

# การหาพื้นที่ป่าไม้จากข้อมูลดาวเทียม

NOAA AVHRR

กรณีศึกษา : ผลจากการใช้

Thermal Bands

ช่วยในการหาพื้นที่ป่าไม้

พันธุ์ สूरตน์ เลิศล้ำ<sup>(๑)</sup>

ศาสตราจารย์ ชุนจิ มูไร<sup>(๒)</sup>

## Abstract

In order to monitor forest area in such a wide area as Southeast Asia Peninsula, high resolution dataset cannot easily be used for such a task because of the high volume of the data. Low resolution data such as NOAA AVHRR dataset is a solution to such a task. A forest classification technique by using band 1, 2, 3, and 4 of NOAA AVHRR including thermal bands is proposed in this study for more precise tropical forest classification. The accuracy was checked with the reference forest map produced in 1991 by Royal Forest Department (RFD) in Thailand, which showed only 1.17 percent discrepancy.

---

<sup>(๑)</sup> อาจารย์ ส่วนการศึกษา โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า

<sup>(๒)</sup> ศาสตราจารย์ - สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย  
- มหาวิทยาลัยแห่งโตเกียว

## บทคัดย่อ

ในการติดตามสถานะการณ์พื้นที่ป่าไม้ในพื้นที่ระดับภูมิภาคกลุ่มประเทศ เช่น กลุ่มประเทศ เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ข้อมูลจากดาวเทียมที่มีรายละเอียดภาพสูง เช่น จากดาวเทียม Landsat serie หรือ ดาวเทียม SPOT (รายละเอียดของภาพน้อยกว่า ๑๐๐ เมตร) ไม่สามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากข้อมูลที่เราจำเป็นต้องนำมาใช้ในการวิเคราะห์มีปริมาณมาก และเนื่องจากความถี่ในการรับข้อมูลต่ำ เพราะพื้นที่ต่างๆ ในบริเวณที่เราต้องการติดตามสถานการณ์ อาจถูกปกคลุมด้วยเมฆ การเก็บข้อมูลอาจจะไม่สามารถทำได้ในช่วงเวลาเดียวกันครบหมดทุกพื้นที่ ทางออกทางหนึ่งคือการใช้ข้อมูลจากดาวเทียมที่มีรายละเอียดภาพต่ำ เช่น NOAA AVHRR LAC data (1.1 km. resolution) วิธีการกำหนดพื้นที่ป่าโดยใช้ข้อมูลจากแบบ ๑, ๒, ๓, และ ๔ ซึ่งเป็นการใช้ Thermal bands ช่วยในการกำหนดพื้นที่ป่าได้ถูกนำเสนอไว้ในบทความนี้ ความถูกต้องของการกำหนดพื้นที่ป่าโดยวิธีการที่จะเสนอต่อไปนี้ เมื่อเปรียบเทียบกับกำหนดพื้นที่ป่าโดยกรมป่าไม้ แสดงความแตกต่างเพียง ร้อยละ ๑.๑๗

## ๑. บทนำ

การศึกษานี้เป็นการพยายามนำข้อมูลดาวเทียมที่มีรายละเอียดภาพต่ำ (cloud free mosaics of NOAA AVHRR LAC 1.1 km. resolution) มาใช้ในการติดตามสถานะการณ์พื้นที่ป่าไม้ในพื้นที่ระดับภูมิภาคกลุ่มประเทศ เพื่อใช้ผลลัพธ์ที่ได้ในการจัดการและการวางแผนการใช้ทรัพยากรป่าไม้อย่างมีประสิทธิภาพที่สุด

ข้อดีของการใช้ข้อมูลดาวเทียมที่มีรายละเอียดภาพต่ำ (NOAA AVHRR LAC 1.1 km. resolution) มาใช้มีดังนี้

- สามารถครอบคลุมพื้นที่กว้าง
- ความถี่ในการได้รับข้อมูลสูง

ข้อเสียของการใช้ข้อมูลดาวเทียมที่มีรายละเอียดภาพต่ำ (NOAA AVHRR LAC 1.1 km. resolution) มาใช้มีดังนี้

- ความผิดพลาดในการกำหนดพื้นที่ป่าที่มีพื้นที่เล็กกว่า ๑.๑ ตารางกิโลเมตร
- ความผิดพลาดในการกำหนดพื้นที่ป่าที่มีลักษณะแตกต่างกันมาก

## ๒. ข้อมูลที่ใช้ (NOAA Mosaic of Southeast Asia from GRID (1991))

ข้อมูลที่ใช้เป็นภาพที่นำมาประกอบกัน (mosaic) ของข้อมูลจากดาวเทียม NOAA โดย sensors แบบ AVHRR จำนวน ๓๘ ภาพ (วงโคจรบาย) จำนวน ๑๐ วงโคจร ซึ่งถูกบันทึกระหว่าง ๑๒ พฤศจิกายน ๒๕๓๓ ถึง ๒ มีนาคม ๒๕๓๔ ซึ่งภาพที่ใช้ได้รับการคัดเลือกจากภาพที่มีเมฆน้อยที่สุดของช่วงเวลาที่กำหนด ข้อมูลนี้เป็นผลผลิตของ GRID Bangkok ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ตั้งแต่ ๘๑ องศาตะวันออก ถึง ๑๒๐ องศาตะวันออก และ ๒๙ องศาเหนือถึง ๑๐ องศาใต้ (ดังรูปที่ ๑)



รูปที่ ๑ Cloud - free AVHRR mosaic ของพื้นที่ศึกษา

ข้อมูล AVHRR HRPT Level 1b data ได้รับจากสถานีรับข้อมูลดาวเทียมของกรมอุตุนิยมวิทยาเป็นรายวัน ข้อมูลทั้ง ๔ แบนด์ได้รับการ geo-referenced โดย GRID-Bangkok โดยให้ความละเอียดของภาพเท่ากับ ๑.๑ กิโลเมตร (หรือ ๐.๐๑ องศา) ลงบน Plate Carre Projection

ความถูกต้องทางภูมิศาสตร์ประมาณ ๑ จุดภาพได้จากการใช้ two step rectification algorithm (orbital model and transformation by ground control points) วิธีการกำจัดเมฆได้ใช้ NDVI และแบนด์ ๔ ในการผสม (composit) ข้อมูลจากแต่ละวัน ไม่มีการทำการ radiometric calibration หรือ atmospheric correction (GRID Bangkok, 1992).

### ๓. วิธีการในการกำหนดพื้นที่ป่าไม้

#### ๓.๑ ข้อมูลที่ใช้เป็นมาตรฐานในการเปรียบเทียบ

ข้อมูลที่ใช้เป็นมาตรฐานในการเปรียบเทียบคือแผนที่ป่าไม้ของประเทศไทย จากกรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ซึ่งแผนที่ป่าไม้นี้ได้จากการตีความภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-5 รายละเอียดภาพ ๑ : ๒๕๐,๐๐๐ ซึ่งเป็นข้อมูลที่ถูกบันทึกไว้ในปี พ.ศ.๒๕๓๔ โดยจากรายละเอียดของแผนที่ป่าไม้ฉบับนี้ ประเทศไทยมีพื้นที่ป่าทั้งสิ้น ๑๓๖,๖๘๘ ตารางกิโลเมตร หรือเท่ากับ ร้อยละ ๒๖.๖๔ ของพื้นที่ทั้งประเทศ

#### ๓.๒ ผลลัพธ์ที่ควรได้จากการศึกษา

ผลลัพธ์จากงานวิจัยในขั้นนี้เป็นแผนที่พื้นที่ป่าไม้โดยไม่ได้แบ่งประเภทของป่า โดยผลของการวิจัยในขั้นนี้ได้รับการเปรียบเทียบกับข้อมูลมาตรฐาน หลังจากได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องที่สุดสำหรับขั้นตอนนี้แล้วจะสามารถผลิตแผนที่พื้นที่ป่าไม้ของภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (ไทย, พม่า, ลาว, เขมร และเวียดนาม) ได้ด้วยระบบอัตโนมัติ

#### ๓.๓ การกำหนดชนิดของพื้นที่จากข้อมูลดาวเทียมรายละเอียดภาพ ๑.๑ กิโลเมตร

ในการวิจัยครั้งนี้ ไม่เพียงแต่จะใช้ visible และ infrared แบนด์เท่านั้นในการวิเคราะห์ข้อมูล ยังใช้ thermal bands ในการวิเคราะห์ด้วย โดยใช้ระบบซอฟต์แวร์ IDRISI (ภาพที่ ๒ Multi-Spectral Forest Classification Framework) นอกจากนั้นการใช้ข้อมูลจากหลายระดับความละเอียดภาพร่วมกัน และในหลายช่วงเวลามาทำการวิเคราะห์จะเป็นขั้นตอนต่อไปในการวิจัย (ภาพที่ ๓ Multi-Resolution Forest Classification Framework)

#### ๓.๓.๑ การศึกษาแนวโน้มเชิงของข้อมูล

ขั้นตอนที่ ๑ ทำการตรวจสอบ profile ระหว่างพื้นที่ป่าไม้ที่แน่นอน และพื้นที่ที่ไม่ใช่พื้นที่ป่าไม้ เพื่อทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าต่างๆ ที่เกี่ยวกับป่าไม้

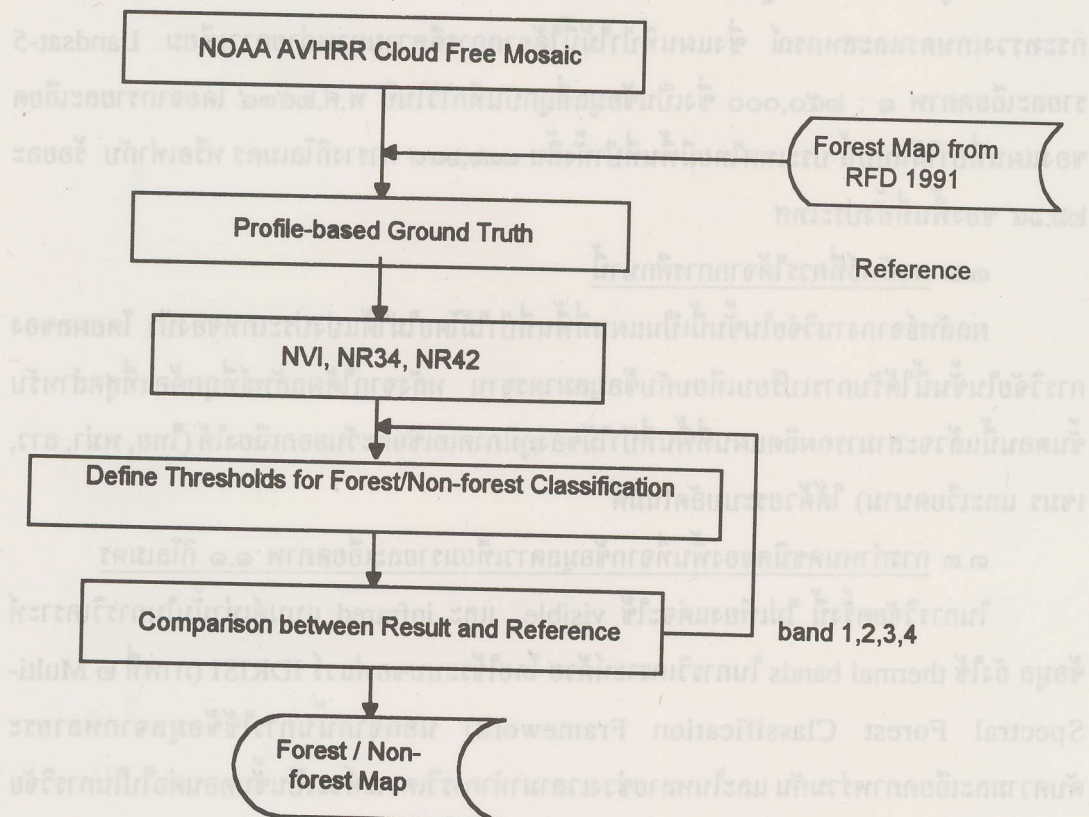
การทำ profile checking ผ่านบริเวณที่สามารถระบุชนิดของพื้นที่ได้อย่างแน่นอน เพื่อ

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่า parameters ต่าง ๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์พื้นที่ป่าไม้จากข้อมูล NOAA AVHRR LAC data และการศึกษาความโน้มเอียงของค่า parameters ต่าง ๆ สามารถกระทำได้ตามขั้นตอนต่อไปนี้

การวิเคราะห์นี้กระทำได้ด้วย

๑. กำหนด vector ที่ผ่านพื้นที่ป่าที่เป็นพื้นที่ที่ต้องการทำการตรวจสอบ
๒. ทำการเก็บค่าของแต่ละ pixel ที่อยู่บน vector ที่ได้รับการคัดเลือก

#### Forest Classification Framework



รูปที่ ๒ Forest Classification Framework with Multi - Resolution Datasets

๓. สร้างกราฟของข้อมูลทั้งหมดที่อยู่บน vector นั้น และทำการศึกษาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่กำลังศึกษา

ขั้นตอนที่ ๒ ทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากแต่ละแบนด์ และจากผลลัพธ์ของการปฏิบัติการด้วยสายตา โดยทำการ overlay digitized แผนที่ป่าไม้จากกรมป่าไม้ ลงไปบนข้อมูลนั้นๆ เพื่อปรับปรุงผลลัพธ์ให้มีความถูกต้องสูงขึ้น

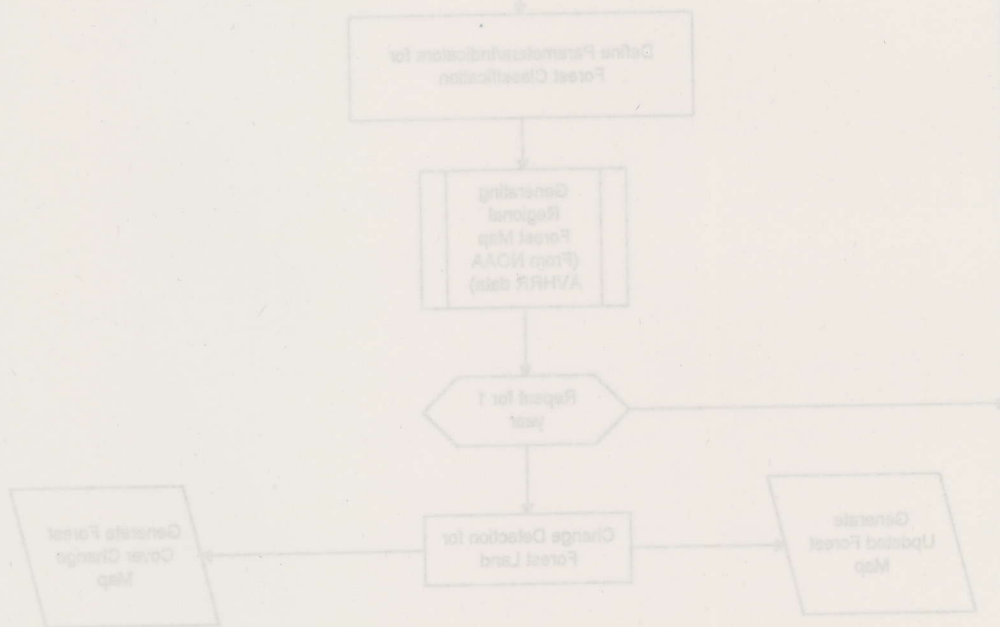
การวิเคราะห์นี้กระทำได้โดย

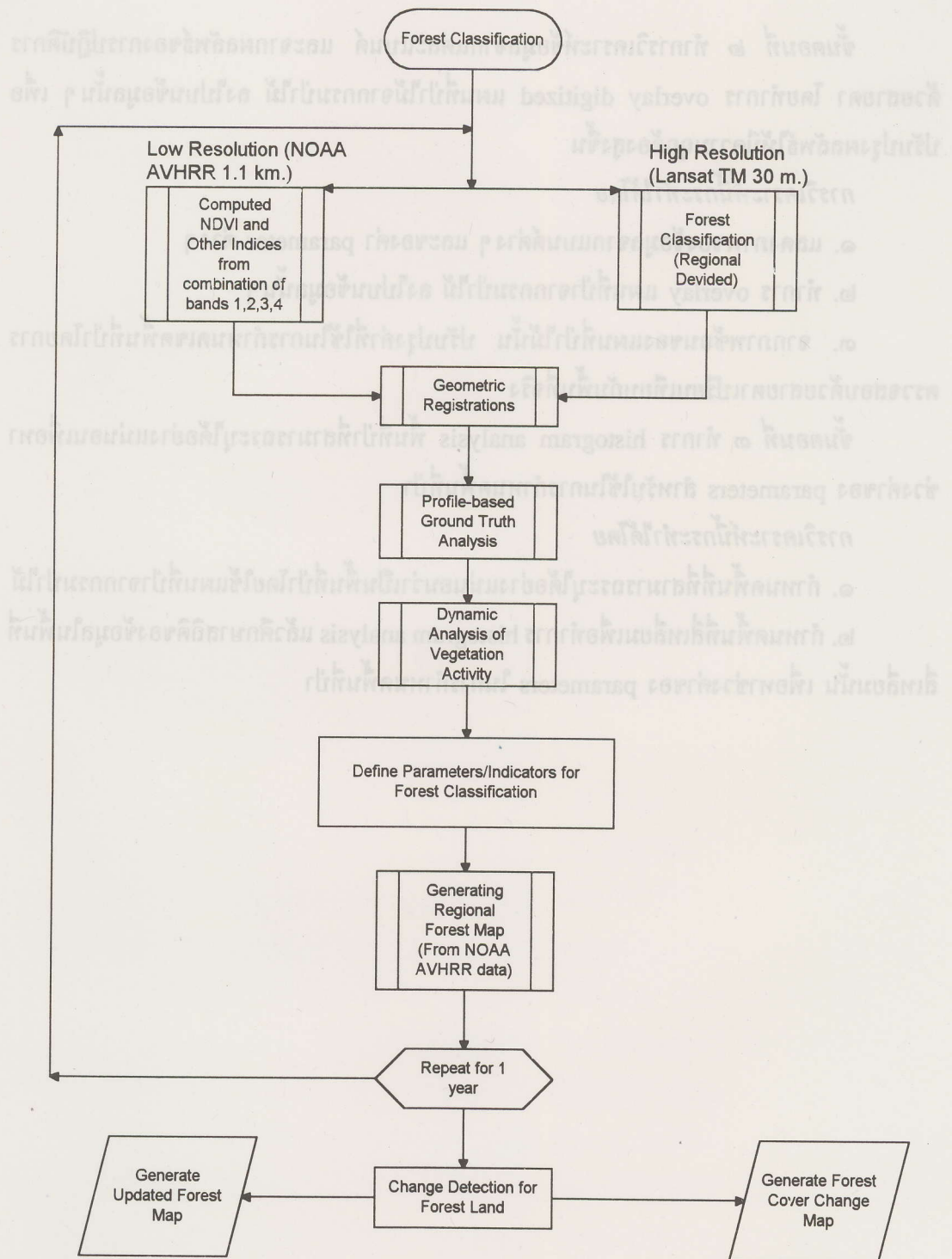
๑. แสดงภาพของข้อมูลจากแบนด์ต่างๆ และของค่า parameter ต่างๆ
๒. ทำการ overlay แผนที่ป่าจากกรมป่าไม้ ลงไปบนข้อมูลนั้นๆ
๓. จากภาพซ้อนของแผนที่ป่าไม้ นั้น ปรับปรุงค่าที่ใช้ในการกำหนดเขตพื้นที่ป่าโดยการตรวจสอบด้วยสายตาเปรียบเทียบกับพื้นที่จริง

ขั้นตอนที่ ๓ ทำการ histogram analysis พื้นที่ป่าที่สามารถระบุได้อย่างแน่นอนเพื่อหาช่วงค่าของ parameters สำหรับใช้ในการกำหนดพื้นที่ป่า

การวิเคราะห์นี้กระทำได้โดย

๑. กำหนดพื้นที่ที่สามารถระบุได้อย่างแน่นอนว่าเป็นพื้นที่ป่าโดยใช้แผนที่ป่าจากกรมป่าไม้
๒. กำหนดพื้นที่ที่สับสนเพื่อทำการ histogram analysis แล้วศึกษาสถิติของข้อมูลในพื้นที่สับสนนั้น เพื่อหาช่วงค่าของ parameters ในการกำหนดพื้นที่ป่า





รูปที่ ๓ Forest Classification Framework with Multi - Resolution Dataset

จากการศึกษาข้อมูลต่าง ๆ ตามขั้นตอนที่กล่าวมาแล้วนี้เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่าง parameters ต่าง ๆ ที่เราศึกษาอยู่นี้และพื้นที่ป่า เราสรุปได้ว่า parameters ต่อไปนี้มีความสัมพันธ์ในการกำหนดพื้นที่ป่า (กราฟของ parameters ต่าง ๆ ของตัวอย่าง profiles ในรูปที่ ๔ และ ๕)

**1 NDVI (NVI) (Normalized Difference Vegetation Index)**

$$= (band2 - band1) / (band2 + band1)$$

**2 NR34 (Normalized Difference Index between band 3 and band 4)**

$$= (band3 - band4) / (band3 + band4)$$

**3 NR42 (Normalized Difference Index between band 4 and band 2)**

$$= (band4 - band2) / (band4 + band2)$$

๓.๓.๒ NDVI และอัตราส่วนอื่นๆ สำหรับการวิเคราะห์พื้นที่ป่า

ขั้นตอน ๓ ขั้นตอนต่อไปนี้เป็นขั้นตอนในการกำหนดพื้นที่ป่า โดยการเลือก vector profiles จำนวน ๖ เส้น ที่พาดผ่านพื้นที่ป่า และพื้นที่เกษตรกรรมที่สามารถพิสูจน์ทราบได้อย่างเด่นชัด เช่น ป่าสงวนแห่งชาติเขาใหญ่ และพื้นที่เกษตรกรรมในภาคกลาง ทางตอนเหนือของกรุงเทพมหานคร เป็นต้น โดยใช้ค่าต่างๆ บน vector เหล่านี้เป็นข้อมูลในการศึกษาหาความสัมพันธ์ของค่าต่างๆ เหล่านี้กับพื้นที่ป่า และพื้นที่เกษตรกรรม เพื่อกำหนดช่วงของค่าเหล่านี้ที่สามารถใช้ในการกำหนดพื้นที่ป่า

ขั้นตอนที่ ๑ การกำหนด threshold ของ NDVI สำหรับพื้นที่ที่มีพืชเป็นบริเวณหนาแน่น ( $NDVI \geq 0.30$  ถูกกำหนดให้เป็นพื้นที่ป่าและพื้นที่การเกษตรที่มีพืชหนาแน่น)

Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) เป็นค่าอัตราส่วนหนึ่งที่มีความสัมพันธ์อย่างสูงกับค่าสัดส่วนของพืช (vegetation parameters) เช่น green-leaf biomass และ green Leaf area ซึ่งมีความสำคัญอย่างมากในการแยกพื้นที่ที่มีพืชปกคลุม (Curran, 1980) แต่ข้อด้อยอย่างหนึ่งของ NDVI คือ ไม่สามารถแบ่งแยกระหว่างพื้นที่ป่าและพื้นที่การเกษตรที่มีพืชหนาแน่นเนื่องจาก NDVI นั้นมีความสัมพันธ์โดยตรงกับจำนวน chlorophyll ในพื้นที่นั้นๆ

นอกจากนั้น ข้อมูลเพิ่มเติมที่ได้จากการศึกษามีดังนี้

๑. พื้นที่ที่ได้จากการกำหนดค่า threshold ของ NDVI มีพื้นที่มากกว่าพื้นที่ป่าที่กำหนดโดยกรมป่าไม้

๒. ไม่สามารถแบ่งแยกระหว่างพื้นที่ป่าและพื้นที่การเกษตรในพื้นที่ภาคกลาง (รูปที่ ๕ เป็นรูปของผลจากการกำหนด threshold ของ NDVI)

ขั้นตอนที่ ๒ การกำหนด threshold ของ normalized difference index NR34 เพื่อกำหนดขอบเขตป่า ( $NR34 \geq 0.19$  ถูกกำหนดให้เป็นขอบเขตของพื้นที่ป่า)

เนื่องจากเราไม่สามารถให้ค่า NDVI อย่างเดียวในการกำหนดพื้นที่ป่า จากการศึกษา และวิเคราะห์ข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบ normalized difference index ระหว่างข้อมูลจาก แบนด์ ๓ และ แบนด์ ๔ สามารถใช้ในการระบุขอบเขตของป่า ถ้าเรากำหนดค่า threshold อย่างเหมาะสมความสัมพันธ์ระหว่าง NR34 และขอบเขตพื้นที่ป่านั้นเป็นผลมาจากข้อมูลในแบนด์ ๔ (thermal band) ของพื้นที่ป่านั้นมีค่าต่ำกว่าพื้นที่รอบๆ ที่ไม่ใช่พื้นที่ป่า อันเนื่องมาจากอุณหภูมิในป่าข่มน้อยกว่าอุณหภูมิพื้นที่โล่ง แต่ข้อมูลในแบนด์ ๓ ของพื้นที่ป่า และพื้นที่รอบๆ ไม่ต่างกันนัก ดังนั้นเราจึงสามารถใช้ NR34 ช่วยในการกำหนดขอบเขตพื้นที่ป่า จากการศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลที่ใช้ทดสอบช่วงค่าของ NR34 ที่มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ ๐.๑๙ สามารถใช้ในการกำหนดขอบเขตพื้นที่ป่า ข้อมูลเพิ่มเติมที่ได้จากการศึกษามีดังนี้

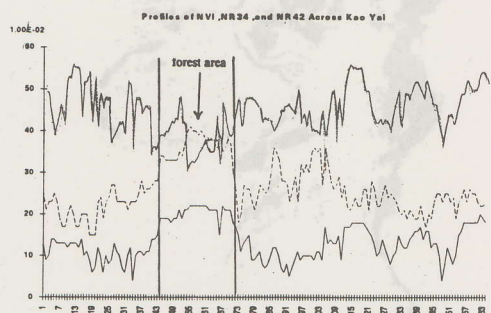
๑. พื้นที่ที่ได้จากการกำหนดค่า threshold ของ NR34 มีพื้นที่มากกว่าพื้นที่ป่าที่กำหนดโดยกรมป่าไม้

๒. สามารถแบ่งแยกระหว่างพื้นที่ป่าและพื้นที่การเกษตรในพื้นที่ภาคกลาง (รูปที่ ๖ เป็นรูปของผลจากการกำหนด threshold ของ NR34)

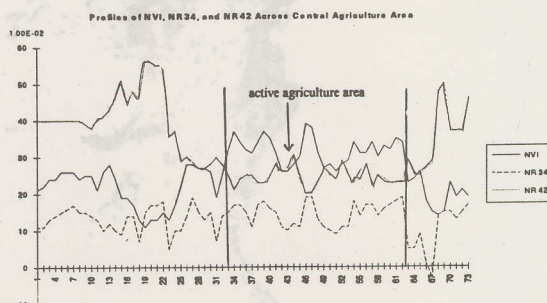
ขั้นตอนที่ ๓ การกำหนด threshold ของ normalized difference index NR42 เพื่อแบ่งแยกขอบเขตป่าจากพื้นที่เกษตรกรรม

จากการศึกษา และวิเคราะห์ข้อมูล ที่ใช้ในการทดสอบ normalized difference index ระหว่างข้อมูลจากแบนด์ ๔ และแบนด์ ๒ สามารถแบ่งแยกระหว่างพื้นที่เกษตรกรรมและพื้นที่ป่าที่กำหนดโดยวิธีการในขั้นตอนที่ ๒ จากการศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลที่ใช้ทดสอบ ช่วงค่าของ NR42 ที่มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ ๐.๑๙ และต่ำกว่าหรือเท่ากับ ๐.๒๗ สามารถใช้ในการแบ่งแยกระหว่างพื้นที่เกษตรกรรมและพื้นที่ป่า โดยการวิเคราะห์และศึกษาข้อมูลของ profiles ที่พาดผ่านพื้นที่เกษตรกรรม

ในภาคกลาง (รูปที่ ๗ เป็นรูปของผลจากการวิเคราะห์ตามขั้นตอน ๑-๓)



(a) clearly forest/non-forest area (Kao Yai National Park) area



(b) active agriculture

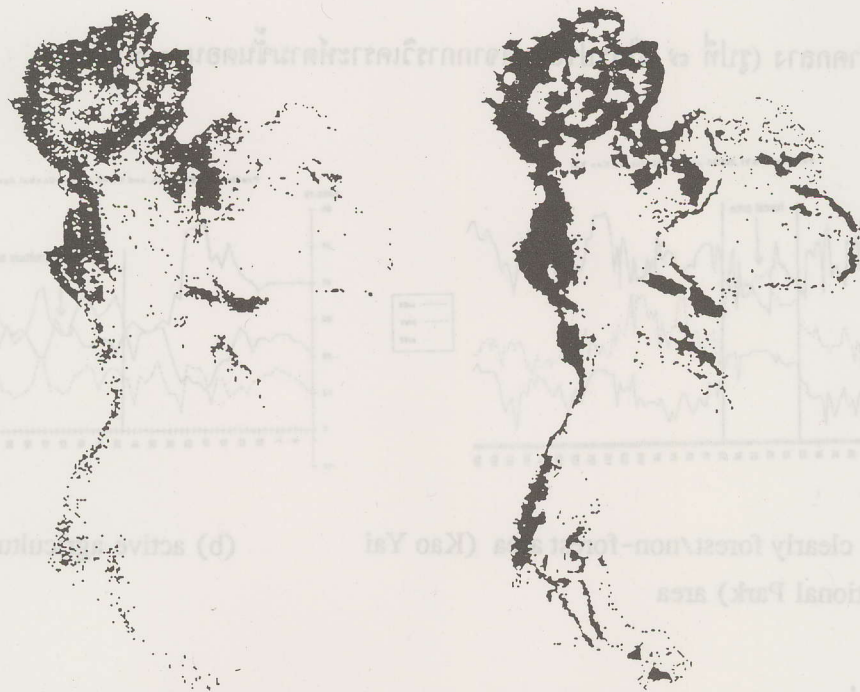
รูปที่ ๕ Sample selected profiles across (a) clearly forest/non-forest area (Kao Yai National Park) and (b) active agriculture area



รูปที่ ๕ Classified result from NDVI



รูปที่ ๖ Classified result from NR34

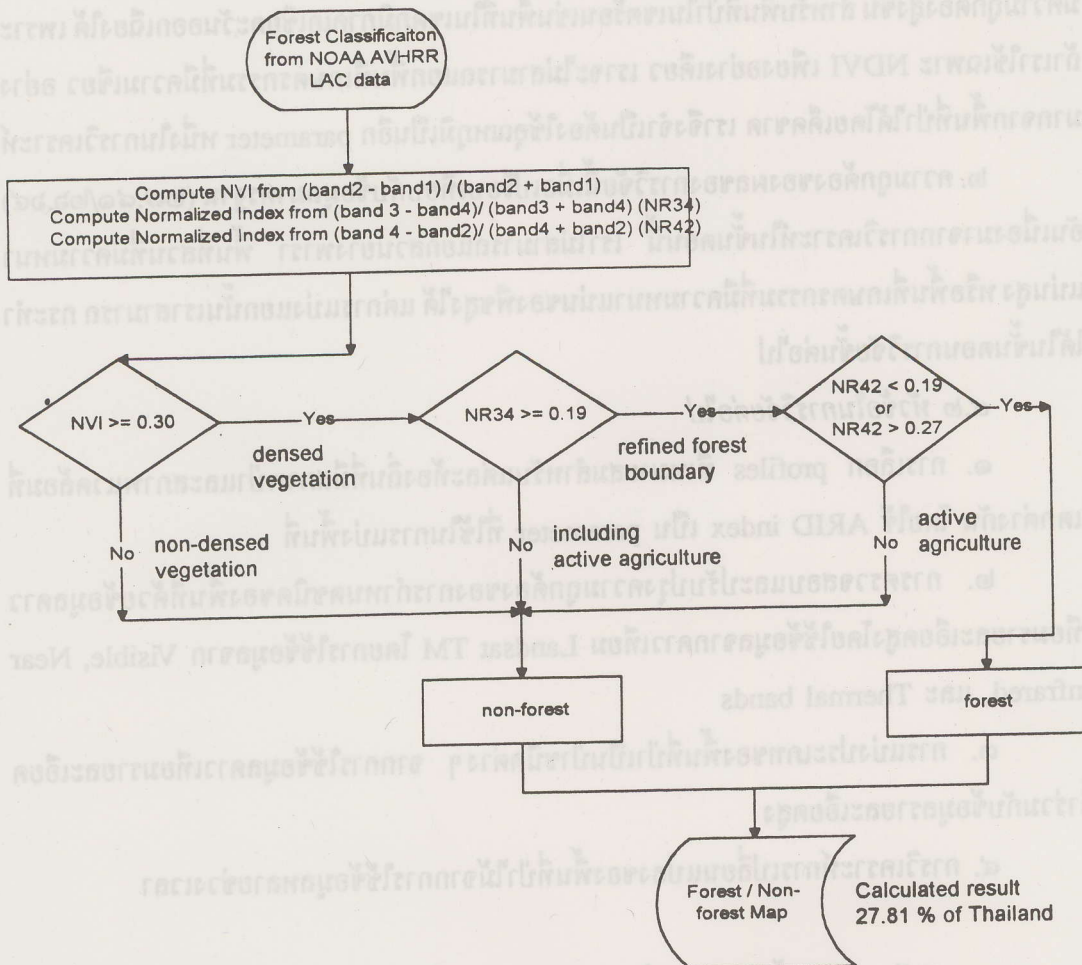


รูปที่ ๗ Result from decision tree of NDVI, รูปที่ ๘ Forest Map of Thailand 1991  
NR34, and NR42

ตารางที่ ๑ แสดงถึงค่าสถิติของผลการกำหนดพื้นที่ด้วยวิธีในขั้นตอนที่ ๑ ถึง ๓

|              | Method                                   | forest land<br>(sq. km) | percentage |
|--------------|------------------------------------------|-------------------------|------------|
| Step 1       | $NVI \geq 0.30$                          | 261177.23               | 50.09%     |
| Step 2       | normalized band 3,4                      | 256023.72               | 49.89%     |
|              | $NR34 \geq 0.19$                         |                         |            |
| Step 1+2     | $NVI \geq 0.30$ and $NR34$               | 150601.62               | 29.30 %    |
|              | $\geq 0.19$                              |                         |            |
| Step 1+ 2 +3 | excluding range                          | 142726.59               | 27.81%     |
|              | $0.19 \leq NR42$ and<br>$NR42 \leq 0.27$ |                         |            |

ตารางที่ ๑ : Forest land and percentage of forest area of Thailand from defined criteria with NOAA AVHRR Data (forest Area by RFD = 26.64 %, 1991)



ภาพที่ ๙ Decision tree for forest classification

## ๔. บทสรุป : ผลจากการวิจัยในขั้นตอนนี้ และแผนที่พื้นที่ป่าระดับภูมิภาค

### ๔.๑ ผลลัพธ์จากการวิจัยในขั้นตอนนี้

๑. การใช้ข้อมูลดาวเทียมจากหลายๆ ช่วงคลื่นร่วมกัน (visible, near infrared, และ thermal infrared) ในรูปของ NDVI, NR34, และ NR42 สามารถช่วยในการวิเคราะห์พื้นที่ป่าที่มีความถูกต้องสูงขึ้น สำหรับพื้นที่ป่าในเขตร้อนเช่นพื้นที่ในเขตภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เพราะถ้าเราใช้เฉพาะ NDVI เพียงอย่างเดียว เราจะไม่สามารถแยกพื้นที่เกษตรกรรมที่มีความเขียว อย่างมากจากพื้นที่ป่าได้โดยเด็ดขาด เราจึงจำเป็นต้องใช้อุณหภูมิเป็นอีก parameter หนึ่งใน การวิเคราะห์

๒. ความถูกต้องของผลของการวิจัยนี้เมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลมาตรฐาน (๒๗.๘๑/๒๖.๖๔) อันเนื่องมาจากการวิเคราะห์ในขั้นตอนนี้ เราไม่สามารถแยกสวนยางพารา พื้นที่สวนที่มีความหนาแน่นสูง หรือพื้นที่เกษตรกรรมที่มีความหนาแน่นของพืชสูงได้ แต่การแบ่งแยกนั้นเราสามารถ กระทำได้ในขั้นตอนการวิจัยขั้นต่อไป

### ๔.๒ หัวข้อในการวิจัยต่อไป

๑. การเลือก profiles ที่เหมาะสมสำหรับแต่ละท้องถิ่นที่มีสภาพป่าและสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน โดยใช้ ARID index เป็น parameter ที่ใช้ในการแบ่งพื้นที่

๒. การตรวจสอบและปรับปรุงความถูกต้องของการกำหนดชนิดของพื้นที่ด้วยข้อมูลดาวเทียมรายละเอียดสูงโดยใช้ข้อมูลจากดาวเทียม Landsat TM โดยการใช้ข้อมูลจาก Visible, Near Infrared, และ Thermal bands

๓. การแบ่งประเภทของพื้นที่ป่าเป็นป่าชนิดต่างๆ จากการใช้อัตราส่วนของข้อมูลดาวเทียมรายละเอียดต่ำร่วมกับข้อมูลรายละเอียดสูง

๔. การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ป่ามาจากการใช้ข้อมูลหลายช่วงเวลา

หมายเหตุ หัวข้อการวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาเอก ณ สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย ในหัวข้อเรื่อง Computer-Assisted Assessment for Sustainable Use of Natural Resources ซึ่งเป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาระบบ Decision Support System ในการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างเหมาะสมในระดับการวางแผน โดยเน้นหนักในเรื่องของทรัพยากรป่าไม้ และขนาดของพื้นที่ในการศึกษา ซึ่งเป็นการครอบคลุมพื้นที่ขนาดภูมิภาค (ภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้) ซึ่งย่อมมีผลต่อความร่วมมือและความเข้าใจอันดีระหว่างประเทศในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

ผลงานทางวิชาการที่นำเสนอนี้ ได้รับคัดเลือกให้เป็นหนึ่งในสี่ของผลงานทางวิชาการดีเด่น ในการประชุม Asain Conference on Remote Sensing ครั้งที่ ๑๕ ณ เมือง Bangalore ประเทศอินเดีย ระหว่าง ๑๗ ถึง ๒๓ พฤศจิกายน ๒๕๓๗

สุดท้ายนี้ ผู้เขียนยินดีเป็นอย่างยิ่งที่จะได้รับคำแนะนำทั้งทางวิทยาศาสตร์และ สังคมศาสตร์ เพื่อให้ผลลัพธ์ที่ได้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น และเพื่อประโยชน์ที่จะได้รับในการวางแผนใช้ทรัพยากร ธรรมชาติอย่างถูกต้องสมบูรณ์ที่สุด

### เอกสารอ้างอิง

- Curran, P.J. Multispectral Remote Sensing of Vegetating Amount. Prog. Phys. Geogr., 1980. 4, 315.
- GRID. Document for NOAA AVHRR dataset. Bangkok, 1992.
- Jaruput, Thongchai. Analysis of Forest Situation in Thailand and the World, Royal Forest Department, 1993.
- MURAI, S., (editor). Applications of Remote Sensing in Asia and Oceania- Environment Change Monitoring, Asian Association on Remote Sensing, 1991.
- MURAI, S., (editor). Remote Sensing Note, Japan Association on Remote Sensing, 1993.
- MURAI, S. Special Course on Advanced Remote Sensing/GIS Technologies : Data Fusion of Multi - sensor Data, Bangkok, Thailand, 1994.