บทที่ 2

ผลงานวิจัยและงานเขียนอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

รีโมทเซนซิง

รีโมทเซนซิง (Remote Sensing) หรือการสำรวจระยะไกล หมายถึง วิธีการทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศิลปศาสตร์ของการรับข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุ พื้นที่ และปรากฏการณ์ แล้วนำมาวิเคราะห์ข้อมูล โดยการรับข้อมูลนั้นใช้อุปกรณ์ที่มิได้ไปสัมผัสกับพื้นที่วัตถุเป้าหมาย หรือปรากฏการณ์นั้น ๆ โดยอาศัยคุณสมบัติของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นสื่อในการได้มาของข้อมูล 3 ลักษณะ คือ ช่วงคลื่น (Spectral) รูปทรงสัณฐานของวัตถุบนพื้นโลก (Spatial) และการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา (Temporal) โดยมีเทคนิค วิธีการ การวิเคราะห์ และการประมวลผลข้อมูลที่หลากหลายวิธีการด้วยกัน (ดาราศรี ดาวเรือง, 2533; สมพร สง่าวงศ์, 2543; สุรภี อิงคากุล, 2548; สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน), 2547; Lillesand, Kiefer, & Chipman, 2008)

นอกจากนี้ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (2540) ยังได้กล่าวถึงการศึกษาทางด้านรีโมทเซนซิงว่า เป็นการศึกษาที่เกี่ยวกับค่าพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าที่สะท้อนออกมาจากวัตถุ ซึ่งได้มาจากแหล่งกำเนิดพลังงานจากดวงอาทิตย์ หรือมาจากดาวเทียมเอง โดยพลังงานบางส่วนจะถูกดูดกลืน บางส่วนจะถูกส่งผ่านพื้นผิวลงไป และพลังงานบางส่วนจะสะท้อนกลับขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศ ซึ่งรีโมทเซนซิงจะเกี่ยวข้องกับขบวนการของพลังงาน 3 ประการ คือ การดูดกลืน (Adsorption) การส่งผ่าน (Transmission) และการสะท้อน (Reflection)

Wilkie and Finn (1996) กล่าวถึงการศึกษาทางด้านรีโมทเซนซิงว่า เป็นกระบวนการในการตรวจวัดข้อมูลโดยปราศจากการสัมผัสวัตถุเป้าหมาย ซึ่งเครื่องมือและวิธีการตรวจวัดส่วนใหญ่มักใช้กระบวนการทางฟิสิกส์หรือคอมพิวเตอร์ในการได้มาของข้อมูล การวิเคราะห์ ประมวลผล ไปจนถึงการแปลและตีความข้อมูล

จากความหมายที่มีผู้ให้นิยามเกี่ยวกับ รีโมทเซนซิง ไว้อย่างหลากหลายนั้น สามารถสรุปความหมายได้ว่า หมายถึง เทคโนโลยีของการให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่เกี่ยวกับวัตถุที่อยู่บนพื้นผิวโลกจากการเก็บข้อมูลจากระยะไกล โดยที่เครื่องตรวจวัดนั้นไม่มีการสัมผัสกับวัตถุเป้าหมายโดยตรง นอกจากนี้ ยังรวมไปถึงกระบวนการต่าง ๆ ตั้งแต่การได้มาของข้อมูล การวิเคราะห์ประมวลผล ไปจนถึงการแปลและตีความข้อมูล โดยข้อมูลที่ได้มาจากเครื่องตรวจวัดเป็นข้อมูลที่ได้จากการพัฒนาเทคโนโลยีโดยใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่เป็นต้นกำเนิดของรังสีที่ส่งหรือสะท้อนมาเข้าเครื่องบันทึกข้อมูล โดยข้อมูลที่ได้นี้จะอยู่ในรูปของตัวเลข หรือที่เรียกว่าข้อมูลภาพดาวเทียม (Satellite Imagery) ซึ่งกำลังเป็นที่นิยมใช้ในปัจจุบัน

การพัฒนาเทคโนโลยีทางด้านรีโมทเซนซิง

การพัฒนาเทคโนโลยีทางด้านรีโมทเซนซิงนั้นแบ่งได้เป็น 2 ระยะ คือ ระยะแรกเกิดขึ้นก่อนปี พ.ศ. 2503 เป็นการนำข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศขาว-ดำมาใช้ในการปฏิบัติงานทั้งหมด และระยะหลังเริ่มตั้งแต่ปี พ.ศ. 2503 เป็นต้นมา เริ่มมีการนำฟิล์มชนิดต่าง ๆ มาใช้อย่างต่อเนื่อง และมีการบันทึกข้อมูลโดยใช้ช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน (Thermal Infrared) และช่วงคลื่นไมโครเวฟ (Microwave) โดยในปี พ.ศ. 2515 สหรัฐอเมริกาได้ทำการส่งดาวเทียม ERTS (Earth Resource Technology Satellite) เพื่อสำรวจทรัพยากรธรรมชาติขึ้นสู่วงโคจรเป็นครั้งแรก และในภายหลังได้มีการเปลี่ยนชื่อเป็น Land Satellite-LANDSAT ซึ่งมีความสามารถในการบันทึกภาพของพื้นผิวโลกทุก ๆ 18 วัน และมีรายละเอียดภาพ (Resolution) 79 เมตร จึงทำให้มีการพัฒนาดาวเทียมที่ใช้ในการสำรวจอย่างต่อเนื่องตั้งแต่นั้นเป็นต้นมา (สมพร สง่าวงศ์, 2543)

จนกระทั่งเทคโนโลยีนี้ได้แพร่ไปสู่ยุโรปและออสเตรเลียราวต้นปี พ.ศ. 2513 จึงได้เริ่มมีการศึกษาทางด้านอวกาศ โดยการจัดตั้งองค์การอวกาศยุโรป (European Space Agency: ESA) ซึ่งมีส่วนร่วมในการพัฒนาทางด้านอวกาศกับสหรัฐอเมริกา จนกระทั่งในปี พ.ศ. 2529 ได้มีการส่งดาวเทียม SPOT-1 ขึ้นสู่วงโคจร นับว่าเป็นดาวเทียมสำรวจทรัพยากรดวงแรกของยุโรป โดยความร่วมมือระหว่างสถาบันอวกาศแห่งชาติฝรั่งเศสกับประเทศเบลเยียม และได้มีการพัฒนาต่อมาจนกระทั่งมีการส่งดาวเทียม SPOT-4 ขึ้นในปี พ.ศ. 2541 โดยมีกล้องถ่ายภาพที่สามารถบันทึกข้อมูลในช่วงคลื่นตามองเห็นระบบหลายช่วงคลื่น (Multispectral) ที่มีรายละเอียดภาพ 20 เมตร และระบบช่วงคลื่นเดียว (Panchromatic) ที่มีรายละเอียดภาพ 10 เมตร สามารถโคจรบันทึกข้อมูล

ซ้ำที่เดิมทุก 26 วัน และสามารถปรับมุมกล้องให้มองไปทางด้านซ้ายหรือขวา ดังนั้นรูปแบบแนวถ่ายภาพจึงไม่คงที่ จากคุณสมบัติในการปรับมุมกล้องได้นี้ ช่วยทำให้สามารถถ่ายภาพซ้ำในบริเวณใดบริเวณหนึ่งได้ถี่ขึ้น ซึ่งมีประโยชน์ในการนำมาเปรียบเทียบเพื่อดูลักษณะการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว สำหรับคุณสมบัติของกล้องบันทึกข้อมูลในดาวเทียม SPOT-4 ซึ่งมีทั้งหมด 4 แบนด์ (Band) ในระบบหลายช่วงคลื่นนั้น (สมพร สง่าวงศ์, 2543; สุรภี อิงคากุล, 2548; สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน), 2547) มีรายละเอียดดังนี้

แบนด์ 1 สามารถสะท้อนแสงในช่วงคลื่นสีเขียว ที่มีความยาวคลื่น 0.5-0.59 ไมโครเมตร
แบนด์ 2 สามารถสะท้อนแสงในช่วงคลื่นสีแดง ที่มีความยาวคลื่น 0.61-0.68 ไมโครเมตร
แบนด์ 3 สามารถสะท้อนแสงในช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ ที่มีความยาวคลื่น 0.79-0.89 ไมโครเมตร
แบนด์ 4 สามารถสะท้อนแสงในช่วงคลื่นอินฟราเรดคลื่นสั้น ที่มีความยาวคลื่น 1.58-1.75 ไมโครเมตร

โดยในแบนด์ 1 2 ซึ่งเป็นช่วงคลื่นที่ตามองเห็นได้ และแบนด์ 3 นั้น สามารถนำมาใช้ในการศึกษาพืชพรรณ การติดตามด้านการเกษตร การเปลี่ยนแปลงป่าไม้ รวมถึงปรากฏการณ์เรือนกระจก (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีและอวกาศภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน), 2551)

ปัจจุบันได้มีการพัฒนาดาวเทียมให้มีระบบการบันทึกข้อมูลที่มีรายละเอียดเชิงพื้นที่สูงขึ้น อันได้แก่ ดาวเทียม GeoEye-1 ซึ่งได้รับการพัฒนาจาก National Geospatial-Intelligence Agency (NGA) ถูกส่งขึ้นสู่วงโคจรเมื่อวันที่ 6 กันยายน พ.ศ. 2551 มีรายละเอียดภาพ 0.41 เมตร ในระบบช่วงคลื่นเดียว และรายละเอียดภาพ 1.65 เมตร ในระบบหลายช่วงคลื่น (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีและอวกาศภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน), 2552; GeoEye, 2009)

ประเทศไทยได้เข้าร่วมโครงการสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียมขององค์การบริหารการบินและอวกาศแห่งชาติสหรัฐอเมริกา (National Aerospace Administration-NASA) เมื่อวันที่ 14 กันยายน พ.ศ. 2514 (สมพร สง่าวงศ์, 2543) โดยกรมป่าไม้เป็นหน่วยงานแรกที่เริ่มนำข้อมูลทางด้านรีโมทเซนซิงมาใช้ในการสำรวจพื้นที่ป่าไม้ของประเทศ เมื่อวันที่ 16 มกราคม พ.ศ. 2516 (ประสงค์ ธัมมะปาละ, 2547) จากนั้นในปี พ.ศ. 2524 ประเทศไทยได้ก่อตั้งสถานีรับสัญญาณดาวเทียมภาคพื้นดินขึ้นที่เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร เพื่อรับข้อมูลโดยตรงจากดาวเทียม ถือเป็นสถานีรับสัญญาณดาวเทียมแห่งแรกในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

และนอกจากนี้ยังได้มีการปรับปรุงสถานีรับสัญญาณดาวเทียมให้สามารถรับข้อมูลจากดาวเทียมที่มีรายละเอียดสูงได้ด้วย (สุวิทย์ วิบูลย์เศรษฐ์, 2536; สมพร สง่าวงศ์, 2543) และเมื่อวันที่ 1 ตุลาคม พ.ศ. 2551 ประเทศไทยได้ส่งดาวเทียม THEOS (Thailand Earth Observation Satellite) ขึ้นสู่วงโคจรจากฐานส่งจรวดเมืองยาสนี (Yasny) ประเทศสหพันธรัฐรัสเซีย ซึ่งเป็นดาวเทียมเพื่อการสำรวจทรัพยากรธรรมชาติดวงแรกของประเทศ โดยสามารถนำภาพที่ได้จากดาวเทียมมาใช้ประโยชน์ในด้านการบริหารจัดการหลากหลายสาขาเพื่อการพัฒนาประเทศภายใต้ความร่วมมือด้านเทคโนโลยีอวกาศและการประยุกต์ใช้ระหว่างรัฐบาลไทยและรัฐบาลฝรั่งเศส ซึ่งเป็นดาวเทียมที่มีวงโคจรสัมพันธ์กับดวงอาทิตย์ (Sun-synchronous) ประกอบด้วยกล้องถ่ายภาพขาว-ดำ (Panchromatic Telescope) ที่มีรายละเอียดภาพ 2 เมตร โดยมีแนวกว้างในการถ่ายภาพ 22 กิโลเมตร และกล้องถ่ายภาพหลายช่วงคลื่น (Multispectral Camera) จำนวน 4 ช่วงคลื่น ที่มีรายละเอียดภาพ 15 เมตร โดยมีความกว้างในการถ่ายภาพ 90 กิโลเมตร มีสถานีควบคุมและรับสัญญาณดาวเทียม THEOS ตั้งอยู่ที่อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี และเมื่อวันที่ 3 ตุลาคม พ.ศ. 2551 ได้ถ่ายภาพครั้งแรกเพื่อทำการทดสอบการทำงานของกล้องถ่ายภาพบริเวณเกาะภูเก็ต (รายละเอียดภาพ 15 เมตร) และบริเวณหาดกะตะใหญ่ และหาดกะตะน้อย ซึ่งอยู่ทางด้านตะวันตกของเกาะภูเก็ต (รายละเอียดภาพ 2 เมตร) (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีและอวกาศภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน), 2551)

คุณสมบัติของข้อมูลภาพดาวเทียม

สมบูรณ์ กีรติประยูร, อนุชิต รัตนสุวรรณ, และ ธิติมา กัญจนพฤกษ์ (2550) ได้กล่าวว่า ดาวเทียม (Satellite) เป็นอุปกรณ์ที่มนุษย์สร้างขึ้นและถูกส่งขึ้นไปสู่อวกาศ โดยมีวัตถุประสงค์เฉพาะบางอย่าง ซึ่งลักษณะการใช้งานของของดาวเทียมจะมีความแตกต่างกันออกไป เช่น ดาวเทียมสำรวจทรัพยากรโลก ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา และดาวเทียมสมุทรศาสตร์ โดยข้อมูลภาพดาวเทียมเชิงตัวเลขนั้นเป็นผลที่มาจากการตรวจวัดค่าการสะท้อนแสงของพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าที่แผ่ออกมาจากวัตถุหรือสิ่งปกคลุมดิน สามารถแบ่งได้เป็น 2 แบบ (สมพร สง่าวงศ์, 2543) คือ

1. Passive Remote Sensing เกิดจากค่าการสะท้อนแสงจากวัตถุหรือสิ่งปกคลุมพื้นผิวโลกที่ได้จากการส่งผ่านพลังงานของดวงอาทิตย์หรือแหล่งกำเนิดพลังงานตามธรรมชาติ

ส่วนใหญ่มักนิยมนำพลังงานในช่วงคลื่นที่มีความยาวตั้งแต่ 0.4-0.7 ไมโครเมตร ซึ่งเป็นช่วงคลื่นที่มองเห็นได้ และช่วงคลื่นอินฟราเรด โดยดาวเทียมส่วนใหญ่นิยมนำช่วงคลื่นเหล่านี้มาใช้ในงานทางด้านรีโมทเซนซิง เช่น ดาวเทียม SPOT ดาวเทียม LANDSAT เป็นต้น

2. Active Remote Sensing เกิดจากค่าการสะท้อนแสงจากวัตถุหรือสิ่งปกคลุมพื้นผิวโลกที่ได้จากการส่งรังสีจากอุปกรณ์ที่มนุษย์สร้างขึ้นไปยังวัตถุชนิดนั้น ๆ ตัวอย่างเครื่องวัดชนิดนี้ ได้แก่ ระบบเรดาร์

ทั้งนี้ภาพดาวเทียมเป็นภาพที่เกิดจากการแปลงพลังงานให้อยู่ในรูปของข้อมูลเชิงตัวเลขและเก็บข้อมูลในรูปแบบที่จะแสดงออกมาเป็นภาพได้ โดยจัดเก็บข้อมูลในรูปของกริด (Grid) หรือตารางตัวเลขที่มีจุดอ้างอิงตามแนวตั้งและแนวนอน เรียกว่า จุดภาพ (Pixel) ซึ่งเป็นส่วนที่เล็กที่สุดของภาพที่มีค่าหนึ่ง ๆ ประจำจุดภาพนั้น ๆ (สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2540) ซึ่งขึ้นอยู่กับเครื่องบันทึกข้อมูล (Sensor) ที่ออกแบบมาสำหรับดาวเทียมแต่ละชนิดที่มีความแตกต่างกันออกไป นอกจากนี้แล้วระบบบันทึกข้อมูลยังมีข้อจำกัดในเรื่องความสามารถในการบันทึกขนาดของวัตถุ โดยเฉพาะวัตถุขนาดเล็กที่สุดที่สามารถมองเห็นได้ โดยดาวเทียมแต่ละดวงนั้นจะถูกกำหนดให้มีการบันทึกด้วยจำนวนและระดับของช่วงคลื่นที่แตกต่างกัน ซึ่งความแตกต่างของระดับช่วงคลื่นที่สามารถตรวจวัดได้เรียกว่า ความละเอียดเชิงพื้นที่ (Spatial Resolution) โดยดาวเทียมที่มีความสามารถตรวจวัดในระดับของช่วงคลื่นที่แตกต่างกันมากกว่าจะมีค่าความละเอียดในเชิงแสงมากกว่า (สมพร สง่าวงศ์, 2543; Wilkie & Finn, 1996) ซึ่งปัจจุบันนี้ระบบบันทึกข้อมูลเชิงตัวเลขได้ถูกพัฒนาให้มีขนาดของ pixel ของข้อมูลให้มีขนาดเล็กถึง 0.41 เมตร ในข้อมูลภาพดาวเทียม GeoEye-1 (GeoEye, 2009) ซึ่งจะทำให้สามารถบันทึกข้อมูลให้มีความละเอียดมากขึ้นไปด้วย

สุรชัย รัตนเสริมพงศ์ (2539) ได้กล่าวเกี่ยวกับคุณภาพของดาวเทียมไว้ว่าขึ้นอยู่กับลักษณะของระบบบันทึกข้อมูล โดยสามารถพิจารณาได้จากรายละเอียดของภาพดาวเทียมที่แตกต่างกัน ซึ่งรายละเอียดของภาพดาวเทียมสามารถแบ่งได้ 4 ส่วน ได้แก่

1. รายละเอียดเชิงช่วงคลื่น (Spectral Resolution) หมายถึง ช่วงห่างของความยาวคลื่นหนึ่ง ๆ ในแถบแม่เหล็กไฟฟ้าที่เครื่องมือสามารถตรวจวัดได้ ถ้าช่วงคลื่นที่เครื่องสามารถบันทึกได้

มีช่วงกว้าง แสดงว่าภาพนั้นมีรายละเอียดเชิงช่วงคลื่นที่หยาบกว่า เช่น เครื่องบันทึกข้อมูลของดาวเทียม SPOT ในระบบขาว-ดำ ให้รายละเอียดเชิงช่วงคลื่นระหว่าง 0.61-0.68 ไมโครเมตร ซึ่งมีระยะห่างของรายละเอียดเชิงช่วงคลื่นที่แคบกว่าเครื่องบันทึกข้อมูลของดาวเทียม LANDSAT-5 ในระบบขาว-ดำ ให้รายละเอียดเชิงช่วงคลื่นระหว่าง 0.52-0.90 ไมโครเมตร

2. รายละเอียดเชิงพื้นที่ (Spatial Resolution) หมายถึง รายละเอียดภาคพื้นดินที่มีขนาดพื้นที่เล็กที่สุดที่ดาวเทียมสามารถตรวจจับแยกรายละเอียดหรือความแตกต่างได้ เช่น ข้อมูลที่มีรายละเอียด 20 เมตร หมายถึง ในแต่ละจุดภาพจะแทนพื้นที่ 20×20 เมตรบนพื้นผิวโลก แต่มีค่าการสะท้อนรวมเพียง 1 ค่า ซึ่งตัวเลขของรายละเอียดเชิงพื้นที่ยิ่งมีค่าน้อยยิ่งแสดงถึงความละเอียดเชิงพื้นที่สูง เช่น ในยุคเริ่มแรกข้อมูลภาพดาวเทียม LANDSAT-1 ที่มีรายละเอียดเชิงพื้นที่เท่ากับ 79 เมตร ซึ่งมีรายละเอียดต่ำกว่าภาพดาวเทียมในปัจจุบัน อันได้แก่ ข้อมูลภาพดาวเทียม GeoEye-1 ที่มีรายละเอียดเชิงพื้นที่เท่ากับ 0.41 เมตร ในระบบ Panchromatic

3. รายละเอียดเชิงเวลา (Temporal Resolution) หมายถึง ความถี่ของช่วงเวลาที่เครื่องบันทึกข้อมูลสามารถบันทึกภาพในพื้นที่เดียวกัน เช่น ดาวเทียม SPOT-4 สามารถโคจรกลับมาบันทึกข้อมูลซ้ำบริเวณเดิมได้ทุก ๆ 26 วัน ในขณะที่ดาวเทียม LANDSAT-7 โคจรกลับมาบันทึกข้อมูลซ้ำบริเวณเดิมทุก ๆ 16 วัน ซึ่งดาวเทียม LANDSAT จะมีรายละเอียดเชิงเวลามากกว่าดาวเทียม SPOT

4. รายละเอียดเชิงมาตรรังสี (Radiometric Resolution) หมายถึง ตัวเลขข้อมูลที่จะมีได้ในแฟ้มข้อมูลของแต่ละแบนด์คือ จำนวนบิต (Bits) ที่แยกแยะได้ในการบันทึกพลังงาน เช่น การบันทึกพลังงานในรูป 8 บิต (Bits) หมายถึง มีค่าตัวเลขในแฟ้มข้อมูลที่มีรายละเอียดได้ 2^8 ค่า หรือ 256 ค่า โดยมีค่าได้ตั้งแต่ 0-255 หากบันทึกพลังงานในรูป 7 บิต ตัวเลขในแฟ้มข้อมูลจะมีค่า 2^7 ค่า หรือมีค่าได้ตั้งแต่ 0-127 ซึ่งการบันทึกพลังงานในรูป 8 บิตจะมีความละเอียดของโทนสีมากกว่าการบันทึกพลังงานในรูป 7 บิต

การประมวลผลข้อมูลภาพดาวเทียม

สำหรับขั้นตอนที่ใช้ในการประมวลผลข้อมูลภาพดาวเทียม (Image Processing) เพื่อการจัดจำแนกประเภทวัตถุหรือสิ่งปกคลุมดินนั้น สามารถแบ่งได้กว้าง ๆ เป็น การแปลตีความด้วยสายตา (Visual Interpretation) ซึ่งความถูกต้องของการวิเคราะห์ข้อมูลนี้ขึ้นอยู่กับความรู้ประสบการณ์ ความชำนาญ และความคุ้นเคยกับพื้นที่นั้นๆ และการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ (Digital Image Processing) ซึ่งอาศัยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการประมวลผลข้อมูล โดยอาศัยหลักการรู้จักวัตถุ (Objective Recognition) ในการประมวลผลข้อมูลทั้งสองวิธีการนั้นประกอบด้วยปัจจัยที่นำมาใช้เป็นหลักเกณฑ์ที่สำคัญ 8 ประการ (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน), 2547) ประกอบด้วย

1. ความเข้มของสีและสี (Tone/Color) เป็นระดับความแตกต่างของความเข้มของสีหนึ่ง ๆ ขึ้นอยู่กับค่าการสะท้อนช่วงคลื่น การทำมุมกับแสง ตลอดจนการเรียงตัวของวัตถุ เช่น ป่าไม้ทึบมีสีเขียวเข้ม ส่วนป่าโปร่งมีสีจาง เป็นต้น

2. ขนาด (Size) ขนาดของวัตถุที่ปรากฏในภาพขึ้นอยู่กับความละเอียดของภาพหรือมาตราส่วนของภาพที่ปรากฏในรูปของความกว้าง ความยาว หรือพื้นที่ เช่น ความแตกต่างระหว่างแม่น้ำและคลอง พื้นที่ป่าธรรมชาติกับสวนป่า เป็นต้น

3. รูปร่าง (Shape) รูปร่างของวัตถุมีลักษณะเป็นรูปเฉพาะตัวโดยอาจเป็นรูปร่างที่สม่ำเสมอ (Regular) หรือมีรูปร่างไม่สม่ำเสมอ (Irregular) เช่น สนามบิน พื้นที่นาข้าว คลอง ชลประทาน แม่น้ำ เขื่อนกักเก็บน้ำ เป็นต้น

4. เนื้อภาพ (Texture) หรือความหยาบ ละเอียดของผิววัตถุ อันเป็นผลมาจากความสม่ำเสมอของวัตถุที่รวมกันอยู่ หรือความต่อเนื่องของค่าการสะท้อน เช่น สวนยางพารามีเนื้อภาพที่ละเอียดเนื่องจากมีขนาดความสูงใกล้เคียงกัน เป็นต้น

5. รูปแบบ (Pattern) คือ ลักษณะการจัดเรียงตัวของวัตถุที่ปรากฏเด่นชัดระหว่างความแตกต่างตามธรรมชาติและสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น เช่น ความแตกต่างระหว่างแม่น้ำ ลำคลองกับคลองชลประทาน เป็นต้น

6. ความสูงและเงา (Height and Shadow) เงาของวัตถุมีความสำคัญในการพิจารณาความสูง และมุมของดวงอาทิตย์ เช่น เงาบริเวณเขาหรือหน้าผา เงาของเมฆ เป็นต้น

7. ที่ตั้ง (Site) หรือตำแหน่งของวัตถุที่พบตามธรรมชาติ เช่น พื้นที่ป่าชายเลน พบบริเวณชายฝั่งทะเลน้ำท่วมถึง

8. ความเกี่ยวพัน (Association) วัตถุบางอย่างมีความเกี่ยวพันกับสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ เช่น บริเวณที่มีต้นไม้ขึ้นอยู่เป็นกลุ่ม ๆ มักเป็นที่ตั้งของหมู่บ้าน เป็นต้น

ในการแปลภาพเพื่อจำแนกวัตถุได้ดีและถูกต้องนั้น มักขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่าง ๆ ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้นอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลาย ๆ อย่างไปพร้อม ๆ กัน ตามความยากง่ายและมาตราส่วนที่แตกต่างกันไป

สำหรับขั้นตอนในการประมวลผลข้อมูลภาพดาวเทียมด้วยระบบคอมพิวเตอร์นั้น สมพร สง่าวงศ์ (2543) ได้แบ่งขั้นตอนออกเป็น 5 ขั้นตอน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การเตรียมการ (Preparation) เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยทำการจัดหาภาพที่ต้องการใช้สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล โดยเลือกภาพในช่วงวันและเวลาที่ปราศจากเมฆหรือมีเมฆปกคลุมน้อยที่สุด รวมถึงมีการเลือกฤดูกาลที่จะทำการศึกษาที่ไม่ก่อให้เกิดปัญหาต่อสัญญาณในการบันทึกภาพดาวเทียม

2. การปรุงแต่งข้อมูลก่อนการวิเคราะห์ (Pre-Processing) เป็นการปรับข้อมูลให้มีความเหมาะสมก่อนนำไปวิเคราะห์ โดยการแก้ไขทางด้านรังสี (Radiometric Correction) ซึ่งเป็นการปรับแก้ผลอันเนื่องมาจากความไวของเครื่องวัด โดยทำการปรับแก้มุมของดวงอาทิตย์และลักษณะภูมิประเทศและการปรับแก้สัญญาณรบกวนจากบรรยากาศ และการแก้ไขทางด้านเรขาคณิต (Geometric Correction) เป็นการปรับแก้ความผิดพลาดที่เป็นระบบซึ่งสามารถทำนายได้ล่วงหน้าอันเนื่องมาจากตัวดาวเทียม และความผิดพลาดที่ไม่เป็นระบบอันหมายถึงความผิดพลาดที่เกิดขึ้นไม่เหมือนกันและไม่เท่ากันในแต่ละภาพ และไม่สามารถทำนายล่วงหน้าได้ อันมีสาเหตุมาจากการทรงตัวและความสูงของดาวเทียม

3. การเน้นข้อมูล (Image Enhancement) เป็นการปรับปรุงหรือเน้นคุณภาพของข้อมูลให้เด่นชัดขึ้นก่อนที่จะนำมาวิเคราะห์ เพื่อช่วยให้การตีความประเภทวัตถุต่าง ๆ มีความสะดวกรวดเร็วและมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น เทคนิคของการเน้นข้อมูลสามารถแบ่งออกได้เป็น

การเน้นเฉพาะจุด (Point Operation) และการเน้นบางบริเวณของภาพ (Local Operation) ส่วนใหญ่นิยมใช้วิธีการยืดระดับสีเทาให้อยู่ในพิสัยที่กว้างที่สุดจนเต็มช่วง

4. การจำแนกประเภทข้อมูล (Image Classification) เป็นการแบ่งหรือจำแนกจุดภาพที่มีคุณสมบัติการสะท้อนแสงคล้ายกันออกเป็นกลุ่มหรือประเภท เพื่อที่จะแบ่งแยกสิ่งปกคลุมดินต่าง ๆ ที่แสดงในข้อมูลดาวเทียมออกจากกัน แบ่งเป็น 3 วิธีหลักดังนี้

4.1 การจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับดูแล (Supervised Classification) เป็นวิธีการจำแนกข้อมูลภาพโดยประกอบด้วย การเลือกพื้นที่ตัวอย่าง (Training Area) ของประเภทสิ่งปกคลุมแต่ละประเภทที่ผู้วิเคราะห์ข้อมูลต้องการจำแนก ในการจำแนกประเภทข้อมูลเบื้องต้นโดยการคัดเลือกเกณฑ์ของการจำแนกประเภทข้อมูล แล้วทำการกำหนดค่าทางสถิติของแต่ละประเภทที่จะใช้ในการจำแนกข้อมูล เพื่อใช้เป็นตัวแทนข้อมูลค่าการสะท้อนแสงสำหรับการจำแนกประเภทข้อมูลของพื้นที่ทั้งหมดตามค่าทางสถิติจากพื้นที่ตัวอย่าง จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งภาพและรวมกลุ่มชั้นประเภทข้อมูลที่คล้ายกันเข้าด้วยกันเป็นลำดับสุดท้าย ในการกำหนด Training Area ควรเลือกตัวอย่างที่มีความหลากหลายและไม่เอียงไปทางใดทางหนึ่ง เพื่อที่จะได้ตัวแทนของพื้นที่ได้อย่างถูกต้อง โดยทั่วไปแล้วควรเลือกประมาณ 30-40 ตัวอย่าง เพื่อสามารถคำนวณค่าทางสถิติได้ หรือใช้ตัวอย่างประมาณ 10 เท่าของจำนวนแบนด์ที่ใช้ในการจำแนกประเภทข้อมูลในแต่ละครั้ง ซึ่งในแต่ละตัวอย่างควรประกอบด้วยอย่างน้อย 3×3 จุดภาพ (Congalton & Green, 1999) สำหรับเทคนิคที่นิยมใช้ในการจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับดูแลมีอยู่ 3 ชนิด (สมพร สง่าวงศ์, 2543; Lillesand, Kiefer, & Chipman, 2008) คือ

- การจำแนกประเภทแบบระยะห่างต่ำสุด (Minimum Distance to Means Classifier) เป็นการจำแนกที่ง่ายที่สุด มีขั้นตอนที่ไม่ซับซ้อน และสามารถทำงานได้เร็วที่สุด โดยมีขั้นตอนในการทำงานคือ การคำนวณค่าเฉลี่ยของค่า Digital Number (DN Value) ของข้อมูลแต่ละชนิดจากข้อมูลพื้นที่ตัวอย่างจากทุกช่วงคลื่น ซึ่งค่าเฉลี่ยที่ได้นี้เรียกว่า “Mean Vector” จากนั้นมีกระบวนการนำจำนวนจุดภาพทั้งหมดที่อยู่ในข้อมูลที่นำมาจำแนกจัดให้อยู่ในชั้นข้อมูลที่อยู่ใกล้ Mean Vector ของชั้นนั้น ๆ ส่วนแนวขอบเขตของข้อมูล (Data Boundary) จะถูกกำหนดให้อยู่รอบ Mean Vector ถ้าหากจุดภาพใดที่ตกอยู่นอกขอบเขตจะถูกจำแนกให้เป็น “Unknown” (วินิตา เผ่านาค, 2531; สมพร สง่าวงศ์, 2543)

- การจำแนกประเภทแบบสี่เหลี่ยมคู่ขนาน (Parallelepiped Classifier) เป็นวิธีการจำแนกจุดภาพออกโดยการกำหนดค่า Digital Number ต่ำสุดและสูงสุดของแต่ละแบนด์ หรือใช้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เปรียบเสมือนการนำกรอบสี่เหลี่ยมไปวางรอบ ๆ ชั้นข้อมูลในข้อมูลหน่วยตัวอย่าง โดยจุดภาพที่ต้องการจำแนกจะถูกจำแนกตามกลุ่มที่ตกอยู่ในขอบเขตของกริดสี่เหลี่ยมหนึ่ง ๆ วิธีนี้มีข้อจำกัดคือ ถ้าขอบเขตของสี่เหลี่ยมซ้อนทับกัน จะทำให้เกิดความยากในการตัดสินใจในการจัดกลุ่มหรือประเภทของจุดภาพว่าต้องการให้อยู่ในกลุ่มหรือประเภทใด ซึ่งการเหลื่อมกันของสี่เหลี่ยมนี้มีโอกาสเกิดขึ้นสูงกับข้อมูลที่มีสหสัมพันธ์สูง (High Correlation) หรือที่มีค่าความแปรปรวนร่วมสูง (High Covariance) (สมพร สง่าวงศ์, 2543)

- การจำแนกประเภทแบบความน่าจะเป็นไปได้สูงสุด (Maximum Likelihood Classifier) โดยสมพร สง่าวงศ์ (2543) กล่าวว่า การจำแนกประเภทนี้เป็นวิธีที่มีความถูกต้องมากที่สุด แต่ใช้เวลาในการคำนวณนานมากเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการอื่น สำหรับวิธีการนั้นมีการคำนวณ Mean Vector ค่าความแปรปรวน และค่าสหสัมพันธ์ของช่วงคลื่นที่นำมาใช้ในการจำแนกประเภทของชั้นข้อมูลจากข้อมูลตัวอย่าง โดยตั้งอยู่บนสมมติฐานที่อธิบายว่าชั้นข้อมูลจะต้องมีการกระจายตัวเป็นแบบปกติ (Normal Distribution) ซึ่งการกระจายตัวของจุดภาพรอบ ๆ ค่าเฉลี่ย สามารถอธิบายได้ด้วยทฤษฎีความน่าจะเป็น (Probability Function) สำหรับข้อเสียในการจำแนกประเภทข้อมูลชนิดนี้คือ ใช้เวลาในการคำนวณมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าทำงานกับข้อมูลหลายช่วงคลื่น หรือข้อมูลที่มีกลุ่มค่าสะท้อนแสงที่แตกต่างกันจำนวนมาก

4.2 การจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่กำกับดูแล (Unsupervised Classification) การจำแนกประเภทข้อมูลวิธีนี้มักจะใช้ในกรณีที่ไม่มีข้อมูลเพียงพอในพื้นที่ที่ทำการจำแนก หรือไม่มีความรู้ความเคยชินในพื้นที่ที่ศึกษา เนื่องจากเป็นการแบ่งจำนวนกลุ่มขั้นต้นที่ต้องการจำแนกโดยไม่ต้องทราบถึงชนิดหรือประเภทของกลุ่มที่ต้องการจะจำแนกก่อน เพื่อให้คอมพิวเตอร์ทำการคำนวณโดยใช้เทคนิคการรวมกลุ่มทำการจัดกลุ่มที่คล้ายกันอยู่ด้วยกัน โดยค่าการสะท้อนช่วงคลื่นทั้งหมดของทุกจุดภาพจะถูกตรวจสอบเพื่อหาความสัมพันธ์ทางสถิติ และรวมกลุ่มตามความคล้ายคลึงกันของกลุ่มหรือประเภทตามจำนวนที่ผู้จำแนกกำหนด และเมื่อโปรแกรมดำเนินการจัดกลุ่มของข้อมูลดังกล่าวแล้ว ผู้วิเคราะห์จึงกำหนดในภายหลังว่าในข้อมูลแต่ละกลุ่มที่โปรแกรมจำแนกมานั้นในภาคพื้นดินคืออะไร สำหรับเทคนิคที่นิยมใช้กันมากคือ การรวมกลุ่มแบบ ISODATA (Iterative Self-organizing Data Analysis) เป็นวิธีที่ใช้ระยะทางเชิงช่วงคลื่น

ที่สั้นที่สุดระหว่างสมาชิกเพื่อกำหนดกลุ่มและจำแนกจุดภาพทุกจุดพร้อม ๆ กัน ซ้ำ ๆ หลายรอบ และในแต่ละรอบจะมีการคำนวณค่าทางสถิติขึ้นมาใหม่ รวมทั้งมีการจำแนกกลุ่มขึ้นมาใหม่ทุกรอบจนกระทั่งได้ค่าสถิติที่ดีที่สุด และถ้าหากจำนวนกลุ่มมีไม่มากกว่าค่าที่กำหนดไว้ หรือระยะห่างระหว่างกลุ่มมีค่ามากกว่าที่กำหนด วิธีนี้จะถือว่าขั้นตอนในการจัดกลุ่มได้เสร็จสมบูรณ์แล้ว

4.3 การจำแนกประเภทข้อมูลโดยใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert System) เป็นระบบที่ใช้วิธีการสะสมความรู้และประสบการณ์เข้าไปใช้กับระบบคอมพิวเตอร์โดยเฉพาะอย่างยิ่งความรู้เกี่ยวกับการประมวลผลและวิเคราะห์ภาพ ที่มีการใช้ระบบป้อนกลับเพื่อตรวจสอบและประเมินผลของการวิเคราะห์ และความรู้เกี่ยวกับวัตถุที่จะวิเคราะห์ เพื่อช่วยให้ผู้วิเคราะห์ข้อมูลสามารถตัดสินใจได้ดียิ่งขึ้น

5. การวัดความถูกต้องของการจำแนกประเภทข้อมูล (Classification Accuracy Assessment) เป็นการตรวจสอบค่าความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากการจำแนกประเภทข้อมูลกับข้อมูลจริงที่ได้จากการสำรวจภาคสนามหรือข้อมูลจากภาพถ่ายทางอากาศ เพื่อใช้เป็นฐานในการอ้างอิงตรวจสอบค่าความถูกต้องของการวิเคราะห์ข้อมูล (Congalton & Green, 1999) โดยมีการพิจารณาค่าความถูกต้องใน 3 ระดับ คือ ค่าความถูกต้องในระดับผู้ผลิต (Producer's Accuracy) ค่าความถูกต้องในระดับผู้ใช้ (User's Accuracy) และค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall Accuracy)

การประยุกต์ใช้รีโมทเซนซิงในด้านต่าง ๆ

สำหรับข้อมูลที่ได้จากการจำแนกประเภทข้อมูลจากการประยุกต์ใช้รีโมทเซนซิงนั้น สมพร สง่าวงศ์ (2543) ได้ทำการแบ่งลักษณะตามความสามารถในการนำมาใช้งานในด้านต่าง ๆ เนื่องจากข้อมูลทางด้านรีโมทเซนซิงเป็นข้อมูลที่มีระบบพิกัด (Coordinate System) และมีความทันสมัยต่อเหตุการณ์ ทำให้สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในงานหลายด้านโดยสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลักคือ

1. จัดทำเป็นแผนที่เฉพาะเรื่อง (Thematic Map) เป็นการนำข้อมูลภาพมาทำเป็นแผนที่เฉพาะเรื่องที่ต้องการ เช่น แผนที่ป่าไม้ แผนที่ด้านการเกษตร เป็นต้น

2. การนำข้อมูลรีโมทเซนซิงไปใช้ร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Incorporating Remote Sensing Data into a GIS) เนื่องจากข้อมูลทางด้านรีโมทเซนซิงช่วยทำให้ข้อมูลมีความทันสมัยขึ้น ในขณะเดียวกันข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์จะช่วยเน้นรายละเอียดของข้อมูลให้เด่นชัดยิ่งขึ้น ทำให้การแปลภาพง่ายและอาจเพิ่มความถูกต้องมากขึ้น โดยข้อมูลที่นำมารวมเข้าด้วยกันอาจมาจากหลายแหล่ง และไม่จำกัดในเรื่องวิธีการรวมเข้าด้วยกัน เช่น การศึกษาของอดิศักดิ์ เพชรจรัส (2544) ได้นำข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ซึ่งประกอบไปด้วยข้อมูลขอบเขตการปกครอง ทางน้ำ เส้นทางคมนาคม ลักษณะความสูงภูมิประเทศ เขตจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน ป่าไม้ ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ และชุดดิน มาใช้ร่วมกับข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-5 TM ปี พ.ศ. 2532, 2537 และ 2542 เพื่อช่วยในการตัดสินใจเรื่องการประเมินความเหมาะสมของการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองกุย อำเภอกุยบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

การตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน

การตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Change Detection) เป็นการดำเนินการเพื่อต้องการทราบถึงการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในกรอบพื้นที่หนึ่ง ๆ ซึ่งการประยุกต์ใช้ข้อมูลภาพดาวเทียมเชิงตัวเลขเพื่อการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินนั้น เป็นการเปรียบเทียบค่าการสะท้อนแสงของช่วงคลื่นในหลายช่วงเวลาเพื่อแยกพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมบนพื้นดิน (Land Cover) ระหว่างภาพซึ่งต่างช่วงเวลากัน สำหรับการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงสามารถแบ่งตามระยะเวลาของปรากฏการณ์ คือ ปรากฏการณ์ในช่วงเวลาสั้น ๆ เช่น การปกคลุมของน้ำแข็ง พื้นที่น้ำท่วม และปรากฏการณ์ที่เกิดเป็นระยะเวลานาน เช่น การขยายตัวของเมือง การบุกรุกพื้นที่ป่าไม้ โดยกระบวนการศึกษาการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินส่วนใหญ่มักนิยมใช้ชนิดของ Sensor ที่เป็นชนิดเดียวกัน การบันทึกข้อมูลโดยใช้ความละเอียดเชิงพื้นที่เท่ากัน ช่วงคลื่นที่ทำการบันทึก (Spectral Band) และในรอบปีที่ใกล้เคียงกัน โดยนิยมใช้ข้อมูลภาพที่เวียนมาบรรจบหรือใกล้เคียงวันเดิม เพื่อลดความแตกต่างของมุมดวงอาทิตย์ และฤดูกาล (Jensen, 1981, อ้างถึงใน อนุสรณ์ รังสิพานิช, 2543)

โลจิสติกรีเกรสชั่น

สำหรับความหมายของโลจิสติกรีเกรสชั่น (Logistic Regression) นั้น กัลยา วานิชย์บัญชา (2548) และ ศรีเพ็ญ ทรัพย์มนชัย (2545) ได้กล่าวไว้ว่า การวิเคราะห์ความถดถอยโลจิสติกหรือโลจิสติกรีเกรสชั่นเป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม โดยสมการที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตามไม่ได้อยู่ในรูปเชิงเส้น แล้วนำสมการความถดถอยที่ได้ไปประมาณหรือพยากรณ์ค่าตัวแปรตาม ซึ่งส่วนใหญ่มักใช้กับตัวแปรตามที่เป็นตัวแปรเชิงคุณภาพ โดยสามารถแบ่งตามลักษณะของตัวแปรตามได้ 2 แบบ คือ

1. Binary Logistic ใช้เมื่อตัวแปรตามเป็นตัวแปรที่มีค่าได้เพียง 2 ค่า (Dichotomous Variable) โดยที่ค่าของตัวแปรนั้นไม่สามารถบอกได้ว่าค่าของตัวแปรใดมีค่ามากกว่ากัน เช่น ในการสำรวจจำนวนประชากรแบบแยกตามเพศนั้นได้มีการกำหนดตัวแปรให้เป็นเพศชาย =0 และเพศหญิง =1 เป็นต้น

2. Multinomial Logistic ใช้เมื่อตัวแปรตามเป็นตัวแปรที่มีค่าอย่างน้อย 3 ค่า ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

- Nominal Logistic เป็นการแบ่งกลุ่มของตัวแปรตามออกเป็นกลุ่ม ๆ โดยไม่สามารถบอกได้ว่ากลุ่มใดมีค่ามากกว่ากัน เช่น การสำรวจกิจกรรมที่ชอบทำยามว่างโดยที่การแบ่งประเภทของกิจกรรมนั้นสามารถแบ่งออกได้เป็น กิจกรรมการออกกำลังกาย =1 กิจกรรมดูโทรทัศน์ =2 กิจกรรมการอ่านหนังสือ =3 กิจกรรมการนอน =4 เป็นต้น

- Ordinal Logistic เป็นการแบ่งกลุ่มของตัวแปรตามออกเป็นลำดับ ซึ่งสามารถบอกได้ว่าลำดับไหนมีค่ามากที่สุด แต่ไม่สามารถบอกได้ว่ามีค่ามากกว่าเท่าใด เช่น การสำรวจถึงระดับการมีส่วนร่วมในการพัฒนาชุมชนโดยที่ ระดับที่ไม่มีส่วนร่วมเลย =1 มีส่วนร่วมเล็กน้อย =2 มีส่วนร่วมปานกลาง =3 มีส่วนร่วมมาก =4 และมีส่วนร่วมมากที่สุด =5 เป็นต้น

สำหรับสมการโลจิสติกรีเกรสชั่นมีสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (X) กับตัวแปรตาม (Y) ในรูปสมการเชิงเส้นดังนี้

$$Y= \beta_0+ \beta_1X_1+ \ldots\ldots\ldots\ldots + \beta_iX_i+e \quad (1)$$

หรือ $$E(Y) = \beta_0+ \beta_1X_1+ \ldots\ldots\ldots\ldots + \beta_iX_i \quad (2)$$

เมื่อ Y คือ ตัวแปรตาม

β_0 คือ ค่าคงที่

β_i คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรที่ i

X_i คือ ตัวแปรที่ i

e คือ ค่าความคลาดเคลื่อน

E คือ ค่าประมาณ

ดังนั้นสมการที่นำไปประมาณค่าตัวแปรตามคือ

$$P(event) = \frac{e^{\beta_{0+}\beta_{1X1+}\ldots\ldots\ldots\ldots+\beta_{iXi+e}}}{1+ e^{\beta_{0+}\beta_{1X1+}\ldots\ldots\ldots\ldots+\beta_{iXi}}} \quad (3)$$

เนื่องจากสมการความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามและตัวแปรอิสระไม่ได้อยู่ในรูปเชิงเส้น จึงมีการปรับให้อยู่ในรูปเชิงเส้นโดยกำหนดให้

$$\text{Odds Ratio} = \frac{P(\text{เกิดเหตุการณ์})}{P(\text{ไม่เกิดเหตุการณ์})} \quad (4)$$

โดยที่ Odd Ratio แสดงถึงโอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์เป็นกี่เท่าของโอกาสที่จะไม่เกิด เช่น ถ้าค่า Odd Ratio = 3.0 หมายถึง โอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์เป็น 3 เท่าของโอกาสที่จะไม่เกิด

สำหรับในอดีตที่ผ่านมานั้น ได้มีการประยุกต์ใช้วิธีการวิเคราะห์โลจิสติกรีเกรสชั่นในงานทางด้านการสำรวจระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เช่น Cheng and Masser (2003) ได้ศึกษารูปแบบการเติบโตของเมืองวูหาน (Wuhan) สาธารณรัฐประชาชนจีน จากข้อมูลเชิงตัวเลขที่ได้จากการสำรวจระยะไกล และใช้โลจิสติกรีเกรสชั่นในการศึกษาปัจจัยที่น่าจะมีอิทธิพล

ในการเติบโตของเมือง โดยพบว่าวิธีการวิเคราะห์โลจิสติกรีเกรสชั่นนั้น จะให้ค่าความถูกต้องในการคาดการการเปลี่ยนแปลงของเมืองสูงถึงร้อยละ 83.0 และนอกจากนี้ Azócar et al. (2007) ซึ่งทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ตอนกลางของเมืองลอสแองเจลิส ประเทศชิลี ระหว่างปี ค.ศ. 1955-1978 และได้ประยุกต์ใช้การวิเคราะห์โลจิสติกรีเกรสชั่นในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการขยายตัวของเมืองกับการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร พบว่าผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีการโลจิสติกรีเกรสชั่นนั้น การขยายตัวของเมืองและการเพิ่มขึ้นของประชากรมีความสัมพันธ์กันสูงถึงร้อยละ 95.0

แต่อย่างไรก็ตาม จากการตรวจเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องนั้นยังไม่พบว่ามีการศึกษาเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้การวิเคราะห์โลจิสติกรีเกรสชั่นกับข้อมูลภาพดาวเทียมเชิงตัวเลขในการวิเคราะห์จำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินหรือสิ่งปกคลุมดิน

การตรวจสอบค่าความถูกต้อง

การตรวจสอบค่าความถูกต้อง (Accuracy Assessment) เป็นการตรวจสอบค่าความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากการจำแนกประเภทข้อมูลกับข้อมูลจริงที่ได้จากการสำรวจภาคสนามหรือข้อมูลจากภาพถ่ายทางอากาศ เพื่อใช้เป็นฐานในการอ้างอิงตรวจสอบค่าความถูกต้องของการวิเคราะห์ข้อมูล (Congalton & Green, 1999) โดยมีการสร้างเป็นตารางคำนวณค่าความผิดพลาด (Error Matrix) เพื่อการพิจารณาค่าความถูกต้องใน 3 ระดับ คือ ค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall Accuracy) ของการจำแนกประเภทข้อมูล ค่าความถูกต้องในระดับผู้ผลิต (Producer's Accuracy) หมายถึง ค่าร้อยละจากการประมาณประเภทของหน่วยตัวอย่างที่ทราบประเภทที่ทำการจำแนกเป็นข้อมูลประเภทนั้นได้อย่างถูกต้องต่อหน่วยตัวอย่างของกลุ่มหรือประเภทนั้น ๆ ทั้งหมด และค่าความถูกต้องในระดับผู้ใช้ (User's Accuracy) หมายถึง ค่าร้อยละของหน่วยตัวอย่างที่ถูกประมาณเป็นกลุ่มหรือประเภทนั้นได้ถูกต้องต่อหน่วยตัวอย่างที่ถูกประมาณเป็นกลุ่มหรือประเภทนั้นทั้งหมด (Wilkie & Finn, 1996)

หากพิจารณาในส่วนของการทดสอบโดยใช้ความผิดพลาดของข้อมูลที่ทำการจำแนกขาดหายไป (Omission Error) ซึ่งเป็นความผิดพลาดที่เกิดจากการละเว้นที่จะประมาณให้หน่วยตัวอย่างที่เป็นกลุ่มหรือประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินนั้น ให้เป็นกลุ่มหรือประเภทนั้น

ส่วนการทดสอบโดยใช้ความผิดพลาดของข้อมูลที่ทำการจำแนกเกินมา (Commission Error) เป็นความผิดพลาดที่เกิดจากการประมาณการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทอื่นปนเข้ามากับการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทที่จำแนกถูกต้องเข้ามาด้วย (สมบูรณ์ กีรติประยูร, อนุชิต รัตนสุวรรณ, และ ธิติมา กัญจนพฤกษ์, 2550)

นอกจากนี้ สมบูรณ์ กีรติประยูร, อนุชิต รัตนสุวรรณ, และ ธิติมา กัญจนพฤกษ์ (2550) ยังได้กล่าวว่ามีวิธีการตรวจสอบค่าความถูกต้องทางสถิติที่สามารถตรวจสอบความถูกต้องของการประเมินประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ใช้ในการจัดสร้างฟังก์ชั่นเหล่านั้น ซึ่งเป็นขั้นตอนของการตรวจสอบความถูกต้องของฟังก์ชั่น (Verification) โดยตรวจสอบจากหน่วยตัวอย่างที่ใช้ในการสร้างฟังก์ชั่นเหล่านั้น และการตรวจสอบการใช้ประโยชน์ได้จริง (Validation) ของฟังก์ชั่นที่ได้จัดสร้างขึ้นจากการเลือกหน่วยตัวอย่างในแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างสุ่มมาประเมินประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินของหน่วยตัวอย่างเหล่านี้จากฟังก์ชั่นที่ได้จัดสร้างขึ้น

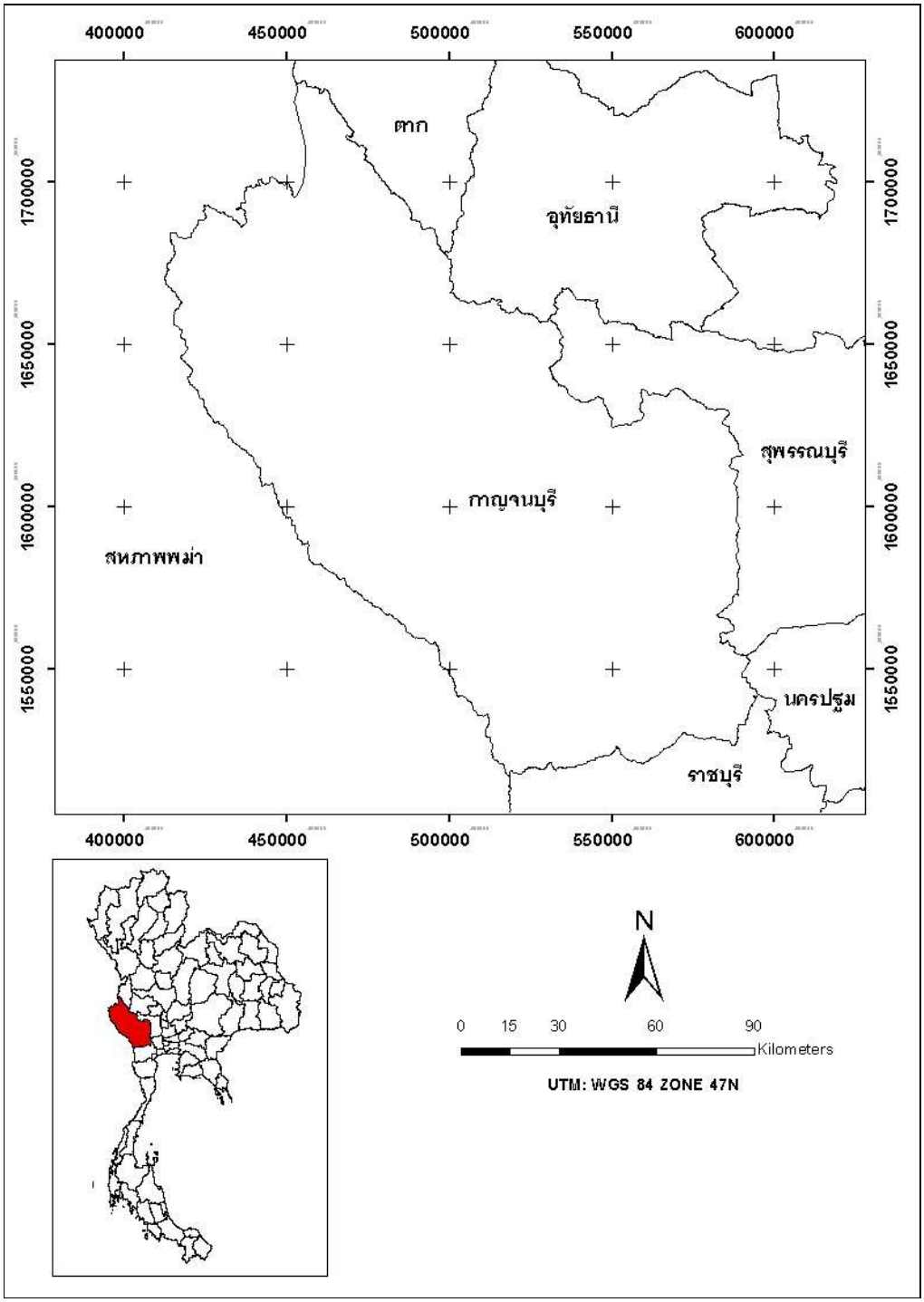
อย่างไรก็ตาม ควรมีการตรวจสอบค่าความถูกต้องในภาพรวมวิธีการอื่นร่วมด้วย เพราะในการตรวจสอบค่าความถูกต้องนั้นไม่สามารถใช้ค่าใดค่าหนึ่งเพียงค่าเดียวได้ ดังนั้น จึงได้มีผู้เสนอวิธีการหรือตัวชี้วัดความถูกต้องที่เป็นภาพรวม ได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์ Kappa (Kappa Coefficient) ซึ่งเป็นค่าที่นิยมใช้กันโดยทั่วไป เนื่องจากไม่พิจารณาถึงโอกาสของการปรากฏอยู่ร่วม (สมบูรณ์ กีรติประยูร, อนุชิต รัตนสุวรรณ, และ ธิติมา กัญจนพฤกษ์, 2550; Wilkie & Finn, 1996) โดยค่าสัมประสิทธิ์ Kappa ที่น้อยกว่า 0.4 ถือว่าเป็นค่าที่ต่ำและไม่สามารถยอมรับได้ ส่วนค่าที่อยู่ในช่วง 0.4-0.8 เป็นค่าที่ยอมรับได้ และค่าที่มากกว่า 0.8 เป็นค่าที่ยอมรับได้สูง (Landis & Koch, 1977) นอกจากนี้ Stehman (1996) กล่าวว่า ในการตรวจสอบค่าความถูกต้องของการจำแนกประเภทข้อมูลนั้น เป็นกระบวนการที่จำเป็นและควรตรวจสอบหลังจากที่ได้มีการจำแนกประเภทข้อมูลแล้ว เพื่อเป็นการประเมินและตรวจสอบการจำแนกลักษณะสิ่งปกคลุมดินหรือประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ได้จากข้อมูลภาพดาวเทียม

พื้นที่ศึกษา

จังหวัดกาญจนบุรีตั้งอยู่ทางตะวันตกของประเทศไทย และอยู่ห่างจากกรุงเทพมหานครไปทางทิศตะวันตกประมาณ 129 กิโลเมตร มีพื้นที่จังหวัดทั้งหมด 12 ล้านไร่ หรือ 19,483 ตารางกิโลเมตร มีชายแดนทางทิศตะวันตกติดต่อกับประเทศสหภาพพม่า และมีอาณาเขตติดต่อกับจังหวัดใกล้เคียง ดังแสดงในภาพที่ 2.1 (สำนักงานสถิติจังหวัดกาญจนบุรี, 2552) ได้แก่

ทิศเหนือ	ติดกับ	จังหวัดตากและจังหวัดอุทัยธานี
ทิศใต้	ติดกับ	จังหวัดราชบุรี
ทิศตะวันออก	ติดกับ	จังหวัดสุพรรณบุรีและจังหวัดนครปฐม
ทิศตะวันตก	ติดกับ	สหภาพพม่า

ภาพที่ 2.1
อาณาเขตพื้นที่จังหวัดกาญจนบุรี



ลักษณะภูมิประเทศของจังหวัดกาญจนบุรีนั้น สามารถแบ่งตามสภาพของพื้นที่ดังนี้ ลักษณะพื้นที่ทางทิศเหนือและทิศตะวันตก มีลักษณะเป็นภูเขาสลับซับซ้อนอันเป็นต้นกำเนิดของแม่น้ำแคว ทิศตะวันออกเฉียงเหนือและบางส่วนทางทิศเหนือเป็นที่ราบกว้างใหญ่สลับกับเนินเขาเตี้ย ๆ แต่แห้งแล้ง ส่วนทิศตะวันออกเฉียงใต้และตอนกลางของจังหวัด เป็นบริเวณที่ราบที่มีความอุดมสมบูรณ์เหมาะสมในการทำการเกษตร ลักษณะภูมิอากาศเป็นแบบร้อนชื้น โดยในฤดูร้อนจะมีอุณหภูมิสูงถึง 40 องศาเซลเซียส ส่วนอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดทั้งปีประมาณ 27-28 องศาเซลเซียส มีปริมาณความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยประมาณร้อยละ 71-78 และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 800-1,200 มิลลิเมตร นอกจากนี้ จังหวัดกาญจนบุรียังมีทรัพยากรป่าไม้ที่อุดมสมบูรณ์และมีพื้นที่ขนาดใหญ่เป็นอันดับ 3 ของประเทศ โดยมีพื้นที่ประมาณ 7.4 ล้านไร่ และมีพื้นที่ถือครองทางการเกษตร 2.5 ล้านไร่ (สำนักงานสถิติจังหวัดกาญจนบุรี, 2552) ซึ่งจากลักษณะภูมิประเทศดังกล่าวที่มีทรัพยากรทางธรรมชาติอย่างอุดมสมบูรณ์ อีกทั้งยังเป็นเมืองเก่าแก่ที่มีประวัติศาสตร์มาอย่างยาวนาน ซึ่งในอดีตเคยเป็นเมืองหน้าด่านและมีการทำศึกสงครามกับประเทศพม่า ทำให้มีสถานที่ท่องเที่ยวทั้งทางธรรมชาติและทางประวัติศาสตร์อย่างหลากหลาย ทำให้มีนักท่องเที่ยวทั้งชาวไทยและชาวต่างประเทศเดินทางเข้ามาท่องเที่ยวในจังหวัดกาญจนบุรีเพิ่มมากขึ้นทุกปี รวมทั้งรายได้ส่วนใหญ่ของจังหวัดยังมาจากภาคอุตสาหกรรมเป็นหลัก ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินตลอดเวลา อันเนื่องมาจากการพัฒนาจังหวัดให้เป็นทั้งพื้นที่รองรับภาคอุตสาหกรรม และภาคเกษตรกรรม รวมทั้งภาคการท่องเที่ยวที่นับวันจะเพิ่มมากขึ้นทุกปี ซึ่งเป็นเหตุผลในการเลือกเป็นพื้นที่ศึกษาสำหรับการศึกษาในครั้งนี้

สำหรับพื้นที่ศึกษานี้เป็นพื้นที่บางส่วนของจังหวัดกาญจนบุรี ตั้งอยู่ระหว่างละติจูด (Latitude) 13 องศา 18 ลิปดาเหนือ ถึง 15 องศา 65 ลิปดาเหนือ ลองจิจูด (Longitude) 98 องศา 18 ลิปดาตะวันออก ถึง 99 องศา 88 ลิปดาตะวันออก โดยครอบคลุมพื้นที่บางส่วนของอำเภอเมืองกาญจนบุรี อำเภอบ่อพลอย อำเภอพนมทวน อำเภอท่าม่วง และอำเภอด่านมะขามเตี้ย (ภาพที่ 2.2)

ภาพที่ 2.2

พื้นที่ศึกษาบริเวณบางส่วนจังหวัดกาญจนบุรี