

นิพนธ์ต้นฉบับ

ลักษณะ Signature ของพื้นที่ปลูกยูคาลิปตัส
ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

Signature Characteristics of Eucalypt Cultivation Areas
in the Northeast of Thailand

อลงกต ปากาศ¹
วีระภาส ขุนรัตนศิริ²

Alongkot Pakat¹
Weeraphart Khunrattanasiri²

¹ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900
The Graduate School, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand
E-mail: first_107@hotmail.com

² คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900
Faculty of Forestry, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand

รับต้นฉบับ 21 พฤษภาคม 2552

รับลงพิมพ์ 5 มิถุนายน 2552

ABSTRACT

This study aimed to investigate the remotely sensed signature characteristics of eucalypts in different age classes for use in the classification of eucalypt plantings in northeast Thailand.

The results showed that there are 2.52 million rai of eucalypts planted in northeast Thailand (2.42% of the whole country). Buriram province has the highest planted area of eucalypts with about 0.25 million rai, while Mukdaharn province has the lowest area with 63,718 rai. The reliability of the estimation process was 68.68%.

Signatures in BAND1, BAND2, BAND3 and BAND4 had digital number (DN) values between 38 and 207, 37 and 176, 44 and 167, and 25 and 192, respectively.

Keywords: signature, eucalypts, Northeast Thailand

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาลักษณะดัชนี signature ของยูคาลิปตัสในชั้นอายุต่างๆ สำหรับจำแนกพื้นที่ปลูกยูคาลิปตัสในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกยูคาลิปตัส ทั้งหมด 2.52 ล้านไร่ หรือ คิดเป็นร้อยละ 2.42 ของเนื้อที่ประเทศ โดยจังหวัดบุรีรัมย์มีพื้นที่ปลูกยูคาลิปตัสมากที่สุด จำนวน 0.25 ล้านไร่ และจังหวัดมุกดาหารมีพื้นที่ปลูกยูคาลิปตัสน้อยที่สุด จำนวน 63,718 ไร่ โดยมีค่าความถูกต้องรวมในการจำแนกประเภทข้อมูลร้อยละ 68.68

ค่า signature ในแบนด์ที่ 1 ค่าแบนด์ที่ 2 - 4 ก็จะมีค่าที่ต่ำเช่นกัน โดยพบว่าช่วงคลื่นที่ 1 มีช่วงการกระจายที่ 38-207 ช่วงคลื่นที่ 2 ที่ 37-176 ช่วงคลื่นที่ 3 44-167 และ ช่วงคลื่นที่ 4 25-192 ตามลำดับ

คำสำคัญ: signature ยูคาลิปตัส ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

คำนำ

ปัจจุบันภายหลังจากยกเลิกสัมปทานการทำไม้ในป่าธรรมชาติในปี พ.ศ.2532 พื้นที่ป่าได้มีการถูกบุกรุกเพิ่มมากขึ้น กรมป่าไม้ (2548) พบว่าพื้นที่ป่าไม้ปี 2547 มีเพียง ร้อยละ 32.66 หรือ 167,590.98 ตารางกิโลเมตร ลดลง 2,519.80 ตารางกิโลเมตร จากปี 2543 ที่มีพื้นที่ป่าไม้ร้อยละ 33.15 หรือ 170,110.78 ตารางกิโลเมตร ในช่วง 4 ปี ระหว่างปี 2543-2547 พื้นที่ลดลงไปเฉลี่ยปีละ 629.95 ตารางกิโลเมตร ซึ่งสาเหตุสำคัญมาจากการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร รวมถึงการขาดแคลนที่ดินทำกิน และความต้องการผลผลิตจากป่าธรรมชาติยังมีสูง แนวทางที่จะฟื้นฟูป่าให้เพิ่มขึ้นทั้งภาครัฐและเอกชน ได้มีแนวทางร่วมกันแนวทางหนึ่งคือ ให้มีการปลูกสร้างสวนป่า โดยส่งเสริมให้ปลูกไม้โตเร็ว โดยเฉพาะยูคาลิปตัส (eucalypts)

ยูคาลิปตัส เป็นไม้โตเร็วและสามารถปลูกได้ในสภาพพื้นที่ต่างๆ กัน ทั้งในพื้นที่ที่เป็นดินเหนียว ดินทราย หรือดินเค็ม หรือในพื้นที่ที่มีอากาศแห้งแล้ง เป็นไม้ที่มีความทนทานสูง สามารถทนต่อการท่วมขังของน้ำได้เป็นระยะเวลานาน (กรมป่าไม้, 2537) สามารถสร้างรายได้ให้แก่เกษตรกร ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งมีศักยภาพในการรองรับผลผลิตจากยูคาลิปตัส เป็นจำนวนมาก ปัจจุบันมีการปลูกยูคาลิปตัสเพิ่มมากขึ้นทั้งพื้นที่ของรัฐและเอกชน การประเมินค่าในด้านต่างๆ สามารถทำได้ยากทั้งนี้เนื่องจากไม่สามารถทราบพื้นที่ที่แท้จริงในการปลูกยูคาลิปตัสในแต่ละชั้นอายุ กระบวนการทาง remote sensing เป็นแนวทางหนึ่งในการแก้ปัญหาได้แต่การใช้ remote sensing นั้นกระบวนการที่สำคัญคือกระบวนการจำแนก (classification) โดยต้องมีค่าลักษณะ signature หรือค่าคุณลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งมีความจำเป็นอย่างยิ่ง การศึกษาในครั้งนี้เพื่อต้องการศึกษาลักษณะ signature ที่เหมาะสมสำหรับยูคาลิปตัส เพื่อเป็นตัวแทนในการจำแนกยูคาลิปตัสออกจากวัตถุชนิดอื่น เพื่อใช้ในการประเมินศักยภาพ

ของยูคาลิปตัส ในระดับต่อไป การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาลักษณะ signature ของยูคาลิปตัสชั้นอายุที่น้อยกว่า 5 ปีและมากกว่า 5 ปีขึ้นไปและเสนอแนวทางการประยุกต์ใช้ลักษณะค่า signature ของยูคาลิปตัส เพื่อแสดงพื้นที่ปลูกยูคาลิปตัสในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม

ทำการปรับแก้ความผิดพลาดเชิงเรขาคณิต (geometric correction) โดยใช้โปรแกรมประมวลผลข้อมูลดาวเทียม แบบแผนที่สู่ภาพ (map to image correction) โดยการกำหนดจุดควบคุมภาคพื้นดิน (ground control point, GCP) ให้กับข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม SPOT จากแผนที่ภูมิประเทศของกรมแผนที่ทหาร มาตราส่วน 1: 50,000 โดยใช้สูตรคำนวณการปรับแก้ทางเรขาคณิตแบบ SPOT โดยมี GCP ไม่ต่ำกว่า 30 จุดต่อภาพ และกำหนดค่าความผิดพลาดโดยเฉลี่ย (root mean square error) ไม่เกิน 1 จุดภาพ และทำการจัดข้อมูลใหม่ด้วยวิธี nearest neighbor ที่ความละเอียด 10 เมตร

สำหรับการศึกษาในครั้งนี้ได้เลือกพื้นที่บริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งประกอบด้วย 19 จังหวัด ได้แก่ กาฬสินธุ์ ขอนแก่น ชัยภูมิ นครพนม นครราชสีมา บุรีรัมย์ มหาสารคาม มุกดาหาร ยโสธร ร้อยเอ็ด เลย ศรีสะเกษ สกลนคร สุรินทร์ หนองคาย หนองบัวลำภู อุดรธานี อุบลราชธานี และ อำนาจเจริญ ดังแสดงใน Figure 1

การเก็บข้อมูลภาคสนาม

กำหนดพื้นที่ตัวแทน (training area) ของแปลงยูคาลิปตัส และบันทึกค่าตำแหน่งของแปลงปลูกยูคาลิปตัสด้วยเครื่องกำหนดตำแหน่งบนโลก (GPS) โดยเลือกแปลงปลูกยูคาลิปตัสที่มีแปลงขนาดใหญ่ และมีชั้นอายุเดียวกันทั้งหมด (Figure 2)

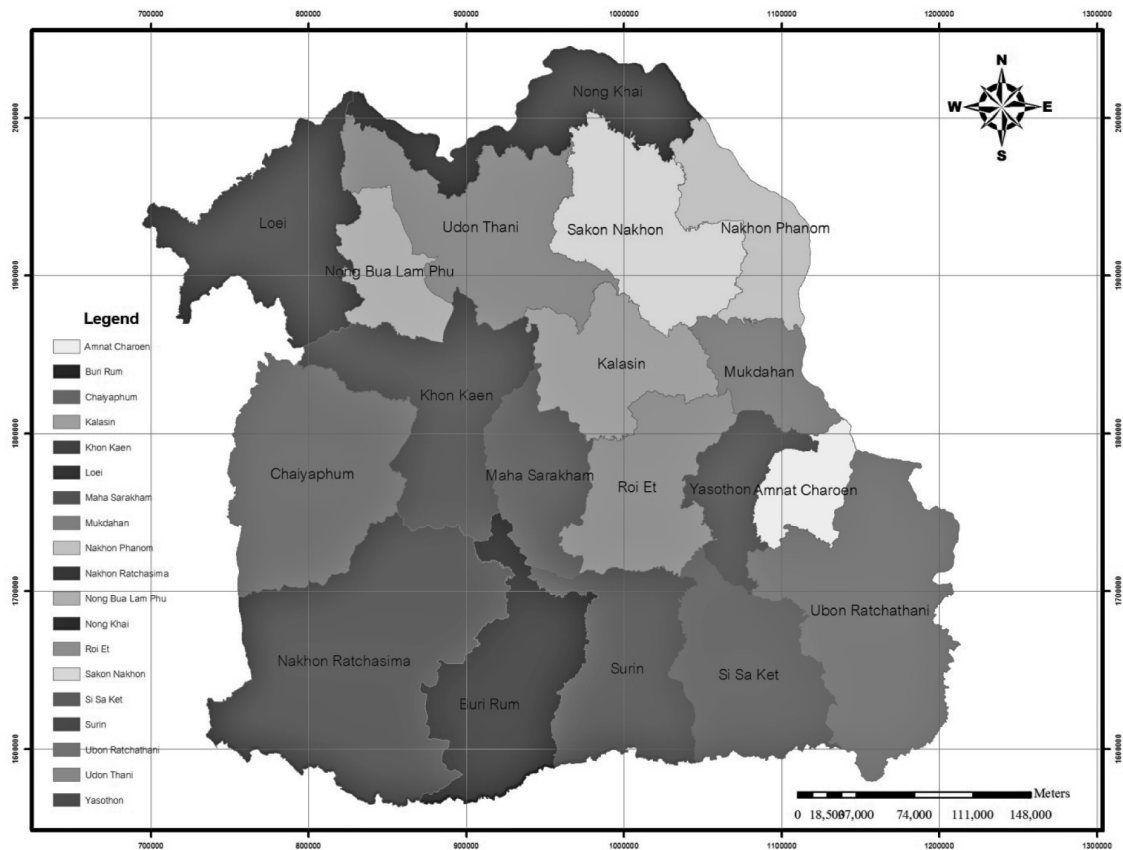


Figure 1 Map of northeastern Thailand.

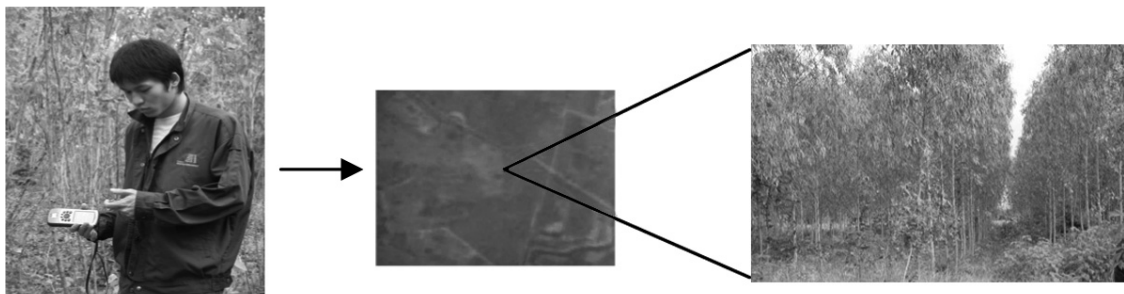


Figure 2 Training Area.

การจำแนกประเภทข้อมูล

การจำแนกประเภทข้อมูลที่ปรากฏในภาพถ่ายดาวเทียม SPOT-4 และ SPOT-5 ใช้เทคนิคการจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับดูแล (supervised classification) ด้วยวิธีแบบความน่าจะเป็นไปได้สูงสุด

(maximum likelihood classifier) โดยในขั้นตอนการกำหนดพื้นที่ตัวแทน (training area) เพื่อนำมาใช้จัดทำค่า signature ของยูคาลิปตัส ได้ใช้ค่าที่เปลี่ยนแปลงยูคาลิปตัสที่ได้จากการตรวจสอบพื้นที่ภาคสนาม เมื่อได้ค่า signature ของยูคาลิปตัสแล้ว ขั้นตอนต่อไปจำเป็นต้องทำอย่างอื่นที่จะ

ต้องจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่กำกับดูแล (unsupervised classification) ก่อน เพื่อให้ข้อมูลค่าการสะท้อนแสง (DN) ของภาพถ่ายดาวเทียม SPOT ได้รับการจัดชั้นข้อมูลเบื้องต้น จากนั้นจึงนำค่า signature ของไม้ยูคาลิปตัส มาใช้ประกอบการจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับดูแลต่อไป (ศูนย์วิจัยป่าไม้, 2546) จากนั้นใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์แยกข้อมูลเฉพาะพื้นที่ปลูกยูคาลิปตัสในภาคตะวันออกเฉียงเหนือเพื่อทำการนำเสนอในรูปแบบแผนที่ต่อไป

$$\text{ร้อยละความถูกต้องของการแปลภาพ} = \frac{\text{จำนวนจุดตรวจสอบทั้งหมด} - \text{จำนวนจุดที่ทำการแปลภาพผิด} \times 100}{\text{จำนวนจุดตรวจสอบทั้งหมด}}$$

ผลและวิจารณ์

การเตรียมข้อมูลดาวเทียม

การเลือกข้อมูลในการศึกษาในครั้งนี้ได้ทำการเลือกข้อมูลดาวเทียม SPOT-4 และ SPOT-5 เมอร์ที่ความละเอียดจุดภาพ 10 เมตร โดยทำการเลือกช่วงเวลาในการถ่ายภาพในช่วงปี 2548-2549 ในช่วงเวลาที่มีเมฆน้อยที่สุดคือมีประมาณน้อยกว่าร้อยละ 10 ของเนื้อภาพทั้งหมด เพื่อให้ภาพมีคุณภาพที่ดีที่สุด โดยภาพที่สามารถเลือกได้มีทั้งหมด 83 ภาพถ่ายทำในปี 2548 จำนวน 21 ภาพ และปี 2549 จำนวน 62 ภาพ คลอบคลุมทั้ง 19 จังหวัดทั่วภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

การปรับแก้ความคลาดเคลื่อนเชิงเรขาคณิตของภาพถ่ายดาวเทียม (geometric correction)

ปรับแก้ความคลาดเคลื่อนเชิงเรขาคณิตของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม SPOT-4 และ SPOT-5 โดยใช้สมการการปรับแก้แบบ SPOT (สมการ SPOT) และใช้จุดควบคุมภาคพื้นดินไม่ต่ำกว่า 30 จุดต่อภาพ ร่วมกับข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลข (DEM) จากนั้นใช้เทคนิคการจัดข้อมูลใหม่ (resampling) แบบ nearest neighbor กำหนดขนาดจุดภาพใหม่เท่ากับ 10 เมตร ตัวอย่างรายละเอียดการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนเชิงเรขาคณิต (Figure 3)

การตรวจสอบความถูกต้อง

ทำการตรวจสอบความถูกต้องในการจำแนกข้อมูลภาพ (accuracy assessment) ให้มีค่าความถูกต้อง (กาญจน์เขจร, 2541) เพื่อตรวจสอบความน่าเชื่อถือของการจำแนกข้อมูลโดยภาพรวมทั้งพื้นที่ศึกษาชั้นประเมินความถูกต้องในการจำแนกประเภทข้อมูล โดยใช้สมการที่ 1 ดังนี้

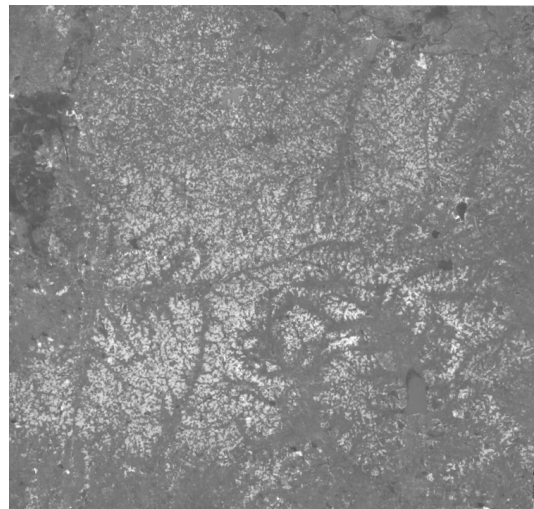


Figure 3 SPOT imagery K268J318.

การจำแนกประเภทข้อมูล (image classification)

การจำแนกประเภทข้อมูลที่ปรากฏในภาพถ่ายดาวเทียม SPOT-4 และ SPOT-5 ใช้เทคนิคการจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับดูแล (supervised classification) ด้วยวิธีแบบความน่าจะเป็นไปได้สูงสุด (maximum likelihood classifier) โดยในขั้นตอนการกำหนดพื้นที่ตัวแทน (training area) เพื่อนำมาใช้จัดทำค่า signature ของยูคาลิปตัส ได้ใช้ค่าพิกัดแปลงยูคาลิปตัสที่ได้จากการตรวจสอบพื้นที่ภาคสนาม (Figure 4 and 5) เมื่อได้ค่า signature ของยูคาลิปตัสแล้ว ขั้นตอนต่อไปจำเป็นต้องจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่กำกับ

ดูแล (unsupervised classification) เสียก่อน เพื่อให้ข้อมูลค่าการสะท้อนแสงของภาพดาวเทียม SPOT ได้รับการจัดชั้นข้อมูลเบื้องต้น จากนั้นจึงนำค่า signature ของ

ไม้ยูคาลิปตัส มาใช้ประกอบการจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับดูแลต่อไป



Figure 4 Sample of SPOT imagery (left) showing an area planted with eucalypts compared with information on the same location from pointAsia.com (right).



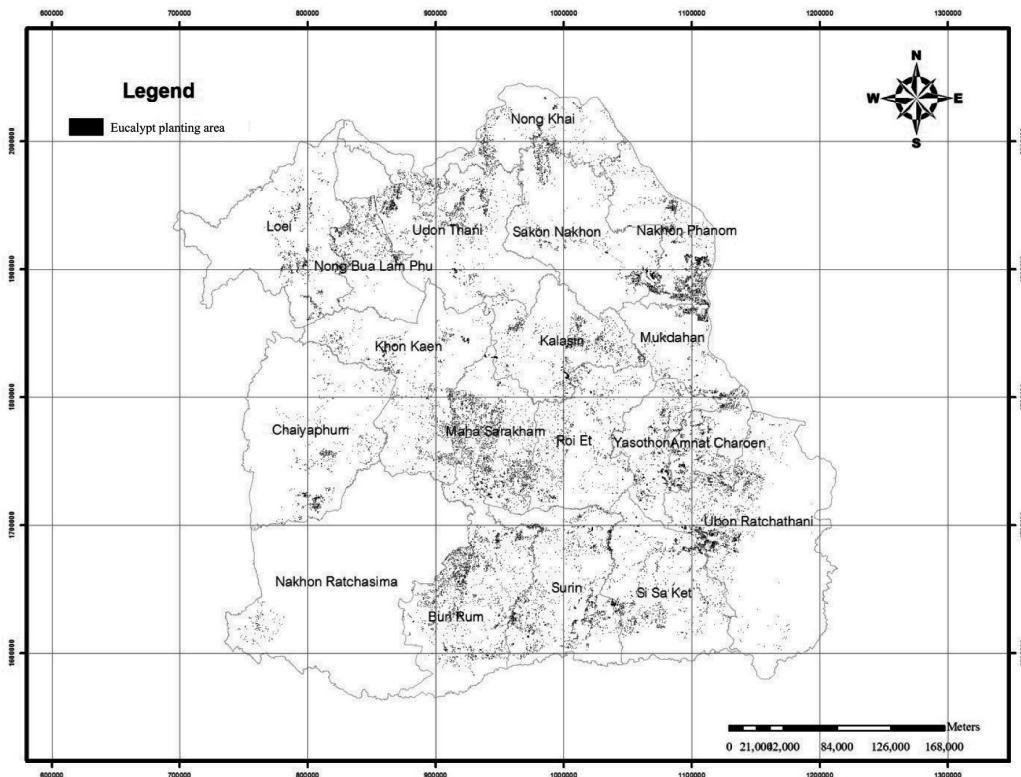
Figure 5 Sample of SPOT imagery (left) showing an area planted with eucalypts compared with a photograph at the same site (right).

ผลการจำแนกประเภทข้อมูลพื้นที่ปลูกยูคาลิปตัสในภาคตะวันออกเฉียงเหนือจากภาพดาวเทียม SPOT-4 และ SPOT-5 พบว่า มีพื้นที่ปลูกยูคาลิปตัสทั้งสิ้น 4,044.30 ตารางกิโลเมตร หรือ 2.53 ล้านไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 2.42 ของพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือทั้งหมด (Figure 6) แสดงพื้นที่ปลูกยูคาลิปตัสในภาคตะวันออกเฉียงเหนือจำแนกรายจังหวัด พบว่า จังหวัดบุรีรัมย์ มีพื้นที่ปลูกยูคาลิปตัสมากที่สุดคือ 399.60 ตารางกิโลเมตร หรือ 0.25 ล้านไร่คิดเป็นร้อยละ 3.98

ของเนื้อที่ทั้งหมดของจังหวัด จังหวัดที่มีเนื้อที่การปลูกยูคาลิปตัสน้อยที่สุดคือจังหวัดมุกดาหาร มีเนื้อที่ปลูกยูคาลิปตัสทั้งหมด 101.95 ตารางกิโลเมตร หรือ 0.06 ล้านไร่ คิดเป็น ร้อยละ 2.49 ของเนื้อที่ทั้งหมดของจังหวัด และถ้าพิจารณาถึงอัตราส่วนการปลูกยูคาลิปตัสต่อพื้นที่ จังหวัดมหาสารคาม มีอัตราส่วนการปลูกยูคาลิปตัสต่อพื้นที่ที่สูงที่สุดคิดเป็นร้อยละ 5.75 และจังหวัดชัยภูมิมีอัตราส่วนการปลูกยูคาลิปตัสต่อพื้นที่น้อยที่สุดคือ ร้อยละ 0.88 (Table 1)

Table 1 Eucalypt planting area in Northeast Thailand.

Province	Province area (million rai)	Eucalypt planting area (million rai)	Percentage area
Kalasin	4.31	0.12	2.70
Khon Kaen	6.65	0.12	1.78
Chaiyaphum	7.94	0.07	0.88
Nakhon Phanom	3.49	0.18	5.02
Nakhon Ratchasima	12.95	0.22	1.74
Buri Rum	6.28	0.25	3.98
Maha Sarakham	3.49	0.20	5.75
Mukdahan	2.56	0.06	2.49
Yasothon	2.56	0.09	3.51
Roi Et	4.89	0.12	2.38
Loei	6.57	0.08	1.19
Si Sa Ket	5.54	0.14	2.56
Sakon Nakhon	5.95	0.10	1.72
Surin	5.50	0.18	3.34
Nong Khai	4.53	0.10	2.22
Nong Bua Lam Phu	2.56	0.09	3.42
Amnat Charoen	2.04	0.11	5.29
Udon Thani	6.90	0.15	2.16
Ubon Ratchathani	9.66	0.15	1.57
Total	104.38	2.53	2.42

**Figure 6** Map of areas planted with eucalypts in Northeast Thailand.

การประเมินความถูกต้องในการจำแนกประเภทข้อมูล

ผลการการประเมินความถูกต้องในการจำแนกประเภทข้อมูลยูคาลิปตัสจากภาพถ่ายดาวเทียม SPOT

โดยใช้จุดตรวจสอบทั้งสิ้น 281 จุด พบว่ามีจุดตรวจสอบ 193 จุดที่พื้นที่จริงและพื้นที่ที่แปลจากภาพถ่ายดาวเทียม SPOT ตรงกัน และ ไม่ตรงกันทั้งหมด 88 จุด

$$\text{ร้อยละความถูกต้องของการแปลภาพ} = \frac{\text{จำนวนจุดตรวจสอบทั้งหมด} - \text{จำนวนจุดที่ทำการแปลภาพผิด} \times 100}{\text{จำนวนจุดตรวจสอบทั้งหมด}}$$

$$\text{ร้อยละความถูกต้องของการแปลภาพ} = \frac{281 - 88}{281} \times 100 = 68.68$$

นำค่า signature ของพื้นที่ปลูกยูคาลิปตัส ที่ได้มาศึกษาการกระจายตัวของข้อมูล พบว่าในแต่ละภาพของดาวเทียม SPOT มีการกระจายตัวของค่า signature ในช่วงที่กว้างจากทุกภาพแต่เนื่องจากการเก็บข้อมูลภาคสนามพบพื้นที่ปลูกยูคาลิปตัสในชั้นอายุที่มากกว่า 5 ปี น้อยมากจึงไม่นำมาวิเคราะห์ในการหาพื้นที่ปลูกยูคาลิปตัส ดังนั้นค่า signature จึงเป็นค่า signature ของชั้นอายุที่น้อยกว่า 5 ปีทั้งหมด พบว่าช่วงคลื่นที่ 1 มีช่วงการกระจายของค่า DN ที่ 38-207 ช่วงคลื่นที่ 2 ที่ 37-176 ช่วงคลื่นที่ 3 44-167

และ ช่วงคลื่นที่ 4 25-192 ตามลำดับแสดงดังตัวอย่างข้อมูล Table 2 และ Figure 7-10 เส้นแสดงการกระจายตัวของค่า signature แสดงในแต่ละช่วงคลื่น ค่าการกระจายภายในแต่ละช่วงคลื่นอยู่ในช่วงที่ไม่กว้างและแนวโน้มในทิศทางเดียวกันแสดงว่าระหว่างภาพมีปัจจัยอื่นเข้ามาเกี่ยวข้องทำให้ signature ของแต่ละภาพมีค่าที่ต่างกันมากโดยสังเกตจาก Table 2 ภาพที่ 263/315 และ 263/316 ซึ่งมีค่าการกระจายที่ห่างกันน้อยมากในแต่ละช่วงคลื่น

Table 2 Example of digital number (DN) from eucalypt planting area.

K/J	Layer	Min	Max	Mean	SD	K/J	Layer	Min	Max	Mean	SD
263/314-5	1.00	66.00	120.00	92.49	8.69	267/314	1.00	101.00	147.00	127.36	11.34
	2.00	72.00	129.00	83.32	8.26		2.00	47.00	92.00	56.63	7.60
	3.00	87.00	132.00	94.52	6.09		3.00	54.00	71.00	57.47	2.35
	4.00	67.00	146.00	99.36	13.33		4.00	96.00	171.00	116.04	14.36
263/315	1.00	115.00	175.00	142.39	11.77	267/315	1.00	74.00	153.00	119.16	19.26
	2.00	57.00	72.00	61.04	1.33		2.00	45.00	96.00	58.21	9.33
	3.00	73.00	84.00	78.12	1.60		3.00	57.00	80.00	64.06	3.23
	4.00	93.00	133.00	112.63	5.29		4.00	77.00	139.00	95.53	11.53
263/316	1.00	105.00	173.00	134.15	11.41	267/316	1.00	38.00	133.00	66.87	11.22
	2.00	60.00	81.00	66.19	3.27		2.00	38.00	176.00	63.87	11.75
	3.00	75.00	92.00	82.21	2.26		3.00	64.00	150.00	79.65	6.81
	4.00	102.00	144.00	119.34	6.55		4.00	25.00	167.00	49.98	10.26

Note: Min is minimum, Max is maximum and SD is standard deviation

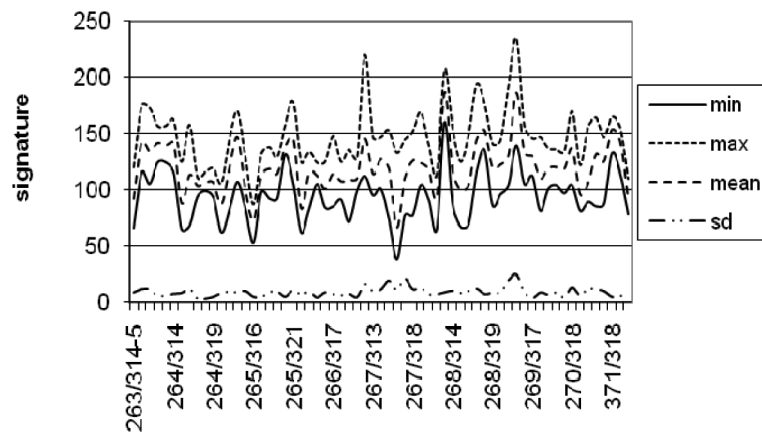


Figure 7 Signature in BAND1 of SPOT image.

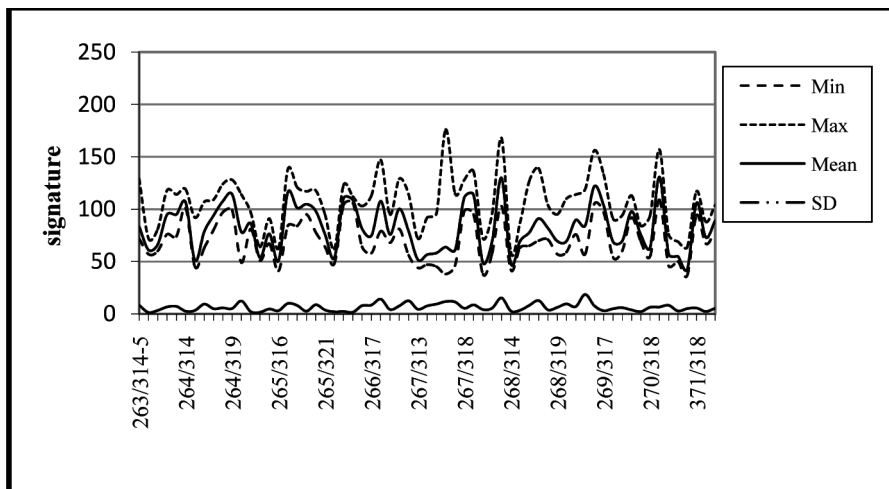


Figure 8 Signature in BAND2 of SPOT image.

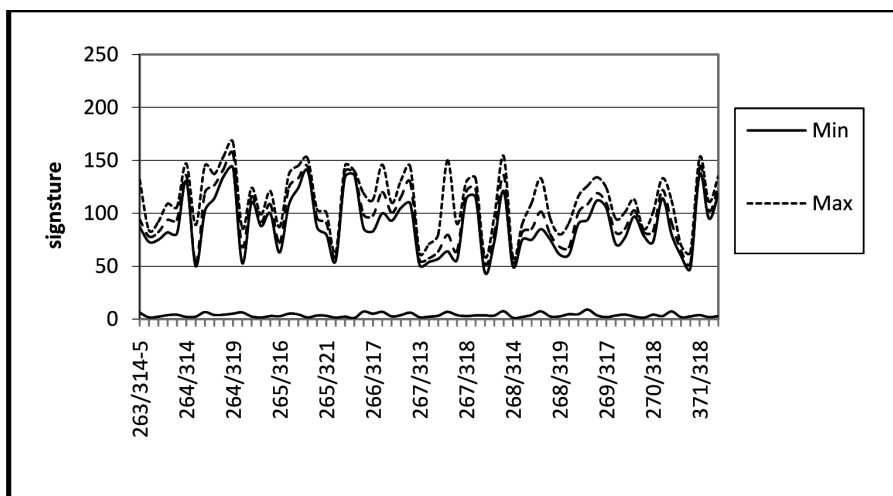


Figure 9 Signature in BAND 3 of SPOT image.

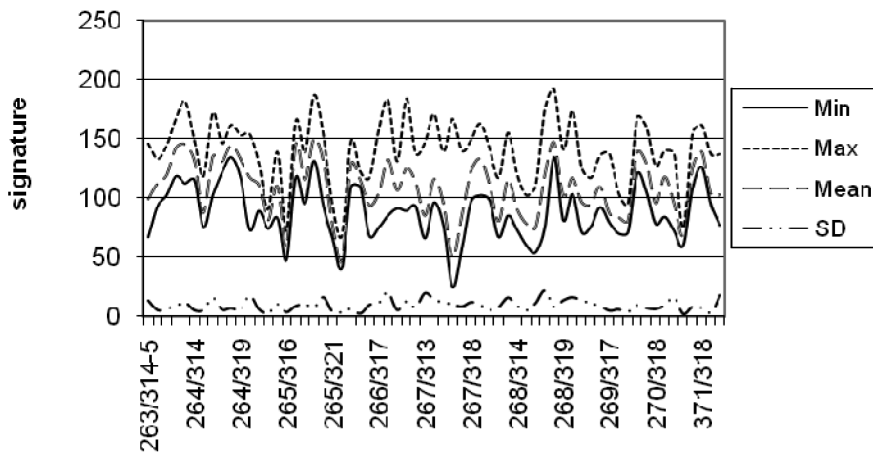


Figure 10 Signature in BAND 4 of SPOT image.

สรุปและข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาพบว่าพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมี สัดส่วนของพื้นที่ปลูกยูคาลิปตัสร้อยละ 2.42 คิดเป็นเนื้อที่ 2.52 ล้านไร่ ส่วนจังหวัดที่มีพื้นที่ปลูกยูคาลิปตัส สูงที่สุดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คือ จังหวัดบุรีรัมย์ 2.52 ล้านไร่ หรือ ร้อยละ 2.42 และ จังหวัดที่มีพื้นที่ปลูกยูคาลิปตัส น้อยที่สุดคือ จังหวัดมุกดาหาร 0.06 ล้านไร่ หรือ ร้อยละ 2.49 และจังหวัดที่มีสัดส่วนของพื้นที่ปลูกยูคาลิปตัส สูงที่สุด คือ จังหวัดมหาสารคาม ร้อยละ 5.74 คิดเป็น 0.20 ล้านไร่ จังหวัดที่มีสัดส่วนของพื้นที่ปลูกยูคาลิปตัส น้อยที่สุด คือ จังหวัดชัยภูมิ ร้อยละ 0.87585 คิดเป็น 0.06 ล้านไร่และความถูกต้องของการแปลภาพอยู่ที่ 193 จุด คิดเป็นร้อยละ 68.68 จากจุดสำรวจทั้งหมด 281 จุดสำรวจ

ค่า signature ที่พบในแต่ละแบนด์มีช่วงการกระจายสูง แต่มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันคือ ถ้ามีค่าในแบนด์ที่ 1 ค่า แบนด์ที่ 2 - 4 ก็จะมีค่าที่ต่ำเช่นกัน โดยพบว่าช่วงคลื่นที่ 1 มีช่วงการกระจายที่ 38-207 ช่วงคลื่นที่ 2 ที่ 37-176 ช่วงคลื่นที่ 3 ที่ 44-167 และช่วงคลื่นที่ 4 25-192 ตามลำดับซึ่งจากหลักการของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเมื่อมีชั้นบรรยากาศของโลกเข้ามาเกี่ยวข้องค่าการสะท้อนแสงของวัตถุก็จะเปลี่ยนแปลงไป เมื่อแหล่ง

พลังงานจากดวงอาทิตย์ในรูปคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีหลายความยาวคลื่นบางช่วงคลื่นจะเกิดการสูญเสียไปเนื่องจากการ กระจกระบาย หรือการ ดูดกลืน โดยก๊าซที่อยู่ใน ชั้นบรรยากาศ (ไอน้ำ, 2550) ดังนั้นเพื่อให้ได้ค่า signature ของพื้นที่ปลูกยูคาลิปตัส ที่ถูกต้องยิ่งขึ้นจึงจำเป็นต้องมีการศึกษาหาความสัมพันธ์กับสมการภูมิอากาศต่อไป

คำนิยาม

ผู้วิจัยขอขอบคุณ ผศ.ดร.วันชัย อรุณประภารัตน์ กรรมการร่วมที่ให้ความช่วยเหลือในทุกด้านทั้งด้านข้อมูล การวิจัยรวมถึงคำแนะนำเป็นอย่างดี

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- กรมป่าไม้. 2537. คู่มือเกษตรกร (1) เรื่องไม้เศรษฐกิจไม้โตเร็ว. ส่วนปลูกป่าภาคเอกชน สำนักส่งเสริมการปลูกป่า กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.
- _____. 2548. สถิติการป่าไม้ของประเทศไทย 2548. สำนักงานเลขาธิการกรมป่าไม้ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.
- กาญจน์เชจร ชูชีพ. 2541. หลักการเบื้องต้นของการ

วิเคราะห์ข้อมูลการรับรู้ระยะไกล เล่ม 1. ภาค
วิชาการจัดการป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ไยอนงค์ ทิมสุวรรณ. 2550. เอกสารคำสอนวิชาการ
สำรวจข้อมูลระยะไกลสำหรับวิศวกร. คณะ
วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,
กรุงเทพฯ.

ศูนย์วิจัยป่าไม้. 2546. การประยุกต์ใช้ข้อมูลจากการสำรวจ
ระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
เพื่อสำรวจตรวจสอบความเปลี่ยนแปลงของ
การใช้ประโยชน์ที่ดินป่าไม้ในเขตรักษาพันธุ์
สัตว์ป่าห้วยศาลา จังหวัดศรีสะเกษ. คณะ
วนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,
กรุงเทพฯ.
