

การเปรียบเทียบเทคนิคการผสมภาพดาวเทียมไทยโชตกับภาพดาวเทียมจีโออายผ่านการจำแนก
ข้อมูลภาพด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม

นายณัฐกานต์ ศรีสุทธิยากร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาระบบสารสนเทศปริภูมิทางวิศวกรรม ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2556

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย

The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the Graduate School.

COMPARISON OF THAICHOTE IMAGE FUSION TECHNIQUES WITH GEOEYE IMAGE
THROUGH ARTIFICIAL NEURAL NETWORK CLASSIFICATION

Mr.Nattakan Srisuttiyakorn

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Spatial Information System in Engineering

Department of Survey Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2013

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การเปรียบเทียบเทคนิคการผสมภาพดาวเทียมไทยโชตกับ
ภาพดาวเทียมจีโออายผ่านการจำแนกข้อมูลภาพด้วยวิธี
โครงข่ายประสาทเทียม

โดย

นายณัฐกานต์ ศรีสุทธิยากร

สาขาวิชา

ระบบสารสนเทศปริภูมิทางวิศวกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

รองศาสตราจารย์ ดร.บรรเจิด พละการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็น
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบริหารธุรกิจ

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.บัณฑิต เอื้ออาภรณ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล สันติธรรมนนท์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.บรรเจิด พละการ)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.ชัยโชค ไวกาษา)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(อาจารย์ ดร.สุจิตรา เจริญหิรัญยั้งยศ)

ณัฐกานต์ ศรีสุทธิยากร : การเปรียบเทียบเทคนิคการผสมภาพดาวเทียมไทยโชตกับ
ภาพดาวเทียมจีโออายผ่านการจำแนกข้อมูลภาพด้วยวิธีโครงข่ายใยประสาทเทียม.
(COMPARISON OF THAICHOTE IMAGE FUSION TECHNIQUES WITH
GEOEYE IMAGE THROUGH ARTIFICIAL NEURAL NETWORK
CLASSIFICATION) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก:รศ. ดร.บวรเจต พละการ, 159 หน้า.

ปัจจุบันข้อมูลภาพดาวเทียมมีให้เลือกใช้เป็นจำนวนมาก แต่ละชนิดมีรายละเอียดเชิง
พื้นที่ และรายละเอียดเชิงคลื่นที่แตกต่างกัน ข้อมูลที่มีรายละเอียดเชิงพื้นที่สูงมักจะมีราคาที่สูง
ด้วยเช่นกัน จึงได้มีเทคนิคการผสมภาพ ซึ่งเป็นวิธีการนำข้อมูลที่มีคุณสมบัติเด่นแต่ละประเภท
ข้อมูลภาพมาทำการผสมเข้าด้วยกัน ทำให้ได้ข้อมูลภาพชุดใหม่ที่มีรายละเอียดเชิงพื้นที่ และ
รายละเอียดเชิงคลื่นตามที่ต้องการได้ งานวิจัยนี้ใช้พื้นที่ทดลองในเขตมีนบุรี กรุงเทพมหานคร
ซึ่งมีลักษณะพื้นที่เป็นแบบผสมกันระหว่างพื้นที่เมืองและพื้นที่เกษตรกรรม

ขั้นตอนแรกจำแนกข้อมูลภาพดาวเทียมจีโออายชนิดหลายช่วงคลื่น มีรายละเอียด
ภาพ 4 เมตร ด้วยวิธีโครงข่ายใยประสาทเทียม แบ่งสิ่งปกคลุมดินเป็นประเภทไม้ยืนต้น, สิ่ง
ปลูกสร้าง, พื้นที่ชุ่มน้ำ, ทุ่งหญ้า, พื้นที่ว่างเปล่า และพื้นที่แหล่งน้ำ

จากนั้นทำการผสมข้อมูลภาพดาวเทียมไทยโชตชนิดหลายช่วงคลื่นมีรายละเอียดภาพ
15 เมตรกับภาพชนิดช่วงคลื่นเดียวมีรายละเอียดภาพ 2 เมตร ด้วยเทคนิค 5 แบบคือ HSI,
Brovey, PCA, Wavelet และ Ehlers ต่อบนนำข้อมูลภาพผสมแบบต่างๆ มาผ่านขั้นตอนการ
จำแนกข้อมูลภาพด้วยวิธีโครงข่ายใยประสาทเทียม พบว่าภาพที่ผสมด้วยวิธีต่างๆ มีความถูกต้อง
โดยรวมประมาณ 80% สุดทำนายผลลัพธ์การจำแนกของข้อมูลภาพผสมดาวเทียมไทย
โชตแบบต่างๆ มาเปรียบเทียบกับผลการจำแนกข้อมูลภาพดาวเทียมจีโออายด้วยวิธีซ้อนทับ
พบว่าภาพผสมดาวเทียมไทยโชตแบบต่างๆ มีพื้นที่การจำแนกตรงกับพื้นที่การจำแนกของภาพ
ดาวเทียมจีโออายประมาณ 50% ของพื้นที่การจำแนกทั้งหมด ซึ่งไม่สอดคล้องกับค่าความ
ถูกต้องโดยรวมที่อยู่ในเกณฑ์ดี จากการวิเคราะห์ พบว่าปัญหาการเปลี่ยนแปลงของค่าการ
สะท้อนของจุดภาพระหว่างการผสมภาพ และค่าการสะท้อนช่วงคลื่นที่ต่ำหรือสูงกว่าความเป็น
จริงของภาพดาวเทียมรายละเอียดสูง ส่งผลต่อความถูกต้องการจำแนกข้อมูลภาพโดยตรง

ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ..... ลายมือชื่อ
สาขาวิชาระบบสารสนเทศภูมิทางวิศวกรรม ลายมือชื่ออ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
ปีการศึกษา2556

5470189221 : MAJOR SPATIAL INFORMATION SYSTEM IN ENGINEERING

KEYWORDS : THAICHOTE / IMAGE FUSION / NEURAL NETWORK CLASSIFICATION

NATTAKAN SRISUTTIYAKORN : COMPARISON OF THAICHOTE IMAGE FUSION TECHNIQUES WITH GEOEYE IMAGE THROUGH ARTIFICIAL NEURAL NETWORK CLASSIFICATION. ADVISOR ASSOC. PROF. BANJERD PHALAKARN Ph.D., 159 pp.

In the present time, many kinds of satellite imagery are available. They are different in spatial resolution and spectral resolution. Usually the high resolution satellite data are expensive. The satellite image fusion covers multiple techniques used to combine the geometric detail of high resolution panchromatic image and the color information of a low resolution multispectral image. It produces a final image with the highest possible spatial information content while still preserving good spectral information quality. The study area is in Min Buri district, Bangkok. Land use in this area varies from urban area and agriculture area.

The first step, Use the artificial neural networks in classification of Geoeeye multispectral satellite image having 4 meters ground resolution. The result is land cover map of streets, building, waterway, shrubs and perennial plant.

Next step, do the image fusion between Thaichote multispectral data having 15 meters ground resolution and Thaichote panchromatic data having 2 meters ground resolution using 5 techniques mentioned above. After that we put all the fused image data in artificial neural networks classification process. The overall accuracy of classified data are approximately 80%. We obtain 5 land cover maps difference. Finally compare land cover map from Thaichote fused image and land cover map from Geoeeye image. The result gives matching areas corresponding approximately 50%. The change of the digital number (DN) of a pixel in fused image process of Thaichote data and DN vary from low to high of Geoeeye data. This can affect the accuracy of image classification.

Department : Survey Engineering.....

Student's Signature

Field of Study : Spatial Information System In Engineering

Advisor's Signature

Academic Year : 2013.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ เนื่องจากความอนุเคราะห์ ความช่วยเหลือ และคำชี้แนะจากบุคคลต่างๆ หลายท่าน ซึ่งผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณดังนี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.บรรเจิด พละการ อย่างสูงที่ได้สละเวลาเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ อีกทั้งคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ประกอบด้วย รองศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล สันติธรรมนนท์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร.ชัยโชค ไวกาษา กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และ อาจารย์ ดร.สุจิตรา เจริญหิรัญยิ่งยศ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำปรึกษา และนำความคิดเห็น และข้อชี้แนะต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทุกท่านที่ได้ให้ความรู้ และคำแนะนำต่างๆ ซึ่งเป็นประโยชน์ในการศึกษาครั้งนี้เป็นอย่างสูง

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะเกิดขึ้นไม่ได้ หากขาดความอนุเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายเทียมของสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) ซึ่งผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการขอความอนุเคราะห์ข้อมูลในครั้งนี้ทุกๆ ท่าน

และสุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และญาติพี่น้อง ที่สนับสนุนในด้านทุนการศึกษาวิจัย และกำลังใจ ทำให้การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง.....	ฑ
สารบัญรูป	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1. ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
1.3. ขอบเขตของการวิจัย	4
1.4. อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	6
1.5. ข้อตกลงเบื้องต้น.....	6
1.6. ประโยชน์ที่ได้รับ	6
1.7. วิธีการดำเนินงานวิจัย.....	7
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	10
2.1. การผสมภาพด้วยเทคนิค Hue Saturation Intensity (HSI)	10
2.2. การผสมภาพด้วยเทคนิค Brovey Transformation	10
2.3. การผสมภาพด้วยเทคนิค Principal Component Analysis (PCA)	11
2.4. การผสมภาพด้วยเทคนิค Wavelet transform	12
2.5. การผสมภาพด้วยเทคนิค Ehlers fusion.....	14
2.6. หลักการแปลงภาพ	15
2.7. การจำแนกประเภทข้อมูลด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network Classification).....	17
2.8. การประเมินความถูกต้องของการจำแนกข้อมูลด้วยตารางการปะปนกันของข้อมูล (Confusion matrix)	21

2.9.	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	22
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย		25
3.1.	พื้นที่ศึกษา	25
3.2.	ข้อมูลภาพดาวเทียมจีโออาย.....	26
3.3.	ข้อมูลภาพผสมดาวเทียมไทยโชต	26
3.4.	การผสมภาพดาวเทียมไทยโชต	29
3.5.	การจำแนกภาพดาวเทียมแบบไม่กำกับดูแล	30
3.6.	การกำหนดชนิดของการจำแนก.....	30
3.7.	การเตรียมข้อมูลเพื่อสำรวจข้อเท็จจริงในสนาม	31
3.8.	การจำแนกข้อมูลภาพดาวเทียมจีโออายด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม	36
3.9.	การจำแนกข้อมูลภาพผสมดาวเทียมไทยโชตด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม.....	38
3.10.	การเปรียบเทียบผลการจำแนกระหว่างภาพผสมดาวเทียมไทยโชต กับภาพดาว เทียมจีโออาย	41
3.11.	การเปรียบเทียบรายละเอียดข้อมูลภาพผสมดาวเทียมไทยโชตด้วยสายตา	42
บทที่ 4 ผลการทดสอบ		44
4.1.	ผลการจำแนกข้อมูลภาพดาวเทียมจีโออายด้วยเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม .	44
4.2.	ผลการจำแนกข้อมูลภาพผสมดาวเทียมไทยโชตแบบต่างๆ ด้วยเทคนิค โครงข่ายประสาทเทียม	45
4.3.	ผลการเปรียบเทียบผลของการจำแนกข้อมูลระหว่างข้อมูลภาพดาวเทียมจีโออาย และข้อมูลภาพผสมดาวเทียมไทยโชต	48
4.4.	วิเคราะห์การเปรียบเทียบผลของการจำแนกข้อมูลภาพดาวเทียมจีโออายและ ข้อมูลภาพผสมดาวเทียมไทยโชต	54
4.5.	ผลการเปรียบเทียบรายละเอียดข้อมูลภาพผสมดาวเทียมไทยโชตด้วยสายตา.....	60
บทที่ 5 สรุปผลการศึกษา		64
5.1.	สรุปแนวคิดจากการศึกษา	64

5.2. สรุปผลการวิจัย.....	66
5.3. ข้อเสนอแนะ.....	69
รายการอ้างอิง.....	70
ภาคผนวก ก.....	73
ภาคผนวก ข.....	82
ภาคผนวก ค.	107
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์	145

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่	1.1 ช่วงคลื่นของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมไทยโชต.....	5
ตารางที่	1.2 ช่วงคลื่นของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมจีโออาย.....	5
ตารางที่	3.1 จุดพื้นที่ตัวอย่างที่ใช้ในการสำรวจภาคสนามของข้อมูลดาวเทียมจีโออาย.....	34
ตารางที่	3.2 ตัวอย่างค่า Digital number ของข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูล 1 ตำแหน่ง บริเวณพื้นที่ชุ่มน้ำ.....	35
ตารางที่	3.3 จำนวนข้อมูลตัวอย่าง และข้อมูลทดสอบที่ใช้ในงานวิจัย.....	36
ตารางที่	4.1 ผลการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมจีโออาย.....	44
ตารางที่	4.2 ผลการจำแนกประเภทของภาพผสมดาวเทียมไทยโชต HSI.....	45
ตารางที่	4.3 ผลการจำแนกประเภทของภาพผสมดาวเทียมไทยโชต Brovey	45
ตารางที่	4.4 ผลการจำแนกประเภทของภาพผสมดาวเทียมไทยโชต PCA.....	46
ตารางที่	4.5 ผลการจำแนกประเภทของภาพผสมดาวเทียมไทยโชต Wavelet.....	47
ตารางที่	4.6 ผลการจำแนกประเภทของภาพผสมดาวเทียมไทยโชต Ehlers.....	47
ตารางที่	4.7 พื้นที่การจำแนกของภาพดาวเทียมจีโออาย.....	48
ตารางที่	4.8 ผลการเปรียบเทียบพื้นที่การจำแนกประเภทของภาพดาวเทียมจีโออายกับ ภาพผสมดาวเทียม HSI	49
ตารางที่	4.9 ผลการเปรียบเทียบพื้นที่การจำแนกประเภทของภาพดาวเทียมจีโออายกับ ภาพผสมดาวเทียม Brovey.....	50
ตารางที่	4.10 ผลการเปรียบเทียบพื้นที่การจำแนกประเภทของภาพดาวเทียมจีโออายกับ ภาพผสมดาวเทียม PCA.....	51
ตารางที่	4.11 ผลการเปรียบเทียบพื้นที่การจำแนกประเภทของภาพดาวเทียมจีโออายกับ ภาพผสมดาวเทียม Wavelet.....	52
ตารางที่	4.12 ผลการเปรียบเทียบพื้นที่การจำแนกประเภทของภาพดาวเทียมจีโออายกับ ภาพผสมดาวเทียม Ehlers.....	53
ตารางที่	4.13 ความสามารถในการมองเห็นได้ของภาพผสมดาวเทียม HSI	60
ตารางที่	4.14 ความสามารถในการมองเห็นได้ของภาพผสมดาวเทียม Brovey.....	61
ตารางที่	4.15 ความสามารถในการมองเห็นได้ของภาพผสมดาวเทียม PCA.....	62
ตารางที่	4.16 ความสามารถในการมองเห็นได้ของภาพผสมดาวเทียม Wavelet.....	62

ตารางที่ 4.17 ความสามารถในการมองเห็นได้ของภาพผสมดาวเทียม Ehlers.....	63
ตารางที่ ก.1 รายละเอียดจุดควบคุมที่ใช้ปรับแก้ความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต ภาพดาวเทียมไทยโชตชนิดช่วงคลื่นเดี่ยวแบบ Image to Image โดยใช้ภาพ ดาวเทียมจีโออายเป็นภาพอ้างอิง.....	74
ตารางที่ ก.2 รายละเอียดจุดควบคุมที่ใช้ปรับแก้ความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต ภาพดาวเทียมไทยโชตชนิดหลายช่วงคลื่นแบบ Image to Image โดยใช้ภาพ ดาวเทียมไทยโชตชนิดช่วงคลื่นเดี่ยวเป็นภาพอ้างอิง.....	80

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1	Image WaveletDecomposition.....	12
รูปที่ 2.2	Image Wavelet Reconstruction.....	13
รูปที่ 2.3	การทำงานของ Ehlers fusion.....	14
รูปที่ 2.4	ระบบประสาทในสมองมนุษย์.....	18
รูปที่ 2.5	การทำงานของโครงข่ายประสาทเทียม.....	19
รูปที่ 2.6	เลขอร์ของโครงข่ายประสาทเทียม.....	19
รูปที่ 2.7	ตาราง Confusion Matrix ของข้อมูลได้จากการจำแนก (Classification Data) กับค่าข้อมูลที่ได้จากการสำรวจจากพื้นที่จริง (Reference Data).....	22
รูปที่ 3.1	พื้นที่ศึกษา ภาพขยายจากดาวเทียมจีโออาย.....	25
รูปที่ 3.2	ข้อมูลภาพดาวเทียมจีโออาย บริเวณพื้นที่ศึกษา.....	26
รูปที่ 3.3	ตัวอย่างตำแหน่งจุดควบคุมที่ใช้ทำการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต แบบImage to Image ระหว่างภาพดาวเทียมไทยโชตชนิดช่วงคลื่นเดียวกับ ภาพดาวเทียมจีโออายชนิดหลายช่วงคลื่น.....	27
รูปที่ 3.4	ผลการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตแบบ Image to Imageระหว่างภาพ ดาวเทียมไทยโชตชนิดช่วงคลื่นเดียว กับภาพดาวเทียมจีโออายชนิดหลายช่วงคลื่น....	28
รูปที่ 3.5	ตัวอย่างตำแหน่งจุดควบคุมที่ใช้ทำการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตแบบ Image to Image ระหว่างภาพดาวเทียมไทยโชตชนิดหลายช่วงคลื่น กับภาพ ดาวเทียมไทยโชตชนิดช่วงคลื่นเดียว.....	28
รูปที่ 3.6	ผลการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตแบบ Image to Imageระหว่างภาพ ดาวเทียมไทยโชตชนิดหลายช่วงคลื่น กับภาพดาวเทียมไทยโชตชนิดช่วงคลื่นเดียว....	29
รูปที่ 3.7	ภาพดาวเทียมไทยโชตที่ถูกผสมด้วยวิธีต่างๆ.....	29
รูปที่ 3.8	ตำแหน่งพื้นที่ตัวอย่างและพื้นที่ทดสอบที่ใช้ในการจำแนกข้อมูล.....	33
รูปที่ 3.9	ตัวแปรที่ใช้ในการจำแนกข้อมูลภาพ.....	37
รูปที่ 3.10	รอบการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียมที่เหมาะสมของภาพดาวเทียม จีโออายชนิดหลายช่วงคลื่นจำนวน 998 รอบ มีค่า RMS Error ต่ำสุดเท่ากับ 0.21400.....	37
รูปที่ 3.11	การจำแนกข้อมูลภาพดาวเทียมจีโออายด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม.....	38

รูปที่ 3.12 จำนวนรอบการเรียนรู้ของโครงข่ายใยประสาทเทียมที่เหมาะสมของภาพผสม HSI จำนวน 856 รอบ มีค่า RMS Error ต่ำสุดเท่ากับ 0.549.....	38
รูปที่ 3.13 จำนวนรอบการเรียนรู้ของโครงข่ายใยประสาทเทียมที่เหมาะสมของภาพผสม PCA จำนวน 663 รอบ มีค่า RMS Error ต่ำสุดเท่ากับ 0.450.....	39
รูปที่ 3.14 จำนวนรอบการเรียนรู้ของโครงข่ายใยประสาทเทียมที่เหมาะสมของภาพผสม Brovey จำนวน 857 รอบ มีค่า RMS Error ต่ำสุดเท่ากับ 0.494.....	39
รูปที่ 3.15 จำนวนรอบการเรียนรู้ของโครงข่ายใยประสาทเทียมที่เหมาะสมของภาพผสม Wavelet จำนวน 941 รอบ มีค่า RMS Error ต่ำสุดเท่ากับ 0.443.....	39
รูปที่ 3.16 จำนวนรอบการเรียนรู้ของโครงข่ายใยประสาทเทียมที่เหมาะสมของภาพผสม Ehlers จำนวน 857 รอบ มีค่า RMS Error ต่ำสุดเท่ากับ 0.426.....	39
รูปที่ 3.17 ผลการจำแนกประเภทข้อมูลภาพผสมดาวเทียมไทยโชตด้วยเทคนิคโครงข่ายใย ประสาทเทียม.....	40
รูปที่ 3.18 การแปลงข้อมูลผลการจำแนกจากรูปแบบ raster เป็น vector และการ เปรียบเทียบผลการจำแนกด้วยวิธี Overlay และ Dissolve.....	41
รูปที่ 3.19 ตัวอย่างแบบสอบถามการเปรียบเทียบรายละเอียดข้อมูลภาพผสมดาวเทียม ไทยโชตด้วยสายตา.....	43
รูปที่ 4.1 ตัวอย่างพื้นที่การจำแนกกรณีมีการเฉลี่ยค่าการสะท้อนของจุดภาพระหว่าง การผสมภาพ.....	54
รูปที่ 4.2 เปรียบเทียบผลการจำแนกประเภททุ่งหญ้า, นาข้าวของภาพดาวเทียมจีโออายกับ ภาพผสมดาวเทียม PCA และลักษณะปัญหาการจำแนกประเภทต่างๆ ที่ไม่ตรงกัน....	55
รูปที่ 4.3 spectrum signature ของตัวอย่างพื้นที่ทุ่งหญ้า, นาข้าวในภาพดาวเทียมจีโออาย (ซ้าย) และภาพดาวเทียมผสมดาวเทียม PCA (ขวา).....	56
รูปที่ 4.4 กรณีการเฉลี่ยค่าการสะท้อนช่วงคลื่นของเงาวัดตุ รูปบนขวา คือภาพผสมดาว เทียมไทยโชต PCA ที่มีขนาดเงาใหญ่กว่าภาพดาวเทียมจีโออายรูปซ้าย.....	57

- รูปที่ 4.5 รูปบนซ้ายแสดงพื้นที่มีค่าการสะท้อนช่วงคลื่นที่สูงกว่าความเป็นจริงของภาพดาวเทียมจีโออายเนื่องจากการสะท้อนแบบ specular ส่งผลให้จำแนกพื้นที่น้ำเป็นพื้นที่ชุ่มชื้น ดังรูปล่างซ้าย.....58
- รูปที่ 4.6 รูปบนแสดงตัวอย่างพื้นที่การจำแนกกรณีการเปลี่ยนแปลงของค่าการสะท้อนช่วงคลื่นของภาพดาวเทียมจีโออาย, ภาพผสมดาวเทียม PCA และภาพดาวเทียมไทยโชตตั้งต้น ส่งผลให้มีการจำแนกข้อมูลที่ไม่ตรงกัน ดังภาพล่างขวา และล่างกลาง..59

บทที่ 1

บทนำ

1.1. ที่มาและความสำคัญของปัญหา

เทคโนโลยีด้านการสำรวจระยะไกลด้วยข้อมูลจากดาวเทียมในปัจจุบันมีความทันสมัยและก้าวหน้าไปมาก ทำให้ได้ข้อมูลภาพดาวเทียมที่มีรายละเอียดที่สูงขึ้น ทั้งรายละเอียดเชิงพื้นที่และรายละเอียดเชิงคลื่น ในประเทศไทยได้มีการนำข้อมูลภาพดาวเทียมมาใช้ประโยชน์ในหลายด้าน เช่น การจัดการทรัพยากรธรรมชาติ การศึกษาและจัดการสิ่งแวดล้อม การวางผังเมือง การจำแนกสิ่งปกคลุมดิน เป็นต้น ข้อมูลภาพดาวเทียมมีให้เลือกใช้อยู่หลายประเภทด้วยกัน ซึ่งแต่ละประเภทต่างมีคุณสมบัติและรายละเอียดที่หลากหลายต่างกันไปขึ้นอยู่กับนำไปใช้งาน

จากคุณสมบัติของดาวเทียมแต่ละดวง ทำให้ข้อมูลภาพดาวเทียมต่างมีรายละเอียดเชิงพื้นที่ และรายละเอียดเชิงคลื่นที่แตกต่างกัน รวมถึงราคาข้อมูลภาพที่แตกต่างกันด้วย ภาพที่มีรายละเอียดสูงมีราคาแพง จึงได้มีเทคนิคการผสมภาพ (Image Fusion) ซึ่งหมายถึง วิธีการที่จะนำข้อมูลภาพที่มีคุณสมบัติที่เด่นชัดของแต่ละประเภทข้อมูลภาพมาทำการผสมเข้าด้วยกัน โดยใช้เทคนิคต่างๆ เพื่อที่จะดึงคุณสมบัติที่ต้องการของข้อมูลภาพแต่ละชนิดมาอยู่ในข้อมูลภาพชุดเดียวกัน ทำให้ได้ชุดข้อมูลใหม่ที่มีรายละเอียดเชิงพื้นที่ และรายละเอียดเชิงคลื่นตามที่ต้องการได้ และเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ทำให้ข้อมูลภาพผสมสามารถนำไปวิเคราะห์ภาพได้มีความถูกต้องยิ่งขึ้น และเป็นประโยชน์มากต่อผู้ที่จำเป็นต้องนำข้อมูลภาพดาวเทียมไปใช้งานแต่ขาดงบประมาณในการจัดหาข้อมูลภาพดาวเทียมรายละเอียดสูง

การผสมภาพที่นิยมแบบหนึ่ง คือ การทำแพนชาร์ป (Pan-sharpening) เป็นการผสมระหว่างข้อมูลภาพช่วงคลื่นเดี่ยว (Panchromatic image) กับข้อมูลภาพหลายช่วงคลื่น (Multispectral image) ปัจจุบันมีเทคนิคการผสมภาพ เช่น Hue Saturation Intensity, Principal Component Analysis, Brovey Transformation และ Ehlers fusion เป็นต้น วิธีการเหล่านี้สามารถผสมภาพได้ แต่ก็ทำให้ฮิสโตแกรมของภาพในแต่ละแบนด์มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมากขึ้น ทำให้ค่า Digital Number ที่แสดงค่าการสะท้อนช่วงคลื่นของสิ่งปกคลุมผิวดิน (Spectral Signature) แตกต่างไปจากภาพต้นฉบับ เมื่อนำข้อมูลภาพผสมที่ได้จากการผสมทำการจำแนก (Classification) แบบอัตโนมัติด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ ทำให้ผลการจำแนกเกิดความผิดพลาดได้

Ehlers (2008) ทำการผสมภาพดาวเทียมบริเวณเขตอุตสาหกรรมในประเทศเยอรมัน โดยใช้ข้อมูลภาพดาวเทียม SPOT-5 ช่วงคลื่นเดี่ยว รายละเอียดเชิงพื้นที่ 5 เมตร และข้อมูลภาพดาวเทียม Landsat ETM หลายช่วงคลื่น รายละเอียด 30 เมตร ซึ่งมีอัตราส่วนรายละเอียดอยู่ที่ 1

ต่อ 6 ผสมด้วยวิธี Hue Saturation Intensity พบว่า บริเวณขอบแปลงเกษตรกรรมกับเส้นถนนมีลักษณะสีที่คลาดเคลื่อน ส่งผลต่อความถูกต้องในการจำแนกข้อมูลโดยตรง จากเทคนิคการผสมข้อมูลภาพถ่ายเทียมที่ผ่านมา M. Ehlers และ S. Klonus(2009) ได้ประเมินผลการผสมภาพถ่ายเทียมด้วยเทคนิคต่างๆ พบว่า Ehlers fusion แสดงผลลัพธ์ได้ดีที่สุด กล่าวคือ สามารถรักษาค่าการสะท้อนช่วงคลื่นของสิ่งปกคลุมผิวดินได้เหมือนกับภาพหลายช่วงคลื่นดั้งเดิมก่อนการผสมภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพซึ่งสามารถทำการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายได้ดีกว่าเทคนิคการผสมภาพมาตรฐานอื่นๆ เช่น Hue Saturation Intensity, Principal Component Analysis และ Brovey Transformation เป็นต้น

การจำแนกข้อมูลภาพถ่ายเทียมในหน่วยงานภาครัฐพบว่าส่วนใหญ่ในปัจจุบันใช้วิธีการจำแนกประเภทข้อมูลภาพด้วยสายตา ซึ่งเป็นวิธีที่ต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญด้านการแปลงภาพทำการแยกแยะและเทียบสีของแต่ละประเภทข้อมูลจากภาพสีผสมของภาพถ่ายดาวเทียมจำนวน 3 แบนด์ การจำแนกข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมด้วยวิธีนี้จะทำได้โดยง่ายถ้าข้อมูลแต่ละประเภทปรากฏสี และลักษณะที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน แต่ในทางตรงกันข้ามถ้าข้อมูลแต่ละประเภทปรากฏสีและลักษณะที่ใกล้เคียงกันจะยากต่อการตัดสินใจว่าชุดข้อมูลนั้นจะจำแนกได้เป็นประเภทใด ดังนั้น การที่จะใช้วิธีจำแนกข้อมูลภาพถ่ายเทียมด้วยสายตาให้เกิดผลที่แม่นยำได้นั้นนอกจากจะต้องอาศัยคู่มือในการแปลที่ละเอียดถูกต้องแล้ว ผู้ที่ทำการแปลงภาพควรมีความเชี่ยวชาญในพื้นที่ และต้องมีประสบการณ์ในการจำแนกข้อมูลด้วยสายตามากพอสมควร

ปัจจุบันมีเทคนิคการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายเทียมด้วยคอมพิวเตอร์หลายวิธี โดยแต่ละวิธีจะมีสมมติฐานในการจำแนกที่ต่างกัน ทำให้ในบางครั้งความถูกต้องในการจำแนกข้อมูลภาพที่ได้มีความแตกต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับทางเลือกวิธีการที่ใช้ในการจำแนกที่เหมาะสมกับข้อมูล การจำแนกข้อมูลภาพถ่ายเทียมด้วยวิธีความคล้ายคลึงมากที่สุด (Maximum Likelihood Classification) เป็นวิธีการที่ได้รับการยอมรับว่ามีความถูกต้องสูง โดยเฉพาะการจำแนกข้อมูลที่มีลักษณะการกระจายตัวแบบเส้นโค้งปกติประมงคว่ำ (Paola et al., 1995) แต่เนื่องจากลักษณะการกระจายตัวของค่าการสะท้อนช่วงคลื่นในข้อมูลภาพส่วนใหญ่ รวมถึงในข้อมูลภาพผสม มีการกระจายตัวแบบไม่เป็นเส้นโค้งปกติ (Matsuoka, 2012) ซึ่งเป็นสมมติฐานที่สำคัญในการจำแนกด้วยวิธีนี้จึงเป็นสาเหตุทำให้ผลของการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายเทียมด้วยวิธีความคล้ายคลึงมากที่สุดเกิดความผิดพลาด จากข้อจำกัดดังกล่าว ทำให้นักวิจัยทางด้านการสำรวจระยะไกลโดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียมเกิดความสนใจศึกษาค้นคว้าวิธีการจำแนกที่สามารถให้ความถูกต้องในการจำแนกสูง โดยไม่อาศัยสมมติฐานใดๆ ของข้อมูลในการจำแนก ซึ่งการจำแนกด้วยวิธีโครงข่ายเอน

ประสาทเทียม (Artificial Neural Network Classification) เป็นวิธีการจำแนกที่ไม่ต้องอาศัยสมมติฐานการกระจายตัว และค่าสัมประสิทธิ์ใดๆ จากข้อมูล (ชัชชัย เดชเชตุ, 2554) การจำแนกด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมจึงเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในงานวิจัยนี้ เนื่องจากภาพที่ทำการผสมด้วยวิธีต่างๆ มีการกระจายตัวของค่าสะท้อนช่วงคลื่นที่ไม่เป็นเส้นโค้งปกติ

ดาวเทียมไทยโชต และดาวเทียมจีโออาย จัดเป็นดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติที่มีรายละเอียดสูง ประกอบด้วยกล้องถ่ายภาพแบบช่วงคลื่นเดียว (Panchromatic) และกล้องถ่ายภาพหลายช่วงคลื่น (Multispectral) จำนวน 4 แบนด์เหมือนกัน โดยข้อมูลภาพดาวเทียมไทยโชต สามารถนำมาทำเป็นภาพผสม (Pan-Sharpened) ได้ จะทำให้ได้ภาพผสมดาวเทียมไทยโชต มีความคมชัดของรายละเอียดจุดภาพ และเป็นภาพสี ซึ่งมีรายละเอียดภาพ 2 เมตร สำหรับข้อมูลภาพดาวเทียมจีโออาย เป็นข้อมูลภาพดาวเทียม ชนิดหลายช่วงคลื่น ที่มีรายละเอียดภาพ 4 เมตร เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลภาพดาวเทียมทั้ง 2 ชนิดแล้ว ต่างมีรายละเอียดภาพและรายละเอียดเชิงคลื่นที่ใกล้เคียงกัน จึงเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในงานวิจัยนี้

ดังนั้นงานวิจัยนี้จะทำการผสมระหว่างภาพดาวเทียมไทยโชต ช่วงคลื่นเดียว กับหลายช่วงคลื่น ด้วยวิธี Hue Saturation Intensity (HSI), Brovey Transformation, Principal Component Analysis (PCA), Wavelet Transform และ Ehlers fusion จากนั้นทำการจำแนกข้อมูลภาพผสมดาวเทียมผสมไทยโชต และภาพดาวเทียมจีโออายด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม และเปรียบเทียบผลการแปลงภาพและจำแนกประเภทข้อมูลระหว่างภาพดาวเทียมผสมไทยโชตแบบต่างๆ กับข้อมูลภาพดาวเทียมจีโออาย

1.2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1) เพื่อศึกษาเทคนิคการผสมข้อมูลภาพดาวเทียมไทยโชตด้วยวิธี Hue Saturation Intensity (HSI), Brovey Transformation, Principal Component Analysis(PCA), Wavelet Transform และ Ehlers fusion
- 2) เพื่อศึกษาวิธีการแปลงภาพและจำแนกข้อมูลจากภาพดาวเทียมผสมไทยโชต และข้อมูลภาพดาวเทียมจีโออายด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม
- 3) เปรียบเทียบผลการแปลงภาพดาวเทียมผสมไทยโชตแบบต่างๆ ด้วยสายตา
- 4) เปรียบเทียบผลการจำแนกข้อมูลภาพดาวเทียมผสมไทยโชตกับข้อมูลภาพดาวเทียมจีโออาย

1.3. ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1. ขอบเขตเนื้อหาที่ศึกษา

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ได้ผสมข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมไทยโชต ระหว่างภาพชนิดช่วงคลื่นเดี่ยว กับ ภาพชนิดหลายช่วงคลื่นโดยใช้วิธี Hue Saturation Intensity (HSI), Brovey Transformation, Principal Component Analysis(PCA), Wavelet Transform และ Ehlers fusion แล้วทำการ จำแนกข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมจีโออายชนิดหลายช่วงคลื่น และข้อมูลภาพผสมดาวเทียมไทยโชต ทั้ง 5 ภาพ ด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม จากนั้นทำการเปรียบเทียบผลการจำแนก โดยการใช้ กระบวนการGeoprocessingด้วยวิธีUnionเพื่อหาพื้นที่ที่ให้ผลการจำแนกที่ตรงกันระหว่างภาพ ดาวเทียมจีโออาย กับภาพผสมดาวเทียมไทยโชตทั้ง 5 ภาพ และทำการเปรียบเทียบรายละเอียด ข้อมูลภาพผสมดาวเทียมแบบต่างๆ กับพื้นที่ตัวอย่าง หรือพื้นที่ทดสอบที่ได้จากการสำรวจ ชี้อเท็จจริงในสนาม

1.3.2. ขอบเขตพื้นที่ศึกษา

การทำวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษเปรียบเทียบผลการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมระหว่าง ภาพดาวเทียมจีโออาย และภาพถ่ายดาวเทียมผสมไทยโชต บนพื้นที่ศึกษาบริเวณบางส่วนของเขต มีนบุรี เขตคลองสามวา เขตคันนายาว เขตสะพานสูง และเขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

1.3.3. ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัย

1.3.3.1. ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมไทยโชต

ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมไทยโชตที่บันทึกข้อมูลในวันที่ 31 เดือนตุลาคม พ.ศ.2554 ชนิดช่วง คลื่นเดี่ยว ความละเอียดจุดภาพ 2 เมตร และหลายช่วงคลื่น ความละเอียดจุดภาพภาพ 15เมตร บริเวณพื้นที่กรุงเทพมหานคร โดยมีรายละเอียดเชิงคลื่นดังตารางที่ 1.1 ดังนี้

ตารางที่ 1.1 ช่วงคลื่นของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมไทยโชต (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ, 2556: ออนไลน์)

แบนด์	ความยาวคลื่น (μm)
ช่วงคลื่นเดี่ยว (Panchromatic)	0.45 - 0.90
แบนด์ น้ำเงิน (Blue)	0.45 - 0.52
แบนด์ เขียว (Green)	0.53 - 0.60
แบนด์ แดง (Red)	0.62 - 0.69
แบนด์ อินฟราเรดใกล้ (NIR)	0.77 - 0.90

1.3.3.2. ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมจีโออาย

ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมจีโออายที่บันทึกข้อมูลในวันที่ 31 เดือนตุลาคม พ.ศ.2554 ชนิดหลายช่วงคลื่น ความละเอียดจุดภาพ 4 เมตร บริเวณพื้นที่กรุงเทพมหานคร โดยมีรายละเอียดเชิงคลื่นดังตารางที่ 1.2 ดังนี้

ตารางที่ 1.2 ช่วงคลื่นของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมจีโออาย (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ, 2556: ออนไลน์)

แบนด์	ความยาวคลื่น (μm)
ช่วงคลื่นเดี่ยว (Panchromatic)	0.450 - 0.800
แบนด์ น้ำเงิน (Blue)	0.400 - 0.510
แบนด์ เขียว (Green)	0.510 - 0.580
แบนด์ แดง (Red)	0.655 - 0.690
แบนด์ อินฟราเรดใกล้ (NIR)	0.780 - 0.920

1.4. อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1.4.1. อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

- คอมพิวเตอร์ที่ใช้ระบบปฏิบัติการวินโดวส์ 7 (Microsoft Windows 7)

1.4.2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- 1) โปรแกรม ERDAS IMAGINE สำหรับการผสมข้อมูลภาพจากดาวเทียมด้วยวิธี Hue Saturation Intensity (HSI), Brovey Transformation, Principal Component Analysis (PCA), Wavelet Transform และ Ehlers fusion
- 2) โปรแกรม ENVI สำหรับการแปลงภาพและจำแนกข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Net)
- 3) โปรแกรม ArcGIS สำหรับกระบวนการ Geoprocessing และทำระวางแผนที่

1.5. ข้อตกลงเบื้องต้น

งานวิจัยนี้ทำการทดลองผสมภาพโดยใช้เครื่องมือ Pan-Sharpener ในโปรแกรม ERDAS IMAGINE และทำการทดลองจำแนกข้อมูลภาพโดยใช้เครื่องมือ Neural Net ในโปรแกรม ENVI

1.6. ประโยชน์ที่ได้รับ

- 1) สามารถนำผลการเปรียบเทียบความถูกต้องของการจำแนกข้อมูลภาพด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมระหว่างข้อมูลภาพผสมดาวเทียมไทยโชต กับข้อมูลภาพดาวเทียมจีโออาย เป็นแนวทางในการเลือกใช้วิธีการผสมภาพดาวเทียมไทยโชตที่เหมาะสมในการจำแนกภาพ
- 2) สามารถนำผลที่ได้จากการเปรียบเทียบการแปรรายละเอียดของภาพผสมดาวเทียมไทยโชต กับข้อมูลภาพดาวเทียมจีโออาย เป็นแนวทางในการเลือกวิธีการผสมภาพดาวเทียมไทยโชตที่เหมาะสมในการแปลงภาพ

1.7. วิธีการดำเนินงานวิจัย



- 1) ศึกษาวิธีรวมทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการผสมข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมด้วย Hue Saturation Intensity (HSI), Brovey Transformation, Principal Component Analysis (PCA), Wavelet Transform, Ehlers fusion, การแปลงภาพ และการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม
- 2) เตรียมข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม โดยนำภาพถ่ายดาวเทียมไทยโชตชนิดช่วงคลื่นเดี่ยว มาทำการปรับแก้ความถูกต้องเชิงเรขาคณิต ให้อยู่ในระบบพิกัด UTM zone 47N บนพื้นหลักฐาน WGS 1984 โดยใช้ข้อมูลรายละเอียดและพิกัดแผนที่ภาพถ่ายดาวเทียมจีโอเอาย ซึ่งมีพิกัดแผนที่อยู่แล้วในการอ้างอิงด้วยวิธี Image to Image เพื่อให้ภาพมีความถูกต้องทางตำแหน่งมากที่สุดก่อนทำการประมวลผลในขั้นถัดไป
- 3) ใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมไทยโชตชนิดช่วงคลื่นเดี่ยวที่ได้จากการปรับแก้ในขั้นตอนที่ 2 เป็นฐาน ทำการปรับแก้ความถูกต้องเชิงเรขาคณิตของภาพถ่ายดาวเทียมไทยโชตชนิดหลายช่วงคลื่น ด้วยวิธี Image to Image
- 4) ผสมข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมไทยโชต ภาพช่วงคลื่นเดียวกับภาพหลายช่วงคลื่นเข้าด้วยกัน โดยใช้วิธีการแปลงภาพ Hue Saturation Intensity (HSI), Brovey Transformation, Principal Component Analysis (PCA), Wavelet Transform และ Ehlers fusion
- 5) ในขั้นตอนการการแปลงภาพและจำแนกข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม จะกำหนดประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินหรือสิ่งปกคลุมดินเป็น 5 ประเภทคือ
 - ไม้ยืนต้น
 - ชุมชน, สิ่งปลูกสร้าง
 - พื้นที่ชุ่มน้ำ
 - พื้นที่ว่างเปล่า, มีพืชน้อย
 - พื้นที่แหล่งน้ำ
- 6) เก็บข้อมูลภาคสนาม โดยทำการเก็บข้อมูลพื้นที่ตัวอย่าง และข้อมูลพื้นที่ทดสอบ โดยในการเลือกตำแหน่งการเก็บข้อมูลตัวอย่างจะเลือกจากจุดที่เข้าถึงได้ง่าย และสะดวกในการเก็บข้อมูล อีกทั้งยังมีความปลอดภัย ไม่ก่อให้เกิดอันตราย และสามารถเห็นตำแหน่งชัดเจนจากภาพถ่ายดาวเทียมโดยจะเก็บข้อมูลตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของชั้นข้อมูลเพื่อระบุการใช้ที่ดินในพื้นที่ศึกษาจริงให้กับกลุ่มข้อมูล โดยการเก็บข้อมูลจะต้องมีจำนวนข้อมูลที่เพียงพอตามหลักสถิติที่ใช้ในการจำแนกภาพถ่ายดาวเทียม และ

เพื่อให้ข้อมูลมีความหลากหลายและเป็นตัวแทนข้อมูลทั้งหมดในพื้นที่ศึกษา จึงทำการเลือกตำแหน่งการเก็บข้อมูลตัวอย่างให้มีการกระจายตัวทั่วพื้นที่ศึกษาและมีจำนวนข้อมูลตัวอย่างแต่ละประเภทมากกว่า 30 จุดขึ้นไป เพื่อให้มีการกระจายของตัวแทนข้อมูลเป็นแบบปกติ (Cogalton and Green, 1999)

- 7) จำแนกข้อมูลภาพผสมดาวเทียมไทยโชตแบบต่างๆ และข้อมูลภาพดาวเทียมโออาย โดยใช้วิธีโครงข่ายใยประสาทเทียม
- 8) ตรวจสอบความถูกต้องของผลการจำแนกประเภทข้อมูลภาพดาวเทียมโออาย โดยใช้ข้อมูลทดสอบในการตรวจสอบความถูกต้องจากการจำแนกในแต่ละชนิดข้อมูล โดยมีการแสดงผลความถูกต้องจากการจำแนกในรูปแบบตารางการปะปนกันของข้อมูล
- 9) ทำการแปลงผลการจำแนกข้อมูลที่อยู่ในรูปของ Raster ให้เป็น Vector เพื่อสามารถนำผลการจำแนกที่มีรายละเอียดจุดภาพที่ต่างกันให้อยู่ในรูปของแผนที่ แล้วนำมาเปรียบเทียบผลการจำแนกในขั้นตอนต่อไป
- 10) เปรียบเทียบผลการจำแนกประเภทข้อมูล ระหว่างภาพผสมดาวเทียมไทยโชตแบบต่างๆ กับภาพดาวเทียมโออาย
- 11) แปลภาพและเปรียบเทียบรายละเอียดข้อมูลภาพดาวเทียมผสมแบบต่างๆ กับข้อมูลพื้นที่ตัวอย่าง หรือพื้นที่ทดสอบ ที่ได้จากการสำรวจข้อเท็จจริงในสนามด้วยสายตา โดยให้บุคคลที่มีความรู้ด้านการแปลข้อมูลภาพ
- 12) สรุปผล และจัดทำเล่มวิทยานิพนธ์

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1. การผสมภาพด้วยเทคนิค Hue Saturation Intensity (HSI)

HSI คือ การผสมภาพที่ทำการแปลงสีจากระบบสี RGB ของข้อมูลภาพที่มีรายละเอียดเชิงคลื่นหลายช่วง เป็นระบบสี HSI จะนำข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่มีรายละเอียดเชิงพื้นที่สูงเข้ามาแทนในส่วนของความสว่าง (Intensity) หลังจากนั้นก็จะทำการแปลงข้อมูลที่ได้กลับมาเป็นระบบสี RGB ก็จะได้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมใหม่ที่ดีขึ้น มีรายละเอียดเชิงพื้นที่สูงเท่ากับข้อมูลที่เข้ามาแทนในส่วนของความสว่าง การผสมภาพด้วยวิธี HSI จะเป็นการแปลง 3 ช่อง ของข้อมูลที่อยู่ในระบบ RGB ให้เป็น HSI โดยจะแยกสีไปเป็นค่าความสว่างเฉลี่ย หรือ Intensity ซึ่งจะสัมพันธ์กับพื้นผิว หรือ Hue และความบริสุทธิ์ หรือ Saturation โดยทั้งสองวิธีนี้ข้อมูลที่ได้จะสัมพันธ์กับ พื้นผิว การสะท้อน หรือ การผสม หลังจากนั้นส่วนของความสว่างจะถูกแทนที่ด้วยข้อมูลภาพที่มีรายละเอียดเชิงพื้นที่สูง ทำให้ภาพที่ผสมมีรายละเอียดที่สูงขึ้น (Chavez et al., 1991)

การผสมภาพด้วยวิธี HSI มีพื้นฐาน คือ เป็นการแทนที่ 1 ใน 3 ในองค์ประกอบของ H, S หรือ I ของข้อมูลในภาพหนึ่งๆ โดยส่วนมากใน I จะถูกแทนที่มากที่สุด ด้วยรายละเอียดเชิงพื้นที่ของภาพที่มีรายละเอียดที่มากกว่า ซึ่งวิธีนี้จะสามารถปรับปรุงรายละเอียดของภาพได้ การผสมภาพด้วยวิธี HSI สามารถใช้กับข้อมูลจากหลายแหล่งที่มา เช่น จากยานอวกาศ และ อากาศยาน โดยกระบวนการนี้สามารถใช้ผสมภาพหลายช่วงคลื่น เข้ากับภาพช่วงคลื่นเดียวของดาวเทียมไทยโชติ จึงทำภาพถูกปรับปรุงให้ดีขึ้น เนื่องจากข้อมูลมีรายละเอียดสูง จากภาพถ่ายช่วงคลื่นเดียว แสดงอยู่ในมาตราส่วนใหญ่ ทำให้สามารถจำแนกพื้นผิววัตถุ และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของลักษณะภูมิประเทศได้ดีขึ้น เพื่อการเพิ่มประสิทธิภาพในการผสมภาพสู่ระบบ HSI จะต้องทำการแยกส่วนข้อมูลที่มีรายละเอียดเชิงพื้นที่มากที่สุดให้เป็น I และให้ข้อมูลรายละเอียดเชิงคลื่นเป็น H และ S จะทำให้ได้ผลลัพธ์ของข้อมูลที่ประสิทธิภาพ (Pohl, 1996)

2.2. การผสมภาพด้วยเทคนิค Brovey Transformation

C. Pohl (1996) ได้อธิบายว่า Brovey Transformation เป็นวิธีผสมข้อมูลที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับวิธีการหาสัดส่วน อัตราส่วน ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลภาพแต่ละภาพ วิธีทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ เช่น การบวกและการคูณ สามารถใช้ในการผสมภาพโดยการเปลี่ยนแปลงระดับค่าข้อมูลของข้อมูลเชิงตัวเลขซึ่งใช้ค่าถ่วงน้ำหนักให้กับแต่ละภาพ เพื่อให้ได้ภาพดาวเทียมหลายช่วงคลื่นที่มีรายละเอียดเชิงพื้นที่ที่ชัดเจนเทียบเท่ากับภาพดาวเทียมช่วงคลื่นเดียวรายละเอียดสูง

จะทำการผสมภาพหลายช่วงคลื่นและภาพช่วงคลื่นเดี่ยวเข้าด้วยกัน โดยในตำแหน่งเดียวกันของแต่ละแบนด์ ค่า Digital Number ของภาพหลายช่วงคลื่นจะถูกทำให้เป็นอัตราส่วนกับผลรวมค่า Digital Number ของภาพหลายช่วงคลื่นทั้ง 3 แบนด์ แล้วนำมาคูณขยายกับข้อมูลภาพช่วงคลื่นเดี่ยวรายละเอียดสูงสุดดังสมการที่ 1

$$DN_{\text{fused}} = \frac{DN_{b1}}{DN_{b1} + DN_{b2} + DN_{bn}} \times DN_{\text{highres}} \quad 1.1$$

DN_{fused} คือค่า Digital Number ที่ได้จากการผสมภาพ

$DN_{b1}, DN_{b2}, DN_{bn}$ คือค่า Digital Number ของภาพหลายช่วงคลื่น

DN_{highres} คือ ค่า Digital Number ของภาพช่วงคลื่นเดี่ยว

2.3. การผสมภาพด้วยเทคนิค Principal Component Analysis (PCA)

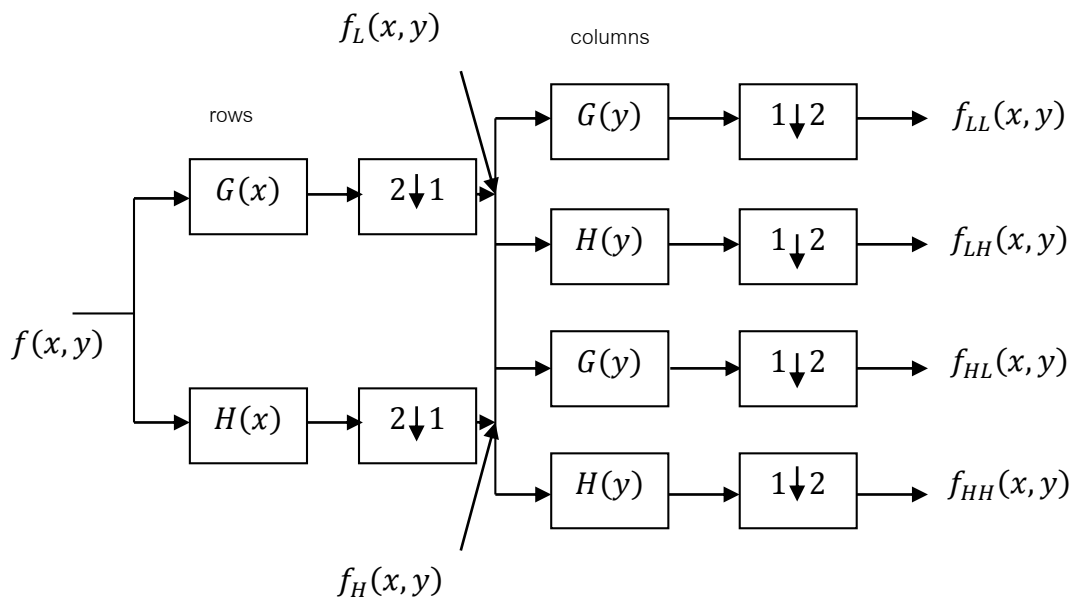
PCA คือ วิธีการแยกวิเคราะห์เป็นองค์ประกอบหลัก เพื่อใช้สำหรับลดมิติของข้อมูลหลายช่วงคลื่นให้เหลือเพียงตัวแทนองค์ประกอบหลัก ด้วยการหาความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงของข้อมูล และใช้การแปลงแบบเส้นตรง เพื่อให้ข้อมูลไปอยู่ในระบบแกนใหม่ ซึ่งจะมีแนวโน้มของค่า Digital Number ของทุกข้อมูลมารวมกันไว้ในองค์ประกอบหลัก ในกรณีข้อมูลหลายช่วงคลื่นที่มีจำนวนมากกว่า 4 ช่วงคลื่น ช่วงคลื่นทั้งหมดไม่สามารถนำมาจัดทำภาพสีผสม RGB ได้พร้อมกันทุกช่วงคลื่น ดังนั้น จึงมีการผนวกรวมข้อมูลทุกช่วงคลื่นเข้าไปด้วย เพื่อให้ได้ข้อมูลใหม่ที่มีความสมบูรณ์ (دنุพล ตันโยภาส, 2539)

Chavez et al. (1991) อธิบายว่า วิธีการนี้คล้ายคลึงกันกับวิธี HSI อย่างไรก็ตาม แทนที่จะใช้ข้อมูลภาพรายละเอียดต่ำครั้งละ 3 แบนด์ จากระบบหลายช่วงคลื่นสำหรับแสดงในระบบแม่สีแดง, สีเขียวและสีน้ำเงิน การดำเนินงานจะใช้ข้อมูลในทุกช่วงคลื่นที่บันทึกทั้งหมดมาดำเนินการลดความหลากหลายของข้อมูลลง โดยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก จะตัดทอนข้อมูลส่วนที่มากเกินไปในทุกรูปภาพ ก่อนที่จะทำการแปลงไปสู่ระบบสี HSI องค์ประกอบในเรื่องความสว่าง (I) จะถูกแทนที่ด้วยข้อมูลภาพรายละเอียดสูงจาก Panchromatic จากนั้นทั้งสามแบนด์จะถูกแปลงกลับไปเป็นระบบสีแบบ RGB

2.4. การผสมภาพด้วยเทคนิค Wavelet transform

Wavelet transform เป็นคณิตศาสตร์ที่ใช้อธิบายการสร้างโมเดลของสัญญาณระบบ ซึ่งประกอบขึ้นด้วยเซตของสัญญาณเฉพาะ ที่มีลักษณะเป็นคลื่นเล็ก ๆ ในการประมวลผลภาพ Wavelet transform สามารถแบ่งออกได้เป็นสองขั้นตอน คือ

2.4.1. Wavelet Decomposition



รูปที่ 2.1 Image Wavelet Decomposition (Zhou et al., 1998)

G คือ การทำคอนโวลูชันตามแนวหรือหลักด้วยการกรอง G

H คือ การทำคอนโวลูชันตามแนวหรือหลักด้วยการกรอง H

$2 \downarrow 1$ คือ การเก็บ 1 หลักออกจาก 2 หลัก

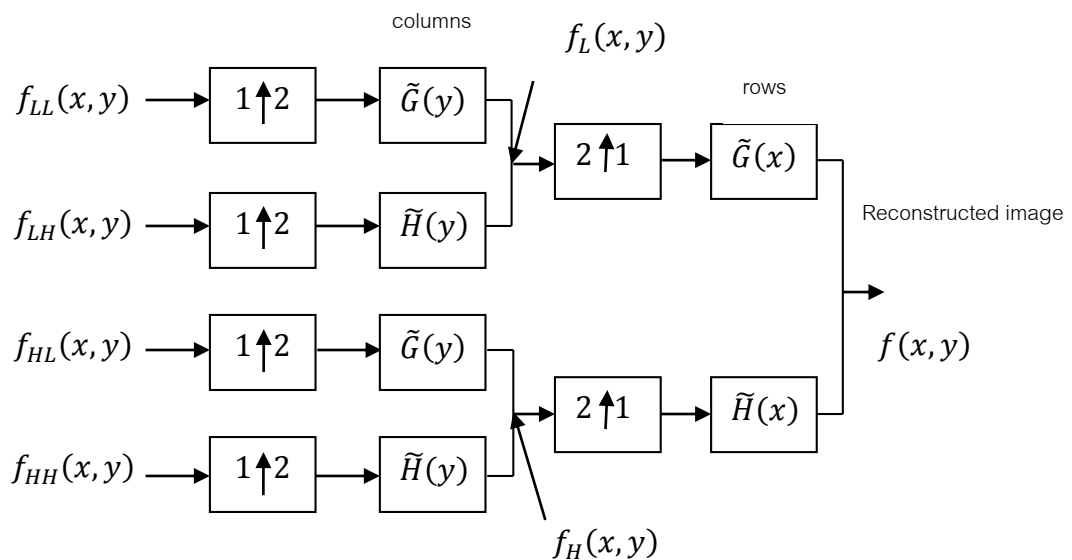
$1 \downarrow 2$ คือ การเก็บ 1 แถวออกจาก 2 แถว

เป็นการแยกภาพดั้งเดิมออกเป็นองค์ประกอบย่อย ซึ่งแสดงในรูปที่ 2.1 โดยเริ่มจากภาพดั้งเดิม $f(x, y)$ จะถูกรองไปตามแนวแถว (row) ด้วยตัวกรองผ่านความถี่ต่ำ G และตัวกรองความถี่สูง H จากนั้นจะนำผลที่ได้มาทำการลดจำนวนการสุ่มลง 2 เท่า โดยการเก็บข้อมูลมา 1 หลัก (Column) จากข้อมูล 2 หลัก ซึ่งจะทำให้ได้เอาต์พุตความถี่สูงและความถี่ต่ำ จากนั้นเอาต์พุตทั้งสองจะถูกกรองตามแนวหลัก และลดจำนวนการสุ่มลง 2 เท่า โดยการเก็บข้อมูล 1 แถวจาก 2 แถว ผลลัพธ์ที่ได้จะประกอบด้วยภาพแบนด์ย่อยความถี่ต่ำ $f_{LL}(x, y)$ จำนวน 1 ภาพ และภาพแบนด์

ย่อยความถี่สูงจำนวน 3 แบนด์ คือ $f_{LH}(x,y)$, $f_{HL}(x,y)$ และ $f_{HH}(x,y)$ ตามลำดับ โดยแต่ละภาพจะมีขนาดลดลงเป็น 1 ใน 4 เท่าของภาพดั้งเดิม (Zhou et al., 1998)

2.4.2. Wavelet Reconstruction

เป็นการสร้างภาพขึ้นมาใหม่จากองค์ประกอบย่อย ซึ่งแสดงดังรูปที่ 2.2 โดยเริ่มจากแบนด์ย่อยทั้ง 4 จะถูกเพิ่มจำนวนการสุ่ม (Up sampling) เป็น 2 เท่าโดยการเติมศูนย์เข้าไปในระหว่างแต่ละคู่ของแถว ภายหลังจากการเพิ่มจำนวนการสุ่มแล้วผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นภาพที่ถูกสร้างกลับขึ้นมาใหม่ (Zhou et al., 1998)



รูปที่ 2.2 Image Wavelet Reconstruction (Zhou et al., 1998)

\tilde{G} คือ การทำคอนโวลูชันตามแถวหรือหลักด้วยการกรอง \tilde{G}

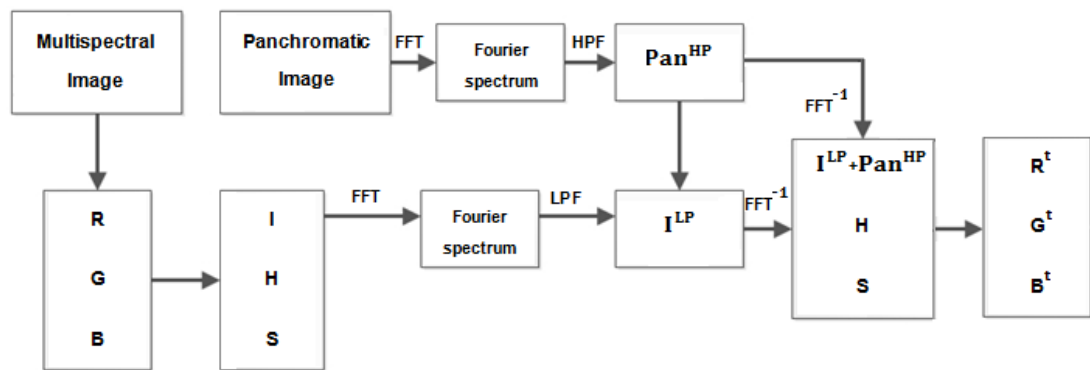
\tilde{H} คือ การทำคอนโวลูชันตามแถวหรือหลักด้วยการกรอง \tilde{H}

$2 \downarrow 1$ คือ การเก็บ 1 หลักออกจาก 2 หลัก

$1 \downarrow 2$ คือ การเก็บ 1 แถวออกจาก 2 แถว

2.5. การผสมภาพด้วยเทคนิค Ehlers fusion

Ehlers fusion คือ เทคนิคการผสมภาพถ่าย มีหลักการทำงานดังรูปที่ 2.3 ดังนี้



รูปที่ 2.3 การทำงานของ Ehlers fusion (Klonus and Ehlers, 2009)

Ehlers fusion model ได้ใช้หลักการ HSI ควบคู่กับ Fourier domain filtering โดยเทคนิคดังกล่าวจะใช้ข้อมูลภาพจำนวน 3 แบนด์ จากภาพถ่ายดาวเทียมชนิดหลายช่วงคลื่น ที่ผ่านการเน้นภาพด้วยวิธี HSI ทุกแบนด์ จากนั้นนำส่วนของค่าความสว่างเฉลี่ย (I) ของภาพถ่ายดาวเทียมชนิดหลายช่วงคลื่น และภาพถ่ายชนิดช่วงคลื่นเดียว มาผ่านกระบวนการแปลงฟาสต์ฟูเรียร์ (FFT) ซึ่งเป็นการแปลงสัญญาณเชิงเวลาไปเป็นสัญญาณเชิงความถี่เพื่อเป็นการออกแบบ และสร้างตัวกรองสำหรับการเน้นข้อมูลภาพให้ดีขึ้นหรือลดทอนข้อมูลภาพได้โดยตรง สัญญาณความถี่ของค่าความสว่างเฉลี่ยจะถูกนำไปผ่านตัวกรองสัญญาณด้วยตัวกรองผ่านต่ำ (LP) และสัญญาณความถี่ของภาพ ชนิดช่วงคลื่นเดียวจะถูกนำไปผ่านตัวกรองสัญญาณด้วยตัวกรองผ่านสูง (HP) ขึ้นต่อไป เป็นการผสมค่าความสว่างเฉลี่ยที่เป็นข้อมูลความถี่ต่ำจากภาพถ่ายดาวเทียมชนิดหลายช่วงคลื่นซึ่งมีรายละเอียดเชิงพื้นที่ต่ำ ผสมกับข้อมูลความถี่สูงจากภาพถ่ายดาวเทียมชนิดช่วงคลื่นเดียวที่มีรายละเอียดเชิงพื้นที่สูง โดยใช้ส่วนกลับของการแปลงฟาสต์ฟูเรียร์ เพื่อแปลงกลับไปเป็น spatial domain คือการแปลงสัญญาณเชิงความถี่ไปเป็นสัญญาณเชิงเวลา จะได้ภาพ HSI ชุดใหม่ที่ประกอบไปด้วยค่าความสว่างเฉลี่ยชุดใหม่, Hue ชุดเดิม และ Saturation ที่ได้จากการผสมข้อมูลในขั้นตอนสุดท้าย นำภาพ HSI ชุดใหม่ มาเน้นภาพด้วยการแปลงส่วนกลับ HSI ก็จะได้ภาพ RGB ชุดใหม่ ซึ่งเป็นภาพถ่ายดาวเทียมผสม (Klonus and Ehlers, 2009)

2.6. หลักการแปลภาพ

การแปลภาพ เป็นการการสกัดเอาสารสนเทศด้านคุณภาพ (qualitative information) ของธรรมชาติการกำเนิดบทบาทหรือสิ่งที่แสดงออกของวัตถุต่างๆที่เห็นจากภาพ เป็นการปฏิบัติที่นอกเหนือจากการคาดคะเนสารสนเทศทางด้านปริมาณที่สามารถหาได้ง่ายๆจากภาพถ่ายเช่น ขนาดตำแหน่งจำนวนหรือการกระจายของวัตถุต่างๆซึ่งต้องใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการแปลภาพอีกที ความชำนาญของผู้แปลภาพถ่ายก็มีความสำคัญอย่างหนึ่งในการแปลภาพผู้แปลภาพในสาขาใดจำเป็นต้องมีพื้นฐานความรู้ในวิชาการสาขานั้นอย่างเพียงพอและต้องมีความรู้บางอย่างที่เกี่ยวข้อง ตัวอย่างเช่น การแปลภาพถ่ายเพื่องานสำรวจดินจะต้องศึกษาวิชาการอื่นๆ นอกเหนือไปจากวิชาปฐพีวิทยาเป็นต้นว่าวิชาธรณีวิทยาวิชาธรณีฐานพีชพรรณ อุทกวิทยา และอื่นๆซึ่งจะทำให้ผู้แปลสามารถขจัดปัญหาที่จะเกิดขึ้นในขณะแปลภาพและทำให้เข้าใจกระบวนการต่างๆที่เกี่ยวข้องกับดินได้นอกจากนี้ผู้แปลจะต้องมีความรู้ประจำถิ่นคือความรู้ที่ได้จากความคุ้นเคยกับสิ่งต่างๆสถานที่และภูมิประเทศนั้นๆเพื่อทำให้สามารถตีความจากข้อมูลที่เกี่ยวข้องได้ดียิ่งขึ้น

วัตถุต่างๆ ในภาพสามารถถูกแยกแยะได้ในเบื้องต้นจากลักษณะต่างๆของวัตถุที่ถูกบันทึกในภาพได้แก่ขนาดรูปร่างเงาสีหรือโทนสีรูปแบบและเนื้อหาภาพลักษณะต่างๆเหล่านี้เรียกว่าองค์ประกอบพื้นฐานของภาพมีดังนี้ (Lillesand and Kiefer, 2000)

2.6.1. รูปร่าง (Shape)

รูปร่างที่เห็นเป็น 2 มิติในแนวตั้งการมองวัตถุต่างๆในภาพดาวเทียม บางครั้งอาจจะมี ความลำบากในการรู้จักหรือจดจำวัตถุนั้นได้จากการมองลงมาในแนวตั้ง จำเป็นต้องอาศัย ความคุ้นเคยจะเข้าใจถึงโครงสร้างองค์ประกอบและหน้าที่ของสิ่งต่างๆที่เห็นในภาพถ่ายนั้นเช่น ภาพถ่ายในแนวตั้งของบริเวณโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ลักษณะของตัวอาคาร จะมีส่วนช่วยให้รู้ว่าส่วนไหนของพื้นที่นั้นมีหน้าที่อย่างไรภาพของสภาพป่าไม้ที่มองจากแนวตั้ง ทำให้สามารถ จำแนกชนิดของป่าไม้ส่วนกิจกรรมและสิ่งก่อสร้างต่างๆของมนุษย์เช่นทางรถไฟ ถนน และตัวอาคารต่างๆในเขตตัวเมืองสามารถมองเห็นและจดจำได้ง่ายเพราะกิจกรรม และสิ่งก่อสร้าง เหล่านี้มีรูปร่างเป็นระเบียบและเป็นแนวง่าย (Lillesand and Kiefer, 2000)

2.6.2. ขนาด (size)

ขนาดของวัตถุในภาพถ่ายทางอากาศจะแปรเปลี่ยนไปตามมาตราส่วนของภาพถ่ายและมี ส่วนสัมพันธ์กับขนาดของสิ่งต่างๆ โดยรอบการวัดขนาดของวัตถุจะสามารถช่วยในการตีความ ได้มากในกรณีที่เกิดความสงสัยมีฉะนั้นอาจทำให้การตีความผิดได้ถ้าหากว่าการประเมินขนาด ของวัตถุผิดไปเช่นแล้วไ้กับตัวบ้านหรือต้นไม้ใหญ่กับไม้พุ่มนอกจากนี้ยังมีความจำเป็นต่อการ แปรภาพทางด้านธรณีวิทยาเช่นการวัดขนาดของสันเขาขนาดการเคลื่อนที่ของรอยเลื่อนและ ความหมายของชั้นหินเป็นต้น (Lillesand and Kiefer, 2000)

2.6.3. เงา (shadow)

ขนาดของวัตถุในภาพถ่ายทางอากาศจะแปรเปลี่ยนไปตามมาตราส่วนของภาพถ่ายและมี ส่วนสัมพันธ์กับขนาดของสิ่งต่างๆ โดยรอบการวัดขนาดของวัตถุจะสามารถช่วยในการตีความ ได้มากในกรณีที่เกิดความสงสัยมีฉะนั้นอาจทำให้การตีความผิดได้ถ้าหากว่าการประเมินขนาด ของวัตถุผิดไปเช่นแล้วไ้กับตัวบ้านหรือต้นไม้ใหญ่กับไม้พุ่มนอกจากนี้ยังมีความจำเป็นต่อการ แปรภาพทางด้านธรณีวิทยาเช่นการวัดขนาดของสันเขาขนาดการเคลื่อนที่ของรอยเลื่อนและ ความหมายของชั้นหินเป็นต้น (Lillesand and Kiefer, 2000)

2.6.4. สีหรือโทนสี (color or tone)

สีหรือระดับความเข้มของสีเทาของจุดภาพซึ่งมีตั้งแต่ระดับของสีเทาจากจางสุดไปถึงเข้ม สุด (shade of grey) ระดับของโทนสีจะสัมพันธ์กับปริมาณของแสงที่สะท้อนจากวัตถุวัตถุที่ สะท้อนแสงอาทิตย์กลับไปสู่กล้องไม่มากจะทำให้จุดภาพของวัตถุนั้นมีสีจางวัตถุที่ดูดแสงมากจะ ทำให้เห็นเป็นสีทึบหรือมืดส่วนวัตถุที่มีผิวเรียบเช่นสนามหญ้าถนนและพื้นดินธรรมดา นั้นจะเห็น เป็นสีจางบริเวณที่ไม่สม่ำเสมอเช่นสวนผลไม้ที่โตแล้วทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์จะเห็นเป็นสีเข้มในภาพน้ำ ซึ่งดูดกลืนแสงที่ตกกระทบเกือบทั้งหมดภาพที่ปรากฏจะเป็นสีดำแต่ถ้าตำแหน่งของกล้องได้รับ แสงสะท้อนของดวงอาทิตย์จากน้ำโดยตรงจะทำให้ภาพเป็นสีขาว (Lillesand and Kiefer, 2000)

โทนสีของภาพมีส่วนช่วยในการแปรภาพถ่ายได้มากโทนสีแตกต่างกันอาจจะหมายถึง ลักษณะของดินหรือพืชพรรณที่แตกต่างกันซึ่งอาจเป็นผลของสภาพทางธรณีที่ต่างกันมีปัจจัย หลายอย่างที่มีผลต่อโทนสีของภาพถ่ายซึ่งได้แก่ตำแหน่งของดวงอาทิตย์กับกล้องตลอดถึงสภาพ ภูมิประเทศเช่นภาพของป่าไม้จะปรากฏเป็นสีจางมากกว่าเมื่อกล้องถ่ายภาพและดวงอาทิตย์อยู่ ด้านเดียวกันชนิดของฟิล์มและแผ่นกรองแสงรวมถึงกระบวนการอัดภาพและอื่นๆมีผลอย่างมาก ต่อโทนสีด้วยเช่นกันอาจจะกล่าวได้ว่าประโยชน์ที่ได้รับจากโทนสีแท้จริงในการแปรภาพคือการตัด

กันของโทนสี (contrast) ระหว่างวัตถุซึ่งทำให้สามารถสังเกตความแตกต่างกันของสภาพของวัตถุที่แตกต่างกันหรือเหมือนกันโดยเฉพาะเมื่อสิ่งที่เราสนใจในภาพมีความสูงน้อยหรือไม่มีความแตกต่างกันทางด้านภาพสามมิติโทนสีของภาพจะมีความสำคัญมากขึ้น (Lillesand and Kiefer, 2000)

2.6.5. เนื้อภาพ (texture)

ความถี่ของการเปลี่ยนโทนสีของจุดภาพซึ่งเกิดจากการรวมหน่วยเล็กๆที่ไม่สามารถมองเห็นแยกออกเป็นแต่หน่วยความหยาบละเอียดของภาพถ่ายมักจะมีบรรยายลักษณะเป็นลักษณะเรียบละเอียดขรุขระหยาบและอื่นๆมาตราส่วนของภาพถ่ายจะมีผลต่อความหยาบและละเอียดของภาพเมื่อเราย่อมาตราส่วนของภาพถ่ายให้เล็กลงความหยาบละเอียดของวัตถุบนภาพถ่ายจะปรากฏละเอียดขึ้นความแตกต่างของความหยาบละเอียดของภาพถ่ายมักจะทำให้บอกถึงชนิดของพืช (Lillesand and Kiefer, 2000)

2.6.6. รูปแบบ (pattern)

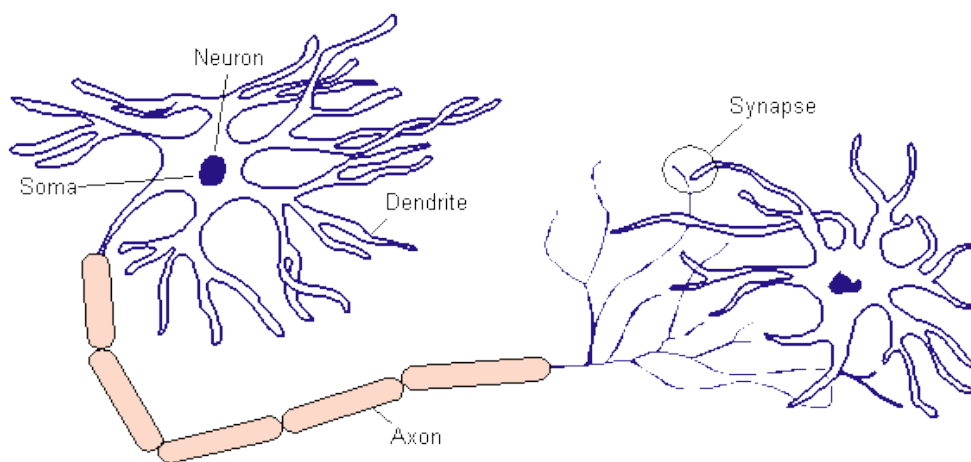
รูปแบบ เกี่ยวข้องกับลักษณะการเรียงตัวของวัตถุต่างๆที่มีตามธรรมชาติและที่มนุษย์สร้างขึ้นเช่นการเรียงตัวของพืชพรรณในสภาพธรรมชาติจะแตกต่างจากการจัดพื้นที่เกษตรโดยมนุษย์รูปแบบมีส่วนช่วยในการแปลภาพได้ดียิ่งขึ้นในรายละเอียดที่เราสนใจเช่นนักภูมิศาสตร์และมนุษย์วิทยาจะสนใจรูปแบบลักษณะของการตั้งถิ่นฐานและการกระจายของประชากรนักธรณีสนใจในรูปแบบลักษณะของหินโผล่ซึ่งอาจทำให้รู้ถึงโครงสร้างทางธรณีและประเภทของเนื้อดินได้ (Lillesand and Kiefer, 2000)

2.7. การจำแนกประเภทข้อมูลด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network Classification)

วิธีโครงข่ายประสาทเทียม เป็นการจำแนกข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์โดยอาศัยหลักการจำลองการตัดสินใจของเซลล์สมองมนุษย์ ประสิทธิภาพการทำงานของวิธีนี้ขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของข้อมูลฝึกสอนที่เลือกไป ทำการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมซึ่งจะต้องครอบคลุมทุกรูปแบบข้อมูล และจะต้องกำหนดค่าพารามิเตอร์ของโครงข่ายประสาทเทียมให้เหมาะสมกับงาน

2.7.1. การทำงานของระบบประสาทในสมองมนุษย์

สมองมนุษย์ประกอบด้วยเซลล์ประสาทจำนวนมาก ดังรูปที่ 2.4 ประกอบไปด้วยเส้นประสาทที่เรียกว่า เดนไดรท์ (Dendrites) แดกแขนงออกมามากมาย ทำหน้าที่ในการรับข้อมูลแล้วส่งข้อมูลให้โซมา (Soma: Cell body) ประมวลผลข้อมูลเบื้องต้น หลังจากนั้น แอกซอน (Axon) จะแปลงข้อมูลต่างๆ เป็นผลลัพธ์ส่งงานผ่าน ไฮแนป (Synapses) ไปยังเซลล์ประสาทอื่น เซลล์เหล่านี้ทำงานด้วยปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมี เมื่อมีการกระตุ้นด้วยสิ่งเร้าภายนอก หรือกระตุ้นด้วยเซลล์ด้วยกัน กระแสประสาทจะวิ่งผ่านเดนไดรท์เข้าสู่นิวเคลียสซึ่งเป็นตัวตัดสินใจว่าจะต้องกระตุ้นเซลล์อื่นๆ ต่อหรือไม่ ถ้ากระแสประสาทแรงพอ นิวเคลียสก็จะกระตุ้นเซลล์อื่นๆ การเชื่อมต่อและจัดเรียงตัวของระบบในสมองนั้นเป็นไปอย่างซับซ้อน และมีความสัมพันธ์สอดคล้องไปตามหน้าที่การทำงานเฉพาะส่วน มีการเปลี่ยนแปลง เรียนรู้ ตามสภาพแวดล้อมตลอดเวลา และผ่านการสั่งสมเป็นเวลานานนับหลายปี จึงเป็นการยากหรือแทบจะเป็นไปไม่ได้ที่จะจำลองหรือถอดแบบการทำงานทั้งหมดของสมองออกมาได้เท่าที่ปรากฏให้เห็นในงานวิจัย จึงเป็นเพียงแค่การเลียนแบบการทำงานเฉพาะส่วนของสมองเพื่อนำมาประยุกต์ใช้กับงานเฉพาะเรื่องหนึ่งเท่านั้น (C. Laudon and P. Laudon, 2004)

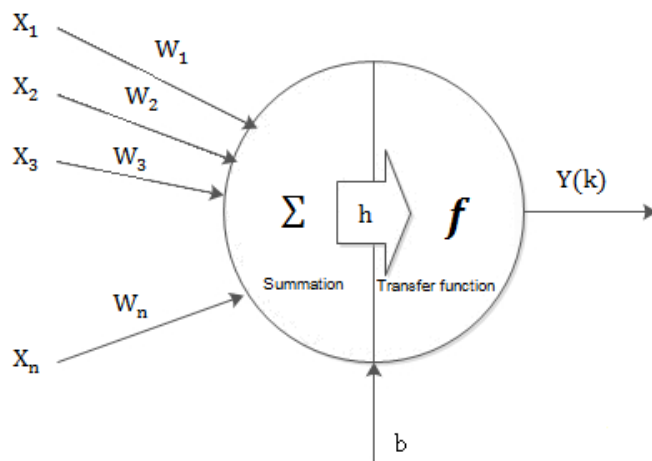


รูปที่ 2.4 ระบบประสาทในสมองมนุษย์ (C. Laudon and P. Laudon, 2004)

2.7.2. การทำงานของโครงข่ายใยประสาทเทียม

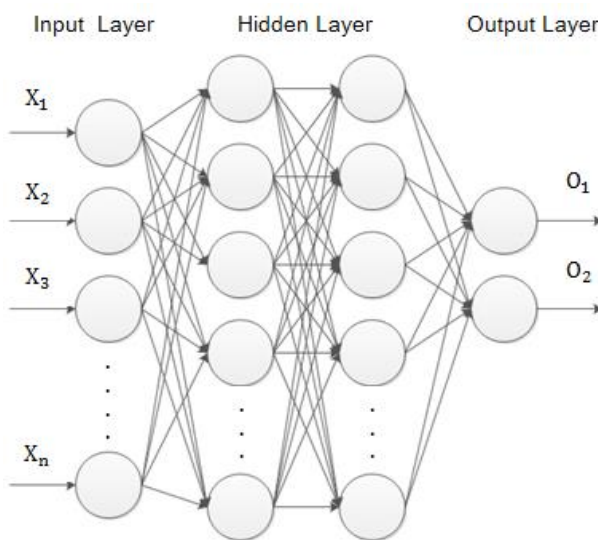
การทำงานของโครงข่ายใยประสาทเทียม เป็นการจำลองการทำงานของโครงข่ายประสาทของมนุษย์ทั้ง 4 ส่วน คือ เดนไดรท์ โซมา แอกซอน ไฮแนป ดังรูปที่ 2.5 แสดงโครงสร้างการทำงานของหนึ่งเซลล์ประสาท โดยข้อมูลนำเข้า คือ $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ ข้อมูลแต่ละตัวจะถูกคูณด้วยน้ำหนัก $W_1, W_2, W_3, \dots, W_n$ จากนั้นนำค่าที่ได้มารวมกัน บวกกับค่าไบอัส b แล้วนำค่าที่ได้แทนในฟังก์ชัน

การแปลง (Transformation Function or Activation Function) ออกเป็นค่าผลลัพธ์ส่วนไปยังเซลล์ประสาทเทียมหรือหน่วยต่อไป (ซัชชัย เดชเกตุ, 2545)



รูปที่ 2.5 การทำงานของโครงข่ายประสาทเทียม

ในการทำงานจริงนั้นไม่ได้มีแค่หนึ่งเซลล์ประสาทเท่านั้น แต่จะมีการเชื่อมต่อกันหลายๆ เซลล์ ซึ่งจำนวนเซลล์และความซับซ้อนของลักษณะการต่อกันขึ้นอยู่กับการออกแบบที่สอดคล้องกับปัญหาที่จะนำมาแก้ โดยส่วนประกอบหลักๆ ของโครงข่ายใยประสาทเทียมประกอบด้วย การเรียงตัวของเซลล์ประสาทเป็นชั้นๆ เรียกว่าเลเยอร์ (Layer) ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 เลเยอร์ของโครงข่ายประสาทเทียม

ชั้นข้อมูลนำเข้า (Input Layer) เป็นชั้นที่นำเข้าข้อมูลสู่ระบบโครงข่ายซึ่งจะมีจำนวนโหนด (node) หรือหน่วย (Unit) เท่ากับจำนวนข้อมูลนำเข้าของแบบจำลองที่เราต้องการแก้ปัญหาหรือหาคำตอบโดยข้อมูลนี้จะถูกนำมาประมวลผลโดยส่งต่อไปให้กับชั้นข้อมูลซ่อน (Hidden Layer) ซึ่งจำนวนหน่วยสามารถมีได้ตามความต้องการโดยไม่ขึ้นกับข้อมูลนำเข้า ส่วนจำนวนหน่วยจะมากหรือน้อยจะขึ้นอยู่กับความซับซ้อนของปัญหา โดยชั้นซ่อนนี้สามารถมีได้มากกว่าหนึ่งชั้น โดยเอาท์พุทของชั้นซ่อนจะถูกส่งไปเพื่อประมวลผลยังชั้นผลลัพธ์ (Output Layer) โดยลักษณะการเชื่อมต่อของโครงข่ายจะแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะใหญ่ๆ คือ โครงข่ายประสาทเทียมแบบไปข้างหน้า (Feed Forward Networks) และโครงข่ายแบบย้อนกลับ (Feedback Network) (ซัชชัย เดชเกตู, 2545)

2.7.2.1. โครงข่ายแบบไปข้างหน้า

ข้อมูลที่ประมวลผลในวงจรโครงข่ายจะถูกนำไปในทิศทางเดียวจากหน่วยข้อมูลเข้า (Input unit) ส่งต่อมาเรื่อยๆ จนถึงหน่วยผลลัพธ์ (Output unit) โดยไม่มีการย้อนกลับของข้อมูลหรือแม้แต่ในหน่วยในชั้นซ่อนเดียวกัน ทำให้ข้อมูลต่างๆ ไม่มีการนำไปคำนวณซ้ำอีกครั้ง เมื่อผ่านการทำงานของส่วนใดมาแล้วจะต้องดำเนินการต่อจนได้ผลลัพธ์ในที่สุด

2.7.2.2. โครงข่ายแบบย้อนกลับ

เป็นโครงข่ายชั้นสูง การทำงานแต่ละส่วนของโครงข่ายสามารถย้อนกลับหรือวนกลับมายังส่วนเดิมได้ เช่น จากข้อมูลนำเข้าไปยังส่วนของส่วนแสดงผล ถ้าการคำนวณในแต่ละส่วนยังไม่เป็นที่น่าพอใจ ก็สามารถย้อนกลับมาที่ส่วนของข้อมูลอีก หรือจะเรียกใช้งานในส่วนของตัวเองซ้ำก็ได้

2.7.3. การเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียม

การเรียนรู้ (Training) ของโครงข่ายประสาทเทียมหรือการเทรนนิ่ง ก็คือการปรับเปลี่ยนค่าถ่วงน้ำหนักทุกจุดของโครงข่ายให้สอดคล้องกับอินพุทหลายรูปแบบเพื่อให้ได้เอาท์พุทที่ถูกต้องตามที่ต้องการ ซึ่งในตอนแรกอาจจะทำโดยการสุ่มค่าถ่วงน้ำหนักน้อยๆ ให้โครงข่ายจากนั้นค่อยๆ ปรับเปลี่ยนค่าไปเรื่อยๆ ตามรูปแบบของกฎการเรียนรู้ที่เลือกใช้ซึ่งอาจต้องปรับกันหลายรอบจนกว่าจะได้ค่าเอาท์พุทของโครงข่ายคล้ายคลึงกับค่าเอาท์พุทที่ต้องการอยู่ในเกณฑ์ของความผิดพลาดที่ยอมรับได้ ประเภทของการเรียนรู้สามารถจำแนกได้ 2 ประเภท คือการเรียนรู้แบบควบคุมดูแล (Supervised Training) และการเรียนรู้แบบอิสระหรือแบบไม่ควบคุมดูแล (Unsupervised Training) (ซัชชัย เดชเกตู, 2545)

2.7.3.1. การเรียนรู้แบบควบคุมดูแล (Supervised Training)

การเรียนรู้วิธีนี้จะเป็นการกำหนดคู่ของข้อมูลอินพุต และเอาต์พุตที่ต้องการ (Target Output) ให้โครงข่ายโครงข่ายจะทำการประมวลผลจนได้ค่าเอาต์พุตของโครงข่ายขึ้นมาชุดหนึ่ง ซึ่งจะถูกนำมาเปรียบเทียบกับค่าเอาต์พุตที่ต้องการ ถ้าค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นยังสูงอยู่ โครงข่ายจะทำการปรับค่าถ่วงน้ำหนัก และทำการประมวลผลในรูปแบบเดิมอีกครั้งจนกว่าค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นมีค่าลดลงถึงจุดที่ยอมรับได้ จึงจะหยุดประมวลผล และนำค่าถ่วงน้ำหนักที่ได้ไปใช้ในการแก้ไขปัญหาคต่อไป

2.7.3.2. การเรียนรู้แบบไม่ควบคุมดูแล (Unsupervised Training)

การเรียนรู้วิธีนี้จะไม่มีการป้อนเป้าหมายที่ต้องการให้โครงข่าย ข้อมูลที่ป้อนให้โครงข่ายทำการเรียนรู้มีเพียงอย่างเดียว คือ ชุดของข้อมูลอินพุตเท่านั้น อัลกอริทึมของการเรียนรู้จะทำการปรับเปลี่ยนค่าถ่วงน้ำหนักของโครงข่ายเพื่อสร้างเอาต์พุตที่มีความมั่นคง ถ้าเอาต์พุตมีการเปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อยโครงข่ายก็ยังสามารถบอกได้ว่าคือเอาต์พุตตัวเดิม การเรียนรู้วิธีนี้จะไม่สามารถแก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้

2.8. การประเมินความถูกต้องของการจำแนกข้อมูลด้วยตารางการปะปนกันของข้อมูล (Confusion matrix)

การตรวจสอบความถูกต้องของผลจำแนกเป็นสิ่งสำคัญ เนื่องจากเป็นสิ่งบ่งบอกถึงความน่าเชื่อถือของงานวิจัยซึ่งข้อมูลที่ใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องส่วนมาก จะเปรียบเทียบผลการจำแนกเปรียบเทียบกับพื้นที่ตัวอย่าง หรือ ข้อมูลภาคสนาม หรือแผนที่การใช้ที่ดินที่เชื่อถือได้ โดยใช้ตารางการปะปนกันของข้อมูล (Confusion matrix) เป็นเมทริกซ์ หรือตารางที่แสดงผลทางสถิติ ค่าประเมินความถูกต้องของการจำแนกข้อมูลภาพ โดยแสดงเปรียบเทียบเป็นสัดส่วนอัตราส่วนร้อยละของการปะปนกันของข้อมูล การปะปนเป็นตัวชี้ถึงความถูกต้องของข้อมูล (ศุทธิณี ดนตรี, 2549) ดังรูปที่ 2.7

		j = columns			
		(reference)		row total	
		1	2	k	n_{i+}
i = rows	1	n_{11}	n_{12}	n_{1k}	n_{1+}
(classification)	2	n_{21}	n_{22}	n_{2k}	n_{2+}
	k	n_{k1}	n_{k2}	n_{kk}	n_{k+}
column total	n_{+j}	n_{+1}	n_{+2}	n_{+k}	n

รูปที่ 2.7 ตาราง Confusion Matrix ของข้อมูลได้จากการจำแนก (Classification Data) กับค่า
ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจจากพื้นที่จริง (Reference Data)

เมื่อ n_i คือจำนวนจุดภาพที่จำแนกได้ถูกต้อง

n_{i+} คือ จำนวนจุดภาพที่จำแนกทั้งหมดของชั้นข้อมูลชนิดหนึ่งๆที่มาจากการ
จำแนก

n_{+j} คือจำนวนจุดภาพที่จำแนกทั้งหมดของชั้นข้อมูลชนิดหนึ่งๆที่มาจากการสำรวจ
จากพื้นที่จริง

k คือจำนวนชั้นข้อมูลทั้งหมด

n คือ จำนวนจุดภาพทั้งหมด

2.9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Klonus and Ehlers (2009) ได้ทำการประเมินผลประสิทธิภาพของเทคนิคการผสมภาพ
ด้วยเทคนิคต่างๆ ได้แก่ Wavelet Transform, color normalization, intensive-hue-saturation,
Ehlers fusion, principal component, Gram Schmidt, high pass filtering และ University of
New Brunswick โดยใช้ภาพช่วงคลื่นเดียวจากดาวเทียม Quickbird และใช้ภาพหลายช่วงคลื่น
จากดาวเทียม SPOT-5 แบนด์ NIR, green และ red ผลการประเมินเรื่องการรักษาค่าการสะท้อน
ช่วงคลื่นของสิ่งปกคลุมผิวดินพบว่า เทคนิค Ehlers fusion มีค่า RMS error ต่ำที่สุด

Ehlers et al. (2008) ได้ทำการศึกษาเทคนิคการหลอมข้อมูล ซึ่งจะใช้ข้อมูลภาพถ่ายระบบช่วงคลื่นเดี่ยวและหลายช่วงคลื่นจากดาวเทียม Landsat ETM, SPOT-5, Terra และ KOMPSAT-1 ด้วยเทคนิคการผสมภาพ Hue Saturation Intensity พบว่าบริเวณขอบแปลงเกษตรกรรมกับเส้นถนนมีลักษณะสีที่คลาดเคลื่อน ส่งผลต่อความถูกต้องในการจำแนกข้อมูลโดยตรงจึงได้แยกการจำแนกออกเป็น 2 แบบ คือ ในส่วนของภาพถ่ายจากดาวเทียมระบบหลายช่วงคลื่นจะใช้ NDVI parameter และในส่วนของภาพถ่ายจากดาวเทียมระบบช่วงคลื่นเดี่ยวจะใช้เทคนิคการแบ่งส่วน (Segmentation) ซึ่งใช้ Shape-parameter และ Texture-parameter จากนั้นทำการหลอมข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat ETM กับ Spot-5 และ KOMPSAT-1 กับ Terra เข้าด้วยกัน เพื่อใช้ในการจำแนกข้อมูลการตั้งถิ่นฐานบริเวณเขตอุตสาหกรรมในประเทศไทย เยอรมัน พบว่ามีค่าความถูกต้องรวม คือ 93 - 97%

Matsuoka (2012) ได้ทำการผสมภาพโดยใช้ข้อมูลภาพชนิดช่วงคลื่นเดี่ยวที่มีรายละเอียดเชิงพื้นที่สูง กับข้อมูลภาพชนิดหลายช่วงคลื่นที่มีรายละเอียดเชิงคลื่นสูงนำมาผสมกัน แล้วทำการผสมภาพบริเวณพื้นที่เมือง, พื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่ป่า โดยใช้เทคนิคการผสมต่างๆ หลังจากการผสมภาพพบว่า ภาพผสมจะมีคุณสมบัติเชิงคลื่นเปลี่ยนแปลงไปจากภาพหลายช่วงคลื่นดั้งเดิม โดย scatter plots ของภาพผสมจากเทคนิคการผสมแต่ละวิธีมีรูปแบบการกระจายของ Digital Number ที่แตกต่างกัน โดยแต่ละเทคนิคการผสมภาพจะมีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ผสมภาพในพื้นที่แต่ละประเภทแตกต่างกัน

Paola and Schowengert (1995) ทำการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการจำแนกทั้งสองวิธี จากภาพถ่ายดาวเทียม Landsat TM 2 ภาพ จากผลการทดลองของเข้า พบว่า ทั้งสองวิธีให้ความถูกต้องในการจำแนกที่ใกล้เคียงกัน และได้ตั้งข้อสังเกตว่า วิธีการจำแนกโดยโครงข่ายประสาทเทียมเป็นวิธีที่ไม่ต้องอาศัยตัวแปรและสมมติฐานทางสถิติ และการเลือกข้อมูลตัวอย่างที่ไม่ดีสำหรับการจำแนกมีผลต่อความถูกต้องที่ได้จากวิธีโครงข่ายประสาทเทียมน้อยกว่าวิธีความคล้ายคลึงมากที่สุด ซึ่งขึ้นกับค่าทางสถิติของข้อมูลตัวอย่าง แต่ถึงอย่างไร วิธีโครงข่ายประสาทเทียมก็ยังใช้เวลาในการประมวลผลนานกว่า

สุรพล โปรงเฉลยลาภ (2545) ได้ทำการศึกษาเทคนิคการผสมข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมด้วยวิธีต่างๆ ได้แก่ ภาพสีผสม RGB Color Composite, Brovey Transformation, IHS Transformation, Principal Component Analysis (PCA) และ Brovey Transformation โดยมีการใช้พื้นที่ศึกษา 3 พื้นที่ คือ บริเวณอ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี, บริเวณตัวเมืองจันทบุรี และ

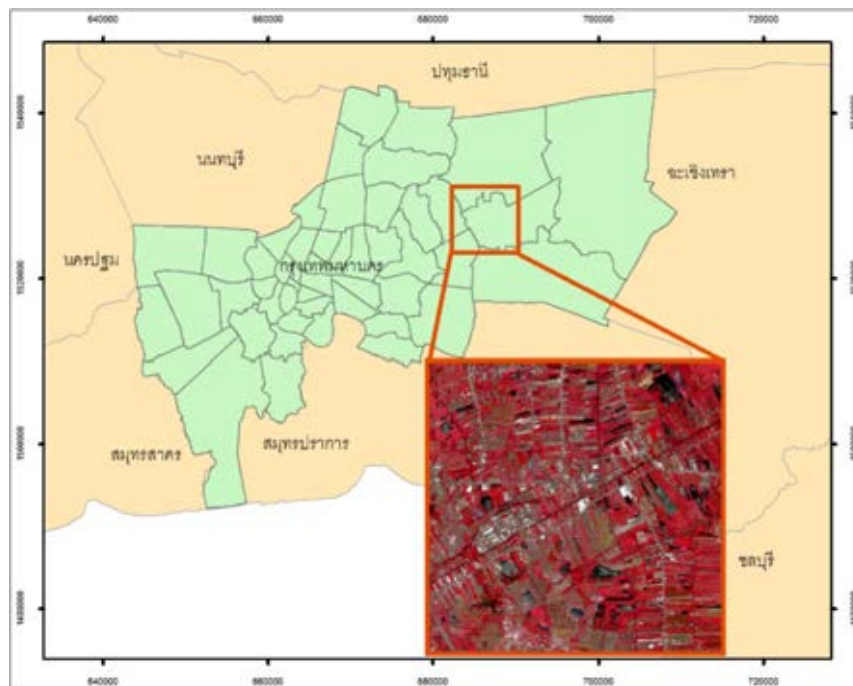
บริเวณจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ใช้ ได้แก่ ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 7 ETM+ ช่วงคลื่นแพนโครมาติก รายละเอียดจุดภาพ 15 เมตร ช่วงคลื่นแบนด์ 3,4 และ 5 รายละเอียดจุดภาพ 30 เมตร ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม SPOT-2 ช่วงคลื่นแพนโครมาติก รายละเอียดจุดภาพ 10 เมตร ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ADEOS I แบนด์ B รายละเอียดจุดภาพ 16 เมตร และ ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม IRS-1C ช่วงคลื่นแพนโครมาติก รายละเอียดจุดภาพ 5.8 เมตร โดยมีการปรับแก้เชิงตำแหน่งของเรขาคณิตของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมให้มีพิกัดตรงกันก่อนการผสมข้อมูลภาพ หลังจากการผสมข้อมูลภาพทำให้ภาพผสมมีรายละเอียดทางพื้นดินที่ดีขึ้น ทำให้สามารถแปลตีความข้อมูลด้วยสายตาได้ดีขึ้น

ชัชชัย เดชเกตุ (2545) ได้ทำการศึกษาการจำแนกภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT 5 TM ด้วยวิธี maximum likelihood และวิธี error back propagation neural network ในบริเวณพื้นที่ชายฝั่งระยอง และจันทบุรี ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีลักษณะการใช้ที่ดินหลากหลาย เพื่อเปรียบเทียบความถูกต้องที่ได้จากการจำแนกโดยวิธีการทั้งสอง ความถูกต้องของจำแนกภาพที่ได้จาก Confusion Matrix ของทั้งสองวิธีแสดงให้เห็นว่าการจำแนกโดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบ error back propagation ให้ค่าความถูกต้องที่ดีกว่าวิธี maximum likelihood สำหรับการใช้ที่ดินทุกประเภท

บทที่3 วิธีดำเนินการวิจัย

3.1. พื้นที่ศึกษา

การทำวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษเปรียบเทียบผลการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายเทียมระหว่างภาพถ่ายเทียมจีโออาย และภาพถ่ายเทียมผสมไทยโชต บนพื้นที่ศึกษาบริเวณเขตมีนบุรี กรุงเทพมหานคร ดังรูปที่ 3.1



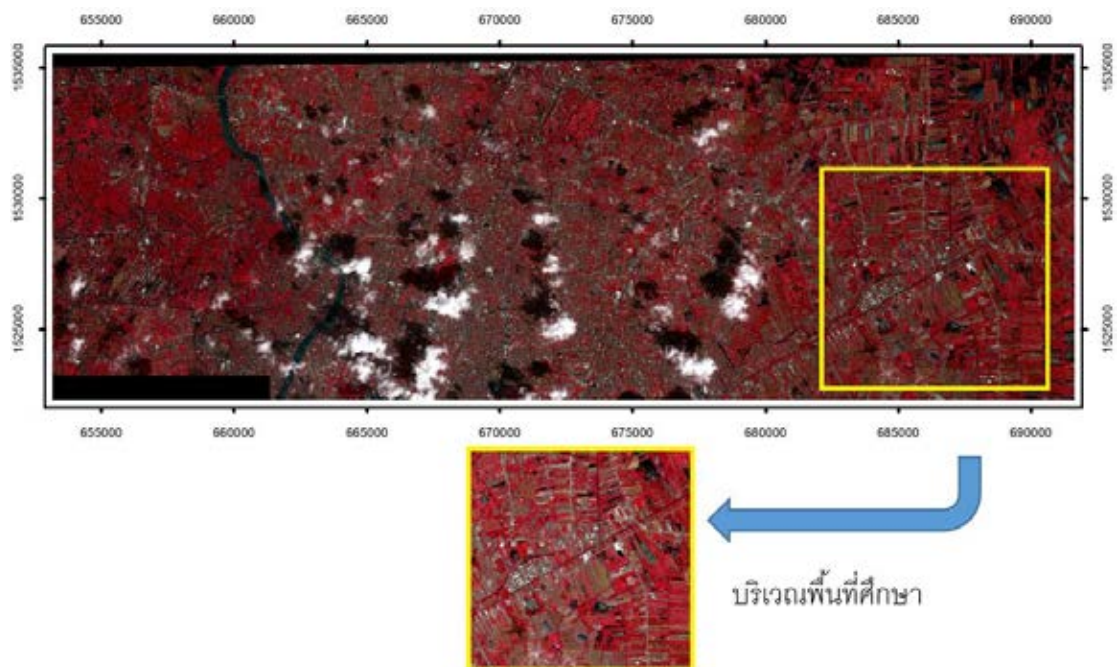
รูปที่ 3.1 พื้นที่ศึกษา ภาพขยายจากดาวเทียมจีโออาย

จากการศึกษาเอกสารแนะนำพื้นที่ และได้ทำการสำรวจข้อเท็จจริงในสนามพบว่า พื้นที่ศึกษานี้มีการใช้ประโยชน์ที่ดินหลายชนิดด้วยกัน โดยส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ที่ถูกใช้สอยโดยมนุษย์ เช่น ไร่นา บ่อปลา นาบัว และไร่หญ้า แต่ปัจจุบันเริ่มลดน้อยลง เนื่องจากพื้นที่หลายแห่งถูกเปลี่ยนสภาพเป็นที่อยู่อาศัยหนาแน่น หมู่บ้าน อาคารพาณิชย์ สถานที่ประกอบการทั้งเล็กและใหญ่เป็นต้น โดยพื้นที่แต่ละชนิดจะถูกรวมกลุ่มกันสำหรับการใช้ในการกำหนดชนิดของพื้นที่ในการจำแนกต่อไป

3.2. ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมจีโออาย

ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมจีโออาย ที่ใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้ เป็นภาพที่สั่งซื้อมาจากสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (GISTDA) จำนวน 1 ภาพ ได้จากการบันทึกข้อมูลวันที่ 31 ตุลาคม พ.ศ. 2554 ซึ่งข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมจีโออายประกอบไปด้วย 4 ช่วงคลื่น ในรายละเอียดของข้อมูลจุดภาพของภาพถ่ายดาวเทียมจีโออาย จะประกอบไปด้วยข้อมูลค่าพิกัดแผนที่ในระบบพิกัด UTM Zone 47N บนพื้นหลักฐาน WGS84 โดยมีช่วงคลื่น 4 ช่วงคลื่น มีความละเอียดจุดภาพเท่ากับ 4 เมตร โดยข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เลือกเฉพาะบริเวณที่สนใจ ดังรูปที่

3.2

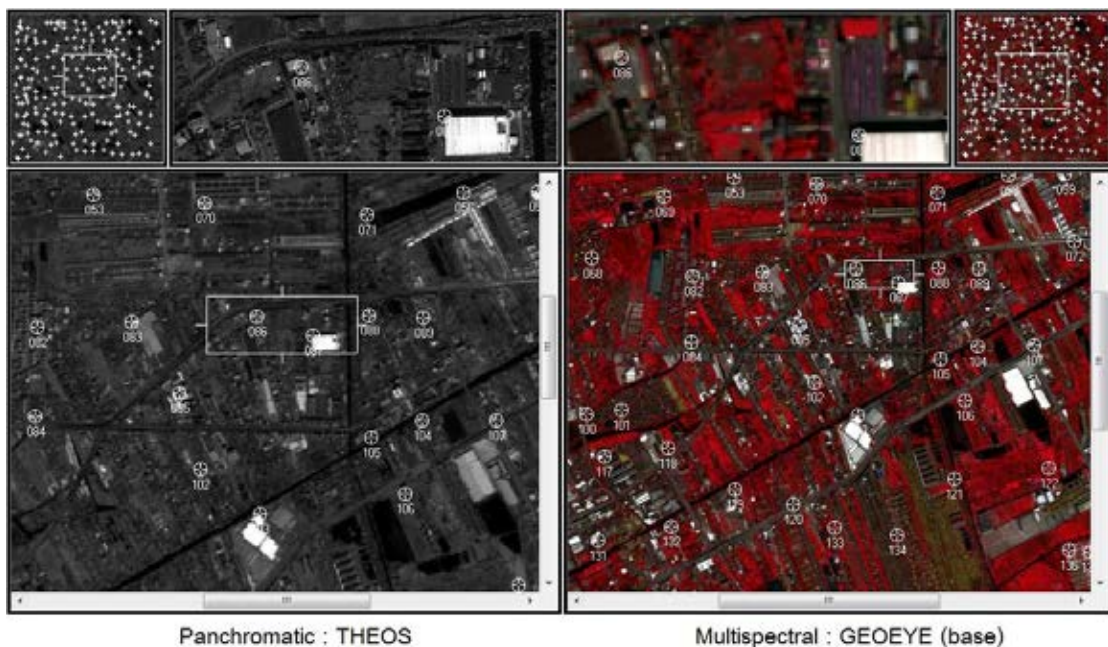


รูปที่ 3.2 ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมจีโออาย บริเวณพื้นที่ศึกษา

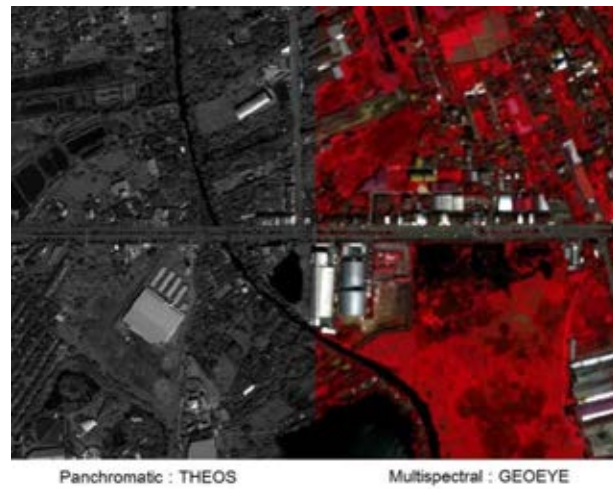
3.3. ข้อมูลภาพผสมดาวเทียมไทยโชต

ข้อมูลภาพดาวเทียมไทยโชตที่ใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้ เป็นภาพจัดหาจากสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (GISTDA) จำนวน 1 ภาพ ได้จากการรับสัญญาณดาวเทียมวันที่ 31 ตุลาคม พ.ศ. 2554 ซึ่งข้อมูลภาพดาวเทียมไทยโชตประกอบไปด้วยข้อมูลค่าความสว่างของจุดภาพทั้งหมด 5 ช่วงคลื่น ทั้งที่เป็นภาพชนิดช่วงคลื่นเดี่ยว มีความละเอียดจุดภาพเท่ากับ 2 เมตร และภาพชนิดหลายช่วงคลื่น มีความละเอียดจุดภาพเท่ากับ 15 เมตร นำมาทำการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตของข้อมูลภาพดาวเทียมให้ตรงกับข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมจีโออายที่

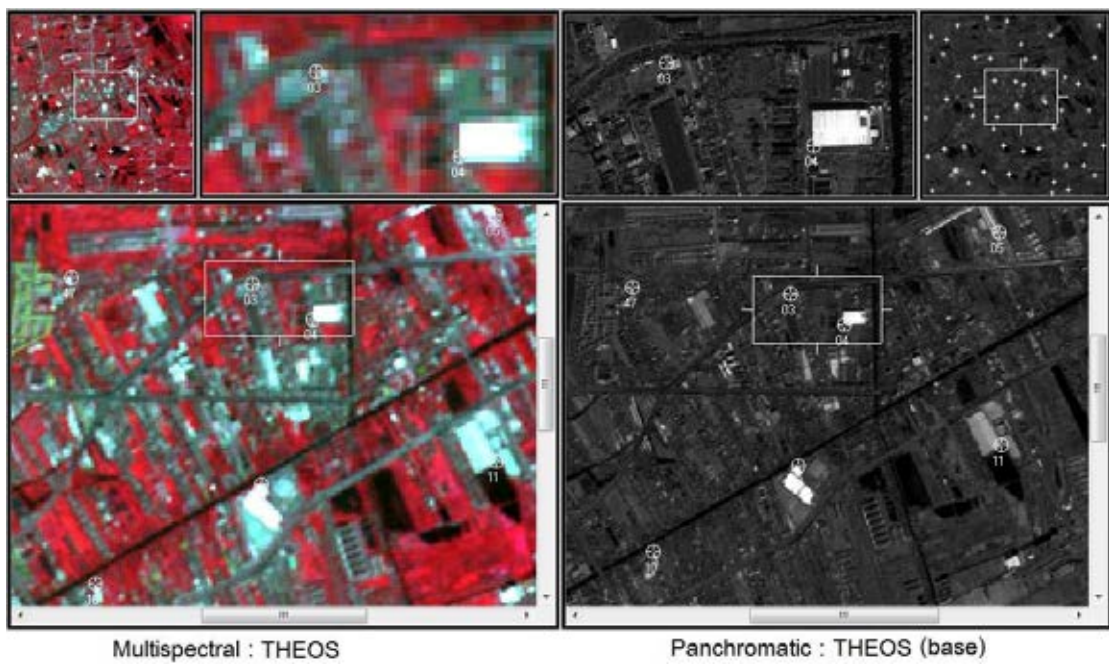
ใช้เป็นภาพอ้างอิงซึ่งมีระบบพิกัด UTM Zone 47N บนพื้นหลักฐาน WGS84 ทำการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตภาพดาวเทียมไทยโชตชนิดช่วงคลื่นเดี่ยวแบบ Image to Image โดยใช้จุดควบคุมทั้งหมด 206 จุด ดังรูปที่ 3.3 มีค่า RMSE (Root Mean Square Error) เท่ากับ 1.204927 หลังจากทำการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต จะมีพิกัดที่ตรงกับภาพดาวเทียมจีโออายชนิดหลายช่วงคลื่น ดังรูปที่ 3.4 จากนั้นทำการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตภาพดาวเทียมไทยโชตประเภทหลายช่วงคลื่นแบบ Image to Image โดยใช้จุดควบคุมทั้งหมด 50 จุดดังรูปที่ 3.5 มีค่า RMSE เท่ากับ 0.463197 โดยรายละเอียดจุดควบคุมจะอยู่ในภาคผนวก ก. หลังจากทำการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต จะมีพิกัดที่ตรงกับภาพดาวเทียมไทยโชตชนิดช่วงคลื่นเดี่ยว ดังรูปที่ 3.6



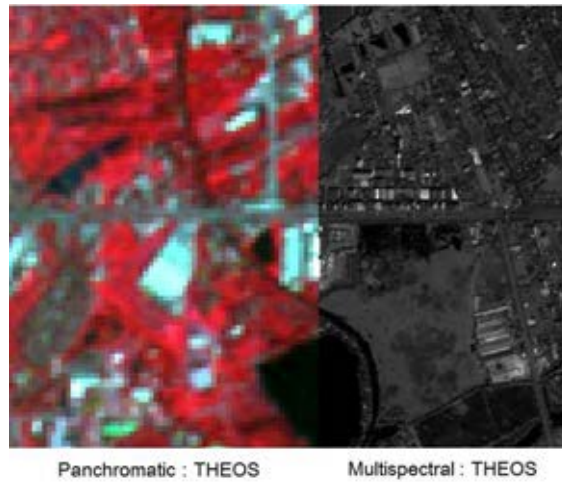
รูปที่ 3.3 ตัวอย่างตำแหน่งจุดควบคุมที่ใช้ทำการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตแบบ Image to Image ระหว่างภาพดาวเทียมไทยโชตชนิดช่วงคลื่นเดี่ยว กับภาพดาวเทียมจีโออายชนิดหลายช่วงคลื่น



รูปที่ 3.4 ผลการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตแบบ Image to Image ระหว่างภาพดาวเทียมไทยโชตชนิดช่วงคลื่นเดียว กับภาพดาวเทียมจีโออายชนิดหลายช่วงคลื่น



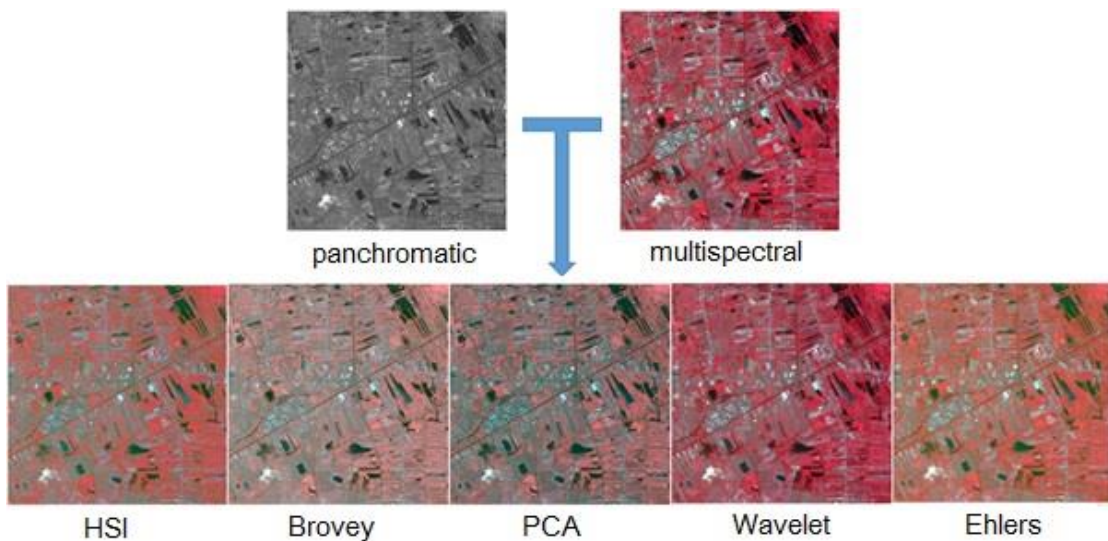
รูปที่ 3.5 ตัวอย่างตำแหน่งจุดควบคุมที่ใช้ทำการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตแบบ Image to Image ระหว่างภาพดาวเทียมไทยโชตชนิดหลายช่วงคลื่น กับภาพดาวเทียมไทยโชตชนิดช่วงคลื่นเดียว



รูปที่ 3.6 ผลการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตแบบ Image to Image ระหว่างภาพดาวเทียมไทยโชตชนิดหลายช่วงคลื่น กับภาพดาวเทียมไทยโชตชนิดช่วงคลื่นเดียว

3.4. การผสมภาพดาวเทียมไทยโชต

ทำการผสมภาพดาวเทียมไทยโชตระหว่างข้อมูลภาพดาวเทียมประเภทช่วงคลื่นเดียว กับข้อมูลภาพดาวเทียมประเภทหลายช่วงคลื่นโดยใช้เทคนิคการผสมภาพต่างๆ ด้วยโปรแกรม ERDAS IMAGINE เทคนิคการผสมภาพที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้คือ Hue Saturation Intensity, Brovey Transformation, Principal Component Analysis, Wavelet Transform และ Ehlers fusion ดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 ภาพดาวเทียมไทยโชตที่ถูกผสมด้วยวิธีต่างๆ

3.5. การจำแนกภาพดาวเทียมแบบไม่กำกับดูแล

การจำแนกภาพดาวเทียมแบบไม่กำกับดูแล เป็นขั้นตอนการจัดกลุ่มข้อมูลที่มีลักษณะที่คล้ายกันเข้าด้วยกัน ซึ่งในขั้นตอนนี้จะทำการจำแนกโดยใช้โปรแกรม ERDAS IMAGINE ซึ่งเลือกใช้วิธี ISODATA ในการจัดกลุ่มข้อมูล (Cluster) จากการกำหนดจำนวนกลุ่มของข้อมูลทั้งหมด 20 กลุ่มข้อมูล โดยกลุ่มที่ได้จะถูกนำมาใช้ประโยชน์ในการกำหนดชนิดของการจำแนกพื้นที่ เพื่อนำมาประกอบการเลือกตำแหน่งของข้อมูลตัวอย่าง และข้อมูลทดสอบที่ใช้ประกอบการจำแนกด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมในขั้นตอนต่อไป

3.6. การกำหนดชนิดของการจำแนก

หลังจากที่ได้เลือกตำแหน่งของพื้นที่ตัวอย่าง จากภาพที่ผ่านการจำแนกแบบไม่กำกับดูแล และทำการสำรวจข้อเท็จจริงในสนาม ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้มาใช้สำหรับกำหนดชนิดในการจำแนก โดยอาศัยการกำหนดชนิดจากการจำแนกที่มีลักษณะของข้อมูลใกล้เคียงกันโดยดูจากข้อมูลภาพที่ผ่านการจำแนกแบบไม่กำกับดูแล และกำหนดจากสิ่งที่มีความหมายคล้ายคลึงกัน ยกตัวอย่างชนิดการจำแนกที่เป็น สวนผสม ป่าไม้ยืนต้น เป็นชนิดของการจำแนกที่ประกอบไปด้วยพืช ยืนต้นหลายชนิด เช่น มะม่วง มะพร้าว ขนุน เป็นต้น ซึ่งถึงแม้พืชแต่ละชนิดจะสามารถแยกแยะออกด้วยการมองเห็นในพื้นที่ศึกษาจริง แต่ไม่สามารถจำแนกออกจากกันด้วยค่าความสว่างของจุดภาพ ทำให้ต้องกำหนดชนิดการจำแนกเป็นไม้ยืนต้น โดยในการทำวิจัยครั้งนี้ ผู้ทำวิจัยได้กำหนดชนิดของการจำแนกพื้นที่ออกเป็น 6 ชนิด ซึ่งสอดคล้องกับกรมพัฒนาที่ดินได้แบ่งระดับการจำแนกไว้ มีความหมายดังต่อไปนี้

- 1) ไม้ยืนต้น (1) หมายถึง พื้นที่ซึ่งมีการทำเกษตรกรรมปลูกพืชสวน ซึ่งเป็นไม้ยืนต้นหรือไม้ผล
- 2) ชุมชน, สิ่งปลูกสร้าง (2) หมายถึง พื้นที่ ที่เป็นสิ่งปลูกสร้างตั้งที่อยู่อย่างหนาแน่น เช่น เขตเมือง และที่อยู่อย่างกระจัดกระจาย เช่น โรงงาน บ้านเรือนถนน
- 3) พื้นที่ชุ่มน้ำ (3) หมายถึง พื้นที่ซึ่งมีน้ำขัง และมีพืชขนาดเล็กปกคลุมเช่น นาบัว
- 4) นาข้าว, พุ่มหญ้า (4) หมายถึง พื้นที่ที่เป็นนาข้าว ซึ่งในช่วงที่ดาวเทียมทำการเก็บภาพเป็นช่วงฤดูเก็บเกี่ยวพื้นที่ในนาไม่มีน้ำขังจึงจัดเป็นจำพวกเดียวกับพุ่มหญ้า
- 5) พื้นที่ว่างเปล่า, มีพืชน้อย (5) หมายถึง พื้นที่โล่ง หรือสิ่งปลูกสร้างที่ไม่มีพืช หรือสิ่งเพาะปลูกปกคลุมพื้นที่ หรือหากมีก็อยู่ในปริมาณที่น้อยมาก เช่น ถนนคอนกรีต อาคารโรงงานขนาดใหญ่ ลานจอดรถ เป็นต้น

6) พื้นที่แหล่งน้ำ (6) หมายถึง พื้นที่ที่เป็นสระน้ำ หรือลำคลอง หรือแม่น้ำ

3.7. การเตรียมข้อมูลเพื่อสำรวจข้อเท็จจริงในสนาม

ในการทำวิจัยครั้งนี้ ได้เลือกใช้วิธีการจำแนกด้วยเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม ขั้นตอนการสำรวจข้อเท็จจริงในสนามเพื่อเก็บข้อมูลของสิ่งปกคลุมดินจึงเป็นขั้นตอนที่มีสำคัญ โดยจะทำการเก็บตัวอย่างข้อมูล (Ground Truth) ทั้งในส่วนที่ใช้เป็นข้อมูลตัวอย่าง (Training Area) ที่ใช้ในขั้นตอนการจำแนกประเภทข้อมูล และในส่วนที่ใช้เป็นข้อมูลทดสอบ (Test Area) เพื่อใช้ตรวจสอบความถูกต้องหลังการจำแนกข้อมูล ซึ่งขั้นตอนของการเตรียมข้อมูลเพื่อสำรวจข้อเท็จจริงในสนามแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

3.7.1. กำหนดจำนวนข้อมูลตัวอย่างและข้อมูลทดสอบ

Congalton et al. (1999) ได้กำหนดจำนวนข้อมูลตัวอย่างที่ใช้ในการคำนวณความถูกต้องจากการจำแนกภาพดาวเทียม โดยการพิจารณาจากค่าระดับความเชื่อมั่นที่ต้องการจากข้อมูล จากสมการที่ 2.2 ใช้คำนวณหาจำนวนข้อมูลตัวอย่างที่ใช้ในการจำแนก ในกรณีที่ไม่ทราบสัดส่วนของข้อมูลแต่ละชนิดในพื้นที่ โดยสมมติให้ $n_i = 1/2$ ซึ่งเป็นกรณีที่ให้จำนวนจุดภาพที่ต้องการโดยคร่าวๆ ที่ระดับความคลาดเคลื่อนที่ต้องการ

$$n = \frac{B}{4b_i^2} \quad 2.2$$

n คือ จำนวนข้อมูลตัวอย่างที่ต้องการสำหรับการจำแนก

B คือ ค่าที่ได้จากตาราง Chi square ที่ Degree of freedom เท่ากับ 1

b คือ ค่าระดับความเชื่อมั่นที่ต้องการจากข้อมูลการจำแนก

งานวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดระดับความเชื่อมั่นที่ต้องการเท่ากับร้อยละ 95 มีระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 และทำการจำแนกข้อมูลออกเป็น 6 ชนิด จะได้ค่า B ซึ่งได้จาก $\chi^2_{(1,0.99167)}$ ในตาราง Chi square เท่ากับ 6.635 สามารถคำนวณหาจำนวนข้อมูลที่ใช้สำหรับการจำแนกดังนี้

$$n = \frac{B}{4b_i^2}$$

$$n = \frac{6.635}{4(0.05)^2}$$

$$n = 663.5$$

จากการคำนวณหาจำนวนข้อมูลตัวอย่างที่ต้องการสำหรับการจำแนกพบว่า ต้องใช้จำนวนข้อมูลทั้งหมดที่ประกอบด้วยข้อมูลตัวอย่าง และข้อมูลทดสอบ รวมกันทั้งหมด $664 \times 2 = 1,328$ จุดภาพ โดยแบ่งตามชนิดการจำแนกข้อมูล 6 ชนิด ทำให้ต้องทำการสำรวจข้อเท็จจริงในสนามอย่างน้อยชนิดการจำแนกละ 221 จุดภาพ

3.7.2. กำหนดตำแหน่งข้อมูลตัวอย่างและข้อมูลทดสอบ




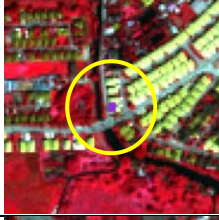


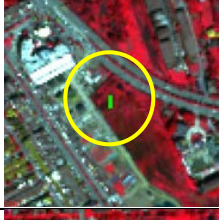





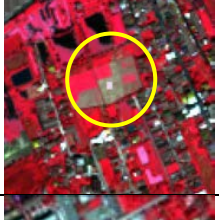


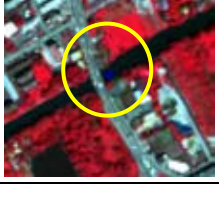


ในการเก็บข้อมูลตัวอย่างสำหรับการวิจัยครั้งนี้ กำหนดให้ใช้จำนวนข้อมูลจุดภาพในแต่ละตำแหน่งของการเก็บตัวอย่างของภาพดาวเทียมจีโออายไม่เกิน 12 จุดภาพ ที่มีความละเอียดจุดภาพเท่ากับ 4 เมตร ซึ่งเท่ากับพื้นที่จริงในภูมิประเทศ 192 ตารางเมตรโดยประมาณ เป็นขนาดพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับเป็นพื้นที่ตัวอย่าง และพื้นที่ทดสอบ เนื่องจากการใช้ข้อมูลในแต่ละตำแหน่งที่มากเกินไปอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการปะปนจากข้อมูลจำแนกชนิดอื่นได้ ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อความถูกต้องของการจำแนกด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม จากจำนวนข้อมูลตัวอย่างที่ต้องการในการจำแนกที่คำนวณได้ข้างต้น จะต้องทำการเก็บข้อมูลตัวอย่างของแต่ละชนิดการจำแนกในพื้นที่อย่างน้อยชนิดละ 18 ตำแหน่ง รวมตำแหน่งที่ใช้ในการเก็บข้อมูลในการทำวิจัยครั้งนี้ อย่างน้อย 108 ตำแหน่ง เมื่อตัดตำแหน่งข้อมูลในส่วนที่เป็นพื้นที่แหล่งน้ำออกไป จะเหลือตำแหน่งที่ต้องการเก็บข้อมูลอย่างน้อย 90 ตำแหน่ง ซึ่งเป็นจำนวนตำแหน่งที่ต้องใช้ในการวางแผนเพื่อเก็บข้อมูลตัวอย่างในพื้นที่ โดยตำแหน่งของพื้นที่ตัวอย่างในงานวิจัยครั้งนี้แสดงในรูปที่ 3.8 และสำหรับพื้นที่ในส่วนที่เป็นพื้นที่แหล่งน้ำ ไม่มีความจำเป็นต้องทำการสำรวจข้อเท็จจริงเนื่องจากบริเวณที่เป็นพื้นที่แหล่งน้ำ เป็นบริเวณที่ปรากฏได้อย่างชัดเจนในภาพดาวเทียม สามารถกำหนดได้จากสายตา แต่จะต้องกำหนดตำแหน่งที่ใช้เป็นข้อมูลตัวอย่างของสระน้ำให้มีลักษณะการกระจายตัวทั่วทั้งบริเวณภาพในส่วนที่เป็นพื้นที่แหล่งน้ำ



รูปที่ 3.8 ตำแหน่งพื้นที่ตัวอย่างและพื้นที่ทดสอบที่ใช้ในการจำแนกข้อมูล

การกำหนดตำแหน่งเพื่อการสำรวจข้อเท็จจริงในสนาม เป็นการเตรียมข้อมูลจุดที่ใช้ในการสำรวจ ซึ่งการวิจัยส่วนใหญ่จะทำการจำแนกข้อมูลภาพดาวเทียมก่อนในเบื้องต้น เพื่อให้สามารถกำหนดจุดในการสำรวจพื้นที่อย่างคร่าวๆ เพื่อที่จะกำหนดจุดในการสำรวจพื้นที่อย่างคร่าวๆ วิธีที่นิยมใช้ คือ การจำแนกข้อมูลแบบไม่กำกับ (Unsupervised Classification), การจำแนกข้อมูลด้วยสายตา, และการจำแนกข้อมูลโดยอาศัยข้อมูลจากดาวเทียมที่มีรายละเอียดที่สูงกว่า ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ได้เลือกใช้วิธีการจำแนกข้อมูลโดยอาศัยข้อมูลจากดาวเทียมที่มีรายละเอียดที่สูงกว่า ประกอบกับการสำรวจข้อเท็จจริงในสนาม ในอดีตการเลือกใช้วิธีนี้อาจมีค่าใช้จ่ายสูง แต่เนื่องจากปัจจุบันได้มีการเผยแพร่ข้อมูลจากดาวเทียมรายละเอียดสูงอย่างแพร่หลาย และข้อมูลยังมีความทันสมัย เช่น Google Earth เป็นต้น ดังนั้น จึงเลือกใช้วิธีนี้ในการกำหนดจุดเพื่อการสำรวจข้อเท็จจริงในสนาม ซึ่งจะช่วยลดระยะเวลาและค่าใช้จ่ายได้เป็นอย่างมาก การกำหนดตำแหน่งเพื่อเก็บข้อมูล จะเลือกตำแหน่งที่มีพื้นที่ขนาดใหญ่สามารถมองเห็นได้ชัดเจน ไม่มีการปะปนของ Cluster อื่น โดยจะทำการพิจารณาประกอบกับข้อมูลเชิงพื้นที่ทางด้านเส้นทางคมนาคมในพื้นที่ศึกษา เพื่อให้มั่นใจว่าเป็นตำแหน่งที่สามารถเข้าถึงการเก็บข้อมูลได้โดยสามารถแสดงตัวอย่างการกำหนดข้อมูลตัวอย่าง และข้อมูลทดสอบของข้อมูลภาพดาวเทียมจีโออายได้ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 จุดพื้นที่ตัวอย่างที่ใช้ในการสำรวจภาคสนามของข้อมูลดาวเทียมจีโออาย

ชนิดการจำแนก	ภาพดาวเทียม GEOEYE (4:R, 3:G, 2B)	ภาพดาวเทียมจาก Google Earth	ภาพที่ได้จากการสำรวจ ข้อเท็จจริงใจสนาม
ไม้ยืนต้น (1)			
ชุมชน, สิ่งปลูก สร้าง (2)			
พื้นที่ชุ่มน้ำ (3)			
นาข้าว, พุ่มหญ้า (4)			
พื้นที่ว่างเปล่า, มีพืชปกคลุมน้อย (5)			
พื้นที่แหล่งน้ำ (6)			

3.7.3. สํารวจข้อเท็จจริงในสนาม

ในการวิจัยครั้งนี้ได้ทำการสำรวจทั้งข้อมูลตัวอย่างและข้อมูลทดสอบ ในวันที่ 20 กรกฎาคม พ.ศ. 2556 ถึงวันที่ 22 กรกฎาคม พ.ศ. 2556 การจะเข้าถึงพื้นที่จะอาศัยเครื่องมือรังวัด สัญญาณดาวเทียม GPS ชนิดนำหน และภาพถ่ายดาวเทียมรายละเอียดสูงร่วมกัน จากนั้นจะทำการบันทึกรายละเอียดของพื้นที่โดยการจดยรายละเอียด วาดแผนผังประกอบคำอธิบาย และถ่ายภาพ เพื่อนำมาใช้กำหนดชนิดของข้อมูลตัวอย่างที่ถูกต้องต่อไป

ข้อมูลตัวอย่างที่ได้จากตำแหน่งที่ทำการสำรวจข้อเท็จจริงในสนาม และรู้แน่ชัดว่าเป็นชนิดการจำแนกชนิดใด จะถูกทำการแปลงจากข้อมูลภาพให้เป็นข้อมูลแบบตัวเลข ดังตารางที่ 3.2 เป็นข้อมูลของพื้นที่ชุ่มน้ำที่ได้ทำการแปลงข้อมูลภาพเป็นตัวเลข ซึ่งเป็นข้อมูลที่ทำกรเก็บจากพื้นที่ตัวอย่าง 1 ตำแหน่ง สังเกตเห็นว่าในแต่ละตำแหน่งพื้นที่ของข้อมูลตัวอย่างจะประกอบด้วยจุดภาพจำนวน 12 จุดภาพ แต่ละจุดภาพก็จะมีค่าสะท้อนต่อช่วงคลื่นที่ใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 3.2 ตัวอย่างค่า Digital number ของข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูล 1 ตำแหน่ง บริเวณพื้นที่ชุ่มน้ำ

Easting	Northing	band 1 (blue)	band 2 (green)	band 3 (red)	band 4 (NIR)
685075.50	1529001.50	356	238	153	500
685079.50	1529001.50	368	247	184	477
685075.50	1528997.50	350	236	164	472
685079.50	1528997.50	361	242	188	471
685075.50	1528993.50	352	242	173	461
685079.50	1528993.50	365	255	191	463
685075.50	1528989.50	358	250	182	476
685079.50	1528989.50	362	255	176	499
685075.50	1528985.50	355	247	167	486
685079.50	1528985.50	356	242	161.	491
685079.50	1528981.50	353	237	160	482
685075.50	1528981.50	354	240	171	497

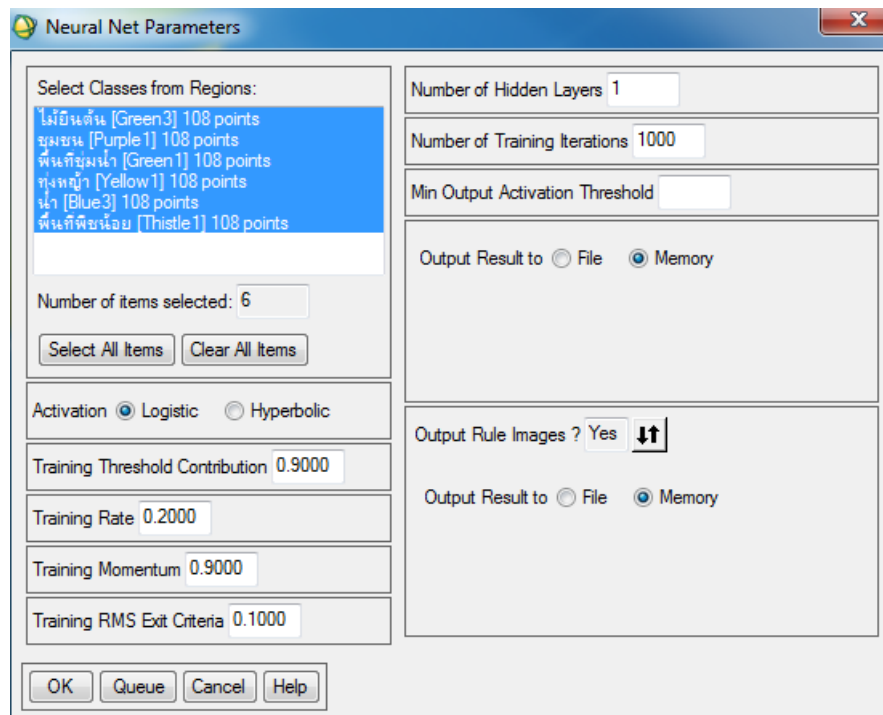
ข้อมูลที่ได้ทั้งหมดที่เป็นข้อมูลชนิดการจำแนกชนิดเดียวกัน จะถูกรวมเข้าด้วยกัน โดยถูกแบ่งเป็นข้อมูลตัวอย่าง และข้อมูลทดสอบ ดังตารางที่ 3.3 เป็นจำนวนข้อมูลตัวอย่าง และข้อมูลทดสอบที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ ซึ่งข้อมูลตัวอย่างที่ได้จะถูกนำมาใช้ในการจำแนกด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม และข้อมูลทดสอบจะใช้ในการวิเคราะห์ความถูกต้องของผลการจำแนกข้อมูลภาพดาวเทียมจีโออายชนิดหลายช่วงคลื่นด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม

ตารางที่ 3.3 จำนวนข้อมูลตัวอย่าง และข้อมูลทดสอบที่ใช้ในงานวิจัย

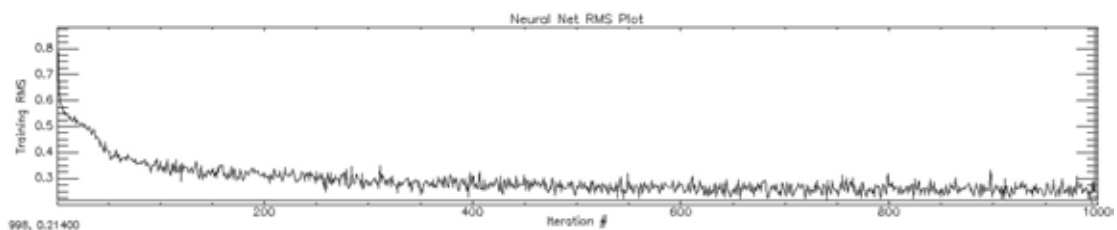
ลำดับ class	ประเภทการจำแนก	จำนวนข้อมูล	
		ข้อมูลตัวอย่าง(จุดภาพ)	ข้อมูลทดสอบ(จุดภาพ)
1	ไม้ยืนต้น	108	108
2	ชุมชน, สิ่งปลูกสร้าง	108	108
3	พื้นที่ชุ่มน้ำ	108	108
4	ทุ่งหญ้า, นาข้าว	108	108
5	พื้นที่ว่างเปล่า, มีพืชน้อย	108	108
6	พื้นที่แหล่งน้ำ	108	108

3.8. การจำแนกข้อมูลภาพดาวเทียมจีโออายด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม

การจำแนกข้อมูลภาพดาวเทียมด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมใช้โปรแกรม ENVI เพื่อให้ได้ค่า RMS error และเวลาในการคำนวณน้อยที่สุด ผู้วิจัยได้ทำการทดลองกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ใช้ในการจำแนกข้อมูลภาพดาวเทียมด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม จึงกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ให้เป็นตัวแปรคงที่ที่ใช้ในการจำแนกข้อมูลภาพดาวเทียมแต่ละภาพ โดยกำหนดให้ค่า Training Threshold Contribution เท่ากับ 0.9 ค่า Training Rate เท่ากับ 0.2 ค่า Training Momentum เท่ากับ 0.9 ค่า Training RMS Exit Criteria เท่ากับ 0.1 ค่า Number of Hidden Layers เท่ากับ 1 และค่า Number of Training Iterations เท่ากับ 1,000 ดังรูปที่ 3.9 เพื่อทำการหาจำนวนการวนรอบการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียมที่เหมาะสมในแต่ละภาพ

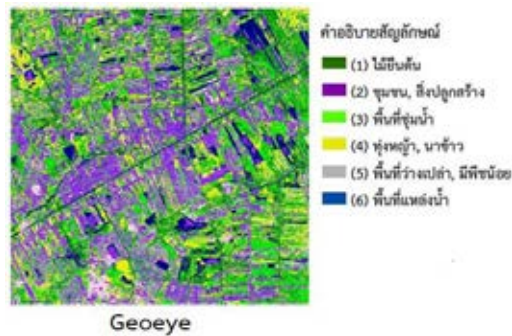


รูปที่ 3.9 ตัวแปรที่ใช้ในการจำแนกข้อมูลภาพ



รูปที่ 3.10 รอบการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียมที่เหมาะสมของภาพดาวเทียมจีโออายชนิดหลายช่วงคลื่นจำนวน 998 รอบ มีค่า RMS Error ต่ำสุดเท่ากับ 0.21400

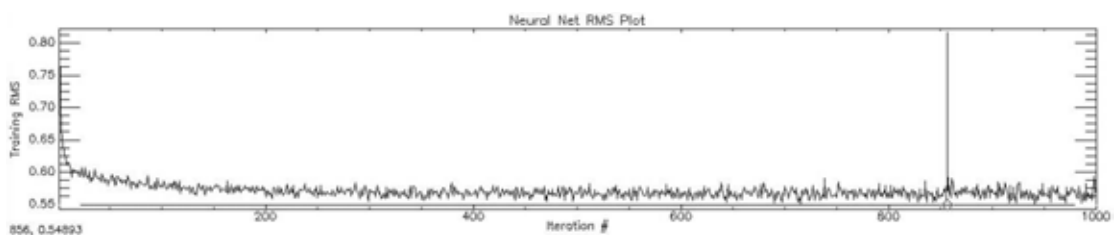
ผลการคำนวณจำนวนรอบการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียมที่เหมาะสมในแต่ละภาพ พบว่าภาพดาวเทียมจีโออายจะให้รอบในการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียมจำนวน 998 รอบ มีค่า RMS Error ต่ำสุดเท่ากับ 0.21400 ดังรูปที่ 3.10 จึงนำเอาจำนวนรอบที่คำนวณได้ไปทำการกำหนดการถ่วงน้ำหนักของโครงข่ายประสาทเทียม เพื่อที่จะได้ผลการจำแนก (เอาท์พุทที่ต้องการ) มีความถูกต้องมาก ใกล้เคียงกับพื้นที่ตัวอย่าง (อินพุท) ที่ใช้ในการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียมมากที่สุด ซึ่งจะได้ผลการจำแนกดังรูปที่ 3.11



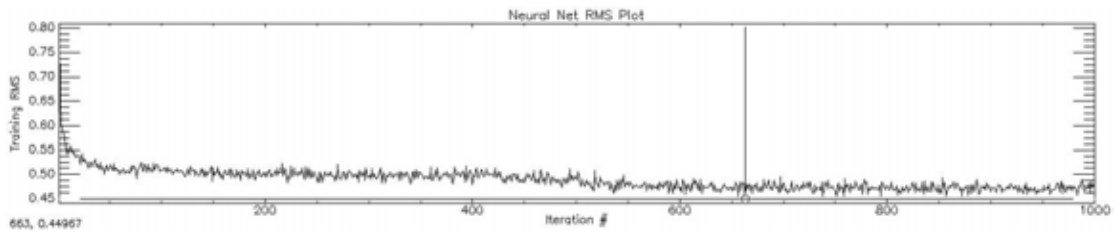
รูปที่ 3.11 ผลการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมจีโออายด้วยวิธีโครงข่ายใยประสาทเทียม

3.9. การจำแนกข้อมูลภาพผสมดาวเทียมไทยโชตด้วยวิธีโครงข่ายใยประสาทเทียม

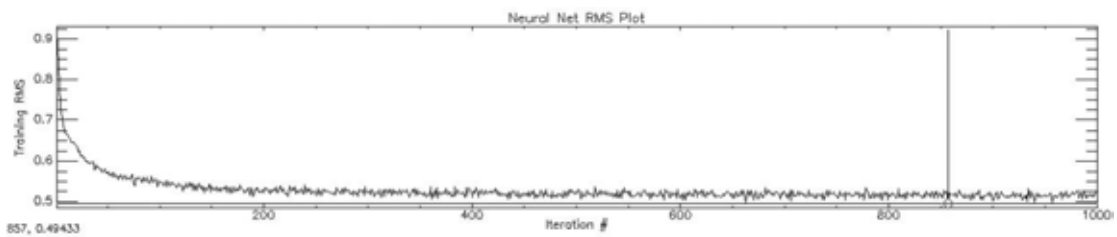
ทำการจำแนกข้อมูลภาพผสมดาวเทียมไทยโชตที่ได้จากการผสมภาพด้วยเทคนิค Hue Saturation Intensity, Brovey Transformation, Principal Component Analysis, Wavelet Transform และ Ehlers fusion จำนวน 5 ภาพ โดยกำหนดให้ค่า Training Threshold Contribution เท่ากับ 0.9 ค่า Training Rate เท่ากับ 0.2 ค่า Training Momentum เท่ากับ 0.9 ค่า Training RMS Exit Criteria เท่ากับ 0.1 ค่า Number of Hidden Layers เท่ากับ 1 และค่า Number of Training Iterations เท่ากับ 1,000 ซึ่งแต่ละภาพจะใช้วิธีการ, ตัวแปลคงที่และข้อมูล ตัวอย่าง โดยเป็นพื้นที่ที่มีพิภคตบพื้นโลกเดียวกัน และมีขนาดพื้นที่เท่ากับข้อมูลตัวอย่างที่ใช้ จำแนกข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมจีโออายในหัวข้อที่ 3.7.2. ซึ่งมีพื้นที่ประมาณ 192 ตารางเมตร หรือ 48 จุดภาพของภาพถ่ายดาวเทียมผสมไทยโชต ซึ่งมีความละเอียดจุดภาพเท่ากับ 2 เมตร



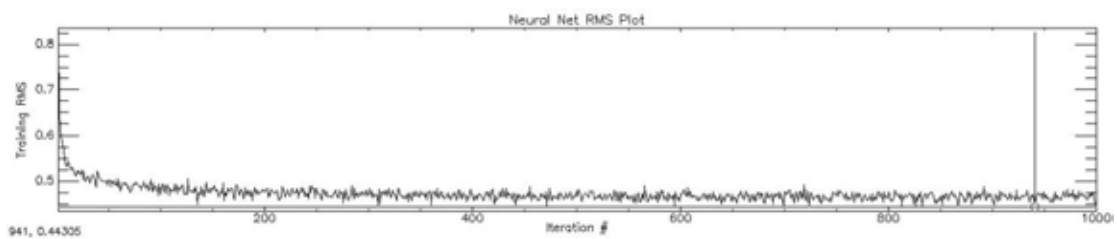
รูปที่ 3.12 จำนวนรอบการเรียนรู้ของโครงข่ายใยประสาทเทียมที่เหมาะสมของภาพผสม HSI จำนวน 856 รอบ มีค่า RMS Error ต่ำสุดเท่ากับ 0.549



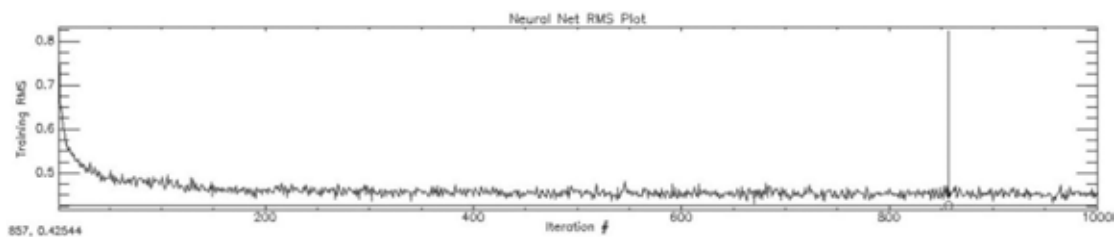
รูปที่ 3.13 จำนวนรอบการเรียนรู้ของโครงข่ายใยประสาทเทียมที่เหมาะสมของภาพผสม PCA
จำนวน 663 รอบ มีค่า RMS Error ต่ำสุดเท่ากับ 0.450



รูปที่ 3.14 จำนวนรอบการเรียนรู้ของโครงข่ายใยประสาทเทียมที่เหมาะสมของภาพผสม Brovey
จำนวน 857 รอบ มีค่า RMS Error ต่ำสุดเท่ากับ 0.494

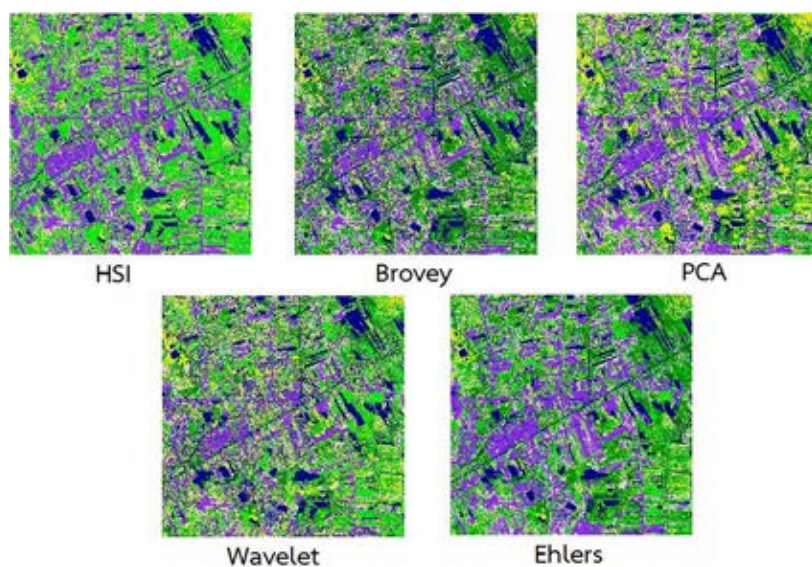


รูปที่ 3.15 จำนวนรอบการเรียนรู้ของโครงข่ายใยประสาทเทียมที่เหมาะสมของภาพผสม Wavelet
จำนวน 941 รอบ มีค่า RMS Error ต่ำสุดเท่ากับ 0.443



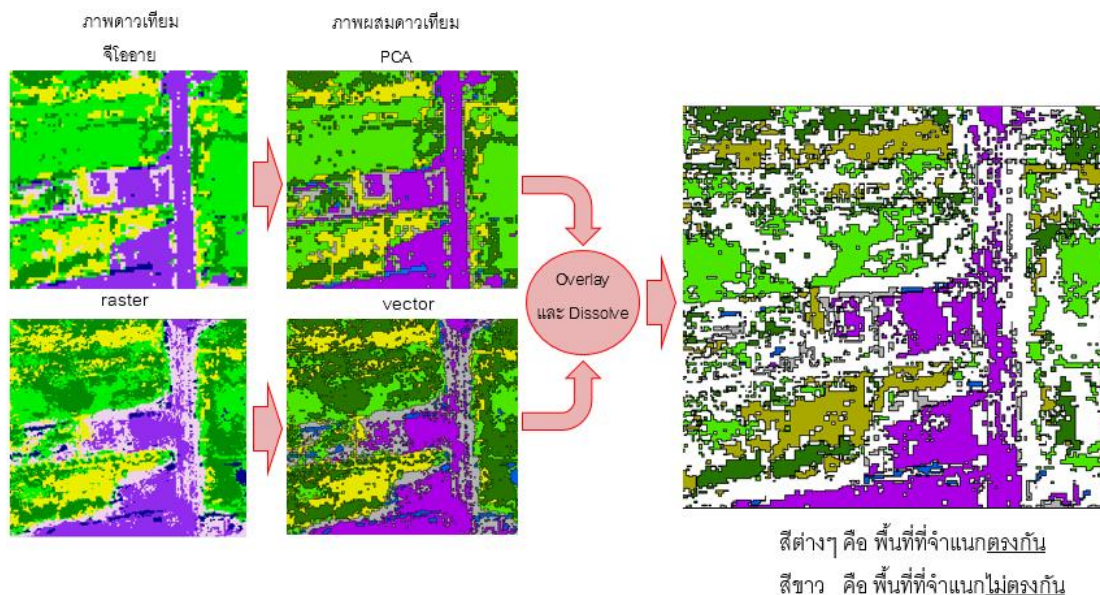
รูปที่ 3.16 จำนวนรอบการเรียนรู้ของโครงข่ายใยประสาทเทียมที่เหมาะสมของภาพผสม Ehlers
จำนวน 857 รอบ มีค่า RMS Error ต่ำสุดเท่ากับ 0.426

จากการคำนวณจำนวนการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียมที่เหมาะสมในแต่ละภาพ ดังรูปที่ 3.12, 3.13, 3.14, 3.15 และ 3.16 ภาพผลสมดาวเทียมไทยโชตที่ถูกผสมด้วยวิธี HSI จะใช้รอบในการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียมจำนวน 856 รอบ มีค่า RMS Error เท่ากับ 0.54893 ภาพผลสมดาวเทียมไทยโชตที่ถูกผสมด้วยวิธี PCA จะใช้รอบในการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียมจำนวน 663 รอบ มีค่า RMS Error เท่ากับ 0.44967 ภาพผลสมดาวเทียมไทยโชตที่ถูกผสมด้วยวิธี Brovey จะใช้รอบในการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียมจำนวน 857 รอบ มีค่า RMS Error เท่ากับ 0.49433 ภาพผลสมดาวเทียมไทยโชตที่ถูกผสมด้วยวิธี Wavelet จะใช้รอบในการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียมจำนวน 941 รอบ มีค่า RMS Error เท่ากับ 0.44306 ภาพผลสมดาวเทียมไทยโชตที่ถูกผสมด้วยวิธี Ehlers จะใช้รอบในการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียมจำนวน 857 รอบ มีค่า RMS Error เท่ากับ 0.4255 ตามลำดับนำเอาจำนวนรอบที่คำนวณได้ของภาพผสมแบบต่างๆ ไปทำการกำหนดการค่าการถ่วงน้ำหนักของโครงข่ายประสาทเทียม เพื่อที่จะได้ผลการจำแนก (เอาท์พุทที่ต้องการ) มีความถูกต้องมาก ใกล้เคียงกับพื้นที่ตัวอย่าง (อินพุท) ที่ใช้ในการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียมมากที่สุด ซึ่งจะได้ผลการจำแนกดังรูปที่ 3.17



รูปที่ 3.17 ผลการจำแนกประเภทข้อมูลภาพผลสมดาวเทียมไทยโชตด้วยเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม

3.10. การเปรียบเทียบผลการจำแนกระหว่างภาพผสมดาวเทียมไทยโชต กับภาพดาวเทียมจีโออาย



รูปที่ 3.18 การแปลงข้อมูลผลการจำแนกจากรูปแบบ raster เป็น vector และการเปรียบเทียบผลการจำแนกด้วยวิธี Overlay และ Dissolve

จากรูปที่ 3.18 คือ การเปรียบเทียบผลการจำแนกจะทำการแปลงผลการจำแนกข้อมูลภาพดาวเทียมจีโออาย และภาพผสมดาวเทียมไทยโชตด้วยเทคนิคต่างๆ จากข้อมูล Raster เป็นข้อมูล Vector โดยใช้คำสั่ง Raster to Polygon (Conversion) จากนั้นใช้กระบวนการ Geoprocessing ด้วยวิธี Overlay และ Dissolve เพื่อหาพื้นที่ที่มีการจำแนกที่ตรงกัน หรือมีความต่างกันระหว่างผลการจำแนกของข้อมูลภาพดาวเทียมจีโออาย กับข้อมูลภาพผสมดาวเทียมไทยโชตด้วยเทคนิคต่างๆต่อไป

3.11. การเปรียบเทียบรายละเอียดข้อมูลภาพผสมดาวเทียมไทยโชตด้วยสายตา

การแปลภาพและเปรียบเทียบรายละเอียดข้อมูลภาพดาวเทียมผสมแบบต่างๆ กับข้อมูลพื้นที่ตัวอย่าง หรือพื้นที่ทดสอบ ที่ได้จากการสำรวจข้อเท็จจริงในสนามโดยให้บุคคลที่มีความรู้ด้านการแปลข้อมูลภาพดาวเทียม ทำการแปลข้อมูลภาพ ซึ่งมีรายละเอียดเปรียบเทียบ ได้แก่

- ไม้ยืนต้น
- ชุมชน, สิ่งปลูกสร้าง
- พื้นที่ชุ่มน้ำ
- ทุ่งหญ้า, นาข้าว
- พื้นที่ว่างเปล่า, มีพืชน้อย
- พื้นที่แหล่งน้ำ

ในการเปรียบเทียบรายละเอียดข้อมูลภาพดาวเทียมกับกับข้อมูลพื้นที่ตัวอย่าง หรือพื้นที่ทดสอบ ที่ได้จากการสำรวจข้อเท็จจริงในสนาม ได้กำหนดแนวทางในการมองเห็นและจำแนกไว้ 6 ระดับ (ปรมัตถพร พูลศรี, 2548) คือ

- 1) มองเห็นได้ชัดเจน หมายถึง สามารถระบุได้ทันทีที่เห็นว่าวัตถุนั้น คืออะไร
- 2) มองเห็นได้ปานกลาง หมายถึง ต้องใช้เวลาในการพิจารณาและสามารถระบุได้ถูกต้อง
- 3) มองเห็นไม่ชัดเจน หมายถึง พอจะมองเห็นได้บ้าง เลื่อนราง ต้องอาศัยการเดา ความถูกต้องมีน้อย
- 4) มองไม่เห็น หมายถึง ไม่สามารถระบุได้เลยว่า วัตถุนั้นคืออะไร
- 5) ไม่มีข้อมูล หมายถึง ไม่มีวัตถุใดๆ บนภาพ หรืออาจมีแต่หาไม่เจอ
- 6) สำรวจข้อมูลภาคสนาม หมายถึง สามารถมองเห็นวัตถุได้ แต่ไม่สามารถระบุการใช้ประโยชน์ได้

ผู้วิจัยได้ใช้แบบสอบถาม (Questionnaires) ในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์ผ่านทาง docs.google.com ดังรูปที่ 3.19 โดยมีรูปแบบแสดงในภาคผนวก ค. ทำการเก็บและรวบรวมข้อมูลผ่าน google drive เพื่อนำไปอภิปรายในบทต่อไป

2/6/2558 ภาพดาวเทียมดาวเทียมไทยโชต - Google Drive

การเปรียบเทียบรายละเอียดข้อมูลภาพผสมดาวเทียมด้วยสายตา

วัตถุประสงค์การวิจัยมีจุดประสงค์ "การเปรียบเทียบเทคนิคการผสมภาพถ่ายดาวเทียมไทยโชตกับภาพถ่ายเทียมจำลอง ผ่านการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายด้วยวิธีโดยสายตาเปรียบเทียบ"

* Required

1. ท่านกำลังศึกษาอยู่ในสาขาวิชา *

Mark only one oval.

ภูมิศาสตร์

วิศวกรรมสำรวจ

2. ท่านกำลังศึกษาอยู่ชั้นปีที่ *

Mark only one oval.

ชั้นปีที่ 1

ชั้นปีที่ 2

ชั้นปีที่ 3

ชั้นปีที่ 4

จบการศึกษานแล้ว

1. การจำแนกประเภท พื้นที่ไม้ยืนต้น

ผู้วิจัยได้แบ่งแนวทางการประเมินผลการจำแนกไว้ 6 ระดับดังนี้

1. ผลลัพธ์ได้ชัดเจน หมายถึง สามารถระบุได้ทันทีที่เห็นว่าเป็นต้นฤดูร้อน คืออะไร
2. ผลลัพธ์ได้ปานกลาง หมายถึง ต้องใช้ความรู้ในการพิจารณาและสามารถระบุได้ถูกต้อง
3. ผลลัพธ์ไม่ชัดเจน หมายถึง พยายามระบุได้บ้าง แต่ไม่ตรง คืออาจมีการเดา ความถูกต้องยังน้อย
4. ผลลัพธ์ไม่พบ หมายถึง ไม่สามารถระบุได้แม้ว่า วัตถุประสงค์คืออะไร
5. ไม่มีข้อมูล หมายถึง ไม่มีข้อมูลปรากฏ บนภาพ หรืออาจเห็นแต่ยังไม่เจอ
6. สักรวจข้อมูลภาพถ่ายตาม หมายถึง สามารถมองเห็นได้ชัด แต่ไม่สามารถระบุการไปประเภทไหนได้

จากภาพถ่ายดาวเทียมไทยโชต เป็นภาพที่ถูกผสมด้วยภาพถ่ายดาวเทียมไทยโชต ชนิดช่วงคลื่นเดี่ยว (2 เมตร) และชนิดหลายช่วงคลื่น (15 เมตร)

ทำการประเมินและจำแนกภาพถ่ายผสมชนิดต่างๆ ขึ้นไปค่าของเมื่อตอนจบข้อมูลอื่นๆ ในระดับไทย

ภาพถ่ายดาวเทียมไทยโชต ชนิดช่วงคลื่นเดี่ยว (panchromatic) รายละเอียด 2 เมตร

https://docs.google.com/forms/d/1Gq4h5Lz2wATg1qjg5d228jRC643TfW-ZUGdJEq_M44w81 1/31

2/6/2558 ภาพผสม HSI

ภาพผสม HSI



3. ท่านสามารถมองเห็นและจำแนกไม้ยืนต้นของภาพผสม HSI ได้ในระดับใด *

ใช้เกณฑ์การประเมินตามค่าที่ผู้วิจัยกำหนด

Mark only one oval.

ผลลัพธ์ได้ชัดเจน

ผลลัพธ์ได้ปานกลาง

ผลลัพธ์ไม่ชัดเจน

ผลลัพธ์ไม่พบ

ไม่มีข้อมูล

สักรวจข้อมูลภาพถ่ายตาม

https://docs.google.com/forms/d/1Gq4h5Lz2wATg1qjg5d228jRC643TfW-ZUGdJEq_M44w81 4/31

รูปที่ 3.19 ตัวอย่างแบบสอบถามการเปรียบเทียบรายละเอียดข้อมูลภาพผสมดาวเทียมไทยโชตด้วยสายตา

บทที่ 4

ผลการทดสอบ

เนื้อหาในบทนี้ จะเป็นการกล่าวถึงผลการจำแนกภาพดาวเทียมจีโออายุด้วยเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมผลการเปรียบเทียบผลของการจำแนกข้อมูลภาพผสมดาวเทียมไทยโชตพิจารณาตามชนิดของภาพผสมดาวเทียมและตามประเภทการจำแนก และผลการเปรียบเทียบรายละเอียดข้อมูลภาพดาวเทียมด้วยสายตา

4.1. ผลการจำแนกข้อมูลภาพดาวเทียมจีโออายุด้วยเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม

ผลการจำแนกที่ได้จากการจำแนกข้อมูลทดสอบ ของภาพดาวเทียมจีโออายุ ชนิดหลายช่วงคลื่น เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ความถูกต้องที่ได้ในการจำแนกด้วยเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม ผลที่ได้จะอยู่ในรูป Confusion Matrix ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการจำแนกข้อมูลภาพดาวเทียมจีโออายุ

ผลการจำแนกข้อมูล พื้นที่ทดสอบ	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	รวม	ร้อยละความ ถูกต้อง
(1) ไม้ยืนต้น	101	0	0	7	0	0	108	93.52
(2) ชุมชนหรือสิ่งปลูกสร้าง	0	93	0	1	14	0	108	86.11
(3) พื้นที่ชุ่มน้ำ	1	0	107	0	0	0	108	99.07
(4) พุ่มหญ้าหรือนาข้าว	0	0	0	108	0	0	108	100.00
(5) พื้นที่ว่างเปล่า, มีพืชปกคลุมน้อย	0	16	0	0	92	0	108	85.19
(6) พื้นที่แหล่งน้ำ	0	0	0	0	0	108	108	100.00

ความถูกต้องรวมสำหรับการจำแนก (Overall accuracy) เท่ากับร้อยละ 93.98

จากผลการจำแนกในงานวิจัยครั้งนี้ ดังตารางที่ 4.1 แสดงให้เห็นว่า การจำแนกภาพดาวเทียมจีโออายุด้วยเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม ให้ความถูกต้องในการจำแนก 93.98 % โดยพื้นที่การจำแนกที่ให้ความถูกต้องมากกว่า 90% คือ ไม้ยืนต้น (1), พื้นที่ชุ่มน้ำ (3), พุ่มหญ้าหรือนาข้าว (5) และพื้นที่แหล่งน้ำ (6) สำหรับพื้นที่การจำแนกที่ให้ความถูกต้องน้อยกว่า 90% คือ ชุมชนหรือสิ่งปลูกสร้าง (2) และ พื้นที่ว่างเปล่าหรือมีพืชน้อย(5)

4.2. ผลการจำแนกข้อมูลภาพผสมดาวเทียมไทยโชตแบบต่างๆ ด้วยเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม

4.2.1. ผลการจำแนกประเภทของภาพผสมดาวเทียมไทยโชต HSI

ตารางที่ 4.2 ผลการจำแนกประเภทของภาพผสมดาวเทียมไทยโชต HSI

ผลการจำแนกข้อมูล	พื้นที่ทดสอบ							ร้อยละความถูกต้อง
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	รวม	
(1) ไม้ยืนต้น	166	5	236	0	25	0	432	38.60
(2) ชุมชนหรือสิ่งปลูกสร้าง	0	359	3	0	40	30	432	83.10
(3) พื้นที่ชุ่มน้ำ	0	0	397	0	35	0	432	91.90
(4) พุ่มหญ้าหรือนาข้าว	0	0	6	419	7	0	432	96.99
(5) พื้นที่ว่างเปล่า, มีพืชปกคลุมน้อย	0	107	0	8	317	0	432	73.38
(6) พื้นที่แหล่งน้ำ	0	48	0	0	0	384	432	88.89

ความถูกต้องรวมสำหรับการจำแนก (Overall accuracy) เท่ากับร้อยละ 78.78

จากผลการจำแนก ดังตารางที่ 4.2 แสดงให้เห็นว่า การจำแนกภาพผสมดาวเทียมไทยโชต HSI ด้วยเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม ให้ความถูกต้องรวมในการจำแนก 78.78% โดยพื้นที่การจำแนกที่ให้ความถูกต้องมากกว่า 90% คือ พื้นที่ชุ่มน้ำ (3), พุ่มหญ้าหรือนาข้าว (4) และพื้นที่แหล่งน้ำ (6) สำหรับพื้นที่การจำแนกที่ให้ความถูกต้องน้อยกว่า 90% คือ ไม้ยืนต้น (1), ชุมชนหรือสิ่งปลูกสร้าง (2), พื้นที่ว่างเปล่าหรือมีพืชคลุมน้อย (5)

4.2.2. ผลการจำแนกประเภทของภาพผสมดาวเทียมไทยโชต Brovey

ตารางที่ 4.3 ผลการจำแนกประเภทของภาพผสมดาวเทียมไทยโชต Brovey

ผลการจำแนกข้อมูล	พื้นที่ทดสอบ							ร้อยละความถูกต้อง
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	รวม	
(1) ไม้ยืนต้น	315	2	41	10	63	1	432	72.92
(2) ชุมชนหรือสิ่งปลูกสร้าง	0	384	0	0	23	25	432	88.89
(3) พื้นที่ชุ่มน้ำ	131	0	300	0	1	0	432	69.44
(4) พุ่มหญ้าหรือนาข้าว	2	8	0	395	27	0	432	91.44
(5) พื้นที่ว่างเปล่า, มีพืชปกคลุมน้อย	0	104	0	10	337	0	432	78.01
(6) พื้นที่แหล่งน้ำ	0	0	0	0	0	432	432	100.00

ความถูกต้องรวมสำหรับการจำแนก (Overall accuracy) เท่ากับร้อยละ 83.45

จากผลการจำแนก ดังตารางที่ 4.3 แสดงให้เห็นว่า การจำแนกภาพผสมดาวเทียมไทยโชต Brovey ด้วยเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม ให้ความถูกต้องรวมในการจำแนก 83.45% โดยพื้นที่การจำแนกที่ให้ความถูกต้องมากกว่า 90% คือ พุ่มหญ้าหรือนาข้าว (4) และพื้นที่แหล่งน้ำ (6) สำหรับพื้นที่การจำแนกที่ให้ความถูกต้องน้อยกว่า 90% คือ ไม้ยืนต้น (1), ชุมชนหรือสิ่งปลูกสร้าง (2), พื้นที่ชุ่มน้ำ (3), พื้นที่ว่างเปล่าหรือมีพืชน้อย (5)

4.2.3. ผลการจำแนกประเภทของภาพผสมดาวเทียมไทยโชต PCA

ตารางที่ 4.4 ผลการจำแนกประเภทของภาพผสมดาวเทียมไทยโชต PCA

ผลการจำแนกข้อมูล	พื้นที่ทดสอบ							ร้อยละความถูกต้อง
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	รวม	
(1) ไม้ยืนต้น	337	0	45	24	23	3	432	78.01
(2) ชุมชนหรือสิ่งปลูกสร้าง	0	357	0	0	60	15	432	82.64
(3) พื้นที่ชุ่มน้ำ	77		302	2	51	0	432	69.91
(4) พุ่มหญ้าหรือนาข้าว	0	0	0	429	3	0	432	99.31
(5) พื้นที่ว่างเปล่า, มีพืชปกคลุมน้อย	10	29	0	0	393	0	432	90.97
(6) พื้นที่แหล่งน้ำ	0	0	0	0	0	432	432	100.00

ความถูกต้องรวมสำหรับการจำแนก (Overall accuracy) เท่ากับร้อยละ 86.81

จากผลการจำแนก ดังตารางที่ 4.4 แสดงให้เห็นว่า การจำแนกภาพผสมดาวเทียมไทยโชต PCA ด้วยเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม ให้ความถูกต้องรวมในการจำแนก 86.81% โดยพื้นที่การจำแนกที่ให้ความถูกต้องมากกว่า 90% คือ พุ่มหญ้าหรือนาข้าว (4), พื้นที่ว่างเปล่าหรือมีพืชน้อย (5) และพื้นที่แหล่งน้ำ (6) สำหรับพื้นที่การจำแนกที่ให้ความถูกต้องน้อยกว่า 90% คือ ไม้ยืนต้น (1), ชุมชนหรือสิ่งปลูกสร้าง (2) และพื้นที่ชุ่มน้ำ (3)

4.2.4. ผลการจำแนกประเภทของภาพผสมดาวเทียมไทยโชต Wavelet
ตารางที่ 4.5 ผลการจำแนกประเภทของภาพผสมดาวเทียมไทยโชต Wavelet

ผลการจำแนกข้อมูล	พื้นที่ทดสอบ							ร้อยละความถูกต้อง
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	รวม	
(1) ไม้ยืนต้น	241	0	126	49	14	2	432	55.79
(2) ชุมชนหรือสิ่งปลูกสร้าง	0	368	0		7	57	432	85.19
(3) พื้นที่ชุ่มน้ำ	34	0	352	22	24	0	432	81.48
(4) ทุ่งหญ้าหรือนาข้าว	2	0	41	341	48	0	432	78.94
(5) พื้นที่ว่างเปล่า, มีพืชปกคลุมน้อย		78	20	25	290	19	432	67.13
(6) พื้นที่แหล่งน้ำ	15	54	2	0	0	361	432	83.56

ความถูกต้องรวมสำหรับการจำแนก (Overall accuracy) เท่ากับร้อยละ 75.34

จากผลการจำแนก ดังตารางที่ 4.5 แสดงให้เห็นว่า การจำแนกภาพผสมดาวเทียมไทยโชต Wavelet ด้วยเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม ให้ความถูกต้องรวมในการจำแนก 75.35% โดยไม่มีพื้นที่การจำแนกใดที่ให้ความถูกต้องมากกว่า 90% สำหรับพื้นที่การจำแนกที่ให้ความถูกต้องน้อยกว่า 90% คือ ไม้ยืนต้น (1), ชุมชนหรือสิ่งปลูกสร้าง (2), พื้นที่ชุ่มน้ำ (3), ทุ่งหญ้าหรือนาข้าว (4), พื้นที่ว่างเปล่าหรือมีพืชน้อย (5) และพื้นที่แหล่งน้ำ (6)

4.2.5. ผลการจำแนกประเภทของภาพผสมดาวเทียมไทยโชต Ehlers
ตารางที่ 4.6 ผลการจำแนกประเภทของภาพผสมดาวเทียมไทยโชต Ehlers

ผลการจำแนกข้อมูล	พื้นที่ทดสอบ							ร้อยละความถูกต้อง
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	รวม	
(1) ไม้ยืนต้น	318	0	31	8	75	0	432	73.611
(2) ชุมชนหรือสิ่งปลูกสร้าง	0	403	0	7	18	4	432	93.287
(3) พื้นที่ชุ่มน้ำ	80	0	333	0	19	0	432	77.083
(4) ทุ่งหญ้าหรือนาข้าว	0	0	0	415	17	0	432	96.065
(5) พื้นที่ว่างเปล่า, มีพืชปกคลุมน้อย		48	1	5	378	0	432	87.5
(6) พื้นที่แหล่งน้ำ	0	0	0	0	0	432	432	100.000

ความถูกต้องรวมสำหรับการจำแนก (Overall accuracy) เท่ากับร้อยละ 88.12

จากผลการจำแนก ดังตารางที่ 4.6 แสดงให้เห็นว่า การจำแนกภาพผสมดาวเทียมไทยโชต Ehlers ด้วยเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม ให้ความถูกต้องรวมในการจำแนก 88.12% โดยพื้นที่การจำแนกที่ให้ความถูกต้องมากกว่า 90% คือ ชุมชนหรือสิ่งปลูกสร้าง (2), ทุ่งหญ้าหรือนาข้าว

(4) และพื้นที่แหล่งน้ำ (6) สำหรับพื้นที่การจำแนกที่ให้ความถูกต้องน้อยกว่า 90% คือ ไม่ยึดดิน (1), พื้นที่ชุ่มน้ำ (3) และพื้นที่ว่างเปล่าหรือมีพืชน้อย (5)

4.3. ผลการเปรียบเทียบผลของการจำแนกข้อมูลระหว่างข้อมูลภาพถ่ายเทียมจิโอสาย และข้อมูลภาพผสมดาวเทียมไทยโชด

จากผลการจำแนกของภาพถ่ายดาวเทียมจิโอสาย โดยผลการจำแนกแต่ละประเภทมีพื้นที่ดังตารางที่ 4.7 ดังนี้

ตารางที่ 4.7 พื้นที่การจำแนกของภาพถ่ายดาวเทียมจิโอสาย

ลำดับ	พื้นที่การจำแนก	พื้นที่ (ตาราง กม.)	ร้อยละ
1.	ไม่ยึดดิน	10.999	17.055
2.	ชุมชน, สิ่งปลูกสร้าง	16.688	25.875
3.	พื้นที่ชุ่มน้ำ	12.850	19.924
4.	ทุ่งหญ้า, นาข้าว	9.615	14.909
5.	พื้นที่ว่างเปล่า, มีพืชน้อย	8.374	12.984
6.	พื้นที่แหล่งน้ำ	5.968	9.253
	รวม	64.494	100.000

จากผลการจำแนกของภาพถ่ายดาวเทียมจิโอสาย พบว่า มีพื้นที่ของสิ่งปกคลุมดินประเภทไม่ยึดดิน ร้อยละ 17.055 มีพื้นที่ของสิ่งปกคลุมดินประเภทชุมชน, สิ่งปลูกสร้าง ร้อยละ 25.875 มีพื้นที่ของสิ่งปกคลุมดินประเภทพื้นที่ชุ่มน้ำ ร้อยละ 19.924 มีพื้นที่ของสิ่งปกคลุมดินประเภททุ่งหญ้า, นาข้าว ร้อยละ 14.909 มีพื้นที่ของสิ่งปกคลุมดินประเภทพื้นที่ว่างเปล่า, มีพืชน้อย ร้อยละ 12.984 และมีพื้นที่ของสิ่งปกคลุมดินประเภทพื้นที่แหล่งน้ำ ร้อยละ 9.253

4.3.1. ผลการเปรียบเทียบพื้นที่การจำแนกประเภทของภาพดาวเทียมจีโออายกับภาพผสมดาวเทียม HSI

ตารางที่ 4.8 ผลการเปรียบเทียบพื้นที่การจำแนกประเภทของภาพดาวเทียมจีโออายกับภาพผสมดาวเทียม HSI

ลำดับ	พื้นที่การจำแนก	พื้นที่ (ตร.กม.) ของพื้นที่ที่มีการจำแนกตรงกัน	ร้อยละของพื้นที่ที่มีการจำแนกตรงกัน
1.	ไม้ยืนต้น	6.617	60.158
2.	ชุมชน, สิ่งปลูกสร้าง	9.674	57.971
3.	พื้นที่ชุ่มน้ำ	3.625	28.207
4.	ทุ่งหญ้า, นาข้าว	1.851	19.251
5.	พื้นที่ว่างเปล่า, มีพืชน้อย	3.141	37.509
6.	พื้นที่แหล่งน้ำ	5.160	86.454
7.	พื้นที่โดยรวม	30.067	46.620

จากตารางที่ 4.8 คือ ผลการเปรียบเทียบพื้นที่การจำแนกประเภทของภาพดาวเทียมจีโออายกับภาพผสมดาวเทียม HSI เมื่อเทียบกับพื้นที่ทั่วทั้งภาพ พบว่า การจำแนกประเภทไม้ยืนต้น (1) มีพื้นที่ที่ให้ผลการจำแนกตรงกัน 6.617 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 60.158 ของพื้นที่การจำแนกประเภทไม้ยืนต้นจากภาพดาวเทียมจีโออาย การจำแนกประเภทชุมชน, สิ่งปลูกสร้าง(2) มีพื้นที่ที่ให้ผลการจำแนกตรงกัน 9.674 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 57.910 ของพื้นที่การจำแนกประเภทชุมชน, สิ่งปลูกสร้างจากภาพดาวเทียมจีโออาย การจำแนกประเภทพื้นที่ชุ่มน้ำ(3) มีพื้นที่ที่ให้ผลการจำแนกตรงกัน 3.625 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 28.207 ของพื้นที่การจำแนกประเภทพื้นที่ชุ่มน้ำจากภาพดาวเทียมจีโออาย การจำแนกประเภททุ่งหญ้า, นาข้าว(4) มีพื้นที่ที่ให้ผลการจำแนกตรงกัน 1.851 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 19.251 ของพื้นที่การจำแนกประเภททุ่งหญ้า, นาข้าวจากภาพดาวเทียมจีโออาย การจำแนกประเภทพื้นที่ว่างเปล่า, มีพืชน้อย(5) มีพื้นที่ที่ให้ผลการจำแนกตรงกัน 3.141 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 37.509 ของพื้นที่การจำแนกประเภทพื้นที่ว่างเปล่า, มีพืชน้อยจากภาพดาวเทียมจีโออาย การจำแนกประเภทพื้นที่แหล่งน้ำ(6) มีพื้นที่ที่ให้ผลการจำแนกตรงกัน 5.160 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 86.454 ของพื้นที่การจำแนกประเภทพื้นที่แหล่งน้ำจากภาพดาวเทียมจีโออาย เมื่อพิจารณาพื้นที่โดยรวม

พบว่า มีพื้นที่ที่ให้ผลการจำแนกตรงกัน 30.067 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 46.620 ของพื้นที่การจำแนกทุกประเภท

4.3.2. ผลการเปรียบเทียบพื้นที่การจำแนกประเภทของภาพถ่ายดาวเทียมจีโออายกับภาพผสมดาวเทียม Brovey

ตารางที่ 4.9 ผลการเปรียบเทียบพื้นที่การจำแนกประเภทของภาพถ่ายดาวเทียมจีโออายกับภาพผสมดาวเทียม Brovey

ลำดับ	พื้นที่การจำแนก	พื้นที่ (ตร.กม.) ของพื้นที่ที่มีการจำแนกตรงกัน	ร้อยละของพื้นที่ที่มีการจำแนกตรงกัน
1.	ไม้ยืนต้น	6.787	61.707
2.	ชุมชน, สิ่งปลูกสร้าง	9.553	57.243
3.	พื้นที่ชุ่มน้ำ	4.068	31.661
4.	ทุ่งหญ้า, นาข้าว	2.369	24.641
5.	พื้นที่ว่างเปล่า, มีพืชน้อย	2.843	33.957
6.	พื้นที่แหล่งน้ำ	5.120	85.783
7.	พื้นที่โดยรวม	30.741	47.664

จากตารางที่ 4.9 คือ ผลการเปรียบเทียบพื้นที่การจำแนกประเภทของภาพถ่ายดาวเทียมจีโออายกับภาพผสมดาวเทียม Brovey เมื่อเทียบกับพื้นที่ทั่วทั้งภาพ พบว่า การจำแนกประเภทไม้ยืนต้น(1) มีพื้นที่ที่ให้ผลการจำแนกตรงกัน 6.787 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 61.707 ของพื้นที่การจำแนกประเภทไม้ยืนต้นจากภาพถ่ายดาวเทียมจีโออาย การจำแนกประเภทชุมชน, สิ่งปลูกสร้าง(2) มีพื้นที่ที่ให้ผลการจำแนกตรงกัน 9.553 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 57.243 ของพื้นที่การจำแนกประเภทชุมชน, สิ่งปลูกสร้างจากภาพถ่ายดาวเทียมจีโออาย การจำแนกประเภทพื้นที่ชุ่มน้ำ(3) มีพื้นที่ที่ให้ผลการจำแนกตรงกัน 4.068 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 31.661 ของพื้นที่การจำแนกประเภทพื้นที่ชุ่มน้ำจากภาพถ่ายดาวเทียมจีโออาย การจำแนกประเภททุ่งหญ้า, นาข้าว(4) มีพื้นที่ที่ให้ผลการจำแนกตรงกัน 2.369 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 24.641 ของพื้นที่การจำแนกประเภททุ่งหญ้า, นาข้าวจากภาพถ่ายดาวเทียมจีโออาย การจำแนกประเภทพื้นที่ว่างเปล่า, มีพืชน้อย(5) มีพื้นที่ที่ให้ผลการจำแนกตรงกัน 2.843 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 33.957 ของพื้นที่การจำแนกประเภทพื้นที่ว่างเปล่า, มีพืชน้อยจากภาพถ่ายดาวเทียมจีโออาย การจำแนกประเภทพื้นที่แหล่งน้ำ(6) มีพื้นที่ที่ให้ผลการจำแนกตรงกัน 5.120 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 85.783 ของ

พื้นที่การจำแนกประเภทพื้นที่แหล่งน้ำจากภาพดาวเทียมจีโออาย เมื่อพิจารณาพื้นที่โดยรวมพบว่า มีพื้นที่ที่ให้ผลการจำแนกตรงกัน 30.741 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 47.664 ของพื้นที่การจำแนกทุกประเภท

4.3.3. ผลการเปรียบเทียบพื้นที่การจำแนกประเภทของภาพดาวเทียมจีโออายกับภาพผสมดาวเทียม PCA

ตารางที่ 4.10 ผลการเปรียบเทียบพื้นที่การจำแนกประเภทของภาพดาวเทียมจีโออายกับภาพผสมดาวเทียม PCA

ลำดับ	พื้นที่การจำแนก	พื้นที่ (ตร.กม.) ของพื้นที่ที่มีการจำแนกตรงกัน	ร้อยละของพื้นที่ที่มีการจำแนกตรงกัน
1.	ไม้ยืนต้น	5.210	47.368
2.	ชุมชน, สิ่งปลูกสร้าง	9.790	58.664
3.	พื้นที่ชุ่มน้ำ	3.953	30.766
4.	ทุ่งหญ้า, นาข้าว	5.475	56.937
5.	พื้นที่ว่างเปล่า, มีพืชน้อย	3.452	41.228
6.	พื้นที่แหล่งน้ำ	4.741	79.434
7.	พื้นที่โดยรวม	32.621	50.579

จากตารางที่ 4.10 คือ ผลการเปรียบเทียบพื้นที่การจำแนกประเภทของภาพดาวเทียมจีโออายกับภาพผสมดาวเทียม PCA เมื่อเทียบกับพื้นที่ทั่วทั้งภาพ พบว่า การจำแนกประเภทไม้ยืนต้น (1) มีพื้นที่ที่ให้ผลการจำแนกตรงกัน 5.210 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 47.368 ของพื้นที่การจำแนกประเภทไม้ยืนต้นจากภาพดาวเทียมจีโออาย การจำแนกประเภทชุมชน, สิ่งปลูกสร้าง (2) มีพื้นที่ที่ให้ผลการจำแนกตรงกัน 9.790 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 58.664 ของพื้นที่การจำแนกประเภทชุมชน, สิ่งปลูกสร้างจากภาพดาวเทียมจีโออาย การจำแนกประเภทพื้นที่ชุ่มน้ำ (3) มีพื้นที่ที่ให้ผลการจำแนกตรงกัน 3.953 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 30.766 ของพื้นที่การจำแนกประเภทพื้นที่ชุ่มน้ำจากภาพดาวเทียมจีโออาย การจำแนกประเภททุ่งหญ้า, นาข้าว (4) มีพื้นที่ที่ให้ผลการจำแนกตรงกัน 5.475 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 56.937 ของพื้นที่การจำแนกประเภททุ่งหญ้า, นาข้าวจากภาพดาวเทียมจีโออาย การจำแนกประเภทพื้นที่ว่างเปล่า, มีพืชน้อย (5) มีพื้นที่ที่ให้ผลการจำแนกตรงกัน 3.452 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 41.228 ของพื้นที่การจำแนกประเภทพื้นที่ว่างเปล่า, มีพืชน้อยจากภาพดาวเทียมจีโออาย การจำแนกประเภทพื้นที่

แหล่งน้ำ(6) มีพื้นที่ที่ให้ผลการจำแนกตรงกัน 4.741 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 79.434 ของพื้นที่การจำแนกประเภทพื้นที่แหล่งน้ำจากภาพดาวเทียมจีโออาย เมื่อพิจารณาพื้นที่โดยรวมพบว่า มีพื้นที่ที่ให้ผลการจำแนกตรงกัน 32.621 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 50.579 ของพื้นที่การจำแนกทุกประเภท

4.3.4. ผลการเปรียบเทียบพื้นที่การจำแนกประเภทของภาพดาวเทียมจีโออายกับภาพผสมดาวเทียม Wavelet

ตารางที่ 4.11 ผลการเปรียบเทียบพื้นที่การจำแนกประเภทของภาพดาวเทียมจีโออายกับภาพผสมดาวเทียม Wavelet

ลำดับ	พื้นที่การจำแนก	พื้นที่ (ตร.กม.) ของพื้นที่ที่มีการจำแนกตรงกัน	ร้อยละของพื้นที่ที่มีการจำแนกตรงกัน
1.	ไม้ยืนต้น	6.765	61.501
2.	ชุมชน, สิ่งปลูกสร้าง	6.486	38.865
3.	พื้นที่ชุ่มน้ำ	1.794	13.965
4.	ทุ่งหญ้า, นาข้าว	2.676	27.834
5.	พื้นที่ว่างเปล่า, มีพืชน้อย	3.222	38.478
6.	พื้นที่แหล่งน้ำ	4.326	72.484
7.	พื้นที่โดยรวม	25.269	51.062

จากตารางที่ 4.11 คือ ผลการเปรียบเทียบพื้นที่การจำแนกประเภทของภาพดาวเทียมจีโออายกับภาพผสมดาวเทียม Wavelet เมื่อเทียบกับพื้นที่ทั่วทั้งภาพ พบว่า การจำแนกประเภทไม้ยืนต้น(1) มีพื้นที่ที่ให้ผลการจำแนกตรงกัน 6.765 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 61.501 ของพื้นที่การจำแนกประเภทไม้ยืนต้นจากภาพดาวเทียมจีโออาย การจำแนกประเภทชุมชน, สิ่งปลูกสร้าง(2) มีพื้นที่ที่ให้ผลการจำแนกตรงกัน 6.486 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 38.865 ของพื้นที่การจำแนกประเภทชุมชน, สิ่งปลูกสร้างจากภาพดาวเทียมจีโออาย การจำแนกประเภทพื้นที่ชุ่มน้ำ(3) มีพื้นที่ที่ให้ผลการจำแนกตรงกัน 1.794 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 13.965 ของพื้นที่การจำแนกประเภทพื้นที่ชุ่มน้ำจากภาพดาวเทียมจีโออาย การจำแนกประเภททุ่งหญ้า, นาข้าว(4) มีพื้นที่ที่ให้ผลการจำแนกตรงกัน 2.676 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 27.834 ของพื้นที่การจำแนกประเภททุ่งหญ้า, นาข้าวจากภาพดาวเทียมจีโออาย การจำแนกประเภทพื้นที่ว่างเปล่า, มีพืชน้อย(5) มีพื้นที่ที่ให้ผลการจำแนกตรงกัน 3.222 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 38.478 ของพื้นที่การ

จำแนกประเภทพื้นที่ว่างเปล่า, มีพื้นที่น้อยกว่าภาพดาวเทียมจีโออาย การจำแนกประเภทพื้นที่แหล่งน้ำ(6) มีพื้นที่ที่ให้ผลการจำแนกตรงกัน 4.326 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 72.484 ของพื้นที่การจำแนกประเภทพื้นที่แหล่งน้ำจากภาพดาวเทียมจีโออาย เมื่อพิจารณาพื้นที่โดยรวมพบว่า มีพื้นที่ที่ให้ผลการจำแนกตรงกัน 25.269 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 39.180 ของพื้นที่การจำแนกทุกประเภท

4.3.5. ผลการเปรียบเทียบพื้นที่การจำแนกประเภทของภาพดาวเทียมจีโออายกับภาพผสมดาวเทียม Ehlers

ตารางที่ 4.12 ผลการเปรียบเทียบพื้นที่การจำแนกประเภทของภาพดาวเทียมจีโออายกับภาพผสมดาวเทียม Ehlers

ลำดับ	พื้นที่การจำแนก	พื้นที่ (ตร.กม.) ของพื้นที่ที่มีการจำแนกตรงกัน	ร้อยละของพื้นที่ที่มีการจำแนกตรงกัน
1.	ไม้ยืนต้น	6.323	57.485
2.	ชุมชน, สิ่งปลูกสร้าง	10.753	64.437
3.	พื้นที่ชุ่มน้ำ	5.639	43.885
4.	ทุ่งหญ้า, นาข้าว	3.282	34.136
5.	พื้นที่ว่างเปล่า, มีพื้นที่น้อย	2.578	30.787
6.	พื้นที่แหล่งน้ำ	4.356	72.992
7.	พื้นที่โดยรวม	32.932	51.062

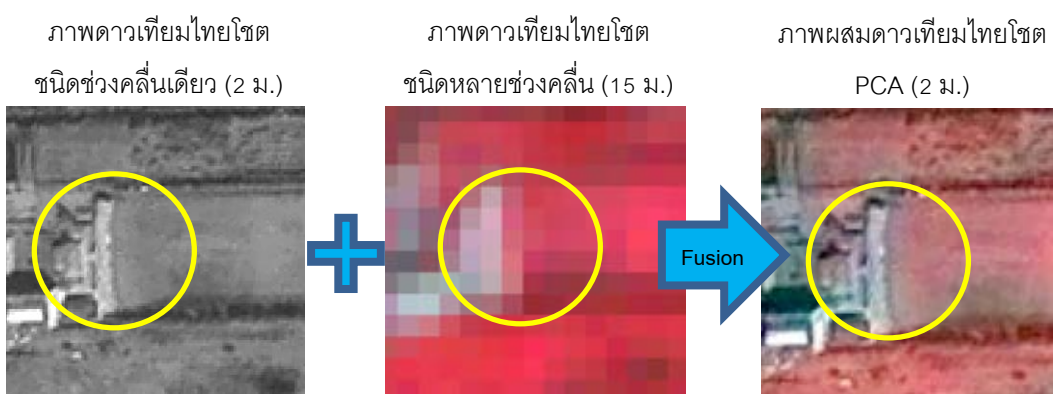
จากตารางที่ 4.12 คือ ผลการเปรียบเทียบพื้นที่การจำแนกประเภทของภาพดาวเทียมจีโออายกับภาพผสมดาวเทียม Ehlers เมื่อเทียบกับพื้นที่ทั่วทั้งภาพ พบว่า การจำแนกประเภทไม้ยืนต้น(1) มีพื้นที่ที่ให้ผลการจำแนกตรงกัน 6.323 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 57.485 ของพื้นที่การจำแนกประเภทไม้ยืนต้นจากภาพดาวเทียมจีโออาย การจำแนกประเภทชุมชน, สิ่งปลูกสร้าง(2) มีพื้นที่ที่ให้ผลการจำแนกตรงกัน 10.753 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 64.437 ของพื้นที่การจำแนกประเภทชุมชน, สิ่งปลูกสร้างจากภาพดาวเทียมจีโออาย การจำแนกประเภทพื้นที่ชุ่มน้ำ(3) มีพื้นที่ที่ให้ผลการจำแนกตรงกัน 5.639 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 43.885 ของพื้นที่การจำแนกประเภทพื้นที่ชุ่มน้ำจากภาพดาวเทียมจีโออาย การจำแนกประเภททุ่งหญ้า, นาข้าว(4) มีพื้นที่ที่ให้ผลการจำแนกตรงกัน 3.282 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 34.136 ของพื้นที่การจำแนกประเภททุ่งหญ้า, นาข้าวจากภาพดาวเทียมจีโออาย การจำแนกประเภทพื้นที่ว่างเปล่า, มีพื้นที่น้อย

(5) มีพื้นที่ที่ให้การจำแนกตรงกัน 2.578 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 30.787 ของพื้นที่การจำแนกประเภทพื้นที่ว่างเปล่า, มีพื้นที่น้อยกว่าภาพดาวเทียมจีโออาย การจำแนกประเภทพื้นที่แหล่งน้ำ(6) มีพื้นที่ที่ให้การจำแนกตรงกัน 4.356 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 72.992 ของพื้นที่การจำแนกประเภทพื้นที่แหล่งน้ำจากภาพดาวเทียมจีโออาย เมื่อพิจารณาพื้นที่โดยรวมพบว่า มีพื้นที่ที่ให้การจำแนกตรงกัน 32.932 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 51.062 ของพื้นที่การจำแนกทุกประเภท

4.4. วิเคราะห์การเปรียบเทียบผลของการจำแนกข้อมูลภาพดาวเทียมจีโออายและข้อมูลภาพผสมดาวเทียมไทยโชต

จากผลการเปรียบเทียบพื้นที่การจำแนกประเภทของภาพดาวเทียมจีโออายกับภาพผสมดาวเทียมแบบต่างๆ ผ่านกระบวนการ Geoprocessing ด้วยวิธี Overlay และ Dissolve พบว่าไม่มีความสอดคล้องกับค่าความถูกต้องของผลการจำแนกที่วิเคราะห์โดยใช้ตารางการปะปนกันของข้อมูล โดยภาพผสมดาวเทียมแบบต่างๆ มีความถูกต้องของผลการจำแนกประเภทอยู่ในเกณฑ์ที่ดี แต่เมื่อนำภาพผสมดาวเทียมไทยโชตแบบต่างๆ มาเปรียบเทียบกับภาพดาวเทียมจีโออายด้วยวิธี Overlay และ Dissolve ซึ่งเป็นวิธีการเปรียบเทียบที่ไม่มีอคติของผู้วิจัยมาเกี่ยวข้อง พบว่า ภาพดังกล่าวมีพื้นที่การจำแนกประเภทต่างๆ ที่ตรงกันส่วนใหญ่ต่ำกว่า 50% ของพื้นที่การจำแนกแต่ละประเภท ผู้วิจัยได้พิจารณาพื้นที่ที่มีผลการจำแนกไม่ตรงกันระหว่างสองภาพ โดยมีข้อสรุปดังนี้

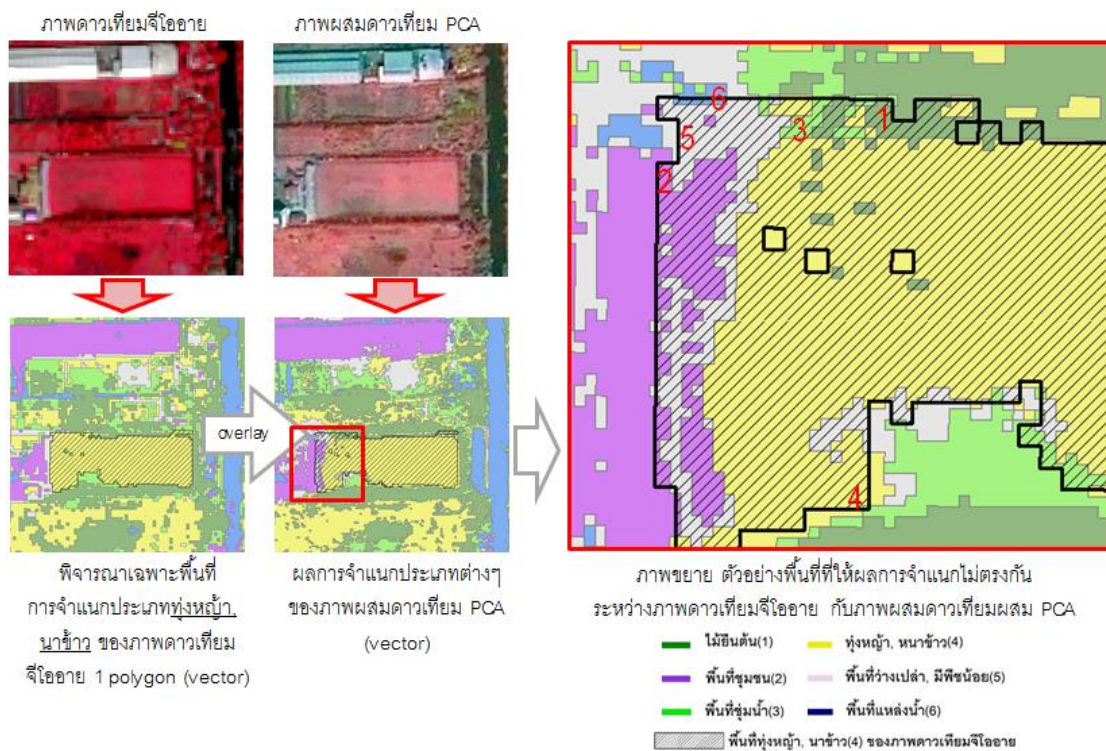
4.4.1. กรณีมีการเฉลี่ยค่าการสะท้อนของจุดภาพระหว่างการผสมภาพ



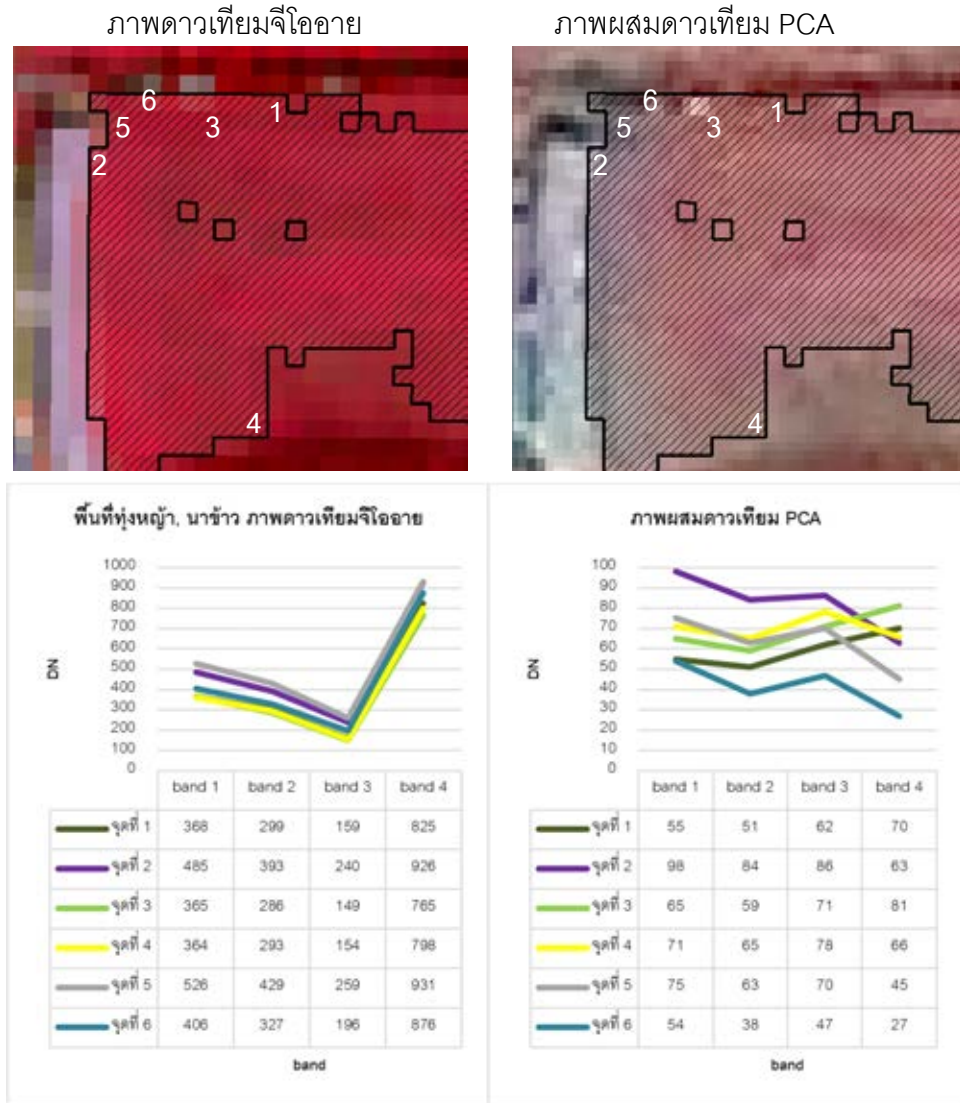
รูปที่ 4.1 ตัวอย่างพื้นที่การจำแนกกรณีมีการเฉลี่ยค่าการสะท้อนของจุดภาพระหว่างการผสมภาพ

4.4.1.1. กรณีการเฉลี่ยค่าสะท้อนช่วงคลื่นของพืช

เมื่อพิจารณาพื้นที่การจำแนกของภาพดาวเทียมผสมไทยโชด ที่ทำการจำแนกไม่ตรงกับพื้นที่การจำแนกของภาพดาวเทียมจีโออาย จากตัวอย่างพื้นที่ในผลการศึกษา ดังรูปที่ 4.1 และ 4.2 บริเวณของแปลงจะมีการจำแนกไม่ตรงกัน เนื่องจากในขั้นตอนการผสมภาพ ในตำแหน่งเดียวกัน 1 จุดภาพ ของภาพชนิดหลายช่วงคลื่น จะมีหลายจุดภาพของภาพชนิดช่วงคลื่นเดียว โดยจะมีการเฉลี่ยค่าสะท้อนช่วงคลื่นของจุดภาพในภาพชนิดหลายช่วงคลื่น ที่มีรายละเอียด 15 เมตร ไปยังแต่ละจุดภาพของภาพชนิดช่วงคลื่นเดียว ที่มีรายละเอียด 2 เมตร เป็นไปได้ว่าภายในพื้นที่ 1 จุดภาพของภาพชนิดหลายช่วงคลื่น จะมีพื้นที่การใช้ที่ดินมากกว่า 1 ประเภท ทำให้ภาพหลังการผสมมีโอกาสที่ค่าสะท้อนช่วงคลื่นของจุดภาพที่ผิดเพี้ยนไปจากพื้นที่จริงได้ ซึ่งจะส่งผลต่อความถูกต้องของการจำแนกประเภทข้อมูลภาพได้



รูปที่ 4.2 เปรียบเทียบผลการจำแนกประเภททุ่งหญ้า, นาข้าวของภาพดาวเทียมจีโออาย กับภาพผลดาวเทียม PCA และลักษณะปัญหาการจำแนกประเภทต่างๆ ที่ไม่ตรงกัน

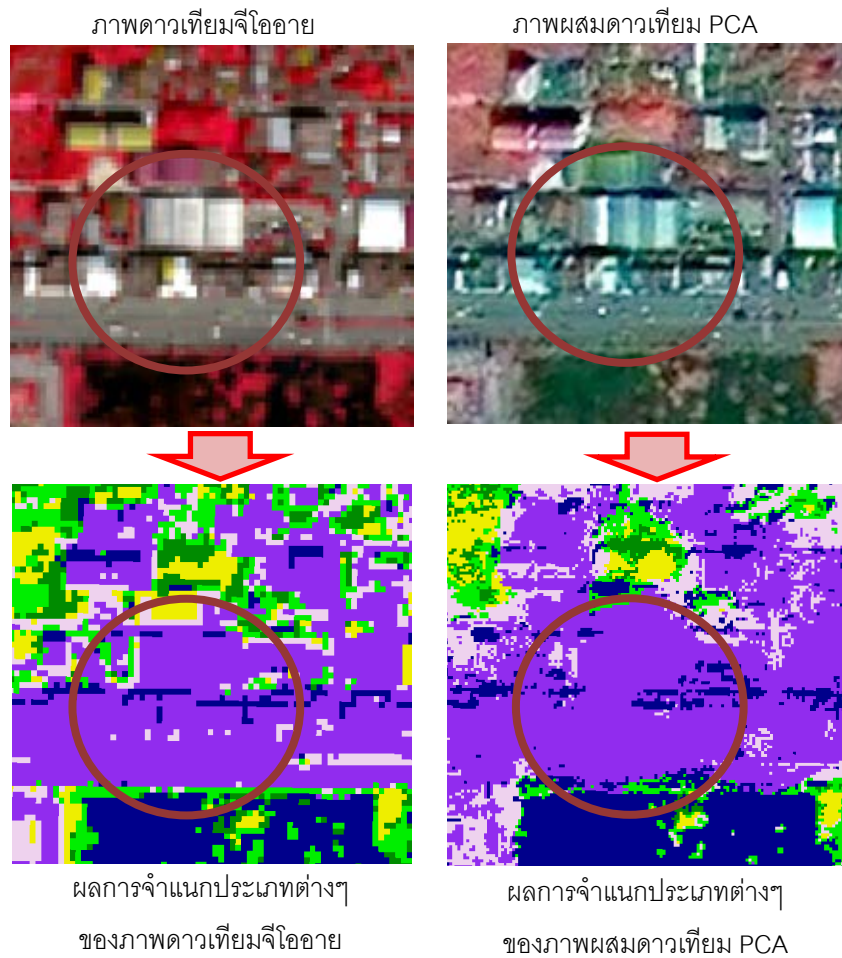


รูปที่ 4.3 spectrum signature ของตัวอย่างพื้นที่ทุ่งหญ้า, นาข้าวในภาพดาวเทียมจีโออาย (ซ้าย) และภาพดาวเทียมผสมดาวเทียม PCA (ขวา)

เลือกพื้นที่ที่มีการจำแนกไม่ตรงกันจุดภาพที่ 1 ถึง 6 ระหว่างภาพดาวเทียมจีโออายกับภาพผสมดาวเทียม PCA ดังรูปที่ 4.2 นำค่าการสะท้อนเชิงคลื่นมาแสดงดังรูป 4.3 โดยพิจารณาเฉพาะพื้นที่การจำแนกประเภททุ่งหญ้า, นาข้าวของภาพดาวเทียมจีโออาย ซึ่งเป็นทุ่งหญ้า, นาข้าวที่มีขนาดพื้นที่มากที่สุด กับผลการจำแนกประเภทต่างๆ ของภาพผสมดาวเทียม PCA ที่อยู่ในบริเวณพื้นที่เดียวกันกับพื้นที่ข้างต้น พบว่าลักษณะ spectrum signature ของภาพผสมดาวเทียม PCA บริเวณตัวอย่างพื้นที่ที่ให้ผลการจำแนกไม่ตรงกับภาพดาวเทียมจีโออายมีลักษณะที่แตกต่าง

กันในแต่ละชนิดการจำแนก จึงถูกจำแนกเป็นประเภทต่างๆ ส่วนภาพดาวเทียมจีโออายทั้ง 6 ตัวอย่างพื้นที่นั้น มีลักษณะ spectrum signature ที่สอดคล้องกันจึงถูกจำแนกเป็นทุ่งหญ้า, นาข้าว

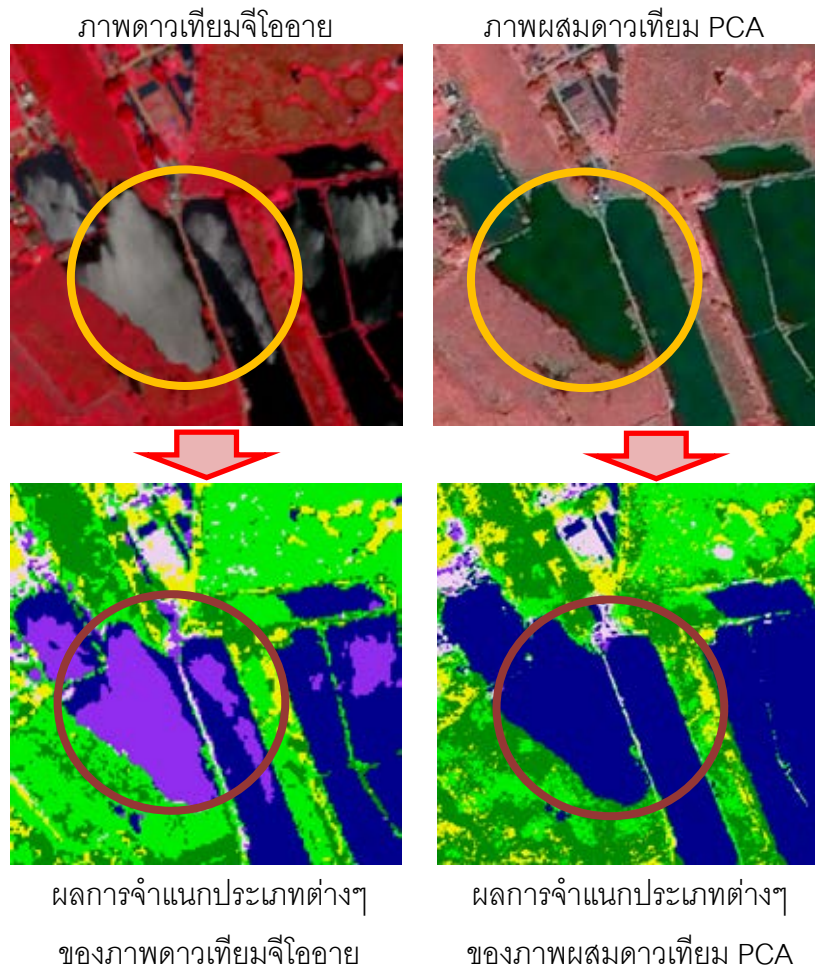
4.4.1.2. กรณีการเคลื่อนค่าสะท้อนช่วงคลื่นของเงาวัตถุ



รูปที่ 4.4 กรณีการเคลื่อนค่าการสะท้อนช่วงคลื่นของเงาวัตถุ รูปบนขวา คือภาพผสมดาวเทียมไทยโชต PCA ที่มีขนาดเงาใหญ่กว่าภาพดาวเทียมจีโออายรูปซ้าย

จากรูปที่ 4.4 คือบริเวณพื้นที่ตัวอย่างพื้นที่ชุมชน, สิ่งปลูกสร้างพื้นที่หนึ่ง พบว่า ภาพผสมดาวเทียมไทยโชต PCA มีพื้นที่เงามากกว่าภาพดาวเทียมจีโออาย เนื่องจากการเคลื่อนค่าการสะท้อนจุดภาพ ที่แสดงลักษณะเงาที่ชัดเจนกว่า

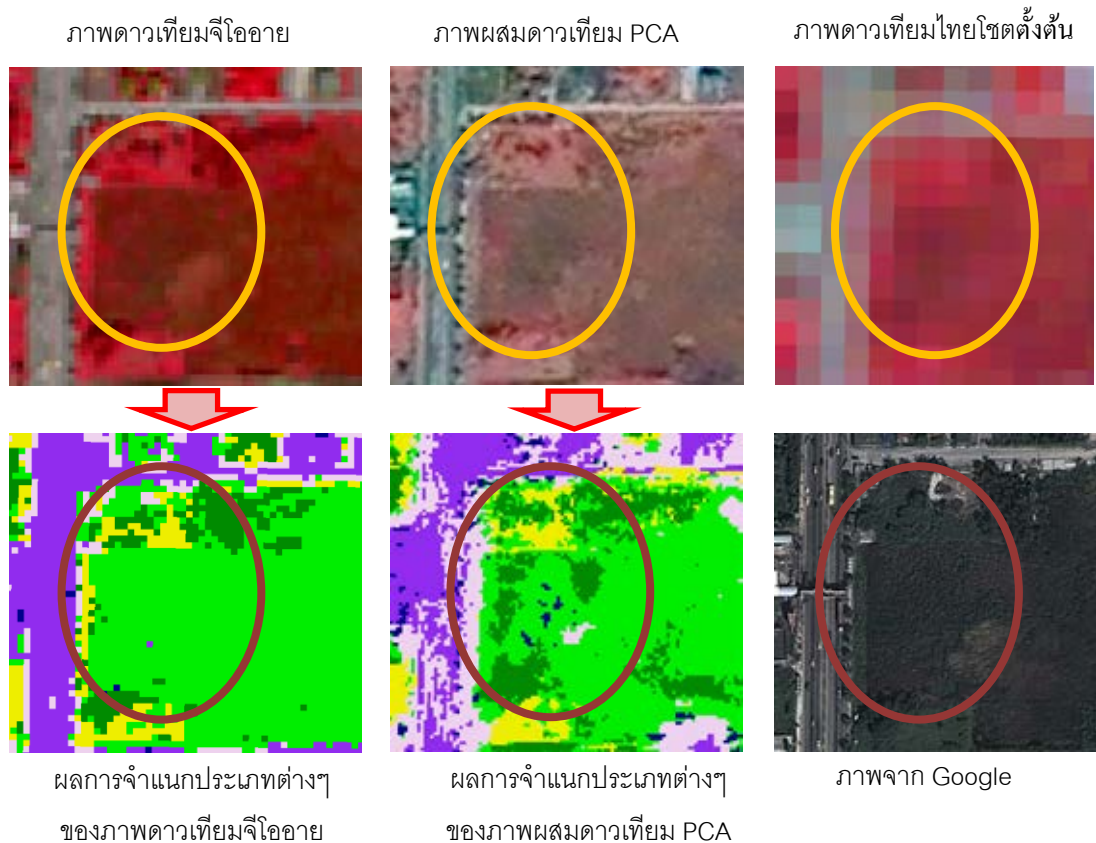
4.4.2. กรณีมีค่าการสะท้อนช่วงคลื่นที่สูงกว่าความเป็นจริงสำหรับภาพดาวเทียมจีไอเอาย ชนิดหลายช่วงคลื่น



รูปที่ 4.5 รูปบนซ้ายแสดงพื้นที่มีค่าการสะท้อนช่วงคลื่นที่สูงกว่าความเป็นจริงของภาพดาวเทียมจีไอเอายเนื่องจากการสะท้อนแบบ specular ส่งผลให้จำแนกพื้นที่น้ำเป็นพื้นที่ชุ่มชื้น ดังรูปล่างซ้าย

จากรูปที่ 4.5 คือบริเวณตัวอย่างพื้นที่แหล่งน้ำพื้นที่หนึ่ง พบว่า ภาพดาวเทียมจีไอเอาย ชนิดหลายช่วงคลื่นมีการสะท้อนช่วงคลื่นในบริเวณพื้นที่แหล่งน้ำบางส่วนที่มีค่าการสะท้อนช่วงคลื่นที่สูงกว่าพื้นที่แหล่งน้ำบริเวณใกล้เคียง เมื่อทำการจำแนกประเภทด้วยโครงข่ายประสาทเทียม พื้นที่ดังกล่าวจึงถูกจำแนกเป็นประเภทชุ่มชื้น, สิ่งปลูกสร้าง สำหรับภาพผสมดาวเทียมไทยโชตแบบต่างๆ ในบริเวณตัวอย่างพื้นที่แหล่งน้ำเดียวกันมีการสะท้อนช่วงคลื่นของพื้นที่แหล่งน้ำสอดคล้องกันทั้งบริเวณ จึงทำให้พื้นที่บริเวณเดียวกันถูกจำแนกเป็นประเภทพื้นที่แหล่งน้ำเหมือนกับพื้นที่แหล่งน้ำบริเวณใกล้เคียง

4.4.3. กรณีมีการเปลี่ยนแปลงของค่าการสะท้อนช่วงคลื่นของภาพผสมดาวเทียมไทยโชตแบบต่างๆ ไปจากภาพตั้งต้น



รูปที่ 4.6 รูปบนแสดงตัวอย่างพื้นที่การจำแนกกรณีการเปลี่ยนแปลงของค่าการสะท้อนช่วงคลื่นของภาพถ่ายดาวเทียมจีโออาย, ภาพผสมดาวเทียม PCA และภาพถ่ายดาวเทียมไทยโชตตั้งต้น ส่งผลให้มีการจำแนกข้อมูลที่ไม่ตรงกัน ดังภาพล่างขวา และล่างกลาง

จากรูปที่ 4.6 ในบริเวณตัวอย่างพื้นที่ที่มีสิ่งปกคลุมดินประเภทพื้นที่ชุ่มน้ำและไม่ยืนต้นอยู่ในบริเวณ โดยพื้นที่การจำแนกของภาพถ่ายดาวเทียมจีโออายในบริเวณนี้คือพื้นที่ชุ่มน้ำและไม่ยืนต้นซึ่งมีความถูกต้องของการจำแนกที่ตรงกับพื้นที่จริงในสนาม แต่สำหรับภาพผสมดาวเทียมไทยโชตแบบต่างๆ ให้ผลการจำแนกเป็นพื้นที่การจำแนกประเภทอื่นๆ เนื่องจากการผสมภาพถ่ายดาวเทียมไทยโชตส่งผลต่อการกระจายของค่าการสะท้อนช่วงคลื่นที่มากขึ้น หรือเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ทำให้ค่าการสะท้อนช่วงคลื่นบริเวณตัวอย่างพื้นที่เปลี่ยนแปลงไปคล้ายกับพื้นที่ไม่ยืนต้น ในทางกลับกัน พื้นที่ไม่ยืนต้นอาจมีการเปลี่ยนแปลงของค่าการสะท้อนช่วงคลื่นไปคล้ายกับพื้นที่ชุ่มน้ำจึงส่งผลต่อความถูกต้องของการจำแนกประเภทด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมในภาพถ่ายดาวเทียมผสมแบบต่างๆ โดยตรง

เนื่องจากงานวิจัยนี้ ได้ใช้พื้นที่ตัวอย่างบริเวณเดียวกัน และจำนวนพื้นที่ตัวอย่างเท่ากัน สำหรับการจำแนกประเภทข้อมูลภาพดาวเทียมจีโออาย และภาพผสมดาวเทียมไทยโชตแบบต่างๆ ด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม ซึ่งถ้ามีการเพิ่มจำนวนพื้นที่ตัวอย่างเพื่อที่ใช้ในการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียม สำหรับภาพผสมดาวเทียมไทยโชตแบบต่างๆ ให้ครอบคลุมทุกพื้นที่การใช้ที่ดินมากขึ้นกว่าเดิม จะทำให้มีความถูกต้องของผลการจำแนกประเภทข้อมูลมากขึ้นได้

4.5. ผลการเปรียบเทียบรายละเอียดข้อมูลภาพผสมดาวเทียมไทยโชตด้วยสายตา

ทำการเปรียบเทียบรายละเอียดข้อมูลภาพผสมดาวเทียม ที่ถูกผสมด้วยวิธีต่างๆ กับภาพถ่ายที่ได้จากการสำรวจข้อเท็จจริงในสนาม แสดงในภาคผนวก ค โดยใช้หลักเกณฑ์การเปรียบเทียบซึ่งได้ให้คำนิยามไว้ในบทที่ 3 หัวข้อที่ 3.11 ได้ผลดังตารางที่ 4-3 ถึง 4-7 ดังนี้

ตารางที่ 4.13 ความสามารถในการมองเห็นได้ของภาพผสมดาวเทียม HSI

รายละเอียดของการสำรวจ ข้อเท็จจริงในสนาม	เกณฑ์การมองเห็น (ร้อยละ)					
	มองเห็นได้ ชัดเจน	มองเห็นได้ ปานกลาง	มองเห็นไม่ ชัดเจน	มองไม่เห็น	ไม่มีข้อมูล	ไม่สามารถ ระบุได้
ไม่ยืนต้น	16 (53.33)	9 (30.00)	4 (13.33)	0 (0)	0 (0)	1 (3.33)
ชุมชน, สิ่งปลูกสร้าง	18 (60.00)	7 (23.33)	4 (13.33)	0 (0)	0 (0)	1 (3.33)
พื้นที่ชุ่มน้ำ	10 (33.33)	6 (20.00)	11 (36.66)	2 (6.66)	0 (0)	1 (3.33)
ทุ่งหญ้า, นาข้าว	17 (56.66)	9 (30.00)	2 (6.66)	0 (0)	0 (0)	2 (6.66)
พื้นที่ว่างเปล่า, มีพืชน้อย	21 (70.00)	5 (16.66)	3 (10.00)	0 (0)	0 (0)	1 (3.33)
พื้นที่แหล่งน้ำ	29 (96.66)	1 (3.33)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
รวม	111 (61.66)	37 (20.55)	24 (13.33)	2 (1.11)	0 (0)	6 (3.33)

จากตารางที่ 4.13 พบว่า ผู้ทำการแปลภาพจำนวน 30 คน ได้ให้ระดับการมองเห็นของภาพผสมดาวเทียม HSI พื้นที่โดยรวมสามารถมองเห็นได้ชัดเจนร้อยละ 61.66 มองเห็นได้ปานกลางร้อยละ 20.55 มองเห็นไม่ชัดเจนร้อยละ 13.33 มองไม่เห็นร้อยละ 1.11 ไม่มีข้อมูลร้อยละ 0 และต้องทำการสำรวจข้อมูลภาคสนามร้อยละ 3.33 เมื่อจำแนกตามพื้นที่รายละเอียดเปรียบเทียบ โดยเรียงลำดับจากมากไปน้อยพบว่าพื้นที่แหล่งน้ำสามารถมองเห็นได้ชัดเจน ร้อยละ 96.66 พื้นที่ว่างเปล่าหรือมีพืชน้อยสามารถมองเห็นได้ชัดเจน ร้อยละ 70.00 พื้นที่ชุมชนหรือสิ่งปลูกสร้างสามารถมองเห็นได้ชัดเจน ร้อยละ 60.00 พื้นที่ทุ่งหญ้าหรือนาข้าวสามารถมองเห็นได้ชัดเจน ร้อย

ละ 56.66 พื้นที่ไม้ยืนต้นสามารถมองเห็นได้ชัดเจน ร้อยละ 53.33 และพื้นที่ชุ่มน้ำสามารถมองเห็นได้ชัดเจน ร้อยละ 33.33

ตารางที่ 4.14 ความสามารถในการมองเห็นได้ของภาพผสมดาวเทียม Brovey

รายละเอียดของการสำรวจข้อเท็จจริงในสนาม	เกณฑ์การมองเห็น (ร้อยละ)					
	ชัดเจน	ปานกลาง	ไม่ชัดเจน	ไม่เห็น	ไม่มีข้อมูล	ไม่สามารถระบุได้
ไม้ยืนต้น	12 (40.00)	11 (36.66)	7 (23.33)	0 (0)	0 (0)	1 (3.33)
ชุมชน, สิ่งปลูกสร้าง	9 (30.00)	14 (46.66)	5 (16.66)	0 (0)	0 (0)	1 (3.33)
พื้นที่ชุ่มน้ำ	3 (10.00)	8 (26.66)	15 (50.00)	3 (10.00)	0 (0)	1 (3.33)
ทุ่งหญ้า, นาข้าว	13 (43.33)	13 (43.33)	3 (10.00)	0 (0)	0 (0)	1 (3.33)
พื้นที่ว่างเปล่า, มีพืชน้อย	15 (50.00)	10 (33.33)	4 (13.33)	0 (0)	0 (0)	1 (3.33)
พื้นที่แหล่งน้ำ	25 (83.33)	4 (13.33)	1 (3.33)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
รวม	77 (42.77)	60 (33.33)	35 (19.44)	3 (1.66)	0 (0)	5 (2.77)

จากตารางที่ 4.14 พบว่า ผู้ทำการแปลภาพจำนวน 30 คน ได้ให้ระดับการมองเห็นของภาพผสมดาวเทียม Brovey พื้นที่โดยรวมสามารถมองเห็นได้ชัดเจนร้อยละ 42.77 มองเห็นได้ปานกลางร้อยละ 33.33 มองเห็นไม่ชัดเจนร้อยละ 19.44 มองไม่เห็นร้อยละ 1.66 ไม่มีข้อมูลร้อยละ 0 และต้องทำการสำรวจข้อมูลภาคสนามร้อยละ 2.77 เมื่อจำแนกตามพื้นที่รายละเอียดเปรียบเทียบโดยเรียงลำดับจากมากไปน้อย พบว่าพื้นที่แหล่งน้ำสามารถมองเห็นได้ชัดเจน ร้อยละ 83.33 พื้นที่ว่างเปล่าหรือมีพืชน้อยสามารถมองเห็นได้ชัดเจน ร้อยละ 50.00 พื้นที่ทุ่งหญ้าหรือนาข้าวสามารถมองเห็นได้ชัดเจน ร้อยละ 43.33 พื้นที่ไม้ยืนต้นสามารถมองเห็นได้ชัดเจน ร้อยละ 40.00 พื้นที่ชุมชนหรือสิ่งปลูกสร้างสามารถมองเห็นได้ชัดเจน ร้อยละ 30.00 และพื้นที่ชุ่มน้ำสามารถมองเห็นได้ชัดเจน ร้อยละ 10.00

ตารางที่ 4.15 ความสามารถในการมองเห็นได้ของภาพผสมดาวเทียม PCA

รายละเอียดของการสำรวจข้อเท็จจริงในสนาม	เกณฑ์การมองเห็น (ร้อยละ)					
	ชัดเจน	ปานกลาง	ไม่ชัดเจน	ไม่เห็น	ไม่มีข้อมูล	ไม่สามารถระบุได้
ไม้ยืนต้น	13 (43.33)	11 (36.66)	4 (13.33)	1 (3.33)	0 (0)	1 (3.33)
ชุมชน, สิ่งปลูกสร้าง	11 (36.66)	12 (40.00)	6 (20.00)	0 (0)	0 (0)	1 (3.33)
พื้นที่ชุ่มน้ำ	3 (10.00)	11 (36.66)	14 (46.66)	1 (3.33)	0 (0)	1 (3.33)
ทุ่งหญ้า, นาข้าว	13 (43.33)	15 (50.00)	1 (3.33)	0 (0)	0 (0)	1 (3.33)
พื้นที่ว่างเปล่า, มีพืชน้อย	17 (56.66)	10 (33.33)	2 (6.66)	0 (0)	0 (0)	1 (3.33)
พื้นที่แหล่งน้ำ	27 (90.00)	3 (10.00)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
รวม	84 (46.66)	62 (34.44)	27 (15.00)	2 (1.00)	0 (0.00)	5 (2.77)

จากตารางที่ 4.15 พบว่า ผู้ทำการแปลภาพจำนวน 30 คน ได้ให้ระดับการมองเห็นของภาพผสมดาวเทียม PCA พื้นที่โดยรวมสามารถมองเห็นได้ชัดเจนร้อยละ 46.66 มองเห็นได้ปานกลางร้อยละ 34.44 มองเห็นไม่ชัดเจนร้อยละ 15.00 มองไม่เห็นร้อยละ 1.00 ไม่มีข้อมูลร้อยละ 0 และต้องทำการสำรวจข้อมูลภาคสนามร้อยละ 2.77 เมื่อจำแนกตามพื้นที่รายละเอียดเปรียบเทียบโดยเรียงลำดับจากมากไปน้อย พบว่าพื้นที่แหล่งน้ำสามารถมองเห็นได้ชัดเจน ร้อยละ 90.00 พื้นที่ว่างเปล่าหรือมีพืชน้อยสามารถมองเห็นได้ชัดเจน ร้อยละ 56.66 พื้นที่ทุ่งหญ้าหรือนาข้าวสามารถมองเห็นได้ชัดเจน ร้อยละ 43.33 พื้นที่ไม้ยืนต้นสามารถมองเห็นได้ชัดเจน ร้อยละ 43.33 พื้นที่ชุมชนหรือสิ่งปลูกสร้างสามารถมองเห็นได้ชัดเจน ร้อยละ 36.66 และพื้นที่ชุ่มน้ำสามารถมองเห็นได้ชัดเจน ร้อยละ 10.00

ตารางที่ 4.16 ความสามารถในการมองเห็นได้ของภาพผสมดาวเทียม Wavelet

รายละเอียดของการสำรวจข้อเท็จจริงในสนาม	เกณฑ์การมองเห็น (รวม)					
	ชัดเจน	ปานกลาง	ไม่ชัดเจน	ไม่เห็น	ไม่มีข้อมูล	ไม่สามารถระบุได้
ไม้ยืนต้น	1 (3.33)	2 (6.66)	16 (53.33)	7 (23.33)	0 (0)	4 (13.33)
ชุมชน, สิ่งปลูกสร้าง	1 (3.33)	5 (16.66)	14 (46.66)	10 (33.33)	0 (0)	0 (0)
พื้นที่ชุ่มน้ำ	2 (6.66)	4 (13.33)	14 (46.66)	7 (23.33)	1 (3.33)	2 (6.66)
ทุ่งหญ้า, นาข้าว	1 (3.33)	8 (26.66)	14 (46.66)	6 (20.00)	0 (0)	1 (3.33)
พื้นที่ว่างเปล่า, มีพืชน้อย	9 (30.00)	8 (26.66)	10 (33.33)	2 (6.66)	0 (0)	1 (3.33)
พื้นที่แหล่งน้ำ	19 (63.33)	7 (23.33)	3 (10.00)	0 (0)	0 (0)	1 (3.33)
รวม	33 (18.33)	34 (18.88)	71 (39.44)	32 (17.77)	1 (0.55)	9 (5.00)

จากตารางที่ 4.16 พบว่า ผู้ทำการแปลภาพจำนวน 30 คน ได้ให้ระดับการมองเห็นของภาพผสมดาวเทียม Wavelet พื้นที่โดยรวมสามารถมองเห็นได้ชัดเจนร้อยละ 18.33 มองเห็นได้ปานกลางร้อยละ 18.88 มองเห็นไม่ชัดเจนร้อยละ 39.44 มองไม่เห็นร้อยละ 17.77 ไม่มีข้อมูลร้อยละ 0.55 และต้องทำการสำรวจข้อมูลภาคสนามร้อยละ 5.00 เมื่อจำแนกตามพื้นที่รายละเอียดเปรียบเทียบโดยเรียงลำดับจากมากไปน้อย พบว่าพื้นที่แหล่งน้ำสามารถมองเห็นได้ชัดเจน ร้อยละ 63.33 พื้นที่ว่างเปล่าหรือมีพืชน้อยสามารถมองเห็นได้ชัดเจน ร้อยละ 30.00 พื้นที่ชุ่มน้ำสามารถมองเห็นได้ชัดเจน ร้อยละ 6.66 พื้นที่ทุ่งหญ้าหรือนาข้าวสามารถมองเห็นได้ชัดเจน ร้อยละ 3.33 พื้นที่ไม้ยืนต้นสามารถมองเห็นได้ชัดเจน ร้อยละ 3.33 และพื้นที่ชุมชนหรือสิ่งปลูกสร้างสามารถมองเห็นได้ชัดเจน ร้อยละ 3.33

ตารางที่ 4.17 ความสามารถในการมองเห็นได้ของภาพผสมดาวเทียม Ehlers

รายละเอียดของการสำรวจ ข้อเท็จจริงในสนาม	เกณฑ์การมองเห็น (ร้อยละ)					
	ชัดเจน	ปานกลาง	ไม่ชัดเจน	ไม่เห็น	ไม่มีข้อมูล	สำรวจ ภาคสนาม
ไม้ยืนต้น	10 (33.33)	12 (40.00)	7 (23.33)	0 (0)	0 (0)	1 (3.33)
ชุมชน, สิ่งปลูกสร้าง	13 (43.33)	11 (36.66)	6 (20.00)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
พื้นที่ชุ่มน้ำ	4 (13.33)	10 (33.33)	13 (43.33)	2 (6.66)	0 (0)	1 (3.33)
ทุ่งหญ้า, นาข้าว	10 (33.33)	15 (50.00)	4 (13.33)	0 (0)	0 (0)	1 (3.33)
พื้นที่ว่างเปล่า, มีพืชน้อย	17 (56.66)	6 (20.00)	6 (20.00)	0 (0)	0 (0)	1 (3.33)
พื้นที่แหล่งน้ำ	23 (76.66)	5 (16.66)	2 (6.66)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
รวม	77 (42.77)	59 (32.77)	38 (21.11)	2 (1.11)	0 (0.00)	4 (2.22)

จากตารางที่ 4.17 พบว่า ผู้ทำการแปลภาพจำนวน 30 คน ได้ให้ระดับการมองเห็นของภาพผสมดาวเทียม Ehlers พื้นที่โดยรวมสามารถมองเห็นได้ชัดเจนร้อยละ 42.77 มองเห็นได้ปานกลางร้อยละ 32.77 มองเห็นไม่ชัดเจนร้อยละ 38.11 มองไม่เห็นร้อยละ 1.11 ไม่มีข้อมูลร้อยละ 0.00 และต้องทำการสำรวจข้อมูลภาคสนามร้อยละ 2.22 เมื่อจำแนกตามพื้นที่รายละเอียดเปรียบเทียบโดยเรียงลำดับจากมากไปน้อย พบว่าพื้นที่แหล่งน้ำสามารถมองเห็นได้ชัดเจน ร้อยละ 76.66 พื้นที่ว่างเปล่าหรือมีพืชน้อยสามารถมองเห็นได้ชัดเจน ร้อยละ 56.66 พื้นที่ชุมชนหรือสิ่งปลูกสร้างสามารถมองเห็นได้ชัดเจน ร้อยละ 43.33 พื้นที่ทุ่งหญ้าหรือนาข้าวสามารถมองเห็นได้ชัดเจน ร้อยละ 33.33 พื้นที่ไม้ยืนต้นสามารถมองเห็นได้ชัดเจน ร้อยละ 33.33 และพื้นที่ชุ่มน้ำสามารถมองเห็นได้ชัดเจน ร้อยละ 13.33

บทที่ 5 สรุปผลการศึกษา

5.1. สรุปแนวคิดจากการศึกษา

ดาวเทียมไทยโชต มีตัวรับสัญญาณชนิดหลายช่วงคลื่น สามารถผสมสีได้หลายรูปแบบ มีรายละเอียดเชิงคลื่นสูง เนื่องจากสามารถตอบสนองช่วงคลื่นต่างๆ จึงสามารถนำภาพมาทำการจำแนกสิ่งปกคลุมดินได้ สำหรับตัวรับสัญญาณชนิดช่วงคลื่นเดียว ให้รายละเอียดเชิงตำแหน่งสูง สามารถทำการจำแนกรายละเอียดด้วยสายตาได้ เทคนิคการผสมภาพจึงเป็นการนำเอาข้อได้เปรียบของภาพที่ได้จากตัวรับสัญญาณชนิดต่างๆ มารวมกันเป็นภาพถ่ายผสม ที่มีรายละเอียดเชิงพื้นที่ และรายละเอียดเชิงคลื่นอยู่ในภาพเดียวกัน

จากผลการวิจัยครั้งนี้ ได้นำเอาภาพผสมดาวเทียมไทยโชต ที่ทำการผสมด้วยวิธี Hue Saturation Intensity (HSI), Brovey Transformation, Principal Component Analysis (PCA), Wavelet Transform และ Ehlers fusion มาทำการ จำแนกข้อมูลด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม พบว่าภาพผสมดาวเทียมไทยโชตที่ผสมด้วยวิธีดังกล่าว มีความถูกต้องรวมสำหรับการจำแนกโดยรวมที่ 78.78 %, 83.45 %, 86.81 %, 75.34 % และ 88.12 % ตามลำดับ จากนั้นนำผลการจำแนกที่ได้มาเปรียบเทียบกับผลการจำแนกข้อมูลภาพดาวเทียมจีโออายที่จำแนกข้อมูลด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมเช่นเดียวกัน ผลการเปรียบเทียบที่ได้พบว่า ภาพดาวเทียมไทยโชตที่ทำการผสมด้วยวิธี Ehlers และ PCA มีพื้นที่การจำแนกที่ใกล้เคียงกับพื้นที่การจำแนกของภาพดาวเทียมจีโออายมากที่สุด โดยมีพื้นที่การจำแนกโดยรวมที่ตรงกัน 51.062 % และ 50.579 % ตามลำดับ

เมื่อทำการวิเคราะห์พื้นที่ภาพผสมดาวเทียมไทยโชตด้วยวิธีต่างๆ ที่จำแนกไม่ตรงกับพื้นที่การจำแนกของภาพดาวเทียมจีโออาย พบว่าปัญหาดังกล่าวเกิดจาก อัตราส่วนความละเอียดจุดภาพของภาพตั้งต้นทั้ง 2 ภาพ คือ 1:7.5 การผสมภาพจึงมีการเฉลี่ยค่าการสะท้อนของจุดภาพในภาพดาวเทียมตั้งต้นที่มีรายละเอียดเชิงคลื่นมากกว่า ไปยังจุดภาพที่มีรายละเอียดเชิงคลื่นน้อยกว่าจำนวนหลายจุดภาพจึงมีการกระจายของค่าการสะท้อนของจุดภาพเพิ่มขึ้น หรือเปลี่ยนไปจากภาพตั้งต้น ทำให้ส่งผลต่อความถูกต้องในการแปลและจำแนกข้อมูลภาพซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของของ M. Ehlers (2009) ที่อัตราส่วนความละเอียดจุดภาพมากขึ้น ความถูกต้องของการจำแนกก็จะลดลง เนื่องจากมีการเฉลี่ยค่าการสะท้อนของจุดภาพ ที่มีรายละเอียดเชิงคลื่นมากกว่า ไปยังจุดภาพที่มีรายละเอียดเชิงคลื่นน้อยกว่าในจำนวนจุดภาพที่เพิ่มขึ้น ซึ่งจะเป็น

ปัญหาในบริเวณพื้นที่ของแปลง นอกจากนี้ M. Ehlers ได้ทำการจำแนกภาพผสมดาวเทียม ที่ผสมด้วยวิธีต่างๆ โดยใช้ภาพดาวเทียมแลนด์แซตชนิดหลายช่วงคลื่น กับภาพดาวเทียมสปอตชนิดช่วงคลื่นเดียว ซึ่งมีอัตราส่วนความละเอียดจุดภาพของภาพตั้งต้นทั้ง 2 ภาพ คือ 1:6 ภาพที่ผสมด้วยวิธี Ehlers มีความถูกต้องของการจำแนก 90% มากกว่าภาพผสมดาวเทียมวิธีอื่นๆ

นอกจากปัญหาที่เกิดจากการเฉลี่ยค่าการสะท้อนของจุดภาพ และการกระจายของค่าการสะท้อนจุดภาพ เปลี่ยนไปจากภาพตั้งต้นก่อนการผสมภาพ ที่ส่งผลต่อความถูกต้องสำหรับการจำแนกข้อมูลภาพผสมดาวเทียมไทยโชตแบบต่างๆ แล้ว ยังพบปัญหาการที่เกิดขึ้นสำหรับภาพดาวเทียมรายละเอียดสูงทั่วไป รวมถึงที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ คือ ภาพดาวเทียมจีโออาย ชนิดหลายช่วงคลื่น และภาพดาวเทียมไทยโชต ชนิดช่วงคลื่นเดียว จะมีค่าการสะท้อนของจุดภาพในบางพื้นที่ที่มีค่าการสะท้อนของจุดภาพที่สูงกว่าความเป็นจริง หรือต่ำกว่าความเป็นจริง เช่น พื้นที่แหล่งน้ำมีเงาของเมฆที่สะท้อนบนผิวน้ำ ถูกจำแนกเป็นประเภทพื้นที่ชุมชน, ที่อยู่อาศัย และพื้นที่ชุมชน, ที่อยู่อาศัย มีลักษณะเงาของวัตถุทอดตัวอยู่ บริเวณของเงาจะถูกจำแนกเป็นประเภทพื้นที่แหล่งน้ำ เป็นต้น จึงส่งผลให้การเปรียบเทียบพื้นที่การจำแนกข้อมูลภาพผสมดาวเทียมไทยโชตแบบต่างๆ กับภาพดาวเทียมจีโออาย มีพื้นที่การจำแนกที่ตรงกันในแต่ละประเภทส่วนใหญ่ ต่ำกว่า 50 %

อีกประการหนึ่ง ค่าความถูกต้องรวมของการจำแนก (Overall accuracy) ของภาพดาวเทียมทั้งจีโออายและภาพผสมไทยโชตมีค่าความถูกต้องอยู่ในเกณฑ์ที่สูงคือมากกว่า 80% แต่เมื่อนำผลการจำแนกมาเปรียบเทียบกันพบว่า พื้นที่ที่จำแนกตรงกันมีประมาณ 50% เท่านั้น สาเหตุโดยรวมมาจากค่าสะท้อนพลังงานที่ไม่สอดคล้องกับสิ่งปกคลุมดิน และผลที่เกิดจากการผสมภาพทำให้ค่าสะท้อนพลังงานเปลี่ยนแปลงไป

ผลการเปรียบเทียบรายละเอียดข้อมูลภาพผสมดาวเทียมด้วยสายตา มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับผลการจำแนกข้อมูลภาพผสมดาวเทียมด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม จากผลการทดสอบ ภาพผสมดาวเทียมไทยโชตที่ทำการผสมด้วยวิธี HSI, Brovey, PCA และ Ehlers เป็นภาพที่มีระดับการมองเห็นได้ชัดเจนสูง และมีผลความถูกต้องของการจำแนกข้อมูลภาพด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมสูงด้วย แต่ภาพที่มีระดับการมองเห็นได้ชัดเจนต่ำที่สุดอย่างภาพดาวเทียมผสม Wavelet ก็มีความถูกต้องของการจำแนกที่ต่ำด้วยเช่นกันกล่าวคือ การแปลงภาพหรือการมองเห็นของมนุษย์ มีลักษณะที่คล้ายกับการเรียนรู้พื้นที่ตัวอย่างของโครงข่ายประสาทเทียมที่ใช้ในการจำแนกข้อมูลภาพถ่าย

5.2. สรุปผลการวิจัย

จากการวิจัยสามารถสรุปผลได้ดังนี้

5.2.1. การผสมภาพ

การผสมภาพดาวเทียมเป็นการนำเอาภาพรายละเอียดเชิงคลื่นสูง กับภาพรายละเอียดเชิงตำแหน่งสูงของดาวเทียมไทยโชตมาผสมกัน ทำให้ได้ภาพมีคุณสมบัติรายละเอียดเชิงคลื่นสูง และรายละเอียดเชิงตำแหน่งสูงอยู่ในภาพเดียวกัน วิธีการผสมภาพที่ทำมาใช้ในการงานวิจัยครั้งนี้ คือ Hue Saturation Intensity (HSI), Brovey Transformation, Principal Component Analysis (PCA), Wavelet Transform และ Ehlers fusion

ในการผสมภาพดาวเทียมจะต้องทำการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตของข้อมูลภาพ เพื่อให้ภาพที่มาจากต่างตัวรับสัญญาณกัน แต่อยู่ในพื้นที่เดียวกันมีตำแหน่งพื้นดินที่ตรงกัน การเลือกภาพดาวเทียมตั้งต้นที่จะนำมาผสมภาพจะต้องทำการศึกษาถึงช่วงคลื่นที่ใช้ในการบันทึกข้อมูลของดาวเทียม เพื่อเลือกข้อมูลที่เหมาะสมตรงกับวัตถุประสงค์ในการทำงาน ในงานวิจัยครั้งนี้ได้ใช้พื้นที่ศึกษาบริเวณเขตมีนบุรี ที่มีการใช้ที่ดินเป็นเมืองและเกษตรกรรม จึงต้องเลือกข้อมูลภาพสีผสม ที่สามารถแยกชนิดของพืชและพื้นที่ปลูกสร้างได้อย่างชัดเจนด้วยในพื้นที่ศึกษาข้อมูลที่บ้านทีกช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (0.77 – 0.90 μ m) ตรงกับช่วงคลื่นแบนด์ 4 ช่วงคลื่นสีแดง (0.62 – 0.69) ตรงกับช่วงคลื่นแบนด์ 3 และช่วงคลื่นสีเขียว (0.53-0.60) ตรงกับช่วงคลื่นแบนด์ 2 นำมาทำการผสมสีในระบบ RGB ตามลำดับ เพื่อสามารถแปลและจำแนกชนิดของพืชพรรณและสิ่งปกคลุมดินได้ ผลการผสมภาพในเบื้องต้นสามารถมองเห็นการแบ่งขอบเขตของข้อมูลแต่ละประเภทได้ชัดเจนขึ้น ข้อมูลประเภทการใช้ที่ดินที่อยู่ติดกัน เช่น ตัวอาคารกับถนน หรือ แปลงนา กับพื้นที่ว่างเปล่า ซึ่งสามารถแยกขอบเขตออกจากกันได้อย่างชัดเจน โดยเฉพาะแปลงนา และแปลงพื้นที่ว่างเปล่าที่ไม่มีพืช จะทำการจำแนกได้ยากในภาพชนิดช่วงคลื่นเดียว และแยกขอบเขตได้ไม่ชัดเจนในภาพหลายช่วงคลื่น

5.2.2. การจำแนกข้อมูลภาพดาวเทียมจีโออายชนิดหลายช่วงคลื่น ด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม

จากงานวิจัยที่ได้เคยมีผู้ทำการวิจัยที่ผ่านมาเกี่ยวกับการจำแนกภาพดาวเทียมโดยใช้วิธีโครงข่ายประสาทเทียม ส่วนใหญ่พบว่า วิธีโครงข่ายประสาทเทียมเป็นวิธีการจำแนกที่ให้ความถูกต้องในการจำแนกสูง เนื่องจากเป็นวิธีที่ไม่อาศัยสมมติฐานใดๆ ของข้อมูลในการจำแนก

โดยโครงข่ายใยประสาทเทียมจะทำการเรียนรู้พื้นที่ตัวอย่าง และทำการจำแนกพื้นที่อื่นๆ และเป็นวิธีที่น่าสนใจ เพราะจะสามารถทำการจำแนกข้อมูลภาพดาวเทียมจีโออาย ภาพผสมดาวเทียมไทยโชตต่างๆ ได้ เนื่องจากภาพดังกล่าวมีการกระจายตัวของค่าสะท้อนช่วงคลื่นของจุดภาพที่แตกต่างกัน แต่วิธีโครงข่ายใยประสาทเทียมยังไม่เป็นวิธีที่ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลาย เนื่องจากเป็นวิธีที่ไม่สะดวกต่อการใช้งาน แต่ปัจจุบัน โปรแกรมประมวลผลภาพ ENVI ได้ทำการจำแนกด้วยวิธีโครงข่ายใยประสาทเทียมมาติดตั้งไว้ ทำให้สามารถทำการจำแนกด้วยวิธีนี้ได้ง่ายขึ้น ลดความยุ่งยากลง

การจำแนกด้วยวิธีโครงข่ายใยประสาทเทียมจะต้องทำการปรับจำนวนรอบการเรียนรู้ของโครงข่ายใยประสาทเทียมที่เหมาะสมในแต่ละภาพ ซึ่งจำนวนรอบการเรียนรู้ที่เหมาะสมคือจำนวนรอบการเรียนรู้ที่ทำให้ค่าเอาท์พุทที่ต้องการอยู่ในเกณฑ์ของความผิดพลาดที่ยอมรับได้ (RMS error) และยังทำให้ใช้เวลาในการประมวลผลลดลงด้วย

ผลที่ได้จากการจำแนกข้อมูลภาพดาวเทียมจีโออายชนิดหลายช่วงคลื่น ด้วยวิธีโครงข่ายใยประสาทเทียม เมื่อวิเคราะห์โดยใช้ตารางการปะปนกันของข้อมูล (Confusion matrix) พบว่า มีความถูกต้องในการจำแนก 93.98 % สำหรับในส่วนที่มีการปะปนกันของข้อมูลส่วนมากจะเป็นพื้นที่การจำแนกชนิดชุมชนสิ่งปลูกสร้าง และพื้นที่ว่างเปล่า เนื่องจากทั้ง 2 พื้นที่การจำแนกมีลักษณะ spectrum signature ที่สอดคล้องกัน แต่สำหรับพื้นที่การจำแนกประเภทไม้ยืนต้น, พื้นที่ชุ่มน้ำ, ทุ่งหญ้าหรือนาข้าว และพื้นที่แหล่งน้ำ สามารถให้ผลการจำแนกมีความถูกต้องสูง เนื่องจาก spectrum signature ของแต่ละพื้นที่การจำแนกแตกต่างกัน

5.2.3. การจำแนกข้อมูลภาพผสมดาวเทียมไทยโชตแบบต่างๆ ด้วยวิธีโครงข่ายใยประสาทเทียม

ผลที่ได้จากการจำแนกข้อมูลภาพผสมดาวเทียมไทยโชตแบบต่างๆ ด้วยวิธีโครงข่ายใยประสาทเทียม เมื่อวิเคราะห์โดยใช้ตารางการปะปนกันของข้อมูล (Confusion matrix) พบว่า ภาพผสมดาวเทียมไทยโชตที่ผสมด้วยวิธี Ehlers ความถูกต้องรวมสำหรับการจำแนก (Overall accuracy) มากที่สุด คือ 88.12 % ภาพผสมดาวเทียมไทยโชตที่ผสมด้วยวิธี PCA, Brovey, HSI และ Wavelet มีความถูกต้องรวมสำหรับการจำแนกจากมากไปน้อยตามลำดับ คือ 86.81 %, 83.45 %, 78.78 % และ 75.34 % ตามลำดับ โดยค่าความถูกต้องที่แสดงโดยตารางการปะปนกันของข้อมูลนี้ มาจากการพิจารณาพื้นที่ทดสอบที่ได้ทำการเลือกไว้พร้อมกับพื้นที่ตัวอย่างในขั้นตอนก่อนการจำแนกประเภทข้อมูล ซึ่งจะทำการเลือกเอาพื้นที่ที่มองเห็นได้ชัดเจน ไม่มีการปะปนของ

กลุ่มข้อมูลอื่นๆ ในพื้นที่ และใกล้กับเส้นทางคมนาคมเพื่อให้สามารถเข้าถึงการเก็บข้อมูลได้ ซึ่งวิธีการเลือกพื้นที่ทดสอบดังกล่าวอาจมีการเกิดอคติในการเลือกพื้นที่ได้ จึงทำให้ความถูกต้องของผลการจำแนกประเภทข้อมูลมีอคติด้วย

5.2.4. การเปรียบเทียบพื้นที่การจำแนกข้อมูลภาพผสมดาวเทียมไทยโชตกับพื้นที่การจำแนกข้อมูลภาพดาวเทียมจีโออาย

ในการวิเคราะห์ผลการจำแนกข้อมูลภาพผสมดาวเทียมไทยโชต โดยการนำพื้นที่การจำแนกของภาพผสมดาวเทียมไทยโชต กับพื้นที่การจำแนกของภาพดาวเทียมจีโออาย ผ่านกระบวนการ Geoprocessing ด้วยวิธี Overlay และ Dissolve เพื่อหาพื้นที่ที่มีการจำแนกที่ตรงกัน ผลการเปรียบเทียบพบว่า พื้นที่การใช้ที่ดินประเภทเกษตรกรรม ได้แก่ ไม้ยืนต้น พื้นที่ชุ่มน้ำ ทุ่งหญ้าหรือนาข้าว พื้นที่ว่างเปล่าหรือมีพืชน้อย และพื้นที่แหล่งน้ำ ภาพผสมดาวเทียม PCA สามารถทำการจำแนกพื้นที่เกษตรกรรมได้ใกล้เคียงกับพื้นที่การจำแนกประเภทเกษตรกรรมของภาพดาวเทียมจีโออายมากที่สุด สำหรับพื้นที่การใช้ที่ดินประเภทชุมชนหรือสิ่งปลูกสร้าง ภาพผสมดาวเทียม Ehlers สามารถทำการจำแนก ได้ใกล้เคียงกับพื้นที่การจำแนกประเภทชุมชนหรือสิ่งปลูกสร้างของภาพดาวเทียมจีโออายมากที่สุด

5.2.5. การเปรียบเทียบรายละเอียดข้อมูลภาพผสมดาวเทียมด้วยสายตา

ผลการเปรียบเทียบรายละเอียดข้อมูลภาพผสมดาวเทียมด้วยสายตาในระดับการมองเห็นได้ชัดเจน และมองเห็นได้ปานกลาง พบว่า ภาพผสมดาวเทียมไทยโชตที่ทำการผสมด้วยวิธี HSI, Brovey, PCA และ Ehlers สามารถมองเห็นและทำการแปลรายละเอียดข้อมูลที่สำคัญได้เทียบเท่ากับรายละเอียดของการสำรวจข้อเท็จจริงในสนาม ซึ่งภาพผสมวิธีดังกล่าวสามารถให้รายละเอียดเชิงพื้นที่ และรายละเอียดเชิงคลื่นที่ดีขึ้นกว่าภาพตั้งต้น จึงส่งผลต่อการแปลภาพได้ดียิ่งขึ้น สำหรับการแปลภาพผสมดาวเทียมไทยโชตที่ทำการผสมด้วยวิธี Wavelet ที่ต้องใช้เวลาประมวลผลในพื้นที่ หรือต้องมีการสำรวจรายละเอียดภาคสนาม เพื่อให้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจในการแปลภาพ ซึ่งภาพผสมดาวเทียม Wavelet ให้รายละเอียดเชิงคลื่นที่ดีขึ้นแต่รายละเอียดเชิงตำแหน่งยังน้อยกว่าภาพผสมดาวเทียมด้วยวิธี HSI, Brovey, PCA และ Ehlers

5.2.6. การนำไปประยุกต์ใช้งาน

ค่าสะท้อนช่วงคลื่นของข้อมูลเมื่อนำมาทำภาพผสมดาวเทียมแล้ว พบว่าสีของภาพผลลัพธ์ที่ได้จากการผสมในแต่ละวิธี และภาพตั้งต้น มีความแตกต่างกันตามแต่ละวิธีการผสม แต่มีรายละเอียดเชิงตำแหน่งที่เพิ่มขึ้น ทำให้การแปลภาพ ดีความ หรือเปรียบเทียบรายละเอียด

ข้อมูลภาพด้วยสายตามีความสะดวกรวดเร็ว และประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น มีความถูกต้องในการแปลมากขึ้น เนื่องจากมีความง่ายในการตัดสินใจที่จะทำการแบ่งแยกขอบเขตของแต่ละประเภทการใช้ที่ดินได้ชัดเจนขึ้น เช่น ถนน, ทางน้ำ, แปลงนา, ชุมชนหรือสิ่งปลูกสร้าง เป็นต้น

การจำแนกข้อมูลภาพผสมดาวเทียมไทยโชตด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้การจำแนกด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม พบว่ามีความถูกต้องอยู่ในระดับที่เกิน 86.81% และ 88.12% สำหรับภาพผสมดาวเทียมไทยโชตที่ผสมด้วยวิธี PCA และ Ehlers ตามลำดับ

5.3. ข้อเสนอแนะ

- 1) การปรับแก้ความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตของภาพตั้งต้นที่ใช้ในการผสมภาพ จะต้องมีความคลาดเคลื่อนให้น้อยที่สุด เพื่อให้ข้อมูลพื้นที่จริงในสนามที่ตำแหน่งเดียวกัน ซ้อนทับกันได้พอดีหรือคลาดเคลื่อนไปจากกันน้อยมากในระยະที่ยอมรับได้
- 2) การเลือกพื้นที่ตัวอย่างที่ใช้ในการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียม ควรเลือกให้ครอบคลุมทั่วพื้นที่ศึกษาให้มากที่สุด เพื่อความถูกต้องในการจำแนกข้อมูลภาพดาวเทียม
- 3) การเลือกพื้นที่ทดสอบที่ใช้ในการหาค่าความถูกต้องโดยรวมสำหรับการจำแนกข้อมูล ควรใช้วิธีการเลือกแบบสุ่มพื้นที่ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดอคติ
- 4) การจำแนกข้อมูลภาพดาวเทียมด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม สำหรับงานวิจัยครั้งนี้ได้ใช้โปรแกรม ENVI ในการจำแนก ซึ่งได้ทำการทดลองปรับตัวแปรต่างๆ โดยคำนึงถึงความถูกต้อง ความรวดเร็ว และความสะดวกรวดเร็วของผู้ใช้ในการประมวลผลข้อมูล ดังนั้นในงานวิจัยต่อไปในอนาคต ควรศึกษาวิธีการอื่น หรือจากโปรแกรมประมวลผลภาพอื่นๆ ที่สามารถคำนวณได้อย่างรวดเร็ว และมีความสะดวกต่อผู้ใช้งานต่อไป

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

ซัชชัย เดชเกตู. การศึกษาเปรียบเทียบการจำแนกภาพดาวเทียมโดยใช้วิธีการแพร์กลับความคลาดเคลื่อนในโครงข่ายใยประสาทเทียบกับวิธีความคล้ายคลึงมากที่สุด.วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมสำรวจ ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

ปรมัตถพร พูลศรี. การประเมินความถูกต้องเชิงตำแหน่งทางราบของข้อมูลภาพดาวเทียมรายละเอียดสูง Quickbird ที่ผ่านการปรับแก้เชิงเรขาคณิต โดยแบบจำลองนอนพาราเมตริก และเปรียบเทียบรายละเอียดข้อมูลกับแผนที่มาตราส่วน 1:4000. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมสำรวจ ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548.

ศุทธิณี ดนตรี. เอกสารประกอบการสอนความรู้พื้นฐานด้านการสำรวจระยะไกล.ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2549.

สุรพล โปร่งเฉลยลาก. การหลอมข้อมูลภาพดาวเทียม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, สาขาวิชาระบบสารสนเทศปริภูมิทางวิศวกรรม ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ. คุณลักษณะดาวเทียม THEOS. [ออนไลน์]. 2555. แหล่งที่มา: http://www.gistda.or.th/gistda_n/index.php/service/84 [2556, กันยายน 1]

สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ. คุณลักษณะดาวเทียม GEOEYE. [ออนไลน์]. 2555. แหล่งที่มา http://www.gistda.or.th/gistda_n/index.php/service/144, [2556, กันยายน 1]

ภาษาอังกฤษ

Chavez, P.S., Sides, S.C., and Anderson, J.A., Comparison of three different methods to Merge multiresolution and multispectral data : Landsat TM and SPOT panchromatic, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing. 57, 3 : 295-303, 1991.

Cogalton, G.,R. and Green, K. Assessing the Accuracy of Remotely Sensed Data. CRC Press, Boca Raton, USA, 1999

Ehlers, A., Greiwe, A. and Tomowski, D. 2008. On Segment Based Image Fusion. Institute for Geoinformatics and Remote Sensing, University of Osnabrueck, D-49074 Osnabrueck, Germany, 2002

Fausett L. Fundamentals of Neural Networks Architectures, Algorithm and Application. Prentice Hall International, 1994.

Holland, J.H. Adaptation in Natural and Artificial System. Ann Arbor MI: University of Michigan Press, 1975.

Klonus, S. and Ehlers, M. Performance of evaluation methods in image fusion. In 12th International Conference on Information Fusion Seattle, WA, USA, 2009.

Klonus, S. and Ehlers, M. Spatial and Spectral Evaluation of Image Fusion Methods. Institute for Geoinformatics and Remote Sensing, University of Osnabrueck, Osnabrueck, Germany, 2009. (Unpublished Manuscript)

Laudon, C., and Laudon, P. Management Intermination Systems. USA: Pearson Education Indochina, 2004.

Lillesand, M., T. and Kiefer, R., W. Remote Sensing and Image Interpretation. USA. 2000.

- Matsuoka, M. Comparison of The Spectral Properties of Pansharpend Image Generated from AVNIR-2 and Prism Onboard Alos. Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume I-7, 2012.
- Mazlina, N. and Bakar, A. Applying Multiple Linear Regression and Neural Network to Predict Bank Performance. International Business Research 2, 4: 176-183, 2009.
- Paola, J., D. and Schowengert, R., A. A Detailed Comparison of Backpropagation Neural Network and Maximum-Likelihood Classifiers for Urban Land Use Classification, IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, Vol.33, No.4, pp. 981-996.
- Pohl, C. Geometric Aspects of Multisensor Image Fusion for Topographic map update in the Humid Tropics. University of Hannover, 1996.

ภาคผนวก ก.
รายละเอียดจุดควบคุม

ตารางที่ ก.1 รายละเอียดจุดควบคุมที่ใช้ปรับแก้ความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตภาพดาวเทียม
ไทยโชตชนิดช่วงคลื่นเดี่ยวแบบ Image to Image โดยใช้ภาพดาวเทียมจีโออายเป็นภาพอ้างอิง

point_id	X input	Y input	X Ref.	Y Ref.
1	240.858	219.315	682743.641	1530845.440
2	967.936	243.492	684194.663	1530795.229
3	1098.929	240.587	684455.848	1530800.469
4	1236.970	235.684	684731.240	1530811.762
5	1447.493	243.302	685154.269	1530795.398
6	1332.617	220.797	684923.800	1530840.748
7	1318.993	295.569	684896.086	1530691.384
8	1746.393	223.557	685751.621	1530834.408
9	1979.631	246.471	686218.595	1530788.181
10	2602.488	241.955	687463.555	1530797.159
11	2778.704	214.029	687815.274	1530851.841
12	2865.490	231.984	687987.645	1530816.732
13	3043.165	222.499	688345.826	1530835.486
14	3240.995	228.298	688736.621	1530822.274
15	212.091	326.772	682685.029	1530630.560
16	258.398	369.262	682776.521	1530544.798
17	172.138	499.668	682610.651	1530286.479
18	278.782	416.922	682818.532	1530450.001
19	453.230	389.863	683166.975	1530502.434
20	664.706	487.205	683587.981	1530308.979
21	1212.248	419.366	684683.698	1530444.708
22	1436.657	395.760	685132.359	1530490.557
23	1820.179	440.244	685898.844	1530401.471
24	2029.797	423.528	686320.490	1530437.556
25	2185.782	557.301	686630.689	1530168.023
26	2406.180	363.521	687071.564	1530552.537
27	2523.144	508.129	687303.321	1530265.203
28	2956.804	353.595	688172.875	1530571.988
29	2956.034	510.573	688170.328	1530258.773
30	3227.982	499.154	688714.122	1530281.756

point_id	X input	Y input	X Ref.	Y Ref.
31	3511.740	497.642	689281.545	1530284.754
32	184.359	743.893	682626.725	1529796.108
33	396.697	736.197	683051.528	1529811.617
34	406.022	615.702	683072.569	1530053.227
35	659.988	673.840	683579.275	1529935.652
36	676.671	784.382	683611.608	1529716.699
37	909.448	754.710	684078.680	1529774.237
38	1252.530	850.235	684763.307	1529584.957
39	1516.503	684.541	685291.880	1529913.385
40	1718.026	653.641	685695.164	1529973.882
41	1973.235	736.409	686205.375	1529809.793
42	2219.878	747.638	686698.091	1529786.935
43	2539.875	744.715	687339.655	1529793.153
44	2827.169	615.046	687911.652	1530051.716
45	2771.014	673.504	687800.212	1529937.210
46	3063.322	698.722	688388.879	1529885.509
47	170.082	963.535	682594.638	1529356.583
48	485.753	979.037	683232.044	1529325.237
49	1002.240	1170.190	684264.680	1528942.290
50	1149.881	1025.770	684559.469	1529231.127
51	1237.773	1007.347	684736.396	1529270.289
52	1764.884	955.742	685791.049	1529371.397
53	1667.382	1175.988	685595.657	1528930.733
54	1929.455	916.660	686117.821	1529450.265
55	2595.229	988.412	687448.822	1529305.710
56	2665.295	1170.011	687587.212	1528942.859
57	2713.603	1018.719	687685.590	1529246.835
58	2899.403	966.836	688059.471	1529350.194
59	2864.608	1167.308	687991.004	1528950.316
60	3061.547	1120.884	688383.779	1529041.942
61	3489.441	949.458	689239.201	1529382.499
62	3525.537	1142.442	689310.360	1528997.805
63	232.924	1234.851	682724.770	1528812.930
64	260.932	1255.851	682781.610	1528769.792
65	150.889	1469.065	682565.394	1528345.750
66	383.096	1413.253	683027.394	1528456.500

point_id	X input	Y input	X Ref.	Y Ref.
67	682.696	1223.518	683626.078	1528837.855
68	1151.547	1469.657	684563.756	1528342.703
69	1415.664	1243.598	685089.709	1528794.608
70	1967.892	1200.951	686194.780	1528881.505
71	2405.243	1230.628	687069.270	1528821.308
72	2901.710	1407.728	688064.867	1528467.719
73	3238.595	1237.234	688735.620	1528807.590
74	3483.463	1315.704	689227.869	1528649.765
75	3364.924	1469.773	688990.002	1528343.166
76	3847.849	1454.025	689951.251	1528372.828
77	248.727	1746.947	682759.813	1527788.727
78	262.978	1739.505	682789.256	1527803.731
79	550.982	1776.768	683360.622	1527727.774
80	594.420	1483.364	683448.650	1528316.024
81	702.803	1580.967	683665.488	1528120.146
82	1517.136	1533.530	685291.649	1528214.062
83	1769.737	1520.418	685803.146	1528242.917
84	1512.080	1772.977	685284.277	1527734.040
85	1897.832	1710.278	686068.375	1527863.213
86	2107.623	1505.735	686474.449	1528268.937
87	2258.048	1557.584	686784.278	1528168.798
88	2410.246	1502.427	687080.113	1528276.589
89	2555.559	1508.141	687370.963	1528265.075
90	3028.580	1525.443	688315.906	1528230.163
91	3509.385	1665.786	689277.703	1527949.400
92	3720.557	1602.945	689701.864	1528076.663
93	3654.978	1623.739	689567.558	1528033.831
94	3779.410	1680.460	689818.300	1527920.526
95	127.555	1929.353	682515.866	1527423.796
96	488.826	1788.564	683236.900	1527703.369
97	359.619	2031.462	682980.737	1527219.908
98	469.201	2024.455	683202.382	1527234.414
99	945.052	1779.134	684155.108	1527723.575
100	1130.721	2033.858	684521.779	1527213.415

point_id	X input	Y input	X Ref.	Y Ref.
101	1258.689	2017.031	684777.113	1527246.525
102	1957.588	1917.294	686175.174	1527446.497
103	2115.625	2037.385	686491.972	1527206.835
104	2552.664	1786.133	687365.761	1527709.417
105	2415.127	1831.805	687090.662	1527617.061
106	2506.145	1982.872	687271.186	1527313.874
107	2753.470	1784.869	687768.724	1527712.517
108	3121.527	1782.130	688500.184	1527714.025
109	3000.534	1999.653	688259.807	1527281.226
110	3779.899	1970.309	689818.548	1527338.657
111	153.065	2291.220	682570.786	1526701.095
112	379.926	2205.304	683024.171	1526873.439
113	433.186	2303.035	683127.719	1526675.056
114	683.861	2120.673	683626.752	1527040.238
115	677.114	2292.270	683614.569	1526693.011
116	906.620	2285.256	684075.521	1526712.377
117	1196.629	2187.586	684654.402	1526905.744
118	1426.757	2155.888	685113.519	1526969.596
119	1670.033	2309.170	685602.423	1526664.462
120	1881.672	2359.246	686024.035	1526561.461
121	2468.100	2267.542	687195.853	1526745.805
122	2811.461	2227.403	687880.980	1526824.960
123	3696.858	2166.350	689650.197	1526946.946
124	3709.194	2214.507	689675.820	1526849.859
125	3811.125	2309.551	689879.640	1526660.688
126	206.280	2440.917	682672.902	1526400.785
127	290.534	2441.983	682841.954	1526398.207
128	444.607	2433.005	683147.681	1526415.311
129	660.476	2554.806	683581.939	1526172.789
130	997.192	2591.354	684254.523	1526098.139
131	1174.733	2492.118	684611.561	1526297.712
132	1440.177	2439.093	685140.509	1526402.269
133	2031.043	2445.800	686322.493	1526387.919
134	2258.630	2470.675	686776.710	1526338.385

point_id	X input	Y input	X Ref.	Y Ref.
135	2957.802	2531.823	688176.331	1526216.507
136	2881.123	2526.099	688022.850	1526227.458
137	3236.409	2503.222	688731.548	1526274.244
138	3347.489	2547.100	688954.628	1526185.687
139	153.875	2772.263	682565.494	1525737.257
140	365.628	2812.929	682990.031	1525654.465
141	419.215	2728.161	683098.736	1525824.449
142	684.565	2722.109	683633.613	1525839.860
143	841.143	2951.200	683940.560	1525378.141
144	918.605	2784.482	684096.437	1525712.389
145	1193.875	2713.449	684650.791	1525854.763
146	1407.229	2734.974	685074.915	1525811.911
147	1337.990	2942.541	684935.280	1525395.339
148	1651.645	2809.098	685562.326	1525661.164
149	2024.420	2808.366	686309.234	1525662.774
150	2229.636	2736.684	686719.467	1525806.571
151	2375.313	2943.870	687007.594	1525391.852
152	2878.872	2802.416	688016.463	1525674.434
153	2978.609	2758.222	688216.963	1525762.484
154	3185.121	2706.462	688630.493	1525866.790
155	3203.612	2958.844	688667.161	1525362.326
156	3536.314	2722.955	689329.646	1525834.093
157	3814.947	2766.073	689888.780	1525745.647
158	324.167	3005.394	682910.283	1525271.063
159	463.014	3030.381	683189.257	1525220.509
160	440.053	3249.304	683139.213	1524782.304
161	751.977	3238.136	683759.739	1524803.697
162	954.013	2996.743	684170.694	1525288.493
163	930.972	3247.524	684122.362	1524786.723
164	1699.465	3005.748	685658.722	1525268.961
165	1925.212	3234.709	686107.877	1524810.771
166	2529.100	2972.488	687315.347	1525334.688
167	2711.072	3015.180	687679.969	1525249.356
168	2751.858	3259.050	687767.497	1524764.048
169	2864.897	3212.041	687988.292	1524854.874

point_id	X input	Y input	X Ref.	Y Ref.
170	3507.298	3002.555	689272.704	1525274.543
171	3277.166	3230.284	688813.496	1524819.215
172	204.459	3318.569	682668.218	1524645.231
173	287.375	3311.328	682836.776	1524658.121
174	1167.019	3321.195	684594.094	1524638.299
175	1244.635	3532.968	684748.137	1524214.922
176	1747.623	3296.834	685753.674	1524686.210
177	2012.689	3467.595	686284.360	1524345.472
178	2622.667	3475.390	687503.607	1524328.849
179	2929.041	3547.752	688115.983	1524184.528
180	3380.434	3310.370	689018.395	1524658.364
181	1707.196	3568.154	685673.971	1524143.491
182	1779.672	3729.344	685819.424	1523821.903
183	2029.151	3769.923	686315.786	1523739.421
184	2261.675	3559.510	686783.152	1524161.185
185	2250.035	3764.103	686759.355	1523751.479
186	2523.920	3739.052	687304.740	1523802.290
187	2764.740	3822.670	687785.940	1523634.044
188	3043.249	3833.446	688343.004	1523611.530
189	3325.074	3829.503	688909.335	1523621.306
190	3501.341	3816.428	689264.179	1523648.543
191	3826.504	3564.329	689910.404	1524150.281
192	186.125	3966.625	682630.000	1523349.000
193	168.875	3975.375	682595.000	1523329.000
194	162.375	3913.625	682584.000	1523457.000
195	445.375	3893.125	683146.000	1523495.000
196	3881.625	952.375	690022.000	1529378.000
197	3869.875	932.875	689998.000	1529417.000
198	4053.625	881.625	690367.000	1529518.000
199	1067.125	4074.875	684390.143	1523131.771
200	1456.625	3999.875	685174.543	1523282.943
201	369.375	3453.875	682994.714	1524372.857
202	1328.125	3885.625	684880.657	1523517.628
203	1021.375	3808.875	684300.286	1523663.514
204	3735.634	3109.279	689734.000	1525063.171
205	3736.891	3089.588	689737.172	1525104.400
206	4006.286	739.604	690269.972	1529802.343

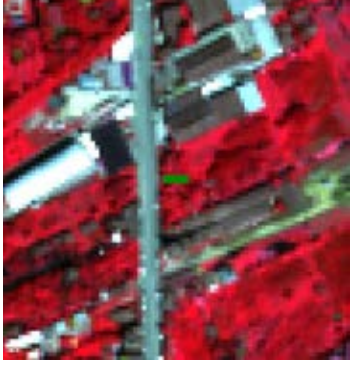







ตารางที่ ก.2 รายละเอียดจุดควบคุมที่ใช้ปรับแก้ความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตภาพดาวเทียม
ไทยโชตชนิดหลายช่วงคลื่น Image to Image โดยใช้ภาพดาวเทียมไทยโชตชนิดช่วงคลื่นเดี่ยวเป็น
ภาพอ้างอิง





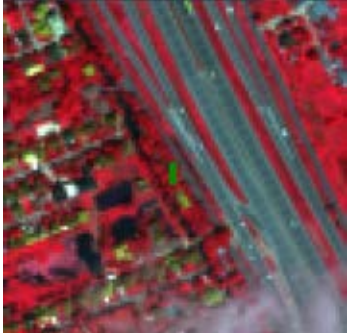



point_id	X input	Y input	X Ref.	Y Ref.
1	203.024	131.589	685211.425	1529117.688
2	307.500	132.292	686778.560	1529104.494
3	278.723	198.802	686352.432	1528099.836
4	300.582	211.601	686691.693	1527910.379
5	366.066	173.985	687656.997	1528485.162
6	428.931	185.729	688601.263	1528308.954
7	469.294	207.245	689205.435	1527985.942
8	145.531	272.533	684349.353	1527005.107
9	149.560	302.598	684410.437	1526554.149
10	221.993	306.530	685501.006	1526493.876
11	366.723	262.476	687667.711	1527157.671
12	416.747	287.503	688420.320	1526780.280
13	210.026	344.131	685318.686	1525930.430
14	302.441	410.249	686699.324	1524940.740
15	393.550	339.651	688070.618	1526000.177
16	349.597	402.840	687412.432	1525049.826
17	488.925	391.029	689500.097	1525225.217
18	180.509	475.481	684874.064	1523968.115
19	135.060	505.685	684196.694	1523507.688
20	259.611	481.347	686061.255	1523875.309
21	432.363	454.482	688652.607	1524275.156
22	438.262	527.549	688739.626	1523178.183
23	484.727	452.943	689436.871	1524298.409
24	519.454	481.832	689959.359	1523864.482
25	68.755	72.479	683215.516	1530002.690
26	251.497	16.619	685947.605	1530841.538
27	101.594	31.343	683693.289	1530609.516
28	26.554	531.081	682566.130	1523127.163
29	12.539	424.995	682368.431	1524712.872
30	66.291	253.804	683170.210	1527295.314




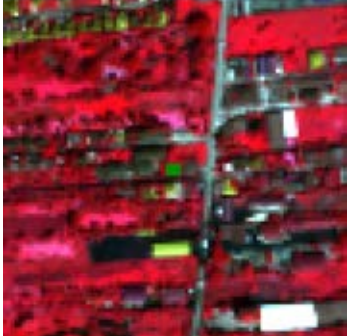


point_id	X input	Y input	X Ref.	Y Ref.
31	103.723	184.440	683742.713	1528323.623
32	20.604	62.122	682477.018	1530149.109
33	529.403	31.300	690114.764	1530628.929
34	385.086	59.311	687949.487	1530203.157
35	515.929	126.634	689920.085	1529190.547
36	153.449	127.205	684469.077	1529183.544
37	543.315	392.123	690319.246	1525205.933
38	499.954	285.433	689676.249	1526809.627
39	61.783	402.583	683100.865	1525039.546
40	281.820	270.599	686405.203	1527028.807
41	386.228	537.419	687967.204	1523022.539
42	120.091	396.262	683974.808	1525147.748
43	6.123	310.037	682257.440	1526437.855
44	58.729	117.453	683060.814	1529325.971
45	293.554	88.689	686573.298	1529760.280
46	153.475	227.498	684478.587	1527678.106
47	213.521	196.447	685370.726	1528144.115
48	395.454	503.671	688101.205	1523528.409
49	192.561	7.449	685061.720	1530982.509
50	242.489	392.274	685811.819	1525203.538



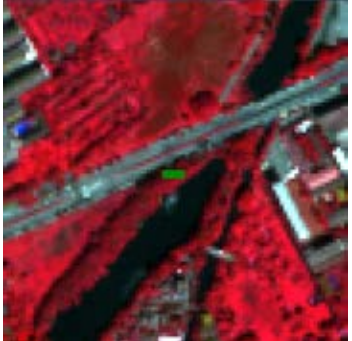



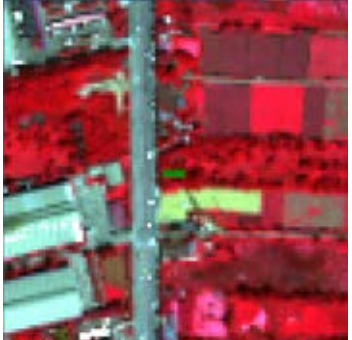

ภาคผนวก ข.
รายละเอียดข้อมูลภาคสนาม

1) ไม่ยื่นต้น

ลำดับ	ประเภทพื้นที่	พื้นที่ตัวอย่าง	ภาพประกอบ
1	ตัวอย่าง		
2	ตัวอย่าง		
3	ตัวอย่าง		
4	ตัวอย่าง		







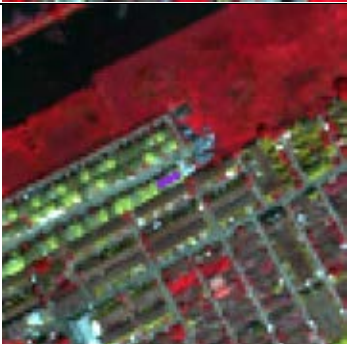

ลำดับ	ประเภทพื้นที่	พื้นที่ตัวอย่าง	ภาพประกอบ
5	ตัวอย่าง		
6	ตัวอย่าง		
7	ตัวอย่าง		
8	ตัวอย่าง		

ลำดับ	ประเภทพื้นที่	พื้นที่ตัวอย่าง	ภาพประกอบ
9	ตัวอย่าง		
10	ทดสอบ		
11	ทดสอบ		
12	ทดสอบ		

ลำดับ	ประเภทพื้นที่	พื้นที่ตัวอย่าง	ภาพประกอบ
13	ทดสอบ		
14	ทดสอบ		
15	ทดสอบ		
16	ทดสอบ		

ลำดับ	ประเภทพื้นที่	พื้นที่ตัวอย่าง	ภาพประกอบ
17	ทดสอบ		
18	ทดสอบ		

2) ชุมชน, สิ่งปลูกสร้าง

ลำดับ	ประเภทพื้นที่	พื้นที่ตัวอย่าง	ภาพประกอบ
1	ตัวอย่าง		
2	ตัวอย่าง		
3	ตัวอย่าง		
4	ตัวอย่าง		

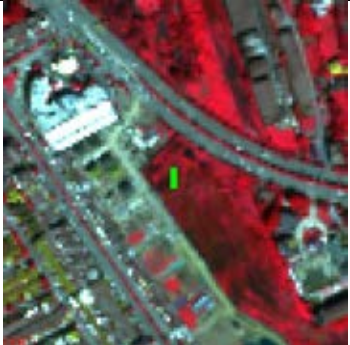

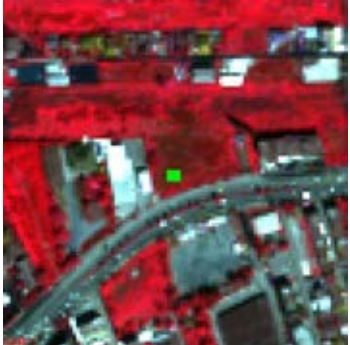





ลำดับ	ประเภทพื้นที่	พื้นที่ตัวอย่าง	ภาพประกอบ
5	ตัวอย่าง		
6	ตัวอย่าง		
6	ตัวอย่าง		
8	ตัวอย่าง		







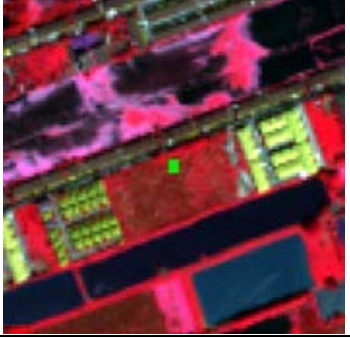

ลำดับ	ประเภทพื้นที่	พื้นที่ตัวอย่าง	ภาพประกอบ
9	ตัวอย่าง		
10	ทดสอบ		
11	ทดสอบ		
12	ทดสอบ		






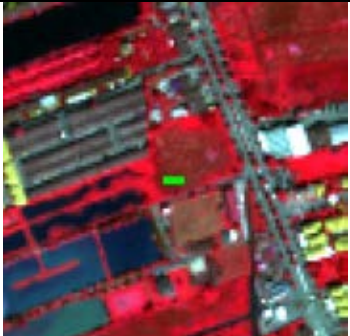

ลำดับ	ประเภทพื้นที่	พื้นที่ตัวอย่าง	ภาพประกอบ
13	ทดสอบ		
14	ทดสอบ		
15	ทดสอบ		
16	ทดสอบ		



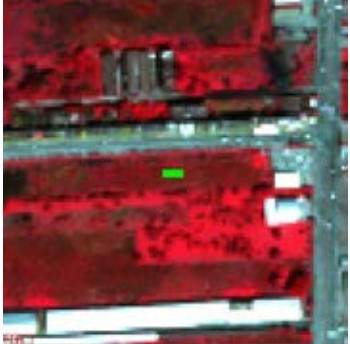



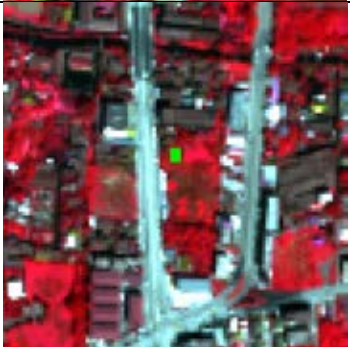

ลำดับ	ประเภทพื้นที่	พื้นที่ตัวอย่าง	ภาพประกอบ
17	ทดสอบ		
18	ทดสอบ		

3) พื้นที่ชุ่มน้ำ

ลำดับ	ประเภทพื้นที่	พื้นที่ตัวอย่าง	ภาพประกอบ
1	ตัวอย่าง		
2	ตัวอย่าง		
3	ตัวอย่าง		
4	ตัวอย่าง		



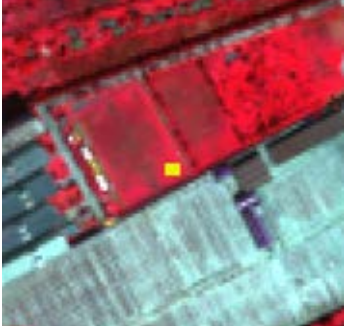





ลำดับ	ประเภทพื้นที่	พื้นที่ตัวอย่าง	ภาพประกอบ
5	ตัวอย่าง		
6	ตัวอย่าง		
7	ตัวอย่าง		
8	ตัวอย่าง		



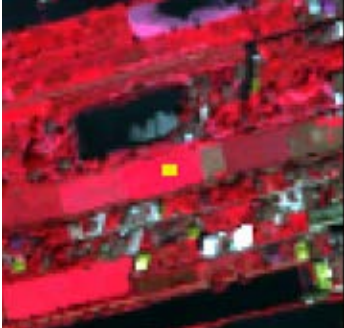





ลำดับ	ประเภทพื้นที่	พื้นที่ตัวอย่าง	ภาพประกอบ
9	ตัวอย่าง		
10	ทดสอบ		
11	ทดสอบ		
12	ทดสอบ		

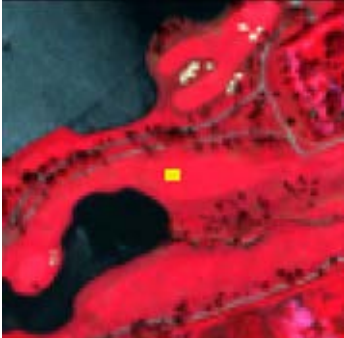







ลำดับ	ประเภทพื้นที่	พื้นที่ตัวอย่าง	ภาพประกอบ
13	ทดสอบ		
14	ทดสอบ		
15	ทดสอบ		
16	ทดสอบ		



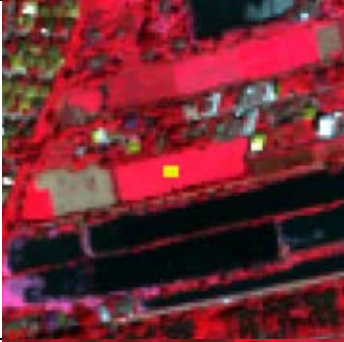



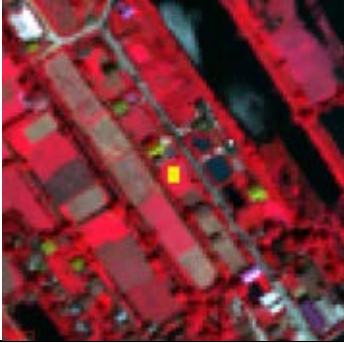

ลำดับ	ประเภทพื้นที่	พื้นที่ตัวอย่าง	ภาพประกอบ
17	ทดสอบ		
18	ทดสอบ		

4) ฟุ้งหญ้า, นาข้าว **ภาพประกอบบางภาพเป็นภาพจาก Google Earth

ลำดับ	ประเภทพื้นที่	พื้นที่ตัวอย่าง	ภาพประกอบ**
1	ตัวอย่าง		
2	ตัวอย่าง		
3	ตัวอย่าง		
4	ตัวอย่าง		





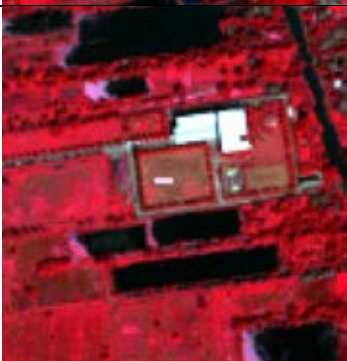
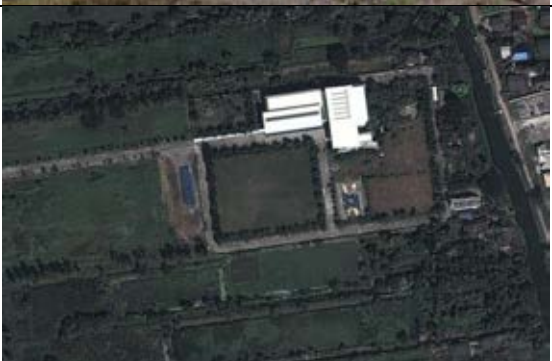
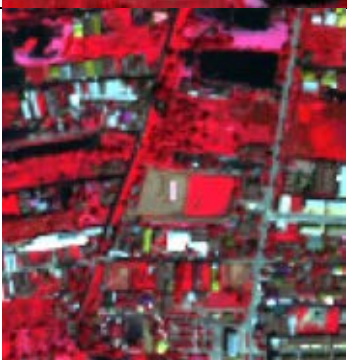

ลำดับ	ประเภทพื้นที่	พื้นที่ตัวอย่าง	ภาพประกอบ**
5	ตัวอย่าง		
6	ตัวอย่าง		
7	ตัวอย่าง		
8	ตัวอย่าง		



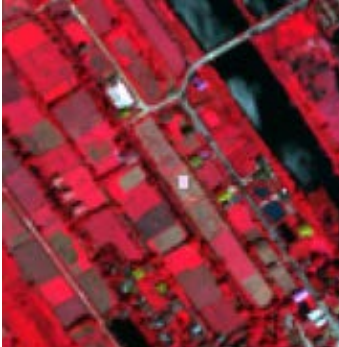



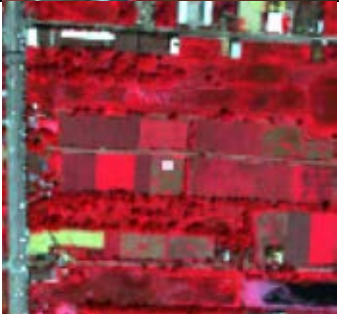

ลำดับ	ประเภทพื้นที่	พื้นที่ตัวอย่าง	ภาพประกอบ**
9	ตัวอย่าง		
10	ทดสอบ		
11	ทดสอบ		
12	ทดสอบ		








ลำดับ	ประเภทพื้นที่	พื้นที่ตัวอย่าง	ภาพประกอบ**
13	ทดสอบ		
14	ทดสอบ		
15	ทดสอบ		
16	ทดสอบ		



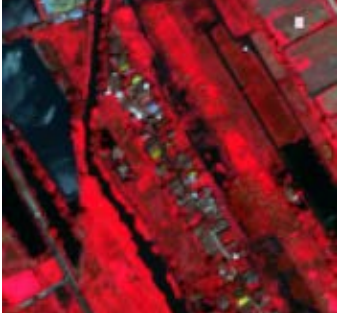







ลำดับ	ประเภทพื้นที่	พื้นที่ตัวอย่าง	ภาพประกอบ**
17	ทดสอบ		
18	ทดสอบ		

5) พื้นที่ว่างเปล่า, มีพืชน้อย*วันที่ทำการเก็บข้อมูลภาคสนาม กับวันที่ถ่ายภาพดาวเทียม ต่างช่วงเวลา กัน อาจมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในบางพื้นที่, **ภาพประกอบบางภาพเป็นภาพจาก Google Earth

ลำดับ	ประเภทพื้นที่	พื้นที่ตัวอย่าง	ภาพประกอบ*,**
1	ตัวอย่าง		
2	ตัวอย่าง		
3	ตัวอย่าง		
4	ตัวอย่าง		

ลำดับ	ประเภทพื้นที่	พื้นที่ตัวอย่าง	ภาพประกอบ*,**
5	ตัวอย่าง		
6	ตัวอย่าง		
7	ตัวอย่าง		
8	ตัวอย่าง		

ลำดับ	ประเภทพื้นที่	พื้นที่ตัวอย่าง	ภาพประกอบ*,**
9	ตัวอย่าง		
10	ทดสอบ		
11	ทดสอบ		
12	ทดสอบ		

ลำดับ	ประเภทพื้นที่	พื้นที่ตัวอย่าง	ภาพประกอบ*,**
14	ทดสอบ		
15	ทดสอบ		
16	ทดสอบ		
17	ทดสอบ		
18	ทดสอบ		

ภาคผนวก ค.

แบบสอบถามการเปรียบเทียบรายละเอียดข้อมูลภาพด้วยสายตา

การเปรียบเทียบรายละเอียดข้อมูลภาพผสมดาวเทียมด้วยสายตา

ประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "การเปรียบเทียบเทคนิคการผสมภาพดาวเทียมไทยโชดกับภาพดาวเทียมจีโอบาย ผ่านการจำแนกข้อมูลภาพด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม"

* Required

1. ท่านกำลังศึกษาอยู่ในสาขาวิชา *

Mark only one oval.

- ภูมิศาสตร์
- วิศวกรรมสำรวจ

2. ท่านกำลังศึกษาอยู่ชั้นปีที *

Mark only one oval.

- ชั้นปีที่ 1
- ชั้นปีที่ 2
- ชั้นปีที่ 3
- ชั้นปีที่ 4
- จบการศึกษาแล้ว

1. การจำแนกประเภท พื้นที่ไม้ยืนต้น

ผู้วิจัยได้แบ่งแนวทางการมองเห็นและการจำแนกไว้ 6 ระดับดังนี้

- มองเห็นได้ชัดเจน หมายถึง สามารถระบุได้ทันทีที่เห็นว่าวัตถุนั้น คืออะไร
- มองเห็นได้ปานกลาง หมายถึง ต้องใช้เวลาในการพิจารณาและสามารถระบุได้ถูกต้อง
- มองเห็นไม่ชัดเจน หมายถึง พอจะมองเห็นได้บ้าง เลื่อนราง ต้องอาศัยการเดา ความถูกต้องมีน้อย
- มองไม่เห็น หมายถึง ไม่สามารถระบุได้เลยว่า วัตถุนั้นคืออะไร
- ไม่มีข้อมูล หมายถึง ไม่มีวัตถุใดๆ บนภาพ หรืออาจมีแต่หาไม่เจอ
- สำรวจข้อมูลภาคสนาม หมายถึง สามารถมองเห็นวัตถุได้ แต่ไม่สามารถระบุการับประโยชน์ได้

จากภาพผสมด้วยวิธีต่างๆ เป็นภาพที่ถูกผสมด้วยภาพดาวเทียมไทยโชด ชนิดช่วงคลื่นเดี่ยว(2 เมตร) และชนิดหลายช่วงคลื่น(15เมตร)

ทำการมองและจำแนกภาพว่าภาพผสมชนิดต่างๆ นั้นให้รายละเอียดของข้อมูลนั้นๆ ในระดับไหน

ภาพดาวเทียมไทยโชด ชนิดช่วงคลื่นเดี่ยว (panchromatic) รายละเอียด 2 เมตร

4/9/2556

ภาพถ่ายดาวเทียมไทยโชด - Google Drive



ภาพถ่ายดาวเทียมไทยโชด ชนิดหลายช่วงคลื่น (Multispectral) รายละเอียด 15 เมตร



ภาพถ่ายพื้นที่ไม้ยืนต้น ที่ได้จากรายการสำรวจข้อเท็จจริงในสนาม

4/9/2556

การแปลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยโดรน - Google Drive



ภาพผสม HSI



4/92556

ภาพแปลภาพผสมดาวเทียมไทย ไรต์ - Google Drive

3. ท่านสามารถมองเห็นและจำแนกไม้ยืนต้นของภาพผสม HSI ใดในระดับใด *
 ไข่มุกของการมองเห็นตามคำชี้แจงด้านบน

Mark only one oval.

- มองเห็นได้ชัดเจน
 มองเห็นได้ปานกลาง
 มองเห็นไม่ชัดเจน
 มองไม่เห็น
 ไม่มีข้อมูล
 สํารวจข้อมูลภาพสนาม

ภาพผสม Brovey



4. ท่านสามารถมองเห็นและจำแนกไม้ยืนต้นของภาพผสม Brovey ใดในระดับใด *
 ไข่มุกของการมองเห็นตามคำชี้แจงด้านบน

Mark only one oval.

- มองเห็นได้ชัดเจน
 มองเห็นได้ปานกลาง
 มองเห็นไม่ชัดเจน
 มองไม่เห็น
 ไม่มีข้อมูล
 สํารวจข้อมูลภาพสนาม

ภาพผสม PCA

4/9/2556

ภาพแปลงภาพบนดาวเทียมไทยโบด - Google Drive



5. ท่านสามารถมองเห็นและจำแนกโมยี่นต้นของภาพผสม PCA ได้ในระดับใด *

ไม่กตขการมองเห็นตามคำยี่นงค่านบน

Mark only one oval.

- มองเห็นได้ชัดเจน
- มองเห็นได้ปานกลาง
- มองเห็นไม่ชัดเจน
- มองไม่เห็น
- ไม่มีข้อมูล
- สำรวจข้อมูลภาพสนาม

ภาพผสม Wavelet

4/9/2556

การแปลภาพดาวเทียมไทยโบลด์ - Google Drive



6. ท่านสามารถมองเห็นและจำแนกโมยีนต้นของภาพผสม Wavelet ได้ในระดับใด *
 โปรดกาเครื่องหมายมองเห็นตามคำบ่งชี้ในวงกลม
 Mark only one oval.

- มองเห็นได้ชัดเจน
- มองเห็นได้ปานกลาง
- มองเห็นไม่ชัดเจน
- มองไม่เห็น
- ไม่มีข้อมูล
- สํารวจข้อมูลภาพสนาม

ภาพผสม Ehlers

4/9/2556

ภาพถ่ายดาวเทียมดาวเทียมไทยโชด - Google Drive



7. ท่านสามารถมองเห็นและจำแนกไม้ยืนต้นของภาพผสม Ehlers ได้ในระดับใด *

ในกิจกรรมการมองเห็นตามคำชี้แจงด้านบน

Mark only one oval.

- มองเห็นได้ชัดเจน
- มองเห็นได้ปานกลาง
- มองเห็นไม่ชัดเจน
- มองไม่เห็น
- ไม่มีข้อมูล
- สืบหาข้อมูลภาพสนาม

2. การจำแนกประเภท ชุมชน, สิ่งปลูกสร้าง

ผู้วิจัยได้แบ่งแนวทางการมองเห็นและการจำแนกไว้ 6 ระดับดังนี้

1. มองเห็นได้ชัดเจน หมายถึง สามารถระบุได้ทันทีที่เห็นว่าวัตถุนั้นคืออะไร
2. มองเห็นได้ปานกลาง หมายถึง ต้องใช้เวลาในการพิจารณาและสามารถระบุได้ถูกต้อง
3. มองเห็นไม่ชัดเจน หมายถึง พอจะมองเห็นได้บ้าง เลื่อนราง ต้องอาศัยการเดา ความถูกต้องมีน้อย
4. มองไม่เห็น หมายถึง ไม่สามารถระบุได้เลยว่า วัตถุนั้นคืออะไร
5. ไม่มีข้อมูล หมายถึง ไม่มีวัตถุใดๆ บนภาพ หรืออาจมีแต่หาไม่เจอ
6. สืบหาข้อมูลภาคสนาม หมายถึง สามารถมองเห็นวัตถุได้ แต่ไม่สามารถระบุการไปประโยชน์ได้

จากภาพผสมด้วยวิธีต่างๆ เป็นภาพที่ถูกผสมด้วยภาพถ่ายดาวเทียมไทยโชด ชนิดช่วงคลื่นเดี่ยว(2 เมตร) และชนิดหลายช่วงคลื่น(15เมตร)

ทำการมองและจำแนกภาพว่าภาพผสมชนิดต่างๆ นั้นให้รายละเอียดของข้อมูลต่างๆ ในระดับไหน

ภาพถ่ายดาวเทียมไทยโชด ชนิดช่วงคลื่นเดี่ยว (panchromatic) รายละเอียด 2 เมตร

4/9/2556

ภาพถ่ายดาวเทียมไทยโชด - Google Drive



ภาพถ่ายดาวเทียมไทยโชด ชนิดหลายช่วงคลื่น (Multispectral) รายละเอียด 15 เมตร



ภาพถ่ายพื้นที่ชุมชน, สิ่งปลูกสร้าง ที่ได้จากรายการสำรวจข้อเท็จจริงในสนาม

4/9/2556

การแปลงภาพสีตามวิธีแบบไฮโดรโมเดล - Google Drive



ภาพผสม HSI



4/92556

ภาพแปลภาพผสมดาวเทียมไทย ไรต์ - Google Drive

8. ท่านสามารถมองเห็นและจำแนกชุมชน, สิ่งปลูกสร้างของภาพผสม HSI ใต้ในระดบใด *
 ไข่มุกด์เซ่การมอเห็นตามค่าบ้แงด้าบมบ

Mark only one oval.

- มองเห็นใต้ชัดเจน
 มองเห็นใต้ปานกลาง
 มองเห็นไม่ชัดเจน
 มองไมเห็น
 ไม่มีข้อมูล
 สำรวจข้อมูลภาพสนาม

ภาพผสม Brovey



9. ท่านสามารถมองเห็นและจำแนกชุมชน, สิ่งปลูกสร้างของภาพผสม Brovey ใต้ในระดบใด *
 ไข่มุกด์เซ่การมอเห็นตามค่าบ้แงด้าบมบ

Mark only one oval.

- มองเห็นใต้ชัดเจน
 มองเห็นใต้ปานกลาง
 มองเห็นไม่ชัดเจน
 มองไมเห็น
 ไม่มีข้อมูล
 สำรวจข้อมูลภาพสนาม

ภาพผสม PCA

4/9/2556

ภาพแปลงภาพถ่ายดาวเทียมไทย ไร่ - Google Drive



10. ท่านสามารถมองเห็นและจำแนกชุมชน, สิ่งปลูกสร้างของภาพผสม PCA ได้ในระดับใด *
 ไข่มุกทัศน์การมองเห็นตามคำชี้แจงด้านบน
 Mark only one oval.

- มองเห็นได้ชัดเจน
- มองเห็นได้ปานกลาง
- มองเห็นไม่ชัดเจน
- มองไม่เห็น
- ไม่มีข้อมูล
- สืบหาข้อมูลภาพสนาม

ภาพผสม Wavelet

4/9/2556

การแปลงภาพผสมดาวเทียมไทย โปด - Google Drive



11. ท่านสามารถมองเห็นและจำแนกชุมชน, สิ่งปลูกสร้างของภาพผสม Wavelet ได้ในระดับใด *
 โปรดกาเครื่องหมายการมองเห็นตามค่าชี้แจงด้านบน
 Mark only one oval.

- มองเห็นได้ชัดเจน
- มองเห็นได้ปานกลาง
- มองเห็นไม่ชัดเจน
- มองไม่เห็น
- ไม่มีข้อมูล
- สำรวจข้อมูลภาพสนาม

ภาพผสม Ehlers

4/92556

ภาพถ่ายดาวเทียมดาวเทียมไทยโชด - Google Drive



12. ท่านสามารถมองเห็นและจำแนกชุมชน, สิ่งปลูกสร้างของภาพผสม Ehlers ได้ในระดับใด *
 โปรดใช้เครื่องหมายวงกลมเลือกคำตอบ
 Mark only one oval.

- มองเห็นได้ชัดเจน
 มองเห็นได้ปานกลาง
 มองเห็นไม่ชัดเจน
 มองไม่เห็น
 ไม่มีข้อมูล
 สืบหาข้อมูลภาพสนาม

3. การจะแนกประเภทพื้นที่ชุมชน ห้างหล้ามื่น ช้าง

ผู้วิจัยได้แบ่งแนวทางการมองเห็นและการจำแนกไว้ 6 ระดับดังนี้

1. มองเห็นได้ชัดเจน หมายถึง สามารถระบุได้ทันทีที่เห็นว่าวัตถุนั้นคืออะไร
2. มองเห็นได้ปานกลาง หมายถึง ต้องใช้เวลาในการพิจารณาและสามารถระบุได้ถูกต้อง
3. มองเห็นไม่ชัดเจน หมายถึง พอจะมองเห็นได้บ้าง เลื่อนราง ต้องอาศัยการเดา ความถูกต้องมีน้อย
4. มองไม่เห็น หมายถึง ไม่สามารถระบุได้เลยว่า วัตถุนั้นคืออะไร
5. ไม่มีข้อมูล หมายถึง ไม่มีวัตถุใดๆ บนภาพ หรืออาจมีแต่หาไม่เจอ
6. สืบหาข้อมูลภาคสนาม หมายถึง สามารถมองเห็นวัตถุได้ แต่ไม่สามารถระบุการับประโยชน์ได้

จากภาพผสมด้วยวิธีต่างๆ เป็นภาพที่ถูกผสมด้วยภาพดาวเทียมไทยโชด ชนิดช่วงคลื่นเดี่ยว(2 เมตร) และชนิดหลายช่วงคลื่น(15เมตร)

ทำการมองและจำแนกภาพว่าภาพผสมชนิดต่างๆ นั้นให้รายละเอียดของข้อมูลต่างๆ ในระดับไหน

ภาพดาวเทียมไทยโชด ชนิดช่วงคลื่นเดี่ยว (panchromatic) รายละเอียด 2 เมตร

4/9/2556

ภาพถ่ายดาวเทียมไทยโชด - Google Drive



Panchromatic

ภาพถ่ายดาวเทียมไทยโชด ชนิดหลายช่วงคลื่น (Multispectral) รายละเอียด 15 เมตร



Multispectral

ภาพถ่ายพื้นที่ชุ่มน้ำ □ทุ่งหญ้า □ชายฝั่ง □จากรายการสำรวจข้อเท็จจริงในสนาม

4/9/2556

การแปลภาพแผนที่ดาวเทียมไทย ไรต์ - Google Drive



พื้นที่ชุ่มน้ำ, ทุ่งหญ้ามีน้ำขัง

ภาพผสม HSI



4/92556

การแปลภาพถ่ายดาวเทียมไทย ไรต์ - Google Drive

13. ท่านสามารถมองเห็นและจำแนกพี [] ซึ่มพ์ [] หึ่งหญำมีน [] ขงของภาพผสมHSI ได้ในระดับใด *
 ไขกฏเซ่การมองเห็นตามคำบ่แงดำนบน

Mark only one oval.

- มองเห็นได้ชัดเจน
 มองเห็นได้ปานกลาง
 มองเห็นไม่ชัดเจน
 มองไม่เห็น
 ไม่มีข้อมูล
 สำรวจข้อมูลภาพสนำน

ภาพผสม Brovey



14. ท่านสามารถมองเห็นและจำแนกพี [] ซึ่มพ์ [] หึ่งหญำมีน [] ขงของภาพผสมBrovey ได้ในระดับใด *
 ไขกฏเซ่การมองเห็นตามคำบ่แงดำนบน

Mark only one oval.

- มองเห็นได้ชัดเจน
 มองเห็นได้ปานกลาง
 มองเห็นไม่ชัดเจน
 มองไม่เห็น
 ไม่มีข้อมูล
 สำรวจข้อมูลภาพสนำน

ภาพผสม PCA

4/9/2556

การแปลงภาพผสมดาวเทียมไทยโรด - Google Drive



15. ท่านสามารถมองเห็นและจำแนกพีซีเอ็มพี (พีเอ็มพี) ฟังก์ชันที่มี (เชิง) ของภาพผสม PCA ได้ในระดับใด *
 ในกรณีของการมองเห็นตามค่าบีเงดำนบน
 Mark only one oval.

- มองเห็นได้ชัดเจน
- มองเห็นได้ปานกลาง
- มองเห็นไม่ชัดเจน
- มองไม่เห็น
- ไม่มีข้อมูล
- สืบหาข้อมูลภาพสนาม

ภาพผสม Wavelet

4/9/2556

การแปลภาพแผนที่ดาวเทียมไทยโชด - Google Drive



17. ท่านสามารถมองเห็นและจำแนกพื้นที่ชุมชน [] ฟังก์ชัน [] ฟังก์ชัน [] ฟังก์ชันของภาพผสม Ehlers ได้ในระดับใด *
 โปรดคลิกการมองเห็นตามคำชี้แจงด้านบน
 Mark only one oval.

- มองเห็นได้ชัดเจน
 มองเห็นได้ปานกลาง
 มองเห็นไม่ชัดเจน
 มองไม่เห็น
 ไม่มีข้อมูล
 สืบหาข้อมูลภาพสนาม

4. การจะแนกประเภทพื้นที่ทุ่งหญ้า, หรือนาข้าว

ผู้วิจัยได้แบ่งแนวทางการมองเห็นและการจำแนกไว้ 6 ระดับดังนี้

1. มองเห็นได้ชัดเจน หมายถึง สามารถระบุได้ทันทีที่เห็นว่าวัตถุนั้น คืออะไร
2. มองเห็นได้ปานกลาง หมายถึง ต้องใช้เวลาในการพิจารณาและสามารถระบุได้ถูกต้อง
3. มองเห็นไม่ชัดเจน หมายถึง พอจะมองเห็นได้บ้าง เลื่อนราง ต้องอาศัยการเดา ความถูกต้องมีน้อย
4. มองไม่เห็น หมายถึง ไม่สามารถระบุได้เลยว่า วัตถุนั้นคืออะไร
5. ไม่มีข้อมูล หมายถึง ไม่มีวัตถุใดๆ บนภาพ หรืออาจมีแต่หาไม่เจอ
6. สืบหาข้อมูลภาคสนาม หมายถึง สามารถมองเห็นวัตถุได้ แต่ไม่สามารถระบุการเปลี่ยนแปลงได้

จากภาพผสมด้วยวิธีต่างๆ เป็นภาพที่ถูกผสมด้วยภาพดาวเทียมไทยโชด ชนิดช่วงคลื่นเดี่ยว(2 เมตร) และชนิดหลายช่วงคลื่น(15เมตร)

ทำการมองและจำแนกภาพว่าภาพผสมชนิดต่างๆ นั้นให้รายละเอียดของข้อมูลต่างๆ ในระดับไหน

ภาพดาวเทียมไทยโชด ชนิดช่วงคลื่นเดี่ยว (panchromatic) รายละเอียด 2 เมตร

4/9/2556

ภาพถ่ายดาวเทียมไทยโชด - Google Drive



ภาพถ่ายดาวเทียมไทยโชด ชนิดหลายช่วงคลื่น (Multispectral) รายละเอียด 15 เมตร



ภาพถ่ายพื้นที่ทุ่งหญ้า, นาข้าว ที่ได้จากรายการสำรวจข้อเท็จจริงในสนาม

4/9/2556

การแปลงภาพผลดาวเทียมไทยไปด - Google Drive



ภาพผสม HSI



4/9/2556

ภาพแปลภาพผสมดาวเทียมไทย ไรต์ - Google Drive

18. ท่านสามารถมองเห็นและจำแนกพืช พืชหญ้า, นาข้าวของภาพผสม HSI ใดในระดับใด *
 ไข่มุกด์เซ่การมองเห็นตามค่าบีแงดำนบน

Mark only one oval.

- มองเห็นได้ชัดเจน
 มองเห็นได้ปานกลาง
 มองเห็นไม่ชัดเจน
 มองไม่เห็น
 ไม่มีข้อมูล
 ส้ารวจข้อมูลภาพสนาม

ภาพ Brovey



19. ท่านสามารถมองเห็นและจำแนกพืช พืชหญ้า, นาข้าวของภาพผสม Brovey ใดในระดับใด *
 ไข่มุกด์เซ่การมองเห็นตามค่าบีแงดำนบน

Mark only one oval.

- มองเห็นได้ชัดเจน
 มองเห็นได้ปานกลาง
 มองเห็นไม่ชัดเจน
 มองไม่เห็น
 ไม่มีข้อมูล
 ส้ารวจข้อมูลภาพสนาม

ภาพผสม PCA

4/9/2556

การแปลงภาพผสมดาวเทียมไทยโรด - Google Drive



20. ท่านสามารถมองเห็นและจำแนกพีซีพีฟังก์ชัน, ขาขาวของภาพผสม PCA ได้ในระดับใด *
 ไม้กดคลิกการมองเห็นตามคำชี้แจงด้านบน
 Mark only one oval.

- มองเห็นได้ชัดเจน
- มองเห็นได้ปานกลาง
- มองเห็นไม่ชัดเจน
- มองไม่เห็น
- ไม่มีข้อมูล
- สำรวจข้อมูลภาพสนาม

ภาพผสม Wavelet

4/9/2556

ภาพแปลงภาพผสมดาวเทียมไทยโรด - Google Drive



21. ท่านสามารถมองเห็นและจำแนกพืชพันธุ์ที่ปลูกในทุ่งหญ้า, นาข้าวของภาพผสม Wavelet ได้ในระดับใด *
 โปรดกาเครื่องหมายการมองเห็นตามค่าชี้แจงด้านบน
 Mark only one oval.

- มองเห็นได้ชัดเจน
- มองเห็นได้ปานกลาง
- มองเห็นไม่ชัดเจน
- มองไม่เห็น
- ไม่มีข้อมูล
- สํารวจข้อมูลภาพสนาม

ภาพผสม Ehlers

4/9/2556

ภาพถ่ายดาวเทียมดาวเทียมไทยโชด - Google Drive



22. ท่านสามารถมองเห็นและจำแนกพื้นที่ทุ่งหญ้า, นาข้าวของภาพผสม Ehlers ได้ในระดับใด *
 ในกิจกรรมการมองเห็นตามคำชี้แจงด้านบน
 Mark only one oval.

- มองเห็นได้ชัดเจน
- มองเห็นได้ปานกลาง
- มองเห็นไม่ชัดเจน
- มองไม่เห็น
- ไม่มีข้อมูล
- สืบหาข้อมูลภาพสนาม

5. การจะแนกประเภทพื้นที่ว่างเปล่า, มีพืชน้อย

ผู้วิจัยได้แบ่งแนวทางการมองเห็นและการจำแนกไว้ 6 ระดับดังนี้

1. มองเห็นได้ชัดเจน หมายถึง สามารถระบุได้ทันทีที่เห็นว่าวัตถุนั้น คืออะไร
2. มองเห็นได้ปานกลาง หมายถึง ต้องใช้เวลาในการพิจารณาและสามารถระบุได้ถูกต้อง
3. มองเห็นไม่ชัดเจน หมายถึง พอจะมองเห็นได้บ้าง เลื่อนราง ต้องอาศัยการเดา ความถูกต้องมีน้อย
4. มองไม่เห็น หมายถึง ไม่สามารถระบุได้เลยว่า วัตถุนั้นคืออะไร
5. ไม่มีข้อมูล หมายถึง ไม่มีวัตถุใดๆ บนภาพ หรืออาจมีแต่หาไม่เจอ
6. สืบหาข้อมูลภาคสนาม หมายถึง สามารถมองเห็นวัตถุได้ แต่ไม่สามารถระบุการเปลี่ยนแปลงได้

จากภาพผสมด้วยวิธีต่างๆ เป็นภาพที่ถูกผสมด้วยภาพถ่ายดาวเทียมไทยโชด ชนิดช่วงคลื่นเดี่ยว(2 เมตร) และชนิดหลายช่วงคลื่น(15เมตร)

ภาพถ่ายดาวเทียมไทยโชด ชนิดช่วงคลื่นเดี่ยว (panchromatic) รายละเอียด 2 เมตร

4/9/2556

ภาพถ่ายดาวเทียมไทยโชด - Google Drive



ภาพถ่ายดาวเทียมไทยโชด ชนิดหลายช่วงคลื่น (Multispectral) รายละเอียด 15 เมตร



ภาพถ่ายพื้นที่ว่างเปล่า, มีพืชน้อย ที่ได้จากรายการสำรวจข้อเท็จจริงในสนาม

4/9/2556

ภาพ ภาพถ่ายดาวเทียมไทย ไรต์ - Google Drive



ภาพผสมดาวเทียม HSI



4/92556

ภาพผลภาพถ่ายดาวเทียมไทย ไรต์ - Google Drive

23. ท่านสามารถมองเห็นและจำแนกพืชไร่ซึ่งเปล่า, มีพืชน้อยของภาพผสม HSI ได้ในระดับใด *

โปรดใช้เครื่องหมายการมองเห็นตามคำชี้แจงด้านบน

Mark only one oval.

- มองเห็นได้ชัดเจน
- มองเห็นได้ปานกลาง
- มองเห็นไม่ชัดเจน
- มองไม่เห็น
- ไม่มีข้อมูล
- สืบหาข้อมูลภาพสนาม

ภาพผสมดาวเทียม Brovey



24. ท่านสามารถมองเห็นและจำแนกพืชไร่ซึ่งเปล่า, มีพืชน้อยของภาพผสม Brovey ได้ในระดับใด *

โปรดใช้เครื่องหมายการมองเห็นตามคำชี้แจงด้านบน

Mark only one oval.

- มองเห็นได้ชัดเจน
- มองเห็นได้ปานกลาง
- มองเห็นไม่ชัดเจน
- มองไม่เห็น
- ไม่มีข้อมูล
- สืบหาข้อมูลภาพสนาม

ภาพผสมดาวเทียม PCA

4/9/2556

ภาพผลภาพผสมดาวเทียมไทยโรด - Google Drive



25. ท่านสามารถมองเห็นและจำแนกพื้นที่ซึ่งเปล้า, มีพืชน้อยของภาพผสม PCA ได้ในระดับใด *
 ไม่กณฑ์การมองเห็นตามค่าชี้แจงด้านบน
 Mark only one oval.

- มองเห็นได้ชัดเจน
- มองเห็นได้ปานกลาง
- มองเห็นไม่ชัดเจน
- มองไม่เห็น
- ไม่มีข้อมูล
- สํารวจข้อมูลภาพสนาม

ภาพผสมดาวเทียม Wavelet

4/9/2556

ภาพผลภาพผสมดาวเทียมไทยโชด - Google Drive



26. ท่านสามารถมองเห็นและจำแนกพื้นที่ซึ่งเปล่า, มีพืชน้อยของภาพผสม HSI ได้ในระดับใด *
 ไม่กณฑ์การมองเห็นตามค่าชี้แจงด้านบน
 Mark only one oval.

- มองเห็นได้ชัดเจน
- มองเห็นได้ปานกลาง
- มองเห็นไม่ชัดเจน
- มองไม่เห็น
- ไม่มีข้อมูล
- สำรวจข้อมูลภาพสนาม

ภาพผสมดาวเทียม Ehlers

4/9/2556

ภาพถ่ายดาวเทียมดาวเทียมไทยโชด - Google Drive



27. ท่านสามารถมองเห็นและจำแนกพื้นที่ซึ่งเปล่า, มีพื้นที่ของภาพผสม Ehlers ได้ในระดับใด *
 ไข้กษการมองเห็นตามคำชี้แจงด้านบน
 Mark only one oval.

- มองเห็นได้ชัดเจน
 มองเห็นได้ปานกลาง
 มองเห็นไม่ชัดเจน
 มองไม่เห็น
 ไม่มีข้อมูล
 ส้ารวจข้อมูลภาพสนาม

6. การจะแนกประเภทพื้นที่แหล่งน้ำ

ผู้วิจัยได้แบ่งแนวทางการมองเห็นและการจำแนกไว้ 6 ระดับดังนี้

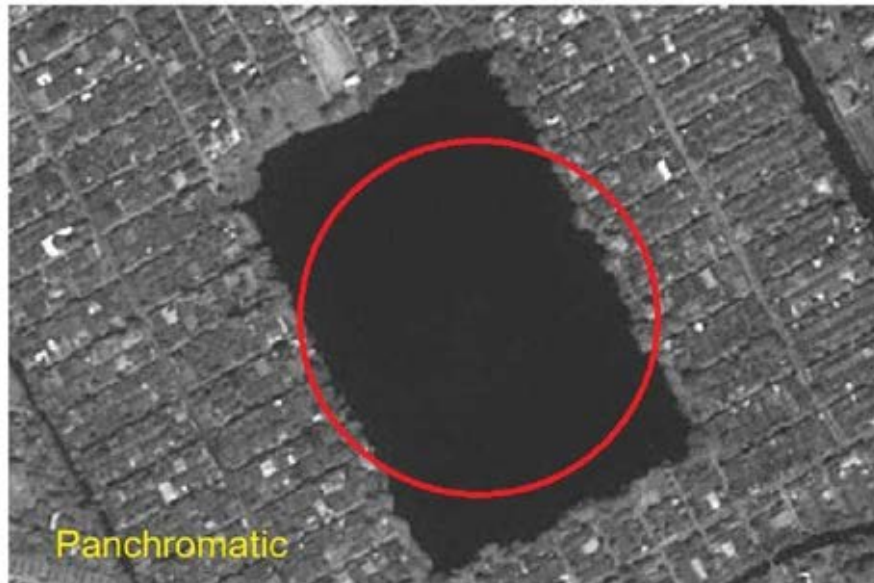
1. มองเห็นได้ชัดเจน หมายถึง สามารถระบุได้ทันทีที่เห็นว่าวัตถุนั้นคืออะไร
2. มองเห็นได้ปานกลาง หมายถึง ต้องใช้เวลาในการพิจารณาและสามารถระบุได้ถูกต้อง
3. มองเห็นไม่ชัดเจน หมายถึง พยายามมองเห็นได้บ้าง เลื่อนราง ต้องอาศัยการเดา ความถูกต้องมีน้อย
4. มองไม่เห็น หมายถึง ไม่สามารถระบุได้เลยว่า วัตถุนั้นคืออะไร
5. ไม่มีข้อมูล หมายถึง ไม่มีวัตถุใดๆ บนภาพ หรืออาจมีแต่หาไม่เจอ
6. ส้ารวจข้อมูลภาคสนาม หมายถึง สามารถมองเห็นวัตถุได้ แต่ไม่สามารถระบุการไปประโยชน์ได้

จากภาพผสมด้วยวิธีต่างๆ เป็นภาพที่ถูกผสมด้วยภาพดาวเทียมไทยโชด ชนิดช่วงคลื่นเดี่ยว(2 เมตร) และชนิดหลายช่วงคลื่น(15เมตร)

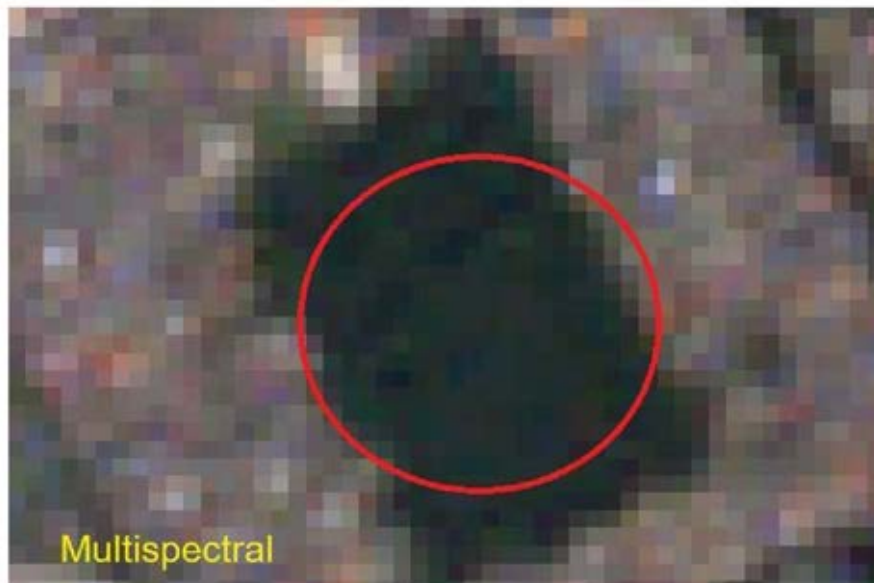
ภาพดาวเทียมไทยโชด ชนิดช่วงคลื่นเดี่ยว (panchromatic) รายละเอียด 2 เมตร

4/9/2556

ภาพถ่ายดาวเทียมไทยโชด - Google Drive



ภาพถ่ายดาวเทียมไทยโชด ชนิดหลายช่วงคลื่น (Multispectral) รายละเอียด 15 เมตร



ภาพถ่ายพื้นที่แหล่งน้ำที่ได้จากรายการสำรวจข้อเท็จจริงในสนาม

4/9/2556

ภาพ ภาพถ่ายดาวเทียมไทย ไรต์ - Google Drive



ภาพผสมดาวเทียม HSI



4/9/2556

ภาพผลภาพผสมดาวเทียมไทย ไรต์ - Google Drive

28. ท่านสามารถมองเห็นและจำแนกพืชพันธุ์ของภาพผสมHSI ใดในระดับใด *
 โปรดใช้เครื่องหมายการมองเห็นตามคำชี้แจงด้านล่าง

Mark only one oval.

- มองเห็นได้ชัดเจน
 มองเห็นได้ปานกลาง
 มองเห็นไม่ชัดเจน
 มองไม่เห็น
 ไม่มีข้อมูล
 สํารวจข้อมูลภาพสนาม

ภาพผสมดาวเทียม Brovey



29. ท่านสามารถมองเห็นและจำแนกพืชพันธุ์ของภาพผสมBrovey ใดในระดับใด *
 โปรดใช้เครื่องหมายการมองเห็นตามคำชี้แจงด้านล่าง

Mark only one oval.

- มองเห็นได้ชัดเจน
 มองเห็นได้ปานกลาง
 มองเห็นไม่ชัดเจน
 มองไม่เห็น
 ไม่มีข้อมูล
 สํารวจข้อมูลภาพสนาม

ภาพผสมดาวเทียม PCA

4/9/2556

ภาพแปลงภาพผสมดาวเทียมไทยโรด - Google Drive



30. ท่านสามารถมองเห็นและจำแนกพีซีซีแหล่งน้ำ [x] ของภาพผสมPCA ได้ในระดับใด
 ไปกณฑ์การมองเห็นตามค่าบีเอ็นจันตามบน
 Mark only one oval.

- มองเห็นได้ชัดเจน
- มองเห็นได้ปานกลาง
- มองเห็นไม่ชัดเจน
- มองไม่เห็น
- ไม่มีข้อมูล
- สืบหาข้อมูลภาพสนาม

ภาพผสมดาวเทียม Wavelet

4/9/2556

ภาพผลภาพผสมดาวเทียมไทยโรด - Google Drive



31. ท่านสามารถมองเห็นและจำแนกพื้นที่ ซึ่ง ของภาพผสม Wavelet ได้ในระดับใด *
 โปรดคลิกการมองเห็นตามคำชี้แจงด้านบน
 Mark only one oval.

- มองเห็นได้ชัดเจน
- มองเห็นได้ปานกลาง
- มองเห็นไม่ชัดเจน
- มองไม่เห็น
- ไม่มีข้อมูล
- สืบหาข้อมูลภาพสนาม

ภาพผสมดาวเทียม Ehlers

4/9/2556

ภาพภาพถ่ายดาวเทียม โดรน ไทย โดรน - Google Drive



32. ท่านสามารถมองเห็นและจำแนกพีจีซีแหล่งน้ำ [] ของภาพผสมEhlers ได้ในระดับใด *
 ในกิจกรรมการมองเห็นตามคำชี้แจงด้านบน
 Mark only one oval.

- มองเห็นได้ชัดเจน
- มองเห็นได้ปานกลาง
- มองเห็นไม่ชัดเจน
- มองไม่เห็น
- ไม่มีข้อมูล
- สืบหาข้อมูลภาพสนาม

Powered by
 Google Drive

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ชื่อ: นายณัฐกานต์ ศรีสุทธิยากร
 วันเดือนปีเกิด: 27 กันยายน พ.ศ.2530
 คุณวุฒิทางการศึกษา:
 พ.ศ. 2554 ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต เกียรตินิยมอันดับ 2 สาขาวิชาภูมิศาสตร์
 คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
 ประสบการณ์ทำงาน:
 พ.ศ. 2554 – ปัจจุบัน บริษัทอินฟราพลัส จำกัด ตำแหน่ง เจ้าหน้าที่สารสนเทศภูมิศาสตร์

ผลงานทางวิชาการ:บทความตีพิมพ์

ณัฐกานต์ ศรีสุทธิยากร, บรรเจิด พละการ. 2556. การประเมินผลวิธีการผสมภาพของข้อมูลดาวเทียมไทยโชต. การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 18. โรงแรมดิเอ็มเพรส เชียงใหม่ 8-10 พฤษภาคม 2556. หน้า SGI 55-59

ณัฐกานต์ ศรีสุทธิยากร, บรรเจิด พละการ. 2556. การเปรียบเทียบเทคนิคการผสมภาพดาวเทียมไทยโชตกับภาพดาวเทียมจีโออายผ่านการจำแนกข้อมูลภาพด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม. การประชุมวิชาการ GEOINFOTECH 2013. อิมแพค เมืองทองธานี กรุงเทพฯ 25-27 ธันวาคม 2556. รอการนาเสนอ