

## บทที่ 2

ผลงานวิจัยและงานเขียนอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

### การสำรวจระยะไกล (Remote Sensing)

การสำรวจระยะไกล หรือ Remote Sensing มีการให้นิยามว่าเป็นศาสตร์ที่เป็นทั้งวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศิลปะ ในการได้มาซึ่งข้อมูลของวัตถุ พื้นที่ และปรากฏการณ์ต่างๆ โดยบันทึกคุณลักษณะ ของวัตถุต่างๆ ในการสะท้อน และการแผ่รังสีพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้า โดยไม่ได้สัมผัสกับวัตถุ พื้นที่ และปรากฏการณ์ที่ถูกตรวจจับนั้นๆ ซึ่งในการแปล ตีความ การวิเคราะห์ข้อมูลภาพดาวเทียมนั้นจะมีเทคนิค วิธีการ การวิเคราะห์ และการประมวลผลข้อมูลได้หลากหลายวิธีการด้วยกัน (Barrett and Curtis,1992; Kramer, 1992; Lillesand and Kiefer, 2000; Hoffman and Markman, 2001)

นอกจากนี้ ได้มีผู้ให้คำนิยามของการศึกษาด้านรีโมทเซนซิงไว้อีกหลายความหมาย เช่น สมพร สง่าวงศ์ (2540) กล่าวว่า รีโมทเซนซิงนั้น หมายถึง การสำรวจข้อมูลระยะไกล เป็นการได้มาซึ่งข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุ พื้นที่ หรือปรากฏการณ์ ใช้ในการสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ ข้อมูลของการศึกษารีโมทเซนซิงที่อยู่ในรูปของการสะท้อนของรังสีแม่เหล็กไฟฟ้ากับพื้นผิวโลก รวมถึงประเภทของชนิดและสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกัน สามารถตรวจวัดรังสีเหล่านี้ได้จากอุปกรณ์ตรวจวัดที่ติดตั้งบนดาวเทียมหรือจากเครื่องบิน

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (2540) กล่าวถึงการศึกษาด้านรีโมทเซนซิงว่า เมื่อรังสีจากแหล่งกำเนิดพลังงานได้ตกกระทบบนพื้นผิวโลก อาจจะเป็นแหล่งกำเนิดพลังงานจากดวงอาทิตย์ หรือแหล่งพลังงานจากดาวเทียมเองก็ได้ พลังงานบางส่วนจะมีถูกดูดซึม บางส่วนจะถูกส่งผ่านพื้นผิวลงไปและพลังงานบางส่วนจะสะท้อนออกมาสู่บรรยากาศ ซึ่งรีโมทเซนซิงจะเกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาของพลังงาน 3 รูปแบบ คือ การดูดซึม (Adsorption) การส่งผ่าน (Transmission) และการสะท้อน (Reflection) โดยธรรมชาติแล้วพื้นผิวโลกจะมีการแผ่รังสีรังสีออกมาด้วย ซึ่งส่วนใหญ่อยู่ในรูปของรังสีความร้อน

Lillesand and Kiefer (2000) กล่าวถึงการศึกษาด้านรีโมทเซนซิงว่า พื้นผิวโลกจะทำการสะท้อนและแผ่รังสีออกมา ซึ่งพลังงานเหล่านี้สามารถจะบันทึกบนฟิล์มภาพถ่าย หรืออุปกรณ์

ตรวจวัด และเก็บข้อมูลในรูปแบบข้อมูลเชิงตัวเลข เนื่องจากค่าความเข้มของรังสี (Intensity) และช่วงคลื่นของรังสีเป็นฟังก์ชันของพื้นผิวที่ทำการศึกษา ดังนั้นแต่ละพื้นผิวจะแสดงการสะท้อนช่วงคลื่นโดยมีลักษณะเฉพาะของวัตถุแต่ละชนิดบนพื้นโลก จึงมีรูปแบบ หรือสัญลักษณ์เชิงช่วงคลื่น (Spectral Signature) เป็นลักษณะเฉพาะของตัวเอง ทำให้อุปกรณ์สามารถตรวจวัดและสามารถแยกแยะสัญลักษณ์เชิงช่วงคลื่นที่แตกต่างกัน เพราะธรรมชาติของวัตถุหรือสภาพของพื้นผิวนั้นมีลักษณะเฉพาะและมีความแตกต่างกันไปในแต่ละประเภท

สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน), (2547) กล่าวว่าข้อมูลที่ได้จากการศึกษาทางด้านรีโมทเซนซิง ข้อมูลที่ได้มาจากการถ่ายภาพทางเครื่องบินในระดับต่ำ เรียกว่า ภาพถ่ายทางอากาศ (Aerial Photo) ส่วนข้อมูลที่ได้จากการบันทึกภาพจากดาวเทียมในระดับสูงจะเรียกว่า ภาพดาวเทียม (Satellite Image) ปัจจุบันนี้ การศึกษาทางด้านรีโมทเซนซิง ส่วนใหญ่นิยมใช้ข้อมูลจากภาพดาวเทียมมากกว่าภาพถ่ายทางอากาศ ซึ่งองค์ประกอบที่สำคัญของข้อมูลจากภาพดาวเทียมของการศึกษาด้านรีโมทเซนซิง นั้นคือ คลื่นแสงในช่วงคลื่นต่างๆ ซึ่งช่วงคลื่นดังกล่าวนี้ หากเป็นพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ จากดวงอาทิตย์ จะเรียกว่า “Passive Remote Sensing” ในขณะที่หากเป็นพลังงานที่สร้างขึ้นจากตัวดาวเทียมเอง และส่งพลังงานนั้นไปยังวัตถุเป้าหมายได้ เรียกว่า “Active Remote Sensing” เช่น ระบบเรดาร์ เป็นต้น

#### คุณสมบัติของภาพดาวเทียม

ภาพดาวเทียมเป็นภาพที่เกิดจากการแปลงพลังงานให้อยู่ในรูปของข้อมูลเชิงตัวเลข และเก็บข้อมูลในรูปแบบที่จะแสดงออกมาเป็นภาพได้ ขึ้นอยู่กับเครื่องตรวจจับ (sensor) ที่ออกแบบมาเพื่อดาวเทียมแต่ละชนิด ซึ่งจะมีความแตกต่างกันออกไป ในการบันทึกพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าที่สะท้อนออกมาจากพื้นผิวโลกนั้น จะบันทึกในรูปของแรงดันไฟฟ้า (Voltage) ซึ่งเป็นรูปแบบที่ต่อเนื่องกัน หรือแบบอนาล็อก (Analog) มีหน่วยเป็น microwatts/cm<sup>2</sup>/steradian หลังจากนั้น แรงดันไฟฟ้าจะถูกแปลงเป็นค่าตัวเลขที่สมมูลกัน สามารถนำไปใช้ในกระบวนการประมวลผลทางคอมพิวเตอร์ได้ ข้อมูลภาพดาวเทียมเป็นข้อมูลเชิงตัวเลขที่จัดเก็บข้อมูลรูปของกริด (Grid) หรือตารางของตัวเลขที่มีจุดอ้างอิงตามแนวนอนและแนวตั้ง เรียกว่า จุดภาพ (pixel) ซึ่งหมายถึง ส่วนที่เล็กที่สุดของภาพที่มีค่าหนึ่งๆ ประจำจุดภาพนั้นๆ เนื่องจากพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าที่วัดได้ของแต่ละจุดภาพถูกแปลงให้อยู่ในรูปของตัวเลขที่เรียกว่า “ค่าการสะท้อน”

(Digital Number; DN) จึงเรียกภาพที่แสดงข้อมูลเชิงตัวเลขนี้ว่า ภาพดาวเทียมเชิงตัวเลข (สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2540)

สุรชัย รัตนเสริมพงศ์ (2539) ได้กล่าวถึงในส่วนของคุณภาพดาวเทียมนั้น จะขึ้นอยู่กับลักษณะของระบบการตรวจวัด ซึ่งพิจารณาจากความสามารถในการแยกแยะ หรือรายละเอียดภาพดาวเทียม (Resolution) ที่แตกต่างกันออกไปในด้านต่างๆ ซึ่งรายละเอียดภาพดาวเทียม หมายถึง จำนวนจุดภาพที่สามารถแสดงได้บนจอหรือพื้นที่ในภาคพื้นดิน ซึ่งแสดงโดยหนึ่งจุดภาพในภาพหนึ่งๆ แต่เมื่อใช้ในการอธิบายความหมายของรายละเอียดภาพดาวเทียม ในข้อมูลของรีโมทเซนซิงจะมีความหมายเพิ่มขึ้นอีกทั้งในส่วนต่างๆ ได้ 4 ส่วน ได้แก่

1. รายละเอียดเชิงช่วงคลื่น (Spectral Resolution) หมายถึง ช่วงห่างของความยาวคลื่นหนึ่งๆ ในแถบแม่เหล็กไฟฟ้า หรือ EMR (Electromagnetic Radiation) ที่เครื่องมือสามารถตรวจวัดได้ ถ้าช่วงคลื่นที่เครื่องมือสามารถตรวจวัดได้มีช่วงห่างกว้าง แสดงว่าภาพนั้น มีรายละเอียดเชิงช่วงคลื่นที่หยابกว่า ภาพที่ใช้เครื่องตรวจจับที่สามารถตรวจวัดช่วงคลื่นได้แคบกว่า เช่น เครื่องตรวจจับของดาวเทียม SPOT ในระบบขาว-ดำ ให้รายละเอียดเชิงช่วงคลื่นที่ละเอียดกว่า เพราะบันทึก EMR ระหว่างช่วงคลื่น 0.51-0.73 ไมครอน ซึ่งมีระยะห่างระหว่างช่วงคลื่นแคบ ในทางตรงกันข้ามดาวเทียม LANDSAT 7-ETM<sup>+</sup> ระบบขาว-ดำ ให้รายละเอียดเชิงช่วงคลื่นหยابกว่า เพราะสามารถบันทึก EMR ระหว่างช่วงคลื่น 0.50-0.90 ไมครอน ซึ่งมีระยะห่างของช่วงคลื่นที่กว้างกว่า

2. รายละเอียดเชิงพื้นที่ (Spatial Resolution) หมายถึง รายละเอียดภาคพื้นดินที่มีขนาดพื้นที่เล็กที่สุดที่ดาวเทียมสามารถตรวจจับแยกรายละเอียดหรือแยกความแตกต่างได้ เช่น ข้อมูลรายละเอียด 20 เมตร หมายถึงแต่ละจุดภาพ (pixel) จะแทนพื้นที่ 400 ตารางเมตรบนพื้นดิน แต่มีค่าการสะท้อนรวมเพียง 1 ค่า ซึ่งตัวเลขของรายละเอียดเชิงพื้นที่มีค่าน้อยแสดงว่ายิ่งมีความละเอียดเชิงพื้นที่สูง เช่น ข้อมูล ภาพที่มีรายละเอียดเชิงพื้นที่เท่ากับ 79 เมตร จะมีละเอียดน้อยกว่าข้อมูลภาพที่มีรายละเอียดเชิงพื้นที่ 10 เมตร

3. รายละเอียดเวลา (Temporal Resolution) หมายถึง ความถี่ของช่วงเวลาที่เครื่องตรวจจับบันทึกภาพในพื้นที่เดียวกัน เช่น ดาวเทียม LANDSAT 5-TM บันทึกภาพในพื้นที่เดียวกันบนพื้นโลกทุกๆ 16 วัน แต่ดาวเทียม SPOT บันทึกภาพในพื้นที่เดียวกันทุกๆ 28 วัน ดังนั้นดาวเทียม LANDSAT 5-TM จะมีรายละเอียดเชิงเวลามากกว่าดาวเทียม SPOT

4. รายละเอียดเชิงมาตริ่งสี (Radiometric Resolution) หมายถึง ตัวเลขข้อมูลที่จะมีได้ในแฟ้มข้อมูลของแต่ละ Band ซึ่งคือจำนวนบิต (Bits) ที่แยกแยะได้ในการบันทึกพลังงาน เช่น การบันทึกพลังงานในรูป 8 บิต (Byte) แสดงว่าค่าตัวเลขในแฟ้มข้อมูลจะมีรายละเอียดได้ถึง  $2^8$  ค่า หรือมีค่าได้ตั้งแต่ 0 ถึง 255 หากการบันทึกพลังงานอยู่ในรูปของ 7 บิต ตัวเลขในแฟ้มข้อมูลจะมีค่าเท่ากับ  $2^7$  หรือมีค่าได้ตั้งแต่ 0 ถึง 127 ดังนั้น สำหรับการบันทึกพลังงานในรูป 8 บิต จะให้ความละเอียดหรือความแตกต่างของโทนสีได้มากกว่าการบันทึกพลังงานในรูป 7 บิต

### การประมวลผลข้อมูลภาพดาวเทียม (Image Processing)

ในการประมวลผลข้อมูลภาพดาวเทียม มีหลายขั้นตอน เนื่องจากข้อมูลภาพดาวเทียมเป็นข้อมูลเชิงตัวเลข ดังนั้น การประมวลผลข้อมูลจึงเป็นการประมวลผลภาพดาวเทียมเชิงตัวเลข (Digital Image Processing) การนำข้อมูลเชิงตัวเลขโดยผ่านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ได้ภาพที่ชัดเจน และง่ายต่อการแปลภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งสมพร สง่างวงศ์ (2540) ได้กล่าวว่าการประมวลผลข้อมูลภาพดาวเทียมแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. การประมวลผลภาพข้อมูลภาพดาวเทียมด้วยสายตา (Visual Interpretation) เป็นการวิเคราะห์แปลภาพดาวเทียมด้วยสายตา ซึ่งความถูกต้องของการวิเคราะห์ข้อมูลภาพดาวเทียมขึ้นอยู่กับความรู้ ประสบการณ์ ความชำนาญ และความคุ้นเคยกับสภาพพื้นที่นั้นๆ ของผู้ทำการวิเคราะห์ โดยสามารถเข้าใจลักษณะพื้นที่ที่ศึกษา รูปแบบ ลักษณะสีของวัตถุที่ปรากฏในภาพดาวเทียม กิจกรรมต่างๆ ทั้งธรรมชาติและกิจกรรมจากมนุษย์เป็นไปตามสภาพสิ่งแวดล้อมและระยะเวลาในแต่ละช่วงเวลา โดยทั่วไปการแปล ตีความ และวิเคราะห์ภาพดาวเทียมด้วยสายตาจะอาศัยหลักการเดียวกันกับองค์ประกอบของการแปลภาพถ่ายทางอากาศ (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน), 2547) สรุปได้ดังนี้

- ความเข้มของสีและสี (Tone/ Color) ระดับความแตกต่างของความเข้มของสีหนึ่งๆ ขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุ การทำมุมกับแสง ตลอดจนการเรียงตัวของวัตถุ
- ขนาด (Size) ขนาดของวัตถุที่ปรากฏในภาพ ซึ่งสัมพันธ์กับมาตราส่วนของภาพที่ปรากฏในรูปของความยาว ความกว้างหรือพื้นที่
- รูปร่าง (Shape) รูปร่างของวัตถุที่เป็นลักษณะเฉพาะตัว อาจมีความสม่ำเสมอ (Regular) หรือรูปร่างไม่สม่ำเสมอ (Irregular) เช่น สนามบิน พื้นที่นาข้าว ถนน แม่น้ำ คลองชลประทาน และเขื่อนกักเก็บน้ำ

- เนื้อภาพ (Texture) หรือความหยาบ ความละเอียดของผิววัตถุ เนื่องจากความสม่ำเสมอของวัตถุที่รวมกันอยู่ เช่น สนวนยางพารามีลักษณะเนื้อภาพที่มีความละเอียด
  - รูปแบบ (Pattern) ลักษณะการจัดเรียงตัวของวัตถุปรากฏเด่นชัด ระหว่างความแตกต่างตามธรรมชาติและสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น เช่น แม่น้ำ คลอง คลองชลประทาน สระน้ำ เขื่อน
  - ความสูงและเงา (Height and Shadow) เงาของวัตถุมีความสำคัญในการพิจารณาความสูง และมุมของดวงอาทิตย์ เช่น เงาบริเวณเขาหรือเงาหน้าผา และเงาของเมฆ
  - พื้นที่ (Site) หรือตำแหน่งของวัตถุที่พบตามธรรมชาติ เช่น พื้นที่ป่าชายเลน ซึ่งพบบริเวณชายฝั่งทะเลที่น้ำท่วมถึง
  - ความเกี่ยวพัน (Association) วัตถุบางอย่างมีความเกี่ยวพันกับสิ่งแวดล้อมอื่นๆ เช่น ไร่เลื่อนลอยที่อยู่ใกล้บริเวณพื้นที่ป่าไม้บนภูเขา
- สำหรับการแปลภาพดาวเทียมด้วยสายตา สามารถจำแนกวัตถุได้ดีและถูกต้อง โดยจะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่างๆ ดังที่กล่าวข้างต้น

2. กระบวนการประมวลผลข้อมูลภาพดาวเทียมด้วยการวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูลภาพดาวเทียมด้วยคอมพิวเตอร์ (Image Processing or Digital Analysis) นั้น มีหลักการคล้ายกับการวิเคราะห์ด้วยสายตา คือ การตรวจดู (Detection) การแสดงลักษณะหรือชนิด (Identification) การวัด (Measurement) และการแก้ปัญหา (Problem Solving) ทั้งนี้เรียกว่า Statistical Pattern Recognition (สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2540) ซึ่งขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลภาพดาวเทียมและประมวลผลข้อมูลภาพดาวเทียมด้วยคอมพิวเตอร์นั้น สรรค์ใจ กลิ่นแก้ว (2542) ได้สรุปไว้ดังนี้

- การเตรียมภาพดาวเทียม (Data Preparation) เป็นการเตรียมข้อมูล ภาพดาวเทียมให้ครอบคลุมพื้นที่ที่ต้องการศึกษา โดยเลือกภาพในช่วงวันเวลาที่ปราศจากเมฆหรือมีเมฆปกคลุมน้อยที่สุด มีการเลือกช่วงฤดูกาลที่จะทำการศึกษา รวมถึงเลือกระยะเวลาที่ไม่ก่อให้เกิดปัญหาต่อสัญญาณในการบันทึกภาพดาวเทียม
- ขั้นตอนก่อนการวิเคราะห์ข้อมูลภาพดาวเทียม (Pre-Processing) โดยส่วนใหญ่จะเป็นการปรับแก้ข้อมูลภาพดาวเทียมให้มีความเหมาะสมต่อการศึกษาในขั้นตอนต่อไป ยกตัวอย่างเช่น
  - การปรับแก้เชิงรังสี (Radiometric Correction) การปรับแก้เชิงรังสี เป็นการปรับแก้ข้อมูลภาพอันเนื่องมาจากความผิดพลาดหรือความบกพร่องของอุปกรณ์บันทึกภาพหรือมุมแสงอาทิตย์ หรือการแผ่กระจายพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าที่ผ่านชั้นบรรยากาศ ภาพ

ดาวเทียมที่นำมาใช้มีความไม่ชัดเจน มีลายเส้นปะปน (Strip, Noise) ปรากฏขึ้นในข้อมูลภาพดาวเทียม ทำให้ต้องทำการปรับแก้ก่อนที่จะนำไปดำเนินงานต่อไป

- การปรับแก้เชิงเรขาคณิต (Geometric Correction) เป็นการปรับแก้ของการบิดเบือนตำแหน่งในภาพ เนื่องจากความผิดพลาดของการโคจรและการบันทึกภาพดาวเทียม เพื่อให้ข้อมูลภาพดาวเทียมมีพิกัดตำแหน่งที่ถูกต้อง และสอดคล้องกับตำแหน่งบนพื้นผิวโลกตามระบบพิกัดทางภูมิศาสตร์

- การเลือกข้อมูลเฉพาะส่วนที่จะศึกษา (Image Extraction) เป็นการนำข้อมูลภาพดาวเทียมที่ได้รับการปรับแก้เชิงเรขาคณิตแล้ว มาทำการเลือกตัดข้อมูล โดยเฉพาะส่วนที่เป็นพื้นที่ศึกษา เพื่อนำข้อมูลไปใช้ในการวิเคราะห์ขั้นต้นต่อไป

- การปรับปรุงคุณภาพของข้อมูล (Image Enhancement) เป็นการเน้นรายละเอียดความชัดเจนของข้อมูลภาพหรือการเพิ่มระดับความแตกต่างระหว่างวัตถุต่างๆ (Contrast) ทำให้สังเกตเห็นขอบเขตของวัตถุต่างชนิดกันชัดเจนมากขึ้น ช่วยให้การตีความประเภทวัตถุต่างๆ ได้ง่ายมากขึ้น โดยทั่วไปนิยมใช้วิธียืดความเข้มสีเทาซึ่งเดิมอยู่ในช่วงแคบๆ ให้มีการกระจายกว้างขึ้น

- การกำหนดประเภทข้อมูล (Nomenclature) เป็นการกำหนดจำนวนและคุณลักษณะของประเภทข้อมูลก่อนที่จะทำการแปล หรือตีความข้อมูลเพื่อควบคุมการแปลภาพให้ครอบคลุมลักษณะการใช้ที่ดิน และสิ่งปกคลุมดินทุกประเภทที่พบในพื้นที่ศึกษานั้นๆ เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ที่ช่วยในการตัดสินใจตีความว่า วัตถุที่ศึกษานั้นเป็นวัตถุประเภทใด

3. การประมวลผลข้อมูลภาพดาวเทียม (Processing) คือ การจำแนกข้อมูลภาพดาวเทียม (Classification) เป็นการจัดกลุ่มให้กับจุดภาพในหลายช่วงคลื่นให้เป็นกลุ่มๆ ในแต่ละประเภทตามข้อมูลที่สะท้อนแสงกับสิ่งปกคลุมดินชนิดต่างๆ บนพื้นผิวโลก เป็นการจำแนกประเภทหรือจัดกลุ่มให้กับจุดภาพที่ต้องการ โดยใช้เทคนิคต่างๆ ตามหลักการวิเคราะห์ทางด้านสถิติ

4. การตรวจสอบความถูกต้อง (Accuracy Assessment) เป็นการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากการจำแนกประเภทข้อมูล เปรียบเทียบกับข้อมูลจริงที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม หรือข้อมูลอ้างอิงที่มีความถูกต้อง เช่น ภาพถ่ายออร์โธ แผนที่ภูมิประเทศ เมื่อจำแนกประเภทข้อมูลภาพดาวเทียมแล้วจะได้แผนที่ตามจุดประสงค์ที่ต้องการ ซึ่งในการตรวจสอบความถูกต้องนั้น ไม่จำเป็นที่จะต้องทำการตรวจสอบทุกๆ จุดภาพ เพราะไม่ใช่วัตถุประสงค์ของการจำแนกข้อมูลภาพดาวเทียม ในการตรวจสอบค่าความถูกต้องเป็นขั้นตอนที่สำคัญอย่างยิ่งต่อการนำสารสนเทศไปใช้ เนื่องจากสารสนเทศที่จะถูกนำไปใช้นั้น จะต้องมีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด

### การจำแนกประเภทข้อมูล (Image Classification Techniques)

การจำแนกประเภทข้อมูล เป็นการแบ่งจุดภาพที่มีคุณสมบัติการสะท้อนแสงคล้ายกัน ออกเป็นกลุ่มหรือระดับเดียวกัน เรียกว่า ชนิดหรือประเภท (Class) เพื่อที่จะแบ่งแยกวัตถุต่างๆ ที่แสดงในภาพดาวเทียมออกเป็นกลุ่มหรือประเภท ในการจำแนกประเภทข้อมูลนี้ ผู้ทำการจำแนกประเภทข้อมูลจะต้องใช้ความชำนาญในการทำงาน เพื่อการตัดสินใจ หรือต้องใช้ความรู้ทางสถิติ ในการจำแนกประเภทข้อมูล การจำแนกข้อมูลภาพดาวเทียมมีหลายเทคนิค เทคนิคที่นิยมและใช้กันอย่างแพร่หลาย (Lillesand and Kiefer, 2000; สมพร สง่างศ์, 2540) ได้แก่

- การจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่กำกับดูแล (Unsupervised Classification) เป็นการจำแนกข้อมูลโดยการสร้างกลุ่มที่มีความคล้ายคลึงของช่วงคลื่น โดยไม่ต้องทราบถึงชนิดหรือประเภทของกลุ่มที่ต้องการจะจำแนกก่อน ค่าการสะท้อนช่วงคลื่นทั้งหมดของทุกจุดภาพจะถูกตรวจสอบ เพื่อหาความสัมพันธ์ทางสถิติและรวมกลุ่มกันตามความคล้ายคลึงกันของกลุ่มหรือประเภท จากนั้นผู้ทำการจำแนกประเภทข้อมูลภาพดาวเทียมจะต้องกำหนดชื่อให้กับแต่ละกลุ่มที่ต้องการจำแนก เทคนิคที่นิยมใช้กันมากคือ การรวมกลุ่มแบบ ISODATA (Iterative Self-Organizing Data Analysis) เป็นวิธีที่ใช้ระยะทางเชิงช่วงคลื่นและจำแนกจุดภาพทุกจุดพร้อมกัน อย่างซ้ำๆ หลายๆ รอบ และทุกครั้งจะมีการคำนวณค่าสถิติขึ้นมาใหม่ และมีการจำแนกกลุ่มหรือประเภทขึ้นใหม่ทุกครั้ง รูปแบบของระยะทางเชิงช่วงคลื่นจะค่อยๆ ปรากฏ เทคนิค ISODATA นี้จะใช้ระยะทางที่สั้นที่สุด เพื่อกำหนดหรือจำแนกกลุ่มให้กับแต่ละจุดภาพ ซึ่งในการจำแนกประเภทข้อมูลจะได้ค่าเฉลี่ยของกลุ่มที่กำหนดจำนวน จากนั้นกระบวนการจะถูกทำซ้ำๆ เพื่อที่จะให้ค่าเฉลี่ยและทำการรวมกลุ่มกับค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่จัดสร้างขึ้นมาใหม่โดยวิธีการทางสถิติ

- การจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับดูแล (Supervised Classification) เป็นวิธีการจำแนกข้อมูลภาพ ซึ่งจะต้องประกอบด้วย การเลือกพื้นที่ตัวอย่าง (Training area) ขึ้นตอนเบื้องต้น ในการจำแนกประเภทของข้อมูล จะคัดเลือกเกณฑ์การจำแนกประเภทข้อมูล แล้วทำการกำหนดค่าทางสถิติของแต่ละประเภทเพื่อใช้ในการจำแนกข้อมูล และเพื่อคำนวณค่าสถิติ เช่น ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ค่า Covariance Matrix ของแต่ละประเภทข้อมูล ซึ่งค่าสถิติดังกล่าวจะเป็นตัวแทนสำหรับการจำแนกประเภทข้อมูลของพื้นที่ทั้งหมด จากนั้นทำการวิเคราะห์ทั้งภาพ และรวมกลุ่มชั้นประเภทข้อมูลในลำดับสุดท้าย ในการกำหนด Training area ควรเลือกประมาณ 30-40 ตัวอย่าง เพื่อที่จะสามารถวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติได้ หรือส่วนใหญ่ใช้ประมาณ 10 เท่าของจำนวน Band ที่ใช้สำหรับการจำแนกประเภทข้อมูล

ในแต่ละตัวอย่างจะต้องประกอบด้วยอย่างน้อย  $3 \times 3$  จุดภาพ (Congalton and Green, 1999) สำหรับการจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับดูแลที่นิยมใช้กันมาก มีอยู่ 3 เทคนิค (Lillesand and Kiefer, 2000; สมพร สง่างวงศ์, 2540) คือ

- การจำแนกแบบระยะห่างต่ำสุด (Minimum Distance to Means) เป็นการจำแนกข้อมูลที่มีขั้นตอนไม่ซับซ้อน และทำงานได้รวดเร็ว โดยมีขั้นตอนในการจำแนกดังนี้ ทำการคำนวณค่าเฉลี่ยของค่า Digital Number ของข้อมูลแต่ละชนิดจาก Training area ซึ่งค่าเฉลี่ยที่ได้นี้เรียกว่า “Mean Vector” จากนั้นจะมีกระบวนการในการนำจำนวนจุดภาพทั้งหมดที่มีอยู่ของข้อมูลมาจำแนกประเภท โดยจะถูกจัดให้อยู่ในชั้นข้อมูลที่อยู่ใกล้ Mean Vector ของชั้นข้อมูลนั้นๆ (Data Boundary) โดยจะถูกจัดให้อยู่รอบ Mean Vector (วินิตา ผ่านาค, 2531)

- การจำแนกแบบสี่เหลี่ยมค้อน (Parallelepiped Classifier) โดยสมพร สง่างวงศ์ (2540) ได้กล่าวว่า การจำแนกด้วยวิธีนี้มีกระบวนการการทำงาน โดยกำหนดค่า Digital Number ต่ำสุดและสูงสุดของแต่ละ Band หรือใช้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ซึ่งเปรียบเทียบเป็นการนำเอากรอบสี่เหลี่ยมไปวางรอบๆ ชั้นข้อมูลของข้อมูลตัวอย่าง โดยจุดภาพที่ต้องการจำแนกจะถูกจำแนกไปตามกลุ่มที่ตกอยู่ในขอบเขตของกรอบสี่เหลี่ยมหนึ่งๆ อาศัยการกำหนดช่วงความแปรผัน (Variance) ของประเภทข้อมูล จากค่าสะท้อนช่วงคลื่นต่ำสุดและสูงสุดภายในพื้นที่ข้อมูลตัวอย่างแต่ละ Band เพื่อจำแนกประเภทข้อมูล

- การจำแนกแบบความน่าจะเป็นไปได้มากที่สุด (Maximum Likelihood Classifier) ซึ่งสมพร สง่างวงศ์ (2540) ได้กล่าวถึงการจำแนกประเภทข้อมูลด้วยวิธีนี้ว่า เป็นวิธีที่มีความถูกต้องมากที่สุด แต่ต้องใช้เวลาในการคำนวณมาก สำหรับกระบวนการทำงานของการจำแนกประเภทข้อมูลทำโดยการคำนวณ Mean Vector ค่าความแปรปรวน และค่าสหสัมพันธ์ของช่วงคลื่น ที่จะนำมาใช้ในการจำแนกประเภทของชั้นข้อมูลจากข้อมูลตัวอย่าง โดยตั้งอยู่บนสมมติฐานที่อธิบายว่าแต่ละชั้นข้อมูลจะต้องมีการกระจายตัวเป็นแบบปกติ (Normal Distribution) ซึ่งการกระจายของจุดภาพรอบๆ ค่าเฉลี่ย อธิบายได้จากทฤษฎีความน่าจะเป็น (Probability Function) โดยพิจารณาจากค่า Mean Vector และ Covariance Matrix ของข้อมูลแต่ละประเภท

### ดัชนีประเภทต่างๆ

ดัชนีต่างๆ เกิดจากการปรับภาพเชิงช่วงคลื่นของข้อมูลภาพดาวเทียม เป็นการใช้ข้อมูลภาพในหลายๆ ช่วงคลื่นมาแปลงเป็น Band ใหม่ เพื่อที่จะเน้นลักษณะที่สนใจ หรืออาจลดขนาดของข้อมูล ถ้าการแปลงนั้นเป็นการจัดข้อมูลใหม่ จำนวน Band ที่ได้ใหม่ก็จะเท่ากับจำนวน Band ของภาพเดิม แต่ถ้าเป็นการสังเคราะห์ใหม่ (Synthetic) จะได้ Band ใหม่เพียง Band เดียว ตัวอย่างจากการสังเคราะห์ช่วงคลื่นนี้คือ การใช้ค่าดัชนีต่างๆ (Indices) ในการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก และการแปลงช่วงคลื่นแบบ Tasseled Cap เป็นการจัดข้อมูลใหม่ทำให้มี Band ใหม่เกิดขึ้น จะแสดงเป็นภาพเดี่ยวแบบขาว-ดำ หรืออาจจะใช้ร่วมกับ Band อื่นในการแสดงภาพ เพื่อปรับคุณภาพของภาพดาวเทียม ให้ดีขึ้นหรืออาจใช้เป็นข้อมูลเพิ่มเติมในการจำแนกข้อมูลภาพ โดยดัชนีส่วนใหญ่เป็นฟังก์ชันที่ใช้เพียง 2 Bands (ตัวแปร) ของข้อมูลภาพเดิมหรืออาจใช้จำนวน Band เพิ่ม ดัชนีที่สร้างจะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของวัตถุต่างๆ สำหรับ ฟังก์ชันที่ใช้กันทั่วไป ได้แก่ ฟังก์ชันคณิตศาสตร์พื้นฐาน ฟังก์ชันสมการพหุนามขั้นสูง ซึ่งดัชนีที่มีการสังเคราะห์ขึ้นเหล่านี้ จะเกี่ยวข้องกับการสะท้อนของพื้นผิวโลก พื้นผิววัตถุ การสะท้อนของสิ่งปกคลุมดิน รวมถึงประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน เช่น

1. ดัชนีพืช (Vegetation Index) สำหรับดัชนีพืชส่วนใหญ่จะแสดงถึงความหนาแน่นของมวลชีวภาพสีเขียว โดยใช้ช่วงคลื่นอินฟราเรด (Band 4) และช่วงคลื่นสีแดง (Band 3) ทั้งนี้จะพบดัชนีพืชแบบง่ายๆ เช่น การหาความแตกต่างของสัดส่วนระหว่างช่วงคลื่นอินฟราเรดกับช่วงคลื่นสีแดง และแบบที่ซับซ้อน เช่น การแปลงช่วงคลื่นแบบ Tasseled Cap (ERDAS, 2005; สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2538) ดัชนีพืชมักใช้ในการเน้นการตอบสนองของพืชสีเขียว การคาดคะเนมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน ตัวอย่างดัชนีพืชที่พบส่วนใหญ่ในการประมวลผลภาพดาวเทียม (ERDAS, 2005) เช่น

1.1. Ratio Vegetation Index (RVI) มีค่าเท่ากับ  $\frac{\text{Band 4}}{\text{Band 3}}$  โดย Band 4 คือ ช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ และ Band 3 คือ ช่วงคลื่นสีแดง ซึ่งบันทึกข้อมูลด้วยดาวเทียม LANDSAT-TM ทั้งคู่ โดยถ้าค่าดัชนีนี้มีค่าเพิ่มขึ้น แสดงถึงการเพิ่มขึ้นของวัตถุสีเขียวที่ปกคลุมพื้นดิน ตัวอย่างเช่น จุดภาพใดมีค่า Ratio Vegetation Index สูงแสดงว่าจุดภาพนั้นมีพืชปกคลุมมากกว่าจุดภาพที่มีค่า Ratio Vegetation Index น้อยกว่า

## 1.2 Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) เท่ากับ $\frac{\text{Band 4}-\text{Band 3}}{\text{Band 4}+\text{Band 3}}$

เป็นช่วงคลื่นบันทึกข้อมูลด้วยดาวเทียม LANDSAT-TM เช่นเดียวกับกับ Ratio Vegetation Index ซึ่งสมพร สว่างวงศ์ (2540) ได้กล่าวถึงค่าดัชนี NDVI นี้ว่าเป็นค่าดัชนีที่แสดงถึงค่าความสัมพันธ์ระหว่างการสะท้อนแสงของช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้กับช่วงคลื่นสีแดง ของพืชที่มีสภาพสมบูรณ์ ถ้าค่าดัชนี NDVI มีค่าสูง แสดงว่าพื้นที่บริเวณนั้นมีมวลชีวภาพและความสมบูรณ์ของพืชสูงด้วย นอกจากนี้ Malingreau (1989) กล่าวว่าค่าดัชนี NDVI เป็นค่าดัชนีเฉพาะ เพื่อจำแนกพืชพันธุ์ประเภทต่างๆ ที่ปกคลุมดิน ทั้งไม้ยืนต้น และพืชที่เติบโตมีอายุพอสมควรแล้ว ซึ่งช่วงคลื่นที่เกี่ยวข้องของดัชนีนี้ คือช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้กับช่วงคลื่นสีแดง เนื่องจากพืชพันธุ์แต่ละประเภทมี “ลายเซ็นช่วงคลื่น (Spectral signature curve)” ที่มีลักษณะเฉพาะสำหรับพืชเท่านั้น โดยความยาวคลื่นของช่วงคลื่นสีแดงอยู่ที่ 0.65-0.70  $\mu\text{m}$  ในขณะที่ความยาวคลื่นของช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้อยู่ที่ 0.70-1.30  $\mu\text{m}$  นั้น มีแนวโน้มก่อให้เกิดความร้อนที่มากเกินไปของใบไม้ และเป็นการลดลงของฟังก์ชัน โดยเลือกใช้เฉพาะฟังก์ชันที่จำเป็นในการสร้างดัชนี

2. ดัชนีดิน (Soil Brightness Index) เป็นดัชนีที่เกิดจากปัจจัยหลายอย่างที่ส่งผลต่อการสะท้อนของลักษณะบนพื้นผิวโลก แสดงความสัมพันธ์ระหว่างช่วงคลื่นสีน้ำเงิน (Band 1) ช่วงคลื่นสีแดง (Band 3) ช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (Band 4) ช่วงคลื่นอินฟราเรดคลื่นสั้น (Band 5) และช่วงคลื่นอินฟราเรดสะท้อน (Band 7) แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างช่วงคลื่น ซึ่งพบว่าดินสีจาง แห้ง และมีผิวเรียบจะมีการสะท้อนแสงสูงกว่าดินสีเข้ม ชื้น และขรุขระ การสะท้อนของดินเกิดจากส่วนของผิวดิน รวมถึงองค์ประกอบทางเคมีของดิน ปริมาณฮิวมัส ปริมาณความชื้นที่ผิวดิน ความขรุขระของผิวดินมีผลต่อการสะท้อน เนื่องจากมุมของแสงที่ตกกระทบ ทำให้เกิดปริมาณเงาที่ผิวดินแตกต่างกัน ดัชนีดิน ปรากฏในโปรแกรมการวิเคราะห์ทางด้านรีโมทเซนซิงประมวลผลโดยคอมพิวเตอร์ทั่วไป (ERDAS, 2005) ได้แก่

2.1 ค่าดัชนี Brightness มีค่าเท่ากับ  $[(\text{Band}4)^2+(\text{Band}3)^2]^{\frac{1}{2}}$  โดยช่วงคลื่นบันทึกข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT-TM

2.2 ค่าดัชนี Clay mineral มีค่าเท่ากับ  $\frac{\text{Band 5 TM}}{\text{Band 7 TM}}$  โดยช่วงคลื่นบันทึกข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT-TM สำหรับแผ่นดินเหนียวจะมีการสะท้อนได้ดีกว่าดินทรายที่มีผิวขรุขระ ซึ่งความขรุขระที่ผิวดินอาจจะเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ ได้แก่ การไถพรวนใหม่ๆ ก้อนดินที่ใหญ่จะเกิดเงาที่ผิวมาก จึงมีการสะท้อนน้อยกว่า ในการศึกษาครั้งนี้ จึงเลือกใช้ค่าดัชนี Clay mineral มาเป็นอีกหนึ่งตัวแปรเพื่อใช้ในการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน

2.3 ค่าดัชนี Ferrous minerals มีค่าเท่ากับ  $\frac{\text{Band 5 TM}}{\text{Band 4 TM}}$  โดยช่วงคลื่นบันทึกข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT-TM ในเนื้อดินที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุและอนินทรีย์วัตถุต่างกันจะมีการสะท้อนที่แตกต่างกัน ในกรณีของดินที่มีปริมาณเหล็กเป็นองค์ประกอบมาก จะมีรูปแบบการสะท้อนที่เป็นเอกลักษณ์ โดยความยาวคลื่นของช่วงคลื่นอินฟราเรดคลื่นสั้นอยู่ที่ 1.55-1.75  $\mu\text{m}$  จะมีการสะท้อนสูงสุด (McCloy, 1995) ในขณะที่ความยาวคลื่นของช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้อยู่ที่ 0.70-1.3  $\mu\text{m}$  ดังนั้นการนำค่าดัชนี Ferrous minerals มาใช้ในการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินน่าจะให้ผลที่ดี

2.4 ค่าดัชนี Hydrothermal Composite มีค่าเท่ากับ  $\frac{\text{Band 3 TM}}{\text{Band 1 TM}}$  โดยช่วงคลื่นบันทึกข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT-TM เป็นค่าดัชนีที่บอกถึงปริมาณความชื้นที่มีอุณหภูมิสูงในสิ่งปกคลุมพื้นผิวโลก โดย Band 1 มีศักยภาพในการตรวจสอบลักษณะน้ำตามชายฝั่ง ในขณะที่ Band 3 แสดงความแตกต่างของการดูดกลืนคลอโรฟิลล์ในพืชชนิดต่างๆ

3. ค่าดัชนีน้ำ (NDWI: The Normalized Difference Water Index) เป็นค่าดัชนีที่ถูกพัฒนาเพื่อวิเคราะห์ลักษณะเฉพาะของน้ำ รวมถึงเน้นการปรากฏของแหล่งน้ำ เน้นความแตกต่างของส่วนที่เป็นน้ำ และส่วนที่ไม่ใช่น้ำ โดยใช้สัดส่วนของค่า DN ของข้อมูลภาพดาวเทียมเชิงตัวเลขของช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ กับช่วงคลื่นสีเขียว (Band 2) นอกจากนี้ ยังใช้ในการคาดการณ์การปรากฏของดิน และพืชพันธุ์ที่อยู่บนพื้นผิวโลกได้อีกด้วย รวมทั้งการแบ่งแยกลักษณะของแหล่งน้ำที่มีความชุ่มชื้นได้อีกด้วย โดยค่าดัชนีน้ำหาได้จากสัดส่วนของ Band 2 กับ Band 4 โดยได้มาจาก  $\frac{\text{Band 2} - \text{Band 4}}{\text{Band 2} + \text{Band 4}}$  จากดาวเทียม LANDSAT-TM (McFeeters, 1996)

4. ค่าดัชนีสิ่งปลูกสร้าง (Normalized Difference Built-up Index: NDBI) เป็นค่าดัชนีที่เน้นขอบเขตของพื้นที่เมืองและสิ่งปลูกสร้างให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น แบ่งแยกส่วนของพื้นที่ที่เป็นสิ่งปลูกสร้าง โดยค่าของดัชนีได้จากสัดส่วนของ Band 5 กับ Band 4 มีค่าเท่ากับ  $\frac{\text{Band 5} - \text{Band 4}}{\text{Band 5} + \text{Band 4}}$  จากดาวเทียม LANDSAT-TM (Zha, Gao and Ni, 2003)

### การวิเคราะห์ Discriminant

การวิเคราะห์ Discriminant นั้นเป็นการวิเคราะห์ทางสถิติประเภทหนึ่ง เป็นการวิเคราะห์เพื่อจำแนกกลุ่ม ใช้ในการแบ่งกลุ่มของคน สัตว์ องค์กร สิ่งของ ฯลฯ ออกเป็นกลุ่มย่อยๆ ตั้งแต่ 2 กลุ่มขึ้นไป ในการวิเคราะห์จะเริ่มต้นด้วยการเก็บข้อมูลที่เรากำลังต้องการจำแนกประเภทโดยต้องทำการกำหนดจำนวนกลุ่ม และกำหนดประเภทของกลุ่ม ซึ่งวัตถุประสงค์ในการวิเคราะห์ Discriminant คือการต้องการทราบว่า สิ่งที่เราสนใจจะจำแนกกลุ่มอยู่ในกลุ่มใด และในการวิเคราะห์จะต้องใช้ข้อมูลดังกล่าว เพื่อใช้ในการสร้างสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง “กลุ่มหรือประเภทของตัวแปร” กับ “สิ่งที่ต้องการจำแนก” สิ่งที่จะจำแนกนั้นเมื่อมีความแตกต่างกันก็จะอยู่กันคนละกลุ่มหรือคนละประเภทกัน สำหรับหลักเกณฑ์ของการวิเคราะห์ Discriminant นั้น การที่ต้องการทราบว่า “สิ่งที่ต้องการจำแนก” อยู่กลุ่มใด ต้องทำการสร้างสมการแสดงความสัมพันธ์ของตัวแปร โดยใช้หลักการของการวิเคราะห์ความถดถอย ซึ่งในการวิเคราะห์ Discriminant นั้นต้องมีการจัดสร้างชุดฟังก์ชัน คือ Discriminant functions มีจำนวนฟังก์ชันเท่ากับจำนวนของกลุ่มหรือประเภทที่จะทำการจำแนก จึงนำฟังก์ชันไปประมาณค่า โดยค่าที่ได้เป็นตัวแทนของค่าความน่าจะเป็น โดยชุดของข้อมูลที่ศึกษาจะอยู่ในประเภทใดพิจารณาจากค่าตัวแทนของค่าความน่าจะเป็นที่มีค่าสูงสุด ถ้าค่าตัวแทนของค่าความน่าจะเป็นในฟังก์ชันของประเภทใดมีค่าสูงสุด ชุดข้อมูลก็จะอยู่ในประเภทนั้นๆ (สำเร็จ บุญเรืองรัตน์, 2526)

ในการเลือกตัวแปรชนิดที่ใช้เพื่อจำแนกกลุ่มนั้น อุไรวรรณ อมรมนิมิตร (2546) กล่าวว่า ตัวแปรที่จะสร้างความแตกต่างเพื่อใช้จำแนกกลุ่ม เรียกว่า ตัวแปรจำแนกกลุ่ม (Discriminator Variable) ซึ่งเป็นตัวแปรเชิงปริมาณสำหรับใช้ในการแบ่งกลุ่มหรือประเภทของ “สิ่งที่ต้องการจำแนก” และในการศึกษาจะมีตัวแปรอีกประเภทหนึ่งสำหรับใช้เป็นประเภทของกลุ่มที่จะวิเคราะห์ “สิ่งที่ต้องการจำแนก” เรียกว่า ตัวแปรเชิงกลุ่ม (Categorical Variable) ซึ่งเป็นตัวแปรเชิงคุณภาพ ในกระบวนการการวิเคราะห์ Discriminant จะต้องทำการปรับ Categorical Variables ให้อยู่ในรูปตัวแปรเทียม (Dummy Variable) และ Discriminator Variable จะเป็นตัวแปรที่ทำให้ “สิ่งที่ต้องการจำแนก” มีความแตกต่างกันไป เพื่อใช้ในการแบ่งแยกตามกลุ่มหรือประเภทที่เราจะทำการจำแนก โดยจำนวนของกลุ่มที่จะจำแนกต้องมีตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป

สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร Categorical Variable กับตัวแปร Discriminator Variable จะอยู่ในรูปสมการเชิงเส้น (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2548) ดังนี้

$$D = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_p X_p + e$$

โดยที่  $D$  คือ ตัวแปร Categorical Variable เป็นประเภทของกลุ่มที่จะทำการจำแนก

$\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_p$  คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร Discriminator Variable

$X_1, X_2, \dots, X_p$  คือ ตัวแปร Discriminator Variable เป็นตัวแปรเพื่อในการจำแนกกลุ่ม;  $p \geq 1$

$e$  คือ ค่าความคลาดเคลื่อน

กัลยา วานิชย์บัญชา (2548) ได้กล่าวว่า ในการวิเคราะห์ Discriminant จะเรียกสมการข้างต้นว่า “Discriminant function” หรืออาจเรียกได้ว่าอีกชื่อหนึ่งว่า “Fisher Discriminant function” เนื่องจาก R.A.Fisher เป็นผู้คิดค้นการวิเคราะห์ประเภทนี้ขึ้นมาในปี ค.ศ. 1936 เมื่อทำการสร้างสมการ Discriminant functions ขึ้นแล้วจากนั้นจะทำการประมาณค่า Discriminant Score ( $\hat{D}$ ) จะใช้ข้อมูลตัวอย่างมาประมาณสมการข้างต้นเพื่อให้ได้ค่าการประมาณของ  $\hat{D}$  สามารถคำนวณได้จากสมการ (อุไรวรรณ อมรมนิต, 2546) ดังต่อไปนี้

$$\hat{D} = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_p X_p$$

โดยที่  $\hat{D}$  คือ ค่า Discriminant Score

$b_0, b_1, b_2, \dots, b_p$  คือ ค่าสัมประสิทธิ์ที่ประมาณได้จากข้อมูล

$X_1, X_2, \dots, X_p$  คือ ตัวแปรอิสระ

ในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์  $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_p$  ด้วย  $b_0, b_1, b_2, \dots, b_p$  ตามลำดับนั้น มีเป้าหมายเพื่อที่จะทำให้ความแตกต่างระหว่างกลุ่มมีมากที่สุด นั่นคือ ทำให้ค่าสัดส่วนระหว่างความผันแปรระหว่างกลุ่ม (Between-Groups Sum of Squares) กับสัดส่วนระหว่างความผันแปรภายในกลุ่ม (Within-Groups Sum of Squares) มีค่ามากที่สุด โดยหลักเกณฑ์ในการวิเคราะห์ Discriminant เป็นการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และการวิเคราะห์ความถดถอย (Regression) เพื่อสร้างสมการจำแนกกลุ่ม โดยการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของสมการความถดถอย

เพื่อสร้างสมการ จากการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของสมการความถดถอยด้วย  $\beta$  หรือ  $b$  โดยใช้หลักการที่ว่า จะหาค่า  $\beta$  หรือ  $b$  ที่ทำให้ค่าสัดส่วนระหว่างความผันแปรระหว่างกลุ่ม (Between-Groups Sum of Squares) กับความผันแปรภายในกลุ่ม (Within-Groups Sum of Squares) มีค่ามากที่สุด เป็นการแสดงว่า “สิ่งที่ต้องการจำแนก” ที่อยู่ต่างกลุ่มมีความแตกต่างกันมากกว่า “สิ่งที่ต้องการจำแนก” ที่อยู่ในกลุ่มเดียวกัน (สำเร็จ บุญเรืองรัตน์, 2526; อุไรวรรณ อมรมนิมิตร, 2546)

### การประยุกต์ใช้การวิเคราะห์ Discriminant

Liang and Shi (2004) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของเทคนิคการวิเคราะห์ทางสถิติ Kernel Fisher Discriminant Analysis ซึ่งเป็นเทคนิคย่อยอีกหนึ่งเทคนิคของการวิเคราะห์ Discriminant เพื่อการจำแนกกลุ่มหรือประเภท โดยการวิเคราะห์ Discriminant มีการสร้าง Discriminant function ในรูปของสมการเส้นตรง (Linear function) แต่สมการของ Kernel Fisher Discriminant function มีการใช้วิธีการทางคณิต และการคำนวณเพิ่มมากขึ้น เพื่อสร้างสมการในรูปของ Nonlinear function ซึ่งกระบวนการในการวิเคราะห์ของ Kernel Fisher Discriminant Analysis ได้มีการกำหนด Training samples เช่นเดียวกับกับการวิเคราะห์ Discriminant ซึ่งในการศึกษาพบว่า การวิเคราะห์แบบ Kernel Fisher Discriminant นั้น มีประสิทธิภาพในการจำแนกกลุ่มใกล้เคียงกับการวิเคราะห์แบบ Discriminant ปรกติ หากนำการศึกษาและหาวิธีต่างๆ ที่เหมาะสมต่อการวิเคราะห์แบบ Kernel Fisher Discriminant เช่น อาจมีการเพิ่มจำนวน Training samples มากกว่าเดิม คาดว่าการวิเคราะห์แบบ Kernel Fisher Discriminant น่าจะสามารถจำแนกประเภทได้ผลดีขึ้น และน่าจะมีการนำวิธีการวิเคราะห์แบบ Kernel Fisher Discriminant นำไปใช้ในการศึกษาด้านต่างๆ ต่อไป

Spencer *et al.* (2007) ได้ศึกษาและจำแนกประเภทแหล่งน้ำตามธรรมชาติกับแหล่งน้ำอยู่ใกล้ชุมชนที่อยู่อาศัยบริเวณปากน้ำประเทศอังกฤษ โดยแบ่งแหล่งน้ำจากปริมาณ Dissolved organic matter (DOM) ที่แตกต่างกันในแหล่งน้ำ ในแต่ละประเภทมีการแบ่งแยกตามความเค็มกับตำแหน่งการสูมวัดที่ต่างกัน ในขั้นแรกได้เลือกใช้ตัวแปรจากการวัดด้วย spectrophotometric ได้ตัวแปรมา 1 ชุด และวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal Component Analysis; PCA) เพื่อเลือกตัวแปรที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์ได้ตัวแปรมาอีก 1 ชุด ในส่วนของ การวิเคราะห์ Discriminant ได้สร้าง Discriminant function สามารถจำแนกประเภทแหล่งน้ำ ออกเป็น 7 ประเภท คือ

- 1) River tyne (น้ำจืดจากแหล่งน้ำบริเวณปากน้ำในเมือง)
  - 2) Tyne estuary (แหล่งน้ำบริเวณปากน้ำที่มีความเค็มมากกว่าน้ำจืดตามธรรมชาติ แต่มีความเค็มไม่ถึง 32.0 ppt.)
  - 3) Coastal North Sea (แหล่งน้ำตามชายฝั่งทะเลทางด้านเหนือที่มีความเค็มมากกว่า 32.0 ppt.)
  - 4) Howdon STW (น้ำที่มีสิ่งปฏิกูล และน้ำโสโครกจากท่อระบายน้ำ)
  - 5) Tyne estuarine urban river impacted site (แหล่งน้ำบริเวณปากน้ำที่มีผลกระทบจากแม่น้ำในเมือง ซึ่งเป็นน้ำที่มีคุณภาพต่ำ)
  - 6) Tweed estuary (แหล่งน้ำบริเวณปากน้ำดั้งเดิม ที่มีความเค็มมากกว่าน้ำจืด แต่มีความเค็มไม่ถึง 32.0 ppt.)
  - 7) River Tweed (น้ำจืดจากแหล่งน้ำบริเวณปากน้ำดั้งเดิม)
- เมื่อจำแนกประเภทแหล่งน้ำแล้ว จึงตรวจสอบค่าความถูกต้องในการจำแนกประเภทข้อมูล ซึ่งให้ค่าความถูกต้องโดยรวมร้อยละ 53.3

Franklin *et al.* (1994) ได้ทำการศึกษาการปกคลุมของต้น *Kalmia angustifolia* ในพื้นที่ป่าที่ได้รับการปฏิรูป ในพื้นที่ Newfoundland ประเทศแคนาดา โดยใช้การวิเคราะห์ Discriminant เพื่อจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยแบ่งประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินออกเป็น 12 ประเภท ได้แก่ แหล่งน้ำ สิ่งปลูกสร้าง พื้นที่เปิดโล่ง พื้นที่ที่มีการตัดต้น *K. angustifolia* พื้นที่ที่ต้น *K. angustifolia* ถูกเผา พื้นที่ชุ่มน้ำที่มีต้น *K. angustifolia* พื้นที่ที่มีต้นสนทึบ พื้นที่ชุ่มน้ำที่ไม่มีต้นไม้พุ่มขนาดเล็กใบเขียว พื้นที่ที่ไม่มีต้น *K. angustifolia* ที่ถูกตัดจนเตียน ป่าที่มีต้นเบิร์ชขาว (White birch) ป่าแดง และป่าสน โดยใช้ค่า DN ดั้งเดิม จำนวน 6 Band ของดาวเทียม LANDSAT 5-TM เป็นตัวแปรในการสร้างฟังก์ชัน โดยให้ค่าความถูกต้องโดยรวมร้อยละ 84.0

นอกจากนี้ สมบูรณ์ กิริติประยูร และคณะ (2550) ซึ่งได้ทำการประยุกต์ใช้การวิเคราะห์ Discriminant เพื่อจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน และติดตามการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินจากข้อมูลภาพดาวเทียมเชิงตัวเลขจากดาวเทียม LANDSAT 5-TM และดาวเทียม LANDSAT 7 ETM<sup>+</sup> ครอบคลุมพื้นที่เกาะช้าง จังหวัดตราด โดยเลือกใช้ชนิดของตัวแปร 3 ประเภท ได้แก่ ค่า DN ดั้งเดิม ค่า DN สัมพันธ์กับค่าพิสัยของทุกๆ Band ใน pixels และค่า DN สัมพันธ์กับค่า DN ของ Band 1 เป็นตัวแปรอิสระเพื่อสร้าง Discriminant functions ซึ่งผลการศึกษาทำให้ค่าความถูกต้องโดยรวมของหน่วยตัวอย่างจากกระบวนการ Verification มีค่าอยู่

ระหว่างร้อยละ 94.5–95.7 สำหรับค่าสัมประสิทธิ์ Kappa มีค่าระหว่าง 0.8684–0.8956 และใน ส่วนของหน่วยตัวอย่างจากกระบวนการ Validation ให้ค่าความถูกต้องโดยรวมอยู่ระหว่างร้อยละ 86.3–89.0 และให้ค่าสัมประสิทธิ์ Kappa มีค่าระหว่าง 0.8181–0.8683 ซึ่งการศึกษาดังกล่าว แตกต่างกับการศึกษาในครั้งนี้ ในส่วนของการเลือกตัวแปรที่นำมาใช้ในการสร้าง Discriminant functions เนื่องจากในการศึกษานี้ได้เลือกใช้ตัวแปรในการสร้างฟังก์ชัน 3 ประเภท ได้แก่ ค่า DN ดั้งเดิม ค่าดัชนีต่างๆ และค่า DN ดั้งเดิมกับค่าดัชนีต่างๆ เป็นตัวแปรร่วมกัน ซึ่งการใช้ประยุกต์ใช้ การวิเคราะห์ Discriminant เพื่อจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน ยังไม่ได้มีการนำเอาค่าดัชนี ต่างๆ มาใช้เป็นตัวแปรในการสร้าง Discriminant functions กันอย่างแพร่หลายมากนัก ซึ่งน่าจะทำ ให้การจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินมีผลดีขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม ในการศึกษานี้ได้มีการ ตรวจสอบความถูกต้องของการประเมินและจำแนกประเภทจากหน่วยตัวอย่างที่ใช้ใน การสร้าง Discriminant functions (Verification) รวมทั้งตรวจสอบการใช้ได้จริงของ Discriminant functions ที่สร้างขึ้น (Validation) เช่นเดียวกัน

#### การตรวจสอบค่าความถูกต้อง

การตรวจสอบค่าความถูกต้อง (Accuracy Assessment) เป็นการตรวจสอบความ ถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากการจำแนกประเภทข้อมูลกับข้อมูลจริงที่ได้จากการตรวจสอบ หรือ ตรวจสอบจากข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ เพื่อใช้เป็นฐานในการอ้างอิงตรวจสอบค่าความถูกต้องของ การวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียม (Congalton and Green, 1999) โดยการสร้างตารางคำนวณค่า ความผิดพลาด (error matrix) เพื่อคำนวณค่าความถูกต้องทั้งหมด (Overall Accuracy) ของการ จำแนกประเภทข้อมูล ค่าความถูกต้องระดับผู้ผลิต (Producer's Accuracy) หมายถึง ค่าร้อยละที่ ถูกต้องจากการประมาณประเภทของหน่วยตัวอย่างที่ทราบประเภทต่อหน่วยตัวอย่างของกลุ่มหรือ ประเภททั้งหมด ส่วนค่าความถูกต้องระดับผู้ใช้ (User's Accuracy) หมายถึง ค่าร้อยละของหน่วย ตัวอย่างที่ถูกประมาณเป็นกลุ่มหรือประเภทนั้นได้ถูกต้องต่อหน่วยตัวอย่างที่ถูกประมาณเป็นกลุ่ม หรือประเภทนั้นทั้งหมด (Wilkie and Finn, 1996)

หากพิจารณาในส่วนการทดสอบโดยใช้ความผิดพลาดของข้อมูลที่ทำให้การจำแนกขาด หายไป (Omission error) คำนวณได้โดยใช้จำนวนจุดภาพที่จำแนกถูกต้องทั้งหมดของชั้นข้อมูล หนึ่งๆหารด้วยจำนวนจุดภาพทั้งหมดของชั้นข้อมูลนั้น ซึ่งได้จากการสำรวจภาคสนาม (ผลรวม แนวตั้ง) การทดสอบโดยใช้ความผิดพลาดของข้อมูลที่ทำให้การจำแนกเกินมา หรือมีข้อมูลอื่น ปลอมปนอยู่ด้วย (Commission error) คำนวณได้โดยใช้จำนวนจุดภาพที่จำแนกถูกต้องทั้งหมดของ

ชั้นข้อมูลหนึ่งๆ หากด้วยจำนวนจุดภาพทั้งหมดของชั้นข้อมูลที่นำมาจำแนกประเภท (ผลรวมแน่นอน) จะแสดงถึงความเป็นไปได้ที่จำนวนจุดภาพที่ถูกจำแนกในภาพเป็นตัวแทนของข้อมูลภาคพื้นดินจริงๆ (สมพร สง่างศ์, 2540)

อย่างไรก็ตาม ควรทำการตรวจสอบความถูกต้องในภาพรวมที่เรียกว่า ค่าสัมประสิทธิ์ Kappa ( $\hat{K}$ ) เพราะในการตรวจสอบค่าความถูกต้องนั้นไม่สามารถใช้ค่าใดค่าหนึ่งเพียงค่าเดียวได้ เพราะแต่ละค่าก็จะมีคุณสมบัติเฉพาะในการแปลและสื่อความหมายแตกต่างกัน โดยเฉพาะในกรณีหน่วยตัวอย่างของแต่ละประเภทไม่เท่ากันและแตกต่างกันมาก (Wilkie and Finn, 1996)

ส่วน Stehman (1996) กล่าวว่า การตรวจสอบค่าความถูกต้องของข้อมูลจากการจำแนกข้อมูล เป็นกระบวนการที่จำเป็นและควรตรวจสอบหลังการจำแนกประเภทข้อมูลแล้ว เนื่องจากเป็นการประเมินและตรวจสอบการจำแนกลักษณะสิ่งปกคลุมดิน/ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ได้จากข้อมูลภาพดาวเทียม

#### อุทยานแห่งชาติหมู่เกาะช้าง จังหวัดตราด

พื้นที่ศึกษาเป็นส่วนหนึ่งของอุทยานแห่งชาติหมู่เกาะช้าง จังหวัดตราด ตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกของอำเภอแหลมงอบ จังหวัดตราด บริเวณอ่าวไทยฝั่งตะวันออก ประกอบด้วยเกาะรวมทั้งสิ้น 42 เกาะ และมีเกาะที่มีลักษณะเนินหินโผล่ขึ้นมาเหนือทะเลอีกจำนวนมาก มีการประกาศให้พื้นที่เกาะช้าง กิ่งอำเภอเกาะช้าง จังหวัดตราดและพื้นที่ใกล้เคียงเป็นเขตอุทยานแห่งชาติไว้ในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 99 ตอนที่ 197 เมื่อวันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ. 2525 โดยมีพื้นที่บนบกประมาณ 91,562.5 ไร่ (146.5 ตารางกิโลเมตร) และพื้นที่ทางน้ำประมาณ 314,687.5 ไร่ (503.5 ตารางกิโลเมตร) อุทยานแห่งชาติหมู่เกาะช้างมีเนื้อที่รวมทั้งเกาะและน่านน้ำในทะเลตลอดชายฝั่งประมาณ 406,250 ไร่ (650 ตารางกิโลเมตร) โดยมีตำแหน่งบนพิกัดอยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 11 องศา 45 ลิปดา ถึง 12 องศา 10 ลิปดาเหนือ และเส้นแวงที่ 102 องศา 15 ลิปดาตะวันออก ถึง 102 องศา 31 ลิปดาตะวันออก และตำแหน่งตามพิกัดระบบ UTM ตั้งอยู่ตั้งแต่พิกัด 200000m.-223000m. ตะวันออก และตั้งแต่พิกัด 1320000m.-1346000m. เหนือ (กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, 2549)

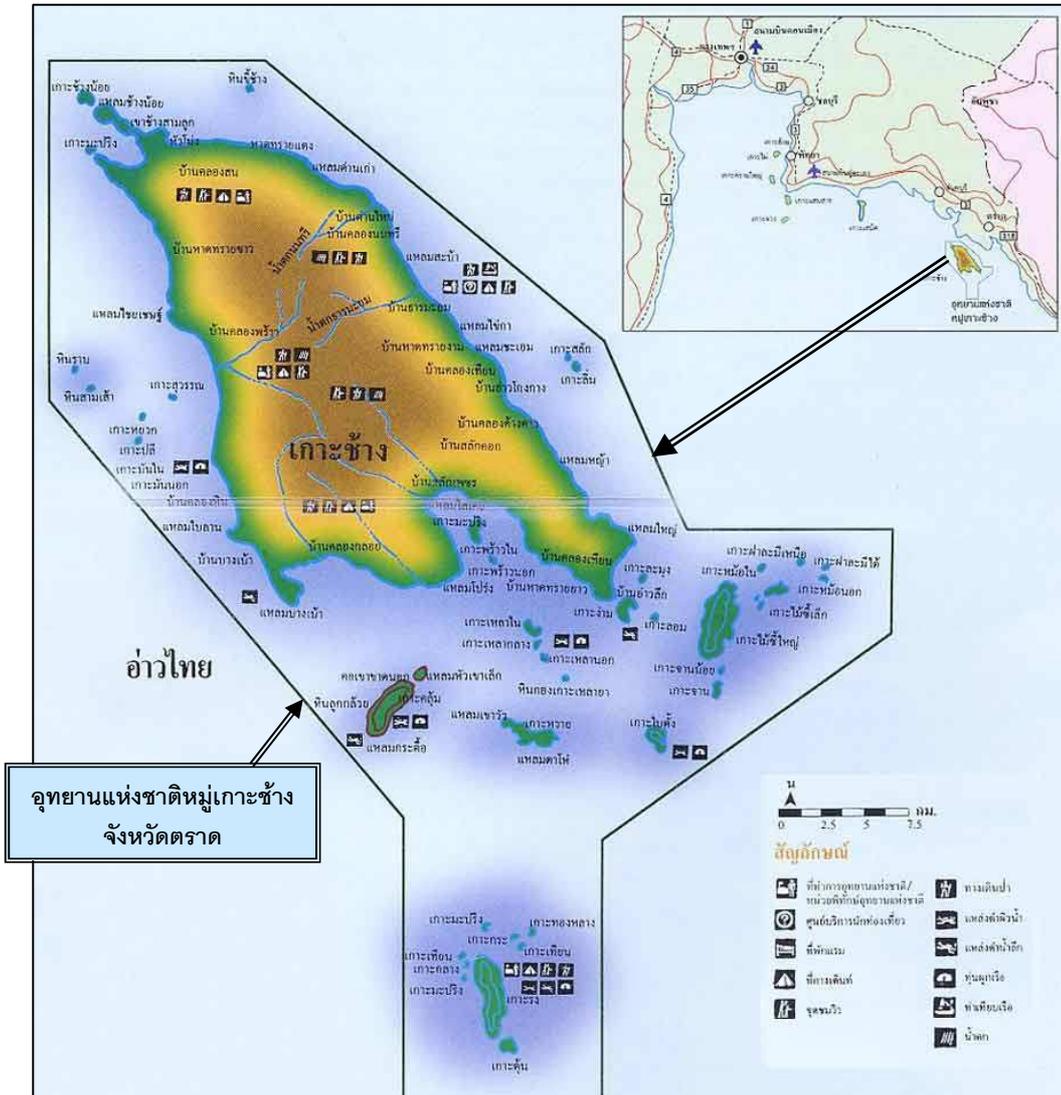
ลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่เกาะช้างเป็นภูเขาสลับซับซ้อนเกือบทั้งเกาะ มีเทือกเขาสำคัญ เช่น เขาล้าน เขาจอมปราสาท เขาคลองมะยม เขาสลักเพชรและเป็นยอดเขาที่สูงที่สุดประมาณ 743 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง ส่วนบริเวณพื้นที่ราบมีความสูงตั้งแต่ 10-700

เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง เช่น บริเวณชายฝั่งหมู่บ้านคลองสน นอกจากนี้ ชายฝั่งด้าน ตะวันออกของเกาะจะมีหาดโคลนและหินเป็นหาดหน้าแคบ ส่วนหาดด้านตะวันตกจะเป็นหาดทราย และหาดหิน ลักษณะภูมิอากาศไม่ร้อนจัดและหนาวจัด เนื่องจากมีทะเลล้อมรอบ ได้รับอิทธิพลจาก ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือและลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ในเดือนพฤษภาคม-ตุลาคม ส่วนชายฝั่ง ทะเลด้านตะวันตกซึ่งเป็นด้านรับลมจะมีคลื่นลมแรง แต่ในช่วงเดือนพฤศจิกายน-พฤษภาคม จะมี คลื่นน้อยเหมาะต่อการเดินทางไปเกาะช้าง (หัสชัย บุญเนื่อง, 2546)

พื้นที่เกาะช้าง เป็นสถานที่ท่องเที่ยวที่สำคัญแห่งหนึ่ง เนื่องจากมีสภาพธรรมชาติที่ สวยงาม เช่น น้ำตก หาดทราย ภูเขา แนวปะการัง และแหล่งตกปลา เหมาะแก่การท่องเที่ยว และ พักผ่อนหย่อนใจ มีสภาพป่าไม้ ทะเลและธรรมชาติที่สวยงาม ทำให้นักท่องเที่ยวทั้งชาวไทยและ ชาวต่างประเทศหลั่งไหลมาเที่ยวเกาะช้างเพิ่มมากขึ้นทุกปี โดยฐานด้านเศรษฐกิจของเกาะช้าง ขึ้นอยู่กับภาคการผลิตที่สำคัญ ได้แก่ การเกษตรกรรมและการประมงเป็นสาขาหลัก และภาคบริการ มีธุรกิจท่องเที่ยวเป็นหลัก ภาคการผลิตอื่นๆ นั้น ยังมีบทบาทไม่มากนัก การค้าและการบริการไม่ รวมธุรกิจโรงแรมมีจำนวน 71 ราย การค้าเป็นการค้าปัจจัยและผลผลิตทางการเกษตร บริการ สำหรับชุมชน กิจกรรมอุตสาหกรรมมีจำนวน 12 ราย เป็นอุตสาหกรรมบริการขนาดเล็ก ชูช่อมรยยนต์ และโรงกลึง (บริษัท เอเซีย แล็บ แอนด์ คอนซัลแตนท์ จำกัด, 2547) นอกจากนี้ การใช้ประโยชน์ ที่ดินบริเวณเกาะช้างที่โดดเด่นมี 2 ประเภท คือ เพื่อการท่องเที่ยวอาศัย และเพื่อธุรกิจบริการและการค้า โดยชุมชนดั้งเดิม ได้แก่ ชุมชนสลักเพชร ชุมชนโรงถ่าน ชุมชนเจ๊กแบ้ ชุมชนคลองสน และชุมชนบาง เบ้า ส่วนพื้นที่ชุมชนใหม่ในบริเวณชายฝั่งทะเลด้านตะวันตก ได้แก่ ชุมชนหาดทรายขาว และคลอง พรวัว และการใช้ประโยชน์ที่ดินที่รกร้าง เพื่อธุรกิจบริการและการค้า เช่น ชุมชนหาดทรายขาว ไก่แบ้ บริเวณชุมชนคลองพร้าวบางส่วน (คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา, 2546) พื้นที่ศึกษาแสดงในภาพที่ 2.1

ภาพที่ 2.1

ขอบเขตพื้นที่ศึกษา เกาะช้าง จังหวัดตราด



ที่มา: กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2546)

สำหรับการศึกษาทางด้านรีโมทเซนซิง ที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ศึกษาเกาะช้าง จังหวัดตราด นั้น อาธิป เหมือนสุดใจ (2541) ได้ทำการศึกษา ประเมิน และวิเคราะห์จากข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ มาตราส่วน 1:6,000 ในปี พ.ศ. 2538 ของกรมแผนที่ทหาร ร่วมกับข้อมูลบางส่วนของกรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เพื่อใช้ในการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่เกาะช้าง จังหวัดตราด โดยในการศึกษาได้จำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินออกเป็น 6 ประเภท ได้แก่

- พื้นที่ป่าดิบชื้นที่อุดมสมบูรณ์
- พื้นที่ป่าดิบชื้นที่ถูกรบกวน
- พื้นที่สวนผลไม้
- พื้นที่สวนมะพร้าว
- พื้นที่สวนยาง
- พื้นที่ที่อยู่อาศัย

รวมทั้งศึกษาลักษณะการใช้ที่ดิน ความสัมพันธ์ระหว่างการท่องเที่ยว รวมทั้งผลกระทบที่เกี่ยวข้องเนื่องจากการใช้ที่ดิน รวมทั้งศึกษาปัจจัยที่ก่อให้เกิดการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่เกาะช้าง จังหวัดตราดด้วย

คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา (2546) ได้ศึกษาวิจัยการเฝ้าติดตามการเปลี่ยนแปลงของชุมชนเกาะช้าง จังหวัดตราด สร้างฐานข้อมูล โดยการเก็บข้อมูลภาคสนามทั้งในด้านการตั้งถิ่นฐาน เศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และวิถีชีวิตชุมชนเกาะช้าง เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลในการเปรียบเทียบสภาพในอนาคตของชุมชนเกาะช้าง โดยมีรายละเอียดดังนี้ สถานภาพของบ้านพักอาศัย ประวัติการตั้งถิ่นฐาน อาชีพหลักของหัวหน้าครอบครัว ประเภทธุรกิจ บริการและการค้า กิจกรรมทางด้านขนบธรรมเนียมประเพณี จากการศึกษาได้แบ่งประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินออกเป็น 4 ประเภท คือ การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัย การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทธุรกิจ บริการและการค้า การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทเพื่ออุตสาหกรรม และการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่างๆ (สถานที่สาธารณะ สถานที่ราชการ และอาคารว่างไม่ได้ใช้ประโยชน์)