

## การจำแนกการใช้ที่ดิน โดยใช้ข้อมูลเรดาร์ AIRSAR

## LANDUSE CLASSIFICATION USING AIRSAR IMAGERY DATA

รศ.ดร.บรรเจิด พละการ<sup>1</sup>, นีอร ลิ้มมงคลเลิศกุล<sup>1</sup>, ดร.เชาวลิต ทิลปทอง<sup>2</sup><sup>1</sup> หน่วยปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีข้อมูลภาพเชิงภูมิศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย<http://www.geoimage.eng.chula.ac.th><sup>2</sup> สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน)<http://www.gistda.or.th>

## บทคัดย่อ

เป็นที่ทราบกันว่าความยาวคลื่น และทิศทางการแผ่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของข้อมูลเรดาร์ AIRSAR มีอิทธิพลต่อผลการจำแนกการใช้ที่ดิน พื้นที่การศึกษายู่ในอำเภอบ้านแหลม และอำเภอเมือง จังหวัดเพชรบุรี ซึ่งแบ่งการใช้ที่ดินเป็น 8 ประเภท ได้แก่ ป่าชายเลน มะพร้าว สวนผสม นาเกลือ นาทุ่ง นาข้าวช่วงเติบโต นาข้าวช่วงออกรวง และสิ่งก่อสร้าง ผลการศึกษาการจำแนกการใช้ที่ดินของข้อมูลเรดาร์ AIRSAR ด้วยการจำแนกแบบกำกับวิธี Maximum Likelihood พบว่า สามารถจำแนกพืชที่มีทรงพุ่มเรือนยอดแนวตั้งได้ดี (ป่าชายเลน และสวนผสม) แต่ให้ความถูกต้องลดลงเมื่อจำแนกการใช้ที่ดินที่มีพื้นผิวที่ขรุขระน้อย (นาเกลือ นาทุ่ง) ดังนั้นเพื่อเพิ่มความถูกต้องเฉลี่ยของผลการจำแนก จึงนำเทคนิคการผสมภาพแบบ IHS มาใช้เพื่อหลอมข้อมูลภาพดาวเทียม LANDSAT 5TM เข้ากับข้อมูลเรดาร์ AIRSAR พบว่าข้อมูลภาพดาวเทียม LANDSAT และข้อมูลเรดาร์ AIRSAR L-band HH ให้ความถูกต้องเฉลี่ยของผลการจำแนกโดยรวมสูงขึ้น

## ABSTRACT

It is generally known that the wavelength and polarization of the AIRSAR Imagery data typically have an influence on results of a landuse classification. In this study, the landuse area located in Banlaem and Maung districts, Petchaburi Province comprises of 8 classes, namely mangrove, coconut plantation, mixed orchard, salt farm, shrimp farm, rice paddy field in a growth stage and a blossom stage and built-up area. The result obtained from the landuse classification of the AIRSAR data using the Maximum Likelihood supervised classification technique reveals that this technique can be effectively used to classify a group of vertical shape canopies (e.g. mangrove, mixed orchard). However, less accurate results can be expected when this technique is applied to landuse areas that have smoother surface (e.g. salt farm, shrimp farm). In order to improve the

overall accuracy of results, an image fusion technique using the LANDSAT 5TM and AIRSAR data is introduced in this study. By applying the image fusion technique with the aid of the IHS imagery mixing technique, LANDSAT and AIRSAR L-band HH data give more accurate result.

## 1. บทนำ

ระบบ Active sensor เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะนำมาศึกษาเกี่ยวกับการจำแนกพืชพรรณได้เป็นอย่างดี ดังนั้นการวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการใช้ประโยชน์จากข้อมูลเรดาร์ AIRSAR หรือ Airborne Synthetic Aperture Radar ซึ่งเป็นเทคโนโลยีการสำรวจระยะไกลในระบบ Active sensor ขององค์การบริหารการบินและอวกาศแห่งชาติสหรัฐอเมริกา (The National Aeronautic and Space Administration หรือ NASA) โดยในปี พ.ศ. 2539 ประเทศไทย โดยสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ได้รับเชิญให้เข้าร่วมโครงการ PACIFIC-RIM AIRSAR MISSION ซึ่งเป็นโครงการร่วมมือระหว่างประเทศในภูมิภาค เอเชีย ออสเตรเลีย แปซิฟิก ภายใต้ความร่วมมือขององค์การบริหารการบินและอวกาศแห่งชาติสหรัฐอเมริกา โดยดำเนินการถ่ายภาพทางอากาศด้วยระบบเรดาร์ ด้วยเครื่องมือ AIRSAR ซึ่งพัฒนาโดยหน่วยงาน Jet Propulsion Laboratory (JPL) ติดตั้งเครื่องบิน DC-8 เพื่อให้ได้ข้อมูลซึ่งนำมาประยุกต์ใช้ในการศึกษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมด้านอื่นๆ ต่อไป

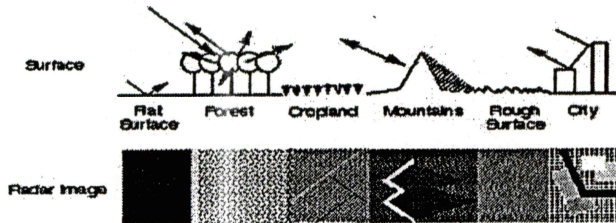
ข้อมูลเรดาร์ AIRSAR มีคุณสมบัติเด่นกว่าข้อมูลเรดาร์อื่นๆ คือ เป็นระบบที่มีคุณสมบัติในการบันทึกข้อมูลพร้อมๆ กัน 3 ความยาวช่วงคลื่น ได้แก่ C-band (5.7 ซม.) L-band (23.5 ซม.) และ P-band (68 ซม.) และมีรายละเอียดจุดภาพ 10x10 เมตร โดยความแตกต่างของความยาวช่วงคลื่นจะมีผลต่อการตอบสนองของวัตถุเป้าหมายที่แตกต่างกัน ลักษณะข้อมูลเรดาร์ AIRSAR ในประเทศไทย ประกอบด้วย

C - band แบบ VV และ DEM (Digital Elevation Model)

L - band แบบ HH , HV, VH และ VV

P – band แบบ HH , HV, VH และ VV

คุณลักษณะของข้อมูลเรดาร์ AIRSAR จะแสดงผลในรูประดับสีเทา (Gray scale or Digital number) ประกอบด้วยจุดภาพจำนวนมาก ซึ่งแต่ละจุดภาพจะแสดงถึงค่าความเข้ม (Intensity) ของค่าการสะท้อนกลับ (Backscatter) จากวัตถุชนิดต่างๆที่อยู่บนผิวโลก ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ลักษณะของค่าการสะท้อนกลับจากวัตถุต่างชนิดกัน  
ที่มา [http://www.geog.ucsb.edu/~jeff/115a/remote\\_sensing](http://www.geog.ucsb.edu/~jeff/115a/remote_sensing)

งานศึกษาของ Laili, Mariamni and Noh (1998) เรื่องโครงสร้างของใบและลำต้นของพืชกับค่าสัมประสิทธิ์ของการสะท้อนกลับของสัญญาณเรดาร์ (backscattering coefficient) พบว่าพืชแต่ละชนิดซึ่งมีลักษณะโครงสร้างของใบและลำต้นที่แตกต่างกัน ส่งผลให้ค่าสัมประสิทธิ์ของการสะท้อนกลับของสัญญาณเรดาร์แตกต่างกันไปด้วย และพบอีกว่าระนาบคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Polarization) ของสัญญาณเรดาร์ยังมีผลต่อค่าการสะท้อนกลับของสัญญาณด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานศึกษาของ Shao, Brisco, Guo, and Fan (2002) ที่ว่าวัตถุหรือพืชต่างชนิดกันจะมีคุณลักษณะทางด้านเรขาคณิตหรือโครงสร้างที่แตกต่างกัน เช่น โครงสร้างของลำต้น (Trunk) โครงสร้างของกิ่งก้านใบ (Branches) จึงทำให้ค่าที่สะท้อนกลับแตกต่างกัน ดังรูปที่ 2

| Sugar cane | Banana trees | Shrubs | Grass | Peanuts & Soybeans | Rice |
|------------|--------------|--------|-------|--------------------|------|
|            |              |        |       |                    |      |
|            |              |        |       |                    |      |

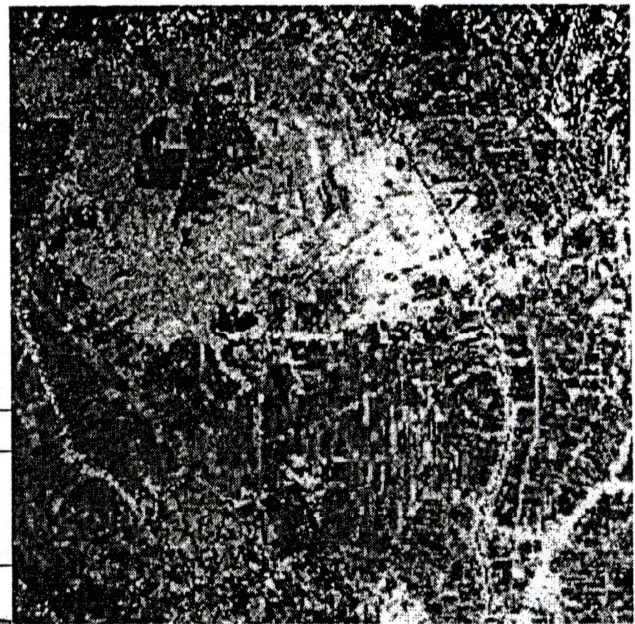
รูปที่ 2 โครงสร้างพืชมีความสัมพันธ์กับค่าสะท้อนกลับ  
ปรับจาก Shao, Brisco, Guo and Fan (2002)

งานวิจัยนี้ศึกษาถึงศักยภาพของข้อมูลเรดาร์ AIRSAR L-band และ P-band บันทึกข้อมูลในเดือนธันวาคม 2539 ในการจำแนกสิ่งปกคลุมดิน 8 ชนิด ได้แก่ ป่าชายเลน มะพร้าว สวนผสม นาทุ่ง นาเกลือ นาข้าวช่วงเติบโต นาข้าวช่วงออกรวง และสิ่งก่อสร้าง ในพื้นที่อำเภอบ้านแหลม และอำเภอมือง จังหวัดเพชรบุรี โดยศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าการสะท้อนกลับของสัญญาณ

เรดาร์ในรูปของค่าระดับสีเทา (Grey Level Value) ของแต่ละประเภทข้อมูลของสิ่งปกคลุมดินโดยใช้ข้อมูลเรดาร์ AIRSAR ที่บันทึกในความยาวช่วงคลื่นและระนาบคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่แตกต่างกัน ดังแสดงข้อมูลเรดาร์ AIRSAR ของพื้นที่ศึกษาในรูปที่ 3

## 2. พื้นที่ศึกษา

บริเวณพื้นที่ศึกษาอยู่ในเขตจังหวัดเพชรบุรี อำเภอบ้านแหลม และอำเภอมือง ครอบคลุมเนื้อที่ประมาณ 152,500 ไร่ (244 ตร.กม) ลักษณะพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่ราบติดชายฝั่งทะเลอ่าวไทย ทางด้านทิศตะวันออกของพื้นที่ศึกษามีแม่น้ำเพชรบุรีเป็นแม่น้ำสำคัญไหลผ่านพื้นที่ศึกษาในแนวเหนือ-ใต้ การเกษตรส่วนใหญ่เป็นการทำนาข้าวในที่ราบลุ่มทั้งสองฝั่งแม่น้ำเพชรบุรี ส่วนบริเวณสันริมน้ำสองฝั่งเป็นเขตชุมชนที่อยู่อาศัย และปลูกไม้ผลผสมกับไม้ยืนต้น พื้นที่ชายฝั่งมีสภาพเป็นป่าชายเลน ซึ่งปัจจุบันกำลังประสบปัญหาการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินพื้นที่บริเวณชายฝั่ง โดยสภาพป่าชายเลนที่สมบูรณ์และพื้นที่การเกษตรบางแห่ง ถูกแปรสภาพไปเพื่อทำนาทุ่ง และนาเกลือ



รูปที่ 3 ข้อมูลเรดาร์ AIRSAR L-band, VV polarization  
ที่มา สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ

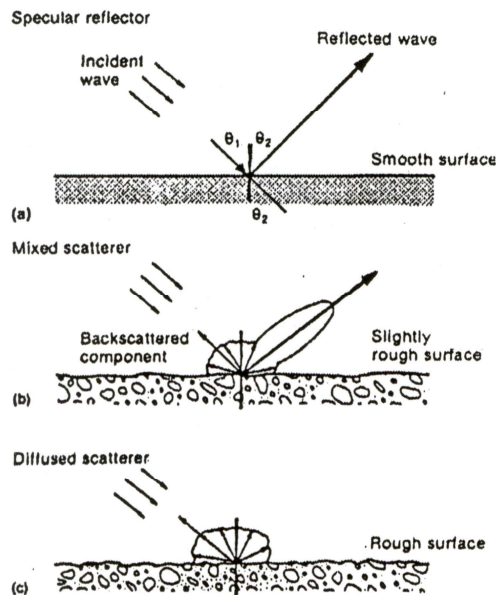
## 3. หลักการทำงาน และลักษณะข้อมูลเรดาร์

ระบบเรดาร์จะบันทึกข้อมูลด้านข้าง (Side-looking radar) โดยมีคุณสมบัติในการบันทึกข้อมูลพร้อมกันหลายความยาวช่วงคลื่น ในลักษณะทุกระนาบคลื่น (Full polarimetric) ซึ่งข้อมูลจะมีคุณสมบัติตอบสนองต่อรูปร่างของวัตถุ (Geometry) และคุณสมบัติการเป็นสื่อไฟฟ้า (Dielectric properties) เมื่อสัญญาณเรดาร์ตกกระทบวัตถุจะเกิดการสะท้อนในรูปแบบต่างๆกัน ได้แก่ การกระจัดกระจายพื้นผิว (Surface

scattering) การกระจัดกระจายเชิงปริมาตร (Volume scattering) โดยสัญญาณเรดาร์สะท้อนกลับหรือค่าการสะท้อนกลับที่ถูกบันทึกเป็นข้อมูล นำค่าจากสัญญาณนำไปสร้างเป็นค่าความเข้ม เพื่อให้ปรากฏเป็นภาพนำไปใช้งานต่อไป

### 3.1. การกระจัดกระจายพื้นผิว (Surface scattering)

เป็นลักษณะการสะท้อนสัญญาณเรดาร์จากผิววัตถุโดยตรง ค่าการกระจัดกระจาย ขึ้นอยู่กับความหยาบความละเอียดของผิวน้ำวัตถุ (Surface roughness) ดังแสดงในรูปที่ 4 โดยวัตถุที่มีผิวน้ำเรียบ จะให้ค่าการสะท้อนกลับน้อยกว่าวัตถุที่มีผิวน้ำหยาบ อีกประการหนึ่งสัญญาณเรดาร์ที่มีความยาวคลื่นสั้นจะแสดงความขรุขระพื้นผิวได้มากกว่าความยาวคลื่นที่มีขนาดยาวมากกว่า



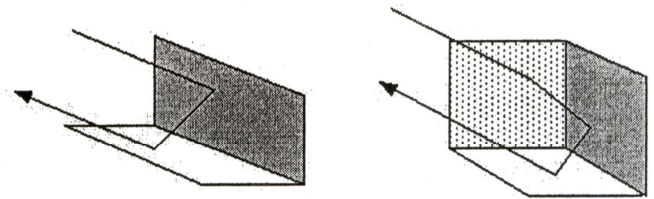
รูปที่ 4 การกระจัดกระจายพื้นผิว

ที่มา Henderson and Lewis, 1998

### 3.2 การกระจัดกระจายเชิงปริมาตร (Volume scattering)

เป็นลักษณะการสะท้อนของวัตถุโดยทั่วไป เช่น พื้นที่ป่า พื้นที่เพาะปลูกเกษตรกรรม ดินแห้ง ทรายแห้ง น้ำแข็ง เป็นต้น โดยจะเป็นผลการสะท้อนทั้งจากผิวน้ำวัตถุ และภายในองค์ประกอบของวัตถุเองตามความสามารถในการทะลุทะลวงของคลื่นเรดาร์

นอกจากนี้ยังมีลักษณะการสะท้อนกลับของสัญญาณเรดาร์ที่สำคัญอีกประเภทหนึ่ง เรียกว่า การสะท้อนกลับเชิงมุม (Conner reflect) ซึ่งเป็นการสะท้อนของวัตถุที่มีผิวทำมุมฉากซึ่งกันและกัน โดยมีทิศทางของมุมฉากหันเข้าหาจานเรดาร์ โดยลักษณะการสะท้อนแบบนี้จะให้ค่าสัญญาณสูงมาก ทำให้เห็นเป็นสีขาวหรือสว่างบนภาพดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5 การสะท้อนกลับเชิงมุม

ที่มา Henderson and Lewis, 1998

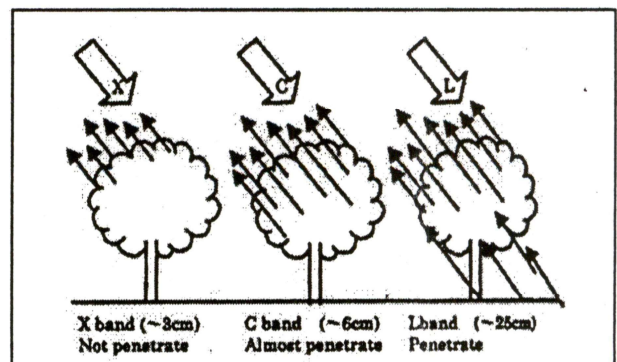
### 3.3 การตอบสนองของวัตถุ ต่อความยาวคลื่นของสัญญาณเรดาร์

จากการศึกษาของ Hoekman, Sanden and Bijker (1995) พบว่าวัตถุต่างๆ จะตอบสนองต่อความยาวคลื่นของสัญญาณเรดาร์แตกต่างกันออกไป ความยาวคลื่นมีผลต่อค่าการสะท้อนกลับของวัตถุเป้าหมาย ดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 6 เนื่องจากความสามารถในการทะลุทะลวงของแต่ละความยาวคลื่นแตกต่างกัน โดยความยาวคลื่นที่มากกว่าจะมีคุณสมบัติในการทะลุทะลวงเข้าไปในองค์ประกอบของวัตถุได้ดีกว่า ดังแสดงในรูปที่ 7 ต้นไม้ไม่มีค่าการสะท้อนกลับในความยาวคลื่น X (~3 ซม.) มาจากชั้นเรือนยอดตอนบนของต้นไม้ ในขณะที่ความยาวคลื่น C (~6 ซม.) ค่าการสะท้อนกลับมาจากพุ่มเรือนยอดของต้นไม้ ความยาวคลื่น L (~25 ซม.) จะได้ค่าการสะท้อนกลับที่ผสมทั้งจากพุ่มเรือนยอด ลำต้น ตลอดจนค่าการสะท้อนกลับจากผิวดิน



รูปที่ 6 การตอบสนองต่อความยาวคลื่นที่ต่างกันของวัตถุชนิดเดียวกัน

ที่มา : <http://airsar.jpl.nasa.gov>



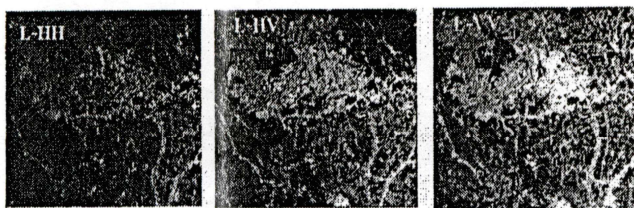
รูปที่ 7 ความยาวคลื่น กับความสามารถในการทะลุทะลวงผ่านวัตถุ

ที่มา

[www.gisdevelopment.net/application/archeology/site/archs0002.htm](http://www.gisdevelopment.net/application/archeology/site/archs0002.htm)

### 3.4 การตอบสนองของวัตถุสะท้อนแม่เหล็กไฟฟ้า (Polarization) ของสัญญาณเรดาร์

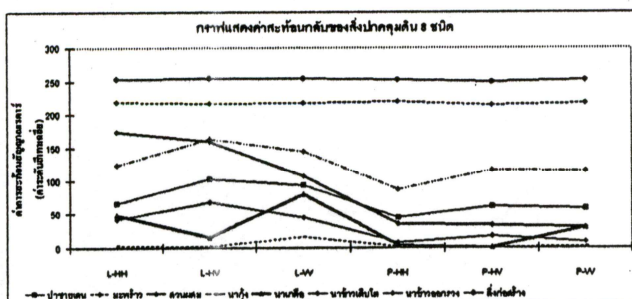
วัตถุจะสามารถตอบสนองต่อระนาบคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับลักษณะพื้นผิววัตถุ ดังแสดงในรูปที่ 8 นอกจากนี้โครงสร้างและรูปร่างของพืชซึ่งจะมีผลต่อค่าสะท้อนกลับ เช่น พืชซึ่งมีรูปร่างทางตั้ง ได้แก่ ต้นข้าว ข้าวโพด จะให้ค่าสะท้อนกลับต่อระนาบคลื่นทางตั้ง (Vertical polarization) ได้ดีกว่าระนาบคลื่นทางราบ (Horizontal polarization)



รูปที่ 8 ระนาบคลื่นมีผลต่อค่าสะท้อนกลับ

### 4. การศึกษาค่าสะท้อนกลับของสัญญาณเรดาร์

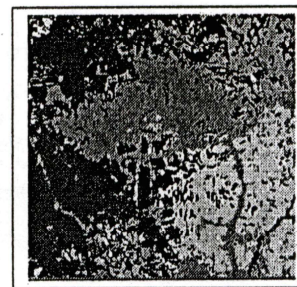
ผลศึกษาค่าสะท้อนกลับของสัญญาณเรดาร์ (ค่าระดับสีเทา) บริเวณพื้นที่ศึกษา พบว่า ค่าสะท้อนกลับแปรเปลี่ยนไปตามลักษณะการใช้ที่ดินหรือความราบเรียบหรือขรุขระของสิ่งปกคลุมดินตามรูปที่ 9 ค่าการสะท้อนกลับของสิ่งก่อสร้าง และมะพร้าวมีค่าสูงสุด เนื่องจากค่าสะท้อนกลับของสัญญาณเรดาร์เป็นการสะท้อนกลับเชิงมุม สำหรับป่าชายเลน สวนผสม มีค่าสะท้อนกลับเชิงปริมาตรเนื่องจากเป็นพืชที่มีโครงสร้างหรือมียอดเรือนพุ่มแนวตั้งทำให้มีพื้นผิวขรุขระมาก นาข้าวช่วงเติบโต นาข้าวช่วงออกรวง มีค่าสะท้อนกลับของสัญญาณเรดาร์ปานกลาง เพราะเป็นพืชพรรณที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อน ส่วนนาทุ่ง นาเกลือ มีการสะท้อนกลับในเกณฑ์ต่ำ เนื่องจากมีพื้นผิวเรียบหรือค่อนข้างเรียบ



รูปที่ 9 ค่าการสะท้อนกลับของการใช้ที่ดิน 8 ประเภท

### 5. การประมวลผลข้อมูลเรดาร์

เป็นขั้นตอนในการจำแนกข้อมูล โดยใช้วิธีการจำแนกแบบควบคุม (Supervised Classification) ด้วยวิธี Maximum likelihood จากข้อมูลการใช้ที่ดินซึ่งได้จากออกงานสำรวจภาคสนามบริเวณพื้นที่ศึกษาก่อนหน้านี้ แสดงผลการจำแนกในรูปที่ 10 และ Confusion Matrix แสดงผลการตรวจสอบการจำแนกข้อมูลในตารางที่ 1



เมื่อ

|                |                    |
|----------------|--------------------|
| ■ ป่าชายเลน    | ■ มะพร้าว          |
| ■ สวนผสม       | ■ นาทุ่ง           |
| ■ นาเกลือ      | ■ นาข้าวช่วงเติบโต |
| ■ นาข้าวออกรวง | ■ สิ่งก่อสร้าง     |

รูปที่ 10 ผลการจำแนกข้อมูลการใช้ที่ดิน จากข้อมูลเรดาร์ AIRSAR แบนด์ L (HH, HV, VV) และแบนด์ P (HH, HV, VV)

#### Producer's Accuracy

ป่าชายเลน =  $65/68 = 96\%$   
 มะพร้าว =  $60/95 = 63\%$   
 สวนผสม =  $61/69 = 88\%$   
 นาทุ่ง =  $39/56 = 70\%$   
 นาเกลือ =  $59/67 = 88\%$   
 นาข้าวเติบโต =  $47/52 = 90\%$   
 นาข้าวออกรวง =  $54/71 = 76\%$   
 สิ่งก่อสร้าง =  $13/18 = 72\%$

#### User's Accuracy

ป่าชายเลน =  $65/72 = 90\%$   
 มะพร้าว =  $60/66 = 91\%$   
 สวนผสม =  $61/66 = 92\%$   
 นาทุ่ง =  $39/49 = 80\%$   
 นาเกลือ =  $59/72 = 82\%$   
 นาข้าวเติบโต =  $47/52 = 90\%$   
 นาข้าวออกรวง =  $54/59 = 92\%$   
 สิ่งก่อสร้าง =  $13/60 = 22\%$

Overall Accuracy =  $(65+60+61+39+59+47+54+13)/496 = 80\%$

ค่าความถูกต้องของการจำแนกเฉลี่ย (Overall Accuracy) ร้อยละ 80 ความถูกต้องของผลการจำแนก (Procedure's Accuracy) ป่าชายเลน มะพร้าว สวนผสม นาทุ่ง นาเกลือ นาข้าวช่วงเติบโต นาข้าวช่วงออกรวง และ สิ่งก่อสร้างร้อยละ 96, 63, 88, 70, 88, 90, 76 และ 72 ตามลำดับ ความถูกต้องของผลการจำแนก (User's Accuracy) ป่าชายเลน มะพร้าว สวนผสม นาทุ่ง นาเกลือ นาข้าวช่วงเติบโต นาข้าวช่วงออกรวง และ สิ่งก่อสร้างร้อยละ 90, 91, 92, 80, 82, 90, 92 และ 22 ตามลำดับ

ตารางที่ 1 Confusion Matrix ผลการจำแนกข้อมูลภาพ

|                     | Reference Data |         |        |        |         |             |              |             | Row Total |
|---------------------|----------------|---------|--------|--------|---------|-------------|--------------|-------------|-----------|
|                     | ป่าชายเลน      | มะพร้าว | สวนผสม | นาทุ่ง | นาเกลือ | นาข้าวดิบโต | นาข้าวออกรวง | ตึกก่อสร้าง |           |
| Classification Data |                |         |        |        |         |             |              |             |           |
| ป่าชายเลน           | 65             | 2       | 5      | 0      | 0       | 0           | 0            | 0           | 72        |
| มะพร้าว             | 0              | 60      | 3      | 0      | 0       | 0           | 0            | 3           | 66        |
| สวนผสม              | 2              | 3       | 61     | 0      | 0       | 0           | 0            | 0           | 66        |
| นาทุ่ง              | 0              | 0       | 0      | 39     | 8       | 2           | 0            | 0           | 49        |
| นาเกลือ             | 0              | 0       | 0      | 12     | 59      | 1           | 0            | 0           | 72        |
| นาข้าวดิบโต         | 0              | 0       | 0      | 5      | 0       | 47          | 0            | 0           | 52        |
| นาข้าวออกรวง        | 1              | 0       | 0      | 0      | 0       | 2           | 54           | 2           | 59        |
| ตึกก่อสร้าง         | 0              | 30      | 0      | 0      | 0       | 0           | 17           | 13          | 60        |
| Col. Total          | 68             | 95      | 69     | 56     | 67      | 52          | 71           | 18          | 496       |

ตารางที่ 2 User's Accuracy ของผลการจำแนกข้อมูลภาพ

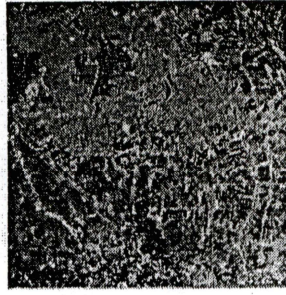
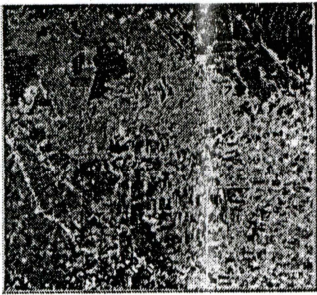
|                           | ป่าชายเลน   | มะพร้าว     | สวนผสม      | นาทุ่ง      | นาเกลือ     | นาข้าวดิบโต | นาข้าวออกรวง | ตึกก่อสร้าง | Overall Acc. |
|---------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
| ข้อมูลภาพที่ใช้ในการจำแนก | User Acc(%) | User Acc(%) | User Acc(%) | User Acc(%) | User Acc(%) | User Acc(%) | User Acc(%)  | User Acc(%) | %            |
| AIRSAR                    | 90          | 91          | 92          | 80          | 82          | 90          | 92           | 22          | 80           |
| Landsat + P(HH)           | 89          | 95          | 91          | 76          | 25          | 56          | 47           | 80          | 70           |
| Landsat + P(HV)           | 94          | 91          | 88          | 71          | 14          | 58          | 37           | 80          | 67           |
| Landsat + P(VV)           | 90          | 91          | 89          | 78          | 29          | 31          | 32           | 82          | 66           |
| Landsat + L(HH)           | 88          | 91          | 86          | 88          | 61          | 90          | 92           | 85          | 85           |
| Landsat + L(HV)           | 93          | 76          | 83          | 82          | 31          | 94          | 85           | 80          | 78           |
| Landsat + L(VV)           | 90          | 83          | 85          | 92          | 65          | 73          | 74           | 82          | 80           |

ค่าความถูกต้องของการจำแนก (Procedure's Accuracy, User's Accuracy) ป่าชายเลน สวนผสม มีค่าสูงกว่านาทุ่ง นาเกลือ เนื่องจากป่าชายเลน สวนผสม มีรูปร่างทางดิ่งหรือทรงพุ่มเรือนยอดแนวตั้ง ทำให้ค่าสะท้อนกลับสูงกว่านาทุ่ง นาเกลือ นาข้าว ซึ่งมีลักษณะพื้นผิวขรุขระน้อย และยังพบอีกว่าค่าความถูกต้องของการจำแนก (User's Accuracy) ของตึกก่อสร้างมีค่าเพียงร้อยละ 22 เนื่องจากค่าสะท้อนกลับของสัญญาณเรดาร์พบว่า ตึกก่อสร้างและมะพร้าวมีรูปแบบค่าการสะท้อนกลับที่ใกล้เคียงกัน

เห็นได้ว่าผลการจำแนกข้อมูลเรดาร์ AIRSAR ให้ความถูกต้องเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ที่ดี ยกเว้นสิ่งปกคลุมดินบางประเภทซึ่งมีค่าการสะท้อนกลับที่ใกล้เคียงกัน ดังนั้นเพื่อเพิ่มความถูกต้องของผลการจำแนกให้มากยิ่งขึ้น จึงนำข้อมูลภาพ LANDSAT 5 TM มาหลอมภาพ (Image Fusion) เข้ากับข้อมูลเรดาร์ AIRSAR เพื่อเพิ่มข้อมูลเชิงคลื่นให้มากขึ้น

## 6. การจำแนกข้อมูลที่ได้จากการหลอมข้อมูลระหว่างข้อมูลเรดาร์ AIRSAR กับข้อมูลภาพ LANDSAT

การหลอมข้อมูลภาพจะใช้ข้อมูลภาพดาวเทียม LANDSAT 5 TM ซึ่งบันทึกเมื่อวันที่ 17 กุมภาพันธ์ 2539 โดยใช้เทคนิค IHS (Intensity Hue Saturation) Color Transformation ซึ่งเป็นเทคนิคการหลอมข้อมูลที่ให้ผลลัพธ์ซึ่งสามารถรักษาคุณสมบัติความชัดเจนและคุณภาพของช่วงคลื่นไว้ได้ดี (Huang and Hsieh, 1995; Pohl, 1999) โดยการศึกษาได้ใช้ข้อมูล LANDSAT 5 TM (453) หลอมรวมกับข้อมูล AIRSAR L - band (HH, HV, VH, VV) และ P - band (HH, HV, VH และ VV) ดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 11



รูปที่ 11 ข้อมูลภาพที่ได้จากการหลอมระหว่าง LANDSAT 5TM (4, 5, 3) และ AIRSAR L-HV และ AIRSAR L-VV

จากนั้นนำข้อมูลภาพดังกล่าวมาทำการจำแนก และเปรียบเทียบผลการจำแนก (Overall accuracy) ดังแสดงในตารางที่ 2

เห็นได้ว่าการจำแนกข้อมูลที่ได้จากการหลอมข้อมูลเรดาร์ AIRSAR ช่วงความยาวคลื่น L ระบายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทางราบ (LANDSAT + L(HH)) ให้ค่าความถูกต้องเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 85% ค่าความถูกต้องของการจำแนก (Procedure's Accuracy, User's Accuracy) ของสิ่งก่อสร้างมีค่าร้อยละ 100 และ 85 ตามลำดับ และของมะพร้าวเพิ่มมากขึ้นเท่ากับร้อยละ 83 และ 91 ตามลำดับ

## 7. สรุป

ข้อมูลเรดาร์ AIRSAR มีศักยภาพในการจำแนกการใช้ที่ดินได้เป็นอย่างดี โดยพบว่าผลการจำแนกสิ่งปลูกคลุมดินแต่ละประเภทจากข้อมูลเรดาร์ AIRSAR ให้ค่าความถูกต้องตั้งแต่ร้อยละ 80 ขึ้นไป ยกเว้นสิ่งปลูกคลุมดินประเภทสิ่งก่อสร้าง ที่ให้ค่าความถูกต้องของการจำแนก (User's accuracy) เพียงร้อยละ 22 ทั้งนี้เนื่องจากค่าการสะท้อนกลับของสัญญาณเรดาร์ของสิ่งก่อสร้างกับมะพร้าว มีค่าที่ใกล้เคียงกัน ดังนั้นเพื่อเพิ่มค่าความถูกต้องจึงทำการหลอมภาพระหว่างข้อมูลเรดาร์ AIRSAR กับข้อมูลภาพ LANDSAT ซึ่งทำให้ค่าความถูกต้องของการจำแนกเฉลี่ยสูงถึงร้อยละ 85

## กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยชิ้นนี้ได้รับการสนับสนุนจาก กองทุนรัชดาภิเษกสมโภช จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และคณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) ที่สนับสนุนข้อมูลเรดาร์ AIRSAR และข้อมูลภาพ LANDSAT 5TM

## เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2545, รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการประยุกต์ข้อมูลภาพถ่ายเรดาร์ AIRSAR ในประเทศไทย (AIRSAR Thailand Project).
- [2] Hoekman, J.J. van der Sander, W. Bijker, 1995, Radar remote sensing of tropical rain forests: The AIRSAR-93 campaign in Guyana and Colombia. <http://www.neonet.nl/browse/www.neonet.nl.document>
- [3] Huang H. and Hsieh Y.S., 1995, Geometric and spectral analysis of merged remotely sensed images: <http://www.gisdevelopment.net/Proceeding/ACRS/1995.html>
- [4] Laili N., Mariamni H. and Noh K.M., An Evaluation of multi-band/multipolarized SAR data for vegetation discrimination in Malaysia: Pohl C., 1999, <http://www.gisdevelopment.net/Proceeding/ACRS/1998.html>
- [5] Pohl C., 1999, Tools and methods for fusion of images of different spatial resolution: International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, 32.
- [6] Henderson F. and Lewis A., Principles and Applications of Imaging Radar, 1998, John Wiley
- [7] Shao, Brisco, Guo and Fan, 2002, Analysis of Multi-temporal RADARSAT Imagery for Rice and Land Cover Discrimination in Subtropical Region, Asian Journal of GeoInformatics, vol.2, p. 21-30