

การประเมินสังคมพืชป่าชายเลนโดยใช้ THEOS:

กรณีศึกษาพื้นที่สงวนชีวมณฑลระนอง

Mangrove Plant Community Assessment using THEOS:

A Case Study in Ranong Biosphere Reserve

ธีรสันต์ รัตนบำรุง

Teerasan Rattanabumrung

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการสิ่งแวดล้อม

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of

Master of Science in Technology and Environmental Management

Prince of Songkla University

2554

๑ ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

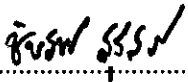
เลขที่	@H541.5.M27 864 2554 ก.2
Bib Key	๑44470
	17 ส.ย. 2554

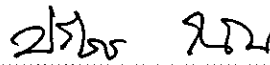
(1)

ชื่อวิทยานิพนธ์ การประเมินสังคมพืชป่าชายเลนโดยใช้ THEOS:
กรณีศึกษาพื้นที่สงวนชีวมณฑลระนอง
ผู้เขียน นายธีรสันต์ รัตนบำรุง
สาขาวิชา เทคโนโลยีและการจัดการสิ่งแวดล้อม

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

คณะกรรมการสอบ





(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชินวัชร สุรัสวดี)

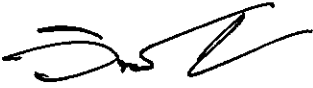
.....ประธานกรรมการ
(ดร.ปรีสาร รักวาทีน)

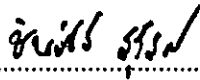


.....กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์ ดร.พันธ์ ทองชุมนุม)





.....กรรมการ

(ดร.วิจารณ์ มีผล)

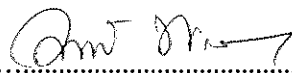
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชินวัชร สุรัสวดี)



.....กรรมการ

(ดร.วิจารณ์ มีผล)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยนี้เป็น
ส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและ
การจัดการสิ่งแวดล้อม



.....
(ศาสตราจารย์ ดร.อมรรัตน์ พงศ์ดารา)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

Thesis Title Mangrove Plant Community Assessment using THEOS:
A Case Study in Ranong Biosphere Reserve

Author Mr.Teerasan Rattanabumrung

Major Program Technology and Environmental Management

Academic 2010

ABSTRACT

This thesis develops an algorithm to be used with the Thailand Earth Observation System (THEOS) satellite data for classifying mangrove zone by dominant species. Three classified zones include pioneer species, Rhizophora species, and mixed species zones. The study area is located in Ranong Biosphere Reserve, Ranong Province, Thailand. The algorithm employs the neural network trained using ground-observed mangrove data and overlapping THEOS observations. The data were divided using stratified random sampling into two independent sets, including a set for training neural network and the other for accuracy evaluation. Inputs to neural network include surface reflectances for blue, green, red, and near infrared that are corrected for atmospheric effects. Algorithm evaluation shows the overall classification accuracy of 85.71%. Producer's accuracies for pioneer species, Rhizophora species, mixed species, and sea zones are 100, 72.22, 85.71 and 100% respectively. User's accuracies are 75, 92.86, 60 and 100% respectively. The algorithm is useful for mangrove plant community assessment and can be applied to other areas.

Keywords: THEOS, Mangrove, Mangrove Classification

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จินวัชร สุรัสวดีและดร.วิจารณ์ มีผล
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักและร่วมที่ให้คำปรึกษาและชี้แนะแนวทาง พร้อมทั้งให้ความรู้ใน
ด้านต่างๆ ในการทำวิทยานิพนธ์ให้เป็นไปอย่างสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.พันธ์ ทองชุมนุม และดร.ปรีสาร รักวาทิน
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่กรุณาใช้เวลาในการสอบวิทยานิพนธ์ พร้อมทั้งข้อเสนอแนะ
เพิ่มเติมและตรวจแก้ข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ให้ดำเนินไปอย่างสมบูรณ์

ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
วิทยาเขตภูเก็ต ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัย, สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ
(องค์การมหาชน) ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม THEOS และค่า Relative Spectral
Response ของ THEOS Sensor, Thuillier Gerard ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูล Solar Irradiance,
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายออร์โธรีซิเจนเลขและหัวหน้า
ศูนย์วิจัยป่าชายเลนหวาง จังหวัดระนองที่ให้ความอนุเคราะห์ที่พักและอำนวยความสะดวกในการ
เก็บข้อมูลภาคสนาม สำหรับการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณคุณพ่อและคุณแม่ ที่เป็นกำลังใจให้กับผมเสมอมาและด้วยกำลังใจ
เหล่านี้เองทำให้ผมประสบความสำเร็จในวันนี้

ธีรสันต์ รัตนบำรุง

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ (ภาษาไทย)	(3)
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ)	(4)
กิตติกรรมประกาศ	(5)
สารบัญ	(6)
รายการตาราง	(9)
รายการรูป	(10)
สัญลักษณ์คำย่อและตัวย่อ	(12)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ	3
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	4
2.1 ป่าชายเลน	4
2.1.1 ชนิดพันธุ์ไม้	6
2.1.2 โครงสร้างของป่าชายเลน	8
2.1.3 รูปร่างลักษณะไม้เด่นในป่าชายเลน	10
2.2 ข้อมูลดาวเทียม	12
2.2.1 คุณสมบัตินิของภาพถ่ายดาวเทียม THEOS	13
2.2.2 คุณสมบัตินิของช่วงคลื่นดาวเทียม THEOS	14
2.3 วิธีการที่ใช้ในการประเมินสังคมพืช	15

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	17
3.1 พื้นที่ศึกษาและการสำรวจภาคสนาม	18
3.1.1 ขอบเขตพื้นที่ศึกษา	18
3.1.2 การสำรวจภาคสนาม	20
3.2 การประมวลผลข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมเบื้องต้น	22
3.2.1 ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม	22
3.2.2 การเตรียมข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมเบื้องต้น (Pre-Processing)	24
3.2.2.1 การแปลงค่า Digital Number ให้เป็น Radiance	24
3.2.2.2 การปรับแก้ผลของชั้นบรรยากาศ (Atmospheric Correction) และการคำนวณค่าการสะท้อน (Reflectance)	24
3.2.2.3 การปรับแก้เชิงเรขาคณิต (Geometric Correction)	25
3.3 การเตรียมข้อมูลสำหรับพัฒนาอัลกอริทึม	25
3.3.1 การซ้อนทับระหว่างข้อมูลภาคสนามกับภาพถ่ายดาวเทียม	26
3.3.2 การเลือกเฉพาะตำแหน่ง footprint ที่มีการเก็บข้อมูลภาคสนาม	26
3.3.3 การวิเคราะห์ zone ณ ตำแหน่ง footprint ที่มีการเก็บข้อมูลภาคสนาม	27
3.3.4 การแบ่งข้อมูลสำหรับการพัฒนาอัลกอริทึมและการตรวจสอบความถูกต้อง	28
3.4 การพัฒนาและการตรวจสอบความถูกต้องของอัลกอริทึม	29
3.4.1 การออกแบบอัลกอริทึม	29
บทที่ 4 ผลและบทวิจารณ์ผลการวิจัย	31
4.1 ผลการสำรวจภาคสนาม	31
4.2 ผลการประมวลผลข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมเบื้องต้น	35
4.3 ข้อมูลที่ใช้สำหรับการพัฒนาอัลกอริทึม	39
4.3.1 ผลจากการซ้อนทับระหว่างข้อมูลภาคสนามและภาพถ่ายดาวเทียม	39
4.3.2 ผลการวิเคราะห์ zone ของ footprint	42
4.4 ผลของอัลกอริทึม	45

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 บทสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	49
5.1 สรุปผลการวิจัย	49
5.2 ข้อเสนอแนะ	49
เอกสารอ้างอิง	51
ภาคผนวก	53
ภาคผนวก ก ข้อมูลดาวเทียม THEOS	54
ภาคผนวก ข ข้อมูลการสำรวจภาคสนาม	58
ประวัติผู้เขียน	63

รายการตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ชนิดพันธุ์ไม้เด่นในป่าชายเลนบริเวณพื้นที่สงวนชีวมณฑลระนอง	7
2.2 ลักษณะการขึ้นอยู่ของสังคมพืชป่าชายเลน	9
2.3 คุณสมบัติช่วงคลื่นภาพถ่ายดาวเทียม THEOS	13
3.1 แบบฟอร์มการเก็บข้อมูลตัวอย่าง	22
3.2 เขตการขึ้นอยู่ของพันธุ์ไม้เด่น	28
4.1 ตัวอย่างผลการเก็บข้อมูลภาคสนาม 1 แนว จำนวน 4 แถวนอน	31-32
4.2 ตัวอย่างข้อมูลพิกัดของแต่ละ plot	33
4.3 ชนิดพันธุ์ไม้ จำนวนที่พบทั้งหมด ความหนาแน่น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง และความสูงเฉลี่ยของพันธุ์ไม้ป่าชายเลนในแปลงสำรวจ	34
4.4 ค่า Gain และ Bias ของภาพถ่ายดาวเทียม	35
4.5 ค่า Mean Solar Exoatmospheric Irradiances ของแต่ละช่องสัญญาณ	37
4.6 ตัวอย่าง plot ของข้อมูลภาคสนามที่ซ้อนทับ ในแต่ละ footprint ของดาวเทียม	40
4.7 ตัวอย่างค่า Reflectance ของแต่ละ footprint ที่ซ้อนทับกับ plot ข้อมูลภาคสนาม	41
4.8 จำนวน footprint ที่มีจำนวน plot ข้อมูลภาคสนามซ้อนทับแตกต่างกัน	42
4.9 ตัวอย่างการคำนวณค่าดัชนีความสำคัญ ของ footprint ลำดับที่ 167	43
4.10 ผลการจำแนกเขตพันธุ์ไม้และเขตทะเล	45

รายการรูป

รูปที่	หน้า
2.1 พื้นที่สงวนชีวมณฑลระนอง	5
2.2 ลักษณะโครงสร้างการขึ้นอยู่ของเขตพันธุ์ไม้เบิกนำ(Pioneer Species Zone), เขตพันธุ์ไม้โกงกาง(Rhizophora Species Zone) และเขตพันธุ์ไม้ผสม(Mixed Species Zone)	9
2.3 ค่าการสะท้อนของกลุ่มพืชโดยใช้เครื่องวัด HRS spectroradiometer (Loubersac, 1991) จากที่มา (Blasco et al., 1998) 1, Bruguiera; 2, barren soils; 3, Rhizophora; 4, Avicennia; 5, swamp with Salicornia; 6, barren soils with algal deposits	10
2.4 แบบจำลองโครงสร้างการทำงานของ Neural Network เบื้องต้น ของระบบการคิดและประมวลผลในคอมพิวเตอร์	16
3.1 Flowchart แสดงขั้นตอนการพัฒนาอัลกอริทึม	17
3.2 พื้นที่ศึกษา	19
3.3 การวาง Transect Line บนพื้นที่ศึกษาจริง	20
3.4 ลักษณะการลงทะเบียนข้อมูลภาคสนาม 1 แนว ในบริเวณพื้นที่ศึกษา	21
3.5 วงโคจรที่ผ่านพื้นที่ศึกษา วันที่ 27 พฤศจิกายน 2552 ณ วงโคจร หมายเลข 129 (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ(องค์การมหาชน), 2552c)	23
3.6 การ Matching ระหว่างข้อมูลภาคสนามและข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม	26
3.7 ภาพรวมการทำงานของ algorithm	29
3.8 โครงสร้างระบบการทำงานแบบ Feed-Forward Neural Network	30
4.1 เปรอ์เซ็นต์ของไม้ใหญ่แต่ละชนิดจากการสำรวจภาคสนาม	35
4.2 ค่า Solar Irradiance ของ Synthetic Spectrum	36
4.3 ค่า Relative Spectral Response ของ THEOS Multispectral Normalized Spectral	37
4.4 รูป DN (ซ้าย) และรูป Reflectance (ขวา) ของแต่ละช่วงคลื่น	38
4.5 จุด GCPs จำนวน 8 จุด ในบริเวณพื้นที่ศึกษานี้ใช้ในการปรับแก้เชิงเรขาคณิต	39
4.6 ค่า Reflectance ของแต่ละ zone	44
4.7 ภาพสีผสมจริงของ Reflectance บริเวณพื้นที่ศึกษา	46
4.8 ภาพสีผสมเท็จของ Reflectance ช่วงคลื่น NIR, Blue และ Green บริเวณพื้นที่ศึกษา	46
4.9 ผลการจำแนกเขตพันธุ์ไม้และเขตทะเลบริเวณพื้นที่ศึกษา	47

รายการรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.10 ขอบเขตการกระจายตัวของสังคมพืชแต่ละเขต	48
ก1 ข้อมูลประกอบภาพถ่ายดาวเทียม	55-57
ข1 ภาพรวมเขตการขึ้นอยู่ของสังคมพืชในพื้นที่ศึกษาจากการสำรวจภาคสนาม	59
ข2 ภาพรวมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความสูงเฉลี่ยของพรรณไม้ทั้ง 12 ชนิดจากการสำรวจภาคสนาม	59
ข3 การสำรวจภาคสนาม	60-62

สัญลักษณ์คำย่อและตัวย่อ

ANN	Artificial Neural Network
DN	Digital Number
GCPs	Ground Control Points
IVI	Importance Value Index
RMS Error	Root Mean Square Error
RSR	Relative Spectral Response
THEOS	THailand Earth Observation Satellite

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย

ป่าชายเลนเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีความสำคัญมากต่อระบบนิเวศชายฝั่ง เช่น เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยและเพาะพันธุ์สัตว์น้ำหลายชนิด ป่าชายเลนมีประโยชน์ทางด้านเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมมาก ช่วยดูดซับทั้งสารพิษจากแหล่งน้ำที่ไหลผ่านชุมชนและมลพิษในอากาศ เป็นแหล่งท่องเที่ยว และยังเป็นแนวปราการป้องกันชายฝั่งทะเลที่สำคัญ แต่ปัจจุบันป่าชายเลนมีปริมาณลดน้อยลงมาก จึงจำเป็นต้องมีการจัดการกับระบบนิเวศป่าชายเลนอย่างถูกต้องและรวดเร็ว ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องใช้ข้อมูลทางด้านลักษณะการขึ้นอยู่ของสังคมพืชในป่าชายเลนเป็นสำคัญ เพื่อใช้ในการอนุรักษ์ ฟื้นฟู และจัดการกับระบบนิเวศป่าชายเลนได้อย่างถูกต้อง

การรับรู้ระยะไกลจากดาวเทียมเป็นเทคโนโลยีที่ทำให้สามารถสังเกตการเปลี่ยนแปลง ขอบเขต และสภาพความสมบูรณ์ของป่าชายเลน ได้ครอบคลุมพื้นที่กว้าง ด้วยความรวดเร็ว อย่างสม่ำเสมอ และประหยัด ในปัจจุบันเทคโนโลยีด้านอวกาศมีความก้าวหน้าขึ้นมาก จึงได้มีการประยุกต์ใช้ข้อมูลจากการรับรู้ระยะไกล โดยการนำข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมมาทำการสำรวจพันธุ์ไม้ในป่าชายเลน เช่น การประเมินการเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศของป่าชายเลนโดยใช้เทคนิคการรับรู้ระยะไกลและ GIS ด้วยข้อมูลดาวเทียม Landsat-TM (Ratanasrimpong et al., 2000) การใช้ภาพถ่ายดาวเทียม IKONOS และ QUICKBIRD สำรวจพันธุ์ไม้ในป่าชายเลน (Le et al., 2004) เป็นต้น แต่เนื่องจากข้อจำกัดทางด้านค่าใช้จ่ายในการได้มาซึ่งข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่สูง ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ประยุกต์ใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม THEOS (Peanvijampong et al., 2005) ซึ่งเป็นดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติดวงแรกของประเทศไทยที่ถูกส่งขึ้นสู่วงโคจรเมื่อ ค.ศ. 2007 ที่ผ่านมา ทั้งยังจัดอยู่ในกลุ่มดาวเทียมสำรวจทรัพยากรรุ่นใหม่ที่มีคุณภาพรายละเอียดสูงและจากคุณสมบัติของดาวเทียม THEOS ที่สังเกตช่วงคลื่นใกล้เคียงกับดาวเทียม IKONOS และ QUICKBIRD (สุทธิณี คนตรี, 2549) ดังนั้น จึงมีความเหมาะสมที่จะนำข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม THEOS มาประยุกต์ใช้เพื่อประเมินสังคมพืชป่าชายเลน ตามการขึ้นอยู่ของพันธุ์พืชในป่าชายเลน

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาอัลกอริทึมสำหรับประเมินสังคมพืชป่าชายเลน บริเวณพื้นที่สงวนชีวมณฑลระนอง โดยใช้ข้อมูลจากดาวเทียม THEOS

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

งานวิจัยนี้จะนำข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม THEOS มาใช้ในการประเมินสังคมพืชป่าชายเลน ตามชนิดพันธุ์ไม้เด่นหรือไม้ที่ประสบความสำเร็จทางนิเวศวิทยาในการขึ้นครอบครองพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งได้สำเร็จ ในบริเวณพื้นที่ศึกษาประมาณ 6 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่ตั้งแต่ละติจูด (Latitude) ที่ 9 องศา 51 ลิปดา 30 พิลิปดา ถึง 9 องศา 53 ลิปดา 19 พิลิปดา เหนือ และลองจิจูด (Longitude) ที่ 98 องศา 31 ลิปดา 28 พิลิปดา ถึง 98 องศา 33 ลิปดา 23 พิลิปดา ตะวันออก ทิศตะวันตกติดกับทะเลอันดามัน ทิศตะวันออกติดกับพื้นที่ป่าชายเลน ซึ่งบริเวณพื้นที่ศึกษานี้ เป็นส่วนหนึ่งของพื้นที่สงวนชีวมณฑลระนองบริเวณ อำเภอเมือง จังหวัดระนอง

จากการสำรวจพื้นที่สงวนชีวมณฑลระนอง ก่อนหน้านี้พบว่าไม้พันธุ์ไม้เด่น 5 ชนิด คือ แสมขาว ลำพูทะเล โกงกางใบเล็ก พังกาหัวสุม และตะบูนขาว (Nobuo et al., 2009) และ Meepol (2002) ได้ทำการศึกษาลักษณะโครงสร้างของป่าชายเลนบริเวณปากคลองหงาวในพื้นที่เขตแกนกลางของพื้นที่สงวนชีวมณฑลระนองพบว่าแบ่งออกได้เป็น 3 เขต ดังนี้ เขตแรกบริเวณติดกับทะเล ระยะทาง 50 เมตรจากริมฝั่งทะเล เป็นกลุ่มของไม้ลำพูทะเล เขตที่ 2 ที่ระยะทาง 50-130 เมตรจากริมฝั่งทะเล เป็นกลุ่มของไม้โกงกางใบใหญ่ ถั่วขาว และถั่วดำ และเขตสุดท้ายบริเวณป่าด้านใน ระยะทาง 130-200 เมตรจากริมฝั่งทะเลเป็นกลุ่มของไม้โกงกางใบเล็ก

จากการสำรวจภาคสนามพบว่าป่าชายเลนบริเวณที่ทำการศึกษามีการกระจายของพันธุ์ไม้แบ่งออกเป็น 3 เขต ได้แก่ บริเวณแรกเป็นบริเวณพื้นที่ป่าชายเลนที่มีตะกอนดินที่ค่อนข้างเหลว เป็นส่วนที่อยู่นอกสุดติดกับทะเล พันธุ์ไม้ที่จัดอยู่ในเขตนี้ คือ เล็บมือนาง, แสมทะเล และลำพูทะเล หรือเรียกบริเวณนี้ว่าเขตพันธุ์ไม้เบิกนำ (Pioneer Species Zone) บริเวณที่ 2 เป็นบริเวณพื้นที่ป่าชายเลนที่ดินเป็นเลนอ่อน ส่วนใหญ่ จะอยู่ด้านหลัง Pioneer Species Zone พันธุ์ไม้ที่จัดอยู่ในเขตนี้ คือ โกงกางใบเล็ก โกงกางใบใหญ่ หรือเรียกบริเวณนี้ว่าเขตไม้โกงกาง (Rhizophora Species Zone) และบริเวณสุดท้ายเป็นบริเวณพื้นที่ป่าชายเลนที่มีลักษณะเนื้อดินค่อนข้างแข็ง ส่วนใหญ่จะอยู่ด้านหลัง Rhizophora Species Zone และมักอยู่ติดกับป่าบก พันธุ์ไม้ที่จัดอยู่ในเขตนี้ คือ พังกาหัว

ตุ้ม ถั่วขาว ถั่วดำ โปรรงแดง ตะบูนขาว ตะบูนดำ และแสมดำ หรือเรียกบริเวณนี้ว่าเขตพันธุ์ไม้ผสม (Mixed Species Zone) ดังนั้นในการศึกษาในครั้งนี้จะทำการประเมินสังคมพืชในป่าชายเลนตามลักษณะการขึ้นอยู่ของพันธุ์ไม้เด่น โดยแบ่งออกเป็น 3 เขต (zone) ซึ่งมีความสอดคล้องกับ Ratanasermping et al. (2000) ที่ได้ศึกษาการประเมินผลจากการเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศป่าชายเลนบริเวณอ่าวสวี จังหวัดชุมพร

งานวิจัยนี้จะประเมินสังคมพืชป่าชายเลน โดยใช้ข้อมูลที่สังเกตได้จากดาวเทียม THEOS มาใช้ในการจำแนก zone และหาขอบเขตและพื้นที่ครอบคลุมของแต่ละ zone และจะทดสอบความเป็นไปได้ในการใช้ THEOS ในการจำแนกชนิดของพันธุ์ไม้ ซึ่งถ้าสามารถจำแนกถึงชนิดได้ ก็จะคำนวณขอบเขตและพื้นที่ครอบคลุมของพันธุ์ไม้แต่ละชนิด

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

การศึกษการใช้เทคนิคการรับรู้ระยะไกลสามารถใช้ในการประเมินสังคมพืชในป่าชายเลน ได้อย่างรวดเร็ว และมีความถูกต้องมากพอที่จะสามารถนำมาใช้งานจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงนำไปสู่การติดตามและเฝ้าระวังสภาพป่าชายเลนที่อาจจะเกิดความเสียหาย และเสื่อมโทรมได้ ทั้งนี้เพื่อให้ทุกส่วนทั้งหน่วยงานภาครัฐและเอกชน รวมถึงประชาชนเข้ามามีส่วนช่วยในการจัดการระบบสิ่งแวดล้อมให้มีความสมบูรณ์ทางธรรมชาติ ตลอดจนหาแนวทางในการป้องกันเพื่อรักษาทรัพยากรที่มีอยู่ให้อุดมสมบูรณ์ต่อไป

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

สังคมพืช หมายถึง การอยู่รวมกันเป็นกลุ่มเป็นก้อนของพันธุ์พืชชนิดต่าง ๆ ซึ่งมีความสัมพันธ์กันระหว่างชนิดไม้เหล่านั้นและปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางนิเวศวิทยา

เขตพันธุ์ไม้ หมายถึง เขตการขึ้นอยู่ของกลุ่มพันธุ์ไม้แต่ละกลุ่ม

อัลกอริทึม (algorithm) หมายถึง แนวความคิดหรือลำดับความคิดในการวิเคราะห์หรือแก้ปัญหาอย่างใดอย่างหนึ่งที่มีรูปแบบที่แน่นอนและสามารถนำไปประมวลผลทางคอมพิวเตอร์ได้

การฝึกสอน (train) ในงานวิจัยนี้หมายถึง การฝึกสอนให้นิวรอลเน็ตเวิร์ค (Neural Network) ให้สามารถทำงานได้ถูกต้อง จากการได้เรียนรู้และแก้ปัญหาต่าง ๆ

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

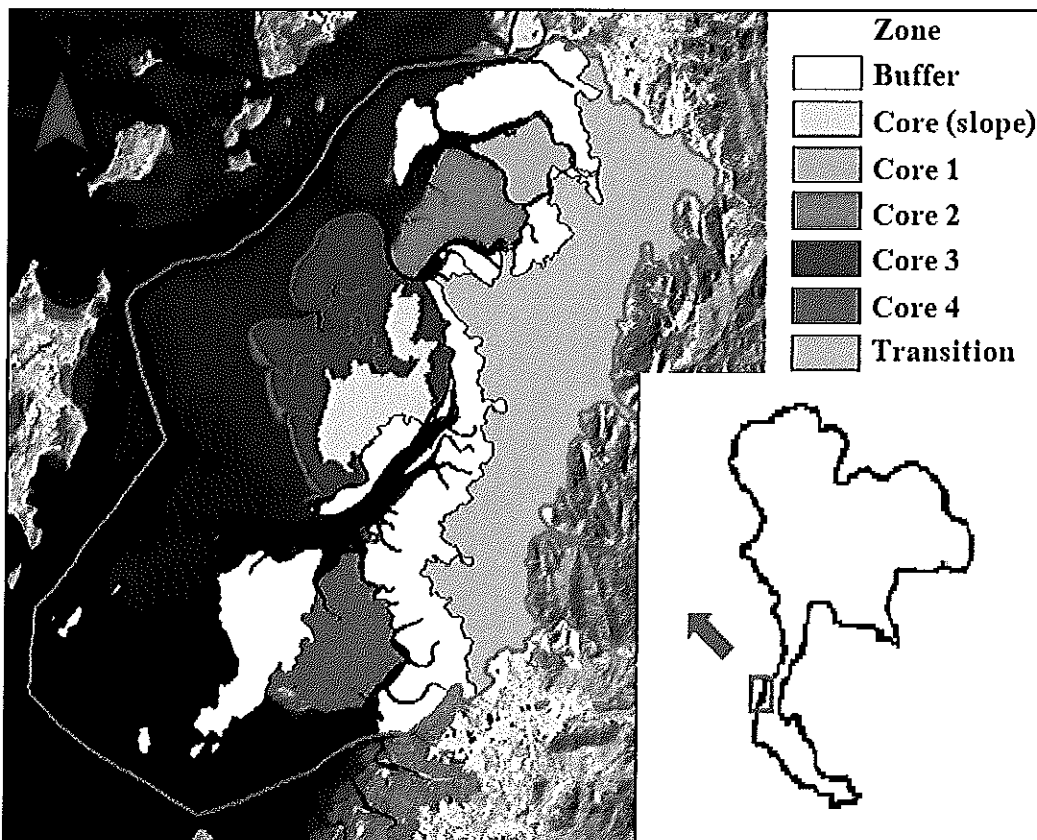
2.1 ป่าชายเลน

ป่าชายเลน (Mangrove Forest) เป็นสังคมพืชที่ขึ้นอยู่บริเวณรอบนอกติดกับชายฝั่งทะเล ลำคลอง หรือแม่น้ำที่ไหลออกสู่ทะเล ดินมีลักษณะเป็นดินเลนที่มีความอุดมสมบูรณ์จากธาตุอาหารสูงเพราะเกิดจากการทับถมของซากพืชซากสัตว์ทั้งในทะเลและแหล่งน้ำที่ไหลผ่านชุมชนน้ำเป็นน้ำกร่อยเนื่องจากเป็นพื้นที่ที่น้ำจืดไหลลงสู่ทะเล และมีการท่วมถึงของน้ำทะเลแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ของป่าชายเลน ไม้ในป่าชายเลนส่วนใหญ่ไม่ผลัดใบและเป็นพันธุ์ไม้ที่มีใบเขียวตลอดปี (evergreen species) การกระจายตัวของพันธุ์ไม้ในป่าชายเลนจะมีลักษณะทางสรีระวิทยาและขึ้นอยู่ในระบบนิเวศที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน (homogeneous species) (สุรเชษฐ์ สีแดง, 2551) ทำให้พันธุ์ไม้ในป่าชายเลนสามารถแบ่งเขตการขึ้นอยู่ได้อย่างชัดเจน ป่าชายเลนมีคุณค่าและประโยชน์ทั้งด้านเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมมากมายดังนี้

1. เป็นแหล่งอาหาร ยา และที่อยู่อาศัยของสัตว์ตามธรรมชาติ
2. เป็นแหล่งเพาะพันธุ์สัตว์น้ำ เช่น กุ้ง หอย ปู ปลา และสัตว์ทะเลอีกหลายชนิดซึ่งถือได้ว่ามีความสำคัญมากต่อระบบนิเวศชายฝั่ง
3. เป็นแนวป้องกันคลื่นลม เพื่อป้องกันการกัดเซาะชายฝั่ง
4. สามารถเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจให้กับประเทศจากการทำประมงชายฝั่งและใช้ประโยชน์จากไม้ในป่าชายเลน เช่น ใช้ในการทำถ่าน ใช้ในการก่อสร้าง หรือใช้ทำเฟอร์นิเจอร์ เป็นต้น
5. ช่วยดูดซับสารพิษจากแหล่งน้ำที่ไหลผ่านชุมชนหรือผ่านพื้นที่เกษตรกรรมที่มีการใช้สารเคมีในการเพาะปลูกพืชต่าง ๆ
6. ช่วยลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ เนื่องจากใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง
7. เป็นแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติที่สวยงาม

พื้นที่ศึกษาสงวนชีวมณฑลระนอง ตั้งอยู่บริเวณ อำเภอเมือง จังหวัดระนอง บริเวณชายฝั่งทะเลอันดามัน ครอบคลุมพื้นที่ตั้งแต่ละติจูด (Latitude) ที่ 9 องศา 43 ลิปดา ถึง 9 องศา 57 ลิปดา เหนือ และลองจิจูด (Longitude) ที่ 98 องศา 29 ลิปดา ถึง 98 องศา 39 ลิปดา ตะวันออก เป็นพื้นที่ที่มีความหลากหลายทางชีวภาพ โดยองค์การการศึกษา วิทยาศาสตร์และวัฒนธรรมแห่งสหประชาชาติ หรือ ยูเนสโก ได้ประกาศให้เป็นพื้นที่สงวนชีวมณฑล เมื่อปี 2540 ซึ่งเป็นพื้นที่ป่าชายเลนแห่งแรกของโลกที่เป็นพื้นที่สงวนชีวมณฑล โดยมีวัตถุประสงค์คือ เพื่ออนุรักษ์ความหลากหลายของพันธุ์พืชและสัตว์ รวมถึงระบบนิเวศป่าชายเลน เพื่อส่งเสริมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมอย่างยั่งยืน และเพื่อการศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับระบบนิเวศป่าชายเลน (วิจารณ์ มีผล, 2553)

ปัจจุบันพื้นที่สงวนชีวมณฑลระนองมีพื้นที่ป่าชายเลนรวมทั้งสิ้นประมาณ 43,000 ไร่ โดยแบ่งพื้นที่ออกเป็น 3 เขต ดังรูปที่ 2.1 ประกอบด้วยพันธุ์ไม้หลายชนิด แต่ที่พบมากที่สุดเป็นชนิดไม้ที่อยู่ในวงศ์ Rhizophoraceae สำหรับชนิดพันธุ์ไม้ป่าชายเลนในบริเวณพื้นที่สงวนชีวมณฑลระนองพบว่ามีทั้งหมด 23 วงศ์ 33 สกุล และ 45 ชนิด (วิจารณ์ มีผล, 2553)



รูปที่ 2.1 พื้นที่สงวนชีวมณฑลระนอง

แต่ละเขตในพื้นที่สงวนชีวมณฑลระนองมีลักษณะการใช้ประโยชน์ที่แตกต่างกัน โดยเขตแกนกลาง (core zone) เป็นพื้นที่ขนาดใหญ่และไม่มีการทำกิจกรรมใด ๆ เป็นพื้นที่ที่อนุรักษ์ไว้เพื่อการศึกษาและวิจัย เขตกันชน (buffer zone) เป็นพื้นที่ที่สามารถใช้ประโยชน์ได้แต่ต้องมีการจัดการอย่างถูกวิธีพร้อมกับการอนุรักษ์ เป็นเขตที่ช่วยป้องกันเขตแกนกลาง และเขตรอบนอก (transition zone) เป็นพื้นที่ที่อยู่ติดกับป่าบกสามารถใช้ประโยชน์ได้ทั่วไป เช่น ใช้ทำการเกษตรหรือเป็นที่อยู่อาศัย แต่ต้องไม่ส่งผลกระทบต่อเขตแกนกลาง

2.1.1 ชนิดพันธุ์ไม้

เนื่องจากลักษณะพรรณพืชของป่าชายเลนในประเทศไทย ปัจจุบันมีประมาณ 73 species (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2552) สำหรับบริเวณพื้นที่ศึกษาพื้นที่สงวนชีวมณฑลระนองจากการสำรวจพบว่ามีพันธุ์ทั้งหมด 45 ชนิด โดยมีชนิดพันธุ์ไม้เด่นที่สำคัญ ได้แก่ โกงกางใบเล็ก โกงกางใบใหญ่ ถั่วดำ ถั่วขาว และ โปรงแดง (วิจารณ์ มีผล, 2553) ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ชนิดพันธุ์ไม้เด่นในป่าชายเลนบริเวณพื้นที่สงวนชีวมณฑลระนอง

ชื่อ	ชื่อ อื่นๆ	ชื่อวิทยาศาสตร์	สกุล
1. โกงกางใบเล็ก	โกงกาง (ระนอง) พังกาใบเล็ก (พังงา) พังกาทราย (กระบี่)	Rhizophora apiculata Bl.	RHIZOPHORACEAE
2. โกงกางใบใหญ่	กงกอน (ชุมพร) กงกานอก (เพชรบุรี) กงเกง (นครปฐม) พังกาใบใหญ่ (ใต้)	Rhizophora mucronata Poir.	RHIZOPHORACEAE
3. ถั่วดำ	ถั่วทะเล (ระนอง) รังกะเที (ใต้) ลึงกะได นังกะได (มลายู-ใต้)	Bruguiera parviflora Wight & Arn.ex Griff.	RHIZOPHORACEAE
4. ถั่วขาว	ถั่วแดง ประสั๊กขาว (จันทบุรี) โปรย (มลายู-ใต้) ปรัย (มลายู-สตูล) ลูย (เพชรบุรี)	Bruguiera cylindrica Bl.	RHIZOPHORACEAE
5. โปรงแดง	โปรง โปรงใหญ่ ปรง (สมุทรสาคร, จันทบุรี) แสม (ใต้)	Ceriops tagal (Perr.) C.B. Rob.	RHIZOPHORACEAE

2.1.2 โครงสร้างของป่าชายเลน

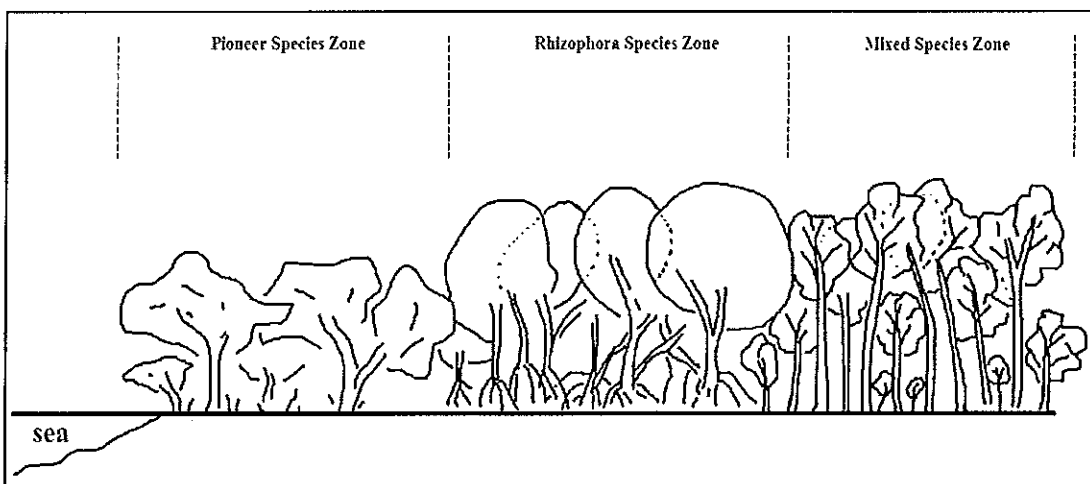
ป่าชายเลนมีลักษณะแตกต่างกับป่าบกคือพันธุ์ไม้ในป่าชายเลนจะมีใบเขียวตลอดปี (evergreen forest) และการขึ้นอยู่และกระจายตัวของสังคมพืชมีลักษณะแบ่งเป็นแนวเขต (zonation) ค่อนข้างชัดเจน Chapman (1976) ได้สรุปปัจจัยที่สำคัญที่ทำให้พันธุ์ไม้ป่าชายเลนขึ้นเป็นแนวเขต ได้แก่ คุณสมบัติของดิน ความเค็มของน้ำ การระบายน้ำและกระแสน้ำ ความเปียกชื้นของดิน และความถี่ของน้ำทะเลท่วมถึง ดังนั้น การศึกษาลักษณะโครงสร้างของป่าชายเลน จึงมีการจำแนกได้ในหลาย ๆ ลักษณะ โดยขึ้นอยู่กับปัจจัยในการวิเคราะห์โครงสร้างของป่าชายเลนที่ต่างกัน เช่น การจำแนกตามลักษณะการท่วมถึงของน้ำทะเล การจำแนกตามลักษณะโครงสร้างทางธรณีของป่าชายเลน และการจำแนกตามลักษณะการขึ้นอยู่ของพันธุ์ไม้เด่นในป่าชายเลน เป็นต้น ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้เลือกวิธีการจำแนกตามลักษณะการขึ้นอยู่ของพันธุ์ไม้เด่นในป่าชายเลน มาทำการวิเคราะห์สังคมพืชป่าชายเลน เนื่องจากสามารถมองเห็นได้ด้วยช่วงคลื่นความถี่ visible band จากภาพถ่ายดาวเทียม

จากการศึกษาลักษณะโครงสร้างป่าชายเลนและลักษณะดิน ในท้องที่อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี (เฉลิมชัย โชติกมาศ, 2539) ได้แบ่งโซนของกลุ่มพันธุ์ไม้ของป่าชายเลนที่พบ 6 ชนิดจากชายฝั่งเข้าสู่บกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มแรกคือ แสมขาว แสมดำและแสมทะเล กลุ่มที่ 2 คือกลุ่มไม้โกงกางใบเล็กและโกงกางใบใหญ่ และกลุ่มสุดท้ายคือกลุ่มไม้พังกาหัวสุยมดอกแดง

Ratanasermping et al. (2000) ได้ทำการศึกษาลักษณะโครงสร้างของป่าชายเลนที่บริเวณอ่าวสวี จังหวัดชุมพร พบว่าป่าชายเลนบริเวณนี้มีการขึ้นอยู่ของพันธุ์ไม้แบ่งออกได้เป็น 3 เขต ได้แก่ เขตพันธุ์ไม้เบิกน้ำ เขตพันธุ์ไม้โกงกาง และเขตพันธุ์ไม้ผสม ซึ่งได้แสดงลักษณะการขึ้นอยู่ของสังคมพืช ดังตารางที่ 2.2

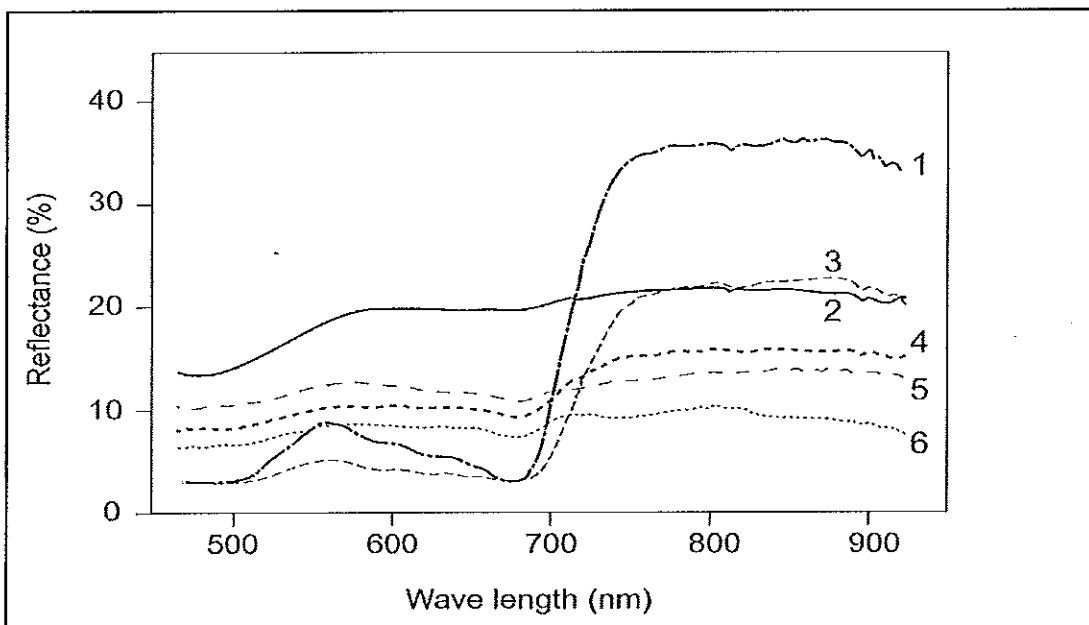
ตารางที่ 2.2 ลักษณะการขึ้นอยู่ของสังคมพืชป่าชายเลน

เขตการขึ้นอยู่ของพันธุ์ไม้	บริเวณพื้นที่ที่พบ	ชนิดพันธุ์ไม้เด่น
1.กลุ่มไม้เบิกนำ (Pioneer species)	พบอยู่บริเวณนอกสุดติดกับทะเล มีตะกอน ดินที่ค่อนข้างเหลว	แสมขาว
2.กลุ่มไม้โกงกาง (Rhizophora species)	พบอยู่ถัดจากเขตของกลุ่มไม้เบิกนำเข้าไปยัง แผ่นดิน หรือบริเวณสองฝั่งร่องน้ำที่ไหลออก สู่ทะเล	โกงกางใบเล็ก โกงกางใบใหญ่
3.กลุ่มไม้ผสม (Mixed species)	พบอยู่บริเวณที่มีลักษณะเนื้อดินค่อนข้างแข็ง โดยส่วนใหญ่จะอยู่ด้านหลัง Rhizophora Species Zone และมักอยู่ติดกับป่าบก	ถั่ว ตาตุ่มทะเล ฯลฯ



รูปที่ 2.2 ลักษณะ โครงสร้างการขึ้นอยู่ของเขตพันธุ์ไม้เบิกนำ (Pioneer Species Zone), เขตพันธุ์ไม้โกงกาง (Rhizophora Species Zone) และเขตพันธุ์ไม้ผสม (Mixed Species Zone)

รูปที่ 2.2 ได้แสดงลักษณะโครงสร้างการขึ้นอยู่ของ Pioneer Species Zone, Rhizophora Species Zone และ Mixed Species Zone ซึ่งจากลักษณะของทรงพุ่มและความสูงที่แตกต่างกันในแต่ละ zone ทำให้สามารถแยกแยะความแตกต่างได้ โดยการวิเคราะห์ลักษณะการสะท้อนแสงของพืชที่แตกต่างกันในช่วงคลื่นสีฟ้า เขียว แดง และ อินฟราเรดใกล้ ของภาพถ่ายดาวเทียม และจากการศึกษาค่าการสะท้อนแสงของพืชในป่าชายเลน โดยใช้ข้อมูลระยะไกลพบว่า มีลักษณะการสะท้อนในแต่ละช่วงคลื่นที่แตกต่างกันดังแสดง ในรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 ค่าการสะท้อนของกลุ่มพืชโดยใช้เครื่องวัด HRS spectroradiometer (Loubersac, 1991) จากที่มา (Blasco, 1998) 1, Bruguiera; 2, barren soils; 3, Rhizophora; 4, Avicennia; 5, swamp with Salicornia; 6, barren soils with algal deposits.

2.1.3 รูปร่างลักษณะไม้เด่นในป่าชายเลน

สำหรับบริเวณพื้นที่ศึกษาพื้นที่สงวนชีวมณฑลระนองมีพันธุ์ไม้เด่นที่สำคัญได้แก่ 1. โกงกางใบเล็ก 2. โกงกางใบใหญ่ 3. พังกาหัวสุม 4. ถั่ว 5. ลำพูทะเล 6. แสมขาว และ 7. ตะบูนขาว โดยมีรูปร่าง ขนาด ลักษณะของใบและทรงพุ่มของพรรณพืชแต่ละชนิดดังต่อไปนี้

1. โกงกางใบเล็ก เป็นไม้ผลัดใบขนาดกลาง-ใหญ่ เปลือกสีเทาดำ ผิวเปลือกเรียบแตกเป็นร่องเล็กตามยาวของลำต้น เค้นชัดกว่าร่องตามขวาง เรือนยอดแคบรูปปิระมิด รอบๆบริเวณโคนต้นมีรากค้ำจุน ทำหน้าที่พยุงลำต้น และมักมีรากอากาศ ซึ่งเกิดจากกิ่งตอนบนเป็นจำนวนมาก ใบเป็นใบเดี่ยว เรียงตรงข้ามสลับทิศทางกัน แผ่นใบรูปรี หรือรูปขอบขนานแกมรี ฐานใบสอบเข้าหากัน

คล้ายรูปลิ้ม ปลายใบแหลมมีติ่งแหลมอ่อน พืชชนิดนี้มักขึ้นได้ดีในบริเวณที่เป็นดินเลนอ่อน ไม่ลึกมากนัก มีน้ำทะเลท่วมถึงสม่ำเสมอ โดยเฉพาะพื้นที่ติดทะเล ปากแม่น้ำ ลำคลอง

2. โกงกางใบใหญ่ เป็นไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ สี เทาถึงดำ แดกเป็นร่องทั้งตามยาวและขวาง มีรากค้ำจุนทำหน้าที่พุงลำต้น เป็นไม้ไม่ผลัดใบ ใบ เป็นใบเดี่ยว เรียงตรงข้าม สลับทิศทางการแผ่ใบอวบใหญ่ รูปรีกว้าง ปลายใบแหลม ฐานใบสอบเข้าหากันรูปลิ้ม ก้านใบสีเขียว ใบเกลี้ยง ใบด้านบนสีเขียวอ่อน ท้องใบ สีออกเหลือง มีจุดสีดำเล็กๆกระจายอยู่เต็มท้องใบ มักพบเห็นบริเวณที่เป็นดินเลนอ่อนและลึก ริมชายฝั่งทะเลหรือริมคลอง

3. พังกาหัวสุม เป็นไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ เรือนยอดเป็นพุ่มกลม ทึบ โคนต้นมีพูพอนสูง และมีช่องอากาศขนาดใหญ่อยู่ทั่วไป มีรากหายใจคล้ายหัวข่าขึ้นมาจากพื้นดิน ใบ เป็นใบเดี่ยว เรียงตรงข้ามสลับตั้งฉาก รูปรี หรือรูปไข่แกมรี ปลายใบแหลมสั้น ฐานใบมน ใบด้านบนสีเขียวเข้มเป็นมัน ท้องใบสีเขียวอมเหลือง พืชชนิดนี้พบเห็นได้ทั่วไปในป่าชายเลนของประเทศไทย ในบริเวณที่น้ำท่วมถึงอย่างสม่ำเสมอ และดินค่อนข้างแข็งและเหนียว

4. ถั่ว เป็นไม้ขนาดเล็ก-กลาง โคนต้นขยายออก เรือนยอดแคบกลมและแน่นทึบ ลำต้นมีลักษณะค่อนข้างกลมสูงเพรียว ใบ เป็นใบเดี่ยวออกเป็นกระจุกที่ปลายกิ่ง เรียงตรงข้ามสลับทิศทางการแผ่ใบแหลม ฐานใบรูปลิ้ม ใบเกลี้ยงทั้งสองด้าน สีเขียวเข้ม ท้องใบสีจางกว่า มีเส้นใบ 7 คู่ ก้านและหูใบสีเขียวอมเหลือง พบเห็นส่วนใหญ่บริเวณดินเลนตื้น เหนียว และแข็ง มักขึ้นปะปนกับพันธุ์หลายชนิด

5. ลำพูทะเล เป็นไม้ยืนต้นขนาดกลาง ไม่ผลัดใบ แดกกิ่งในระดับต่ำ ใบ เป็นใบเดี่ยว เรียงตรงข้าม แผ่นใบรูปไข่กลับ ถึงรูปไข่ ปลายใบกลม กว้าง ฐานใบรูปลิ้มแคบ ใบสีเขียวมีนวล เส้นใบทางออกกว้าง เห็นไม่ชัด ก้าน ใบอ้วนสั้น พืชชนิดนี้เป็นพันธุ์ไม้เบิกนำชนิดหนึ่งของป่าชายเลน ขึ้นอยู่ได้ดีที่ชายฝั่งทะเลที่น้ำท่วมถึงทุกวัน น้ำค่อนข้างเค็ม และดินเป็นดินทราย ค่อนข้างลึก

6. แสมขาว เป็นไม้ยืนต้นขนาดกลาง-ใหญ่ ไม่มีพูพอนลำต้นแตกกิ่งระดับต่ำ เรือนยอดค่อนข้างกลม แผ่กว้าง หนาทึบ กิ่งห้อยลง เปลือกเรียบสีเทาถึงดำ ใบ เป็นใบเดี่ยว เรียงตรงข้ามกัน แผ่นใบรูปใบหอกแกมรี หรือรูปใบหอกแกมขอบขนาน ปลายใบแหลม ถึงเรียวแหลม ฐานใบแหลม ผิวใบด้านบนสีเขียวเข้มเป็นมัน ด้านท้องใบมีขนยาวนุ่ม สีเทาอ่อน หรือสีเทาเงินถึงสีออกขาว พืชชนิดนี้เป็นไม้เบิกนำที่ขึ้นได้ดีในพื้นที่ดินเลนอ่อนที่ระบายน้ำดี ส่วนมากจะอยู่ในป่าเลนด้านนอกสุด ส่วนที่ติดกับทะเล

7. ตะบูนขาว เป็นไม้ยืนต้นขนาดเล็ก-กลาง ไม่ผลัดใบ ลำต้นสั้น แตกกิ่งใกล้โคนต้น มีพุ่มพองแผ่ออกคดเคี้ยว เปลือกไม้หลุดออกเป็นแผ่นรูปทรงไม่แน่นอน ใบ เป็นใบประกอบแบบขนนกชั้นเดียว ไม่มีใบยอด เรียงสลับ ใบย่อยมักมี 1-2 คู่ เรียงตรงข้าม หรือเยื้องกันเล็กน้อย แผ่นใบรูปไข่กลับ หรือรูปขอบขนานแกมรูปไข่กลับ แผ่นใบสมมาตรกัน ปลายใบกลม ฐานใบรูปลิ้ม พืชชนิดนี้มักขึ้นปะปนกับพันธุ์ไม้ป่าชายเลนหลายชนิด เช่น ไม้พังกาหัวสุม ดอกขาว ถั่วดำ ตาตุ่มทะเล และ ไม้โกงกางใบเล็ก เป็นต้น ขึ้นได้ดีในน้ำกร่อย พบบ้างเล็กน้อยในบริเวณน้ำจืด เนื้อไม้ตะบูนขาวมีสี และลวดลายสวยงาม(กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2552)

2.2 ข้อมูลดาวเทียม

การประเมินการเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศของป่าชายเลน Ratanasermping et al. (2000) ได้ทำการศึกษาเขตการขึ้นอยู่ของพันธุ์ไม้ป่าชายเลนบริเวณอ่าวสวี จังหวัดชุมพร สามารถแบ่งเขตการขึ้นอยู่ของพันธุ์ไม้ได้เป็น 3 zone โดยการใช้เทคนิคการรับรู้ระยะไกลและ GIS ด้วยข้อมูลดาวเทียม Landsat-TM ที่มีความละเอียดเชิงพื้นที่ (Spatial Resolution) 30 เมตร และมีช่วงคลื่นที่เหมาะสมในการประเมินการเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศของป่าชายเลน

จากการศึกษาค่าการสะท้อนช่วงคลื่นที่เกี่ยวข้องกับพรรณพืชที่ได้จากภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 5 TM (สุรเชษฐ์ สีแดง, 2551) สามารถนำมาประเมินการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินของป่าชายเลน รวมถึงค่าดัชนีที่เกี่ยวข้องกับพรรณพืช เช่น NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)

ต่อมาได้มีการศึกษาและพัฒนาดาวเทียมที่มีความละเอียดเชิงพื้นที่สูงขึ้น เช่น การนำดาวเทียม IKONOS ที่มีความละเอียดเชิงพื้นที่ (Spatial Resolution) 4 เมตร สำหรับช่องสัญญาณแบบ Multispectral และ 1 เมตร สำหรับช่องสัญญาณแบบ Panchromatic และดาวเทียม QUICKBIRD ที่มีความละเอียดเชิงพื้นที่ (Spatial Resolution) 2.4 เมตร สำหรับช่องสัญญาณแบบ Multispectral และ 0.6 เมตร สำหรับช่องสัญญาณแบบ Panchromatic มาใช้ในการสำรวจพันธุ์ไม้ในป่าชายเลน (Le et al., 2004)

จึงเป็นผลให้เราสามารถนำ ภาพถ่ายดาวเทียม THEOS มาวิเคราะห์ค่าการสะท้อนช่วงคลื่นที่เกี่ยวข้องกับพรรณพืชในป่าชายเลนได้ เนื่องจากสามารถถ่ายภาพด้วยความละเอียดเชิงพื้นที่สูงกว่าดาวเทียม Landsat 5 TM และมีค่าใช้จ่ายในการถ่ายภาพถูกกว่าดาวเทียม IKONOS และ QUICKBIRD โดยมีคุณสมบัติของภาพถ่ายดาวเทียม THEOS ดังต่อไปนี้

2.2.1 คุณสมบัติของภาพถ่ายดาวเทียม THEOS

ดาวเทียม THEOS ได้รับการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดเชิงแสงไว้ทั้งหมด 2 แบบ แบบแรกคือ กล้องระบบช่วงคลื่นเดี่ยว (Panchromatic Camera: PAN) ที่มีความละเอียดเชิงพื้นที่ (Spatial Resolution) 2 เมตร จำนวนจุดภาพ (Footprint) ต่อแถวเท่ากับ 12,000 footprints ความกว้างของการถ่ายภาพเท่ากับ 22 กิโลเมตร และอุปกรณ์ตรวจวัดสามารถเอียงกล้องถ่ายภาพได้สูงสุดถึง 50 องศา ส่วนแบบที่สองคือ กล้องระบบหลายช่วงคลื่น (Multispectral Camera: MS) ที่มีความละเอียดเชิงพื้นที่ (Spatial Resolution) 15 เมตร จำนวน footprint ต่อแถวเท่ากับ 6,000 footprints ความกว้างของการถ่ายภาพเท่ากับ 90 กิโลเมตร และสามารถเอียงกล้องถ่ายภาพได้สูงสุดถึง 50 องศา เช่นเดียวกับกล้องระบบช่วงคลื่นเดี่ยว สำหรับอุปกรณ์ตรวจวัดเชิงแสงทั้งหมด 2 แบบ นั้นสามารถกำหนดค่าตัวแปรในการรับและผลิตข้อมูลได้หลากหลาย ภาพจากดาวเทียม THEOS จึงมีความเหมาะสมที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในงานด้านต่างๆ เช่น ใช้ในการทำแผนที่มาตราส่วน 1:25,000 ใช้ในการเกษตร ใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ และใช้ทางด้านความมั่นคงของชาติ เป็นต้น

สำหรับคุณสมบัติด้านช่วงคลื่นของดาวเทียม THEOS นั้น THEOS สามารถถ่ายภาพได้ทั้งหมด 4 ช่วงคลื่น คือ 1.ช่วงคลื่นสีฟ้าที่มีความยาวของช่วงคลื่น 0.45 -0.52 ไมโครเมตร 2.ช่วงคลื่นสีเขียวที่มีความยาวของช่วงคลื่น 0.53 -0.60 ไมโครเมตร 3.ช่วงคลื่นสีแดงที่มีความยาวของช่วงคลื่น 0.62 -0.69 ไมโครเมตร และช่วงคลื่นที่ 4 คือช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ที่มีความยาวของช่วงคลื่นเท่ากับ 0.77 - 0.90 ไมโครเมตร (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน), 2552a)ซึ่งสามารถสรุปได้ ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 คุณสมบัติช่วงคลื่นภาพถ่ายดาวเทียม THEOS

No.	Bands	Wavelength (µm)
1	Blue	0.45 -0.52
2	Green	0.53 -0.60
3	Red	0.62 -0.69
4	Near-Infrared	0.77 -0.90

ดาวเทียม THEOS โคจรในแนวตั้งพินัยกับดวงอาทิตย์ และจะโคจรกลับมาในแนวเดิม ทุก ๆ 26 วัน ดาวเทียมจะโคจรเป็นวงกลม ในแนวต่ำ ใกล้ขั้วโลก และ โคจรสัมพันธ์กับดวงอาทิตย์

ระนาบวงโคจรของดาวเทียมทำมุม 30 องศากับทิศทางการโคจรของดวงอาทิตย์ ทำให้มีข้อดีคือสามารถให้แสงที่คงที่ และสม่ำเสมอ รวมถึงหลีกเลี่ยงแสงสะท้อน โดยตรงจากดวงอาทิตย์ และการถ่ายภาพในช่วงเช้ามีแนวโน้มที่จะได้ภาพที่มีเมฆน้อยกว่าในช่วงบ่ายอีกด้วย

2.2.2 คุณสมบัติของช่วงคลื่นดาวเทียม THEOS

1. ช่วงคลื่นแสงสีฟ้า มีความยาวช่วงคลื่นระหว่าง 0.45-0.52 ไมโครเมตร เป็นช่วงคลื่นที่มีคุณลักษณะที่สามารถส่องผ่านบริเวณที่เป็นผิวน้ำ (water penetration band) เป็นพิเศษ และมีความเหมาะสมที่จะใช้ในการจำแนกระหว่าง ลักษณะของพันธุ์พืช ดิน และการใช้ประโยชน์ที่ดิน ได้เป็นอย่างดี สำหรับช่วงคลื่นที่ต่ำกว่า 0.45 ไมโครเมตรนั้น ไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์ เนื่องจากเป็นช่วงคลื่นที่ถูกรบกวนจากอิทธิพลของสภาพชั้นบรรยากาศ สำหรับการศึกษ ปริมาณสารแขวนลอย (suspended minerals) ที่มีอยู่ในน้ำนั้น ถือว่า ช่วงคลื่นนี้ สามารถให้ข้อมูลเกี่ยวกับชนิดของอนุภาคสารแขวนลอยที่อยู่ในน้ำ ได้เป็นอย่างดี

2. ช่วงคลื่นแสงสีเขียว มีความยาวช่วงคลื่นระหว่าง 0.53-0.60 ไมโครเมตร ซึ่งเหมาะสำหรับนำมาใช้ในการวิเคราะห์พันธุ์พืชที่มีสีเขียว ซึ่งจะมีค่าการสะท้อนแสงในช่วงคลื่นนี้สูงกว่าช่วงคลื่นแสงสีน้ำเงิน และช่วงคลื่นแสงสีแดง เนื่องจากช่วงคลื่นแสงสีน้ำเงินและสีแดงถูกคลอโรฟิลล์ที่อยู่ในใบพืชดูดซับจึงอาจจะเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า “Chlorophyll Absorption Band” ดังนั้นช่วงคลื่นนี้จึงเหมาะที่จะนำมาใช้ประโยชน์ ทางด้านการวิเคราะห์ทางด้านป่าไม้

3. ช่วงคลื่นแสงสีแดง มีความยาวช่วงคลื่นระหว่าง 0.62-0.69 ไมโครเมตร สำหรับช่วงคลื่นแสงสีแดงนั้นจะเป็นช่วงคลื่นที่ได้รับอิทธิพลจากชั้นบรรยากาศน้อยกว่าช่วงคลื่นแสงสีน้ำเงินและสีเขียว และช่วงคลื่นนี้เหมาะสำหรับนำมาประยุกต์ใช้ในด้านธรณีวิทยา

4. ช่วงคลื่นแสงอินฟราเรดใกล้ มีความยาวช่วงคลื่นระหว่าง 0.77-0.90 ไมโครเมตร ช่วงคลื่นนี้เป็นช่วงคลื่นที่ตอบสนองต่อมวลชีวภาพของพืชได้เป็นอย่างดี ดังนั้นช่วงคลื่นนี้สามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์พืชและสามารถใช้แยกแยะระหว่างพื้นดิน ป่าไม้ และแหล่งน้ำ ได้เป็นอย่างดี

นอกจากนั้นข้อมูลจากดาวเทียม THEOS ยังเหมาะที่จะนำมาใช้ติดตามพื้นที่ป่าชายเลน โดยใช้ข้อมูลที่บันทึกในระบบหลายช่วงคลื่น ซึ่งข้อมูล THEOS สามารถให้รายละเอียดของพื้นที่ป่าชายเลน และแนวชายฝั่งได้เป็นอย่างดี (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน), 2552b)

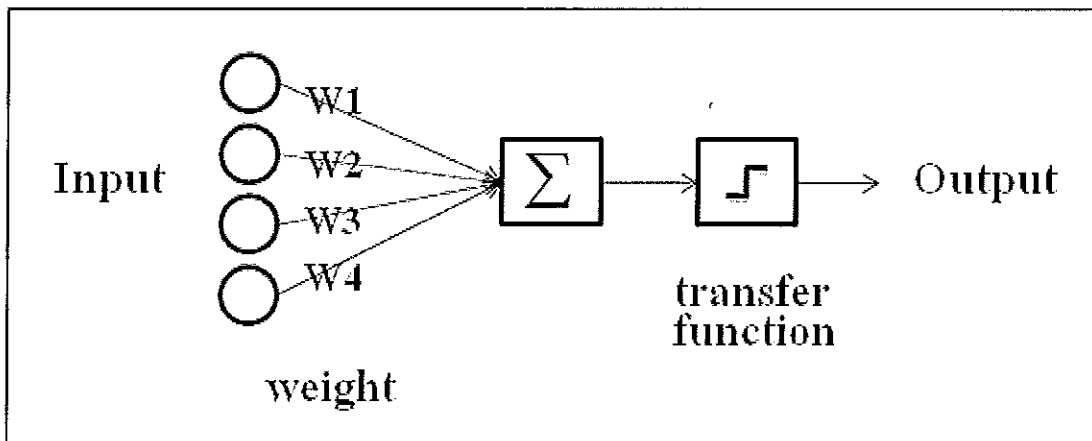
2.3 วิธีการที่ใช้ในการประเมินสังคมพืช

การจำแนกข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ ได้แก่ การจำแนกข้อมูลแบบไม่กำกับดูแล (Unsupervised Classification) และการจำแนกข้อมูลแบบกำกับดูแล (Supervised Classification) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. การจำแนกข้อมูลแบบไม่กำกับดูแล เป็นการจำแนกข้อมูลที่ไม่ต้องใช้ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับพื้นที่ที่ต้องการจำแนก ข้อมูลภาพนั้นจะถูกจำแนกโดยอาศัยคุณสมบัติเชิงคลื่นที่แตกต่างกันในแต่ละจุดภาพ

2. การจำแนกข้อมูลแบบกำกับดูแล วิธีการนี้ผู้ใช้งานจะต้องมีความรู้ในเรื่องคุณลักษณะเชิงคลื่น กลุ่มตัวอย่าง และพื้นที่ศึกษาเป็นอย่างดี โดยจะทำการเลือกข้อมูลตัวอย่าง (Training Data) จากบริเวณที่เป็นตัวแทนประเภทต่าง ๆ ไปด้วยชัดเจน และสามารถใส่ค่าสถิติมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลโดยอาศัยเทคนิควิธีการจำแนกเชิงคณิตศาสตร์ (สุทธิณี คนตรี, 2549) การจำแนกข้อมูลแบบกำกับดูแลมีด้วยกันหลายวิธี แต่ในการวิจัยครั้งนี้ จะเลือกใช้การจำแนกประเภทด้วยวิธีนิวรอลเน็ตเวิร์ค (Neural Network) เนื่องจากวิธีนี้เป็นการจำแนกข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์โดยอาศัยหลักการจำลองการตัดสินใจของเซลล์สมองมนุษย์ ประสิทธิภาพการทำงานวิธีนี้ขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของ Training Data ที่เลือกไปทำการปรับสอนนิวรอลเน็ตเวิร์ค (สมหญิง พรหมเจริญ, 2544) ซึ่งจะต้องครอบคลุมทุกรูปแบบของข้อมูลที่ต้องการวิเคราะห์และต้องกำหนดค่าของตัวแปรที่มีผลต่อการวิเคราะห์ข้อมูลหรือพารามิเตอร์ของนิวรอลเน็ตเวิร์คให้เหมาะสมกับงาน

โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network: ANN) คือ โมเดลทางคณิตศาสตร์ ที่มีแนวคิดจากการจำลองการทำงานของเครือข่ายประสาทในสมองมนุษย์ ซึ่งเกิดจากการเชื่อมต่อระหว่างเซลล์ประสาทจำนวนมาก จนเป็นโครงข่ายที่ทำงานร่วมกันอย่างเป็นระบบ ทำให้สามารถเรียนรู้และจดจำรูปแบบ (Pattern Recognition) ได้เช่นเดียวกับความสามารถในการคิดและวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสมองมนุษย์ โดยสามารถแสดงแบบจำลองโครงสร้างการทำงานของ Neural Network เบื้องต้น ของระบบการคิดและประมวลผลในคอมพิวเตอร์ ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 แบบจำลองโครงสร้างการทำงานของ Neural Network เบื้องต้น ของระบบการคิดและประมวลผลในคอมพิวเตอร์

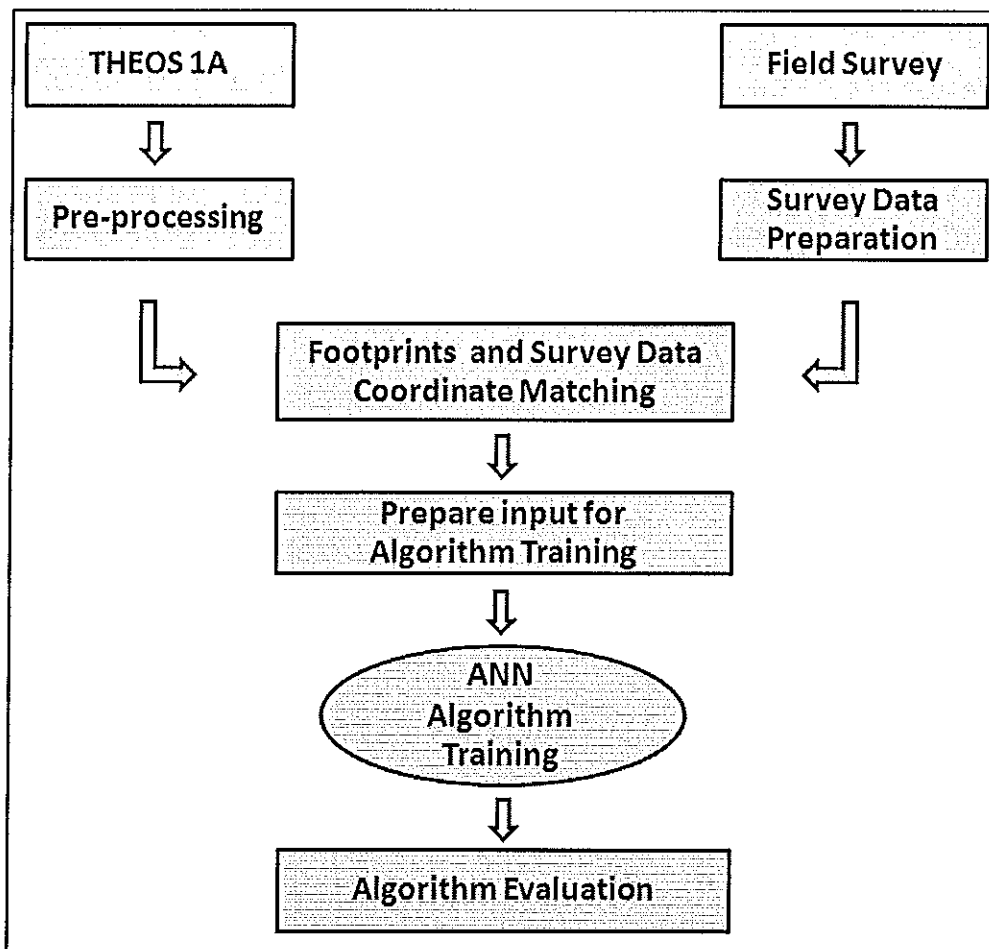
สำหรับระบบคิดคำนวณของคอมพิวเตอร์ Neural Network จะประกอบด้วย input และ output โดยมีค่า weight เป็นตัวให้ค่าน้ำหนักของแต่ละ input และ thresholds ผลรวมที่ได้ จะนำมาประมวลผลโดยใช้ฟังก์ชันถ่ายโอน (transfer function) เพื่อวิเคราะห์และเลือกสิ่งที่ดีที่สุดส่งไปยัง output ซึ่งการออกแบบโครงสร้างการทำงานของ Neural Network จะต้องออกแบบให้เหมาะสมกับลักษณะของปัญหา โดยสามารถแบ่งประเภทของโครงสร้างการเชื่อมต่อได้เป็น 2 แบบ คือ 1. นิวรอลเน็ตเวิร์คแบบชั้นเดียว (Single-Layer Neural Network) และ 2. นิวรอลเน็ตเวิร์คแบบหลายชั้น (Multi-Layer Neural Network) ซึ่งนิวรอลเน็ตเวิร์คแบบชั้นเดียวมีข้อจำกัดคือ ไม่สามารถใช้แก้ปัญหาต่าง ๆ ในบางกรณีได้ (สมหญิง พรหมเจริญ, 2544) จึงได้มีการพัฒนานิวรอลเน็ตเวิร์คแบบหลายชั้น เพื่อแก้ไขข้อจำกัดนี้ สำหรับประโยชน์และการประยุกต์ใช้ Neural Network ในงานต่าง ๆ มีหลายด้าน เช่น

1. การแยกแยะหรือจัดกลุ่มวัตถุต่าง ๆ
2. การจดจำรูปแบบต่างๆเพื่อการวิเคราะห์และแยกแยะข้อมูล เช่น การตรวจสอบลายนิ้วมือ การพิสูจน์อักษร การจดจำรูปหน้า เป็นต้น
3. การหาความสัมพันธ์ระหว่างชุดข้อมูล
4. ระบบควบคุมอัตโนมัติ
5. การทำนายหรือพยากรณ์ และอื่น ๆ

บทที่ 3

วิธีการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาอัลกอริทึมเพื่อประเมินสังคมพืชในป่าชายเลน โดยการนำภาพถ่ายดาวเทียม THEOS ระดับ 1A และข้อมูลภาคสนามที่ได้จากการลงเก็บข้อมูลในพื้นที่ศึกษา ณ ช่วงเวลาเดียวกัน มาเป็นข้อมูลเริ่มต้นที่ใช้ในการพัฒนาอัลกอริทึมสำหรับแยกแยะการขึ้นอยู่ของสังคมพืชป่าชายเลน ซึ่งพื้นที่ศึกษาและการสำรวจภาคสนาม การประมวลผลข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมเบื้องต้น ได้แสดงในหัวข้อ 3.1 และ 3.2 ตามลำดับ ในส่วนของการเตรียมข้อมูลสำหรับพัฒนาอัลกอริทึม ได้แสดงในหัวข้อ 3.3 สำหรับหัวข้อ 3.4 ได้อธิบายรายละเอียดในการพัฒนาและตรวจสอบความถูกต้องของอัลกอริทึมดังกล่าว ในรูปที่ 3.1



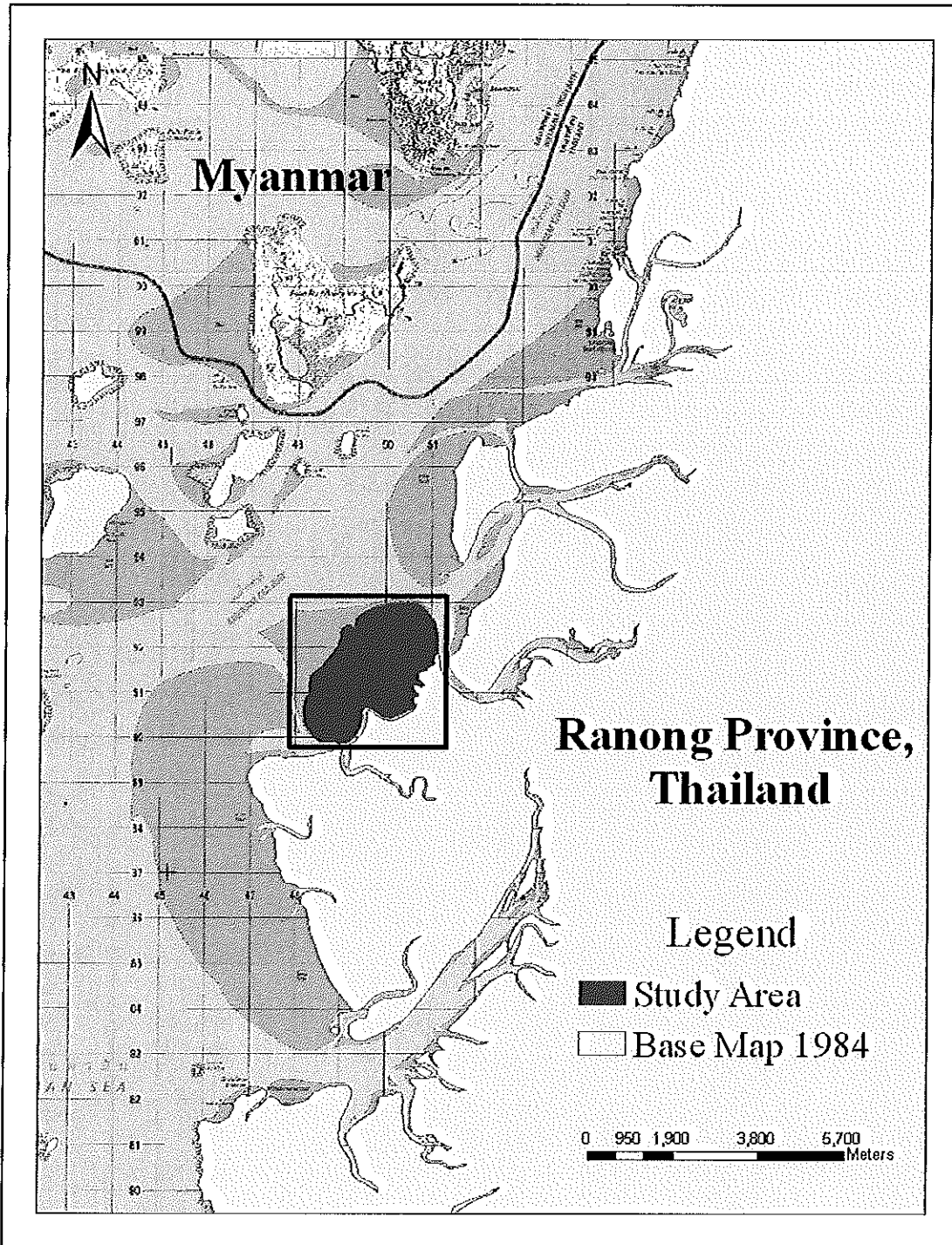
รูปที่ 3.1 Flowchart แสดงขั้นตอนการพัฒนาอัลกอริทึม

3.1 พื้นที่ศึกษาและการสำรวจภาคสนาม

การสำรวจภาคสนามจะทำการสำรวจสภาพโดยรอบของป่าชายเลนในบริเวณพื้นที่ศึกษา เพื่อใช้ในการกำหนดพื้นที่ตัวอย่าง (Training Area) ให้กับการจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับดูแล (Supervised Classification) ด้วยวิธีนิวรอลเน็ตเวิร์ค (ANN) พร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้อง

3.1.1 ขอบเขตพื้นที่ศึกษา

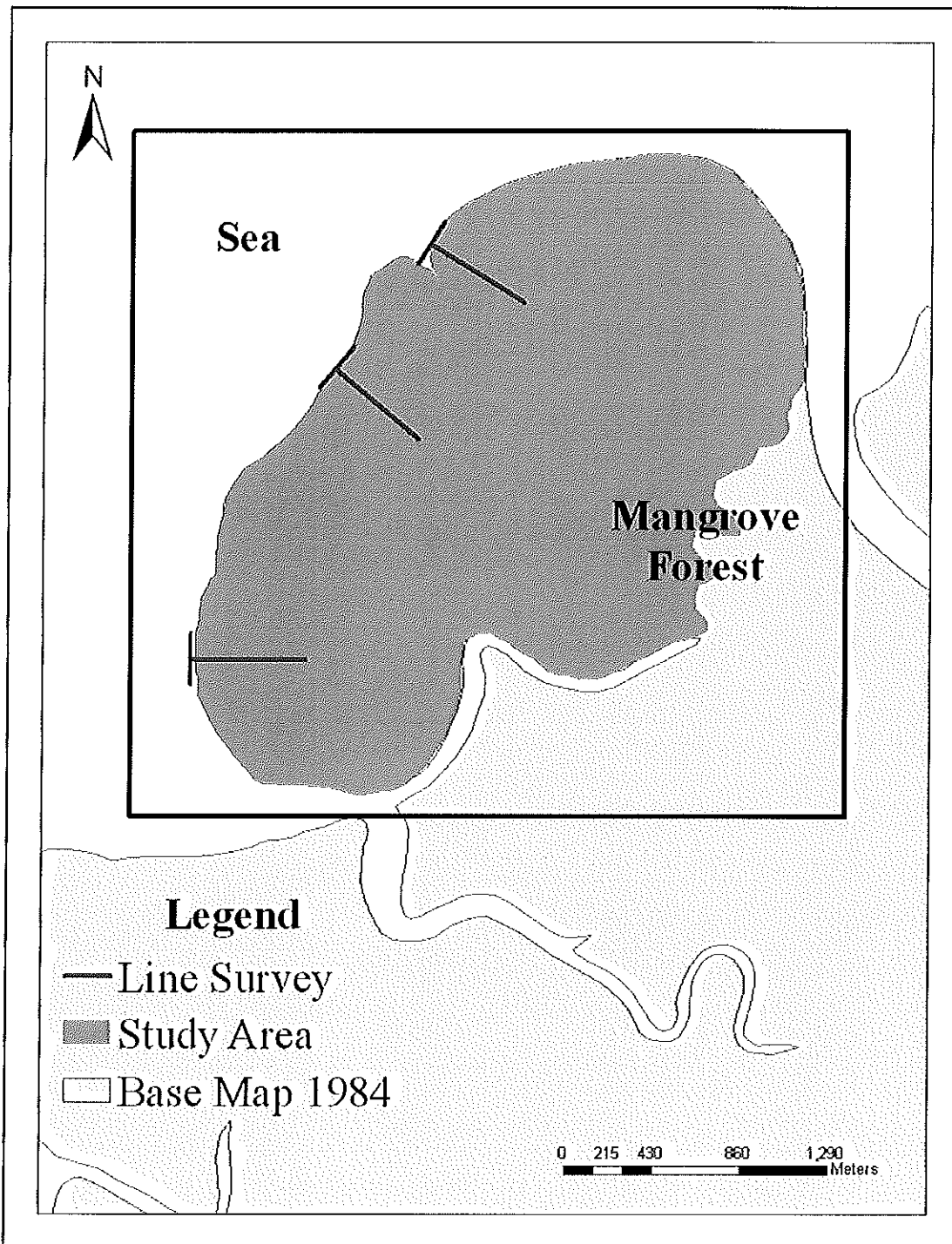
สำหรับงานวิจัยชิ้นนี้ นำข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม THEOS มาใช้ในการประเมินสังคมพืชในป่าชายเลน ตามลักษณะการขึ้นอยู่ของพันธุ์ไม้เด่นในบริเวณพื้นที่ศึกษาประมาณ 6 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่ตั้งแต่ละติจูด (Latitude) ที่ 9 องศา 51 ลิปดา 30 พิลิปดา ถึง 9 องศา 53 ลิปดา 19 พิลิปดา เหนือ และลองจิจูด (Longitude) ที่ 98 องศา 31 ลิปดา 28 พิลิปดา ถึง 98 องศา 33 ลิปดา 23 พิลิปดา ตะวันออก ดังรูปที่ 3.2 ทิศตะวันตกติดกับทะเลอันดามัน ทิศตะวันออกติดกับพื้นที่ป่าชายเลน และบริเวณพื้นที่ศึกษานี้ยังเป็นส่วนหนึ่งของพื้นที่สงวนชีวมณฑล จังหวัดระนอง ซึ่งมีความอุดมสมบูรณ์ทางระบบนิเวศวิทยาป่าชายเลนมาก ไม่มีการรบกวนจากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ อีกทั้งยังเป็นศูนย์กลางงานวิจัยป่าชายเลนที่มีชื่อเสียงของประเทศอีกด้วย ส่วนทางด้านช่วงเวลาในการลงทะเบียนข้อมูลจริงในพื้นที่ศึกษานั้น จะใช้ช่วงเดือนธันวาคม ปี พ.ศ. 2552 เนื่องจากเป็นช่วงใกล้สิ้นสุดฤดูฝน (ฤดูฝนตั้งแต่เดือนเมษายน-ธันวาคม) มีฝนตกน้อย เพราะมีเทือกเขาตะนาวศรีกั้นทิศทางลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือไว้ ทำให้สามารถถ่ายภาพบริเวณพื้นที่ศึกษาโดยใช้ดาวเทียมได้อย่างชัดเจน



รูปที่ 3.2 พื้นที่ศึกษา

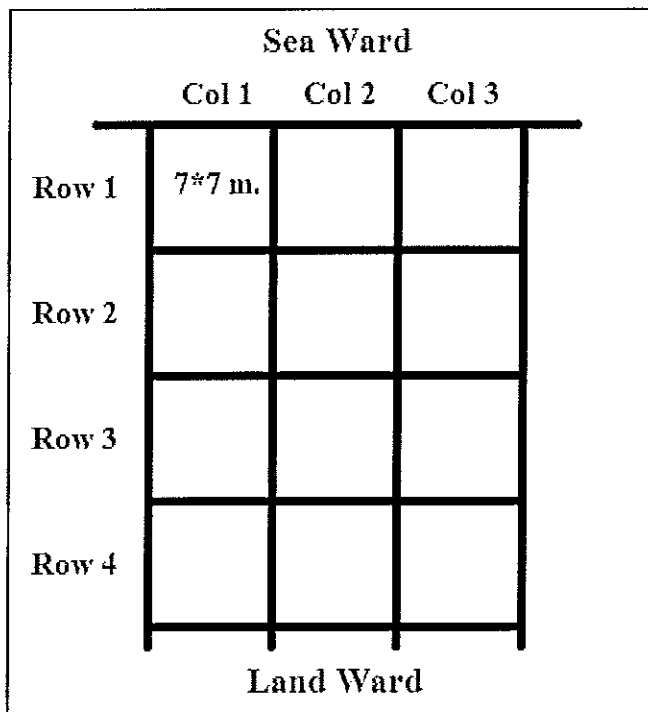
3.1.2 การสำรวจภาคสนาม

ใช้วิธีการวางแนว (Transect Line Method) (English et al., 1994) โดยการวางเส้นแนวให้ตั้งฉากกับริมฝั่งทะเลหรือลำคลองเข้าไปในป่าชายเลนด้านในจำนวน 3 แนวและมีลักษณะการวางแนว ดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 การวาง Transect Line บนพื้นที่ศึกษาจริง

เนื่องจากการวางแผนในลักษณะดังกล่าวสามารถเป็นตัวแทนได้ทุกสิ่งมีชีวิต ในบริเวณพื้นที่ศึกษา มีความยาวแนวละ 500 เมตร โดยแต่ละแนวจะแบ่งเก็บข้อมูลย่อยเป็น 72 แถวนอน และ 3 แถวตั้ง ติดต่อกันเป็นพื้นที่เดียวกัน โดยการเก็บข้อมูลทุก ๆ 7 เมตร ซึ่งการเก็บข้อมูลที่เล็กกว่าหรือเท่ากับครึ่งหนึ่งของขนาด resolution จะสามารถเป็นตัวแทนของการสุ่มตัวอย่างที่ดีได้ตามทฤษฎีไนควิสต์ (Nyquist Theorem) ในพื้นที่สี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 7×7 เมตร หรือ 1 แปลง (plot) ของการเก็บข้อมูล และได้มีการเก็บพิกัดจุดอ้างอิง plot ด้วยเครื่อง GPS (garmin 60cs) เพื่อใช้ในการอ้างอิงในระบบ UTM โดยมีลักษณะการวางแผนสำรวจและการเก็บจุดอ้างอิง ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 ลักษณะการลงเก็บข้อมูลภาคสนาม 1 แนว ในบริเวณพื้นที่ศึกษา

จากการเก็บสำรวจจริง 1 แนว ความยาว 500 เมตร จะเก็บข้อมูลทั้งหมด 72 แถวนอน และ 3 แถวตั้ง คิดเป็นจำนวนแปลงขนาด 7×7 เมตร ที่เก็บได้จากภาคสนามเท่ากับ 216 plots ต่อ 1 แนว แต่ในการลงเก็บข้อมูลภาคสนามครั้งนี้ จะลงเก็บข้อมูลภาคสนามทั้งหมด 3 แนว ดังนั้นมีจำนวนแปลงจากการลงเก็บข้อมูลภาคสนามเท่ากับ 648 plots ซึ่งถือได้ว่าข้อมูลตัวอย่างที่ได้จากการลงเก็บภาคสนามนั้นครอบคลุมทุกสิ่งมีชีวิตในป่าชายเลน หรือสามารถใช้เป็นตัวแทนลักษณะสิ่งมีชีวิตของทั้งพื้นที่ศึกษาได้ โดยมีรูปแบบการเก็บข้อมูลภาคสนาม ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แบบฟอร์มการเก็บข้อมูลตัวอย่าง

แถว นอน	แถว ตั้ง	ไม้ใหญ่ (tree)		ลูกไม้ (sapling)	กล้าไม้ (seedling)	หมายเหตุ
		ลำดับ	ชนิด ขนาดเส้นผ่าน ศูนย์กลาง (ซม.)			

ไม้ใหญ่ (tree) หมายถึง ไม้ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 4 เซนติเมตร

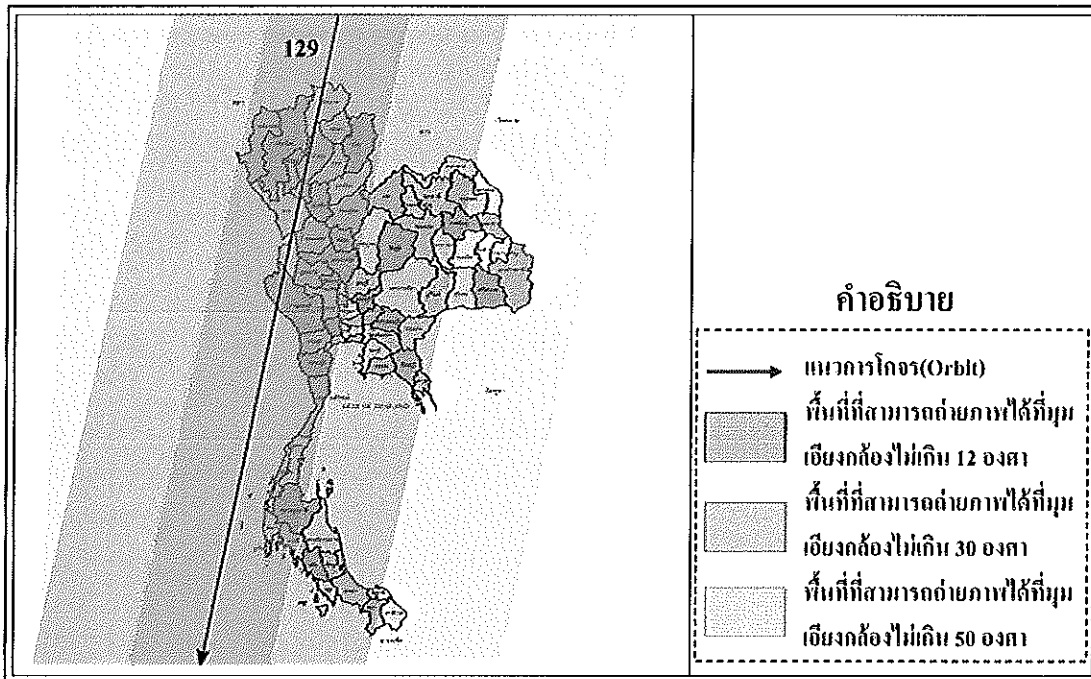
ลูกไม้ (sapling) หมายถึง ไม้ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 4 เซนติเมตร และมีความสูงมากกว่า 1 เมตร

กล้าไม้ (seedling) หมายถึง ไม้ที่มีความสูงต่ำกว่า 1 เมตร

3.2 การประมวลผลข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมเบื้องต้น

3.2.1 ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม

องค์ประกอบข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม THEOS ที่จะนำมาใช้ในการทดลองและช่วงเวลาในการโคจรผ่านบริเวณพื้นที่ศึกษาที่เหมาะสมดังแสดง ในรูปที่ 3.5 ซึ่งเป็นพื้นที่ที่สามารถถ่ายภาพได้ที่มุมเอียงกล้องไม่เกิน 12 องศา



รูปที่ 3.5 วงโคจรที่ผ่านพื้นที่ศึกษา วันที่ 27 พฤศจิกายน 2552 ณ วงโคจร หมายเลข 129 (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ(องค์การมหาชน), 2552c)

เนื่องจากผลิตภัณฑ์ข้อมูลจากดาวเทียม THEOS มี 2 ระดับการปรับแก้ ได้แก่ 1.ระดับการปรับแก้โดยระบบ (1A) และ 2.ระดับการปรับแก้เชิงภูมิศาสตร์ (2A)

ภาพระดับ 1A นั้นจะได้รับการปรับแก้เชิงคลื่นด้วยการปรับระดับการตอบสนองสัมพัทธ์ของตัวตรวจจับ (Detector relative response equalization) และการกำจัดความคลาดเคลื่อนเชิงคลื่นช่วงคลื่น Panchromatic และช่วงคลื่น B3 ของระบบ Multispectral จะถูกใช้เป็น “ช่วงคลื่นอ้างอิง” ส่วนช่วงคลื่น 3 ช่วงคลื่นที่เหลือจะได้รับการขยับ (Shifted) เพื่อทดแทนการเยื้องกันของข้อมูลในแต่ละช่วงคลื่น ในระดับนี้จะไม่ได้รับการปรับแก้เชิงเรขาคณิต

ภาพระดับ 2A จะได้รับการปรับแก้เชิงคลื่นเหมือนกับระดับ 1A นอกจากนี้ยังได้รับการปรับแก้ความผิดพลาดเชิงเรขาคณิตของแต่ละช่วงคลื่น (Registered) และการปรับแก้ความบิดเบือนเชิงภูมิศาสตร์

ดังนั้นในงานวิจัยนี้ จะเลือกใช้ข้อมูลภาพระดับ 1A เพราะเป็นภาพต้นฉบับ ที่ได้จากข้อมูลดาวเทียมโดยตรง หลังจากนั้นจะทำการปรับแก้ภาพเบื้องต้นด้วยการระบุนขอบเขตพื้นที่ศึกษา การปรับแก้เชิงคลื่น และการปรับแก้เชิงเรขาคณิตด้วยจุดควบคุมภาคพื้นดิน (Ground Control Points : GCPs) ให้พร้อมที่จะนำไปเข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์ผลข้อมูล

3.2.2 การเตรียมข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมเบื้องต้น (Pre-Processing)

การเตรียมข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมเบื้องต้นเป็นกระบวนการแก้ไขความคลาดเคลื่อนและความคิดเพี้ยนของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ทำให้ได้ข้อมูลที่มีความถูกต้องทั้งเชิงคลื่นและเชิงเรขาคณิต โดยมีขั้นตอนการปรับแก้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ดังนี้

3.2.2.1 การแปลงค่า Digital Number ให้เป็น Radiance

การปรับแก้เชิงคลื่นเป็นการปรับแก้ลักษณะของสัญญาณที่ดาวเทียมบันทึกได้ ซึ่งอาจมีความคลาดเคลื่อนหรือคิดเพี้ยนไปอันเนื่องมาจากมุมของดวงอาทิตย์ มุมของเครื่องตรวจจับ และอิทธิพลของชั้นบรรยากาศ เป็นต้น ดังนั้นการปรับแก้เชิงคลื่นสามารถปรับให้ข้อมูลดาวเทียม ณ พื้นที่เดียวกัน ที่บันทึกต่างช่วงเวลาขึ้น ให้อยู่บนมาตรฐานเดียวกัน โดยใช้สมการการปรับแก้จาก Digital Number เป็นค่าพลังงานที่อุปกรณ์รับสัญญาณของดาวเทียมสามารถบันทึกได้ ดังสมการที่ 1

$$L_{\lambda} = \frac{DN}{Gain} + Bias \quad (1)$$

โดย L_{λ} = Radiance for spectral band λ at the sensor's aperture ($W/m^2/\mu m/sr$)

DN = Digital Number [0-255]

Gain = Absolute calibration gain, for spectral band λ

Bias = Absolute calibration bias, for spectral band λ

3.2.2.2 การปรับแก้ผลของชั้นบรรยากาศ (Atmospheric Correction) และการคำนวณค่า

การสะท้อน (Reflectance)

เมื่อได้ L_{λ} หรือค่าพลังงานที่อุปกรณ์รับสัญญาณของดาวเทียมสามารถบันทึกได้ สำหรับช่วงคลื่น λ ซึ่งจำเป็นต้องแปลงเป็นค่าการสะท้อนของพลังงานจากวัตถุบนพื้นผิวโลก (Reflectance) พร้อมทั้งปรับแก้ผลกระทบจากชั้นบรรยากาศด้วยวิธี Dark Object Subtraction (DOS) (Richards and Jia, 2006) ดังสมการที่ 2

$$\rho_{\lambda} = \frac{\pi \times (L_{\lambda} - I_{\text{deep water}}) \times d^2}{E_{\text{sun}_{\lambda}} \times \sin \theta} \quad (2)$$

โดย ρ_{λ} = Reflectance [0-1]

$L_{\text{deep water}}$ = Radiance of deep water or shadow area for spectral band λ at the sensor's aperture
($\text{W/m}^2/\mu\text{m/sr}$)

d = Earth-Sun Distance in Astronomical Unit หรือสามารถคำนวณได้จากสูตร
($1 - 0.01672 \times \cos((0.9856 \times (\text{DOY}-4)) \times \text{pi}/180)$) * DOY = Day of Years

θ = Sun Elevation Angle (degree)

$E_{\text{sun } \lambda}$ = Mean solar Exoatmospheric irradiances ($\text{W/m}^2/\mu\text{m}$)

ซึ่ง $E_{\text{sun } \lambda}$ สามารถคำนวณได้ ดังสมการที่ 3

$$E_{\text{sun } \lambda} = \frac{\int (\text{RSR}_{\lambda} \times \text{SolarIrradiance}) d\lambda}{\int \text{RSR}_{\lambda} d\lambda} \quad (3)$$

โดย RSR = Relative Spectral Response of λ bands

SolarIrradiance = Solar Irradiance of λ bands

3.2.2.3 การปรับแก้เชิงเรขาคณิต (Geometric Correction)

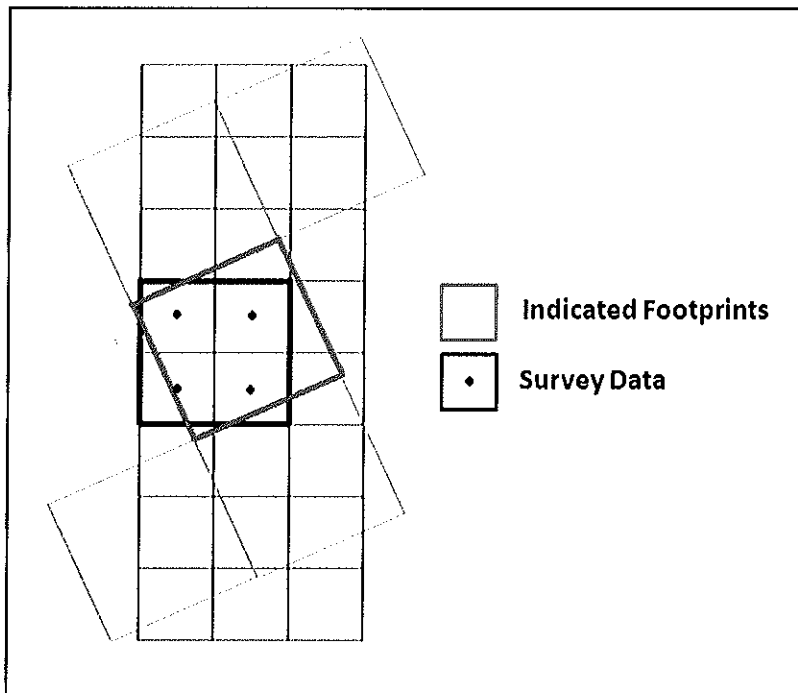
การปรับแก้เชิงเรขาคณิตเป็นการปรับพิกัดของภาพให้มีความถูกต้องทางตำแหน่งบนพื้นผิวโลก โดยอาศัยสมการ โพลีโนเมียล (polynomial function) ในการปรับแก้ ซึ่งได้นำจุด GCPs จากภาพถ่ายออร์โธรีซิเชิงเลข มาตรฐาน 1:4000 ของกรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ มาใช้ในการอ้างอิงเพื่อปรับแก้พิกัดภูมิศาสตร์ของพื้นที่ศึกษา ให้มีความถูกต้องทางตำแหน่งมากที่สุด

3.3 การเตรียมข้อมูลสำหรับพัฒนาอัลกอริทึม

สำหรับงานวิจัยนี้ได้มีการเก็บข้อมูลภาคสนามในพื้นที่ศึกษาจริง แต่เนื่องจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ผ่านกระบวนการประมวลผลข้อมูลเบื้องต้นเรียบร้อยแล้วยังไม่สามารถระบุตำแหน่งของวัตถุหรือข้อมูลภาคสนาม ให้ตรงกับตำแหน่ง footprint ในภาพถ่ายดาวเทียมได้ เพื่อใช้ในการระบุ zone ของพื้นที่ไม้ป่าชายเลน สำหรับทุก footprint ที่มีตำแหน่งตรงกับข้อมูลภาคสนามที่ได้สำรวจมา และใช้เป็น input สำหรับการพัฒนาอัลกอริทึมต่อไป โดยมีขั้นตอนดังนี้

3.3.1 การซ้อนทับระหว่างข้อมูลภาคสนามกับภาพถ่ายดาวเทียม

เนื่องจากเราสามารถคำนวณและระบุตำแหน่งจุดศูนย์กลางของ plot สํารวจภาคสนามได้ ทุก plot จากข้อมูลตำแหน่ง plot ที่ได้จากการเก็บข้อมูลจริง จึงสามารถซ้อนทับบนภาพถ่ายดาวเทียมที่มีพิกัดถูกต้องตามระบบภูมิศาสตร์แล้ว โดยให้ยึดหลักเกณฑ์ที่ว่าหากจุดศูนย์กลางของ plot ตกอยู่ใน footprint ใด ให้ถือว่ามิตำแหน่งตรงกับ footprint นั้น ดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 การ Matching ระหว่างข้อมูลภาคสนามและข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม

3.3.2 การเลือกเฉพาะตำแหน่ง footprint ที่มีการเก็บข้อมูลภาคสนาม

จากการซ้อนทับระหว่างข้อมูลภาคสนามกับภาพถ่ายดาวเทียม ทำให้เราสามารถระบุตำแหน่ง plot ที่ตรงกับตำแหน่ง footprint ในภาพถ่ายดาวเทียมได้ แต่เนื่องจากแต่ละ footprint อาจมีจำนวน plot ที่มีตำแหน่งตรงกับ footprint ไม่เท่ากัน จึงกำหนดให้ footprint ที่มีจำนวน plot ตั้งแต่ 4 plots ขึ้นไปที่มีตำแหน่งตรงกัน เป็น footprint ที่สามารถระบุข้อมูลภาคสนามได้อย่างชัดเจน

3.3.3 การวิเคราะห์ zone ณ ตำแหน่ง footprint ที่มีการเก็บข้อมูลภาคสนาม

การศึกษาลักษณะโครงสร้างป่าชายเลนตามลักษณะการขึ้นอยู่ของพันธุ์ไม้เด่น จำเป็นที่จะต้องนำปัจจัยที่เรียกว่า ค่าดัชนีความสำคัญ (Importance Value Index: IVI) หรือค่าที่แสดงถึงความสำเร็จทางนิเวศวิทยาของพืชชนิดใดชนิดหนึ่งในการครอบครองพื้นที่นั้น ๆ มาใช้ในการแบ่ง zone การขึ้นอยู่ของพันธุ์ไม้เด่น โดยสามารถคำนวณได้จากผลรวมของสมการที่ 4, 5 และ 6 ซึ่ง

ค่า IVI เป็นผลรวมจาก ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (Relative Density) ความถี่สัมพัทธ์ (Relative Frequency) และความเด่นสัมพัทธ์ (Relative Dominance) ซึ่งใช้ข้อมูลไม้ใหญ่จากการเก็บข้อมูลภาคสนามในการคำนวณ

โดย

$$\text{ความหนาแน่นสัมพัทธ์(\%)} = \frac{\text{จำนวนต้น ไม้ชนิดนั้น} * 100}{\text{จำนวนต้นของไม้ทุกชนิด}} \quad (4)$$

$$\text{ความถี่สัมพัทธ์(\%)} = \frac{\text{ค่าความถี่ของ ไม้ชนิดนั้น} * 100}{\text{ผลรวมของค่าความถี่ของ ไม้ทุกชนิด}} \quad (5)$$

$$\text{ความเด่นสัมพัทธ์(\%)} = \frac{\text{ผลรวมของพื้นที่หน้าตัดของ ไม้ชนิดนั้น} * 100}{\text{ผลรวมของพื้นที่หน้าตัดของ ไม้ทุกชนิด}} \quad (6)$$

ค่าตัวแปรทั้งหมดสามารถคำนวณได้จากข้อมูลภาคสนามที่มีตำแหน่งตรงกันในแต่ละ footprint ที่สามารถระบุข้อมูลภาคสนามได้อย่างชัดเจน ซึ่งค่าดัชนีความสำคัญของพันธุ์ไม้ชนิดหนึ่ง ๆ มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 300 เปอร์เซนต์

ดังนั้นแต่ละ footprint หากพันธุ์ไม้ใดที่มีค่าดัชนีความสำคัญสูงสุด แสดงว่าพันธุ์ไม้ชนิดนั้นเป็นพันธุ์ไม้เด่นใน footprint นั้น ๆ และได้ระบุ zone ของพันธุ์ไม้เด่น ในแต่ละ footprint ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 เขตการขึ้นอยู่ของพันธุ์ไม้เด่น

พันธุ์ไม้เด่นในแต่ละ footprint	เขตของพันธุ์ไม้
แสมทะเล	Pioneer
ลำพูทะเล	Pioneer
โกงกางใบเล็ก	Rhizophora
โกงกางใบใหญ่	Rhizophora
พังกาหัวสุม	Mixed
ถั่วขาว	Mixed
ถั่วดำ	Mixed

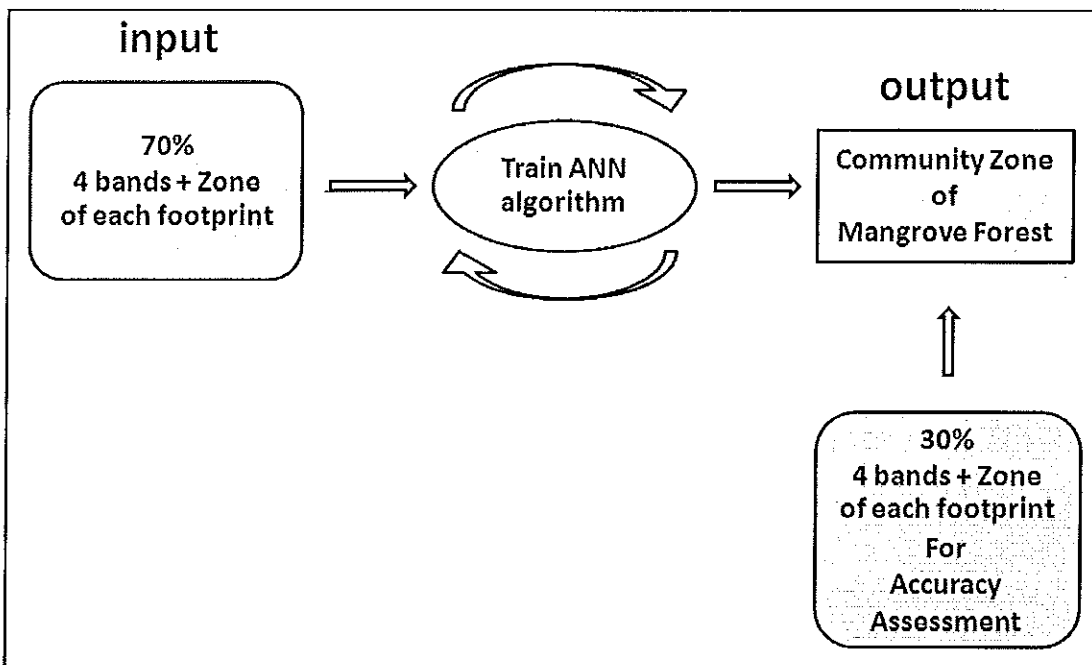
ในขั้นตอนนี้ ทำให้ทราบได้ว่า แต่ละ footprint มีพันธุ์ไม้อะไรเป็นพันธุ์ไม้เด่นและเป็น zone อะไร ซึ่งสามารถใช้ข้อมูลเหล่านี้ในการพัฒนาและตรวจสอบความถูกต้องของอัลกอริทึมต่อไป

3.3.4 การแบ่งข้อมูลสำหรับการพัฒนาอัลกอริทึมและตรวจสอบความถูกต้อง

เพื่อความถูกต้องในการพัฒนาและตรวจสอบความถูกต้องของอัลกอริทึมนั้น จึงได้แบ่งข้อมูลโดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบชั้นภูมิ (Stratified Random Sampling) ออกเป็น 2 ชุด คือ ชุดสำหรับการฝึก Neural Network หรือ 70% จากการสุ่มข้อมูล จะใช้เป็น input ในการพัฒนาอัลกอริทึม และชุดสำหรับการประเมินผลความถูกต้อง หรือ 30% ที่เหลือจากการสุ่ม จะใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องของอัลกอริทึม และในการทดลองจะทำการเลือกบริเวณพื้นที่ที่เป็นพื้นน้ำทั่วบริเวณพื้นที่ศึกษามาเป็น input สำหรับอัลกอริทึมด้วย เพื่อใช้ในการแยกแยะระหว่างผืนป่าชายเลนและน้ำทะเล โดยการแยกข้อมูลออกเป็น 2 ชุด เช่นเดียวกัน

3.4 การพัฒนาและการตรวจสอบความถูกต้องของอัลกอริทึม

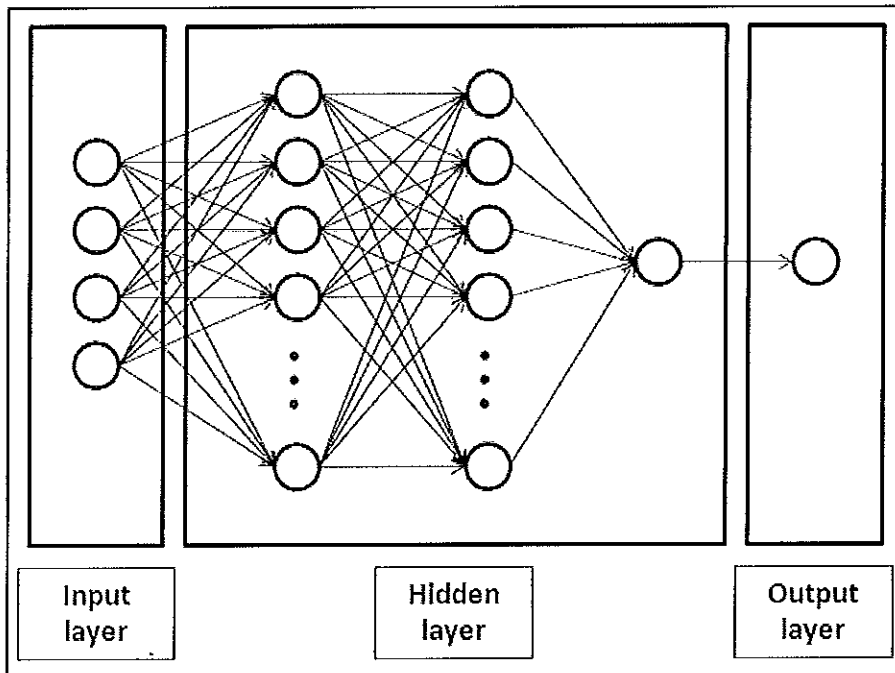
กระบวนการพัฒนาอัลกอริทึมเริ่มจากการนำ 70% จากการสุ่มข้อมูล โดยนำค่าการสะท้อนแสงของพืช (Reflectance) ของแต่ละ footprint ทั้ง 4 ช่วงความถี่ หรือระบุ zone ของ footprint นั้น ๆ มาเป็น input สำหรับ train อัลกอริทึมโดยใช้ ANN Method และสำหรับ 30% ที่เหลือจะใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องของ output ที่อยู่ในรูปของระบบการคิดและวิเคราะห์ข้อมูลแบบ ANN Classification ดังแสดง ในรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 ภาพรวมการทำงานของ algorithm

3.4.1 การออกแบบอัลกอริทึม

ในส่วนของอัลกอริทึมนั้น ได้นำ ANN Method มาใช้ในการแยกแยะรูปแบบของลักษณะสัญญาณทั้ง 4 bands ของแต่ละ footprint ที่มี zone แตกต่างกันออกจากกัน ทำให้ระบบรู้จักการเรียนรู้ที่จะสามารถแยกแยะ zone ของแต่ละ footprint ได้ และได้ประยุกต์ใช้รูปแบบเครือข่ายไปข้างหน้า (Feed-Forward Neural Network) ประเภทเพอร์เซ็ปตรอนแบบหลายชั้น (Multi-Layer Perceptron) ซึ่งมีลักษณะการเชื่อมต่อแบบทิศทางเดียวจาก input ไปยัง output โดยไม่มีการย้อนกลับ ดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 โครงสร้างระบบการทำงานแบบ Feed-Forward Neural Network

โครงสร้างการทำงานแบ่งออกเป็น 3 layers คือ 1. input layer มีจำนวน 4 nodes สำหรับ 4 bands ของภาพถ่ายดาวเทียม 2. hidden layer จะมีทั้งหมด 2 ชั้นแต่ละชั้นใช้จำนวน node ต่างกัน เพื่อเลือกรูปแบบของจำนวน node ในแต่ละชั้นที่สามารถให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด ในหลาย ๆ รูปแบบ พร้อมทั้งกำหนด transfer function ของทั้งสอง hidden layer เป็นแบบ tangential sigmoid เพื่อเลือกรูปแบบที่เหมาะสมทั้งในด้านของระยะเวลาการทำงานของระบบและค่าตอบที่มีความถูกต้องมากที่สุด และ 3. output layer มีจำนวน 1 node และมี transfer function แบบ linear

บทที่ 4

ผลและบทวิจารณ์ผลการวิจัย

4.1 ผลการสำรวจภาคสนาม

ตัวอย่างผลการเก็บข้อมูลภาคสนาม 1 แนว จากการเก็บข้อมูลจริงภาคสนามทั้งหมด 3 แนว โดยข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณพันธุ์ไม้เด่น ได้แสดงตัวอย่าง ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ตัวอย่างผลการเก็บข้อมูลภาคสนาม 1 แนว จำนวน 4 แถวนอน

แถวนอน	แถวตั้ง	ลำดับ	ชนิด	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (ซม.)
1	1			
	2			
	3			
2	3			
	2			
	1			
3	1	1	โกกงางใบเล็ก	7.1
		2	โกกงางใบเล็ก	4.8
	2	1	แสมทะเล	11.0
		2	โกกงางใบเล็ก	5.1
	3	3	โกกงางใบใหญ่	4.0
		4	โกกงางใบเล็ก	9.0
		5	โกกงางใบเล็ก	4.8
		6	โกกงางใบเล็ก	5.2
		7	โกกงางใบเล็ก	20.2
8	8	โกกงางใบเล็ก	8.4	
	9	โกกงางใบเล็ก	6.0	

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

แถวนอน	แถวตั้ง	ลำดับ	ชนิด	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (ซม.)
		10	โคงกางใบเล็ก	4.6
		11	โคงกางใบเล็ก	3.9
		12	โคงกางใบเล็ก	7.4
		13	แสมทะเล	23.7
	3	1	โคงกางใบเล็ก	4.3
		2	โคงกางใบเล็ก	5.2
		3	โคงกางใบเล็ก	6.7
		4	โคงกางใบเล็ก	4.8
		5	โคงกางใบเล็ก	6.5
		6	โคงกางใบเล็ก	4.3
		7	โคงกางใบเล็ก	4.6
		8	โคงกางใบเล็ก	4.6
		9	โคงกางใบเล็ก	12.3
		10	โคงกางใบเล็ก	4.3
4	3	1	โคงกางใบใหญ่	6.2
		2	โคงกางใบใหญ่	4.6
		3	โคงกางใบเล็ก	6.1
		4	โคงกางใบเล็ก	4.5
		5	โคงกางใบเล็ก	5.3
	2	1	โคงกางใบเล็ก	6.4
		2	โคงกางใบเล็ก	6.1
		3	โคงกางใบใหญ่	5.8
		4	โคงกางใบเล็ก	6.5
		5	โคงกางใบเล็ก	4.6
		6	โคงกางใบเล็ก	5.1
		7	โคงกางใบเล็ก	5.1
		8	โคงกางใบเล็ก	4.2

สำหรับข้อมูลตัวอย่างการเก็บพิกัดของแต่ละ plot ได้แสดง ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ตัวอย่างข้อมูลพิกัดของแต่ละ plot

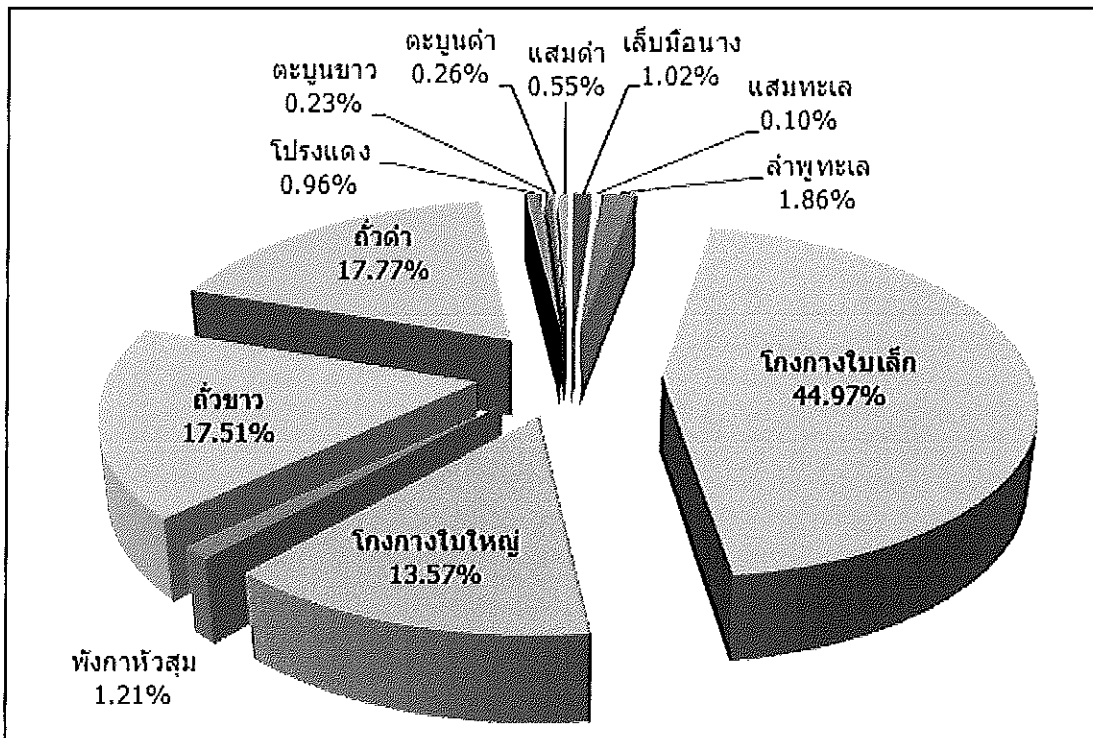
plot	UTM X	UTM Y
1101	449323.6	1092599.8
1102	449329.7	1092596.3
1103	449335.8	1092592.8
1104	449341.8	1092589.3

การอ้างอิงแต่ละ plot สามารถใช้ตัวเลขในการบอกตำแหน่งได้ เช่น plot ที่ 1104 1 ตัวแรกหมายถึงข้อมูลภาคสนามของแนวที่ 1 (มีทั้งหมด 3 แนว) ส่วน 1 ตัวที่ 2 หมายถึงแถวตั้งที่ 1 (มีทั้งหมด 3 แถวตั้ง) และ 04 หมายถึงแถวนอนที่ 04 (มีทั้งหมด 72 แถวนอน) ซึ่งสามารถใช้อ้างอิงกับข้อมูลภาคสนามได้

จากการวิเคราะห์ข้อมูลภาคสนามจำนวน 648 plots เบื้องต้นพบว่าไม้ใหญ่ในพื้นที่ศึกษาจำนวน 12 ชนิดซึ่งได้แสดง ชนิดพันธุ์ไม้ จำนวนที่พบทั้งหมด ความหนาแน่น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง และความสูงเฉลี่ยของพันธุ์ไม้ป่าชายเลนในแปลงสำรวจของพันธุ์ไม้ทั้ง 12 ชนิดไว้ดังตารางที่ 4.3 พร้อมทั้งได้แสดงเปอร์เซ็นต์ของ ไม้ใหญ่แต่ละชนิดในการสำรวจภาคสนามไว้ ดังรูปที่ 4.1

ตารางที่ 4.3 ชนิดพันธุ์ไม้ จำนวนที่พบทั้งหมด ความหนาแน่น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง และความสูงเฉลี่ยของพันธุ์ไม้ป่าชายเลนในแปลงสำรวจ

ชนิดพันธุ์ไม้	จำนวนที่พบทั้งหมด (ต้น)	ความหนาแน่น (ต้นต่อไร่)	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย (ซม.)	ความสูงเฉลี่ย (ม.)
เถาไม้หนาม	72	3.63	7.53	2.70
แสมทะเล	7	0.35	15.56	10.14
ลำพูทะเล	131	6.60	16.18	6.97
โกงกางใบเล็ก	3169	159.69	11.66	15.18
โกงกางใบใหญ่	956	48.17	9.43	12.64
โกงกางหัวสุม	85	4.28	10.15	10.64
ถั่วขาว	1234	62.18	7.84	10.85
ถั่วดำ	1252	63.09	8.62	13.95
โปรงแดง	68	3.43	7.44	9.14
ตะบูนขาว	16	0.81	15.91	13.00
ตะบูนดำ	18	0.91	24.01	11.84
แสมดำ	39	1.97	17.74	14.82
รวม	7047			



รูปที่ 4.1 เปอร์เซนต์ของไม้ใหญ่แต่ละชนิดจากการสำรวจภาคสนาม

4.2 ผลการประมวลผลข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมเบื้องต้น

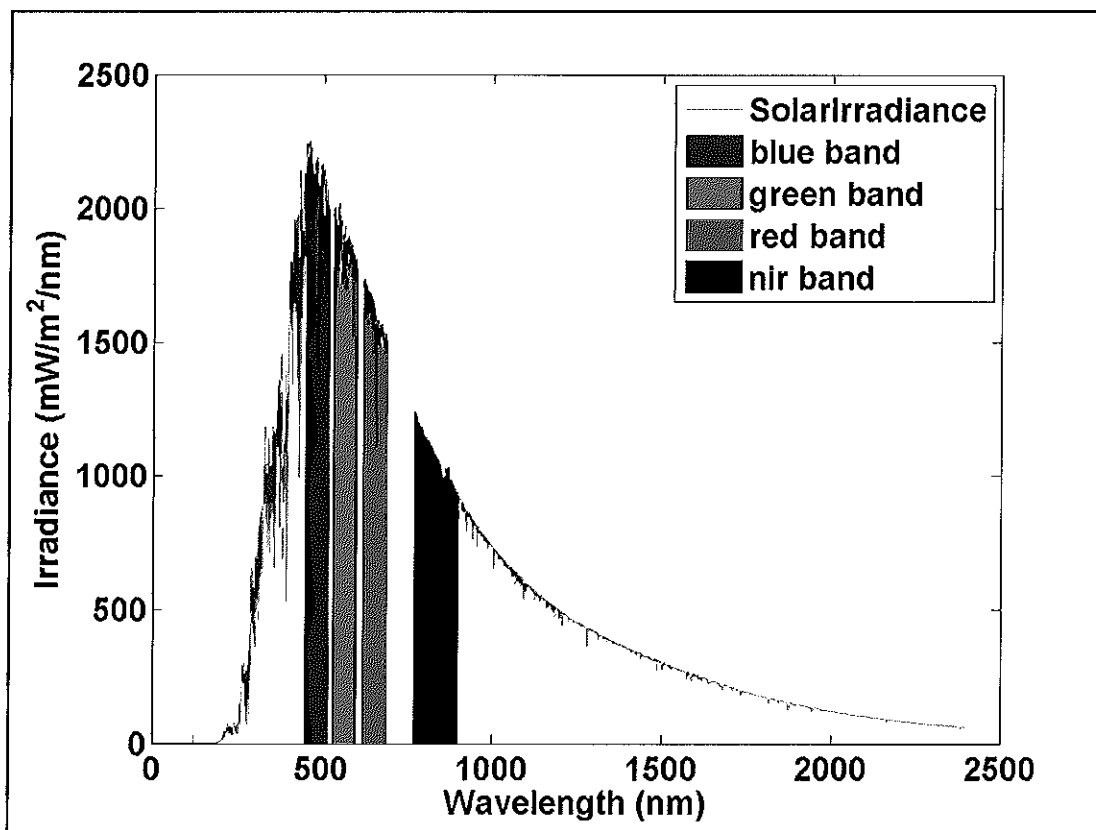
จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมสามารถปรับแก้เชิงคลื่น โดยแปลงจากค่า Digital Number เป็น Radiance หรือค่าพลังงานที่อุปกรณ์รับสัญญาณของดาวเทียมสามารถบันทึกได้ ด้วยค่า Gain และ Bias ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ค่า Gain และ Bias ของภาพถ่ายดาวเทียม

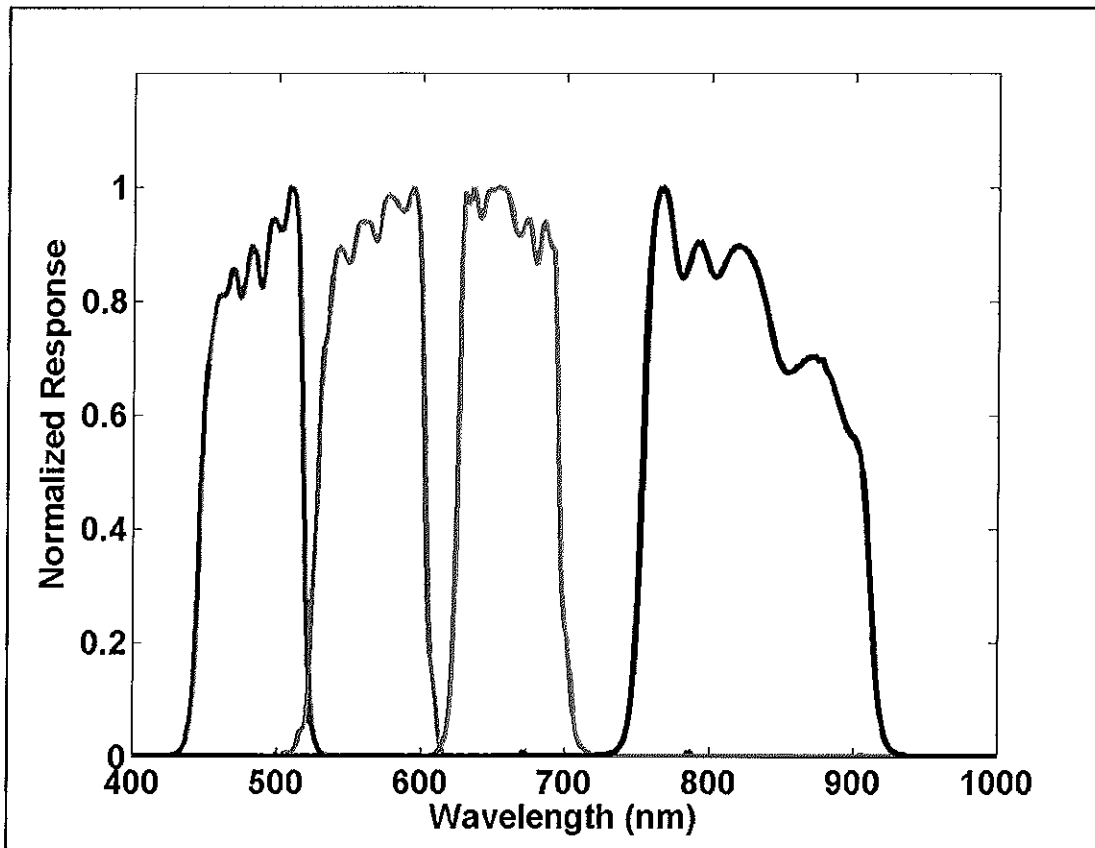
	Band 1	Band 2	Band 3	Band 4
Gain	2.07681	2.12232	1.71019	1.67119
Bias	0	0	0	0

สำหรับขั้นตอนการแปลงค่า Radiance เป็น Reflectance นั้น สามารถคำนวณได้โดยใช้ค่า Earth-Sun Distance, Sun Elevation และ Esun ดังนี้

เนื่องจากดาวเทียมได้โคจรและถ่ายภาพ ณ วันที่ 27 เดือน 11 ปี 2552 ซึ่งตรงกับวันที่ 331 ของปี ทำให้สามารถคำนวณค่า Earth-Sun Distance หรือ d ได้เท่ากับ 0.9867 ใน Astronomical Unit และมีค่า Sun Elevation เท่ากับ 51.703115 องศา สำหรับค่า E_{sun} สามารถคำนวณได้จากสมการโดยใช้ข้อมูล Solar Irradiance (Thuillier et al., 2004) และ RSR ของสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) ซึ่งได้แสดง ดังรูปที่ 4.2 และ 4.3 ตามลำดับ และผลการคำนวณได้แสดง ดังตารางที่ 4.5



รูปที่ 4.2 ค่า Solar Irradiance ของ Synthetic Spectrum

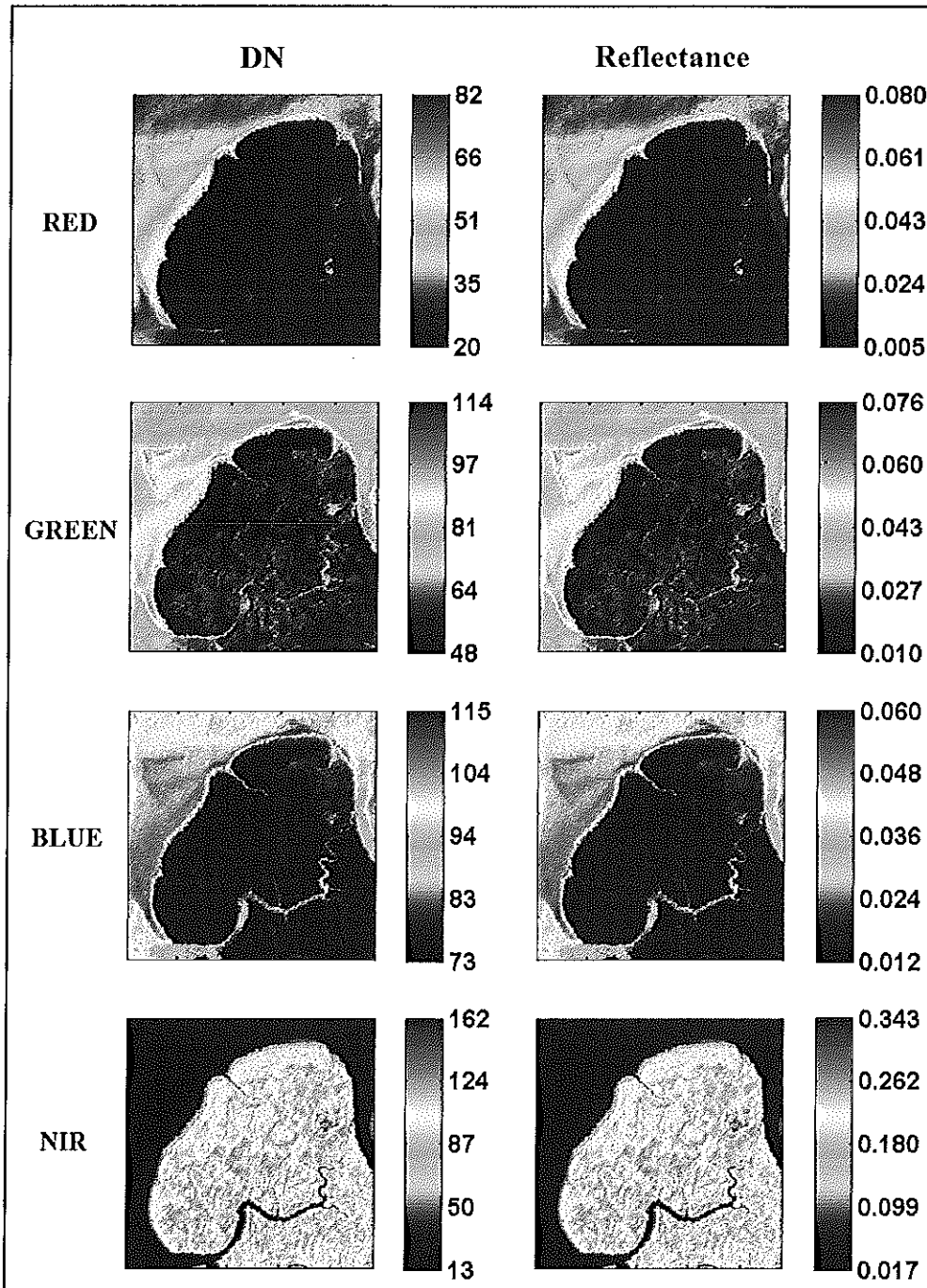


รูปที่ 4.3 ค่า Relative Spectral Response ของ THEOS Multispectral Normalized Spectral

ตารางที่ 4.5 ค่า Mean Solar Exoatmospheric Irradiances ของแต่ละช่องสัญญาณ

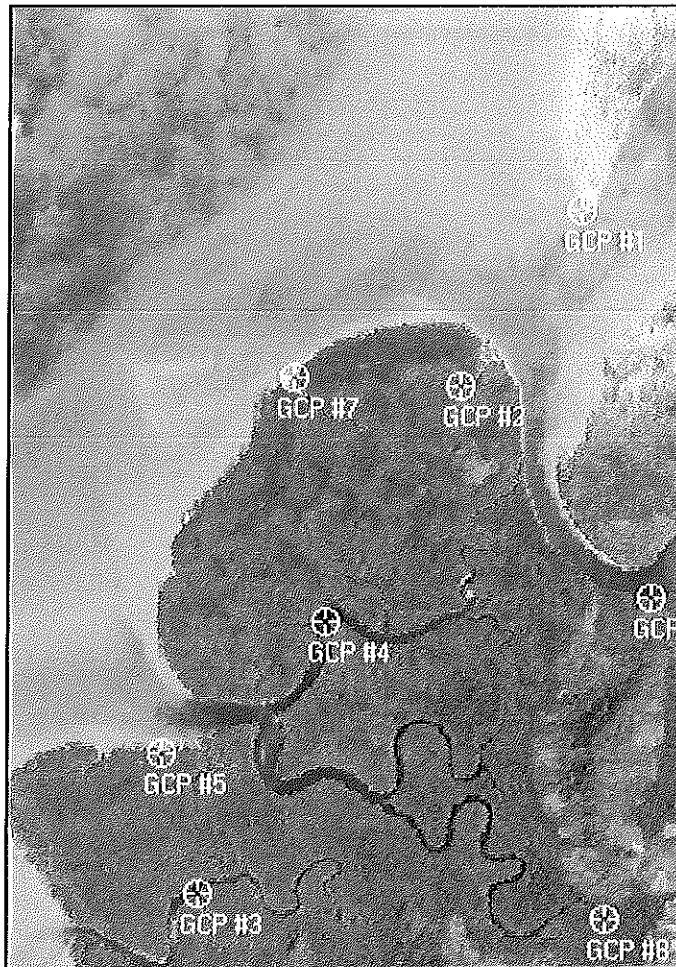
	Band 1	Band 2	Band 3	Band 4
$E_{sun} (W/m^2/\mu m)$	2005.8253	1848.6538	1566.4886	1064.7254

ผลการปรับแก้เชิงคลื่น โดยผ่านสมการการแปลงจากภาพ DN เป็น Radiance เป็น Reflectance ตามลำดับ เนื่องจาก ณ เวลาที่ดาวเทียมโคจรผ่านและถ่ายภาพบริเวณพื้นที่ศึกษา มีสภาพอากาศค่อนข้างปลอดโปร่ง ไม่มีเมฆปกคลุม ทำให้ได้ภาพที่สามารถมองเห็นวัตถุบนพื้นดินได้อย่างชัดเจนทั้งก่อนและหลังการปรับแก้ แต่สามารถสังเกตการเปลี่ยนแปลงได้จาก scale ของข้อมูลภาพที่เปลี่ยนไปจาก ค่า DN ซึ่งมีช่วงของข้อมูลระหว่าง 0-255 เป็นค่า Reflectance ที่มีช่วงของข้อมูลระหว่าง 0-1 สามารถแสดงได้ ดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 รูป DN (ซ้าย) และรูป Reflectance (ขวา) ของแต่ละช่วงคลื่น

สำหรับการปรับแก้เชิงเรขาคณิต ด้วยการใช้สมการ โพลีโนเมียล (Polynomial Function) อันดับ 1 ในการปรับแก้ โดยใช้จุด GCPs ทั้งหมด 8 จุดครอบคลุมบริเวณพื้นที่ศึกษา ดังรูปที่ 4.5 พบว่ามีค่า (Root Mean Square Error: RMS Error) เท่ากับ 0.2019 หรือมีความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเชิงตำแหน่งเท่ากับ 3 เมตร



รูปที่ 4.5 จุด GCPs จำนวน 8 จุด ในบริเวณพื้นที่ศึกษาใช้ในการปรับแก้เชิงเรขาคณิต

4.3 ข้อมูลที่ใช้สำหรับการพัฒนาอัลกอริทึม

4.3.1 ผลจากการซ้อนทับระหว่างข้อมูลภาคสนามและภาพถ่ายดาวเทียม

จากการซ้อนทับระหว่างข้อมูลภาคสนามกับข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ทำให้ได้ข้อมูลจำนวน plot ที่มีตำแหน่งตรงกับ footprint ในภาพ โดยแสดงตัวอย่าง plot ของข้อมูลภาคสนามที่ซ้อนทับ ในแต่ละ footprint ของดาวเทียมดังแสดงใน ตารางที่ 4.6 ซึ่งมีตัวอย่างค่า Reflectance ของแต่ละ footprint ที่ซ้อนทับกับ plot ข้อมูลภาคสนามดังแสดงใน ตารางที่ 4.7 โดยแสดงตัวอย่างข้อมูลตั้งแต่ footprint ที่มีข้อมูลซ้อนทับลำดับที่ 80 -110 ซึ่งมีข้อมูลทั้งหมด 213 ลำดับ หรือ 213 footprints ที่ตำแหน่งตรงกับข้อมูลภาคสนาม ซึ่งสามารถสรุปจำนวน footprint ที่มีจำนวน plot ข้อมูลภาคสนามซ้อนทับแตกต่างกัน ดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.6 ตัวอย่าง plot ของข้อมูลภาคสนามที่ซ้อนทับ ในแต่ละ footprint ของดาวเทียม

no	Survey Plot					
80	2209	2308	2309			
81	2310					
82	2109					
83	2110	2111	2112	2210		
84	2211	2212	2213	2311	2312	
85	2313	2314				
86	2113	2114				
87	2115	2214	2215	2216	2315	
88	2316	2317				
89	2116	2117				
90	2118	2119	2217	2218	2219	2318
91	2220	2319	2320			
92	2321					
93	2120					
94	2121	2122	2221			
95	2222	2223	2322	2323		
96	2324					
97	2123					
98	2124	2125	2224			
99	2126	2225	2226	2227	2325	2326
100	2327					
101	2127	2128				
102	2129	2228	2229	2230	2328	2329
103	2330	2331				
104	2130	2131				
105	2132	2231	2232			
106	2233	2332	2333	2334		
107	2133	2134				
108	2135	2136	2234	2235		
109	2236	2237	2335	2336	2337	
110	2338					

ตารางที่ 4.7 ตัวอย่างค่า Reflectance ของแต่ละ footprint ที่ซ้อนทับกับ plot ข้อมูลภาคสนาม

no	B1	B2	B3	B4
80	0.0288	0.0308	0.0318	0.1249
81	0.0168	0.0219	0.0227	0.1511
82	0.0228	0.0288	0.0284	0.1424
83	0.0180	0.0258	0.0239	0.1490
84	0.0156	0.0219	0.0193	0.1774
85	0.0108	0.0228	0.0193	0.2059
86	0.0132	0.0199	0.0182	0.2059
87	0.0132	0.0219	0.0205	0.2212
88	0.0120	0.0219	0.0205	0.2234
89	0.0132	0.0228	0.0193	0.2256
90	0.0132	0.0219	0.0205	0.2256
91	0.0108	0.0179	0.0182	0.1993
92	0.0108	0.0199	0.0170	0.2103
93	0.0132	0.0219	0.0205	0.2256
94	0.0108	0.0179	0.0182	0.1993
95	0.0108	0.0199	0.0170	0.2103
96	0.0108	0.0199	0.0170	0.2103
97	0.0108	0.0189	0.0170	0.2037
98	0.0108	0.0159	0.0170	0.2212
99	0.0108	0.0159	0.0170	0.2212
100	0.0096	0.0169	0.0170	0.2191
101	0.0108	0.0169	0.0159	0.2234
102	0.0096	0.0169	0.0148	0.2431
103	0.0108	0.0189	0.0159	0.2453
104	0.0120	0.0189	0.0170	0.2475
105	0.0096	0.0169	0.0182	0.2278
106	0.0096	0.0159	0.0159	0.2300
107	0.0108	0.0179	0.0182	0.2344
108	0.0108	0.0189	0.0182	0.2366
109	0.0108	0.0189	0.0170	0.2234
110	0.0096	0.0159	0.0170	0.2125

ตารางที่ 4.8 จำนวน footprint ที่มีจำนวน plot ข้อมูลภาคสนามซ้อนทับแตกต่างกัน

จำนวน plot ซ้อนทับ (plot)	จำนวน footprints (footprint)
1	33
2	59
3	27
4	66
5	18
6	9
7	0
8	1
รวม	213

ดังนั้นมีจำนวน footprint ที่สามารถระบุข้อมูลภาคสนามได้อย่างชัดเจน หรือ มีจำนวน plot ข้อมูลภาคสนาม ตั้งแต่ 4 plots ขึ้นไปที่มีตำแหน่งตรงกัน ทั้งหมด 94 footprints

4.3.2 ผลการวิเคราะห์ zone ของ footprint

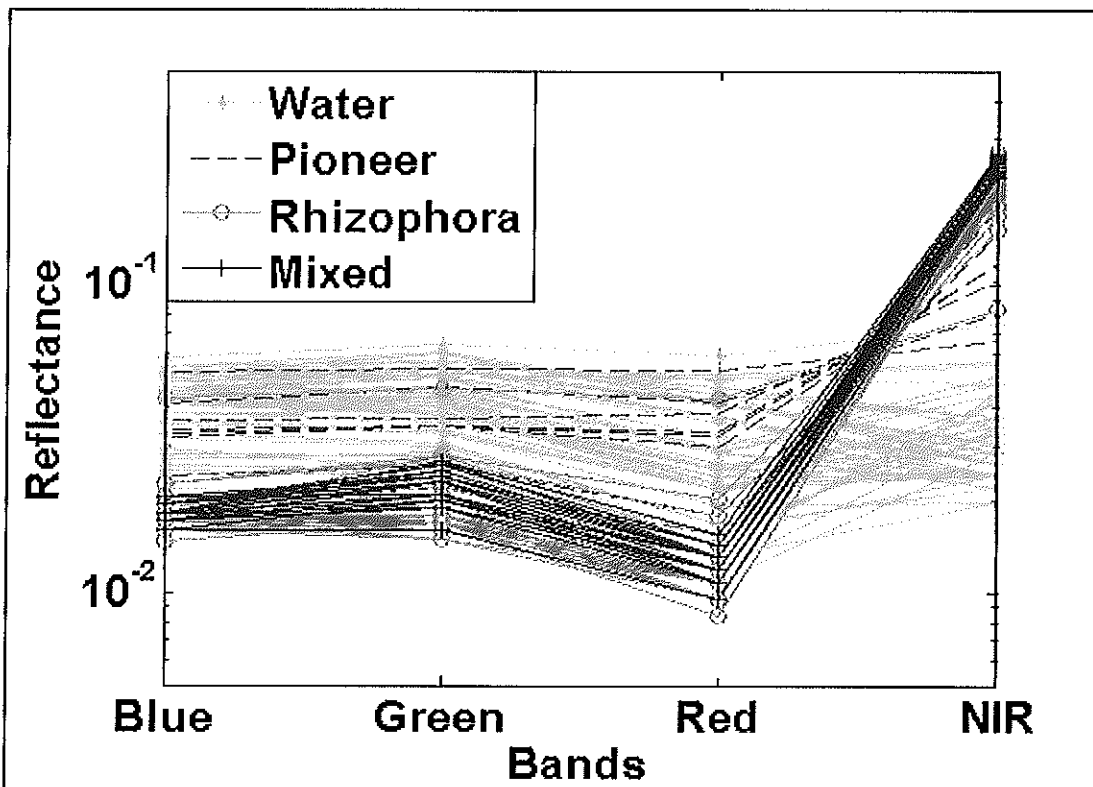
จากการวิเคราะห์ zone ของ footprint ที่สามารถระบุข้อมูลภาคสนามได้อย่างชัดเจน จำนวน 94 footprints โดยการคำนวณค่าดัชนีความสำคัญของแต่ละ footprint และได้แสดงตัวอย่างการคำนวณค่าดัชนีความสำคัญ ของ footprint ลำดับที่ 167 ดังตารางที่ 4.9 ซึ่งมีตำแหน่งตรงกับ plot ข้อมูลภาคสนาม plot ที่ 3117, 3118, 3217 และ 3218 จำนวน 4 plots

ตารางที่ 4.9 ตัวอย่างการคำนวณค่าดัชนีความสำคัญ ของ footprint ลำดับที่ 167

ชนิดพันธุ์ไม้	จำนวน (ต้น)	จำนวนแปลงที่พบ ใน 4 แปลง	จำนวนแปลงที่พบ / 4 (จำนวนแปลง ที่พบทั้งหมด)	ผลรวม พื้นที่หน้าตัดของ ไม้ชนิดนั้น	ความหนาแน่น สัมพัทธ์ (%)	ความถี่ สัมพัทธ์ (%)	ความเด่น สัมพัทธ์ (%)	IVI
ถั่วขาว	8	4	1.00	395.26	12.50	26.67	10.46	49.63
ถั่วดำ	7	3	0.75	352.23	10.94	20.00	9.32	40.26
โกงกางใบใหญ่	35	4	1.00	2275.15	54.69	26.67	60.20	141.55
โกงกางใบเล็ก	12	2	0.50	717.93	18.75	13.33	19.00	51.08
โปรงแดง	1	1	0.25	18.14	1.56	6.67	0.48	8.71
ตะมูนขาว	1	1	0.25	20.62	1.56	6.67	0.55	8.77
รวม	64		3.75	3779.33				300.00

ตำแหน่ง footprint นี้ เป็น Rhizophora Zone เนื่องจากต้นโกงกางใบใหญ่มีค่าดัชนีความสำคัญหรือ IVI มากที่สุด ฉะนั้นจากการวิเคราะห์ zone ทั้ง 94 footprints พบว่ามี Pioneer Zone จำนวน 9 footprints, Rhizophora Zone จำนวน 61 footprints, Mixed Zone จำนวน 23 footprints และมี 1 footprint ที่เป็นพื้นน้ำ จากข้อมูลดังกล่าวจึงได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนโดยการสุ่ม 70% ของแต่ละ zone สำหรับเป็น input ในการพัฒนาอัลกอริทึม และ 30% ที่เหลือของแต่ละ zone จะใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องต่อไป

สำหรับ input ที่เป็นพื้นน้ำ ได้สุ่มจากภาพบริเวณรอบๆพื้นที่ศึกษา จำนวน 45 footprints ซึ่งได้แบ่งเป็น 2 ส่วนเช่นเดียวกัน และได้แสดงค่า Reflectance ของแต่ละ Zone ดังแสดง ในรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 ค่า Reflectance ของแต่ละ zone

จากการวิเคราะห์ค่า Reflectance ของแต่ละ zone พบว่าไม่สามารถจำแนกป่าชายเลนได้มากกว่า 3 zone และไม่สามารถจำแนกได้ถึงชนิดของพันธุ์ไม้ เนื่องจากสามารถแยกแยะความแตกต่างของค่า Reflectance ในทุกช่วงคลื่นได้เพียง 3 กลุ่มเท่านั้น โดยเฉพาะช่วงคลื่น NIR ที่สามารถสังเกตความแตกต่างได้อย่างชัดเจน

4.4 ผลของอัลกอริทึม

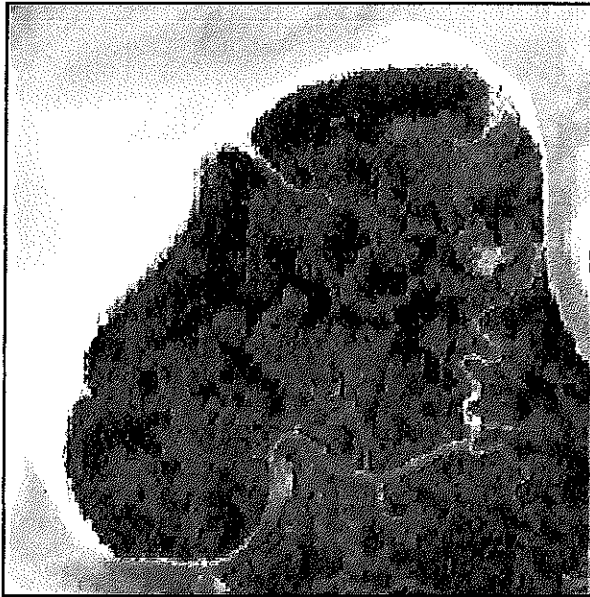
จากการนำเข้าข้อมูลโดยการนำ 70% ของแต่ละ Zone เพื่อประมวลผลอัลกอริทึมที่ได้ออกแบบไว้ และนำ 30% ที่เหลือของแต่ละ Zone มาใช้ในการตรวจความถูกต้อง ผลการศึกษาพบว่า อัลกอริทึมนี้มีความถูกต้องแม่นยำดี และได้แสดงผลการจำแนกเขตพันธุ์ไม้และเขตทะเล ดังตารางที่ 4.10 โดยอัลกอริทึมนี้มีความถูกต้องโดยรวม 85.71% มี Producer's Accuracy สำหรับ Pioneer Zone, Rhizophora Zone, Mixed Zone และ Sea Water Zone เท่ากับ 100.00, 72.22, 85.71 และ 100.00% ตามลำดับ และมี User's Accuracy เท่ากับ 75.00, 92.86, 60.00 และ 100.00% ตามลำดับ

จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมสามารถแสดงภาพสีผสมจริงของ Reflectance และภาพสีผสมเท็จของ Reflectance ช่วงคลื่น NIR, Blue และ Green บริเวณพื้นที่ศึกษา ดังรูปที่ 4.7 และ 4.8 ตามลำดับ และได้แสดงผลจากอัลกอริทึมนี้เป็นภาพผลการจำแนกเขตพันธุ์ไม้และเขตทะเลบริเวณพื้นที่ศึกษา ดังรูปที่ 4.9

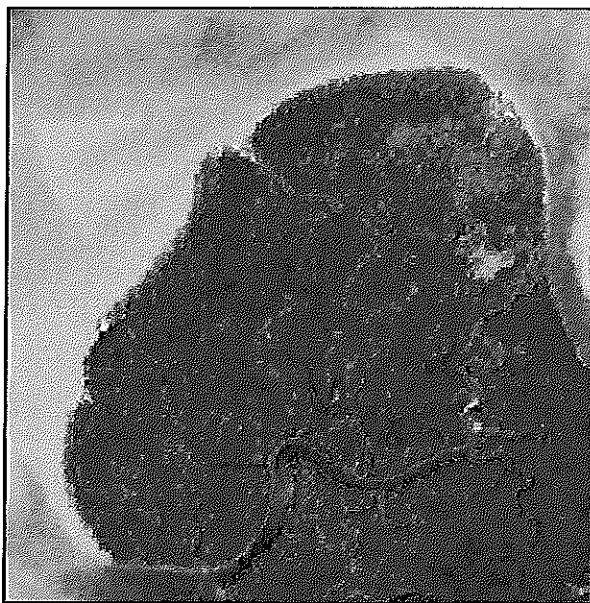
ตารางที่ 4.10 ผลการจำแนกเขตพันธุ์ไม้และเขตทะเล

		Algorithm				Producer
		Pioneer	Rhizophora	Mixed	Sea Water	Accuracy
Field Data	Pioneer	3	-	-	-	100.00%
	Rhizophora	1	13	4	-	72.22%
	Mixed	-	1	6	-	85.71%
	Sea Water	-	-	-	14	100.00%
User Accuracy		75.00%	92.86%	60.00%	100.00%	

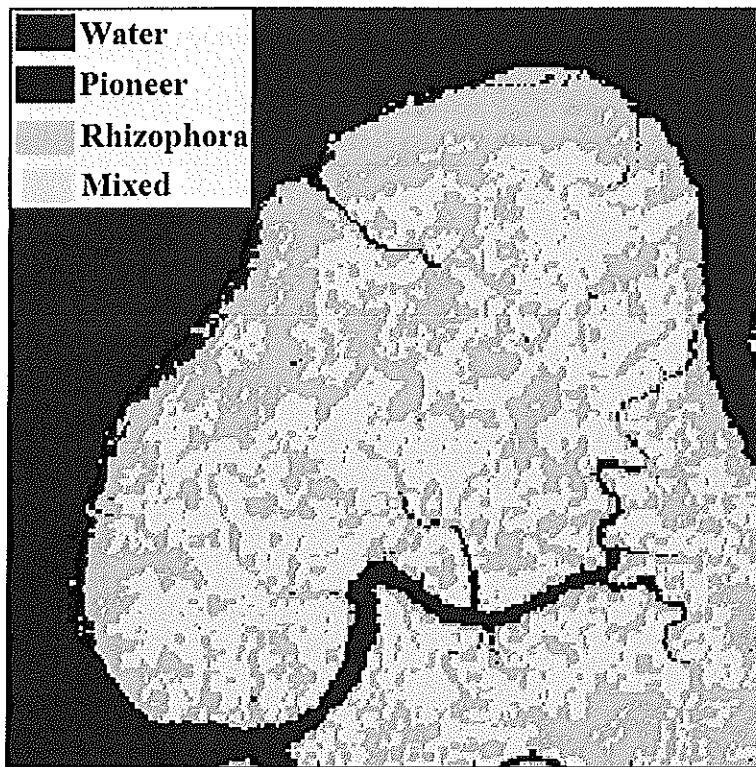
การฝึกสอน Neural Network สำหรับอัลกอริทึมนี้พบว่า hidden layer ที่มี node สำหรับชั้นแรกและชั้นที่สองเท่ากับ 10 และ 10 ตามลำดับ พร้อมทั้งกำหนด transfer function ของทั้งสอง hidden layer เป็นแบบ tangential sigmoid และมี transfer function สำหรับ output neuron เป็นแบบ linear สามารถให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด



รูปที่ 4.7 ภาพสีผสมจริงของ Reflectance บริเวณพื้นที่ศึกษา

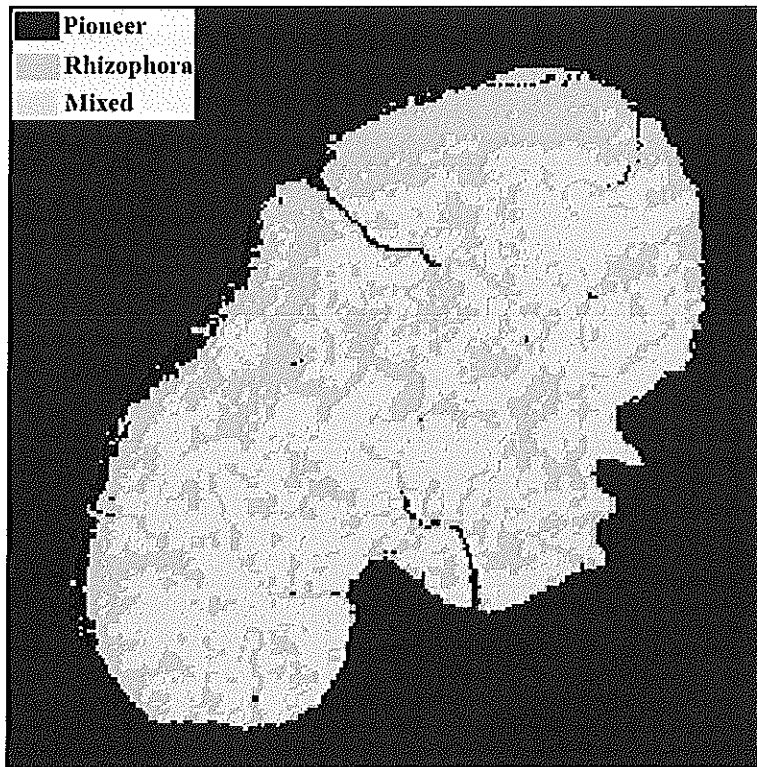


รูปที่ 4.8 ภาพสีผสมเท็จของ Reflectance ช่วงคลื่น NIR, Blue และ Green บริเวณพื้นที่ศึกษา



รูปที่ 4.9 ผลการจำแนกเขตพันธุ์ไม้และเขตทะเลบริเวณพื้นที่ศึกษา

จากการประเมินสังคมพืชป่าชายเลนบริเวณพื้นที่ศึกษาพบว่ามีเปอร์เซ็นต์ปกคลุมพื้นที่ Pioneer Zone, Rhizophora Zone และ Mixed Zone เท่ากับ 3.73, 43.38 และ 52.89 ตามลำดับ และสามารถคำนวณพื้นที่ปกคลุม ได้เท่ากับ 225,225, 2,618,550 และ 3,192,300 ตารางเมตร ตามลำดับ ดังนั้นพื้นที่ศึกษานี้จึงมีพื้นที่รวมทั้ง 3 zone เท่ากับ 6,036,075 ตารางเมตร หรือประมาณ 6 ตารางกิโลเมตร และมีขอบเขตการกระจายตัวของสังคมพืชแต่ละ zone ดังแสดง ในรูปที่ 4.10 ซึ่งพบว่ามีลักษณะขอบเขตการกระจายตัวเหมือนกับลักษณะ โครงสร้างการขึ้นอยู่ของสังคมพืชตาม การขึ้นอยู่ของพันธุ์ไม้เด่นโดยทั่วไป



รูปที่ 4.10 ขอบเขตการกระจายตัวของสังคมพืชแต่ละเขต

บทที่ 5

บทสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

วิทยานิพนธ์นี้พัฒนาอัลกอริทึมสำหรับใช้กับข้อมูลดาวเทียม THEOS เพื่อจำแนกเขตพันธุ์ไม้ป่าชายเลนออกเป็น เขตพันธุ์ไม้เบกนัว เขตพันธุ์ไม้โกงกาง เขตพันธุ์ไม้ผสม และเขตทะเล สำหรับการทำงานของอัลกอริทึมนี้ ได้นำกระบวนการคิดและวิเคราะห์ข้อมูลแบบ Neural Network ที่มีการฝึกโดยใช้ข้อมูลสำรวจภาคพื้นดินและข้อมูล THEOS ที่ซ้อนทับกัน ผลการศึกษาพบว่าอัลกอริทึมมีความถูกต้องแม่นยำดี โดยมีความถูกต้องโดยรวม 85.71% สามารถคำนวณเปอร์เซ็นต์ปกคลุมของเขตพันธุ์ไม้แต่ละเขตและได้แสดงภาพขอบเขตการกระจายตัวของสังคมพืชในป่าชายเลน ซึ่งทำให้สามารถประเมินสังคมพืชในป่าชายเลนได้ เพื่อการจัดการกับระบบนิเวศป่าชายเลนได้อย่างรวดเร็ว ถูกวิธีและวางแนวทางในการอนุรักษ์ป่าชายเลนต่อไป อัลกอริทึมนี้ยังสามารถใช้กับพื้นที่อื่นและสามารถประยุกต์ใช้กับเครื่องมือวัดอื่น ๆ ที่สังเกตคลื่นความถี่ที่คล้ายคลึงกันได้

5.2 ข้อเสนอแนะ

สำหรับการประเมินสังคมพืชป่าชายเลน โดยใช้ข้อมูลดาวเทียม THEOS ตามลักษณะการขึ้นอยู่ของชนิดพันธุ์ไม้ต้นนั้น ยังไม่สามารถจำแนกได้มากกว่า 3 เขต และไม่สามารถจำแนกได้ถึงชนิดของพันธุ์ไม้ ดังในขอบเขตของงานวิจัยนี้ หากใช้เครื่องมือวัดหรือดาวเทียมที่มีหลายช่องสัญญาณมากกว่านี้และใช้ภาพถ่ายดาวเทียมที่มีความละเอียดเชิงพื้นที่สูงกว่านี้ อาจทำให้สามารถจำแนกได้มากกว่า 3 เขตและมีความเป็นไปได้ที่จะจำแนกได้ถึงชนิดของพันธุ์ไม้ แต่ด้วยคุณสมบัติของข้อมูลดาวเทียม THEOS ทางด้านราคาที่ถูกและการเข้าถึงข้อมูลที่ง่ายและรวดเร็ว จึงมีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการประเมินสังคมพืชป่าชายเลนตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ และพัฒนาเทคนิคอื่น ๆ ในการประเมินสังคมพืชป่าชายเลนต่อไป

ความถูกต้องของการประเมินผลของอัลกอริทึมนั้น ขึ้นอยู่กับปริมาณและคุณภาพของข้อมูลที่นำมาใช้ในการฝึกสอน Neural Network เป็นสำคัญ รวมถึงการเก็บพิกัดจุดของแต่ละแปลงในการสำรวจภาคสนามควรใช้เครื่อง GPS ที่มีความแม่นยำสูง และการปรับแก้เชิงเรขาคณิตควรมีความถูกต้องทางตำแหน่งสูง เช่นกัน เนื่องจากความคลาดเคลื่อนเชิงตำแหน่งในขั้นตอนการซ้อนทับกันระหว่างข้อมูลภาคสนามและข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม อาจทำให้เกิดความผิดพลาดในการกำหนด zone ให้กับ footprint เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการฝึกสอน Neural Network ของอัลกอริทึมได้

ในอนาคตการกำหนดขอบเขตของพื้นที่ป่าชายเลนสามารถนำไปใช้ในการคำนวณมวลชีวภาพ (biomass) และสามารถประเมินหาปริมาณการกักเก็บคาร์บอน (CO_2) ของพื้นที่ไม้ป่าชายเลนในแต่ละเขตได้

เอกสารอ้างอิง

- กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. (2552). "พันธุ์ไม้ป่าชายเลนในประเทศไทย." สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลน กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง.
- เฉลิมชัย โชติกมาศ. (2539). "ลักษณะโครงสร้างป่าชายเลนและลักษณะดิน ท้องที่อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี," มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร.
- วิจารณ์ มีผล. (2553). ความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้ป่าชายเลนบริเวณพื้นที่สงวนชีวมณฑลระนอง, จ.ระนอง.
- ศุภรัตน์ คนตรี. (2549). ความรู้พื้นฐานด้านการสำรวจจากระยะไกล, ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- สุรเชษฐ์ สีแดง. (2551). "การประมาณการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินของป่าชายเลนบริเวณเกาะลันตา จังหวัดกระบี่ ด้วยเทคนิคการรับรู้ระยะไกล," มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.
- สมหญิง พรหมเจริญ. (2544). "การจำแนกข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยวิธีฟัซซีนิวรอลเน็ตเวิร์ค," สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพมหานคร.
- สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ(องค์การมหาชน). (2552a). "คู่มือผู้ใช้ข้อมูลดาวเทียมธีออส (THEOS) Date: 24/04/2552."
- สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ(องค์การมหาชน). (2552b). "คู่มือผู้ใช้ข้อมูลดาวเทียมธีออส (THEOS) Date: 26/05/2552."
- สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ(องค์การมหาชน). (2552c). "ปฏิทินแนวขอบเขตที่ดาวเทียมสามารถบันทึกภาพได้รายเดือนของวงโคจรของดาวเทียมธีออสประจำปี พ.ศ. 2552(THEOS Accessible Corridor Calendar for 2009)."
- Blasco, F., Gauquelin, T., Rasolofoharino, M., Denis J., Aizpuru M. and Caldairou V. (1998). "Recent advances in mangrove studies using remote sensing data." *Marine & Freshwater Research* 49, 287-296.
- Chapman, V.J. (1976). Mangrove vegetation, Vaduz:J Cramer.
- English, S., Wilkinson, C. and Baker, V. (1994). Survey manual for tropical marine resources, Australian Institute of marine science. Townsvill Australia.



- Le, W., Wayne, P. S., Peng, G. and Gregory, S. B. (2004). "Comparision of IKONOS and QuickBird images for mapping mangrove species on the Caribbean coast of Panama." *Remote Sensing of Environment* 91, 432-440.
- Meepol, W. (2002). "Litter production and site characteristics in relation to structure and composition of mangrove forests in Ranong Province, southern Thailand," University of the Philippines, Los Bos. Philippines
- Nobuo, I., Masaaki, T. and Yukito, N. (2009). "Growth, crown architecture and leaf dynamics of saplings of five mangrove tree species in Ranong, Thailand." *Mar Ecol Prog Ser* 377, 139-148.
- Peanvijarnpong, C., Dowreang, D., Aphicholati, N., Kodchabudthada, W. and Piboon, M. (2005). "Thailand Earth Observation System (THEOS): A New Dimension of Thailand Remote Sensing." *Asian Conference on Remote Sensing*, 26.
- Ratanasermping, S., Disbunchong, D., Charupatt, T. and Ongsomwang, S. (2000). "Assessment of Mangrove Ecosystem Change Using Remote Sensing and GIS Technology in Ao Sawi-Thungkha, Chumphon, Thailand." *Phuket marine biological Center Special Publication*, 22, 3-14.
- Richards, J. A. and Jia, X. . (2006). "Remote Sensing Digital Image Analysis." Springer.
- Thuillier, G., Floyd, L., Woods, T. N., Cebula, R., Hilsenrath, E., Hersé, M., and Labs, D. (2004). "Solar Irradiance Reference Spectra, in Solar Variability and its Effects on Climate." *Geophysical Monograph*, 141, p.171.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
ข้อมูลดาวเทียม THEOS

ข้อมูลประกอบภาพถ่ายดาวเทียม

THEOS-1 DIMAP product data-sheet

	Type	THEOS1 SCENE level 1A	
	Acq	SCENE T1 M 2009/11/27 03:38:14.1 0260-0330 817	
	Format	DIMAP	
	Raster	GEOTIFF	

General Information	
Map Name	SCENE T1 M 2009/11/27 03:38:14.1 0260-0330 817
Geometric Processing Level	SYSTEM
Radiometric Processing Level	SYSTEM

Image dimensions	
Number of pixels per line	6000
Number of lines	6000
Number of spectral bands	4

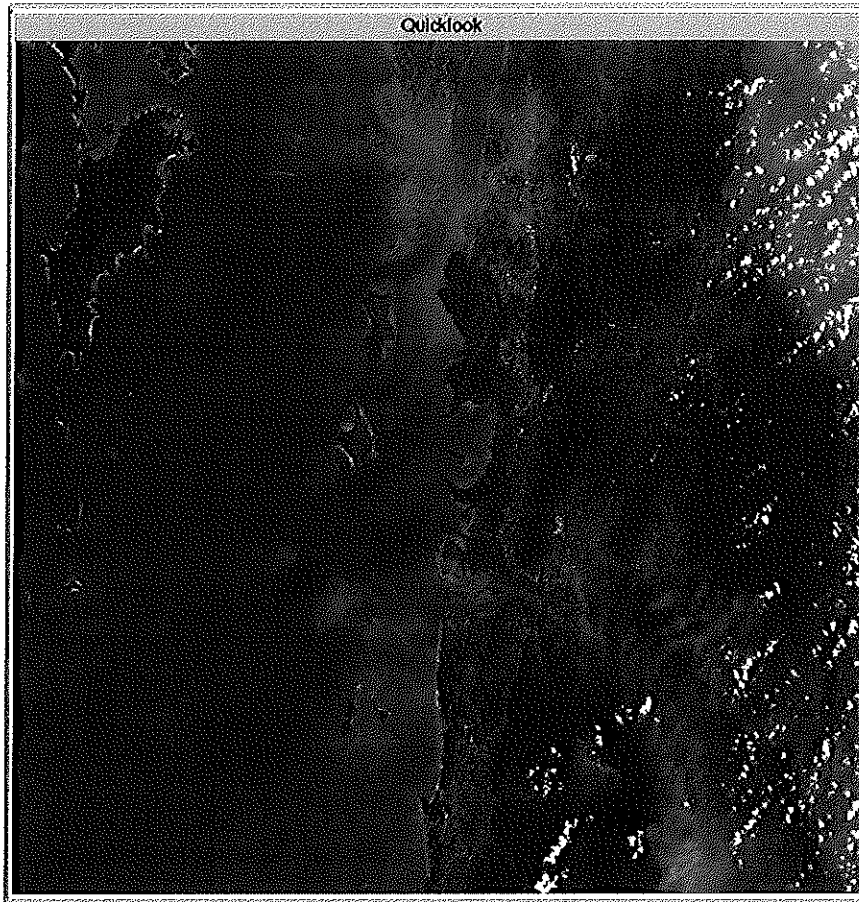
Dataset framing				
Corner	Longitude (DEG)	Latitude (DEG)	Line	Pixel
#1	E98°08' 19"	N10°08' 42"	1	1
#2	E99°00' 47"	N10°00' 24"	1	6000
#3	E97°57' 45"	N09°22' 56"	6000	1
#4	E98°50' 04"	N09°14' 40"	6000	6000
Center	E98°28' 55"	N09°41' 43"	3000	3000

Dataset sources	
SCENE T1 M 2009/11/27 03:38:14.1 0260-0330 817	
Id	SCENE T1 M 2009/11/27 03:38:14.1 0260-0330 817
K - J	0260-0330
Line shift	817
Date	2009-11-27
Time	03:38:14.128318
Instrument	TOP2
Sensor	MS
Satellite incidence angle	11.464737
Satellite azimuth angle	278.869905
Viewing angle along track	-0.731428
Viewing angle across track	10.098096
Sun azimuth	142.516342
Sun elevation	51.703115

THEOS-1 DIMAP product data-sheet

Dataset Strip / Calibration	
Data strip id	TS1_2009331_06411_015_MS
Filename	15
Revolution number	06411
Calibration type	NOMINAL
Calibration filename	THEOS_1_20091119_050000_20091119_110000.CPF
BAND DESCRIPTION	Band 1
	Gain number : 5
	Physical Gain : 2.0768100000000000e+00
	Physical Bias : 0.0000000000000000e+00
	Band 2
	Gain number : 5
	Physical Gain : 2.1223200000000000e+00
	Physical Bias : 0.0000000000000000e+00
	Band 3
	Gain number : 4
	Physical Gain : 1.7101900000000000e+00
	Physical Bias : 0.0000000000000000e+00
	Band 4
	Gain number : 4
	Physical Gain : 1.6711900000000000e+00
	Physical Bias : 0.0000000000000000e+00
Coordinate Reference System	
Horizontal Coordinate System	
Geocoding tables identification	EPSG(5.2)
Horizontal Coordinate System type	GEOGRAPHIC
Horizontal coordinate system identification name	WGS 84
Geographic Coordinate System	
Production	
Production Date	2010-03-04 01:52:34.000000
Job identification	TH_CAT_100304012340538_1
Product type identification	THEOS1 SCENE
Dataset Producer Identification	GISTDA
Producer link	http://www.gistda.or.th

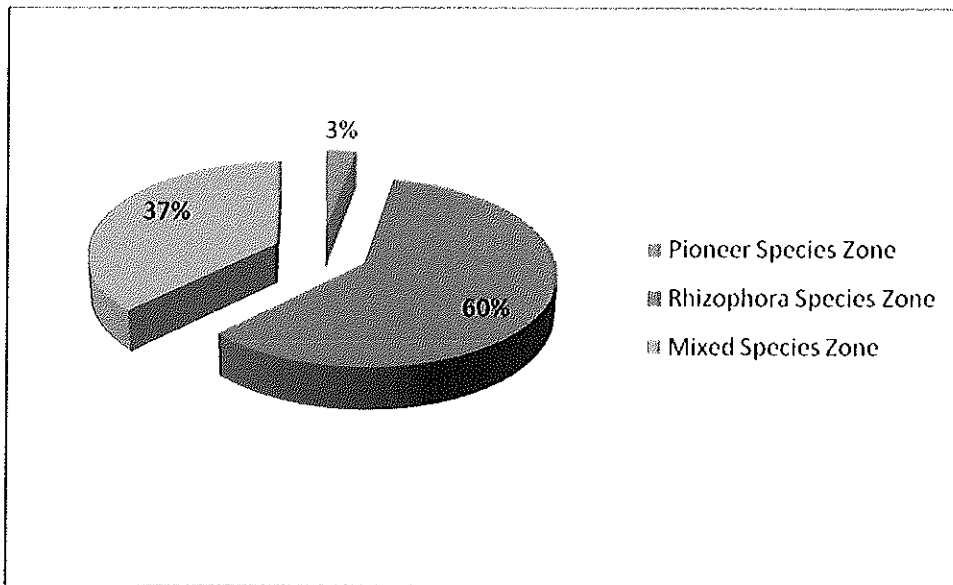
THEOS-1 DIMAP product data-sheet



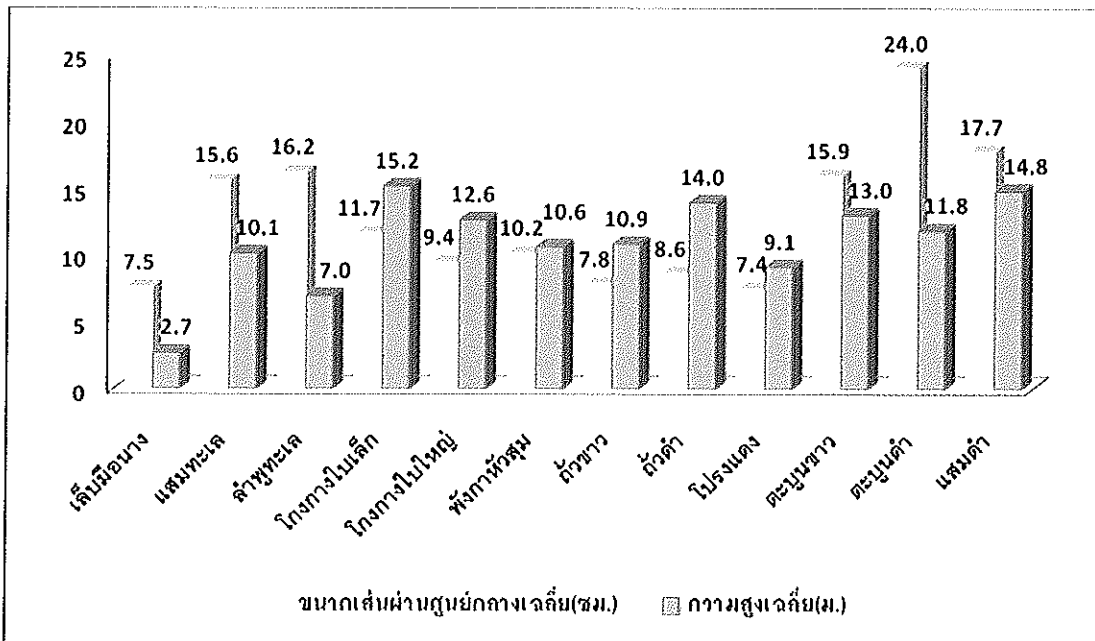
(c) GISTDA - 2009

รูปที่ ก1 ข้อมูลประกอบภาพถ่ายดาวเทียม

ภาคผนวก ข
ข้อมูลการสำรวจภาคสนาม

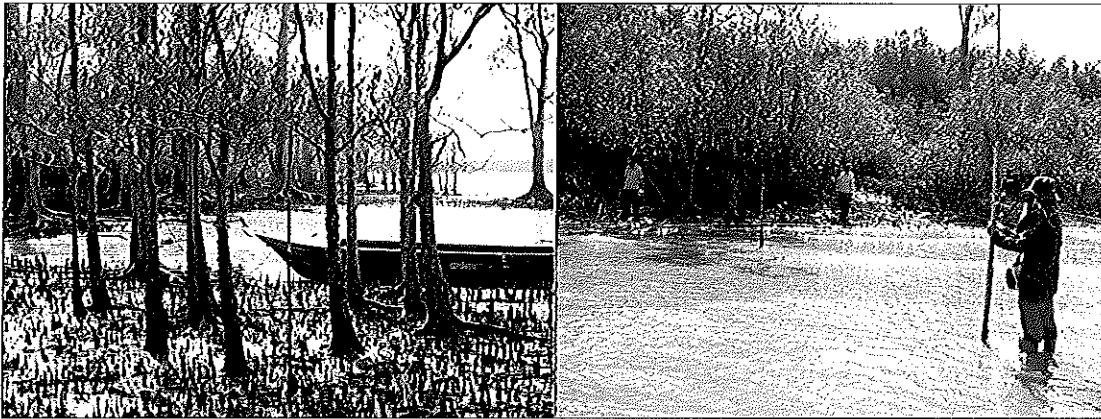


รูปที่ ข1 ภาพรวมเขตการขึ้นอยู่ของสังคมพืชในพื้นที่ศึกษาจากการสำรวจภาคสนาม

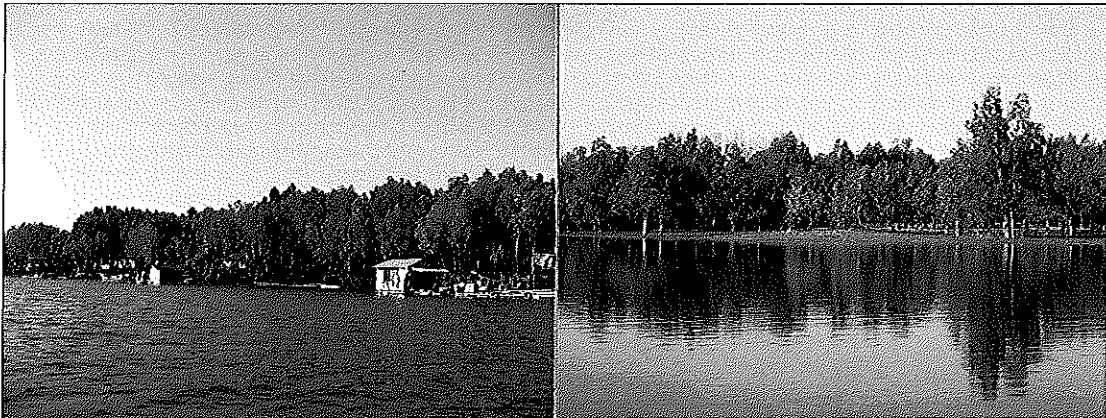
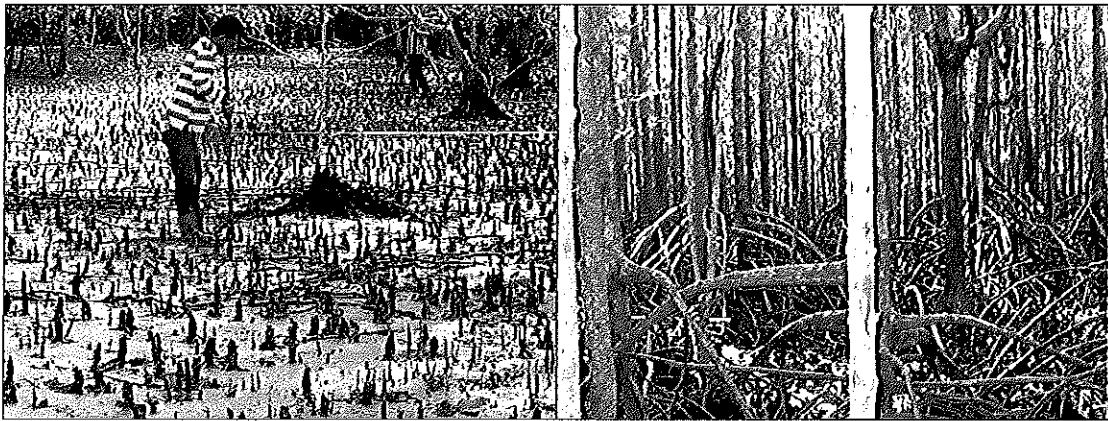


รูปที่ ข2 ภาพรวมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความสูงเฉลี่ยของพรรณไม้ทั้ง 12 ชนิดจากการสำรวจภาคสนาม

ภาพการสำรวจภาคสนาม







รูปที่ ข3 การสำรวจภาคสนาม

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล นายธีรสันต์ รัตนบำรุง

รหัสประจำตัวนักศึกษา 5130220008

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีการศึกษาที่สำเร็จ
วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมคอมพิวเตอร์)	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2551

การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน

ธีรสันต์ รัตนบำรุง, ชินวัชร สุรัสวดี, และ วิจารณ์ มีผล. 2554. “การประเมินสังคม
พีชปาชายเลนโดยใช้ THEOS: กรณีศึกษาพื้นที่สงวนชีวมณฑลระนอง”. การประชุมวิชาการ
วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมและการจัดการสิ่งแวดล้อม ครั้งที่ 3 (2554) วันที่ 14-15 มีนาคม 2554 ณ
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย