

การเพิ่มประสิทธิภาพของระบบจำแนกข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม
ด้วยการประมวลผลแบบกระจาย

นายวณพงษ์ แก้วสิงห์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2555

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
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.

EFFICIENCY ENHANCEMENT OF A SATELLITE IMAGERY CLASSIFICATION SYSTEM
WITH DISTRIBUTED PROCESSING

Mr. Wanapong Kaewsing

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Computer Science

Department of Computer Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2012

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การเพิ่มประสิทธิภาพของระบบจำแนกข้อมูลภาพถ่าย
จากดาวเทียมด้วยการประมวลผลแบบกระจาย

โดย

นายวนพงศ์ แก้วสิงห์

สาขาวิชา

วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีระ เหมืองสิน

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วน
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.บุญสม เลิศหิรัญวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐวุฒิ หนูไพโรจน์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีระ เหมืองสิน)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกริก ภิรมย์ไธภา)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภุชงค์ อุตโยภาศ)

วนพงศ์ แก้วสิงห์ : การเพิ่มประสิทธิภาพของระบบจำแนกข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมด้วยการประมวลผลแบบกระจาย. (EFFICIENCY ENHANCEMENT OF A SATELLITE IMAGERY CLASSIFICATION SYSTEM WITH DISTRIBUTED PROCESSING) อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผศ.ดร.วีระ เหมืองสิน, 151 หน้า.

การจำแนกข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมมีจุดมุ่งหมายเพื่อระบุพื้นที่ของวัตถุปกคลุมดินที่สนใจ อาทิเช่นน้ำ พื้นที่ว่างเปล่า พืชเพาะปลูก และป่าไม้ เป็นต้น ซึ่งซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมในปัจจุบันมีเครื่องมือและวิธีการที่ช่วยอำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้งาน โดยผู้ใช้จะปรับปรุงค่าของพารามิเตอร์ของวิธีการเพื่อให้การระบุพื้นที่ของวัตถุปกคลุมดินมีความถูกต้องมากขึ้น ซึ่งเวลาในการประมวลผลมักจะยาวนานเกินไป จึงทำให้ไม่ทันต่อการใช้งานข้อมูลในเวลาที่เกิดสถานการณ์ที่สำคัญเช่นสถานการณ์ภัยพิบัติ

วิทยานิพนธ์นี้แสดงการนำวิธีการการประมวลผลแบบกระจายมาประยุกต์ใช้กับระบบการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมในการลดปฏิสัมพันธ์ของผู้ใช้งานและเวลาในการประมวลผลข้อมูลเพื่อให้ทันต่อการบริการข้อมูลในสถานการณ์ภัยพิบัติ ระบบที่นักวิจัยพัฒนาขึ้นประกอบด้วยเครื่องมือที่ทำงานบนคลัสเตอร์คอมพิวเตอร์ชื่อว่ากรกวาดพารามิเตอร์ (Parameter Sweep) และฐานข้อมูลจัดเก็บข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินการจำแนกข้อมูลของผู้ใช้งาน ในการจำแนกข้อมูลหนึ่งครั้ง ระบบช่วยให้ผู้ใช้สามารถสร้างค่าของพารามิเตอร์ที่แตกต่างกันหลายชุดและดำเนินการประมวลผลพร้อมกันและให้ผู้ใช้เลือกผลลัพธ์ที่พึงพอใจมากที่สุด ระบบยังช่วยแนะนำค่าของพารามิเตอร์ที่ดีที่สุดที่เคยดำเนินการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมก่อนหน้านี้ให้ผู้ใช้งานอีกด้วย วิทยานิพนธ์นี้ยังแสดงการวัดประสิทธิภาพโดยการทดลองใช้ระบบจำแนกข้อมูลในการจำแนกพื้นที่น้ำโดยใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียมบริเวณประเทศไทย

ภาควิชา.....วิศวกรรมคอมพิวเตอร์.....ลายมือชื่อนิสิต.....
 สาขาวิชา.....วิศวกรรมศาสตร์คอมพิวเตอร์.....ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....
 ปีการศึกษา.2555.....

5271443621 : MAJOR COMPUTER SCIENCE

KEYWORDS : SUPPORT VECTOR MACHINE / IMAGE CLASSIFICATION
/ AUTOMATIC / CLUSTER COMPUTER / PARAMETER SWEEP

WANAPONG KAEWSING : EFFICIENCY ENHANCEMENT OF A SATELLITE
IMAGERY CLASSIFICATION SYSTEM WITH DISTRIBUTED PROCESSING.
ADVISOR : ASST.PROF.VEERA MUANGSIN,Ph.D., 151 pp.

Classification of satellite imagery aims to identify the areas covered with objects of interest such as water, bare land, crops, forest, etc. Existing software packages still require human interaction to adjust parameters for the underlying algorithm, e.g. Support Vector Machine (SVM), to obtain accurate results. Therefore, processing time is often too long at critical situations such as disaster events.

This thesis presents an approach to use distributed computing to reduce human interaction and processing time in a satellite image classification process. The system consists of a parameter-sweep tool on a cluster computer and a database of previous runs. Classification jobs with different parameter sets can run concurrently to obtain the most satisfying results. Based on previous results of similar images, the system can also suggest parameter setting. The system has been evaluated by an experiment to classify water-covered areas in satellite images of Thailand.

Department : Computer Engineering..... Student's Signature

Field of Study : Computer Science..... Advisor's Signature

Academic Year : 2012.....

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีระ เหมืองสิน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่เสียสละเวลาและช่วยเหลือในการให้คำปรึกษา คำแนะนำและข้อคิดเห็นที่มีประโยชน์ ทำให้การจัดทำวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่แนะนำสั่งสอน และให้ความรู้แก่ข้าพเจ้าตลอดระยะเวลาการศึกษา

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐวุฒิ หนูไพโรจน์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกริก ภิรมย์โสภาก กรรมการสอบวิทยานิพนธ์และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภุชงค์ อุกุโยภาส กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำต่างๆ ทำให้วิทยานิพนธ์นี้มีความถูกต้องและสมบูรณ์มากขึ้น

ขอขอบพระคุณสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) ที่สนับสนุนการยืมใช้งานซอฟต์แวร์ประมวลผลภาพถ่ายจากดาวเทียม ระบบคลัสเตอร์คอมพิวเตอร์และข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมไทยโชตเพื่อประกอบการศึกษาและวิจัยจนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่ให้ความรัก ความห่วงใย คอยให้กำลังใจข้าพเจ้าตลอดเวลา

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่อาสาสมัครทุกท่านที่สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) สำหรับคำปรึกษาที่ดีในทุกๆ ด้าน รวมทั้งกำลังกาย กำลังใจ และความช่วยเหลืออื่นๆ ที่มอบให้มาโดยตลอด

งานวิทยานิพนธ์นี้ ข้าพเจ้าหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะเป็นประโยชน์ต่อผู้ศึกษา ค้นคว้า และสนใจ หากผิดพลาดประการใด ข้าพเจ้าขออภัยไว้เพื่อนำไปใช้ในการปรับปรุงให้วิทยานิพนธ์นี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น สำหรับความดีที่ได้รับจากวิทยานิพนธ์นี้ข้าพเจ้าขอมอบให้แก่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฎ
สารบัญภาพ.....	ฐ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	3
1.4 ขั้นตอนการวิจัย.....	4
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
1.6 ผลงานตีพิมพ์.....	5
2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	6
2.1.1 ภาพถ่ายจากดาวเทียม (Satellite Imagery).....	6
2.1.1.1 ข้อมูลทั่วไป.....	6
2.1.1.2 ดาวเทียมไทยโชต (THEOS)	8
2.1.2 การจำแนกข้อมูลจากภาพถ่ายจากดาวเทียม (Satellite Imagery Classification)	12
2.1.2.1 ประเภทวิธีจำแนกข้อมูล.....	12
2.1.2.2 ขั้นตอนการจำแนกข้อมูล	13
2.1.3 ซอฟต์แวร์ทางด้านภูมิสารสนเทศ (Geo-Informatics Software).....	14
2.1.3.1 ซอฟต์แวร์ด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System Software)	14
2.1.3.2 ซอฟต์แวร์ด้านการรับรู้จากระยะไกล (Remote Sensing Software)	16

บทที่	หน้า
2.1.4 ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (Supported Vector Machine - SVM).....	20
2.1.5 โคเฮนแคปปา (Cohen' Kappa - K).....	21
2.1.6 การประมวลผลแบบขนาน (Parallel Computing).....	28
2.1.6.1 คลัสเตอร์คอมพิวเตอร์ (Cluster Computer).....	28
2.1.6.2 สถาปัตยกรรมทางด้านฮาร์ดแวร์ของคลัสเตอร์คอมพิวเตอร์.....	30
2.1.6.3 สถาปัตยกรรมทางด้านซอฟต์แวร์ของคลัสเตอร์คอมพิวเตอร์.....	31
2.1.7 ร็อกซ์คลัสเตอร์ (Rocks Cluster).....	32
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	33
3 การวิจัยเบื้องต้นและแนวคิดการพัฒนาระบบ.....	35
3.1 การวิจัยเบื้องต้น.....	35
3.1.1 ศึกษาข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมตั้งต้น.....	35
3.1.2 ศึกษาซอฟต์แวร์และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง.....	36
3.1.2.1 ซอฟต์แวร์ด้านการสำรวจระยะไกล (Remote Sensing Software)...	36
3.1.2.2 ซอฟต์แวร์ด้านสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System Software)	36
3.1.2.3 ซอฟต์แวร์ระบบปฏิบัติการ (Operating System Software).....	36
3.1.3 ศึกษาการใช้ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนในการจำแนกข้อมูลในโปรแกรม ENVI	37
3.1.4 ศึกษากระบวนการทำงานของระบบเดิม.....	38
3.1.5 วิธีการทดลองในการดำเนินกระบวนการเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของระบบเดิม.....	39
3.1.6 การสรุปผลการทดลอง.....	43
3.1.7 การวิเคราะห์ผลการทดลอง.....	44
3.2 แนวคิดการพัฒนาระบบ.....	45
3.2.1 การกวาดพารามิเตอร์ (Parameter Sweep).....	45
3.2.2 ระบบช่วยตั้งค่าพารามิเตอร์ (Parameter Setting Assistant)	45
4 การพัฒนาระบบ.....	47
4.1 คอมพิวเตอร์ผู้ใช้งาน (Client Computer).....	50
4.1.1 หน้าล็อกอิน (Login Page).....	50

บทที่	หน้า
4.1.2 หน้ารายการภาพถ่ายจากดาวเทียม (Satellite Imagery List Page).....	50
4.1.3 หน้าการตั้งค่าพารามิเตอร์ (Parameter Setting Page).....	50
4.1.4 หน้ารายการพารามิเตอร์ (Parameters List Page).....	51
4.1.5 หน้าพารามิเตอร์ชุดก่อน (Previous Parameters List Page).....	52
4.2 คอมพิวเตอร์ฟรอนต์เอนด์ (Frontend Computer).....	52
4.2.1 โปรแกรมไอพีเอสเว็บแอปพลิเคชัน (IPS Web Application).....	52
4.2.2 โปรแกรมเว็บเซอร์วิสทั่วไป (General Web Service).....	53
4.2.3 โปรแกรมสั่งงานประมวลผลการจำแนกข้อมูล.....	54
4.2.4 โปรแกรมเอสจีอี (SGE).....	55
4.2.5 คอร์นสเก็ดดูเลอร์ (Corn Scheduler).....	55
4.2.6 ไฟล์ซบmittjobs (Submit Jobs File).....	55
4.2.7 ไฟล์jobs (Jobs File).....	55
4.2.8 ไฟล์เทมเพลต (Template File).....	55
4.2.9 ผู้ใช้ระบบไอพีเอสเอส (IPSS Users).....	56
4.3 คอมพิวเตอร์คอมพิวเตอร์โนด (Compute Node Computer).....	57
4.3.1 โปรแกรมเอนวีไอดีแอล (ENVI IDL) และไฟล์สคริปต์.....	57
4.3.2 โปรแกรมดำเนินการประมวลผลการจำแนกข้อมูล.....	57
4.3.3 โปรแกรมจีดีแอล (GDAL).....	59
4.4 ไฟล์ซิสเต็ม (File System).....	59
4.5 คอมพิวเตอร์เดต้าเบสเซอร์ฟเวอร์ (Database Server Computer).....	60
4.6 คอมพิวเตอร์แมปเซอร์ฟเวอร์ (Map Server Computer).....	60
5 การทดสอบระบบ.....	62
5.1 ข้อมูลในการทดสอบระบบ.....	62
5.1.1 ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม (Satellite Imagery).....	62
5.1.2 ข้อมูลขอบเขตอ้างอิง (Reference Data).....	65
5.1.3 ข้อมูลขอบเขตพื้นที่สนใจ (Region of Interest).....	65
5.1.4 ข้อมูลชุดพารามิเตอร์จากการทดสอบรอบที่ 1.....	66
5.2 วิธีดำเนินการทดสอบระบบ.....	66

บทที่	ญ หน้า
6 ผลการทดสอบระบบ.....	69
6.1 การวัดประสิทธิภาพด้านเวลาของระบบ.....	69
6.2 การวัดประสิทธิภาพการเลือกพารามิเตอร์จากรายพารามิเตอร์โดยระบบ ผู้เชี่ยวชาญ.....	78
7 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	87
7.1 สรุปผลการวิจัย.....	87
7.2 อภิปรายผลการวิจัย.....	87
7.3 ข้อเสนอแนะ.....	88
รายการอ้างอิง.....	89
ภาคผนวก.....	92
ภาคผนวก ก เอกสารแบบฟอร์มการเก็บข้อมูลระบบจำแนกข้อมูลภาพถ่ายจาก ดาวเทียม.....	93
ภาคผนวก ข เอกสารคู่มือการทดสอบระบบจำแนกข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม.....	98
ภาคผนวก ค พจนานุกรมข้อมูลของระบบฐานข้อมูลไอพีเอส.....	113
ภาคผนวก ง ภาพถ่ายจากดาวเทียมไทยโชตที่ใช้ทดสอบระบบ.....	123
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	151

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	คุณลักษณะของดาวเทียมไทยโชต (Characteristic of THEOS Satellite).....	9
2.2	รายละเอียดของระบบบันทึกภาพจากดาวเทียมไทยโชต.....	10
2.3	การทำนายการจัดกลุ่มวัตถุข้อมูลเชิงพื้นที่ระหว่างคนกับคอมพิวเตอร์โดยใช้ ตารางคอนฟิวชัน เมทริกซ์	21
2.4	ผลของการวิเคราะห์ของข้อมูลพื้นที่ซ้อนทับ.....	23
2.5	การตีความค่าแคปปา.....	27
3.1	รายละเอียดตัวแปรของวิธีการซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน	37
3.2	ผลการทดลองจากการทดสอบระบบจำแนกข้อมูลของ สทอภ.....	44
6.1	ผลการทดลองการจำแนกข้อมูลของอาสาสมัครชื่อ IPSS01.....	70
6.2	ผลการทดลองการจำแนกข้อมูลของอาสาสมัครชื่อ IPSS02.....	70
6.3	ผลการทดลองการจำแนกข้อมูลของอาสาสมัครชื่อ IPSS03.....	71
6.4	ผลการทดลองการจำแนกข้อมูลของอาสาสมัครชื่อ IPSS04.....	71
6.5	ผลการทดลองการจำแนกข้อมูลของอาสาสมัครชื่อ IPSS05.....	72
6.6	ผลการทดลองการจำแนกข้อมูลของอาสาสมัครชื่อ IPSS06.....	72
6.7	ผลการทดลองการจำแนกข้อมูลของอาสาสมัครชื่อ IPSS07.....	73
6.8	ผลการทดลองการจำแนกข้อมูลของอาสาสมัครชื่อ IPSS08.....	73
6.9	การแสดงค่าสถิติเวลารวมในการจำแนกข้อมูลและความเร็วรวมที่เพิ่ม.....	76
6.10	ค่าเฉลี่ยรวมของค่า K และ ΔK ที่ได้จากการจำแนกข้อมูลทุกชั้นตอนของ อาสาสมัครชื่อ IPSS01 แบบแบ่งตามรอบ.....	80
6.11	ค่าเฉลี่ยรวมของค่า K และ ΔK ที่ได้จากการจำแนกข้อมูลทุกชั้นตอนของ อาสาสมัครชื่อ IPSS02 แบบแบ่งตามรอบ.....	80
6.12	ค่าเฉลี่ยรวมของค่า K และ ΔK ที่ได้จากการจำแนกข้อมูลทุกชั้นตอนของ อาสาสมัครชื่อ IPSS03 แบบแบ่งตามรอบ.....	80
6.13	ค่าเฉลี่ยรวมของค่า K และ ΔK ที่ได้จากการจำแนกข้อมูลทุกชั้นตอนของ อาสาสมัครชื่อ IPSS04 แบบแบ่งตามรอบ.....	81

ตารางที่	หน้า
6.14	ค่าเฉลี่ยรวมของค่า K และ ΔK ที่ได้จากการจำแนกข้อมูลทุกชั้นตอนของ อาสาสมัครชื่อ IPSS05 แบบแบ่งตามรอบ..... 81
6.15	ค่าเฉลี่ยรวมของค่า K และ ΔK ที่ได้จากการจำแนกข้อมูลทุกชั้นตอนของ อาสาสมัครชื่อ IPSS06 แบบแบ่งตามรอบ..... 81
6.16	ค่าเฉลี่ยรวมของค่า K และ ΔK ที่ได้จากการจำแนกข้อมูลทุกชั้นตอนของ อาสาสมัครชื่อ IPSS07 แบบแบ่งตามรอบ..... 82
6.17	ค่าเฉลี่ยรวมของค่า K และ ΔK ที่ได้จากการจำแนกข้อมูลทุกชั้นตอนของ อาสาสมัครชื่อ IPSS08 แบบแบ่งตามรอบ..... 82
6.18	ค่าเฉลี่ยรวมของค่า K และ ΔK ที่ได้จากการจำแนกข้อมูลทุกชั้นตอนของ อาสาสมัครทุกคนแบบแบ่งตามรอบ..... 85

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	ภาพถ่ายจากดาวเทียมไทยโชตระบบบันทึกข้อมูลภาพสีหลายช่วงคลื่น (Multispectral).....	7
2.2	การแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งปกคลุมดินที่ปรากฏบนภาพถ่ายจากดาวเทียมกับลายเส้นเชิงคลื่น	8
2.3	ภาพถ่ายจากดาวเทียมไทยโชตระบบบันทึกข้อมูลภาพขาวดำ (Panchromatic Mode) และระบบบันทึกข้อมูลภาพสีหลายช่วงคลื่น (Multispectral Mode).....	11
2.4	ภาพรวมของระบบดาวเทียมไทยโชต (Overview of THEOS).....	12
2.5	การแสดงผลขั้นตอนการจำแนกข้อมูลจากภาพถ่ายจากดาวเทียม.....	14
2.6	GUI ของโปรแกรม Quantum GIS.....	15
2.7	เครื่องมือการสร้างแบบจำลอง (Model Builder) ของโปรแกรม ArcGIS Desktop.....	16
2.8	การใช้เครื่องมือจำแนกข้อมูล ผ่าน GUI ของโปรแกรม ENVI IDL.....	17
2.9	การกำหนดแบบจำลองหรือ Ruleset ผ่าน GUI ของโปรแกรม eCognition.....	17
2.10	การกำหนดแบบจำลองผ่าน GUI ของโปรแกรม Erdas Imagine.....	18
2.11	การกำหนดงานประมวลผลผ่าน GUI ของโปรแกรม eCognition.....	19
2.12	ตำแหน่งข้อมูลสองกลุ่มในพีเจอร์สเปซ (Feature Space).....	20
2.13	การเปลี่ยนมิติข้อมูลไปยังมิติที่สูงขึ้นด้วยฟังก์ชันของเคอร์เนล.....	21
2.14	ความสอดคล้องระหว่างข้อมูลเชิงพื้นที่ A และ B มีค่า K เท่ากับ 1	24
2.15	ความสอดคล้องระหว่างข้อมูลเชิงพื้นที่ A และ B มีค่า K เท่ากับ 0.80	25
2.16	ความสอดคล้องระหว่างข้อมูลเชิงพื้นที่ A และ B มีค่า K เท่ากับ 0.60	25
2.17	ความสอดคล้องระหว่างข้อมูลเชิงพื้นที่ A และ B มีค่า K เท่ากับ 0.40	26
2.18	ความสอดคล้องระหว่างข้อมูลเชิงพื้นที่ A และ B มีค่า K เท่ากับ 0.20	26
2.19	ความสอดคล้องระหว่างข้อมูลเชิงพื้นที่ A และ B มีค่า K เท่ากับ 0	27
2.20	การเชื่อมต่อหน่วยประมวลผลของคลัสเตอร์แบบคลัสเตอร์สมรรถนะสูง และคลัสเตอร์ประมวลผลปริมาณงานสูง.....	30

ภาพที่	หน้า
2.21	การเชื่อมต่อหน่วยประมวลผลของคลัสเตอร์แบบคลัสเตอร์สภาพพร้อมใช้งาน สูง..... 31
2.22	สถาปัตยกรรมทางด้านซอฟต์แวร์ของคลัสเตอร์คอมพิวเตอร์..... 32
2.23	องค์ประกอบทางด้านซอฟต์แวร์ในระดับแนวคิดของรีคอร์ดคลัสเตอร์..... 33
3.1	การแปลตีความข้อมูลแหล่งน้ำจากภาพถ่ายจากดาวเทียมไทยโชตระบบบันทึก ข้อมูลภาพหลายช่วงคลื่น (Multispectral) 36
3.2	ขั้นตอนการทำงานกระบวนการจำแนกข้อมูลของ สทอภ..... 38
3.3	การสร้างขอบเขตพื้นที่อ้างอิงพื้นที่น้ำ..... 40
3.4	ขั้นตอนการทดลองระบบเดิม..... 41
3.5	ตัวอย่างภาพการสร้างข้อมูลพื้นที่ซ้อนทับโดยใช้เครื่องมือยูเนียน (Union) จากโปรแกรม ArcGIS Desktop..... 42
3.6	ขั้นตอนของกระบวนการจำแนกข้อมูลของระบบใหม่..... 46
3.7	องค์ประกอบของระบบช่วยตั้งค่าพารามิเตอร์..... 46
4.1	องค์ประกอบของระบบ IPS แบบกายภาพ (IPS Physical Component)..... 48
4.2	องค์ประกอบของระบบ IPS แบบตรรกะ (IPS Logical Component)..... 49
4.3	หน้ารายการภาพถ่ายจากดาวเทียม..... 50
4.4	หน้าการตั้งค่าพารามิเตอร์..... 50
4.5	หน้ารายการพารามิเตอร์..... 51
4.6	GUI ของโปรแกรม GeoServer..... 61
5.1	ภาพแสดงขอบเขตข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมไทยโชตที่ใช้ในการทดสอบ ระบบ..... 62
5.2	ภาพวัตถุแบ่งแยกอย่างชัดเจนระหว่างแม่น้ำกับวัตถุต่างๆ..... 63
5.3	ภาพวัตถุกลมกลืนระหว่างพื้นที่น้ำท่วมกับพื้นที่เพาะปลูก..... 64
5.4	ภาพคลุมเครือระหว่างเมฆระดับสูงและเงาเมฆระดับต่ำ..... 64
5.5	การสร้างข้อมูลขอบเขตพื้นที่สนใจ..... 65
6.1	กราฟแสดงเวลาในการจำแนกข้อมูลของอาสาสมัครรายคน..... 74
6.2	กราฟแสดงค่าความเร็วที่เพิ่มในการจำแนกข้อมูลของอาสาสมัครรายคน..... 75
6.3	กราฟแสดงค่าสถิติเวลารวมในการจำแนกข้อมูล..... 76

ภาพที่		หน้า
6.4	กราฟแสดงค่าสถิติความเร็วรวมที่เพิ่ม.....	77
6.5	การแสดงค่าเฉลี่ยรวมของค่า K ของอาสาสมัครรายคนแบบแบ่งตามรอบ.....	83
6.6	การแสดงค่าเฉลี่ยรวมของค่า ΔK ของอาสาสมัครรายคนแบบแบ่งตามรอบ.....	84
6.7	การแสดงค่าเฉลี่ยรวมของค่า K ของอาสาสมัครทุกคนแบบแบ่งตามรอบ.....	85
6.8	การแสดงค่าเฉลี่ยรวมของค่า ΔK ของอาสาสมัครทุกคนแบบแบ่งตามรอบ.....	85

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันภาพถ่ายจากดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติถูกนำมาใช้ในการตรวจหาการเปลี่ยนแปลง (Change Detection) ของสิ่งปกคลุมพื้นดิน (Land Cover) เพื่อนำไปประกอบการวิเคราะห์ บริหารและจัดการใช้ทรัพยากรต่างๆ อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ยกตัวอย่างสิ่งปกคลุมพื้นดิน อาทิเช่นแหล่งน้ำ (Water Resources) พื้นที่ว่างเปล่า (Bare Land) พืชผลทางการเกษตร (Agriculture) และป่าไม้ (Forest) เป็นต้น

ข้อมูลจากการแปลตีความ (Interpreted data) หรือข้อมูลเชิงเส้น (Vector Data) เป็นข้อมูลที่มีลักษณะเป็นตัวแทนของขอบเขตของวัตถุต่างๆ ที่ปรากฏบนภาพถ่ายจากดาวเทียม เราสามารถค้นหาพื้นที่เปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมพื้นดินจากการเปรียบเทียบระหว่างข้อมูลจากการแปลตีความจำนวน 2 ชุด ซึ่งแต่ละชุดต้องมีช่วงเวลาที่แตกต่างกันและมีพื้นที่เดียวกัน และเมื่อนำมาซ้อนทับกันแล้ว จะทำให้เห็นถึงจำนวนปริมาณที่เพิ่มหรือลดลงของขอบเขตวัตถุบนพื้นที่ต่างๆ เราสามารถสร้างข้อมูลจากการแปลตีความจากการประมวลผลข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมด้วยซอฟต์แวร์จำแนกข้อมูลที่ติดตั้งบนคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (Personal Computer) ซอฟต์แวร์สามารถวิเคราะห์คุณลักษณะของวัตถุที่ปรากฏอยู่บนข้อมูลภาพและทำการแบ่งกลุ่มวัตถุออกจากกัน โดยซอฟต์แวร์จะมีวิธีการจำแนกข้อมูลหลายวิธีให้เลือกใช้งานตามความเหมาะสม อาทิเช่นวิธีการ Support Vector Machine (SVM), Parallelepiped and Maximum Likelihood เป็นต้น ซึ่งแต่ละวิธีการจะมีค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรต่างๆ ที่ผู้ใช้งานสามารถปรับแต่งค่าได้เพื่อเพิ่มความถูกต้องของผลลัพธ์ให้มากยิ่งขึ้น องค์ประกอบต่างๆ เหล่านี้โดยทั่วไปเรียกว่าแบบจำลองของการจำแนกข้อมูลและจะถูกออกแบบโดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านภูมิสารสนเทศ

สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) มีตัวย่อว่า "สทอภ." และมีชื่อภาษาอังกฤษว่า "Geo-Informatics and Space Technology Development Agency (Public Organization) - GISTDA" เป็นหน่วยงานที่ให้บริการข้อมูลและองค์ความรู้ด้านเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศของประเทศไทย ผู้วิจัยทำงานในตำแหน่งนักคอมพิวเตอร์ (Computer Scientist) ได้สังเกตเห็นถึงประโยชน์ของข้อมูลจากการแปลตีความ จึงมีการศึกษาการบริการข้อมูลการแปลตีความจาก สทอภ. ซึ่งพบว่าปัจจุบัน สทอภ. ให้บริการข้อมูลจากการแปล

ตีความเป็นจำนวน 6 ประเภท ดังนี้คือขอบเขตพื้นที่ของแหล่งน้ำ (Water Resources) มันสำปะหลัง (Cassava) ข้าวโพด (Maize) ข้าว (Paddy) และป่าไม้ (Forest) ซึ่งมีความถี่ในการจัดทำข้อมูลเพื่อเผยแพร่ทุกๆ 1 ปี ต่อครั้ง ซึ่งความถี่ของการรายงานดังกล่าวนี้ไม่เพียงพอต่อการนำมาติดตามการเปลี่ยนแปลงของทรัพยากรได้ เพราะการติดตามสถานการณ์ต่างๆ เช่น แหล่งน้ำ จำเป็นต้องติดตามพื้นที่ผิวน้ำทุกๆ 1 เดือนเพื่อให้เพียงพอต่อการนำข้อมูลไปบริหารงานป้องกันและบรรเทาสถานการณ์ภัยแล้ง มันสำปะหลัง ข้าวโพดและข้าว มีความถี่ในการเพาะปลูกและเก็บเกี่ยว 1 ถึง 3 ครั้งต่อปี ซึ่งข้อมูลจากการแปลตีความเป็นสิ่งจำเป็นต่อการนำไปบริหารและจัดการเศรษฐกิจการเกษตร เช่นเดียวกับการติดตามการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้ ซึ่งต้องการความถี่สูงของการรายงานข้อมูลเพื่อตรวจสอบพื้นที่บุกรุก ผู้วิจัยมีความเห็นว่าสาเหตุของปัญหาเกิดจากข้อมูลแต่ละประเภทมีการใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียมจำนวนมากและระบบจำแนกข้อมูลอาจมีเวลาการประมวลผลมากเกินไป ซึ่งถ้าแก้ปัญหาโดยเพิ่มทรัพยากรคนและอุปกรณ์ในการทำงานมากขึ้นเพื่อเพิ่มการผลิตข้อมูลจากการแปลตีความ อาจทำให้ค่าความถูกต้องของข้อมูลลดลง เพราะคนทำงานมีความเชี่ยวชาญในการจำแนกข้อมูลที่แตกต่างกัน คนมีขีดจำกัดของสมรรถนะ ซึ่งอาจเกิดการเหนื่อยล้าจากการปฏิบัติงาน จึงทำให้คาดการณ์ประสิทธิภาพของระบบการประมวลผลข้อมูลได้ยาก

เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของระบบจำแนกข้อมูลในปัจจุบันของ สทอภ. ดังนั้นผู้วิจัยจึงศึกษาขั้นตอนต่างๆ ของกระบวนการ และทำการทดลองกระบวนการดังกล่าวโดยมีอาสาสมัครจำนวนหนึ่ง ทดสอบระบบจำแนกข้อมูลโดยให้จัดกลุ่มวัตถุจำนวน 2 ประเภท ซึ่งประกอบด้วยพื้นที่น้ำ (Water) และพื้นที่ที่ไม่ใช่ น้ำ (Not Water) ด้วยวิธีการจำแนกข้อมูลชื่อว่า “ซัพพอร์ตเวกเตอร์ แมชชีน (Supported Vector Machine)” โดยใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียมไทยโชติในโหมด Multispectral จำนวน 8 ภาพ ครอบคลุมพื้นที่ 64,800 ตารางกิโลเมตร จากการใส่ค่าพารามิเตอร์จำนวน 40 ชุดทำการประมวลผลจำแนกข้อมูลจำนวน 40 ครั้งด้วยซอฟต์แวร์จำแนกข้อมูลที่ทำงานแบบ 1 หน่วยประมวลผล ผู้วิจัยพบว่า มีค่าเฉลี่ยของเวลาในการการจำแนกข้อมูลที่ได้ประมาณ 40 นาที ต่อ 1 ภาพ ซึ่งถ้าต้องการจัดทำข้อมูลทุกพื้นที่ของประเทศไทย จะต้องใช้ภาพถ่ายจำนวน 211 ภาพโดยประมาณ และต้องใช้เวลาการประมวลผลจำแนกข้อมูลทั้งหมด 8,440 นาที หรือ 140 ชั่วโมง หรือ 20 วันทำการ (คำนวณจากช่วงเวลาทำงาน 7 ชั่วโมงต่อวัน)

งานวิจัยนี้นำเสนอแนวคิดในการเพิ่มประสิทธิภาพระบบการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมโดยใช้คลัสเตอร์คอมพิวเตอร์และโปรแกรมโอเพนซอส ผู้วิจัยออกแบบและพัฒนาโปรแกรมมิดเดิลแวร์ (Middleware) ตามแนวคิดการกวาดพารามิเตอร์ (Parameter Sweep) ซึ่ง

สามารถช่วยให้ตั้งค่าพารามิเตอร์ที่แตกต่างกัน (Vary) เป็นจำนวนมาก โปรแกรมมิดเดิลแวร์ยังช่วยควบคุมและกระจายประมวลผล (Distributed Processing) ชุดพารามิเตอร์ไปยัง คลัสเตอร์คอมพิวเตอร์ตามแนวคิดประมวลผลปริมาณงานสูง (High-Throughput Computing) รวมทั้งมีการออกแบบและพัฒนาระบบช่วยตั้งค่าพารามิเตอร์ (Parameter Setting Assistant) ซึ่งเป็นระบบช่วยเลือกพารามิเตอร์ที่เหมาะสมให้แก่ผู้ใช้งาน สุดท้ายมีการทดสอบประสิทธิภาพของระบบพร้อมแสดงรายงานทางสถิติการเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างระบบเดิมและระบบใหม่ซึ่งมีการสนับสนุนข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมไทยโชต ซอฟต์แวร์และอุปกรณ์คอมพิวเตอร์โดย สทอภ.

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1.2.1 ศึกษาวิธีการประยุกต์ใช้แนวคิดการกวาดพารามิเตอร์ การประมวลผลแบบกระจายและระบบช่วยตั้งค่าพารามิเตอร์
- 1.2.2 เพื่อพัฒนาเครื่องมือในการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมจากแนวคิดการกวาดพารามิเตอร์ การประมวลผลแบบกระจายและระบบช่วยตั้งค่าพารามิเตอร์
- 1.2.3 เพื่อแสดงประสิทธิภาพระบบการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมที่เกิดจากแนวคิดการกวาดพารามิเตอร์ การประมวลผลแบบกระจายและระบบช่วยตั้งค่าพารามิเตอร์

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

- 1.3.1 ทดลองและวัดเวลาในการประมวลผลของระบบจำแนกข้อมูลในปัจจุบันของ สทอภ.
- 1.3.2 ศึกษาซอฟต์แวร์ด้านการประมวลผลภาพถ่ายจากดาวเทียมที่เจ้าหน้าที่ของ สทอภ.ที่ใช้ปฏิบัติงานในกระบวนการจำแนกข้อมูลในปัจจุบัน
- 1.3.3 ศึกษาข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมไทยโชต
- 1.3.4 ออกแบบและจัดทำระบบจำแนกข้อมูลใหม่จากแนวคิดการกวาดพารามิเตอร์ การประมวลผลแบบกระจายและระบบช่วยตั้งค่าพารามิเตอร์
- 1.3.5 ทดลองและวัดประสิทธิภาพด้านเวลาในการประมวลผลและวัดประสิทธิภาพระบบช่วยตั้งค่าพารามิเตอร์ของระบบจำแนกข้อมูลใหม่โดยใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียมไทยโชตระบบ Multispectral บริเวณประเทศไทย โดยการทดสอบ

มุ่งเน้นข้อมูลที่มีคุณลักษณะดังนี้คือเป็นบริเวณเดียวกันและมีเวลาในการบันทึกภาพแตกต่างกัน

1.4 ขั้นตอนการวิจัย

- 1.4.1 ศึกษากระบวนการจำแนกข้อมูลในปัจจุบันของ สทอภ.
- 1.4.2 ศึกษาคุณลักษณะของภาพถ่ายจากดาวเทียมไทยโชต
- 1.4.3 ทดลองและวัดเวลาในการประมวลผลของระบบจำแนกข้อมูลในปัจจุบันของ สทอภ. โดยใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียมไทยโชตระบบ Multispectral บริเวณประเทศไทย
- 1.4.4 ออกแบบและจัดทำระบบจำแนกข้อมูลใหม่จากการใช้วิธีการประมวลผลแบบกระจายและระบบช่วยตั้งค่าพารามิเตอร์ในการปรับปรุงกระบวนการของระบบจำแนกข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมเดิม
- 1.4.5 ทดสอบและปรับปรุงการใช้งานระบบใหม่
- 1.4.6 ออกแบบการทดสอบระบบและจัดเตรียมข้อมูลในการทดลอง (Training data)
- 1.4.7 ทดลองและวัดประสิทธิภาพด้านเวลาในการประมวลผลและวัดประสิทธิภาพระบบช่วยตั้งค่าพารามิเตอร์ของระบบจำแนกข้อมูลใหม่โดยใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียมไทยโชตระบบ Multispectral บริเวณประเทศไทยโดยการทดสอบมุ่งเน้นข้อมูลที่มีคุณลักษณะดังนี้คือเป็นภาพบริเวณใกล้เคียงกันและมีเวลาในการบันทึกภาพแตกต่างกัน
- 1.4.8 วิเคราะห์และสรุปผล พร้อมข้อเสนอแนะ
- 1.4.9 จัดทำวิทยานิพนธ์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ได้ระบบที่ตอบสนองต่อการทำงานในส่วนของการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมของ สทอภ. โดยระบบสามารถประมวลผลข้อมูลได้อย่างรวดเร็วและนำข้อมูลไปประกอบกับการจัดการในด้านต่างๆ รวมทั้งสถานการณ์ภัยพิบัติได้อย่างทันท่วงที

ได้ระบบที่ช่วยเจ้าหน้าที่และนักวิจัยที่ปฏิบัติงานสังกัด สทอภ. ในการออกแบบ จัดทำและทดสอบแบบจำลองการจำแนกข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว

1.6 ผลงานตีพิมพ์

ส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์นี้ได้นำเสนอในการประชุมวิชาการ ดังนี้

1. The 2012 International Computer Science and Engineering Conference (ICSEC 2012), Garden Cliff Resort & Spa · Pattaya Thailand, October 18 - 19, 2012 ในบทความเรื่อง EFFICIENCY ENHANCEMENT OF A SATELLITE IMAGERY CLASSIFICATION SYSTEM WITH DISTRIBUTED PROCESSING โดยผู้แต่งคือ Wanapong Kaewsing และ Veera Muangsin

บทที่ 2

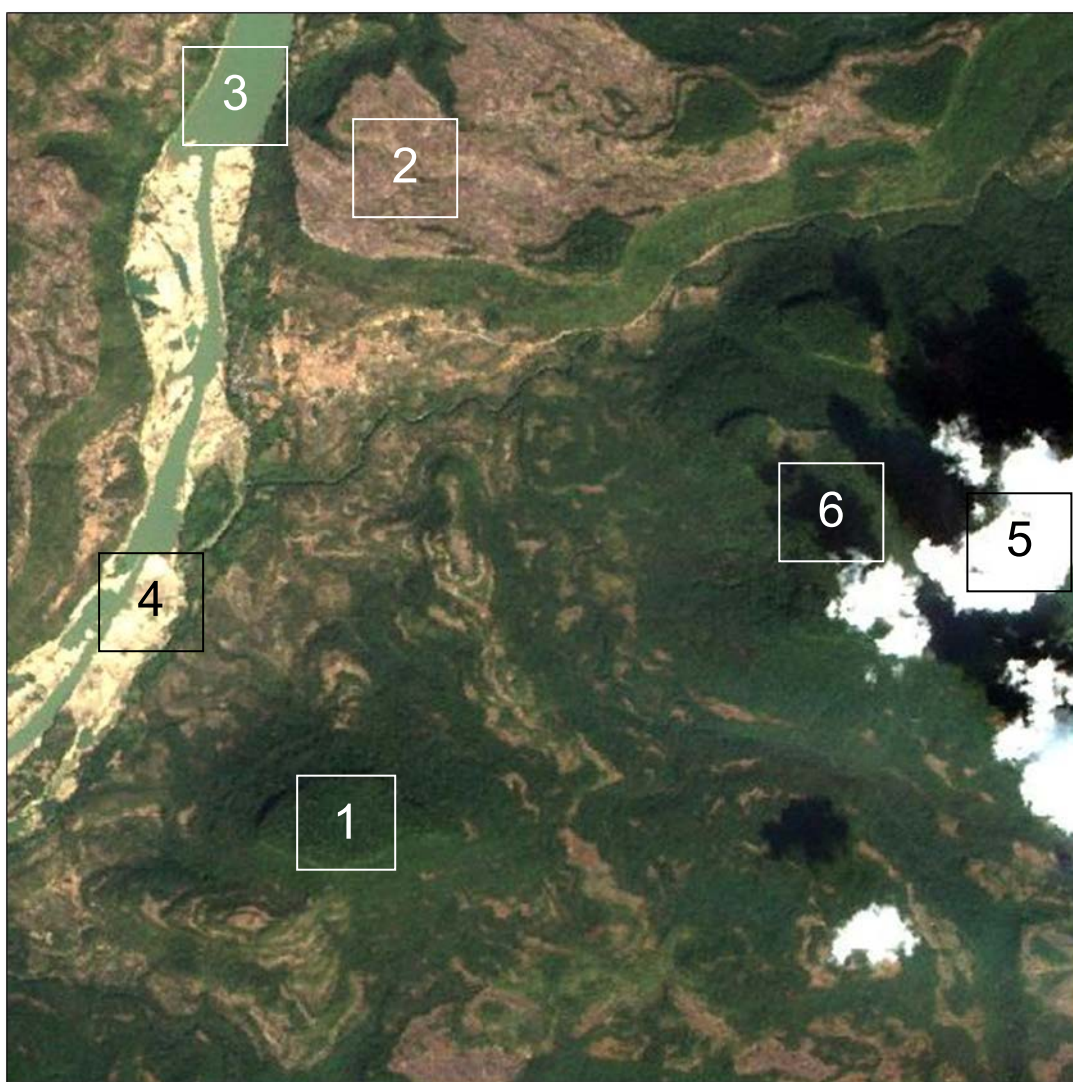
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 ภาพถ่ายจากดาวเทียม (Satellite Imagery) [2]

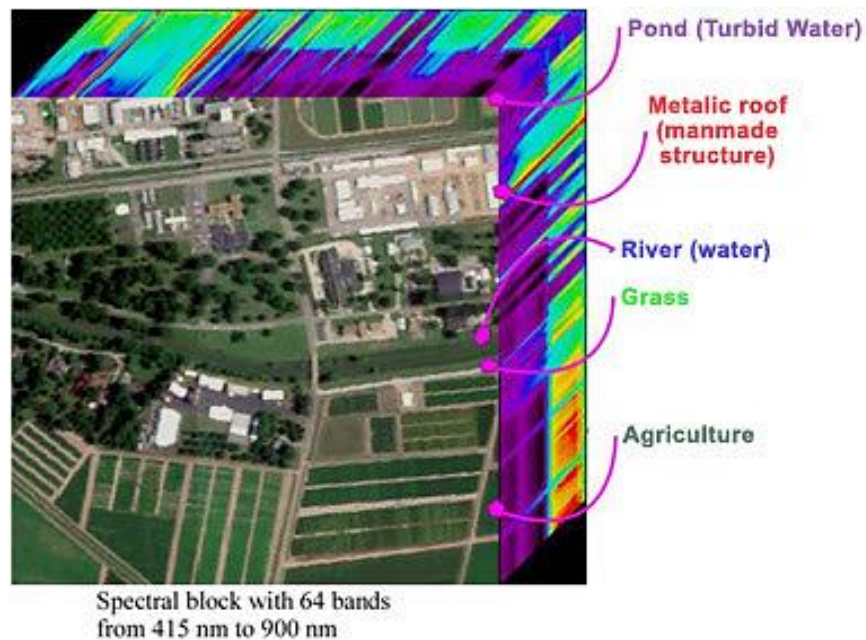
2.1.1.1 ข้อมูลทั่วไป

ภาพถ่ายจากดาวเทียมคือข้อมูลภาพที่บันทึกจากดาวเทียมที่โคจรอยู่ห่างไกลจากพื้นโลก ข้อมูลภาพจะแสดงที่ตั้งของวัตถุต่างๆ บนพื้นผิวโลก โดยปรกติดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ (Earth Observation Satellites) จะมีกล้องที่มีเซ็นเซอร์ที่ตรวจจับจำนวนแถบของความยาวคลื่น (Bands of Wavelength) มากกว่าเซ็นเซอร์ของกล้องถ่ายรูปทั่วไป แม้จะมีความละเอียดภาพในระดับต่ำอันเนื่องมาจากมีระยะห่างระหว่างดาวเทียมกับวัตถุมาก แต่ภาพถ่ายจากดาวเทียมจะมีข้อมูลเพิ่มเติมในส่วนของการสะท้อนแสง (Spectral Reflectance) ที่มากกว่าภาพทั่วไป จึงทำให้ภาพแสดงรายละเอียดของวัตถุปกคลุมดินได้หลายชนิด โดยข้อมูลดังกล่าวจะถูกบันทึกลงในแต่ละจุดภาพ (Pixel) ซึ่งปัจจุบันซอฟต์แวร์ด้านการสำรวจระยะไกล (Remote Sensing Software) มีความสามารถในการประมวลผลภาพที่ได้จากดาวเทียม ซึ่งสามารถจำแนกประเภทของสิ่งปกคลุมดินได้โดยอาศัยประโยชน์จากข้อมูลการสะท้อนแสงของคลื่นได้เป็นอย่างดี ตัวอย่างการแสดงผลภาพถ่ายจากดาวเทียมไทยโชต (THEOS) ระบบบันทึกข้อมูลภาพสีหลายช่วงคลื่น (Multispectral) ดังภาพที่ 2.1

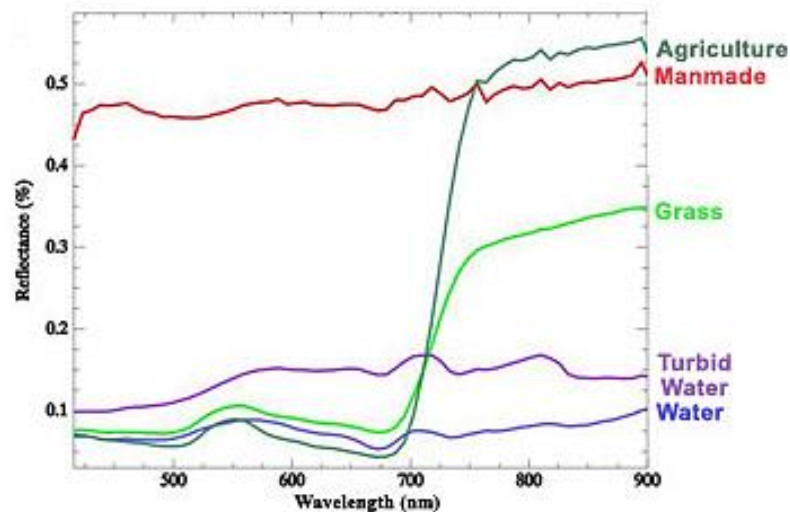


ภาพที่ 2.1 ภาพถ่ายจากดาวเทียมไทยโชตระบบบันทึกข้อมูลภาพสีหลายช่วงคลื่น (Multispectral)

จากภาพที่ 2.1 แสดงให้เห็นถึงวัตถุต่างๆ ที่ปรากฏบนภาพ ซึ่งมีดังนี้คือ 1. ป่าไม้ 2. ภูเขาหิน 3. แม่น้ำ 4. สันทราย 5. เมฆ และ 6. เกาเมฆ โดยแสดงแบบสีธรรมชาติ (Natural Color) ซึ่งมีผู้ศึกษาลักษณะจำเพาะของค่าการสะท้อนแสงและดูดกลืนแสงของวัตถุต่างๆ โดยใช้อุปกรณ์วัดแสงและเก็บข้อมูลที่ชื่อ สเปกโตรมิเตอร์ (Spectrometer) ลักษณะจำเพาะนั้นเรียกว่าลายเส้นเชิงคลื่น (Spectral Signature) โดยข้อมูลดังกล่าวจะถูกนำมาเปรียบเทียบเพื่อหาความสัมพันธ์กับข้อมูลค่าการสะท้อนแสงที่บันทึกในภาพถ่ายจากดาวเทียมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการแยกแยะวัตถุต่างๆ มากขึ้น มีการแสดงดังภาพที่ 2.2



Spectral Signature



ภาพที่ 2.2 การแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งปกคลุมดินที่ปรากฏบนภาพถ่ายจากดาวเทียมกับลายเส้นเชิงคลื่น (แหล่งที่มาของภาพ : <http://auracle.ca/news/>)

2.1.1.2 ดาวเทียมไทยโชต (THEOS) [1]

ไทยโชตหรือธีออส (Thailand Earth Observation System - THEOS) เป็นระบบสำรวจโลกโดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม ซึ่งมีองค์ประกอบดังนี้คือ

1. ภาคอวกาศ (Space Segment) มีระบบบัส (BUS) หรือแพลตฟอร์ม (Platform) หรือตัวดาวเทียมให้บริการตามหน้าที่ต่างๆ และระบบออปติคอลลอจิสติกส์ (Optical Payload) เป็น

ระบบถ่ายข้อมูลภาพ ประกอบด้วยกล้องบันทึกข้อมูลภาพขาวดำ (Panchromatic Mode) และกล้องบันทึกข้อมูลหลายช่วงคลื่น (Multispectral Mode) มีการแสดงคุณลักษณะของดาวเทียมไทยโชตดังตารางที่ 2.1 และแสดงรายละเอียดระบบบันทึกภาพจากดาวเทียมดังตารางที่ 2.2 และมีการแสดงตัวอย่างข้อมูลดังภาพที่ 2.3

ตารางที่ 2.1 คุณลักษณะของดาวเทียมไทยโชต (Characteristic of THEOS Satellite)

พารามิเตอร์	ค่า
น้ำหนักรวม (Mass)	715 กิโลกรัม
ขนาด (Size)	2.1 เมตร x 2.1 เมตร x 2.4 เมตร
แผงรับแสงอาทิตย์ (Power Consumption)	840 วัตต์
อายุการใช้งาน (Nominal Life Time)	มากกว่า 5 ปี
เชื้อเพลิงและความจุของถังเชื้อเพลิง (Fuel and Capacity)	ไฮดราซีน 80 กิโลกรัม
การบันทึกข้อมูล (Payload Data Recorder)	แบบ Solid-State Drive มีความจุ 40 GB
อัตราการส่งสัญญาณข้อมูล(Data Downlink Rate)	120 เมกะบิต ต่อ วินาที (คลื่นความถี่ X band)
มุมมองเอียง (Off-nadir viewing)	+/- 50° (เอียงด้านข้าง และเอียงขึ้น-ลง)
การควบคุมการเอียงตัว (Attitude Control)	ชี้มายังพื้นโลกและมีอัตราการเอียงสูง
การคำนวณวงโคจร (Orbit Determination)	GPS
ประเภทวงโคจร (Orbit Type)	Circular SSO low earth orbit
ความสูงเหนือพื้นดิน (Altitude)	822 km
จำนวนรอบโคจรต่อวัน (Number of Orbits per Day)	14+5/26 orbits per day
เวลา ณ ขณะผ่านเส้นศูนย์สูตร (Local Equator Crossing Time)	10:00 am (descending)
ระยะเวลาโคจร 1 รอบ (Orbit Period)	101.4 นาที
มุมเอียง (Orbit Inclination)	98.7°
ระยะเวลาโคจรกลับมาจุดเดิม (Orbit Cycle)	ทุก 26 วัน (369 วงโคจร)

พารามิเตอร์	ค่า
ช่องว่างระหว่างแนวโคจร (ที่เส้นศูนย์สูตร) Distance Between Passes (at Equator)	- 108 กิโลเมตร ระหว่างแนวการโคจร 2 แนวที่ใกล้ที่สุดที่ดาวเทียมผ่าน - 2,800 กิโลเมตร ระหว่างแนวโคจร 2 วงที่ ต่อเนื่องกัน
รัศมีพื้นที่รับสัญญาณ (Coverage Area)	รัศมีมากกว่า 2,000 กิโลเมตรจากสถานีรับ สัญญาณภาคพื้นดิน (ที่มุมเงย 5 องศา)

ตารางที่ 2.2 รายละเอียดของระบบบันทึกภาพจากดาวเทียมไทยโชต

พารามิเตอร์	Panchromatic	Multispectral
ความละเอียดต่อจุดภาพ (Resolution)	2	15
ขนาดภาพด้านกว้างและด้านยาว (Imaging Swath)	22 km	90 km
จำนวนจุดภาพต่อหนึ่งไฟล์ภาพ (Pixels per Scene)	12,000 x 12,000	6,000 x 6,000
ขนาดความจุของไฟล์ (File Capacity)	140 MB	140 MB
บิตของข้อมูล (Bit type Value)	8-12 bits	
จำนวนภาพทั่วประเทศ (Number of scenes all Thailand)	2,100	211
ระยะความกว้างของช่วงคลื่น (Spectral ranges : um)	0.45 – 0.90	B1 (Blue): 0.45 - 0.52 B2 (Green): 0.53 - 0.60 B3 (Red): 0.62 - 0.69 B4 (NIR): 0.77 - 0.90
ซีกแนล นอยส์ เรโซ (Signal to Noise Ratio)	> 110	> 117



ภาพที่ 2.3 ภาพถ่ายจากดาวเทียมไทยโชตระบบบันทึกข้อมูลภาพขาวดำ (Panchromatic Mode) และระบบบันทึกข้อมูลภาพสีหลายช่วงคลื่น (Multispectral Mode)

ภาพถ่ายจากดาวเทียมที่ได้จากระบบการบันทึกจะมีการแก้ไขค่าเชิงตำแหน่ง (Geometric Correction) และค่าเชิงคลื่น (Radiometric Correction) ให้มีค่าความถูกต้องมากที่สุด ณ เวลาการถ่ายภาพด้วยอุปกรณ์ภายในดาวเทียม แต่ข้อมูลยังคงมีความคลาดเคลื่อนเชิงตำแหน่ง ซึ่งจะต้องใช้ซอฟต์แวร์ทางด้านภูมิสารสนเทศ (Geographic Information System Software) [ดูที่ข้อ 2.1.3] ปรับแก้ความถูกต้องมากขึ้นและมีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดที่อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

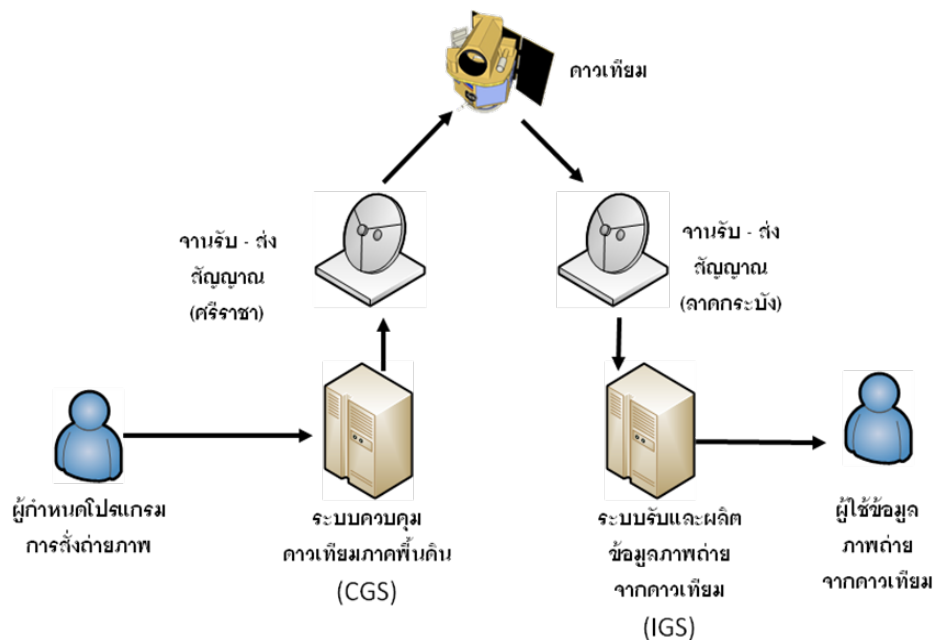
2. ภาคพื้นดิน (Ground Segment)

มีอยู่ด้วยกัน 2 ระบบ ประกอบไปด้วยระบบที่หนึ่งคือระบบควบคุมดาวเทียมภาคพื้นดิน (Control Ground Segment - CGS) มีหน้าที่ควบคุมดาวเทียมในการถ่ายภาพ ระบบที่สองคือระบบรับสัญญาณและผลิตข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม (Image Ground Segment - IGS) มีหน้าที่รับข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมที่บันทึกได้ ซึ่งแต่ละระบบจะมีอุปกรณ์จานดาวเทียม (Satellite Dish Antenna) ในการรับ-ส่งสัญญาณซึ่งเชื่อมต่อกับระบบคอมพิวเตอร์

3. ขั้นตอนการทำงานของระบบ

จากภาพที่ 2.4 เริ่มจากเจ้าหน้าที่โปรแกรมการส่งถ่ายภาพตรวจสอบวงโคจรการบินของดาวเทียม ณ เวลาปัจจุบัน เพื่อกำหนดโปรแกรมการถ่ายภาพพื้นที่เป้าหมาย จากนั้นทำการป้อน

คำสั่งโปรแกรมให้กับระบบควบคุมดาวเทียมภาคพื้นดิน (CGS) และรอการส่งคำสั่งด้วยจานดาวเทียม (ศรัราชา) ไปยังดาวเทียม เมื่อถึงเวลาที่กำหนดแล้วดาวเทียมจะโคจรอยู่ในแนวรัศมีการควบคุม โดยจานดาวเทียมพร้อมรับโปรแกรมที่ถูกกำหนดไว้ และเมื่ออยู่เหนือบริเวณพื้นที่เป้าหมายจะทำการถ่ายภาพและส่งสัญญาณมายังจานดาวเทียม (ลาดกระบัง) จากนั้นจะทำการแปลงสัญญาณไปเป็นข้อมูลดิบ (Raw Data) และทำการผลิตข้อมูลออกมาเป็นข้อมูลภาพถ่ายดิจิทัลด้วยระบบผลิตข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม (IGS) และจะถูกส่งต่อไปยังผู้ใช้งานต่อไป



ภาพที่ 2.4 ภาพรวมของระบบดาวเทียมไทยโชต (Overview of THEOS)

2.1.2 การจำแนกข้อมูลจากภาพถ่ายจากดาวเทียม(Satellite Imagery Classification)[2]
การจำแนกข้อมูลจากภาพถ่ายจากดาวเทียม เป็นกระบวนการที่จัดหมวดหมู่ของจุดภาพ (Pixel) ทั้งหมดที่ปรากฏอยู่บนภาพให้อยู่ในรูปแบบกลุ่มของสิ่งคลุมดิน (Land Cover) แบบอัตโนมัติ ปกติจะใช้จัดกลุ่มข้อมูลภาพหลายช่วงคลื่น (Multispectral Data) โดยใช้หลักการวิเคราะห์เชิงสถิติเพื่อคัดแยกกลุ่มของจุดภาพที่มีคุณสมบัติทางแสงที่เหมือนกันหรือใกล้เคียงกันให้เป็นกลุ่มเดียวกัน (Class) และคัดแยกกลุ่มข้อมูลที่มีคุณสมบัติทางแสงต่างกันให้ออกจากกัน

2.1.2.1 ประเภทวิธีจำแนกข้อมูล มี 2 วิธีดังนี้

1. การจำแนกข้อมูลแบบไม่ควบคุม (Unsupervised Classification) เป็นการจำแนกข้อมูลเชิงภาพโดยอัตโนมัติด้วยการจัดกลุ่มเชิงสถิติ (Statistical Grouping หรือ Clustering) ที่ใช้คุณสมบัติทางแสง (Spectral Pattern) ของวัตถุต่างๆ บนพื้นผิวโลกที่สะท้อนมายังระบบสำรวจ

ระยะไกล (Remote Sensing System) ที่เก็บอยู่ในภาพถ่ายจากดาวเทียม โดยที่ผู้วิเคราะห์ไม่ทราบสภาพลักษณะภูมิประเทศตลอดจนวัตถุที่ปกคลุมบนพื้นผิวของพื้นที่บริเวณนั้นมาก่อน ดังนั้นจะต้องกำหนดจำนวนกลุ่มของผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้นตามความเหมาะสม เมื่อได้ข้อมูลที่ถูกแบ่งกลุ่มแล้ว ผู้วิเคราะห์ต้องกำหนดประเภทของกลุ่มในขั้นตอนสุดท้าย วิธีการจำแนกข้อมูลที่อยู่ในแบบนี้เป็น IsoData และ K-Means เป็นต้น

2. การจำแนกข้อมูลแบบควบคุม (Supervised Classification) เป็นการจำแนกข้อมูลเชิงภาพโดยที่ผู้วิเคราะห์ทราบลักษณะภูมิประเทศ รวมทั้งประเภทของวัตถุที่ปกคลุมบนพื้นผิวของพื้นที่ในบริเวณที่ต้องการวิเคราะห์ ดังนั้นจึงสามารถกำหนดตัวอย่างของข้อมูลแต่ละประเภทบนพื้นผิวที่เรียกว่า พื้นที่ที่น่าสนใจ (Training Area หรือ Region of Interest) เพื่อเป็นตัวแทนในการวิเคราะห์เชิงสถิติ จากนั้นนำค่าทางสถิติของพื้นที่ที่น่าสนใจไปทำการวิเคราะห์พื้นที่ภาพทั้งหมดเพื่อแยกแยะพื้นที่ที่มีความเหมือนกับพื้นที่ตัวอย่าง สิ่งสำคัญของการจำแนกข้อมูลแบบควบคุมคือการกำหนดพื้นที่ตัวอย่างที่เหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์และคุณลักษณะของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมตั้งต้น วิธีการจำแนกข้อมูลในรูปแบบนี้ยกตัวอย่างเช่น Parallelepiped, Minimum Distance, Mahalanobis Distance, Maximum Likelihood และ Supported Vector Machine เป็นต้น

2.1.2.2 ขั้นตอนการจำแนกข้อมูล มี 5 ขั้นตอนดังนี้

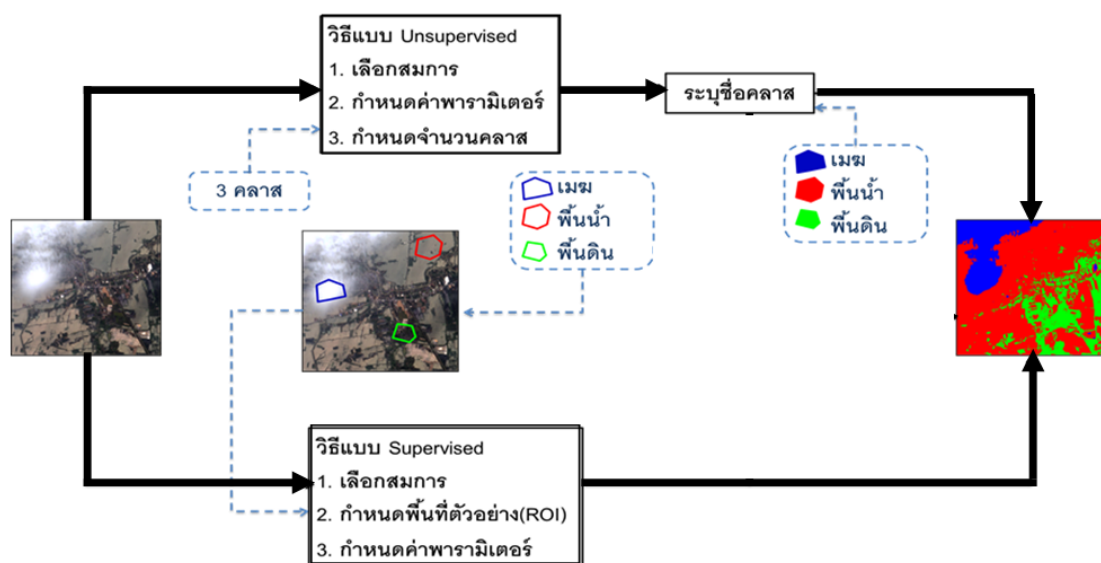
1. กำหนดลักษณะของการจำแนก - เป็นการกำหนดเรื่องของการจำแนกประเภทข้อมูล โดยขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการทำงานและคุณสมบัติของข้อมูลดาวเทียม อาทิเช่น การจำแนกข้อมูลการใช้ที่ดิน, ข้อมูลทางธรณีวิทยา, พื้นที่ป่าไม้และพื้นที่น้ำท่วม เป็นต้น

2. กำหนดช่วงคลื่นข้อมูลดาวเทียม - เป็นการเลือกช่วงคลื่นในการจำแนกประเภทข้อมูล เนื่องจากแต่ละช่วงคลื่นจะแสดงคุณสมบัติของการสะท้อนและการดูดกลืนพลังงานของวัตถุต่างๆ บนพื้นผิวแตกต่างกันไป อาทิเช่น ช่วงคลื่น 0.5 - 0.6 ไมครอนจะมีคุณสมบัติในการจำแนกการใช้ที่ดิน, พืชพรรณและคุณภาพน้ำชายฝั่ง ช่วงคลื่น 0.6 - 0.7 ไมครอนจะมีคุณสมบัติในการจำแนกการใช้ที่ดิน, คุณภาพน้ำชายฝั่งและธรณีวิทยา ช่วงคลื่น 0.7 - 0.8 ไมครอนจะมีคุณสมบัติในการแยกแหล่งน้ำ, พืชพรรณและธรณีวิทยา เป็นต้น

3. กำหนดประเภทการจำแนกข้อมูล - เป็นการเลือกใช้ประเภทจำแนกประเภทข้อมูลแบบควบคุมหรือแบบไม่ควบคุม ถ้าเป็นแบบควบคุมจะต้องมีการสร้างพื้นที่สนใจ (Training Area หรือ Region of Interest) แต่ถ้าเป็นแบบไม่ควบคุมต้องมีการกำหนดจำนวนประเภทข้อมูล (Class)

4. กำหนดวิธีจำแนกข้อมูล – เป็นการกำหนดว่าจะใช้วิธีอะไรในการวิเคราะห์ข้อมูลซึ่งจะแตกต่างกันไปตามวิธีการจำแนกประเภทข้อมูล ตัวอย่างเช่นวิธีการซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน

5. ตรวจสอบผลของการจำแนกประเภทข้อมูล - เป็นการตรวจสอบความแม่นยำของผลลัพธ์ที่ได้ การจำแนกประเภทข้อมูล โดยการเปรียบเทียบกับสภาพพื้นที่จริงหรือข้อมูลอ้างอิงอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่บริเวณนั้น เพื่อความแม่นยำอาจทำการกรองข้อมูลผลลัพธ์ก่อนตรวจสอบเพื่อขจัดพื้นที่นอกสิ่งสนใจ โดยมีวิธีการให้เลือกใช้งานมากมายอาทิเช่น Convolutions และ Morphology, Texture, Adaptive, FFT Filtering และ Cohen's Kappa เป็นต้น ซึ่งมีการแสดงขั้นตอนการจำแนกข้อมูลดังภาพที่ 2.5



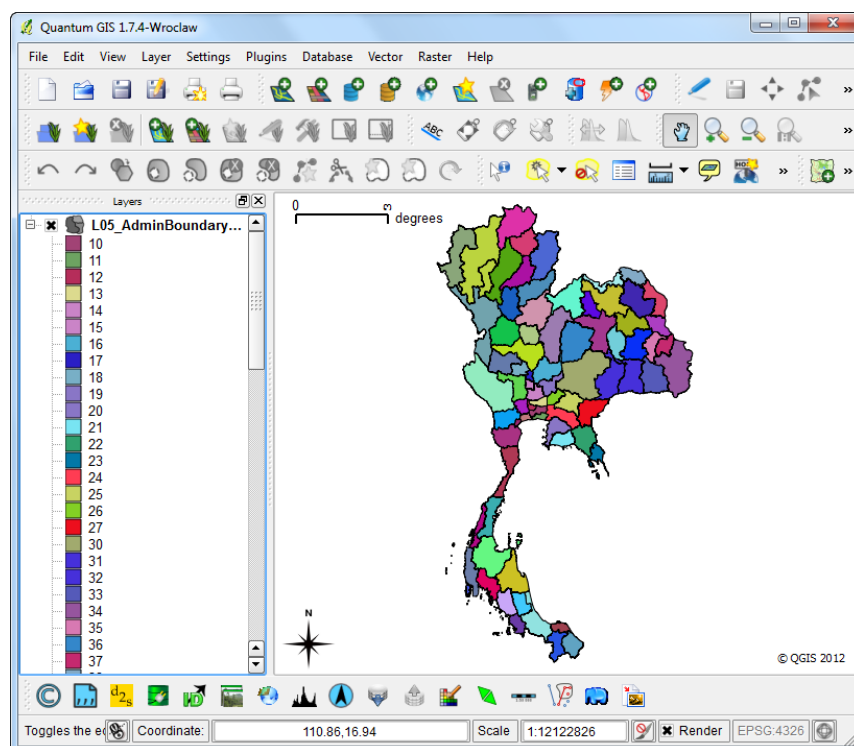
ภาพที่ 2.5 การแสดงขั้นตอนการจำแนกข้อมูลจากภาพถ่ายจากดาวเทียม

2.1.3 ซอฟต์แวร์ทางด้านภูมิสารสนเทศ (Geo-Informatics Software)

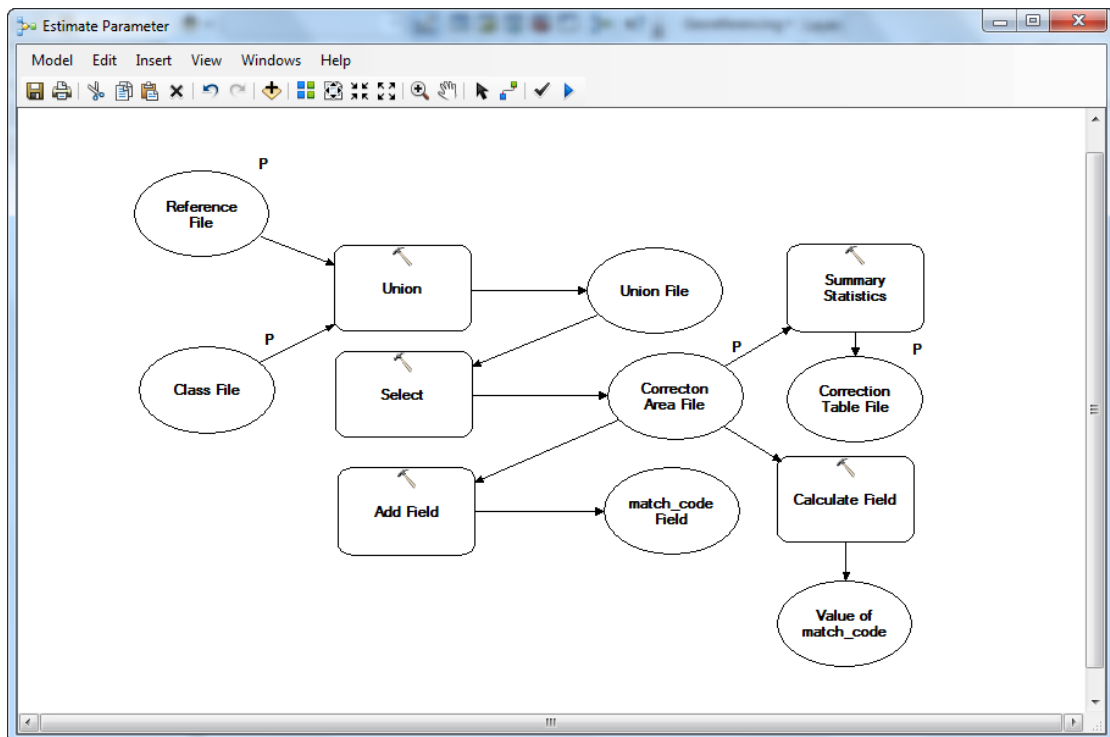
ซอฟต์แวร์ทางด้านภูมิสารสนเทศถูกแบ่งตามองค์ประกอบของระบบภูมิสารสนเทศหรือที่เรียกว่าเทคโนโลยีสามเอส (3S Technology) ซึ่งมีองค์ประกอบ 3 ส่วน ได้แก่ 1. ซอฟต์แวร์ด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System Software) 2. ซอฟต์แวร์ด้านการรับรู้จากระยะไกล (Remote Sensing Software) และ 3. ซอฟต์แวร์ด้านการกำหนดตำแหน่งบนโลก (Global Positioning System Software) ในที่นี้จะกล่าวรายละเอียดเฉพาะซอฟต์แวร์ข้อที่ 1 และ 2 ซึ่งเกี่ยวข้องกับวิทยานิพนธ์โดยตรง

2.1.3.1 ซอฟต์แวร์ด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System Software) [12]

เป็นซอฟต์แวร์ที่มีเครื่องมือในการสร้าง, แก้ไข, ลบ, ประมวลผล, วิเคราะห์เชิงพื้นที่และแสดงผลข้อมูลทางภูมิศาสตร์ โดยส่วนใหญ่เป็นการจัดการข้อมูลประเภทข้อมูลเชิงเส้นหรือเวกเตอร์ (Vector data) ซึ่งข้อมูลจะแสดงในรูปแบบวัตถุรูปทรงเรขาคณิตที่มีความสัมพันธ์กับค่าพิกัดเป็นตัวแทนตำแหน่งของข้อมูลต่างๆ ซึ่งอาจแสดงได้ด้วยจุด (Point), เส้น (Line) และรูปหลายเหลี่ยม (Polygon) อย่างใดอย่างหนึ่ง ตัวอย่างข้อมูลอาทิเช่นจุดตำแหน่งสถานที่ราชการ, แม่น้ำ, ถนนและขอบเขตประเทศเป็นต้นและเครื่องมือที่สำคัญที่สุดของซอฟต์แวร์ประเภทนี้คือเครื่องมือในกลุ่มการประมวลผลเชิงพื้นที่ (Geoprocessing) ยกตัวอย่างเช่นการทำแนวกันชน (Buffering) การรวมชั้นข้อมูล (Merge) การรวมประเภทข้อมูล (Dissolving) การตัดชั้นข้อมูล (Clipping) การซ้อนทับข้อมูล (Intersect and Union) ยกตัวอย่างโปรแกรมที่อยู่ในกลุ่มนี้อาทิเช่นอาร์ควิว (ArcView)[13], อาร์คจีไอเอสเดสก์ทอป (ArcGIS Desktop)[14], กราสจีไอเอส (GRASS GIS)[15], จีดีแอลโอจีอีอา (GDAL OGR)[16], โพสต์เกรสคิวเอล (PostgreSQL)[17] และควันตัมจีไอเอส (Quantum GIS)[18] เป็นต้น นอกเหนือจากนี้โปรแกรมส่วนใหญ่มีเครื่องมือในการสร้างแบบจำลอง (Model Builder) เพื่อการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ ในการใช้งานโปรแกรม ผู้ใช้สามารถสั่งทำงานต่างๆ ผ่านทางกราฟิกยูสเซอร์อินเตอร์เฟซ(GUI: Graphic User Interface) บางโปรแกรมมีสามารถดำเนินงานแบบกลุ่ม (Batch Mode) ซึ่งสามารถทำงานร่วมกับเชลล์สคริปต์ (Shell Script) หรือแบชสคริปต์ (Batch Script) ได้



ภาพที่ 2.6 GUI ของโปรแกรม Quantum GIS

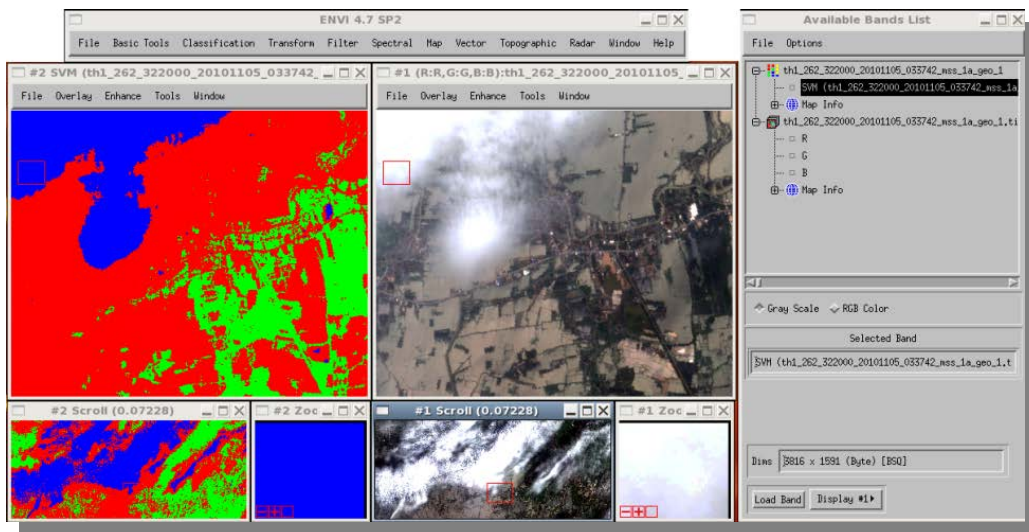


ภาพที่ 2.7 เครื่องมือการสร้างแบบจำลอง (Model Builder) ของโปรแกรม ArcGIS Desktop

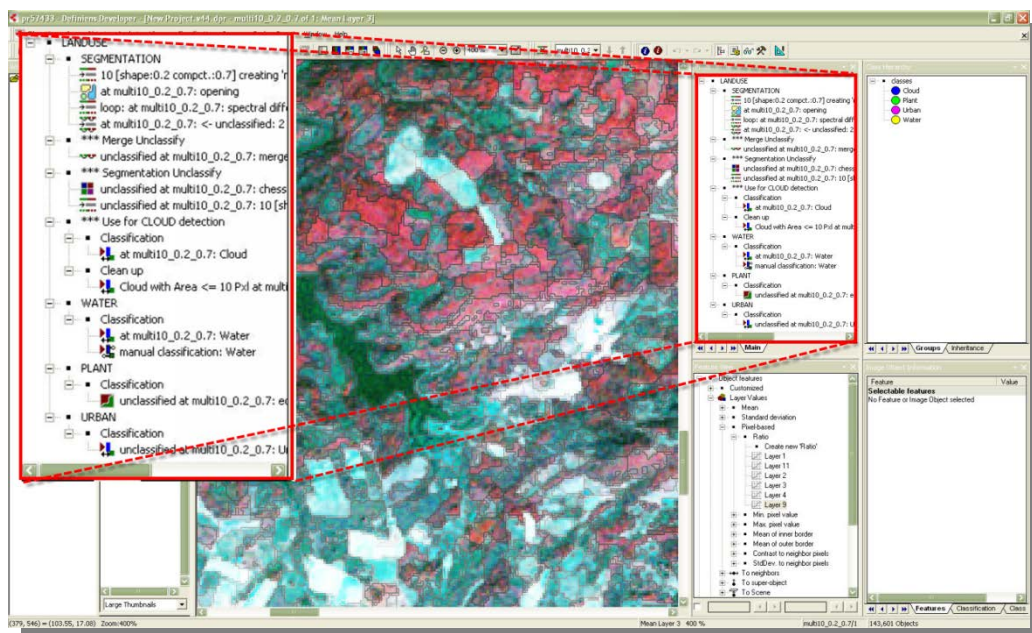
2.1.3.2 ซอฟต์แวร์ด้านการรับรู้จากระยะไกล (Remote Sensing Software) [19]

เป็นซอฟต์แวร์ที่มีเครื่องมือในการประมวลผลสเปกตรัมของแสง สามารถวิเคราะห์และปรับปรุงข้อมูลเชิงคลื่นหรือแรสเตอร์ (Raster) ได้แก่ ภาพถ่ายทางอากาศและภาพถ่ายจากดาวเทียมเป็นต้น โดยจะมีเครื่องมือให้เลือกใช้งาน อาทิเช่น การปรับความละเอียดข้อมูล (Resampling), การจำแนกข้อมูล (Classification), การหลอมข้อมูล (Pansharpened), การรวมข้อมูล (Mosaic) และการเพิ่มคุณภาพข้อมูล (Enhancement) โดยวิทยานิพนธ์เล่มนี้จะกล่าวถึงการจำแนกข้อมูลเป็นหลัก ซึ่งพื้นฐานการจำแนกข้อมูลของโปรแกรมต่างๆ มี 2 แบบดังนี้คือแบบจุดภาพ (Pixel Based) ซึ่งเหมาะในการนำไปจำแนกข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมที่มีรายละเอียดปานกลางถึงรายละเอียดต่ำและเหมาะกับภาพหลายช่วงคลื่น (Multispectral) ตัวอย่างโปรแกรม อาทิเช่น เอนวีไอดีแอล (ENVI IDL)[20], จีดีแอล (GDAL)[21], เออดาส อิมเมจจิ้น (Erdas Imagine)[22] และพีซีไอ จีโอเมตติกา (PCI Geometica)[23] เป็นต้น และแบบวัตถุ (Object Based) ซึ่งเหมาะในการนำไปจำแนกข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมที่มีรายละเอียดปานกลางและรายละเอียดสูง ตัวอย่างโปรแกรม อาทิเช่น อีคอกนิชัน (eCognition) [24] (เวอร์ชัน 7.0 ใช้ชื่อ Definiens) เป็นต้น มีรูปแบบการใช้งานเพิ่มเติมโดยบางโปรแกรมมีเครื่องมือในการสร้างแบบจำลอง (Model Builder) จากการกำหนดวิธีการที่มีอยู่ในซอฟต์แวร์ได้ ซึ่ง Model Builder

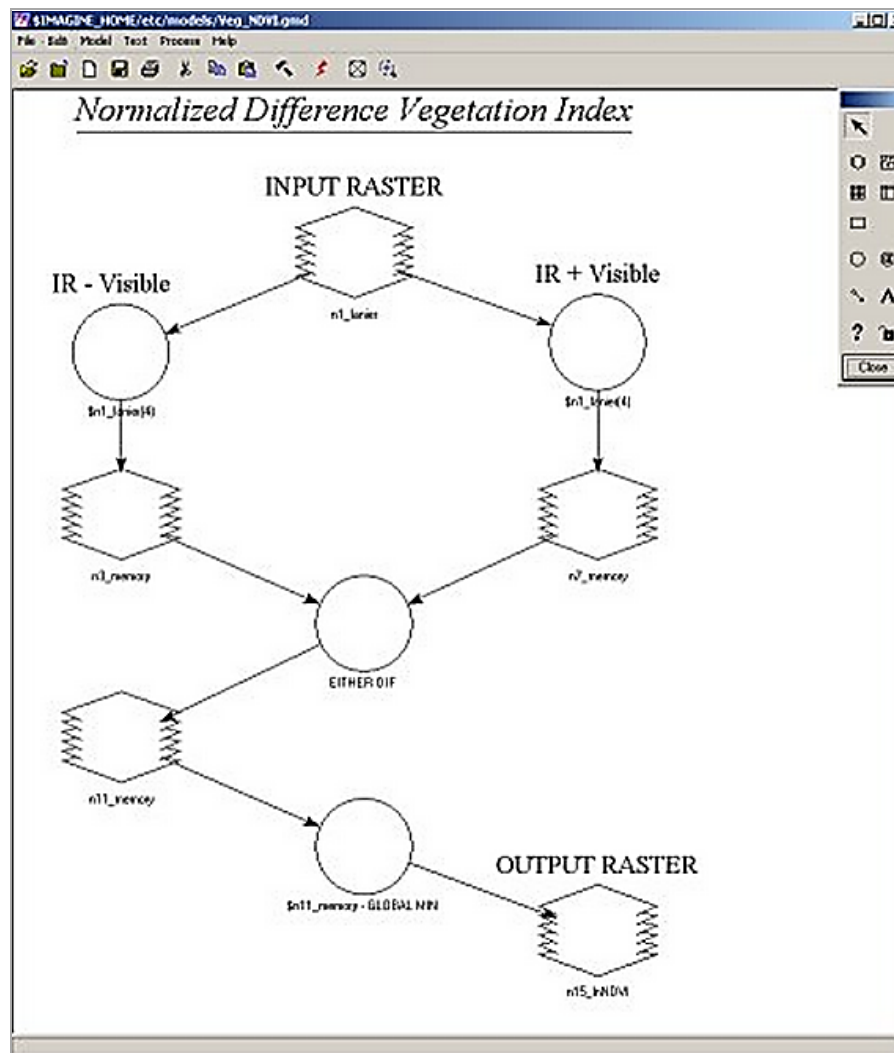
เป็นเครื่องมือในการสร้างลำดับของการประมวลผลจากเครื่องมือต่างๆ เพื่อประมวลผลข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม 1 ภาพในครั้งเดียว ดังภาพที่ 2.10 แต่มีบางโปรแกรมที่สามารถดำเนินการประมวลผล 1 ครั้งต่อภาพหลายภาพ ซึ่งโปรแกรมดังกล่าวมีความสามารถในการจัดลำดับงาน (Task and Schedule) เช่นโปรแกรมอีคอกนิชัน มีการแสดงดังภาพที่ 2.11 ในการใช้งานโปรแกรมต่างๆ ผู้ใช้ดำเนินการผ่าน GUI แต่มีบางโปรแกรมที่สามารถทำงานแบบกลุ่ม (Batch Mode) ได้ ซึ่งสามารถสั่งดำเนินงานผ่านเชลล์สคริปต์ (Shell Script) หรือแบชสคริปต์ (Batch Script) ได้ โปรแกรมที่ทำงานในลักษณะดังกล่าวคือโปรแกรม ENVI IDL และ GDAL เป็นต้น



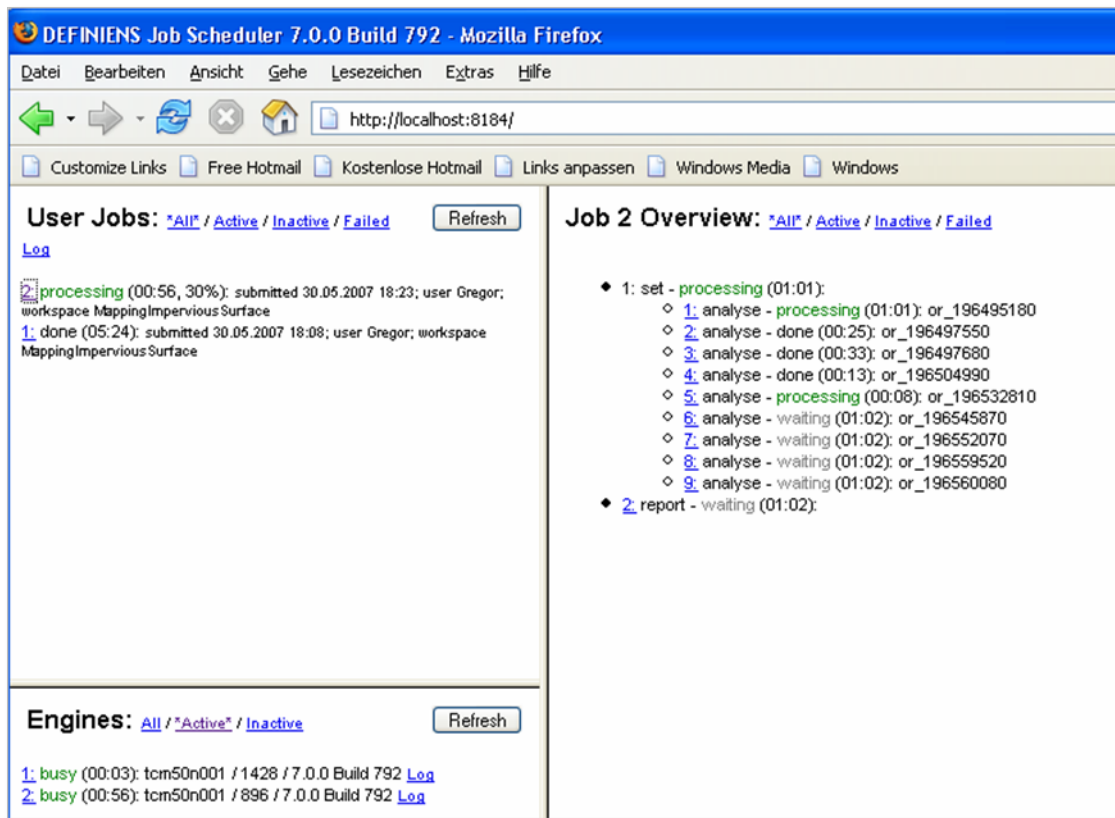
ภาพที่ 2.8 การใช้เครื่องมือจำแนกข้อมูล ผ่าน GUI ของโปรแกรม ENVI IDL



ภาพที่ 2.9 การกำหนดแบบจำลองหรือ Ruleset ผ่าน GUI ของโปรแกรม eCognition



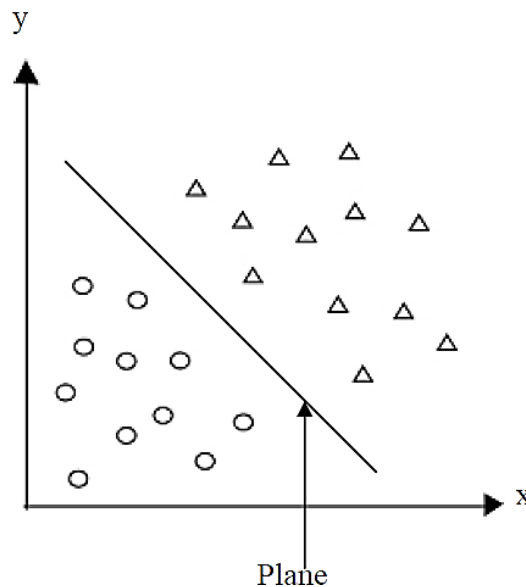
ภาพที่ 2.10 การกำหนดแบบจำลองผ่าน GUI ของโปรแกรม Erdas Imagine



ภาพที่ 2.11 การกำหนดงานประมวลผลผ่าน GUI ของโปรแกรม eCognition

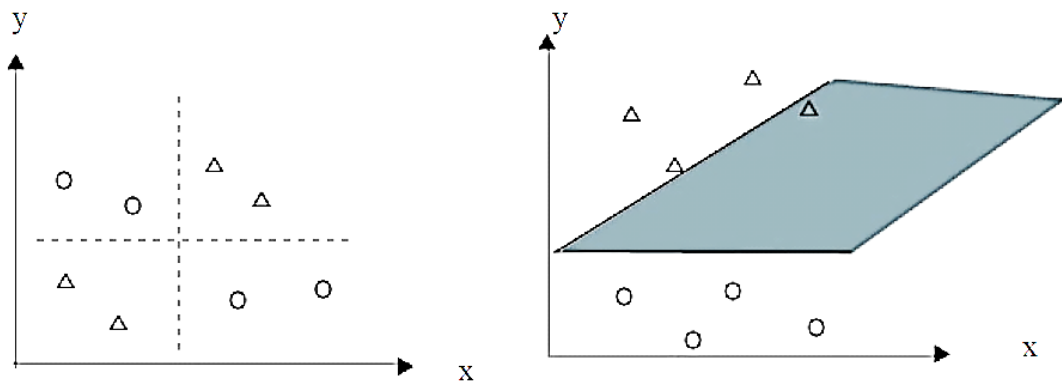
2.1.4 ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (Supported Vector Machine - SVM)[3],[4]

วิธีการของซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนเป็นวิธีในการกำหนดเส้นได้ดีที่สุด (Optimal Separating Hyperplane) ในการแบ่งกลุ่มข้อมูลต่างๆ ออกกัน โดยใช้การปรับค่าสัมประสิทธิ์ที่เหมาะสมของสมการเพื่อปรับเปลี่ยนเส้นแบ่งแยกกลุ่มข้อมูลอย่างเหมาะสม แสดงดังภาพที่ 2.12



ภาพที่ 2.12 ตำแหน่งข้อมูลสองกลุ่มในฟีเจอร์สเปซ (Feature Space)

สำหรับรากฐานเดิมของซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน ถูกนำมาใช้กับข้อมูลที่เป็นเชิงเส้น (Linear) แต่ในความเป็นจริงแล้วข้อมูลที่น่ามาใช้ในระบบการสอนให้ระบบเรียนรู้ส่วนใหญ่มักเป็นข้อมูลแบบไม่เป็นเชิงเส้น (Non-Linear) ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนอาจแก้ไขข้อมูลบางรูปแบบได้ แต่มีลักษณะข้อมูลแบบไม่เป็นเชิงเส้นที่ไม่สามารถแบ่งได้ด้วยมุมมอง 2 มิติ ซึ่งสามารถแก้ปัญหาดังกล่าวด้วยการนำเคอร์เนลฟังก์ชัน (Kernel Function) มาใช้เมื่อข้อมูลที่ใช้สำหรับการรู้จำมีการวางตัวกันในลักษณะตำแหน่งที่ไม่สามารถแบ่งกลุ่มได้โดยเส้นตรงตามวิธีการของซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนที่มีรากฐานมาจากข้อมูลเชิงเส้น ในอดีตจึงไม่สามารถนำมาใช้กับข้อมูลที่ไม่เป็นเชิงเส้นในลักษณะเช่นนี้ได้ แต่มีการพัฒนาจนสามารถแก้ปัญหาลักษณะเช่นนี้ได้โดยการเปลี่ยนแปลงมิติของข้อมูลให้สูงขึ้นที่เรียกว่า “พื้นที่มิติสูง” (Higher Dimensional Space) แสดงดังภาพที่ 2.13



ภาพที่ 2.13 การเปลี่ยนมิติข้อมูลไปยังมิติที่สูงขึ้นด้วยฟังก์ชันของเคอร์เนล

การแก้ปัญหาดังกล่าวสามารถใช้เคอร์เนลฟังก์ชันในการพิจารณาซึ่งมีดังนี้คือ ไลน์ย (Linear), โพลีโนเมียล (Polynomial) เรเดียลเบสซิสฟังก์ชัน (Radial Basis Function-RBF) และซิกมอยด์ (Sigmoid)

มีการนำวิธีการของซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนมาประยุกต์ใช้ในการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม โดยโปรแกรมที่นำวิธีการ SVM มาพัฒนาให้เป็นเครื่องมือในกลุ่มของการจำแนกข้อมูลแบบควบคุม (Supervised Classification) อาทิเช่น ENVI IDL และ GRASS GIS เป็นต้น

2.1.5 โคเฮนแคปปา (Cohen' Kappa - K) [5]

โคเฮนแคปปาเป็นค่าทางสถิติที่แสดงถึงความสอดคล้องของความคิดเห็นในเรื่องเดียวกันซึ่งอาจเกิดจากความเห็นระหว่างบุคคล หรือระหว่างคนกับคอมพิวเตอร์ ความเห็นมีความสอดคล้องกันมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับค่าเค (K) ถ้าค่า K มีค่าสูงสุดเท่ากับ 1 หมายถึงมีความเห็นสอดคล้องกันทั้งหมดและค่าต่ำสุดเท่ากับ 1 ไม่มีความเห็นใดๆ ที่สอดคล้องกัน

มีการนำเอาคอนฟิวชัน เมทริกซ์ (Confusion Matrix)[6] หรือเออเรอร์เมทริกซ์ (Error Matrix) มาประยุกต์ใช้ในการทำนายการจัดกลุ่มวัตถุข้อมูลเชิงพื้นที่ระหว่างคนกับคอมพิวเตอร์

ตารางที่ 2.3 การทำนายการจัดกลุ่มวัตถุข้อมูลเชิงพื้นที่ระหว่างคนกับคอมพิวเตอร์โดยใช้ตารางคอนฟิวชัน เมทริกซ์

		คอมพิวเตอร์	
		พื้นที่วัตถุที่ 1	พื้นที่วัตถุที่ 2
คน	พื้นที่วัตถุที่ 1	True Positive	False Negative
	พื้นที่วัตถุที่ 2	False Positive	True Negative

จากรายงานของ Jenness และ Wynne [7] ได้นำเสนอการสร้างส่วนขยาย (Extension) ของโปรแกรมอาร์คิวิว [13] โดยมีการแสดงการประยุกต์ใช้เออเธอร์เมทริกซ์ในการทำนายระหว่างข้อมูลสำรวจ (Field-Checked) กับข้อมูลเกิดจากการจำแนก (Classification Data) เพื่อยกตัวอย่างการพิสูจน์การประเมินค่า K ซึ่งแสดงดังสมการที่ 2.1

$$K = \frac{\Pr(a) - \Pr(e)}{1 - \Pr(e)} \quad (2.1)$$

เมื่อ $\Pr(a)$ คือค่าสัดส่วนที่ค่าความถูกต้องของวัตถุแต่ละวัตถุที่มีความสอดคล้องกัน

$\Pr(e)$ คือค่าสัดส่วนที่ค่าความถูกต้องของวัตถุแต่ละวัตถุมีความเห็นสอดคล้องกัน

โดยบังเอิญ (By Chance)

K เท่ากับ 1 ถ้ามีความเห็นสอดคล้องอย่างสมบูรณ์

K เท่ากับ 0 ถ้ามีความเห็นไม่สอดคล้องกัน (No agreement among the raters)

ยกตัวอย่างการแสดงค่านวนค่า K จำนวน 2 ตัวอย่างดังนี้คือ

เจ้าหน้าที่ของหน่วยงานราชการแห่งหนึ่งต้องการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลพื้นที่แหล่งน้ำของจังหวัดหนึ่งในประเทศไทยจากการเปรียบเทียบกันระหว่างข้อมูล 2 ชุดดังนี้

1) ข้อมูลขอบเขตแหล่งน้ำที่ได้จากวิธีการแปลตีความด้วยสายตาโดยผู้เชี่ยวชาญภูมิสารสนเทศซึ่งถือเป็นข้อมูลอ้างอิงพื้นที่แหล่งน้ำที่ถูกจัดทำขึ้นให้ถูกต้องมากที่สุด โดยให้เรียกข้อมูลชุดนี้ว่า Reference Data

2) ข้อมูลขอบเขตแหล่งน้ำที่ได้จากวิธีการแปลตีความด้วยโปรแกรมในการจำแนกข้อมูลโดยใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียมล่าสุดหรือข้อมูลที่เกิดจากการจำแนกข้อมูล โดยให้เรียกข้อมูลชุดนี้ว่า Classified Data

ซึ่งเจ้าหน้าที่มีการวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูลทั้ง 2 ชุดเพื่อหาพื้นที่ซ้อนทับ โดยมีค่าของพื้นที่ในแบบต่างๆ ดังนี้

- พื้นที่ผลลัพท์แหล่งน้ำ (CW) ซ้อนทับกับพื้นที่อ้างอิงแหล่งน้ำ (RW)
เท่ากับ 3,021 ตร.กม.
- พื้นที่ผลลัพท์แหล่งน้ำ (CW) ซ้อนทับกับพื้นที่อ้างอิงพื้นที่ที่ไม่ใช่แหล่งน้ำ (RN)
เท่ากับ 833 ตร.กม.
- พื้นที่ผลลัพท์พื้นที่ที่ไม่ใช่แหล่งน้ำ (CN) ซ้อนทับกับพื้นที่อ้างอิงแหล่งน้ำ (RW)
เท่ากับ 332 ตร.กม.
- พื้นที่ผลลัพท์พื้นที่ที่ไม่ใช่แหล่งน้ำ (CN) ซ้อนทับกับพื้นที่อ้างอิงพื้นที่ที่ไม่ใช่แหล่งน้ำ (RN)
เท่ากับ 4,650 ตร.กม.

ตารางที่ 2.4 ผลของการวิเคราะห์ของข้อมูลพื้นที่ซ้อนทับ

		โปรแกรมจำแนกข้อมูล	
		CW	CN
ผู้เชี่ยวชาญด้าน ภูมิสารสนเทศ	RW	3021	332
	RN	833	4650

มีขอบเขตของพื้นที่แหล่งน้ำที่ซ้อนทับกัน 3,021 ตร.กม. และขอบเขตของพื้นที่ที่ไม่ใช่แหล่งน้ำที่ซ้อนทับกัน 4,650 ตร.กม. ดังนั้นค่าสัดส่วนที่พื้นที่ของข้อมูลทั้ง 2 ชุดสอดคล้องกันคือ

$$\Pr(a) = (3021 + 4650) / 8836 = 0.868$$

เพื่อคำนวณค่า $\Pr(e)$ (ค่าสัดส่วนที่ค่าพื้นที่ของข้อมูลแต่ละชุดที่สอดคล้องกันโดยบังเอิญ) ต้องทราบข้อมูลดังนี้

1. ข้อมูลพื้นที่อ้างอิงแหล่งน้ำมีพื้นที่ที่เป็นแหล่งน้ำ 3,353 ตร.กม. และพื้นที่ที่ไม่ใช่แหล่งน้ำ 5,483 ตร.กม. ดังนั้น ข้อมูลพื้นที่อ้างอิงแหล่งน้ำมีพื้นที่ที่เป็นแหล่งน้ำเป็นร้อยละ 37 และที่ไม่ใช่แหล่งน้ำเป็นร้อยละ 63

2. ข้อมูลที่เกิดจากการจำแนกข้อมูลมีพื้นที่ที่เป็นแหล่งน้ำ 3,854 ตร.กม. และพื้นที่ที่ไม่ใช่แหล่งน้ำ 4,982 ตร.กม. ดังนั้น ข้อมูลที่เกิดจากการจำแนกข้อมูลมีพื้นที่ที่เป็นแหล่งน้ำเป็นร้อยละ 43 และที่ไม่ใช่แหล่งน้ำเป็นร้อยละ 57

จากข้อมูลดังกล่าวทำให้ความน่าจะเป็นว่าข้อมูลทั้งสองชุดมีพื้นที่เป็นแหล่งน้ำโดยบังเอิญเป็น $0.37 \times 0.43 = 0.159$ และความน่าจะเป็นว่าข้อมูลทั้งสองชุดมีพื้นที่ที่ไม่เป็นแหล่งน้ำโดยบังเอิญเป็น $0.63 \times 0.57 = 0.359$

ดังนั้นผลรวมของความน่าจะเป็นที่สอดคล้องกันคือ

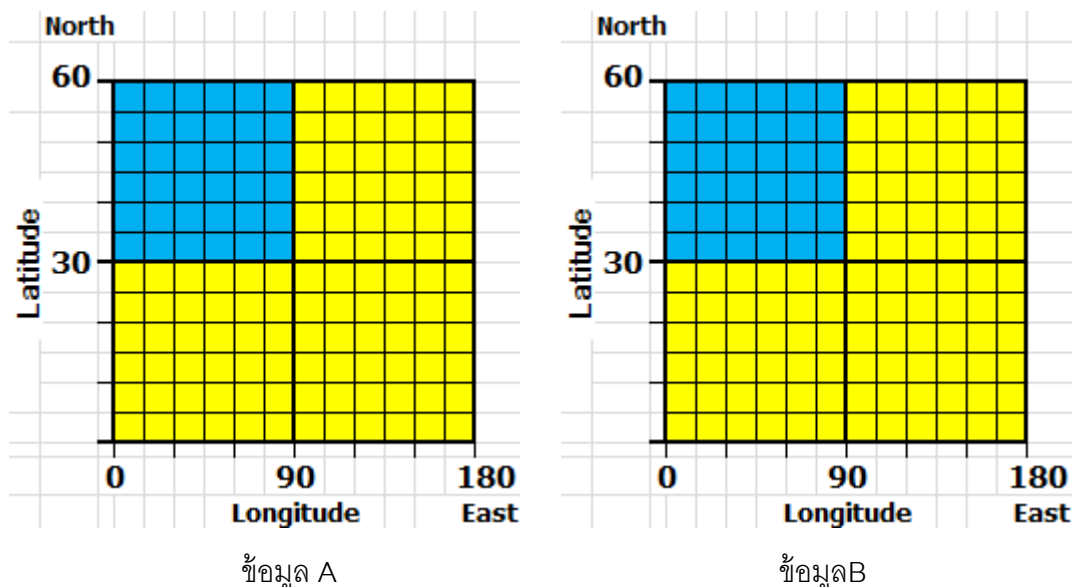
$$\Pr(e) = 0.159 + 0.359 = 0.518$$

ดังนั้นสามารถคำนวณค่า K ได้ดังต่อไปนี้

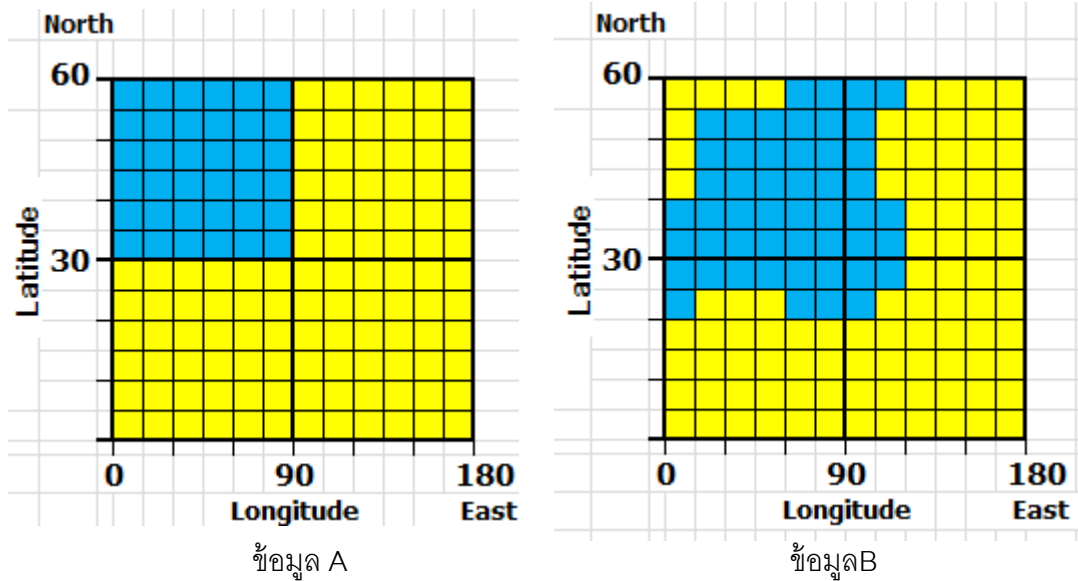
$$K = \frac{\Pr(a) - \Pr(e)}{1 - \Pr(e)} = \frac{0.868 - 0.518}{1 - 0.518} = 0.72$$

โดยสรุปแล้วข้อมูลทั้งสองชุดมีพื้นที่ในการแปลตีความที่สอดคล้องกันเท่ากับ 0.72

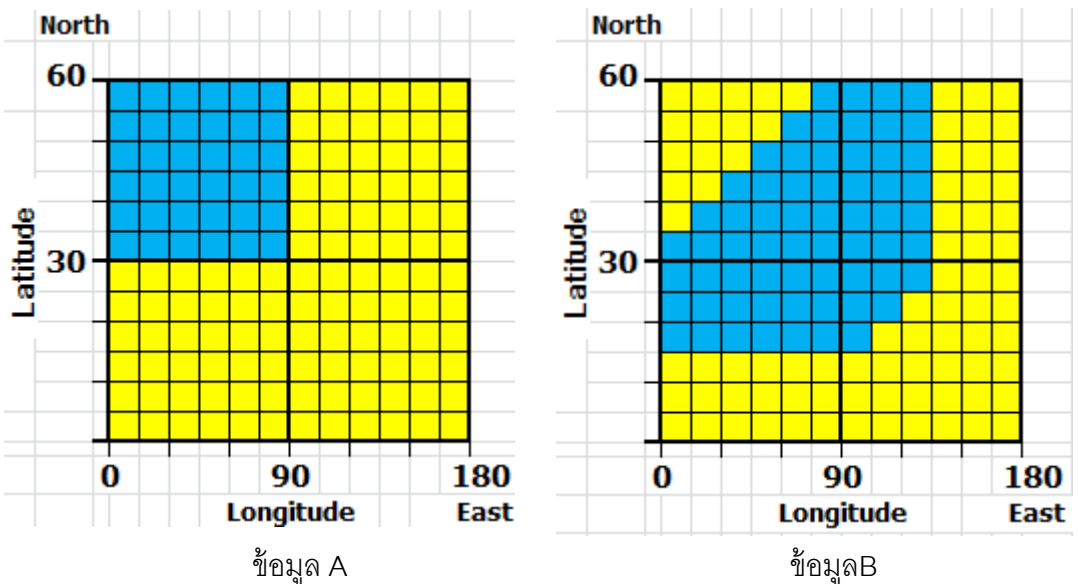
2. ตัวอย่างการแสดงผลภาพความสอดคล้องโดยใช้ภาพเชิงพื้นที่ระหว่างข้อมูลเชิงพื้นที่ A กับข้อมูลเชิงพื้นที่ B ซึ่งมีค่า K ดังนี้คือ 1, 0.80, 0.60, 0.40, 0.20 และ 0 โดยมีการแสดงผลภาพพื้นที่แหล่งน้ำ (สีฟ้า) และพื้นที่ที่ไม่ใช่ (เหลือง) ผู้วิจัยแสดงดังภาพที่ 2.14 ถึงภาพที่ 2.19 ตามลำดับ



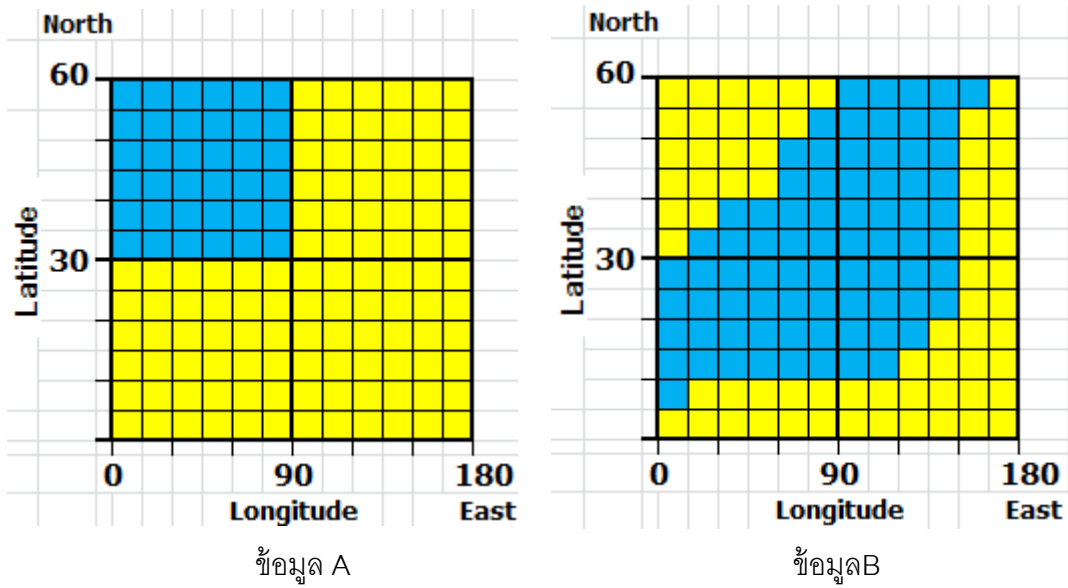
ภาพที่ 2.14 ความสอดคล้องระหว่างข้อมูลเชิงพื้นที่ A และ B มีค่า K เท่ากับ 1



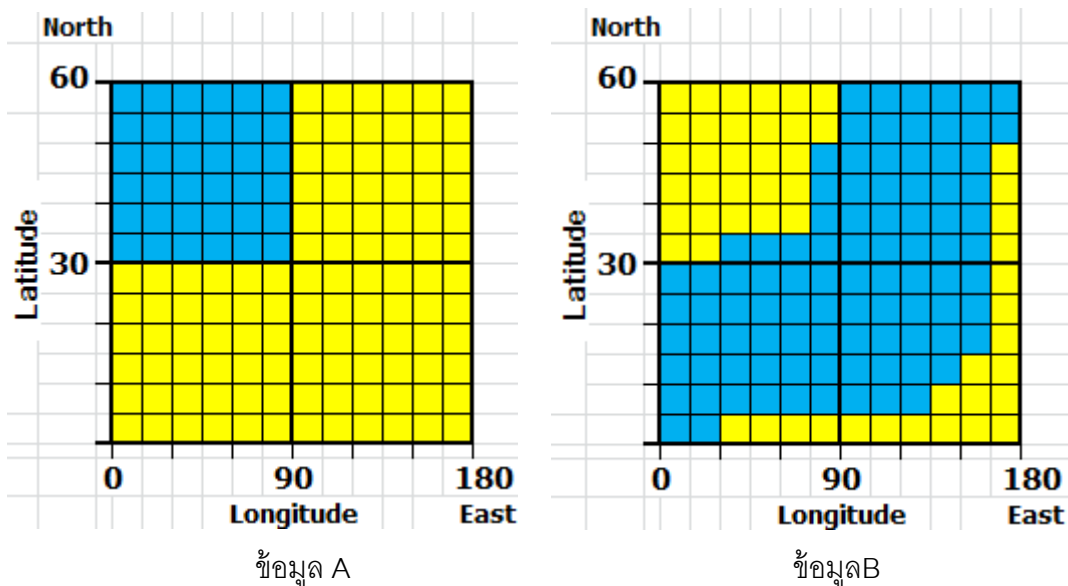
ภาพที่ 2.15 ความสอดคล้องระหว่างข้อมูลเชิงพื้นที่ A และ B มีค่า K เท่ากับ 0.80



ภาพที่ 2.16 ความสอดคล้องระหว่างข้อมูลเชิงพื้นที่ A และ B มีค่า K เท่ากับ 0.60



ภาพที่ 2.17 ความสอดคล้องระหว่างข้อมูลเชิงพื้นที่ A และ B มีค่า K เท่ากับ 0.40



ภาพที่ 2.18 ความสอดคล้องระหว่างข้อมูลเชิงพื้นที่ A และ B มีค่า K เท่ากับ 0.20

2.1.6 การประมวลผลแบบขนาน (Parallel Computing) [28]

ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้แบ่งประเภทการประมวลผลแบบขนานตามลักษณะของวิธีการแก้ปัญหา ดังนี้คือ โดยประเภทแรกเป็นการประมวลผลปัญหาที่มีขนาดใหญ่โดยแบ่งให้เป็นปัญหาย่อยก่อนส่งไปยังหน่วยประมวลผล ซึ่งปัญหาย่อยทุกปัญหามีความสัมพันธ์ต่อกัน ทำให้จำเป็นต้องรอประมวลผลปัญหาย่อยจนเสร็จทั้งหมดก่อนจึงจะได้คำตอบ ซึ่งเป็นวิธีการในแนวคิดของการเพิ่มความเร็วของการประมวลผล โดยวิธีดังกล่าวจัดอยู่ในกลุ่มการใช้การประมวลผลสมรรถนะสูง (High-Performance Computing - HPC) วิธีการในกลุ่มนี้เหมาะกับงานคำนวณทางด้านวิศวกรรมและวิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อน ตัวอย่างอาทิเช่นกลศาสตร์ของไหล (Computational Fluid Dynamics), การทำแบบจำลอง (Modeling), การจำลองสถานการณ์ (Simulation) และการประมวลผลภาพถ่ายดิจิทัล (Digital Image Processing) เป็นต้น การประมวลผลสมรรถนะสูงยังถูกนำมาประยุกต์ใช้กับการคำนวณเชิงธุรกิจอีกด้วย อาทิเช่นคลังข้อมูล (Data Warehouse), Line-of-Business (LOB) Applications, และ Transaction Processing เป็นต้น ประเภทที่สองจะเป็นการแก้ปัญหาเช่นเดียวกับประเภทแรก แต่มีความแตกต่างกันตรงที่ไม่จำเป็นต้องรอให้ปัญหาย่อยถูกคำนวณจนเสร็จทั้งหมดเพราะปัญหาย่อยทุกปัญหานั้นมีอิสระต่อกัน ทำให้สามารถแสดงคำตอบหรือผลลัพธ์บางส่วนที่เสร็จก่อนได้ เป็นวิธีการประมวลผลที่มุ่งเน้นเรื่องของคุณภาพ (Performance), ความมีเสถียรภาพ (Stability) และความสามารถของการขยาย (Scalability) ซึ่งเหมาะสำหรับงานประมวลผลที่มีปริมาณงานจำนวนมาก วิธีดังกล่าวจัดอยู่ในกลุ่มการใช้การประมวลผลปริมาณงานสูง (High-Throughput Computing - HTC) ซึ่งเหมาะสำหรับงานอาทิเช่น การค้นหายา (Drug Discovery) และงานศึกษาโครงสร้างทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตหรือจีโนม (Genome) เป็นต้น

โดยวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เกี่ยวข้องกับ การศึกษาการประมวลผลข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม ที่ไม่มุ่งเน้นในเรื่องการเพิ่มความเร็วการประมวลผลของระบบ แต่มุ่งเน้นในเรื่องการเพิ่มการประมวลผลปริมาณงานของระบบ ซึ่งจะเหมาะสมกับการแก้ปัญหาโดยใช้การประมวลผลปริมาณงานสูง

2.1.6.1 คลัสเตอร์คอมพิวเตอร์ (Cluster Computer) [25]

คลัสเตอร์คอมพิวเตอร์ในปัจจุบันเป็นสถาปัตยกรรมที่รองรับการทำงานแบบขนานและมีความสามารถในการขยายขนาด (Scalability) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมของระบบให้ดียิ่งขึ้น คลัสเตอร์คอมพิวเตอร์ประกอบไปด้วยกลุ่มของเครื่องคอมพิวเตอร์และซอฟต์แวร์เฉพาะเพื่อควบคุมคอมพิวเตอร์ให้ทำงานเสมือนเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์สมรรถนะสูงเพียงเครื่องเดียว ซึ่ง

เครื่องคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องจะเชื่อมต่อกันด้วยเครือข่ายความเร็วสูง อาจเลือกใช้คอมพิวเตอร์ที่เหมือนกัน (Homogeneous) หรือ แตกต่างกัน (Heterogeneous) โดยส่วนใหญ่ใช้คอมพิวเตอร์ที่มีอุปกรณ์เหมือนกันเพื่อลดปัญหาความแตกต่างของเทคโนโลยี คลัสเตอร์คอมพิวเตอร์มีความแตกต่างจากคอมพิวเตอร์เครื่องเดียวในเรื่องของการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน (Performance), เพิ่มสภาพพร้อมใช้งาน (Availability) หรือเพิ่มปริมาณงาน (Throughput) เป็นต้น โดยคลัสเตอร์คอมพิวเตอร์จำแนกได้เป็น

1. คลัสเตอร์สภาพพร้อมใช้งานสูง (High-Availability Cluster)

เป็นคลัสเตอร์ที่สร้างขึ้นเพื่อใช้สำหรับให้บริการบางอย่างที่ต้องการสภาพพร้อมใช้งานตลอดเวลา จึงต้องมีโหนดทำหน้าที่ซ้ำซ้อน (Redundant) ทั้งนี้เพื่อให้ป้องกันการเกิดปัญหาในกรณีที่โหนดใดโหนดหนึ่งทำงานผิดพลาดและจนไม่สามารถให้บริการได้ แต่จะมีโหนดอื่นทำหน้าที่บริการต่อไป โดยทั่วไปใช้สำหรับทำงานทางด้านธุรกิจการเงินและธนาคารเช่นระบบบัญชี (Accounting System) และระบบการเงิน (Financial System) เป็นต้น

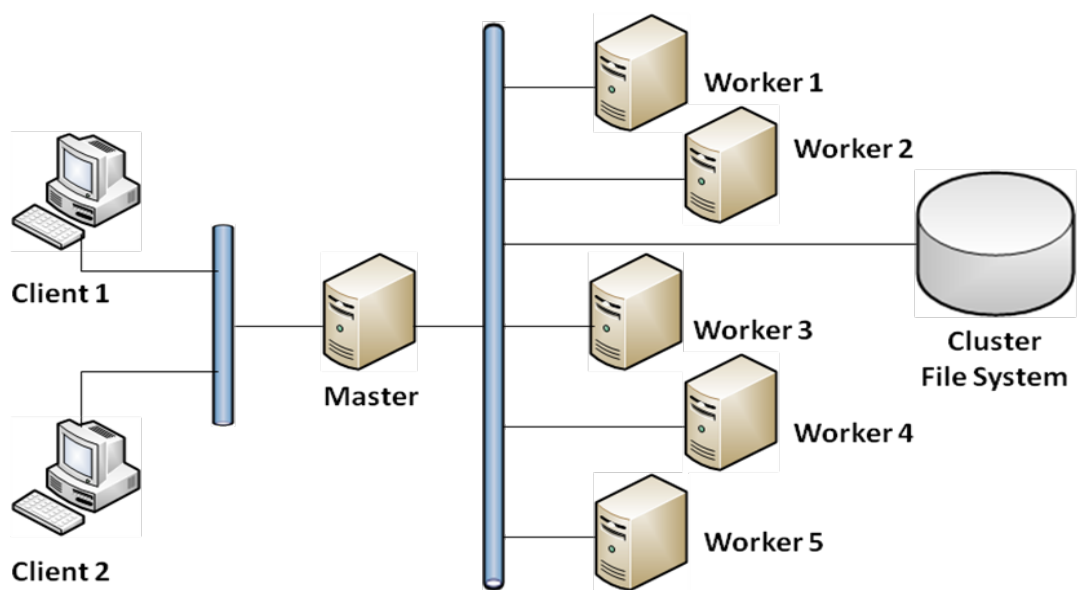
2. คลัสเตอร์กระจายภาระ (Load-Balancing Cluster) เป็นคลัสเตอร์ที่สร้างขึ้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานในรูปแบบแบ่งการกระจายงานทั้งหมดไปยังโหนดต่างๆ อย่างสม่ำเสมอ เพื่อรองรับงานที่มีจำนวนมากๆได้ คลัสเตอร์แบบนี้มักจะมีควบคู่กับคลัสเตอร์สภาพพร้อมใช้งานสูงและอาจเรียกคลัสเตอร์ ประเภทนี้ได้ว่าเซิร์ฟเวอร์ฟาร์ม (Server Farm)

3. คลัสเตอร์สมรรถนะสูง (High-Performance Cluster) เป็นคลัสเตอร์ที่สร้างขึ้นเพื่อเพิ่มสมรรถนะ โดยการแบ่งงานที่ต้องใช้การคำนวณสูงออกเป็นงานย่อย และกระจายไปตามโหนดต่างๆในคลัสเตอร์ โดยทั่วไปใช้สำหรับงานที่เกี่ยวกับการคำนวณทางวิทยาศาสตร์ โปรแกรมที่มักจะใช้กับคลัสเตอร์ประเภทนี้จะถูกออกแบบให้ทำงานแบบเชิงขนานได้ (parallel job) โปรแกรมหลายโปรแกรมใช้คำสั่งเอ็มพีไอ (Message Passing Interface : MPI) ที่รองรับการคำนวณเชิงขนาน

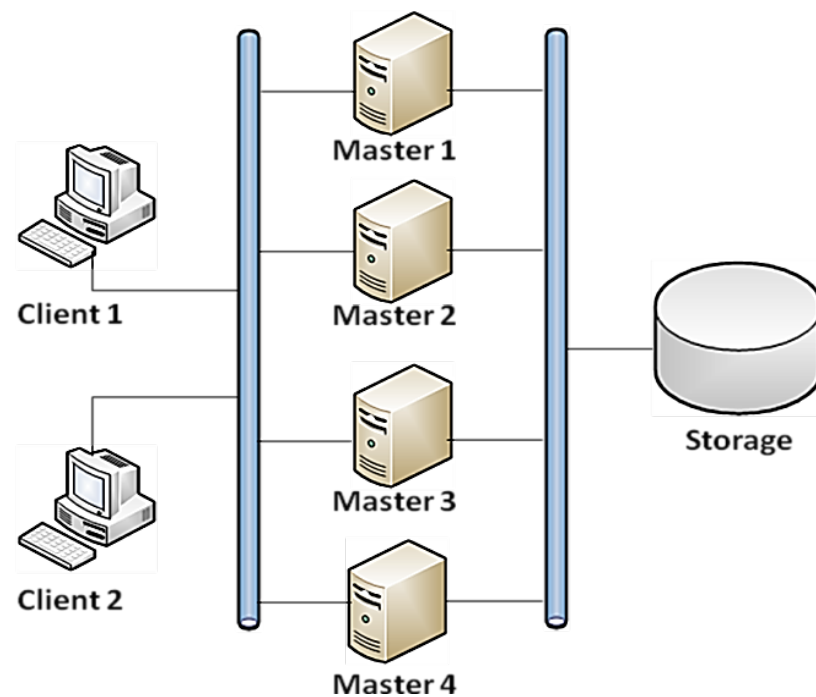
4. คลัสเตอร์ประมวลผลปริมาณงานสูง (High-Throughput Cluster) เหมาะสำหรับประมวลผลกับงานที่มีจำนวนมากโดยที่แต่ละงานเป็นอิสระต่อกัน โดยเป็นงานทางด้านวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ แต่ส่วนใหญ่จะเป็นงานวิจัยทางด้านวิเคราะห์ทางเคมี, ชีววิทยา และฟิสิกส์ เช่น ค้นหาดัวยา (Drug Discovery), การวิเคราะห์โครงสร้าง (Structural Analysis) และเว็บเซอร์วิส (Web Service) เป็นต้น

2.1.6.2 สถาปัตยกรรมทางด้านฮาร์ดแวร์ของคลัสเตอร์คอมพิวเตอร์ [25]

สถาปัตยกรรมของการเชื่อมต่อหน่วยประมวลผลผ่านเครือข่ายเน็ตเวิร์คของคลัสเตอร์มีความแตกต่างกันโดยถูกกำหนดให้เป็นไปตามตามวัตถุประสงค์หลักของการใช้งาน โดยการเชื่อมต่อของคลัสเตอร์สมรรถนะสูงและคลัสเตอร์ประมวลผลปริมาณงานสูงมีลักษณะของการเชื่อมต่อเหมือนกัน ดังแสดงในภาพที่ 2.20 และลักษณะโครงสร้างการเชื่อมต่อคลัสเตอร์สภาพพร้อมใช้งานสูง ดังแสดงในภาพที่ 2.21



ภาพที่ 2.20 การเชื่อมต่อหน่วยประมวลผลของคลัสเตอร์แบบคลัสเตอร์สมรรถนะสูง และคลัสเตอร์ประมวลผลปริมาณงานสูง

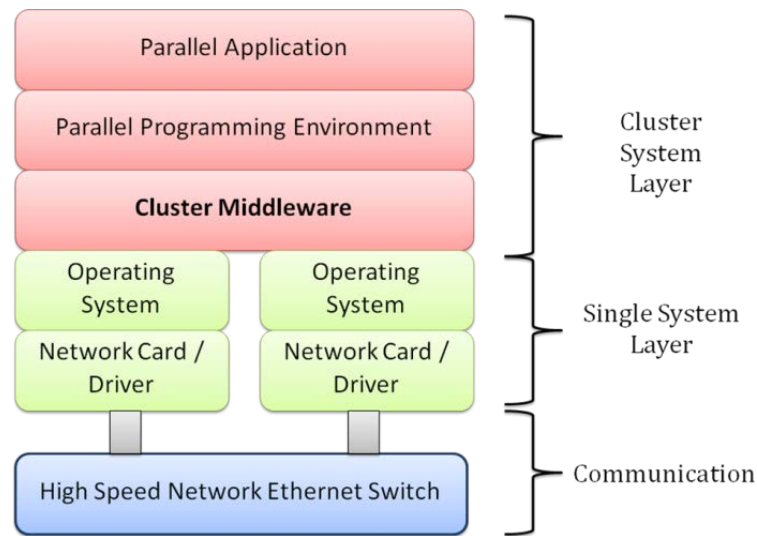


ภาพที่ 2.21 การเชื่อมต่อหน่วยประมวลผลของคลัสเตอร์แบบคลัสเตอร์สภาพพร้อมใช้งานสูง

2.1.6.3 สถาปัตยกรรมทางด้านซอฟต์แวร์ของคลัสเตอร์คอมพิวเตอร์

คลัสเตอร์ที่สามารถทำงานร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพจำเป็นต้องมีฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ ดังแสดงในภาพที่ 2.22 พบว่าในระดับชั้นระบบคลัสเตอร์ (Cluster System Layer) ประกอบด้วย

1. ซอฟต์แวร์ที่ทำหน้าที่ประสานการทำงานเพื่อให้ แต่ละหน่วยประมวลผลทำงานแบบขนานกันได้ เราเรียกซอฟต์แวร์นั้นว่าคลัสเตอร์มิดเดิลแวร์ (Cluster Middleware) ซึ่งจัดเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดในระบบคลัสเตอร์ ซึ่งซอฟต์แวร์ที่มีอยู่ในปัจจุบันนี้มีอาทิเช่น Windows HPC server 2008, Rocks Clusters และ Condor เป็นต้น
2. สภาพแวดล้อมสำหรับการเขียนโปรแกรมแบบขนาน (Parallel Programming Environment)
3. โปรแกรมประยุกต์แบบขนาน (Parallel Application)



ภาพที่ 2.22 สถาปัตยกรรมทางด้านซอฟต์แวร์ของคลัสเตอร์คอมพิวเตอร์

2.1.7 ร็อคส์คลัสเตอร์ (Rocks Cluster) [26]

ร็อคส์คลัสเตอร์ที่มีรากฐานมาจากแบบูฟล์คลัสเตอร์(Beowulf Cluster) เป็นคลัสเตอร์ที่ใช้งานง่ายและติดตั้งได้อย่างรวดเร็ว เหมาะสำหรับนำมาเพื่อใช้สำหรับการพัฒนาการเรียนการสอนและผลิตงานวิจัยทางด้านระบบประมวลผลแบบขนาน ร็อคส์คลัสเตอร์มีองค์ประกอบพื้นฐาน 4 องค์ประกอบคือ

1. ระบบจัดการงาน (Job Management System) คือ ระบบที่ทำหน้าที่จัดการภาระงานในระบบคลัสเตอร์ให้มีความสมดุล (Load Balance) มากที่สุด
2. ระบบตรวจสอบ (Monitoring System) คือ ระบบที่ทำหน้าที่ตรวจสอบและดูแลระบบคลัสเตอร์โดยทำหน้าที่ตรวจสอบข้อมูลเช่น ภาระงานของ โพรเซสเซอร์, เปอร์เซ็นต์การใช้หน่วยความจำ และ สถานะของคลัสเตอร์ เป็นต้น
3. ไลบารีแบบขนาน (Parallel Libraries) ทำหน้าที่เป็นส่วนติดต่อของซอฟต์แวร์ทำให้เกิดการประมวลผลแบบขนาน
4. ส่วนเพิ่มเติม (Extension Part) ในส่วนนี้ของแต่ละคลัสเตอร์มีเดิแลเวอร์อาจจะมีหรือไม่ก็ได้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสม และความจำเป็นในการใช้งาน

ร็อคส์คลัสเตอร์เป็นคลัสเตอร์ที่ประมวลผลอยู่บนระบบปฏิบัติการลินุกซ์ ระดับเอ็นเตอร์ไพรส์ (Enterprise-class Linux Distribution) ที่ชื่อว่าเซนโอเอส (CentOS) โดยมีองค์ประกอบ

พื้นฐานตามสถาปัตยกรรมทางด้านซอฟต์แวร์ของคลัสเตอร์ทั่วไปทั้ง 4 องค์ประกอบ ในภาพที่ 2.23 แสดงถึงองค์ประกอบภายในร็อคคัลสเตอร์

1. SGE / PBS คือระบบจัดการงานภายในคลัสเตอร์
2. Ganglia คือระบบตรวจสอบและแสดงภาระงานในระบบคลัสเตอร์
3. MPICH คือไลบรารีแบบขนานสำหรับประมวลผลโปรแกรมประยุกต์แบบขนาน
4. Maui คือส่วนเพิ่มเติม



ภาพที่ 2.23 องค์ประกอบทางด้านซอฟต์แวร์ในระดับแนวคิดของร็อคคัลสเตอร์

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการพัฒนาสถาปัตยกรรมคอมพิวเตอร์ ทำให้ผู้พัฒนาซอฟต์แวร์ด้านภูมิสารสนเทศที่ใช้ในการประมวลผลข้อมูล มีการออกแบบให้รองรับเทคโนโลยีการประมวลผลแบบขนาน (Parallel Processing)[27],[29] และแบบกลุ่ม (Batch Processing) จากการรายงานของผู้ผลิตโปรแกรมจีไอเอ็มเอ็มจีจิ้งแอนด์ซีลาเรเตอร์ Geo-Imaging Accelerator (GXL) [23] มีการพัฒนาโปรแกรมดังกล่าวให้ประมวลผลโดยใช้เป็นหน่วยประมวลผลของการ์ดแสดงผลโดยเทคโนโลยีดังกล่าวเรียกว่ากราฟฟิคโพรเซสซิ่งยูนิต (Graphic Processing Unit – GPU) ทำให้เพิ่มประสิทธิภาพในการประมวลผลกระบวนการลดคมข้อมูล (Pansharpened), การปรับแก้ภาพออร์โธ (Ortho Rectification) และกระบวนการรวมข้อมูลภาพ (Image Mosaic) ซึ่งมีความเร็วในการประมวลผลเพิ่มขึ้นประมาณ 7 ถึง 10 เท่าเมื่อเทียบกับโปรแกรมในเวอร์ชันเดิม โปรแกรม ArcGIS Desktop [14] เวอร์ชัน 10 สามารถประมวลผลข้อมูลเชิงเส้นหรือเวกเตอร์ (Vector Data) แบบ Multi-Core Processor และโปรแกรม eCognition เวอร์ชัน 8 [24] ในกระบวนการจำแนกข้อมูล (Classification) โปรแกรมสามารถรองรับการทำงานในรูปแบบคลัสเตอร์ปริมาณงานสูง (High - Thoughtput Cluster) ซึ่งเหมาะกับองค์กรที่ต้องการวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมเป็นจำนวนมาก ในส่วนของผลิตภัณฑ์ของโปรแกรมด้านภูมิสารสนเทศที่รองรับการประมวลผลแบบ

ขนาดดังที่กล่าวมามีการลงทุนสูง โดยราคาของผลิตภัณฑ์จะเพิ่มขึ้นตามจำนวนการใช้หน่วย
ประมวลผลหรือจะเพิ่มขึ้นตามประสิทธิภาพในการประมวลผล

จากรายละเอียดของซอฟต์แวร์ดังที่กล่าวมานั้น บอกถึงกระแสของการพัฒนาเทคโนโลยี
ประมวลผลแบบขนานที่มีต่อกระบวนการภูมิสารสนเทศ จึงทำให้ทราบแนวทางในการพัฒนา
ระบบจำแนกข้อมูลของ สทอภ. มากขึ้น

บทที่ 3

การวิจัยเบื้องต้นและแนวคิดการพัฒนาระบบ

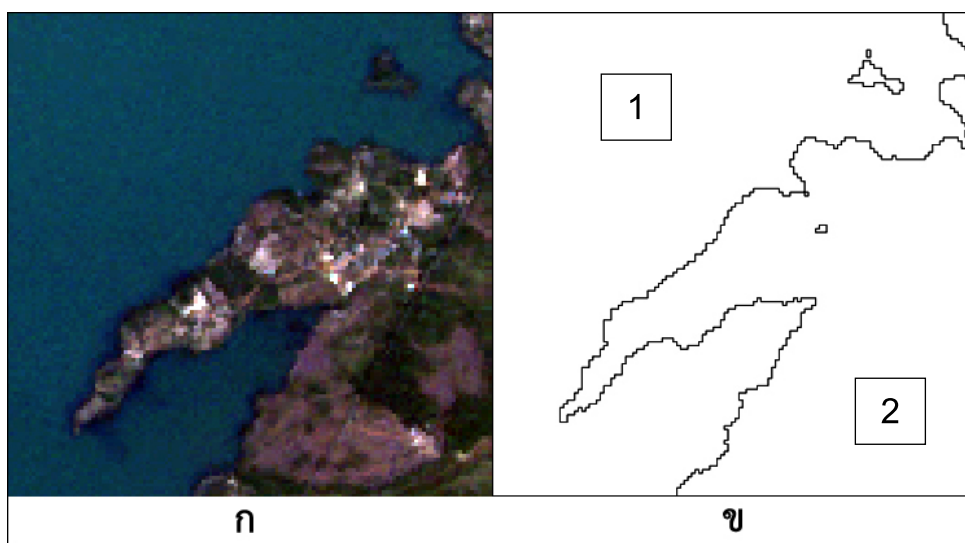
การปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบจำแนกข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมจำเป็นต้องศึกษากระบวนการของ สทอภ. เพื่อให้ทราบถึงรายละเอียดต่างๆ และนำไปสู่แนวคิดในการปรับปรุงกระบวนการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบระบบจำแนกข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม

3.1 การวิจัยเบื้องต้น

ผู้วิจัยทำการศึกษากระบวนการจำแนกข้อมูลของ สทอภ. เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของระบบโดยมีขอบเขตการศึกษาดังนี้คือ

3.1.1 ศึกษาข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมตั้งต้น

การจัดทำข้อมูลจากการแปลตีความของ สทอภ. มีการนำข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมเป็นจำนวนหลายดวงมาใช้เป็นข้อมูลตั้งต้นของกระบวนการจำแนกข้อมูล สิ่งสำคัญคือผู้จัดทำข้อมูลจำเป็นต้องวิเคราะห์ภารกิจและเลือกใช้ข้อมูลตั้งต้นให้เหมาะสมกับพื้นที่สนใจ เพื่อจัดทำข้อมูลการแปลตีความให้ได้ประสิทธิภาพให้มากที่สุด จากการยกตัวอย่างการสำรวจภารกิจการจัดทำข้อมูลพื้นที่น้ำจากภาพถ่ายจากดาวเทียมไทยโชตระบบบันทึกข้อมูลภาพหลายช่วงคลื่น (Multispectral) นักวิจัยพบว่าผู้จัดทำข้อมูลมีการแปลตีความข้อมูลพื้นที่น้ำด้วยการใช้วิธีการจำแนกข้อมูลจากการใช้ซอฟต์แวร์ด้านการสำรวจระยะไกล (Remote Sensing Software)



ภาพที่ 3.1 การแปลตีความข้อมูลพื้นที่น้ำจากภาพถ่ายจากดาวเทียมไทยโชตระบบบันทึกข้อมูลภาพหลายช่วงคลื่น (Multispectral) ก) ภาพถ่ายจากดาวเทียมไทยโชต ข) ข้อมูลการแปลตีความด้วยการจำแนกข้อมูลโดยใช้วิธีการซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนจากโปรแกรม ENVI IDL
1) พื้นที่น้ำ 2) พื้นที่ที่ไม่ใช่น้ำ

3.1.2 ศึกษาซอฟต์แวร์และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง

ซอฟต์แวร์ที่ใช้งานในกระบวนการจำแนกข้อมูลของ สทอภ. แบ่งเป็น 2 ด้านคือ

3.1.2.1 ซอฟต์แวร์ด้านการสำรวจระยะไกล (Remote Sensing Software) เป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม ตัวอย่างซอฟต์แวร์ที่ สทอภ. ใช้งานเช่น Imagin Erdas, Geometica PCI และ ENVI IDL

3.1.2.2 ซอฟต์แวร์ด้านสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System Software) เป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการสร้าง แก๊ซหรือลบบ ขอบเขตพื้นที่น้ำและพื้นที่ที่ไม่ใช่น้ำเพื่อปรับแก้ข้อมูลจากการแปลตีความให้มีความถูกต้องมากที่สุดก่อนนำข้อมูลไปเผยแพร่ และใช้ในการประมวลผลข้อมูลเวกเตอร์ (Geo Processing) ตัวอย่างซอฟต์แวร์ที่ สทอภ. ใช้งานเช่น ArcGIS Desktop, QuntumGIS และ PostGIS เป็นต้น

3.1.2.3 ซอฟต์แวร์ระบบปฏิบัติการ (Operating System Software) เป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการบริหารจัดการอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ และซอฟต์แวร์ประยุกต์ต่างๆ ซอฟต์แวร์ระบบปฏิบัติการที่ สทอภ. ใช้งานมีดังนี้ 1) ตระกูลไมโครซอฟต์วินโดวส์ (Microsoft Windows) อาทิเช่น Microsoft Windows xp, Microsoft Windows 7 และ Microsoft Windows Server เป็น

ต้น 2) ตระกูลยูนิกซ์ (UNIX-Like) อาทิเช่น Redhat Enterprise Linux, Fedora, Ubuntu และ CentOS เป็นต้น

3.1.3 ศึกษาการใช้ซอฟต์แวร์แมชชีนในการจำแนกข้อมูลในโปรแกรม ENVI [32] ข้อมูลตั้งต้นที่ใช้ในวิธีการ SVM มีดังนี้

1. ภาพถ่ายจากดาวเทียม
2. พื้นที่ที่น่าสนใจ (Region of Interest - ROI)
3. ค่าพารามิเตอร์ก่อนทำการจำแนกข้อมูล ซึ่งผู้ใช้สามารถปรับค่าพารามิเตอร์ตามตัวแปร

ดังนี้คือ

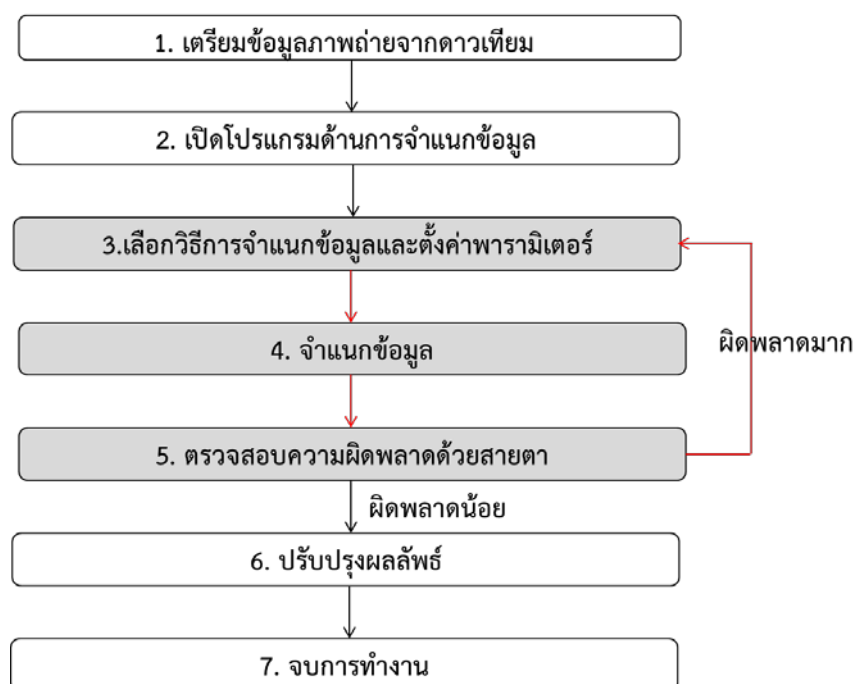
ตารางที่ 3.1 รายละเอียดตัวแปรของวิธีการซอฟต์แวร์แมชชีน

ชื่อตัวแปร	คำอธิบาย
Kernel Type	เป็นสมการตั้งต้นเพื่อสร้างเส้นแบ่งข้อมูล ซึ่งมีหลายรูปแบบดังนี้คือ Linear, Polynomial, Radial Basis Function และ Sigmoid โดยในแต่ละรูปแบบจะสร้างเส้น(Optimal Separating Hyperplane) ที่แตกต่างกัน
Degree of Kernel Polynomial	เป็นการกำหนด degree ของสมการ Polynomial เพื่อสร้างรูปแบบของเส้นจากสมการ Polynomial โดยสามารถกำหนดค่า degree ได้ตั้งแต่ 1 ถึง 6
Bias in Kernel Function	มีค่าปกติเท่ากับ 1 เมื่อผู้ใช้เลือก Kernel Type เป็น Polynomial หรือ Sigmoid
Gamma in Kernel Function	ค่าปกติจะถูกกำหนดโดยการนำ 1 หารด้วยจำนวนแบนด์หรือจำนวนช่วงคลื่น (number of band or wavelength) ของภาพถ่ายจากดาวเทียมที่จะจำแนกข้อมูล ซึ่งภาพถ่ายดาวเทียมไทยโชตรระบบ Multispectral มีจำนวน 4 แบนด์ ค่าที่ได้คือ 1/4 เท่ากับ 0.250
Penalty Parameter	มีค่าปกติเท่ากับ 100
Pyramid Levels	สามารถกำหนด ตั้งแต่ระดับที่ 0 เป็นต้นไป การกำหนดระดับ 0 หมายถึงการจำแนกข้อมูลในแบบ Full resolution ส่วนในระดับที่สูงขึ้นจะทำให้ Resolution ลดลงระดับละ 2 เท่าและจะช่วยลดเวลาการจำแนกข้อมูลลง แต่ขอบเขตของผลลัพธ์ที่ได้จะมีความหยาบขึ้น

ชื่อตัวแปร	คำอธิบาย
Pyramid Reclassification Threshold	จะใช้งานเมื่อกำหนด Pyramid Levels มากกว่าระดับที่ 0 เป็นต้นไป สามารถกำหนดค่าได้ตั้งแต่ 0 – 1
Classification Probability Threshold	สามารถกำหนดค่าได้ตั้งแต่ 0 – 1

3.1.4 ศึกษากระบวนการทำงานของระบบเดิม

จากการศึกษาระบบจำแนกข้อมูลของ สทอภ. ประกอบไปด้วยข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมตั้งต้น ซอฟต์แวร์ต่างๆ (ข้อ 3.1.2) ที่ติดตั้งคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลและผู้ใช้งานระบบโดยมีการแสดงขั้นตอนการทำงาน ดังภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการทำงานกระบวนการจำแนกข้อมูลของ สทอภ.

1. ผู้ใช้เตรียมข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมที่ต้องการจำแนกข้อมูล
2. ผู้ใช้เลือกโปรแกรมและเปิดโปรแกรมในการจำแนกข้อมูล (ข้อ 3.1.2.1)
3. ผู้ใช้เลือกข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม กำหนดขอบเขตพื้นที่ที่น่าสนใจ (ROI) เลือกวิธีการจำแนกข้อมูล และกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ของวิธีการจำแนกข้อมูล

4. ผู้ใช้สร้างข้อมูลผลลัพธ์ที่เกิดจากการจำแนกข้อมูล โดยสั่งงานโปรแกรมให้ดำเนินการจำแนกข้อมูล (Classification)

5. ผู้ใช้พิจารณาผลลัพธ์โดยเปรียบเทียบกับข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมด้วยสายตา ถ้าพิจารณาแล้วมีความผิดพลาดของขอบเขตพื้นที่มากจะกลับไปทำขั้นตอนที่ 2 อีกครั้ง ถ้าพิจารณาแล้วมีความผิดพลาดของขอบเขตพื้นที่น้อย จะทำขั้นตอนถัดไป

6. ผู้ใช้ปรับแก้ความถูกต้องของข้อมูลผลลัพธ์ครั้งสุดท้ายโดยใช้โปรแกรม (3.1.2.1)

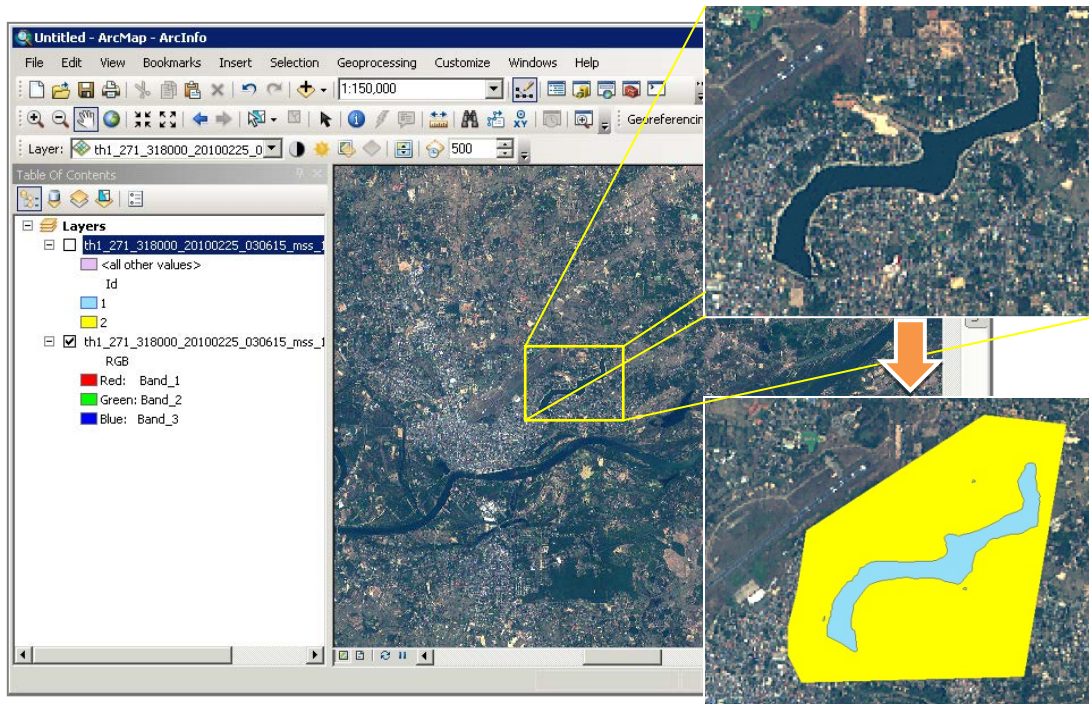
7. ผู้ใช้จัดเก็บไฟล์ข้อมูลจากการแปลตีความลงสู่ฐานข้อมูลจากการแปลตีความ (Interpreted Data)

จากการศึกษาระบบจำแนกข้อมูลของ สทอภ. พบว่าขั้นตอนของการพิจารณาผลลัพธ์เกิดจากความคิดเห็นของผู้ใช้งานขึ้นอยู่กับความเชี่ยวชาญของแต่ละบุคคล ซึ่งผู้วิจัยคิดว่าแต่ละบุคคลมีเกณฑ์การพิจารณาแต่ต่างกัน และอาจทำให้ความถูกต้องของข้อมูลผลลัพธ์ขาดความน่าเชื่อถือ ซึ่งจากการศึกษาการประเมินความถูกต้องของผลลัพธ์ (Accuracy Assessment) พบว่ามีค่าดัชนีทางสถิติที่ชื่อว่าโคเฮนแคปปา (Cohen' Kappa Statistic) เป็นค่าที่แสดงความสอดคล้องของข้อมูล ซึ่งค่าดังกล่าวมีประโยชน์ที่ช่วยผลลัพธ์จากการพิจารณาที่มีความน่าเชื่อถือมากขึ้น (สามารถดูรายละเอียด Kappa จากบทที่ 2 ข้อ 2.1.5)

3.1.5 วิธีการทดลองในการดำเนินกระบวนการเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของระบบเดิม

ในการทดลองเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของระบบเดิมผู้วิจัยขอเรียกการทดสอบนี้ว่า “การทดสอบรอบที่ 1” และเลือกการจัดทำข้อมูลพื้นที่น้ำเป็นวิธีการดำเนินการวิจัย โดยกำหนดให้มีการประมวลผลการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมไทยโชตรบบบันทึกข้อมูลภาพถ่ายช่วงคลื่น (Multispectral) จำนวน 8 ภาพ (ดูรายละเอียดภาพจาก ภาคผนวก ง) ซึ่งแต่ละภาพมีเวลา ณ การบันทึกข้อมูลแตกต่างกัน ผู้วิจัยขอความอนุเคราะห์เจ้าหน้าที่อาสาสมัครจาก สทอภ. จำนวน 8 คน และผู้เชี่ยวชาญภูมิสารสนเทศจำนวน 1 คนในการช่วยผู้วิจัยทดสอบระบบ ซึ่งผู้วิจัยมีการเตรียมข้อมูลก่อนการทดลองดังนี้

ก. ให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการตรวจสอบข้อมูลการแปลตีความใช้โปรแกรม ArcGIS Desktop สร้างขอบเขตพื้นที่อ้างอิงพื้นที่น้ำและพื้นที่ที่ไม่ใช่ น้ำ (Reference Data) จากภาพถ่ายจากดาวเทียมจำนวน 8 ภาพ โดยใช้เครื่องมือ Editor ในการสร้างข้อมูล 1 ชุดต่อ 1 ภาพ รวมข้อมูลขอบเขตพื้นที่อ้างอิงพื้นที่น้ำและพื้นที่ที่ไม่ใช่ น้ำเป็นจำนวน 8 ชุด นักวิจัยมีการตัวอย่างขอบเขตพื้นที่อ้างอิงพื้นที่น้ำและพื้นที่ที่ไม่ใช่ น้ำ ดังภาพที่ 3.3



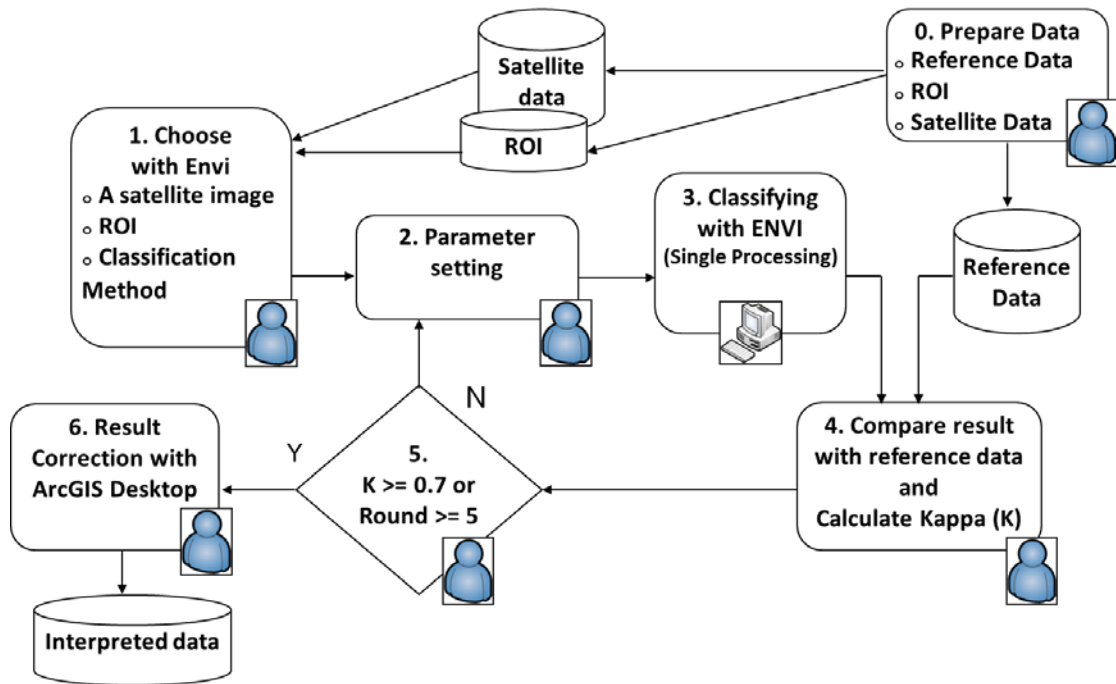
ภาพที่ 3.3 การสร้างขอบเขตพื้นที่อ้างอิงพื้นที่น้ำ (สีฟ้า) และพื้นที่ที่ไม่ใช่ น้ำ (สีเหลือง)

ข้อมูลดังกล่าวเป็นข้อมูลที่เกิดจากการจำแนกด้วยสายตา และจะถูกนำไปใช้เป็นข้อมูลในการเปรียบเทียบกับข้อมูลผลลัพธ์ในขั้นตอนหลังจากนี้

ข. ให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการตรวจสอบข้อมูลการแปลตีความใช้โปรแกรม ENVI กำหนดพื้นที่ที่น่าสนใจ (ROI) เพื่อเป็นพื้นที่ตัวอย่างของแต่ละภาพ โดยเลือกพื้นที่บนภาพถ่ายจากดาวเทียมบริเวณพื้นที่น้ำ (Water) และพื้นที่พื้นที่ที่ไม่ใช่ น้ำ (Not water) โดยใช้เครื่องมือ ROI ซึ่งข้อมูลดังกล่าวเป็นข้อมูลตัวแทนของวัตถุที่สนใจของวัตถุบนภาพถ่ายจากดาวเทียมทั้งภาพ และจะถูกนำไปเป็นข้อมูลตั้งต้นของวิธีการซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน

ค. ผู้วิจัยแจกข้อมูลพื้นที่ที่น่าสนใจ (ROI) จำนวน 1 ชุด ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมไทยโชตรบบบันทึกข้อมูลภาพหลายช่วงคลื่น (Multispectral) 1 ภาพและแบบฟอร์มให้อาสาสมัครบันทึกข้อมูลต่างๆ ระหว่างการทดลอง 1 ชุดต่ออาสาสมัคร 1 คน (ภาพผนวก ก) และคู่มือประกอบการทดลอง 1 ชุด (ภาพผนวก ข)

ง. ผู้วิจัยออกแบบขั้นตอนการทดลองดังภาพที่ 3.4



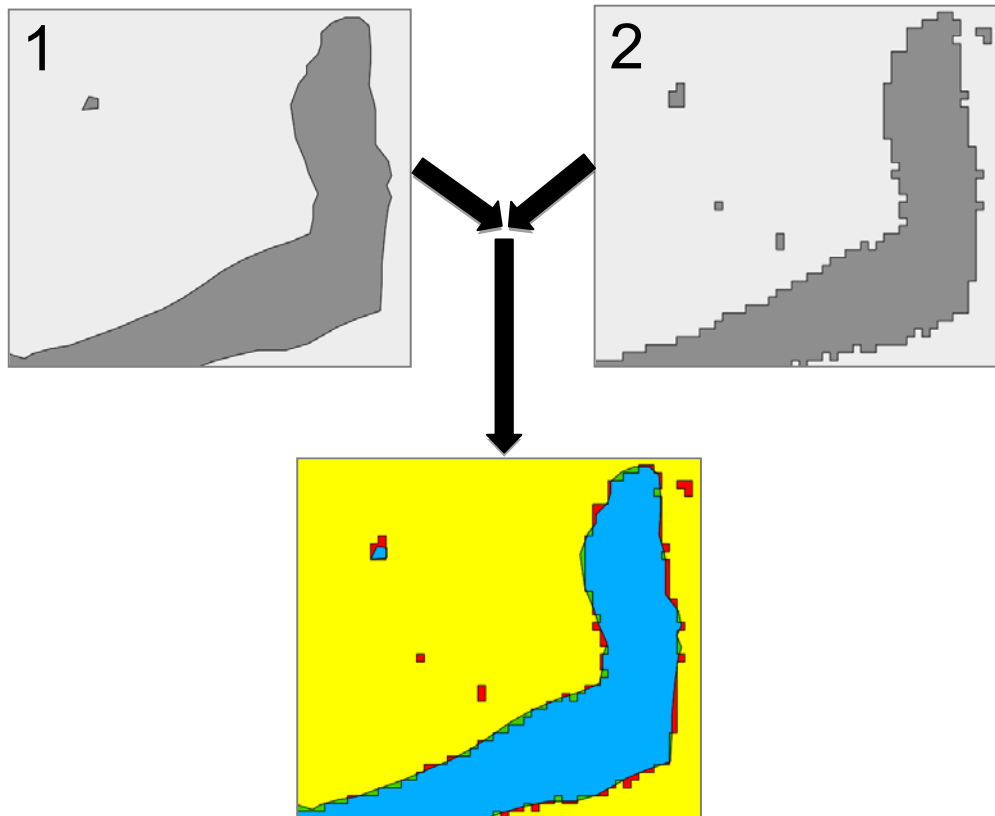
ภาพที่ 3.4 ขั้นตอนการทดลองระบบเดิม

จากนั้นให้อาสาสมัครและผู้เชี่ยวชาญภูมิสารสนเทศ โดยมีรายละเอียดขั้นตอนการทดลองดังนี้

1. ให้อาสาสมัครใช้วิธีการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมโดยใช้วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนพร้อมกำหนดค่าของพารามิเตอร์ต่างๆ ของวิธีการดังกล่าวโดยใช้โปรแกรม ENVI IDL ในการประมวลผลข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมเพื่อสร้างข้อมูลผลลัพธ์ที่เกิดจากการจำแนกข้อมูล (Classification Data) โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมไทยโชตและข้อมูล ROI เป็นข้อมูลตั้งต้น และให้อาสาสมัครจับเวลาตั้งแต่การกำหนดค่าของพารามิเตอร์ไปจนถึงการกดปุ่มโปรแกรมเพื่อประมวลผล จากนั้นบันทึกเวลาและค่าพารามิเตอร์ที่อาสาสมัครใช้งานลงบนแบบฟอร์ม

2. ให้อาสาสมัครกดปุ่มโปรแกรม ENVI IDL เพื่อประมวลผล พร้อมจับเวลาไปจนถึงสิ้นสุดการประมวลผล จากนั้นบันทึกเวลาลงบนแบบฟอร์ม

3. ให้ผู้เชี่ยวชาญภูมิสารสนเทศสร้างและคำนวณเนื้อที่ของพื้นที่ซ้อนทับโดยใช้เครื่องมือ Union จากโปรแกรม (3.1.2.2) ซึ่งมีข้อมูลผลลัพธ์ที่เกิดจากการจำแนกข้อมูลและข้อมูลขอบเขตอ้างอิงพื้นที่นำจากกรมพัฒนาที่ดินเป็นข้อมูลตั้งต้น มีการแสดงตัวอย่างดังภาพที่ 3.5



ภาพที่ 3.5 ตัวอย่างภาพการสร้างข้อมูลพื้นที่ซ้อนทับโดยใช้เครื่องมือยูเนียน (Union)
จากโปรแกรม ArcGIS Desktop

ข้อมูลตั้งต้น

- 1) ข้อมูลพื้นที่อ้างอิงพื้นที่น้ำ (สีฟ้า) และน้ำพื้นที่ที่ไม่ใช่ น้ำ (สีเหลือง)
- 2) ข้อมูลผลลัพธ์ที่เกิดจากการจำแนกข้อมูลพื้นที่น้ำ (สีฟ้า) และน้ำพื้นที่ที่ไม่ใช่ น้ำ (สี

เหลือง)

ขอบเขตพื้นที่ซ้อนทับประกอบด้วย

- 1) พื้นที่ผลลัพธ์พื้นที่น้ำซ้อนทับกับพื้นที่อ้างอิงพื้นที่น้ำ (สีฟ้า)
- 2) พื้นที่ผลลัพธ์พื้นที่น้ำซ้อนทับกับพื้นที่อ้างอิงพื้นที่ที่ไม่ใช่ น้ำ (สีแดง)
- 3) พื้นที่ผลลัพธ์พื้นที่ที่ไม่ใช่ น้ำซ้อนทับกับพื้นที่อ้างอิงพื้นที่น้ำ (สีเขียว)
- 4) พื้นที่ผลลัพธ์พื้นที่ที่ไม่ใช่ น้ำซ้อนทับกับพื้นที่อ้างอิงพื้นที่ที่ไม่ใช่ น้ำ (สีเหลือง)

4. ให้ผู้เชี่ยวชาญภูมิสารสนเทศคำนวณค่า K จากพื้นที่ซ้อนทับ (ดูตัวอย่างการคำนวณค่า K จากบทที่ 2 ข้อ 2.1.5) แจกให้กับอาสาสมัครทราบและให้อาสาสมัครตรวจสอบและประเมินความถูกต้องของผลลัพธ์ที่เกิดจากการกำหนดค่าพารามิเตอร์จากขั้นตอนที่ 4 โดยมีค่า K ประกอบการพิจารณา จากบทที่ 2 ข้อ 2.1.5 นักวิจัยกำหนดว่าถ้าค่า K น้อยกว่า 0.7 หมายถึงไม่แนะนำให้ นำข้อมูลผลลัพธ์ไปใช้งานและค่า K มากกว่าหรือเท่ากับ 7 หมายถึงแนะนำให้ นำข้อมูลผลลัพธ์ไปใช้งาน ซึ่งเงื่อนไขดังกล่าวใกล้เคียงกับระดับมาตรฐานของ Krippendorff จากนั้นถ้าข้อมูลผลลัพธ์ผ่านการพิจารณาว่าถูกต้องและเหมาะสมแล้วให้ดำเนินการข้อถัดไป และผู้วิจัยบันทึกค่าพารามิเตอร์เก็บไว้ ถ้าไม่ผ่านการประเมินให้ให้กลับไปดำเนินการในขั้นตอนที่ 3 (ถ้าจำนวนครั้งในการประเมินไม่ผ่านครบ 5 ครั้ง ให้ดำเนินการข้อถัดไป)

5. ให้อาสาสมัครผู้เชี่ยวชาญใช้โปรแกรม ArcGIS Desktop แก้ไขผลลัพธ์ที่เกิดจากการจำแนกข้อมูล (Classified Data) ชุดที่ผ่านการพิจารณาว่าถูกต้องและเหมาะสม โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมตั้งต้นเป็นชั้นข้อมูลฐาน จากนั้นให้ปรับปรุงโดยการเพิ่มหรือลดขอบเขตของพื้นที่น้ำและพื้นที่ที่ไม่ใช่ น้ำของข้อมูลผลลัพธ์ที่เกิดจากการจำแนกข้อมูลโดยใช้สายตาในการพิจารณาจากข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม โดยให้มีการจับเวลาตั้งแต่เริ่มมีการแก้ไขจนถึงสิ้นสุดการแก้ไขพร้อมบันทึกข้อมูลลงในแบบฟอร์ม

3.1.6 การสรุปผลการทดลอง

จากตารางที่ 2.1 นักวิจัยรวบรวมและสรุปผลการทดลองของอาสาสมัครทั้ง 8 คน จากแบบฟอร์มการทดลอง ซึ่งมีการคำนวณค่าเฉลี่ยของขั้นตอนต่างๆ ดังนี้คือ

1. เวลาเฉลี่ยรวมของการประมวลผลการจำแนกข้อมูล (จากภาพที่ 3.4 หมายเลข 3) ค่าเท่ากับ 39.5 นาทีและมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 14.7 นาที

2. ค่า K โดยจากการคำนวณค่า K ของข้อมูลผลลัพธ์ทั้งหมดพบว่ามีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 0.57-0.98 และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.86 ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จากซอฟต์แวร์ที่มีค่า K เท่ากับ 0.86 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.149

ตารางที่ 3.2 ผลการทดลองจากการทดสอบระบบจำแนกข้อมูลของ สทอภ.

ชื่อ อาสาสมัคร	จำนวนรอบ ของการประมวลผล การจำแนกข้อมูล	ค่า K ที่มาก ที่สุด	เวลารวมในการ จำแนกข้อมูล
ipss01	5	0.986	28
ipss02	5	0.918	73
ipss03	5	0.979	28
ipss04	5	0.574	39
ipss05	5	0.696	33
ipss06	5	0.954	39
ipss07	5	0.851	32
ipss08	5	0.927	44
รวม	40	0.986	316
ค่าเฉลี่ย	5	0.860	39.5
ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	-	0.149	14.7

3.1.7 การวิเคราะห์ผลการทดลอง

จากผลลัพธ์จากการทดสอบระบบเดิมมีระยะเวลาการจำแนกข้อมูล ใช้เวลาประมาณ 40 นาที ซึ่งผู้วิจัยแบ่งภาระด้านเวลาของระบบออกเป็นสองส่วนคือ

1. Trial Error Process Time คือ ผลรวมของเวลาการประมวลผลเพื่อหาค่าของ K ที่ดีที่สุดที่ยอมรับได้ ซึ่งการหาค่า K ขึ้นอยู่กับความชำนาญของการจำแนกข้อมูลของอาสาสมัคร ถ้าอาสาสมัครมีความชำนาญในการกำหนดพารามิเตอร์มากจะทำให้อาสาสมัครใช้จำนวนครั้งของการประมวลผลลดลง และจะทำให้เวลารวมของการประมวลผลการจำแนกข้อมูล (Classifying) ลดลงเช่นกัน

2. Result Correcting Time คือผลรวมของเวลาปรับแก้ข้อมูลผลลัพธ์ จะแปรผกผันกับค่า K โดยถ้าค่า K สูงจะทำให้ข้อมูลมีความถูกต้องสูงตามแล้วอาสาสมัครจะใช้เวลาในการปรับแก้ข้อมูลผลลัพธ์ (Result Correcting) ลดลง

3.2 แนวคิดการพัฒนาระบบ

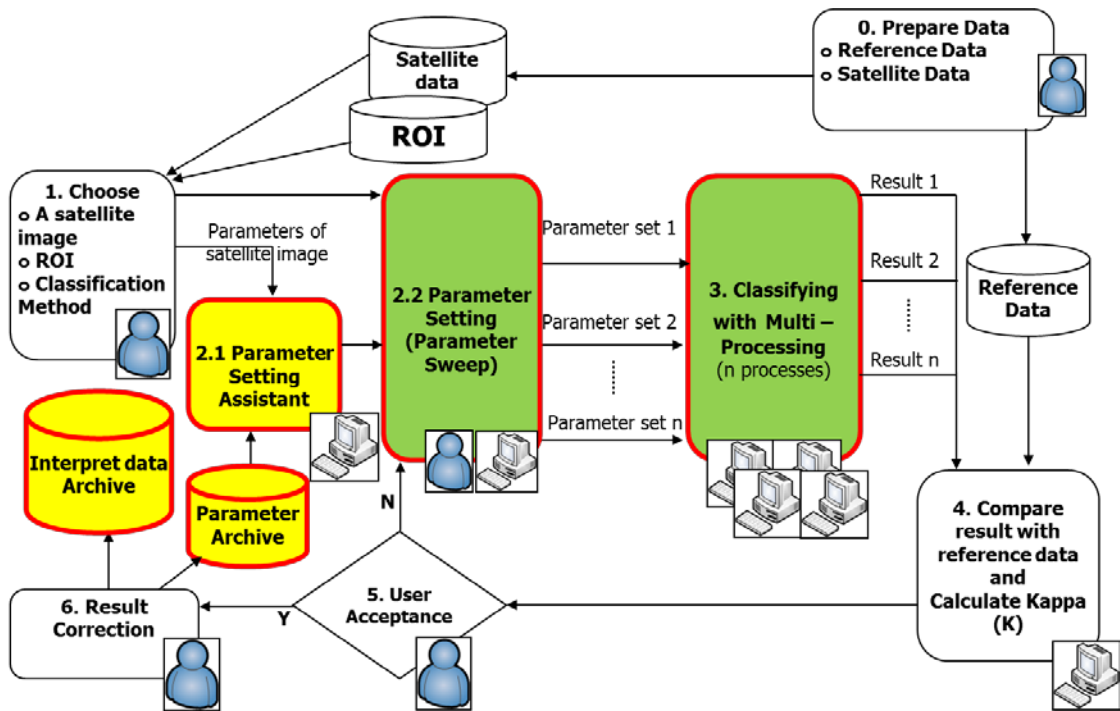
วิทยานิพนธ์นี้ผู้วิจัยนำเสนอแนวคิดการปรับปรุงระบบจำแนกข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมเดิมโดยแบ่งออกเป็น 2 แนวคิดคือ

3.2.1 การกวาดพารามิเตอร์ (Parameter Sweep)

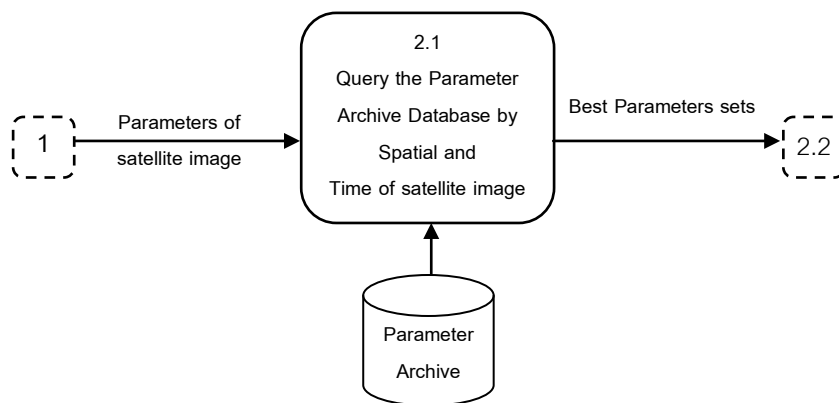
เป็นแนวคิดของการทำให้ระบบสามารถให้ผู้ใช้งานกำหนดค่าของพารามิเตอร์ของวิธีการจำแนกข้อมูลหลายชุดต่อการประมวลผล 1 ครั้ง (สมมติให้มีชุดค่าของพารามิเตอร์ทั้งหมดเป็นจำนวน n จำนวน) จากนั้นกระจายการประมวลผล (Distributed Processing) เป็นจำนวน n หน่วยประมวลผลในคราวเดียวกัน ซึ่งวิธีการดังกล่าวเรียกว่าการกวาดพารามิเตอร์ (Parameter Sweep) โดยจะทำให้เกิด n processes ซึ่งทำให้เกิดผลลัพธ์จากระบบทั้งหมดเป็นจำนวน n ผลลัพธ์ จากนั้นระบบจะนำผลลัพธ์ที่ได้มาเปรียบเทียบกับข้อมูลอ้างอิง (Reference Data) และคำนวณความถูกต้องของพื้นที่ด้วยวิธี Cohen's Kappa เพื่อหาค่า K แล้วจัดอันดับของผลลัพธ์ทั้งหมดจากค่า K ซึ่งอันดับจะช่วยให้ผู้เชี่ยวชาญตัดสินใจเลือกค่าของพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดและระบบจะบันทึกค่าพารามิเตอร์ที่ใช้กับผลลัพธ์นั้นๆ ลงสู่ฐานข้อมูลพารามิเตอร์ โดยจากภาพที่ 3.4 ในขั้นตอนที่ 2.2 และ 3 มีการแสดงส่วนปรับปรุงเพิ่มเติมดังภาพที่ 3.6

3.2.2 ระบบช่วยตั้งค่าพารามิเตอร์ (Parameter Setting Assistant)

แนวคิดของการทำให้ระบบสามารถตัดสินใจเลือกค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมได้แบบอัตโนมัติเมื่อมีการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมใหม่ โดยจะเพิ่มขั้นตอนการเปรียบเทียบคุณลักษณะต่างๆ ระหว่างภาพถ่ายจากดาวเทียมในอดีตที่ถูกจำแนกข้อมูลกับภาพถ่ายจากดาวเทียมใหม่ ค่าของพารามิเตอร์ชุดเดิมที่เหมาะสมจะถูกเลือกให้นำมาใช้ประมวลผลคุณลักษณะที่ใช้ในการเปรียบเทียบได้แก่ วันที่และเวลาถ่ายภาพ ค่าเชิงตำแหน่งและค่าการเอียงมุมกล้อง ณ เวลาที่ถ่ายภาพ เป็นต้น ผู้วิจัยเรียกแนวคิดนี้ว่าระบบช่วยตั้งค่าพารามิเตอร์ (Parameter Setting Assistant) โดยมีการแสดงส่วนปรับปรุงเพิ่มเติมในขั้นตอนที่ 2.1 ดังภาพที่ 3.6 และมีรายละเอียดดังภาพที่ 3.7



ภาพที่ 3.6 ขั้นตอนของกระบวนการจำแนกข้อมูลของระบบใหม่



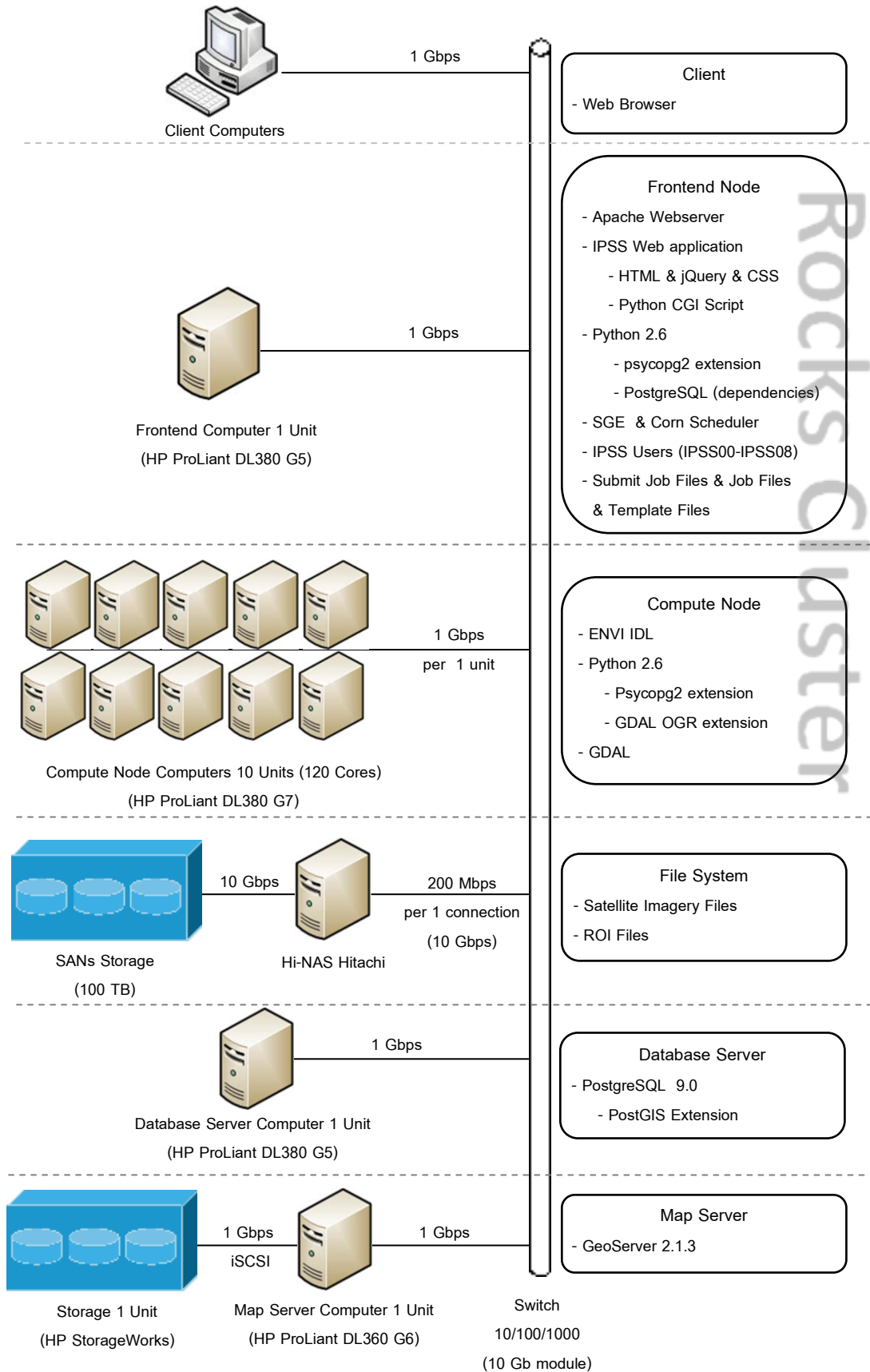
ภาพที่ 3.7 องค์ประกอบของระบบช่วยตั้งค่าพารามิเตอร์

บทที่ 4

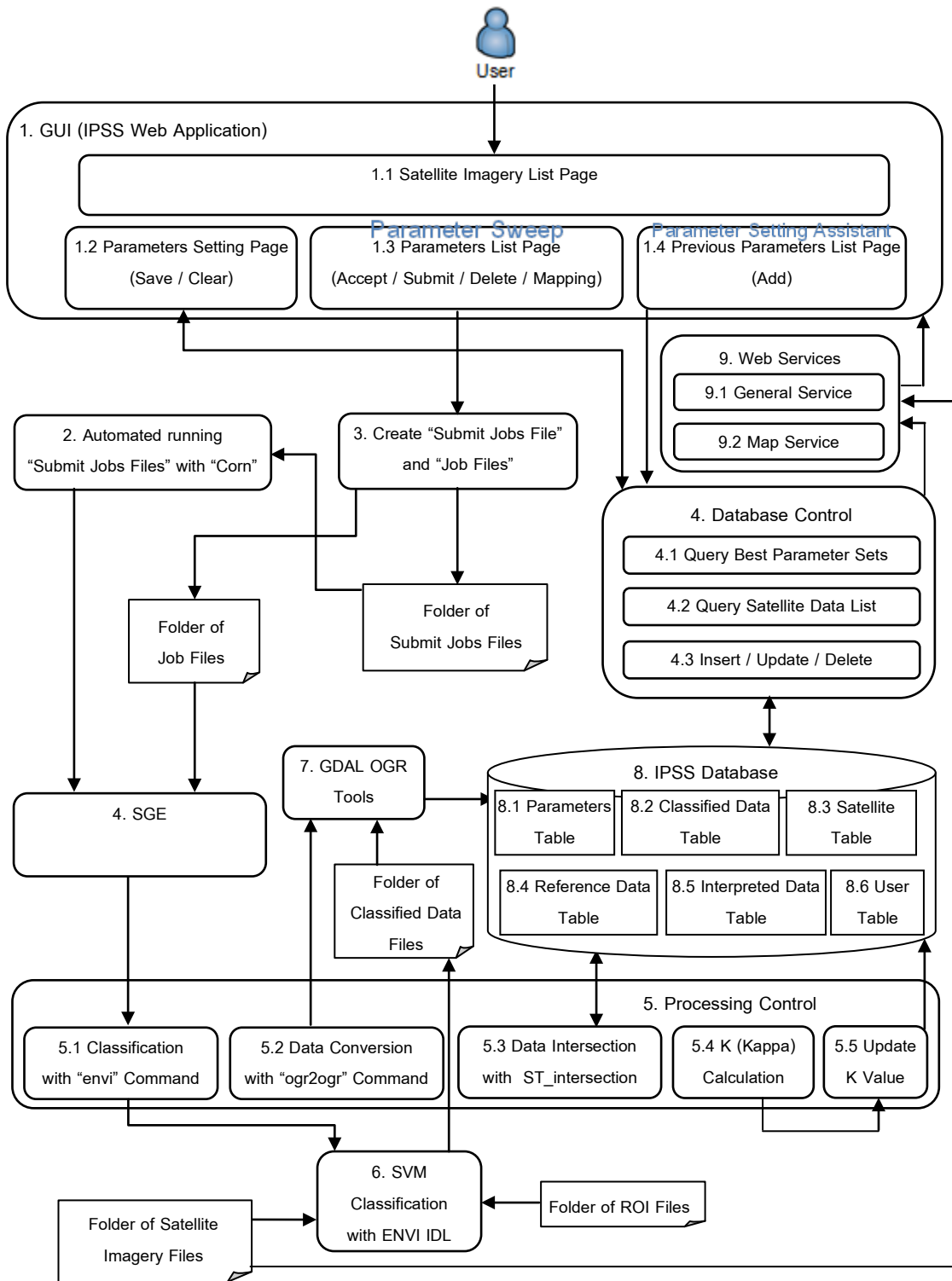
การพัฒนาระบบ

ในบทนี้จะแสดงรายละเอียดวิธีการพัฒนาระบบจำแนกข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมโดยใช้วิธีการกวาดพารามิเตอร์และระบบช่วยตั้งค่าพารามิเตอร์ โดยกล่าวถึงองค์ประกอบของระบบการประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์แบบรหัสเปิด (Open Source) และการพัฒนาองค์ประกอบของระบบด้วยโปรแกรมภาษาต่างๆ

จากแนวคิดในบทที่ 3 เพื่อปรับสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมกับแนวคิด นักวิจัยจึงเลือกใช้เทคโนโลยีการพัฒนาระบบนี้คือระบบคลัสเตอร์ประมวลผลปริมาณงานสูงโดยใช้รีโอดคลัสเตอร์ (Rocks Cluster) การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) ในการควบคุมการประมวลผลจำแนกข้อมูลโดยใช้วิธีการกวาดพารามิเตอร์และการแสดงผลข้อมูลผลลัพธ์แบบแผนที่ออนไลน์ การพัฒนาโปรแกรมสั่งงานและการประมวลผลจำแนกข้อมูล โปรแกรมเว็บเซิร์ฟเวอร์ที่พัฒนาจากภาษาไพธอน (Python) และไพธอนซีจีไอ (Python Common Gateway Interface - Python CGI Script) การจัดการฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์และเชิงพื้นที่โดยใช้โปรแกรมโพสเกรสคิวเอล (PostgreSQL) และการพัฒนาระบบบริการข้อมูลภูมิสารสนเทศโดยใช้โปรแกรมจีโอเซิร์ฟเวอร์ (GeoServer) โดยมีการแสดงองค์ประกอบและรายละเอียดดังภาพที่ 4.1 และ 4.2 ซึ่งนักวิจัยตั้งชื่อระบบดังกล่าวว่า “ระบบไอพีเอสเอส (Intelligent Parameter Setting System - IPSS)”



ภาพที่ 4.1 องค์ประกอบของระบบ IPSS แบบกายภาพ (IPSS Physical Component)

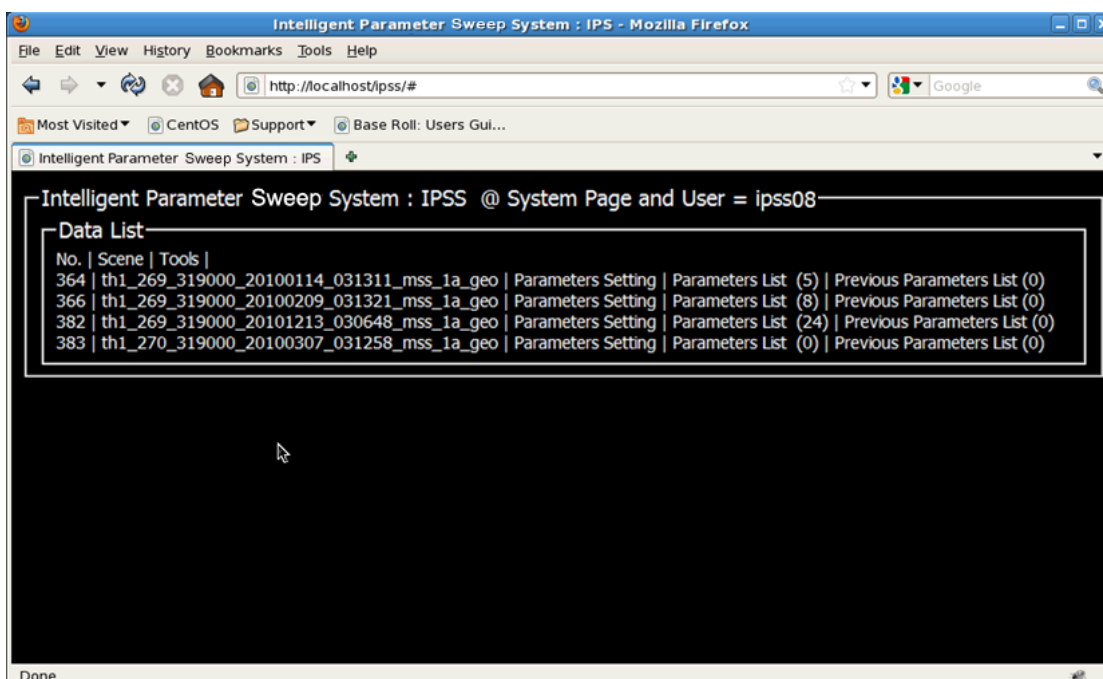


ภาพที่ 4.2 องค์ประกอบของระบบ IPSS แบบตรรกะ (IPSS Logical Component)

4.1 คอมพิวเตอร์ผู้ใช้งาน (Client Computer) - เป็นส่วนที่ทำหน้าที่รับคำสั่งต่างๆจากผู้ใช้งาน โดยผู้ใช้งานเรียกใช้งานระบบผ่านโปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ (Web Browser) ที่ติดตั้งบนคอมพิวเตอร์ ซึ่งเว็บเบราว์เซอร์จะติดต่อเพื่อร้องขอไฟล์เว็บแอปพลิเคชันโดยระบุไอพีแอดเดรส (IP Address) ของ ฟรอนต์เอนด์คอมพิวเตอร์ (Frontend Computer) จากนั้นเว็บเบราว์เซอร์จะแสดงหน้าต่างโปรแกรมหรือหน้าต่างๆ (Pages) ซึ่งมีรายละเอียดพร้อมวิธีใช้งานดังนี้

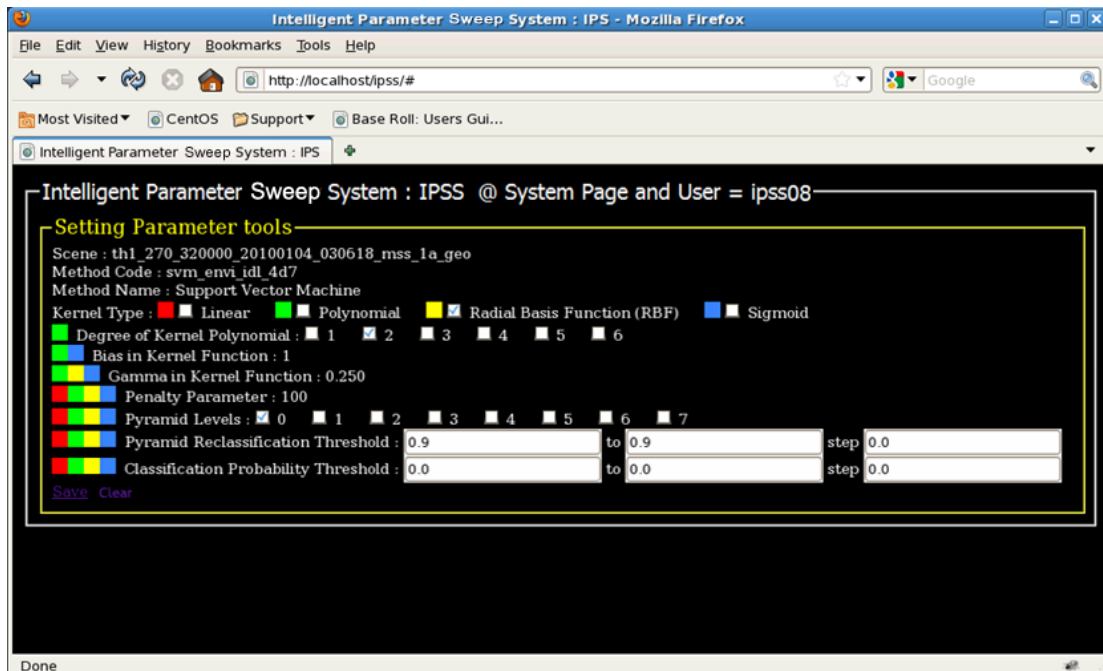
4.1.1 หน้าล็อกอิน (Login Page) - เป็นหน้าต่างที่ทำหน้าที่ตรวจสอบสิทธิ์การเข้าใช้งานของผู้ใช้งานจากการชื่อ (User Name) และรหัสผ่าน (Password)

4.1.2 หน้ารายการภาพถ่ายจากดาวเทียม (Satellite Imagery List Page) - เป็นหน้าต่างแสดงรายการภาพถ่ายจากดาวเทียมให้ผู้ใช้งานสามารถเลือกภาพที่ต้องการเพื่อดำเนินการต่างๆ แต่ละรายการมีลิงค์ (Link) เชื่อมต่อไปยังหน้าการตั้งค่าพารามิเตอร์ (Parameters Setting Page) ลิงค์ (Link) เชื่อมต่อไปยังหน้ารายการพารามิเตอร์ (Parameters List Page) และลิงค์ (Link) เชื่อมต่อไปยังหน้าพารามิเตอร์ชุดก่อน (Previous Parameters List Page) ดังภาพที่ 4.3



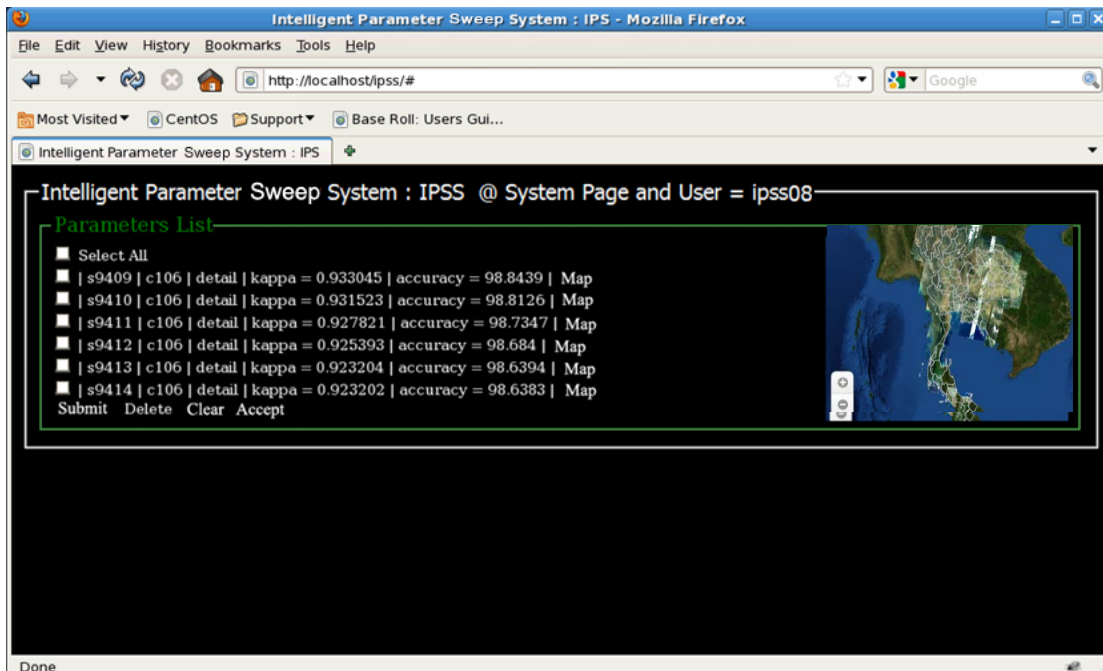
ภาพที่ 4.3 หน้ารายการภาพถ่ายจากดาวเทียม

4.1.3 หน้าการตั้งค่าพารามิเตอร์ (Parameter Setting Page) - เป็นหน้าต่างแสดงแบบฟอร์มของรายการตัวแปรต่างๆ (Variable) ของวิธีการจำแนกข้อมูล ซึ่งผู้ใช้งานสามารถระบุค่า (Value) ตามที่ต้องการ ผู้ใช้สามารถกดปุ่ม Save เมื่อผู้ใช้ต้องการบันทึกพารามิเตอร์ที่ตั้งค่าเสร็จเรียบร้อยแล้วหรือปุ่ม Clear เมื่อผู้ใช้ต้องการลบค่าทั้งหมดเพื่อกรอกใหม่ ดังภาพที่ 4.4



ภาพที่ 4.4 หน้าการตั้งค่าพารามิเตอร์

4.1.4 หน้ารายการพารามิเตอร์ (Parameters List Page) - เป็นหน้าต่างแสดงรายการชุดพารามิเตอร์ที่เกิดจากการตั้งค่าของผู้ใช้งาน มี Check Box ให้ผู้ใช้งานเลือกเช็คชุดพารามิเตอร์ที่ต้องการในการดำเนินการต่างๆ มีปุ่ม Detail ให้ผู้ใช้งานตรวจสอบชุดพารามิเตอร์อีกครั้ง ผู้ใช้งานสามารถลบรายการชุดพารามิเตอร์ที่ไม่ต้องการโดยใช้ปุ่ม Delete หรือปุ่ม Clear เมื่อต้องการลบรายการทั้งหมด ถ้าผู้ใช้งานเช็ครายการชุดพารามิเตอร์เรียบร้อยแล้ว เมื่อผู้ใช้งานกดปุ่ม Submit โปรแกรมเว็บแอปพลิเคชันจะส่งข้อมูลทั้งหมดไปยังเครื่องฟรอนต์เอนด์คอมพิวเตอร์เพื่อประมวลผลข้อมูล เมื่อรอประมวลผลจนเสร็จ ค่าแคปปา (K) และค่าแอคคิวดราซี (Accuracy) จะเปลี่ยนจาก 0 เป็นค่าต่างๆ ถือว่าเสร็จสิ้นกระบวนการประมวลผล มีปุ่ม Map ในการแสดงข้อมูลผลลัพธ์ที่เกิดจากการจำแนกข้อมูล (Classified Data) ในรูปแบบแผนที่ และกดปุ่ม Accept เมื่อต้องการบันทึกชุดพารามิเตอร์ที่ดีที่สุดลงสู่ฐานข้อมูล ดังภาพที่ 4.5



ภาพที่ 4.5 หน้ารายการพารามิเตอร์

4.1.5 หน้าพารามิเตอร์ชุดก่อน (Previous Parameters List Page) - เป็นหน้าต่างแสดงรายการชุดพารามิเตอร์ที่ดีที่สุดที่ได้รับการประมวลผลจากระบบช่วยตั้งค่าพารามิเตอร์ มีเช็คบล็อกรับให้ผู้ใช้เลือกเช็คครายการที่ต้องการเพื่อดำเนินการต่างๆ ถ้าผู้ใช้ไม่ต้องการตั้งค่าชุดพารามิเตอร์กับข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม ให้กดปุ่ม Add จะทำให้รายการดังกล่าวไปปรากฏหน้ารายการพารามิเตอร์เพื่อรอผู้ใช้ดำเนินการประมวลผลจำแนกข้อมูลต่อไป

4.2 คอมพิวเตอร์ฟรอนต์เอนด์ (Frontend Computer) - เป็นส่วนที่ประกอบไปด้วย

4.2.1 โปรแกรมไอพีเอสเอสเว็บแอปพลิเคชัน (IPSS Web Application) ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น (ข้อ 4.1.1) โดยใช้โปรแกรมภาษาต่างๆในการพัฒนาดังนี้

- เอชทีเอ็มแอล (Hypertext Markup Language - HTML) เป็นภาษาที่ใช้ในการสร้างเว็บเพจ (Web Page)
- ซีเอสเอส (Cascading Style Sheets - CSS) เป็นภาษาที่ใช้ในการจัดรูปแบบเอกสาร HTML
- เจควีรี่ (jQuery) เป็นชุดคำสั่งภาษาจาวาสคริปต์ (Javascript Library) ที่ใช้ในการควบคุม DOM, HTML และ CSS ให้ทำงานแบบมีปฏิสัมพันธ์กัน (Interactive) ระหว่างโปรแกรมกับผู้ใช้

- โอเพนเลเยอร์ (Openlayers) เป็นชุดคำสั่งภาษาจาวาสคริปต์ที่ใช้ในการสร้างโปรแกรมแผนที่บนเว็บ (Web Mapping) ซึ่งมีมาตรฐานการเรียกใช้ข้อมูลจากโปรแกรมแมปเซิร์ฟเวอร์เพื่อแสดงข้อมูลภูมิสารสนเทศให้แก่ผู้ใช้งาน ซึ่งโปรแกรมดังกล่าวทำงานบนโปรแกรมออปারেตงเว็บเซิร์ฟเวอร์ โดยไฟล์ทั้งหมดเก็บไว้ที่เว็บรูท (Web Root) หรือพาร์ทดังนี้ “/var/www/html/ipss/” สามารถดูซอร์สโค้ดของไฟล์ต่างๆ ได้ที่ภาคผนวก xx

4.2.2 โปรแกรมเว็บเซอร์วิสทั่วไป (General Service) - เป็นส่วนที่ทำหน้าที่รองรับการร้องขอ (Request) และข้อมูลต่างๆ ที่ถูกส่งมาจากผู้ใช้งานและเนินการประมวลผลตามคำสั่งพร้อมทั้งส่งข้อมูลกลับไปยังผู้ใช้งาน ในส่วนนี้ผู้วิจัยพัฒนาไฟล์สคริปต์ต่างๆ ด้วยภาษาไพธอนซีจีไอ (Python Common Gateway Interface – Python CGI Script with Python 2.6) ผู้วิจัยออกแบบให้มีโครงสร้างการรับ-ส่งข้อมูลแบบเจสัน (JavaScript Object Notation - JSON) ซึ่งโปรแกรมดังกล่าวทำงานบนโปรแกรมออปারেตงเว็บเซิร์ฟเวอร์ โดยไฟล์สคริปต์มีดังนี้

- checkLogin.py - จากการกดปุ่ม Login สคริปต์จะทำหน้าที่รับข้อมูล Username และ Password เพื่อตรวจสอบสิทธิ์ผู้ใช้งานระบบและส่งข้อมูลสิทธิ์กลับไปยังผู้ใช้งาน
- getSatelliteList.py - เมื่อเข้าสู่หน้ารายการภาพถ่ายจากดาวเทียม สคริปต์จะทำหน้าที่ส่งรายการภาพถ่ายจากดาวเทียมให้ผู้ใช้งาน
- sweepParameters.py - เมื่อกดปุ่ม Save จากหน้าการตั้งค่าพารามิเตอร์ สคริปต์จะทำหน้าที่รับข้อมูลชุดพารามิเตอร์จากผู้ใช้และนำรายการทั้งหมดเข้าสู่ตารางพารามิเตอร์ (Parameters Table)
- getParameters.py - เมื่อเข้าสู่หน้ารายการพารามิเตอร์ สคริปต์จะทำหน้าที่รับชื่อภาพถ่ายจากดาวเทียมเพื่อใช้ค้นหาข้อมูลในตารางพารามิเตอร์และส่งข้อมูลชุดพารามิเตอร์ให้ผู้ใช้งาน
- clearParametersSettingList.py - เมื่อกดปุ่ม Clear จากหน้ารายการพารามิเตอร์ สคริปต์ทำหน้าที่รับชื่อภาพถ่ายจากดาวเทียมเพื่อใช้ค้นหาข้อมูลในตารางพารามิเตอร์พร้อมลบรายการชุดพารามิเตอร์ที่ตั้งค่าไว้
- submitParameters.py - เมื่อกดปุ่ม Submit จากหน้ารายการพารามิเตอร์ สคริปต์จะทำหน้าที่รับข้อมูลชุดพารามิเตอร์จากการเช็คของผู้ใช้และนำรายการไปค้นหารายละเอียดชุดพารามิเตอร์ในตารางพารามิเตอร์เพื่อสร้างไฟล์ซบมิทจ็อบส์ (Submit Jobs File) และไฟล์จ็อบ (Job File) จากไฟล์เทมเพลต (Template File) และเก็บไฟล์ไว้ที่พาร์ท “/home/ipss00/ipss_scripts/submit_jobs_files/” และ “/home/ipss00/job_files/” ตามลำดับ

- `getBestParameters.py` - เมื่อเข้าสู่หน้ารายการพารามิเตอร์ก่อนหน้า สคริปต์จะทำหน้าที่รับชื่อภาพถ่ายจากดาวเทียมเพื่อใช้ค้นรายการข้อมูลที่ผ่านการประเมินความถูกต้องในตารางพารามิเตอร์ โดยมีเงื่อนไขการค้นเพิ่มเติมดังนี้คือต้องเป็นชุดพารามิเตอร์ที่เคยจำแนกข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมที่มีพื้นที่บนที่ภาพบริเวณคาบเกี่ยวกันหรือเวลาบนที่ภาพใกล้เคียงกันหรือเวลาหรือบนที่ภาพช่วงฤดูเดียวกัน เมื่อได้รายการตามที่กำหนดจะส่งรายการข้อมูลดังกล่าวให้ผู้ใช้งาน

- `setBestParameters.py` - เมื่อกดปุ่ม Add จากหน้ารายการพารามิเตอร์ก่อนหน้า สคริปต์จะทำหน้าที่นำรายการที่ถูกเช็คเข้าสู่ตารางพารามิเตอร์เพื่อรอผู้ใช้งานดำเนินการประมวลผลจำแนกข้อมูลต่อไป

โดยไฟล์ทั้งหมดเก็บไว้ที่เว็บรูท (Web Root) หรือพาร์ตดังนี้ `"/var/www/cgi-bin/ipss-cgi"` สามารถดูซอร์สโค้ดของไฟล์ต่างๆ ได้ที่ภาคผนวก xx

4.2.3 โปรแกรมส่งงานประมวลผลการจำแนกข้อมูล - เป็นส่วนที่ทำหน้าที่สร้างงาน (Submit Job) ให้แก่โปรแกรมเอสจีอี (Oracle Grid Engine - Previously known as Sun Grid Engine (SGE)) ในส่วนนี้ผู้วิจัยพัฒนาไฟล์สคริปต์ที่มีชื่อว่า `"automated_running.py"` ด้วยภาษาไพธอน 2.6 สคริปต์ดังกล่าวมีหน้าที่ดำเนินการไฟล์ซิมทจ็อบส์ที่อยู่ภายในพาร์ตดังต่อไปนี้

`"/home/ipss00/ipss_scripts/submit_jobs_files"`

และดำเนินการสทริปต์ด้วยโปรแกรมภาษาไพธอนแบบอัตโนมัติด้วยคำสั่งดังต่อไปนี้

```
python /ipss00/ipss_scripts/automated_running.py
```

โดยผู้วิจัยใช้โปรแกรมคอร์น (Corn) ในการกำหนดเวลาในการดำเนินการสคริปต์ดังกล่าวทุกๆ 1 นาที ซึ่งคอร์นเป็นโปรแกรมการกำหนดงาน (Job Scheduler) ของระบบปฏิบัติการลินุกซ์ไคลด์ จากนั้นสคริปต์ดังกล่าวจะทำรายการชื่อไฟล์ซิมทจ็อบส์ทั้งหมดและสั่งดำเนินการสทริปต์ด้วยโปรแกรมภาษาไพธอนด้วยคำสั่งดังตัวอย่างต่อไปนี้

```
python /home/ipss00/ipss_scripts/submit_jobs_files/submit_job_cxxxxx.py
```

ไฟล์ซิมทจ็อบส์จะถูกดำเนินการสร้างงานจากรายการของไฟล์จ็อบทั้งหมดจากคำสั่งของภาษาไพธอน โดยมีการแสดงคำสั่งดังตัวอย่างต่อไปนี้

```
os.system("qsub -S /bin/bash /home/ipss00/job_files/job_sxxxx.sh")
```

4.2.4 โปรแกรมเอสจีอี (SGE) - เป็นโปรแกรมที่ทำหน้าที่สร้างคิวงาน (Job Queue) จากรายการคำสั่งที่ระบุในไฟล์ซั่มบิตจ๊อบส์ และส่งคำสั่งไปให้คอมพิวเตอร์คอมพิวเตอร์โนด (Compute Node Computer) ดำเนินการ ซึ่งโปรแกรมมีการตรวจสอบสถานะดำเนินการของกลุ่มคอมพิวเตอร์คอมพิวเตอร์โนดเพื่อส่งงานที่เหลือในคิวงานไปยังเครื่องต่างๆ ตามความเหมาะสม

4.2.5 คอร์นสเก็ดดูเลอร์ (Corn Scheduler) - เป็นโปรแกรมที่ทำหน้าที่ดำเนินการสคริปต์ automated_running.py ด้วยโปรแกรมภาษาไพธอนทุกๆ 1 นาที

4.2.6 ไฟล์ซั่มบิตจ๊อบส์ (Submit Jobs File) - เป็นสคริปต์ที่ทำหน้าที่ดำเนินการโปรแกรมเอสจีอีให้สร้างคิวงาน สามารถดูซอร์สโค้ดของไฟล์ต่างๆ ได้ที่ภาคผนวก xx

4.2.7 ไฟล์จ๊อบส์ (Jobs File) - เป็นสคริปต์ที่ทำหน้าที่ดำเนินการสคริปต์ "classify.py" ด้วยโปรแกรมภาษาไพธอน โดยมีการแสดงคำสั่งและมีวิธีการระบุอาร์กิวเมนต์ต่างๆ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

```
python26 /mnt/bigtank/users/Whiskas822/IPS/programming/ips_envi_idl_scripts/classify.py -workspace '/state/partition1/result_ips_phase234/' -envi "$substring" -set_code 's9404' -user 'ips04' -cmd 'echo "2 0.250 100 0 0.1 th1_272_319000_20101229_025906_mss_1r_geo_geo /state/partition1/result_ips_phase234/s9404.txt /mnt/bigtank/dataraster/theos/y2010/04_rectification/data_mss_1r/th1_272_319000_20101229_025906_mss_1r_geo_geo.tif /state/partition1/result_ips_phase234/s9404 /mnt/bigtank/users/Whiskas822/IPS/programming/ips_envi_idl_scripts/roi/th1_272_319000_20101229_025906_mss_1r_geo_geo.roi" | envi_replace /mnt/bigtank/users/Whiskas822/IPS/programming/ips_envi_idl_scripts/plp4p5p6p8.pro' -scene 'th1_272_319000_20101229_025906_mss_1r_geo_geo'
```

สามารถดูซอร์สโค้ดของไฟล์ได้ที่ภาคผนวก xx

4.2.8 ไฟล์เทมเพลต (Template File) - เป็นสคริปต์ที่ทำหน้าที่เป็นเทมเพลตให้แก่การสร้างไฟล์ซั่มบิตจ๊อบส์และไฟล์จ๊อบส์ ซึ่งไฟล์เทมเพลตมีทั้งหมด 2 ไฟล์ดังนี่คือไฟล์ template_submit_job.py และ template_job.sh

4.2.9 ผู้ใช้ระบบไอพีเอสเอส (IPSS Users)

ผู้วิจัยแบ่งผู้ใช้งานออกเป็น 2 ประเภทดังนี้คือ

1. ผู้ใช้งานภายนอก - เป็นผู้ใช้งานบนเว็บแอปพลิเคชันของระบบไอพีเอสเอสหรือทำงานในส่วนคอมพิวเตอร์ผู้ใช้งาน (ข้อ 4.1.1) สามารถเพิ่มผู้ใช้งานประเภทนี้ได้จากการเพิ่มรายงานผู้ใช้งานในตารางผู้ใช้งาน (User Table) พร้อมรายละเอียดต่างๆ ซึ่งในวิทยานิพนธ์จะมีการระบุชื่อผู้ใช้เป็น IPSS01 ถึง IPSS08

2. ผู้ใช้งานภายใน - เป็นผู้ใช้งานบนระบบปฏิบัติการที่ถูกเรียกใช้โดยระบบ IPSS ซึ่งในระบบจะมีการสร้างผู้ใช้งาน ipss00 ไปจนถึง ipss08 และ apache

- ipss01 ถึง ipss08 - ถูกสร้างจากคำสั่งดังต่อไปนี้โดยผู้ใช้งาน root

```
>adduser -d /export/home/ipssxx -g 300 ipssxx
```

```
>rocks sync users
```

จากนั้นให้เปลี่ยนไปใช้งานเป็นผู้ใช้ ipssxx แล้วใช้คำสั่งต่อไปนี้เพื่อเปิดการใช้งาน VNC

```
ipssxx>vncserver :<port> -geometry 1820x980
```

```
ipssxx>vncserver -k : <port>
```

```
ipssxx>vi .vnc/xstartup
```

และให้ลบเครื่องหมาย # หน้าคำว่า unset and exec แล้ว save ไฟล์ จากนั้น

```
ipssxx>vncserver :<port> -geometry 1820x980
```

จากการสร้างผู้ใช้งานดังกล่าวเพื่อรองรับขั้นตอนการดำเนินการทดสอบระบบ (บทที่ 3 ข้อ 3.1.4)

- ipss00 - ให้ทำเช่นเดียวกับคำสั่งในการสร้าง ipss01 ถึง ipss08

แต่จะเพิ่มคำสั่งดังนี้โดยผู้ใช้งาน root

```
root>chmod 777 -R /export/home/home/ipss00/
```

จากการใช้คำสั่งล่าสุดเพื่อรองรับให้ผู้ใช้งาน ipss01 ถึง ipss08 และ apache สามารถอ่าน/เขียนข้อมูลในโฟลเดอร์ ipss00 ได้และเพื่อรองรับการทำงานของสคริปต์ submitParameters.py (บทที่ 4 ข้อที่ 4.1.2 ข้อย่อยที่ 2) และ ipss00 มีหน้าที่ใช้โปรแกรม corn เพื่อดำเนินการคำสั่งดังต่อไปนี้ทุกๆ 1 นาที

```
python /ipss00/ipss_scripts/automated_running.py
```

จากนั้น ipss00 จะดำเนินการคำสั่งดังนี้

```
python /home/ipss00/ipss_scripts/submit_jobs_files/submit_job_cxxxxx.py
```

การทำงานดังกล่าวเปรียบเสมือนตัวแทนของผู้ใช้ภายนอกในการสร้างงานจากรายการของไฟล์ จ๊อบให้กับโปรแกรม SGE

- apache - เป็นผู้ใช้งานที่ถูกสร้างเมื่อติดตั้งโปรแกรมอาปาเช่เว็บเซิร์ฟเวอร์ซึ่งมีการสร้างไว้เรียบร้อยแล้วตั้งแต่ต้น ซึ่ง apache มีหน้าที่ดำเนินการต่างๆ เมื่อมีการส่งคำสั่งจากสคริปต์ประเภทซีจีไอ (CGI) โดยในระบบไอพีเอสเอสเอส นั้น ผู้ใช้งาน apache จะรองรับการทำงานของ submitParameters.py เพื่อเป็นตัวแทนของผู้ใช้งานภายนอกในการสร้างไฟล์ให้กับระบบ (บทที่ 4 ข้อที่ 4.1.2 ข้อย่อยที่ 2)

4.3 คอมพิวเตอร์คอมพิวเตอร์โนด (Compute Node Computer) - เป็นส่วนที่ทำประกอบไปด้วย

4.3.1 โปรแกรมเอนวีไอดีแอล (ENVI IDL) และไฟล์สคริปต์ - เป็นโปรแกรมมีหน้าที่ประมวลผลข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมจากการดำเนินการไฟล์สคริปต์ด้วยเอนวีไอดีแอลโดยไฟล์ทั้งหมดจะถูกเก็บไว้ที่พาร์ทดังต่อไปนี้

“/home/ipss00/ipss_scripts”

เมื่อประมวลผลเสร็จแล้วจะได้ข้อมูลผลลัพธ์ที่เกิดจากการจำแนกข้อมูล (Classified Data) ในรูปแบบเซฟไฟล์ (Shape File) สามารถดูซอร์สโค้ดของไฟล์ได้ที่ภาคผนวก xx

4.3.2 โปรแกรมดำเนินการประมวลผลการจำแนกข้อมูล - มีหน้าที่ในการดำเนินการประมวลผลการจำแนกข้อมูลด้วยไฟล์สคริปต์ภาษาไพธอนที่ชื่อ “classify.py” โดยมีองค์ประกอบดังนี้คือ

- คำสั่งการจำแนกข้อมูล - มีหน้าที่สั่งโปรแกรมเอนวีไอดีแอลให้ดำเนินการการจำแนกข้อมูลโดยมีการแสดงคำสั่งและการระบุอาร์กิวเมนต์ต่างๆ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

```
os.system(“arg1 arg2 arg3... ’ | envi001 /home/ipss00/ipss_scripts/svm_doit.pro”)
```

- คำสั่งนำเข้าข้อมูลสู่ฐานข้อมูลไอพีเอสเอส - มีหน้าที่สั่งโปรแกรมจีคอดไอจีไอให้แปลงเซฟไฟล์เป็นตารางเชิงพื้นที่ในฐานข้อมูลไอพีเอสเอสโดยมีการแสดงคำสั่งและการระบุออปชัน (Option) ต่างๆ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

```
os.system("/opt/gdal1.7.3/bin/ogr2ogr -overwrite -f \"PostgreSQL\" PG:\"host=localhost
user=postgres dbname=testgeo password=xxx\"
/home/ipss00/classification_data/job_sxxxxx.shp -lco \"GEOMETRY_NAME=geometry\" -
t_srs \"EPSG:4326\" -nlt POLYGON job_sxxxxx
```

overwrite - ทำหน้าที่แปลงของมูลใหม่ไปแทนที่ตารางเดิมที่มีอยู่แล้ว

f - ทำหน้าที่ระบุรายละเอียดการเชื่อมต่อข้อมูลต้นทางและปลายทาง โดยขึ้นด้วยเว้นวรรค (Space)

lco - ทำหน้าที่เปลี่ยนคุณสมบัติต่างของข้อมูลจากการระบุออฟชั่น (Option) เฉพาะ เช่น SCHEMA=public คือการที่ทำให้ข้อมูลถูกนำเข้าสู่ภายใต้สก็มาชื่อว่า public

t_srs - ทำให้ข้อมูลปลายทางมีระบบพิกัดตามที่ระบุไว้

nlt - ทำให้ข้อมูลปลายทางมีประเภทตามที่ระบุไว้

หมายเหตุ - การระบุชื่อตาราง ให้เว้นวรรคจากออฟชั่นสุดท้าย 1 ช่องและแล้วตามด้วยชื่อตารางซึ่งต้องตรงกับชื่อของเซฟไฟล์ สามารถดูวิธีการใช้งานเพิ่มเติมได้ที่ [REF]

- ฟังก์ชันการคำนวณพื้นที่ซ้อนทับ (Intersect Area) - มีหน้าที่ติดต่อกับโปรแกรมโพสต์เกรสคิวเอลเพื่อเรียกคำสั่งในการสร้างตารางพื้นที่ซ้อนทับระหว่างตารางข้อมูลพื้นที่อ้างอิงแหล่งน้ำและพื้นที่ที่ไม่ใช่ น้ำ (Reference Data Table) กับตารางข้อมูลผลลัพธ์ที่เกิดจากการจำแนกข้อมูล (Classified Data Table) และเรียกใช้งานฟังก์ชัน SUM, ST_intersection และ ST_area เพื่อคำนวณหาพื้นที่ซ้อนทับในแบบต่างๆ

- ฟังก์ชันการคำนวณค่า K (Kappa) และค่าความถูกต้อง (Accuracy) - มีหน้าที่ในการคำนวณค่า K และค่า Accuracy โดยมีอินพุตคือพื้นที่ซ้อนทับระหว่างข้อมูลพื้นที่อ้างอิงแหล่งน้ำและพื้นที่ที่ไม่ใช่ น้ำ (Reference Data) กับข้อมูลผลลัพธ์ที่เกิดจากการจำแนกข้อมูล (Classified Data)

```

def assesment(rw_cw_cal, rw_cl_cal, rl_cw_cal, rl_cl_cal):
    sum_area = rw_cw_cal + rw_cl_cal + rl_cw_cal + rl_cl_cal
    rw_cw_cal_nomal = rw_cw_cal/sum_area
    rw_cl_cal_nomal = rw_cl_cal/sum_area
    rl_cw_cal_nomal = rl_cw_cal/sum_area
    rl_cl_cal_nomal = rl_cl_cal/sum_area

    c1_r = rw_cw_cal_nomal + rl_cw_cal_nomal
    c2_r = rw_cl_cal_nomal + rl_cl_cal_nomal
    r1_c = rw_cw_cal_nomal + rw_cl_cal_nomal
    r2_c = rl_cw_cal_nomal + rl_cl_cal_nomal
    c_r = rw_cw_cal_nomal + rl_cl_cal_nomal

    kappa = (c_r - ((c1_r * r1_c)+(c2_r * r2_c)))/(1 - ((c1_r * r1_c)+(c2_r * r2_c)))
    accuracy = (rw_cw_cal + rl_cl_cal) * 100 / sum_area
    print "kappa = " + str(kappa) + " and accuracy = " + str(accuracy)
    return [kappa,accuracy]

```

1. พื้นที่ผลลัพท์แหล่งน้ำซ้อนทับกับพื้นที่อ้างอิงแหล่งน้ำแทนด้วยตัวแปร rw_cw_cal
2. พื้นที่ผลลัพท์แหล่งน้ำซ้อนทับกับพื้นที่อ้างอิงพื้นที่ที่ไม่ใช่ น้ำด้วยตัวแปร rw_cl_cal
3. พื้นที่ผลลัพท์พื้นที่ที่ไม่ใช่ น้ำซ้อนทับกับพื้นที่อ้างอิงแหล่งน้ำด้วยตัวแปร rl_cw_cal
4. พื้นที่ผลลัพท์พื้นที่ที่ไม่ใช่ น้ำซ้อนทับกับพื้นที่อ้างอิงพื้นที่ที่ไม่ใช่ น้ำด้วยตัวแปร rl_cl_cal

- การวัดเวลาประมวลผล - เป็นการจับเวลาโดยเริ่มตั้งแต่การดำเนินการคำสั่งการจำแนกข้อมูลไปจนถึงสิ้นสุดการประมวลผล โดยมีการแสดงคำสั่งตัวอย่างต่อไปนี้

```

stopwatch_set_time_start = datetime.now()
os.system("arg1 arg2 arg3... ' | envi001 /home/ipss00/ipss_scripts/svm_doit.pro")
stopwatch_set_time_stop = datetime.now()
set_time = stopwatch_set_time_stop - stopwatch_set_time_start

```

- การอัพเดทค่าต่างๆ - มีหน้าที่ติดต่อกับโปรแกรมโพสต์เกรสคิวเอลเพื่ออัพเดทรายการชุดพารามิเตอร์ โดยข้อมูลที่อัพเดทมีดังนี้คือค่า K, accuracy และเวลาในการประมวลผล

4.3.3 โปรแกรมจีดอล (GDAL) - มีเครื่องมือให้ใช้งานมากมาย และหนึ่งในเครื่องมือชื่อ "ogr2ogr" ซึ่งมีหน้าที่แปลงของมูลจากประเภทข้อมูลหนึ่งไปสู่ประเภทข้อมูลต่างๆ

4.4 ไฟล์ซิสเต็ม (File System) - ทำหน้าที่เก็บไฟล์ภาพถ่ายจากดาวเทียมและไฟล์ข้อมูลพื้นที่สนใจให้กับผู้ใช้ระบบ โดยผู้วิจัยทำการสร้างการเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์ในเครือข่ายกับ

อุปกรณ์ไฮแนสด้วยการระบุคำสั่ง mount ลงในไฟล์ /etc/fstab โดยมีการระบุคำสั่งตัวอย่างต่อไปนี

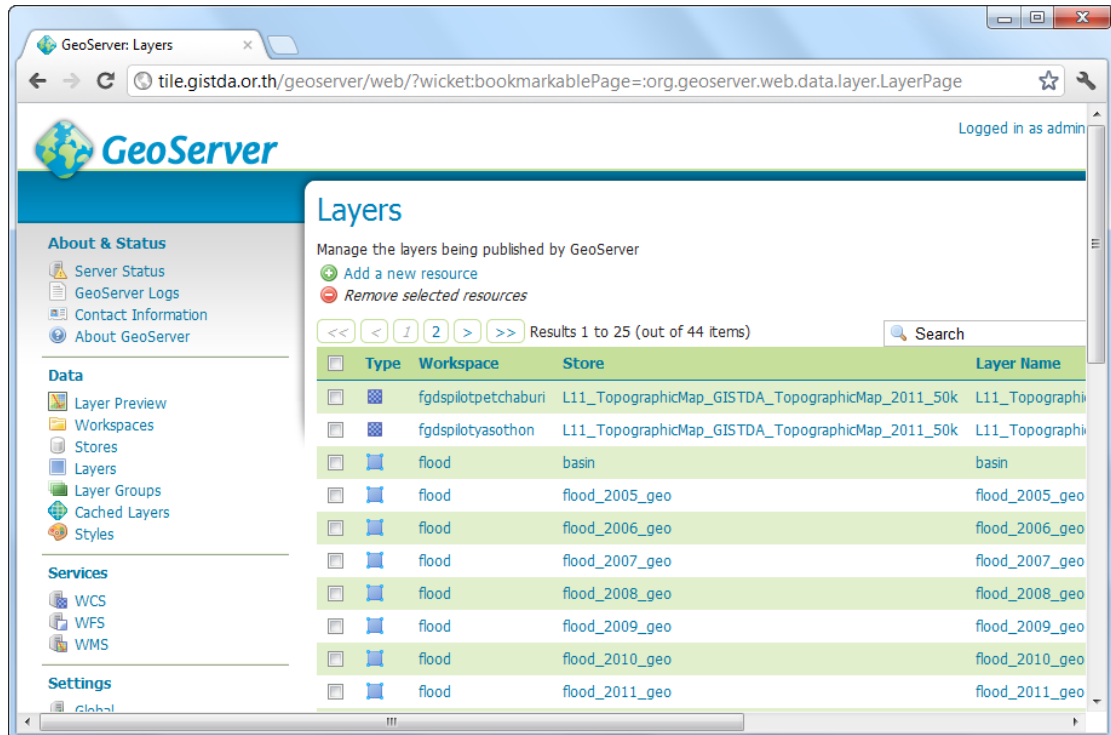
```
// NAS P /bigtank /mnt/bigtank cifs username=,password=,domain=geoinfo.gistda.or.th,file_mode=0755,dir_mode=0755,uid=1,gid=1,setgid=1,setuids 0 0
```

4.5 คอมพิวเตอร์เดต้าเบสเซิร์ฟเวอร์ (Database Server Computer) - ทำหน้าที่บริหารและจัดการฐานข้อมูลของระบบ โดยผู้วิจัยติดตั้งโปรแกรมโพสต์เกรสควิเอลเวอร์ชัน 9.0 (PostgreSQL 9.0) และโพสจีไอเอสเวอร์ชัน 1.3.5 (PostGIS 1.3.5) ซึ่งโปรแกรมโพสจีไอสามารถทำงานด้านข้อมูลภูมิสารสนเทศได้ ในส่วนของการสร้างฟิลด์ (Field) โปรแกรมจะเพิ่มประเภทของมูลแบบจีโอเมทรี (Geometry) และมีฟังก์ชันต่างๆ ในการประมวลผลเชิงพื้นที่ให้เลือกใช้งาน ในระบบนี้ ผู้วิจัยสร้างฐานข้อมูลที่ชื่อไอพีเอสเอส (ipss) ซึ่งประกอบด้วยตารางต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. ตารางพารามิเตอร์ (Parameter Table) - มีหน้าที่เก็บรายการชุดพารามิเตอร์ พร้อมรายละเอียดต่างๆ
 2. ตารางข้อมูลผลลัพธ์ที่เกิดจากการจำแนกข้อมูล (Classified Data Table) - มีหน้าที่เก็บข้อมูลผลลัพธ์ที่เกิดจากการจำแนกข้อมูลในรูปแบบเชิงพื้นที่
 3. ตารางภาพถ่ายจากดาวเทียม (Satellite Table) - มีหน้าที่เก็บรายการข้อมูลพร้อมคุณลักษณะต่างๆ
 4. ตารางข้อมูลพื้นที่อ้างอิงแหล่งน้ำและพื้นที่ที่ไม่ใช่ น้ำ (Reference Data Table) - มีหน้าที่เก็บพื้นที่อ้างอิงแหล่งน้ำและพื้นที่ที่ไม่ใช่ น้ำในรูปแบบเชิงพื้นที่
 5. ตารางข้อมูลจากการแปลตีความ (Interpreted Data Table) - มีหน้าที่เก็บข้อมูลจากการแปลตีความในรูปแบบเชิงพื้นที่
 6. ตารางผู้ใช้งานระบบ (User Table) - มีหน้าที่เก็บข้อมูลผู้ใช้งานระบบ
- สามารถดูพจนานุกรมข้อมูล (Data Dictionary) ได้ที่ภาคผนวก xx

4.6 คอมพิวเตอร์แม็ปเซิร์ฟเวอร์ (Map Server Computer) - มีหน้าที่ในการสร้างบริการข้อมูลภูมิสารสนเทศแบบเว็บเซอร์วิสของข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม ข้อมูลผลลัพธ์ที่เกิดจากการจำแนกข้อมูล ข้อมูลพื้นที่ซ้อนทับและข้อมูลผลลัพธ์ที่เกิดจากการจำแนกข้อมูล โดยผู้วิจัยติดตั้งโปรแกรมจีโอเซิร์ฟเวอร์เวอร์ชัน 2.1.3 (GeoServer 2.1.3) ซึ่งโปรแกรมสามารถสร้างบริการข้อมูลจากไฟล์หรือสร้างบริการข้อมูลจากการเชื่อมโยงโปรแกรมฐานข้อมูลเชิงพื้นที่

(Geodatabase) ได้ บริการที่สร้างขึ้นจะถูกโปรแกรมเว็บแผนที่ใช้งาน มีการแสดง GUI ของโปรแกรมจีโอเซิร์ฟเวอร์ดังภาพที่ 4.6



ภาพที่ 4.6 GUI ของโปรแกรม GeoServer 2.1.3

บทที่ 5

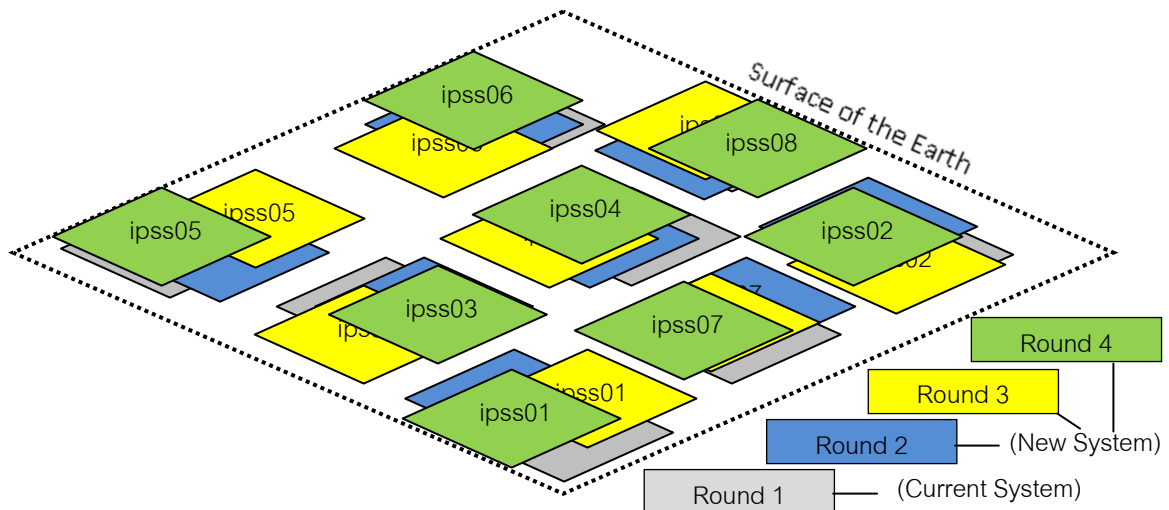
การทดสอบระบบ

ในบทนี้จะแสดงรายละเอียดวิธีการทดสอบระบบใหม่โดยอาสาสมัครที่เคยทดสอบระบบเดิมก่อนหน้านี้ ซึ่งผู้วิจัยขอเรียกการทดสอบระบบใหม่นี้ว่า “การทดสอบรอบที่ 2 ถึง 4” โดยมีรายละเอียดดังนี้

5.1 ข้อมูลในการทดสอบระบบ

5.1.1 ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม (Satellite Imagery)

ในการทดสอบประสิทธิภาพของระบบใหม่ ผู้วิจัยกำหนดให้อาสาสมัครทำการประมวลผลการจำแนกข้อมูลโดยใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียมไทยโชตระบบบันทึกข้อมูลภาพหลายช่วงคลื่น (Multispectral) จำนวน 24 ภาพ ซึ่งแต่ละภาพมีเวลา ณ การถ่ายภาพต่างกัน ภาพทั้งหมดแบ่งเป็น 8 ชุด ใน 1 ชุดประกอบด้วยภาพจำนวน 3 ภาพ ที่มีพื้นที่การถ่ายภาพบริเวณใกล้เคียงกันและเป็นบริเวณใกล้เคียงกับภาพที่ใช้ในการทดสอบรอบที่ 1 (บทที่ 3 ข้อที่ 3.1.4) ซึ่งอาสาสมัครทั้ง 8 คน จะได้รับข้อมูลภาพคนละ 1 ชุด เพื่อนำไปจำแนกข้อมูลเป็นจำนวน 3 รอบ โดยมีการแสดงตัวอย่างการจำลองพื้นที่ดังภาพที่ 5.1 (สามารถดูรายละเอียดพื้นที่จริงของภาพจาก ภาคผนวก ง)



ภาพที่ 5.1 ภาพแสดงการจำลองพื้นที่ขอบเขตข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมไทยโชตที่ใช้ในการทดสอบระบบ

ภาพถ่ายที่ถูกกำหนดให้ใช้ในการทดสอบมีลักษณะวัตถุที่ปรากฏบนพื้นที่หลายแบบ ผู้วิจัยมีการแบ่งภาพในลักษณะต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. ภาพวัตถุแบ่งแยกอย่างชัดเจน - คือภาพที่แสดงวัตถุต่างๆ เป็นขอบเขตได้อย่างชัดเจน จากการมองด้วยสายตา ยกตัวอย่างอาทิเช่นบริเวณบ่อกักเก็บน้ำเพื่อการเกษตรและแม่น้ำเป็นต้น ดังภาพที่ 5.2



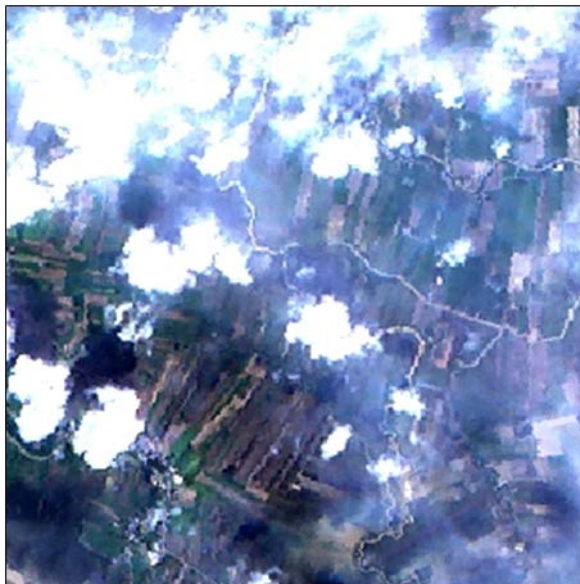
ภาพที่ 5.2 ภาพวัตถุแบ่งแยกอย่างชัดเจนระหว่างแม่น้ำกับวัตถุต่างๆ

2. ภาพวัตถุกลมกลืน - คือภาพที่แสดงบริเวณขอบเขตวัตถุ 2 ชนิดแบบกลมกลืนกันและไม่สามารถจำแนกขอบเขตได้ด้วยสายตา ยกตัวอย่างอาทิเช่นพื้นที่น้ำท่วมเป็นต้น ดังภาพที่ 5.3



ภาพที่ 5.3 ภาพวัตถุกลมกลืนระหว่างพื้นที่น้ำท่วมกับพื้นที่เพาะปลูก

3. ภาพคลุมเครือ - คือภาพที่มีหมอก คว้น เมฆระดับสูงและเงาเมฆระดับต่ำปกคลุมพื้นที่ ทำให้มองเห็นความชัดเจนของขอบเขตวัตถุต่างๆ บริเวณดังกล่าวได้น้อยลง ดังภาพที่ 5.4



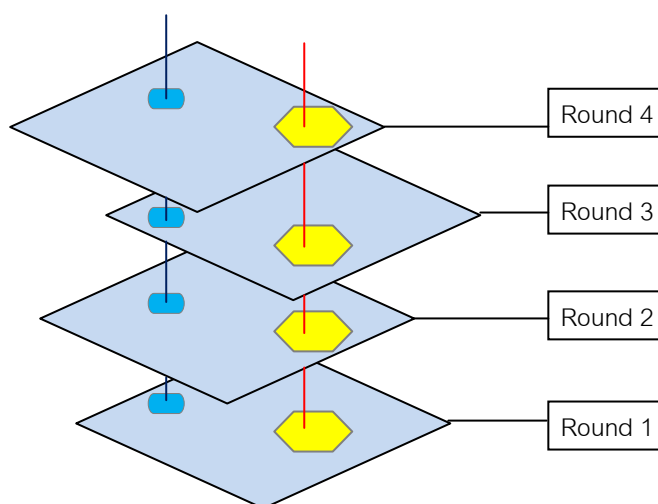
ภาพที่ 5.4 ภาพคลุมเครือระหว่างเมฆระดับสูงและเงาเมฆระดับต่ำ

5.1.2 ข้อมูลขอบเขตอ้างอิง (Reference Data)

ข้อมูลขอบเขตขอบเขตอ้างอิงเป็นข้อมูลเป็นข้อมูลประเภทเวกเตอร์ที่แสดงพื้นที่แหล่งน้ำและพื้นที่ที่ไม่ใช่พื้นที่ที่ถูกตองที่สุด ผู้วิจัยให้ผู้เชี่ยวชาญภูมิสารสนเทศสร้างพื้นที่ของขอบเขตพื้นที่อ้างอิงบนพื้นที่บางส่วนของภาพถ่ายจากดาวเทียมไทยโชตด้วยวิธีการแปลตีความด้วยสายตา ซึ่งใน 24 ภาพจะสร้างประมาณ 2 - 3 พื้นที่เป็นอย่างน้อยต่อ 1 ภาพ โดยใช้โปรแกรม ArcGIS Desktop รวมทั้งหมดจะได้ข้อมูลจำนวน 24 ชุด ตัวอย่างการจัดทำข้อมูลดังภาพที่ 3.4 บทที่ 3 จากนั้นผู้วิจัยนำข้อมูลเข้าสู่ตารางข้อมูลพื้นที่อ้างอิงแหล่งน้ำและพื้นที่ที่ไม่ใช่พื้นที่ (Reference Data) บนฐานข้อมูลไอพีเอสเอส (IPSS Database) เพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลตั้งต้นในขั้นตอนการสร้างพื้นที่ซ้อนทับ

5.1.3 ข้อมูลขอบเขตพื้นที่สนใจ (Region of Interest - ROI)

ข้อมูลขอบเขตพื้นที่สนใจเป็นข้อมูลพื้นที่ตัวอย่างของแหล่งน้ำและพื้นที่ที่ไม่ใช่พื้นที่บนภาพถ่ายจากดาวเทียมไทยโชต 24 ภาพ จากการเตรียมข้อมูลข้อที่ 5.2.1 ผู้วิจัยให้ผู้เชี่ยวชาญภูมิสารสนเทศสร้างข้อมูล ROI จำนวน 8 ชุดเพื่อใช้งานประกอบกับข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมไทยโชตในแต่ละชุดที่แจกให้แก่อาสาสมัครทั้ง 8 คน ซึ่งผู้เชี่ยวชาญจะค้นหาพื้นที่ของแหล่งน้ำและพื้นที่ที่ไม่ใช่พื้นที่บนบริเวณตำแหน่งเดียวกันจากภาพ 3 ภาพที่มีพื้นที่เดียวกันแต่บันทึกภาพ ณ เวลาแตกต่างกัน ดังภาพที่ 5.5



ภาพที่ 5.5 การสร้างข้อมูลขอบเขตพื้นที่สนใจ
พื้นที่แหล่งน้ำ (สีฟ้า) และพื้นที่ที่ไม่ใช่พื้นที่ (สีเหลือง)

5.2.4 ข้อมูลชุดพารามิเตอร์จากการทดสอบรอบที่ 1

ข้อมูลชุดพารามิเตอร์เป็นข้อมูลค่าที่ใช้ประกอบกระบวนการประมวลผลจำแนกข้อมูลด้วยวิธีการ SVM (บทที่ 3 ข้อที่ 3.1.4 ข้อย่อยที่ 1) โดยเป็นค่าพารามิเตอร์ที่ทำให้เกิดผลลัพธ์ที่มีการพิจารณาว่าเป็นผลลัพธ์ที่ดีที่สุด ซึ่งมีจำนวน 8 ชุดและข้อมูลดังกล่าวจะถูกนำเข้าสู่ตารางพารามิเตอร์ของฐานข้อมูลโอเพีเอสเอสเพื่อเป็นข้อมูลตั้งต้นของการทดสอบระบบในรอบถัดไป

5.2 วิธีดำเนินการทดสอบระบบ

ก่อนการทดสอบระบบผู้วิจัยเตรียมข้อมูลตั้งต้นดังนี้

ก. ผู้วิจัยนำเข้าข้อมูลค่าพารามิเตอร์จำนวน 8 ชุด (ข้อที่ 3.1.4 ข้อย่อยที่ 1) ลงสู่ตารางพารามิเตอร์ ซึ่งใช้โปรแกรมจัดการฐานข้อมูลโพสต์เกรสคิวเอล เพื่อเป็นข้อมูลตั้งต้นของระบบช่วยตั้งค่าพารามิเตอร์ (Parameter Setting Assistant)

ข. ให้ผู้เชี่ยวชาญภูมิสารสนเทศใช้โปรแกรม ArcGIS Desktop สร้างขอบเขตพื้นที่อ้างอิงแหล่งน้ำและพื้นที่ที่ไม่ใช่ น้ำ (Reference Data) จากภาพถ่ายจากดาวเทียมจำนวนทั้งหมดโดยใช้เครื่องมือ Editor ในการสร้างข้อมูล 1 ชุดต่อ 1 ภาพ จากนั้นผู้วิจัยนำเข้าข้อมูลดังกล่าวลงสู่ตารางขอบเขตพื้นที่อ้างอิง โดยใช้คำสั่งดังตัวอย่างต่อไปนี้

```
ogr2ogr -overwrite -f PG:"PostgreSQL" PG:"host=xxx.xxx.xxx.xxx user=postgres
password=xxx dbname=ips port=5432" D:\referencexxxxxx.shp -lco "SCHEMA=public"
-lco "GEOMETRY_NAME=geometry" -s_srs "EPSG:32647" -t_srs "EPSG:4326" -nlt
POLYGON referencexxxxxx
```

overwrite - ทำหน้าที่แปลงข้อมูลใหม่ไปแทนที่ตารางเดิมที่มีอยู่แล้ว

f - ทำหน้าที่ระบุรายละเอียดการเชื่อมต่อข้อมูลต้นทางและปลายทาง โดยขึ้นด้วยเว้นวรรค (Space)

lco - ทำหน้าที่เปลี่ยนคุณสมบัติต่างของข้อมูลจากการระบุอ็อปชัน (Option) เฉพาะเช่น SCHEMA=public คือการที่ทำให้ข้อมูลถูกนำเข้าสู่ภายใต้สก็มาชื่อว่า public

s_srs - เป็นการระบุระบบพิกัดของข้อมูลต้นทาง

t_srs - ทำให้ข้อมูลปลายทางมีระบบพิกัดตามที่ระบุไว้

nlt - ทำให้ข้อมูลปลายทางมีประเภทตามที่ระบุไว้

หมายเหตุ - การระบุชื่อตาราง ให้เว้นวรรคจากออฟซันสุดท้าย 1 ช่องและแล้วตามด้วยชื่อตารางซึ่งต้องตรงกับชื่อของเซฟไฟล์ (Shape File) สามารถดูวิธีการใช้งานเพิ่มเติมได้ที่ [10]

ค. ให้ผู้เชี่ยวชาญภูมิสารสนเทศใช้โปรแกรม ENVI กำหนดพื้นที่ที่น่าสนใจ (ROI) เพื่อเป็นพื้นที่ตัวอย่างของแต่ละภาพ โดยประกอบไปด้วยกัน 2 คลาสคือ พื้นที่แหล่งน้ำ (Water Resources) และพื้นที่พื้นที่ที่ไม่ใช่ น้ำ (Not water) โดยใช้เครื่องมือ ROI จากนั้นผู้วิจัยนำข้อมูลทั้งหมดเข้าสู่ไฟล์ชิลด์

ง. ผู้วิจัยกำหนดรายการข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมไทยโชตระบบบันทึกข้อมูลภาพหลายช่วงคลื่น (Multispectral) ให้แก่อาสาสมัครทั้ง 8 คน

จากภาพที่ 3.6 บทที่ 3 ให้อาสาสมัครแต่ละคนทำการทดสอบระบบโดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมไทยโชตระบบหลายช่วงคลื่นจำนวน 3 ภาพ ซึ่งผู้วิจัยขอเรียกการทดสอบระบบโดยใช้ภาพที่ 1, 2 และ 3 ว่าการทดลองในรอบที่ 2, 3, และ 4 ตามลำดับ โดยมีขั้นตอนการทดลองดังนี้คือ

1. ให้อาสาสมัครจำแนกข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมผ่าน GUI ของระบบเว็บแอปพลิเคชัน โดยเริ่มจากการเข้าหน้าล็อกอินผ่านโปรแกรม Browsers ในหน้าล็อกอินให้กรอก User Name และ Password เพื่อเข้าสู่หน้ารายการภาพถ่ายจากดาวเทียม

2. ให้อาสาสมัครเลือกภาพถ่ายจากดาวเทียมจากรายการแล้วระบบช่วยตั้งค่าพารามิเตอร์จะทำงานวิเคราะห์เพื่อค้นหาข้อมูลค่าพารามิเตอร์ชุดที่เหมาะสมที่สุดกับภาพพร้อมดำเนินการขั้นตอนประมวลผลจำแนกข้อมูลดังกล่าวไปจนถึงการคำนวณค่า K แบบอัตโนมัติเพื่อนำมาแสดงให้อาสาสมัครพิจารณาเบื้องต้น หรืออาสาสมัครสามารถเลือกกำหนดค่าพารามิเตอร์ใหม่ โดยกำหนดค่าของพารามิเตอร์ต่างๆ ผ่านหน้าการตั้งค่าพารามิเตอร์ ในระบบที่พัฒนาขึ้นนี้อาสาสมัครสามารถกำหนดค่าพารามิเตอร์หลายชุดในการประมวลผลในแต่ละรอบ (เพื่อมิให้กระทบการทำงานของหน่วยงาน สทอภ. อาสาสมัครแต่ละคนกำหนดชุดพารามิเตอร์ได้ไม่เกิน 10 ชุด) เมื่อกำหนดเรียบร้อยแล้วให้กดปุ่ม Submit เพื่อส่งค่าพารามิเตอร์แต่ละชุดไปยังเครื่องฟรอนต์เอนด์คอมพิวเตอร์เพื่อประมวลผลข้อมูลบนระบบคลัสเตอร์

3. ระบบจะนำผลลัพธ์ที่เกิดจากการจำแนกข้อมูลลงสู่ตารางผลลัพธ์ที่เกิดจากการจำแนกข้อมูลบนฐานข้อมูลไอพีเอสเอส จากนั้นระบบจะวิเคราะห์เพื่อหาพื้นที่ซ้อนทับและคำนวณพื้นที่ระหว่างข้อมูลพื้นที่อ้างอิงแหล่งน้ำและพื้นที่ที่ไม่ใช่ น้ำ (Reference Data) และข้อมูลผลลัพธ์ที่เกิดจากการจำแนกข้อมูล (Classified Data) (มีการออกแบบให้ระบบใช้ฟังก์ชัน ST_intersection ตามด้วย ST_area จากโปรแกรมโพสต์เกรสคิวเอล) กระบวนการทั้งหมดมีการทำงานแบบอัตโนมัติ

4. ระบบมีการคำนวณหาพื้นที่ซ้อนทับในแบบต่างๆ และวัดค่าสถิติ Cohen's Kappa แบบอัตโนมัติในการคำนวณค่าความถูกต้องของข้อมูลผลลัพธ์หรือค่าแคปตา (K) ซึ่งค่า K มีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 1 โดยค่า K เท่ากับ 0 หมายถึงข้อมูลไม่มีความสอดคล้องกันและค่า K เท่ากับ 1 หมายถึงข้อมูลมีความสอดคล้องอย่างสมบูรณ์ (ดูตัวอย่างการคำนวณค่า K ได้จากบทที่ 2 ข้อ 2.1.5 ตัวอย่างที่ 2)

5. ให้อาสาสมัครพิจารณาเลือกผลลัพธ์ที่ดีที่สุดที่ได้จากการประมวลผลจากพารามิเตอร์ โดยใช้ค่า K ของแต่ละผลลัพธ์พิจารณาประกอบ ในขั้นตอนนี้อาสาสมัครจะดำเนินการผ่าน GUI ของระบบในหน้ารายการพารามิเตอร์ (บทที่ 4 ข้อที่ 4.1.1 ข้อย่อยที่ 4) โดยให้เช็คหน้ารายการพารามิเตอร์ที่ต้องการเสร็จแล้วกดปุ่ม Accept แล้วระบบจะบันทึกค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ประมวลผลกับผลลัพธ์ดังกล่าวลงสู่ตารางพารามิเตอร์เพื่อนำมาเป็นพารามิเตอร์ตั้งต้นสะสมของระบบช่วยตั้งค่าพารามิเตอร์เมื่ออาสาสมัครทำการทดลองในขั้นตอนต่อไป แต่ถ้าไม่ผ่านการพิจารณาให้กลับไปดำเนินการในขั้นตอนที่ 2

6. ให้อาสาสมัครผู้เชี่ยวชาญใช้โปรแกรม ArcGIS Desktop แก้ไขผลลัพธ์ที่เกิดจากการจำแนกข้อมูล (Result Correcting) ชุดที่ผ่านการพิจารณาว่าถูกต้องและเหมาะสม โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมตั้งต้นเป็นชั้นข้อมูลฐาน จากนั้นให้ปรับปรุงโดยการเพิ่มหรือลดขอบเขตของแหล่งน้ำและพื้นที่ที่ไม่ใช่ น้ำของข้อมูลผลลัพธ์ที่เกิดจากการจำแนกข้อมูลโดยใช้สายตาในการพิจารณาจากข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม แล้วให้กลับไปดำเนินการในขั้นตอนที่ 2 หรือถ้าอาสาสมัครจำแนกข้อมูลครบทุกภาพที่ได้รับแล้วให้จบการทดลอง

บทที่ 6

ผลการทดสอบระบบ

ผู้วิจัยทดสอบระบบจำแนกข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมใหม่โดยมีวัตถุประสงค์การทดสอบระบบเพื่อวัดประสิทธิภาพทางด้านเวลาของขั้นตอนการจำแนกข้อมูล และวัดประสิทธิภาพการเลือกพารามิเตอร์จากรายการพารามิเตอร์ในฐานข้อมูล IPSS โดยระบบช่วยตั้งค่าพารามิเตอร์ซึ่งนักวิจัยมีการรายงานของผลจากการจำแนกข้อมูลจำนวน 4 รอบ ซึ่งรอบที่ 1 คือผลของการทดสอบระบบเดิมและรอบที่ 2 - 4 คือผลของการทดสอบระบบใหม่

6.1 การวัดประสิทธิภาพด้านเวลาของการจำแนกข้อมูล

ในช่วงเวลาของการทดลอง ระบบมีการบันทึกการจับเวลาประมวลผลการจำแนกข้อมูล (จากภาพที่ 3.5 หมายเลข 3) ของอาสาสมัครทั้ง 8 คน ซึ่งผู้วิจัยแสดงผลการทดลองดังต่อไปนี้

1. ผลการทดลองการจำแนกข้อมูลของอาสาสมัครรายคน (ตารางที่ 6.1 ถึง 6.8)
2. กราฟแสดงเวลาในการจำแนกข้อมูลของอาสาสมัครรายคน (ภาพที่ 6.1)
3. กราฟแสดงค่าความเร็วที่เพิ่ม (Speed Gain) ในการจำแนกข้อมูลของอาสาสมัครรายคน (ภาพที่ 6.2)
4. การแสดงค่าสถิติเวลารวมในการจำแนกข้อมูลและความเร็วรวมที่เพิ่ม (ตารางที่ 6.9)
5. กราฟแสดงค่าสถิติเวลารวมในการจำแนกข้อมูล (ภาพที่ 6.3)
6. กราฟแสดงค่าสถิติความเร็วรวมที่เพิ่ม (ภาพที่ 6.4)

มีการอธิบายรายละเอียดของชื่อคอลัมน์ต่างๆ ในตารางดังนี้

Round	- รอบของการทดลองจำแนกข้อมูล
Iteration	- ครั้งที่จำแนกข้อมูล
No. of Parameter Sets	- จำนวนชุดพารามิเตอร์ที่อาสาสมัครตั้งค่าในแต่ละครั้ง
Min Time	- เวลาในการจำแนกข้อมูลที่น้อยที่สุด
Avg. Time	- ค่าเฉลี่ยของเวลาในการจำแนกข้อมูล
Max Time	- เวลาในการจำแนกข้อมูลมากที่สุด
SD	- ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเวลาในการจำแนกข้อมูล
Total Time	- ผลรวมของ Max Time ของรอบนั้นๆ
Speed gain	- ค่า “ความเร็วที่เพิ่ม” คำนวณจากการใช้ Total Time ของการทดลองรอบที่ 1 หารด้วย Total Time ของการทดลองรอบนั้นๆ

ตารางที่ 6.1 ผลการทดลองการจำแนกข้อมูลของอาสาสมัครชื่อ IPSS01

Round	Iteration	No. of Parameter Sets	Min Time (min)	Avg. Time (min)	Max Time (min)	SD.	Total Time (min)	Speed Gain	หมายเหตุ
1	1	1	6	6	6	0	28	-	-
	2	1	5	5	5	0			-
	3	1	5	5	5	0			-
	4	1	6	6	6	0			-
	5	1	6	6	6	0			-
2	1	6	20.1	86.6	115.0	37.7	226.6	0.12	ภาพมี เมฆ
	2	5	8.4	71.1	111.6	41.3			
3	1	10	9.2	15.8	29.4	5.4	55.4	0.50	-
	2	1	26	26	26	0			
4	1	3	7.6	7.6	7.6	0	18.2	1.5	-
	2	5	7.3	8	10.6	1.4			

ตารางที่ 6.2 ผลการทดลองการจำแนกข้อมูลของอาสาสมัครชื่อ IPSS02

Round	Iteration	No. of Parameter Sets	Min Time (min)	Avg. Time (min)	Max Time (min)	SD.	Total Time (min)	Speed Gain	หมายเหตุ
1	1	1	9	9	9	0	73	-	-
	2	1	16	16	16	0			-
	3	1	11	11	11	0			-
	4	1	25	25	25	0			-
	5	1	12	12	12	0			-
2	1	1	11.4	11.4	11.4	0	11.4	6.40	-
3	1	1	18.4	18.4	18.4	0	38.4	1.90	-
	2	5	8	16.7	20	5			
4	1	2	151.9	154.8	157.7	4.1	206.6	0.35	ภาพมี เมฆ
	2	5	23.5	35	48.9	9.9			

ตารางที่ 6.3 ผลการทดลองการจำแนกข้อมูลของอาสาสมัครชื่อ IPSS03

Round	Iteration	No. of Parameter Sets	Min Time (min)	Avg. Time (min)	Max Time (min)	SD.	Total Time (min)	Speed Gain	หมายเหตุ
1	1	1	5	5	5	0	28	-	-
	2	1	6	6	6	0			-
	3	1	6	6	6	0			-
	4	1	5	5	5	0			-
	5	1	6	6	6	0			-
2	1	1	4.2	5.9	7.7	1.36	7.7	3.63	-
3	1	1	7.2	7.2	7.3	0.02	7.3	3.83	-
4	1	1	4.4	4.4	4.5	0.04	4.5	6.22	-

ตารางที่ 6.4 ผลการทดลองการจำแนกข้อมูลของอาสาสมัครชื่อ IPSS04

Round	Iteration	No. of Parameter Sets	Min Time (min)	Avg. Time (min)	Max Time (min)	SD.	Total Time (min)	Speed Gain	หมายเหตุ
1	1	1	6	6	6	0	39	-	-
	2	1	7	7	7	0			-
	3	1	12	12	12	0			-
	4	1	7	7	7	0			-
	5	1	7	7	7	0			-
2	1	1	5.9	5.9	5.9	0	5.9	6.6	-
3	1	1	5.6	5.6	5.6	0	13.2	2.95	-
	2	5	4.7	6.0	7.6	1.1			
4	1	1	5.9	5.9	5.9	0	13.2	2.95	-
	2	6	4.6	5.7	7.3	1			

ตารางที่ 6.5 ผลการทดลองการจำแนกข้อมูลของอาสาสมัครชื่อ IPSS05

Round	Iteration	No. of Parameter Sets	Min Time (min)	Avg. Time (min)	Max Time (min)	SD.	Total Time (min)	Speed Gain	หมายเหตุ
1	1	1	7	7	7	0	33	-	-
	2	1	7	7	7	0			-
	3	1	6	6	6	0			-
	4	1	7	7	7	0			-
	5	1	6	6	6	0			-
2	1	6	23.3	38.0	40.5	2.4	40.5	0.81	-
3	1	2	2.3	2.4	2.5	0.1	2.5	13	-
4	1	8	1.8	0.3	4.0	0.8	4.0	8.25	-

ตารางที่ 6.6 ผลการทดลองการจำแนกข้อมูลของอาสาสมัครชื่อ IPSS06

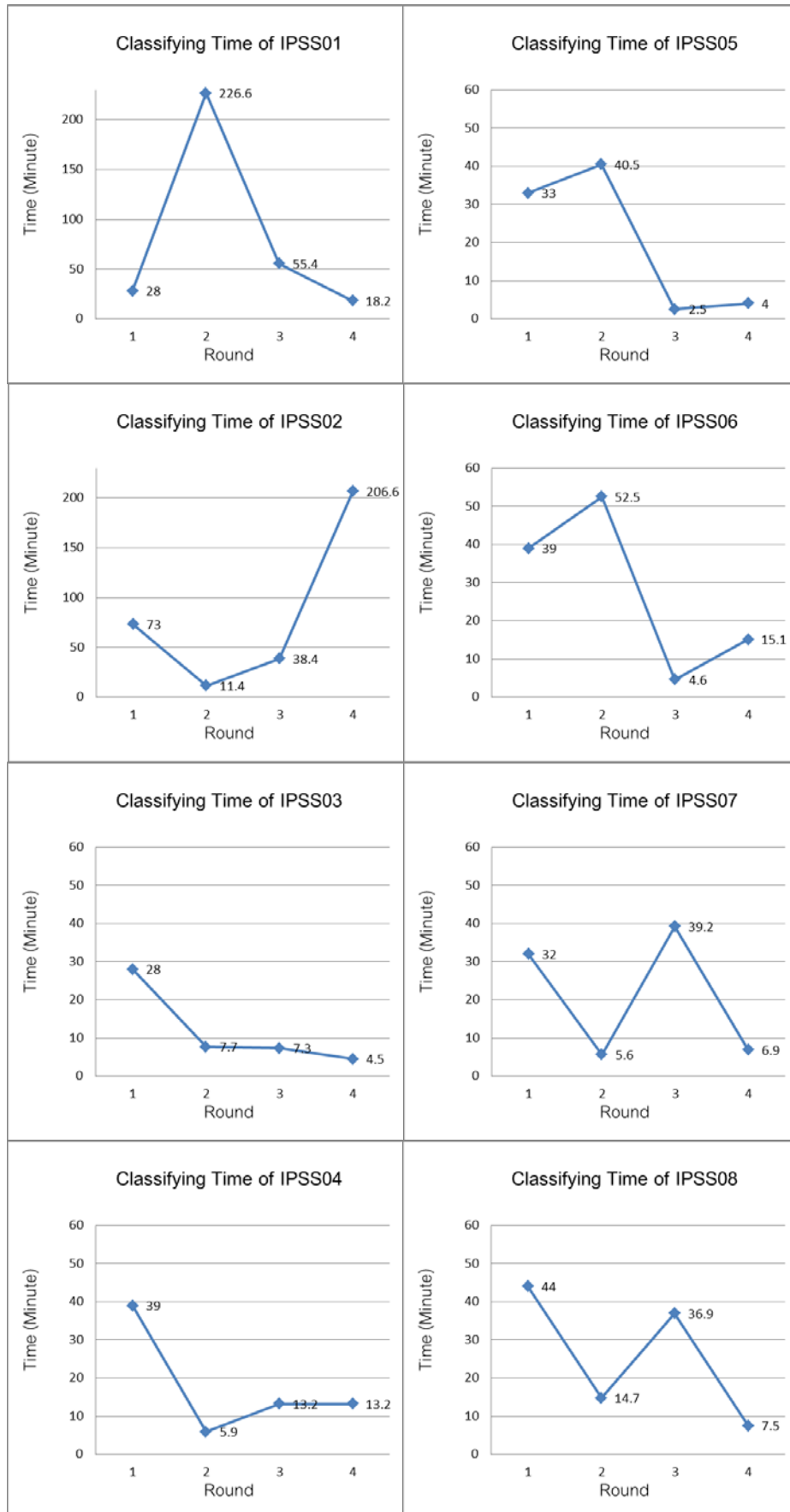
Round	Iteration	No. of Parameter Sets	Min Time (min)	Avg. Time (min)	Max Time (min)	SD.	Total Time (min)	Speed Gain	หมายเหตุ
1	1	1	10	10	10	0	39	-	-
	2	1	8	8	8	0			-
	3	1	5	5	5	0			-
	4	1	8	8	8	0			-
	5	1	8	8	8	0			-
2	1	1	16.2	16.2	16.2	0	52.5	0.74	-
	2	5	10.7	15.2	16.6	2.5			
	3	3	15.4	16.9	19.7	2.4			
3	1	2	4.5	4.6	4.6	0.1	4.6	8.47	-
4	1	2	7.0	7.1	7.2	0.1	15.1	2.58	-
	2	4	4.4	6.3	7.9	1.4			

ตารางที่ 6.7 ผลการทดลองการจำแนกข้อมูลของอาสาสมัครชื่อ IPSS07

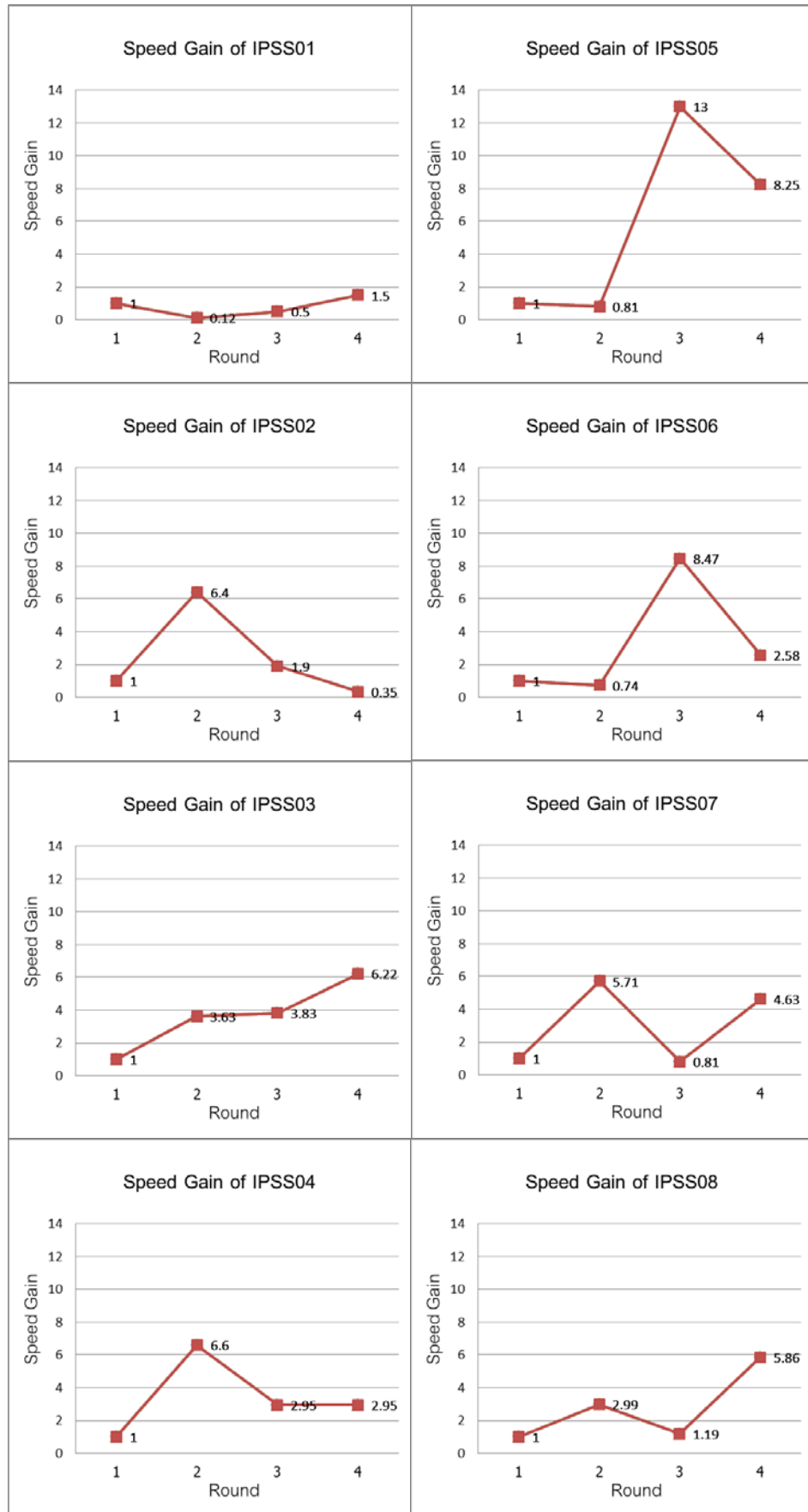
Round	Iteration	No. of Parameter Sets	Min Time (min)	Avg. Time (min)	Max Time (min)	SD.	Total Time (min)	Speed Gain	หมายเหตุ
1	1	1	8	8	8	0	32	-	-
	2	1	7	7	7	0			-
	3	1	6	6	6	0			-
	4	1	5	5	5	0			-
	5	1	6	6	6	0			-
2	1	1	5.6	5.6	5.6	0	5.6	5.71	-
3	1	1	18.9	18.9	18.9	0	39.2	0.81	-
	2	5	9.1	16.0	20.3	4.3			
4	1	1	6.1	6.5	6.9	0.6	6.9	4.63	-

ตารางที่ 6.8 ผลการทดลองการจำแนกข้อมูลของอาสาสมัครชื่อ IPSS08

Round	Iteration	No. of Parameter Sets	Min Time (min)	Avg. Time (min)	Max Time (min)	SD.	Total Time (min)	Speed Gain	หมายเหตุ
1	1	1	8	8	8	0	44	-	-
	2	1	8	8	8	0			-
	3	1	10	10	10	0			-
	4	1	9	9	9	0			-
	5	1	9	9	9	0			-
2	1	1	14.7	14.7	14.7	0	14.7	2.99	-
3	1	1	12.7	12.7	12.7	0	36.9	1.19	-
	2	8	7.2	16.1	24.2	6.4			
4	1	1	7.5	7.5	7.5	0	7.5	5.86	-



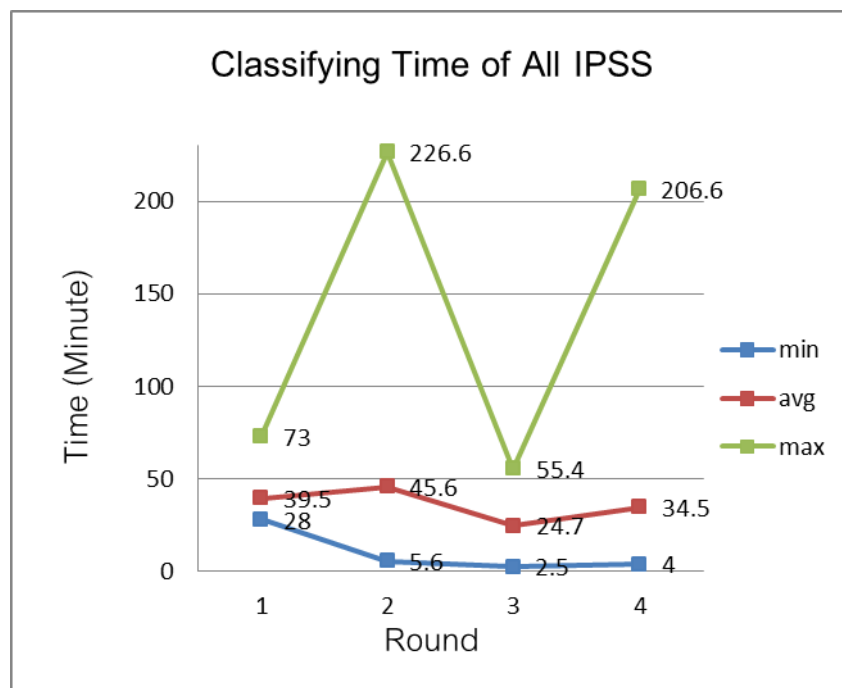
ภาพที่ 6.1 กราฟแสดงเวลาในการจำแนกข้อมูลของอาสาสมัครรายคน



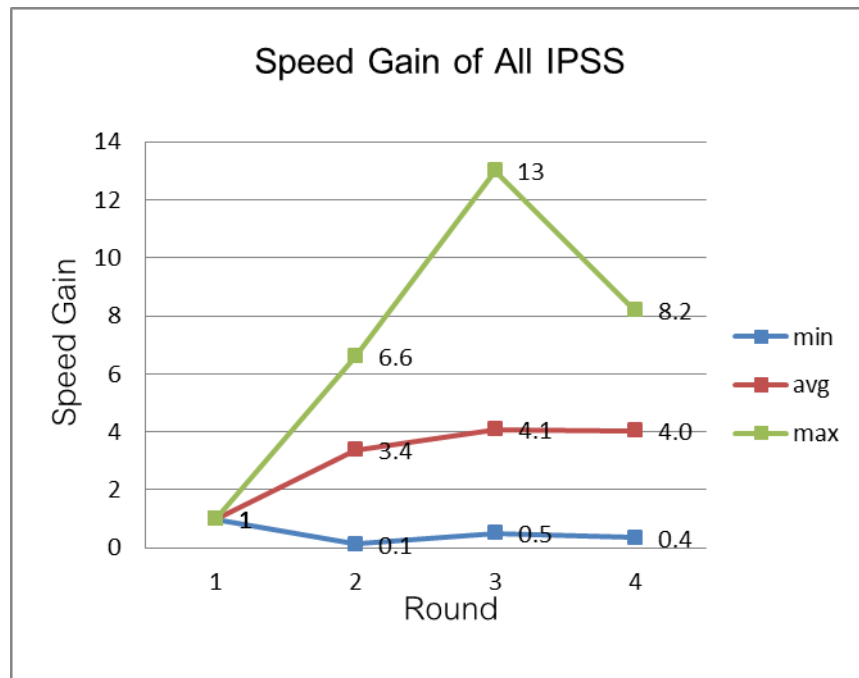
ภาพที่ 6.2 กราฟแสดงค่าความเร็วที่เพิ่มในการจำแนกข้อมูลของอาสาสมัครรายคน

ตารางที่ 6.9 การแสดงค่าสถิติเวลารวมในการจำแนกข้อมูลและความเร็วรวมที่เพิ่ม

Round	Classifying Time				Speed Gain			
	min	avg	max	SD	min	avg	max	SD
1	28.0	39.5	73.0	14.7	-	-	-	-
2	5.6	45.6	226.6	75.2	0.12	3.4	6.6	6.6
3	2.5	24.7	55.4	20.1	0.5	4.1	13	13
4	4.0	34.5	206.6	69.7	0.35	4.0	8.25	8.25



ภาพที่ 6.3 กราฟแสดงค่าสถิติเวลารวมในการจำแนกข้อมูล



ภาพที่ 6.4 กราฟแสดงค่าสถิติความเร็วรวมที่เพิ่ม

สรุปผลการวัดประสิทธิภาพด้านเวลาของระบบจำแนกข้อมูลใหม่ของอาสาสมัครทั้ง 8 คน มีค่าความเร็วที่เพิ่มประมาณ 0.1 ถึง 13 ซึ่งในขั้นตอนการประมวลผลการจำแนกข้อมูล (Classifying) มีค่าเฉลี่ยของความเร็วที่เพิ่มในรอบที่ 2,3 และ 4 เท่ากับ 3.4, 4.1, 4.0 ตามลำดับ โดยในแต่ละรอบการทดลอง (รอบ 2 ถึง 4) ใช้หน่วยประมวลผลตามจำนวนชุดของพารามิเตอร์ที่สร้างขึ้นในแต่ละครั้ง (No. of iterations) ซึ่งอยู่ระหว่าง 1-10 ชุด นักวิจัยพบว่ามียางกรณีที่ทำให้ค่าความเร็วที่เพิ่มน้อยกว่า 1 อาทิเช่นการทดลองในรอบที่ 2 ของอาสาสมัครชื่อ IPSS01 ซึ่งใช้เวลาประมวลผลเท่ากับ 226.6 นาทีและมีค่าความเร็วที่เพิ่มเท่ากับ 0.12 หรือ การทดลองในรอบที่ 4 ของอาสาสมัครชื่อ IPSS02 ซึ่งใช้เวลาประมวลผลเท่ากับ 206.6 นาที และมีค่าความเร็วที่เพิ่มเท่ากับ 0.35 ซึ่งทั้ง 2 กรณีเกิดจากการใช้เวลานานในการประมวลผลภาพถ่ายดาวเทียมที่มีเมฆ จึงทำให้ระบบมีประสิทธิภาพลดลง และมีกรณีที่ประสิทธิภาพดีเยี่ยมจนมีค่าความเร็วที่เพิ่มสูง อาทิเช่นการทดลองในรอบที่ 3 ของอาสาสมัครชื่อ IPSS05 ซึ่งค่าความเร็วที่เพิ่มเท่ากับ 13 ซึ่งสาเหตุเกิดจากการทดลองที่ใช้ภาพถ่ายดาวเทียมที่มีเมฆน้อยมาก และอาสาสมัครมีการใช้ค่าของชุดพารามิเตอร์จากระบบช่วยเลือกพารามิเตอร์ที่เหมาะสมกับภาพในแต่ละรอบการทดลองแล้วได้ค่า K ที่ทำให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดทุกรอบ

6.2 การวัดประสิทธิภาพการเลือกพารามิเตอร์จากตารางพารามิเตอร์โดยระบบช่วยตั้งค่าพารามิเตอร์

การแสดงผลประสิทธิภาพของระบบช่วยตั้งค่าพารามิเตอร์นั้น ผู้วิจัยพิจารณาจากชุดพารามิเตอร์ที่ทำให้เกิดผลลัพธ์ที่ดีที่สุด (บทที่ 5 ข้อที่ 5.2 ขั้นตอนที่ 5) และชุดพารามิเตอร์จากการแนะนำของระบบช่วยตั้งค่าพารามิเตอร์ (บทที่ 5 ข้อที่ 5.2 ขั้นตอนที่ 2) โดยถ้าอาสาสมัครเลือกใช้ค่าชุดพารามิเตอร์ที่สอดคล้องกับระบบช่วยตั้งค่าพารามิเตอร์ และทำให้เกิดผลลัพธ์ที่ดีที่สุดแล้ว ดังนั้นระบบช่วยตั้งค่าพารามิเตอร์มีประสิทธิภาพดี ซึ่งประสิทธิภาพดังกล่าวนี้ ผู้วิจัยพิจารณาจากค่าดัชนี Delta Kappa (ΔK) โดยมีการคำนวณค่า ΔK ดังนี้

$$\Delta K = K(u) - K(pa) \quad (6.1)$$

เมื่อ $K(v)$ คือค่า K ของผลลัพธ์ที่ดีที่สุดที่อาสาสมัครยอมรับ

$K(pa)$ คือค่า K ของผลลัพธ์ที่เกิดจากการใช้ชุดพารามิเตอร์ที่ระบบช่วยตั้งค่าพารามิเตอร์เลือกให้อาสาสมัคร

ΔK มีค่าเข้าใกล้ 0 คือมีความสอดคล้องกันเป็นอย่างดีเยี่ยมระหว่างพารามิเตอร์ที่อาสาสมัครตั้งค่ากับระบบช่วยตั้งค่าพารามิเตอร์ให้

ΔK มีค่าเข้าใกล้ 1 คือมีความสอดคล้องกันน้อยระหว่างพารามิเตอร์ที่อาสาสมัครตั้งค่ากับระบบช่วยตั้งค่าพารามิเตอร์ให้

โดยผู้วิจัยมีสรุปผลการทดสอบระบบดังนี้

1. ค่าเฉลี่ยรวมของ K และ ΔK ที่ได้จากการจำแนกข้อมูลทุกขั้นตอนของอาสาสมัครรายคนแบบแบ่งตามรอบดังการแสดงตารางที่ 6.10 ถึง 6.17 และการแสดงค่าเฉลี่ยรวมของค่า K และ ΔK ของอาสาสมัครรายคนแบบแบ่งตามรอบดังภาพที่ 6.5 และ 6.6

2. ค่าเฉลี่ยรวมของค่า K และ ΔK ที่ได้จากการจำแนกข้อมูลทุกขั้นตอนของอาสาสมัครทุกคนแบบแบ่งตามรอบดังการแสดงตารางที่ 6.18 และการแสดงค่าเฉลี่ยรวมของค่า K และ ΔK ของอาสาสมัครทุกคนแบบแบ่งตามรอบดังภาพที่ 6.7 และ 6.8 และอธิบายรายละเอียดของชื่อคอลัมน์ต่างๆ ในตารางดังนี้

Round - รอบในการทดลองจำแนกข้อมูลของภาพถ่ายจากดาวเทียม โดยใช้ 1 ภาพต่อการทดลอง 1 รอบ

K - ค่าแคปปาหรือค่าความสอดคล้องกันระหว่างข้อมูลอ้างอิงและข้อมูลผลลัพธ์ที่เกิดจากการจำแนก ซึ่งมีค่าสถิติดังนี้

min - แสดงค่า K ที่น้อยที่สุด หรือมีความสอดคล้องของข้อมูลน้อย

max - แสดงค่า K ที่มากที่สุด หรือมีความสอดคล้องของข้อมูลมาก

avg. - แสดงค่า K เฉลี่ย

SD - แสดงค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่า K

ΔK - ค่าความแตกต่างระหว่างค่า K ของผลลัพธ์ที่ดีที่สุดที่อาสาสมัครยอมรับกับค่า K ของผลลัพธ์ที่เกิดจากการใช้ชุดพารามิเตอร์ที่ระบบช่วยตั้งค่าพารามิเตอร์เลือกให้อาสาสมัครซึ่งมีค่าสถิติดังนี้

min - แสดงค่า ΔK ที่น้อยที่สุด

max - แสดงค่า ΔK ที่มากที่สุด

avg. - แสดงค่า ΔK เฉลี่ย

SD - แสดงค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่า ΔK

ตารางที่ 6.10 ค่าเฉลี่ยรวมของค่า K และ ΔK ที่ได้จากการจำแนกข้อมูลทุกชั้นตอนของ
อาสาสมัครชื่อ IPSS01 แบบแบ่งตามรอบ

Round	K				ΔK			
	min	max	avg.	SD	min	max	avg.	SD
1	0.985	0.986	0.985	0.0001	-	-	-	-
2	0.953	0.971	0.956	0.0050	0.016	0.016	0.016	0
3	0.741	0.835	0.814	0.0364	0.002	0.093	0.047	0.064
4	0.973	0.980	0.979	0.0023	0	0.001	0.002	0.003

ตารางที่ 6.11 ค่าเฉลี่ยรวมของค่า K และ ΔK ที่ได้จากการจำแนกข้อมูลทุกชั้นตอนของ
อาสาสมัครชื่อ IPSS02 แบบแบ่งตามรอบ

Round	K				ΔK			
	min	max	avg.	SD	min	max	avg.	SD
1	0.370	0.918	0.801	0.241	-	-	-	-
2	0.965	0.965	0.965	0	0	0	0	0
3	0.290	0.969	0.852	0.275	0.006	0.006	0.006	0
4	0.334	0.891	0.697	0.241	0	0.007	0.003	0.005

ตารางที่ 6.12 ค่าเฉลี่ยรวมของค่า K และ ΔK ที่ได้จากการจำแนกข้อมูลทุกชั้นตอนของ
อาสาสมัครชื่อ IPSS03 แบบแบ่งตามรอบ

Round	K				ΔK			
	min	max	avg.	SD	min	max	avg.	SD
1	0.979	0.979	0.979	0	-	-	-	-
2	0.964	0.968	0.967	0.001	0	0	0	0
3	0.952	0.952	0.952	0	0	0	0	0
4	0.973	0.973	0.973	0	0	0	0	0

ตารางที่ 6.13 ค่าเฉลี่ยรวมของค่า K และ ΔK ที่ได้จากการจำแนกข้อมูลทุกชั้นตอนของ
อาสาสมัครชื่อ IPSS04 แบบแบ่งตามรอบ

Round	K				ΔK			
	min	max	avg.	SD	min	max	avg.	SD
1	0.940	0.956	0.945	0.008	-	-	-	-
2	0.987	0.987	0.987	0	0	0	0	0
3	0.983	0.985	0.984	0.0007	0	0	0	0
4	0.900	0.920	0.917	0.007	0	0	0	0

ตารางที่ 6.14 ค่าเฉลี่ยรวมของค่า K และ ΔK ที่ได้จากการจำแนกข้อมูลทุกชั้นตอนของ
อาสาสมัครชื่อ IPSS05 แบบแบ่งตามรอบ

Round	K				ΔK			
	min	max	avg.	SD	min	max	avg.	SD
1	0.686	0.696	0.691	0.003	-	-	-	-
2	0.957	0.959	0.958	0.0005	0.001	0.001	0.001	0.001
3	0.966	0.967	0.967	0.0005	0	0	0	0
4	0.954	0.963	0.961	0.003	0	0	0	0

ตารางที่ 6.15 ค่าเฉลี่ยรวมของค่า K และ ΔK ที่ได้จากการจำแนกข้อมูลทุกชั้นตอนของ
อาสาสมัครชื่อ IPSS06 แบบแบ่งตามรอบ

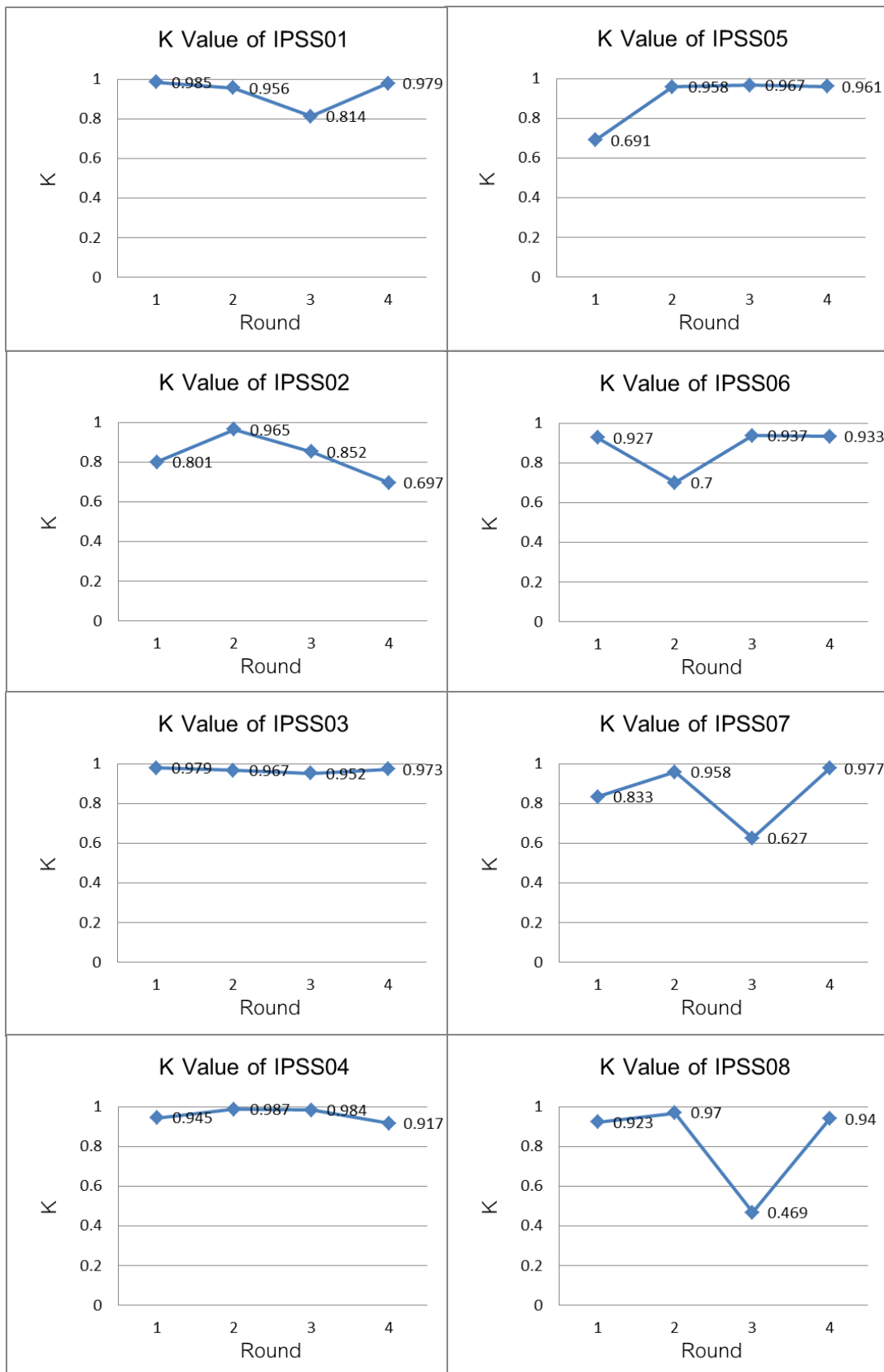
Round	K				ΔK			
	min	max	avg.	SD	min	max	avg.	SD
1	0.923	0.933	0.927	0.004	-	-	-	-
2	0.545	0.747	0.700	0.059	0.043	0.043	0.043	0
3	0.931	0.937	0.937	0.004	0	0	0	0
4	0.929	0.939	0.933	0.003	0.005	0.005	0.005	0

ตารางที่ 6.16 ค่าเฉลี่ยรวมของค่า K และ ΔK ที่ได้จากการจำแนกข้อมูลทุกชั้นตอนของ
อาสาสมัครชื่อ IPSS07 แบบแบ่งตามรอบ

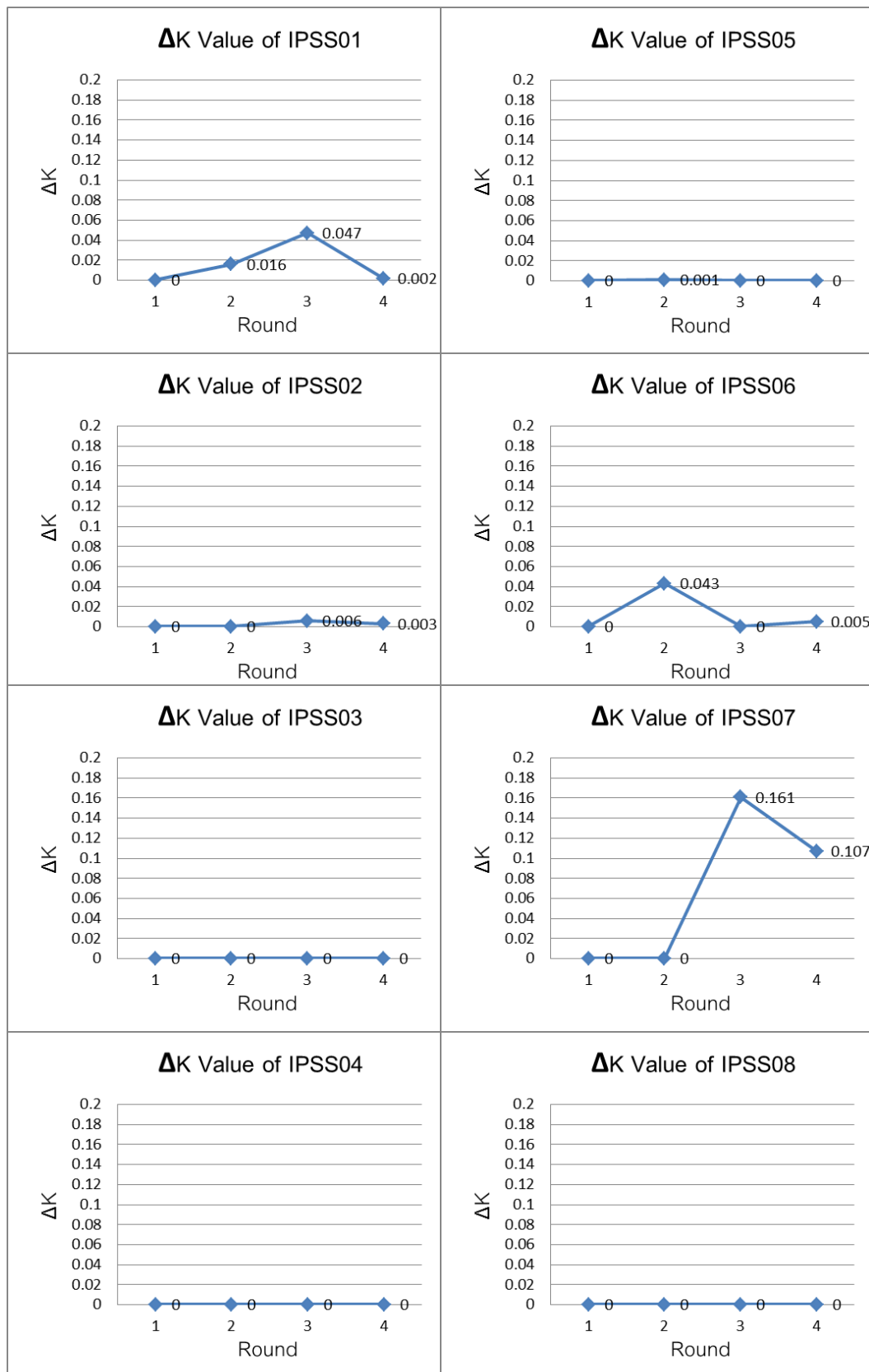
Round	K				ΔK			
	min	max	avg.	SD	min	max	avg.	SD
1	0.816	0.851	0.833	0.016	-	-	-	-
2	0.958	0.958	0.958	0	0	0	0	0
3	0.523	0.901	0.627	0.136	0	0.322	0.161	0.228
4	0.977	0.977	0.977	0	0	0.322	0.107	0.186

ตารางที่ 6.17 ค่าเฉลี่ยรวมของค่า K และ ΔK ที่ได้จากการจำแนกข้อมูลทุกชั้นตอนของ
อาสาสมัครชื่อ IPSS08 แบบแบ่งตามรอบ

Round	K				ΔK			
	min	max	avg.	SD	min	max	avg.	SD
1	0.916	0.927	0.923	0.005	-	-	-	-
2	0.970	0.970	0.970	0	0	0	0	0
3	0.438	0.507	0.469	0.024	0	0	0	0
4	0.940	0.940	0.940	0	0	0	0	0



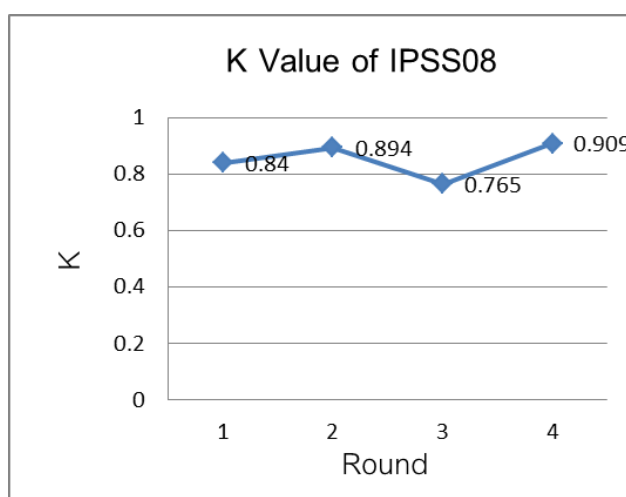
ภาพที่ 6.5 การแสดงค่าเฉลี่ยรวมของค่า K ของอาสาสมัครรายคนแบบแบ่งตามรอบ



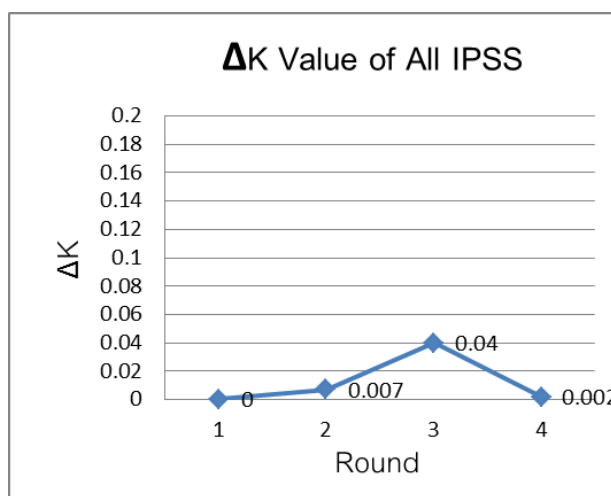
ภาพที่ 6.6 การแสดงค่าเฉลี่ยรวมของค่า ΔK ของอาสาสมัครรายคนแบบแบ่งตามรอบ

ตารางที่ 6.18 ค่าเฉลี่ยรวมของค่า K และ ΔK ที่ได้จากการจำแนกข้อมูลทุกขั้นตอนของ
อาสาสมัครทุกคนแบบแบ่งตามรอบ

Round	K				ΔK			
	min	max	avg.	SD	min	max	avg.	SD
1	0.700	0.930	0.840	0.110	-	-	-	-
2	0.545	0.987	0.894	0.119	0	0.043	0.007	0.015
3	0.290	0.985	0.765	0.213	0	0.322	0.040	0.107
4	0.334	0.980	0.909	0.127	0	0.007	0.002	0.003



ภาพที่ 6.7 การแสดงค่าเฉลี่ยรวมของค่า K ของอาสาสมัครทุกคนแบบแบ่งตามรอบ



ภาพที่ 6.8 การแสดงค่าเฉลี่ยรวมของค่า ΔK ของอาสาสมัครทุกคนแบบแบ่งตามรอบ

สรุปผลการวัดประสิทธิภาพของระบบช่วยตั้งค่าพารามิเตอร์ โดยอาสาสมัครทั้ง 8 คนมีค่า K จากการทดลองอยู่ระหว่าง 0.894 ถึง 0.909 มีการตั้งค่าพารามิเตอร์ที่สอดคล้องกับระบบช่วยตั้งค่าพารามิเตอร์ (ΔK) ระหว่าง 0 ถึง 0.332 ซึ่งในกรณีที่มีค่า ΔK มาก เป็นผลจากจำแนกข้อมูลที่มีเมฆมากเช่นกัน

บทที่ 7

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

7.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอวิธีการประยุกต์ใช้การประมวลผลแบบกระจายกับระบบจำแนกข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมจากแนวคิดการกวาดพารามิเตอร์ (Parameter Sweep) ซึ่งเป็นแนวคิดของการทำให้ระบบสามารถกำหนดค่าของพารามิเตอร์ของวิธีการจำแนกข้อมูล (Parameter Setting) หลายชุดต่อการประมวลผล 1 ครั้ง และแนวคิดระบบช่วยตั้งค่าพารามิเตอร์ (Parameter Setting Assistant) ซึ่งเป็นแนวคิดของการทำให้ระบบสามารถตัดสินใจเลือกค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมเพื่อแนะนำให้แก่ผู้ใช้งานได้แบบอัตโนมัติเมื่อมีการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมใหม่และยังบันทึกค่าชุดพารามิเตอร์ที่ดีที่สุดที่เพื่อเก็บไว้ใช้ในระบบ จากแนวคิดดังกล่าวผู้วิจัยมีการพัฒนาระบบต่างๆ เพื่อปรับสภาพแวดล้อมในประมวลผลที่เหมาะสม ผู้วิจัยให้อาสาสมัคร 8 คนและผู้เชี่ยวชาญด้านภูมิสารสนเทศ 1 คน ทำการทดสอบระบบจำแนกข้อมูลของระบบใหม่ โดยให้จำแนกวัตถุจำนวน 2 ประเภท ประกอบด้วยพื้นน้ำ (Water) และพื้นที่ที่ไม่ใช่พื้นน้ำ (Not Water) ด้วยวิธีการ SVM ซึ่งข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมจำนวน 24 ภาพ ผลที่ได้มีค่า Speed Gain ประมาณ 0.1 ถึง 13 ซึ่งในขั้นตอนการประมวลผลการจำแนกข้อมูล (Classifying) มีค่าเฉลี่ยของความเร็วที่เพิ่มในรอบที่ 2,3 และ 4 เท่ากับ 3.4, 4.1, 4.0 ตามลำดับเมื่อเทียบกับระบบเดิม โดยในแต่ละรอบการทดลอง (รอบ 2 ถึง 4) ใช้หน่วยประมวลผลตามจำนวนชุดของพารามิเตอร์ที่สร้างขึ้นในแต่ละครั้ง (No. of iterations) ซึ่งอยู่ระหว่าง 1-10 ชุด และสรุปผลการวัดประสิทธิภาพของระบบช่วยตั้งค่าพารามิเตอร์ โดยอาสาสมัครทั้ง 8 คนมีค่า K จากการทดลองอยู่ระหว่าง 0.894 ถึง 0.909 มีการตั้งค่าพารามิเตอร์ที่สอดคล้องกับระบบช่วยตั้งค่าพารามิเตอร์ (ΔK) ระหว่าง 0 ถึง 0.332 ซึ่งในกรณีที่มีค่า ΔK มาก เป็นผลจากจำแนกข้อมูลที่มีเมฆมากเช่นกัน

7.2 อภิปรายผลการวิจัย

นักวิจัยมีการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการวัดประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้นและลดลงของระบบใหม่มีดังนี้

1. ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมมีเมฆ

ในจำนวนภาพทั้งหมด 32 ภาพที่ใช้ทดสอบระบบ มีภาพที่มีเมฆร้อยละ 30 เป็นจำนวน 4 ภาพ ซึ่งภาพดังกล่าวทำให้เวลาในการประมวลผลเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 2-4 เท่า เมฆจึงเป็นปัจจัยสำคัญที่

ทำให้ประสิทธิภาพโดยรวมลดลง ซึ่งถ้ามีการประเมินปริมาณเมฆเบื้องต้นจะทำให้มีประโยชน์ในการจัดการข้อมูลที่มีเมฆเป็นองค์ประกอบได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. การเกิดโอเวอร์เฮด (Overhead) ซึ่งเป็นปัญหาที่โดยส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นกับระบบที่มีการใช้ทรัพยากรข้อมูลร่วมกันอย่างเช่นระบบคลัสเตอร์คอมพิวเตอร์ เป็นต้น ซึ่งนักวิจัยยังไม่มีการตรวจสอบระบบในวิทยานิพนธ์นี้

7.3 ข้อเสนอแนะ

ประเด็นที่สามารถศึกษา และสามารถทำการวิจัยเพิ่มเติมได้ในอนาคต มีดังนี้

7.3.1 ตรวจสอบการเกิดโอเวอร์เฮด (Overhead) และหาวิธีการแก้ไขหรือการลดโอเวอร์เฮดที่พบ

7.3.2 เพิ่มการแจ้งเตือนจากระบบช่วยตั้งค่าพารามิเตอร์เมื่อมีการกำหนดค่าพารามิเตอร์ที่ไม่เหมาะสมกับภาพถ่ายจากดาวเทียมจากผู้ใช้งาน

7.3.3 เพิ่มวิธีการจำแนกข้อมูลอื่นๆ ให้ผู้ใช้งานได้เลือกใช้งาน

7.3.4 เพิ่มระบบเว็บชุมชน (Web Communality)

7.3.5 ศึกษาภาพถ่ายจากดาวเทียมที่มีเมฆในแบบต่างๆ และหาค่าความความสัมพันธ์ของผลลัพธ์ที่ได้จากการจำแนกข้อมูล เพื่อค้นหาวิธีการตั้งค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมกับภาพถ่ายจากดาวเทียมที่มีเมฆประกอบ

รายการอ้างอิง

- [1] Kaewmanee, M., Choomnoommanee, T., Fraisse, R., THAILAND Earth Observation System: Mission and Products. International Society for Photogrammetry and Remote Sensing, 2009.
- [2] Thomas, M. L., & Ralph, W. K., & Jonathan, W. C., Remote sensing and image interpretation (4th ed.). Singapore: John Wiley & sons (ASIA), 2004.
- [3] Long'ep'e ,N., Rakwatin, P., Isoguchi, O., Shimada, M., Uryu, Y.,Yulianto,K., Assessment of ALOS PALSAR 50m Orthorectified FBD Data for Regional LandCover Classification by Support Vector Machines. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing (June 2011)
- [4] Kaewsuwan, C. Image Orientation Detection and Correction Using Support Vector Machine. Master Thesis, King Mongkut's Institute of Technology North Bangkok, Thailand, 2006.
- [5] Wikipedia, Cohen's kappa [Online]. Available from :
http://en.wikipedia.org/wiki/Cohen's_kappa [2012,Aug 2]
- [6] Wikipedia, Confusion Matrix [Online]. Available from:
http://en.wikipedia.org/wiki/Confusion_matrix [2012,Aug 2]
- [7] Jenness, J. and Wynne, J.J., Cohen's Kappa and Classification Table Metrics 2.0: An ArcView 3x Extension for Accuracy Assessment of Spatially Explicit Models: U.S. Geological Survey Open-File Report OF 2005-1363. U.S. Geological Survey, Southwest Biological Science Center, Flagstaff, AZ, 2005.
- [8] Di Eugenio, B. On the usage of Kappa to evaluate agreement on coding tasks. In LREC2000: Proceedings of the Second International Conference on Language Resources and Evaluation, pp 441-444, Athens. 2000.
- [9] Krippendorff, K. Content Analysis: An introduction to its Methodology. Sage Publications, 1980.
- [10] Rietveld, T. and R. van Hout,. Statistical Techniques or the Study of Language and Language Behaviour. Mouton de Gruyter, 1993

- [11] Grove, William M., Nancy C. Andreasen, Patricia McDonald-Scott, Martin B. Keller, and Robert W. Shapiro,. Reliability Studies of Psychiatric Diagnosis. Theory and Practice. Archives of General Psychiatry, 38: pp.408–413. 1981
- [12] Wikipedia, Geographic Information System Software [Online]. Available from: http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_geographic_information_systems_software [2011,Dec 2]
- [13] ArcView [Online]. Available from: <http://www.esri.com/software/arcgis/arcview> [2011,Dec 2]
- [14] ArcGIS Desktop [Online]. Available from: <http://www.esri.com/software/arcgis/index.html> [2011,Dec 2]
- [15] GRASS GIS [Online]. Available from: <http://grass.fbk.eu/> [2011,Dec 2]
- [16] GDAL OGR [Online]. Available from: <http://www.gdal.org/ogr/> [2011,Dec 2]
- [17] PostgreSQL [Online]. Available from <http://www.postgresql.org/> [2011,Dec 2]
- [18] Quantum GIS [Online]. Available from <http://www.qgis.org/> [2011,Dec 2]
- [19] Wikipedia, Remote Sensing Software [Online]. Available from: http://en.wikipedia.org/wiki/Remote_sensing [2011,Dec 2]
- [20] Envi IDL [Online]. Available from: [2011,Dec 2] <http://www.itvis.com/> [2011,Dec 2]
- [21] GDAL [Online]. Available from: <http://www.gdal.org/> [2011,Dec 2]
- [22] Erdas Imagine [Online]. Available from: <http://www.erdas.com/Homepage.aspx> [2011,Dec 2]
- [23] PCI Geomatics [Online]. Available from: <http://www.pcigeomatics.com/> [2011,Dec 2]
- [24] eCognition [Online]. Available from: <http://www.ecognition.com/> [2011,Dec 2]

- [25] B, Rajkumar. High Performance Cluster Computing: Architecture and Systems. 1st Edition. Prentice Hall, 1999.
- [26] Rocks Clusters [online], <http://www.rocksclusters.org>, [accessed 2 December 2011]
- [27] Plaza, A., Qian, D., and Yang-lang, C., High performance computing for hyperspectral image analysis: Perspective and state-of-the-art., 2009, IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium(July 2009): pp.72-75.
- [28] Achalakul, T., Sarochawikosit, R., Parallel and Distributed Computing. Thailand: Top publishing CO., LTD, 2008.
- [29] Plaza, A., Valencia, D., Plaza, J., and Martinez, P., Commodity cluster-based parallel processing of hyperspectral imagery. Journal of Parallel and Distributed Computing , 2006, Volume 6 (issue no.3), pp.345-358
- [30] Sanchez, S. and Plaza, A., GPU Implementation of the Pixel Purity Index Algorithm for Hyperspectral Image Analysis. IEEE International Conference on Cluster Computing (Cluster'10), Heraklion, Greece, 2010.
- [31] Hanchevici, Piekny et al., ProLines Geolmaging Server Pansharp Test Results Whitepaper. Canada: PCI Geomatics Enterprises Inc, 2009.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

แบบฟอร์มการเก็บข้อมูลระบบจำแนกข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม

Experimental Round I Form (Document version j.1.3 2012/5/05)

Job No: 8

User Full name: Tanakorn Sritarapipat

User Login: ips08 User Password: ips08@gistda (ใช้ในขั้นตอนที่ 3)

Server IP: 172.27.120.40 Port: 38 (ใช้ในขั้นตอนที่ 3)

Prompt Command 1: ssh compute-0-8 "envi001" (ใช้ในขั้นตอนที่ 4)

Prompt Command 2: ssh compute-0-8 "date"

Scene No: 1_8

Scene name: th1_269_319000_20100114_031311_mss_1r_geo_geo

Input Path 1 (Image): /mnt/bigtank/dataraster/theos/y2010/04_rectification/data_mss_1r/ th1_269_319000_20100114_031311_mss_1r_geo_geo.tif

(ใช้ในขั้นตอนที่ 5)

Input Path 2 (ROI): /state/partition1/envi_result/itt001/ th1_269_319000_20100114_031311_mss_1r_geo_geo.roi (ใช้ในขั้นตอนที่ 8)

Output Path 1 (Class): /state/partition1/envi_result/itt001/output/ th1_269_319000_20100114_031311_mss_1r_geo_geo_class_px (ใช้ในขั้นตอนที่ 11)

Output Path 2 (Rule): /state/partition1/envi_result/itt001/output/ th1_269_319000_20100114_031311_mss_1r_geo_geo_rule_px (ใช้ในขั้นตอนที่ 11)

Output Path 3 (.evf) : /state/partition1/envi_result/itt001/output/th1_269_319000_20100114_031311_mss_1r_geo_geo_class_px.evf

(ใช้ในขั้นตอนที่ 14)

Output Path 4 (.shp) : /state/partition1/envi_result/itt001/output/ th1_269_319000_20100114_031311_mss_1r_geo_geo_class_px.shp

(ใช้ในขั้นตอนที่ 15)

$x = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, \dots\}$

หมายเหตุ เมื่อผู้ใช้ได้ทดลองจำแนกข้อมูลแต่ละครั้ง ให้ระบุข้อมูล output ลงท้ายด้วยตัวอักษร "p" บวกกับลำดับในการจำแนกข้อมูลแต่ละครั้ง จะทำให้แยก output ออกจากกันเป็นชุดๆ

Classification Software: ENVI / IDL Version: 4.3 / 7.1.1

Classification Method Type: Support Vector Machine

Values of th1_269_319000_20100114_031311_1r_geo_geo_class_p ครั้งที่1.....

1.1 แบนด์ (Band) ของภาพถ่ายจากดาวเทียมที่เลือก 1 2 3 4

1.2 เวลา ณ การเริ่มในการจำแนกข้อมูล.....Tue Mar 6 09:49:27 ICT 2012..... (ทำในขั้นตอนที่ 11) จับเวลาได้ 3 นาที

1.3 เวลา ณ การเปลี่ยนจากข้อมูลที่จำแนกให้เป็น .evfTue Mar 6 09:53:40 ICT 2012..... (ทำในขั้นตอนที่ 14) จับเวลาได้ 4 นาที

1.4 เวลา ณ การเปลี่ยนจากไฟล์ .evf ให้เป็น .shpTue Mar 6 09:57:49 ICT 2012..... (ทำในขั้นตอนที่ 15) จับเวลาได้ 1 นาที

1.5 คำนวณความถูกต้องคิดเป็นร้อยละ.....96.32786905..... จับเวลาได้ 30 นาที

โปรดระบุรายละเอียดในช่องทึบและกรอกครั้งที่ในการจำแนกข้อมูล

No.	Variable name	Option	Value	Constrain
2.1	Kernel Type	<input type="checkbox"/> Linear <input type="checkbox"/> Polynomial <input checked="" type="checkbox"/> Radial Basis Function <input type="checkbox"/> Sigmoid	None	เลือกเช็คเครื่องหมาย / อย่างใดอย่างหนึ่ง
2.2	Degree of Kernel Polynomial (ปรากฏเมื่อเลือก Polynomial ในข้อ 2.1)	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6	None	เลือกเช็คเครื่องหมาย / อย่างใดอย่างหนึ่ง
2.3	Bias in Kernel Function (ปรากฏเมื่อเลือก Polynomial ในข้อ 2.1)	None	1	บังคับให้ระบุค่าเท่ากับ 1 โดยจะปรากฏเมื่อเลือก Polynomial หรือ Sigmoid ในข้อ 2.1
2.4	Gamma in Kernel Function (ปรากฏเมื่อเลือก Polynomial ในข้อ 2.1)	None	0.250	บังคับให้ระบุค่าเท่ากับ 0.250 โดยจะปรากฏเมื่อเลือก Polynomial หรือ Sigmoid ในข้อ 2.1

No.	Variable name	Option	Value	Constrain
2.5	Penalty Parameter	None	100	บังคับให้ระบุดำค่าเท่ากับ 100
2.6	Pyramid Levels	None	0	ระบุเป็น 0 หรือ จำนวนเต็มบวก
2.7	Pyramid Reclassification Threshold	None	-	ระบุเป็นจำนวนจริงตั้งแต่ 0.0 ถึง 1.0
2.8	Classification Probability Threshold	None	0.00	ระบุเป็นจำนวนจริงตั้งแต่ 0.0 ถึง 1.0

ภาคผนวก ข


เอกสารคู่มือการทดสอบระบบจำแนกข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม

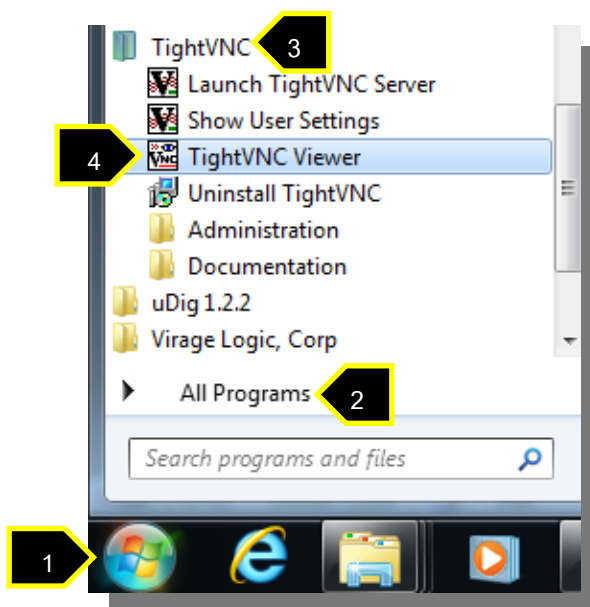
Experimental Round I Manual (Document version m.1.2 2012/2/22)

1. เริ่มจากให้ผู้ใช้ติดตั้งโปรแกรม TightVNC เป็นโปรแกรมที่ทำให้ผู้ใช้สามารถใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายที่เป็นระบบปฏิบัติงาน Linux ผ่านหน้าจอเสมือน โดยไฟล์ติดตั้งมีชื่อว่า "tightvnc-1.3.10-setup.exe" ซึ่งอยู่ที่พาร์ทด้านล่างนี้

\\172.27.123.13\share\Temporary\GeoSID\wanaponglips_data\software

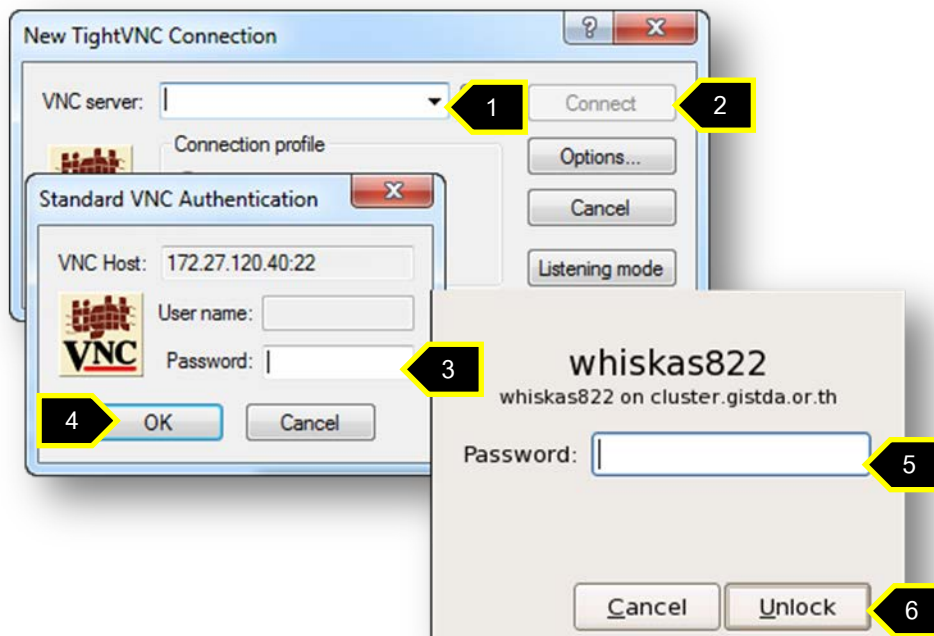
ให้ผู้ใช้ดับเบิลคลิกที่ไฟล์ดังกล่าวเพื่อติดตั้ง จากนั้นให้กดปุ่ม "Next" ทุกขั้นตอนจนกระทั่งปรากฏหน้าต่างที่มีปุ่ม "Finish" ให้กดปุ่มดังกล่าวเป็นอันเสร็จสิ้นการติดตั้งโปรแกรม

2. ให้ใช้งานหน้าจอเสมือนผ่านโปรแกรม TightVNC โดยให้ผู้ใช้ไปที่ Start Menu > All Programs > TightVNC และกดที่ปุ่มไอคอน TightVNC Viewer () หรือกดปุ่มตามตำแหน่งตัวเลขดังภาพที่ 1



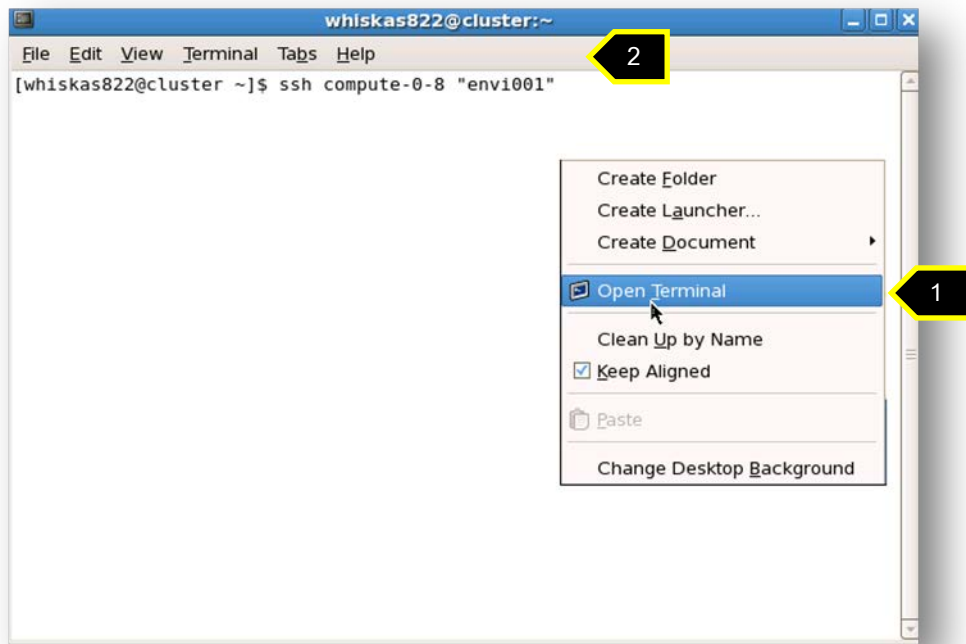
3. เมื่อปรากฏหน้าต่างโปรแกรม TightVNC ดังภาพที่ 2 ให้ผู้ใช้กรอก IP Address เท่ากับ 172.27.120.40 ตามด้วย ":" (colon) พร้อมเลขพอร์ต ตามเอกสารแนบ (Port) ที่ผู้ใช้งานได้รับ

จากนั้นให้กดปุ่ม Connect และให้กรอก password เพื่อ login เป็นจำนวน 2 รอบ โดยแต่ละรอบจะกดปุ่ม OK และ Unlock ตามลำดับ

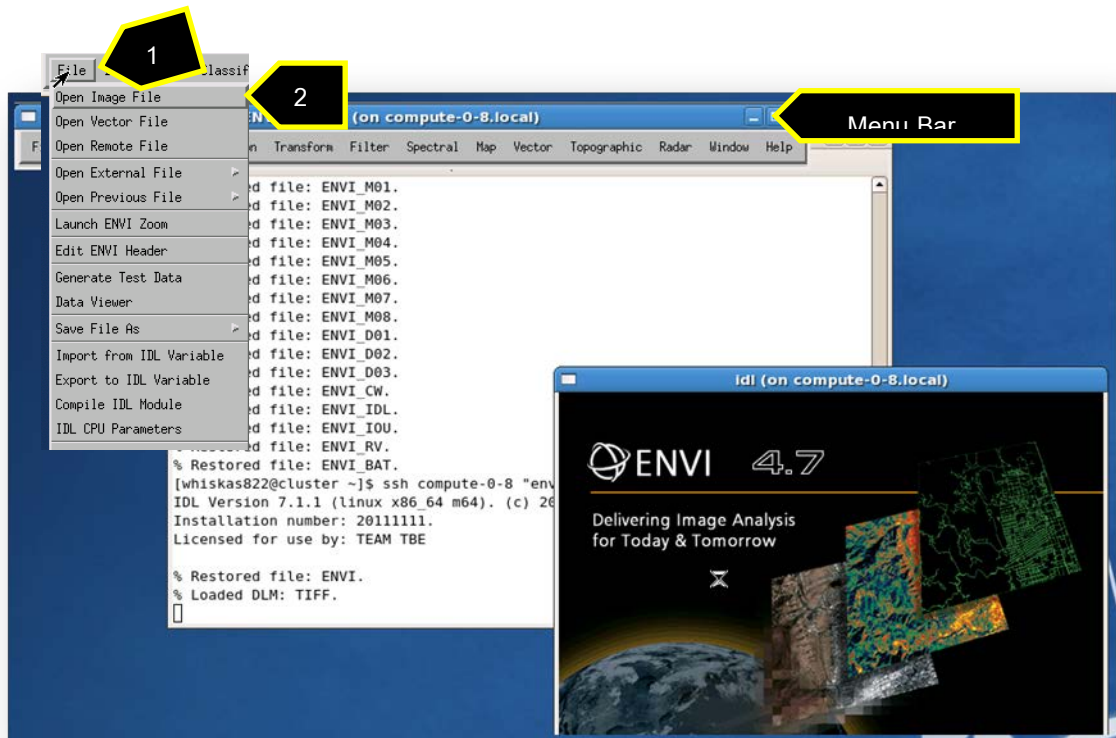


ภาพที่ 2

4. เมื่อโปรแกรมติดต่อและใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายได้ จะปรากฏหน้าต่างเสมือนของระบบปฏิบัติการCentOS ซึ่งเป็นระบบ Linux ประเภทหนึ่ง จากนั้นใช้ปุ่มขวาของเมาส์คลิกบริเวณพื้นหลัง จะปรากฏหน้าต่างขึ้นมาอีกหนึ่งอัน ให้ผู้ใช้กดปุ่ม Open Terminal ดังภาพที่ 3 จะทำให้เปิดหน้าต่างในโหมด prompt ขึ้นมา ให้ผู้ใช้พิมพ์ prompt command ตามเอกสารแนบ (Prompt Command 1) จากนั้นโปรแกรม ENVI IDL จะปรากฏขึ้นมาดังภาพที่ 4

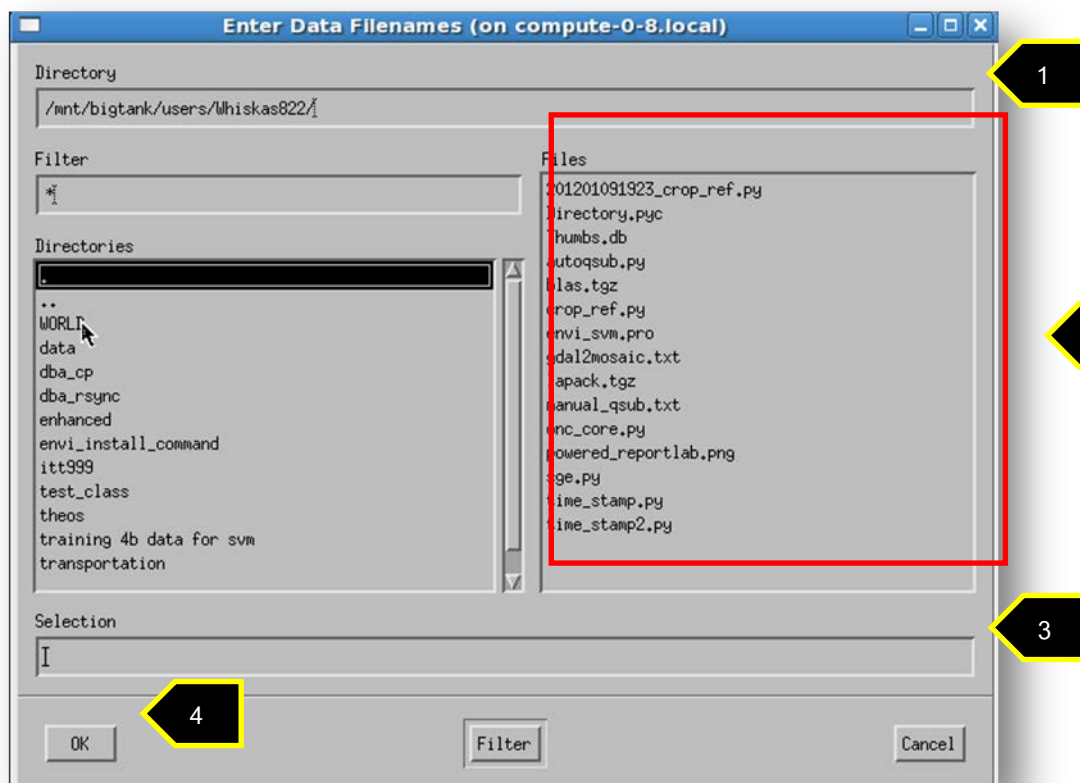


ภาพที่ 3



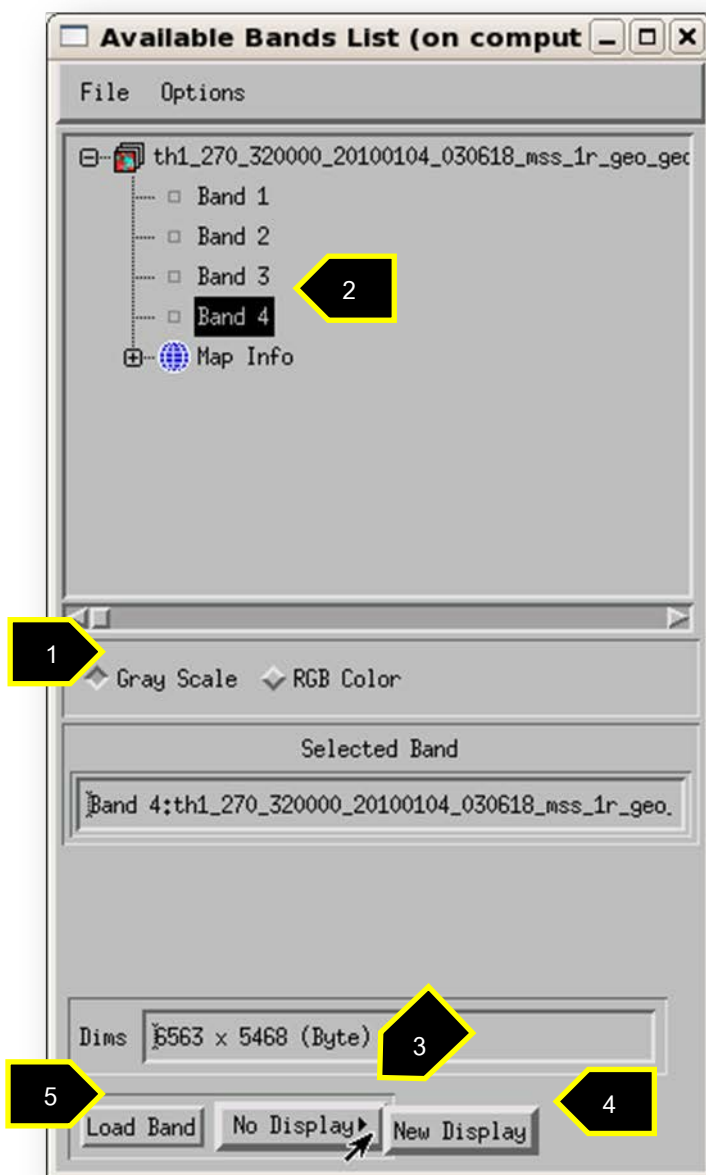
ภาพที่ 4

5. ให้ผู้ใช้เปิดภาพถ่ายจากดาวเทียมตามที่อยู่ ตามเอกสารแนบ (Input Path 1) โดยให้กดปุ่ม File ที่ Menu bar ดังภาพที่ 4 และกดปุ่ม open image จะปรากฏหน้าต่างเพื่อ Browse ไฟล์ดังภาพที่ 5 ให้กรอก path ในช่องหมายเลข 1 จากนั้นกดปุ่ม enter และกดเลือกไฟล์ภาพในกรอบสีแดง เมื่อปรากฏชื่อไฟล์ในช่องหมายเลข 3 ให้กดปุ่ม OK



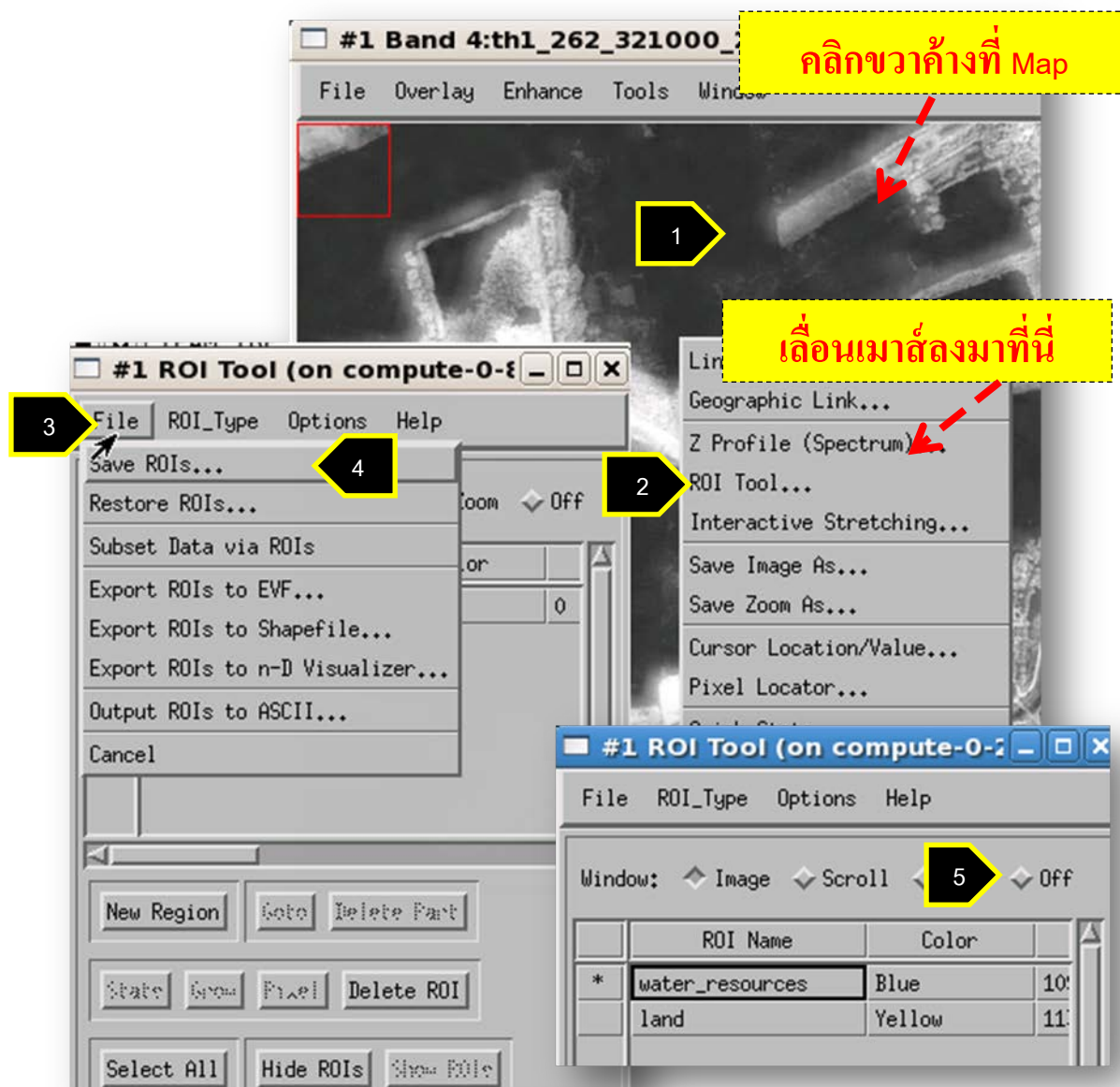
ภาพที่ 5

6. ให้ผู้ใช้เลือกแบบ Gray Scale และเลือก Band 4 เพื่อแสดงภาพขึ้นมาในเบื้องต้น จากนั้น กด No Display > New Display > Load Band หรือกดตามตำแหน่งตัวเลขดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6

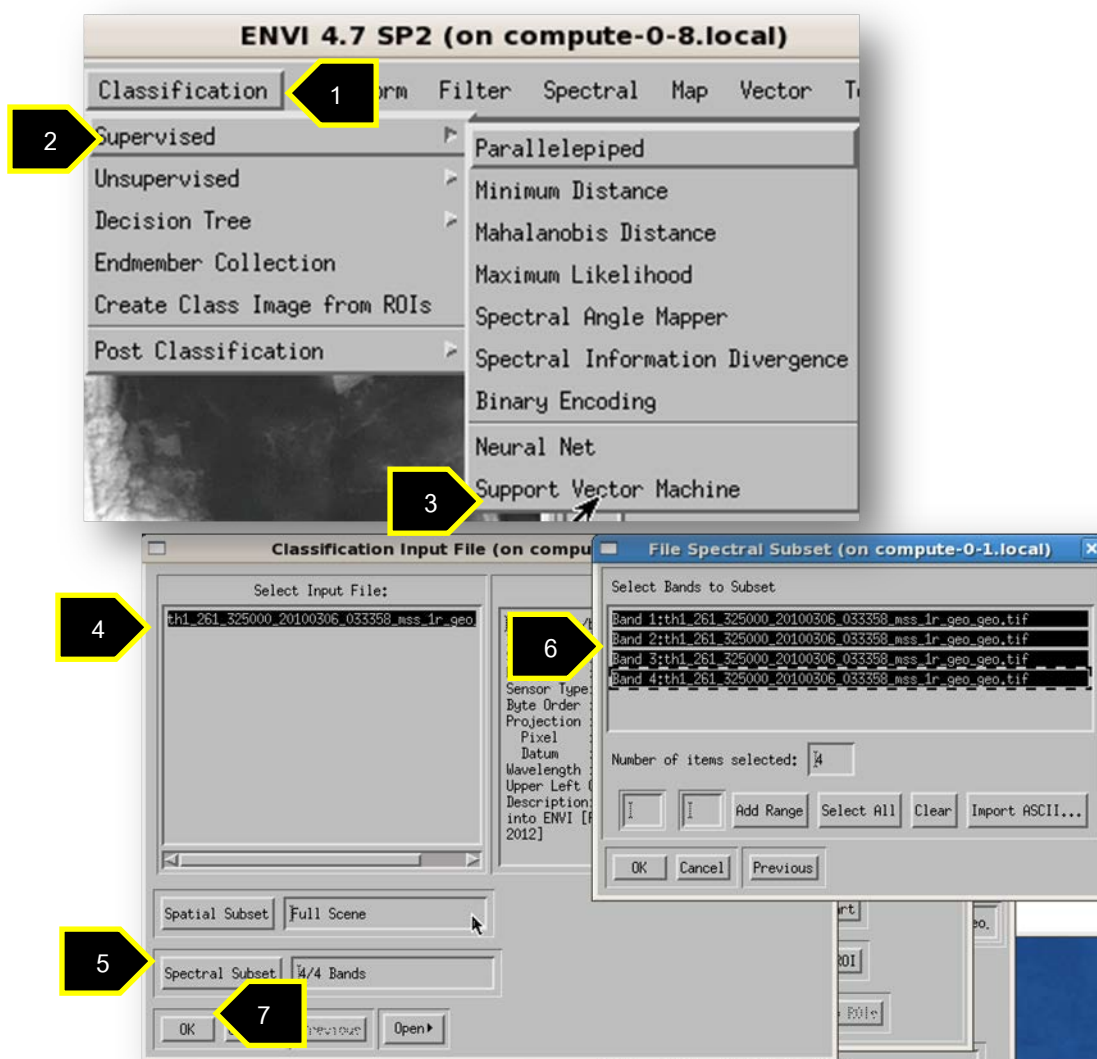
7. คลิกขวาค้างที่ภาพในหน้าต่าง MAP และเลื่อนเมาส์เพื่อเลือกรายการ ROI Tool... ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7

8. จากภาพที่ 7 กด File > Restore ROIs... และให้เลือกไฟล์ ROI ตามเอกสารแนบ (Input Path 2) โดยการเลือกไฟล์สามารถทำเช่นเดียวกันกับข้อ 5 จากนั้นจะปรากฏหน้าต่าง ROI Tool ให้กดปุ่ม off และทำข้อต่อไป

9. กดปุ่ม Classification ที่ Menu bar เลือก Supervised จากนั้นเลือก Support Vector Machine ซึ่งปรากฏอยู่ในรายการสุดท้าย จะปรากฏหน้าต่างขึ้นมา ให้เลือกชื่อภาพถ่ายที่กำลังจะทำการจำแนก(ชื่อเดียวกับข้อ 5) เมื่อผู้ใช้เลือกภาพแล้ว ผู้ใช้สามารถเลือก Band ของภาพที่ต้องการจำแนกข้อมูลได้แล้วให้บันทึกข้อมูลข้อ 1.1 ในเอกสารแนบ แล้วกดปุ่ม OK หรือกดตามตำแหน่งตัวเลขดังภาพที่ 8

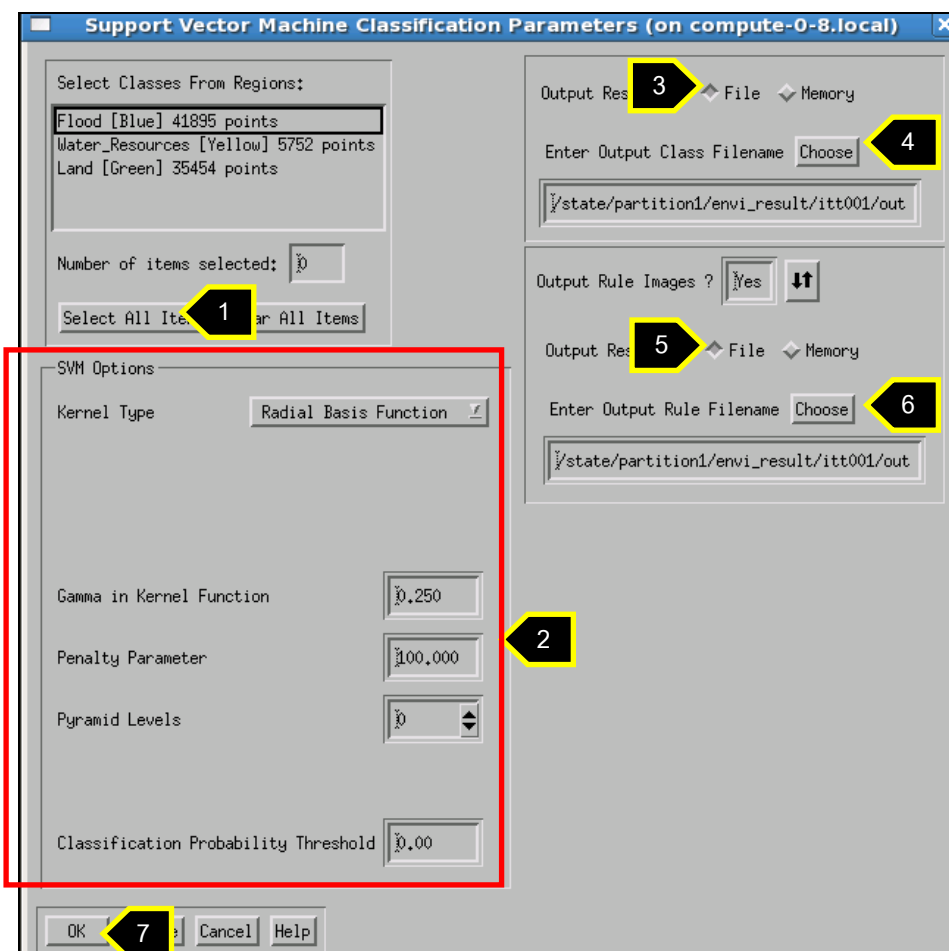


ภาพที่ 8

10. จากภาพที่ 9 ให้ผู้ใช้เลือก select all feature ในส่วนของ Select Classed From Regions และให้ผู้ใช้ทดลองปรับค่าพารามิเตอร์ก่อนจำแนกข้อมูล ซึ่งการปรับค่าพารามิเตอร์สามารถทำได้ดังนี้คือ

- ตัวแปร Kernel Type สามารถเลือกได้ดังนี้ Linear, Polynomial, Radial Basis Function และ Sigmoid โดยสามารถอย่างใดอย่างหนึ่ง
- ถ้าเลือก Kernel Type เป็น Polynomial จะปรากฏ Degree of Kernel Polynomial โดยสามารถกำหนดค่าได้ตั้งแต่ 1 – 6
- ถ้าเลือก Kernel Type เป็น Polynomial หรือ Sigmoid จะปรากฏ Bias in Kernel Function ให้กำหนดเท่ากับ 1
- ตัวแปร Gamma in Kernel Function จะถูกกำหนดจาก 1 หารด้วยจำนวน band ของภาพที่จะ classify
- ตัวแปร Penalty Parameter ให้กำหนดเท่ากับ 100
- ตัวแปร Pyramid Levels สามารถกำหนด ตั้งแต่ระดับที่ 0 เป็นต้นไป ซึ่ง 0 หมายถึงการ classify ในแบบ full resolution ส่วนใน ระดับที่สูงขึ้นหมายถึง Resolution จะลดลงระดับละ 2 เท่า
- ถ้าเลือก Pyramid Levels มากกว่าระดับที่ 0 เป็นต้นไปจะปรากฏ Classification Probability Threshold สามารถกำหนดค่าได้ตั้งแต่ 0 – 1
- ตัวแปร Classification Probability Threshold สามารถกำหนดค่าได้ตั้งแต่ 0 – 1

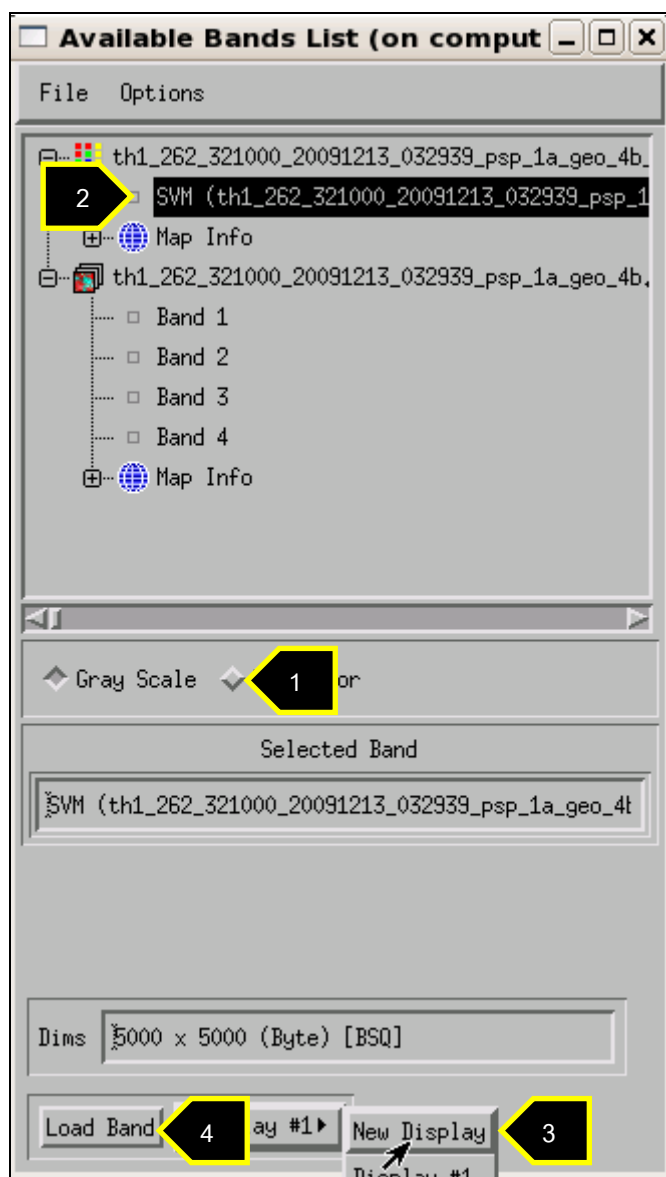
ให้ผู้ใช้งานที่ทำการเซตค่าของพารามิเตอร์ลงในเอกสารแนบ




ภาพที่ 9

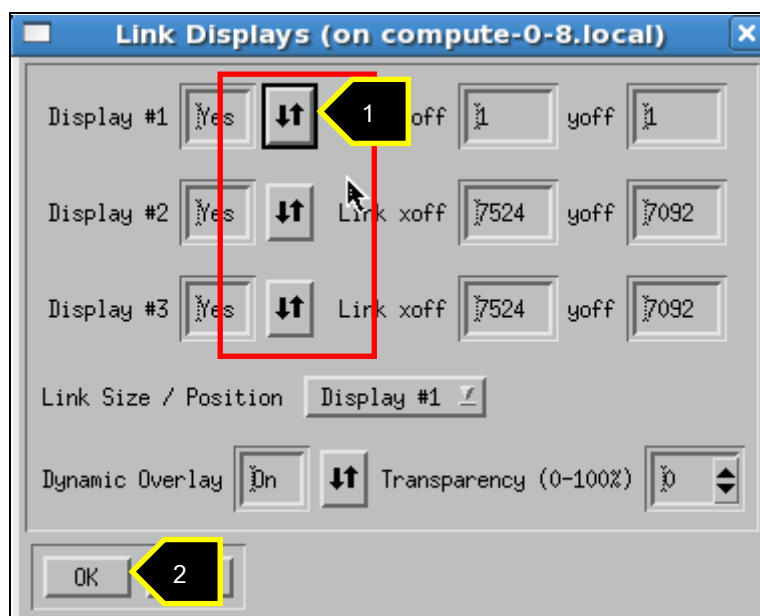
11. ในส่วน save ข้อมูล ที่อยู่ในช่องด้านขวา ให้ผู้ใช้เพิ่ม “_p + <ครั้งที่ทำการจำแนก>” ต่อจาก “class” และ rule อย่างเช่นเมื่อจำแนกข้อมูลในครั้งที่ 1 ด้วย parameter ชุดที่ 1 จะระบุ เป็น class_p1 ในช่องด้านบนและ rule_p1 เมื่อทำการจำแนกครั้งที่ 2 ด้วย parameter ชุดที่ 1 จะระบุเป็น class_p2 ในช่องด้านบนและ rule_p2 และครั้งที่ 3 ด้วย parameter ชุดที่ 3 จะระบุ เป็น class_p3 ในช่องด้านบนและ rule_p3 โดยไม่ต้องเปลี่ยนแปลง path ที่เก็บผลลัพธ์ จากนั้นใช้ ปุ่มขวาของเมาส์คลิกบริเวณพื้นหลัง จะปรากฏหน้าต่างขึ้นมาอีกหนึ่งอัน ให้ผู้ใช้กดปุ่ม Open Terminal ดังภาพที่ 3 จะทำให้เปิดหน้าต่างในโหมด prompt ขึ้นมาเป็นหน้าต่างครั้งที่ 2 ของการ เปิดหน้าต่าง prompt ให้ผู้ใช้พิมพ์ prompt command ตามเอกสารแนบ (Prompt Command 2) เพื่อดูเวลาของเครื่องคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์ก่อนการประมวลผล เมื่อหน้าต่างแสดงเวลาแล้ว ให้บันทึกเวลาที่ปรากฏลงในฟอร์ม ข้อ 1.1 พร้อมทั้งกด OK ในหน้าต่างของภาพที่ 9

12. เมื่อได้ผลลัพธ์ซึ่งสังเกตได้จากรายการข้อมูลจะมี SVM ปรากฏขึ้นมา ผู้ใช้สามารถ แสดงผลลัพธ์ได้จากการ new display และเลือกรายการ SVM และกด Load Band หรือกดตาม ตำแหน่งตัวเลขดังภาพที่ 10



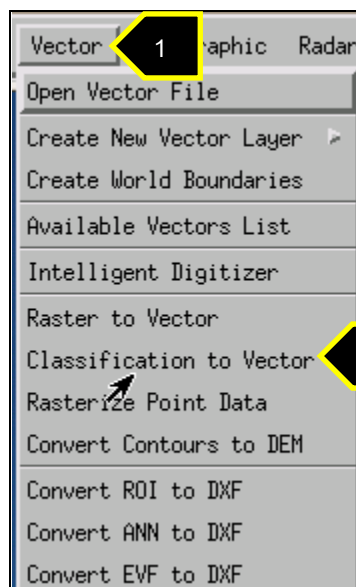
ภาพที่ 10

13. กดปุ่มคลิกขวาที่ภาพ เลือกที่ Link Displays จากนั้นจะปรากฏหน้าต่างขึ้นมา ให้ผู้ใช้ กดปุ่ม  ในรายการที่ Display ที่มีสถานะ No ให้กลายเป็น Yes ทั้งหมด จะทำให้หน้าต่างของภาพและผลลัพธ์ link กัน



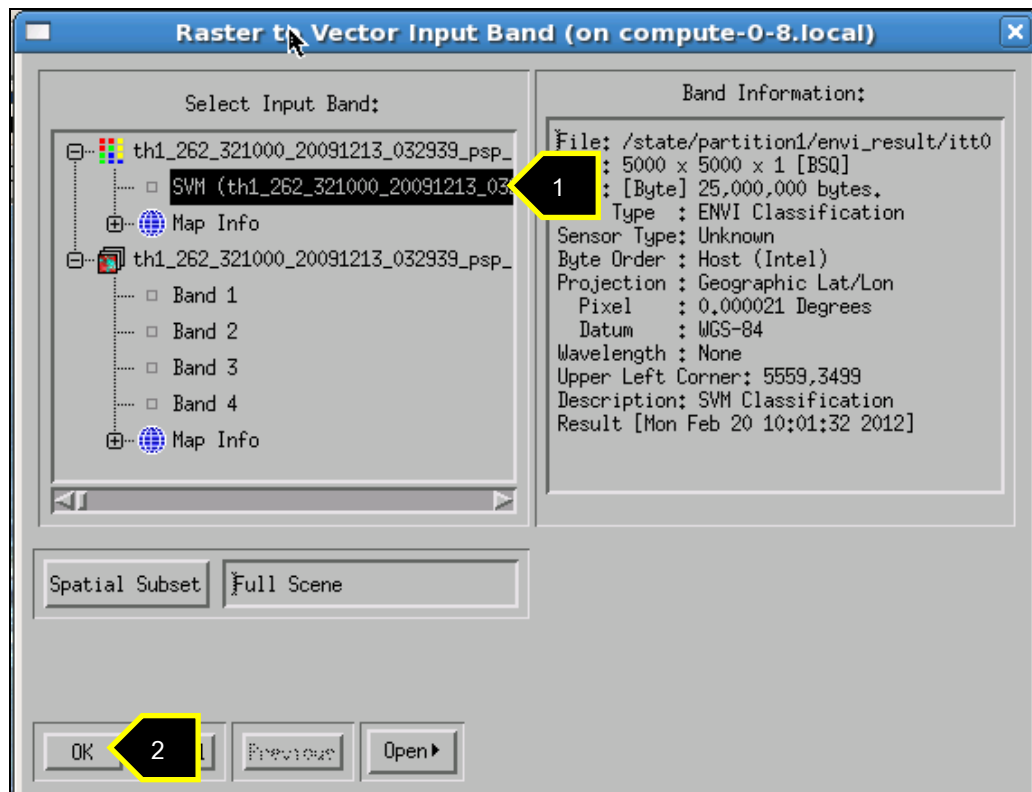
ภาพที่ 11

14. จากนั้นเปลี่ยนผลลัพธ์ที่ได้จากการจำแนกข้อมูลให้เป็นไฟล์ .evf ซึ่งเป็นไฟล์ Vector ของ โปรแกรม ENVI IDL โดยให้ผู้ใช้ไปที่ Menu bar เลือก Vector และต่อด้วย Classification to Vector หรือกดตามตำแหน่งตัวเลขดังภาพที่ 12 – 15



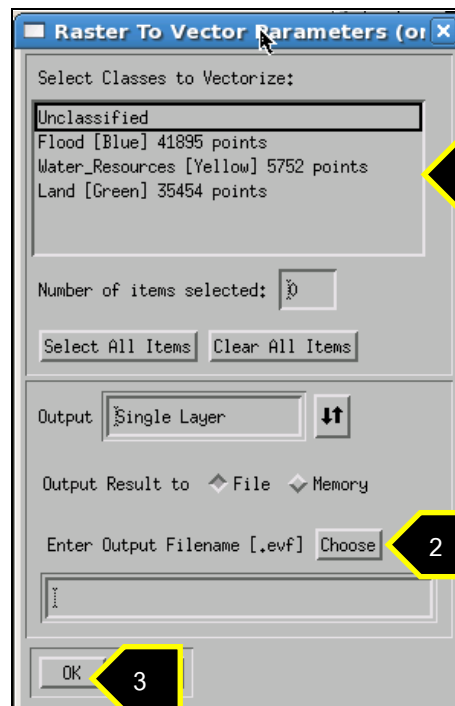
ภาพที่ 12

ให้เลือกที่รายการ SVM แล้วกดปุ่ม OK ตามภาพที่ 13



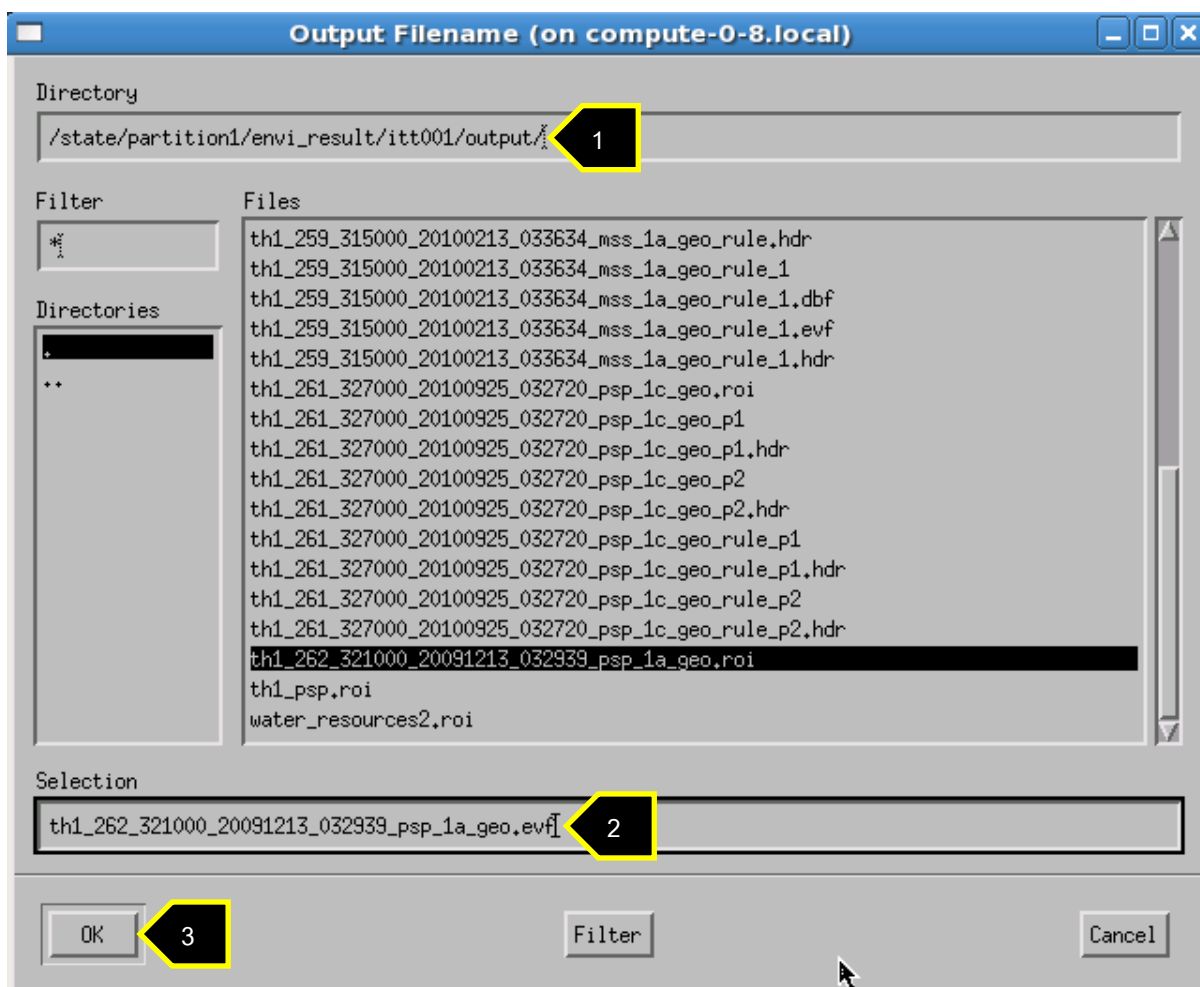
ภาพที่ 13

จากภาพที่ 14 ในส่วน Select Classes to Vectorize ให้ผู้ใช้เลือก water_resources และ land จากนั้นกดปุ่ม Choose



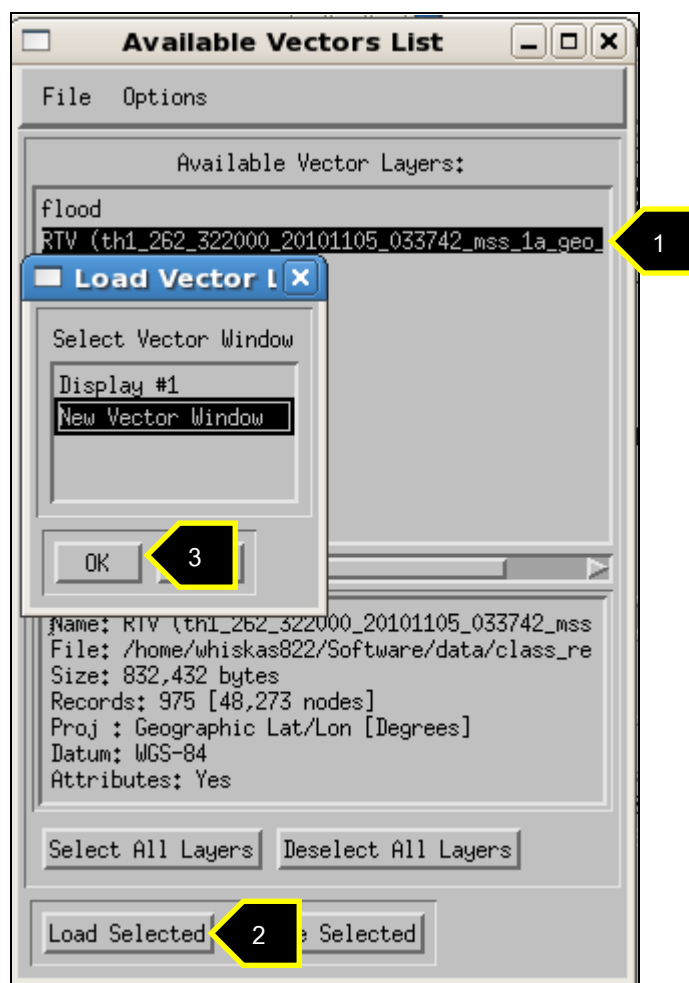
ภาพที่ 14

จากภาพที่ 15 ให้ผู้ใช้ระบุ Directory และตั้งชื่อไฟล์ ตามเอกสารแนบ แล้วกด OK หน้าต่างจะกลับไป Raster to Vector Parameters จากนั้นให้ผู้ใช้ ดูเวลาจากคอมพิวเตอร์ เซิร์ฟเวอร์ โดยให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับข้อที่ 11 และบันทึกเวลาลงในข้อที่ 1.2 ของแบบฟอร์มก่อนกด OK แล้วรอจนให้โปรแกรมประมวลผลจนเสร็จ จากนั้นจะปรากฏหน้าต่าง Available Vector List ขึ้นมา



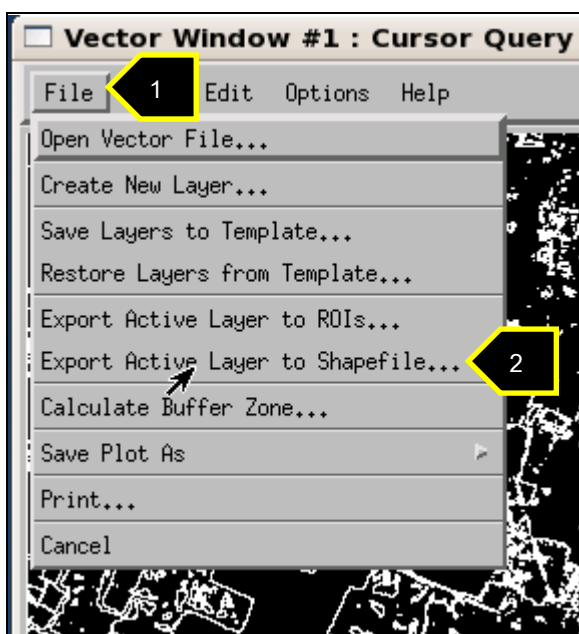
ภาพที่ 15

จากภาพที่ 16 ให้ผู้ใช้กดที่รายการ RTV แล้วกดที่ปุ่ม Load Selected เลือก New Vector Window แล้วกด OK

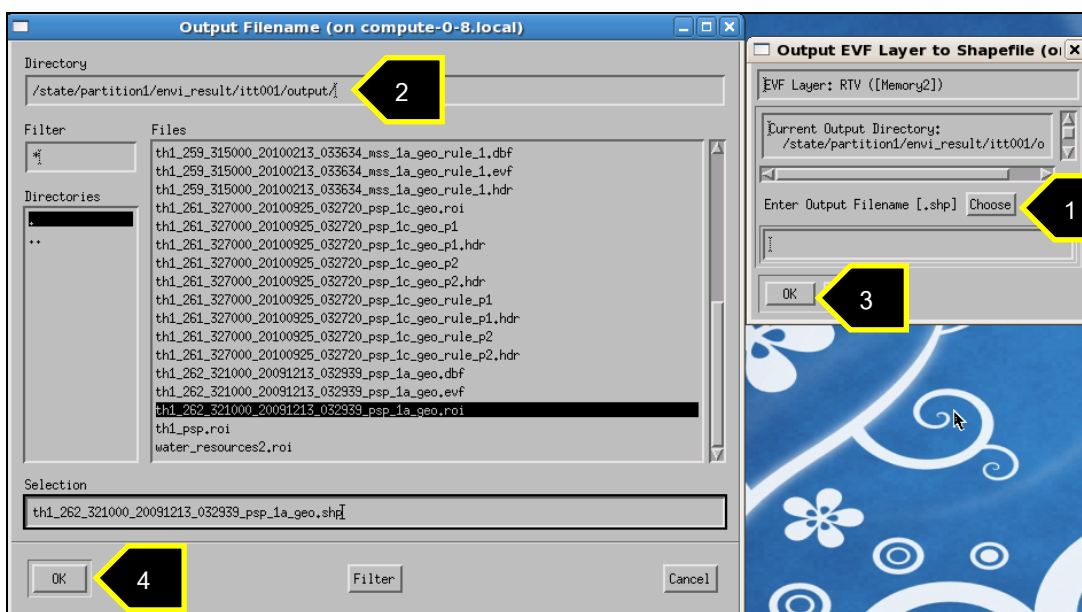


ภาพที่ 16

15. จากนั้น ให้ผู้ใช้เปลี่ยนไฟล์ .evf ให้กลายเป็น shape file (.shp) โดยไปที่ Menu bar และเลือก Vector > Classify to vector จากนั้นจะปรากฏให้ผู้ใช้ระบุ Directory และชื่อ shape file ตามเอกสารแนบ จากนั้นให้ผู้ใช้ ดูเวลาจากคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์ โดยให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับ ข้อที่ 11 และบันทึกเวลาลงในข้อที่ 1.3 ของแบบฟอร์มก่อนกด OK ดังภาพที่ 17-18



ภาพที่ 17



ภาพที่ 18

ภาคผนวก ค
พจนานุกรมข้อมูลของระบบฐานข้อมูลไอพีเอส
(Data dictionary of IPS Database)

1. method_tbl

No.	Field Name	Data type	Description	Key
1	mt_code	Character varying (100)	รหัสวิธีการ	PK
			svm_envi_4d7	
2	mt_name	Character varying(100)	ชื่อวิธีการ	
			Support Vector Machine	
3	mt_name_abrv	Character varying(20)	ชื่อย่อวิธีการ	
			S.V.M	
4	mt_type	Character varying(100)	ชนิดของวิธีการ	
			Classification / Pansharpned....	
5	mt_prog_name	Character varying(100)	ชื่อโปรแกรมที่ใช้วิธีการ	
			ENVI IDL	
6	mt_prog_ver	Character varying(20)	เวอร์ชันของโปรแกรมที่ใช้วิธีการ	
			4.3	
7	mt_dsc	Text	คำอธิบายวิธีการ	
8	script_exe_path	Text	Path ที่ใช้ในการ Execute โปรแกรม	

2. satellite_tbl

No.	Field Name	Data type	Description	Key
1	gid	integer	รหัส geometry 1/2/3/4/5/6/7/8...	PK
2	Year	double precision	ปีที่ถ่ายภาพ 2011	
3	Month	double precision	เดือนที่ถ่ายภาพ 02	
4	Day	double precision	วันที่ถ่ายภาพ 27	
5	Hour	double precision	ชั่วโมงที่ถ่ายภาพ 10	
6	Minute	double precision	นาทีที่ถ่ายภาพ 44	
7	Second	double precision	วินาทีที่ถ่ายภาพ 34	
8	Path	character varying(30)	รหัสแนวถ่ายภาพ (ตามแนวเส้น orbit) 255	
9	Row	character varying(30)	รหัสแนวถ่ายภาพ (ตัดกับแนวเส้น orbit) 310000	
10	Level	character varying(30)	ระดับผลิตภัณฑ์ข้อมูล 1A / 2A	

11	Mode	character varying(30)	โหมดการถ่ายภาพ	
			PAN / MSS / PSP	
12	Projection	character varying(30)	รหัสระบบพิกัด	
			GEO / 47N / 48 N	
13	Gains	double precision		
14	Biases	double precision		
15	Time00	character varying(80)	เวลา ณ การประมวลผลขั้นตอนที่ 00 แล้วเสร็จ	
			2011-02-01 01:37:54.000000	
16	Time01	character varying(80)	เวลา ณ การประมวลผลขั้นตอนที่ 01 แล้วเสร็จ	
			2011-02-21 18:00:24.526127	
17	Time02	character varying(80)	เวลา ณ การประมวลผลขั้นตอนที่ 02 แล้วเสร็จ	
18	Time03	character varying(80)	เวลา ณ การประมวลผลขั้นตอนที่ 03 แล้วเสร็จ	
19	Time04	character varying(80)	เวลา ณ การประมวลผลขั้นตอนที่ 04 แล้วเสร็จ	
20	Time05	character varying(80)	เวลา ณ การประมวลผลขั้นตอนที่ 05 แล้วเสร็จ	
21	Time06	character varying(80)	เวลา ณ การประมวลผลขั้นตอนที่ 06 แล้วเสร็จ	

22	Time07	character varying(80)	เวลา ณ การประมวลผลขั้นตอนที่ 07 แล้วเสร็จ	
23	scene	Character varying (50)	รหัสข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม	PK
			th1_255_310000_20110227 _034434_psp_1c_geo	
24	Source	character varying(254)	Path ที่จัดเก็บข้อมูล	
			/mnt/bigtank/dataraster/theos/y2011..	
25	Production	character varying(80)	รหัสการส่งผลิตภาพ	
26	Orientation_Angle	Real	ค่าการเอียงของดาวเทียมเมื่อเทียบกับ ดวงอาทิตย์	
27	Incidence_Angle	Real	ค่าการเอียงของดาวเทียมเมื่อเทียบกับ ดวงอาทิตย์	
28	AlongTrack_ViewingAngle	Real	ค่าการเอียงของดาวเทียมเมื่อเทียบกับ โลก(ตามแนวเส้น orbit บน-ล่าง)	
29	AcrossTrack_ViewingAngle	Real	ค่าการเอียงของดาวเทียมเมื่อเทียบกับ โลก (ตัดกับแนวเส้น orbit ซ้าย-ขวา)	
30	geometry	geometry	ขอบเขตพื้นที่ของข้อมูล (polygon)	
			polygon	

3. user_tbl

No.	Field Name	Data type	Description	Key
1	user_id	Character varying(50)	รหัสผู้ใช้งานระบบ	PK
			lps08	
2	user_password	Character varying(50)	รหัสเข้าใช้งานระบบของผู้ใช้ระบบ	
			Wanapongk9@gmail.com	
3	user_firstname	Character varying(100)	ชื่อของผู้ใช้ระบบ	
			วนพงศ์	
4	user_lastname	Character varying(100)	นามสกุลของผู้ใช้ระบบ	
			แก้วสิงห์	
5	user_email	Character varying(50)	อีเมลล์ของผู้ใช้ระบบ	
			Wanapongk9@gmail.com	
6	user_address	Text	ที่อยู่ของผู้ใช้ระบบ	
			222/29.....	
7	user_telephone	Character varying(50)	เบอร์โทรศัพท์ของผู้ใช้ระบบ	
			(+66) 2999999	
8	user_mobile	Character varying(50)	เบอร์มือถือของผู้ใช้ระบบ	
			(+66) 866298050	
9	user_company	Character varying(200)	บริษัทที่ทำงานของผู้ใช้ระบบ	
10	user_agency	Character varying(200)	หน่วยงานที่ทำงานของผู้ใช้ระบบ	
			GISTDA	

11	user_position	Character varying(100)	ตำแหน่งงานของผู้ใช้ระบบ	
			Computer scientist	

4. variable_tbl

No.	Field Name	Data type	Description	Key
1	var_code	Character varying(80)	รหัสตัวแปร	PK
			svm_envi_4d7_sex	
2	var_name	Character varying(100)	ชื่อตัวแปร	
			sex	
3	var_type	Character varying(20)	ชนิดข้อมูลของตัวแปร	
			integer / string / real / Boolean...	
4	var_value_min	Real	ค่าจำนวนจริงต่ำสุด	
			0	
5	var_value_max	Real	ค่าจำนวนจริงสูงสุด	
			1	
6	var_value_text	Text	ค่าแบบ Text	
			{0:"male", 1:"female"}	
7	var_dsc	Text	คำอธิบายตัวแปร	
8	mt_code	Character varying(100)	รหัสวิธีการ	FK (1)
			svm_envi_4d7	

5. roi_tbl

No.	Field Name	Data type	Description	Key
1	roi_code	serial	รหัสชุดพารามิเตอร์	PK
			0 / 1 / 2 / 3 ...	
2	roi_object	Character varying (100)	วัตถุ	
			water / land / paddy / forest ...	
3	geometry	geometry	ขอบเขตพื้นที่ของวัตถุ (polygon)	
			polygon	
4	scene	Character varying (50)	รหัสข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม	FK (2)
			th1_255_310000_20110227 _034434_psp_1c_geo	
5	roi_file_path	text	ที่อยู่ของไฟล์ roi	
			/file.roi	

6. config_tbl

No.	Field Name	Data type	Description	Key
1	conf_code	serial	รหัสการกำหนดค่าในวิธีการ	PK
			1 / 2 / 3 / 4 / 5 / 6 / 7 / 8 ...	
2	roi_code	Integer	รหัสวัตถุที่สนใจ	FK (5)
			0 / 1 / 2 / 3 ...	
3	user_id	Character varying(50)	รหัสผู้ใช้ระบบ	FK (3)
			ips08	
4	scene (ใส่ชั่วคราว)	Character varying (50)	รหัสข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม	FK(2)
5	conf_json_form	text	ชุดการกำหนดค่าในวิธีการที่อยู่ในรูปแบบเจสัน	

7. set_tbl

No.	Field Name	Data type	Description	Key
1	set_code	serial	รหัสชุดพารามิเตอร์	PK
			0 / 1 / 2 / 3 ...	
2	user_id	Character varying (20)	รหัสผู้ใช้	FK (3)
			wanapongk9@gmail.com	
3	mt_code	Character varying (100)	รหัสวิธีการ	FK (1)
			svm_envi_4d7	
4	set_date	date	วันและเวลาของการสร้างชุดพารามิเตอร์	
			20120328 16:28:00	
5	set_percent_correction	real	ค่าความถูกต้องของผลการจำแนกข้อมูลที่ถูกพิจารณาและกำหนดจากผู้ใช้ระบบ	
			0- 100 %	
6	set_user_accept	Boolean	เซตที่ผู้ใช้ระบบยอมรับในผลลัพธ์	
			true / false	
7	conf_code	Integer	รหัสการกำหนดค่าในวิธีการ	FK (6)
			1/2/3/4/5/6/7/8...	
8	set_json_form	text	ชุดพารามิเตอร์พร้อมค่าที่อยู่ในรูปแบบเจสัน	
			{'KERNEL_TYPE': '1', 'CODE_COMBINE': 'p1p2p3p4p5p6p7p8', 'KERNEL_DEGREE': '2', 'PENALTY': '100', 'KERNEL_GAMMA': '0.250', 'THRESH': '0.0', 'PYRAMID_RECLASS_THRESH': '0.9', 'KERNEL_BIAS': '1', 'PYRAMID_LEVELS': '1'}	

9	set_ranking_accept	interger	อันดับ ณ เวลาเลือกให้เป็นชุดของพารามิเตอร์ในการยอมรับ	
10	scene	Character varying (50)	รหัสข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม	FK(2)

8. parameter_tbl

No.	Field Name	Data type	Description	Key
1	parm_code	serial	รหัสพารามิเตอร์	PK
			1/2/3/4/5/6/7/8...	
2	parm_value	Text	ค่าของตัวแปร	
			5 / black / far / male	
3	var_code	Character varying (80)	รหัสตัวแปร	FK (4)
			svm_envi_4d7_sex	
4	set_code	Integer (6)	รหัสชุดพารามิเตอร์	FK (7)
			1	(serial)

9. var_config_tbl

No.	Field Name	Data type	Description	Key
1	var_conf_code	serial	รหัสการกำหนดชุดตัวแปรในวิธีการ	PK
			1/2/3/4/5/6/7/8...	
2	var_code	Character varying (80)	รหัสตัวแปรที่ระบุจากผู้ใช้	FK (4)
			svm_envi_403_xx	
3	var_value_min	Real	ค่าจำนวนจริงต่ำสุดที่ระบุจากผู้ใช้	
			0	
4	var_value_max	Real	ค่าจำนวนจริงสูงสุดที่ระบุจากผู้ใช้	
			1	

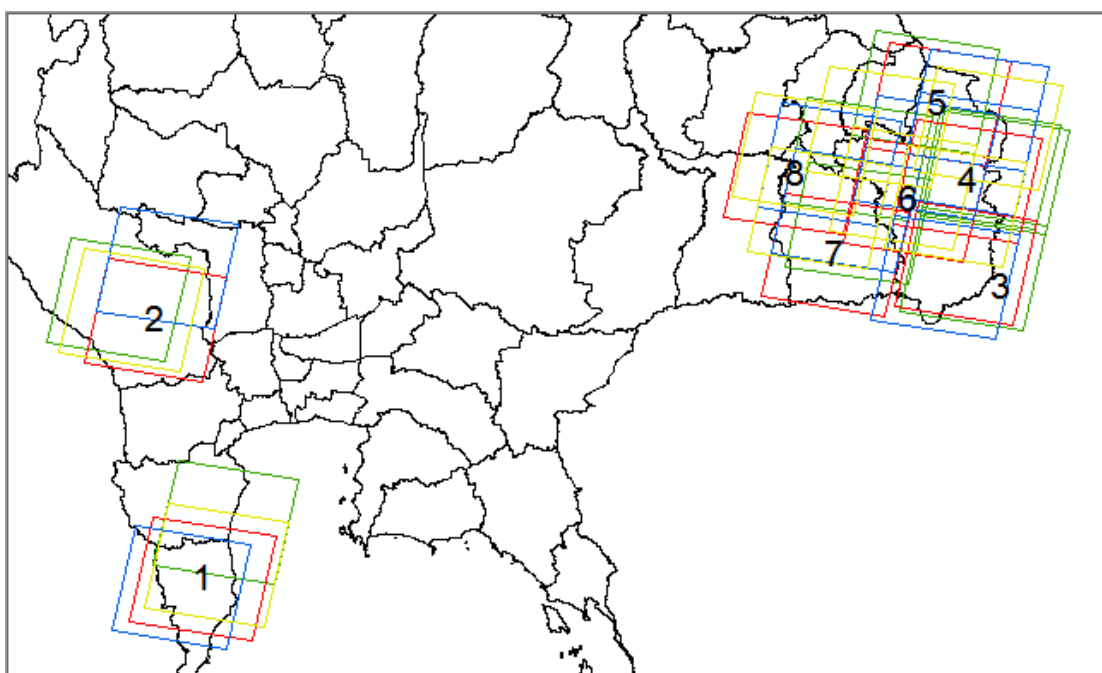
5	var_interval	Real	ค่าจำนวนในการแบ่งช่วงค่าของตัวแปร	
			.5	
6	var_value_text	Text	ค่าแบบ Text ที่ระบุจากผู้ใช้	
			male / female	
7	conf_code	Integer	รหัสการกำหนดค่าในวิธีการ	FK (6)
			1/2/3/4/5/6/7/8...	

ภาคผนวก ง

ภาพถ่ายจากดาวเทียมไทยโชตที่ใช้ทดสอบระบบ

รายการภาพแบบแบ่งตามรอบของการทดลอง มีจำนวนทั้งหมด 4 รอบ แต่ละรอบประกอบด้วยภาพ 8 ภาพ รวมทั้งหมด 32 ภาพ มีดัชนีตำแหน่งภาพ รายการภาพ วันที่ถ่าย ผู้ใช้ภาพ และมีการแสดงภาพ Thumbnail

การแสดงรวมดัชนีแผนที่แสดงบริเวณภาพทุกรอบการทดลอง

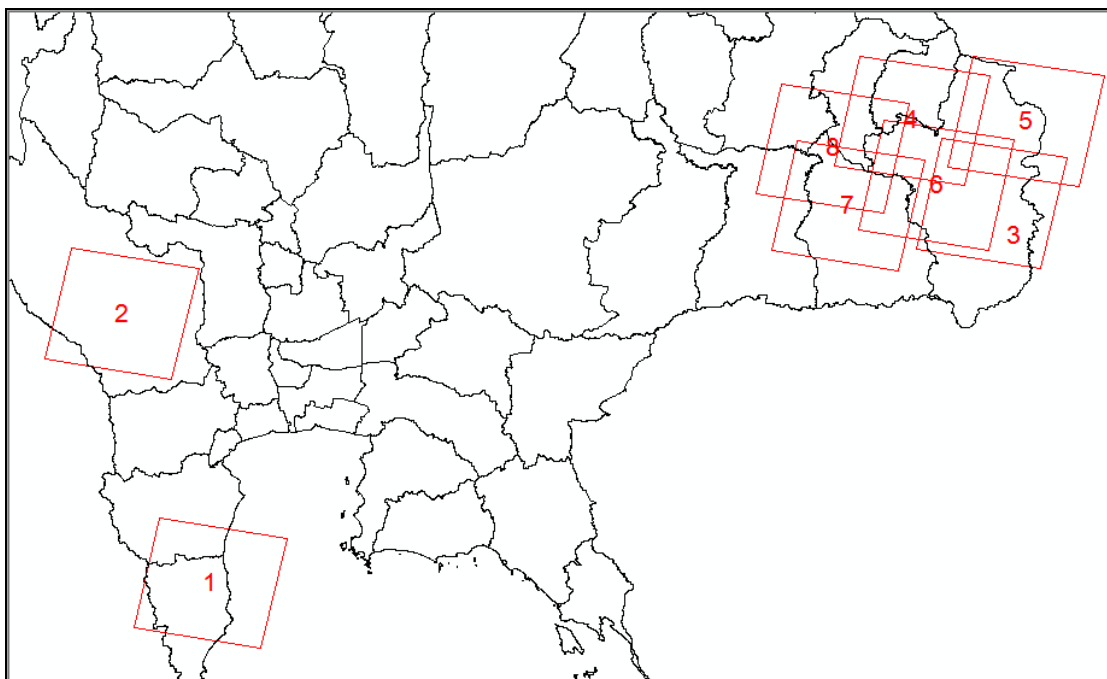


สัญลักษณ์

- คือชุดข้อมูลในการทดลองรอบที่ 1
- คือชุดข้อมูลในการทดลองรอบที่ 2
- คือชุดข้อมูลในการทดลองรอบที่ 3
- คือชุดข้อมูลในการทดลองรอบที่ 4

1. ภาพถ่ายจากดาวเทียมที่ใช้ทดลองในรอบที่ 1 (ทดสอบระบบเดิม)

1.1 ดัชนีแผนที่แสดงบริเวณภาพ




1.2 ตารางแสดงรายการภาพถ่ายจากดาวเทียมที่ใช้ทดลองในรอบที่ 1

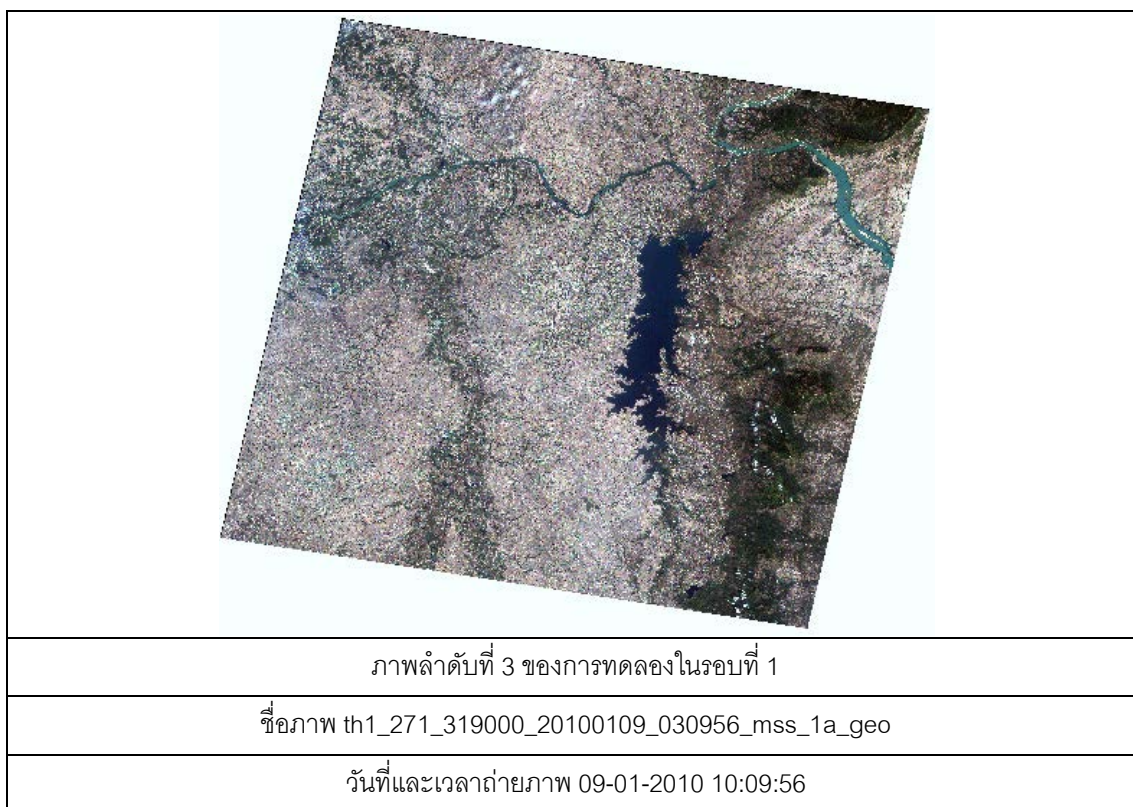
ลำดับ ที่	ชื่อภาพ	วันที่/เวลา ถ่ายภาพ	สัดส่วน เมฆ (10)	ชื่ออาสา สมัคร
1	th1_261_325000_20100306_033358_mss_1a_geo	06-03-2010 10:33:58	0	ipss01
2	th1_259_321000_20100213_033728_mss_1a_geo	13-02-2010 10:37:28	2	ipss02
3	th1_271_319000_20100109_030956_mss_1a_geo	09-01-2010 10:09:56	0	ipss03
4	th1_270_319000_20101208_030242_mss_1a_geo	08-12-2010 10:02:42	0	ipss04
5	th1_272_318000_20100318_030148_mss_1a_geo	18-03-2010 10:01:48	0	ipss05
6	th1_270_320000_20100104_030618_mss_1a_geo	04-01-2010 10:06:18	1	ipss06

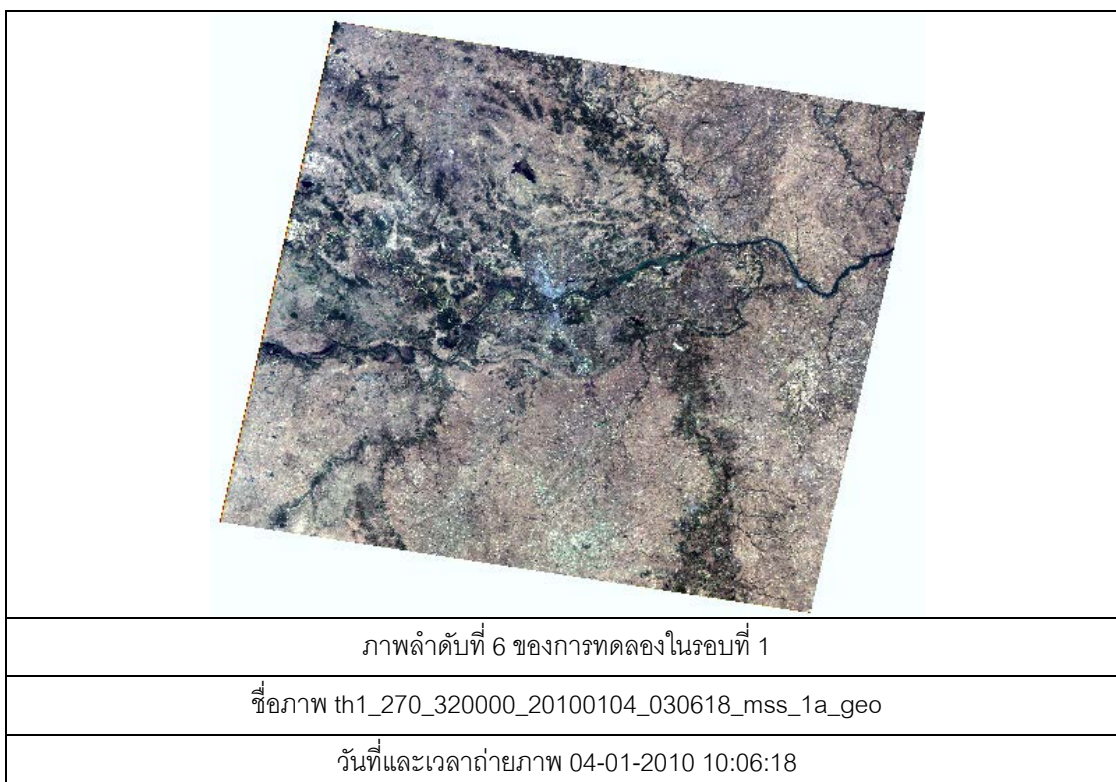
7	th1_269_320000_20100209_031327_mss_1a_geo	09-02-2010 10:13:27	3	ipss07
8	th1_269_319000_20100114_031311_mss_1a_geo	14-01-2010 10:13:11	1	ipss08

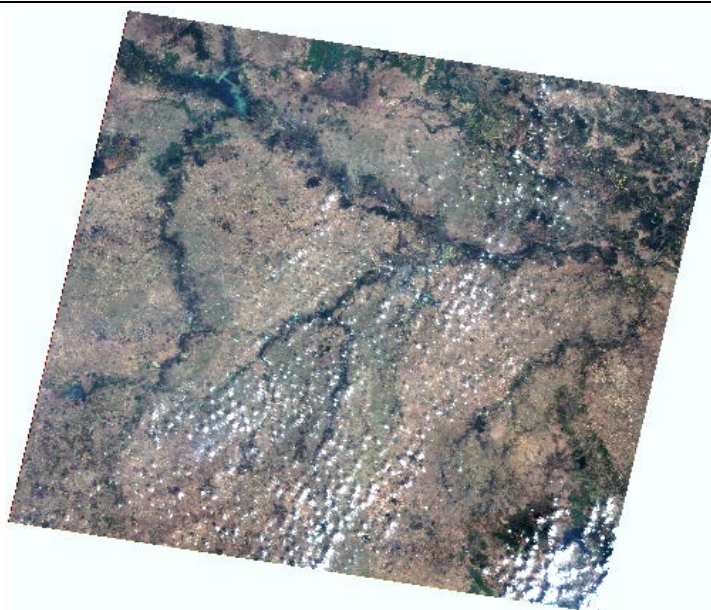
1.3 การแสดงภาพถ่าย (Scale 1:1,250,000)


<p>ภาพลำดับที่ 1 ของการทดลองในรอบที่ 1</p>
<p>ชื่อภาพ th1_261_325000_20100306_033358_mss_1a_geo</p>
<p>วันที่และเวลาถ่ายภาพ 06-03-2010 10:33:58</p>


<p>ภาพลำดับที่ 2 ของการทดลองในรอบที่ 1</p>
<p>ชื่อภาพ th1_259_321000_20100213_033728_mss_1a_geo</p>
<p>วันที่และเวลาถ่ายภาพ 13-02-2010 10:37:28</p>







ภาพลำดับที่ 7 ของการทดลองในรอบที่ 1

ชื่อภาพ th1_269_320000_20100209_031327_mss_1a_geo

วันที่และเวลาถ่ายภาพ 09-02-2010 10:13:27



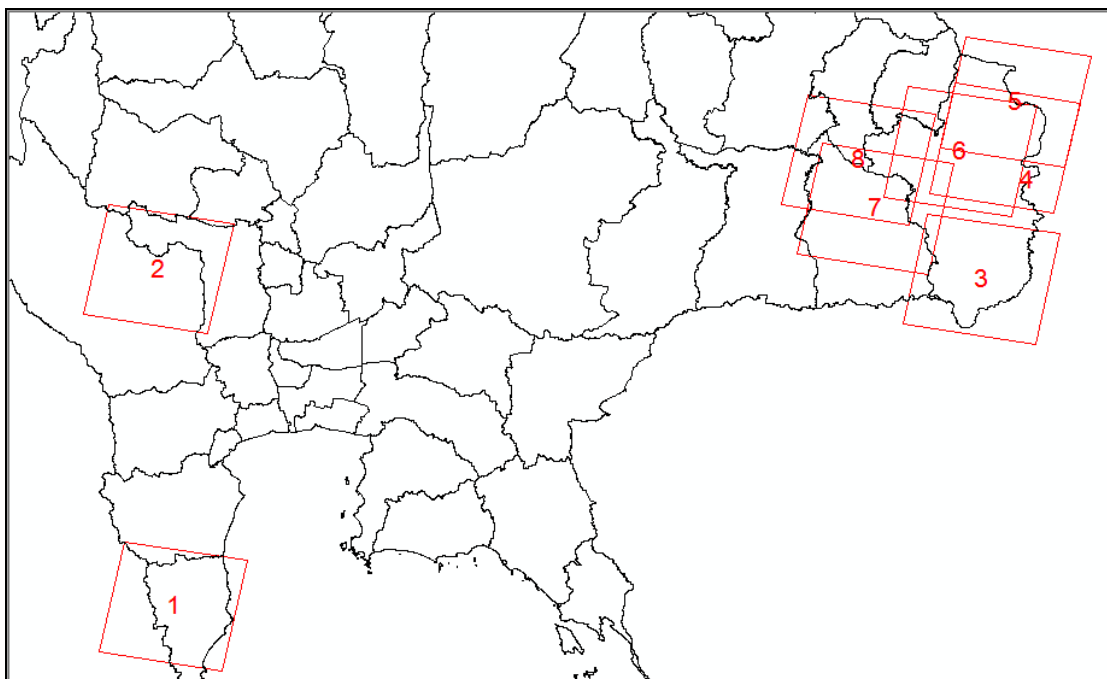
ภาพลำดับที่ 8 ของการทดลองในรอบที่ 1

ชื่อภาพ th1_269_319000_20100114_031311_mss_1a_geo

วันที่และเวลาถ่ายภาพ 14-01-2010 10:13:11

2. ภาพถ่ายจากดาวเทียมที่ใช้ทดลองในรอบที่ 2 (ทดสอบระบบใหม่)

2.1 ดัชนีแผนที่แสดงบริเวณภาพ




2.2 ตารางแสดงรายการภาพถ่ายจากดาวเทียมที่ใช้ทดลองในรอบที่ 2

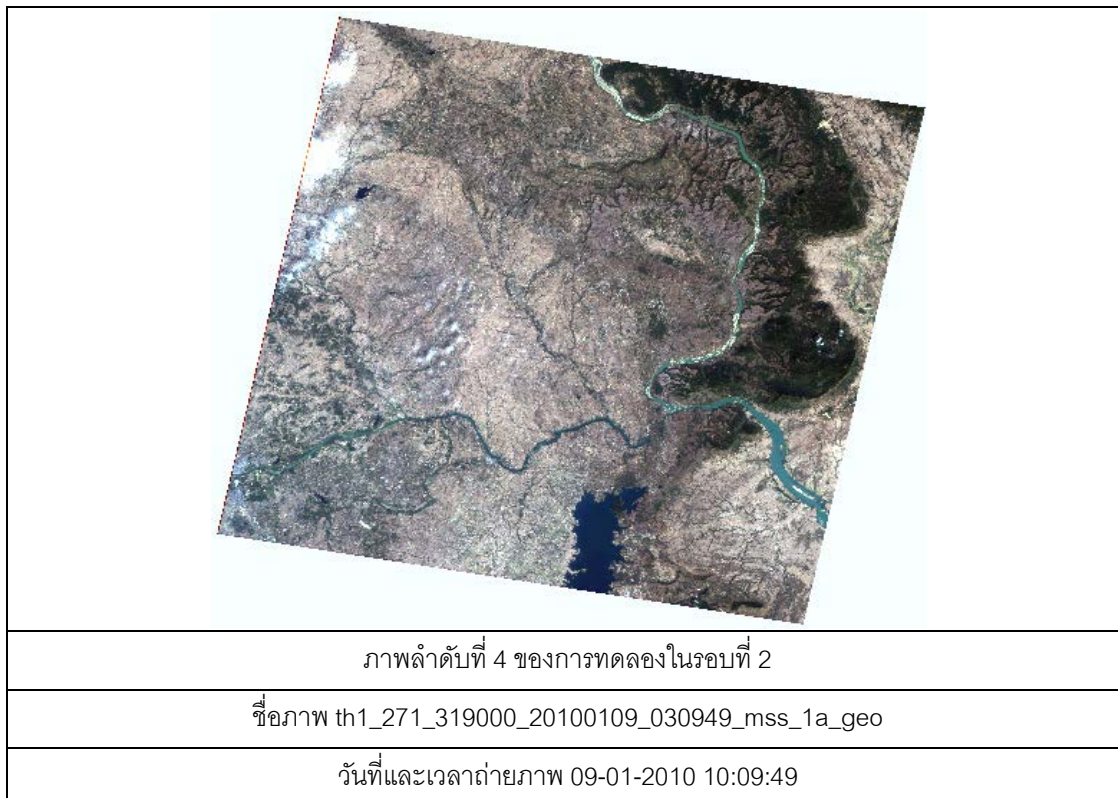
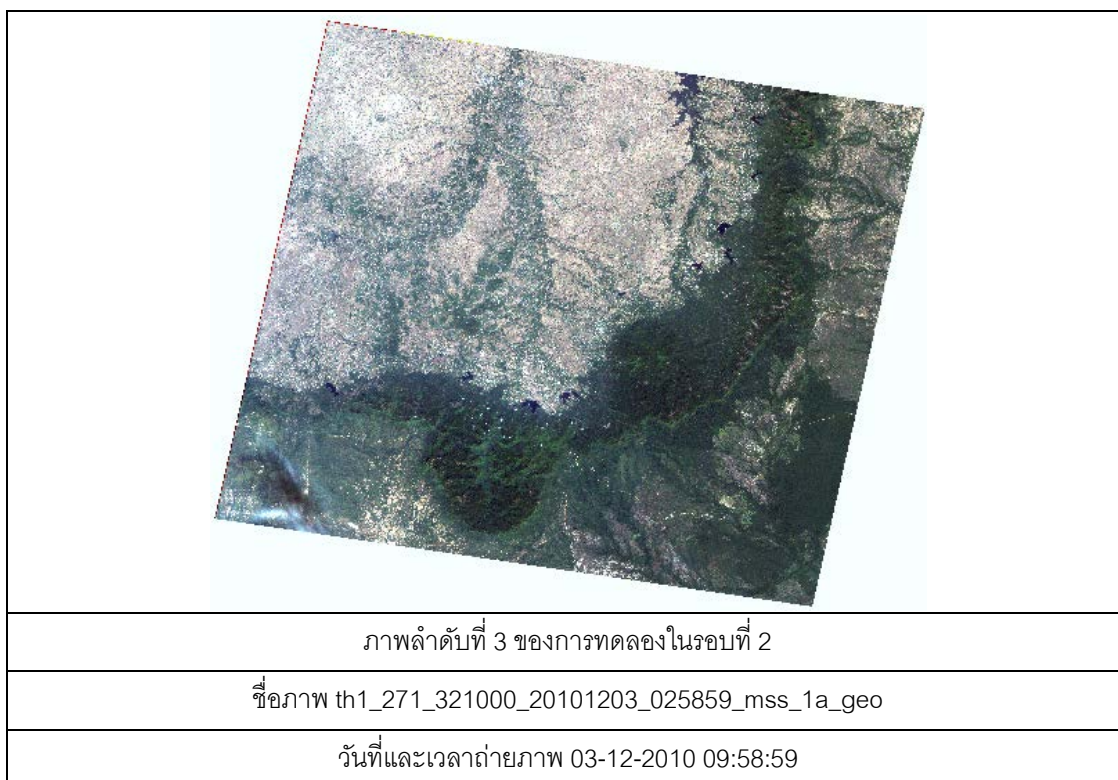
ลำดับ ที่	ชื่อภาพ	วันที่/เวลา ถ่ายภาพ	สัดส่วน เมฆ (10)	ชื่ออาสา สมัคร
1	th1_261_325000_20100203_033015_mss_1a_geo	03-02-2010 10:30:15	0	ipss01
2	th1_260_321000_20100422_032919_mss_1a_geo	22-04-2010 10:29:19	0	ipss02
3	th1_271_321000_20101203_025859_mss_1a_geo	03-12-2010 09:58:59	0	ipss03
4	th1_271_319000_20100109_030949_mss_1a_geo	09-01-2010 10:09:49	1	ipss04
5	th1_271_318000_20100109_030944_mss_1a_geo	09-01-2010 10:09:44	1	ipss05

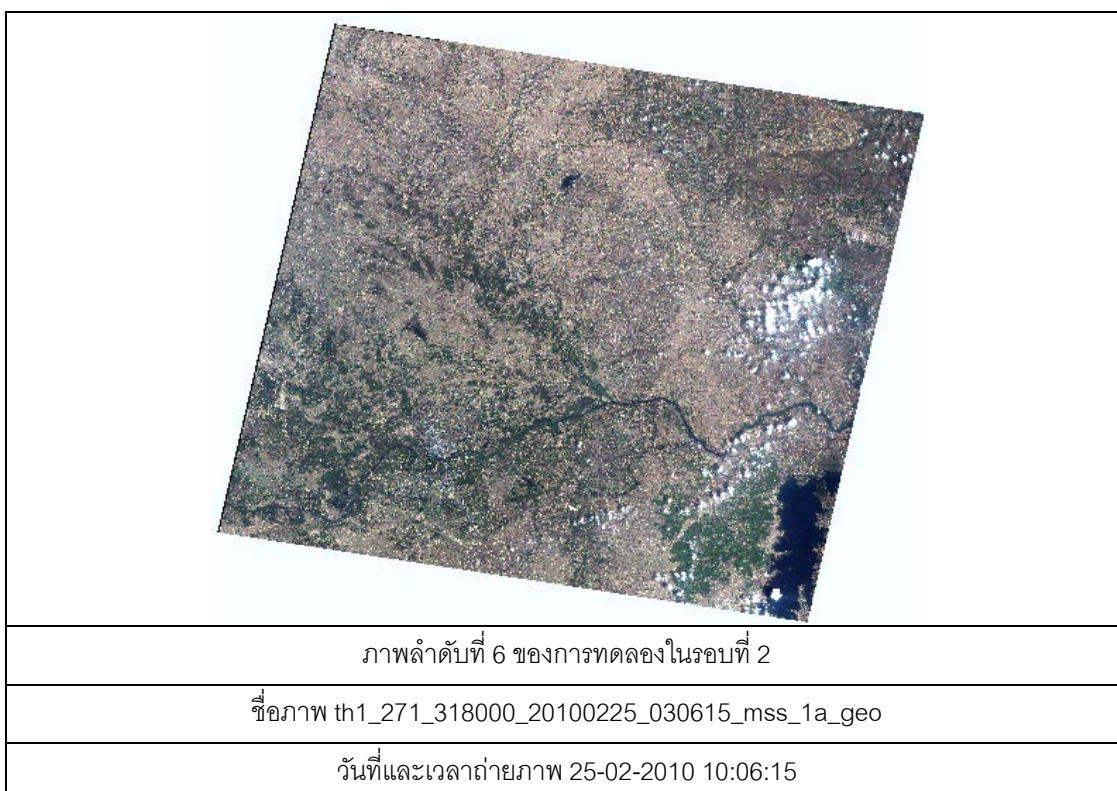
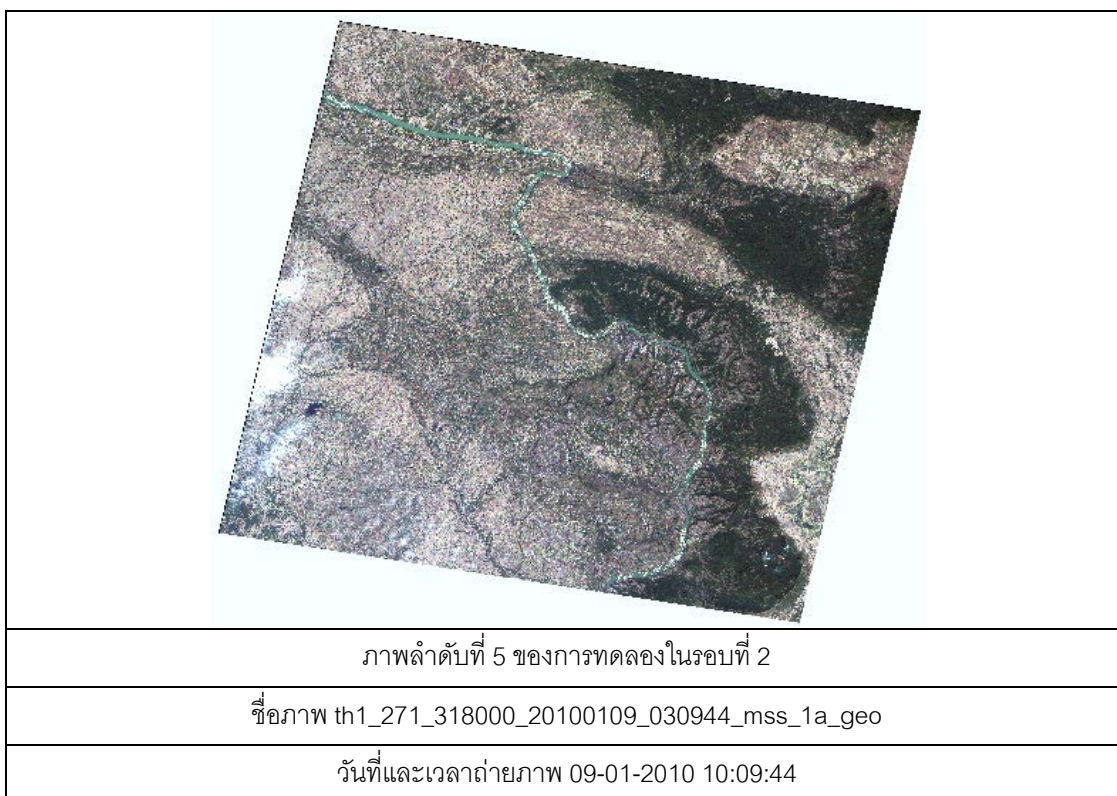
6	th1_271_318000_20100225_030615_mss_1a_geo	25-02-2010 10:06:15	1	ipss06
7	th1_270_319000_20100307_031305_mss_1a_geo	07-03-2010 10:13:05	0	ipss07
8	th1_269_319000_20100209_031321_mss_1a_geo	09-02-2010 10:13:21	1	ipss08

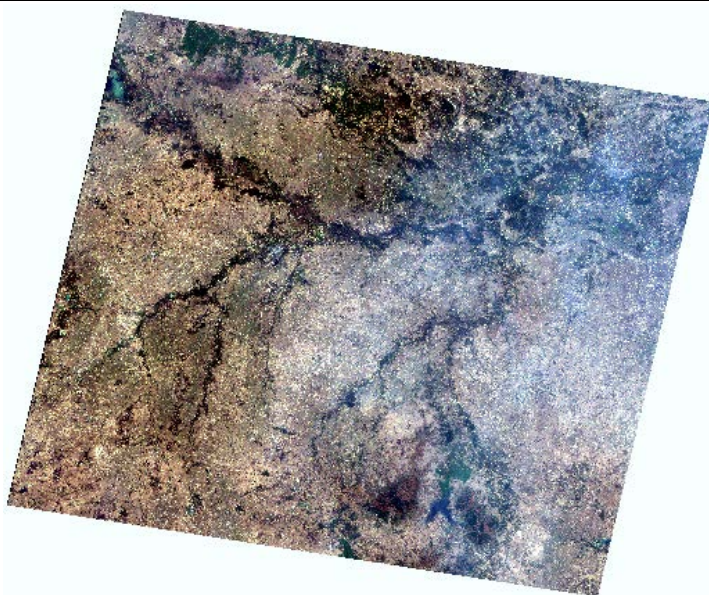
2.3 การแสดงภาพถ่าย (Scale 1:1,250,000)


<p>ภาพลำดับที่ 1 ของการทดลองในรอบที่ 2</p>
<p>ชื่อภาพ th1_261_325000_20100203_033015_mss_1a_geo</p>
<p>วันที่และเวลาถ่ายภาพ 03-02-2010 10:30:15</p>


<p>ภาพลำดับที่ 2 ของการทดลองในรอบที่ 2</p>
<p>ชื่อภาพ th1_260_321000_20100422_032919_mss_1a_geo</p>
<p>วันที่และเวลาถ่ายภาพ 22-04-2010 10:29:19</p>







ภาพลำดับที่ 7 ของการทดลองในรอบที่ 2

ชื่อภาพ th1_270_319000_20100307_031305_mss_1a_geo

วันที่และเวลาถ่ายภาพ 07-03-2010 10:13:05



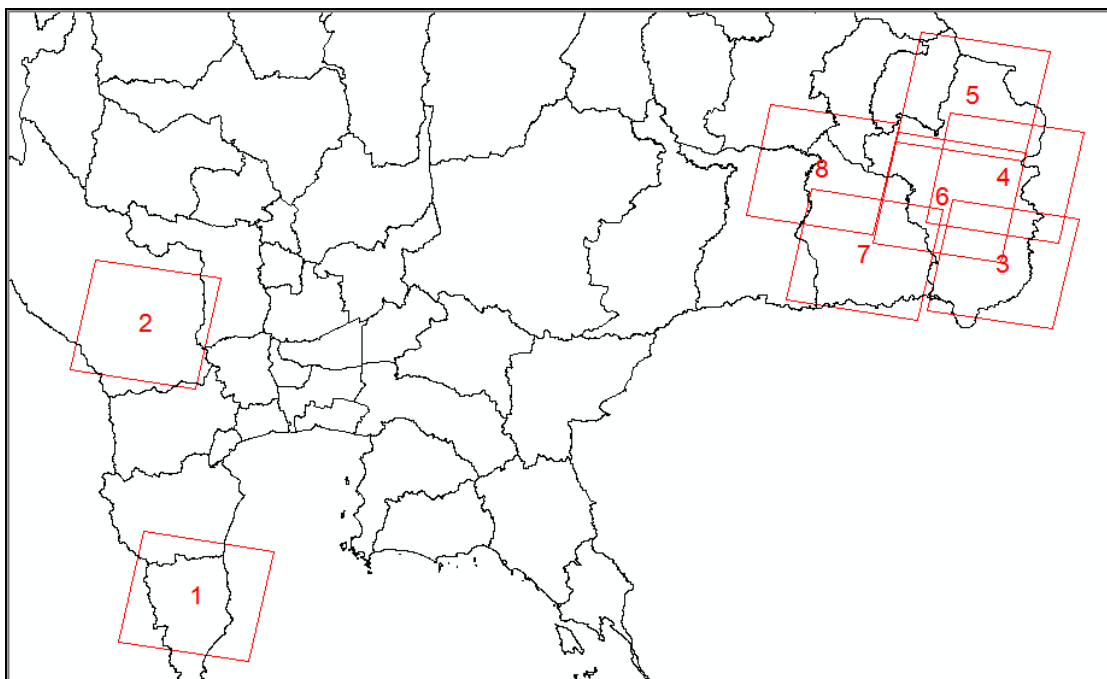
ภาพลำดับที่ 8 ของการทดลองในรอบที่ 2

ชื่อภาพ th1_269_319000_20100209_031321_mss_1a_geo

วันที่และเวลาถ่ายภาพ 09-02-2010 10:13:21

3. ภาพถ่ายจากดาวเทียมที่ใช้ทดลองในรอบที่ 3 (ทดสอบระบบใหม่)

3.1 ดัชนีแผนที่แสดงบริเวณภาพ




3.2 ตารางแสดงรายการภาพถ่ายจากดาวเทียมที่ใช้ทดลองในรอบที่ 3

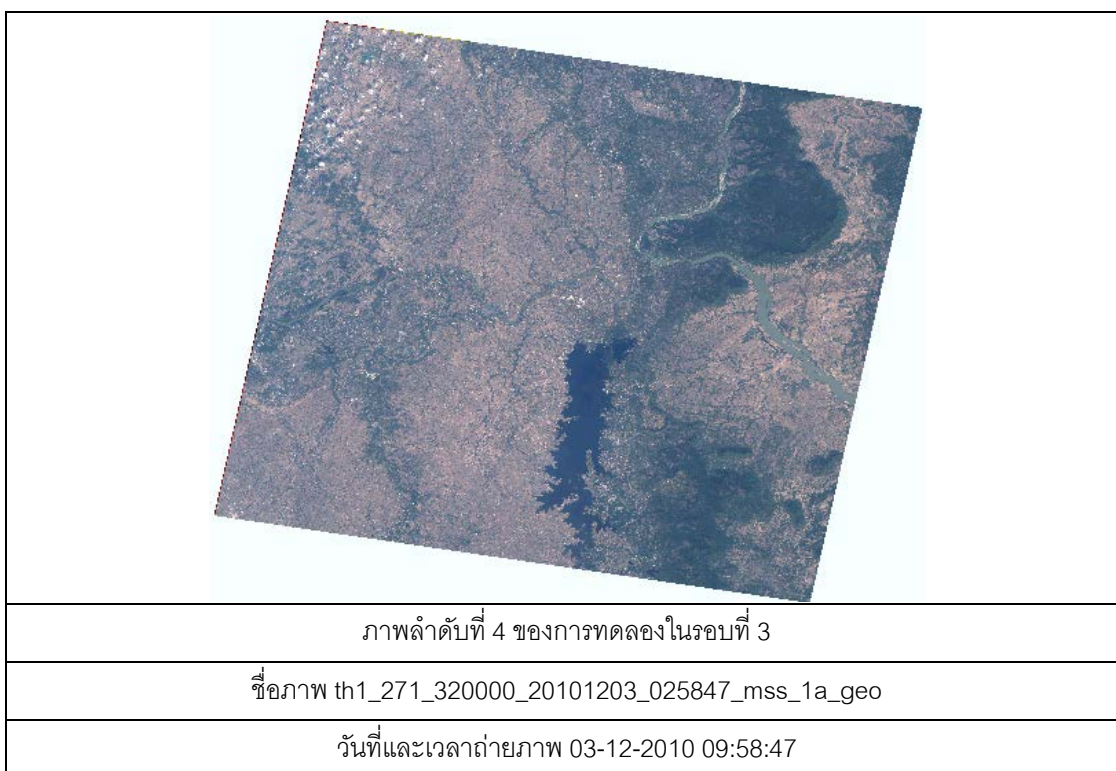
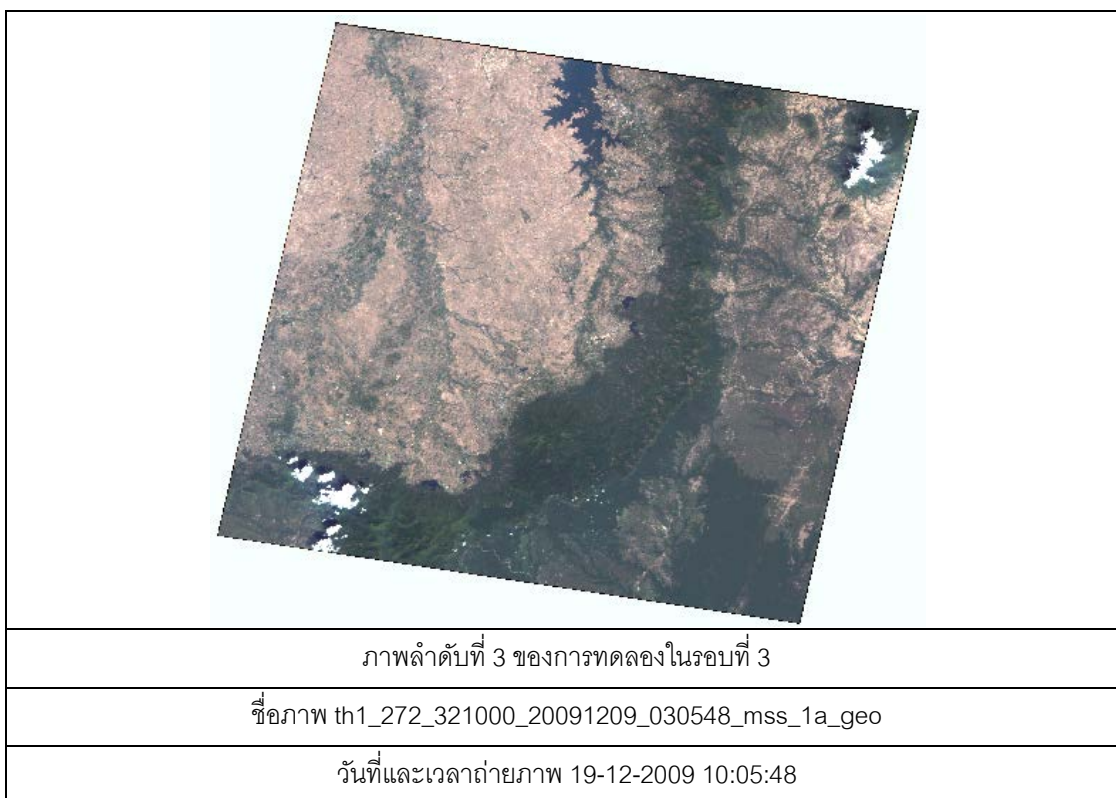
ลำดับ ที่	ชื่อภาพ	วันที่/เวลา ถ่ายภาพ	สัดส่วน เมฆ (10)	ชื่ออาสา สมัคร
1	th1_261_325000_20100925_032703_mss_1a_geo	25-09-2010 10:27:03	3	ipss01
2	th1_260_321000_20100422_032925_mss_1a_geo	22-04-2010 10:29:25	0	ipss02
3	th1_272_321000_20091209_030548_mss_1a_geo	19-12-2009 10:05:48	0	ipss03
4	th1_271_320000_20101203_025847_mss_1a_geo	03-12-2010 09:58:47	0	ipss04
5	th1_271_318000_20100225_030609_mss_1a_geo	25-02-2010 10:06:09	1	ipss05

6	th1_271_320000_20100225_030621_mss_1a_geo	25-02-2010 10:06:21	0	ipss06
7	th1_270_321000_20100307_031310_mss_1a_geo	07-03-2010 10:13:10	0	ipss07
8	th1_269_319000_20101213_030648_mss_1a_geo	13-12-2010 10:06:48	0	ipss08

3.3 การแสดงภาพถ่าย (Scale 1:1,250,000)


<p>ภาพลำดับที่ 1 ของการทดลองในรอบที่ 3</p>
<p>ชื่อภาพ th1_261_325000_20100925_032703_mss_1a_geo</p>
<p>วันที่และเวลาถ่ายภาพ 25-09-2010 10:27:03</p>


<p>ภาพลำดับที่ 2 ของการทดลองในรอบที่ 3</p>
<p>ชื่อภาพ th1_260_321000_20100422_032925_mss_1a_geo</p>
<p>วันที่และเวลาถ่ายภาพ 22-04-2010 10:29:25</p>





ภาพลำดับที่ 5 ของการทดลองในรอบที่ 3

ชื่อภาพ th1_271_318000_20100225_030609_mss_1a_geo

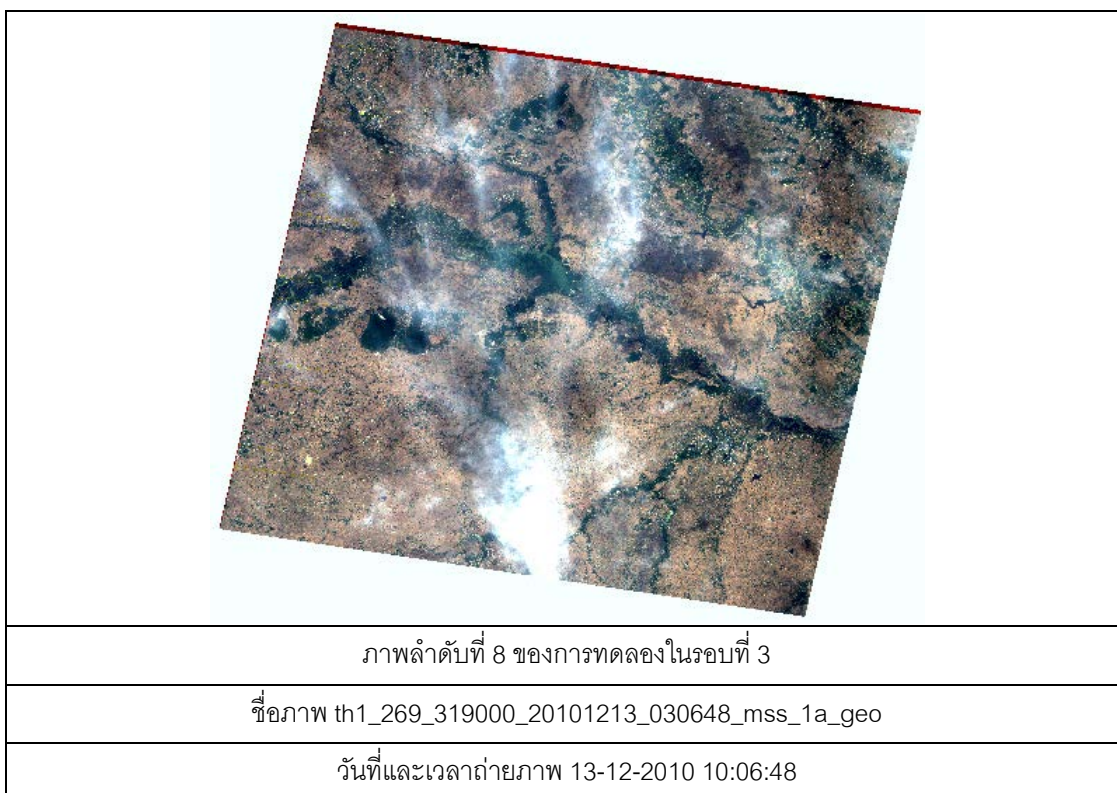
วันที่และเวลาถ่ายภาพ 25-02-2010 10:06:09



ภาพลำดับที่ 6 ของการทดลองในรอบที่ 3

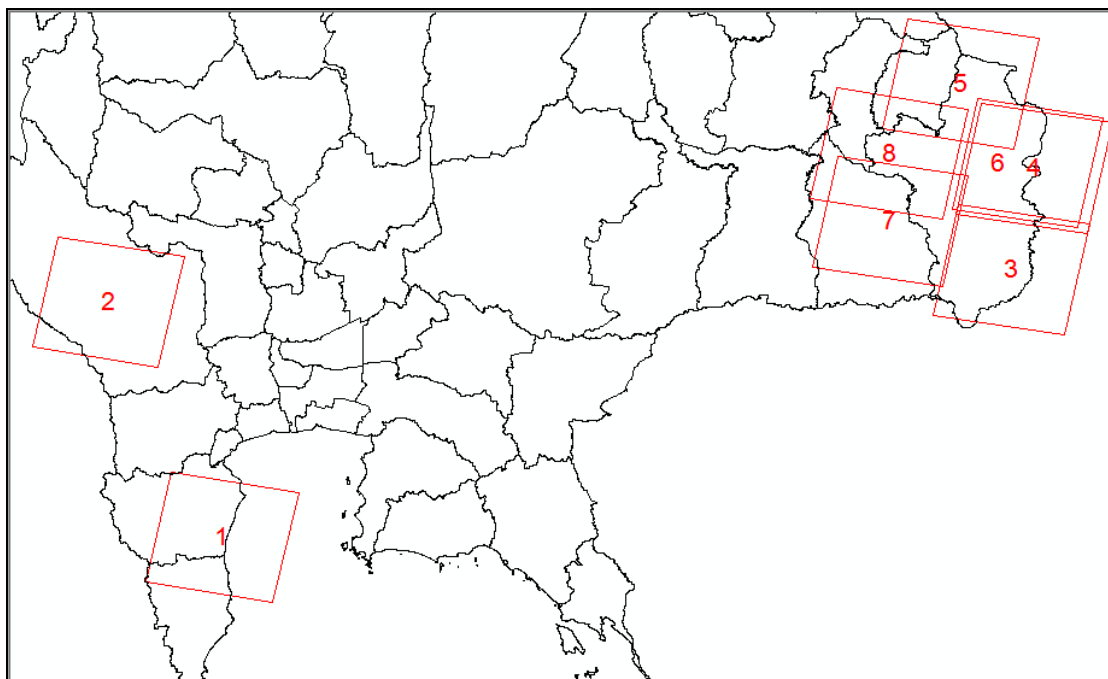
ชื่อภาพ th1_271_320000_20100225_030621_mss_1a_geo

วันที่และเวลาถ่ายภาพ 25-02-2010 10:06:21



4. ภาพถ่ายจากดาวเทียมที่ใช้ทดลองในรอบที่ 4 (ทดสอบระบบใหม่)

4.1 ดัชนีแผนที่แสดงบริเวณภาพ




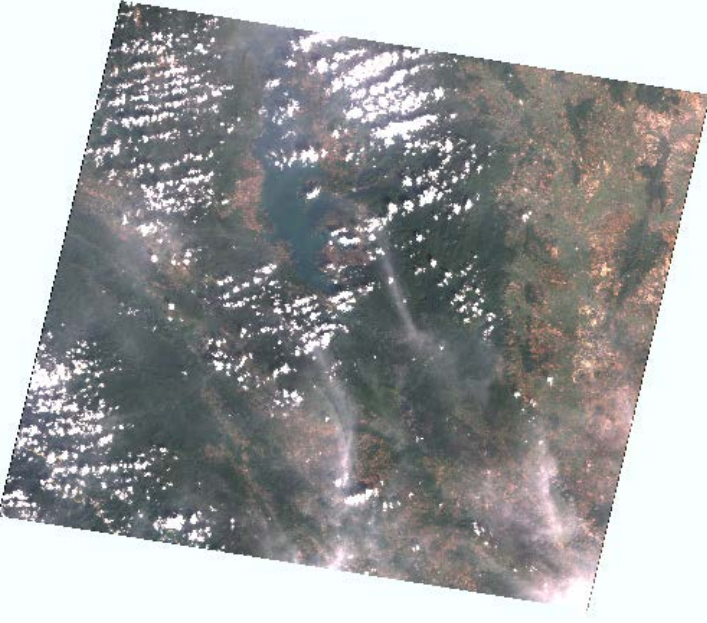
4.2 ตารางแสดงรายการภาพถ่ายจากดาวเทียมที่ใช้ทดลองในรอบที่ 4

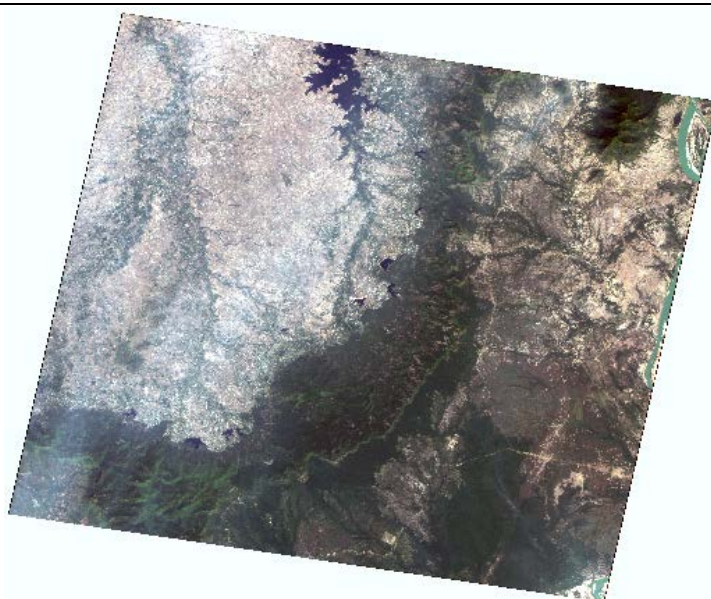
ลำดับ ที่	ชื่อภาพ	วันที่/เวลา ถ่ายภาพ	สัดส่วน เมฆ	ชื่ออาสา สมัคร
1	th1_261_324000_20100306_033353_mss_1a_geo	25-09-2010 10:33:53	0	ipss01
2	th1_259_321000_20101126_033343_mss_1a_geo	26-11-2010 10:33:43	3	ipss02
3	th1_272_321000_20101229_025918_mss_1a_geo	29-12-2010 09:59:18	0	ipss03
4	th1_272_319000_20101229_025906_mss_1a_geo	29-12-2010 09:59:06	0	ipss04
5	th1_270_318000_20100104_030607_mss_1a_geo	04-01-2010 10:06:07	1	ipss05
6	th1_272_319000_20091209_030536_mss_1a_geo	09-12-2009 10:05:36	1	ipss06

7	th1_270_320000_20101208_030254_mss_1a_geo	08-12-2010 10:02:54	0	ipss07
8	th1_270_319000_20100307_031258_mss_1a_geo	07-03-2010 10:12:58	0	ipss08

4.3 การแสดงภาพถ่าย (Scale 1:1,250,000)


<p>ภาพลำดับที่ 1 ของการทดลองในรอบที่ 4</p>
<p>ชื่อภาพ th1_261_324000_20100306_033353_mss_1a_geo</p>
<p>วันที่และเวลาถ่ายภาพ 06-03-2010 10:33:53</p>

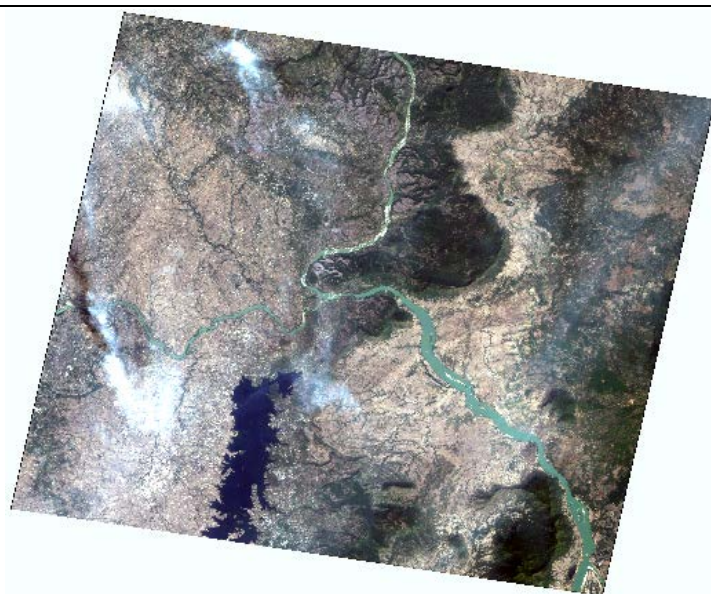

<p>ภาพลำดับที่ 2 ของการทดลองในรอบที่ 4</p>
<p>ชื่อภาพ th1_259_321000_20101126_033343_mss_1a_geo</p>
<p>วันที่และเวลาถ่ายภาพ 26-11-2010 10:33:43</p>



ภาพลำดับที่ 3 ของการทดลองในรอบที่ 4

ชื่อภาพ th1_272_321000_20101229_025918_mss_1a_geo

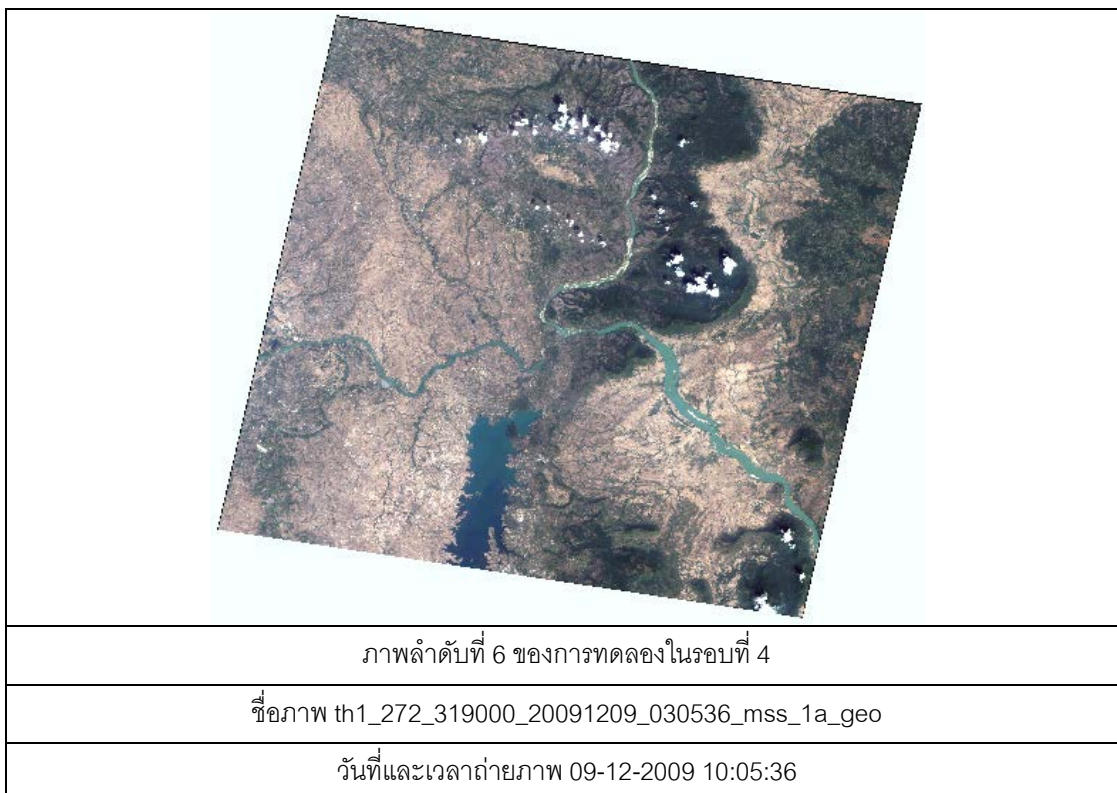
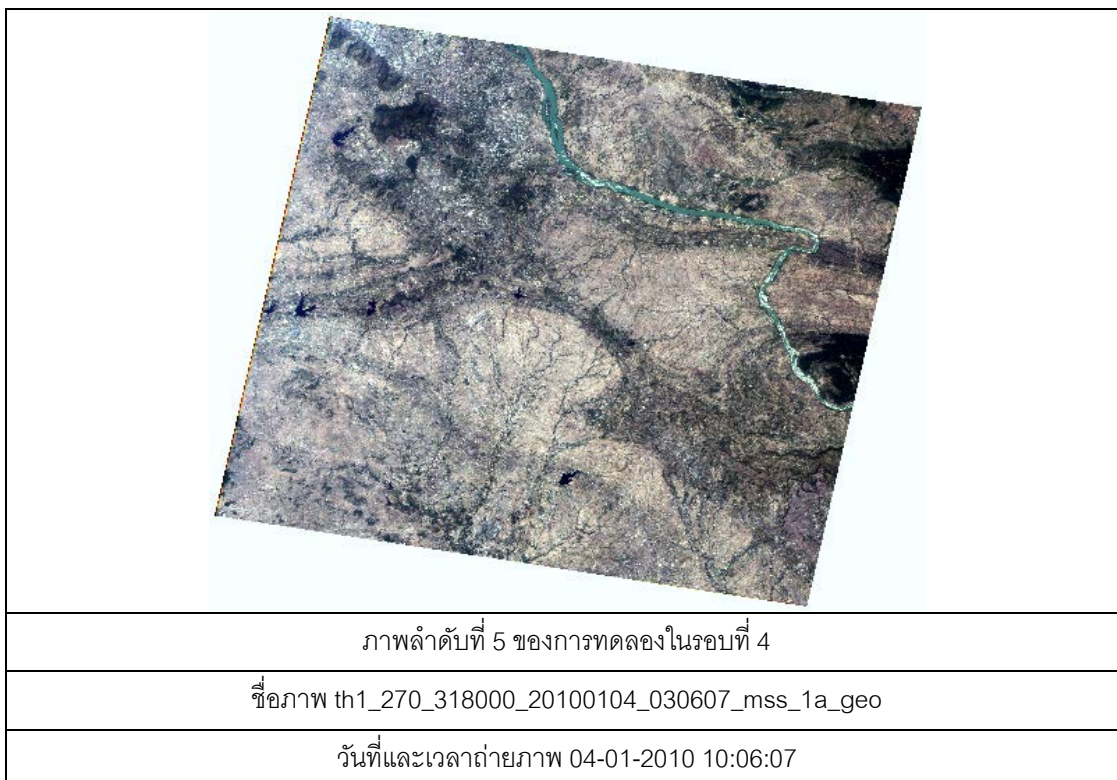
วันที่และเวลาถ่ายภาพ 29-12-2010 09:59:18

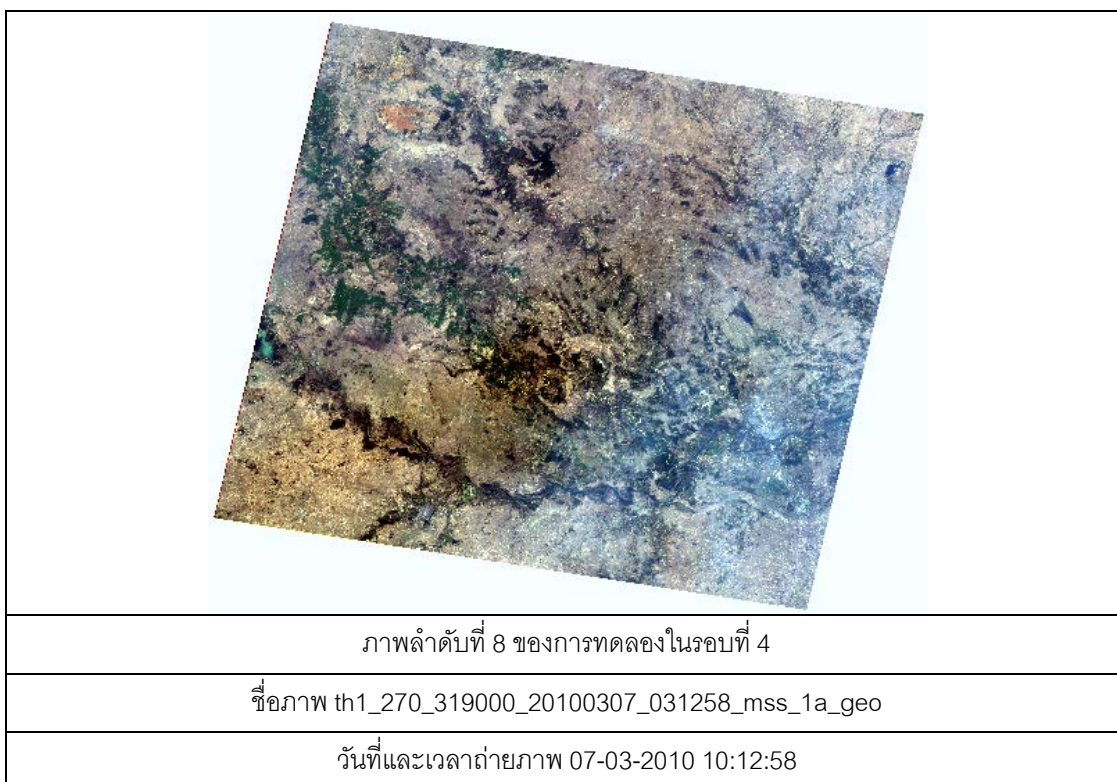
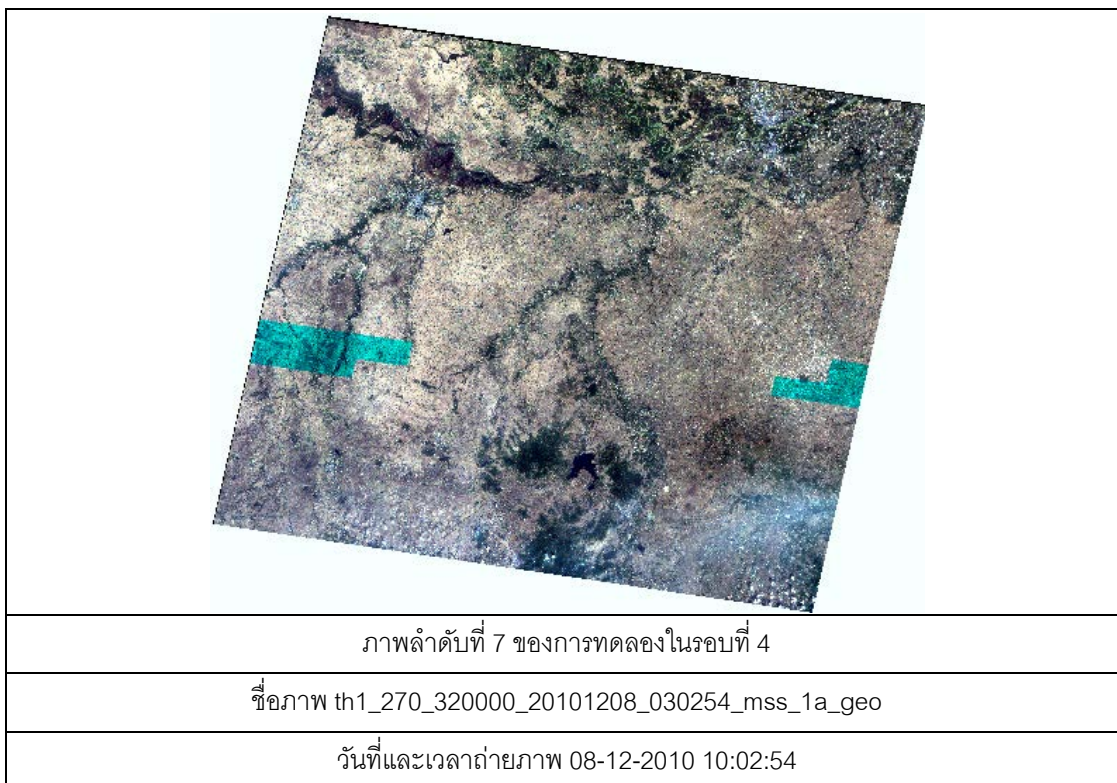


ภาพลำดับที่ 4 ของการทดลองในรอบที่ 4





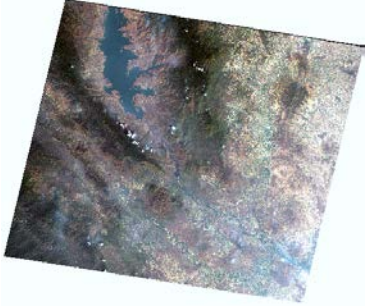
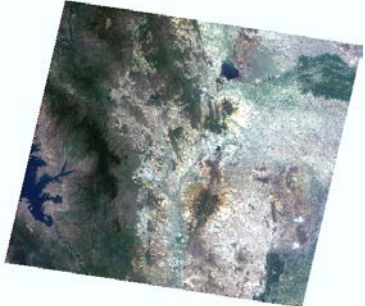

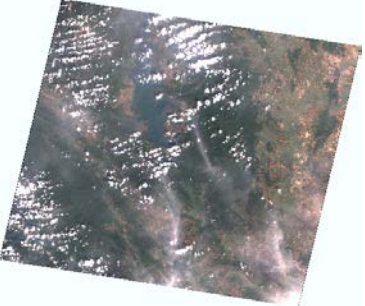

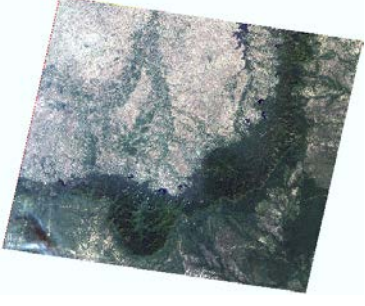


ชื่อภาพ th1_272_319000_20101229_025906_mss_1a_geo













วันที่และเวลาถ่ายภาพ 29-12-2010 09:59:06



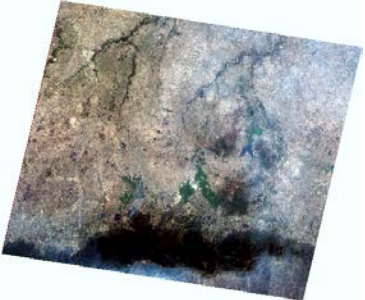
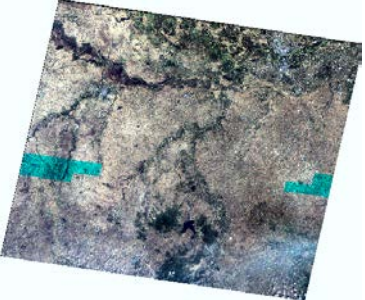



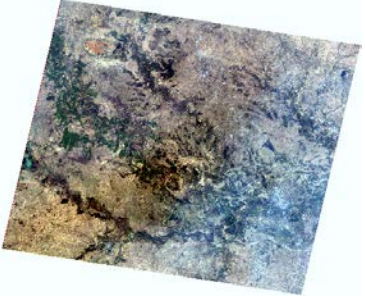




ตารางแสดงภาพแสดงภาพ Thumbnail

ชื่อผู้ใช้	รอบที่1	รอบที่2	รอบที่3	รอบที่4
IPSS01				
IPSS02				
IPSS03				

ชื่อผู้ใช้	รอบที่1	รอบที่2	รอบที่3	รอบที่4
IPSS04				
IPSS05				
IPSS06				

ชื่อผู้ใช้	รอบที่1	รอบที่2	รอบที่3	รอบที่4
IPSS07				
IPSS08				

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายวณพงษ์ แก้วสิงห์ เกิดเมื่อวันที่ 22 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2525 ที่จังหวัดน่าน สำเร็จ การศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ จาก มหาวิทยาลัยนเรศวร เมื่อ พ.ศ. 2547 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขา วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปี พ.ศ. 2552