การพัฒนาเครื่องมือรวบรวมข้อมูลทางภูมิสารสนเทศจากแหล่งข้อมูลเชิงพื้นที่บนเว็บ

นางสาวนันทนัช ตั้งปัญจศิล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2555
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository(CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the Graduate School.

DEVELOPMENT OF GIS DATA COLLECTOR TOOL FOR SPATIAL DATA ON THE WEB

Miss Nuntanut Tangpanchasin

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering Program in Computer Engineering
Department of Computer Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University
Academic Year 2012
Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาเครื่องมือรวบรวมข้อมูลทางภูมิสารสนเทศจากแหล่งข้อมูลเชิงพื้นที่บนเว็บ
โดย	นางสาวนันทนัช ตั้งปัญจศิล
สาขาวิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีระ เหมืองสิน

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.บุญสม เลิศหิรัญวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทวิตีย์ เสนีวงศ์ ณ อยุธยา)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีระ เหมืองสิน)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกริก ภิรมย์โสภา)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(ดร.ภัทรชนก ศรีวิหค)

นันทนัช ตั้งปัญจศิล : การพัฒนาเครื่องมือรวบรวมข้อมูลทางภูมิสารสนเทศจากแหล่งข้อมูลเชิงพื้นที่บนเว็บ. (DEVELOPMENT OF GIS DATA COLLECTOR TOOL FOR SPATIAL DATA ON THE WEB) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผศ. ดร.วีระ เหมืองสิน, 85 หน้า.

ด้วยแนวโน้มการใช้งานเว็บรุ่นที่ 2 (Web 2.0) ที่มากขึ้น จึงมีการใช้เทคนิคใหม่ๆ เช่น การนำข้อมูลจากหลายแหล่งมาผสมผสานกัน (Mashup) การแบ่งปันแลกเปลี่ยนข้อมูล การสร้างโปรแกรมประยุกต์ที่ให้กลุ่มคนเข้ามามีส่วนร่วม (Crowdsourcing) และการทำแผนที่โดยใช้เอพีไอ (map API) ในด้านของแพลตฟอร์มการโปรแกรมเว็บ (Web programing platform) เช่น เอชทีเอ็มแอลรุ่นที่ 5 (HTML5) เฟสบุ้ค (Facebook) และทวิตเตอร์ (Twitter) ได้เพิ่มส่วนที่สนับสนุนการใช้งานสำหรับระบุตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ (Geo-location) เข้าไปด้วย เทคโนโลยีเหล่านี้ช่วยอำนวยความสะดวกให้เกิดการสร้างข้อมูลทางภูมิศาสตร์ขึ้นและกระจายข้อมูลได้โดยง่าย อย่างไรก็ตาม ระบบภูมิสารสนเทศทางภูมิศาสตร์และเว็บไซต์ที่มีอยู่ก่อนหน้านี้ก็ยังถูกใช้งานอยู่อย่างแพร่หลาย ซึ่งเว็บไซต์จำนวนมากนี้มีการนำเสนอข้อมูลที่มีความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แต่ไม่ได้ถูกจัดเตรียมให้อยู่ในรูปแบบที่พร้อมจะนำไปใช้งานกับเว็บโปรแกรมประยุกต์ทางภูมิศาสตร์รุ่นใหม่ งานวิจัยนี้จึงต้องการจัดทำข้อมูลที่มีความสัมพันธ์ในเชิงพื้นที่ให้อยู่ในรูปแบบที่พร้อมใช้งานสำหรับเว็บโปรแกรมประยุกต์ทางภูมิศาสตร์รุ่นใหม่ โดยมุ่งเน้นไปที่ข้อมูลที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ และไม่อยู่ในรูปของข้อมูลทางภูมิศาสตร์ โดยงานวิจัยได้นำเสนอวิธีการคือวิธีในการสร้างเครื่องมือเพื่อรวบรวมข้อมูล จัดเก็บข้อมูล และกระจายข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลายหลาย งานวิจัยได้พัฒนาคลังข้อมูลเชิงพื้นที่ซึ่งสามารถนำข้อมูลเข้ามาจัดเก็บได้ทั้งข้อมูลที่อยู่ในรูปของข้อมูลทางภูมิศาสตร์และยังไม่อยู่ในรูปของข้อมูลทางภูมิศาสตร์ และแปลงข้อมูลให้อยู่รูปของมาตรฐานของโอจีซี (OGC) เพื่อใช้งานกับเว็บประยุกต์ทางภูมิศาสตร์

ภาควิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....

ปีการศึกษา 2555

5470243421 : MAJOR COMPUTER ENGINEERING
KEYWORDS: GEOSPATIAL INFORMATION SYSTEM / SPATIAL DATA REPOSITORY / DATA COLLECTION

NUNTANUT TANGPANCHASIN: DEVELOPMENT OF GIS DATA COLLECTOR TOOL FOR SPATIAL DATA ON THE WEB. ADVISOR : ASST. PROF. VEERA MUANGSIN, Ph.D., 85 pp.

Following the Web 2.0 trend, the emerging generation of geographic applications is using new techniques such as map mash-ups, sharing, crowdsourcing, mapping application programming interface (map API). Modern Web programming platforms, e.g. HTML5, Facebook, or Twitter, have also added supports for Geo-location. These technologies have created new approaches to create, distribute and use geographic information. However, the previous generation of geographic information systems and Web mapping sites are still widely used. In addition, there are a lot of web sites that provide location-related data that are not in suitable GIS formats. The aim of this paper is to make all geographic-related data, especially dynamic and non-GIS data, available for modern Web geographic applications. Our approach is to create a methodology and tools for collection, storage and dissemination of geospatial data from various sources. We have developed a geospatial repository where GIS and non-GIS data can be imported and converted into OGC (Open Geospatial Consortium) standard formats for web GIS applications.

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

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

Academic Year: 2012 .....

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีระ เหมืองสิน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่เสียสละเวลาและช่วยเหลือในการให้คำปรึกษา คำแนะนำและข้อคิดเห็นที่มีประโยชน์ทำให้การจัดทำวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่แนะนำสั่งสอนและให้ความรู้แก่ข้าพเจ้าตลอดระยะเวลาการศึกษา

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ รองศาสตราจารย์ ดร.ทวิตีย์ เสนีวงศ์ ณ อยุธยา ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกริก ภิรมย์โสภา กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และ ดร.ภัทรชนก ศรีวิหค กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำต่างๆ ทำให้วิทยานิพนธ์นี้มีความถูกต้องและสมบูรณ์มากขึ้น

ขอขอบพระคุณภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ข้อมูลเพื่อประกอบการศึกษาและวิจัยจนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และพี่สาว ที่ให้ความรัก ความห่วงใย คอยให้กำลังใจข้าพเจ้าตลอดเวลา

ขอขอบพระคุณ คุณธีรยุทธ โกสินทร์ บริษัท แฟคเกอร์ จำกัด และเจ้าหน้าที่โครงการ e-thesis ที่อนุเคราะห์ให้ใช้ระบบการเขียนวิทยานิพนธ์ออนไลน์ ทำให้การเขียนวิทยานิพนธ์สะดวกและสำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบพระคุณ พี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ ทั้งในและนอกห้องปฏิบัติการที่สำหรับคำปรึกษาที่ดีในทุกๆ ด้าน รวมทั้งกำลังกาย กำลังใจและความช่วยเหลืออื่นๆ ที่มอบให้มาโดยตลอด

งานวิทยานิพนธ์นี้ ข้าพเจ้าหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะเป็นประโยชน์ต่อผู้ศึกษา ค้นคว้าและสนใจ หากผิดพลาดประการใด ข้าพเจ้าขอน้อมรับไว้เพื่อนำไปใช้ในการปรับปรุงให้

วิทยานิพนธ์นี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น สำหรับความดีที่ได้รับจากวิทยานิพนธ์นี้ข้าพเจ้าขอมอบให้แก่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญภาพ ..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา 1

1.1.1 ข้อมูลพร้อมใช้ 2

1.1.2 ข้อมูลไม่พร้อมใช้ 4

1.2 วัตถุประสงค์ 6

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 6

1.4 ข้อตกลงเบื้องต้น 7

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ 8

1.6 แผนการดำเนินการวิจัย 8

1.7 ผลงานตีพิมพ์ 9

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 10

2.1 เดสก์ท็อปและเว็บภูมิศาสตร์ (Desktop GIS / Web GIS) 10

2.2 ข้อมูลเชิงพื้นที่ 13

2.2.1 ประเภทของข้อมูลเชิงพื้นที่ 13

2.2.2 การแสดงผลในระบบภูมิสารสนเทศ 14

2.3 การจัดเก็บข้อมูลเชิงพื้นที่ 17

2.3.1 การจัดเก็บแบบไฟล์ 17

หน้า

2.3.2 การจัดเก็บลงฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ 18
2.4 มาตรฐานการแลกเปลี่ยนและเชื่อมโยงข้อมูล (OGC Standard) 19
2.5 การสกัดข้อมูลเชิงพื้นที่จากเว็บ (Spatial Web Information Extraction) 20
2.6 การทำคลังข้อมูลเชิงพื้นที่และกระบวนการอีทีแอล (ETL) 23
2.7 เปรียบเทียบเครื่องมือเพื่อการรวบรวมข้อมูลทางภูมิสารสนเทศ 24
2.7.1 กลุ่มข้อมูลพร้อมใช้ (Ready-to-use Data Source) 24
2.7.2 กลุ่มข้อมูลไม่พร้อมใช้ (Not Ready-to-use Data Source) 24
2.7.3 กลุ่มการจัดทำเป็นคลังข้อมูล (Data Repository) 25
2.7.4 กลุ่มการเฝ้าสังเกตข้อมูลและเครื่องมือช่วยเหลือ (Monitoring/Supporting Tool) 25
2.7.5 กลุ่มการแบ่งปันข้อมูลไปยังโปรแกรมประยุกต์ทางภูมิศาสตร์ (Sharing) 25
บทที่ 3 แนวคิดและวิธีดำเนินงานวิจัย 29
3.1 แหล่งข้อมูล 31
3.1.1 ประเภทข้อมูล 33
3.1.2 การรวบรวมข้อมูล 33
3.1.3 แนวคิดการนำเข้าข้อมูลเชิงพื้นที่จากเว็บ 34
3.2 การสร้างคลังข้อมูล 36
3.2.1 ส่วนนำเข้าและสกัดข้อมูล 36
3.2.2 ส่วนจัดเก็บข้อมูลและการตั้งเวลา 37
3.3 การแบ่งปันข้อมูล 38
3.3.1 ส่วนการกำหนดรูปแบบการส่งข้อมูลออก 39
3.4 Use case diagram 40
3.5 สรุปแนวคิดงานวิจัย 41
บทที่ 4 การพัฒนาเครื่องมือต้นแบบและการทดลอง 42
4.1 การพัฒนาเครื่องมือ 42

หน้า

4.1.1 สถาปัตยกรรมซอฟต์แวร์ 43
4.1.2 กระแสงานดำเนินการ (Execution Workflow) 44
4.1.3 สภาพแวดล้อมและเครื่องมือในการพัฒนา 44
4.2 การทดลองและแหล่งข้อมูลตัวอย่าง 44
4.2.1 ออกแบบการทดลอง 45
4.2.2 การจำแนกประเภทของแหล่งข้อมูลตัวอย่าง 48
4.4 ขั้นตอนวิธีการสกัดข้อมูล 57
4.4.1 การสกัดข้อมูล 57
4.4.2 การจัดการรหัสพิกัด 61
4.4.3 การจัดเก็บข้อมูลเชิงพื้นที่ลงในฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ 62
4.5 การแบ่งปันข้อมูลและการนำข้อมูลไปใช้งาน 65
4.6 ตัวอย่างการนำข้อมูลจากคลังข้อมูลไปใช้งาน 68
4.6.1 การใช้งานร่วมกับโปรแกรมประยุกต์ทางภูมิศาสตร์ 68
4.6.2 การใช้งานร่วมกับโปรแกรมประยุกต์แบบผสมทางภูมิศาสตร์ 69
บทที่ 5 บทสรุปและแนวทางในการพัฒนาต่อ 71
5.1 บทสรุป 71
5.2 แนวทางในการพัฒนาต่อ 72
รายการอ้างอิง 73
ภาคผนวก 78
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 85

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบเครื่องมือในปัจจุบันที่รองรับการนำเข้าข้อมูลและการแบ่งปันข้อมูล 26
ตารางที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบเครื่องมือที่มีใช้ในปัจจุบันกับความสามารถด้านการนำข้อมูลจากแหล่งข้อมูลบนเว็บและการเป็นคลังข้อมูล 27
ตารางที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบเครื่องมือที่มีใช้ในปัจจุบันกับการสนับสนุนการทำงานด้านจัดสรรเวลาการนำเข้าข้อมูล การแจ้งความเปลี่ยนแปลงของแหล่งข้อมูล และการทำความสะอาดข้อมูล 28

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 ตัวอย่าง เว็บโปรแกรมประยุกต์ทางภูมิศาสตร์แบบผสม (Mashup) [11], [12], [13]..... 3
ภาพที่ 2 ตัวอย่างการใช้งานไฟล์ข้อมูลแบบเชฟไฟล์เพื่อแสดงผลชั้นข้อมูลแบบเส้น [19] 4
ภาพที่ 3 ตัวอย่างการนำเสนอข้อมูลเชิงพื้นที่ในรูปของภาพแผนที่ [20]..... 4
ภาพที่ 4 ตัวอย่างการนำเสนอข้อมูลเชิงพื้นที่ในรูปเนื้อหาบนหน้าเว็บเพจเป็นตาราง [21]..... 5
ภาพที่ 5 ตัวอย่างโปรแกรมประยุกต์ทางภูมิศาสตร์ผ่านเว็บ [22]..... 11
ภาพที่ 6 ตัวอย่างโปรแกรมประยุกต์ทางภูมิศาสตร์สำหรับอุปกรณ์พกพา [23], [24], [25]..... 11
ภาพที่ 7 ตัวอย่างโปรแกรมประยุกต์ทางภูมิศาสตร์ผ่านเว็บ [26]..... 12
ภาพที่ 8 ตัวอย่างโปรแกรมประยุกต์ทางภูมิศาสตร์ผ่านเว็บ [32]..... 13
ภาพที่ 9 ประเภทการแสดงผลข้อมูล [33]..... 14
ภาพที่ 10 ลำดับชั้นของข้อมูล [33]..... 15
ภาพที่ 11 รูปแสดงประเภทของการแสดงผลข้อมูลบนแผนที่ [34]..... 15
ภาพที่ 12 ตัวอย่างการแสดงผลแบบจำลองภูมิประเทศแบบสามมิติ (Terrain Model) [1]..... 16
ภาพที่ 13 ตัวอย่างการแสดงผลภูมิประเทศ (Terrain) ด้วยเส้นชั้นความสูง (Contour line) เพื่อบอกความสูงของบริเวณนั้นจากพื้นดิน [1] 17
ภาพที่ 14 รูปแสดงตัวอย่างไฟล์เคเอ็มแอล [10]..... 18
ภาพที่ 15 ตัวอย่างการใช้งานฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ [40]..... 19
ภาพที่ 16 ตัวอย่างการใช้ภาษากำกับข้อความมาจัดทำบริการดับเบิ้ลยูเอฟเอสในมาตรฐานของโอจีซี [10] 20
ภาพที่ 17 โครงสร้างของโครงมือ DEByE [49]..... 21
ภาพที่ 18 แนวคิดการทำงานของ htmlSQL [51]..... 22
ภาพที่ 19 สถาปัตยกรรมและองค์ประกอบหลักของกูเกิ้ลฟิวชันเทเบิ้ล [52]..... 23
ภาพที่ 20 ภาพรวมแนวคิดของงานวิจัยในการจัดทำคลังข้อมูลเชิงพื้นที่ 30
ภาพที่ 21 ภาพรวมของสถาปัตยกรรมของการจัดทำคลังข้อมูลเชิงพื้นที่..... 31
ภาพที่ 22 การรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลบนอินเตอร์เน็ตในรูปแบบต่างๆ..... 32
ภาพที่ 23 แสดงการรวบรวมข้อมูลเชิงพื้นที่ ทั้ง 2 ประเภท คือ แบบแหล่งข้อมูลจากผู้ใช้ และแบบแหล่งข้อมูลระยะไกล 34
ภาพที่ 24 แสดงองค์ประกอบเพื่อการนำเข้าข้อมูลเชิงพื้นที่จากเว็บอัตโนมัติ..... 35
ภาพที่ 25 ลำดับขั้นตอนการจัดการข้อมูลก่อนนำเข้าสู่คลังข้อมูล..... 37

หน้า

ภาพที่ 26 แสดงองค์ประกอบการนำเข้าข้อมูล โดยแสดงความสัมพันธ์ของส่วนเก็บเกี่ยวข้อมูลเชิงพื้นที่ ส่วนตั้งเวลาทำงาน และส่วนนำเข้าข้อมูล 38
ภาพที่ 27 แสดงการทำงานของส่วนการตั้งเวลาเพื่อรวบรวมข้อมูล และนำข้อมูลเข้าสู่คลังข้อมูล 38
ภาพที่ 28 การส่งออกข้อมูลจากคลังข้อมูลเชิงพื้นที่ไปยังโปรแกรมประยุกต์ทางภูมิศาสตร์บนอินเตอร์เน็ตในรูปแบบต่างๆ ด้วยเครื่องมือการแบ่งปันข้อมูลที่จัดทำขึ้น 39
ภาพที่ 29 แสดงการภาพรวมการทำงานของส่วนการส่งออกข้อมูลไปยัง โปรแกรมประยุกต์ทางภูมิศาสตร์ หรือ ไปยังเป้าหมายที่ต้องใช้งานข้อมูล/ผู้บริโภคข้อมูล 39
ภาพที่ 30 แสดงขั้นตอนการส่งออกข้อมูลออกจากคลังข้อมูล 40
ภาพที่ 31 แสดง Use case diagram ของผู้ใช้ที่จะเข้าใช้งานยังส่วนต่างๆของการทำงาน 40
ภาพที่ 32 สรุปสถาปัตยกรรมของการจัดทำคลังข้อมูลเชิงพื้นที่ 41
ภาพที่ 33 แสดงสถาปัตยกรรมของเครื่องมือรวบรวมข้อมูลเชิงพื้นที่จากเว็บ 43
ภาพที่ 34 รูปตัวอย่างการจำแนกข้อมูลจากแหล่งข้อมูลบนเว็บไซต์ 47
ภาพที่ 35 การเผยแพร่ข้อมูลพร้อมใช้ ในรูปแบบดับเบิ้ลยู (WMS) บนเว็บเพจ [59] 49
ภาพที่ 36 การเผยแพร่ข้อมูลไม่พร้อมใช้ ในรูปแบบการแสดงเนื้อความบนเว็บเพจ [60] 50
ภาพที่ 37 การเผยแพร่ข้อมูลเพื่อการนำเสนอ ในรูปแบบเว็บภูมิศาสตร์ [61] 51
ภาพที่ 38 การนำเสนอข้อมูลแบบ เว็บไจเอส ของสำนักระบายน้ำกรุงเทพมหานคร [62] 52
ภาพที่ 39 การนำเสนอข้อมูลแบบเว็บข้อมูล ของสำนักระบายน้ำกรุงเทพมหานคร [63] 53
ภาพที่ 40 ส่วนกำหนดไฟล์พารามิเตอร์ (Configuration parameter) เพื่อใช้ในการนำข้อมูลมาและการทำตารางเวลาในการดึงข้อมูลใน กรณีที่ต้องการนำข้อมูลมาแบบเป็นความถี่ตามเวลาที่กำหนด 53
ภาพที่ 41 การนำเสนอข้อมูลแบบเว็บข้อมูลของสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ [64] 56
ภาพที่ 42 ส่วนการแบ่งปันข้อมูลในรูปแบบไฟล์และบริการข้อมูลทางภูมิศาสตร์บนหน้าเว็บ ของสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ [64] 56
ภาพที่ 43 แสดงผลการวิเคราะห์จำนวนตารางข้อมูลในหน้าเว็บ 57
ภาพที่ 44 ตัวอย่างผลจากการสกัดข้อมูลเป็นตาราง 58
ภาพที่ 45 ตัวอย่างผลการสกัดข้อมูลเมื่อไม่ระบุส่วนหัวเรื่อง (Header) และเนื้อความ (Data) 58
ภาพที่ 46 ตัวอย่างของผลลัพธ์จากการสกัดข้อมูลกรณีที่มีการกำหนดส่วนหัวและข้อมูล 60
ภาพที่ 47 ตัวอย่างของผลลัพธ์การสกัดข้อมูลที่สมบูรณ์ 61
ภาพที่ 48 การทำรหัสพิกัดด้วยมุมมองผ่านถนน 62

หน้า

ภาพที่ 49 การทำรหัสพิกัดด้วย มุมมองภาพถ่ายดาวเทียม 62
ภาพที่ 50 การข้อมูลจากไฟล์ดีดีแอล และดีเอ็มแอลเข้าสู่คลังข้อมูลเชิงพื้นที่ 63
ภาพที่ 51 ตัวอย่างข้อมูลของไฟล์ข้อมูลดีดีแอล 64
ภาพที่ 52 ตัวอย่างข้อมูลของไฟล์ดีเอ็มแอล 64
ภาพที่ 53 แผงการใช้งานเพื่อสืบค้นข้อมูล หรือเลือกประเภทของข้อมูลที่ต้องการส่งออก 65
ภาพที่ 54 ผลการค้นหาข้อมูลจากคลังข้อมูลตามประเภท “Domain” เป็น “WATER” 66
ภาพที่ 55 ตัวอย่างการส่งออกข้อมูลจากแหล่งข้อมูลและผลลัพธ์ที่จะนำเข้ามูลไปเรียกใช้งาน 67
ภาพที่ 56 ตัวอย่างการเรียกใช้บริการข้อมูลดับเบิ้ลยูเอ็มเอสจากคลังข้อมูล 68
ภาพที่ 57 ตัวอย่างของโปรแกรมประยุกต์ที่เชื่อมต่อโดยใช้จีโอเซิร์ฟเวอร์กับคลังข้อมูล 69
ภาพที่ 58 ตัวอย่างข้อมูลรายละเอียดของตำแหน่งที่เลือกจากจุดข้อมูล 69
ภาพที่ 59 แสดงชั้นข้อมูลของโปรแกรมประยุกต์แบบผสม 70

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

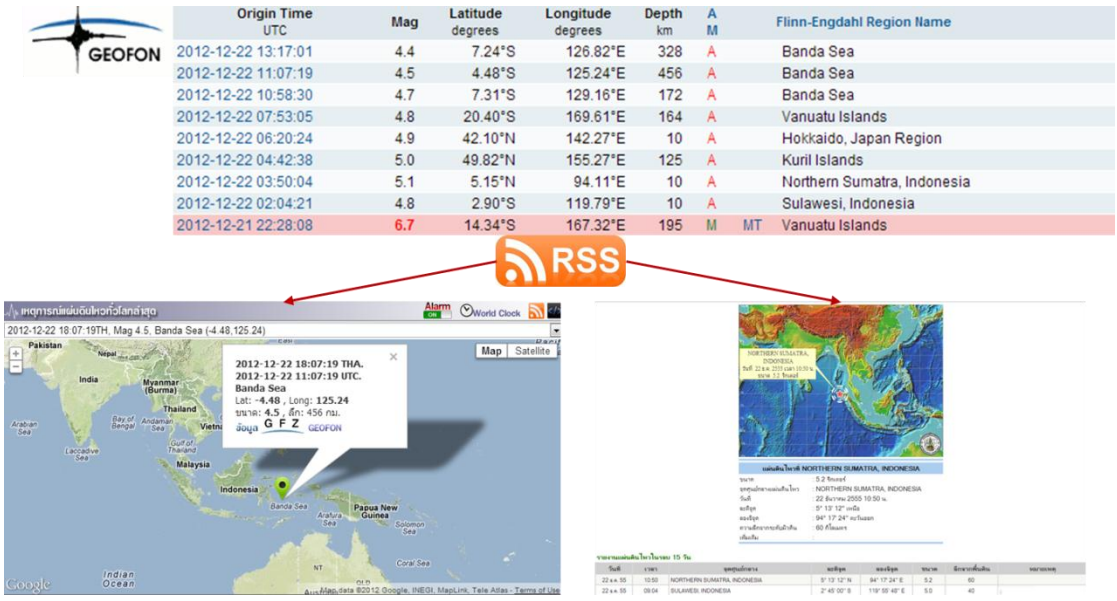
ข้อมูลส่วนใหญ่ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตความเป็นอยู่และกิจกรรมของมนุษย์มักมีความสัมพันธ์กับตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ในทางใดทางหนึ่ง เช่น ข้อมูลเกี่ยวกับสถานที่ ภูมิประเทศ ภูมิอากาศ ทรัพยากร สังคมเศรษฐกิจ การเมืองการปกครอง ประวัติศาสตร์ การคมนาคมขนส่ง การสื่อสาร ฯลฯ ข้อมูลเชิงตำแหน่งหรือเชิงพื้นที่นี้เรียกว่า ภูมิสารสนเทศ ในปัจจุบัน ข้อมูลภูมิสารสนเทศได้รับความนิยมนำมาใช้ประโยชน์มากขึ้น เมื่อนำข้อมูลภูมิสารสนเทศประเภทต่าง ๆ มาแสดงร่วมกันบนแผนที่ เช่น ภาพถ่ายจากดาวเทียม แผนที่ถนน ตำแหน่งสถานที่สำคัญ เขตการปกครอง ฯลฯ ก็จะสามารถประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ได้หลากหลายยิ่งขึ้น ตัวอย่างเช่น การรายงานเหตุการณ์ การวิเคราะห์ และการตัดสินใจที่อาศัยข้อมูลในพื้นที่ การวางแผนการเดินทางและขนส่ง การบริหารจัดการที่ดินและทรัพยากร การวิเคราะห์ความเสี่ยงและเตือนภัยพิบัติ เป็นต้น ด้วยเหตุนี้จึงมีระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS: Geographic Information System) เกิดขึ้นมากมายและมีการใช้งานหลายรูปแบบ เช่น อุปกรณ์นำทาง (navigator), โปรแกรมประยุกต์ที่ใช้อยู่บนคอมพิวเตอร์เดสก์ท็อป (Desktop GIS Applications) โปรแกรมประยุกต์ที่ใช้งานบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ (Mobile GIS applications) และโปรแกรมประยุกต์ที่ใช้งานผ่านเว็บ (Web-based GIS applications) เป็นต้น

ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ที่ทำงานบนเว็บ (Web GIS) ซึ่งกำลังเป็นที่นิยมและมีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว บริการแผนที่บนเว็บ (Web Map) ที่มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน ได้แก่ กูเกิ้ลแมพ (Google Maps) [1] บิงแมพ (Bing Maps) [2] และ โอเพ่นสตรีทแมพ (OpenStreetMap) [3] เป็นต้น และด้วยแนวโน้มด้านเทคโนโลยีที่เรียกกันว่า เว็บรุ่นที่ 2 (Web 2.0) [4] ซึ่งพัฒนาความสามารถของเว็บแอพพลิเคชันในหลาย ๆ ด้าน เช่น การนำข้อมูลจากหลายแหล่งมาผสมผสานกัน (Mashup) การแบ่งปันแลกเปลี่ยนข้อมูล (Sharing) การสื่อสารผ่านเครือข่ายสังคม (Social Network) การสร้างโปรแกรมประยุกต์ที่ให้กลุ่มคนเข้ามามีส่วนร่วม (Crowdsourcing) และการทำแผนที่โดยใช้เอพีไอ (Map API) เป็นต้น Web GIS ในปัจจุบันจึงมีการใช้เทคนิคใหม่ๆ เหล่านี้เช่นเดียวกัน ผู้ให้บริการแผนที่บนเว็บสนับสนุนการทำแผนที่บนเว็บแอพพลิเคชันโดยมีเอพีไอ (Application Programming Interface) ให้เรียกใช้ ในด้านของแพลตฟอร์มการโปรแกรมเว็บ (Web programing platform) เช่น ภาษาเอชทีเอ็มแอลรุ่นที่ 5 (HTML5) [5] เฟสบุ้ค(Facebook) [6] และทวิตเตอร์ (Twitter) [7] ซึ่งเป็นที่นิยมได้เพิ่มส่วนที่สนับสนุนการระบุตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ (Geo-location) ไปยังเนื้อหาหรือรูปภาพ หรือการระบุตำแหน่งของผู้ใช้เมื่อเดินทางไปยังสถานที่ต่างๆ (Check-In) เทคโนโลยีเหล่านี้ช่วยอำนวยความสะดวกให้เกิดการสร้าง และแบ่งปันข้อมูลเชิงภูมิศาสตร์มากยิ่งขึ้น จึงได้มีการกำหนดมาตรฐานเกี่ยวกับแผนที่บนเว็บโดยองค์กรโอจีซี (Open Geospatial Consortium, OGC) [8] เพื่อให้เว็บแอพพลิเคชันทางภูมิศาสตร์รุ่นใหม่สามารถทำงานร่วมกันได้

อย่างไรก็ตาม ระบบภูมิสารสนเทศและเว็บไซต์ที่ให้ข้อมูลเชิงภูมิศาสตร์แบบเดิมก็ยังมีอยู่เป็นจำนวนมากและมีการใช้งานอยู่อย่างแพร่หลาย ระบบและข้อมูลเหล่านี้ส่วนใหญ่ไม่ได้ถูกจัดเตรียมให้อยู่ในรูปแบบตามมาตรฐานของโอจีซี (OGC) ที่พร้อมจะนำไปใช้งานกับเว็บแอพพลิเคชันทางภูมิศาสตร์รุ่นใหม่ ดังนั้น เราจึงสามารถแบ่งข้อมูลเชิงภูมิศาสตร์ที่มีอยู่บนเว็บได้เป็น 2 ลักษณะ ตามความพร้อมที่จะนำไปใช้กับเว็บแอพพลิเคชันทางภูมิศาสตร์รุ่นใหม่ คือ ข้อมูลพร้อมใช้ และข้อมูลไม่พร้อมใช้

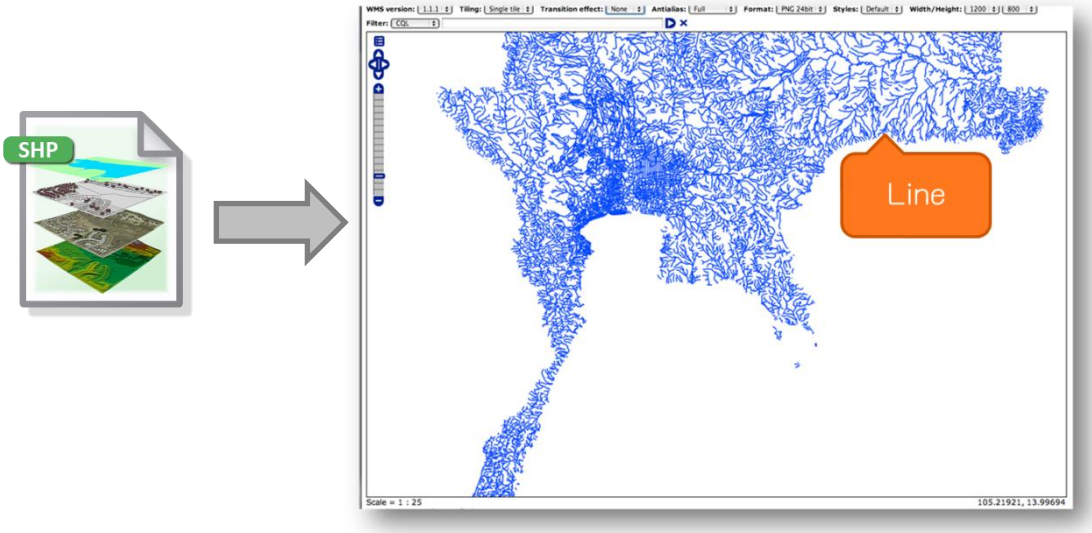
1.1.1 ข้อมูลพร้อมใช้

ข้อมูลพร้อมใช้ หมายถึง แหล่งข้อมูลเชิงพื้นที่ที่ให้ผู้ใช้งานสามารถนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์โดยสะดวกและถูกจัดอยู่ในรูปแบบที่เป็นมาตรฐานพร้อมนำไปงานกับโปรแกรมประยุกต์หรือเครื่องมือทางภูมิศาสตร์ เช่น การจัดเตรียมในรูปของภาษากำกับข้อความ (Markup Language) ยกตัวอย่างเช่น จีเอ็มแอล (Geography Markup Language, GML) [9] เคเอ็มแอล (Keyhole Markup Language, KML) [10] เอกซ์เอ็มแอล (eXtensible Markup Language, XML) ตัวอย่างไฟล์เหล่านี้สามารถถูกใช้งานได้ง่าย เนื่องจากผู้พัฒนาโดยส่วนมากจะมีประสบการณ์ คุ้นเคยกับรูปแบบดังกล่าว และสามารถสรรหาเครื่องมือเพื่ออ่านข้อมูลจากไฟล์และนำไปใช้งานได้ทันที เช่น การนำไปพัฒนาเป็นเว็บโปรแกรมประยุกต์ทางภูมิศาสตร์แบบผสม (Mashup) ซึ่งเป็นการนำข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่พร้อมนำไปใช้งานได้ทันที อาจใช้เครื่องมือบนเว็บ เช่น อาร์เอสเอส (Rich Site Summary, RSS) ในการส่งข้อมูล และข้อมูลชุดเดียวกันจะสามารถนำไปใช้งานได้ในหลายๆเว็บไซต์ ดังแสดงในภาพที่ 1 เป็นตัวอย่างของการนำเอาข้อมูลแผ่นดินไหวจากแหล่งข้อมูลต้นทางไปแสดงในเว็บไซต์อื่น ๆ



ภาพที่ 1 ตัวอย่าง เว็บโปรแกรมประยุกต์ทางภูมิศาสตร์แบบผสม (Mashup) [11], [12], [13]

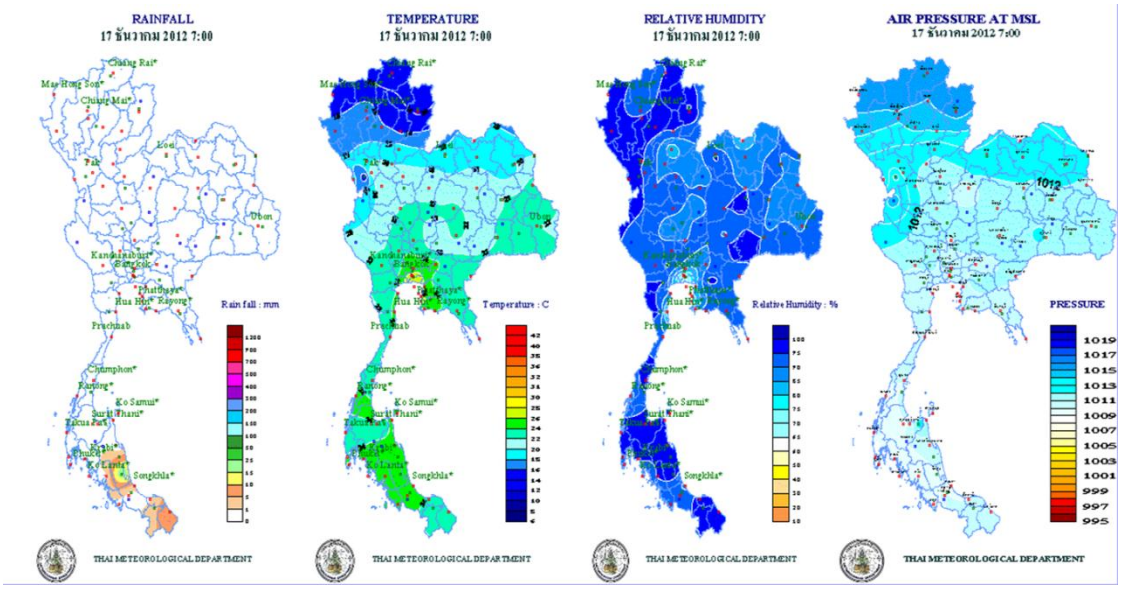
สำหรับไฟล์ข้อมูลรูปแบบอื่น เช่น เชฟไฟล์ (Shapefile) [14] (ดังแสดงในภาพที่ 2), จีโอทิฟ (Geographic Tagged Image File Format, GeoTIFF) [15] โดยมากจะใช้งานได้เฉพาะผู้พัฒนาระบบเชิงพื้นที่เท่านั้น และมีประสบการณ์มาก่อน ผู้พัฒนาทั่วไปจะไม่คุ้นเคย เนื่องจากไฟล์ดังกล่าวมักจะถูกสร้างจากผลิตภัณฑ์ที่บริหารจัดการข้อมูลเชิงภูมิศาสตร์โดยเฉพาะ นอกจากนั้นยังมีการจัดเตรียมข้อมูลในรูปของบริการ เช่น บริการแผนที่บนเว็บ (Web Map Service, WMS) [16] บริการข้อมูลเวคเตอร์ (Web Feature Service, WFS) [17] บริการข้อมูลสารสนเทศชนิดราสเตอร์ (Web Coverage Service, WCS) [18] ทำให้นักพัฒนาทั่วไปต้องมีการเรียนรู้เพิ่มเติมในการนำข้อมูลไปใช้ เนื่องจากเป็นบริการที่เน้นเฉพาะงานด้านภูมิศาสตร์ มีเครื่องมืออยู่จำนวนไม่มาก และจำเป็นต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านจึงจะสามารถจัดเตรียมข้อมูลในรูปแบบดังกล่าวได้



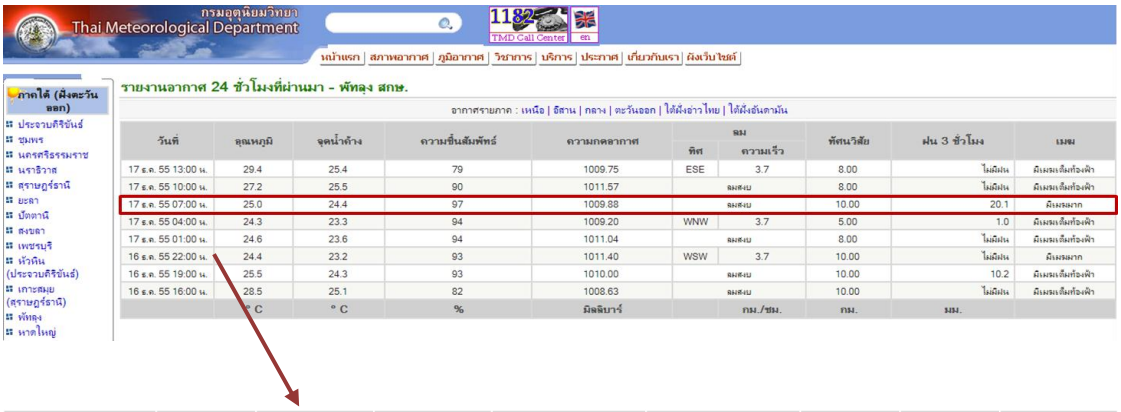
ภาพที่ 2 ตัวอย่างการใช้งานไฟล์ข้อมูลแบบเชฟไฟล์เพื่อแสดงผลชั้นข้อมูลแบบเส้น [19]

1.1.2 ข้อมูลไม่พร้อมใช้

ข้อมูลไม่พร้อมใช้ หมายถึง แหล่งข้อมูลเชิงพื้นที่ที่ถูกจัดเตรียมไว้หรือเผยแพร่ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน หรือไม่อยู่ในรูปของไฟล์ที่สามารถนำไปใช้ได้กับโปรแกรมประยุกต์ทางภูมิศาสตร์ โดยมากผู้จัดเตรียมข้อมูลจะนำเสนอให้เกิดความสะดวกกับผู้ใช้ข้อมูลที่อยู่ในกลุ่มของผู้ใช้ปลายทาง (End user) ซึ่งต้องการดูข้อมูลผ่านทางเว็บบราวเซอร์เท่านั้น ไม่ได้ต้องการให้นำเอาข้อมูลไปใช้ต่อ ดังนั้นรูปแบบการนำเสนอจึงเข้าใจได้ง่ายและอยู่ในลักษณะของรูปภาพ (JPG และ GIF) แผนที่พร้อมคำอธิบายเช่น ไฟล์พีดีเอฟ (PDF) ไฟล์เอกซ์เซล (Excel) ดังแสดงในภาพที่ 3 หรือเนื้อหาบนหน้าเว็บ ดังแสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 3 ตัวอย่างการนำเสนอข้อมูลเชิงพื้นที่ในรูปของภาพแผนที่ [20]



วันที่	อุณหภูมิ	จุดน้ำค้าง	ความชื้นสัมพัทธ์	ความกดอากาศ	ลม ทิศ/ความเร็ว	ทัศนวิสัย	ฝน3ชม.	เมฆ
17 ธ.ค. 55 7.00 น.	25.0	24.4	97	1009.88	ลมสงบ	10.0	20.1	มีเมฆมาก

ภาพที่ 4 ตัวอย่างการนำเสนอข้อมูลเชิงพื้นที่ในรูปเนื้อหาบนหน้าเว็บเพจเป็นตาราง [21]

แหล่งข้อมูลบางประเภทมีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงได้ บางเว็บเพจจึงมีการนำเสนอข้อมูลย้อนหลัง บางเว็บเพจนำเสนอข้อมูลแบบวันต่อวัน หรือรายชั่วโมง ซึ่งเมื่อข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลงเว็บเพจจะถูกปรับปรุงทันที (Real-Time Update) เช่น ข้อมูลที่ถูกจัดเตรียมไว้เพื่อให้ผู้สนใจเข้ามาศึกษาหรือดูข้อมูลระดับน้ำในเขื่อน ฝาย หรือ คลอง โดยข้อมูลที่นำเสนอจะอยู่ในลักษณะของรูปภาพ เช่น การแสดงภาพแผนที่แบบบรรยายความหนาแน่นของข้อมูลที่เกิดการเปลี่ยนแปลง ซึ่งมีการแสดงข้อมูลเชิงบรรยายหรือเป็นตารางเพื่ออธิบายภาพแผนที่รวมอยู่ด้วย ซึ่งรูปแบบดังกล่าวเป็นข้อมูลที่พร้อมต่อการนำเสนอ แต่ไม่สามารถนำไปใช้ในการบูรณาการข้อมูลได้ หรือ ใช้งานไม่สะดวก

ผลสรุปจากการสำรวจแหล่งข้อมูลบนอินเตอร์เน็ต จะพบปัญหาจากการไม่มีแหล่งรวบรวมข้อมูลเชิงพื้นที่อันเนื่องมาจากหลายสาเหตุ เช่น แหล่งข้อมูลที่มีอยู่ในปัจจุบันถูกจัดทำขึ้นเพื่อใช้ตอบสนองความต้องการใช้งานภายในองค์กร หรือเพื่อตอบสนองในส่วนงานที่ขององค์กรนั้นๆ รับผิดชอบ หรือจัดทำขึ้นมาเพื่อตอบสนองต่อเหตุการณ์ ที่กำลังเกิดขึ้นหรือได้รับความสนใจในขณะนั้น รูปแบบที่จัดทำขึ้นจึงมีความแตกต่างกัน ไม่มีการจัดเก็บรวบรวมไว้ ณ ที่ใดที่หนึ่ง และไม่ได้ถูกบริหารจัดการข้อมูลเหล่านั้นอย่างเป็นระบบ บางหน่วยงานได้มีการจัดเตรียมข้อมูลไว้เพื่อเผยแพร่และแบ่งปันข้อมูลผ่านอินเตอร์เน็ต แต่ยังไม่ได้อยู่ในรูปแบบที่พร้อมนำไปใช้งาน และข้อมูลก็ไม่มีการอัพเดตมาเป็นเวลานาน ดังนั้นปัญหาที่พบเห็นอย่างชัดเจนคือข้อมูลที่มีอยู่บนอินเตอร์เน็ตนั้นยังไม่สะดวกต่อการเข้าถึง ไม่อยู่ในรูปแบบที่สะดวกต่อการนำไปใช้งานกับโปรแกรมประยุกต์ทางภูมิศาสตร์ มีความล้าหลังของข้อมูล มีการกระจัดกระจายกันของข้อมูล ดังนั้นเมื่อมีความต้องการในการใช้ข้อมูลเชิงบูรณาการจึงไม่สามารถตอบสนองต่อเหตุการณ์หรือความต้องการนั้นได้ยังทันท่วงที และเกิดความล่าช้าในการแก้ปัญหา งานวิจัยนี้จึงเห็นความสำคัญ

ในการรวบรวมจัดเก็บข้อมูลและแบ่งปันข้อมูลเพื่อนำไปใช้งานกับโปรแกรมประยุกต์ทางภูมิศาสตร์ และ เครื่องมือทางภูมิศาสตร์ โดยเป็นไปตามมาตรฐานของโอจีซี (OGC)

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องมือสำหรับการรวบรวมข้อมูลเชิงพื้นที่ เพื่อให้สามารถพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ทางภูมิศาสตร์ได้สะดวกขึ้น และสามารถนำเข้าข้อมูลเชิงพื้นที่จากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย และปรับปรุงข้อมูลโดยอัตโนมัติ ซึ่งจะจัดเก็บในคลังข้อมูลเชิงพื้นที่ และทำการส่งออกข้อมูลจากคลังข้อมูล โดยจัดเตรียมข้อมูลให้อยู่ในลักษณะพร้อมนำไปใช้งานได้จริงในโปรแกรมประยุกต์/เครื่องมือทางภูมิศาสตร์และผู้ใช้งานข้อมูล ทั้งในลักษณะของการนำไปสร้างชั้นข้อมูลเชิงพื้นที่ และการนำข้อมูลไปใช้เพื่อบูรณาการได้

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 รองรับการนำเข้าข้อมูลในรูปแบบภาษากำกับข้อความ (Markup Language) ได้แก่ จีเอ็มแอล(GML) เคเอ็มแอล (KML) เอกซ์เอ็มแอล (XML) และเอชทีเอ็มแอล (HTML)

1.3.2 รอบรับการนำเข้าข้อมูลในรูปแบบไฟล์ข้อความ (Well-known text, WKT) ได้แก่ ทีเอสวี (Tab-Separated Value, TSV) ซีเอสวี (Comma-Separated Value, CSV) และไฟล์ข้อความ (Text File)

1.3.3 รองรับการนำเข้าข้อมูลเชิงพื้นที่ในรูปแบบเชฟไฟล์ (Shapefile)

1.3.4 รองรับการนำเข้าบริการที่เป็นมาตรฐานโอจีซี (OGC) ได้แก่ ดับเบิลยูเอ็มเอส (WMS) และดับเบิลยูเอฟเอส (WFS)

1.3.5 ความสมบูรณ์ของข้อมูลขึ้นอยู่กับแหล่งข้อมูล

1.3.6 งานวิจัยนี้สนใจข้อมูลเชิงพื้นที่ ทั้งที่มีการระบุตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์ และไม่มีการระบุตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์

1.3.7 ตัวอย่างข้อมูลพื้นฐานของประเทศไทยและข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับอุทกภัย

1.3.8 รองรับการนำเข้าข้อมูลจากแหล่งข้อมูลเชิงพื้นที่บนอินเตอร์เน็ตตามประเภทการนำเสนอข้อมูลทั้งแบบพร้อมใช้และไม่พร้อมใช้ มีการปรับค่าการนำเข้าผ่านส่วนโปรแกรมของเครื่องมือที่สร้างขึ้น

1.3.9 เครื่องมือในงานวิจัยนี้ ผู้ใช้ที่สร้างไฟล์ปรับแต่งระบบ (Configuration file) จำเป็นต้องมีความรู้ภาษาเอชทีเอมแอล เพื่อเลือกตำแหน่งที่จะสกัดข้อมูลในไฟล์

1.3.10 งานวิจัยนี้ใช้เครื่องมือของภาษาในการสอบถามองค์ประกอบเว็บ (Web Query Language) เพื่อสกัดข้อมูล โดยเลือกใช้เอชทีเอ็มแอลเอสคิวแอล (htmlSQL)

1.3.11 งานวิจัยนี้ไม่มีการเปลี่ยนแปลงค่าของข้อมูล แต่จะใช้เพียงการปรับเปลี่ยนโครงสร้างให้เหมาะสมในการนำไปใช้งานกับ โปรแกรมประยุกต์ทางภูมิศาสตร์ ดังนั้นความถูกต้องจะขึ้นอยู่กับแหล่งข้อมูล

1.3.12 สำหรับข้อมูลที่นำมาแล้วเป็นข้อมูลที่ไม่มีการระบุตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์ งานวิจัยนี้จะเพิ่มพิกัดทางภูมิศาสตร์ลงไปให้ แต่ข้อมูลอื่นยังคงรูปแบบเดิม

1.3.13 เครื่องมือที่พัฒนาขึ้นจะนำข้อมูลจากแหล่งข้อมูลไปจัดเก็บยังฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ที่รองรับการทำงานของข้อมูลเชิงพื้นที่ ซึ่งผู้วิจัยเลือกใช้มายเอสคิวแอล (MySQL)

1.3.14 ข้อมูลที่นำเข้ามาจัดเก็บจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงค่าและไม่มีการใช้ฟังก์ชันทางภูมิศาสตร์ของ ฐานข้อมูลเชิงพื้นที่เพื่อประมวลผลให้ค่าของข้อมูลเปลี่ยนแปลง

1.3.15 งานวิจัยไม่มีการผสานข้อมูล (Merge data) จากแหล่งข้อมูลต่างๆ แต่จะสามารถตรวจสอบกลับไปได้ว่ามาจากที่ได้

1.3.16 งานวิจัยนี้จะมีการรายงานข้อผิดพลาดทั้งในการรวบรวม และ การสกัดข้อมูล จากแหล่งข้อมูล ด้วย ข้อความแจ้งเตือนแต่ละประเภท ได้แก่ ข้อผิดพลาด (Error) ข้อความเตือน (Warning) และข้อความหมายเหตุ (Notice)

1.3.17 การใช้เครื่องมือจากงานวิจัยนี้ จำเป็นจะต้องมีผู้ดูแลระบบเพื่อตรวจสอบการลงบันทึกการใช้งาน (Activities Log file) กรณีที่เกิดความผิดพลาดในการรวบรวม การสกัดข้อมูล การจัดเก็บลงยังคลังข้อมูล และฐานข้อมูลเชิงพื้นที่

1.4 ข้อตกลงเบื้องต้น

ในการทำวิจัยเพื่อพัฒนาเครื่องมือการนำข้อมูลเชิงพื้นที่จากเว็บมาใช้ประโยชน์ทั้งจากข้อมูลพร้อมใช้และไม่พร้อมใช้ ทำให้เกิดประเด็นการวัดประสิทธิภาพหรือประเด็นด้านต่างๆ ตามมานอกเหนือจากการจัดทำเครื่องมือที่งานวิจัยนี้นำเสนอ ดังนี้

1.4.1 การจัดการเกี่ยวกับการเชื่อมต่อแหล่งข้อมูล (Connection) ระหว่างการนำเอาข้อมูลจากปลายทางมาบันทึกลงสู่คลังข้อมูลเชิงพื้นที่ ซึ่งงานวิจัยนี้จะนำเอาแนวคิดการเชื่อมต่อใหม่ (Retry) โดยกำหนดช่วงการเชื่อมต่อครั้งใหม่เมื่อไม่สามารถเชื่อมต่อแหล่งข้อมูลได้ เช่น ทุกๆ 10 วินาที ให้เชื่อมต่อใหม่ (Retry interval) โดยมีรอบการทำซ้ำหากมีการเชื่อมต่อไม่สำเร็จจำนวน 5 ครั้ง (Repeat time) เพื่อให้แน่ใจว่าข้อมูลได้มาครบถ้วนตามรอบการนำเข้าข้อมูล (Cycle) ดังนั้นช่วงเวลาของการเชื่อมต่อเพื่อนำข้อมูลมาประมวลผลและจัดเก็บเป็นส่วนหนึ่งของเวลาที่เครื่องมือจะต้องสูญเสียไป

1.4.2 การถ่ายโอนข้อมูลระหว่างแหล่งข้อมูล (Data Transfer) กับเครื่องมือของงานวิจัยนี้เป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้งาน (Job) ดำเนินไปสำเร็จ เนื่องจากขึ้นอยู่กับขนาดของเนื้อหาที่นำเข้าสู่คลังข้อมูล การตอบสนองของเครื่องแม่ข่ายของแหล่งข้อมูล และการจราจรและช่องจราจรของเครือข่ายที่ใช้งานระหว่างกัน

1.4.3 การประมวลผลข้อมูล (Data Processing) เมื่อสามารถเชื่อมต่อและถ่ายโอนข้อมูลเข้าสู่ระบบสำเร็จจะมีความรวดเร็วหรือช้าลงจะขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของแหล่งข้อมูลและข้อมูล เช่น กรณีที่นำเข้าจากแหล่งข้อมูลพร้อมใช้ ยกตัวอย่างเช่น เชฟไฟล์ (Shapefile) และมีขนาดใหญ่ ขั้นตอนการจัดเก็บเพื่อนำเข้าสู่คลังข้อมูลเชิงพื้นที่จึงอาจมีความช้าเกิดขึ้น ในทางกลับกันกรณีที่แหล่งข้อมูลจัดเตรียมในรูปไม่พร้อมใช้ ยกตัวอย่างเช่น เอชทีเอ็มแอล (HTML) ขั้นตอนการสกัดข้อมูลจะสามารถทำได้ด้วยความรวดเร็วเนื่องจากเป็นการประมวลผลข้อความไม่มีคำสั่งพิเศษที่ซับซ้อนต่อการทำงานมาก

1.4.4 การแบ่งปันข้อมูลจากการเชื่อมต่อภายนอก (Data Sharing) เพื่อให้โปรแกรมประยุกต์ปลายทางสามารถใช้คลังข้อมูลเชิงพื้นที่ ซึ่งงานวิจัยนี้ได้นำเสนอแนวคิดการส่งออกข้อมูลแบบพร้อมใช้ให้กับผู้ใช้ที่ต้องการ ดังนั้นด้วยฟังก์ชันนี้จะทำให้ต้องสูญเสียสมรรถณะของเครื่องแม่ข่ายที่ให้บริการข้อมูลซึ่งได้ติดตั้งเครื่องมือจากงานวิจัยนี้ไว้ แต่สามารถแก้ปัญหาได้ด้วยการกำหนดขอบเขตของข้อมูล ความถี่ของการนำไปใช้งานต่อวัน และปริมาณข้อมูลที่ถ่ายโอนออกไป

1.4.5 การมีตัวอย่างโปรแกรมประยุกต์ที่ใช้ข้อมูลจากงานวิจัยนี้ ในแบบผสมผสาน (Mashup Application) สามารถนำผลลัพธ์ข้อมูลที่ได้จากคลังข้อมูลไปใช้ได้งาน (เป็นแหล่งข้อมูล) ร่วมกับ โปรแกรมประยุกต์หรือเครื่องมือทางภูมิศาสตร์ที่มีอยู่ในปัจจุบัน เช่น จีโอเซิร์ฟเวอร์ (GeoServer) ได้

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

มีคลังข้อมูลเชิงพื้นที่ที่รวบรวมข้อมูลจากหลายแหล่งที่มาและเป็นข้อมูลพร้อมใช้สำหรับโปรแกรมประยุกต์และเครื่องมือทางภูมิศาสตร์ โดยผู้บริโภคข้อมูลจะมีความสะดวกในการนำไปใช้งานมากขึ้น ช่วยให้ประหยัดเวลาในการสืบค้นข้อมูลจากหลายๆ แหล่ง ทั้งยังประหยัดเวลาและบุคลากรทำการโปรแกรมข้อมูลเอง ซึ่งคลังข้อมูลนี้สามารถจัดเก็บและบริหารข้อมูลจากแหล่งที่มาได้ สามารถสืบค้น ส่งออกข้อมูล และทำงานแบบเฝ้าสังเกตข้อมูลได้ตามกรอบของเครื่องมือที่จัดทำขึ้น

1.6 แผนการดำเนินการวิจัย

1.6.1 ศึกษาเว็บและเดสก์ท็อปโปรแกรมประยุกต์ทางภูมิศาสตร์ และเครื่องมือทางภูมิศาสตร์

1.6.2 ศึกษาองค์ประกอบของมาตรฐานโอจีซี (OGC)

1.6.3 ศึกษาข้อมูลเชิงพื้นที่ การใช้งาน และการจัดเก็บข้อมูลเชิงพื้นที่

1.6.4 สืบค้นและสำรวจแหล่งข้อมูลเชิงพื้นที่ที่เชื่อถือได้

1.6.5 ออกแบบเครื่องมือเพื่อรวบรวมข้อมูล

1.6.6 ออกแบบคลังข้อมูล การจัดเก็บข้อมูล และการบริหารคลังข้อมูล

1.6.7 ออกแบบเครื่องมือเพื่อส่งออกข้อมูล

1.6.8 จัดทำเครื่องมือ และคลังข้อมูล และทดสอบการใช้งาน

1.6.9 จัดทำระบบพอร์ทัลอย่างง่าย เพื่อนำผลลัพธ์จากการทำงานของเครื่องมือไปใช้งาน

1.6.10 ทดสอบการใช้งานรวมกับระบบพอร์ทัล และประเมินประสิทธิภาพการทำงาน

1.6.11 ปรับปรุงแก้ไข และประเมินผลการวิจัย

1.6.12 สรุปผลการวิจัย และตีพิมพ์ผลการทำวิจัย

1.6.13 เรียบเรียง และจัดทำวิทยานิพนธ์

1.7 ผลงานตีพิมพ์

ส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์นี้ได้นำเสนอในการประชุมวิชาการ ดังนี้

Nuntanut Tangpanchasin and Veera Muangsin, Building a Geospatial Repository from Data on the Web, The 17th International Annual Symposium on Computational Science and Engineering ANSCSE 17, Faculty of Science, Khon Kaen University, Thailand, March 27 - 29, 2013.

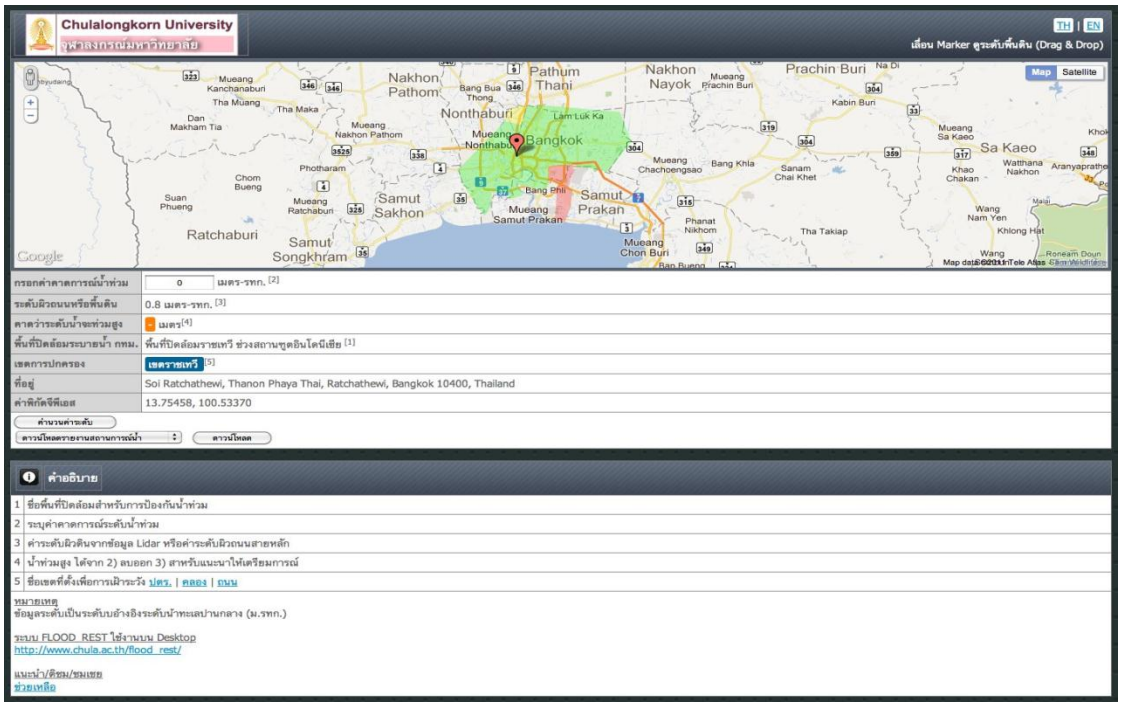
บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาด้านข้อมูลเชิงพื้นที่ในปัจจุบันได้รับความนิยมและนำไปใช้งานอย่างกว้างขวาง ถูกผนวกรวมกับเทคโนโลยีด้านต่างๆ เพื่อให้ผู้ใช้งานได้รับความสะดวกและเข้าถึงได้จากอุปกรณ์หลายประเภท เช่น การแสดงผลข้อมูลเชิงพื้นที่บนเว็บ (Web) อุปกรณ์พกพา (Mobile Device) อุปกรณ์นำทาง (Navigator) และอุปกรณ์เก็บหรือสำรวจข้อมูลด้านวิศวกรรม (Survey Equipment) ดังนั้นงานวิจัยและทฤษฎีด้านภูมิศาสตร์จึงค้นคว้าและถูกนำเสนออย่างต่อเนื่องผ่านบทความวิชาการและผลิตภัณฑ์จากการวิจัย การบรรยายในหัวข้อนี้จึงกล่าวถึง ทฤษฎีและข้อมูลพื้นฐานด้านภูมิศาสตร์ ประเภทและการใช้งานเครื่องมือจัดการข้อมูลทางภูมิศาสตร์ มาตรฐานด้านการใช้ข้อมูล และแหล่งข้อมูลในปัจจุบัน โดยสอดแทรกงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในแต่ละหัวข้อ

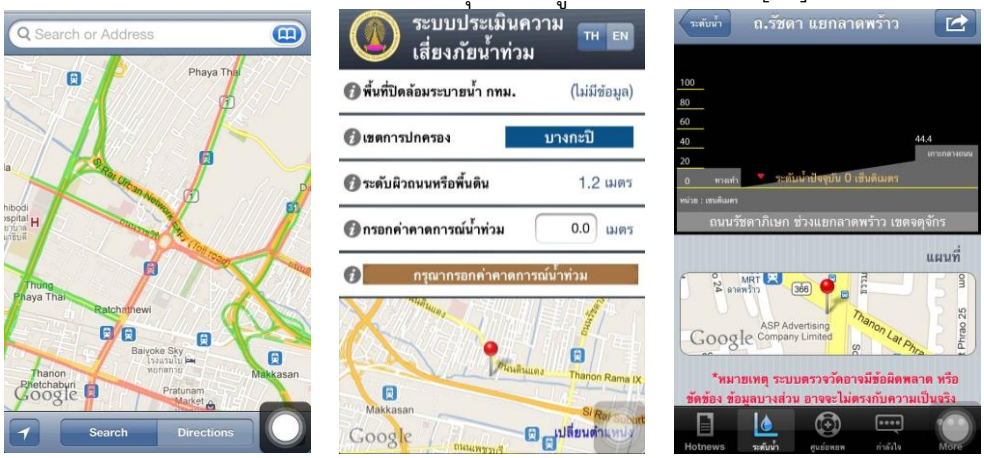
2.1 เดสก์ท็อปและเว็บภูมิศาสตร์ (Desktop GIS / Web GIS)

การใช้งานข้อมูลเชิงพื้นที่ผ่านเครื่องมือที่มีในปัจจุบัน สามารถแบ่งออกเป็นประเภทได้เป็น 3 ประเภทหลักคือ 1) การเข้าถึงผ่านเว็บเพจ 2) ผ่านเดสก์ท็อป และ 3) ผ่านอุปกรณ์พกพา โดยผู้พัฒนาโปรแกรมได้นำเสนอเครื่องมือสำหรับผู้สนใจ ตามลักษณะของโปรแกรมประยุกต์ที่มีจุดประสงค์การใช้งาน เช่น การใช้งานแผนที่ออนไลน์เพื่อการสำรวจผ่านอุปกรณ์พกพา การรายงานสถานการณ์ภัยพิบัติผ่านเว็บ การจัดการข้อมูลภูมิศาสตร์ผ่านโปรแกรมบนเดสก์ท็อป สำหรับประเภทของผู้ใช้งานโปรแกรมทางภูมิศาสตร์ สามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภทคือ 1) นักภูมิศาสตร์ 2) นักพัฒนาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และ 3) ผู้ใช้งานทั่วไป ไม่ว่าจะเป็นการใช้งานประเภทไหน ข้อมูลเชิงพื้นที่จะถูกแสดงผลด้วยแผนที่ที่สร้างขึ้น (Map) โดยมีการอ้างอิงตำแหน่ง (Point) เส้น (Line) และขอบเขตของบริเวณ (Boundaries) มีการระบุตำแหน่งพิกัดละติจูด (Latitude) และลองจิจูด (Longitude) สามารถเชื่อมโยงกับฐานข้อมูลบริการระบุตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์ (Geocoding Service) ทำให้ทราบว่าตำแหน่งที่อยู่ในปัจจุบันอยู่ในพื้นที่ใด เขต/แขวง อำเภอ/ตำบล และจังหวัดใด

ตัวอย่างการใช้งาน เช่น ระบบคาดการณ์น้ำท่วมในกรุงเทพและปริมณฑล [22] ซึ่งจัดทำบนระบบเว็บเพจ ดังแสดงในภาพที่ 5 และบนสมาร์ทโฟน (Smart Phone) (ข) โดยให้ผู้ใช้ระบุตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์ที่ตนเองอยู่เพื่อคาดการณ์ว่า ระดับน้ำที่ผู้ใช้ทราบเทียบกับความสูงของพื้นที่ในระดับน้ำทะเลปานกลาง น้ำจะท่วมหรือไม่



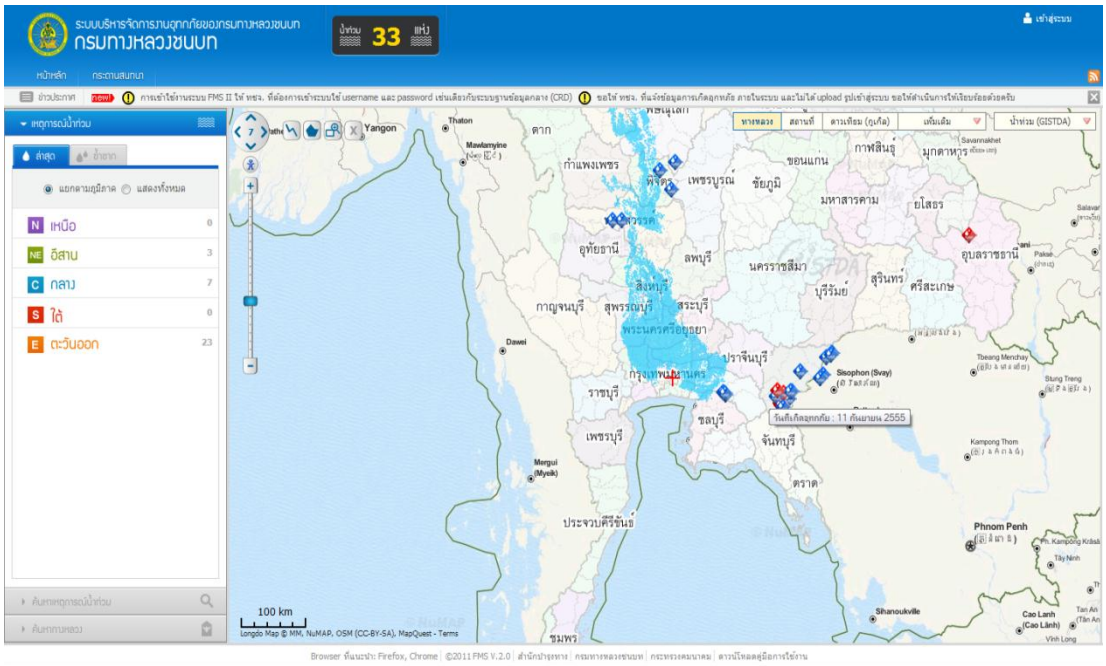
ภาพที่ 5 ตัวอย่างโปรแกรมประยุกต์ทางภูมิศาสตร์ผ่านเว็บ [22]



(ก) (ข) (ค)

ภาพที่ 6 ตัวอย่างโปรแกรมประยุกต์ทางภูมิศาสตร์สำหรับอุปกรณ์พกพา [23], [24], [25]

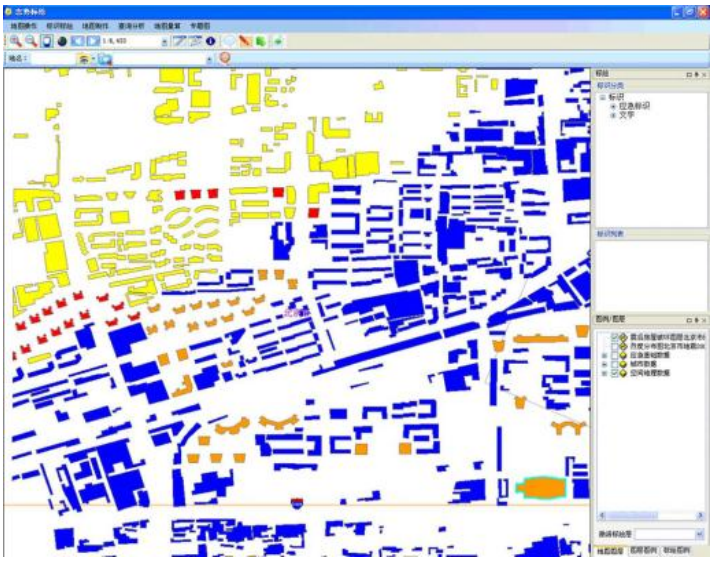
ตัวอย่างในภาพที่ 6 แสดงโปรแกรมประยุกต์ที่รองรับการใช้งานผ่านเว็บและสมาร์ทโฟน (ก) คือโปรแกรมประยุกต์รายงานสภาพการจราจรแบบทันกาล (Real-Time Traffic Monitor) [23] (ข) คือ โปรแกรมประยุกต์ที่ช่วยให้ผู้ใช้งานได้คาดการณ์ระดับน้ำ ณ ตำแหน่งที่ตนเองสนใจ [24] และ (ค) คือโปรแกรมประยุกต์ที่รายงานระดับน้ำในคลองและผิวถนนในกรุงเทพมหานคร [25] การรายงานน้ำท่วมทางหลวงของกรมทางหลวงชนบท [26] ที่ให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึง และสืบค้นดูได้ทั่วประเทศเพื่อใช้เป็นแหล่งข้อมูลในการตัดสินใจของประชาชน ดังแสดงในภาพที่ 7



ภาพที่ 7 ตัวอย่างโปรแกรมประยุกต์ทางภูมิศาสตร์ผ่านเว็บ [26]

ด้านผู้ให้บริการข้อมูลภูมิสารสนเทศรายใหญ่เช่น กูเกิ้ล (Google) [1], ไมโครซอฟต์ (Microsoft) [2] และ โอเพ่นสตรีทแมพ (Open Street Map) [3] ได้นำเสนอแผนที่และเอพีไอ (API) เพื่อให้นักพัฒนาระบบได้ใช้งานในการจัดทำระบบของตน เนื่องจากมีความสะดวกในการใช้งานและไม่ต้องเก็บข้อมูลแผนที่จากการที่ผู้ให้บริการเหล่านี้เป็นผู้จัดเตรียมให้ครบถ้วน ซึ่งเอพีไอจะแตกต่างกันตามลักษณะการใช้งาน ผู้ให้บริการบางรายได้จัดเตรียมบริการต่างๆ ไว้ให้ใช้ เช่น บริการด้านการกำหนดรหัสพิกัดของกูเกิ้ล [27] จีไอเอสคลาวด์ (GIS Cloud) [28] มีบริการด้านการนำเข้า/ส่งออกข้อมูลเชิงพื้นที่ การจัดทำ/การสร้างแผนที่/การแบ่งปันข้อมูล ออนไลน์ ด้านการวิจัยการใช้ประโยชน์จากข้อมูลเชิงพื้นที่ปัจจุบันมีการนำเสนอในหลากหลายสาขา เช่น งานวิจัย [29] และ [30] ได้สร้างกรอบงาน (framework) เพื่อสนับสนุนงานด้านการวางแผน โดยให้ผู้ใช้ที่มีความเชี่ยวชาญในสาขาต่างๆ เข้ามาใช้งานระบบร่วมกัน ซึ่งระบบได้นำเสนอข้อมูลเชิงพื้นที่ในแต่ละมิติที่ต้องใช้พิจารณา โดยแต่ละงานจะเน้นไปในเนื้อหาของการวางแผนต่างกัน

สำหรับการจัดทำระบบแบบเดสก์ท็อป ปัจจุบันมีงานวิจัยและผลิตภัณฑ์จำนวนมากที่นำเสนอเครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการข้อมูลเชิงพื้นที่ ยกตัวอย่างเช่น [31] ได้นำเสนอเครื่องมือสำหรับการบริหารจัดการข้อมูลภัยพิบัติโดยรวมเข้ากับการทดลองทางวิศวกรรม การจัดทำ แบบจำลอง (Simulation) และการแสดงผล (Visualization) บนแผนที่เพื่อใช้ในการตัดสินใจ (Intelligent Decision Support System, IDSS) ของผู้ที่เกี่ยวข้อง ดังแสดงในภาพที่ 8



ภาพที่ 8 ตัวอย่างโปรแกรมประยุกต์ทางภูมิศาสตร์ผ่านเว็บ [32]

2.2 ข้อมูลเชิงพื้นที่

ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data) คือ ข้อมูลที่สามารถอ้างอิงตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ได้ โดยมีข้อตกลงระหว่างผู้จัดทำและผู้ใช้ข้อมูลอาทิ การกำหนดตำแหน่ง ประเภทของแฟ้มข้อมูลที่จัดเก็บคุณลักษณะของพื้นที่ สามารถแบ่งประเภทและอธิบายได้ดังนี้

2.2.1 ประเภทของข้อมูลเชิงพื้นที่

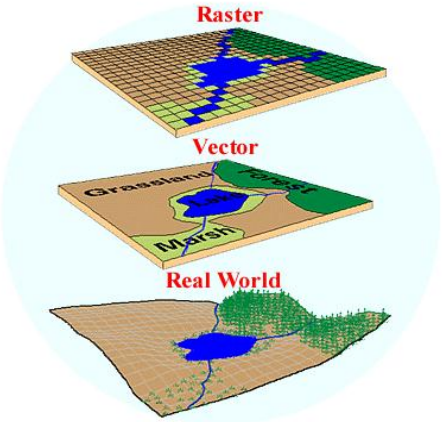
โดยทั่วไปจะแบ่งได้เป็น 2 รูปแบบ ซึ่งมีข้อกำหนดและรายละเอียดแตกต่างกันตามลักษณะการบันทึกแฟ้มข้อมูล (ดังแสดงในภาพที่ 9) คือ

2.2.1.1 Raster [32]

เป็นข้อมูลที่จัดเก็บในรูปแบบตารางกริด ประกอบด้วยข้อมูลในแนวนอน (Row) และแนวตั้ง (Column) แต่ละช่องเรียกว่าเซลล์ (Cell) หรือ จุดภาพ (Pixel) ที่มีขนาดเท่าๆ กัน การอ้างอิงพิกัดของแรสเตอร์นั้นจะต้องรู้ค่าพิกัด (X,Y) เพียงจุดภาพจุดเดียว (ส่วนมากใช้จุดล่างซ้าย) จากนั้นเมื่อรู้ขนาดของแต่ละแล้วก็สามารถอ้างอิงพิกัดได้ทั้งหมดทั้งภาพ ตัวอย่างข้อมูลแบบแรสเตอร์ เช่น ข้อมูลพื้นที่ภาพถ่ายดาวเทียม

2.2.1.2 Vector [32]

เป็นข้อมูลในรูปแบบนี้ใช้การจัดเก็บข้อมูลพิกัด โดยทุกๆ จุดของข้อมูลจะมีค่าพิกัด (X,Y) หรือ (X,Y,Z) เป็นตัวอ้างอิงกับตำแหน่งบนพื้นโลกจริง



ภาพที่ 9 ประเภทการแสดงผลข้อมูล [33]

2.2.2 การแสดงผลในระบบภูมิสารสนเทศ

การแสดงผลข้อมูลในระบบภูมิสารสนเทศจะมีรูปแบบการนำเสนอ 3 ประเภท (ดังแสดงในภาพที่ 10 และ 11) คือ

2.2.2.1 การแสดงผลแบบจุด (Point)

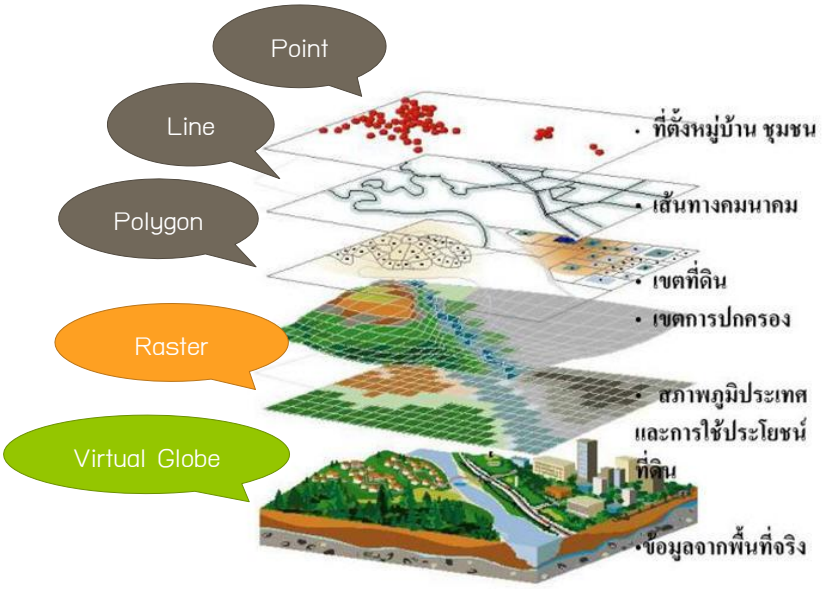
คือ การนำตำแหน่งละติจูดและลองจิจูดไประบุยังแผนที่เช่น ตำแหน่งที่ตั้งของที่อยู่อาศัย หน่วยงาน ในระบบภูมิสารสนเทศได้นำจุดมาแสดงผลซึ่งมักจะรองรับได้หลายๆ จุดและแสดงผลพร้อมกัน (Multi-Points)

2.2.2.2 การแสดงผลแบบเส้น (Line)

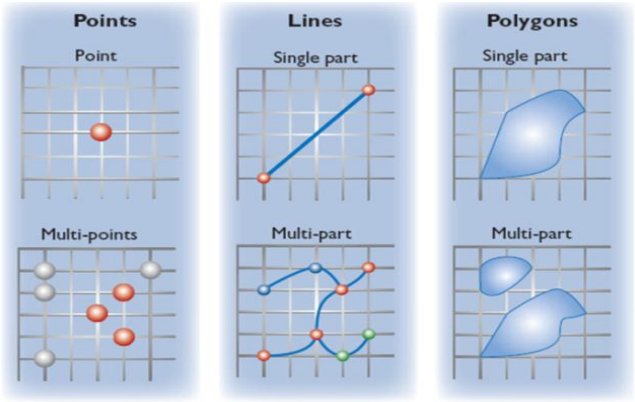
คือ การลากเส้นเชื่อมต่อระหว่างจุด 2 จุด (Single Part) และ 2 จุดขึ้นไป (Multi-Part) ตัวอย่างของการนำเสนอเช่น การระบุเส้นทางการขนส่ง เส้นทางการเดินทาง

2.2.2.3 การแสดงผลแบบรูปหลายเหลี่ยม (Polygon)

คือ การลากเส้นปิดในขอบเขตที่ต้องการ (Boundary) โดยในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สามารถแสดงผลรูปหลายเหลี่ยมตั้งแต่ 1 รูป (Single Part) ไปจนหลายๆ รูป (Multi-Part) เช่น การแสดงอาณาเขตของประเทศ การแสดงขอบเขตของจังหวัด



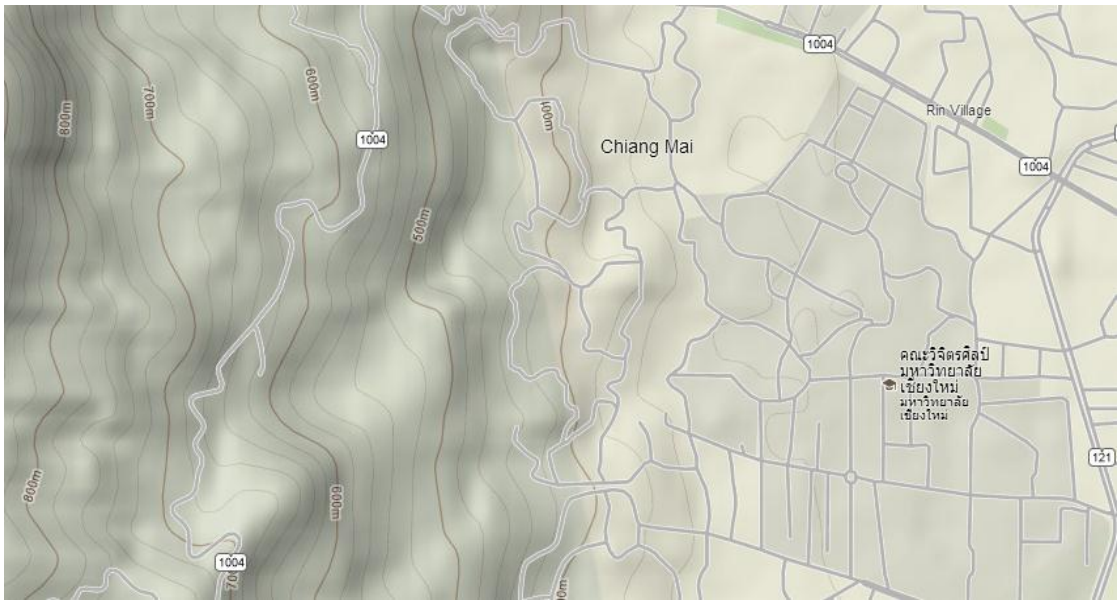
ภาพที่ 10 ลำดับชั้นของข้อมูล [33]



ภาพที่ 11 รูปแสดงประเภทของการแสดงผลข้อมูลบนแผนที่ [34]

ภาพที่ 12 ตัวอย่างการแสดงผลแบบจำลองภูมิประเทศแบบสามมิติ (Terrain Model) [1]

กรณีเมื่อต้องการนำข้อมูลบนพื้นที่จริงซึ่งโดยมากเป็นภาพถ่ายดาวเทียม และข้อมูลขอบเขตการปกครอง แม่น้ำ ถนน จะสามารถนำมาแสดงผลจำลองเป็นรูปโลกเสมือน (Virtual Globe) และนำข้อมูลอื่นๆ มาซ้อนทับกัน ดังนั้นข้อมูลที่แสดงผลในระบบภูมิสารสนเทศจึงมี 2 ลักษณะ คือ ข้อมูลพื้นฐานที่บรรยายถึงลักษณะของภูมิประเทศ (ดังแสดงในภาพที่ 12 และ 13) และข้อมูลที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามเหตุการณ์



ภาพที่ 13 ตัวอย่างการแสดงผลภูมิประเทศ (Terrain) ด้วยเส้นชั้นความสูง (Contour line) เพื่อบอกความสูงของบริเวณนั้นจากพื้นดิน [1]

2.3 การจัดเก็บข้อมูลเชิงพื้นที่

ข้อมูลเชิงพื้นที่แตกต่างจากข้อมูลประเภทอื่น เนื่องจากเป็นข้อมูลที่มีการกำหนดตำแหน่งและสัมพันธ์กับพื้นผิวโลกจริง ดังนั้นผู้พัฒนาในวงการจึงนำเสนอไฟล์และการจัดเก็บข้อมูลดังนี้

2.3.1 การจัดเก็บแบบไฟล์

เป็นการจัดเก็บข้อมูลที่บันทึกลงในรูปแบบ (Format) ที่ต้องการ มีใช้เป็นมาตรฐานกลางและรับรู้ในวงการนักวิจัยและนักภูมิสารสนเทศ เช่น ไฟล์จีเอ็มแอล (Geography Markup Language, GML) เคเอ็มแอล (Keyhole Markup Language, KML) ดังแสดงในภาพที่ 14 ซึ่งมีลักษณะเป็นภาษากำกับข้อความ (Markup language) สามารถเพิ่มเติมองค์ประกอบได้ง่าย โดยแต่ละประเภทจะเอื้ออำนวยต่อการนำไปใช้ประโยชน์ต่างกัน เช่น แฟ้มข้อมูลเคเอ็มแอล ถูกใช้มากในการแสดงผลแบบซ้อนทับกับแผนที่หลัก (Base Map) และจีเอ็มแอลถูกใช้มากในการนำเสนอความสัมพันธ์และขอบเขตของพื้นที่ โดยปกติไฟล์ข้อมูลที่เขียนด้วยภาษากำกับข้อความจะถูกจัดเก็บเป็นแฟ้มที่ให้ผู้ใช้งานสามารถเปิดอ่านและทำความเข้าใจได้ แต่อีกลักษณะหนึ่งคือแฟ้มข้อมูลประเภทไบนารี (Binary) ซึ่งปัจจุบันถือเป็นมาตรฐานการเก็บข้อมูล ได้แก่ เชฟไฟล์ (Shapefile), จีโอทิฟ (Geographic Tagged Image File Format, GeoTIFF)และรูปที่มีกำหนดตำแหน่ง สำหรับเชฟไฟล์บริษัท อีเอสอาร์ไอ (ESRI) เป็นผู้พัฒนาขึ้นมาและได้ถูกใช้งานอย่างกว้างขวาง

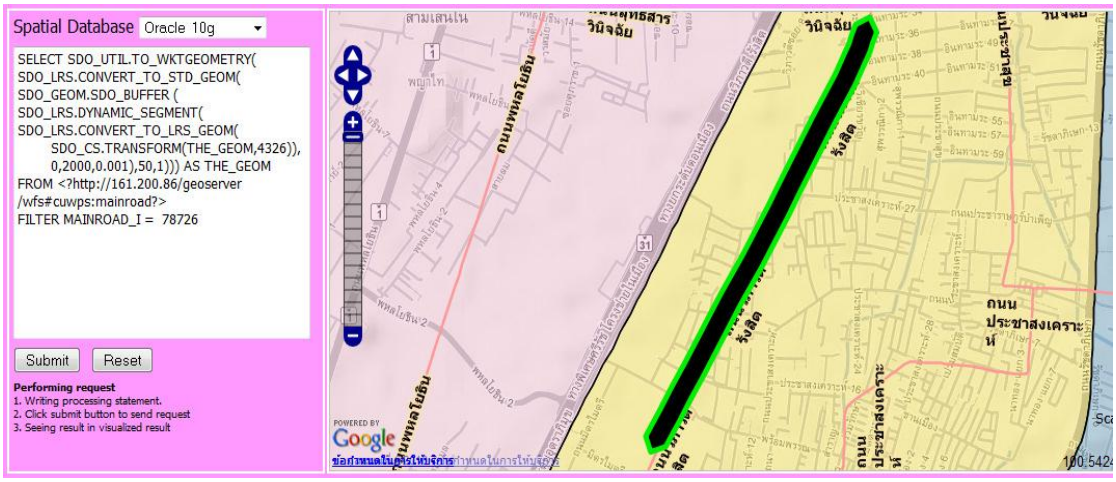
```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<kml xmlns="http://www.opengis.net/kml/2.2">
<Document>
<Placemark>
  <name>New York City</name>
  <description>New York City</description>
  <Point>
    <coordinates>-74.006393,40.714172,0</coordinates>
  </Point>
</Placemark>
</Document>
</kml>
```

ภาพที่ 14 รูปแสดงตัวอย่างไฟล์เคเอ็มแอล [10]

2.3.2 การจัดเก็บลงฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์

เป็นการจัดเก็บข้อมูลเชิงพื้นที่ลงในระบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational Database Management System, RDBMS) [35] ซึ่งมีการพัฒนาให้รองรับข้อมูลเชิงพื้นที่ คือ มีชนิดข้อมูล (Type) และคำสั่งที่ใช้งานกับข้อมูลเชิงพื้นที่ (Command) เช่น สามารถจัดเก็บตำแหน่งละติจูด (Latitude) และลองจิจูด (Longitude) สามารถเปลี่ยนรูป (Transform) ข้อมูลที่ต้องการตามฟังก์ชันที่ผู้พัฒนาฐานข้อมูลนำเสนอ เช่น ฟังก์ชันด้านการเปลี่ยนรูป (Conversion Function) ฟังก์ชันเพื่อสอบถามคุณสมบัติเชิงพื้นที่ (Property Function) ฟังก์ชันเพื่อการค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างรูปทรงเรขาคณิตที่บรรจุอยู่ภายใน (Spatial Relationship between Geometric Objects) ซึ่งผู้พัฒนาระบบฐานข้อมูลในปัจจุบันได้นำเสนอฟังก์ชันพื้นฐานไว้ให้ผู้ใช้งานแล้ว

สำหรับงานวิจัยที่ใช้ฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์มาจัดเก็บและประมวลผลข้อมูลมีจำนวนมาก โดยส่วนใหญ่จะเน้นไปที่เหตุการณ์หรือเนื้อหาที่ผู้วิจัยได้ศึกษาเช่น การเก็บข้อมูลภัยพิบัติและการประมวลผล [31, 36-38] การจัดการข้อมูลเชิงพื้นที่ [39] การใช้ฟังก์ชันของฐานข้อมูลเชิงพื้นที่มาประมวลผลเชิงพื้นที่ (Web Processing Service, WPS) [40] ดังแสดงในภาพที่ 15



ภาพที่ 15 ตัวอย่างการใช้งานฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ [40]

2.4 มาตรฐานการแลกเปลี่ยนและเชื่อมโยงข้อมูล (OGC Standard)

การเชื่อมโยงข้อมูลเชิงพื้นที่ในปัจจุบันมีเทคโนโลยีจำนวนมากที่องค์กรโอจีซี (Open Geospatial Consortium, OGC) ได้ผสมผสานเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของข้อกำหนดเกี่ยวกับมาตรฐานการแบ่งปันข้อมูล (Sharing) โดยหากหน่วยงานใดหรือผู้ให้บริการข้อมูลรายใดสามารถจัดทำข้อมูลภายใต้ข้อกำหนดดังกล่าวจะทำให้ระบบหลายๆ ระบบที่จัดทำบนแพลตฟอร์มต่างกันสามารถเชื่อมโยงถึงกันได้ ซึ่งข้อกำหนดของโอจีซี (OGC) ได้ใช้เทคโนโลยีของภาษากำกับข้อความมาจัดทำและสร้างโปรโตคอล (Protocol) เชิงพื้นที่เช่น จีเอ็มแอล (GML) เคเอ็มแอล (KML) วอเตอร์เอ็มแอล (WaterML) ซิตี้เอ็มแอล (CityML) จีโอเจสัน (GeoJSON) [41] ในด้านการบริการข้อมูล เช่น ดับเบิ้ลยูเอ็มเอส (Web Map Service, WMS) ดับเบิ้ลยูเอฟเอส (Web Feature Service, WFS) (ดังแสดงในภาพที่ 16), ดับเบิ้ลยูพีเอส (Web Processing Services, WPS) [42] นอกเหนือจากการใช้เทคโนโลยีของภาษาแล้วโอจีซีได้นำเอาแนวคิดของเว็บเซอร์วิซ (Web Services) [43] เข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของการจัดทำมาตรฐานในกรณีที่ผู้ให้บริการข้อมูลต้องการนำเสนอข้อมูลของตนออกสู่สาธารณะเพื่อเอื้ออำนวยให้เกิดการบูรณาการข้อมูล ตัวอย่างของเครื่องมือในปัจจุบันที่ได้นำเอามาตรฐานของโอจีซีเข้ามาใช้งานเช่น จีโอเซิร์ฟเวอร์ (GeoServer) [44] แมพเซิร์ฟเวอร์ (Map Server) [45]

```
▼<wfs:WFS_Capabilities xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
 xmlns="http://www.opengis.net/wfs" xmlns:wfs="http://www.opengis.net/wfs"
 xmlns:ows="http://www.opengis.net/ows" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"
 xmlns:ogc="http://www.opengis.net/ogc" xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink"
 xmlns:cite="http://www.opengeospatial.net/cite" xmlns:it.geosolutions="http://www.geo-
 solutions.it" xmlns:tiger="http://www.census.gov" xmlns:sde="http://geoserver.sf.net"
 xmlns:topp="http://www.openplans.org/topp"
 xmlns:sf="http://www.openplans.org/spearfish" xmlns:nurc="http://www.nurc.nato.int"
 xmlns:Loesak="loesak" xmlns:flood_2011="http://161.200.92.246:8080/geoserver/wms"
 version="1.1.0" xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/wfs
 http://neptune.cp.eng.chula.ac.th:80/geoserver/schemas/wfs/1.1.0/wfs.xsd"
 updateSequence="180">
  ▼<ows:ServiceIdentification>
     <ows:Title>GeoServer Web Feature Service</ows:Title>
    ▼<ows:Abstract>
       This is the reference implementation of WFS 1.0.0 and WFS 1.1.0, supports all WFS
       operations including Transaction.
     </ows:Abstract>
    ▼<ows:Keywords>
       <ows:Keyword>WFS</ows:Keyword>
       <ows:Keyword>WMS</ows:Keyword>
       <ows:Keyword>GEOSERVER</ows:Keyword>
     </ows:Keywords>
     <ows:ServiceType>WFS</ows:ServiceType>
     <ows:ServiceTypeVersion>1.1.0</ows:ServiceTypeVersion>
     <ows:Fees>NONE</ows:Fees>
     <ows:AccessConstraints>NONE</ows:AccessConstraints>
   </ows:ServiceIdentification>
  ▼<ows:ServiceProvider>
     <ows:ProviderName>The ancient geographes INC</ows:ProviderName>
    ▼<ows:ServiceContact>
       <ows:IndividualName>Claudius Ptolomaeus</ows:IndividualName>
       <ows:PositionName>Chief geographer</ows:PositionName>
      ▼<ows:ContactInfo>
        ▼<ows:Phone>
           <ows:Voice/>
           <ows:Facsimile/>
```

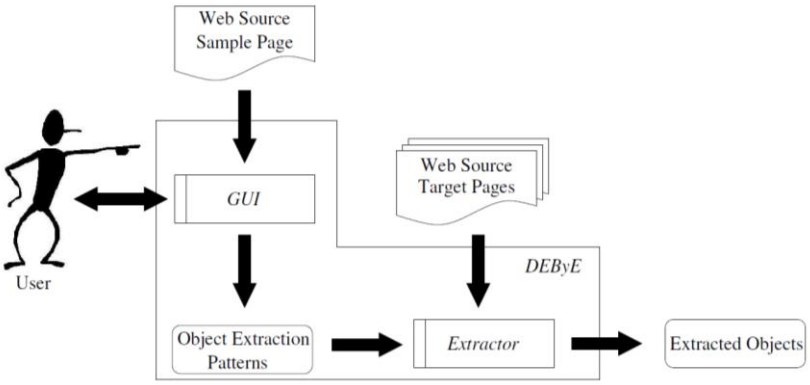

ภาพที่ 16 ตัวอย่างการใช้ภาษากำกับข้อความมาจัดทำบริการดับเบิ้ลยูเอฟเอสในมาตรฐานของโอจีซี [10]

2.5 การสกัดข้อมูลเชิงพื้นที่จากเว็บ (Spatial Web Information Extraction)

การแสดงผลข้อมูลเชิงพื้นที่บนเว็บด้วยภาษาเอชทีเอ็มแอล (HTML) ทำให้ผู้ใช้งานได้รับความสะดวกในการบริโภคและทำความเข้าใจข้อมูล เช่น การแสดงข้อมูลเป็นรูปภาพ การแสดงข้อมูลเป็นตาราง แต่จะสร้างความยุ่งยากในกรณีที่นักพัฒนาระบบต้องการนำข้อมูลเหล่านั้นไปใช้งาน ดังนั้นในแวดวงของการวิจัยและพัฒนาระบบ จึงได้นำเสนอวิธีการเข้าถึงข้อมูลของแหล่งข้อมูล (Data Source) ผ่านเว็บเซอร์วิซ (Web Services) ซึ่งจะทำให้ผู้นำเสนอข้อมูล (Data Provider) และผู้บริโภคข้อมูล (Data Consumer) ได้รับความสะดวกผ่านโปรโตคอลที่เป็นมาตรฐานของเว็บเซอร์วิส(Simple Object Access Protocol, SOAP) [46] แต่ในบางกรณีผู้นำเสนอข้อมูลไม่ได้จัดเตรียมข้อมูลในมาตรฐานที่ถูกกำหนด อาจจะด้วยเหตุผลของความรู้หรือความยุ่งยาก และอาจไม่ได้เป็นผู้เชี่ยวชาญในสาขาคอมพิวเตอร์ แต่เป็นเพียงผู้นำเสนอข้อมูลเชิงพื้นที่ที่ตนเองรับผิดชอบ ดังนั้นทฤษฎีด้านการสกัดข้อมูลจากเว็บ (Web Information Extraction) จึงเกิดขึ้นเพื่อช่วยแก้ปัญหาและลดความยุ่งยาก

แนวคิดด้านการนำข้อมูลจากเว็บมาใช้งานมีการนำเสนอมายาวนาน และเป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยด้านการสืบค้นสารสนเทศ (Information Retrieval) ยกตัวอย่างเช่น งานวิจัย [47] ได้นำเสนอรูปแบบการสกัดข้อมูลจากเว็บโดยสำรวจงานวิจัยและเครื่องมือที่มีใช้กันในปัจจุบัน มีการนำแนวคิดด้านการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) เข้ามาเป็นส่วนหนึ่งเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลและบริบทของเว็บแล้วจึงเก็บข้อมูลโดยใช้นิพจน์ปกติ (Regular Expression) และแนวคิดของภาษาเพื่อการสอบถามเว็บ (Web Query Language, WQL) โดยใช้โมเดลเชิงวัตถุของเอกสาร (Document Object Model, DOM) เป็นส่วนอธิบายโครงสร้างของเว็บเพจเพื่อให้สามารถเข้าถึงข้อมูลที่ต้องการ

สำหรับเว็บเพจที่แสดงข้อมูลเชิงพื้นที่ มีงานวิจัย [48] ที่พยายามนำเอาข้อมูลบนหน้าเว็บเพจมาประมวลผลและจัดเก็บ โดยสนใจในข้อมูลที่มีการกล่าวถึงพื้นที่แต่ไม่มีค่าพิกัด (Indirectly Georeferenced Data) เช่น ชื่อประเทศ ชื่อจังหวัด หรือชื่อตำบล หรือแม้แต่ชื่อถนน ดังนั้นการที่เว็บเพจนำเสนอชื่อสถานที่แสดงให้เห็นว่าเป็นเว็บที่นำเสนอข้อมูลเชิงพื้นที่เช่นกัน (Spatial Data Source) งานวิจัยนี้สนใจที่จะนำข้อมูลด้านผังเมืองหรือชื่อเมืองที่แสดงบนเว็บเพจมาจัดเก็บยังฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ โดยใช้เครื่องมือเดบบี้ (DEByE) [49] ที่จะช่วยให้การสกัดข้อมูลทำได้สะดวก ซึ่งเครื่องมือนี้เป็นผลผลิตจากการวิจัย มีการใช้งานผ่านส่วนต่อประสานผู้ใช้เป็นกราฟฟิก (GUI) ดังแสดงในภาพที่ 17

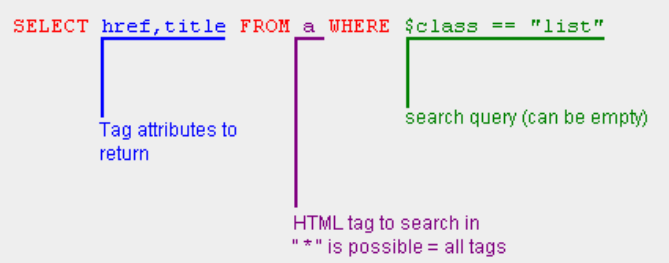


ภาพที่ 17 โครงสร้างของโครงมือ DEByE [49]

เครื่องมือเดบบี้ (DEByE) จะมีการวิเคราะห์ตำแหน่งและขอบเขตของเอกสารเอชทีเอ็มแอล (HTML) แล้วแสดงผล เพื่อให้ผู้ใช้งานได้ระบุตำแหน่งที่ต้องการสกัดข้อมูลออกจากหน้าเว็บเพจ นอกจากนี้ยังมีเครื่องมือด้านการสอบถามเว็บ (Web Query) จำนวนมากที่ช่วยให้การนำเอาข้อมูลจากเว็บเพจสะดวกขึ้น ซึ่งงานวิจัย [47] ได้รวบรวมไว้และได้เปรียบเทียบข้อดีและข้อจำกัด แต่บทความดังกล่าวยังไม่รวมถึงไมโครซอฟต์เอกซ์เซล (Microsoft Excel) [50] ที่ปัจจุบันได้นำเสนอการสกัดข้อมูลออกจากเว็บได้เช่นกัน

สำหรับการโปรแกรมเว็บและการจัดทำไลบรารีสำหรับการสกัดข้อมูลตามแนวคิดของการสอบถามเว็บ งานวิจัยและเครื่องมือเอชทีเอ็มแอลเอ็สคิวแอล (htmlSQL) [51] ได้นำเสนอแนวคิด

ที่สะดวกกับผู้พัฒนาฐานข้อมูลเชิงพื้นที่และฐานข้อมูลทั่วไป เนื่องจากใช้ที่คล้ายคลึงกับคำสั่งเอสคิวแอล (Structure Query Language, SQL) ในการสอบถามข้อมูลจากหน้าเว็บเพจ



ภาพที่ 18 แนวคิดการทำงานของ htmlSQL [51]

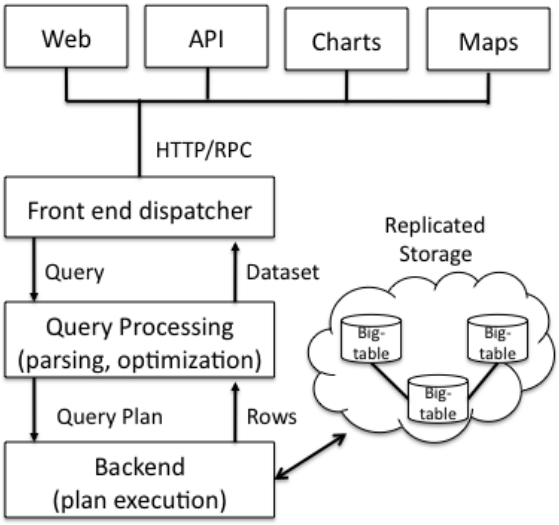
จากภาพที่ 18 สามารถอธิบายคำสั่งและแนวคิดการสอบถามเว็บเพจด้วยคำสั่งเอสคิวแอล ซึ่งมีโครงสร้างดังนี้

SELECT – หมายถึงการเลือกคุณลักษณะ (Attributes) จากแท็กของเอชทีเอ็มแอลที่ต้องการ

FROM – หมายถึงการเลือกแท็กที่ต้องการ

WHERE – หมายถึงเงื่อนไขของแท็กที่เลือก

นอกเหนือจากเครื่องมือและแนวคิดจากงานวิจัยในด้านการสอบถามเว็บ (Web query) แล้ว เครื่องมือการค้นหาข้อมูลบนเว็บ ตัวอย่างเช่น กูเกิ้ล (Google) ที่ได้จัดทำระบบการค้นหาและจัดการการนำตารางในเว็บเพจบนระบบอินเตอร์เน็ตไปใช้งาน โดยเครื่องมือนี้ใช้ชื่อว่า กูเกิ้ลฟิวชันเทเบิ้ล (Google Fusion Tables) [52] (ดังแสดงในภาพที่ 19) ทำให้ผู้ใช้สามารถค้นหาและนำเข้าข้อมูลแบบตารางเพื่อใช้สำหรับการแสดงผลหรือวิเคราะห์ผ่านการทำจินตทัศน์ (Data visualization) [1, 53] และสามารถจัดการข้อมูลบนกระดาษคำนวนของกูเกิ้ล (Google spreadsheet) [54] ซึ่งระบบนี้จะนำเสนอตัวอย่างข้อมูล จำนวนแถวและจำนวนคอลัมน์ ซึ่งจะอำนวยความสะดวกให้ ผู้ใช้สามารถ ดูข้อมูลก่อนนำไปใช้งานและสามารถแก้ไขได้ผ่านเว็บพอร์ทัล (Web Portal) โดยจัดเก็บข้อมูลไว้บนระบบของกูเกิ้ล



ภาพที่ 19 สถาปัตยกรรมและองค์ประกอบหลักของกูเกิ้ลฟิวชันเทเบิ้ล [52]

เมื่อผู้ใช้เลือก ตาราง จากการค้นหา หรือ อัพโหลด หรือ สร้างเนื้อหาใหม่ แล้ว เครื่องมือนี้จะนำข้อมูลดังกล่าวไปแสดงผลบนแผนที่ และระบบจะดำเนินการหาตำแหน่ง (Geocode Identification) ให้อัตโนมัติตาม คอลัมน์ ที่ผู้ใช้ระบุตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ (Location) ซึ่งจะมีความถูกต้องและมีความละเอียดก็ต่อเมื่อฐานข้อมูลของกูเกิ้ลได้เก็บตำแหน่งตามความเป็นจริง

2.6 การทำคลังข้อมูลเชิงพื้นที่และกระบวนการอีทีแอล (ETL)

สำหรับการพัฒนาคลังข้อมูล (Data warehouse) ในปัจจุบัน การนำกระบวนการของอีทีแอล (Extract Transform Load, ETL)เข้ามาเป็นส่วนหนึ่งเพื่อจัดทำระบบเป็นสิ่งจำเป็น โดยเริ่มต้นด้วยการสกัดข้อมูล (Extract) จากแหล่งข้อมูลที่ได้จัดเตรียมข้อมูลไว้ในหลากหลายประเภท จากนั้นจึงปรับโครงสร้างหรือเปลี่ยนรูปให้อยู่ในโครงสร้างที่สอดคล้องกัน (Transform) โดยอาจมีการตรวจสอบและแก้ไขให้ถูกต้องเพื่อให้สามารถ ส่งต่อหรือบันทึก (Load) ไปยังแหล่งเก็บข้อมูลใหม่หรือโปรแกรมประยุกต์ปลายทางได้ งานวิจัยนี้สนใจการจัดทำคลังข้อมูลเชิงพื้นที่ ดังนั้นจึงต้องการประยุกต์ใช้แนวคิดดังกล่าวกับข้อมูลเชิงพื้นที่ ซึ่งมีความสำคัญเนื่องจากผู้บริการข้อมูลจะจัดเก็บและนำเสนอได้ในหลากหลายรูปแบบ ทั้งพร้อมใช้งานและไม่พร้อมใช้งาน และในปัจจุบันมีผู้พัฒนาเครื่องมือสำหรับทำ อีทีแอลเชิงพื้นที่ (Spatial ETL) เช่น อาร์คจีไอเอส (ArcGIS) [55] ได้นำเสนอแนวทางการบูรณาการข้อมูลจากหลากหลายแหล่งที่มา และสนับสนุนประเภทของข้อมูล เช่น จีเอ็มแอล (GML) เคเอ็มแอล (KML) เอกซ์เอ็มแอล (XML) ดับเบิ้ลยูเอฟเอส (WFS) ทีเอ็สวี (TSV) ฐานข้อมูลโอราเคิ้ล (Oracal Database) และฐานข้อมูลโอราเคิ้ลเชิงพื้นที่ (Oracle Spatial) นอกเหนือจากนำเข้า (Import) ยังสามารถส่งออก (Export) ไปยังปลายทางได้ในรูปแบบต่างๆ ซึ่งอาร์คจีไอเอส จะซ่อนความซับซ้อนของขั้นตอนการเปลี่ยนรูปข้อมูลไว้ ทำให้ผู้ใช้งานได้รับความสะดวก เช่นเดียวกับเอฟเอ็มอี (FME) [56] ได้นำเสนอเครื่องมือในการเพิ่ม

ความสามารถของการเชื่อมต่อข้อมูลจากหลายแหล่ง โดยอาศัยกระบวนการของอีทีแอล(ETL) ซึ่งจะทำให้แหล่งข้อมูลมี ความสามารถในการทำงานร่วมกัน (Interoperability)

งานวิจัย [57] ได้นำเสนอแนวคิดการพัฒนาระบบเพื่อจัดทำคลังข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data Warehouses, SDW) โดยอาศัยแนวคิดของสถาปัตยกรรมเอ็มดีเอ (Model-Driven Architecture; MDA) ซึ่งเป็นมาตรฐานของโอจีเอ็ม (Object Management Group, OGM) ที่ได้กล่าวถึงความสมบูรณ์ของการออกแบบ การนำออกไปใช้งาน (Deploy) การบูรณาการ (Integrate) และการจัดการโปรแกรมประยุกต์ โดยใช้รูปแบบเอ็มดีเอในการพัฒนาซอฟต์แวร์ซึ่งไม่ยึดติดกับแพลตฟอร์มของการพัฒนา (Platform Independent Model, PIM) และสามารถเปลี่ยนรูปไปยังแพลตฟอร์มที่ต้องการ (Platform Specific Model, PSM) ด้วยการสอดแทรกรายละเอียดของแพลตฟอร์มเป้าหมาย งานวิจัยนี้นำเสนอข้อดีของการใช้เอ็มดีเอ (MDA) เข้ามาจัดการข้อมูลเชิงพื้นที่ โดยสามารถเพิ่ม ผลผลิต (Productivity) และลดค่าใช้จ่าย คุณภาพของคลังข้อมูล และให้ความสะดวกในการปรับไปยังแพลตฟอร์มใหม่ แต่งานวิจัยนี้ยังไม่มีการนำเสนอการจัดทำคลังข้อมูลเชิงพื้นที่ ที่นำข้อมูลมาจากหลายแหล่ง เช่น เว็บเพจ ไฟล์ หรือฐานข้อมูลอื่น

2.7 เปรียบเทียบเครื่องมือเพื่อการรวบรวมข้อมูลทางภูมิสารสนเทศ

งานวิจัยนี้เน้นการจัดทำเครื่องมือเพื่อรวบรวมข้อมูลทางภูมิศาสตร์จากแหล่งข้อมูลเชิงพื้นที่บนเว็บ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงสืบค้นเพื่อหาบทความวิจัยและสำรวจเครื่องมือในปัจจุบันที่มีความใกล้เคียงกับแนวคิดของงานวิจัย ซึ่งจะนำเสนอรายการความสามารถของเครื่องมือที่ควรมีเมื่อต้องการรวบรวมข้อมูลเชิงพื้นที่จากเว็บและนำมาเปรียบเทียบกัน โดยแบ่งออกเป็นกลุ่มดังนี้

2.7.1 กลุ่มข้อมูลพร้อมใช้ (Ready-to-use Data Source)

- สามารถนำเข้าไฟล์ข้อมูลประเภทไฟล์ข้อความ (Well-known text) คือ เอกซ์เอ็มแอล (XML), ซีเอสวี (CSV) และ ทีเอสวี (TSV)
- สามารถนำเข้าไฟล์ข้อมูลเชิงพื้นที่แบบไบนารี คือ เชฟไฟล์ (Shapefile)
- สามารถนำเข้าไฟล์ข้อมูลเชิงพื้นที่แบบรูปภาพที่มีพิกัด คือ จีโอทิฟ (GeoTIFF)
- สามารถนำเข้าไฟล์ข้อมูลเชิงพื้นที่เพื่อการแลกเปลี่ยน (Interchange format) คือ จีโอเจสัน (GeoJSON) เคเอ็มแอล (KML) และจีเอ็มแอล (GML)
- สามารถจัดเก็บบริการข้อมูลตามมาตรฐานโอจีซี (OGC) คือ ดับเบิ้ลยูเอฟเอส (WFS) และดับเบิ้ลยูเอ็มเอส (WMS)

2.7.2 กลุ่มข้อมูลไม่พร้อมใช้ (Not Ready-to-use Data Source)

- สามารถนำเข้าข้อมูลที่แสดงผลบนเว็บที่ข้อมูลถูกบรรจุอยู่ในโครงสร้างของภาษาเอชทีเอ็มแอล (HTML) ในองค์ประกอบของส่วนเปิดและส่วนปิด (Tag) ในรูปแบบตาราง (Tabular form)
- สามารถนำเข้าข้อมูลที่แสดงผล ณ ส่วนใดๆ ของเว็บ (Region of Interest)

2.7.3 กลุ่มการจัดทำเป็นคลังข้อมูล (Data Repository)

- มีแหล่งเก็บข้อมูล (Data Store) แบบฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ (Geospatial Database) และไฟล์ข้อมูลที่ไม่มีความสัมพันธ์กับไฟล์ข้อมูลอื่น (Flat File)
- รองรับการแบ่งหมวดหมู่ของข้อมูลได้ (Categorization)
- รองรับการระบุตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์ (Geocoding)

2.7.4 กลุ่มการเฝ้าสังเกตข้อมูลและเครื่องมือช่วยเหลือ (Monitoring/Supporting Tool)

- สามารถอัพเดตข้อมูลตามช่วงเวลาที่ต้องการ (Scheduling)
- สามารถรายงานความเปลี่ยนแปลงทางโครงสร้างของเว็บที่เป็นแหล่งข้อมูล (Changing Notice)
- ความสามารถในการสกัด เปลี่ยนรูป และจัดเก็บข้อมูล (ETL)

2.7.5 กลุ่มการแบ่งปันข้อมูลไปยังโปรแกรมประยุกต์ทางภูมิศาสตร์ (Sharing)

- สนับสนุนการแบ่งปันข้อมูลในรูปแบบของเอกซ์เอ็มแอล (XML), ซีเอสวี (CSV), ทีเอสวี (TSV) เซฟไฟล์ (Shapefile) จีโอทิฟ (GeoTIFF) จีโอเจสัน (GeoJSON) เคเอ็มแอล (KML) จีเอ็มแอล (GML) และบริการดับเบิ้ลยูเอฟเอส (WFS) และดับเบิ้ลยูเอ็มเอส (WMS)

สามารถเปรียบเทียบเครื่องมือในงานวิจัยและที่มีใช้ในปัจจุบันได้ดังนี้

ตารางที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบเครื่องมือในปัจจุบันที่รองรับการนำเข้าข้อมูลและการแบ่งปันข้อมูล

เครื่องมือ/งานวิจัย	Ready-to-use Data Source / Data Sharing Format									
	XML	CSV	TSV	Shapefile	GeoTIFF	GeoJSON	KML	GML	WFS	WMS
GeoServer	-/-	Y/-	Y/-	Y/Y	Y/-	Y/Y	Y/Y	Y/Y	Y/Y	Y/Y
MapServer	-/-	-/-	-/-	Y/Y	Y/Y	Y/Y	Y/Y	Y/Y	Y/Y	Y/Y
DEByE	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
Google Fusion Table	-/-	Y/Y	Y/Y	-/-	-/-	-/-	Y/-	-/-	-/-	-/-
GISCloud	-/-	Y/Y	Y/Y	Y/Y	-/-	-/-	Y/Y	-/-	-/-	Y/Y
Microsoft Excel	-/-	Y/Y	Y/Y	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
ArcGIS Server	Y/Y	Y/Y	Y/Y	Y/Y	Y/Y	Y/Y	Y/Y	Y/Y	Y/Y	Y/Y
FME	Y/Y	Y/Y	Y/Y	Y/Y	Y/Y	Y/Y	Y/Y	Y/Y	Y/Y	Y/Y
งานวิจัยนี้	Y/Y	Y/Y	Y/Y	Y/Y	Y/Y	Y/Y	Y/Y	Y/Y	Y/Y	Y/Y

ตารางที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบเครื่องมือที่มีใช้ในปัจจุบันต่อการรองรับการนำเข้าข้อมูลและการแบ่งปันข้อมูลในรูปแบบต่างๆ ซึ่งโดยมากจะรองรับรูปแบบข้อมูลที่ใกล้เคียงกัน แต่จะแตกต่างกันที่แพลตฟอร์มของการใช้งาน เช่น เครื่องมือเด็บบี้ (DEByE) ไมโครซอฟต์เอกซ์เซล (Microsoft Excel) เน้นการทำงานแบบเดสก์ท็อปซึ่งไม่ได้จำเพาะเจาะจงการใช้งานสำหรับข้อมูลเชิงพื้นที่จีโอเซิร์ฟเวอร์ (GeoServer) แมพเซิร์ฟเวอร์ (Map Server) มีการใช้งานและประยุกต์ใช้เพื่อการนำโปรแกรมประยุกต์ออกไปใช้งานบนอินเตอร์เน็ตขนาดใหญ่ และเน้นให้บริการข้อมูลสารสนเทศเชิงพื้นที่แก่ผู้ใช้ปลายทาง ในขณะที่บางส่วนจัดทำในรูปของการบริการเครื่องมือเพื่อการจัดการข้อมูลเช่น จีไอเอสคลาวด์ (GISCloud) และ กูเกิ้ลฟิวชันเทเบิ้ล (Google Fusion Table) ที่มีแพลตฟอร์มเป็นของตนเอง ไม่อนุญาตให้ผู้ใช้นำซอฟต์แวร์ไปติดตั้งและเปิดให้บริการเองได้

สำหรับการนำเอาข้อมูลเชิงพื้นที่บนเว็บมาใช้ประโยชน์ เครื่องมือที่มีอยู่ในปัจจุบันบางส่วนจะรองรับเฉพาะการเอาข้อมูลที่พร้อมใช้มาใช้งานดังแสดงในตารางที่ 1 และในตารางการเปรียบเทียบที่ 2 จะกล่าวถึงความสามารถด้านการนำเอาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลไม่พร้อมใช้บนเว็บที่ได้แสดงในรูปของ HTML นั่นคือ ข้อมูลที่ถูกนำเสนอผ่านหน้าเว็บในรูปของตารางหรือตำแหน่งบนหน้าเว็บ (Region of Interest, ROI) มาจัดเก็บยังคลังข้อมูลหรือมีการจัดกลุ่มก่อนจัดเก็บ จากการสำรวจพบว่า จีโอเซิร์ฟเวอร์ (GeoServer) แมพเซิร์ฟเวอร์ (Map Server) จีไอเอสคลาวด์ (GISCloud) สามารถรองรับการมีคลังข้อมูลและจัดกลุ่มข้อมูลได้ ในขณะนี้กูเกิ้ลฟิวชันเทเบิ้ล (Google Fusion Table) ไม่สามารถจัดกลุ่มข้อมูล แต่สามารถรองรับการระบุตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์ของข้อมูลได้ (Geocoding)

ตารางที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบเครื่องมือที่มีใช้ในปัจจุบันกับความสามารถด้านการนำข้อมูลจากแหล่งข้อมูลบนเว็บและการเป็นคลังข้อมูล

เครื่องมือ/งานวิจัย	Not Ready-to-use DS (HTML)		Repository Capabilities			
	Tabular Form	ROI	Geo DB	Flat File	Categorization	Geocoding
GeoServer	-	-	Y	Y	Y	-
MapServer	-	-	Y	Y	Y	-
DEByE	-	Y	-	-	-	-
Google Fusion Table	Y	-	Y	-	-	Y
GISCloud	-	-	Y	Y	Y	Y
Microsoft Excel	Y	Y	-	Y	-	-
ArcGIS Server	-	-	Y	Y	Y	Y
FME	-	-	Y	Y	Y	Y
งานวิจัยนี้	Y	Y	Y	Y	Y	Y

สำหรับตารางการเปรียบเทียบที่ 2 แสดงเครื่องมือเพื่ออำนวยความสะดวกต่อการจัดเก็บข้อมูลจากแหล่งข้อมูลบนอินเตอร์เน็ตพบว่ายังไม่มีเครื่องมือใดสามารถตั้งเวลาการนำข้อมูลเข้าสู่คลังข้อมูลได้อย่างอัตโนมัติ (Scheduling) มีเพียงไมโครซอฟต์เอกซ์เซล (Microsoft Excel) ที่มีความสามารถใกล้เคียงแต่จำเป็นต้องเปิดโปรแกรมไว้ตลอดเวลา สำหรับการรายงานผลเมื่อแหล่งข้อมูลมีความเปลี่ยนแปลงหรือไม่สามารถนำเข้าข้อมูลได้จะมีระดับการรายงานแตกต่างกัน เช่น จีโอเซิร์ฟเวอร์ (GeoServer), แมพเซิร์ฟเวอร์ (Map Server), จีไอเอสคลาวด์ (GISCloud), เอฟเอ็มอี (FME) จะไม่สามารถนำข้อมูลเข้าสู่ระบบได้หากแหล่งข้อมูลพร้อมใช้มีความเปลี่ยนแปลงซึ่งจะสนับสนุนเฉพาะแหล่งข้อมูลพร้อมใช้เท่านั้น สำหรับกูเกิ้ลฟิวชันเทเบิ้ล (Google Fusion Table) ไม่เน้นความถูกต้องของข้อมูล สนับสนุนเพียงการนำเข้าข้อมูลไปยังแหล่งเก็บข้อมูลและนำมาแสดงผลในรูปของแผนที่ ซึ่งแตกต่างจากงานวิจัยนี้ที่นำเอาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลไม่พร้อมใช้ซึ่งมีอยู่จำนวนมากมาทำการจัดเก็บให้อยู่ในรูปแบบพร้อมใช้และมีแนวคิดการเฝ้าสังเกตความเปลี่ยนแปลงของข้อมูล เช่น เว็บมีโครงสร้างเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ซึ่งจะกล่าวถึงรายละเอียดในหัวข้อแนวคิดและวิธีดำเนินงานวิจัย

ตารางที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบเครื่องมือที่มีใช้ในปัจจุบันกับการสนับสนุนการทำงานด้านจัดสรรเวลาการนำเข้าข้อมูล การแจ้งความเปลี่ยนแปลงของแหล่งข้อมูล และการทำความสะอาดข้อมูล

เครื่องมือ/งานวิจัย	Monitoring & Supporting Tool			Mashup
	Scheduling	Changing Notice	ETL	
GeoServer	-	-	-	Y
MapServer	-	-	-	Y
DEByE	-	-	Y	-
Google Fusion Table	-	-	Y	Y
GISCloud	-	-	-	Y
Microsoft Excel	Y	-	Y	-
ArcGIS Server	Y	-	Y	Y
FME	Y	-	Y	Y
งานวิจัยนี้	Y	Y	Y	Y

ข้อมูลในตารางที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบเครื่องมือด้านการจัดการข้อมูลเชิงพื้นที่ที่ได้จัดเตรียมความสะดวกให้กับผู้ใช้เช่น การตั้งเวลาการนำเข้าข้อมูล การเฝ้าสังเกตความเปลี่ยนแปลงของแหล่งข้อมูล และการสนับสนุนกระบวนการอีทีแอล (ETL) ซึ่งส่วนมากจะเน้นกระบวนการนี้จากแหล่งข้อมูลพร้อมใช้ ในท้ายตารางผู้วิจัยได้สรุปการเป็นเครื่องมือแบบผสม (Mashup) บนพื้นฐานของการเป็นแหล่งข้อมูลพร้อมใช้บนอินเตอร์เน็ตซึ่งงานวิจัยนี้ได้ศึกษาและแก้ปัญหา

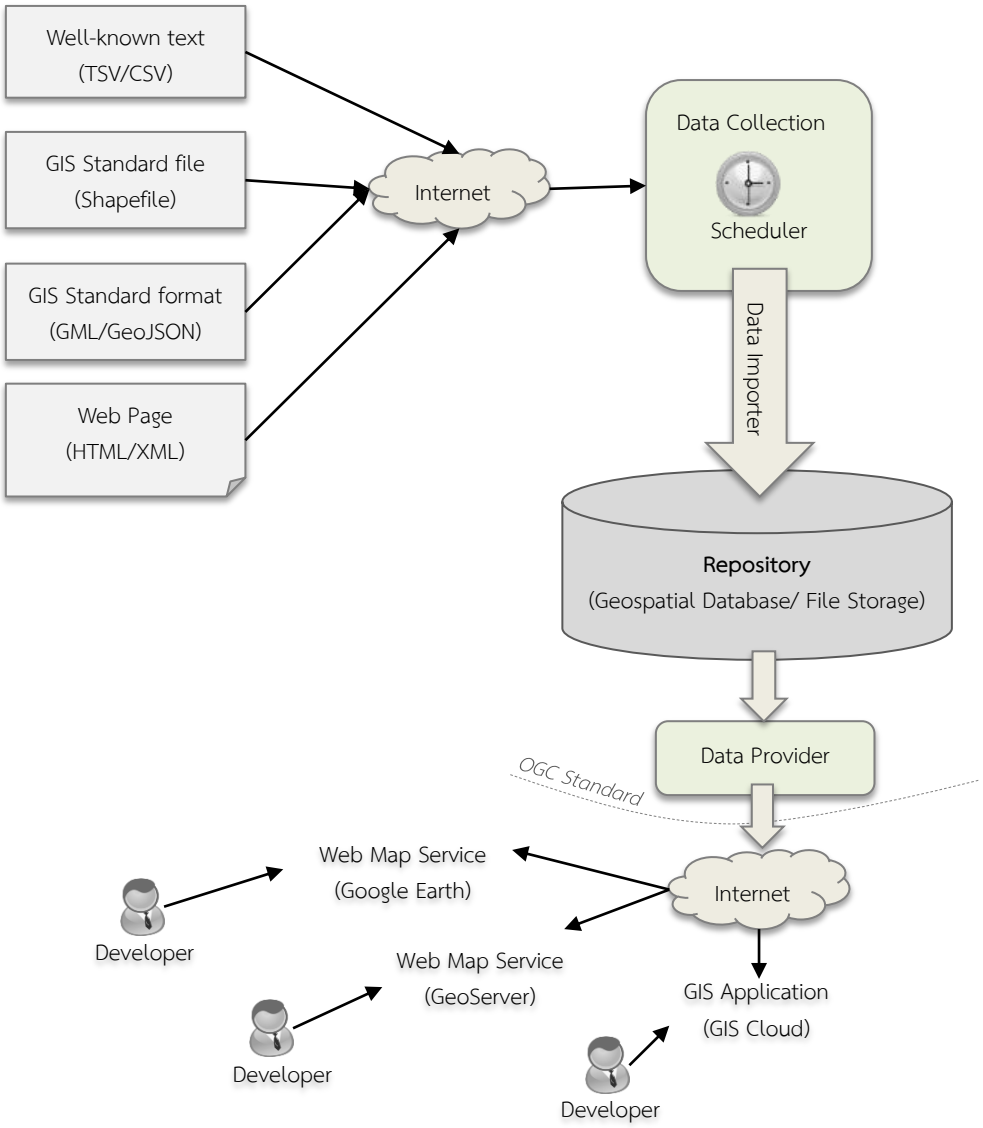
บทที่ 3
แนวคิดและวิธีดำเนินงานวิจัย

ในบทนี้ผู้วิจัยจะนำเสนอแนวคิดของการแก้ปัญหาที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 1 และ 2 พร้อมรายละเอียดการจัดทำเครื่องมือต้นแบบเพื่อรวบรวมข้อมูลเชิงพื้นที่บนเว็บและได้สรุปแนวคิดของการตอบโจทย์เพื่อแก้ปัญหาออกมาเป็น 3 ส่วน คือ

- การตอบโจทย์สำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูล (Data collection)
- การตอบโจทย์สำหรับการออกแบบและจัดทำคลังข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data Repository) โดยการจัดเตรียมข้อมูลในหลากหลายมิติ จะช่วยให้ผู้ใช้ได้ข้อมูลที่ครบถ้วน
- การตอบโจทย์ด้านความสามารถในการทำงานร่วมกัน (Interoperability) โดยการเป็นแหล่งข้อมูลให้กับ โปรแกรมประยุกต์/เครื่องมือด้านภูมิศาสตร์ จึงเป็นเงื่อนไขหนึ่งที่จะช่วยให้ผู้ใช้เกิดความสะดวก

และจากความต้องการข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้ออกแบบแนวคิดของการจัดทำคลังข้อมูลเชิงพื้นที่ ซึ่งจะนำเสนอองค์ประกอบย่อยที่มีความสัมพันธ์กันกับเนื้อหาที่ต้องการตอบโจทย์ โดยมีส่วนสำคัญๆ 3 ส่วนหลัก (ดังแสดงในภาพที่ 20) คือ

- ส่วนแรก เป็นส่วนสำหรับการรวบรวมข้อมูล (Data collection) คือ ส่วนที่นำข้อมูลจากแหล่งข้อมูลเชิงพื้น (Data source) ที่บนอินเตอร์เน็ตมาจัดเก็บยังคลังข้อมูล และมีเครื่องมือช่วยเหลืออื่นๆ เป็นองค์ประกอบ
- ส่วนที่สอง เป็นส่วนสำหรับการจัดเก็บและบริหารข้อมูลเข้าคลังข้อมูล
- ส่วนสุดท้าย เป็นส่วนสำหรับการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบต่างๆ ไปยัง โปรแกรมประยุกต์และเครื่องมือด้านภูมิศาสตร์ นั่นคือ การแบ่งปันข้อมูล (Data sharing) ในลักษณะการจัดเตรียมข้อมูลเพื่อเป็นแหล่งข้อมูล (Data provider) โดยสนับสนุนรูปแบบไฟล์ที่สามารถใช้งานอย่างกว้างขวาง เช่น จีเอ็มแอล (GML) เคเอ็มแอล (KML) เชฟไฟล์ (Shapefile) จีโอเจสัน (GeoJSON)



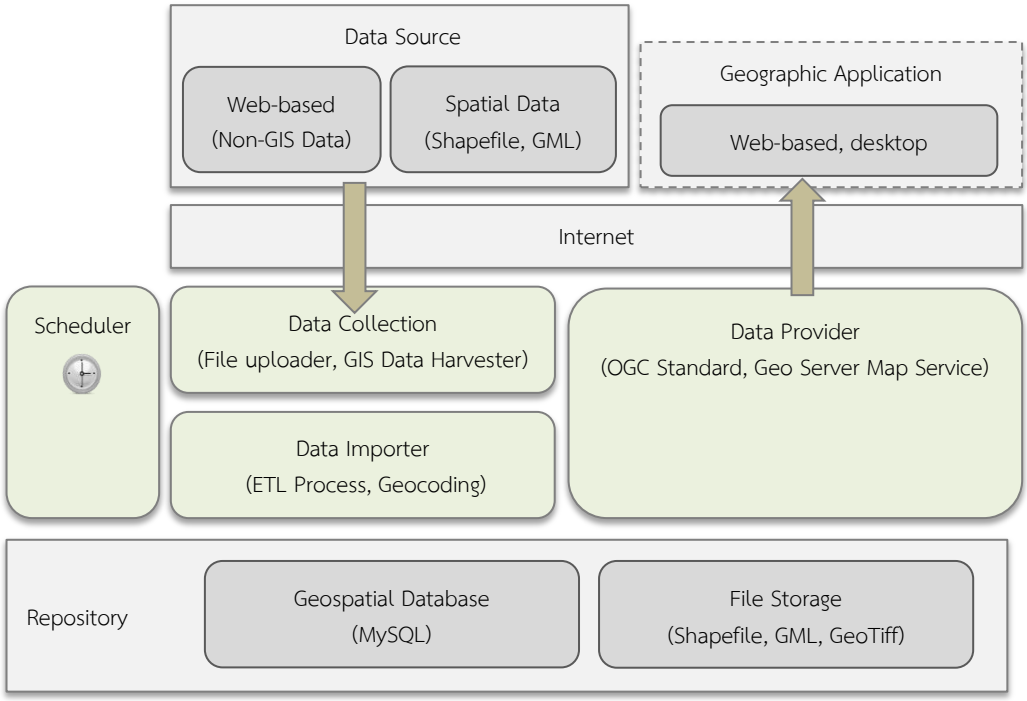
ภาพที่ 20 ภาพรวมแนวคิดของงานวิจัยในการจัดทำคลังข้อมูลเชิงพื้นที่

โดยรายละเอียดย่อย และองค์ประกอบแต่ละส่วน ดังแสดงในภาพที่ 21 สามารถอธิบายได้ดังนี้

องค์ประกอบส่วนที่ 1 การรวบรวมข้อมูล (Data collection) ส่วนนี้จะอธิบายวิธีในการรวบรวมข้อมูล ทั้งข้อมูลจากการนำไฟล์ข้อมูลเข้าในคลังข้อมูลโดยตรงผ่านส่วนที่กำหนดให้ คือ ส่วนอัพโหลดไฟล์ (File uploader) และจากส่วนเก็บเกี่ยวข้อมูลเชิงพื้นที่ (GIS Data Harvester) คือ การนำข้อมูลมาจากแหล่งข้อมูลบนอินเตอร์เน็ตแบบอัตโนมัติ ซึ่งในส่วนนี้ผู้วิจัยได้ใช้การรวบรวมข้อมูลจากเว็บเพจ โดยสร้างสคริปต์การรวบรวมข้อมูล (Crawling script) ที่สามารถปรับแต่งค่าพารามิเตอร์เพื่อให้เหมาะสมต่อการนำเอาข้อมูลมาจากแต่ละเว็บเพจด้วย (อธิบายในหัวข้อที่ 3.1.3)

องค์ประกอบส่วนที่ 2 คลังข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data repository) ส่วนนี้จะอธิบายถึง 2 ส่วนหลักของคลังข้อมูล คือ ส่วนในการบริหารข้อมูลเข้าคลังข้อมูล และส่วนการจัดเก็บข้อมูลในคลังข้อมูล โดยในส่วนแรกการบริหารข้อมูลเข้าคลังข้อมูลจะประกอบไปด้วยส่วนย่อยใน การคัดกรอง (Filtering) ปรับแต่งเพื่อสกัดข้อมูลที่ต้องการให้อยู่ในรูปที่พร้อมต่อการนำข้อมูลเข้าสู่คลังข้อมูล เรียกว่า ส่วนนำเข้าข้อมูล (Data importer) ส่วนที่ 2 การจัดเก็บข้อมูล ผู้วิจัยจะแบ่งการจัดเก็บเป็น 2 ลักษณะ คือ การเก็บในรูปของไฟล์ และเก็บในรูปของฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ ซึ่งจะจำแนกรูปแบบการเก็บจากลักษณะข้อมูลที่ได้ตามความเหมาะสม

องค์ประกอบสุดท้ายส่วนที่ 3 ส่วนให้ข้อมูล (Data provider) ส่วนนี้จะอธิบายถึงการนำข้อมูลจากคลังข้อมูลมานำเสนอในรูปแบบต่างๆ ที่ ผ่านส่วนโปรแกรม (component) ที่มีการแบ่งปันข้อมูลไปยัง โปรแกรมประยุกต์/เครื่องมือทางภูมิศาสตร์ เสมือนกับเป็นแหล่งข้อมูลในรูปต่างๆ เช่น เชฟไฟล์ (Shapefile) จีเอ็มแอล (GML) และอื่นๆ

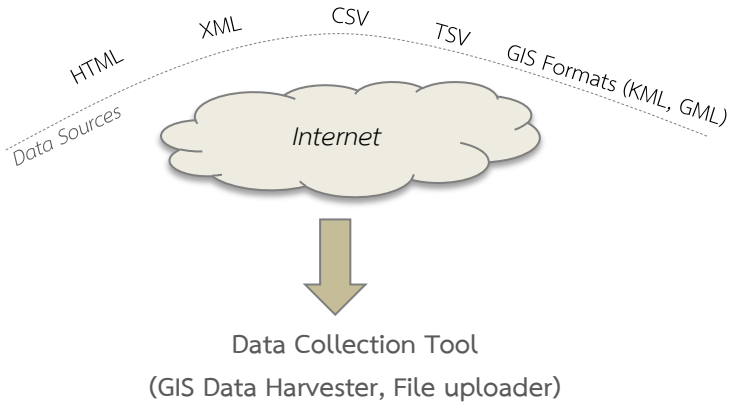


ภาพที่ 21 ภาพรวมของสถาปัตยกรรมของการจัดทำคลังข้อมูลเชิงพื้นที่

3.1 แหล่งข้อมูล

แนวคิดการวิจัยส่วนแรก จะกล่าวถึงการรวบรวมข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data collection) โดยนำเสนอองค์ประกอบที่เป็นประโยชน์และยังขาดการกล่าวถึงในงานวิจัยอื่น เนื่องจากงานวิจัยอื่นส่วนมากจะเน้นไปที่การรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูล “พร้อมใช้ (Ready-to-use)” ทำให้แหล่งข้อมูลบางแหล่งบนอินเตอร์เน็ตที่จัดเตรียมข้อมูลแบบ “ไม่พร้อมใช้ (Not Ready-to-use)” ถูกกล่าวถึงเป็นส่วนน้อย ทำให้เกิดข้อจำกัดของผู้ใช้งาน หรือ ผู้บริโภคข้อมูล

เนื่องจากมีเว็บไซต์หลายหน่วยงาน/องค์กรที่นำเสนอข้อมูลผ่านเว็บในรูปของเอกสารเอชทีเอ็มแอล (HTML) แบบตาราง (tabular form) ที่โดยมากผู้ใช้ทั่วไปก็สามารถทำความเข้าใจได้ แต่นำไปใช้งานในโปรแกรมประยุกต์ทางภูมิศาสตร์ได้ไม่สะดวก



ภาพที่ 22 การรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลบนอินเตอร์เน็ตในรูปแบบต่างๆ
โดยใช้เครื่องมือที่จัดทำขึ้น

การนำข้อมูลจากแหล่งข้อมูลแบบไม่พร้อมใช้ สำหรับประเทศไทย ตัวอย่างเช่น กรมอุทกศาสตร์ กรมชลประทาน สำนักระบายน้ำกรุงเทพฯ จะจัดเตรียมข้อมูลและแสดงผลบนเว็บเพจตามช่วงเวลา ซึ่งหากสามารถจัดเก็บข้อมูลตามช่วงเวลาที่ต้องการได้จะเป็นผลดี และไม่จำเป็นต้องร้องขอข้อมูลจากหน่วยงานย้อนหลัง กรณีที่ช่วงเวลาผ่านไป เช่น ต้องการข้อมูลจากเดือนที่แล้ว หรือ 3 เดือนที่แล้ว กรณีนี้การเฝ้าสังเกตข้อมูล (Data monitoring) จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับการนำเสนอหรือค้นหาข้อมูลย้อนหลัง เนื่องจากบางครั้งอาจต้องการทำนายเหตุการณ์ที่คล้ายคลึงกันตามช่วงเวลาแต่ละปี

ในการเก็บรวบรวมข้อมูล (Data collection) เพื่อรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่างๆ บนอินเตอร์เน็ต แล้วนำ ข้อมูลที่พร้อมใช้ และ ไม่พร้อมใช้ เข้าสู่คลังข้อมูลเชิงพื้นที่ ดังแสดงในภาพที่ 22 นั้น งานวิจัยนี้ได้คำนึงถึงแนวทางในการเฝ้าสังเกตข้อมูล (Data monitoring) ตามที่ต้องการด้วย โดยทำการออกแบบและพัฒนาเครื่องมือสำหรับ การเฝ้าสังเกตข้อมูลซึ่งจะมีการกำหนดเวลา (Scheduling) ในการนำเข้าข้อมูล

อย่างไรก็ตามข้อมูลที่นำเข้าสู่คลังข้อมูลเชิงพื้นที่ หากไม่มีส่วนการคัดกรอง/ปรับแต่ง/ทำความสะอาด ข้อมูลอาจจะไม่ครบถ้วน เนื่องจากไม่สามารถรับทราบได้ว่าแหล่งข้อมูลจะนำเสนอข้อมูลที่ถูกต้อง หรือมีความผิดพลาดบ้างหรือไม่ ดังนั้นเครื่องมือด้านการคัดกรอง (Data filtering) และการปรับแต่งข้อมูล (Data editing) จึงมีความจำเป็น งานวิจัยนี้จึงได้ผนวกเครื่องมือคัดกรองและปรับแต่งข้อมูลรวมอยู่ด้วยกันในส่วนนำเข้าข้อมูล (Data importer) ก่อนทำการจัดเก็บลงในคลังข้อมูล

3.1.1 ประเภทข้อมูล

ประเภทของข้อมูลที่จะทำการรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลและจัดเก็บเข้าสู่คลังข้อมูล จะแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ คือ แบ่งตามการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล และแบ่งตามรูปแบบการจัดเก็บข้อมูล

3.1.1.1 ประเภทของข้อมูลแบ่งตามการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล

แบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลัก ดังนี้

- ข้อมูลพื้นฐาน (Basic data) คือ ข้อมูลของตำแหน่งหรือบริเวณหนึ่งๆ ที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงหรือเปลี่ยนแปลงน้อยมาก เช่น ข้อมูลสถานีวัดระดับ หรือข้อมูลระดับความสูงพื้นดินจากระดับน้ำทะเลปานกลาง
- ข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลง (Dynamic data) คือ ข้อมูลที่มีคุณลักษณะ (Attribute) ของตำแหน่งหรือบริเวณหนึ่งๆ ที่มีการเปลี่ยนแปลงตามเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น เช่น ระดับน้ำในคลอง ณ สถานีวัดระดับน้ำ หรือปริมาณน้ำฝนสะสม ณ สถานีอุตุนิยมวิทยา

3.1.1.2 ประเภทของข้อมูลแบ่งตามรูปแบบการจัดเก็บข้อมูล

แบ่งออกเป็น 4 ประเภทหลัก ดังนี้

- ฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์เชิงพื้นที่ (Spatial RDBMS) คือ ข้อมูลเชิงพื้นที่ที่ถูกจัดเก็บในรูปของฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์
- ไฟล์ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial files) คือ ข้อมูลที่เป็นมาตราฐานที่ใช้กันมาก เช่น เชฟไฟล์ (Shapefile) จีโอทิฟ (GeoTIFF) เอกซ์เอ็มแอล (XML) และไฟล์ข้อความ (Well-known text) เช่น ทีเอสวี (TSV) ซีเอสวี (CSV)
- บริการข้อมูลแผนที่ (Web Map Services, WMS) คือ ข้อมูลที่เกิดจากบริการข้อมูลแบบราสเตอร์ (Raster) บนเว็บ
- บริการข้อมูลลักษณะเชิงพื้นที่ (Web Feature Services, WFS) คือ ข้อมูลที่เกิดจากบริการข้อมูลแบบเวคเตอร์ (Vector) บนเว็บ

3.1.2 การรวบรวมข้อมูล

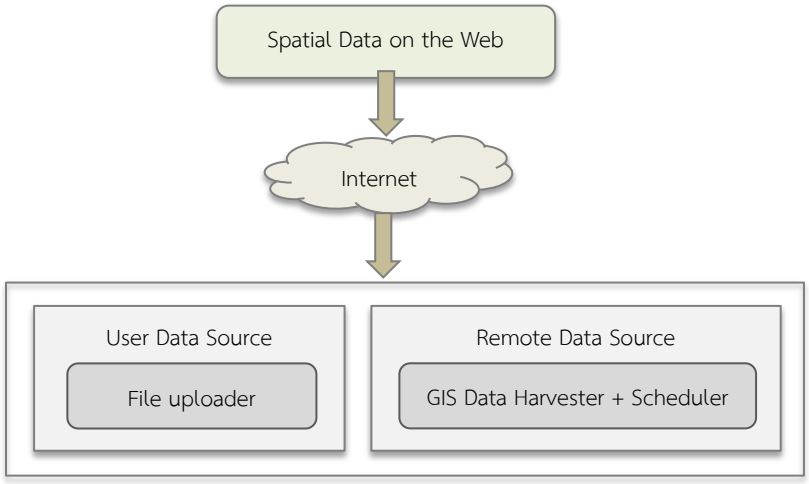
การรวบรวมข้อมูล สามารถแบ่งออกตามวิธีการรวบรวมเป็น 2 ประเภท (ดังแสดงในภาพที่ 23) คือ

3.1.2.1 แหล่งข้อมูลจากผู้ใช้ (User Data Source)

คือ การรวบรวมข้อมูลจากการนำเข้าไฟล์ ที่มีรูปแบบตามที่ระบบรองรับ โดยข้อมูลจะอยู่ในลักษณะของไฟล์ที่ไม่มีความสัมพันธ์กับไฟล์อื่น เช่น เชฟไฟล์ และไฟล์ข้อมูลข้อความ ซึ่งจะถูกนำเข้าผ่านส่วนอัพโหลดไฟล์ (File uploader) ที่ทำหน้าที่ในการส่งต่อข้อมูลไปยังส่วนนำเข้าข้อมูล (Data importer) เพื่อการจัดการและปรับแต่งก่อนจัดเก็บในคลังข้อมูล ซึ่งจะอธิบายในส่วนของการนำข้อข้อมูล (หัวข้อ 3.2.1)

3.1.2.2 แหล่งข้อมูลระยะไกล (Remote Data Source)

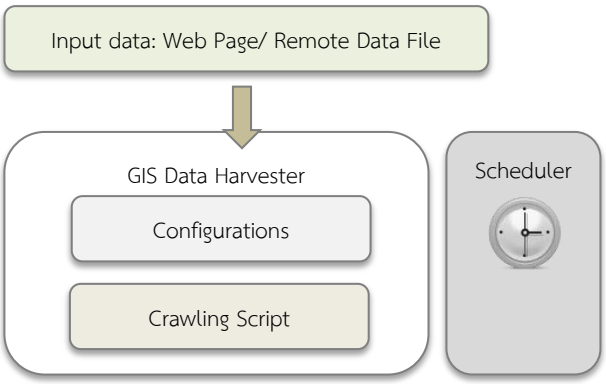
คือ การรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่เผยแพร่บนอินเตอร์เน็ต เช่นตามหน้าเว็บเพจ ซึ่งข้อมูลที่ได้มาอาจจะอยู่ในรูปของข้อมูล พร้อมใช้ หรือ ไม่พร้อมใช้ เช่น ในรูปแบบของข้อความ (Text) หรือ ไฟล์ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial File) โดยมีพารามิเตอร์กำหนดการทำงานเพื่อสืบค้นข้อมูล (retrieve) และมีส่วนของการกำหนดรูปแบบการเชื่อมต่อแหล่งข้อมูลตามแต่ละแหล่ง และอาจมีระยะเวลาในการอัพเดตข้อมูลต่างกัน โดยตัวเก็บเกี่ยวข้อมูลเชิงพื้นที่ (GIS Data Harvester) จะควบคุมพฤติกรรมการเข้าถึงข้อมูล และมีตารางเวลาทำงาน (Scheduler) ควบคุมการทำงานของตัวเก็บเกี่ยวข้อมูลเชิงพื้นที่ ซึ่งจะกล่าวถึงในส่วนของการตั้งเวลา (หัวข้อ 3.2.2.2) และในส่วนนี้เมื่อได้ข้อมูลมาแล้ว ข้อมูลจะถูกส่งไปยังตัวนำเข้าข้อมูล (Data importer) เพื่อนำไปทำการสกัดและจัดเก็บยังคลังข้อมูลเช่นเดียวกันกับแหล่งข้อมูลจากผู้ใช้



ภาพที่ 23 แสดงการรวบรวมข้อมูลเชิงพื้นที่ ทั้ง 2 ประเภท คือ แบบแหล่งข้อมูลจากผู้ใช้ และแบบแหล่งข้อมูลระยะไกล

3.1.3 แนวคิดการนำเข้าข้อมูลเชิงพื้นที่จากเว็บ

ในส่วนนี้จะอธิบายถึงรายละเอียดของแนวคิดการสร้างส่วนการนำเข้าข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่เผยแพร่บนอินเตอร์เน็ตแบบแหล่งข้อมูลระยะไกล (Remote data source) และการเฝ้าดูความเปลี่ยนแปลงของแหล่งข้อมูล (Data monitoring)



ภาพที่ 24 แสดงองค์ประกอบเพื่อการนำเข้าข้อมูลเชิงพื้นที่จากเว็บอัตโนมัติ

จากภาพที่ 24 การนำเข้าข้อมูลจากเว็บและการเฝ้าดูความเปลี่ยนแปลง ประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก ดังนี้

1) ข้อมูลอินพุท (Input Data) คือ ข้อมูลที่งานวิจัยนี้สามารถบริหารจัดการเพื่อส่งต่อให้กับกระบวนการภายในที่มี โดยแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ
   - เว็บเพจ (Web Page) คือ แหล่งข้อมูลที่งานวิจัยนี้ต้องการสกัดข้อมูลเชิงพื้นที่ เพื่อนำไปจัดเก็บยังคลังข้อมูล
   - ไฟล์ข้อมูลระยะไกล (Remote Data File) คือ แหล่งข้อมูลเชิงพื้นที่ที่ผู้ให้บริการได้จัดเตรียมไฟล์ไว้ในรูปแบบที่เป็นมาตรฐาน
2) ส่วนเก็บเกี่ยวข้อมูลเชิงพื้นที่ (GIS Data Harvester) คือ องค์ประกอบที่ทำหน้าที่นำข้อมูลมาจากแหล่งข้อมูล แล้วส่งต่อไปยังส่วนนำเข้าข้อมูล (Data importer) มีส่วนประกอบคือ
   - ไฟล์พารามิเตอร์ (Parameter File) คือ ส่วนที่ระบุพารามิเตอร์ของแหล่งข้อมูลเช่น ที่อยู่ของเว็บปลายทาง (Endpoint URL) หรือ ช่วงระยะเวลาการทำงาน (Time interval)
   - สคริปต์การรวบรวมข้อมูล (Crawling script) คือ โปรแกรมย่อยในเครื่องมือของงานวิจัยที่ต้องอาศัยไฟล์พารามิเตอร์จากการสร้างขึ้นของเฟรมเวิร์ค เพื่อกำหนดให้สคริปต์ไปนำข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่ต้องการ
3) ส่วนตั้งเวลา (Scheduler) คือ ส่วนกำหนดจังหวะการทำงานของส่วนเก็บเกี่ยวข้อมูลเชิงพื้นที่จากแหล่งข้อมูล

ในเบื้องต้น งานวิจัยนี้จำเป็นต้องสำรวจโครงสร้างของแหล่งข้อมูลเป้าหมาย ซึ่งในที่นี้หมายถึงหน้าเว็บเพจที่ต้องการ เพื่อให้ทราบถึงตำแหน่งที่ต้องการรวบรวมข้อมูล ในที่นี้งานวิจัยแนะนำเครื่องมือเพื่อศึกษาโครงสร้างของเว็บเพจ เช่น เครื่องมือสำหรับนักพัฒนาบนกูเกิ้ลโครม (Chrome Developer Tool) [58] และในกรณีที่เกิดการปัญหาในการนำเข้าข้อมูลจากแหล่งข้อมูล เช่น ไม่สามารถนำข้อมูลมาจัดเก็บได้ตามค่าตั้งค่าไว้ในไฟล์พารามิเตอร์

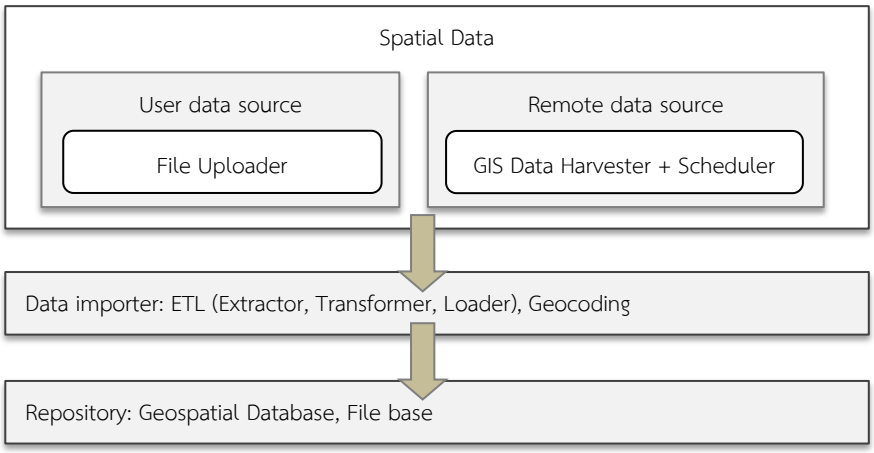
3.2 การสร้างคลังข้อมูล

แนวคิดการจัดทำคลังข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data Repository) จะช่วยให้เกิดศูนย์กลางการรวบรวมข้อมูลจากหลายแหล่ง ผู้ใช้ข้อมูลไม่จำเป็นต้องทราบว่าข้อมูลอยู่ที่ใด เปรียบเสมือนการใช้ไฟฟ้าที่ผู้ใช้งานไม่ทราบว่าแหล่งกำเนิดไฟฟ้าอยู่ที่ใด เพียงเสียบปลั๊กก็สามารถใช้งานได้ทันที ในการจัดทำคลังข้อมูลเชิงพื้นที่ ข้อมูลจะถูกจัดเก็บไว้เป็นระเบียบในรูปของฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ โดยสิ่งที่ต้องคำนึงถึง คือก่อนจะจัดเก็บข้อมูลลงในคลังข้อมูล ข้อมูลต้องมีความถูกต้องตามแหล่งข้อมูลที่ได้รับมา ดังนั้นคลังข้อมูลเชิงพื้นที่จึงมีเครื่องมือที่อำนวยความสะดวกให้ข้อมูลถูกจัดเก็บได้สะดวกขึ้น สามารถกรองข้อมูลและปรับแต่งข้อมูลให้มีความถูกต้องตามความต้องการ

3.2.1 ส่วนนำเข้าและสกัดข้อมูล

การนำข้อมูลที่ได้จากรวบรวมข้อมูลที่ได้กล่าวไว้ในข้างต้น (หัวข้อ 3.1.2) มาจัดเก็บในรูปแบบคลังข้อมูล เพื่อรวบรวมข้อมูลเชิงพื้นที่เกี่ยวข้องไว้รวมกัน โดยข้อมูลที่ได้มานั้นอาจจะอยู่ในรูป พร้อมใช้ หรือ ไม่พร้อมใช้ ดังนั้นในการนำข้อมูลเข้าสู่คลังข้อมูลจากการรวบรวมแบบแหล่งข้อมูลจากผู้ใช้ (User data source) หรือ แบบแหล่งข้อมูลระยะไกล (Remote data source) จะต้องผ่านกระบวนการปรับโครงสร้างข้อมูลให้พร้อมสู่การนำเข้าคลังข้อมูล ซึ่งงานวิจัยนี้เลือกใช้เทคนิคอีทีแอล (Extract Transform Load, ETL) และเรียกส่วนการนำเข้าข้อมูลนี้ว่า ตัวนำเข้าข้อมูล (Data importer) โดยแบ่งได้เป็น 4 ขั้นตอนดังนี้

1) การกรองข้อมูล กรณีแหล่งข้อมูลมาจากเว็บเพจ งานวิจัยได้เลือกใช้เทคนิคของการสกัดข้อมูลเว็บ (Web Information Extraction) เพื่อการสืบค้นข้อมูลจากหน้าเว็บของผู้ให้ข้อมูล และใช้เทคนิคของภาษาการสอบถามเว็บ (Web Query Language) เพื่อทำการคัดกรองข้อมูลเฉพาะส่วนที่ต้องการออกจากหน้าเว็บเพจ ซึ่งได้เลือกเครื่องมือเอชทีเอ็มแอลเอสคิวแอล (htmlSQL) ที่เป็นเครื่องมือวิเคราะห์ข้อความ (Text-parsing tool) มาใช้งาน ด้วยการระบุตำแหน่งของข้อมูลที่อยู่ภายในเว็บเพจ เพื่อทำการกรองข้อมูล
2) การสกัดข้อมูลโดยเลือกที่จะไม่นำแท็กเอชทีเอ็มแอล (HTML Tag) เข้ามาจัดเก็บ แต่เก็บไว้เฉพาะส่วนของเนื้อความที่ต้องการ เพื่อให้สามารถจัดเก็บเนื้อความหรือค่าข้อมูลเพียงอย่างเดียวลงคลังข้อมูล
3) การระบุตำแหน่งของข้อมูล (Geocoding) โดยหากข้อมูลที่ได้รับมาไม่ได้ถูกระบุตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์ จะต้องทำการระบุตำแหน่งพิกัดตามที่สามารถจัดหาได้ ก่อนจะจัดเก็บลงในฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ (Geospatial Database)
4) ขั้นตอนท้ายสุด คือ การนำข้อมูลที่ครบถ้วนแล้วเข้าสู่คลังข้อมูลตามประเภทการจัดเก็บ ดังแสดงในภาพที่ 25



ภาพที่ 25 ลำดับขั้นตอนการจัดการข้อมูลก่อนนำเข้าสู่คลังข้อมูล

แต่ในกรณีที่เกิดข้อผิดพลาดในการคัดกรอง/สกัดข้อมูล เช่น แหล่งข้อมูลมีการเปลี่ยนรูปแบบ หรือ เปลี่ยนเนื้อหาไปจากเดิม จะมีการรายงานข้อผิดพลาดโดยจัดเก็บลงในไฟล์ข้อมูลจราจรคอมพิวเตอร์ (Log file) เช่นกัน

3.2.2 ส่วนจัดเก็บข้อมูลและการตั้งเวลา

การจัดเก็บข้อมูลเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดการรวบรวมข้อมูลจากหลากหลายแหล่งที่มาและการตั้งเวลาการจัดเก็บเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ทำให้ข้อมูลเกิดการปรับปรุงและทันกาลต่อการนำไปใช้งาน

3.2.2.1 ส่วนการจัดเก็บข้อมูล

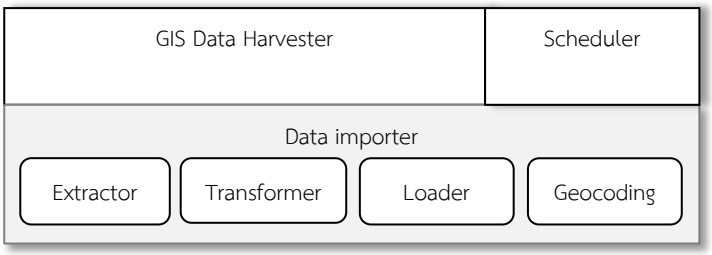
ในส่วนนี้ข้อมูลจะถูกเก็บไว้ 2 รูปแบบ คือ

- ฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ (Geospatial Database) คือ การเก็บข้อมูลโดยใช้ฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์เชิงพื้นที่ (Spatial RDBMS) ซึ่งในที่นี้ข้อมูลเชิงพื้นที่ที่ได้จากเว็บเพจ หรือ ที่นำมาแล้วไม่อยู่ในรูปไฟล์มาตรฐาน จะถูกเก็บลงฐานข้อมูลเชิงพื้นที่เพียงอย่างเดียว
- ไฟล์ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial File) คือ การจัดเก็บข้อมูลในรูปของไฟล์ตามแหล่งที่มา เช่น หากแหล่งข้อมูลนำเสนอเชฟไฟล์ ตามช่วงเวลา คลังข้อมูลจะจัดเก็บเชฟไฟล์ตามช่วงเวลา ลงในระบบไฟล์ (File system)

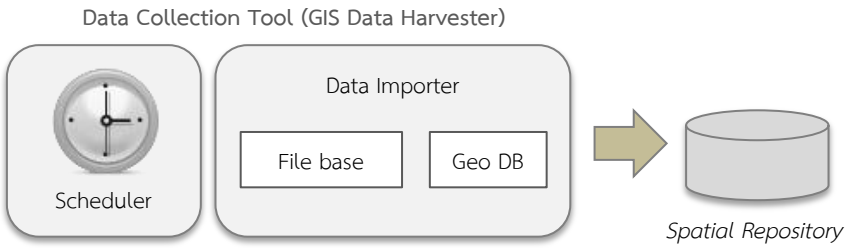
3.2.2.2 ส่วนการตั้งเวลา

ส่วนการตั้งเวลา (Scheduler) ทำหน้าที่ให้จังหวะและควบคุมเวลาในการเฝ้าสังเกตข้อมูล (Data monitoring) ของตัวเก็บเกี่ยวข้อมูลเชิงพื้นที่ (GIS Data Harvester) จากเว็บเพจที่ต้องการ ดังในภาพที่ 26 และ 27 แสดงให้เห็นถึงภาพรวมการเชื่อมโยงกันระหว่าง ส่วนการเฝ้าสังเกตข้อมูลกับส่วนการนำข้อมูล เช่น กำหนดว่าจะไปนำเอาข้อมูลจากเว็บเพจ ในช่วงเวลาใดบ้าง เนื่องจากเวลาในการอัพเดตข้อมูลของแต่ละแหล่งข้อมูลมีช่วงเวลาที่แตกต่างกัน และความถี่ในการ

อัพเดตข้อมูลก็มีความต่างกัน อาจไม่มีความสม่ำเสมอ จึงต้องมีส่วนจัดการเวลามาช่วยในการเฝ้าสังเกตข้อมูลและควบคุมจังหวะในการรวบรวมข้อมูลตามการกำหนดค่าในไฟล์พารามิเตอร์



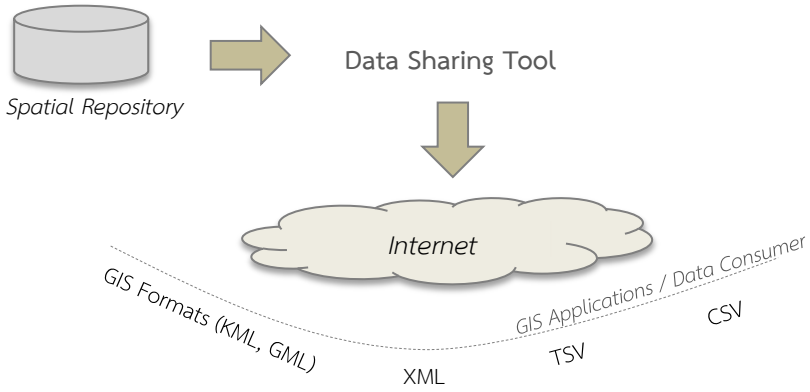
ภาพที่ 26 แสดงองค์ประกอบการนำเข้าข้อมูล โดยแสดงความสัมพันธ์ของส่วนเก็บเกี่ยวข้อมูลเชิงพื้นที่ ส่วนตั้งเวลาทำงาน และส่วนนำเข้าข้อมูล



ภาพที่ 27 แสดงการทำงานของส่วนการตั้งเวลาเพื่อรวบรวมข้อมูล และนำข้อมูลเข้าสู่คลังข้อมูล

3.3 การแบ่งปันข้อมูล

ในการแบ่งปันข้อมูลจะมีส่วนให้ข้อมูล (Data Provider) ซึ่งเปรียบเสมือนการเป็นแหล่งข้อมูลให้กับโปรแกรมประยุกต์อื่น เช่น โปรแกรมประยุกต์ทางภูมิศาสตร์ หรือ เครื่องมือทางภูมิศาสตร์ ซึ่งการแบ่งปันข้อมูลออกไปนั้นต้องสามารถสนับสนุนการส่งออกข้อมูลในรูปแบบต่างๆ ตามมาตรฐานโอจีซี (OGC) ด้วย เช่น จีเอ็มแอล (GML) เอกซ์เอ็มแอล (XML) จีโอเจสัน (GeoJSON) ดังแสดงในภาพที่ 28 และสามารถให้ข้อมูลล่าสุดและย้อนหลังตามการร้องขอจากผู้ใช้งานได้

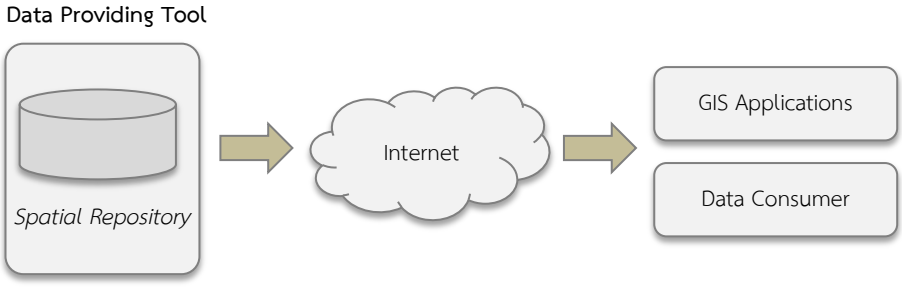


ภาพที่ 28 การส่งออกข้อมูลจากคลังข้อมูลเชิงพื้นที่ไปยังโปรแกรมประยุกต์ทางภูมิศาสตร์บนอินเตอร์เน็ตในรูปแบบต่างๆ ด้วยเครื่องมือการแบ่งปันข้อมูลที่จัดทำขึ้น

จากการสำรวจ [18] พบว่ามี โปรแกรมประยุกต์ทางภูมิศาสตร์ล้วนใช้รูปแบบข้อมูลที่คล้ายคลึงกัน ทั้งโปรแกรมประยุกต์ที่อยู่ในรูปของเว็บและโปรแกรมประยุกต์แบบเดสก์ท็อป เช่น เชฟไฟล์ (Shapefile) ซีเอสวี (CSV) เอกซ์เอ็มแอล (XML) จีเอ็มแอล (GML) หรือ เคเอ็มแอล (KML) ดังนั้นหากมีแหล่งข้อมูลหรือคลังข้อมูลตามแนวความคิดนี้ จะสามารถให้คำตอบของการเป็นแหล่งข้อมูลที่ครบถ้วน ตามที่โปรแกรมประยุกต์ทางภูมิศาสตร์ประเภทต่างๆ ต้องการได้หรือเรียกว่า เป็นแหล่งข้อมูลและถูกนำเสนอตามช่วงเวลาตามลักษณะของข้อมูลที่สามารถเฝ้าสังเกตได้

3.3.1 ส่วนการกำหนดรูปแบบการส่งข้อมูลออก

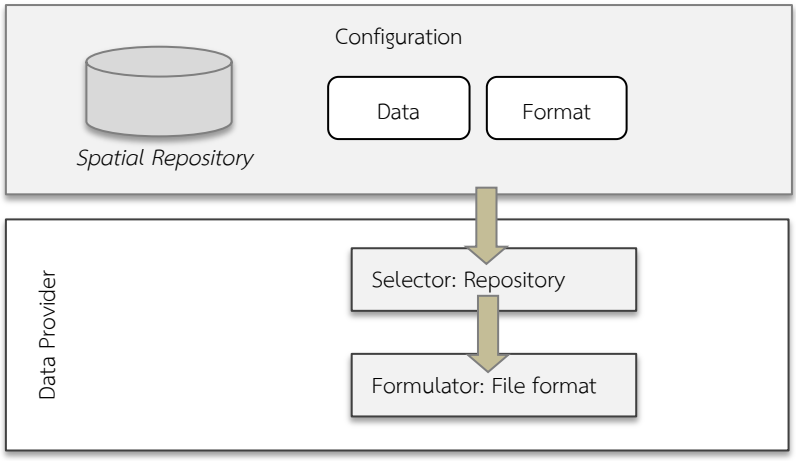
การส่งออกข้อมูลจากคลังข้อมูลผ่านอินเตอร์เน็ต เช่น การใช้งานบนโปรแกรมประยุกต์หรือเครื่องมือทางภูมิศาสตร์ หรือ ผู้ใช้งานข้อมูลต้องการใช้ด้วยวัตถุประสงค์อื่น ดังแสดงในภาพที่ 29



ภาพที่ 29 แสดงการภาพรวมการทำงานของส่วนการส่งออกข้อมูลไปยัง โปรแกรมประยุกต์ทางภูมิศาสตร์ หรือ ไปยังเป้าหมายที่ต้องใช้งานข้อมูล/ผู้บริโภคข้อมูล

ลักษณะการส่งออกข้อมูลจะมีการกำหนดรูปแบบของข้อมูล (File format) เพื่อส่งออก ช่วงเวลาที่ต้องการ เนื่องจากผู้ใช้งานข้อมูลอาจต้องการรายละเอียดของข้อมูลที่ไม่เหมือนกัน ดังแสดงในภาพที่ 30 สามารถอธิบายว่า เมื่อกำหนดรูปแบบไฟล์ และข้อมูลที่

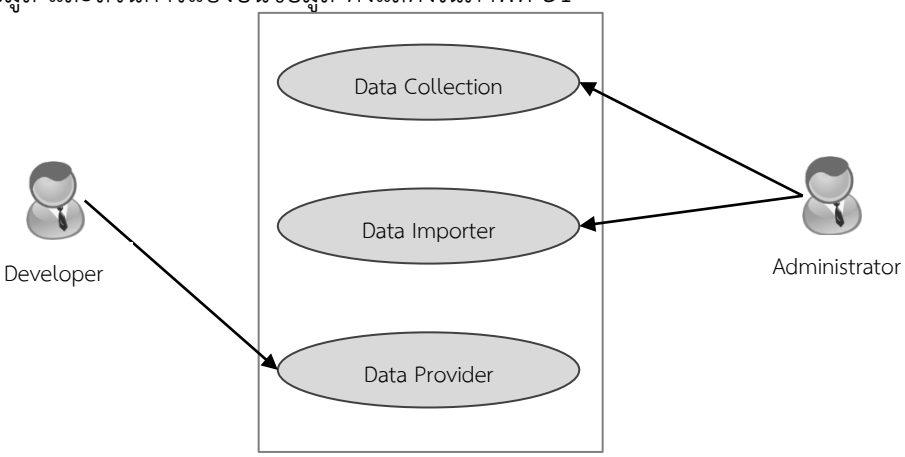
ต้องการส่งออกจากคลังข้อมูล ซึ่งส่วนให้ข้อมูล (Data Provider) จะทำการสืบค้นข้อมูลที่ระบุไว้ (Selector) แล้วปรับแต่งให้อยู่ในรูปแบบที่กำหนด (Formulator) จากนั้นจึงส่งออกไปยังผู้ใช้งานข้อมูล



ภาพที่ 30 แสดงขั้นตอนการส่งออกข้อมูลออกจากคลังข้อมูล

3.4 Use case diagram

งานวิจัยนี้ได้กำหนดผู้ใช้งานแต่ละส่วน คือ ส่วนการรวบรวมข้อมูล ส่วนการจัดเก็บข้อมูลลงยังคลังข้อมูล และส่วนการแบ่งปันข้อมูล ดังแสดงในภาพที่ 31

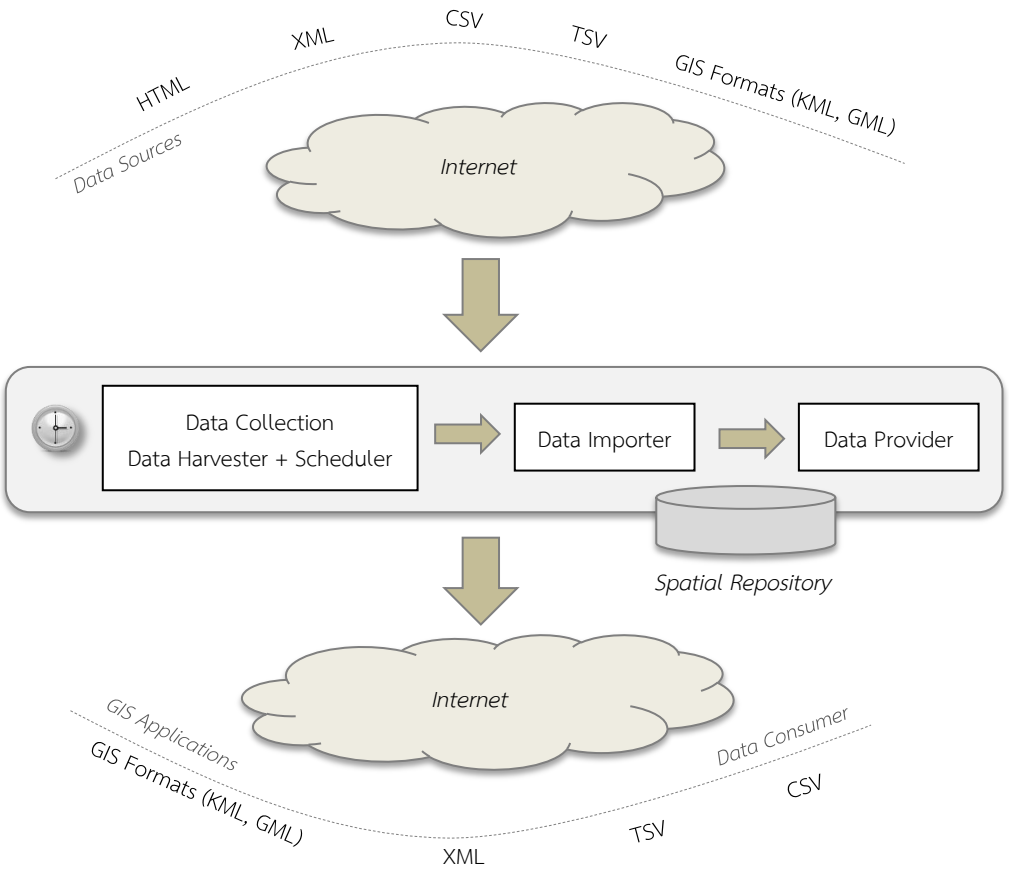


ภาพที่ 31 แสดง Use case diagram ของผู้ใช้ที่จะเข้าใช้งานยังส่วนต่างๆของการทำงาน

โดยจะมีผู้ใช้งาน 2 ประเภท คือ ผู้ดูแลระบบ (Administrator) ซึ่งจะใช้งานในส่วนของการรวบรวมข้อมูล เช่น การตั้งค่าพารามิเตอร์ของแหล่งข้อมูลที่ต้องการและการจัดเก็บข้อมูลลงยังคลังข้อมูล เช่น การกำหนดค่าเพื่อเลือกข้อมูลเฉพาะส่วนที่ต้องการจากเอกสารเอชทีเอ็มแอล (HTML) ส่วนผู้ใช้อีกประเภท คือ นักพัฒนาระบบภูมิสารสนเทศที่จะเข้ามานำเข้ามูลไปใช้งาน โดยระบุรายละเอียดตามข้อกำหนดของงานวิจัยนี้

3.5 สรุปแนวคิดงานวิจัย

จากแนวคิดที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น สามารถสรุปภาพรวมสถาปัตยกรรมและกระบวนการทำงานของการรวบรวมข้อมูล จัดทำคลังข้อมูล และการส่งออกข้อมูลเชิงพื้นที่ได้ ดังแสดงในภาพที่ 32



ภาพที่ 32 สรุปสถาปัตยกรรมของการจัดทำคลังข้อมูลเชิงพื้นที่

บทที่ 4
การพัฒนาเครื่องมือต้นแบบและการทดลอง

ในบทนี้จะเป็นการอธิบายองค์ประกอบของการพัฒนาเครื่องมือต้นแบบและขั้นตอนวิธีโดยละเอียดของการใช้เครื่องมือต้นแบบตามที่ได้นำเสนอแนวคิดไว้ในบทที่ 3 ซึ่งผู้วิจัยได้ได้พัฒนาขึ้นโดยเน้นไปที่การรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลเชิงพื้นที่หรือแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่บนเว็บ ดังนั้นในบทนี้ผู้วิจัยจึงอธิบายรายละเอียดประกอบไปด้วย

- การพัฒนาเครื่องมือต้นแบบ ซึ่งจะกล่าวถึงและขยายส่วนสำคัญคือ สถาปัตยกรรมซอฟต์แวร์ที่จัดทำขึ้น องค์ประกอบของเครื่องมือและการปรับแต่ง กระแสงานดำเนินการและสภาพแวดล้อมที่ผู้วิจัยได้พัฒนาเครื่องมือต้นแบบ
- การทดลองและแหล่งข้อมูลตัวอย่าง ประกอบด้วยการออกแบบการทดลอง การจำแนกประเภทของแหล่งข้อมูลและข้อมูลที่ผู้วิจัยเลือกใช้
- ขั้นตอนวิธีการรวบรวมข้อมูล จะกล่าวถึงการรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่ผู้วิจัยเลือกซึ่งสรุปเป็นขั้นตอนวิธีในการทดลองประกอบกับการใช้งานเครื่องมือที่พัฒนาขึ้น
- การตั้งค่าและการรวบรวมข้อมูลอย่างอัตโนมัติ ในส่วนนี้ผู้วิจัยกล่าวถึงกรณีการใช้งานเครื่องมือให้รวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลอย่างอัตโนมัติผ่านการตั้งค่าต่างๆ
- การจัดเก็บข้อมูลและคลังข้อมูล ส่วนนี้ประกอบด้วยกลไกการจัดเก็บข้อมูลของเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นและการสร้างคลังข้อมูล
- การแบ่งปันข้อมูลและการนำข้อมูลไปใช้งาน ประกอบด้วยวิธีการใช้เครื่องมือเพื่อการแบ่งปันข้อมูลและใช้งานในโปรแกรมประยุกต์บนเว็บแบบผสม
- ตัวอย่างโปรแกรมประยุกต์แบบผสม ส่วนนี้จะกล่าวถึงโปรแกรมประยุกต์ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้งานคลังข้อมูลซึ่งผู้วิจัยได้นำโปรแกรมเข้ามาทดสอบการทำงาน 2 โปรแกรมคือ GeoServer และโปรแกรมแบบผสมที่ผู้วิจัยพัฒนา

แต่ละหัวข้อสามารถอธิบายได้ดังต่อไปนี้

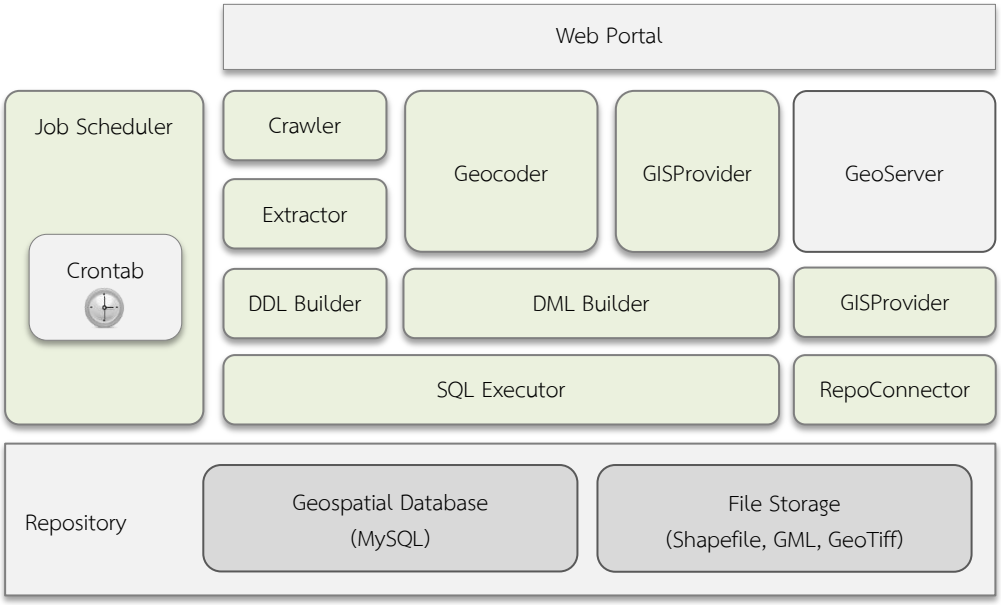
4.1 การพัฒนาเครื่องมือ

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาเครื่องมือเพื่อการรวบรวมข้อมูลเชิงพื้นที่บนอินเตอร์เน็ตที่มีความสะดวกและได้ผลการรวบรวมอย่างรวดเร็ว ซึ่งรอบรับได้ดีสำหรับเว็บเพจทั่วไปที่มีการนำเสนอข้อมูลผ่านภาษาเอชทีเอ็มแอล ผู้ใช้งานจะได้รับผลจากการปรับเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ตามต้องการหรือการลองผิดลองถูกเพื่อให้ได้ผลสุดท้ายที่พร้อมสำหรับนำเข้าคลังข้อมูลและจัดเก็บตามช่วงเวลาที่ต้องการ

การพัฒนาโปรแกรมจะใช้วิธีพัฒนาจากองค์ประกอบระดับล่างขึ้นบน (Bottom-Up Design) นั่นคือ ออกแบบและพัฒนาตามหน้าที่ของส่วนต่างๆ ให้ครบถ้วนก่อนประกอบเข้าด้วยกัน โดยแต่ละส่วนสามารถทำงานได้ตามค่าพารามิเตอร์ที่ต่างกันและจะถูกใช้งานผ่านคอมมานด์ไลน์ จากนั้นผู้วิจัยได้รวมทุกส่วนเข้าด้วยกันโดยพัฒนาเว็บพอร์ทัลขึ้นมาเพื่อเชื่อมต่อและกำหนดการทำงานให้สอดคล้องกันตามกระแสงานที่ได้ออกแบบไว้ สำหรับองค์ประกอบแต่ละส่วนจะต้องอาศัยไฟล์พารามิเตอร์เพื่อทำงานตามลำดับ

4.1.1 สถาปัตยกรรมซอฟต์แวร์

เครื่องมือที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นจะใช้แนวคิดของการออกแบบโปรแกรมประยุกต์บนเว็บและผสมผสานแนวคิดการสร้างโปรแกรมประยุกต์บนระบบปฏิบัติการลีนุกส์บางประเภท นั่นคือ การจัดทำโปรแกรมซึ่งสามารถใช้งานผ่านคอมมานด์ไลน์โดยมีไฟล์ปรับแต่งค่าการทำงาน (Configuration) กรณีที่ต้องการให้ระบบปฏิบัติการทำคำสั่งหรือโปรแกรมตามช่วงเวลาที่กำหนดจะใช้ครอนแท็บ (Crontab) ซึ่งเป็นโปรแกรมตั้งเวลา (Task Scheduler) เพื่อให้ทำงานตามกำหนดการ และเมื่อต้องการให้ผู้ใช้เกิดความสะดวกมากขึ้น ผู้พัฒนาจะสร้างส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบกราฟฟิกขึ้นมา (Graphich User Interface, GUI) โดยภายในเป็นโปรแกรมที่ทำงานแบบคอมมานด์ไลน์ ด้วยข้อดีของแนวคิดนี้ผู้วิจัยจึงได้นำมาใช้ในการออกแบบและพัฒนาเครื่องมือซึ่งมีสถาปัตยกรรมของซอฟต์แวร์ดังภาพที่ 33



ภาพที่ 33 แสดงสถาปัตยกรรมของเครื่องมือรวบรวมข้อมูลเชิงพื้นที่จากเว็บ

จากรูปจะเห็นได้ว่าการพัฒนาเครื่องมือจะถูกจัดทำตามหน้าที่ของแต่ละส่วนที่รับผิดชอบ ยกตัวอย่างกระบวนการที่เชื่อมต่อกัน เช่น ส่วนการนำข้อมูลมาจากเว็บ (Crawler) ทำหน้าที่นำเอาข้อมูลหน้าเว็บจากปลายทางที่ต้องการ โดยมีส่วนสกัดข้อมูล (Extractor) รับช่วงต่อเพื่อทำหน้าที่สกัดข้อมูลตามเงื่อนไขที่ผู้ใช้งานระบุในไฟล์พารามิเตอร์ ภายหลังจากคัดกรองและทดสอบการสกัดข้อมูลแล้วจึงเรียกส่วนการสร้างโครงสร้างตารางฐานข้อมูลขึ้นมาทำงาน (DDL Builder) ซึ่งผลลัพธ์จากส่วนนี้จะถูกดำเนินการ (Execute) โดยส่วนดำเนินการเอสคิวแอล (SQL Executor) เพื่อบันทึกลงในฐานข้อมูล

4.1.2 กระแสงานดำเนินการ (Execution Workflow)

การดำเนินการในเครื่องมือนี้จะมีลักษณะเป็นทอดๆ นั่นคือเริ่มต้นด้วยส่วนการระบุตำแหน่งของแหล่งข้อมูลตั้งต้น (Endpoint Data Source) ซึ่งถือเป็นจุดเริ่มต้นที่ผู้ใช้งานจะต้องทำความเข้าใจคุณลักษณะของข้อมูลที่ตนเองต้องการใช้งานหรือเก็บเข้าสู่คลังข้อมูล เช่น แหล่งข้อมูลเป็นเว็บเพจเก็บอัพเดทข้อมูลรายวันทุกวัน หรือ แหล่งข้อมูลเป็นเชฟไฟล์ซึ่งถูกสร้างไว้บนเว็บในระยะเวลาที่คาดเดาไม่ได้ว่าผู้จัดเตรียมข้อมูลจะอัพเดทวันไหนเวลาใด ดังนั้นจะเห็นได้ว่าผู้จัดเตรียมข้อมูลจะต้องเข้าใจสภาพของแหล่งข้อมูลจึงจะสามารถใช้งานเครื่องมือเพื่อการรวบรวมข้อมูลนี้ ลำดับถัดไปคือการทดลองการนำเข้าข้อมูลชั่วคราว (Test Run) เพื่อตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากระบบ กรณีนี้ระบบจะนำข้อมูลปลายทางมาแสดงให้เห็นภาพ เช่น กรณีที่แหล่งข้อมูลเป็นเว็บเพจ เครื่องมือจะวิเคราะห์ว่ามีจำนวนตารางทั้งหมดเท่าไรและนำมาแสดงผลเพื่อให้ผู้ใช้งานได้ตรวจสอบตำแหน่งที่ระบบนำเข้า หลังจากนี้ผู้ใช้งานจะทดลองการสกัดข้อมูลเพื่อให้ได้ผลลัพธ์สุดท้ายและพร้อมสำหรับการนำเข้าข้อมูลที่ถูกต้อง

4.1.3 สภาพแวดล้อมและเครื่องมือในการพัฒนา

การพัฒนาเครื่องมือนี้ ผู้วิจัยได้พัฒนาอยู่บนระบบปฏิบัติการแมคโอเอสเอ็กซ์ (Mac OS X) และได้นำไปใช้บนระบบปฏิบัติการลีนุกส์โดย โดยติดตั้งเครื่องมือที่เกี่ยวข้องและถูกใช้สำหรับการพัฒนาดังนี้

- ภาษาพีเอ็ชพี (PHP Hypertext Processor, PHP) ใช้พัฒนาองค์ประกอบหลักตามสถาปัตยกรรมที่นำเสนอและใช้สำหรับการจัดทำเว็บพอร์ทัลบางส่วน
- มายเอสคิวแอล (MySQL) และส่วนขยายเชิงพื้นที่ (Spatial Extension) ซึ่งใช้เป็นส่วนเก็บข้อมูลหลักในคลังข้อมูลที่สร้างขึ้น
- จาวาสคริปต์ (JavaScript) ใช้สำหรับพัฒนาเว็บพอร์ทัลส่วนหน้า (Frontend) และการจัดการเหตุการณ์ๆ ที่เกิดขึ้นจากการใช้งาน
- สไตล์ชีท (Cascading Stylesheet) ใช้สำหรับการตกแต่งเว็บพอร์ทัลให้สวยงาม
- จีโอเซิร์ฟเวอร์ (GeoServer) ใช้สำหรับการจัดทำส่วนเตรียมข้อมูลให้กับโปรแกรมประยุกต์ทางภูมิศาสตร์อื่นๆ ที่ต้องการเชื่อมต่อขอข้อมูล
- โอเพ่นจีโอไคลเอนต์เอสดีเค (OpenGeo Client SDK) เป็นส่วนที่ใช้พัฒนาโปรแกรมประยุกต์ทางภูมิศาสตร์แบบผสมที่ผู้วิจัยจัดทำขึ้นมาเพื่อทดลองการใช้งาน

4.2 การทดลองและแหล่งข้อมูลตัวอย่าง

ในส่วนนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบการทดลองเพื่อวัดผลจากการจัดทำเครื่องมือต้นแบบตามที่ได้เสนอไว้ในบทที่ 3 และเครื่องมือที่ถูกพัฒนาขึ้นนี้ จะใช้งานแบบผสมผสานระหว่างการใช้งานผ่านเว็บพอร์ทัลและการใช้งานผ่านบรรทัดคำสั่ง (Command-Line Interface) และผู้วิจัยเข้าถึงโดยใช้สิทธิ์เสมือนเป็นผู้ดูแลระบบ ลักษณะสำคัญของงานวิจัยนี้คือการนำข้อมูลจากแหล่งข้อมูลบนอินเตอร์เน็ตที่พร้อมใช้และไม่พร้อมใช้มาจัดเก็บให้เป็นระบบ มีโครงสร้างที่ง่ายต่อการนำไปใช้งาน

ได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ออกแบบการทดลองและเลือกแหล่งข้อมูลตัวอย่างเพื่อนำเสนอผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจากงานวิจัยนี้

4.2.1 ออกแบบการทดลอง

ผู้วิจัยได้เสนอลำดับการทดลองและทดสอบเครื่องมือการรวบรวมข้อมูลเชิงพื้นที่ผ่านเว็บ สามารถอธิบายเป็นข้อๆ ดังนี้

1) เลือกแหล่งข้อมูล – ผู้วิจัยได้เลือกข้อมูลที่น่าเชื่อถือและมีการรายงานข้อมูลผ่านเว็บ เช่น ข้อมูลเชิงพื้นที่ของหน่วยงานราชการ ยกตัวอย่าง สำนักระบายน้ำ กรุงเทพมหานครที่ดูแลข้อมูลระดับน้ำในคลองระบายน้ำและมีการเผยแพร่ข้อมูลผ่านเว็บ
2) ตรวจสอบองค์ประกอบของเว็บ – เนื่องจากการนำเข้าข้อมูล ผู้ใช้งานจำเป็นต้องเข้าใจการนำเสนอข้อมูลของแหล่งข้อมูลในรายละเอียดเบื้องต้น เช่น โครงสร้างของภาษาที่ใช้แสดงผลซึ่งโดยมากเป็นเอชทีเอ็มแอล ความถี่ในการปรับปรุงข้อมูล และประเภทของข้อมูลที่นำเสนอ
3) ทดสอบการนำเข้าข้อมูล – โดยปกติจะถูกใช้งานแบบลองผิดลองถูก (Trial & Error) เพื่อตรวจสอบผลที่เกิดขึ้นในทันทีเครื่องมือประมวลผล เช่น การทดลองสกัดข้อความ (Extract by Example) และการกำหนดตำแหน่งพิกัด (Geocoding) แล้วจึงบันทึกลงในคลังข้อมูล
4) จัดทำโปรแกรมประยุกต์ทางภูมิศาสตร์แบบผสม – ส่วนนี้มีความสำคัญต่อการออกแบบและพัฒนาเครื่องมือเนื่องจากเป็นเป้าหมายหลักของงานวิจัย เพื่อให้เกิดความสะดวกต่อการพัฒนาเครื่องมือหรือโปรแกรมประยุกต์ทางภูมิสารสนเทศที่มีการใช้ข้อมูลจากหลายแหล่ง โดยสามารถตรวจสอบการแสดงผลและตรวจดูความถูกต้องของผลที่เกิดขึ้น
5) ตรวจสอบการเฝ้าสังเกตุความเปลี่ยนแปลง – กรณีของแหล่งข้อมูลที่มีการปรับปรุงข้อมูลอยู่ตลอดเวลา เครื่องมือที่พัฒนาขึ้นจะสามารถบริหารจัดการการปรับปรุงข้อมูลโดยอัตโนมัติซึ่งการทดลองจะเฝ้าดูความเปลี่ยนแปลงและส่งออกไปใช้งานตามวันและเวลาที่ต้องการ

งานวิจัยนี้ได้ทำการสืบค้นเว็บไซต์บนอินเตอร์เน็ตและได้สำรวจเว็บไซต์แหล่งข้อมูลต่างๆ เพื่อเลือกเว็บไซต์ที่จะนำมาให้เป็นแหล่งข้อมูลตัวอย่าง โดยทำการระบุรายละเอียดของแหล่งข้อมูลตามหัวข้อดังต่อไปนี้

- แหล่งที่มา (Endpoint) คือ การระบุเว็บไซต์ว่าถูกจัดขึ้นโดยหน่วยงานใด
- ประเภทข้อมูล คือ การระบุลักษณะของข้อมูล เช่น ปริมาณน้ำฝนต่อวัน
- รูปแบบการนำไปใช้ คือ การระบุความพร้อมหรือไม่พร้อมใช้ของข้อมูล
- ลักษณะข้อมูล คือ การจำแนกข้อมูลเป็นข้อมูลพื้นฐาน และข้อมูลที่เปลี่ยนแปลงได้

- การสอบถามย้อนหลัง (Query Backward) คือ ความสามารถของแหล่งข้อมูลที่อนุญาตให้ผู้ใช้ได้สอบถามและนำข้อมูลออกแบบย้อนหลังได้หรือไม่ เพื่อสนับสนุนส่วนการเฝ้าสังเกตข้อมูล
- ความถี่ในการปรับปรุงข้อมูล (Update Frequency) คือ ช่วงเวลาในการปรับปรุงข้อมูล เช่น ข้อมูลถูกปรับปรุงใหม่ทุกๆ 3 วัน
- การระบุตำแหน่ง (Geocode) คือ ลักษณะของข้อมูลที่มีการระบุตำแหน่งทางภูมิศาสตร์
- รูปแบบข้อมูล (Format) คือ ข้อมูลที่ถูกนำเสนอจากแหล่งข้อมูล เช่น แหล่งข้อมูลนำเสนอผ่านเว็บในรูปของเอชทีเอ็มแอล
- การแสดงผลข้อมูลเป็นตาราง (Tabular form) คือ การระบุลักษณะการแสดงผลแบบตาราง
- การระบุการนำเสนอแบบข้อความ (Text) คือ การระบุแหล่งข้อมูลว่าแสดงผลเป็นข้อความหรือไม่ ซึ่งมีความสำคัญต่อความสามารถจัดเก็บลงคลังข้อมูล
- การระบุการนำเสนอแบบรูปภาพ (Image) คือ การระบุนามสกุลของไฟล์จากแหล่งข้อมูลในกรณีที่นำเสนอเป็นรูปภาพ
- การระบุการเชื่อมต่อไฟล์ คือ การระบุความเชื่อมโยงจากหน้าเว็บไปยังไฟล์ข้อมูลอื่นที่สามารถใช้งานได้
- การระบุการนำเสนอแบบไฟล์พีดีเอฟ (PDF) คือ การระบุในกรณีที่แหล่งข้อมูลนำเสนอเป็นไฟล์พีดีเอฟ โดยสามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภทได้แก่ พีดีเอฟประเภทข้อความ (Text) พีดีเอฟประเภทรูปภาพ (Image)
- การระบุบริการทางภูมิสารสนเทศด้านการทำแผ่นที่ (WMS) คือ การระบุกรณีที่แหล่งข้อมูลมีบริการแผนที่ผ่านเว็บ (Web Map Service) หรือไม่
- ความสมบูร์ของข้อมูล คือ การพิจารณาความสมบูรณ์ของข้อมูล เช่น มีการเว้นว่างเก็บข้อมูลไม่ครบ หรือ การแทนข้อความด้วยสัญลักษณ์
- ลิขสิทธ์ในข้อมูล คือ การระบุการอนุญาตหรือไม่อนุญาตกรณีที่ต้องการนำข้อมูลมาใช้หรือไม่
- ยูอาร์แอลของเว็บไซต์ที่สำรวจ
- วันที่เก็บข้อมูล (Timestamp)

โดยแหล่งข้อมูลที่สำรวจจะเน้นไปที่เว็บไซต์ของทางราชการในประเทศไทยที่มีการเผยแพร่ข้อมูลเชิงพื้นที่ทั้งในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับสภาพดิน ฟ้า อากาศ น้ำในเขื่อนในคลอง ไฟป่า อุบัติเหตุบนท้องถนน (แสดงดังภาพที่ 34) ซึ่งสามารถสรุปประเภทของข้อมูลตามรูปแบบการนำไปใช้งานออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

ตารางที่ 34 รูปแบบข้อมูลที่ใช้ในการเชื่อมโยงข้อมูลของหน่วยงานต่างๆ

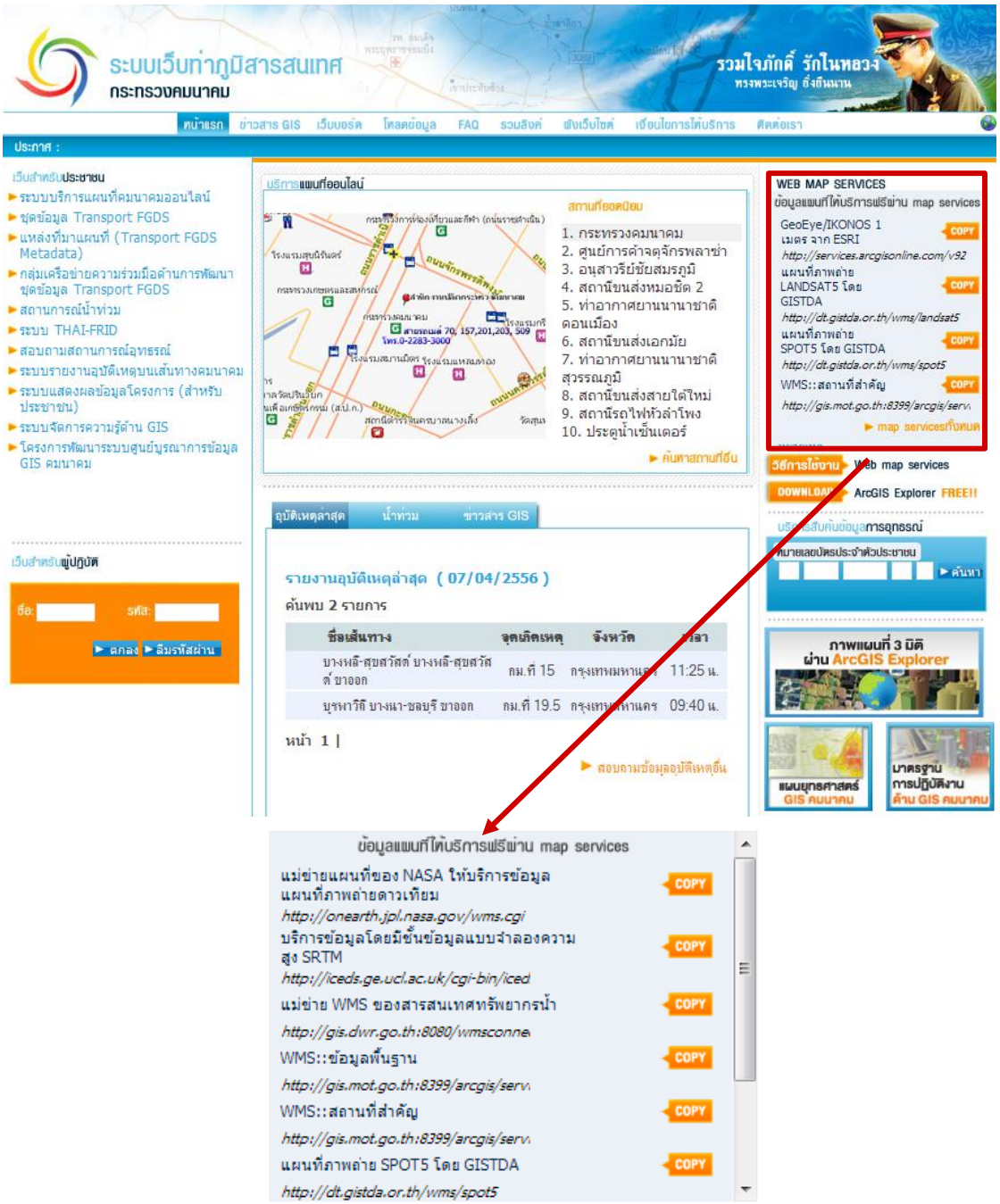
หน่วยงาน	ประเภทข้อมูล	รูปแบบ	Time interval	Geocode	Formats	Table	Text	Image	link-file	RSS	PDF			WMS	Symbol
											Tex	Tab	image		
สารสนเทศอุตุนิยมวิทยาเกษตร กรมอุตุนิยมวิทยา	ข้อมูลฝนกรมอุตุนิยมวิทยาเพื่อสนับสนุนโครงการประกั	ไม่พร้อมใช้	daily	/	html	/	/								/
สารสนเทศอุตุนิยมวิทยาเกษตร กรมอุตุนิยมวิทยา	ปริมาณน้ำฝนรายวัน	เพื่อนำเสนอ	daily		html			.gif							
สารสนเทศอุตุนิยมวิทยาเกษตร กรมอุตุนิยมวิทยา	ภาพแผนที่ฝนสะสมภายใน 7 วัน	เพื่อนำเสนอ	daily (Backward7day)		html			.gif							
สารสนเทศอุตุนิยมวิทยาเกษตร กรมอุตุนิยมวิทยา	ปริมาณฝน อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และความกดอา	เพื่อนำเสนอ	daily and every3hr.		html			.gif							
สารสนเทศอุตุนิยมวิทยาเกษตร กรมอุตุนิยมวิทยา	ปริมาณฝนรายเดือน	เพื่อนำเสนอ	monthly		html			.gif							
สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (อ	คาดการณ์ปริมาณน้ำฝนรายวัน ขอบเขต Asia 27km x	พร้อมใช้	daily		html	/		.png							
กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่	ระบบภูมิสารสนเทศ (GIS) กรมอุตสาหกรรมพื้นฐาน แ	พร้อมใช้		/	application				kml						
กรมโรงงานอุตสาหกรรม	ข้อมูลโรงงานแยกตามพื้นที่	ไม่พร้อมใช้			html	/	/		excel						
กรมโรงงานอุตสาหกรรม	เขตประกอบการอุตสาหกรรมที่ได้รับการประกาศตาม ม	ไม่พร้อมใช้			html	/	/								
การนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย	ระดับน้ำคลองพื้นที่นิคม	ไม่พร้อมใช้			html	/	/				/	/			
สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสน	พื้นที่น้ำท่วมรายปี ภาพรวมทั้งประเทศ	พร้อมใช้	yearly	/	html	/	/		kml,shapefile						
สำนักงานสถิติแห่งชาติ	จำนวนประชากรรายตำบล	ไม่พร้อมใช้			html	/	/								
สำนักงานสถิติแห่งชาติ	ระบบภูมิสารสนเทศสถิติ	พร้อมใช้	every 10 years		html	/	/		xml					/	
สำนักงานสถิติแห่งชาติ	บริการข้อมูลสถิติท้องถิ่น	ไม่พร้อมใช้			database	/	/		excel						
ศูนย์สารสนเทศ กรมปศุสัตว์	ข้อมูล/สถิติด้านปศุสัตว์-ข้อมูลเกษตรกร/ปศุสัตว์ในประ	ไม่พร้อมใช้	yearly		html	/	/					/	/		
ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักง	ข้อมูลสำหรับอธิบายข้อมูล Transport FGDS	ไม่พร้อมใช้													
ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักง	รายงานอุบัติเหตุด้านการขนส่งทั้งหมด	ไม่พร้อมใช้			html	/	/								
สำนักงานปลัดกระทรวงคมนาคม	รายงานอุบัติเหตุด้านการขนส่งล่าสุด	ไม่พร้อมใช้	event		html	/	/								
สำนักงานปลัดกระทรวงคมนาคม	รายงานสถานการณ์น้ำท่วมล่าสุด	ไม่พร้อมใช้	event		html	/	/								/
สำนักงานปลัดกระทรวงคมนาคม	บริการดาวน์โหลด ภาพแผนที่โครงข่ายคมนาคมรายจัง	เพื่อนำเสนอ			html	/		/	jpg						
สำนักงานปลัดกระทรวงคมนาคม	ระบบเว็บท่าภูมิสารสนเทศ ข้อมูลแผนที่ให้บริการฟรีผ่า	พร้อมใช้			html	/	/							/	
ข้อมูลจากสถานีตรวจอากาศอัตโนมัติกรมชลประท	ความกดอากาศ (mBar)	ไม่พร้อมใช้	every hr.		html	/	/								
ข้อมูลจากสถานีตรวจอากาศอัตโนมัติกรมชลประท	อุณหภูมิ (°c)	ไม่พร้อมใช้	every hr.		html	/	/								
ข้อมูลจากสถานีตรวจอากาศอัตโนมัติกรมชลประท	ปริมาณฝนวันนี้ (mm.)	ไม่พร้อมใช้	every hr.		html	/	/								
ศูนย์ประสานและติดตามสภานการณ์น้ำ กรมชลปร	ตารางสรุปสภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ทั้งประเทศ	ไม่พร้อมใช้	daily		html	/	/								
ศูนย์โรงไฟฟ้าพลังน้ำ กฟผ.	รายงานสภาพน้ำและการระบายน้ำ	ไม่พร้อมใช้	daily (Backward1day)		html	/	/								
ห้องปฏิบัติการเฝ้าระวังและเตือนภัย น้ำหลาก - ดิน	ข้อมูลสำหรับเว็บไซต์ แสดงสถานะการเตือนภัย(รายชื่อ	ไม่พร้อมใช้	daily and event		xml										
ห้องปฏิบัติการเฝ้าระวังและเตือนภัย น้ำหลาก - ดิน	ข้อมูลน้ำฝน รายวัน 583 สถานี ตามลุ่มน้ำ	ไม่พร้อมใช้	daily at 7.00am		html	/	/								/
ห้องปฏิบัติการเฝ้าระวังและเตือนภัย น้ำหลาก - ดิน	ข้อมูลน้ำฝน รายงานฝนสะสมย้อนหลัง 7 วัน	ไม่พร้อมใช้	every 15 min (Backward7day)		html	/	/								/

4.2.2 การจำแนกประเภทของแหล่งข้อมูลตัวอย่าง

ผู้วิจัยได้จำแนกประเภทของแหล่งข้อมูลตัวอย่างบนอินเตอร์เน็ตตามที่ได้สำรวจมาออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

4.2.2.1 ข้อมูลพร้อมใช้ (Ready-to-used)

คือ แหล่งข้อมูลเชิงพื้นที่บนเว็บเพจที่เป็นไปตามมาตรฐานของโอจีซี (OGC) ผู้ใช้งานสามารถนำไปใช้งานกับ แอพพลิเคชันหรือเครื่องมือทางภูมิศาสตร์ได้โดยสะดวก ดังในภาพที่ 34 ในช่องสีเขียวแสดงถึงรายละเอียดของข้อมูล และรูปแบบที่พร้อมนำไปใช้งานเนื่องจากข้อมูลอยู่ในรูปของไฟล์รูปภาพแบบระบุตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์ ไฟล์เคเอ็มแอล (KML) เซฟไฟล์ (Shapefile) เอกซ์เอ็มแอล (XML) แบบระบุตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์ และ แบบดับเบิ้ลยูเอ็มเอส (WMS) เช่น ระบบเว็บท่าภูมิสารสนเทศ ซึ่งจัดทำโดยกระทรวงคมนาคม [59] ดังแสดงในภาพที่ 35

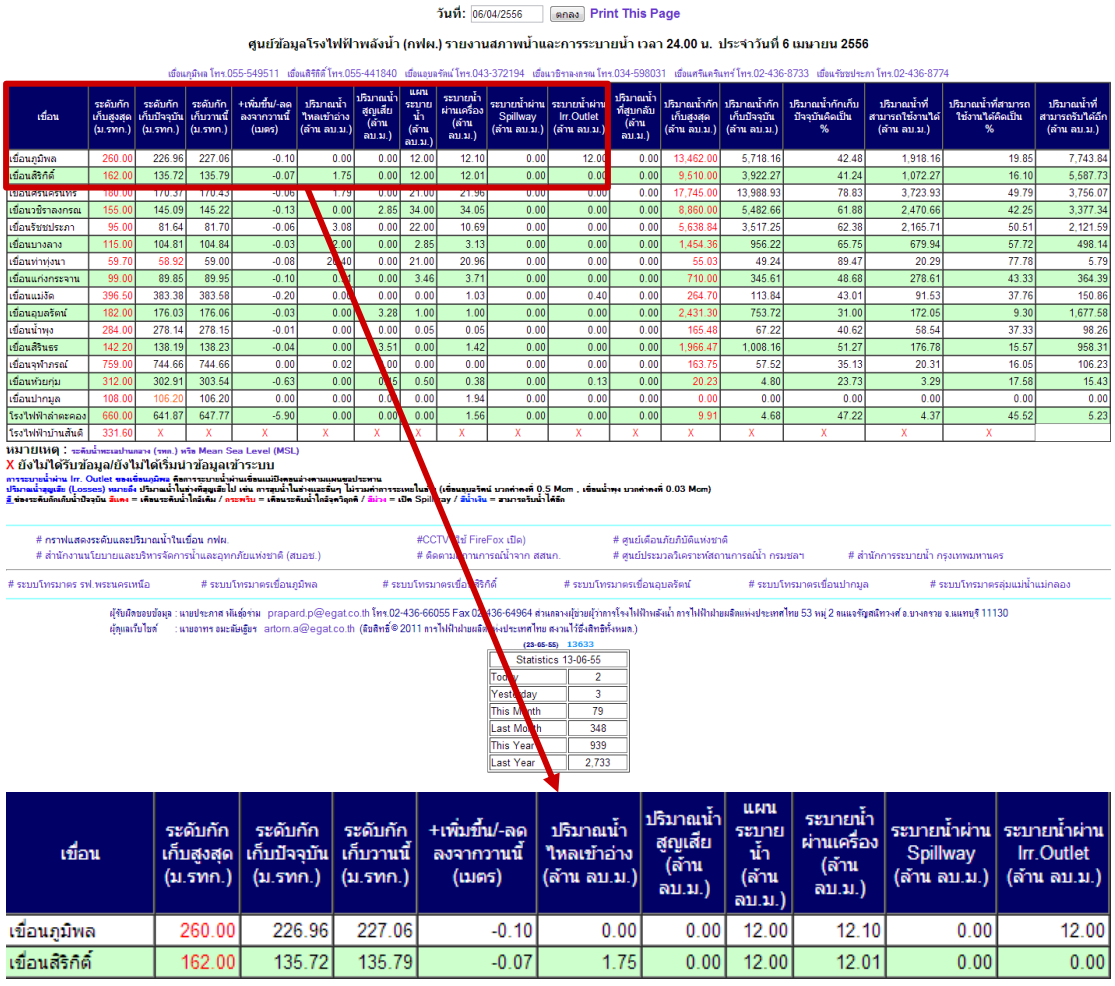


ภาพที่ 35 การเผยแพร่ข้อมูลพร้อมใช้ ในรูปแบบดับเบิ้ลยู (WMS) บนเว็บเพจ [59]

4.2.2.2 ข้อมูลไม่พร้อมใช้ (Not ready-to-used)

คือ แหล่งข้อมูลเชิงพื้นที่บนเว็บที่ไม่ได้จัดเตรียมไว้ให้อยู่ในรูปแบบหรือไฟล์ข้อมูลทางภูมิศาสตร์ จึงไม่สามารถนำไปใช้งานได้โดยสะดวก ดังแสดงในภาพที่ 34 ในช่องสีแดง ซึ่งแสดงถึงรายละเอียดและรูปแบบของข้อมูลที่ไม่พร้อมนำไปใช้ว่า จะอยู่ในรูปของไฟล์รูปภาพที่ไม่ระบุตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์ ไฟล์เอกซ์เซล (excel) ที่ไม่ระบุตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์ และแบบแสดงเนื้อความ

บนหน้าเว็บ ซึ่งโดยส่วนมากจะไม่มีการระบุตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์ให้ เช่น ศูนย์ข้อมูลโรงไฟฟ้าพลังน้ำ (กฟผ.) รายงานสภาพน้ำและการระบายน้ำในเขื่อนประจำวัน ซึ่งจัดทำโดยการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย [60] ดังแสดงในภาพที่ 36 บางเว็บเพจมีการระบุตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์แต่ก็ยังไม่สามารถนำไปใช้งานได้โดยสะดวกอยู่ดี


วันที่: 06/04/2556 ตกลง Print This Page

ศูนย์ข้อมูลโรงไฟฟ้าพลังน้ำ (กฟผ.) รายงานสภาพน้ำและการระบายน้ำ เวลา 24.00 น. ประจำวันที่ 6 เมษายน 2556

เขื่อนภูมิพล โทร.055-549511 เขื่อนสิริกิติ์ โทร.055-441840 เขื่อนอุบลรัตน์ โทร.043-372194 เขื่อนนเรศวร โทร.034-598031 เขื่อนศรีนครินทร์ โทร.02-436-8733 เขื่อนวชิรประกา โทร.02-436-8774

เขื่อน	ระดับกักเก็บสูงสุด (ม.รทก.)	ระดับกักเก็บปัจจุบัน (ม.รทก.)	ระดับกักเก็บวานนี้ (ม.รทก.)	+เพิ่มขึ้น/-ลดลงจากวานนี้ (เมตร)	ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่าง (ล้าน ลบ.ม.)	ปริมาณน้ำสูญเสีย (ล้าน ลบ.ม.)	แผนระบายน้ำ (ล้าน ลบ.ม.)	ระบายน้ำผ่านเครื่อง (ล้าน ลบ.ม.)	ระบายน้ำผ่าน Spillway (ล้าน ลบ.ม.)	ระบายน้ำผ่าน Irr.Outlet (ล้าน ลบ.ม.)	ปริมาณน้ำที่สูบกลับ (ล้าน ลบ.ม.)	ปริมาณน้ำกักเก็บสูงสุด (ล้าน ลบ.ม.)	ปริมาณน้ำกักเก็บปัจจุบัน (ล้าน ลบ.ม.)	ปริมาณน้ำกักเก็บปัจจุบันคิดเป็น %	ปริมาณน้ำที่สามารถใช้งานได้ (ล้าน ลบ.ม.)	ปริมาณน้ำที่สามารถใช้งานได้คิดเป็น %	ปริมาณน้ำที่สามารถกลับใช้ได้อีก (ล้าน ลบ.ม.)
เขื่อนภูมิพล	260.00	226.96	227.06	-0.10	0.00	0.00	12.00	12.10	0.00	12.00	0.00	13,462.00	5,718.16	42.48	1,918.16	19.85	7,743.84
เขื่อนสิริกิติ์	162.00	135.72	135.79	-0.07	1.75	0.00	12.00	12.01	0.00	0.00	0.00	9,510.00	3,922.27	41.24	1,072.27	16.10	5,587.73
เขื่อนศรีนครินทร์	180.00	170.37	170.43	-0.06	1.79	0.00	21.00	21.96	0.00	0.00	0.00	17,745.00	13,988.93	78.83	3,723.93	49.79	3,756.07
เขื่อนวชิราลงกรณ	155.00	145.09	145.22	-0.13	0.00	2.85	34.00	34.05	0.00	0.00	0.00	8,860.00	5,482.66	61.88	2,470.66	42.25	3,377.34
เขื่อนรัชชประภา	95.00	81.64	81.70	-0.06	3.08	0.00	22.00	10.69	0.00	0.00	0.00	5,638.84	3,517.25	62.38	2,165.71	50.51	2,121.59
เขื่อนบางลาง	115.00	104.81	104.84	-0.03	2.00	0.00	2.85	3.13	0.00	0.00	0.00	1,454.36	956.22	65.75	679.94	57.72	498.14
เขื่อนท่าทุ่งนา	59.70	58.92	59.00	-0.08	2.40	0.00	21.00	20.96	0.00	0.00	0.00	55.03	49.24	89.47	20.29	77.78	5.79
เขื่อนแก่งกระจาน	99.00	89.85	89.95	-0.10	0.00	0.00	3.46	3.71	0.00	0.00	0.00	710.00	345.61	48.68	278.61	43.33	364.39
เขื่อนแม่งัด	396.50	383.38	383.58	-0.20	0.00	0.00	0.00	1.03	0.00	0.40	0.00	264.70	113.84	43.01	91.53	37.76	150.86
เขื่อนอุบลรัตน์	182.00	176.03	176.06	-0.03	0.00	3.28	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	2,431.30	753.72	31.00	172.05	9.30	1,677.58
เขื่อนน้ำพุง	284.00	278.14	278.15	-0.01	0.00	0.00	0.05	0.05	0.00	0.00	0.00	165.48	67.22	40.62	58.54	37.33	98.26
เขื่อนสิรินธร	142.20	138.19	138.23	-0.04	0.00	3.51	0.00	1.42	0.00	0.00	0.00	1,966.47	1,008.16	51.27	176.78	15.57	958.31
เขื่อนจุฬาภรณ์	759.00	744.66	744.66	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	163.75	57.52	35.13	20.31	16.05	106.23
เขื่อนห้วยกุม	312.00	302.91	303.54	-0.63	0.00	0.15	0.50	0.38	0.00	0.13	0.00	20.23	4.80	23.73	3.29	17.58	15.43
เขื่อนปากมูล	108.00	106.20	106.20	0.00	0.00	0.00	0.00	1.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
โรงไฟฟ้าลำตะคอง	660.00	641.87	647.77	-5.90	0.00	0.00	0.00	1.56	0.00	0.00	0.00	9.91	4.68	47.22	4.37	45.52	5.23
โรงไฟฟ้าบ้านสันติ	331.60	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	

หมายเหตุ : ระดับน้ำทะเลปานกลาง (รทก.) หรือ Mean Sea Level (MSL)

X ยังไม่ได้รับข้อมูล/ยังไม่ได้เริ่มนำข้อมูลเข้าระบบ

การระบายน้ำผ่าน Irr. Outlet ของเขื่อนภูมิพล คือการระบายน้ำผ่านเขื่อนแม่ปิงตอนล่างตามแผนของประเทศ

ปริมาณน้ำสูญเสีย (Lossses) หมายถึง ปริมาณน้ำในช่วงที่สูญเสียไป เช่น การสูญน้ำในช่วงแล้งจัดๆ ไม่รวมค่าการระเหยในน้ำ (เขื่อนอุบลรัตน์ บวกค่าแล้ง 0.5 Mcm , เขื่อนน้ำพุง บวกค่าแล้ง 0.03 Mcm)

สี ของระดับกักเก็บน้ำปัจจุบัน สีแดง = เขื่อนระดับน้ำใกล้เต็ม / สีชมพู = เขื่อนระดับน้ำใกล้วิกฤติ / สีน้ำเงิน = เป็น Spillway / สีน้ำเงิน = สามารถรับน้ำได้อีก

กราฟแสดงระดับและปริมาณน้ำในเขื่อน กฟผ. #CCTV (ใช้ FireFox เปิด) # ศูนย์เตือนภัยภิบัติแห่งชาติ

สำนักงานนโยบายและบริหารจัดการน้ำและอุทกภัยแห่งชาติ (สทอช.) # คิดตามสถานการณ์น้ำจาก สสนก. # ศูนย์ประมวลวิเคราะห์สถานการณ์น้ำ กรมชลฯ # สำนักการระบายน้ำ กรุงเทพมหานคร

ระบบโทรมาตร รฟ.พระนครเหนือ # ระบบโทรมาตรเขื่อนภูมิพล # ระบบโทรมาตรเขื่อนสิริกิติ์ # ระบบโทรมาตรเขื่อนอุบลรัตน์ # ระบบโทรมาตรเขื่อนปากมูล # ระบบโทรมาตรสุ่มแม่น้ำแม่กลอง

ผู้รับผิดชอบข้อมูล : นายประภาส ปลันธ์ชาม prapard.p@egat.co.th โทร.02-436-66055 Fax.02-436-64964 ส่วนสถลงงผู้ช่วยผู้ว่าการโรงไฟฟ้าพลังน้ำ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย 53 หมู่ 2 ถนนจรัญสนิทวงศ์ อ.บางกรวย จ.นนทบุรี 11130

ผู้ดูแลเว็บไซต์ : นายอาทร อมะดิษฐิธร artorn.a@egat.co.th (ลิขสิทธิ์ © 2011 การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย สงวนไว้ซึ่งสิทธิทั้งหมด.)

(23-05-55) 13633

Statistics 13-06-55	
Today	2
Yesterday	3
This Month	79
Last Month	348
This Year	939
Last Year	2,733

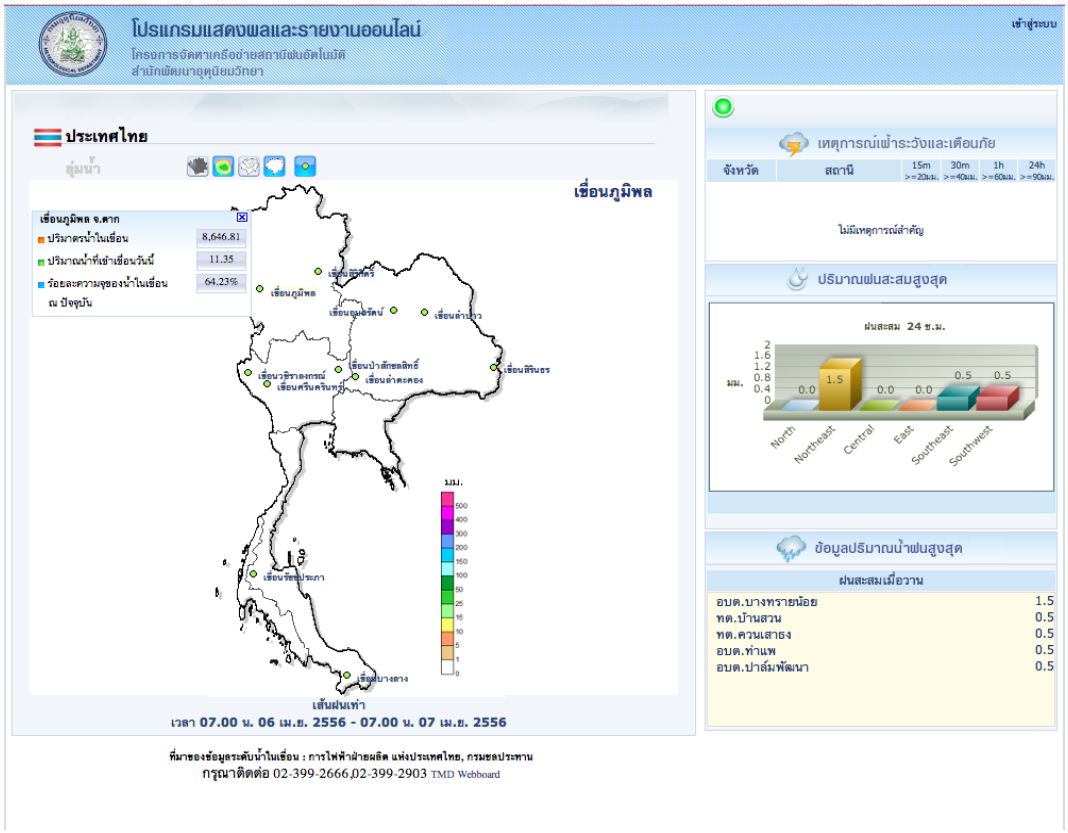
เขื่อน	ระดับกักเก็บสูงสุด (ม.รทก.)	ระดับกักเก็บปัจจุบัน (ม.รทก.)	ระดับกักเก็บวานนี้ (ม.รทก.)	+เพิ่มขึ้น/-ลดลงจากวานนี้ (เมตร)	ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่าง (ล้าน ลบ.ม.)	ปริมาณน้ำสูญเสีย (ล้าน ลบ.ม.)	แผนระบายน้ำ (ล้าน ลบ.ม.)	ระบายน้ำผ่านเครื่อง (ล้าน ลบ.ม.)	ระบายน้ำผ่าน Spillway (ล้าน ลบ.ม.)	ระบายน้ำผ่าน Irr.Outlet (ล้าน ลบ.ม.)
เขื่อนภูมิพล	260.00	226.96	227.06	-0.10	0.00	0.00	12.00	12.10	0.00	12.00
เขื่อนสิริกิติ์	162.00	135.72	135.79	-0.07	1.75	0.00	12.00	12.01	0.00	0.00

ภาพที่ 36 การเผยแพร่ข้อมูลไม่พร้อมใช้ ในรูปแบบการแสดงเนื้อความบนเว็บเพจ [60]

4.2.2.3 ข้อมูลเพื่อการนำเสนอ (Only for presentation)

คือ แหล่งข้อมูลเชิงพื้นที่บนเว็บที่แสดงข้อมูลในรูปแบบของข้อมูลที่พร้อมต่อการนำเสนอ ไม่สามารถนำไปใช้ในการบูรณาการข้อมูลได้ และ ใช้งานไม่สะดวก ดังแสดงในรูปภาพที่ 34 ในช่องสีเหลือง ซึ่งได้อธิบายรายละเอียดและรูปแบบของข้อมูลที่ใช้เพื่อการนำเสนอว่า มักจะอยู่ในรูปของภาพที่เป็นตารางหรือแผนที่พร้อมคำอธิบาย หรือ เป็นเว็บภูมิศาสตร์อยู่แล้ว เช่น โปรแกรมแสดงผลและรายงานออนไลน์ [61] ที่แสดงข้อมูลน้ำในเขื่อนจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตและปริมาณ

น้ำฝนในแต่ละวันจากกรมอุตุนิยมวิทยา ซึ่งจัดทำโดยสำนักพัฒนาอุตุนิยมวิทยา กรมอุตุนิยมวิทยา ดังแสดงในภาพที่ 37



ภาพที่ 37 การเผยแพร่ข้อมูลเพื่อการนำเสนอ ในรูปแบบเว็บภูมิศาสตร์ [61]

จากการจำแนกข้อมูลออกเป็น 3 ประเภทข้างต้น ผู้วิจัยจะเลือกแหล่งข้อมูลประเภทข้อมูลไม่พร้อมใช้ออกมาเพื่อเป็นข้อมูลตัวอย่างในการทำการทดสอบ เนื่องจากเป็นข้อมูลที่สามารถนำมาปรับแต่งและจัดเตรียมเพื่อให้สามารถนำไปใช้งานต่อได้ทั้งในรูปแบบไฟล์ทั่วไป หรือในรูปแบบข้อมูลเพื่อนำไปใช้กับ แอพพลิเคชันหรือเครื่องมือทางภูมิศาสตร์

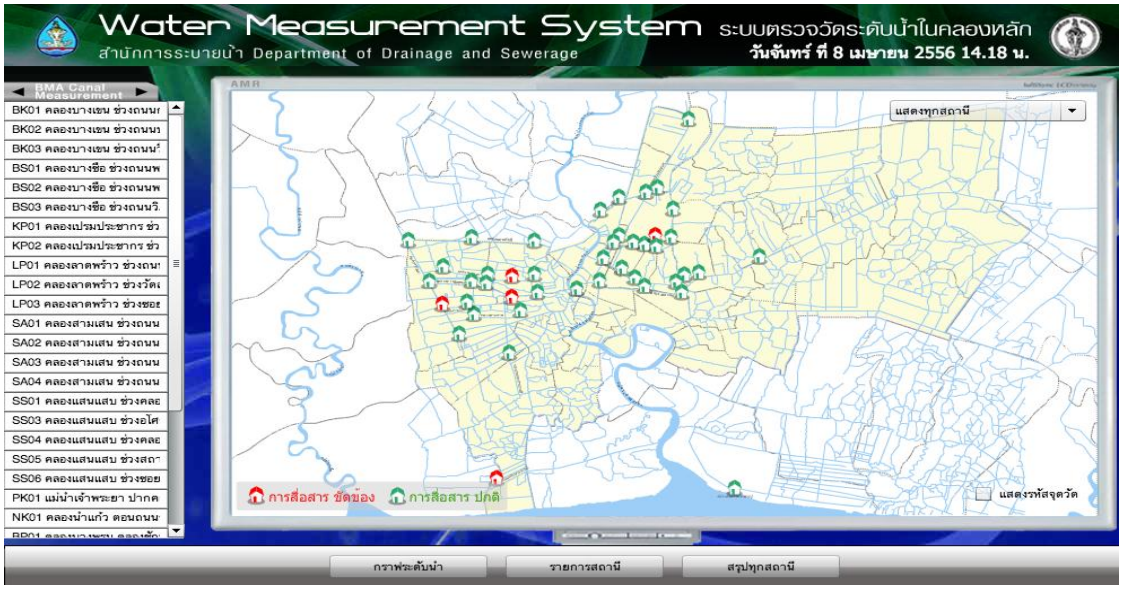
4.3 ขั้นตอนวิธีการรวบรวมข้อมูล

จากการสำรวจแหล่งข้อมูลข้างต้น ผู้วิจัยได้เลือกตัวอย่างข้อมูลมาจาก 2 เว็บไซต์ ซึ่งจะแสดงวิธีการรวบรวมข้อมูลเชิงพื้นที่จากหน้าเว็บ คือ ข้อมูลระดับน้ำในคลองของสำนักระบายน้ำ กรุงเทพมหานคร และ ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมของสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ

4.3.1 ข้อมูลระดับน้ำในคลองของสำนักระบายน้ำกรุงเทพมหานคร

เว็บไซต์ ระบบตรวจวัดระดับน้ำในคลองหลัก จัดทำโดย สำนักระบายน้ำ กรุงเทพมหานคร [62] (ดังแสดงในภาพที่ 38) ซึ่งจะรายงานระดับน้ำในคลองหลักในกรุงเทพมหานคร แต่ละวันทุกๆ 15 นาที ซึ่งตรงตามเงื่อนไขของแหล่งข้อมูลที่ต้องการ

- ข้อมูลถูกนำเสนอผ่านเว็บเพจ ในรูปของเว็บภูมิศาสตร์ และเว็บข้อมูล ซึ่งในส่วนของเว็บข้อมูล สามารถใช้เครื่องมือที่จัดทำขึ้นสกัดข้อมูลออกมาได้
- การนำเสนอข้อมูลเป็นแบบเอชทีเอ็มแอล (HTML) ซึ่งอยู่ในรูปแบบตาราง (Tabular form)
- มีการรายงานข้อมูลแบบเป็นเวลา และมีความถี่ในการรายงานข้อมูล
- ข้อมูลที่นำเสนออยู่ในโดเมนของข้อมูลที่สนใจ คือ เกี่ยวกับระดับน้ำ
- ข้อมูลมีลักษณะที่มีความสัมพันธ์กับข้อมูลเชิงพื้นที่ และยังไม่ได้มีการระบุค่าพิกัดของข้อมูล
- ข้อมูลอยู่ในรูปที่ยังไม่สามารถนำไปใช้งานได้กับแอพพลิเคชัน/เครื่องมือทางภูมิศาสตร์ และไม่มีส่วนการแบ่งปันข้อมูล



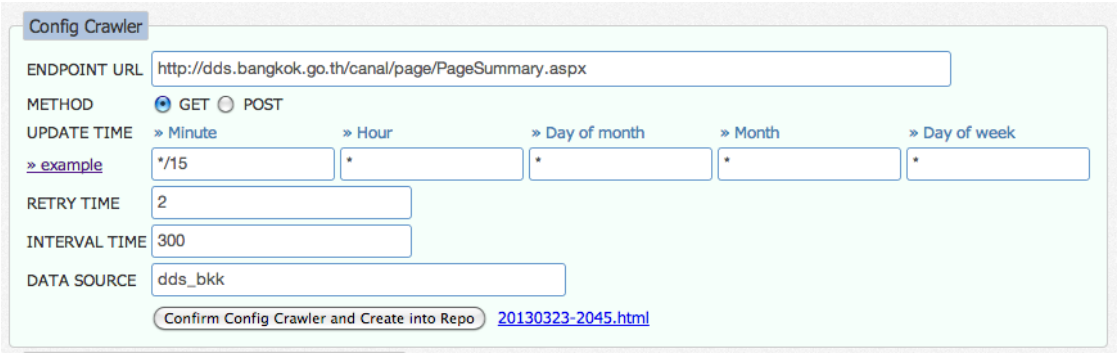
ภาพที่ 38 การนำเสนอข้อมูลแบบ เว็บไจเอส ของสำนักระบายน้ำกรุงเทพมหานคร [62]

ดังนั้นจึงเลือกเว็บไซต์นี้ เพื่อใช้เป็นแหล่งข้อมูลตัวอย่าง โดยจะใช้ข้อมูลที่ถูกนำเสนอในส่วนของเว็บข้อมูล [63] ซึ่งอยู่ในรูปแบบตาราง (Tabular form) มาใช้งาน ดังแสดงในภาพที่ 39

ระบบตรวจวัดระดับน้ำในคลองหลัก (สรุปทุกสถานี)

รหัสสถานี	ชื่อสถานี	สถานะการสื่อสาร	ระดับน้ำ	ตลิ่งซ้าย	ตลิ่งขวา	เตือนภัยระดับน้ำ	เตือนภัยน้ำท่วมตลิ่ง	เวลาล่าสุด
BJ02	คลองบางจาก ถนนพุทธมณฑลสาย 2 (บ่อสูบน้ำคลองบางจาก)	ปกติ	0.68	1.70	1.78	ระดับน้ำปกติ	ปกติ	23/03/2556 20:30:00
BK01	คลองบางเขน ถ.กรุงเทพ-นนท์	ปกติ	-0.05	1.03	1.46	ระดับน้ำปกติ	ปกติ	23/03/2556 20:30:00
BK02	คลองบางเขน ถ.ประชาชื่น	ปกติ	-0.09	0.96	1.02	ระดับน้ำปกติ	ปกติ	23/03/2556 20:30:00
BK03	คลองบางเขน ถ.วิภาวดี (ขาเข้า)	ขัดข้อง	0.06	1.79	1.57	ระดับน้ำปกติ	ปกติ	23/03/2556 20:30:00
BP01	คลองบางพรม คลองชักพระ	ปกติ	0.14	1.41	1.40	ระดับน้ำปกติ	ปกติ	23/03/2556 20:30:00
BP02	คลองบางพรม คลองฉิมพลี	ขัดข้อง	0.44	0.94	0.94	ระดับน้ำปกติ	ปกติ	23/03/2556 20:30:00
BS01	คลองบางซื่อ ถ.พระรามที่ 5	ปกติ	-0.36	1.17	1.06	ระดับน้ำปกติ	ปกติ	23/03/2556 20:30:00
BS02	คลองบางซื่อ ถ.พหลโยธิน	ปกติ	-0.35	0.83	0.44	ระดับน้ำปกติ	ปกติ	23/03/2556 20:30:00
BS03	คลองบางซื่อ ถ.วิภาวดี (ขาเข้า)	ปกติ	-1.58	1.25	1.08	ระดับน้ำปกติ	ปกติ	23/03/2556 20:30:00
BW01	คลองบางแวก คลองบางกอกใหญ่	ปกติ	0.14	1.44	1.67	ระดับน้ำปกติ	ปกติ	23/03/2556 20:30:00
BW02	คลองบางแวก ถนนพุทธมณฑลสาย 1 (วัดไชยภิมุขี)	ขัดข้อง	0.43	0.92	1.03	ระดับน้ำปกติ	ปกติ	23/03/2556 20:30:00

ภาพที่ 39 การนำเสนอข้อมูลแบบเว็บข้อมูล ของสำนักระบายน้ำกรุงเทพมหานคร [63]



ภาพที่ 40 ส่วนกำหนดไฟล์พารามิเตอร์ (Configuration parameter) เพื่อใช้ในการนำข้อมูลมาและการทำตารางเวลาในการดึงข้อมูลใน กรณีที่ต้องการนำข้อมูลมาแบบเป็นความถี่ตามเวลาที่กำหนด

โดยในขั้นตอนแรกของการรวบรวมข้อมูลบนเว็บเพจของสำนักระบายน้ำกรุงเทพมหานคร ซึ่งงานวิจัยนี้ต้องการข้อมูลในตารางของภาพที่ 39 จึงต้องกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆในการนำไปสร้างเป็นสคริปต์ไฟล์รวบรวมข้อมูล (Config crawler script)เพื่อใช้ในการนำข้อมูลมาแบบกำหนดตารางเวลา ดังแสดงในภาพที่ 40 ซึ่งมีพารามิเตอร์ดังต่อไปนี้

1) Endpoint URL และ Method

พารามิเตอร์ “Endpoint URL” คือ การระบุตำแหน่งหน้าของเว็บเพจที่ต้องการนำข้อมูลมา และกำหนดวิธีการ (Method) ในการดึงข้อมูลผ่านโปรโตคอลเอชทีทีพี (HTTP) โดยหากเป็นข้อมูลที่ใช้วิธีการดึงมา (Method GET) ในการทำงานก็ไม่จำเป็นต้องใส่ค่าพารามิเตอร์อื่นๆในการนำข้อมูลมาดังเช่นในเว็บเพจตัวอย่าง แต่หากเป็นข้อมูลที่ใช้วิธีการส่งค่าไป (Method POST) ในการทำงานก็จะต้องใส่ค่าพารามิเตอร์ โดยต้องกำหนดชื่อตัวแปรและ

ค่าที่ต้องการเรียกจากตัวแปรนั้นๆเช่น r_date=24/5/55 คือ “r_date” เป็นชื่อตัวแปร ส่วน “24/5/55” เป็นค่าที่ต้องการเรียกจากตัวแปร r_date โดยสามารถกำหนดค่าตัวแปรเพิ่มได้มากกว่า 1 ค่า ตามแต่ที่พารามิเตอร์ Endpoint URL นั้นใช้ในการดึงข้อมูล

2) Update time

พารามิเตอร์ “Update time” เป็นการกำหนดค่าให้กับตารางเวลาในการดึงข้อมูล โดยจะกำหนดเป็นช่วงเวลา ดังนี้ กำหนดส่วนของนาทีเป็นทุกๆกี่นาที ชั่วโมงเป็นทุกๆกี่ชั่วโมงหรือชั่วโมงที่เท่าไหร่ของวัน วันเป็นวันไหนบ้างของเดือน เดือนเป็นเดือนไหนบ้าง และวันไหนบ้างของสัปดาห์ โดยจะมีตัวอย่างการใช้งานอยู่ในลิงค์ “Example” ด้านข้าง เช่น สำหรับแหล่งข้อมูลตัวอย่างต้องการดึงข้อมูลเข้ามาทุกๆ 15 นาที ทุกๆชั่วโมง ทุกวันของทุกเดือน ทุกๆเดือน และทุกวันของสัปดาห์ ก็จะได้เวลาของตารางเวลาเป็น */15 * * * *

3) Retry time และ Interval time

พารามิเตอร์ “Retry time” และ “Interval time” จะช่วยจัดการกับข้อผิดพลาดในการนำข้อมูลมาเบื้องต้น โดยกำหนดค่าพารามิเตอร์ Retry time เพื่อระบุจำนวนครั้งที่ต้องการให้ดึงข้อมูลซ้ำหากการดึงข้อมูลในครั้งแรกไม่สามารนำข้อมูลมาได้โดยจะตรวจสอบจากรหัสสถานะ (HTTP Retured Code) ของการนำเข้ามาผ่านโปรโตคอลเอชทีทีพี ซึ่งจะสามารถให้ทำซ้ำได้มากที่สุด 5 ครั้งต่อการดึงข้อมูลในช่วงเวลานั้น และกำหนดค่าพารามิเตอร์ Interval time เพื่อระบุระยะของแต่ละช่วงเวลาในการดึงข้อมูลซ้ำตามจำนวนครั้งที่กำหนดไว้จากพารามิเตอร์ Retry time เช่น สำหรับแหล่งข้อมูลตัวอย่างเนื่องจากต้องการดึงข้อมูลเข้ามาทุกๆ 15 นาที ดังนั้นการกำหนดครั้งและช่วงระยะห่างของเวลาในการดึงข้อมูลซ้ำ จึงควรดูความสัมพันธ์กันด้วย โดยในตัวอย่างเราจะกำหนดพารามิเตอร์ Retry time เป็น 2 ครั้ง และพารามิเตอร์ Interval time เป็น 300 วินาที หรือก็คือ 5 นาทีต่อการดึงข้อมูลซ้ำ 1 ครั้ง

4) Data Source

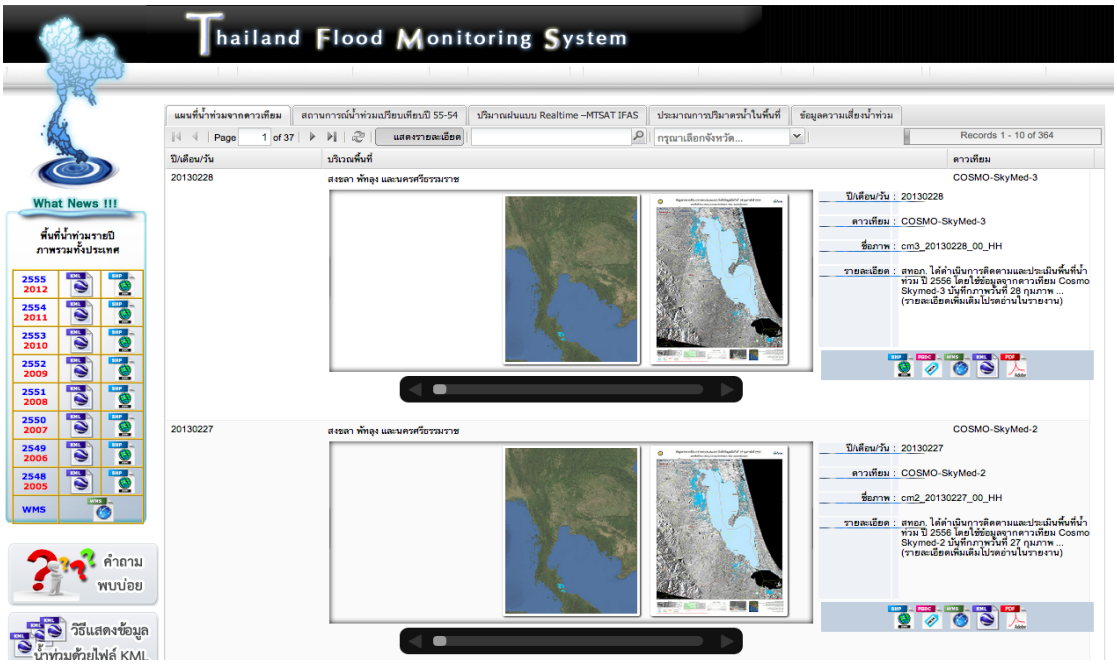
พารามิเตอร์ “Data Source” คือ การกำหนดชื่อแหล่งข้อมูล โดยต้องกำหนดเป็นภาษาอังกฤษเนื่องจาก ชื่อแหล่งข้อมูลนี้จะนำไปใช้ในการสร้างโฟลเดอร์สำหรับเก็บข้อมูล และยังนำไปใช้ในการสร้างไฟล์ดีดีแอล (Data Definition Language, DDL) และดีเอ็มแอล (Data Manipuration Language, DML) เพื่อสร้างตารางข้อมูลและใส่ค่าข้อมูลของแหล่งข้อมูลนั้นๆด้วย เช่น ในแหล่งข้อมูลตัวอย่างได้ใช้ ชื่อว่า “dss_bkk” เพื่อให้สื่อถึงชื่อของแหล่งข้อมูล คือ สำนักระบายน้ำกรุงเทพมหานคร

เมื่อตั้งค่าพารามิเตอร์ครบแล้วจะสร้างสคริปต์ไฟล์รวลรวมข้อมูล (Config crawler script) และระบบจะนำข้อมูลที่ได้มาแสดงซึ่งสามารถเปิดดูผลลัพธ์ของไฟล์ข้อมูลที่นำมาได้

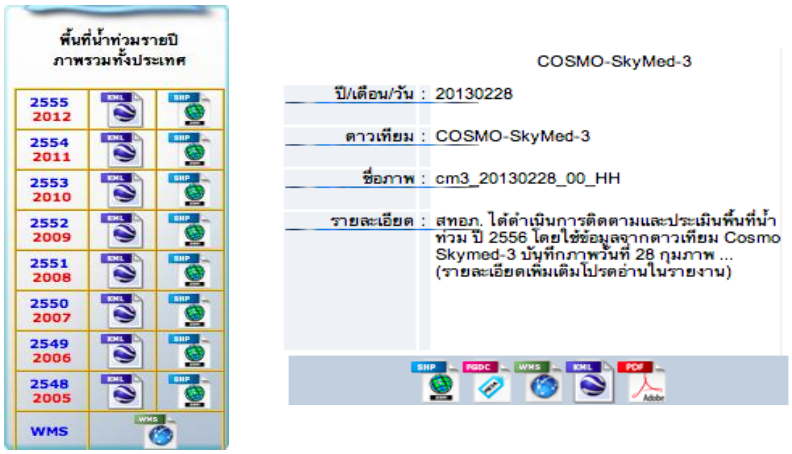
4.3.2 ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมของสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ

เว็บไซต์ ระบบเฝ้าสังเกตน้ำท่วมในประเทศไทย (Thailand Flood Monitoring System) จัดทำโดย สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ [64] (ดังแสดงในภาพที่ 41) โดยจะนำเสนอข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม แบ่งเป็นแต่ละปี และตามการเกิดเหตุการณ์ ซึ่งตรงตามเงื่อนไขของแหล่งข้อมูลตัวอย่างที่เราต้องการอีกประเภทหนึ่ง

- ข้อมูลถูกนำเสนอผ่านเว็บเพจ ในรูปของเว็บภูมิศาสตร์ และ เว็บข้อมูล ซึ่งในส่วนของ เว็บข้อมูล เราสามารถใช้เครื่องมือที่จัดทำขึ้นสกัดข้อมูลออกมาได้
- การนำเสนอข้อมูลเป็นแบบเอชเอชทีเอ็มแอล (HTML) ที่สามารถนำข้อมูลมาได้
- มีการรายงานข้อมูลแบบเป็นเวลา การรายงานข้อมูลมีแบบมีความถี่แต่ละปี และแบบมีไม่มีความถี่ขึ้นอยู่กับการเกิดเหตุการณ์
- ข้อมูลที่นำเสนออยู่ในโดเมนของข้อมูลที่เราสนใจ คือ เกี่ยวกับบริเวณที่เกิดน้ำท่วม
- ข้อมูลมีลักษณะที่มีความสัมพันธ์กับข้อมูลเชิงพื้นที่
- ข้อมูลอยู่ในรูปไฟล์และบริการข้อมูลทางภูมิศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้งานได้กับแอพพลิเคชัน/เครื่องมือทางภูมิศาสตร์ เช่น เชฟไฟล์ (Shapefile), เคเอ็มแอล (KML) และดับเบิ้ลยูเอ็มเอส (WMS) และมีส่วนการแบ่งปันข้อมูล



ภาพที่ 41 การนำเสนอข้อมูลแบบเว็บข้อมูลของสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ [64]



ภาพที่ 42 ส่วนการแบ่งปันข้อมูลในรูปแบบไฟล์และบริการข้อมูลทางภูมิศาสตร์บนหน้าเว็บ ของสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ [64]

ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกเว็บไซต์นี้ เพื่อใช้เป็นแหล่งข้อมูลตัวอย่าง โดยจะใช้ข้อมูลที่ถูกนำเสนอในส่วนของเว็บข้อมูลที่มีการแบ่งปันลิงค์ไฟล์และบริการข้อมูลแผนที่น้ำท่วมจากดาวเทียม ซึ่งอยู่ในรูปเอกสารเอชทีเอ็มแอล ที่สามารถนำข้อมูลมาใช้งานได้ ดังแสดงในภาพที่ 42

4.4 ขั้นตอนวิธีการสกัดข้อมูล

4.4.1 การสกัดข้อมูล

เมื่อนำข้อมูลมาได้เป็นเอกสารเอชทีเอ็มแอลแล้ว ระบบสามารถแสดงข้อมูลโดยสกัดเฉพาะตารางออกมาแสดง โดยจะแสดงข้อมูลของตารางทั้งหมดในเอกสารเอชทีเอ็มแอล จากเอกสารเอชทีเอ็มแอลตัวอย่างสามารถสกัดข้อมูลออกมาได้ 2 ตาราง ดังแสดงในภาพที่ 43 ซึ่งสามารถเลือกดูแต่ละตารางได้ว่ามีข้อมูลอยู่ในตารางนั้นๆ บ้าง ดังแสดงในภาพที่ 44 เพื่อให้เห็นเค้าโครงของเอสการ์ก่อนที่จะสกัดเนื้อความที่ต้องการจริงๆ จากนั้นจึงเริ่มทำการสกัดข้อมูลโดยสกัดข้อมูลทั้งหมดออกมาจากตารางเป็นเซล ดังในแสดงในภาพที่ 45

ระบบตรวจวัดระดับน้ำในคลองหลัก (สรุปทุกสถานี)

รหัสสถานี	ชื่อสถานี	สถานะการสื่อสาร	ระดับน้ำ	ตลิ่งซ้าย	ตลิ่งขวา	เตือนภัยระดับน้ำ	เตือนภัยน้ำท่วมตลิ่ง	เวลาล่าสุด
BJ02	คลองบางจาก ถนนพุทธมณฑลสาย 2 (บ่อสูบน้ำคลองบางจาก)	ปกติ	0.68	1.70	1.78	ระดับน้ำปกติ	ปกติ	23/03/2556 20:30:00
BK01	คลองบางเขน ถ.กรุงเทพ-นนท์	ปกติ	-0.05	1.03	1.46	ระดับน้ำปกติ	ปกติ	23/03/2556 20:30:00
BK02	คลองบางเขน ถ.ประชาชื่น	ปกติ	-0.09	0.96	1.02	ระดับน้ำปกติ	ปกติ	23/03/2556 20:30:00
BK03	คลองบางเขน ถ.วิภาวดี (ขาเข้า)	ขัดข้อง	0.06	1.79	1.57	ระดับน้ำปกติ	ปกติ	23/03/2556 20:30:00

Data Extractor (Not Ready-to-use Data Source)

Select All Tables [Get Sample Table]

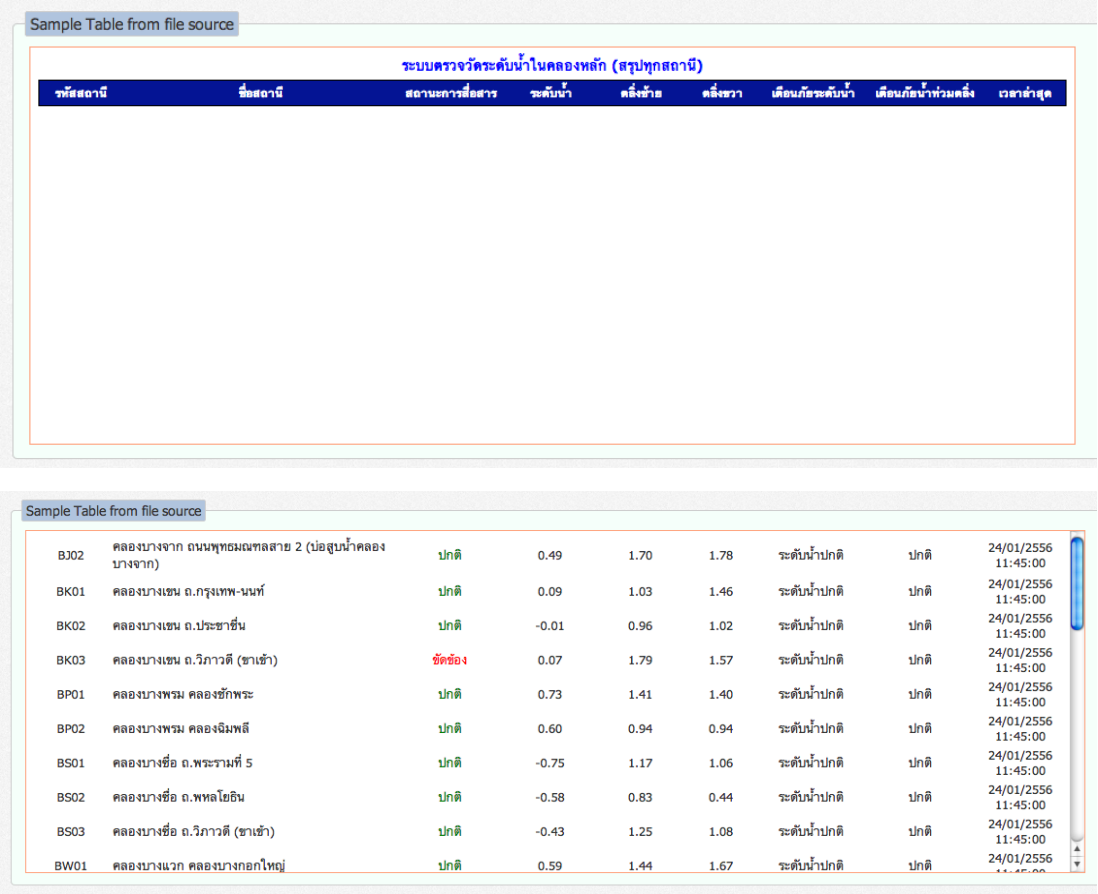
Found tables :

Table 1

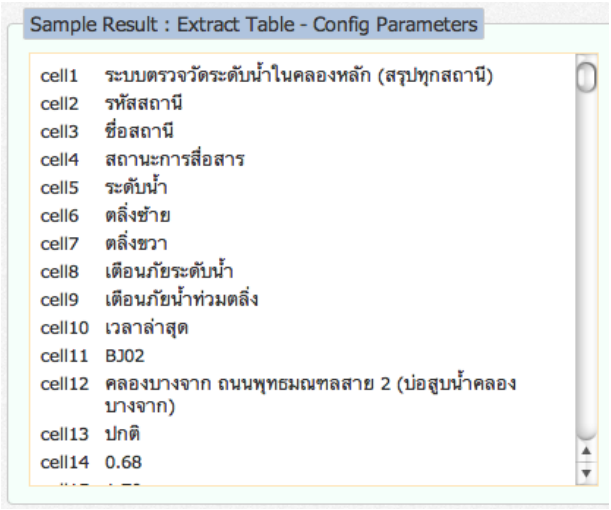
Table 2

: Intermediate data [Extract Table]

ภาพที่ 43 แสดงผลการวิเคราะห์จำนวนตารางข้อมูลในหน้าเว็บ



ภาพที่ 44 ตัวอย่างผลจากการสกัดข้อมูลเป็นตาราง



ภาพที่ 45 ตัวอย่างผลการสกัดข้อมูลเมื่อไม่ระบุส่วนหัวเรื่อง (Header) และเนื้อความ (Data)

จากนั้นทำการระบุตำแหน่งของเซลที่ต้องการสกัดเนื้อความ โดยจะแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนหัวเนื้อความ (Header) และส่วนตัวเนื้อความ (Data) ซึ่งมีพารามิเตอร์ที่จะตั้งต้องค่าดังต่อไปนี้

4.4.1.1 พารามิเตอร์สำหรับสกัดส่วนหัวเนื้อความ (Header)

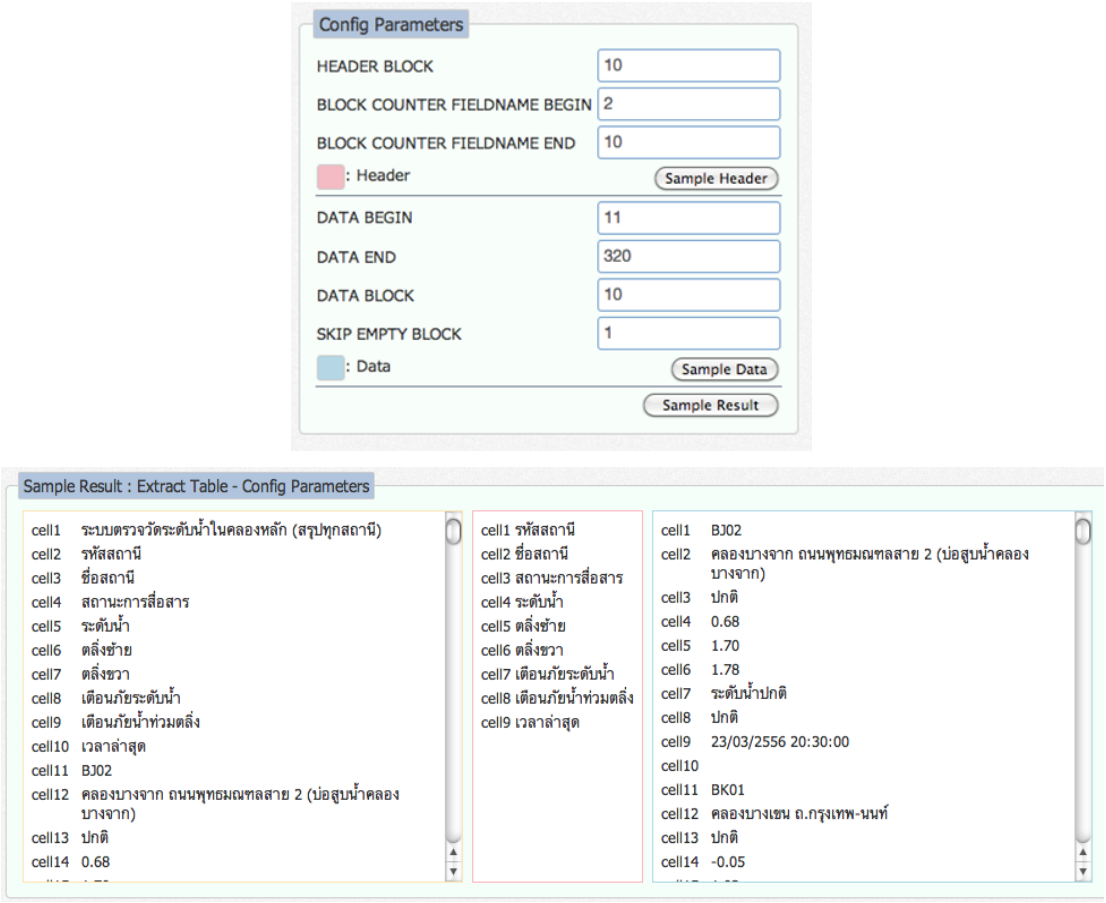
- Header block คือ การกำหนดจำนวนเซลของบล๊อกข้อมูลส่วนหัว
- Block counter fieldname begin คือ การกำหนดเซลตั้งต้นที่จะนำไปสร้างเป็นบล๊อกข้อมูลส่วนหัว
- Block counter filedname end คือ การกำหนดเซลสุดท้ายที่จะนำไปสร้างเป็นบล๊อกข้อมูลส่วนหัว

การระบุตำแหน่งของเซลสามารถดูได้จากข้อมูลทั้งหมดที่สกัดมาจากตารางในเอกสารเอชทีเอ็มแอลในแถบแสดงผลบล๊อกแรก ดังแสดงในภาพที่ 46 จากข้อมูลตัวตัวอย่างได้กำหนดค่าพารามิเตอร์ Header block ไว้ 10 เซล ค่า พารามิเตอร์ Block counter fieldname begin ไว้ที่เซลที่ 2 และค่าพารามิเตอร์ Block counter filedname end ไว้ที่เซลที่ 10 ดังนั้นเมื่อแสดงจำนวนเซลของบล๊อกส่วนหัวที่ได้เลือกสกัดออกมาจะมีทั้งหมด 9 เซล ในแถบแสดงผลบล๊อกกลาง ดังแสดงในภาพที่ 46

4.4.1.2 พารามิเตอร์สำหรับสกัดส่วนเนื้อความ (Data)

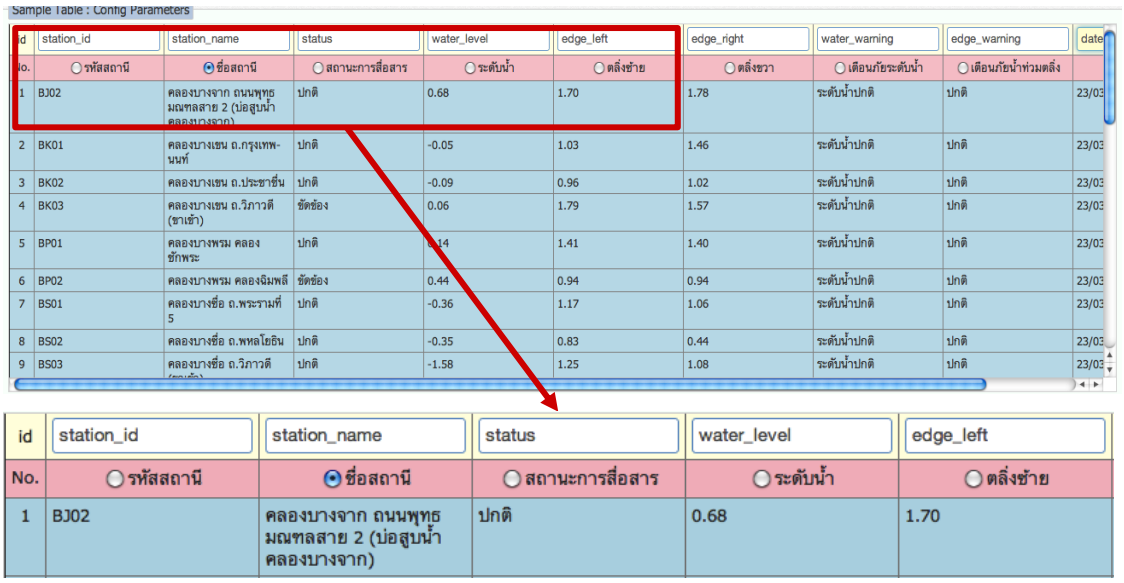
- Data begin คือ การกำหนดเซลตั้งต้นของส่วนเนื้อข้อมูลทั้งหมด
- Data end คือ การกำหนดเซลสุดท้ายของส่วนเนื้อข้อมูลทั้งหมด
- Data block คือ การกำหนดจำนวนเซลของบล๊อกข้อมูลส่วนเนื้อความ
- Skip empty block คือ การกำหนดจำนวนเซลที่ต้องการข้ามในจำนวนบล๊อกข้อมูลส่วนเนื้อความ

การระบุตำแหน่งของเซลสามารถดูได้จากข้อมูลทั้งหมดที่สกัดมาจากตารางในเอกสารเอชทีเอ็มแอลในแถบแสดงผลบล๊อกแรก ดังแสดงในภาพที่ 46 จากข้อมูลตัวตัวอย่างได้กำหนดค่าพารามิเตอร์ Data begin ไว้ 11 เซล ค่าพารามิเตอร์ Data end ไว้ที่เซลที่ 320 ค่าพารามิเตอร์ Data block ไว้ที่เซลที่ 10 และเนื่องจากในเอกสารเอชทีเอ็มแอลตัวอย่างนี้ส่วนบล๊อกของ Header มีจำนวนน้อยกว่า Data อยู่หนึ่งเซล ก็ต้องตั้งค่าพารามิเตอร์ Skip empty block ไว้ 1 เซลในทุกๆ Data block ดังนั้นเมื่อแสดงจำนวนเซลของบล๊อกส่วนหัวที่ได้เลือกสกัดออกมาจะมีทั้งหมด 310 เซล ในแถบแสดงผลบล๊อกสุดท้าย ดังแสดงในภาพที่ 46 และค่าที่ได้จากการตั้งค่าพารามิเตอร์ในส่วนการสกัดข้อมูลนี้ จะถูกนำไปสร้างเป็นไฟล์พารามิเตอร์สำหรับสกัดข้อมูลจากแหล่งข้อมูลนี้ในครั้งถัด (ข้อมูลที่ได้จากการเฝ้าสังเกต)



ภาพที่ 46 ตัวอย่างของผลลัพธ์จากการสกัดข้อมูลกรณีที่มีการกำหนดส่วนหัวและข้อมูล

เมื่อได้ค่าพารามิเตอร์ที่สามารถสกัดข้อมูลส่วนที่ต้องการได้แล้ว สามารถเรียกดูผลลัพธ์ที่ได้จากการสกัดข้อมูลซึ่งจะแสดงออกมาในรูปตาราง ดังแสดงในภาพที่ 47 หากตารางแสดงผลคลาดเคลื่อนจะสามารถกลับไปตั้งค่าพารามิเตอร์ใหม่ได้ แต่หากแสดงผลถูกต้องตามที่ต้องการแล้ว ส่วนถัดไปที่จะต้องทำคือการระบุชื่อฟิลด์ข้อมูล (Field) เป็นภาษาอังกฤษเนื่องจากข้อมูลชื่อฟิลด์นี้จะถูกนำไปสร้างไฟล์ดีดีแอล (DDL) เป็นชื่อฟิลด์เพื่อใช้สร้างตารางในฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ จากนั้นให้เลือกฟิลด์ที่จะนำไปใช้เป็นชื่อของสถานที่ (Address) ในกระบวนการระบุตำแหน่งพิกัด (Geocoding process) ที่จะกล่าวในหัวข้อถัดไป โดยในข้อมูลตัวอย่างได้เลือกชื่อของสถานีวัดระดับน้ำในคลองมาเป็นชื่อสถานที่สำหรับการระบุตำแหน่งพิกัด

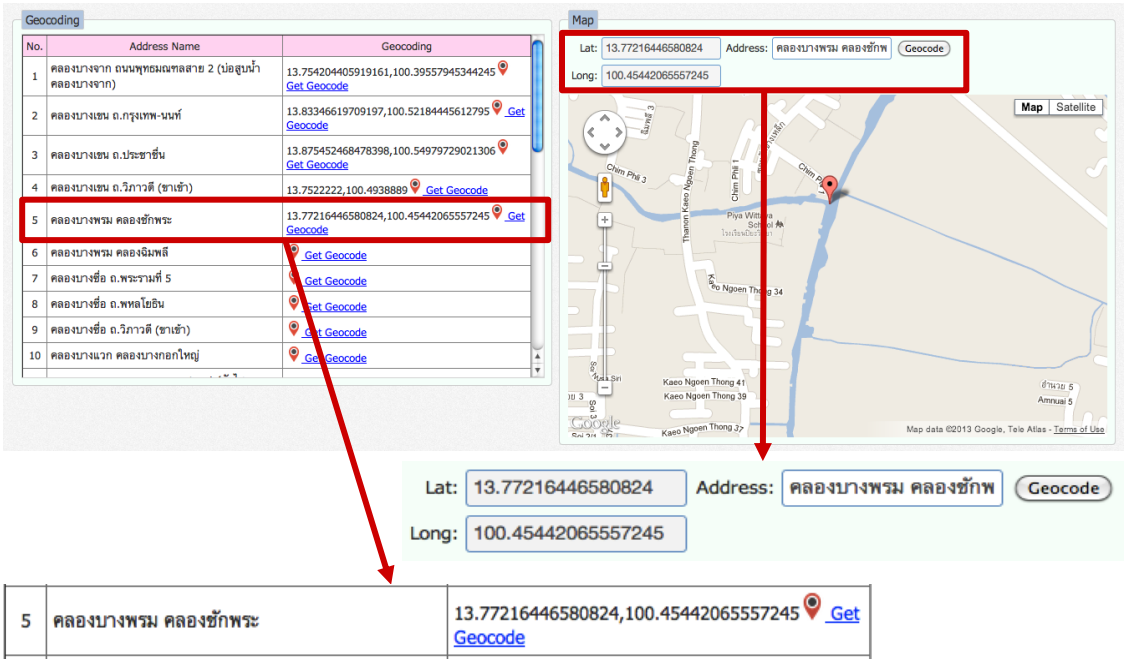


ภาพที่ 47 ตัวอย่างของผลลัพธ์การสกัดข้อมูลที่สมบูรณ์

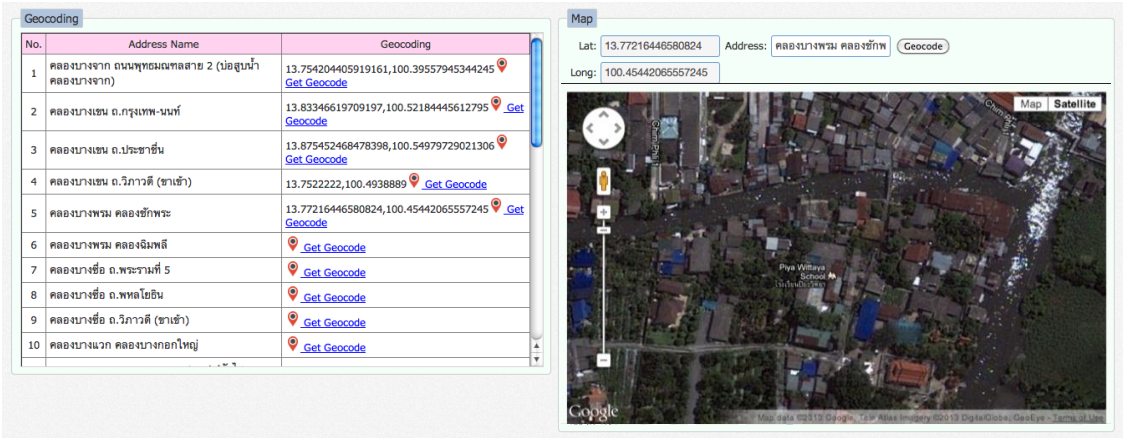
โดยสรุปจากกระบวนการสกัดข้อมูลจากเอกสารเอชทีเอ็มแอล จะต้องทำการกำหนดค่าพารามิเตอร์ในการเลือกเฉพาะส่วนของข้อมูลที่ต้องการ ซึ่งจะแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนหัวเนื้อความ และส่วนเนื้อความ โดยส่วนหัวเนื้อความเมื่อได้มาแล้วจะนำไปใช้ในการช่วยตั้งชื่อฟิลด์ข้อมูลเป็นภาษาอังกฤษเพื่อใช้ในการสร้างไฟล์ดีดีแอล (DDL) ที่จะนำไปใช้สร้างตารางข้อมูลในฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ และนำไปใช้ในการเลือกชื่อของสถานที่ที่จะนำไประบุตำแหน่งพิกัด ส่วนตัวเนื้อความและหัวเนื้อความที่ได้ออกมาดังในตารางจะถูกนำไปปรับโครงสร้างโดยการจัดเก็บไว้ในรูปแบบของไฟล์ซีเอสวีที่ยังไม่มีการระบุตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์ในคลังข้อมูล

4.4.2 การจัดการรหัสพิกัด

จากกระบวนการสกัดข้อมูลจะได้ชื่อของสถานที่ที่จะนำไปใช้ในการระบุตำแหน่งพิกัด ซึ่งสามารถกำหนดได้โดย เลือกชื่อสถานที่นั้นๆแล้วเลือกขอรหัสพิกัด (Get Geocode) จากนั้นระบบจะนำชื่อสถานที่ที่ได้มาไปเชื่อมต่อกับบริการกำหนดรหัสพิกัดของกูเกิ้ลที่ได้นำมาใช้งาน (Google Geocoding Service) และได้กลับมาเป็นรหัสพิกัดละติจูดและลองจิจูดกลับมา ซึ่งหากชื่อสถานที่ที่ระบุไม่พบในการค้นหาของบริการ ระบบก็สามารถที่จะระบุจุดที่ต้องการและนำพิกัดมาได้โดยเลือกที่ “marker” บนแผนที่จากนั้นลากและวางก็จะได้พิกัดกลับมา หรือระบุรายละเอียดของสถานที่นั้นๆเพิ่มเติมลงในกล่องข้อความด้านบนเพื่อให้ระบุไปยังสถานที่นั้นได้ถูกต้องมากขึ้น และระบบสามารถให้เลือกแผนที่พื้นฐาน (Base map) ได้ 2 แบบ คือ แบบมุมมองผ่านถนน (Street view) ดังแสดงในภาพที่ 48 และแบบมุมมองภาพถ่ายดาวเทียม (Satellite) ดังแสดงในภาพที่ 49 ซึ่งจะสามารถช่วยให้ระบุตำแหน่งพิกัดได้แม่นยำมากขึ้น



ภาพที่ 48 การทำรหัสพิกัดด้วยมุมมองผ่านถนน



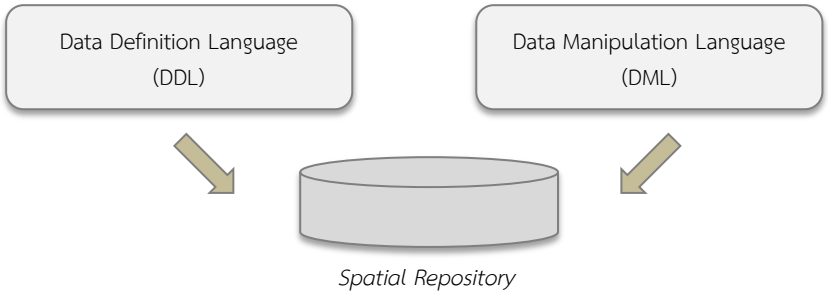
ภาพที่ 49 การทำรหัสพิกัดด้วย มุมมองภาพถ่ายดาวเทียม

จากนั้นเมื่อระบุตำแหน่งพิกัดให้กับข้อมูลครบแล้ว ชื่อสถานที่และตำแหน่งพิกัดจะถูกนำไปจัดเก็บเป็นไฟล์ซีเอสวีและนำไปผนวกกับไฟล์ซีเอสวีที่เป็นเนื้อความข้างต้นเพื่อนำไปสร้างเป็นไฟล์ข้อมูลซีเอสวีที่มีระบบพิกัดข้อมูลพร้อมนำไปใช้งานอย่างง่ายเบื้องต้น และนำไปใช้ในการสร้างไฟล์ดีเอ็มแอล (DML) เพื่อใส่ค่าลงในตารางที่เราได้สร้างไว้ในฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ก่อนหน้านี้จากไฟล์ดีดีแอล (DDL)

4.4.3 การจัดเก็บข้อมูลเชิงพื้นที่ลงในฐานข้อมูลเชิงพื้นที่

หากจะกล่าวถึงการจัดเก็บข้อมูลเชิงพื้นที่ลงในฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ ได้มาการกล่าวถึงมาบ้างแล้วในส่วนของการสกัดข้อมูลตรงส่วนหัวเนื้อความในตารางของ

เอกสารเอชทีเอ็มแอลและมีการกำหนดค่าชื่อฟิลด์เป็นภาษาอังกฤษในการนำไปสร้างไฟล์ดีดีแอล (DDL) เพื่อสร้างตารางในฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ โดยในหัวข้อนี้จะลงรายละเอียดเกี่ยวกับไฟล์ดีดีแอล และไฟล์ดีเอ็มแอล (DML) ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 50 การข้อมูลจากไฟล์ดีดีแอล และดีเอ็มแอลเข้าสู่คลังข้อมูลเชิงพื้นที่

การจัดเก็บข้อมูลเชิงพื้นที่ลงในฐานข้อมูลเชิงพื้นที่แบบอัตโนมัตินั้น ผู้วิจัยได้ออกแบบกระบวนการด้วยการไฟล์ดีดีแอล (DDL) และดีเอ็มแอล (DML) ของแต่ละแหล่งข้อมูลเก็บไว้เพื่อประโยชน์ในการนำไปใช้กับฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ในคลังข้อมูล (ดังแสดงในภาพที่ 50) และเพื่อการแบ่งปันต่อไปด้วย

4.4.3.1 DDL (Data Definition Language)

ไฟล์ดีดีแอลเป็นไฟล์ที่อธิบายโครงสร้างของข้อมูลเพื่อนำไปใช้สร้างตารางของแหล่งข้อมูลในฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ โดยปกติแล้วไฟล์ดีดีแอล จะเก็บ schema ของโครงสร้างในการสร้างตารางในฐานข้อมูล ซึ่งสำหรับไฟล์ดีดีแอลที่สร้างขึ้นสำหรับฐานข้อมูลเชิงพื้นที่นี้จะมีการระบุโครงสร้างของประเภทฟิลด์ที่แตกต่างจากฐานข้อมูลทั่วไปคือ ต้องกำหนดฟิลด์เป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ด้วยตัวแปรที่เก็บค่าทางภูมิศาสตร์ (Geometry variable) โดยในฐานข้อมูลที่งานวิจัยนี้ใช้จะเก็บข้อมูลเป็นข้อมูลประเภทพิกัดจุด (Ponit(x,y)) จากไฟล์ดีดีแอลตัวอย่างจะเห็นได้ว่ามีการกำหนดโครงสร้างประเภทของฟิลด์เป็น “`geom` POINT NOT NULL” (ดังแสดงในภาพที่ 51) และชื่อฟิลด์เป็นภาษาอังกฤษตามที่ตั้งค่าไว้ในส่วนการสกัดข้อมูลที่ได้จากตารางของเอกสารเอชทีเอ็มแอล (ดังแสดงในภาพที่ 48, 49 ในหัวข้อที่ 4.4.2)

```
CREATE TABLE `repo_geodata`.`dds_bkk`
 (`id` INT(10) NOT NULL AUTO_INCREMENT,
 `geom` POINT NOT NULL,
 `station_id` VARCHAR(128),
`station_name` VARCHAR(128),
`status` VARCHAR(128),
`water_level` VARCHAR(128),
`edge_left` VARCHAR(128),
`edge_right` VARCHAR(128),
`water_warnig` VARCHAR(128),
`edge_warning` VARCHAR(128),
`datetime` VARCHAR(128),
`timestamp` TIMESTAMP NOT NULL DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP ON UPDATE CURRENT_TIMESTAMP,
 PRIMARY KEY (`id`))
 ENGINE = InnoDB DEFAULT CHARSET = utf8 COLLATE = utf8_unicode_ci;
```

ภาพที่ 51 ตัวอย่างข้อมูลของไฟล์ข้อมูลดีดีแอล

4.4.3.2 DML (Data manipulation Language)

ไฟล์ดีเอ็มแอลเป็นไฟล์ที่อธิบายโครงสร้างของข้อมูลเพื่อนำไปใช้สำหรับใส่ข้อมูลลงในตารางของแหล่งข้อมูลในฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ ซึ่งสำหรับไฟล์ดีเอ็มแอลที่สร้างขึ้นสำหรับใส่ข้อมูลของฐานข้อมูลเชิงพื้นที่นี้จะมีการระบุฟังก์ชันทางภูมิศาสตร์ (Geometry function) เพื่อใส่ข้อมูลประเภทข้อมูลเชิงพื้นที่ด้วย โดยในฐานข้อมูลที่งานวิจัยนี้ใช้จะเก็บข้อมูลเป็นข้อมูลพิกัดจุด ดังนั้นฟังก์ชันทางภูมิศาสตร์ที่งานวิจัยนำมาใช้งานคือ GeomFromText('Point(longitude latitude)') และจากไฟล์ดีเอ็มแอลตัวอย่าง (ดังแสดงในภาพที่ 52) จะแสดงโครงสร้างของข้อมูลที่จะใส่ข้อมูลลงในฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ โดยไฟล์ดีเอ็มแอลนี้จะสร้างจากไฟล์ซีเอสวีที่ระบุตำแหน่งพิกัดแล้วผนวกกับชื่อฟิลด์ภาษาอังกฤษที่เคยนำมาใช้ในการสร้างไฟล์ดีดีแอลข้างต้น

```
START TRANSACTION;
INSERT INTO  `repo_geodata`.`dds_bkk`
 (`id`, `geom`, `station_id`, `station_name`, `status`, `water_level`, `edge_left`,
`edge_right`, `water_warnig`, `edge_warning`, `datetime`, `timestamp`
)
 VALUES (NULL, GeomFromText('POINT(100.39554726693427 13.7541418788148)'), 'BJ02',
'คลองบางขาก ถนนพุทธมณฑลสาย 2 (บ่อสูบน้ำคลองบางขาก)', 'ปกติ', '0.61', '1.70', '1.78', 'ระดับน้ำปกติ', 'ปกติ',
'15/03/2556 16:00:00', CURRENT_TIMESTAMP
),
 (NULL, GeomFromText('POINT(100.52283150904543 13.834507959149304)'), 'BK01', 'คลอง
บางเขน ถ.กรุงเทพ-นนท์', 'ปกติ', '-0.14', '1.03', '1.46', 'ระดับน้ำปกติ', 'ปกติ', '15/03/2556
16:00:00', CURRENT_TIMESTAMP
);
COMMIT;
```

ภาพที่ 52 ตัวอย่างข้อมูลของไฟล์ดีเอ็มแอล

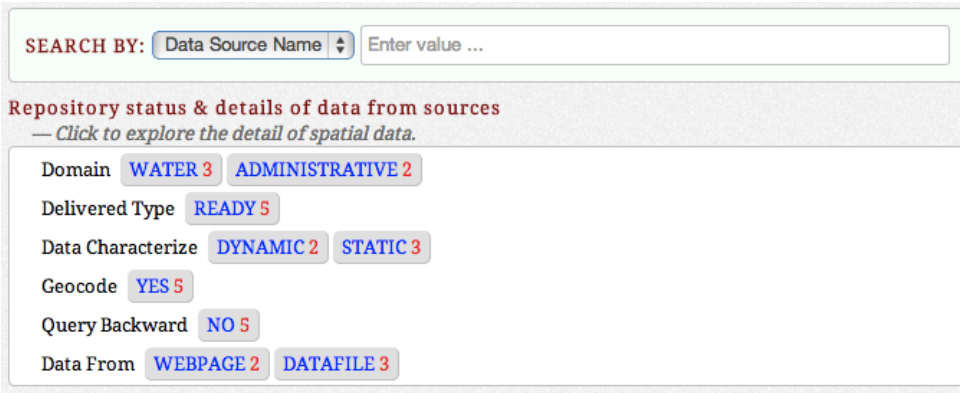
จากการจัดเก็บข้อมูลเชิงพื้นที่ที่รวบรวมมาได้นั้นลงในฐานข้อมูลเพื่อการแบ่งปันข้อมูลออกไปงานในรูปแบบของชั้นข้อมูลเชิงพื้นที่ (Layer)

4.5 การแบ่งปันข้อมูลและการนำข้อมูลไปใช้งาน

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาเครื่องมือต้นแบบเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงพื้นที่ โดยมีส่วนการให้บริการข้อมูลกับผู้ใช้งานที่ต้องการจัดทำโปรแกรมประยุกต์แบบผสม ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงวิธีการแบ่งปันข้อมูลไปใช้งานยังโปรแกรมประยุกต์ปลายทาง ซึ่งแบ่งออกข้อมูลที่นำเสนอจากคลังข้อมูลได้ 2 ประเภท คือ

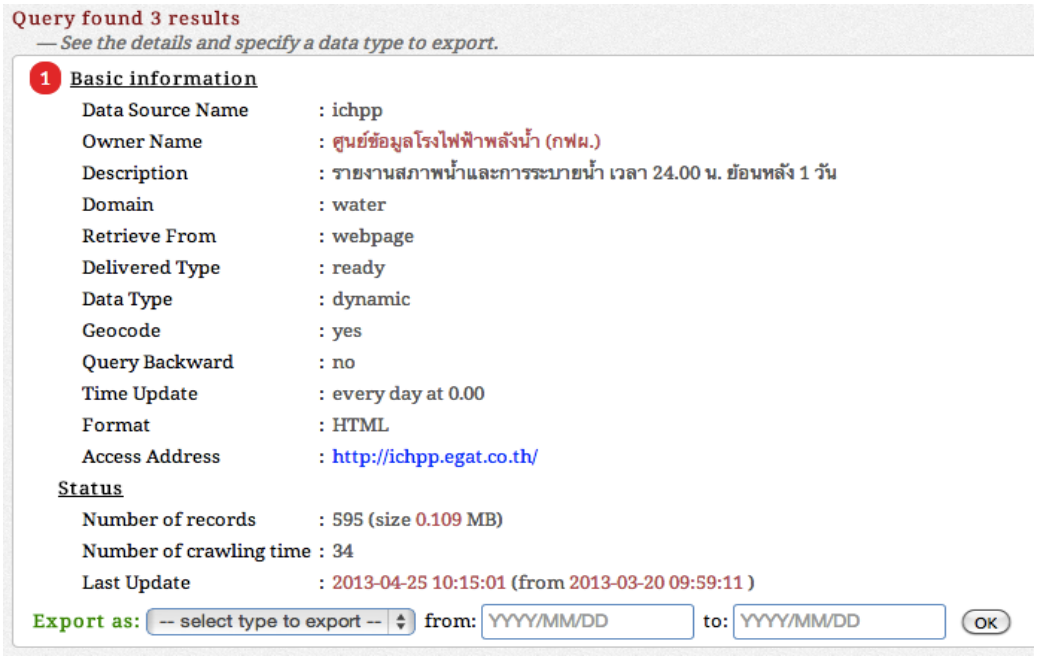
- ข้อมูลประเภทไฟล์ คือการแบ่งปันไฟล์ข้อมูลกรณีที่เครื่องมือเก็บไฟล์จากแหล่งข้อมูลไว้ในคลังข้อมูลโดยไม่เปลี่ยนรูป ดังนั้นเมื่อมีการร้องขอไฟล์ผู้ใช้ที่สร้างโปรแกรมประยุกต์จะได้รับไฟล์ต้นฉบับและนำไปประมวลผลได้ทันที
- ข้อมูลประเภทบริการ คือการแบ่งปันข้อมูลกรณีที่ข้อมูลถูกจัดเก็บเข้าสู่คลังข้อมูลและมีการเปลี่ยนรูปจากหน้าเว็บไปยังโครงสร้างในฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ ซึ่งในส่วนนี้ผู้วิจัยได้เชื่อมต่อกับ จีโอเซิร์ฟเวอร์ (GeoServer) เพื่อใช้เป็นส่วนแบ่งปันข้อมูล ดังนั้นผู้ร้องขอข้อมูลจะได้รับข้อมูลในรูปของบริการด้านภูมิสารสนเทศคือ บริการข้อมูลแผนที่ (WMS) และบริการข้อมูลลักษณะ (WFS)

สำหรับการใช้งานเครื่องมือเพื่อส่งออกข้อมูล สามารถสืบค้นได้จากชื่อของแหล่งข้อมูล หรือประเภทของโดเมนการนำเสนอข้อมูล เช่นเกี่ยวข้องกับข้อมูลน้ำ ที่ดิน หรือขอบเขตการปกครอง และสามารถเลือกได้จากการจัดกลุ่มตามประเภทของข้อมูลต่างๆ ดังนี้ คือ ตาม Domain, ประเภทของข้อมูลที่นำเสนอ, ลักษณะเฉพาะของข้อมูล, การระบุพิกัดทางภูมิศาสตร์ , การสืบค้นย้อนหลัง และประเภทที่มาของข้อมูล โดยจะแสดงจำนวนของข้อมูลที่มีเก็บอยู่ทั้งหมดในคลังข้อมูลตามแต่ละประเภทของข้อมูล ดังแสดงในภาพที่ 53



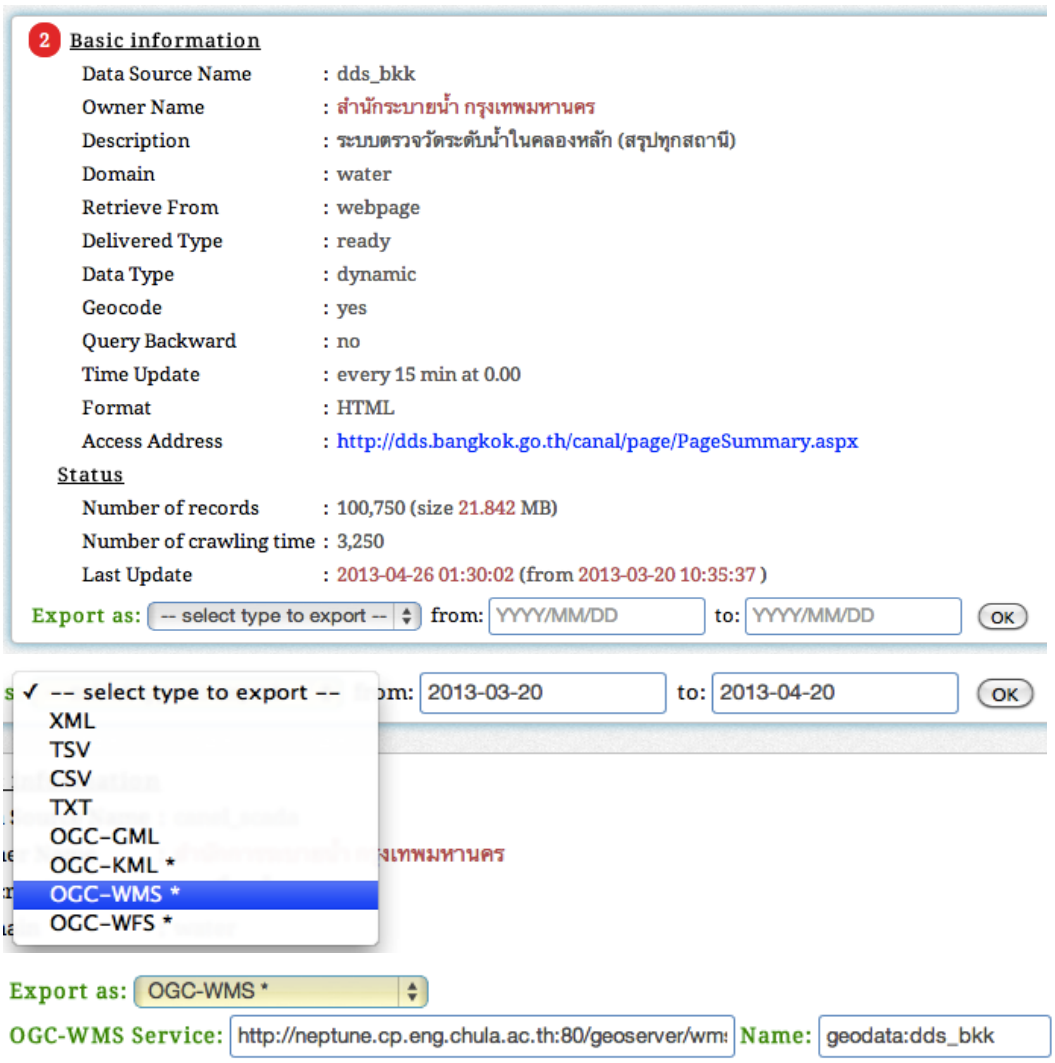
ภาพที่ 53 แผงการใช้งานเพื่อสืบค้นข้อมูล หรือเลือกประเภทของข้อมูลที่ต้องการส่งออก

ในกรณีที่เลือกจากการจัดกลุ่มตามประเภทของข้อมูล เมื่อเลือกข้อมูลประเภทใดประเภทหนึ่งแล้ว เครื่องมือจะแสดงผลการค้นหาตามจำนวนของข้อมูลที่มีเก็บอยู่ทั้งหมด โดยจะแสดงรายละเอียดของแต่ละของแหล่งข้อมูลเป็นรายการ ตัวอย่างในภาพที่ 54 มีการเลือกข้อมูลประเภท “Domain” เป็น “WATER” จึงแสดงผลข้อมูลที่พบทั้งหมด 3 รายการ



ภาพที่ 54 ผลการค้นหาข้อมูลจากคลังข้อมูลตามประเภท “Domain” เป็น “WATER”

จากนั้นเลือกแหล่งข้อมูลที่ต้องการส่งออกข้อมูล และทำการส่งออกข้อมูล โดยเลือกการส่งออกตามรูปแบบที่ต้องการ ข้อมูลจะมีอยู่ทั้งในรูปแบบประเภทของไฟล์และบริการซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานของ OGC ดังที่ได้กล่าวไว้ในข้างต้น จากนั้นระบุช่วงระยะเวลาของข้อมูลที่ต้องการ โดยการเลือกช่วงเวลาของข้อมูลที่ต้องการก็สามารถดูได้จากรายละเอียดที่ระบุไว้ในรายการ ซึ่งจะบอกถึงวันและเวลาที่เริ่มเก็บข้อมูลจนถึงการเก็บข้อมูลที่มีการจัดเก็บล่าสุด ดังในภาพที่ 55 แสดงตัวอย่างการเลือกใช้ข้อมูลประเภทบริการแบบบริการแผนที่ (WMS) และทำการระบุช่วงเวลาที่ต้องการ จากนั้นเครื่องมือจะแสดงยูอาร์แอล (URL) และ เวิร์คสเปสเนม (workspace name) ของแหล่งข้อมูลนั้นเพื่อให้นักพัฒนาสามารถนำไปเรียกใช้งาน แต่หากเป็นในกรณีที่เลือกใช้ประเภทไฟล์ข้อมูล ผู้ใช้จะสามารถดาว์นโหลดไฟล์ได้จากลิงค์ที่เครื่องมือแสดงผลให้นำใช้งาน



ภาพที่ 55 ตัวอย่างการส่งออกข้อมูลจากแหล่งข้อมูลและผลลัพธ์ที่จะนำเข้ามูลไปเรียกใช้งาน

สำหรับการนำข้อมูลไปใช้งานจะขึ้นอยู่กับผู้ใช้งานว่าจะนำไปพัฒนาด้วยโปรแกรมประยุกต์ประเภทใดซึ่งการเรียกใช้บริการข้อมูลหรือไฟล์ข้อมูลก็จะแตกต่างกันไปตามแต่ละวิธีของโปรแกรมนั้น ดังตัวอย่างภาพที่ 56 เป็นการเรียกใช้บริการดับเบิ้ลยูเอ็มเอสจากโอเพ่นเลเยอร์ (OpenLayer) [65] (จาวาสคริปต์ไลบรารีสำหรับจัดทำแผนที่)

```
// setup tiled layer
tiled = new OpenLayers.Layer.WMS(
    "geodata:dds_bkk - Tiled", "http://neptune.cp.eng.chula.ac.th:80/geoserver/geodata/wms",
```

```
// setup single tiled layer
untiled = new OpenLayers.Layer.WMS(
    "geodata:dds_bkk - Untiled", "http://neptune.cp.eng.chula.ac.th:80/geoserver/geodata/wms",
```

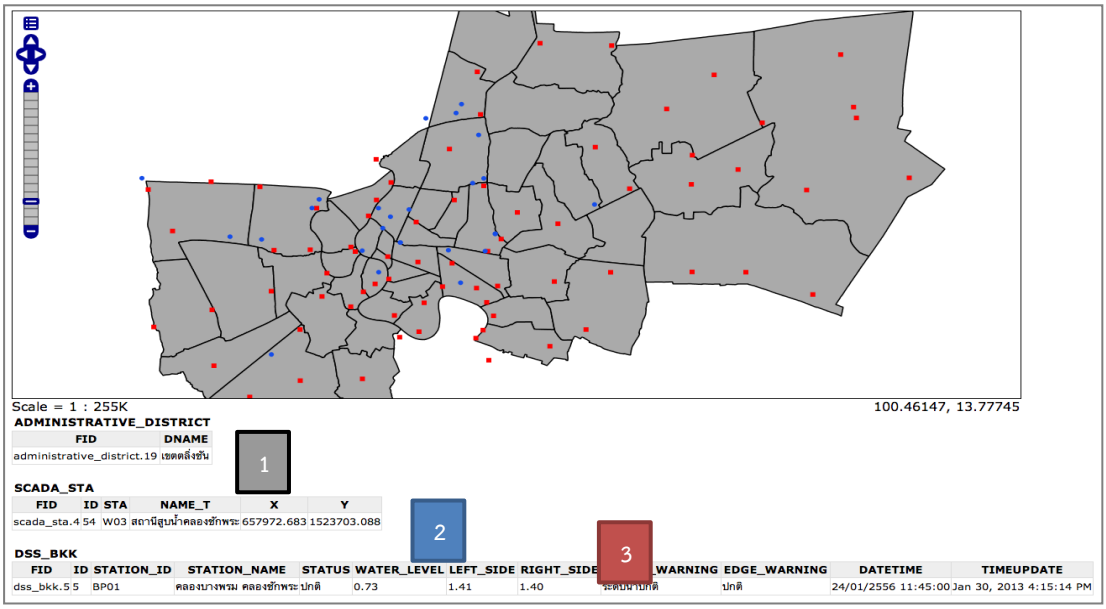
ภาพที่ 56 ตัวอย่างการเรียกใช้บริการข้อมูลดับเบิ้ลยูเอ็มเอสจากคลังข้อมูล

4.6 ตัวอย่างการนำข้อมูลจากคลังข้อมูลไปใช้งาน

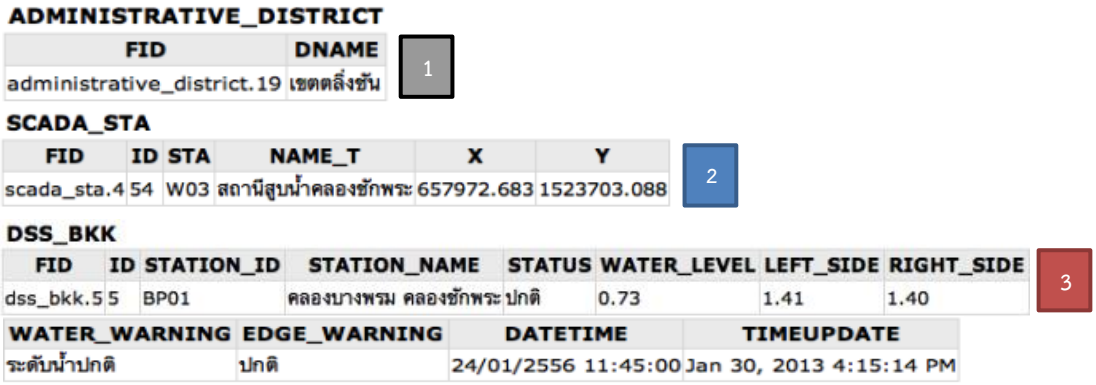
งานวิจัยนี้ได้จัดทำตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากคลังข้อมูลที่สร้างขึ้นจากเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงพื้นที่บนเว็บ โดยแบ่งตัวอย่างของโปรแกรมประยุกต์เป็น 2 ส่วนคือ ส่วนการใช้ข้อมูลโดยโปรแกรมประยุกต์ที่มีใช้ในปัจจุบัน และโปรแกรมประยุกต์แบบผสมที่ผู้วิจัยจัดทำขึ้น มีรายละเอียดดังนี้

4.6.1 การใช้งานร่วมกับโปรแกรมประยุกต์ทางภูมิศาสตร์

ในส่วนนี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้จีโอเซิร์ฟเวอร์ (GeoServer) ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์รหัสเปิด (Open Source) เป็นที่รู้จักและใช้งานอย่างกว้างขวางในวงการภูมิสารสนเทศ ซึ่งจีโอเซิร์ฟเวอร์จะเน้นไปที่การให้บริการผ่านบริการมาตรฐานของโอจีซี (OGC) เช่น ดับเบิ้ลยูเอ็มเอส (WMS) และดับเบิ้ลยูเอฟเอส (WFS) ประกอบกับข้อมูลในคลังข้อมูลของงานวิจัยนี้จะใช้ จีโอเซิร์ฟเวอร์เป็นส่วนแบ่งปันข้อมูลในกรณีของการให้บริการ ดังนั้นการทดลองในส่วนนี้คือติดตั้งจีโอเซิร์ฟเวอร์และโอเพ่นเลเยอร์ เพื่อเชื่อมต่อจีโอเซิร์ฟเวอร์ ของคลังข้อมูล ดังแสดงตัวอย่างของชั้นข้อมูลขอบเขตการปกครองของกรุงเทพมหานคร (รูปหลายเหลี่ยมสีเทา) ข้อมูลระดับน้ำในคลองระบายน้ำของสำนักระบายน้ำ (จุดสีแดง) และสถานีสูบน้ำของกรุงเทพมหานคร (จุดสีน้ำเงิน) ดังในภาพที่ 57 และสามารถเลือกดูข้อมูลของแต่ละตำแหน่งข้อมูลได้โดยจะแสดงรายละเอียดของแต่ละตำแหน่งข้อมูลออกมา ซึ่งตัวอย่างในภาพที่ 58 ได้เลือกตำแหน่งที่มีข้อมูลซ้อนทับกัน 3 ชั้นข้อมูล จึงมีการแสดงรายละเอียดของข้อมูล ณ ตำแหน่งนั้นของแต่ละชั้นข้อมูลออกมาเป็น 3 ตารางดังในภาพ



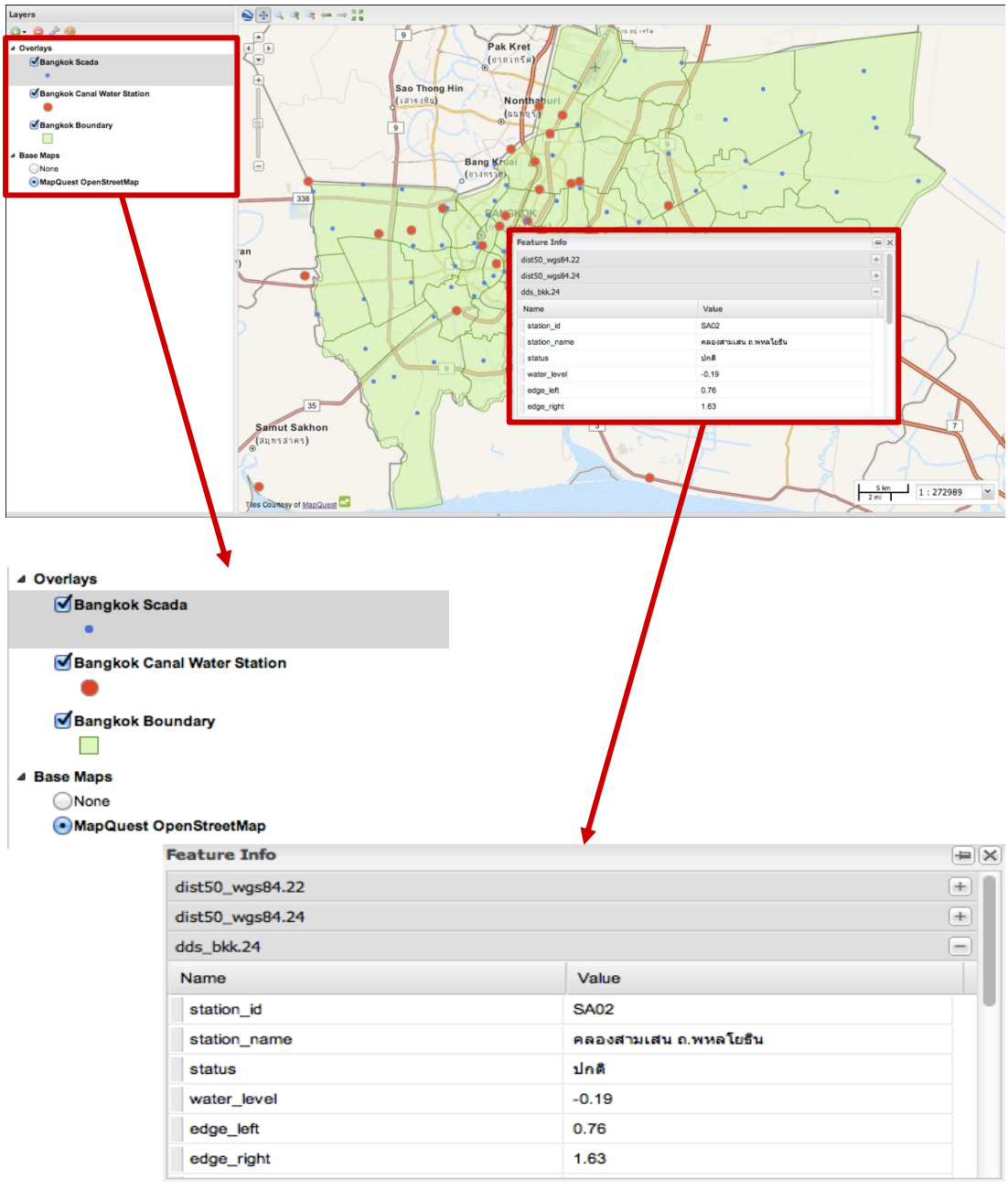
ภาพที่ 57 ตัวอย่างของโปรแกรมประยุกต์ที่เชื่อมต่อโดยใช้จีโอเซิร์ฟเวอร์กับคลังข้อมูล



ภาพที่ 58 ตัวอย่างข้อมูลรายละเอียดของตำแหน่งที่เลือกจากจุดข้อมูล

4.6.2 การใช้งานร่วมกับโปรแกรมประยุกต์แบบผสมทางภูมิศาสตร์

ผู้วิจัยได้พัฒนาโปรแกรมประยุกต์แบบผสมทางภูมิศาสตร์ (Customized Mashup GIS Application) ที่ทำหน้าที่คล้ายคลึงกับผู้ใช้งานหรือผู้พัฒนาในปัจจุบันโดยมีหน้าที่หลักคือ การเชื่อมต่อไปยังเซิร์ฟเวอร์เพื่อให้บริการแผนที่ตามชั้นข้อมูลที่ต้องการ ซึ่งในที่นี้ผู้วิจัยได้เชื่อมต่อกับส่วนให้ข้อมูล (Data Provider) ของคลังข้อมูลที่ได้เฝ้าสังเกตความเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำในคลองระบายน้ำ กรุงเทพมหานคร ดังแสดงในภาพที่ 59



ภาพที่ 59 แสดงชั้นข้อมูลของโปรแกรมประยุกต์แบบผสม

บทที่ 5
บทสรุปและแนวทางในการพัฒนาต่อ

5.1 บทสรุป

งานวิจัยนี้ได้ทำการออกแบบ และพัฒนาเครื่องมือเพื่อรวบรวมข้อมูลที่มีความสัมพันธ์ในเชิงพื้นที่จากแหล่งข้อมูลเชิงพื้นที่บนเว็บ และสร้างคลังข้อมูลเชิงพื้นที่ ซึ่งข้อมูลที่ได้จากคลังข้อมูลที่จัดจำขึ้นนี้สามารถนำไปใช้ในการทำ เว็บโปรแกรมประยุกต์ทางภูมิศาสตร์แบบผสมผสาน (Mashup) ได้อย่างสะดวกขึ้น เนื่องด้วยข้อมูลในคลังข้อมูลนี้ได้ถูกจัดเตรียมให้อยู่ในรูปแบบที่พร้อมต่อการนำไปใช้งานกับ โปรแกรมประยุกต์/เครื่องมือทางภูมิศาสตร์ และเป็นไปตามมาตรฐานของโอจีซี (OGC)

ในการจัดทำเครื่องมือนี้ผู้วิจัยได้ใช้แนวคิดในการรวบรวมข้อมูล (Data collection) จากหน้าเว็บเพจบนอินเตอร์เน็ต จากนั้นจึงนำข้อมูลทั้งหมดมาสกัด ในการเลือกเฉพาะส่วนข้อมูลที่ต้องการ โดยใช้แนวคิดของการสกัดข้อมูลจากหน้าเว็บ (Web Information Extraction) โดยมีการจำแนกข้อมูลที่สกัดได้ออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนโครงสร้างของข้อมูล และส่วนเนื้อความของข้อมูลที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ โดยจะนำไปใช้ในกระบวนการสร้างดีดีแอล (DDL) และดีเอ็มแอล (DML) ตามแนวคิดในการในสร้างและจัดเก็บข้อมูลไปยังคลังข้อมูล (Repository) โดยอัตโนมัติ จากนั้นจึงนำข้อมูลที่ได้มาปรับรูปแบบ และระบุตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ (Geocoding) ก่อนนำเข้าสู่คลังข้อมูลซึ่งมี 2 รูปแบบ คือ ไฟล์พื้นฐาน (File base) และฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ (Geospatial database) จากแนวคิดของการจัดเก็บข้อมูลที่อัพเดตอยู่เสมอลงในคลังข้อมูลที่สร้างขึ้นนี้ จึงได้จัดทำส่วนของการเฝ้าติดตามข้อมูล (Data Monitoring) และนำไปจัดเก็บยังคลังข้อมูลแบบอัตโนมัติเช่นกัน ตามแนวคิดในการสร้าง เว็บโปรแกรมประยุกต์ทางภูมิศาสตร์แบบผสมผสาน (Mashup) จึงได้จัดทำส่วนของการแบ่งปันข้อมูลขึ้นเพื่อ นำข้อมูลที่พร้อมนำไปใช้กับ เครื่องมือ/โปรแกรมประยุกต์ทางภูมิศาสตร์ไปแบ่งปันต่อไป ตามแต่ละโดเมนที่ผู้ใช้ต้องการในรูปแบบไฟล์พื้นฐาน บริการข้อมูลแผนที่ (WMS) และบริการข้อมูลลักษณะ (WFS)

เครื่องมือที่จัดทำขึ้นนี้ได้ซ่อนความยุ่งยากของฟังก์ชันตั้งแต่ในการรวมรวบข้อมูล การสกัดข้อมูลจากหน้าเว็บเพจ กระบวนการระบุตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ให้กับข้อมูล การสร้างคลังข้อมูลเชิงพื้นที่แบบอัตโนมัติ กระบวนการเฝ้าสังเกตข้อมูลเพื่อทำการอัพเดตข้อมูลในคลังข้อมูลแบบอัตโนมัติ และการแบ่งปันข้อมูลในรูปแบบต่างๆ

5.2 แนวทางในการพัฒนาต่อ

เครื่องมือที่จัดทำขึ้นนี้ ยังสามารถพัฒนาฟังก์ชันที่จำเป็นได้อีก เพื่อเพิ่มความถูกต้องสมบูรณ์ให้กับข้อมูล และฟังก์ชันด้านเทคนิคการทำงานของเครื่องมือตัวนี้ เช่น (Geocoding cache) ฟังก์ชันการจัดการข้อมูลเบื้องต้น เช่น การปรับปรุงการทำความสะอาดข้อมูล (Data cleansing improvement) เครื่องมือสำหรับกำจัดจุดเสียของข้อมูล (Noise removal tool) และเมื่อข้อมูลมีปริมาณมากขึ้น (Big data) อาจจะต้องมีการทำการแบ่งสรรข้อมูล (Data partioning) หรือการเพิ่มขนาดการทำงานบนคอมพิวเตอร์สมรถนะสูง ก็จะมีความจำเป็นในการนำมาใช้งานร่วมด้วย

รายการอ้างอิง

1. Google Inc. *Google Maps*. [cited 2012 13 November]; Available from: http://maps.google.com.
2. Microsoft Corporation. *Bing Maps*. [cited 2012 13 November]; Available from: http://www.bing.com/maps.
3. OpenStreetMap. *OpenStreetMap*. [cited 2012 13 November]; Available from: http://openstreetmap.org/.
4. Haklay, M., A. Singleton, and C. Parker, *Web Mapping 2.0: The Neogeography of the GeoWeb.* Geography Compass, November 2008. **2**(6): p. 2011-2039.
5. Popescu, A. *Geolocation API Specification*. [cited 2012 12 December]; Available from: http://www.w3.org/TR/geolocation-API/.
6. Facebook. *Graph API - Facebook Developers*. [cited 2012 12 December]; Available from: http://developers.facebook.com/docs/reference/api/.
7. Twitter. *Twitter Help Center | FAQs about Tweet Location*. [cited 2012 12 December]; Available from: https://support.twitter.com/articles/78525-about-the-tweet-location-feature.
8. Open Geospatial Consortium. *Open Geospatial Consortium*. [cited 2012 13 November]; Available from: http://www.opengeospatial.org.
9. Open Geospatial Consortium. *Geography Markup Language*. [cited 2012 13 December]; Available from: http://www.opengeospatial.org/standards/gml.
10. Open Geospatial Consortium. *KML*. [cited 2012 13 November]; Available from: http://www.opengeospatial.org/standards/kml.
11. GZF German Research Center for Geosciences. *GEOFON Program GFZ Potsdam :: GFZ Potsdam – Earthquake Bulletin*. [cited 2012 17 December]; Available from: http://www.geofon.gfz.-potsdam.de/eqinfo/list.php.
12. สำนักเฝ้าระวังแผ่นดินไหว กรมอุตุนิยมวิทยา. รายงานแผ่นดินไหว. [cited 2012 17 December]; Available from: http://www.seismology.tmd.go.th/home.html.
13. กรมอุตุนิยมวิทยา. รายงานแผ่นดินไหว. [cited 2012 17 December]; Available from: http://www.tmd.go.th/earthquake_report.php.
14. Wikipedia. *Shapefile*. [cited 2012 13 November]; Available from: http://en.wikipedia.org/wiki/Shapefile.
15. Wikipedia. *GeoTIFF*. [cited 2012 12 December]; Available from: http://en.wikipedia.org/wiki/GeoTIFF.

16. Open Geospatial Consortium. *Web Map Service*. [cited 2012 12 December]; Available from: http://www.opengeospatial.org/standards/wms.
17. Open Geospatial Consortium. *Web Feature Service*. [cited 2012 12 December]; Available from: http://www.opengeospatial.org/standards/wfs.
18. Open Geospatial Consortium. *Web Coverage Service*. [cited 2012 12 December]; Available from: http://www.opengeospatial.org/standards/wcs.
19. Foster, D. *GIS Shapefiles ExpertGPS*. [cited 2012 25 December]; Available from: http://www.expertgps.com/shp.asp.
20. กรมอุตุนิยมวิทยา. *3hrs maps*. [cited 2012 17 December]; Available from: http://www.arcims.tmd.go.th/dailydata/Map3hrs.php.
21. กรมอุตุนิยมวิทยา. รายงานอากาศพัทลุง – พัทลุง สกษ. [cited 2012 17 December]; Available from: http://www.tmd.go.th/weather_report_3hour.php?StationNumber=48560.
22. คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ระบบ *Flood REST*. [cited 2011 26 October]; Available from: http://www.chula.ac.th/flood_rest.
23. Google Inc. *Google Maps*. [cited 2012 25 December]; Available from: https://itunes.apple.com/en/app/google-maps/id585027354.
24. Appsolute Soft Co., Ltd. *Flood Rest Thailand*. [cited 2011 26 October]; Available from: https://itunes.apple.com/th/app/flood-rest-thailand/id477029083.
25. G Softbiz Co., Ltd. *Flood aid*. [cited 2011 26 October]; Available from: https://itunes.apple.com/th/app/flood-aid/id474269170.
26. กรมทางหลวงชนบท. ระบบบริหารจัดการงานอุทกภัยของกรมทางหลวงชนบท. [cited 2012 13 November]; Available from: http://fms2.drr.go.th/.
27. Google Inc. *The Google Geocoding API*. [cited 2012 13 November]; Available from: https://developers.google.com/maps/documentation/geocoding/index.
28. GIS Cloud Ltd. *GIS in the Cloud | GIS Mapping Software | Visualize & Publish Maps*. [cited 2012 13 November]; Available from: http://www.giscloud.com.
29. Suzana, D. and B. Shivanand, *A Web GIS collaborative framework to structure and manage distributed planning processes.* Journal of Geographical System, 2004. **6**(2): p. 133-153.
30. Simão, A., P.J. Densham, and M.M. Haklay, *Web-based GIS for collaborative planning and public participation - An application to the strategic planning of wind farm sites.* Journal of Environmental Management, May 2009. **90**(6): p. 2027–2040.

31. Chen, T., et al., eds. *Integration of GIS and Computational Models for Emergency Management*. International Conference on Intelligent Computation Technology and Automation. Vol. 2. 2008. 255-258.
32. Wikipedia. *Geographic Information System*. [cited 2012 13 November]; Available from: http://en.wikipedia.org/wiki/Geographic_information_system.
33. Geo InformaticS center for Thailand. ลักษณะข้อมูลภูมิศาสตร์ (*Geographic Feature)*. [cited 2012 10 September]; Available from: http://www.gisthai.org/feature-gis.html.
34. Patheepphonemphong, P. *Spatial Database*. [cited 2012 10 September]; Available from: http://www.i-bitz.co.th/attachments/026_SpatialDatabase.ppt.
35. Wikipedia. *Spatial Database*. [cited 2012 13 November]; Available from: http://en.wikipedia.org/wiki/Spatial_database.
36. Fernando, N., S. Malabe Waidyasekara, and D. Dias, *A System based on Web-GIS for Post-Disaster Recovery Management.* Information and Automation, 2006: p. 75-80.
37. Yang, Q. and Q. Zhang, *Study on Decision Support System of Flood Disaster Based on the Overall Process Emergency Management.* Wireless Communications, Networking and Mobile Computing, 2007: p. 6126-6129.
38. Chen, X., et al., *A Web GIS expert system for rice brown planthopper disaster early-warning in China's shanghai.* Bioinformatics and Biomedical Engineering, 2008: p. 2485 – 2488.
39. Carswell, J.D., *Web-based Spatial Information Management System*, in *95th Annual Geomatics Conference of the Canadian Institute of Geomatics (CIG)*July 2002.
40. Supavetch, S. and S. Chunithipaisan, *The SQL-based Geospatial Web Processing Service.* International Journal of Computer, 2011. **3**: p. 119-126.
41. Butler, H., et al. *The GeoJSON Format Specification*. [cited 2012 13 November]; Available from: http://www.geojson.org/geojson-spec.html.
42. Open Geospatial Consortium. *Web Processing Service*. [cited 2012 12 December]; Available from: http://www.opengeospatial.org/standards/wps.
43. Wikipedia. *Web Services*. [cited 2012 4 December]; Available from: http://en.wikipedia.org/wiki/Web_service.
44. OpenPlans. *GeoServer*. [cited 2012 13 November]; Available from: http://geoserver.org.
45. Open Source Geospatial Foundation. *MapServer 6.2.0*. [cited 2012 13 November]; Available from: http://mapserver.org.

46. Wikipedia. *SOAP*. [cited 2012 4 December]; Available from: http://en.wikipedia.org/wiki/SOAP.
47. Chang, C.-H., et al., *A Survey of Web Information Extraction Systems.* IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, October 2006. **18**(10): p. 1411-1428.
48. Borges, K., et al., *The Web as a Data Source for Spatial Databases.* Proc V Brazilian Geoinformatics Symposium, 2003.
49. Laender, A.H.F., B. Ribeiro-Neto, and A.S.d. Silva, *DEByE – Data Extraction By Example.* Data & Knowledge Engineering, February 2002 **40**(2): p. 121-154.
50. Microsoft Corporation. *Get external data from a Web page*. [cited 2012 13 November]; Available from: http://office.microsoft.com/en-us/excel-help/get-external-data-from-a-web-page-HA010218472.aspx.
51. hxseven/htmlSQL. *htmlSQL*. [cited 2012 13 November]; Available from: https://github.com/hxseven/htmlSQL.
52. Gonzalez, H., et al. *Google Fusion Tables: Data Management, Integration and Collaboration in the Cloud*. in *SoCC '10 Proceedings of the 1st ACM symposium on Cloud computing*. 2010.
53. Google Inc. *Google Chart Tools*. [cited 2012 13 November]; Available from: https://developers.google.com/chart.
54. Google Inc. *Google Drive*. [cited 2012 13 November]; Available from: https://drive.google.com.
55. Environmental Systems Research Institute, I.E. *ArcGIS - Mapping and Spatial Analysis for Understanding Our World*. [cited 2012 13 November]; Available from: http://www.esri.com/software/arcgis.
56. Safe Software Inc. *FME and Spatial ETL | Safe Software*. [cited 2012 13 November]; Available from: http://www.safe.com/fme/key-capabilities/spatial-etl.
57. Glorio, O. and J. Trujillo, *An MDA Approach for the Development of Spatial Data Warehouses.* Data Warehousing and Knowledge Discovery, 2008. **5182**: p. 23-32.
58. Google Inc. *Chrome Developer Tools*. [cited 2012 13 November]; Available from: https://developers.google.com/chrome-developer-tools.
59. กระทรวงคมนาคม. ระบบเว็บท่าภูมิสารสนเทศ. [cited 2013 7 April]; Available from: http://gisportal.mot.go.th/.

60. ศูนย์ข้อมูลโรงไฟฟ้าพลังน้ำ(กฟผ.) การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. รายงานสภาพน้ำและการระบายน้ำในเขื่อนประจำวัน. [cited 2013 7 April]; Available from: http://ichpp.egat.co.th/.
61. สำนักพัฒนาอุตุนิยมวิทยา กรมอุตุนิยมวิทยา. โปรแกรมแสดงผลและรายงานออนไลน์. [cited 2013 7 April]; Available from: http://hydromet.tmd.go.th/Monitor/Forecast.aspx.
62. สำนักระบายน้ำกรุงเทพมหานคร. ระบบตรวจวัดระดับน้ำในคลองหลัก. [cited 2013 8 Apirl]; Available from: http://dds.bangkok.go.th/canal/.
63. สำนักระบายน้ำกรุงเทพมหานคร. ระบบตรวจวัดระดับน้ำในคลองหลัก. [cited 2013 23 March]; Available from: http://dds.bangkok.go.th/canal/page/PageSummary.aspx.
64. สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ. *Thailand Flood Monitoring System*. [cited 2013 8 Apirl]; Available from: http://flood.gistda.or.th/.
65. Open Source Geospatial Foundation. *OpenLayers*. [cited 2013 10 April]; Available from: http://openlayers.org/.

ภาคผนวก

ภาคผนวก

เอกสารการสำรวจและจำแนกข้อมูลเชิงพื้นที่ภายในเว็บไซต์, 2555

ลำดับ	หน่วยงาน	ประเภทข้อมูล	รูปแบบ	Basic Info	Query-Backward	Time interval	Geocode	Formats
1	สารสนเทศอุตุนิยมวิทยาเกษตร กรมอุตุนิยมวิทยา	ข้อมูลฝนกรมอุตุนิยมวิทยาเพื่อสนับสนุนโครงการประกันภัยพืชผลการเกษตร	ไม่พร้อมใช้		/	daily	/	html
2	สารสนเทศอุตุนิยมวิทยาเกษตร กรมอุตุนิยมวิทยา	ปริมาณน้ำฝนรายวัน	เพื่อนำเสนอ		/	daily		html (image)
3	สารสนเทศอุตุนิยมวิทยาเกษตร กรมอุตุนิยมวิทยา	ภาพแผนที่ฝนสะสมภายใน 7 วัน	เพื่อนำเสนอ		/	daily (Backward7day)		html (image)
4	สารสนเทศอุตุนิยมวิทยาเกษตร กรมอุตุนิยมวิทยา	ปริมาณฝน อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และความกดอากาศที่ระดับน้ำทะเลปานกลาง	เพื่อนำเสนอ		/	daily and every3hr.		html (image)
5	สารสนเทศอุตุนิยมวิทยาเกษตร กรมอุตุนิยมวิทยา	ปริมาณฝนรายเดือน	เพื่อนำเสนอ		/	monthly		html (image)
6	ส่วนอุตุนิยมวิทยาเกษตร สำนักพัฒนาอุตุนิยมวิทยา กรมอุตุนิยมวิทยา	ข้อมูลภูมิสารสนเทศสารประกอบอุตุนิยมวิทยา ข้อมูลฝน	พร้อมใช้		/	daily/weekly/every3day	/	WMS
7	กรมอุตุนิยมวิทยา กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร	ข้อมูลภูมิสารสนเทศสารประกอบอุตุนิยมวิทยา ข้อมูลฝน+เตือนภัย	พร้อมใช้		/	daily/weekly/every3day	/	WMS
8	สำนักการระบายน้ำ กรุงเทพมหานคร	ระบบตรวจวัดระดับน้ำในคลองหลัก(สรุปทุกสถานี)	ไม่พร้อมใช้			every 15 min		html
9	สำนักการระบายน้ำ กรุงเทพมหานคร	ระบบตรวจวัดระดับน้ำในคลองหลัก(ข้อมูลพื้นฐานแต่ละสถานี - ต้องเปลี่ยนชื่อสถานีเอง)	ไม่พร้อมใช้	/		every 15 min	/	xml
10	กลุ่มงานสารสนเทศและพยากรณ์น้ำ ส่วนอุทกวิทยา สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์	สถานการณ์น้ำท่าทั้งประเทศ-แยกตามศูนย์อุทกวิทยาและบริหารน้ำแต่ละภาค	ไม่พร้อมใช้			daily at 6.00am		html

ลำดับ	หน่วยงาน	ประเภทข้อมูล	รูปแบบ	Basic Info	Query-Backward	Time interval	Geocode	Formats
11	กรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ	ระดับน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยา หน้ากองบัญชาการกองทัพเรือ	ไม่พร้อมใช้					html
12	สำนักพัฒนาอุตุนิยมวิทยา กรมอุตุนิยมวิทยา	โปรแกรมแสดงผลและรายงานออนไลน์ (ข้อมูลระดับน้ำในเขื่อน ที่มา-การไฟฟ้าฝ่ายผลิต กรมชลประทาน)	ไม่พร้อมใช้			daily at 7.00am		html
13	กรมอุตุนิยมวิทยา กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร	รายงายแผ่นดินไหว	ไม่พร้อมใช้		/	daily (Backward1day)	/	xml
14	กรมอุตุนิยมวิทยา กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร	รายงานแผ่นดินไหวในรอบ15วัน	ไม่พร้อมใช้			daily (Backward15day)	/	html
15	กรมอุตุนิยมวิทยา กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร	รายงานสภาวะอากาศ - นราธิวาส : อ.เมือง จ.นราธิวาส (ปริมาณฝนสะสม)	ไม่พร้อมใช้			every3hr.		xml
16	กรมอุตุนิยมวิทยา กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร	รายงานอากาศ 7 วันที่ผ่านมา - นราธิวาส (ปริมาณฝน24ชม. ย้อนหลัง7วัน)	ไม่พร้อมใช้			daily (Backward7day)		html
17	กรมอุตุนิยมวิทยา กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร	รายงานอากาศ 24 ชั่วโมงที่ผ่านมา - นราธิวาส (ปริมาณน้ำฝนภายใน24ชม. ทุก3ชม.)	ไม่พร้อมใช้			every3hr.		html
18	กรมอุตุนิยมวิทยา กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร	นราธิวาส - ค่าเฉลี่ย 30 ปี (2504-2533) (ปริมาณน้ำฝน-จำนวนวันที่ฝนตกแต่ละเดือน)	เพื่อนำเสนอ					html (image)
19	กรมอุตุนิยมวิทยา กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร	สรุปลักษณะอากาศรายสัปดาห์ (ปริมาณฝนสูงสุด)	ไม่พร้อมใช้		/	weekly		html
20	กรมอุตุนิยมวิทยา กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร	สรุปลักษณะอากาศรายวัน (ปริมาณฝน24ชม. และรวมตั้งแต่ต้นปี)	พร้อมใช้		/	daily (Bacbward4month)		WMS
21	กรมอุตุนิยมวิทยา กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร	รายงานอากาศล่าสุด* ทั่วประเทศ ของกรมอุตุนิยมวิทยา (108 สถานีทั่วประเทศ)	ไม่พร้อมใช้			every3hr.		html
22	สำนักตรวจและเฝ้าระวังสภาวะอากาศ	ข้อมูลสารสนเทศ (Link สถานีอุตุนิยมวิทยา20 สถานี และสถานีอากาศ10สถานี)	ไม่พร้อมใช้	/			/	html

ลำดับ	หน่วยงาน	ประเภทข้อมูล	รูปแบบ	Basic Info	Query-Backward	Time interval	Geocode	Formats
23	สำนักเฝ้าระวังแผ่นดินไหว กรมอุตุนิยมวิทยา	รายงานแผ่นดินไหวทั่วโลกล่าสุด (10 record)	ไม่พร้อมใช้			event	/	xml
24	สำนักเฝ้าระวังแผ่นดินไหว กรมอุตุนิยมวิทยา	รายงานแผ่นดินไหวในประเทศไทยและใกล้เคียงล่าสุด (10 record)	ไม่พร้อมใช้			event	/	xml
25	สำนักเฝ้าระวังแผ่นดินไหว กรมอุตุนิยมวิทยา	สถานีตรวจวัดแผ่นดินไหว	ไม่พร้อมใช้	/			/	html
26	สำนักเฝ้าระวังแผ่นดินไหว กรมอุตุนิยมวิทยา	สถานีตรวจวัดอัตราเร่งของพื้นดิน	ไม่พร้อมใช้	/			/	html
27	สำนักเฝ้าระวังแผ่นดินไหว กรมอุตุนิยมวิทยา	สถานีตรวจวัดการเคลื่อนตัวของแผ่นเปลือกโลก	ไม่พร้อมใช้	/			/	html
28	สำนักเฝ้าระวังแผ่นดินไหว กรมอุตุนิยมวิทยา	สถานีตรวจวัดระดับน้ำทะเล	ไม่พร้อมใช้	/			/	html
29	สำนักเฝ้าระวังแผ่นดินไหว กรมอุตุนิยมวิทยา	รายละเอียดสถานีตรวจสอบแผ่นดินไหว ระบบI15แห่ง และระบบII25แห่ง	ไม่พร้อมใช้	/			/	html
30	กรมทรัพยากรธรณี	แผนที่เสี่ยงภัยดินถล่ม ระดับชุมชน 17 จังหวัด	เพื่อนำเสนอ	/				html (image)
31	กรมทรัพยากรธรณี	แผนที่ธรณีวิทยามาตราส่วน 1:250000 ทั้งหมด 47 ระวาง	ไม่พร้อมใช้	/				html
32	กรมทรัพยากรธรณี	แผนที่ทรัพยากรแร่มาตราส่วน 1:250000 ทั้งหมด 52 ระวาง	ไม่พร้อมใช้	/				html
33	กรมทรัพยากรธรณี	แผนที่ทรัพยากรแร่รายจังหวัด ภาคตะวันออก	เพื่อนำเสนอ	/				html (image)
34	กรมทรัพยากรธรณี	แผนที่ธรณีวิทยารายจังหวัด ภาคเหนือ	ไม่พร้อมใช้	/				html
35	กรมทรัพยากรธรณี	แผนที่ธรณีวิทยารายจังหวัด ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	ไม่พร้อมใช้	/				html
36	กรมทรัพยากรธรณี	แผนที่ธรณีวิทยารายจังหวัด ภาคกลาง	ไม่พร้อมใช้	/				html
37	กรมทรัพยากรธรณี	แผนที่ธรณีวิทยารายจังหวัด ภาคตะวันออก	ไม่พร้อมใช้	/				html
38	กรมทรัพยากรธรณี	แผนที่ธรณีวิทยารายจังหวัด ภาคใต้	ไม่พร้อมใช้	/				html
39	กรมทรัพยากรธรณี	ระบบฐานข้อมูลพื้นที่จำแนกเขตเพื่อการบริหารจัดการทรัพยากรธรณี ระบบติดตามและประมวลผลข้อมูลธรณีพิบัติภัย	พร้อมใช้	/			/	html

ลำดับ	หน่วยงาน	ประเภทข้อมูล	รูปแบบ	Basic Info	Query-Backward	Time interval	Geocode	Formats
40	กรมทรัพยากรธรณี	ระบบฐานข้อมูลธรณีวิทยาและทรัพยากรธรณี	พร้อมใช้	/			/	html
41	สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน)	คาดการณ์ปริมาณน้ำฝนรายวัน ขอบเขต Thailand 3km x 3km	พร้อมใช้			daily		html (image+coordinate)
42	สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน)	คาดการณ์ปริมาณน้ำฝนรายวัน ขอบเขต Southeast Asia 9km x 9km	พร้อมใช้			daily		html (image+coordinate)
43	สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน)	คาดการณ์ปริมาณน้ำฝนรายวัน ขอบเขต Asia 27km x 27km	พร้อมใช้			daily		html (image+coordinate)
44	กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่	ระบบภูมิสารสนเทศ (GIS) กรมอุตสาหกรรมพื้นฐาน และการเหมืองแร่	เพื่อนำเสนอ	/			/	Map
45	กรมโรงงานอุตสาหกรรม	ข้อมูลโรงงานแยกตามพื้นที่	ไม่พร้อมใช้	/				html
46	กรมโรงงานอุตสาหกรรม	เขตประกอบการอุตสาหกรรมที่ได้รับการประกาศตาม ม.30 แห่ง พรบ.โรงงาน พ.ศ.2535	ไม่พร้อมใช้	/				html
47	การนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย	ระดับน้ำคลองพื้นที่นิคม	ไม่พร้อมใช้		/			html
48	สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน)	พื้นที่น้ำท่วมรายปี ภาพรวมทั้งประเทศ	พร้อมใช้		/	yearly	/	html
49	สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน)							
50	สำนักงานสถิติแห่งชาติ	จำนวนประชากรรายตำบล	ไม่พร้อมใช้					html
51	สำนักงานสถิติแห่งชาติ	ระบบภูมิสารสนเทศสถิติ	พร้อมใช้			every 10 years		WMS
52	สำนักงานสถิติแห่งชาติ	บริการข้อมูลสถิติท้องถิ่น	ไม่พร้อมใช้		/			html
53	ศูนย์สารสนเทศ กรมปศุสัตว์	ข้อมูล/สถิติด้านปศุสัตว์-ข้อมูลเกษตรกร/ปศุสัตว์ในประเทศไทยจำแนกรายปี	ไม่พร้อมใช้		/	yearly		html
54	ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวง กระทรวงคมนาคม	รายงานอุบัติเหตุด้านการขนส่งทั้งหมด	ไม่พร้อมใช้		/			html
55	สำนักงานปลัดกระทรวงคมนาคม	รายงานอุบัติเหตุด้านการขนส่งล่าสุด	ไม่พร้อมใช้			event		html
56	สำนักงานปลัดกระทรวงคมนาคม	รายงานสถานการณ์น้ำท่วมล่าสุด	ไม่พร้อมใช้		/	event		html

ลำดับ	หน่วยงาน	ประเภทข้อมูล	รูปแบบ	Basic Info	Query-Backward	Time interval	Geocode	Formats
57	สำนักงานปลัดกระทรวงคมนาคม	บริการดาวน์โหลด ภาพแผนที่โครงข่ายคมนาคมรายจังหวัด	ไม่พร้อมใช้	/				html
58	สำนักงานปลัดกระทรวงคมนาคม	ระบบเว็บท่าภูมิสารสนเทศ ข้อมูลแผนที่ให้บริการฟรีผ่าน Web Map Service	พร้อมใช้	/				WMS
59	สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน)และ Naval Research Lab,CA	แผนภาพฝนสะสมรายวัน	พร้อมใช้		/	every 24 hr.		html (image+coordinate)
60	บริษัท แอดวานซ์ อินโฟร์ เซอร์วิส จำกัด (มหาชน)และ สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน)	แผนที่แสดงการกระจายตัวอุณหภูมิ	พร้อมใช้		/	every hr.		html (image+coordinate)
61	บริษัท แอดวานซ์ อินโฟร์ เซอร์วิส จำกัด (มหาชน)และ สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน)	แผนที่แสดงการกระจายตัวความชื้น	พร้อมใช้		/	every hr.		html (image+coordinate)
62	บริษัท แอดวานซ์ อินโฟร์ เซอร์วิส จำกัด (มหาชน)และ สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน)	แผนที่แสดงการกระจายตัวความกดอากาศ	พร้อมใช้		/	every hr.		html (image+coordinate)
63	สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน)	ภาพถ่ายดาวเทียม GEOS9	พร้อมใช้		/	every hr.		html (image+coordinate)
64	ข้อมูลจากสถานีตรวจอากาศอัตโนมัติ กรมชลประทาน,บริษัท แอดวานซ์อินโฟร์ เซอร์วิส จำกัด(มหาชน), สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน)	ความกดอากาศ (mBar)	ไม่พร้อมใช้			every hr.		html

ลำดับ	หน่วยงาน	ประเภทข้อมูล	รูปแบบ	Basic Info	Query-Backward	Time interval	Geocode	Formats
65	ข้อมูลจากสถานีตรวจอากาศอัตโนมัติ กรมชลประทาน,บริษัท แอดวานซ์อินโฟร์เซอร์วิส จำกัด(มหาชน), สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน)	อุณหภูมิ (°c)	ไม่พร้อมใช้			every hr.		html
66	ข้อมูลจากสถานีตรวจอากาศอัตโนมัติ กรมชลประทาน,บริษัท แอดวานซ์อินโฟร์เซอร์วิส จำกัด(มหาชน), สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน)	ปริมาณฝนวันนี้ (mm.)	ไม่พร้อมใช้			every hr.		html
67	ศูนย์ประสานและติดตามสภานการณ์น้ำ กรมชลประทาน และ สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน)	ตารางสรุปสภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ทั้งประเทศ	ไม่พร้อมใช้		/	daily		html
68	ศูนย์โรงไฟฟ้าพลังน้ำ กฟผ.	รายงานสภาพน้ำและการระบายน้ำ	ไม่พร้อมใช้		/	daily (Backward1day)		html
69	ห้องปฏิบัติการเฝ้าระวังและเตือนภัย น้ำหลาก - ดินถล่ม สำนักวิจัย พัฒนาและอุทกวิทยา กรมทรัพยากรน้ำ	ข้อมูลสำหรับเว็บไซต์ แสดงสถานะการเตือนภัย (รายชื่อสถานี-หมู่บ้าน ปริมาณน้ำฝน วัน/เวลา)	ไม่พร้อมใช้			daily and event		xml
70	ห้องปฏิบัติการเฝ้าระวังและเตือนภัย น้ำหลาก - ดินถล่ม สำนักวิจัย พัฒนาและอุทกวิทยา กรมทรัพยากรน้ำ	ข้อมูลน้ำฝน รายวัน 583 สถานี ตามลุ่มน้ำ	ไม่พร้อมใช้			daily at 7.00am		html
71	ห้องปฏิบัติการเฝ้าระวังและเตือนภัย น้ำหลาก - ดินถล่ม สำนักวิจัย พัฒนาและอุทกวิทยา กรมทรัพยากรน้ำ	ข้อมูลน้ำฝน รายงานฝนสะสมย้อนหลัง 7 วัน	ไม่พร้อมใช้			every 15 min (Backward7day)		html
72	สำนักงานนโยบายและบริหารจัดการน้ำและอุทกภัยแห่งชาติ	สรุปสถานการณ์ภัยพิบัติในประเทศ	ไม่พร้อมใช้			daily		html

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวนันทนัช ตั้งปัญจศิล เกิดเมื่อวันที่ 14 กันยายน พ.ศ. 2530 ที่กรุงเทพฯ สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ศรีราชา สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ จากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เมื่อ พ.ศ. 2552 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปี พ.ศ. 2554