การสำรวจระยะไกลเพื่อการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

(Remote Sensing for Natural Resource and Environment)

การสำรวจระยะไกล คือ อะไร

การสำรวจระยะไกล หรือ Remote Sensing หมายถึง การสำรวจตรวจสอบคุณลักษณะของวัตถุหรือสิ่งต่าง ๆ โดยมิได้มีการสัมผัสวัตถุหรือสิ่งต่าง ๆ เหล่านั้นโดยตรง หรืออาจกล่าวได้ว่า การสำรวจระยะไกล เป็นวิทยาศาสตร์และศิลปะการได้มาซึ่งข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุ พื้นที่ หรือปรากฏการณ์จากเครื่องมือบันทึกข้อมูล โดยปราศจากการเข้าไปสัมผัสวัตถุเป้าหมาย ทั้งนี้อาศัยคุณสมบัติของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นสื่อในการได้มาของข้อมูลใน3 ลักษณะ คือ คลื่นรังสี (Spectral) รูปทรงสัณฐานของวัตถุบนพื้นผิวโลก (Spatial) และการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา (Temporal)

องค์ประกอบของการสำรวจระยะไกล

การสำรวจระยะไกล ประกอบไปด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ส่วน ดังนี้

- แหล่งกำเนิดพลังงาน (Source of Energy)
- วัตถุและปรากฏการณ์ต่างๆบนพื้นผิวโลก (Earth Surface Features)
- เครื่องมือหรืออุปกรณ์ในการบันทึกข้อมูล (Sensor)

- ***แหล่งกำเนิดพลังงาน (Source of Energy)***

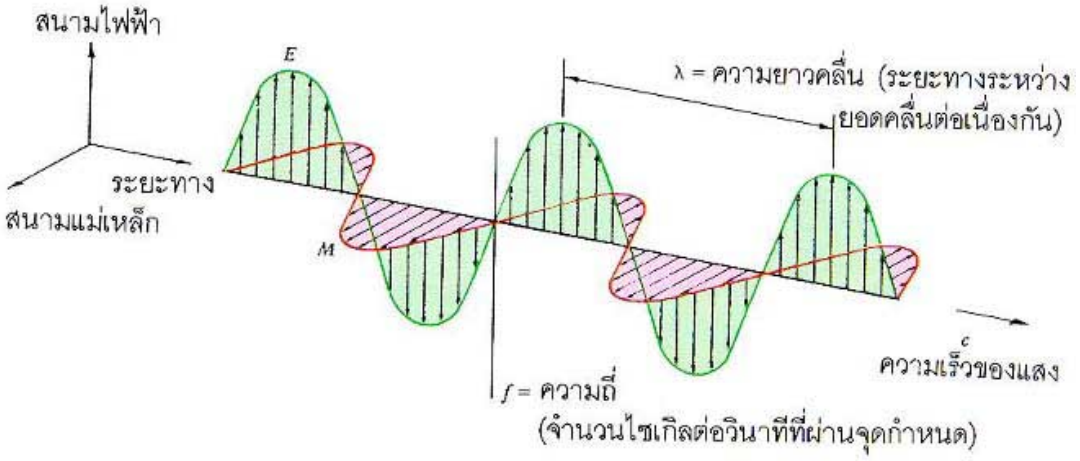
แหล่งกำเนิดพลังงาน ตามธรรมชาติที่มีความสำคัญที่สุด คือ ดวงอาทิตย์เป็นแหล่งกำเนิดพลังงานในรูปแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Radiation หรือ EMR) ซึ่งจะแผ่พลังงานไปตามทฤษฎีของคลื่น (Wave Theory) ที่มีการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิค (Harmonic) มีช่วงซ้ำและจังหวะเท่ากันในเวลาหนึ่ง มีความเร็วเท่ากับความเร็วแสง (c) ระยะทางจากยอดคลื่นถึงยอดคลื่นถัดไปเรียกว่าความยาวคลื่น (λ) และจำนวนยอดคลื่นที่เคลื่อนผ่านจุดคงที่จุดหนึ่งต่อหน่วยเวลา เรียกว่า ความถี่คลื่น (f) ซึ่งมีความสัมพันธ์ กับความยาวคลื่น ดังนี้

$$\lambda = c/f$$

เมื่อ λ = ความยาวคลื่น (μm)

c = ความเร็วของแสงมีค่าคงที่ (3 x 10^8 ม./วินาที)

f = ความถี่ของคลื่น (รอบ/วินาที หรือ Hertz)



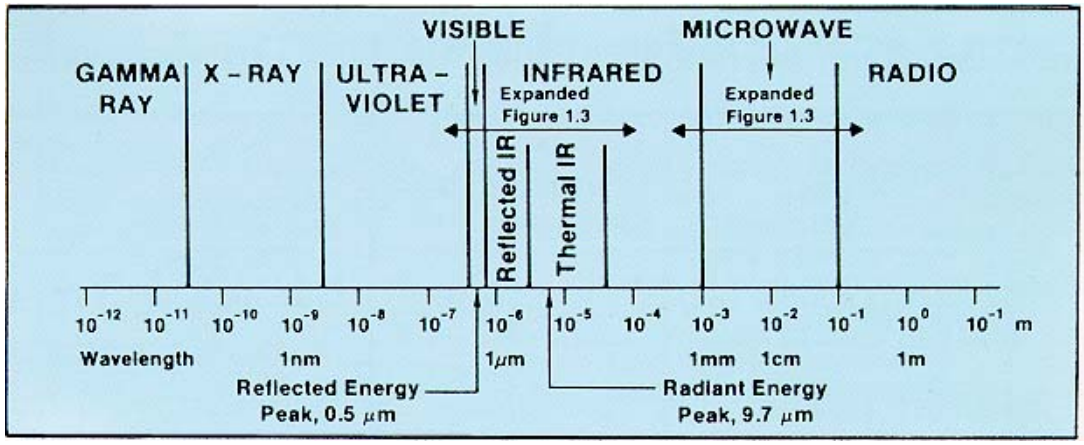
คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ประกอบด้วยคลื่นไฟฟ้า (E) และคลื่นแม่เหล็ก (M) ที่ตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่

ความยาวคลื่นและความถี่คลื่น มีความสัมพันธ์กันแบบผกผัน คือ ความยาวคลื่นมากความถี่จะน้อย ความยาวคลื่นมีหน่วยวัดเรียกว่า ไมโครมิเตอร์ (Micrometer, μm) หรือไมครอน (Micron) ซึ่งเท่ากับ 0.000001 ม. หรือ 10^{-6} ม.

คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า แบ่งออกได้ตามความยาวของคลื่นที่เรียกว่า ช่วงคลื่น (Band) ตั้งแต่ช่วงคลื่นที่มีความยาวสั้นที่สุด คือ รังสีคอสมิค (Cosmic ray) มีความยาวคลื่นน้อยกว่า 10^{-10} ไมครอน จนถึงช่วงคลื่นวิทยุที่มีความยาวคลื่นหลายกิโลเมตร สำหรับคุณสมบัติของช่วงคลื่นประกอบไปด้วยช่วงคลื่นตามลำดับของความยาวดังนี้ รังสีแกมม่า รังสีเอ็กซ์ อุลตราไวโอเล็ต ตามองเห็น อินฟราเรด ไมโครเวฟ และคลื่นวิทยุ

ช่วงคลื่นที่ใช้ประกอบในการสำรวจระยะไกลส่วนใหญ่อยู่ในความยาวคลื่นเชิงแสง (Optical Wavelength) คือ 0.34-14 ไมครอน ซึ่งสามารถถ่ายภาพและบันทึกภาพด้วยฟิล์มถ่ายรูป และอุปกรณ์บันทึกภาพ (Sensor) ช่วงคลื่นที่มีผลตอบสนองต่อตาของมนุษย์ คือ 0.3-.07 ไมครอน แบ่งเป็น 3 ช่วงคือ น้ำเงิน เขียว และแดง ถัดไปเป็นช่วงคลื่นใต้แดงที่แบ่งเป็น 2

ช่วงกว้างๆ คือ อินฟราเรดช่วงใกล้ (Near Infrared) หรืออินฟราเรดสะท้อนแสงระหว่าง 0.7-3 ไมครอน และอินฟราเรดช่วงความร้อนระหว่าง 3-15 ไมครอน



แถบคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ในช่วงคลื่นสั้นที่สุดตั้งแต่รังสีแกรมม่า เอกซเรย์ อัลตราไวโอเลต ช่วงคลื่นเห็นได้ อินฟราเรด ไมโครเวฟ และคลื่นวิทยุ

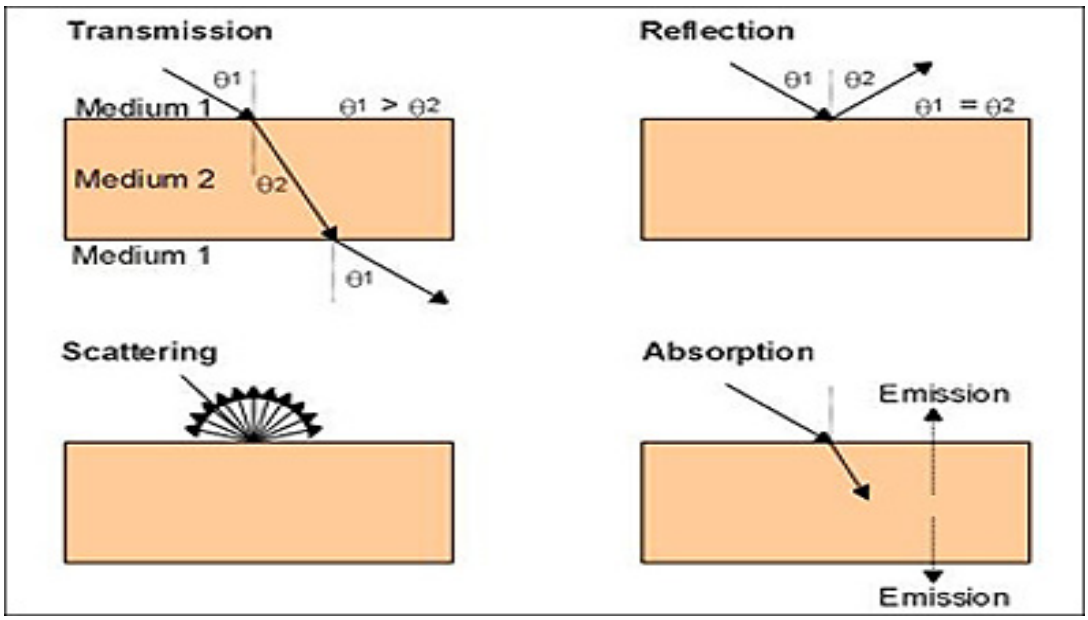
ตารางแสดง ความยาวช่วงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าต่าง ๆ

ช่วงคลื่น	ความยาวช่วงคลื่น	รายละเอียด
รังสีแกมม่า (Gamma ray)	< 0.03 ไมครอน	รังสีแกมม่าถูกดูดซึมทั้งหมดโดยบรรยากาศชั้นบน จึงไม่ได้ใช้ในการสำรวจระยะไกล
รังสีเอ็กซ์ (X-ray)	0.03 - 3.1 ไมครอน	รังสีเอ็กซ์เรย์ถูกดูดซึมทั้งหมดโดยชั้นบรรยากาศเช่นกัน
รังสีเหนือม่วงหรือรังสีอุลตราไวโอเลต (Ultraviolet)	0.03 - 0.4 ไมครอน	ช่วงคลื่นสั้นกว่า 0.3 ไมครอน ถูกดูดซึมทั้งหมดโดยโอโซน (O3) ในบรรยากาศชั้นบน
ช่วงคลื่นไวโอเลตภาพถ่าย(Photographic UV band)	0.3 - 0.4 ไมครอน	ช่วงคลื่นสามารถผ่านชั้นบรรยากาศ สามารถถ่ายภาพด้วยฟิล์มถ่ายรูปแต่การกระจายในชั้นบรรยากาศเป็นอุปสรรคมาก

ช่วงคลื่น	ความยาวช่วงคลื่น	รายละเอียด
ช่วงคลื่นตามองเห็นได้ (Visible)	0.4 - 0.7 ไมครอน	บันทึกภาพด้วยฟิล์มและอุปกรณ์บันทึกภาพได้รวมทั้งช่วงคลื่นโลกมีการสะท้อนพลังงานสูงสุด (reflected energy peak) ที่ 0.5 ไมครอน ช่วงคลื่นแคบที่มีผลตอบสนองสายตามนุษย์แบ่งได้ 3 ช่วงย่อย คือ 0.4-0.5 ไมครอน สีน้ำเงิน 0.5-0.6 ไมครอน สีเขียว 0.6-0.7 ไมครอน สีแดง
อินฟราเรด (Infrared)	0.7 - 100 ไมครอน	มีปฏิสัมพันธ์กับวัตถุตามความยาวคลื่นและการผ่านชั้นบรรยากาศ มีการดูดซึมในบางช่วงคลื่น
ช่วงคลื่นอินฟราเรดชนิดสะท้อน (Reflected IR band)	0.7-3.0 ไมครอน	สะท้อนรังสีดวงอาทิตย์ ซึ่งไม่มีรายละเอียดเกี่ยวกับช่วงความร้อนของวัตถุช่วงคลื่น 0.7-0.9 ไมครอน สามารถถ่ายรูปด้วยฟิล์มเรียกว่าช่วงคลื่นอินฟราเรด photographic IR band
ช่วงคลื่นอินฟราเรดชนิดความร้อน (Thermal IR band)	3-5 ไมครอน 8-14 ไมครอน	การบันทึกภาพต้องใช้อุปกรณ์พิเศษ เช่น ตัวกวาดตรวจ (scanners) ไม่สามารถบันทึกภาพได้ทั้งระบบ active และpassive
คลื่นสั้น (Microwave)	0.1-30 cm	ช่วงคลื่นยาวสามารถทะลุผ่านหมอกและฝนได้บันทึกภาพได้ทั้งระบบ active และ passive
เรดาร์ (Radar)	0.1-3.0 cm	ระบบ active มีความยาวช่วงคลื่นต่างๆ เช่น Ka band (10 mm), X band (30 มม.) และ L band (25 ซม.)
วิทยุ (Radio)	> 30 cm	ช่วงคลื่นที่ยาวที่สุด บางครั้งมีเรดาร์อยู่ในช่วงนี้ด้วย

- ***วัตถุและปรากฏการณ์ต่างๆบนพื้นผิวโลก (Earth Surface Features)***

วัตถุต่าง ๆ บนพื้นโลกจะมีองค์ประกอบและคุณสมบัติที่เกี่ยวข้องกับพลังงานจากดวงอาทิตย์ที่แตกต่างกัน กระบวนการของพลังงานที่เกิดขึ้นกับวัตถุอันเป็นส่วนสำคัญในการสำรวจข้อมูลระยะไกล ประกอบไปด้วย 3 กระบวนการ คือ การดูดซับพลังงาน (Absorption) การสะท้อนพลังงาน (Reflection) การส่งผ่านพลังงาน (Transmission)



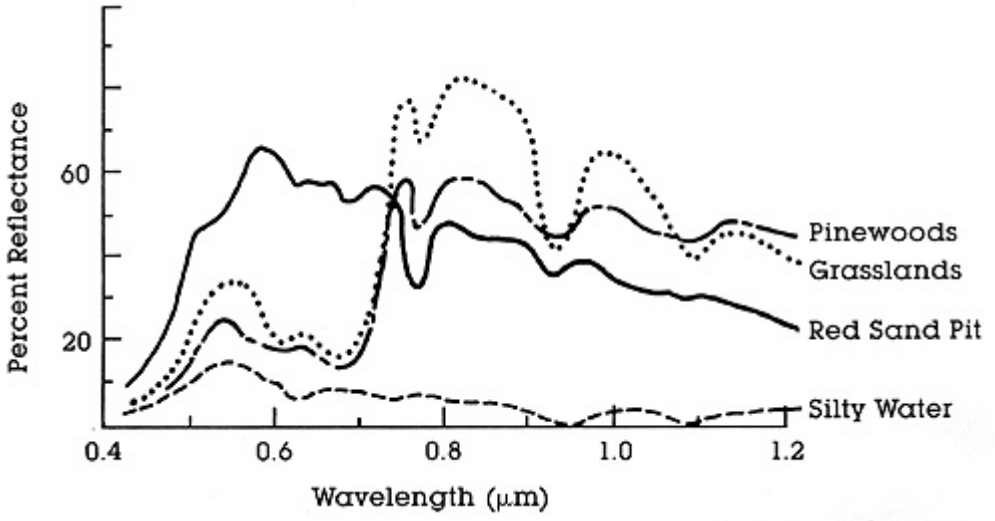
รูปแบบของกระบวนการดูดซับ การสะท้อน และการส่งผ่านพลังงาน

พลังงานตกกระทบ (Incident Energy) ซึ่งได้รับจากแหล่งพลังงาน สัดส่วนของการดูดซึม การส่งผ่าน การสะท้อนพลังงานจะแตกต่างกันตามชนิดของวัตถุซึ่งทำให้สามารถแยกชนิดของวัตถุในภาพถ่ายได้ นอกจากนี้ในวัตถุเดียวกันสัดส่วนของการเกิดปฏิกิริยาทั้งสามนี้จะแตกต่างกันตามความยาวของช่วงคลื่นที่ตกกระทบอีกด้วย วัตถุสองชนิดอาจจะไม่แตกต่างกันในช่วงคลื่นหนึ่ง แต่จะสามารถแยกจากกันได้ในอีกช่วงคลื่นหนึ่งในส่วนสายตามองเห็น (Visible Portion) ความแตกต่างกันทางด้านคลื่นรังสี (Spectral) ของวัตถุจะแสดงให้เห็นในรูปของสีต่างๆ เช่น การที่เราเห็นวัตถุเป็นสีเขียว เนื่องจากวัตถุนั้นสะท้อนพลังงานในช่วงคลื่นสีเขียวมาก เป็นต้น และเนื่องจากระบบบันทึกพลังงานส่วนใหญ่จะบันทึกอยู่ในช่วงของพลังงานสะท้อน (Reflected Energy) คือบันทึกพลังงานที่สะท้อนมาจากวัตถุ ดังนั้นการศึกษาเพื่อแยกชนิดของวัตถุจึงเป็นการศึกษาการสะท้อนพลังงานของวัตถุเป็นหลัก

พลังงานที่สะท้อนมาจากวัตถุมีค่าเท่ากับพลังงานที่ตกระทบวัตถุ ลบด้วยพลังงานที่ถูกดูดซึมไว้และพลังงานที่ผ่านทะลุวัตถุนั้น ลักษณะพื้นผิวหน้าของวัตถุก็เป็นสิ่งสำคัญที่มีอิทธิพลต่อการสะท้อนพลังงาน วัตถุที่มีพื้นหน้าเรียบ มุมสะท้อนพลังงานจะเท่ากับมุมตกกระทบ วัตถุที่มีผิวหน้าขรุขระ หากสะท้อนพลังงานจะไม่เป็นระเบียบในทุกทิศทาง อย่างไรก็ตามวัตถุส่วนใหญ่จะมีลักษณะผสมผสานกันระหว่างสองลักษณะนี้ นอกจากลักษณะของพื้นผิววัตถุแล้ว ยังต้องคำนึงถึงความยาวของช่วงคลื่นที่ตกกระทบวัตถุด้วย ถ้าเป็นพลังงานช่วงคลื่นสั้นเมื่อเปรียบเทียบกับขนาดอนุภาคของวัตถุที่ประกอบเป็นผิวหน้าวัตถุ หรือความต่างระดับของผิวหน้าวัตถุ การสะท้อนแสงอาจเป็นแบบให้ลักษณะวัตถุพื้นผิวขรุขระได้ แต่ถ้าในวัตถุชนิดเดียวกันนี้ได้รับ

พลังงานตกกระทบในช่วงคลื่นยาว เมื่อเปรียบเทียบกับผิววัตถุการสะท้อนแสงก็อาจเป็นแบบลักษณะของวัตถุที่มีพื้นผิวราบได้

วัตถุที่ปกคลุมพื้นผิวของโลกประกอบด้วย ดิน น้ำ และพืชพรรณ เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งวัตถุแต่ละชนิดดังกล่าวจะมีลักษณะการสะท้อนพลังงานที่แตกต่างกัน โดยน้ำจะมีการสะท้อนพลังงานในช่วงตามองเห็นได้บางส่วน แต่จะไม่มีการสะท้อนในช่วงของอินฟราเรดเลย ส่วนดินจะสะท้อนพลังงานบางส่วนในช่วงตามองเห็น แต่สะท้อนพลังงานค่อนข้างมากในช่วงอินฟราเรด ทำให้สามารถแบ่งแยกดินกับน้ำได้อย่างชัดเจนในช่วงคลื่นอินฟราเรด ในขณะที่พืชจะเกี่ยวข้องกับพลังงานในช่วงตามองเห็น โดยดูดซับช่วงคลื่นสีแดงเพื่อใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง แต่สะท้อนในช่วงแสงสีเขียว และมากที่สุดในช่วงอินฟราเรด



- ***เครื่องมือหรืออุปกรณ์ในการบันทึกข้อมูล (Sensor)***

เครื่องมือในการบันทึกข้อมูลที่รู้จักกันโดยทั่วไปก็คือ กล้องถ่ายภาพ ซึ่งได้มีการติดตั้งในอากาศยานต่าง ๆ เช่น เครื่องบิน และดาวเทียม โดยคุณสมบัติและรายละเอียดของกล้องแต่ละชนิดก็จะแตกต่างกันไปตามความละเอียดของข้อมูลที่ต้องการ

การวิเคราะห์ภาพจากดาวเทียมสำรวจทรัพยากร

การวิเคราะห์ภาพจากดาวเทียมสำรวจทรัพยากร แบ่งกว้าง ๆ ได้ 2 วิธี คือ

1) การแปลภาพด้วยสายตา

2) การวิเคราะห์ภาพด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์

ความสำเร็จและความถูกต้องของการวิเคราะห์ภาพจากดาวเทียมด้วยสายตานั้น ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติเฉพาะตัวของผู้ที่ทำการวิเคราะห์ว่า มีประสบการณ์และความชำนาญในการเรียนรู้ลักษณะพื้นที่ที่ศึกษา รูปแบบ ลักษณะ สีของวัตถุ ที่ปรากฏในภาพ ตลอดจนกิจกรรมต่าง ๆ ทั้งธรรมชาติและโดยมนุษย์ที่เป็นไปตามสภาพสิ่งแวดล้อมและระยะเวลาในแต่ละช่วง สำหรับการวิเคราะห์ภาพด้วย เครื่องคอมพิวเตอร์นั้น ต้องอาศัยความรู้ความเข้าใจเฉพาะด้านและการใช้เครื่องมือเฉพาะช่วย ทั้งการวิเคราะห์ภาพด้วยสายตาและด้วยคอมพิวเตอร์มีความสัมพันธ์กัน

การแปลภาพด้วยสายตา

การแปลภาพด้วยสายตาต้องอาศัยความสามารถของผู้ทำการแปล และถือว่าเป็นสิ่งสำคัญที่สุด หากมีความรู้หรือคุ้นเคยกับสภาพพื้นที่นั้นๆ ด้วยแล้ว จะทำให้การแปลภาพมีความถูกต้องและรวดเร็ว โดยทั่วไปการแปลภาพนั้นอาศัยหลักการเดียวกัน โดยเฉพาะองค์ประกอบของการแปลภาพ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. ความเข้มของสีและสี (Tone/Color) ระดับความแตกต่างของความเข้มของสีหนึ่งๆ ขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุ การทำมุมกับแสง ตลอดจนการเรียงตัวของวัตถุ เช่น ป่าไม้ทึบมีคลอโรฟีลล์หรือความเขียวมากปรากฏสีเข้ม ป่าโปร่งมีสีจาง น้ำลึกปรากฏสีดำหรือเข้ม น้ำตื้นหรือน้ำขุ่นมีสีจาง

2. ขนาด (Size) ขนาดของวัตถุที่ปรากฏในภาพซึ่งสัมพันธ์กับมาตราส่วนของภาพที่ปรากฏในรูปของความยาว กว้าง หรือพื้นที่ เช่น ความแตกต่างระหว่างแม่น้ำและคลอง พื้นที่ป่าไม้ธรรมชาติ และสวนป่า

3. รูปร่าง (Shape) รูปร่างของวัตถุที่เป็นเฉพาะตัว อาจสม่ำเสมอ (Regular) หรือรูปร่างไม่สม่ำเสมอ (Irregular) เช่น สนามบิน พื้นที่นาข้าว ถนน แม่น้ำ คลองชลประทาน และเขื่อนเก็บกักน้ำ

4. เนื้อภาพ (Texture) หรือความหยาบ ละเอียดของผิววัตถุ เป็นผลมาจากความสม่ำเสมอของวัตถุที่รวมกันอยู่ เช่น สวนยางพารามีเนื้อภาพละเอียดเนื่องจากมีขนาดความสูงใกล้เคียงกันซึ่งแตกต่างจากพืชไร่และสวนผสม

5. รูปแบบ (Pattern) ลักษณะการจัดเรียงตัวของวัตถุปรากฏเด่นชัดระหว่างความแตกต่างตามธรรมชาติและสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น เช่น แม่น้ำ คลอง กับคลองชลประทาน บ่อ สระน้ำกับเขื่อน

6. ความสูงและเงา (Height and Shadow) เงาของวัตถุมีความสำคัญในการพิจารณาความสูงและมุมของดวงอาทิตย์ เช่น เงาบริเวณเขาหรือหน้าผาเงาของเมฆ

7. พื้นที่ (Site) หรือตำแหน่งของวัตถุที่พบตามธรรมชาติ เช่น พื้นที่ป่าชายเลนพบบริเวณชาย ฝั่งทะเลน้ำท่วมถึง สนามบินอยู่ใกล้แหล่งชุมชน

8. ความเกี่ยวพัน (Association) วัตถุบางอย่างมีความเกี่ยวพันกับสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ เช่น บริเวณที่มีต้นไม้เป็นกลุ่มๆ มักเป็นที่ตั้งของหมู่บ้าน ไร่เลื่อนลอยอยู่ในพื้นที่ป่าไม้บนเขา การแปลภาพเพื่อจำแนกวัตถุได้ดีและถูกต้อง ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่างๆ ดังกล่าวข้างต้นอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างพร้อมๆ กันไป ตามความยากง่ายและมาตราส่วนที่แตกต่างกันไป ซึ่งอาจไม่แน่นอนเสมอไป รูปร่าง สี ขนาด อาจใช้เป็นองค์ประกอบในการแปลภาพพื้นที่หนึ่งหรือลักษณะหนึ่ง ส่วนอีกบริเวณหนึ่งของพื้นที่เดียวกันอาจจะใช้องค์ประกอบอีกอย่างหนึ่งก็ได้ นอกจากนี้ จำเป็นต้องนำข้อมูลที่ได้รับจากภาพจากดาวเทียมอีก 3 ลักษณะ มาประกอบการพิจารณา คือ

1.) ลักษณะการสะท้อนช่วงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของวัตถุ ซึ่งสัมพันธ์กับความยาวช่วงคลื่นแสงในแต่ละแบนด์โดยวัตถุต่าง ๆ สะท้อนแสงในแต่ละช่วงคลื่นไม่เท่ากัน ทำให้สีของวัตถุในภาพแต่ละแบนด์แตกต่างกันในระดับสีขาว-ดำ ซึ่งทำให้สีแตกต่างในภาพสีผสมด้วย

2.) ลักษณะรูปร่างของวัตถุที่ปรากฏในภาพ แตกต่างตามมาตราส่วนและรายละเอียดภาพจากดาวเทียม เช่น MSS วัตถุหรือพื้นที่ขนาด 80 ม. X 80 ม. จึงจะปรากฏในภาพ และระบบ PLA มีขนาด 10 ม. X 10 ม. เมื่อคุ้นเคยกับลักษณะรูปร่างวัตถุทำให้ทราบลักษณะที่จำลองในภาพจากดาวเทียมจะมีลักษณะเดียวกัน

3.) ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของวัตถุตามช่วงเวลาที่ดาวเทียมบันทึกภาพให้ประโยชน์ในการติดตามศึกษาเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นแบบต่อเนื่อง เช่น LANDSAT บันทึกภาพบริเวณเดิมทุก 16 วัน สามารถติดตามการบุกรุกทำลายป่า การเติบโตของพืชตั้งแต่ปลูกจนถึงการเก็บเกี่ยว ลักษณะการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว ทำให้มีความแตกต่างของระดับสีในภาพขาวดำ และภาพสีผสม

การวิเคราะห์ภาพจากดาวเทียมด้วยคอมพิวเตอร์

ข้อมูลภาพจากดาวเทียมเป็นข้อมูลเชิงตัวเลข (Digital Image Data) เก็บในรูปของเทปแม่เหล็กไฟฟ้าเรียกว่า CCT (Computer Compatible Tape) หรือ เทปคาร์ทริดจ์ ขนาด 8 มม. ปัจจุบันบรรจุในแผ่นบีบอัดข้อมูล (CD-ROM) สามารถนำไปวิเคราะห์และประมวลผลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ ซึ่งแต่ละภาพจะครอบคลุมพื้นที่แตกต่างตามชนิดดาวเทียม เช่น MSS และ TM ขนาดภาพ 185xI85 ตร.กม. แต่ละแบนด์ประกอบด้วยจุดภาพ (Pixel or Picture Element) ขนาดเท่า ๆ กัน เรียงตัวเป็นแถวและแนว ขนาดของจุดภาพแตกต่างตามความละเอียดของภาพ คือ MSS มีขนาด 80 ม. X 80 ม. มีจำนวน 7.5 ล้านจุดภาพ/แบนด์ ระบบ TM ขนาด 30 ม. X 30 ม. มีจำนวน 35

ล้านจุดภาพ/แบนด์ ซึ่งมากกว่า MS ประมาณ 5 เท่า ดังนั้น การวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณมาก จำเป็นต้องใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ โดยเฉพาะแต่ละจุดภาพมีค่าระดับความเข้มสีเทา ระหว่าง 0-255 หรือ 256 ระดับ และสามารถประมวลผลได้ n-dimensions อีกด้วย

การวิเคราะห์ภาพด้วยคอมพิวเตอร์มีหลักคล้ายการวิเคราะห์ด้วยสายตา คือ มีการตรวจดู (Detection) การบอกลักษณะหรือชนิด (Identification) การวัด (Measurement) และการแก้ปัญหา (Problem Solving) หรืออาจเรียกว่า (Statistical Pattern Recongnition) ขั้นตอนการวิเคราะห์ภาพด้วยคอมพิวเตอร์ สรุปได้ดังนี้

1. การเตรียมข้อมูลเบื้องต้น

1.1 การคัดเลือกข้อมูลดาวเทียมในช่วงวันเวลาที่ปราศจากเมฆ และ ช่วงฤดูกาลที่ต้องการจะศึกษา เช่น ฤดูฝน ฤดูแล้ง ซึ่งในแต่ละฤดูกาล การสะท้อนแสงของสิ่งปกคลุมดินบนพื้นผิวโลกก็จะมีลักษณะต่างกันไป นอกจากนี้ต้องเลือกแบนด์และจำนวนแบนด์โดยที่ค่าความเข้มของวัตถุในแต่ละแบนด์จะไม่เหมือนกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งข้อมูล TM ซึ่งมี จำนวน 7 แบนด์ ดังนั้น การเลือกใช้แบนด์และจำนวนแบนด์ที่เหมาะสมจะช่วยให้การวิเคราะห์มีความถูกต้อง และใช้เวลาคอมพิวเตอร์ไม่มาก เช่น การศึกษาด้านการใช้ที่ดินปกติจะใช้ 3 หรือ 4 เช่น แบนด์ 2,3,4 หรือ แบนด์ 2,3,4 และ 5 สำหรับข้อมูล TM เป็นต้น

1.2 การแสดงภาพ เป็นการเรียกข้อมูลจากเทป ซึ่งอยู่ในรูปของตัวเลขมาแสดงเป็นภาพในปัจจุบันการแสดงภาพสามารถแสดงผลออกมาทางจอภาพ โดยการเปลี่ยนค่าตัวเลขในแต่ละช่วงมาเป็นค่าความเข้มของแสดงเป็นภาพขาว-ดำได้พร้อมกัน 3 แบนด์ และเมื่อให้ความเข้มของแสงเป็นสีต่างๆ กัน ในแต่ละแบนด์แล้วนำมาซ้อนเข้าด้วยกันทำให้เกิดภาพสีผสมขึ้น (Color Composite) สำหรับภาพสีที่นิยมใช้ คือ ภาพสีผสมเท็จ (False Color Composite)ซึ่งพืชพรรณจะมีสีแดง

2. การปรุงแต่งข้อมูลให้สมบูรณ์ก่อนการวิเคราะห์ (Pre-Processing)

เป็นขบวนการสร้างภาพกลับคืน (Image Restoration) หรือปรับปรุงข้อมูลที่มีข้อบกพร่องในคุณสมบัติต่าง ๆ ให้มีความถูกต้องตรงตามความเป็นจริงและให้มีความละเอียดชัดเจนตามเป้าหมาย เพื่อเตรียมพร้อมในการวิเคราะห์ต่อไป ประกอบด้วย

2.1 การแก้ระดับความเข้มสีเทา (Radiomatric Correction) การปรับแก้ ระดับสีเทาที่อาจผิดพลาดจากอุปกรณ์บันทึกภาพ หรือจากมุมแสงอาทิตย์ (Sun Angle) หรือจากการแผ่กระจาย

พลังแม่ เหล็กไฟฟ้าผ่านชั้นบรรยากาศ ทำให้ได้ข้อมูลครบถ้วนสมบูรณ์ และเป็นการปรับค่าข้อมูลบริเวณเดียวกัน แต่บันทึกในต่างวันต่างฤดูให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน

1) การแก้ความผิดพลาดเชิงเรขาคณิต (Geometric Correction) การบิดเบือนของตำแหน่งในภาพเนื่องจากความผิดพลาดของการโคจรและระบบการบันทึกภาพของดาวเทียมโดยอาศัยจุดโยงยึด ข้อมูลจะได้รับการแก้ไขให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องและสอดคล้องกับตำแหน่งบนผิวโลกตามระบบพิกัดทางภูมิศาสตร์ หรือพิกัด UTM ของแผนที่

2) การเน้นคุณภาพข้อมูล (Image Enhancement) การปรับปรุงค่าระดับความเข้มสีเทาของข้อมูลโดยการเลือกวิธีเน้นคุณภาพให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้ข้อมูล ใหม่ตามที่ต้องการศึกษาทำให้การวิเคราะห์ถูกต้องยิ่งขึ้น โดยทั่วไปนิยมใช้วิธียืดความเข้มสีเทาเดิม อยู่ในช่วงแคบ ๆ ให้กระจายกว้างขึ้นโดยเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งทำได้หลายวิธี คือ

(1) Linear Contrast Stretch เป็นการขยายพิสัย (Range) ของค่าความเข้มสีเทาเดิมให้มีค่ามากยิ่งขึ้น ตามสมการเส้นตรง

(2) Histogram Equalization เป็น Non-Linear Contrast Stretch โดยการ กระจายค่าความเข้มสีเทาให้เป็นการกระจายแบบปกติ คือให้จำนวนจุดภาพในแต่ละค่าความเข้มมีจำนวนใกล้เคียงกัน

(3) Piecewise Stretch การขยายค่าความเข้มสีเทาเฉพาะช่วงที่ต้องการให้ขยายออกไป ทำให้ได้ข้อมูลชัดเจนเฉพาะช่วงที่ต้องการ

(4) Ratioing Image การหาอัตราส่วนระหว่างแบนด์ โดยนำค่าความเข้มของแบนด์มาหารกับอีกแบนด์หนึ่งในแต่ละจุดภาพเดียวกัน เช่น

$$\text{Vegetation Index} = \frac{\text{TM แบนด์ 4 - TM แบนด์ 3}}{\text{TM แบนด์ 4 + TM แบนด์ 3}}$$

ภาพที่ได้ใหม่สามารถเน้นเฉพาะพืชพรรณให้มีความแตกต่างจากพื้นที่อื่น ๆ

(5) Principle Component Transformtion (PCT) เทคนิคการเน้นภาพโดยอาศัยการเปลี่ยนแปลงค่าระดับสีเทาของการสะท้อนแสงที่มีค่าซ้ำซ้อนกันเพื่อสร้างภาพใหม่มีขนาดของข้อมูลลดลง และได้ภาพที่มีข้อมูลรายละเอียดครบถ้วนและมีคุณภาพเด่นชัดขึ้น เช่น ภาพ PCT 3 ของระบบ MMS ให้รายละเอียดความแตกต่างของป่าชายเลน และป่าบก

(6) Color Composite Image การ ทำภาพสีผสมจากภาพจากดาวเทียม สามารถทำได้โดยการนำภาพจากดาวเทียมขาวดำ 3 ช่วงคลื่นใด ๆ มาผสมเป็น ภาพสีผสม ให้รายละเอียด

ข้อมูลต่าง ๆ ชัดเจนกว่าภาพขาวดำ โดยสามารถทำได้ทั้งภาพวันที่เดียวกัน (Single-Data Image) และภาพจากดาวเทียมหลายวัน (Multidate Image) รวมทั้งภาพจากดาวเทียมต่างกัน เช่น การผสมภาพสี TM แบนด์ 5 แบนด์ 4 และ PLA/RGB ให้รายละเอียดของพื้นที่นากุ้งอย่างชัดเจน

3. การประมวลผลข้อมูล (Processing)

เป็นขั้นตอนการจำแนกประเภทข้อมูล (Classification) จากภาพดาวเทียม โดยทั่วไปแยกได้ 2 ลักษณะ คือ

3.1 UnSupervised Classification การจำแนกประเภทข้อมูลโดยอาศัยค่าสถิติของการสะท้อนแสงช่วงคลื่นแสงวัตถุต่าง ๆ โดยไม่ใช้ข้อมูลภาคพื้นดินมาช่วยในการจำแนก เรียกว่า Clustering สามารถกำหนดจำนวนกลุ่มประเภทข้อมูล การจำแนกวิธีนี้มักใช้กับพื้นที่ที่ไม่คุ้นเคย

3.2 Supervised Classification การจำแนกประเภทข้อมูลโดยอาศัยพื้นที่ตัวอย่าง (Training Area) ของข้อมูลภาคพื้นดินเป็นตัวแทนของลักษณะต่าง ๆที่ปรากฏในภาพจากดาวเทียม เพื่อคำนวณค่าสถิติ เช่น ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ค่าCovariance Matrix ของแต่ละประเภทข้อมูล ค่าสถิติดังกล่าวเป็นตัวแทนสำหรับการจำแนกประเภทข้อมูลของพื้นที่ทั้งหมด การจำแนกประเภทข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์ที่นิยมใช้คือ

1) Minimum Distance to Means Classifier การจำแนกประเภทข้อมูล โดยพิจารณาค่าสะท้อนช่วงคลื่นของแต่ละจุดภาพว่ามีความห่างน้อยที่สุดจากค่าจุดศูนย์กลาง (ค่าเฉลี่ย) ของประเภทข้อมูล

2) Pararellepiped Classifier การจำแนกประเภทข้อมูลโดยกำหนดช่วงผันแปร (Varriance) ของประเภทข้อมูล จากค่าสะท้อนช่วงคลื่นต่ำสุดและสูงสุดภายในพื้นที่ข้อมูลตัวอย่างแต่ละแบนด์

3) Maximum Likelihood Classification การจำแนกประเภทข้อมูลโดยพิจารณาค่า Mean Vector และ Covarriance Matrix ของข้อมูลแต่ละประเภท โดยตั้งสมมติฐานว่าแต่ละประเภทข้อมูลมีการกระจายแบบปกติ (Normal Distribution) แล้วคำนวณค่าความน่าจะเป็น (Probability) ของแต่ละจุดภาพ ว่าถูกจำแนกในประเภทข้อมูลใด โดยทั่วไปวิธีนี้ให้ความถูกต้องมากที่สุดและใช้เวลาคอมพิวเตอร์มากด้วย

4. การปรุงแต่งข้อมูล (Post Processing)

การตกแต่งผลการจำแนกประเภทข้อมูล ให้มีความถูกต้องยิ่งโดย ใช้การกรองข้อมูล เพื่อให้มีความต่อเนื่องของประเภทข้อมูลตามความเป็นจริง เช่น พื้นที่นาข้าวปรากฏบนพื้นที่ป่าไม้บนภูเขา จึงควรแทนพื้นที่ดังกล่าวให้ เป็นป่าไม้ทั้งหมด

ขั้นสุดท้ายของขบวนการจำแนกประเภทข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์ ได้แก่ การเอาผลลัพธ์ออกมาในรูปของแผนที่ตามมาตราส่วนที่ต้องการ ส่วนประกอบ ที่อาจได้มาอีกอาจอยู่ใน รูปของตารางแสดงเปอร์เซ็นต์ หรือพื้นที่ของแต่ละประเภทของทรัพยากร หรือการใช้ที่ดินที่ได้จากการจำแนกประเภทดังกล่าว ตามที่กล่าวมาแล้วเป็นเรื่องของการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมด้วยสายตาและด้วยคอมพิวเตอร์ ซึ่งทั้งสองประการ ต่างก็มีข้อดีและข้อเสียด้วยกัน การที่เลือกวิธีใดวิธีหนึ่งหรือทั้งสองวิธีพร้อมกันนั้น ก็ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการศึกษาขอบเขตการศึกษา พื้นที่ต้องการศึกษาขนาดเล็กหรือใหญ่ข้อมูลที่จะใช้ ศึกษาและประกอบการศึกษา เครื่องมือ ที่จะใช้ในการวิเคราะห์และขีดความ สามารถของบุคลากรที่จะดำเนินการศึกษา ตลอดจนงบประมาณ และระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา เป็นต้น ถ้าสถานภาพอำนวยการใช้วิธีทั้งสองอย่างประกอบกันจะทำให้ผลที่ได้มีความถูกต้อง และ เชื่อถือได้มากกว่า อย่างไรก็ตามในการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมเช่นนี้ ผู้ที่มีประสบการณ์และรู้จักพื้นที่ดีจะมีส่วนให้ได้ผลที่ถูกต้องและเชื่อถือได้มากขึ้น