจะเป็นระหว่างเนื้อหาภาพกับพรรณไม้ป่าชายเลน โดยค่าความความน่าจะเป็นได้จากการทำแบบทดสอบ ตามหลักทฤษฎีของเบส์ (Bayes' Theorem)

1.3 ขอบเขตงานวิจัย

การศึกษานี้คือการเปรียบเทียบการจำแนกพรรณไม้ป่าชายเลนในระดับสายพันธุ์ 5 สายพันธุ์ ในพื้นที่ป่าชายเลนบริเวณแหลมตะลุมพุก อ. ปากพนัง จ. นครศรีธรรมราช โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Quickbird การจำแนกพรรณไม้ป่าชายเลนด้วยวิธีการ 1. ใช้กระบวนการปรับปรุงผลหลังการจำแนกด้วยเนื้อหาของพืช คือ จะทำการจำแนกด้วยวิธี SAM (Spectral Angle Mapper) จนได้ Rule Map ออกมา จากนั้นทำการแบ่งกลุ่มเนื้อหาภาพจากภาพ Panchromatic ด้วยสายตา แล้วทำการใส่ค่าความน่าจะเป็นระหว่างเนื้อหาภาพกับพรรณไม้ป่าชายเลน ที่ได้จากการทำแบบทดสอบอ้างอิงจากแผนที่ที่ได้ทำการจำแนกพรรณไม้เดิม จนได้เป็นแผนที่ความน่าจะเป็นระหว่างเนื้อหาภาพกับพรรณไม้ป่าชายเลน จึงนำ Rule Map และแผนที่ความน่าจะเป็นระหว่างเนื้อหาภาพกับพรรณไม้ป่าชายเลนมาผสมกันด้วยทฤษฎีของเบส์ (Bayes' Theorem) 2. ใช้วิธี SAM (Spectral Angle Mapper) 3. ใช้วิธี GLCM (Gray Level Co-occurrence Matrix) ซึ่งเป็นวิธีการที่นิยมใช้ในการจำแนกป่าชายเลน

วิธี GLCM (Gray Level Co-occurrence Matrix) ที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้ทำเพื่อเปรียบเทียบกับวิธีการปรับปรุงผลหลังการจำแนกด้วยเนื้อหาของพืชที่ได้นำเสนอในครั้งนี โดยทำเพียงแค่รูปแบบเดียวคือใช้ฟังก์ชัน Co-occurrence ในโปรแกรม ENVI คำนวณเนื้อหาภาพ ได้ออกมาเป็นค่า Mean, Variance, Entropy, Angular Second Moment, Homogeneity, Contrast และ Correlation แล้วทำการรวมแบนด์ทั้งหมดเข้ากับแบนด์ Multispectral จากนั้นทำการจำแนกด้วยวิธี SAM (Spectral Angle Mapper)

การจำแนกด้วยสายตา (Visual Interpretation) นั้นทำเพื่อแบ่งเนื้อหาภาพออกจากกัน โดยใช้สายตาดูจากรูปแบบ ความหายบเลเอียดของเนื้อหาภาพและระดับสีเท่านั้น

ทฤษฎีของเบส์ (Bayes' Theorem) ที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้มีการใช้งานแบบ (Vaiphasa et al., 2006)

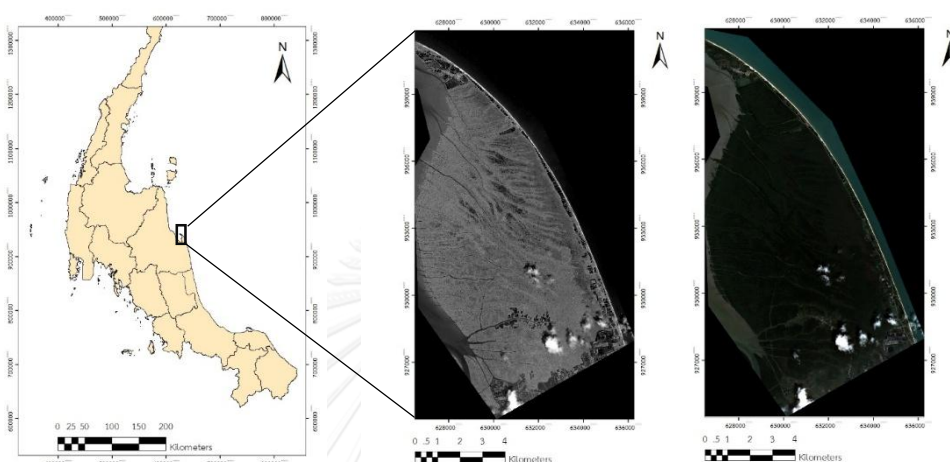
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

วิธีการจำแนกพรรณไม้ในป่าชายเลนโดยใช้กระบวนการปรับปรุงผลหลังการจำแนกด้วยเนื้อภาพของพีชให้ความถูกต้องของการจำแนกสูงขึ้น



บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 พื้นที่ศึกษา



รูปที่ 1 พื้นที่ป่าชายเลนที่ใช้ในการวิจัย

ป่าชายเลนบริเวณแหลมตะลุมพุก อำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช (ละติจูด $8^{\circ} 31'$ ถึง $8^{\circ} 22'$ เหนือ, ลองติจูด $100^{\circ} 6'$ ถึง $100^{\circ} 12'$ ตะวันออก) ประกอบด้วยพรรณไม้เด่น (Dominant species) จำนวน 5 ชนิดแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 พรรณไม้เด่น 5 ชนิด ในบริเวณป่าชายเลนแหลมตะลุมพุก

ชื่อ ภาษาไทย	ชื่อ วิทยาศาสตร์ (Scientific Name)	ชื่อวงศ์ (Family Name)	ชื่อย่อที่ ใช้ใน งานวิจัย	ลักษณะทางนิเวศวิทยา
แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Bl.	AVICENNIACEAE	AA	เป็นไม้เบิกนำที่ขึ้นได้ดี ในพื้นที่ดินเลน อ่อนปนทราย ที่ระบายน้ำดี ส่วนมากจะ อยู่ในป่าชายเลนด้านนอกสุด ส่วนที่ติดกับ ทะเล มักขึ้นปะปนกับแสมทะเล
แสมทะเล	<i>Avicennia marina</i> (Forsk.) Vierh.	AVICENNIACEAE	AM	ไม้เบิกนำที่ขึ้นได้ดี ในที่โล่งติดชายฝั่งทะเล หรือ พื้นที่ดินเลนงอกใหม่ ดินเลนปน ทราย
ถั่วขาว	<i>Bruguiera parviflora</i> Bl.	RHIZOPHORACEAE	BP	ขึ้นในที่ดินเลนตื้น เหนียวและแข็ง ตามริม ชายฝั่ง หรือ พื้นที่ที่ถูกเปิดโล่ง หรือ เขต น้ำกร่อยที่มีดินเลนค่อนข้างแข็ง
โกงกาง ใบเล็ก	<i>Rhizophora apiculate</i> Bl.	RHIZOPHORACEAE	RA	ขึ้นในป่าชายเลนตามฝั่งทะเลทั่วไป ริม แม่น้ำ ชายคลอง ในบริเวณที่มีดินเลน ค่อนข้างอ่อน ลึกและมีน้ำทะเลท่วมถึง สม่ำเสมอตลอดเวลา มักขึ้นเป็นหมู่อาจมี โกงกางใบใหญ่ขึ้นปะปนอยู่บ้าง
โกงกาง ใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Poir.	RHIZOPHORACEAE	RM	ขึ้นในป่าชายเลนตามฝั่งทะเลทั่วไป เป็น กลุ่มเดี่ยวล้วนๆ ชอบขึ้นในดินเลน ค่อนข้างลึก บริเวณชายฝั่งแม่น้ำ หรือ ชายคลองด้านนอกที่มีน้ำทะเลท่วมถึง สม่ำเสมอเป็นเวลานาน หรือ ติดกับทะเล ที่มีลักษณะดินเป็นสีดำและมีกลิ่นเหม็น

2.2 ภาพถ่ายดาวเทียมที่ใช้ในการศึกษา

ในงานวิจัยนี้ได้ใช้ข้อมูลจากงานวิจัยของ (ณกร วัฒนกิจ, 2559) เป็นข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม QuickBird บันทึกภาพเมื่อ 13 ตุลาคม 2552 เป็นดาวเทียมประเภท Optical ที่ให้ข้อมูลภาพที่มีความละเอียดสูง ซึ่งประกอบด้วย 4 ช่วงคลื่นแบบ Multispectral ที่ความละเอียด 2.4 เมตร และ อีก 1 ช่วงคลื่น แบบ Panchromatic ที่ความละเอียด 0.6 เมตร ภาพถ่ายนี้ทำการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนเชิงรังสี (Radiometric Correction) ในระดับ 2A จำนวน 16 บิต ภาพถ่ายดาวเทียมจะนำมาแปลงค่ากลับเป็นค่ารังสี (Spectral Radiance) ใน MODTRAN4 และแปลงไปเป็นค่าการสะท้อนด้วย FLAASH ในโปรแกรม ENVI ข้อมูลมีการปรับแก้เชิงเรขาคณิตกับข้อมูลออร์โธรีจากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรด้วยวิธีภาพต่อภาพ กำหนดค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 2 จุดภาพ

2.3 ข้อมูลภาคสนาม

ในงานวิจัยนี้ได้ใช้ข้อมูลจากงานวิจัยของ (วีรพงศ์ เกิดสิน, 2556) มีการสำรวจภาคสนามช่วงเดือนกุมภาพันธ์ และ มีนาคม 2554 โดยมีรายละเอียดดังนี้

- 1) ทำการถ่ายค่าพิกัดจากหมุดหลักฐานของกรมแผนที่ทหารเลขที่ 3367 ซึ่งตั้งอยู่ในสำนักงานโครงการชลประทานที่ 15 อําเภอปากพนัง มาสู่หมุดชั่วคราวที่บ้านพักของผู้วิจัยซึ่ง อยู่ใกล้กับพื้นที่ศึกษา
- 2) ใช้ข้อมูลการเลือกแปลงตัวอย่างจากงานวิจัยของ (ธัญวาทิจาพิทักษ์วงศ์, 2552) ซึ่งเป็นข้อมูลภาพถ่าย ASTER ที่ผ่านการจำแนกด้วยวิธีจำแนกแบบไม่ควบคุม (Unsupervised Classification แบบ K-Mean) เป็นจำนวน 15 cluster ใช้วิธีการวางแผนเลือกแปลงตัวอย่างแบบการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้นและใช้วิธี Line Transect ในการเลือกแปลงตัวอย่างซึ่งเป็นวิธีที่มีความเหมาะสมกับสภาพป่าที่มีต้นไม้ขึ้นแน่นทึบ โดยมีการวางแผนแปลงตัวอย่างครอบคลุม 15 Cluster ประมาณ 500 แปลง
- 3) ทำการออกเรือสำรวจร่วมกับเจ้าหน้าที่จากสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 44 ถึงความเป็นไปได้ในการเข้าถึงแปลงตัวอย่างโดยคัดเลือกแปลงตัวอย่างที่สามารถเข้าได้ง่ายและครอบคลุมทุก cluster ซึ่งเหลือประมาณ 100 แปลง

- 4) ใช้เรือออกสำรวจเข้าหาแปลงตัวอย่าง โดยใช้เครื่องมือรับสัญญาณดาวเทียมจีพีเอส (ระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก) โดยล่องเรือไปตามแนวคลอง และยึดค่าทิศเหนือและค่าทิศตะวันออกที่อ่านได้จากเครื่องมือรับสัญญาณจีพีเอสเป็นหลักในการเข้าหาแปลงตัวอย่าง เมื่อพบแนวทิศเหนือหรือทิศตะวันออกของค่าพิกัดแปลงตัวอย่างแล้วทำการหยุดเรือ แล้วใช้เข็มทิศในตัวเครื่องมือรับสัญญาณจีพีเอส เล็งทิศทางที่จะเข้าสู่แปลงตัวอย่าง ใช้เชือกไนลอนยาว 30 เมตร วัดระยะทางจากขอบแม่น้ำ (เริ่มวัดเมื่อห่างจากขอบพอประมาณ) สู่ตำแหน่งจุดกึ่งกลางแปลงตัวอย่าง
- 5) เมื่อพบตำแหน่งจุดกึ่งกลางแปลงตัวอย่างแล้ว ทำการวางแปลงขนาด 30 X 30 ตารางเมตร นับจำนวนแยกเป็นแต่ละสายพันธุ์ของต้นไม้ทุกต้นในแปลงที่มีความสูงมากกว่า 2.5 เมตร
- 6) บันทึกค่าจุดกึ่งกลางแปลงตัวอย่างโดยมีการปรับแก้ความถูกต้องโดยใช้หลักการ DGPS (Differential GPS) ซึ่งใช้เครื่องมือรับสัญญาณจีพีเอสแบบพกพา จำนวน 2 เครื่อง เรียกว่า Pseudorange-based Difference GPS ซึ่งวิธีนี้ให้ความถูกต้องทางตำแหน่งไม่เกิน 5 เมตร (เฉลิมชนม์ สติระพจน์, 2552)

แปลงตัวอย่างมีลักษณะเป็นข้อมูลแบบพรรณไม้ชนิดเดียวกัน (Homogeneous) จึงใช้ GPS แบบมือถือ เพื่อเป็นการประหยัดและสามารถยอมรับความคลาดเคลื่อนได้ ป่าชายเลนมีลักษณะเป็นป่าไม้แบบยืนต้น พรรณไม้ป่าชายเลนจะเจริญเติบโตในบริเวณที่เป็นพรรณไม้ชนิดเดียวกัน เป็นรูปแบบที่เหมือนกันในหลายพื้นที่ป่าชายเลนในแถบเขตร้อน ระบบนิเวศป่าชายเลนโดยทั่วไปเป็นแบบไดนามิก มีการเปลี่ยนแปลงในช่วงเวลาของปีที่ 100 – 10000 ปี ดังนั้นองค์ประกอบของป่าชายเลนจึงมีการเปลี่ยนแปลงที่น้อยมาก (Alongi, 2008; Hogarth, 2007; Kathiresan & Bingham, 2001; Tomlinson, 1994)

2.4 คุณลักษณะของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ใช้ในการศึกษา

ดาวเทียม QuickBird เป็นดาวเทียมเชิงพาณิชย์ของ สหรัฐอเมริกา โดยบริษัท Digital Globe ถูกส่งขึ้นสู่วงโคจรเมื่อวันที่ 18 ตุลาคม พ.ศ. 2544 ณ ฐานทัพอากาศ Vandenberg รัฐแคลิฟอร์เนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา



รูปที่ 2 ดาวเทียม QuickBird

ลักษณะดาวเทียม

- น้ำหนัก : 1018 กิโลกรัม
- ความสูงของการโคจร : 450 กิโลเมตร
- ลักษณะการโคจร : สัมพันธ์กับดวงอาทิตย์โดยผ่านขั้วโลก
- เอียงทำมุมกับแกนโลก : 98 องศา
- เวลาท้องถิ่นในการบันทึกข้อมูล : 10.30 น.
- เวลาในการโคจรรอบโลก 1 รอบ : 93.4 นาที
- จำนวนรอบของการโคจรใน 1 วัน : 14.5 รอบ
- บันทึกข้อมูลซ้ำที่เดิม : 1 – 3.5 วัน ขึ้นอยู่กับเส้นรุ้ง
- ระบบบันทึกข้อมูล : Multispectral และ Panchromatic
- รายละเอียดภาพ : Panchromatic 61 เซนติเมตร (nadir) ถึง 72 เซนติเมตร (25° off - nadir)
Multispectral 2.44 เมตร (nadir) ถึง 2.88 เมตร (25° off - nadir)
- ความกว้างของภาพ : 16.5 กิโลเมตร
- อายุการทำงาน : 5 ปี

อุปกรณ์บันทึกข้อมูล

ระบบ Panchromatic รายละเอียดภาพ 0.6 เมตร

- Panchromatic : 0.45 - 0.90 ไมโครเมตร

ระบบ Multispectral รายละเอียดภาพ 2.4 เมตร

- แบนด์ 1 : 0.450 - 0.520 ไมโครเมตร (น้ำเงิน)
- แบนด์ 2 : 0.520 - 0.600 ไมโครเมตร (เขียว)
- แบนด์ 3 : 0.630 - 0.690 ไมโครเมตร (แดง)
- แบนด์ 4 : 0.760 - 0.900 ไมโครเมตร (อินฟราเรดใกล้)

2.5 การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์ (Digital Analysis)

วิธีการจำแนกข้อมูลดาวเทียมด้วยระบบคอมพิวเตอร์แบ่งออกได้ 2 วิธี ได้แก่

1. การจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับดูแล (Supervised Classification)

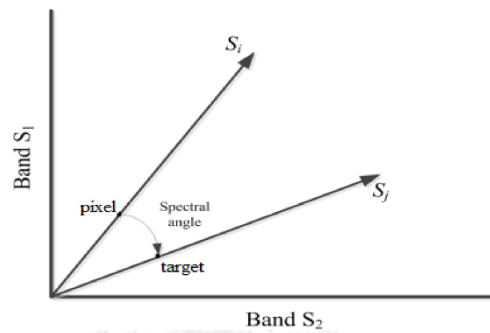
เป็นวิธีการจำแนกข้อมูลภาพซึ่งจะต้องประกอบด้วยพื้นที่ฝึก (Training areas) การจำแนกประเภทของข้อมูลเบื้องต้น โดยการคัดเลือกเกณฑ์ของการจำแนกประเภทข้อมูล และกำหนดสถิติของของประเภทจำแนกในข้อมูล จากนั้นก็จะทำการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งภาพ และรวบรวมกลุ่มชั้นประเภทจำแนกสถิติคล้ายกันเข้าด้วยกัน เพื่อจัดลำดับชั้นข้อมูล

2. การจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่กำกับดูแล (Unsupervised Classification)

เป็นวิธีการจำแนกประเภทข้อมูลที่ผู้วิเคราะห์ไม่ต้องกำหนดพื้นที่ฝึกของข้อมูลแต่ละประเภทให้กับคอมพิวเตอร์ มักจะใช้ในกรณีที่ไม่มีข้อมูลเพียงพอในพื้นที่ที่การจำแนก หรือผู้ปฏิบัติไม่มีความรู้ความเคยชินในพื้นที่ที่ศึกษา วิธีการนี้สามารถทำได้โดยการสุ่มตัวอย่างแบบคละ แล้วจึงนำกลุ่มข้อมูลดังกล่าวมาแบ่งเป็นประเภทต่างๆ

Spectral Angle Mapper

Spectral angle mapper (SAM) เป็นวิธีที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในฐานะที่เป็นตัวชี้วัดสเปกตรัมที่คล้ายคลึงกันในการสำรวจระยะไกล การพล็อตการกระจายของค่าพิกเซลจากสองแบนด์ของภาพสเปกตรัม สเปกตรัมอ้างอิงและสเปกตรัมเป้าหมาย จะเป็นการพล็อตจุดตั้งแสดงในรูปที่ 3 ถ้าเวกเตอร์ถูกดึงมาจากแหล่งกำเนิดผ่านแต่ละจุดที่มุมใดๆ ระหว่างสองเวกเตอร์ กำหนดมุมสเปกตรัมระหว่างทั้งสองจุด SAM คำนวณมุมสเปกตรัมระหว่างจุดที่ใกล้เคียงที่สุดของสเปกตรัมอ้างอิง S_i และสเปกตรัมเป้าหมาย S_j



รูปที่ 3 แนวคิดของ Spectral Angle Mapper (SAM)

$$SAM(S_i, S_j) \equiv \cos^{-1} \left(\frac{S_i \cdot S_j}{\|S_i\| \|S_j\|} \right)$$

$$= \cos^{-1} \left(\frac{\sum_{i=1}^n S_{in} S_{jn}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n S_{in}^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n S_{jn}^2}} \right)$$

2.6 การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสายตา (Visual Interpretation)

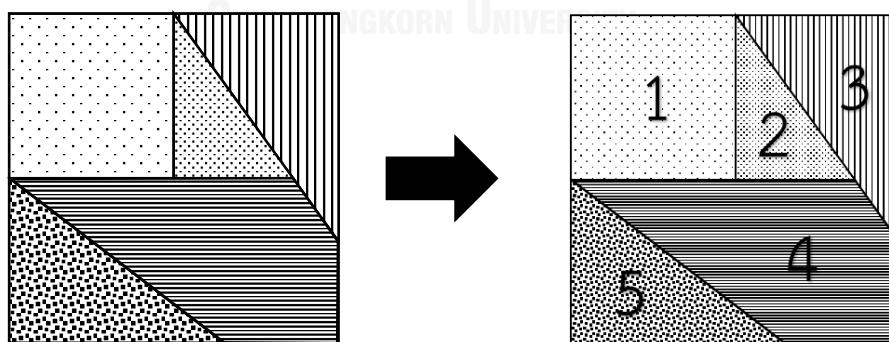
การแปลตีความข้อมูลภาพจากดาวเทียมด้วยสายตา ข้อมูลที่นำมาแปลตีความหรือจำแนกประเภทข้อมูลภาพจากดาวเทียมด้วยตา เป็นข้อมูลที่อยู่ในรูปของรูปภาพ ภาพพิมพ์หรือฟิล์ม

องค์ประกอบในการแปลและตีความภาพถ่ายจากดาวเทียมด้วยสายตา

- สีและระดับความเข้มของสี (Color tone and brightness)
- รูปร่าง (Shape)
- ขนาด (Size)
- รูปแบบ (Pattern)
- ความหยาบละเอียดของเนื้อภาพ (Texture)
- ความสัมพันธ์กับตำแหน่งและสิ่งแวดล้อม (Location and Association)
- การเกิดเงา (Shadow)
- การเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล (Temporal change)
- ระดับสี (Tone)

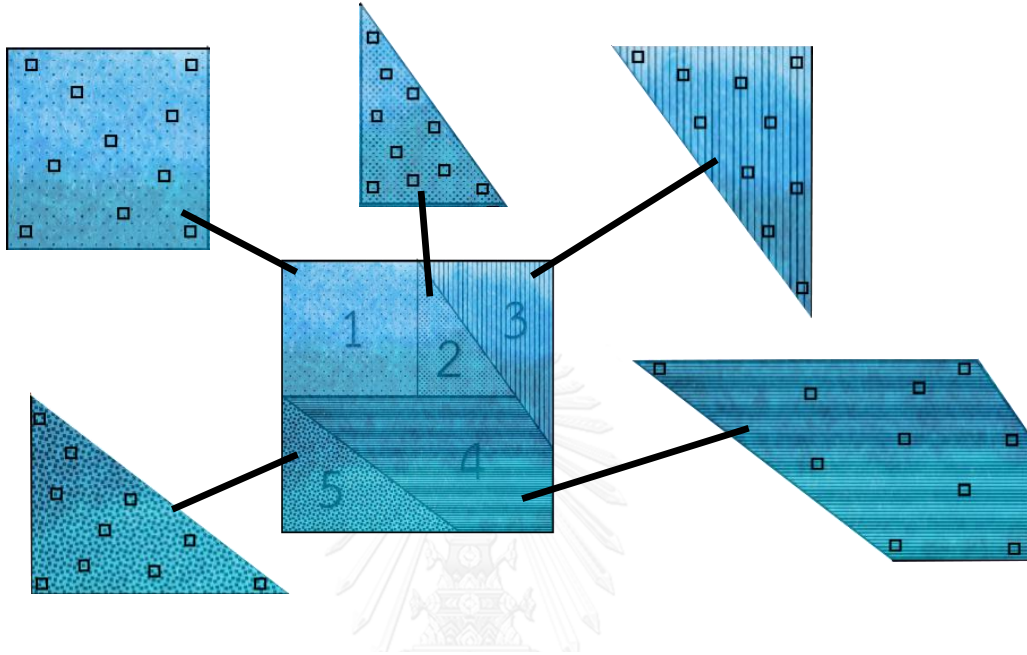
2.7 การสร้างตารางความน่าจะเป็นระหว่างเนื้อภาพกับพรรณไม้ในป่าชายเลน

- ผู้วิจัยจำแนกเนื้อภาพจากภาพ Panchromatic ด้วยการแบ่งเป็นกลุ่มด้วยสายตา

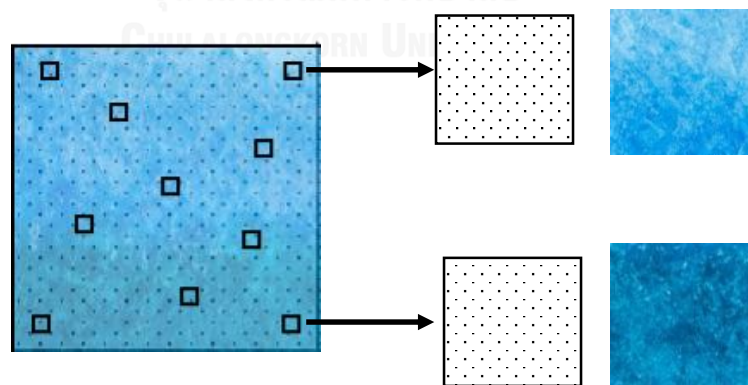


รูปที่ 4 ตัวอย่างการแบ่งเนื้อภาพทั้ง 5 ชนิด

- สุ่มตำแหน่งที่มีเนื้อภาพเหมือนกันจากแผนที่การจำแนกเนื้อภาพ ชนิดละ 10 จุด และทำการ Link ข้อมูลภาพกับภาพที่การจำแนกเดิมให้มีตำแหน่งเดียวกันในโปรแกรม ENVI ก็จะทำให้เกิดคู่ภาพขึ้น



รูปที่ 5 ภาพตัวอย่างการสุ่มจากเนื้อภาพ ชนิดละ 10 จุด



รูปที่ 6 ภาพตัวอย่างที่จะนำไปทำคู่ภาพ ของเนื้อภาพชนิดที่ 1

- ผู้ทำแบบทดสอบดูคุณภาพจากโปรแกรม ENVI แบบสุ่ม ทีละคู่ภาพแล้วทำการให้คะแนน 0-10 คะแนนโดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เกณฑ์การให้คะแนน

พบสี	คะแนน
0 %	0
1 - 10 %	1
11 - 20 %	2
21 - 30 %	3
31 - 40 %	4
41 - 50 %	5
51 - 60 %	6
61 - 70 %	7
71 - 80 %	8
81 - 90 %	9
91 - 100 %	10

- ตัวอย่างกระดาษแบบทดสอบการให้คะแนนระหว่างเนื้อภาพกับพรรณไม้ป่าชายเลน

ตารางที่ 3 ตัวอย่างกระดาษแบบทดสอบการให้คะแนนระหว่างเนื้อภาพกับพรรณไม้ป่าชายเลน

เนื้อภาพ (Panchromatic Texture)	ชนิดที่ 1	ชนิดที่ 2	ชนิดที่ 3	ชนิดที่ 4	ชนิดที่ 5
แสมขาว AA (สีแดง)					
แสมทะเล AM (สีเหลือง)					
ถั่วขาว BP (สีน้ำเงิน)					
โกก่างใบเล็ก RA (สีฟ้าน้ำทะเล)					
โกก่างใบใหญ่ RM (สีชมพู)					

- นำกระดาษแบบทดสอบมาหาค่าเฉลี่ย จากนั้นทำการนอมอลไลซ์คะแนนในตารางให้เป็นค่าความน่าจะเป็นระหว่างเนื้อภาพกับพรรณไม้ป่าชายเลน

2.8 ทฤษฎีของเบส์ (Bayes' Theorem)

กำหนดให้ B_1, B_2, \dots, B_n เป็นเหตุการณ์อิสระที่เกิดขึ้นใน S และ $\cup_{i=1}^n B_i = S$ ให้เหตุการณ์ A และ $P(A) \neq 0$

$$P(B_k|A) = \frac{P(A|B_k)P(B_k)}{\sum_{i=1}^n P(A|B_i)P(B_i)}$$

$P(B_k|A)$ คือ ผลลัพธ์ของสมการ ที่อธิบายความน่าจะเป็นชนิดพรรณไม้ (B_k) จะเกิดขึ้นเมื่อเป็นชนิดของเนื้อภาพ (A)

$P(A|B_k)$ คือ อธิบายถึงโอกาสที่จะได้พบกับชนิดของเนื้อภาพ (A) ที่พื้นที่ที่มีชนิดพรรณไม้ป่าชายเลน (B_k) เพราะฉะนั้น $P(A|B_k)$ สามารถดูได้จากตารางความน่าจะเป็นระหว่างเนื้อภาพกับพรรณไม้ป่าชายเลน

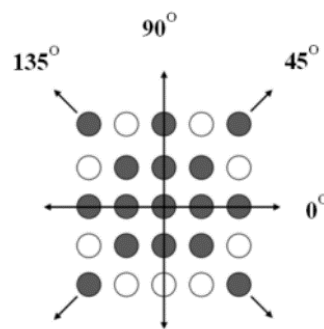
$P(B_k)$ คือ ความน่าจะเป็นเบื้องต้นของการเกิดชนิดพรรณไม้ป่าชายเลน (B_k) ในพื้นที่ ในการศึกษา $P(B_k)$ เป็นค่าจาก SAM rule map

ในทำนองเดียวกันในการแบ่งสมการที่เป็นผลรวมของกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด (เช่น $i = 1, 2, \dots, n$) ที่ n คือจำนวนของสายพันธุ์ไม้ในป่าชายเลนภายใต้การศึกษา ในศึกษานี้จำนวนของสายพันธุ์ไม้คือ 5 (นั่นคือ $n = 5$)

ที่พิกเซลแต่ละพิกเซลของภาพที่ได้จำแนกมาแล้ว การปรับปรุงผลหลังการจำแนกจะทำการคำนวณของ $P(B_k|A)$ สำหรับทุกๆสายพันธุ์ไม้ในป่าชายเลน (เช่นจาก $k = 1$ ถึง $k = 5$) จากนั้นค่าทั้งหมดจะถูกเปรียบเทียบกับใหม่และค่าพิกเซลจะระบุว่าเป็นสายพันธุ์ไม้ชนิดใดที่ $P(B_k|A)$ ที่มีค่ามากที่สุด

2.9 Gray-Level Co-occurrence Matrix

Gray-Level Co-Occurrence Matrices (GLCM) เป็นวิธีการหนึ่งที่ยิมนนำมาใช้ในการจำแนกภาพถ่าย อาศัยหลักความสัมพันธ์ของพื้นที่กับค่าสีเทาของจุดภาพ พิจารณาจากการนับจำนวนคู่จุดภาพที่อยู่ใกล้กัน (Neighboring Cells) มาสร้างเมทริกซ์จำนวนความสัมพันธ์ (Count Matrix) สามารถพิจารณาได้ 4 ระดับคือแนว นอน (Horizontal) ที่ 0° ระดับแนวตั้ง (Vertical) ที่ 90° หรือแนวทแยงมุม (Diagonal) ที่ 45° และ 135° ดังรูปที่ 7 โดยเครื่องหมาย # ในสมการหมายถึงค่าจำนวนหรือค่าความถี่



รูปที่ 7 ทิศทางในการวิเคราะห์ GLCM

ตัวอย่างการคำนวณดังตารางที่ 4 กำหนดให้ตารางตัวอย่างในตารางที่ 4 มีขนาด 4×4 จุดภาพ หรือในที่นี้ให้มีค่าเป็นเมทริกซ์ A ที่มีสมาชิกเป็นค่าจุดภาพ และจะหา Gray-Tone Spatial-Dependence Matrices ในทิศทาง 0° โดยเริ่มพิจารณาที่ตำแหน่ง $A(1,1)$ กับ $A(1,2)$ จะพบว่ามีค่าจุดภาพระหว่างจุดอ้างอิงและจุดใกล้เคียงเป็น 0,0 จากนั้นนำไปเปรียบเทียบในตารางที่ 5 สัญลักษณ์ # แทนความถี่และ $(0,0)$ ที่ตามหลังสัญลักษณ์หมายถึงค่าสีเทาของจุดภาพอ้างอิงเท่ากับ 0 และค่าสีเทาของจุดภาพใกล้เคียงเท่ากับ 0 ดังนั้นค่าความถี่ในตารางที่ 5 จะมีค่าเป็น 1 ดังแสดงในเมทริกซ์ Q_n ในตารางที่ 6 ซึ่งเป็น Gray-Tone Spatial-Dependence Matrices จากนั้นพิจารณาที่ $A(1,2)$ และ $A(1,3)$ จะได้ค่า 0,1 เมื่อเทียบกับตารางแล้วเมทริกซ์ Q_n จะเปลี่ยนไปดังตารางที่ 7 แล้วขยับคู่ภาพไปจนหมดและเริ่มต้นที่แถวที่ 2 จนถึงแถวสุดท้ายจะได้ผลลัพธ์ ตารางที่ 8

ตารางที่ 4

$$A = \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline 0 & 0 & 1 & 2 \\ \hline 0 & 1 & 1 & 2 \\ \hline 0 & 1 & 2 & 2 \\ \hline 1 & 2 & 3 & 3 \\ \hline \end{array}$$

ตารางที่ 5 ตัวอย่าง GLCM

		ระดับโทนสีเทา (y)			
		0	1	2	3
ระดับโทนสีเทา (x)	0	#(0,0)	#(0,1)	#(0,2)	#(0,3)
	1	#(1,0)	#(1,1)	#(1,2)	#(1,3)
	2	#(2,0)	#(2,1)	#(2,2)	#(2,3)
	3	#(3,0)	#(3,1)	#(3,2)	#(3,3)

ตารางที่ 6

$$Q_h = \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline 1 & 0 & 0 & 0 \\ \hline 0 & 0 & 0 & 0 \\ \hline 0 & 0 & 0 & 0 \\ \hline 0 & 0 & 0 & 0 \\ \hline \end{array}$$

A(1,1) , A(1,2)

ตารางที่ 7

A(1,2) , A(1,3)

$$Q_h = \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline 1 & 1 & 0 & 0 \\ \hline 0 & 0 & 0 & 0 \\ \hline 0 & 0 & 0 & 0 \\ \hline 0 & 0 & 0 & 0 \\ \hline \end{array}$$

ตารางที่ 8

A(4,3) , A(4,4)

$$Q_h = \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline 1 & 3 & 0 & 0 \\ \hline 0 & 1 & 4 & 0 \\ \hline 0 & 0 & 1 & 1 \\ \hline 0 & 0 & 0 & 1 \\ \hline \end{array}$$

เมทริกซ์ Q_h ในตารางที่ 8 จะเป็นผลลัพธ์ของความถี่ในความสัมพันธ์จากจุดภาพไปทางทิศ E ดังนั้นในการนับความถี่ของจุดภาพที่สัมพันธ์กันในทิศทางตรงกันข้าม เช่นในจุดภาพแรกซึ่งจุด A(1,2) ที่เคยเป็นจุดภาพข้างเคียง ก็จะกลับมาเป็นจุดภาพอ้างอิงสลับกันกับจุด A(1,1) ที่จะกลายเป็นจุดภาพข้างเคียง ดังนั้นการสลับกันของแถวและหลักในการนับครั้งใหม่ก็จะทำให้เมทริกซ์กลายเป็นเมทริกซ์สมมาตรดังแสดงในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ค่า GLCM มุม 0° ที่มีค่าระยะ $d=1$

$$Q = \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline 2 & 3 & 0 & 0 \\ \hline 3 & 2 & 4 & 0 \\ \hline 0 & 4 & 2 & 1 \\ \hline 0 & 0 & 1 & 2 \\ \hline \end{array}$$

Q คือ ค่าความถี่ของคู่จุดภาพ

คำนวณความน่าจะเป็นของจุดภาพที่เกิดขึ้นใน (Gray-Tone Spatial-Dependence Matrices) ทำการนอร์มอลไลซ์ข้อมูลภายใน Gray-Tone Spatial-Dependence Matrices ทำโดยใช้ค่าความน่าจะเป็นของการเกิดขึ้นของความถี่โดยใช้ค่าความเป็นไปได้ทั้งหมดที่ทุกค่าเกิดขึ้นเป็นตัวหาร ซึ่งจะได้เป็น GLCM ที่จะใช้ในการคำนวณหาลักษณะของเนื้อภาพออกมา ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 10 แสดงการนอร์มอลไลซ์ข้อมูลภายใน Gray-Tone Spatial-Dependence Matrices

$$R = \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline 2 & 3 & 0 & 0 \\ \hline 3 & 2 & 4 & 0 \\ \hline 0 & 4 & 2 & 1 \\ \hline 0 & 0 & 1 & 2 \\ \hline \end{array} \times \frac{1}{24}$$

ตารางที่ 11 GLCM ที่จะใช้ในการคำนวณหาลักษณะของเนื้อภาพ

$$R = \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline 0.083 & 0.125 & 0 & 0 \\ \hline 0.125 & 0.083 & 0.167 & 0 \\ \hline 0 & 0.167 & 0.083 & 0.042 \\ \hline 0 & 0 & 0.042 & 0.083 \\ \hline \end{array}$$

GLCM นั้นมีคุณสมบัติในการบอกลักษณะการกระจายเชิงพื้นที่ของคาโทนสีในภาพ ข้อมูลเชิงพื้นที่ที่นำเสนอนี้มีดังต่อไปนี้

$R(i, j)$ คือ ค่าความน่าจะเป็นความถี่ของคู่จุดภาพ

μ คือ ค่าเฉลี่ยของ $R(i, j)$

μ_x , μ_y , σ_x และ σ_y คือ ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของ R_x และ R_y

$R_x(i)$ คือ ผลรวมของแถวของ $R(i, j)$

Mean

- ค่าเฉลี่ยของค่าระดับสีเทา

$$\sum_i i R_x(i)$$

Variance

- ความแปรปรวนของระดับสีเทา

$$\sum_i \sum_j (i - \mu_x)^2 R(i, j)$$

Entropy

- เอนโทรปีใช้ในการวัดระดับของความผิดปกติในภาพ

$$\sum_i \sum_j R(i, j) \log(R(i, j))$$

Angular Second Moment

- โมเมนต์ของมุมที่สองหรือพลังงาน คือ การวัดความเป็นเนื้อเดียวกันของเนื้อภาพหรือการวนซ้ำของคู่จุดภาพ

$$\sum_i \sum_j R(i, j)^2$$

Homogeneity

- ส่วนกลับผลต่างโมเมนต์

$$\sum_i \sum_j \frac{R(i, j)}{1 + (i, j)^2}$$

Contrast

- ค่าความแตกต่างใช้วัดระดับของการกระจายตัวของค่าสีเทา

$$\sum_i \sum_j (i,j)^2 R(i,j)$$

Correlation

- ค่าความสัมพันธ์ คือ ค่าที่ใช้วัดการขึ้นต่อกันของระดับสีเทาในเชิงเส้นของภาพ

$$\frac{\sum_i \sum_j (i - \mu_x)(j - \mu_y) R(i,j)}{\sigma_x \sigma_y}$$



2.10 Data Rotation

จุดประสงค์ของการทำ Data Rotation เพื่อเป็นลดความลำเอียงในการนำข้อมูลภาค
ภาคสนามมาใช้เป็นตัวแทนในการกำหนดพื้นที่ Training Area และ Testing Area โดยการนำ ROI
(Region of interest) ที่ได้จากการเก็บข้อมูลภาคสนาม (วีรพงศ์ เกิดสิน, 2556) ดังรูปที่ 8 มา
แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ให้มีจำนวนต่อพิกเซลใกล้เคียงกัน คือ Training Data และ Testing Data จากนั้น
ทำการสลับข้อมูลไปมาจำนวน 30 ครั้ง



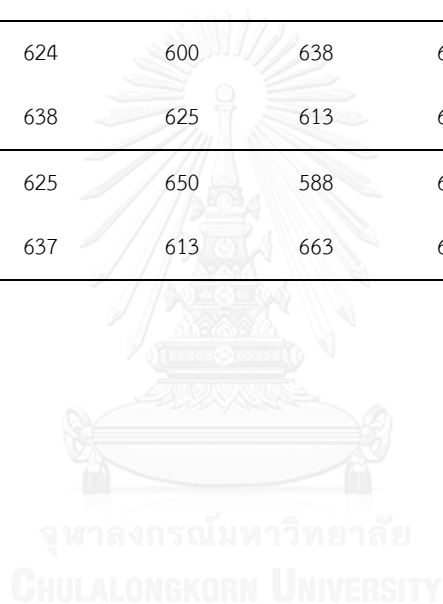
รูปที่ 8 Roi ทั้งหมดที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม

ตารางที่ 12 ROI (Region of Interest) ทั้ง 30 ข้อมูล

ครั้งที่	พรรณไม้	แสมขาว (AA)	แสมทะเล (AM)	ถั่วขาว (BP)	โกงกางใบเล็ก (RA)	โกงกางใบใหญ่ (RM)	รวม
1	Training Data	637	638	600	625	625	3,125
	Testing Data	612	601	651	638	612	3,114
2	Training Data	637	600	601	600	625	3,063
	Testing Data	612	638	650	600	612	3,112
3	Training Data	637	613	638	613	624	3,125
	Testing Data	625	638	613	625	613	3,114
4	Training Data	637	638	601	625	637	3,138
	Testing Data	625	613	650	612	600	3,100
5	Training Data	637	613	625	637	625	3,137
	Testing Data	612	612	626	613	612	3,075
6	Training Data	650	650	651	613	637	3,201
	Testing Data	624	613	600	624	600	3,061
7	Training Data	612	638	613	612	625	3,100
	Testing Data	613	600	650	650	613	3,126
8	Training Data	624	625	613	649	612	3,123
	Testing Data	637	588	638	600	625	3,088
9	Training Data	624	613	613	624	625	3,099
	Testing Data	638	612	638	613	624	3,125
10	Training Data	637	650	600	624	613	3,124
	Testing Data	624	625	651	637	624	3,161
11	Training Data	625	601	613	638	600	3,077
	Testing Data	637	637	638	600	637	3,149
12	Training Data	625	626	638	612	612	3,113
	Testing Data	637	637	613	588	625	3,100

ครั้งที่	พรรณไม้	แสมขาว (AA)	แสมทะเล (AM)	ถั่วขาว (BP)	โกงกางใบเล็ก (RA)	โกงกางใบใหญ่ (RM)	รวม
13	Training Data	625	625	613	613	612	3,088
	Testing Data	637	600	638	637	625	3,137
14	Training Data	624	613	651	612	612	3,112
	Testing Data	625	613	600	624	612	3,074
15	Training Data	625	638	651	637	637	3,188
	Testing Data	637	601	600	650	600	3,088
16	Training Data	625	588	600	625	625	3,063
	Testing Data	624	637	651	650	612	3,174
17	Training Data	637	600	613	637	612	3,099
	Testing Data	625	625	638	613	625	3,126
18	Training Data	624	625	613	625	612	3,099
	Testing Data	625	600	638	625	637	3,125
19	Training Data	624	637	626	649	625	3,161
	Testing Data	625	588	625	600	612	3,050
20	Training Data	612	613	650	624	625	3,124
	Testing Data	625	637	601	650	624	3,137
21	Training Data	625	625	626	625	625	3,126
	Testing Data	637	638	625	624	612	3,136
22	Training Data	612	612	626	638	624	3,112
	Testing Data	637	638	625	612	613	3,125
23	Training Data	625	613	626	624	612	3,100
	Testing Data	624	625	625	650	625	3,149
24	Training Data	637	637	626	638	624	3,162
	Testing Data	624	613	625	600	613	3,075
25	Training Data	612	612	625	625	625	3,099

ครั้งที่	พรรณไม้	แสมขาว (AA)	แสมทะเล (AM)	ถั่วขาว (BP)	โกงกางใบเล็ก (RA)	โกงกางใบใหญ่ (RM)	รวม
	Testing Data	637	663	626	600	624	3,150
26	Training Data	612	637	638	625	637	3,149
	Testing Data	637	601	613	601	612	3,064
27	Training Data	612	650	612	625	612	3,111
	Testing Data	637	625	638	613	637	3,150
28	Training Data	624	601	650	600	612	3,087
	Testing Data	638	637	601	625	612	3,113
29	Training Data	624	600	638	650	612	3,124
	Testing Data	638	625	613	612	625	3,113
30	Training Data	625	650	588	625	625	3,113
	Testing Data	637	613	663	624	612	3,149



2.11 การตรวจสอบผลการจำแนก (Classification Accuracy Assessment)

การตรวจสอบผลการจำแนก เป็นการนำผลการจำแนกป้ายายเลน (Classification Data) มาเปรียบเทียบกับข้อมูลอ้างอิงที่เชื่อถือได้ (Reference Data) คือ ข้อมูลการสำรวจภาคสนามในพื้นที่จริง ซึ่งผลที่ได้รับจากการเปรียบเทียบของข้อมูล สามารถบ่งบอกคุณภาพและความถูกต้องในการจำแนกป้ายายเลนได้ (Congalton & Green, 2009) ในการศึกษาจะตรวจสอบผลการจำแนกด้วย

ค่าความถูกต้องของผู้ผลิต (Producer's Accuracy) หรือค่าความผิดพลาดของข้อมูลที่ทำให้การจำแนกขาดหายไป (Omission Error) เป็นการประเมินค่าความผิดพลาดของข้อมูลที่ทำให้การจำแนกหายไป

ค่าความถูกต้องของผู้ใช้งาน (User's Accuracy) หรือค่าความผิดพลาดของข้อมูลที่ทำให้การจำแนกเกินมา (Emission Error) เป็นการประเมินค่าความผิดพลาดของข้อมูลที่ทำให้การจำแนกเกินมา

ค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall Accuracy) เป็นการประเมินค่าความถูกต้องโดยรวมของการจำแนก โดยคำนวณจากสัดส่วนระหว่างจำนวนของจุดภาพที่จำแนกได้ถูกต้องกับจำนวนของจุดภาพทั้งหมดที่ใช้ในการทดสอบ

ตารางที่ 13 เมทริกซ์ความคลาดเคลื่อนของข้อมูลที่ได้จากการจำแนกและข้อมูลอ้างอิง

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

เมื่อ i, j แทนดัชนีชั้นข้อมูลในแถวและคอลัมน์ตามลำดับ

k แทนจำนวนชั้นข้อมูลทั้งหมด

x_{ij} แทนจำนวนจุดภาพที่ถูกจำแนกเป็นชั้นข้อมูลที่ i โดยข้อมูลอ้างอิงเป็นชั้นข้อมูลที่ j

x_{ii} แทนจำนวนจุดภาพที่ถูกจำแนกตรงกับข้อมูลอ้างอิงที่ i

x_{i+} แทนจำนวนจุดภาพที่ถูกจำแนกเป็นชั้นข้อมูลที่ i ทั้งหมด

x_{+j} แทนจำนวนจุดภาพทั้งหมดของข้อมูลอ้างอิงในชนิดชั้นข้อมูลที่ j

x แทนจำนวนจุดภาพทั้งหมดที่ใช้ในการคำนวณ

Kappa Coefficient หรือ Cohen's Kappa Coefficient เป็นค่าสถิติที่ใช้ทดสอบความสอดคล้อง (Consistency) กันของข้อมูล 2 กลุ่ม (Congalton & Green, 2009) การหาค่า Kappa Coefficient ประกอบการประเมินความถูกต้องของการจำแนกข้อมูล (Classification Data) คือ เมื่อเราได้ค่าความถูกต้องของการจำแนกข้อมูล (Overall Accuracy) เมื่อเทียบกับข้อมูลอ้างอิงแล้ว การแสดงระดับของความสอดคล้อง (Agreement) ระหว่างข้อมูลอ้างอิงและผลการจำแนกข้อมูลที่ได้จากการทดลองดังสมการ

$$\hat{K}_i = \frac{N(x_{ii}) - (x_{i+} \times x_{+i})}{N(x_{i+}) - (x_{i+} \times x_{+i})}$$

x_{ii} คือ จำนวนในแนวทแยงของแถว i และคอลัมน์ i

x_{i+} คือ จำนวนรวมในแถว i

x_{+i} คือ จำนวนรวมในคอลัมน์ i

N คือ จำนวนรวมทั้งหมด

Z - Test บนหลักการของ KHAT หรือสถิติแคปปา 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, 2009)

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

K_1 = ค่า Kappa Coefficient ของข้อมูลชุดที่หนึ่ง

K_2 = ค่า Kappa Coefficient ของข้อมูลชุดที่สอง

$\text{Var}(K_1)$ = ค่า Variance Kappa ของข้อมูลชุดที่หนึ่ง

$\text{Var}(K_2)$ = ค่า Variance Kappa ของข้อมูลชุดที่สอง

บทที่ 3

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 งานวิจัยที่เกี่ยวกับการสำรวจระยะไกลในป่าชายเลน

- (วีรพงศ์ เกิดสิน, 2556)ในงานวิจัยนี้หาชนิดของข้อมูลและวิธีการที่เหมาะสม ในการประมาณค่าดัชนีพื้นที่ผิวใบของป่าชายเลนและการจำแนกพรรณไม้ป่าชายเลน ใช้ข้อมูลภาพไฮเปอร์สเปกตรัลในพื้นที่ป่าชายเลนแหลมตะลุมพุก อำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ผลการจำแนกพรรณไม้ป่าชายเลน 5 ชนิด ร่วมกับการคัดเลือกช่วงคลื่นแบบวิธีเชิงพันธุกรรม มีความถูกต้องโดยรวมที่ 92 เปอเซ็นต์ และได้มีการนำข้อมูลภาคสนามมาจากงานวิจัยนี้

- (ณกร วัฒนกิจ, 2559)งานวิจัยนี้ได้ทำการทดลองการจำแนกพรรณไม้ป่าชายเลน 5 ชนิด ด้วยการใช้ภาพถ่ายดาวเทียมรายละเอียดสูง ดาวเทียม QuickBird โดยใช้การเปรียบเทียบการจำแนกเชิงจุดภาพ การจำแนกเชิงวัตถุ และการวิเคราะห์เนื้อภาพในพื้นที่ ผลการทดลองพบว่าการใช้การวิเคราะห์เนื้อภาพร่วมกับการจำแนกเชิงจุดภาพและการจำแนกเชิงวัตถุช่วยให้ความถูกต้องในการจำแนกสูงขึ้นได้ โดยเฉพาะการจำแนกเชิงวัตถุที่ให้ความถูกต้องของการจำแนกพรรณไม้ทั้ง 5 ชนิด เพิ่มมากขึ้นจาก 76.2 เปอเซ็นต์ เป็น 83.1 เปอเซ็นต์

- (Wang et al., 2004)ในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาการจำแนกพรรณไม้ในระดับสายพันธุ์ของป่าชายเลนออกเป็น 3 ชนิด คือ ป่าชายเลนแดง ป่าชายเลนขาวและป่าชายเลนดำโดยใช้วิธีแบบ Pixel-Based ด้วยวิธี Maximum Likelihood Classification (MLC), Object-Based ด้วยวิธี Grey Level Co-occurrence Matrix (GLCM) และแบบผสม โดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียมความละเอียดสูง IKONOS และ QuickBird แล้วนำมาเปรียบเทียบกันในพื้นที่ประเทศปานามา ซึ่งเป็นพื้นที่ป่าชายเลนเขตร้อน และให้ผลลัพธ์ที่มีความถูกต้องสูง

- (Kanniah et al., 2007)ในงานวิจัยนี้ได้ใช้ภาพถ่ายดาวเทียมความละเอียดสูง IKONOS โดยใช้วิธี Maximum Likelihood (ML), Minimum Distance to Mean (MDM), Contextual Logical Channel (CLC) และ Linear Mixture Model (LMM) นอกจากนี้ยังมีการใช้วิธี Grey Level Co-occurrence Matrix (GLCM) เข้ามาช่วยในการจำแนกพรรณไม้ป่าชายเลนออกเป็น 3 ชนิด ให้ผลลัพธ์ที่มีความถูกต้องสูง

- (Kuenzer et al., 2011)ในงานวิจัยนี้ได้ทำการรวบรวมข้อมูลการวิจัยด้วยการสำรวจระยะไกลในป่าชายเลนไว้ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ความสำเร็จในการส่งดาวเทียม IKONOS และ QuickBird นั้น ซึ่งเป็นเซ็นเซอร์ความละเอียดสูง ได้เปิดโอกาสในการทำแผนที่ป่าชายเลนที่ดีขึ้น สามารถมองเห็นรายละเอียดของพื้นที่ได้ชัดเจนด้วยสายตา ทำให้เพิ่มความสามารถในการจำแนกและเพิ่มความแตกต่างของพรรณไม้ในป่าชายเลน

3.2 งานวิจัยที่เกี่ยวกับ Expert knowledge

- (Vaiphasa et al., 2006)ในงานวิจัยนี้ได้ทำการจำแนกพรรณไม้ป่าชายเลน 7 ชนิด ใช้ภาพถ่ายดาวเทียม ASTER และได้ใช้วิธีการปรับปรุงผลหลังการจำแนก โดยมีการนำค่าความเป็นกรด-ด่างในดินที่ได้จากการตรวจวัดในพื้นที่จริงมา Interpolate เกิดเป็นแผนที่ความเป็นกรด-ด่างในดิน จากนั้นมีการใส่ค่าความน่าจะเป็นระหว่างค่าความเป็นกรด-ด่างในดินกับพรรณไม้ป่าชายเลนทั้ง 7 ชนิดลงในแผนที่ความเป็นกรด-ด่างในดิน ได้ออกมาเป็นแผนที่ความน่าจะเป็นระหว่างค่าความเป็นกรด-ด่างในดินกับพรรณไม้ป่าชายเลนทั้ง 7 จากนั้นทำการรวมแผนที่การจำแนกเดิมด้วยวิธี MLC (Maximum Likelihood Classification) ของภาพถ่ายดาวเทียม ASTER กับแผนที่ความน่าจะเป็นระหว่างค่าความเป็นกรด-ด่างในดินกับพรรณไม้ป่าชายเลนทั้ง 7 โดยอาศัยทฤษฎีของเบส์ ผลการจำแนกที่ได้มีค่าความถูกต้องโดยรวมสูงขึ้นมีค่า 88.21 เปอเซ็นต์ สูงขึ้นจากเดิมก่อนการปรับปรุงผลที่ 76.04 เปอเซ็นต์

3.3 งานวิจัยที่เกี่ยวกับป่าชายเลน

- (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2552) ป่าชายเลนเป็นระบบนิเวศที่มีความเฉพาะตัวและโดดเด่น เชื่อมโยงระหว่างบกและทะเล บทบาทสำคัญของป่าชายเลนคือช่วยรักษาสมดุลของธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ช่วยกักเก็บคาร์บอน ช่วยกักเก็บน้ำจืด เป็นแหล่งดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และเป็นโรงงานผลิตออกซิเจนขนาดใหญ่ เป็นแหล่งอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อน และศูนย์รวมความหลากหลายทางชีวภาพที่เอื้อประโยชน์ต่อชีวิตมนุษย์ เสมือนดังเป็นคลังอาหารและยาสมุนไพรขนาดใหญ่ นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งศึกษาวิจัยและเป็นสถานที่ท่องเที่ยว ซึ่งอาจกล่าวได้ว่า ป่าชายเลนมีคุณค่าทั้งทางด้านสิ่งแวดล้อม สังคม และเศรษฐกิจของประเทศอย่างมาก

- (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2555) ป่าชายเลนเป็นแหล่งทรัพยากรธรรมชาติที่มีค่ายิ่งต่อทุกสรรพสิ่ง ทั้ง พืช สัตว์ และมนุษย์ ซึ่งแต่เดิมได้พึ่งพาอาศัยอย่างเกื้อกูลกันในระบบนิเวศ แต่เมื่อประชากรมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น ก่อให้เกิดปัญหาการรุกล้ำพื้นที่ป่าชายเลน กลายเป็นชุมชนเมืองและการใช้ประโยชน์อื่นๆ ซึ่งถือว่าเป็นปัญหาที่สำคัญ และทวีความรุนแรงขึ้นในปัจจุบัน

- (สำนักอนุรักษ์ป่าชายเลน, 2552) ป่าชายเลน (Mangrove forest หรือ intertidal forest) หมายถึงกลุ่มของสังคมพืชที่ขึ้นอยู่ในบริเวณฝั่งทะเลริมฝั่งแม่น้ำลำคลอง ปากแม่น้ำ หรือปากอ่าวระหว่างชายฝั่งถึงบริเวณที่น้ำเค็มขึ้นสูงสุด ในสภาพที่เป็นดินเลนหรือดินเลนปนทราย พบป่าชายเลนทั่วไปในเขตร้อน (tropical) และเขตกึ่งร้อน (subtropical) ป่าชายเลนทำหน้าที่เป็นแนวปะการังธรรมชาติที่คอยปกป้องชายฝั่งทะเลไม่ให้เกิดกัดเซาะทำลายจากกระแสน้ำ เป็นถิ่นที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำ และเป็นแหล่งอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อนเพื่อให้เจริญวัย อยู่อาศัย และหลบภัยจากความแปรปรวนของท้องทะเล ในขณะที่เดียวกันสัตว์บกสามารถเข้ามาอาศัย และแสวงหาอาหารที่มีอยู่อย่างอุดมสมบูรณ์ในป่าชายเลน ทำให้ป่าชายเลนหลากหลายไปด้วยสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์นานับชนิดป่าชายเลนจึงเป็นระบบนิเวศที่ทำหน้าที่ปกป้องและรักษาไว้ซึ่งความสมดุลของสิ่งแวดล้อมชายฝั่งให้เอื้ออำนวยต่อการเป็นแหล่งกำเนิดห่วงโซ่อาหารของมนุษย์ชาติอย่างยั่งยืน

- (อภิชาติ หนูน้อย, 2555) สภาพพื้นดินในป่าชายเลน ซึ่งเป็นดินเลนและมีรากไม้ขนาดใหญ่แผ่กีดขวางกระจายอยู่ทั่วไป รวมถึงการปกคลุมอย่างหนาแน่นของสังคมพืชไม้ ลูกไม้และไม้พื้นล่างอื่นๆ ส่งผลให้การวางแปลงตัวอย่างและการสำรวจเก็บข้อมูลเป็นไปได้ด้วยความล่าช้า นอกจากนี้ยังมีปัญหาอุปสรรค อันเนื่องมาจากฤดูกาลและสภาพภูมิอากาศ ช่วงน้ำขึ้นน้ำลงของน้ำทะเล ทำให้ไม่สามารถเข้าไปปฏิบัติงานในพื้นที่ได้ทันตามกำหนดเวลาด้วยเช่นกัน

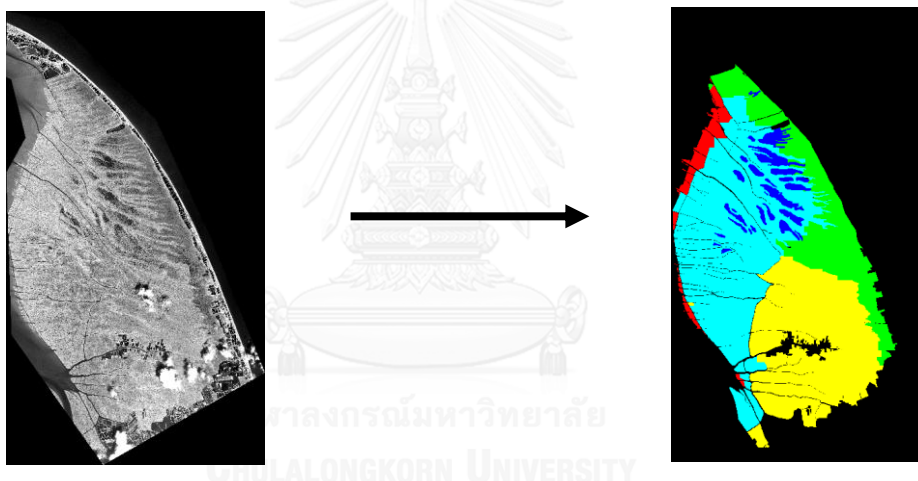
- (Walters et al., 2008) ในงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับสังคม เศรษฐกิจและการจัดการป่าชายเลน ต้องการที่จะจัดการป่าชายเลนอย่างยั่งยืนและฟื้นฟูป่าชายเลนที่เสื่อมโทรม การสำรวจระยะไกลจึงเป็นวิธีการอย่างหนึ่งที่ได้ให้โอกาสในการวิจัยและวางแผนเพื่อทำความเข้าใจและปรับปรุงการบริหารจัดการป่าชายเลน

บทที่ 4

วิธีดำเนินการวิจัย

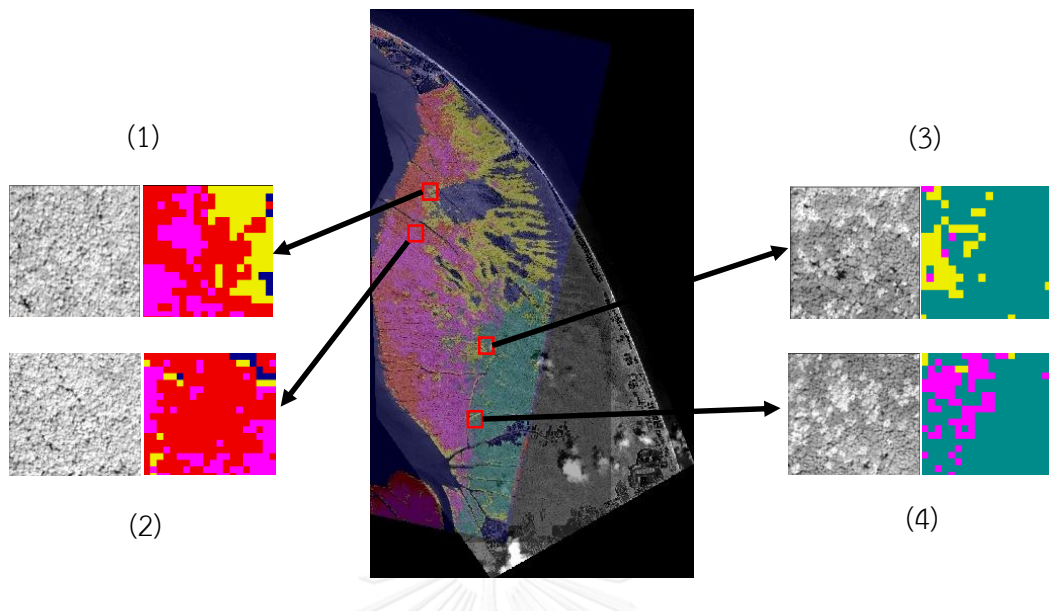
4.1 การจำแนกพรรณไม้ด้วยวิธีการปรับปรุงผลหลังการจำแนกด้วยเนื้อหาของพืช

1. ทำการ Classify ภาพ Multispectral ด้วยการใช้วิธี SAM (Spectral Angle Mapper) ในโปรแกรม ENVI โดยใช้ ROI (Region of Interest) ในกลุ่ม Training ทั้ง 30 ชุดข้อมูล จนได้แผนที่ Rule Map
2. ทำการสร้างแผนที่ความน่าจะเป็นระหว่างเนื้อหาของพืชกับพรรณไม้ในป่าชายเลน
 - ผู้วิจัยจำแนกเนื้อหาของพืชจากภาพ Panchromatic ด้วยการแบ่งเป็นกลุ่มด้วยสายตา ในโปรแกรม ENVI



รูปที่ 9 ภาพการแบ่งเนื้อหาของพืชทั้ง 5 ชนิด

- ผู้ทำแบบทดสอบสุ่มเลือกเนื้อหาของพืชชนิดละ 10 จุด ที่ได้ทำการ Link ตำแหน่งกับภาพแผนที่การจำแนกเดิม (วีระพงศ์ เกิดสิน, 2556) ให้มีตำแหน่งเดียวกันในโปรแกรม ENVI ก็จะทำให้เกิดคู่ภาพขึ้น โดยมีผู้วิจัยคอยอธิบาย
- ผู้ทำแบบทดสอบดูคู่ภาพจากในโปรแกรม ENVI แบบสุ่มทีละคู่ภาพ แล้วทำการให้คะแนนลงในการดาซทดสอบ ซึ่งแต่ละคู่ภาพนั้นก็ให้ค่าความน่าจะเป็นระหว่างเนื้อหาของพืชกับพรรณไม้ป่าชายเลนแตกต่างกันไป ดังแสดงในรูปภาพถัดไป โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังตารางถัดไป



รูปที่ 10 ตัวอย่างคู่ภาพที่เกิดขึ้นจากการซูม

ตารางที่ 14 เกณฑ์การให้คะแนน

พบสี	คะแนน
0 %	0
1 - 10 %	1
11 - 20 %	2
21 - 30 %	3
31 - 40 %	4
41 - 50 %	5
51 - 60 %	6
61 - 70 %	7
71 - 80 %	8
81 - 90 %	9
91 - 100 %	10

- ตัวอย่างการให้คะแนน โดยดูจากภาพก่อนหน้านี้คู่ภาพที่ (1) ด้านซ้ายจะเป็นเนื้อภาพ ส่วนด้านขวาจะเป็นสีๆ ซึ่งแทนด้วยพรรณไม้ชนิดต่างๆ คือ สีแดง แทนด้วยแสมขาว (AA) สีเหลือง แทนด้วยแสมทะเล (AM) สีน้ำเงิน แทนด้วยถั่วขาว (BP) สีฟ้าน้ำทะเล แทนด้วยโกงกางใบเล็ก (RA) และสีชมพู แทนด้วยโกงกางใบใหญ่ (RM) โดยผู้ทำแบบทดสอบดูเนื้อภาพจากภาพด้านซ้ายว่าเป็นเนื้อภาพชนิดใด จากนั้นดูภาพทางด้านขวาแล้วทำการประมาณสีแต่ละสีว่าพบมากน้อยเพียงใด เช่น คู่ภาพที่ (1) เป็นเนื้อภาพชนิดที่ 1 พบสีแดง 50% ของภาพ จากนั้นดูเกณฑ์การให้คะแนน ก็จะพบว่า 50% เท่ากับ 5 คะแนน พบสีเหลือง 25% คือ 3 คะแนน พบสีน้ำเงิน 5% คือ 1 คะแนน พบสีชมพู 20% คือ 2 คะแนน ส่วนสีฟ้าน้ำทะเลไม่พบ คือ 0 คะแนน แล้วใส่คะแนนลงในกระดาษแบบทดสอบด้านล่าง

ตารางที่ 15 ตัวอย่างการให้คะแนนในกระดาษแบบทดสอบการให้คะแนนระหว่างเนื้อภาพกับพรรณไม้ป่าชายเลน

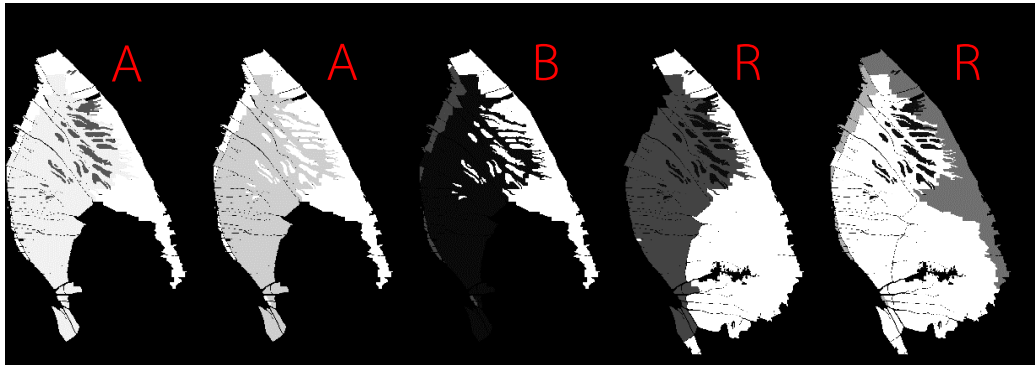
เนื้อภาพ (Panchromatic Texture)	ชนิดที่ 1	ชนิดที่ 2	ชนิดที่ 3	ชนิดที่ 4	ชนิดที่ 5
แสมขาว AA (สีแดง)	5				
แสมทะเล AM (สีเหลือง)	3				
ถั่วขาว BP (สีน้ำเงิน)	1				
โกงกางใบเล็ก RA (สีฟ้าน้ำทะเล)	0				
โกงกางใบใหญ่ RM (สีชมพู)	2				

- นำกระดาษแบบทดสอบมาหาค่าเฉลี่ย จากนั้นทำการนอมอลไลซ์คะแนนในตารางให้เป็นค่าความน่าจะเป็นระหว่างเนื้อภาพกับพรรณไม้ป่าชายเลน

ตารางที่ 16 ตารางให้เป็นค่าความน่าจะเป็นระหว่างเนื้อภาพกับพรรณไม้ป่าชายเลน

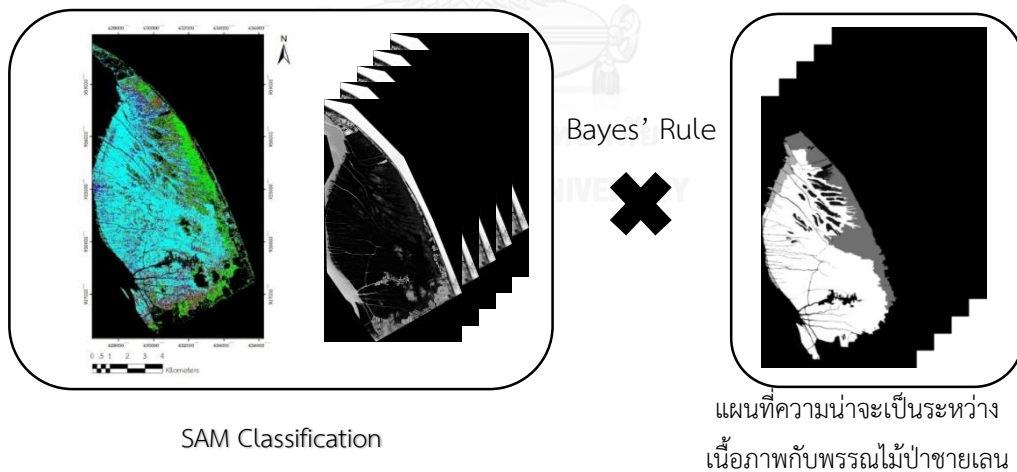
เนื้อภาพ (Texture)	ชนิดที่ 1	ชนิดที่ 2	ชนิดที่ 3	ชนิดที่ 4	ชนิดที่ 5
แสมขาว AA	0.66	0.15	0.05	0.00	0.14
แสมทะเล AM	0.10	0.63	0.19	0.00	0.08
ถั่วขาว BP	0.06	0.22	0.71	0.00	0.01
โก่งกางใบเล็ก RA	0.00	0.19	0.01	0.75	0.05
โก่งกางใบ ใหญ่ RM	0.11	0.07	0.01	0.16	0.65

- นำคะแนนในตารางความน่าจะเป็นระหว่างเนื้อหากับพรรณไม้ป่าชายเลน ไปสร้างแผนที่ความน่าจะเป็นระหว่างเนื้อหากับพรรณไม้ป่าชายเลน โดยใช้ Band Math ในโปรแกรม ENVI



รูปที่ 11 แผนที่ความน่าจะเป็นระหว่างเนื้อหากับพรรณไม้ป่าชายเลน

3. ทำการ Post-Classify แผนที่ Rule Map ที่ได้จากวิธี SAM (Spectral Angle Mapper) ผสมกับแผนที่ความน่าจะเป็นระหว่างเนื้อหากับพรรณไม้ป่าชายเลน ตามหลักทฤษฎีของเบส์



- รูปที่ 12 แผนที่ Rule Map ที่ได้จากวิธี SAM (Spectral Angle Mapper) ผสมกับแผนที่ความน่าจะเป็นระหว่างเนื้อหากับพรรณไม้ป่าชายเลน ตามหลักทฤษฎีของเบส์

4. ทำการตรวจสอบความถูกต้องโดยดูจาก OA (Overall Accuracy) และ Kappa Coefficient จากโปรแกรม ENVI

4.2 การจำแนกพรรณไม้ด้วยวิธี SAM (Spectral Angle Mapper)

1. ทำการ Classify ภาพ Multispectral ด้วยการใช้วิธี SAM (Spectral Angle Mapper) ในโปรแกรม ENVI โดยใช้ ROI (Region of Interest) ในกลุ่ม Training ทั้ง 30 ชุดข้อมูล
2. ทำการตรวจสอบความถูกต้องโดยดูจาก OA (Overall Accuracy) และ Kappa Coefficient จากโปรแกรม ENVI

4.3 การจำแนกพรรณไม้ด้วยวิธี GLCM (Grey Level Co-occurrence Matrix)

1. ทำการคำนวณเนื้อภาพ โดยใช้ฟังก์ชัน Co-occurrence ในโปรแกรม ENVI ได้ออกมาเป็นแผนที่ค่า Mean, Variance, Entropy, Angular Second Moment, Homogeneity, Contrast และ Correlation
2. ทำการรวมแบนด์ Mean, Variance, Entropy, Angular Second Moment, Homogeneity, Contrast และ Correlation เข้ากับแบนด์ Multispectral โดยใช้โปรแกรม ENVI
3. ทำการ Classify ภาพที่รวมแบนด์แล้ว ใช้วิธี SAM (Spectral Angle Mapper) โดยใช้ ROI (Region of Interest) ในกลุ่ม Training ทั้ง 30 ชุดข้อมูล ในโปรแกรม ENVI
4. ทำการตรวจสอบความถูกต้องโดยดูจาก OA (Overall Accuracy) และ Kappa Coefficient จากโปรแกรม ENVI

4.4 เปรียบเทียบผลการจำแนก

ทำการเปรียบเทียบผลของทั้ง 3 วิธี คือ 1. การจำแนกพรรณไม้ป่าชายเลนด้วยวิธีการปรับปรุงผลหลังการจำแนกด้วยเนื้อภาพของพืช 2. การจำแนกพรรณไม้ป่าชายเลนด้วย SAM (Spectral Angle Mapper) และ 3. การจำแนกพรรณไม้ป่าชายเลนด้วย GLCM (Grey Level Co-occurrence Matrix) ทั้ง Confusion Matrix และ Kappa Coefficient โดยใช้หลักการวิเคราะห์ทางสถิติ คือ Z-Test บนหลักการของ KHAT หรือ Kappa

บทที่ 5

ผลการศึกษา

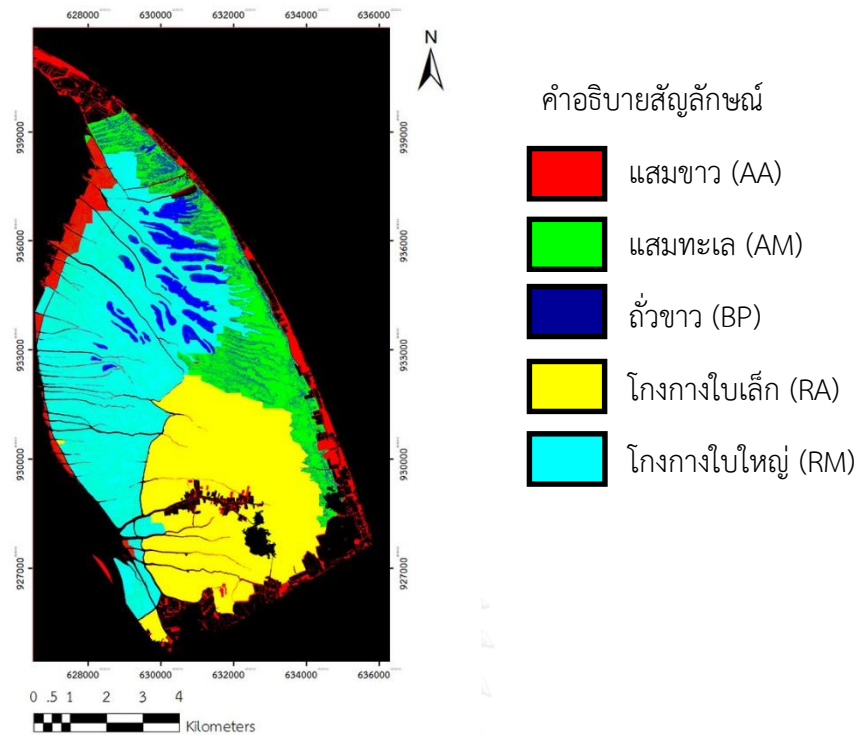
5.1 การจำแนกพรรณไม้ด้วยวิธีการปรับปรุงผลหลังการจำแนกด้วยเนื้อหาของพืช

ผลการจำแนกพรรณไม้ป่าชายเลนทั้ง 5 ชนิด คือ แสมขาว (AA) แสมทะเล (AM) ถั่วขาว (BP) โกงกางใบเล็ก (RA) และโกงกางใบใหญ่ (RM) ด้วยวิธีการจำแนกพรรณไม้ในป่าชายเลนโดยใช้กระบวนการปรับปรุงผลหลังการจำแนกด้วยเนื้อหาของพืช คือ จะทำการจำแนกด้วยวิธี SAM (Spectral Angle Mapper) จนได้ Rule Map ออกมา จากนั้นทำการแบ่งกลุ่มเนื้อหาของภาพจากภาพ Panchromatic ด้วยสายตา แล้วทำการใส่ค่าความน่าจะเป็นระหว่างเนื้อหาของภาพกับพรรณไม้ป่าชายเลนที่ได้จากการทำแบบทดสอบ จนได้เป็นแผนที่ความน่าจะเป็นระหว่างเนื้อหาของภาพกับพรรณไม้ป่าชายเลน จึงนำ Rule Map และแผนที่ความน่าจะเป็นระหว่างเนื้อหาของภาพกับพรรณไม้ป่าชายเลนมาผสมกันด้วยทฤษฎีของเบส์ (Bayes' Theorem) ได้มีการใช้ข้อมูลในการสอนและการทดสอบจำนวน 30 รอบ มีค่าความถูกต้องโดยรวมและค่าสัมประสิทธิ์แคปปาอยู่ในช่วง 57% ถึง 77% และ 0.46 ถึง 0.71 ตามลำดับ มีค่าสูงที่สุดอยู่ที่ครั้งที่เจ็ด เท่ากับ 77% และ 0.71 ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 65% และ 0.56 ตามลำดับ

ตารางที่ 17 แสดงค่า OA (Overall Accuracy) และค่า Kappa (Kappa Coefficient) ของการจำแนกพรรณไม้ป่าชายเลนด้วยวิธีการปรับปรุงผลหลังการจำแนกด้วยเนื้อหาของพืชทั้ง 30 ครั้ง

ครั้งที่	OA-test	Kappa-test
1	64	0.56
2	62	0.53
3	64	0.55
4	61	0.51
5	57	0.46
6	63	0.54
7	77	0.71
8	66	0.57
9	71	0.64
10	65	0.56

ครั้งที่	OA-test	Kappa-test
11	58	0.47
12	58	0.48
13	61	0.51
14	64	0.56
15	61	0.51
16	66	0.57
17	67	0.58
18	63	0.53
19	63	0.54
20	64	0.55
21	67	0.59
22	59	0.49
23	75	0.69
24	67	0.58
25	74	0.68
26	65	0.56
27	62	0.53
28	62	0.52
29	69	0.62
30	70	0.63
Average	65	0.56
SD	4.97	0.06



รูปที่ 13 แผนที่การจำแนกพรรณไม้ป่าชายเลนด้วยวิธี
การปรับปรุงผลหลังการจำแนกด้วยเนื้อหาของพืช

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

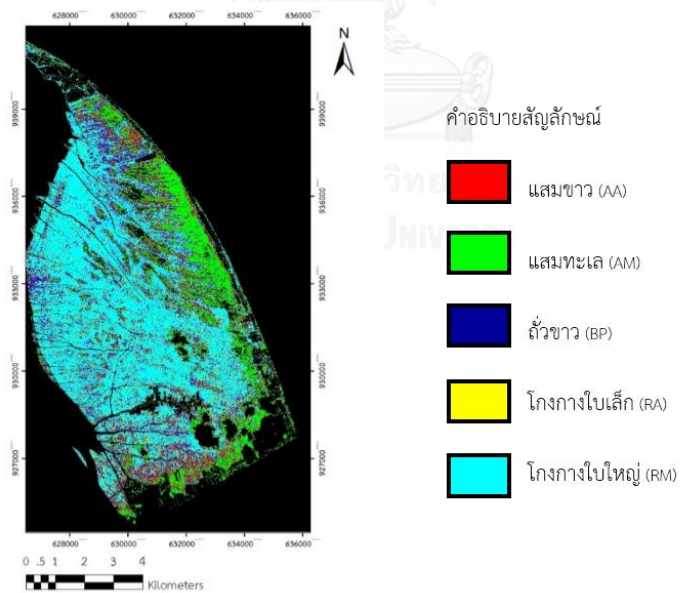
5.2 ผลการจำแนกพรรณไม้ด้วยวิธี SAM (Spectral Angle Mapper)

ผลการจำแนกพรรณไม้ป่าชายเลนทั้ง 5 ชนิด คือ แสมขาว (AA) แสมทะเล (AM) ถั่วขาว (BP) โกงกางใบเล็ก (RA) และโกงกางใบใหญ่ (RM) ด้วยวิธีการจำแนกแบบ SAM (Spectral Angle Mapper) ได้มีการใช้ข้อมูลในการสอนและการทดสอบจำนวน 30 รอบ มีค่าความถูกต้องโดยรวมและค่าสัมประสิทธิ์แคปปาอยู่ในช่วง 15% ถึง 43% และ -0.06 ถึง 0.29 ตามลำดับ มีค่าสูงที่สุดอยู่ที่ครั้งที่หก เท่ากับ 43% และ 0.29 ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 32% และ 0.16 ตามลำดับ

ตารางที่ 18 แสดงค่า OA (Overall Accuracy) และค่า Kappa (Kappa Coefficient) ของการจำแนกแบบ SAM (Spectral Angle Mapper) ทั้ง 30 ครั้ง

ครั้งที่	OA - Test	Kappa - Test
1	31	0.14
2	32	0.17
3	29	0.12
4	32	0.16
5	39	0.25
6	43	0.29
7	35	0.20
8	34	0.18
9	34	0.18
10	29	0.13
11	37	0.23
12	37	0.22
13	32	0.15
14	25	0.07
15	28	0.10
16	27	0.10
17	26	0.08
18	34	0.18
19	35	0.21

ครั้งที่	OA - Test	Kappa - Test
20	31	0.14
21	36	0.20
22	32	0.16
23	37	0.22
24	34	0.18
25	15	-0.06
26	38	0.23
27	32	0.16
28	37	0.22
29	34	0.18
30	25	0.08
Average	32	0.16
SD	5.43	0.07



รูปที่ 14 แผนที่การจำแนกพรรณไม้ป่าชายเลนด้วยวิธี SAM (Spectral Angle Mapper)

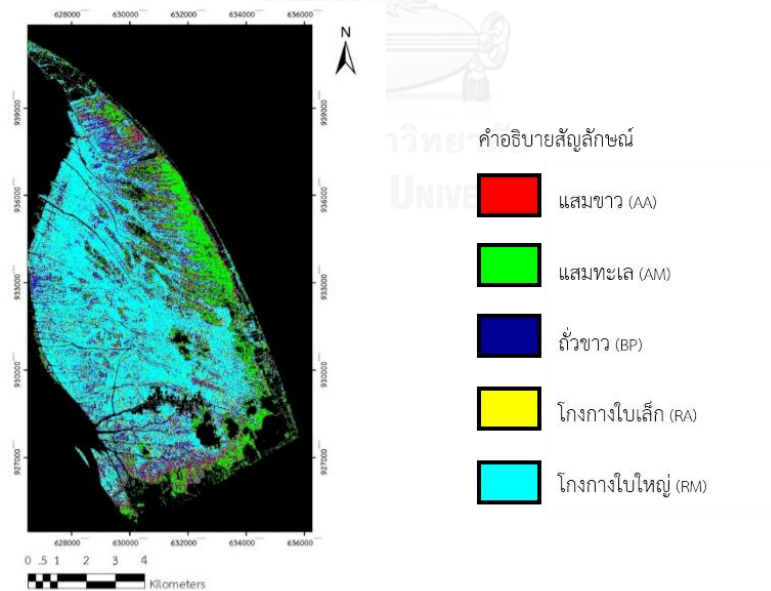
5.3 ผลการจำแนกพรรณไม้ด้วยวิธี GLCM (Grey Level Co-occurrence Matrix)

ผลการจำแนกพรรณไม้ป่าชายเลนทั้ง 5 ชนิด คือ แสมขาว (AA) แสมทะเล (AM) ถั่วขาว (BP) โกงกางใบเล็ก (RA) และโกงกางใบใหญ่ (RM) ด้วยวิธีการจำแนกที่นิยมแบบ GLCM (Grey Level Co-occurrence Matrix) ได้มีการใช้ข้อมูลในการสอนและการทดสอบจำนวน 30 รอบเช่นเดียวกับการจำแนกแบบ SAM (Spectral Angle Mapper) มีค่าความถูกต้องโดยรวมและค่าสัมประสิทธิ์แคปปาอยู่ในช่วง 15% ถึง 42% และ -0.06 ถึง 0.28 ตามลำดับ มีค่าสูงที่สุดอยู่ที่ครั้งที่หก เท่ากับ 43% และ 0.28 ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 32% และ 0.16 ตามลำดับ

ตารางที่ 19 แสดงค่า OA (Overall Accuracy) และค่า Kappa (Kappa Coefficient) ของการจำแนกแบบGLCM (Grey Level Co-occurrence Matrix) ทั้ง 30 ครั้ง

ครั้งที่	OA - Test	Kappa - Test
1	32	0.15
2	33	0.18
3	28	0.11
4	32	0.16
5	35	0.20
6	42	0.28
7	35	0.21
8	34	0.19
9	35	0.20
10	29	0.13
11	36	0.22
12	35	0.21
13	33	0.16
14	24	0.05
15	28	0.11
16	27	0.09
17	26	0.08
18	35	0.19

ครั้งที่	OA - Test	Kappa - Test
19	36	0.21
20	30	0.13
21	35	0.19
22	32	0.16
23	36	0.22
24	33	0.17
25	15	-0.06
26	39	0.24
27	32	0.16
28	37	0.22
29	32	0.16
30	25	0.08
Average	32	0.16
SD	5.26	0.07



รูปที่ 15 แผนที่การจำแนกพรรณไม้ป่าชายเลนด้วยวิธี GLCM (Grey Level Co-occurrence Matrix)

5.4 ผลการเปรียบเทียบของทั้ง 3 วิธี คือ การจำแนกพรรณไม้ด้วยวิธีการปรับปรุงผลหลังการจำแนกด้วยเนื้อหาของพืช การจำแนกพรรณไม้ด้วยวิธี SAM (Spectral Angle Mapper) และการจำแนกพรรณไม้ด้วยวิธี GLCM (Grey Level Co-occurrence Matrix)

เพื่อให้เปรียบเทียบได้ง่าย จึงนำทั้ง 3 วิธี คือ 1. การจำแนกพรรณไม้ป่าชายเลนด้วยวิธีการปรับปรุงผลหลังการจำแนกด้วยเนื้อหาของพืช 2. การจำแนกพรรณไม้ป่าชายเลนด้วย SAM (Spectral Angle Mapper) และ 3. การจำแนกพรรณไม้ป่าชายเลนด้วย GLCM (Grey Level Co-occurrence Matrix) มาเปรียบเทียบค่า OA (Overall Accuracy) และ Kappa Coefficient ให้เห็นได้ชัดเจนยิ่งขึ้นในตารางที่ 20 และ Confusion Matrix ของการจำแนกที่ดีที่สุดของทั้ง 3 วิธี ดังตารางที่ 21 – 23

ตารางที่ 20 เปรียบเทียบค่า OA (Overall Accuracy) และ Kappa Coefficient ของทั้ง 3 วิธี

ครั้งที่	OA (Overall Accuracy)			Kappa Coefficient		
	Post (%)	SAM (%)	GLCM (%)	Post	SAM	GLCM
1	64	31	32	0.56	0.14	0.15
2	62	32	33	0.53	0.17	0.18
3	64	29	28	0.55	0.12	0.11
4	61	32	32	0.51	0.16	0.16
5	57	39	35	0.46	0.25	0.20
6	63	43	42	0.54	0.29	0.28
7	77	35	35	0.71	0.20	0.21
8	66	34	34	0.57	0.18	0.19
9	71	34	35	0.64	0.18	0.20
10	65	29	29	0.56	0.13	0.13
11	58	37	36	0.47	0.23	0.22
12	58	37	35	0.48	0.22	0.21
13	61	32	33	0.51	0.15	0.16
14	64	25	24	0.56	0.07	0.05
15	61	28	28	0.51	0.10	0.11
16	66	27	27	0.57	0.10	0.09

ครั้งที่	OA (Overall Accuracy)			Kappa Coefficient		
	Post (%)	SAM (%)	GLCM (%)	Post	SAM	GLCM
17	67	26	26	0.58	0.08	0.08
18	63	34	35	0.53	0.18	0.19
19	63	35	36	0.54	0.21	0.21
20	64	31	30	0.55	0.14	0.13
21	67	36	35	0.59	0.20	0.19
22	59	32	32	0.49	0.16	0.16
23	75	37	36	0.69	0.22	0.22
24	67	34	33	0.58	0.18	0.17
25	74	15	15	0.68	-0.06	-0.06
26	65	38	39	0.56	0.23	0.24
27	62	32	32	0.53	0.16	0.16
28	62	37	37	0.52	0.22	0.22
29	69	34	32	0.62	0.18	0.16
30	70	25	25	0.63	0.08	0.08

ตารางที่ 21 Confusion Matrix ของการจำแนกแบบการปรับปรุงผลหลังการจำแนกด้วยเนื้อหาของพืช ครั้งที่ 7

Class	AA	AM	BP	RA	RM	Sum	Producer Accuracy (%)	User Accuracy (%)
Unclassified	0	0	0	0	0	0		
AA	576	0	0	52	0	628	94	92
AM	37	540	65	0	46	688	90	78
BP	0	60	121	0	0	181	19	67
RA	0	0	0	598	0	598	92	100
RM	0	0	464	0	567	1031	92	55
Sum	613	600	650	650	613	3126		

ตารางที่ 22 Confusion Matrix ของการจำแนกแบบ SAM (Spectral Angle Mapper) ครั้งที่ 6

Class	AA	AM	BP	RA	RM	Sum	Producer Accuracy (%)	User Accuracy (%)
Unclassified	14	15	0	0	2	31		
AA	57	15	20	11	8	111	9	51
AM	38	583	7	6	12	646	95	90
BP	153	0	119	58	74	404	19	29
RA	52	0	52	107	50	261	17	40
RM	310	0	402	442	454	1608	75	28
Sum	624	613	600	624	600	3061		

ตารางที่ 23 Confusion Matrix ของการจำแนกแบบ GLCM (Grey Level Co-occurrence Matrix) ครั้งที่ 6

Class	AA	AM	BP	RA	RM	Sum	Producer Accuracy (%)	User Accuracy (%)
Unclassified	25	27	0	0	2	54		
AA	47	29	11	5	7	99	7	47
AM	25	556	8	3	12	604	90	92
BP	157	1	126	69	73	426	21	29
RA	55	0	55	107	54	271	17	39
RM	315	0	400	440	452	1607	75	28
Sum	624	613	600	624	600	3061		

ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบการจำแนกทางสถิติ

ค่าความถูกต้องของการจำแนกจากทั้งสามวิธีจะถูกนำมาเปรียบเทียบเพื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างที่มีความสัมพันธ์กัน (Dependent T-Test) ซึ่งได้ผลการเปรียบเทียบดังตารางที่ 20 ผลการทดสอบดังกล่าวสรุปได้ว่าที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % ซึ่งเป็นการยืนยันว่าผลการจำแนกพรรณไม้ป่าชายเลนด้วยวิธีการปรับปรุงผลหลังการจำแนกด้วยเนื้อหาของพืชให้ได้ความถูกต้องสูงขึ้น โดยวิธีการปรับปรุงผลหลังการจำแนกด้วยเนื้อหาของพืชมีความถูกต้องในการจำแนกมากกว่าการจำแนกโดยวิธี SAM (Spectral Angle Mapper) และวิธี GLCM (Grey Level Co-occurrence Matrix)

ตารางที่ 24 (ก) แสดงค่าสถิติพื้นฐานของค่าความถูกต้องที่ได้จากวิธีการปรับปรุงผลหลังการจำแนกด้วยเนื้อหาของพืชกับวิธี SAM (Spectral Angle Mapper) (ข) แสดงผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของค่าความถูกต้องในการจำแนกวิธีการปรับปรุงผลหลังการจำแนกด้วยเนื้อหาของพืชกับวิธี SAM (Spectral Angle Mapper)

(ก)

สถิติ	Post		SAM	
	OA	Kappa	OA	Kappa
Average	65	0.56	32	0.16
Standard Deviation	5	0.06	5	0.07
Minimum	57	0.46	15	-0.06
Maximum	77	0.71	43	0.29

(ข)

สถิติ	OA	Kappa
t	20.934	20.755
df	29	29
P-value	0.000	0.000

ตารางที่ 25 (ก) แสดงค่าสถิติพื้นฐานของค่าความถูกต้องที่ได้จากวิธีการปรับปรุงผลหลังการจำแนกด้วยเนื้อหาของพืชกับวิธี GLCM (Grey Level Co-occurrence Matrix) (ข) แสดงผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของค่าความถูกต้องในการจำแนกวิธีการปรับปรุงผลหลังการจำแนกด้วยเนื้อหาของพืชกับวิธี GLCM (Grey Level Co-occurrence Matrix)

(ก)

สถิติ	Post		GLCM	
	OA	Kappa	OA	Kappa
Average	65	0.56	32	0.16
Standard Deviation	5	0.06	5	0.07
Minimum	57	0.46	15	-0.06
Maximum	77	0.71	42	0.28

(ข)

สถิติ	OA	Kappa
t	21.850	21.459
df	29	29
P-value	0.000	0.000

ผลการทดสอบ Z - Test บนหลักการของ KHAT หรือ Kappa เป็นสถิติที่ใช้ในการทดสอบเปรียบเทียบคู่ที่หนึ่งผลของการจำแนกด้วยการวิธีการปรับปรุงผลหลังการจำแนกด้วยเนื้อหาของพืชกับวิธี SAM (Spectral Angle Mapper) และคู่ที่สองผลการจำแนกด้วยการวิธีการปรับปรุงผลหลังการจำแนกด้วยเนื้อหาของพืชกับวิธี GLCM (Grey Level Co-occurrence Matrix) โดยที่ค่าความเชื่อมั่นที่ 95% ค่าวิกฤต $Z_{\alpha/2} = 1.96$ จากผลการทดสอบยืนยันว่าการปรับปรุงผลหลังการจำแนกด้วยเนื้อหาของพืชมีความถูกต้องเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่า $Z = 8.81$ และ $Z = 9.13$ ตามลำดับ ซึ่งมีค่ามากกว่าค่าวิกฤต

บทที่ 6

อภิปรายผล สรุปผลการศึกษา และข้อเสนอแนะ

6.1 อภิปรายผลการศึกษา

งานวิจัยนี้เสนอวิธีการจำแนกพรรณไม้ในป่าชายเลน 5 ชนิด โดยใช้กระบวนการปรับปรุงผลหลังการจำแนกด้วยเนื้อหาของพีช จะทำการจำแนกด้วยวิธี SAM (Spectral Angle Mapper) จนได้ Rule Map ออกมา จากนั้นทำการแบ่งกลุ่มเนื้อหาของภาพ Panchromatic ด้วยสายตา แล้วทำการใส่ค่าความน่าจะเป็นระหว่างเนื้อหาของภาพกับพรรณไม้ป่าชายเลน ที่ได้จากการทำแบบทดสอบ จนได้เป็นแผนที่ความน่าจะเป็นระหว่างเนื้อหาของภาพกับพรรณไม้ป่าชายเลน จึงนำ Rule Map และแผนที่ความน่าจะเป็นระหว่างเนื้อหาของภาพกับพรรณไม้ป่าชายเลนมาผสมกันด้วยทฤษฎีของเบส์ (Bayes' Theorem) ในพื้นที่แหลมตะลุมพุก อำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียม QuickBird ซึ่งได้ทำการจำแนกด้วยวิธีการทั้งหมด 3 วิธี คือ 1. การจำแนกพรรณไม้ป่าชายเลนด้วยวิธีการปรับปรุงผลหลังการจำแนกด้วยเนื้อหาของพีช 2. การจำแนกพรรณไม้ป่าชายเลนด้วย SAM (Spectral Angle Mapper) และ 3. การจำแนกพรรณไม้ป่าชายเลนด้วย GLCM (Grey Level Co-occurrence Matrix) จากนั้นได้นำทั้ง 3 วิธีมาเปรียบเทียบกัน ผลการจำแนกพรรณไม้ป่าชายเลนทั้ง 5 ชนิด ด้วยวิธีการปรับปรุงผลหลังการจำแนกด้วยเนื้อหาของพีชที่ได้นำเสนอในครั้งนี้มีค่าความถูกต้องโดยรวมและค่าความสอดคล้องของข้อมูลเฉลี่ยอยู่ที่ 65 เปอร์เซ็นต์ และ 0.56 ตามลำดับ โดยวิธีการที่นำเสนอมีความถูกต้องของการจำแนกเพิ่มขึ้นจากวิธีการ SAM (Spectral Angle Mapper) ที่มีค่าความถูกต้องโดยรวมและค่าความสอดคล้องของข้อมูลเฉลี่ยอยู่ที่ 32 เปอร์เซ็นต์ และ 0.16 ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการที่นิยม คือ GLCM (Grey Level Co-occurrence Matrix) ที่มีค่าความถูกต้องโดยรวมและค่าความสอดคล้องของข้อมูลเฉลี่ยอยู่ที่ 32 เปอร์เซ็นต์ และ 0.16 ตามลำดับ ก็ให้เห็นได้ว่าได้ให้ผลลัพธ์การจำแนกที่ดีมากยิ่งขึ้น การวิเคราะห์ทางสถิติผลการทดสอบ Z – Test โดยใช้ผลการจำแนกครั้งที่ดีที่สุดของทั้งสามวิธี บนหลักการของ KHAT หรือ Kappa ที่ใช้ในการทดสอบเปรียบเทียบผลของการจำแนกด้วยการวิธีปรับปรุงผลหลังการจำแนกด้วยเนื้อหาของพีชกับการจำแนกแบบ SAM (Spectral Angle Mapper) และการทดสอบเปรียบเทียบผลของการจำแนกด้วยการวิธีปรับปรุงผลหลังการจำแนกด้วยเนื้อหาของพีชกับการจำแนกแบบ GLCM (Grey Level Co-occurrence Matrix) ที่ค่าความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์ ค่าวิกฤต $Z_{\alpha/2} = 1.96$ จากผลการทดสอบยืนยันว่าค่า Z มีค่ามากกว่าค่าวิกฤต ดังนั้นการปรับปรุงผลหลังการจำแนกด้วยเนื้อหาของพีชมีความถูกต้องเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่า $Z = 8.81$ และ $Z = 9.13$ ตามลำดับ

การวิเคราะห์ Kappa เป็นเทคนิคการวิเคราะห์หลายตัวแปรที่ไม่ต่อเนื่องกัน ที่ใช้ในการประเมินความถูกต้องในการตรวจสอบ Confusion Matrix ผลจากการวิเคราะห์ Kappa ซึ่งเป็นตัวชี้วัดหนึ่งของความสอดคล้องหรือความถูกต้อง ตัวชี้วัดของความสอดคล้องนี้จะขึ้นอยู่กับความแตกต่างระหว่างความสอดคล้องที่เกิดขึ้นจริงใน Confusion Matrix (เช่น ความสอดคล้องระหว่างการข้อมูลจากการสำรวจระยะไกลและข้อมูลการสำรวจภาคสนาม ตามแนวเส้นทแยงมุมหลัก) และโอกาสของความสอดคล้องที่จะแสดงในผลรวมของแถวและคอลัมน์ ด้วยวิธีวิเคราะห์ Kappa จะคล้ายกับการวิเคราะห์แบบ Chi-square ซึ่ง Kappa มีค่าอยู่ในช่วง +1 ถึง -1 ซึ่งได้อธิบายออกเป็น 3 กลุ่มคือ 1. ค่า Kappa มากกว่า 0.80 แสดงว่ามีค่าความสอดคล้องของข้อมูลที่ดีมาก 2. ค่า Kappa 0.40 ถึง 0.80 แสดงว่ามีค่าความสอดคล้องของข้อมูลปานกลาง และ 3. ค่า Kappa น้อยกว่า 0.40 แสดงว่ามีค่าความสอดคล้องของข้อมูลที่ไม่ดี เทคนิคการวิเคราะห์แบบ Kappa นี้ได้รับการยอมรับและกลายเป็นองค์ประกอบมาตรฐานมากที่สุดในการประเมินความถูกต้องของการสำรวจระยะไกล (Congalton & Green, 2009) ในการจำแนกด้วยกระบวนการปรับปรุงผลหลังการจำแนกด้วยเนื้อหาของพืช ที่ได้นำเสนอในครั้งนี้มีค่า Kappa เฉลี่ย คือ 0.56 แสดงว่ามีค่าความสอดคล้องของข้อมูลอยู่ในระดับปานกลาง

มีงานวิจัยหลายงานที่ทำการศึกษการจำแนกพรรณไม้ป่าชายเลนเขตร้อนในพื้นที่แหลมตะลุมพุก อำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช พบงานวิจัยการปรับปรุงผลหลังการจำแนก ได้มีการนำ Expert Knowledge เข้ามาใช้ในการจำแนกพรรณไม้ในป่าชายเลน ด้วยการนำค่าความเป็นกรดต่างเข้ามาใช้ ทำเป็นแผนที่ความน่าจะเป็นระหว่างกรดต่างกับพรรณไม้ป่าชายเลน อาศัยทฤษฎีของเบส์ ทำให้ผลการจำแนกที่ได้มีความถูกต้องสูงขึ้น จาก 76 เปอเซ็นต์ เป็น 88 เปอเซ็นต์ แต่ก็ยังพบปัญหาในการจำแนกพรรณไม้ชนิดโกก่างใบเล็กและโกก่างใบใหญ่ออกจากกันไม่ได้ จึงได้มีการตั้งสมมติฐานขึ้นมาว่าเนื้อภavnน่าจะทำให้สามารถจำแนกพรรณไม้ทั้งสองชนิดนี้ออกจากกันได้ เนื่องจากทั้งสองสายพันธุ์มีพื้นผิวใบที่แตกต่างกันโดยสิ้นเชิง (Vaiphasa et al., 2006) นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่ทำการจำแนกพรรณไม้ในพื้นที่เดียวกัน โดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียมแบบ Hyperspectral ซึ่งมีจำนวนช่วงคลื่นมากถึง 242 ช่วงคลื่น ผลลัพธ์ที่ได้จากการจำแนกมีความถูกต้องสูงถึง 92 เปอเซ็นต์ แต่ก็ยังพบปัญหาไม่สามารถจำแนกพรรณไม้ชนิดโกก่างใบเล็กและโกก่างใบใหญ่ออกจากกันได้ดี (วีรพงศ์ เกิดสิน, 2556) จนมีงานวิจัยงานหนึ่งที่ได้ทำการจำแนกพรรณไม้ โดยเน้นเพียงการจำแนกพรรณไม้สองชนิดนี้ออกจากกันในพื้นที่เดิม โดยใช้สมมติฐานที่ว่าเนื้อภavnน่าจะทำให้สามารถจำแนกพรรณไม้ทั้งสองชนิดนี้ออกจากกันได้ เนื่องจากทั้งสองสายพันธุ์มีพื้นผิวใบที่แตกต่างกันโดยสิ้นเชิง ซึ่งใช้วิธีการจำแนกเชิงวัตถุกับภาพถ่ายดาวเทียมความละเอียดสูง จนสามารถจำแนกพรรณไม้ทั้งสองชนิดนี้ออกจากกันได้สำเร็จ โดยมีความถูกต้องโดยรวมอยู่ที่ 83 เปอเซ็นต์ (ณกร วัฒนกิจ, 2559) งานวิจัยนี้จึงได้นำ Expert Knowledge และเนื้อภavn ซึ่งงานวิจัย (Vaiphasa et al., 2006) และ

(ฉกร วัฒนกิจ, 2559) ได้ให้ข้อเสนอแนะเอาไว้ มาทำการจำแนกพรรณไม้ทั้ง 5 ชนิด โดยนำ Expert Knowledge เข้ามาใช้ในการปรับปรุงผลการจำแนก ใช้การแบ่งเนื้อภาพด้วยสายตา แล้วนำมาทำเป็นแผนที่ความน่าจะเป็นระหว่างเนื้อภาพกับพรรณไม้ป่าชายเลน จากนั้นอาศัยทฤษฎีของเบส์ตามแบบงานวิจัย (Vaiphasa et al., 2006) มีความถูกต้องโดยรวมเฉลี่ยอยู่ที่ 65 เปอร์เซ็นต์ ดังรูปที่ 13 กับตารางที่ 20 เมื่อเปรียบเทียบผลรวมของการจำแนกพรรณไม้ทั้ง 5 ชนิดกับงานวิจัยการปรับปรุงความถูกต้องในการจำแนกพรรณไม้ป่าชายเลนโดยใช้การวิเคราะห์เชิงวัตถุและการวิเคราะห์เนื้อภาพ (ฉกร วัฒนกิจ, 2559) ยังคงมีผลรวมของการจำแนกพรรณไม้ต่ำกว่า

ในงานวิจัยนี้ได้ใช้ข้อมูลภาคสนามจากงานวิจัยของ (วีรพงศ์ เกิดสิน, 2556) ซึ่งมีการสำรวจภาคสนามในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ 2554 ถึงเดือนมีนาคม 2554 ซึ่งช่วงเวลาไม่ตรงกับข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม QuickBird ที่บันทึกภาพเมื่อ 13 ตุลาคม 2552 ระยะเวลาที่ต่างกันถึง 1 ปี 4 เดือนสามารถนำมาใช้ด้วยกันได้ เพราะ ป่าชายเลนมีลักษณะเป็นป่าไม้แบบยืนต้น พรรณไม้ป่าชายเลนจะเจริญเติบโตในบริเวณที่เป็นพรรณไม้ชนิดเดียวกัน เป็นรูปแบบที่เหมือนกันในหลายพื้นที่ป่าชายเลนในแถบเขตร้อน ระบบนิเวศป่าชายเลนโดยทั่วไปเป็นแบบไดนามิก คือมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา แต่จะมีการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจนในช่วงเวลาตั้งแต่ 100 – 10,000 ปี ดังนั้นองค์ประกอบของป่าชายเลนจึงมีการเปลี่ยนแปลงที่น้อยมากในระหว่างที่ทำการศึกษา (Alongi, 2008; Hogarth, 2007; Kathiresan & Bingham, 2001; Tomlinson, 1994)

วิธีการในการแบ่งเนื้อภาพในงานวิจัยนี้ได้ทำการทดลองแบ่งเนื้อภาพด้วยสายตา (Visual Interpretation) ของตัวผู้วิจัยเอง ผลลัพธ์การจำแนกที่ได้ออกมามีความถูกต้องเพิ่มมากขึ้น แต่การแบ่งเนื้อภาพด้วยสายตาของผู้วิจัยนั้น อาจเกิดความลำเอียง (Bias) เกิดขึ้นได้ ดังนั้นในงานวิจัยต่อไปอาจจะใช้วิธีการกึ่งอัตโนมัติหรือวิธีการอัตโนมัติ ในการแบ่งเนื้อภาพ เพื่อเป็นการลดความลำเอียงที่อาจเกิดขึ้น เช่น วิธี Hybrid Approach ที่นำเอา Visual Approach (การจำแนกด้วยสายตา) กับ Digital Approach (การจำแนกด้วยวิธีการอัตโนมัติ) มาใช้ร่วมกัน (Haag & Haglund, 2010) แล้วนำมาจัดทำเป็นแผนที่ความน่าจะเป็นระหว่างเนื้อภาพกับพรรณไม้ป่าชายเลน ซึ่งอาจจะทำให้ผลการจำแนกมีความถูกต้องเพิ่มมากยิ่งขึ้นและลดความลำเอียงลงได้

6.2 สรุปผลการศึกษา

งานวิจัยนี้เสนอวิธีการจำแนกพรรณไม้ป่าชายเลนที่ใช้กระบวนการปรับปรุงผลหลังการวิเคราะห์แบบใช้เนื้อภาพเข้ามารวม โดยได้ทำการจำแนกพรรณไม้ป่าชายเลนทั้ง 5 ชนิด โดยวิธีการที่ได้นำเสนอในครั้งนี้ มีค่าความถูกต้องโดยรวมของข้อมูลเฉลี่ยอยู่ที่ 65 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเพิ่มขึ้นจากการจำแนกด้วยวิธี SAM (Spectral Angle Mapper) กับวิธีที่นิยม GLCM (Grey Level Co-occurrence Matrix) และเมื่อเปรียบเทียบผลรวมของการจำแนกพรรณไม้ทั้ง 5 ชนิดกับงานวิจัยการปรับปรุงความถูกต้องในการจำแนกพรรณไม้ป่าชายเลนโดยใช้การวิเคราะห์เชิงวัตถุและการวิเคราะห์เนื้อภาพ (ฉกร วุฒนกิจ, 2559) ยังคงมีผลรวมของการจำแนกพรรณไม้ต่ำกว่า โดยผู้วิจัยคาดหวังว่าวิธีการที่ได้นำเสนอในวิจัยนี้จะสามารถนำไปปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้นต่อไป อาจใช้วิธีการกึ่งอัตโนมัติหรือวิธีการอัตโนมัติ ในการแบ่งเนื้อภาพ เช่น วิธี Hybrid Approach ที่อาจจะทำให้ผลการจำแนกมีความถูกต้องเพิ่มมากขึ้น

6.3 ข้อเสนอแนะ

6.3.1 ในงานวิจัยนี้ได้ใช้สายตาของผู้วิจัยในการแยกเนื้อภาพทั้ง 5 ชนิดออกจากกัน การแยกเนื้อภาพด้วยวิธีการอัตโนมัติ อาจจะสามารถเพิ่มความถูกต้องได้มากขึ้นและลดความลำเอียงได้

6.3.2 ควรมีการสำรวจภาคสนามในช่วงเวลาเดียวกันหรือใกล้เคียงกับวันที่ถ่ายภาพถ่ายดาวเทียม เพื่อให้ข้อมูลทั้งสองอย่างมีความใกล้เคียงกันมากที่สุด

รายการอ้างอิง

- Alongi, D. M. (2008). Mangrove forests: Resilience, protection from tsunamis, and responses to global climate change. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 76(1), 1-13. doi:10.1016/j.ecss.2007.08.024
- Congalton, R. G., & Green, K. (2009). *Assessing the accuracy of remotely sensed data : principles and practices* (2nd ed.). Boca Raton: CRC Press/Taylor & Francis.
- Haag, F., & Haglund, S. (2010). The application of remote sensing techniques to landscape level environmental research: A hybrid approach combining visual and digital interpretation. *Norsk Geografisk Tidsskrift - Norwegian Journal of Geography*, 56(4), 265-270. doi:10.1080/00291950210002478
- Hogarth, P. J. (2007). *The biology of mangroves and seagrasses*. Oxford ; New York: Oxford University Press.
- Kanniah, K. D., Wai, N. S., A.L., S., & Rasib, A. W. (2007). Per-Pixel and Sub-Pixel Classifications of High-Resolution Satellite Data for Mangrove Species Mapping. *Appl. GIS*, 3, 1-22.
- Kathiresan, K., & Bingham, B. L. (2001). *Biology of Mangroves and Mangrove Ecosystems* (Vol. 40): Advances in Marine Biology.
- Kovacs, J. M., Wang, J., & Flores-Verdugo, F. (2005). Mapping mangrove leaf area index at the species level using IKONOS and LAI-2000 sensors for the Agua Brava Lagoon, Mexican Pacific. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 62(1-2), 377-384. doi:10.1016/j.ecss.2004.09.027
- Kuenzer, C., Bluemel, A., Gebhardt, S., Quoc, T. V., & Dech, S. (2011). Remote Sensing of Mangrove Ecosystems: A Review. *Remote Sensing*, 3(12), 878-928. doi:10.3390/rs3050878
- Lillesand, T. M., Kiefer, R. W., & Chipman, J. W. (2004). *Remote sensing and image interpretation* (5th ed.). New York: Wiley.
- Tomlinson, P. B. (1994). *The botany of mangroves* (1st pbk. ed.). Cambridge ; New York: Cambridge University Press.

- Vaiphasa, C., Skidmore, A. K., & de Boer, W. F. (2006). A post-classifier for mangrove mapping using ecological data. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 61(1), 1-10. doi:10.1016/j.isprsjprs.2006.05.005
- Walters, B. B., Rönnbäck, P., Kovacs, J. M., Crona, B., Hussain, S. A., Badola, R., . . . Dahdouh-Guebas, F. (2008). Ethnobiology, socio-economics and management of mangrove forests: A review. *Aquatic Botany*, 89(2), 220-236. doi:10.1016/j.aquabot.2008.02.009
- Wang, L., Sousa, W. P., Gong, P., & Biging, G. S. (2004). Comparison of IKONOS and QuickBird images for mapping mangrove species on the Caribbean coast of Panama. *Remote Sensing of Environment*, 91(3-4), 432-440. doi:10.1016/j.rse.2004.04.005
- กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. (2552). แผนแม่บทการจัดการป่าชายเลนประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. (2555). ทรัพยากรป่าชายเลนจังหวัดนครศรีธรรมราช. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- เฉลิมชนม์ สติระพจน์. (2552). ระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก (*Global Positioning System: GPS*). กรุงเทพมหานคร: สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน).
- ณกร วัฒนกิจ. (2559). การปรับปรุงความถูกต้องในการจำแนกพรรณไม้ป่าชายเลนโดยใช้การวิเคราะห์เชิงวัตถุและการวิเคราะห์เนื้อหาภาพ.
- ธัญญา สัจจาพิทักษ์วงศ์. (2552). การใช้ค่าดัชนีพืชพรรณที่ได้จากเทคนิคการสำรวจระยะไกลแบบไฮเปอร์สเปกตรัลเพื่อศึกษาตัวแปรทางชีววิทยาของป่าชายเลน.
- วีรพงศ์ เกิดสิน. (2556). การประมาณค่าดัชนีพื้นที่ผิวใบและการจำแนกพันธุ์ไม้ป่าชายเลนด้วยเทคนิคการสำรวจระยะไกลแบบไฮเปอร์สเปกตรัล.
- สำนักอนุรักษ์ป่าชายเลน. (2552). พันธุ์ไม้ป่าชายเลนในประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- อภิชาติ หนูน้อย. (2555). โครงการนำร่องสำรวจความสมบูรณ์ของป่าชายเลน จังหวัดนครศรีธรรมราช. Retrieved from กรุงเทพมหานคร:

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายเมธี ชัยธีระพันธุ์กุล เกิดเมื่อวันที่ 1 กรกฎาคม พ.ศ. 2532 ที่กรุงเทพมหานคร

ประวัติการศึกษา

สำเร็จการศึกษาระดับประถมศึกษา เมื่อปี พ.ศ. 2544 โรงเรียนพระมารดานิจจานุเคราะห์

สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เมื่อปี พ.ศ. 2547 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี)

สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เมื่อปี พ.ศ. 2550 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี)

สำเร็จการศึกษาลัทธิศาสตรบัณฑิต เมื่อปี พ.ศ. 2554 คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

ผลงานตีพิมพ์ในวารสารวิชาการ

เปรียบเทียบวิธีการจำแนกพรรณไม้ป่าชายเลนเขตร้อนด้วยวิธี Spectral Angle Mapper กับ Grey Level Co-occurrence Matrix งานประชุมวิชาการเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศแห่งชาติ ประจำปี 2559