

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

เงินรายได้คณะ ปี พ.ศ. 2551

ระบบการประมวลผลภาพถ่ายดาวเทียม

และระบบการแสดงผล



รศ. ดร. สุรพันธ์ เอื้อไพบูลย์

รศ. ดร. มนัส สังวรศิลป์

นายนพรัตน์ พันธุ์เสนา

เสนอ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทที่ 1 บทนำ.....	4
1.1 บทนำ.....	4
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ.....	4
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
1.4 ขอบเขตของโครงการ.....	5
1.5 ขั้นตอนในการดำเนินโครงการ.....	6
บทที่ 2 ทฤษฎีเบื้องต้นเกี่ยวกับการประมวลผลภาพถ่ายดาวเทียม.....	7
2.1 ภาพถ่ายดาวเทียม (Satellite Image).....	7
2.1.1 รีโมทเซนซิง.....	8
2.1.3 การแปลความหมายของข้อมูล (Data interpretation).....	14
2.1.4 องค์ประกอบของภาพถ่ายดาวเทียม.....	15
2.1.5 การวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis).....	15
2.1.6 คุณสมบัติของภาพจากดาวเทียมสำรวจทรัพยากร.....	16
2.1.7 การประยุกต์ใช้ภาพถ่ายดาวเทียม.....	17
2.2 เส้นโครงแผนที่ (Map Projection).....	20
2.2.1 คุณสมบัติของรูปภาพอันเนื่องมาจากเส้นโครงแผนที่.....	21
2.2.2 ระบบเส้นโครงแผนที่.....	22
2.2.3 การสร้างเส้นโครงแผนที่.....	22
2.2.4 ผืนผิวที่ใช้ในการแสดงเส้นโครงแผนที่.....	23
2.2.5 การจำแนกชนิดของเส้นโครงแผนที่.....	23
2.3 สเปกตรัมการตอบสนองของเซนเซอร์.....	24
2.4 การปรับปรุงคุณภาพของภาพ.....	27
2.5 MATLAB Image Processing Toolbox.....	32
บทที่ 3 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับภาพถ่ายดาวเทียม.....	34
3.1 การนำเข้าไฟล์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม.....	34
3.1.1 HDF (Hierarchical Data Format).....	34
3.1.2 McIDAS File.....	34
3.2 การสร้างเส้นโครงแผนที่สำหรับภาพถ่ายดาวเทียม.....	35
3.2.1 การสร้างเส้นโครงแผนที่จากไฟล์ HDF.....	35
3.2.2 การสร้างเส้นโครงแผนที่จากไฟล์ภาพโดยโปรแกรม McIDAS.....	37
3.3 ขั้นตอนในการประมวลผลภาพ (Image Processing).....	39
3.3 ขั้นตอนแสดงจุดที่คาดว่าจะเกิดเหตุไฟไหม้ (Fire point).....	42
บทที่ 4 เครื่องมือที่เกี่ยวข้อง.....	43
4.1 การติดตั้งและการใช้งาน McIDAS.....	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ในการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ เฉพาะผู้ที่มีหน้าที่รับผิดชอบในการนำเอกสารนี้ไปใช้

เลขหมู่..... 120290
 เลขทะเบียน.....
 วัน, เดือน, ปี. 13. ก.พ. 2555

b. 182258218
 i.....

4.2 การนำไฟล์ข้อมูลเข้าสู่โปรแกรม	45
4.2.1 การนำไฟล์ HDF เข้าสู่โปรแกรม MATLAB ด้วย HDF Tool.....	45
4.2.2 การดาวน์โหลดไฟล์ด้วยโปรแกรม McIDAS และการแตกไฟล์เพื่อนำไปใช้	46
4.3 การสร้างโครงข่ายแผนที่.....	47
4.3.1 การสร้างเส้นโครงแผนที่จากไฟล์ HDF.....	47
4.3.2 การสร้างเส้นโครงแผนที่จากไฟล์ McIDAS.....	48
4.4 การแสดงจุดไฟไหม้ลงบนเส้นโครงแผนที่.....	49
บทที่ 5 ผลการทดลองและสรุปผล	51
5.1 ส่วนประกอบของโปรแกรม McIDAS-SE.....	51
5.2 ขั้นตอนการใช้งานโปรแกรม	52
5.3 ภาพผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรม	53
5.4 ข้อจำกัดในการใช้งานโปรแกรม	55
5.5 สรุปผลการทดลอง	55



บทที่ 1 บทนำ

1.1 บทนำ

ปัจจุบันได้มีการนำเอาภาพถ่ายดาวเทียมมาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ มากขึ้นและได้รับความนิยมนเป็นอย่างมาก ไม่ว่าจะเป็นการใช้ภาพถ่ายดาวเทียมเพื่อการสำรวจทรัพยากร การสำรวจ การเปลี่ยนแปลงของการใช้ประโยชน์จากที่ดิน ระบบพิกัดและแผนที่ หรือแม้กระทั่งการสำรวจการเกิดไฟป่าโดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียม ซึ่งการประยุกต์ใช้งานเหล่านี้จะต้องที่ระบบการประมวลผลภาพที่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งมีวิธีการ (Algorithm) ที่ดีพอที่จะทำให้สามารถแปลความหมายของภาพและสามารถนำภาพนั้น ๆ ไปใช้ประโยชน์ต่อไปได้

เนื่องด้วยความต้องการของการใช้ประโยชน์จากภาพถ่ายดาวเทียมนี้เอง เป็นสาเหตุให้ทางคณะผู้วิจัยเล็งเห็นความสำคัญของการมีโปรแกรมประมวลผลภาพถ่ายดาวเทียมที่มีประสิทธิภาพ จึงได้ทำการวิจัยและพัฒนาโปรแกรมสำหรับการประมวลผลภาพถ่ายดาวเทียมเบื้องต้น เพื่อให้สามารถรองรับการประมวลผลภาพถ่ายดาวเทียมแบบพื้นฐาน และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ต่องานวิจัยอื่น ๆ ต่อไปได้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. พัฒนาระบบการประมวลผลภาพถ่ายดาวเทียม โดยประกอบด้วยส่วนดึงข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมจาก Server ของ NASA และ NOAA ส่วนอ่านภาพถ่ายดาวเทียม การแสดงผลและสำคัญที่สุดคือส่วนของการประมวลผลภาพถ่ายเพื่อการใช้ประโยชน์ในรูปแบบต่าง ๆ
2. เผยแพร่ความรู้แก่บุคคลทั่วไป นักวิจัยและนักเรียนนักศึกษาที่สนใจงานทางด้าน การประมวลผลภาพถ่ายดาวเทียม

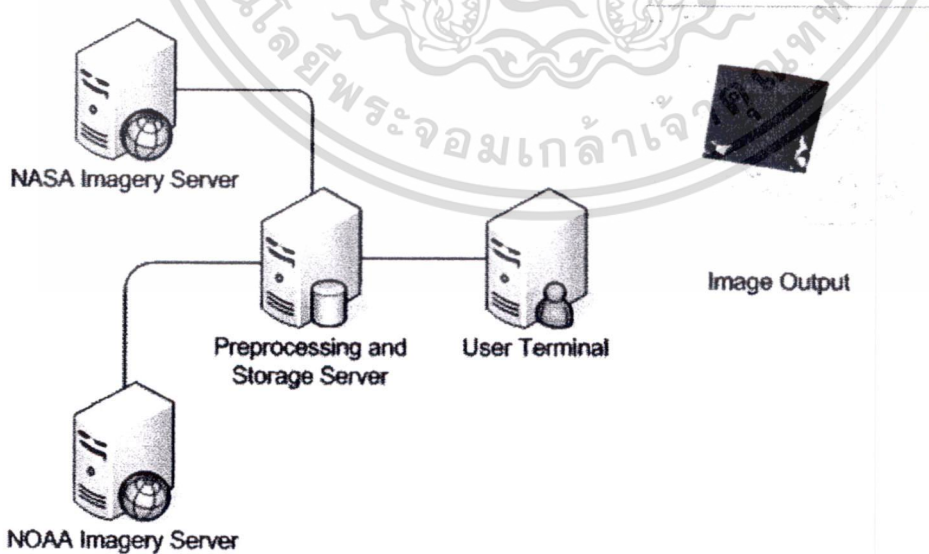
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. การพัฒนาองค์ความรู้เรื่องเกี่ยวกับภาพถ่ายดาวเทียม และการใช้ประโยชน์จากภาพถ่ายดาวเทียม
2. โปรแกรมการประมวลผลภาพถ่ายดาวเทียมที่สามารถรองรับการประมวลผลแบบพื้นฐาน และสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.4 ขอบเขตของโครงการ

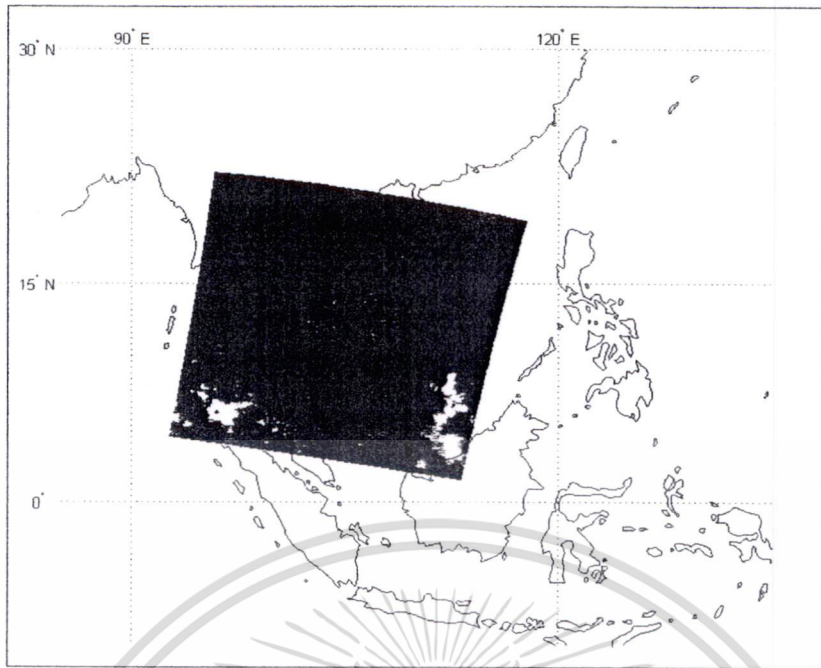
ระบบที่ทำการพัฒนานั้นจะประกอบไปด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1. ส่วนประมวลผลเบื้องต้นและเก็บข้อมูล (Preprocessing and Storage Server) สามารถที่จะนำเข้าภาพถ่ายดาวเทียมได้จากหลายแหล่ง ทั้งจาก NASA และ NOAA ซึ่งทั้งสองหน่วยงานมีการให้บริการภาพถ่ายดาวเทียมแก่นักวิจัยหรือหน่วยงานที่มีบันทึกความร่วมมือร่วมกัน (MOU) ระบบที่ได้พัฒนาขึ้นมาสามารถรองรับภาพถ่ายดาวเทียมได้หลากหลายรูปแบบ ทั้งส่วนที่เป็น HDF, HDF-EOS หรือ McIDAS Area หลังจากนั้นจะทำการประมวลผลเบื้องต้น และทำการเก็บรวบรวมภาพถ่ายดาวเทียมให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมแก่การใช้งานต่อไป
 2. ส่วนการประมวลผลภาพถ่ายดาวเทียม ซึ่งเป็นส่วนสำคัญของระบบ ในส่วนนี้โปรแกรมสามารถรองรับการติดต่อกับผู้ใช้แบบ Graphic หรือ GUI อีกทั้งยังสามารถทำการแปลง Projection ของภาพถ่ายดาวเทียมตามมาตรฐานต่าง ๆ ได้ ทั้งสามแบบคือ Cylindrical Projections, Conic Projections และ Azimuthal Projections อีกทั้งยังมีการประมวลผลภาพในรูปแบบต่าง ๆ เช่น Viewing/Spatial Transformation, Image Enhancement, Image Filtering เป็นต้น
- ดังนั้นจึงสามารถสรุปเป็นโครงสร้างของระบบโดยรวม และตัวอย่างผลลัพธ์ของระบบได้ดังนี้



รูปที่ 1.1 โครงสร้างโดยรวมของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.2 ตัวอย่างผลลัพธ์ของระบบประมวลผลภาพถ่ายดาวเทียม

1.5 ขั้นตอนในการดำเนินโครงการ

มีขั้นตอนในการดำเนินงานดังนี้

1. ทำการวางแผนการดำเนินงานวิจัยและศึกษาข้อมูลเบื้องต้นที่เกี่ยวข้อง
 - a. ทำการศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบของข้อมูลต้นฉบับที่ได้จากดาวเทียมแต่ละดวง เพื่อที่จะทำการอ่านค่าและนำมาประมวลผลในระบบต่อไป ซึ่งโดยส่วนใหญ่จะมาในรูปแบบมาตรฐานของ HDF-EOS หรือ McIDAS AREA FILE
 - b. ทำการศึกษาวិธีการในการประมวลผลภาพถ่ายดาวเทียม เช่น Remapping, Re-projection, Spatial Transformation, Image Enhancement and Filtering และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ
2. ทำการสร้างระบบการประมวลผลภาพถ่ายดาวเทียมและระบบการแสดงผล
 - a. ทำการพัฒนาโปรแกรมเพื่อการประมวลผลรูปภาพในรูปแบบต่าง ๆ โดยการพัฒนาในส่วนนี้จะพัฒนาเป็น Software ที่เหมาะสมสำหรับผู้ใช้งาน เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ได้ต่ออย่างง่ายดาย เพื่อให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการทำงานรูปแบบต่างๆ ต่อไปได้
 - b. ทำการทดสอบการทำงานของระบบและปรับปรุงแก้ไขข้อผิดพลาดของโปรแกรม และจัดทำรายงานงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

บทที่ 2 ทฤษฎีเบื้องต้นเกี่ยวกับการประมวลผลภาพถ่ายดาวเทียม

การประมวลผลภาพถ่ายดาวเทียม คือการนำข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมมาประยุกต์ใช้งาน การสร้างเส้น โครมแผนที่เพื่อให้สามารถสร้างภาพตามอัตราส่วน ทิศทาง และตำแหน่งของภาพได้ ถูกต้องตามความเป็นจริง และการประมวลผลเพื่อนำภาพที่ได้จากการสร้าง ไปทำการประมวลผล เช่น ปรับปรุงคุณภาพของภาพ การวิเคราะห์ภาพ และการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงภาพ

2.1 ภาพถ่ายดาวเทียม (Satellite Image)

การวางแผนการบริหารทรัพยากรธรรมชาติและ สภาพแวดล้อมอย่างมีประสิทธิภาพ จำเป็นต้องรู้ถึงข้อมูลข้อเท็จจริงของทรัพยากรธรรมชาติในสภาวะการณ์ปัจจุบัน ภาพถ่ายดาวเทียม เป็นข้อมูลประเภทหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ในการสำรวจข้อมูลที่ทำให้รายละเอียดเกี่ยวกับสภาพ ปัจจุบันและการเปลี่ยนแปลงอย่างประจักษ์และรวดเร็ว อันเป็นประโยชน์ในการวิเคราะห์และวางแผนแก้ปัญหาในการจัดการทรัพยากรและสภาพแวดล้อม

ในการสำรวจ อาจเลือกแนวทางในการสำรวจ และตรวจวัดด้วยการลงสำรวจในพื้นที่ หรือ ใช้เทคโนโลยีรีโมทเซนซิง(remote sensing)ช่วยในการสำรวจ หรือใช้ทั้งสองแนวทางผสมกัน

การสำรวจตรวจวัดในพื้นที่ (In site sensing) เป็นการสำรวจโดยผู้สำรวจนำเครื่องมือวัด เข้าไปในพื้นที่ที่ต้องการสำรวจ เช่น เมื่อต้องการสำรวจคุณภาพน้ำทะเลก็สามารถดำเนินการได้โดย ลงเรือสำรวจ แล้วออกไปตรวจวัดน้ำในทะเล หรือการติดเครื่องมือวัดไว้กับทุ่นลอย แล้วใช้วิทยุส่ง ข้อมูลที่วัดได้มายังสถานีรับ การตรวจวัดความอุดมสมบูรณ์ของดิน ด้วยการใช้เครื่องมือวัดไปตรวจ ดินให้ทั่วพื้นที่ที่ต้องการศึกษา

การตรวจวัดด้วยเทคโนโลยีรีโมทเซนซิง (Remote sensing) เป็นการสำรวจจากระยะไกล โดยเครื่องมือวัดไม่มีการสัมผัสกับสิ่งที่ต้องการตรวจวัดโดยตรง กระทำการสำรวจโดยให้เครื่องวัด อยู่ห่างจากสิ่งที่ต้องการตรวจวัด โดยอาจติดตั้งเครื่องวัดเช่น กล้องถ่ายภาพ วิทยุที่สูง บนบอลลูน บนเครื่องบิน ยาวอวกาศ หรือดาวเทียม แล้วอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่แผ่ หรือสะท้อนมาจากสิ่งที่ ต้องการสำรวจเป็นสื่อในการวัด

2.1.1 รีโมทเซนซิง

เทคโนโลยีรีโมทเซนซิง มีองค์ประกอบที่จะต้องพิจารณาคือ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งเป็นสื่อที่ใช้เชื่อมระหว่างเครื่องวัด กับวัตถุที่ต้องการสำรวจเครื่องมือวัด ซึ่งเป็นตัวกำหนดช่วงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่จะใช้ในการตรวจวัด ตลอดจนรูปลักษณะของข้อมูลที่จะตรวจวัดได้ ยานที่ใช้ติดตั้งเครื่องมือวัด ซึ่งเป็นตัวกำหนดระยะระหว่างเครื่องวัด กับสิ่งที่ต้องการวัด ขอบเขตพื้นที่ที่เครื่องมือวัดสามารถครอบคลุมได้ และช่วงเวลาในการตรวจวัด

การแปลความหมายของข้อมูลที่ได้จากการวัด อันเป็นกระบวนการในการแปลงข้อมูลความเข้ม และรูปแบบของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่วัดได้ ออกเป็นข้อมูลที่ต้องการสำรวจวัดอีกต่อหนึ่ง

1. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Waves)

คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นรูปแบบหนึ่งการถ่ายเทพลังงาน จากแหล่งที่มีพลังงานสูงแผ่รังสีออกไปรอบๆ โดยมีคุณสมบัติที่เกี่ยวข้องกับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า คือ ความยาวคลื่น(λ) โดยอาจวัดเป็น nanometre (nm) หรือ micrometre (mm) และความถี่คลื่น (f) ซึ่งจะวัดเป็น hertz (Hz) โดยคุณสมบัติทั้งสองมีความสัมพันธ์ผ่านค่าความเร็วแสง ในรูป $c = f\lambda$

พลังงานของคลื่น พิจารณาเป็นความเข้มของกำลังงานหรือฟลักซ์ของการแผ่รังสี ซึ่งอาจวัดจากความเข้มที่เปล่งออกมา (radiance) หรือความเข้มที่ตกกระทบ (irradiance) คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ถูกจำแนกออกตามย่านความยาวคลื่นต่างๆ จากคลื่นสั้นไปคลื่นยาวดังนี้คือ

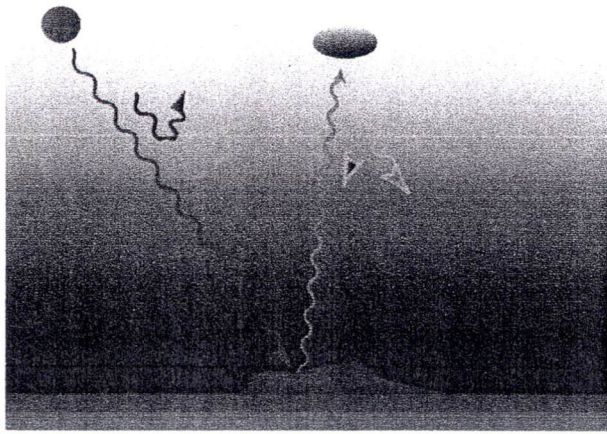
- ช่วงรังสีแกมมา (gamma ray : $l < 0.1$ nm) และช่วงรังสีเอ็กซ์ (x-ray : 0.1 nm $< l < 300$ nm) เป็นช่วงที่มีพลังงานสูง แผ่รังสีจากปฏิกิริยานิวเคลียร์ หรือจากสารกัมมันตรังสี
- ช่วงอัลตราไวโอเล็ต เป็นช่วงที่มีพลังงานสูง เป็นอันตรายต่อเซลล์มีชีวิต
- ช่วงคลื่นแสง เป็นช่วงคลื่นที่ตามนุษย์รับรู้ได้ ประกอบด้วยแสงสีม่วง ไล่ลงมาจนถึงแสงสีแดง
- ช่วงอินฟราเรด เป็นช่วงคลื่นที่มีพลังงานต่ำ ตามนุษย์มองไม่เห็น จำแนกออกเป็นอินฟราเรดคลื่นสั้น และอินฟราเรดคลื่นความร้อน
- ช่วงคลื่นวิทยุ (radio wave) เป็นช่วงคลื่นที่เกิดจากการสั่นของผลึกเนื่องจากได้รับสนามไฟฟ้า หรือเกิดจากการสลับขั้วไฟฟ้า สำหรับในช่วงไมโครเวฟ มีการให้ชื่อเฉพาะ เช่น W-band, V-band, O-band, Ka-band, K-band, Ku-band, X-band, C-band, S-band, L-band, และ P-band

ตารางที่ 2.1 ความยาวคลื่นชนิดต่างๆ

ประเภท	ความยาวคลื่น	ความถี่
อัลตราไวโอเล็ต (ultraviolet)	100 Å-0.4 mm	750 – 3500 THz
คลื่นแสง (visible light)	0.4 - 0.7mm	430 – 750 THz
อินฟราเรด (infrared)		
อินฟราเรดใกล้ (near IR)	0.7 - 1.3 mm	230 – 430 THz
อินฟราเรดคลื่นสั้น (shortwave IR)	1.3 – 8 mm	38 – 230 THz
อินฟราเรดความร้อน (thermal IR)	8 – 14 mm	22 – 38 THz
อินฟราเรดไกล (far IR)	14 – 1 mm	0.3 – 22 THz
คลื่นวิทยุ (radio wave)		
ไมโครเวฟ (microwave)	0.1 - 1 mm	0.3 THz – 3 GHz
คลื่นสั้น (HF)	1 mm - 100 m	3 – 300 MHz
คลื่นกลาง (MF)	0.1 - 1 km	0.3 – 3 MHz
คลื่นยาว (LF)	1 - 10 km	30 – 300 KHz
คลื่นยาวมาก (VLF)	10 - 100 km	3 - 30 KHz

ความยาวช่วงคลื่นและความเข้มของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของแหล่งกำเนิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เช่น ดวงอาทิตย์ มีอุณหภูมิ 6000 K จะแผ่พลังงานในช่วงคลื่นแสงมากที่สุด วัตถุต่างๆ บนพื้นโลกส่วนมากจะมีอุณหภูมิประมาณ 300 K จะแผ่พลังงานในช่วงอินฟราเรดความร้อนมากที่สุด

คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเมื่อเดินทางผ่านชั้นบรรยากาศ จะถูกโมเลกุลอากาศ และฝุ่นละอองในอากาศดูดกลืน และขวางไว้ทำให้คลื่นกระเจิงคลื่นออกไป คลื่นส่วนที่กระทบถูกวัตถุจะสะท้อนกลับ และเดินทางผ่านชั้นบรรยากาศมาตกสู่อุปกรณ์วัดคลื่น



ภาพที่ 2.1 แสดงลักษณะการสะท้อนแสง

เนื่องจากวัตถุต่างๆ มีคุณสมบัติการสะท้อนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงคลื่นต่างๆ ไม่เหมือนกัน ดังนั้นเราจึงสามารถใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในการสำรวจจากระยะไกลได้ รูปต่อไปนี้แสดงลักษณะการสะท้อนแสงเปรียบเทียบระหว่างวัตถุต่างชนิดกันในช่วงคลื่นต่างๆ กัน ความสามารถในการสะท้อนแสงของวัตถุต่างๆ บนพื้นโลกสามารถสรุปได้ดังนี้

- น้ำสะท้อนแสงในช่วงแสงสีน้ำเงินได้ดี และดูดกลืนคลื่นในช่วงอื่นๆ และให้สังเกตว่าน้ำจะดูดกลืนคลื่น IR ช่วง 0.91 mm ในช่วงนี้ได้ดีมาก
- ดินสะท้อนแสงในช่วงคลื่นแสงได้ดีทุกสี
- พืชสะท้อนแสงช่วงสีเขียวได้ดี และสะท้อนช่วงอินฟราเรดได้ดีกว่าน้ำและดินมาก

2. เครื่องมือวัด (Sensors)

เครื่องมือวัดในเทคโนโลยีรีโมทเซนซิงคือเครื่องมือที่วัดพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เครื่องมือซึ่งเป็นที่รู้จักกันดีคือกล้องถ่ายรูป กล้องถ่ายภาพวิดีโอ และเรดาร์ โดยเครื่องมือวัดจะประกอบด้วยส่วนสำคัญสามส่วนคือ

- ส่วนรับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (receiver) เป็นส่วนที่ทำหน้าที่รับ และขยายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าให้มีความเข้มเพียงพอที่จะทำให้อุปกรณ์วัดสามารถรับรู้ได้ ตัวอย่างของส่วนเครื่องมือนี้คือ เเลนส์ของกล้อง และส่วนรับคลื่นวิทยุ (antenna) ซึ่งอาจเป็นเส้นเหมือนเสาวิทยุ หรือเป็นจานกลม (แบบจานรับสัญญาณดาวเทียม) ทั้งนี้รูปแบบ ขนาด และวัสดุที่ใช้ของอุปกรณ์ส่วนนี้จะขึ้นอยู่กับช่วงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ต้องการตรวจวัด และรายละเอียดของข้อมูลของสิ่งที่ต้องการสำรวจ เช่นในช่วงคลื่นแสง ส่วนที่รับมักจะเป็นเลนส์ที่ทำจากผลึก quartz โดยมี

ขนาดและรูปทรงขึ้นอยู่กับว่าต้องการกำลังขยายภาพเท่าใด ในช่วงคลื่นวิทยุ ส่วนที่รับมักจะเป็นจานวิทยุ หรือเสาวิทยุ โดยมีขนาดใหญ่หรือเล็กขึ้นอยู่กับว่าสิ่งที่เล็กที่สุดที่ต้องการให้มองเห็นมีขนาดเท่าใด

- ส่วนที่ทำการวัดพลังงานของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (detector) เป็นส่วนที่แปลงพลังงานของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ต้องการวัด ให้อยู่ในรูปแบบที่เครื่องมือวัดจะเปรียบเทียบค่าได้ ซึ่งการวัดพลังงานอาจใช้

(1) ปฏิริยาเคมี โดยการเคลือบสารที่ทำปฏิกิริยากับแสง (เช่น silver nitrate) ลงบนแผ่นฟิล์ม ซึ่งขนาดของปฏิริยาเคมีที่เกิดกับสารที่เคลือบจะแปรผันตามความเข้มของแสงที่ตกกระทบ

(2) การเปลี่ยนพลังงานเป็นสัญญาณไฟฟ้า โดยใช้อุปกรณ์ประเภทสารกึ่งตัวนำ (semiconductor) ซึ่งจะให้ความเข้มของสัญญาณไฟฟ้าแปรผันตามความเข้มแสงที่ตกกระทบ

นอกจากนั้นส่วน detector อาจเป็นแผ่นมีมิดิกร้าง-ยาว เช่นแผ่นฟิล์ม ซึ่งสามารถบันทึกภาพได้ทั้งภาพในครั้งเดียว หรืออาจเป็น scanner ซึ่งมักจะประกอบขึ้นจากแถวของอุปกรณ์รับแสง ที่จะบันทึกภาพด้วยการกวาดอุปกรณ์รับแสงนี้ไปที่ละส่วนของภาพ (คล้ายกับการทำงานของเครื่องถ่ายภาพเอกซเรย์ ที่จะค่อยๆ กวาดภาพจากหัวกระดาษ ไปยังท้ายกระดาษจึงจะได้ภาพทั้งภาพ)

- ส่วนที่ทำการบันทึกค่าพลังงานที่วัดได้ (recorder) อาจเป็นตัวแผ่นฟิล์มเองในกรณีการใช้แผ่นฟิล์มเป็นส่วนทำการวัดพลังงาน แต่ถ้าเป็นการวัดโดยแปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้าส่วนนี้อาจจะเป็นแถบแม่เหล็ก (เช่นเดียวกับที่ใช้ในกล้องถ่ายภาพวิดีโอ) หรืออาจใช้หน่วยเก็บความจำอื่น เช่นฮาร์ดดิสก์ หรือ RAM เช่นเดียวกับที่ใช้ในเครื่องคอมพิวเตอร์

3. ยานสำรวจ (Platform)

เพื่อให้เครื่องมือวัดอยู่ห่างจากสิ่งที่ต้องการสำรวจ จึงมักติดตั้งเครื่องมือวัดไว้ในที่สูง ซึ่งอาจเป็นการติดตั้งเครื่องมือไว้บนเสาสูง ยอดตึก หรือบนภูเขา ซึ่งการติดตั้งในลักษณะนี้จะมีข้อดีคือสามารถตรวจวัดเฟิระวังสิ่งที่น่าสนใจได้อย่างต่อเนื่อง แต่มีข้อจำกัดที่การตรวจวัดจะมีขอบเขตพื้นที่คงที่ตามตำแหน่งที่ติดตั้งเครื่องมือวัดเท่านั้น

การติดตั้งเครื่องมือสำรวจด้วยเทคโนโลยีรีโมทเซนซิงมักติดตั้งบนพาหนะที่ลอยได้ ซึ่งอาจเป็นบอลลูน เครื่องบินบังคับ เครื่องบินขนาดเล็ก เครื่องบินที่มีพิสัยการบินสูง ยานอวกาศ หรือดาวเทียม

ตารางที่ 2.2 ประเภทของยานสำรวจ

ยานสำรวจ	ระดับความสูง	ลักษณะการสำรวจ
ดาวเทียมค้างฟ้า	500 - 36,000 กม.	สำรวจแบบประจำ มีจุดสำรวจคงที่
ดาวเทียมโคจรรอบโลก	500 - 3000 กม.	สำรวจแบบประจำ ครอบคลุมพื้นที่กว้าง
ยานอวกาศ	240 - 350 กม.	สำรวจตามภารกิจ
เครื่องบินไอพ่น	10 - 12 กม.	พื้นที่สำรวจกว้างมาก ต้องการรายละเอียดปานกลาง
เครื่องบิน	500 - 8,000 ม.	พื้นที่สำรวจกว้าง ต้องการรายละเอียดมาก
บอลลูน	< 800 ม.	พื้นที่สำรวจไม่กว้าง ต้องการรายละเอียดมาก
เครื่องบินบังคับด้วยวิทยุ	< 500 ม.	พื้นที่สำรวจไม่กว้าง
เสาสูง ยอดตึก ภูเขา	< 300 ม.	จุดสำรวจคงที่ พื้นที่สำรวจเล็กๆ

นอกจากดาวเทียมแล้ว ยานสำรวจที่เหลือจะเป็นการบินสำรวจตามภารกิจที่ต้องมีการกำหนดเส้นทางบิน และระดับความสูงการบินเฉพาะ ช่วงเวลาในการสำรวจจะจำกัดตามความจุเชื้อเพลิงของยานพาหนะที่เลือกใช้ ดังนั้นช่วงเวลา และพื้นที่สำรวจมักครอบคลุมบริเวณใดบริเวณหนึ่งตามที่กำหนดโดยภารกิจการสำรวจเท่านั้น

การใช้ดาวเทียมเป็นยานสำรวจ จะมีข้อดีคือดาวเทียมอาศัยหลักการสมดุลระหว่างแรงหนีศูนย์กลางและแรงดึงดูดของโลกมาเป็นตัวรักษาวงโคจรของดาวเทียม (แทนที่จะใช้เชื้อเพลิงมาขับเคลื่อน ไม่ให้ยานตกลงสู่พื้นโลก) ดาวเทียมจึงไม่มีข้อจำกัดในด้านความจุเชื้อเพลิงเพื่อใช้ในการเคลื่อนที่ของดาวเทียม และทำให้ดาวเทียมสามารถโคจรรอบโลกอยู่ได้นานทำให้การสำรวจสามารถครอบคลุมเวลานานเป็นปีๆ และสามารถเลือกพื้นที่ที่จะให้ดาวเทียมบินสำรวจได้ครอบคลุมพื้นที่กว้าง โดยขึ้นอยู่กับวงโคจรที่จะให้ดาวเทียมเคลื่อนที่

4. วงโคจรของดาวเทียม

การสำรวจด้วยรีโมทเซนซิงมีการใช้วงโคจรของดาวเทียม 2 ลักษณะสำคัญคือ

- **วงโคจรแบบค้างฟ้า (Geostationary orbit)** ดาวเทียมจะปรากฏเหมือนอยู่นิ่งเมื่อสัมพันธ์กับตำแหน่งบนพื้นโลก ดาวเทียมโคจรในทิศเดียวกับการหมุนรอบตัวเองของโลก มีระนาบการโคจรอยู่ในแนวเส้นศูนย์สูตร และมีความสูงประมาณ 36,000 กิโลเมตร

ตำแหน่งของดาวเทียมสัมพันธ์กับตำแหน่งบนพื้นโลกจะเสมือนว่าดาวเทียมอยู่นิ่งค้างอยู่บนฟ้าตลอดเวลา จึงเรียกดาวเทียมที่มีลักษณะวงโคจรเช่นนี้ว่า ดาวเทียมค้างฟ้า (geostationary satellite)

ดาวเทียมด้านอุตุนิยมวิทยาที่ใช้ศึกษา และสังเกตการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศโดยดูจากรูปทรงและการเคลื่อนตัวของเมฆ จะใช้วงโคจรลักษณะนี้ ตัวอย่างเช่น ดาวเทียม GMS ของประเทศญี่ปุ่น

นอกจากนั้นดาวเทียมสื่อสารจำนวนมาก เช่น ดาวเทียมปลาป๋า ดาวเทียมของ StarTV รวมทั้ง ดาวเทียมไทยคม ของบริษัทชินวัตร ก็ใช้วงโคจรแบบค้างฟ้าเช่นกัน

- **วงโคจรแบบใกล้แกนหมุนของโลก (Near polar orbit)** ระนาบของวงโคจรของดาวเทียมจะอยู่ในทิศใกล้เคียงกับแนวแกนหมุนของโลก โดยดาวเทียมอาจอยู่ที่ระดับความสูงใดก็ได้ที่ความเสียดทานของบรรยากาศมีน้อยจนไม่สามารถทำให้ความเร็วของดาวเทียมลดลง

ดาวเทียมสำรวจส่วนมากจะมีวงโคจรในลักษณะนี้ โดยจะมีการกำหนดระดับความสูง และมุมของระนาบวงโคจรเทียบกับแนวเส้นศูนย์สูตร ที่เหมาะสม (โดยมากจะมีความสูงประมาณ 700-1000 กิโลเมตร และมีมุมเอียงประมาณ 95 – 100 องศา จากระนาบศูนย์สูตร) ตัวอย่างเช่น ดาวเทียม LANDSAT (สหรัฐอเมริกา) SPOT (ฝรั่งเศส) ADEOS (ญี่ปุ่น) INSAT (อินเดีย) RADARSAT (แคนาดา) ดาวเทียมเพื่อการสื่อสาร เช่น ดาวเทียมอิริเดียม ใช้วงโคจรในลักษณะนี้ แต่จะมีระนาบวงโคจรที่เอียงออกจากแนวแกนหมุนของโลกมากกว่านี้

2.1.2 ประเภทของรีโมทเซนซิง

ระบบรีโมทเซนซิง ถ้าวางตามแหล่งกำเนิดพลังงานที่ก่อให้เกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า มี 2 กลุ่มใหญ่ คือ

1. Passive remote sensing เป็นระบบที่ใช้กันกว้างขวางตั้งแต่เริ่มแรกจนถึงปัจจุบัน โดยมีแหล่ง พลังงานที่เกิดตามธรรมชาติ คือ ดวงอาทิตย์เป็นแหล่งกำเนิดพลังงาน ระบบนี้จะรับและบันทึกข้อมูลได้ ส่วนใหญ่ในเวลากลางวัน และมีข้อจำกัดด้านภาวะอากาศ ไม่สามารถรับข้อมูลได้ในฤดูฝน หรือเมื่อมีเมฆ หมอก ฝน

2. Active remote sensing เป็นระบบที่แหล่งพลังงานเกิดจากการสร้างขึ้นในตัวของ เครื่องมือสำรวจ เช่น ช่วงคลื่นไมโครเวฟที่สร้างในระบบเรดาร์ แล้วส่งพลังงานนั้น ไปยังพื้นที่เป้าหมาย ระบบนี้ สามารถทำการรับและบันทึกข้อมูล ได้โดยไม่มีข้อจำกัด ด้านเวลา หรือ ด้านสภาวะภูมิอากาศ คือสามารถรับส่งสัญญาณได้ทั้งกลางวันและ กลางคืน อีกทั้งยังสามารถทะลุผ่านกลุ่มเมฆ หมอก ฝนได้ในทุกฤดูกาล

ในช่วงแรกระบบ Passive remote sensing ได้รับการพัฒนามาก่อน และยังคงใช้ กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน ส่วนระบบ active remote sensing มีการพัฒนาจาก วงการทหาร แล้วจึงเผยแพร่เทคโนโลยีนี้ต่อกิจการพลเรือนในช่วงหลัง การสำรวจใน ด้านนี้ได้รับความสนใจมากขึ้น โดยเฉพาะกับประเทศในเขตร้อนที่มีปัญหาเมฆ หมอก ปกคลุมอยู่เป็นประจำ

2.1.3 การแปลความหมายของข้อมูล (Data interpretation)

เครื่องวัดของระบบรีโมทเซนซิง จะทำการวัดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้ 3 ลักษณะคือ

- วัดค่าความเข้มของคลื่นที่เครื่องได้รับ ขนาดของความเข้มของพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าใน แต่ละช่วงคลื่นที่ใช้ บอกคุณสมบัติของวัตถุที่กำลังพิจารณา ข้อมูลที่มีค่าสูง แสดงว่า ความเข้มของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากจุดที่กำลังพิจารณามีค่าสูง (วัตถุมีคุณสมบัติการ สะท้อนที่ดี หรือมีคุณสมบัติการแผ่รังสีที่ดี)
- วัดช่วงเวลาระหว่างการส่งและรับสัญญาณ เพื่อใช้ในการคำนวณระยะห่างระหว่าง เครื่องวัด กับสิ่งที่กำลังวัด (ตัวอย่างเช่น การใช้เรดาร์วัดระยะห่างของก้อนเมฆ)
- วัดความเปลี่ยนแปลงระหว่างความถี่ของสัญญาณที่ส่ง กับสัญญาณที่สะท้อนกลับ เพื่อ พิจารณาทิศทางการเคลื่อนที่ของสิ่งที่กำลังสังเกต (เรดาร์วัดอัตราการเคลื่อนที่ของพายุ โดยใช้หลักของ Doppler's)

นอกจากการพิจารณาข้อมูลแต่ละค่าที่เครื่องวัดบันทึกไว้ ถ้าสามารถสร้างภาพจากข้อมูล รีโมทเซนซิงได้ (เช่นถ้าใช้กล้องถ่ายภาพ ก็สามารถล้าง และอัดภาพออกมาได้) เรายังสามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แปลความหมายข้อมูลโดยพิจารณาจากลักษณะที่ปรากฏในภาพได้อีกด้วย ทั้งนี้การแปลภาพจะต้องพิจารณาถึงองค์ประกอบของภาพ และกำลังแยกของข้อมูลที่ใช้ในการสร้างภาพ

2.1.4 องค์ประกอบของภาพถ่ายดาวเทียม

- รูปทรง (shape) เช่น เรือนยอดไม้สนจะมีลักษณะกลม ไม้อื่นๆ จะมีลักษณะแตกต่างกันไป อาคารจะมีรูปทรงเรขาคณิต
- รูปแบบ (pattern) เช่น สวนผลไม้ จะมีลักษณะของแถวของเรือนยอดไม้สลับกับแนวคู
- ขนาด (size) จะต้องพิจารณาว่าในสภาพจริงมีขนาดอย่างไร เช่น รูปทรงสี่เหลี่ยมถ้าที่ขนาดประมาณ 10 x 10 ตร.เมตร อาจเป็นอาคาร แต่ถ้ามีขนาด 100 x 100 ตร.ม. ก็ไม่มีทางเป็นอาคารอยู่อาศัย
- ตำแหน่งที่ตั้ง (position) เช่น ป่าชายเลนจะอยู่ใกล้ทะเล และไม่อยู่บนภูเขา
- สี (color) เช่น พืชพรรณต่างชนิดมีสีต่างกัน
- ความสว่างของสี (tone) เช่น ดินแห้งจะสว่างกว่าดินชุ่มน้ำ
- ความหยาบละเอียด (texture) เช่น พื้นที่ที่เป็นท้องนาจะมีความละเอียดดูเนียนกว่าส่วนที่เป็นยอดไม้เบญจพรรณ
- เงา (shadow) ช่วยให้ทราบถึงความสูงต่ำของสิ่งที่สังเกต
- องค์ประกอบข้างเคียง (associated context) เช่น รูปทรงเรขาคณิตที่อยู่ติดกับแนวถนน มักเป็นอาคารพาณิชย์ บ่อน้ำรูปสี่เหลี่ยมใกล้ชายฝั่งมักเป็นบ่อเลี้ยง

2.1.5 การวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis)

ประกอบด้วยวิธีการ ดังต่อไปนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสายตา (Visual interpretation) เป็นการแปลตีความจากลักษณะองค์ประกอบของภาพ โดยอาศัยการพิจารณาปัจจัยด้านต่างๆ ได้แก่ สี (color, shade, tone) เงา (shadow) รูปทรง (form) ขนาดของวัตถุ (size) รูปแบบ (pattern) ลวดลายหรือลักษณะเฉพาะ (texture) และองค์ประกอบทางพื้นที่ (spatial components) ซึ่งเป็นหลักการตีความ เช่นเดียวกับการแปลภาพถ่ายทางอากาศ

2. การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์ (Digital analysis and image processing) เป็นการตีความ ค้นหาข้อมูลส่วนที่ต้องการ โดยอาศัยหลักการทางคณิตศาสตร์และสถิติ ซึ่งการที่มีข้อมูลจำนวนมาก จึงไม่สะดวกที่จะทำการคำนวณด้วยมือได้ ดังนั้นจึงมีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ ช่วยให้รวดเร็วในการประมวลผล มีวิธีการแปลหรือจำแนกประเภทข้อมูลได้ 2 วิธีหลักคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การแปลแบบกำกับดูแล (Supervised classification) หมายถึง การที่ผู้แปล เป็นผู้กำหนดตัวอย่างของประเภทข้อมูลให้แก่คอมพิวเตอร์ โดยใช้การเลือกพื้นที่ ตัวอย่าง (training areas) จากความรู้ด้านต่างๆเกี่ยวกับพื้นที่ศึกษา รวมทั้งจากการสำรวจภาคสนาม
- การแปลแบบไม่กำกับดูแล (Unsupervised classification) เป็นวิธีการที่ผู้แปล กำหนดให้คอมพิวเตอร์แปลข้อมูลเอง โดยใช้หลักการทางสถิติ เพียงแต่ผู้แปล กำหนดจำนวน ประเภทข้อมูล (classes) ให้แก่เครื่อง โดยไม่ต้องเลือกพื้นที่ ตัวอย่างให้ ผลลัพธ์จากการแปลจะต้องมีการตรวจสอบความถูกต้องและความน่าเชื่อถือ ก่อนนำไปใช้งาน โดยการเปรียบเทียบกับสภาพจริงหรือข้อมูลที่ น่าเชื่อถือได้ โดยวิธีการทางสถิติ

2.1.6 คุณสมบัติของภาพจากดาวเทียมสำรวจทรัพยากร

การบันทึกข้อมูลเป็นบริเวณกว้าง (Synoptic view) ภาพจากดาวเทียมภาพหนึ่งๆ ครอบคลุมพื้นที่กว้างทำให้ ได้ข้อมูลในลักษณะต่อเนื่องในระยะเวลาบันทึกภาพสั้นๆ สามารถศึกษาสภาพแวดล้อมต่างๆ ในบริเวณกว้างขวางต่อเนื่องในเวลาเดียวกันทันภาพ เช่น ภาพจาก LANDSAT MSS และ TM หนึ่งภาพคลุมพื้นที่ 185x185 ตร.กม. หรือ 34,225 ตร.กม. ภาพจาก SPOT คลุมพื้นที่ 3,600 ตร.กม. เป็นต้น

การบันทึกภาพได้หลายช่วงคลื่น ดาวเทียมสำรวจทรัพยากรมีระบบกล้องสแกนเนอร์ ที่บันทึกภาพได้หลายช่วงคลื่นในบริเวณเดียวกัน ทั้งในช่วงคลื่นที่เห็นได้ด้วยตาเปล่า และช่วงคลื่นนอกเหนือสายตามนุษย์ ทำให้แยกวัตถุต่างๆ บนพื้นผิวโลกได้อย่างชัดเจน เช่น ระบบ TM มี 7 ช่วงคลื่น เป็นต้น

การบันทึกภาพบริเวณเดิม (Repetitive coverage) ดาวเทียมสำรวจทรัพยากรมีวงโคจร จากเหนือลงใต้ และกลับมายังจุดเดิมในเวลาท้องถิ่นอย่างสม่ำเสมอและในช่วงเวลาที่แน่นอน เช่น LANDSAT ทุก ๆ 16 วัน MOS ทุกๆ 17 วัน เป็นต้น ทำให้ได้ข้อมูลบริเวณเดียวกัน หลายๆ ช่วงเวลาที่ทันสมัยสามารถเปรียบเทียบและติดตามการเปลี่ยนแปลงต่างๆ บนพื้นผิวโลกได้เป็นอย่างดี และมีโอกาสที่จะได้ข้อมูลไม่มีเมฆปกคลุม

การให้รายละเอียดหลายระดับ ภาพจากดาวเทียมให้รายละเอียดหลายระดับ มีผลดีในการเลือกนำไปใช้ประโยชน์ในการศึกษาด้านต่างๆ ตามวัตถุประสงค์ เช่น ภาพจากดาวเทียม SPOT ระบบ PLA มีรายละเอียด 10 ม. สามารถศึกษาตัวเมือง เส้นทางคมนาคมระดับหมู่บ้าน ภาพระบบ MLA มีรายละเอียด 20 ม. ศึกษาการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้เฉพาะจุดเล็กๆ และแหล่งน้ำขนาดเล็ก และภาพระบบ TM รายละเอียด 30 ม. ศึกษาสภาพการใช้ที่ดินระดับจังหวัด เป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

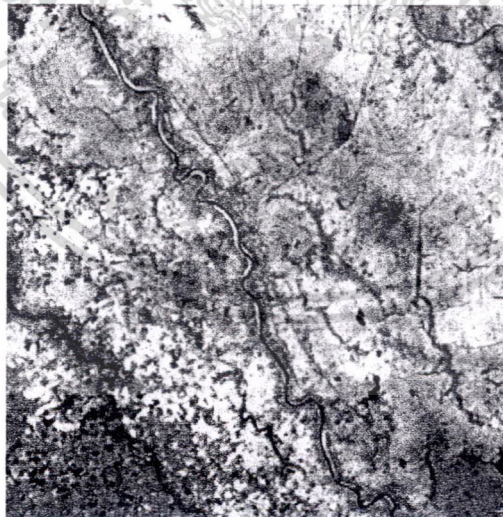
ภาพจากดาวเทียมสามารถให้ภาพสีผสม (False color composite) ภาพจากดาวเทียมสีขาวดำหนึ่งภาพในหลายช่วงคลื่นสามารถนำมาซ้อนทับกันได้ครั้งละ 3 แบนด์ โดยทำให้แต่ละแบนด์ที่เป็นสีขาวดำกลายเป็นสีบวก 3 สีหลัก คือ สีน้ำเงิน สีเขียว และสีแดง เมื่อนำมาซ้อนทับกัน ทำให้ได้ภาพจากดาวเทียมสีผสม ปรากฏสีต่างๆ ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีสี

การเน้นคุณภาพของภาพ (Image enhancement) ภาพจากดาวเทียมต้นฉบับสามารถนำมาปรับปรุงคุณภาพให้มีรายละเอียดเพิ่มขึ้น โดยการปรับเปลี่ยนค่าความเข้ม ระดับสีเทา เพื่อเน้นข้อมูลที่ต้องการศึกษาให้เด่นชัดขึ้น โดยทั่วไปนิยมใช้ 2 วิธีคือ การขยายค่าความเข้ม ระดับสีเทาให้กระจายจนเต็มช่วง โดยให้มีการกระจายข้อมูลของภาพถ่ายดาวเทียมในแต่ละค่าความเข้มให้มีปริมาณใกล้เคียงกัน

2.1.7 การประยุกต์ใช้ภาพถ่ายดาวเทียม

ภาพถ่ายดาวเทียม สามารถประยุกต์ใช้ได้กับซอฟต์แวร์ด้านต่างๆ อาทิเช่น การทำแผนที่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) การสำรวจระยะไกล และ โฟโตแกรมเมตรี (Photogrammetry) ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

- การเกษตร ข้อมูลดาวเทียมสำรวจทรัพยากรสามารถนำมาประยุกต์ใช้ เพื่อให้สอดคล้องกับการวางแผนการเกษตร โดยเน้นเกี่ยวกับการศึกษาพื้นที่เพาะปลูกพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ สามารถนำมาทำการประมวลผลเพื่อแยกแยะชนิดของพืชได้ ทำให้สามารถพยากรณ์และประเมินผลผลิตผลการเกษตรได้อย่างมีประสิทธิภาพ

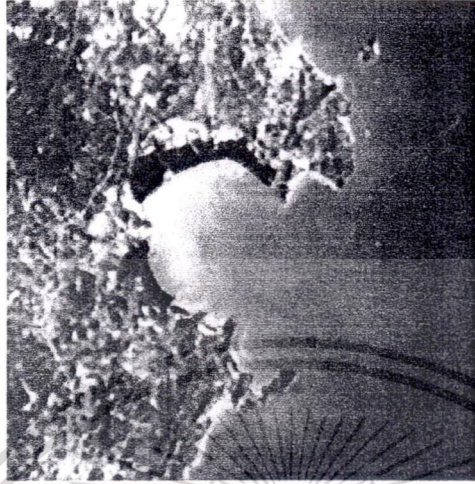


รูปที่ 2.3 พื้นที่นาข้าวและคลองชลประทานบริเวณที่ราบลุ่มภาคกลาง จากดาวเทียม LANDSAT 5

- การป่าไม้ การประยุกต์ใช้ข้อมูลภูมิสารสนเทศในส่วนการการป่าไม้ ภาพถ่ายดาวเทียม

ถูกนำมาใช้ในการศึกษาหาพื้นที่ป่าไม้ทั่วประเทศ และติดตามการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่า เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่หรือใช้เพื่อการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลง 120290 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม้ โดยเฉพาะพื้นที่ป่าต้นน้ำลำธาร การสำรวจหาพื้นที่อุดมสมบูรณ์ และป่าเสื่อมโทรม
ทั่วประเทศ เพื่อวางแผนการป้องกันและฟื้นฟู รวมทั้งการปลูกสร้างสวนป่า การติดตาม
ป่าชายเลน



รูปที่ 2.4 ภาพป่าชายเลน อ.สวิ จ.ชุมพร

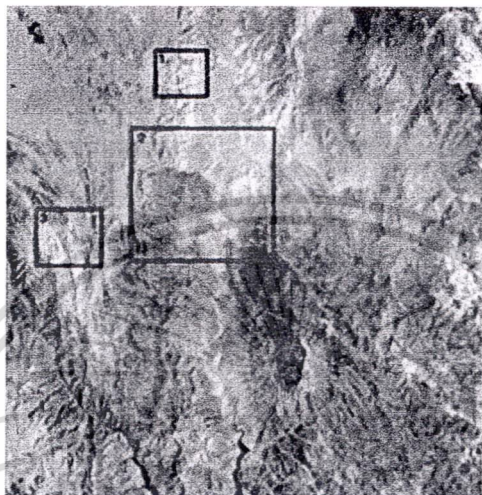
- การศึกษาตัวเมือง การประยุกต์ใช้ข้อมูลภูมิสารสนเทศในส่วนการศึกษาตัวเมือง
ภาพถ่ายดาวเทียมถูกนำมาใช้ในการศึกษาพื้นที่ในระดับจังหวัด ระดับภาคหรือ
ระดับประเทศ ใช้ทำแผนที่แสดงอาคารในพื้นที่ชุมชนในอนาคต และพัฒนาการสำรวจ
ข้อมูลเพื่อจัดทำแผนที่ ประกอบกับเทคโนโลยีการสำรวจรังวัดดาวเทียมระบบ GPS
(Global Positioning System)



รูปที่ 2.5 ภาพถ่ายดาวเทียมตัวเมืองกรุงเทพมหานคร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สิ่งแวดล้อมและภัยพิบัติการประยุกต์ใช้ข้อมูลภูมิสารสนเทศในส่วนการติดตามสิ่งแวดล้อมและภัยพิบัติ ภาพถ่ายดาวเทียมได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการสำรวจสภาพแวดล้อมต่างๆ และการติดตามภัยพิบัติต่างๆ ซึ่งได้แก่ เหตุการณ์แผ่นดินถล่ม น้ำท่วม และไฟป่า เป็น



รูปที่ 2.6 ภาพถ่ายดาวเทียมแสดงพื้นที่ถูกไฟป่าที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง เมื่อวันที่ 17 มีนาคม พ.ศ.2541

2.2 เส้นโครงแผนที่ (Map Projection)

การถ่ายทอดจำลองสิ่งต่างๆ ที่ปรากฏอยู่บนผิวโลก ณ บริเวณที่ต้องการลงบนแผ่นแบนราบ ซึ่งจะเป็นกระดาษหรือวัตถุอื่นใด ถ้าส่วนใดส่วนหนึ่งของผิวโลกที่เราต้องการจะแสดงนั้นมีขนาดเล็ก (เนื้อที่ไม่เกิน 300 ตารางไมล์) และยอมให้เป็นพื้นราบโดยความคลาดเคลื่อน (errors) ที่เกิดขึ้นไม่มีนัยสำคัญแล้ว การจำลองลดขนาดลงบนแผ่นกระดาษจะไม่มี ความยุ่งยากใดๆ เพียงอาศัยวิชาเรขาคณิตพื้นราบธรรมดาเท่านั้นก็สามารถทำได้ อย่างไรก็ตาม เนื่องจากโลกเราเป็นรูปทรงรี (spheroid) มีพื้นผิวเป็นพื้นโค้ง แต่กระดาษที่เราใช้เป็นพื้นแสดงนั้นเป็นพื้นแบนราบ (Plane) โดยเหตุที่พื้นผิวทั้งสองมีลักษณะแตกต่างกันเช่นนี้นับเป็นอุปสรรคที่สำคัญยิ่งในการทำรูปภาพแผนที่ โดยจะเห็นได้ง่ายๆ ว่าการที่จะแสดงรายละเอียดบนพื้นโค้งลงบนพื้นแบนราบให้ถูกต้องสมบูรณ์ นั้นเป็นสิ่งที่ไม่อาจทำได้ ถ้าเราผ่าผลส้มหรือลูกบอลออกแล้วแผ่แบนลงไปบนแผ่นกระดาษ จะเห็นว่า การที่ผิวส้มหรือผิวลูกบอลจะแนบสนิทกับกระดาษได้ต้องมีรอยย่น หรือมีรอยฉีกขาดเป็น ความคลาดเคลื่อนที่เกิดหรือขาดไปของผิวทรงกลม (ผิวโค้ง) เมื่อแนบเป็นแผ่นแบนราบ รอยย่น หรือ รอยฉีกขาดนี้เรียกว่า “ความบิดเบี้ยว”



รูปที่ 2.7 รูปโลกที่ได้จากการถ่ายภาพดาวเทียม

จากข้อเท็จจริงดังกล่าวเราจึงไม่สามารถทำรูปภาพแผนที่ จากผิวทรงกลมลงบนแผ่นกระดาษ ได้ถูกต้องทุกส่วน คือไม่มีรูปภาพแผนที่ใดที่แสดงลักษณะต่างๆ บนผิวโลกตามสภาพความเป็นจริงของมันให้ถูกต้องได้ทั้งหมด ถ้าจะกระทำให้ได้ก็เลือกพื้นผิวที่จะแสดงขึ้นใหม่ คือต้องใช้ลูกโลกซึ่งมีลักษณะเป็นทรงกลมใกล้เคียงกับโลก แต่ลูกโลกมีขนาดเล็กเกินไปจนไม่สามารถนำมาใช้แสดงรายละเอียดบนผิวโลกได้อย่างละเอียดถี่ถ้วน โดยเหตุนี้จึงเกิดแนวคิดในการสร้างเส้นโครงแผนที่ (Map Projection) ขึ้นเพื่อช่วยแก้ปัญหาต่างๆ โดยการวางกฎเกณฑ์ให้ได้มาซึ่งคุณสมบัติที่เหมาะสมกับความต้องการใช้ภาพแผนที่นั้นๆ วิชาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เส้นโครงแผนที่ที่มีมากมายหลายแบบ บางชนิดเส้นเมริเดียนและเส้นละติจูดเป็นเส้นตรง บางชนิดเป็นเส้นโค้ง บางชนิดเส้นเมริเดียนเป็นเส้นตรงเส้นละติจูดเป็นเส้นโค้ง ฯลฯ แต่ละแบบจะแสดงส่วนที่เป็นแผ่นดินในลักษณะต่างๆ กัน บางแบบถึงขนาดที่อาจทำให้ผู้ดูเกิดความเข้าใจผิดขึ้นก็ได้ ที่เห็นชัดเจนที่สุดก็คือ ขนาดของเกาะกรีนแลนด์ในแผนที่บางแบบจะโตเท่าทวีปอเมริกาใต้ทั้งๆ ที่ตามความจริงเกาะนี้มีขนาดเล็กกว่าอเมริกาใต้มาก ดังนั้นเราจึงต้องมีความเข้าใจในเส้นโครงแผนที่ และหากเลือกเส้นโครงแผนที่แบบต่างๆ มาใช้ให้เหมาะสมกับความมุ่งหมายของผู้ใช้รูปภาพแผนที่แล้วจะได้ประโยชน์อย่างมากเนื่องจากประเทศต่างๆ บางประเทศเหมาะสมที่จะใช้เส้นโครงแผนที่ชนิดใดชนิดหนึ่งโดยเฉพาะ

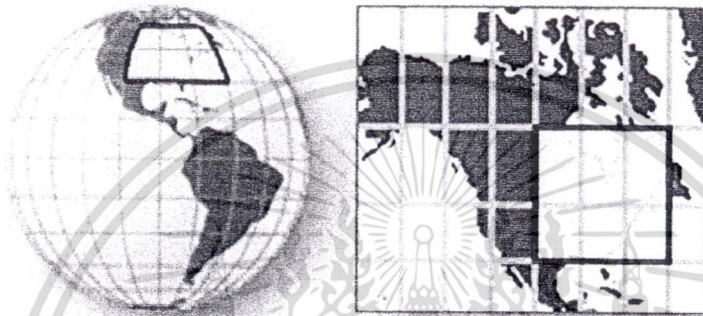
2.2.1 คุณสมบัติของรูปภาพอันเนื่องมาจากเส้นโครงแผนที่

แม้ว่าจะทำรูปภาพแผนที่หรือ รูปแสดงส่วนใดส่วนหนึ่งของผิวโลกให้ถูกต้องไม่ได้ดังกล่าวแล้วก็ตาม แต่เราก็สามารถแสดงรายละเอียดส่วนใดส่วนหนึ่งของผิวโลก โดยอาศัยเส้นโครงแผนที่ให้รูปภาพที่ได้ รักษาคุณสมบัติอย่างใดอย่างหนึ่งคือ

1. รักษาพื้นที่ (Preservation of area) คือให้รูปภาพแผนที่ที่มีพื้นที่เป็นสัดส่วนสัมพันธ์กับพื้นที่จริงบนผิวโลกหรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าให้รูปภาพรักษ้อัตราส่วนระหว่างพื้นที่แต่ละแห่งที่ตรงกันทั้งในรูปนั้นกับบนผิวโลกให้อยู่ในลักษณะคงที่เท่าๆ กันทั่วทั้งแผ่น
2. รักษารูปร่าง (Preservation of shape) คือให้รูปภาพรักษารูปร่างของพื้นที่บริเวณเล็กๆ แต่ละแห่งในรูปภาพแผนที่นั้นเหมือนกับที่เป็นจริงบนผิวโลกโดยทางทฤษฎีแล้วใช้กับจุดเท่านั้น
3. รักษาระยะหรือรักษามาตราส่วน (Preservation of scale) คือให้รูปภาพแผนที่ มีระยะจริงได้สัดส่วนสัมพันธ์กับระยะจริงบนผิวโลก นั่นคือรักษาระยะตามเส้นเมริเดียนหรือเส้นขนานบางเส้น ดังนั้นระยะห่างระหว่างรายละเอียดบนผิวโลกและในรูปภาพแผนที่จึงสามารถเปรียบเทียบกันได้
4. รักษาทิศทาง (Azimuthal) คือให้รูปภาพแผนที่ มีคุณสมบัติรักษาทิศทางได้ส่วนสัมพันธ์กับทิศทางบนผิวโลก นั่นคือทิศทางของแนวที่ลากออกไปจากจุดศูนย์กลางของการสร้างเส้นโครงแผนที่นั้นๆ ตรงกับความเป็นจริงบนผิวโลก

2.2.2 ระบบเส้นโครงแผนที่

ระบบเส้นโครงแผนที่ คือการแสดงโครงข่ายของละติจูดและลองจิจูด ลงบนแผ่นกระดาษ หรืออาจกล่าวได้อีกอย่างหนึ่งว่า เส้นโครงแผนที่เป็นระบบของการเขียนแนวเส้นที่แทนเมริเดียนและเส้นขนานของโลกทั้งหมดหรือส่วนใดส่วนหนึ่งลงบนพื้นแบนราบให้ถูกต้องตามมาตราส่วน ประโยชน์ของเส้นโครงแผนที่ก็คือเพื่อแสดงให้เห็นชัดว่ารายละเอียดในรูปภาพแผนที่อยู่ ณ ตำแหน่งใดบนผิวโลก



รูปที่ 2.8 เส้นโครงแผนที่

2.2.3 การสร้างเส้นโครงแผนที่

หลักการสร้างเส้นโครงแผนที่มีกำเนิดมาจากแนวความคิดในการฉายเงาของสิ่งต่างๆ ที่มีทรวดทรงไปยังจอแบนราบ เช่นเงาของศีรษะมนุษย์เป็นต้น เงาของศีรษะมนุษย์จะไม่ปรากฏบนจอในลักษณะแบนราบเสมอ ก็จะมีรูปร่างและขนาดต่างๆ กันสุดแต่จะให้แหล่งแสงอยู่ที่ใด ดังนั้นถ้าสมมุติให้มีโลกโปร่งใสที่มีเส้นขนานและเส้นเมริเดียนเขียนไว้ที่ผิวแล้วฉายแสงให้ผ่านลูกโลกนั้นไปเกิดเงาที่จอ เงาที่ปรากฏจะแสดงเส้นขนานและเส้นเมริเดียนในลักษณะต่างๆ กันเมื่อแหล่งแสงเปลี่ยนที่ไป และถ้าหากใช้จอที่มีรูปร่างต่างกัน ก็เป็นจอแบนราบได้ จอโค้งเป็นรูปทรงกระบอกหรือรูปทรงกรวยกลม ซึ่งอาจผ่าแล้วคลี่ออกเป็นแผ่นแบนราบได้ บ้างแล้ว ลักษณะของเงาเส้นขนานและเส้นเมริเดียนที่ปรากฏก็จะผิดแผกแตกต่างกันไปอีกมากมายหลายแบบ

2.2.4 พื้นผิวที่ใช้ในการแสดงเส้นโครงแผนที่

ไม่มีส่วนใดของผิวทรงกลมหรือทรงรีที่จะ تابลงไปบนพื้นราบหรือพื้นแบนได้แบบสนิทโดยมิให้มีรอยย่นหรือรอยฉีกขาด อย่างไรก็ตามมีพื้นผิวบางชนิดเมื่อคลี่ออกแล้วแนบลงไปบนพื้นราบได้แบบสนิทจริงๆ โดยไม่มีรอยย่น ยี่ดออก หรือฉีกขาด พื้นผิวดังกล่าวนี้ได้มีการพัฒนาจนเป็นที่แน่ใจแล้วว่าเป็นพื้นผิวที่ใช้แสดงเส้นโครงแผนที่ได้ดีที่สุด (Developable surface) ได้แก่

1. พื้นผิวรูปทรงกรวย (Conic ,Circle Cone)
2. พื้นผิวรูปทรงกระบอก (Cylinder)
3. พื้นแบนหรือพื้นระนาบ (Plane ,Azimuthal)

พื้นผิวทรงกรวย เมื่อเราผ่าออกจากฐานกรวยถึงยอด แล้วคลี่ออกอาจแนบลงไปบนพื้นราบได้อย่างแนบสนิทปราศจากรอยย่น รอยยี่ดออก หรือรอยฉีกขาดใดๆ และในทำนองเดียวกันรูปทรงกระบอกเมื่อผ่าจากฐานหนึ่งถึงอีกฐานหนึ่งแล้วคลี่ออกสามารถแนบลงบนพื้นราบได้สนิทโดยปราศจากรอยย่น รอยยี่ด หรือรอยฉีกขาดใด



รูปที่ 2.9 เส้นโครงแผนที่ที่ใช้พื้นกรวยกลมเป็นพื้นแสดง

2.2.5 การจำแนกชนิดของเส้นโครงแผนที่

เส้นโครงแผนที่ที่ใช้ในการทำรูปภาพแผนที่ที่มีอยู่มากมายหลายชนิด (200 กว่าชนิด) จนไม่สามารถแบ่งออกเป็นชนิดต่างๆ ได้โดยโคดเดียว แต่อาจแบ่งได้โดยกำหนดตามพื้นผิวที่ใช้เป็นพื้นแสดงเส้นโครงแผนที่ คือ

1. เส้นโครงแผนที่ที่ใช้พื้นกรวยกลมเป็นพื้นแสดงเส้นเมริเดียนและเส้นขนานของโลก เรียกว่า “Conic Projection”
2. เส้นโครงแผนที่ที่ใช้พื้นรูปทรงกระบอกเป็นพื้นแสดงเส้นเมริเดียนและเส้นขนานของโลก เรียกว่า “Cylindrical Projection”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า. ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เส้นโครงแผนที่ที่ใช้พื้นแบนราบเป็นพื้นแสดงเส้นเมริเดียนและเส้นขนานของโลก

เรียกว่า “Azimuthal Projection หรือ Zenithal Projection”

พื้นผิวทั้งสามแบบนี้เราอาจใช้สัมผัสหรือตัดเข้าไปในโลกที่ใดที่หนึ่งที่เราพิจารณา ตำแหน่งที่พื้นผิวทั้งสามจะสัมผัสหรือตัดโลกได้มีอยู่ 3 แห่งคือ

- ที่ขั้วโลกเหนือและขั้วโลกใต้
- ที่เส้นศูนย์สูตร (Equator)
- ที่ใดที่หนึ่งที่ไม่ใช่ขั้วโลกและอิเควเตอร์

เราแบ่งเส้นโครงทั้ง 3 ชนิดนั้นออกเป็นส่วนย่อยอีกตามลักษณะของเส้นศูนย์กลางเส้นโครงแผนที่ คือถ้าเราใช้ศูนย์กลางของเส้นโครงแผนที่หรือแกนของรูปทรงกรวยกลมหรือแกนรูปทรงกระบอกอยู่ตรงไหน ก็มีชื่อเรียกของมันไปคนละอย่าง คือ

ถ้าใช้ศูนย์กลางเส้นโครงแผนที่ (โพรเจกชัน) อยู่ที่ขั้วโลกเราเรียกว่า Normal เช่นถ้าใช้พื้นแบนสัมผัสที่ขั้วโลกแล้วฉายเส้นเมริเดียนและเส้นขนานไปบนพื้นแบนนั้น เรียกว่า “Azimuthal Normal Projection” ถ้าใช้พื้นแบนสัมผัสที่อิเควเตอร์เรียกว่า “Azimuthal Equatorial Projection” และถ้าใช้พื้นแบนสัมผัสที่ใดที่หนึ่งซึ่งไม่ใช่ขั้วโลกและอิเควเตอร์ เรียกว่า “Azimuthal Transverse Projection”

ในทำนองเดียวกันถ้าให้แกนรูปทรงกรวยกลมอยู่ตามจุดต่างๆ ทั้ง 3 แห่งนี้ก็จะเรียก “Conic Normal Projection, Conic Equatorial Projection” และ “Conic Transverse Projection” ตามลำดับ

หรือถ้าให้แกนรูปทรงกระบอกอยู่ตามจุดต่างๆ ทั้ง 3 แห่งนี้ก็จะเรียก “Cylindrical Normal Projection, Cylindrical Equatorial Projection” และ “Cylindrical Transverse Projection” ตามลำดับ

2.3 สเปเชียลทรานสฟอร์มเมชัน

Spatial Transformation เป็นฟังก์ชันหนึ่งในการประมวลผลภาพ ซึ่งกล่าวถึงการเปลี่ยนแปลงรูปร่างลักษณะของภาพตามลักษณะทางเรขาคณิต spatial Transformation ยังเป็นการแก้ไขความสัมพันธ์ระหว่าง สเปเชียล กับ จุดภาพ ซึ่งเป็นรูปแบบของพิกัดในภาพอีกด้วย การกำหนดการนำเข้าภาพในตำแหน่งที่ต้องการ กำหนดในการแสดงภาพเอาต์พุต รูปแบบและวิธีการ Spatial Transformation สามารถแสดงได้ดังนี้

2.3.1 Resizing an image

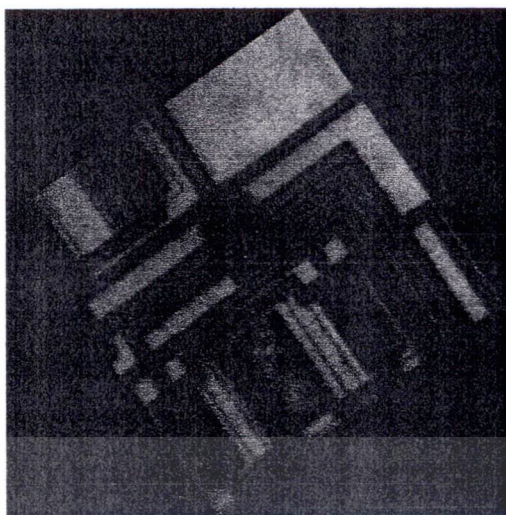
การรีไซเคิลภาพ ไม่ได้เฉพาะเจาะจงถึงการลดรูปภาพเพียงอย่างเดียวแต่ สามารถที่ขยายหรือเพิ่มขนาดของภาพได้ตามความเหมาะสมของภาพได้ด้วย การเจาะจงขนาดของภาพนั้นสามารถทำได้ 2 ทาง ตามชนิดของคำสั่ง คือ Magnification Factor และ Specifying the Size of the Output Image



รูปที่ 2.27 (a) ภาพต้นแบบ (b) ภาพที่ได้ทำการรีไซเคิล

2.3.2 Rotating an image

การโรเตชัน(rotation) หรือการหมุนภาพ เพื่อสร้างภาพให้มีมุมมองตามความต้องการ โดยสามารถกำหนดทิศทางของการหมุนในรูปแบบขององศา เช่น กำหนดองศาเป็นค่าบวก จะมีการหมุนของภาพในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา และกำหนดองศาเป็นค่าลบจะมีการหมุนของภาพในทิศทางตามเข็มนาฬิกา



รูปที่ 2.28 ภาพที่ได้ทำการ Rotating

2.3.3 Cropping an image

การครอบปั้ง(cropping) หรือ การตัดภาพ เป็นการเลือกภาพเฉพาะจุดที่ต้องการนำมาใช้ โดยที่สามารถเลือกภาพออกมาได้ในรูปแบบของสี่เหลี่ยม



(a)

(b)

รูปที่ 2.29 (a) ภาพต้นแบบ (b) ภาพที่ได้ทำการCropping

2.3.4 Performing general 2-D Spatial Transformation

การเก็บรูปภาพใน MATHLAB ส่วนมากจะถูกเก็บในรูปแบบอะเรย์(Array) 2 มิติ ซึ่งในแต่ละส่วนของเมทริกซ์(Matrix) จะบอกถึงลักษณะของแต่ละจุดภาพ ถ้าพูดกันในภาษาทางเทคนิคแล้ว ภาพดิจิทัลอนันต์ก็คือ ฟังก์ชัน 2 มิติ หรือ $f(x,y)$ ของค่าความเข้มของแสง โดยที่ x และ y คือ ค่าที่บอกถึงตำแหน่งในระบบพิกัดฉาก และค่าของฟังก์ชัน ณ ตำแหน่งใด ๆ จะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นสัดส่วนกับความสว่างของแสง ณ ตำแหน่งนั้น วิธีนี้จะเป็นการกำหนดให้ภาพที่ออกมา
นั้นอยู่ในลักษณะใด คล้ายกับการลดขนาดและการหมุนภาพรวมกันแต่สามารถกำหนด
ตำแหน่งการวางภาพได้ซึ่งการแปลงรูปภาพนั้นสามารถทำได้ 2 แบบ คือ

1. Using set of point การกำหนดโดยใช้รูปแบบกำหนดเป็นแกน
2. Using a Transformation Matrix การกำหนดโดยการใช้รูปแบบของเมตริกซ์ตามตาราง

2.4 การปรับปรุงคุณภาพของภาพ

การเน้นคุณภาพของภาพ (Image Enhancement) คือการปรับปรุงคุณภาพของให้มีความ
เหมาะสมกับการงานเฉพาะทางด้านต่าง เช่น การนำภาพมาทำให้ชัดเจนขึ้นในสายตาของมนุษย์
หรือการปรับปรุงภาพให้มีความเหมาะสมกับงานด้านหนึ่ง แต่ไม่เหมาะสมกับงานอีกด้านหนึ่งก็เป็นที่
การปรับปรุงคุณภาพของภาพแบ่งออกตามประเภทของการประมวลผลได้ 4 ลักษณะใหญ่ ๆ คือ

2.4.1 Pixel-based

เป็นการปรับปรุงคุณภาพของภาพโดยกระทำทีละจุด ๆ บนภาพจนกระทั่งครบทุกจุด
เช่น การกระทำทางพีชคณิต การกระทำเชิงตรรก หรือเรขาคณิต เป็นต้น

ในการประมวลผลภาพทางพีชคณิต เป็นการประมวลผลภาพแบบง่าย ๆ วิธีใช้ตัวกระทำ
ทางคณิตศาสตร์ คือ เครื่องหมายบวก , ลบ , คูณ และหาร โดยผลที่ได้จากการใช้ตัวกระทำแต่
ละตัว จะให้ผลออกมาไม่เหมือนกันและผลที่ได้นั้นก็สามารนำไปพิจารณาและวิเคราะห์ได้
การกระทำทางพีชคณิตนี้จะแบ่งออกเป็น 2 แบบคือ

1. การกระทำระหว่างค่าคงที่ กับภาพ เช่น ตัวเลข กับรูปภาพ
2. การกระทำระหว่างภาพกับภาพ เช่น ภาพ A กับภาพ B

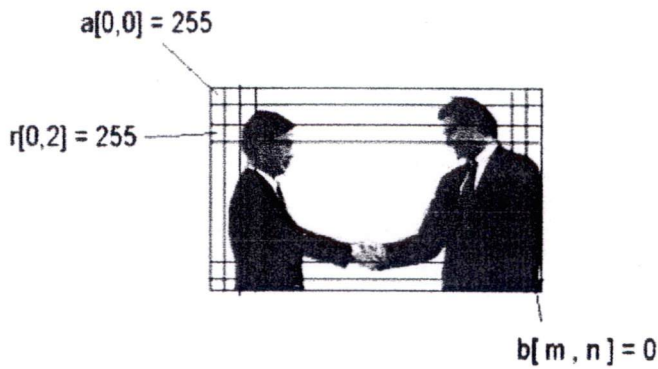
การกระทำในระดับจุดภาพ จะกระทำกันทีละจุด ๆ ในภาพหนึ่ง ๆ นั้น เพราะฉะนั้น เรา
จึงต้องมีการอ้างถึงตำแหน่งของจุดภาพที่อยู่ในรูปภาพ โดยพิจารณารูปภาพให้เป็นเมตริกซ์
(Matrix) ซึ่งสมาชิกแต่ละตัวในเมตริกซ์ ก็คือ คู่ลำดับ (i,j) ดังตัวอย่างต่อไปนี้

$a[x, y]$ = ตำแหน่งความเข้มของจุดสีที่ x, y ของรูป a

$b[x, y]$ = ตำแหน่งความเข้มของจุดสีที่ x, y ของรูป b

$r[x, y]$ = ตำแหน่งความเข้มของจุดสีที่ x, y ของรูป r

ลองดูรูปต่อไปนี้ เพื่อความเข้าใจ



รูปที่ 2.29 แสดงข้อมูลในจุดภาพหนึ่งซึ่งก็คือ ค่าสีที่เราจะนำมาประมวลผล

จากรูปก็จะเห็นได้ว่า ข้อมูลในจุดภาพหนึ่งจุด ก็คือ ค่าสีที่เราจะนำมาประมวลผล โดยการอ้างถึงจุดนั้น เราใช้คู่ลำดับนั่นเอง ในการอธิบายหัวข้อถัดไป จะใช้สัญลักษณ์คู่ลำดับดังกล่าวนี้ด้วย

การบวกและลบภาพ

การบวกภาพ มีอยู่สองลักษณะ คือ บวกภาพกับภาพ (บวก Matrix กับ Matrix) และบวกภาพกับค่าคงที่ (Matrix กับค่า c) ดังนี้

$$r[x, y] = a[x, y] + b[x, y]$$

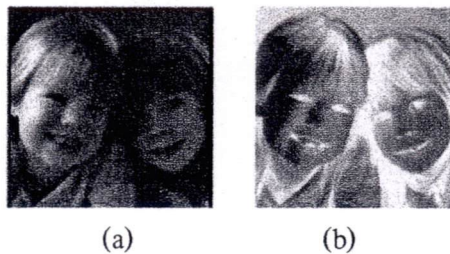
$$r[x, y] = a[x, y] + c$$

สำหรับการลบภาพจะเป็นดังนี้

$$r[x, y] = a[x, y] - b[x, y]$$

$$r[x, y] = a[x, y] - c$$

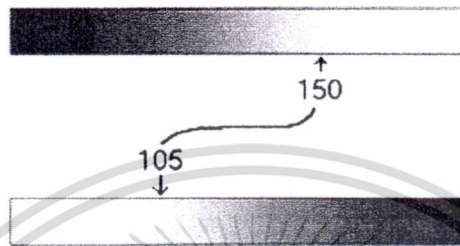
นอกจากการนำเอาจุดสีในภาพมากระทำกันเองแล้ว การกระทำระหว่างจุดภาพกับค่าคงที่ก็สามารถทำได้เช่นกัน เพื่อลดหรือเพิ่มปริมาณความเข้มของแสง หรือทำเป็นภาพแบบ Negative ที่จะทำให้รูปภาพ children.bmp มีความสว่างมากขึ้น



รูปที่ 2.30 (a) ภาพต้นฉบับ (b) ภาพแบบ Negative

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพ จะเห็นได้ว่า เป็นการกลับภาพโดยแต่ละจุด ๆ นั้นจะลบออกจาก 255 กล่าวคือ ถ้าจุดสีนั้นมีค่า 100 เมื่อถูกลบออกจาก 255 และก็จะ ได้แค่ 155 ถ้าจุดสีนั้นมีค่า 255 เมื่อลบออกจาก 255 ก็คือ ค่า 0 กลายเป็นสีดำ เพราะฉะนั้น ตรงไหนที่เป็นสีขาวปริมาณเท่าไร ก็จะถูกกลายเป็นค่าสีในโทนดำในปริมาณนั้นกลับกัน



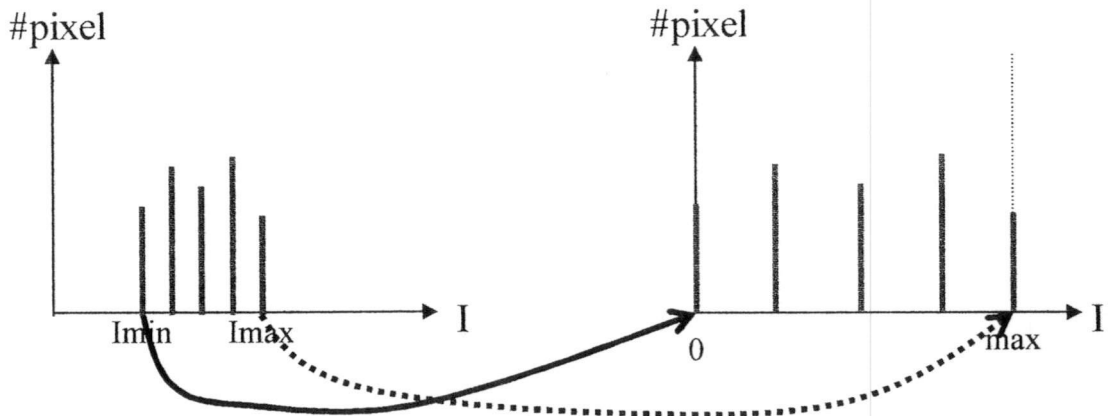
รูปที่ 2.31 แสดงการกลับกันของสี

ความสว่าง (Brightness) เกิดจากการบวกหรือลบกันระหว่างจุดภาพกับค่าคงที่ โดยการบวกจะทำให้เพิ่มความสว่างมากขึ้น ในขณะที่การลบ จะทำให้ค่าสีลดลง ทำให้มืดลง หลักการของการทำให้สว่างหรือมืด ก็คือ ค่าสีเดิมของจุด ๆ นั้นเป็นเท่าไรก็ตาม ถ้ามีการบวกเพิ่มเข้าไปแล้ว จากเดิม 100 เมื่อบวกอีก 50 ก็จะเป็น 150 เพราะฉะนั้น ทุก ๆ จุดก็จะถูกเพิ่มด้วย 50 เช่นกัน ทำให้ภาพมีความสว่างมากขึ้น

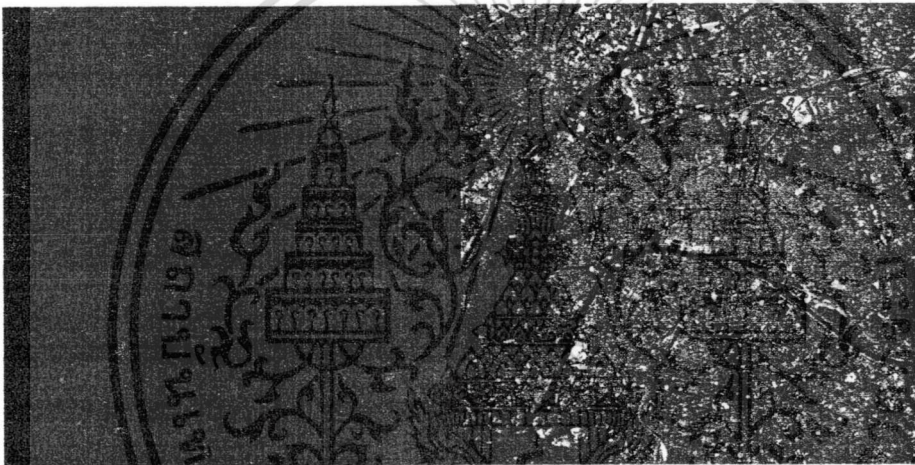
การปรับความคมชัด (Contrast) เพื่อปรับรูปภาพให้มีความคมชัดมากขึ้นหรือน้อยลง โดยเราจะใช้การคูณและการหารเข้ามาช่วย โดยการคูณกับค่าคงที่ เป็นการเพิ่มความคมชัดให้มากขึ้น

2.4.2 Histogram-based

เป็นการปรับปรุงคุณภาพของภาพโดยกระทำบนฮิสโตแกรม(Histogram) ของภาพที่ต้องการปรับปรุงคุณภาพนั้น ฮิสโตแกรมซึ่งก็คือกราฟแสดงความเข้มข้นของสี สามารถที่จะใช้ฟังก์ชันในการขยายค่าความกว้างของฮิสโตแกรมเพื่อปรับเปลี่ยนความเข้มข้นของสีได้



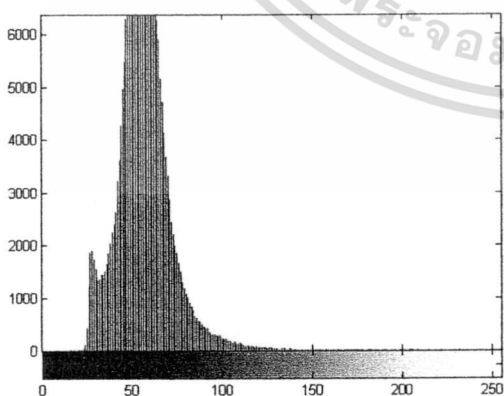
รูปที่ 2.32 ภาพการขยายแถบสีของฮิสโตแกรม



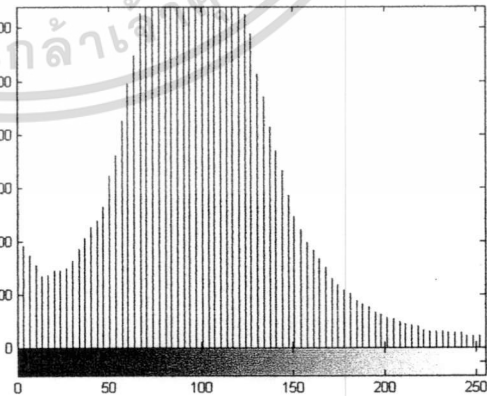
(a)

(b)

รูปที่ 2.33 (a) ภาพต้นแบบ (b) ภาพจากการทำการขยายแถบสีของฮิสโตแกรม



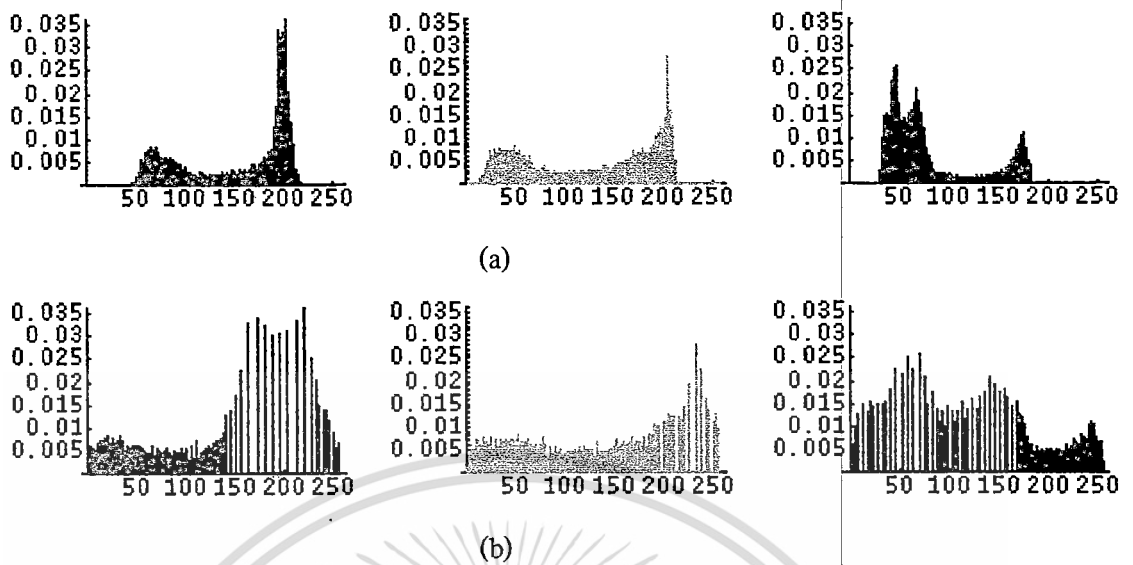
(c)



(d)

รูปที่ 2.33 (c) ฮิสโตแกรมแถบสีแดงจากภาพต้นแบบ (d) ฮิสโตแกรมแถบสีแดงจากการขยายแถบสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.34 (a) ฮิสโตแกรมต้นแบบ (b) ฮิสโตแกรมจากการขยายแถบสี

2.4.3 Spatial-filtering-based

เป็นการปรับปรุงคุณภาพของภาพโดยใช้วิธีการทำ สပါเชียลคอนโวลูชัน ที่จุดภาพ โดยตรง การทำคอนโวลูชันคือการ กระทบกับจุดภาพที่อยู่บริเวณรอบๆ คือการนำจุดข้างเคียง มาใช้ร่วมในการคำนวณผลบวกของผลคูณ คล้ายกับลักษณะของ pixel-based ซึ่งเป็นการบวก ลบกันระหว่างจุดภาพ

2.4.4 Frequency-based

เป็นการปรับปรุงคุณภาพโดยกระทำในระดับความถี่ หรือ Frequency Domain โดยใช้ การแปลงแบบฟูเรียร์ (Fourier) เข้ามาช่วย การปรับปรุงคุณภาพด้วยวิธีการเชิงความถี่ เป็นการนำฟังก์ชันอื่นๆ มาคูณเข้ากับภาพที่ได้จากการแปลงฟูเรียร์ ซึ่งสามารถกระทำได้ 2 ชนิด คือกระทำในช่วงความถี่ต่ำซึ่งจะเป็นการกำจัดสิ่งรบกวนและทำให้ภาพเบลอ กับช่วง กระทำช่วงความถี่สูง จะเป็นการเพิ่มความคมชัดให้กับภาพ และยังใช้ในการหาขอบของภาพ ได้อีกด้วย

2.5 MATLAB Image Processing Toolbox

Image processing เรียกอีกอย่างว่า การประมวลผล หมายถึง การใช้ขั้นตอน หรือ กรรมวิธีใด ๆ มากระทำกับภาพ โดยมีวัตถุประสงค์ให้ได้ภาพใหม่ที่มีคุณสมบัติตามที่ต้องการ เช่น ความคมชัด หรือ การประหยัพื้นที่ในการเก็บข้อมูล การประมวลผลภาพสามารถแบ่งได้เป็น 2 แบบใหญ่ๆ

1. กระบวนการในโดเมนความถี่ (frequency domain)

กระบวนการในโดเมนความถี่เป็นการแปลงฟูเรียร์ มาประยุกต์ให้

2. กระบวนการในสเปเชียลโดเมน (spatial domain)

สเปเชียลโดเมน หมายถึง ตัวระนาบภาพ (image plane) กระบวนการในสเปเชียลโดเมนจึงเป็นกระบวนการที่กระทำบนจุดภาพโดยตรง อย่างเช่น กระบวนการในสเปเชียลโดเมน ที่เลือกใช้ได้แก่ ฮิสโตแกรมอีควอลไลเซชัน (Histogram Equalization) การบีบอัดไดนามิกเรนจ์ (Dynamic range compression) การแปลงระดับสีเทา (Gray scaling)

ทูลบ็อกที่ใช้ใน MATLAB Image Processing Toolbox ได้แก่

2.5.1 Spatial image transformations

Spatial image transformation เป็นฟังก์ชันที่อยู่ใน Image Processing Toolbox ซึ่งสามารถแก้ไขความสัมพันธ์ระหว่าง spatial กับ pixel ให้มีความกลมกลืนเข้าด้วยกันได้ ทั้งยังปะติดปะต่อตำแหน่งของรูปภาพนำเข้าให้รูปภาพผลลัพธ์อยู่ในตำแหน่งใหม่หรือมีลักษณะเปลี่ยนแปลงไป spatial transformation ยังมีฟังก์ชันในการตัดภาพ ถัด เพิ่มขนาด และ หมุนภาพ รวมถึงการเปลี่ยนแปลงลักษณะของ ภาพสองมิติที่อยู่ในฟังก์ชัน $f(x,y)$ และ ภาพ N มิติ โดยที่ลักษณะสัดส่วนของภาพยังคงสัดส่วนเดิมอยู่

2.5.2 Morphological operations

ตัวปฏิบัติการรูปแบบโครงสร้าง คือ การตั้งค่าในการคำนวณการประมวลผลภาพ โดยอาศัยรูปร่างลักษณะของภาพ ตัวปฏิบัติการรูปแบบโครงสร้างจะทำการปรับเปลี่ยนค่าโครงสร้างอิเลเมนต์ (element) ของรูปภาพนำเข้า แล้วสร้างภาพผลลัพธ์ที่มีขนาดเท่ากับภาพนำเข้าเดิม พื้นฐานของตัวปฏิบัติการรูปแบบโครงสร้างจะทำการคำนวณ กายขยายตัว การลดตัว ในการคำนวณของรูปแบบโครงสร้าง ค่าของแต่ละจุดภาพในภาพผลลัพธ์ จะทำการเปรียบเทียบกับจุดภาพหรือจุดข้างเคียงของภาพนำเข้า โดยมีการเลือกจากขนาดและ รูปร่างของจุดข้างเคียง ยกตัวอย่างการทำงาน เช่น เราสามารถกำหนดให้มีการรู้จำรูปร่างและขนาดของรูปภาพนำเข้าได้

2.5.3 Neighborhood and block operations

เป็นตัวปฏิบัติการที่กระทำกับจุดภาพที่อยู่บริเวณรอบๆ กับจุดที่กำลังกระทำอยู่ หมายถึง เมื่อเราต้องการจะให้ตัวปฏิบัติการกระทำกับจุดใด ๆ แล้วนั้นตัวปฏิบัติการจะต้องนำเอาค่าข้างเคียงของจุดนั้นมาคำนวณด้วยเสมอ เราเรียกการทำงานแบบนี้ว่า การทำงานที่ต้องใช้จุดข้างเคียง (Neighborhood operation)

2.5.4 Linear filtering and filter design

ฟิวเตอร์ คือ เทคนิคการกรองแยกส่วนที่ดีของภาพเพื่อให้ได้รูปภาพที่ได้รับการแก้ไข หรือการลักษณะขยายใดๆของรูป หรือ ความถี่ เช่น การกรองรูปภาพเพื่อที่จะเน้นความสามารถ หรือ เน้นความสามารถอื่นๆ ในการคำนวณการประมวลผลของรูปภาพ ที่จะทำการ ฟิวเตอร์ จึงมีการเรียกใช้ฟังก์ชัน smoothing, sharpening และ edge enhancement.

Linear filtering หรือการกรองเชิงเส้น คือการกรองค่าของ พิกเซลผลลัพธ์ของรูปภาพ ซึ่งก็คือการนำค่า pixel neighborhood มารวมเข้าไว้ด้วยกัน

2.5.5 Transforms

เป็นการใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ของรูปภาพในฟังก์ชันสองตัวแปร $f(x,y)$ ของ สเปกตรัม ค่าของฟังก์ชันที่ตำแหน่งนั้นๆ จะแสดงความเข้มข้นของภาพ เราเรียกสิ่งนั้นว่า สเปกตรัมโดเมน เทอมของ Transforms จะมีการอ้างถึง หลักการทางคณิตศาสตร์ของรูปภาพ เป็นต้นว่า ฟูเรียร์ทรานฟอร์มคือการแปลงรูปภาพซึ่งเป็นการรวมของเอกโปเนนเชียลที่มีความซับซ้อนของขนาดที่หลากหลาย รวมทั้งความถี่ และ เฟส เราเรียกเรียกว่า โดเมนความถี่ ทรานฟอร์ม ใช้สำหรับขยายระยะกว้างของความต้องการ, รวมถึง convolution, enhancement, feature detection, compression

2.5.6 Image analysis and enhancement

การวิเคราะห์และปรับปรุงคุณภาพให้กับรูปภาพให้ภาพมีความคมชัด โดยการกำจัดสิ่งรบกวนให้กับภาพ การวิเคราะห์เพิ่มและลดความเข้มข้นของภาพ ให้เหมาะกับการใช้งานในแต่ละชนิด

2.5.7 Image registration

การรีจิสตรูเป็นกระบวนการทำให้รูปทั้งสอง หรือมากกว่าสองอยู่ในแถวหรือทิศทางเดียวกัน การรีจิสตรูถูกใช้เป็นขั้นตอนในการประมวลผลรูปภาพ

2.5.8 Deblurring

คือการทำให้เบลอ หรือ สลายตัวรูปภาพให้รูปภาพมีความพร่า เป็นการปรับปรุงรูปแบบของภาพให้เหมาะสมกับงานที่ต้องการ

บทที่ 3 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับภาพถ่ายดาวเทียม

ในส่วนขั้นตอนการออกแบบการประมวลผลภาพถ่ายดาวเทียมนั้นได้แบ่งออกเป็น 3 ส่วนใหญ่ ๆ ด้วยกัน คือ การนำเข้าไฟล์ภาพ การสร้างโครงสร้าง และการประมวลผลภาพ

3.1 การนำเข้าไฟล์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม

แหล่งข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่นำมาใช้งานจะมีอยู่ 2 ลักษณะคือ ข้อมูลที่เป็นไฟล์ HDF และ ไฟล์ภาพจากการดาวน์โหลดโดยโปรแกรมดาวน์โหลดภาพถ่ายดาวเทียม McIDAS ซึ่งลักษณะของไฟล์ ทั้ง 2 ชนิดจะมีความแตกต่างกันดังนี้

3.1.1 HDF (Hierarchical Data Format)

HDF เป็นมาตรฐานผลิตภัณฑ์ของระบบ EOS (Earth Observing System) ขององค์กร NASA (National Aeronautics and Space Administration) ทั้งหมด เป็นการพัฒนาโปรเจ็ค ร่วมของ HDF Group รูปแบบวิธีการเก็บแบบนี้ เป็นการเก็บเพิ่มข้อมูลไว้ในโฟลเดอร์ และ เมื่อเปิดเข้าไปในแต่ละโฟลเดอร์ ก็จะมองเห็นแฟ้มข้อมูล หรืออาจจะมีโฟลเดอร์ย่อยอยู่ ภายในโฟลเดอร์อีกทีหนึ่ง ข้อมูลจะประกอบด้วย ข้อมูลภาพในแต่ละแบนด์และในแต่ละ ความละเอียด ข้อมูลตำแหน่ง ละติจูดลองจิจูด และรายละเอียดอื่นๆ ซึ่งทำให้มีขนาดของ ข้อมูลขนาดใหญ่ 50MB – 800MB ทำให้ต้องใช้เวลาในการดาวน์โหลดนาน และข้อมูลชนิด นี้จะไม่ได้ข้อมูลภาพล่าสุดจากดาวเทียมเพราะต้องผ่านการปรับปรุงข้อมูลของผู้ให้บริการ ก่อน

3.1.2 McIDAS File

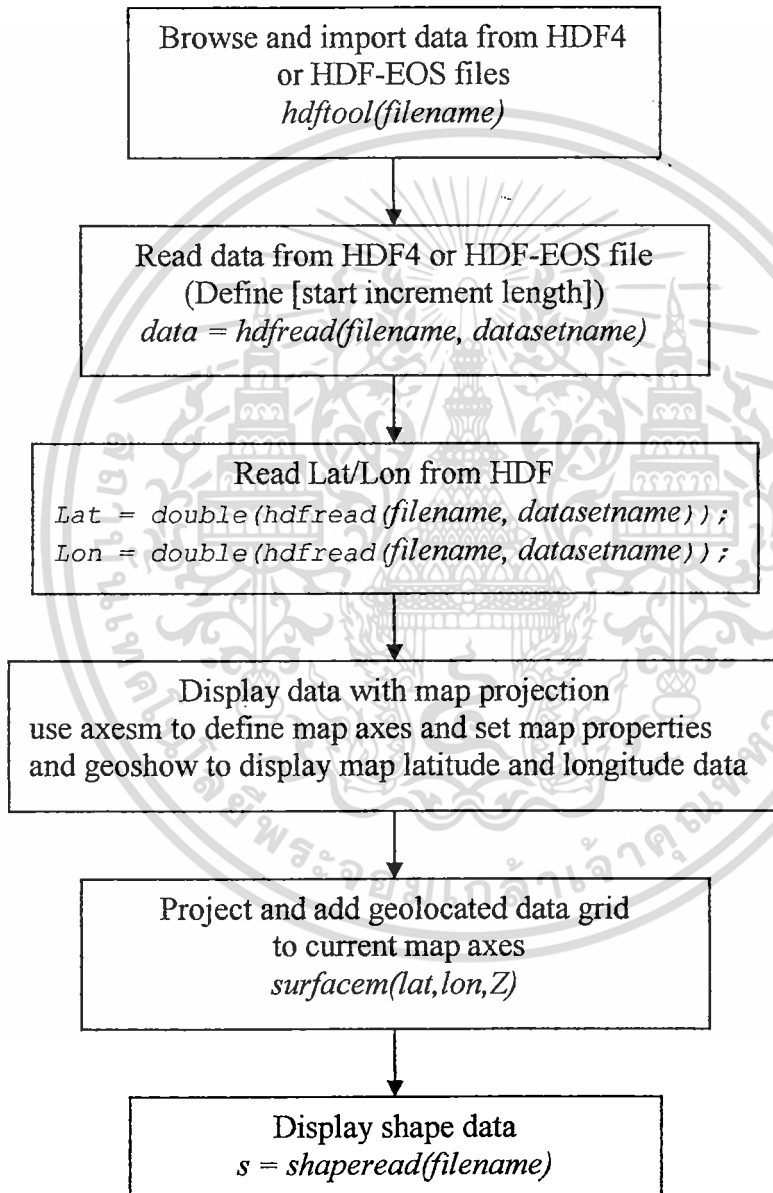
MCIDAS (Man computer Interactive Data Access System) คือชุดโปรแกรมประยุกต์ การถอดรหัส การวิเคราะห์และการแสดงของข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา สำหรับการวิจัยและการศึกษา พัฒนาโดย SSEC (Space Science and Engineering Center) โดยมหาวิทยาลัย Wisconsin-Madison ในปีค.ศ. 1972 โปรแกรม McIDAS สามารถประยุกต์ใช้ร่วมกับ ยุทธศาสตร์การสำรวจ ดาวเทียม และข้อมูลตำแหน่งกริด

ลักษณะของข้อมูลที่ได้จากโปรแกรม McIDAS จะเป็นข้อมูลรูปภาพจากภาพถ่าย ดาวเทียม พร้อมตำแหน่งของภาพ (ละติจูดและลองจิจูด) สามารถเลือกดูข้อมูลเฉพาะแบนด์ เลือกขนาดความละเอียดของภาพได้ เลือกตำแหน่งของภาพ วันที่ เวลาที่ถ่ายได้ และสามารถ ดาวน์โหลดข้อมูลภาพล่าสุดจากเซิร์ฟเวอร์ของผู้ให้บริการได้ ข้อดีของข้อมูลชนิดนี้จะเป็น ข้อมูลใหม่ที่สามารถเลือกขนาดได้เอง และมีขนาดเล็กประมาณ 10MB-25MB เท่านั้น

3.2 การสร้างเส้นโครงแผนที่สำหรับภาพถ่ายดาวเทียม

การจะนำข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมไปใช้งานในด้านต่างๆ จำเป็นที่จะต้องมีการสร้างเส้นโครงแผนที่สำหรับภาพถ่ายดาวเทียมเสียก่อน เพื่อให้เราได้ภาพที่มีลักษณะเป็นจริงตรงตามความต้องการของงานที่ใช้ การสร้างเส้นโครงแผนที่ในโครงการนี้จะกระทำในโปรแกรม MATLAB เครื่องมือที่ใช้ในการสร้างเส้นโครงแผนที่คือ Mapping Toolbox

3.2.1 การสร้างเส้นโครงแผนที่จากไฟล์ HDF

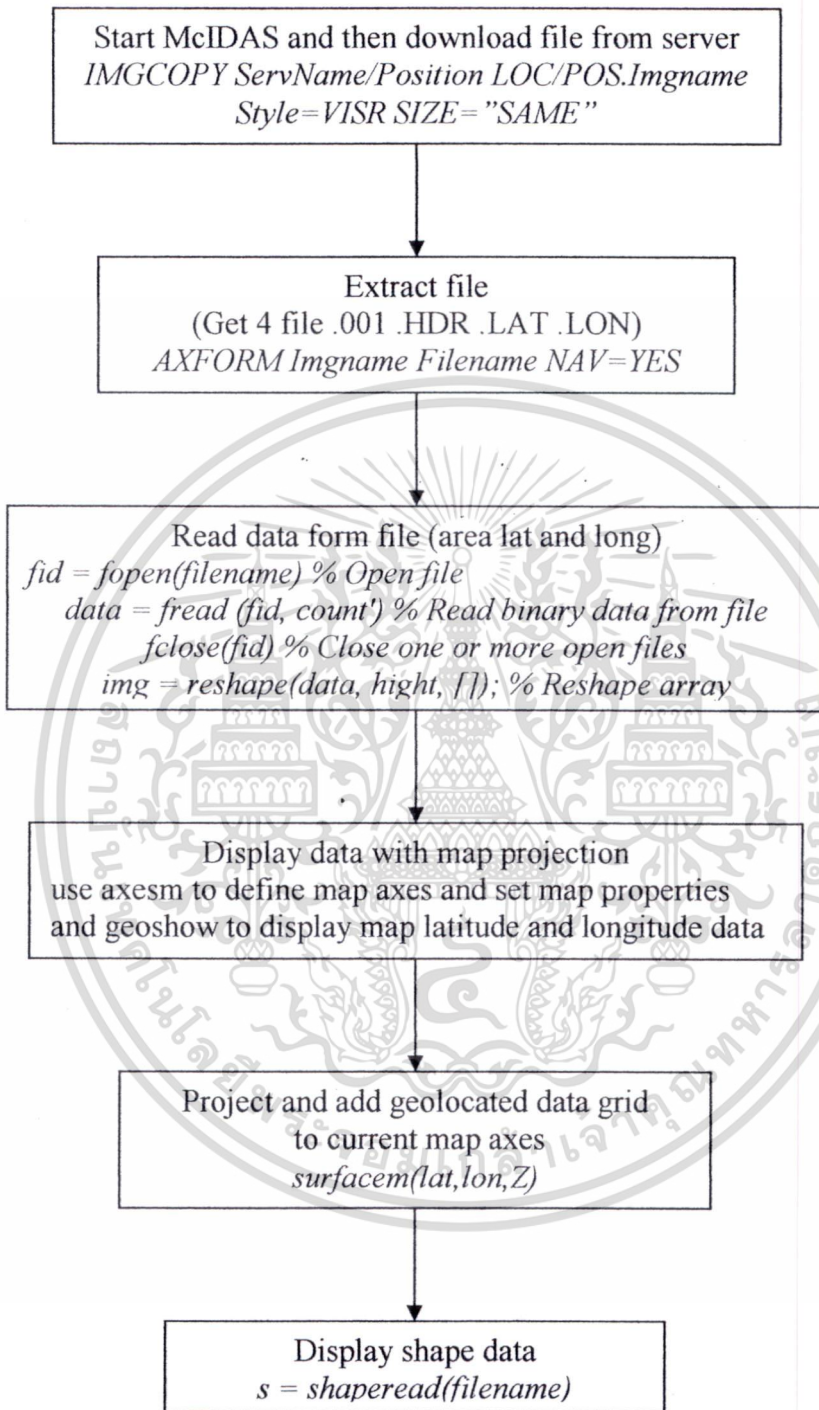


รูปที่ 3.1 การทำงานของ Map Projection from HDF File

จากรูป ได้แสดงลำดับขั้นตอนในการประมวลผลของการทำงานจากไฟล์ HDF ซึ่งได้ลำดับขั้นตอนการทำงานไว้ดังนี้

1. คาร์วินโหลดไฟล์ที่ต้องการผ่านเว็บไซต์ โดยเลือกตำแหน่ง วันที่ และเวลาตามต้องการ
2. นำไฟล์ภาพที่ต้องการสร้างเส้นโครงแผนที่เข้าสู่โปรแกรม MATLAB โดยการเปิดไฟล์ด้วย HDFtool (เครื่องมือสำหรับจัดการไฟล์ HDF ของโปรแกรม)
3. นำไฟล์ภาพเข้าสู่พื้นที่การทำงาน (workspace) โดยสามารถเลือกความละเอียดของภาพและแบนด์ที่ต้องการได้ คำสั่งที่ใช้ในการทำงานคือ `"Imgdata = hdfread(filename, datasetname)"`
4. อ่านละติจูดและลองจิจูดของภาพเพื่อนำไปใช้ในการกำหนดตำแหน่งของภาพให้ถูกต้อง คำสั่งที่ใช้ในการทำงานคือ `"Lat = double(hdfread(filename, datasetname));
Lon = double(hdfread(filename, datasetname));"`
5. สร้างเส้นโครงแผนที่ด้วยฟังก์ชัน "axesm" โดยสามารถกำหนดคุณสมบัติของเส้นโครงแผนที่ที่ต้องการได้ เช่น กำหนดรูปแบบของเส้นโครงแผนที่ ตำแหน่งของภาพที่ต้องการแสดง การแสดงผลแบบกริด ฯลฯ
6. แสดงภาพถ่ายดาวเทียมลงบนเส้นโครงแผนที่ที่สร้างขึ้น คำสั่งที่ใช้ในการทำงานคือ `"surfacem(Lat, Lon, imgdata)"`
7. แสดงรายละเอียดต่างๆ เช่น เส้นขอบทวีป ชายแดนประเทศ หรือรอยต่อระหว่างพื้นที่ลงบนเส้นโครงแผนที่ด้วยฟังก์ชัน "Geoshow"

3.2.2 การสร้างเส้นโครงแผนที่จากไฟล์ภาพโดยโปรแกรม McIDAS



รูปที่ 3.2 การทำงานของ Map Projection from McIDAS

จากรูป ได้แสดงลำดับขั้นตอนในการประมวลผลของการทำงานจากโปรแกรม McIDAS เพื่อดำเนินโหลดไฟล์ภาพและจากการดาวน์โหลดไฟล์ภาพจะปรากฏ ไฟล์ 4 ชนิดด้วยกันอันได้แก่ .001 .HDR .LAT .LON ซึ่งได้ลำดับขั้นตอนการทำงานไว้ดังนี้

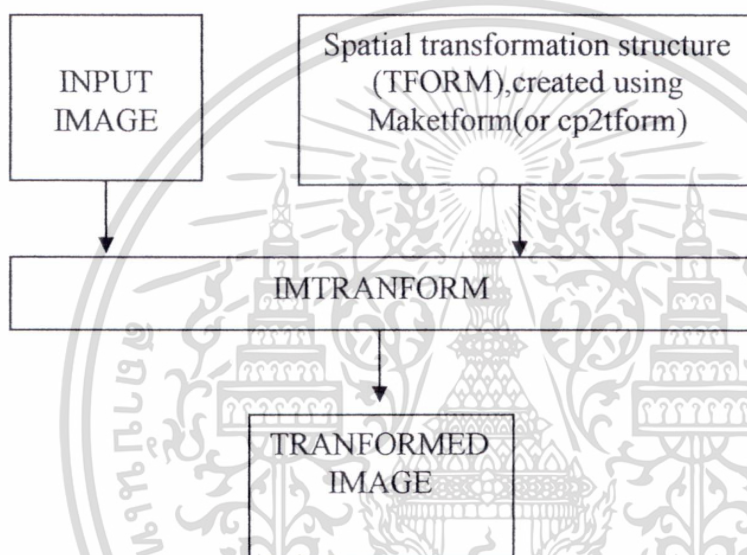
1. ใช้โปรแกรม McIDAS เพื่อดำเนินโหลดไฟล์ภาพที่เราต้องการ จากเซิร์ฟเวอร์ของผู้ให้บริการภาพถ่ายดาวเทียม สามารถเลือกวันที่ เวลา ตำแหน่ง แบนด์ และความละเอียดของภาพได้เอง และสามารถเลือกดาวน์โหลดไฟล์ใหม่ล่าสุดของเซิร์ฟเวอร์ได้
2. ไฟล์ภาพที่ดาวน์โหลดมาจะสามารถใช้ได้เฉพาะในโปรแกรม McIDAS ดังนั้นจะต้องมีการแตกไฟล์เพื่อให้สามารถนำไปใช้งานได้ด้วยคำสั่ง “AXFROM” จะได้ไฟล์ 4 ชนิดคือ ภาพ เซกเตอร์ ละติจูด และลองจิจูด โดยมีชื่อขึ้นต้นเหมือนกันตามที่เรากำหนด (Filename)
3. นำไฟล์เข้าสู่พื้นที่การทำงาน (workspace) โดยการเปิดไฟล์ด้วยคำสั่ง “fopen” แล้วอ่านข้อมูลไบนารีด้วยคำสั่ง “fread” แล้วจัดเรียงข้อมูลภาพที่ได้ให้ตรงกับขนาดจริงของภาพด้วยคำสั่ง “reshape” (สามารถดูขนาดของภาพจากได้ไฟล์เซกเตอร์)
4. อ่านละติจูดและลองจิจูดของภาพเพื่อนำไปใช้ในการกำหนดตำแหน่งของภาพให้ถูกต้อง โดยการเปิดไฟล์ด้วยคำสั่ง “fopen” แล้วอ่านข้อมูลไบนารีด้วยคำสั่ง “fread” แล้วจัดเรียงข้อมูลภาพที่ได้ให้ตรงกับขนาดจริงของภาพด้วยคำสั่ง “reshape” (สามารถดูขนาดจากได้ไฟล์เซกเตอร์)
5. สร้างเส้นโครงแผนที่ด้วยฟังก์ชัน “axescm” โดยสามารถกำหนดคุณสมบัติของเส้นโครงแผนที่ที่ต้องการได้ เช่น กำหนดรูปแบบของเส้นโครงแผนที่ ตำแหน่งของภาพที่ต้องการแสดง การแสดงผลแบบกริด ฯลฯ
6. แสดงภาพถ่ายดาวเทียม ลงบนเส้นโครงแผนที่ที่สร้างขึ้น คำสั่งที่ใช้ในการทำงานคือ “surfacem(Lat,Lon,imgdata)”
7. แสดงรายละเอียดต่างๆ เช่น เส้นขอบทวีป ชายแดนประเทศ หรือรอยต่อระหว่างพื้นที่ลงบนเส้นโครงแผนที่ด้วยฟังก์ชัน “Geoshow”

3.3 ขั้นตอนในการประมวลผลภาพ (Image Processing)

ในการนำเข้าภาพถ่ายดาวเทียมนั้น ภาพที่ได้อาจไม่มีความคมชัด หรือยังไม่เหมาะต่อการใช้งาน ดังนั้นจึงมีฟังก์ชันในการประมวลผลภาพถ่ายเพื่อให้เหมาะต่อการใช้งาน ซึ่งในโครงการนี้ได้แบ่งการประมวลผลภาพเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ อันได้แก่

3.3.1 สປาเชียลทรานฟอร์มเมชัน (Spatial Transformation)

สປาเชียลทรานฟอร์มเมชันเป็นการเปลี่ยนแปลงลักษณะของภาพในระดับจุดภาพหรือในระดับ สປาเชียล โดเมนซึ่งมีขั้นตอนและการทำงานดังต่อไปนี้







รูปที่ 3.3 การทำงานของ Spatial Transformation ที่มี TFORM

ขั้นตอนการสປาเชียลทรานฟอร์มเมชันโดยมีโครงสร้างTFORM

1. นำไฟล์เข้าสู่พื้นที่การทำงาน (workspace) โดยการเปิดไฟล์ด้วยคำสั่ง “fopen” แล้วอ่านข้อมูลไบนารีด้วยคำสั่ง “fread” แล้วจัดเรียงข้อมูลภาพที่ได้ให้ตรงกับขนาดจริงของภาพด้วยคำสั่ง “reshape” สามารถกลับไปดูรูปแบบการเขียนโปรแกรมได้จาก OVERVIEW ของ Map Projection from McIDAS ในส่วน Read data form file (area lat and long)
2. กำหนดค่าและรูปแบบของภาพ และใช้คำสั่ง “maketform” เพื่อบรรจุตัวแปล หรือกำหนดลักษณะในการ ทรานฟอร์มเมชัน เช่นเดียวกับการลดขนาดภาพ ตัดภาพ หรือหมุนภาพ การกำหนดสามารถกำหนดได้ทั้งในแบบจุดภาพและกำหนดให้

ตารางที่ 3.1 แสดงโครงสร้างของ TFORM

Affine Transform	Example	Transformation Matrix	
Translation		$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ t_x & t_y & 1 \end{bmatrix}$	t_x specifies the displacement along the x axis t_y specifies the displacement along the y axis.
Scale		$\begin{bmatrix} s_x & 0 & 0 \\ 0 & s_y & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$	s_x specifies the scale factor along the x axis s_y specifies the scale factor along the y axis.
Shear		$\begin{bmatrix} 1 & sh_y & 0 \\ sh_x & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$	sh_x specifies the shear factor along the x axis sh_y specifies the shear factor along the y axis.
Rotation		$\begin{bmatrix} \cos(q) & \sin(q) & 0 \\ -\sin(q) & \cos(q) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$	q specifies the angle of rotation.

- นำภาพและรูปแบบของภาพที่กำหนดไว้ในรูปแบบของTFORM ได้เป็นผลลัพธ์ โดยใช้คำสั่ง “imtransform”
- แสดงรูปแบบของภาพที่ได้ทำการ ทราานฟอร์มเมชั่น

ในส่วนนี้กรณีที่ไม่ต้องการกำหนดตำแหน่งของภาพหรือรูปแบบต่างๆ มากนักยังมีคำสั่ง “imresize” ในการกำหนดขนาดของภาพไม่ว่าจะเป็นการลด หรือเพิ่มขนาดของภาพ คำสั่ง “imrotate” ในการหมุนภาพโดยจะมีลักษณะการหมุนเป็นองศา และคำสั่ง “imcrop” ในการเลือกเฉพาะส่วนที่ต้องการในภาพหรือเป็นการตัดภาพนั่นเอง

การปรับปรุงคุณภาพของภาพ (image Enhancement)

ในส่วนของการปรับปรุงคุณภาพจะมีการใช้กระบวนการในสเปเชียลโดเมน ซึ่งมีการกระทำกับจุดภาพโดยตรงจากกระบวนการปรับปรุงภาพได้กำหนดรูปแบบในการปรับปรุงไว้ 3 ชนิด คือ adjust equalization, adjust contrast และ adjust brightness ในส่วนขั้นตอนในการปรับปรุงคุณภาพสามารถที่จะแสดงได้ดังในไฟล์เวิร์ค



รูปที่ 3.4 โฟลว์ชาร์ตการปรับปรุงคุณภาพของภาพ

ขั้นตอนการปรับปรุงคุณภาพของภาพ

1. การนำเข้าไฟล์ภาพ ภาพที่ได้จะถูกนำทำแมทริกซ์ สองมิติ หรือ มากกว่าสอง
2. ทำการปรับปรุงคุณภาพของภาพ โดยคำสั่ง “imadjust” เพื่อปรับค่าความสว่างของภาพ หรือลดความสว่างของภาพ เป็นปรับค่าของระดับสีของจุดภาพแต่ละจุดให้สูงขึ้นหรือน้อยลง คำสั่ง “histeq” เป็นคำสั่งในการปรับปรุงภาพโดยวิธีฮิสโตแกรมซึ่งนำวิธีการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ใช้เห็นใบเขียวหรือเห็นท่านการค่า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางสถิติเข้ามาช่วย โดยมีการกระจายความหนาแน่นของฮิสโตแกรมให้อยู่ในช่วงของฮิสโตแกรมที่เหมาะสม คำสั่ง “adapthisteq” เป็นลักษณะของพิจารณาจากความหนาแน่นของสีจากฮิสโตแกรม และใช้การปรับรูปร่างคอนทราสต์ ซึ่งจะมีลักษณะการปรับรูปร่างแบบฟังก์ชันเชิงเส้นซึ่งทำให้พบว่าอาจมีบางจุดที่ภาพยังมีความหนาแน่นของฮิสโตแกรมอยู่

3. การแสดงภาพที่ได้ทำการปรับปรุงคุณภาพของภาพเพื่อนำไปใช้งานต่อไปตามด้านที่ต้องการ

3.3 ขั้นตอนแสดงจุดที่คาดว่าเกิดเหตุไฟไหม้ (Fire point)

หลังจากที่ได้ทำการสร้างเส้นโครงแผนที่จากภาพถ่ายดาวเทียมแล้ว เราสามารถนำภาพที่ได้รับการปรับปรุงคุณภาพมาประยุกต์ใช้งานในด้านต่างๆ ได้ ตัวอย่างเช่นการแสดงจุดที่คาดว่ามีการเกิดไฟไหม้ขึ้น เพื่อใช้ในตรวจสอบและการป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้น ซึ่งมีขั้นตอนในการแสดงจุดที่คาดว่าเกิดเหตุไฟไหม้ดังนี้

Download file fire point
form FTP site

Get lat and lon of fire point
from file to variable

Plot fire point in map axes

รูปที่ 3.5 โฟลว์ชาร์ตการแสดงจุดที่คาดว่าเกิดไฟไหม้

บทที่ 4 เครื่องมือที่เกี่ยวข้อง

4.1 การติดตั้งและการใช้งาน McIDAS

ขั้นตอนการติดตั้ง McIDAS

1. ทำการลงทะเบียน และดาวน์โหลดซอฟต์แวร์ได้ที่เว็บไซต์ของ McIDAS

(<http://www.ssec.wisc.edu/mcidas/software/x/>) ซึ่ง โปรแกรมนี้จะ แจกจ่ายให้ใช้งานฟรีสำหรับหน่วยงานของรัฐหรือมหาวิทยาลัยเท่านั้น โดยไฟล์ที่จำเป็นในการติดตั้งมีดังนี้

```
mcidasx2006.tar.gz
mcunpack
mcinet2006.sh
```

2. ทำการเพิ่ม User account ของ McIDAS เข้าไปในระบบที่จะทำการติดตั้ง

```
useradd -m -g users mcidas
cp mcidasx2006.tar.gz ~mcidas
cd ~mcidas
chown mcidas mc*
su - mcidas
```

3. ทำการแตกไฟล์และ Compile โดยใช้คำสั่งต่อไปนี้

```
chmod +x mcunpack
export McINST_ROOT=/home/mcidas
./mcunpack
cd mcidas2006/src
make mcx
make cdx
make install.all
```

4. ซึ่งไฟล์ทั้งหมดจะถูกเก็บไว้ที่ /home/mcidas

5. หลังจากนั้นทำการทดสอบการทำงานของ McIDAS ดังนี้

- a. ทำการกำหนดค่า Environment parameter

```
#cat >> /etc/profile
#McIDAS Setting
export PATH=$PATH:/home/mcidas/bin
export MCPATH=/home/mcidas/data
ctrl+d
```

- b. ทำการเพิ่มแหล่งข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมให้แก่โปรแกรม

```
dataloc.k
dataloc.k ADD LOC LOCAL-DATA
dsserve.k ADD LOC/POS AREA 1 9999 TYP=IMAGE

dataloc.k ADD PUB gp16.ssd.nesdis.noaa.gov
dataloc.k ADD NANUK nanuk.eosdis.nasa.gov
dsinfo.k I PUB
dsinfo.k I NANUK
dataloc.k
```

- c. ทำการทดสอบการ Download ภาพจาก Server

```
time imgcopy.k NANUK/Aqua_1KM.0 LOC/POS.1 BAND=22 SIZE=SAME
time imgcopy.k PUB/MTGLOB01V.0 LOC/POS.4001 SIZE=5000 10000
STYPE=VISR
```

6. คำสั่งต่างๆ ของโปรแกรม McIDAS

- a. Start Program

```
>>mcidas
```

(ล็อกอินด้วย user oper หรือ mcidas)

- b. การดูข้อมูลเซิร์ฟเวอร์ที่มีอยู่ใน LOC

```
>> DATALOC
```

- c. การดูข้อมูลของดาวเทียมจากเซิร์ฟเวอร์ต่างๆ

```
>>DSINFO I KMITL/LOC/NANUK/PUB
```

(NANUK/PUB = ชื่อเซิร์ฟเวอร์ที่ต้องการ)

- d. การแสดงข้อมูลภาพที่อยู่ในเซิร์ฟเวอร์

```
>>IMGLIST NANUK/Aqua_1KM.0
```

(NANUK/Aqua เซิร์ฟเวอร์/ดาวเทียม

1KM ความละเอียดที่ต้องการในที่นี้คือ 1 กิโลเมตรต่อพิกเซล(.0 จำนวนของภาพที่ต้องการดูจากภาพล่าสุดในที่นี้หมายถึงดูเฉพาะภาพล่าสุด)

e. การคัดลอกภาพจากเซิร์ฟเวอร์

```
>>IMGCOPY NANUK/Aqua_1KM.0 LOC/POS.1 BAND=22  
STYPE=VISR
```

(LOC/POS.1 ระบุตำแหน่งที่บันทึกภาพ/ชื่อภาพในที่นี้ชื่อภาพคือ 1
BAND=22 แบนด์ที่ต้องการในที่นี้เลือกแบนด์ 22
STYPE=VISR กำหนดค่าระดับสีของภาพในที่นี้กำหนดเป็น 8 บิต)

f. การแสดงภาพ

```
>>IMGDISP NANUK/Aqua_1KM.0 BAND=22 SIZE=SAME
```

(เซิร์ฟเวอร์/ชื่อภาพ แบนด์ที่ต้องการ SIZE=SAME ขนาดเดิมของภาพ)

g. การแตกไฟล์ภาพเพื่อนำไปใช้งาน

```
>>AXFORM imgname filename NAV=YES
```

(imgname ชื่อไฟล์ภาพที่ดาวน์โหลดมาและต้องการแตกไฟล์
filename ชื่อของไฟล์ต่างๆ ที่ได้จากการแตกไฟล์ภาพ ซึ่งจะมีชื่อเดียวกัน
ทั้งหมด แตกต่างกันที่ฟอร์แมต จะได้ไฟล์ทั้งหมด 4 ไฟล์ ไฟล์ภาพ.001 เฮด
เดอร์.HDR แลตติจูด .LAT และลองติจูด.LON)

หมายเหตุ การเข้าใช้งาน โปรแกรม McIDAS ต้องทำที่หน้าเครื่องหรือ
ผ่านโปรแกรม Xshell เท่านั้น(เพราะจะต้องเปิด Xbrowser เพื่อแสดงผล)
ในกรณีที่ใส่คำสั่ง shell ให้ใส่คำสั่งเหมือนกันแต่ให้เพิ่ม .k ที่ส่วนท้ายของ
คำสั่ง เช่น

```
$ imglist.k NANUK/Aqua_1KM.0
```

4.2 การนำไฟล์ข้อมูลเข้าสู่โปรแกรม

4.2.1 การนำไฟล์ HDF เข้าสู่โปรแกรม MATLAB ด้วย HDF Tool

เริ่มโปรแกรม MATLAB เข้าสู่ HDF Tool ด้วยคำสั่ง "hdftool" มีลักษณะการทำงานดังนี้

1. นำไฟล์เข้าสู่ HDF Tool โดยเลือกที่เมนู File > Open แล้วเลือกไฟล์ HDF ที่ต้องการ
2. การนำไฟล์ภาพเข้าให้เลือกที่ View as HDF > Data Fields แล้วเลือกที่ภาพที่ต้องการ โดยดูจากความละเอียดของภาพและรูปแบบของภาพที่ต้องการ ข้อมูลจะเป็นลักษณะของเมตริก
3. กำหนดแบนด์ของภาพในช่อง Length เพื่อเลือกเฉพาะแบนด์ที่ต้องการใช้งาน
4. เลือกที่ Import เพื่อนำไฟล์เข้าสู่พื้นที่การทำงาน โดยจะสามารถตั้งชื่อไฟล์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


```

SRVEL4      99999      Storm-Relative Mean Radial Velocity - till 4 (3.35 deg)
TOPS        99999      Echo Tops
VIL         99999      Vertically Integrated Liquid

DSINFO -- done
GEO WY RES=1.1 OFF=ECHO ON=FILTER
PRIMARY DATASET:
  DESCRIPTOR/GROUP=WESTL/NH
  SATELLITE=GOES10
  CHANNEL=VIS
  BAND=1
  RESOLUTION=1.1
  POSITION=154
  MERGE from EAST-EASTL/NH
GEO: DONE
STNPLOT TYPE=FOUS LSIZE=10 FORMAT=NAME FONT=COUBO
Number of stations plotted: 19
STNPLOT: Done
SFCLIST CO=US TIME=12 OPT=PRECIP SEL='P24[IN] 2.35 10'
Day Time StCo  Strn  T  Td Dir Spd Gus AltSet  Vis  Weather  Ceil  Pcp  Sno  P24
  h:mm      id  [F] [F] [ kts ] [mb] [mi]
-----
14 1156 NYUS KHPN  49 45 270  6      999.7 10.00
14 1153 NJUS KSMO  51 38 290 12 17 1001.3 10.00
14 1155 NCUS KSOP  54 39 310  8      1014.2
14 1152 MAUS KTAN  46 45 290  6      995.9 10.00
14 1155 AKUS PAMY  37 32 080  3      1017.3 10.00
Number of reports = 5
1st GRA bounds switches      Date      Time
2 2 random                  14 Mar 2025 15:45:27 1(1)

```

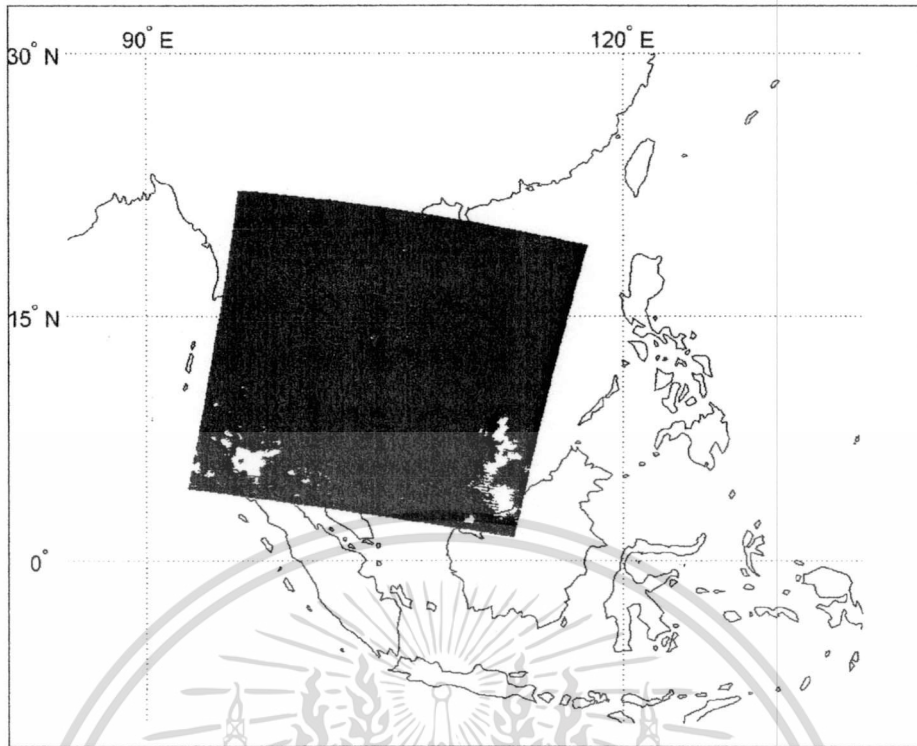
รูปที่ 4.2 หน้าจอการทำงานของโปรแกรม McIDAS

4.3 การสร้างโครงเส้นแผนที่

4.3.1 การสร้างเส้นโครงแผนที่จากไฟล์ HDF

เมื่อนำไฟล์ภาพ ละติจูดและลองจิจูดของภาพจาก HDF เข้าสู่พื้นที่การทำงานแล้ว การสร้างเส้นโครงแผนที่ที่มีวิธีการดังนี้

1. สร้างเส้นโครงแผนที่ด้วยฟังก์ชัน “axesm” โดยสามารถกำหนดคุณสมบัติของเส้นโครงแผนที่ที่ต้องการได้ เช่น กำหนดรูปแบบของเส้นโครงแผนที่ ตำแหน่งของภาพที่ต้องการแสดง การแสดงผลแบบกริด ฯลฯ โดยจะต้องเลือกใช้รูปแบบของเส้นโครงแผนที่ให้เหมาะสมกับลักษณะงานที่ทำ
2. แสดงภาพถ่ายดาวเทียม ลงบนเส้นโครงแผนที่ที่สร้างขึ้น คำสั่งที่ใช้ในการทำงานคือ “*surfacem(Lat,Lon,Imgdata)*”
3. แสดงรายละเอียดต่างๆ เช่น เส้นขอบทวีป ชายแดนประเทศ หรือรอยต่อระหว่างพื้นที่ลงบนเส้นโครงแผนที่ด้วยฟังก์ชัน “Geoshow”

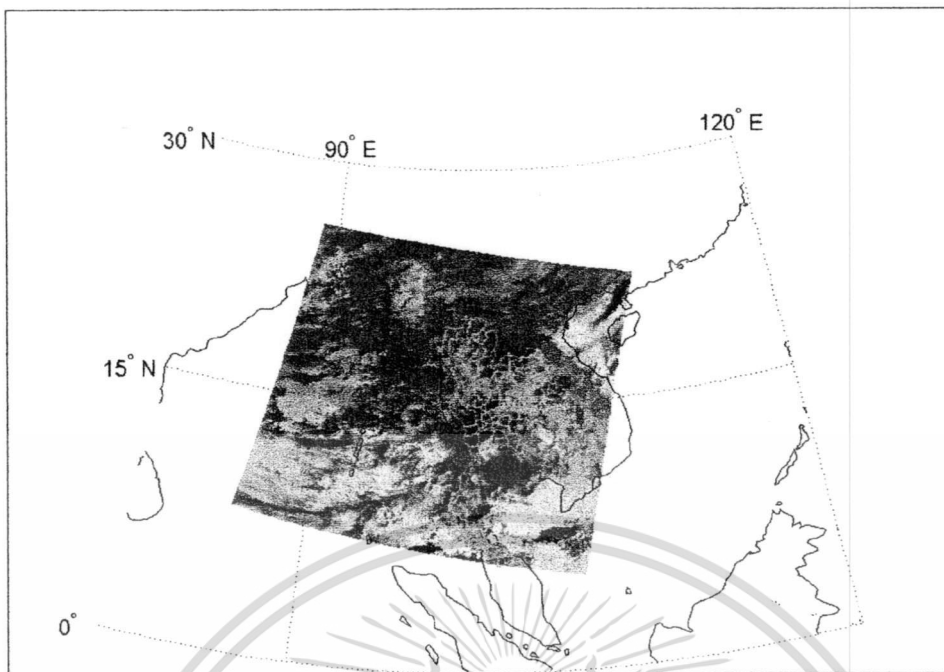


รูปที่ 4.3 เส้นโครงแผนที่แบบเมอร์เคเตอร์จากไฟล์ HDF

4.3.2 การสร้างเส้นโครงแผนที่จากไฟล์ McIDAS

เมื่อนำไฟล์ภาพ ละติจูดและลองจิจูดของภาพจาก โปรแกรม McIDAS เข้าสู่พื้นที่การทำงานแล้ว การสร้างเส้น โครงแผนที่มีวิธีการดังนี้

1. สร้างเส้น โครงแผนที่ด้วยฟังก์ชัน “axesm” โดยสามารถกำหนดคุณสมบัติของเส้น โครงแผนที่ที่ต้องการ ได้ เช่น กำหนดรูปแบบของเส้น โครงแผนที่ ตำแหน่งของภาพที่ต้องการแสดง การแสดงผลแบบกริด ฯลฯ โดยจะต้องเลือกใช้รูปแบบของเส้น โครงแผนที่ให้เหมาะสมกับลักษณะงานที่ทำ
2. แสดงภาพถ่ายดาวเทียม ลงบนเส้น โครงแผนที่ที่สร้างขึ้น คำสั่งที่ใช้ในการทำงานคือ “*surfacem(Lat,Lon,Iimgdata)*”
3. แสดงรายละเอียดต่างๆ เช่น เส้นขอบทวีป ชายแดนประเทศ หรือรอยต่อระหว่างพื้นที่ลง บนเส้น โครงแผนที่ด้วยฟังก์ชัน “Geoshow”

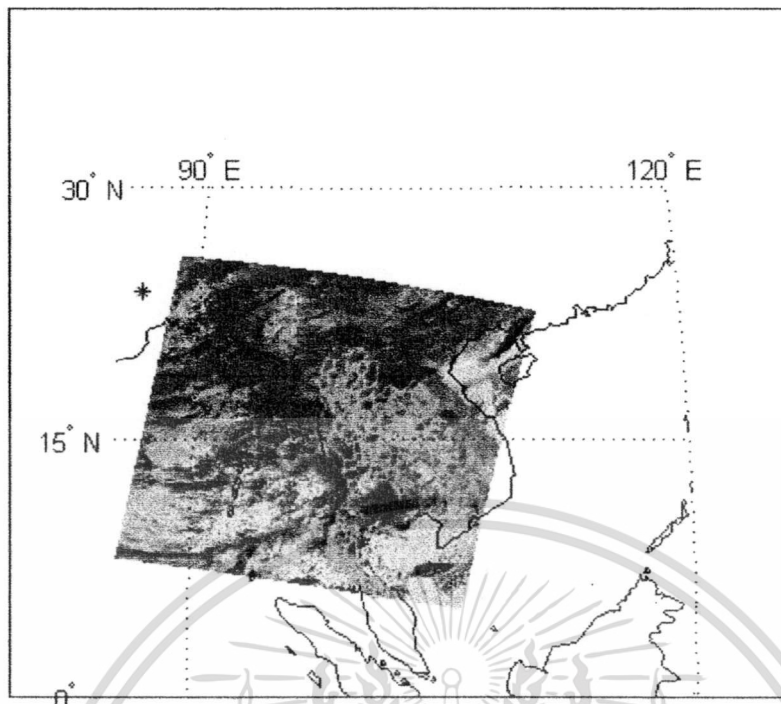


รูปที่ 4.4 เส้นโครงแผนที่แบบแลมเบิร์ตจากไฟล์ McIDAS

4.4 การแสดงจุดไฟไหม้ลงบนเส้นโครงแผนที่

เมื่อทำการสร้างเส้นโครงแผนที่และแสดงภาพถ่ายดาวเทียมลงบนเส้นโครงแผนที่แล้ว ภาพที่ได้สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้ในหลายรูปแบบ ซึ่งการแสดงจุดไฟไหม้เป็นการประยุกต์ใช้งานประเภทหนึ่งที่จะช่วยให้เราใช้ข้อมูลภาพได้เกิดประโยชน์มากขึ้น เมื่อเราสามารถระบุจุดไฟไหม้ได้ ทำให้สามารถวางแผนการดับไฟหรือการเตือนภัยแก่ประชาชนได้ถูกต้องและทันท่วงที โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ดาวน์โหลดข้อมูลจุดที่คาดว่าเกิดไฟไหม้จาก <ftp://gp16.ssd.nesdis.noaa.gov/pub/FIRE/> โดยสามารถเลือกข้อมูลจากดาวเทียมได้เอง และสามารถเลือกข้อมูลในแต่ละวัน เวลา ได้ตามต้องการ โดยให้ดาวน์โหลดไฟล์ .dat ที่ต้องการมาไว้ในโฟลเดอร์ที่ใช้งานในเมททแลป
2. นำข้อมูลจากเข้ามาเก็บเป็นตัวเลขโดยเลือกเฉพาะค่าตำแหน่ง ละติจูดและลองจิจูดของจุดที่คาดว่าเกิดไฟไหม้ทุกจุด
3. พล็อตจุดไฟไหม้ลงไปในบนเส้นโครงแผนที่ที่ได้สร้างไว้แล้ว โดยสามารถกำหนดลักษณะของจุดไฟได้ตามต้องการ



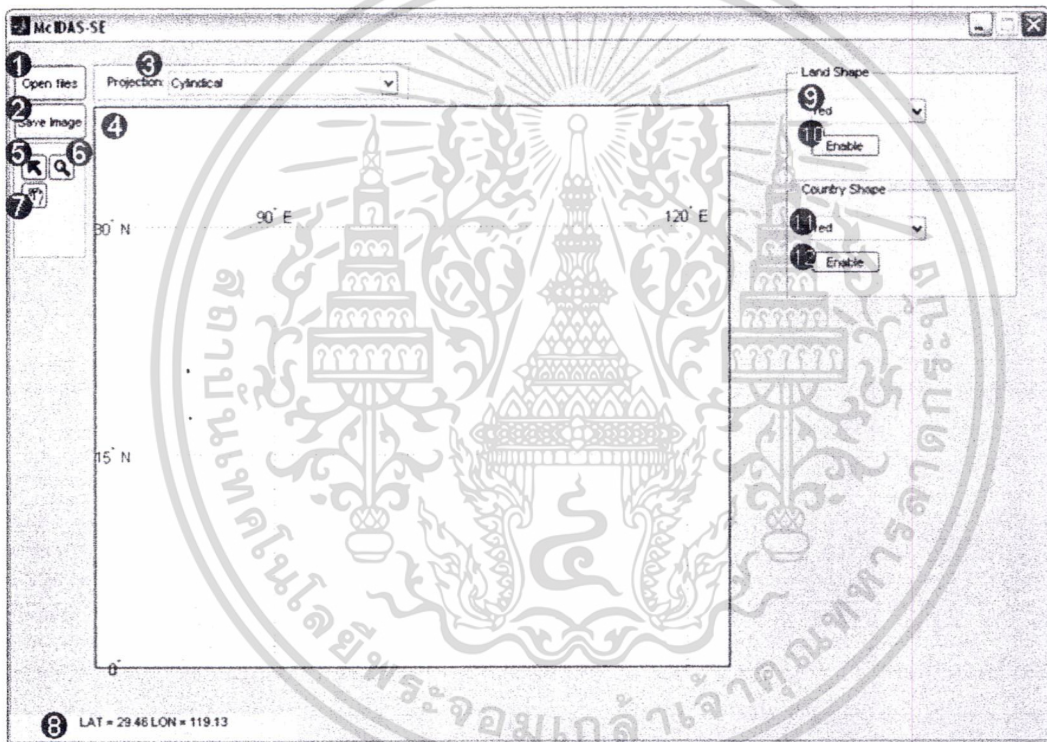
รูปที่ 4.5 การแสดงจุดไฟไหม้ลงบนเส้นโครงแผนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5 ผลการทดลองและสรุปผล

5.1 ส่วนประกอบของโปรแกรม McIDAS-SE

โปรแกรม McIDAS-SE เป็นซอฟต์แวร์ที่ได้มีการพัฒนาขึ้นมาในโครงการนี้ โดยอาศัยพื้นฐานความรู้ที่ได้กล่าวมาแล้วในบทอื่น ๆ ก่อนหน้านี้ สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาคือ MATLAB Mapping Toolbox ซึ่งเป็นชุดเครื่องมือที่มีมาตรฐานสูง เหมาะแก่การนำมาประยุกต์ใช้และพัฒนางานวิจัยในโครงการนี้ สำหรับรูปแบบจอแสดงผลของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมาสามารถแสดงได้ดังภาพ



รูปที่ 5.1 หน้าจอทำงานของ โปรแกรม McIDAS-SE

จากรูป โปรแกรม McIDAS-SE มีส่วนประกอบทั้งหมดดังนี้

1. ปุ่ม Open files ใช้ในการเปิดไฟล์ภาพที่ต้องการ
2. ปุ่ม Save image จะทำการบันทึกรูปภาพในขณะนั้นลงยังไฟล์ที่ต้องการ
3. เลือกรูปแบบการแสดงผลการ Projection ของแผนที่
4. หน้าจอแสดงผลภาพที่เปิดจากไฟล์
5. ปุ่มว่าง ใช้สำหรับกดเมื่อไม่ต้องการใช้งานเครื่องมือตัวอื่นๆ
6. ปุ่ม Zoom ใช้สำหรับทำการย่อ-ขยาย ภาพ ใช้การคลิกเมาส์ซ้ายเพื่อขยายภาพ และคลิกขวา

เอกสารนี้เป็นการยืมทรัพย์สินทางปัญญาสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ปุ่มสำหรับเลื่อนภาพไปยังทิศทางที่ต้องการ
8. ส่วนแสดงข้อมูลตำแหน่งละติจูด และลองจิจูดปัจจุบันบนแผนที่ที่ เมาส์ชี้อยู่
9. เลือกสีของเส้นที่ต้องการให้แสดงเป็น Land shape
10. เปิด/ปิดการแสดงผล Land shape
11. เลือกสีของเส้นที่ต้องการให้แสดงเป็น country shape
12. เปิด/ปิดการแสดงผล Country shape

5.2 ขั้นตอนการใช้งานโปรแกรม

5.2.1 เริ่มต้นการทำงานของโปรแกรม ด้วยการรันไฟล์ **main.exe** (ดับเบิลคลิกที่ไฟล์) ในโฟลเดอร์ของโปรแกรม จะเป็นการเริ่มต้นการทำงานของโปรแกรม McIDAS-SE

5.2.2 เปิดไฟล์ภาพเพื่อแสดงผลบนโปรแกรม โดยเลือกที่ **Open files** เลือกไฟล์ภาพที่ต้องการ โดยการดับเบิลคลิกที่ไฟล์หรือเลือกไฟล์แล้วกด **Open**

5.2.3 เลือกรูปแบบของเส้นโครงแผนที่ จาก **Projection** สามารถเลือกได้สามรูปแบบคือ

- Cylindrical ทรงกรวย
- Conic ทรงกระบอก
- Azimuthal แนวระนาบ

5.2.4 การแสดงเส้นขอบทวีป เลือกสีที่ต้องการจาก **Land Shape** แล้วเปิดการแสดงผลโดยการเลือกที่ **Enable** จะแสดงเส้นขอบทวีปบนภาพ และปิดการแสดงผลโดยการเลือก **Enable** อีกครั้งหนึ่ง

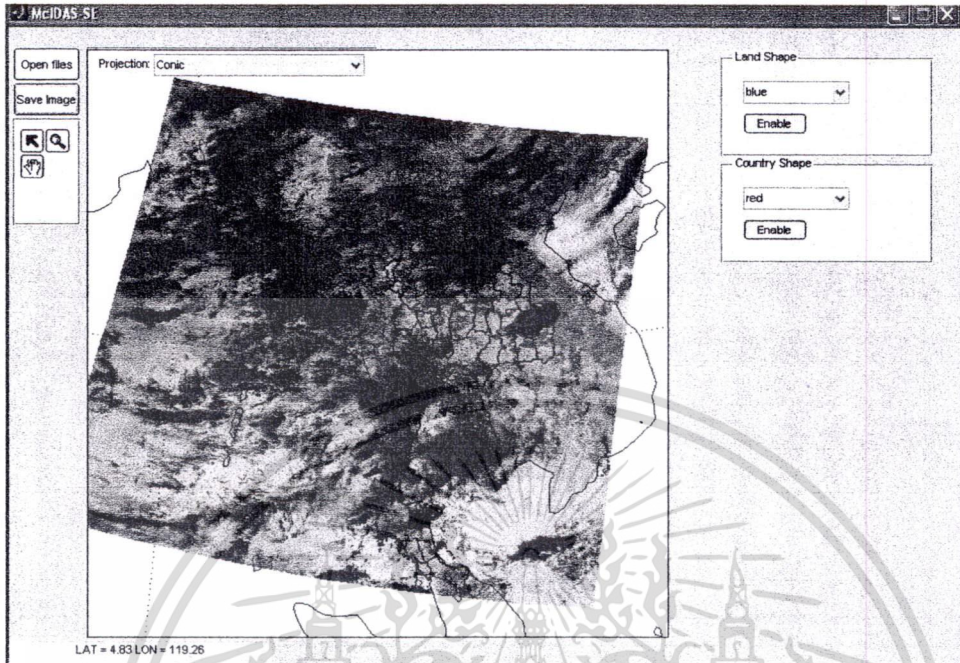
5.2.5 การแสดงเส้นขอบจังหวัดของประเทศไทย เลือกสีของเส้นที่ต้องการจาก **Country Shape** แล้วเปิดการแสดงผลโดยการเลือกที่ **Enable** จะแสดงเส้นขอบจังหวัดของประเทศไทยลงบนภาพ และปิดการแสดงผลโดยการเลือก **Enable** อีกครั้งหนึ่ง

5.2.6 การย่อ – ขยายภาพ เลือกที่ปุ่ม **Zoom** (รูปแว่นขยาย) แล้วคลิกเมาส์ซ้ายเพื่อขยายภาพ (**Zoom in**) คลิกเมาส์ขวาเพื่อย่อภาพ (**Zoom out**) ณ ตำแหน่งที่ต้องการ

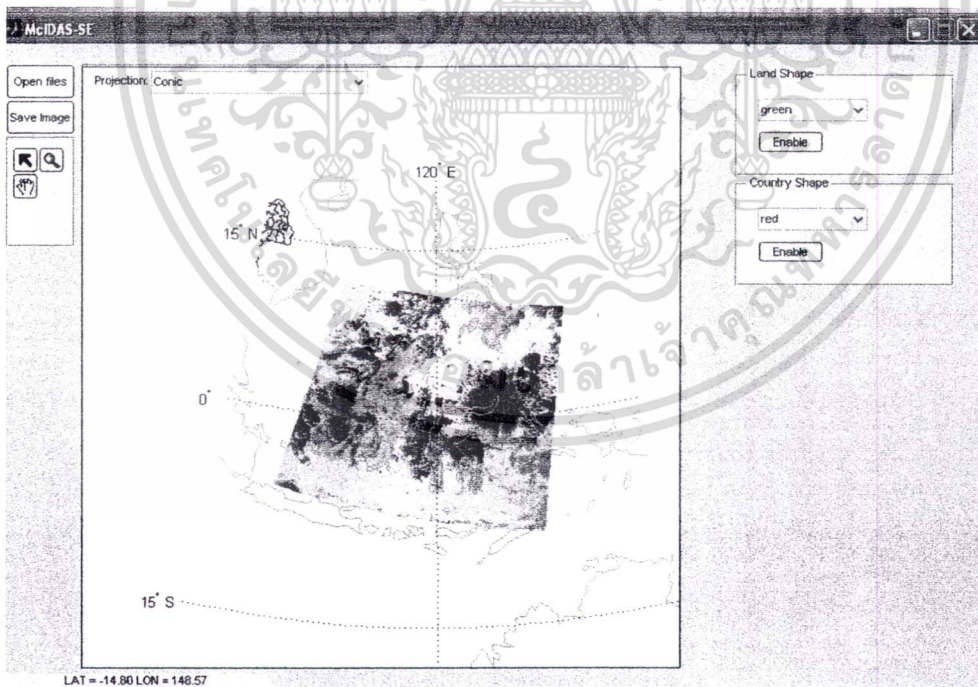
5.2.7 การเลื่อนภาพ เลือกที่ปุ่ม **Translate** (รูปมือ) เพื่อทำการจับภาพแล้วเลื่อนไปยังทิศทางที่ต้องการ ทำให้สามารถพิจารณารายละเอียดของภาพ ณ ตำแหน่งที่ต้องการได้ โดยจะมีพิกัดอ้างอิงจากจุดที่เมาส์อยู่

5.2.8 การบันทึกภาพเป็นไฟล์ เลือกที่ **Save Image** กำหนดชื่อภาพ ชนิดของไฟล์ภาพที่ต้องการบันทึก และโฟลเดอร์ที่ใช้เก็บ เลือก **Save** เพื่อบันทึกเป็นไฟล์ภาพที่ต้องการ โดยภาพที่ได้จะแสดงภาพ ละติจูด ลองจิจูด รูปแบบของการ **Projection** เพื่อบอกรายละเอียดที่เกี่ยวข้องทั้งหมด

5.3 ภาพผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรม

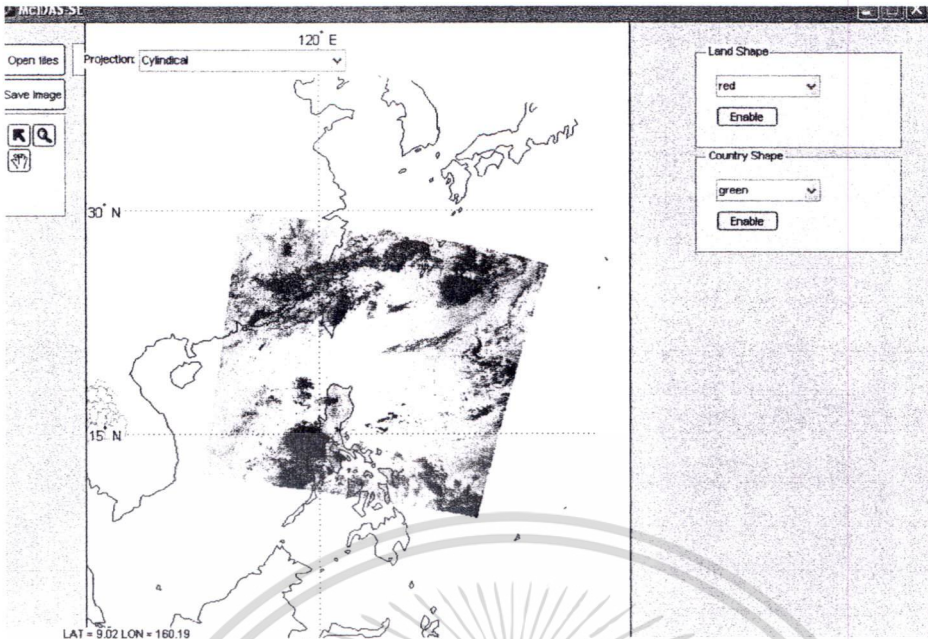


รูปที่ 5.13 ตัวอย่างภาพผลลัพธ์ภาพที่ 1

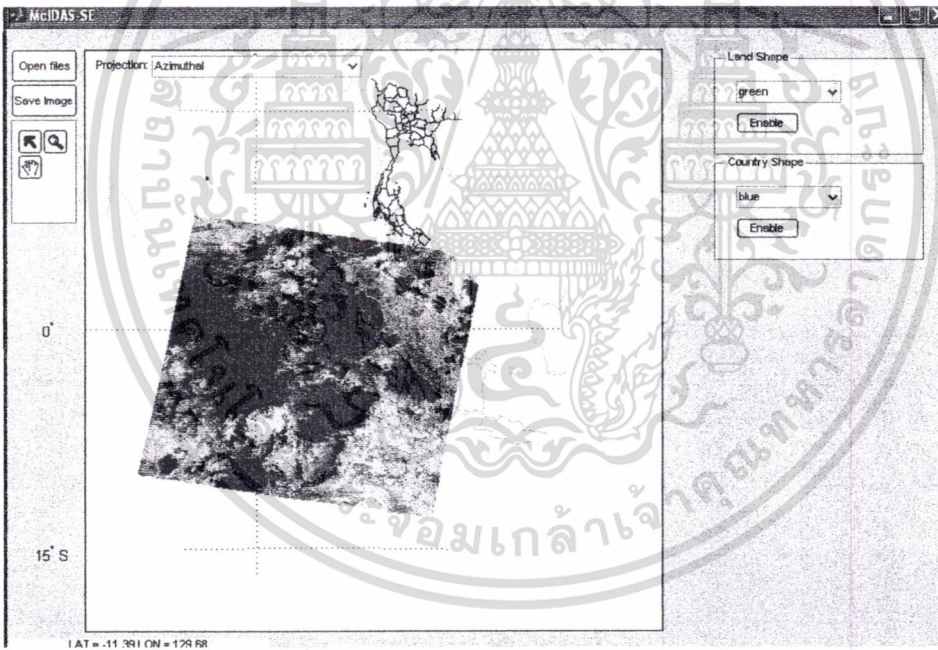


รูปที่ 5.14 ตัวอย่างภาพผลลัพธ์ภาพที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.15 ตัวอย่างภาพผลตีพิมพ์ภาพที่ 3



รูปที่ 5.16 ตัวอย่างภาพผลตีพิมพ์ภาพที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 ข้อจำกัดในการใช้งานโปรแกรม

โปรแกรม McIDAS-SE มีข้อจำกัดในการใช้งานดังต่อไปนี้

- ขนาดของภาพถ่ายดาวเทียม กำหนดขนาดไว้ที่ 1,356 x 2,030 (กว้าง x ยาว) ซึ่งเป็นขนาดมาตรฐานของภาพถ่ายดาวเทียมจากดาวเทียม MODIS Aqua LIB ที่มีความละเอียดสูงที่สุด หากต้องการใช้ภาพที่มีขนาดแตกต่างจากนี้ จำเป็นต้องแก้ไขค่าเบื้องต้นใหม่
- รูปแบบของเส้น โครจแผนที่ (Projection) เนื่องจากเป้าหมายของการพัฒนาโปรแกรม ต้องการใช้งานที่พิกัดบริเวณประเทศไทย จึงกำหนดรูปแบบเส้น โครจแผนที่ให้เหมาะสมกับพิกัดของประเทศไทย ทำให้หากมีการเปิดภาพที่มีพิกัดแตกต่างจากประเทศไทยมาก อาจเกิดความผิดพลาดในการแสดงผลภาพได้

5.5 สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองที่ผ่านมาทำให้เห็นได้ว่าซอฟต์แวร์ที่ได้ทำการพัฒนาขึ้นมา นั้น สามารถรองรับการประมวลผลภาพถ่ายดาวเทียมแบบพื้นฐานต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี มีรูปแบบติดต่อกับผู้ใช้งานแบบ Graphic หรือ GUI ทำให้สามารถทำงานต่าง ๆ ได้อย่างคล่องตัว และองค์ความรู้ที่ได้ทำการศึกษาและพัฒนาขึ้นมาในโครงการวิจัยนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับงานวิจัยอื่น ๆ ต่อไปในอนาคตได้