การนำเสนอแผนที่พลวัตผ่านอินเทอร์เน็ตด้วยซอฟต์แวร์รหัสเปิด

นายภาณุ อุทัยศรี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาระบบสารสนเทศปริภูมิทางวิศวกรรม ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2546

ISBN 974-17-5192-3

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

PRESENTATION OF DYNAMIC MAP OVER INTERNET USING OPEN SOURCE SOFTWARE

Mr. Phanu Uthaisri

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

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

Department of Survey Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University

Academic Year 2003
ISBN 974-17-5192-3

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การนำเสนอแผนที่พลวัตผ่านอินเทอร์เน็ตด้วยซอฟต์แวร์รหัสเปิด
โดย	นายภาณุ อุทัยศรี
สาขาวิชา	ระบบสารสนเทศปริภูมิทางวิศวกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล สันติธรรมนนท์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.ดิเรก ลาวัณย์ศิริ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. ชูเกียรติ วิเชียรเจริญ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล สันติธรรมนนท์)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ สวัสดิ์ชัย เกรียงไกรเพชร)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บรรเจิด พละการ)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นายภาณุ อุทัยศรี : การนำเสนอแผนที่พลวัตผ่านอินเทอร์เน็ตด้วยซอฟต์แวร์รหัสเปิด (PRESENTATION OF DYNAMIC MAP OVER INTERNET USING OPEN SOURCE SOFTWARE) อ.ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล สันติธรรมนนท์, จำนวนหน้า 83 หน้า. ISBN 974-17-5192-3.

การนำเสนอแผนที่ผ่านอินเทอร์เน็ต แต่เดิมส่วนใหญ่การนำเสนอจะเป็นเพียงแผนที่สถิตเท่านั้น นอกเหนือจากแผนที่สถิตซึ่งเป็นภาพนิ่งเพียงอย่างเดียว ยังสามารถนำเสนอในรูปแบบแผนที่พลวัตได้อีกด้วย แผนที่พลวัต เป็นการนำเสนอแผนที่ด้วยการใช้เทคนิคการนำภาพเคลื่อนไหวมาช่วยในการนำเสนอแผนที่เพื่อให้เห็นการเปลี่ยนแปลงของข้อสนเทศในแผนที่ได้อย่างชัดเจน

การวิจัยครั้งนี้เป็นการทดลองพัฒนาการสร้างแผนที่พลวัตด้วยเทคนิคต่างๆ ในการสร้างภาพเคลื่อนไหว 3 เทคนิคด้วยซอฟต์แวร์รหัสเปิด คือ เทคนิคแบบ Animated GIF เทคนิคการใช้ Cascade Style Sheet ร่วมกับJava scripts และเทคนิค Shockwave flash เพื่อคัดเลือกเทคนิคที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการสร้างแผนที่พลวัตผ่านอินเทอร์เน็ต ส่วนเทคนิคในการนำเสนอแผนที่ผ่านอินเทอร์เน็ตเพื่อให้ผู้ใช้เลือกบริเวณที่ต้องการสร้างเป็นแผนที่พลวัตใช้ซอฟต์แวร์รหัสเปิด Minnesota MapServer โดยเลือกทำงานบนระบบปฏิบัติการวินโดว์ ข้อมูลปริภูมิที่ใช้ในการนำเสนอใช้ทั้งข้อมูลเวกเตอร์และ ข้อมูลราสเตอร์ ข้อมูลเวกเตอร์ใช้ข้อมูลแผนที่ประเทศไทย มาตราส่วน 1:250,000 ส่วนข้อมูลราสเตอร์ที่ใช้เป็นตัวอย่างในการนำเสนอความเปลี่ยนแปลงของข้อสนเทศในแผนที่ใช้ข้อมูลดาวเทียมโมดิส รายละเอียดจุดภาพ 1 ตารางกิโลเมตรพื้นที่ครอบคลุมประเทศไทย

ผลการศึกษาได้เลือกเทคนิค Shockwave flash ในการสร้างแผนที่พลวัตเนื่องจากไฟล์ที่ได้มีขนาดเล็กเหมาะกับข้อมูลโมดิสที่มีขนาดใหญ่ โดยใช้ข้อมูลรูปแบบ JPEG บีบอัดที่มี "คุณภาพเจเปกเท่ากับ 80" สำหรับสร้างแผนที่พลวัต ขนาดข้อมูลลดลงจากเดิม 8 เท่าโดยประมาณ ในขณะที่ยังสามารถเห็นรายละเอียดข้อมูลไม่ต่างไปจากภาพต้นฉบับเมื่อพิจารณาด้วยสายตา และสามารถแสดงการเปลี่ยนแปลงให้เห็นได้ดีบน อินเทอร์เน็ตเว็บบราวเซอร์

การนำเสนอข้อมูลปริภูมิด้วยซอฟต์แวร์รหัสเปิด Minnesota MapServer สามารถแสดงผลได้ดีทั้งข้อมูลเวกเตอร์และ ราสเตอร์ เมื่อนำมาบูรณาการเข้ากับเทคนิคการสร้างภาพเคลื่อนไหว ทำให้ผู้ใช้งานสามารถเลือกดูข้อมูลปริภูมิผ่านทางอินเทอร์เน็ต และยังเลือกบริเวณที่สนใจ และเลือกจำนวนข้อมูลดาวเทียม เพื่อสร้างเป็นแผนที่พลวัตผ่านทางอินเทอร์เน็ตได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้ใช้งานสามารถควบคุมการแสดงผล เล่น หยุด เดินหน้า ถอยหลัง เพื่อเปรียบเทียบความเปลี่ยนแปลงของแต่ละภาพได้

ภาควิชา วิศวกรรมสำรวจ ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา ระบบสารสนเทศปริภูมิทางวิศวกรรม ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ปีการศึกษา 2546

4370440321 :MAJOR SPATIAL INFORMATION SYSTEM IN ENGINEERING
KEY WORD: DYNAMIC MAP/ MAPSERVER / OPEN SOURCE SOFTWARE / MODIS
MR.PHANU UTHAISRI: PRESENTATION OF DYNAMIC MAP OVER INTERNET USING OPEN SOURCE SOFTWARE. THESIS ADVISOR: ASST.PROF. Dr. PHISAN SANTITAMNONT, 83 pp.
ISBN 947-17-5192-3.

Conventional map presentation on internet is done by using static maps technique. However, dynamic maps can be better represented using animated images in order to display the information changes.

This research is to study and develop dynamic maps by various animation techniques using open source software. These techniques include Animated GIF, Cascade Style Sheet with Java Scripts and Shockwave Flash technique. The objective of the study is to consider the most appropriate technique for dynamic map presentation over the internet using open source solution. The free and open source Minnesota MapServer is use to act as map server engine. The spatial information used in this research are vector and raster data from topographic map scale 1 : 250,000 and 14 samples of MODIS satellite image resolution 1 km^2 received from Thai ground receiving station covering Thailand, respectively. MODIS satellite images which can be renewed every two days is good example of dynamic information.

From the study, Shockwave flash is the most appropriate technique in order to represent dynamic map presentation over internet due to the small file size which is suitable for accommodating large MODIS file. The MODIS file format is compressed into JPEG file at Jpeg quality 80. Then the visually lossless MODIS images are converted into dynamic map where as the file size is 8 times less than the original. The quality of the image is still maintained on internet browser and the image degradation can be insignificantly observed on internet browser.

For spatial information representation using open source software, Minnesota MapServer can deliver both vector and raster data. The integration of animated technique and Minnesota MapServer enables users to view dynamic spatial information over the internet. The user can select area of interest and number of satellite images to be displayed in order to create dynamic maps over internet effectively. The user can interactively control the output result i.e. play, stop, forward and reverse the sequence of maps to compare the changes.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Department Survey Engineering Student's signature.....

Field of study Spatial Information system in Engineering Advisor's signature…….....

Academic year 2003

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลือเป็นอย่างดีจากท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล สันติธรรมนนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ช่วยประสิทธิประสาทวิชาและให้คำแนะนำ ช่วยเหลือ ตลอดจนให้ข้อคิดเห็นในการวิจัยมาโดยตลอด รวมถึงคณาจารย์ในภาควิชาวิศวกรรมสำรวจทุกท่าน

ขอขอบพระคุณ ทางสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) ที่ได้อนุเคราะห์ข้อมูลโมดิส สำหรับใช้ในการวิจัย

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ธัญลักษณ์ จิระเพชรอำไพ และคุณวสันต์ เชิงสอาด ที่ได้ให้คำปรึกษาเรื่องการเขียนโปรแกรม

ขอขอบพระคุณ คณาจารย์ และเพื่อนร่วมงาน ที่กรุณาทำหน้าที่แทนในขณะที่มาศึกษาต่อ

ขอขอบพระคุณ เพื่อนร่วมรุ่น อันมี พี่วัช พี่เนาว์ เอ ตุ๊ น๊อต ตั้ม และส้มโอ กับพิชญ์ ที่เป็นกำลังใจให้ และอยู่รอจนจบพร้อมกัน รวมถึงพี่ๆ น้องๆ ในภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ

ขอขอบพระคุณ คุณอรุณรัตน์ สุคนธมาน สำหรับความสะดวกในเรื่องพักอาศัย ตลอดเวลาที่มาศึกษา

ขอขอบพระคุณ คุณนฤมล ทับแก้ว และผองเพื่อนๆ ที่เป็นกำลังใจให้ด้วยดีเสมอมา

ท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ มารดา และน้านิต ที่คอยอบรม เลี้ยงดูสั่งสอน ตลอดจนญาติกาทั้งหลาย ที่เป็นกำลังใจให้ และอดทนรอ ตลอดเวลาที่มาศึกษาและทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จการศึกษา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฎ

สารบัญภาพ ..... ฏ

1. บทนำ 1

1.1 ความสำคัญและความเป็นมาของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์งานวิจัย 2

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 3

1.4 ข้อตกลงเบื้องต้น 4

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 5

1.6 วิธีดำเนินการวิจัย 5

2. แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 7

2.1 แผนที่ 7

2.2 การทำแผนที่ 8

2.3 การทำแผนที่แบบเดิม และแผนที่แบบดิจิตอล 8

2.4 การทำแผนที่เชิงปฏิสัมพันธ์ 10

2.5 อินเตอร์เน็ตและเวิลด์ไวด์เว็บ 11

2.6 การทำแผนที่ผ่านอินเทอร์เน็ต 12

2.7 รูปแบบไฟล์ที่แสดงบนเว็บ 13

2.7.1 ไฟล์ภาพ 13

2.7.1.1 ไฟล์ GIF 14

2.7.1.2 ไฟล์ JPEG 15

2.7.1.3 ไฟล์ PNG 15

2.7.1.4 ไฟล์ PDF 16

2.7.1.5 ไฟล์ SVG 17

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ หน้า

2.7.2 ไฟล์ภาพเคลื่อนไหว 17
2.7.2.1 ไฟล์ Animated GIF 17
2.7.2.2 ไฟล์ SWF 18
2.7.2.3 ไฟล์ VRML 18
2.7.3 ไฟล์ภาพยนต์ 19
2.7.3.1 ไฟล์เอวีไอ 19
2.7.3.2 ไฟล์เอ็มเปก 20
2.7.3.3 ไฟล์ควิกไทม์ 20
2.8 ระบบแม่ข่ายแผนที่ (Map server) 20
2.9 ชนิดของแม่ข่ายแผนที่ 21
2.9.1 แม่ข่ายแผนที่แบบเวกเตอร์ 21
2.9.2 แม่ข่ายแผนที่แบบราสเตอร์ 22
2.10 ซอฟแวร์รหัสเปิด 23
2.11 นิยามของซอฟต์แวร์รหัสเปิด 23
2.11.1 เผยแพร่ได้อย่างเสรี 23
2.11.2 ซอร์สโคด 23
2.11.3 งานดัดแปลง 24
2.11.4 ความสมบูรณ์ในซอร์สโคดของผู้เขียน 24
2.11.5 ไม่เลือกปฏิบัติเพื่อกีดกันบุคคลหรือกลุ่มใดๆ 24
2.11.6 ไม่เลือกปฏิบัติเพื่อกีดกันกิจการในสาขาใดๆ 24
2.11.7 การเผยแพร่ของสัญญา 24
2.11.8 สัญญาต้องไม่เจาะจงจำเพาะผลิตภัณฑ์อันใดอันหนึ่ง 25
2.11.9 สัญญาจะต้องผูกพันถึงซอฟต์แวร์อื่นในสื่อเดียวกัน 25
2.11.10 สัญญาที่เข้าข่ายและการรับรอง 25
2.12 มินเนโซต้า แมพเซิร์ฟเวอร์ 25
2.13 ความสามารถในการทำงานร่วมกับข้อมูลแบบเวกเตอร์ 26
2.14 ความสามารถในการทำงานร่วมกับข้อมูลแบบราสเตอร์ 27
2.15 การทำไทลบนข้อมูลราสเตอร์ 29
2.16 การทำพีรามิดบนข้อมูลราสเตอร์ 30

บทที่ หน้า

2.17 ข้อมูลโมดิส 32

2.18 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 38

3 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย 41

3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย 41

3.2 การติดตั้งแม่ข่ายแผนที่ 41

3.3 การออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้งาน 45

3.4 การสร้างแผนที่ชุด 45

3.5 การสร้างภาพเคลื่อนไหว 49

3.5.1 เทคนิค Animated GIF 49

3.5.2 เทคนิค SWF 49

3.5.3 เทคนิค CSS+Java Scripts 49

3.6 บูรณาการเทคนิควิธีการสร้างภาพเคลื่อนไหวกับแม่ข่ายแผนที่ 49

4 ผลการศึกษา 50

4.1 การนำเสนอข้อมูลปริภูมิผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต 50

4.1.1 การนำเสนอข้อมูลเวกเตอร์ 50

4.1.2 การนำเสนอข้อมูลราสเตอร์ 53

4.2 การสร้างแผนที่ชุด 55

4.3 การสร้างภาพเคลื่อนไหว 59

4.4 การบีบอัดข้อมูลภาพ 60

4.5 การบูรณาการแผนที่พลวัต 66

5 สรุปผลการศึกษา 68

5.1 สรุปผล 68

5.1.1 การนำเสนอข้อมูลปริภูมิผ่านเครือข่าย 68

5.1.2 เทคนิคการสร้างภาพเคลื่อนไหว 68

5.1.3 การนำเข้าข้อมูลดาวเทียมโมดิสมาใช้งาน 69

5.1.4 การสร้างแผนที่พลวัตผ่านเครือข่าย 69

5.2 ปัญหาและอุปสรรค 70

5.2.1 การแสดงผลภาษาไทย 70

5.2.2 การแสดงผลบนบราวเซอร์ 70

บทที่ หน้า

5.2.3 ซอฟต์แวร์รหัสเปิด 70

5.2.4 ความสามารถของซอฟต์แวร์รหัสเปิด 70

5.3 ข้อเสนอแนะ 71

5.3.1 ข้อมูลอธิบายข้อมูล 71

5.3.2 การแสดงผลบนบราวเซอร์ 71

5.3.3 ข้อมูลตัวอย่าง 71

5.3.4 ระบบให้บริการโมดิส 71

5.3.5 การแสดงแผนที่พลวัต 72

5.3.6 การสนับสนุนการใช้งานซอฟต์แวร์รหัสเปิด 72

รายการอ้างอิง 73

บรรณานุกรม 76

ภาคผนวก 78

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 83

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตาราง หน้า

ตารางที่ 2.1 แสดงจำนวนช่วงคลื่นและรายละเอียดเชิงพื้นที่ 32

ตารางที่ 2.2 แสดงข้อมูลทางเทคนิคของเครื่องมือวัดโมดิสในการรับช่วงคลื่น 32

ตารางที่ 2.3 แสดงคุณลักษณะของดาวเทียม เทอรา 35

ตารางที่ 2.4 แสดงคุณลักษณะของดาวเทียม อาคัว 36

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแต่ละเทคนิคการสร้างภาพเคลื่อนไหว 59

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการหาค่า e_{RMS} และ e_{SNR} 61

ตารางที่ 4.3 แสดงการจำแนกคุณภาพการมองเห็น Television Allocations Study Organization Rating Scale 64

ตารางที่ 4.2 แสดงการเปรียบเทียบ ภาพเจเปก ที่คุณภาพการบีบอัดต่างกัน 65

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

ภาพประกอบ หน้า

รูปที่ 2.1 แสดงการเปรียบเทียบขั้นตอนการทำแผนที่แบบเดิมและการทำแผนที่แบบดิจิตัล 9
รูปที่ 2.2 การจำแนกแผนที่บนเว็บ 12
รูปที่ 2.3 แสดงภาพในรูปแบบไฟล์จิฟ และไฟล์จิฟรูปกราฟฟิก 14
รูปที่ 2.4 แสดงตัวอย่างภาพถ่ายในรูปแบบไฟล์เจเปกที่ได้จากกล้องดิจิตอล 15
รูปที่ 2.5 แสดงตัวอย่างไฟล์แบบปิง และไฟล์แบบจิฟ 16
รูปที่ 2.6 แสดงตัวอย่างการแสดงผลของไฟล์ เอนินเมทจิฟ 17
รูปที่ 2.7 แสดงตัวอย่างภาพไฟล์ วีอาร์เอ็มแอล 19
รูปที่ 2.8 แสดงการทำงานของระบบแม่ข่ายแผนที่ 21
รูปที่ 2.9 แสดงการทำงานของแม่ข่ายแผนที่แบบเวกเตอร์ 21
รูปที่ 2.10 แสดงการทำงานของแม่ข่ายแผนที่แบบราสเตอร์ 22
รูปที่ 2.11 แสดงการจำลองการแบ่งย่อยข้อมูลราสเตอร์ 30
รูปที่ 2.12 แสดงการจำลองการลดขนาดของข้อมูลราสเตอร์ 31
รูปที่ 2.13 แสดงพื้นที่ให้บริการข้อมูลภาพดาวเทียมโมดิส 37
รูปที่ 2.14 แสดงแผนที่พลวัต ที่ใช้เทคนิคซอคเวฟแฟลช ในการนำเสนอของ
โครงการ Timemap 39
รูปที่ 2.15 แสดงแผนที่พลวัต ที่ใช้เทคนิคจาวา ในการนำเสนอของโครงการ Timemap 39
รูปที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการติดตั้งเพื่อให้เครื่องคอมพิวเตอร์มีความสามารถเป็นแม่ข่ายแผนที่ 42
รูปที่ 3.2 แสดงการเรียงลำดับข้อมูล ของแมพไฟล์เพื่อการแสดงผล 43
รูปที่ 3.3 แสดงตัวอย่าง แมพไฟล์ เพื่อแสดงขอบเขตประเทศไทย 43
รูปที่ 3.4 แสดงตัวอย่างการทดสอบการแสดงผลข้อมูลปริภูมิผ่านแม่ข่ายแผนที่ 44
รูปที่ 3.5 แสดงโครงร่างการออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้งาน 45
รูปที่ 3.6 แสดงการเลือกสร้างแผนที่ชุด 46
รูปที่ 3.7 แสดงกระบวนการเลือกเลือกโฟล์ดเดอร์จัดเก็บแผนที่ชุด 47
รูปที่ 3.8 แสดงขั้นตอนการสร้างแผนที่ชุดและการจัดเก็บ 48
รูปที่ 4.1 แสดงผลการทดสอบการเรียกใช้ แม่ข่ายแผนที่ผ่านทางซีจีไอ 50
รูปที่ 4.2 แสดงผลลัพธ์ของการแสดงข้อมูลเวกเตอร์ผ่านทาง ซีจีไอ 51
รูปที่ 4.3 แสดงผลการเรียกแสดงข้อมูลเวกเตอร์ผ่านทางส่วนติดต่อผู้ใช้ 52
รูปที่ 4.4 แสดงขยายแผนที่เพื่อดูรายละเอียดข้อมูลเวกเตอร์ในบริเวณที่สนใจได้ 53

บทที่ หน้า

รูปที่ 4.5 แสดงผลการแสดงข้อมูลราสเตอร์ ผ่านทางแม่ข่ายแผนที่ 54
รูปที่ 4.6 แสดงการซ้อนทับของข้อมูลเวกเตอร์บนข้อมูลราสเตอร์ผ่านทางแม่ข่ายแผนที่ 54
รูปที่ 4.7 แสดงตัวอย่างการเลือกตำแหน่งและชั้นข้อมูลที่ต้องการเพื่อนำไปสร้างเป็นแผนที่ชุด 55
รูปที่ 4.8 แสดงหน้าต่างที่ผู้ใช้งานเลือกข้อมูลดาวเทียม เพื่อสร้างเป็นแผนที่ชุด 56
รูปที่ 4.9 แสดงข้อมูลใน โฟล์เดอร์ Dynatemp1 ก่อนสร้างแผนที่ชุด 57
รูปที่ 4.10 แสดงข้อมูลใน โฟล์เดอร์ Dynatemp1 หลังสร้างแผนที่ชุด 57
รูปที่ 4.11 แสดงแผนที่ ชุดที่สร้างขึ้น จำนวน 5 ภาพ เป็นพื้นที่บริเวณเดียวกัน แต่ต่างกันที่ภาพฉากหลัง 58
รูปที่ 4.12 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนการบีบอัดและค่า RMS error 62
รูปที่ 4.13 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนการบีบอัดและค่า SNR error 62
รูปที่ 4.14 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนการบีบอัดและขนาดไฟล์ 63
รูปที่ 4.15 แสดงผลการสร้างแผนที่พลวัต 67
รูปที่ 4.16 แสดงลักษณะการเรียงลำดับการแสดงผลของแผนที่พลวัต 67
รูปที่ ก1 แสดงขณะช่วงเวลาที่สัญลักษณ์ปรากฏขึ้น ของภาพเคลื่อนไหวไม่สัมพันธ์กับเวลา 79
รูปที่ ก2 แสดงขณะช่วงเวลาที่สัญลักษณ์ปรากฏขึ้น ของภาพเคลื่อนไหวสัมพันธ์กับเวลา 79
รูปที่ ก3 แสดงขณะช่วงเวลาที่ปรากฏขึ้น ของสัญลักษณ์ 80
รูปที่ ก4 แสดงการใช้ความถี่ของการปรากฏขึ้นของสัญลักษณ์แทนเหตุการณ์ 80
รูปที่ ก5 แสดงการเปรียบเทียบใช้ความถี่ของการปรากฏขึ้นของสัญลักษณ์แทนเหตุการณ์ 80
รูปที่ ก6 แสดงการปรากฏขึ้นของสัญลักษณ์ เรียงตามลำดับ 81
รูปที่ ก7 แสดงการเปลี่ยนแปลงของสัญลักษณ์ ตาม Rate of Change 81
รูปที่ ก8 แสดงความสัมพันธ์ของสองปรากฏการในช่วงเวลาเดียวกัน 82
รูปที่ ก9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Visual Variable กับ Perceptual Property ของภาพนิ่ง 82
รูปที่ ก10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Visual Variable กับ Perceptual Property ของภาพเคลื่อนไหว 82

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ความต้องการข้อมูลปริภูมิที่มีเพิ่มมากขึ้นในปัจจุบัน ทำให้หน่วยงานที่จัดทำข้อมูลสารสนเทศปริภูมิ มีความต้องการที่จะเผยแพร่ข้อมูลสารสนเทศปริภูมิมากขึ้น โดยการเผยแพร่ข้อมูลไปยังผู้ใช้ส่วนใหญ่จะเป็นการให้บริการเรียกดูและค้นคืนข้อมูลในฐานข้อมูลสารสนเทศปริภูมิที่มีอยู่ แต่เดิมการนำเสนอข้อมูลปริภูมิ ในงานสารสนเทศปริภูมินั้นต้องอาศัยซอฟต์แวร์เฉพาะเพื่อเรียกใช้ฐานข้อมูล โดยส่วนใหญ่จะเป็นซอฟต์แวร์ที่ออกแบบสำหรับติดตั้งเฉพาะเครื่องคอมพิวเตอร์ระบบใดระบบหนึ่งโดยเฉพาะ เมื่อผู้ใช้ต้องการใช้งานที่เครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องอื่น ก็จะต้องมีซอฟต์แวร์ เดียวกันนั้นไปติดตั้งและ ต้องจัดหาระบบคอมพิวเตอร์ที่สามารถใช้งานได้กับชุดคำสั่งซอฟต์แวร์นั้น (ไพศาล และ แมน, 2544) ในปัจจุบันซอฟต์แวร์ในการเรียกดูและค้นคืนข้อมูลสารสนเทศปริภูมิ ถูกพัฒนาให้มีขีดความสามารถในการค้นหา เรียกหา หรือวิเคราะห์ข้อมูลผ่านระบบเครือข่าย ได้ซึ่งกล่าวได้ว่าเป็นการเพิ่มความสามารถในการเผยแพร่ข้อมูลที่มีประสิทธิภาพ

เวิลด์ไวด์เว็บ (World Wide Web หรือWWW) คือการให้บริการข้อสนเทศ (Information) ผ่านทางอินเทอร์เน็ต (Internet) อินเทอร์เน็ตประกอบไปด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์แบบต่างๆ จากทั่วทุกมุมโลกเชื่อมโยงกันโดยใช้โพรโตคอล (Protocol) การรับส่งข้อมูลที่เรียกว่า TCP/IP เวิลด์ไวด์เว็บนั้นเป็นระบบแม่ข่ายลูกข่าย (client/server) โดยมีเครื่องแม่ข่ายทำหน้าที่ให้บริการข้อมูลตามที่เครื่องลูกข่ายร้องข้อในรูปแบบเอกสารไฮเปอร์เท็กซ์ (Hypertext) (Swazz, 1998) ที่สามารถแสดงได้ทั้งตัวอักษร ภาพ และเสียง นับเป็นเครื่องมือที่สามารถนำมาใช้เป็นสื่อกลางในการนำเสนอข้อมูลปริภูมิผ่านเครือข่าย เนื่องจากการใช้งาน อินเทอร์เน็ตและ เวิลด์ไวด์เว็บ เป็นที่รู้จักกันโดยทั่วไปอยู่แล้วและยังใช้งานง่าย สามารถใช้งานได้ทั้งเครือข่ายภายในองค์กร (Intranet) และ เครือข่ายภายนอกองค์กรหรือ เครือข่ายอินเทอร์เน็ต

การนำเสนอแผนที่นอกจากการนำเสนอในลักษณะแผนที่ภูมิศาสตร์แล้ว ยังสามารถนำเสนอในรูปแบบอื่นได้เช่น การใช้เทคนิค การนำเสนอข้อมูลใดๆ ที่เกี่ยวพันธ์กับภูมิประเทศ โดยนำเอาข้อมูลเหล่านั้นมาประมวลผลตามวัตถุประสงค์ แล้วนำไปสร้างเป็นสัญลักษณ์แผนที่ จากนั้นนำไปซ้อนทับลงบนแผนที่ฐาน ตามตำแหน่งที่ตั้งของข้อมูลเหล่านั้น เรียกแผนที่ชนิดนี้ว่า แผนที่เฉพาะเรื่อง (Thematic Map) แผนที่เฉพาะเรื่องยังแบ่งย่อยได้เป็นแผนที่เฉพาะเรื่องเชิงคุณภาพ (Qualitative Thematic Map) และแผนที่เฉพาะเรื่องเชิงปริมาณ (Quantitative Thematic Map)

อีกเทคนิคหนึ่งที่ทำให้เห็นการเปลี่ยนแปลงของข้อสนเทศในแผนที่ได้อย่างชัดเจน คือการนำภาพเคลื่อนไหวมาช่วยในการนำเสนอแผนที่ เรียกแผนที่พลวัต (Dynamic map) จุดมุ่งหมายของการทำแผนที่พลวัต คือการแสดงให้เห็นถึงความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ณ ตำแหน่งนั้นๆ โดยความเปลี่ยนแปลงนั้นแบ่งออกเป็นความเปลี่ยนแปลงที่สัมพันธ์กับเวลา (Temporal Dynamic Map) และไม่สัมพันธ์กับเวลา (Non Temporal Dynamic Map) แผนที่พลวัตส่วนใหญ่แสดงความเปลี่ยนแปลงสัมพันธ์เวลา เช่นแผนที่แสดงการเพิ่มขึ้นของประชากร แผนที่แสดงการระบาดของโรคในปศุสัตว์ ส่วนแผนที่พลวัตที่แสดงความเปลี่ยนแปลงไม่สัมพันธ์กับเวลาก็สามารถทำได้ตัวอย่างเช่น การแสดงภาพเคลื่อนไหว การวางนัยทั่วไปของข้อมูล (Data Generalization) หรือภาพเคลื่อนไหวของการจำแนกรายละเอียดข้อมูล (Data Classification)

ในการขยายผล ระบบซอฟต์แวร์ ที่ใช้เพื่อให้บริการเผยแพร่ข้อมูลผ่านระบบเครือข่ายนั้นส่วนใหญ่ เป็นซอฟต์แวร์ เพิ่มเติม จากซอฟต์แวร์สารสนเทศปริภูมิเดิม ซึ่งทำให้ต้องมีงบประมาณในการจัดหาผู้ใช้ต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น เพื่อให้สามารถนำเสนอข้อมูลปริภูมิ ผ่านระบบเครือข่ายได้ซึ่งกล่าวได้ว่าเป็นอุปสรรคสำคัญในการเผยแพร่สารสนเทศปริภูมิเช่นกัน ทางหนึ่งที่ช่วยลดการใช้ซอฟต์แวร์สำเร็จรูปจากต่างประเทศที่มีราคาสูง คือ การใช้ซอฟต์แวร์รหัสเปิด (Open Source software) ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ที่ไม่ต้องเสียค่าลิขสิทธิ์ เป็นการประยุกต์ใช้ พัฒนาต่อยอดเทคโนโลยีและสนับสนุนการพัฒนานวัตกรรมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตสินค้าและบริการ (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2545)

การวิจัยครั้งนี้จึงเป็นการทดลองพัฒนาเทคนิคการนำเสนอข้อมูลปริภูมิผ่านเครือข่ายด้วยซอฟต์แวร์รหัสเปิด โดยเน้นที่การสร้างเป็นแผนที่พลวัตที่สัมพันธ์เวลา ที่ผู้ใช้สามารถกำหนดพื้นที่และจำนวนภาพในช่วงเวลาต่างๆกันเพื่อสร้างเป็นแผนที่พลวัตได้เอง ผ่านทางเวิลด์ไวด์เว็บ เพื่อเป็นแนวทางในการเผยแพร่ข้อมูลปริภูมิ ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.2 วัตถุประสงค์งานวิจัย

1.2.1 ศึกษาเทคนิค การนำเสนอข้อมูลปริภูมิ โดยเฉพาะในรูปแบบของแผนที่พลวัตสัมพันธ์เวลา

1.2.2 วิเคราะห์ขีดความสามารถและข้อจำกัด ของเทคนิคการนำเสนอ แผนที่พลวัตสัมพันธ์เวลา

1.2.3 ศึกษาการนำข้อมูลจากดาวเทียม โมดิส (MODIS) มาใช้สร้างแผนที่พลวัตสัมพันธ์เวลา

1.2.4 ศึกษาและพัฒนาซอฟต์แวร์รหัสเปิด เพื่อใช้ในการนำเสนอข้อมูลปริภูมิผ่านเครือข่าย

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 เทคนิคการนำข้อมูลปริภูมิในงานสารสนเทศ มานำเสนอผ่านเครือข่าย

1.3.1.1 นำเสนอข้อมูลปริภูมิ (จุด เส้น และพื้นที่)ในรูปแผนที่ผ่านเครือข่าย โดยใช้ข้อมูลในรูปแบบ Shape file

1.3.1.2 ศึกษาเทคนิคการนำเสนอแผนที่พลวัต 3 วิธี คือ

1.3.1.2.1 เทคนิค Animated GIF

1.3.1.2.2 เทคนิค Shockwave Flash

1.3.1.2.3 เทคนิคการใช้ CSS (Cascading Style Sheets)+Java scripts

1.3.1.3 นำเสนอในรูปแผนที่พลวัต ผ่านเครือข่าย โดยใช้ข้อมูล High temporal resolution จากข้อมูลดาวเทียม โมดิส

1.3.2 ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

1.3.2.1 ข้อมูลแผนที่ ใช้ข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:250,000

1.3.2.2 ข้อมูลดาวเทียม ใช้ภาพดาวเทียม โมดิส พื้นที่ครอบคลุมบริเวณประเทศไทย และประเทศเพื่อนบ้านบางส่วน

1.3.3 วิเคราะห์ขีดความสามารถและข้อจำกัดของเทคนิคที่ใช้ในการนำเสนอข้อมูลปริภูมิผ่านเครือข่าย เพื่อเลือกใช้ในการสร้างแผนที่พลวัต

1.3.4. ศึกษาและพัฒนาซอฟต์แวร์รหัสเปิด สำหรับนำเสนอข้อมูลปริภูมิผ่านเครือข่ายเวิลด์ไวด์เว็บ โดยผ่านทาง เว็บบราวเซอร์

1.4 ข้อตกลงเบื้องต้น

1.4.1 ข้อมูลแผนที่ฐานที่ใช้นำเสนอเป็นข้อมูลทุติยภูมิ มิได้จัดสร้างขึ้นใหม่รายละเอียดความถูกต้องของข้อมูลขึ้นอยู่กับความถูกต้องของข้อมูลต้นฉบับ

1.4.2 ซอฟต์แวร์รหัสเปิด หมายถึงซอฟต์แวร์ที่ไม่มีค่าลิขสิทธิ์ ผู้ใช้งานสามารเข้าถึงซอร์สโคดสามารถสำเนา แจกจ่าย ดัดแปลงแก้ไขให้เข้ากับการทำงาน และยังสามารถเผยแพร่ ผลงานที่ดัดแปลงเหล่านั้นต่อไปได้ (สัมพันธ์ ระรื่นรมย์, 1992.)

1.4.2.1 ซอฟต์แวร์สำหรับทำหน้าที่จัดการข้อมูล สร้างส่วนติดต่อแม่ข่ายแผนที่กับเครื่องลูกข่าย เลือกใช้ โปรแกรม พีเอชพี (PHP) เวอร์ชัน 4 และ Java script

1.4.2.2. ซอฟต์แวร์สำหรับทำหน้าที่ ให้บริการข้อมูลแผนที่ หรือทำหน้าที่เป็นแม่ข่ายแผนที่ เลือกใช้ โปรแกรม มินเนโซต้าแมพเซิร์ฟเวอร์ (Minnesota MapServer)

1.4.3 ซอฟต์แวร์สำหรับสร้างแผนที่พลวัต ใช้ซอฟต์แวร์ในกลุ่มซอฟต์แวร์รหัสเปิดและซอฟต์แวร์ฟรี ในการสร้างแผนที่พลวัต

1.4.3.1 ซอฟต์แวร์สำหรับทำหน้าที่ เรียกใช้ เว็บเพจแบบซีจีไอ ใช้โปรแกรม cURL

1.4.3.2 ซอฟต์แวร์สำหรับทำหน้าที่ แปลงภาพจาก GIF ไปเป็น Jpeg ใช้โปรแกรม ImageMagicK

1.4.3.3 ซอฟต์แวร์สำหรับทำหน้าที่ สร้างเป็นภาพเคลื่อนไหวในรูปแบบ SWF ใช้โปรแกรมเสริมสำหรับ พีเอชพี คือ Ming Extension

1.4.4 ระบบปฏิบัติการของคอมพิวเตอร์ เป็นระบบปฏิบัติการวินโดว์ (Windows) ซอฟต์แวร์ทุกชนิดที่เลือกใช้ในการวิจัย ทำงานบนระบบปฏิบัติการวินโดว์

1.4.5 เว็บเซิฟเวอร์ ใช้ซอฟต์แวร์ในการจำลองเครื่องคอมพิวเตอร์เป็นแม่ข่ายให้บริการข้อมูลผ่านทาง เว็บบราวเซอร์

1.4.6 ข้อมูล High temporal resolution ใช้ข้อมูลดาวเทียม โมดิส โดยภาพที่นำมาใช้เป็นภาพที่ได้ผ่านการปรับแก้ค่าต่างๆ เรียบร้อยแล้ว ความถูกต้องของข้อมูลถือตามแหล่งที่มาของข้อมูล

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ทราบถึงเทคนิคต่างๆและวิธีการนำเสนอ ข้อมูลปริภูมิผ่านเครือข่าย โดยใช้ซอฟต์แวร์รหัสเปิด

1.5.2 ผู้ใช้งานสามารถสร้างแผนที่พลวัต ที่กำหนดบริเวณและช่วงเวลาโดยผู้ใช้ผ่านเครือข่ายได้ โดยผู้ใช้หลายคนสามารถเรียกดูและค้นคืนข้อมูลได้จากต่างสถานที่ในเวลาเดียวกัน

1.5.3 ทราบถึงปัญหา ข้อจำกัด และแนวปฏิบัติ สำหรับการพัฒนาและบูรณาการ ในการใช้ซอฟต์แวร์รหัสเปิด เพื่อการนำเสนอข้อมูลปริภูมิผ่านเครือข่าย ในแนวทางอื่น

1.5.4 เพื่อเป็นทางเลือกในการนำเสนอข้อมูลปริภูมิผ่านเครือข่าย นอกเหนือจากการใช้ซอฟต์แวร์สำเร็จรูปทางพาณิชย์

1.5.5 เป็นการส่งเสริม และเผยแพร่ การใช้งานซอฟต์แวร์รหัสเปิด สำหรับงานสารสนเทศให้แพร่หลายในประเทศไทย

1.6 วิธีดำเนินการวิจัย

1.6.1 การจัดทำแผนที่ฐานเพื่อการนำเสนอ

เป็นการนำข้อมูลปริภูมิ จากการทำงานทางด้านสารสนเทศปริภูมิ มาประกอบเป็นแผนที่ฐานและนำเสนอผ่านเครือข่าย โดยข้อมูลแบบเวกเตอร์ในรูปแบบของ อีเอสอาร์ไอ เชฟไฟล์ (ESRI Shapefile) และข้อมูลแบบราสเตอร์ ใช้รูปแบบของ TIFF หรือ GeoTIFF ขั้นตอนนี้เป็นการศึกษาการทำงานของซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการนำเสนอข้อมูลปริภูมิผ่านเครือข่าย ตั้งแต่การติดตั้ง การใช้งาน การเตรียมข้อมูล ข้อจำกัดของโปรแกรม เพื่อการเตรียมการในขั้นตอนต่อไป ตลอดจนศึกษาขีดความสามารถและข้อจำกัดของโปรแกรม

1.6.2 การนำเสนอข้อมูลปริภูมิ (จุด เส้น และพื้นที่) ในรูปแผนที่

เป็นการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ขึ้นจากซอฟต์แวร์รหัสเปิด เพื่อช่วยประกอบข้อมูลปริภูมิ อันประกอบไปด้วยข้อมูลแบบจุด เส้น พื้นที่ และ ข้อมูลภาพ นำเสนอในลักษณะแผนที่ โดยแบ่งข้อมูลเป็นชั้นข้อมูล ผู้ใช้สามารถเลือกให้แสดงหรือไม่แสดง ได้

1.6.3 การสร้างแผนที่พลวัต

เป็นการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อสร้างชุดของแผนที่ภาพนิ่งของข้อมูลอรรถาธิบายในช่วงเวลาที่ต่างกัน แล้วนำมาสร้างเป็นภาพเคลื่อนไหวแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลกับช่วงเวลา โดยใช้เทคนิคต่างๆ 3 เทคนิคในการสร้าง ได้แก่ เทคนิค Animated GIF เทคนิค SWF และเทคนิค CSS+Java scripts

1.6.4 วิเคราะห์ขีดความสามารถและข้อจำกัดของเทคนิค

เป็นการเปรียบเทียบขีดความสามารถและข้อจำกัดของแต่ละเทคนิคที่ใช้สร้างแผนที่พลวัต โดยพิจารณาถึงขนาดของไฟล์ ช่วงเวลาแสดงผล และความยุ่งยากในการสร้าง เพื่อเลือกเทคนิคที่เหมาะสมที่สุด เพื่อนำไปใช้ในการนำเสนอต่อไป

1.6.5 การสร้างส่วนติดต่อกับผู้ใช้แผนที่พลวัต

เป็นการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ทำงานผ่านเครือข่าย โดยอาศัยเว็บบราวเซอร์เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถกำหนด เงื่อนไขในการสร้างแผนที่พลวัต เช่น พื้นที่ จำนวนของข้อมูลที่ต้องการ ช่วงเวลาของข้อมูลที่ต้องการ

1.6.6 ศึกษาและพัฒนาซอฟต์แวร์รหัสเปิด นำเสนอผ่านเครือข่าย

เป็นการนำผลที่ได้จากการสร้างแผนที่ด้วยซอฟต์แวร์รหัสเปิด สามารถนำเสนอผ่านเครือข่าย เพื่อใช้ในการนำเสนอข้อมูลแผนที่ฐาน และแผนที่พลวัตผ่านเครือข่าย โดยนำเสนอผ่านทาง เวิลด์ไวด์เว็บ โดยทดสอบทั้งภายในองค์กร และภายนอกองค์กร

บทที่ 2

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 แผนที่

มนุษย์รู้จักและใช้แผนที่มาตั้งแต่โบราณแล้ว ทั้งใช้ในการดำรงชีพ การวางแผน การปกครอง ตลอดจนการรบ และการป้องกันประเทศ ในปัจจุบันมีการใช้แผนที่เพิ่มมากขึ้น แผนที่จึงเข้ามามีบทบาทในการดำเนินกิจการของงานแทบทุกแขนง ได้มีผู้ให้คำจำกัดความของคำว่า “แผนที่” ไว้หลากหลายคำจำกัดความด้วยกัน

พ.อ. พินิจ ถาวรกุล (2525) ให้ความหมายของแผนที่ว่า “แผนที่ คือสิ่งซึ่งมนุษย์สร้างขึ้นเพื่อแสดงลักษณะของพื้นผิวพิภพ และสิ่งที่ปรากฏอยู่บนพื้นผิวพิภพ ทั้งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและที่มนุษย์สร้างขึ้นทั้งหมด หรือเพียงบางส่วนโดยแสดงไว้บนแผ่นวัสดุที่เลือกสรรแล้ว ด้วยการย่อให้มีขนาดเล็กลงตามอัตราส่วนที่พึงประสงค์ให้คงรักษารูปร่างลักษณะที่คล้ายของจริงไว้หรือใช้สัญลักษณ์ทดแทน”

ทวี และคณะ (2533) ได้ให้ความหมายของแผนที่ว่า “แผนที่ คือ สิ่งที่แสดงลักษณะภูมิประเทศของผิวโลกทั้งที่เป็นอยู่ตามธรรมชาติและส่วนที่มนุษย์ปรุงแต่งขึ้น โดยนำมาแสดงในพื้นราบจะเป็นกระดาษหรือวัตถุอย่างใดอย่างหนึ่งที่แบนด้วยการย่อส่วนให้เล็กลงตามขนาดที่ต้องการ ซึ่งต้องอาศัยเครื่องหมาย สัญลักษณ์ ทิศทาง มาตราส่วน และสิ่งอื่นๆ ที่ทำให้การอ่านลักษณะภูมิประเทศได้ถูกต้องและแม่นยำยิ่งขึ้น”

จากพจนานุกรมของเว็บสเตอร์ (Merriam-Webster,2004) ได้ให้คำจำกัดความแผนที่ว่า “แผนที่ คือ สิ่งซึ่งแสดงลักษณะพื้นผิวของโลกทั้งหมดหรือเพียงบางส่วน หรือแสดงลักษณะทรงกลมฟ้าทั้งหมดหรือบางส่วน โดยทั่วไปแสดงบนกระดาษหรือวัสดุอื่น”

Raisz (1948) ได้ให้คำจำกัดความแผนที่ว่า “แผนที่ คือ แผ่นภาพที่แสดงภาพวาดหรือสัญลักษณ์ของสิ่งที่เลือกสรรแล้ว โดยย่อขนาดด้วยมาตราส่วนลงอย่างมาก จากข้อมูลปริภูมิในพื้นที่ขนาดใหญ่โดยทั่วไปหมายถึงพื้นผิวพิภพ”

ทั่วไปแล้วแผนที่ประกอบด้วย ที่ตั้ง และข้อมูลประกอบ โดย ที่ตั้งหมายถึงตำแหน่งใน สองมิติ เช่น พิกัด X, Y ส่วนข้อมูลประกอบ หมายถึง คุณลักษณะหรือขนาด เช่น อุณหภูมิ ความสูง หรือ ชื่อหมู่บ้าน โดยมีจุดมุ่งหมายที่จะเก็บรายละเอียดของภูมิประเทศ ให้อยู่ในรูปแบบปริภูมิ

2.2 การทำแผนที่

เทคนิคการทำแผนที่มีการพัฒนาเรื่อยมาจากอดีต มีการใช้วัสดุที่หาได้ในแต่ละท้องถิ่นไม่ว่าจะเป็นดินเหนียว เปลือกหอย ก้านมะพร้าว หนังสัตว์ แผ่นหิน และอื่นๆ มาทำเป็นแผนที่ ต่อมามีการศึกษาเกี่ยวกับการรังวัดมากขึ้น วิวัฒนาการของการทำแผนที่เจริญขึ้น มีการค้นพบวิธีการพิมพ์และการแกะสลักแม่พิมพ์ อีกทั้งการพิมพ์แบบสอดสี วัสดุที่ใช้ทำแผนที่ก็เปลี่ยนมาใช้วัสดุจำพวกกระดาษแทนที่หนังสัตว์ เมื่อเทคโนโลยีพัฒนาสูงขึ้นมนุษย์รู้จักการใช้เครื่องบิน มีการใช้การถ่ายรูปทางอากาศผลผลิตที่ได้เรียกภาพถ่ายทางอากาศ ซึ่งภาพถ่ายทางอากาศ สามารถทำแผนที่ได้ แม้แต่พื้นที่ที่ไม่สามารถเข้าถึงทางภาคพื้นดินได้ ก็สามารถมองเห็นได้ในภาพถ่ายทางอากาศ สามารถสร้างเป็นแผนที่ได้โดยไม่ต้องเข้าไปสัมผัสพื้นดินเลย วิธีการใช้ภาพถ่ายทางอากาศมาทำเป็นแผนที่นี้เฟื่องฟูมากในช่วงสงครามโลกครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 และยังมีการใช้เรื่อยมาจนถึงปัจจุบันเพราะยังคงเป็นวิธีการทำแผนที่ได้รวดเร็วและที่ให้รายละเอียดทางภูมิศาสตร์ได้ดี วิธีการสมัยใหม่ในปัจจุบันมีการใช้เทคโนโลยีทางดาวเทียม ดาวเทียมสามารถบันทึกภาพได้แม้รายละเอียดของภาพยังไม่ดีเทียบเท่ากับภาพถ่ายทางอากาศ แต่ความสามารถของดาวเทียมในการบันทึกภาพมีการพัฒนาให้มีรายละเอียดของภาพดีขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งปัจจุบันสามารถให้รายละเอียดได้ต่ำกว่า 1 เมตร และได้นำความรู้ในสาขา รีโมทเซนซิ่ง (Remote Sensing) คอมพิวเตอร์และอุปกรณ์การสำรวจที่มีความละเอียดสูง มาประกอบการทำแผนที่ ทำให้ได้แผนที่ที่มีคุณภาพสูงในเวลาอันรวดเร็ว (ชูศักดิ์ คงคานนท์ , 2537: 13-28) ข้อมูลจากแหล่งต่างๆ ถูกรวบรวมประมวลผล และวิเคราะห์เพื่อสร้างเป็นแผนที่ในรูปแบบดิจิตอล ข้อมูลเชิงตัวเลขถูกเก็บในคอมพิวเตอร์สามารถแสดงบนจอภาพ หรือส่งผ่านเข้ากระบวนการ พิมพ์แผนที่ ได้สะดวก และรวดเร็วขึ้น การแก้ไขปรับปรุงแผนที่ทำได้ง่ายกว่าอดีต และจากการที่แผนที่สามารถสร้างได้ง่ายขึ้นรวดเร็วสามารถสร้างแผนที่ได้ตรงจุดประสงค์การใช้งานของผู้ใช้แผนที่ ความต้องการในการใช้แผนที่จึงเพิ่มขึ้นมาในปัจจุบัน บทบาทของการทำแผนที่จึงเปลี่ยนไปจากการสร้างแผนที่ตามความต้องข้อมูลที่มีไปเป็นการสร้างแผนที่ตามความต้องการของผู้ใช้งาน

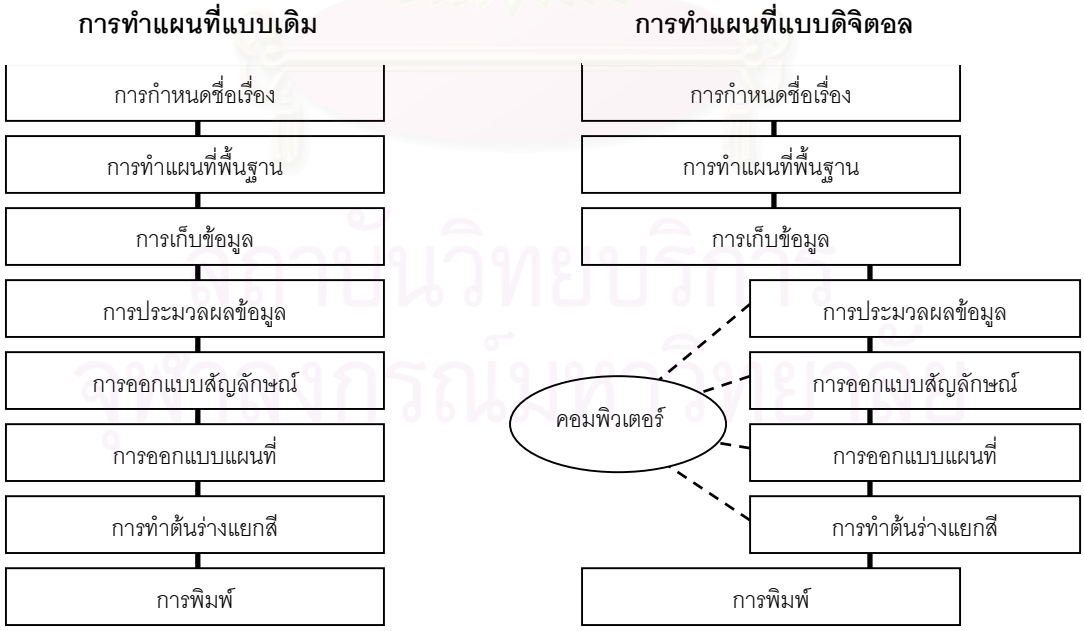
2.3 การทำแผนที่แบบเดิม และแผนที่แบบดิจิตอล

การทำแผนที่แบบเดิมเป็นการแปลงข้อมูลปริภูมิไปสู่แผนที่ลายเส้น ซึ่งมีกระบวนการทำงานหลายขั้นตอน ตั้งแต่ การกำหนดชื่อเรื่อง การทำแผนที่พื้นฐาน การเก็บข้อมูล การประมวลผลข้อมูล การออกแบบสัญลักษณ์ การออกแบบแผนที่ การทำต้นร่างแยกสี และงานพิมพ์ ขั้นตอน

เหล่านี้ถ้าเป็นการทำงานด้วยมือ จะต้องใช้เวลา และค่าใช้จ่ายมาก ผลลัพธ์ที่ได้ ข้อมูลในแผนที่อาจล่าช้าไม่ทันสมัย ถ้ามีการแก้ไข กระบวนการจะต้องย้อนกลับไปทำตามขั้นตอนต่างๆ ซึ่งไม่ยืดหยุ่นในการทำงาน

ส่วนการทำแผนที่แบบดิจิตอลจะมีความยืดหยุ่นมากกว่า เนื่องจากงานส่วนใหญ่อยู่บนคอมพิวเตอร์ ผู้สร้างแผนที่สามารถ จัดการข้อมูลปริภูมิ ไม่ว่าจะเป็นการลด หรือเพิ่มข้อมูลรวมไปถึงการแก้ไขข้อมูลสามารถทำได้ง่าย การจัดแต่งภาพต่างๆในแผนที่ รวมไปถึงการทำสัญลักษณ์และการปรับแต่ง โดยมีแนวคิดที่ แยกข้อมูลที่เหมือนกันหรือจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน ไว้ในชั้นข้อมูลเดียวกัน ดังนั้นการสร้างแผนที่จะเป็นการซ้อนทับกันของชั้นข้อมูลต่างๆ ด้วยวิธีนี้ทำให้สามารถสร้างแผนที่ได้ในหลายๆรูปแบบ จากข้อมูลปริภูมิชุดเดียวกัน ยังผลให้สามารถสร้างแผนที่ได้ตรงตามวัตถุประสงค์ของผู้ใช้งาน และยังสามารถแสดงได้ทั้งในจอภาพ และงานพิมพ์ได้

อย่างไรก็ตามเป้าหมายหลักของทั้งการทำแผนที่แบบเดิมและการทำแผนที่แบบดิจิตอลคือการผลิตแผนที่เฉพาะเรื่องบนสิ่งพิมพ์ต่างๆ ดังรูปที่ 2.1 จะเห็นว่าทั้งสองวิธี มีผลผลิตเหมือนกัน แตกต่างกันที่วิธีจัดการข้อมูลปริภูมิ การทำแผนที่ร่าง การวางตำแหน่ง การออกแบบสัญลักษณ์ต่างๆ ข้อดีของการทำแผนที่แบบดิจิตอลคือมีความสะดวกในการแก้ไข ดัดแปลง หรือทำซ้ำได้ง่าย ใช้เวลาทำงานน้อยกว่าการทำแผนที่แบบเดิม



รูปที่ 2.1 แสดงการเปรียบเทียบขั้นตอนการทำแผนที่แบบเดิมและการทำแผนที่แบบดิจิตอล

2.4 การทำแผนที่เชิงปฏิสัมพันธ์

เทคโนโลยีดิจิตอลไม่ได้ใช้ประโยชน์เฉพาะงานออกแบบแผนที่ และงานผลิตแผนที่เท่านั้น แต่ยังสามารถใช้สำหรับงานพิมพ์ งานแจกจ่าย และงานใช้แผนที่ได้อีกด้วย โดยข้อมูลแผนที่ดิจิตอล จะถูกนำไปใช้เป็นส่วนหนึ่งของการผลิตแผนที่ในระบบมัลติมีเดีย อาจเรียกเป็น แผนที่อิเล็กทรอนิกส์ หรือแผนที่แบบโต้ตอบได้ แผนที่เชิงปฏิสัมพันธ์มีความแตกต่างจากแผนที่แบบเดิม คือแผนที่เชิงปฏิสัมพันธ์ถูกออกแบบมาโดยมีจุดประสงค์หลักสำหรับการแสดงผลบนจอภาพเป็นหลัก ไม่ใช่สำหรับงานพิมพ์ ในการทำแบบจำลองแผนที่แบบนี้ การมองเห็นข้อมูลปริภูมิถือเป็นศูนย์กลาง และรูปและลายเส้นต่างๆ ถือเป็นส่วนสำคัญในองค์ประกอบของการทำแผนที่อิเล็กทรอนิกส์ แผนที่เชิงปฏิสัมพันธ์รองรับ การผสมผสานของข้อมูลที่ต่างเวลากัน ภาพเคลื่อนไหว หรือเสียงได้เป็นอย่างดี จุดเด่นของแผนที่แบบนี้คือสามารถกระทำการบางอย่างได้กับข้อมูลผ่านตัวควบคุมที่ได้ออกแบบไว้ เช่นการกำหนดการแสดงของชั้นข้อมูล การกำหนดชื่อบนภาพ เป็นต้น เนื่องจากผู้ใช้จะเป็นคนกำหนดการแสดงผล ในส่วนต่างๆของแผนที่เอง จึงเปรียบเสมือนผู้ใช้เป็นนักทำแผนที่ บนแผนที่เชิงปฏิสัมพันธ์ได้ ตัวอย่างเช่นแผนที่แนะนำสถานที่ท่องเที่ยว จะเริ่มต้นด้วยภาพรวมของแผนที่แสดงเขตคร่าวๆ อาจเป็นรูปแผนที่ประเทศไทย เมื่อผู้ใช้สนใจสถานที่ท่องเที่ยวในภาคเหนือ ก็เลือกทางภาคเหนือแผนที่ ก็จะขยายแสดงบริเวณเฉพาะภาคเหนือ รายละเอียดในส่วนอื่นจะเพิ่มเข้ามาเช่น ถนน หรือแม่น้ำ เมื่อผู้ใช้เลือกสถานที่ท่องเที่ยวที่สนใจ ก็มีรายละเอียดเกี่ยวกับสถานที่ท่องเที่ยวนั้นปรากฏออกมา เช่น การเดินทางไปยังสถานที่นั้น รูปภาพบริเวณสถานที่สำคัญ ตลอดจนแผนที่ละเอียดบริเวณสถานที่ท่องเที่ยวนั้นๆ อีกตัวอย่างที่สามารถแสดงถึงการโต้ตอบของแผนที่ได้ชัดเจนคือ แผนที่แสดงเส้นทางรถประจำทาง เช่นในกรุงเทพมหานคร มีรถประจำทางนับร้อยสาย หากแสดงเส้นทางเดินรถในแผนที่ภาพเดียว ย่อมเกิดความยุ่งยากสับสนแก่ผู้ใช้ได้ เมื่อเป็นแผนที่แบบโต้ตอบ แผนที่ในหน้าแรกเป็นแผนที่แสดงขอบเขตกรุงเทพมหานคร และมีสายรถประจำทางให้ผู้ใช้เลือก เมื่อเลือกสายรถประจำทางแล้ว แผนที่จะแสดงเส้นทางเดินรถปรากฏในแผนที่ หรือในทางกลับกัน สามารถหาสายรถประจำทางที่ผ่านบริเวณที่ผู้ใช้กำหนดได้ หากมีฐานข้อมูลเกี่ยวกับสายและเส้นทางเดินรถประจำทางไว้ เหล่านี้เป็นตัวอย่างการทำงานของแผนที่เชิงปฏิสัมพันธ์ได้เป็นอย่างดี

2.5 อินเทอร์เน็ตและเวิลด์ไวด์เว็บ

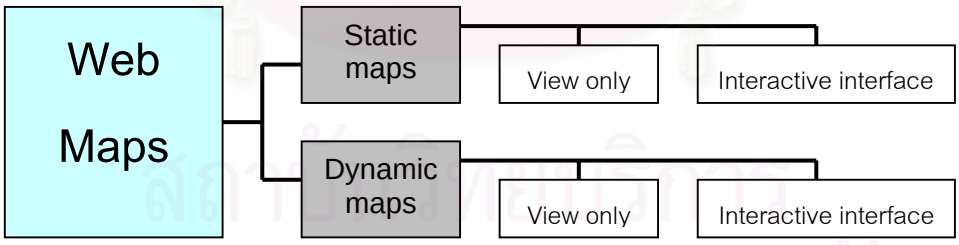
การพัฒนาอย่างก้าวกระโดดในเทคโนโลยีสาขาคอมพิวเตอร์ทำให้ คอมพิวเตอร์มีประสิทธิภาพสูงขึ้นในราคาที่ต่ำลง สามารถเป็นเจ้าของได้ง่ายขึ้น คอมพิวเตอร์จึงเข้ามามีบทบาทในการทำงานแทบทุกแขนง เมื่อคอมพิวเตอร์มีมากขึ้นข้อมูลดิจิตอลต่างๆ เพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย จึงมีความต้องการที่จะแบ่งปันหรือ เผยแพร่ เดิมใช้การคัดลอกผ่านสื่อกลางเช่นแผ่นดิสก์ หรือเทปแม่เหล็กปัจจุบันพัฒนามาเป็นการใช้ระบบเครือข่าย คอมพิวเตอร์ถูกใช้ประกอบกับระบบเครือข่ายทั้งมีสายและไร้สาย เพื่อการติดต่อสื่อสาร ส่งข้อมูลข่าวสาร จากเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์อีกเครื่องหนึ่ง การเชื่อมต่อนี้หากเกิดขึ้นภายในองค์กร เรียก อินทราเน็ต ถ้าเครือข่ายเชื่อมโยงกันไปทั่วโลก เรียก อินเทอร์เน็ตจัดได้ว่าเป็นระบบเครือข่ายที่ใหญ่ที่สุดในโลกยุคโลกาภิวัตน์ก็ว่าได้ อินเทอร์เน็ตถูกคิดค้นขึ้นในปี พ.ศ. 2512 (Zwass, 1998: 266-271) พัฒนาเริ่มต้นจากหน่วยงานทางทหารในสหรัฐอเมริกา ต่อมาได้เปิดให้เอกชนสามารถใช้งานได้ ปัจจุบัน แทบทุกบ้านที่มีคอมพิวเตอร์ สามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้โดยผ่านการเชื่อมต่อทางสายโทรศัพท์

เวิลด์ไวด์เว็บ หรือ WWW หรือเรียกสั้นๆว่าเว็บ เป็นการให้บริการข้อสนเทศบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยเป็นการเข้าถึง เอกสารอิเล็กทรอนิกส์ที่มีการเผยแพร่ผ่านทางไฮเปอร์ลิงค์ (hyperlink) ซึ่งเป็นการเชื่อมโยงข้อมูลตามเส้นทางที่ได้กำหนดไว้ เว็บคือระบบแม่ข่ายลูกข่าย (client/server) จากมุมมองของผู้ใช้ เว็บเหมือนเป็นการรวบรวม แหล่งข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ บนเครื่องแม่ข่ายเป็นล้านๆ เครื่องทั่วโลก เว็บจะแสดงผลอยู่ในรูปเอกสารที่เรียกว่าไฮเปอร์เท็กซ์ (hypertext) ซึ่งเป็นฐานข้อมูลชนิดหนึ่งทำหน้าที่รวบรวมข่าวสารข้อมูลที่อยู่กระจัดกระจายอยู่ในแต่ละแหล่งข้อมูลทั่วโลกให้สามารถนำมาใช้งานได้เสมือนอยู่ที่เดียวกัน แต่ละแหล่งข้อมูลหรือไซท์ ประกอบไปด้วย หน้าหลัก (home page) ที่ทำหน้าที่เป็นจุดเริ่มต้นของข้อมูลข่าวสารในไซท์นั้นๆ และหน้าอื่นภายใน ไซท์ มีการเชื่อมโยงกันในแต่ละหน้าภายในไซท์ และสามารถเชื่อมโยงไปหน้าอื่นๆ ที่อยู่ต่างไซท์ได้ ผู้ใช้สามารถเข้าสู่ เว็บ ได้โดยอาศัยโปรแกรมทางฝั่งลูกข่ายที่รู้จักกันดีคือ บราวเซอร์ (browser) โดยบราวเซอร์จะส่งการร้องขอข้อสนเทศ หน้าที่ต้องการไปยังเครื่องแม่ข่ายรับข้อมูลกลับ และแสดงผลบนจอภาพ

2.6 การทำแผนที่ผ่านอินเทอร์เน็ต

เมื่อบทบาทของการทำแผนที่เปลี่ยนไปเป็นการผลิตแผนที่ตามความต้องการของผู้ใช้งาน จึงมีการให้ผู้ใช้งานแผนที่เข้ามามีส่วนในการผลิตแผนที่ ที่ต้องการเอง โดยผู้สร้างจัดเตรียมข้อมูลปริภูมิต่างๆ ที่มี และให้ผู้ใช้งานเป็นคนเลือกว่าต้องการข้อมูลใดบ้าง อาศัยหลักการการซ้อนทับของชั้นข้อมูลปริภูมิ ทำให้ข้อมูลปริภูมิปรากฏในแผนที่ของผู้ใช้ ที่สร้างขึ้นมา ความยุ่งยากสิ้นเปลืองคงมีมากหากเป็นการผลิตแผนที่แบบเก่า ที่ใช้การเขียน ลงสี หรือทำแบบส่งโรงพิมพ์ คอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ตจึงเข้ามามีบทบาทในการสร้างแผนที่สมัยใหม่ เว็บถูกออกแบบเพื่อให้ผู้ใช้แผนที่สามารถเลือกข้อมูลที่ต้องการให้แสดงในแผนที่ กำหนดมาตราส่วนเอง เลือกบริเวณที่ต้องการผ่านทางเว็บ ผู้ใช้จะเห็นแผนที่ ที่ตัวเองเป็นคนสร้างผ่านทางจอภาพ สามรถบันทึกเก็บไว้ในเครื่องของผู้ใช้งาน เพื่อใช้ประกอบรายงาน หรือสามารถสั่งพิมพ์ผ่านทางเครื่องพิมพ์ หากต้องการแผนที่ในปริมาณมาก ก็สามารถนำข้อมูลไปปรับแต่ง และส่งเป็นต้นฉบับสู่โรงพิมพ์ได้ เช่นกัน

การทำแผนที่ผ่านทางอินเทอร์เน็ต หรือการนำเสนอข้อมูลปริภูมิผ่านเครือข่ายนั้นมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อการนำเสนอข้อมูลปริภูมิ และข้อสนเทศผ่านทางเว็บ โดยยึดหลักการสร้างแผนที่เช่นเดียวกับงานสร้างแผนที่ แตกต่างกันที่ใช้เว็บเป็นสื่อกลางในการนำเสนอและผู้ใช้มีส่วนร่วมสร้าง เราสามารถแบ่งแผนที่บนเว็บได้เป็น 2 ชนิดคือ แผนที่ภาพนิ่ง และแผนที่เชิงปฏิสัมพันธ์ แต่ละแบบยังแบ่งย่อยเป็นแผนที่ที่ใช้สำหรับดูอย่างเดียว หรือสามารถโต้ตอบได้ (Kraak, 2000) ดังแสดงในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 การจำแนกแผนที่บนเว็บ

แผนที่ภาพนิ่ง เป็นการนำภาพที่เป็นข้อมูลดิจิตอลแสดงบนเว็บ อาจได้จากการสแกนแผนที่กระดาษหรือได้จากการใช้โปรแกรมสำหรับวาดเขียน หรือโปรแกรมทำแผนที่โดยเฉพาะก็ได้ รูปแบบของไฟล์แผนที่ ที่เหมาะจะนำขึ้นเสดงบนเว็บคือ GIF, PNG หรือ JPEG แผนที่แบบที่ดูได้อย่างเดียว จะมีปัญหาอยู่บ้างเนื่องจากหลายๆ แผนที่ภาพนิ่งแบบดูได้อย่างเดียวไม่ได้ถูกออกแบบ

มาสำหรับเว็บ ผู้ใช้ไม่สามารถเห็นรายละเอียดและข้อสนเทศบางอย่างบนแผนที่ได้ โดยเฉพาะแผนที่ที่ได้จากการสแกน แผนที่กระดาษเข้ามา

แผนที่ภาพนิ่งสามารถโต้ตอบกับผู้ใช้ได้โดยการเพิ่มฟังก์ชันเข้าไปในเว็บ ทำให้แผนที่ภาพนิ่งโต้ตอบกับผู้ใช้ โดยการคลิกลงไปบนแผนที่ หรือข้อมูลที่สนใจในแผนที่ สามารถแสดงข้อสนเทศเพิ่มเติมหรือแสดงภาพอื่นได้ รวมไปถึงสามารถขยายแผนที่หรือเลื่อนแผนที่เพื่อดูรายละเอียดได้ กำหนดการแสดงผลของชั้นข้อมูลสามารถเลือกให้แสดงหรือไม่แสดงได้ โดยผู้ใช้

บนเว็บสามารถแสดงแผนที่พลวัตได้โดยผ่านกระบวนการทำให้เป็นภาพเคลื่อนไหว ตัวอย่างเช่น Animated GIF Animated GIFเป็นรูปแบบแสดงภาพเคลื่อนไหวที่รู้จักกันดี นอกจากใช้แสดงรูปเคลื่อนไหวทำให้เว็บมีชีวิตชีวา แล้วยังสามารถนำมาแสดงแผนที่ ที่มีการเคลื่อนไหวได้อีกด้วย แผนที่พลวัตที่ได้จะเป็นแผนที่ที่ดูได้อย่างเดียว การสร้างก็เป็นการนำแผนที่ภาพนิ่งหลายๆ รูปแต่ละรูปแทนแต่ละเฟรมของภาพเคลื่อนไหว โดยแสดงทีละเฟรมอย่างต่อเนื่อง ก็จะเกิดเป็นแผนที่ที่มองเห็นการเปลี่ยนแปลงในแผนที่ได้

แผนที่พลวัตที่โต้ตอบได้ โดยมากจะอยู่ในรูปแบบ ไฟล์ภาพยนตร์ เช่น เอวีไอ (AVI) เอ็มเปก (MPEG) หรือ ควิกไทม์ (QuickTime) ต้องอาศัยโปรแกรมเล่นมัลติมีเดีย มาแสดง ปัจจุบันมีโปรแกรมเสริมสำหรับทำให้ บราวเซอร์สามารถแสดงผลไฟล์ภาพยนตร์ได้ สามารถที่จะหยุดภาพ เลื่อนภาพเดินหน้า ถอยหลังได้ แผนที่พลวัตสามารถสร้างได้จาก จาวา จาวาสคริปท์ หรือ VRML โดยเฉพาะ VRML สามารถใช้ข้อมูลทั้ง 3 มิติมาสร้างเป็นแผนที่แบบจำลองเสมือนจริงได้ ผู้ใช้สามารถหมุนดูแผนที่ในมุมมองต่างๆ ได้ โดยอาศัยโปรแกรมเสริมที่ทำให้บราวเซอร์สามารถเปิดไฟล์ VRML ได้

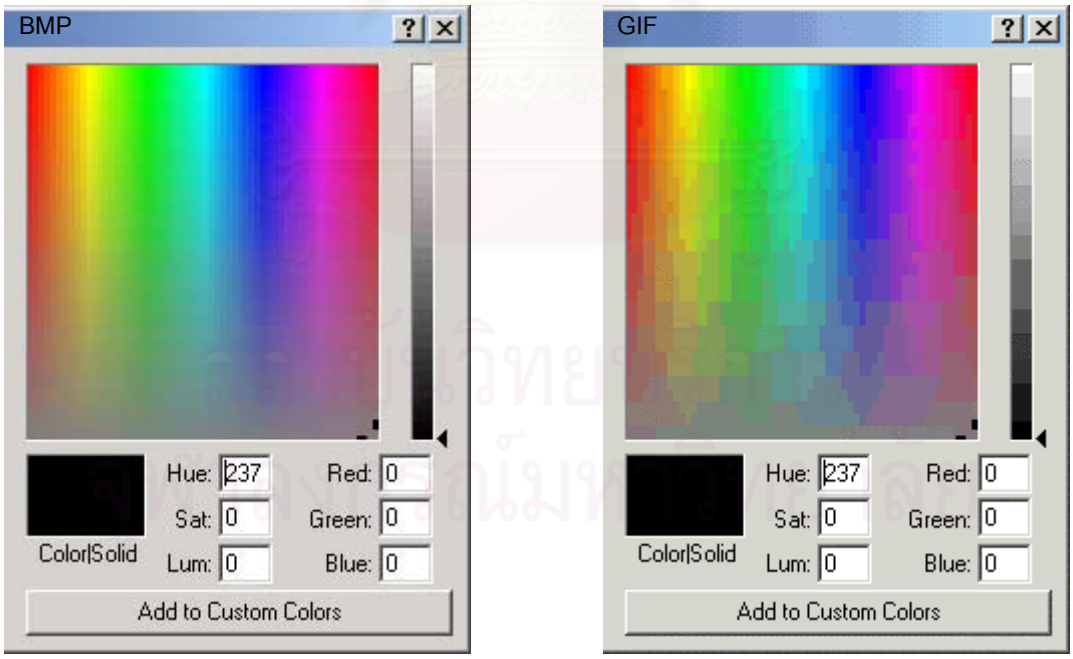
2.7 **รูปแบบไฟล์ที่แสดงบนเว็บ**

2.7.1 **ไฟล์ภาพ**

รูปภาพที่แสดงบนเว็บบราวเซอร์ มีหลายรูปแบบด้วยกัน ข้อสำคัญในการแสดงภาพคือขนาดของไฟล์ภาพเนื่องจากมีผลโดยตรงต่อการส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายเพื่อนำเสนอข้อสนเทศต่างๆ บนเว็บผ่านอินเทอร์เน็ต หากไฟล์มีขนาดใหญ่จะทำให้เว็บต้องใช้เวลาในการเรียกข้อมูลภาพนาน รูปแบบไฟล์ภาพที่ใช้เป็นมาตรฐานทั่วไปในปัจจุบัน ได้แก่รูปแบบ GIF และ JPEG ทั้งสองรูปแบบเป็น แบบราสเตอร์ สามารถแสดงบนบราวเซอร์ได้เลย ส่วนรูปแบบเวกเตอร์ บราวเซอร์ยังไม่รองรับ ต้องอาศัยโปรแกรมเสริมในบราวเซอร์เพื่อที่จะแสดงผล

2.7.1.1 ไฟล์ GIF

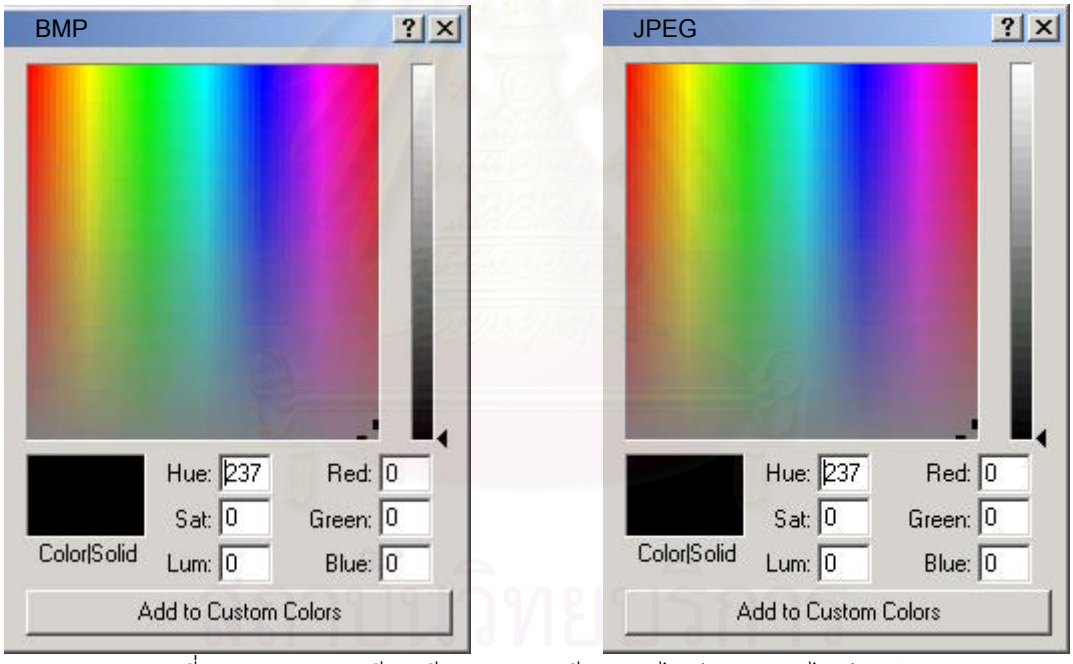
GIF ย่อมาจาก Graphic Interchange Format กลายมาเป็นรูปแบบมาตรฐาน ที่ใช้กันทั่วไปสำหรับแสดงภาพบนเว็บ GIF เป็นรูปแบบไฟล์ที่บีบอัดข้อมูลภาพ คิดค้นและเป็นเจ้าของโดย CompuServe ถูกนำขึ้นใช้บนอินเทอร์เน็ตครั้งแรกในปี พ.ศ.2530 ต่อมาในปี พ.ศ.2533 CompuServe ได้เพิ่มความสามารถ ในการทำภาพเคลื่อนไหว และการมองทะลุบางสีได้ให้กับไฟล์ GIF รู้จักกันดีในชื่อ Animated GIF GIF ไฟล์เป็นรูปแบบที่ดีที่จะใช้บนเว็บ แต่ก็มีข้อจำกัดบางประการที่ควรทราบ คือ GIF เก็บข้อมูลสีแบบ 8 บิต แสดงผลได้ 256 สี (Neuendorffer,) ดังแสดงในรูปที่ 2.3 ไฟล์ GIF เปรียบเทียบกับภาพต้นฉบับเป็นไฟล์ BMP รายละเอียดสี 24 บิต และไฟล์ GIF ยังมีข้อจำกัดเรื่องลิขสิทธิ์ ไฟล์ GIF มีการบีบอัดข้อมูลภาพ แบบไม่สูญเสียรายละเอียด (lossless) หมายความว่าหลังการขยายข้อมูลที่ถูกบีบอัดแล้ว ภาพที่ได้ดูไม่แตกต่างจากก่อนการบีบอัดข้อมูล ซึ่งไฟล์ GIF ได้ใช้ การบีบอัดแบบ LZW ย่อมาจาก Lempel Ziv Welch (Blackstock, 1996) ทำให้ไฟล์ GIF มีขนาดเล็ก เหมาะที่จะส่งผ่านอินเทอร์เน็ต



รูปที่ 2.3 แสดงการเปรียบเทียบการแสดงสีระหว่างไฟล์ BMP และไฟล์ GIF

2.7.1.2 ไฟล์ JPEG

JPEG ย่อมาจาก Joint Photographic Experts Group รูปแบบไฟล์ JPEG เป็นการบีบอัดข้อมูลภาพ เก็บข้อมูลสีในแบบ 24 บิต ทำให้สามารถแสดงสีจริงได้ ถูกออกแบบมาสำหรับข้อมูลภาพที่มีรายละเอียดของสีมากโดยเฉพาะภาพถ่าย ขนาดของไฟล์แบบ JPEG จะมีขนาดเล็กกว่าขนาดไฟล์แบบ GIF และ BMP แต่จากการบีบอัดข้อมูลของไฟล์แบบ JPEG จะทำให้เปลี่ยนแปลงคุณภาพของข้อมูลบางส่วนไป เนื่องจากการบีบอัดไฟล์ JPEG ยึดหลักการมองเห็นของสายตา ที่ไม่สามารถแยกแยะสีได้ครบทั้ง 16 ล้านสี (24 บิต) จึงลดทอนข้อมูลสีบางสีไปได้ โดยที่ยังมองเห็นภาพเหมือนเดิม ภาพ JPEG จึงเหมาะที่จะใช้แสดงภาพถ่าย เนื่องจากมีขนาดเล็กเหมาะสำหรับส่งผ่านทางอินเทอร์เน็ต ตัวอย่างในรูปที่ 2.4 แสดงภาพเปรียบเทียบการแสดงสีระหว่างไฟล์ BMP และไฟล์ JPEG

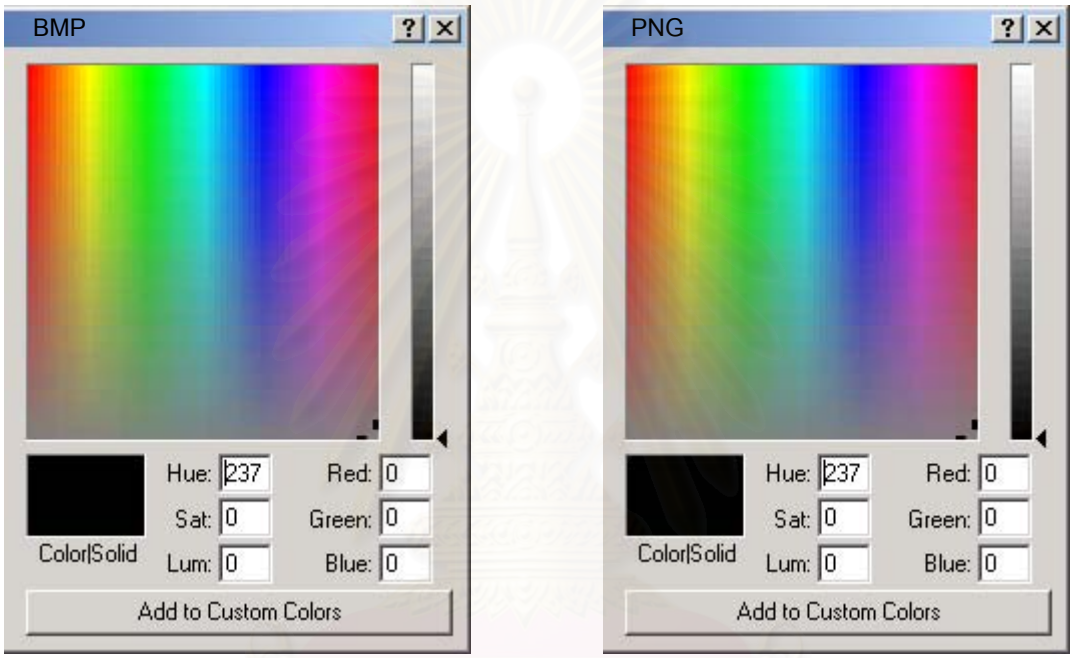


รูปที่ 2.4 แสดงภาพเปรียบเทียบการแสดงสีระหว่างไฟล์ BMP และไฟล์ JPEG

2.7.1.3 ไฟล์ PNG

PNG อ่านออกเสียง PNGย่อมาจาก (Portable Network Graphics) เป็นไฟล์ที่มีรูปแบบคล้ายคลึงกับ GIF ออกแบบมาใช้แทน GIF เนื่องจาก GIF มีลิขสิทธิ์ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2538 ไฟล์ PNG มีการบีบอัดดีกว่า GIF แต่ไม่สามารถแสดงเป็นภาพเคลื่อนไหวได้ สามารถควบคุมการแสดงผลของสีได้ดีกว่า เมื่อแสดงในบราวเซอร์ต่างกัน เนื่องจากไฟล์รูปแบบ PNG มีการจัดเก็บสีในแบบ 24

บิต รองรับการมองทะลุบางสีในตัวอักษรได้ (Roelofs, 2000) หากต้องการทำเป็นภาพเคลื่อนไหว ต้องใช้รูปแบบไฟล์มิ้ง (MNG) (Roelofs, 2003) ปัจจุบันบราวเซอร์ทั่วไปสามารถแสดงภาพ PNG ได้แต่ไม่สามารถแสดงการมองทะลุบางสีได้ กลุ่มผู้สร้างสรรค์งานบนเว็บ และอินเทอร์เน็ตจำนวนมาก หลีกเลี่ยงปัญหาทางด้านลิขสิทธ์ของไฟล์ภาพ จึงเปลี่ยนมาใช้ไฟล์แบบ PNG แทนไฟล์แบบ GIF แม้ขนาดไฟล์จะมีขนาดใหญ่กว่า เนื่องจากต้องเพิ่มเนื้อที่จัดเก็บสี แต่ก็แสดงสีได้มากกว่าไฟล์แบบ GIF ดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 2.5 แสดงภาพเปรียบเทียบการแสดงสีระหว่างไฟล์ BMP และไฟล์ PNG แสดงให้เห็นว่าไฟล์ PNG สามารถแสดงผลสีได้เทียบเท่า ไฟล์ BMP



รูปที่ 2.5 แสดงภาพเปรียบเทียบการแสดงสีระหว่างไฟล์ BMP และไฟล์ PNG

2.7.1.4 ไฟล์ PDF

PDF ย่อมาจาก Portable Document Format เป็นของบริษัท Adobe ออกแบบภายใต้แนวความคิดที่ว่าต้องการแสดงไฟล์เอกสารผ่านทางเครือข่ายได้ทั้งตัวอักษรและภาพ ไฟล์ PDF เป็นการแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบ PostScript ไฟล์ สามารถแสดงเอกสารได้ทั้งภาพและ ตัวอักษร รวมไปถึงการเชื่อมโยงต่างๆ ภายในเอกสาร ด้วยรูปแบบ PostScript ไฟล์ ทำให้ ไฟล์ PDF มีขนาดเล็กกว่าไฟล์เอกสารดั้งเดิม เพื่อให้เหมาะที่จะนำเสนอผ่านอินเทอร์เน็ต เนื่องจากมีขนาดเล็กและเอกสารจะคงลักษณะเดิมเหมือนที่ได้ทำการเขียนขึ้น แม้จะเรียกดูผ่านบราวเซอร์ต่างกัน และผู้ใช้งานที่เรียกไฟล์ PDF ไม่สามารถทำการแก้ไขไฟล์ได้ ทำให้ไฟล์ PDF เป็นที่นิยมในการนำเสนอไฟล์เอกสารผ่านเว็บ การเรียกดูเอกสารหรือ ภาพจากไฟล์ PDF ต้องอาศัยโปรแกรมเสริมคือ Adobe Acrobat Reader (adobe) ติดตั้งบน บราวเซอร์ เพื่อเปิดไฟล์ PDF

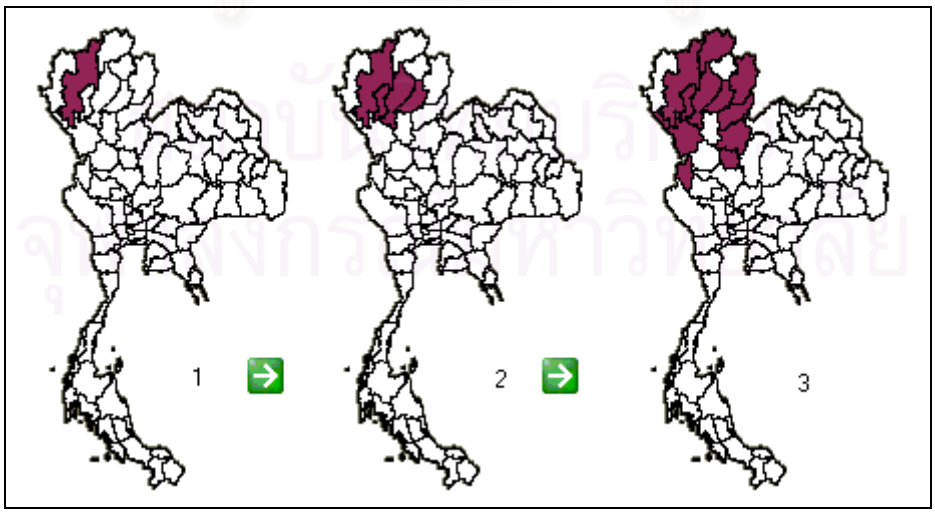
2.7.1.5 ไฟล์ SVG

SVG ย่อมาจาก Scalable Vector Graphic พัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้เป็นภาษาสำหรับเขียนภาพ สองมิติในรูปแบบภาษา XML รองรับข้อมูลแบบเวกเตอร์ รูปภาพอิมเมจ และ ตัวอักษร สามารถเขียนสคริปเพิ่มเพื่อให้เป็นภาพเคลื่อนไหวได้ (Lilley, Chair, and Jackson, D., 2004) ไฟล์ SVG เป็นเวกเตอร์ไฟล์การแสดงผลสามารถย่อขยายโดยยังคงรายละเอียดของข้อมูลอยู่ไม่มีการสูญเสียรายละเอียดเมื่อมีการขยายภาพ การแสดงผลบนบราวเซอร์ต้องอาศัยโปรแกรมเสริม

2.7.2 ไฟล์ภาพเคลื่อนไหว

2.7.2.1 ไฟล์ Animated GIF

ภาพเคลื่อนไหวทำให้เว็บน่าสนใจ และดึงดูดผู้เข้าชม รูปแบบไฟล์ Animated GIF เป็นที่นิยมใช้แสดงบนเว็บเนื่องจากสามารแสดงผลได้โดยไม่ต้องอาศัยโปรแกรมเสริม อย่างไรก็ตาม Animated GIF จะแสดงเป็นภาพเคลื่อนไหวไปเรื่อยๆ ไม่สามารถหยุดภาพ หรือเพิ่มเติมการโต้ตอบกับผู้ใช้งานลงไปได้ อีกทั้งข้อจำกัดในเรื่องจำนวนสีที่สามารถแสดงผลได้ การแสดงผลของไฟล์ Animated GIF จะแสดงทีละภาพเรียงตามลำดับ ดังตัวอย่างในรูปที่ 2.6 ภาพจะแสดงเรียงจากภาพที่ 1 ไปภาพที่ 2 และภาพที่ 3 แล้วกลับมาแสดงภาพที่ 1 วนเรื่อยไป แต่สามารถกำหนดการหน่วงเวลา และจำนวนรอบของการแสดงผลได้



รูปที่ 2.6 แสดงตัวอย่างการแสดงผลของไฟล์ Animated GIF

2.7.2.2 ไฟล์ SWF

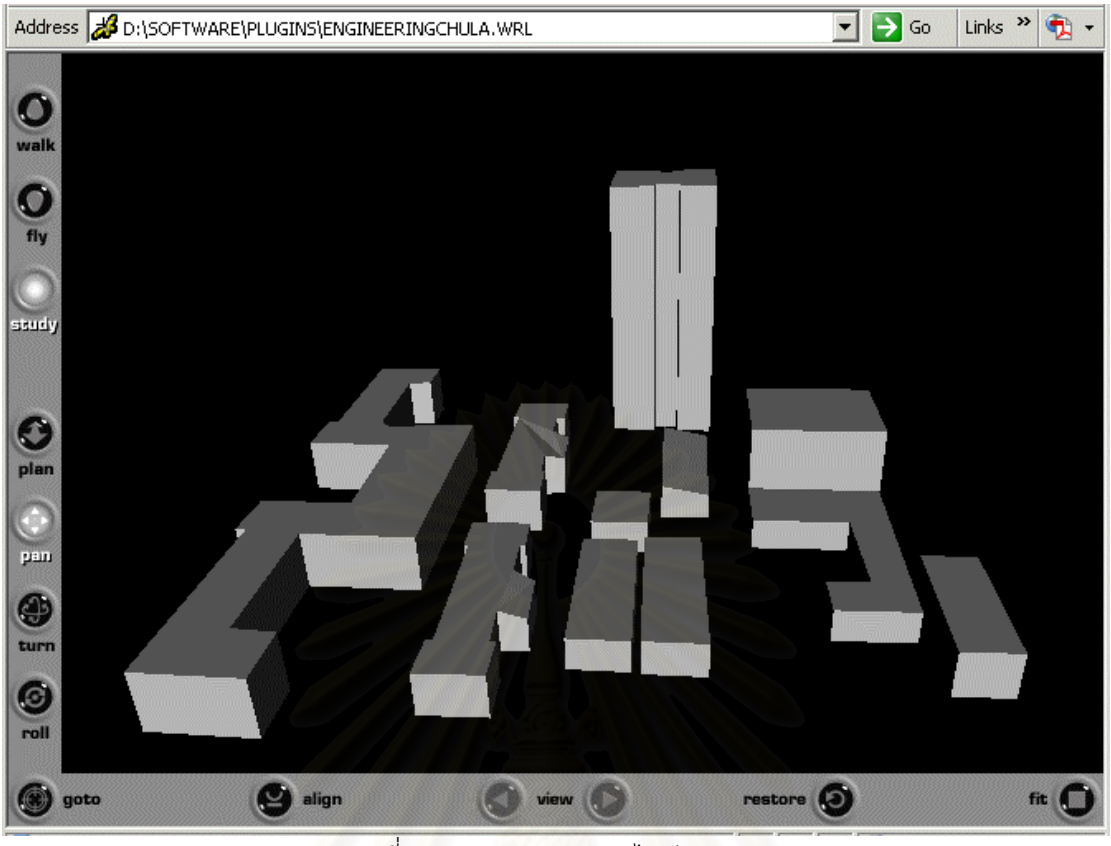
SWF อ่านออกเสียงสวิฟย่อมาจาก Shock Wave Flash เป็นรูปแบบไฟล์ภาพที่ออกแบบโดยบริษัท Macromedia รูปแบบไฟล์เป็นแบบ เวกเตอร์ สามารถขยายภาพได้โดยไม่สูญเสียรายละเอียด และยังรองรับการแสดงภาพแบบราสเตอร์ด้วย จุดมุ่งหมายในการพัฒนาไฟล์ SWF มีดังนี้ (Openswf.org, 2001)

- สามารถแสดงภาพ ตัวอักษรและเสียงได้ผ่านจอภาพ
- รองรับการขยายตัว คือสามารถนำไฟล์ SWF ไปเปิดในเวอร์ชันเก่าๆได้
- สามารถส่งผ่านเครือข่ายโดยไม่เปลืองทรัพยากร เนื่องจากมีการบีบอัดข้อมูลให้มีขนาดเล็ก
- ใช้งานง่าย เนื่องจากรูปแบบไฟล์ไม่ซับซ้อน โปรแกรมสำหรับแสดงจึงมีขนาดเล็ก
- สามารถขยายหรือย่อ ผลลัพธ์ที่แสดงให้สัมพันธ์กับจอแสดงผลได้
- มีความรวดเร็วในการแสดงผล

การดูภาพในไฟล์รูปแบบ SWF ต้องอาศัยโปรแกรม Shockwave & Flash Player หรือโปรแกรมเสริมสำหรับให้บราวเซอร์สามารถเปิดไฟล์ SWF ได้ ไฟล์รูปแบบ SWF กำลังเป็นที่นิยมในการนำเสนอภาพบนเว็บ ไฟล์ SWF สามารถเพิ่มเสียง และภาพเคลื่อนไหว พวกไฟล์ภาพยนตร์ หรือวีดีโอลงไปได้ เพิ่มสคริป เพื่อรับข้อมูลจากภายนอกได้ หลายเว็บไซท์นำรูปแบบไฟล์ SWF มานำเสนอแผนที่ ที่สามารถโต้ตอบได้

2.7.2.3 ไฟล์ VRML

VRML ย่อมาจาก Virtual Reality Modeling Language เป็นไฟล์เวกเตอร์ที่ใช้แสดงข้อมูลให้เป็นภาพ 3 มิติ สามารถแสดงแบบจำลองเสมือนจริงผ่านทางเว็บ ซึ่งต้องอาศัยโปรแกรมเสริมเพื่อแสดงแบบจำลองเสมือนจริงจากไฟล์ VRML ผ่านทางเว็บได้ ด้วยโปรแกรมเสริมสามารถทำให้ผู้ใช้เห็นแบบจำลองเสมือนจริง เช่น เมือง หรือสิ่งปลูกสร้าง และยังสามารถหมุนดูภาพในมุมต่างๆ เลื่อนภาพเข้าออก เสมือนผู้ใช้เดินเข้าไปในแบบจำลอง ไฟล์ VRML สามารถดูได้ผ่านทางเว็บบราวเซอร์อาศัยโปรแกรมเสริมติดตั้งบนบราวเซอร์สำหรับดูข้อมูลภาพไฟล์ VRML ดังตัวอย่างในรูปที่ 2.7 แสดงตัวอย่างไฟล์ VRML รูปอาคารในคณะวิศวกรรมศาสตร์ ในโปรแกรมเสริมมีฟังก์ชันการทำงานในการเลือกดู หมุนภาพ แสดงภาพในมุมต่างๆ ได้อีกด้วย



รูปที่ 2.7 แสดงตัวอย่างภาพไฟล์ VRML

2.7.3 ไฟล์ภาพยนตร์

ไฟล์ภาพยนตร์สามารถแสดงภาพเคลื่อนไหวได้เป็นอย่างดีแต่ปัญหาเมื่อนำเสนอผ่านอินเทอร์เน็ตคือขนาดของไฟล์ ในทางปฏิบัติมีหลายรูปแบบไฟล์ที่สามรถนำเสนอไฟล์ภาพยนตร์ผ่านทางเว็บได้

2.7.3.1 ไฟล์เอวีไอ

เอวีไอ(AVI) ย่อมาจาก Audio Video Interleave เป็นรูปแบบไฟล์ที่ใช้แสดงไฟล์ภาพและเสียงบนระบบปฏิบัติการ วินโดว์ คิดค้นโดยบริษัทไมโครซอฟท์ เป็นรูปแบบที่นิยมใช้แสดงภาพยนตร์ผ่านอินเทอร์เน็ต เนื่องจากเป็นรูปแบบแรกๆ ที่สามารถแสดงภาพเคลื่อนไหวได้ ไฟล์เอวีไอสามารถแสดงบนระบบปฏิบัติการอื่นได้โดยอาศัยโปรแกรมสำหรับเล่น เอวีไอ นำไปติดตั้งบนระบบปฏิบัติการอื่น ซึ่งปัจจุบันมีอยู่ด้วยกันหลายโปรแกรม เป็นการดาวน์โหลดข้อมูลไฟล์ภาพยนต์ในรูปแบบเอวีไอ ผ่านอินเทอร์เน็ตแล้วจึงเรียกโปรแกรมสำหรับเล่นมาแสดงผล

2.7.3.2 ไฟล์เอ็มเปก

ไฟล์เอ็มเปก(MPEG) ย่อมาจาก Moving Picture (coding) Experts Group คิดค้นเมื่อปี พ.ศ.2531 รูปแบบ เอ็มเปก จะมีการบีบอัดข้อมูล ภาพและเสียง มาตรฐานแรกของไฟล์เอ็มเปกคือ เอ็มเปกวัน (MPEG-1) เผยแพร่เมื่อปี พ.ศ.2535 มาตรฐานนี้รองรับเฉพาะไฟล์ภาพเคลื่อนไหวและเสียง ในปีพ.ศ.2537มาตรฐานเอ็มเปกทู (MPEG-2) ซึ่งเป็นมาตรฐานสำหรับภาพเคลื่อนไหวที่แสดงในโทรทัศน์ และยังใช้กันอยู่จนถึงปัจจุบัน ส่วนมาตรฐานเอ็มเปกโฟร์ (MPEG-4) เป็นมาตรฐานไฟล์ภาพเคลื่อนไหวแบบมัลติมีเดียสำหรับแสดงผ่านอินเทอร์เน็ต (Messerschmitt and Varian,) ไฟล์เอ็มเปกมีความนิยมเพิ่มมากขึ้นในการใช้เป็นรูปแบบไฟล์ภาพยนตร์ พัฒนาไปจนถึงการนำไฟล์เอ็มเปกมาใช้ในการเก็บภาพยนต์ที่ใช้ดูผ่านทางโทรทัศน์หรือรู้จักกันดีในชื่อ วีซีดี(VCD ย่อจาก Video Compact Disk) การดูไฟล์ เอ็มเปก บนคอมพิวเตอร์ ต้องอาศัยโปรแกรมเสริมต่างหาก ข้อดีของไฟล์เอ็มเปกสามารถบันทึกได้ทั้งภาพและเสียง

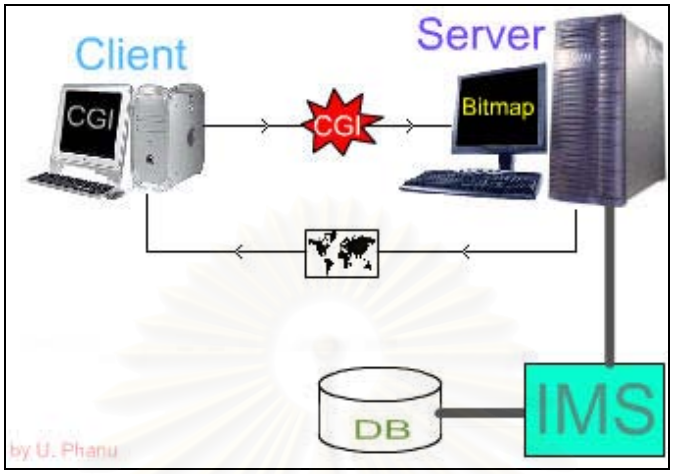
2.7.3.3 ไฟล์ควิกไทม์

ควิกไทม์ เจ้าของโดยบริษัทแอปเปิล (Apple) เป็นรูปแบบที่ใช้แสดงภาพและเสียง บนระบบปฏิบัติการ แมคอินทอช (Macintosh) ควิกไทม์ เวอร์ชันแรกๆ รูปแบบของไฟล์จะคล้ายคลึงกับรูปแบบ เอวีไอ ของไมโครซอฟต์ แต่ในเวอร์ชันหลังๆ แตกต่างกัน มีการเพิ่มเทคโนโลยีการบีบอัดข้อมูล เพื่อให้ขนาดไฟล์เล็กแต่ยังคงคุณภาพของข้อมูลอยู่ การดูไฟล์รูปแบบ ควิกไทม์ ต้องอาศัยโปรแกรม ควิกไทม์ เพื่อเล่น ปัจจุบัน ไฟล์ควิกไทม์ สามารถแสดงบนระบบปฏิบัติการอื่นได้นอกจาก แมคอินทอช โดยสามารถดาวน์โหลดโปรแกรม ควิกไทม์ จากเว็บไซท์ของ แอปเปิ้ล (adobe QuickTime, 2003)

2.8 ระบบแม่ข่ายแผนที่ (Map server)

ระบบแม่ข่ายแผนที่ เป็นระบบที่ให้บริการแผนที่ผ่านเครือข่าย อาศัยหลักการทำงานแบบแม่ข่ายลูกข่าย เมื่อมีการร้องขอมาจากเครื่องลูกข่ายโดยกำหนด ขอบเขตและชั้นข้อมูลที่ต้องการ แม่ข่ายจะทำการติดต่อฐานข้อมูลและผลิตแผนที่ส่งกลับไปยังลูกข่ายที่ร้องขอ ดังรูปที่ 2.8 เริ่มต้นที่เครื่องลูกข่ายร้องขอแบบ ซีจีไอ ไปยังเครื่องแม่ข่าย เครื่องแม่ข่ายรับการร้องขอและส่งข้อมูลไปยังแม่ข่ายแผนที่เพื่อสร้างแผนที่ตามการร้องขอและส่งกลับไปยังเครื่องลูกข่ายผ่านทางเครื่องแม่ข่าย ระบบแม่ข่ายแผนที่ที่ดี ไม่ควรให้เครื่องลูกข่ายติดตั้งโปรแกรมเสริมอะไรมาก เพื่อแสดงแผนที่ ถ้าเป็นระบบแม่ข่ายแผนที่ผ่านอินเทอร์เน็ต ควรใช้เพียงบราวเซอร์ ถ้าต้องมีโปรแกรมเสริมติดตั้ง

เพิ่มเพื่อการแสดงผล ขนาดของโปรแกรมเสริมไม่ควรมีขนาดใหญ่ หรือติดตั้งยุ่งยากเนื่องจากจะเกิดความยุ่งยากในการใช้งานแก่ผู้ใช้

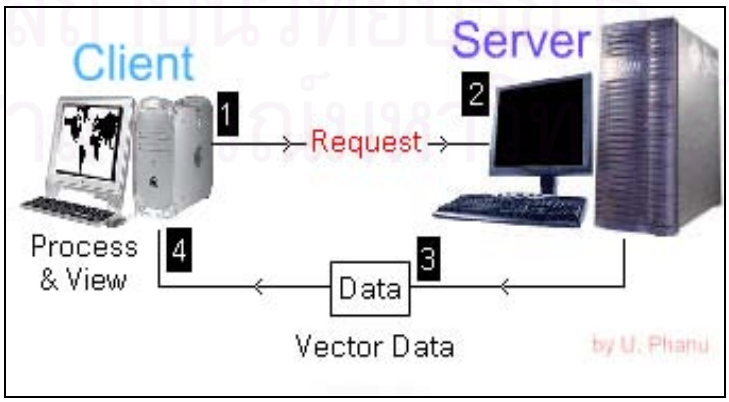


รูปที่ 2.8 แสดงการทำงานของระบบแม่ข่ายแผนที่

2.9 ชนิดของแม่ข่ายแผนที่

แนวคิดการให้บริการข้อมูลสารสนเทศปริภูมิมีจุดมุ่งหมายหลักคือสามารถเผยแพร่ข้อมูลสารสนเทศปริภูมิ ไปยังผู้ใช้งาน ซึ่งมีการพัฒนาเรื่อยมาจากการค้นคว้าพอสรุปได้ว่า แนวทางการเผยแพร่ข้อมูลปริภูมิผ่านทางเครือข่ายในรูปแบบของแม่ข่ายแผนที่แบ่งเป็น 2 ชนิดคือ

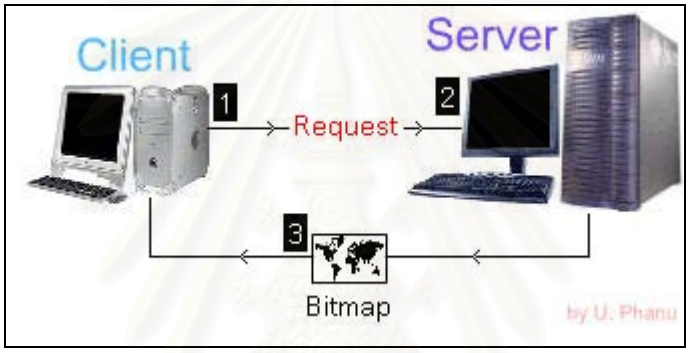
2.9.1 **แม่ข่ายแผนที่แบบเวกเตอร์** เป็นแบบที่เครื่องแม่ข่ายจะทำการแปลงข้อมูลที่เครื่องลูกข่ายร้องขอเข้ามา ให้อยู่ในรูปแบบของเวกเตอร์ และส่งข้อมูลนั้นกลับไปยังเครื่องลูกข่าย เครื่องลูกข่ายต้องทำการประมวลผลข้อมูลที่ได้รับกลับมาเพื่อแสดงเป็นภาพแผนที่ ดังแสดงการทำงานในรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 แสดงการทำงานของแม่ข่ายแผนที่แบบเวกเตอร์

การที่เครื่องแม่ข่ายต้องส่งข้อมูลเวกเตอร์ไปยังเครื่องลูกข่าย ทำให้ต้องเสียเวลาในการโหลดข้อมูลครั้งแรกอาจเกิดปัญหาขึ้นได้หากเครือข่ายไม่เสถียรพอ แต่ข้อดีคือเมื่อข้อมูลถูกโหลดลงสู่เครื่องลูกข่ายแล้ว การแสดงภาพครั้งต่อไป จะมีความรวดเร็วเนื่องจากเป็นการทำงานบนเครื่องลูกข่ายไม่ต้องร้องขอจากเครื่องแม่ข่าย นอกจากต้องการข้อมูลอื่นเพิ่มเติม

2.9.2 **แม่ข่ายแผนที่แบบราสเตอร์** การร้องขอจากเครื่องลูกข่าย ทั้งขอบเขตบริเวณที่ต้องการ ขนาดของแผนที่ ชั้นข้อมูลต่างๆจะถูกส่งไปประมวลผลที่แม่ข่ายแผนที่ แม่ข่ายแผนที่จะทำการสร้างแผนที่ตามที่ร้องขอโดยสร้างออกมาเป็น ภาพบิทแมพ ภาพเดียวตามขนาดที่ร้องขอมาและส่งกลับไปยังเครื่องลูกข่าย ดังแสดงในรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 แสดงการทำงานของแม่ข่ายแผนที่แบบราสเตอร์

ไฟล์ภาพบิทแมพ ที่แม่ข่ายแผนที่สร้างให้จะมีขนาดค่อนข้างคงที่ คือมีขนาดใหญ่ไม่เกินขนาดของจอภาพ(ประมาณ1024 x 768 พิกเซล) ทำให้ทราบขนาดของไฟล์ที่ส่งผ่านเครือข่ายและเนื่องจากไฟล์มีขนาดไม่ใหญ่ ทำให้ปัญหาทางด้านการส่งผ่านข้อมูลทางเครือข่ายน้อยลง และการส่งข้อมูลเป็นแบบราสเตอร์ไฟล์ ทำให้ผู้ใช้งานไม่สามารถแก้ไขข้อมูลได้ เป็นการป้องกันข้อมูลได้อย่างดีอีกด้วย และเนื่องจากภาพบิทแมพที่ได้เกิดจากเครื่องแม่ข่ายสร้างใหม่ทุกครั้งที่มีการร้องขอ ทำให้ข้อมูลทันสมัย เมื่อมีการปรับปรุงข้อมูลที่เครื่องแม่ข่าย ผู้ใช้งานจะได้ภาพที่สร้างจากข้อมูลที่ปรับปรุงแล้วทันที

2.10 ซอฟต์แวร์รหัสเปิด

ซอฟต์แวร์รหัสเปิดเป็นซอฟต์แวร์ที่พัฒนาภายใต้แนวความคิดที่ว่า สามารถแจกจ่ายซอฟต์แวร์ที่สร้างขึ้นมาพร้อมทั้งซอร์สโค้ด ของโปรแกรมไปด้วย เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถปรับปรุงแก้ไขและพัฒนาโปรแกรมต่อไปได้ เป็นการอาศัยความร่วมมือของนักพัฒนาโปรแกรมทั่วโลก สร้างซอฟต์แวร์ที่มีคุณภาพ และไม่มีลิขสิทธิ์เฉพาะแก่บุคคลใด ตัวอย่างซอฟต์แวร์รหัสเปิดที่เห็นได้ชัดเจนคือระบบปฏิบัติการลีนุก(Linux) ที่มีการพัฒนาจากนักพัฒนาโปรแกรมทั่วโลก ทำให้ระบบปฏิบัติการลีนุกมีมากมายหลายเวอร์ชัน รวมทั้งในประเทศไทยก็มีระบบปฏิบัติการลีนุกที่สามารถใช้งานภาษาไทยได้ และถูกผลักดันให้เป็นระบบปฏิบัติการคอมพิวเตอร์แห่งชาติ ได้แก่ลีนุกทะเล รวมไปถึงซอฟต์แวร์สำนักงานที่ชื่อ ออฟฟิศทะเลด้วย แม้แต่หน่วยงานทางทหารของประเทศอย่างกองทัพบกได้พัฒนาระบบปฏิบัติการลีนุก เพื่อให้ทำงานได้เหมาะสมตรงกับความต้องการของกองทัพภายใต้ชื่อลีนุกขุนศึก จะเห็นได้ว่ามีการพัฒนาซอฟต์แวร์รหัสเปิดอย่าหลากหลายและเนื่องจากไม่มีลิขสิทธิ์ก็สามารถแจกจ่ายให้ใช้งานได้อย่างเสรี ความนิยมให้ซอฟต์แวร์รหัสเปิดจึงมีมากขึ้นเนื่องจากมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องและการใช้งานง่ายขึ้นกว่าก่อนมาก สามารถใช้แทนซอฟต์แวร์เชิงพาณิชย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.11 นิยามของซอฟต์แวร์รหัสเปิด

สัมพันธ์ ระรื่นวงศ์ (2545) ได้แปลความหมายของนิยามซอฟต์แวร์รหัสเปิดไว้ดังนี้

Open Source มิได้หมายเพียงแค่การให้โอกาสเข้าถึงซอร์สโคดเท่านั้น ทว่าข้อสัญญาในการเผยแพร่ของโปรแกรม Open Source จะต้องเป็นไปตามบรรทัดฐานดังต่อไปนี้

2.11.1 เผยแพร่ได้อย่างเสรี

สัญญานั้นจะต้องไม่จำกัดบุคคลใดไม่ให้ขายหรือแจกซอฟต์แวร์ในฐานะเป็นองค์ประกอบหนึ่งในสื่อในการรวบรวมเผยแพร่ที่ประกอบด้วยโปรแกรมจากแหล่งต่างๆ สัญญานั้นต้องไม่คิดค่าธรรมเนียมหรือค่าอื่นใดในการจัดจำหน่ายดังกล่าว

2.11.2 ซอร์สโคด

โปรแกรมนั้นจะต้องประกอบด้วยซอร์สโคด และจะต้องอนุญาตให้เผยแพร่โปรแกรมต่อไปในรูปแบบซอร์สโคดด้วยนอกเหนือไปจากรูปแบบที่คอมไพล์แล้ว ในกรณีที่ผลิตภัณฑ์ในบางลักษณะไม่ได้เผยแพร่ไปพร้อมด้วยซอร์สโคดจะต้องมีวิถีทางที่เป็นที่รู้จักกันดีที่จะ

ดาวน์โหลดซอร์สโคดนั้นได้โดยไม่คิดราคาผ่านทางอินเทอร์เน็ต ซอร์สโคดนั้นจะต้องเป็นรูปแบบที่สะดวกที่สุดสำหรับโปรแกรมเมอร์ที่จะดัดแปลงแก้ไขโปรแกรมนั้น ซอร์สโคดที่ถูกทำให้อ่านไม่รู้เรื่องอย่างตั้งใจถือว่าใช้ไม่ได้ ซอร์สในรูปแบบระหว่างการคอมไพล์เช่นที่ออกมาจาก preprocessor หรือ translator ถือว่าใช้ไม่ได้

2.11.3 งานดัดแปลง

สัญญานั้นจะต้องอนุญาตให้ทำการแก้ไขหรือสร้างสรรค์งานดัดแปลงได้ และจะต้องอนุญาตให้เผยแพร่งานเหล่านั้นด้วยเงื่อนไขเดียวกันกับสัญญาของซอฟต์แวร์ต้นฉบับ

2.11.4 การคงความสมบูรณ์ในซอร์สโคดของผู้เขียน

สัญญานั้นจะจำกัดไม่ให้เผยแพร่ซอร์สโคดที่ถูกแก้ไขได้ก็ต่อเมื่อสัญญาอนุญาตให้เผยแพร่ “patch file” ไปกับซอร์สโคด เพื่อใช้ในการแก้ไขโปรแกรมขณะคอมไพล์สัญญาจะต้องระบุอย่างชัดเจนว่าอนุญาตให้เผยแพร่ซอฟต์แวร์ที่คอมไพล์มาจากซอร์สโคดที่ถูกแก้ไข สัญญาอาจจะตั้งเงื่อนไขให้งานดัดแปลงต้องใช้ชื่อหรือเลขเวอร์ชันที่ต่างออกไปจากซอฟต์แวร์ต้นฉบับ

2.11.5 ไม่เลือกปฏิบัติเพื่อกีดกันบุคคลหรือกลุ่มใด ๆ

สัญญานั้นจะต้องไม่จงใจแบ่งแยกเพื่อละเว้นการคุ้มครองสิทธิต่อบุคคลหรือกลุ่มบุคคลใดๆ

2.11.6 ไม่เลือกปฏิบัติเพื่อกีดกันกิจการในสาขาใด ๆ

สัญญานั้นจะต้องไม่จำกัดผู้ใดไม่ให้ใช้งานโปรแกรมในกิจการหรือกิจกรรมจำเพาะสาขาใดสาขาหนึ่ง ตัวอย่างเช่น สัญญาต้องไม่ห้ามใช้โปรแกรมในทางธุรกิจหรือในทางการวิจัย

2.11.7 การเผยแพร่ของสัญญา

สิทธิที่พ่วงไปกับโปรแกรมจะต้องใช้กับทุกคนที่ได้รับโปรแกรมนั้น โดยไม่จำเป็นต้องอาศัยการดำเนินการสัญญาเพิ่มเติมจากบุคคลใด

2.11.8 สัญญาต้องไม่เจาะจงจำเพาะผลิตภัณฑ์อันใดอันหนึ่ง

สิทธิที่พ่วงไปกับโปรแกรมจะต้องไม่ขึ้นอยู่กับการที่โปรแกรมเป็นส่วนหนึ่งของการเผยแพร่ซอฟต์แวร์เป็นผลิตภัณฑ์ใดเป็นพิเศษถ้ามีการเลือกเฉพาะโปรแกรมนั้นออกมาและนำไปใช้หรือจำหน่ายจ่ายแจกโดยอาศัยเงื่อนไขตามสัญญาของโปรแกรมนั้น ทุกคนที่ได้รับโปรแกรมจะต้องได้รับสิทธิเดียวกันกับที่ได้รับมอบมาพร้อมกับการเผยแพร่ซอฟต์แวร์แต่เดิม

2.11.9 สัญญาจะต้องไม่ผูกพันไปถึงซอฟต์แวร์อื่นในสื่อเดียวกัน

สัญญานั้นจะต้องไม่ตั้งเงื่อนไขควบคุมซอฟต์แวร์อื่นที่เผยแพร่ไปพร้อมกับซอฟต์แวร์ที่ใช้สัญญานั้น ตัวอย่างเช่น สัญญาจะต้องไม่ยืนกรานที่จะให้โปรแกรมอื่นที่เผยแพร่ไปในสื่อเดียวกันต้องเป็นซอฟต์แวร์ Open Source เหมือนกัน

2.11.10 สัญญาที่เข้าข่ายและการรับรอง

ซอฟต์แวร์ใดก็ตามที่ใช้สัญญาซึ่งได้รับการรับรองว่าเข้าข่ายตาม Open Source Definition สามารถที่จะใช้เครื่องหมายการค้า Open Source ได้ โดยที่ซอฟต์แวร์สามารถจะประกาศมอบเป็นสาธารณะสมบัติได้เช่นเดียวกัน สัญญาหรือซอฟต์แวร์นอกจากนี้ไม่สามารถใช้เครื่องหมายการค้า Open Source ได้

พอสรุปได้โดยรวมว่าซอฟต์แวร์รหัสเปิดไม่เพียงแต่สามารถใช้งานได้ฟรีโดยไม่เสียค่าใช้จ่ายด้านลิขสิทธิ์แล้ว ยังสามารแก้ไข ปรับปรุง และพัฒนาตัวโปรแกรมได้อีกด้วย ภายหลังจากการพัฒนาแล้วยังให้สิทธิในการแจกจ่ายต่อไปโดยอยู่ในเงื่อนไขเดียวกันกับซอฟต์แวร์รหัสเปิดที่ได้รับมา

2.12 มินเนโซต้า แมพเซิร์ฟเวอร์

มินเนโซต้า แมพเซิร์ฟเวอร์ เป็นซอฟต์แวร์แบบซอฟต์แวร์รหัสเปิด สามารถดาว์นโหลดโปรแกรมสำหรับใช้งาน และซอร์สโคดได้ทางอินเทอร์เน็ตที่ http://mapserver.gis.umn.edu/ มินเนโซต้า แมพเซิร์ฟเวอร์ สร้างพัฒนาขึ้นที่มหาวิทยาลัย มินเนโซต้า ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยความร่วมมือขององค์การพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศของสหรัฐหรือ นาซา และหน่วยงานที่ดูแลทรัพยากรธรรมชาติของรัฐมินเนโซต้า ภายใต้ชื่อโครงการ ForNet ด้วยแนวความคิดที่จะเผยแพร่ข้อมูลปริภูมิ และข้อสนเทศเกี่ยวกับแหล่งน้ำในรัฐมินเนโซต้าผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต จึงได้

พัฒนาซอฟต์แวร์ขึ้นด้วยภาษาซี ทำงานแบบซีจีไอ สคริปท์ โดยอาศัยแม่ข่ายอินเทอร์เน็ตในการใช้งาน ซีจีไอ สคริปท์ มินเนโซต้าแมพเซิร์ฟเวอร์ อาศัยไลบรารี่ของซอฟต์แวร์รหัสเปิด อื่นๆอีกหลายซอฟต์แวร์ ในการทำงาน ตั้งแต่การติดต่อข้อมูลปริภูมิในรูปแบบต่างๆ การติดต่อฐานข้อมูล รวมไปถึงการแสดงผลเป็นรูปภาพและตัวอักษรในไฟล์รูปแบบต่างๆ มินเนโซต้า แมพเซิร์ฟเวอร์ได้พัฒนาเรื่อยมาจนปัจจุบัน พัฒนามาจนถึงเวอร์ชัน 4.0.1 (มกราคม 2547) มีลักษณะเฉพาะดังนี้

- ทำงานในรูปแบบ ซีจีไอ
- ใช้งานได้ทั้งบน ระบบปฏิบัติการ ลีนุก และ วินโดว์
- รองรับการทำงานแบบ หลายผู้ใช้งาน
- สามารถใช้งานร่วมกับ ภาษา HTML สำหรับเขียนเว็บเพจ
- ปรับปรุงการทำงานบนเว็บเพจได้ด้วย ภาษาจาวา หรือ จาวาสคริปท์
- สามารถใช้งานร่วมกับภาษา พีเอชพี, perl, python
- ให้ผลลัพธ์โดยการสร้างเป็นภาพบิตแมพ ที่มีขนาดคงที่ตามที่กำหนด
- อาศัยไลบรารี่ GD ในการสร้างเป็นภาพในรูปแบบต่างๆ เช่น GIF, PNG, JPEG
- รองรับการทำงานร่วมกับข้อมูลปริภูมิทั้งข้อมูลแบบเวกเตอร์ และข้อมูลราสเตอร์
- รองรับข้อมูลเวกเตอร์มาตรฐานแบบ อีเอสอาร์ไอ เชพไฟล์
- รองรับข้อมูลราสเตอร์มาตรฐานแบบ TIFF/GeoTIFF, GIF, PNG
- สามารถแปลงหน่วยโดยอัตโนมัติ
- สามารแปลงเส้นโครงแผนที่โดยอัตโนมัติ
- รองรับตัวอักษรแบบ Truetype Font

2.13 ความสามารถในการทำงานร่วมกับข้อมูลแบบเวกเตอร์

ปกติมินเนโซต้า แมพเซิร์ฟเวอร์ ออกแบบทำงานร่วมกับไฟล์เวกเตอร์รูปแบบ เชฟไฟล์ สามารถอ่านข้อมูลได้ทั้ง ข้อมูลแบบเป็น จุด เส้น และรูปปิด โดยใช้ไลบราลี่ของ แฟรงค์ วาเมอดัม (Frank Warmerdam) ผู้เขียนไลบราลี่สำหรับติดต่อข้อมูลรูปแบบเชฟไฟล์ นอกจากนี้ยังสามารถติดต่อข้อมูลแบบเวกเตอร์ในรูปแบบอื่นได้อีกโดยอาศัย มาตรฐานการเชื่อมต่อแบบ โอจีอาร์ (OGR) โดย โอจีอาร์ เป็น ไลบราลี่ ที่เป็นรหัสเปิด ที่พัฒนาบนภาษา ซีพลัสพลัส (C++) ใช้สำหรับเปิดหรือเข้าถึงข้อมูลแบบเวกเตอร์ในรูปแบบต่างๆ รวมทั้งไฟล์รูปแบบเชฟไฟล์ เพื่อความสะดวกในการใช้งานเนื่องจากไม่ต้องทำการแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบ เชฟไฟล์ ก่อนใช้งานใน มินเนโซต้า แมพเซิร์ฟเวอร์ โดย โอจีอาร์ รองรับการเชื่อมต่อข้อมูลเวกเตอร์ดังต่อไปนี้

- อีเอสอาร์ไอ เชฟไฟล์
- แมพอินโฟไฟล์ (Mapinfo TAB and MIF/MID files)
- TIGER
- OGDI vectors
- IHO S-57 dataset
- UK.NTF
- SDTS TVP
- PostgreSQL

สามารถติดตาม เวอร์ชันล่าสุด และไฟล์เวกเตอร์ที่รองรับในการเชื่อมต่อ ได้ทางเว็บไซท์ http://gdal.velocet.ca/projects/opengis/ogrhtml/ogr_formats.html

2.14 ความสามารถในการทำงานร่วมกับข้อมูลแบบราสเตอร์

มินเนโซต้า แมพเซิร์ฟเวอร์ สามารถแสดงข้อมูลราสเตอร์หลากหลายรูปแบบบนแผนที่ที่สร้างขึ้น รูปแบบไฟล์ของข้อมูลราสเตอร์ที่สามารถใช้งานบนมินเนโซต้า แมพเซิร์ฟเวอร์มีดังนี้

- TIFF หรือ GeoTIFF มินเนโซต้า แมพเซิร์ฟเวอร์รองรับไฟล์ TIFF และ GeoTIFF เป็นมาตรฐานหลัก แต่มีข้อจำกัดในการอ่านไฟล์ TIFF และ GeoTIFF คือ ตามมาตรฐานหลักจะไม่รองรับการทำ Tile บนไฟล์รูปแบบ TIFF หรือ GeoTIFF ไม่รองรับไฟล์ TIFF หรือ GeoTIFF ในรูปแบบ 16 บิต (ทำงานที่ 8 บิตโดยแปลงข้อมูลจาก 16 บิต เป็น 8 บิต) รวมทั้งบันทึกค่าสีในแบบ แม่สีแดง เขียว น้ำเงิน (RGB) หากต้องการความสามารถที่มินเนโซต้า แมพเซิร์ฟเวอร์มาตรฐานไม่รองรับต้องอาศัย GDAL ในการเชื่อมต่อข้อมูลแบบราสเตอร์ และมาตรฐานนี้ยังรองรับการอ่านไฟล์รูปแบบ TIFF และ GeoTIFF ที่มีค่าพิกัดอ้างอิงทางภูมิศาสตร์ต้องการใช้เวิล์ดไฟล์ (world file)
- GIF สามารถเรียกใช้งานได้ และยังต้องอาศัยเวิลด์ไฟล์ สำหรับอ้างอิงค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์
- PNG สามารถเรียกใช้งานได้ และยังต้องอาศัยเวิลด์ไฟล์ สำหรับอ้างอิงค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์
- JPEG ไฟล์รูปแบบ JPEG ที่มินเนโซต้า แมพเซิร์ฟเวอร์สามารถอ่านและแสดงผลได้เป็นไฟล์รูปแบบ JPEG แบบสีเทาดำ (grayscale) ไม่สามารถแสดงข้อมูลแบบแม่สีแดง เขียว น้ำเงินได้ ยังคงอาศัยเวิลด์ไฟล์ สำหรับอ้างอิงค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์

- ไฟล์รูปแบบราสเตอร์ของ โปรแกรม ERDAS นามสกุล (.LAN/.GIS) ไฟล์ที่สามารถอ่านและแสดงผลได้จะเป็นแบบ ข้อมูล ERDAS 1 ช่วงคลื่น ขนาดข้อมูลแบบ 8 บิต และอาศัยไฟล์ นามสกุล .trl ในการเทียบสีของภาพ มินเนโซต้าแมพเซิร์ฟเวอร์ยังสามารถอ่านค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์ได้จากไฟล์โดยตรง

นอกจากการเชื่อต่อไฟล์ข้อมูลราสเตอร์แบบมาตรฐานแล้ว มินเนโซต้า แมพเซิร์ฟเวอร์ยังสามารถเชื่อมต่อข้อมูลราสเตอร์รูปแบบอื่นโดยอาศัย ไลบรารี่ GDAL ในการเชื่อมต่อ GDAL มีความสามารถในการเชื่อมต่อข้อมูลแบบราสเตอร์สูงกว่าการเชื่อมต่อข้อมูลราสเตอร์แบบมาตรฐานของมินเนโซต้า แมพเซิร์ฟเวอร์ ข้อมูลแบบราสเตอร์ที่ GDAL สามารถติดต่อได้มีดังนี้

- TIFF/GeoTIFF: GDALสามารถติดต่อข้อมูล TIFF หรือ GeoTIFF ได้เช่นเดียวกับ มินเนโซต้าแมพเซิร์ฟเวอร์ แต่ยังรองรับไฟล์ TIFF หรือ GeoTIFFแบบที่มีการทำไทล ข้อมูล
- VRT: Virtual Raster
- NITF: National Imagery Transmission Format
- ไฟล์อิมเมจ ของโปรแกรม ERDAS นามสกุลไอเอ็มจี (.img)
- ELAS
- Arc/Info ASCII Grid
- DTED เป็นข้อมูลราสเตอร์ที่แสดงความสูง
- PNG
- JPEG
- GIF
- MEM: In Memory Raster
- BSB: Maptech BSB Nautical Charts
- XPM: X11 PixMap
- BMP
- ECW: ERMapper Compressed Wavelets
- HDF4
- PNM: Portable Pixmap
- ENVI ข้อมูลนามสกุล (.img) จากโปรแกรม ENVI
- PAux: PCI .aux Labelled
- MFF: Atlantis MFF Raster

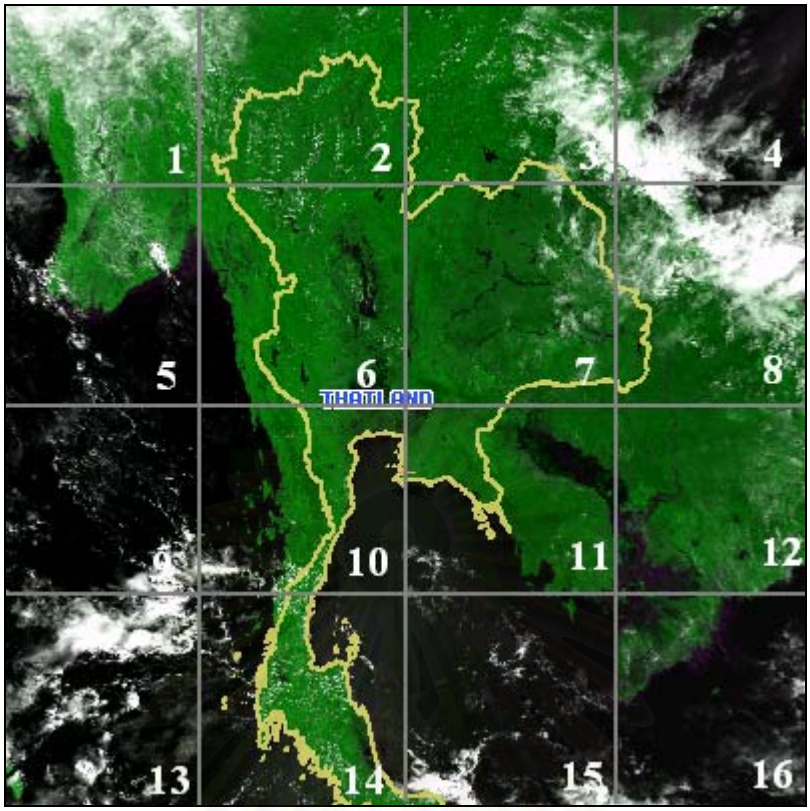
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- MFF2: Atlantis MFF2 (HKV) Raster
- JPEG-2000
- FIT

สามารถติดตาม เวอร์ชันล่าสุด และไฟล์ราสเตอร์ที่รองรับในการเชื่อมต่อ ได้ทางเว็บไซท์ http://www.remotesensing.org/gdal/formats_list.html

2.15 การทำไทลบนข้อมูลราสเตอร์

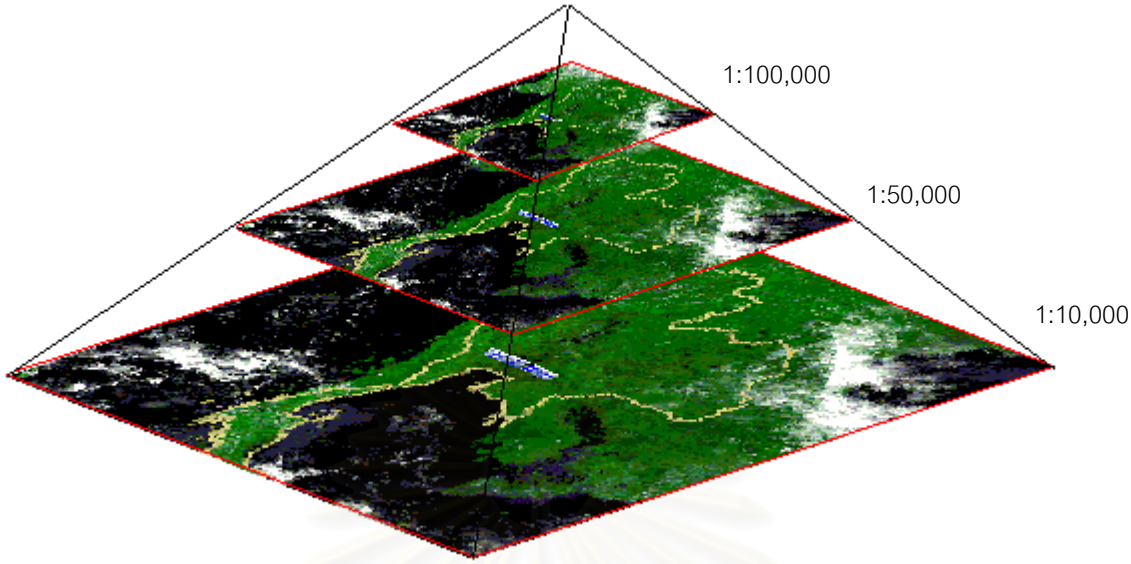
ในการใช้งานไฟล์ข้อมูลราสเตอร์ขนาดใหญ่โดยเฉพาะภาพข้อมูลดาวเทียมส่วนใหญ่การทำงานมักต้องการแสดงภาพเพียงบางส่วนแต่เครื่องคอมพิวเตอร์ต้องอ่านข้อมูลทั้งหมดของภาพก่อนแล้วจึงแสดงผลบริเวณที่ต้องการทำให้สิ้นเปลืองทรัพยากรระบบและเวลา เพื่อสนับสนุนการใช้งานสามารถทำไทลบนข้อมูลราสเตอร์ได้ การทำไทลเป็นเทคโนโลยีในการประหยัดเวลาและทรัพยากรในการเรียกใช้งานข้อมูลราสเตอร์โดยการแบ่งย่อยข้อมูลราสเตอร์ออกเป็นส่วนๆ และทำดัชนีแต่ละส่วนไว้ การเรียกใช้งานจะเรียกผ่านดัชนี เพื่อเรียกข้อมูลราสเตอร์ส่วนย่อยอีกที วิธีนี้อาศัยหลักการทำงานของคอมพิวเตอร์ที่ว่า เมื่อเราทำการแสดงผลข้อมูลราสเตอร์เพียงบางส่วน คอมพิวเตอร์ยังคงต้องอ่านข้อมูลราสเตอร์ทั้งหมดก่อนแล้วประมวลผลให้แสดงเฉพาะบางส่วนที่เลือกบนจอภาพ ทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์เสียเวลาในการอ่านข้อมูลราสเตอร์ทั้งหมดก่อน ถ้าหากทำการแบ่งข้อมูลราสเตอร์ออกเป็นส่วนย่อยๆ ดังรูปที่ 2.11 แสดงการจำลองการแบ่งย่อยข้อมูลราสเตอร์ ในรูปจำลอง ได้ทำการแบ่งส่วนย่อยของข้อมูลราสเตอร์ออกเป็น 16 ส่วนย่อย หากต้องการแสดงข้อมูลในส่วนที่ 2 ก็ไม่ต้องอ่านข้อมูลราสเตอร์ทั้งหมด อ่านเพียงเฉพาะส่วนที่ 2 เท่านั้น หากต้องการอ่านข้อมูลที่อยู่คร่อม เช่นต้องการอ่านข้อมูลที่อยู่บนส่วนที่ 6 และ 7 ก็จะทำการอ่านข้อมูลเฉพาะส่วนที่ 6 และ 7 เท่านั้น ด้วยเทคนิคนี้จะทำให้การทำงานเร็วขึ้นและใช้ทรัพยากรระบบน้อยลงในการอ่านข้อมูล อย่างไรก็ตามหากต้องการแสดงภาพรวมทั้งหมด ก็ยังคงต้องอ่านข้อมูลราสเตอร์ทั้งหมดแล้วทำการย่อให้แสดงบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ หากต้องการให้การทำงานในลักษณะการย่อขยายทำงานได้รวดเร็วและกินทรัพยากรน้อยต้องอาศัยเทคนิคอื่นเข้าช่วย



รูปที่ 2.11 แสดงการจำลองการแบ่งย่อยข้อมูลราสเตอร์

2.16 การทำพีรามิดบนข้อมูลราสเตอร์

การทำพีรามิด (Pyramid) อาศัยหลักการทำงานของคอมพิวเตอร์ที่ว่า ไม่ว่าข้อมูลราสเตอร์จะมีขนาดใหญ่แค่ไหน การแสดงผลยังคงอยู่บนจอภาพที่มีขนาดคงที่ หากข้อมูลมีขนาดใหญ่กว่าจอภาพ คอมพิวเตอร์จะทำการประมวลผลเพื่อย่อภาพให้สามารถแสดงได้บนหน้าจอที่กำหนด นั่นคือคอมพิวเตอร์ต้องอ่านข้อมูลทั้งหมดของข้อมูลราสเตอร์ก่อน จึงค่อยประมวลผลขนาดของการแสดงผลและทำการย่อขนาดของภาพเพื่อแสดงบนจอภาพ หากมีการเตรียมภาพข้อมูลราสเตอร์ที่มีขนาดลดหลั่นลงมา เมื่อต้องการแสดงผลภาพรวมก็ให้อ่านข้อมูลที่มีขนาดเล็กกว่า แทนที่จะอ่านข้อมูลขนาดใหญ่ทั้งหมด ทำให้ประหยัดเวลาในการอ่านข้อมูล ดังแสดงในรูปที่ 2.12 แสดงการจำลองการลดขนาดของข้อมูลราสเตอร์ โดยการลดทอนขนาดข้อมูลราสเตอร์จะใช้วิธีลดทอนโดยมาตราส่วน ตัวอย่างเช่นข้อมูลราสเตอร์ มีมาตราส่วนเท่ากับ 1:10,000 เมื่อทำการลดทอนข้อมูลเป็น 1 : 50,000 และ 1 : 100,000 ตามลำดับ ลักษณะการลดทอนข้อมูลเป็นลำดับนี้มีลักษณะคล้าย พีรามิด จึงเป็นที่มาของชื่อเทคนิคการลดทอนข้อมูลราสเตอร์ โดยไฟล์ข้อมูลราสเตอร์ทั้ง 3 มาตราส่วนที่ทำนั้น จะรวมกันอยู่ในไฟล์เดียวกัน



รูปที่ 2.12 แสดงการจำลองการลดขนาดของข้อมูลราสเตอร์

เมื่อแสดงภาพบนจอภาพ จะมีการอ่านข้อมูลราสเตอร์ หากการแสดงผลอยู่ในมาตราส่วนที่เล็กกว่า ก็จะอ่านข้อมูลที่มีมาตราส่วนเล็ก ซึ่งมีขนาดข้อมูลที่น้อยกว่า ทำให้เสียเวลาน้อยลงเมื่อเทียบกับอ่านข้อมูลขนาดใหญ่ทั้งหมด เทคนิคการทำพีรามิดหากใช้ร่วมกันกับเทคนิคการทำไทล จะช่วยให้สามารถใช้งานข้อมูลราสเตอร์ที่มีขนาดใหญ่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งมินเนโซต้า แมพ เซิร์ฟเวอร์ รองรับการทำงานทั้ง 2 เทคนิคนี้

ในการสร้างแผนที่พลวัต จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีข้อมูลที่หลากหลายในบริเวณเดียวกัน เพื่อใช้แสดงความแตกต่างของข้อสนเทศต่างช่วงเวลากัน ในบริเวณเดียวกันเนื่องจากงานวิจัยนี้เน้นไปทางด้านแผนที่ข้อมูลหนึ่งซึ่งสามารถนำมาใช้งานในการสร้างเป็นแผนที่พลวัตได้คือข้อมูลภาพดาวเทียม คือหากมีข้อมูลภาพดาวเทียมในบริเวณเดียวกัน ต่างกันในหลายช่วงเวลาจะสามารถนำข้อมูลเหล่านั้นมาสร้างเป็นแผนที่พลวัตได้ ข้อมูลภาพดาวเทียมมีแหล่งที่มาได้หลากหลายเนื่องจากดาวเทียมที่โคจรอยู่รอบโลกเพื่อบันทึกข้อมูลบนพื้นพิภพนี้มีหลายดวงด้วยกัน ข้อมูลโมดิส เป็นอีกข้อมูลภาพดาวเทียมที่สามารถนำมาประกอบแสดงเป็นแผนที่พลวัตได้ด้วยเหตุที่ข้อมูลโมดิสมีความถี่สูงในการบันทึกภาพ โดยได้ข้อมูลบริเวณเดิม ประมาณ 1-2 วัน ทำให้สามารถเห็นความเปลี่ยนแปลงของข้อสนเทศในพื้นที่เดียวกันในช่วงเวลาต่างๆ ได้

2.17 ข้อมูลโมดิส

โมดิส (MODIS) ย่อจาก MODerate-resolution Imaging Spectroradiometer เป็นเครื่องวัดคลื่นเชิงสเปกตรัม ที่ถูกติดตั้งบนดาวเทียม เทอรา(Terra) และดาวเทียม อาคัว(Aqua) ถูกออกแบบขึ้นเพื่อใช้ในการติดตามและตรวจสอบข้อมูลทรัพยากรธรรมชาติ โมดิสมีความกว้างของแนวการบันทึกภาพ (Swath) ประมาณ 2,330 กิโลเมตรในแนวขวาง และ 10 กิโลเมตรในแนวยาว และสามารถบันทึกข้อมูล ครอบคลุมพื้นที่ทั่วโลกได้ภายใน 2 วัน และจะวนกลับมาบันทึกข้อมูลซ้ำที่ตำแหน่งเดิมทุก 16 วัน โดยที่ดาวเทียมโคจรมาบันทึกภาพในช่วงเวลา 10.30 น. สำหรับดาวเทียมเทอรา และเวลา13.30 น. สำหรับดาวเทียมอาคัว นั่นหมายความว่าเราจะได้ข้อมูลโมดิส 2 ช่วงเวลาใน 1 วันจาก 2 ดาวเทียม ข้อมูลที่ได้รับจาก โมดิส ประกอบไปด้วย 36 ช่วงคลื่น ระหว่าง 0.4 ถึง 14 มิลลิเมตร โดยมีความละเอียดเชิงพื้นที่ที่แตกต่างกันไปในแต่ละช่วงคลื่น ตั้งแต่ 250 เมตร 500 เมตร และ 1,000 เมตร ดังแสดงตารางที่ 2.1 แสดงจำนวนช่วงคลื่นและรายละเอียดเชิงพื้นที่ และตารางที่ 2.2 แสดงข้อมูลทางเทคนิคของเครื่องมือวัดโมดิสในการรับช่วงคลื่น สำหรับการบันทึกข้อมูลนั้น โมดิส จะกวาดภาพจากด้านหนึ่งของภาพไปสู่อีกด้านหนึ่ง โดยมีมุมกวาดได้สูงสุด 55 องศาในแต่ละด้าน (Conboy,)

ตารางที่ 2.1 แสดงจำนวนช่วงคลื่นและรายละเอียดเชิงพื้นที่

Resolution (m.)	Band
250	1-2
500	3-7
1000	8-36

ตารางที่ 2.2 แสดงข้อมูลทางเทคนิคของเครื่องมือวัดโมดิสในการรับช่วงคลื่น

Primary Use	Band	Bandwidth[1]	Spectral Radiance[2]	Required SNR[3]
Land/Cloud/Aerosols Boundaries	1	620 - 670	21.8	128
	2	841 - 876	24.7	201
Land/Cloud/Aerosols Properties	3	459 - 479	35.3	243
	4	545 - 565	29.0	228
	5	1230 - 1250	5.4	74
	6	1628 - 1652	7.3	275
	7	2105 - 2155	1.0	110

ตารางที่ 2.2 แสดงข้อมูลทางเทคนิคของเครื่องมือวัดโมดิสในการรับช่วงคลื่น (ต่อ)

Primary Use	Band	Bandwidth[1]	Spectral Radiance[2]	Required SNR[3]
Ocean Color/ Phytoplankton/ Biogeochemistry	8	405 - 420	44.9	880
	9	438 - 448	41.9	838
	10	483 - 493	32.1	802
	11	526 - 536	27.9	754
	12	546 - 556	21.0	750
	13	662 - 672	9.5	910
	14	673 - 683	8.7	1087
	15	743 - 753	10.2	586
	16	862 - 877	6.2	516
Atmospheric Water Vapor	17	890 - 920	10.0	167
	18	931 - 941	3.6	57
	19	915 - 965	15.0	250
Primary Use	Band	Bandwidth[1]	Spectral Radiance[2]	Required NE[delta]T(K)[4]
Surface/Cloud Temperature	20	3.660 - 3.840	0.45(300K)	0.05
	21	3.929 - 3.989	2.38(335K)	2.00
	22	3.929 - 3.989	0.67(300K)	0.07
	23	4.020 - 4.080	0.79(300K)	0.07
Atmospheric Temperature	24	4.433 - 4.498	0.17(250K)	0.25
	25	4.482 - 4.549	0.59(275K)	0.25
Cirrus Clouds Water Vapor	26	1.360 - 1.390	6.00	150(SNR)
	27	6.535 - 6.895	1.16(240K)	0.25
	28	7.175 - 7.475	2.18(250K)	0.25
Cloud Properties	29	8.400 - 8.700	9.58(300K)	0.05
Ozone	30	9.580 - 9.880	3.69(250K)	0.25

ตารางที่ 2.2 แสดงข้อมูลทางเทคนิคของเครื่องมือวัดโมดิสในการรับช่วงคลื่น (ต่อ)

Primary Use	Band	Bandwidth[1]	Spectral Radiance[2]	Required NE[delta]T(K)[4]
Surface/Cloud Temperature	31	10.780 - 11.280	9.55(300K)	0.05
	32	11.770 - 12.270	8.94(300K)	0.05
Cloud Top Altitude	33	13.185 - 13.485	4.52(260K)	0.25
	34	13.485 - 13.785	3.76(250K)	0.25
	35	13.785 - 14.085	3.11(240K)	0.25
	36	14.085 - 14.385	2.08(220K)	0.35

[1] Bands 1 to 19 are in nm; Bands 20 to 36 are in μm

[2] Spectral Radiance values are (W/m^2 -μm-sr)

[3] SNR = Signal-to-noise ratio

[4] NE(delta)T = Noise-equivalent temperature difference

เนื่องจาก ตัวเครื่องวัดโมดิส ติดตั้งอยู่บนดาวเทียม ดังนั้นคุณลักษณะของดาวเทียมจึงมีความสัมพันธ์กับ เครื่องวัดด้วยไม่ว่าจะเป็นความสูงของวงโคจรดาวเทียม ลักษณะการโคจร หรือแม้แต่กระทั่งอายุการทำงานของดาวเทียม ล้วนแล้วแต่มีความสำคัญต่อ เครื่องวัดที่ติดตั้งอยู่บนดาวเทียมทั้งสิ้น ตารางที่ 2.3 แสดงคุณลักษณะของดาวเทียม เทอรา และตารางที่ 2.4 แสดงคุณลักษณะของดาวเทียม อาคัว

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.3 แสดงคุณลักษณะของดาวเทียม เทอรา

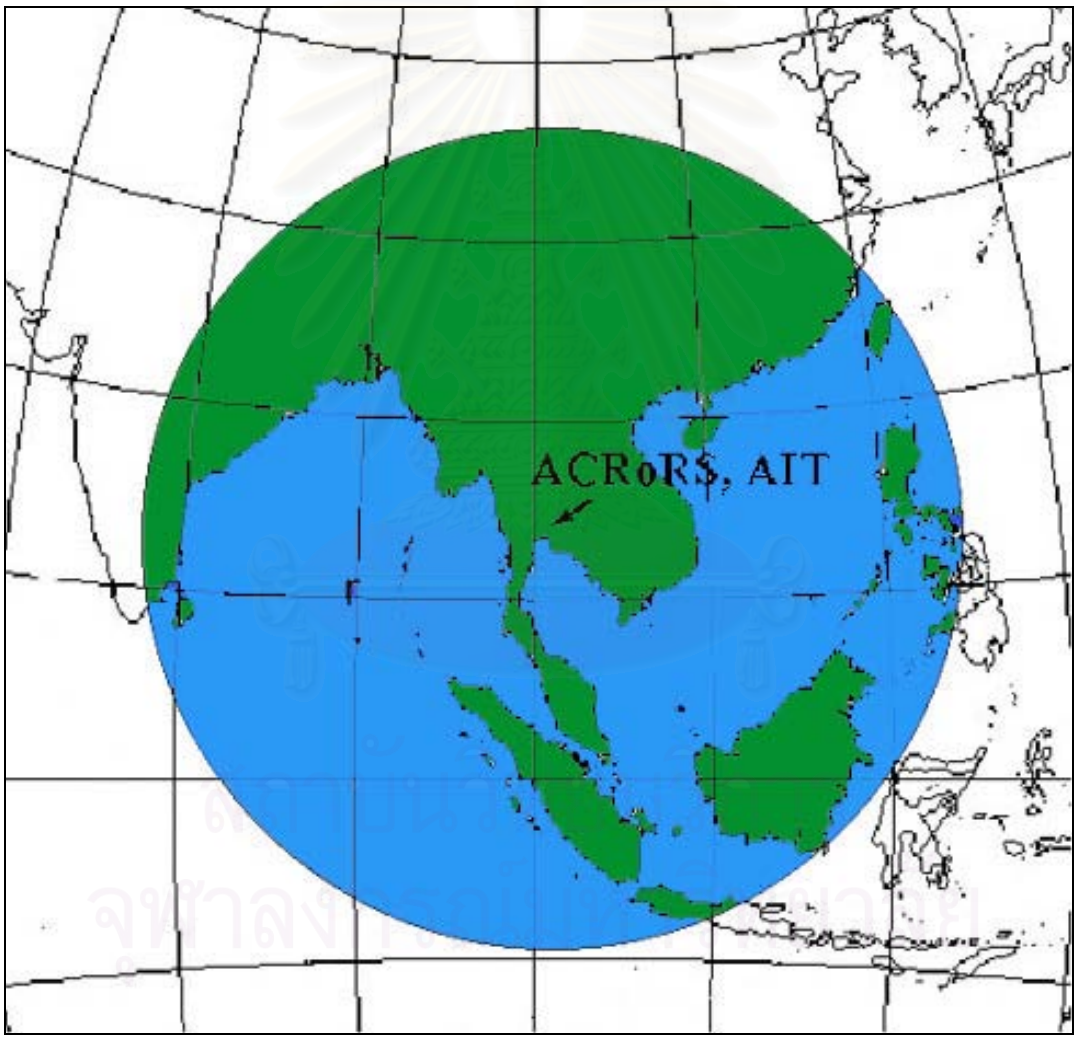
เส้นผ่าศูนย์กลาง	3.5 เมตร
ความยาว	6.8 เมตร
น้ำหนัก	5,190 กิโลกรัม
ความสูงของการโคจร	705 กิโลเมตร
ลักษณะการโคจร	สัมพันธ์กับดวงอาทิตย์โดยผ่านขั้วโลก
เอียงทำมุมกับแกนโลก	98.2 องศา
เวลาท้องถิ่นในการบันทึกข้อมูล	10:30 น.
เวลาในการโคจรรอบโลก 1 รอบ	98.88 นาที
บันทึกข้อมูลซ้ำที่เดิม	ทุก16 วัน
ระบบบันทึกข้อมูล	**ASTER** (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer)
	CERES (Clouds and the Earth's Radiant Energy System)
	MISR (Multi-angle Imaging Spectroradiometer)
	MODIS (Moderate-Resolution Imaging Spectroradiometer)
	MOPITT (Measurements of Pollution in the Troposphere)
อายุการทำงาน	5 ปี

ตารางที่ 2.4 แสดงคุณลักษณะของดาวเทียม อาคัว

ขนาดตอนขนส่ง	2.68 x 2.49 x 6.49 เมตร
ขนาดขณะใช้งาน	4.81 x 16.70 x 8.04 เมตร
น้ำหนัก	3,117 กิโลกรัม
ความสูงของการโคจร	705 กิโลเมตร
ลักษณะการโคจร	สัมพันธ์กับดวงอาทิตย์โดยผ่านขั้วโลก
เอียงทำมุมกับแกนโลก	98.2 องศา
เวลาท้องถิ่นในการบันทึกข้อมูล	13:30 น.
เวลาในการโคจรรอบโลก 1 รอบ	99 นาที
บันทึกข้อมูลซ้ำที่เดิม	ทุก16 วัน
ระบบบันทึกข้อมูล	**AIRS** (Atmospheric Infrared Sounder)
	AMSU (Advanced Microwave Sounding Unit)
	HSB (Humidity Sounder for Brazil)
	AMSR-E (Advanced Microwave Scanning Radiometer for EOS)
	CERES (Earth's Radiant Energy System)
	MODIS (Moderate-Resolution Imaging Spectroradiometer)
อายุการทำงาน	6 ปี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประเทศไทยมีสถานีรับสัญญาณดาวเทียมโมดิส ติดตั้งอยู่ในสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT) โดยสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชียเป็นผู้รับสัญญาณดาวเทียมและผลิตข้อมูล และทางสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) เป็นผู้รับผิดชอบในการจัดเก็บข้อมูล และให้บริการแก่ผู้ใช้ข้อมูลในประเทศไทย และในกลุ่มอาเซียน โดยในปัจจุบัน สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) สามารถให้บริการ ข้อมูล Raw data และ ใน level 1 B โดยความร่วมมือกันในโครงการโมดิส ระหว่าง สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย มหาวิทยาลัยโตเกียว และสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) (GISTDA) โดยมีพื้นที่ให้บริการข้อมูลภาพดาวเทียมโมดิสในบริเวณที่แสดงในรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 แสดงพื้นที่ให้บริการข้อมูลภาพดาวเทียมโมดิส

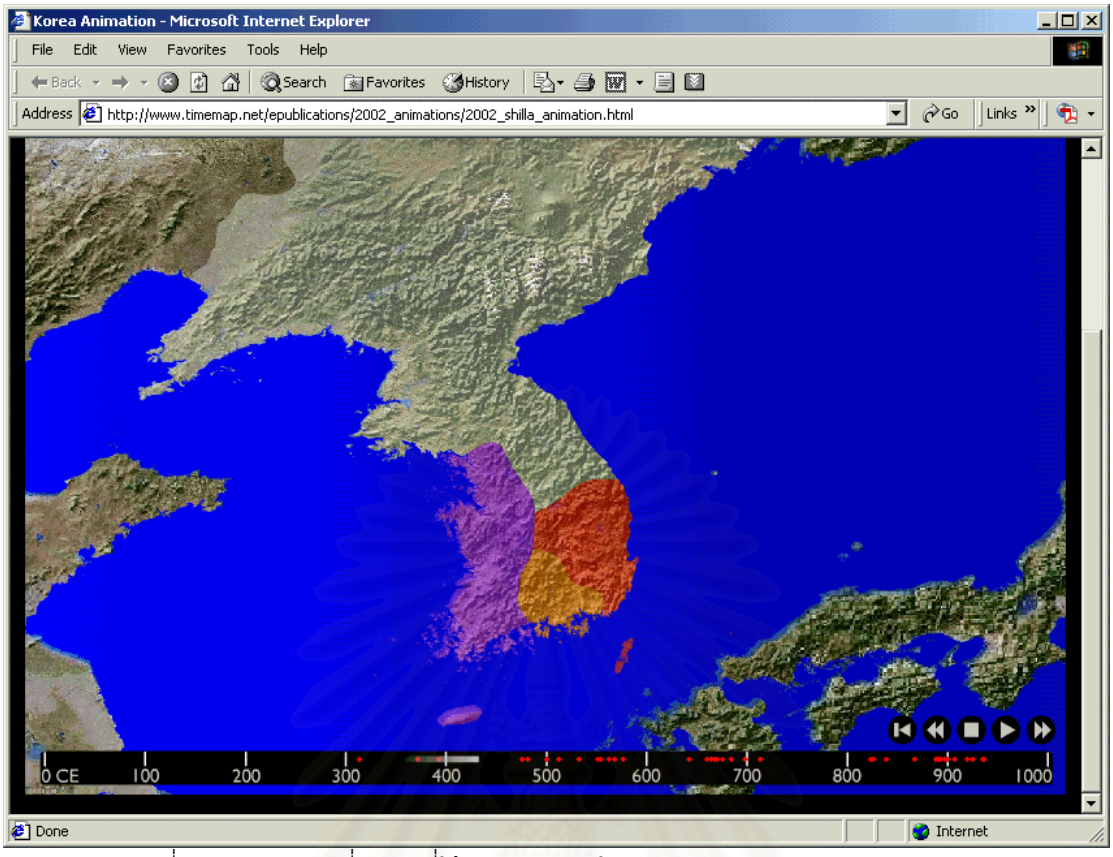
2.18 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องไม่พบว่ามีผู้วิจัย ในหัวข้อที่เกี่ยวกับการสร้างแผนที่พลวัตผ่านอินเทอร์เน็ตด้วยซอฟต์แวร์รหัสเปิดเลยทั้งในประเทศและต่างประเทศ พบเพียงแต่งานวิจัยที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการทำงานสามารถแยกได้เป็น 2 ส่วนคือ ส่วนที่นำเสนอข้อมูลปริภูมิผ่านเครือข่าย และส่วนที่สร้างแผนที่พลวัต

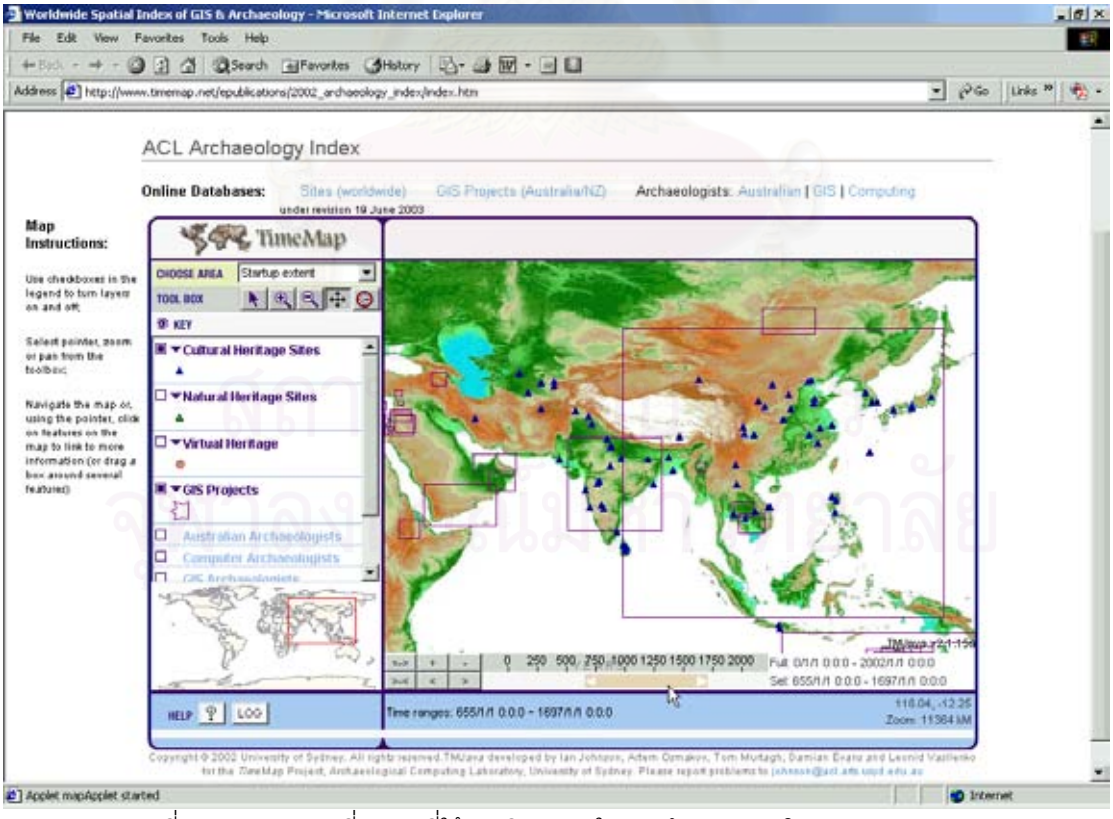
การนำเสนอข้อมูลผ่านเครือข่าย มีงานวิจัยในประเทศไทยที่พัฒนาระบบที่นำเสนอข้อมูลปริภูมิผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยนายสรรเพชญ เชื้อนิธิไพศาล (2541) เป็นการนำเสนอข้อมูลปริภูมิในรูปแบบเชฟไฟล์ผ่านเครือข่าย สามารถแสดงข้อมูลปริภูมิผ่านเครือข่ายได้ โดยไม่ขึ้นต่อระบบปฏิบัติการ ในการวิจัยทดสอบทั้งระบบปฏิบัติการ ลีนุก วินโดว์และ ยูนิกซ์ สามารถค้นคืนข้อมูลอรรถาธิบายของแต่ละข้อมูลผ่านเครือข่ายได้ ด้วยเทคโนโลยี ซีจีไอ และ จาวา

หน่วยงานการสำรวจทางธรณีวิทยาของประเทศแคนาดา(Geological Survey of Canada) ได้พัฒนาระบบการนำเสนอข้อมูลปริภูมิในรูปแผนที่ผ่านอินเทอร์เน็ตภายใต้โครงการชื่อ GeoServ สามารถนำเสนอแผนที่ และเชื่อมต่อฐานข้อมูลได้(Geological Survey of Canada) เป็นการนำเสนอข้อมูลปริภูมิผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และแสดงแผนที่พลวัต ได้ ในส่วนของการนำเสนอข้อมูลปริภูมิผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตใช้ซอฟต์แวร์เชิงพาณิชย์ และในส่วนของแผนที่พลวัตในโครงการได้ใช้ไฟล์ SWF เป็นรูปแบบในการนำเสนอ เพียงแต่แผนที่พลวัตมีการเตรียมไว้ก่อนผู้ใช้งานไม่สามารถ เลือกบริเวณสร้างแผนที่ได้เอง

มหาวิทยาลัยชิดนีย์ ได้พัฒนาโครงการ Time map โดย Archaeological Computing Laboratory ได้พัฒนาซอฟต์แวร์ด้วยภาษา จาวา สำหรับนำเสนอข้อมูลปริภูมิผ่านอินเทอร์เน็ต สามารถแสดง แผนที่พลวัต ได้ จากการศึกษาพบว่า มีแผนที่พลวัตที่ใช้ เทคนิค 2 เทคนิค คือ การใช้ จาวา และใช้ SWF ในการแสดงแผนที่พลวัต ในส่วนของแผนที่พลวัตที่สร้างด้วย เทคนิค SWF ไม่สามารถเลือกพื้นที่ได้ แต่กำหนดความเร็วในการแสดงผลได้ เลือกเวลาที่ต้องการดูได้ ดังแสดงในรูปที่ 2.14 เป็นแผนที่พลวัตแสดงความเปลี่ยนแปลงของ สัมพันธ์กับช่วงเวลาจะเห็นได้ว่าบริเวณด้านล่างของแผนที่พลวัต มีแถบของเวลา จุดสีแดงแสดงตำแหน่งที่มีการเปลี่ยนแปลงข้อสนเทศในแผนที่ แถบสีขาวแสดงตำแหน่งที่แผนที่กำลังแสดงข้อสนเทศอยู่ มีปุ่มควบคุมการแสดงให้เดินหน้า ถอยหลัง เร่งความเร็วการแสดงผลอยู่บริเวณมุมขวาล่าง สามารถคลิกเวลาที่ต้องการให้แสดงผลได้ในช่องของแถบเวลา



รูปที่ 2.14 แสดงแผนที่พลวัต ที่ใช้เทคนิค SWF ในการนำเสนอของโครงการ Timemap



รูปที่ 2.15 แสดงแผนที่พลวัต ที่ใช้เทคนิคจาวา ในการนำเสนอของโครงการ Timemap

อีกตัวอย่างของโครงการ Timemap เป็นแผนที่แสดงที่ตั้งเมืองโบราณ ดังแสดงในรูปที่ 2.15 เป็นการนำเสนอแผนที่พลวัตที่ใช้เทคนิคจาวา ใช้การโหลดข้อมูลมาเป็นชุดๆ แล้วแสดงผ่านทางเว็บ สามารถเลือกช่วงเวลาที่ต้องการให้แสดงตำแหน่งของเมืองโบราณได้ (บริเวณที่ลูกศรสีขาวชี้) พร้อมทั้งเลือกให้แสดงข้อมูลจากชั้นข้อมูลต่างๆ ได้ สามารถเลือกพื้นที่ให้แสดงผลได้ ขยายเข้าหรือขยายออกแผนที่ได้ เป็นลักษณะการทำงานแบบ แม่ข่ายแผนที่แบบเวกเตอร์

ทางผู้วิจัยเห็นว่า หากนำความสามารถของการนำเสนอข้อมูลปริภูมิผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตรวมเข้ากับการสร้างแผนที่พลวัต จะทำให้เกิดประโยชน์ในการแสดงความเปลี่ยนแปลงของข้อสนเทศในพื้นที่บริเวณที่ต้องการได้ เป็นการเพิ่มขีดความสามารถในงานนำเสนอข้อมูล

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

การนำเสนอแผนที่พลวัตผ่านอินเตอร์เน็ตนี้ แบ่งการทำงานเป็น 2 ส่วนหลัก คือ ส่วนแรกเป็นส่วนของการนำเสนอข้อมูลปริภูมิ เพื่อที่ผู้ใช้งานสามารถ ดูข้อมูลปริภูมิจัดแต่ง และเลือกพื้นที่ที่ต้องการ เพื่อนำไปสร้างแผนที่พลวัต ส่วนที่สองเป็นส่วนของการสร้างแผนที่พลวัต การใช้เทคนิคต่างๆ เพื่อผลิตแผนที่ชุด ที่ผู้ใช้เลือกและปรับแต่งแล้วนำไปสร้างเป็นแผนที่พลวัต

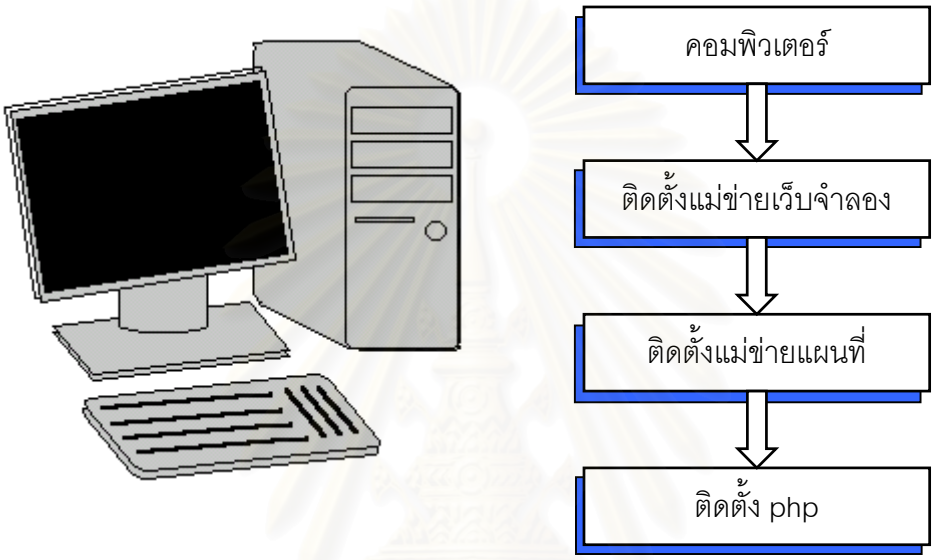
ในการนำเสนอข้อมูลปริภูมิผ่านอินเตอร์เน็ตนั้น ต้องอาศัยตัวกลางในการสร้างแผนที่ในรูปแบบของแม่ข่ายแผนที่ ทางผู้วิจัยได้เลือกใช้ซอฟต์แวร์ ของมหาวิทยาลัยมินเนโซต้า ชื่อ มินเนโซต้า แมพเซิร์ฟเวอร์ หรือเรียกสั้นๆ ว่า แมฟเซิร์ฟเวอร์ (MapServer) เขียนติดกันในภาษาอังกฤษ ด้วยเหตุผลที่ แมพเซิร์ฟเวอร์ เป็นซอฟต์แวร์แบบรหัสเปิด สามารถดาวน์โหลดซอร์สโคดมาพัฒนาต่อเองได้ ในงานวิจัยครั้งนี้ทางผู้วิจัยมิได้ใช้งานในส่วนนอกเหนือส่วนมาตรฐานจึงเลือกใช้เวอร์ชั่น 3.6.6 ที่สามารถทำงานได้เลยไม่ต้องคอมไพล์จากซอร์สโคด และทำงานบนระบบปฏิบัติการวินโดว์ เนื่องจากวินโดว์ เป็นระบบปฏิบัติการที่มีผู้ใช้แพร่หลาย

ข้อมูลปริภูมิที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ใช้ทั้งข้อมูลแบบเวกเตอร์ และราสเตอร์ โดยข้อมูลปริภูมิแบบเวกเตอร์ ประกอบไปด้วยข้อมูล จุด เส้น และรูปปิด แสดงข้อมูลของเขตการปกครอง ถนน ทางน้ำ และทางรถไฟ พื้นที่ครอบคลุมประเทศไทย ในรูปแบบข้อมูลแบบ ESRI Shape files ที่มาตราส่วน 1:250,000 ข้อมูลแบบราสเตอร์ ใช้ข้อมูลโมดิส พื้นที่ครอบคลุมประเทศไทย และประเทศเพื่อนบ้านบางส่วน โดยข้อมูลปริภูมิแบบราสเตอร์นี้อยู่ในรูปแบบ จีโอทิฟ สำหรับนำมาแสดงซ้อนเป็นฉากหลัง เพื่อนำไปแสดงความเปลี่ยนแปลงของข้อสนเทศเมื่อสร้างเป็นแผนที่พลวัตแล้ว ทางผู้วิจัยใช้ข้อมูลโมดิส ช่วงเดือนตุลาคม ปี พ.ศ. 2545 รวมทั้งสิ้น 14 ภาพ

3.2 การติดตั้งแม่ข่ายแผนที่

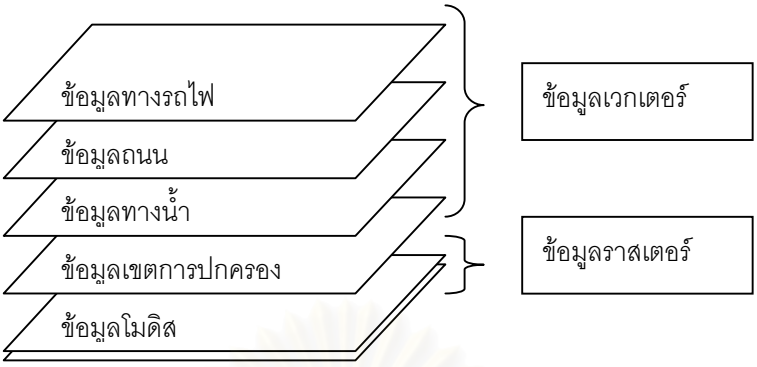
การวิจัยเริ่มจากการทำให้คอมพิวเตอร์พร้อมที่จะเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายแผนที่ โดยติดตั้งซอฟต์แวร์ทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์เป็นแม่ข่ายเว็บจำลองกล่าวคือ ผู้วิจัยได้ทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลทำหน้าเป็นเครื่องแม่ข่ายเว็บด้วย ด้วยซอฟต์แวร์ทำหน้าที่แม่ข่าย เพื่อความสะดวกในการทำงาน และการทดสอบ ผู้วิจัยเลือกใช้ซอฟต์แวร์ Xitami ที่แจกจ่ายให้ใช้งานได้โดยไม่มีค่าลิขสิทธิ์ ขนาดเล็กและใช้งานง่ายทำหน้าที่เป็นแม่ข่ายเว็บ เพื่อให้เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลสามารถใช้การติดต่อแบบ ซีจีไอ ได้เนื่องจากซอฟต์แวร์แม่ข่ายแผนที่ใช้การติดต่อทางซีจีไอ จากนั้นติดตั้งซอฟต์แวร์แม่ข่ายแผนที่ลงไป และเพื่อให้ผู้ใช้ติดต่อกับ แม่ข่ายแผนที่ง่ายขึ้น

โดยทำงานในรูปแบบ Graphic user interface ซึ่งผู้ใช้ไม่ต้องสั่งงานในรูปแบบการป้อนคำสั่งเป็นตัวอักษร และไม่จำเป็นต้องเรียนรู้คำสั่งต่างๆในการติดต่อและเรียกใช้แม่ข่ายแผนที่ ผู้วิจัยได้ติดตั้งซอฟต์แวร์ พีเอชพี เพื่อเป็นตัวสร้างส่วนติดต่อกับผู้ใช้ และเป็นตัวกลางในการเรียกใช้แม่ข่ายแผนที่ ดังแสดงการติดตั้งเป็นภาพดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการติดตั้งเพื่อให้เครื่องคอมพิวเตอร์มีความสามารถเป็นแม่ข่ายแผนที่

ภายหลังทดสอบการทำงานของทั้งแม่ข่ายเว็บจำลอง และแม่ข่ายแผนที่ ให้สามารถทำงานได้แล้ว ก็มาถึงขั้นตอนเตรียมข้อมูลปริภูมิ ให้สามารถทำงานผ่านทาง แมพเซิร์ฟเวอร์ ได้ เพื่อให้ MapServer สามารถติดต่อและแสดงผลของข้อมูลปริภูมิได้ ต้องอาศัย แมพไฟล์(map files)เป็นตัวกลางติดต่อข้อมูลปริภูมิ กำหนดการแสดงผล ทั้งสี สัญลักษณ์ กำหนดการซ้อนทับก่อนหลัง รวมทั้ง การกำหนดการค้นคืนข้อมูล ในฐานข้อมูลมาตรฐานของข้อมูลปริภูมิ ในการจัดข้อมูลในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้กำหนดให้ข้อมูลโมดิส อยู่ด้านล่างสุดของการแสดงผล ถัดมาเป็นข้อมูลเขตการปกครองกำหนดให้แสดงผลเป็นแบบรูปปิด ที่มีแต่เส้นขอบเพื่อให้มองเห็นข้อมูลโมดิสที่เป็นฉากหลัง และเรียงขึ้นมาด้วยข้อมูลเวกเตอร์ชั้นต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แสดง การเรียงลำดับข้อมูล ของแมพไฟล์เพื่อการแสดงผล

การกำหนดการแสดงผลต่างๆในแมพไฟล์สามารถใช้ โปรแกรมแก้ไขข้อความ (Text editor) สร้างและแก้ไขได้ ดังตัวอย่างแมพไฟล์ในรูปที่ 3.3

```
70
71  # ========================================================== #
72  # ************************    Start of layer definitions  ************************** #
73  # ========================================================== #
74
75  LAYER  #แสดง ขอบเขตประเทศไทย
76    NAME Thai
77    TYPE polygon
78    STATUS DEFAULT
79    DATA thai
80    CLASS
81      Outlinecolor 40 100 80
82       Color 250 250 180
83       Size 1
84    END
85  END
86  #*-*-*-*-*-*-*-*-*-*-*-*-*-*-*-*-*-*-*-*-*-*-*-*-*-*-*-*-*-*-*-*-*-*-*-*-*-*-*-*-*-*-*-*-*-*-*-*
87  #                              Start Sattelite Image Data
88    LAYER
89      NAME A20021002
90      TYPE RASTER
91      GROUP Modis
92      DATA  A20021002.tif
93      STATUS Off
94    END # Modis inage
95    LAYER
96      NAME A20021003
97      TYPE RASTER
98      GROUP Modis
99      DATA  A20021003.tif
100     STATUS Off
101   END # Modis inage
102     LAYER
103     NAME A20021005
104     TYPE RASTER
105     GROUP Modis
106     DATA  A20021005.tif
107     STATUS Off
108   END # Modis inage
```

รูปที่ 3.3 แสดงตัวอย่าง แมพไฟล์ เพื่อแสดงขอบเขตประเทศไทย

เมื่อกำหนดการแสดงผลต่างๆ ในแมพไฟล์แล้ว ในการวิจัยสามารถทดสอบการแสดงผลว่าแมพไฟล์ที่กำหนดมีข้อผิดพลาดหรือ การแสดงผล ทั้งความเหมาะสมในการใช้สี ขนาดของสัญลักษณ์ต่างๆ ตำแหน่งและขนาดของแผนที่ ที่แสดง โดยการทดสอบผ่านทาง ซีจีไอ การเรียกแผนที่ผ่านทาง ซีจีไอนั้น เป็นการเรียกแผนที่ผ่านทาง แมพไฟล์ โดยตรงไม่อาศัยตัวกลางใดๆ ทำให้เราสามารถ ตรวจสอบการแสดงผลได้ ดังรูปที่ 3.4 ตัวอย่างการเรียกข้อมูลแผนที่ผ่านทาง ซีจีไอ

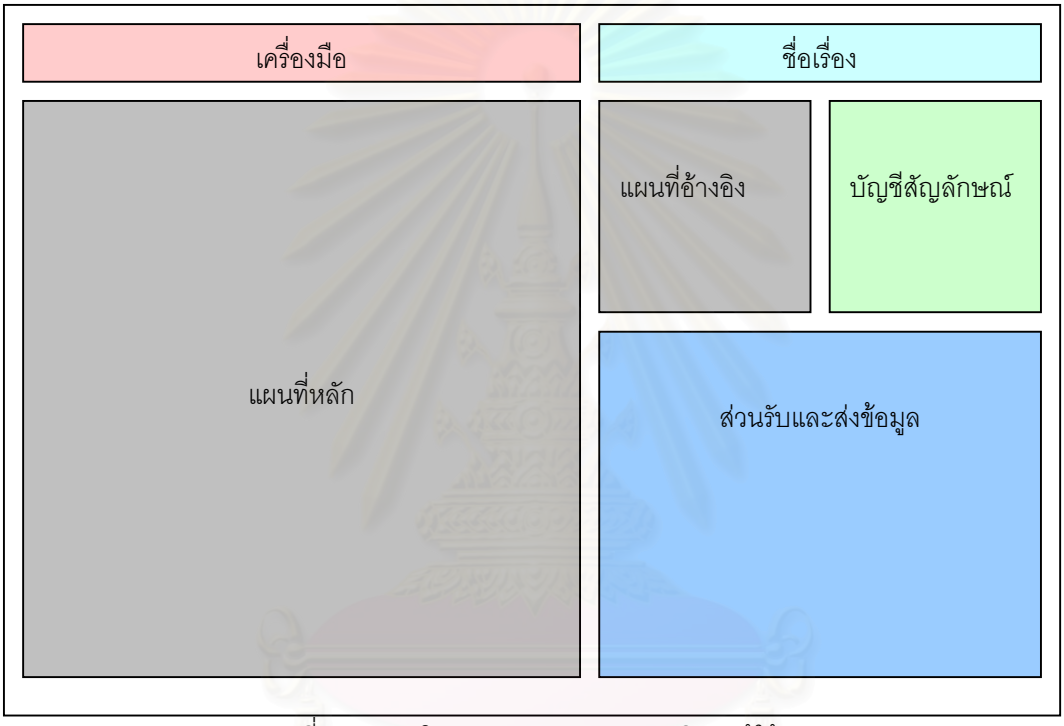
http://127.0.0.1/cgi-bin/mapserv?mode=map&map=c:\xitami\webpages\Modis\thai.map

รูปที่ 3.4 แสดงตัวอย่างการทดสอบการแสดงผลข้อมูลปริภูมิผ่านแม่ข่ายแผนที่

การร้องขอแบบ ซีจีไอ เพื่อให้แสดงแผนที่ด้วยการเรียกใช้แมพไฟล์ เป็นการทดสอบการเชื่อมต่อระหว่างแม่ข่ายแผนที่กับข้อมูลปริภูมิได้เป็นอย่างดี หากร้องขอแล้วไม่สามารถแสดงผลได้ แม่ข่ายแผนที่จะแสดงข้อความผิดพลาดที่เกิดขึ้น เพื่อที่จะนำไปแก้ไข แมพไฟล์ต่อไป หากร้องขอแล้วแสดงผลเป็นแผนที่แสดงว่า แมพไฟล์สามารถใช้งานได้ ทั้งนี้ยังสามารถใช้เป็นการทดสอบการแสดงผลในเรื่องของสี ตำแหน่งต่างๆ ของข้อมูลปริภูมิได้ เพื่อการปรับแต่ง ให้เหมาะสมสำหรับการแสดงแผนที่ผ่านเว็บต่อไป

3.3 การออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้งาน

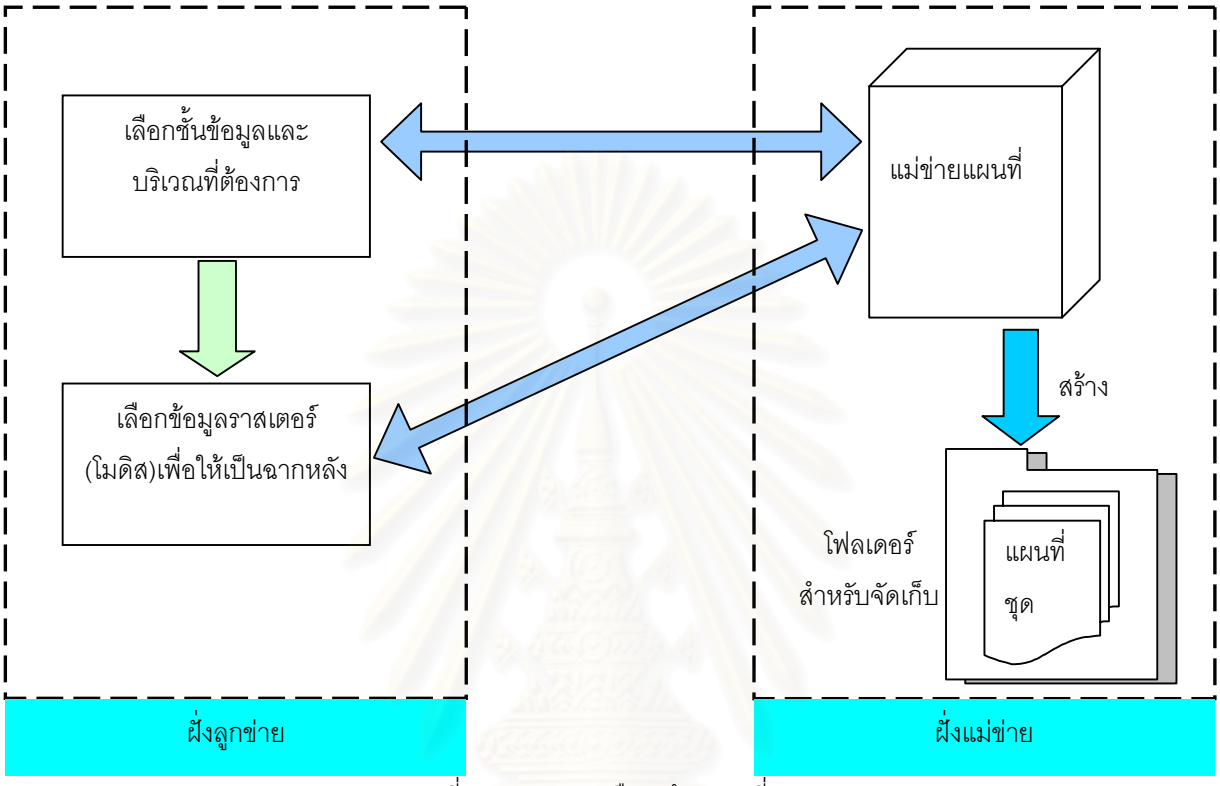
เนื่องจากการแสดงผลผ่านทางอินเตอร์เน็ตโดยอาศัย เว็บบราวเซอร์เป็นเครื่องมือในการแสดงผลขั้นสุดท้าย การออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานจึงไม่แตกต่างจากการออกแบบเว็บไซท์ทั่วไป ทางผู้วิจัยเลือกใช้ซอฟต์แวร์ พีเอชพี เป็นหลักในการควบคุมการแสดงผล การส่งและรับข้อมูล และเพื่อให้การแสดงผลในส่วนแผนที่เป็นไปด้วยความราบรื่นสวยงามจึงนำ mapplet มาใช้ในส่วนแสดงผลลัพท์ที่เป็นแผนที่ ซึ่ง mapplet คือ applet ที่ทาง แมพเซิร์ฟเวอร์ ได้พัฒนาขึ้นสำหรับแสดงแผนที่โดยเฉพาะ การออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้ มีส่วนต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 แสดงโครงร่างการออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้งาน

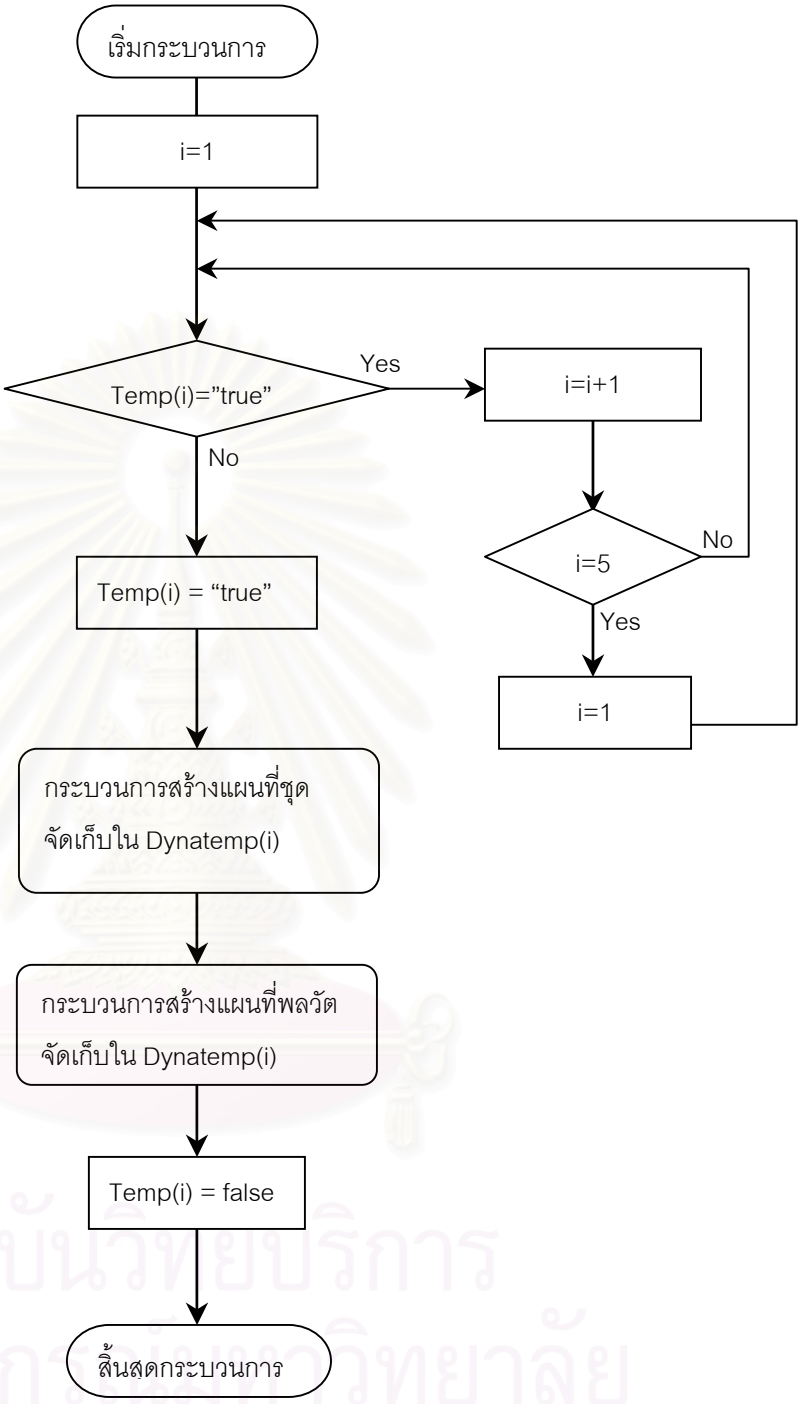
3.4 การสร้างแผนที่ชุด

การสร้างแผนที่ชุด เพื่อที่จะนำไปสร้างเป็นภาพเคลื่อนไหวต่อ โดยรับข้อมูล ขอบเขตของแผนที่ และชั้นข้อมูลที่เลือกจากส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน เมื่อส่งข้อมูลจากหน้าที่แสดงแผนที่แล้ว จะเข้าสู่ส่วนที่ผู้ใช้งาน ต้องเลือกข้อมูลราสเตอร์(ข้อมูลโมดิส) เพื่อนำไปเป็นฉากหลัง จำนวนแผนที่ที่เลือกจะเท่ากับจำนวนแผนที่ที่ต้องสร้าง การสร้างแผนที่ชุดอาศัยการร้องขอแบบ ซีจีไอ ไปยังแม่ข่ายแผนที่เพื่อให้แม่ข่ายแผนที่สร้างแผนที่โดยมีข้อมูลโมดิส เป็นฉากหลังตามจำนวนที่ผู้ใช้เลือก โดยขั้นตอนนี้ กำหนดให้ทำงานเป็นฉากหลังโดยไม่ให้ผู้ใช้เห็นการทำงาน โดยวนรอบการสร้างเท่ากับจำนวนฉากหลังที่เลือก เก็บไว้ใน โฟลเดอร์ที่กำหนดที่เครื่องแม่ข่าย ดังแสดงขั้นตอนการเลือกสร้างแผนที่ชุดเป็นไดอะแกรมในรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 แสดงการเลือกสร้างแผนที่ชุด

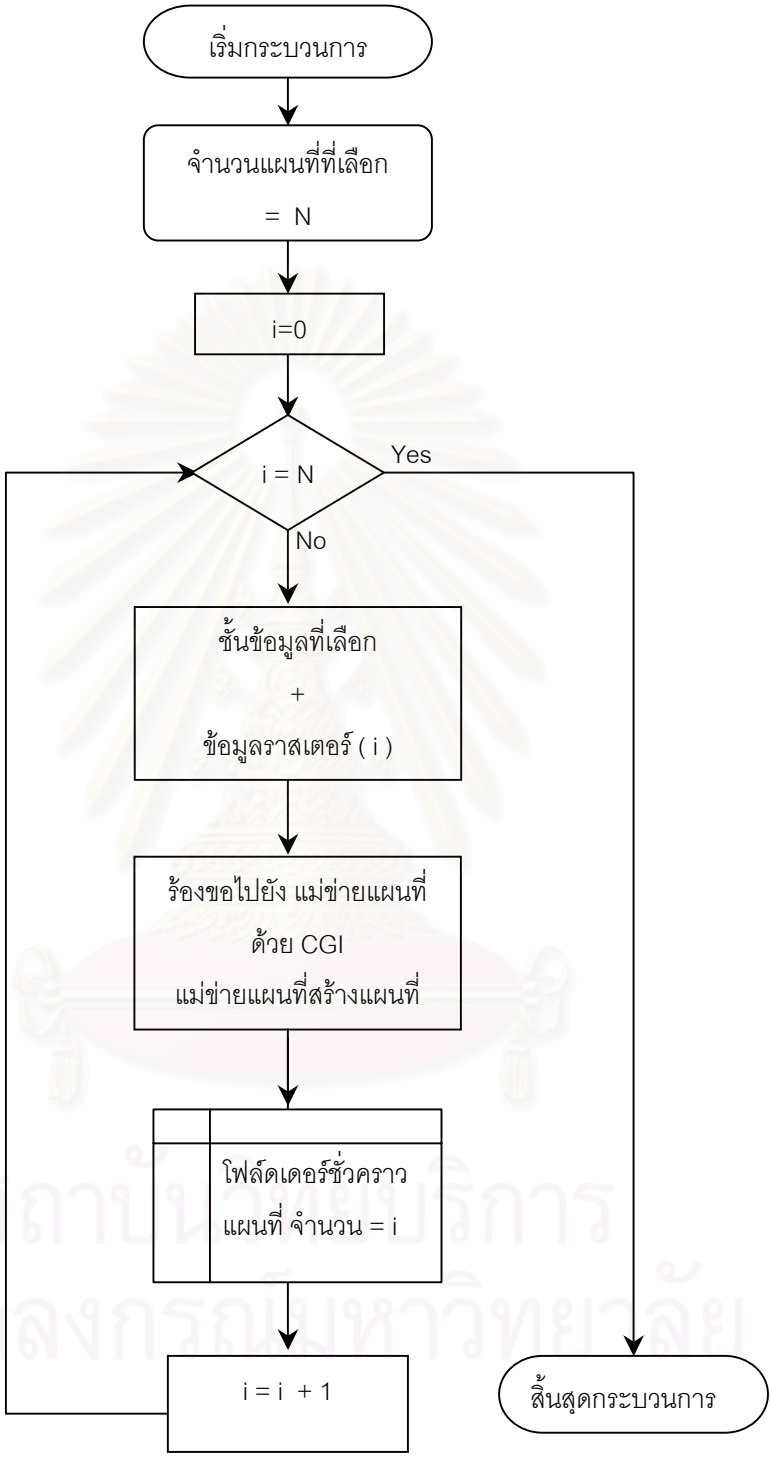
ในการสร้างชุดแผนที่ต้องอาศัย โฟลเดอร์ในการจัดเก็บภาพ ก่อนที่จะสร้างเป็นภาพเคลื่อนไหวเพื่อเป็นการเตรียมการสำหรับกรณีที่มีผู้ใช้งานสั่งสร้างแผนที่พลวัตในช่วงเวลาเดียวกัน ผู้วิจัยได้เตรียมโฟลเดอร์ สำหรับเก็บไฟล์ไว้จำนวน 5 โฟลเดอร์ สำหรับผู้ใช้งานที่เรียกสร้างแผนที่พลวัตในเวลาพร้อมกันได้สูงสุด 5 ผู้ใช้งาน หากมีผู้เรียกใช้งานเลือกสร้างแผนที่พลวัตพร้อมกันมากกว่า 5 ผู้ใช้งาน ผู้ใช้งานจะต้องรอโฟลเดอร์ที่ว่า ซึ่งโฟลเดอร์ที่ใช้งานเมื่อสร้างแผนที่พลวัตเสร็จแล้วโฟลเดอร์นั้นก็พร้อมใช้งานสำหรับการสร้างแผนที่ชุดอื่นต่อไป ดังแสดงขั้นตอนการเลือกโฟลเดอร์สำหรับสร้างแผนที่ชุดในรูปของ flow chart ดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 แสดงกระบวนการเลือกโฟลเดอร์จัดเก็บแผนที่ชุด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

และ แสดงขั้นตอนการสร้างแผนที่ชุดในรูปของ flow chart ดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 แสดงขั้นตอนการสร้างแผนที่ชุดและการจัดเก็บ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.5 การสร้างภาพเคลื่อนไหว

ทำการทดสอบเทคนิคการสร้างภาพเคลื่อนไหว 3 เทคนิคเพื่อเปรียบเทียบหาเทคนิคที่เหมาะสม เพื่อนำมาใช้ในงานวิจัยต่อไป โดยข้อมูลที่นำมาใช้ในการทดสอบเป็นภาพถ่ายนำเข้าผ่านเครื่องสแกน ภาพมีขนาด 150 x 200 พิกเซล จำนวน 9 ภาพ ในรูปแบบไฟล์เจเปก ทดสอบโดยใช้เทคนิคต่างๆ ดังนี้

3.5.1 เทคนิค Animated GIF

ทดสอบโดยใช้โปรแกรม GIF Construction set 95 ในการสร้างไฟล์ Animated GIF โดยผลลัพธ์ที่ได้ อยู่ในรูปแบบ Animated GIF (นามสกุล gif)

3.5.2 เทคนิค SWF

ใช้ พีเอชพี เขียนสคริปเพื่อนำภาพทั้ง 9 ภาพมาสร้างเป็นภาพเคลื่อนไหวในรูปแบบ SWF โดยใช้ไลบรารี่ ming โดยเรียกให้แสดงภาพทีละภาพเรียงตามลำดับก่อนหลังของภาพตามชื่อไฟล์ ไฟล์ที่ได้อยู่ในรูปแบบของ SWF สามารถเรียกดูผลลัพธ์ได้ผ่านทางเว็บบราวเซอร์

3.5.3 เทคนิค CSS+Java Scripts

ใช้ จาวาสคริป เขียนโค้ด เพื่อเรียกภาพจากโฟลเดอร์ที่เก็บภาพมาแสดงผลทีละภาพ เรียงลำดับ และวนกลับมาแสดงภาพแรก ต่อเนื่องไปโดยใช้ความสามารถของ HTML ในเรื่อง CSS+Java scripts โดยการกำหนดการแสดงผลภาพเป็นชั้นข้อมูลภาพจำนวน 9 ชั้นข้อมูล และกำหนดให้แสดงชั้นข้อมูลเรียงตามลำดับภาพ และวนกลับมาแสดงภาพเริ่มต้นใหม่เมื่อครบรอบ เป็นการทำงานที่เครื่องฝั่งลูกข่าย

เปรียบเทียบผลที่ได้จากการทดสอบสร้างภาพเคลื่อนไหวด้วยเทคนิคการทำภาพเคลื่อนไหวทั้ง 3 เทคนิค เลือกเทคนิคที่เหมาะสมสำหรับใช้งานกับข้อมูลโมดิส และงานวิจัยนี้

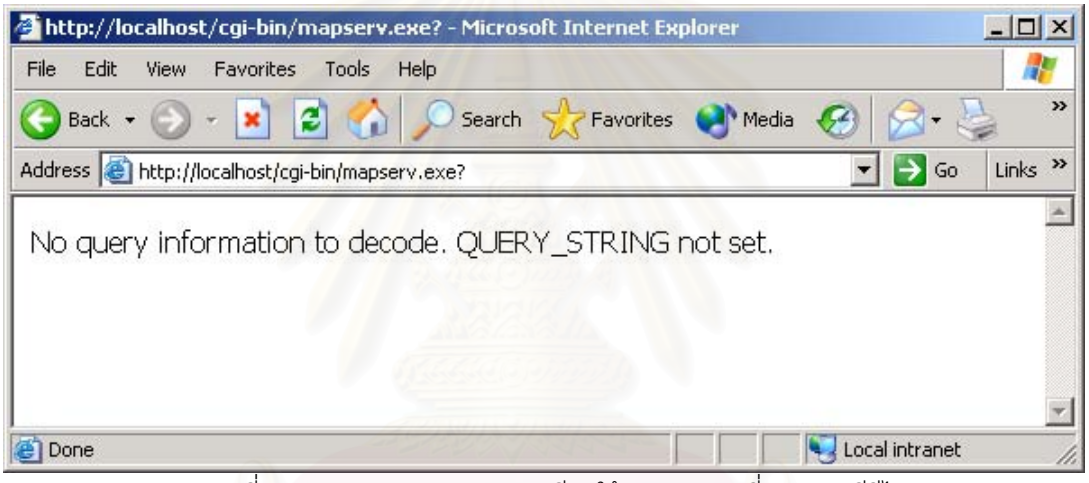
3.6 บูรณาการเทคนิควิธีการสร้างภาพเคลื่อนไหวกับแม่ข่ายแผนที่

นำเทคนิคการสร้างภาพเคลื่อนไหวที่เลือกแล้วมาผนวกรวมเข้ากับระบบแม่ข่ายแผนที่ โดยอาศัยภาษา พีเอชพี เชื่อมการทำงานและรับส่งข้อมูลจากแม่ข่ายแผนที่สู่การสร้างชุดแผนที่ การทำงานเริ่มจากภายหลังจากที่ผู้ใช้เลือกบริเวณที่สนใจสร้างแผนที่พลวัต และเลือกสร้างแผนที่ชุด ข้อมูลที่เกี่ยวกับขอบเขตแผนที่และ ชั้นข้อมูลต่างๆ จะถูกส่งผ่านมายังส่วนที่ให้ผู้ใช้เลือกข้อมูลโมดิสเพื่อนำมาสร้างเป็นฉากหลังสำหรับแผนที่พลวัต และมีฟังก์ชันให้เลือกสร้างแผนที่พลวัต เมื่อเลือกใช้ฟังก์ชัน จะเป็นการส่งข้อมูลต่างๆ ที่เลือกผ่านไปยังแม่ข่ายแผนที่เพื่อสร้างเป็นแผนที่ชุด และนำเอาภาพแผนที่ชุดมาสร้างเป็นแผนที่พลวัต ด้วยเทคนิคการสร้างภาพเคลื่อนไหว ที่ได้คัดเลือกแล้ว ทดสอบการทำงานผ่านเครือข่าย พร้อมทั้งหาข้อจำกัด ทดสอบการเรียกใช้งานพร้อมกันในเวลาเดียวกัน

บทที่ 4
ผลการศึกษา

4.1 การนำเสนอข้อมูลปริภูมิผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ภายหลังติดตั้ง ระบบแม่ข่ายเว็บจำลอง และ แม่ข่ายแผนที่ลงบนเครื่องที่ทำหน้าที่แม่ข่ายแล้ว ทดสอบการทำงานด้วยการเรียกผ่านทางเว็บบราวเซอร์ โดยร้องขอด้วย แบบ ซีจีไอโดยการป้อนข้อความ http://localhost/cgi-bin/mapserv.exe? ลงในช่อง url ของบราวเซอร์ ผลการทดสอบแสดงดังรูปที่ 4.1 หมายความว่า แม่ข่ายแผนที่พร้อมใช้งาน

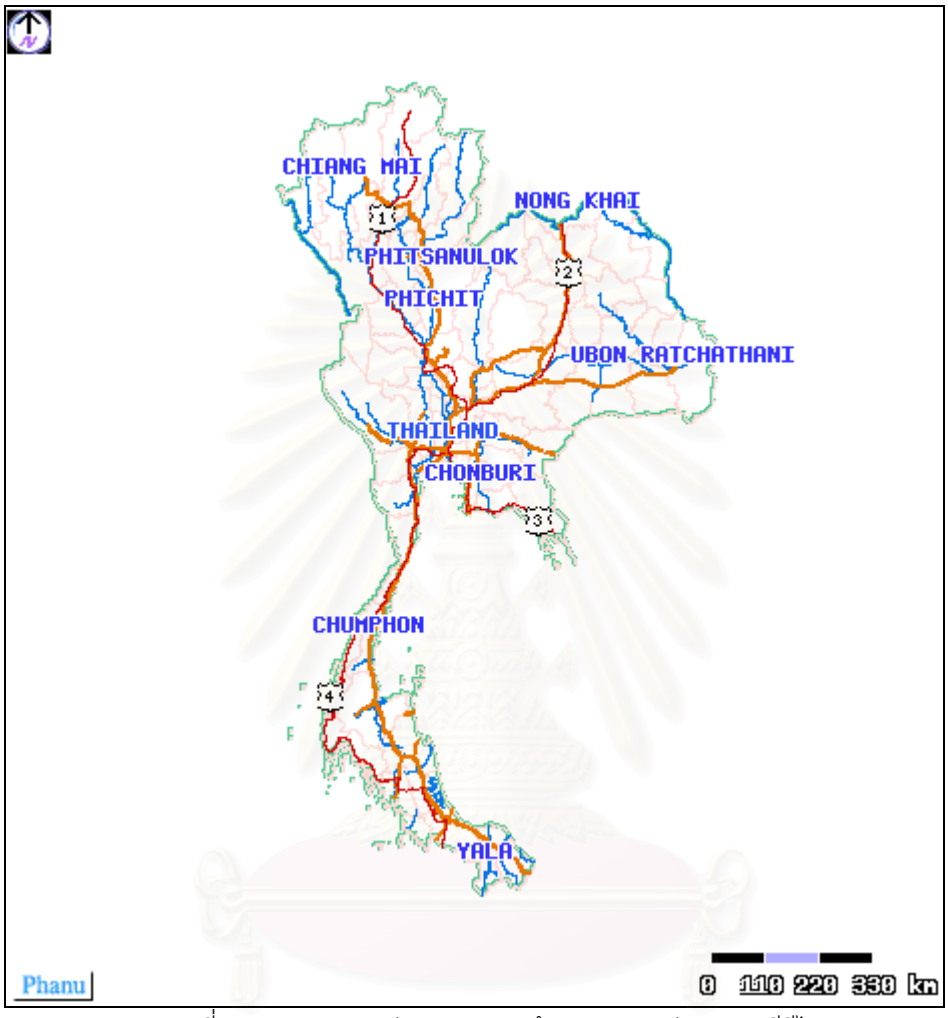


รูปที่ 4.1 แสดงผลการทดสอบการเรียกใช้ แม่ข่ายแผนที่ผ่านทาง ซีจีไอ

4.1.1 การนำเสนอข้อมูลเวกเตอร์

การกำหนดการแสดงผลของข้อมูลเวกเตอร์ ผ่านทางแมพไฟล์ โดยกำหนดการแสดงผลเป็นชั้นข้อมูลจำนวน 4 ชั้นข้อมูล ประกอบไปด้วย ชั้นข้อมูลเขตการปกครอง อยู่ล่างสุด ข้อมูลทางน้ำ ข้อมูลทางรถไฟและ ข้อมูลถนน เรียงขึ้นมาตามลำดับ เมื่อเรียกผ่านทาง ซีจีไอ ได้ผลดังรูปที่ 4.2 โดยป้อนข้อความ ลงในช่อง url ของบราวเซอร์ดังนี้

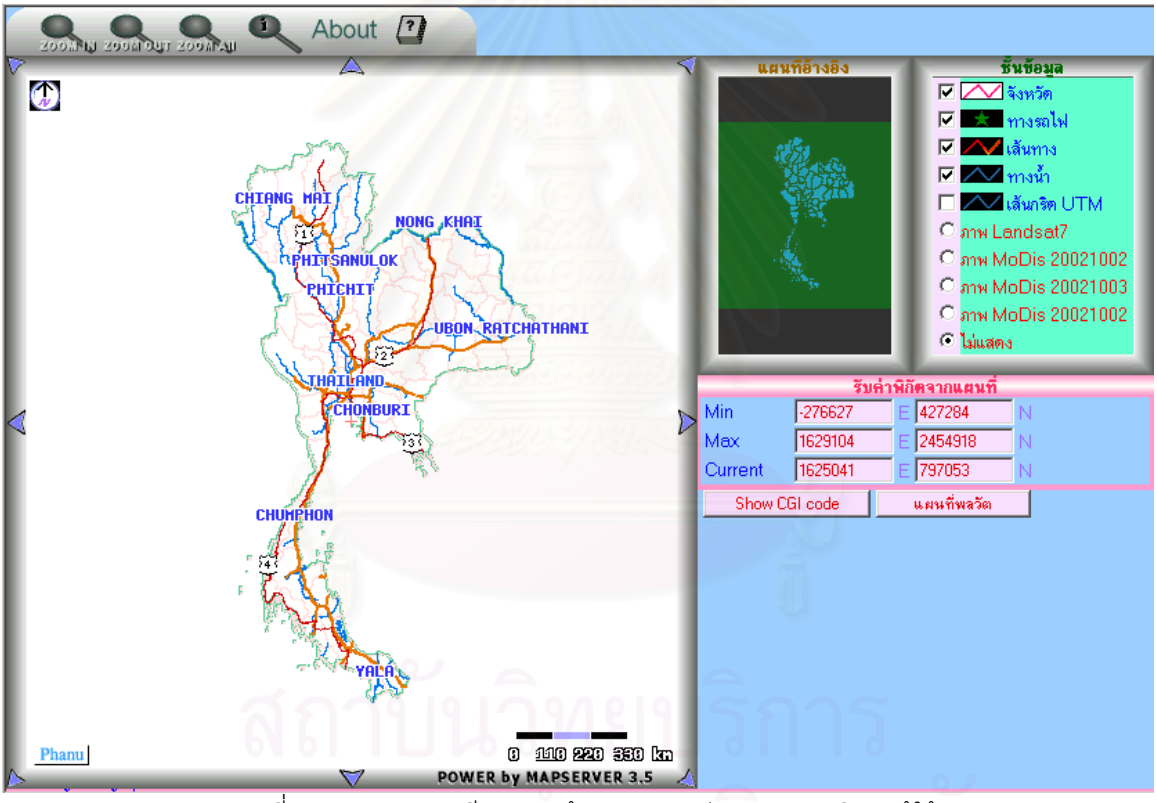
http://127.0.0.1/cgi-bin/mapserv?mode=map&map=c:\xitami\webpages\modis\thai.map&layers=stream+trans+railway+province



รูปที่ 4.2 แสดงผลลัพธ์ของการแสดงข้อมูลเวกเตอร์ผ่านทาง ซีจีไอ

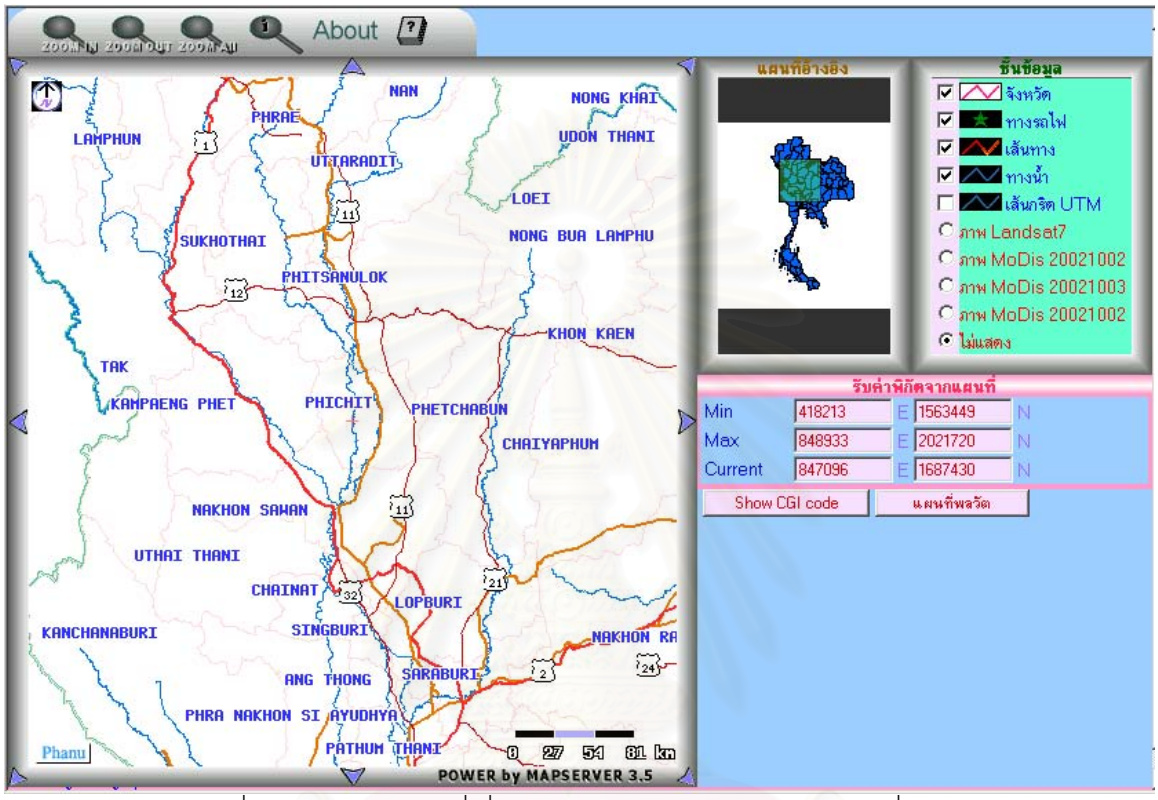
ภาพที่ได้จะแสดงบนบราวเซอร์เลย เป็นภาพที่แม่ข่ายแผนที่โดย มินเนโซต้า แมพเซิฟเวอร์ สร้างและแสดงผล โดยการร้องขอผ่านทาง ซีจีไอ โดยตรง

เมื่อเรียกแสดงข้อมูลเวกเตอร์ผ่านทางส่วนติดต่อผู้ใช้ที่ได้ออกแบบไว้ได้ผลดังรูปที่ 4.3 ซึ่งมีส่วนที่รับข้อมูลภาพแผนที่ จากแม่ข่ายแผนที่ 2 ส่วนด้วยกันคือ ส่วนที่เป็นแผนที่หลัก ที่แสดงแผนที่ชั้นข้อมูลต่างๆ ที่เลือก และส่วนแผนที่อ้างอิง ซึ่งแสดงภาพรวมทั้งหมดของแผนที่ และแสดงขอบเขตอ้างอิง ว่าในส่วนแผนที่หลัก แสดงภาพแผนที่บริเวณไหนอยู่



รูปที่ 4.3 แสดงผลการเรียกแสดงข้อมูลเวกเตอร์ผ่านทางส่วนติดต่อผู้ใช้

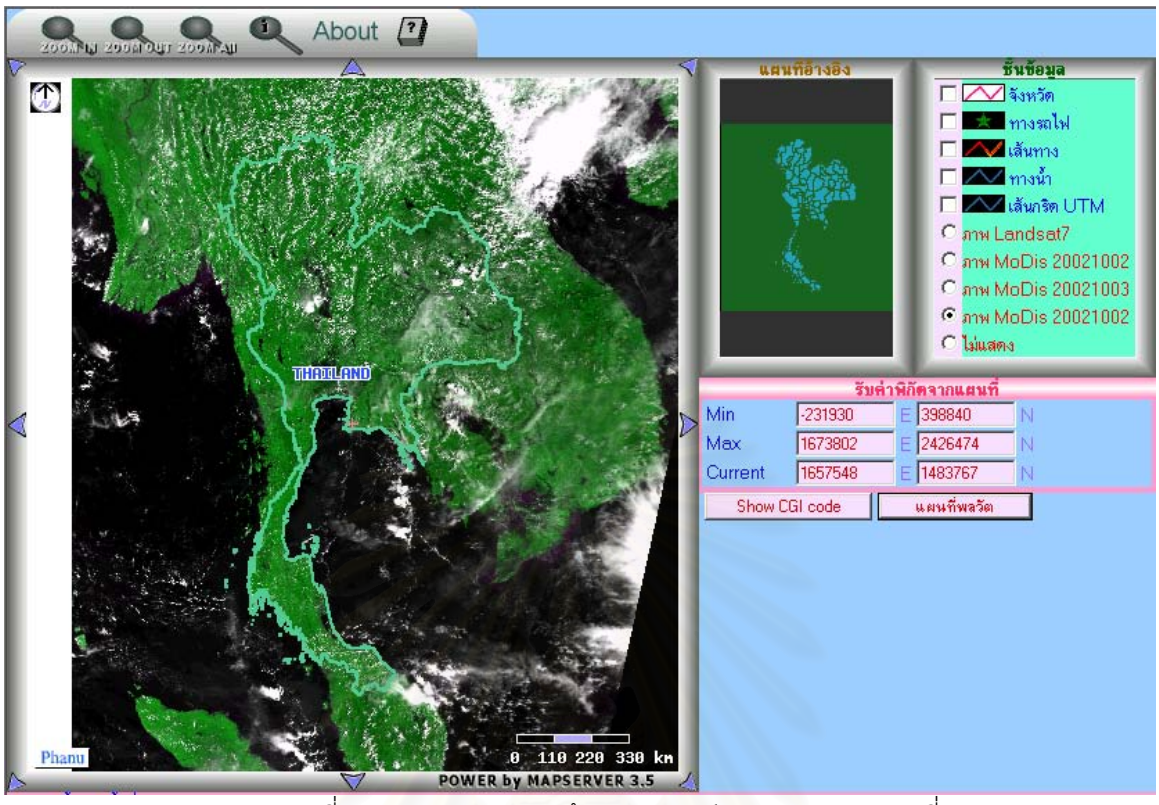
ผลการทดสอบ สามารถเรียกข้อมูลเวกเตอร์มาแสดงได้ สามารถ ขยายแผนที่ หรือเลือกแสดงในส่วนต่างๆ ของข้อมูลเวกเตอร์ได้ ดังรูปที่ 4.4



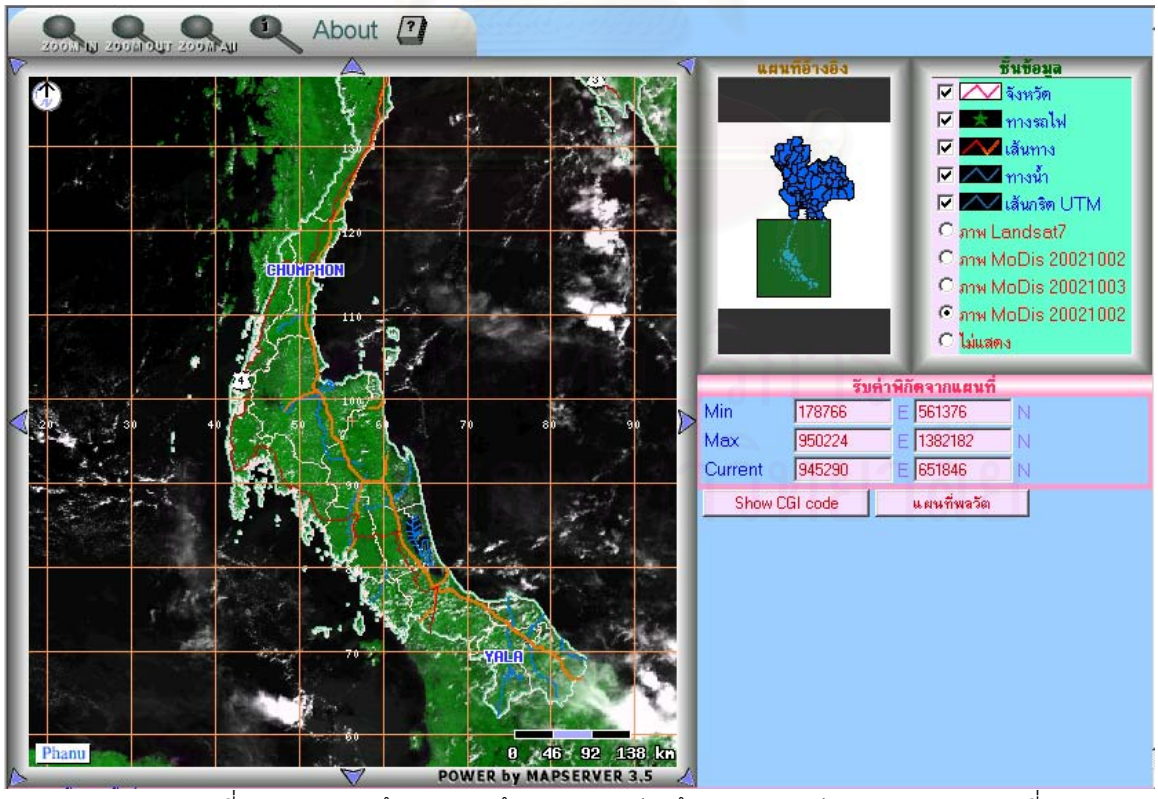
รูปที่ 4.4 แสดงขยายแผนที่เพื่อดูรายละเอียดข้อมูลเวกเตอร์ในบริเวณที่สนใจได้

4.1.2 การนำเสนอข้อมูลราสเตอร์

ผลการทดสอบการนำเสนอข้อมูลราสเตอร์ ในการวิจัยนี้ใช้ข้อมูล โมดิส มาแสดงเป็นข้อมูลราสเตอร์แสดงผลดังรูปที่ 4.5 และสามารถแสดงข้อมูลเวกเตอร์ซ้อนทับบนข้อมูลเวกเตอร์ได้ ผ่านทางส่วนติดต่อผู้ใช้ที่ได้ออกแบบไว้ ดังรูปที่ 4.6



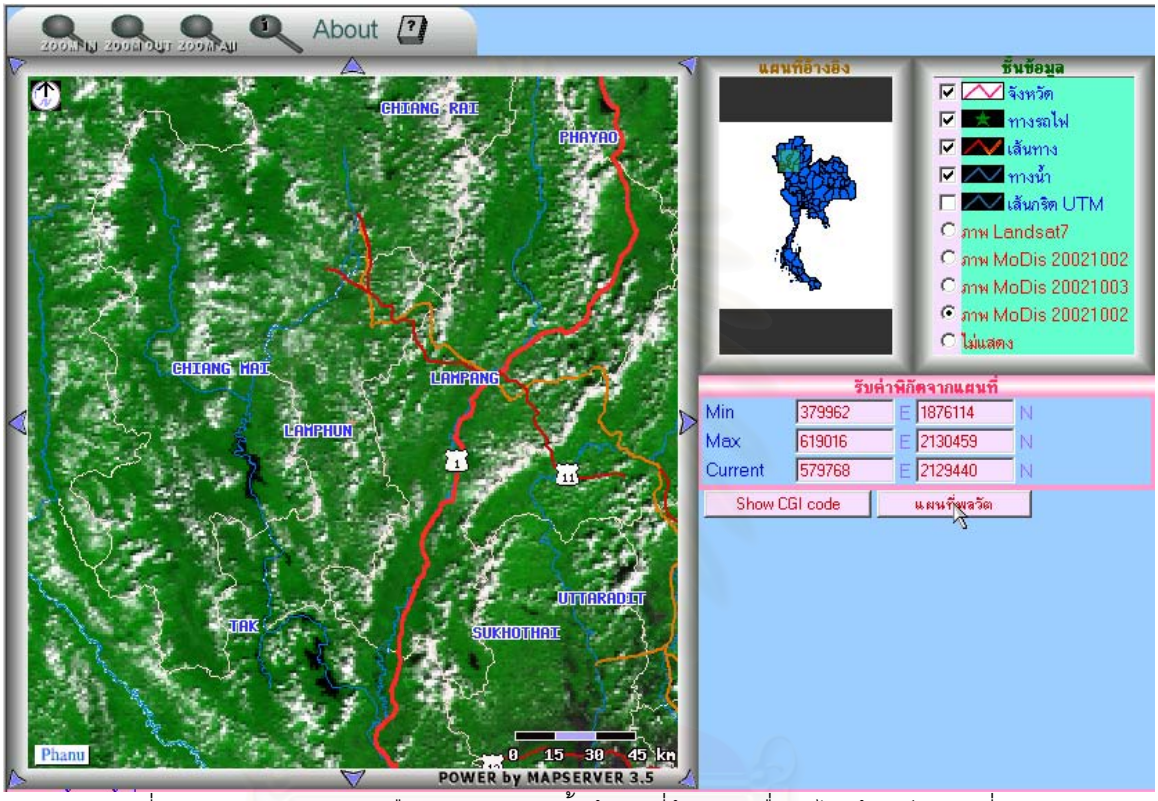
รูปที่ 4.5 แสดงผลการแสดงข้อมูลราสเตอร์ ผ่านทางแม่ข่ายแผนที่



รูปที่ 4.6 แสดงการซ้อนทับของข้อมูลเวกเตอร์บนข้อมูลราสเตอร์ผ่านทางแม่ข่ายแผนที่

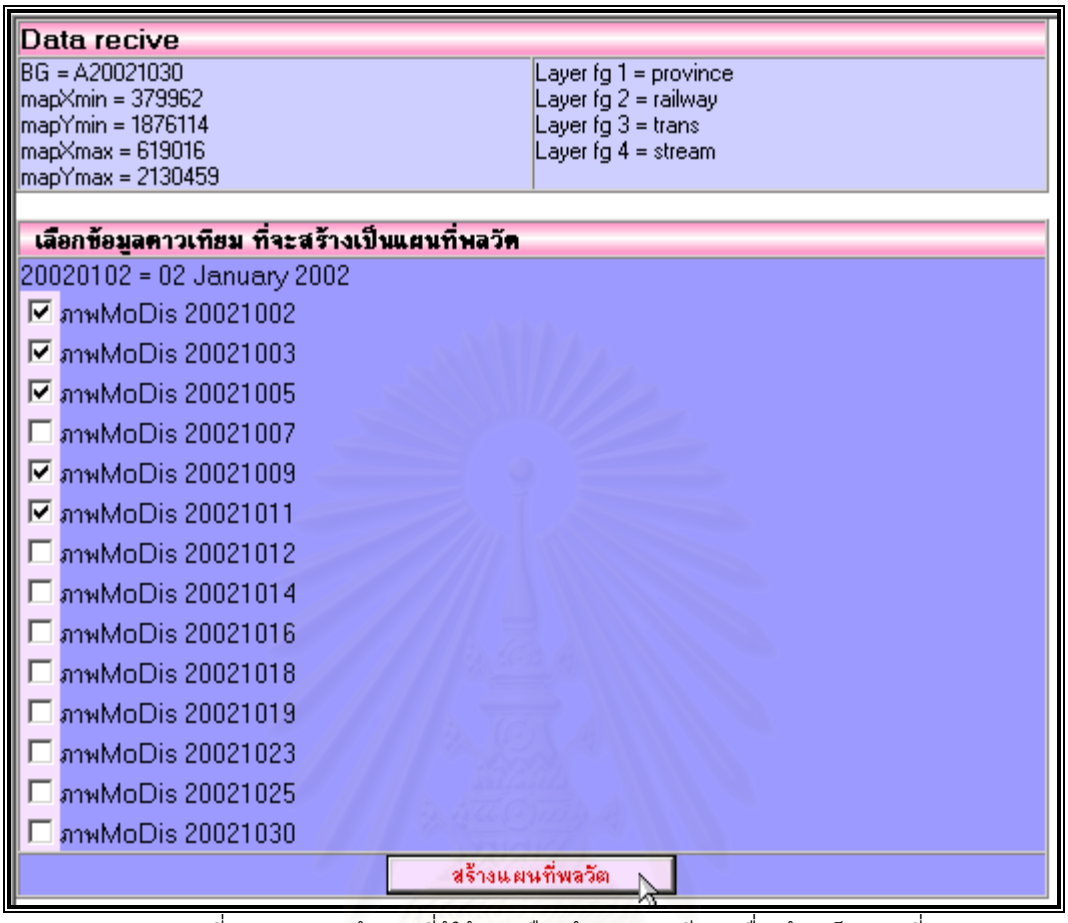
4.2 การสร้างแผนที่ชุด

การสร้างแผนที่ชุด เริ่มจากการที่ผู้ใช้งานเลือกบริเวณที่ต้องการสร้างเป็นแผนที่ ด้วยการเลือกในส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานภาพที่แสดงในส่วนแผนที่หลัก จะถูกนำข้อกำหนดต่างๆ เป็นชั้นข้อมูลที่เลือก บริเวณที่เลือกไปใช้ในการกำหนดองค์ประกอบในการสร้างแผนที่ชุด ดังตัวอย่างในรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 แสดงตัวอย่างการเลือกตำแหน่งและชั้นข้อมูลที่ต้องการเพื่อนำไปสร้างเป็นแผนที่ชุด

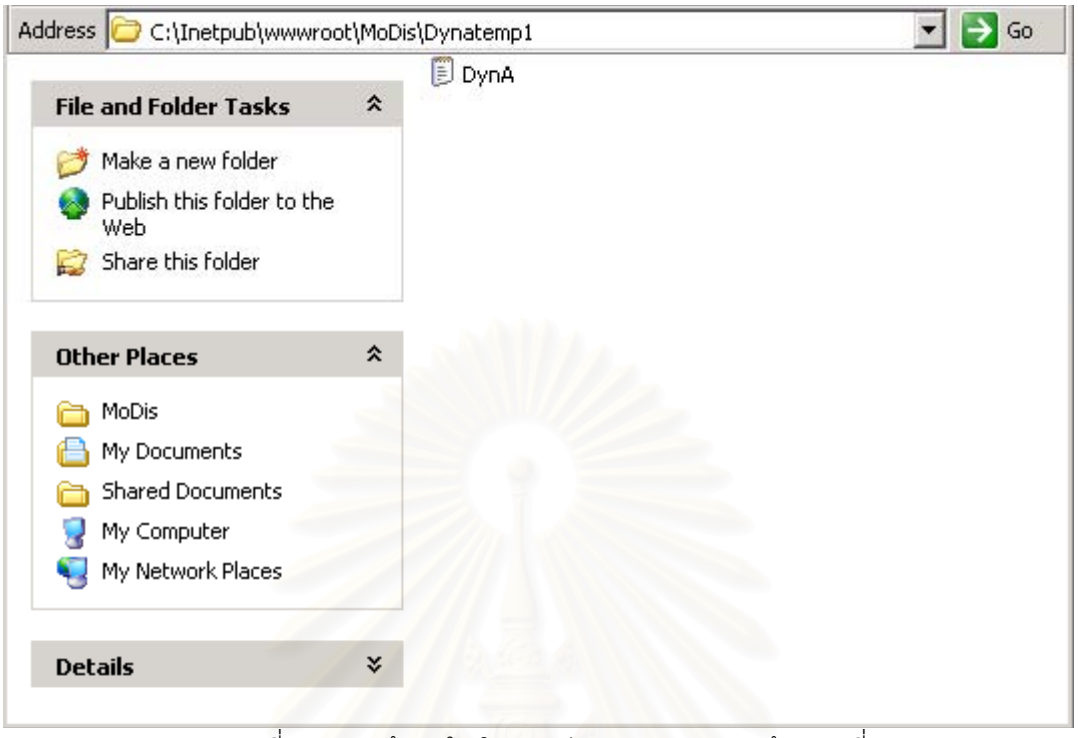
เมื่อได้บริเวณและชั้นข้อมูลที่ต้องการแล้ว ที่ส่วนรับค่าพิกัดจากแผนที่ จะแสดงค่าพิกัดบริเวณที่เลือกการสร้างแผนที่ชุด ให้คลิกที่ ปุ่ม แผนที่พลวัต ใต้ส่วนรับค่าพิกัดจากแผนที่ ได้ผลดังรูปที่ 4.8 เป็นหน้าต่างต่อเนื่องที่แสดงข้อมูลที่ผู้ใช้เลือก เช่น ค่าพิกัดของบริเวณที่เลือก และชั้นข้อมูลที่จะสร้างแผนที่ชุด อยู่ส่วนบนของหน้าต่าง ส่วนล่างเป็นส่วนที่ให้ผู้ใช้เลือก ข้อมูลดาวเทียมโมดิส เพื่อใช้สร้างเป็นฉากหลัง จำนวนที่ผู้ใช้เลือกจะเท่ากับจำนวนแผนที่ชุดที่จะสร้าง



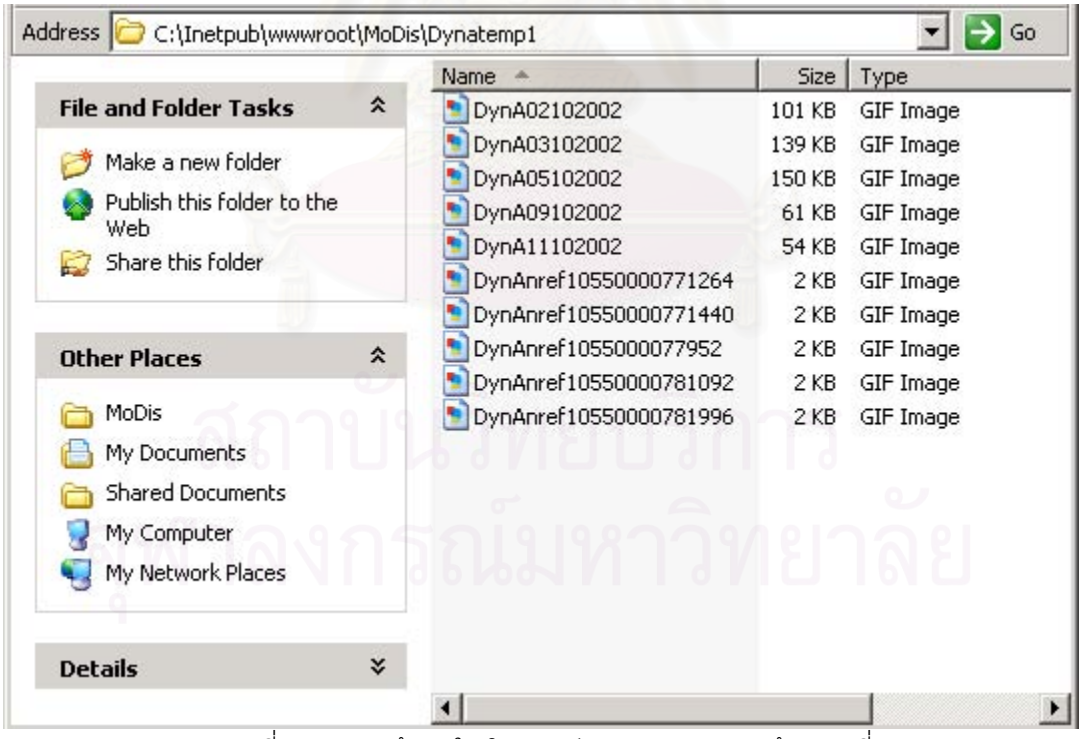
รูปที่ 4.8 แสดง หน้าต่างที่ผู้ใช้งานเลือกข้อมูลดาวเทียม เพื่อสร้างเป็นแผนที่ชุด

การสร้างแผนที่ชุดให้คลิกที่ปุ่ม สร้างแผนที่พลวัต สามารถตรวจสอบการทำงาน การสร้างแผนที่ชุด ได้โดยการเข้าไปดูที่ โฟลเดอร์ ที่เตรียมไว้จัดเก็บภาพที่ถูกสร้างขึ้นมา ดังรูปที่ 4.9 และ รูปที่ 4.10 แสดงภาพก่อนและหลัง คลิกปุ่มสร้างแผนที่ผลวัต

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

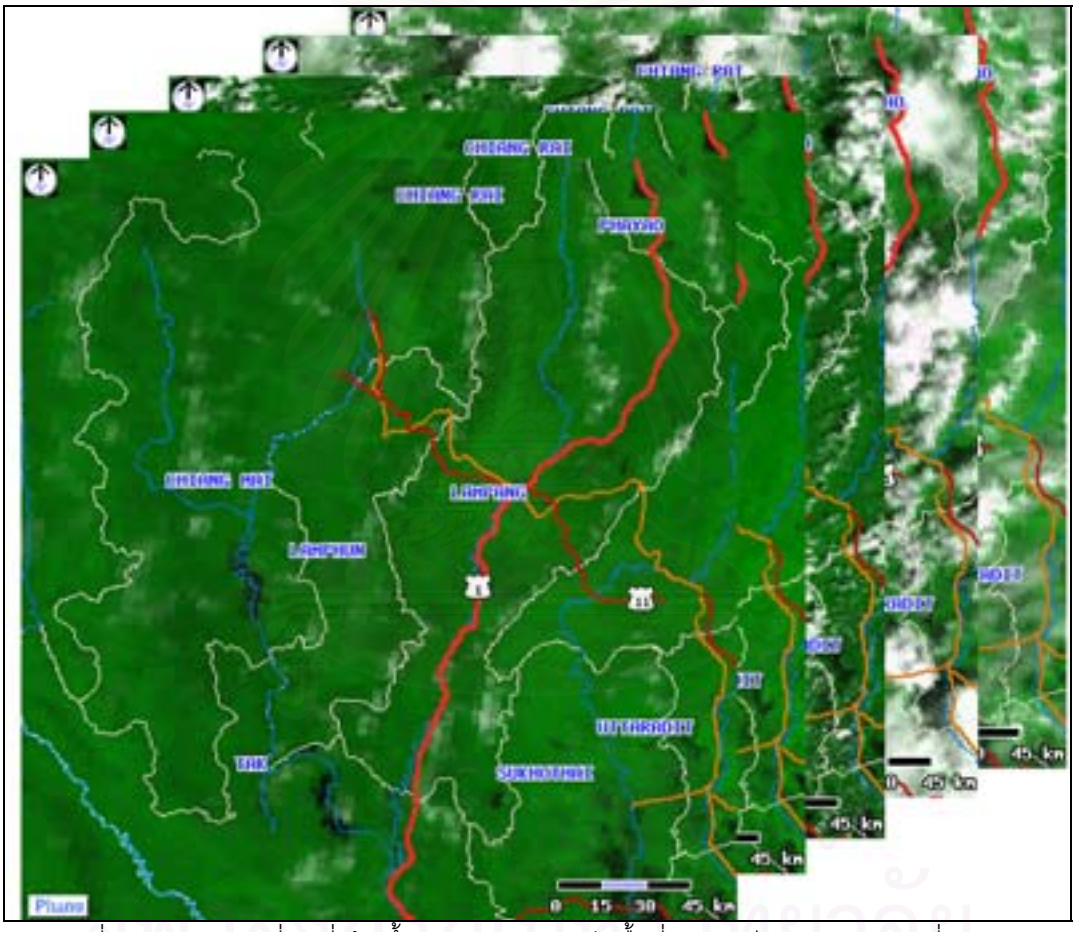


รูปที่ 4.9 แสดงข้อมูลใน โฟลเดอร์ Dynatemp1 ก่อนสร้างแผนที่ชุด



รูปที่ 4.10 แสดงข้อมูลใน โฟลเดอร์ Dynatemp1 หลังสร้างแผนที่ชุด

พบว่า ในโฟลเดอร์ Dynatemp1 ที่ใช้เก็บภาพที่สร้างด้วย แม่ข่ายแผนที่ มีภาพเกิดขึ้นภายหลังสร้างแผนที่ชุด โดยภาพที่ถูกสร้างขึ้นในแต่ละแผนที่จะมี 2 ภาพ คือภาพแผนที่หลัก และภาพแผนที่อ้างอิง ดังนั้น จำนวนแผนที่ที่เลือก ในรูปที่ 4.8 มี 5 แผนที่ ในโฟลเดอร์ Dynatemp1 จึงมีภาพจำนวน 10 ภาพ เป็นภาพของแผนที่หลัก 5 ภาพ และภาพของแผนที่อ้างอิง จำนวน 5 ภาพ แสดงให้เห็นว่า การสร้างแผนที่ชุดได้ผลตามที่ต้องการ แผนที่ชุดที่ได้มีภาพข้อมูลเวกเตอร์ตามที่เลือกไว้ตรงกันทุกภาพ และมีฉากหลังเป็นข้อมูลราสเตอร์ตามที่เลือก ดังแสดงในรูปที่ 4.11 แสดงภาพชุดแผนที่ทั้งหมด



รูปที่ 4.11 แสดงแผนที่ ชุดที่สร้างขึ้น จำนวน 5 ภาพ เป็นพื้นที่บริเวณเดียวกัน แต่ต่างกันที่ภาพฉากหลัง

4.3 การสร้างภาพเคลื่อนไหว

ในการสร้างภาพเคลื่อนไหวที่ใช้ ตัวอย่างในการทดสอบเทคนิคการสร้างภาพเคลื่อนไหว ได้ใช้ภาพขนาด 150 x 200 พิกเซล จำนวน 9 ภาพ มาใช้ในการทดสอบ ทดสอบโดยใช้เทคนิค ทั้ง 3 เทคนิค ได้แก่ เทคนิคAnimated GIF เทคนิค SWF และเทคนิค CSS + Java Scripts ได้ผลดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแต่ละเทคนิคสร้างภาพเคลื่อนไหว

เทคนิค	Animated GIF	ShockWave Flash	CSS + Java Scripts
ขนาดเฟรม	150 x 200 Pixel		
จำนวนเฟรม	9		
ขนาดไฟล์ แต่ละเฟรม	4 Kilo byte per frame		
จำนวนสี	256	True color	True color
ขนาดไฟล์	107 Kilo byte	30 Kilo byte	4 Kilo byte x 9
ความเร็วการแสดงภาพ	delay 250 millisecond	delay 250 millisecond	delay 250 millisecond
Plug-ins	Not require	Shockwave Flash	Not require

จากตารางพบว่า ทั้งสามวิธีสามารถสร้างเป็นภาพเคลื่อนไหวได้ ผลการสร้างภาพเคลื่อนไหวด้วยเทคนิค Animated GIF มีขนาดไฟล์ใหญ่ที่สุด สามารถแสดงภาพได้รวดเร็วทันทีทันใด แต่แสดงผลได้เพียง 256 สี เทคนิค SWF สร้างด้วยการใช้ภาษา พีเอชพี ไฟล์ที่ได้มีขนาดเล็กที่สุด สามารถแสดงผลได้ เท่ากับสีจริง แสดงผลได้รวดเร็ว เป็นอันดับ 2 รองจาก Animated GIF ต้องอาศัยโปรแกรมเสริม สำหรับการแสดงผลแต่โปรแกรมเสริมมีขนาดเล็กประมาณ 68 กิโลไบท์ สามารถควบคุมการแสดงผลได้ดี สามารถหยุดภาพ แสดงภาพก่อนหน้า หรือภาพต่อไป ทีละภาพได้ เทคนิค CSS + Java scripts เป็นการใช้ จาวาสคริปท์ เรียกแสดงผลภาพทีละภาพ จึงต้องโหลดภาพทุกภาพมายังเครื่องลูกข่ายทำให้เป็นเทคนิคที่ใช้เวลานานที่สุดกว่าจะแสดงเป็นภาพเคลื่อนไหวได้ ขนาดของไฟล์ขึ้นอยู่กับขนาดและจำนวนภาพที่จะนำมาแสดง สีที่แสดงขึ้นอยู่กับชนิดของภาพ สามารถควบคุมการแสดงผลภาพได้ สามารถหยุดภาพ แสดงภาพก่อนหน้า หรือภาพต่อไป ทีละภาพได้ ในงานวิจัยครั้งนี้เลือกเทคนิค SWF ในการสร้างภาพเคลื่อนไหวเนื่องจากสามารถจัดการภาพข้อมูลที่มีขนาดใหญ่อย่างข้อมูลดาวเทียมได้ดี และแสดงสีได้เท่ากับสีจริง

4.4 การบีบอัดข้อมูลภาพ

เพื่อให้การทำงานของระบบมีประสิทธิภาพ ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบคุณภาพของภาพจากไฟล์เจเปก เนื่องจากเทคนิคการสร้างภาพเคลื่อนไหวแบบ SWF ต้องอาศัยข้อมูลภาพในรูปแบบเจเปก ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบโดยบีบอัดภาพจากต้นฉบับเป็นภาพข้อมูลดาวเทียมโมดิสวันที่
11 ตุลาคม พ.ศ. 2544 รูปแบบ ทิฟ ให้เป็นรูปแบบเจเปกที่คุณภาพเจเปกที่ 100 99 95 90 80 70 60 และ 50 รวมทั้งสิ้น 8 ภาพ เพื่อคัดเลือก การบีบอัดที่เหมาะสมสำหรับใช้ในงานวิจัยนี้

ในการเปรียบเทียบคุณภาพของภาพ สามารถทำได้โดยการหาค่าความคลาดเคลื่อนรากของกำลังสองเฉลี่ย (root mean square error) ของภาพที่บีบอัดแล้ว เทียบกับภาพที่ยังไม่ได้บีบอัด (Gonzalez and Woods, 1993) โดยหาได้จากสมการที่ 1

$$e_{rms} = \sqrt{\frac{1}{MN}\sum_{x}^{M-1}\sum_{y}^{N-1}\left[\hat{f}(x,y) - f(x,y)\right]^2} \qquad (1)$$

โดยกำหนดให้

e_{rms} = ค่าความคลาดเคลื่อนรากของกำลังสองเฉลี่ย

M = ความกว้างของภาพ

N = ความยาวของภาพ

$\hat{f}(x,y)$ = ค่าความสว่างของภาพที่บีบอัดแล้ว

$f(x,y)$ = ค่าความสว่างของภาพต้นฉบับ

อีกวิธีที่ใช้เปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนของภาพก่อนการบีบอัด และหลังการบีบอัดคือการใช้ค่า signal-to-noise ratio error (Pratt, 1991) ดังแสดงในสมการที่ 2

$$e_{snr} = 10\log_{10}\left[\frac{\sum_{x=0}^{M-1}\sum_{y=0}^{N-1} f(x,y)^2}{\sum_{x=0}^{M-1}\sum_{y=0}^{N-1}\left[\hat{f}(x,y) - f(x,y)\right]^2}\right] \qquad (2)$$

โดยกำหนดให้

e_{snr} = Signal-to-noise ratio error

M = ความกว้างของภาพ

N = ความยาวของภาพ

$\hat{f}(x,y)$ = ค่าความสว่างของภาพที่บีบอัดแล้ว

$f(x,y)=$ ค่าความสว่างของภาพต้นฉบับ

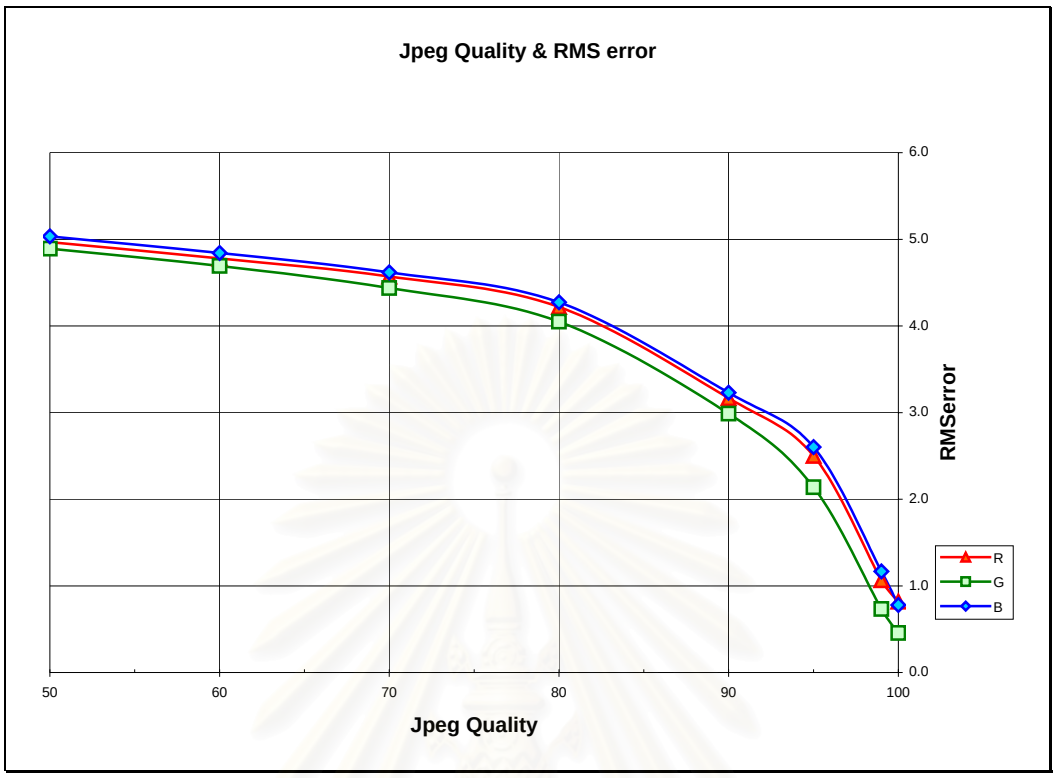
หน่วยของ e_{snr} เป็น dB (decibel) dB นอกจากเป็นหน่วยวัดของเสียงแล้วยังใช้หน่วยวัดในงานอิเล็กทรอนิกส์ สัญญาณ และการสื่อสารด้วย dB เป็นหน่วยลอการิธึม ที่ใช้อธิบายอัตราส่วน (Wolfe, 2004)

ผลการหาค่า root mean square error และsignal-to-noise ratio error แสดงในตารางที่ 4.2

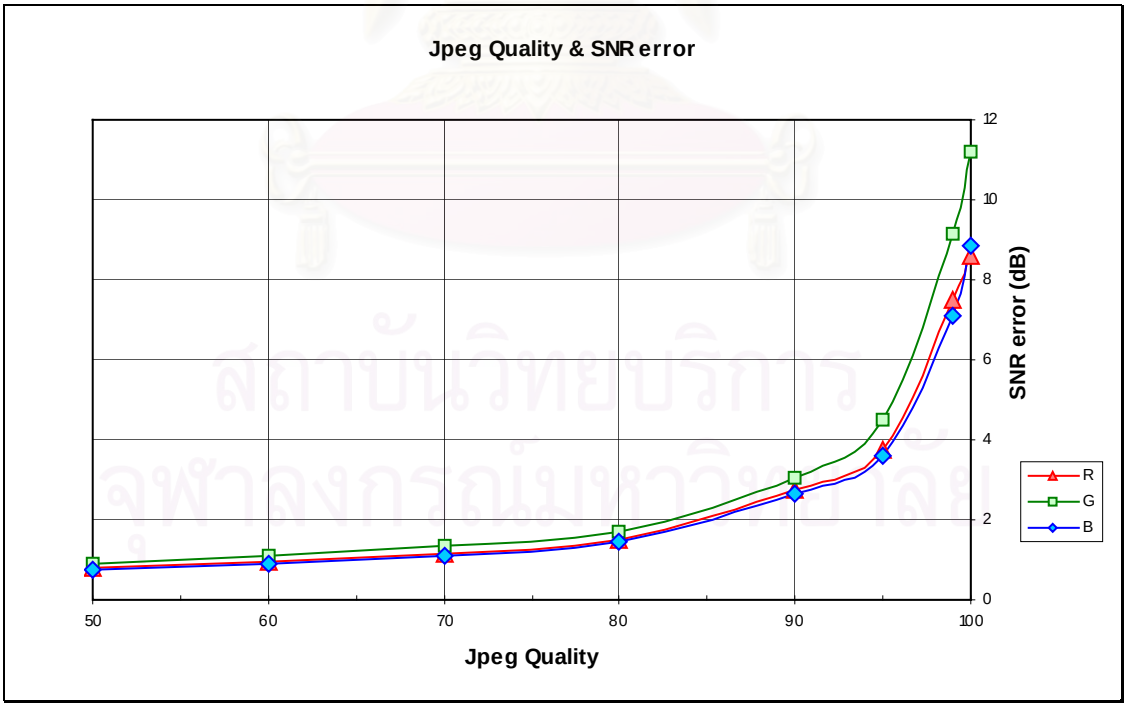
ตารางที่ 4.2 แสดงผลการหาค่า e_{RMS} และ e_{SNR}

Type	Size Kb	band	Mean	Stdev	min	max	e_{RMS}	e_{SNR}
TIFF	6502	R	54.4	71.2	0	248	-	-
		G	95.4	69.1	0	248	-	-
		B	54.4	71.2	0	248	-	-
Jpeg 100	8268	R	54.6	71.1	0	251	0.8	7.3
		G	95.5	69.1	0	250	0.5	13.2
		B	54.3	71.2	0	251	0.8	7.6
Jpeg 99	7000	R	54.6	71.1	0	253	1.1	5.6
		G	95.5	69.1	0	251	0.7	8.2
		B	54.4	71.2	0	254	1.2	5.1
Jpeg 95	3150	R	54.6	71.1	0	255	2.5	2.4
		G	95.4	69.0	0	255	2.1	2.8
		B	54.4	71.1	0	255	2.6	2.3
Jpeg 90	2073	R	54.6	71.1	0	255	3.2	1.9
		G	95.5	69.0	0	255	3.0	2.0
		B	54.3	71.1	0	255	3.2	1.8
Jpeg 80	1063	R	54.6	71.1	0	255	4.2	1.4
		G	95.3	68.9	0	255	4.0	1.5
		B	54.4	71.1	0	255	4.3	1.4
Jpeg 70	818	R	54.7	71.0	0	255	4.6	1.3
		G	95.4	68.8	0	255	4.4	1.4
		B	54.5	71.0	0	255	4.6	1.3
Jpeg 60	665	R	54.7	71.0	0	255	4.8	1.2
		G	95.4	68.8	0	255	4.7	1.3
		B	54.5	71.1	0	255	4.8	1.2
Jpeg 50	569	R	54.8	71.0	0	255	5.0	1.2
		G	95.4	68.9	0	255	4.9	1.2
		B	54.5	71.0	0	255	5.0	1.2

ความสัมพันธ์ระหว่าง คุณภาพของภาพเจเปกเปรียบเทียบกับ ค่า e_{RMS} และ e_{SNR} แสดงในรูปที่4.12 และรูปที่ 4.13

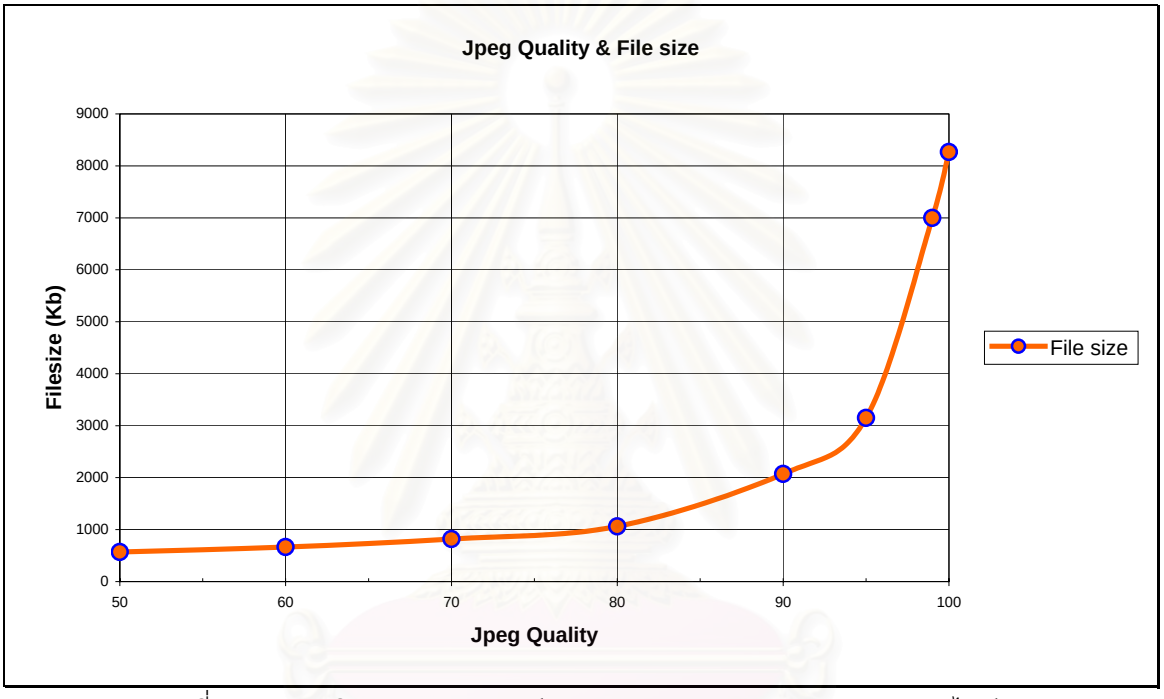


รูปที่ 4.12 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพของภาพเจเปกและค่า RMS error



รูปที่ 4.13 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพของภาพเจเปกและค่า SNR error

จากรูปที่ 4.12 ค่า SMR error จะเข้าใกล้ศูนย์เมื่อคุณภาพเจเปกมากขึ้นและเปลี่ยนแปลงเร็วช่วงคุณภาพเจเปกมากกว่า 90 รูปที่ 4.13 ค่า SNR error จะน้อยเมื่อคุณภาพเจเปกน้อยและค่อยๆ เพิ่มและเพิ่มอย่างรวดเร็วเมื่อคุณภาพเจเปกมากกว่า 90 ทั้ง 3 แบนด์ เป็นไปทิศทางเดียวกันทั้งสองรูปพอสรุปได้ว่า เมื่อคุณภาพเจเปกเพิ่มขึ้น ค่า RMS error จะลดลงในขณะที่ค่า SNR จะเพิ่มขึ้น ส่วนขนาดของไฟล์ในรูปที่ 4.14 ขนาดของไฟล์จะเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ เมื่อคุณภาพเจเปกอยู่ในช่วง ไม่เกิน 80 และจะเพิ่มอย่างรวดเร็วเมื่อคุณภาพเจเปกมากกว่า 90



รูปที่ 4.14 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพของภาพเจเปกและขนาดไฟล์

ขนาดของไฟล์มีผลเป็นอย่างมากในการทำงาน เนื่องจากต้องทำงานกับข้อมูลดาวเทียมหากไฟล์มีขนาดใหญ่ การประมวลผลและการส่งข้อมูลผ่านเครือข่าย ต้องเสียเวลาเพิ่มขึ้น ในการเลือกคุณภาพเจเปกที่เหมาะสมต้องคำนึงถึงขนาดของไฟล์เป็นหลัก จากรูปที่ 4.14 ผู้วิจัยพิจารณาเลือกคุณภาพเจเปกเท่ากับ 80 เป็นช่วงเส้นกราฟขนาดไฟล์เริ่มเปลี่ยนความชัน มีขนาดไฟล์ประมาณ 1,000 กิโลไบท์ เป็นค่าความจุของเนื้อที่ที่ต้องเตรียมสำหรับจัดเก็บเมื่อสร้างเป็นชุดของแผนที่ หากจำนวนข้อมูลแผนที่มีมากเนื้อที่ที่ต้องเตรียมเพิ่มขึ้นตามไปด้วย เมื่อพิจารณาค่า RMS error อยู่ในช่วงประมาณ 4 และค่า SNR error ประมาณ 1.5 ทำให้ค่าอัตราส่วนการบีบอัดที่ 80 เป็นจุดที่น่าสนใจ อย่างไรก็ตามในการใช้งาน ยังต้องผ่านการรับรู้ทางจักษุสัมผัสของมนุษย์ ดังนั้นเพื่อให้การจำแนกคุณภาพของภาพเป็นไปในมาตรฐานเดียวกัน จึงมีการแบ่งชั้นของคุณภาพข้อมูลภาพ ดังแสดงในตารางที่ 4.3

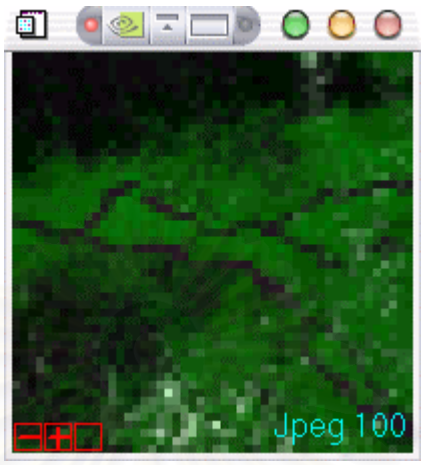
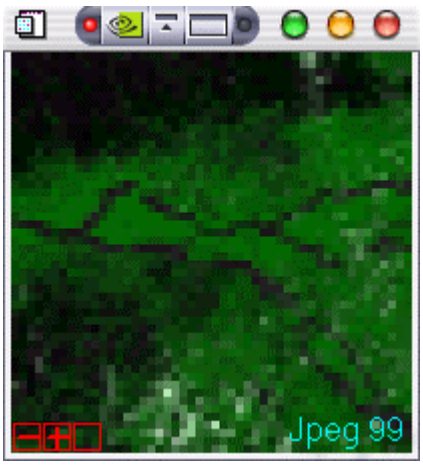
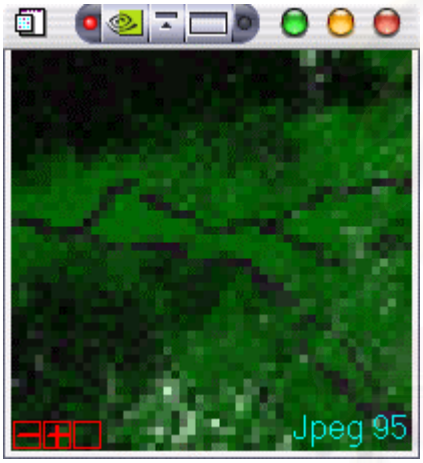
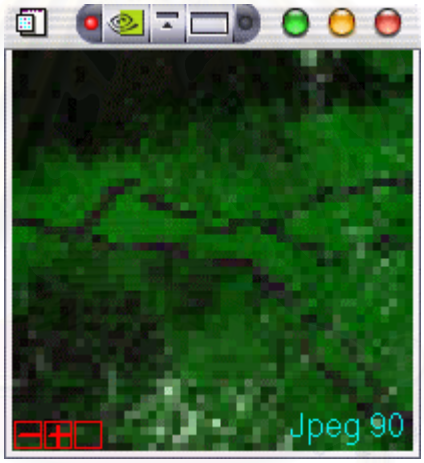
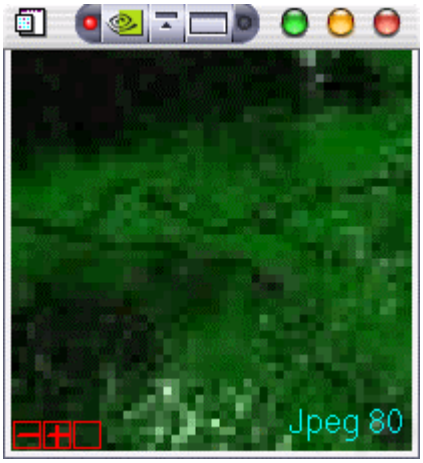
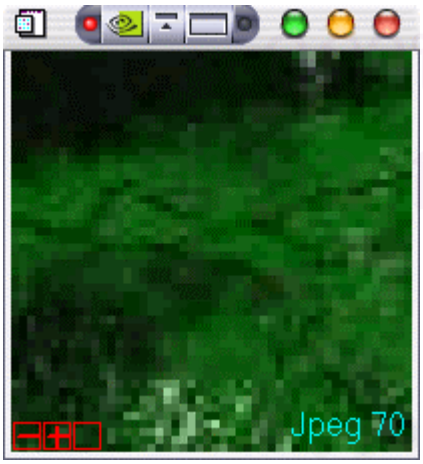
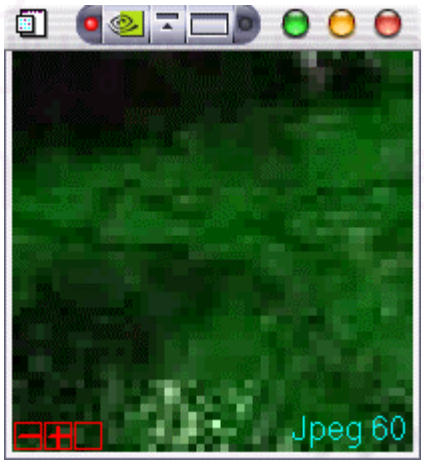
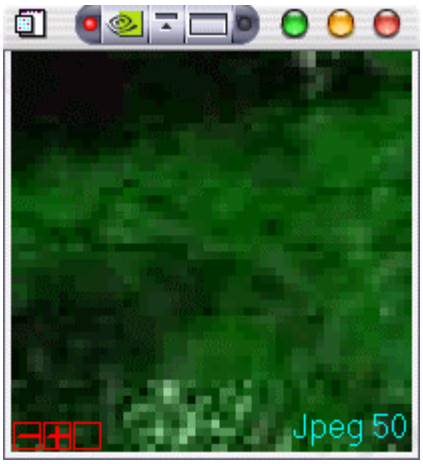
ตารางที่ 4.3 แสดงการจำแนกคุณภาพการมองเห็น Television Allocations Study Organization Rating Scale (From Frendendall and Behrend [1960])

Value	Rating	Description
1	Excellent	An image of extremely high quality, as good as you could desire
2	Fine	An image of high quality, providing enjoyable viewing. Interference is not objectionable
3	Passable	An image of acceptable quality. Interference is not objectionable
4	Marginal	An image of poor quality; you wish you could improve it. Interference is somewhat objectionable
5	Inferior	A very poor image, but you could watch it. Objectionable interference is definitely present.
6	Unusable	An image so bad that you could not watch it.

เพื่อให้การพิจารณาด้วยสายตา จึงได้ทำการเรียงภาพที่ได้จากคุณภาพเจเปก ต่างกันเพื่อให้ง่ายต่อการเปรียบเทียบ ดังแสดงในตารางที่ 4.4 โดยแต่ละภาพแสดงข้อมูลบริเวณเดียวกัน เรียงลำดับจากภาพต้นฉบับ และภาพเจเปก บีบอัดที่คุณภาพเจเปกต่างๆกัน เรียงกันไป

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบภาพต้นฉบับ และภาพที่คุณภาพเจเปกต่างๆกัน พบว่าที่คุณภาพเจเปกสูง(ตัวเลขมากกว่า) คุณภาพใกล้เคียงภาพต้นฉบับ ที่คุณภาพเจเปกต่ำ(ตัวเลขน้อย) คุณภาพของภาพแย่ลง มองเห็นลายละเอียดในภาพได้ยากขึ้น และที่คุณภาพเจเปกที่ 80 ซึ่งเป็นคุณภาพเจเปกที่สนใจ เมื่อเปรียบเทียบกับภาพต้นฉบับแล้ว จัดอยู่ใน Passable ยังสามารถแยกแยะข้อมูลต่างๆในภาพข้อมูลดาวเทียมได้ ดังนั้นในการสร้างภาพเคลื่อนไหวโดยใช้วิธี SWF จึงใช้ภาพเจเปกที่คุณภาพเจเปกเท่ากับ 80 ในการบีบอัดข้อมูลภาพที่นำมาใช้สร้างภาพเคลื่อนไหว

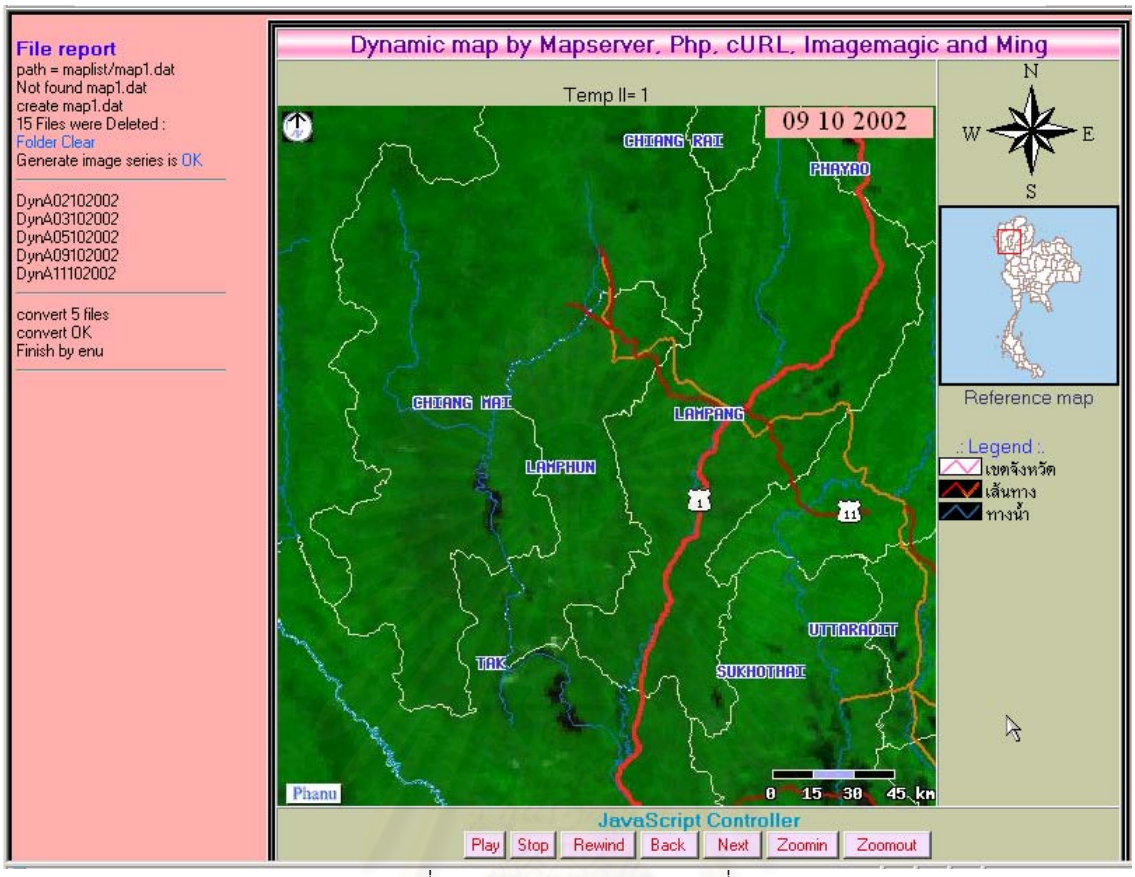
ตารางที่ 4.4 แสดงการเปรียบเทียบ ภาพที่เจเปก ที่คุณภาพการบีบอัด ต่างกัน

ภาพต้นฉบับ	 Jpeg 100	 Jpeg 99
 Jpeg 95	 Jpeg 90	 Jpeg 80
 Jpeg 70	 Jpeg 60	 Jpeg 50

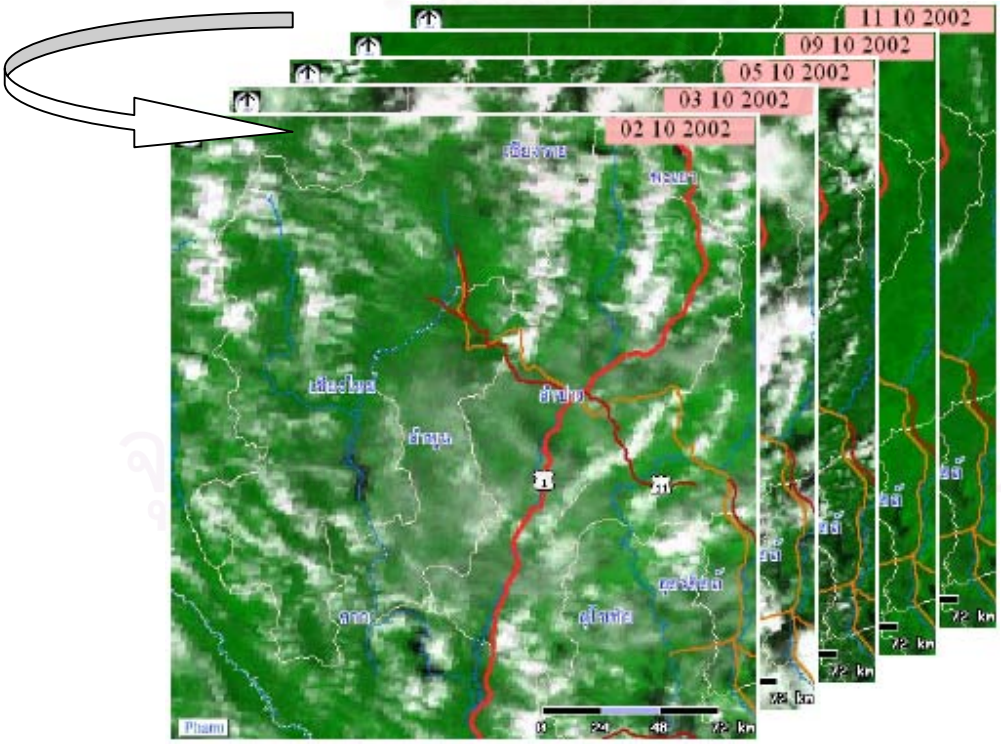
4.5 การบูรณาการแผนที่พลวัต

ขั้นตอนนี้เป็นการรวมเทคนิคการสร้างภาพเคลื่อนไหวเข้ากับแม่ข่ายแผนที่โดยแม่ข่ายแผนที่ทำหน้าที่ติดต่อกับผู้ใช้ผ่านทางส่วนติดต่อผู้ใช้ เมื่อได้บริเวณที่ต้องการ และจำนวนภาพที่ต้องการสร้างเป็นแผนที่ แม่ข่ายแผนที่ผลิตแผนที่ตามที่เลือกเก็บไว้ในโฟลเดอร์ที่เตรียมไว้ จากนั้นใช้เทคนิคที่เลือกสรรแล้วสำหรับสร้างเป็นภาพเคลื่อนไหวคือเทคนิคการใช้ SWFสร้างภาพเคลื่อนไหวโดยใช้ พีเอชพี นำภาพที่สร้างเป็นชุดภาพแล้ว มาสร้างเป็นภาพเคลื่อนไหว โดยใช้ ไลบราลี่ของ ming เพื่อสร้างให้เป็นไฟล์ในรูปแบบ SWF ขั้นตอนนี้มีการกำหนดชื่อของภาพลงไปบนภาพโดยกำหนดชื่อภาพเป็นไปตามวันเดือนปีที่บันทึกข้อมูลโมดิสในแต่ละภาพ การกำหนดชื่อได้กำหนดไว้บนมุมขวาบน ขั้นตอนการทำงานในส่วนนี้ทำงานอยู่บนฝั่งแม่ข่ายและทำงานเป็นฉากหลังไม่ให้ผู้ใช้เห็นด้วย พีเอชพี แสดงเฉพาะส่วนที่เป็นแผนที่พลวัต กลับออกมาในรูปเว็บเพจ และสามารถควบคุมการเคลื่อนไหวของแผนที่พลวัตให้แสดงภาพก่อนหน้า หรือภาพถัดไป หรือหยุดการแสดงภาพเคลื่อนไหวได้ เนื่องจากไฟล์ในรูปแบบ SWF สามารถกระทำได้อยู่แล้วโดยการคลิกขวาที่เมาส์ แล้วเลือกการทำงาน แต่ในงานวิจัยนี้เพิ่มความสะดวกในการเรียกใช้ฟังก์ชันต่างๆนี้ได้โดยอาศัยจาวาสคริปท์เข้ามาช่วยสร้างเป็นเครื่องมือบนเว็บและเรียกใช้งานฟังก์ชันเหล่านั้นได้ ผลการรวมการสร้างภาพเคลื่อนไหวโดยใช้เทคนิค SWFเข้ากับระบบแม่ข่ายแผนที่ให้แสดงออกมาเป็นแผนที่พลวัตผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตปรากฏว่าสามารถทำงานประสานกันได้อย่างมีประสิทธิภาพดังแสดงผลการสร้างแผนที่พลวัตในรูปที่ 4.15 แสดงผลการสร้างแผนที่พลวัตผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งในส่วนของผู้ใช้งานจะเห็นเป็นขั้นตอนต่อเนื่องจากรูปที่ 4.8 ในส่วนแสดงแผนที่หลัก จะแสดงเป็นภาพเคลื่อนไหว เรียงตามลำดับดังให้เห็นเป็นตัวอย่างในรูปที่ 4.16

ในการสร้างแผนที่พลวัตแบบสัมพันธ์เวลา ชุดของภาพแผนที่ได้ในรูปที่ 4.16 ผู้ใช้เลือกข้อมูลโดยเลือกตามเวลา ตัวแปรการรับรู้ในการมองเห็นของแผนที่พลวัตที่ควรคำนึงถึงสำหรับนำเสนอข้อมูลแบบนี้คือ ตัวแปร Order เนื่องจากข้อมูลโมดิสที่ใช้ในงานวิจัยแสดงลักษณะภูมิประเทศและ ได้เพิ่มเติมข้อมูลแผนที่ฐานได้แก่ ขอบเขตจังหวัด ถนน ทางรถไฟ และแม่น้ำเท่านั้น มิได้เพิ่มเติมข้อสนเทศอื่นลงไป ลักษณะความเปลี่ยนแปลงของข้อมูลจึงขึ้นอยู่กับ ข้อมูลดาวเทียมที่บันทึกมาในแต่ละห้วงเวลา การเรียงลำดับข้อมูลจึงมีความสำคัญในการคำนึงถึง



รูปที่ 4.15 แสดงผลการสร้างแผนที่พลวัต



รูปที่ 4.16 แสดงลักษณะการเรียงลำดับการแสดงผลของแผนที่พลวัต

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษา

5.1 สรุปผล

5.1.1 การนำเสนอข้อมูลปริภูมิผ่านเครือข่าย

จากการศึกษาการการนำข้อมูลปริภูมิมานำเสนอผ่านเครือข่ายโดยอาศัยซอฟต์แวร์รหัสเปิด พบว่าสามารถใช้ซอฟต์แวร์แม่ข่ายแผนที่ของ มหาวิทยาลัยมินเนโซต้าในประเทศสหรัฐอเมริกา ชื่อ มินเนโซต้า แมพเซิฟเวอร์ นำเสนอข้อมูลปริภูมิได้ทั้ง จุด เส้น และพื้นที่ ในข้อมูลเวกเตอร์ และข้อมูลราสเตอร์ โดยการนำเสนอข้อมูลปริภูมิปฏิบัติตามโครงสร้างการใช้งาน มินเนโซต้าแมพเซิฟเวอร์อันประกอบไปด้วยส่วนหลัก 3 ส่วน คือ ส่วนซอฟต์แวร์แม่ข่ายแผนที่ ส่วนแมพไฟล์สำหรับติดต่อและควบคุมการแสดงผลของข้อมูล และส่วนเทมเพลทสำหรับแสดงผลลัพธ์ที่ได้ สามารถทำงานได้ดีกับข้อมูลปริภูมิในรูปแบบ อีเอสอาร์ไอ เชฟไฟล์ และยังสามารถเปิดข้อมูลปริภูมิในรูปแบบอื่นได้อีก เช่น ไฟล์รูปแบบของ Arc Coverages ไฟล์รูปแบบของ Mapinfo ไฟล์รูปแบบของ Microstation และในรูปแบบอื่นตามที่กำหนดไว้ในเอกสารคู่มือการใช้งาน (McKenna, 2001) สามารถนำเสนอได้บนเครื่องแม่ข่ายที่ใช้ระบบปฏิบัติการ วินโดว์ตามที่คาดหวังไว้

5.1.2 เทคนิคการสร้างภาพเคลื่อนไหว

ภาพเคลื่อนไหวเป็นเทคนิคที่ดีสำหรับนำมาใช้ในการสร้างแผนที่พลวัตเพื่อดูความเปลี่ยนแปลงข้อสนเทศของข้อมูลปริภูมิภายในแผนที่ ซึ่งเทคนิคที่ใช้ในการสร้างภาพเคลื่อนไหวในการศึกษาครั้งนี้ 3 เทคนิค ประกอบไปด้วยเทคนิคที่1 เป็นเทคนิคการสร้างภาพเคลื่อนไหวแบบ Animated GIF เทคนิคที่ 2 เทคนิคการสร้างภาพเคลื่อนไหวแบบ SWF และเทคนิคที่ 3 เทคนิคการสร้างภาพเคลื่อนไหวแบบ CSS+Java scripts โดยใช้ข้อมูลเดียวกันในการสร้างภาพเคลื่อนไหว ได้ผลสรุปดังนี้

เทคนิคแบบ Animated GIF สามารถทำงานได้รวดเร็วบนเว็บเพจกับข้อมูลภาพที่มีสีไม่เกิน 256 สี แผนที่ทั่วไปที่มีรายละเอียดสีในแผนที่ไม่เกิน 256 สีสามารถใช้เทคนิคแบบ Animated GIF ได้

เทคนิคแบบ SWF สามารถทำงานได้กับข้อมูลที่มีขนาดใหญ่เนื่องจากมีการบีบอัดข้อมูลภาพก่อนนำมาสร้างเป็นแผนที่พลวัต สามารถเพิ่มตัวอักษรลงในแผนที่ได้ขณะสร้างโดยสามารถกำหนดขนาด และตำแหน่งได้ แสดงสีได้ 16 ล้านสี จึงเหมาะสำหรับ

แสดงแผนที่ที่มีข้อมูลก่อนสร้างขนาดใหญ่ และมีรายละเอียดของสีมากกว่า 256 สี อีกทั้งยังสามารถ ควบคุมการแสดงผลโดยการ หยุด เล่น เดินเหน้า ถอยหลัง ที่ฝั่งผู้ใช้งานได้

เทคนิค CSS+Java scripts สามารถทำงานได้กับไฟล์ภาพทุกชนิดที่สามารถแสดงได้บนเว็บเพจ เหมาะสำหรับแสดงข้อมูลแผนที่ที่มีขนาดไฟล์ไม่ใหญ่ เนื่องจากเทคนิคนี้ ต้องดาวน์โหลดข้อมูลภาพทุกภาพมาที่เครื่องผู้ใช้งานก่อน เมื่อดาวน์โหลดครบจำนวนภาพแล้วจึงเริ่มแสดงผล สีที่แสดงขึ้นอยู่กับไฟล์ภาพที่นำมาใช้ สามารถ ควบคุมการแสดงผลโดยการ หยุด เล่น เดินเหน้า ถอยหลัง ที่ฝั่งผู้ใช้งานได้

จากผลการทดสอบเทคนิคการสร้างภาพเคลื่อนไหวสามารถสรุปได้ว่า เทคนิคการสร้างภาพเคลื่อนไหวที่เหมาะกับข้อมูลโมดิสที่มีขนาดใหญ่ และมีข้อมูลเป็นจำนวนมาก ได้แก่เทคนิคแบบ SWF สามารถนำมาใช้ในการสร้างแผนที่พลวัตผ่านเครือข่าย เป็นการสร้างแบบทันทีทันใดไม่ได้เตรียมภาพไว้ก่อน ไฟล์ภาพเคลื่อนไหวมีขนาดไม่ใหญ่ ควบคุม การแสดงผลได้และยังสร้างด้วยภาษา พีเอชพี ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์รหัสเปิด

5.1.3 การนำข้อมูลดาวเทียมโมดิสมาใช้งาน

เนื่องจากข้อมูลโมดิสยังไม่เป็นที่แพร่หลายในประเทศไทย จึงยังไม่มีข้อมูลที่สำเร็จพร้อมใช้งาน ในการวิจัยครั้งนี้จึงต้องเตรียมข้อมูลโมดิสสำหรับใช้งานด้วยเมื่อนำข้อมูลที่เตรียมเสร็จแล้วมาซ้อนทับกับข้อมูลเวกเตอร์บริเวณประเทศไทยมาตราส่วน 1:250,000 พบว่าข้อมูลซ้อนทับกันได้ถูกต้อง และด้วยปริมาณข้อมูลโมดิสที่ถี่ประมาณ 1-2 วันและเป็นภาพตอนกลางวัน ข้อมูลโมดิสจึงเหมาะที่จะนำมาสร้างแผนที่พลวัตเพื่อแสดงให้เห็นถึงความเปลี่ยนแปลงในข้อสนเทศของข้อมูลปริภูมิได้เป็นอย่างดี

5.1.4 การสร้างแผนที่พลวัตผ่านเครือข่าย

จากการนำเอาเทคนิคการสร้างภาพเคลื่อนไหวที่ได้คัดเลือกคือเทคนิคการสร้างภาพเคลื่อนไหวในรูปแบบ SWFมารวมเข้ากับการใช้แม่ข่ายแผนที่เพื่อใช้สร้างแผนที่พลวัตผ่านเครือข่ายโดยให้แม่ข่ายแผนที่นำเสนอข้อมูลปริภูมิเพื่อให้ผู้ใช้เลือกพื้นที่บริเวณ และข้อมูลโมดิสสำหรับสร้างเป็นแผนที่พลวัต และใช้การเชื่อมการทำงานและการส่งข้อมูลภายในด้วยภาษา พีเอชพี ผลการทำงาน เมื่อทดสอบการทำงานผ่านเครือข่ายจากเครื่องลูกข่ายพร้อมกัน มากกว่า 2 เครื่องพบว่าสามารถทำงานพร้อมกันได้ และสามารถสร้างแผนที่พลวัตโดยที่ผู้ใช้จากเครื่องลูกข่ายเลือกบริเวณที่แสดงผล และจำนวนภาพที่ใช้แสดงต่างกัน ได้โดยตรงกับความต้องการของผู้ใช้แต่ละเครื่อง

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

5.2.1 การแสดงผลภาษาไทย

การแสดงผลภาษาไทยบนแม่ข่ายแผนที่ของมินเนโซต้า แมพเซิร์ฟเวอร์ เวอร์ชัน 3.6.6 ที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ไม่สามารถเรียกข้อมูลที่เป็นภาษาไทยได้โดยตรง เนื่องจากแม่ข่ายแผนที่ใช้ไลบรารี่ของ freetype ในการติดต่อกับรูปแบบตัวหนังสือต่างๆ และใช้ไลบรารี่ของ gd ในการสร้างเป็นภาพโดยขั้นตอนนี้เรียกใช้รูปแบบตัวอักษรแบบ 2 ไบท์แบบ ยูนิโค้ด (unicode) ซึ่งตัวอักษรในภาษาไทยไม่ได้อยู่ในรูปแบบเดียวกัน หากต้องการให้แสดงภาษาไทยบนแม่ข่ายแผนที่ของมินเนโซต้าได้ ต้องทำการแปลงรูปแบบตัวอักษรภาษาไทยไปเป็นแบบยูนิโค้ดก่อน โดยเพิ่มเข้าไปในตาราง แอดทริบริว(attribute) ของข้อมูลปริภูมิอีกหนึ่งช่องสำหรับเก็บค่าภาษาไทยแบบยูนิโค้ด สำหรับใช้เรียกให้แสดงเป็นภาษาไทยบนแม่ข่ายแผนที่

5.2.2 การแสดงผลบนบราวเซอร์

ในการวิจัยครั้งนี้ส่วนแสดงผลมีการใช้ Java applet ทำให้การแสดงผลบนบราวเซอร์ไม่สามารถทำงานได้ทุกบราวเซอร์ เช่นในระบบปฏิบัติการวินโดว์เอ็กพี เนื่องจากบนระบบปฏิบัติการวินโดว์เอ็กพี บราวเซอร์ของไมโครซอฟต์ ไม่รองรับการทำงานของ Java ทางไมโครซอฟต์มีเทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นมาทดแทน Java เอง หากเป็นระบบปฏิบัติการวินโดว์ที่ต่ำกว่าลงมาสามารถใช้งานได้ตามปกติ

5.2.3 ซอฟต์แวร์รหัสเปิด

เนื่องจากซอฟต์แวร์รหัสเปิด ไม่มีคู่มือใช้งานที่ละเอียดชัดเจน ทำให้ต้องเสียเวลาในการศึกษาค่อนข้างมาก ประกอบกับ มีความหลากหลายของเวอร์ชันที่ซอฟต์แวร์รหัสเปิด

5.2.4 ความสามารถของซอฟต์แวร์รหัสเปิด

เนื่องจากซอฟต์แวร์รหัสเปิดไม่ได้ออกแบบมาให้นำงานได้ตรงกับความต้องการ การใช้ซอฟต์แวร์รหัสเปิดให้ทำงานตามความต้องการต้องใช้มากกว่า 1 ซอฟต์แวร์ในการทำงาน จำเป็นต้องค้นหาซอฟต์แวร์รหัสเปิดที่สามารถทำงานได้ตามความต้องการมาใช้งาน

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อมูลอธิบายข้อมูล

ข้อมูลปริภูมิ ควรมี ข้อมูลอธิบายข้อมูลอยู่ด้วย เพื่อให้ทราบที่มาและรายละเอียดของข้อมูล ซึ่งในส่วนการบันทึก ข้อมูลอธิบายข้อมูลนี้ มิเนโซต้าเมพเซิฟเวอร์ได้เตรียมการไว้เรียบร้อยแล้ว สามารถบันทึกคำอธิบายข้อมูลลงในแต่ละชั้นข้อมูลได้ และสามารถเรียกดูผ่านเครือข่ายได้

5.3.2 การแสดงผลบนบราวเซอร์

เพื่อให้การแสดงผลสามารถแสดงได้ทุกบราวเซอร์ ทุกระบบปฏิบัติการ ควรหลีกเลี่ยง การใช้ซอฟต์แวร์เพิ่มเติมที่ซับซ้อนสำหรับบราวเซอร์ เช่น การใช้ Java Applet แม้ว่า Java Applet ทำให้การแสดงผลมีความสะดวก ดูเรียบร้อยสวยงามในการใช้งาน แต่ระบบปฏิบัติการวินโดว์ เวอร์ชันใหม่ๆ บราวเซอร์ของไมโครซอฟต์ไม่สนับสนุนการใช้งาน Java Applet แม้จะมีซอฟต์แวร์เพิ่มเติมมาติดตั้งได้ แต่การติดตั้งและปรับแต่งการใช้งานมีความยุ่งยาก ทำให้ไม่สามารถแสดงผลได้เต็มที่ ควรเลี่ยงไปใช้งานเป็น จาวาสคริปท์ หรือ SWF แทนซึ่งทำงานได้คล้ายคลึงกัน และสามารถทำงานได้ทุกบราวเซอร์

5.3.3 ข้อมูลตัวอย่าง

งานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลโมดิสเป็นตัวอย่างในการแสดงแผนที่พลวัตเท่านั้น ในการใช้งานทางด้านอื่นควรศึกษาการเตรียมข้อมูล โดยเฉพาะข้อมูลที่มีความถี่สำหรับใช้สร้างเป็นแผนที่พลวัต ต้องเป็นข้อมูลบริเวณเดียวกัน แต่ข้อมูลต่างช่วงเวลา หรือต่างประเภทกัน

5.3.4 ระบบให้บริการโมดิส

จากผลงานวิจัย สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการให้บริการข้อมูลโมดิสได้ โดยใช้สำหรับการให้บริการข้อมูลผ่านอินเทอร์เน็ต เพื่อให้ผู้ใช้เลือกดูตัวอย่างข้อมูลเพื่อตรวจสอบข้อมูลก่อนสั่งซื้อข้อมูลหากเพิ่มความสามารถในระบบธุรกรรมอิเล็กทรอนิกส์เข้าไปด้วยจะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการให้บริการข้อมูลโมดิส ในระบบให้บริการข้อมูลโมดิส เนื่องจากข้อมูลโมดิสมีปริมาณมาก และมากขึ้นทุกวัน ในการเลือกค้น ควรให้มีวิธีการเลือกค้น โดยแบ่งตามปี เดือน วัน โดยผู้ใช้งานสามารถกำหนดช่วงวันเวลาที่สนใจได้ จะทำให้การค้นมีประสิทธิภาพ และลดการใช้เวลาในการค้นหา ทั้งยังช่วยให้สามารถดูแลและจัดการเนื้อที่ในการจัดเก็บข้อมูลสำหรับนำมาเป็นข้อมูลตัวอย่าง เพื่อให้ผู้ใช้งานเลือกดูก่อนการสั่งซื้อ หากพิจารณาจากขนาดของข้อมูลโมดิส ที่มีขนาดข้อมูลทั้ง 36 แบนด์ที่รายละเอียดจุดภาพ 1 ตารางกิโลเมตร 1 ข้อมูลภาพมีขนาด 500 เมกะไบท์โดยประมาณ

หากทำให้อยู่ในรูปแบบ GeoTIFF โดยการจัดเรียงแบนด์แบบสีผสมเท็จ เพื่อให้สามารถมองเห็นรายละเอียดข้อมูลได้ จะมีขนาดไฟล์ประมาณ 8 เมกะไบท์ หากข้อมูลโมดิสมีจำนวน 14 ข้อมูล จะมีไฟล์ในรูปแบบ GeoTIFF ทั้งหมด 14 ภาพ เนื้อที่รวม 112 เมกะไบต์ หากแปลงให้อยู่ในรูปแบบ เจเปก ที่คุณภาพเจเปกเท่ากับ 80 จะมีขนาดไฟล์ประมาณ 1 เมกะไบท์ ต่อภาพ รวม 14 ภาพ ใช้เนื้อที่ 14 เมกะไบท์ แต่ไม่สามารถเลือกขยายภาพเพื่อพิจารณาบริเวณที่สนใจได้ หากผ่านระบบแม่ข่ายแผนที่ สามารถเลือกบริเวณที่สนใจได้ ไฟล์ที่ได้ มีขนาด 0.1 เมกะไบท์ 14 ภาพ ใช้เนื้อที่ 1.4 เมกะไบท์ และถ้าเป็นภาพเคลื่อนไหว ด้วยเทคนิค SWF ไฟล์ภาพเคลื่อนไหวมีขนาด 1 เมกะไบท์ เห็นได้ว่าเมื่อนำเทคนิคการนำเสนอข้อมูลผ่านอินเตอร์เน็ตและเทคนิคการสร้างภาพเคลื่อนไหวจากงานวิจัยมาประยุกต์ใช้ จะทำให้ลดเนื้อที่ข้อมูลในการเตรียมเพื่อรองรับการให้บริการข้อมูลโมดิสได้ อย่างดี และผู้ใช้ยังสามารถเลือกบริเวณที่สนใจ ได้อีกด้วย

5.3.5 การแสดงแผนที่พลวัต

ในส่วนการแสดงแผนที่พลวัต การเลื่อนจากภาพหนึ่งไปยังอีกภาพหนึ่ง ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเรื่องเทคนิคการเปลี่ยนภาพ เช่น การเลื่อนภาพใหม่เข้ามาแทนภาพเก่า หรือการค่อยๆจางหายของภาพเก่าก่อนแสดงภาพใหม่ เป็นต้น ตัวอย่างเทคนิคการเปลี่ยนภาพนี้มีลักษณะเดียวกันกับการแสดงผลของงานนำเสนอภาพนิ่งทั่วไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการนำเสนอของแผนที่พลวัต

5.3.6 การสนับสนุนการใช้งานซอฟต์แวร์รหัสเปิด

ควรมีการเผยแพร่และ ให้การสนับสนุนการใช้งานซอฟต์แวร์รหัสเปิด ให้ใช้งานกันอย่างกว้างขวางเพื่อลดการนำเข้าซอฟต์แวร์ต่างประเทศที่มีราคาสูงและ ยังเป็นการเพิ่มขีดความสามารถของบุคลากรภายในประเทศ เพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืนต่อไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

ชูศักดิ์ คงคานนท์. 2537.การทำแผนที่. ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง : 13-28.

พินิจ ถาวรกุล. 2525. การอ่านและการใช้แผนที่. กรมแผนที่ทหารร่วมงานสมโภชกรุงรัตนโกสินทร์ 200 ปี. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์อักษรเจริญทัศน์.

ไพศาล สันติธรรมนนท์ และ แมน โชติรัตนพิทักษ์. 2544. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต Minnesota. การประชุมวิชาการ การแผนที่และภูมิสารสนเทศแห่งชาติ 17-18 ธันวาคม 2544 โรงแรมมณเฑียรริเวอร์ไซด์ กรุงเทพฯ.

ทวี ทองสว่าง, ไพฑูรย์ ปิยะปกรณ์, วันทนีย์ ศรีรัฐ และวินิตา เผ่านาค. 2533. การอ่านแผนที่และภาพถ่ายทางอากาศ. ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

สรรเพชญ ชื้อนิธิไพศาล. การศึกษาการเผยแพร่สารสนเทศภูมิศาสตร์ผ่านอินเตอร์เนต. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิศวกรรมสำรวจ ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2541.

สัมพันธ์ ระรื่นรมย์. 1992. The Open Source Definition version 1.3. [Online]. Available from: http://developer.thai.net/opensource/osd.html[2002, February 6].

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี. 2545. แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 9.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาษาอังกฤษ

adobe. QuickTime 2003 [online]. Available from:
http://www.apple.com/quicktime/products/qt/ [2004, January 10]

adobe acrobat. What is Adobe PDF? [online]. Available from:
http://www.adobe.com/products/acrobat/adobepdf.html [2003, July 25]

Blackstock, S. 1989. LZW and GIF explained. [online]. Available from:
http://www.danbbs.dk/~dino/whirlgif/lzw.html[2003,October 2]

Conboy, B. About MODIS. [online]. Available from:
http://modis.gsfc.nasa.gov/about/design.html [2002,July 25]

Geological Survey of Canada, GeoServ [online]. Available from:
http://sts.gsc.nrcan.gc.ca/clf/geoserv.asp [2004, January 29]

Gonzalez, C. R. and Woods, E. R. 1993. Digital Image Frocessing. United States of America: Addison-Wesley Publishing Companyinc.

Kraak, M. J. Classification of web map [online]. Available from:
http://kartoweb.itc.nl/webcartography/webmap/classification.htm[2001,April 27]

Lilley,C., Chair, and Jackson, D. 2004. Scalable Vector Graphics. [online]. Available from:
http://www.w3.org/graphics/SVG/ [2003, July 25]

McKenna, J. 2001. HOWTO for OGR Use in MapServer. [online]. Available from:
http://mapserver.gis.umn.edu/doc35/ogr-howto.html [2004, January 23]

Merriam-Webster. Merriam-Webster Online Dictionary [online]. Available from: http
http://www.m-w.com/ [2004,January 14]

Messerschmitt, G. D., Varian, H. History of MPEG [online]. Available from:
http://www.sims.berkeley.edu/courses/is224/s99/GroupG/report1.html [2003, December 12]

Neuendorffer, S. CompuServe GIF Image Format .[online] Available from:
http://ptolemy.eecs.berkeley.edu/eecs20/sidebars/images/gif.html [2003,July 25]

OPENSWF.ORG. 2001. Introduction to SWF. [online]. Available from:
http://www.openswf.org/spec/SWFfileformat.html [2004, January 11]

Pratt, K. W. 1991. Digital Image Processing.(secound edition) California USA: A Wiley-Interscience Publication. 685-686.

Raisz, E. 1948. General Cartography.(second edition) New York, Toronto, London : McGraw-Hill.

Roelofs. G. 2000. the story on PNG. [online].Available from: http://www.libpng.org/pub/png/slashpng-1999.html [2003, July 25]

Roelofs. G. 2003. Multiple-image Network Graphics. [online].Available from: http://www.libpng.org/pub/mng/ [2003, July 25]

Wolfe, J. 2004. What is a decibel? [online]. Available from: http://www.phys.unsw.edu.au/~jw/dB.html [2004 April 7]

Zwass, V. 1998. Foundation of Information Systems. (International edition). Singapore: Irwin/McGraw-Hill. 266-271

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บรรณานุกรม

ACRoRS. MODIS. [online]. Available from: http://www.acrors.ait.ac.th/modis/index.htm [2002, January 27]

Ezell J. What is SWF? [online]. Available from: http://www.openswf.org/ [2003, May 12]

Curl-web. cURL [online]. Available from: http://curl.haxx.se/docs/ [2003 May 5]

Hirschberg, D. Data Compression (Fall 2003). [online]. Available from: http://www.rz.uni-bayreuth.de/lehre/dibito/vorlesung/node37.html [2003, April 8]

GISTDA. ดาวเทียมTERRA(MODIS). [online]. Available from: http://www.gistda.or.th/Gistda/HtmlGistda/Html/HtmlTechnic/Html/SatDetail/ThTerraMODIS.html [2004, January 20]

Hearnshaw, H. M. & D. J. Unwin. 1994. Visualization In Geographical Information Systems. England: Joha Wiley & Sons.

ImageMagick Studio LLC. 2003. ImageMagick. [online]. Available from: http://www.imagemagick.org/ [2003, March 26]

Instituto Nacional de pesquisas espaciais. EOS PM1 Mission Data. [online] Available from: http://www.inpe.br/programas/hsb/ingl/index.html [2004, February 14]

Maceachren, M. A. and D.R. F. Taylor. 1994. Visualization in Modern Cartography. First edition. Great Britain: Galliard(Printer) Ltd.

Macromedia, Macromedia Flash Player. [online]. Available from: http://www.macromedia.com/software/flashplayer/ [2003, December12]

Morris, C. 2003. Aqua website. [online]. Available from: http://aqua.gsfc.nasa.gov/ [2004 February 14]

Murray, D. J. and W. vanRyper. Encyclopedia of Graphics File Formats, Second Edition. 1996 [online] http://netghost.narod.ru/gff/graphics/book/ch09_04.htm [2003, October 10]

NASA. AquaCoolscience. [online]. Available from: http://aqua.nasa.gov/outreach/coolscience.html [2004, February 14]

Robinson, H. A., J. L. Morrison, P. C. Muenhrcke, A. J. Kimerling and S. C. Guptill. 1995. Element of Cartography. Sixth edition. USA. John Wiley & Sons, Inc.

Suthram, P., D. Hemmert and T. Heeren. 2002. Imaage coding/compression. [online] Available from:http://theeren.tripod.com/DSPProject/dspproject.html [2004, March 29]

The PHP Group. Php. [online]. Available from: http://www.php.net/ [2001, July 25]

University of Minnesota. MapServer,[online]. Available from: http://mapserver.gis.umn.edu/ [2003, February 7]

Wade, M. 2003. AQUA.[online].Available from: http://www.astronautix.com/craft/aqua.htm [2004, February 14]

Welling, L. and L. Thomson. 2001. PHP and MySQL Web Development. Indiana USA: Sams Publishing.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

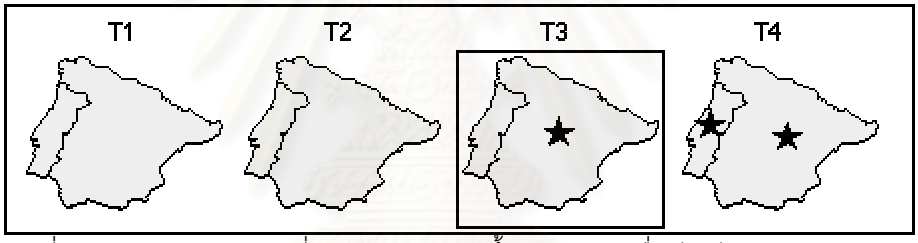
ภาคผนวก ก

1 Dynamic Visual Variables

ในการออกแบบแผนที่ ต้องคำนึงถึง ตัวแปรรับรู้การมองเห็น (Visual variable) เพื่อการสื่อสารระหว่างแผนที่ กับ ผู้ใช้งาน สำหรับแผนที่พลวัต **Barend Köbben และ Mustafa Yaman(1995)** ได้นำเสนอ ตัวแปรรับรู้สำหรับภาพเคลื่อนไหวไว้ 6 อย่างด้วยกัน ประกอบด้วย

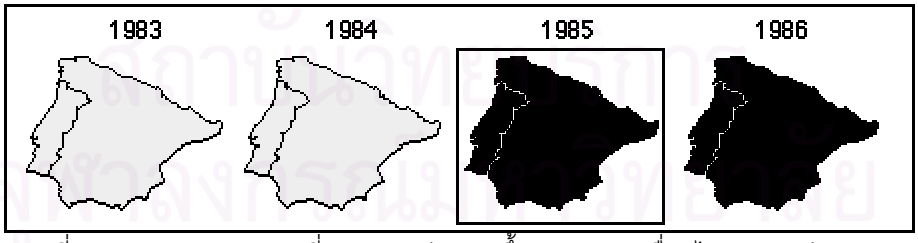
1.1 Moment

Moment คือ ขณะช่วงเวลาของการปรากฏขึ้นของสัญลักษณ์องค์ประกอบของแผนที่ ที่เป็นตัวแทนของเหตุการณ์นั้น ทั้งในแบบสัมพันธ์กับเวลา และไม่สัมพันธ์กับเวลา ในรูปที่ ก1 แสดงตัวอย่างการปรากฏขึ้นของสัญลักษณ์ แบบไม่สัมพันธ์กับเวลา ในตำแหน่งเฟรมที่ 3 (T3) ของภาพเคลื่อนไหว



รูปที่ ก1 แสดงขณะช่วงเวลาที่สัญลักษณ์ปรากฏขึ้น ของภาพเคลื่อนไหวไม่สัมพันธ์กับเวลา

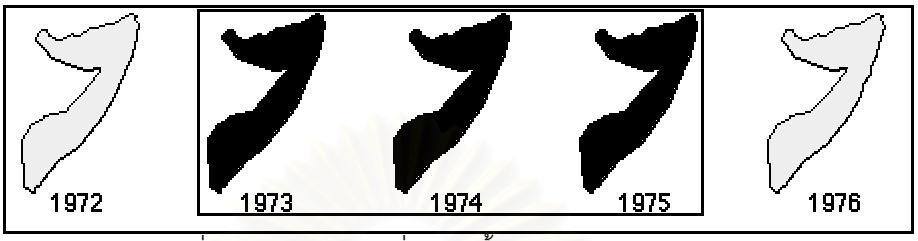
ในรูปที่ ก2 แสดงตัวอย่าง ขณะช่วงเวลาที่สัญลักษณ์ปรากฏขึ้น ในตำแหน่งเฟรมที่ 3 (ปี1985) ของภาคเคลื่อนไหวที่สัมพันธ์กับเวลา



รูปที่ ก2 แสดงขณะช่วงเวลาที่สัญลักษณ์ปรากฏขึ้น ของภาพเคลื่อนไหวสัมพันธ์กับเวลา

1.2 Duration

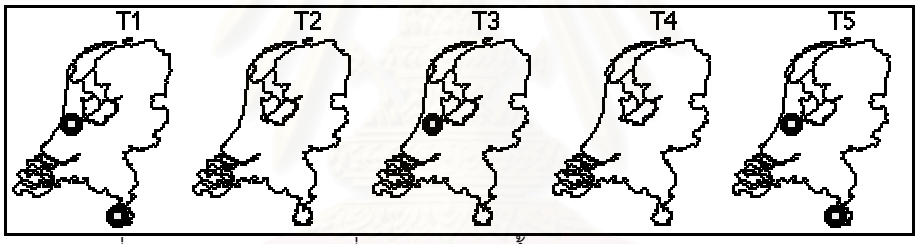
Duration คือ การนำเสนอด้วยการปรากฏขึ้นของสัญลักษณ์องค์ประกอบแผนที่ที่เป็นตัวแทนของเหตุการณ์นั้นในช่วงเวลาที่เกิดขึ้น ดังแสดงในรูปที่ ก3



รูปที่ ก3 แสดงช่วงเวลาที่ปรากฏขึ้นของสัญลักษณ์

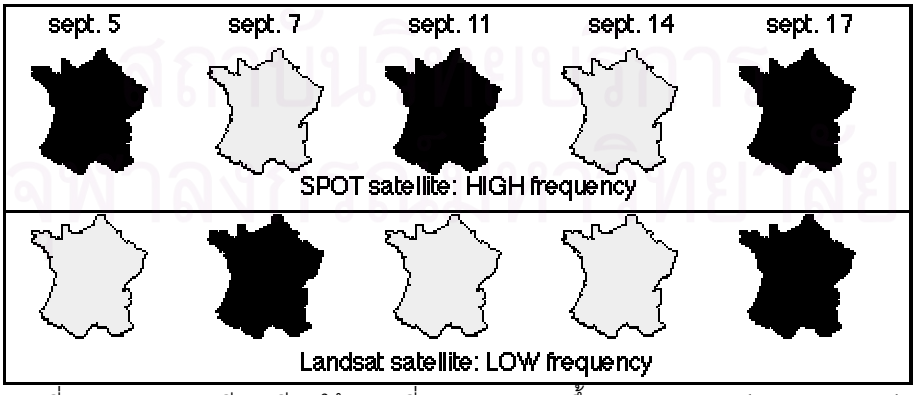
1.3 Frequency

Frequency คือ ความถี่ของการปรากฏขึ้นของสัญลักษณ์ เป็นตัวแทนของเหตุการณ์ แสดงออกมาในรูปแบบของการกระพริบ ดังในรูปที่ ก4 แสดงตัวอย่างความถี่ในการนำเสนอเหตุการณ์



รูปที่ ก4 แสดงการใช้ความถี่ของการปรากฏขึ้นของสัญลักษณ์แทนเหตุการณ์

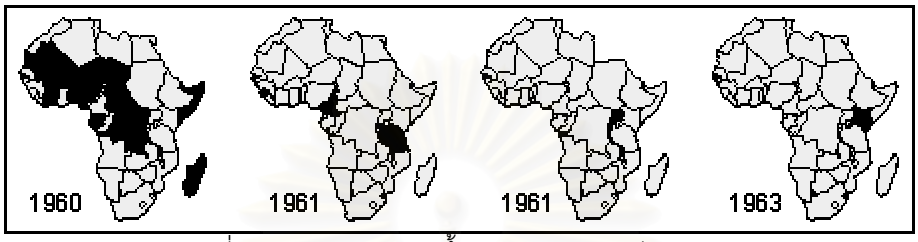
ความถี่ในการกระพริบ ก็มีผลต่อการรับรู้ ดังแสดงในรูปที่ ก5 เป็นตัวอย่างในการเปรียบเทียบถึงความถี่ HIGH Frequency แสดงเฟรมเว้นเฟรม ส่วนLOW frequency แสดงเฟรมเว้นสองเฟรม



รูปที่ ก5 แสดงการเปรียบเทียบใช้ความถี่ของการปรากฏขึ้นของสัญลักษณ์แทนเหตุการณ์

1.4 Order

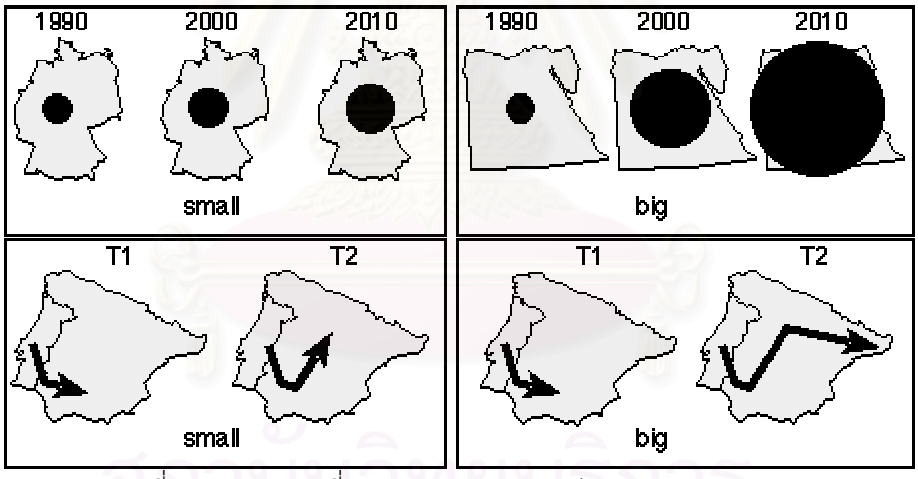
Order คือการเรียงลำดับของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในภาพเคลื่อนไหว การปรากฏขึ้นของสัญลักษณ์จะเรียงตามลำดับ ดังรูปที่ ก6



รูปที่ ก6 แสดงการปรากฏขึ้นของสัญลักษณ์ เรียงตามลำดับ

1.5 Rate of change

Rate of change คืออัตราการเปลี่ยนแปลงของสัญลักษณ์ที่ปรากฏขึ้นในภาพเคลื่อนไหว ถ้าอัตราการเปลี่ยนแปลงต่ำ สัญลักษณ์จะค่อยๆเปลี่ยน ถ้าอัตราการเปลี่ยนแปลงสูง สัญลักษณ์จะเปลี่ยนเร็ว ดังแสดงในรูปที่ ก7

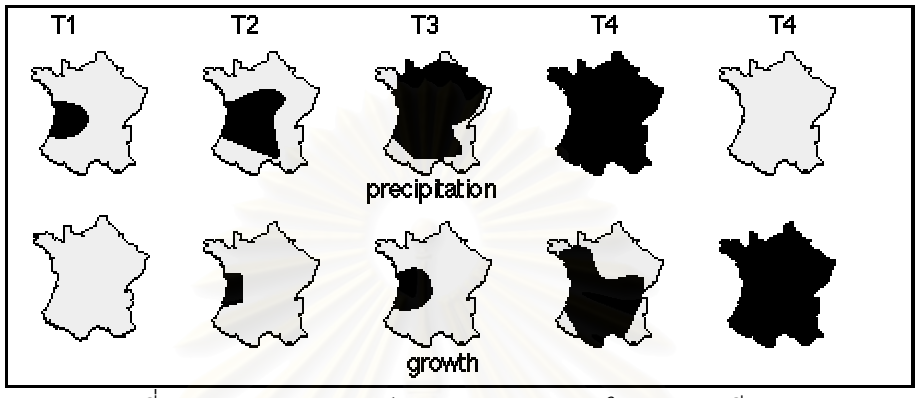


รูปที่ ก7 แสดงการเปลี่ยนแปลงของสัญลักษณ์ ตาม Rate of change

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.6 Synchronisation

Synchronisation คือการนำเสนอเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นพร้อมกัน สองเหตุการณ์หรือมากกว่า ที่มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน ดังตัวอย่างในรูปที่ ก8



รูปที่ ก8 แสดงความสัมพันธ์ของสองปรากฏการณ์ในช่วงเวลาเดียวกัน

2 ความสัมพันธ์ของ Visual Variables กับ Perceptual Property

	perceptual property			
static visual variable	association	order	quantity	selection
size		●	●	●
(colour)value		●		●
grain	●	●		○
colour hue	○			●
orientation	●			○
shape	●			

● – strong ○ – weak

รูปที่ ก9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Visual Variable กับ Perceptual Property ของภาพนิ่ง

	perceptual property			
dynamic visual variable	association	order	quantity	selection
moment	○			
duration		●	✪	
frequency	✪	✪		○
order	✪	✪		○
rate of change		●	○	
synchronisation	*not tested*			

● – strong ✪ – fair ○ – weak

รูปที่ ก10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Visual Variable กับ Perceptual Property ของภาพเคลื่อนไหว

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายภาณุ อุทัยศรี เกิดเมื่อวันที่ 27 เมษายน 2515 ที่จังหวัดฉะเชิงเทรา สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขา วิศวกรรมโยธา จาก คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคพายัพ จังหวัดเชียงใหม่ ในปีการศึกษา 2536 เข้าศึกษาต่อในหลักสูตร วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาระบบสารสนเทศปริภูมิทางวิศวกรรม ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2543 ปัจจุบันดำรงตำแหน่งอาจารย์ 1 ระดับ 4 คณะวิชาโยธา สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคพายัพ จังหวัดเชียงใหม่

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย