



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (การจัดการทรัพยากรป่าไม้)

ปริญญา

การจัดการทรัพยากรป่าไม้

สาขา

การจัดการป่าไม้

ภาควิชา

เรื่อง ลักษณะ Signature ของพื้นที่ปลูกยูคาลิปตัสในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

Signature Characteristic of Eucalypts Cultivation Area in Northeast Thailand

นามผู้วิจัย นายอลงกต ปากาศ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(อาจารย์วีระภาส คุณรัตนศิริ, Dr.rer.nat.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์วันชัย อรุณประภารัตน์, D.Agr.)

หัวหน้าภาควิชา

(รองศาสตราจารย์สันติ สุขสอาด, วท.ด.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา วีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ลักษณะ Signature ของพื้นที่ปลูกยูคาลิปตัสในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

Signature Characteristic of Eucalypts Cultivation Area in Northeast Thailand

โดย

นายอลงกต ปากาศ

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการทรัพยากรป่าไม้)

พ.ศ. 2552

อลงกต ปากาศ 2552: ลักษณะ Signature ของพื้นที่ปลุกยูกาลิปต์สในภาค
ตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการ
ทรัพยากรป่าไม้) สาขาการจัดการทรัพยากรป่าไม้ ภาควิชาการจัดการป่าไม้
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อาจารย์วีระภาส คุณรัตนศิริ, Dr.rer.nat. 64 หน้า

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาลักษณะ Signature ของยูคาลิปต์ส สำหรับจำแนก
พื้นที่ปลุกยูกาลิปต์ส ที่ปรากฏในภาพถ่ายดาวเทียม SPOT-5 K265 J320 บริเวณจังหวัด
นครราชสีมา พร้อมทั้งศึกษาหาช่วงอุณหภูมิ และ ความชื้นสัมพัทธ์ ในพื้นที่ที่มียูคาลิปต์สปรากฏ

ผลการศึกษาพบว่าพื้นที่ยูคาลิปต์ส ทั้งหมด 0.05 ล้านไร่ หรือ คิดเป็นร้อยละ 1.93 ของ
พื้นที่ศึกษาทั้งหมด มีค่าความถูกต้องรวมในการจำแนกประเภทข้อมูลร้อยละ 75 พื้นที่ที่มี

ยูคาลิปต์สปรากฏอยู่ในช่วงอุณหภูมิ ระหว่าง 30.9 ถึง 31 องศาเซลเซียส และ ความชื้น
สัมพัทธ์ ระหว่าง 61.42 ถึง 62.23 เปอร์เซ็นต์ โดยคำนวณจากข้อมูลอุณหภูมิตามวิทยานิพนธ์ที่ภาพ
ดาวเทียม SPOT-5

ค่าการสะท้อนแสงช่วงคลื่นที่ 1 (0.49 ถึง 0.60 ไมครอน) ของภาพดาวเทียม SPOT-5 ใน
พื้นที่ที่มียูคาลิปต์สอยู่ระหว่าง 118 ถึง 156 ช่วงคลื่นที่ 2 (0.61 ถึง 0.68 ไมครอน) มีค่าการสะท้อน
แสงระหว่าง 72 ถึง 115 ช่วงคลื่นที่ 3 (0.79 ถึง 0.89 ไมครอน) มีค่าการสะท้อนแสงระหว่าง 86 ถึง
103 และ ช่วงคลื่นที่ 4 (1.55 ถึง 1.75 ไมครอน) มีค่าการสะท้อนแสงระหว่าง 108 ถึง 164

Alongkot Pakat 2009: Signature Characteristic of Eucalypts Cultivation Area in Northeast Thailand. Master of Science (Forest Resource Management), Major Field: Forest Resource Management, Department of Forest Management. Thesis Advisor: Mr.Weeraphart Khunrattanasiri, Dr.rer.nat. 64 pages.

This study aimed to investigate the signature characteristics of eucalyptus for the classification of eucalypts cultivation area in Nakhon Ratchasima province by using SPOT-5 imagery. The range of temperature and air humidity was also investigated in eucalypts cultivation area.

The result showed that there are 0.05 million rai of eucalypts area in the study area or 1.93 percent of the whole country. The total accuracy which explains the reliability of the classification process was 75 percent. Eucalypts cultivation areas appeared in the area where the temperature between 30.9 to 31 Celsius and air humidity between 61.42 to 62.23 percent based on the computation of the meteorological data at the acquiring date of SPOT-5.

Digital numbers of eucalypts cultivation areas in band 1 of SPOT-5 imagery were between 118 to 156. Band 2 3 and 4 was found between 72 to 115 86 to 103 and 108 to 164 respectively.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ ดร.วีระภาส คุณรัตนศิริ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันชัย อรุณประภารัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา และตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ และทำให้วิทยานิพนธ์มีเนื้อหาสาระที่เป็นประโยชน์ ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.อภิชาติ ภัทรธรรม ประธานการสอบปากเปล่าขั้นสุดท้าย และรองศาสตราจารย์ ดร.สุระ พัฒนเกียรติ ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก และคณาจารย์ที่เคารพทุกท่านที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำและช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

และขอขอบคุณพี่ๆ น้องๆ ทีมงานห้อง 106 ห้องป.โท ภาควิชาการจัดการป่าไม้ที่ให้กำลังใจ และช่วยเหลือตลอดมา

สุดท้ายนี้ขอกราบเท้า พ่อ แม่ น้องชาย อา และทุกๆ ท่านที่เป็นกำลังใจตลอดมาจนวิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วงด้วยดี

อลงกต ปากาศ

พฤษภาคม 2552

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	27
อุปกรณ์	27
วิธีการ	27
ผลและวิจารณ์	33
สรุปและข้อเสนอแนะ	50
สรุป	50
ข้อเสนอแนะ	51
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	52
ภาคผนวก	55
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	64

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ย่านสเปกตรัมและการตอบสนองของวัตถุ ของดาวเทียม SPOT	11
2	คุณลักษณะของกล้อง HRV ของดาวเทียม SPOT	12
3	จุดที่ตั้งสถานีตรวจวัดอากาศและข้อมูลอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาที่นำมาใช้ ประกอบการวิจัย	31
4	รายละเอียดการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนเชิงเรขาคณิตของข้อมูลภาพ ดาวเทียม SPOT-5 K265 J320 ถ่ายทำเมื่อวันที่ 23 มีนาคม พ.ศ.2549	33
5	จุดสำรวจ	40
6	ตัวอย่างการนำข้อมูล SPOT แบนด์ที่ 1 ซ้อนทับกับข้อมูลค่าปริมาณน้ำฝน รายวัน ค่าอุณหภูมิรายวัน และค่าความชื้นสัมพัทธ์รายวัน	43
7	ผลการหาความสัมพันธ์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติด้วยวิธี Regression Analysis ในแบนด์ที่ 1	47
8	ผลการหาความสัมพันธ์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติด้วยวิธี Regression Analysis ในแบนด์ที่ 2	47
9	ผลการหาความสัมพันธ์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติด้วยวิธี Regression Analysis ในแบนด์ที่ 3	48
10	ผลการหาความสัมพันธ์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติด้วยวิธี Regression Analysis ในแบนด์ที่ 4	48
ตารางผนวกที่		
1	ตัวอย่างข้อมูล Signature ที่ซ้อนทับกับข้อมูลค่าปริมาณน้ำฝนรายวัน ค่า อุณหภูมิรายวัน และค่าความชื้นสัมพัทธ์รายวัน	57

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แถบช่วงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	5
2	ความสัมพันธ์การสะท้อนช่วงคลื่นแสงของพืช ดิน และน้ำ	6
3	ปริมาณการสะท้อนเพิ่มขึ้น เมื่อจำนวนชั้นของใบเพิ่มขึ้น	8
4	ลักษณะการสะท้อนของใบพืชเมื่อมีวัยแตกต่างกันและปริมาณน้ำในใบที่ต่างกัน	9
5	ลักษณะการสะท้อนของใบพืชที่มีรงควัตถุต่างกัน	10
6	ดาวเทียม SPOT-5	12
7	การจำแนกแบบระยะห่างต่ำสุด	17
8	การจำแนกประเภทแบบสี่เหลี่ยมคู่ขนาน	18
9	จำแนกประเภทแบบความน่าจะเป็นไปได้สูงสุด	19
10	ขอบเขตจังหวัดนครราชสีมา	24
11	ขอบเขตพื้นที่ดาวเทียมSPOT-5 ที่ทำการศึกษา	25
12	ขั้นตอนการดำเนินงาน	26
13	การเก็บข้อมูลภาพสนาม	28
14	จุดที่ตั้งสถานีตรวจวัดอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาที่นำข้อมูลมาใช้ประกอบการวิจัย	30
15	พื้นที่ปลูกยูคาลิปตัสที่ปรากฏในภาพดาวเทียมเปรียบเทียบกับภาพที่ปรากฏในโปรแกรมPointAsia.com	36
16	พื้นที่ปลูกยูคาลิปตัสที่ปรากฏในภาพดาวเทียมเปรียบเทียบกับภาพถ่ายพื้นที่จริง	36
17	พื้นที่ยูคาลิปตัสในพื้นที่ศึกษา	37
18	จุดสำรวจทั้งหมด	39
19	การประมาณค่าช่วงแบบวิธี IDW ของค่าความชื้นสัมพัทธ์วันที่ 23 มีนาคม พ.ศ.2549	41

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
20	การประมาณค่าช่วงแบบวิธี IDW ของค่าความปริมาณน้ำฝนวันที่ 23 มีนาคม พ.ศ.2549	41
21	การประมาณค่าช่วงแบบวิธี IDW ของค่าความอุณหภูมิเฉลี่ยวันที่ 23 มีนาคม พ.ศ.2549	42
22	ลักษณะแปลงและข้อมูลค่าการสะท้อนแสงจากการ Training Area	43
23	การกระจายตัวของค่าการสะท้อนแสงของแบนด์ที่ 1 2 และ 3	44
24	การกระจายตัวของค่าการสะท้อนแสงของแบนด์ที่ 1 2 และ 4	45
25	การกระจายตัวของค่าการสะท้อนแสงของแบนด์ที่ 2 3 และ 4	45
26	การกระจายตัวของค่าการสะท้อนแสงของแบนด์ที่ 1 3 และ 4	46
ภาพผนวกที่		
1	แบบฟอร์มกรอกข้อมูลภาคสนาม	56

ลักษณะSignature ของพื้นที่ปลูกยูคาลิปตัสในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ของประเทศไทย

Signature Characteristic of Eucalypts Cultivation Area in Northeast Thailand

คำนำ

ประเทศไทยภายหลังการยกเลิกสัมปทานการทำไม้ในป่าธรรมชาติเมื่อปี พ.ศ.2532 พื้นที่ป่าไม้ถูกบุกรุกเพิ่มมากขึ้น กรมป่าไม้ (2548) พบว่ามีพื้นที่ป่าไม้ในปี 2547 เหลือเพียงร้อยละ 32.66 ของพื้นที่ประเทศ หรือ 167,590.98 ตารางกิโลเมตร ในช่วงระหว่างปี 2543-2547 พื้นที่ป่าลดลงเฉลี่ยปีละ 629.95 ตารางกิโลเมตร ซึ่งเป็นผลจากการเพิ่มขึ้นของประชากร รวมถึงการขาดแคลนที่ดินทำกิน และความต้องการผลผลิตจากป่าธรรมชาติยังมีสูงแนวทางที่จะฟื้นฟูป่าให้เพิ่มขึ้น ทั้งภาครัฐและเอกชน ได้กำหนดแนวทางร่วมกันแนวทางหนึ่งคือ ให้มีการปลูกสร้างสวนป่า ไม้โตเร็ว อาทิ ไม้ยางพารา และยูคาลิปตัส (Eucalypts)

ยูคาลิปตัส เป็นไม้โตเร็วและสามารถปลูกได้ในสภาพพื้นที่ต่างๆ กัน ทั้งในพื้นที่ที่เป็นดินเหนียว ดินทราย หรือดินเค็ม หรือในพื้นที่ที่มีอากาศแห้งแล้ง เป็นไม้ที่มีความทนทานสูง สามารถทนต่อการท่วมขังของน้ำได้เป็นระยะเวลานาน (กรมป่าไม้, 2537) ยูคาลิปตัสสามารถสร้างรายได้ให้แก่เกษตรกรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีโรงงานที่เกี่ยวข้องกับการใช้ประโยชน์ยูคาลิปตัสเป็นจำนวนมาก สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม (2547) พบว่ามีโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษชนิดเยื่อสั้นจำนวน 6 โรงงานโดยมีกำลังผลิตสูงสุด 990,000 ตัน ในจำนวนนี้คาดว่าจะต้องใช้ไม้เป็นวัตถุดิบไม่ต่ำกว่าปีละ 5 ล้านตัน ซึ่งจะต้องได้จากสวนป่ายูคาลิปตัสไม่ต่ำกว่า 1.5 ล้านไร่ประเทศไทยมีสวนป่ายูคาลิปตัสไปไม่ต่ำกว่า 1.65-3 ล้านไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม, 2547) แต่ในความเป็นจริง ประเทศไทยผลิตชิ้นไม้สับ (Woodchip) เพื่อส่งออกไปญี่ปุ่น เกาหลี และได้หวันเกินกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณที่ผลิตได้ทั้งหมด ไม้ส่วนหนึ่งจะถูกใช้ประโยชน์ด้านอื่นๆ ด้วย เช่น ทำเสาเข็ม นั่งร้านสำหรับก่อสร้าง แปรรูปทำเฟอร์นิเจอร์ และเผาถ่าน ทำให้ผลผลิตยูคาลิปตัสไม่เพียงพอต่อความต้องการของตลาด นอกจากนั้นสวนป่ายูคาลิปตัสที่ปลูกในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นสวนป่าที่มีอายุไม่เท่ากันและสวนป่ายูคาลิปตัสจำนวนไม่น้อยปลูกสร้างในพื้นที่ซึ่งขาด

ความอุดมสมบูรณ์ ทำให้ผลผลิตต่ำ มีความเพิ่มพูนรายปีเพียง 1-2 ตันต่อไร่ ในขณะที่ความเพิ่มพูนเฉลี่ยของยูคาลิปตัสในประเทศไทยควรจะเป็น 3 ตันต่อไร่ต่อปี (สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม, 2547) ดังนั้นความต้องการเนื้อไม้ยูคาลิปตัสสำหรับผลิตเยื่อกระดาษชนิดเยื่อสั้นปีละ 990,000 ตัน หรือ 4,950,000 ตันไม้สด จึงควรมีสวนป่าไม่ต่ำกว่า 3.3-5 ล้านไร่ นั่นคือประเทศไทยควรปลูกยูคาลิปตัสเพิ่มขึ้นไม่ต่ำกว่า 2 ล้านไร่ จึงจะเพียงพอต่อความต้องการยูคาลิปตัสทั้งหมดในประเทศไทย ฉะนั้นการปลูกยูคาลิปตัสในภาคตะวันออกเฉียงเหนือจึงมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น

การศึกษาในครั้งนี้จึงทำการศึกษาลักษณะ Signature ของพื้นที่ปลูกยูคาลิปตัส ในพื้นที่ภาพดาวเทียม SPOT-5 ถ่ายทำในวันที่ 23 มีนาคม พ.ศ.2549 ระยะเวลาที่ K265J320 ซึ่งครอบคลุมพื้นที่บางส่วนของจังหวัดนครราชสีมา เพื่อทำการแยกพื้นที่ปลูกยูคาลิปตัสออกมาจากพื้นที่อื่นๆ และเนื่องจากค่าการสะท้อนแสงของกลุ่มจุดภาพดาวเทียม มีการถูกรบกวนจากปัจจัยแวดล้อม ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้จึงทำการศึกษารอบคลุมถึงการศึกษา ความสัมพันธ์ของลักษณะค่าการสะท้อนแสงของกลุ่มจุดภาพดาวเทียม SPOT-5 ในพื้นที่ปลูกยูคาลิปตัสกับข้อมูลด้านปัจจัยแวดล้อมซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ได้นำปัจจัยด้าน ภูมิอากาศอันประกอบด้วย ค่าปริมาณน้ำฝนรายวัน ค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายวัน และค่าอุณหภูมิเฉลี่ยรายวัน หากความสัมพันธ์ที่มีความสัมพันธ์กันหรือไม่ และมากน้อยเพียงใด

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาลักษณะ Signature ของยูคาลิปตัส ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือจากดาวเทียม SPOT
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะ Signature ของยูคาลิปตัสกับปัจจัยอื่นๆที่เกี่ยวข้อง
3. เพื่อเป็นแนวทางการประยุกต์ค่า Signature ของยูคาลิปตัส แสดงพื้นที่ปลูกไม้ยูคาลิปตัส ในพื้นที่อื่นของประเทศ

การตรวจเอกสาร

1. การรับรู้ระยะไกล (Remote Sensing)

Lillesand and Kiefer (1994) กล่าวว่า การรับรู้ระยะไกลเป็นศาสตร์และศิลป์ศาสตร์ของการได้รับข้อมูล เกี่ยวกับวัตถุ พื้นที่ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้รับจากเครื่องมือที่ดำเนินการ โดยไม่ต้องสัมผัสกับสิ่งต่างๆ เหล่านั้น

วินิตา (2531) กล่าวว่า การรับรู้ระยะไกล คือ การเก็บข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการศึกษา ไม่ว่าจะเป็นสิ่งต่างๆ บนพื้นโลก เช่น ทรัพยากรธรรมชาติ พื้นที่ สิ่งก่อสร้าง ปรากฏการณ์ต่างๆ การเก็บข้อมูลนี้อาศัยปรากฏการณ์ต่างๆ ที่พลังงานแม่เหล็กไฟฟ้ากระทำขึ้น และต้องอาศัยเครื่องมือในการเก็บข้อมูลนั้น โดยไม่ต้องมีการสัมผัสระหว่างเครื่องมือและเป้าหมายที่ต้องการจะศึกษา

การรับรู้ระยะไกลสามารถแบ่งได้สองรูปแบบ ตามแหล่งกำเนิดพลังงานที่ก่อให้เกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า มี คือ

1.1 ระบบ Passive Remote Sensing เป็นระบบที่ใช้กันอย่างกว้างขวางตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน โดยอาศัย ดวงอาทิตย์เป็นแหล่งกำเนิดพลังงาน ระบบนี้จะรับและบันทึกข้อมูลได้ส่วนใหญ่ในเวลากลางวัน และมีข้อจำกัดด้านภาวะอากาศ ไม่สามารถรับข้อมูลได้ในฤดูฝน หรือเมื่อมีเมฆ หมอก ฝน

1.2 ระบบ Active Remote Sensing เป็นระบบที่แหล่งพลังงานเกิดจากการสร้างขึ้นในตัว ของเครื่องมือสำรวจ เช่น ช่วงคลื่นไมโครเวฟที่สร้างในระบบเรดาร์ (Radar) ดังภาพที่ 1 แล้วส่งพลังงานนั้น ไปยังพื้นที่เป้าหมาย ระบบนี้สามารถทำการรับและบันทึกข้อมูลได้โดยไม่มีข้อจำกัดด้านเวลาหรือด้านสภาวะภูมิอากาศ คือ สามารถรับส่งสัญญาณได้ทั้งกลางวันและกลางคืน อีกทั้งพลังงานยังสามารถทะลุผ่านกลุ่มเมฆ หมอก ฝนได้ในทุกฤดูกาล

โดยทั่วไปแล้วพื้นฐานที่เกี่ยวกับการรับรู้ระยะไกลมีอยู่ 2 กระบวนการ (ชรัตน์, 2540) คือ

1.2.1 การได้มาซึ่งข้อมูล (Data Acquisition) องค์ประกอบของการได้มาซึ่งข้อมูล ได้แก่

1.2.1.1 แหล่งพลังงาน (Energy Source)

1.2.1.2 การเคลื่อนที่ของพลังงาน (Propagation of Energy)

1.2.1.3 ปฏิสัมพันธ์ของพลังงานกับลักษณะพื้นผิวโลก

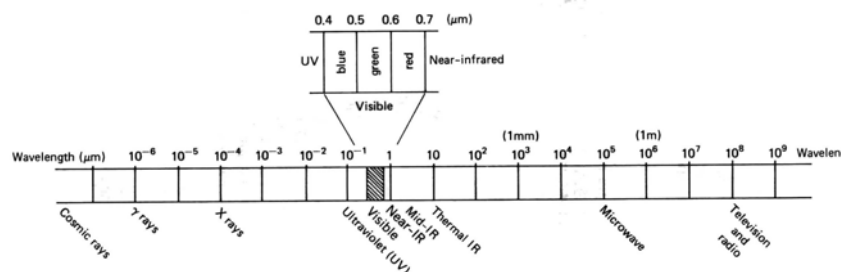
1.2.1.4 ระบบการบันทึกข้อมูล (Sensing System)

1.2.1.5 ข้อมูลที่ได้รับทั้งในแบบรูปภาพและข้อมูลเชิงตัวเลขโดยทั่วไปแล้วเราจะใช้เครื่องบันทึก (Sensor) บันทึกการสะท้อน หรือการเปล่งรังสีของพื้นผิวโลก

1.2.2 การวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis) ซึ่งประกอบด้วย

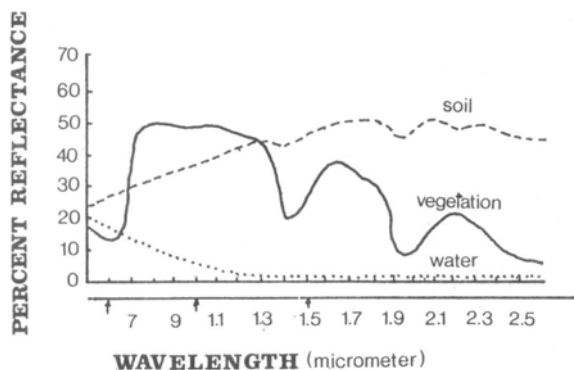
1.2.2.1 กระบวนการแปลภาพทั้งวิธีใช้สายตา (Visual) และใช้ข้อมูลเชิงตัวเลขวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Computerized Analysis) โดยมีข้อมูลอ้างอิงอื่น ๆ ประกอบข้อมูลอ้างอิงต่าง ๆ ได้แก่ แผนที่ดินสถิติของการปลูกพืช และอื่นๆ

1.2.2.2 ผลผลิตของการแปลภาพทั้งในรูปแบบแผนที่หรือตัวเลข



ภาพที่ 1 แถบช่วงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

ที่มา: Lillesand and Kiefer (1994)



ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์การสะท้อนช่วงคลื่นแสงของพืช ดิน และน้ำ

ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (2538)

การสะท้อนคลื่นรังสีของพืชพรรณ ดินและน้ำ

พืชพรรณ ในช่วงคลื่นสายตามองเห็น คลอโรฟิลล์ของใบพืชดูดกลืนพลังงานในช่วงความยาวคลื่น 0.45-0.65 ไมครอน ซึ่งเป็นช่วงคลื่นสีน้ำเงินและสีแดงสะท้อนพลังงานที่ความยาวคลื่น 0.5 ไมครอน ดังนั้นดวงตามนุษย์จึงมองเห็นใบพืชเป็นสีเขียวถ้าใบพืชมีอาการผิดปกติ เช่น แห้ง เหี่ยว ทำให้คลอโรฟิลล์ลดลงก็จะทำให้การสะท้อนที่คลื่นสีแดงสูงขึ้นในช่วงคลื่นอินฟราเรดสะท้อน (Reflected Infrared) (0.7-1.3 ไมครอน) ดังภาพที่ 2 การสะท้อนพลังงานของใบพืชจะสูง คือ จะสะท้อนพลังงานประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ของพลังงานที่ตกกระทบ ซึ่งลักษณะของการสะท้อนพลังงานนี้เป็นผลเนื่องมาจากโครงสร้างภายในของพืช (Cell Structure) เนื่องจากพืชต่างชนิดกันจะมีลักษณะโครงสร้างภายในที่ แตกต่างกัน ดังนั้นถ้าวัดการสะท้อนพลังงานในช่วงนี้ก็จะสามารถแยกชนิดของพืชได้ แม้ว่าการสะท้อนพลังงานของพืชในช่วงคลื่นเห็นได้จะใกล้เคียงกันในการทำนองเดียวกัน การสะท้อนพลังงานที่ ความยาวคลื่นอินฟราเรดที่สะท้อนพืชที่มีอาการผิดปกติทางใบ จะมีความแตกต่างไปจากการสะท้อนที่มีความยาวคลื่นเดียวกันของพืชที่สมบูรณ์ ดังนั้นระบบการรับรู้ระยะไกลที่สามารถบันทึกค่าสะท้อนของช่วงคลื่นนี้ได้ สามารถใช้สำรวจอาการผิดปกติของพืชได้ ในช่วงคลื่นที่มีความยาวสูงกว่า 1.3 ไมครอน พลังงานส่วนใหญ่จะถูกดูดกลืนหรือสะท้อนมีการส่งผ่านน้อยมาก มักพบค่าต่ำลงที่ช่วงคลื่น 1.4, 1.9 และ 2.7 เพราะในช่วงเหล่านี้ น้ำในใบพืชจะดูดกลืนพลังงาน จึงเรียกว่าช่วงคลื่นเหล่านี้ว่า ช่วงคลื่นการดูดซับน้ำ (Water Absorption Bands) ดังนั้นค่าการสะท้อนพลังงานของใบพืชจึงแปรผกผันกับปริมาณน้ำทั้งหมดในใบพืช

ดิน ความสัมพันธ์ระหว่างการสะท้อนพลังงานของดินกับความยาวคลื่นมีความแปรปรวนน้อยปัจจัยหลักที่มีผลต่อการสะท้อนพลังงานของดิน คือ ความชื้นในดิน ปริมาณอินทรีย์วัตถุเนื้อดิน ปริมาณเหล็กออกไซด์ และความขรุขระของผิวดิน (Roughness) ปัจจัยดังกล่าวมีความซับซ้อน และสัมพันธ์ ซึ่งกันและกัน เช่น ลักษณะเนื้อดิน มีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำในดิน ดินทรายหยาบมีการระบายน้ำดีจะสะท้อนพลังงานสูง ดินละเอียดมีการระบายน้ำเลวจะสะท้อนพลังงานต่ำ ดินที่มีอินทรีย์วัตถุ สูงจะมี สีคล้ำ ดูดกลืนพลังงานสูงในช่วงสายตามองเห็น เช่นเดียวกับดินที่มีเหล็กออกไซด์ในปริมาณสูงจะปรากฏเป็นสีเข้มเนื่องจากการสะท้อนพลังงานลดลง ดินที่มีผิวขรุขระมากก็ จะทำให้การสะท้อนของพลังงานลดลงเช่นเดียวกัน แสดงลักษณะการสะท้อนพลังงานของดินชนิดต่างๆ ในสภาพความชื้นต่ำ

น้ำ การสะท้อนพลังงานของน้ำมีลักษณะต่างจากวัตถุอื่นอย่างชัดเจน โดยเฉพาะในช่วงคลื่นอินฟราเรด ทำให้สามารถเขียนขอบเขตของน้ำได้ เนื่องจากน้ำที่ปรากฏอยู่บนผิวโลกมีหลายสภาพด้วยกัน เช่น น้ำขุ่น น้ำใส หรือน้ำที่มี สารต่างๆ เจือปน ดังนั้นการสะท้อนพลังงานจึงแตกต่างกันออกไป บางครั้งพื้นที่ที่รองรับน้ำอาจจะมีผลต่อการสะท้อนพลังงานของน้ำ น้ำใสจะดูดกลืนพลังงานเล็กน้อยในช่วงคลื่นต่ำกว่า 0.6 ไมครอน การส่งผ่านพลังงานเกิดขึ้นสูงในช่วงแสงสีน้ำเงินเขียว แต่น้ำที่มีตะกอนหรือสิ่งเจือปนการสะท้อน และการส่งผ่านพลังงานจะเปลี่ยนไป เช่น น้ำที่มีตะกอนดินแขวนลอยอยู่มาก จะสะท้อนพลังงานได้มากกว่าน้ำใส ถ้ามีสารคลอโรฟิลล์ในน้ำมากขึ้น การสะท้อนช่วงคลื่นสีน้ำเงินจะลดลงและจะเพิ่มขึ้นในช่วงคลื่นสีเขียวซึ่งอาจใช้ประโยชน์ในการติดตามและคาดคะเนปริมาณสาหร่ายนอกจากนี้ข้อมูลการสะท้อนพลังงานยังเป็นประโยชน์ในการสำรวจคราบน้ำมัน และมลพิษจากโรงงานได้ (สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2538)

2. ตัวเลขดิจิทัล (Digital Number, DN)

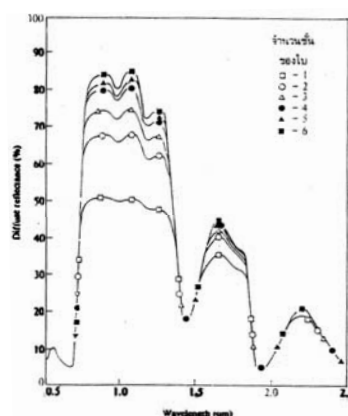
ข้อมูลภาพที่ได้จากพลังงานแสงที่สะท้อนสู่เครื่องวัดจะถูกเก็บอยู่ในรูปข้อมูลดิจิทัล โครงสร้างของข้อมูลจะเป็นตารางกริด แต่ละช่องกริด ของข้อมูลภาพมักเรียกว่าจุดภาพ หรือ "Pixel" โดยในแต่ละจุดภาพจะแสดงค่าตัวเลขจำนวนเต็มบวก ซึ่งค่าเหล่านี้อาจเป็นตัวแทนของค่าการแผ่รังสี (Radiance หรือ Spectral Brightness หรือ Reflectance Value) ในข้อมูลดาวเทียม หรือ อาจจะเป็นค่าระดับความสูง (Elevation) ค่าความลาดชัน (Slope Gradient) ก็ได้ (กาญจน์เขจร, 2541)

3. ค่า Signature

คุณลักษณะตัวแทน เป็นผลจากการเก็บข้อมูลตัวอย่าง(Training) จำนวน Signature จะขึ้นอยู่กับจำนวนชั้นหรือกลุ่มที่จะจัดลักษณะเป็นค่าที่อธิบายชั้นหรือกลุ่มนั้น ๆ ใน Remote Sensing มักเรียกว่า ค่าคุณลักษณะของกลุ่ม ซึ่งเป็นค่าที่ตัวจัดกลุ่มใช้กำหนดเกณฑ์ในการจัดกลุ่มให้กับรูปภาพ (กาญจน์-เขจร, 2548) หรืออีกนัยหนึ่งคือ กลุ่มของตัวเลขดิจิทัล (Digital Number, DN) ของวัตถุ วัตถุหนึ่งที่น่าสนใจซึ่งในกระบวนการจำแนก (Classification) จะนำกลุ่มของตัวเลขเหล่านี้ไปใช้ในการไปเป็นตัวแทน ดังนั้น Signature Index คือ คำนีของค่า Signature ซึ่งวัตถุแต่ละชนิดจะมีลักษณะเฉพาะตัว ไยอนงค์ (2549) โดยปัจจัยที่มีผลต่อความต่างของค่านีของค่า Signature ของพืชมีดังนี้

1. ลักษณะของใบ พืชที่มีใบหนากว้าง เช่นใบต้นสัก สามารถสะท้อนพลังงานได้มากกว่าพืชที่มีใบแคบ เรียวเล็ก เช่นใบต้นไผ่ ใบสน เป็นต้น

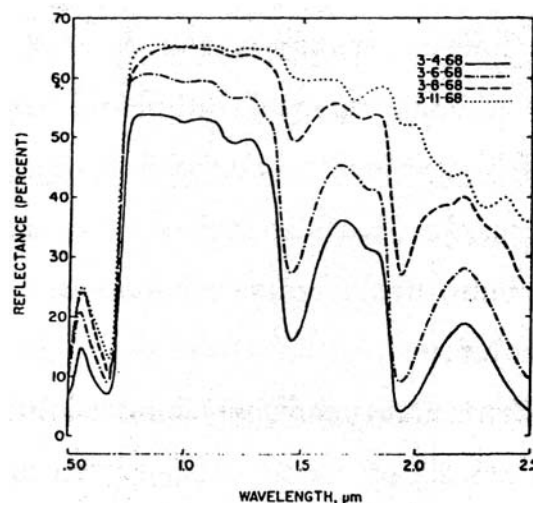
2. จำนวนชั้นของใบ/ทรงพุ่ม ดังภาพที่ 3 จำนวนของใบ ความหนาแน่นของใบ หรือลักษณะการวางตัว เรียงตัวของใบ มีอิทธิพลต่อการสะท้อน ใบหนาแน่นน้อยจะสะท้อนน้อยกว่า พืชที่มีจำนวนชั้นของใบมากจะสะท้อนมากกว่าเนื่องจากพลังงานจะสะท้อน 50 เปอร์เซ็นต์ และส่งต่ออีก 50 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นพลังงานที่ถูกส่งต่อไปใบล่างจึงมีบางส่วนสะท้อนกลับ ทำให้การสะท้อนโดยรวมมากขึ้น ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ปริมาณการสะท้อนเพิ่มขึ้น เมื่อจำนวนชั้นของใบเพิ่มขึ้น

ที่มา: ไยอนงค์ (2549)

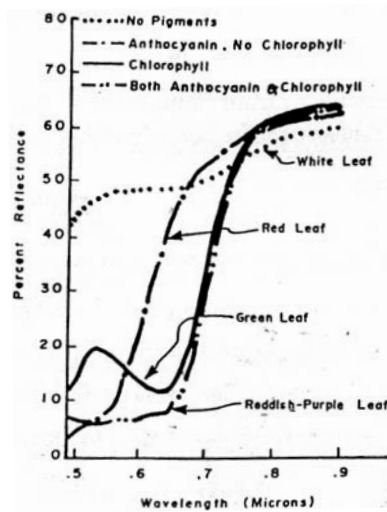
3. วัชของพืช อายุของพืชที่แตกต่างกันจะมีปริมาณน้ำในใบต่างกัน ลักษณะการสะท้อนของใบพืชจะแตกต่างกัน ดังภาพที่ 4 พืชวัยอ่อนจะมีปริมาณน้ำมากกว่าพืชที่มีอายุมากขึ้น ยิ่งแก่วัชขึ้นปริมาณน้ำยิ่งลดลง ค่าการสะท้อนจึงสูงขึ้นอย่างไรก็ตาม Signature ของพืชมีลักษณะเฉพาะตัว ลักษณะเส้นกราฟจึงคล้ายคลึงกัน (อยู่ในรูปแบบเดียวกัน)



ภาพที่ 4 ลักษณะการสะท้อนของใบพืชเมื่อมีวัชแตกต่างกันและปริมาณน้ำในใบที่ต่างกัน

ที่มา: ไยอนงค์ (2549)

4. สีของใบพืชหรือรงควัตถุ (Pigment) สีของพืชหรือรงควัตถุมีอิทธิพลต่อการสะท้อนของพืช โดยเฉพาะในช่วงอินฟราเรดใกล้ใบพืชสีเขียวมีค่าการสะท้อนมากที่สุด รองลงมา คือ ใบพืชสีแดง และสีม่วงแดง ส่วนใบพืชสีขาว (ไม่มีรงควัตถุ) จะสะท้อนต่ำสุด (ภาพที่ 5)



ภาพที่ 5 ลักษณะการสะท้อนของใบพืชที่มีรงควัตถุต่างกัน

ที่มา: ไยอนงค์ (2549)

5. เงามักจะเกิดในกรณีของใบพืชที่อยู่ใต้ร่มเงา หรืออยู่ด้านหลังเขาเพราะได้รับแสงน้อยกว่าจึงได้รับพลังงานน้อยกว่าค่าการสะท้อนจึงลดลง

6. โรคภัย ผลกระทบจากมลภาวะ และสภาพพืชใบแก่ทำให้การเจริญเติบโตของพืชหยุดชะงัก มีผลให้ปริมาณน้ำในใบพืชลดลงด้วย ค่าการสะท้อนจะเปลี่ยนไป คือ

- การสะท้อนในคลื่นอินฟราเรดจะสูงกว่ากลุ่มคลื่นตามองเห็น แต่ไม่ใช่ค่าการสะท้อนสูงสุดเหมือนในใบพืชปกติ
- ค่าการสะท้อนสูงสุดจะไปอยู่ที่อินฟราเรดคลื่นสั้น

4. ดาวเทียม SPOT

ดาวเทียม SPOT (Le Systeme Probatoire d'Observation de la Terre) ขึ้นสู่วงโคจรครั้งแรกเมื่อวันที่ 22 กุมภาพันธ์ 2529 จากฐานยิงศูนย์อวกาศกียานา ในอเมริกาใต้ ใช้ในการสำรวจทรัพยากรดาวเทียม SPOT การถ่ายภาพโดยกล้อง HRV (High Resolution Visible Range Instrument) สามารถใช้ ศึกษาพืช น้ำ ตะกอน แยกป่าไม้และสิ่งก่อสร้าง ศึกษาภูมิประเทศ ดินธรณีวิทยา ดังตารางที่ 1 และ 2 วงโคจร โคจรสูง 830 กิโลเมตร เอียง 98.7 องศา โคจรผ่านเส้นศูนย์

สูตร เวลา 10.30 น. โคจรกลับมาที่เดิมทุก 26 วัน หรือ 4-5 วัน ถ้าถ่ายภาพในแนวเฉียง ดาวเทียม SPOT โคจรแบบสัมพันธ์กับดวงอาทิตย์ (Sun Synchronous) เป็นดาวเทียมที่มีศักยภาพในการบันทึกข้อมูลที่มีรายละเอียดปานกลางถึงสูง ดาวเทียม SPOT มีหลายดวง เช่น ดาวเทียม SPOT - 1 , 2 , 3 , 4 และ 5 สามารถบันทึกทั้งภาพขาวดำ (Panchromatic) ได้ที่รายละเอียด 5 - 10 เมตร และบันทึกภาพสีหลายช่วงคลื่น (Multi Spectral) ได้ที่รายละเอียด 10-20 เมตร ในระบบภาพสีจะครอบคลุมความยาวคลื่นแสงสีเขียว (Green Band) แสงสีแดง (Red Band) และอินฟราเรดใกล้ (Near Infrared Band: NIR) แต่ในดาวเทียม SPOT-4 และ SPOT-5 (ภาพที่ 6) สามารถถ่ายภาพที่ความยาวคลื่น Short Wavelength Infrared (SWIR) ซึ่งใช้สำรวจความชื้นได้ภาพดาวเทียม SPOT แต่ละภาพมีความกว้าง 60 กิโลเมตร นอกจากนี้ดาวเทียม SPOT ได้รับการออกแบบให้มีอุปกรณ์ถ่ายภาพคู่ (Stereoscopic Instrument) จึงสามารถนำมาจัดทำข้อมูลแบบจำลองระดับความสูงเชิงเลข (Digital Elevation Model : DEM) ได้ โดยเฉพาะใน SPOT-5 สามารถถ่ายภาพได้แบบ Across Track ด้วยกล้อง HRG (High Resolution Geometric) และ Along Track ด้วยกล้อง HRS (High Resolution Stereo)

ตารางที่ 1 ย่านสเปกตรัมและการตอบสนองของวัตถุของดาวเทียม SPOT

ช่วงคลื่น	ความยาวคลื่น (ไมครอน)	ศักยภาพการใช้ประโยชน์
1	0.50-0.59	ศึกษาพืช น้ำ และตะกอน
2	0.61-0.68	แยกป่าไม้ และสิ่งก่อสร้าง
3	0.79-0.89	ศึกษาภูมิประเทศ ดิน และธรณีวิทยา แยกส่วนที่เป็นและไม่เป็นน้ำ

ที่มา : ดัดแปลงจาก ประมาณ (2541)

ตารางที่ 2 คุณลักษณะกล้อง HRV ของดาวเทียม SPOT

แบนด์	ช่วงคลื่น	
XS1	0.50-0.59	เขียว
XS2	0.61-0.68	แดง
XS3	0.79-0.89	อินฟราเรดใกล้
PA	0.51-0.73	เขียว-แดง

หมายเหตุ

XS : ระบบหลายช่วงคลื่น

PA : ระบบแพนโครมาติก (Panchromatic)

ที่มา : ดัดแปลงจาก สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (2540)



ภาพที่ 6 ดาวเทียม SPOT-5

ที่มา : Canada Centre for Remote Sensing (2005)

5. การปรับแก้ภาพดาวเทียม

5.1 การปรับแก้เชิงคลื่น (Radiometric Correction) คือ การปรับแก้ระดับสีเทา ซึ่งอาจผิดพลาดได้จากความคลาดเคลื่อนของอุปกรณ์ทางความเข้มของแสง ในเครื่องกวาดรับข้อมูลหรือจากมุมแสงอาทิตย์ (Sun Angle) หรือจากการแตกกระจายของการแพร่ทางสนามแม่เหล็กชั้นบรรยากาศ ประโยชน์ที่ได้รับจากการปรับแก้ประเภทนี้คือ ได้ข้อมูลครบถ้วนสมบูรณ์ และเป็นการปรับค่าของข้อมูลบริเวณเดียวกัน แต่ถูกบันทึกในวันหรือฤดูที่แตกต่างกันให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน

5.2 การปรับแก้ทางเรขาคณิต (Geometric Correction) เป็นขั้นตอนการแก้ไขความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตของข้อมูลดาวเทียม เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องตรงกับข้อเท็จจริงบนพื้นผิวโลก

5.2.1 Non-Systematic Distortions เป็นความบิดเบือนของข้อมูลที่เกิดจากการทรงตัว ความสูง และความเร็วไม่คงที่ของยานอวกาศ ความคลาดเคลื่อนจากสาเหตุเหล่านี้ไม่สามารถคาดการณ์ล่วงหน้าได้ว่าจะเกิดขึ้นเมื่อใด หากความเร็วของดาวเทียมไม่คงที่ จะทำให้ข้อมูลบิดเบือนไปในทิศทางเดียวกับแนวโคจรของดาวเทียมนั้น ส่วนลักษณะการทรงตัวและความสูงของดาวเทียมไม่คงที่ จะทำให้เกิดความบิดเบือนของข้อมูลหลายลักษณะ เช่น Roll ,Pitch และ Yaw ทำให้ตำแหน่งของจุดภาพบนข้อมูลดาวเทียมคลาดเคลื่อนไปจากตำแหน่งบนพื้นผิวโลก

5.2.2 Systematic Distortions เป็นความคลาดเคลื่อนของข้อมูลดาวเทียมที่เกิดขึ้นสม่ำเสมอคงที่ และสามารถคาดการณ์ได้ล่วงหน้า คือเกิดจากความเอียงของอุปกรณ์กวาดรับข้อมูล ความเร็วไม่คงที่ของกระจกกวาดรับข้อมูลและมุมการกวาดรับข้อมูล (สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2538)

6. การจัดข้อมูลใหม่ (Resampling)

ขั้นสุดท้ายของการปรับแก้ทางเรขาคณิตนั้น ภาพในระบบพิกัดภูมิศาสตร์ จะถูกสร้างขึ้นโดยการจัดข้อมูลใหม่ เทคนิคการจัดข้อมูลใหม่มี 3 แบบดังนี้ (กาญจน์เขจร, 2541)

6.1 ตำแหน่งที่ใกล้ที่สุด (Nearest Neighbor)

จุดที่ใกล้ที่สุดจะถูกสุ่มขึ้นมา ความผิดพลาดเชิงเรขาคณิตจะสูงสุดเพียงครั้งจุดภาพ
 ข้อดีของวิธีนี้ คือ การคำนวณโดยวิธีนี้เป็นวิธีที่ไม่ต้องใช้ค่าในการเฉลี่ยของจุด Pixel ดังนั้นค่าของ
 การสะท้อนของแสงในแต่ละจุดของ Pixel จะไม่ขาดหายไป ซึ่งทำให้สามารถที่จะพิจารณาในเรื่อง
 ของชนิดของพืชพรรณ พื้นที่ที่เป็นขอบเขตและสามารถที่จะตัดสินใจถึงระดับการตัดสินใจ ความ
 เต่งของน้ำ และอุณหภูมิในทะเลสาบ เมื่อทำการ Resampling ค่าของการสะท้อนของแสงไม่ขาด
 หายไปทำให้ สามารถที่จะนำไปทำขบวนการ Classification ได้เป็นวิธี การที่ง่ายที่สุด และใช้ เวลา
 น้อยที่สุดข้อด้อย คือ เมื่อทำการ Resampling โดยทำจากข้อมูลภาพที่มีขนาด Pixel ขนาดใหญ่ให้
 เป็นข้อมูลภาพที่มี ขนาด Pixel ขนาดเล็กลงจะทำให้เกิดขั้นบันไดขึ้นกับข้อมูล (Stair Stepped) ค่า
 ต่างๆของข้อมูลจะขาดหายไปเมื่อทำการ Duplicated ข้อมูลเมื่อใช้ในข้อมูลที่เป็น Thematic เช่น
 ถนนและเส้นของแม่น้ำ จะทำให้เกิดช่องว่างระหว่างเส้นของแม่น้ำและถนนขึ้น

6.2 แบบเส้นคู่ (Bilinear)

ฟังก์ชันเชิงเส้นคู่จะถูกประยุกต์ใช้กับ 4 จุดที่อยู่ล้อมรอบ ผลของข้อมูลภาพที่ได้ จะทำ
 ให้ราบเรียบ ไม่เกิดเป็นขั้นบันได (Stair Stepped) ข้อมูลเชิงพื้นที่ส่วนใหญ่ให้ความถูกต้อง มากกว่า
 วิธี Nearest Neighbor Resampling เป็นวิธีที่ นิยมใช้เมื่อทำการเปลี่ยนขนาดของ Pixel เมื่อทำการ
 คำนวณขนาดของ Pixel ใหม่ข้อมูลเชิงคลื่นจะเรียบหรือต่อเนื่อง (Smooth) หลังจากการประมาณค่า
 ในช่วง แต่จะสูญเสียค่าการสะท้อนแสงไป อาจจะทำให้เกิดปัญหาเมื่อนำภาพไปทำการจำแนก
 ประเภทข้อมูลในภายหลัง เพราะเหตุ นี้เองการจัดข้อมูลใหม่ โดยวิธีปฏิบัติมักจะทำดำเนินการภายหลัง
 จากการทำการจำแนกประเภทข้อมูลแล้ว

6.3 การประสานเชิงลูกบาศก์ (Cubic Convolution)

ข้อมูลเชิงคลื่นจะได้รับการประมาณค่าช่วงด้วยฟังก์ชันลูกบาศก์ (Cubic Function) โดย
 ใช้ 16 จุดที่อยู่ล้อมรอบ วิธีการนี้จะให้ค่า Mean และค่า standard deviation ของค่า Out Put Pixel จะ
 มีค่าใกล้เคียงกับค่า Input Pixel มากกว่าวิธีอื่นๆวิธีการนี้จะ ได้ ภาพที่ชัดเจนและราบเรียบโดยไม่มี
 Noise เกิดขึ้นเหมาะสำหรับผู้ใช้ที่ต้องการเปลี่ยนขนาด Pixel การคำนวณ โดยวิธี นี้จะใช้เวลานานค่า
 การสะท้อนแสงของข้อมูลจะเปลี่ยนแปลงหมดทุก Pixel

7. การจำแนกประเภทข้อมูล (Image Classification)

การจัดระดับจุดภาพที่มีคุณลักษณะคล้ายกันออกเป็นกลุ่ม ๆ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อแยก
 วัตถุประเภทต่างๆที่มีอยู่ในภาพออกจากกัน ระดับเหล่านี้เรียกว่า ชนิดหรือประเภท (Class) การ

จำแนกประเภททำโดยอาศัยคุณลักษณะเชิงกลั่นที่ชัดเจนของรูปลักษณะต่างๆ ได้แก่ ความหนาแน่น ความหยابละเอียด เป็นต้น ในปริภูมิสถานะของรูปลักษณะ อาจพูดได้ว่าการจำแนกประเภทคือการแบ่งปริภูมิสถานะของรูปลักษณะออกเป็นประเภทต่าง ๆ โดยอาศัยกฎการตัดสินใจ ในหลาย ๆ กรณี การจำแนกประเภททำโดยใช้ คอมพิวเตอร์ ด้วยเทคนิคการจำแนกเชิงคณิตศาสตร์ การจำแนกประเภทดังกล่าวจะเป็นไปตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การกำหนดประเภทที่จะจำแนก ควรกำหนดประเภทที่จะทำการจำแนกให้ชัดเจนซึ่งขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของงานและคุณลักษณะของข้อมูลภาพ

ขั้นตอนที่ 2 การเลือกรูปลักษณะ ควรกำหนดรูปลักษณะที่จะใช้ในการจำแนกประเภท โดยอาศัยคุณลักษณะเชิงกลั่นหลายช่วงคลื่น หลายเวลา ความหยابละเอียด เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 3 การสุ่มตัวอย่างสำหรับข้อมูลตัวอย่าง ควรทำการสุ่มตัวอย่างข้อมูลตัวอย่างเพื่อหากฎการตัดสินใจที่เหมาะสม จากนั้นจึงใช้กลุ่มของข้อมูลตัวอย่างช่วยในการเลือกวิธีการจำแนกประเภท เช่น วิธีแบบกำกับดูแล (Supervised) หรือแบบไม่กำกับดูแล (Unsupervised)

ขั้นตอนที่ 4 การประมาณค่าสถิติเชิงสากล ทำการเปรียบเทียบเทคนิคการจำแนกประเภทต่างๆ โดยใช้ข้อมูลเทรนนิ่งเพื่อทำการเลือกกฎการตัดสินใจที่เหมาะสมสำหรับการจำแนกประเภทต่อไป

ขั้นตอนที่ 5 การจำแนกประเภท แต่ละจุดภาพจะได้รับการจำแนกเป็นประเภทใดประเภทหนึ่งขึ้นกับกฎการตัดสินใจที่เหมาะสม

ขั้นตอนที่ 6 ตรวจสอบผล ทำการตรวจสอบความแม่นยำและความน่าเชื่อถือของผลการจำแนกประเภท

วิธีการจำแนกประเภทข้อมูลจากการรับรู้ระยะไกลแบ่งออกได้ 2 วิธี คือ

7.1 การจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่กำกับดูแล (Unsupervised Classification)

เป็นวิธีการจำแนกข้อมูลที่ผู้วิเคราะห์ ไม่ต้องกำหนดพื้นที่ ตัวอย่างของข้อมูลแต่ละประเภท มักจะใช้ในกรณีที่ไม่มีข้อมูลเพียงพอในพื้นที่ที่จำแนกหรือผู้ปฏิบัติการไม่มีความรู้ความเคยชินในพื้นที่ศึกษาวิธีนี้สามารถทำได้โดยการสุ่มตัวอย่างแบบคละแล้วจึงนำกลุ่มข้อมูลดังกล่าวมาแบ่งเป็นประเภทต่าง ๆ โดยแต่ละประเภทมีลักษณะเชิงกลั่นที่ เหมือนกัน โดยใช้เทคนิคการรวมกลุ่ม (Clustering)

7.2 การจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับดูแล (Supervised Classification)

เป็นวิธีการจำแนกข้อมูลภาพซึ่งประกอบด้วยการคัดเลือกพื้นที่ตัวอย่าง (Training Areas) การจำแนกประเภทข้อมูลเบื้องต้น โดยการคัดเลือกเกณฑ์ของการจำแนกประเภทข้อมูลและกำหนดค่าสถิติ ของประเภทของข้อมูล จากนั้นทำการวิเคราะห์ ข้อมูลทั้งภาพและรวมกลุ่มชั้นประเภทจำแนกสถิติคล้ายกันเข้าด้วยกัน เพื่อจัดลำดับชั้นข้อมูลสุดท้าย นอกจากนี้แล้วจะมีการวิเคราะห์การจำแนกประเภทข้อมูลลำดับสุดท้ายหรือการตกแต่งข้อมูลหลังการจำแนกประเภทข้อมูล (Post Classification) โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้เทคนิคการกรองข้อมูล

วัตถุประสงค์ของการกำหนดพื้นที่ตัวอย่างก็เพื่อที่จะได้ กลุ่มของข้อมูลค่าการสะท้อนแสงที่สามารถนำมาใช้ ในการคัดเลือกกฎในการจำแนกแต่ละจุดภาพที่ปรากฏอยู่ในภาพทั้งหมด จำนวนตัวอย่างโดยทั่วไปแล้วมักจะใช้ประมาณ 10 เท่าของจำนวนแบนด์ที่ใช้สำหรับการจำแนกประเภทข้อมูลในแต่ละครั้ง การคัดเลือกพื้นที่ตัวอย่างทำดังนี้

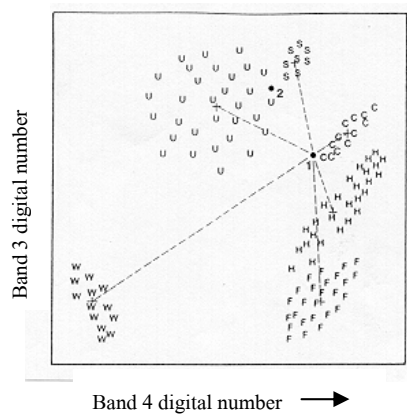
- 1) ต้องเป็นตัวแทนของข้อมูลทั้งหมดในชั้นจำแนกนั้น ๆ
- 2) พื้นที่ตัวอย่างของแต่ละชั้นจำแนกควรประกอบด้วยจุดภาพไม่ต่ำกว่า 30 จุดภาพการจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับดูแลที่นิยมใช้กันมากมีอยู่ 3 วิธี คือ

7.2.1 การจำแนกแบบระยะห่างต่ำสุด (Minimum Distance to Means) เป็นกฎที่ง่ายที่สุดและทำงานได้เร็วที่สุดประกอบด้วยการทำงาน 3 ขั้นตอน คือ

7.2.1.1 การคำนวณค่าเฉลี่ย DN ของข้อมูลแต่ละชนิดจากข้อมูลตัวอย่างจากทุกช่วงคลื่น ค่าเฉลี่ยที่ได้นี้ เรียกว่า “Mean Vector”

7.2.1.2 จำนวนจุดภาพทั้งหมดที่อยู่ในข้อมูลที่นำมาจำแนกจะถูกจัดให้อยู่ในชั้นข้อมูลที่ใกล้ “Mean Vector” ของชั้นนั้น

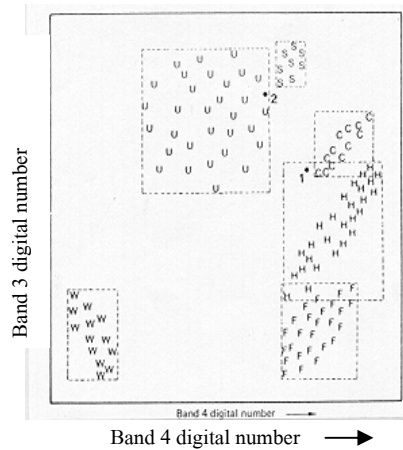
7.2.1.3 แนวขอบเขตของข้อมูล (Data Boundary) จะถูกกำหนดให้อยู่รอบ “Mean Vector” ดังนั้น ถ้าหากจุดภาพใดที่ตกอยู่นอกขอบเขตก็就会被จำแนกให้เป็น “Unknown” อย่างไรก็ตาม ในการจำแนกประเภทข้อมูลโดยวิธีนี้มีข้อจำกัดหลายอย่างแต่ที่สำคัญ ก็คือ ทำงานได้ไม่ค่อยมีประสิทธิภาพกับข้อมูลที่มีความแปรปรวนมากดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 การจำแนกแบบระยะห่างต่ำสุด

ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (2538)

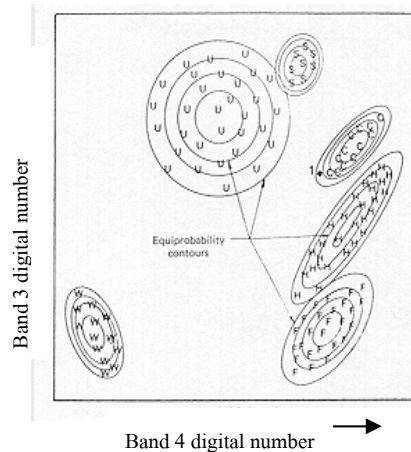
7.2.2 การจำแนกประเภทแบบสี่เหลี่ยมคู่ขนาน (Parallelepiped Classifier) เป็นการจำแนกที่นิยมใช้กันมากที่สุดในงานประมวลผลข้อมูล เพราะทำงานได้รวดเร็ว มีขีดความสามารถในการคำนวณสูง การทำงานของวิธีนี้เป็นการจำแนกจุดภาพออกโดยกำหนดค่า DN ต่ำสุดและสูงสุดของแต่ละแบนด์หรือใช้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เหมือนกับการนำเอากรอบสี่เหลี่ยมไปวางรอบ ๆ ชั้นข้อมูลในข้อมูลตัวอย่าง จุดภาพก็จะถูกจำแนกตามกลุ่มที่ติดอยู่ในขอบเขตของกรอบสี่เหลี่ยมหนึ่ง ๆ ดังภาพที่ 8 วิธีนี้มีข้อจำกัดตรงที่ว่าถ้าขอบเขตสี่เหลี่ยมซ้อนกันก็จะทำให้เกิดความยากในการตัดสินใจในการจัดจุดภาพให้อยู่ ในชั้นข้อมูลประเภทใด การเหลื่อมกันของรูปสี่เหลี่ยมนี้มีโอกาสเกิดขึ้นสูงกับข้อมูลที่มีสหสัมพันธ์สูง (High Correlation) หรือค่าความแปรปรวนร่วมสูง (High Covariance) อย่างไรก็ตามปัญหานี้แก้ ได้โดยการปรับขนาดของกรอบสี่เหลี่ยมให้เล็กลงมีลักษณะคล้ายกับขั้นบันได (Stepped Borders)



ภาพที่ 8 การจำแนกประเภทแบบสี่เหลี่ยมคางหมู

ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (2538)

7.2.3 จำแนกประเภทแบบความน่าจะเป็นไปได้สูงสุด (Maximum Likelihood classifier) เป็นวิธีที่มีความถูกต้องมากที่สุดแต่ใช้เวลาในการคำนวณมากเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีอื่นๆ หลักการทำงานคือครั้งแรกจะต้องมีการคำนวณเวกเตอร์ เฉลี่ย ค่าความแปรปรวน และค่าสหสัมพันธ์ของช่วงคลื่นที่นำมาใช้ในการจำแนกประเภทของชั้นข้อมูลจากข้อมูลตัวอย่างโดยตั้งอยู่บนสมมติฐานที่ว่า แต่ละชั้นข้อมูลจะต้องมีการกระจายตัวแบบปกติ (Normal Distribution) การกระจายตัวของจุดภาพรอบ ๆ ค่าเฉลี่ยอธิบายได้โดยทฤษฎีของความน่าจะเป็นหรือ “Probability Function” ดังภาพที่ 9 ข้อเสียของการจำแนกข้อมูลชนิดนี้คือใช้เวลาในการคำนวณมากเพื่อที่จะจำแนกค่าของจุดภาพแต่ละค่าให้อยู่ในประเภทใดประเภทหนึ่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าทำงานกับข้อมูลหลายช่วงคลื่นหรือใช้ข้อมูลที่มีกลุ่มค่าสะท้อนแสงที่แตกต่างกันจำนวนมากดังนั้นการทำงานจึงช้ากว่าวิธีการอื่น ๆ



ภาพที่ 9 จำแนกประเภทแบบความน่าจะเป็นไปได้สูงสุด

ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (2538)

8. Accuracy Assessment คือ การประเมินความแม่นยำของการจัดชั้น โดยการเปรียบเทียบผลที่แปลได้กับข้อมูลอ้างอิง (ที่เชื่อมั่นว่าถูกต้อง ซึ่งได้มาจากการสำรวจภาคสนาม) (กาญจน์เชจร, 2548)

9. การประมาณค่าในช่วง (Spatial Interpolation)

กรมพัฒนาที่ดิน (2551) กล่าวว่า การทำนายค่าข้อมูลเชิงคุณลักษณะที่สูญหายหรือการทำนายค่าของข้อมูลเชิงคุณลักษณะ ณ ตำแหน่งที่ไม่ทราบค่า โดยใช้ข้อมูลเชิงคุณลักษณะและตำแหน่งที่มีอยู่โดยรอบข้อมูลที่ทราบค่า ซึ่งการประมาณค่าในช่วงข้อมูลนั้นมีหลายวิธีในเชิงคณิตศาสตร์ เช่น Kriging, Triangulated irregular network (TIN), Normal Distance Weighting method และ Inverse Distance Weighting method เป็นต้น ทั้งนี้ผลของการประมาณค่าในช่วงจะทำให้ได้ค่าของข้อมูลเชิงคุณลักษณะใหม่ หรือชุดของข้อมูลใหม่ ความถูกต้องของการประมาณค่าในช่วงขึ้นอยู่กับขนาดพื้นที่ในการเก็บตัวอย่างหรือจำนวนของ ข้อมูลที่นำมาใช้ในการประมาณค่า และลักษณะของข้อมูลที่มีความแน่นอน โดยการประมาณค่าในช่วงจะมีความถูกต้องมากขึ้นเมื่อขนาดของพื้นที่เก็บตัวอย่างเหมาะสม หรือจำนวนของข้อมูลที่นำมาใช้ในการประมาณค่าเพิ่มขึ้น อีกทั้งความถูกต้องของการประมาณค่าในช่วงยังขึ้นอยู่กับรูปแบบในการเก็บตัวอย่างและระยะห่างระหว่างจุดอีกด้วย

10. การประมาณค่าเชิงพื้นที่ด้วยวิธีการถ่วงน้ำหนักตามค่าระยะทางผกผัน (Inverse Distance Weighting, IDW)

กระบวนการ ประมาณค่าในช่วง หลายชั้นทำการประมาณค่าจากจุดที่ไม่ทราบค่าโดยใช้การประมาณค่าจากจุดที่ทราบค่าใกล้เคียงโดยใช้ระยะห่างในการถ่วงน้ำหนัก ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร(2544) ได้นำข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือนของแต่ละสถานีในแต่ละปีมาเรียงลำดับปีที่มีฝนตกน้อยไปหามาก แล้วหาปริมาณน้ำฝนที่ระดับความน่าจะเป็น 10, 25, 50 และ 75 เปอร์เซนต์ (P10,P25, P50, P75) สร้างเป็นแผนที่โอกาสการตกของฝนในแต่ละเดือนโดยการประมาณค่าเชิงพื้นที่ด้วยวิธีการถ่วงน้ำหนักตามค่าระยะทางผกผัน (Inverse Distance Weighting, IDW) มีขนาดเซลล์ 1 ตารางกิโลเมตร จำนวน 48 ชั้นข้อมูลความสัมพันธ์กันของค่า DN และสภาพภูมิอากาศ (สมการที่ 1)

โดย

$$w(d) = 1/d^p \quad \dots(1)$$

เมื่อ $w(d)$ = ค่าที่ต้องการประมาณค่าช่วง
 d = ระยะห่างระหว่างจากจุดที่ทราบค่าและจุดที่ต้องการประมาณค่า
 p = Power หรือน้ำหนักที่ใช้จะกำหนดโดยผู้ใช้โดยทั่วไปจะกำหนดค่าเท่ากับ 2

ที่มา : Shepard(1968)

ลักษณะทั่วไปของยูคาลิปตัส

จากการศึกษาและสำรวจข้อมูลของยูคาลิปตัสของ กรมป่าไม้ (2537) พบว่า ยูคาลิปตัส เป็นไม้ต่างประเทศ มีมากกว่า 700 ชนิด มีถิ่นกำเนิดอยู่ในทวีปออสเตรเลียเป็น ประเทศไทยได้เริ่มนำยูคาลิปตัสชนิดต่างๆ มาทดลองปลูกประมาณปี พ.ศ.2493 แต่ได้มีการทดลองกันจริงๆ เมื่อราวปี พ.ศ. 2507 ปรากฏว่ายูคาลิปตัส (Eucalypts) สามารถเจริญเติบโตได้ในแทบทุกสภาพพื้นที่ และมีอัตราการเจริญเติบโตสูงจึงนิยมปลูกกันมากอย่างแพร่หลาย ยูคาลิปตัส สามารถเจริญเติบโตได้ในทุกสภาพของดินแทบทุกประเภท ตั้งแต่ในที่ริมน้ำ ที่ราบน้ำท่วมบางระยะในรอบปี แม้แต่ดินที่เป็นทรายและมีความแห้งแล้งติดต่อกันเป็นเวลานาน พื้นที่ดินเลวที่มีปริมาณน้ำฝนน้อยกว่า 650

มิลลิเมตร ต่อปี รวมทั้งพื้นที่ที่มีดินเค็ม ดินเปรี้ยว แต่จะไม่ทนทานต่อดินที่มีหินปูนสูง ยูคาลิปตัส เป็นไม้ในวงศ์ Myrtaceae

ลักษณะทั่วไป ลำต้น เป็น ไม้ขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ มีความสูง 24 – 26 เมตร และอาจสูงถึง 50 เมตร ความโตทางเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1 – 2 เมตร รูปทรงสูง เปลวตรง มีกิ่งก้านน้อย ใบ เป็นคู่ตรงข้ามเรียงสลับกัน ลักษณะใบเป็นรูปหอก มีขนาด 2.5 – 12 x 0.3 – 0.8 นิ้ว ก้านใบยาว ใบสีเขียวอ่อนทั้งสองด้าน บางครั้งมีสีเทาใบบาง ห้อยลง เส้นใบ มองเห็นได้ชัด เปลือก มีลักษณะเรียบเป็นมัน มีสีเทาสลับสีขาวและน้ำตาลแดงเป็นบางแห่ง เปลือกนอกจะแตกออกเป็นแผ่นหลุดออกจากผิวของลำต้น เมื่อแห้งและลอกออกได้ง่าย เมล็ด ขนาดเล็กกว่า 1 มิลลิเมตร สีเหลือง เมล็ด 1 กิโลกรัม มีเมล็ดประมาณ 100,000 – 200,000 เมล็ด ช่อดอก เกิดที่ข้อต่อระหว่างกิ่งกับใบ มีก้านดอกเรียวยาว และมีก้านย่อยแยกไปอีก ออกดอกเกือบตลอดปี ขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ของต้น ไม้บางครั้ง มีทั้งดอกตูม ดอกบาน ผลอ่อน และผลแก่ในกิ่งเดียวกัน ออกดอกปีละ 7 – 8 เดือน ผล มีลักษณะครึ่งวงกลม หรือรูปถ้วย มีขนาด 0.2–0.3 x 0.2–0.3 นิ้ว ผิววนอกแข็ง เมื่อยังอ่อนอยู่จะมีสีเขียว และจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเมื่อแก่ เมื่อผลแก่ปลายผลจะแยกออก ทำให้เมล็ดที่อยู่ภายในร่วงหล่นออกมา ลักษณะเนื้อไม้ มีแก่นสีน้ำตาล กระพี้สีน้ำตาลอ่อน กระพี้และแก่นสีแตกต่างกันได้ชัด ยูคาลิปตัสที่มีอายุมากขึ้นจะมีสีน้ำตาลแดงเข้มกว่าไม้อายุน้อย เนื้อไม้มีลักษณะค่อนข้างละเอียด เสี้ยนสน (Interlocked Grain) บางครั้งบิดไปตามแนวลำต้น เนื้อไม้มีความถ่วงจำเพาะอยู่ระหว่าง 0.6 – 0.9 ในสภาพแห้งแล้งซึ่งขึ้นอยู่กับอายุของไม้ เนื้อไม้แตกง่ายหลังจากตัดฟันตามแนวยาวขนานลำต้น แต่ถ้าทำให้ถูกหลักวิธีก็สามารถนำมาเลื่อยทำเครื่องเรือนและก่อสร้างได้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ละดาญ (2548) ทำการศึกษาโดยประยุกต์ใช้เทคนิคการรับรู้ระยะไกลในการประมาณหาปริมาณเชื้อเพลิงในป่าเต็งรัง บริเวณอุทยานแห่งชาติแม่ปิง จังหวัดลำพูน โดยอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างค่ามวลชีวภาพของใบ ค่าการปกคลุมเรือนยอด และค่าปริมาณเชื้อเพลิง กับค่าสัดส่วนปกคลุมพืชสีเขียว (Fc) และ ค่าดัชนีพืชพรรณ ได้แก่ ค่าการหารอย่างง่าย (Simple Division , IRR) NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) ค่าความเขียว (Greenness) และค่าความชื้น (Wetness) ที่ได้จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม นำมาหาความสัมพันธ์โดยการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอน (Stepwise Multiple Regression Analysis) เพื่อหาสมการความสัมพันธ์ที่เหมาะสมในการพยากรณ์ปริมาณเชื้อเพลิงผลการศึกษพบว่าสมการรูปแบบเส้นตรงของความสัมพันธ์ระหว่าง

ค่าปริมาณเชื้อเพลิง (Y) กับค่าสัดส่วนปกคลุมพืชสีเขียว (Fc) เป็นสมการที่ดีที่สุด ($R^2 = 0.701$) มีรูปแบบสมการ ดังนี้

$$Y = 564.04 Fc - 4.567$$

เมื่อนำสมการที่ดีที่สุดมาคำนวณ ค่าปริมาณเชื้อเพลิง จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-5 ระบบTM (Thematic Mapper) ค่าปริมาณเชื้อเพลิงเฉลี่ย เท่ากับ 277.45 กิโลกรัมต่อจุดภาพ หรือ 3 ต้นต่อเฮกตาร์ และจากการศึกษาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียปริมาณเชื้อเพลิงในพื้นที่ศึกษา พบว่า มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียทั้งพื้นที่ เท่ากับ 68.57 และมีพื้นที่การสูญเสียปริมาณเชื้อเพลิงจากการเกิดไฟป่าในปี 2546 และปี 2547 เท่ากับ 213,076.87 กิโลกรัม และ 270,490.22 กิโลกรัมตามลำดับ

วรวิทย์ (2548) ได้ทำการศึกษาลักษณะทางกายภาพของพื้นที่สำหรับการปลูกยูคาลิปตัส ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่างในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่างของประเทศไทย จังหวัดนครราชสีมาที่มีพื้นที่มากที่สุด เท่ากับ 2,073,389 เฮกตาร์ หรือ 12,958,679 ไร่ พบว่ามีพื้นที่กลุ่มชุดดินคอนทั้งหมดที่อยู่นอกพื้นที่ป่าไม้ อีกทั้งมีความลาดชันน้อยกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ และอยู่นอกพื้นที่กลุ่มชุดดินที่ลุ่มมีขนาดพื้นที่มากกว่า 8,000 เฮกตาร์ หรือ 50,000 ไร่ มีพื้นที่ทั้งหมด 3,731,427 เฮกตาร์ หรือ 23,321,420 ไร่ คิดเป็น 44.23 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมดเมื่อทำการแบ่งชั้นดินชั้นดินที่ตั้งออก 5 ชั้น เมื่อทำการนำผลผลิตมวลชีวภาพเหนือพื้นดินทั้งหมดต่อพื้นที่ของยูคาลิปตัส อายุ 5 ปี และข้อมูลสภาพภูมิอากาศ สามารถนำมาหาความสัมพันธ์ โดยสมการเส้นตรงพหุวิธี Backward Analysis ได้ดังนี้

$$WT = 9,084.595 - 33.219 Hmin - 285.858 Tmin - 24.273 Tmax$$

$$(R^2=0.315, Sig.=0.120)$$

เมื่อ Hmin คือ ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยต่ำสุด (เปอร์เซ็นต์)

Tmin คือ อุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุด (องศาเซลเซียส)

Tmax คือ อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด (องศาเซลเซียส)

ปรากฏว่าชั้นดินชั้นที่ตั้งเหมาะสมอย่างยิ่ง ได้แก่ กลุ่มชุดดิน 38 ให้ผลผลิตมวลชีวภาพเหนือพื้นดินทั้งหมด เท่ากับ 67.50 ต้นต่อเฮกตาร์ หรือ 10.80 ต้นต่อไร่ ชั้นดินชั้นที่ตั้งไม่เหมาะสม ได้แก่ กลุ่มชุดดิน 31, 35/56, 40/56, 48/56 และ 49/56 ให้ผลผลิต 31.05 ต้นต่อเฮกตาร์ หรือ 4.97 ต้น

ต่อไร่ และชั้นดินที่ตื้นที่ไม่เหมาะสมอย่างยิ่ง ได้แก่กลุ่มชุดดิน 56 ให้ผลผลิต 18.90 ตันต่อเฮกตาร์ หรือ 3.02 ตันต่อไร่

พื้นที่ศึกษา

อาณาเขต ขนาด

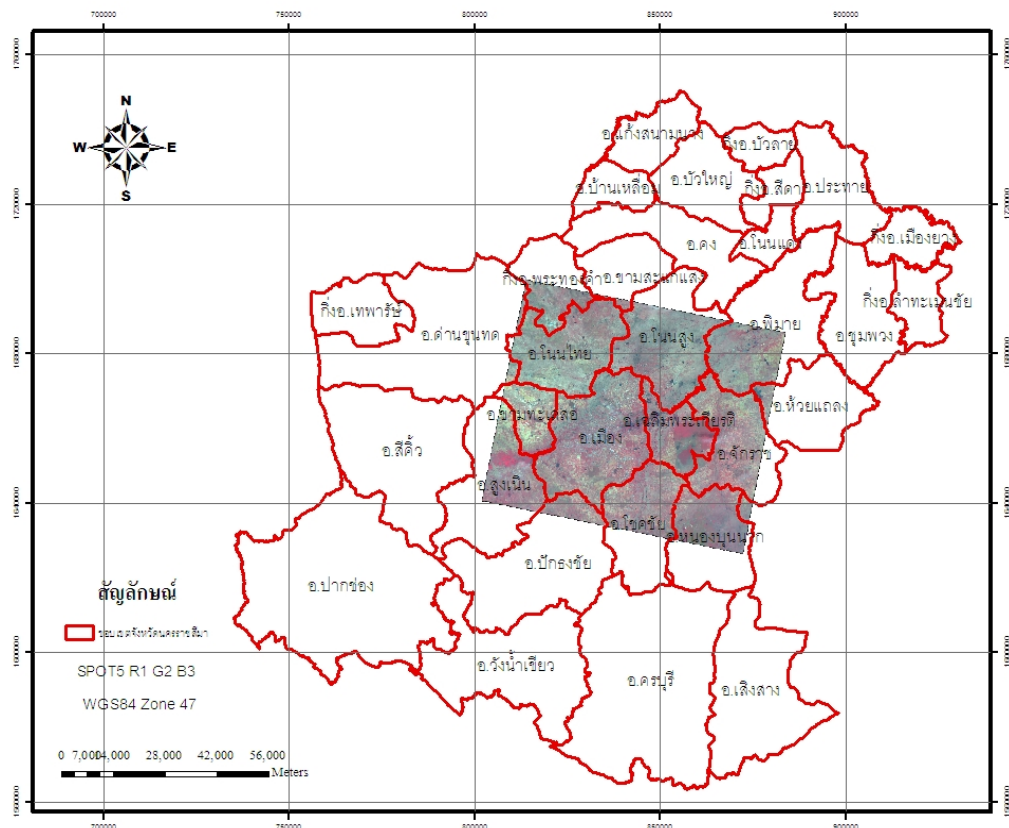
จังหวัดนครราชสีมา ตั้งอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ บนที่ราบสูงโคราช ระหว่างเส้นรุ้งที่ 14 -16 องศาเหนือ และเส้นแวงที่ 101 -103 องศาตะวันออก ตัวจังหวัดอยู่ห่างจากกรุงเทพมหานคร โดยทางรถยนต์ เป็นระยะทาง 255 กิโลเมตร และโดยทางรถไฟ เป็นระยะทาง 264 กิโลเมตร มีเนื้อที่ประมาณ 20,493.96 ตารางกิโลเมตรหรือประมาณ 12,808,728 ไร่เท่ากับร้อยละ 12.12 ของพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ขนาดของพื้นที่เป็นอันดับที่ 1 ของภาค มีอาณาเขตติดต่อกับจังหวัดอื่น ดังนี้

ทิศเหนือ	ติดจังหวัดชัยภูมิและจังหวัดขอนแก่น
ทิศตะวันออก	ติดจังหวัดบุรีรัมย์
ทิศใต้	ติดจังหวัดปราจีนบุรีและจังหวัดนครนายก
ทิศตะวันตก	ติดจังหวัดชัยภูมิ จังหวัดสระบุรี และจังหวัดลพบุรี

ลักษณะภูมิประเทศ

สภาพภูมิประเทศ ส่วนใหญ่เป็นที่ราบสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ระหว่าง 150 - 300 เมตร มีทั้งที่เป็นภูเขาสูง ที่ราบลุ่ม พื้นที่ลูกคลื่นลอนตื้น และพื้นที่ลูกคลื่นลอนลึก โดยสามารถแบ่งออกเป็น 4 บริเวณ คือ

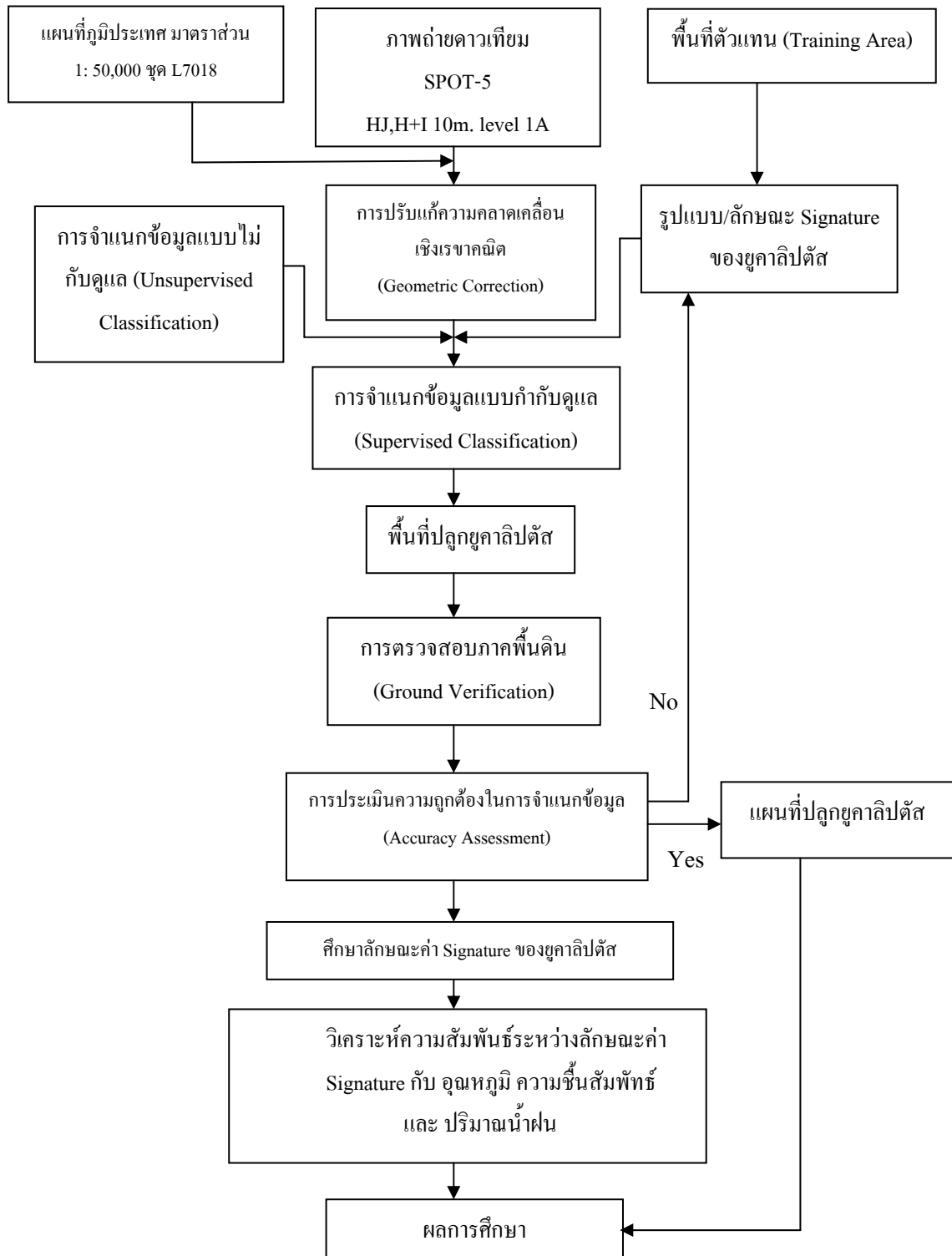
1. บริเวณเทือกเขาและที่สูงตอนใต้ของจังหวัด มีความสูงจากระดับน้ำทะเลมากกว่า 250 เมตร อยู่ในบริเวณอำเภอปากช่อง อำเภอปักธงชัย อำเภอครบุรี และอำเภอเสิงสาง มีเทือกเขานี้ เป็นต้นกำเนิดของแม่น้ำ และลำธารหลายสาย ที่ไหลไปทางตะวันออกของภาค เช่น แม่น้ำมูล ลำแะ ลำพระเพลิง และลำปลายมาศ พื้นที่ระหว่างเทือกเขาส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นลูกคลื่นลอนลึก และลูกคลื่นลอนตื้น ตอนล่างของหุบเขามีความลาดชันค่อนข้างมาก ทำให้มีการชะล้างพังทลายของหน้าดินในบริเวณนี้ค่อนข้างสูง



ภาพที่ 11 ขอบเขตพื้นที่ดาวเทียมSPOT-5 ที่ทำการศึกษา

ขอบเขตการศึกษา

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาถึงลักษณะของค่า Signature ยูคาลิปตัส (Y) กับ ปริมาณน้ำฝน(R) อุณหภูมิ(T) และ ความชื้นสัมพัทธ์ (A) หาความสัมพันธ์โดยวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple Linear Regression) โดยทำการแยกวิเคราะห์ทุกช่วงคลื่นของดาวเทียม SPOT ซึ่งประกอบด้วย 4 ช่วงคลื่น ได้แก่ 0.50-0.59ไมครอน 0.61-0.68ไมครอน 0.79-0.89ไมครอน 0.79-0.89ไมครอนและ 0.51-0.73ไมครอน มาตรฐานเป็นตัวแทนการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple Linear Regression Model) และทำการแสดงพื้นที่ยูคาลิปตัสในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยตามกระบวนการดังภาพที่ 12



ภาพที่ 12 ขั้นตอนการดำเนินงาน

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. แผนที่ภูมิประเทศ มาตรฐาน 1:50,000 ชุด L7018 ของกรมแผนที่ทหาร
2. ภาพถ่ายดาวเทียม SPOT-5 ความละเอียดจุดภาพ (Spatial Resolution) 10 เมตร ราววันที่ K265J320 ถ่ายทำวันที่ 23 มีนาคม พ.ศ. 2549
3. แบบจำลองความสูงเชิงเลข (Digital Elevation Model : DEM)
4. เครื่องกำหนดตำแหน่งบนโลก (Global Positioning System : GPS)
5. เครื่องคอมพิวเตอร์
6. โปรแกรมประมวลผลข้อมูลดาวเทียม และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
7. เครื่องพิมพ์
8. กล้องถ่ายภาพ
9. เข็มทิศ
10. อุปกรณ์เครื่องเขียน

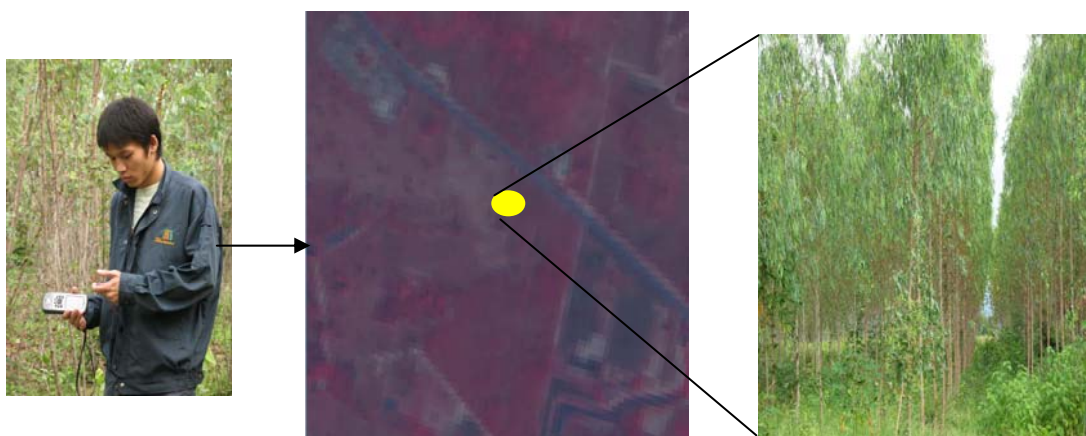
วิธีการ

1. การเตรียมข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม

ทำการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนเชิงเรขาคณิต (Geometric Correction) ของภาพถ่ายดาวเทียม SPOT-5 แบบแผนที่สู่ภาพ (Map to Image Correction) และกำหนดจุดควบคุมภาคพื้นดิน (Ground Control Point : GCP) ให้กับข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม SPOT จากแผนที่ภูมิประเทศของกรมแผนที่ทหาร มาตรฐาน 1: 50,000 โดยใช้สมการปรับแก้ทางเรขาคณิตแบบ SPOT ซึ่งกำหนดให้มี GCP ไม่น้อยกว่า 30 จุดต่อภาพ โดยใช้ข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลข ประกอบการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนเชิงเรขาคณิต และกำหนดค่าความผิดพลาดโดยเฉลี่ย (Root Mean Square Error) ไม่เกิน 1 จุดภาพ จากนั้นดำเนินการจัดข้อมูลใหม่ (Resampling) ด้วยวิธี Nearest Neighbor ที่ความละเอียด 10 เมตร

2. การเก็บข้อมูลภาคสนาม

กำหนดพื้นที่ตัวแทน(Training Area) ของพื้นที่ยูคาลิปตัส และบันทึกค่าตำแหน่งของพื้นที่ปลูกยูคาลิปตัสด้วยเครื่องกำหนดตำแหน่งบนโลก (GPS) โดยเลือกพื้นที่ปลูกยูคาลิปตัส ที่มีแปลงขนาดใหญ่เพื่อที่จะสามารถระบุขอบเขตของพื้นที่ที่ชัดเจนในภาพถ่ายดาวเทียม SPOT และมีชั้นอายุเดียวกันทั้งหมด ดังภาพที่ 13



ภาพที่ 13 การเก็บข้อมูลภาคสนาม

3. การจำแนกประเภทข้อมูล (Classification)

การจำแนกประเภทข้อมูลที่ปรากฏในภาพถ่ายดาวเทียม SPOT-5 ใช้เทคนิคการจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับดูแล (Supervised Classification) ด้วยวิธีแบบความน่าจะเป็นไปได้สูงสุด (Maximum Likelihood Classifier) โดยในขั้นตอนการกำหนดพื้นที่ตัวแทน (Training Area) เพื่อนำมาใช้จัดทำค่า Signature ของยูคาลิปตัส ได้ใช้ค่าพิกัดแปลงยูคาลิปตัสที่ได้จากการตรวจสอบพื้นที่ภาคสนาม เมื่อได้ค่า Signature ของยูคาลิปตัสแล้ว ขั้นตอนต่อไปจำเป็นต้องจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่กำกับดูแล (Unsupervised Classification) ก่อน เพื่อให้ข้อมูลค่าการสะท้อนแสง(DN) ของภาพถ่ายดาวเทียม SPOT ได้รับการจัดชั้นข้อมูลเบื้องต้น จากนั้นจึงนำค่า Signature ของไม้ยูคาลิปตัส มาใช้ประกอบการจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับดูแลต่อไป

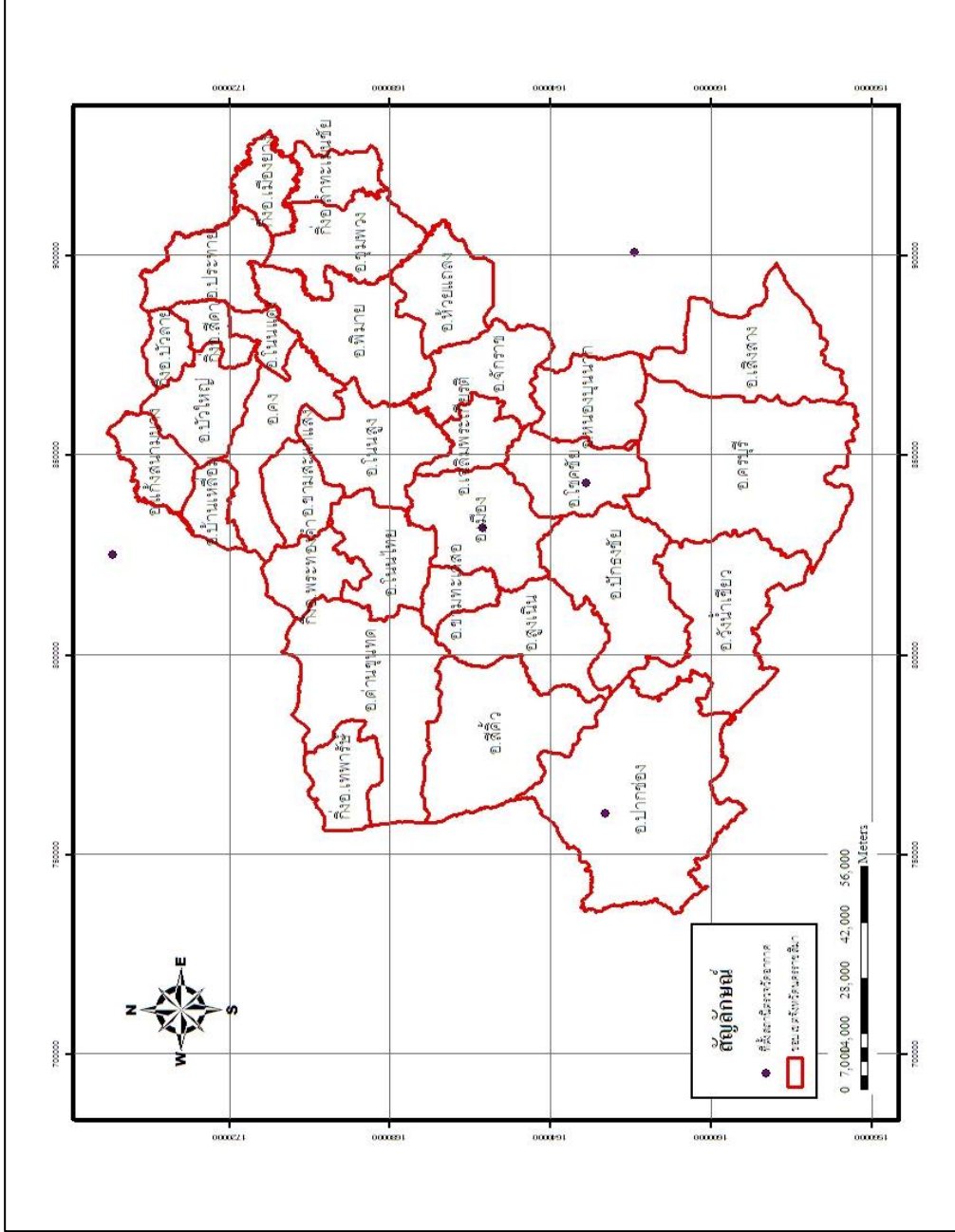
4. การประเมินความถูกต้องในการจำแนกประเภทข้อมูล

ประเมินความถูกต้องในการจำแนกประเภทข้อมูล (Accuracy Assessment) โดยใช้สูตร (สมการที่ 2)

$$\text{ร้อยละความถูกต้องของการแปลภาพ} = \frac{\text{จำนวนจุดทั้งหมด} - \text{จำนวนจุดที่แปลภาพผิด}}{\text{จำนวนจุดทั้งหมด}} \times 100 \dots(2)$$

5. การประมาณค่าเชิงพื้นที่ (Spatial Interpolation)

เลือกการประมาณค่าเชิงพื้นที่ด้วยวิธีการถ่วงน้ำหนักตามค่าระยะทางผกผัน (Inverse Distance Weighting : IDW) ของค่าปริมาณน้ำฝนรายวัน ค่าอุณหภูมิรายวัน และค่าความชื้นสัมพัทธ์รายวันตาม โดยเลือกข้อมูล ค่าปริมาณน้ำฝน ค่าอุณหภูมิ และค่าความชื้น เนื่องจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเดินทางจากแหล่งกำเนิดพลังงานผ่านบรรยากาศสู่พื้นผิวโลกและสะท้อนผ่านบรรยากาศกลับสู่เครื่องรับสัญญาณ เป็นเหตุให้ลักษณะของบรรยากาศโลกเป็นปัจจัยมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงไปทั้งขนาดและทิศทาง ทั้งนี้อนุภาคที่อยู่ในชั้นบรรยากาศซึ่งประกอบไปด้วย ฝุ่นละออง ไอน้ำ และก๊าซต่าง ๆ (ไยอนงค์, 2549) โดยทั้ง 3 ข้อมูลได้รับข้อมูลจากสถานีตรวจวัดอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาในวันที่ตรงกันกับวันถ่ายภาพของดาวเทียม SPOT ทำการประมาณค่าเชิงพื้นที่ด้วยวิธีการถ่วงน้ำหนักตามค่าระยะทางผกผัน จากข้อมูลจุดสถานีทั้ง 5 สถานีที่บันทึกข้อมูลในวันที่ 23 มีนาคม พ.ศ.2549 ซึ่งตรงกันกับวันที่ดาวเทียม SPOT-5 ถ่ายภาพ (ภาพที่ 14 และตารางที่ 3) โดยกำหนดขนาดกริด(Grid cell) ของข้อมูลผลลัพธ์เท่ากับ 10 เมตร



ภาพที่ 14 จุดที่ตั้งสถานีตรวจวัดอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาที่นำข้อมูลมาใช้ในการประกอบการวิจัย

ตารางที่ 3 จุดที่ตั้งสถานีตรวจวัดอากาศและข้อมูลอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาที่นำมาใช้ประกอบการวิจัย

Stn_name	Stncode	N	E	ปี	เดือน	วันที่	Rain	Avgrh	Meantemp
Chaiyaphum	403,201.00	15.80	102.03	2,006	3	23	0.00	62.00	30.40
Nakhon Ratchasima	431,201.00	14.97	102.08	2,006	3	23	0.00	61.00	31.20
Pak Chong Agromet	431,301.00	14.70	101.42	2,006	3	23	0.00	61.00	28.20
Chok Chai	431,401.00	14.73	102.18	2,006	3	23	0.00	60.00	30.80
Nang Rong	436,401.00	14.62	102.72	2,006	3	23	0.00	70.00	30.50

หมายเหตุ

stn_name	คือ ชื่อสถานีตรวจวัดอากาศ
stncode	คือ หมายเลขประจำสถานีตรวจวัดอากาศ
rain	คือ ค่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายวัน
avgrh	คือ ค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายวัน
meantemp	คือ ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยรายวัน

6. การวิเคราะห์ค่า Signature

นำข้อมูลลักษณะ Signature ที่ได้จากการ Training Area มาวิเคราะห์ลักษณะการกระจายตัวของลักษณะ Signature ในแต่ละแบนด์ มาสร้างกราฟการกระจายตัว 3 แบนด์ โดยแต่ละแบนด์แสดงลักษณะ Signature ของแต่ละแบนด์ เพื่อดูการกระจายตัวและความสัมพันธ์กันในแต่ละแบนด์ จากนั้นทำการหาความสัมพันธ์ลักษณะ Signature กับค่าภูมิอากาศอันประกอบไปด้วย ค่าปริมาณน้ำฝนรายวันเฉลี่ย ค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายวัน และ ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยรายวัน วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ ด้วยวิธี Regression Analysis รวมถึงหาช่วงภูมิอากาศที่พบพื้นที่ยูคาลิปตัสในภาพถ่ายดาวเทียม SPOT-5

ผลและวิจารณ์

1. การเตรียมข้อมูลดาวเทียม

ในการศึกษาในครั้งนี้ได้ทำการเลือกข้อมูลดาวเทียม SPOT-5 เมตรระบบบันทึกภาพ HRVIR (High Resolution Visible and Middle Infrared) ที่ความละเอียดจุดภาพ 10 เมตร โดยทำการเลือกช่วงเวลาในการถ่ายภาพในวันที่ 23 มีนาคม พ.ศ.2549 ระยะเวลาที่ K265J320 ที่มีเมฆน้อยที่สุดคือมีปริมาณเมฆน้อยกว่าร้อยละ 10 ของเนื้อภาพทั้งหมด โดยครอบคลุมจังหวัดนครราชสีมาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

2. การปรับแก้ความคลาดเคลื่อนเชิงเรขาคณิต (Geometric Correction)

ปรับแก้ความคลาดเคลื่อนเชิงเรขาคณิตของภาพดาวเทียม SPOT-5 โดยใช้สมการการปรับแก้แบบ SPOT และใช้จุดควบคุมภาคพื้นดินไม่ต่ำกว่า 30 จุดต่อภาพ ร่วมกับข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลข (DEM) จากนั้นใช้เทคนิคการจัดข้อมูลใหม่ (Resampling) แบบ Nearest Neighbor กำหนดขนาดจุดภาพใหม่เท่ากับ 10 เมตร ตัวอย่างรายละเอียดการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนเชิงเรขาคณิต แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 รายละเอียดการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนเชิงเรขาคณิตของข้อมูลภาพดาวเทียม SPOT-5 K265 J320 ถ่ายทำเมื่อวันที่ 23 มีนาคม พ.ศ.2549

จุด						X	Y	RMS		
	X Input	Y Input	X Ref.	Y Ref.	Z Ref.	Residual	Residual	Error	Contrib.	
GCP #1	103.04	15.82	103.04	15.82	165.00	0.00	0.00	0.00	0.33	
GCP #2	103.03	15.80	103.03	15.80	163.00	0.00	0.00	0.00	0.73	
GCP #22	103.03	16.15	103.03	16.17	149.00	0.00	0.00	0.00	0.87	
GCP #3	103.03	15.77	103.02	15.78	160.00	0.00	0.00	0.00	1.55	
GCP #4	103.05	15.77	103.05	15.77	172.00	0.00	0.00	0.00	2.02	

ตารางที่ 4 (ต่อ)

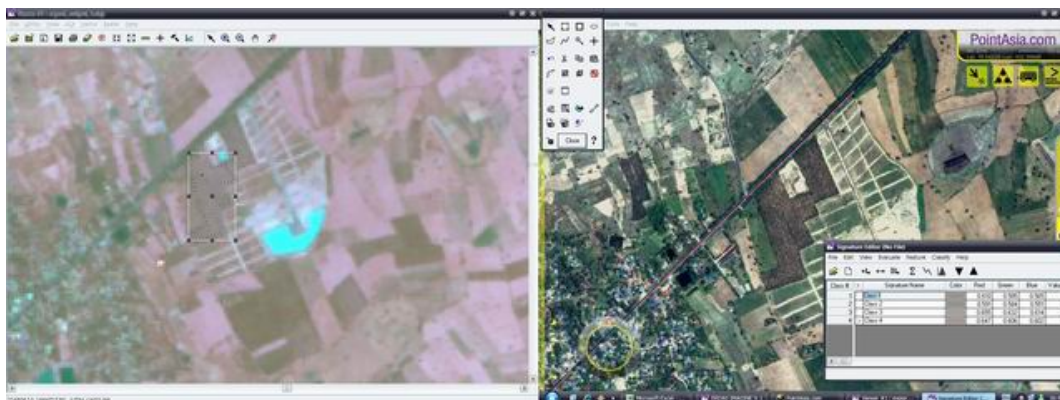
จุด	X Input	Y Input	X Ref.	Y Ref.	Z Ref.	X	Y	RMS	Contrib.
						Residual	Residual	Error	
GCP #5	103.07	15.81	103.07	15.82	188.00	0.00	0.00	0.00	0.80
GCP #6	103.12	16.04	103.12	16.04	176.00	0.00	0.00	0.00	0.71
GCP #7	103.17	16.01	103.17	16.02	184.00	0.00	0.00	0.00	0.43
GCP #8	103.10	16.20	103.10	16.21	147.00	0.00	0.00	0.00	0.60
GCP #9	103.13	16.18	103.13	16.19	154.00	0.00	0.00	0.00	0.62
GCP #10	103.17	16.18	103.17	16.18	151.00	0.00	0.00	0.00	0.93
GCP #11	103.22	16.18	103.22	16.19	151.00	0.00	0.00	0.00	0.74
GCP #12	102.74	16.04	102.74	16.05	170.00	0.00	0.00	0.00	1.25
GCP #13	102.73	16.05	102.73	16.06	173.00	0.00	0.00	0.00	1.11
GCP #14	102.60	15.81	102.60	15.81	176.00	0.00	0.00	0.00	0.90
GCP #15	102.93	16.19	102.93	16.20	190.00	0.00	0.00	0.00	1.58
GCP #16	102.82	16.21	102.81	16.21	217.00	0.00	0.00	0.00	0.51
GCP #17	102.76	16.22	102.76	16.22	171.00	0.00	0.00	0.00	1.33
GCP #18	102.78	16.22	102.78	16.22	198.00	0.00	0.00	0.00	0.80
GCP #19	102.65	16.11	102.65	16.11	159.00	0.00	0.00	0.00	0.99
GCP #20	102.67	15.99	102.67	16.00	184.00	0.00	0.00	0.00	1.99
GCP #21	102.63	15.98	102.64	15.98	195.00	0.00	0.00	0.00	0.49
GCP #23	102.97	16.18	102.98	16.19	185.00	0.00	0.00	0.00	1.23
GCP #24	102.82	16.04	102.83	16.04	200.00	0.00	0.00	0.00	1.10
GCP #26	102.65	15.80	102.66	15.81	178.00	0.00	0.00	0.00	0.90
GCP #25	102.68	15.79	102.68	15.80	170.00	0.00	0.00	0.00	0.93
GCP #27	102.76	15.79	102.76	15.80	178.00	0.00	0.00	0.00	0.60
GCP #28	102.79	15.80	102.80	15.80	185.00	0.00	0.00	0.00	0.20

ตารางที่ 4 (ต่อ)

จุด	X Input	Y Input	X Ref.	Y Ref.	Z Ref.	X	Y	RMS	Contrib.
						Residual	Residual	Error	
GCP #29	102.80	15.81	102.80	15.82	190.00	0.00	0.00	0.00	0.78
GCP #30	102.90	15.87	102.90	15.88	192.00	0.00	0.00	0.00	0.23
GCP #31	102.90	15.89	102.90	15.89	187.00	0.00	0.00	0.00	0.36
GCP #32	102.86	15.94	102.86	15.94	212.00	0.00	0.00	0.00	1.37
GCP #33	102.88	15.95	102.88	15.95	200.00	0.00	0.00	0.00	0.41

3. การจำแนกประเภทข้อมูลภาพ (Image Classification)

การจำแนกประเภทข้อมูลในภาพถ่ายดาวเทียม SPOT-5 ใช้เทคนิคการจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับดูแล (Supervised Classification) ด้วยวิธีแบบความน่าจะเป็นไปได้สูงสุด (Maximum Likelihood Classifier) โดยในขั้นตอนการกำหนดพื้นที่ตัวแทน (Training Area) เพื่อนำมาใช้จัดทำค่า Signature ของยูคาลิปตัส ได้ใช้ค่าพิกัดแปลงยูคาลิปตัสที่ได้จากการตรวจสอบพื้นที่ภาคสนามและข้อมูลทุติยภูมิ (ภาพที่ 15 และ 16) เมื่อได้ค่า Signature ของยูคาลิปตัสแล้ว ขั้นตอนต่อไปจำเป็นต้องจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่กำกับดูแล (Unsupervised Classification) เสียก่อน เพื่อให้ข้อมูลค่าการสะท้อนแสงของภาพดาวเทียม SPOT ได้รับการจัดชั้นข้อมูลเบื้องต้น จากนั้นจึงนำค่า Signature ของไม้ยูคาลิปตัส มาใช้ประกอบการจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับดูแลต่อไป



ภาพที่ 15 พื้นที่ปลูกยูคาลิปตัสที่ปรากฏในภาพดาวเทียมเปรียบเทียบกับภาพที่ปรากฏในโปรแกรม PointAsia.com



ภาพที่ 16 พื้นที่ปลูกยูคาลิปตัสที่ปรากฏในภาพดาวเทียมเปรียบเทียบกับภาพถ่ายพื้นที่จริง

ผลการจำแนกประเภทข้อมูลพื้นที่ปลูกยูคาลิปตัสในพื้นที่ศึกษาบริเวณจังหวัดนครราชสีมา ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยจากภาพดาวเทียม SPOT-5 ระยะเวลาที่ K265J320 พบว่ามีพื้นที่ปลูกยูคาลิปตัสทั้งสิ้น 82.88 ตารางกิโลเมตร หรือ 0.05 ล้านไร่ หรือคิดเป็น 1.93 เปอร์เซ็นต์ของเนื้อที่ภาพทั้งหมด 4,300 ตารางกิโลเมตร (ภาพที่ 17)

4. การประเมินความถูกต้องในการจำแนกประเภทข้อมูล

ผลการประเมินความถูกต้องในการจำแนกประเภทข้อมูลยุคาลิปตัดจากภาพถ่ายดาวเทียม SPOT โดยใช้จุดตรวจสอบทั้งสิ้น 24 จุด (ภาพที่ 18) พบว่ามีจุดตรวจสอบ 18 จุดที่พื้นที่จริงกับพื้นที่ที่แปลจากภาพถ่ายดาวเทียม SPOT ตรงกัน และ ไม่ตรงกันทั้งหมด 6 จุด (ตารางที่ 5)

$$\text{ร้อยละความถูกต้องของการแปลภาพ} = \frac{\text{จำนวนจุดทั้งหมด} - \text{จำนวนจุดที่แปลภาพผิด}}{\text{จำนวนจุดทั้งหมด}} \times 100$$

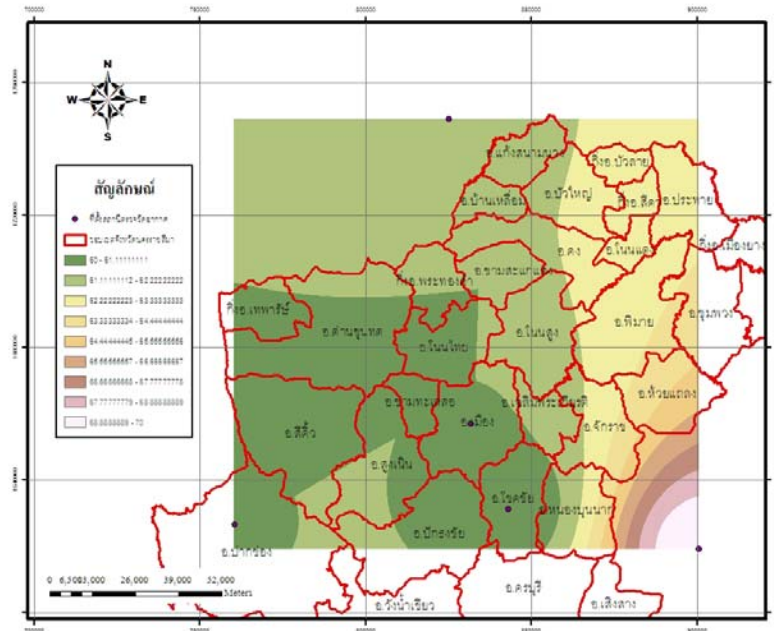
$$\text{ร้อยละความถูกต้องของการแปลภาพ} = \frac{24 - 6}{24} \times 100 = 75\%$$

5. การประมาณค่าเชิงพื้นที่ด้วยวิธีการถ่วงน้ำหนักตามค่าระยะทางผกผัน (Inverse Distance Weighting, IDW)

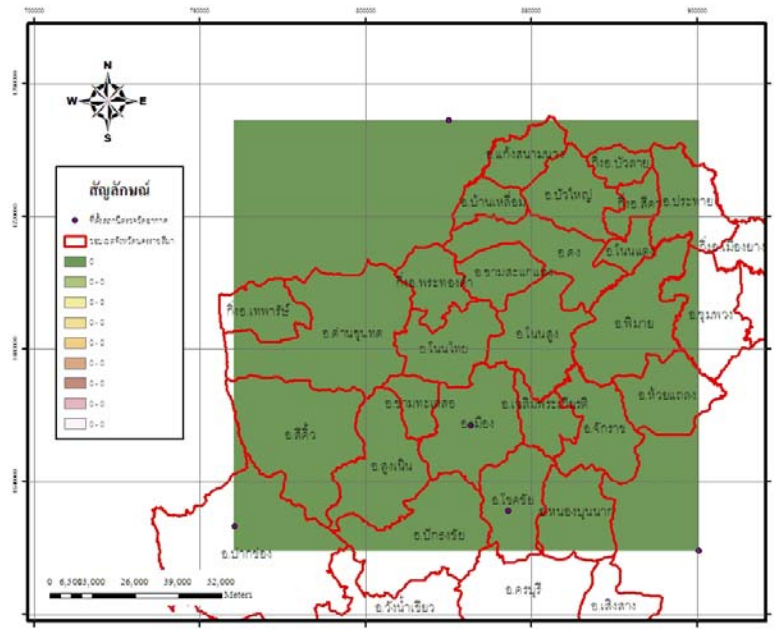
การประมาณค่าเชิงพื้นที่ด้วยวิธีการถ่วงน้ำหนักตามค่าระยะทางผกผัน ค่าปริมาณน้ำฝนรายวัน ค่าอุณหภูมิรายวัน และค่าความชื้นสัมพัทธ์รายวัน ทำการเลือกข้อมูลค่าปริมาณน้ำฝน ค่าอุณหภูมิ และค่าความชื้นสัมพัทธ์ทั้ง 3 ข้อมูลในวันที่ตรงกันกับข้อมูลของดาวเทียม SPOT มาทำการประมาณค่าเชิงพื้นที่ด้วยวิธีการถ่วงน้ำหนักตามค่าระยะทางผกผันจากที่ตั้งสถานีหลักของกรมอุตุนิยมวิทยาจำนวน 5 สถานี ทำการประมาณค่าให้มีขนาดกริดเท่ากับ 10 เมตร ทั้งสามชั้นข้อมูล ดังภาพที่ 19 - 21

ตารางที่ 5 จุดสำรวจ

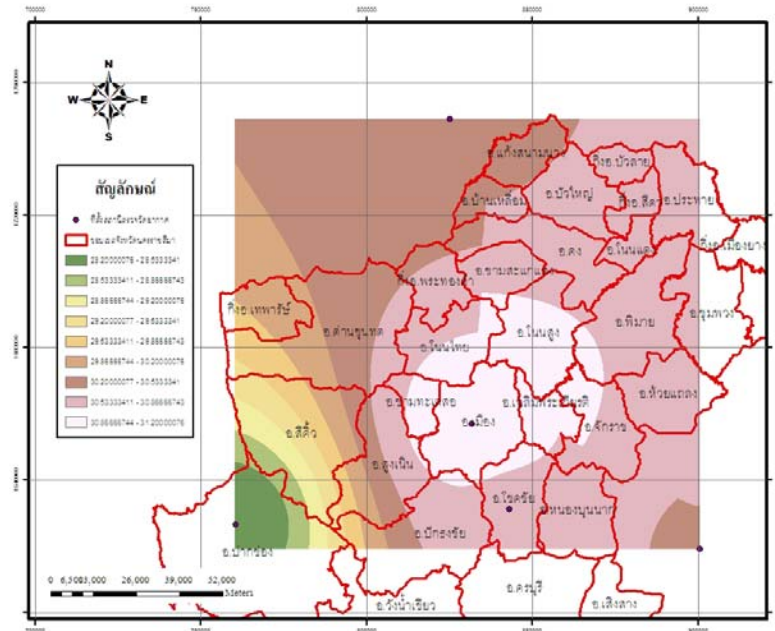
จุดที่	วันที่สำรวจ	UTME	UTMN	Zone	จังหวัด
1	15/7/2007	220,785	1,629,925	48	จ.นครราชสีมา
2	15/7/2007	220,205	1,630,125	48	จ.นครราชสีมา
3	15/7/2007	215,548	1,631,696	48	จ.นครราชสีมา
4	15/7/2007	202,689	1,631,885	48	จ.นครราชสีมา
5	15/7/2007	202,914	1,631,988	48	จ.นครราชสีมา
6	15/7/2007	211,145	1,633,154	48	จ.นครราชสีมา
7	15/7/2007	209,542	1,633,686	48	จ.นครราชสีมา
8	30/6/2007	183,600	1,645,129	48	จ.นครราชสีมา
9	30/6/2007	181,302	1,645,230	48	จ.นครราชสีมา
10	30/6/2007	181,252	1,645,400	48	จ.นครราชสีมา
11	30/6/2007	182,368	1,648,010	48	จ.นครราชสีมา
12	30/6/2007	182,703	1,648,113	48	จ.นครราชสีมา
13	30/6/2007	182,608	1,648,636	48	จ.นครราชสีมา
14	30/6/2007	180,182	1,652,883	48	จ.นครราชสีมา
15	30/6/2007	179,723	1,654,778	48	จ.นครราชสีมา
16	1/7/2007	228,047	1,660,223	48	จ.นครราชสีมา
17	1/7/2007	208,369	1,660,637	48	จ.นครราชสีมา
18	1/7/2007	209,473	1,660,755	48	จ.นครราชสีมา
19	1/7/2007	211,387	1,661,477	48	จ.นครราชสีมา
20	1/7/2007	222,073	1,663,047	48	จ.นครราชสีมา
21	1/7/2007	213,749	1,663,266	48	จ.นครราชสีมา
22	1/7/2007	215,420	1,664,822	48	จ.นครราชสีมา
23	1/7/2007	220,669	1,666,000	48	จ.นครราชสีมา
24	1/7/2007	218,409	1,666,824	48	จ.นครราชสีมา



ภาพที่ 19 การประมาณค่าช่วงแบบวิธี IDW ของค่าความชื้นสัมพัทธ์วันที่ 23 มีนาคม พ.ศ.2549

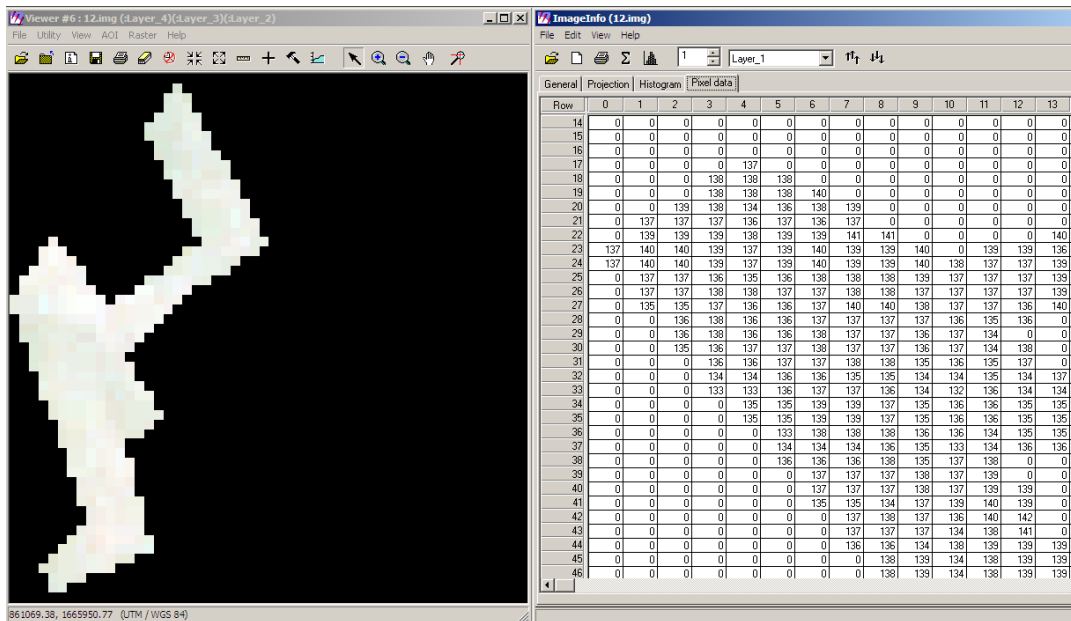


ภาพที่ 20 การประมาณค่าช่วงแบบวิธี IDW ของค่าความปริมาณน้ำฝนวันที่ 23 มีนาคม พ.ศ.2549



ภาพที่ 21 การประมาณค่าช่วงแบบวิธี IDW ของค่าความอุณหภูมิจนถึงวันที่ 23 มีนาคม พ.ศ.2549

นำข้อมูลค่าการสะท้อนแสงของพื้นที่ปลูกยูคาลิปตัสที่ได้จากการ Training Area (ภาพที่ 22) มาทำการวิเคราะห์ลักษณะการกระจายตัวของค่าการสะท้อนแสงโดยทำการสร้างกราฟแบบ 3 แกน โดยให้แต่ละแกนเป็นค่าการสะท้อนแสงในแต่ละแบนด์ ดังภาพที่ 23 ถึง ภาพที่ 26 และจากนั้น นำข้อมูล Signature รายแบนด์นั้นซ้อนทับ กับค่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายวัน ค่าอุณหภูมิจนถึงรายวัน และค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายวัน โดยพิจารณาเป็นรายจุดภาพทำการซ้อนทับข้อมูลที่ละแบนด์จนครบทั้ง 4 แบนด์ ดังตัวอย่างแบนด์ที่ 1 ดังตารางที่ 6 ทำให้ทราบค่าช่วงข้อมูลสภาพภูมิอากาศของพื้นที่ปลูกยูคาลิปตัส



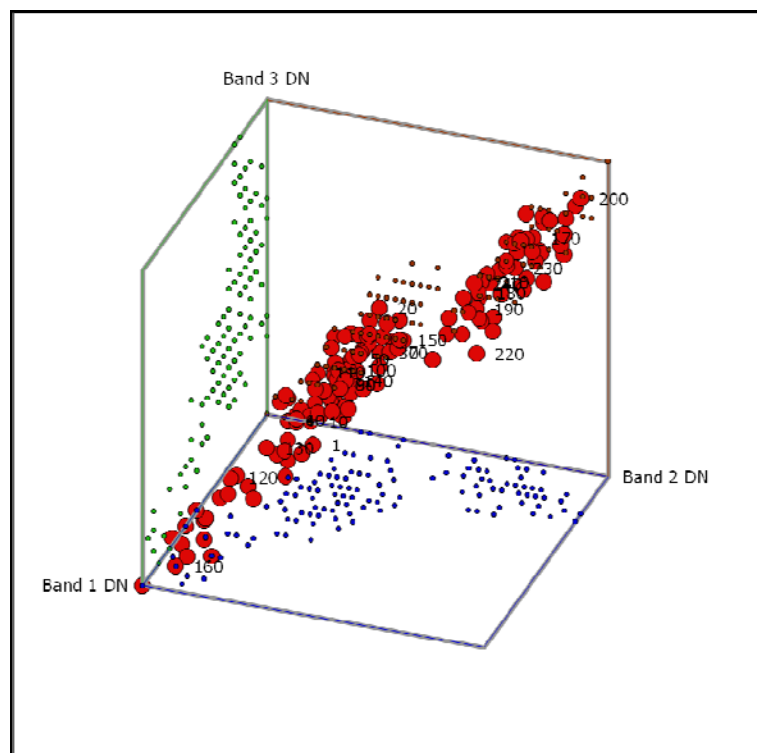
ภาพที่ 22 ลักษณะแปลงและข้อมูลค่าการสะท้อนแสงจากการ Training Area

ตารางที่ 6 ตัวอย่างการนำข้อมูล SPOT แบนด์ที่ 1 ซ้อนทับกับข้อมูลค่าปริมาณน้ำฝนรายวัน
ค่าอุณหภูมิรายวัน และค่าความชื้นสัมพัทธ์รายวัน

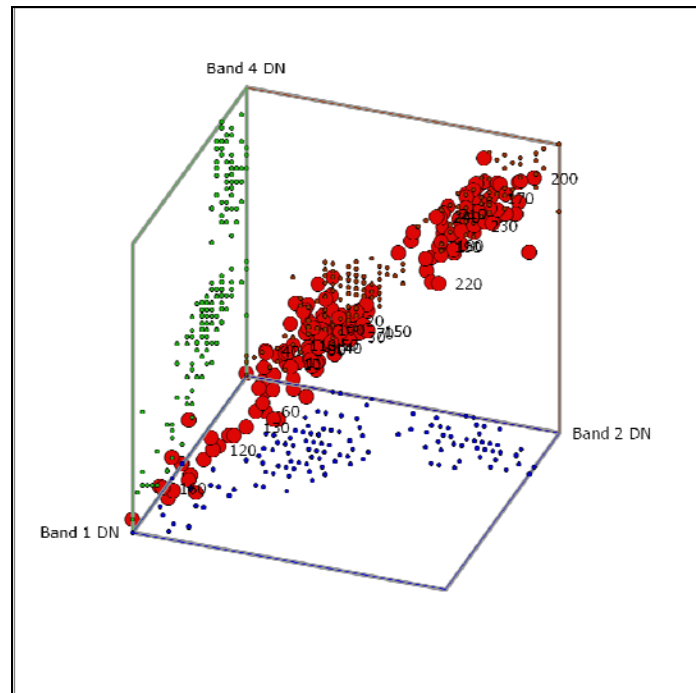
ค่า signature แบนด์ที่ 1	ค่าปริมาณน้ำฝนรายวัน แบนด์ที่ 1	ค่าอุณหภูมิรายวัน แบนด์ที่ 1	ค่าความชื้น สัมพัทธ์รายวัน แบนด์ที่ 1
104	0.00	25.03	73.93
103	0.00	25.03	73.93
101	0.00	25.03	73.93
106	0.00	25.03	73.93
101	0.00	25.03	73.93
105	0.00	25.03	73.93
106	0.00	25.03	73.93
104	0.00	25.03	73.93
100	0.00	25.03	73.93
103	0.00	25.03	73.93

ตารางที่ 6 (ต่อ)

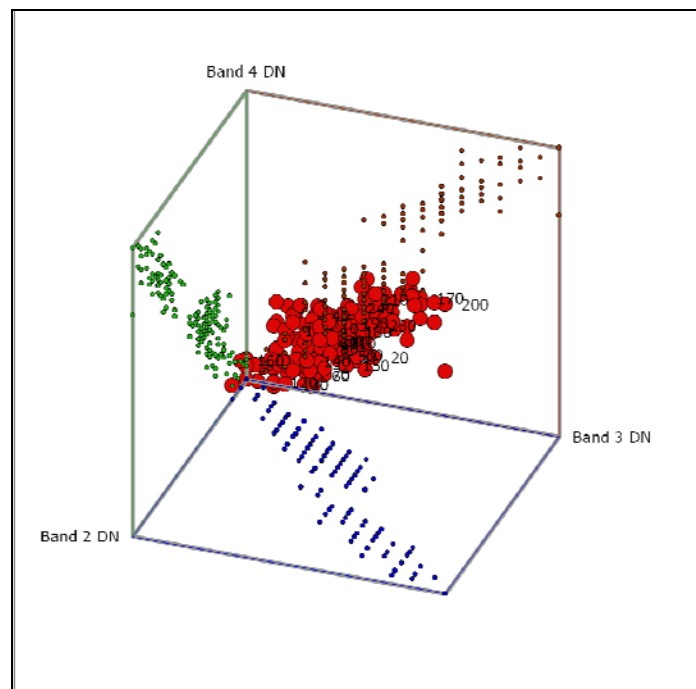
ค่า signature แบนด์ที่ 1	ค่าปริมาณน้ำฝนรายวัน แบนด์ที่ 1	ค่าอุณหภูมิรายวัน แบนด์ที่ 1	ค่าความชื้นสัมพัทธ์รายวัน แบนด์ที่ 1
103	0.00	25.03	73.93
104	0.00	25.03	73.93
105	0.00	25.03	73.93
100	0.00	25.03	73.93
103	0.00	25.03	73.93
101	0.00	25.03	73.93



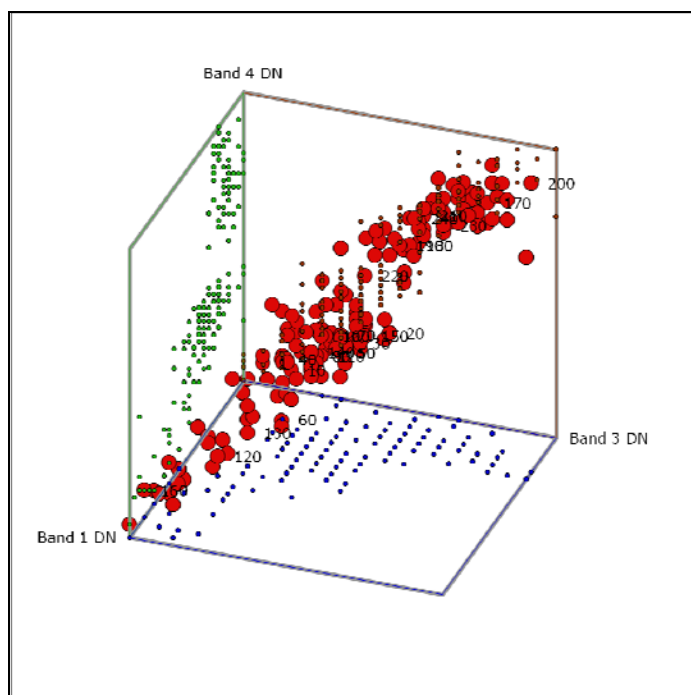
ภาพที่ 23 การกระจายตัวของค่าการสะท้อนแสงของแบนด์ที่ 1 2 และ 3



ภาพที่ 24 การกระจายตัวของค่าการสะท้อนแสงของแบนด์ที่ 1 2 และ 4



ภาพที่ 25 การกระจายตัวของค่าการสะท้อนแสงของแบนด์ที่ 2 3 และ 4



ภาพที่ 26 การกระจายตัวของค่าการสะท้อนแสงของแบนด์ที่ 1 3 และ 4

จากภาพที่ 23 24 และ 26 พบว่าการกระจายตัวของข้อมูล Signature มีลักษณะการกระจายตัวแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ โดยกลุ่มที่อยู่ส่วนกลางจะมีขนาดกลุ่มที่ใหญ่ที่สุด ส่วนภาพที่ 25 การกระจายตัวของข้อมูล Signature จะกระจุกกันเป็นข้อมูลกลุ่มใหญ่อยู่ส่วนกลาง โดยแบนด์ที่ 1 มีค่าการสะท้อนแสงที่ 118 ถึง 156 72 ถึง 115 ในแบนด์ที่ 2 86 ถึง 103 ในแบนด์ที่ 3 และ 108 ถึง 164 ในแบนด์ที่ 4 และพบว่าในภาพที่ 23 24 และ 26 มีการนำแบนด์ที่ 1 เข้าไปในกราฟส่วน ภาพที่ 25 ไม่มีการใช้ข้อมูลในแบนด์ที่ 1 แสดงให้เห็นว่าแบนด์ที่ 1 เป็นแบนด์ที่สามารถแยกกลุ่มย่อยของข้อมูลชนิดเดียวกันในที่นี้สามารถแยกกลุ่มย่อยของพื้นที่ปลูกยูคาลิปตัสออกเป็น 3 กลุ่มจากนั้นนำข้อมูล Signature มาหาช่วงค่าของข้อมูลภูมิอากาศพบว่าค่าอุณหภูมิเฉลี่ยรายวันที่ตรงกันกับพื้นที่ปลูกยูคาลิปตัสคือ 30.90 ถึง 31.00 องศาเซลเซียส และ ค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายวันคือ 61.42 ถึง 62.23 เปอร์เซ็นต์ ส่วน ค่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายวันมีค่าคือ 0 มิลลิเมตร เนื่องจากวันที่ทำการถ่ายภาพไม่มีฝนตก

นำข้อมูลทั้งหมดมาหาความสัมพันธ์กันระหว่างข้อมูลด้วยวิธี Regression Analysis ได้ผลการหาความสัมพันธ์ดังตารางที่ 7 ถึงตารางที่ 10

ตารางที่ 7 ผลการหาความสัมพันธ์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติด้วยวิธี Regression Analysis ใน
แบบที่ 1

The regression equation is $Y = 27132 - 101 A - 671 T$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	27132	2084	13.02	0.00
A	-100.57	6.62	-15.19	0.00
T	-671.31	54.13	-12.40	0.00

$S = 3.36$ $R^2 = 66.20$ เปอร์เซ็นต์ R^2 (adj) = 66.10 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 8 ผลการหาความสัมพันธ์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติด้วยวิธี Regression Analysis ใน
แบบที่ 2

The regression equation is $Y = 124305 - 383 A - 3248 T$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	124305	2708	45.90	0.00
A	-382.87	8.60	-44.50	0.00
T	-3248.26	70.34	-46.18	0.00

$S = 4.36$ $R^2 = 72.30$ เปอร์เซ็นต์ R^2 (adj) = 72.20 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 9 ผลการหาความสัมพันธ์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติด้วยวิธี Regression Analysis ในแบบที่ 3

The regression equation is $Y = 54202 - 171 A - 1406 T$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	54202	1409	38.48	0.00
A	-171.18	4.48	-38.25	0.00
T	-1406.24	36.59	-38.44	0.00

$S = 2.27$ $R^2 = 58.50$ เปอร์เซ็นต์ R^2 (adj) = 58.50 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 10 ผลการหาความสัมพันธ์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติด้วยวิธี Regression Analysis ในแบบที่ 4

The regression equation is $Y = 104255 - 313 A - 2739 T$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	104255	3593	29.02	0.00
A	-312.84	11.41	-27.41	0.00
T	-2739.08	93.32	-29.35	0.00

$S = 5.79$ $R^2 = 62.00$ เปอร์เซ็นต์ R^2 (adj) = 61.90 เปอร์เซ็นต์

หมายเหตุ นัยสำคัญที่ระดับ 0.05

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ วิธี Regression Analysis ของความสัมพันธ์ระหว่างค่า Signature ในแบบที่ 1 ของยูคาลิปตัส (Y) กับ อุณหภูมิ(T) และ ความชื้นสัมพัทธ์ (A) สามารถสร้างสมการการถดถอยได้ดังนี้ $Y = 27132 - 101 A - 671 T$ โดย $R^2 = 0.66$ ในระดับนัยสำคัญที่ 0.05 ในแบบที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า Signature ยูคาลิปตัส (Y) กับ

อุณหภูมิ(T) และ ความชื้นสัมพัทธ์ (A) สามารถสร้างสมการการถดถอยได้ดังนี้ $Y = 124305 - 383 A - 3248 T$ โดย $R^2 = 0.72$ ในระดับนัยสำคัญที่ 0.05 แบบดัดที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า Signature ยูคาลิปตัส (Y) กับ อุณหภูมิ(T) และ ความชื้นสัมพัทธ์ (A) สามารถสร้างสมการการถดถอยได้ดังนี้ $Y = 54202 - 171 A - 1406 T$ โดย $R^2 = 0.59$ ในระดับนัยสำคัญที่ 0.05 แบบดัดที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า Signature ยูคาลิปตัส (Y) กับ อุณหภูมิ(T) และ ความชื้นสัมพัทธ์ (A) สามารถสร้างสมการการถดถอยได้ดังนี้ $Y = 104255 - 313 A - 2739 T$ โดย $R^2 = 0.62$ ในระดับนัยสำคัญที่ 0.05 แสดงว่าลักษณะ Signature และสภาพภูมิอากาศมีความสัมพันธ์กันน้อยเมื่อสังเกตจากค่า R^2 ทั้ง 4 สมการทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากจำนวนตัวแปร ที่นำมาหาความสัมพันธ์มีน้อย จำนวนกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก และทำการวิเคราะห์ข้อมูลในภาพถ่ายดาวเทียม SPOT เพียงภาพเดียว

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

การใช้เทคนิคการรับรู้ระยะไกลเพื่อศึกษาลักษณะ Signature ของยูคาลิปตัส ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยนั้น เป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้ลักษณะค่า Signature ของยูคาลิปตัส แสดงพื้นที่ปลูกไม้ยูคาลิปตัส ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและพื้นที่อื่นของประเทศไทย โดยศึกษาความสัมพันธ์ของลักษณะดัชนี Signature ของยูคาลิปตัส กับ ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ นำมาหาความสัมพันธ์ วิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple Linear Regression) ซึ่งทำการแยกวิเคราะห์เป็นทุกช่วงคลื่นของดาวเทียม SPOT อันประกอบด้วย 4 ช่วงคลื่น มาสร้างเป็นตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple Linear Regression model)

ผลการศึกษาพบว่าช่วงค่าการสะท้อนแสงแบนด์ที่ 1 มีค่าการสะท้อนแสงที่ 118 ถึง 156 72 ถึง 115 ในแบนด์ที่ 2 86 ถึง 103 ในแบนด์ที่ 3 และ 108 ถึง 164 ในแบนด์ที่ 4 ตัวเมื่อนำมาสร้างตัวแบบสมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายในความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะดัชนี Signature ของยูคาลิปตัส (Y) กับ ปริมาณน้ำฝน(R) อุณหภูมิ(T) และ ความชื้นสัมพัทธ์ (A) โดยค่าอุณหภูมิเฉลี่ยรายวันที่ตรงกันกับพื้นที่ปลูกยูคาลิปตัสคือ 30.90 ถึง 31.00 องศาเซลเซียส และ ค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายวันคือ 61.42 ถึง 62.23 เปอร์เซ็นต์ ส่วน ค่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายวันมีค่าคือ 0 มิลลิเมตร มีรูปแบบสมการดังนี้

$$\text{ช่วงคลื่นที่ 1 } Y = 27132 - 101 A - 671 T \quad (R^2 = 0.66)$$

$$\text{ช่วงคลื่นที่ 2 } Y = 124305 - 383 A - 3248 T \quad (R^2 = 0.72)$$

$$\text{ช่วงคลื่นที่ 3 } Y = 54202 - 171 A - 1406 T \quad (R^2 = 0.59)$$

$$\text{ช่วงคลื่นที่ 4 } Y = 104255 - 313 A - 2739 T \quad (R^2 = 0.62)$$

พบว่าในช่วงคลื่นที่ 2 มีสมการที่มีความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรมากที่สุด ($R^2 = 0.72$) ในจำนวนข้อมูลทั้งหมด 1,000 ชุดข้อมูล เมื่อทำการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม SPOT-5 ด้วยวิธีแบบไม่กำกับดูแล(Unsupervised Classification) และแบบกำกับดูแล(Supervised Classification) ร่วมกันพบว่าผลการจำแนกประเภทข้อมูลพื้นที่ปลูกยูคาลิปตัสในพื้นที่ศึกษาบริเวณจังหวัดนครราชสีมาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยจากภาพถ่ายดาวเทียม SPOT-5 ระยะเวลาที่

K265J320 มีพื้นที่ปลูกยูคาลิปตัสทั้งสิ้น 82.88 ตารางกิโลเมตร หรือ 0.05 ล้านไร่ หรือคิดเป็น 1.93 เปอร์เซ็นต์ของเนื้อที่ภาพทั้งหมด 4,300 ตารางกิโลเมตร ความถูกต้องของการแปลภาพอยู่ที่ 18 จุด คิดเป็น 75 เปอร์เซ็นต์ จากจุดสำรวจทั้งหมด 24 จุดสำรวจ ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้สามารถนำไปประยุกต์เพื่อศึกษาพื้นที่ปลูกยูคาลิปตัสในส่วนอื่นๆของประเทศไทยต่อไปได้

ข้อเสนอแนะ

1. การศึกษาในครั้งนี้มีข้อจำกัดด้านงบประมาณและระยะเวลาในการศึกษาทำให้ไม่สามารถเก็บจุดสำรวจได้ทั่วทั้งภาคตะวันออกเฉียงเหนือเนื่องจากพื้นที่ที่ทำการศึกษามีบริเวณกว้าง หากมีการศึกษาในครั้งต่อไปควรเก็บจุดสำรวจภาคสนามให้ครอบคลุมกว่านี้
2. พื้นที่ที่ทำการศึกษาในครั้งนี้ทำการศึกษาเฉพาะบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยเท่านั้นควรมีการศึกษาให้ครอบคลุมทั่วทั้งประเทศไทยเพื่อที่จะได้มีข้อมูลที่ต่อเนื่องกัน
3. ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม SPOT มีระยะห่างในการถ่ายทำกับการเก็บข้อมูลภาคสนามข้อมูลในการจำแนกและการตรวจสอบอาจมีการคลาดเคลื่อนไป ควรจะมีการเก็บข้อมูลให้ตรงกันกับวันที่ทำการถ่ายทำ
4. สมการที่ได้ทั้งหมดนี้เป็นการศึกษาลักษณะ Signature ของยูคาลิปตัส ที่ไม่ได้ระบุชั้นอายุ การศึกษาในครั้งต่อไปควรศึกษาลักษณะ Signature ของยูคาลิปตัส ควรมีการแบ่งชั้นอายุต่อไป
5. ในการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม SPOT ครั้งนี้ได้จำแนกข้อมูลในช่วงปี 2549 เท่านั้น หากต้องการข้อมูลที่เป็นปัจจุบันควรมีการศึกษาเพิ่มเติม
6. สมการความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะดัชนี Signature ของยูคาลิปตัส (Y) กับ ปริมาณน้ำฝน(R) อุณหภูมิ(T) และ ความชื้นสัมพัทธ์ (A) เป็นสมการที่ได้ในช่วงปี 2549 เท่านั้นหากมีการขยายเวลาในการศึกษารูปแบบสมการอาจมีความแตกต่างกัน

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมป่าไม้. 2537. คู่มือเกษตรกร (1) เรื่อง ไม้เศรษฐกิจไม้โตเร็ว. ส่วนปลูกป่าภาคเอกชน สำนักส่งเสริมการปลูกป่า กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ

_____. 2548. สถิติการป่าไม้ของประเทศไทย 2548. สำนักงานเลขานุการกรมป่าไม้ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2551. รายงานการสำรวจดินและจัดการดินเพื่อการเกษตร ในพื้นที่อำเภอเมือง อำเภอมโนรมย์ อำเภอสรรพยา และอำเภอสรรคบุรี จังหวัดชัยนาท. สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน, กรุงเทพฯ.

กาญจนาเจียร ชูชีพ. 2541. หลักการเบื้องต้นของการวิเคราะห์ข้อมูลการรับรู้ระยะไกล เล่ม 1. ภาควิชาการจัดการป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____. 2546. เอกสารประกอบการสอนหลักการรับรู้ระยะไกล. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____. 2548. เอกสารประกอบการสอนวิชาการประมวลผลข้อมูลภาพการรับรู้จากระยะไกล. ภาควิชาการจัดการป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ชรัตน์ มงคลสวัสดิ์. 2540. การสำรวจข้อมูลระยะไกล. มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

ดาราศรี ดาวเรือง. 2533. รีโมทเซนซิงพื้นฐาน. ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ. กระทรวงวิทยาศาสตร์และพลังงาน, กรุงเทพฯ.

ประมาณ เทพสงเคราะห์. 2541. เทคนิคทางแผนที่และภาพถ่ายทางดาวเทียม. มหาวิทยาลัยทักษิณ, สงขลา.

ไยอนงค์ ทิมสุวรรณ. 2549. เอกสารคำสอนวิชาการสำรวจข้อมูลระยะไกลสำหรับวิศวกร.

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ละดาญ วงศ์สถาน. 2548. การประมาณหาปริมาณเชื้อเพลิงในป่าเต็งรัง บริเวณอุทยานแห่งชาติแมปิ้ง
จังหวัดลำพูน ด้วยเทคนิคการรับรู้ระยะไกล. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วรวิทย์ อินศวร. 2548. ศักยภาพทางกายภาพของพื้นที่สำหรับการปลูกยูคาลิปตัส คามาสดูเลนซิส
ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วินิตา ผ่านาค. 2531. หลักการวิเคราะห์ข้อมูลจากดาวเทียม. พิมพ์ครั้งที่ 2. คณะศึกษาศาสตร์,
มหาวิทยาลัยรามคำแหง สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง, กรุงเทพฯ.

ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร. 2544. รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการพัฒนาฐานข้อมูลดินและ
การใช้ประโยชน์ที่ดินระยะที่ 3. คณะเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. 2538. จากห้วงอวกาศสู่พื้นแผ่นดินไทย ฉบับย่อ.
กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

_____. 2540. คำบรรยายเรื่องการสำรวจจากระยะไกลของสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ
ด้วยดาวเทียม. กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม. 2547. รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการจัดทำแผนแม่บท
อุตสาหกรรมสิ่งพิมพ์. กระทรวงอุตสาหกรรม. แหล่งที่มา:

http://www.oie.go.th/policy7/Mplan/printing/final_printing_report.pdf.

25 กันยายน 2550.

Canada Centre for Remote Sensing .2005. **Fundamentals of Remote Sensing**. Ontario, CANADA.

Lillesand, T.M. and R.W. Kiefer. 1994. **Remote Sensing and Image Interpretation**, New York.

Shepard, D. 1968. **A two-dimensional interpolation function for irregularly-spaced data**,

Proc. 23rd National Conference ACM, ACM, 517-524.

ภาคผนวก

แบบฟอร์มกรอกข้อมูลภาคสนาม วันที่

พ.ศ.

จุดที่	พิกัด UTM	สถานที่	อายุ (ปี)	DBH (cm)	สูง (m.)	หมายเหตุ
1	X	หมู่บ้าน				
	Y	ตำบล				
	Zone	อำเภอ				
		จังหวัด				
2	X	หมู่บ้าน				
	Y	ตำบล				
	Zone	อำเภอ				
		จังหวัด				
3	X	หมู่บ้าน				
	Y	ตำบล				
	Zone	อำเภอ				
		จังหวัด				
4	X	หมู่บ้าน				
	Y	ตำบล				
	Zone	อำเภอ				
		จังหวัด				
5	X	หมู่บ้าน				
	Y	ตำบล				
	Zone	อำเภอ				
		จังหวัด				

ภาพผนวกที่ 1 แบบฟอร์มกรอกข้อมูลภาคสนาม

ตารางผนวกที่ 1 ตัวอย่างข้อมูล Signature ที่ซ้อนทับกับข้อมูลค่าปริมาณน้ำฝนรายวัน ค่าอุณหภูมิรายวัน และค่าความชื้นสัมพัทธ์รายวัน

Y1	R1	T1	A1	Y2	R2	T2	A2	Y3	R3	T3	A3	Y4	R4
104	0	25.03	73.93	110	0	24.52	66.54	140	0	24.52	66.54	109	0
103	0	25.03	73.93	109	0	24.52	66.54	139	0	24.52	66.54	113	0
101	0	25.03	73.93	110	0	24.52	66.54	139	0	24.52	66.54	112	0
106	0	25.03	73.93	109	0	24.52	66.54	139	0	24.52	66.54	110	0
101	0	25.03	73.93	112	0	24.52	66.54	138	0	24.52	66.54	109	0
105	0	25.03	73.93	110	0	24.52	66.54	141	0	24.52	66.54	110	0
106	0	25.03	73.93	110	0	24.52	66.54	139	0	24.52	66.54	107	0
104	0	25.03	73.93	107	0	24.52	66.54	140	0	24.52	66.54	106	0
100	0	25.03	73.93	108	0	24.52	66.54	140	0	24.52	66.54	106	0
103	0	25.03	73.93	108	0	24.52	66.54	139	0	24.52	66.54	106	0
103	0	25.03	73.93	110	0	24.52	66.54	138	0	24.52	66.54	106	0
104	0	25.03	73.93	111	0	24.52	66.54	141	0	24.52	66.54	110	0

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

Y1	R1	T1	A1	Y2	R2	T2	A2	Y3	R3	T3	A3	Y4	R4
105	0	25.03	73.93	110	0	24.52	66.54	140	0	24.52	66.54	112	0
100	0	25.03	73.93	112	0	24.52	66.54	139	0	24.52	66.54	113	0
103	0	25.03	73.93	110	0	24.52	66.54	140	0	24.52	66.54	110	0
101	0	25.03	73.93	112	0	24.52	66.54	139	0	24.52	66.54	108	0
104	0	25.03	73.93	110	0	24.52	66.54	140	0	24.52	66.54	108	0
110	0	25.03	73.93	110	0	24.52	66.54	140	0	24.52	66.54	109	0
107	0	25.03	73.93	108	0	24.52	66.54	139	0	24.52	66.54	105	0
101	0	25.03	73.93	109	0	24.52	66.54	138	0	24.52	66.54	106	0
100	0	25.03	73.93	108	0	24.52	66.54	140	0	24.52	66.54	109	0
98	0	25.03	73.93	109	0	24.52	66.54	139	0	24.52	66.54	109	0
101	0	25.03	73.93	109	0	24.52	66.54	139	0	24.52	66.54	108	0
107	0	25.03	73.93	108	0	24.52	66.54	140	0	24.52	66.54	107	0

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

Y1	R1	T1	A1	Y2	R2	T2	A2	Y3	R3	T3	A3	Y4	R4
107	0	25.03	73.93	108	0	24.52	66.54	140	0	24.52	66.54	108	0
101	0	25.03	73.93	108	0	24.52	66.54	138	0	24.52	66.54	107	0
100	0	25.03	73.93	109	0	24.52	66.54	139	0	24.52	66.54	107	0
103	0	25.03	73.93	107	0	24.52	66.54	138	0	24.52	66.54	108	0
104	0	25.03	73.93	110	0	24.52	66.54	139	0	24.52	66.54	108	0
103	0	25.03	73.93	112	0	24.52	66.54	139	0	24.52	66.54	110	0
114	0	25.03	73.93	110	0	24.52	66.54	140	0	24.52	66.54	114	0
109	0	25.03	73.93	110	0	24.52	66.54	140	0	24.52	66.54	117	0
99	0	25.03	73.93	109	0	24.52	66.54	138	0	24.52	66.54	108	0
101	0	25.03	73.93	110	0	24.52	66.54	139	0	24.52	66.54	108	0
101	0	25.03	73.93	108	0	24.52	66.54	138	0	24.52	66.54	108	0
101	0	25.03	73.93	109	0	24.52	66.54	140	0	24.52	66.54	108	0

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

Y1	R1	T1	A1	Y2	R2	T2	A2	Y3	R3	T3	A3	Y4	R4
104	0	25.03	73.93	108	0	24.52	66.54	140	0	24.52	66.54	109	0
110	0	25.03	73.93	109	0	24.52	66.54	139	0	24.52	66.54	110	0
113	0	25.03	73.93	109	0	24.52	66.54	138	0	24.52	66.54	108	0
104	0	25.03	73.93	106	0	24.52	66.54	138	0	24.52	66.54	108	0
100	0	25.03	73.93	106	0	24.52	66.54	139	0	24.52	66.54	110	0
102	0	25.03	73.93	108	0	24.52	66.54	137	0	24.52	66.54	113	0
101	0	25.03	73.93	107	0	24.52	66.54	137	0	24.52	66.54	110	0
104	0	25.03	73.93	109	0	24.52	66.54	138	0	24.52	66.54	110	0
104	0	25.03	73.93	112	0	24.52	66.54	140	0	24.52	66.54	111	0
104	0	25.03	73.93	112	0	24.52	66.54	140	0	24.52	66.54	111	0
110	0	25.03	73.93	112	0	24.52	66.54	141	0	24.52	66.54	113	0
103	0	25.03	73.93	112	0	24.52	66.54	139	0	24.52	66.54	114	0

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

Y1	R1	T1	A1	Y2	R2	T2	A2	Y3	R3	T3	A3	Y4	R4
105	0	25.03	73.93	111	0	24.52	66.54	140	0	24.52	66.54	112	0
105	0	25.03	73.93	112	0	24.52	66.54	140	0	24.52	66.54	112	0
105	0	25.03	73.93	111	0	24.52	66.54	140	0	24.52	66.54	111	0
104	0	25.03	73.93	110	0	24.52	66.54	140	0	24.52	66.54	109	0
104	0	25.03	73.93	109	0	24.52	66.54	139	0	24.52	66.54	107	0
105	0	25.03	73.93	109	0	24.52	66.54	139	0	24.52	66.54	106	0
104	0	25.03	73.93	109	0	24.52	66.54	140	0	24.52	66.54	110	0
104	0	25.03	73.93	109	0	24.52	66.54	140	0	24.52	66.54	111	0
104	0	25.03	73.93	109	0	24.52	66.54	139	0	24.52	66.54	108	0
103	0	25.03	73.93	110	0	24.52	66.54	139	0	24.52	66.54	106	0
103	0	25.03	73.93	109	0	24.52	66.54	138	0	24.52	66.54	107	0
98	0	25.03	73.93	109	0	24.52	66.54	138	0	24.52	66.54	108	0

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

Y1	R1	T1	A1	Y2	R2	T2	A2	Y3	R3	T3	A3	Y4	R4
100	0	25.03	73.93	110	0	24.52	66.54	140	0	24.52	66.54	108	0
107	0	25.03	73.93	107	0	24.52	66.54	138	0	24.52	66.54	108	0
102	0	25.03	73.93	109	0	24.52	66.54	139	0	24.52	66.54	106	0
101	0	25.03	73.93	109	0	24.52	66.54	138	0	24.52	66.54	108	0
101	0	25.03	73.93	111	0	24.52	66.54	139	0	24.52	66.54	109	0
99	0	25.03	73.93	110	0	24.52	66.54	139	0	24.52	66.54	110	0
101	0	25.03	73.93	109	0	24.52	66.54	138	0	24.52	66.54	108	0
100	0	25.03	73.93	111	0	24.52	66.54	139	0	24.52	66.54	108	0
101	0	25.03	73.93	110	0	24.52	66.54	138	0	24.52	66.54	106	0
103	0	25.03	73.93	109	0	24.52	66.54	139	0	24.52	66.54	107	0
102	0	25.03	73.93	109	0	24.52	66.54	138	0	24.52	66.54	109	0
103	0	25.03	73.93	110	0	24.52	66.54	140	0	24.52	66.54	110	0

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

หมายเหตุ

Y1 คือ ค่าการสะท้อนแสงในแบนด์ที่ 1 Y2 คือ ค่า การสะท้อนแสงในแบนด์ที่ 2 Y3 คือ ค่า การสะท้อนแสงในแบนด์ที่ 3 และ Y4 คือ ค่า การสะท้อนแสงในแบนด์ที่ 4

R1 คือค่าปริมาณน้ำฝนรายวันในแบนด์ที่ 1 R2 คือค่าปริมาณน้ำฝนรายวันในแบนด์ที่ 2 R3 คือค่าปริมาณน้ำฝนรายวันในแบนด์ที่ 3 และ R4 คือค่าปริมาณน้ำฝนรายวันในแบนด์ที่ 4

T1 คือค่าอุณหภูมิรายวันในแบนด์ที่ 1 T2 คือค่าอุณหภูมิรายวันในแบนด์ที่ 2 T3 คือค่าอุณหภูมิรายวันในแบนด์ที่ 3 และ T4 คือค่าอุณหภูมิรายวันในแบนด์ที่ 4

A1 คือค่าปริมาณความชื้นพื้นที่รายวันในแบนด์ที่ 1 A2 คือค่าปริมาณความชื้นพื้นที่รายวันในแบนด์ที่ 2 A3 คือค่าปริมาณความชื้นพื้นที่รายวันในแบนด์ที่ 3 และ A4 คือค่าปริมาณความชื้นพื้นที่รายวันในแบนด์ที่ 4

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นายอลงกต ปากาศ
วัน เดือน ปี ที่เกิด	5 กันยายน 2526
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง
ประวัติการศึกษา	วท.บ.(วนศาสตร์) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	ทุนวิจัยส่วนตัว