การออกแบบและพัฒนาระบบสารสนเทศปริภูมิผ่านเว็บเซอร์วิส

นายชัยภัทร เนื่องคำมา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาระบบสารสนเทศปริภูมิทางวิศวกรรม ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2549
ISBN 974-14-3449-9
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF OPENGEOSPATIAL WEB SERVICES

Mr. Chaipat Nengcomma

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science Program in Spatial Information System in Engineering

Department of Survey Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2006

ISBN 974-14-3449-9

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การออกแบบและพัฒนาระบบสารสนเทศปริภูมิผ่านเว็บเซอร์วิส
โดย	นาย ชัยภัทร เนื่องคำมา
สาขาวิชา	ระบบสารสนเทศปริภูมิทางวิศวกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล สันติธรรมนนท์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(ศาสตราจารย์ ดร.ดิเรก ลาวัณย์ศิริ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ สวัสดิ์ชัย เกรียงไกรเพชร)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล สันติธรรมนนท์)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุทธิพงศ์ วิญญูประดิษฐ์)

..... กรรมการ

(ดร. สรรเพชญ ชื้อนิธิไพศาล)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นาย ชัยภัทร เนื่องคำมา : การออกแบบและพัฒนาระบบสารสนเทศปริภูมิผ่านเว็บเซอร์วิส (DESIGN AND IMPLEMENTATION OF OPENGEOSPATIAL WEB SERVICES) อ.ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล สันติธรรมนนท์, 150 หน้า. ISBN 974-14-3449-9.

การวิจัยครั้งนี้เป็นการทดลองนำข้อกำหนดมาตรฐานต่างๆของ Open Geospatial Consortium (OGC) มาทำการออกแบบและพัฒนาระบบสารสนเทศปริภูมิผ่านเว็บเซอร์วิส ซึ่งเริ่มต้นจากการศึกษารายละเอียดของข้อกำหนดมาตรฐาน ได้แก่ Web Map Service, Web Feature Service, Web Coverage Service, Style Layer Descriptor, Filter Encoding, Web Map Context และทำการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างรูปแบบการเชื่อมโยงแม่ข่ายแผนที่แบบ Cascading Server กับ Simple Overlay สุดท้ายนำองค์ความรู้ที่ได้มาใช้ออกแบบและพัฒนาระบบ โดยผู้วิจัยได้พัฒนาระบบที่มีรูปแบบแม่ข่ายแผนที่แบบ Cascading Server ซึ่งใช้ มินเนโซต้าแมพเซิร์ฟ เวอร์ เป็นแม่ข่ายแผนที่ และได้ทำการพัฒนาซอฟท์แวร์ OWS Client สำหรับเป็นส่วนโต้ตอบของระบบโดยใช้เทคโนโลยี Asynchronous JavaScript and XML (AJAX) ในการรับส่งข้อมูลระหว่างลูกข่ายกับแม่ข่ายเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน ซึ่งในการทดลองนี้ผู้วิจัยได้เลือกระบบให้บริการข้อมูลที่ดินสาธารณะประโยชน์เป็นกรณีศึกษา

ผลการศึกษาพบว่าการเชื่อมโยงแม่ข่ายแผนที่แบบ Cascading Server เหมาะสมกับระบบที่มีการเชื่อมโยงของแม่ข่ายแผนที่จำนวนมากและซับซ้อน การเชื่อมโยงของแม่ข่ายแบบนี้จะสามารถลดขนาดของข้อมูลแผนที่ก่อนที่จะส่งไปแสดงผลบนฝั่งลูกข่ายลดการประมวลผลบนฝั่งลูกข่ายได้ ส่วนการเชื่อมโยงแม่ข่ายแผนที่แบบ Simple Overlay เหมาะสมกับระบบที่เน้นการทำงานไปบนฝั่งลูกข่ายในลักษณะ Thick client ซึ่งลูกข่ายจะต้องมีกลไกในการจัดการข้อมูลปริภูมิ การเพิ่มจำนวนชั้นข้อมูลสามารถทำได้อิสระบนฝั่งลูกข่าย นอกจากนี้ผลการศึกษาพบว่าระบบที่พัฒนาขึ้นตามมาตรฐานของ OGC สามารถทำงานร่วมกันแบบ Interoperability กับระบบอื่นๆที่ใช้ซอฟท์แวร์แม่ข่ายแผนที่ต่างชนิดกันได้ ซึ่งจากการทดลองใช้ระบบสารสนเทศปริภูมิผ่านเว็บเซอร์วิสกับหน่วยงานที่ให้บริการข้อมูลที่ดินสาธารณะประโยชน์ พบว่าสามารถแก้ปัญหาและข้อจำกัดต่างๆในการทำงานแบบเดิมได้ กล่าวคือสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานและลดข้อจำกัดในการทำงานร่วมกันระหว่างองค์กรได้ เช่น ลดต้นทุนในการสำเนาข้อมูลปริภูมิจากหน่วยงานอื่น, เพิ่มความสะดวกรวดเร็วในการบริการข้อมูลปริภูมิไปยังหน่วยงานต่างๆ

ภาควิชา วิศวกรรมสำรวจ ลายมือชื่อนิสิต ชัยภัทร เนื่องคำมา

สาขาวิชา ระบบสารสนเทศปริภูมิทางวิศวกรรม ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2549

4770264621: MAJOR SPATIAL INFORMATION SYSTEM IN ENGINEERING
KEY WORD: INTEROPERABILITY / OPEN GEOSPATIAL WEB SERVICES / AJAX
MR.CHAIPAT NENGCOMMA: PRESENTATION OF DESIGN AND IMPLEMENTATION OF OPEN GEOSPATIAL WEB SERVICES. THESIS ADVISOR: ASST.PROF. PHISAN SANTITAMNONT Ph.D., 150 pp. ISBN 974-14-3449-9.

The objective of thesis is design and implement of an Open Geospatial Web Services System. The case study is public land information services. Firstly we studied Open Geospatial Consortium specifications namely Web Map Service (WMS), Web Feature Service (WFS), Web Coverage Service (WCS), Style Layer Descriptor (SLD), Filter Encoding (FE) and Web Map Context (WMC). After that we studied the semantics of map service and analyzed two widely-used service integration model between cascading server and simple overlay model. Finally we have implemented an Open Geospatial Web Services System applied for public land information service. Minnesota Map Server is used to act as map server engine. We have developed client software base on AJAX technology enhancing OGC web services. The application, named here OWS Client, can display map, query data and request spatial data from multiple systems based on OGC protocols.

As a result, the cascading server model is more appropriate to use in complex service environment. The selected semantic could reduce traffic amongst servers and improve service integrity for public land information service. The prototype of Open Geospatial Web Services has solved interoperability problem and improved efficiency of public land information system such as reducing reproduction costs and time to copy data and sharing the geospatial data amongst governmental organizations effectively. Adopting OGC Web Services, agencies will definitely improve information assets management and promote utilizing geospatial data.

Department : Survey Engineering , Student's Signature : ชัยพัฒน์ เนงคำ

Field of Study : Spatial Information System in Engineering Advisor's Signature : พิสันต์ สันติธรรมนนท์

Academic Year : 2006 ,

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความช่วยเหลือและการสนับสนุน จากหลายฝ่ายโดยเฉพาะอย่างยิ่งข้าพเจ้าขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล สันติธรรมนนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ได้ให้คำแนะนำในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น และตรวจสอบวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้กับข้าพเจ้า และขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ซึ่งประกอบด้วย รองศาสตราจารย์สวัสดิ์ชัย เกรียงไกรเพชร ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุทธิพงศ์ วิญญูประดิษฐ์ และดร.สรรเพชญ ชื้อนิธิไพศาล ที่ให้คำแนะนำในการศึกษาวิจัยครั้งนี้และตรวจสอบวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จเรียบร้อยโดยสมบูรณ์ รวมทั้งคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทุกท่านที่ได้ให้ความรู้และคำแนะนำต่าง ๆ แก่ข้าพเจ้า

ข้าพเจ้าขอขอบคุณเจ้าหน้าที่กรมที่ดินทุกท่านที่อำนวยความสะดวก ในเรื่องข้อมูลและการทดลองใช้ระบบ

ท้ายนี้ขอมอบความดีในวิทยานิพนธ์นี้แด่ ครอบครัว ของข้าพเจ้าที่คอยช่วยเหลือสนับสนุนและเป็นกำลังใจ และให้เวลาในการทำวิจัย และศึกษาครั้งนี้ จนสำเร็จ พร้อมกันนี้ข้าพเจ้าหวังเป็นอย่างยิ่งว่าวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะก่อประโยชน์ต่อสังคมและประเทศชาติสืบไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ
กิตติกรรมประกาศ..... ฉ
สารบัญ..... ช
สารบัญตาราง..... ญ
สารบัญภาพ..... ฎ
บทที่ 1 บทนำ
1.1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1
1.2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 2
1.3. ขอบเขตของการวิจัย..... 2
1.4. ข้อตกลงเบื้องต้น..... 3
1.5. คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย..... 3
1.6. ขั้นตอนการดำเนินงาน..... 4
1.7. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 4
บทที่ 2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
2.1. Open Geospatial Consortium (OGC)..... 6
2.2. Open Geospatial Web Services..... 7
2.2.1. การทำงานของระบบ Open Geospatial Web Services 7
2.2.2. สถาปัตยกรรมระบบ Open Geospatial Web Services 8
2.2.2.1. Simple Overlay..... 8
2.2.2.2. Cascading Server..... 9
2.3. Interoperability..... 10
2.4. Internet GIS..... 10
2.4.1. Thin Client..... 10
2.4.2. Thick Client..... 11
2.5. มาตรฐานการโต้ตอบ (Request &Response) ระหว่าง Client และ Server..... 12
2.6. แม่ข่ายแผนที่ (Map Server)..... 13
2.7. การเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของแม่ข่ายแผนที่ (Performance tuner)..... 14
2.7.1. การทำพีรามิด (Pyramid)..... 14
2.7.2. การทำไทล (Tile)..... 15
2.8. Extensible Markup Language (XML)..... 17

หน้า

2.9. AJAX (Asynchronous JavaScript and XML)..... 17
2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 18
บทที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย
3.1. ศึกษาข้อกำหนดมาตรฐานของ Open Geospatial Consortium …… 26
3.2. ศึกษาขีดความสามารถของสถาปัตยกรรมระบบที่ทำงานร่วมกันแบบ Interoperability..... 26
3.3. การจัดทำระบบสารสนเทศปริภูมิตามข้อกำหนดมาตรฐานของ OGC..... 29
3.3.1. การกำหนดเป้าหมาย..... 29
3.3.2. การศึกษาระบบการทำงานเดิม..... 29
3.3.3. การวิเคราะห์ระบบ..... 31
3.3.4. การออกแบบระบบ……..... 32
3.3.5. การพัฒนาระบบ……..... 34
3.3.5.1. การจัดเตรียมข้อมูลปริภูมิ..... 34
3.3.5.2. การติดตั้งแม่ข่ายแผนที่..... 36
3.3.5.3. การพัฒนาซอฟท์แวร์ OWS Client สำหรับใช้งานระบบ..... 37
3.3.6. การทดสอบระบบ……..... 41
บทที่ 4 ผลการศึกษา
4.1. ผลการศึกษาข้อกำหนดมาตรฐานของ Open Geospatial Consortium …… 42
4.1.1. Web Map Service (WMS)……..... 42
4.1.2. Web Feature Service (WFS)..... 52
4.1.3. Web Coverage Service (WCS)……..... 61
4.1.4. Style Layer Descriptor (SLD)..... 69
4.1.5. Filter Encoding (FE)..... 82
4.1.6. Web Map Context (WMC)…..……..... 86
4.2. ผลการศึกษาขีดความสามารถของสถาปัตยกรรมระบบที่ทำงานร่วมกันแบบ Interoperability……... 94
4.3. ผลการพัฒนาระบบสารสนเทศปริภูมิตามข้อกำหนดมาตรฐานของ OGC…….. 99
4.3.1. การทำงานของระบบ Open Geospatial Web service..... 100
4.3.1.1. การเข้าถึงระบบด้วยโปรแกรมสารสนเทศปริภูมิทั่วไป..... 100
4.3.1.2. การเข้าถึงระบบด้วยโปรแกรม OWS Client..... 101
4.3.2 ผลการทดสอบการทำงานของระบบ Open Geospatial Web service……. 121

หน้า

บทที่ 5 สรุปการศึกษา
5.1. สรุปผล..... 126
5.2. ปัญหาและอุปสรรค..... 128
5.3. ข้อเสนอแนะ..... 129
รายการอ้างอิง 132
ภาคผนวก 134
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 151

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 3.2 แสดงการเปรียบเทียบเชิงคุณลักษณะระหว่าง Cascading Server กับ Simple Overlay 28

ตารางที่ 4.1 แสดงรายละเอียดของ GetCapabilities Request…….…… 44

ตารางที่ 4.2 แสดงรายละเอียดของ Layer Attribute……..…… 46

ตารางที่ 4.3 แสดงรายละเอียดของค่าพารามิเตอร์สำหรับ GetMap……..…… 48

ตารางที่ 4.4 แสดงรายละเอียดของค่าพารามิเตอร์สำหรับ GetFeatureInfo……..…… 50

ตารางที่ 4.5 แสดงรายละเอียดของ GetCapabilities Request……..…… 54

ตารางที่ 4.6 แสดงรายละเอียดของ DescribeFeatureType Request……..…… 57

ตารางที่ 4.7 แสดงรายละเอียดของ GetFeature Request …..…..……..……. 59

ตารางที่ 4.8 แสดงรายละเอียดของ GetCapabilities Request..... 62

ตารางที่ 4.9 แสดงรายละเอียดของ DescribeCoverage Request..... 64

ตารางที่ 4.10 แสดงรายละเอียดของ GetCoverage Request..... 67

ตารางที่ 4.11 แสดงรายละเอียดของ LineSymbolizer..... 74

ตารางที่ 4.12 แสดงรายละเอียดของ PointSymbolizer …….…… 75

ตารางที่ 4.13 แสดงรายละเอียดของ PolygonSymbolizer…….…… 75

ตารางที่ 4.14 แสดงรายละเอียดของ TextSymbolizer…….……..... 76

ตารางที่ 4.15 แสดงรายละเอียดของ RasterSymbolizer…….……..... 76

ตารางที่ 4.16 แสดงรายละเอียดของ GetLegendGraphic Request…….……..... 79

ตารางที่ 4.17 แสดงรายละเอียดของ GetStyles Request…….……..... 80

ตารางที่ 4.18 แสดงรายละเอียดของ ฟังก์ชันการทำงาน Spatial Operation…….……..... 82

ตารางที่ 4.19 แสดงรายละเอียดของ ฟังก์ชันการทำงาน Logical Operation…….……..... 84

ตารางที่ 4.20 แสดงรายละเอียดของ ฟังก์ชันการทำงาน Comparison Operation…….……..... 85

ตารางที่ 4.21 แสดงผลการเปรียบเทียบลักษณะการทำงานและคุณสมบัติของ WMS, WFS และWCS 90

ตารางที่ 4.22 แสดงผลการเปรียบเทียบเชิงคุณลักษณะระหว่างCascading Server กับ Simple Overlay 98

ตารางที่ 4.23 แสดงผลเปรียบเทียบเชิงคุณลักษณะระหว่าง Cascading Server กับ Simple Overlay (ต่อ) ……..……..……..……..……..……..... 99

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 2.1 แสดงประเภทการทำงานของข้อกำหนดชนิดต่างๆของ OGC ในการเรียกใช้งาน…… 6
รูปที่ 2.2 แสดงขั้นตอนการทำงานของระบบ Open Geospatial Web Service…….. 7
รูปที่ 2.3 แสดงการใช้บริการประเภทต่างๆบนระบบ Open Geospatial Web Service…… 8
รูปที่ 2.4 แสดงรูปแบบสถาปัตยกรรมแบบ Simple Overlay…… 9
รูปที่ 2.5 แสดงรูปแบบสถาปัตยกรรมการเชื่อมโยงแม่ข่ายแผนที่แบบ Cascading Server……. 9
รูปที่ 2.6 แสดงส่วนประกอบเบื้องต้นของระบบ Internet GIS …….. 10
รูปที่ 2.7 แสดงตัวอย่าง Thin Client ……..…….……..…… 11
รูปที่ 2.8 แสดงตัวอย่าง Thick Client ในการแสดงผลข้อมูลสามมิติของโปรแกรม Google Earth 11
รูปที่ 2.9 แสดงรูปแบบสถาปัตยกรรมของซอฟ์ทแวร์มินเนโซต้า แมพเซิร์ฟเวอร์……. 14
รูปที่ 2.10 แสดงการลดขนาดข้อมูลโดยการทำพีรามิดกับข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม……. 15
รูปที่ 2.11 แสดงการแบ่งย่อยข้อมูลโดยการทำไทล (Tile) กับข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม...……... 16
รูปที่ 2.12 แสดงการทำงานของระบบ Web Application มาตรฐาน.....…….. 17
รูปที่ 2.13 แสดงการทำงานของระบบ Web Application ที่ใช้ AJAX……. 18
รูปที่ 2.14 แสดงแสดงตัวอย่างระบบ Web based GIS Application for Mapping HIV …… 19
รูปที่ 2.15 แสดงส่วนโต้ตอบผู้ใช้ (User Interface) ระบบ Web based GIS for Mapping HIV ….. 20
รูปที่ 2.16 แสดงตัวอย่างการทำงานเรียกดูแผนที่และข้อมูลบรรยายจากระบบผ่านเว็บบราวเซอร์… 21
รูปที่ 2.17 แสดงตัวอย่างแนวคิดในการออกแบบระบบต้นแบบ Map Service ของ Khaemba …… 22
รูปที่ 2.18 แสดงภาพสถาปัตยกรรมของระบบ Internet Geo Mapping……. 23
รูปที่ 2.19 แสดงภาพตัวอย่างของส่วนโต้ตอบของระบบ Internet Geo Mapping …… 23
รูปที่ 2.20 แสดงภาพสถาปัตยกรรมของระบบต้นแบบ…… 24
รูปที่ 2.21 แสดงภาพตัวอย่างของส่วนโต้ตอบของระบบ GIS-SNP ……...…. 25
รูปที่ 3.1 แสดงรูปแบบสถาปัตยกรรมแบบ Cascading Server……...…… 27
รูปที่ 3.2 แสดงรูปแบบสถาปัตยกรรมแบบ Simple Overlay……...…….. 27
รูปที่ 3.3 แสดงการออกแบบองค์ประกอบของระบบ Open Geospatial Web Services……..... 32
รูปที่ 3.4 แสดงการออกแบบการเชื่อมโยงแม่ข่ายแผนที่แบบ Cascading Serverระหว่างหน่วยงานภายในกรมที่ดิน……...…….……...…. 33
รูปที่ 3.5 แสดงไดอะแกรมแสดงสถาปัตย์กรรมของระบบ OGC Web Services……...…….. 34
รูปที่ 3.6 แสดงภาพตัวอย่างการเพิ่มประสิทธิภาพให้กับข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม……...…. 35

หน้า

รูปที่ 3.7	แสดงการสร้าง Pyramid Image ด้วยคำสั่ง gdaladdo …….	36
รูปที่ 3.8	แสดงการสร้าง Tiling ด้วยคำสั่ง gdaltindex …….....	36
รูปที่ 3.9	แสดงการติดต่อระหว่าง Map file กับแหล่งข้อมูลแบบ Cascade Server ด้วยโปรโตคอล Web Map Service…….....…….....	37
รูปที่ 3.10	แสดงโครงสร้างของส่วนโต้ตอบ (Graphic User Interface)..…….....	38
รูปที่ 3.11	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างฟังก์ชั่นของ OWS Client กับโปรโตคอลของ OGC ….....	39
รูปที่ 3.12	แสดงโครงสร้างการติดต่อกับแม่ข่ายของ ซอฟท์แวร์ OWS Client ……....	39
รูปที่ 3.13	แสดงรูปแบบของการเชื่อมโยงแม่ข่ายแผนที่แบบ Cascading Server .....….	41
รูปที่ 4.1	แสดงส่วนประกอบของ OGC Web Map Service ….....	42
รูปที่ 4.2	แสดงตัวอย่าง GetCapabilities Response ในรูปแบบ XML.....	47
รูปที่ 4.3	แสดงตัวอย่างผลลัพธ์ที่ได้จากการขอรับบริการ GetMap.....	49
รูปที่ 4.4	แสดงตัวอย่าง GetFeatureInfo Response ในรูปแบบ XML.....	51
รูปที่ 4.5	แสดงภาพ Protocol Diagram.....	53
รูปที่ 4.6	แสดงภาพการทำงานของ WFS……..……..…..	53
รูปที่ 4.7	แสดงตัวอย่าง GetCapabilities Response ในรูปแบบ XML.....	56
รูปที่ 4.8	แสดงตัวอย่าง DescribeFeatureType Response ในรูปแบบ XML.....	58
รูปที่ 4.9	แสดงตัวอย่าง GetFeature Response ในรูปแบบ GML.....	60
รูปที่ 4.10	แสดงส่วนประกอบของ OGC Web Coverage Service.....	61
รูปที่ 4.11	แสดงตัวอย่าง GetCapabilities Response ในรูปแบบ XML.....	63
รูปที่ 4.12	แสดงตัวอย่าง DescribeCoverage Response ในรูปแบบ XML.....	66
รูปที่ 4.13	แสดงตัวอย่าง GetCoverage Response……..…….	68
รูปที่ 4.14	แสดงการทำงานของ SLD.....	69
รูปที่ 4.15	แสดงการกำหนดสีของแผนที่ด้วย SLD สำหรับงานป่าไม้.....	70
รูปที่ 4.16	แสดงการกำหนดสีของแผนที่ด้วย SLD สำหรับงานผังเมือง.....	71
รูปที่ 4.17	แสดงตัวอย่างเอกสาร SLD แบบโพลีกอน.....	72
รูปที่ 4.18	แสดงเอกสาร SLD ชนิด PolygonSymbolizer และ LineSymbolizer.....	77
รูปที่ 4.19	แสดงผลลัพธ์ของการกำหนด SLD ชนิด PolygonSymbolizer และ LineSymbolizer.....	78
รูปที่ 4.20	แสดงผลลัพธ์ของ GetLegendGraphic Response.....	79

หน้า

รูปที่ 4.21	แสดงผลลัพธ์ของ GetStyles Response	81
รูปที่ 4.22	แสดงผลลัพธ์ของ GetContext Response	89
รูปที่ 4.23	แสดงภาพ Web Application แบบ Cascading Server.....	95
รูปที่ 4.24	แสดงภาพ Web Application แบบ Simple Overlay.....	96
รูปที่ 4.25	แสดงชุดคำสั่งร้องขอแผนที่ (Request) ซึ่งส่งจากลูกข่ายไปยังแม่ข่ายจำนวน 1 คำสั่ง...	96
รูปที่ 4.26	แสดงจำนวนชุดคำสั่งร้องขอข้อมูล (Request) ที่ส่งจากลูกข่ายไปยังแม่ข่ายซึ่งมีจำนวนเท่ากับชั้นข้อมูลแผนที่ที่ต้องการ.....	97
รูปที่ 4.27	แสดงเรียกชั้นข้อมูลประเภท OWS จากระบบด้วยโปรแกรม Quantum GIS.....	100
รูปที่ 4.28	แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลจากชั้นข้อมูลประเภท OWS ร่วมกับชั้นข้อมูลประเภท file base ด้วยโปรแกรม Quantum GIS.....	101
รูปที่ 4.29	แสดงส่วนตอบโต้ (Interface) ของโปรแกรม OWS Client.....	102
รูปที่ 4.30	แสดงส่วนควบคุมการทำงานของแผนที่ของโปรแกรม OWS Client.....	103
รูปที่ 4.31	แสดง Sequence Diagram อย่างง่ายของฟังก์ชั่น Map Style.....	104
รูปที่ 4.32	แสดงลักษณะของชั้นข้อมูลแผนที่ก่อนทำการปรับเปลี่ยนสไตล์.....	105
รูปที่ 4.33	แสดงส่วนโต้ตอบของฟังก์ชัน Map Style.....	105
รูปที่ 4.34	แสดงลักษณะของชั้นข้อมูลแผนที่หลังปรับเปลี่ยนสไตล์.....	106
รูปที่ 4.35	แสดง Sequence Diagram อย่างง่ายของฟังก์ชั่น Data Catalog.....	107
รูปที่ 4.36	แสดงส่วนโต้ตอบ (User Interface) ของฟังก์ชัน Data Catalog.....	107
รูปที่ 4.37	แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากค้นหาชั้นข้อมูล.....	108
รูปที่ 4.38	แสดง Sequence Diagram อย่างง่ายของฟังก์ชั่น Spatial Query.....	109
รูปที่ 4.39	แสดงการค้นหาด้วยขอบเขตพื้นที่.....	109
รูปที่ 4.40	แสดงการค้นหาข้อมูลด้วยรัศมี.....	110
รูปที่ 4.41	แสดงการค้นหาข้อมูลด้วยโพลีกอน.....	111
รูปที่ 4.42	แสดงหน้าต่างคำสั่งในการแสดงผลลัพธ์จากการค้นหา.....	111
รูปที่ 4.43	แสดงผลการ Highlight ผลลัพธ์ที่ได้จากการค้นหา.....	112
รูปที่ 4.44	แสดงการขยายภาพไปที่ผลลัพธ์ที่ได้จากการค้นหา.....	112
รูปที่ 4.45	แสดงข้อมูลเชิงบรรยายของผลลัพธ์ที่ได้จากการค้นหาในรูปแบบตาราง.....	113
รูปที่ 4.46	แสดง Sequence Diagram อย่างง่ายของฟังก์ชั่น Attribute Query.....	114
รูปที่ 4.47	แสดงส่วนโต้ตอบ (User Interface) ของฟังก์ชัน Attribute Query.....	114
รูปที่ 4.48	แสดงการนำเสนอข้อมูลเชิงบรรยายในรูปแบบตาราง.....	115

หน้า

รูปที่ 4.49	แสดงแถบเครื่องมือควบคุมการแสดงผลตารางข้อมูลเชิงบรรยาย……..	115
รูปที่ 4.50	แสดงการแสดงผลข้อมูลเชิงบรรยายในรูปแบบแผนภูมิเส้น.....	116
รูปที่ 4.51	แสดงขั้นตอนการดาว์โหลดข้อมูลปริภูมิชนิดเวกเตอร์ในรูปแบบ GML.....	117
รูปที่ 4.52	แสดงขั้นตอนการบันทึกข้อมูลปริภูมิในรูปแบบ GML ลงบนเครื่องลูกข่าย.....	117
รูปที่ 4.53	แสดงการตรวจสอบ GML ที่ได้ด้วยไลบารี่ OGR.....	118
รูปที่ 4.54	แสดงการเปิดข้อมูล GML ที่ได้จากการดาว์โหลดเพื่อเตรียมใช้งานด้วยโปรแกรม FGIS... …….....	118
รูปที่ 4.55	แสดงการกำหนดขอบเขตของพื้นที่ที่ต้องการรับบริการข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม.....	119
รูปที่ 4.56	แสดงการกำหนดรายละเอียดของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ต้องการขอรับบริการ.....	119
รูปที่ 4.57	แสดงการกำหนดไดเร็กทอรี่ปลายทางเพื่อบันทึกภาพถ่ายดาวเทียมบนฝั่งลูกข่าย.....	120
รูปที่ 4.58	แสดงการตรวจสอบภาพถ่ายดาวเทียมที่ได้ด้วยไลบารี่ GDAL……	120
รูปที่ 4.59	แสดงเปิดภาพถ่ายดาวเทียมผลลัพธ์ที่ได้ด้วยที่ได้ด้วยโปรแกรม OpenEV …….....	121
รูปที่ 4.60	แสดงภาพรวมของระบบภายในกรมที่ดิน.....	122
รูปที่ 4.61	แสดงการเข้าเชื่อมต่อเข้าสู่ระบบด้วยโปรแกรม UDIG.....	122
รูปที่ 4.62	แสดงการเลือกชั้นข้อมูลแผนที่ที่ต้องการทดสอบ.....	123
รูปที่ 4.63	แสดงผลการเรียกชั้นข้อมูลแผนที่จากระบบมาทำการซ้อนทับกันด้วยโปรแกรม UDIG…….....	123
รูปที่ 4.64	แสดงการทดสอบการทำงานร่วมกับแบบ Interoperability ระหว่างระบบของกรมที่ดินกับระบบอื่นๆภายนอก…….....	124
รูปที่ 5.1	แสดงแนวโน้มการของใช้งาน Web Service Interoperability.....	130

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ข้อมูลปริภูมิ(Spatial data) เป็นข้อมูลที่มีมูลค่าสูงเพราะว่ามีกรรมวิธีกระบวนการผลิตที่ซับซ้อนและใช้ต้นทุนในการผลิตที่สูง จึงสมควรอย่างยิ่งที่ข้อมูลที่ข้อมูลปริภูมิเหล่านี้จะต้องสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างเต็มที่ ในปัจจุบันความจำเป็นและความต้องการใช้ข้อมูลปริภูมิมีเพิ่มมากขึ้น ประมาณ 80 % ของสารสนเทศทางธุรกิจและหน่วยงานของรัฐมีการอ้างอิงถึงข้อมูลปริภูมิ โดยข้อมูลปริภูมิถูกนำไปใช้ร่วมกับข้อมูลอื่นๆในการวางแผน การวิเคราะห์ปัญหาและสนับสนุนการตัดสินใจในด้านต่างๆ (OpenGIS Consortium, 2003) แต่เนื่องจากข้อจำกัดเรื่องเงินทุนและเทคโนโลยีจึงทำให้มีหน่วยงานเพียงไม่กี่แห่งที่สามารถผลิตข้อมูลปริภูมิได้ ดังนั้นจึงจำเป็นที่ต้องสนับสนุนและส่งเสริมให้เกิดการแบ่งปันข้อมูล (Data Sharing) ระหว่างหน่วยงานและองค์กรต่างๆ เพื่อให้เกิดการใช้ที่ผลิตขึ้นอย่างคุ้มค่าและเกิดประโยชน์สูงสุด ลดการผลิตข้อมูลซ้ำซ้อน ซึ่งการผลิตข้อมูลปริภูมิขึ้นมาใหม่ซ้ำซ้อนกับข้อมูลเดิมที่มีจะทำให้เกิดความสิ้นเปลืองทั้งงบประมาณและเวลา นอกจากนี้การผลิตข้อมูลปริภูมิโดยใช้มาตรฐานต่างกันอาจจะทำให้เกิดการขัดแย้งกันระหว่างข้อมูลทั้งสองชุดได้ ทำให้ข้อมูลขาดความน่าเชื่อถือและด้อยค่าลงไป ดังนั้นจึงควรให้ผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ ความเข้าใจในข้อมูลปริภูมิชนิดนั้นๆ เป็นผู้ผลิตข้อมูลขึ้นมา ตลอดจนเป็นผู้ดูแล แก้ไข ปรับปรุงข้อมูล และนำข้อมูลจากผู้ผลิตต่างๆมาแบ่งปันและใช้งานร่วมกัน

“The Open Geospatial Consortium (OGC)” เป็นองค์กรที่เกิดจากการรวมกลุ่มของบริษัทต่างๆในภาคอุตสาหกรรม ตลอดจนหน่วยงานของรัฐและเอกชน เพื่อกำหนดมาตรฐานในทำงานร่วมกัน ก่อให้เกิดการทำงานแบบ Interoperability สำหรับเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับสารสนเทศเชิงพื้นที่และเชิงตำแหน่ง (Bechler, 2003: vii) รวมไปถึงการสนับสนุน ส่งเสริมการแบ่งปันข้อมูลปริภูมิในรูปแบบการบริการข้อมูลปริภูมิ เพื่อให้การใช้ข้อมูลปริภูมิอย่างเกิดประโยชน์สูงสุด โดยได้นำช่องทางอินเตอร์เน็ตมาใช้ในการบริการข้อมูลปริภูมิอย่างมีมาตรฐาน ช่วยก่อให้เกิดความสะดวกในการเรียกดูและเรียกใช้ข้อมูลปริภูมิได้จากทุกๆแหล่งข้อมูลบนโลกที่อยู่เชื่อมต่อกับระบบอินเตอร์เน็ต ก่อให้เกิดการแบ่งปันข้อมูลปริภูมิไปยังผู้ใช้ข้อมูลในระดับต่างๆ

งานวิจัยนี้ครอบคลุมการออกแบบระบบต้นแบบสำหรับการให้บริการข้อมูลปริภูมิผ่านเว็บเซอร์วิส(Web Service) โดยเน้นการทำงานร่วมกันแบบ Interoperability ของแม่ข่าย (Server) หลายๆแม่ข่าย สอดคล้องตามมาตรฐานของ OGC ที่เกี่ยวข้องกับการบริการข้อมูลปริภูมิ ได้แก่ Web Map Service (WMS) , Web Feature Service (WFS) , Web Coverage Service (WCS) , Style

Layer Descriptor (SLD) , Filter Encoding (FE) ซึ่งจัดเป็นโปโตคอลหลักในการเข้าถึงข้อมูลปริภูมิจากแหล่งข้อมูลต่างๆ

แต่เนื่องจากการทำงานร่วมกันระหว่างแม่ข่ายต่างๆตามโปรโตคอลมาตรฐานของ OGC ยังคงประสบปัญหาในเรื่องของประสิทธิภาพอันเกิดจากการระบบต้องทำงานเชื่อมโยงกับแม่ข่ายต่างๆร่วมกันในลักษณะที่ซับซ้อน ซึ่งในแต่ละแม่ข่ายก็มีสถาปัตยกรรมของระบบและรูปแบบการจัดเก็บข้อมูลปริภูมิที่แตกต่างกัน ผู้วิจัยจึงได้นำปัญหาและข้อจำกัดต่างๆเหล่านี้มาเป็นแนวทางในการออกแบบระบบที่มีความเหมาะสม โดยผลลัพธ์ที่ได้คือ ระบบต้นแบบที่ผู้ใช้สามารถเรียกดูและวิเคราะห์ข้อมูลปริภูมิจากหลายแหล่งข้อมูลที่ให้บริการข้อมูลปริภูมิผ่านระบบอินเตอร์เน็ต รวมไปถึงการเลือกใช้บริการดาวน์โหลดข้อมูลปริภูมิมายังเครื่องลูกข่าย (Client) เพื่อทำการวิเคราะห์และประมวลผลขั้นสูงต่อไป และเนื่องจากระบบนี้ได้ทำการพัฒนาโดยใช้อินเตอร์เน็ตเป็นสื่อกลางในการรับส่งข้อมูลทั้งหมด ทำให้เพิ่มความสะดวกในการเรียกดูเรียกใช้และวิเคราะห์ข้อมูลปริภูมิ รวมไปถึงการพัฒนาต่อยอดไปได้ในอีกหลายๆทาง

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 ศึกษากระบวนการทำงานของข้อกำหนดมาตรฐาน Open Geospatial Consortium (OGC) ได้แก่ Web Map Service (WMS), Web Feature Service (WFS), Web Coverage Service (WCS), Style Layer Descriptor (SLD), Filter Encoding (FE)

1.2.2 ศึกษาขีดความสามารถและข้อจำกัดของสถาปัตยกรรมระบบการเชื่อมต่อแม่ข่ายแผนที่ที่ทำงานร่วมกันแบบ Interoperability

1.2.3 พัฒนาระบบสารสนเทศปริภูมิที่ให้บริการข้อมูลปริภูมิ รวมถึงซอฟท์แวร์ OWS Client เพื่อใช้เรียกดู สืบค้นข้อมูล ตามมาตรฐานของ Open Geospatial Consortium (OGC)

1.3. ขอบเขตการวิจัย

1.3.1 ศึกษารายละเอียดกระบวนการทำงานของข้อกำหนดของมาตรฐานการให้บริการข้อมูลปริภูมิ Open Geospatial Consortium (OGC) ในด้านการใช้งาน โดยเลือกมาตรฐานหลักๆ ได้แก่ Web Map Service (WMS) ,Web Feature Service (WFS), Web Coverage Service (WCS), Style Layer Descriptor (SLD), Filter Encoding (FE)

1.3.2 ศึกษาเทคนิคการเชื่อมต่อแม่ข่ายแผนที่แบบปฏิสัมพันธ์ (Interoperability) จากแหล่งบริการข้อมูลปริภูมิบนแม่ข่ายต่างๆ ซึ่งจะทำการศึกษาเปรียบเทียบการทำงานของสถาปัตยกรรมการให้บริการ 2 รูปแบบคือแบบ Simple Overlay และแบบ Cascading Server

1.3.3 พัฒนาระบบสารสนเทศปริภูมิที่ให้บริการข้อมูลปริภูมิผ่านเครื่อข่ายอินเตอร์เน็ตและพัฒนาซอฟท์แวร์เพื่อใช้เรียกดู สืบค้นข้อมูล ตามมาตรฐานของ Open Geospatial Consortium (OGC) โดยใช้เทคโนโลยีของ Asynchronous JavaScript and XML ทำงานลักษณะ Thin Client บนโปรแกรมเว็บบราวเซอร์ (Web Brower) ทั่วไป

1.4 ข้อตกลงเบื้องต้น

1.4.1 ข้อมูลปริภูมิที่ใช้ในการศึกษาวิจัย เป็นข้อมูลทุติยภูมิ ผู้วิจัยมิได้จัดทำขึ้นมาใหม่ รายละเอียดและความถูกต้องของข้อมูลขึ้นอยู่กับความถูกต้องของข้อมูลต้นฉบับ

1.4.2 ซอฟต์แวร์สำหรับให้บริการข้อมูลแผนที่ หรือทำหน้าที่เป็นแม่ข่ายแผนที่ ในการวิจัย ผู้วิจัยเลือกใช้ซอฟต์แวร์รหัสเปิด (Open Source Software) ทั้งหมด

1.4.3 เว็บเซิร์ฟเวอร์ (Web Server) ใช้ซอฟท์แวร์ในการจำลองเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลเป็นแม่ข่ายให้บริการข้อมูลผ่านอินเตอร์เน็ต

1.4.4 ระบบปฏิบัติการของคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นระบบปฏิบัติการแบบวินโดว์ (Windows) ซอฟต์แวร์ทุกชนิดที่เลือกใช้ทำงานบนระบบปฏิบัติการวินโดว์

1.5 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1.5.1 Client คือ ลูกข่ายที่เรียกใช้บริการจาก Server ได้ด้วยโปรแกรมประยุกต์ผ่านระบบอินเตอร์เน็ต

1.5.2 Interoperability คือ การทำงานร่วมกันของแม่ข่ายที่บริการข้อมูลแผนที่ในลักษณะต่างๆ เพื่อตอบสนองการร้องขอรับบริการจากลูกข่าย

1.5.3 MapServer คือ แม่ข่ายที่มีซอฟท์แวร์ที่ใช้ในการจัดการและบริการข้อมูลแผนที่ตามคำร้องขอของลูกข่ายผ่านระบบอินเตอร์เน็ต

1.5.4 Open Geospatial Web Service (OWS) คือ ระบบบริการข้อมูลปริภูมิแบบ Interoperability ตามมาตรฐาน Open Geospatial Consortium

1.5.5 Service คือ บริการที่ทำตอบสนองกับคำสั่งการร้องด้วยชุดคำสั่งมาตรฐานของ Open Geospatial Consortium

1.5.6 Protocol คือ ชุดคำสั่งมาตรฐานในการทำงานโต้ตอบระหว่างแม่ข่ายกับลูกข่าย

1.5.7 XML คือ ภาษา Markup ที่เป็น text-based ซึ่งทำให้เป็น มาตรฐานในการแลกเปลี่ยนข้อมูลบนอินเทอร์เน็ตอย่างรวดเร็ว ผู้ที่ทำหน้าที่รับผิดชอบ และกำหนดมาตรฐานของ XML คือ World Wide Web Consortium (W3C) ความแตกต่างระหว่าง XML กับ HTML คือ HTML ถูกนำมาใช้ในการสร้าง เว็บเพจ ที่สามารถแสดงผลได้โดยโปรแกรมเบราวเซอร์ แต่ XML จะใส่ tags

ได้อย่างอิสระ แล้วทำการส่ง XML ชุดนี้ไป ประมวลผลยังแอพพลิเคชั่นต่าง ๆ ที่สามารถใช้ข้อมูลใน XML

1.6 วิธีดำเนินงานวิจัย

1.6.1 ศึกษากระบวนการทำงานของข้อกำหนดมาตรฐาน Open Geospatial Consortium (OGC) ได้แก่ Web Map Service (WMS), Web Feature Service (WFS), Web Coverage Service (WCS), Style Layer Descriptor (SLD), Filter Encoding (FE)

1.6.2 ศึกษาและทดสอบการทำงานการให้บริการข้อมูลปริภูมิในรูปแบบสถาปัตยกรรมแบบ Cascading Server และ Simple Overlay

1.6.3 ทำการออกแบบระบบการให้บริการข้อมูลปริภูมิผ่านเว็บเซอร์วิส

1.6.4 เตรียมข้อมูลปริภูมิเพื่อใช้ในการให้บริการดังนี้

- ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-7 ETM+
- ข้อมูลปริภูมิพื้นฐาน (Fundamental Geospatial Dataset) มาตราส่วน 1:50000

1.6.5 จัดทำระบบการให้บริการข้อมูลปริภูมิผ่านเว็บเซอร์วิสโดยใช้รูปแบบสถาปัตยกรรมการเชื่อมโยงแม่ข่ายแผนที่แบบ Cascading Server

1.6.6 ทำการทดสอบระบบด้วยโปรแกรม OGC Map Viewer เช่น Udig, Jump, Qgis

1.6.7 พัฒนาโปรแกรมประยุกต์เพื่อใช้เรียกดู สืบค้นข้อมูล จากระบบ ตามข้อกำหนดของ Open Geospatial Consortium (OGC)

1.6.8 สรุปผลและจัดทำรายงานรูปเล่ม

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.7.1 ทราบถึงเทคนิคที่มีประสิทธิภาพ เพื่อใช้ในการพัฒนาระบบบริการข้อมูลปริภูมิแบบ Interoperability ผ่านระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ต

1.7.2 พัฒนาระบบสารสนเทศปริภูมิต้นแบบบนอินเตอร์เน็ตตามมาตรฐานของ OGC เพื่อทำให้เกิดการแบ่งปันข้อมูล (Data sharing) ลดการผลิตข้อมูลซ้ำซ้อน

1.7.3 ทราบถึงขีดความสามารถและเทคนิคของการจัดการข้อมูลปริภูมิแบบต่างๆบนแม่ข่าย เพื่อนำมาประยุกต์ใช้สำหรับให้บริการในระบบ Open Geospatial Web Services

1.7.4 ทราบถึงเทคนิคการพัฒนาโปรแกรมสารสนเทศปริภูมิให้ทำงานบนเวปบราว์เซอร์ในลักษณะ Thin Client เพื่อลดกระบวนการจัดการและดูแลรักษา (Maintenance) กล่าวคือการดูแลรักษาสามารถทำที่เครื่องแม่ข่ายที่เดียว โดยไม่จำเป็นที่จะต้องทำทุกๆครื่องที่ใช้

1.7.5 เพิ่มประสิทธิภาพในการเข้าถึงข้อมูลปริภูมิ กล่าวคือผู้ใช้สามารถเข้าถึงข้อมูลปริภูมิได้จากทุกที่ที่อยู่ภายใต้โครงข่ายอินเตอร์เน็ต สามารถเข้าถึงข้อมูลที่ได้รับการปรับปรุงให้ทันสมัยจากแหล่งข้อมูลได้ตลอดเวลา

1.7.6 อำนวยความสะดวกให้ผู้ใช้ในการรับบริการข้อมูลปริภูมิ ลดภาระในการแปลงรูปแบบของข้อมูลปริภูมิจากระบบหนึ่งไปสู่อีกระบบ

1.7.7 เพิ่มศักยภาพในการนำข้อมูลปริภูมิไปประยุกต์ใช้ในระบบสารสนเทศทางธุรกิจและระบบสารสนเทศของรัฐที่มีการอ้างอิงถึงข้อมูลปริภูมิ โดยสามารถเชื่อมต่อกันได้อย่างสะดวกและมีประสิทธิภาพ

1.7.8 ช่วยทำให้ลดงบประมาณและเวลาในการจัดทำระบบสารสนเทศปริภูมิในองค์กร โดยไม่จำต้องเสียงบประมาณและเวลาในการผลิตข้อมูลปริภูมิพื้นฐาน ขึ้นมาใหม่ทั้งหมด องค์กรสามารถผลิตเฉพาะข้อมูลปริภูมิที่ต้องการ และเลือกใช้งานข้อมูลปริภูมิพื้นฐานจากผู้ให้บริการข้อมูลรายอื่นทั้งในและนอกประเทศ

1.7.9 เป็นต้นแบบในการจัดทำระบบสารสนเทศปริภูมิที่ให้บริการข้อมูลบนอินเตอร์เน็ตตามมาตรฐานของ OGC เพื่อส่งเสริม เผยแพร่วิธีการและองค์ความรู้ในการจัดทำระบบบริการข้อมูลปริภูมิ ให้แก่องค์กรและหน่วยงานของรัฐ

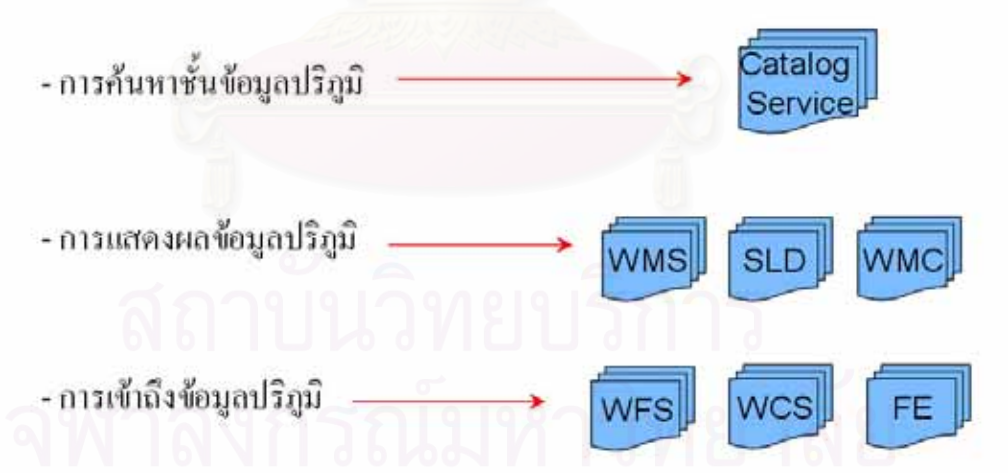
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 Open Geospatial Consortium (OGC)

Open Geospatial Consortium (OGC) เป็นองค์กรอิสระไม่หวังผลทางธุรกิจ เกิดจากการรวมกลุ่มของบริษัทต่างๆในภาคอุตสาหกรรมมากกว่า 300 แห่ง ตลอดจนหน่วยงานของรัฐ ,เอกชน รวมไปถึงมหาวิทยาลัย และองค์กรอิสระต่างๆ เพื่อกำหนดกรอบมาตรฐานในทำงานร่วมกัน ก่อให้เกิดการทำงาน แบบ Interoperability สำหรับเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับสารสนเทศเชิงพื้นที่และเชิงตำแหน่ง รวมไปถึงการสนับสนุน ส่งเสริมการแบ่งปันข้อมูลปริภูมิในรูปแบบการบริการข้อมูลปริภูมิ (Bechler , 2003) โดย มาตรฐานหลักที่เป็นที่นิยมกันใช้กันอย่างแพร่หลายได้แก่ Web Map Service (WMS) , Web Feature Service (WFS) , Web Coverage Service (WCS) , Style Layer Descriptor (SLD) , Filter Encoding (FE) , Web Map Context (WMC) , Geography Markup Language (GML) โดยมาตรฐานจะเน้นเกี่ยวกับการแสดงผลข้อมูล (Data Visualization) ,การค้นหาข้อมูล(Discovery) ,การเข้าถึงและการรับข้อมูล(Access) , การเรียกสืบค้นข้อมูล (Query) , การเข้ารหัสข้อมูล(Encoding)



รูปที่ 2.1 แสดงประเภทการทำงานของข้อกำหนดชนิดต่างๆของ OGC ในการเรียกใช้งาน

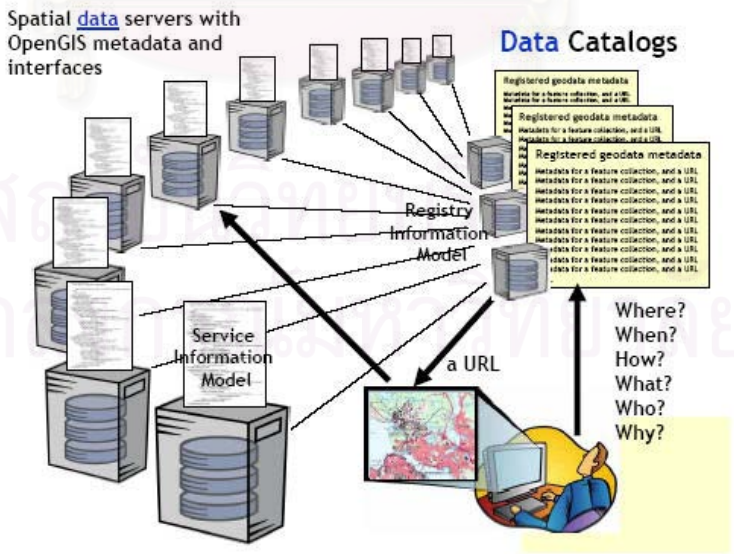
2.2 Open Geospatial Web Services

Open Geospatial Web Services (OWS) คือระบบคอมพิวเตอร์ที่สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลปริภูมิและทำงานร่วมกันแบบ Interoperability ผ่านระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ตตามข้อกำหนดมาตราฐานของ Open Geospatial Consortium (OGC) โดยระบบ Open Geospatial Web Services จะประกอบด้วย ผู้ใช้บริการ (User), ระบบค้นหาผู้บริการข้อมูล (Service Catalog), ผู้บริการข้อมูล (Service Provider) (Jeff de La Beaujardiere, 2004)

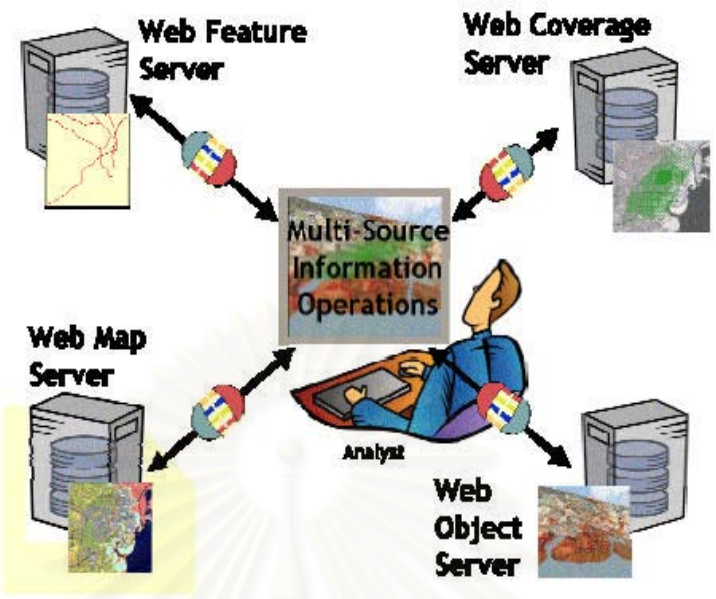
2.2.1 การทำงานของระบบ Open Geospatial Web Services

การทำงานของระบบ Open Geospatial Web Services จะสัมพันธ์กับส่วนประกอบต่างๆในระบบ โดยมีขั้นตอนการทำงานดังต่อไปนี้

1. ผู้ให้บริการข้อมูล (Service Provider) ไปทำการลงทะเบียนกับระบบค้นหาผู้บริการข้อมูล (Service Catalog) โดยระบบค้นหาผู้บริการข้อมูลจะจัดเก็บเอกสารรายละเอียดการให้บริการ (Service Information Model) ของผู้ให้บริการแต่ละรายเอาไว้
2. เมื่อผู้ใช้ต้องการใช้บริการข้อมูลปริภูมิ ก็จะค้นหาการบริการข้อมูลจากระบบค้นหาผู้บริการข้อมูล (Service Catalog) เพื่อหาแหล่งที่ให้บริการข้อมูลปริภูมิ
3. ผู้ใช้ทำการส่งคำร้อง (Request) ขอรับบริการไปยังผู้บริการข้อมูล (Service Provider) แหล่งต่างๆที่ค้นพบ
4. ผู้บริการข้อมูล (Service Provider) ส่งข้อมูลตามที่ผู้ใช้ร้องขอไปมายังเครื่องลูกข่าย



รูปที่ 2.2 แสดงขั้นตอนการทำงานของระบบ Open Geospatial Web Service (GeoConnections, 2004)



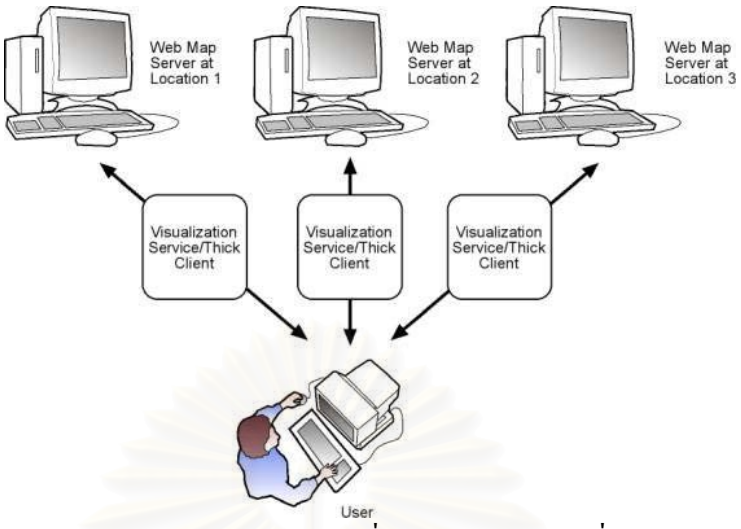
รูปที่ 2.3 แสดงการใช้บริการบนระบบ Open Geospatial Web Service (GeoConnections, 2004)

2.2.2 สถาปัตยกรรมระบบ Open Geospatial Web Services

การพัฒนาระบบการให้บริการข้อมูลปริภูมิผ่านเว็บเซอร์วิสโดยทั่วไปจะมีรูปแบบของสถาปัตยกรรมของการเชื่อมโยงแม่ข่ายแผนที่(Server) สำหรับให้บริการข้อมูลกับลูกข่าย (Client) อยู่ 2 ประเภทหลัก คือ แบบ Simple Overlay และแบบ Cascading Server (KhaembaAlex, 2004)

2.2.2.1 Simple Overlay

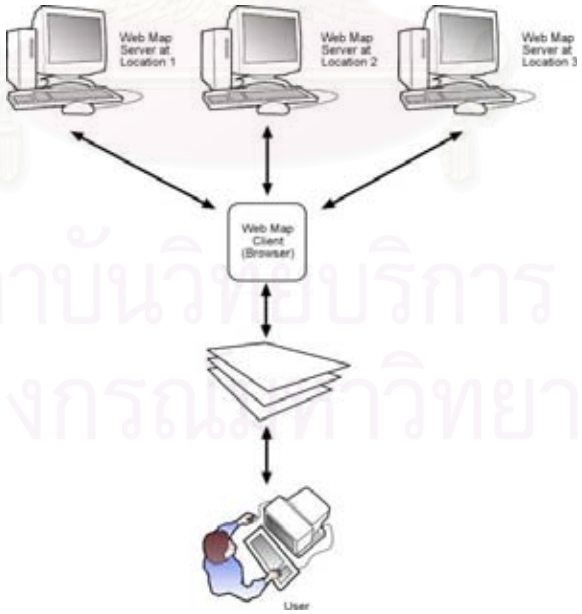
สถาปัตยกรรมแบบ Simple Overlay เป็นการนำเอาข้อมูลปริภูมิจากแม่ข่ายต่างๆมาทำการซ้อนทับกันที่เครื่องลูกข่าย โดยลูกข่ายจะต้องมีกลไกในการจัดการข้อมูลปริภูมิที่มาจากจากแม่ข่ายต่างๆเอง เช่น กลไกของ DIV, CSS, Applet ในการซ้อนทับชั้นข้อมูลแผนที่บนเวปบราว์เซอร์ รูปที่ 2.4 แสดงการทำงานของการเชื่อมโยงแม่ข่ายแผนที่ชนิด Simple Overlay โดยผู้ใช้เรียกข้อมูลแผนที่จากแม่ข่ายต่างๆมาทำการซ้อนทับกันบนฝั่งลูกข่าย



รูปที่ 2.4 แสดงรูปแบบสถาปัตยกรรมการเชื่อมโยงแม่ข่ายแผนที่ชนิด Simple Overlay (GeoConnections, 2004)

2.2.2.2 Cascading Server

สถาปัตยกรรมแบบ Cascading Server มีแนวคิดคือมีการตั้งแม่ข่ายกลางที่เป็นตัวกลางเพื่อจัดการข้อมูลปริภูมิจากแม่ข่ายต่างๆก่อนที่จะส่งข้อมูลมายังเครื่องลูกข่าย โดยจะลดภาระการทำงานและการใช้ทรัพยากรของเครื่องลูกข่าย ซึ่งการทำงานจะเป็นดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 แสดงรูปแบบสถาปัตยกรรมการเชื่อมโยงแม่ข่ายแผนที่ชนิด Cascading Server (GeoConnections, 2004)

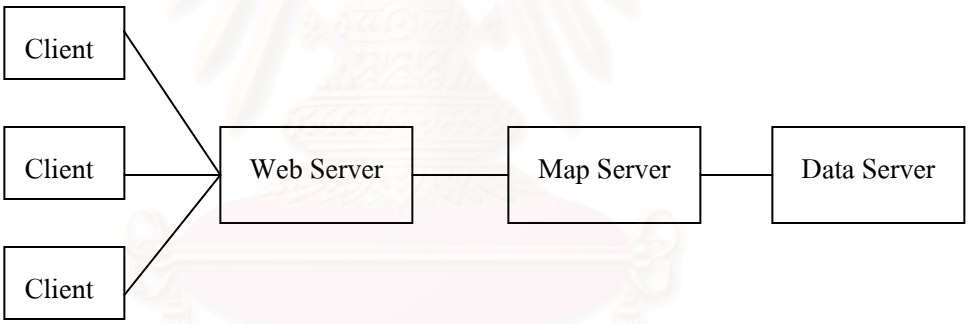
2.3 Interoperability

Interoperability หมายถึง ความสามารถของระบบหรือส่วนประกอบของระบบในการแลกเปลี่ยนสารสนเทศและข้อมูลสำหรับการทำงานโต้ตอบกันระหว่างระบบ ร่วมถึงความ สามารถของระบบในการเข้าถึงแหล่งข้อมูลที่อยู่บนระบบที่แตกต่างกันโดยที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงหรือแก้ไขการทำงานของกลไกลภายในระบบใดระบบหนึ่ง

การทำงานแบบ Interoperability จะอาศัยการทำงานร่วมกันด้วยส่วนโต้ตอบ (Interface) และชุดคำสั่ง ที่เป็นมาตรฐาน ซึ่งทุกๆระบบสามารถรองรับการทำงานในลักษณะนี้ (Kralidis, 2005)

2.4 Internet GIS

Internet GIS คือระบบสารสนเทศปริภูมิแบบใหม่ที่กำลังได้รับความนิยมอยู่ในปัจจุบัน การทำงานจะอาศัยระบบอินเตอร์เน็ตเป็นหลัก โดยมีรูปแบบสถาปัตย์กรรมแบบ 3-teir กล่าวคือผู้ใช้จะทำงานอยู่ที่เครื่องคอมพิวเตอร์บนฝั่งลูกข่าย ซึ่งจะทำการส่งคำสั่งไปยัง Application ที่อยู่บนฝั่งแม่ข่ายผ่านโปรโตคอล HTTP แม่ข่ายจะทำการประมวลผลคำสั่งและส่งผลลัพธ์กลับมายังลูกข่าย โดยสามารถจำแนกตามลักษณะการทำงานบนฝั่งลูกข่ายออกเป็น Thin Client และ Thick Client (PENG, 2003)



รูปที่ 2.6 แสดงส่วนประกอบเบื้องต้นของระบบ Internet GIS

2.4.1 Thin Client

Thin Client เป็นระบบ Internet GIS ที่ไม่เกิดการประมวลผลข้อมูลที่ฝั่งลูกข่ายหรืออาจจะเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อย การประมวลผลข้อมูลเชิงพื้นที่เกือบทั้งหมดจะเกิดขึ้นที่ฝั่งแม่ข่าย ลูกข่ายจะมีเพียงส่วนโต้ตอบที่ใช้ส่งคำสั่งและส่วนแสดงผลข้อมูลแผนที่ เครื่องลูกข่ายไม่จำเป็นที่จะต้องมีประสิทธิภาพสูงก็สามารถทำงานได้ การทำงานประเภท Thin Client สามารถทำได้บนโปรแกรมเว็ปบราว์เซอร์ธรรมดาทั่วไป โดยที่ผู้ใช้ไม่จะเป็นต้องทำการติดตั้งโปรแกรมหรือ plug-in เพิ่มเติม รูปที่ 2.7 แสดงตัวอย่างโปรแกรม Google Map ซึ่งเป็นประเภท Thin Client

รูปที่ 2.7 แสดงตัวอย่าง Thin Client

2.4.2 Thick Client

Thick Client เป็นระบบ Internet GIS ที่มีการประมวลผลข้อมูลปริภูมิบนเครื่องลูกข่าย แม่ข่ายจะทำการส่งข้อมูลตามคำร้องขอและซอฟท์แวร์ที่เครื่องลูกข่ายจะทำหน้าที่ในการประมวลข้อมูล เช่นการแสดงผลขั้นสูงแบบสามมิติ การทำงานในลักษณะนี้จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อผู้ใช้ทำการติดตั้งโปรแกรมสำหรับประมวลผลข้อมูลลงบนเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่าย ตัวอย่างการทำงานแบบ Thick Client ได้แก่ โปรแกรม NASA World Wind, Google Earth เป็นต้น รูปที่ 2.8 แสดงโปรแกรม Google Earth ที่ทำงานแบบ Thick Client

รูปที่ 2.8 แสดงตัวอย่าง Thick Client ในการแสดงผลข้อมูลสามมิติของโปรแกรม Google Earth

2.5 มาตรฐานการร้องขอ-ตอบสนอง (Request &Response) ระหว่าง Client และ Server

Open Geospatial Web Service เป็นระบบที่อาศัยอินเตอร์เน็ตเป็นช่องทางในการรับส่งข้อมูลระหว่างลูกข่ายและแม่ข่าย โดยทำงานอยู่บน HTTP Protocol ซึ่งในการติดต่อทำกิจกรรมต่างๆบนอินเตอร์เน็ตมีอยู่ 2 วิธีการที่เป็นที่เป็นที่นิยมใช้กันมากที่สุดคือ Get และ Post

2.5.1 HTTP GET

การร้องขอด้วย HTTP GET คือ ชุดของตัวอักษรที่เรียบเรียงขึ้นอันประกอบด้วย โปรโตคอล(Protocol), ชื่อโฮส(Hostname), หมายเลขพอร์ท (Port Number), Path, เครื่องหมายคำถาม (Question Mark) และตามด้วยพารามิเตอร์เฉพาะของแต่ละแม่ข่ายต่อท้ายก็ได้โดยถ้ามีจะต้องมีเครื่องหมายแอมเพอร์แซนด์ (Ampersand) “&” ปิดท้าย โดยทั้งหมดนี้จะเรียกว่า URL Prefix ซึ่งจะเป็นตัวจำแนก Service Instance ผู้ใช้ที่ฝั่งลูกข่ายจะสามารถกำหนดพารามิเตอร์เพื่อขอรับบริการในลักษณะคู่ชื่อและค่า (Name/Value Pairs) “name=value&” และเป็นที่รู้กันดีว่าเมื่อปรากฏเครื่องหมาย “?” นั่นหมายความว่าเราได้ใช้ HTTP Common Gateway Interface Request (HTTP CGI Request) จึงจะต้องคำนึงถึงความถูกต้อง โดยมาตรฐานของ HTTP CGI จะต้องมีเครื่องหมาย “?” ก่อนที่จะตามมาด้วยชุดของคิวรี่พารามิเตอร์และมีเครื่องหมาย “&” ระหว่างพารามิเตอร์แต่ละตัว การร้องขอด้วย GET จะทำการเข้ารหัสที่ประกอบเป็น URL ตรงไปยังแม่ข่าย แล้วเราก็จะได้รับ(GET) ผลลัพธ์กลับมาจากแม่ข่าย

2.5.2 HTTP POST

การร้องขอด้วย HTTP POST จะเป็นการร้องขอแบบเข้ารหัส (encoded) ไปกับตัวเอกสาร POST โดยเอกสารจะส่ง URL ไปพร้อมกับข้อความที่มากกว่าการส่งแบบ HTTP GET ปกติเราจะใช้ POST กับการส่งชุดข้อความที่มีมากไปยังแม่ข่าย เช่น การผู้ใช้กรอกแบบฟอร์มรายละเอียดบนหน้าเว็บเพจ (web page) หรือการทำธุรกรรมซื้อขายผ่านทางเว็บไซต์ต่างๆ เป็นต้น

การร้องขอข้อมูลหรือบริการบน HTTP จะประกอบด้วยขั้นตอนหลักๆดังต่อไปนี้

1. เว็บบราวเซอร์ติดต่อกับแม่ข่ายพร้อมกับส่งเอกสารการร้องขอแบบ GET หรือ POST ไปยังแม่ข่าย
2. แม่ข่ายรับการร้องขอและทำการบันทึก log file และพิจารณาว่าจะทำการประมวลผลอะไรต่อไป
3. แม่ข่ายทำการตอบสนองการร้องขอพร้อมกับการส่งข้อมูลกลับไปยังลูกข่าย
4. เว็บบราวเซอร์ทำการแสดงผลและปิดการเชื่อมต่อ

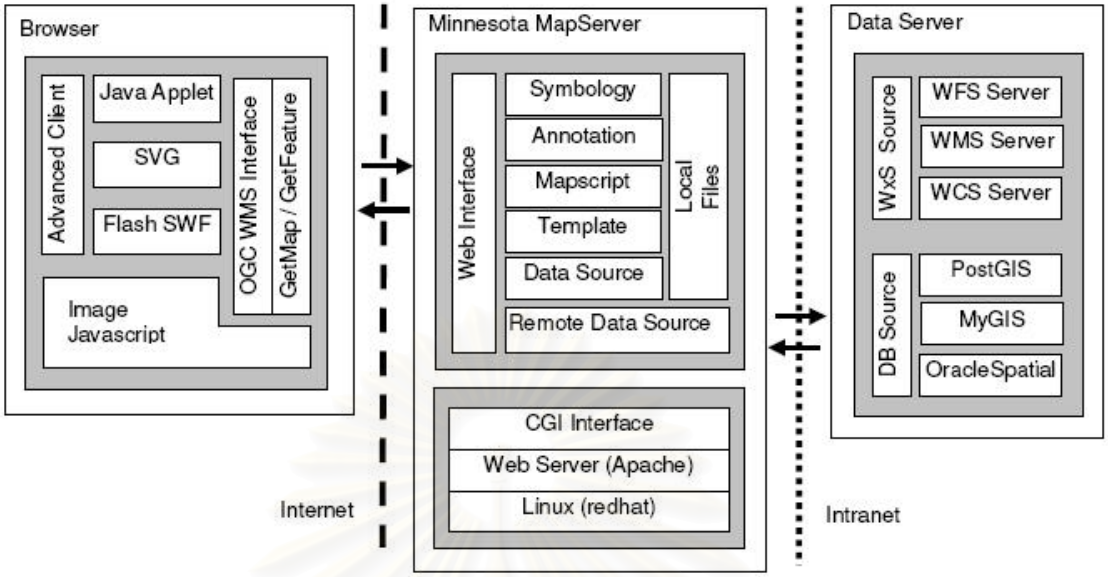
2.6 แม่ข่ายแผนที่ (Map Server)

แม่ข่ายแผนที่คือโปรแกรมที่ทำหน้าที่ประมวลผลคำร้องขอ และทำการผลิตแผนที่หรือข้อมูลปริภูมิตามคำร้องขอเพื่อส่งไปยังผู้ใช้บนฝั่งลูกข่าย โดยโปรแกรมนี้จะทำงานอยู่บนแม่ข่าย ปัจจุบันแม่ข่ายแผนที่นั้นมีอยู่มากมายหลายชนิด ทั้งที่เป็นแบบการค้า(Commercial Software) และแบบรหัสเปิด (Open Source Software) สำหรับงานวิจัยนี้จะใช้ซอฟต์แวร์แม่ข่ายแผนที่แบบรหัสเปิด คือโปรแกรม Minnesota Map Server เนื่องจากจะสามารถนำมาปรับแต่งหรือแก้ไขคุณสมบัติได้ตามที่ต้องการรวมทั้งไม่ต้องจ่ายค่าลิขสิทธิ์ของโปรแกรมอีกด้วย

2.6.1 มินเนโซต้า แมพเซิร์ฟเวอร์ (Minnesota Map Server)

มินเนโซต้า แมพเซิร์ฟเวอร์ เป็นโปรแกรมแม่ข่ายแผนที่แบบรหัสเปิดที่สนับสนุนตามข้อกำหนดมาตรฐานของ Open Geospatial Consortium (OGC) ซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นแม่ข่ายแผนที่ในระบบ Open Geospatial Web Service ได้และยังมีคุณสมบัติเด่นอื่นๆเช่น เป็นโปรแกรมแม่ข่ายแผนที่ที่มีกลุ่มผู้ใช้เป็นจำนวนมากทั่วโลก, มีการพัฒนาปรับปรุงอย่างต่อเนื่องและรวดเร็วโดยเน้นหนักที่การส่งเสริมการทำงานร่วมกันแบบ Interoperability, สามารถทำงานได้ทั้งบนระบบปฏิบัติการลินุกซ์ (Linux) ระบบปฏิบัติการยูนิกซ์ (UNIX) และระบบปฏิบัติการวินโดว์ (Windows)

มินเนโซต้า แมพเซิร์ฟเวอร์ถูกพัฒนาขึ้นภายใต้โครงการโฟร์เน็ต (ForNet) โดยความร่วมมือระหว่างองค์การนาซ่า (NASA), หน่วยงานทรัพยากรณ์ธรรมชาติของรัฐมินิโซต้า (Minnesota Department of Nature Resource) และมหาวิทยาลัยแห่งมินิโซต้า (University of Minnesota) ประเทศสหรัฐอเมริกา ด้วยแนวคิดที่จะเผยแพร่ข้อมูลปริภูมิและข้อสารสนเทศที่เกี่ยวกับทรัพยากรแหล่งน้ำต่างๆในรัฐมินิโซต้าผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต จึงได้พัฒนาซอฟต์แวร์ขึ้นด้วยภาษาซี ทำงานแบบซีจีไอสคริปท์ (CGI Script)โดยอาศัยแม่ข่ายในการใช้งานซีจีไอสคริปท์ มินเนโซต้าแมพเซิร์ฟเวอร์อาศัยไลบรารี่ของซอฟต์แวร์รหัสเปิด อื่นๆอีกหลายซอฟต์แวร์ ในการทำงานตั้งแต่การติดต่อข้อมูลปริภูมิในรูปแบบต่างๆ การติดต่อฐานข้อมูล รวมไปถึงการแสดงผลเป็นรูปภาพและตัวอักษรในไฟล์รูปแบบต่างๆ ปัจจุบันได้ทำการพัฒนาจนมาถึงเวอร์ชั่น 4.8 (มกราคม 2549) ซึ่งสามารถทำงานกับข้อมูลปริภูมิชนิดเวกเตอร์และราสเตอร์ฟอร์แมทต่างๆได้หลากหลาย และสามารถรองรับการทำงานตามมาตรฐานของ Open Geospatial Consortium (OGC) ได้แก่ Web Map Service (WMS) , Web Feature Service (WFS) , Web Coverage Service (WCS) , Style Layer Descriptor (SLD) , Filter Encoding (FE) , Web Map Context (WMC) , Geography Markup Language (GML)



รูปที่ 2.9 แสดงรูปแบบสถาปัตยกรรมของซอฟท์แวร์มินเนโซต้า แมพเซิร์ฟเวอร์

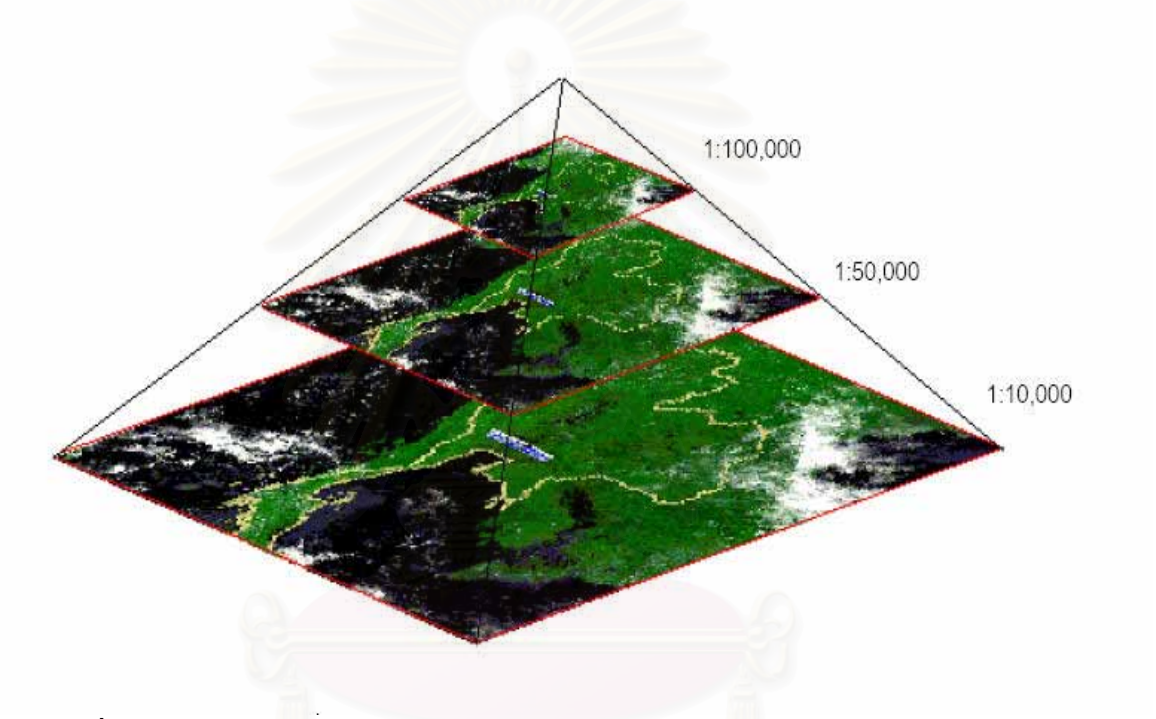
2.7 การปรับแต่งเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของแม่ข่ายแผนที่ (Performance tuning)

เนื่องจากแม่ข่ายแผนที่มีทรัพยากรในการทำงานที่จำกัด ประกอบกับระบบต้องสามารถรองรับผู้ใช้จำนวนมากที่อาจจะเข้ามาใช้งานพร้อมกันทีละมากๆได้ เมื่อต้องทำงานกับข้อมูลปริภูมิขนาดใหญ่ เช่น ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ข้อมูลความสูงภูมิประเทศ อาจจะทำให้แม่ข่ายเกิดล้มได้ ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องทำการเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานให้กับแม่ข่ายแผนที่ โดยเน้นที่การลดภาระในการทำงานของแม่ข่ายแผนที่ลง เทคนิคที่นิยมนำมาใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพให้แม่ข่ายแผนที่คือ การทำพีรามิด (Pyramid) และการทำไทล (Tile) ให้กับข้อมูลปริภูมิ

2.7.1 การทำพีรามิด (Pyramid)

การพีรามิด (Pyramid) อาศัยหลักการทำงานของคอมพิวเตอร์ที่ว่าไม่ว่าข้อมูลราสเตอร์จะมีขนาดใหญ่แค่ ไหน การแสดงผลยังคงอยู่บนจอภาพที่มี ขนาดคงที่ หากข้อมูลมีขนาดใหญ่ กว่าจอภาพ คอมพิวเตอร์จะทำการประมวลผลเพื่อย่อภาพให้สามารถแสดงได้บนหน้าจอที่กำหนด นั่นคือคอมพิวเตอร์ต้องอ่านข้อมูลทั้งหมดของข้อมูลราสเตอร์ก่อน จึงค่อยประมวลผลขนาดของการแสดงผลและทำการย่อขนาดของภาพเพื่อแสดงบนจอภาพ หากมีการเตรียมภาพข้อมูลราสเตอร์ที่มีขนาดลดหลั่นลงมา เมื่อต้องการแสดงผลภาพรวมก็ให้อ่านข้อมูลที่มีขนาดเล็กกว่า แทนที่ จะอ่านข้อมูลขนาดใหญ่ทั้งหมด ทำให้ประหยัดเวลาในการอ่านข้อมูล ดังแสดงในรู ปที่ 2.10 แสดงการจำลองการลดขนาดของข้อมูลราสเตอร์ โดยการลดทอนขนาดข้อมูลราสเตอร์จะใช้วิธีลดทอนโดย

มาตราส่วน ตัวอย่างเช่นข้อมูลราสเตอร์ มีมาตราส่วนเท่ากับ 1:10,000 เมื่อทำการลดทอนข้อมูล เป็ น 1:50,000 และ 1:100,000 ตามลำดับ ลักษณะการลดทอนข้อมูลเป็นลำดับนี้ มีลักษณะคล้าย พีรามิด จึงเป็นที่มาของชื่อเทคนิคการลดทอนข้อมูลราสเตอร์ โดยไฟล์ข้อมูลราสเตอร์ทั้ง 3 มาตราส่วนที่ทำนั้น จะรวมกันอยู่ในไฟล์เดียวกัน เมื่อแสดงภาพบนจอภาพ จะมีการอ่านข้อมูลราสเตอร์หากการแสดงผลอยู่ในมาตราส่วนที่เล็กกว่า ก็จะอ่านข้อมูลที่มีมาตราส่วนเล็ก ซึ่งมีขนาดข้อมูลที่น้อยกว่าทำให้เสียเวลาน้อยลงเมื่อเทียบกับอ่านข้อมูลขนาดใหญ่ทั้งหมด

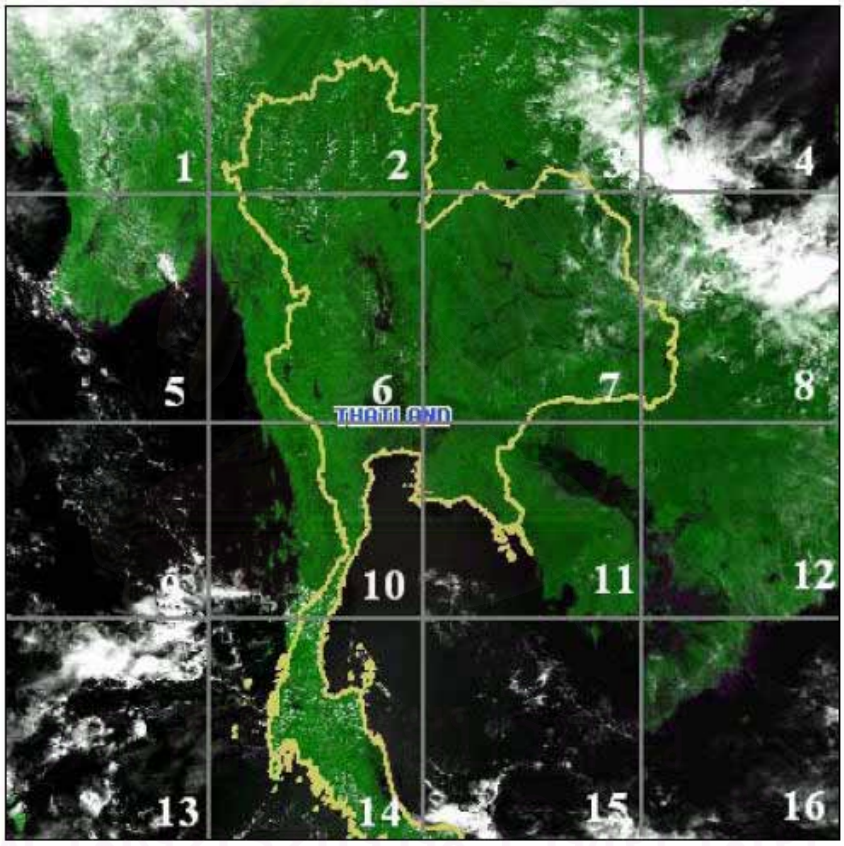


รูปที่ 2.10 แสดงการลดขนาดข้อมูลโดยการทำพีรามิดกับข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม (ภาณุ, 2547)

2.7.2 การทำไทล (Tile)

ในการใช้งานไฟล์ข้อมูลราสเตอร์ขนาดใหญ่โดยเฉพาะภาพข้อมูลดาวเทียมส่วนใหญ่ การทำงานมักต้องการแสดงภาพเพียงบางส่ วนแต่เครื่องคอมพิวเตอร์ต้องอ่านข้อมูลทั้งหมดของภาพ ก่ อนแล้วจึงแสดงผลบริเวณที่ต้องการทำให้สิ้นเปลืองทรัพยากรระบบและเวลา เพื่อสนับสนุนการใช้งานสามารถทำไทลบนข้อมูลราสเตอร์ได้ การทำไทลเป็นเทคโนโลยีในการประหยัดเวลาและทรัพยากรในการเรียกใช้งานข้อมูลราสเตอร์โดยการแบ่งย่อยข้อมูลราสเตอร์ออกเป็นส่วนๆ และทำดัชนี แต่ละส่วนไว้ การเรียกใช้งานจะเรี ยกผ่านดัชนี เพื่ อเรียกข้อมูลราสเตอร์ส่ วนย่อยอีกที วิธีนี้อาศัยหลั กการทำงานของคอมพิวเตอร์ที่ว่า เมื่อเราทำการแสดงผลข้อมูลราสเตอร์เพียงบางส่วน

คอมพิวเตอร์ยังคงต้องอ่านข้อมู ลราสเตอร์ทั้งหมดก่อนแล้วประมวลผลให้ แสดงเฉพาะบางส่วนที่เลือกบนจอภาพ ทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์เสียเวลาในการอ่านข้อมูลราสเตอร์ทั้งหมดก่อน ถ้าหากทำการแบ่งข้อมูลราสเตอร์ออกเป็นส่วนย่อยๆ ดังรูปที่ 2.11 แสดงการจำลองการแบ่งย่อยข้อมูลราสเตอร์ ในรูปจำลอง ได้ทำ าการแบ่ งส่วนย่อยของข้อมูลราสเตอร์ ออกเป็น 16 ส่วนย่อยหากต้องการแสดงข้อมูลในส่วนที่2 ก็ไม่ต้องอ่านข้อมูลราสเตอร์ทั้งหมด อ่านเพียงเฉพาะส่วนที่ 2 เท่านั้น หากต้องการอ่านข้อมูลที่อยู่คร่อม เช่น ต้องการอ่านข้อมูลที่อยู่บนส่วนที่ 6 และ 7 ก็จะทำการอ่านข้อมูลเฉพาะส่วนที่6 และ7 เท่านั้น ด้วยเทคนิคนี้จะทำให้ การทำ างานเร็วขึ้นและใช้ทรัพยากรระบบน้อยลงในการอ่านข้อมูล (ภาณุ, 2547)



รูปที่ 2.11 แสดงการแบ่งย่อยข้อมูลโดยการทำไทล (Tile) กับข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม (ภาณุ, 2547)

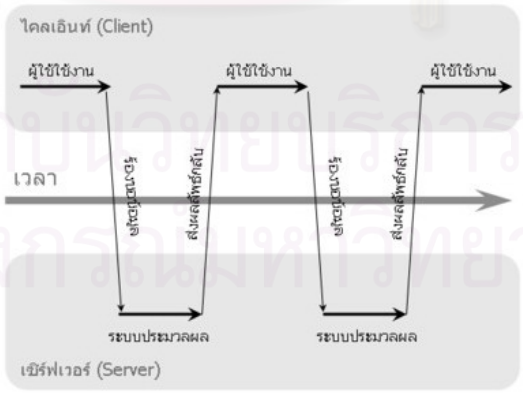
2.8 Extensible Markup Language (XML)

XML เป็นภาษาที่ถูกสร้างขึ้นโดยองค์กร W3C (World Wide Web Consortium) เป็นภาษาในรูปแบบเชิงอักษรที่มนุษย์สามารถเข้าใจได้ มีเป้าหมายหลักเพื่อเผยแพร่และแลกเปลี่ยนข้อมูล (Holzner, 2001) โดย XML เป็นเอกสารที่มีโครงสร้าง ทำให้นักพัฒนาสามารถเข้าถึงข้อมูลส่วนต่างๆในเอกสาร XML ได้ XML เป็นเอกสารที่ถูกออกแบบมาเพื่อการทำงานแบบ Interoperability เนื่องจากมีลักษณะเปิด ยืดหยุ่นและมีมาตรฐาน

ปัจจุบัน XML ถูกนำมาใช้ในวิทยาการหลายๆแขนง เช่น คณิตศาสตร์ (Math Markup Language: MathML), เคมี (Chemical Markup Language: CML), กราฟิกการออกแบบ (Scalable Vector Graphic: SVG), ภูมิศาสตร์ (Geographic Markup Language: GML) เป็นต้น ตัวของภาษา XML สามารถหยืดหยุ่นและใช้จัดเก็บข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.9 AJAX (Asynchronous JavaScript and XML)

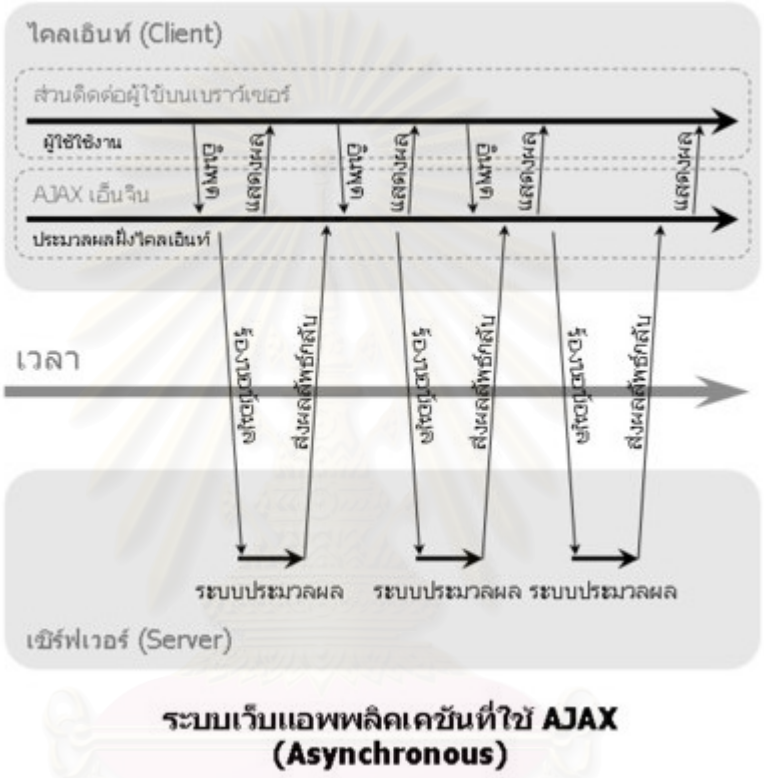
AJAX คือเทคโนโลยีที่รวมเอาความสามารถของ JavaScriptและ XML เข้าไว้ด้วยกัน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของ Client ลดระยะเวลาในการรับส่งข้อมูลจากแม่ข่าย ซึ่งไม่ต้องทำการโหลดเว็บเพจใหม่ทั้งหมดโดยการนำแนวคิดของการรับส่งข้อมูลด้วย XML มาใช้ กล่าวคือการทำงานของ web ในปัจจุบันลูกข่าย (Client) ร้องขอข้อมูลไปยังแม่ข่าย (Server) ผลลัพธ์ที่ได้กลับมาคือข้อมูลที่อยู่บนหน้าเวปเพจใหม่ (Data+html) ทำให้ต้องเกิดการรับส่งข้อมูลในส่วนของการแสดงผลเพิ่มขึ้นจากข้อมูลที่ผู้ใช้ต้องการ



ระบบเว็บแอพพลิเคชันแบบมาตรฐาน (Synchronize)

รูปที่ 2.12 แสดงการทำงานของระบบ Web Application มาตรฐาน (Garrett, 2005)

เทคโนโลยีของ AJAX จะมีการทำงานในรูปแบบการรับส่งเฉพาะข้อมูล เมื่อแม่ข่ายรับคำร้องจากลูกข่ายและทำการประมวลผลแล้วจะจัดส่งเฉพาะผลลัพธ์ที่ได้ในรูปแบบ XML มายังลูกข่ายและ JavaScript ที่ฝั่งลูกข่ายจะทำหน้าที่จัดการในการแสดงผล ทำให้ลดขนาด bandwidth และเวลาในการรับข้อมูลจากแม่ข่าย (Jesse, 2005)



รูปที่ 2.13 แสดงการทำงานของระบบ Web Application ที่ใช้ AJAX (Garrett, 2005)

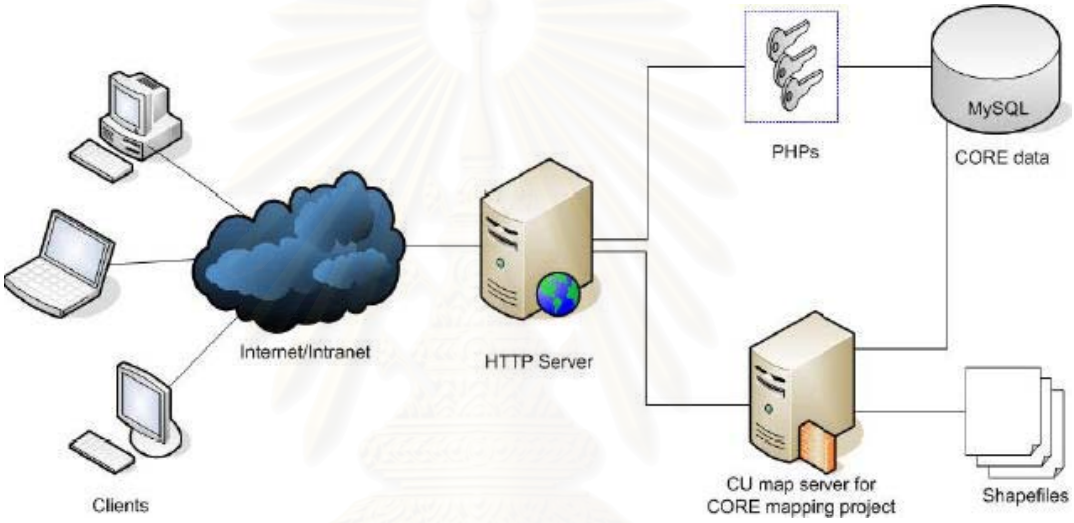
2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ไพศาล (2544: บทคัดย่อ) ได้กล่าวถึงความเป็นมาของ Minnesota Map Server ประวัติการใช้งานและลิขสิทธิ์ หลักการทำงานร่วมกันระหว่างแม่ข่ายแผนที่ต่างๆ การจัดเก็บข้อมูล การเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของแม่ข่ายแผนที่ด้วยการใช้เทคนิค Tiling และ Indexing ในส่วนของลูกข่ายก็มีการกล่าวถึงวิธีการทำงานของโปรแกรมประยุกต์ ด้วยเทคโนโลยี HTML และ JavaScript

ภาณุ (2547) กล่าวว่า ระบบสารสนเทศปริภูมิผ่านอินเตอร์เน็ตมีวัตถุประสงค์หลักในการนำเสนอข้อมูลปริภูมิและข้อสารสนเทศ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงข้อมูลได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว แต่เนื่องจากข้อมูลปริภูมิมีขนาดใหญ่ จึงจำเป็นที่จะต้องเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานโดยการทำไทล (Tile)

และการทำพีรามิด (Pyramid) ควบคู่กัน ซึ่งซอฟ์ทแวร์มินเนโซต้า แมพเซิร์ฟเวอร์ สนับสนุนเทคนิคทั้งสองนี้

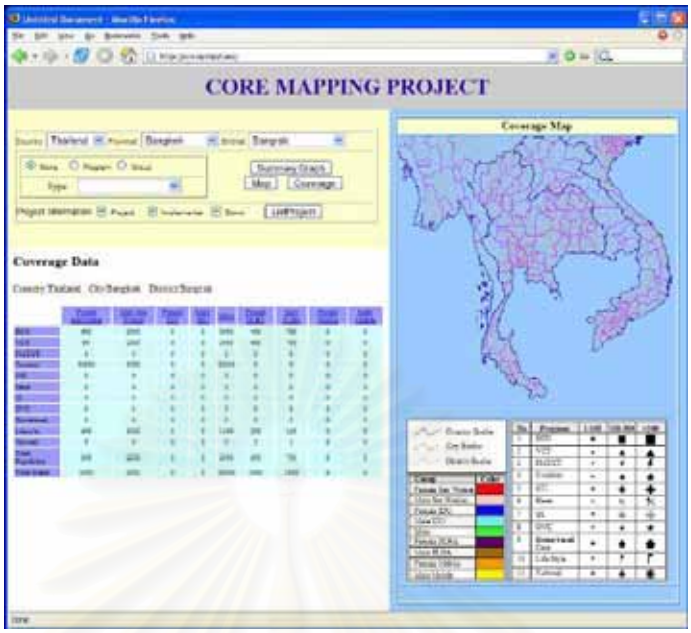
สรรเพชญ (2548: บทคัดย่อ) ร่วมกับองค์กร Care International ทำการพัฒนาระบบ Web based GIS Application สำหรับแผนที่โรคเอดส์ในแถบดินแดนแม่น้ำแม่โขง ขั้นตอนการทำงานเริ่มต้นจากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มเป้าหมายต่างๆในประเทศแถบอาเซียนได้แก่ประเทศลาว, ไทย, พม่า, เวียดนามและยูนาน จากนั้นนำเข้าข้อมูลสู่ระบบสารสนเทศปริภูมิ โดยเก็บข้อมูลเชิงบรรยายที่เกี่ยวข้องกับโรคเอดส์ไว้ในฐานข้อมูล MySQL และทำการเผยแพร่ข้อมูลแบบออนไลน์ โดยใช้โปรแกรม CU Map Server สำหรับบริการข้อมูลแผนที่บนระบบอินเตอร์เน็ต



รูปที่ 2.14 แสดงตัวอย่างระบบ Web based GIS Application for Mapping HIV

โดยผู้ใช้สามารถเรียกดูข้อมูลปริภูมิได้ด้วยเวปบราว์เซอร์ทั่วไป และสามารถสืบค้น วิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นได้จากระบบ ซึ่งระบบบริการข้อมูลผ่านอินเตอร์เน็ตสามารถเผยแพร่ข้อมูลแผนที่และข้อมูลเชิงบรรยายไปยังผู้ใช้ในที่ต่างๆภายในเครือข่ายอินเตอร์เน็ตได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



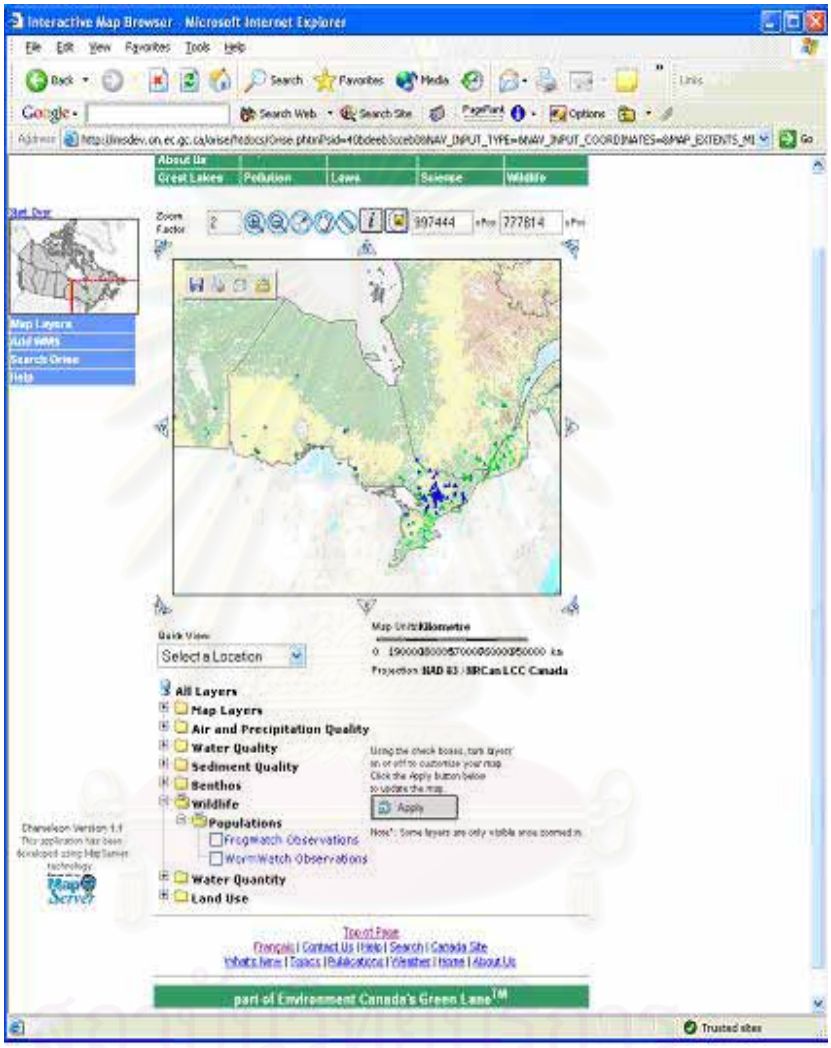
รูปที่ 2.15 แสดงส่วนโต้ตอบผู้ใช้ (User Interface) ระบบ Web based GIS for Mapping HIV

Shi (2001) กล่าวว่า ความสำคัญของ XML กำลังเป็นภาษารูปแบบใหม่ที่ใช้สำหรับการแลกเปลี่ยนข้อมูลบนอินเตอร์เน็ต ในงานด้านสารสนเทศภูมิศาสตร์ได้มีการนำ XML มาประยุกต์ใช้โดยสร้างรูปแบบภาษาใหม่สำหรับแลกเปลี่ยนข้อมูลปริภูมิเรียกว่า GML โดย GML ได้รับการรับรองจาก OGC และคาดหมายให้เป็นฟอร์แมทที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลปริภูมิระหว่างหน่วยงาน

Dessard (2001) กล่าวว่า แม่ข่ายแผนที่ที่ให้บริการตามมาตรฐานของ OpenGIS จะสามารถบริการข้อมูลแผนที่ในลักษณะการทำงานร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพ สามารถทำงานได้กับทุกระบบ ซึ่งผู้ใช้สามารถใช้งานระบบบริการข้อมูลปริภูมิได้ผ่านทางโปรแกรมประยุกต์ที่ทำงานบนเว็บบราวเซอร์ โปรแกรมประยุกต์จะทำหน้าที่ในการจัดการข้อมูลปริภูมิจากแม่ข่ายต่างๆ โดยไม่จำกัดลักษณะหรือฟอร์แมทข้อมูล เช่น การซ้อนทับข้อมูลแผนที่ได้ , การกำหนดพิกัดของตำแหน่งเป้าหมาย เป็นต้น โดยใช้เทคโนโลยีของ JavaScript และ HTML นอกจากนี้ยังสามารถพัฒนาไปใช้งานบนโทรศัพท์มือถือได้อีกด้วย

Kralidis (2004) ทำการพัฒนาระบบสารสนเทศปริภูมิผ่านเครือข่ายในหน่วยงานที่ดูแลด้านสิ่งแวดล้อมของประเทศแคนาดา โดยใช้โปรแกรมมินเนโซต้า แมพเซิร์ฟเวอร์ เป็นแม่ข่ายแผนที่ โดยได้พัฒนาระบบให้เป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐาน Web Map Service (WMS) ของ Open Geospatial Consortium (OGC) เพื่อให้บริการข้อมูลปริภูมิด้านสิ่งแวดล้อม แก่ประชาชน เช่น ข้อมูลแหล่งน้ำ, ข้อมูลคุณภาพน้ำ, ข้อมูลระบบนิเวศ, ข้อมูลที่อยู่อาศัยของนก และอื่นๆ ประโยชน์ที่ได้จากการทำ

ระบบสารสนเทศปริภูมิตามข้อกำหนดมาตรฐาน Web Map Service (WMS) ทำให้สามารถเชื่อมโยงข้อมูลปริภูมิของหน่วยงานสิ่งแวดล้อมกับข้อมูลปริภูมิจากหน่วยงานอื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังทำให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงข้อมูลได้อย่างสะดวก

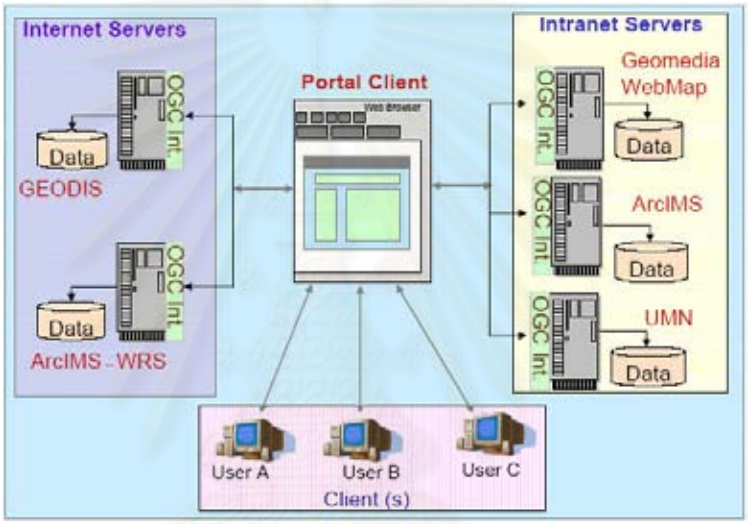


รูปที่ 2.16 แสดงตัวอย่างการทำงานเรียกดูแผนที่และข้อมูลบรรยายจากระบบผ่านเว็บบราวเซอร์

Liping (2004) ได้กล่าวว่าเนื่องจากแนวความคิดที่ต้องการแบ่งปันข้อมูลปริภูมิและส่งเสริมการทำงานร่วมกันแบบ Interoperability เพื่อแก้ปัญหาเรื่องการผลิตข้อมูลที่ซ้ำซ้อน และส่งเสริมการนำข้อมูลปริภูมิไปใช้ในองค์กรต่างๆอย่างแพร่หลาย จึงเกิดการก่อตั้งองค์กร Open GIS Consortium (OGC) ขึ้นเพื่อทำงานประสานกับองค์กรอื่นๆ เช่น Federal Geographic Data Committee (FGDC) เพื่อ

กำหนดมาตรฐานการทำงานร่วมกันแบบ Interoperability และสร้างมาตรฐานของการผลิตข้อมูล ซึ่งส่งเสริมให้มีการพัฒนาระบบ Geospatial Web Service เพื่อก่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนข้อมูลและทำงานร่วมกันแบบ Interoperability โดยมีอินเตอร์เน็ตเป็นหัวใจสำคัญในการทำงานของระบบ

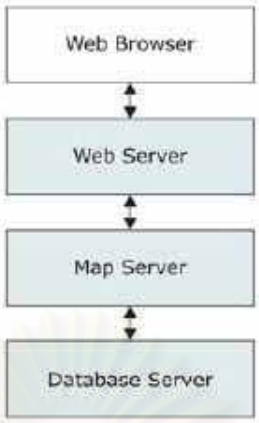
Khaemba (2004) ทำการศึกษาวิจัยเรื่องการออกแบบและพัฒนาระบบต้นแบบ Map Service ที่เมือง Stuttgart ประเทศเยอรมันนี โดยต้องการสร้างระบบที่สามารถทำงานร่วมกันแบบ Interoperability โดยแหล่งข้อมูลปริภูมิคือองค์กรต่างๆที่ผลิตข้อมูลปริภูมิ โดยแต่ละองค์กรนั้นมีระบบ GIS และมีรูปแบบการจัดเก็บข้อมูลที่แตกต่างกัน



รูปที่ 2.17 แสดงตัวอย่างแนวคิดในการออกแบบระบบต้นแบบ Map Service ของ Khaemba

ระบบถูกออกแบบให้แม่ข่ายแผนที่ในแต่ละองค์กร ต้องทำงานตามมาตรฐาน WMS ของ Open GIS Consortium (OGC) ผู้ใช้สามารถเข้าถึงข้อมูลได้จากโปรแกรม Portal Client ชื่อ WMS Viewer 2.0 ของ Intergraph สามารถเข้าไปใช้งานได้ที่ URL : http://www.wmsviewer.com จากการสรุปผลการวิจัยพบว่าระบบนี้สามารถส่งเสริมให้มีผู้ใช้งานข้อมูลปริภูมิเพิ่มมากขึ้น การทำงานร่วมกันขององค์กรต่างๆ ผ่านทางโปรโตคอล WMS สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และความถูกต้องของข้อมูลสามารถเชื่อถือได้ ตรงตามข้อมูลปริภูมิต้นฉบับ

Koning (2004) ทำการพัฒนาระบบ Internet Geo Mapping เพิ่มให้บริการข้อมูลแผนที่และบริการวิเคราะห์เส้นทางบนระบบอินเตอร์เน็ต โดยใช้โปรแกรมมินเนโซต้า แมพเซิร์ฟเวอร์ร่วมกับ PostgreSQL/PostGIS ดังแสดงราบละเอียดสถาปัตยกรรมของระบบ ตามรูปที่ 2.18

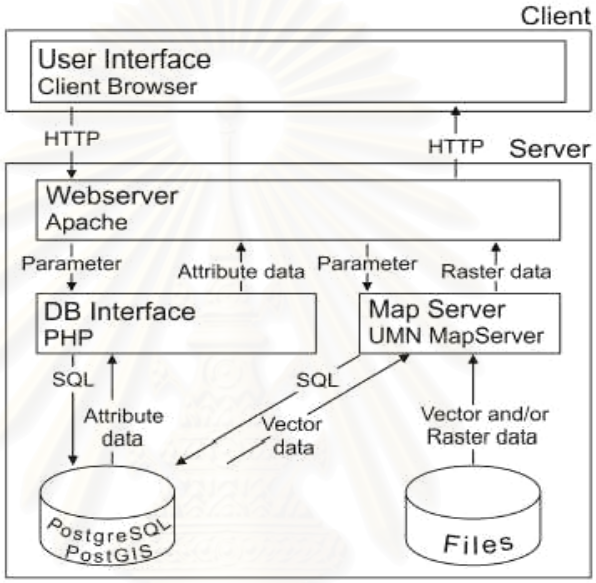


รูปที่ 2.18 แสดงภาพสถาปัตยกรรมของระบบ Internet Geo Mapping

โดยการทดลองพบว่าระบบที่ดีต้องง่ายและอำนวยความสะดวกให้ผู้ใช้ได้ กล่าวคือผู้ใช้ต้องสามารถสังเคราะห์เอาองค์ความรู้จากข้อมูลสารสนเทศปริภูมิได้มากที่สุดและสามารถนำไปใช้ประกอบการตัดสินใจได้ทันที ส่วนตอบรับต้องออกแบบให้เข้าใจง่ายเพื่อรองรับผู้ใช้ในทุกระดับไม่จำกัดเฉพาะนักสารสนเทศปริภูมิเท่านั้น เนื่องจากส่วนติดต่อ (Interface) กับระบบทำงานอยู่บนเว็บบราว์เซอร์ จึงเกิดปัญหาในการทำงานกับเว็บบราว์เซอร์ชนิดต่างๆ โดยเฉพาะการแสดงผลหรือการเข้าถึงเอกสาร XML ในเว็บบราว์เซอร์ ผลการทดลองพบว่า JavaScript ที่ใช้ควบคุมเอกสาร XML มีการตอบสนองคำสั่งที่แตกต่างกันบนเว็บบราว์เซอร์ที่ต่างชนิด ดังนั้นการพัฒนาจึงจำเป็นที่จะต้องวางแผนรองรับการทำงานบนเว็บบราว์เซอร์ชนิดต่างๆ

รูปที่ 2.19 แสดงภาพตัวอย่างของส่วนโต้ตอบของระบบ Internet Geo Mapping

Hachler (2003) ทำการศึกษาวิจัยพัฒนาระบบสารสนเทศปริภูมิผ่านอินเตอร์เน็ตสำหรับ The SWISS Nation Park ซึ่งเลือกใช้ซอฟ์ทแวร์รหัสเปิด (Open source) ทั้งหมดในการจัดทำระบบ โดยในส่วนของแม่ข่ายแผนที่ Hachler ได้เลือกใช้โปรแกรม มินเนโซต้า แมพเซิร์ฟเวอร์ และเก็บข้อมูลปริภูมิชนิดเวกเตอร์ไว้ในฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ (Geospatial Database) โดยใช้โปรแกรม PostgresSQL/PostGIS ในการบริหารจัดการข้อมูล ผลการศึกษาพบว่าการใช้ฐานข้อมูลเชิงพื้นที่สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการสืบค้นข้อมูลได้มากกว่าการเก็บข้อมูลในรูปแบบไฟล์ทั่วไป



รูปที่ 2.20 แสดงภาพสถาปัตยกรรมของระบบต้นแบบ (Hachler, 2003)

ในส่วนของโปรแกรมประยุกต์ที่ทำงานบนฝั่งลูกข่าย Hachler ได้พัฒนาโดยใช้เทคโนโลยีของ JAVA Applet ในการแสดงผลข้อมูลแผนที่ และใช้ภาษา PHP ในการสืบค้นข้อมูลจากฐานข้อมูลเพื่อนำมาแสดงผลในรูปแบบแผนที่และตาราง ดังภาพที่ 2.21 แสดงหน้าโปรแกรมประยุกต์ของ Hachler ซึ่งทำงานบนเว็บบราว์เซอร์ในลักษณะ Thin Client

รูปที่ 2.21 แสดงภาพตัวอย่างของส่วนโต้ตอบของระบบ GIS-SNP (Hachler, 2003)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

วิธีการดำเนินงานวิจัยจะประกอบด้วย 3 ขั้นตอนหลัก โดยขั้นตอนแรกจะเน้นไปที่การศึกษากระบวนการทำงานของข้อกำหนดมาตรฐาน Open Geospatial Consortium (OGC) เพื่อทำความเข้าใจกับข้อกำหนดมาตรฐานต่างๆที่จะใช้พัฒนาระบบ Open Geospatial Web service ส่วนขั้นตอนที่สองจะเกี่ยวกับการศึกษารูปแบบการเชื่อมโยงแม่ข่ายแผนที่และขั้นตอนที่สามจะเป็นส่วนการจัดทำระบบเพื่อใช้งานจริงตามมาตรฐานของ Open Geospatial Consortium (OGC)

3.1 ศึกษากระบวนการทำงานของข้อกำหนดมาตรฐาน Open Geospatial Consortium

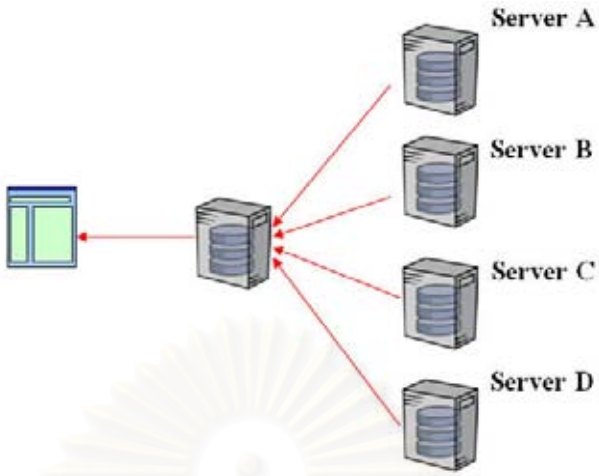
ข้อกำหนดมาตรฐาน(Specification) ของ Open Geospatial Consortium (OGC) ที่ทำการศึกษาจะเป็นข้อกำหนดมาตรฐานที่ใช้ในการพัฒนาระบบ Open Geospatial Web service ซึ่งประกอบด้วย Web Map Service (WMS) Version 1.3.0, Web Feature Service (WFS) Version 1.1.0, Web Coverage Service (WCS) Version 1.0.0, Style Layer Descriptor (SLD) Version 1.0.0, Filter Encoding (FE) Version 1.1.0, Web Map Context (WMC) Version 1.1.0 โดยผู้วิจัยจะทำการศึกษาข้อกำหนดมาตรฐานด้วยประเด็นหลักๆดังต่อไปนี้

1. ความสำคัญ
2. รูปแบบคำสั่งในการทำงาน
3. รายละเอียดของข้อมูลตอบรับในการทำงาน

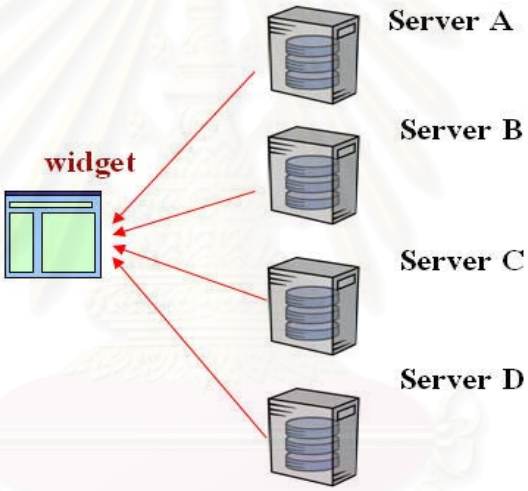
3.2 ศึกษาขีดความสามารถและข้อจำกัดของสถาปัตยกรรมการเชื่อมโยงแม่ข่ายแผนที่

ทำการศึกษาขีดความสามารถและข้อจำกัดของสถาปัตยกรรมการเชื่อมโยงแม่ข่ายแผนที่ของระบบที่ทำงานร่วมกันแบบ Interoperability โดยศึกษาเปรียบเทียบระหว่างสถาปัตยกรรมการให้บริการ 2 รูปแบบคือแบบ Simple Overlay และแบบ Cascading Server ซึ่งจะประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังต่อไปนี้

3.2.1 ทำการทดลองสร้างระบบ แบบ Simple Overlay และแบบ Cascading Server โดยมีแม่ข่ายที่ให้บริการข้อมูลปริภูมิทั้งหมดจำนวน 4 แม่ข่ายตามรูปดังต่อไปนี้



รูปที่ 3.1 แสดงรูปแบบสถาปัตยกรรมแบบ Cascading Server



รูปที่ 3.2 แสดงรูปแบบสถาปัตยกรรมแบบ Simple Overlay

โดยผู้วิจัยได้กำหนดค่าพารามิเตอร์ที่กำหนดของแต่ละแม่ข่ายมีดังนี้

1. ขนาดภาพ กว้าง 750 pixels สูง 500 pixels
2. ชนิดของภาพผลลัพธ์เป็น PNG 24 bit
3. ระบบพิกัดภูมิศาสตร์เป็นระบบเดียวกันทั้งหมด คือ EPSG: 32647
4. แม่ข่ายใช้โปรแกรมมินเนโซต้า แมพเซิร์ฟเวอร์ เวอร์ชั่น 4.8
5. แม่ข่ายแผนที่ให้บริการตามมาตรฐาน Web Map Service 1.1.0
6. ข้อมูลปริภูมิในการทดลองนี้จะประกอบด้วย 5 ชั้นข้อมูลหลักได้แก่

- ข้อมูลขอบเขตการปกครองระดับจังหวัด มาตราส่วน 1:50000
- ข้อมูลขอบเขตการปกครองระดับอำเภอ มาตราส่วน 1:50000
- ข้อมูลขอบเขตการปกครองระดับตำบล มาตราส่วน 1:50000
- ข้อมูลถนน มาตราส่วน 1:50000
- ข้อมูลแม่น้ำ มาตราส่วน 1:20000
- ข้อมูลตำแหน่งหมู่บ้าน มาตราส่วน 1:50000
- ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 7 ขนาดจุดภาพ 15 เมตร

3.2.2 สร้าง Web Application ทดสอบการทำงานของระบบทั้งสองแบบ

3.2.3 ทดสอบการทำงานของระบบทั้งสองแบบด้วย Web Application ที่สร้างขึ้น

3.2.4 วิเคราะห์ขีดความสามารถการทำงานระหว่างระบบที่มีสถาปัตยกรรมแบบ Cascading Server กับระบบที่ใช้สถาปัตยกรรมแบบ Simple Overlay ในลักษณะเชิงพรรณา โดยพิจารณาตามหัวข้อดังตารางที่ 3.2

ลำดับที่	หัวข้อที่ใช้ในการศึกษา
1.	จำนวนภาพที่ส่งจากแม่ข่ายมายังลูกข่าย
2.	ขนาดของข้อมูลที่ส่งจากแม่ข่ายมายังลูกข่าย
3.	ขนาด memory ที่ลูกข่ายใช้
4.	การจัดการข้อมูลแผนที่
5.	ความต้องการของระบบ network
6.	ความซับซ้อนในการทำงานของ Application
7.	ความยืดหยุ่นในการขยายระบบ การเพิ่มจำนวนการเชื่อมต่อกับแม่ข่ายแผนที่
8.	ความปลอดภัยของข้อมูล
9.	ชนิดของภาพบิตแมปที่ใช้แสดงแผนที่
10.	เทคโลยีที่ใช้แสดงผลบน web application ในการวาดข้อมูลแผนที่

ตารางที่ 3.2 แสดงการเปรียบเทียบเชิงคุณลักษณะระหว่าง Cascading Server กับ Simple Overlay

3.3 การจัดทำระบบสารสนเทศปริภูมิตามข้อกำหนดมาตรฐานของ Open Geospatial Consortium

การพัฒนาระบบ Open Geospatial Web Services (OWS) ผู้วิจัยได้ทำการจัดทำระบบเพื่อสนับสนุนการเผยแพร่และแบ่งปันข้อมูลปริภูมิระหว่างองค์กร โดยในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ทางผู้วิจัยได้ใช้เรื่องการให้บริการที่ดินสาธารณะของรัฐเป็นกรณีศึกษา ซึ่งมีขั้นตอนการทำงานดังนี้

3.3.1 การกำหนดเป้าหมาย

3.3.1.1 การทำงานร่วมกันแบบ Interoperability

ระบบจะประกอบไปด้วยแม่ข่ายแผนที่หลากหลายขององค์กรต่างๆ ซึ่งแต่ละองค์กรต่างๆมีการใช้ซอฟท์แวร์ที่แตกต่างกัน และมีรูปแบบการจัดเก็บข้อมูลที่ต่างกัน แต่แม่ข่ายแผนที่ต่างๆต้องสามารถทำงานร่วมกันแบบ Interoperability ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.3.1.2 การแบ่งปันข้อมูล (Data sharing)

ระบบจะต้องทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการแลกเปลี่ยนและแบ่งปันข้อมูลปริภูมิระหว่างองค์กรต่างๆได้ โดยใช้ข้อกำหนดของ Open Geospatial Consortium (OGC) เป็นหลัก

3.3.1.3 ความมีมาตรฐาน (Standardization)

ระบบที่พัฒนาขึ้นต้องมีมาตรฐานสากลเพื่อที่จะสามารถบูรณาการ(Integrate)กับระบบอื่นๆที่มีอยู่และกำลังจะถูกสร้างขึ้นในอนาคต กล่าวคือ กรณีที่ระบบอื่นๆที่สร้างขึ้นตามมาตรฐานของ Open Geospatial Consortium (OGC) จะสามารถเชื่อมต่อและทำงานร่วมกันได้

3.3.2 การศึกษาระบบการทำงานเดิม

หน่วยจัดการที่ดินสาธารณะ เช่น สำนักจัดการที่ดินของรัฐ เป็นส่วนงานหนึ่งภายในกรมที่ดินมีหน้าที่รังวัดและออกหนังสือสำคัญสำหรับที่หลวงใที่ดินสาธารณะและที่ดินราชพัสดุ ซึ่งมีจำนวนมากกว่า 100000 แปลงโดยปัจจุบันได้อยู่ในระหว่างการดำเนินการนำเข้าข้อมูลแปลงที่ดินสาธารณะที่มีเอกสารสิทธิเรียบร้อยแล้วและแปลงที่ดินสาธารณะที่สำรวจรังวัดใหม่ เข้าสู่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) เพื่อใช้ในการบริหารจัดการที่ดินสาธารณะและบริการข้อมูลที่ดินสาธารณะให้กับหน่วยงานต่างๆ โดยสอดคล้องกับแนวคิดการนำที่ดินสาธารณประโยชน์ที่มีหนังสือสำคัญสำหรับที่หลวงซึ่งประชาชน เลิกใช้ประโยชน์ร่วมกันแล้ว นำไปจัดที่ดินให้แก่ประชาชน

เนื่องจากการออกหนังสือเอกสารสิทธิและการรังวัดสอบเขต รวมไปถึงขั้นตอนการทำฐานข้อมูลเชิงปริภูมิของแปลงที่ดินสาธารณะจำเป็นต้องมีการตรวจสอบข้อมูลแผนที่กับหน่วยงานอื่นๆ

จึงทำให้เกิดการใช้ข้อมูลร่วมกันระหว่างหน่วยงานต่างๆทั้งในและนอกกรมที่ดิน จึงก่อให้เกิดความไม่สะดวกและความล้าช้าในการเข้าถึงข้อมูลจากแหล่งข้อมูลเชิงปริภูมิจากหน่วยงานอื่นๆ

3.3.2.1 ขั้นตอนการจัดทำฐานข้อมูลแปลงที่ดินสาธารณะ

3.3.2.1.1 ทำการสแกนรูปแผนที่จาก เอกสาร หนังสือสำคัญสำหรับที่หลวง

3.3.2.1.2 ตรึงพิกัด (Registration) ภาพโดยใช้ค่าพิกัดจากหมุดหลักฐานของกรมที่ดิน

3.3.2.1.3 สร้างรูปแปลงที่ดินด้วยการ Digitize จากข้อมูลภาพที่มีค่าพิกัดภูมิศาสตร์ที่ถูกต้องแล้ว

3.3.2.1.4 นำเข้าข้อมูลเชิงบรรยายที่มีความสัมพันธ์กับแปลงที่ดิน

3.3.2.1.5 ตรวจสอบความถูกต้องของรูปแปลงที่ดินและการบุกรุก จากภาพถ่ายทางอากาศหรือภาพถ่ายดาวเทียมรายละเอียดสูง

3.3.2.1.6 ตรวจสอบความถูกต้องของขอบเขตกับแนวเขตป่าไม้ เขตพื้นที่ สปก.จากแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:50,000 ของกรมแผนที่ทหาร กรณีที่เกิดปัญหาจะทำการส่งเจ้าหน่าที่ไปรังวัดตวรจสอบ

3.3.2.1.7 ตรวจสอบความถูกต้องของตำแหน่งที่ตั้งจากข้อมูลแผนที่เส้นแบ่งเขตการปกครองระดับอำเภอ, ตำบลและจังหวัดของกรมการปกครอง

3.3.2.1.8 ตรวจสอบการใช้ประโยชน์ของแปลงที่ดินสาธารณะ โดยการพิจารณาจากข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ข้อมูลถนน และข้อมูลแหล่งน้ำ ของกรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม

3.3.2.1.9 กรณีข้อมูลแปลงที่ดินมีปัญหาหรือเกิดการร้องเรียนเรื่องการถูกบุกรุกต้องทำการส่งเจ้าหน้าที่รังวัดไปทำการตรวจสอบในพื้นที่

3.3.2.1.10 บันทึกข้อมูลที่ถูกต้องลงในฐานข้อมูลสารสนเทศปริภูมิ

3.3.2.2 ขั้นตอนการบริการข้อมูลแปลงที่ดินสาธารณประโยชน์

3.3.2.2.1 รับคำร้องขอข้อมูลจากหน่วยงานหรือสำนักงานที่ดินแต่ละจังหวัด

3.3.2.2.2 ค้นหาแปลงที่ดินจากข้อมูลตำแหน่งที่ตั้ง

3.3.2.2.3 ตรวจสอบการรายชื่อแปลงที่ดินจากทะเบียนที่ดิน

3.3.2.2.4 ตรวจสอบความครบถ้วนของข้อมูล

3.3.2.2.5 สำเนาเอกสาร ข้อมูลแผนที่แปลงที่ดินและข้อมูลแผนที่ฐาน ลง DVD เพื่อส่งต่อ

3.3.3 การวิเคราะห์ระบบ

จากการศึกษาและวิเคราะห์ระบบสารสนเทศปริภูมิที่มีอยู่เดิม ทำให้สามารถจำแนกปัญหาออกได้เป็น 5 ข้อดังนี้

3.3.3.1 แต่ละองค์กรเลือกใช้ซอฟท์แวร์ในระบบ GIS ที่แตกต่างกัน ดังจะเห็นได้จากตัวอย่างระบบ Internet GIS ที่แม่ข่ายของแต่ละองค์กรต่างก็เลือกใช้ซอฟท์แวร์ต่างชนิดเช่น ArcIMS, MapGuide, MapExtreme เป็นต้น ซึ่งซอฟท์แวร์แม่ข่ายแผนที่ของผู้ผลิตซอฟท์แวร์บริษัทต่างๆ ก็มีคำสั่งและวิธีการจัดการที่แตกต่างกัน ทำให้แม่ข่ายแผนที่ของแต่ละองค์กรทำงานร่วมกันไม่ได้

3.3.3.2 การได้มาซึ่งข้อมูลปริภูมิทำได้ยากและมีค่าใช้จ่ายสูง เช่นในกรณีที่หน่วยงานอยู่ต่างจังหวัด เมื่อต้องการใช้ข้อมูลจำเป็นที่จะต้องเดินทางเข้ามายังแหล่งข้อมูลเพื่อติดต่อขอสำเนาข้อมูลก่อให้เกิดต้นทุนในการทำงาน และเสียเวลาในกระบวนการติดต่อขอรับข้อมูล

3.3.3.3 เกิดความสูญเสียและข้อผิดพลาดจากการนำแปลงข้อมูลปริภูมิจากหน่วยงานอื่น เนื่องจากการที่หน่วยงานหนึ่งจะนำข้อมูลปริภูมิของอีกหน่วยงานหนึ่งมาใช้ต้องผ่านกระบวนการแปลง รูปแบบการจัดเก็บ(format) ของข้อมูลเพื่อให้เข้ากับรูปแบบการจัดเก็บข้อมูลของซอฟท์แวร์ในระบบ GIS ของหน่วยงานตนเอง ซึ่งอาจจะก่อให้เกิดการสูญเสียของข้อมูลได้ หรือในกรณีที่ข้อมูลปริภูมิที่ได้มาไม่ได้จัดเก็บในระบบพิกัดอ้างอิง (Coordinate Reference System) ตามที่ต้องการ ข้อมูลจะต้องผ่านกระบวนการแปลงระบบพิกัดอ้างอิง ซึ่งอาจจะก่อให้เกิดความผิดพลาดที่ส่งผลต่อความถูกต้องของข้อมูลได้

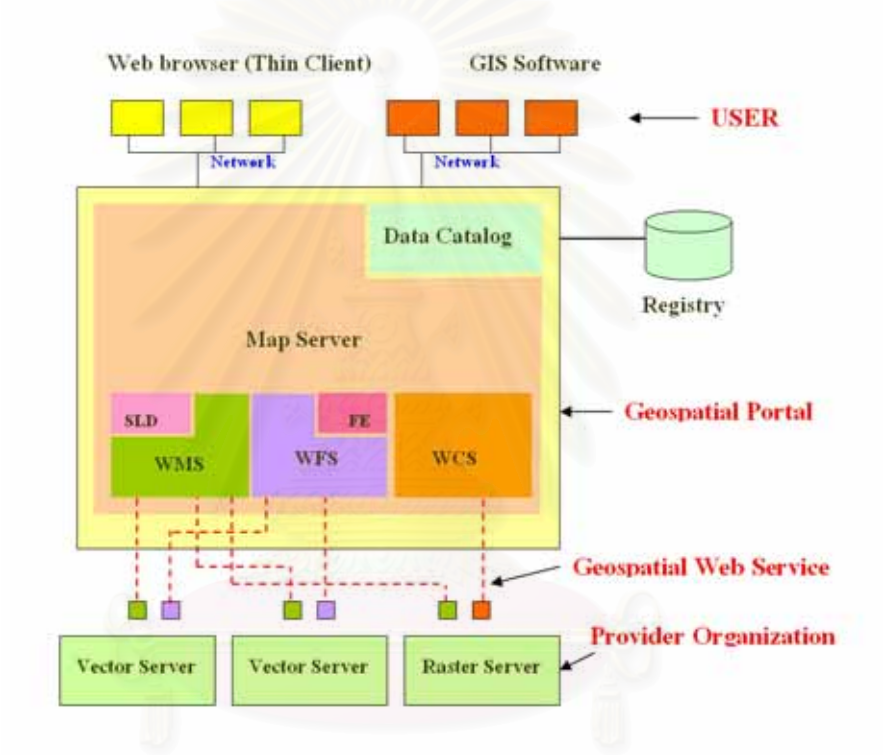
3.3.3.4 ความไม่สะดวกในการปรับปรุง (Update) ข้อมูลปริภูมิ เนื่องจากข้อมูลปริภูมิมีการเปลี่ยนแปลงตามเวลา ผู้ผลิตข้อมูลมีการปรับปรุงข้อมูล (Update data) ตลอดเวลา ทำให้การนำข้อมูลระหว่างหน่วยงานมาใช้ต้องเกิดค่าใช้จ่ายในการดำเนินการเพื่อสำเนาข้อมูลหลายครั้ง

3.3.3.5 ซอฟท์แวร์ที่ทำงานตามข้อกำหนดมาตรฐานของ Open Geospatial Consortium (OGC) โดยเฉพาะที่ทำงานบนเว็บบราวเซอร์ยังคงมีน้อยและจำกัดการใช้งานอยู่ในกลุ่มแคบๆ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

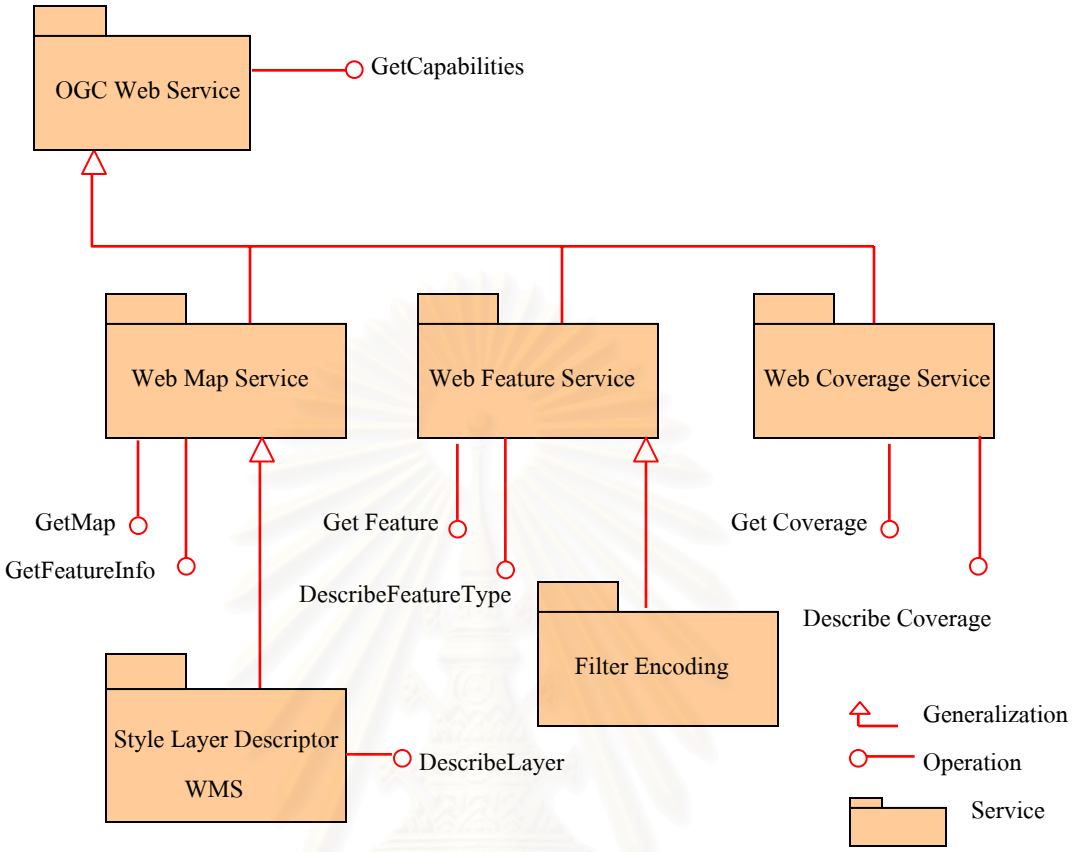
3.3.4 การออกแบบระบบ

จากการกำหนดปัญหาของระบบแบบเดิมทำให้สามารถออกแบบระบบที่สามารถแก้ปัญหาต่างๆได้ ซึ่งมีแนวทางในการแก้ปัญหาคือ การระบบต้องทำงานบนมาตรฐานของ OGC เพื่อก่อให้เกิดการทำงานร่วมกันแบบ Interoperability โดยระบบจะประกอบด้วยส่วนประกอบต่างๆได้แก่ ส่วนค้นหาแหล่งข้อมูลปริภูมิ (Data Catalogue), ส่วนโปรแกรม OWS Viewer ที่ให้ผู้ใช้สามารถติดต่อกับระบบ, ส่วนแม่ข่ายแผนที่ (Map Server) และส่วนแหล่งข้อมูลปริภูมิ (Data Server)



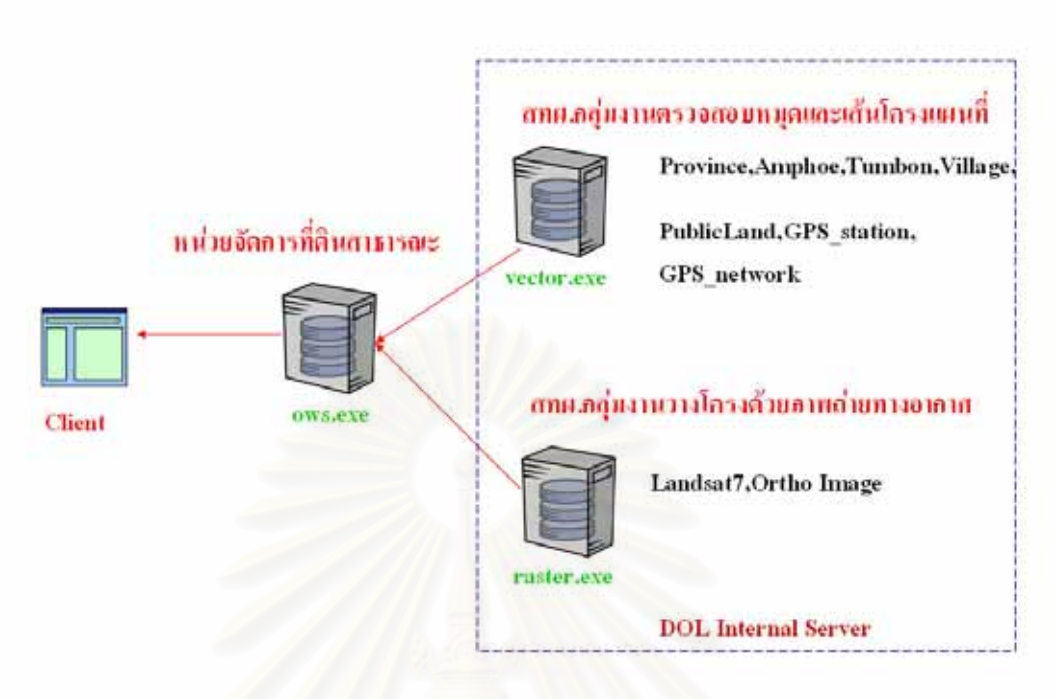
รูปที่ 3.3 แสดงการออกแบบองค์ประกอบของระบบ Open Geospatial Web Services

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.4 แสดงไดอะแกรมแสดงโปรโตคอลมาตรฐานของระบบ OGC Web Services

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.5 แสดงการออกแบบการเชื่อมโยงแม่ข่ายแผนที่แบบ Cascading Server ระหว่างหน่วยงานภายในกรมที่ดิน

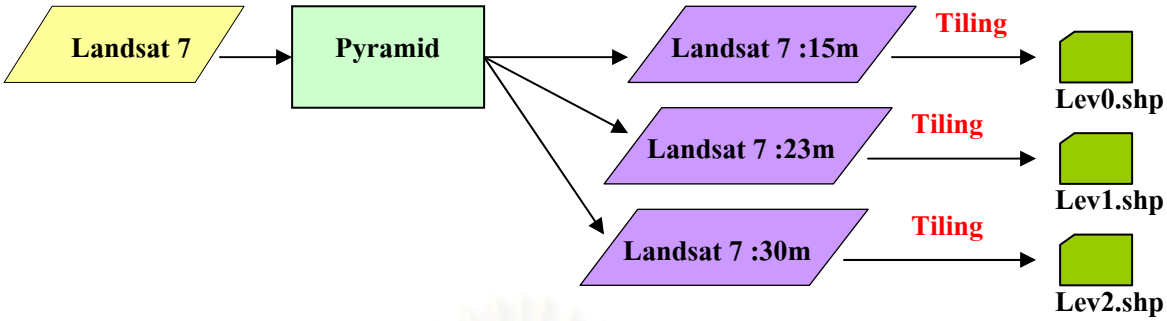
3.3.5 การพัฒนาระบบ

การลงพัฒนาระบบ Open Geospatial Web Services นั้นจะประกอบด้วยขั้นตอนหลัก 3 ขั้นตอนได้แก่ ขั้นตอนการจัดเตรียมข้อมูล, ขั้นตอนการการติดตั้งแม่ข่ายแผนที่และขั้นตอนพัฒนาส่วนโปรแกรมประยุกต์ ซึ่งในแต่ละขั้นตอนจะมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.3.5.1 การจัดเตรียมข้อมูลปริภูมิ

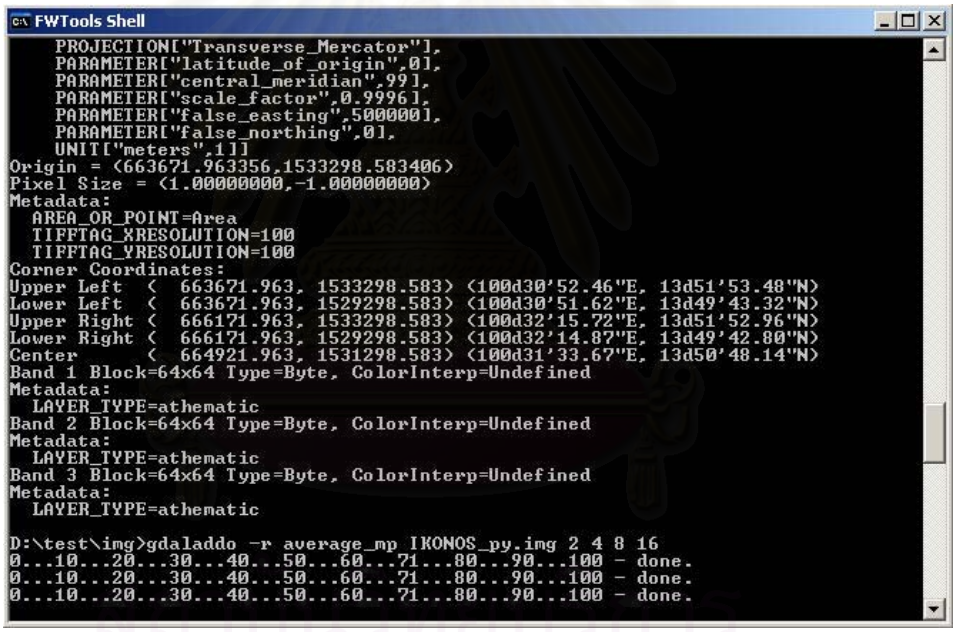
ข้อมูลปริภูมิที่นำมาใช้ในระบบนี้จะประกอบด้วยข้อมูลประเภทเวกเตอร์และราสเตอร์โดยข้อมูลเวกเตอร์จะอยู่ในรูปแบบ Shapefile ส่วนข้อมูลราสเตอร์จะอยู่ในรูปแบบ Geotif และ jpeg2000 ซึ่งข้อมูลทั้งหมดเป็นข้อมูลทุติยภูมิ มิได้จัดทำขึ้นใหม่

เนื่องจากข้อมูลราสเตอร์เป็นข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ประกอบกับต้องใช้ทรัพยากรมากในการประมวลผล ซึ่งการทำงานอาจจะส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของระบบได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทำการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน โดยการใช้เทคนิคการทำ Pyramid และ Tiling กับข้อมูล Raster



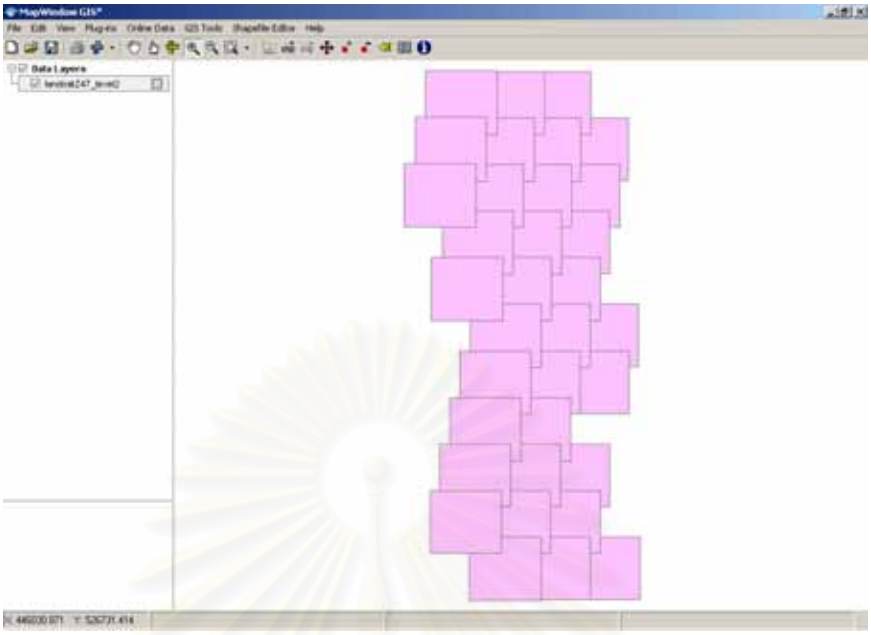
รูปที่ 3.6 แสดงภาพตัวอย่างการเพิ่มประสิทธิภาพให้กับข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม

การเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของข้อมูลราสเตอร์ด้วยเทคนิค Pyramid Image ผู้วิจัยได้ใช้ไลบารี่ GDAL ซึ่งเป็นโปรแกรมประเภทรหัสเปิดในการประมวลผลข้อมูลภาพราสเตอร์ โดยใช้ชุดคำสั่ง gdaladdo ซึ่งพิมพ์คำสั่งดังนี้ *gdaladdo -r average_mp ikonos.img 2 4 8 16*



รูปที่ 3.7 แสดงการรันคำสั่ง gdaladdo เพื่อสร้าง Pyramid Image

การเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของข้อมูลราสเตอร์ด้วยเทคนิค Tiling ผู้วิจัยได้ใช้ไลบารี่ GDAL ซึ่งเป็นโปรแกรมประเภทรหัสเปิดในการประมวลผลข้อมูลภาพราสเตอร์ โดยใช้ชุดคำสั่ง gdaltindex ซึ่งพิมพ์คำสั่งดังนี้ *gdaltindex myindex.shp ./*.tif*



รูปที่ 3.8 แสดงผลลัพธ์การสร้าง Tiling ด้วยคำสั่ง gdaltindex

3.3.5.2 การติดตั้งแม่ข่ายแผนที่

ผู้วิจัยได้ทำการจำลองแม่ข่ายแผนที่สำหรับทดสอบในระบบปิด โดยแม่ข่ายแผนที่ที่ใช้ในระบบ Open Geospatial Web Service จะต้องมีฟังก์ชันการทำงานที่รองรับมาตรฐานของ Open Geospatial Consortium (OGC) ผู้วิจัยจึงเลือกใช้ซอฟท์แวร์ Minnesota Map Server ซึ่งเป็นซอฟท์แวร์แม่ข่ายแผนที่แบบรหัสเปิดและมีฟังก์ชันการทำงานที่รองรับมาตรฐานตามที่ออกแบบไว้ ได้แก่ WMS (Web Map Service), WFS (Web Feature Service), WCS (Web Coverage Service), FE (Filter Encoding), SLD (Style Layer Descriptor) ผู้วิจัยจะทำการออกแบบให้แม่ข่ายมีควาสามารถในการเชื่อมต่อกับระบบอื่นด้วยสถาปัตยกรรมแบบ Cascading Server ซึ่งการเชื่อมต่อจะถูกกำหนดจากความต้องการในการเข้าถึงข้อมูล

3.3.5.2.1 การติดตั้งชุดซอฟท์แวร์แม่ข่ายแผนที่

ทำการติดตั้งซอฟท์แวร์ Minnesota Map server และไลบรารี่ (Library) บนเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (Server) โดยผู้วิจัยจะเลือกใช้ package ที่สำเร็จรูปชื่อ MS4W เพื่อความสะดวกในการติดตั้ง

3.3.5.2.2 การปรับแต่งซอฟท์แวร์แม่ข่ายแผนที่ให้ทำงานตามมาตรฐาน OGC

ซอฟท์แวร์แม่ข่ายแผนที่ Minnesota Map Server จะสามารถปรับแต่งการทำงานได้โดยผ่านทาง Mapfile ซึ่งเป็น Configuration file ของโปรแกรม โดยการปรับแต่ง

จะมีการสร้างชุดคำสั่งเพื่อให้ Minnesota Map Server ทำงานตามมาตรฐานของ OGC กล่าวคือ ซอฟท์แวร์จะทำงานเชื่อมต่อกับแหล่งข้อมูลด้วยโปรโตคอลมาตรฐาน เช่น WMS, WFS, WCS เป็นต้น ซึ่งการเชื่อมต่อจะแสดงดังภาพที่ 3.3

```
LAYER
    NAME "ikonos"
    TYPE RASTER
    STATUS ON
    CONNECTION "http:// 203.172.10.29/cgi-bin/image.exe?"
    CONNECTIONTYPE WMS
        DUMP TRUE
        PROJECTION
                                "Init=epsg:32647"
        END
        METADATA
                "wms_name" "ikonos"
                "wms_srs" "EPSG:32647 EPSG:32648 EPSG:4326"
                "wms_server_version"  "1.1.1"
                "wms_extent" "666539 1513982 684170 1532561"
                "wms_onlineresource" "http://203.172.10.29/cgi-bin/image?"
                "wms_formatlist"      "image/gif,image/png,image/jpeg"
                "wms_format"  "image/png"

        END
  END
```

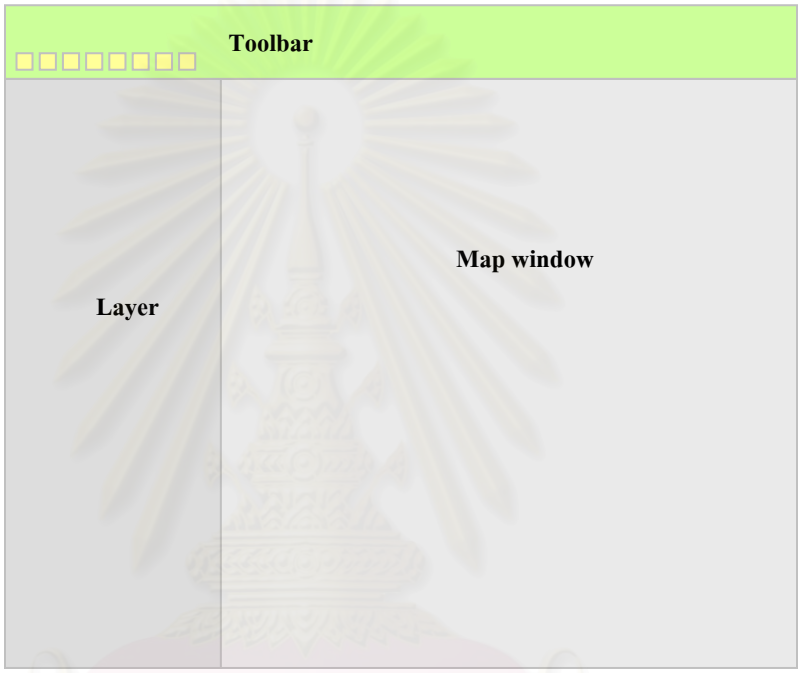
รูปที่ 3.9 แสดงการติดต่อระหว่าง Map file กับแหล่งข้อมูลด้วยโปรโตคอล WMS แบบ Cascade Server

3.3.5.3 การพัฒนาซอฟท์แวร์ OWS Client สำหรับใช้งานระบบ

ส่วนนี้เป็นขั้นตอนการพัฒนาซอฟท์แวร์ OWS Client สำหรับใช้งาน โดยซอฟท์แวร์จะทำงานบนเว็บบราว์เซอร์ในลักษณะของ Thin Client ซอฟท์แวร์ถูกออกแบบให้เป็นตัวกลางในการติดต่อระหว่างผู้ใช้กับระบบ ผู้ใช้สามารถเข้าถึงข้อมูลปริภูมิจากระบบ Open Geospatial Web Service ผ่านซอฟท์แวร์ OWS Client ทำให้ผู้ใช้ได้รับสะดวกในการใช้งาน ซอฟท์แวร์ OWS Client จะถูกพัฒนาขึ้นโดยใช้เทคโนโลยี AJAX (Asynchronous JavaScript and XML) ในการติดต่อรับส่งข้อมูลระหว่างแม่ข่ายกับลูกข่าย ซึ่งขั้นตอนในการพัฒนาซอฟท์แวร์จะประกอบด้วยขั้นตอนหลัก 2 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.3.5.3.1 การออกแบบส่วนโต้ตอบกับผู้ใช้ (Graphic User Interface Design)

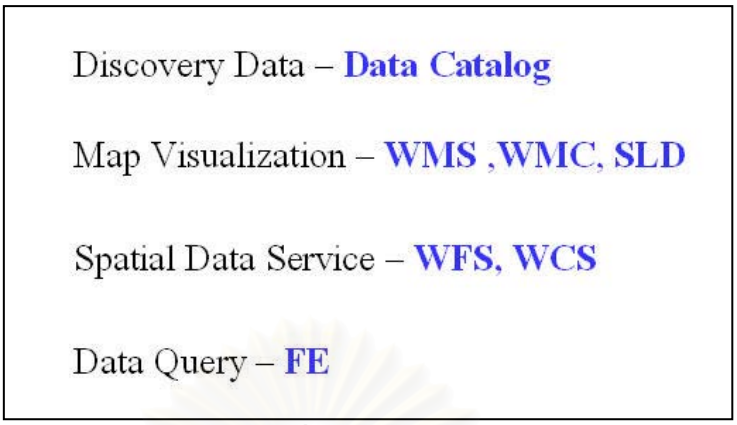
การออกแบบส่วนโต้ตอบกับผู้ใช้ผู้วิจัยมุ่งเน้นไปที่ความเรียบง่าย สะดวกในการใช้งาน ซึ่งผู้ใช้ทั่วไปที่ไม่เคยทำงานทางด้านระบบสารสนเทศปริภูมิมาก่อนก็สามารถใช้งานได้ ส่วนโต้ตอบกับผู้ใช้ถูกสร้างขึ้นด้วยภาษา HTML โดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วนใหญ่ ได้แก่ ส่วนแสดงผลแผนที่, แถบเครื่องมือและส่วนควบคุมชั้นข้อมูลแผนที่



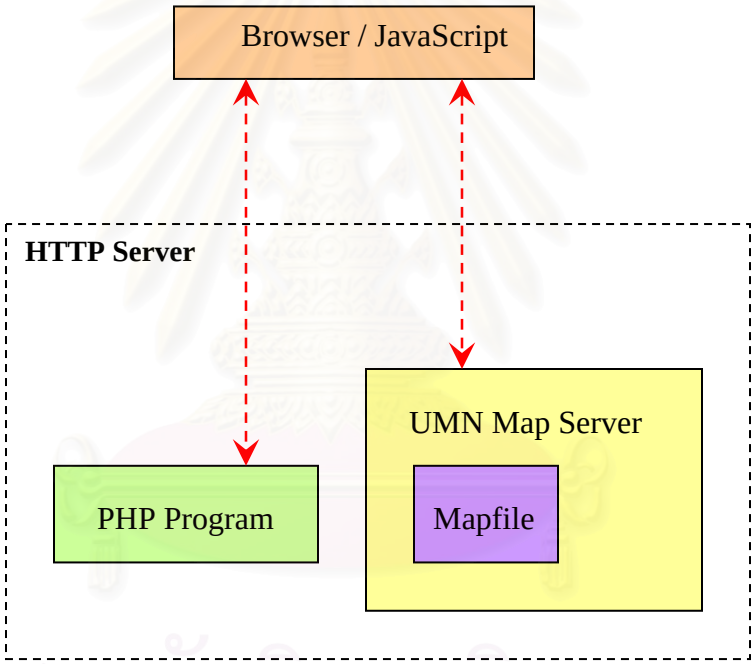
รูปที่ 3.10 แสดงโครงสร้างการออกแบบส่วนโต้ตอบผู้ใช้ (User Interface) ของโปรแกรม OWS Client

3.3.5.3.2 การสร้างฟังก์ชันการทำงาน

ขั้นตอนนี้เป็นการเขียนโปรแกรมเพื่อใช้ในการทำงานของซอฟท์แวร์ OWS Client โดยใช้เทคโนโลยี AJAX และ PHP ในการพัฒนา ซอฟท์แวร์จะถูกออกแบบให้สามารถทำงานได้กับเว็บบราว์เซอร์ทุกชนิด ซึ่งมีฟังก์ชันการทำงานหลักได้แก่ ฟังก์ชันค้นหาชั้นข้อมูลปริภูมิ (Data Catalog), ฟังก์ชันแสดงผลแผนที่ (Map Visualization), ฟังก์ชันสืบค้นข้อมูล (Data Query), ฟังก์ชันบริการข้อมูลปริภูมิ (Spatial Data Service)



รูปที่ 3.11 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างฟังก์ชั่นของ OWS Client กับโปรโตคอลมาตรฐานของ OGC



ภาพที่ 3.12 แสดงโครงสร้างการติดต่อกับแม่ข่ายของ ซอฟท์แวร์ OWS Client

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.3.5.3.2.1 ฟังก์ชันการค้นหาชั้นข้อมูลปริภูมิ (Data Catalog)

ฟังก์ชันการค้นหาชั้นข้อมูลปริภูมิเป็นระบบงานที่ใช้สำหรับการค้นหาชั้นข้อมูลปริภูมิที่มีให้บริการอยู่บนแม่ข่ายแผนที่ โดยผู้ใช้สามารถกำหนดคำสำคัญและขอบเขตในการค้นหาได้จากหน้าจอแผนที่ ผลลัพธ์จากการค้นหาจะเป็นรายละเอียดของชั้นข้อมูลปริภูมิที่ตรงตามเงื่อนไขที่กำหนด ผู้ใช้สามารถเรียกดูชั้นข้อมูลและสามารถเข้าถึง Metadata ของชั้นข้อมูลปริภูมิได้ทันที ขั้นตอนการทำงานแสดงภาคผนวก ค-1

3.3.5.3.2.2 ฟังก์ชันแสดงผลแผนที่ (Map Visualization)

ฟังก์ชันแสดงผลแผนที่เป็นระบบงานย่อยที่จัดการเกี่ยวกับการแสดงผลข้อมูลแผนที่ผ่านทางหน้าจอของโปรแกรม การทำงานในฟังก์ชันแสดงผลแผนที่จะทำงานอยู่บนโปรโตคอล Web Map Service (WMS) ซึ่งจะมีการแสดงผลข้อมูลแผนที่และข้อมูลเชิงบรรยาย ผู้ใช้สามารถเรียกชั้นข้อมูลแผนที่จากแม่ข่ายแผนที่ต่างๆ มาซ้อนทับและวิเคราะห์ร่วมกันได้ นอกจากนี้ยังใช้โปรโตคอล SLD ช่วยในการกำหนดรูปแบบการแสดงผลของแผนที่ โดยขั้นตอนการทำงานแสดงภาคผนวก ค-2

3.3.5.3.2.3 ฟังก์ชันบริการข้อมูลปริภูมิ (Spatial Data Service)

ฟังก์ชันบริการข้อมูลปริภูมิเป็นระบบงานที่พัฒนาขึ้นเพื่อสนับสนุนการดาว์โหลดข้อมูลปริภูมิจากแม่ข่ายข้อมูล เพื่อนำข้อมูลปริภูมิมาใช้ในการวิเคราะห์หรือประมวลผลขั้นสูงต่อไป การทำงานในฟังก์ชันดาว์โหลดข้อมูลปริภูมิจะทำงานอยู่บนโปรโตคอล Web Feature Service (WFS) สำหรับข้อมูลเวกเตอร์ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จะอยู่ในรูปแบบ GML และโปรโตคอล Web Coverage Service (WCS) สำหรับข้อมูลราสเตอร์ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จะอยู่ในรูปแบบ Geotif และ jp2 นอกจากนี้ยังมีโปรโตคอล Filter Encoding (FE) ที่ใช้ในการเลือกหรือค้นหาข้อมูลเฉพาะที่ต้องการดาว์โหลดได้ โดยขั้นตอนการทำงานแสดงภาคผนวก ค-3

3.3.5.3.2.4 ฟังก์ชันสืบค้นข้อมูล (Data Query)

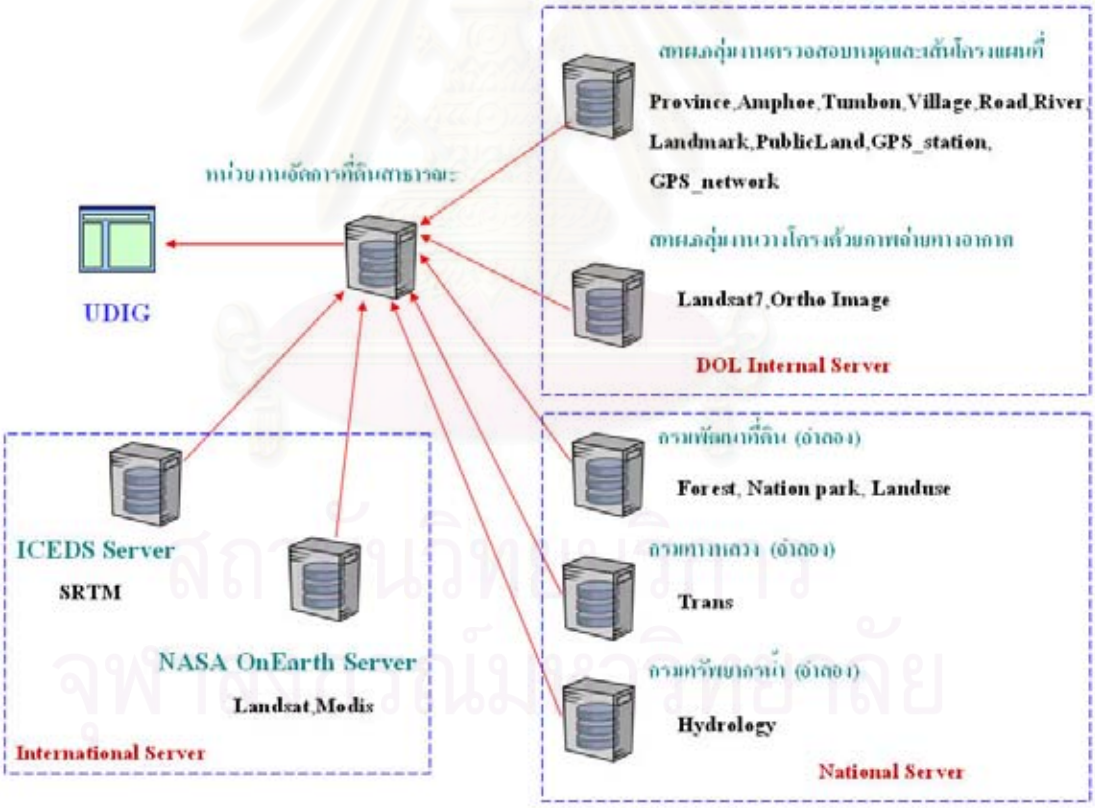
ฟังก์ชันสืบค้นข้อมูลเป็นระบบงานที่พัฒนาขึ้นสำหรับการสืบค้นข้อมูลตามเงื่อนไขที่ผู้ใช้ต้องการจากแม่ข่ายแผนที่ต่างๆ โดยผู้ใช้สามารถกำหนดเงื่อนไขในการค้นหาได้ทั้งแบบการสืบค้นเชิงพื้นที่และแบบการสืบค้นจากข้อมูลเชิงบรรยาย การสืบค้นอาศัยโปรโตคอลของ WFS ในการรับส่งข้อมูลและใช้ Filter encoding (FE) ในการกำหนดเงื่อนไขในการสืบค้น ผลลัพธ์ที่ได้จะอยู่ในรูปแบบ GML โปรแกรมจะสามารถจัดการแสดงผลให้อยู่ในรูปแบบของตาราง โดยขั้นตอนการทำงานแสดงภาคผนวก ค-4

3.3.6 การทดสอบระบบ

การทดสอบการทำงานของระบบ Open Geospatial Web Service ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนได้แก่ ทดสอบการทำงานทั่วไปของระบบ, ทดสอบความสามารถในการทำงานแบบ interoperability และทดสอบและประเมินความพึงพอใจการใช้งานระบบ

ขั้นตอนที่ 1 ทดสอบการทำงานของระบบโดยใช้โปรแกรม GIS ที่มีฟังก์ชันการทำงานตามมาตรฐานของ OGC โดยผู้วิจัยเลือกใช้โปรแกรม UDIG (User friendly Desktop Internet GIS) ในการทดสอบ

ขั้นตอนที่ 2 ทดสอบการทำงานแบบ interoperability โดยทำการต่อเชื่อมระบบที่ออกแบบไว้กับแม่ข่ายที่จำลองแทนแม่ข่ายแผนที่จากองค์กรหรือหน่วยงานต่างๆ โดยแต่ละหน่วยงานจะใช้ซอฟท์แวร์แม่ข่ายแผนที่ต่างชนิดกันซึ่งทำงานบนข้อกำหนดมาตรฐานของ OGC และใช้โปรแกรม UDIG (User friendly Desktop Internet GIS) ในการทดสอบการทำงาน



ภาพที่ 3.13 แสดงรูปแบบของการเชื่อมโยงแม่ข่ายแผนที่แบบ Cascading Server เพื่อทดสอบการทำงานแบบ Interoperability

บทที่ 4

ผลการศึกษา

ผลการศึกษาของงานวิจัยจะประกอบด้วย 3 ส่วนหลักได้แก่ ส่วนแรกเกี่ยวกับการศึกษาการทำงานของข้อกำหนดมาตรฐานของ Open Geospatial Consortium (OGC) ส่วนที่สองเกี่ยวข้องกับการศึกษาขีดความสามารถและข้อจำกัดของสถาปัตยกรรมการเชื่อมต่อแม่ข่ายแผนที่ที่ทำงานร่วมกันแบบ Interoperability ส่วนที่สามเกี่ยวกับการพัฒนาระบบสารสนเทศปริภูมิที่ให้บริการข้อมูลปริภูมิและการทดลองใช้งาน

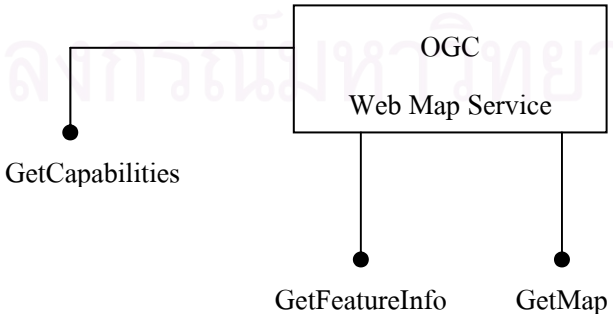
4.1 ผลการศึกษาการทำงานของข้อกำหนดมาตรฐาน Open Geospatial Consortium

จากการศึกษาข้อกำหนดมาตรฐานของ Open Geospatial Consortium (OGC) ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ Open Geospatial Web service ประกอบด้วย Web Map Service Version 1.3.0, Web Feature Service Version 1.1.0, Web Coverage Service Version 1.0.0, Style Layer Descriptor Version 1.0.0, Filter Encoding Version 1.1.0, Web Map Context Version 1.1.0 ซึ่งมีรายละเอียดต่างๆดังต่อไปนี้

4.1.1 Web Map Service (WMS)

4.1.1.1 ความสำคัญ

Web Map Service เป็นข้อกำหนดมาตรฐานที่ใช้ในการผลิตแผนที่จากข้อมูลปริภูมิเพื่อบริการผู้ใช้ โดยผู้ใช้สามารถเรียกข้อมูลแผนที่จากหลายๆแหล่งมาซ้อนทับกันได้ นอกจากนี้ยังรวมไปถึงการบริการข้อมูลเชิงบรรยายที่สัมพันธ์เชิงตำแหน่งกับข้อมูลปริภูมิ แม่ข่าย Web Map Service (WMS) จะทำการสร้างภาพบิตแมป (bitmap) จากข้อมูลปริภูมิและทำการส่งภาพบิตแมปมายังผู้ใช้ที่อยู่ทางฝั่งลูกข่าย โดยรูปแบบของภาพบิตแมปได้แก่ PNG, GIF, JPEG หรืออาจจะอยู่ในรูปของเวกเตอร์ เช่น SVG



รูปที่ 4.1 แสดงส่วนประกอบของ OGC Web Map Service

การทำงานของ Web Map Service สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มได้แก่ Basic Web Map Service (Basic WMS) และ Queryable Web Map Service (Queryable WMS)

1. Basic WMS เป็นรูปแบบการทำงานในลักษณะการบริการข้อมูลแผนที่ โดยประกอบด้วยฟังก์ชันการทำงานได้แก่ GetCapability และ GetMap

2. Queryable WMS เป็นรูปแบบการทำงานในลักษณะการบริการข้อมูลแผนที่ และข้อมูลเชิงบรรยาย กล่าวคือผู้ใช้สามารถเรียกดูแผนที่จากแม่ข่ายต่างๆและสามารถทำการสืบค้นข้อมูลเชิงบรรยายเฉพาะตำแหน่งบนแผนที่ได้ โดยประกอบด้วยฟังก์ชันการทำงานพื้นฐานเช่นเดียวกับ Basic WMS แต่จะเพิ่มฟังก์ชันการทำงานสำหรับสืบค้นข้อมูลเชิงบรรยาย คือ GetFeatureInfo

4.1.1.2 Operation

Web Map Service จะประกอบด้วย 3 Operation ได้แก่ GetCapabilities, GetMap, GetFeatureInfo ซึ่งในแต่ละ Operation ก็มีพารามิเตอร์ที่แตกต่างกันไป แต่สำหรับการร้องขอรับบริการในทุก Operation จะต้องเริ่มต้นด้วยพารามิเตอร์พื้นฐานของ Web Map Service ดังต่อไปนี้

1. Server Address : เป็นการระบุ URL ที่ใช้ในการอ้างอิงถึง Service-Instance

2. Version : พารามิเตอร์ที่ใช้ในการระบุหมายเลขรุ่นของโปรโตคอล ปัจจุบัน Web Map Service (WMS) เวอร์ชั่น 1.3.0

3. Service : ประเภทของการขอรับบริการ ซึ่งในที่นี้ก็คือ WMS

4. Request : พารามิเตอร์ที่ใช้ระบุชนิดของ Operation ในการทำงาน

5. Format : เป็นพารามิเตอร์ที่ใช้ระบุชนิดของรูปแบบผลลัพธ์ที่จะได้รับกลับมาจากการทำงานของแต่ละ Operation

6. Exceptions : พารามิเตอร์ที่ใช้ในการบอกรูปแบบในการรายงานความผิดพลาดจากแม่ข่ายมายังลูกข่าย

7. Additional Parameter : กลุ่มของพารามิเตอร์เพิ่มเติมอื่นๆ ที่ช่วยทำให้คำสั่งในการร้องขอมีความชัดเจนสมบูรณ์และได้ผลลัพธ์ตรงตามความต้องการมากยิ่งขึ้น ซึ่งอาจจะกำหนดพารามิเตอร์กลุ่มนี้หรือไม่ก็ได้

4.1.1.2.1 GetCapabilities

GetCapabilities เป็น Operation ที่ใช้เพื่อขอรับรายละเอียดเกี่ยวกับการให้บริการข้อมูลแผนที่และข้อมูลเชิงบรรยาย ผ่านโปรโตคอล WMS โดยผลลัพธ์ที่ได้จากการร้องขอแบบ GetCapabilities จะได้เป็นเอกสาร XML ซึ่งแสดงข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับการให้บริการของ Service Instance ตลอดจนรายละเอียดของชั้นข้อมูลปริภูมิที่ให้บริการ

4.1.1.2.1.1 GetCapabilities Request

ชุดคำสั่งในการร้องขอรับบริการแบบ GetCapabilities จะมีรายละเอียดของพารามิเตอร์ต่างๆดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงรายละเอียดของ GetCapabilities Request

URL Component	Optional/Mandatory (O/M)	Description
http://Server_address/path/script	M	ที่อยู่ของแม่ข่ายที่ให้บริการ
VERSION =1.3.0	M	หมายเลขรุ่นของโปรโตคอล
SERVICE =WMS	M	ชนิดของโปรโตคอล คือ WMS
REQUEST =GetCapabilities	M	ชนิดการร้องขอรับบริการ
FORMAT=MIME_type	O	รูปแบบผลลัพธ์ของเอกสารค่าปกติจะเป็น xml
UPDATESEQUENCE =string	O	ค่าสำหรับการควบคุมแคช (cache control)

4.1.1.2.1.2 บทบาทคำร้องขอ (Request) ในการทำงานแบบ Interoperability

จากชุดคำสั่งในการร้องขอรับบริการ GetCapabilities นั้นมีพารามิเตอร์ที่สำคัญซึ่งมีบทบาทเกี่ยวข้องกับการทำงานแบบ Interoperability ก็คือพารามิเตอร์ FORMAT ซึ่งการเป็นการกำหนดชนิดของรูปแบบของเอกสาร Capabilities ที่แม่ข่ายจะส่งกับมายังลูกข่าย การกำหนดชนิดของ FORMAT จะขึ้นอยู่กับโปรแกรมบนฝั่งลูกข่าย โดยทั่วไปนิยมอยู่ในรูปแบบของเอกสาร XML และแบบเอกสาร Text ธรรมดา นอกจากนี้ในส่วนของพารามิเตอร์ UPDATESEQUENCE เป็นพารามิเตอร์ที่ช่วยลดการกระบวนการทำงานของแม่ข่ายในกรณีที่ลูกข่ายมีการร้องขอรับบริการ GetCapabilities มาแล้วโดยค่าที่ต้องระบุสำหรับพารามิเตอร์นี้คือค่าของหมายเลขช่วงเวลาการติดต่อ(Sequence number)หรือรหัสของการติดต่อ(String of cache control)

ตัวอย่างชุดคำสั่งในการร้องขอรับบริการ GetCapabilities ในรูปแบบ keyword value pair (KVP) ได้แก่

http://127.0.0.1/cgi-bin/ows.cgi?VERSION=1.3.0&SERVICE=WMS&REQUEST=GETCAPABILITIES

4.1.1.2.1.3 GetCapabilities Response

GetCapabilities Response เป็นผลลัพธ์ที่ได้จากการร้องขอรับบริการ GetCapabilities ซึ่งแม่ข่ายจะส่งกลับมายังฝั่งลูกข่ายในรูปแบบเอกสาร XML ซึ่งจะประกอบด้วยส่วนต่างๆดังนี้

1. Name and Titles

เป็นส่วนการแสดงชื่อและหัวข้อของเอกสาร สำหรับระบุประเภทชนิดของเอกสาร

2. General service metadata

เป็นส่วนแรกของเอกสารที่ระบุรายละเอียดต่างๆของผู้บริการข้อมูล โดยเริ่มต้นจาก <Service> ซึ่งจะประกอบด้วยส่วนประกอบย่อยดังนี้

2.1 Name : ชื่อของผู้ให้บริการข้อมูล

2.2 Title : หัวข้อของการให้บริการ

2.3 Online Resource : URL ที่ใช้ในการขอรับบริการ

2.4 keywords : คำเฉพาะที่ใช้ในการอ้างถึงแม่ข่ายที่ให้บริการข้อมูลสำหรับค้นหาแหล่งข้อมูลด้วย Catalog Searching ซึ่งสามารถกำหนดคำเฉพาะได้มากกว่า 1 คำ

2.5 Contact Information : รายละเอียดข้อมูลสำหรับการติดต่อผู้ให้บริการ ที่ตั้งแหล่งผลิตข้อมูล รวมไปถึงชื่อของผู้ดูแลรับผิดชอบแหล่งข้อมูลปริภูมิ

2.6 Fees : อัตราค่าธรรมเนียมในการบริการข้อมูลปริภูมิ

3. Capability metadata

เป็นส่วนที่ระบุรายละเอียดของลักษณะการบริการข้อมูลสำหรับ Operation ต่างๆของแม่ข่าย นอกจากนี้ยังระบุรายละเอียดรูปแบบการกระจายข้อมูล (Distributed Computing Platforms) คือ HTTP อีกด้วย โดยเริ่มต้นจาก <Capability>

4. Layer & Style

เป็นส่วนที่แสดงรายละเอียดของชั้นข้อมูลต่างๆที่ให้บริการ รวมถึงรูปแบบของการแสดงผล ส่วนของ Layer นี้สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วนได้แก่

4.1 Layer properties

แสดงคุณสมบัติต่างๆของชั้นข้อมูลที่ให้บริการ โดยจะประกอบด้วยส่วนประกอบย่อยดังนี้

4.1.1 Title : ชื่อสามัญที่เข้าใจได้ง่าย

4.1.2 Name : ชื่อหรือชุดของอักษรที่ใช้อ้างอิงชั้นข้อมูล

4.1.3 Abstract : ข้อความอธิบายรายละเอียดของชั้นข้อมูล

4.1.4 Style : รายละเอียดของสัญลักษณ์ของชั้นข้อมูล

4.1.5 CRS : ระบบพิกัดอ้างอิงของชั้นข้อมูล

4.1.6 BoundingBox : กรอบพิกัดภูมิศาสตร์ของชั้นข้อมูล

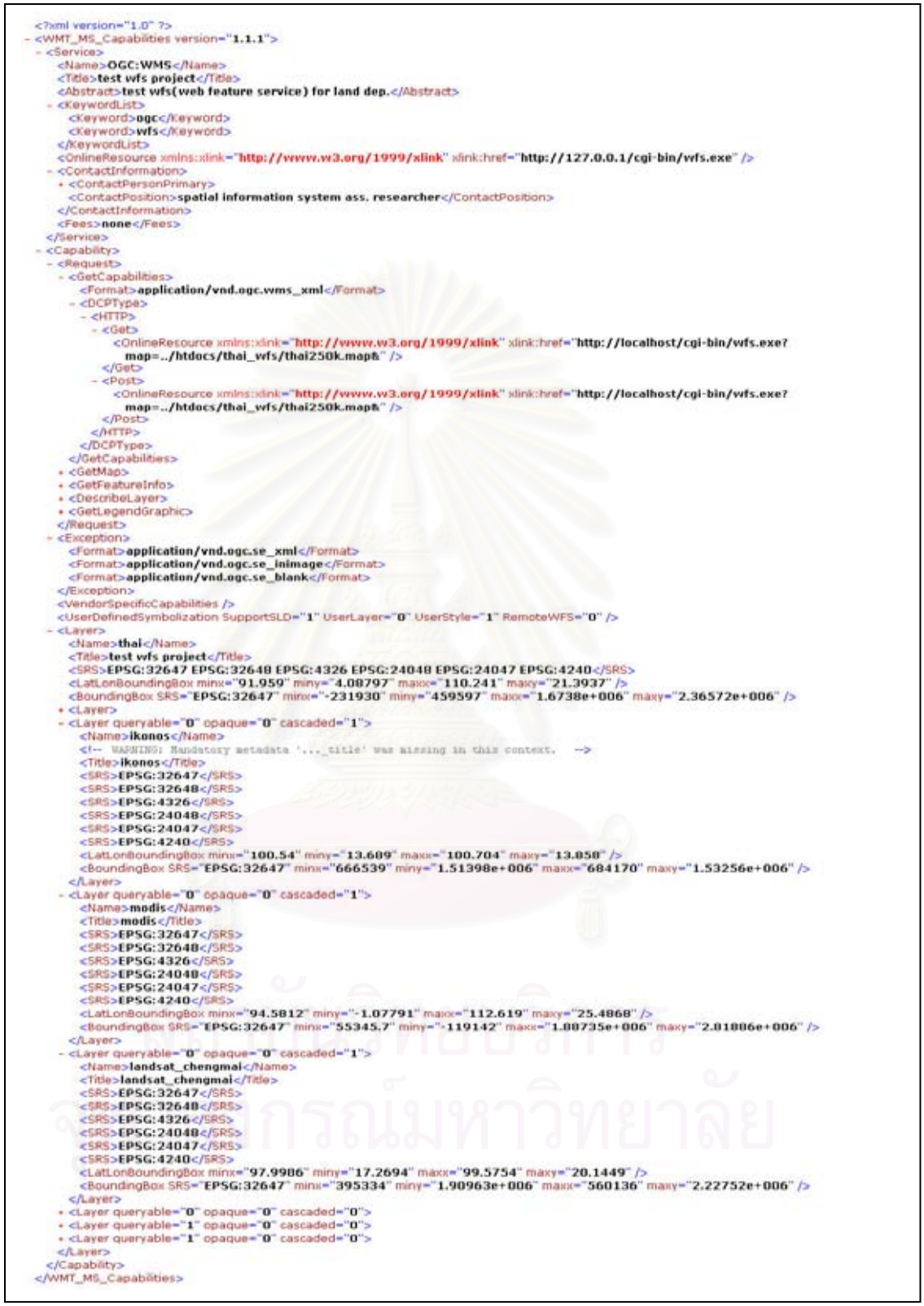
4.1.7 Metadata URL : URL ที่ใช้เข้าถึง metadata ของชั้นข้อมูลที่แม่ข่ายแผนที่สร้างไว้

4.2 Layer attributes

เป็นชุดพารามิเตอร์ที่บรรจุอยู่ใน <Layer> ของเอกสาร xml โดยใช้บรรยายคุณลักษณะของชั้นข้อมูลซึ่งมีรายละเอียดตามตาราง

ตารางที่ 4.2 แสดงรายละเอียดของ Layer Attribute

Attribute	Allowed Values	Meaning (0 คือค่าปกติ)
queryable	0, false, 1, true	0, false: ชั้นข้อมูลไม่สามารถสืบค้นได้ 1, true: ชั้นข้อมูลสามารถสืบค้นได้
cascaded	0, positive integer	0: ไม่สนับสนุนการทำงานแบบ Cascading Server 1: สนับการทำงานแบบ Cascading Server สามารถส่งข้อมูลซ้ำได้ทุกๆ n เวลา
opaque	0, false, 1, true	0, false: ชั้นข้อมูลสามารถกำหนดแบบโปร่งแสง 1, true: ชั้นข้อมูลแสดงผลแบบทึบแสง
noSubsets	0, false, 1, true	0, false: ชั้นข้อมูลสามารถแบ่งกรอบพิกัดภูมิศาสตร์
fixedWidth	0, positive integer	n: WMS แบบผู้ใช้กำหนดความสูงของแผนที่เองได้
fixedHeight	0, positive integer	n: WMS แบบผู้ใช้กำหนดความสูงของแผนที่เองได้



```
<?xml version="1.0" ?>
- <WMT_MS_Capabilities version="1.1.1">
  - <Service>
      <Name>OGC:WMS</Name>
      <Title>test wfs project</Title>
      <Abstract>test wfs(web feature service) for land dep.</Abstract>
    - <KeywordList>
        <Keyword>ogc</Keyword>
        <Keyword>wfs</Keyword>
      </KeywordList>
      <OnlineResource xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink" xlink:href="http://127.0.0.1/cgi-bin/wfs.exe" />
    - <ContactInformation>
      + <ContactPersonPrimary>
        <ContactPosition>spatial information system ass. researcher</ContactPosition>
      </ContactInformation>
      <Fees>none</Fees>
    </Service>
  - <Capability>
    - <Request>
      - <GetCapabilities>
          <Format>application/vnd.ogc.wms_xml</Format>
        - <DCPType>
          - <HTTP>
            - <Get>
                <OnlineResource xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink" xlink:href="http://localhost/cgi-bin/wfs.exe?
                  map=../htdocs/thai_wfs/thai250k.map&" />
              </Get>
            - <Post>
                <OnlineResource xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink" xlink:href="http://localhost/cgi-bin/wfs.exe?
                  map=../htdocs/thai_wfs/thai250k.map&" />
              </Post>
            </HTTP>
          </DCPType>
        </GetCapabilities>
      + <GetMap>
      + <GetFeatureInfo>
      + <DescribeLayer>
      + <GetLegendGraphic>
      </Request>
    - <Exception>
        <Format>application/vnd.ogc.se_xml</Format>
        <Format>application/vnd.ogc.se_inimage</Format>
        <Format>application/vnd.ogc.se_blank</Format>
      </Exception>
      <VendorSpecificCapabilities />
      <UserDefinedSymbolization SupportSLD="1" UserLayer="0" UserStyle="1" RemoteWFS="0" />
    - <Layer>
        <Name>thai</Name>
        <Title>test wfs project</Title>
        <SRS>EPSG:32647 EPSG:32648 EPSG:4326 EPSG:24048 EPSG:24047 EPSG:4240</SRS>
        <LatLonBoundingBox minx="91.959" miny="4.08797" maxx="110.241" maxy="21.3937" />
        <BoundingBox SRS="EPSG:32647" minx="-231930" miny="459597" maxx="1.6738e+006" maxy="2.36572e+006" />
      + <Layer>
      - <Layer queryable="0" opaque="0" cascaded="1">
          <Name>ikonos</Name>
          <!-- WARNING: Mandatory metadata '..._title' was missing in this context. -->
          <Title>ikonos</Title>
          <SRS>EPSG:32647</SRS>
          <SRS>EPSG:32648</SRS>
          <SRS>EPSG:4326</SRS>
          <SRS>EPSG:24048</SRS>
          <SRS>EPSG:24047</SRS>
          <SRS>EPSG:4240</SRS>
          <LatLonBoundingBox minx="100.54" miny="13.689" maxx="100.704" maxy="13.858" />
          <BoundingBox SRS="EPSG:32647" minx="666539" miny="1.51398e+006" maxx="684170" maxy="1.53256e+006" />
        </Layer>
      - <Layer queryable="0" opaque="0" cascaded="1">
          <Name>modis</Name>
          <Title>modis</Title>
          <SRS>EPSG:32647</SRS>
          <SRS>EPSG:32648</SRS>
          <SRS>EPSG:4326</SRS>
          <SRS>EPSG:24048</SRS>
          <SRS>EPSG:24047</SRS>
          <SRS>EPSG:4240</SRS>
          <LatLonBoundingBox minx="94.5812" miny="-1.07791" maxx="112.619" maxy="25.4868" />
          <BoundingBox SRS="EPSG:32647" minx="55345.7" miny="-119142" maxx="1.80735e+006" maxy="2.81886e+006" />
        </Layer>
      - <Layer queryable="0" opaque="0" cascaded="1">
          <Name>landsat_chengmai</Name>
          <Title>landsat_chengmai</Title>
          <SRS>EPSG:32647</SRS>
          <SRS>EPSG:32648</SRS>
          <SRS>EPSG:4326</SRS>
          <SRS>EPSG:24048</SRS>
          <SRS>EPSG:24047</SRS>
          <SRS>EPSG:4240</SRS>
          <LatLonBoundingBox minx="97.9986" miny="17.2694" maxx="99.5754" maxy="20.1449" />
          <BoundingBox SRS="EPSG:32647" minx="395334" miny="1.90963e+006" maxx="560136" maxy="2.22752e+006" />
        </Layer>
      + <Layer queryable="0" opaque="0" cascaded="0">
      + <Layer queryable="1" opaque="0" cascaded="0">
      + <Layer queryable="1" opaque="0" cascaded="0">
      </Layer>
    </Capability>
  </WMT_MS_Capabilities>
```


รูปที่ 4.2 แสดงตัวอย่าง GetCapabilities Response ในรูปแบบ XML

4.1.1.2.2 GetMap

GetMap เป็น Operation ที่ใช้สำหรับการขอรับบริการแผนที่ เมื่อผู้ใช้ทำการส่งคำสั่งขอรับบริการ แม่ข่ายจะทำการประมวลผลคำสั่งและผลิตข้อมูลแผนที่ตามพารามิเตอร์ที่ผู้ใช้ต้องการและทำการส่งแผนที่ที่เป็นภาพบิตแมป (bitmap) กลับมายังผู้ใช้

4.1.1.2.2.1 GetMap Request

ชุดคำสั่งที่ใช้สำหรับการร้องขอรับบริการแบบ GetMap ซึ่งจะมีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงรายละเอียดของค่าพารามิเตอร์สำหรับ GetMap

URL Component	Optional/Mandatory (O/M)	Description
http://Server_address/path/script	M	ที่อยู่ของแม่ข่ายที่ให้บริการ
VERSION =1.3.0	M	หมายเลขรุ่นของโปรโตคอล
SERVICE =WMS	M	ชนิดของโปรโตคอล คือ WMS
REQUEST = GetMap	M	ชนิดการร้องขอรับบริการ
LAYERS=layer_list	M	ชื่อชั้นข้อมูลที่ต้องการแสดงบนแผนที่
CRS =namespace: identifier	M	ระบบพิกัดอ้างอิง
BBOX = minx,miny,maxx,maxy	M	ขอบเขตพื้นที่ที่ใช้ในการร้องขอ
WIDTH=output_width	M	ขนาดความกว้างของแผนที่
HEIGHT=output_height	M	ขนาดความสูงของแผนที่
FORMAT	M	รูปแบบของแผนที่
TRANSPARENT =TRUE|FALSE	O	การกำหนดความโปร่งแสงของฉากหลังแผนที่
BGCOLOR=color_value	O	รหัสสีสำหรับค่าสีของฉากหลัง
EXCEPTIONS=exception_format	O	พารามิเตอร์ที่รายงานความผิดพลาด

4.1.1.2.2.2 บทบาทคำร้องขอ (Request)ในการทำงานแบบ Interoperability

การกำหนดค่าระบบพิกัดอ้างอิง(CRS) จะต้องเป็นค่าที่มีความสัมพันธ์กับขอบเขตพื้นที่ที่ใช้ในการร้องขอ (BBOX) โดยค่า CRS จะใช้ค่านิยามจาก European Survey Group (EPSG) ซึ่งเป็นมาตรฐานสากลของโลก แผนที่จะสามารถทำการซ้อนทับกันได้จะต้องอยู่บนระบบพิกัดอ้างอิงเดียวกัน สำหรับการซ้อนทับกันของข้อมูลแผนที่จากการร้องของรับบริการ GetMap ผู้ใช้จำเป็นต้องเลือกชนิดของผลลัพธ์ (Format) ที่สามารถกำหนดฉากหลังให้โปร่งแสงได้ เพื่อที่จะสามารถนำแผนที่มาทำการซ้อนทับกันได้ เช่น PNG, GIF เป็นต้น

ตัวอย่างการทำงานของ Operation GetMap โดยผู้ใช้จะทำการขอรับบริการแผนที่จากแหล่งข้อมูลด้วยพารามิเตอร์ดังต่อไปนี้

http://127.0.0.1/cgi-bin/mywms.exe?SERVICE=WMS&VERSION=1.3.0& REQUEST=GETMAP &LAYERS=LANDSAT,PROVINCE,HYDRO&WIDTH=765&HEIGHT=485&BBOX=-782344.7061855672,459596.999,2224215.706, 2365717 &CRS=EPSG:32647

นอกจากนี้ผู้ใช้ยังสามารถกำหนดรูปแบบการแสดงผลของชั้นข้อมูลด้วย Style Layer Descriptor (SLD) โดยสามารถกำหนดในลักษณะการกำหนดค่าด้วยเอกสาร XML ซึ่งจะกล่าวถึงรายละเอียดวิธีการสร้างในหัวข้อเรื่อง SLD ต่อไป

4.1.1.2.2.3 GetMap Response

ผลลัพธ์ที่ได้จากการร้องขอรับบริการ GetMap ผ่านโปรโตคอล Web Map Service คือข้อมูลแผนที่ที่อยู่ในรูปแบบของภาพบิตแมป ที่สามารถอ้างอิงค่าพิกัดภูมิศาสตร์ของโลกได้

รูปที่ 4.3 แสดงตัวอย่างผลลัพธ์ที่ได้จากการขอรับบริการ GetMap

4.1.1.2.3 GetFeatureInfo

GetFeatureInfo เป็น Operation ประเภทที่ไม่ใช้ข้อบังคับของ WMS กล่าวคือ อาจจะมีหรือไม่มีก็ได้ GetFeatureInfo ถูกออกแบบมาให้ผู้ใช้สามารถสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับฟีเจอร์ (Feature) บนแผนที่ได้ โดยผู้ใช้จะทำการส่งค่าพิกัดของตำแหน่งที่สนใจไปยังแม่ข่าย แม่ข่ายจะทำการประมวลผลและส่งข้อมูลเชิงบรรยายที่สัมพันธ์กับฟีเจอร์ ณ ตำแหน่งนั้นกลับมายังผู้ใช้

4.1.1.2.3.1 GetFeatureInfo Request

ชุดคำสั่งที่ใช้สำหรับการร้องขอรับบริการแบบ GetFeatureInfo ซึ่งจะมีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 แสดงรายละเอียดของค่าพารามิเตอร์สำหรับ GetFeatureInfo

URL Component	Optional/Mandatory (O/M)	Description
http://Server_address/path/script	M	ที่อยู่ของแม่ข่ายที่ให้บริการ
VERSION =1.3.0	M	หมายเลขรุ่นของโปรโตคอล
REQUEST = GetFeatureInfo	M	ชนิดการร้องขอรับบริการ
Map request part	M	คัดลอกพารามิเตอร์จาก GetMap
QUERY_LAYERS = layer_list	M	ชั้นข้อมูลที่ต้องการสืบค้น
INFO_FORMAT =output_format	M	รูปแบบของผลลัพธ์
FEATURE_COUNT=number	M	จำนวนฟีเจอร์ที่จะส่งข้อมูลกลับมา
I=pixel_column	M	พิกัด i ที่นับจากพิกเซล ของฟีเจอร์บนแผนที่
J=pixel_row	M	พิกัด j ที่นับจากพิกเซล ของฟีเจอร์บนแผนที่
EXCEPTIONS=exception_format	O	พารามิเตอร์ที่รายงานความผิดพลาด

4.1.1.2.3.2 บทบาทคำร้องขอ (Request) ในการทำงานแบบ Interoperability

การสืบค้นข้อมูลบนแผนที่ที่ต้องการด้วย GetFeatureInfo ผู้ร้องขอสามารถกำหนดพารามิเตอร์ Feature_count เพื่อเพิ่มความแน่นอนในการสืบค้น แม่ข่ายจะทำการแสดงผลลัพธ์จากฟีเจอร์รอบข้างบริเวณตำแหน่งที่ร้องขอตามจำนวนฟีเจอร์ที่ระบุ ตำแหน่งที่ผู้ใช้ร้องขอรับบริการข้อมูลจะสัมพันธ์กับขนาดของภาพแผนที่ที่ได้จากการรับบริการ GetMap

ตัวอย่างชุดคำสั่งในการร้องขอรับบริการ GetFeatureInfo ในรูปแบบ keyword value pair (KVP) ได้แก่

http://127.0.0.1/cgi-bin/opengis.exe?SERVICE=WMS &version=1.1.1&REQUEST=getFeatureInfo &LAYERS=province&WIDTH=765&HEIGHT=485&BBOX=-782344.706, 459596.999, 2224215.706,2365717&QUERY_LAYERS=province&x=333&y=122&TOL=1&INFO_FORMAT= gml&srs=EPSG:32647

4.1.1.2.3.3 GetFeatureInfo Response

แม่ข่ายจะทำการส่งข้อมูลเชิงบรรยายที่เป็นผลลัพธ์จากการร้องขอด้วย GetFeatureInfo มายังผู้ใช้โดยมีรูปแบบตามที่กำหนดในพารามิเตอร์ INFO_FORMAT ตัวอย่างเช่น INFO_FORMAT = GML ผลลัพธ์ที่ได้ก็อยู่ในรูปของ XML หรืออาจจะกำหนดเป็น HTML ก็ได้

รูปที่ 4.4 แสดงตัวอย่าง GetFeatureInfo Response ในรูปแบบ XML

4.1.2 Web Feature Service (WFS)

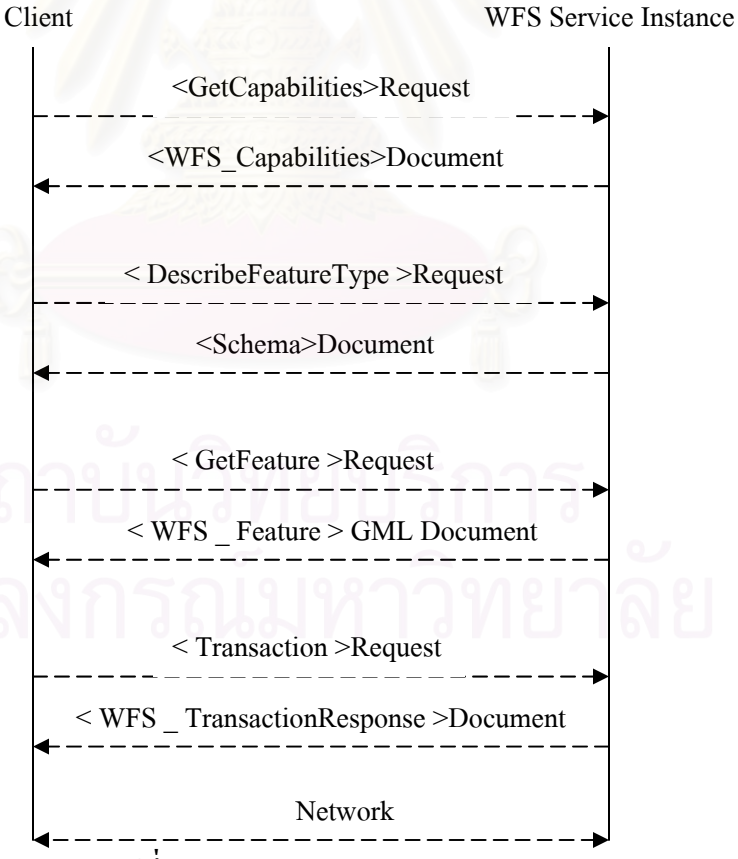
4.1.2.1 ความสำคัญ

Web Feature Service เป็นข้อกำหนดมาตรฐานที่ใช้ในการเข้าถึงข้อมูลปริภูมิชนิดเวกเตอร์จากผู้ให้บริการข้อมูล โดยผู้ใช้สามารถเข้าถึงข้อมูลด้วยการดาว์โหลดข้อมูลปริภูมิในรูปแบบเอกสาร XML ผ่านระบบอินเตอร์เน็ต

การทำงานของ Web Feature Service สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทได้แก่ Basic Web Feature Service (Basic WFS) และ Transaction Web Feature Service (Transaction WFS)

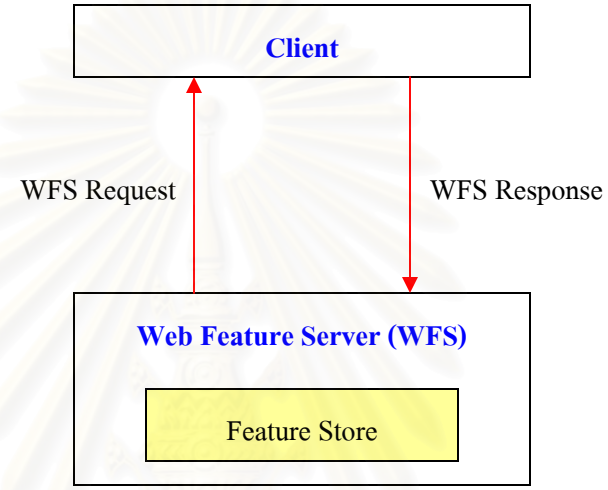
1. Basic WFS เป็นรูปแบบการทำงานในลักษณะการเข้าถึงข้อมูลปริภูมิแบบการอ่านข้อมูลเพียงอย่างเดียว (Read-Only) โดยประกอบด้วยฟังก์ชันการทำงานได้แก่ GetCapability, DescribeFeatureType และ GetFeature

2. Transaction WFS เป็นรูปแบบการทำงานในลักษณะการเข้าถึงข้อมูลปริภูมิแบบมีสิทธิในการแก้ไขเปลี่ยนแปลงข้อมูลได้ (Writeable) โดยประกอบด้วยฟังก์ชันการทำงานพื้นฐานเช่นเดียวกับ Basic WFS แต่จะเพิ่มฟังก์ชันสำหรับการจัดการข้อมูลคือ Transaction และ Lock Feature



รูปที่ 4.5 แสดงภาพ Protocol Diagram

สำหรับงานวิจัยนี้จะกล่าวถึงเฉพาะในส่วนของ Basic WFS เท่านั้น เนื่องจากระบบที่ออกแบบเน้นที่การเผยแพร่และการแลกเปลี่ยนข้อมูลปริภูมิ จึงไม่มีความจำเป็นที่จะต้องเข้าจัดการ หรือดำเนินการแก้ไขเปลี่ยนแปลงข้อมูลในส่วนของแม่ข่ายผู้ให้บริการข้อมูล การร้องขอรับบริการบนโปรโตคอล WFS นั้นสามารถทำการร้องขอได้ 2 วิธีคือการเข้ารหัสด้วยภาษา XML และการใช้ HTTP CGI โดยการเข้ารหัสแบบ keyword value pair (KVP)



รูปที่ 4.6 แสดงภาพการทำงานของ WFS

4.1.2.2 Operation

Basic WFS จะประกอบด้วย 3 Operation ได้แก่ GetCapability, Describe FeatureTypeและ GetFeature ซึ่งในแต่ละ Operation ก็มีพารามิเตอร์ที่แตกต่างกันไป แต่สำหรับการร้องขอรับบริการในทุก Operation จะต้องเริ่มต้นด้วยพารามิเตอร์พื้นฐานของ Web Feature Service ดังต่อไปนี้

1. Server Address : เป็นการระบุ URL ที่ใช้ในการอ้างอิงถึง Service-Instance
2. Version : พารามิเตอร์ที่ใช้ในการระบุหมายเลขรุ่นของโปรโตคอล
3. Service : ประเภทของการขอรับบริการ ซึ่งในที่นี้ก็คือ WFS
4. Request : พารามิเตอร์ที่ใช้ระบุชนิดของ Operation ในการทำงาน
5. Additional Parameter : กลุ่มของพารามิเตอร์เพิ่มเติมอื่นๆ ที่ช่วยทำให้คำสั่งในการร้องขอมีความชัดเจนสมบูรณ์และได้ผลลัพธ์ตรงตามความต้องการมากยิ่งขึ้น ซึ่งอาจจะกำหนดพารามิเตอร์กลุ่มนี้หรือไม่ก็ได้

6. Vendor-Specific Parameter : เป็นพารามิเตอร์เฉพาะของผู้ผลิตซอฟท์แวร์แต่ละค่าย ซึ่งอาจจะกำหนดพารามิเตอร์นี้หรือไม่ก็ได้

4.1.2.2.1 GetCapabilities

GetCapabilities เป็น Operation ที่ใช้เพื่อขอรับรายละเอียดข้อมูลปริภูมิและรายละเอียดของผู้ให้บริการข้อมูล (Service Provider) ของแม่ข่าย Web Feature Service เช่น ชนิดของฟีเจอร์ (Feature Type), รายละเอียดแหล่งข้อมูล, Metadata, ข้อกำหนดของการบริการข้อมูล เป็นต้น โดยผลลัพธ์ที่ได้จากการร้องขอแบบ GetCapabilities จะได้เป็นเอกสาร XML

4.1.2.2.1.1 GetCapabilities Request

ชุดคำสั่งในการร้องขอรับบริการแบบ GetCapabilities จะมีรายละเอียดของพารามิเตอร์ต่างๆดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 แสดงรายละเอียดของ GetCapabilities Request

URL Component	Optional/Mandatory (O/M)	Description
http://Server_address/path/script	M	ที่อยู่ของแม่ข่ายที่ให้บริการ
VERSION =1.1.0	M	หมายเลขรุ่นของโปรโตคอล
SERVICE =WFS	M	ชนิดของโปรโตคอล คือ WFS
REQUEST =GetCapabilities	M	ชนิดการร้องขอรับบริการ

ตัวอย่างชุดคำสั่งในการร้องขอรับบริการ GetCapabilities ในรูปแบบ keyword value pair (KVP) ได้แก่

http://127.0.0.1/cgi-bin/wfs.cgi?VERSION=1.0.0&SERVICE=WFS&REQUEST=GetCapabilities

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.1.2.2.1.2 GetCapabilities Response

GetCapabilities Response เป็นผลลัพธ์ที่ได้จากการร้องขอรับบริการ GetCapabilities ซึ่งแม่ข่ายจะส่งกลับมายังฝั่งลูกข่ายในรูปแบบเอกสาร XML ซึ่งจะประกอบด้วยส่วนต่างๆดังนี้

1. Service Identification section

เป็นส่วนที่แสดงรายละเอียดเกี่ยวกับการให้บริการข้อมูลปริภูมิ เพื่อที่จะทำให้ผู้ใช้ทราบถึงรายละเอียดการบริการข้อมูล โดยจะมีรายละเอียดต่างๆได้แก่ ชนิดของการให้บริการ(Service Type), คำสำคัญในการค้นหา (Keyword), อัตราค่าบริการ (Fees)

2. Service Provider section

เป็นส่วนที่แสดงรายละเอียดเกี่ยวกับผู้ให้บริการข้อมูล แหล่งข้อมูล และช่องทางหรือวิธีการติดต่อกับผู้บริการข้อมูล ทำให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงแหล่งข้อมูลได้โดยตรงและก่อให้เกิดความเชื่อมั่นในข้อมูลปริภูมินั้นๆ

3. Operation Metadata section

เป็นส่วนที่แสดงรายละเอียดและคำอธิบายเกี่ยวกับ Operation ที่มีให้บริการในโปรโตคอล WFS ซึ่งอาจจะแตกต่างกันไปขึ้นกับแม่ข่าย Web Feature Service

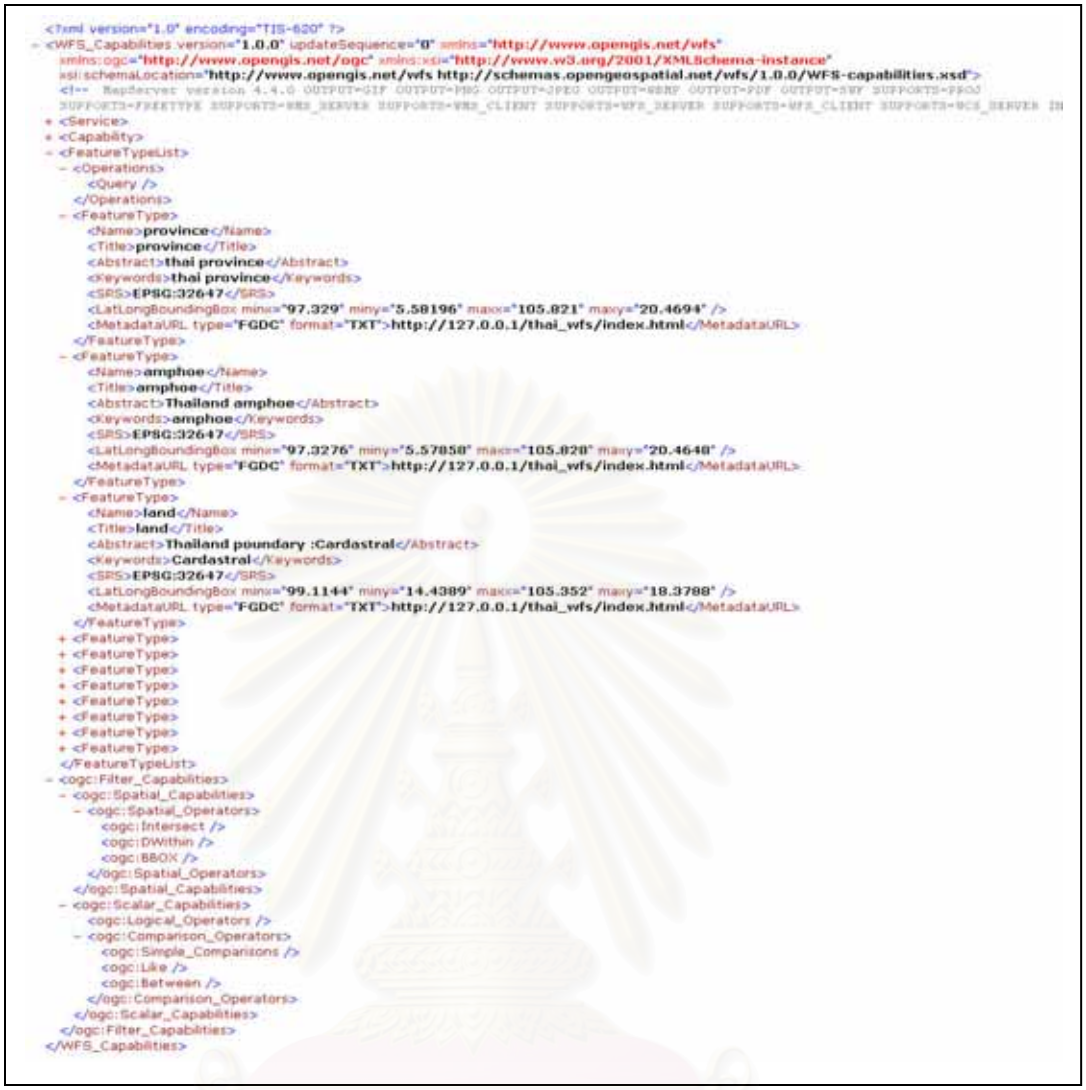
4. FeatureType list section

เป็นส่วนที่แสดงรายละเอียดของข้อมูลปริภูมิแต่ละชั้นข้อมูลบนแม่ข่าย Web Feature Service เช่น ขอบเขตของชั้นข้อมูล, ระบบพิกัดภูมิศาสตร์, Metadata เป็นต้น

5. Filter capabilities section

เป็นส่วนที่แสดงรายละเอียดของ Filter ที่ผู้ใช้สามารถใช้ในการสืบค้นข้อมูลบนโปรโตคอล WFS

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.7 แสดงตัวอย่าง GetCapabilities Response ในรูปแบบ XML

4.1.2.2.2 DescribeFeatureType

DescribeFeatureType เป็น Operation ที่ใช้สำหรับอธิบายภาพรวมโครงสร้างของชั้นข้อมูลปริภูมิที่ให้บริการ เช่น ชนิดข้อมูล, รายละเอียดของข้อมูลเชิงบรรยาย เป็นต้น โดยผลลัพธ์จากการร้องขอรับบริการจะอยู่ในรูปแบบเอกสาร XML ซึ่งจะช่วยให้ผู้ขอรับบริการสามารถเข้าใจโครงสร้างและลักษณะข้อมูลก่อนการดาว์โหลดข้อมูลปริภูมิไปใช้งาน

4.1.2.2.2.1 DescribeFeatureType Request

ชุดคำสั่งสำหรับการร้องขอรับบริการแบบ DescribeFeatureType ซึ่งจะมีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 แสดงรายละเอียดของ DescribeFeatureType Request

URL Component	Optional/Mandatory (O/M)	Description
http://Server_address/path/script	M	ที่อยู่ของแม่ข่ายที่ให้บริการ
VERSION =1.1.0	M	หมายเลขรุ่นของโปรโตคอล
SERVICE =WFS	M	ชนิดของโปรโตคอล คือ WFS
REQUEST = DescribeFeatureType	M	ชนิดการร้องขอรับบริการ
TYPENAME	O	รายชื่อของชั้นข้อมูลที่ต้องการ
OUTPUTFORMAT	O	ผลลัพธ์การร้องขอ(ค่าปกติเป็น XML)

4.1.2.2.2.2 บทบาทคำร้องขอ (Request) ในการทำงานแบบ Interoperability

การร้องขอรับบริการ Describe FeatureType สามารถช่วยให้ผู้ใช้ทราบถึงคุณลักษณะของข้อมูลฟีเจอร์ที่ให้บริการ ซึ่งโปรแกรมบนฝั่งลูกข่ายจะสามารถประมวลผลข้อมูลผลลัพธ์ตามที่ได้กำหนดไว้ในพารามิเตอร์ OUTPUTFORMAT ที่ตอบกลับมาจากแม่ข่ายและแสดงผลลัพธ์ให้ผู้ใช้ทราบได้

ตัวอย่างชุดคำสั่งในการร้องขอรับบริการ Describe FeatureType ในรูปแบบ keyword value pair (KVP) ได้แก่

http://127.0.0.1/cgi-bin/wfs.cgi?VERSION=1.1.0&SERVICE=WFS&REQUEST=DescribeFeatureType&TYPENAME=province

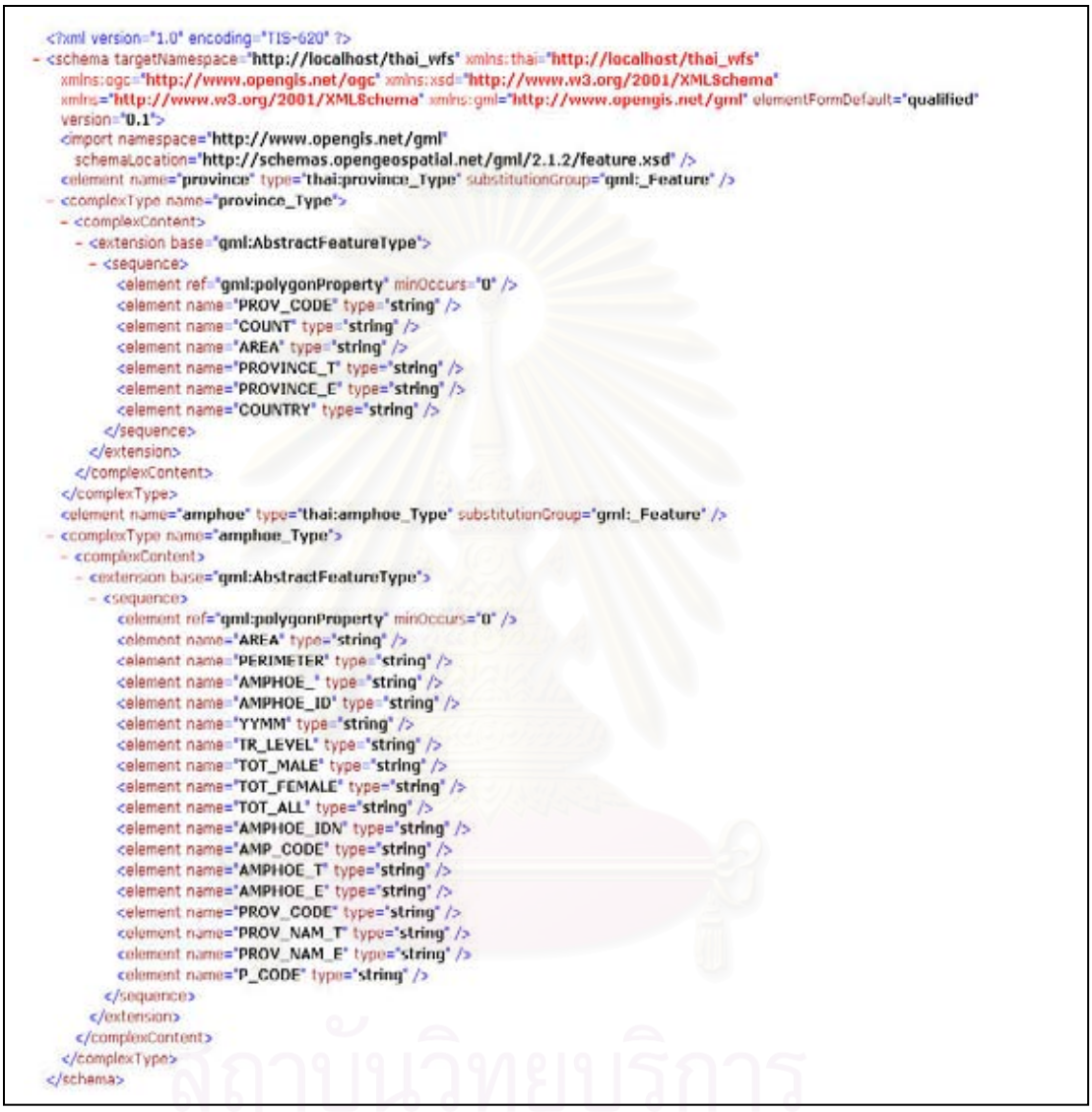
กรณีที่ต้องการร้องขอรับบริการ DescribeFeatureType ที่มากกว่า 1 ฟีเจอร์สามารถทำได้โดยการใช้เครื่องหมาย comma (,) คั่นชื่อของฟีเจอร์ในการกำหนดค่าพารามิเตอร์ TYPENAME

http://127.0.0.1/cgi-bin/wfs.cgi?VERSION=1.1.0&SERVICE=WFS&REQUEST=DescribeFeatureType&TYPENAME=province,road,train,landmark

4.1.2.2.2.3 DescribeFeatureType Response

DescribeFeatureType Response เป็นผลลัพธ์ที่ได้จากการร้องขอรับบริการ DescribeFeatureType ซึ่งแม่ข่ายจะส่งรายละเอียดโครงสร้างของข้อมูล (Schema) กลับมา

ยังฝั่งลูกข่ายในรูปแบบ XML Schema ทำให้ผู้ขอรับบริการทราบถึงโครงสร้างของข้อมูล โดยเฉพาะข้อมูลเชิงบรรยายที่สัมพันธ์กับข้อมูลปริภูมิ



```
<?xml version="1.0" encoding="TIS-620" ?>
- <schema targetNamespace="http://localhost/thai_wfs" xmlns:thai="http://localhost/thai_wfs"
  xmlns:ogc="http://www.opengis.net/ogc" xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  xmlns="http://www.w3.org/2001/XMLSchema" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml" elementFormDefault="qualified"
  version="0.1">
  <import namespace="http://www.opengis.net/gml"
    schemaLocation="http://schemas.opengeospatial.net/gml/2.1.2/feature.xsd" />
  <element name="province" type="thai:province_Type" substitutionGroup="gml:_Feature" />
  - <complexType name="province_Type">
    - <complexContent>
      - <extension base="gml:AbstractFeatureType">
        - <sequence>
            <element ref="gml:polygonProperty" minOccurs="0" />
            <element name="PROV_CODE" type="string" />
            <element name="COUNT" type="string" />
            <element name="AREA" type="string" />
            <element name="PROVINCE_T" type="string" />
            <element name="PROVINCE_E" type="string" />
            <element name="COUNTRY" type="string" />
          </sequence>
        </extension>
      </complexContent>
    </complexType>
    <element name="amphoe" type="thai:amphoe_Type" substitutionGroup="gml:_Feature" />
  - <complexType name="amphoe_Type">
    - <complexContent>
      - <extension base="gml:AbstractFeatureType">
        - <sequence>
            <element ref="gml:polygonProperty" minOccurs="0" />
            <element name="AREA" type="string" />
            <element name="PERIMETER" type="string" />
            <element name="AMPHOE_" type="string" />
            <element name="AMPHOE_ID" type="string" />
            <element name="YYMM" type="string" />
            <element name="TR_LEVEL" type="string" />
            <element name="TOT_MALE" type="string" />
            <element name="TOT_FEMALE" type="string" />
            <element name="TOT_ALL" type="string" />
            <element name="AMPHOE_IDN" type="string" />
            <element name="AMP_CODE" type="string" />
            <element name="AMPHOE_T" type="string" />
            <element name="AMPHOE_E" type="string" />
            <element name="PROV_CODE" type="string" />
            <element name="PROV_NAM_T" type="string" />
            <element name="PROV_NAM_E" type="string" />
            <element name="P_CODE" type="string" />
          </sequence>
        </extension>
      </complexContent>
    </complexType>
  </schema>
```

รูปที่ 4.8 แสดงตัวอย่าง DescribeFeatureType Response ในรูปแบบ XML

4.1.2.2.3 GetFeature

GetFeature เป็น Operation ที่ใช้สำหรับการขอรับบริการดาว์โหลดข้อมูลปริภูมิประเภทเวกเตอร์ผ่าน http protocol เมื่อผู้ใช้ทราบถึงข้อมูลรายละเอียดต่างๆของข้อมูลปริภูมิ ผู้ใช้จะทำการร้องขอฟีเจอร์ที่ต้องการจากแม่ข่าย Web Feature Service โดยผลลัพธ์ที่ได้จะอยู่ในรูปของ GML

4.1.2.2.3.1 GetFeature Request

ชุดคำสั่งที่ใช้สำหรับการร้องขอรับบริการแบบ GetFeature ซึ่งจะมีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 แสดงรายละเอียดของ GetFeature Request

URL Component	Optional/Mandatory (O/M)	Description
http://Server_address/path/script	M	ที่อยู่ของแม่ข่ายที่ให้บริการ
VERSION =1.1.0	M	หมายเลขรุ่นของโปรโตคอล
SERVICE =WFS	M	ชนิดของโปรโตคอล คือ WFS
REQUEST = GetFeature	M	ชนิดการร้องขอรับบริการ
OUTPUTFORMAT	O	ผลลัพธ์การร้องขอ(ค่าปกติคือGML 3)
PROPERTYNAME	O	รายชื่อของฟิลด์ที่ต้องการ
MAXFEATURES=N	O	จำนวนฟีเจอร์มากที่สุดที่ได้รับจากการสืบค้น
TYPENAME	M	ชื่อของชั้นข้อมูลที่ต้องการสืบค้น
FEATUREID	O	หมายเลขของฟีเจอร์ที่ต้องการ
FILTER	O	ค่าตัวกรองที่ใช้ในการสืบค้น
BBOX	O	ขอบเขตพื้นที่ที่ใช้ในการสืบค้น

4.1.2.2.3.2 บทบาทคำร้องขอ (Request) ในการทำงานแบบ Interoperability

ผู้ร้องขอรับบริการสามารถกำหนดชนิดของผลลัพธ์ได้ด้วยพารามิเตอร์ OUTPUTFORMAT โดยสามารถระบุรุ่นของอกสาร GMLที่ต้องการได้ ปัจจุบันเอกสาร GML อยู่ที่รุ่น 3.0 แต่โปรแกรมบนฝั่งลูกข่ายหลายชนิดยังไม่สามารถประมวลผล GML ในเวอร์ชั่นใหม่ได้ โดยผู้ใช้อาจจะร้องขอ GML ในเวอร์ชั่นที่เป็นที่นิยมใช้คือเวอร์ชั่น 2.2

ตัวอย่างชุดคำสั่งในการร้องขอรับบริการ GetFeature ในรูปแบบ keyword value pair (KVP) ได้แก่

1. การร้องขอแบบทั่วไป (Simple Request)

http://127.0.0.1/cgi-bin/wfs.cgi?VERSION=1.0.0&SERVICE=WFS&REQUEST=GetFeature&TYPENAME=province

2. การร้องขอแบบกำหนดตัวกรองข้อมูล (Filter Request)

กรณีนี้ผู้ใช้สามารถใช้ Filter ในการกรองข้อมูลเพื่อให้ได้ข้อมูลตรงตามที่ต้องการ รูปแบบของ Filter จะระบุตามมาตรฐานของ Filter Encoding (FE) โดยการกรองสามารถเลือกเงื่อนไขได้ทั้งที่เป็นแบบ Logical Condition และแบบ Spatial Condition

http://127.0.0.1/cgi-bin/wfs.exe?service=wfs&version=1.0.0&request=getfeature &typename=land&filter=<Filter><PropertyIsLike><PropertyName>NO.</PropertyName><Literal>ลป.777</Literal></PropertyIsLike></Filter>

ตัวอย่างข้างบนเป็นการกำหนดเงื่อนไขที่ใช้กรองแบบ Logical Condition โดยกำหนดให้ค้นหาฟีเจอร์จากชั้นข้อมูล “Land” ที่มีค่าของฟิลด์ “NO.” เท่ากับ “ลป.777”

4.1.2.2.3.3 GetFeature Response

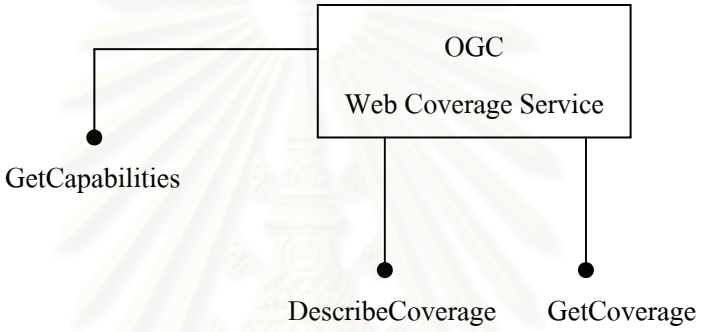
GetFeature Response เป็นผลลัพธ์ที่ได้จากการร้องขอรับบริการ GetFeature Response ซึ่งแม่ข่ายจะส่ง GML ไปยังผู้ร้องขอที่ฝั่งไคล์เอนท์ โดย GML เป็นรูปแบบกลางที่ใช้ในการเก็บข้อมูลปริภูมิตามมาตรฐานของ Open Geospatial Consortium (OGC) ผู้ร้องขอสามารถนำ GML นี้ไปใช้ในการวิเคราะห์หรือแก้ไขข้อมูลได้ตามปกติ นอกจากนี้ยังแปลงรูปแบบไปยังฟอร์แมทต่าง เช่น shapfile, mif, dgn ฯลฯ โดยที่ไม่มีการเสียหายของข้อมูลระหว่างแปลง

รูปที่ 4.9 แสดงตัวอย่าง GetFeature Response ในรูปแบบ GML

4.1.3 Web Coverage Service (WCS)

4.1.3.1 ความสำคัญ

Web Coverage Service เป็นข้อกำหนดมาตรฐานการให้บริการข้อมูลปริภูมิชนิดราสเตอร์หรือข้อมูลกริดผ่านระบบอินเตอร์เน็ต โดยข้อมูลจะมีลักษณะของค่าความสัมพันธ์แบบสามแกนหรือมากกว่านั้น เช่นข้อมูลแบบจำลองความสูง (DEM) มีค่าของตำแหน่งพิกัด X, Y และค่าความสูงภูมิประเทศ ซึ่งจะแสดงอยู่ในรูปค่าสีประจำพิกเซล โดยชนิดของข้อมูลที่ให้บริการจะอยู่ในฟอร์แมตมาตรฐาน Geotiff หรือฟอร์แมทอื่นๆที่ผู้ผลิตซอฟท์แวร์จะเพิ่มเติมเข้าไป เช่น IMG, ECW เป็นต้น



รูปที่ 4.10 แสดงส่วนประกอบของ OGC Web Coverage Service

4.1.3.2 Operation

Web Coverage Service จะประกอบด้วย 3 Operation ได้แก่ GetCapabilities, DescribeCoverage, GetCoverage ซึ่งในแต่ละ Operation ก็มีพารามิเตอร์ที่แตกต่างกันไป แต่สำหรับการร้องขอรับบริการในทุก Operation จะต้องเริ่มต้นด้วยพารามิเตอร์พื้นฐานของ Web Coverage Service ดังต่อไปนี้

1. Server Address : เป็นการระบุ URL ที่ใช้ในการอ้างอิงถึง Service-Instance
2. Version : พารามิเตอร์ที่ใช้ในการระบุหมายเลขรุ่นของโปรโตคอล ปัจจุบัน Web Coverage Service (WCS) เวอร์ชั่น 1.0.0
3. Service : ประเภทของการขอรับบริการ ซึ่งในที่นี้ก็คือ WCS
4. Request : พารามิเตอร์ที่ใช้ระบุชนิดของ Operation ในการทำงาน
5. Format : เป็นพารามิเตอร์ที่ใช้ระบุชนิดของรูปแบบผลลัพธ์ที่จะได้รับกลับมาจากการทำงานของแต่ละ Operation

6. Exceptions : พารามิเตอร์ที่ใช้ในการบอกรูปแบบในการรายงานความผิดพลาดจากแม่ข่ายมายังลูกข่าย

7. Additional Parameter : กลุ่มของพารามิเตอร์เพิ่มเติมอื่นๆ ที่ช่วยทำให้คำสั่งในการร้องขอมีความชัดเจนสมบูรณ์และได้ผลลัพธ์ตรงตามความต้องการมากยิ่งขึ้น ซึ่งอาจจะกำหนดพารามิเตอร์กลุ่มนี้หรือไม่ก็ได้

4.1.3.2.1 GetCapabilities

GetCapabilities เป็น Operation ที่ใช้เพื่อขอรับรายละเอียดข้อมูลปริภูมิและรายละเอียดของผู้ให้บริการข้อมูล (Service Provider) ของแม่ข่าย Web Coverage Service เช่น รายละเอียดของข้อมูลที่บริการ, รายละเอียดแหล่งข้อมูล, Metadata, ข้อกำหนดของการบริการข้อมูล เป็นต้น โดยผลลัพธ์ที่ได้จากการร้องขอแบบ GetCapabilities จะได้เป็นเอกสาร XML

4.1.3.2.1.1 GetCapabilities Request

ชุดคำสั่งในการร้องขอรับบริการแบบ GetCapabilities จะมีรายละเอียดของพารามิเตอร์ต่างๆดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 แสดงรายละเอียดของ GetCapabilities Request

URL Component	Optional/Required (O/R)	Description
http://Server_address/path/script	R	ที่อยู่ของแม่ข่ายที่ให้บริการ
VERSION =1.0.0	R	หมายเลขรุ่นของโปรโตคอล
SERVICE =WCS	R	ชนิดของโปรโตคอล คือ WCS
REQUEST =GetCapabilities	R	ชนิดการร้องขอรับบริการ
SECTION= /WCS_Capabilities/Service or /WCS_Capabilities/Capability or /WCS_Capabilities/ContentMetadata	O	การกำหนดส่วนของเอกสาร Capabilities ที่ต้องการ

ตัวอย่างชุดคำสั่งในการร้องขอรับบริการ GetCapabilities ในรูปแบบ keyword value pair (KVP) ได้แก่

http://127.0.0.1/cgi-bin/wcs.cgi?VERSION=1.0.0&SERVICE=WCS&REQUEST=GetCapabilities

4.1.3.2.1.2 GetCapabilities Response

GetCapabilities Response เป็นผลลัพธ์ที่ได้จากการร้องขอรับบริการ GetCapabilities ซึ่งแม่ข่ายจะส่งกลับมายังฝั่งลูกข่ายในรูปแบบเอกสาร XML ซึ่งจะประกอบด้วยส่วนต่างๆดังนี้

1. Service section

เป็นส่วนที่แสดงรายละเอียดเกี่ยวกับการให้บริการข้อมูลปริภูมิ เพื่อที่จะทำให้ผู้ใช้ทราบถึงรายละเอียดการบริการข้อมูล โดยจะมีรายละเอียดต่างๆได้แก่ ชนิดของการให้บริการ(Service Type), ผู้ให้บริการ, เอกสารอธิบายข้อมูล (Metadata), คำสำคัญในการค้นหา (Keyword), อัตราค่าบริการ (Fees)

2. Capabilities section

เป็นส่วนที่แสดงรายละเอียดเกี่ยวกับคำร้องขอต่างๆที่ Web Coverage Service สนับสนุน รวมไปถึงรูปแบบผลลัพธ์ การรายงานข้อผิดพลาด และรายละเอียดต่างๆ

3. ContentMetadata section

เป็นส่วนที่แสดงรายละเอียดและคำอธิบายเกี่ยวกับข้อมูลราสเตอร์ที่ให้บริการและ แสดงผลเอกสาร Metadata

รูปที่ 4.11 แสดงตัวอย่าง GetCapabilities Response ในรูปแบบ XML

4.1.3.2.2 DescribeCoverage

DescribeCoverage เป็น Operation ที่ใช้สำหรับอธิบายภาพรวมโครงสร้างของชั้นข้อมูลราสเตอร์ที่ให้บริการ เช่น ชนิดข้อมูล, รายละเอียดของข้อมูลเชิงบรรยาย เป็นต้น โดยผลลัพธ์จากการร้องขอรับบริการจะอยู่ในรูปแบบเอกสาร XML ซึ่งจะช่วยให้ผู้ขอรับบริการสามารถเข้าใจโครงสร้างและลักษณะข้อมูลราสเตอร์ทั้งหมดที่ให้บริการ ก่อนการดาว์โหลดข้อมูลราสเตอร์ไปใช้งาน

4.1.3.2.2.1 DescribeCoverage Request

ชุดคำสั่งสำหรับการร้องขอรับบริการแบบ DescribeCoverage ซึ่งจะมีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 แสดงรายละเอียดของ DescribeCoverage Request

URL Component	Optional/Required (O/R)	Description
http://Server_address/path/script	R	ที่อยู่ของแม่ข่ายที่ให้บริการ
VERSION =1.0.0	R	หมายเลขรุ่นของโปรโตคอล
SERVICE =WCS	R	ชนิดของโปรโตคอล คือ WCS
REQUEST = DescribeCoverage	R	ชนิดการร้องขอรับบริการ
COVERAGE=name1, name2 , …	R	รายชื่อของชั้นข้อมูลราสเตอร์ที่ต้องการ

ตัวอย่างชุดคำสั่งในการร้องขอรับบริการ DescribeCoverage ในรูปแบบ keyword value pair (KVP) ได้แก่

http://127.0.0.1/cgi-bin/wcs.cgi?VERSION=1.0.0&SERVICE=WCS&REQUEST=DescribeCoverage&COVERAGE=landsat7

กรณีที่ต้องการร้องขอรับบริการ DescribeCoverage ที่มากกว่า 1 โคเวอร์เรสสามารถทำได้โดยการใช้เครื่องหมาย comma (,) คั่นชื่อของโคเวอร์เรสในการกำหนดค่าพารามิเตอร์ COVERAGE

http://127.0.0.1/cgi-bin/wcs.cgi?VERSION=1.0.0&SERVICE=WCS&REQUEST=DescribeCoverage&COVERAGE=landsat7,landsat5,dem30

4.1.3.2.2.2 DescribeCoverage Response

DescribeCoverage Response เป็นผลลัพธ์ที่ได้จากการร้องขอรับบริการ DescribeCoverage ซึ่งแม่ข่ายจะส่งรายละเอียดของข้อมูล กลับมายังฝั่งลูกข่ายในรูปแบบ XML ทำให้ผู้ขอรับบริการทราบถึงโครงสร้างของข้อมูลและรายละเอียดต่างๆ โดยสามารถแบ่งออกเป็นส่วนต่างๆได้ดังนี้

1. CoverageOfferingBriefType

เป็นส่วนที่อธิบายรายละเอียดของ Coverage ที่มีให้บริการ ทำให้ผู้ใช้ทราบถึงรายละเอียดของข้อมูล โดย CoverageOfferingBriefType จะประกอบไปด้วย Metadata , ชื่อของชุดข้อมูล ,ขอบเขตเชิงพื้นที่ของข้อมูล และคำสำคัญที่ใช้ในการค้นหา

2. DomainSet

เป็นส่วนที่อธิบายขอบเขตหรือกรอบของ Coverage ที่ให้บริการ โดยสามารถแบ่งได้เป็นสองประเภทได้แก่ ประเภทแรก Spatial Domain สำหรับอธิบายรายละเอียดเชิงตำแหน่งของข้อมูล เช่น ขนาดของพิกเซล, พิกัดขอบเขตของข้อมูลบนพื้นโลก และประเภทที่สอง Temporal Domain สำหรับอธิบายรายละเอียดด้านเวลา ในกรณีที่ข้อมูลมีความสัมพันธ์ด้านเวลามาเกี่ยวข้อง เช่น ภาพถ่ายดาวเทียมปี 2000 กับภาพถ่ายดาวเทียมปี 2001

3. RangeSet

เป็นส่วนที่อธิบายกรอบของ Coverage แบบ multi-dimensional ใช้ในการระบุรายละเอียดในการใช้ข้อมูล เช่น การอธิบายรายละเอียดช่วงคลื่นของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม landsat เช่นช่วงความยาวคลื่นของแต่ละช่วงคลื่น, จำนวนช่วงคลื่นของภาพถ่ายดาวเทียม

4. SupportedCRS

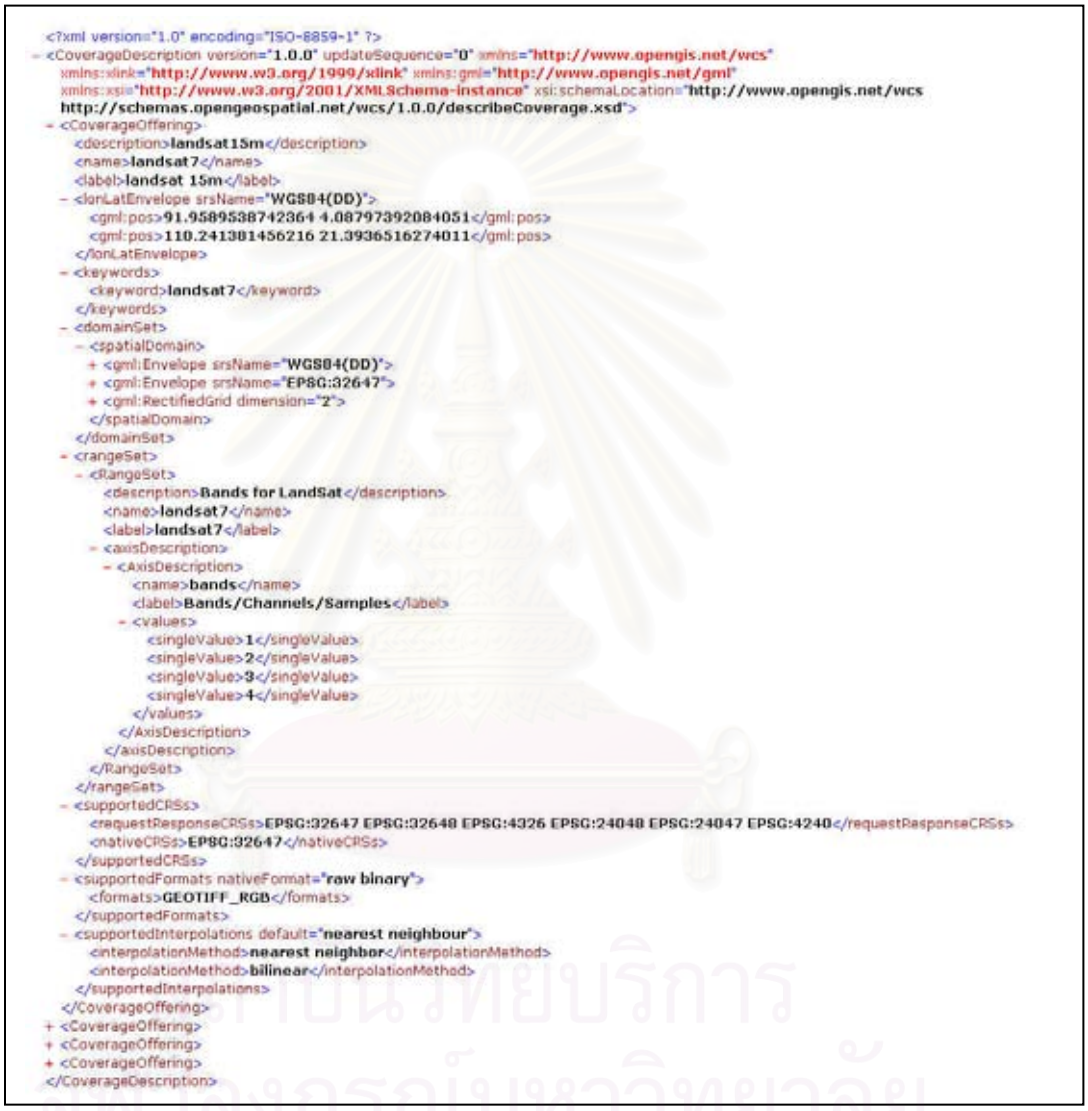
เป็นส่วนที่ระบุรายละเอียดระบบพิกัดอ้างอิงของข้อมูล Coverage ที่ให้บริการ

5. SupportedFormat

เป็นส่วนที่ระบุรายละเอียดรูปแบบ(Format) ข้อมูล Coverage ที่ผู้ใช้บริการสามารถร้องขอได้ เช่น GEOTIFF เป็นต้น

6. SupportedInterpolations

เป็นส่วนที่แสดงรายละเอียดของวิธีการ Interpolation สำหรับการสุ่มค่าพิกเซล (Resampling) ของข้อมูลราสเตอร์ที่สามารถร้องขอได้ ซึ่งมีวิธีการ Interpolation ได้แก่ nearest neighbor (ค่า default), bilinear, bicubic



```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1" ?>
- <CoverageDescription version="1.0.0" updateSequence="0" xmlns="http://www.opengis.net/wcs"
  xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/wcs
  http://schemas.opengeospatial.net/wcs/1.0.0/describeCoverage.xsd">
- <CoverageOffering>
    <description>landsat15m</description>
    <name>landsat7</name>
    <label>landsat 15m</label>
  - <lonLatEnvelope srsName="WGS84(DD)">
      <gml:pos>91.9589538742364 4.08797392084051</gml:pos>
      <gml:pos>110.241381456216 21.3936516274011</gml:pos>
    </lonLatEnvelope>
  - <keywords>
      <keyword>landsat7</keyword>
    </keywords>
  - <domainSet>
    - <spatialDomain>
      + <gml:Envelope srsName="WGS84(DD)">
      + <gml:Envelope srsName="EPSG:32647">
      + <gml:RectifiedGrid dimension="2">
      </spatialDomain>
    </domainSet>
  - <rangeSet>
    - <RangeSet>
        <description>Bands for LandSat</description>
        <name>landsat7</name>
        <label>landsat7</label>
      - <axisDescription>
        - <AxisDescription>
            <name>bands</name>
            <label>Bands/Channels/Samples</label>
          - <values>
              <singleValue>1</singleValue>
              <singleValue>2</singleValue>
              <singleValue>3</singleValue>
              <singleValue>4</singleValue>
            </values>
          </AxisDescription>
        </axisDescription>
      </RangeSet>
    </rangeSet>
  - <supportedCRSs>
      <requestResponseCRSs>EPSG:32647 EPSG:32648 EPSG:4326 EPSG:24048 EPSG:24047 EPSG:4240</requestResponseCRSs>
      <nativeCRSs>EPSG:32647</nativeCRSs>
    </supportedCRSs>
  - <supportedFormats nativeFormat="raw binary">
      <formats>GEOTIFF_RGB</formats>
    </supportedFormats>
  - <supportedInterpolations default="nearest neighbour">
      <interpolationMethod>nearest neighbor</interpolationMethod>
      <interpolationMethod>bilinear</interpolationMethod>
    </supportedInterpolations>
  </CoverageOffering>
+ <CoverageOffering>
+ <CoverageOffering>
+ <CoverageOffering>
</CoverageDescription>
```


รูปที่ 4.12 แสดงตัวอย่าง DescribeCoverage Response ในรูปแบบ XML

4.1.3.2.3 GetCoverage

GetCoverage เป็น Operation ที่ใช้สำหรับการขอรับบริการดาว์โหลดข้อมูลปริภูมิประเภท Coverage ผ่าน http protocol เมื่อผู้ใช้ทราบถึงข้อมูลรายละเอียดต่างๆของข้อมูล ผู้ใช้จะทำการร้องขอ Coverage ที่ต้องการจากแม่ข่าย Web Coverage Service โดยผลลัพธ์ที่ได้จะอยู่ในรูปของราสเตอร์ไฟล์

4.1.3.2.3.1 GetCoverage Request

ชุดคำสั่งที่ใช้สำหรับการร้องขอรับบริการแบบ GetCoverage ซึ่งจะมีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 แสดงรายละเอียดของ GetCoverage Request

URL Component	**Description**
http://server_address/path/script?	Url ของแม่ข่าย WCS
REQUEST=GetCoverage	คำร้องขอที่ส่งไปยังแม่ข่าย
SERVICE=WCS	ชื่อชนิดประเภทการบริการข้อมูล
VERSION=1.0.0	หมายเลขรุ่นของประเภทการบริการ
COVERAGE=name1, name2, …	ชื่อข้อมูลภาพที่ต้องการ
CRS=crs_identifier	ระบบพิกัดอ้างอิงของข้อมูลภาพ
BBOX=minx, miny, maxx, maxy, minz, maxz	ค่าพิกัดที่ครอบคลุมขอบเขตข้อมูลที่ร้องขอ
TIME= time1, time2, or TIME= min/max/,..	ช่วงเวลาที่ต้องการข้อมูลภาพ
WIDTH = w (integer) HEIGHT = h (integer) [DEPTH =d (integer)]	ขนาดของภาพ
RESX=x (double) RESY=y (double)	ขนาดของ resolution ของภาพ
FORMAT= format	ชนิดรูปแบบของภาพ
EXCEPTIONS= application / vnd.ogc.se_xml	รูปแบบของรายงานที่ส่งไปยัง Server

4.1.3.2.3.2 บทบาทคำร้องขอ (Request) ในการทำงานแบบ Interoperability

เมื่อผู้ใช้ต้องการขอรับบริการข้อมูล Coverage ในช่วงเวลาต่างๆ ผู้ใช้สามารถทำการกำหนดพารามิเตอร์ TIME เพื่อขอรับบริการข้อมูลได้ นอกจากนี้ผู้ใช้ยังสามารถกำหนดรายละเอียดของข้อมูลผลลัพธ์ที่ต้องการได้ ทำให้ลดกระบวนการทำงานภาพหลัง เช่น การ

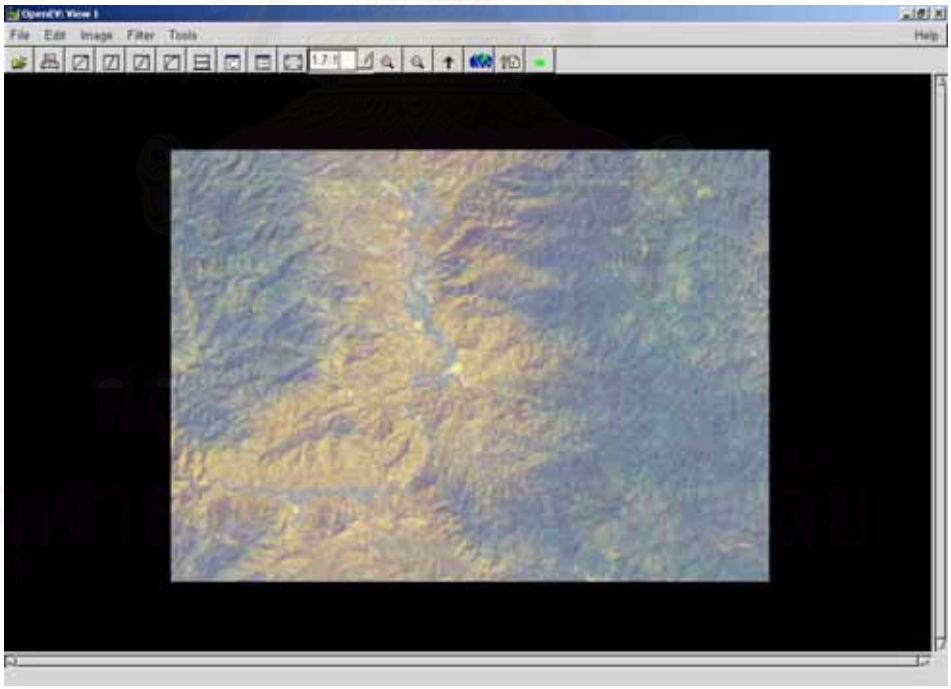
กำหนดขนาดของรายละเอียดจุดภาพด้วยพารามิเตอร์ RESXและRESY, การระบุค่าพิกัดของภาพผลลัพธ์ที่ต้องการ

ตัวอย่างชุดคำสั่งในการร้องขอรับบริการ GetCoverage ในรูปแบบ keyword value pair (KVP) ได้แก่

http://127.0.0.1/cgi-bin/gistda.exe?service=wcs&version=1.0.0&request=GetCoverage&crs=EPSG:32647&width=381.83175427781884&height=276.3256116484245&format=GEOTIFF_RGB&coverage=landsat_chengmai&bands=3,2,1&resx=100&resy=100&bbox=426000.4523647572,2119706.171729195,464183.6277925391,2147338.7328940374

4.1.3.2.3.3 GetCoverage Response

GetCoverage Response เป็นผลลัพธ์ที่ได้จากการร้องขอรับบริการ GetCoverage ซึ่งแม่ข่ายจะส่งข้อมูล Coverage ไปยังผู้ร้องขอที่ฝั่งไคล์เอนท์ โดยฟอร์แมทของข้อมูลจะขึ้นอยู่กับที่ผู้ร้องขอระบุไปในชุดคำสั่ง กรณีที่ไม่มีการระบุแม่ข่ายจะจัดส่งข้อมูล Coverage ในรูปแบบฟอร์แมทปกติคือ Geotiff

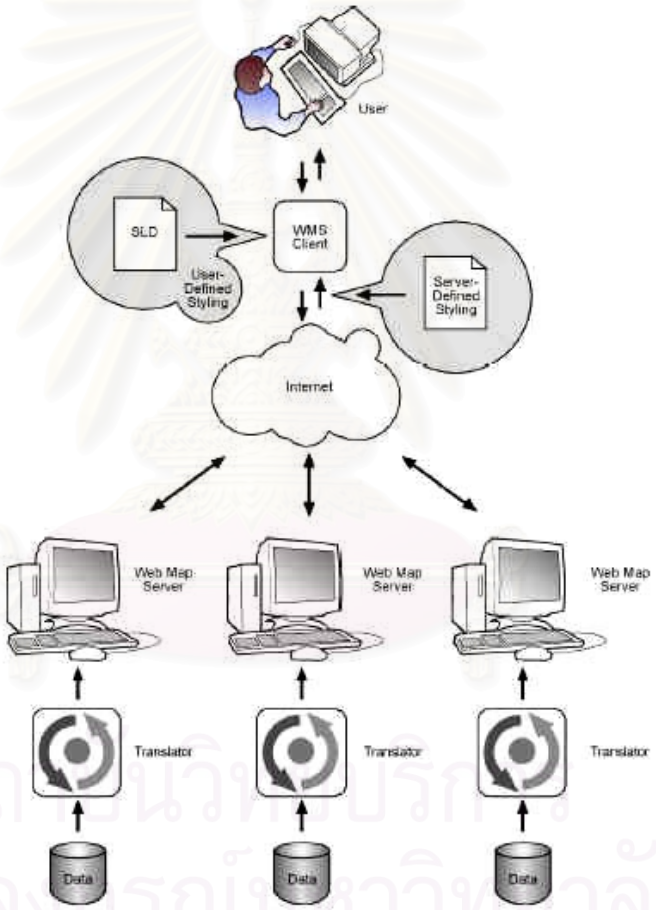


รูปที่ 4.13 แสดงตัวอย่าง GetCoverage Response

4.1.4 Style Layer Descriptor (SLD)

4.1.4.1 ความสำคัญ

Style Layer Descriptor มาตรฐานคำร้องขอ (Request) เพิ่มเติมของ Web Map Service (WMS) เพื่อให้ผู้ใช้สามารถกำหนดสัญลักษณ์ สี และรูปแบบของแผนที่ โดยผู้ใช้จะส่งเอกสาร SLD ที่เขียนตามโครงสร้างของมาตรฐาน XML แนบไปกับคำร้องขอรับบริการแผนที่ ผลลัพธ์จะได้แผนที่ในรูปแบบต่างๆที่ต้องการ โดยที่ลักษณะ รูปแบบของข้อมูลบนแม่ข่ายไม่ได้เปลี่ยนแปลง นอกจากนี้ Style Layer Descriptor ยังมี operation ที่สามารถเรียกดูสัญลักษณ์และสไตล์ของชั้นข้อมูลบนแม่ข่าย Web Map Service ได้อีกด้วย



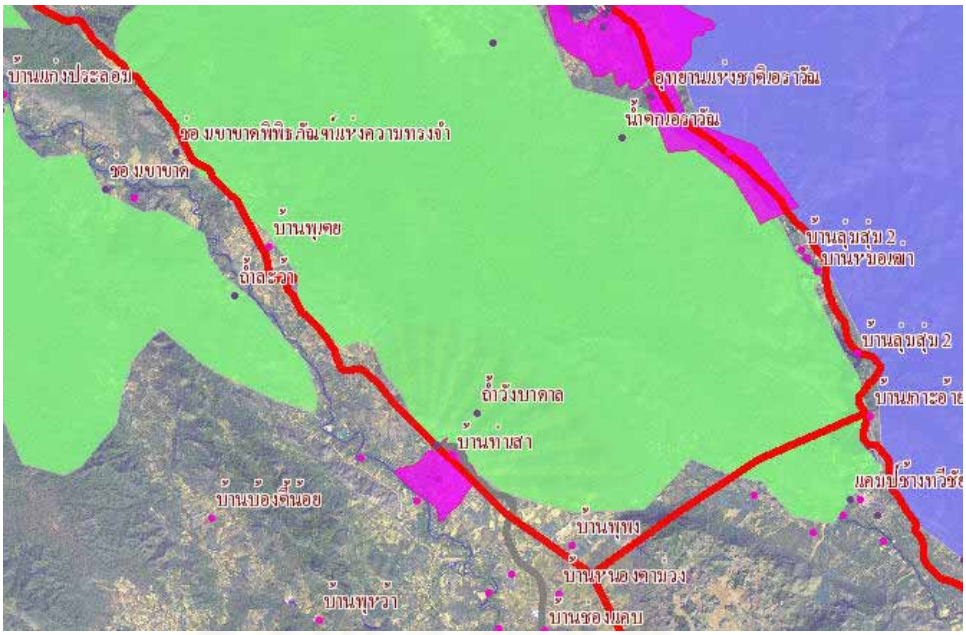
รูปที่ 4.14 แสดงการทำงานของ SLD

4.1.4.2 WMS Request using SLD

SLD เป็นข้อกำหนดมาตรฐานที่ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อเสริมประสิทธิภาพการทำงานของโปรโตคอล Web Map Service โดยจะเสริมการทำงานในส่วนของชุดคำสั่ง GetMap เพื่อช่วยให้ผู้ใช้สามารถกำหนดสี สัญลักษณ์ของแผนที่ได้เหมาะสมกับงานที่นำไปใช้ เช่นการใช้ SLD ในการกำหนดสีของชั้นข้อมูลแผนที่ เพื่อเน้นข้อมูลที่จะนำเสนอในแผนที่ ดังรูปที่ 4.16 เป็นแผนที่ที่ต้องการนำเสอข้อมูลป่าไม้ และรูปที่ 4.17 เป็นแผนที่ที่ต้องการนำเสนอข้อมูลกายภาพของเมือง โดยแผนที่ทั้งสองนี้ได้จากการขอรับบริการข้อมูลแผนที่ผ่านโปรโตคอล Web Map Serviceจากแหล่งข้อมูลเดียวกันแต่ใช้ SLD ที่แตกต่างต่างกัน

การนำ SLD ไปใช้ร่วมกับชุดคำสั่ง GetMap สามารถทำได้สองวิธีคือ In-line SLD และ Remote SLD

รูปที่ 4.15 แสดงการกำหนดสีของแผนที่ด้วย SLD เพื่อเน้นชั้นข้อมูลป่าไม้



รูปที่ 4.16 แสดงการกำหนดสีของแผนที่ด้วย SLD เพื่อเน้นชั้นข้อมูลถนน

4.1.4.2.1 In-line SLD

In-line SLD เป็นลักษณะการอ้างอิง SLD โดยการเขียนเอกสาร SLD ในรูปแบบโครงสร้างของ XML ต่อท้ายไปกับชุดคำสั่ง GetMap บนโปรโตคอล WMS ซึ่งการอ้างอิงด้วยวิธีนี้จะใช้พารามิเตอร์ “SLD_BODY =”

ตัวอย่างชุดคำสั่งในการร้องขอรับบริการ GetMap พร้องด้วย SLDในรูปแบบ keyword value pair (KVP) ได้แก่

http://127.0.0.1/cgi-bin/ogc.exe?SERVICE=WMS&version=1.1.1&REQUEST=getMap&LAYERS=province &WIDTH=765&HEIGHT=485&BBOX=-782344.706,459596.999,2224215.706,2365717&srs=EPSG:32647&**SLD_BODY=**<StyledLayerDescriptor><NamedLayer><Name>province</Name><UserStyle><FeatureTypeStyle><Rule><PolygonSymbolizer><Fill><CssParameter name=fill>#fd03dd</CssParameter></Fill><Stroke><CssParameter name=stroke>#999999</CssParameter><CssParameter name=stroke-width>1</CssParameter></Stroke></PolygonSymbolizer></Rule></FeatureTypeStyle></UserStyle></NamedLayer></StyledLayerDescriptor>

4.1.4.2.2 Remote SLD

Remote SLD เป็นลักษณะการอ้างอิง SLD โดยทำการสร้างเอกสาร SLD เก็บไว้ที่แม่ข่ายอื่นๆก่อน แล้วใช้ URL ในการอ้างอิงเอกสาร SLD นั้นโดยจะระบุ URL ที่อยู่ของ SLD ไปกับชุดคำสั่ง GetMap บนโปรโตคอล WMS ซึ่งการอ้างอิงด้วยวิธีนี้จะใช้พารามิเตอร์ “SLD =”

ตัวอย่างเอกสาร SLD ชื่อ province.xml ที่สร้างเก็บไว้บนแม่ข่ายและทำการกำหนดที่อยู่ของเอกสารคือ http://161.200.16.89/province.xml

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
- <StyledLayerDescriptor xmlns="http://www.opengis.net/sld">
 - <NamedLayer>
    <Name>province</Name>
   - <UserStyle>
     - <FeatureTypeStyle>
       - <Rule>
         - <PolygonSymbolizer>
           - <Fill>
              <CssParameter name="fill">#fdaofe</CssParameter>
             </Fill>
           - <Stroke>
              <CssParameter name="stroke">#999999</CssParameter>
              <CssParameter name="stroke-width">1</CssParameter>
             </Stroke>
           </PolygonSymbolizer>
         </Rule>
       </FeatureTypeStyle>
     </UserStyle>
  </NamedLayer>
</StyledLayerDescriptor>
```

รูปที่ 4.17 แสดงตัวอย่างเอกสาร SLD แบบโพลีกอน

ตัวอย่างชุดคำสั่งในการร้องขอรับบริการ GetMap พร้อมด้วย SLDในรูปแบบ keyword value pair (KVP) ได้แก่

http://127.0.0.1/cgi-bin/ogc.exe?SERVICE=WMS&version=1.1.1&REQUEST=getMap&LAYERS=province &WIDTH=765&HEIGHT=485&BBOX=-782344.706,459596.999,2224215.706,2365717&srs=EPSG:32647&**SLD=**http://161.200.16.89/province.xml

4.1.4.3 Style Layer Descriptor Structure

เอกสาร SLD ประกอบด้วยส่วนประกอบหลักทั้งหมด 5 อย่างที่ใช้ในการกำหนดลักษณะและสัญลักษณ์ของชั้นข้อมูลในแผนที่ โดย SLD สามารถใช้กำหนดลักษณะได้กับข้อมูลปริภูมิทุกชนิด และครอบคลุมทุกรูปแบบ ทั้ง point, line, polygon ซึ่งจะมีรายละเอียดของส่วนประกอบต่างๆดังนี้

4.1.4.3.1 SLD Root Element

Root Element เป็นส่วนบนสุดของเอกสารใช้ในการระบุชนิดของเอกสารและเวอร์ชั่นให้กับพาสเซอร์ (parser) ได้รู้โดยจะขึ้นต้นด้วยแท็ก

<StyledLayerDescriptor version="1.0.0" >

4.1.4.3.2 NamedLayer

NamedLayer เป็นกลุ่มของฟีเจอร์ที่จะทำการกำหนดลักษณะการแสดงผล โดยชื่อของเลเยอร์จะตรงกับชื่อชั้นข้อมูลที่ทำการร้องขอผ่านโปรโตคอล WMS ซึ่งจะขึ้นต้นด้วยแท็ก **<NamedLayer>** ในเอกสาร SLD สามารถมี NamedLayer ได้มากกว่า 1 ชุด

4.1.4.3.3 UserStyle

UserStyle เป็นกลุ่มของคำสั่งที่ผู้ใช้ใช้ในการกำหนดลักษณะการแสดงผลให้กับชั้นข้อมูลบนแผนที่ขึ้นต้นด้วยแท็ก < **UserStyle** >โดยจะประกอบด้วย element ย่อยต่างๆดังนี้

1. Name

   เป็นการกำหนดชื่อของสไตล์ที่ทำการสร้างขึ้น

2. Title

   กลุ่มของคำที่ใช้ขึ้นต้นเพื่ออ้างถึงลักษณะที่สร้างขึ้น

3. Abstract

   กลุ่มคำที่ใช้อธิบายรายละเอียดของลักษณะที่สร้างขึ้น

4. FeatureTypeStyle

   กลุ่มของฟีเจอร์ที่สามารถทำการกำหนดลักษณะแสดงผลได้ เช่น point, line, polygon เป็นต้น โดย FeatureTypeStyle จะประกอบด้วยอีลิเมนต์ย่อยต่างๆดังนี้

   4.1 Name :ชื่อที่ใช้อ้างถึง FeatureTypeStyle

   4.2 Title : กลุ่มคำที่ใช้ขึ้นต้น

4.3 Abstract : กลุ่มคำที่ใช้อธิบายรายละเอียดของ FeatureTypeStyle ที่สร้างขึ้น

4.4 FeatureTypeName : ชื่อที่ใช้กำหนด FeatureTypeStyle

4.5 Rule : ชุดคำสั่งที่ใช้กำหนดการแสดงผลของฟีเจอร์ต่างๆซึ่งจะประกอบไปด้วยกลุ่มคำสั่งต่างๆดังต่อไปนี้

4.5.1 Name :ชื่อที่ใช้อ้างถึง Rule

4.5.2 Title : กลุ่มคำที่ใช้ขึ้นต้น Rule

4.5.3 Abstract : กลุ่มคำที่ใช้อธิบายรายละเอียดของ Rule

4.5.4 Filter : ตัวกรองฟีเจอร์ที่ต้องการกำหนดสัญลักษณ์

4.5.5 ElseFilter : ฟีเจอร์ที่อยู่นอกเหนือจากตัวกรองที่กำหนดไว้ในคำสั่ง Filter

4.5.6 MinScaleDenominator : ค่าสเกลน้อยที่สุดที่ยอมให้แสดงสัญลักษณ์และลักษณะการแสดงผลบนแผนที่

4.5.7 MaxScaleDenominator : ค่าสเกลมากที่สุดที่ยอมให้แสดงสัญลักษณ์และลักษณะการแสดงผลบนแผนที่

4.5.8 LineSymbolizer : การกำหนดรูปแบบการแสดงผลสำหรับฟีเจอร์ประเภทเส้น ซึ่งการกำหนดรายละเอียดจะเป็นไปตามตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 แสดงรายละเอียดของ LineSymbolizer

Function	Description
Geometry	การกำหนดเรขาคณิตของเส้น
Stroke (CssParameter): stroke	การกำหนดค่าสีของเส้น
Stroke (CssParameter): width	การกำหนดค่าขนาดความหนาของเส้น
Stroke (CssParameter): opacity	การกำหนดค่าความโปร่งแสงของเส้น
Stroke (CssParameter): linejoin and linecap	การกำหนดลักษณะจุดเปลี่ยนโค้งของเส้น
Stroke (CssParameter): dasharray	การกำหนดเส้นแบบประ
Stroke (CssParameter): dashoffset	การกำหนดระยะห่างของจุดในเส้นประ

4.5.9 PointSymbolizer : การกำหนดรูปแบบการแสดงผลสำหรับฟีเจอร์ประเภทจุด ซึ่งการกำหนดรายละเอียดจะเป็นไปตามตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 แสดงรายละเอียดของ PointSymbolizer

Function	Description
Geometry	การกำหนดเรขาคณิตของจุด
Graphic: Mark symbol	การกำหนดรูปแบบสัญลักษณ์ของจุด
Graphic: ExternalGraphic	การเชื่อมโยงกราฟิกเช่น gif, svg จากภายนอกด้วย URL
Opacity	การกำหนดค่าความโปร่งแสงของจุด
Size	การกำหนดขนาดของจุด
Rotation	การกำหนดมุมการหมุนของจุด

4.5.10 PolygonSymbolizer : การกำหนดรูปแบบการแสดงผลสำหรับฟีเจอร์ประเภทโพลีกอน ซึ่งการกำหนดรายละเอียดจะเป็นไปตามตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 แสดงรายละเอียดของ PolygonSymbolizer

Function	Description
Geometry	การกำหนดเรขาคณิตของโพลีกอน
Stroke	การกำหนดสีเส้นรอบรูปของโพลีกอน
Fill	การกำหนดสีของโพลีกอน

4.5.11 TextSymbolizer : การกำหนดรูปแบบการแสดงผลสำหรับฟีเจอร์ประเภทตัวอักษร ซึ่งการกำหนดรายละเอียดจะเป็นไปตามตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 แสดงรายละเอียดของ TextSymbolizer

Function	Description
Geometry	การกำหนดเรขาคณิตของตัวอักษร
Label	กำหนดประเภทของ label ซึ่งค่าปกติจะเป็น textsymbol
Font(font-family)	ชนิดของตัวอักษร
Font-style (Italic, ...)	รูปแบบของตัวอักษร
Font-weight	ขนาดความกว้างตัวอักษร เช่น normal หรือ bold
Font-size	ขนาดตัวอักษร
LabelPlacement	ตำแหน่งที่วางตัวอักษรในฟีเจอร์
Halo	ค่าสีเงาหรือมิติของตัวอักษร
Fill	การกำหนดสีของตัวอักษร

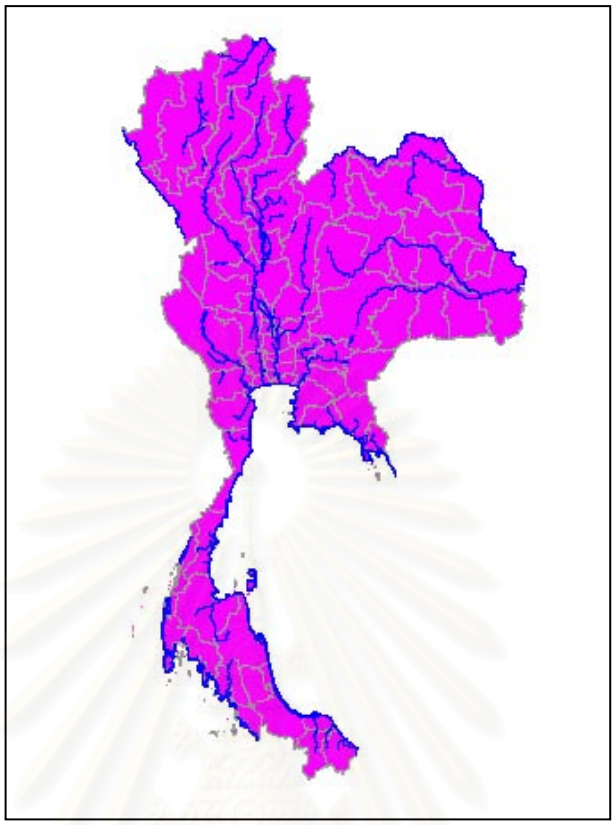
4.5.12 RasterSymbolizer : การกำหนดรูปแบบการแสดงผลสำหรับข้อมูลกริดหรือราสเตอร์ ซึ่งการกำหนดรายละเอียดจะเป็นไปตามตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 แสดงรายละเอียดของ RasterSymbolizer

Function	Description
Geometry	การกำหนดเรขาคณิตของราสเตอร์
Opacity	การกำหนดค่าความโปร่งแสงของภาพราสเตอร์
ChannelSelection	การกำหนดค่าสี RGB ในแต่ละช่วงคลื่น
OverlapBehaviour	การจัดการค่าสีในกรณีที่ข้อมูลราสเตอร์ 2 ชุดซ้อนทับกัน
ColorMap	การกำหนดระดับสีตามค่าความสว่างของพิกเซล
ContrastEnhancement	การกำหนดกระบวนการปรับปรุงความคมชัดของภาพ
ShadedRelief	การกำหนดค่าระดับการไล่โทนสีตามค่าความสว่าง
ImageOutline	การกำหนดสีสำหรับของระวาง

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
- <StyledLayerDescriptor version="1.0">
  - <NamedLayer>
      <Name>province</Name>
    - <UserStyle>
      - <FeatureTypeStyle>
        - <Rule>
          - <PolygonSymbolizer>
            - <Fill>
                <CssParameter name="fill">#ff00ff</CssParameter>
              </Fill>
            - <Stroke>
                <CssParameter name="stroke">#999999</CssParameter>
                <CssParameter name="stroke-width">1</CssParameter>
              </Stroke>
            </PolygonSymbolizer>
          </Rule>
        </FeatureTypeStyle>
      </UserStyle>
    </NamedLayer>
  - <NamedLayer>
      <Name>stream</Name>
    - <UserStyle>
      - <FeatureTypeStyle>
        - <Rule>
          - <PolygonSymbolizer>
            - <Fill>
                <CssParameter name="fill">#0000ff</CssParameter>
              </Fill>
            - <Stroke>
                <CssParameter name="stroke">#0000ff</CssParameter>
                <CssParameter name="stroke-width">1</CssParameter>
              </Stroke>
            </PolygonSymbolizer>
          </Rule>
        </FeatureTypeStyle>
      </UserStyle>
    </NamedLayer>
  </StyledLayerDescriptor>
```

รูปที่ 4.18 แสดงเอกสาร SLD ชนิด PolygonSymbolizer และ LineSymbolizer



รูปที่ 4.19 แสดงผลลัพธ์ของการกำหนด SLD ชนิด PolygonSymbolizer และ LineSymbolizer

4.1.4.4 Operation

นอกจากการสร้างเอกสาร SLD เพื่อใช้ในการกำหนดรูปแบบและสัญลักษณ์สำหรับการแสดงผลแล้ว SLD ยังมีชุดคำสั่งที่ใช้ร่วมกับโปรโตคอล WMS เพื่อขอรับบริการข้อมูลรายละเอียดของสัญลักษณ์และรูปแบบการแสดงผลของชั้นข้อมูลต่างๆได้อีกด้วย โดยมีชุดคำสั่งเพิ่มเติมอีก 2 ชนิดคือ GetLegendGraphic และ GetStyles

4.1.4.4.1 GetLegendGraphic

GetLegendGraphic เป็น Operation ที่ใช้เพื่อขอรับรายละเอียดของสัญลักษณ์ชั้นข้อมูลของแม่ข่าย Web Map Service

4.1.4.4.1.1 GetLegendGraphic Request

ชุดคำสั่งที่ใช้สำหรับการร้องขอรับบริการแบบ GetLegendGraphic ซึ่งจะมีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.16 แสดงรายละเอียดของ GetLegendGraphic Request

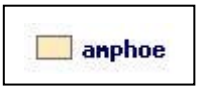
URL Component	Optional/Required (O/R)	**Description**
http://server_address/path/script?	R	url ของแม่ข่าย WMS
REQUEST= GetLegendGraphic	R	คำร้องขอที่ส่งไปยังแม่ข่าย
SERVICE=WMS	R	ชื่อชนิดประเภทการขอรับบริการข้อมูล
VERSION=1.3	R	หมายเลขรุ่นของ WMS
LAYERS=layer	R	ชั้นข้อมูลที่ต้องการของสัญลักษณ์(เพียง 1 layer)
WIDTH=output_width	O	ความกว้างของรูปผลลัพธ์
HEIGHT=output_height	O	ความยาวของรูปผลลัพธ์
FORMAT	R	รูปแบบของรูปผลลัพธ์
EXCEPTIONS=exception_format	O	รูปแบบการรายงานข้อผิดพลาด

ตัวอย่างชุดคำสั่งในการร้องขอรับบริการ GetLegendGraphic ในรูปแบบ keyword value pair (KVP) ได้แก่

http://127.0.0.1/cgi-bin/wms.exe?version=1.1.1&service=WMS&request=GetLegendGraphic&layer=amphoe&format=image/png

4.1.4.4.1.2 GetLegendGraphic Response

ผลลัพธ์ที่ได้จากการร้องขอด้วย GetLegendGraphic จะได้ภาพบิตเมปที่แสดงสัญลักษณ์ของชั้นข้อมูลนั้นๆ โดยฟอร์แมทของข้อมูลจะขึ้นอยู่กับที่ผู้ร้องขอระบุไปในชุดคำสั่ง กรณีที่ไม่มีการระบุแม่ข่ายจะจัดส่งข้อมูล ภาพในรูปแบบฟอร์แมทปกติตามค่าของฟอร์แมทที่กำหนดในการแสดงผลแผนที่



รูปที่ 4.20 แสดงผลลัพธ์ของ GetLegendGraphic Response

4.1.4.4.2 GetStyles

GetStyles เป็น Operation ที่ใช้เพื่อขอรับบริการข้อมูลเอกสาร SLD ที่อธิบายรูปแบบและสไตล์ของชั้นข้อมูลบนแม่ข่าย WMS

4.1.4.4.2.1 GetStyles Request

ชุดคำสั่งที่ใช้สำหรับการร้องขอรับบริการแบบ GetStyles ซึ่งจะมีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 4.16

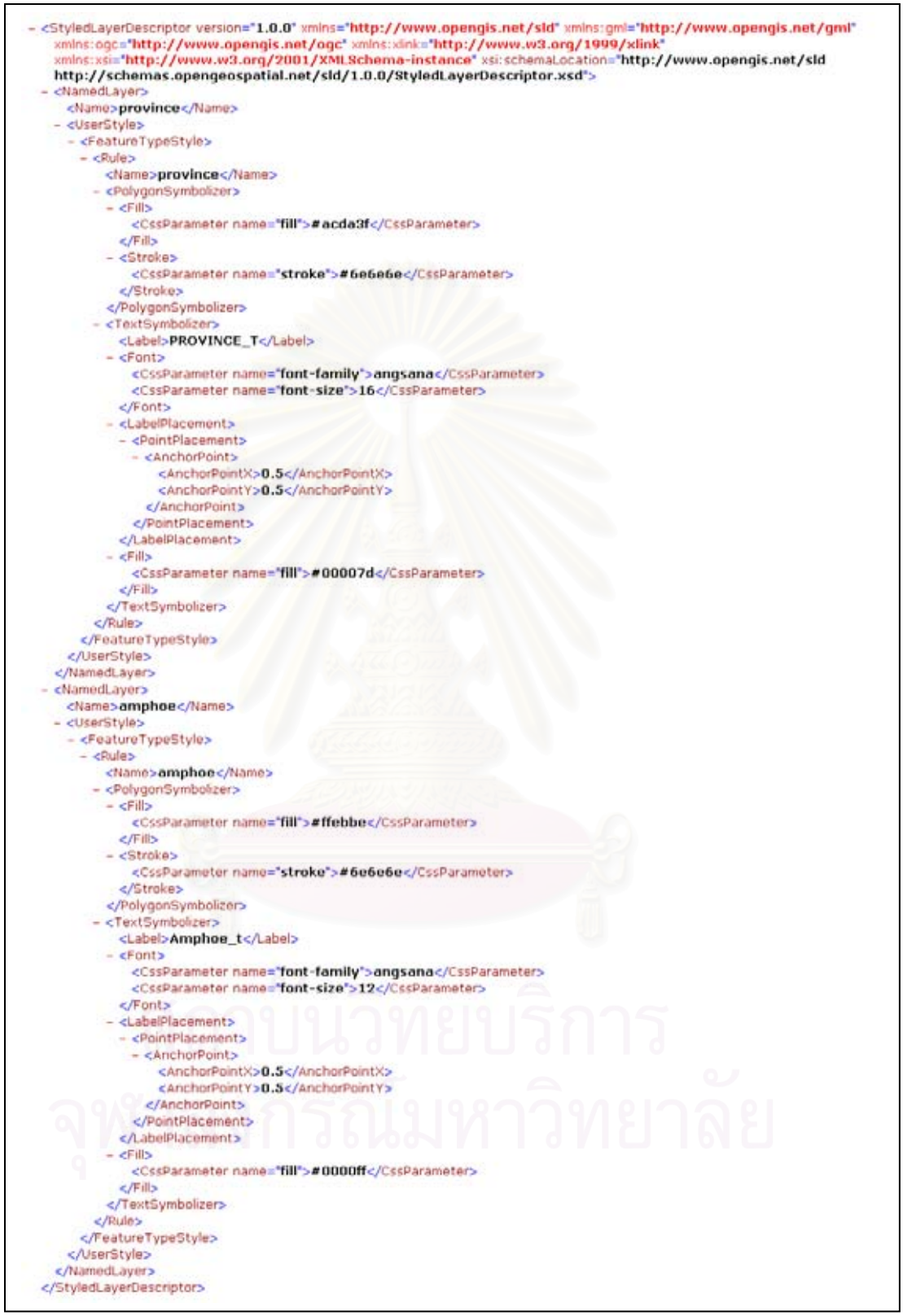
ตารางที่ 4.17 แสดงรายละเอียดของ GetStyles Request

URL Component	Optional/Required (O/R)	**Description**
http://server_address/path/script?	R	url ของแม่ข่าย WMS
REQUEST= GetStyles	R	คำร้องขอที่ส่งไปยังแม่ข่าย
SERVICE=WMS	R	ประเภทการขอรับบริการข้อมูล
VERSION=1.3	R	หมายเลขรุ่นของ WMS
LAYERS=layer_list	R	ชั้นข้อมูลที่ต้องการรายละเอียดของสไตล์ กรณีที่ต้องการมากกว่า 1 สามารถใช้ “,” คั่นระหว่างชั้นข้อมูล
SLDVER	O	รุ่นของเอกสาร SLD

ตัวอย่างชุดคำสั่งในการร้องขอรับบริการ GetStyles ในรูปแบบ keyword value pair (KVP) ได้แก่ http://localhost/cgi-bin/wms.exe?version=1.3&service=WMS &request=GetStyles&layers=province,amphoe

4.1.4.4.2.2 GetStyles Response

ผลลัพธ์ที่ได้จากการร้องขอด้วย GetStyles จะได้เอกสาร SLD ที่มีโครงสร้างเอกสารแบบ XML ซึ่งจะแสดงรายละเอียดของรูปแบบและสไตล์ของชั้นข้อมูลนั้นๆ โดยฟอร์แมทของเอกสาร SLD ที่แม่ข่าย WMS ส่งมายังผู้ใช้ทางฝั่งลูกข่ายจะมีค่า MIME type เป็น “application/vnd.ogc.sld+xml”



```
- <StyledLayerDescriptor version="1.0.0" xmlns="http://www.opengis.net/sld" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"
    xmlns:ogc="http://www.opengis.net/ogc" xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink"
    xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/sld
    http://schemas.opengeospatial.net/sld/1.0.0/StyledLayerDescriptor.xsd">
  - <NamedLayer>
      <Name>province</Name>
    - <UserStyle>
      - <FeatureTypeStyle>
        - <Rule>
            <Name>province</Name>
          - <PolygonSymbolizer>
            - <Fill>
                <CssParameter name="fill">#acda3f</CssParameter>
              </Fill>
            - <Stroke>
                <CssParameter name="stroke">#6e6e6e</CssParameter>
              </Stroke>
            </PolygonSymbolizer>
          - <TextSymbolizer>
              <Label>PROVINCE_T</Label>
            - <Font>
                <CssParameter name="font-family">angsana</CssParameter>
                <CssParameter name="font-size">16</CssParameter>
              </Font>
            - <LabelPlacement>
              - <PointPlacement>
                - <AnchorPoint>
                    <AnchorPointX>0.5</AnchorPointX>
                    <AnchorPointY>0.5</AnchorPointY>
                  </AnchorPoint>
                </PointPlacement>
              </LabelPlacement>
            - <Fill>
                <CssParameter name="fill">#00007d</CssParameter>
              </Fill>
            </TextSymbolizer>
          </Rule>
        </FeatureTypeStyle>
      </UserStyle>
    </NamedLayer>
  - <NamedLayer>
      <Name>amphoe</Name>
    - <UserStyle>
      - <FeatureTypeStyle>
        - <Rule>
            <Name>amphoe</Name>
          - <PolygonSymbolizer>
            - <Fill>
                <CssParameter name="fill">#ffebbe</CssParameter>
              </Fill>
            - <Stroke>
                <CssParameter name="stroke">#6e6e6e</CssParameter>
              </Stroke>
            </PolygonSymbolizer>
          - <TextSymbolizer>
              <Label>Amphoe_t</Label>
            - <Font>
                <CssParameter name="font-family">angsana</CssParameter>
                <CssParameter name="font-size">12</CssParameter>
              </Font>
            - <LabelPlacement>
              - <PointPlacement>
                - <AnchorPoint>
                    <AnchorPointX>0.5</AnchorPointX>
                    <AnchorPointY>0.5</AnchorPointY>
                  </AnchorPoint>
                </PointPlacement>
              </LabelPlacement>
            - <Fill>
                <CssParameter name="fill">#0000ff</CssParameter>
              </Fill>
            </TextSymbolizer>
          </Rule>
        </FeatureTypeStyle>
      </UserStyle>
    </NamedLayer>
  </StyledLayerDescriptor>
```


รูปที่ 4.21 แสดงผลลัพธ์ของ GetStyles Response

4.1.5 Filter Encoding (FE)

4.1.5.1 ความสำคัญ

Filter Encoding เป็นข้อกำหนดมาตรฐานคำร้องขอ (Request) ที่พัฒนาขึ้นเพื่อเสริมการทำงานของ Web Feature Service (WFS) สำหรับการเข้าถึงหรือใช้ในการสืบค้นฟีเจอร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น กล่าวคือ Filter Encoding คือเอกสาร XML ที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการเข้าถึงข้อมูลแบบมีเงื่อนไข คล้ายกับการทำงานของภาษา SQL เพื่อสืบค้นข้อมูลและฟีเจอร์ด้วยเงื่อนไขที่ซับซ้อน โดยผู้ใช้สามารถสร้างเงื่อนไขตามมาตรฐานของ Filter Encoding และทำการส่งไปกับการร้องขอแบบ GetFeature ผ่านโปรโตคอล WFS ได้ทันที โดยใช้พารามิเตอร์ “Filter=” ชุดคำสั่งในการร้องขอรับบริการ GetFeature ร่วมกับ Filter Encoding ได้แก่

http://127.0.0.1/cgi-bin/wfs.exe?VERSION=1.0.0&SERVICE=WFS&REQUEST=GetFeature&TYPENAME=popplace&**Filter=**<Filter><PropertyIsGreaterThanOrEqualTo><PropertyName>POP</PropertyName><Literal>5</Literal></PropertyIsGreaterThanOrEqualTo></Filter>

4.1.5.2 Operation

การทำงานของ Filter Encoding สามารถแบ่งออกเป็นสามประเภทหลักคือ Spatial Operation, Logical Operation, Comparison Operation โดยแต่ละประเภทจะมีรายละเอียดดังนี้

4.1.5.2.1 Spatial Operation

เป็นโหมดการทำงานที่ใช้เงื่อนไขเชิงตำแหน่งในการสืบค้นฟีเจอร์ โดยผู้ใช้สามารถเลือกฟังก์ชันในการทำงานได้ดังตาราง 4.18

ตารางที่ 4.18 แสดงรายละเอียดของ ฟังก์ชันการทำงาน Spatial Operation

Name	XML Tag	Description
BBOX	<BBOX>	การใช้เงื่อนไขของขอบเขตในการสืบค้น
Intersects	<Intersects>	การใช้เงื่อนไขของการซ้ำกันทางพื้นที่ในการสืบค้น
DWithin	<DWithin>	การใช้เงื่อนไขของวัตถุหนึ่งที่อยู่ในวัตถุหนึ่งตามระยะทางที่กำหนด
Overlaps	<Overlap>	การใช้เงื่อนไขของการเหลื่อมล้ำกันทางพื้นที่ในการสืบค้น
Within	<Within>	การใช้เงื่อนไขของวัตถุหนึ่งที่อยู่ในวัตถุหนึ่ง
Crosses	<Cross>	การใช้เงื่อนไขของวัตถุหนึ่งที่ตัดผ่านเข้าไปยังอีกวัตถุ
Touches	<Touch>	การใช้เงื่อนไขของวัตถุหนึ่งที่สัมผัสกับวัตถุโดยรอบ

ตัวอย่างการเขียนเอกสาร XML โดยใช้ Filter Encoding สืบค้นด้วย Spatial Operation แบบต่างๆ ดังนี้

1. Spatial operator BBOX

```
<Filter>
    <BBOX>
        <PropertyName>Geometry</PropertyName>
            <gml:Envelope srsName="EPSG:4326">
            <gml:lowerCorner>13.0983 31.5899</gml:lowerCorner>
            <gml:upperCorner>35.5472 42.8143</gml:upperCorner>
            </gml:Envelope>
    </BBOX>
</Filter>
```

2. Spatial operator Dwithin

```
<Filter>
    <DWithin>
        <PropertyName>Geometry</PropertyName>
            <gml:Point srsName="EPSG:4326">
            <gml:coordinates>13.0983 31.5899</gml:coordinates>
            <gml:coordinates>35.5472 42.8143</gml:coordinates>
            </gml:Point>
        <Distance units='m'>1000</Distance>
    </DWithin>
</Filter>
```

4.1.5.2.2 Logical Operation

เป็นโหมดการทำงานที่ใช้เงื่อนไขตรรกะศาสตร์ในการสืบค้นฟีเจอร์ Logical Operation มักถูกใช้เป็นตัวเชื่อมระหว่างนิพจน์ในการสืบค้น โดยสามารถทำงานร่วมกับ Spatial Operation และ Comparison Operation ซึ่งมีฟังก์ชันในการทำงานดังตาราง 4.19

ตารางที่ 4.19 แสดงรายละเอียดของ ฟังก์ชันการทำงาน Logical Operation

Name	XML Tag	Description
And	<And>	การเชื่อมนิพจน์ด้วยตรรกะ “และ”
Or	<Or>	การเชื่อมนิพจน์ด้วยตรรกะ “หรือ”
Not	<Not>	การเชื่อมนิพจน์ด้วยตรรกะ “ไม่”

ตัวอย่างการเขียนเอกสาร XML โดยใช้ Filter Encoding แบบ Logical Operation สืบค้นร่วมกับ Comparison Operation

```
<Filter>
    <And>
        <PropertyIsEqualTo>
            <PropertyName>NAME</PropertyName>
            <Literal>Japura</Literal>
        </PropertyIsEqualTo>
        <PropertyIsEqualTo>
            <PropertyName>SYSTEM</PropertyName>
            <Literal>Amazon</Literal>
        </PropertyIsEqualTo>
    </And>
</Filter>
```

4.1.5.2.3 Comparison Operation

เป็นโหมดการทำงานที่ใช้เงื่อนไขการเปรียบเทียบระหว่างสองสิ่ง โดยนิยมใช้กับข้อมูลเชิงบรรยายที่สัมพันธ์กับฟีเจอร์ต่างๆ เป็นการค้นหาฟีเจอร์ที่ต้องการจากข้อมูลเชิงบรรยายที่สามารถนำค่ามาเปรียบเทียบตามเงื่อนไขที่ต้องการได้ ซึ่งจะประกอบด้วยฟังก์ชันในการสืบค้นดังตาราง 4.20

ตารางที่ 4.20 แสดงรายละเอียดของ ฟังก์ชันการทำงาน Comparison Operation

Name	Description
<PropertyIsNotEqualTo>	การเปรียบเทียบแบบ A ไม่เท่ากับ B (A<>B)
<PropertyIsEqualTo>	การเปรียบเทียบแบบ A เท่ากับ B (A=B)
<PropertyIsLessThan>	การเปรียบเทียบแบบ A น้อยกว่า B (A<B)
<PropertyIsGreaterThan>	การเปรียบเทียบแบบ A มากกว่า B (A>B)
<PropertyIsLessThanOrEqualTo>	การเปรียบเทียบแบบ A น้อยกว่าเท่ากับ B (A<=B)
<PropertyIsGreaterThanOrEqualTo>	การเปรียบเทียบแบบ A มากกว่าเท่ากับ B (A>=B)
<PropertyIsLike>	การเปรียบเทียบแบบ A เหมือนกับ B
<PropertyIsBetween>	การเปรียบเทียบแบบ A อยู่ระหว่าง B

ตัวอย่างการเขียนเอกสาร XML โดยใช้ Filter Encoding แบบ Comparison Operation

```
<Filter>
        <PropertyIsEqualTo>
                <PropertyName>NAME</PropertyName>
                <Literal>Great Bear</Literal>
        </PropertyIsEqualTo>
</Filter>
```

```
<Filter>
        <PropertyIsGreaterThanOrEqualTo>
                <PropertyName>POP_RANGE</PropertyName>
                <Literal>5</Literal>
        </PropertyIsGreaterThanOrEqualTo>
</Filter>
```

4.1.6 Web Map Context (WMC)

4.1.6.1 ความสำคัญ

Web Map Context เป็นมาตรฐานคำร้องขอ (Request) รับบริการข้อมูลแสดงรายละเอียดของแม่ข่ายต่างๆที่ให้บริการข้อมูลแผนที่ชนิด Web Map Service (WMS) ซึ่งจะบอกถึงสถานะของชั้นข้อมูลจากแม่ข่ายแผนที่ต่างๆ ที่กำลังให้บริการ โดยลักษณะคล้ายกับโปรเจคไฟล์ของโปรแกรมประเภท Desktop GIS ทั่วไป ผลลัพธ์ที่ได้จากแม่ข่ายที่ให้บริการจะอยู่ในรูปแบบ XML

4.1.6.2 ส่วนประกอบของเอกสาร Web Map Context

Web Map Context จะอธิบายสถานะของชั้นข้อมูลต่างๆ จากแม่ข่าย WMS ในรูปแบบของเอกสาร XML เพื่อให้ผู้ใช้สามารถทราบถึงรายละเอียดการเชื่อมโยงของแม่ข่าย ซึ่งจะมีรายละเอียดต่างๆดังต่อไปนี้

4.1.6.2.1 View Context

ส่วนบนสุดของเอกสารหรือที่เรียก Root element สำหรับบ่งบอกว่าเอกสารนี้เป็น Context Document ซึ่งจะประกอบด้วย Attribute ดังนี้

4.1.6.2.1.1 Version Number

Attribute ที่ใช้บอกหมายเลขรุ่นของเอกสาร ซึ่งปัจจุบัน Map Context อยู่ที่เวอร์ชั่น 1.1.0

4.1.6.2.1.2 Id

หมายเลขของเอกสารซึ่งใช้กำกับเอกสาร Map Context ทุกชิ้น โดยหมายเลขนี้จะต้องถูกกำหนดให้เป็นเอกลักษณ์เฉพาะนั้นๆ

4.1.6.2.2 General Section

เป็นส่วนที่ระบุรายละเอียดทั่วไปของการให้บริการข้อมูลปริภูมิของแม่ข่าย WMS ซึ่งจะประกอบด้วยส่วนประกอบย่อยต่างๆดังนี้

4.1.6.2.2.1 Bounding Box

แสดงขอบเขตของแผนที่และระบบพิกัดภูมิศาสตร์

4.1.6.2.2.2 Window Size

ขนาดของแผนที่ที่ให้บริการจากแม่ข่าย WMS

4.1.6.2.2.3 Title

ข้อความอธิบายโดยย่อของการให้บริการ

4.1.6.2.2.4 Keywords

คำศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการค้นหา โดยจะอยู่ในอิลิเมนต์ KeywordList ซึ่งในเอกสาร Map Context สามารถมีมากกว่าหนึ่ง Keyword

4.1.6.2.2.5 Contact Information

รายละเอียดข้อมูลสำหรับการติดต่อผู้ให้บริการ ที่ตั้งแหล่งผลิตข้อมูล รวมไปถึงชื่อของผู้ดูแลรับผิดชอบแหล่งข้อมูลปริภูมิ

4.1.6.2.2.6 LogoURL

URL ที่ใช้สำหรับการเข้าถึงสัญลักษณ์ของแม่ข่ายสำหรับนำมาแสดงผล

4.1.6.2.3 LayerList

เป็นส่วนที่ระบุรายละเอียดของชั้นข้อมูลต่างๆที่ให้บริการบนแม่ข่าย WMS ซึ่งจะประกอบด้วยส่วนประกอบย่อยต่างๆดังนี้

4.1.6.2.3.1 Layer

อิลิเมนต์หลักของส่วนชั้นข้อมูล

4.1.6.2.3.2 Server

ส่วนแสดงรายละเอียดการให้บริการของแม่ข่าย เช่น ประเภทการให้บริการ, รุ่นของประเภทบริการ, URL สำหรับเข้าถึงแหล่งข้อมูลนั้น

4.1.6.2.3.3 Name

ชื่อของชั้นข้อมูลปริภูมิที่ให้บริการ

4.1.6.2.3.4 Title

ข้อความอธิบายโดยย่อของชั้นข้อมูลนั้น

4.1.6.2.3.5 Abstract

รายละเอียดโดยสังเขปของชั้นข้อมูลนั้น

4.1.6.2.3.6 Spatial Reference System

ระบบพิกัดของชั้นข้อมูลที่ผู้ใช้สามารถขอรับบริการได้

4.1.6.2.3.7 MetadataURL

URL สำหรับเข้าถึงเอกสารอธิบายข้อมูล

4.1.6.2.3.8 FormatList

รายการของรูปแบบผลลัพธ์ข้อมูลที่แม่ข่ายให้บริการ

4.1.6.2.3.8 Style

รายละเอียดของรูปแบบการแสดงผลของแผนที่

4.1.6.3 Operation

Web Map Context จะประกอบด้วย Operation หลักคือ GetContext ซึ่งจะเป็นฟังก์ชันการทำงานที่ช่วยให้ผู้ใช้สามารถได้รับรายละเอียดของเอกสาร Web Map Contex จากแม่ข่ายได้

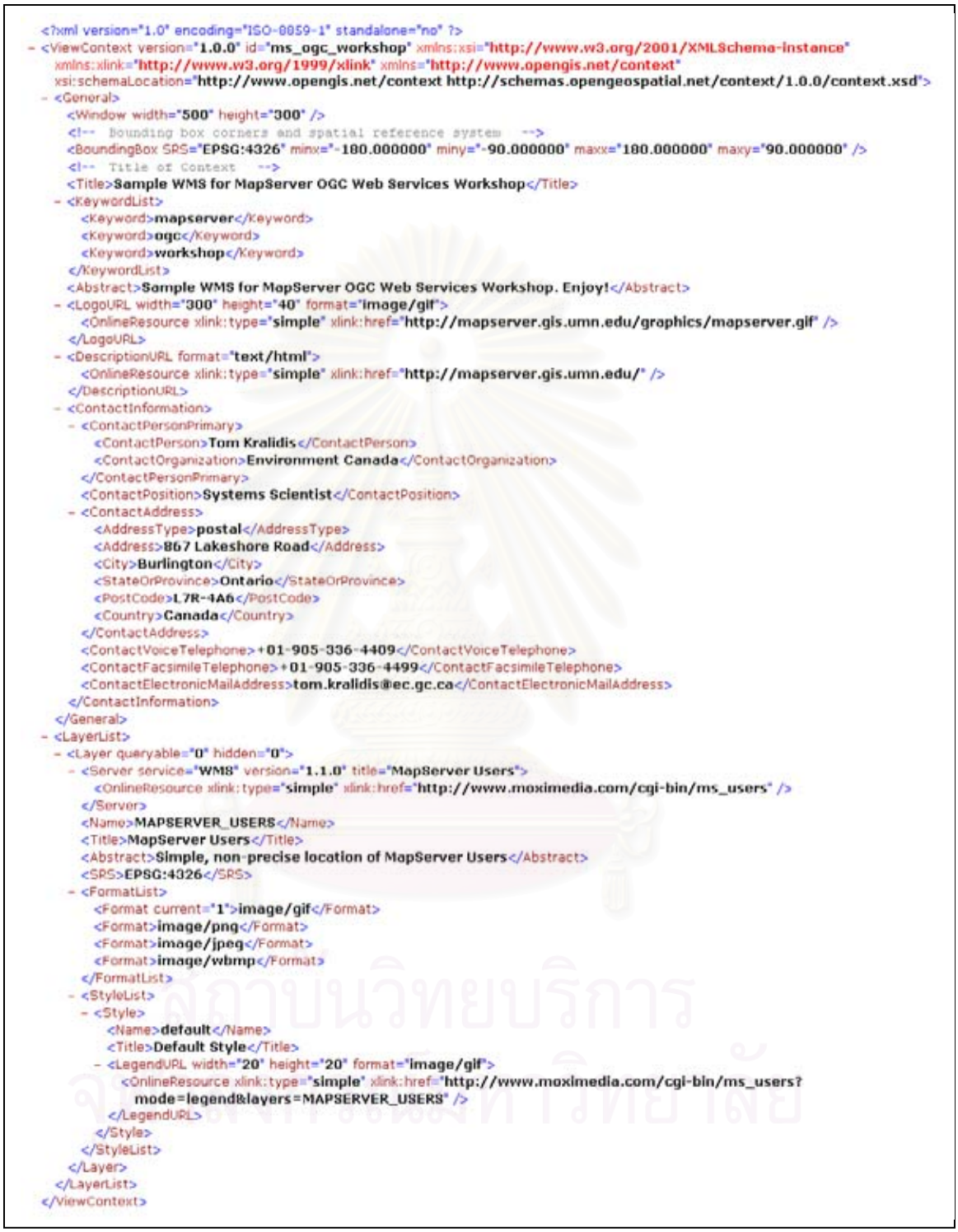
4.1.6.3.1 GetContext Request

การร้องขอรับบริการเอกสาร Map Context จากแม่ข่ายโดยผู้ใช้สามารถกำหนดประเภทการร้องขอ (request) เป็น GetContext ได้โดยตรงดังตัวอย่าง http://localhost/cgi-bin/myogc.exe? request=GetContext

4.1.6.3.2 GetContext Reponses

แม่ข่ายจะส่งผลลัพธ์จากการร้องขอมาเป็นเอกสาร XML ซึ่งจะอธิบายรายละเอียดของการให้บริการและรายละเอียดของชั้นข้อมูลตามที่ได้อธิบายมาข้างต้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1" standalone="no" ?>
- <ViewContext version="1.0.0" id="ms_ogc_workshop" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink" xmlns="http://www.opengis.net/context"
  xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/context http://schemas.opengeospatial.net/context/1.0.0/context.xsd">
  - <General>
    <Window width="500" height="300" />
    <!-- Bounding box corners and spatial reference system -->
    <BoundingBox SRS="EPSG:4326" minx="-180.000000" miny="-90.000000" maxx="180.000000" maxy="90.000000" />
    <!-- Title of Context -->
    <Title>Sample WMS for MapServer OGC Web Services Workshop</Title>
  - <KeywordList>
      <Keyword>mapserver</Keyword>
      <Keyword>ogc</Keyword>
      <Keyword>workshop</Keyword>
    </KeywordList>
    <Abstract>Sample WMS for MapServer OGC Web Services Workshop. Enjoy!</Abstract>
  - <LogoURL width="300" height="40" format="image/gif">
      <OnlineResource xlink:type="simple" xlink:href="http://mapserver.gis.umn.edu/graphics/mapserver.gif" />
    </LogoURL>
  - <DescriptionURL format="text/html">
      <OnlineResource xlink:type="simple" xlink:href="http://mapserver.gis.umn.edu/" />
    </DescriptionURL>
  - <ContactInformation>
    - <ContactPersonPrimary>
        <ContactPerson>Tom Kralidis</ContactPerson>
        <ContactOrganization>Environment Canada</ContactOrganization>
      </ContactPersonPrimary>
      <ContactPosition>Systems Scientist</ContactPosition>
    - <ContactAddress>
        <AddressType>postal</AddressType>
        <Address>867 Lakeshore Road</Address>
        <City>Burlington</City>
        <StateOrProvince>Ontario</StateOrProvince>
        <PostCode>L7R-4A6</PostCode>
        <Country>Canada</Country>
      </ContactAddress>
      <ContactVoiceTelephone>+01-905-336-4409</ContactVoiceTelephone>
      <ContactFacsimileTelephone>+01-905-336-4499</ContactFacsimileTelephone>
      <ContactElectronicMailAddress>tom.kralidis@ec.gc.ca</ContactElectronicMailAddress>
    </ContactInformation>
  </General>
- <LayerList>
  - <Layer queryable="0" hidden="0">
    - <Server service="WMS" version="1.1.0" title="MapServer Users">
        <OnlineResource xlink:type="simple" xlink:href="http://www.moximedia.com/cgi-bin/ms_users" />
      </Server>
      <Name>MAPSERVER_USERS</Name>
      <Title>MapServer Users</Title>
      <Abstract>Simple, non-precise location of MapServer Users</Abstract>
      <SRS>EPSG:4326</SRS>
    - <FormatList>
        <Format current="1">image/gif</Format>
        <Format>image/png</Format>
        <Format>image/jpeg</Format>
        <Format>image/wbmp</Format>
      </FormatList>
    - <StyleList>
      - <Style>
          <Name>default</Name>
          <Title>Default Style</Title>
        - <LegendURL width="20" height="20" format="image/gif">
            <OnlineResource xlink:type="simple" xlink:href="http://www.moximedia.com/cgi-bin/ms_users?
              mode=legend&layers=MAPSERVER_USERS" />
          </LegendURL>
        </Style>
      </StyleList>
    </Layer>
  </LayerList>
</ViewContext>
```


รูปที่ 4.22 แสดงผลลัพธ์ของ GetContext Response

4.1.7 การเปรียบเทียบการทำงานของข้อกำหนดมาตรฐาน OGC

จากการศึกษาข้อกำหนดมาตรฐานต่างๆของ Open Geospatial Consortium (OGC) ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ Open Geospatial Web Service ดังที่ได้กล่าวมาในข้างต้น ผู้วิจัยได้ทำการทดลองเปรียบเทียบลักษณะการทำงานและคุณสมบัติของข้อกำหนดมาตรฐาน OGC ได้แก่ WMS 1.3, WFS 1.1 และWCS 1.0 เพื่อทำให้สามารถเข้าใจภาพรวมของข้อกำหนดมาตรฐานต่างๆได้มากยิ่งขึ้น โดยพิจารณาจากชุดคำสั่งของโปรโตคอลเป็นหลัก ผลการเปรียบเทียบเป็นไปตามตารางที่ 4.21

ตารางที่ 4.21 แสดงผลการเปรียบเทียบลักษณะการทำงานและคุณสมบัติของ WMS, WFS และWCS

หัวข้อ	WMS	WFS	WCS
1. ความสามารถในการอธิบายการบริการ (Service Describe Capability)	สนับสนุน	สนับสนุน	สนับสนุน
2. ความสามารถแสดงผลแบบกราฟฟิคบนเวบบราวเซอร์ (Ability of Rendering Graphic on Web Brower)	สนับสนุน	ไม่สนับสนุน	ไม่สนับสนุน
3. ความสามารถในการดาว์โหลดข้อมูลปริภูมิจากแม่ข่าย (Ability of Download Spatial Data)	สนับสนุน	สนับสนุน	สนับสนุน
4. ความสามารถในการเรียกดูข้อมูลเชิงบรรยายที่ตำแหน่งต่างๆ(Ability of Get Attribute Data by location)	สนับสนุน	สนับสนุน	ไม่สนับสนุน
5. ความสามารถในการเรียกดูคำอธิบายโครงสร้างของข้อมูลปริภูมิ(Ability of Get Describe Layer)	ไม่สนับสนุน	สนับสนุน	สนับสนุน
6. ความสามารถในการบริการข้อมูลแบบหลายช่วงเวลา (Ability of Support Time Series)	สนับสนุน	ไม่สนับสนุน	สนับสนุน
7. ตัวเลือกในการร้องขอข้อมูลแบบบีบอัด(Ability of Support Compression Output Data)	สนับสนุน	ไม่สนับสนุน	สนับสนุน
8. ความสามารถในการประมวลผลข้อมูลปริภูมิ (Ability of Processing Data)	ไม่สนับสนุน	ไม่สนับสนุน	สนับสนุน
9. วิธีการเลือกรับบริการข้อมูลปริภูมิ (Spatial data Selection Method)	BBOX,Time	FE	BBOX,Time,Band, Height
10. ผลลัพธ์จากการขอรับบริการข้อมูลปริภูมิ (Output format)	PNG,JPEG,GIF	GML	JP2,GEOTIF

4.1.7.1 ความสามารถในการอธิบายการให้บริการ (Service Describe Capability)

ทั้งโปรโตคอล WMS, WFS, WCS มีความสามารถในการอธิบายการให้บริการข้อมูลแก่ใช้ ผู้ใช้สามารถใช้ชุดคำสั่ง GetCapabilities ในการเรียกดูเอกสารที่อธิบายการให้บริการได้

4.1.7.2 ความสามารถในการแสดงผลแบบกราฟฟิกบนเวปบราวเซอร์ (Ability of Rendering Graphic on Web Brower)

โปรโตคอล WMS สามารถแสดงผลแบบกราฟฟิคบนเวปบราว์เซอร์ได้ เนื่องจากเป็นโปรโตคอลที่ถูกพัฒนามาเพื่อใช้ในการแสดงผลข้อมูลปริภูมิในรูปแบบของแผนที่โดยเฉพาะ โดยแสดงผลกราฟฟิกในรูปแบบของภาพบิตแมป (Bitmap) เช่น JPEG, PNG, GIF ส่วนโปรโตคอล WFS และ WCS ไม่สามารถแสดงผลในรูปแบบกราฟฟิค เนื่องจากเป็นโปรโตคอลที่ให้บริการข้อมูลปริภูมิที่มีรูปแบบเฉพาะ โปรแกรมเวปบราว์เซอร์ไม่สามารถนำข้อมูลที่ได้มาแสดงผลเชิงกราฟฟิกได้

4.1.7.3 ความสามารถในการดาว์โหลดข้อมูลปริภูมิจากแม่ข่าย (Ability of Download Spatial Data)

โปรโตคอล WFS, WMS และ WCS เป็นโปรโตคอลที่สนับสนุนการให้บริการข้อมูลปริภูมิ ผู้ใช้สามารถดาว์โหลดข้อมูลปริภูมิจากแม่ข่ายได้ โดยใช้ชุดคำสั่ง GetFeature ของ WFS และ GetCoverage ของ WCS สำหรับโปรโตคอล WMS จะใช้ชุดคำสั่ง GetFeatureInfo โดยต้องระบุผลลัพธ์ในรูปแบบ GML เท่านั้น

4.1.7.4 ความสามารถในการเรียกดูข้อมูลเชิงบรรยายที่ตำแหน่งต่างๆ (Ability of Get Attribute Data by location)

โปรโตคอล WMS ผู้ใช้จะสามารถเรียกดูข้อมูลเชิงบรรยาย ณ ตำแหน่งต่างๆบนแผนที่ได้จากชุดคำสั่ง GetFeatureInfo และในส่วนของโปรโตคอล WFS ผู้ใช้สามารถเรียกดูข้อมูลเชิงบรรยายได้ด้วยการร้องขอรับบริการโดยสร้างคำร้องขอด้วยมาตรฐาน Filter Encoding ร่วมกับชุดคำสั่ง GetFeature ของโปรโตคอล WFS แม่ข่ายจะทำการส่งผลลัพธ์มาในรูปแบบ GML ซึ่งผู้ใช้สามารถเข้าถึงข้อมูลเชิงบรรยายได้

4.1.7.5 ความสามารถในการเรียกดูคำอธิบายโครงสร้างของชั้นข้อมูลปริภูมิ (Ability of Get Describe Layer)

โปรโตคอล WFS และ WCS ผู้ใช้สามารถเรียกดูรายละเอียดของชั้นข้อมูลปริภูมิได้ ทำให้ทราบถึงคุณสมบัติของข้อมูลปริภูมิที่ให้บริการโดยใช้ชุดคำสั่ง DescribeFeature และ DescribeCoverage ตามลำดับ แต่โปรโตคอล WMS ผู้ใช้จะไม่สามารถทราบรายละเอียดต่างๆที่เกียวข้องกับข้อมูลปริภูมิได้

4.1.7.6 ความสามารถในการบริการข้อมูลแบบหลายช่วงเวลา (Ability of Support Time Series)

โปรโตคอล WMS และ WCS สนับสนุนการร้องขอข้อมูลแบบหลายช่วงเวลา โดยแม่ข่ายจะสร้างกลุ่มข้อมูลปริภูมิที่อยู่ในพื้นที่เดียวกันแต่ต่างช่วงเวลา ผู้ใช้สามารถระบุช่วงเวลาในการเข้าถึงข้อมูลได้ เช่น บนโปรโตคอล WCS ผู้ใช้สามารถเข้าถึงข้อมูลแผนที่ในช่วงเวลาต่างๆได้จากชุดคำสั่ง GetCoverage ซึ่งมีการกำหนดพารามิเตอร์ TIME ไว้เพื่อระบุช่วงเวลาที่ต้องการแต่สำหรับโปรโตคอล WFS ไม่สนับสนุนการบริการข้อมูลแบบหลายช่วงเวลาโดยตรงแต่สามารถใช้ FE ในการกรองข้อมูลตามช่วงเวลา ซึ่งใน GML 3.0 สามารถจัดเก็บข้อมูลฟีเจอร์แบบหลายช่วงเวลาได้

4.1.7.7 ความสามารถในการบีบอัดข้อมูลผลลัพธ์จากการร้องขอ (Ability of Support Compression Output Data)

โปรโตคอล WMS และ WCS จะสามารถบีบอัดข้อมูลผลลัพธ์ที่ได้จากการร้องขอได้ กล่าวคือ โปรโตคอล WMS เมื่อผู้ใช้ทำการร้องขอข้อมูลแผนที่ด้วยชุดคำสั่ง GetMap ผู้ใช้สามารถเลือกรูปแบบ (format) ของผลลัพธ์แผนที่ได้โดยเฉพาะในรูปแบบบีบอัดเช่น JPEG สำหรับโปรโตคอล WCS เมื่อผู้ใช้ทำการร้องขอข้อมูลแผนที่ด้วยชุดคำสั่ง GetCoverage ผู้ใช้จะสามารถทำการกำหนดผลลัพธ์ในรูปแบบที่บีบอัดได้ เช่น JPEG2000, ECW ส่วนโปรโตคอล WFS ผู้ใช้ไม่สามารถกำหนดผลลัพธ์ในรูปแบบที่บีบอัดได้ เนื่องจากผลลัพธ์ของการร้องขอรับบริการข้อมูลฟีเจอร์จะอยู่ในรูปแบบของ GML เท่านั้นแต่ผู้ใช้สามารถนำเอาความสามารถร้องขอการบีบอัดข้อมูลด้วยโปรโตคอล HTTP ได้ โดยระบุรูปแบบการบีบอัดเป็น gzip เพื่อทำการบีบอัดเอกสาร GML

4.1.7.8 ความสามารถในการประมวลผลข้อมูลปริภูมิ (Ability of Processing Data)

โปรโตคอล WCS เปิดช่องทางให้ผู้ใช้สามารถกำหนดการประมวลผลข้อมูลปริภูมิบนฝั่งแม่ข่าย เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามต้องการได้ โดยในชุดคำสั่ง GetCoverage ผู้ใช้สามารถกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆของข้อมูลผลลัพธ์ตามที่ต้องการได้เช่น ขนาดของรายละเอียดจุดภาพ (pixel size), การเรียงชั้นของแบนด์ (Stack band), วิธีการรีแซมปิ้ง (Resamping Method) เป็นต้นซึ่งแม่ข่ายจะทำการประมวลผลข้อมูลตามที่ระบุไว้ในชุดคำสั่งทันที ก่อนที่จะทำการส่งข้อมูลผลลัพธ์กลับมายังฝั่งลูกข่าย แต่ในโปรโตคอล WMS และ WFS จะไม่สนับสนุนการประมวลผลข้อมูลบนฝั่งแม่ข่ายได้

4.1.7.9 วิธีการเลือกรับบริการข้อมูลปริภูมิที่สนใจ (Spatial data Selection Method)

กระบวนการเลือก(Selection) เป็นกระบวนการหนึ่งที่ทุกๆโปรโตคอลต่างสนับสนุนการทำงาน กล่าวคือผู้ใช้สามารถทำการเลือกข้อมูลปริภูมิที่จะขอรับบริการได้ โดยแต่ละโปรโตคอลจะมีวิธีการในการเลือกข้อมูลปริภูมิต่างๆดังนี้ โปรโตคอล WMS จะมีวิธีการเลือกสองแบบ

คือการเลือกจากขอบเขตภูมิศาสตร์ (BBOX) และการเลือกจากช่วงเวลา (Time) โปรโตคอล WFS จะมีวิธีการเลือกด้วยโปรโตคอล Filter Encoding ซึ่งผู้ใช้จะสามารถสร้างเงื่อนไขต่างๆในการเลือกได้จากการสร้างเอกสารคำร้องขอตามมาตรฐานของ Filter Encoding แล้วทำการผนวกรวมไปกับชุดคำสั่ง GetFeature ส่วนโปรโตคอล WCS จะมีวิธีการเลือกสามแบบคือการเลือกจากขอบเขตภูมิศาสตร์ (BBOX) ,การเลือกจากช่วงเวลา (Time) และการเลือกจากหมายเลขของแบนด์ (Band number)

4.1.7.10 ผลลัพธ์จากการขอรับบริการข้อมูลปริภูมิ (Output format)

โปรโตคอล WMS จะให้บริการข้อมูลปริภูมิในรูปแบบของแผนที่ซึ่งเป็นข้อมูลกราฟฟิก ได้แก่ PNG, GIF, JPEG โปรโตคอล WFS จะให้บริการข้อมูลปริภูมิประเภทฟีเจอร์ (Feature) ที่อยู่ในรูปแบบของ GML ซึ่ง GML เป็นข้อมูลที่เป็นมาตรฐานกลางสำหรับใช้ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลโดยสามารถแปลงไปเป็นฟอร์แมทต่างๆได้โดยที่ไม่มีการสูญเสียของข้อมูลเกิดขึ้น โปรโตคอล WCS จะให้บริการข้อมูลปริภูมิประเภทราสเตอร์ที่อยู่ในรูปแบบต่างๆได้แก่ Geotif, JPEG2000, ECW ซึ่งเป็นรูปแบบที่เป็นกลาง โดยซอฟท์แวร์ทุกชนิดสามารถทำงานได้

4.18 การประยุกต์ใช้ Google Search engine ในการค้นหาแหล่งข้อมูลปริภูมิตามมาตรฐาน OGC

ปัจจุบัน Search Engine เข้ามามีบทบาทเป็นอย่างมากในการทำงานบนระบบอินเตอร์เน็ต โดยเฉพาะการค้นหาข้อมูลต่างๆจากแหล่งข้อมูลที่เชื่อมต่อกันอยู่ภายในโครงข่ายอินเตอร์เน็ต

Google เครื่องมือที่ใช้สำหรับการค้นหาข้อมูลบนระบบอินเตอร์เน็ตที่ดีและมีประสิทธิภาพชนิดหนึ่ง ผู้วิจัยได้ทดลองประยุกต์ใช้ Google Search engine ในการค้นหาแหล่งบริการข้อมูลปริภูมิตามข้อกำหนดมาตรฐานของ OGC บนอินเตอร์เน็ตโดยใช้คำสำคัญ (key word) คือ “Request=GetCapabilities” เพื่อเข้าถึงเอกสาร Capabilities ที่บรรยายการให้บริการข้อมูลของแม่ข่ายแผนที่ การค้นหาจะเริ่มจากการส่งคำร้องขอพร้อมกับคำสำคัญไปยังแม่ข่ายของ Google ดังนี้

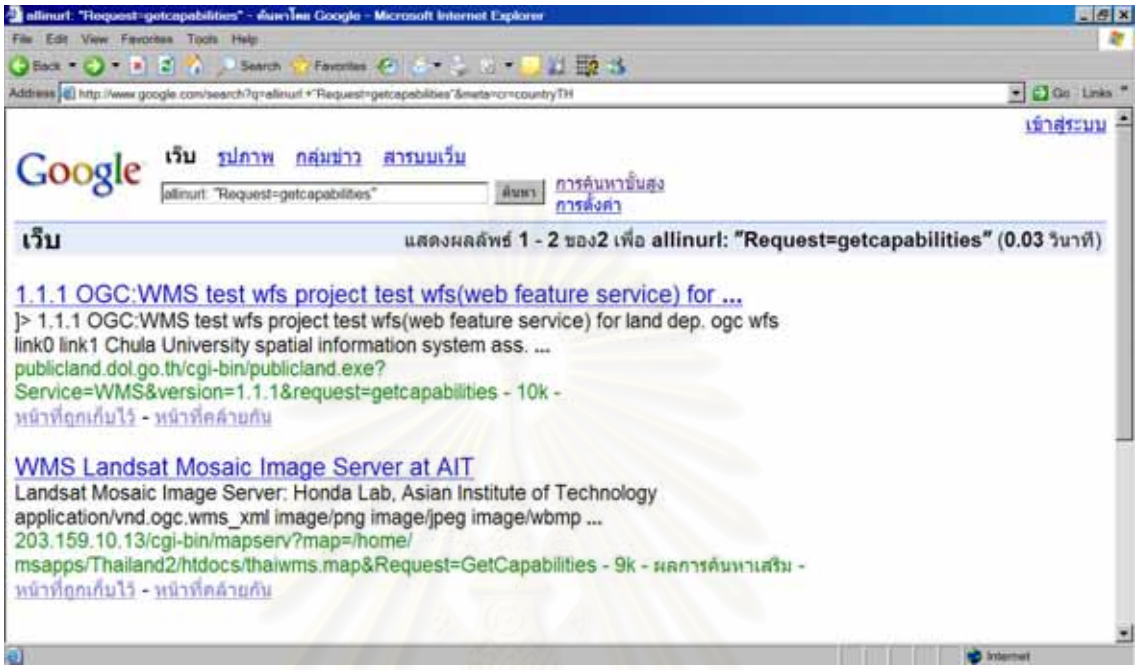
http://www.google.com/search?q=allinurl:+”Request=getcapabilities”

ผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นหน้าเว็บเพจที่แสดงรายการ URL เอกสาร Capabilities ของผู้ให้บริการข้อมูลปริภูมิตามมาตรฐานของ OGC ทั้งหมดทั่วโลก โดยที่ผู้ใช้สามารถนำ URL ดังกล่าวไปใช้ในการติดต่อกับแม่ข่ายแผนที่ได้

กรณีที่ผู้ใช้ต้องการค้นหาแหล่งข้อมูลปริภูมิเฉพาะประเทศต่างๆ ก็สามารถทำได้โดยการระบุพารามิเตอร์คำสั่งสืบค้นเฉพาะหน้าเว็บเพจในประเทศของ Google Search engine ดังนี้

http://www.google.com/search?q=allinurl:+”Request=getcapabilities”&meta=cr=countryTH

ผลลัพธ์ที่ปรากฏเป็นหน้าเว็บเพจที่แสดงรายการ URL ของเอกสาร GetCapabilities ที่อธิบายการให้บริการข้อมูลของแม่ข่ายแผนที่ดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.22 แสดงภาพผลลัพธ์ URL ของแหล่งข้อมูลในประเทศไทยที่สืบค้นได้จาก Google

4.2 ผลการศึกษาขีดความสามารถของสถาปัตยกรรมระบบที่ทำงานร่วมกันแบบ Interoperability

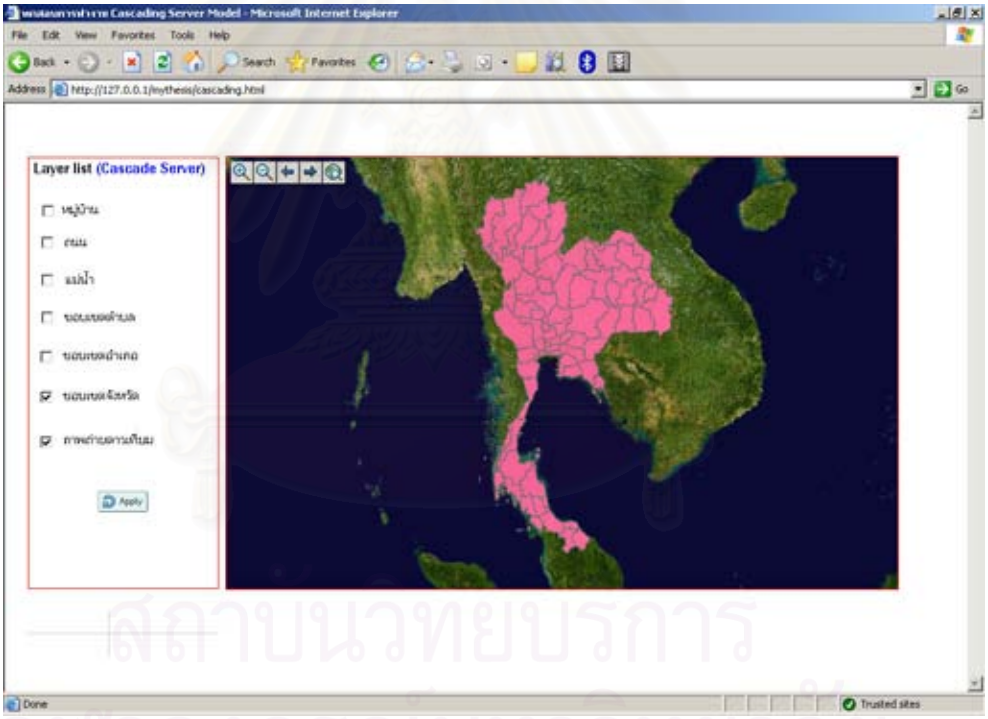
การพัฒนาระบบการให้บริการข้อมูลปริภูมิผ่านเว็บเซอร์วิสโดยทั่วไปจะมีรูปแบบของสถาปัตยกรรมของการเชื่อมโยงแม่ข่าย(Server) ที่ให้บริการข้อมูลกับลูกข่าย (Client) อยู่ 2 ประเภทหลัก คือ แบบ Simple Overlay และแบบ Cascading Server

ผู้วิจัยได้ทำการทดลองเปรียบเทียบระบบบริการข้อมูลปริภูมิทั้งสองแบบ โดยในหนึ่งระบบจะใช้แม่ข่ายทั้งสิ้น 4 แม่ข่าย ซึ่งในแต่ละแม่ข่ายจะทำหน้าที่ให้บริการข้อมูลปริภูมิตามข้อกำหนดมาตรฐาน Web Map Service ค่าพารามิเตอร์ที่กำหนดของแต่ละแม่ข่ายมีดังนี้

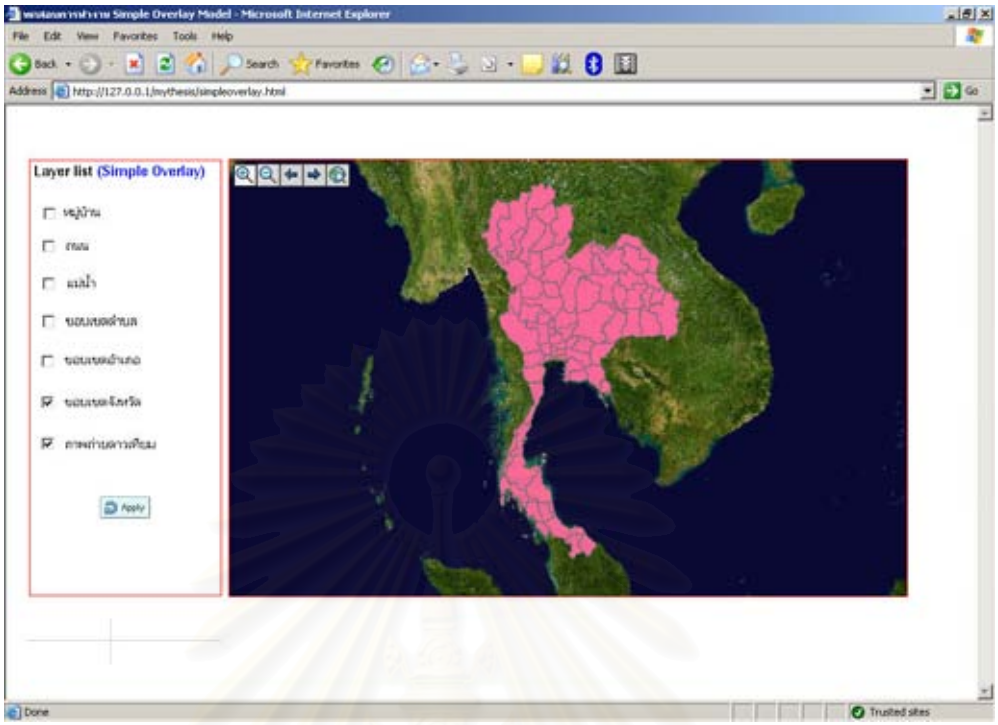
1. ขนาดภาพ กว้าง 750 pixels สูง 500 pixels
2. ชนิดของภาพเป็น PNG 24 bit
3. ระบบพิกัดภูมิศาสตร์เป็นระบบเดียวกันทั้งหมด คือ EPSG: 32647
4. แม่ข่ายใช้โปรแกรมมินเนโซต้า แมพเซิร์ฟเวอร์ (Minnesota Map Server) เวอร์ชั่น 4.9
5. ข้อมูลปริภูมิในการทดลองนี้จะประกอบด้วย 7 ชั้นข้อมูลหลักได้แก่
   - ข้อมูลขอบเขตการปกครองระดับจังหวัด มาตราส่วน 1:50000

- ข้อมูลขอบเขตการปกครองระดับอำเภอ มาตราส่วน 1:50000
- ข้อมูลขอบเขตการปกครองระดับตำบล มาตราส่วน 1:50000
- ข้อมูลถนน มาตราส่วน 1:50000
- ข้อมูลแม่น้ำ มาตราส่วน 1:20000
- ข้อมูลตำแหน่งหมู่บ้าน มาตราส่วน 1:50000
- ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 7 ขนาดจุดภาพ 15 เมตร

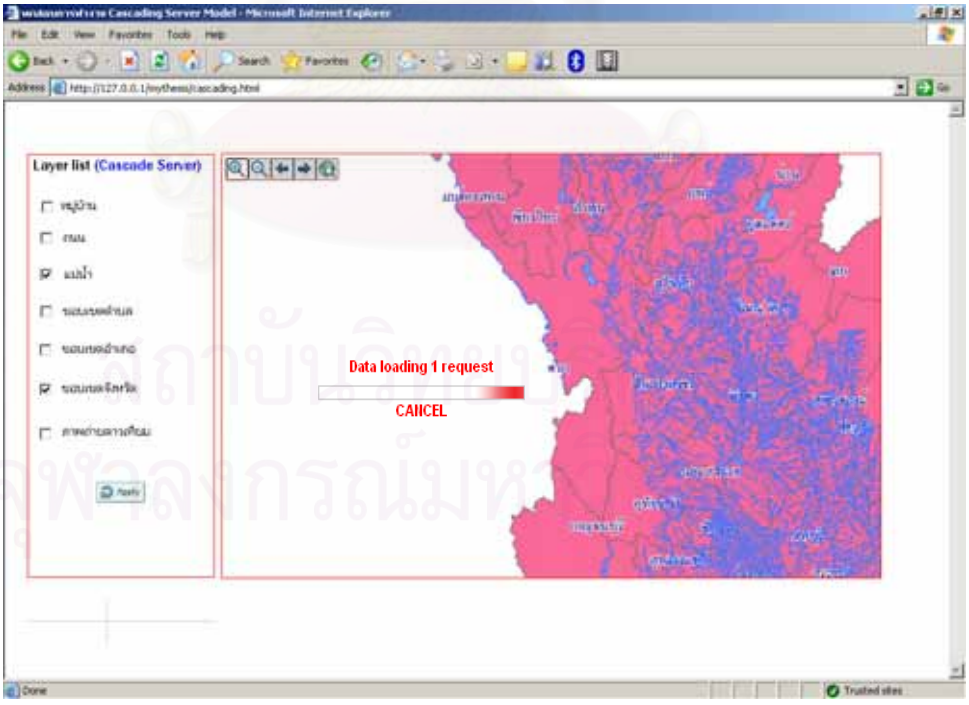
ทดลองสร้าง Web Application ทดสอบการทำงานของระบบที่ใช้สถาปัตยกรรมแบบ Cascading Server และสถาปัตยกรรมแบบ Simple Overlay โดยใช้ภาษา Java Script และ DOM ในการควบคุมแสดงผลข้อมูลแผนที่ ซึ่งรูปแบบการเชื่อมโยงของแม่ข่ายในการทดลองของสถาปัตยกรรมแบบ Cascading Server และสถาปัตยกรรมแบบ Simple Overlayเป็นไปตามภาพที่ 3.1และ3.2



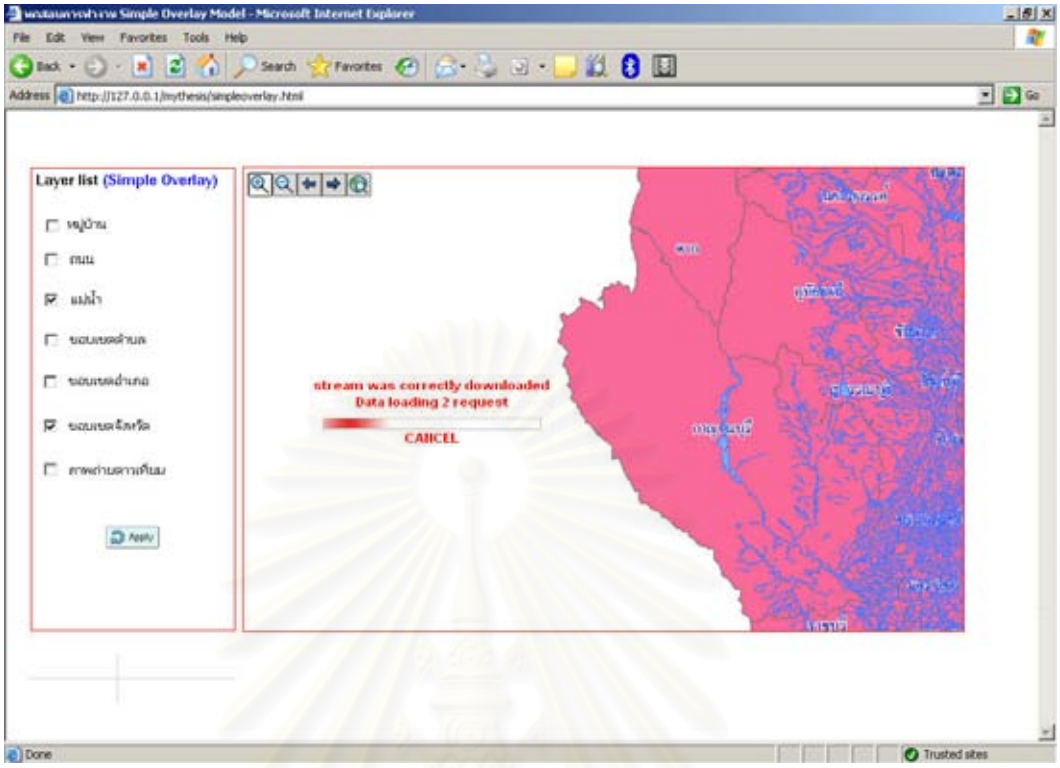
รูปที่ 4.23 แสดงภาพ Web Application แบบ Cascading Server



รูปที่ 4.24 แสดงภาพ Web Application แบบ Simple Overlay



รูปที่ 4.25 แสดงชุดคำสั่งร้องขอแผนที่ (Request) ซึ่งส่งจากลูกข่ายไปยังแม่ข่ายจำนวน 1 คำสั่ง



รูปที่ 4.26 แสดงจำนวนชุดคำสั่งร้องขอข้อมูล (Request) ที่ส่งจากลูกข่ายไปยังแม่ข่ายซึ่งมีจำนวนเท่ากับชั้นข้อมูลแผนที่ที่ต้องการ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลการศึกษาเปรียบเทียบระบบบริการข้อมูลปริภูมิทั้งสองแบบได้ผลลัพธ์ดังตารางที่ 4.22

ตารางที่ 4.22 แสดงผลการเปรียบเทียบเชิงคุณลักษณะระหว่างCascading Server กับ Simple Overlay

Topic	Simple Overlay	Cascading Server
1. จำนวนภาพที่ส่งจาก แม่ข่ายมายังลูกข่าย	5 ภาพ (n*จำนวนแม่ข่าย)	1 ภาพ
2. ขนาดของข้อมูลที่ส่งจาก แม่ข่ายมายังลูกข่าย	3 mb	0.80 mb
3. ขนาด memory ที่ลูกข่ายใช้	ใช้ทรัพยากรที่มากกว่า เนื่องจากต้องรองรับข้อมูลแผนที่จากทุกแม่ข่าย	ใช้ทรัพยากรที่น้อยเนื่องจากมีแม่ข่ายกลางในการจัดการรวมข้อมูลและบีบอัดข้อมูลก่อนส่งข้อมูลแผนที่มายังลูกข่าย
4. การจัดการข้อมูลแผนที่	การทำงานจำเป็นที่จะต้องเชื่อมต่อกับทุกๆแม่ข่ายตลอดเวลาจึงจะสามารถทำงานได้	การทำงานบางเวลาที่เกิดขัดข้องจากการรับส่งข้อมูลแม่ข่ายกลางสามารถแก้ไขและจัดการปัญหาก่อนส่งผลลัพธ์ไปยังลูกข่าย
5. ความต้องการของระบบ network	ต้องการระบบ network ที่สามารถเชื่อมต่อกันอย่างสม่ำเสมอตลอดเวลาการทำงาน	สามารถออกแบบให้แม่ข่ายกลางอยู่ในสภาวะที่มีระบบ network ดีเพื่อจัดการข้อมูลแผนที่ แต่ลูกข่ายสามารถทำงานได้ในสภาวะแวดล้อมที่มีประสิทธิภาพของ ระบบ network ที่ด้อยกว่า

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.23 แสดงผลเปรียบเทียบเชิงคุณลักษณะระหว่าง Cascading Server กับ Simple Overlay (ต่อ)

Topic	Simple Overlay	Cascading Server
6. ความซับซ้อนในการทำงานของ Application	การพัฒนาโปรแกรมค่อนข้างซับซ้อนเนื่องจากต้องออกแบบให้โปรแกรมสามารถจัดการกับการรับส่งข้อมูลจากแม่ข่ายจำนวนมาก	การพัฒนาโปรแกรมทำได้สะดวกและไม่ซับซ้อนเนื่องจากมีแม่ข่ายกลางที่ใช้ในการจัดการข้อมูลจากแม่ข่ายต่างๆ
7. ความยืดหยุ่นในการขยายระบบการเพิ่มจำนวนการเชื่อมต่อกับแม่ข่ายแผนที่	การเพิ่มจำนวนแม่ข่ายแผนที่สามารถทำได้ที่ส่วนของลูกข่าย	การเพิ่มจำนวนแม่ข่ายแผนที่ต้องทำที่แม่ข่ายกลาง
8. ความปลอดภัยของข้อมูล	ผู้ใช้สามารถเข้าถึงแหล่งข้อมูลได้โดยตรง ทำให้มีโอกาสที่จะถูกเข้าถึงข้อมูลได้ทันที	ผู้ใช้เข้าถึงข้อมูลได้แค่แม่ข่ายกลางโดยผู้ใช้จะไม่ทราบถึงที่อยู่จริงของแหล่งข้อมูล
9. ชนิดของภาพบิตแมปที่ใช้แสดงแผนที่	PNG, GIF	PNG, JPEG, SWF, GIF, BMP,
10. เทคโลยีที่ใช้แสดงผลบน web application ในการวาดข้อมูลแผนที่	CSS,DIV	แสดงผลแบบภาพปกติ

4.3 ผลการพัฒนาระบบสารสนเทศปริภูมิตามข้อกำหนดมาตรฐานของ Open Geospatial Consortium

การพัฒนาระบบ Open Geospatial Web service (OWS) ผู้วิจัยได้ออกแบบให้ระบบให้สนับสนุนการทำงานบนโปรโตคอลมาตรฐานของ OGC ได้แก่ Web Map Service (WMS) Version 1.3.0, Web Feature Service (WFS) Version 1.1.0, Web Coverage Service (WCS) Version 1.0.0, Style Layer Descriptor (SLD) Version 1.0.0, Filter Encoding (FE) Version 1.1.0, Web Map Context (WMC) Version 1.1.0 ระบบจะมุ่งเน้นที่การทำงานแบบ Interoperabilites และการแบ่งปันข้อมูล(Data Sharing) ระหว่างองค์กร

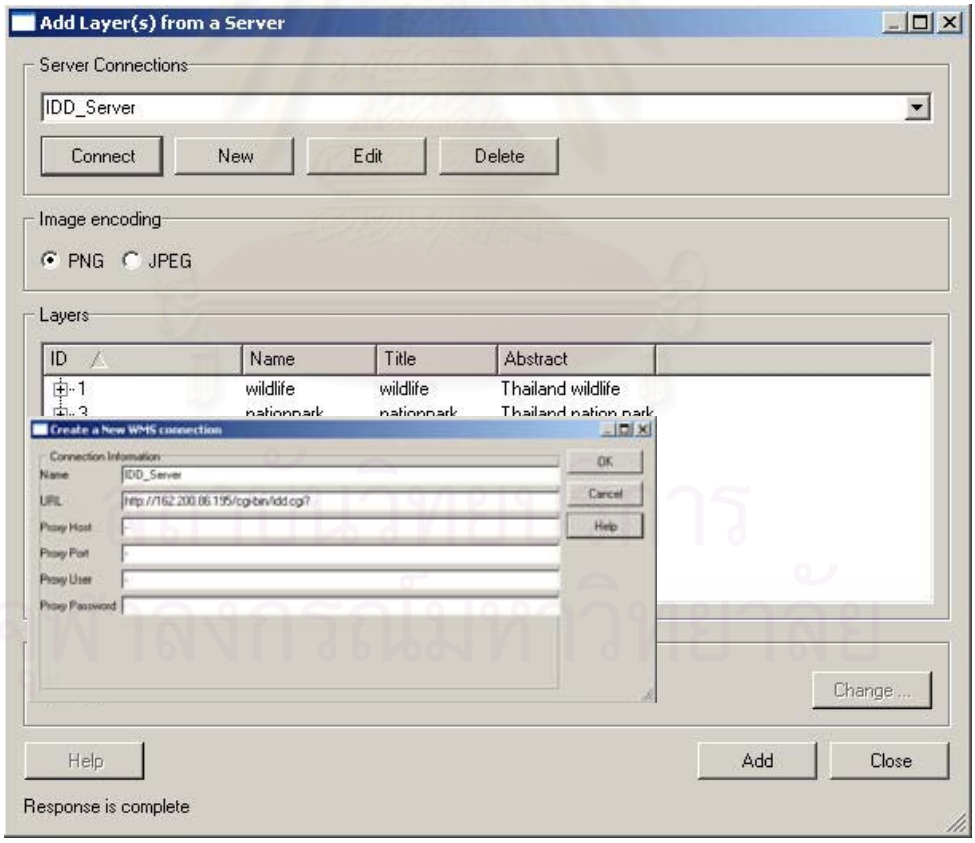
4.3.1 การทำงานของระบบ Open Geospatial Web service

การเข้าถึงระบบสามารถทำได้ด้วยสองวิธีหลักคือการเข้าถึงผ่านโปรแกรมประยุกต์ OWS Client ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นหรือการเข้าถึงจากโปรแกรมสารสนเทศปริภูมิที่สนับสนุนการทำงานแบบ Interoperability ตามข้อกำหนดมาตรฐานของ OGC

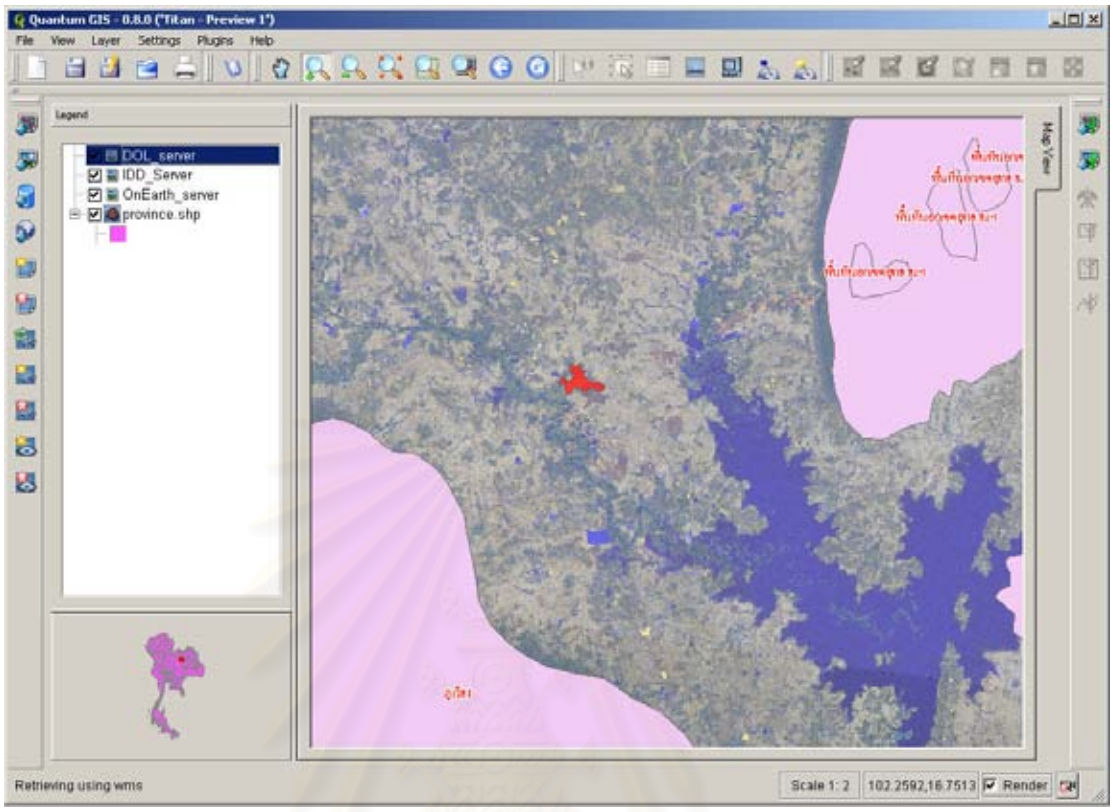
4.3.1.1 การเข้าถึงระบบ Open Geospatial Web service ด้วยโปรแกรมสารสนเทศปริภูมิ

เนื่องจากกลุ่มอุตสาหกรรมซอฟท์แวร์สารสนเทศปริภูมิได้เป็นส่วนหนึ่ง Open Geospatial Consortium ทำให้โปรแกรมสารสนเทศปริภูมิรุ่นใหม่มีโหมดที่สนับสนุนการทำงานแบบ Interoperabilities ตามข้อกำหนดมาตรฐานของ OGC ทำให้ผู้ใช้ที่อยู่ภายในและภายนอกองค์กรสามารถเข้าถึงระบบได้โดยตรงผ่านโปรแกรมสารสนเทศปริภูมิที่ทำงานอยู่ปัจจุบัน

การทำงานประเภทนี้จะคล้ายกับการทำงานแบบเดิม เริ่มต้นจากที่ผู้ใช้เพิ่มชั้นข้อมูลประเภท OWS เข้าสู่โปรแกรม โดยสามารถเรียกชั้นข้อมูลประเภท OWS ที่มาจากแม่ข่ายต่างๆมาทำงานร่วมกัน



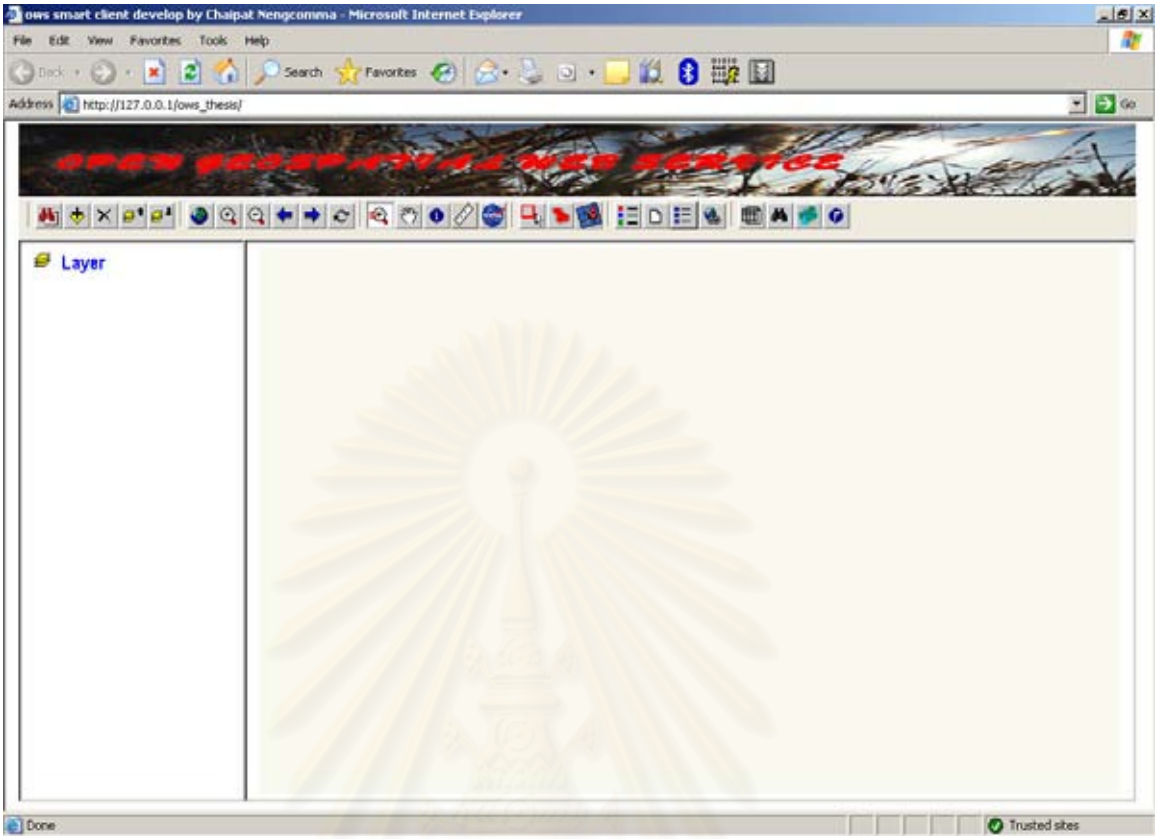
รูปที่ 4.27 แสดงเรียกชั้นข้อมูลประเภท OWS จากระบบด้วยโปรแกรม Quantum GIS



รูปที่ 4.28 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลจากชั้นข้อมูลประเภท OWS ร่วมกับชั้นข้อมูลประเภท file-base ด้วยโปรแกรม Quantum GIS

4.3.1.2 การเข้าถึงระบบ Open Geospatial Web service ด้วย OWS Client

เนื่องจากปัจจุบันความต้องการในการใช้ข้อมูลสารสนเทศปริภูมิในงานด้านต่างๆมีมากขึ้น ประกอบกับการทำงานที่ต้องการความคล่องตัวสูงกว่าคือ ผู้ใช้สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ผ่านทางระบบอินเตอร์เน็ตผ่านเวปเบราว์เซอร์โดยไม่จำเป็นต้องมีซอฟท์แวร์เฉพาะ และจากกรณีศึกษาตัวอย่างของการบริการข้อมูลแปลงที่ดินสาธารณะ พบว่าในบางกรณีมีความต้องการที่จะนำข้อมูลปริภูมิภายในระบบไปทำการวิเคราะห์ข้อมูลร่วมกับข้อมูลหน่วยงานโดยที่เป็นผู้ใช้จากสำนักงานที่ดินในจังหวัดต่างๆ หรือเป็นหน่วยงานอื่นๆที่ต้องการตรวจสอบและค้นหาแปลงที่ดินสาธารณะประโยชน์ ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการออกแบบและพัฒนาโปรแกรม ทำให้ผู้วิจัยได้พัฒนาโปรแกรม OWS Client ขึ้น โดยพัฒนาให้โปรแกรมมีความสามารถในการแสดงผล, ค้นหาและวิเคราะห์ข้อมูลจากแหล่งข้อมูลปริภูมิขององค์กรต่างๆร่วมกันได้ ซึ่งโปรแกรมทำงานอยู่บนข้อกำหนดมาตรฐานของ OGC



รูปที่ 4.29 แสดงส่วนตอบโต้ (Interface) ของโปรแกรม OWS Client

โปรแกรมจะประกอบด้วยหมวดการทำงานสามกลุ่มหลักได้แก่ กลุ่มฟังก์ชั่นทั่วไป (General group), กลุ่มฟังก์ชั่นแบบปฏิสัมพันธ์ (Interoperabilities group) และกลุ่มฟังก์ชั่นแบบบริการข้อมูล (Data service group) ซึ่งแต่ละกลุ่มจะประกอบด้วยฟังก์ชั่นย่อยต่างๆดังนี้

4.3.1.2.1 กลุ่มฟังก์ชั่นทั่วไป (General group)

ฟังก์ชั่นในกลุ่มนี้จะเป็นฟังก์ชั่นพื้นฐานของ Web mapping ทั่วไป สามารถแบ่งออกได้เป็นสองส่วนคือ ส่วนควบคุมการทำงานของแผนที่ (Map control) และส่วนจัดการชั้นข้อมูลแผนที่ (Layer Management)

1. ส่วนควบคุมการทำงานของแผนที่ (Map control)

ส่วนควบคุมการทำงานของแผนที่ จะประกอบด้วยแถบเครื่องมือที่ใช้ควบคุมการแสดงผลแผนที่บนหน้าจอแผนที่ ซึ่งประกอบด้วยเครื่องมือต่างๆดังนี้

1.1 แถบเครื่องมือขยายภาพ (Zoom In)

1.2 แถบเครื่องมือย่อภาพ (Zoom Out)

1.3 แถบเครื่องมือขยายภาพโดยระบุขอบเขต (Zoom to Area)

1.4 แถบเครื่องมือขยายภาพเต็มจอ (Zoom Full Extent)

1.5 แถบเครื่องมือขยายภาพก่อนหน้า (Zoom to Previous Extent)

1.6 แถบเครื่องมือขยายภาพย้อยหลัง (Zoom to Backward)

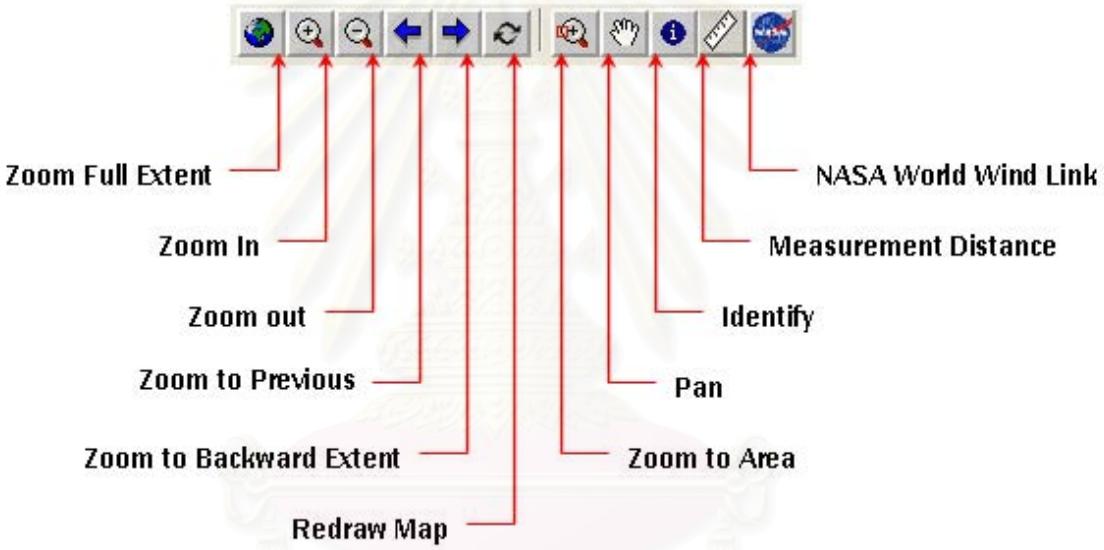
1.7 แถบเครื่องมือเลื่อนภาพ (Pan)

1.8 แถบเครื่องมือวัดระยะทาง (Measurement Distance)

1.9 แถบเครื่องมือสอบถามรายละเอียด (Identify)

1.10 แถบเครื่องมือเชื่อมโยงโปรแกรม NASA World Wind

1.11 แถบเครื่องมือวาดแผนที่ใหม่ (Redraw Map)



รูปที่ 4.30 แสดงส่วนควบคุมการทำงานของแผนที่ของโปรแกรม OWS Client

2. ส่วนจัดการชั้นข้อมูลแผนที่ (Layer Management)

ส่วนจัดการชั้นข้อมูลแผนที่จะประกอบด้วยเครื่องมือที่ใช้จัดการและควบคุมการทำงานของชั้นข้อมูลแผนที่ เช่นการเพิ่ม ลบชั้นข้อมูล, การเปลี่ยนการซ้อนทับของชั้นข้อมูล ซึ่งประกอบด้วยแถบเครื่องมือต่างๆดังนี้

2.1 แถบเครื่องมือเพิ่มชั้นข้อมูล (Add Layer)

2.2 แถบเครื่องมือลบชั้นข้อมูล (Remove Layer)

2.3 แถบเครื่องมือเลื่อนชั้นข้อมูลขึ้น (Move up Layer)

2.4 แถบเครื่องมือเลื่อนชั้นข้อมูลลง (Move down Layer)

4.3.1.2.2 กลุ่มฟังก์ชั่นการทำงานแบบปฏิสัมพันธ์ (Interoperabilities group)

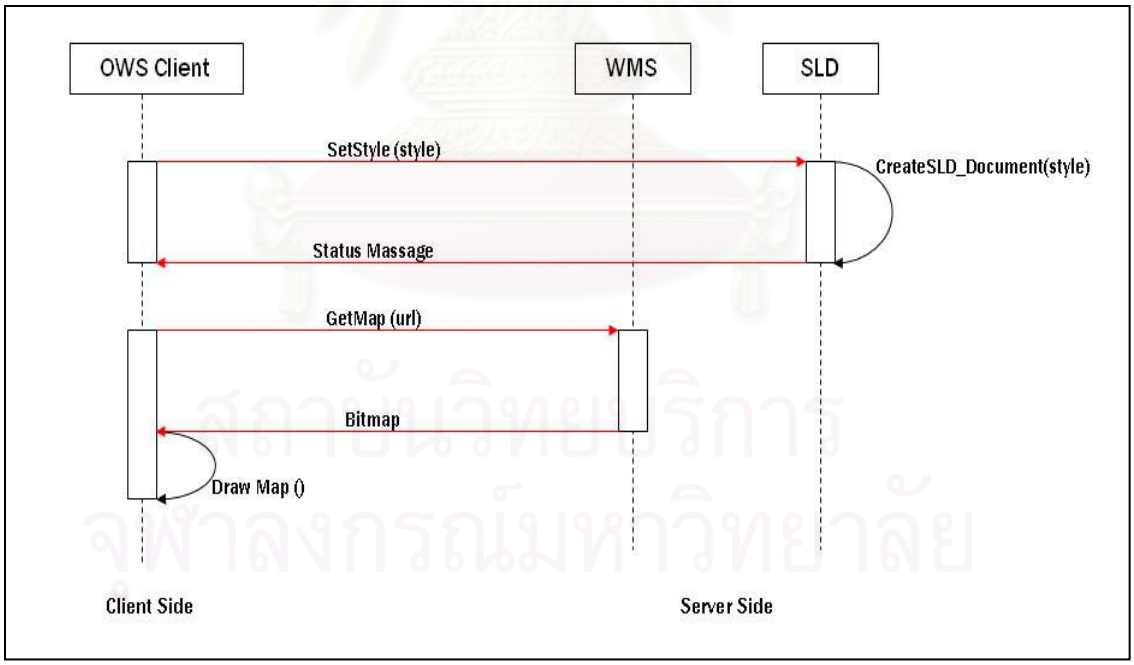
ฟังก์ชั่นในกลุ่มนี้จะเป็นฟังก์ชั่นที่ทำงานตามข้อกำหนดมาตรฐานของ OGC โดยจะเป็นการทำงานแบบ Interoperabilities ซึ่งเชื่อมโยงระหว่างองค์กรหรือหน่วยงานต่างๆ สามารถแบ่งออกได้เป็นส่วนย่อยต่างๆได้แก่

1. ส่วนแสดงผลแผนที่ (Map Visualization)

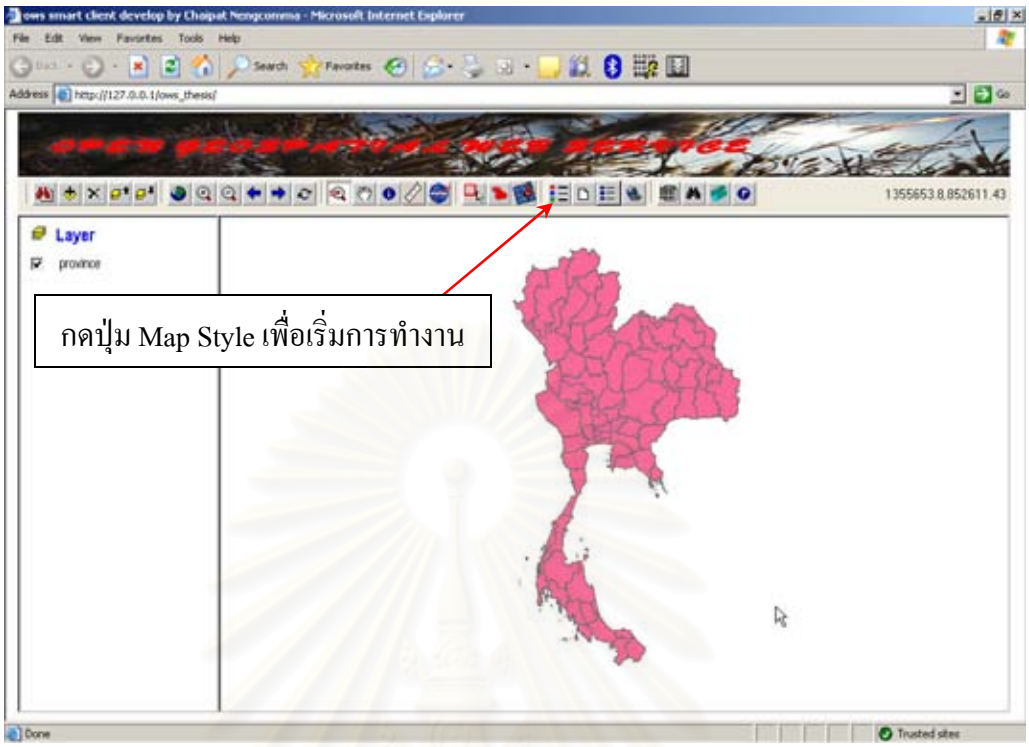
ส่วนแสดงผลแผนที่ จะประกอบด้วยแถบเครื่องมือที่ใช้กำหนดลักษณะการแสดงผลแผนที่บนหน้าจอแผนที่ ซึ่งประกอบด้วยเครื่องมือต่างๆดังนี้

1.1 แถบเครื่องมือกำหนดสไตล์ของแผนที่ (Map Style)

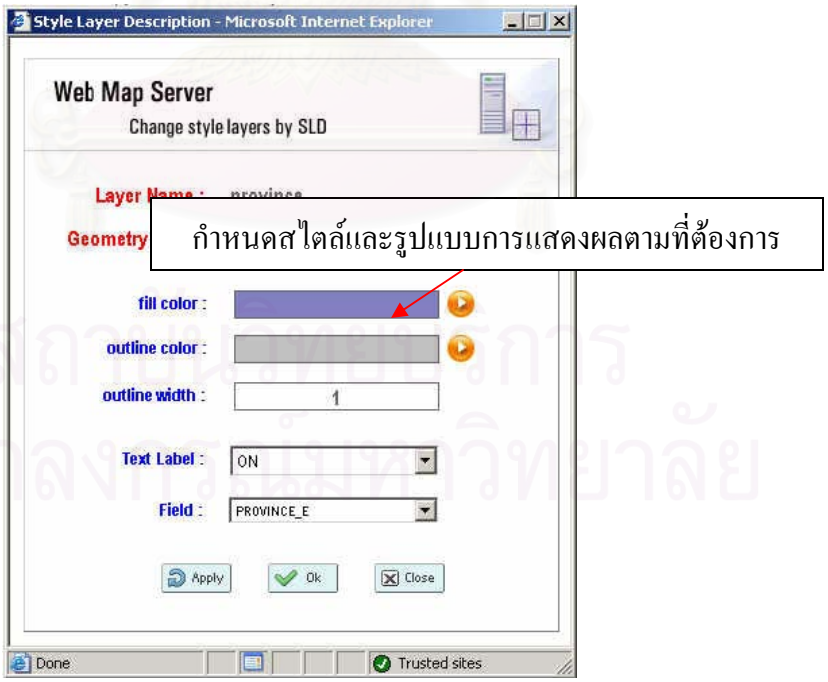
Map Style จะเป็นฟังก์ชั่นที่ช่วยให้ผู้ใช้สามารถกำหนดลักษณะรูปแบบของแผนที่ เช่น สี, ขนาดเส้นขอบ, สัญลักษณ์ และคำอธิบาย ได้ตามความต้องการ ซึ่งการทำงานจะเป็นไปตามโปรโตคอลมาตรฐาน Web Map Service (WMS) และSLD (Style Layer Descriptor) โดยเริ่มต้นจากผู้ใช้กำหนดลักษณะของสีและรูปแบบการแสดงผล เพื่อสร้างเอกสาร SLD จากนั้นโปรแกรมจะทำการร้องขอข้อมูลด้วยโปรโตคอล WMS ร่วมกับ SLD และทำการแสดงผลลัพธ์ที่ได้



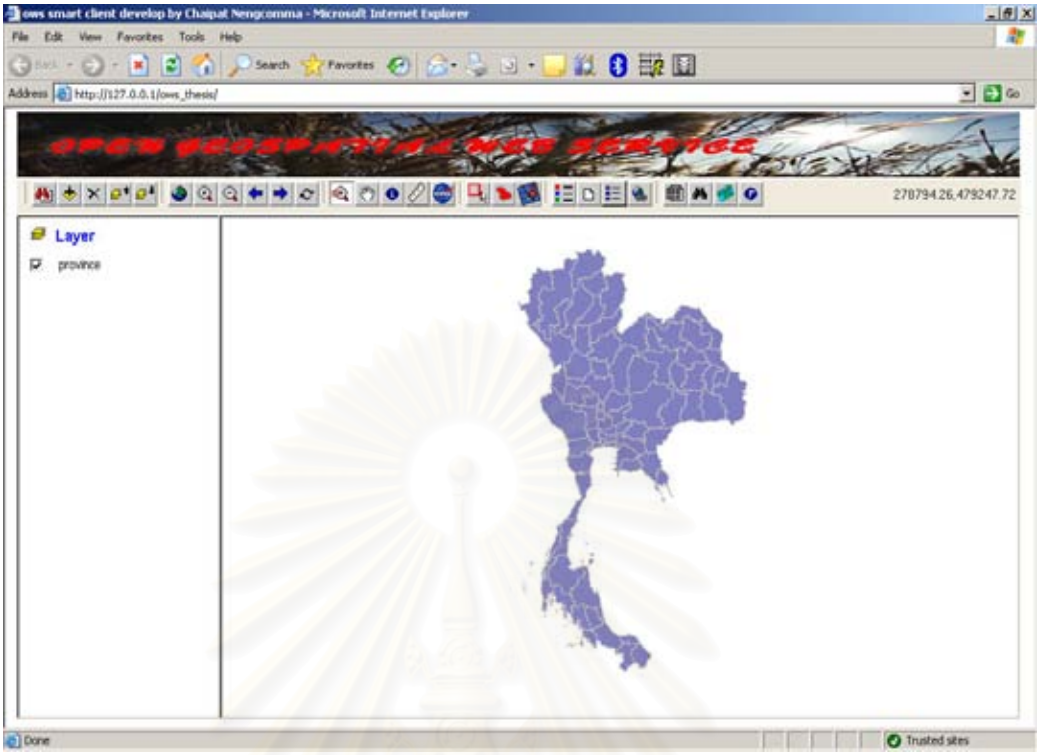
รูปที่ 4.31 แสดง Sequence Diagram อย่างง่ายของฟังก์ชั่น Map Style



รูปที่ 4.32 แสดงลักษณะของชั้นข้อมูลแผนที่ก่อนทำการปรับเปลี่ยนสไตล์



รูปที่ 4.33 แสดงส่วนโต้ตอบของฟังก์ชัน Map Style

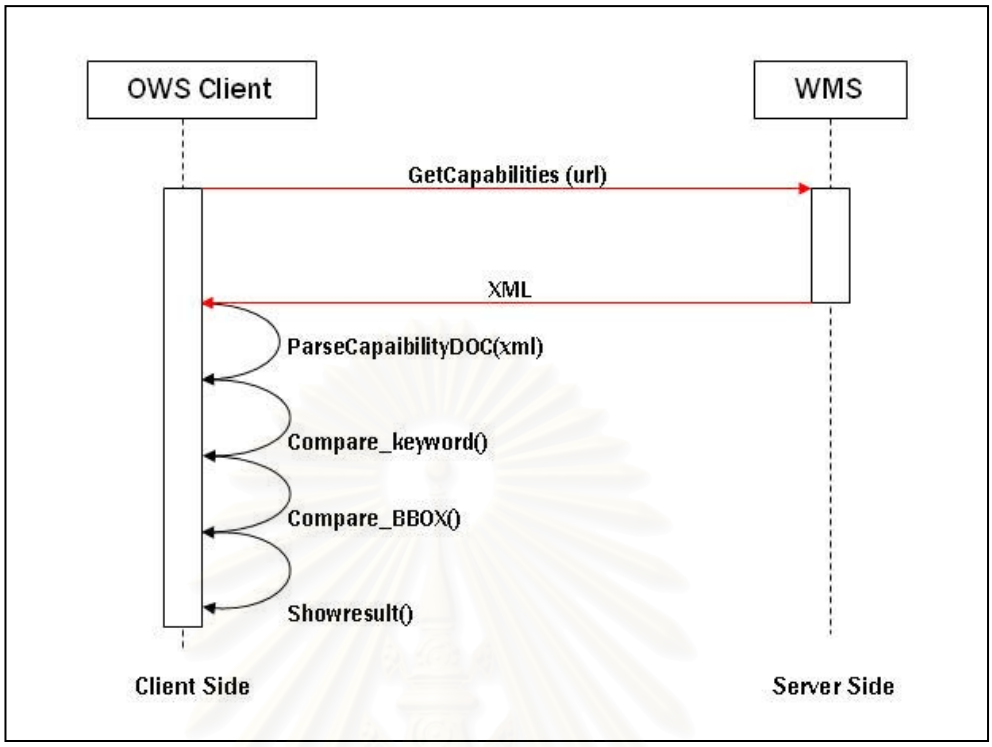


รูปที่ 4.34 แสดงลักษณะของชั้นข้อมูลแผนที่หลังปรับเปลี่ยนสไตล์

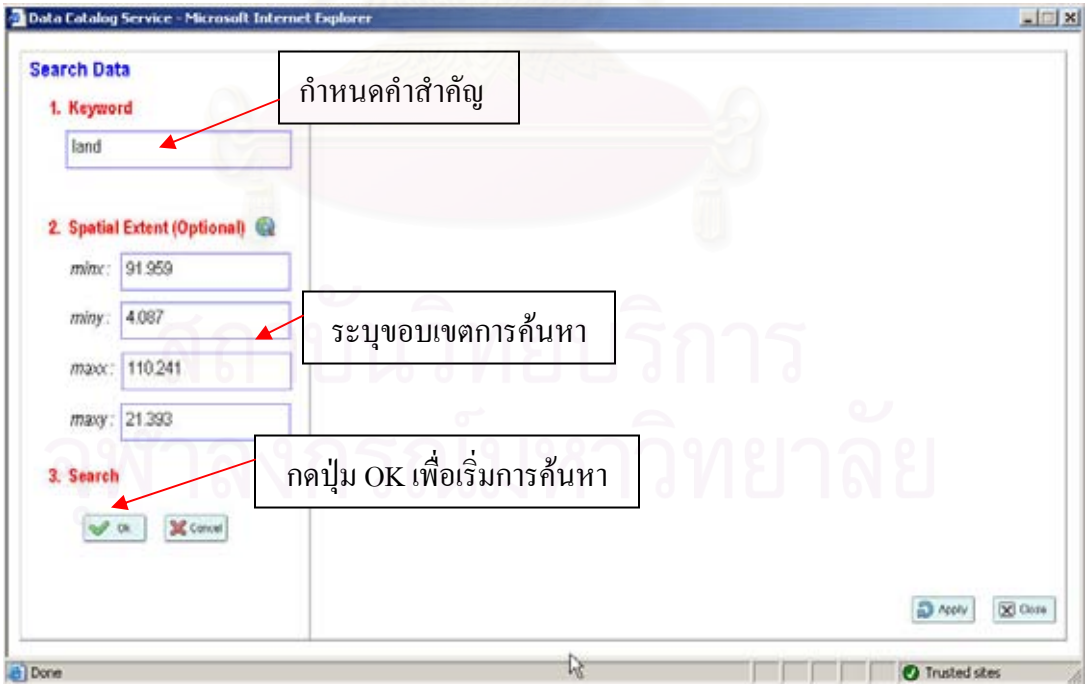
2. ส่วนการสืบค้นชั้นข้อมูลปริภูมิ (Data Catalog)

ส่วนการสืบค้นชั้นข้อมูลปริภูมิ เป็นส่วนที่ผู้วิจัยได้นำเอาแนวคิดของระบบการสืบค้นชั้นข้อมูลมาประยุกต์ใช้กับข้อกำหนดมาตรฐาน Web Map Service เพื่อช่วยให้ผู้ใช้สามารถสืบค้นชั้นข้อมูลแผนที่จากแม่ข่ายแผนที่ โดยผู้ใช้สามารถกำหนดขอบเขตของการค้นหาจากหน้าจอแผนที่หลักและกำหนดคำสำคัญในการค้นหาได้

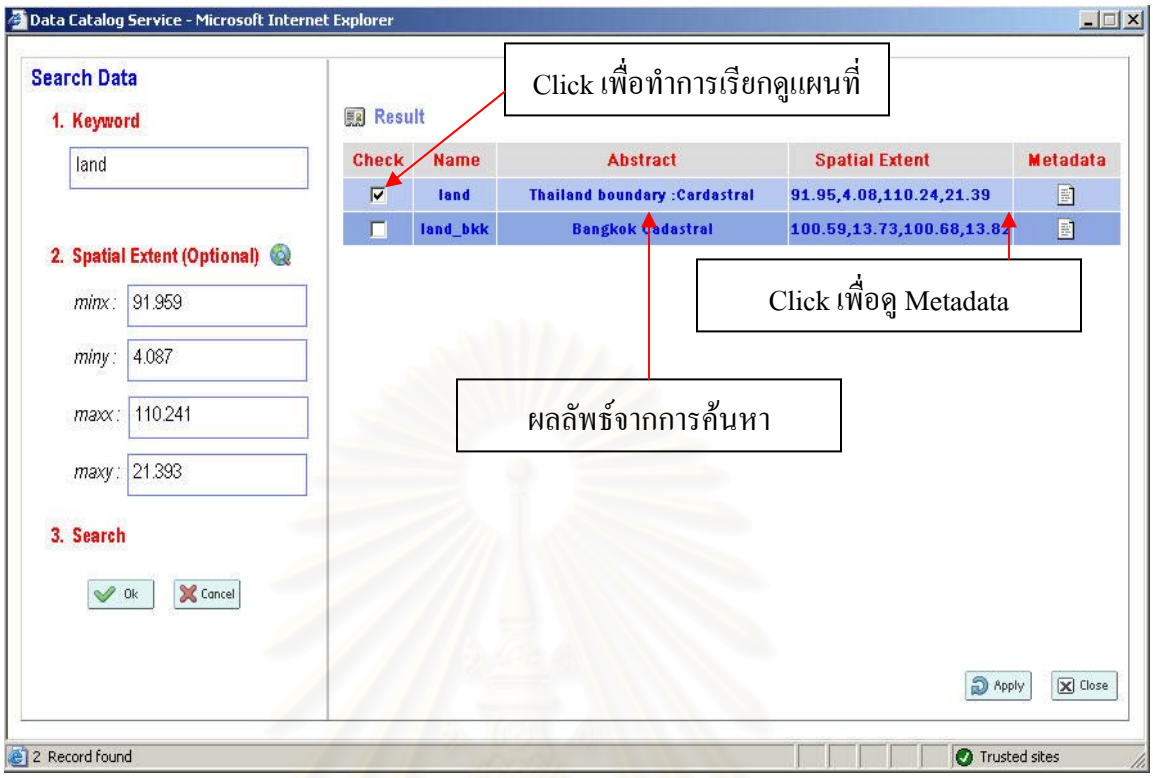
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.35 แสดง Sequence Diagram อย่างง่ายของฟังก์ชั่น Data Catalog



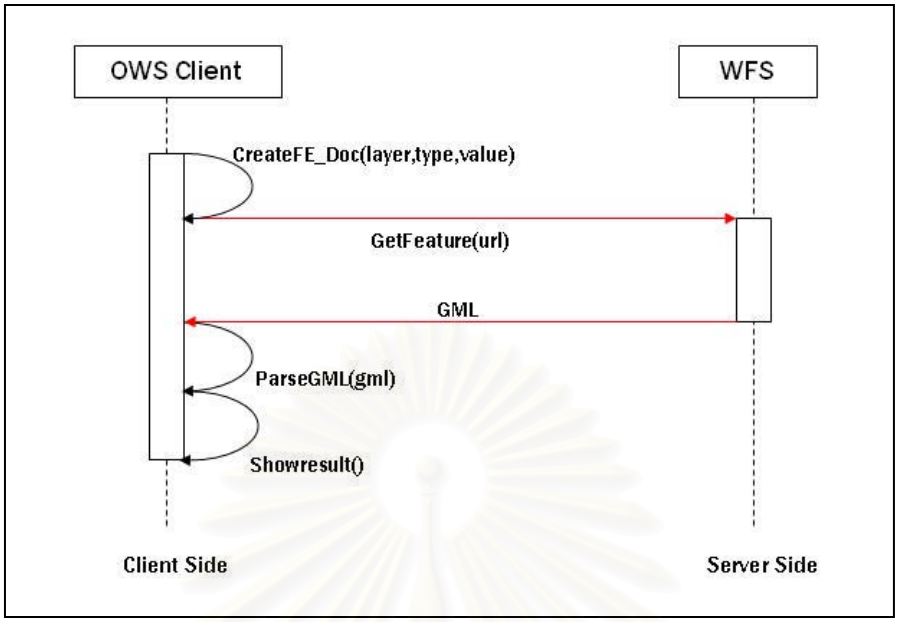
รูปที่ 4.36 แสดงส่วนโต้ตอบ (User Interface) ของฟังก์ชัน Data Catalog



รูปที่ 4.37 แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากค้นหาชั้นข้อมูล

3. ส่วนค้นหาข้อมูลด้วยเงื่อนไขเชิงพื้นที่ (Spatial Query)

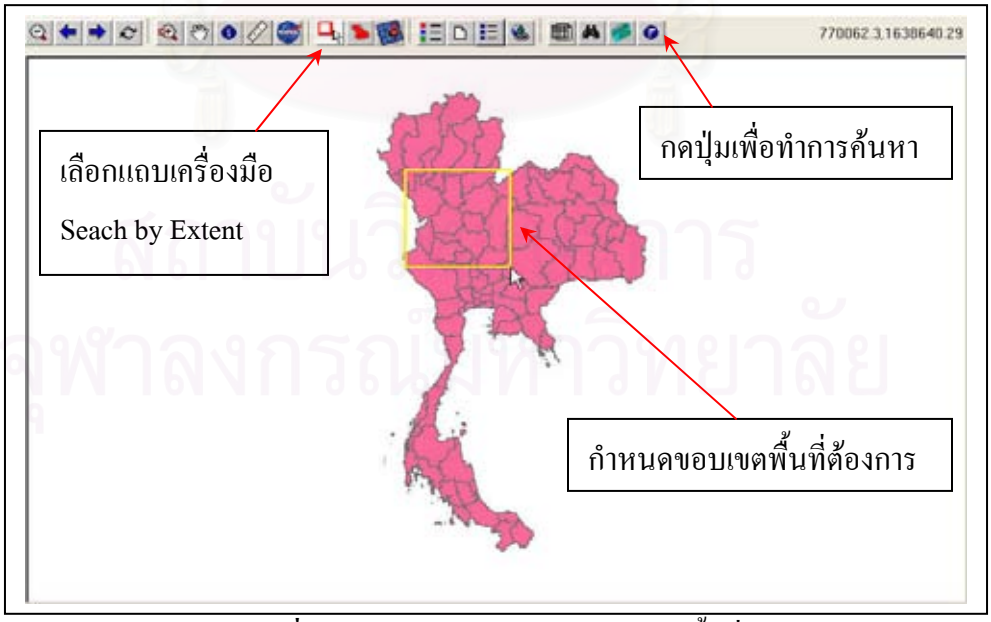
ส่วนค้นหาข้อมูลด้วยเงื่อนไขเชิงพื้นที่ เป็นส่วนที่ช่วยให้ผู้ใช้สามารถค้นหาข้อมูลจากระบบด้วยเงื่อนไขเชิงพื้นที่ โดยอาศัยโปรโตคอลมาตรฐาน Web Feature Service (WFS) ในการเข้าถึงข้อมูลปริภูมิบนแม่ข่ายต่างๆและใช้โปรโตคอล Filter Encoding (FE) เพื่อช่วยในการกำหนดเงื่อนไขเฉพาะในการค้นหาข้อมูล โดยการค้นหาข้อมูลด้วยเงื่อนไขเชิงพื้นที่นั้นสามารถแบ่งออกได้เป็นสามประเภทได้แก่ การค้นหาด้วยขอบเขตพื้นที่ (Seach by Extent), การค้นหาด้วยรัศมี (Search by Radius) และการค้นหาด้วยสี่เหลี่ยมรูปปิด (Search by Polygon)



รูปที่ 4.38 แสดง Sequence Diagram อย่างง่ายของฟังก์ชั่น Spatial Query

3.1 การค้นหาด้วยขอบเขตพื้นที่ (Seach by Extent)

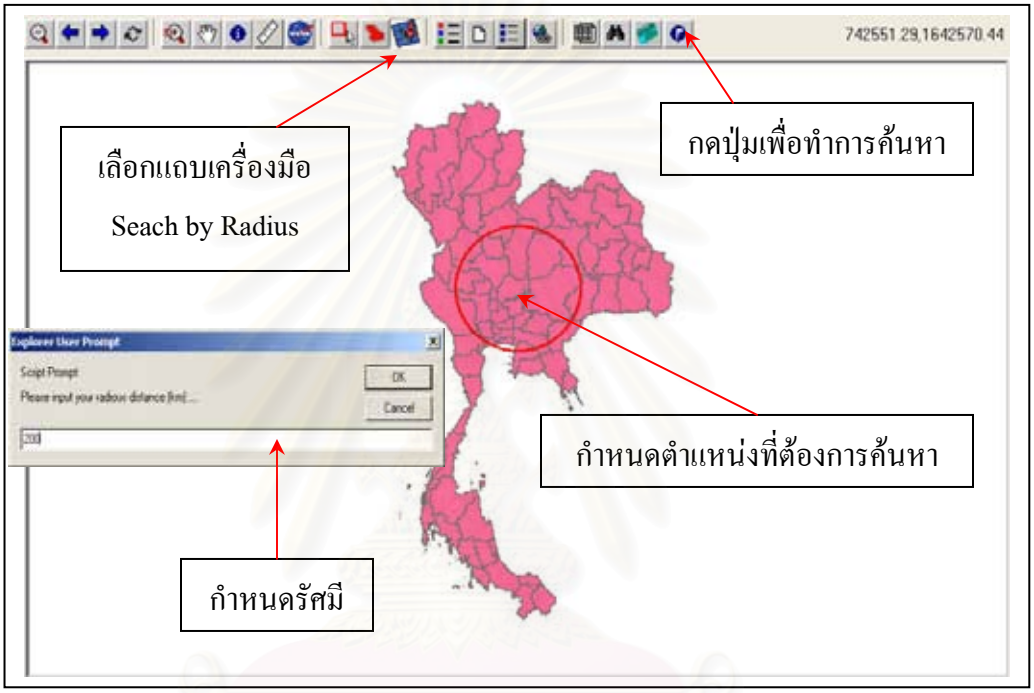
ผู้ใช้สามารถทำการกำหนดขอบเขตของพื้นที่ที่ต้องการค้นหาข้อมูลได้ โดยผลลัพธ์จะสามารถแสดงได้ในรูปแบบของตารางและไฮไลท์บนแผนที่



รูปที่ 4.39 แสดงการค้นหาด้วยขอบเขตพื้นที่

3.2 การค้นหาด้วยรัศมี (Search by Radius)

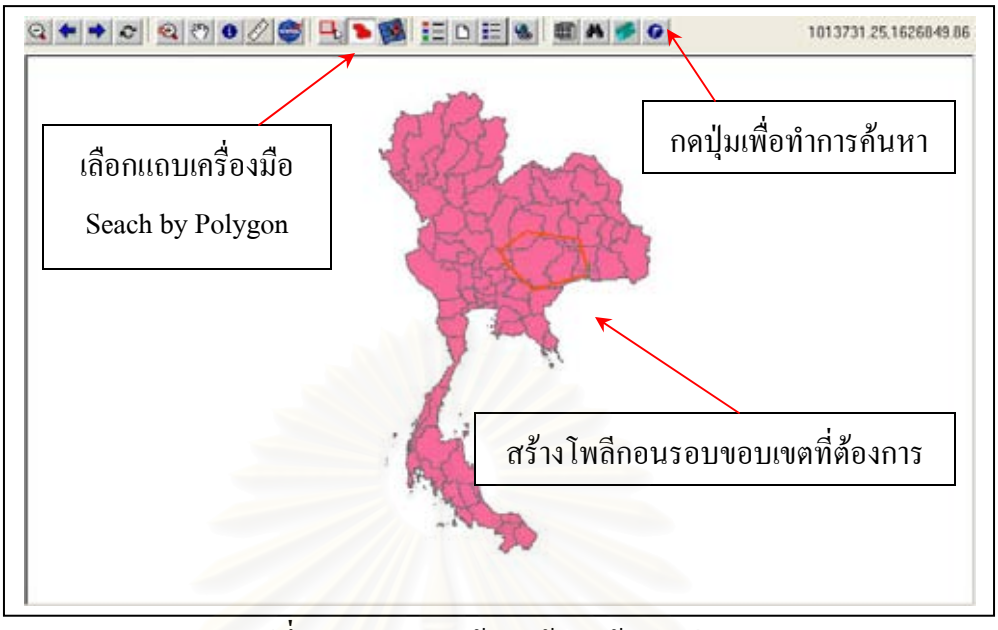
การค้นหาด้วยรัศมีเป็นการสืบค้นโดยที่ผู้ใช้สามารถกำหนดรัศมีการค้นหาจากตำแหน่งที่ต้องการค้นหาข้อมูลได้ โดยผลลัพธ์จะสามารถแสดงได้ในรูปแบบของตารางและไฮไลท์บนแผนที่



รูปที่ 4.40 แสดงการค้นหาข้อมูลด้วยรัศมี

3.3 การค้นหาด้วยสี่เหลี่ยมรูปปิด (Search by Polygon)

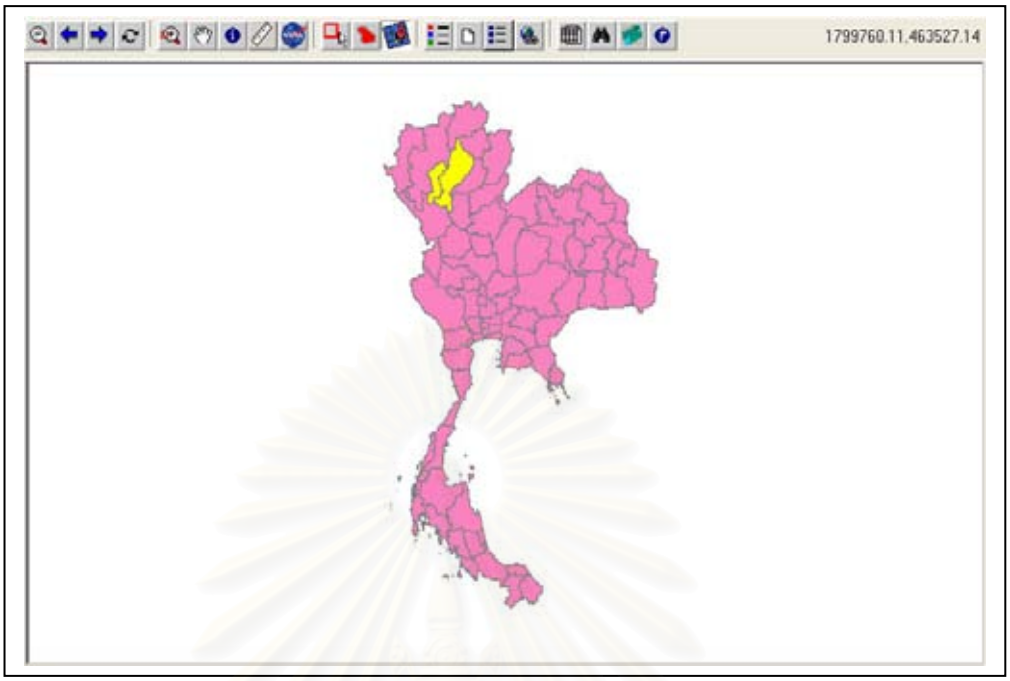
การค้นหาด้วยสี่เหลี่ยมรูปปิดเป็นการสืบค้นโดยที่ผู้ใช้สามารถกำหนดรูปร่างของโพลีกอนได้ตามต้องการ เพื่อใช้ในการกำหนดขอบเขตค้นหาข้อมูล โดยผลลัพธ์จะสามารถแสดงได้ในรูปแบบของตารางและไฮไลท์บนแผนที่



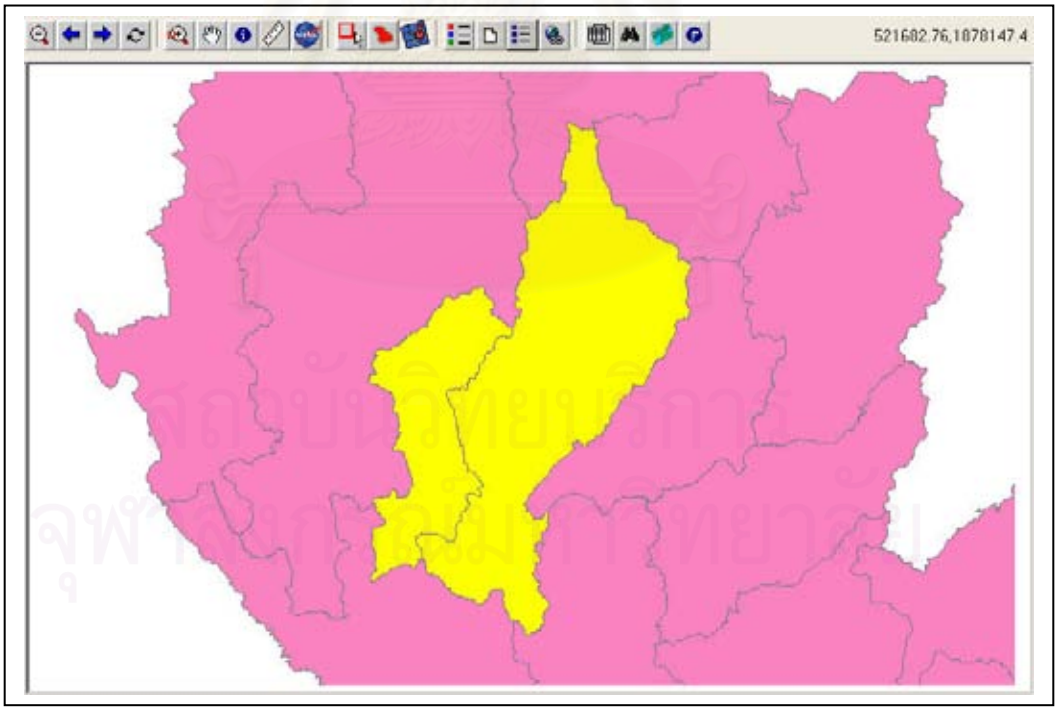
รูปที่ 4.41 แสดงการค้นหาข้อมูลด้วยโพลีกอน

การแสดงผลลัพธ์จากการค้นหาข้อมูลด้วยเงื่อนไขเชิงพื้นที่สามารถทำได้ทั้งในรูปแบบของตารางและรูปแบบแผนที่

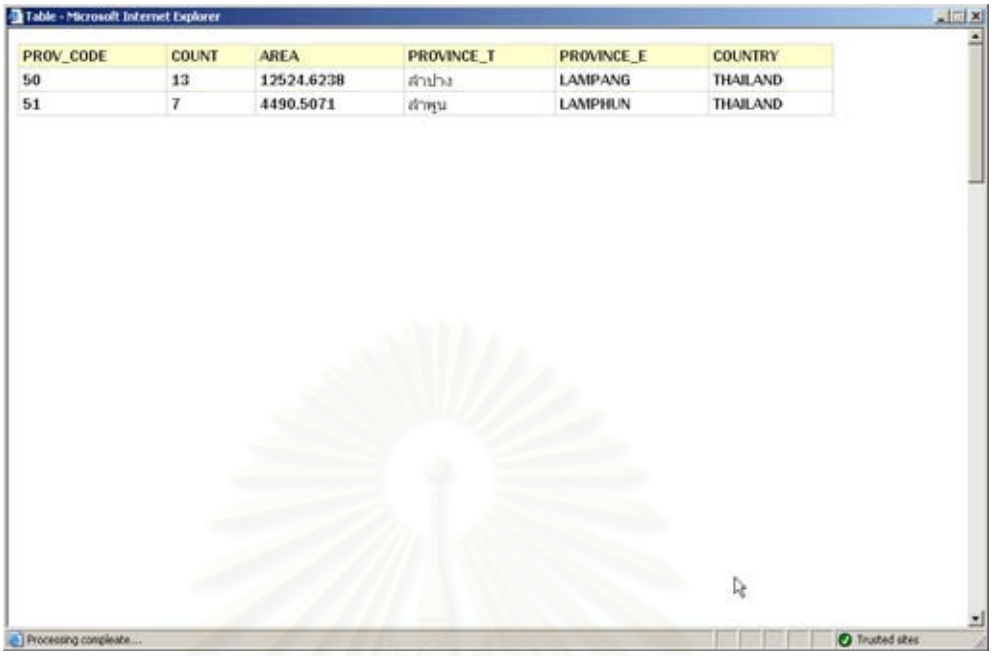
รูปที่ 4.42 แสดงหน้าต่างคำสั่งในการแสดงผลลัพธ์จากการค้นหา



รูปที่ 4.43 แสดงผลการ highlight ผลลัพธ์ที่ได้จากการค้นหา



รูปที่ 4.44 แสดงการขยายภาพไปที่ผลลัพธ์ที่ได้จากการค้นหา

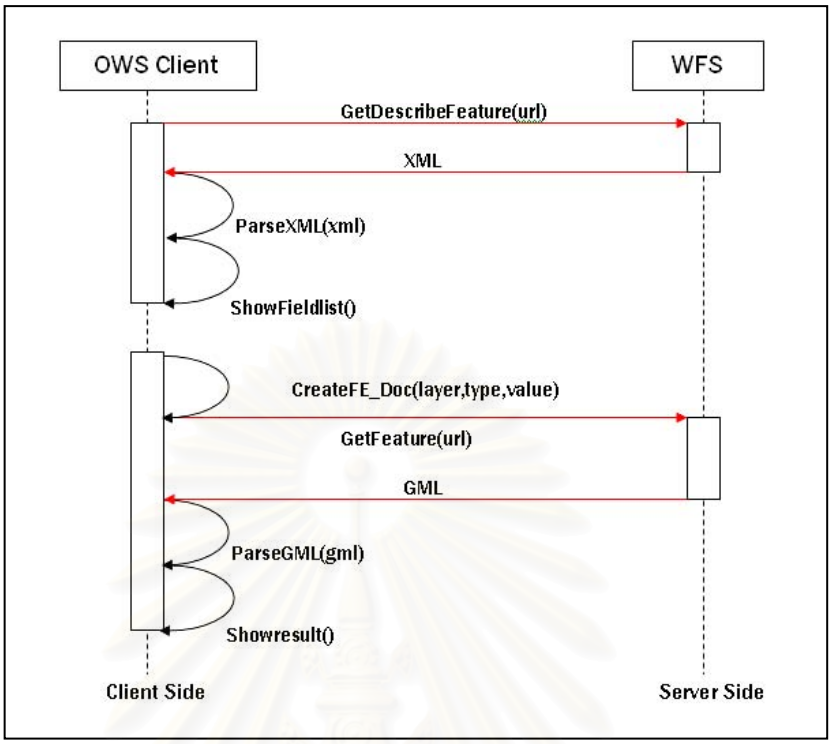


รูปที่ 4.45 แสดงข้อมูลเชิงบรรยายของผลลัพธ์ที่ได้จากการค้นหาในรูปแบบตาราง

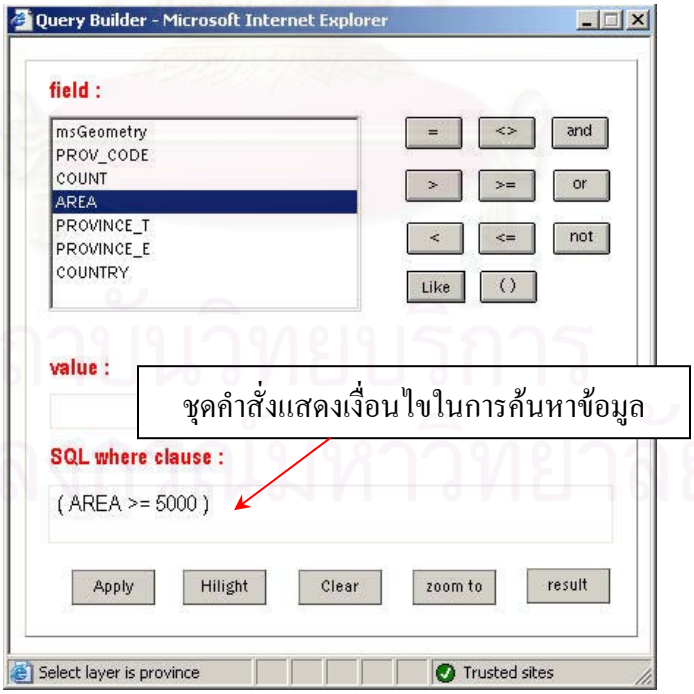
4. ส่วนค้นหาข้อมูลจากข้อมูลเชิงบรรยาย (Attribute Query)

ส่วนค้นหาข้อมูลจากข้อมูลเชิงบรรยายเป็นส่วนที่ผู้ใช้สามารถค้นหาข้อมูลจากระบบด้วยเงื่อนไขทางตรรกะศาสตร์ โดยทำการกำหนดเงื่อนไขจากข้อมูลเชิงบรรยายที่ซึ่งการทำงานอาศัยโปรโตคอลมาตรฐาน Web Feature Service (WFS) ในการเข้าถึงข้อมูลปริภูมิบนแม่ข่ายต่างๆและใช้โปรโตคอล Filter Encoding (FE) เพื่อช่วยในการกำหนดเงื่อนไขเฉพาะในการค้นหาข้อมูล รูปแบบของการทำงานจะเหมือนกับการค้นหาข้อมูลด้วยเงื่อนไขเชิงพื้นที่แตกต่างกันที่รูปแบบของการสร้างชุดคำสั่ง Filter Encoding ที่ใช้ระบุเงื่อนไขในการค้นหาเท่านั้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.46 แสดง Sequence Diagram อย่างง่ายของฟังก์ชั่น Attribute Query

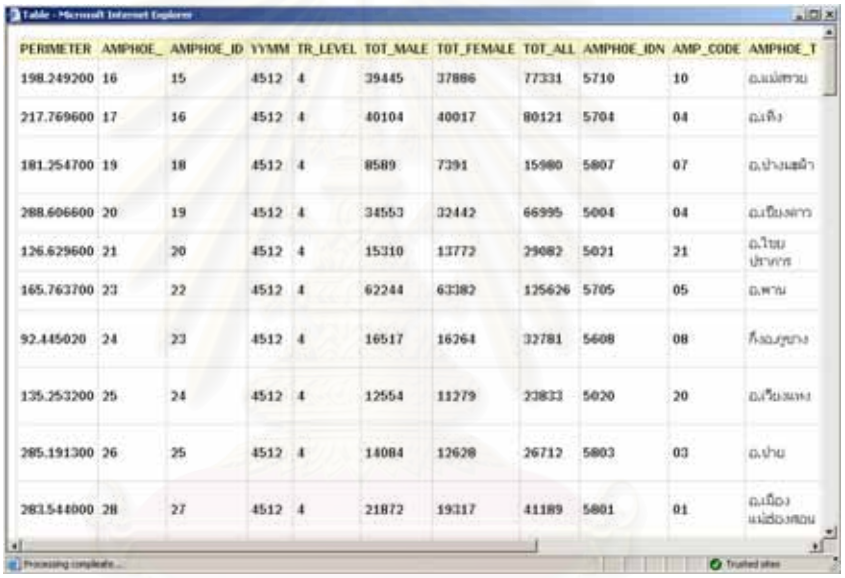


รูปที่ 4.47 แสดงส่วนโต้ตอบ (User Interface) ของฟังก์ชัน Attribute Query

การแสดงผลลัพธ์จากการค้นหาข้อมูลด้วยเงื่อนไขจากข้อมูลเชิงบรรยายจะเหมือนกับการแสดงผลลัพธ์การค้นหาข้อมูลด้วยเงื่อนไขเชิงพื้นที่ดังที่ได้กล่าวมาในหัวข้อก่อนหน้านี้กล่าวคือสามารถแสดงผลลัธ์ได้ในรูปแบบของแผนที่และตาราง

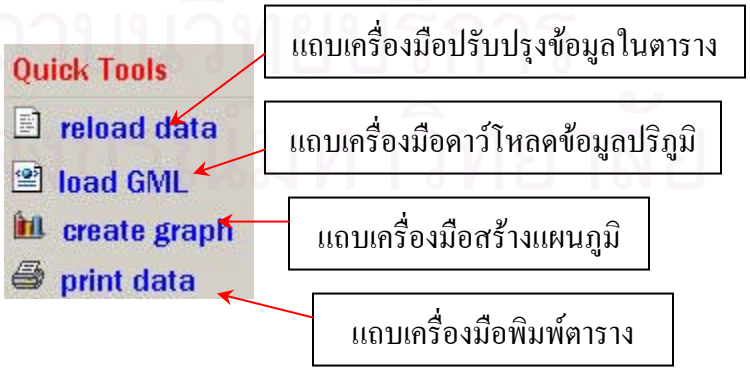
5. ส่วนจัดการตารางฐานข้อมูลเชิงบรรยาย (Table Management)

ส่วนจัดการตารางฐานข้อมูลเชิงบรรยาย เป็นระบบงานย่อยที่ใช้ในการบริหารจัดการข้อมูลเชิงบรรยาย ได้แก่ การแสดงผลข้อมูลเชิงบรรยายในรูปแบบตาราง, การนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณทางสถิติ, การนำเสนอข้อมูลเชิงบรรยายในรูปแบบแผนภูมิ และการพิมพ์ข้อมูลในรูปแบบตาราง

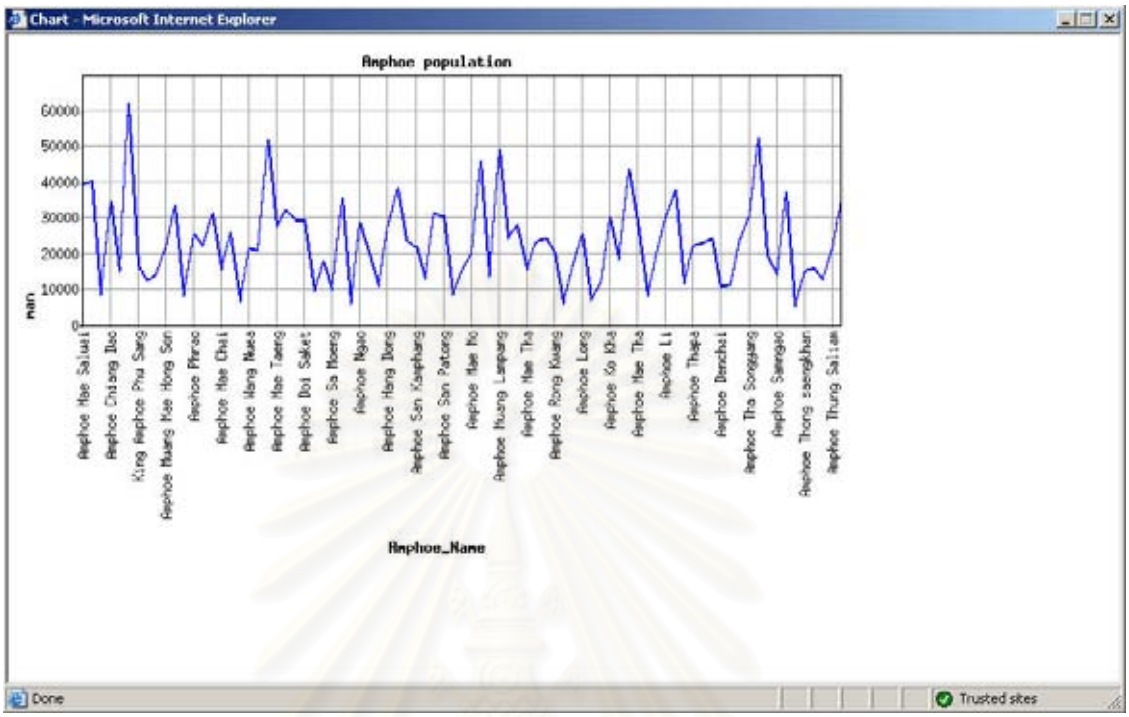


PERIMETER	AMPHOE_	AMPHOE_ID	YYMM	TR_LEVEL	TOT_MALE	TOT_FEMALE	TOT_ALL	AMPHOE_IDN	AMP_CODE	AMPHOE_T
198.249200	16	15	4512	4	39445	37886	77331	5710	10	อ.แม่สรวย
217.769600	17	16	4512	4	40104	40017	80121	5704	04	อ.เทิง
181.254700	19	18	4512	4	8589	7391	15980	5807	07	อ.ป่างมะผ้า
288.606600	20	19	4512	4	34553	32442	66995	5004	04	อ.เชียงคาว
126.629600	21	20	4512	4	15310	13772	29082	5021	21	อ.ไชย ปราการ
165.763700	23	22	4512	4	62244	63382	125626	5705	05	อ.พาน
92.445020	24	23	4512	4	16517	16264	32781	5608	08	กิ่งอ.ศรีสว
135.253200	25	24	4512	4	12554	11279	23833	5020	20	อ.เวียงแหง
285.191300	26	25	4512	4	14084	12628	26712	5803	03	อ.ปาย
283.544000	28	27	4512	4	21872	19317	41189	5801	01	อ.เมือง แม่ฮ่องสอน

รูปที่ 4.48 แสดงการนำเสนอข้อมูลเชิงบรรยายในรูปแบบตาราง



รูปที่ 4.49 แสดงแถบเครื่องมือควบคุมการแสดงผลตารางข้อมูลเชิงบรรยาย



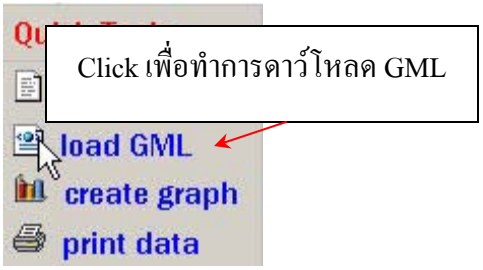
รูปที่ 4.50 แสดงการแสดงผลข้อมูลเชิงบรรยายในรูปแบบแผนภูมิเส้น

4.3.1.2.2 กลุ่มฟังก์ชั่นการทำงานประเภทบริการข้อมูล (Data Service)

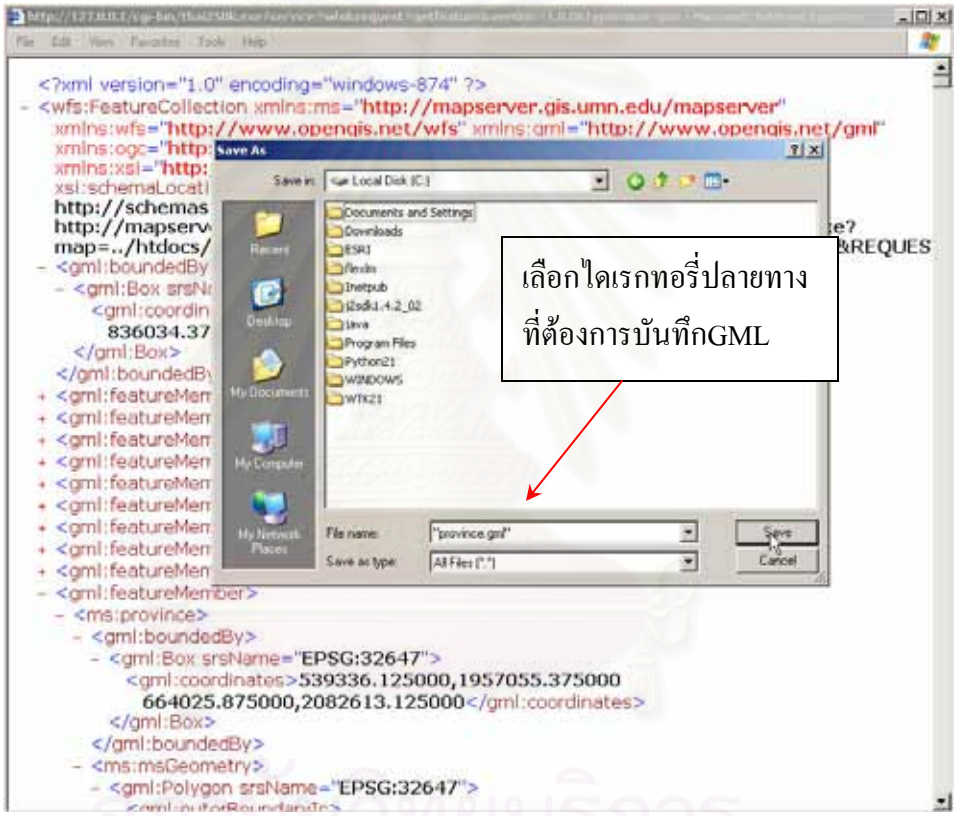
ฟังก์ชั่นในกลุ่มนี้จะเป็นฟังก์ชั่นที่ทำงานตามข้อกำหนดมาตรฐานของ OGC โดยจะเป็นการทำงานประเภทบริการข้อมูล ซึ่งจะเน้นที่การให้บริการข้อมูลปริภูมิระหว่างหน่วยงานผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต ซึ่งฟังก์ชั่นการทำงานในกลุ่มนี้สามารถแบ่งออกเป็นสองประเภทหลักคือส่วนบริการข้อมูลปริภูมิประเภทเวกเตอร์และบริการข้อมูลปริภูมิประเภทราสเตอร์

1. ส่วนบริการข้อมูลปริภูมิประเภทเวกเตอร์ (Feature Service)

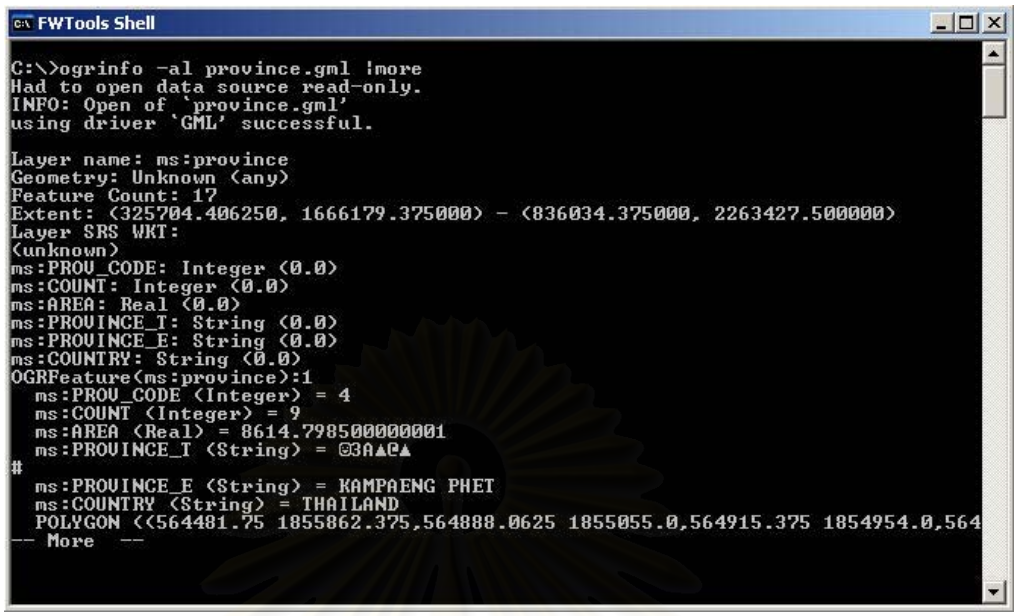
การทำงานในส่วนนี้จะถูกออกแบบให้ทำงานตามข้อกำหนดมาตรฐานการบริการข้อมูลชนิด Web Feature Service (WFS) โดยผู้สามารถกำหนดเงื่อนไขในการร้องข้อมูลได้จากส่วนค้นหาข้อมูล ระบบจะทำการส่งข้อมูลปริภูมิจากแม่ข่ายไปยังลูกข่ายในรูปของ GML ซึ่งผู้ใช้สามารถนำไปใช้งานได้ทันที



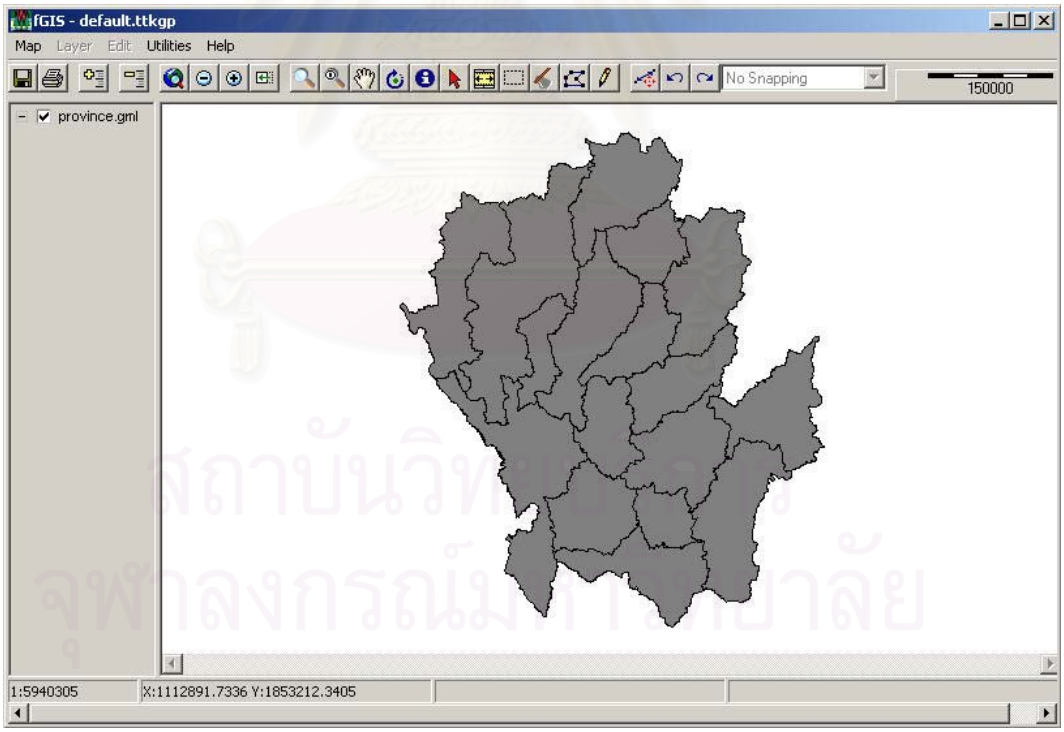
รูปที่ 4.51 แสดงขั้นตอนการดาว์โหลดข้อมูลปริภูมิชนิดเวกเตอร์ในรูปแบบ GML



รูปที่ 4.52 แสดงขั้นตอนการบันทึกข้อมูลปริภูมิในรูปแบบ GML ลงบนเครื่องลูกข่าย



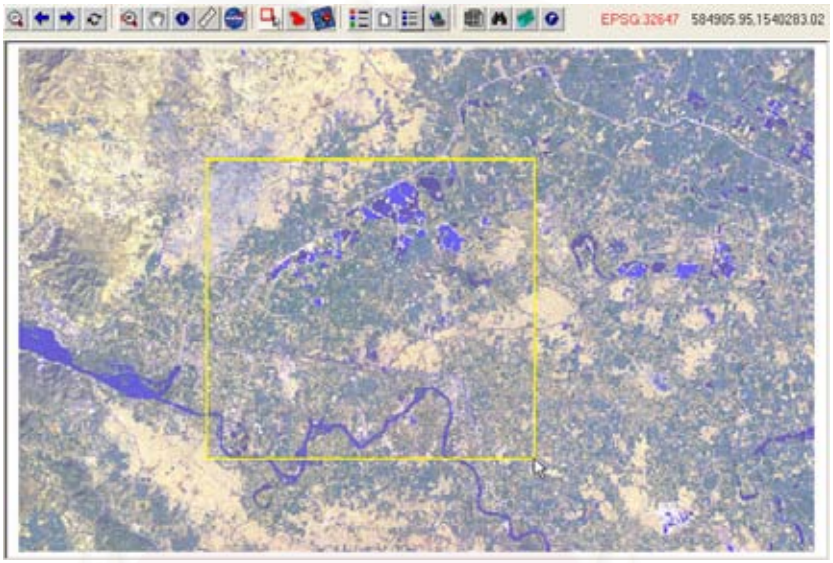
รูปที่ 4.53 แสดงการตรวจสอบ GML ที่ได้ด้วยไลบารี่ OGR



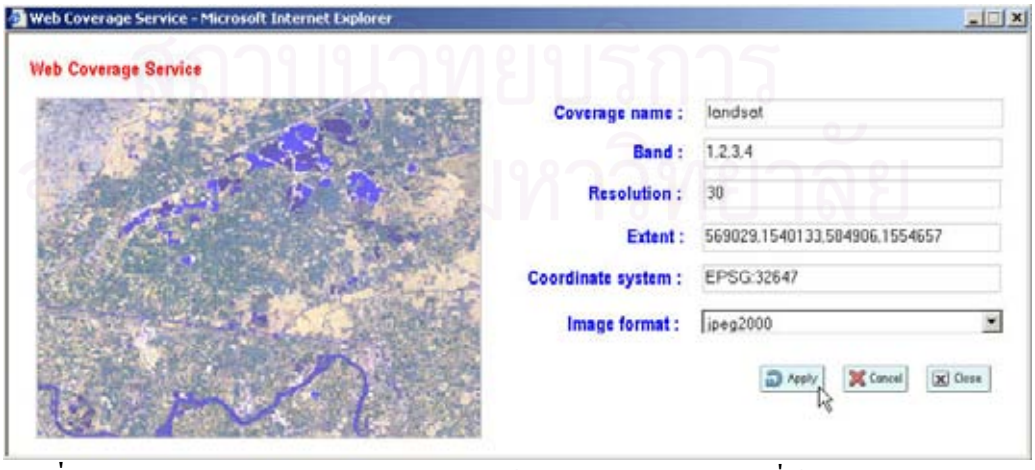
รูปที่ 4.54 แสดงการเปิดข้อมูล GML ที่ได้จากการดาว์โหลดเพื่อเตรียมใช้งานด้วยโปรแกรม FGIS

2. ส่วนบริการข้อมูลปริภูมิประเภทราสเตอร์ (Coverage Service)

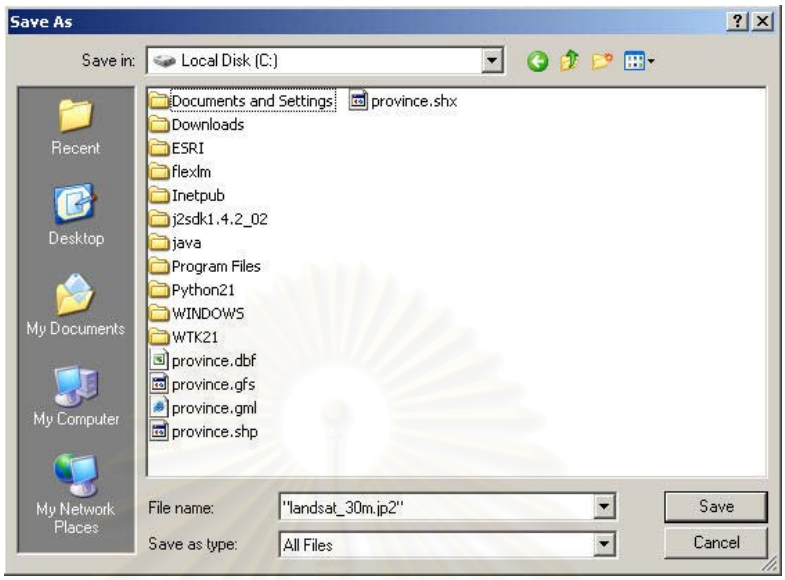
การทำงานในส่วนนี้จะถูกออกแบบให้ทำงานตามข้อกำหนดมาตรฐานการบริการข้อมูลชนิด Web Coverage Service (WCS) โดยผู้สามารถกำหนดรายละเอียดต่างๆ ของข้อมูลที่ต้องการดาว์โหลด เช่น ระบบพิกัดภูมิศาสตร์, ขนาดจุดภาพ (Pixel Size), การจำนวนแบนด์และฟอร์แมทของภาพ เป็นต้น ระบบจะทำการส่งข้อมูลปริภูมิจากแม่ข่ายไปยังลูกข่าย ซึ่งผู้ใช้สามารถนำไปใช้งานได้ทันที ลดกระบวนการขั้นตอนการทำงานของผู้ใช้ ทำให้เกิดการใช้ข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น



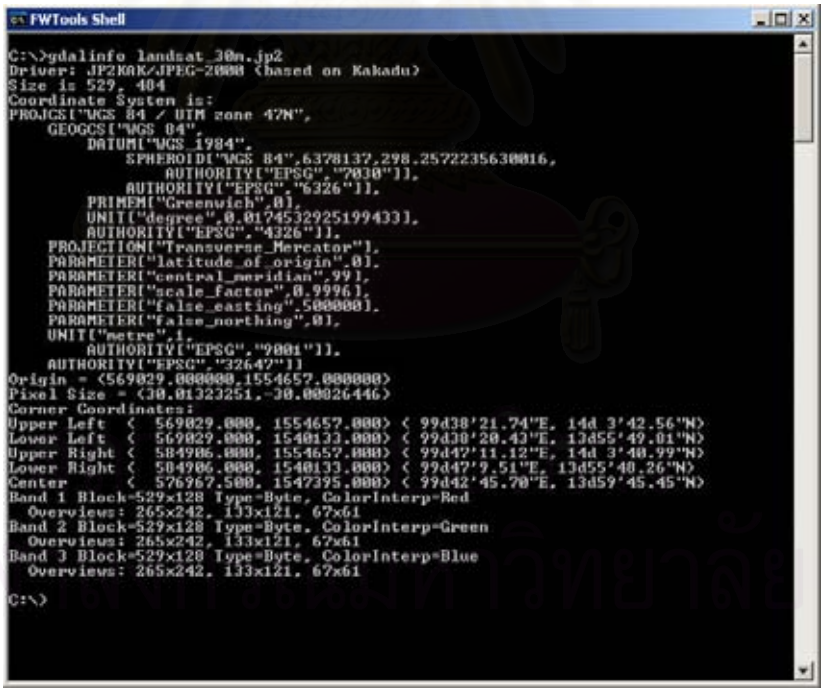
รูปที่ 4.55 แสดงการกำหนดขอบเขตของพื้นที่ที่ต้องการรับบริการข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม



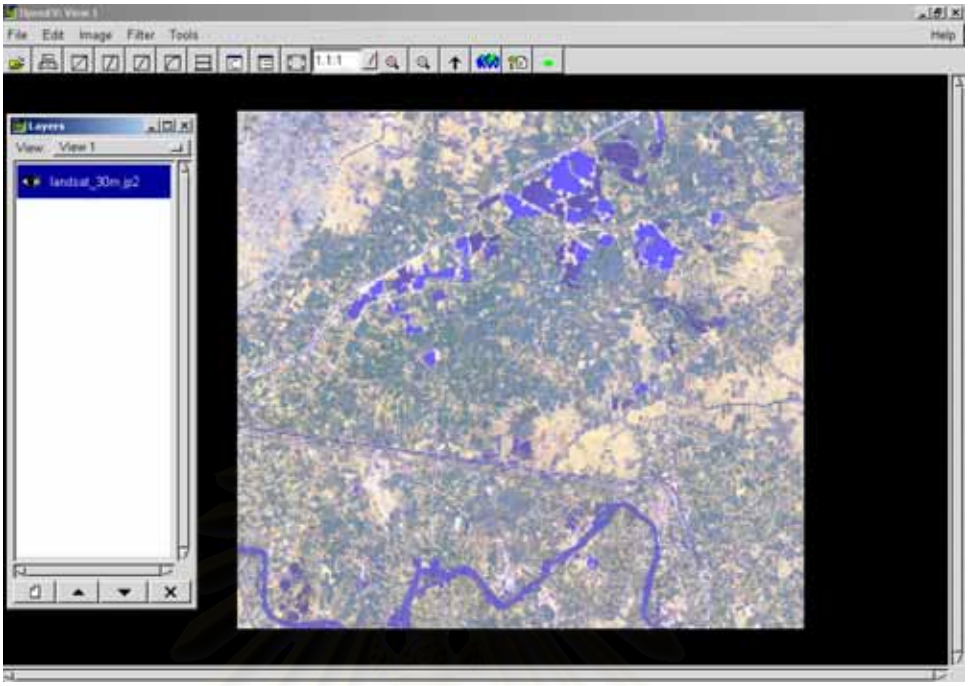
รูปที่ 4.56 แสดงการกำหนดรายละเอียดของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ต้องการขอรับบริการ



รูปที่ 4.57 แสดงการกำหนดไดเร็กทอรี่ปลายทางเพื่อบันทึกภาพถ่ายดาวเทียมบนฝั่งลูกข่าย



รูปที่ 4.58 แสดงการตรวจสอบภาพถ่ายดาวเทียมที่ได้ด้วยไลบารี่ GDAL

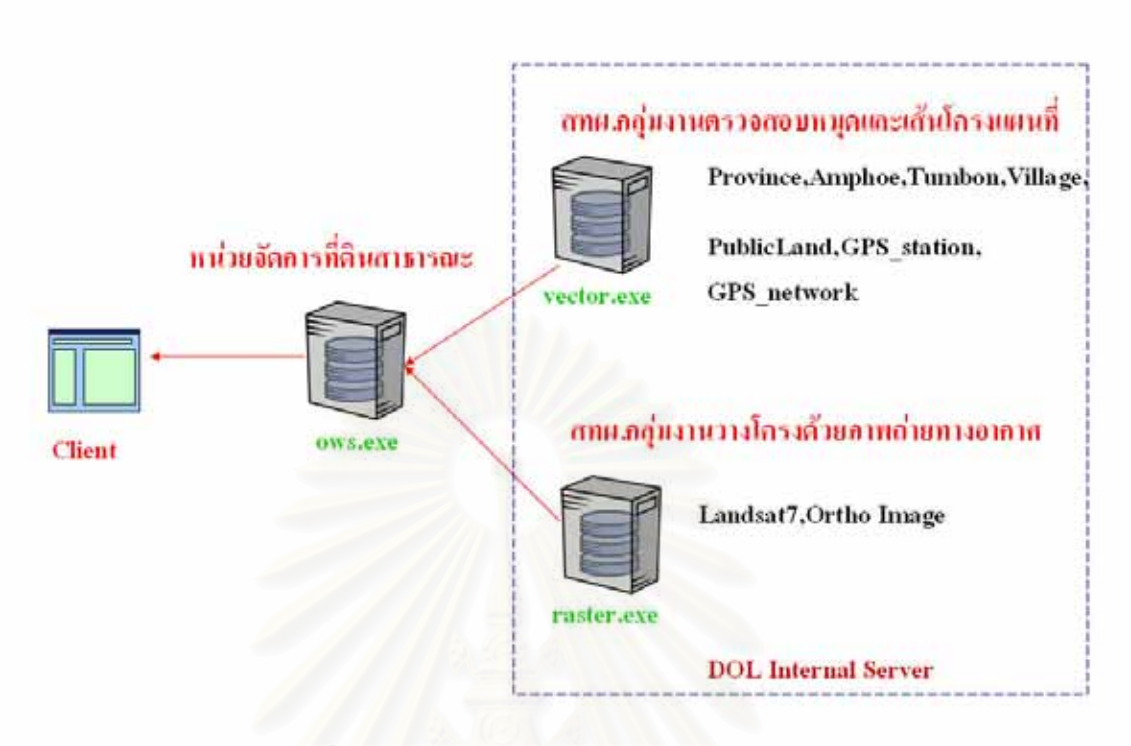


รูปที่ 4.59 แสดงเปิดภาพถ่ายดาวเทียมผลลัพธ์ที่ได้ด้วยที่ได้ด้วยโปรแกรม OpenEV

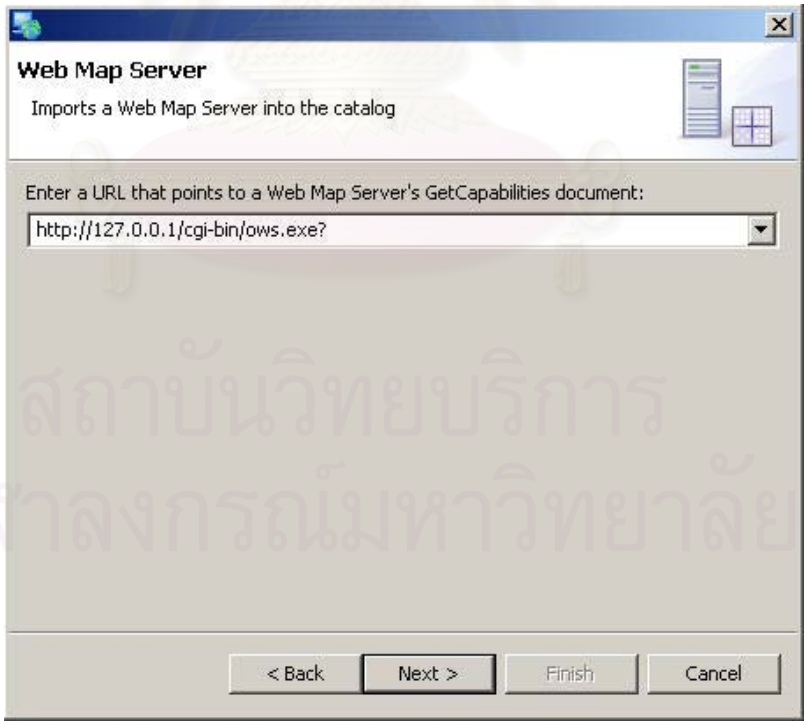
4.3.2 ผลการทดสอบการทำงานของระบบ Open Geospatial Web Services

4.3.2.1 ผลทดสอบการทำงานทั่วไปของระบบ

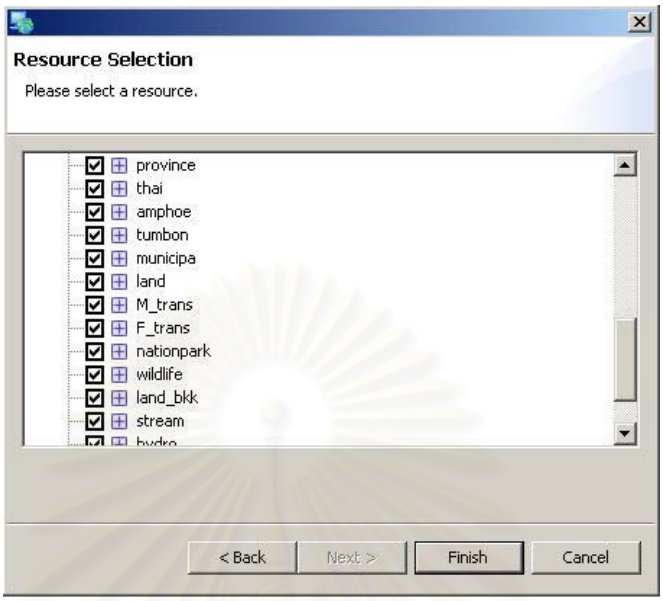
ทดสอบการทำงานของแม่ข่ายแผนที่ในระบบ Open Geospatial Web service โดยใช้โปรแกรม UDIG (User friendly Desktop Internet GIS) ซึ่งมีฟังก์ชันการทำงานตามมาตรฐานของ OGC สำหรับทดสอบ ทำการเรียกข้อมูลแผนที่ที่ให้บริการจากระบบ ผ่านโปรโตคอล Web Map Service โดยเรียกชั้นข้อมูลปริภูมิต่างๆได้แก่ ข้อมูลของเขตการปกครองจังหวัด, ข้อมูลของเขตการปกครองอำเภอ, ข้อมูลของเขตการปกครองตำบล, ข้อมูลหมู่บ้าน, ข้อมูลแปลงที่ดินสาธารณะ, ข้อมูลตำแหน่งหมุด GPS, ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 7 , และภาพถ่ายทางอากาศ



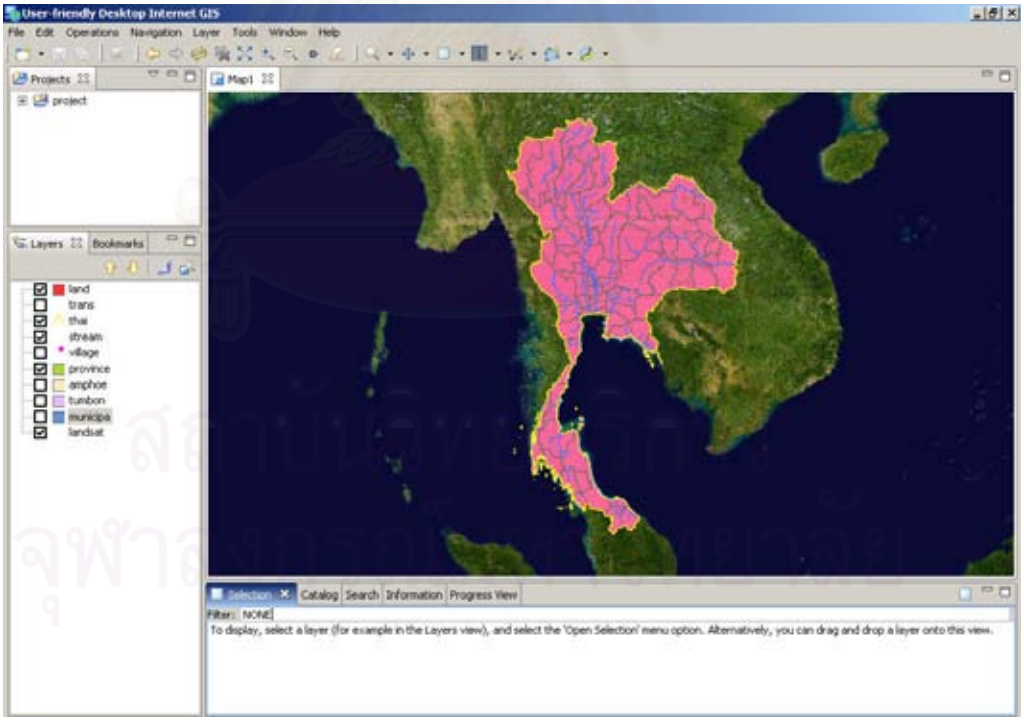
ภาพที่ 4.60 แสดงภาพรวมของระบบภายในกรมที่ดิน



ภาพที่ 4.61 แสดงการเข้าเชื่อมต่อเข้าสู่ระบบด้วยโปรแกรม UDIG



ภาพที่ 4.62 แสดงการเลือกชั้นข้อมูลแผนที่ที่ต้องการทดสอบ

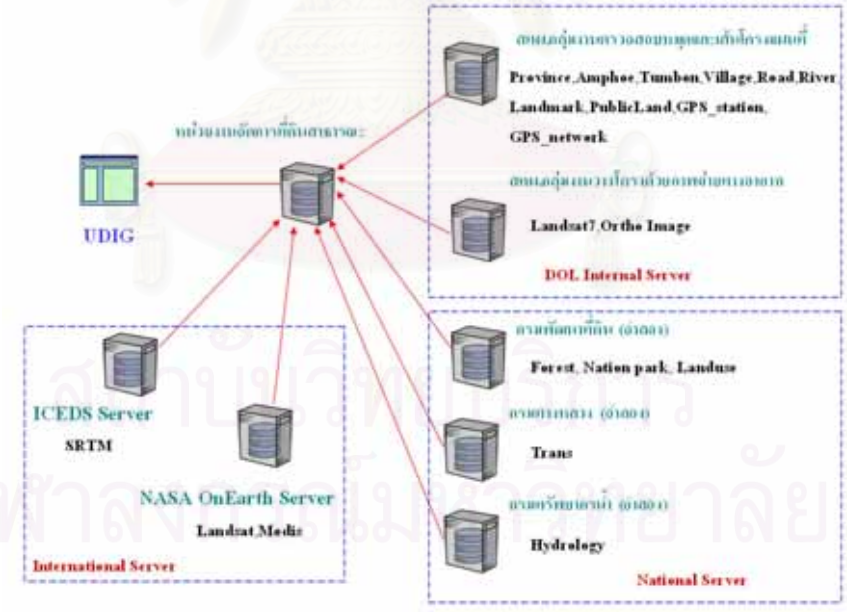


ภาพที่ 4.63 แสดงผลการเรียกชั้นข้อมูลแผนที่จากระบบมาทำการซ้อนทับกันด้วยโปรแกรม UDIG

4.3.2.2 ผลทดสอบความสามารถในการทำงานแบบ interoperability

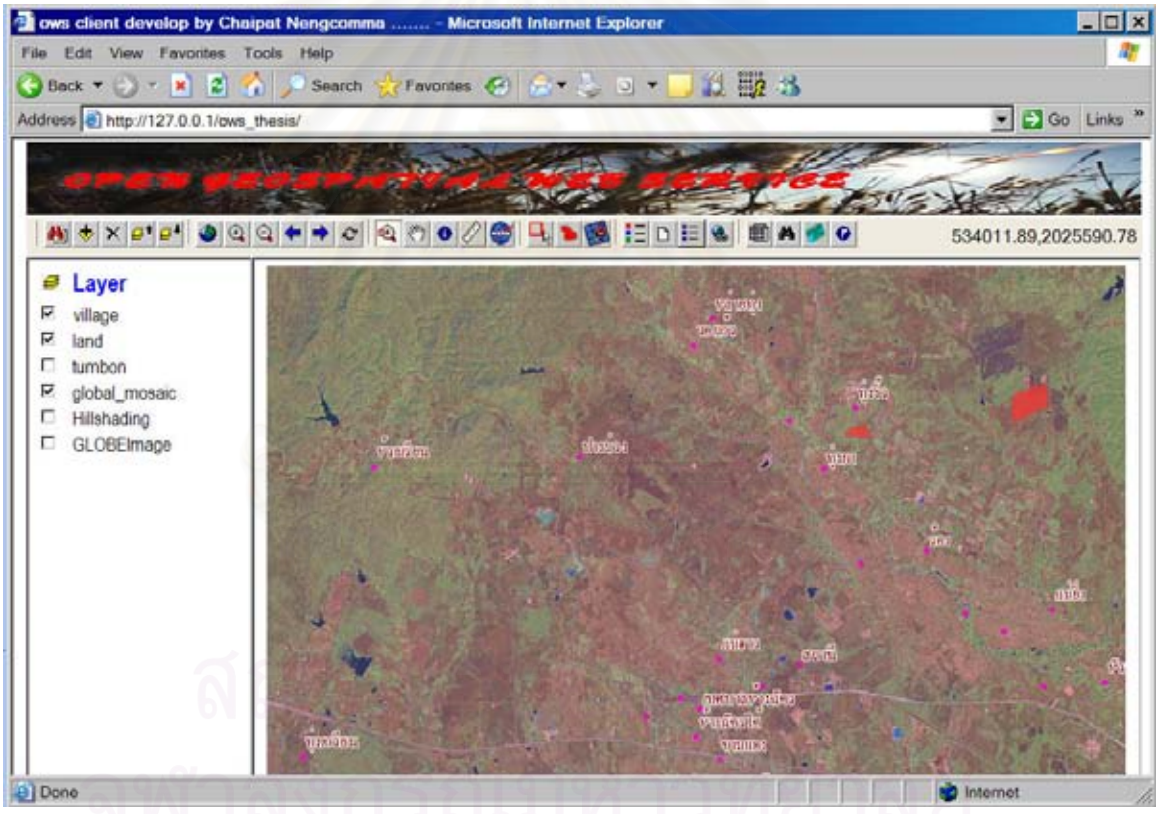
ทำการทดสอบความสามารถในการทำงานแบบ Interoperability โดยทำการเชื่อมต่อระบบกับระบบภายนอก ซึ่งสามารถแบ่งระบบภายนอกที่จะทำการเชื่อมต่อออกเป็นสองระดับคือระบบที่ให้บริการข้อมูลในประเทศ (National Server) และระบบที่ให้บริการระหว่างประเทศ (International Server)

แต่เนื่องจากในประเทศไทยยังไม่มีองค์กรหรือหน่วยงานใดที่ให้บริการข้อมูลปริภูมิตามมาตรฐานของ OGC ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการจำลองแม่ข่ายที่ให้บริการข้อมูลปริภูมิในประเทศขึ้นมา โดยมีแม่ข่ายที่เป็นตัวแทนของกรมทางหลวงให้บริการข้อมูลถนน มาตราส่วน 1:20000, แม่ข่ายที่เป็นตัวแทนกรมพัฒนาที่ดินให้บริการข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินและเขตป่าไม้ มาตราส่วน 1:50000 และสุดท้ายแม่ข่ายที่เป็นตัวแทนกรมทรัพยากรน้ำให้บริการข้อมูลแหล่งน้ำ มาตรส่วน 1:50000 ส่วนระบบที่ให้บริการระหว่างประเทศ ผู้วิจัยได้เลือกแม่ข่ายแผนที่ที่ให้บริการข้อมูลปริภูมิมาตราส่วนเล็กครอบคลุมพื้นที่ทั่วโลกและเปิดให้ใช้บริการโดยไม่คิดค่าบริการ ได้แก่แม่ข่าย ICEDS ของประเทศอังกฤษให้บริการข้อมูลระดับความสูง SRTM ตามข้อกำหนดมาตรฐาน WMSและแม่ข่าย NASA Onearth ขององค์การ NASA ให้บริการข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat ตามข้อกำหนดมาตรฐาน WMS



ภาพที่ 4.64 แสดงการทดสอบการทำงานร่วมกันแบบ Interoperability ระหว่างระบบของกรมที่ดินกับระบบอื่นๆภายนอก

ระบบที่นำมาทดสอบการทำงานร่วมกันแบบ Interoperability นั้นผู้วิจัยได้เลือกใช้ซอฟท์แวร์แม่ข่ายแผนที่คนละชนิดกัน ซึ่งประกอบด้วยซอฟ์ทแวร์แม่ข่ายแผนที่ของ Intergraph, ArcIMS, DEMIS MapServer, GeoServer เพื่อทดสอบแนวความคิดเรื่องการทำงานร่วมกันของระบบที่ Implement ด้วยซอฟ์ทแวร์สารสนเทศปริภูมิต่างชนิดกัน ผลการทดสอบระบบที่ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้ใช้งานสามารถเรียกข้อมูลแปลงที่ดินสาธารณะมาทำการวิเคราะห์ร่วมกับชั้นข้อมูลแผนที่จากระบบอื่นๆเช่น NASA OnEarth, ICED ฯลฯ ดังรูปที่ 4.65 แสดงการใช้โปรแกรม OWS Client ในการทดสอบการทำงาน โดยเรียกชั้นข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมแลนด์แซทจากแม่ข่าย NASA OnEarth มาทำการซ้อนทับกับข้อมูลแปลงที่ดินและข้อมูลหมู่บ้านจากแม่ข่ายภายในระบบ



ภาพที่ 4.65 แสดงผลการทำงานร่วมกันแบบ Interoperability ระหว่างระบบของกรมที่ดินกับระบบอื่นๆภายนอก

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษา

5.1 สรุปผล

5.1.1 การศึกษาการทำงานของข้อกำหนดมาตรฐาน Open Geospatial Consortium

จากการศึกษาการทำงานของข้อกำหนดมาตรฐาน Open Geospatial Consortium (OGC) ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ Open Geospatial Web Services ซึ่งจะประกอบด้วย Web Map Service (WMS), Web Feature Service (WFS), Web Coverage Service (WCS), Style Layer Descriptor (SLD), Filter Encoding (FE), Web Map Context (WMC) ทำให้ทราบถึงข้อได้เปรียบและข้อจำกัดในการทำงานของแต่ละโปรโตคอล ซึ่งโปรโตคอลแต่ละชนิดต่างใช้ในการทำหน้าที่เฉพาะตัวและมีจุดมุ่งหมายหลักคือสนับสนุนการทำงานร่วมกันแบบ Interoperabilityและส่งเสริมการแบ่งปันข้อมูล

โปรโตคอล WMS ถูกสร้างขึ้นสำหรับการแสดงผลข้อมูลแผนที่และข้อมูลเชิงอธิบาย โดยสามารถทำงานร่วมกับโปรโตคอล SLD ในการกำหนดลักษณะในการแสดงผล เช่นการแสดงสีของฟีเจอร์, เส้นขอบและสัญลักษณ์ต่างๆ สำหรับการเข้าถึงข้อมูลปริภูมิชนิดเวกเตอร์สามารถทำได้โดยผ่านโปรโตคอล WFS โดยมี GML เป็นสื่อกลางในการแลกเปลี่ยนข้อมูล เพื่อแก้ปัญหาเรื่องการการแปลงรูปแบบของข้อมูลปริภูมิจากระบบหนึ่งไปสู่อีกระบบ กรณีที่ผู้ใช้ต้องการค้นหาข้อมูลเฉพาะฟีเจอร์ตามเงื่อนไขต่างๆ ก็สามารถทำได้ผ่านทางด้วยการใช้โปรโตคอล FE ในการเข้ารหัสเงื่อนไขแล้วส่งไปพร้อมกับชุดคำสั่งของโปรโตคอล WFS ส่วนการเข้าถึงข้อมูลปริภูมิชนิดราสเตอร์สามารถทำได้โดยผ่านโปรโตคอล WCS ระบบที่มีการต่อเชื่อมของแม่ข่ายแผนที่ที่หลากหลาย OGC ได้สร้างโปรโตคอล WMC เพื่อทำให้ผู้ใช้สามารถทราบถึงสถานะการเชื่อมโยงของแม่ข่ายแผนที่ ตลอดจนสามารถใช้โปรโตคอล WMC ในการบันทึกสถานะการเชื่อมต่อในขณะที่ทำงานได้อีกด้วย

ข้อกำหนดมาตรฐานต่างๆที่ OGC พัฒนาขึ้นล้วนแต่มุ่งเน้นไปที่การเกิดการแบ่งปันข้อมูล (Data sharing) เพื่อแก้ปัญหาการผลิตข้อมูลซ้ำซ้อนระหว่างองค์กร ทุกระบบที่ทำงานบนโปรโตคอลมาตรฐานของ OGC จะสามารถทำงานร่วมกันได้

5.1.2 การศึกษาขีดความสามารถของสถาปัตยกรรมระบบที่ทำงานร่วมกันแบบ Interoperability

ระบบการให้บริการข้อมูลปริภูมิผ่านเว็บเซอร์วิสโดยทั่วไปจะมีรูปแบบของสถาปัตยกรรมของการเชื่อมโยงแม่ข่ายแผนที่อยู่ 2 ประเภทหลัก คือ แบบ Simple Overlay และแบบ

Cascading Server โดยสถาปัตยกรรมแต่ประเภทต่างมีข้อเด่นและข้อด้อยที่แตกต่างกัน การเลือกใช้ขึ้นอยู่กับประเภทของซอฟท์แวร์ในการประมวลผลบนฝั่งลูกข่ายและระบบอินเตอร์เน็ต

สถาปัตยกรรมแบบ Simple Overlay เป็นรูปแบบสถาปัตยกรรมของการเชื่อมโยงแม่ข่ายแผนที่ที่ไม่ซับซ้อน ข้อมูลแผนที่ที่ออกจากแม่ข่ายจะมาถึงลูกข่ายที่ทำการร้องขอโดยตรง ดังนั้นเพื่อลดข้อผิดพลาดที่เกิดจากการรับส่งข้อมูลบนเครื่อข่ายอินเตอร์เน็ตจึงจำเป็นที่จะต้องมีประสิทธิภาพที่ดี ซึ่งจะทำให้การทำงานเกิดขึ้นได้อย่างสมบูรณ์ เนื่องจากกระบวนการจัดการข้อมูลแผนที่ทั้งเกิดขึ้นที่ส่วนของลูกข่าย การทำงานลักษณะนี้จึงจำเป็นที่ต้องมีกลไกช่วยในการจัดการข้อมูลแผนที่จากแม่ข่ายต่างๆบนฝั่งลูกข่าย เช่น ซอฟ์ทแวร์ประมวลผลที่ติดตั้งและทำงานบนเครื่องคอมพิวเตอร์ปลายทาง ข้อเด่นของสถาปัตยกรรมของการเชื่อมโยงแม่ข่ายแผนที่แบบ Simple Overlay ผู้ใช้สามารถเพิ่มชั้นข้อมูลจากแม่ข่ายแผนที่ได้ทันทีที่ซอฟท์แวร์บนฝั่งลูกข่าย

สถาปัตยกรรมแบบ Cascading Server เป็นรูปแบบสถาปัตยกรรมของการเชื่อมโยงแม่ข่ายแผนที่ที่มีการออกแบบให้มีแม่ข่ายกลางในการจัดการข้อมูลจากแม่ข่ายแผนที่ต่างๆก่อนที่จะทำการส่งข้อมูลไปยังลูกข่าย เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของข้อมูลก่อนที่จะทำการส่งข้อมูลไปยังลูกข่าย ลดข้อผิดผลาดในการทำงาน กล่าวคือแม่ข่ายกลางจะทำหน้าที่ในการบริหารจัดการชุดคำสั่งจากลูกข่ายที่ส่งมาร้องขอข้อมูล กรณีที่แม่ข่ายแผนอันใดอันหนึ่งไม่สามารถบริการข้อมูลได้ แม่ข่ายแผนที่กลางก็จะทำการยกเลิกการร้องขอทันที ข้อมูลแผนที่ที่มาจากแม่ข่ายต่างๆจะถูกทำการซ้อนทับและสร้างเป็นแผนที่ใหม่ที่อยู่ในรูปแบบภาพบิตแมป ซึ่งจะช่วยลดขนาดของข้อมูลแผนที่ที่ต้องส่งให้กับลูกข่ายและสามารถขจัดชั้นข้อมูลจากแม่ข่ายที่ไม่ตอบสนองการร้องขอได้อีกด้วย การทำงานของสถาปัตยกรรมในลักษณะนี้ทำให้ลดภาระการทำงานของซอฟท์แวร์บนฝั่งลูกข่ายที่ใช้ติดต่อกับระบบ ดังนั้นผู้พัฒนาจึงสามารถพัฒนาซอฟท์แวร์ในการเชื่อมต่อกับระบบในลักษณะของ Web Application ที่ทำงานบนเวปบราว์เซอร์ได้ทันทีซึ่งจะเกิดความสะดวกต่อผู้ใช้และผู้ดูแล กล่าวคือผู้ใช้ไม่จำเป็นที่จะต้องติดตั้งซอฟท์แวร์บนเครื่องลูกข่ายเพื่อใช้ในทำงาน การดูแลและบำรุงรักษา (maintenance) สามารถทำที่เครื่องแม่ข่ายหลักทันที

5.1.3 การพัฒนาระบบสารสนเทศปริภูมิตามข้อกำหนดมาตรฐานของ OGC

การพัฒนาระบบ Open Geospatial Web service (OWS) ผู้วิจัยได้ออกแบบให้ระบบให้สนับสนุนการทำงานบนโปรโตคอลมาตรฐานของ OGC โดยระบบจะมุ่งเน้นที่การทำงานแบบ Interoperability และการแบ่งปันข้อมูล (Data Sharing) ซึ่งในการศึกษาวิจัยนี้ทางผู้วิจัยได้ใช้เรื่องการบริการข้อมูลที่ดินสาธารณะของสำนักจัดการที่ดินของรัฐ กรมที่ดินเป็นหน่วยงานต้นแบบในการทดลองใช้ระบบ

สำนักงานจัดการที่ดินของรัฐเป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบหน้าที่รังวัดและออกหนังสือสำคัญสำหรับที่หลวงที่ดินสาธารณะและที่ดินราชพัสดุทั่วประเทศ ปัจจุบัน สจร.ได้มีการจัดทำระบบสารสนเทศปริภูมิ (GIS) เพื่อใช้ในการบริหารจัดการที่ดินสาธารณะเหล่านั้น เพื่อนำที่ดินสาธารณประโยชน์ที่มีหนังสือสำคัญสำหรับที่หลวงซึ่งประชาชน เลิกใช้ประโยชน์ร่วมกันแล้ว นำไปจัดที่ดินให้แก่ประชาชนที่ยากจน กระบวนการทำงานจำเป็นที่จะต้องมีการใช้ข้อมูลปริภูมิจากหน่วยงานต่างๆ เช่น กรมการปกครอง, กรมแผนที่ทหาร, กรมพัฒนาที่ดิน, กรมป่าไม้, กรมโยธาธิการและผังเมืองและกรมชลประทาน เป็นต้น เพื่อนำมาตรวจสอบ สิทธิการใช้ประโยชน์ในแปลงที่ดินก่อนที่จะนำเข้าสู่ระบบสารสนเทศปริภูมิ ซึ่งการนำข้อมูลจากหน่วยงานอื่นมาใช้จำเป็นต้องผ่านกระบวนการต่างๆมากมายกว่าจะสามารถนำมาใช้งานกับระบบสารสนเทศปริภูมิของสำนักงานจัดการที่ดินของรัฐ ได้ นอกจากนี้การเผยแพร่และบริการข้อมูลไปยังสำนักงานที่ดินจังหวัดหรือหน่วยงานต่างๆที่ต้องการนำข้อมูลไปใช้ก็ทำได้ยากและต้องใช้เวลานานในการสำเนาข้อมูลจากส่วนกลาง ทำให้ก่อให้เกิดความล่าช้าในการทำงาน

ระบบ Open Geospatial Web Service ที่ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาและนำไปใช้กับสำนักงานจัดการที่ดินสาธารณะ สามารถช่วยลดข้อจำกัดในการทำงานร่วมกันระหว่างองค์กร ผู้วิจัยได้ทำการทดลองเชื่อมโยงระบบกับแม่ข่ายที่ให้บริการข้อมูลปริภูมิของหน่วยงานทั้งภายในและภายนอกประเทศ ผู้ปฏิบัติงานสามารถเข้าถึงข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว โดยสามารถเข้าถึงข้อมูลปริภูมิจากหน่วยงานอื่นผ่านระบบได้ โดยใช้ซอฟท์แวร์สารสนเทศปริภูมิเรียกชั้นข้อมูลประเภท WMS ขึ้นมาทำงานร่วมกับข้อมูลปริภูมิในองค์กรเหมือนกับการทำงานปกติ ซอฟท์แวร์สารสนเทศปริภูมิทั่วไปที่สนับสนุนการทำงานตามมาตรฐานของ OGC จะสามารถเข้าถึงข้อมูลและใช้งานระบบได้ทันที นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาซอฟท์แวร์ OWS Client ที่ใช้ในการทำงานโต้ตอบกับระบบ ซึ่งซอฟท์แวร์จะทำงานอยู่บนเว็บบราว์เซอร์ ทำให้ผู้ใช้ในส่วนสำนักงานที่ดินจังหวัดหรือหน่วยงานต่างๆภายนอก สามารถเข้าถึงข้อมูลปริภูมิและทำงานกับระบบได้เช่นเดียวกัน ผู้ใช้สามารถทำการวิเคราะห์ สืบค้นข้อมูล ตลอดจนขอรับบริการดาว์โหลดข้อมูลปริภูมิผ่านอินเตอร์เน็ต ก่อให้เกิดความสะดวกสบายในการทำงานและลดระยะเวลาในกระบวนการทำงานลงจากเดิม

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

5.2.1 ระบบอินเตอร์เน็ต

เนื่องจากการทำงานของระบบจำเป็นต้องอาศัยอินเตอร์เน็ตสำหรับการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างองค์กร อินเตอร์เน็ตจึงคงเป็นปัจจัยสำคัญในการทำงาน เพื่อให้เกิดการทำงานได้อย่างเต็ม

ประสิทธิภาพ เครือข่ายอินเตอร์เน็ตจำเป็นต้องมีศักยภาพที่รองรับการทำงาน กล่าวคือต้องมีความเร็วและขาดช่องทางการรับส่งข้อมูลที่เพียงพอ

5.2.2 ข้อจำกัดของซอฟ์ทแวร์สารสนเทศปริภูมิ

การทดลองใช้งานระบบจากซอฟ์ทแวร์สารสนเทศปริภูมิที่มีใช้กันอยู่ในตลาดส่วนมีฟังก์ชันในการทำงานตามมาตรฐานของ OGC ไม่ครอบคลุมการทำงานของ Open Geospatial Web Service ทั้งหมด กล่าวคือซอฟ์ทแวร์ส่วนมากจะสนับสนุนเพียงข้อกำหนดมาตรฐาน Web Map Service เท่านั้น ทำให้การนำเอาข้อกำหนดมาตรฐานของ OGC ไปใช้ยังไม่เป็นที่นิยมเท่าที่ควร

5.2.3 การจัดการข้อมูลปริภูมิบนแม่ข่าย

เนื่องจากข้อมูลปริภูมิที่มีขนาดใหญ่ เช่น ภาพถ่ายดาวเทียม, ภาพถ่ายทางอากาศ, ข้อมูลชั้นความสูง, ข้อมูลแบบจำลองระดับความสูงภูมิประเทศ เป็นต้น จะมีผลต่อการทำงานบนแม่ข่าย ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องปรับปรุงโครงสร้างข้อมูลปริภูมิเหล่านั้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการให้บริการข้อมูลปริภูมิของระบบ ทำให้งานวิจัยต้องเสียเวลาในการทำงานในส่วนนี้ค่อนข้างมาก

5.2.4 ซอฟท์แวร์รหัสเปิด

เนื่องจากซอฟท์แวร์รหัสเปิดที่ใช้ในการวิจัย ไม่มีคู่มือการทำงานที่ละเอียดชัดเจนโดยเฉพาะฟังก์ชันการทำงานที่เฉพาะ ทำให้ต้องเสียเวลาในการศึกษาค่อนข้างมาก

5.2.5 การแสดงผลภาษาไทยของแม่ข่ายแผนที่

การแสดงผลภาษาไทยของโปรแกรมมินเนโซต้าแมพเซิร์ฟเวอร์เวอร์ชั่น 4.8 ยังทำได้ไม่สมบูรณ์นัก กล่าวคือการทำงานในส่วนของ SLD โปรแกรมยังไม่สนับสนุนการกำหนดข้อความบรรยาย (Label) บนแผนที่ด้วยภาษาไทย ซึ่งปัจจุบันสามารถแสดงผลได้เฉพาะตัวอักษร 2 ไบท์ประเภทยูนิโค้ด (Unicode) ซึ่งภาษาไทยไม่จัดอยู่ในรูปแบบนี้

5.2.6 การพัฒนาโปรแกรมบนเว็บบราว์เซอร์

เนื่องจากการพัฒนาโปรแกรม OWS Client บนเว็บบราว์เซอร์นั้นใช้ภาษา JavaScript และ PHP เป็นหลัก โดยจะเข้าถึงส่วนต่างๆด้วยวิธีการแบบ DOM (Document Object Model) ซึ่งในบราว์เซอร์แต่ละชนิดต่างมีวิธีการในการทำงานกับ DOM ที่แตกต่างกัน ทำให้ผู้พัฒนาจำเป็นที่จะต้องเขียนโค้ดโปรแกรมที่ซับซ้อนขึ้น เพื่อสร้างชุดคำสั่งเฉพาะสำหรับทำงานบนบราว์เซอร์แต่ละชนิด

5.3 ข้อเสนอแนะ

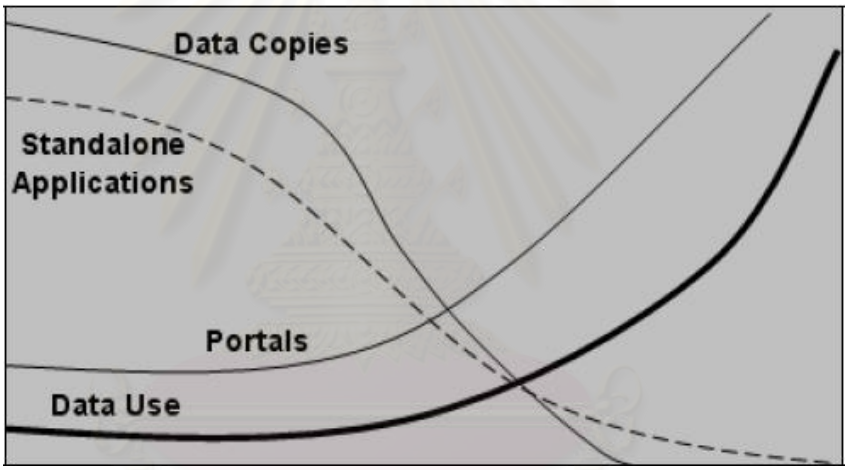
5.3.1 ข้อมูลอธิบายข้อมูล

ข้อมูลปริภูมิควรที่จะต้องมีข้อมูลอธิบายข้อมูล(Meta data) อยู่ด้วย เพื่อให้ทราบที่มาและรายละเอียดของข้อมูล ซึ่งมีความจำเป็นมากในการทำงานร่วมกันระหว่างองค์กร ก่อให้เกิดความ

เป็นมาตรฐาน และความน่าเชื่อถือในตัวข้อมูลปริภูมิ โดยระบบ Open Geospatial Web Services ไม่สามารถช่วยเพิ่มคุณภาพของข้อมูลปริภูมิได้ เพียงแต่ช่วยส่งเสริมเรื่องการแบ่งปันข้อมูลเท่านั้น

5.3.2 การส่งเสริมการทำงานแบบ Interoperability

OGC เป็นองค์กรที่ส่งเสริมและสนับสนุนการทำงานร่วมกับแบบ Interoperability ระหว่างองค์กร ปัจจุบันในต่างประเทศมีความตื่นตัวในการปรับเปลี่ยนระบบจากเดิมมาเป็นระบบใหม่ที่สามารถเชื่อมต่อและทำงานร่วมกันแบบ Interoperability ได้ เพื่อลดการผลิตข้อมูลซ้ำซ้อน และใช้ข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด ดังจะเห็นได้จากระบบบริการข้อมูลปริภูมิตามาตรฐานของ OGC ที่มีปริมาณเพิ่มมากขึ้นทุกวัน แต่ในประเทศไทยการตระหนักถึงการแบ่งปันข้อมูลและการทำงานร่วมกันแบบ Interoperability ยังไม่เป็นที่นิยม ดังนั้นการอบรมให้ความรู้และความเข้าใจแก่ผู้ที่เกี่ยวข้องกับงานด้านสารสนเทศปริภูมิทั้งในระดับผู้ปฏิบัติงาน จนถึงระดับผู้บริหารจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในปัจจุบัน



รูปที่ 5.1 แสดงแนวโน้มการของใช้งาน Web Service Interoperability (Kralidis, 2005)

5.3.3 การจัดเก็บข้อมูลปริภูมิบนแม่ข่าย

การจัดเก็บข้อมูลปริภูมิจำนวนมากอาจจะนำเอาเทคโนโลยีการจัดเก็บข้อมูลปริภูมิแบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์(Geospatial Database) มาใช้เพื่อความสะดวกในการบริหารจัดการข้อมูลปริภูมิ ประกอบกับเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการรองรับจำนวนผู้ใช้คราวละมากๆได้อีกด้วย

5.3.4 การวัดค่าพิกัดภูมิศาสตร์บนเว็บบราว์เซอร์

การวัดค่าพิกัดภูมิศาสตร์บนเว็บบราว์เซอร์นั้นมีความถูกต้องไม่ถึงร้อยเปอร์เซ็นต์ เนื่องจากมีค่าคาดเคลื่อนจากค่าความละเอียดในการแสดงผลของจอคอมพิวเตอร์ ดังนั้นการพัฒนา

โปรแกรมในอนาคตควรมีการวิจัย เพื่อหาค่าแฟกเตอร์ที่จะใช้ในการปรับปรุงค่าความถูกต้องของพิกัดภูมิศาสตร์ที่ได้จากการวัดบนเว็บบราว์เซอร์สำหรับขนาดในการแสดงผลของจอคอมพิวเตอร์ให้ได้ใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

ไพศาล สันติธรรมนนท์ และแมน โชติรัตนพิทักษ์. 2544. **ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต Minnesota**. การประชุมวิชาการ การแผนที่และภูมิสารสนเทศแห่งชาติ 17-18 ธันวาคม 2544 โรงแรมมณเฑียรริเวอร์ไซด์ กรุงเทพฯ.

สรรเพชญ ชื้อนิธิไพศาล. 2542. **การศึกษาการเผยแพร่สารสนเทศภูมิศาสตร์ผ่านอินเตอร์เน็ต**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาณุ อุทัยศรี. 2546. **การนำเสนอแผนที่พลวัตผ่านอินเตอร์เน็ตด้วยซอฟแวร์รหัสเปิด**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

Altova. 2003. **Why XML.** [Online]. Available from http://www.altova.com/manual/whyxml.htm

Beaujardiere, J. 2001. **Web Map Service Implementation Specification (Version 1.1.1)** [Portable Document Format]. US: Open GIS Consortium. Available from: http://www/opengis.org/specs/ [2003, July 20].

Cox, S. 2004. **OpenGIS Geography Markup Language (GML) Implementation Specification**. [Portable Document Format]. Available from: http://www.codata.org/codata02/3invited/.

Dessard, Vincent, Margoulies, S. 2003. **Interoperability on Web!(Using OpenGIS Interfaces)**. [Online] Available from E-mail: wie.shi@unibw-muenchen.de.

Errol S. 1966. **Distributed Information System From Client/Server to Distributed Multimedia.** Berkshire : McGrew-Hill.

Evans, J. **Web Coverage Service Implementation Specification (Version 1.0.0)** [Portable Document Format]. US: Open GIS Consortium. Available from: http://www.opengeospatial.org /specs/ [2003, August 27].

Garrett, J. J. 2005. **Ajax: A New Approach to Web Applications** [Online] Available from: http://www.adaptivepath.com/publications/essays/archives/000385.php.

Hachler, T. 2003. **Online Visualization of Spatial Data.** [Portable Document Format]. Available from http://www.carto.net/papers/thomas_haechler/thomas_haechler_open_source_webgis_2003.pdf.

Koning, A. 2004. **Developing an Open Source Internet Geo-mapping Framework** [Portable Document Format]. Available from http://datashare.gis.unbc.ca/fist/docs/ugrad_thesis/course_project_description.pdf.

Kralidis, T. 2005. **Geospatial Web Services: An Evolution of Geospatial Data Infrastructure** [Portable Document Format]. Available from http://www.isprs.org/ istanbul2004/comm2/papers/126.pdf.

Khaemba, A. **Conception And Design of a GIS Portal** [Portable Document Format]. US: Laboratory for Advanced Information Technology and Standards (LAITS) George Mason University Available from: http://www.fht stuttgart.de/fbv/fvbweb/veranstaltugen/ [2004, August 4].

Liping D. **Geospatial Semantic Web Research at LAITS** [Portable Document Format]. Available from: http://www.ncgia.ucsb.edu/projects/nga/docs/Di_Position.pdf.

Lime, S. **MapServer CGI Reference.** Available from: http://mapserver.gis.umn.edu.

Meixia, D. and Zhao, P. **The Development of Geospatial Web Service System for Remote Sensing Data** [Portable Document Format]. Available from: http://www.isprs.org/ istanbul2004/comm2/paper/126.pdf.

Panagiotis, A. **Filter Encoding Implementation Specification (Version 1.1.0)** [Portable Document Format]. US: Open GIS Consortium. Available from: http://www.opengeospatial.org /specs/ [2005, May 3].

Panagiotis, A. **Web Feature Service Implementation Specification (Version 1.1.0)** [Portable Document Format]. US: Open GIS Consortium. Available from: http:// www.opengeospatial.org /specs/ [2005, May 3].

Peng, Z. and Tsou, M. 2003. **Internet GIS: Distributed Geographic Information Services for the Internet and Wireless Networks**: John Wiley&Sons, Inc.

Shi, W. Gerhard Joos and Wolfgang Reinhardt. 2003. **Management of spatial feature with GML**. [Online]. Available from Email : wie.shi@unibw-muenchen.de.

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก.

รายชื่อข้อกำหนดมาตรฐานของ Open Geospatial Consortium (OGC)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายชื่อข้อกำหนดมาตรฐานของ Open Geospatial Consortium (OGC)

ในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาข้อกำหนดมาตรฐานของ Open Geospatial Consortium ได้แก่ Web Map Service (WMS), Web Feature Service (WFS), Web Coverage Service (WCS), Style Layer Descriptor (SLD), Filter Encoding (FE), Web Map Context (WMC) โดยมีคุณสมบัติของข้อกำหนดมาตรฐานดังนี้

ชื่อข้อกำหนดมาตรฐาน	ชนิด	หมายเลขรุ่น	วันที่เผยแพร่เอกสาร
Web Map Service (WMS)	Service	1.3.0	2-08-2005
Web Feature Service (WFS)	Service	1.1.0	3-05-2005
Web Coverage Service (WCS)	Service	1.0.0	27-08-2003
Web Map Context (WMC)	Service	1.1.0	19-01-2005
Filter Encoding (FE)	Encoding	1.1.0	3-05-2005
Style Layer Descriptor (SLD)	Encoding	1.0.0	12-09-2002

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข.

รายชื่อโปรแกรมที่สนับสนุนการทำงานตามข้อกำหนดมาตรฐาน

ของ Open Geospatial Consortium (OGC)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โปรแกรมที่สนับสนุนการทำงานตามข้อกำหนดมาตรฐาน ของ Open Geospatial Consortium

1. โปรแกรมสารสนเทศปริภูมิที่การทำงานของ OGC บนฝั่งลูกข่าย

โปรแกรม	โปรโตคอล OGC	URL	วันที่สำรวจ
Chameleon	WMS	http://www.maptools.org/chameleon/	18/8/2006
Fulcrum	WMS	http://fulcrum.traversetechnologies.com/	18/8/2006
Intergraph WMS Viewer	WMS, WRS, WMC	http://ogc.intergraph.com/webmapviewer/main.asp	18/8/2006
Map bender	WMS	http://www.mapbender.org/	18/8/2006
NASA Web Viewer	WMS	http://viewer.digitalearth.gov/	18/8/2006
QuickWMS	WMS	http://www.inovagis.org/quickwms/	18/8/2006
ArcGIS 9.2	WMS, WFS	http://www.esri.com/software/standards/ogc-support.html	18/8/2006
MapInfo 8.5	WMS, WFS	http://extranet.mapinfo.com/products/Overview.cfm?productid=1044&productcategoryid=1	18/8/2006
Autodesk Map 3D 2007	WMS, WFS	http://usa.autodesk.com/adsk/servlet/index?siteID=123112&id=3081357	18/8/2006
GeoMedia	WMS,WFS,FE, GML	http://www.intergraph.de/interop/default.asp	18/8/2006
UDIG	WMS, WFS	http://udig.refractions.net/confluence/display/UDIG/Home	18/8/2006
JUMP	WMS	http://openjump.org/wiki/show/HomePage	18/8/2006
Quantum GIS	WMS	http://qgis.org/index.php?option=com_content&task=view&id=123&Itemid=99	18/8/2006
Map Window	WMS	http://www.mapwindow.com/	18/8/2006
OpenEV	WMS	http://openev.sourceforge.net/	18/8/2006
Arc Web Explorer	WMS	http://www.esri.com/software/arcexplorer/about/arcexplorer-web.html	18/8/2006

2. โปรแกรมสารสนเทศปริภูมิที่การทำงานของ OGC บนฝั่งแม่ข่าย

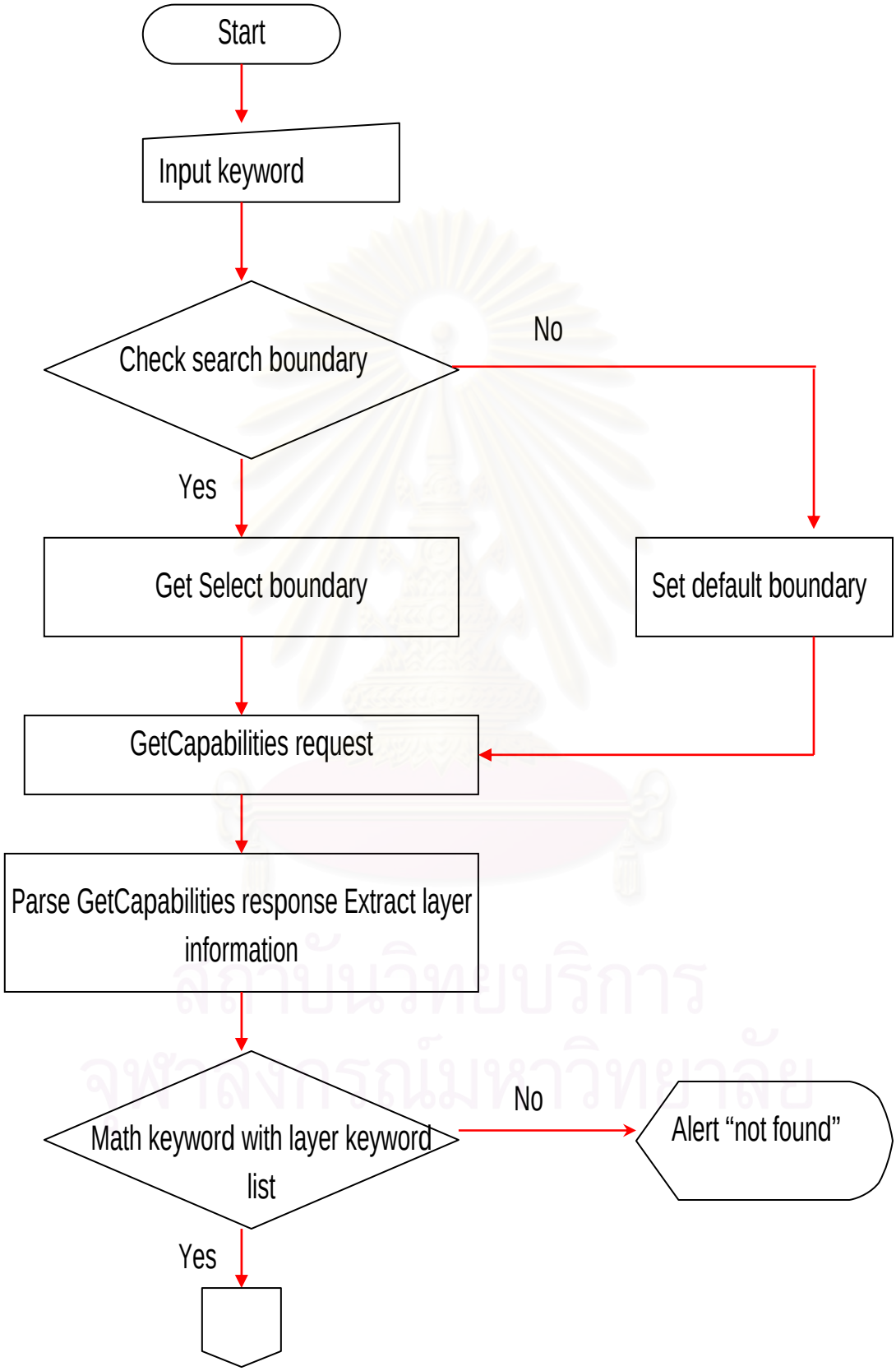
โปรแกรม	โปรโตคอล OGC	URL	วันที่สำรวจ
UMN MapServer	WMS, WFS, SLD, FE, WMC, SOS,WCS, GML	http://mapserver.gis.umn.edu/	18/8/2006
Autodesk Map Guide	WMS	http://usa.autodesk.com/adsk/servlet/item-w?siteID=123112&id=2773592	18/8/2006
ArcIMS 9.0	WMS	http://www.esri.com/software/standards/ogc-support.html	18/8/2006
ArcGISServer	WMS, WFS	http://www.esri.com/software/standards/ogc-support.html	18/8/2006
Map Extreme	WMS, WFS,GML	http://extranet.mapinfo.com/products/Overview.cfm?ProductID=1101&productcategoryid=1	18/8/2006
GeoServer	WMS,WFS,SLD, GML	ttp://docs.codehaus.org/display/GEOS/Home;jsessionid=aNDta3JwAqh4WS0p	18/8/2006
Degree iGeoPortal 0.3	WMS, WMC, WFS,WTS,GML	http://www.deegree.org/	18/8/2006
Cadcorp GeognoSIS.NET	WMS,WFS,FE, WMC,WTS,	http://www.cadcorp.com/	18/8/2006
CubeWerx CubeSERV	WMS, SLD	http://demo.cubewerx.com/demo/cubeserv/cubeserv.	18/8/2006
ZMapServer	WMS	http://zmapserver.sourceforge.net/zmapserver.html	18/8/2006
DEMIS	WMS	http://www.demis.nl/home/pages/wms/demiswms.htm	18/8/2006

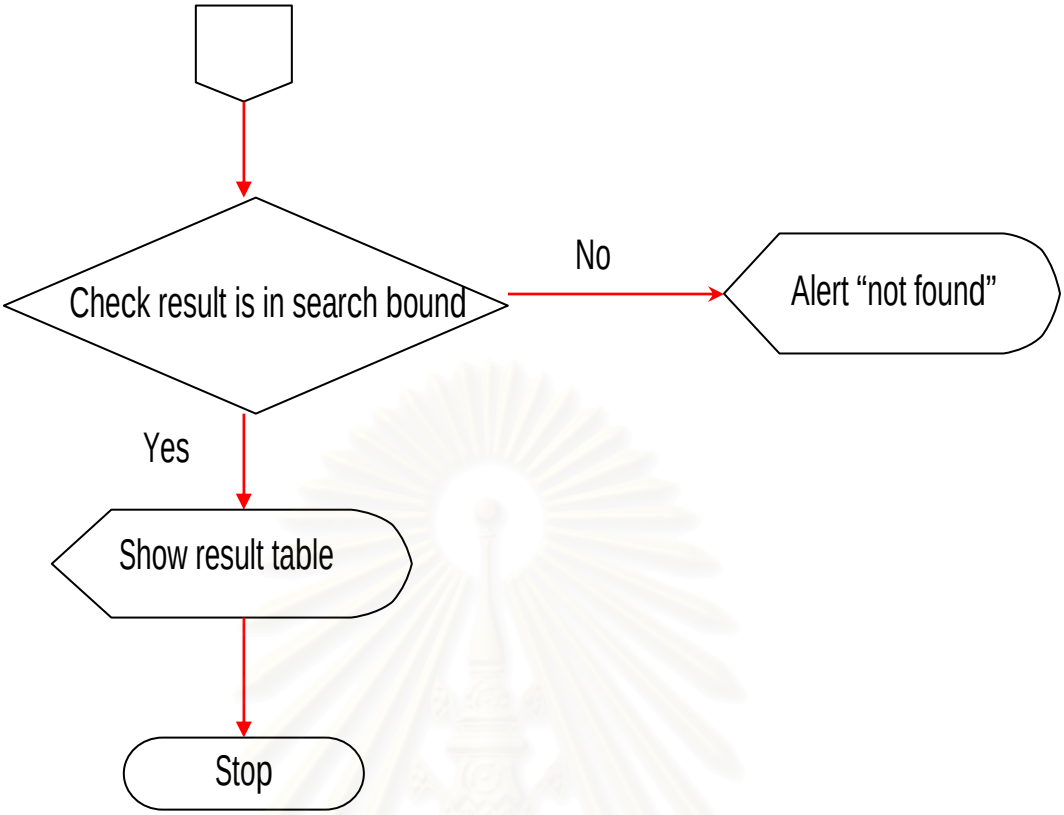
ภาคผนวก ค.

Flow Chart โปรแกรม OWS Client

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

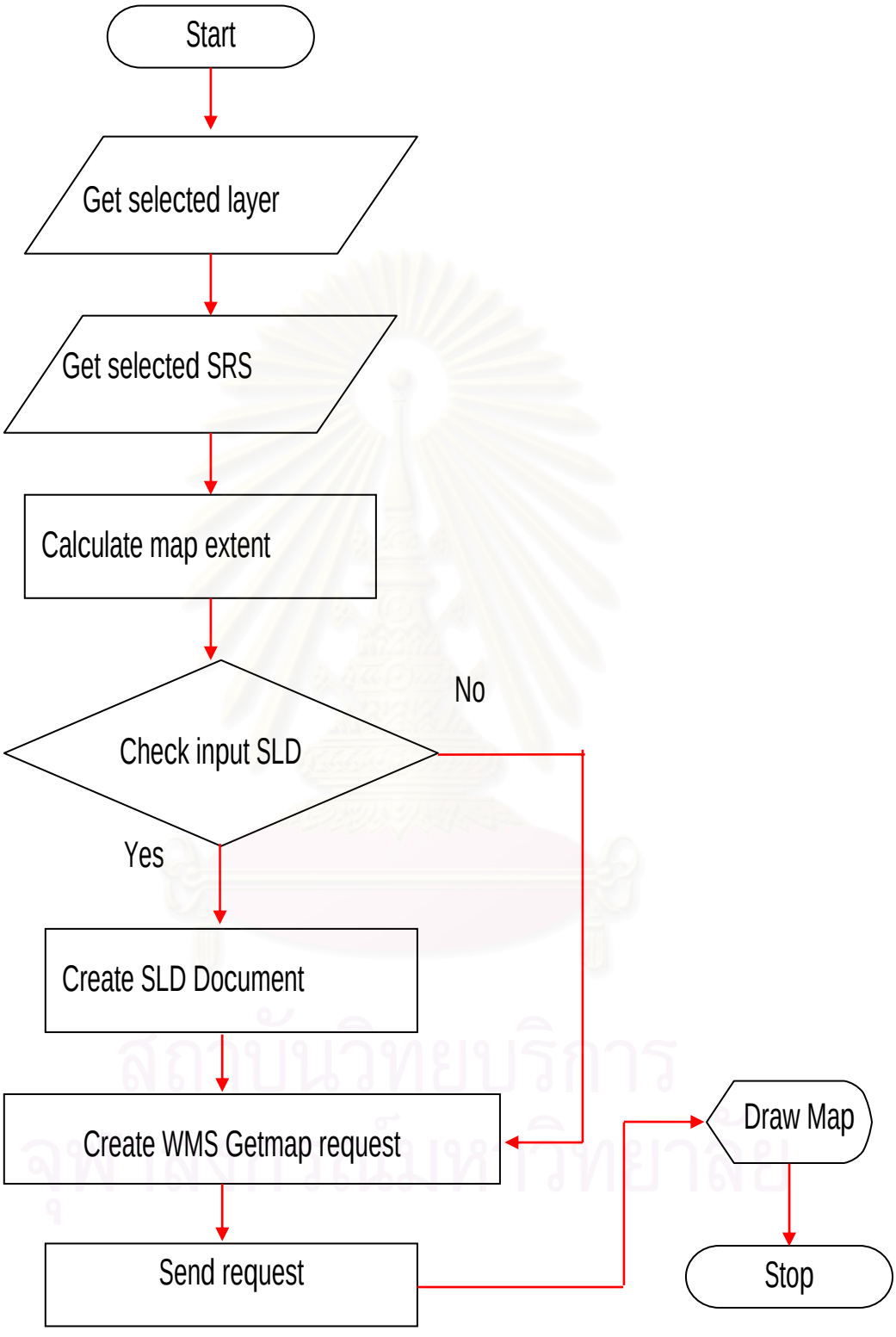
1. ฟังก์ชันการค้นหาชั้นข้อมูลปริภูมิ (Data Catalog)





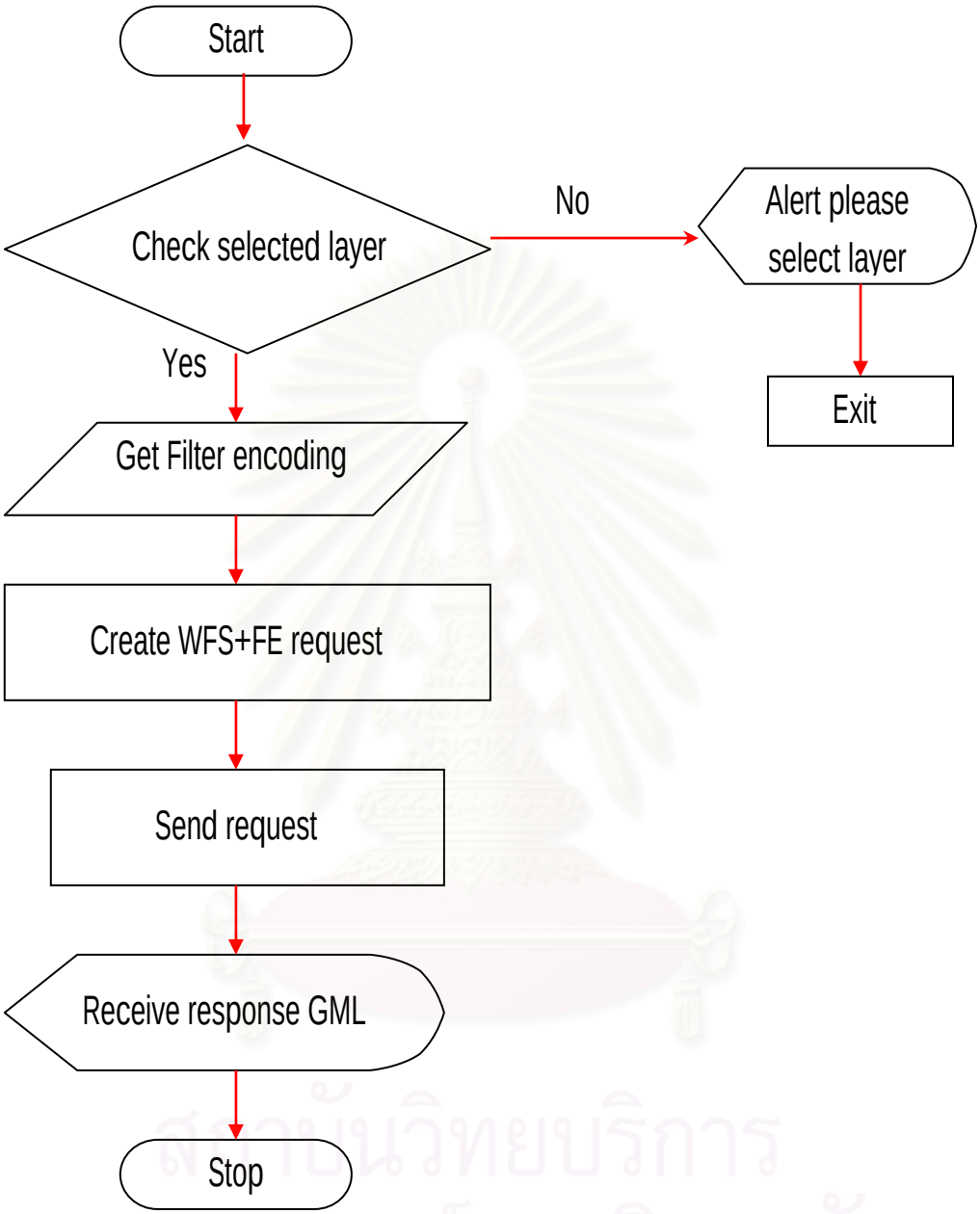
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. ฟังก์ชันแสดงผลแผนที่ (Map Visualization)



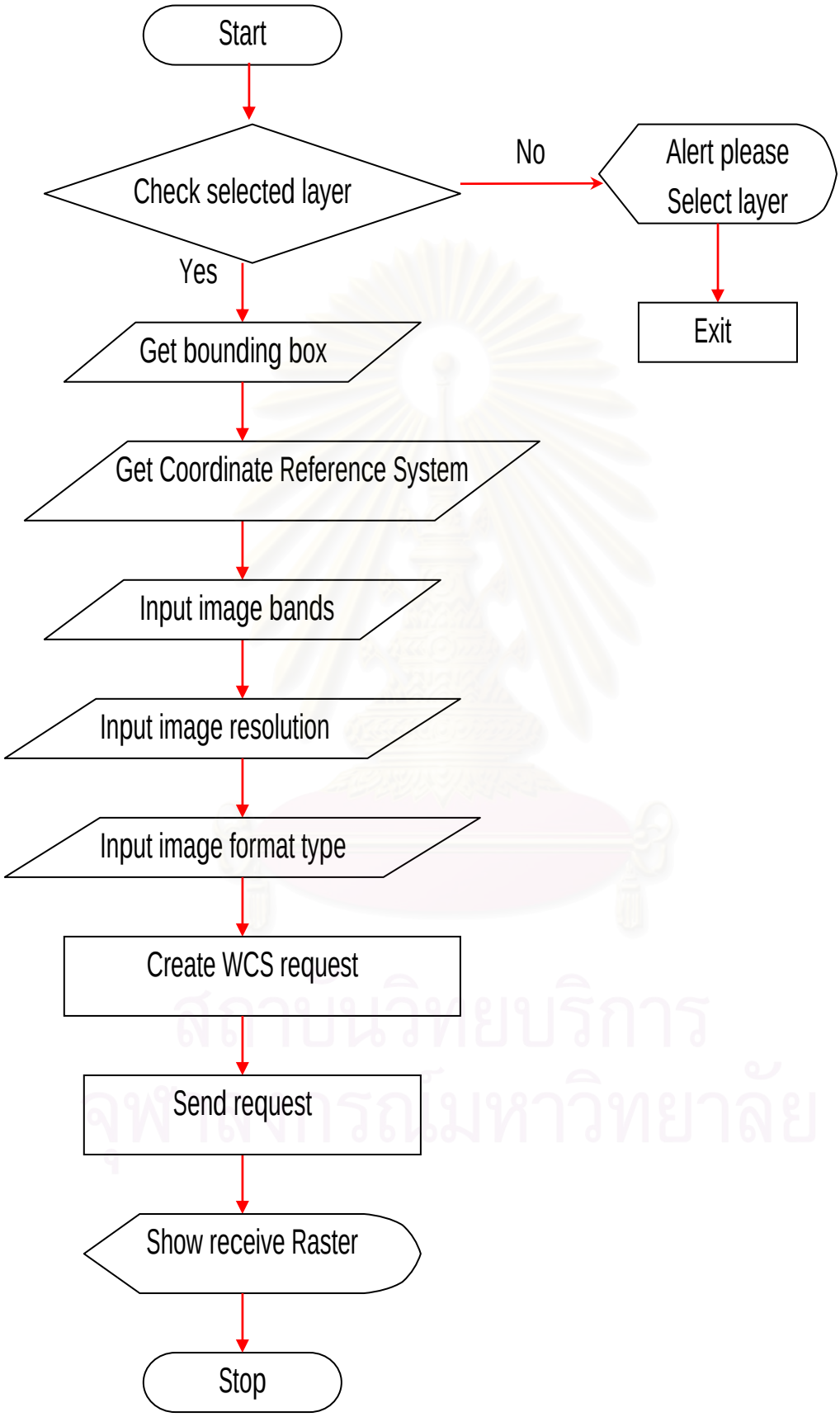
3. ฟังก์ชันดาว์โหลดข้อมูลปริภูมิ (Spatial Data Acquire)

3.1 ฟังก์ชันดาว์โหลดข้อมูลปริภูมิชนิดเวกเตอร์



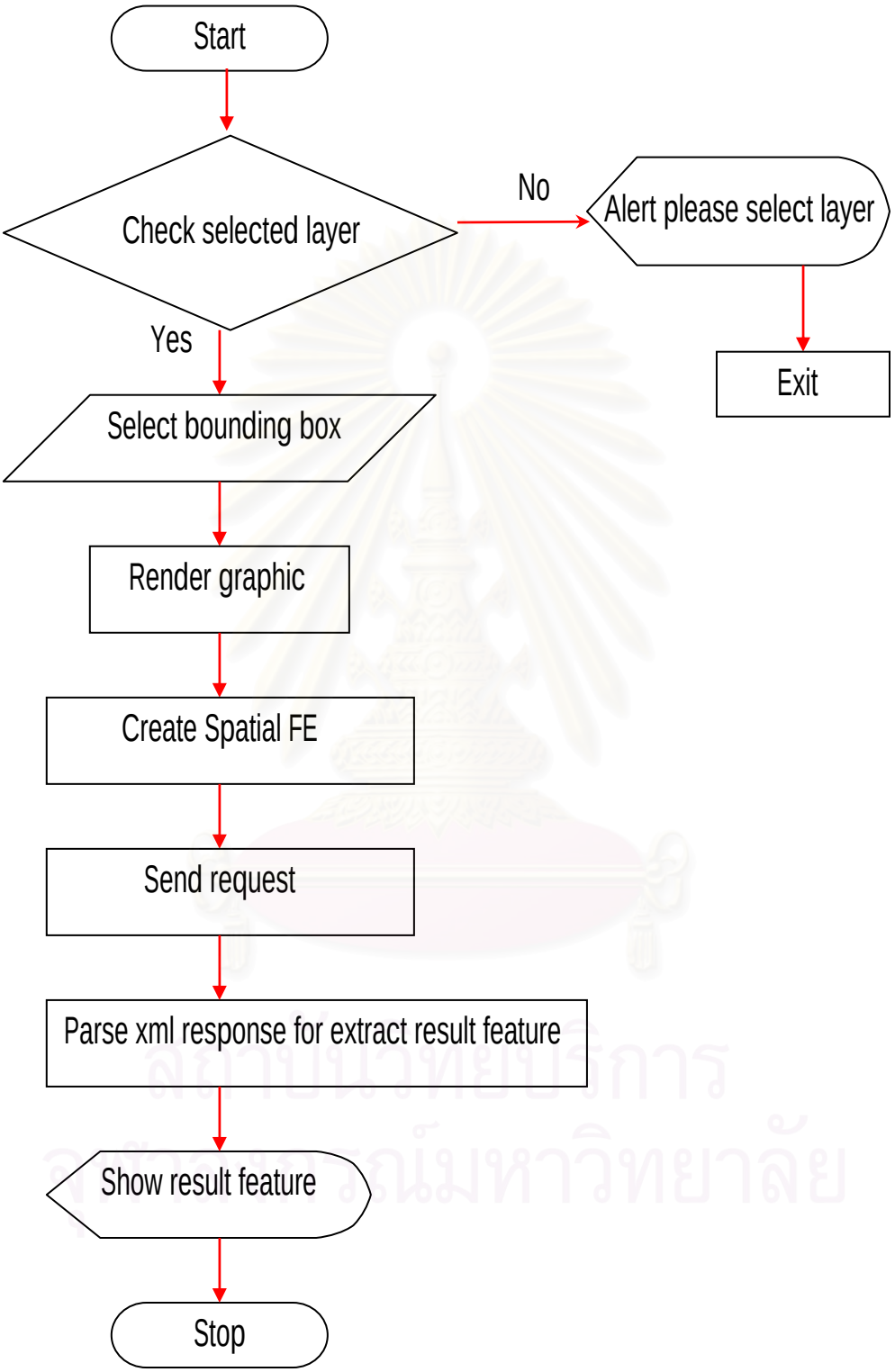
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.2 ฟังก์ชันดาว์โหลดข้อมูลปริภูมิชนิดราสเตอร์

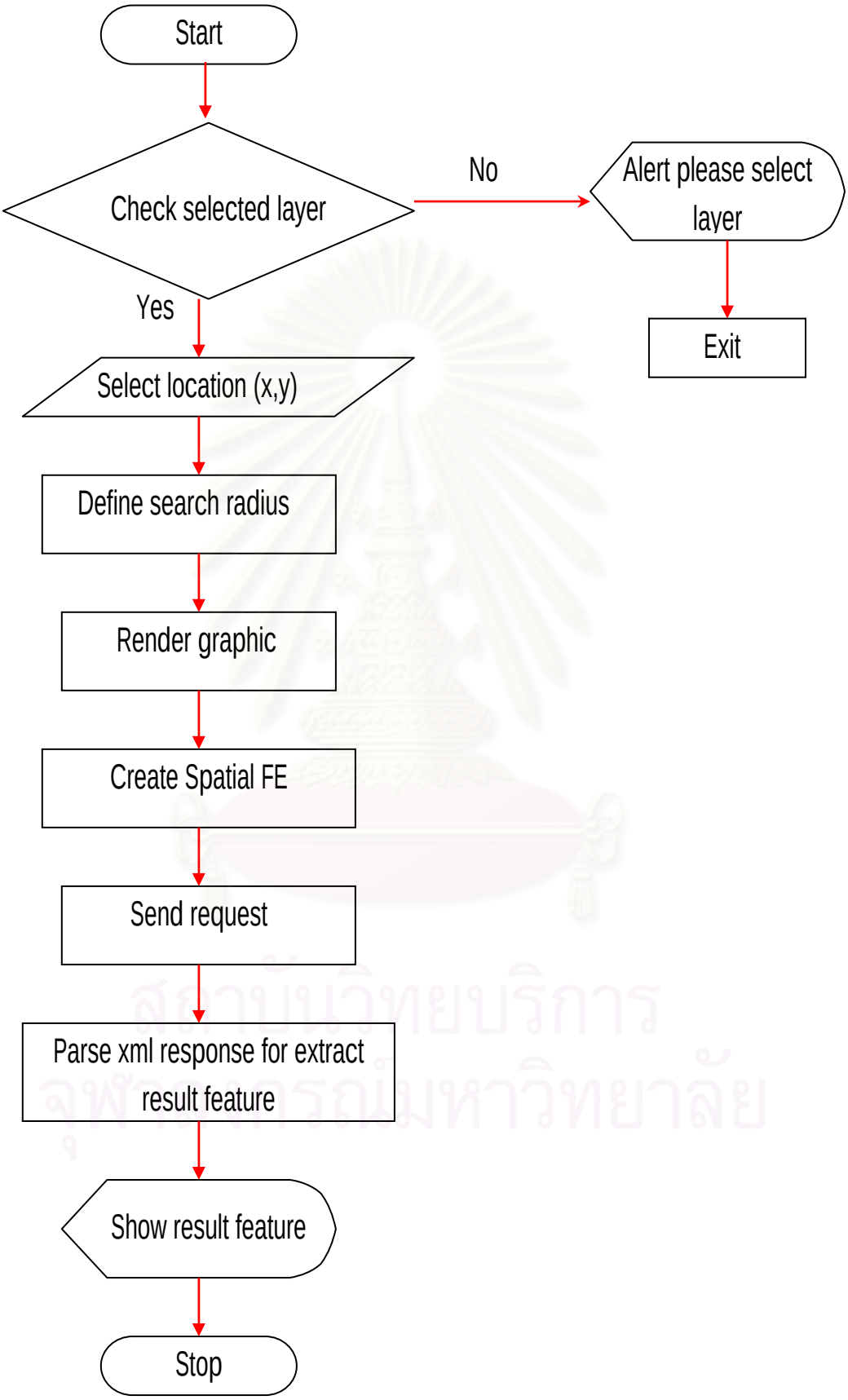


4. ฟังก์ชันการสืบค้นข้อมูล (Spatial Data Acquire)

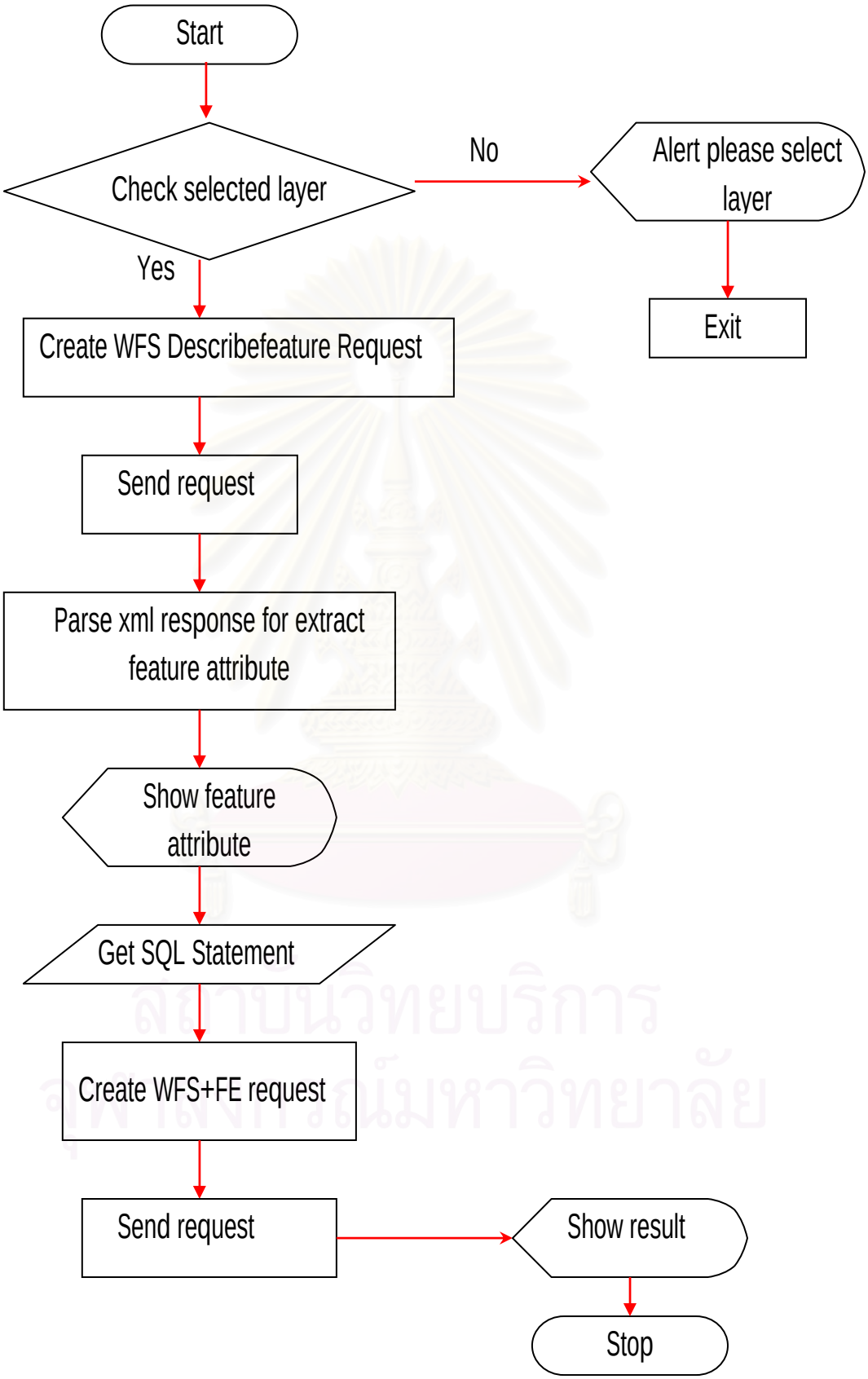
4.1 ฟังก์ชันการสืบค้นข้อมูลด้วยขอบเขต (Search by Bounding Box)



4.2 ฟังก์ชันการสืบค้นข้อมูลด้วยรัศมี (Search by radius)



4.3 ฟังก์ชันการสืบค้นข้อมูลด้วยเงื่อนไขทางตรรกะศาสตร์



5. ไลบารีประเภทรหัสเปิด

เนื่องจากโปรแกรม OWS Client มีฟังก์ชั่นการทำงานที่เกี่ยวข้องกับเรขาคณิตและระบบพิกัดอ้างอิง ผู้วิจัยจึงได้นำเอาไลบารี่ประเภทเปิดรหัสที่เกี่ยวข้อง นำมาใช้เพื่อลดเวลาในการพัฒนาและสามารถเรียนรู้เทคนิคและองค์ความรู้ใหม่ๆจากซอสโค้ดเหล่านี้ โดยในโปรแกรม OWS Client จะประกอบด้วยไลบารี่ประเภทรหัสเปิด 2 ชนิดที่พัฒนาด้วยภาษา JavaScript ได้แก่ JavaScript Graphic Library และGeneral Cartographic Transformation Package (GCTP)

5.1 JavaScript Graphic Library

JavaScript Vector Graphic Library เป็นไลบารี่ที่ใช้ในการสร้างกราฟิกรูปทรงเรขาคณิตต่างๆบนหน้าเว็บบราว์เซอร์ โดยใช้หลักการสร้างอิลิเมนต์ DIV ไปตามพิกเซลล์บนหน้าจอเพื่อวาดเวกเตอร์กราฟฟิกรูปทรงเรขาคณิตต่างๆ

5.2 General Cartographic Transformation Package (GCTP)

GCTP เป็นไลบารี่ที่ใช้สำหรับแปลงระบบพิกัดอ้างอิง ถูกพัฒนาในรูปแบบของภาษา JavaScript โดย Aaron Koning จากมหาวิทยาลัย Northern British Columbia ประเทศสหรัฐอเมริกา พารามิเตอร์ในการแปลงระบบพิกัดจะอ้างอิงตามมาตรฐาน European Petroleum Survey Group (EPSG)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง.

รายการแม่ข่ายแผนที่ Web Map Service

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. รายการแม่ข่ายแผนที่ Web Map Service

การให้บริการข้อมูลปริภูมิตามมาตรฐานของ OGC ส่วนมากจะเป็นแม่ข่ายต่างประเทศ ในประเทศไทยปัจจุบันมีแม่ข่ายให้บริการเพียงสามหน่วยงาน ดังนั้นรายการแม่ข่ายแผนที่ที่นำมาแสดงจะเน้นเฉพาะแม่ข่ายแผนที่ที่ให้บริการข้อมูลครอบคลุมพื้นที่ประเทศไทยทั้งจากแม่ข่ายในประเทศและต่างประเทศ

1.1 Custom Weather Map Server

URL: http://206.14.214.198/image?REQUEST=GetCapabilities

1.2 ICEDS Server

URL: http://iceds.ge.ucl.ac.uk/cgi-bin/icedswms?SERVICE=WMS&VERSION=1.1.1&REQUEST=GetCapabilities

1.3 Intergraph World Map

URL: http://maps1.intergraph.com/wms/world/request.asp?service=WMS&request=GetCapabilities

1.4 Demis World Map

URL: http://www2.demis.nl/mapserver/Request.asp?REQUEST=Capabilities

1.5 NASA Server

URL: http://wms.jpl.nasa.gov/wms.cgi?REQUEST=Capabilities

1.6 The GLOBE Program Visualization Server

URL: http://viz.globe.gov/viz-bin/wmt.cgi?REQUEST=Capabilities

1.7 ESRIN World Map Server

URL: http://mapserv2.esrin.esa.it/cubestor/cubeserv/cubeserv.cgi?REQUEST=Capabilities

1.8 Thailand Department of Land

URL: http://publicland.dol.go.th/cgi-bin/publicland.exe?Service=WMS&version=1.1.1&request=getcapabilities

1.9 AIT TSUNAMI Map Server

URL: http:// www.mapsherpa.com/cgi-bin/wms_iodra?SERVICE=wms&VERSION=1.1.1&REQUEST=getcapabilities

1.10 Thailand Department of Water Resource

URL: URL:="http://gis.dwr.go.th:8080/wmsconnector/com.esri.wms.Esrimap?servicename=dwrgis&service=WMS&request=GetCapabilities&version=1.1.1"

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ชื่อ: นายชัยภัทร เนื่องคำมา

วันเดือนปีเกิด: 29 พฤศจิกายน พ.ศ. 2524

คุณวุฒิทางการศึกษา:

พ.ศ. 2543 วิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีชนบท คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

พ.ศ. 2547 วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา ระบบสารสนเทศปริภูมิทางวิศวกรรม ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประสบการณ์การทำงาน:

พ.ศ. 2547-2548 ผู้ช่วยสอนภาคปฏิบัติการ วิชาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ผู้ช่วยนักวิจัย โครงการ"พัฒนาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ สภาความมั่นคงแห่งชาติ" ณ หน่วยวิจัย ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พศ. 2548-2549 ผู้ช่วยนักวิจัย โครงการ "การศึกษาเบื้องต้นสำหรับการประยุกต์ใช้ ไลดาร์ในงานวิศวกรรม" ณ หน่วยวิจัย ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ผู้ช่วยนักวิจัย โครงการ"พัฒนาระบบบริการข้อมูลที่ดินสาธารณะผ่านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์บนอินเตอร์เน็ต กรมที่ดิน" ศูนย์บริการวิชาการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ผู้ช่วยนักวิจัย โครงการ"Digital Thailand" ณ หน่วยวิจัย ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลงานทางวิชาการ

บทความตีพิมพ์

ชัยภัทร เนื่องคำมา และไพศาล สันติธรรมนนท์. 2548. ความก้าวหน้าของสารสนเทศปริภูมิแบบเปิดและซอฟต์แวร์สารสนเทศภูมิศาสตร์เปิดรหัส (FOSS). การประชุมวิชาการการแผนที่และภูมิสารสนเทศแห่งชาติ ประจำปี 2548. ณ โรงแรมแอมบาสซาเดอร์ กรุงเทพฯ14 - 16 ธันวาคม 2548

การบรรยาย

ชัยภัทร เนื่องคำมา และไพศาล สันติธรรมนนท์. 2548. ความก้าวหน้าของสารสนเทศปริภูมิแบบเปิดและซอฟต์แวร์สารสนเทศภูมิศาสตร์เปิดรหัส (FOSS). การประชุมวิชาการการแผนที่และภูมิสารสนเทศแห่งชาติ ประจำปี 2548. ณ โรงแรมแอมบาสซาเดอร์ กรุงเทพฯ14 - 16 ธันวาคม 2548

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย