บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

2.1 การสำรวจทรัพยากรด้วยข้อมูลระยะไกล

การสำรวจระยะไกลหรือรีโมตเซนซิ่ง (Remote Sensing) เป็นวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์ของการได้มาและการจำแนกคุณลักษณะของข้อมูลโดยปราศจากการสัมผัสกับวัตถุโดยตรง (สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2540) ในระยะแรกของการสำรวจทรัพยากร ภาพถ่ายทางอากาศเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญที่ใช้ในการสำรวจและจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน ภาพถ่ายทางอากาศบันทึกข้อมูลภายในช่วงคลื่น 0.4–0.7 ไมโครเมตร โดยอาศัยกล้องถ่ายภาพติดตั้งบนอากาศยาน (วันทนีย์, 2527) เมื่อมีการพัฒนาเทคโนโลยีทางด้านอวกาศโครงการดาวเทียมสำรวจทรัพยากรโลก (Earth Resource Technology Satellite) ได้ส่งดาวเทียม LANDSAT 5 ขึ้นปฏิบัติการเดือนมีนาคม ค.ศ. 1984 มีขนาด 1.5X2.3 เมตร น้ำหนักประมาณ 2,000 กิโลกรัม ใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์โคจรในรูปแบบ Sun-synchronous / near-polar orbits จากทิศเหนือลงสู่ทิศใต้เป็นมุมเอียง 98.2 องศา ความเร็วในการโคจรรอบโลกเท่ากับ 14.5 รอบต่อวัน ความสูงจากระดับผิวโลกประมาณ 705-900 กิโลเมตร ระยะห่างระหว่างแนวโคจรถัดไป 2,752 กิโลเมตร (วัด ณ เส้นศูนย์สูตร) กลับมาบันทึกข้อมูลพื้นที่เดิมทุก 16 วัน ทำการบันทึกข้อมูลด้วยระบบ Thematic Mapper (TM) (Lillesand and Kiefer, 1994) ซึ่งเป็นระบบที่ถูกปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบันทึกรายละเอียดของสภาพพื้นผิวโลก โดยการเพิ่มจำนวนการบันทึกข้อมูลเป็น 7 ช่วงคลื่น ซึ่งช่วงคลื่นที่ 1 (0.45–0.52 μm) มีค่าการสะท้อนในช่วงแสงสีน้ำเงินถึงแสงสีเขียว ให้ข้อมูลแหล่งน้ำ พื้นดิน และขอบเขตของพืชพรรณ ช่วงคลื่นที่ 2 (0.52–0.60 μm) มีค่าการสะท้อนในช่วงแสงสีเขียว ให้ข้อมูลความชื้นและความชื้นของพืชพรรณ ช่วงคลื่นที่ 3 (0.63–0.69 μm) มีค่าการสะท้อนในช่วงแสงสีแดง ช่วยในการจำแนกประเภทของพืชพรรณ ช่วงคลื่นที่ 4 (0.76–0.90 μm) เป็นช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (Near Infrared, NIR) แสดงรายละเอียดความหนาแน่นของ biomass ช่วงคลื่นที่ 5 (1.05–1.75 μm) ช่วงคลื่นอินฟราเรด (Infrared, IR) แสดงให้เห็นความแตกต่างของความชื้นในดิน ความหนาแน่นของเรือนยอดไม้ และประเภทของพันธุ์ไม้ ช่วงคลื่นที่ 6 (10.40–12.50 μm) ช่วงคลื่นความร้อน (Thermal IR) แสดงความแตกต่างของอุณหภูมิและความชื้นในดิน ช่วงคลื่นที่ 7 (2.08–2.35 μm) ช่วงคลื่นอินฟราเรด (IR) เป็นช่วงคลื่นที่ถูกดูดซับโดย hydroxyl ions แสดงความแตกต่างของแหล่งน้ำและพื้นดิน ค่าการสะท้อนของข้อมูลภาพจะถูกบันทึกในช่วง 0–255 (8 bits) ความละเอียดจุดภาพของช่วงคลื่นที่ 1–5 และ 7 เท่ากับ 30X30 เมตร ส่วนช่วงคลื่นที่ 6 เท่ากับ 120x120 เมตร อุปกรณ์รับสัญญาณภาพไม่นำ Fiber optics มาใช้ในการกรองแสงทำให้ค่าการสะท้อนรังสีจากผิว

โลกตกกระทบกับ detector โดยตรง ช่วยลดการสูญเสียความเข้มข้นของพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ยิ่งไปกว่านั้นสามารถบันทึกภาพได้ครั้งละ 16 แนว ทั้งไปและกลับในทิศตะวันออก และตะวันตก ทำให้ข้อมูลภาพมีความละเอียดและถูกต้องเชิงตำแหน่งดีขึ้น

2.2 การจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวโดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ

ภาพถ่ายทางอากาศเป็นข้อมูลภาพถ่ายที่ได้จากการบันทึกข้อมูลสภาพพื้นผิวโลก จากกล้องบันทึกภาพทางอากาศที่ติดตั้งบนอากาศยาน สามารถนำมาจำแนกและคำนวณขนาดของพื้นที่ปลูกข้าวได้ด้วยวิธีการแปลภาพด้วยสายตา (Barrs and Prathapar, 1994) โดยใช้กล้องที่สามารถแสดงภาพสามมิติจากภาพคู่เชิงซ้อน (stereo pair) เพื่อลดความคลาดเคลื่อนอันเนื่องมาจากความสูงต่ำของลักษณะภูมิประเทศ ทำให้เห็นรูปจำลองสามมิติ (stereoscopic model) และความชัดลึกเพื่อช่วยในการจำแนกรายละเอียดของภาพ (ถาวร, 2540) โดยอาศัยการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ (physical nature) ของวัตถุภายในภาพประกอบด้วยลักษณะของรูปร่าง (shape) ขนาด (size) รูปแบบ (pattern) ค่าความส่องสว่าง (tone) เนื้อของภาพ (texture) แสงและเงา (shadows) และความสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อม (association) เพื่อการวัดและการแปลภาพด้วยสายตาประกอบกับข้อมูลภาคสนาม และความรู้จักลักษณะพืชพันธุ์ในพื้นที่ (Lillesand and Kiefer, 1994) ภาพถ่ายทางอากาศถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางและแพร่หลายในการผลิตแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินและวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงขนาดการใช้ที่ดิน (Rutchey and Vilchek, 1999)

ในปัจจุบันมีการปรับปรุงเทคโนโลยีการถ่ายที่มีความชัดเจนรวมทั้งอุปกรณ์ในการแปลงข้อมูลภาพให้อยู่ในรูปแบบข้อมูลภาพเชิงตัวเลข (digital image) พร้อมกับการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการจัดการ วิเคราะห์ จัดเก็บ และการแสดงผลที่มีประสิทธิภาพ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการทำแผนที่จากภาพถ่ายทางอากาศอย่างเดียว ไปเป็นงานรังวัดภาพถ่ายทางอากาศในรูปแบบข้อมูลเชิงตัวเลข (digital photogrammetry) (Jensen, 1986) นอกจากนั้นภาพถ่ายทางอากาศสามารถเสริมรายละเอียดให้กับข้อมูลภาพดาวเทียมและผสมผสานกับข้อมูลอื่นในระบบ GIS ได้เป็นอย่างดี (Lillesand and Kiefer, 1994)

Mack และคณะ (1995) ทำการสำรวจการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินระหว่างปี ค.ศ. 1954 และ 1985 เป็นช่วงระยะเวลา 32 ปี โดยการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยวิธีแปลภาพด้วยสายตาจากข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศชนิดขาวดำ (panchromatic aerial photograph) แล้วอาศัยโปรแกรม ARC/INFO ในการนำเข้าข้อมูลด้วยวิธีการดิจิไทซ์ เพื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลสองช่วงเวลา (multidate analysis) ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นถึงเปอร์เซ็นต์และแนวทางการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภทได้อย่างชัดเจน

Duhaime และคณะ (1997) ได้พัฒนาวิธีการจำแนกประเภทของพืชพรรณโดยอัตโนมัติ โดยอาศัยข้อมูลหลัก 3 ชั้นข้อมูล คือ (1) ภาพถ่ายทางอากาศช่วงคลื่น near-infrared จำนวน 3 ช่วงคลื่น มาตราส่วน 1:40,000 นำเข้าข้อมูลด้วยวิธีการสแกนและปรับแก้ความถูกต้องเชิงตำแหน่ง (2) แบบจำลองภูมิประเทศเชิงตัวเลข (Digital terrain model) แบบจำลองนี้จะใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการสร้างแผนที่ความลาดชันและทิศด้านลาด (3) ข้อมูลดิน ฐานข้อมูลดินจะถูกนำมาสร้างเป็นแผนที่แสดงความอุดมสมบูรณ์และแผนที่แสดงความชุ่มชื้น ข้อมูลทั้งหมดจะถูกนำเข้าสู่แบบจำลองนิเวศวิทยาเพื่อช่วยในการจำแนกประเภทของพืชพรรณ จากการตรวจสอบความถูกต้องของผลการจำแนก พบว่าความความถูกต้องอยู่ในช่วง 60-80% สามารถแสดงการกระจายตัวของพืช-พรรณได้เป็นอย่างดี

2.2.1 การปรับแก้ความถูกต้องเชิงตำแหน่งของภาพถ่ายทางอากาศเชิงตัวเลข

ภาพถ่ายทางอากาศแต่ละภาพมีความคลาดเคลื่อนแฝงอยู่ เนื่องจากความสูงต่ำของภูมิประเทศ (relief displacement) ความเอียงของแกนกล้อง (tilt displacement) ความผิดเพี้ยนของเลนส์ (lens distortion) และการถ่ายภาพจากจุดศูนย์ทิวทัศน์ (perspective projection) ทำให้ภาพถ่ายทางอากาศมีมาตราส่วนไม่เท่ากันทั่วทั้งภาพ การปรับแก้ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศให้เข้าสู่ตำแหน่งที่ถูกต้อง (orthorectification) ในรูปแบบข้อมูลเชิงตัวเลขอาศัยองค์ประกอบ 3 ประการในการปรับแก้ คือ (1) Camera calibration information เพื่อแสดงค่าระยะโฟกัสของกล้องและขนาดของภาพและจำนวนจุดของ fiducial mark (2) แบบจำลองความสูงเชิงตัวเลข (Digital Elevation Model, DEM) เพื่อให้ข้อมูล-ค่าความสูง ณ ตำแหน่งจุดควบคุม และ (3) จุดควบคุมภาคพื้นดิน (Ground Control Point, GCP) เพื่ออ้างอิงตำแหน่งที่ถูกต้อง (ER Mapper, 1998a) ข้อมูลทั้งหมดจะช่วยในการปรับแก้ให้เกิดภาพ "orthophoto" หรือภาพที่แสดงตำแหน่งของวัตถุตามระบบพิกัดที่ต้องการ และมีเรขาคณิตเช่นเดียวกับแผนที่ที่ถูกต้องตามมาตราส่วน รวมทั้งมีความถูกต้องในทางราบ สามารถทำการวัดระยะมุม ตำแหน่ง และพื้นที่ได้โดยตรงและไม่ต้องมีการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนของภาพถ่าย (ถาวร, 2540)

Gao and O'Leary (1997) ได้วิจัยวิธีการนำเข้าข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ โดยทดสอบการนำเข้าภาพถ่ายทางอากาศมาตราส่วน 1:12,500 ด้วยความละเอียดระดับ 1 เมตร 5 เมตร 10 เมตร และ 20 เมตร ผลจากการวิจัยพบว่าการนำเข้าภาพถ่ายทางอากาศด้วยความละเอียดระดับ 10 เมตร สามารถแสดงค่าความสัมพันธ์ของข้อมูลภายในภาพกับความละเอียดจุดภาพให้ผลความถูกต้องมีค่าสูงสุด McGwire (1998) ได้ทำการวิจัยการปรับแก้เชิงตำแหน่งและการเชื่อมต่อ (mosaicking) ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศที่มีความละเอียด 6 เมตร เป็นจำนวน 9 แนวบิน

โดยใช้เทคนิค Hardy's multiquadric จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าวิธีการดังกล่าวสามารถปรับปรุงคุณภาพของรอยต่อแต่ละแนวบินโดยเฉพาะพื้นที่ที่เป็นเนินเขา นอกจากนั้นยังเป็นวิธีการที่อาศัยจุดควบคุมน้อยกว่าวิธีโดยทั่วไป

2.2.2 การแปลภาพถ่ายทางอากาศ

ในการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินจากภาพถ่ายทางอากาศ ผู้แปลต้องมีความเข้าใจลักษณะพื้นฐานที่แสดงภายในภาพ ประกอบกับการรู้จักพื้นที่ ช่วงเวลาที่พืชมีการเจริญเติบโต และปฏิทินการปลูกพืช (crop calendar) ของพื้นที่ศึกษา เพื่อเป็นประโยชน์ในการจัดหาข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศที่สามารถแสดงข้อมูลพืชที่ต้องการ รวมทั้งการกำหนดมาตราส่วนที่เหมาะสมกับระดับความละเอียดในการจำแนก (Lillesand and Kiefer, 1994)

การจำแนกด้วยสายตาต้องอาศัยองค์ประกอบสองประการคือ (1)การอ่านภาพถ่ายทางอากาศ เป็นการหารายละเอียดบนภาพถ่ายอย่างง่ายๆ ไม่มีการเปรียบเทียบวิเคราะห์หรือวิจัยความหมายหรือลักษณะเฉพาะของรายละเอียดที่ปรากฏบนภาพถ่าย ผู้จำแนกต้องมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับภาพถ่ายทางอากาศ เช่น รู้จักชนิดของภาพถ่ายทางอากาศ สามารถหามาตราส่วนของภาพ การใช้ภาพถ่ายกับเครื่องมองภาพทรวดทรงอย่างง่าย การวัดระยะ ทิศทาง รวมทั้งการกำหนดความสูงของจุดใดๆ ภายในภาพถ่าย (2) การแปลความหมายจากภาพถ่าย เป็นการศึกษา วิเคราะห์ วิจัย เปรียบเทียบรายละเอียดต่างๆ ที่ปรากฏบนภาพถ่าย เพื่อสามารถจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินได้อย่างชัดเจน มีลักษณะเฉพาะหรือมีความเป็นมา และมีความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม นอกจากนั้นต้องอาศัยความรู้เกี่ยวกับเรื่องราวที่จะแปลและเพื่อความถูกต้องของผลการจำแนกควรจะศึกษาข้อมูลจากแหล่งอื่นๆ เช่น จากแผนที่ ภาพถ่ายภาคพื้นดิน รายงานภาคสนาม การสอบถามคุณลักษณะของรายละเอียดที่จะแปล รวมทั้งคุณภาพของเครื่องมือและภาพที่ใช้

Madden et al. (1999) ได้พัฒนาระบบการจำแนกประเภทของพืชพรรณและการสร้างแผนที่จากข้อมูลระยะไกลที่มีชื่อว่า Everglades Vegetation Classification System (EVCS) ซึ่งประกอบด้วย 3 ปัจจัยคือ (1) ข้อมูลเชิงตัวเลขของภาพถ่ายทางอากาศชนิด color infrared (CIR) จัดเก็บในรูปแบบ Tagged Image File Format (TIFF) มีความละเอียด 600 dots per inch (dpi) ถูกใช้ในการสร้างฐานข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ (2) ข้อมูลการสำรวจภาคสนามด้วยเฮลิคอปเตอร์ วิธีการสำรวจจะอาศัยการเชื่อมโยงระหว่างอุปกรณ์รับสัญญาณจากดาวเทียมเพื่อบอกตำแหน่งปัจจุบัน (real time GPS) กับคอมพิวเตอร์แบบพกพา (laptop computer) ที่สามารถประมวลผลร่วมกันระหว่างโปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลภาพและโปรแกรมจัดการฐานข้อมูลได้ เพื่อสร้างฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ (3) Photo interpretation key ถูกสร้างจากฐานข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศและภาพถ่ายภาคสนามประกอบ

คำอธิบายคุณลักษณะทางกายภาพของประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีความสัมพันธ์กัน จากข้อมูลประกอบทั้งหมดทำให้ระบบ EVCS สามารถนำไปใช้ในการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นการสร้างฐานข้อมูลพืชพรรณในรูปแบบข้อมูลภาพเชิงตัวเลข (digital vegetation database) ทำให้สะดวกในการจำแนกในครั้งต่อไป

2.3 การจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวจากข้อมูลภาพจากดาวเทียม

ปัจจุบันเทคโนโลยีการวิเคราะห์ข้อมูลระยะไกลถือว่าเป็นวิทยาการที่เหมาะสมในการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินในบริเวณพื้นที่กว้าง การสำรวจข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการเกษตรโดยอาศัยข้อมูลภาพจากดาวเทียม ในระยะแรกใช้ข้อมูลภาพ LANDSAT ระบบ MSS ด้วยการแปลภาพด้วยสายตา จากการพิจารณาความแตกต่างของระดับสี ขนาด รูปร่าง รูปแบบ ความละเอียดของเนื้อภาพ ตำแหน่ง และความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม หรือด้วยการวิเคราะห์โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการจัดกลุ่มข้อมูลโดยอาศัยลักษณะการสะท้อนรังสีของวัตถุเป็นหลัก แต่มักประสบปัญหาในการจำแนกเพราะภาพ MSS ให้รายละเอียดที่ค่อนข้างหยาบคือ 80 เมตร ด้วยเหตุนี้เมื่อมีการปรับปรุงระบบอุปกรณ์และดาวเทียมรุ่นใหม่คือ LANDSAT/TM มีความละเอียด 30 เมตร รวมทั้งเพิ่มรายละเอียดของช่วงคลื่นให้มีความถี่มากขึ้น โดยรวมช่วงคลื่นอินฟราเรดความยาวคลื่นสั้นและอินฟราเรดความร้อนเข้าไว้ด้วย ความหลากหลายนี้ช่วยในการจำแนกพืชประเภทต่างๆ ได้ดีขึ้น ซึ่งการกำหนดช่วงคลื่นที่ใช้ในการจำแนกมีอิทธิพลอย่างมากต่อคุณภาพของข้อมูล ด้วยเหตุนี้ทำให้การใช้ประโยชน์จากภาพดาวเทียมเพื่อการทำแผนที่แสดงแหล่งเพาะปลูกพืช ตลอดจนการประมาณพื้นที่ปลูกพืชแต่ละประเภทเป็นไปอย่างกว้างขวางมากขึ้น และมีความถูกต้องสูงขึ้น (Tennakoon et al., 1992)

การจำแนกด้วยคอมพิวเตอร์มีข้อดี คือ สามารถแยกประเภทพื้นที่เพาะปลูกที่มีขนาดเล็กและการคำนวณพื้นที่ก็ทำได้รวดเร็วและแม่นยำ ส่วนการแปลภาพด้วยสายตามักทำได้ในระดับที่หยาบขึ้น และในกรณีที่มีพืชหลายชนิดปนกันทำให้การจำแนกพืชแต่ละประเภทออกจากกันได้ยาก แต่ผู้แปลสามารถใช้ความรู้และประสบการณ์ประกอบในการตัดสินใจได้ อย่างไรก็ตามการเลือกใช้วิธีการใดย่อมขึ้นกับระดับความต้องการและลักษณะการใช้งาน และบางกรณีอาจต้องใช้เทคนิคทั้งสองประกอบกัน เพื่อให้ได้ผลที่ถูกต้องยิ่งขึ้น นอกจากนี้การใช้ภาพต่างช่วงเวลา (temporal data) ยังเป็นเทคนิคหนึ่งที่ช่วยให้สามารถแยกพื้นที่เพาะปลูกพืชหลายชนิดได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งพืชที่มีค่าการสะท้อนแสงที่ใกล้เคียงกันหรือเหมือนกันแต่มีฤดูการเก็บเกี่ยวที่ต่างกัน ซึ่งช่วยในการตีความจากภาพในช่วงระยะเวลานั้นๆ สิ่งที่จะต้องพิจารณาประกอบอีกประการหนึ่ง ได้แก่ ประเภทกลุ่ม

พืช เช่น กลุ่มพืชยืนต้น (perennial crops) กลุ่มพืชที่มีอายุ 1-3 ปี (biennial crops) และกลุ่มพืชอายุไม่เกิน 1 ปี (annual crops) เช่น ข้าวและพืชไร่ และพืชผักต่างๆ (ดาราศรี, 2533)

วิธีการจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวเพื่อให้ได้รายละเอียดมากที่สุด ควรใช้ข้อมูลอย่างน้อยสองช่วง-เวลา โดยที่ช่วงแรกคือช่วงเวลาที่มีการปลูกข้าวและช่วงที่สองคือช่วงที่ข้าวมีการเจริญเติบโตเต็มที่ (Rao and Mohankumar, 1994) โดยเฉพาะนาข้าวจะมีค่าการสะท้อนที่แตกต่างกันอย่างชัดเจนเมื่อเปรียบเทียบข้อมูลภาพในช่วงการปลูกข้าวกับช่วงที่ข้าวมีการเจริญเติบโตเต็มที่ (Tennakoon et al., 1992) นอกจากนั้นการใช้วิธีวิเคราะห์แบบ Principal Components Analysis (PCA) กับข้อมูลหลายช่วงเวลาสามารถช่วยเพิ่มความถูกต้องในการจำแนกได้ การจำแนกชนิดหรือผลผลิตของพืชสามารถประเมินได้จากความหนาแน่นของพืชพันธุ์ โดยพิจารณาจากพัฒนาการของพืชพันธุ์ตามวงจรชีวิตด้วยการประเมินค่าดัชนีพืชพรรณ (vegetation index) ซึ่งเป็นการคำนวณค่าการสะท้อนระหว่างช่วงคลื่น visible และ near-infrared ได้ทดสอบ 2 วิธีการจำแนกคือ Multilevel slice และ Band ratio เมื่อทำการเปรียบเทียบความถูกต้องพบว่า band ratio ให้ข้อมูลการจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวที่มีความน่าเชื่อถือมากกว่า โดยพบว่าการใช้ข้อมูลในการจำแนกจำนวน 6 แบนด์ ให้ข้อมูลการจำแนกที่มีความถูกต้องไม่แตกต่างจากการใช้ข้อมูลจำนวน 3 หรือ 4 แบนด์ อย่างเด่นชัด ด้วยเหตุนี้การกำหนดแบนด์และจำนวนแบนด์ในการจำแนกจึงมีความสำคัญต่อการลดต้นทุนและลดเวลาในการวิเคราะห์ข้อมูล

Okamoto และ Kawashema (1999) ได้ทำการทดสอบการจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวในประเทศอินโดนีเซีย โดยใช้ข้อมูลภาพดาวเทียม LANDSAT/TM จำแนกพื้นที่ปลูกข้าวในฤดูแล้ง และในฤดูฝนโดยใช้ข้อมูลภาพจากดาวเทียม JERS-1/Synthetic Aperture Radar (SAR) เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกข้าวบริเวณพื้นที่ดังกล่าว ผลของการจำแนกแสดงพื้นที่ปลูกข้าวพบว่าขอบเขตโดยส่วนใหญ่มีความถูกต้องและตรงกับตำแหน่งในภูมิประเทศจริง เป็นวิธีการที่ช่วยแก้ปัญหาของการจำแนกข้อมูลภาพดาวเทียม LANDSAT/TM ในช่วงฤดูกาลที่มีเมฆมากได้เป็นอย่างดี

ผลการศึกษาการจำแนกและประมาณพื้นที่การปลูกข้าว พืชไร่ พื้นที่ทิ้งร้าง และการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ป่าไม้จากข้อมูลภาพดาวเทียมแลนด์แซทของ Rao and Mohankumar, (1994) พบว่าสามารถให้ความถูกต้องมากกว่า 90 % นอกจากนั้น Guyot, (1994) ได้วิเคราะห์ข้อมูลภาพดาวเทียม LANDSAT/TM เพื่อทำการจำแนกพื้นที่ปลูกข้าว ที่ดินว่างเปล่า พื้นที่ถูกทิ้งร้าง และพื้นที่ทุ่งหญ้า ด้วยวิธีการวิเคราะห์ดัชนีพืชพรรณ (NDVI, Normalized Difference Vegetation Index) ทำให้สามารถจำแนกพื้นที่ดินว่างเปล่า พื้นที่ที่มีความหนาแน่นของพืชต่ำ หรือพื้นที่ถูกทิ้งร้างได้ ซึ่งวิธีการนี้สามารถนำมาปรับใช้ในการจำแนกพื้นที่เกษตรแบบเลื่อนลอยได้

Jensen (1986) ได้อธิบาย Vegetation index ว่าเป็นวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลภาพดาวเทียมเพื่อจำแนกประเภทหรือความหนาแน่นของพืชพรรณด้วยวิธีการสร้างภาพอัตราส่วน (band ratio) จากค่าการสะท้อนข้อมูลหลายช่วงคลื่นเพื่อคำนวณค่าสถิติใหม่เพียงค่าเดียวเพื่อใช้เป็นตัวแทนประเภทหรือความหนาแน่นของพืชพรรณ โดยอาศัยหลักการสะท้อนรังสีของพืชที่มีสีเขียว เนื่องจากปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบพืชมีอิทธิพลต่อเปอร์เซ็นต์การดูดซับ ส่งผ่าน และการสะท้อนรังสี เช่น พืชที่มีสีเขียวสมบูรณ์สามารถดูดซับรังสีในช่วงคลื่น near-infrared (0.7-1.1 μm) ได้ประมาณ 80-90% ทำให้มีค่าการสะท้อนรังสีต่ำกว่าชนิดพืชที่มีปริมาณคลอโรฟิลล์น้อยกว่า (Janssen and Middelkoop, 1992)

Gorte (1999) ปรับปรุงวิธีการจำแนกข้อมูลภาพดาวเทียมในรูปแบบ Bayesian supervised classification ด้วยวิธีการ Local statistics ซึ่งเป็นวิธีการคำนวณค่าสถิติที่ได้จากกลุ่มข้อมูลภายในพื้นที่ศึกษา โดยอาศัยสมการของ bayes ตัวแปรที่มีความสำคัญของสมการคือค่าความหนาแน่นของจำนวนกลุ่มพื้นที่ตัวอย่างและค่าคงที่ของระยะห่างของการจัดกลุ่ม จากการศึกษาพบว่าการเพิ่มความหนาแน่นของจำนวนพื้นที่ตัวอย่าง และจำนวนครั้งในการคำนวณซ้ำสามารถเพิ่มความละเอียดของผลการจำแนกได้มากขึ้น

Brisco and Brown (1995) ทำการประเมินคุณภาพของข้อมูลภาพจากดาวเทียมที่ทำการบันทึกข้อมูลหลายช่วงเวลาด้วยระบบเรดาห์ (Synthetic Aperture Radar, SAR) และภาพดาวเทียม LANDSAT ระบบ TM ในช่วงคลื่น visible และ near-infrared (VNIR) เพื่อจำแนกพืชในพื้นที่เกษตรบริเวณภาคตะวันตกของประเทศแคนาดา จากผลการทดสอบพบว่าภาพ VNIR สามารถจำแนกข้อมูลได้ดีกว่าภาพเรดาร์ ในกรณีที่นำข้อมูลทั้งสองมาวิเคราะห์ร่วมกัน พบว่าภาพเรดาห์สามารถปรับปรุงความถูกต้องของผลการจำแนกจากภาพ VNIR ได้เพียงเล็กน้อยคือ จากค่าความถูกต้อง 90% เป็น 92% อย่างไรก็ตามการบันทึกข้อมูลภาพหลายช่วงเวลาทั้งในระบบ passive และ active remote sensing ต่างก็สามารถช่วยปรับปรุงความถูกต้องของแผนที่ได้ รวมทั้งเป็นการแก้ไขปัญหาการปกคลุมของเมฆได้เป็นอย่างดี

2.4 วิธีการวิเคราะห์ภาพดาวเทียม

Environment Remote Sensing Center (1995) เสนอกรอบในการจำแนกข้อมูลภาพจากดาวเทียมกล่าวคือ การกำหนดจำนวนของประเภทการใช้ที่ดินจะต้องสัมพันธ์กับระบบการจำแนกที่เป็นสากล และต้องปรากฏประเภทการใช้ประโยชน์ดังกล่าวภายในข้อมูลภาพ การกำหนดประเภทของข้อมูลที่มากเกินรายละเอียดของข้อมูลภาพทำให้เกิดความสับสนในขั้นตอนการจัดกลุ่มและขั้นตอน

การตรวจสอบความถูกต้อง แต่หากกำหนดจำนวนกลุ่มน้อยเกินไปจะทำให้ผลการจำแนกที่ได้ไม่ตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ วิธีการจำแนกข้อมูลภาพดาวเทียมที่ได้รับการยอมรับมี 2 วิธี คือ

2.4.1 **การจำแนกแบบควบคุม** (Supervised classification) เป็นวิธีการจำแนกรายละเอียดภายในข้อมูลภาพโดยการกำหนดขอบเขตของพื้นที่ตัวอย่าง (training site) ที่ทราบความหมายจากการสำรวจภาคสนาม แผนที่แสดงสภาพภูมิประเทศ ภาพถ่ายทางอากาศ ประสบการณ์และการรู้จักพื้นที่ของผู้แปล เพื่อใช้เป็นต้นแบบของค่าทางสถิติ (multivariate statistical parameters) ในการจำแนกแต่ละจุดภายในภาพ จากนั้นจึงกำหนดหมายเลขที่ใช้เป็นตัวแทนประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Jensen, 1986)

Congalton et al., (1998) ทำการวิจัยเพื่อปรับปรุงความถูกต้องของแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่รับน้ำชลประทาน ซึ่งจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรน้ำในบริเวณที่ราบตอนล่างของลุ่มน้ำโคโลราโด โดยแบ่งข้อมูลภาพดาวเทียม LANDSAT ระบบ TM ออกเป็นจำนวน 4 ช่วงเวลาด้วยวิธีการจำแนกแบบควบคุม โดยใช้เทคนิค AUTOSIG เพื่อลดจำนวนการกำหนดพื้นที่ตัวอย่างจากนั้นอาศัยโปรแกรม ARC/INFO ในการแยกพื้นที่เกษตรออกจากพื้นที่อื่นๆ เพื่อขยายพื้นที่ออกไปด้านข้าง (Buffer) เป็นระยะทาง 25 เมตร แล้วอาศัยเทคนิค image segmentation algorithm เพื่อแยกพื้นที่ที่สนใจเอาไว้โดยวิเคราะห์จากข้อมูลช่วงคลื่นที่ 3, 4 และ 5 เฉพาะภาพในพื้นที่ที่มีการใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรแล้วสร้างเป็นชั้นข้อมูลอีกครั้งเพื่อนำไปซ้อนทับกับข้อมูลภาพจากดาวเทียมช่วงคลื่นที่ 1-7 (ยกเว้นช่วงคลื่นที่ 6) จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลภายในพื้นที่ดังกล่าว ในขั้นตอนนี้อาศัยข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศที่ได้รับการปรับแก้ความถูกต้องเชิงตำแหน่งแล้วช่วยในการแปลความหมายการใช้ประโยชน์ที่ดิน การสำรวจข้อมูลภาคสนามและการนำเข้าขอบเขตพื้นที่เกษตรด้วยวิธีการดิจิไทซ์ เพื่อประกอบการกำหนดพื้นที่ตัวอย่าง จากนั้นอาศัยโปรแกรม ERDAS Imagine ในการจำแนก ผลการตรวจสอบความถูกต้องของแผนที่มีค่าเท่ากับ 93%

การจำแนกแบบควบคุมมีแนวปฏิบัติเพื่อใช้ในการจำแนกทั้งหมด 4 ขั้นตอน ดังนี้

2.4.1.1 การกำหนดแผนผังการจำแนก (classification scheme) เป็นการกำหนดจำนวนของประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยพิจารณาจากประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินที่สนใจและความหลากหลายของค่าการสะท้อนรังสีเนื่องจากความซับซ้อนของประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินในช่วงเวลาที่ดาวเทียมทำการบันทึกข้อมูล

2.4.1.2 การกำหนดพื้นที่ตัวอย่างมีวัตถุประสงค์เพื่อเลือกพื้นที่สำหรับใช้เป็นตัวแทนค่าสถิติ โดยพิจารณาจากข้อมูลการสำรวจภาคสนาม แผนที่แสดงสภาพภูมิประเทศ ภาพถ่ายทางอากาศ การรู้จักพื้นที่และประสบการณ์ของผู้แปลประกอบกับการพิจารณาคุณลักษณะช่วงคลื่น

(spectral characteristic) ที่มีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกัน (homogenous) เพื่อใช้เป็นต้นแบบของค่าตัวแปรทางสถิติในการจำแนกและจัดกลุ่มค่าการสะท้อนของแต่ละจุดภายในภาพ (Verbyla, 1995) การกำหนดพื้นที่ตัวอย่างต้องสามารถเก็บรายละเอียดของประเภทการใช้ที่ดินทุกประเภทที่ปรากฏภายในภาพ

2.4.1.3 การวิเคราะห์สถิติของพื้นที่ตัวอย่าง ค่าทางสถิติของพื้นที่ตัวอย่าง เช่น ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสหสัมพันธ์ ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด และ correlation matric แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการสะท้อนรังสีของพื้นที่ในแต่ละช่วงคลื่น นอกจากนั้นคุณภาพของพื้นที่ตัวอย่างแสดงการจัดกลุ่มของค่าการสะท้อนรังสีในรูปแบบ scatter plots เพื่อช่วยในการปรับปรุงคุณภาพของพื้นที่ตัวอย่าง เพื่อสามารถจำแนกพื้นที่ที่สนใจออกจากพื้นที่อื่นๆได้อย่างชัดเจน ในกรณีที่ค่าการสะท้อนรังสีของพื้นที่ตัวอย่างไม่สามารถจะแยกกลุ่มได้อย่างชัดเจนใน scatter plots แสดงว่าพื้นที่ตัวอย่างที่เลือกไม่สามารถเป็นต้นแบบในการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินจากข้อมูลภาพได้อย่างถูกต้อง จำเป็นต้องมีการปรับปรุงหรือเปลี่ยนตำแหน่งพื้นที่ตัวอย่างที่เหมาะสมต่อไป

2.4.1.4 การเลือกวิธีจำแนกข้อมูล (classification algorithm) วิธีการจำแนกแบบควบคุมมีวิธีการจัดกลุ่มข้อมูลที่ได้รับการนิยมคือ Parallelepiped และ Minimum-distance

ก. Parallelepiped เป็นวิธีการจำแนกโดยยึดหลักการของ Boolean "AND/OR" logic โดยอาศัยค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าการสะท้อนในการกำหนดเงื่อนไขการจัดกลุ่ม เมื่อแสดงความสัมพันธ์ของช่วงคลื่นแต่ละคู่ในรูปแบบ scatterplot ขอบเขตตัวแทนการใช้ประโยชน์ที่ดินจะถูกสร้างขึ้น หากค่าการสะท้อนรังสีใดอยู่ภายในขอบเขตดังกล่าวจะถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน

ข. Minimum-distance to mean เป็นวิธีการจำแนกโดยอาศัยทฤษฎีพีทากอรัส (Pythagorean theorem) ในการหาระยะห่างจากจุดสองจุด จุดแรกเป็นค่าเฉลี่ยของค่าการสะท้อนรังสีที่ใช้เป็นตัวแทนแต่ละประเภท จุดที่สองคือค่าสะท้อนรังสีแต่ละจุดภายในภาพ จากนั้นค่าการสะท้อนแต่ละจุดภายในภาพจะถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มที่มีระยะทางที่ใกล้ที่สุด ด้วยวิธีการนี้ทุกจุดภายในภาพจะถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มที่มีระยะห่างน้อยที่สุด (Hodgson, 1988)

2.4.2 **การจำแนกแบบไม่ควบคุม** (Unsupervised classification) เป็นวิธีการจำแนกรายละเอียดภายในข้อมูลภาพโดยอาศัยการประมวลผลโดยอัตโนมัติด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ วิธีการนี้แบ่งการวิเคราะห์ออกเป็นสองขั้นตอนคือขั้นตอนแรกเป็นการจัดกลุ่มค่าการสะท้อนเพื่อคำนวณค่าทางสถิติของข้อมูลแต่ละกลุ่ม โดยโปรแกรมจะทำการเลือกค่าเฉลี่ย และ covariance matrices

เพื่อใช้ในการจำแนกค่าการสะท้อนภายในภาพ (spectral class) ขั้นตอนที่สองเป็นการจัดกลุ่มข้อมูล (Information class) โดยอาศัยค่าสถิติจากขั้นตอนแรก จากนั้นเป็นขั้นตอนที่ผู้แปลต้องอาศัยความเข้าใจลักษณะภูมิประเทศ และรู้จักพื้นที่เป็นอย่างดีในการรวมกลุ่มข้อมูลให้เป็นชนิดของประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ต้องการ (Jensen, 1986) นอกจากนั้นยังเป็นวิธีการที่ใช้เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นกับวิธีการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบควบคุม เนื่องจากการจำแนกข้อมูลในพื้นที่ขนาดใหญ่ มีค่าการสะท้อนรังสีที่หลากหลายอันเนื่องมาจากการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีความซับซ้อน ก่อให้เกิดความยุ่งยากในการกำหนดพื้นที่ตัวอย่างในแต่ละประเภท การจำแนกด้วยวิธีการแบบไม่ควบคุมสามารถกำหนดวิธีการคำนวณที่เหมาะสม และความละเอียดของจำนวนกลุ่มข้อมูลทำให้สามารถจำแนกได้ทุกจุดภายในภาพ อย่างไรก็ตามความถูกต้องของผลการจำแนกจะแปรผันตรงกับข้อมูลการสำรวจภาคสนาม และความรู้จักพื้นที่ของผู้แปล รวมทั้งวิธีการตรวจสอบผลการจำแนก (Landgrebe, 1997)

Barrs and Prathapar (1994) ได้พัฒนาวิธีการจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวจากวิธีการจำแนกจากข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศมาเป็นการจำแนกจากข้อมูลภาพดาวเทียม LANDSAT (ช่วงคลื่น 3, 4 และ 5) โดยวิธีการจำแนกแบบไม่ควบคุม โดยใช้วิธีการคำนวณแบบ Nearest neighbor ซึ่งเป็นวิธีการที่สามารถจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวได้ง่ายกว่า และสามารถให้ความถูกต้องมากกว่า 90% โดยข้อมูลแบนด์ที่ 3 (0.63-0.69 μm) ให้ข้อมูลเด่นชัดในการแยกชนิดพืชพันธุ์ (Vegetation types) ออกจากกัน แบนด์ที่สี่อยู่ในช่วงคลื่น near-infrared (0.76-0.90 μm)ใช้จำแนกชนิดพืชและความหนาแน่นของพืช แบนด์ที่ห้าอยู่ในช่วงคลื่น middle-infrared (1.55-1.75 μm) ให้ข้อมูลพืชที่มีความชื้นที่แตกต่างกัน และข้อมูลดิน (Sabins, 1997) นอกจากนี้ถ้าใช้วิธีการดังกล่าวข้างต้นกับข้อมูลช่วงคลื่น 1, 2, 3 และ 5 เพื่อจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวในช่วงเวลาที่เก็บเกี่ยว สามารถแก้ปัญหาการจำแนกพื้นที่ที่มีค่าการสะท้อนที่ใกล้เคียงกันได้

2.5 การตรวจสอบความถูกต้อง

ความถูกต้องของแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินที่จำแนกจากข้อมูลระยะไกลถือเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการพิจารณานำข้อมูลไปใช้ในงานวิจัยหรือการจัดการ (Khorram et al., 1994) การตรวจสอบความถูกต้องของผลการจำแนกสามารถเปรียบเทียบได้จากภาพถ่ายทางอากาศ ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม (Ishiguro et al., 1993) ข้อมูลสภาพภูมิประเทศ ข้อมูลป่าไม้ และรายงานการเกษตร (Ghiga and Asaka, 1995) นอกจากนั้นสามารถใช้วิธีวิเคราะห์สถิติ Kappa (Congalton, 1991) เป็นวิธีการมาตรฐานในการประเมินความถูกต้อง และปรับปรุงผลการจำแนก

การใช้ประโยชน์ที่ดินจากข้อมูลระยะไกลโดยอาศัยหลักการสุ่มตัวอย่าง ขนาดของพื้นที่สุ่มตัวอย่าง และความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่จำแนกได้กับข้อมูลที่ตรวจสอบได้ในพื้นที่

ผลการตรวจสอบและการประเมินค่าความถูกต้องของผลการจำแนกแสดงรูปแบบ error matrix บางครั้งเรียกว่า confusion matrix หรือ contingency table ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลจริง (ground truth) และผลการจำแนก พร้อมทั้งแสดงค่าความถูกต้องในแง่ของผู้ผลิต (producer accuracy) ผู้ใช้ (user accuracy) และความถูกต้องโดยรวม (overall accuracy) นอกจากนั้นยังสามารถสรุปความสอดคล้องของข้อมูลดังกล่าวในรูปของสถิติ Kappa statistics (Congalton, 1991) ซึ่งเป็นวิธีการที่ได้รับการยอมรับและมีความจำเป็นในการผลิตแผนที่ที่จำแนกจากข้อมูลภาพเชิงตัวเลข มีวิธีการคำนวณดังสมการที่ 1

$$\hat{k} = \frac{N\sum_{i=1}^{r} x_{ii} - N\sum_{i=1}^{r} (x_{i+} \cdot x_{+i})}{N^2 - \sum_{i=1}^{r} (x_{i+} \cdot x_{+i})} \qquad \text{สมการที่ 1}$$

$\hat{k}$ หมายถึง ค่าความถูกต้อง *(มีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 1 โดยค่า 1 มีความถูกต้องสูงสุด)*

x_{ii} หมายถึง จำนวนจุดสำรวจในแนวแถว และสดมภ์

x_{i+} หมายถึง ผลรวมจำนวนจุดสำรวจในแนวแถว i

x_{+i} หมายถึง ผลรวมจำนวนจุดสำรวจในแนวสดมภ์ i

N หมายถึง ผลรวมจำนวนจุดสำรวจทั้งหมด

ปัญหาหลักของการใช้ข้อมูล LANDSAT ระบบ TM มาจำแนกคือ ปริมาณเมฆที่ปกคลุมพื้นที่ศึกษาและค่าความชื้นจากการใช้ประโยชน์ที่ดินมีผลกระทบต่อการจำแนกพื้นที่ปลูกข้าว (Tennakoon et al., 1992) จากประสบการณ์ในการจำแนกพื้นที่การเกษตรในภาคเหนือของประเทศไทย พบว่าการจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวในบริเวณร่องเขาและพื้นที่ปลูกข้าวไร่ไม่สามารถแยกออกจากพื้นที่ข้างเคียงได้อย่างชัดเจน (ถาวร และคณะ, 2540) เนื่องจากค่าการสะท้อนที่ใกล้เคียงกันและการใช้ประโยชน์ที่ดินที่หลากหลาย เช่น แปลงข้าวระหว่างหุบเขาที่ยังไม่ได้เก็บเกี่ยวหรือเก็บเกี่ยวแล้ว พื้นที่นาข้าวบริเวณร่องเขาที่เก็บเกี่ยวแล้ว และมีการเตรียมดินปลูกพืชฤดูที่สอง รวมทั้งพื้นที่ปลูกข้าวไร่ปล่อยทิ้งร้างในฤดูแล้ง ลักษณะดังกล่าวทำให้ค่าความถูกต้องของผลการจำแนกในพื้นที่ดังกล่าวจากข้อมูลภาพดาวเทียมเพียงอย่างเดียวมีค่าต่ำ รวมทั้งในปัจจุบันยังไม่มีผลงานวิจัยการ

จำแนกพื้นที่ปลูกข้าวจากพื้นที่ที่มีการใช้ที่ดินในภูมิประเทศที่มีความหลากหลาย เช่น พื้นที่ที่มีการปลูกข้าวในที่ราบ นาข้าวในร่องเขา และพื้นที่ปลูกข้าวไร่บนที่สูงอย่างชัดเจน ดังนั้นจึงต้องศึกษาและหาคำตอบเพื่อนำมาปรับปรุงวิธีการจำแนกให้เหมาะสมกับพื้นที่ดังกล่าวต่อไป

จากการทบทวนผลงานวิจัยที่ผ่านมาดังกล่าวข้างต้น เนื่องจากภาพดาวเทียมบันทึกข้อมูลในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ลักษณะการใช้ที่ดินในพื้นที่ปลูกข้าวมีความหลากหลายมากกว่า รวมทั้งมีความแตกต่างของภูมิประเทศที่ใช้ในการปลูกข้าวในภาคเหนือ ทำให้การจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวจากข้อมูลระยะไกลจำเป็นต้องมีการปรับปรุงวิธีการจำแนกด้วยการนำข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ ซึ่งบันทึกข้อมูลคนละช่วงเวลามาวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลภาพดาวเทียม เพื่อแสดงให้เห็นความแตกต่างของพื้นที่ปลูกข้าวในเขตที่ราบขนาดใหญ่ และร่องเขาออกจากการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทอื่นอย่างชัดเจน เนื่องจากข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศสามารถแสดงขอบเขตของพื้นที่ปลูกข้าวในพื้นที่ดังกล่าวได้ รวมทั้งแสดงการเปลี่ยนแปลงทางด้านตำแหน่งและขนาดของพื้นที่ปลูกข้าวไร่ได้เมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลสองช่วงเวลา นอกจากนี้ยังมีความจำเป็นในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวจากวิธีการต่างๆ โดยพิจารณาค่าความถูกต้อง ระยะเวลาที่ใช้ในการจำแนก ความซับซ้อนและต้นทุนในการจำแนกของแต่ละวิธีการ

วัตถุประสงค์ของการศึกษาครั้งนี้โดยสรุป 1) ปรับปรุงวิธีการจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวจากข้อมูลระยะไกลในสภาพภูมิประเทศที่หลากหลาย 2) ปรับปรุงแหล่งปลูกข้าวให้ทันสมัยและแม่นยำ 3) ประเมินประสิทธิภาพและเปรียบเทียบความถูกต้องของแต่ละวิธีการ 4) สร้างฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ปลูกข้าว อันจะเป็นการสรรหาวิธีการที่สามารถจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด ผลของการศึกษาสามารถนำไปสร้างข้อมูลเชิงพื้นที่ในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ รวมทั้งนำวิธีการดังกล่าวไปปรับใช้กับการจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวในระดับจังหวัด เพื่อประกอบการคาดคะเนผลผลิตเพื่อพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจการผลิตข้าวต่อไป