บทที่ 3

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

ในการศึกษาและวิจัยครั้งนี้แบ่งการดำเนินงานออกเป็น 2 ส่วนหลักคือ ส่วนแรก เป็นขั้นตอนการเตรียมข้อมูลแผนที่ภาพและเครื่องมือที่จำเป็นสำหรับงานวิจัย เช่น คอมพิวเตอร์ ระบบปฏิบัติการและโปรแกรมประยุกต์ที่ใช้ ส่วนที่สอง เป็นขั้นตอนการทดสอบข้อมูลแผนที่ภาพทั้งแบบที่ไม่มีการจัดการโครงสร้างข้อมูลภาพและแบบมีการจัดการโครงสร้างข้อมูลภาพ

ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมแลนด์แซต 7 จำนวนทั้งสิ้น 4 ช่วงคลื่นได้แก่ ช่วงคลื่นที่ 2 4 7 และ 8 (แพนโครมาติค) ที่ผ่านกระบวนการกำหนดค่าพิกัดโลก กระบวนการผสมสี การปรับปรุงรายละเอียดข้อมูลและการลบส่วนขอบที่ไม่มีการบันทึกข้อมูลของข้อมูลภาพ เพื่อให้มีขนาดความละเอียดจุดภาพเท่ากับ 14.25 เมตร ซึ่งภาพที่ใช้เป็นภาพที่ถ่ายไว้ในช่วงเวลาปี 2000 หรือ พ.ศ. 2543 (มีความต่างของระยะเวลาไม่เกิน 3 ปี) ครอบคลุมพื้นที่ประเทศไทยทั้งหมดและประเทศเพื่อนบ้านบางส่วนจำนวนทั้งสิ้น 47 ภาพ โดยข้อมูลภาพมีจัดเก็บอยู่ในรูปแบบ จีโอทิฟฟ์ (GeoTIFF) เนื่องจากมีเครื่องมือและคลังโปรแกรม (Library) สำหรับจัดการข้อมูลภาพและโครงสร้างข้อมูลภาพในลักษณะซอฟต์แวร์เสรี (Open source software) นอกจากนี้รูปแบบจีโอทิฟฟ์ยังสนับสนุนการทำชั้นข้อมูลโปร่งใส (Transparent layer) ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างมากในการทำงานกับข้อมูลภาพจากดาวเทียมแลนด์แซต 7 ที่ไม่ผ่านการโมเสก (Mosaic) เนื่องจากเป็นข้อมูลที่มีส่วนขอบของภาพที่ไม่มีการบันทึกข้อมูลติดมาด้วยทำให้เมื่อทำการเรียกดูข้อมูลมากกว่าหนึ่งระวางจะเกิดการบดบังรายละเอียดของข้อมูลภาพ

สาเหตุที่ผู้วิจัยเลือกใช้ข้อมูลภาพแบบเต็มระวางโดยไม่ทำการโมเสกข้อมูลภาพก่อนนั้นเนื่องจากหากได้รับข้อมูลภาพที่ทันสมัยกว่าสามารถนำข้อมูลภาพมาทำการปรับให้เป็นปัจจุบัน (Updating) ได้อย่างสะดวกโดยไม่ต้องเสียเวลาในการโมเสกข้อมูลภาพอีกครั้ง

ในส่วนของการทดสอบประสิทธิภาพของการจัดการโครงสร้างข้อมูลภาพนั้น ต้องอาศัยการจำลองกระบวนการทำงานของระบบแม่ข่ายแผนที่เพื่อให้ทราบถึงภาระงานที่เกิดขึ้นตลอดจนระยะเวลาที่ใช้ในการทำงานของแม่ข่ายแผนที่ ในงานศึกษาวิจัยครั้งนี้ทางผู้วิจัยได้เลือกใช้ระบบปฏิบัติการและซอฟต์แวร์สำหรับเครื่องแม่ข่ายแผนที่ที่มีลักษณะซอฟต์แวร์เสรีและได้รับความนิยมจากผู้ใช้และนักพัฒนา

รายละเอียดของคอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์และซอฟแวร์ที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 3.1 ดังนี้

ตารางที่ 3.1 แสดงรายละเอียดของคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในงานวิจัย

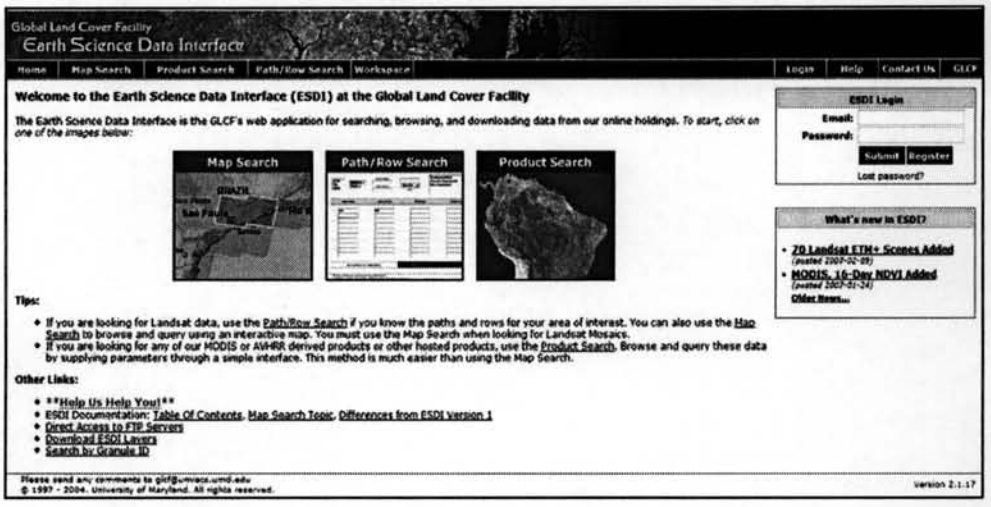
รายการ	คุณสมบัติ
หน่วยประมวลผลกลาง (CPU)	ความเร็วรอบสัญญาณนาฬิกา 2.4 กิกะเฮิรตซ์
แรม (RAM)	ขนาด 1 กิกะไบต์
ฮาร์ดดิสก์ (Harddisk)	ขนาด 200 กิกะไบต์
ระบบปฏิบัติการ (Operating System)	ลินุกซ์ฟีโดรา (Linux Fedora)
เครื่องบริการเว็บ (Web Server)	Apache
เครื่องแม่ข่ายแผนที่ (Map Server)	Minnesota MapServer

3.2 การเตรียมข้อมูลภาพสำหรับงานวิจัย

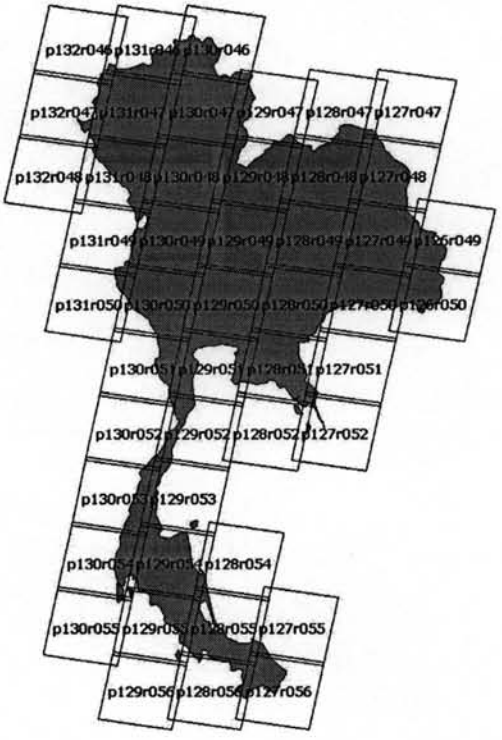
3.2.1 การได้มาของข้อมูลภาพ

ข้อมูลภาพที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมแลนด์แซต 7 จำนวนทั้งสิ้น 47 ภาพครอบคลุมพื้นที่ประเทศไทยทั้งหมดและครอบคลุมพื้นที่ประเทศเพื่อนบ้านบางส่วน ในแต่ละระวางประกอบด้วยข้อมูลช่วงคลื่นต่างๆจำนวน 4 ช่วงคลื่นได้แก่ ช่วงคลื่นที่ 2 4 7 และช่วงคลื่นที่ 8 (แพนโครมาติค) ของระบบการบันทึกข้อมูลด้วยดาวเทียมแลนด์แซต โดยข้อมูลที่ได้ทั้งหมดนั้นถูกบันทึกจากดาวเทียมในช่วงเวลาปี ค.ศ. 1999 – 2002 เนื่องจากบางช่วงเวลาที่บันทึกข้อมูลนั้นมีจำนวนเมฆในปริมาณมากเกินไปทำให้ไม่สามารถมองเห็นรายละเอียดของสิ่งปกคลุมดินได้อย่างชัดเจนทำให้ต้องทำการเลือกข้อมูลภาพที่มีปริมาณของเมฆน้อยที่สุดในช่วงเวลาดังกล่าว

ข้อมูลภาพทั้งหมดที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้สามารถดาวน์โหลดได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่ายจาก Global Land Cover Facility (GLCF) ของมหาวิทยาลัยแห่งรัฐแมรีแลนด์ (University of Maryland) ที่ http://glcpfpp.umiacs.umd.edu:8080/esdi/index.jsp ดังรูปที่ 3.1 ดังนี้



รูปที่ 3.1 แสดงหน้าต่างหลักของการให้บริการข้อมูลภาพโดย GLCF



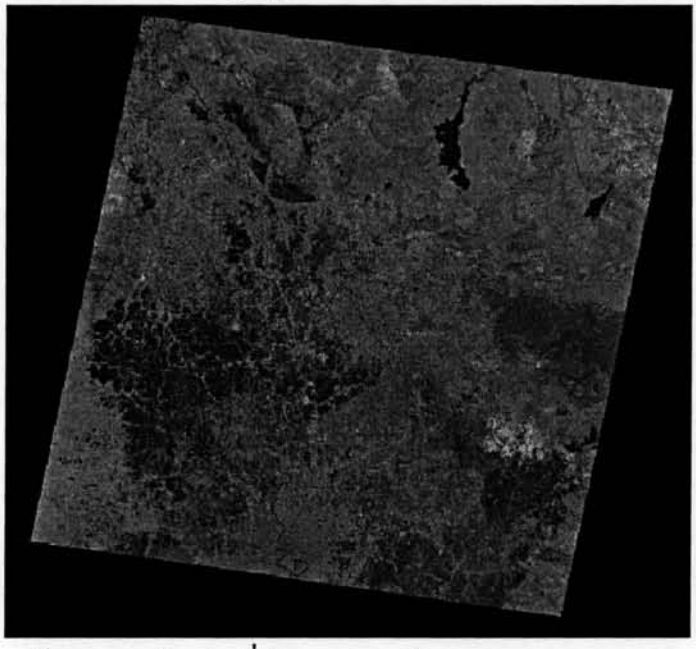
รูปที่ 3.2 แสดงพื้นที่ครอบคลุมประเทศไทยของภาพดาวเทียมแต่ละระวาง

ข้อมูลที่ได้จากดาวน์โหลดข้อมูลจะถูกบีบอัดให้มีขนาดเล็กลงเพื่อสะดวกต่อการเคลื่อนย้ายผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตทำให้ต้องมีการสกัด (Extract) ข้อมูลก่อนการนำไปใช้งาน นอกจากนี้ข้อมูลภาพที่ได้จากการดาวน์โหลดจะมีการบอกลักษณะเบื้องต้นของข้อมูลผ่านการตั้งชื่อไฟล์ เช่น ไฟล์ p130r048_7t20000314_z47_nn40.tif หมายถึง ไฟล์ข้อมูลภาพดาวเทียมวิถี (Path) ที่ 130 แถว (Row) ที่ 48 เป็นข้อมูลที่บันทึกเมื่อ วันที่ 14 เดือนมีนาคม ปีคริสต์ศักราชที่ 2000 ไฟล์ข้อมูลนี้อยู่ในระวางที่ 47 ของระบบพิกัดกริดยูทีเอ็มและเป็นข้อมูลช่วงคลื่นที่ 4 (ช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้)

3.2.2 การผสมสี การปรับปรุงการแยกต่างเชิงปริภูมิและการสร้างข้อมูลภาพแบบสีใกล้เคียงธรรมชาติ

3.2.2.1 การผสมสีข้อมูลภาพ

เป็นการนำข้อมูลภาพแต่ละช่วงคลื่นมาสร้างเป็นข้อมูลภาพสีผสม ข้อมูลที่ใช้ประกอบด้วยข้อมูล 3 ช่วงคลื่นได้แก่ช่วงคลื่นที่ 2 4 และ 7 มาทำการแทนแม่สีหลักสำหรับแสดงผล โดยกำหนดให้ ช่วงคลื่นที่ 7 แทนด้วยสีแดง ช่วงคลื่นที่ 4 แทนด้วยสีเขียวและช่วงคลื่นที่ 2 แทนด้วยสีน้ำเงิน ผลลัพธ์ที่ได้จะปรากฏดังรูปที่ 3.3



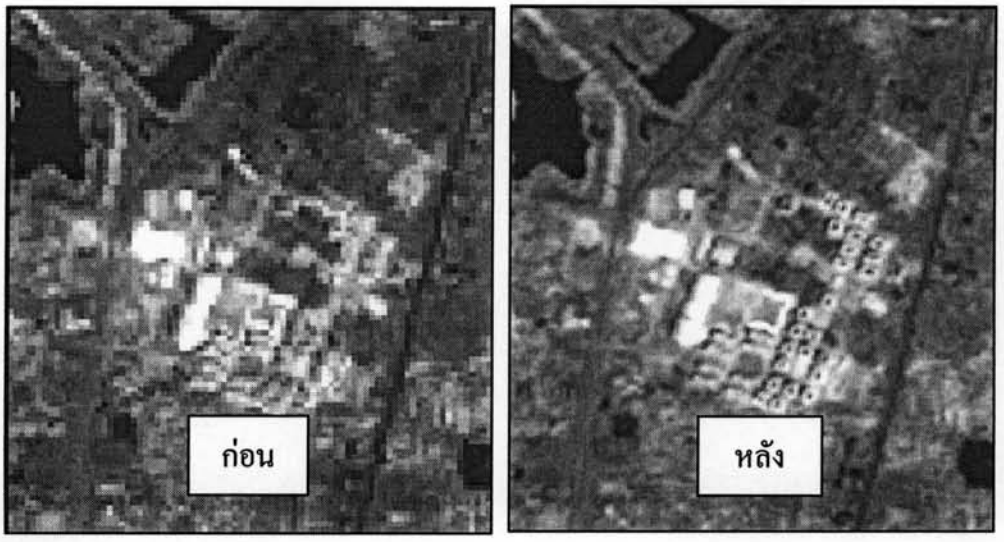
รูปที่ 3.3 แสดงข้อมูลภาพตัวอย่างที่ผ่านการผสมสีแบบ Red (7) Green (4) Blue (2)

3.2.2.2 การปรับปรุงการแยกต่างเชิงปริภูมิ

หลังจากได้ข้อมูลภาพที่ผ่านการผสมสีแล้วจะนำข้อมูลเหล่านั้นมาทำการปรับปรุงการแยกต่างเชิงปริภูมิเพื่อให้สามารถมองเห็นรายละเอียดที่ปรากฏบนข้อมูลได้ดีขึ้น งานวิจัยครั้งนี้ได้เลือกการปรับปรุงการแยกต่างเชิงปริภูมิด้วยกระบวนการแพนชาร์ปเพนนิง (Pansharpening) แบบองค์ประกอบหลัก (Principle Components) เพื่อให้มีขนาดการแยกต่างเชิงปริภูมิ (Spatial resolution) เท่ากับ 14.25 เมตรซึ่งนอกจากจะเพิ่มความสามารถในการมองเห็นรายละเอียดของข้อมูลแล้วยังเป็นการเพิ่มขนาดข้อมูลภาพเพื่อใช้ในการทดลองประสิทธิภาพของโครงสร้างข้อมูลภาพแบบต่างๆ

ขั้นตอนนี้จำเป็นต้องใช้ข้อมูลภาพช่วงคลื่นที่ 8 (ช่วงคลื่นแพนโครมาติค) ของดาวเทียมแลนด์แซต 7 ที่มีการแยกต่างเชิงปริภูมิเท่ากับ 14.25 เมตร มาช่วยประมวลผล ข้อดีของวิธีนี้คือ วัตถุที่ปรากฏบนข้อมูลภาพจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงรายละเอียดอันเนื่องมาจากปัจจัยด้านเวลา เพราะกระบวนการนี้เป็นการนำข้อดีของคุณสมบัติด้านรายละเอียดของจุดภาพของข้อมูลช่วงคลื่น

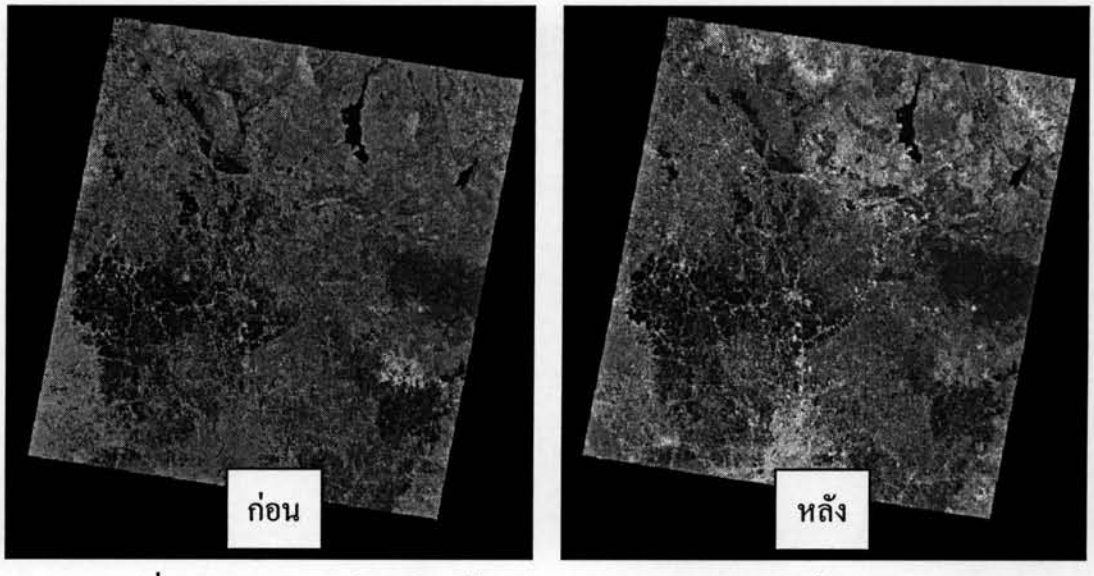
แพนโครมาติคที่มีการแยกต่างเชิงปริภูมิเท่ากับ 14.25 เมตรมาปรับปรุงให้ข้อมูลช่วงคลื่นอื่นๆที่มีการแยกต่างเชิงริภูมิเท่ากับ 28.50 เมตร ผลลัพธ์ที่ได้คือข้อมูลช่วงคลื่นอื่นๆจะมีขนาดการแยกต่างเชิงปริภูมิเท่ากับ 14.25 เมตร เท่ากับข้อมูลช่วงคลื่นแพนโครมาติคและยังสามารถมองเห็นรายละเอียดที่ปรากฏบนข้อมูลภาพได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ดังภาพที่ 3.4



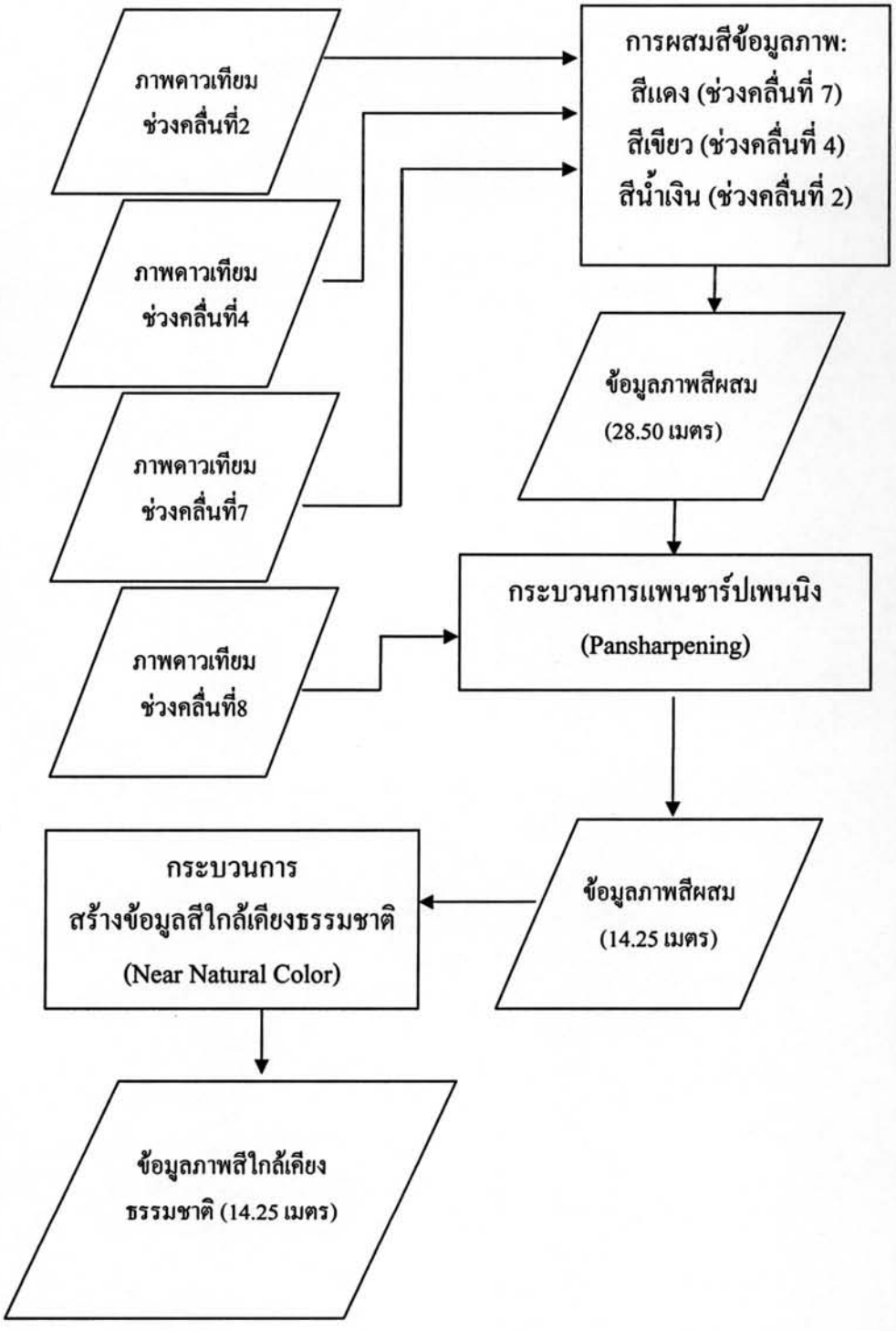
รูปที่ 3.4 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างข้อมูลภาพก่อนและหลังการทำ Pansharpening

3.2.2.3 การสร้างข้อมูลภาพสีใกล้เคียงธรรมชาติ

ขั้นตอนนี้เป็นการนำข้อมูลที่มีการแยกต่างเชิงปริภูมิเท่ากับ 14.25 เมตรมาทำการสร้างข้อมูลให้มีสีใกล้เคียงธรรมชาติ ผลลัพธ์ที่ได้จะปรากฏดังรูปที่ 3.5



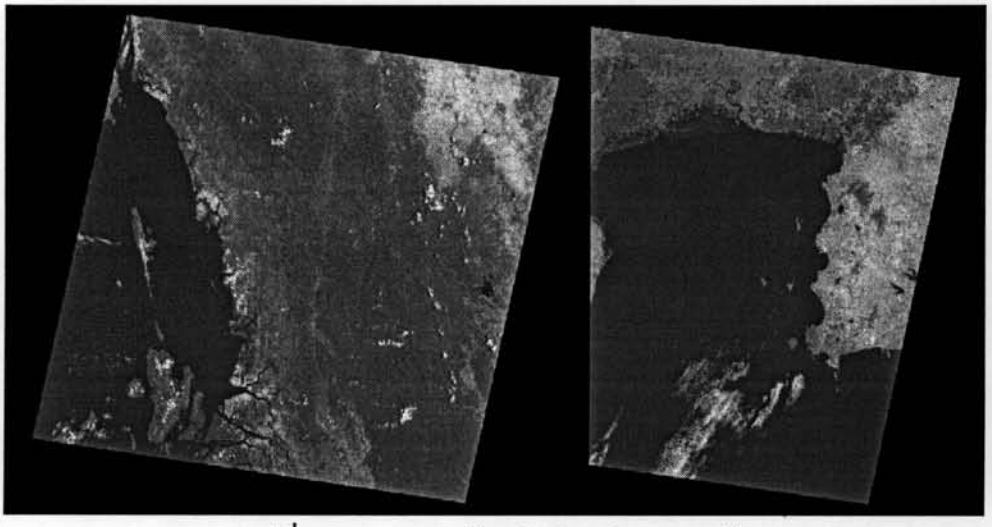
รูปที่ 3.5 แสดงการเปรียบเทียบข้อมูลก่อนและหลังการทำสีใกล้เคียงธรรมชาติ



รูปที่ 3.6 แสดงผังการผสมสี การปรับปรุงการแยกต่างเชิงปริภูมิและการสร้างสีใกล้เคียงธรรมชาติ

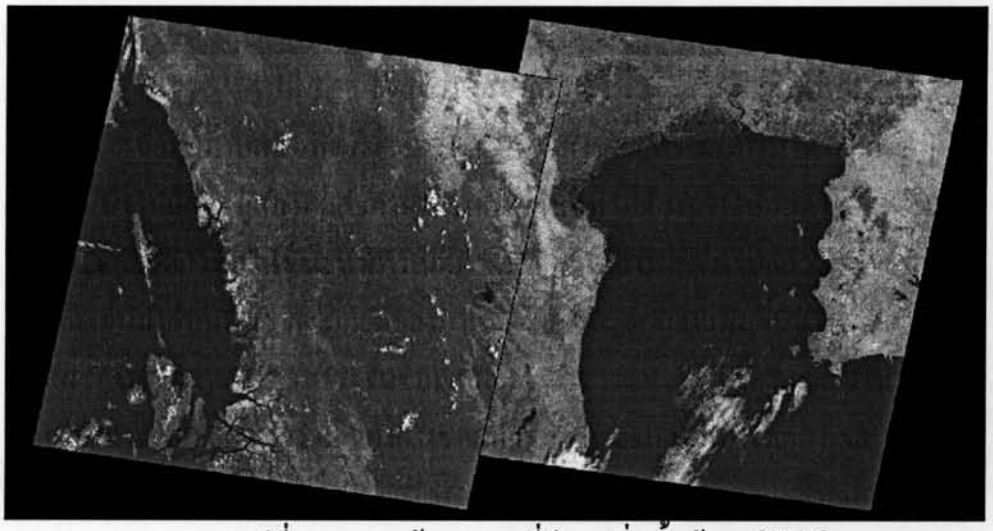
3.2.3 การสร้างชั้นข้อมูลโปร่งใส

เนื่องจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมแลนด์แซตแบบเต็มระวางนั้นจะปรากฏส่วนขอบที่ไม่มีการบันทึกข้อมูลติดมาด้วยเสมอทำให้บางครั้งการเรียกดูข้อมูลภาพในระวางที่ติดกันตั้งแต่สองภาพขึ้นไป จะทำให้พื้นที่บางส่วนที่ไม่มีการบันทึกข้อมูลนั้นวางทับลงบนข้อมูลภาพของอีกระวางหนึ่ง ส่งผลให้ไม่สามารถมองเห็นรายละเอียดที่ปรากฏบนข้อมูลภาพได้ ดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 แสดงการซ้อนทับกันบริเวณขอบข้อมูลภาพ

ข้อมูลภาพแบบทิฟฟ์ (TIFF)สามารถแก้ไขปัญหาในเรื่องนี้ได้โดยการเพิ่มชั้นข้อมูลอีกชั้นหนึ่งให้แก่ข้อมูลภาพแล้วทำการกำหนดพื้นที่ที่ไม่ต้องการให้แสดงให้มีลักษณะโปร่งใส (Transparent) เพื่อให้ขณะทำการเปิดภาพมากกว่าสองภาพขึ้นไปแล้วส่วนขอบที่กำหนดไว้จะไม่แสดงขึ้นมาซ้อนทับรายละเอียดของภาพที่ติดกัน ชั้นข้อมูลที่เพิ่มขึ้นมาใหม่นี้เรียกว่า ชั้นข้อมูลแอลฟา (Alpha layer) การสร้างชั้นข้อมูลแอลฟาสามารถทำได้โดยอาศัยคลังโปรแกรม TIFF ผ่านโปรแกรมประยุกต์ tiff2rgba แล้วทำการขีดแบ่ง (Threshold) พื้นที่ที่ไม่มีการบันทึกข้อมูลให้มีลักษณะโปร่งใสด้วยโปรแกรม Gnu Image Manipulation Program หรือ GIMP ผลลัพธ์ที่ได้จะปรากฏดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 แสดงข้อมูลภาพที่มีการเพิ่มชั้นข้อมูลโปร่งใส

3.2.4 การแบ่งส่วนข้อมูลภาพ

ในขั้นตอนนี้สามารถกระทำได้หลายรูปแบบเพื่อให้ข้อมูลภาพที่ได้มีขนาดของไทล์ (Tile) ที่แตกต่างกันตามความต้องการ การวิจัยครั้งนี้ได้มีการออกแบบขนาดของไทล์เพื่อใช้ในการทดลอง ดังนี้ 128 x 128 และ 256 x 256 และ 512 x 512 และ 1024 x 1024 และไม่มีการทำไทล์

ข้อมูลภาพการทำไทล์ข้อมูลนั้นสามารถกระทำได้โดยอาศัยโปรแกรมประยุกต์ gdal_translate จากคลังโปรแกรม GDAL โดยมีไวยากรณ์และตัวอย่างการใช้งานโปรแกรมประยุกต์ดังรูปที่ 3.9

```
[root@localhost ~]# gdal_translate
Usage: gdal_translate [--help-general]
       [-ot {Byte/Int16/UInt16/UInt32/Int32/Float32/Float64/
             CInt16/CInt32/CFloat32/CFloat64}] [-not_strict]
       [-of format] [-b band] [-outsize xsize[%] ysize[%]]
       [-scale [src_min src_max [dst_min dst_max]]]
       [-srcwin xoff yoff xsize ysize] [-projwin ulx uly lrx lry]
       [-a_srs srs_def] [-a_ullr ulx uly lrx lry] [-a_nodata value]
       [-gcp pixel line easting northing [elevation]]*
       [-mo "META-TAG=VALUE"]* [-quiet] [-sds]
       [-co "NAME=VALUE"]*
       src_dataset dst_dataset
```

```
[root@localhost e]# gdal_translate -co "TILED=YES" -co "BLOCKXSIZE=512" -co "BLOCKYSIZE=512"
 -of GTiff p129r051_20010902nc.tif p129r051tiled512.tif
Input file size is 17087, 15087
0...10...20...30...40...50...60...70...80...90...100 - done.
[root@localhost e]#
```

รูปที่ 3.9 แสดงรูปแบบการใช้งานและตัวอย่างการใช้งานโปรแกรมประยุกต์ gdal_translate

```
Corner Coordinates:
Upper Left  (  533655.375, 1546901.620) ( 99d18'41.90"E, 13d59'32.44"N)
Lower Left  (  533655.375, 1331911.870) ( 99d18'33.19"E, 12d 2'53.83"N)
Upper Right (  777145.125, 1546901.620) (101d33'55.38"E, 13d58'44.34"N)
Lower Right (  777145.125, 1331911.870) (101d32'43.74"E, 12d 2'12.63"N)
Center      (  655400.250, 1439406.745) (100d25'58.78"E, 13d 0'59.68"N)
Band 1 Block=512x512 Type=Byte, ColorInterp=Red
Band 2 Block=512x512 Type=Byte, ColorInterp=Green
Band 3 Block=512x512 Type=Byte, ColorInterp=Blue
Band 4 Block=512x512 Type=Byte, ColorInterp=Alpha
[root@localhost e]#
```

รูปที่ 3.10 แสดงรายละเอียดการแบ่งส่วนข้อมูลภาพขนาด 512 x 512 จุดภาพ

3.2.5 การสร้างพีรามิดข้อมูลภาพ

การสร้างพีรามิดข้อมูลภาพสำหรับสามารถกระทำได้ โดยอาศัยโปรแกรมประยุกต์ gdaladdo จากคลังโปรแกรม GDAL โดยระบุขนาดที่ต้องการลดทอนการแยกต่างเชิงปริภูมิ จำนวนชั้นพีรามิดของข้อมูลภาพจะถูกกำหนดด้วยจำนวนเท่าของการลดทอนการแยกต่างเชิงปริภูมิ เช่น ทำการลดทอน 2, 4, 8 และ 16 จะได้ชั้นพีรามิดข้อมูลจำนวน 4 ชั้น ซึ่งทำให้ข้อมูลภาพมีจำนวนทั้งหมด 5 ชั้นพีรามิด (รวมชั้นเดิม)

```
[root@localhost e]# gdaladdo
Usage: gdaladdo [-r {nearest,average,average_mp,average_magphase,mode}]
                [--help-general] filename levels

Example:
 % gdaladdo -r average abc.tif 2 4 8 16
[root@localhost e]#
```

```
[root@localhost e]# gdaladdo -r average p129r051_20010902nc.tif 2 4 8
0...10...20...30...40...50...60...70...80...90...100 - done.
[root@localhost e]#
```

รูปที่ 3.11 ไวยากรณ์และตัวอย่างการใช้งานโปรแกรมประยุกต์ gadladdo

```
Corner Coordinates:
Upper Left  (  533655.375, 1546901.620) ( 99d18'41.90"E, 13d59'32.44"N)
Lower Left  (  533655.375, 1331911.870) ( 99d18'33.19"E, 12d 2'53.83"N)
Upper Right (  777145.125, 1546901.620) (101d33'55.38"E, 13d58'44.34"N)
Lower Right (  777145.125, 1331911.870) (101d32'43.74"E, 12d 2'12.63"N)
Center      (  655400.250, 1439406.745) (100d25'58.78"E, 13d 0'59.68"N)
Band 1 Block=17087x64 Type=Byte, ColorInterp=Red
  Overviews: 8544x7544, 4272x3772, 2136x1886, 1068x943, 534x472
Band 2 Block=17087x64 Type=Byte, ColorInterp=Green
  Overviews: 8544x7544, 4272x3772, 2136x1886, 1068x943, 534x472
Band 3 Block=17087x64 Type=Byte, ColorInterp=Blue
  Overviews: 8544x7544, 4272x3772, 2136x1886, 1068x943, 534x472
Band 4 Block=17087x64 Type=Byte, ColorInterp=Alpha
  Overviews: 8544x7544, 4272x3772, 2136x1886, 1068x943, 534x472
[root@localhost e]#
```

รูปที่ 3.12 แสดงรายละเอียดชั้นพีรามิดข้อมูลภาพจำนวน 3 ชั้น

3.3 การติดตั้งแม่ข่ายแผนที่และชุดโปรแกรมสำหรับทดสอบประสิทธิภาพ

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกใช้ระบบปฏิบัติการลีนุกซ์สำหรับการศึกษาและทดลองเนื่องจากเป็นระบบปฏิบัติการที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายบนเครือข่ายอินเตอร์เน็ตและมีหลายหน่วยงานที่เลือกใช้ระบบปฏิบัติการนี้กับเครื่องแม่ข่ายแผนที่เพื่อการให้บริการข้อมูลภาพ เช่น โครงการ OnEarth ขององค์การนาซา (NASA)

ในส่วนของเครื่องบริการเว็บ (Web server) ทางผู้วิจัยเลือกใช้ซอฟแวร์ Apache ทำหน้าที่จัดการคำร้องขอและคำสั่งต่างๆในรูปของซีจีไอ (Common Gateway Interface) เนื่องจากเป็นซอฟแวร์ที่ได้รับความนิยมและมีการใช้งานอย่างแพร่หลายรวมถึงมีการแก้ไขข้อผิดพลาดของซอฟแวร์อยู่ตลอดเวลาและเป็นซอฟแวร์เสรีที่ผู้ใช้งานทั่วไปสามารถดาวน์โหลดได้ฟรีจากอินเตอร์เน็ตและยังสามารถทำงานได้ทั้งบนระบบปฏิบัติการวินโดว์และลีนุกซ์ ผู้ที่สนใจสามารถดาวโหลดได้ที่ http://httpd.apache.org/download.cgi

3.4 การวัดประสิทธิภาพของโครงสร้างข้อมูลภาพแบบต่างๆ

ทำการทดสอบประสิทธิภาพของการจัดการโครงสร้างข้อมูลแผนที่ภาพเพื่อเปรียบว่าว่าการจัดการโครงสร้างข้อมูลภาพแบบใดเหมาะสมสำหรับข้อมูลภาพดาวเทียมแลนด์แซต เพื่อหาความเหมาะสมและเป็นแนวทางสำหรับการเตรียมและการจัดการโครงสร้างข้อมูลภาพสำหรับเครื่องแม่ข่ายแผนที่ต่อไป

การทดลองครั้งนี้ใช้วิธีการระบุค่าพารามิเตอร์ตามข้อกำหนดมาตรฐาน WMS และผลลัพธ์จากคำร้องขอให้เป็นแผนที่ภาพในรูปแบบมาตรฐานโดยมีลักษณะของการร้องขอดังนี้

- การผลิตแผนที่ภาพที่ครอบคลุมระวางภาพ
- การผลิตแผนที่ภาพแบบบางส่วน
- การผลิตแผนที่ภาพแบบแปลงค่าระบบการอ้างอิงพิกัดโลก
- การผลิตแผนที่ภาพแบบไม่แปลงค่าระบบการอ้างอิงพิกัดโลก

จากการทดลองเบื้องต้นด้วยโปรแกรมประยุกต์ Apache Benchmark Tool (apache.ab) ที่มีมาพร้อมกับซอฟต์แวร์ Apache พบข้อด้อยที่สำคัญคือไม่สามารถคำนวณระยะเวลาของคำร้องขอที่มีการใช้ระยะเวลานานเกินไปได้ หรือผลการคำนวณมีความละเอียดมากเกินไป (ระดับมิลลิวินาที) ทำให้ผู้วิจัยต้องแก้ปัญหาโดยการเปลี่ยนการคำนวณระยะเวลาด้วยโปรแกรมประยุกต์ Apache Benchmark Tool ไปเป็นการคำนวณจากแฟ้มข้อมูลลงบันทึก (Log file) ของ Apache แทน

3.4.1 การวัดประสิทธิภาพของการแบ่งส่วนข้อมูลภาพ

ทำการทดสอบประสิทธิภาพของข้อมูลภาพที่ถูกแบ่งส่วนข้อมูลภาพขนาดต่างๆ โดย ขนาดของไทล์ที่ใช้ในการทดลองจะมีขนาดดังนี้

- 128 x 128 จุดภาพ
- 256 x 256 จุดภาพ
- 512 x 512 จุดภาพ
- 1024 x 1024 จุดภาพ
- ไม่มีการแบ่งส่วนข้อมูลภาพ

3.4.2 การวัดประสิทธิภาพของการสร้างพีรามิดข้อมูลภาพ

ทำการทดสอบประสิทธิภาพของข้อมูลภาพที่ไม่มีการสร้างพีรามิดข้อมูลกับข้อมูลภาพที่มีการสร้างพีรามิดข้อมูลภาพโดยชั้นบนสุดของพีรามิดข้อมูลจะมีขนาดใกล้เคียงหรือเท่ากับกับขนาดของหน้าต่างที่แสดงผล

3.4.3 การวัดประสิทธิภาพของโครงสร้างข้อมูลภาพที่มีผลต่อการแปลงระบบพิกัด

ทำการทดสอบประสิทธิภาพของข้อมูลภาพที่มีการจัดการโครงสร้างแบบต่างๆ โดยกำหนดให้มีการแปลงค่าพิกัดข้อมูลภาพและกำหนดระบบพิกัดที่ใช้ในการทดลองได้แก่ EPSG: 4326, EPSG: 32647 และ EPSG: 32648

3.4.4 การทดสอบรูปแบบข้อมูลภาพที่เหมาะสมสำหรับการผลิตแผนที่ภาพของเครื่องแม่ข่ายแผนที่

ทำการศึกษาคุณสมบัติของรูปแบบข้อมูลแผนที่ภาพที่เหมาะสมสำหรับการให้บริการข้อมูลภาพผ่านเครือข่าย งานวิจัยครั้งนี้ได้เลือกศึกษารูปแบบ PNG, PNG24 และ JPEG เนื่องจากเป็นรูปแบบที่มีขนาดเล็ก เหมาะสมสำหรับการส่งผ่านระบบเครือข่ายและมีการใช้งานอย่างแพร่หลาย