การออกแบบและพัฒนาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ทางโบราณคดีในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

นายเกรียงไกร วิทยาอนิวรรตน์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2551

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DESIGN AND DEVELOPMENT OF NORTH-EASTERN THAILAND ARCHAEOLOGICAL GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM

Mr.Kriangkrai Wittayaaniwat

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Computer Science
Department of Computer Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University
Academic Year 2008

Copyright of Chulalongkorn University

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การออกแบบและพัฒนาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ทางโบราณคดีในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย
โดย	นายเกรียงไกร วิทยาอนิวรรตน์
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์มัณฑนา ปราการสมุทร
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	รองศาสตราจารย์สุรพล นาถะพินธุ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.บุญสม เลิศหิรัญวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สาธิต วงศ์ประทีป)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์มัณฑนา ปราการสมุทร)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์สุรพล นาถะพินธุ)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชูชีพ ฉิมวงษ์)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เกรียงไกร วิทยาอนิวรรตน์ : การออกแบบและพัฒนาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ทางโบราณคดีในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย. (DESIGN AND DEVELOPMENT OF NORTH-EASTERN THAILAND ARCHAEOLOGICAL GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : รศ.มัณฑนา ปราการสมุทร, อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม : รศ.สุรพล นาถะพินธุ, 86 หน้า.

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการพัฒนาซอฟต์แวร์ เพื่อสร้างระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ทางโบราณคดีในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ทำงานผ่านระบบอินเตอร์เน็ต โดยใช้ Google Maps API ในการแสดงผลข้อมูลแผนที่ ดังนั้นในซอฟต์แวร์นี้จะมีชั้นแผนที่ที่เป็นแผนที่มาตรฐานของ Google ให้บริการ คือ แผนที่ ชั้นภาพถ่ายดาวเทียม และชั้นภาพภูมิประเทศ การนำเข้าข้อมูลสามารถนำเข้าได้จากการกำหนดตำแหน่งแผนที่และบันทึกเข้าสู่ระบบ

การดูแผนที่นั้นผู้บริหารโครงการสามารถกำหนดให้ดูได้เฉพาะสมาชิก หรือให้ผู้ใช้งานทั่วไปสามารถดูได้ด้วย ซึ่งผู้ใช้สามารถทำการย่อ-ขยายแผนที่ เลือกหรือซ่อนชั้นแผนที่ และส่วนของชั้นแผนที่ โดยใช้วิธีวิเคราะห์ข้อมูลทางสารสนเทศภูมิศาสตร์ เช่น การซ้อนทับ การวัดระยะทาง การวัดพื้นที่ การคำนวนเส้นทาง ช่วยในการดูข้อมูลหรือวิเคราะห์ข้อมูล รวมถึงการค้นถาม หรือค้นหาวัตถุภายในชั้นแผนที่ต่างๆ ได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ลายมือชื่อนิสิต เกรียงไกร วิทยาอนิวรรตน์

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ลายมือชื่ออ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ปีการศึกษา 2551 ลายมือชื่ออ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

4870228121 : MAJOR Computer Science

KEYWORDS : Geographic Information System / Google Maps / Web Application / AJAX

KRIANGKRAI WITTAYAANIWAT : DESIGN AND DEVELOPMENT OF NORTH-EASTERN THAILAND ARCHAEOLOGICAL GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM. ADVISOR : MANDHANA PRAKANSAMUT, SURAPOL NATAPINTU, 86 pp.

This thesis aims at developing web-base Archaeological GIS software for the North-Eastern of Thailand. The software presents the geographic information on Google Maps API, therefore the software contains Google standard map layers consisting of regular map, satellite map and landscape map. To import data, user can specify the location on the map and save it into the system.

Project manager may allow access entry to member or general user. The users can zoom the map in and out, hide map layers or part of map layers. The users can analyze geographic information data, for example, by overlaying maps, measures tools, route tools and many query tools.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Department : Computer Engineering Student's Signature

Field of Study : Computer Science Advisor's Signature

Academic Year : 2008 Co-Advisor's Signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์มัณฑนา ปราการสมุทร ท่านได้ให้คำแนะนำ และข้อคิดเห็นต่างๆ ในการวิจัยด้วยดีมาตลอด รวมทั้งตรวจแก้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้อย่างละเอียด ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณในความกรุณาจากอาจารย์เป็นอย่างสูง รวมถึงอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม รองศาสตราจารย์สุรพล นาถะพินธุ ที่กรุณามอบเวลาและคำปรึกษาและข้อคิดเห็นอันมีค่ายิ่งทุกครั้งที่ขอคำปรึกษาและข้อคิดเห็น ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณในความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ทั้งสองท่านเป็นอย่างสูง รวมถึงคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ทุกท่าน ที่ประสิทธิประสาทวิชาความรู้ให้ผู้วิจัย

ขอขอบคุณรองศาสตราจารย์ ดร.สาธิต วงศ์ประธีป ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ชูชีพ ฉิมวงษ์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้ช่วยกรุณาสละเวลามาช่วยตรวจสอบ ดำเนินการสอบ และแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์

ขอขอบคุณเพื่อนๆ ร่วมรุ่นทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือและความเป็นห่วงอยู่เสมอ ขอบคุณทุกๆ ท่านที่ให้ความช่วยเหลือและคอยถามไถ่ความคืบหน้าที่ไม่ได้เอ่ยนามในที่นี้ทุกท่าน

ท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และทุกคนในครอบครัวที่คอยสนับสนุนในด้านการเรียนและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ฌ

สารบัญภาพ..... ญ

บทที่

1. บทนำ..... 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 2

ขอบเขตของการวิจัย..... 2

วิธีดำเนินการวิจัย..... 3

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 3

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 4

ทฤษฎีทางโบราณคดี..... 4

ทฤษฎีทางคอมพิวเตอร์..... 6

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 30

3. การวิเคราะห์และออกแบบระบบ..... 31

การวิเคราะห์ระบบ..... 31

การออกแบบระบบ..... 39

4. การพัฒนาระบบ..... 53

เมนูหลัก..... 53

บริหารระบบและโครงการ..... 54

ดูแผนที่..... 60

5. การทดสอบระบบ..... 63

เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ..... 63

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน้า

การทดสอบการทำงานของระบบ..... 64
สรุปผลการทดสอบระบบ..... 72
6. สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ..... 73
สรุปผลการวิจัย..... 73
ข้อเสนอแนะ..... 74
รายการอ้างอิง..... 75
ภาคผนวก
ภาคผนวก ก แผนภาพฐานข้อมูล..... 78
ภาคผนวก ข พจนานุกรมข้อมูล..... 81
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 86

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	บทบาทและหน้าที่ของแอคเตอร์ในระบบ.....	33
2	เมธอดของคลาส User.....	40
3	เมธอดของคลาส ProjectDAO.....	41
4	เมธอดของคลาส LayerDAO.....	43
5	เมธอดของคลาส UserDAO.....	44
6	เมธอดของคลาส ProjectMemberDAO.....	45
7	เมธอดของคลาส MapUI.....	47

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	การวัดข้อมูลแบบเวกเตอร์	13
2	Boolean operator	14
3	ฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์	18
4	ฐานข้อมูลเชิงวัตถุ	18
5	การพัฒนาแบบน้ำตก	21
6	การพัฒนาแบบคู่ขนาน	22
7	การพัฒนาแบบแบ่งระยะ	23
8	การพัฒนาระบบต้นแบบ	24
9	การพัฒนาแบบทิ้งระบบต้นแบบ	24
10	การทำงานของเว็บเพจแบบดั้งเดิมเปรียบเทียบกับการใช้เอแจ็กซ์เทคนิค	27
11	แผนภาพยูสเคสหลัก	29
12	แผนภาพยูสเคสการบริหารโครงการ	30
13	แผนภาพยูสเคสการบริหารชั้นแผนที่	31
14	แผนภาพยูสเคสการบริหารผู้ใช้	33
15	แผนภาพยูสเคสการบริหารสมาชิกโครงการ	33
16	แผนภาพยูสเคสการดูแผนที่	34
17	แผนภาพยูสเคสระบบรักษาความปลอดภัย	35
18	ผนภาพคลาสผู้ใช้งานระบบ	37
19	แผนภาพคลาสส่วนการบริหารโครงการ	38
20	แผนภาพคลาสส่วนการบริหารชั้นแผนที่	39
21	แผนภาพคลาสการบริหารผู้ใช้งาน	41
22	แผนภาพคลาสการบริหารสมาชิกโครงการ	42
23	แผนภาพคลาสการดูแผนที่	43
24	แผนภาพส่วนรักษาความปลอดภัย	44
25	แผนภาพอีอาร์แสดงตารางข้อมูลและความสัมพันธ์	45
26	แผนภาพอีอาร์แสดงความสัมพันธ์ของตารางแหล่งโบราณคดี	46

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ **หน้า**

27 โครงสร้างหน้าจอหลักของโปรแกรม..... 47
28 โครงสร้างหน้าจอบริหารระบบและโครงการ..... 48
29 โครงสร้างหน้าจอการดูแผนที่..... 49
30 ตัวอย่างหน้าจอเมนูหลัก..... 50
31 ตัวอย่างหน้าจอบริหารผู้ใช้งาน..... 51
32 ตัวอย่างหน้าจอเพิ่มผู้ใช้งาน..... 51
33 ตัวอย่างหน้าจอแก้ไขผู้ใช้งาน..... 52
34 ตัวอย่างหน้าจอบริหารข้อมูลโครงการ..... 52
35 ตัวอย่างหน้าจอเพิ่มโครงการ..... 53
36 ตัวอย่างหน้าจอแก้ไขโครงการ..... 53
37 ตัวอย่างหน้าจอบริหารสมาชิกโครงการ..... 54
38 ตัวอย่างหน้าจอบริหารชั้นแผนที่..... 54
39 ตัวอย่างหน้าจอเพิ่มชั้นแผนที่แบบกำหนดตำแหน่งบนแผนที่..... 55
40 ตัวอย่างหน้าจอเพิ่มชั้นแผนที่จากเชบไฟล์..... 56
41 ตัวอย่างหน้าจอกำหนดคุณสมบัติชั้นแผนที่..... 56
42 ตัวอย่างหน้าจอการเพิ่มข้อมูลแผนที่แบบจุด..... 57
43 ตัวอย่างหน้าจอการเพิ่มข้อมูลแผนที่แบบเส้น..... 58
44 ตัวอย่างหน้าจอการเพิ่มข้อมูลแผนที่แบบรูปหลายเหลี่ยม..... 59
45 ตัวอย่างหน้าจอบริหารข้อมูลคุณลักษณะ..... 59
46 ตัวอย่างหน้าจอการดูข้อมูลในแผนที่..... 60
47 หน้าจอดูข้อมูลแหล่งโบราณคดีในรายงาน..... 60
48 การทดสอบจัดการผู้ใช้งาน..... 62
49 การทดสอบแก้ไขข้อมูลโครงการ..... 62
50 การทดสอบจัดการสมาชิกโครงการ..... 63
51 การทดสอบเพิ่มชั้นแผนที่จากเชพไฟล์..... 63
52 การทดสอบเพิ่มข้อมูลชั้นแผนที่ชนิดจุดจากการกำหนดตำแหน่งบนแผนที่..... 64
53 การทดสอบแก้ไขข้อมูลคุณลักษณะ..... 64
54 การทดสอบเปลี่ยนสัญกรของชั้นแผนที่..... 65

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ **หน้า**

55 การทดสอบการดูแผนที่โดยประยุกต์ใช้เครื่องมือการวิเคราะห์..... 65
56 การทดสอบการดูข้อมูลแหล่งโบราณคดีจากการค้นหาด้วยข้อมูลคุณลักษณะ.. 66
57 การทดสอบการดูข้อมูลรายละเอียดของแหล่งโบราณคดี..... 66

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยมีร่องรอยการตั้งถิ่นฐานและพัฒนาการของมนุษย์มาตั้งแต่สมัยก่อนประวัติศาสตร์ ในปัจจุบันจึงปรากฏหลักฐานและร่องรอยทางโบราณคดีอยู่มากมายในแต่ละภูมิภาค มีการตั้งถิ่นฐานเป็นชุมชน เมือง และกลุ่มวัฒนธรรมต่างๆ มากมาย นักโบราณคดีได้ทำการขุดค้นและศึกษาแหล่งโบราณคดีในประเทศไทยโดยใช้ศาสตร์แขนงต่างๆ เข้ามาช่วยในการศึกษา คอมพิวเตอร์ก็เป็นศาสตร์แขนงหนึ่งที่ถูกนำมาใช้ช่วยในการศึกษาโบราณคดี

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System : GIS) ถูกใช้ช่วยศึกษาทางด้านโบราณคดีในต่างประเทศมานานแล้ว แต่สำหรับในประเทศไทยยังอยู่ในยุคเริ่มแรก เนื่องจากวงการโบราณคดีไทยขาดผู้ชำนาญทางด้านคอมพิวเตอร์ จึงมีเพียงส่วนน้อยที่พยายามใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ศึกษา และอธิบายภาพรวมของแหล่งโบราณคดีเฉพาะพื้นที่ที่ตนสนใจ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปชื่อ ArcView ซึ่งเป็นโปรแกรมสำหรับสร้างระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่สามารถใช้กับงานหลายๆ ด้าน ขั้นตอนการสร้างระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ด้วยโปรแกรม ArcView ของนักโบราณคดีไทยในปัจจุบัน ประกอบด้วย การสำรวจเก็บข้อมูลในด้านที่ตนสนใจ บันทึกตำแหน่งอ้างอิงพิกัดบนพื้นผิวโลกด้วยระบบสำรวจหาตำแหน่งพื้นโลกด้วยดาวเทียม (Global Positioning System : GPS) เตรียมข้อมูลให้อยู่ในแบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ในรูปแบบ (format) *.dbf แล้วนำเข้า (import) ข้อมูลสู่โปรแกรม ArcView เพื่อสร้างระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในพื้นที่ที่ตนสนใจ

ปัญหาที่เกิดขึ้นในปัจจุบันคือ โปรแกรม ArcView เหมาะสำหรับการทำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ทั่วไป ไม่ได้มีฟังก์ชั่นวิเคราะห์ทางด้านโบราณคดีโดยเฉพาะ การเก็บข้อมูลของแหล่งโบราณคดีของแต่ละกลุ่มผู้ศึกษาก็จะเก็บข้อมูลเฉพาะด้านที่ตนสนใจเท่านั้น ไม่ได้สำรวจเก็บข้อมูลทุกๆ ด้านของพื้นที่ ผู้ที่จะศึกษาต่อยากต่อการนำข้อมูลมาเพิ่มเข้าสู่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ในพื้นที่เดิมที่มีการศึกษาไปบ้างแล้ว เนื่องจากขาดการแบ่งปันข้อมูลหรือไม่ทราบว่ามีผู้ศึกษาไปแล้วเพราะไม่มีการนำเสนอในที่สาธารณะ การออกแบบและพัฒนาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ทางโบราณคดีในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย จึงเป็นทางหนึ่งในการแก้ปัญหาดังกล่าวข้างต้น โดยผู้ใช้จะสามารถนำเข้าข้อมูล ทำการแก้ไขและเพิ่มเติมข้อมูลเดิมได้ง่ายขึ้น มีระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และระบบฐานข้อมูลที่สามารถจัดเก็บ และนำเสนอ

ข้อมูลให้นักโบราณคดี นักวิชาการ และบุคคลทั่วไปที่สนใจสามารถสืบค้นดูข้อมูลได้ผ่านอินเตอร์เน็ต อีกทั้งข้อมูลที่จัดเก็บจะถูกจัดเก็บไว้ในรูปแบบที่เหมาะสมมากขึ้น สามารนำข้อมูลมาวิเคราะห์ข้อมูลด้วย การวัด การค้นถาม การจำแนกใหม่ การสร้างบัฟเฟอร์ ปฏิบัติการวางซ้อน ได้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ทางโบราณคดีในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

ขอบเขตของการวิจัย

1) ระบบทำงานในรูปแบบ Client-Server ผ่าน Internet

2) ระบบสามารถนำเข้าข้อมูลภูมิศาสตร์ทางโบราณคดีผ่านทางแป้นพิมพ์ได้

3) ระบบสามารถวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ด้วย การวัด การค้นถาม การสร้างบัฟเฟอร์ ปฏิบัติการวางซ้อน (Overlay Operation) ได้

4) ระบบสามารถเอื้ออำนวยให้ผู้ใช้สามารถเพิ่มคุณลักษณะของแหล่งโบราณคดีได้

5) ผู้ใช้งานสามารถเรียกดูข้อมูลคุณลักษณะของแหล่งโบราณคดีได้จากการคลิกที่ตำแหน่งแหล่งโบราณคดีในแผนที่ หรือจากการค้นหา (searching) หรือค้นดู (browsing) ได้

6) ผู้ใช้สามารถสั่งบันทึกผลการวิเคราะห์เป็นรูปภาพ และรายงานได้

7) ผู้ใช้สามารถสั่งพิมพ์ผลการวิเคราะห์ได้ทั้งรูปภาพและรายงานได้

8) ทดสอบระบบโดยนำเข้าข้อมูลภูมิศาสตร์ทางโบราณคดีในพื้นที่บริเวณทุ่งกุลาร้องไห้ เพื่อทดสอบความสามารถในการทำงานของระบบ (ทุ่งกุลาร้องไห้เป็นทุ่งกว้างใหญ่ของภาคอีสาน มีเนื้อที่กว้างประมาณ 2,107,681ไร่ มีอาณาเขตครอบคลุม 5 จังหวัด คือ อ.ปทุมรัตน์ อ.เกษตรวิสัย และ อ.สุวรรณภูมิของจังหวัดร้อยเอ็ด อ.ชุมพลบุรี อ.ท่าตูม จังหวัดสุรินทร์ อ.พุทไธสง จังหวัดบุรีรัมย์ อ.มหาชนะชัย จังหวัดยโสธร และ อ.พยัคฆภูมิพิสัย จังหวัดมหาสารคาม)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิธีดำเนินการวิจัย

1) ศึกษาข้อมูลภูมิศาสตร์ทางโบราณคดี เช่น สภาพแวดล้อมของแหล่งโบราณคดี ถนน แม่น้ำ เขตการปกครอง โบราณวัตถุ โบราณสถาน ที่ตั้ง ฯลฯ

2) ศึกษาการใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการวิเคราะห์ข้อมูลทางโบราณคดี

3) วิเคราะห์ปัญหาและความต้องการของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ทางโบราณคดีในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

4) ออกแบบระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ทางโบราณคดีในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

5) พัฒนาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ทางโบราณคดีในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

6) ทดสอบและปรับปรุงระบบ

7) สรุปผลการทำวิทยานิพนธ์ และข้อเสนอแนะ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ได้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ทางโบราณคดีในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

2) ได้แนวทางในการวิเคราะห์ข้อมูลทางโบราณคดี ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

3) ได้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ทางโบราณคดีในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยที่ทันสมัยให้ผู้ที่สนใจทางด้านโบราณคดีและการท่องเที่ยวใช้ในการศึกษาต่อไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีทางโบราณคดี

1. นิยามศัพท์ทางโบราณคดี [1]

1.1 **โบราณคดี** (Archaeology) คือวิชาที่ว่าด้วยการศึกษาเรื่องราวและพฤติกรรมของมนุษย์ในอดีต โดยศึกษาจากหลักฐานต่างๆ ที่พบบนดิน ใต้ดิน และใต้น้ำ ได้แก่ โบราณวัตถุ และ โบราณสถาน แล้วนำหลักฐานเหล่านี้มาวิเคราะห์ วิจัย และแปลความหมายเพื่อบอกเล่าเรื่องราวในอดีต โดยมีระเบียบวิธีการศึกษา กระบวนการศึกษา และเทคนิควิธีเฉพาะเป็นของตนเอง ทั้งเทคนิคภาคสนาม เช่น การสำรวจทางโบราณคดี การขุดค้นทางโบราณคดี เป็นต้น และเทคนิคในการวิเคราะห์วิจัย

1.2 **นักโบราณคดี** คือ ผู้ได้รับการศึกษา และประกอบวิชาชีพทางโบราณคดี

1.3 **การขุดค้นทางโบราณคดี** (Excavation) คือกระบวนการหรือกรรมวิธีการเก็บข้อมูลหรือการตรวจสอบทางโบราณคดี โดยการขุดหาวัตถุหลักฐานที่มีการทับถมในชั้นดิน เพื่อทำการศึกษา วิเคราะห์ สรุปเรื่องราว หรือการขุดค้นเพื่อการตรวจสอบหรืออนุรักษ์ทางโบราณคดี ในกรณีที่ขุดตรวจสอบศึกษาร่องรอยสถาปัตยกรรม เรียกว่า **การขุดแต่งทางโบราณคดี**

1.4 **โบราณสถาน** (Monument, ancient monument, remain, ancient remain) คือสิ่งก่อสร้างที่มนุษย์ในอดีตสร้างขึ้นหรือดัดแปลงธรรมชาติเพื่อใช้ประโยชน์ เช่น เป็นที่อยู่อาศัย ที่ประกอบพิธีกรรม เป็นต้น มีความหมายตามพระราชบัญญัติโบราณสถาน โบราณวัตถุ ศิลปะวัตถุ และพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ พ.ศ.2504 แก้ไขเพิ่มเติม ฉบับที่ 2 พ.ศ.2535 หมายถึง “อสังหาริมทรัพย์ซึ่งโดยอายุหรือโดยลักษณะแห่งการก่อสร้าง หรือโดยหลักฐานเกี่ยวกับประวัติของอสังหาริมทรัพย์นั้น เป็นประโยชน์ในทางศิลปะ ประวัติศาสตร์ หรือโบราณคดี ทั้งนี้ให้รวมถึงสถานที่ที่เป็นแหล่งโบราณคดี แหล่งประวัติศาสตร์ และอุทยานประวัติศาสตร์ด้วย”

1.5 **โบราณวัตถุ** (Artifact, artifact) คือสิ่งของที่มนุษย์ในอดีตสร้างขึ้น มีความหมายตามพระราชบัญญัติโบราณสถาน โบราณวัตถุ ศิลปะวัตถุ และพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ พ.ศ.2504 แก้ไขเพิ่มเติม ฉบับที่ 2 พ.ศ.2535 หมายถึง “สังหาริมทรัพย์ที่เป็นของโบราณไม่ว่าจะเป็นสิ่งประดิษฐ์หรือเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ หรือที่เป็นส่วนหนึ่งส่วนใดของโบราณสถาน ซากมนุษย์ หรือซากสัตว์ ซึ่งโดยอายุหรือโดยลักษณะแห่งการประดิษฐ์หรือโดย

หลักฐานเกี่ยวประวัติของสังหาริมทรัพย์นั้นเป็นประโยชน์ในทางศิลปะ ประวัติศาสตร์ หรือโบราณคดี”

2. **ระเบียบวิธีในการศึกษาวิชาโบราณคดี**

2.1 **การสำรวจ** (Survey) ได้แก่ การตรวจสอบหาตำแหน่งของหลักฐานข้อมูลทางโบราณคดี ทั้งที่อยู่บนดินและที่อยู่ใต้ดิน เพื่อประเมินค่าของแหล่งโบราณคดีนั้นๆ ในการวางแผนงานขั้นต่อไป

2.2 **การขุดค้น** (Excavation) หรือการขุดแต่ง ได้แก่ การขุดหาหลักฐานข้อมูลทางโบราณคดีที่อยู่ในดิน เพื่อนำหลักฐานข้อมูลนั้นมาศึกษาหาความรู้ เช่น ภาชนะดินเผา ขวานหิน ซากเจดีย์ เป็นต้น

2.3 **การวิเคราะห์** (Analysis) ได้แก่ การนำหลักฐานข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและการขุดค้นมาทำการวิเคราะห์ทั้งทางวิทยาศาสตร์และการศึกษาเปรียบเทียบ

2.4 **การแปลความหมาย** (Interpretation) ได้แก่ การประมวลหลักฐานข้อมูลจากผลการวิเคราะห์ที่ได้จากการสำรวจและการขุดค้น แล้วนำมาแปลความหมายของสิ่งที่พบเห็นว่าเป็นอะไร มีประโยชน์ใช้สอยอย่างไร ซึ่งในการแปลความหมายจะต้องใช้หลักวิชาทางโบราณคดีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องประกอบกัน

2.5 **การเขียนรายงาน** (Report) เป็นการเขียนเรื่องราวและอธิบายแหล่งโบราณคดีที่ทำการศึกษา เพื่อให้คนทั่วไปได้รู้และเข้าใจว่าแหล่งโบราณคดีนั้นมีความเป็นมาอย่างไร

3. **หลักฐานข้อมูลทางโบราณคดี** (Archaeological evidence) คือหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับมนุษย์ในอดีต ใช้ในการวิเคราะห์และตีความในการศึกษาวิจัยทางโบราณคดี แบ่งออกได้ 3 ประเภท คือ

3.1 **โบราณศิลปะวัตถุ** (Artifact) ได้แก่ โบราณสถาน โบราณวัตถุ ศิลปวัตถุ และสิ่งที่คนดัดแปลงทำขึ้น

3.2 **นิเวศวัตถุ** (Ecofact) วัตถุที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ แต่มีความเกี่ยวข้องกับมนุษย์ หรือมนุษย์นำมาใช้ประโยชน์ในอดีต

3.3 **ร่องรอยกิจกรรมของมนุษย์** (Feature) คือร่องรอยความแตกต่างของสีดิน เนื้อดิน หรือร่องรอยอื่นๆ ในชั้นดิน ทำให้ดินแตกต่างไปจากดินทั่วไปที่มีการทับถมตามธรรมชาติโดยมีสาเหตุมาจากการกระทำของมนุษย์

4. **การกำหนดอายุ** (Dating) การหาอายุในการค้นคว้าวิจัยทางโบราณคดี เพื่อหาค่าอายุแบบสัมบูรณ์หรือค่าอายุเชิงเทียบ ซึ่งมีหลายวิธี เช่น การหาอายุด้วยวิธีคาร์บอน 14 วิธีเทอร์โมลูมิเนสเซนส์ การนับวงปีของไม้ การเปรียบเทียบชั้นดิน การศึกษาลำดับการทับถม การกำหนดอายุโดยจารึก การศึกษาเปรียบเทียบลักษณะเฉพาะของโบราณวัตถุหรือรูปแบบศิลปะเป็นต้น

4.1 **ค่าอายุแบบสัมบูรณ์** (Absolute Date) เป็นค่าอายุที่ระบุเป็นปีที่เชื่อมโยงได้กับปีปฏิทินหรือเป็นตัวเลขจำนวนปีก่อนปัจจุบัน เช่น 500 ปีมาแล้ว หรือ 500 ปีก่อนคริสตกาล พุทธศตวรรษที่ 15 พ.ศ. 1000 เป็นต้น

4.2 **ค่าอายุเชิงเทียบ** (Relative Date) เป็นค่าอายุที่ให้ผลเป็นการเรียงลำดับอายุของหลักฐานทางโบราณคดีหรือโบราณวัตถุจากเก่าไปใหม่ หรือจากใหม่ไปเก่า ค่าอายุแบบนี้ไม่ได้เป็นตัวเลขจำนวนปีก่อนปัจจุบัน แต่ระบุเป็นลำดับอายุเชิงเทียบระหว่างหลักฐานทางโบราณคดีที่นำมาเทียบเคียงกัน โดยเมื่อเทียบเคียงแล้วจะได้ผลลัพธ์เป็นค่าอายุเชิงเทียบ ค่าใดค่าหนึ่งใน 3 ค่า ดังนี้ ค่าอายุที่ 1 คือ เท่ากันหรือเท่ากับ ค่าอายุที่ 2 คือ มากกว่าหรือเก่ากว่า ค่าอายุที่ 3 คือ น้อยกว่าหรือใหม่กว่า ดังนั้นวิธีนี้จึงช่วยให้สามารถสรุปได้ว่าสิ่งใดอายุเท่ากับสิ่งใดหรือสิ่งใดเก่ากว่าสิ่งใด หรือสิ่งใดใหม่กว่าสิ่งใด

ทฤษฎีทางคอมพิวเตอร์

1. **ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์** (Geographic Information System : GIS)

คำนิยามระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

มีผู้ให้คำนิยามความหมายของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ไว้หลายความหมาย ดังนี้ Rhind [14] เสนอว่า ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ คือ “ระบบคอมพิวเตอร์ที่สามารถบรรจุและใช้ข้อมูลอธิบายพื้นที่บนพื้นผิวโลก” Burrough [4] ให้คำนิยามว่า “ชุดของเครื่องมือสำหรับรวบรวม จัดเก็บ ค้นคืน แปลงรูป และแสดงผลข้อมูลเชิงพื้นที่จากโลกความเป็นจริงสำหรับจุดมุ่งหมายที่เฉพาะเจาะจงต่างๆ” กระทรวงสิ่งแวดล้อมของประเทศอังกฤษ [8] ให้คำนิยามว่า “ระบบสำหรับ นำเข้า จัดเก็บ ตรวจสอบ รวบรวม จัดการ วิเคราะห์ และแสดงผลข้อมูลซึ่งอ้างอิงพื้นที่บนโลก” Pickles [12] เห็นว่าคำนิยามของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ขึ้นอยู่กับผู้ใด

เป็นผู้ให้คำนิยามและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มีท่าทางว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วไปตามเทคโนโลยี และการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ในอนาคต

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สามารถใช้ในงานหลายๆ ด้าน ไม่ว่าจะเป็นด้านการจัดการทรัพยากร การจัดการที่ดิน การประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การวางผังเมือง ตัวอย่างเช่น ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์แหล่งท่องเที่ยวอาจช่วยตอบคำถามแก่นักท่องเที่ยวว่าแหล่งท่องเที่ยวทางประวัติศาสตร์ที่ใดที่ใกล้แหล่งท่องเทียวที่นักท่องเที่ยวกำลังสนใจอยู่ในปัจจุบันมากที่สุด โดยมีระยะทางเท่าใด หรือคำถามอื่นๆ ที่ระบบจะสามารถวิเคราะห์ได้โดยอาศัยจากข้อมูลที่มีอยู่ในระบบช่วยตอบคำถามเหล่านั้นให้ครบถ้วน

2. **ข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์** ข้อมูลที่จัดเก็บอยู่ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดคือ

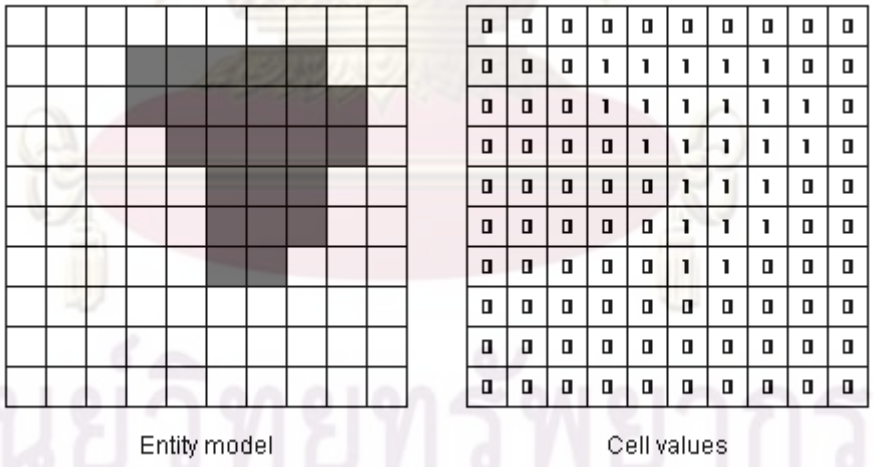
2.1 **ข้อมูลเชิงพื้นที่** ซึ่งเป็นข้อมูลที่อธิบายลักษณะข้อมูลเกี่ยวกับตำแหน่งอ้างอิง ที่ทำให้สามารถระบุตำแหน่งในรูปแบบสองมิติหรือสามมิติได้

2.2 **ข้อมูลเชิงคุณลักษณะ** เป็นข้อมูลอื่นๆ ที่ไม่ได้ระบุตำแหน่งบนพื้นผิวโลก แต่เป็นข้อมูลซึ่งอ้างอิงตำแหน่งกับข้อมูลเชิงพื้นที่

ยกตัวอย่างเช่น “มียอดผู้เข้าร่วมงานลอยกระทงปีพ.ศ.2549 ที่อุทยานประวัติศาสตร์สุโขทัยจำนวน 10,000 คน” ข้อมูลนี้งานลอยกระทงปีพ.ศ.2549 และจำนวนผู้เข้าร่วมงาน เป็นข้อมูลเชิงคุณลักษณะ ส่วนอุทยานประวัติศาสตร์สุโขทัยอาจถือเป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ แต่ข้อมูลเชิงพื้นที่แบบนี้คอมพิวเตอร์ไม่มีความรู้ในด้านนี้จึงไม่สามารถระบุตำแหน่งได้ ดังนั้นข้อมูลเชิงพื้นที่ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่คอมพิวเตอร์จะนำมาใช้งานได้ จึงจำเป็นต้องอยู่ในรูปแบบที่สามารถคำนวนได้ในทางคณิตศาสตร์ เช่น “อุทยานประวัติศาสตร์สุโขทัยตั้งอยู่ที่ละติดจูด X และลองจิจูด Y” ซึ่งทำให้ตำแหน่งของอุทยานประวัติศาสตร์สุโขทัยแสดงได้ด้วยจุดหนึ่งจุดบนตำแหน่งคู่อันดับ x,y นอกจากตำแหน่งที่ตั้งแล้วอุทยานประวัติศาสตร์สุโขทัยยังมีข้อมูลอื่นๆ อีกเช่น อัตราค่าเข้าชม สถิติผู้เข้าชมในแต่ละปี ภาพแผนผังของอุทยานฯ โบราณวัตถุชิ้นพิเศษที่น่าสนใจ ประวัติศาสตร์เกี่ยวกับอุทยาน ฯลฯ ซึ่งล้วนเป็นข้อมูลเชิงคุณลักษณะทั้งสิ้น ดังนั้นระบบจะจัดเก็บอะไรบ้างขึ้นอยู่กับการออกแบบระบบ และข้อมูลเหล่านี้สามารถนำมาวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลเชิงพื้นที่ได้ เช่น ให้ระบบแสดงอุทยานประวัติศาสตร์ที่มียอดผู้เข้าชมในแต่ละปีมากกว่า 30,000 คน เป็นต้น

3. **แบบจำลองข้อมูลเชิงพื้นที่** ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จะจัดเก็บและแสดงวัตถุบนโลกด้วยข้อมูลดิจิตอล ซึ่งวัตถุที่แสดงแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ วัตถุชนิดไม่ต่อเนื่อง เช่น บ้าน เป็นต้น และวัตถุชนิดต่อเนื่อง เช่น เส้นชั้นความสูง เป็นต้น ดังนั้นการแสดงข้อมูลเชิงพื้นที่ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จึงสามารถจำแนกออกเป็นแบบจำลอง 2 แบบ คือ

3.1 **แบบจำลองราสเตอร์** (Raster model) แบ่งแผนที่เป็นตารางสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาดเท่าๆ กัน เรียกว่า เซลล์ หรือ กริด หรือ ราสเตอร์ ตำแหน่งของแต่ละเซลล์กำหนดโดยตัวเลขประจำสดมภ์ (Column) และแถว (Row) แต่ละเซลล์จะเก็บค่าเพียงค่าเดียว ค่าที่กำหนดให้แต่ละเซลล์จะบ่งบอกถึงค่าของคุณลักษณะที่เซลล์นั้นเป็นตัวแทน ดังแสดงในรูปที่ 1 ตัวอย่างเช่น บ้านหนึ่งหลังถูกแสดงด้วยเซลล์หนึ่งเซลล์ ถนนถูกแสดงด้วยเซลล์หลายเซลล์ที่มีค่าเหมือนกันเป็นกลุ่มเซลล์ที่เรียงต่อเนื่องกันไป ชุมชนเมืองถูกแสดงด้วยกลุ่มของเซลล์โดยที่ทุกเซลล์มีค่าเหมือนกัน โดยส่วนใหญ่โครงสร้างข้อมูลแบบราสเตอร์มักจะใช้กับข้อมูลที่เป็นรูปภาพ แต่นอกจากจะใช้เก็บสีของภาพแล้ว ในแต่ละเซลล์ของโครงสร้างข้อมูลแบบราสเตอร์ยังสามารถเก็บข้อมูลชนิดไม่ต่อเนื่อง เช่น การใช้ที่ดิน หรือแม้แต่ข้อมูลชนิดต่อเนื่อง เช่น จำนวนฝนที่ตก หรืออาจจะไม่เก็บค่าอะไรเลยก็ได้ การที่ในแต่ละเซลล์จะเก็บค่าเพียงค่าเดียวนี้ราสเตอร์อาจสามารถใช้การเก็บค่าเป็นกลุ่ม เช่น ค่าสีแบบ RGB (Red, Green, Blue) ก็ได้

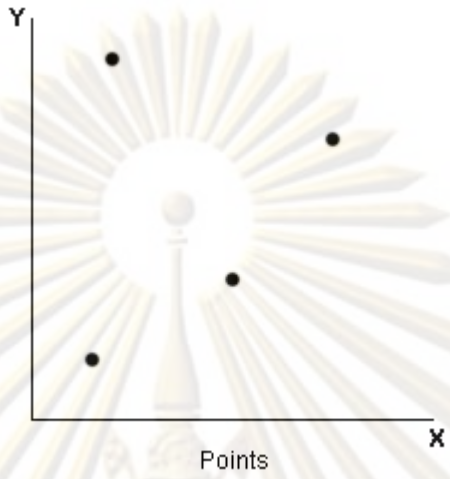


รูปที่ 1 ตัวอย่างแบบจำลองราสเตอร์

3.2 **แบบจำลองเวกเตอร์** (Vector model) [10] ใช้เรขาคณิตพื้นฐาน 3 ชนิดในการแสดงผลวัตถุเช่นเดียวกับที่ใช้ในการทำแผนที่ได้แก่

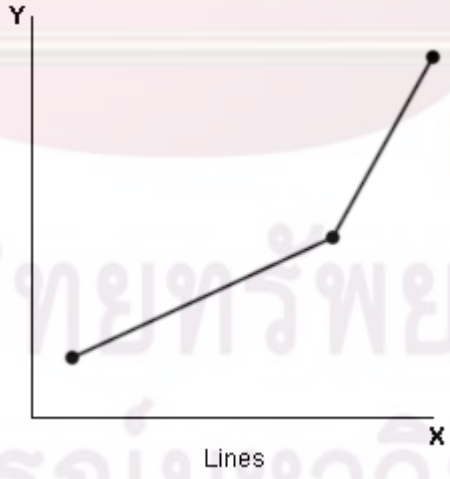
3.2.1 จุด (Points) ใช้แสดงผลสิ่งที่เล็กเกินกว่าที่จะแสดงผลในรูปของพื้นที่ เช่น การแสดงผลตำแหน่งที่ตั้งของตู้ไปรษณีย์ เป็นต้น การแสดงผลแบบจุดจะต้องเก็บ

ตำแหน่งของจุดที่อ้างอิงในระบบแกน ไม่ว่าจะเป็น ละติจูด-ลองจิจูด หรือแกน x,y หรือแกน x,y,z หากต้องการแสดงผลแบบ 3 มิติ ตัวอย่างแบบจำลองเวกเตอร์แบบจุดแสดงได้ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ตัวอย่างแบบจำลองเวกเตอร์แบบจุด

3.2.2 เส้น (Lines) ใช้แสดงผลสิ่งที่มีลักษณะเป็นเส้นในโลกความเป็นจริง เช่น ถนน แม่น้ำ เป็นต้น และเส้นที่ไม่มีอยู่จริงในโลก เช่น เส้นพรมแดนระหว่างประเทศ เป็นต้น เส้นเป็นกลุ่มของจุดที่เชื่อมต่อกัน ซึ่งเส้นดังกล่าวอาจอยู่แยกเดี่ยวๆ หรือเป็นเส้นที่เชื่อมต่อกันหลายๆ เส้นอย่างที่เรียกว่า “**เครือข่าย**” (Networks) ก็ได้ (บางตำราแบ่ง Networks เป็นชนิดข้อมูลอีกแบบหนึ่ง) ตัวอย่างแบบจำลองเวกเตอร์แบบเส้นแสดงได้ดังรูปที่ 3

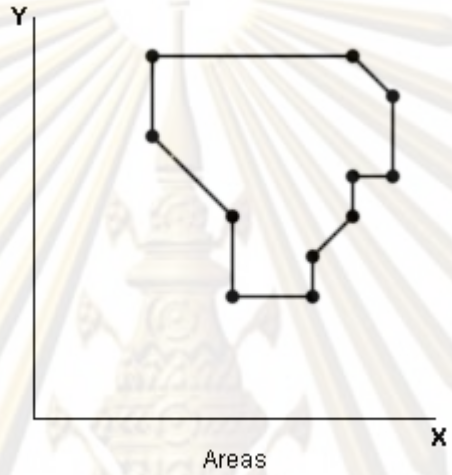


รูปที่ 3 ตัวอย่างแบบจำลองเวกเตอร์แบบเส้น

3.2.3 พื้นที่ (areas) ใช้แสดงผลเส้นที่จุดเริ่มต้นและจุดจบอยู่ที่จุดเดียวกัน พื้นที่สามารถแบ่งออกได้อีก 2 แบบ คือ “พื้นที่แบบเกาะ” เช่น พื้นที่อุทยานแห่งชาติ ซึ่ง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มักจะมีลักษณะตั้งอยู่เดี่ยวๆ ไม่ติดต่อกับอุทยานแห่งชาติอื่นๆ และ "พื้นที่ที่ติดกับพื้นที่อื่น" ซึ่งมีขอบส่วนใดส่วนหนึ่งร่วมกับพื้นที่อื่น เช่น บ้านจัดสรรที่มีกำแพงกั้นระหว่างแต่ละบ้าน หรือพื้นที่อำเภอต่างๆ เป็นต้น พื้นที่ในรูปแบบ 3 มิติ มีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า "**พื้นผิว**" (Surfaces) ใช้แสดงผลภูมิประเทศที่มีอยู่จริงหรือไม่มีอยู่จริงก็ได้ เช่น ความหนาแน่นของมลพิษ เป็นต้น (บางตำราแบ่ง Surfaces เป็นชนิดข้อมูลอีกแบบหนึ่ง) ตัวอย่างแบบจำลองเวกเตอร์แบบพื้นที่แสดงได้ดังรูปที่ 4

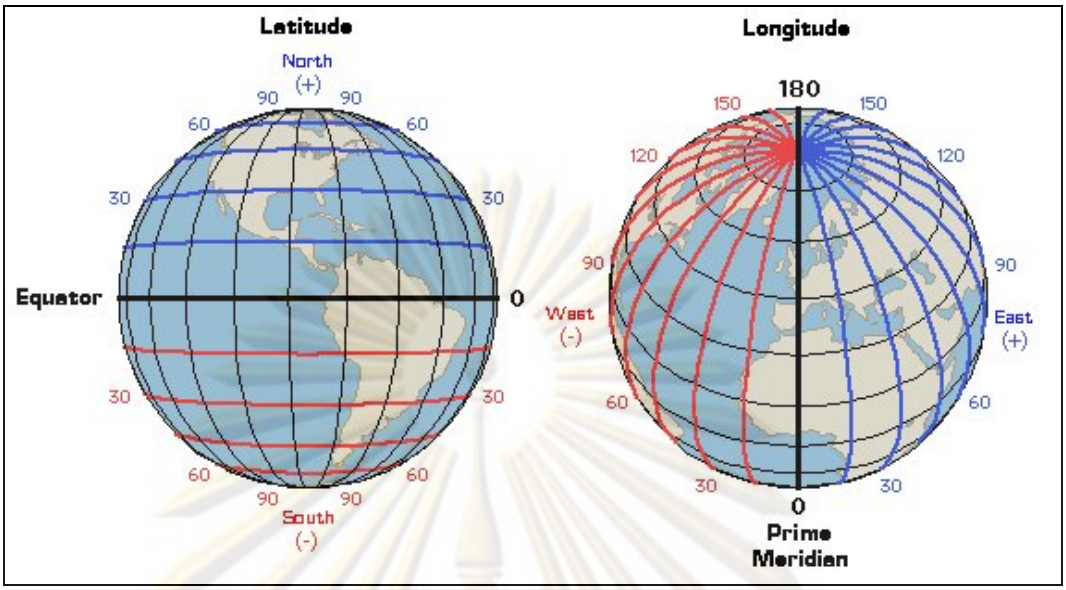


รูปที่ 4 ตัวอย่างแบบจำลองเวกเตอร์แบบพื้นที่

4. **ระบบอ้างอิงตำแหน่งบนพื้นผิวโลก** การแสดงผลวัตถุจะต้องอ้างอิงตำแหน่งของวัตถุบนพื้นผิวโลกโดยใช้ระบบอ้างอิงตำแหน่งบนพื้นผิวโลกระบบใดระบบหนึ่ง ระบบอ้างอิงตำแหน่งบนพื้นผิวโลก มีอยู่ 3 ระบบใหญ่ ได้แก่

4.1 **ระบบพิกัดภูมิศาสตร์** (Geographic co-ordinate system) เป็นระบบพิกัดที่กำหนดตำแหน่งต่างๆ บนพื้นผิวโลกที่มีลักษณะเป็นรูปทรงกลมด้วยวิธีการอ้างบอกตำแหน่งเป็นค่าระยะเชิงมุมของละติจูด (Latitude) และลองจิจูด (Longitude) ดังแสดงในรูปที่ 5

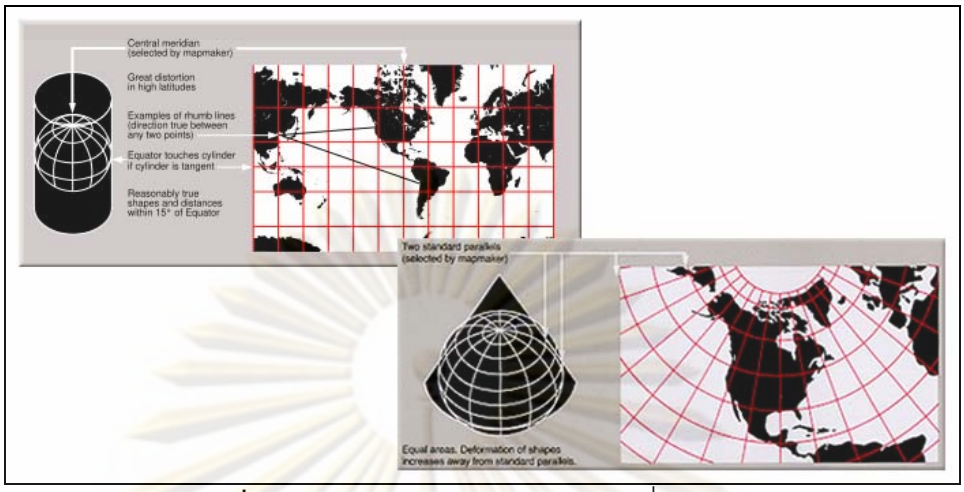
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5 ระบบพิกัดภูมิศาสตร์

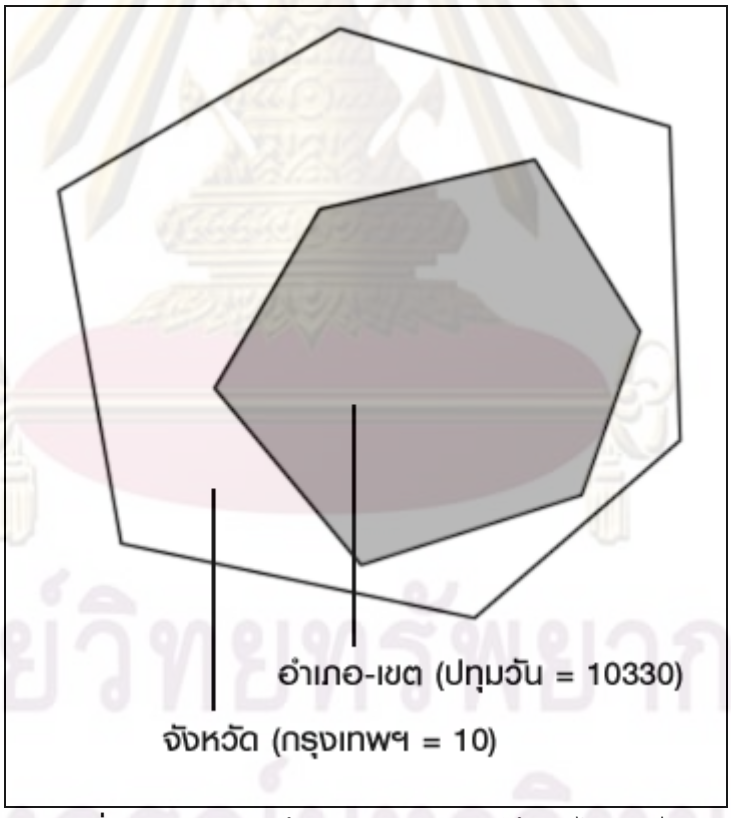
4.2 **ระบบพิกัดกริด** (Rectangular co-ordinate system) จะแปลงพื้นผิวโลกที่มีรูปทรงเป็นทรงกลมรีมาแผ่ให้อยู่ในระนาบ 2 มิติโดยใช้เส้นโครงแผนที่ (Map projection) ซึ่งมีอยู่หลายประเภท มีคุณสมบัติที่แตกต่างกันไป เช่น มีคุณสมบัติรักษารูปร่าง รักษาพื้นที่ เป็นต้น ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการใช้งาน เส้นโครงแผนที่จะแปลงเส้นละติจูดและลองจิจูดให้กลายเป็นตารางกริดในระนาบ 2 มิติ แต่ปัญหาของการแปลงพื้นผิวโลกที่เป็นรูปทรงกลมให้อยู่ในระนาบ 2 มิติคือ ตำแหน่งและรูปทรงของวัตถุจะเกิดการบิดเบือน การแปลงเส้นโครงแผนที่ในพื้นที่เล็กๆ จะเกิดการบิดเบือนไม่มากนัก แต่จะเกิดมากขึ้นเมื่อทำการแปลงเส้นโครงแผนที่ในพื้นที่กว้างๆ ด้วยเหตุนี้ระบบพิกัดกริดจึงเหมาะสำหรับการทำแผนที่ในพื้นที่เฉพาะขอบเขตที่ไม่กว้างนัก ตัวอย่างที่ดีของระบบนี้ได้แก่ ระบบ Universal Transverse Mercator (UTM) ซึ่งใช้กระบวนการ Mercator Projection ในการสร้างเส้นโครงแผนที่ ระบบดังกล่าวได้รับความนิยมใช้ในหลายองค์กร แผนที่ส่วนใหญ่ในประเทศไทยก็ใช้การสร้างเส้นโครงแผนที่ดังกล่าว รวมทั้งแผนที่ทหารในประเทศไทยด้วย ตัวอย่างการแปลงเส้นโครงแผนที่แสดงได้ดังรูปที่ 6

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 6 ตัวอย่างการแปลงเส้นโครงแผนที่แบบต่างๆ

4.3 Non co-ordinate system เป็นระบบที่ใช้รหัสในการอ้างอิงตำแหน่ง เช่น รหัสไปรษณีย์ เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 7



รูปที่ 7 ตัวอย่างการอ้างอิงตำแหน่งโดยใช้รหัสไปรษณีย์

ในปัจจุบันข้อมูลเชิงพื้นที่เกือบทั้งหมดที่มีในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จะเก็บอยู่ในระบบพิกัดภูมิศาสตร์ แต่การแสดงผลบนหน้าจอคอมพิวเตอร์จำเป็นต้องแปลงเส้นโครงแผนที่เป็นระบบพิกัดกริดเสียก่อน

5. การนำเข้าข้อมูลและแก้ไขข้อมูล ข้อมูลเป็นสิ่งจำเป็นต่อระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ซึ่งอาจมาจากหลายแหล่ง เช่น ภาพถ่ายทางอากาศ แผนที่ ภาพถ่ายดาวเทียม ตำแหน่งจากเครื่อง GPS เป็นต้น ในรูปแบบ (Formats) ที่แตกต่างกัน และสามารถนำเข้าสู่ระบบได้ด้วยวิธีที่แตกต่างกัน แผนที่อาจมาในรูปแบบเป็นแผ่นกระดาษหรือไฟล์ดิจิตอล อาจนำเข้าสู่ระบบได้ด้วยเครื่องอ่านพิกัดข้อมูลลายเส้น (Digitizer) หรือ เครื่องกราดภาพ (Scanner) หรือนำเข้าไฟล์ได้เลย ซึ่งปัจจัยสำคัญในการนำเข้าข้อมูลเข้าสู่ระบบคือ ข้อมูลที่จะนำเข้าสู่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จะต้องอยู่ในรูปแบบดิจิตอลเท่านั้น ดังนั้นข้อมูลที่ไม่อยู่ในรูปแบบดิจิตอลจะต้องถูกแปลงให้อยู่ในรูปแบบดิจิตอลเสียก่อน ด้วยการพิมพ์ผ่านแป้นพิมพ์ หรือ การบันทึกข้อมูลลายเส้น หรือ การกราดภาพ

5.1 การนำเข้าข้อมูลผ่านแป้นพิมพ์ เหมาะสำหรับข้อมูลจำนวนน้อยๆ และเป็นตัวหนังสือโดยเฉพาะข้อมูลคุณลักษณะ แต่หากจำนวนข้อมูลมีเป็นจำนวนมากอาจใช้ซอฟต์แวร์ Optical Character Recognition (OCR) ช่วยในการนำเข้าข้อมูล

5.2 การนำเข้าข้อมูลด้วยเครื่องอ่านพิกัดข้อมูลลายเส้น จะให้ข้อมูลเชิงพื้นที่ในรูปแบบเวกเตอร์เป็นคู่อันดับ x,y (x,y co-ordinate) เหมาะสำหรับการนำไปใช้เป็นข้อมูลเวกเตอร์ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เครื่องอ่านพิกัดข้อมูลลายเส้นมี 2 ชนิดคือแบบที่ผู้ใช้ต้องควบคุมหัวอ่านเองและเครื่องอ่านพิกัดข้อมูลลายเส้นแบบอัตโนมัติ เครื่องอ่านพิกัดข้อมูลลายเส้นแบบที่ผู้ใช้ต้องควบคุมหัวอ่านเองเป็นสาเหตุหลักของข้อมูลที่ผิดพลาดในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เนื่องจากวิธีนี้มีปัจจัยหลายอย่างที่จะทำให้ข้อมูลเกิดการผิดพลาด เช่น มาตราส่วนของแผนที่ต้นแบบเล็กเกินไป มือสั่นขณะเคลื่อนหัวอ่าน เป็นต้น ส่วนเครื่องอ่านพิกัดข้อมูลลายเส้นแบบอัตโนมัติจะให้ผลที่ดีกว่าเพราะหมดปัญหาเรื่องมือสั่น แต่ก็มีมีเรื่องยากอยู่บ้างคือถ้าหัวอ่านต้องอ่านข้อมูลที่แยกแยะลำบาก เช่น เส้นประ การตรวจสอบข้อมูลและการแก้ไขให้ถูกต้องเป็นสิ่งจำเป็น

5.3 การกราดภาพ วิธีนี้จะเหมาะมากเมื่อต้องการผลของข้อมูลเป็นแบบราสเตอร์ เช่น แผนที่ที่ใช้เป็นภาพพื้นหลัง เป็นต้น ความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากเครื่องกราดภาพขึ้นอยู่กับคุณภาพของเครื่องกราดภาพและคุณภาพของข้อมูลต้นแบบที่นำมากราดภาพ นอกจากนี้ความละเอียด (Resolution) ของเครื่องกราดภาพก็มีผลต่อคุณภาพของข้อมูลที่ได้ ความละเอียดที่เพิ่มขึ้นก็หมายถึงคุณภาพของข้อมูลที่จะได้เพิ่มขึ้น แต่อาจต้องแลกมาด้วยกำลังในการประมวลผลที่ต้องใช้มากขึ้น ขนาดไฟล์ที่ได้ใหญ่ขึ้น และเวลาที่ใช้ในการกราดภาพนานขึ้น ข้อมูลที่ได้จากการกราดภาพบางครั้งก็ถูกนำมาแปลงเป็นข้อมูลแบบเวกเตอร์ ซึ่งอาจเป็นวิธี

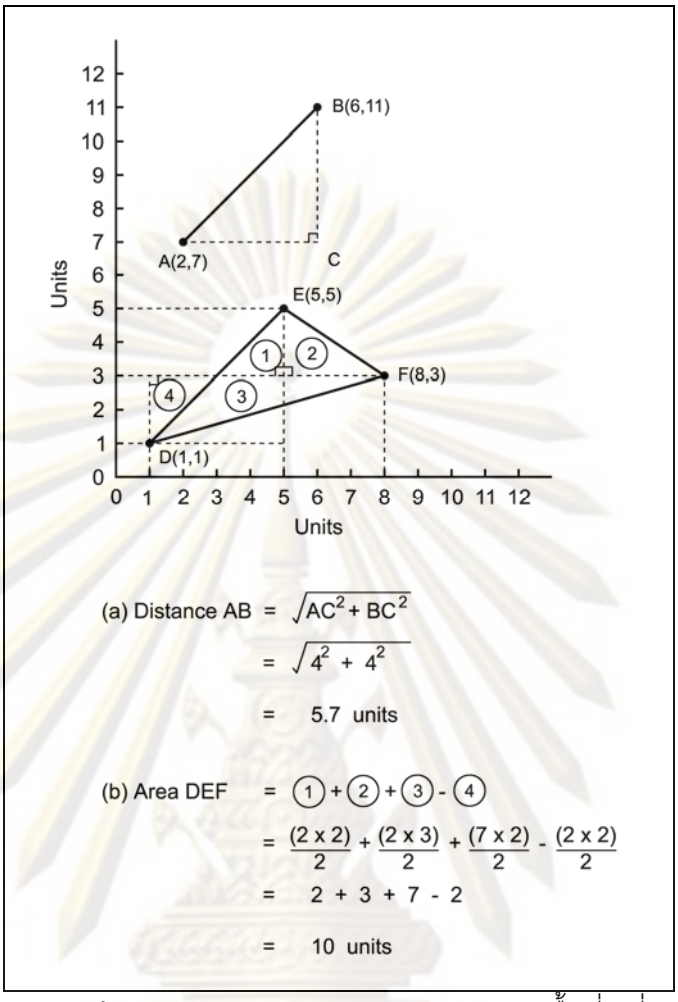
อัตโนมัติหรือผู้ใช้เป็นผู้ควบคุม แต่การแปลงข้อมูลแบบนี้บางครั้งก็เกิดปัญหาการซ้อนทับที่ไม่เท่ากันของข้อมูลแบบเวกเตอร์และราสเตอร์

หากเปรียบเทียบกันระหว่างเครื่องกราดภาพและเครื่องอ่านพิกัดข้อมูลลายเส้น การนำเข้าข้อมูลด้วยเครื่องอ่านพิกัดข้อมูลลายเส้นแบบอัตโนมัติ ได้รับความนิยมมากที่สุด โดยเฉพาะข้อมูลที่สร้างขึ้นสำหรับการค้า เนื่องจากความเหมาะสมระหว่างคุณภาพและต้นทุนในการนำเข้าข้อมูลแบบดังกล่าว อย่างไรก็ตาม Chrisman [5] ยังมองว่าข้อมูลที่ได้จากเครื่องกราดภาพในปัจจุบัน มีคุณภาพสูงกว่าเครื่องอ่านพิกัดข้อมูลลายเส้นแบบที่ผู้ใช้ต้องควบคุมหัวอ่านเอง ข้อมูลอยู่ในรูปแบบดิจิตอลหรือเป็นไฟล์ข้อมูลแบบดิจิตอลที่ได้มาจากระบบอื่นๆ ถ้าอยู่ในรูปแบบที่เข้ากันได้กับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ของเรา ก็สามารถนำเข้าได้เลยทันที แต่หากไม่ตรงกับรูปแบบที่วางเอาไว้ก็จะต้องทำการแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่ตรงกับที่ระบบต้องการเสียก่อน เช่น การสร้างเส้นโครงแผนที่ใหม่ (Re-Projection) เป็นต้น

6. **การวิเคราะห์ข้อมูล** เมื่อข้อมูลที่จำเป็นอยู่ในระบบเรียบร้อยแล้ว การวิเคราะห์ข้อมูลก็จะเป็นหัวใจสำคัญในการทำงานของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ การวิเคราะห์ข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มีหลายวิธี ได้แก่

6.1 **การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิคการวัด** ได้แก่ การหาความยาวเส้นหรือระยะห่างระหว่างจุดสองจุด การหาความยาวเส้นรอบรูป การหาพื้นที่ การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิคการวัดนี้จะใช้สูตรที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับแบบจำลองของข้อมูลที่จะวิเคราะห์ ถ้าข้อมูลอยู่ในรูปแบบเวกเตอร์จะวิเคราะห์ระยะห่างระหว่างจุดสองจุดด้วยทฤษฎีปีทากอรัส (Pythagoras's theorem) และหาพื้นที่ (Area) และเส้นรอบรูป (Perimeter) ด้วยเรขาคณิต เส้นรอบรูปก็คือผลบวกของเส้นตรงต่างๆ ที่ประกอบขึ้นเป็นรูปดังกล่าว ส่วนพื้นที่จะคำนวนด้วยขนาดพื้นที่ของรูปทรงเรขาคณิตลบด้วยพื้นที่ที่สนใจ ดังแสดงในรูปที่ 8

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

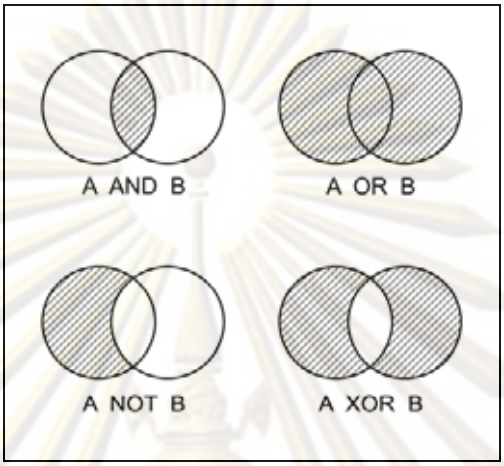


รูปที่ 8 การวัดข้อมูลแบบเวกเตอร์ : (a) ระยะห่าง; (b) พื้นที่ (ที่มา : [10])

ถ้าข้อมูลอยู่ในรูปแบบราสเตอร์ การวิเคราะห์ด้วยการวัดระยะห่างระหว่างจุดสามารถทำได้มากกว่า 1 วิธีซึ่งแต่ละวิธีก็อาจจะได้ผลลัพธ์ที่แตกต่างกัน ดังนั้นระยะห่างระหว่างจุดในแบบราสเตอร์จึงขึ้นอยู่กับวิธีการคำนวนที่เลือกใช้

6.2 การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการค้นถาม (Queries) การค้นถามเป็นองค์ประกอบพื้นฐานที่ประกอบอยู่แทบทุกส่วนในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพราะการค้นถามเป็นวิธีในการค้นคืนข้อมูลจากฐานข้อมูล หรือแม้กระทั่งค้นคืนข้อมูลจากข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ การค้นถามในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มีอยู่ 2 แบบ ได้แก่ เชิงพื้นที่ และไม่ใช่เชิงพื้นที่ การค้นถามแบบไม่ใช่เชิงพื้นที่เช่น “แหล่งโบราณคดีที่พบหม้อสามขามีจำนวนกี่แห่ง” เป็นต้น การค้นถามแบบนี้อาจใช้เพียงซอฟต์แวร์ฐานข้อมูลเพียงอย่างเดียวก็ได้ แต่หากคำถามเป็น “แหล่งโบราณคดีที่พบหม้อสามขาตั้งอยู่ที่ใดบ้าง” การค้นถามแบบนี้เป็นการค้นถามเชิงพื้นที่ ตำแหน่งของแหล่งโบราณคดีจะถูกตอบกลับมาโดยอาจแสดงในรูปแบบของแผนที่ นอกจากนี้การค้นถาม

อาจใช้คำถามที่รวมกันมากกว่าหนึ่งการค้นถามโดยใช้ Boolean operator ที่ประกอบด้วย AND, OR, NOT และ XOR ช่วยในการค้นถาม ดังแสดงในรูปที่ 9

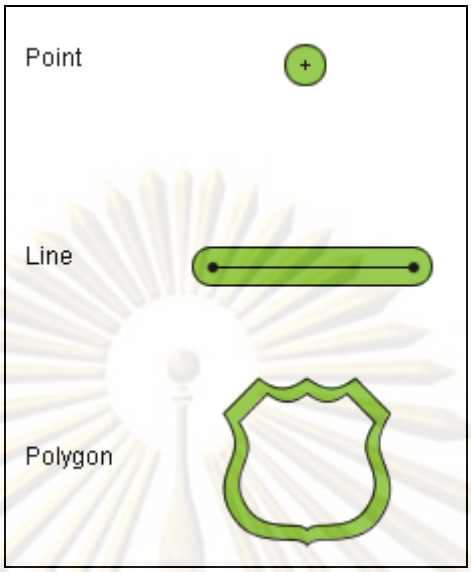


รูปที่ 9 Boolean operator: Venn Diagrams

6.3 **การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการจำแนกใหม่** (Reclassification) เป็นการกำหนดค่าใหม่ให้กับประเภทข้อมูลเชิงคุณลักษณะที่ปรากฏในแผนที่ [2] ตัวอย่างเช่น แผนที่ดินจะจำแนกใหม่เป็นแผนที่การยอมให้น้ำซึมผ่านได้

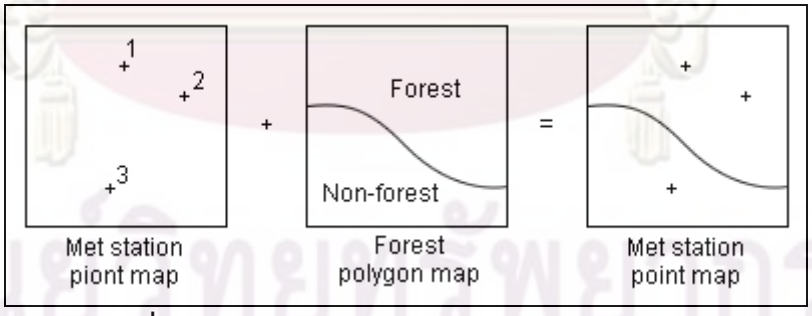
6.4 **การสร้างบัฟเฟอร์** (Buffering) เป็นการสร้างเขตที่สนใจรอบๆ สิ่งที่สนใจ ตัวอย่างคำถามเช่น “มีโรงแรมใดบ้างที่อยู่ห่างจากถนนหลักไม่เกิน 200 เมตร” คำถามนี้อาจมีหลายวิธีในการตอบ วิธีหนึ่งคือการสร้างบัฟเฟอร์ขนาด 200 เมตรขึ้นมารอบถนนหลักและใช้การวิเคราะห์จุดในรูปหลายเหลี่ยม อีกวิธีคือการค้นถามว่าตำแหน่งของโรงแรมใดที่มีระยะห่างจากถนนหลักน้อยกว่า 200 เมตร ตัวอย่างนี้แสดงให้เห็นว่าการวิเคราะห์ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สามารถทำได้หลายวิธี แต่จะเลือกวิธีที่ประสิทธิภาพดีที่สุดและเหมาะสมกับการวิเคราะห์นั้น ในกรณีนี้การสร้างบัฟเฟอร์แล้ววิเคราะห์จุดในรูปหลายเหลี่ยมจะรวดเร็วกว่า ตัวอย่างการสร้างบัฟเฟอร์แสดงได้ดังรูปที่ 10

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 10 ตัวอย่างการสร้างบัฟเฟอร์

6.5 **ปฏิบัติการวางซ้อน** (Overlay operation) เป็นการนำชั้นข้อมูลตั้งแต่ 2 ชั้นขึ้นไปมาวางซ้อนกันเพื่อตอบคำถาม เช่น แหล่งโบราณคดีมีที่ตั้งอยู่ที่ใดบ้าง เป็นต้น หรืออาจทำให้เกิดชั้นข้อมูลใหม่ขึ้นมา 1 ชั้น เช่น แหล่งโบราณคดีใดบ้างที่อยู่ใกล้กับถนนสายหลักในระยะทาง 200 เมตร เป็นต้น การวิเคราะห์เช่นนี้จำเป็นต้องใช้การวิเคราะห์หลายๆ อย่างประกอบกัน เบื้องต้นต้องมีการสร้างบัฟเฟอร์จากถนนในระยะทาง 200 เมตรขึ้นมาก่อน จากนั้นจึงนำเอาชั้นแหล่งโบราณคดีมาวางซ้อน เพื่อวิเคราะห์ว่าแหล่งโบราณคดีใดบ้างที่อยู่ภายในเขตบัฟเฟอร์ที่สร้างขึ้น ตัวอย่างการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยปฏิบัติการวางซ้อนแสดงได้ดังรูปที่ 11



รูปที่ 11 ตัวอย่างการวิเคราะห์ด้วยปฏิบัติการวางซ้อน

ในการทำวิทยานิพนธ์นี้ จะใช้วิธีวิเคราะห์ต่างๆ ประกอบด้วย การวัด การค้นถาม การสร้างบัฟเฟอร์ และปฏิบัติการวางซ้อน

7. **ระบบฐานข้อมูล** (Database System)

ระบบฐานข้อมูล คือโครงสร้างสารสนเทศที่ประกอบด้วยข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กัน เพื่อให้ผู้ใช้และโปรแกรมประยุกต์สามารถดำเนินการกับข้อมูลได้ โดยอาศัยระบบจัดการฐานข้อมูลในการควบคุมและเรียกใช้ข้อมูล

7.1 **ข้อดีของระบบฐานข้อมูล** [6]

7.1.1 ลดความซ้ำซ้อน (Redundancy) ซึ่งเป็นความซ้ำซ้อนจากการเก็บข้อมูล

7.1.2 หลีกเลี่ยงความขัดแย้ง (Inconsistency) ระบบข้อมูลที่มีความขัดแย้งคือ ข้อมูลเดียวกันแต่มีการเก็บมากกว่าหนึ่งแห่ง ถ้าแห่งหนึ่งได้รับการแก้ไขแต่อีกแห่งหนึ่งไม่ถูกแก้ไข ทำให้เกิดความขัดแย้งได้

7.1.3 สามารถใช้ร่วมกันได้ (Share Data) ระบบงานต่างๆ สามารถใช้ข้อมูลต่างๆ ร่วมกันได้

7.1.4 บังคับใช้เป็นมาตรฐาน (Enforce Standard) การควบคุมจากส่วนกลางทำให้ผู้ดูแลระบบฐานข้อมูลสามารถกำหนดมาตรฐานต่างๆ ได้

7.1.5 ความปลอดภัย (Security) สามารถแบ่งความปลอดภัยออกเป็นระดับต่างๆ และตรวจสิทธิการเข้าถึงข้อมูลได้

7.1.6 รักษาการคงสภาพ (Integrity) ทำให้มั่นใจถึงความถูกต้องแม่นยำของข้อมูล ป้องกันไม่ให้เกิดความผิดพลาดต่างๆ เข้าสู่ระบบ

7.2 **วงจรชีวิตของการพัฒนาฐานข้อมูล** (Database Life Cycle : DBLC)

เป็นขั้นตอนที่กำหนดขึ้นเพื่อใช้เป็นแนวทาง สำหรับการพัฒนาระบบฐานข้อมูลขึ้นใช้งานซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังต่อไปนี้

7.2.1 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น (Database Initial Study) เป็นขั้นตอนแรกของการพัฒนาระบบฐานข้อมูล ขั้นตอนนี้ผู้พัฒนาระบบฐานข้อมูลจะต้องทำการวิเคราะห์ความต้องการต่างๆ ของผู้ใช้ เพื่อกำหนดจุดมุ่งหมาย ปัญหา ขอบเขต และกฎระเบียบต่างๆ ของระบบฐานข้อมูลที่จะพัฒนาขึ้น เพื่อใช้เป็นแนวทางการออกแบบฐานข้อมูล

7.2.2 การออกแบบฐานข้อมูล (Database Design) เป็นขั้นตอนที่นำเอารายละเอียดที่ได้จากการวิเคราะห์ในขั้นตอนแรกมากำหนดเป็นแนวทางการออกแบบฐานข้อมูลขึ้นใช้งาน ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ระดับ ดังนี้

7.2.2.1 การออกแบบฐานข้อมูลในระดับแนวคิด (Conceptual Model) เพื่อกำหนดเค้าร่างของฐานข้อมูล (Schema) ความหมาย (Semantics) ความสัมพันธ์และข้อจำกัดของข้อมูลในระบบ รวมถึงการกำหนดกฎเกณฑ์ของข้อมูลในระบบงาน และการควบคุมความปลอดภัยของฐานข้อมูล แนวคิดสำคัญที่ใช้เป็นแนวทางการออกแบบฐานข้อมูลในระดับแนวคิดคือ แนวคิดเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างค่าของคุณลักษณะในแต่ละความสัมพันธ์ (Functional Dependency) และการทำความสัมพันธ์ให้อยู่ในรูปแบบบรรทัดฐานต่างๆ (Normalization)

7.2.2.2 การออกแบบฐานข้อมูลในระดับตรรกะ (Logical Model) การออกแบบในระดับนี้ไม่ต้องมีการออกแบบในแนวความคิด นั่นคือไม่ต้องมีการสร้างแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเอนติตี้ (Entity Relationship Diagram : ER Diagram) มาก่อน ซึ่งเป็นวิธีที่มีผู้นิยมกันพอสมควร

7.2.2.3 การออกแบบฐานข้อมูลในระดับกายภาพ (Physical Model) การออกแบบในระดับนี้เป็นกระบวนการในการเลือกโครงสร้างในการเก็บข้อมูลและเส้นทางการเข้าถึงไฟล์ข้อมูล เพื่อประสิทธิภาพที่ดี ระบบจัดการฐานข้อมูลแต่ละตัวมีเครื่องมือให้เลือกจัดการไฟล์และเส้นทางการเข้าถึงข้อมูล ซึ่งรวมถึงรูปแบบของการทำ Indexing, Clustering, เชื่อมเรคคอร์ดที่สัมพันธ์กันด้วยพอยเตอร์ และ Hashing

ในวิทยานิพนธ์นี้ ทำการออกแบบฐานข้อมูลโดยการออกแบบฐานข้อมูลในระดับแนวคิดเป็นแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเอนติตี้ แล้วจึงทำการออกแบบฐานข้อมูลในระดับกายภาพ

7.2.3 การสร้างและการนำฐานข้อมูลเข้าสู่ระบบ (Implementation and Loading) เป็นขั้นตอนที่นำเอาโครงร่างหรือเค้าร่างของระบบฐานข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนการออกแบบมาสร้างเป็นตัวฐานข้อมูลที่พัฒนาขึ้นใหม่ โดยต้องมีการเลือกระบบจัดการฐานข้อมูลที่เหมาะสมกับฐานข้อมูลที่ออกแบบมา การเลือกระบบจัดการฐานข้อมูลที่จะนำมาใช้ควรคำนึงถึงต้นทุน ผลประโยชน์ที่จะได้รับและปัจจัยอื่นๆ

7.2.4 การทดสอบและการประเมินผล (Testing and Evaluation) เป็นขั้นตอนของการทดสอบระบบฐานข้อมูลที่พัฒนา เพื่อหาข้อผิดพลาด รวมทั้งทำการประเมินความสามารถของระบบฐานข้อมูลนั้น เพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงให้ระบบฐานข้อมูลที่พัฒนาขึ้นสามารถรองรับความต้องการของผู้ใช้ในด้านต่างๆ ได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน ซึ่งในขั้นตอนนี้จะต้องมีการทำเอกสารประกอบโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมาด้วย

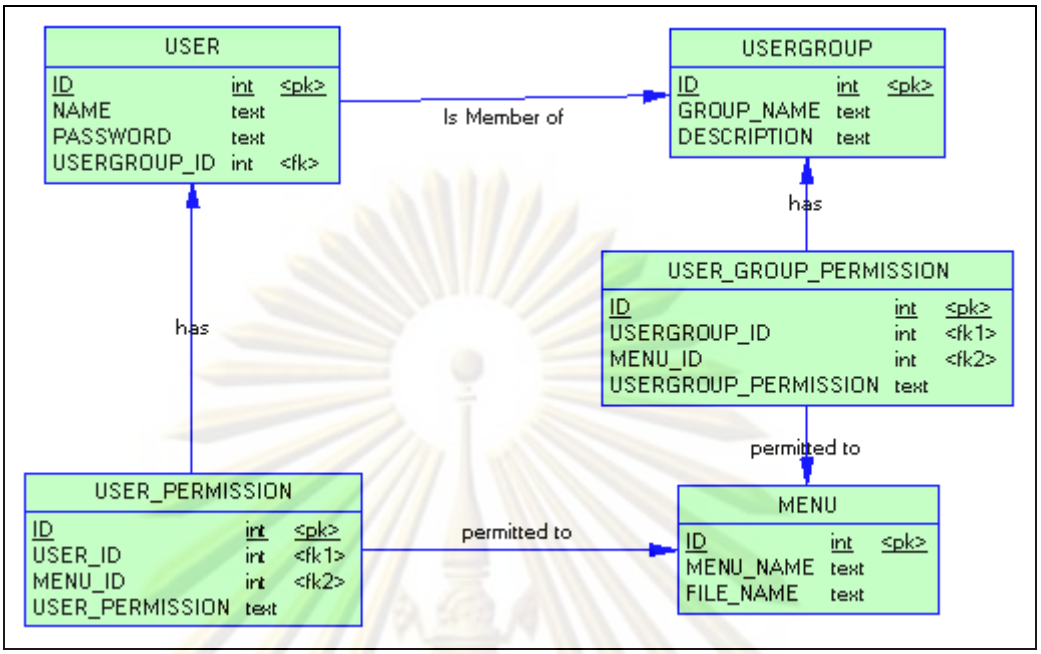
7.2.5 การดำเนินงาน (Operation) เป็นขั้นตอนที่นำเอาระบบฐานข้อมูลที่พัฒนาขึ้นเสร็จเรียบร้อยแล้วไปใช้งานจริง ซึ่งขั้นตอนนี้จะต้องมีการเขียนโปรแกรม มีการจัดอบรมการใช้โปรแกรมให้แก่ผู้ใช้งานทั่วไป หรือผู้อื่นที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้สามารถใช้โปรแกรมได้อย่างไม่มีปัญหา

7.2.6 การบำรุงรักษาและการพัฒนา (Maintenance and Evolution) เป็นขั้นตอนที่เกิดขึ้นระหว่างการใช้งานระบบฐานข้อมูลจริง เพื่อบำรุงรักษาให้ระบบฐานข้อมูลทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งเป็นขั้นตอนของการแก้ไขและปรับปรุงระบบฐานข้อมูลในกรณีที่มีการเพิ่มหรือเปลี่ยนแปลงความต้องการของผู้ใช้ที่ส่งผลกระทบต่อระบบฐานข้อมูล

7.3 ชนิดของฐานข้อมูล (Type of Database) ชนิดของฐานข้อมูลที่มีอยู่ในปัจจุบันมีอยู่หลายชนิด ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะที่ได้รับความนิยมอยู่ในปัจจุบัน ได้แก่

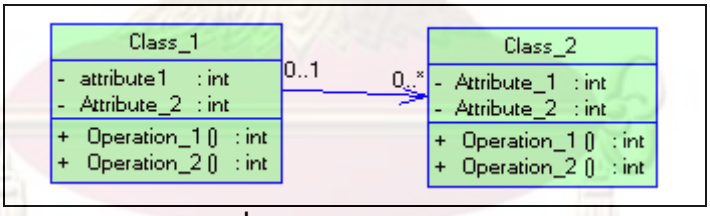
7.3.1 ฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational Database) คือฐานข้อมูลที่จัดเก็บข้อมูลในรูปแบบของ Tuple (บ้างก็เรียก Row หรือ Record ในที่นี้ขอเรียกว่า “แถว”) และ Attribute (บ้างก็เรียก Column หรือ Field ในที่นี้ขอเรียกว่า “คอลัมน์”) ในลักษณะของตารางซึ่งข้อมูลอยู่ในรูปแบบของแถวและคอลัมน์ ในแต่ละคอลัมน์ข้อมูลจะอยู่ในวงเดียวกัน คือมีชนิดข้อมูลแบบเดียวกัน ดังแสดงในรูปที่ 12

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 12 ฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์

7.3.2 ฐานข้อมูลเชิงวัตถุ (Object Database) คือระบบฐานข้อมูลที่สัมพันธ์กับการโปรแกรมเชิงวัตถุ ข้อมูลจะถูกแสดงในรูปแบบของวัตถุเหมือนกับที่ใช้ในการโปรแกรมเชิงวัตถุ ดังแสดงในรูปที่ 13 เหมาะสำหรับระบบที่พัฒนาด้วยภาษาเชิงวัตถุ แต่ปัจจุบันไม่เป็นที่นิยมนัก



รูปที่ 13 ฐานข้อมูลเชิงวัตถุ

7.3.3 ฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Database) เป็นระบบฐานข้อมูลที่สร้างขึ้นเพื่อจัดเก็บข้อมูลเชิงพื้นที่โดยเฉพาะ ส่วนใหญ่พัฒนาความสามารถเพิ่มเติมจากระบบฐานข้อมูลเดิม ที่สามารถจัดเก็บข้อมูลประเภทตัวเลขและตัวอักษรได้อยู่แล้ว ให้สามารถจัดเก็บข้อมูลประเภท จุด เส้น และรูปหลายเหลี่ยม ได้ รวมถึงมีฟังก์ชั่นในการจัดการกับข้อมูลประเภทนี้ เช่น การวัด การสร้างบัฟเฟอร์ เป็นต้น ตัวอย่างฐานข้อมูลประเภทนี้ ได้แก่ Oracle Spatial, MySQL, PostGIS (PostgreSQL) เป็นต้น

ในวิทยานิพนธ์นี้จะใช้ฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ โดยเลือกใช้ระบบจัดการฐานข้อมูล PostGIS ซึ่งเป็นระบบจัดการฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ซึ่งเป็นส่วนเสริมของระบบจัดการฐานข้อมูล PostgreSQL

8. การออกแบบและพัฒนาระบบ

8.1 วงจรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle: SDLC) [7] เป็นกระบวนการในการศึกษาถึงความต้องการระบบสารสนเทศของธุรกิจใดธุรกิจหนึ่ง วิเคราะห์และออกแบบแนวทางในการพัฒนาระบบสารสนเทศ รวมถึงการสร้างระบบสารสนเทศเพื่อนำไปใช้ในธุรกิจนั้น ตลอดจนกระทั่งส่งมอบและบำรุงรักษาระบบสารสนเทศนั้นๆ ด้วย ในวงจรการพัฒนาระบบนั้นสามารถแบ่งขั้นพื้นฐานได้เป็น 4 ขั้น ได้แก่

8.1.1 การวางแผน (Planning) เป็นขั้นตอนพื้นฐานในการพัฒนาระบบ ซึ่งในขั้นตอนนี้จะมีกระบวนการย่อยดังต่อไปนี้

8.1.1.1 การศึกษาถึงความต้องการในการนำระบบสารสนเทศเข้ามาใช้ในธุรกิจนั้น

8.1.1.2 การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ ทั้งในด้านเทคนิค ด้านเศรษฐกิจ รวมถึงด้านความพร้อมขององค์กรที่จะนำระบบสารสนเทศเข้ามาใช้

8.1.1.3 การวางแผนการทำงาน และบุคคลากรที่ใช้พัฒนาระบบสารสนเทศ

8.1.1.4 การวางแผนจัดการควบคุมการพัฒนาระบบให้เป็นไปตามแผนงานที่วางไว้

8.1.2 การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นการวิเคราะห์เพื่อหาคุณลักษณะที่ควรจะเป็นของระบบสารสนเทศที่จะพัฒนา โดยครอบคลุมการทำงาน ดังนี้

8.1.2.1 วิเคราะห์ถึงลักษณะและความสามารถของระบบ ผู้ใช้งานระบบ ความต้องการระบบ สถานที่ติดตั้งระบบ รวมถึงวิเคราะห์ถึงวิธีการให้ได้มาของระบบ

8.1.2.2 รวบรวมข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้ในการพัฒนาระบบ

8.1.2.3 สร้างตัวแบบของกระบวนการ เพื่อแสดงลักษณะการทำงานของระบบ

8.1.2.4 สร้างตัวแบบของข้อมูล เพื่อให้เห็นถึงข้อมูลที่ระบบต้องการใช้และจัดเก็บ

8.1.3 การออกแบบ (Design) เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์มาออกแบบเพื่อเตรียมพร้อมในการสร้างระบบสารสนเทศ มีขั้นตอนดังนี้

8.1.3.1 พิจารณาถึงวิธีการพัฒนาระบบ

8.1.3.2 ออกแบบสถาปัตยกรรมที่จะใช้ทำงานของระบบใหม่

8.1.3.3 ออกแบบส่วนประสานผู้ใช้ของระบบ

8.1.3.4 ออกแบบฐานข้อมูลหรือแฟ้มข้อมูลของระบบ

8.1.3.5 ออกแบบลักษณะการทำงานของโปรแกรมในระบบ

8.1.4 การสร้างและนำไปใช้ (Implementation) เป็นการนำข้อมูลที่ได้ออกแบบไว้ สร้างเป็นระบบเพื่อส่งมอบให้กับผู้ใช้ ซึ่งมีวิธีการดังนี้

8.1.4.1 สร้างระบบที่ได้ออกแบบไว้

8.1.4.2 ทดสอบความถูกต้องของระบบ

8.1.4.3 ติดตั้งระบบเพื่อใช้งาน

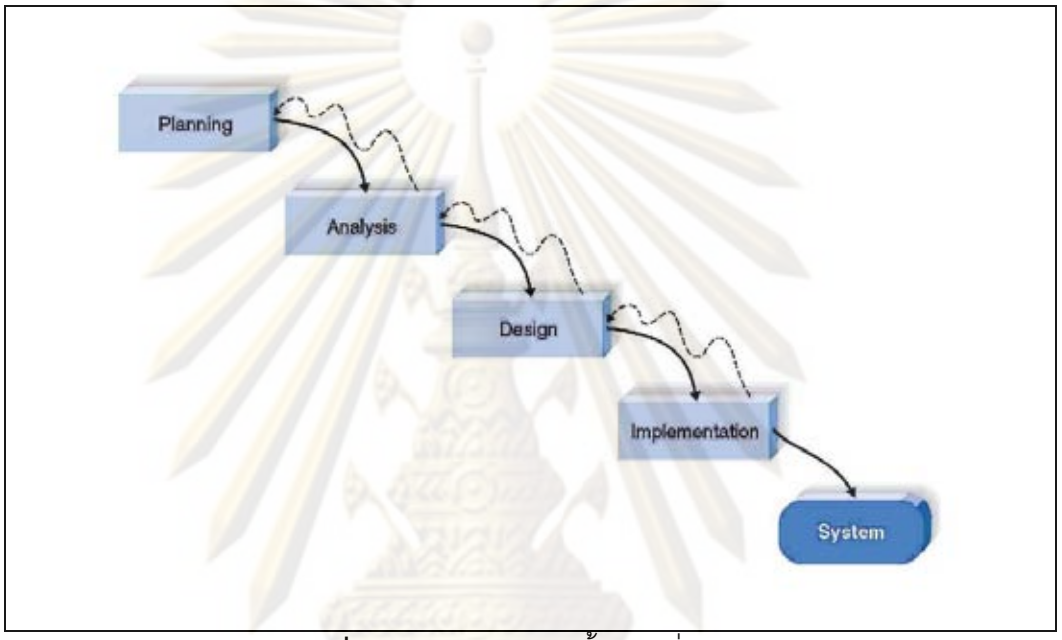
8.1.4.4 บำรุงรักษาระบบ

8.2 ระเบียบวิธีในการพัฒนาระบบ (Systems Development Methodologies) [7] แบ่งตามการเรียงลำดับขั้นตอนของวงจรการพัฒนาระบบในแต่ละขั้นตอนได้เป็น 3 วิธีหลักดังนี้

8.2.1 การออกแบบโครงร่าง (Structured Design) ระเบียบวิธีในการพัฒนาระบบแบบนี้ได้รับความนิยมในยุคทศวรรษ 1980 โดยมาแทนที่การพัฒนาแบบเดิมที่เมื่อวางแผนแล้วก็เข้าสู่การเขียนโปรแกรมในทันที ระเบียบวิธีในการพัฒนาระบบแบบการออกแบบโครงร่างจะพัฒนาตามขั้นตอนของวงจรการพัฒนาระบบทีละขั้นๆ โดยมี 2 วิธีย่อย ได้แก่

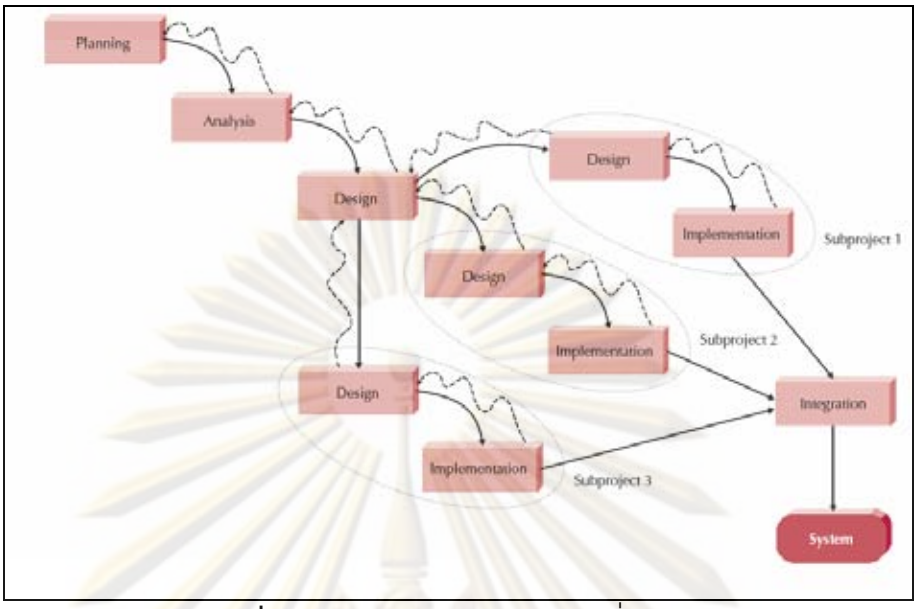
8.2.1.1 การพัฒนาแบบน้ำตก (Waterfall Development) เป็นการพัฒนาแบบดั้งเดิมของการออกแบบโครงร่าง ซึ่งในปัจจุบันวิธีนี้ก็ยังมีผู้ใช้อยู่ การพัฒนาระบบแบบนี้มีลักษณะคล้ายกับการไหลของน้ำตกคือจะค่อยๆ ทำไปทีละขั้น ตั้งแต่การวางแผน การวิเคราะห์ ออกแบบ และสร้างระบบ ดังนั้นจึงเป็นเรื่องยากหากจะย้อนขั้นตอนกลับไปทำขั้นตอนก่อนหน้า

ข้อดีของการพัฒนาแบบนี้คือ ให้เวลากับขั้นตอนการรวบรวมความต้องการของระบบก่อนที่จะมีการเขียนโปรแกรม ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงความต้องการไม่มากนัก ข้อเสียของการพัฒนาแบบนี้คือ การออกแบบจะต้องเสร็จสมบูรณ์ก่อนที่จะเริ่มเขียนโปรแกรม และเวลาที่ต้องใช้ในการออกแบบระบบกับเวลาที่ส่งมอบระบบจะกินเวลานานมาก การพัฒนาแบบน้ำตกแสดงได้ดังรูปที่ 14



รูปที่ 14 การพัฒนาแบบน้ำตก (ที่มา [7])

8.2.1.2 การพัฒนาแบบคู่ขนาน (Parallel Development) การพัฒนาแบบนี้มุ่งที่จะแก้ปัญหาเรื่องความล่าช้าระหว่างการออกแบบระบบและเวลาที่ส่งมอบระบบของการพัฒนาแบบน้ำตก อันเกิดจากการทำงานทีละขั้น ซึ่งจะต้องออกแบบให้เสร็จสมบูรณ์เสียก่อนแล้วจึงค่อยเริ่มเขียนโปรแกรม การพัฒนาแบบคู่ขนาดแก้ปัญหาดังกล่าวโดยแยกระบบออกเป็นส่วนๆ เมื่อออกแบบส่วนใดเสร็จก็เขียนโปรแกรมทันที เมื่อเสร็จทุกส่วนแล้วจึงนำเอาโปรแกรมทุกส่วนมารวมกัน ข้อดีของการพัฒนาแบบนี้ช่วยลดเวลาในการส่งมอบระบบจึงทำให้ลดโอกาสในการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมทางธุรกิจ ที่จะทำให้ความต้องการระบบเปลี่ยนแปลงไป ข้อเสียของการพัฒนาแบบนี้คือ ในบางครั้งส่วนของโปรแกรมก็ไม่สมบูรณ์ในตัวของมันเอง การออกแบบในส่วนของโปรแกรมหนึ่งอาจมีผลต่อส่วนของโปรแกรมอื่นๆ และในตอนท้ายของการพัฒนาอาจจะต้องใช้เวลาในการรวมส่วนของโปรแกรมเข้าด้วยกัน การพัฒนาแบบคู่ขนานแสดงได้ดังรูปที่ 15

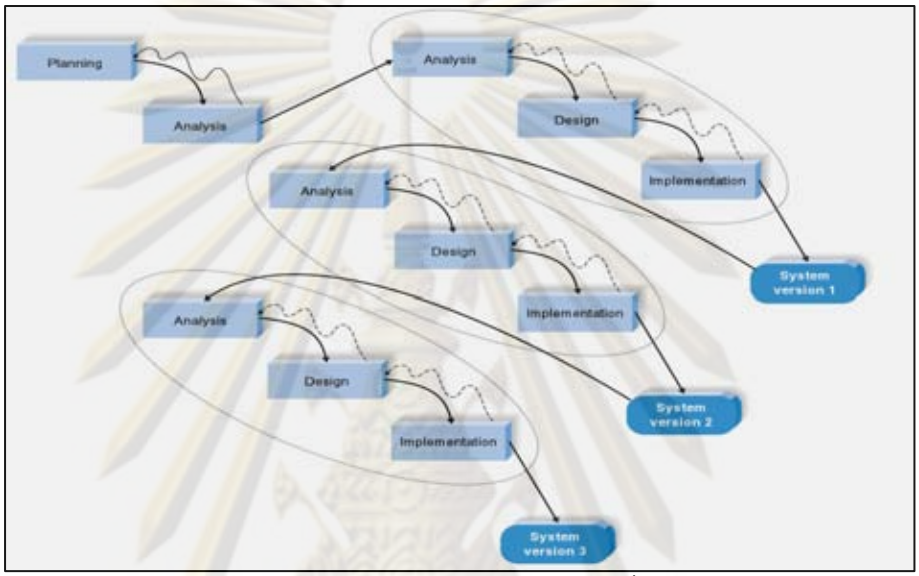


รูปที่ 15 การพัฒนาแบบคู่ขนาน (ที่มา [7])

8.2.2 การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์อย่างรวดเร็ว (Rapid Application Development) ระเบียบวิธีในการพัฒนาระบบแบบนี้ได้รับความนิยมในยุคทศวรรษ 1990 การพัฒนาแบบนี้มุ่งเน้นแก้จุดอ่อนของการพัฒนาระบบแบบการออกแบบโครงร่าง โดยปรับปรุงวงจรการพัฒนาระบบให้พัฒนาส่วนของโปรแกรมได้รวดเร็วขึ้นเพื่อให้ถึงมือผู้ใช้เร็วขึ้น ด้วยวิธีนี้จะทำให้ผู้ใช้สามารถเข้าใจระบบและแนะนำการแก้ไขระบบทำให้ระบบใกล้เคียงกับความต้องการมากขึ้น การพัฒนาแบบนี้จะเน้นให้นักวิเคราะห์นำเอาเทคนิค และเครื่องมือมาใช้เพิ่มความเร็วในขั้นตอนการวิเคราะห์ ออกแบบ และเขียนโปรแกรม เช่น การใช้ CASE Tool, Joint Application Design (JAD), เครื่องมือที่มีการแปลงการออกแบบเป็นโค้ดอย่างอัตโนมัติ เป็นต้น การพัฒนาโปรแกรมแบบนี้มี 3 วิธีย่อยได้แก่

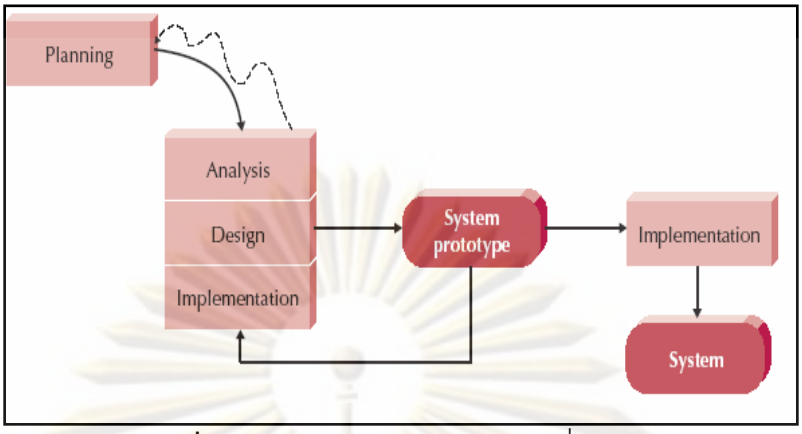
8.2.2.1 การพัฒนาแบบแบ่งระยะ (Phased Development) การพัฒนาแบบนี้จะแบ่งระบบออกเป็นหลายเวอร์ชั่น โดยในขั้นตอนการวิเคราะห์ ทีมพัฒนา ผู้ใช้และผู้อุดหนุนระบบจะช่วยกันแบ่งความต้องการออกเป็นหลายเวอร์ชั่น โดยในเวอร์ชั่นแรกจะเน้นให้ระบบสามารถทำงานหลักๆ และสำคัญๆ ได้ จากนั้นก็จะเข้าสู่การออกแบบระบบและพัฒนาระบบในเวอร์ชั่นแรกออกมาส่งมอบให้ผู้ใช้ จากนั้นก็จะวนกลับมาทำงานในเวอร์ชั่นที่สองโดยเริ่มที่ขั้นตอนการวิเคราะห์ระบบเลย การวิเคราะห์ในรอบนี้จะมาจากความต้องการของผู้ใช้ที่ทดลองใช้งานระบบเวอร์ชั่นแรกมาแล้ว จากนั้นก็จะออกแบบ พัฒนาระบบและส่งมอบให้ผู้ใช้ แล้วเริ่มการทำงานในเวอร์ชั่นต่อไปทันที การทำงานเวอร์ชั่นต่างๆ จะทำจนกระทั่งระบบนั้นสมบูรณ์หรือไม่ใช้งานแล้ว ข้อดีของการพัฒนาแบบนี้คือระบบที่สามารถใช้งานได้ถูกส่งมอบแก่ผู้ใช้เร็วขึ้น ทำให้

สร้างคุณค่าทางธุรกิจได้เร็วกว่าที่จะรอให้ระบบเสร็จสมบูรณ์แล้วจึงค่อยส่งมอบ นอกจากนี้การที่ผู้ใช้ได้ใช้ระบบเร็วขึ้นทำให้สามารถบอกความต้องการสำคัญๆ ที่เพิ่มขึ้นได้เร็วขึ้น ข้อเสียของวิธีนี้คือการส่งมอบระบบเวอร์ชั่นแรกไม่สามารถประกอบด้วยหน้าที่การทำงานที่สำคัญๆ ได้ทั้งหมดในขณะที่มีความคาดหวังจากผู้ใช้ว่าระบบจะสามารถทำงานได้ทั้งหมด การพัฒนาแบบแบ่งระยะแสดงได้ดังรูปที่ 16



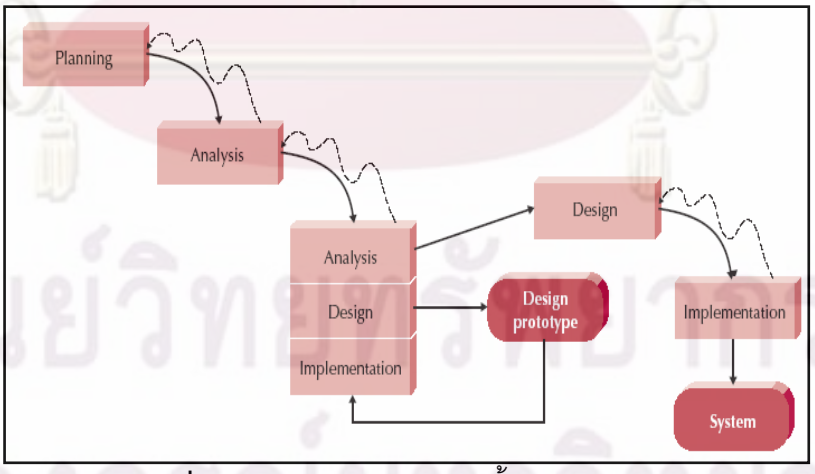
รูปที่ 16 การพัฒนาแบบแบ่งระยะ (ที่มา [7])

8.2.2.2 การพัฒนาระบบต้นแบบ (Prototyping) การพัฒนาแบบนี้จะทำขั้นตอนวิเคราะห์ ออกแบบ และเขียนโปรแกรมไปพร้อมๆ กัน และทำซ้ำ 3 ขั้นตอนดังกล่าวจนกระทั่งนักวิเคราะห์ ผู้ใช้ และผู้อุดหนุนโครงการเห็นพ้องกันว่าระบบต้นแบบสามารถทำงานได้ตามต้องการ พร้อมที่จะนำมาใช้ในองค์กร ข้อดีของการพัฒนาแบบนี้คือ ระบบต้นแบบจะถูกส่งถึงมือผู้ใช้รวดเร็วมาก แม้ว่าจะยังไม่พร้อมให้ใช้งานในองค์กร ระบบต้นแบบช่วยให้การแก้ไขความต้องการระบบทำได้รวดเร็วขึ้น แทนที่จะทำความเข้าใจระบบจากเอกสาร ผู้ใช้สามารถทดลองใช้ระบบต้นแบบเพื่อทำความเข้าใจได้ดีกว่าว่าอะไรสามารถทำได้หรือทำไม่ได้ ข้อเสียของการพัฒนาแบบนี้คือ การพัฒนาที่รวดเร็วแบบนี้จำเป็นต้องมีการวิเคราะห์ระบบที่ระมัดระวังมากๆ อาจทำให้มีปัญหาในการพัฒนาระบบที่มีความซับซ้อน เพราะประเด็นและปัญหาเบื้องต้นไม่ได้ถูกทำความเข้าใจดีพอในขั้นตอนการพัฒนา การพัฒนาระบบต้นแบบแสดงได้ดังรูปที่ 17



รูปที่ 17 การพัฒนาระบบต้นแบบ (ที่มา [7])

8.2.2.3 การพัฒนาระบบแบบทิ้งระบบต้นแบบ (Throwaway Prototyping) การพัฒนาแบบนี้คล้ายกับการพัฒนาระบบต้นแบบตรงที่มีการสร้างระบบต้นแบบขึ้นมาเหมือนกัน แต่ระบบต้นแบบในการพัฒนาแบบนี้ทำงานต่างกันในวงจรการพัฒนาระบบ ระบบต้นแบบที่สร้างขึ้นจะถูกใช้ทำความเข้าใจความต้องการของผู้ใช้และให้ผู้ใช้เข้าใจการทำงานของระบบ ระบบต้นแบบนี้ไม่ใช่ระบบที่สามารถทำงานได้จริง เป็นเพียงส่วนหนึ่งของระบบที่ต้องการการแก้ไขที่สร้างขึ้นมาให้ผู้ใช้เข้าใจ และพิจารณาว่าจะแก้ไขหรือเพิ่มเติมอะไร ข้อดีของการพัฒนาแบบนี้คือสามารถแก้ไขประเด็นหลักก่อนที่จะมีการพัฒนาระบบจริง ข้อเสียคือการพัฒนาแบบนี้อาจจะใช้เวลามากกว่าการพัฒนาระบบต้นแบบ แต่จะทำให้ระบบมีเสถียรภาพและไว้ใจได้ การพัฒนาแบบทิ้งระบบต้นแบบสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 18



รูปที่ 18 การพัฒนาระบบแบบทิ้งระบบต้นแบบ

8.2.3 การพัฒนาอย่างว่องไว (Agile Development) การพัฒนาแบบนี้เป็นรูปแบบที่ได้รับความนิยมอยู่ในปัจจุบัน จุดเด่นของการพัฒนารูปแบบนี้อยู่ที่การตัดกระบวนการสร้างแบบจำลองและงานเอกสารออกไป ตัวอย่างของการพัฒนารูปแบบนี้ได้แก่

Extreme Programming (XP), Scrum และ Dynamic Systems Development Method (DSDM) ซึ่งในที่นี้จะอธิบายเฉพาะวิธี XP

8.2.3.1 Extreme Programming (XP) การพัฒนาแบบนี้มาจาก 4 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ การสื่อสาร (Communication) ความง่าย (Simplicity) ผลตอบรับ (Feedback) และความกล้าหาญ (Courage) ขั้นตอนการพัฒนาลำดับแรกผู้พัฒนาจะต้องเสนอผลตอบรับที่รวดเร็วแก่ผู้ใช้ด้วยการสื่อสารอย่างง่ายๆ ลำดับที่สองผู้พัฒนาจะต้องทำตามกฎ KISS (Keep It Simple, Stupid) ลำดับที่สามผู้พัฒนาจะต้องทำการเปลี่ยนแปลงมากขึ้นเพื่อให้ระบบพัฒนาขึ้นและจะต้องอ้าแขนรับการเปลี่ยนแปลง ลำดับสุดท้ายคือผู้พัฒนาจะต้องมีจิตใจมุ่งมั่นสร้างระบบที่มีคุณภาพ สามกฎหลักที่ผู้พัฒนาจะสร้างระบบที่ประสบความสำเร็จคือ การทดสอบอย่างต่อเนื่อง การเขียนโปรแกรมโดยใช้โปรแกรมเมอร์ 2 คนคู่กัน และมีปฏิสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับผู้ใช้เพื่อสร้างระบบอย่างรวดเร็วมาก ภายหลังจากทำการวางแผนนิดหน่อยการวิเคราะห์ออกแบบ และพัฒนาระบบจะถูกกระทำขึ้นวนซ้ำไปเรื่อยๆ การทดสอบและการเขียนโปรแกรมที่มีประสิทธิภาพคือหลักของการพัฒนาแบบ XP โค้ดจะถูกเขียนขึ้นและทำการทดสอบ หากพบว่ามีข้อผิดพลาดโค้ดดังกล่าวจะถูกแก้ไขจนกระทั่งไม่มีข้อผิดพลาดนั้น การพัฒนาแบบ XP นี้อาศัยกระบวนการรีแฟคเตอริ่ง (Refactoring) ซึ่งเป็นกฎสำหรับการปรับปรุงโค้ดให้ง่าย การพัฒนาแบบ XP นี้ในโครงการเล็กๆ จะได้ผลดีหากทีมผู้พัฒนามีแรงกระตุ้นที่ดี มีความสามัคคี มีเสถียรภาพและมีประสบการณ์ แต่หากโครงการมีขนาดใหญ่หรือทีมผู้พัฒนาขาดคุณสมบัติดังกล่าวข้างต้นจะทำให้การพัฒนาแบบนี้ไม่ได้ผลที่ดี นอกจากนี้การพัฒนาแบบนี้ยังต้องใช้ทีมผู้พัฒนาขนาดเล็กๆ ซึ่งไม่ควรเกิน 10 คน และเนื่องจากการขาดเอกสารการวิเคราะห์และออกแบบที่ดีการบำรุงรักษาระบบใหญ่ๆ ที่พัฒนาแบบ XP จึงอาจเป็นไปไม่ได้เลย ข้อดีของการพัฒนาแบบนี้คือระบบจะเสร็จเร็วมาก (เร็วกว่าการพัฒนาแบบ RAD)

9. **เอแจ็กซ์ (Asynchronous JavaScript and XML : AJAX)** AJAX เป็นกลุ่มของเทคนิคในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันเพื่อให้สามารถโต้ตอบกับผู้ใช้ได้ดีขึ้น โดยการรับส่งข้อมูลกับเครื่องบริการเว็บ (Web server) ด้วย XMLHttpRequest ทำให้ทั้งหน้าเว็บไม่ต้องทำการโหลดใหม่ทุกครั้งที่มีการติดต่อกับเครื่องบริการเว็บ ช่วยเพิ่มให้การตอบสนอง ความรวดเร็ว และการใช้งานโดยรวม AJAX นั้นไม่ใช่เทคโนโลยีใหม่ แต่เป็นเทคนิคที่ใช้เทคโนโลยีหลายอย่างที่มีอยู่แล้วรวมกัน ดังต่อไปนี้

9.1 XHTML (Extensible Hypertext Markup Language) หรือ HTML (Hypertext Markup Language) เป็นภาษามาร์กอัพชนิดหนึ่ง ใช้ในการสร้างเว็บเพจหรือข้อมูลที่เรียกดูผ่านเว็บบราวเซอร์

9.2 CSS (Cascading Style Sheets) เป็นภาษาสไตล์ชีตที่ใช้ในการจัดรูปแบบของเอกสารที่เขียนในภาษามาร์กอัพ เป็นภาษาสำคัญในการแสดงผลร่วมกับ XHTML หรือ HTML แต่ก็ยังสามารถประยุกต์ใช้ร่วมกับ XML ได้ด้วย

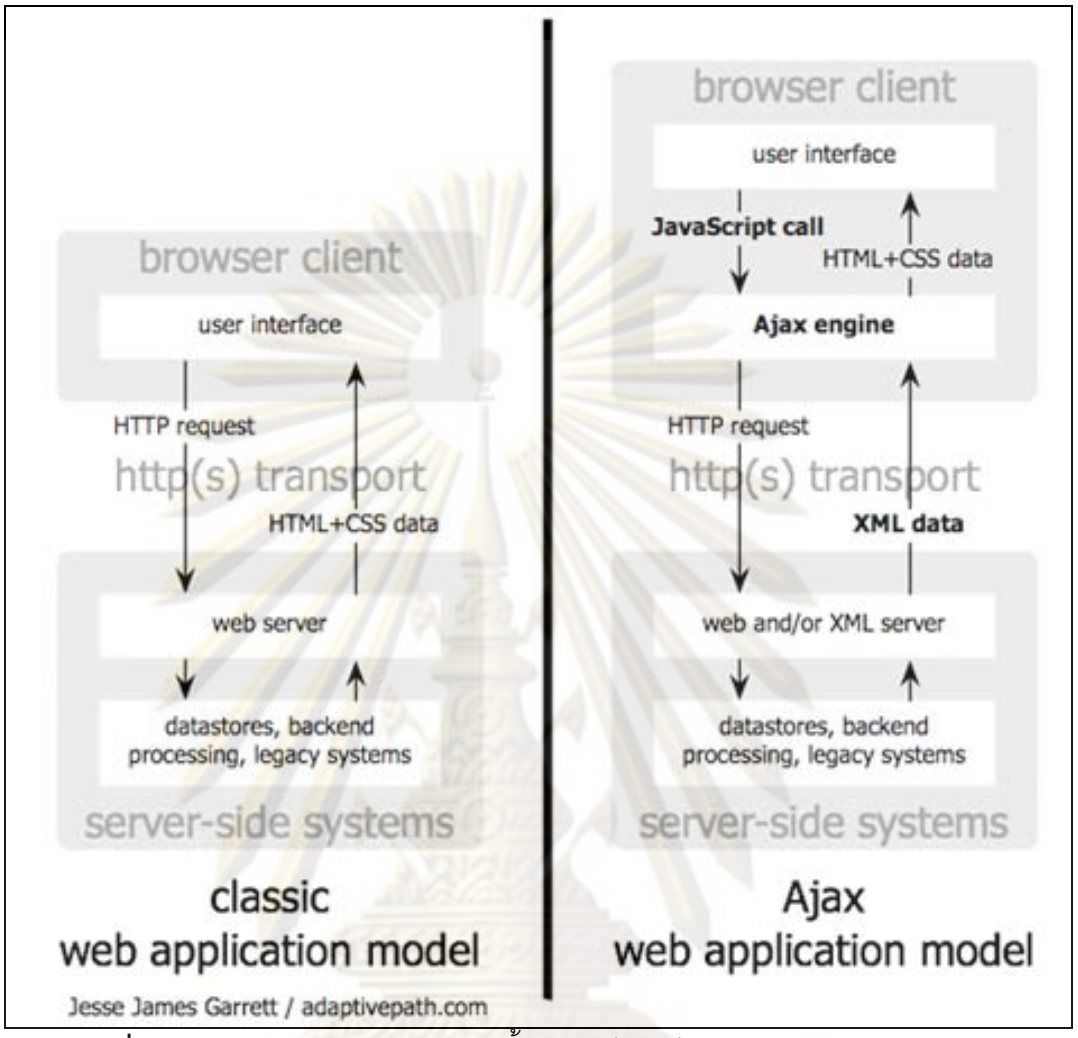
9.3 JavaScript เป็นภาษาบทคำสั่ง (script) ส่วนมากใช้ในหน้าเว็บเพื่อประมวลผลข้อมูลที่ฝั่งของผู้ใช้งาน เช่น ใช้ในการเข้าถึงดอมเพื่อใช้ในการแสดงผลข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงหรือโต้ตอบกับผู้ใช้

9.4 DOM (Document Object Model) เป็นแบบจำลองเชิงวัตถุที่ใช้อธิบายเอกสาร HTML, XML และเอกสารอื่นๆ ในรูปแบบใกล้เคียงกัน ทำให้ตัวโปรแกรมและบทคำสั่งสามารถเข้าถึงและปรับปรุงเนื้อหา โครงสร้าง และรูปแบบของเอกสารได้

9.5 XMLHttpRequest เป็น API ที่สามารถเรียกใช้ได้จากภาษาสคริปต์ในเว็บบราวเซอร์ เช่น JavaScript, JScript, VBScript เป็นต้น เพื่อใช้ส่งคำร้องขอข้อมูลจากเครื่องบริการเว็บ และโหลดข้อมูลที่เครื่องบริการเว็บตอบกลับมาสู่ภาษาสคริปต์ที่เรียกใช้ XMLHttpRequest เป็นส่วนประกอบสำคัญที่ทำให้เทคนิค AJAX สามารถทำงานได้

9.6 XML (Extensible Markup Language) เป็นชุดภาษามาร์กอัพที่พัฒนาโดย W3C โดยพัฒนามาจาก เอสจีเอ็มแอล (Standard Generalized Markup Language : SGML) ให้มีความซับซ้อนน้อยลง โดยมีจุดประสงค์เพื่อเป็นสิ่งที่เอาไว้ติดต่อกับระบบที่มีความแตกต่างกัน นอกจากนี้ยังเป็นพื้นฐานในการสร้างภาษามาร์กอัปเฉพาะทางอีกขั้นหนึ่ง

หลักการทำงานของ AJAX คือจะมีการเขียนโปรแกรมด้วย JavaScript เป็น AJAX Engine สำหรับทำหน้าที่ร้องขอข้อมูลไปยัง web server ผ่านช่องทาง HTTP ด้วยออปเจกต์ของ XMLHttpRequest และจัดการกับข้อมูล XML ที่ได้รับกลับมา ให้กลายเป็น HTML และ CSS แล้วจัดการเพิ่มหรือแก้ไขไปในโครงสร้างเอกสารด้วย DOM โดยที่หน้าเว็บเพจที่ทำงานอยู่มีการเปลี่ยนแปลงเพียงบางส่วนที่จำเป็นเท่านั้น อีกทั้งข้อมูลที่ส่งกลับมาจาก web server ก็เป็นเอกสาร XML ที่มีข้อมูลเฉพาะที่จำเป็น ส่วนเรื่องการแสดงผลต่างๆ เป็นหน้าที่ของ AJAX Engine ในการจัดการทั้งหมด ทำให้เว็บเพจที่มีการทำงานด้วยเทคนิค AJAX มีการทำงานเร็วกว่าเว็บเพจแบบดั้งเดิม ดังแสดงในรูปที่ 19



รูปที่ 19 การทำงานของเว็บเพจแบบดั้งเดิมเปรียบเทียบกับการใช้เอแจ็กซ์เทคนิค

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ETANA-DL: Managing Complex Information Applications – An Archaeology Digital Library [13]

วิจัยโดย Ravindranathan และคณะ เป็นงานวิจัยที่สร้างระบบต้นแบบห้องสมุดอิเลคทรอนิคส์ทางโบราณคดีที่จัดการกับข้อมูลที่มีความหลากหลายของแหล่งโบราณคดีด้วยระบบ Client-Server สนับสนุนผู้ใช้งานหลายกลุ่ม รูปแบบการจัดเก็บข้อมูลโบราณวัตถุของงานวิจัยที่เกี่ยวข้องชิ้นนี้ ออกแบบให้เก็บโบราณวัตถุตาม แหล่งโบราณคดี พื้นที่ที่พบโบราณวัตถุ หมายเลขถุง หมายเลขโบราณวัตถุชิ้นพิเศษ จำนวนชิ้น ขนาด ยุคสมัย อายุสมัย ไม่มีความยืดหยุ่นสำหรับประเภทของโบราณวัตถุ โดยออกแบบให้รองรับกับโบราณวัตถุเพียง 4 ชนิด ได้แก่

เมล็ดพืช, กระดูก, ประติมากรรม และเครื่องปั้นดินเผา ไม่รองรับความแตกต่างของประเภทโบราณวัตถุในแหล่งโบราณคดีที่เปลี่ยนไป

2. ETANA-GIS: GIS for Archaeological Digital Libraries [9]

วิจัยโดย Gorton และคณะ เป็นงานวิจัยที่นำเสนอการรวมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เข้ากับข้อมูลเดิมของโครงการ ETANA-DL ด้วยระบบ Client-Server โดยพัฒนาเพิ่มเติมจากโปรแกรม ArcGIS และใช้ MapScript MapServer API ที่พัฒนาด้วยภาษา PHP ช่วยในการแสดงผลข้อมูล ในส่วนความสามารถของระบบ ETANA-GIS สามารถนำเสนอข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ของแหล่งโบราณคดีที่มีใน ETANA-DL ได้ แต่ไม่มีฟังก์ชั่นในการวิเคราะห์ข้อมูลของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ใดๆ เลย

3. **การพัฒนาซอฟต์แวร์เพื่อสร้างระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์บนเว็บโดยใช้เอสวีจี. นายอาคม สุมณฑา** [3]

วัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาซอฟต์แวร์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์บนเว็บ ซึ่งระบบนี้นำเข้าข้อมูลจากเชพไฟล์ (Shapefile) ซึ่งเป็นแฟ้มที่เก็บข้อมูลทางภูมิศาสตร์ของอีเอสอาร์ไอ (Environment Systems Research Institute, Inc. : ESRI) ผลจากการนำเข้าจะได้ข้อมูลทางภูมิศาสตร์ที่จัดเก็บอยู่ในระบบฐานข้อมูล แล้วมีการแสดงผลรูปแผนที่เป็นลักษณะเวกเตอร์โดยใช้เอสวีจีในการแสดงผล ผลที่ได้รับคือ ได้ต้นแบบการพัฒนาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่มีการใช้งานผ่านเว็บบราวเซอร์และใช้เอกสารเอสวีจีในการแสดงผลข้อมูลในรูปแผนที่ ซึ่งผู้วิจัยนำมาประยุกต์ใช้เป็นต้นแบบในการพัฒนาซอฟต์แวร์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

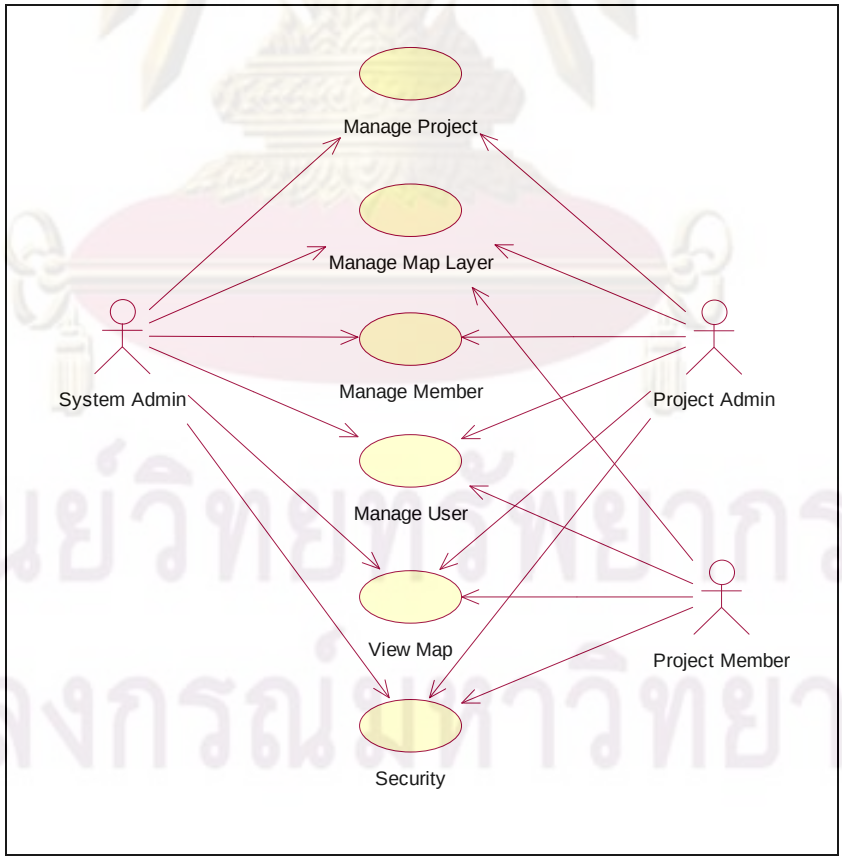
การวิเคราะห์ระบบ

ผู้วิจัยใช้แผนภาพยูสเคส (Use case diagram) เป็นเครื่องมือบรรยายความต้องการของระบบงานและกระบวนการทำงาน โดยแบ่งระดับของยูสเคสออกเป็น 2 ระดับคือ

1) แผนภาพยูสเคสระดับที่ 1 เป็นแผนภาพที่แสดงความต้องการหลักของระบบ แสดงให้เห็นว่าระบบประกอบไปด้วยส่วนหลักใดบ้าง แต่ละส่วนมีหน้าที่อย่างไร และมีใครเกี่ยวข้องบ้าง

2) แผนภาพยูสเคสระดับที่ 2 เป็นแผนภาพที่แสดงรายละเอียดของยูสเคสที่อยู่ในแผนภาพยูสเคสระดับที่ 1

1. **แผนภาพยูสเคสระดับที่** 1 เป็นแผนภาพที่แสดงให้เห็นความต้องการของระบบโดยรวม ดังแสดงในรูปที่ 20



รูปที่ 20 แผนภาพยูสเคสระดับที่ 1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

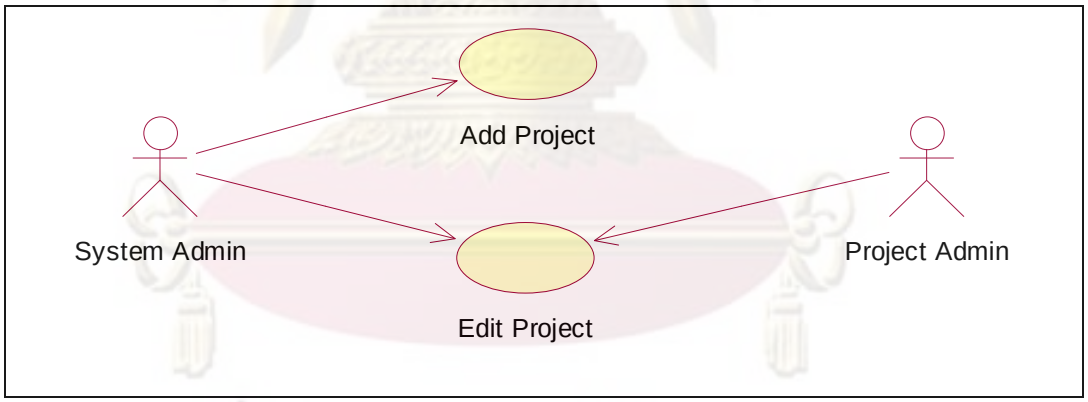
จากรูปที่ 20 แผนภาพยูสเคสระดับที่ 1 ประกอบไปด้วย 3 แอคเตอร์ (Actor) โดยแต่ละแอคเตอร์จะมีบทบาทและหน้าที่ในการทำงานแตกต่างไปในรายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 บทบาทและหน้าที่ของแอคเตอร์ในระบบ

แอคเตอร์	บทบาทหน้าที่
ผู้ดูแลระบบ (System Administrator)	ดูแลระบบ สามารถทำการเพิ่มและแก้ไขข้อมูลโครงการ บริหารชั้นแผนที่ ดูแผนที่ในโครงการต่างๆ ได้ และบริหารสมาชิกของทุกโครงการได้
ผู้ดูแลโครงการ (Project Administrator)	ดูแลโครงการ สามารถแก้ไขข้อมูลโครงการ บริหารชั้นแผนที่ และบริหารสมาชิกในโครงการที่รับผิดชอบได้ และดูแผนที่ในโครงการต่างๆ ได้
สมาชิกโครงการ (Project Member)	สามารถบริหารชั้นแผนที่ในโครงการที่รับผิดชอบได้ และสามารถดูแผนที่ในโครงการต่างๆ ได้

2. **แผนภาพยูสเคสระดับที่** 2

2.1 **แผนภาพยูสเคสการบริหารโครงการ** (Manage Project Use Case Diagram) เป็นแผนภาพยูสเคสที่แสดงถึงหน้าที่การบริหารข้อมูลโครงการต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 21



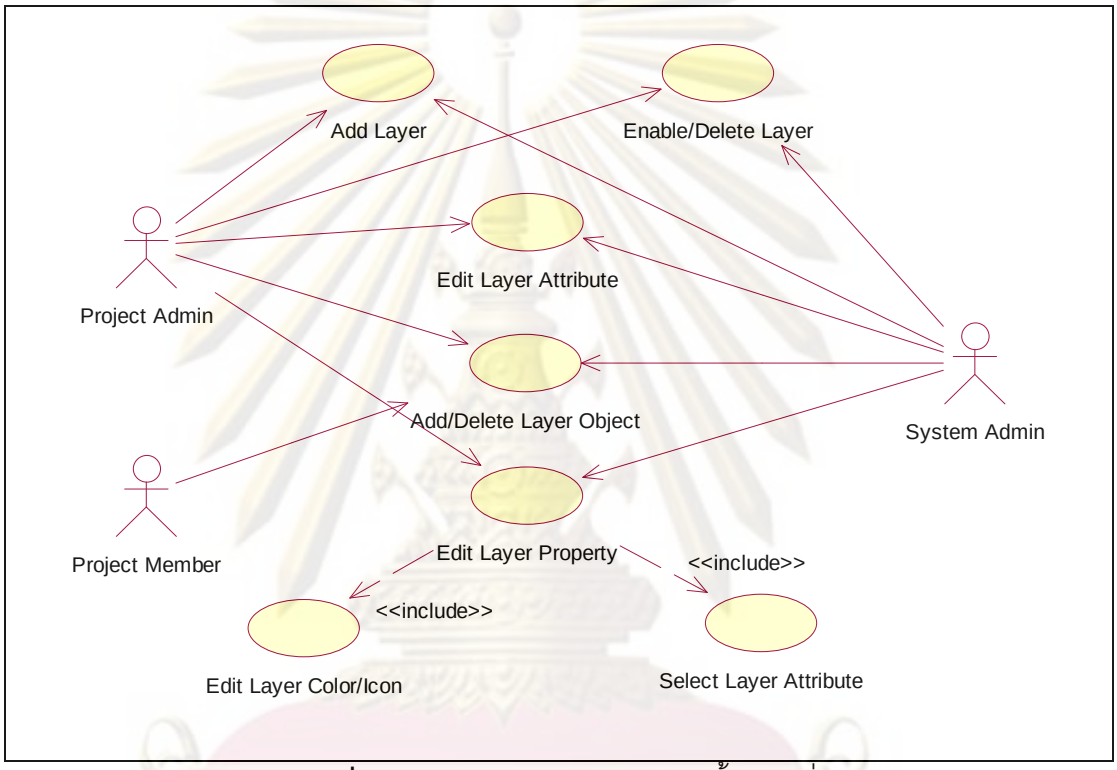
รูปที่ 21 แผนภาพยูสเคสการบริหารโครงการ

จากรูปที่ 21 แผนภาพยูสเคสการบริหารโครงการประกอบไปด้วยยูสเคสย่อย 2 ยูสเคส ได้แก่

2.1.1 ยูสเคสการเพิ่มโครงการ (Add Project) มีหน้าที่เพิ่มโครงการเข้าสู่ระบบ เป็นหน้าที่ของผู้ดูแลระบบกรอกข้อมูลของโครงการใหม่นี้ เช่น ชื่อโครงการ คำอธิบายโครงการ ชื่อผู้ติดต่อ ที่อยู่ เบอร์โทรศัพท์ อีเมล์แอดเดรส เป็นต้น

2.1.2 ยูสเคสการแก้ไขข้อมูลโครงการ (Edit Project) ผู้ดูแลระบบสามารถแก้ไขข้อมูลได้ทุกโครงการ ส่วนผู้ดูแลโครงการจะสามารถแก้ไขข้อมูลที่ดูแลอยู่เท่านั้น

2.2 แผนภาพยูสเคสการบริหารชั้นแผนที่ (Manage Map Layer Use Case Diagram) เป็นแผนภาพที่แสดงหน้าที่การบริหารชั้นแผนที่ของแต่ละโครงการ ดังแสดงในรูปที่ 22



รูปที่ 22 แผนภาพยูสเคสการบริหารชั้นแผนที่

จากรูปที่ 22 แผนภาพยูสเคสการบริหารชั้นแผนที่ประกอบไปด้วยยูสเคสย่อย 2 ยูสเคส ได้แก่

2.2.1 ยูสเคสการเพิ่มชั้นแผนที่ (Add Layer) สามารถทำได้โดยผู้ดูแลระบบและผู้ดูแลโครงการ โดยผู้ดูแลโครงการจะสามารถเพิ่มชั้นแผนที่ได้เฉพาะโครงการที่ตนเองดูแลอยู่เท่านั้น ส่วนผู้ดูแลระบบสามารถเพิ่มชั้นแผนที่ได้ทุกโครงการ

2.2.2 ยูสเคสการเปิดใช้/ลบชั้นแผนที่ (Enable/Delete Layer) สามารถทำได้โดยผู้ดูแลระบบและผู้ดูแลโครงการ โดยผู้ดูแลโครงการจะสามารถทำหน้าที่นี้ได้เฉพาะกับโครงการที่ดูแลอยู่เท่านั้น การเปิดใช้หรือปิดชั้นแผนที่ เพื่อกำหนดคุณสมบัติการเข้าถึงได้ของผู้ใช้ที่

ต้องการดูหรือใช้ข้อมูล ส่วนการลบชั้นแผนที่ เป็นการลบชั้นแผนที่รวมถึงข้อมูลต่างๆ ที่อยู่ในชั้นแผนที่นั้นๆ

2.2.3 ยูสเคสการแก้ไขคุณสมบัติชั้นแผนที่ (Edit Layer Property) มีหน้าที่แก้ไขปรับเปลี่ยนข้อมูลคุณสมบัติของชั้นแผนที่ โดยมีผู้ดูแลระบบและผู้ดูแลโครงการเป็นผู้ใช้งาน

การแก้ไขคุณสมบัติชั้นแผนที่ สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

2.2.3.1 การแก้ไขสี/สัญรูป (Edit Layer Color/Icon) เป็นการกำหนดสีและสัญรูป (icon) ของวัตถุภายในชั้นแผนที่ โดยผู้ใช้สามารถเลือกชั้นแผนที่ที่ต้องการแก้ไข จากนั้นทำการกำหนดสีและสัญรูปที่ต้องการ

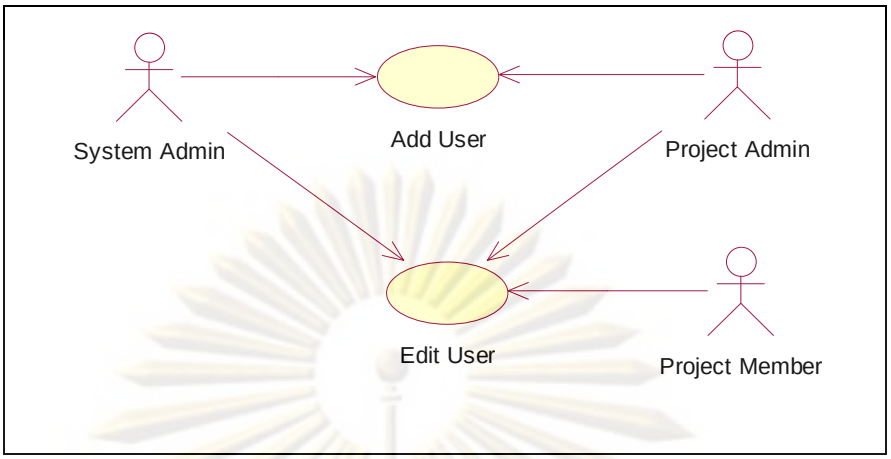
2.2.3.2 การเลือกเขตข้อมูลคุณลักษณะของแผนที่ (Select Layer Attribute) เป็นการเลือกเขตข้อมูลคุณลักษณะของชั้นแผนที่เพื่อต้องการนำไปใช้งาน หรือนำไปแสดงร่วมกับวัตถุของชั้นแผนที่ และเลือกเขตข้อมูลเพื่อให้แสดงเป็นชื่อวัตถุ

2.2.4 ยูสเคสการแก้ไขคุณลักษณะชั้นแผนที่ (Edit Layer Attribute) สามารถทำได้โดยผู้ดูแลระบบและผู้ดูแลโครงการ โดยผู้ดูแลโครงการจะสามารถทำหน้าที่นี้ได้เฉพาะกับโครงการที่ดูแลอยู่เท่านั้น

2.2.5 ยูสเคสการเพิ่มลบวัตถุในชั้นแผนที่ (Add/Delete Layer Object) เป็นการเพิ่มข้อมูลวัตถุลงในชั้นแผนที่หรือลบข้อมูลที่ไม่ต้องการออก หน้าที่นี้สามารถทำได้โดยผู้ดูแลระบบ ผู้ดูแลโครงการ และสมาชิกโครงการ

2.3 แผนภาพยูสเคสการบริหารผู้ใช้ (Manage User) เป็นแผนภาพอธิบายการสมัครหรือเพิ่มผู้ใช้งาน แก้ไขข้อมูลผู้ใช้งาน และลบผู้ใช้งานออกจากระบบ ดังแสดงในรูปที่ 23

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



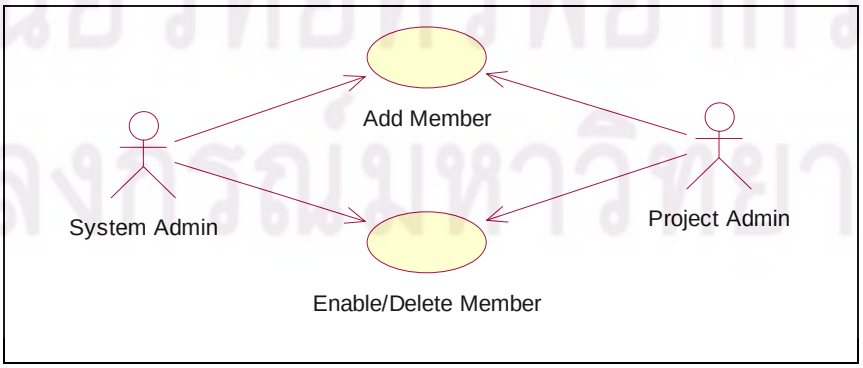
รูปที่ 23 แผนภาพยูสเคสการบริหารผู้ใช้

จากรูปที่ 23 แผนภาพยูสเคสการบริหารผู้ใช้ประกอบไปด้วยยูสเคสย่อย 2 ยูสเคส ได้แก่

2.3.1 ยูสเคสการเพิ่มผู้ใช้งาน (Add User) เป็นยูสเคสที่ผู้ดูแลระบบหรือผู้ดูแลโครงการทำการเพิ่มผู้ใช้งานเข้าสู่ระบบ โดยผู้ดูแลระบบหรือผู้ดูแลโครงการทำการกรอกข้อมูลที่จำเป็น ได้แก่ ชื่อผู้ใช้ระบบ (User name) รหัสผ่าน (Password) อีเมล์แอดเดรส เป็นต้น

2.3.2 ยูสเคสการแก้ไขข้อมูลผู้ใช้งาน (Edit User) เป็นยูสเคสการแก้ไขข้อมูลต่างๆ ของผู้ใช้งานระบบ โดยมีผู้ดูแลระบบ ผู้ดูแลโครงการ หรือสมาชิกโครงการ เป็นผู้ใช้งาน ซึ่งการแก้ไขข้อมูลสมาชิกนี้จะไม่สามารถแก้ไขข้อมูลชื่อผู้ใช้ระบบ (User name) และจะสามารถแก้ไขข้อมูลได้เฉพาะข้อมูลของตนเองเท่านั้น

2.4 แผนภาพยูสเคสการบริหารสมาชิกโครงการ (Manage Member Use Case Diagram) เป็นแผนภาพอธิบายหน้าที่การบริหารผู้ใช้งานระบบของแต่ละโครงการ โดยแต่ละโครงการสามารถกำหนดได้ว่าจะให้ผู้ใช้งานใดสามารถใช้งานระบบได้ ดังแสดงในรูปที่ 24



รูปที่ 24 แผนภาพยูสเคสการบริหารสมาชิกโครงการ

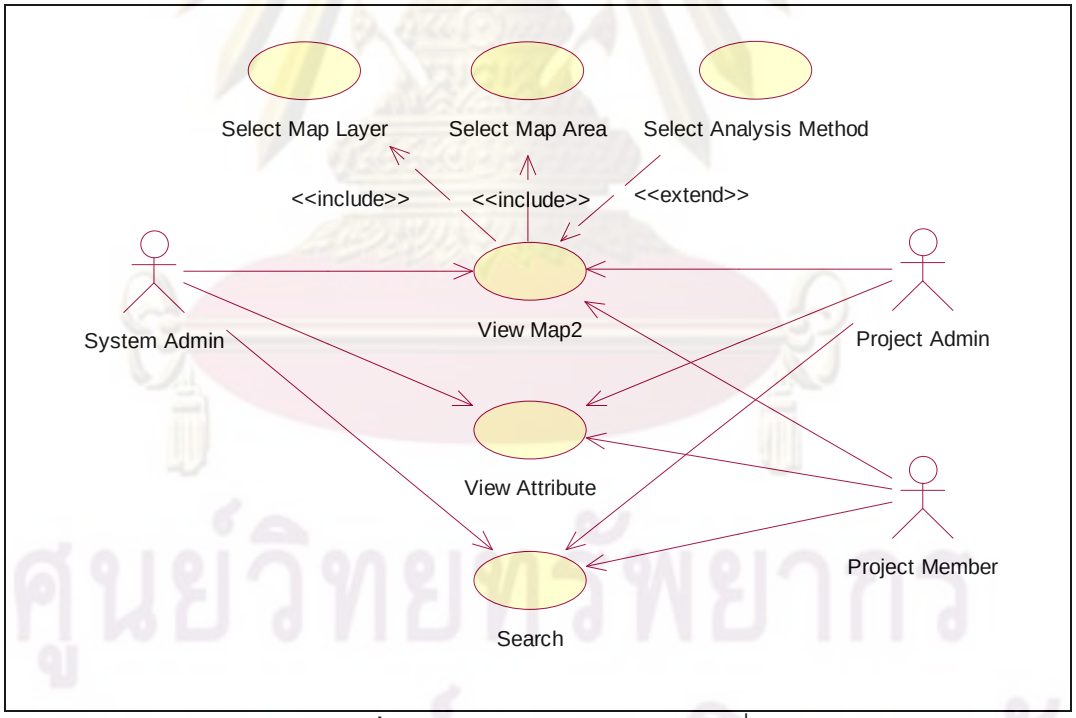
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากรูปที่ 24 แผนภาพยูสเคสการบริหารสมาชิกโครงการนี้ประกอบด้วยยูสเคสย่อย ดังนี้

2.4.1 ยูสเคสการเพิ่มสมาชิก (Add Member) เป็นยูสเคสการเพิ่มสมาชิกใหม่ของแต่ละโครงการ ผู้ดูแลระบบหรือผู้ดูแลโครงการทำการเลือกผู้ใช้งานที่มีอยู่ในระบบให้เป็นสมาชิกของโครงการ โดยผู้ใช้งานระบบ 1 คนสามารถเป็นสมาชิกได้หลายโครงการ

2.4.2 ยูสเคสการอนุญาตให้ใช้งานและลบสมาชิกออกจากระบบ (Enable/Delete Member) เป็นยูสเคสการอนุญาตหรือไม่อนุญาตให้ใช้งานระบบให้กับสมาชิกของแต่ละโครงการ และการลบสมาชิกออกจากระบบ โดยที่ผู้ดูแลระบบหรือผู้ดูแลโครงการทำการเลือกอนุญาต ไม่อนุญาต หรือลบสมาชิกออกจากโครงการ

2.5 แผนภาพยูสเคสการดูแผนที่ (View Map Use Case Diagram) เป็นแผนภาพที่แสดงกิจกรรมในการดูแผนที่ ซึ่งผู้ใช้ทั้งหมดที่มีอยู่ในระบบ สามารถใช้ความสามารถนี้ได้ ประกอบด้วยยูสเคสย่อย ดังแสดงในรูปที่ 25



รูปที่ 25 แผนภาพยูสเคสการดูแผนที่

จากรูปที่ 25 แผนภาพยูสเคสการดูแผนที่ประกอบด้วยยูสเคสย่อย ดังนี้

2.5.1 ยูสเคสการดูแผนที่ (View Map2) เป็นยูสเคสที่ทำหน้าที่ให้ผู้ใช้สามารถเรียกดูแผนที่ได้ ซึ่งจะประกอบด้วยหน้าที่การทำงานย่อย อีก 3 ยูสเคส ได้แก่

2.5.1.1 ยูสเคสการเลือกชั้นแผนที่ (Select Map Layer) เป็นหน้าที่ที่ผู้ใช้จำเป็นต้องเลือกอย่างน้อย 1 ชั้นแผนที่ เพื่อเรียกดูข้อมูลที่สนใจ

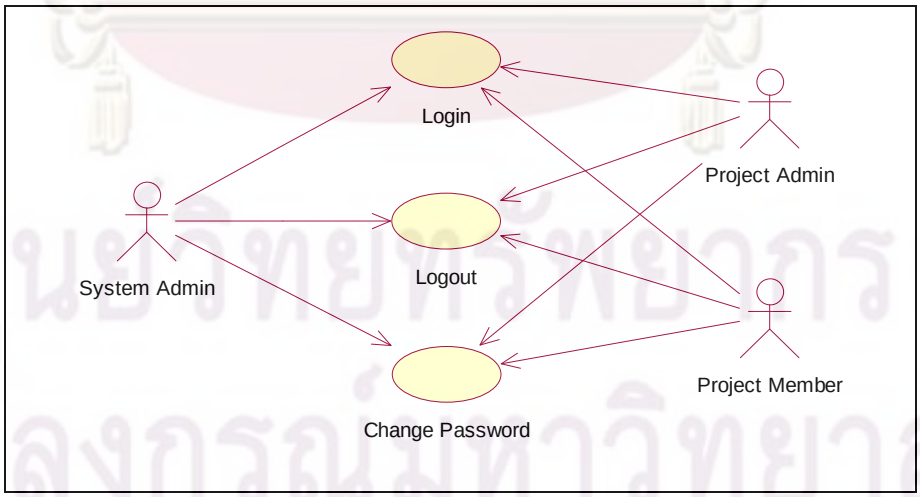
2.5.1.2 ยูสเคสการเลือกพื้นที่ของแผนที่ที่ต้องการให้แสดงผล (Select Map Area) เป็นหน้าที่ที่ผู้ใช้จำเป็นต้องเลื่อนหน้าต่างแสดงผลไปยังพื้นที่ที่ต้องการแสดงผล เพื่อดูแผนที่

2.5.1.3 ยูสเคสการเลือกวิธีวิเคราะห์ (Select Analysis Method) เป็นยูสเคสที่ผู้ใช้สามารถเลือกวิธีการวิเคราะห์ต่างๆ ที่มีให้เลือก เช่น การสร้างบัฟเฟอร์ การซ้อนทับ เพื่อช่วยในการวิเคราะห์และดูแผนที่ หากผู้ใช้ไม่เลือกวิธีวิเคราะห์ใดเลย ก็จะเป็นการดูข้อมูลทั้งหมดที่เลือกไว้ในการเลือกชั้นแผนที่และตำแหน่งพื้นที่ที่ต้องการให้แสดงผล

2.5.2 ยูสเคสการดูข้อมูลคุณลักษณะ (View Attribute) เมื่อผู้ใช้ทำการดูข้อมูลแผนที่ ผู้ใช้จะสามารถเลือกดูข้อมูลคุณลักษณะของวัตถุที่สนใจในแผนที่ได้

2.5.3 ยูสเคสการค้นหาข้อมูล (Search) เป็นยูสเคสการค้นหาข้อมูลของวัตถุบนชั้นแผนที่ โดยผู้ใช้งานสามารถระบุชั้นแผนที่ที่ต้องการค้นหา และระบุคำที่ต้องการค้นหาได้

2.6 **แผนภาพยูสเคสระบบรักษาความปลอดภัย** (Security Use Case Diagram) เป็นแผนภาพแสดงระบบรักษาความปลอดภัยของระบบ ที่มีการตรวจสอบสิทธิการเข้าใช้งานระบบจากผู้ดูแลระบบ ผู้ดูแลโครงการ และสมาชิกโครงการ ดังแสดงในรูปที่ 26



รูปที่ 26 แผนภาพยูสเคสระบบรักษาความปลอดภัย

จากรูปที่ 26 แผนภาพยูสเคสระบบรักษาความปลอดภัยประกอบด้วยยูสเคสย่อย ดังนี้

2.6.1 ยูสเคสการลงบันทึกเข้าใช้งานระบบ (Login) เป็นการลงบันทึกเข้าใช้งานระบบและกำหนดสิทธิของผู้ใช้งาน ซึ่งผู้ใช้งานจะต้องกรอกชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านให้ถูกต้องจึงจะผ่านเข้าระบบได้พร้อมกับสิทธิที่กำหนดไว้ตามประเภทผู้ใช้งาน

2.6.2 ยูสเคสการลงบันทึกออกจากระบบ (Logout) เป็นการลงบันทึกออกจากระบบเพื่อยกเลิกสิทธิการเข้าใช้งานระบบ ณ เวลานั้น เพื่อป้องกันผู้อื่นมาใช้เครื่องและใช้สิทธิโดยไม่ได้รับอนุญาต

2.6.3 ยูสเคสการเปลี่ยนรหัสผ่าน (Change Password) ผู้ใช้งานจะต้องมีการลงบันทึกเข้าใช้งานระบบก่อน จึงจะสามารถเปลี่ยนรหัสผ่านของตนเองได้

การออกแบบระบบ

การออกแบบระบบสำหรับนำไปพัฒนาต่อ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบ

1.1 สถาปัตยกรรมทางด้านฮาร์ดแวร์ การทำงานของระบบเป็นเว็บแอพพลิเคชั่น ผู้ใช้งานทำงานผ่านเว็บบราวเซอร์ สามารถเรียกดูข้อมูลแผนที่ได้ผ่านอินเตอร์เน็ต และโปรแกรมที่ทำการประมวลผลต่างๆ อยู่ทางฝั่งเครื่องบริการ

1.2 สถาปัตยกรรมทางด้านซอฟต์แวร์

1.2.1 Web Server: Apache Tomcat 6.0.18

1.2.2 Framework: Apache Struts 1.2.9

1.2.3 DBMS: PostgreSQL 8.3 (PostGIS)

1.2.4 API: Google Maps API, GeoTools

2. การออกแบบโครงสร้างของระบบ

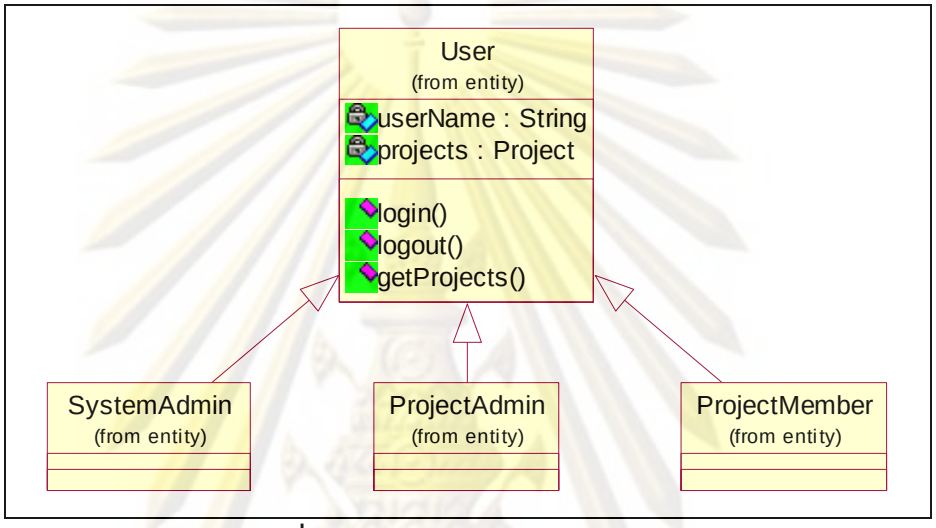
ผู้วิจัยได้ทำการนำเอาแผนภาพยูสเคสจากการวิเคราะห์ความต้องการของระบบมาทำการออกแบบโครงสร้างของระบบ ซึ่งมีการกำหนดหน้าที่ ความสามารถ และคุณสมบัติ โดย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ใช้แผนภาพคลาส (Class Diagram) ในการออกแบบโครงสร้างของระบบ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 แผนภาพคลาสผู้ใช้งานระบบ

2.1.1 คลาส User เป็นคลาสแม่ของคลาสผู้ใช้งานระบบ อันได้แก่ SystemAdmin, ProjectAdmin และ ProjectMember ดังแสดงในรูปที่ 27



รูปที่ 27 แผนภาพคลาสผู้ใช้งานระบบ

จากรูปที่ 27 แผนภาพคลาสผู้ใช้งานระบบ ประกอบด้วยคลาสย่อยดังนี้

2.1.2 คลาส SystemAdmin เป็นคลาสที่เป็นตัวแทนของผู้ดูแลระบบ

2.1.3 คลาส ProjectAdmin เป็นคลาสที่เป็นตัวแทนของผู้ดูแลโครงการ

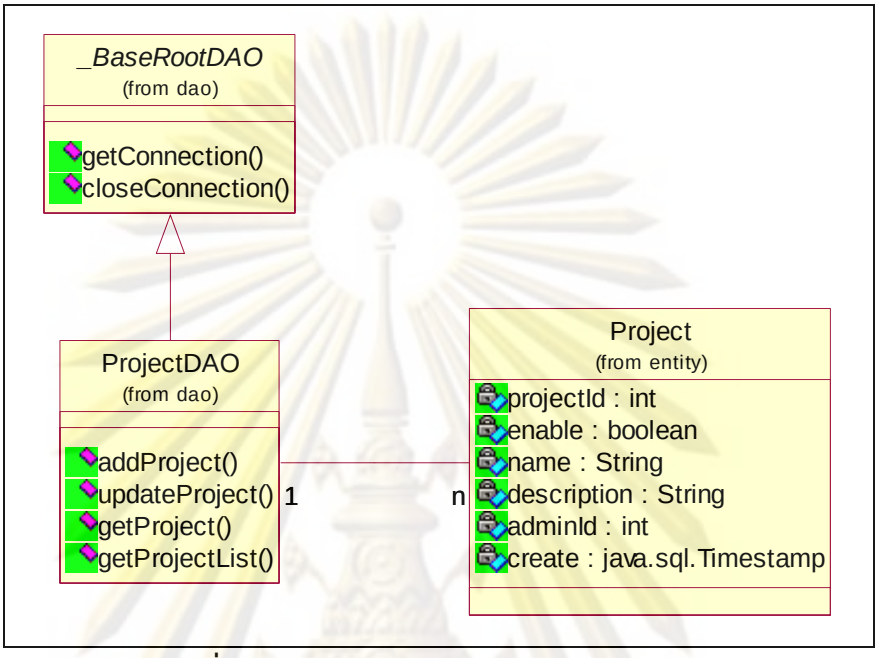
2.1.4 คลาส ProjectMember เป็นคลาสที่เป็นตัวแทนของสมาชิกโครงการ

และคลาส User ประกอบด้วยเมธอดดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เมธอดของคลาส User

ชื่อเมธอด	หน้าที่
login()	ลงบันทึกเข้าสู่ระบบ
logout()	ลงบันทึกออกจากระบบ
getProjects()	คืนข้อมูลของโครงการที่ผู้ใช้งานเป็นสมาชิกอยู่

2.2 **แผนภาพคลาสส่วนการบริหารโครงการ** เป็นแผนภาพของคลาสและความสัมพันธ์ของคลาสต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารโครงการ ดังแสดงในรูปที่ 27



รูปที่ 28 แผนภาพคลาสส่วนการบริหารโครงการ

จากรูปที่ 28 แผนภาพคลาสส่วนการบริหารโครงการ ประกอบด้วยคลาสดังนี้

2.2.1 คลาส Project เป็นคลาสที่เป็นตัวแทนของโครงการ

2.2.2 คลาส _BaseRootDAO เป็น Abstract Class ที่เป็นคลาสแม่ของคลาสที่มีชื่อลงท้ายด้วยคำว่า DAO ทั้งหมด มีคุณสมบัติในการติดต่อกับฐานข้อมูล

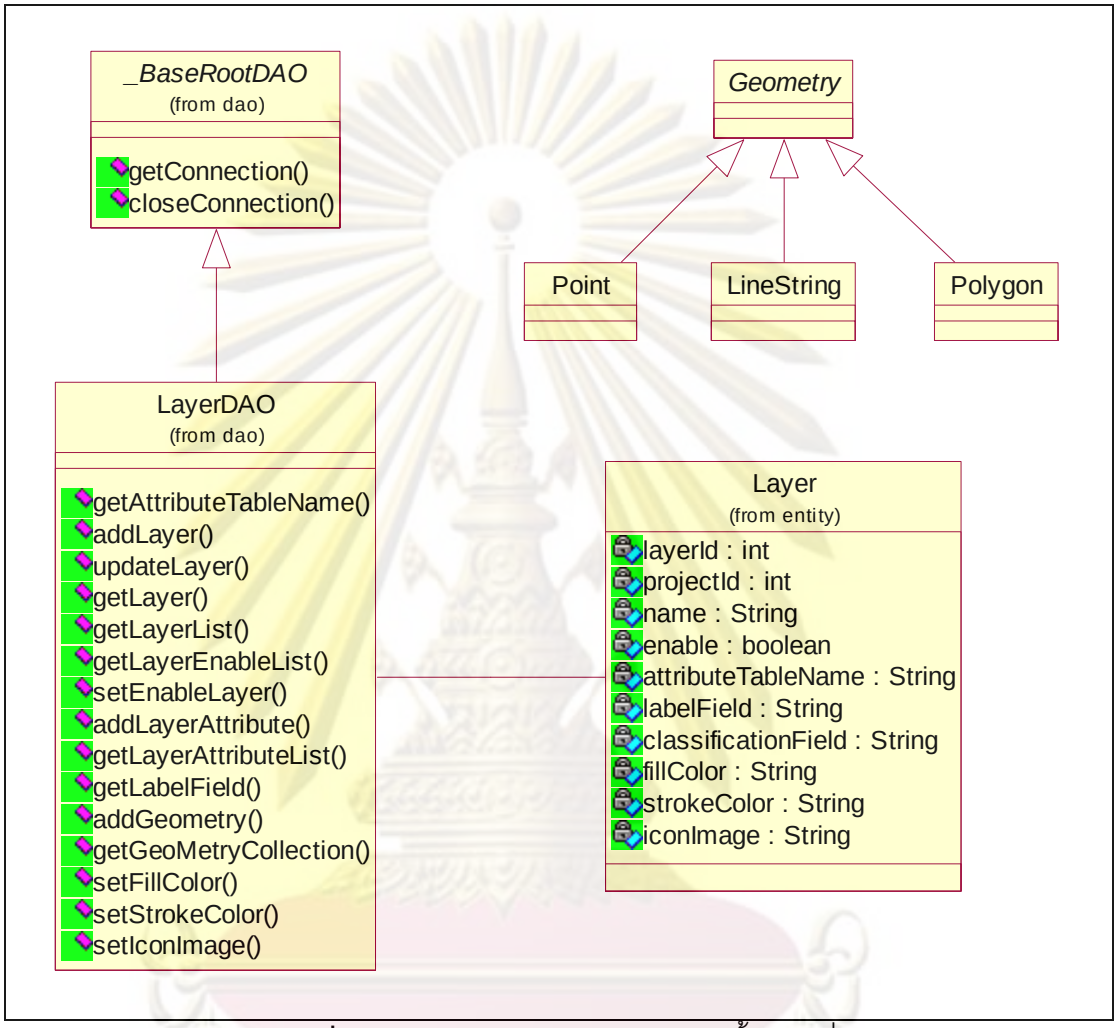
2.2.3 คลาส ProjectDAO เป็นคลาสลูกของคลาส _BaseRootDAO ทำหน้าที่ในการทำงานกับฐานข้อมูลในเรื่องเกี่ยวกับโครงการ ประกอบด้วยเมธอดดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เมธอดของคลาส ProjectDAO

ชื่อเมธอด	หน้าที่
addProject()	เพิ่มข้อมูลโครงการเข้าสู่ระบบ
updateProject()	บันทึกข้อมูลโครงการที่ทำการแก้ไข
getProject()	คืนข้อมูลของโครงการ
getProjectList()	คืนรายการข้อมูลโครงการ

2.3 **แผนภาพคลาสส่วนการบริหารชั้นแผนที่**

เป็นแผนภาพของคลาสและความสัมพันธ์ของคลาสต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารชั้นแผนที่ ดังแสดงในรูปที่ 29



รูปที่ 29 แผนภาพคลาสส่วนการบริหารชั้นแผนที่

จากรูปที่ 29 แผนภาพคลาสส่วนการบริหารชั้นแผนที่ประกอบด้วยคลาสดังนี้

2.3.1 คลาส Geometry เป็นคลาสนามธรรม (Abstract Class) แทนวัตถุที่มีรูปทรงเรขาคณิตบนแผนที่

2.3.2 คลาส Point เป็นคลาสที่แทนวัตถุประเภทที่มีตำแหน่งอ้างอิงเป็นพิกัดคู่อันดับเดียว เช่น ตำแหน่งโรงพยาบาล เป็นต้น

2.3.3 คลาส PolyLine เป็นคลาสที่แทนวัตถุประเภทที่มีคู่อันดับหลายคู่ต่อกันเป็นเส้น เช่น ถนน เป็นต้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.3.4 คลาส Polygon เป็นคลาสที่แทนวัตถุประเภทที่มีเส้นรอบวงมีพื้นที่ประกอบด้วยเส้นด้านต่างๆ ต่อกันจนเป็นรูปทรง เช่น เขตอำเภอ เป็นต้น

2.3.5 คลาส Layer เป็นคลาสที่เป็นตัวแทนของชั้นแผนที่ ซึ่งแหล่งโบราณคดี ก็จะถูกจัดเก็บเป็นชั้นแผนที่ชั้นหนึ่ง ซึ่งระบบมีเตรียมไว้ให้

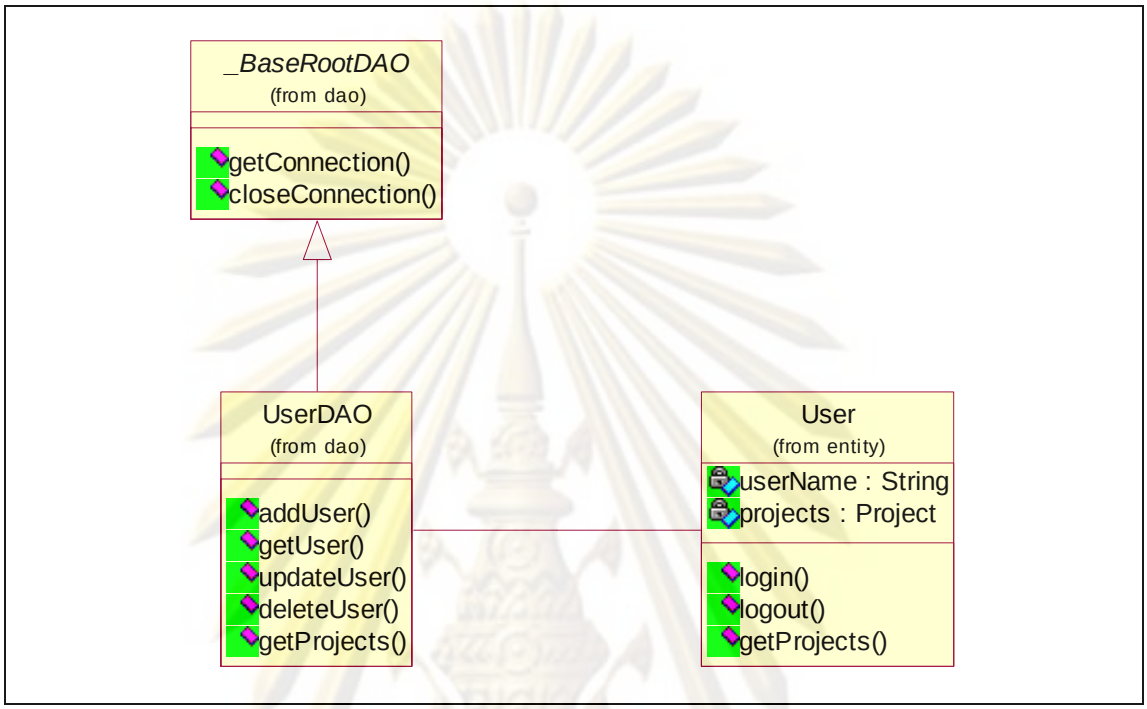
2.3.6 คลาส LayerDAO เป็นคลาสลูกของคลาส _BaseRootDAO ทำหน้าที่ในการทำงานกับฐานข้อมูลในเรื่องเกี่ยวกับชั้นแผนที่ ประกอบด้วยเมธอดดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 เมธอดของคลาส LayerDAO

ชื่อเมธอด	หน้าที่
getAttributeTableName()	คืนค่าชื่อตารางที่เก็บข้อมูลคุณลักษณะ
addLayer()	เพิ่มข้อมูลชั้นแผนที่
updateLayer()	บันทึกการแก้ไขข้อมูลชั้นแผนที่
getLayer()	คืนค่าชั้นแผนที่
getLayerList()	คืนค่ารายการของชั้นแผนที่
getLayerEnableList()	คืนค่ารายการของชั้นแผนที่ที่เปิดใช้
setEnableLayer()	กำหนดค่าการเปิดหรือปิดชั้นแผนที่
addLayerAttribute()	เพิ่มข้อมูลคุณลักษณะของชั้นแผนที่
getLayerAttributeList()	คืนค่ารายการข้อมูลคุณลักษณะของชั้นแผนที่
getLabelField()	คืนค่าชื่อคอลัมน์ที่ใช้เป็นป้ายฉลาก
addGeometry()	เพิ่มวัตถุในชั้นแผนที่
setFillColor()	ตั้งค่าสีของวัตถุในชั้นแผนที่
setStrokeColor()	ตั้งค่าสีเส้นขอบของวัตถุในชั้นแผนที่
setIconImage()	ตั้งค่ารูปของสัญกรของชั้นแผนที่

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.4 แผนภาพคลาสของส่วนการบริหารผู้ใช้งาน เป็นแผนภาพคลาสและความสัมพันธ์ระหว่างคลาสที่ใช้ในการบริหารผู้ใช้งาน ดังแสดงในรูปที่ 30



รูปที่ 30 แผนภาพคลาสการบริหารผู้ใช้งาน

จากรูปที่ 30 แผนภาพคลาสการบริหารผู้ใช้งาน ประกอบด้วยคลาส ดังนี้

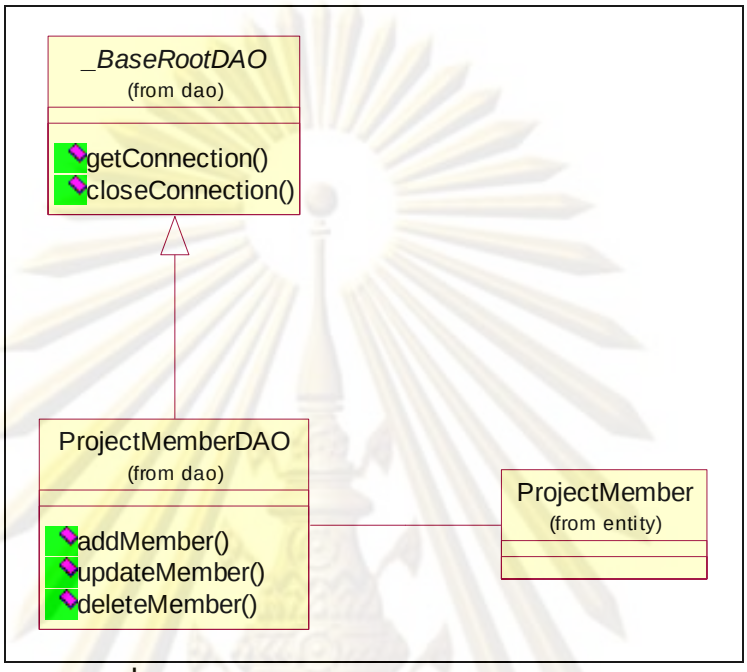
2.4.1 คลาส User เป็นตัวแทนของผู้ใช้งานระบบ

2.4.2 คลาส UserDAO เป็นคลาสลูกของคลาส _BaseRootDAO ทำหน้าที่ในการทำงานกับฐานข้อมูลในเรื่องเกี่ยวกับผู้ใช้งาน ประกอบด้วยเมธอดดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 เมธอดของคลาส UserDAO

ชื่อเมธอด	หน้าที่
addUser()	เพิ่มข้อมูลผู้ใช้งาน
getUser()	คืนค่าข้อมูลผู้ใช้งาน
updateUser()	บันทึกการแก้ไขข้อมูลผู้ใช้งาน
deleteUser()	ลบข้อมูลผู้ใช้งาน
getProjects()	คืนค่ารายการโครงการที่ผู้ใช้ดูแลหรือเป็นสมาชิกอยู่

2.5 แผนภาพคลาสส่วนการบริหารสมาชิกโครงการ เป็นแผนภาพคลาสและความสัมพันธ์ระหว่างคลาสที่ใช้ในการบริหารผู้ใช้งาน ดังแสดงในรูปที่ 31



รูปที่ 31 แผนภาพคลาสการบริหารสมาชิกโครงการ

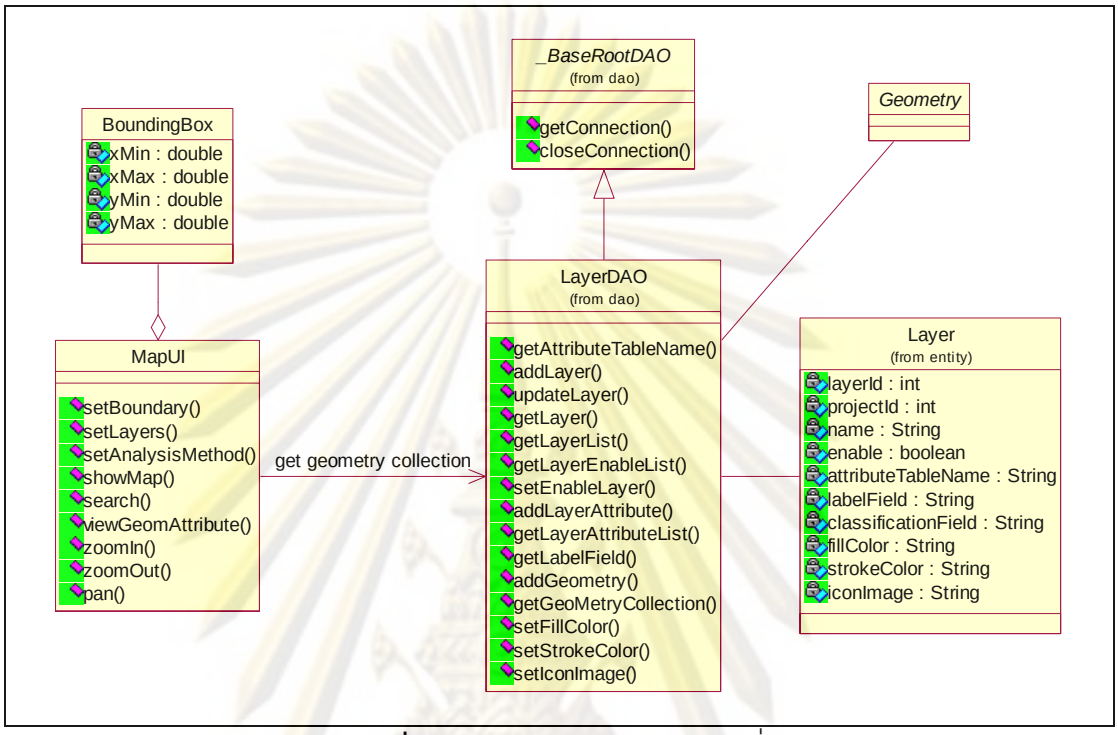
จากรูปที่ 31 แผนภาพคลาสการบริหารสมาชิกโครงการ ประกอบด้วยคลาส ดังนี้

2.5.1 คลาส ProjectMemberDAO เป็นคลาสลูกของคลาส _BaseRootDAO ทำหน้าที่ในการทำงานกับฐานข้อมูลในเรื่องเกี่ยวกับสมาชิกโครงการ ประกอบด้วยเมธอดดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 เมธอดของคลาส ProjectMemberDAO

ชื่อเมธอด	หน้าที่
addMember()	เพิ่มข้อมูลสมาชิกโครงการ
updateMember()	บันทึกการแก้ไขข้อมูลสมาชิกโครงการ
deleteMember()	ลบข้อมูลสมาชิกโครงการออกจากโครงการ

2.6 แผนภาพคลาสการดูแผนที่ เป็นแผนภาพคลาสและความสัมพันธ์ระหว่างคลาสที่ใช้ในการดูแผนที่ ดังแสดงในรูปที่ 32



รูปที่ 32 แผนภาพคลาสการดูแผนที่

จากรูปที่ 32 แผนภาพคลาสการดูแผนที่ ประกอบด้วยคลาส ดังนี้

2.6.1 คลาส BoundingBox แทนขอบเขตของแผนที่ที่ต้องการดู

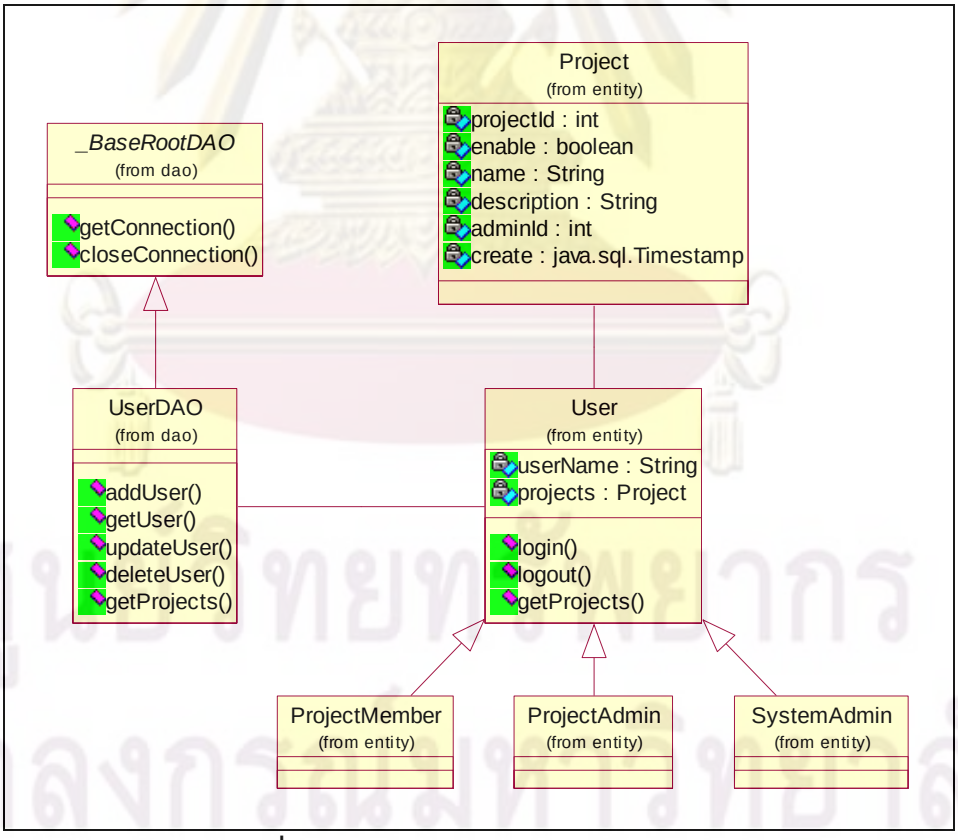
2.6.2 คลาส MapUI แทนส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่แสดงแผนที่ให้ผู้ใช้ดูและเรียกดูข้อมูลในชั้นแผนที่ โดยมีเมธอด ดังตารางที่ 7

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 7 เมธอดของคลาส MapUI

ชื่อเมธอด	หน้าที่
setBoundary()	กำหนดค่าขอบเขตของแผนที่ที่ต้องการดู
setLayers()	กำหนดค่าชั้นแผนที่ที่ต้องการดู
setAnalysisMethod()	กำหนดค่าวิธีในการวิเคราะห์ข้อมูล
showMap()	แสดงแผนที่
search()	ค้นหาวัตถุ
viewGeomAttribute()	ดูข้อมูลคุณลักษณะของวัตถุ
zoomIn()	ซูมเข้า
zoomOut()	ซูมออก
pan()	เลื่อนแผนที่

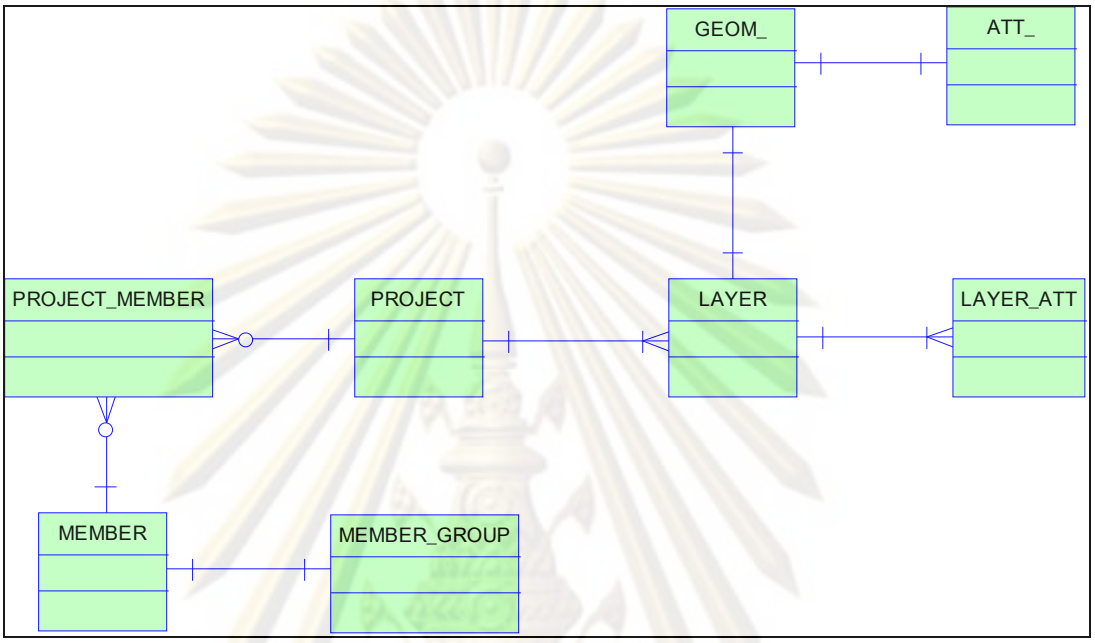
2.7 แผนภาพคลาสของส่วนรักษาความปลอดภัย เป็นแผนภาพคลาสและความสัมพันธ์ระหว่างคลาสที่ใช้ในการดูแผนที่ ดังแสดงในรูปที่ 33



รูปที่ 33 แผนภาพส่วนรักษาความปลอดภัย

3. การออกแบบฐานข้อมูล

ผู้วิจัยได้ใช้ความต้องการระบบที่ได้จากการวิเคราะห์ระบบ มาทำการออกแบบฐานข้อมูลโดยใช้แบบจำลองอีอาร์ (Entity Relationship Diagram : ER-Diagram) แสดงตารางข้อมูลและความสัมพันธ์ระหว่างตารางข้อมูล ดังแสดงในรูปที่ 34



รูปที่ 34 แผนภาพอีอาร์แสดงตารางข้อมูลและความสัมพันธ์

จากรูปที่ 34 แบบจำลองอีอาร์ของระบบ สามารถอธิบายหน้าที่ของตารางข้อมูลได้ดังนี้

3.1 **ตาราง** Project เป็นตารางที่ใช้เก็บข้อมูลรายละเอียดของแต่ละโครงการ

3.2 **ตาราง** Member เป็นตารางที่ใช้เก็บข้อมูลผู้ใช้งานระบบ

3.3 **ตาราง** Member_Group เป็นตารางที่ใช้เก็บข้อมูลกลุ่มผู้ใช้งานระบบ

3.4 **ตาราง** Project_Member เป็นตารางที่ใช้เก็บข้อมูลสมาชิกของแต่ละโครงการ

3.5 **ตาราง** Layer เป็นตารางที่ใช้เก็บข้อมูลรายละเอียดชั้นแผนที่

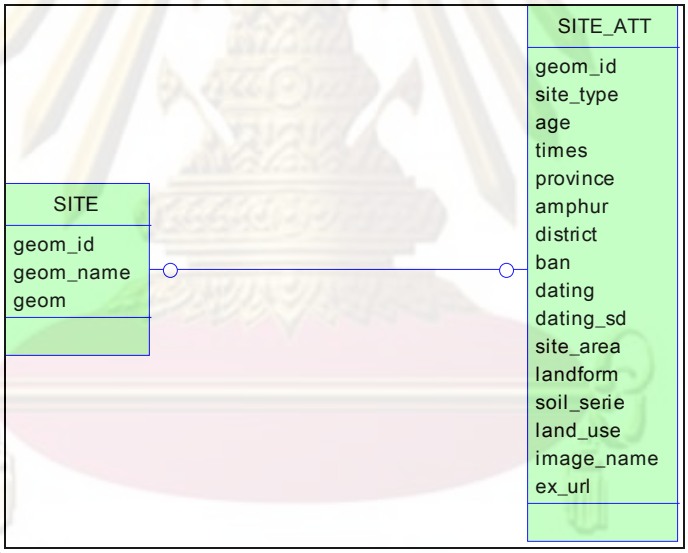
3.6 **ตาราง** Layer_Att เป็นตารางที่ใช้เก็บข้อมูลรายละเอียดของแต่ละคุณลักษณะของแต่ละชั้นแผนที่

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.7 **ตาราง** Geom_ เป็นตารางที่ใช้เก็บข้อมูลเชิงพื้นที่ของแต่ละชั้นแผนที่ โดยชื่อตารางจะเปลี่ยนไปตามค่ารหัสของชั้นแผนที่ เช่น ชั้นแผนที่มีค่ารหัสประจำชั้นแผนที่เป็น 2 ตารางที่ใช้เก็บข้อมูลเชิงพื้นที่ของชั้นแผนที่นี้คือ Geom_2

3.8 **ตาราง** Att_ เป็นตารางที่ใช้เก็บข้อมูลคุณลักษณะของแต่ละชั้นแผนที่ โดยที่ชื่อตารางจะเปลี่ยนไปตามค่ารหัสของชั้นแผนที่ เช่น ชั้นแผนที่มีค่ารหัสประจำชั้นแผนที่เป็น 2 ตารางที่ใช้เก็บข้อมูลคุณลักษณะของชั้นแผนที่นี้คือ Att_2

ชั้นแผนที่แหล่งโบราณคดีซึ่งระบบเตรียมไว้ให้ เป็นชั้นแผนที่ที่มีชนิดข้อมูลเป็นจุด (Point) และมีข้อมูลคุณลักษณะเบื้องต้นได้แก่ ชื่อแหล่งโบราณคดี ประเภทแหล่งโบราณคดี ยุคสมัย อายุ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอายุ คำอธิบาย ที่ตั้ง (บ้าน ตำบล อำเภอ จังหวัด) พื้นที่แหล่ง ธรณีสัณฐาน ชุดดิน การใช้ประโยชน์ที่ดิน สามารถออกแบบฐานข้อมูลโดยใช้แบบจำลองอีอาร์ ดังแสดงในรูปที่ 35



รูปที่ 35 แผนภาพอีอาร์แสดงความสัมพันธ์ของตารางแหล่งโบราณคดี

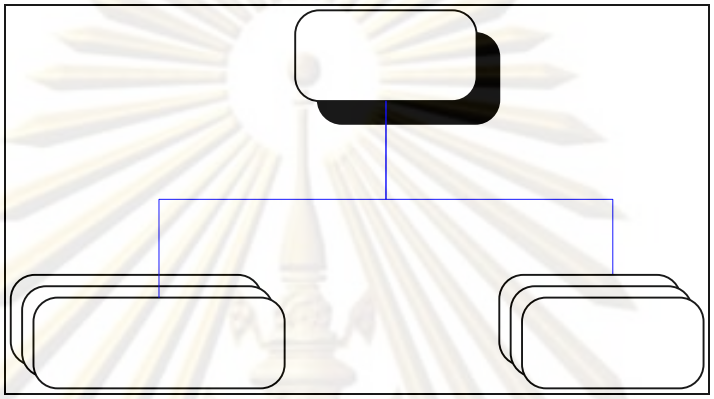
จากรูปที่ 35 แผนภาพอีอาร์แสดงความสัมพันธ์ของตารางแหล่งโบราณคดี สามารถอธิบายหน้าที่ของตารางข้อมูลต่างๆ ดังนี้

3.9 **ตาราง** Site เป็นตารางที่ใช้เก็บข้อมูลเชิงพื้นที่ของแหล่งโบราณคดี และชื่อแหล่งโบราณคดี

3.10 **ตาราง** Site_Att เป็นตารางที่ใช้เก็บข้อมูลคุณลักษณะของแหล่งโบราณคดี

4. การออกแบบโครงสร้างส่วนต่อประสานงานกับผู้ใช้

ผู้วิจัยได้นำผลจากการวิเคราะห์ระบบมาทำการออกแบบโครงสร้างและหน้าที่ของส่วนต่อประสานงานกับผู้ใช้ หรือหน้าจอทำงานหลักของระบบ ซึ่งประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก ดังแสดงในรูปที่ 36



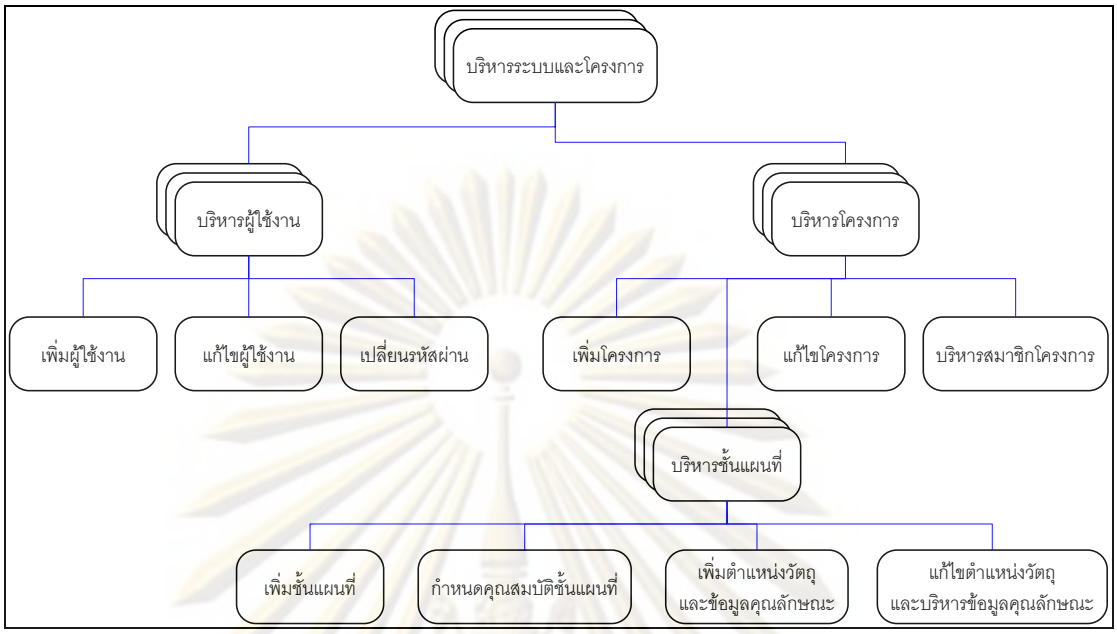
รูปที่ 36 โครงสร้างหน้าจอหลักของโปรแกรม

4.1 **เมนูหลัก** เป็นหน้าจอหลักสำหรับผู้ใช้งาน มีหน้าที่แสดงเมนูการทำงานหลักของผู้ใช้ จากส่วนนี้ผู้ใช้สามารถดำเนินการเลือกดูแผนที่โดยไม่ต้องลงทะเบียนเข้าสู่ระบบ หรือเลือกลงทะเบียนเข้าสู่ระบบ เพื่อเข้าสู่ส่วนบริหารโครงการ ซึ่งผู้ใช้งานแต่ละกลุ่มจะมีสิทธิ์การใช้งานแตกต่างกันไปตามกลุ่ม

4.2 **บริหารระบบและโครงการ** เป็นกลุ่มหน้าจอการจัดการส่วนต่างๆ ของระบบ ได้แก่ ผู้ใช้งาน โครงการ และชั้นแผนที่ ตามสิทธิ์ของกลุ่มผู้ใช้งาน ดังแสดงในรูปที่ 37

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บริหารระบบและโครงการ



รูปที่ 37 โครงสร้างหน้าจอบริหารระบบและโครงการ

จากรูปที่ 37 โครงสร้างหน้าจอบริหารระบบโครงการประกอบด้วยหน้าจอและกลุ่มของหน้าจอ ดังนี้

4.2.1 หน้าจอบริหารผู้ใช้งาน เป็นหน้าจอที่แสดงรายละเอียดของผู้ใช้งานที่มีอยู่ในระบบและแสดงเมนูการทำงานเกี่ยวกับผู้ใช้งาน ซึ่งประกอบด้วยส่วนย่อยดังนี้

4.2.1.1 หน้าจอเพิ่มผู้ใช้งาน

4.2.1.2 หน้าจอแก้ไขผู้ใช้งาน

4.2.1.3 หน้าจอเปลี่ยนรหัสผ่าน

4.2.2 หน้าจอบริหารโครงการ เป็นหน้าจอแสดงรายละเอียดของโครงการที่มีอยู่ในระบบและแสดงเมนูการทำงานเกี่ยวกับโครงการ ซึ่งประกอบด้วยส่วนย่อยดังนี้

4.2.2.1 หน้าจอเพิ่มโครงการ

4.2.2.2 หน้าจอแก้ไขโครงการ

4.2.2.3 หน้าจอบริหารสมาชิกโครงการ

4.2.2.4 หน้าจอบริหารชั้นแผนที่ เป็นหน้าจอที่มีหน้าที่แสดงรายการข้อมูลชั้นแผนที่ภายในโครงการ และแสดงเมนูการทำงานเกี่ยวกับชั้นแผนที่ ซึ่งประกอบด้วยส่วนย่อยดังนี้

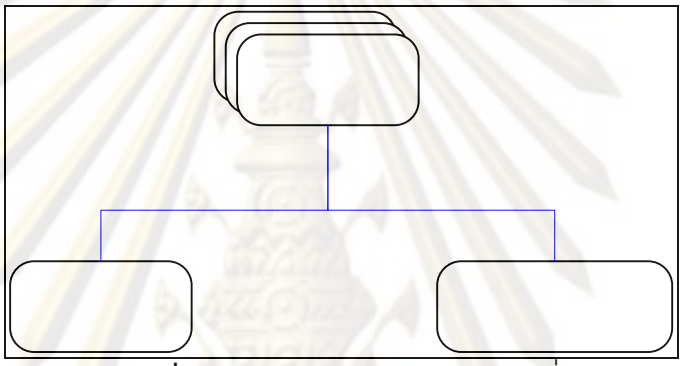
4.2.2.4.1. หน้าจอเพิ่มชั้นแผนที่

4.2.2.4.2. หน้าจอกำหนดคุณสมบัติชั้นแผนที่

4.2.2.4.3. หน้าจอเพิ่มตำแหน่งวัตถุและข้อมูลคุณลักษณะ

4.2.2.4.4. หน้าจอแก้ไขตำแหน่งวัตถุและบริหารข้อมูลคุณลักษณะ

4.3 **ดูแผนที่** เป็นกลุ่มหน้าจอสำหรับผู้ใช้งานใช้สำหรับดูแผนที่และดูข้อมูลแหล่งโบราณคดี ดังแสดงในรูปที่ 38



รูปที่ 38 โครงสร้างหน้าจอการดูแผนที่

จากรูปที่ 37 โครงสร้างหน้าจอการดูแผนที่ ประกอบด้วยหน้าจอ ดังนี้

4.3.1 หน้าจอดูข้อมูลแผนที่ เป็นหน้าจอที่มีหน้าที่แสดงแผนที่ และเครื่องมือที่ใช้ในการเรียกดูแผนที่ ซึ่งประกอบไปด้วยปุ่มสำหรับซูมเข้าซูมออก ปุ่มสำหรับเลื่อนทิศทางของแผนที่ รายชื่อชั้นแผนที่ที่สามารถเลือกดูได้ แบบฟอร์มสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการค้นหา ปุ่มรูปแบบการวิเคราะห์ที่จะประยุกต์ใช้ในการดูแผนที่ได้แก่ การวัดระยะทาง การวัดพื้นที่ การสร้างบัฟเฟอร์ และปุ่มสำหรับการสั่งพิมพ์ข้อมูล

4.3.2 หน้าจอดูข้อมูลแหล่งโบราณคดี เป็นหน้าจอสำหรับให้ผู้ใช้งานเรียกดูข้อมูลแหล่งโบราณคดี โดยการค้นหาหรือค้นดู จากข้อมูลคุณลักษณะต่างๆ ของแหล่งโบราณคดี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ดูข้อมูลแผนที่

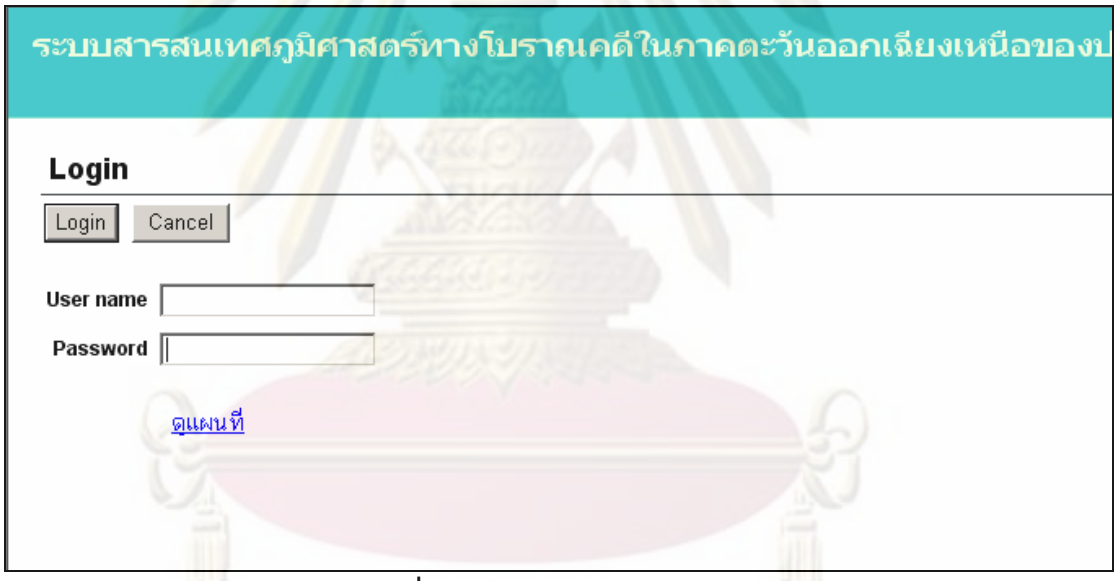
บทที่ 4

การพัฒนาระบบ

จากการวิเคราะห์และออกแบบระบบในบทที่ 3 สามารถนำมาพัฒนาระบบเป็นเว็บไซต์เพื่อให้บริการแก้ผู้ใช้งานผ่านเว็บบราวเซอร์ ซึ่งโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นจะประกอบด้วยหน้าจอการทำงานหลักตามการออกแบบโครงสร้างส่วนต่อประสานงานกับผู้ใช้ ดังนี้

เมนูหลัก

เป็นหน้าจอแรกที่แสดงแก่ผู้ใช้งานหลังจากเข้ามาภายในเว็บไซต์แล้ว จะแสดงแบบฟอร์มสำหรับลงทะเบียนเข้าสู่ระบบเพื่อเข้าสู่หน้าบริหารโครงการ และมีเมนูสำหรับเข้าสู่หน้าดูแผนที่ ซึ่งไม่จำเป็นต้องลงทะเบียนเข้าสู่ระบบ ดังแสดงในรูปที่ 39

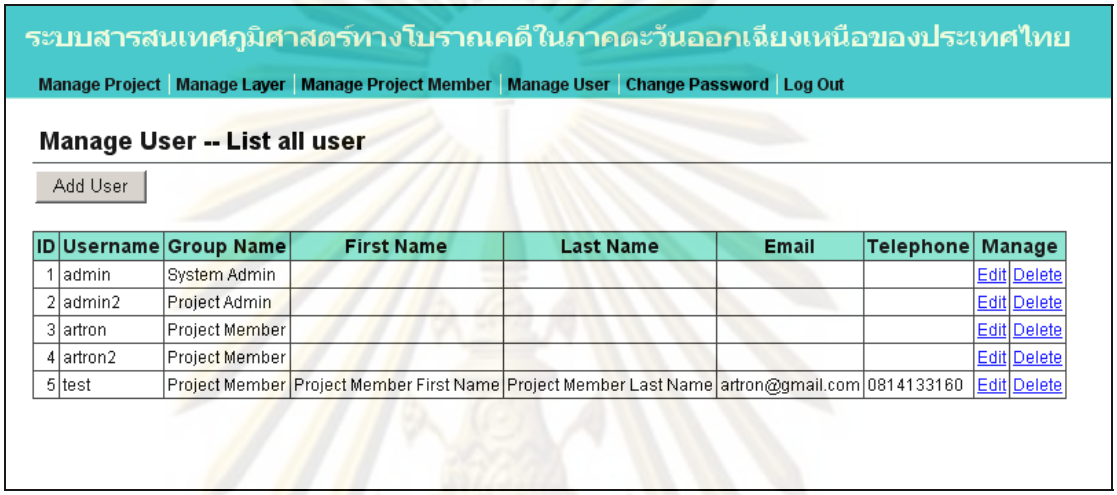


รูปที่ 39 ตัวอย่างหน้าจอเมนูหลัก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

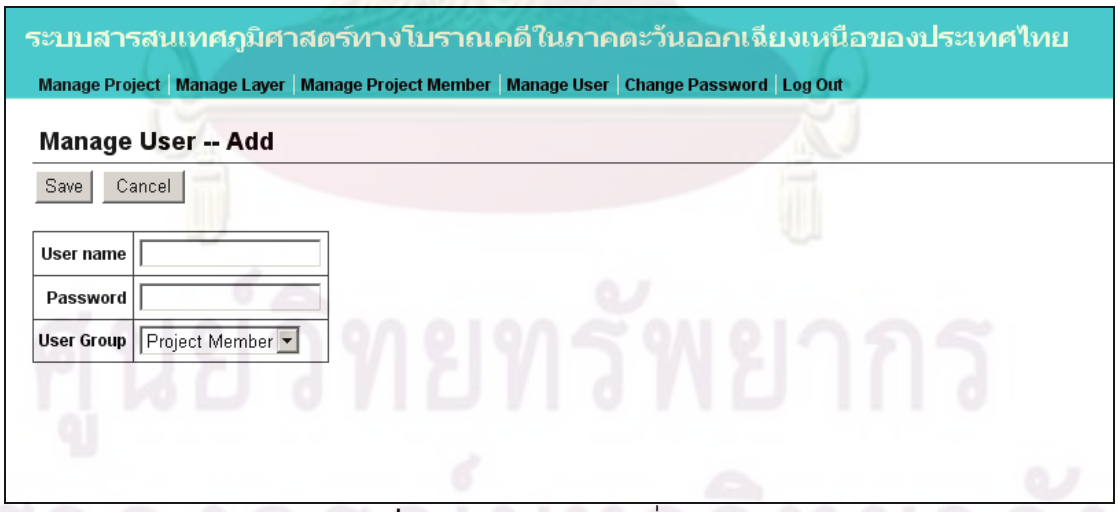
บริหารระบบและโครงการ

1. **หน้าจอบริหารผู้ใช้งาน** หากเป็นผู้ดูแลระบบจะแสดงข้อมูลผู้ใช้งานทั้งหมด แต่หากเป็นผู้ดูแลโครงการหรือสมาชิกโครงการ จะแสดงเฉพาะข้อมูลผู้ใช้งานของตนเอง ให้เลือกแก้ไขข้อมูลผู้ใช้งาน หรือลบผู้ใช้ออกจากระบบ ดังแสดงในรูปที่ 40



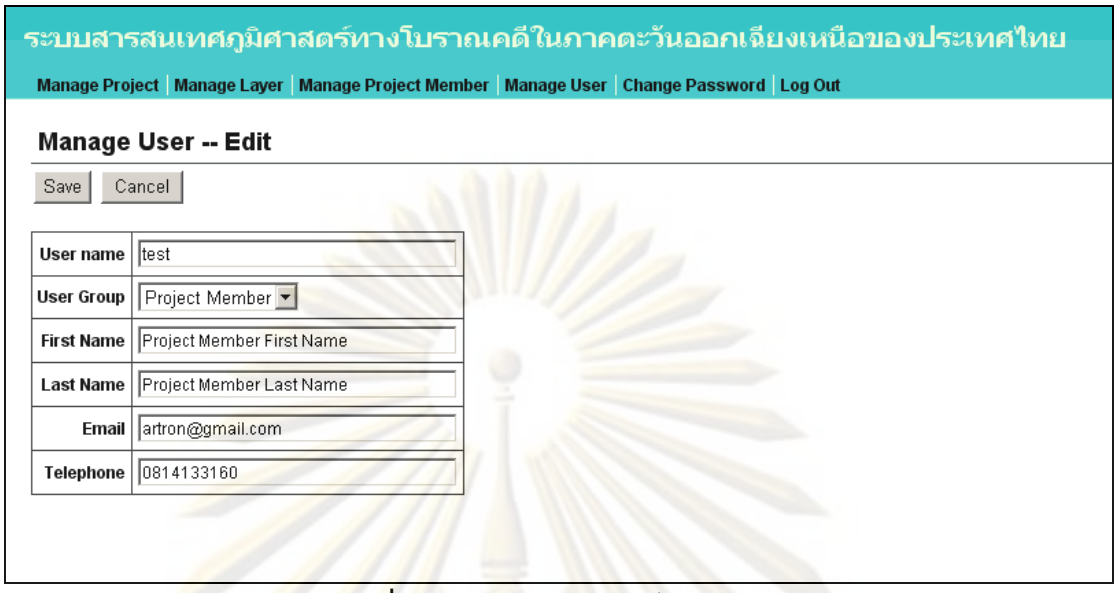
รูปที่ 40 ตัวอย่างหน้าจอบริหารผู้ใช้งาน

1.1 **หน้าจอเพิ่มผู้ใช้งาน** ผู้ดูแลระบบคือผู้ที่สามารถเพิ่มผู้ใช้งานใหม่เข้าสู่ระบบ ดังแสดงในรูปที่ 41



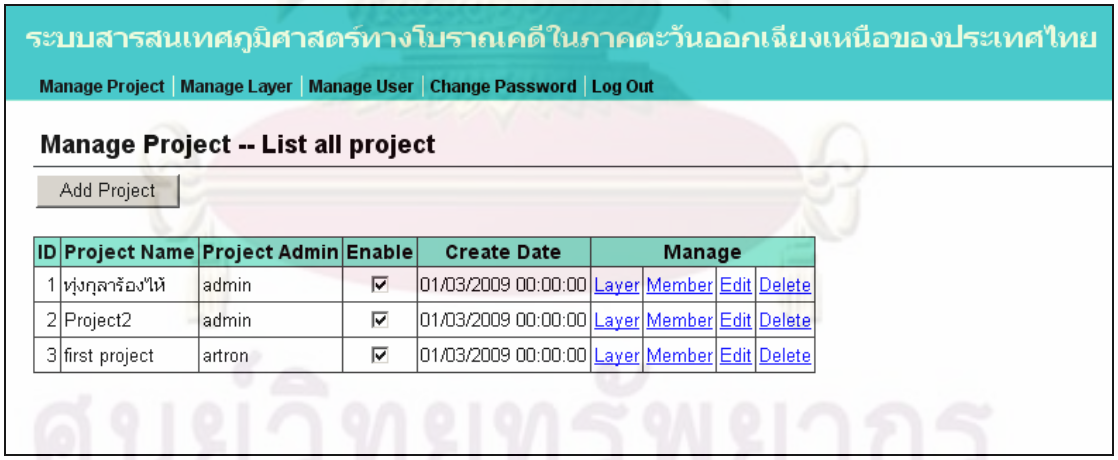
รูปที่ 41 ตัวอย่างหน้าจอเพิ่มผู้ใช้งาน

1.2 **หน้าจอแก้ไขผู้ใช้งาน** เป็นหน้าจอสำหรับแก้ไขข้อมูลต่างๆ ของผู้ใช้งาน ได้แก่ ชื่อ นามสกุล อีเมล์แอดเดรส เบอร์โทรศัพท์ และหากผู้ใช้งานเป็นผู้ดูแลระบบจะสามารถเปลี่ยนระดับผู้ใช้งานได้ ดังแสดงในรูปที่ 42



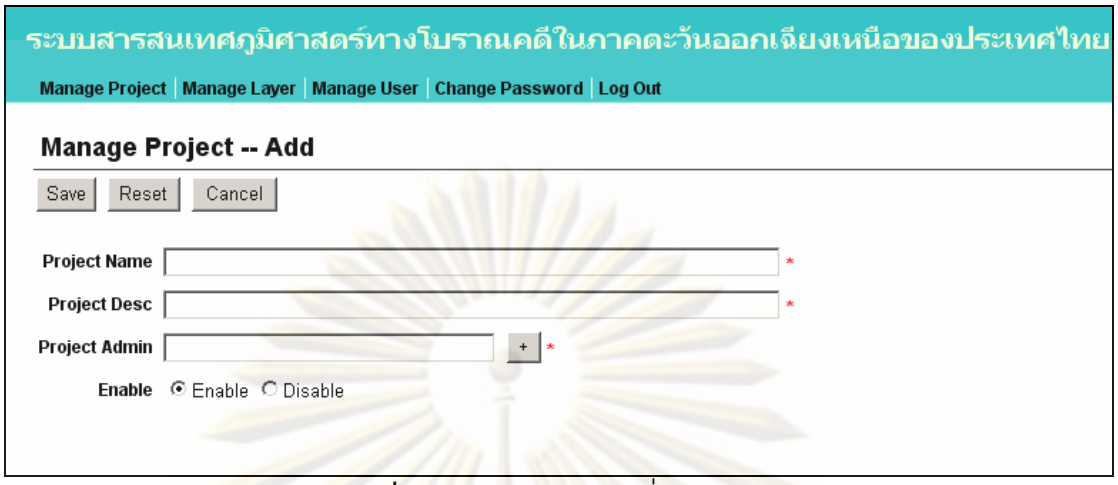
รูปที่ 42 ตัวอย่างหน้าจอแก้ไขผู้ใช้งาน

2. **หน้าจอบริหารโครงการ** หากผู้ใช้เป็นผู้ดูแลโครงการหรือสมาชิกโครงการจะแสดงข้อมูลโครงการที่ดูแลอยู่ แต่หากผู้ใช้เป็นผู้ดูแลระบบจะแสดงรายการข้อมูลโครงการที่มีอยู่ในระบบทั้งหมด และมีปุ่มสำหรับเพิ่มโครงการสำหรับให้ผู้ดูแลระบบเพิ่มโครงการใหม่ ดังแสดงในรูปที่ 43



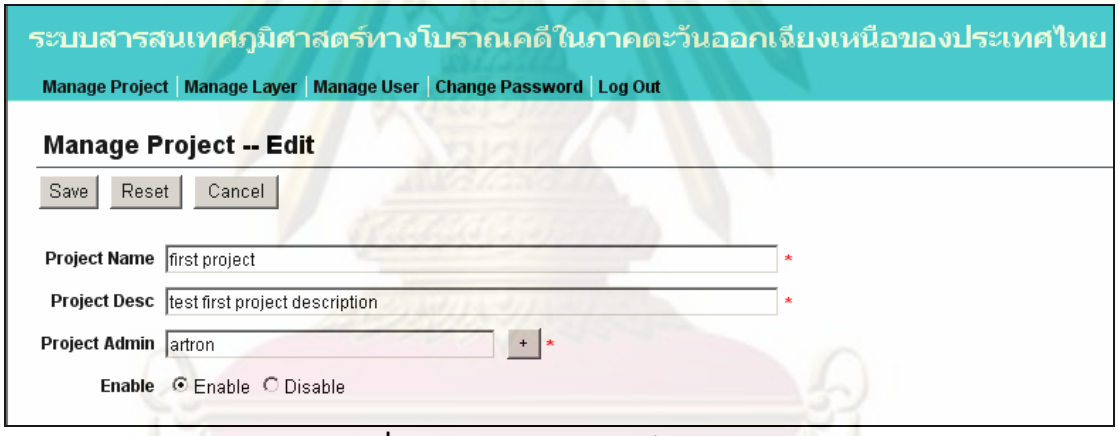
รูปที่ 43 ตัวอย่างหน้าจอบริหารข้อมูลโครงการ

2.1 **หน้าจอเพิ่มโครงการ** หน้าจอเพิ่มโครงการนี้จะแสดงแบบฟอร์มให้ผู้ดูแลระบบกรอกข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการสร้างโครงการใหม่ ได้แก่ ชื่อโครงการ คำอธิบายโครงการ ผู้ใช้งานที่จะเป็นผู้ดูแลโครงการ และเลือกเปิดใช้งานโครงการหรือปิด ดังแสดงในรูปที่ 44



รูปที่ 44 ตัวอย่างหน้าจอเพิ่มโครงการ

2.2 **หน้าจอแก้ไขโครงการ** แสดงข้อมูลโครงการที่มีอยู่ในแบบฟอร์มให้ผู้ดูแลระบบหรือผู้ดูแลโครงการทำการแก้ไขข้อมูลโครงการ ดังแสดงในรูปที่ 45



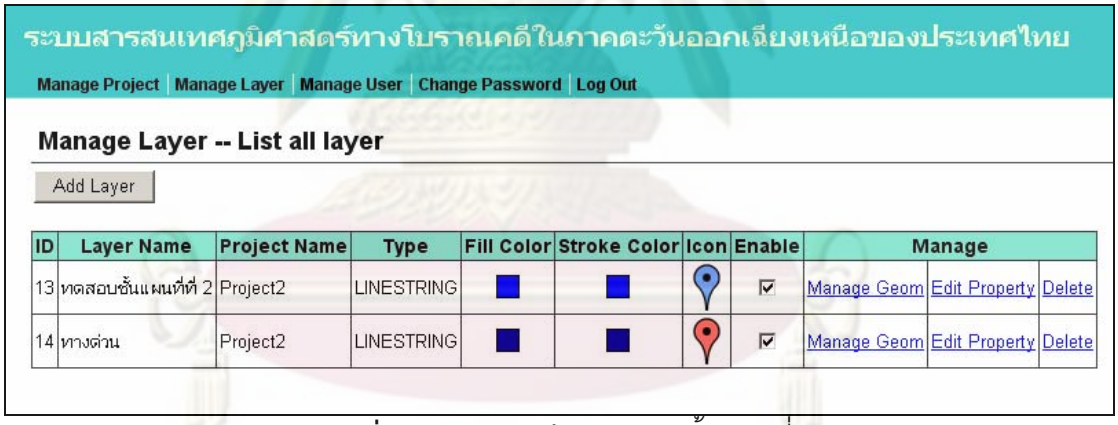
รูปที่ 45 ตัวอย่างหน้าจอแก้ไขโครงการ

2.3 **หน้าจอบริหารสมาชิกโครงการ** การบริหารสมาชิกโครงการจะมีแสดงรายชื่อผู้ใช้งาน ที่มีอยู่ในระบบทั้งหมดในช่องทางซ้ายมือ ผู้ดูแลระบบหรือผู้ดูแลโครงการ เลือกรายชื่อที่ต้องการแล้วคลิกปุ่มลูกศรชี้ทางขวา เพื่อเพิ่มผู้ใช้งานเป็นสมาชิกโครงการ หรือเลือกสมาชิกโครงการที่ต้องการลบออกจากโครงการ แล้วคลิกปุ่มลูกศรชี้ทางซ้าย เพื่อเลือกออก แล้วบันทึกการแก้ไข ดังแสดงในรูปที่ 46

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

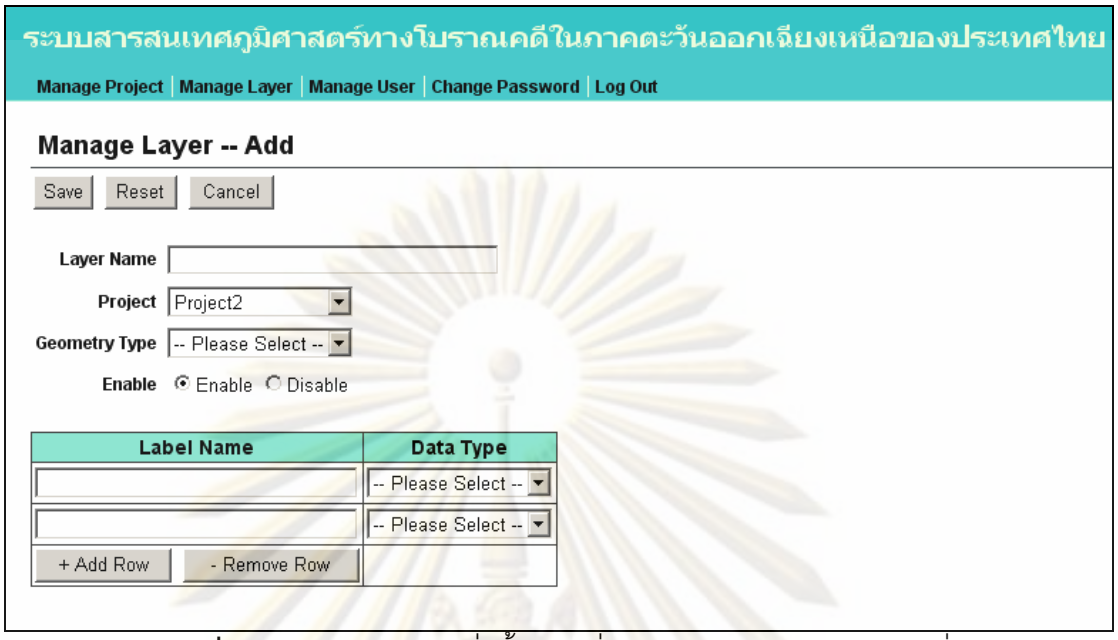
รูปที่ 46 ตัวอย่างหน้าจอบริหารสมาชิกโครงการ

3. **หน้าจอบริหารชั้นแผนที่** จะแสดงข้อมูลชั้นแผนที่ที่ผู้ใช้ดูแลอยู่ผู้ใช้งานสามารถเลือกเพิ่มชั้นแผนที่แบบกำหนดตำแหน่งบนแผนที่ เพิ่มชั้นแผนที่จากเชบไฟล์ หรือแก้ไขข้อมูลชั้นแผนที่ได้ ดังแสดงในรูปที่ 47



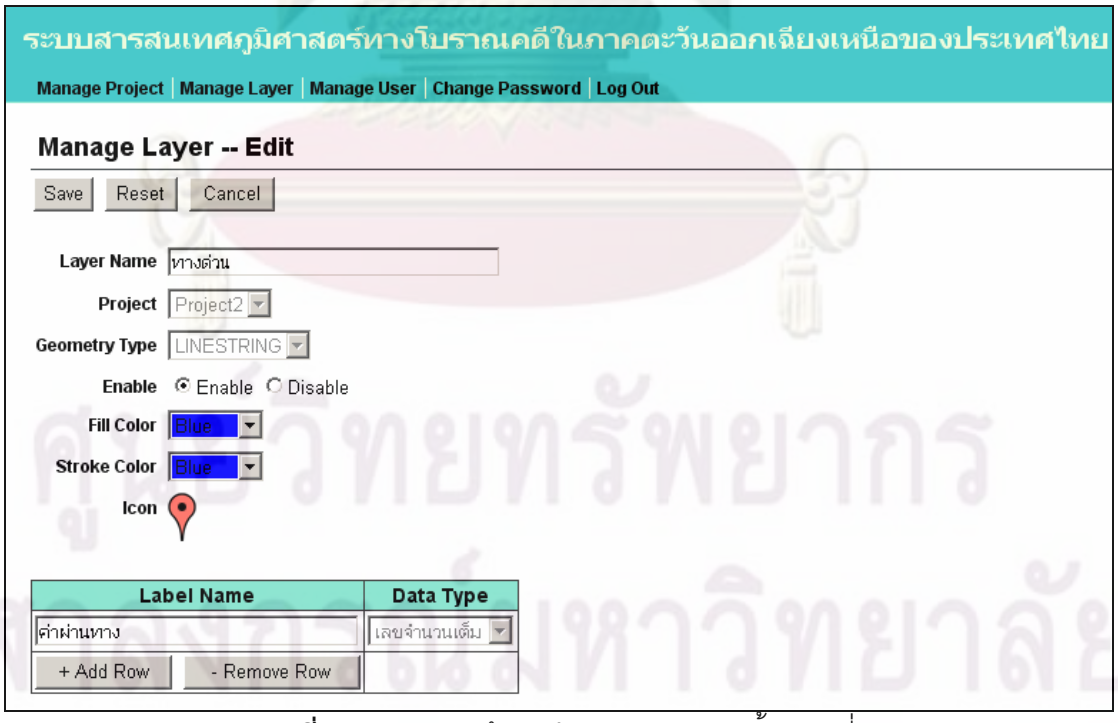
รูปที่ 47 ตัวอย่างหน้าจอบริหารชั้นแผนที่

3.1 **หน้าจอเพิ่มชั้นแผนที่** ผู้ดูแลระบบหรือผู้ดูแลโครงการต้องกรอกข้อมูลที่จำเป็น ในแบบฟอร์ม เช่น ชื่อชั้นแผนที่ จำนวนเขตข้อมูลที่ต้องการใช้งาน ชื่อเขตข้อมูล ชนิดข้อมูลของเขตข้อมูลที่ต้องการจัดเก็บ เมื่อบันทึกระบบจะทำการสร้างตารางสำหรับจัดเก็บข้อมูลคุณลักษณะของชั้นแผนที่ ตามที่ผู้ใช้งานกำหนด จากนั้นทำการบันทึกข้อมูลชั้นแผนที่ใหม่เข้าฐานข้อมูล ดังแสดงในรูปที่ 48



รูปที่ 48 ตัวอย่างหน้าจอเพิ่มชั้นแผนที่แบบกำหนดตำแหน่งบนแผนที่

3.2 **หน้าจอกำหนดคุณสมบัติชั้นแผนที่** เป็นหน้าจอสำหรับกำหนดคุณสมบัติต่างๆ ของชั้นแผนที่ เช่น สีที่ใช้ในการแสดงผล เขตข้อมูลที่ใช้แสดงเป็นชื่อของวัตถุฉลากของเขตข้อมูล ดังแสดงในรูปที่ 49



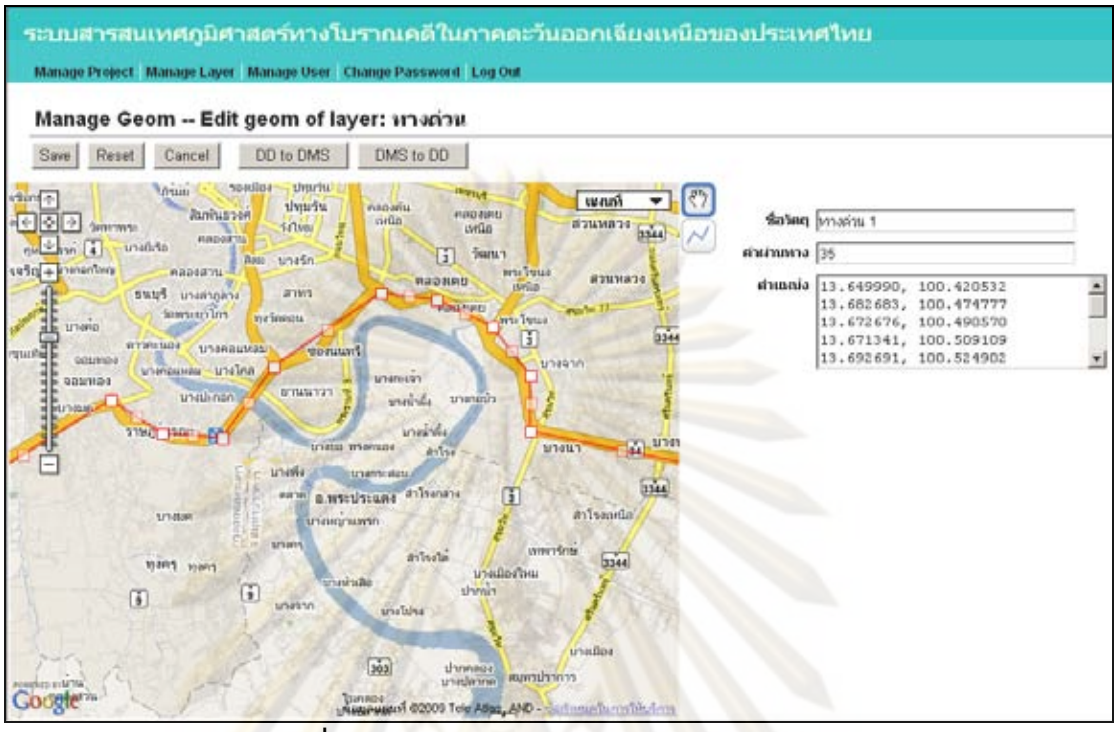
รูปที่ 49 ตัวอย่างหน้าจอกำหนดคุณสมบัติชั้นแผนที่

3.3 **หน้าจอเพิ่มตำแหน่งวัตถุและข้อมูลคุณลักษณะ** เป็นหน้าจอสำหรับเพิ่มข้อมูลแผนที่เข้าสู่ระบบ ผู้ดูแลระบบหรือผู้ดูแลโครงการหรือสมาชิกโครงการ เลือกชั้นแผนที่แล้วเลือกสร้างข้อมูลแผนที่ จะเข้าสู่หน้าจอเพิ่มข้อมูลแผนที่ โดยจะปรากฏแผนที่พร้อมเครื่องมือสร้างวัตถุบนแผนที่ตามชนิดข้อมูลของชั้นแผนที่ จากนั้นสร้างข้อมูลแผนที่โดยคลิกบนแผนที่เคลื่อนย้ายตำแหน่งของวัตถุตามต้องการ กรอกข้อมูลที่จำเป็นของชั้นแผนที่นั้นลงในแบบฟอร์ม โดยผู้ใช้งานสามารถเลือกแก้ไขตำแหน่งโดยระบุตำแหน่งเป็นเลขระบุตำแหน่งในช่องตำแหน่งได้ จากนั้นบันทึกข้อมูลเข้าสู่ระบบ ดังแสดงในรูปที่ 50

รูปที่ 50 ตัวอย่างหน้าจอการเพิ่มข้อมูลแผนที่

3.4 **หน้าจอแก้ไขตำแหน่งวัตถุและบริหารข้อมูลคุณลักษณะ** ผู้ดูแลระบบหรือผู้ดูแลโครงการหรือสมาชิกโครงการ เลือกชั้นแผนที่ที่ต้องการ แล้วเลือกแก้ไขข้อมูลวัตถุในชั้นแผนที่นั้น โปรแกรมจะแสดงแผนที่พร้อมตำแหน่งวัตถุบนแผนที่ แบบฟอร์มสำหรับแก้ไขข้อมูลคุณลักษณะให้ผู้ใช้แก้ไข และบันทึกข้อมูล ดังแสดงในรูปที่ 51

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

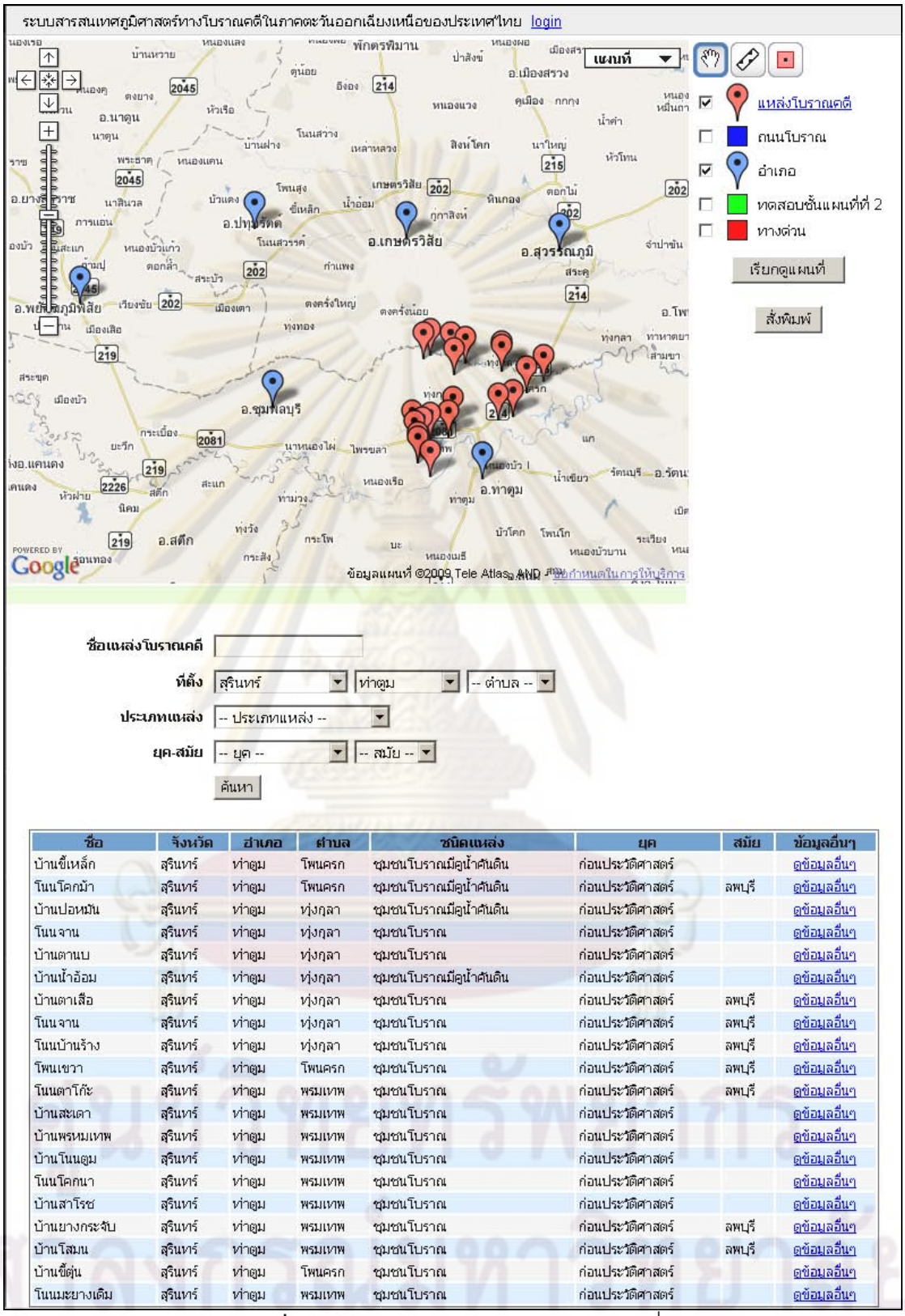


รูปที่ 51 ตัวอย่างหน้าจอบริหารข้อมูลคุณลักษณะ

การดูแผนที่

1. **หน้าจอการดูข้อมูลในแผนที่** ผู้วิจัยเลือกใช้ Google Map API เป็นเครื่องมือในการแสดงผลข้อมูลแผนที่ เนื่องจากความสะดวกที่ Google Map มีชั้นแผนที่มาตรฐานสำหรับการดูแผนที่ มีเครื่องมือในการย่อ-ขยายแผนที่ การเลื่อนแผนที่ อีกทั้งยังสามารถพัฒนาความสามารถเพิ่มเติมลงไปได้ด้วย ในการพัฒนานี้ ผู้วิจัยได้พัฒนาให้หน้าจอการดูแผนที่แสดงชั้นแผนที่ที่มีในระบบให้ผู้ใช้สามารถเลือกชั้นแผนที่ที่ต้องการดูได้ และค้นหาข้อมูลที่ต้องการดู จากนั้นส่วนต่อประสานผู้ใช้จะทำการติดต่อกลับมายังเครื่องบริการเว็บเมื่อเกิดอุบัติการณ์ (event) ตามที่โปรแกรมเอาไว้ เพื่อขอข้อมูลแผนที่จากฐานข้อมูลกลับไปแสดงผลร่วมกับข้อมูลแผนที่จาก Google Map ดังแสดงในรูปที่ 52

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ชื่อ	จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	ชนิดแหล่ง	ยุค	สมัย	ข้อมูลอื่นๆ
บ้านขี้เหล็ก	สุรินทร์	ท่าตูม	โพนครก	ชุมชนโบราณมีคูน้ำคันดิน	ก่อนประวัติศาสตร์		ดูข้อมูลอื่นๆ
โนนโคกม้า	สุรินทร์	ท่าตูม	โพนครก	ชุมชนโบราณมีคูน้ำคันดิน	ก่อนประวัติศาสตร์	ลพบุรี	ดูข้อมูลอื่นๆ
บ้านปอหมัน	สุรินทร์	ท่าตูม	ทุ่งกุลา	ชุมชนโบราณมีคูน้ำคันดิน	ก่อนประวัติศาสตร์		ดูข้อมูลอื่นๆ
โนนจาน	สุรินทร์	ท่าตูม	ทุ่งกุลา	ชุมชนโบราณ	ก่อนประวัติศาสตร์		ดูข้อมูลอื่นๆ
บ้านตานบ	สุรินทร์	ท่าตูม	ทุ่งกุลา	ชุมชนโบราณ	ก่อนประวัติศาสตร์		ดูข้อมูลอื่นๆ
บ้านน้ำอ้อม	สุรินทร์	ท่าตูม	ทุ่งกุลา	ชุมชนโบราณมีคูน้ำคันดิน	ก่อนประวัติศาสตร์		ดูข้อมูลอื่นๆ
บ้านตาเสือ	สุรินทร์	ท่าตูม	ทุ่งกุลา	ชุมชนโบราณ	ก่อนประวัติศาสตร์	ลพบุรี	ดูข้อมูลอื่นๆ
โนนจาน	สุรินทร์	ท่าตูม	ทุ่งกุลา	ชุมชนโบราณ	ก่อนประวัติศาสตร์	ลพบุรี	ดูข้อมูลอื่นๆ
โนนบ้านร้าง	สุรินทร์	ท่าตูม	ทุ่งกุลา	ชุมชนโบราณ	ก่อนประวัติศาสตร์	ลพบุรี	ดูข้อมูลอื่นๆ
โพนเขวา	สุรินทร์	ท่าตูม	โพนครก	ชุมชนโบราณ	ก่อนประวัติศาสตร์	ลพบุรี	ดูข้อมูลอื่นๆ
โนนตาโก๊ะ	สุรินทร์	ท่าตูม	พรมเทพ	ชุมชนโบราณ	ก่อนประวัติศาสตร์	ลพบุรี	ดูข้อมูลอื่นๆ
บ้านสะเดา	สุรินทร์	ท่าตูม	พรมเทพ	ชุมชนโบราณ	ก่อนประวัติศาสตร์		ดูข้อมูลอื่นๆ
บ้านพรหมเทพ	สุรินทร์	ท่าตูม	พรมเทพ	ชุมชนโบราณ	ก่อนประวัติศาสตร์		ดูข้อมูลอื่นๆ
บ้านโนนตูม	สุรินทร์	ท่าตูม	พรมเทพ	ชุมชนโบราณ	ก่อนประวัติศาสตร์		ดูข้อมูลอื่นๆ
โนนโคกนา	สุรินทร์	ท่าตูม	พรมเทพ	ชุมชนโบราณ	ก่อนประวัติศาสตร์		ดูข้อมูลอื่นๆ
บ้านสาโรช	สุรินทร์	ท่าตูม	พรมเทพ	ชุมชนโบราณ	ก่อนประวัติศาสตร์		ดูข้อมูลอื่นๆ
บ้านยางกระจับ	สุรินทร์	ท่าตูม	พรมเทพ	ชุมชนโบราณ	ก่อนประวัติศาสตร์	ลพบุรี	ดูข้อมูลอื่นๆ
บ้านโสมน	สุรินทร์	ท่าตูม	พรมเทพ	ชุมชนโบราณ	ก่อนประวัติศาสตร์	ลพบุรี	ดูข้อมูลอื่นๆ
บ้านขี้ตุ่น	สุรินทร์	ท่าตูม	โพนครก	ชุมชนโบราณ	ก่อนประวัติศาสตร์		ดูข้อมูลอื่นๆ
โนนมะยางเดิม	สุรินทร์	ท่าตูม	พรมเทพ	ชุมชนโบราณ	ก่อนประวัติศาสตร์		ดูข้อมูลอื่นๆ

รูปที่ 52 ตัวอย่างหน้าจอการดูข้อมูลในแผนที่

ผู้วิจัยออกแบบให้มีเครื่องมือช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูล ประกอบด้วย การขอเส้นทางระหว่างแหล่งโบราณคดี ทำได้โดยคลิกที่แหล่งโบราณคดีต้นทางเพื่อเปิดหน้าต่างแล้วคลิกที่ลิงค์คำว่า “เส้นทางจากที่นี่” จากนั้นคลิกที่แหล่งโบราณคดีปลายทางเพื่อเปิดหน้าต่างแล้วคลิกที่ลิงค์คำว่า “เส้นทางสู่ที่นี่” โปรแกรมจะแสดงเส้นทาง คำอธิบายเส้นทาง พร้อมรูปรายละเอียดเส้นทาง เครื่องมือวัดระยะทางให้ผู้ใช้งานสามารถทำการวัดระยะทางของเส้นที่สร้างขึ้น เครื่องมือวัดพื้นที่สำหรับคำนวนพื้นที่ของพื้นที่ที่สนใจ

2. **หน้าจอดูข้อมูลแหล่งโบราณคดี** ผู้ใช้งานสามารถเลือกดูข้อมูลแหล่งโบราณคดีได้ โดยคลิกที่ลิงค์ดูข้อมูลอื่นๆ โปรแกรมจะเปิดหน้าจอดูข้อมูลแหล่งโบราณคดีที่แสดงตำแหน่งของแหล่งโบราณคดีในแผนที่ และข้อมูลคุณลักษณะต่างๆ ของแหล่งโบราณคดี ดังแสดงในรูปที่ 53

รูปที่ 53 ตัวอย่างหน้าจอดูข้อมูลแหล่งโบราณคดีในรายงาน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

การทดสอบระบบ

เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ

เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบการทำงานของระบบ ประกอบด้วย เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์จำนวน 2 เครื่อง ที่ทำหน้าที่เหมือนเครื่องให้บริการและเครื่องใช้บริการ ซึ่งทั้ง 2 เครื่องนี้เชื่อมต่อกันอยู่บนเครือข่ายเฉพาะที่ (Local Area Network) เดียวกัน โดยมีรายละเอียดของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ของแต่ละเครื่องดังนี้

1. **ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์เครื่องให้บริการ**

1.1 เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ฮาร์ดดิสก์ 160 กิกะไบต์ หน่วยความจำ 2 กิกะไบต์ หน่วยประมวลผลกลางยี่ห้อ Intel รุ่น T7250 ความถี่ 2.0 กิกะเฮิร์ตซ

1.2 ระบบปฏิบัติการไมโครซอฟต์วินโดวส์ XP

1.3 ระบบจัดการฐานข้อมูล PostgreSQL 8.3 (PostGIS)

1.4 Apache Tomcat เวอร์ชั่น 6.0.18

1.5 ชุดพัฒนาภาษาจาวา เวอร์ชั่น 1.6

2. **ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์เครื่องใช้บริการ**

2.1 เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ฮาร์ดดิสก์ 160 กิกะไบต์ หน่วยความจำ 2 กิกะไบต์ หน่วยประมวลผลกลางยี่ห้อ Intel รุ่น T7250 ความถี่ 2.0 กิกะเฮิร์ตซ

2.2 ระบบปฏิบัติการไมโครซอฟต์วินโดวส์ XP

2.3 บราวเซอร์

2.3.1 Internet Explorer 7

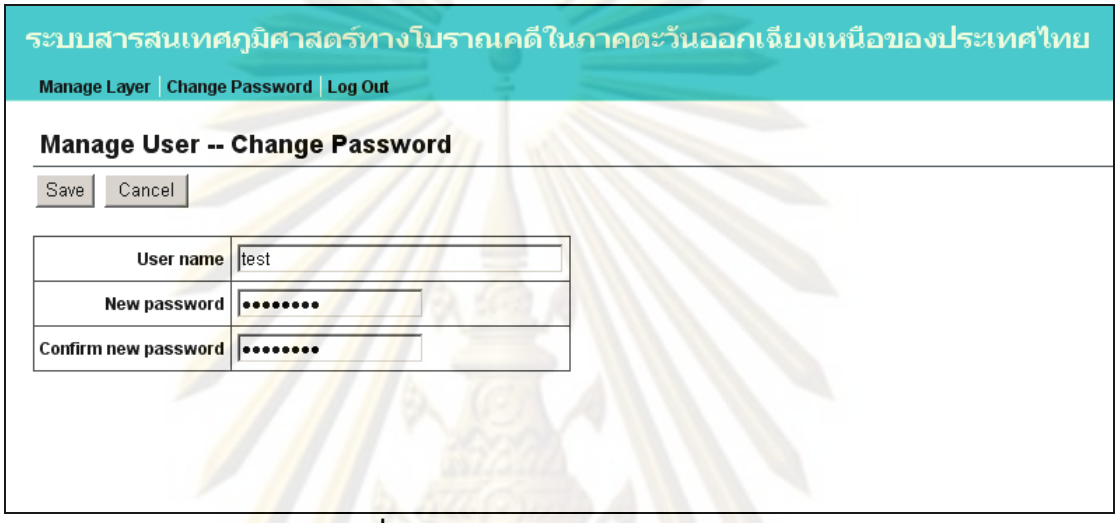
2.3.2 Mozilla Firefox 3.0

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การทดสอบการทำงานของระบบ

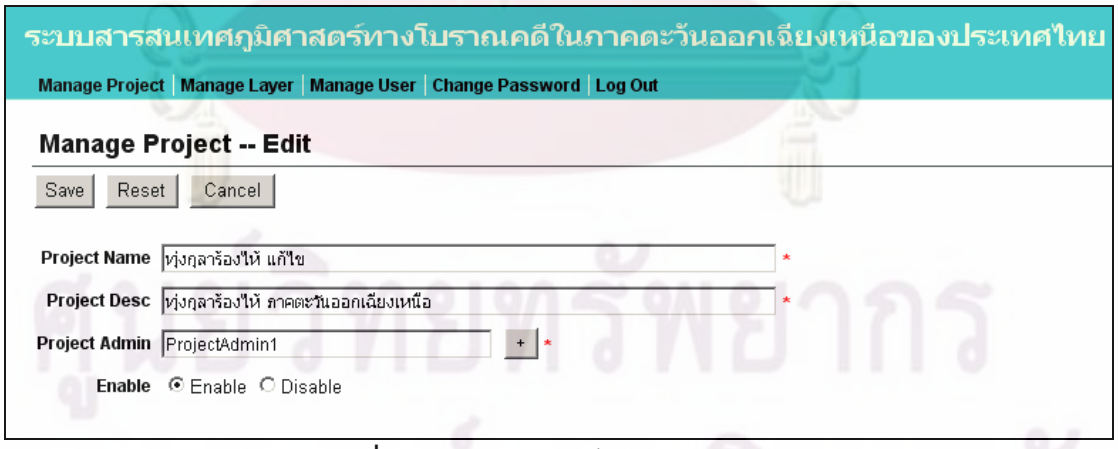
ทดสอบการทำงานของระบบ โดยทำการทดสอบหน้าที่ต่างๆ ของระบบ ดังนี้

1. **การจัดการผู้ใช้งาน** ทดสอบโดยการเพิ่มผู้ใช้งาน และเข้าสู่ระบบโดยผู้ใช้งานที่สร้างขึ้น และเปลี่ยนรหัสผ่าน ดังแสดงในรูปที่ 54



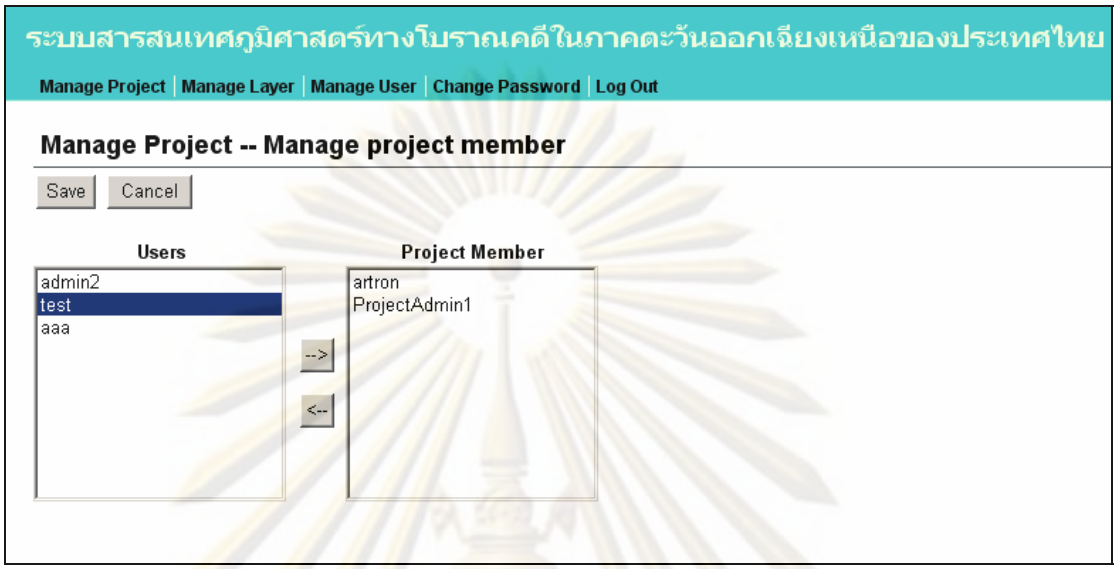
รูปที่ 54 การทดสอบการจัดการผู้ใช้งาน

2. **การจัดการโครงการ** ทดสอบโดยการเพิ่มโครงการเข้าสู่ระบบ และแก้ไขข้อมูลโครงการ โดยเปลี่ยนชื่อโครงการ ดังแสดงในรูปที่ 55



รูปที่ 55 การทดสอบแก้ไขข้อมูลโครงการ

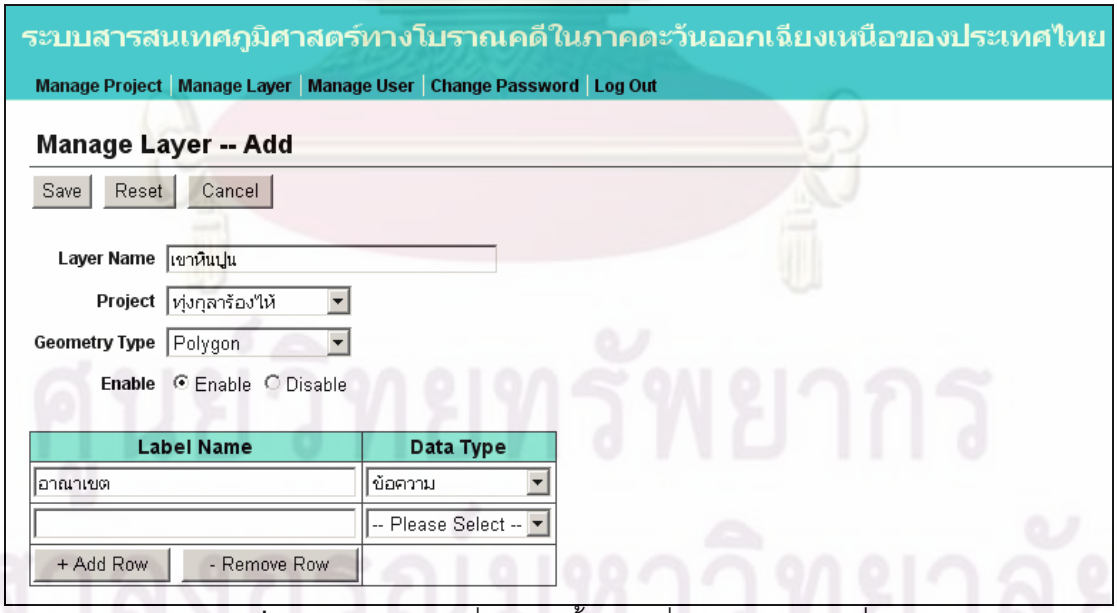
3. **การจัดการสมาชิกโครงการ** ทดสอบโดยการเพิ่มสมาชิกโครงการ และลบสมาชิกโครงการ ดังแสดงในรูปที่ 56



รูปที่ 56 การทดสอบจัดการสมาชิกโครงการ

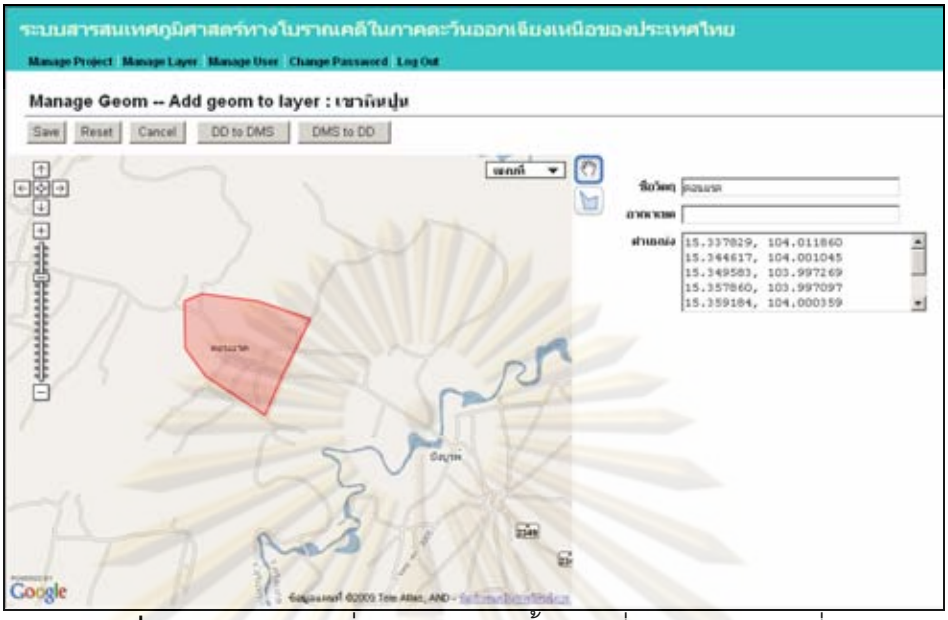
4. **การจัดการชั้นแผนที่**

4.1 ทดสอบเพิ่มชั้นแผนที่ โดยทดสอบเพิ่มข้อมูลชั้นแผนที่ชนิดจุด ชนิดเส้น ชนิดรูปหลายเหลี่ยม ดังแสดงในรูปที่ 57



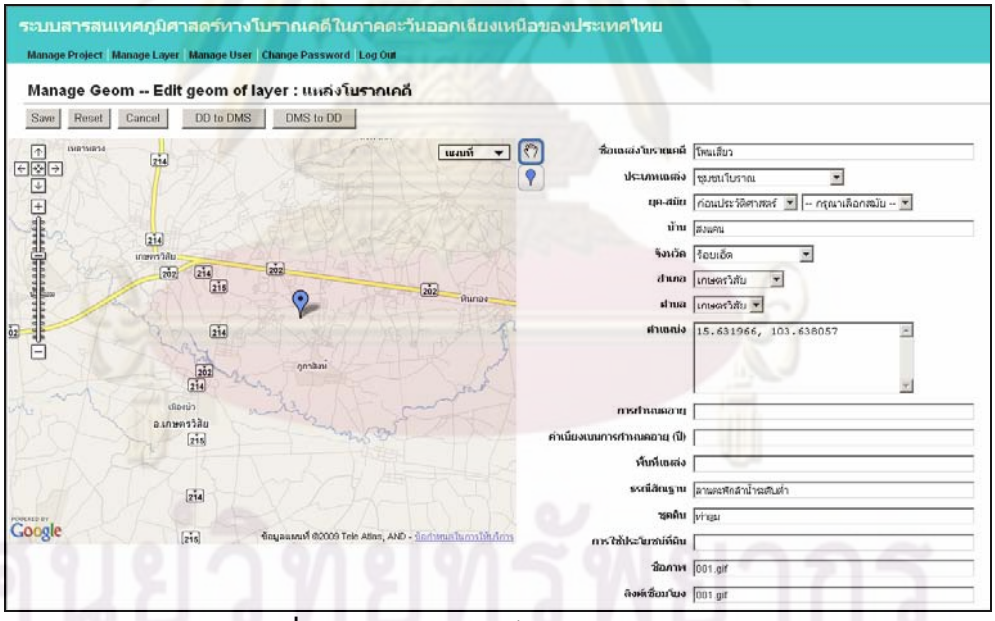
รูปที่ 57 การทดสอบเพิ่มข้อมูลชั้นแผนที่ชนิดรูปหลายเหลี่ยม

4.2 ทดสอบเพิ่มข้อมูลวัตถุในชั้นแผนที่จากการกำหนดตำแหน่งบนแผนที่ โดยเพิ่มข้อมูลชั้นแผนที่ชนิดจุด ชนิดเส้น และชนิดรูปหลายเหลี่ยม ดังแสดงในรูปที่ 58



รูปที่ 58 การทดสอบเพิ่มข้อมูลวัตถุในชั้นแผนที่ชนิดรูปหลายเหลี่ยม

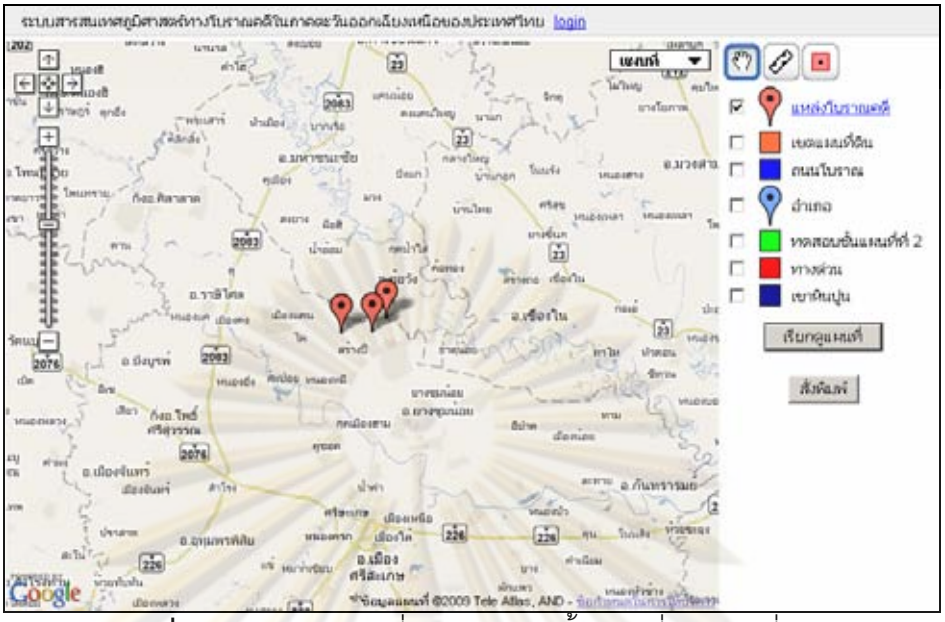
4.3 ทดสอบแก้ไขข้อมูลวัตถุในชั้นแผนที่ ทำการทดสอบโดยเลือกแก้ไขข้อมูลเชิงพื้นที่และคุณลักษณะของแหล่งโบราณคดี ดังแสดงในรูปที่ 59



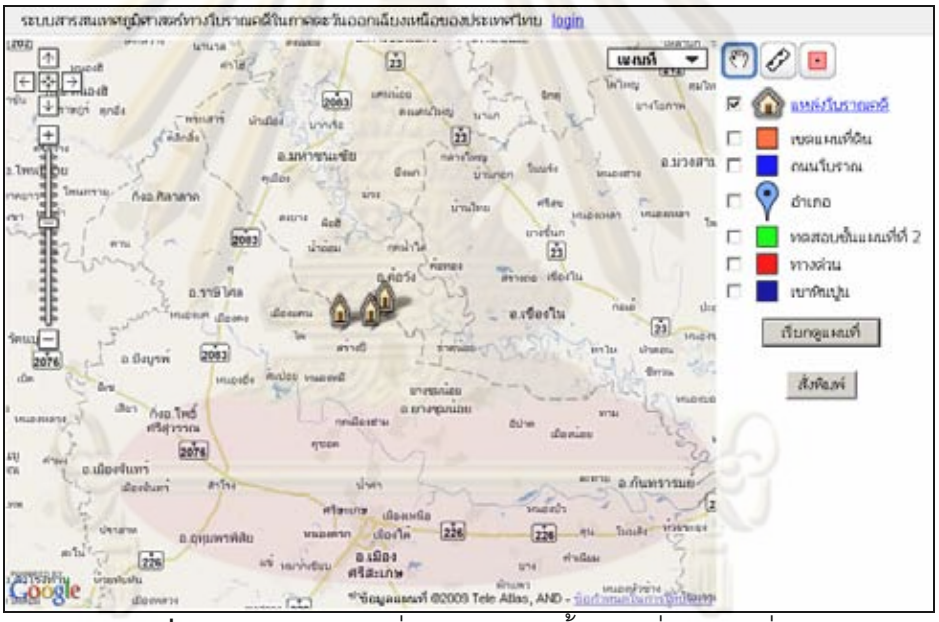
รูปที่ 59 การทดสอบแก้ไขข้อมูลคุณลักษณะ

5. **รูปแบบการแสดงผลของชั้นแผนที่** ทดสอบเปลี่ยนสี และสัญกร ของชั้นแผนที่ ดังแสดงในรูปที่ 60 และ 61

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 60 การทดสอบเปลี่ยนสัญกรของชั้นแผนที่ (ก่อนเปลี่ยน)

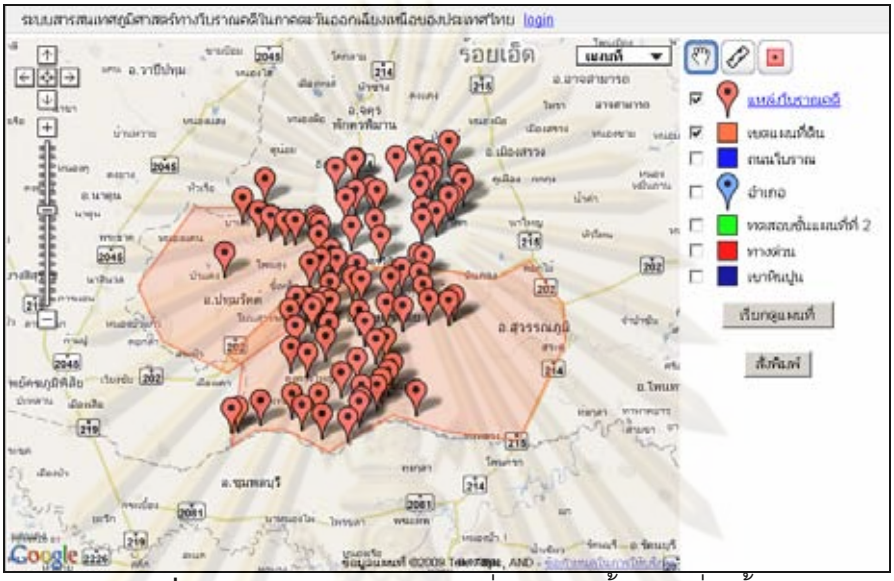


รูปที่ 61 การทดสอบเปลี่ยนสัญกรของชั้นแผนที่ (หลังเปลี่ยน)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6. การดูแผนที่

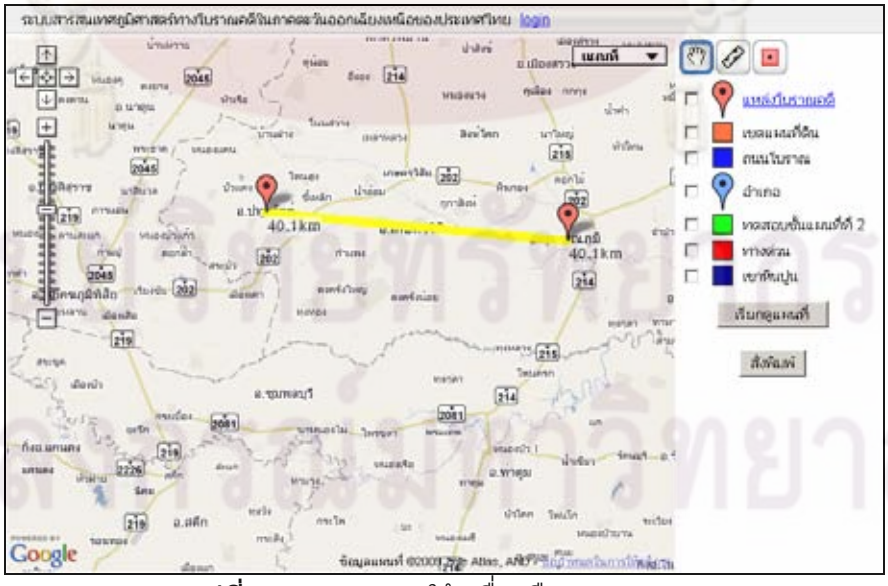
6.1 การดูแผนที่โดยเลือกชั้นแผนที่ ทำการทดสอบการดูแผนที่โดยการเลือกชั้นแผนที่ 2 ชั้น ได้แก่ชั้นแหล่งโบราณคดี และชั้นเขตแผนที่ดิน ดังแสดงในรูปที่ 62



รูปที่ 62 การทดสอบการดูแผนที่โดยเลือกชั้นแผนที่ 2 ชั้น

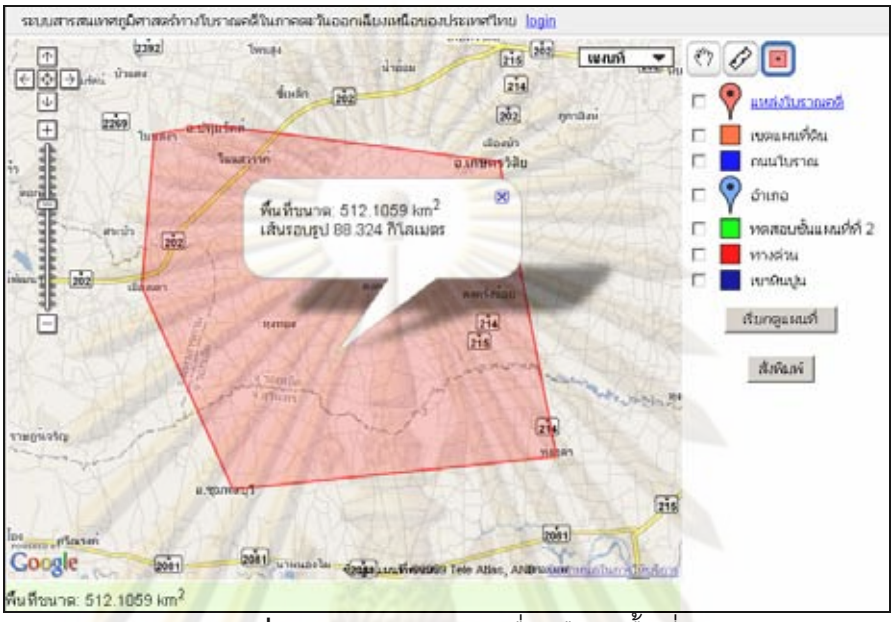
6.2 การดูแผนที่โดยใช้เครื่องมือในการวิเคราะห์

6.2.1 การใช้เครื่องมือวัดระยะทาง ทำการทดสอบโดยคลิกที่ปุ่มรูปไม้บรรทัด แล้วคลิกที่แผนที่ โปรแกรมจะแสดงหมุด 2 หมุด ลากหมุดไปยังตำแหน่งเริ่มต้นและตำแหน่งสิ้นสุดของระยะทางที่ต้องการวัด โปรแกรมแสดงระยะทางใต้หมุด ดังแสดงในรูปที่ 63



รูปที่ 63 การทดสอบใช้เครื่องมือวัดระยะทาง

6.2.2 การใช้เครื่องมือวัดพื้นที่ ทำการทดสอบโดยคลิกที่ปุ่มรูปสี่เหลี่ยม แล้วคลิกที่แผนที่ เพื่อสร้างรูปหลายเหลี่ยมในบริเวณที่ต้องการวัดพื้นที่ โปรแกรมแสดงขนาดพื้นที่และเส้นรอบรูป ดังแสดงในรูปที่ 64

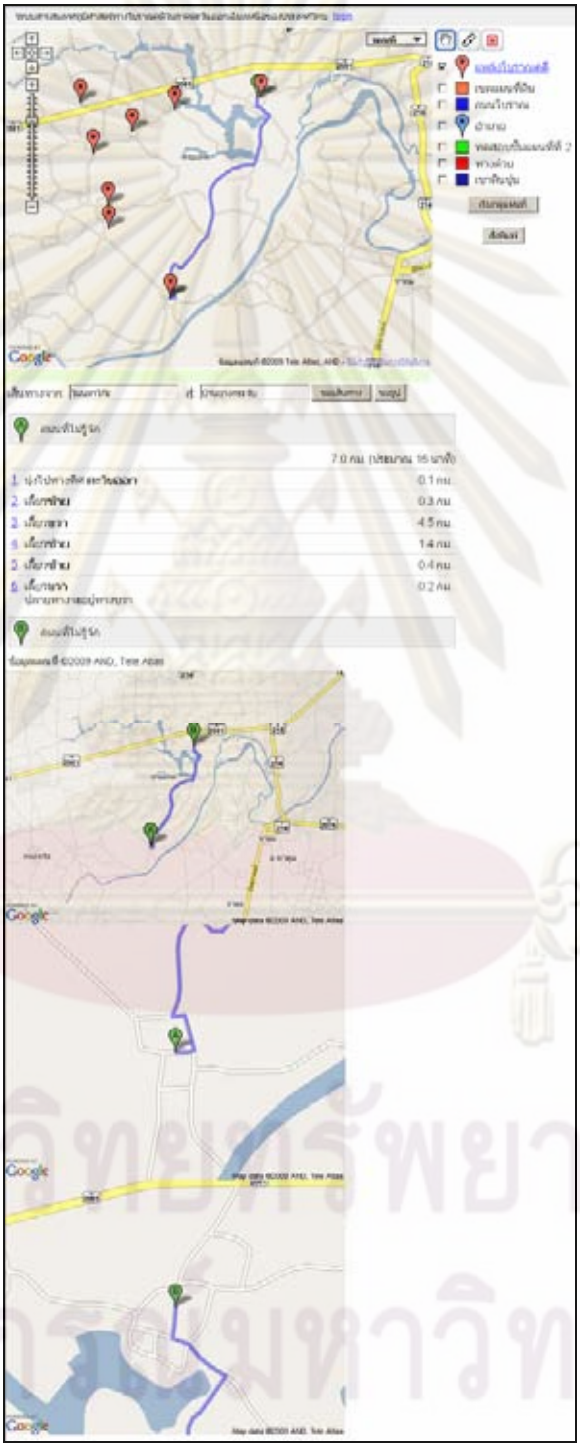


รูปที่ 64 การทดสอบใช้เครื่องมือวัดพื้นที่

6.2.3 การดูข้อมูลแหล่งโบราณคดีในแผนที่ ทำการคลิกที่สัญกรของแหล่งโบราณคดีที่แสดงบนแผนที่ โปรแกรมแสดงหน้าต่างที่มีชื่อแหล่งโบราณคดี ภาพ และลิงค์เชื่อมโยง ดังแสดงในรูปที่ 65

รูปที่ 65 การทดสอบดูข้อมูลแหล่งโบราณคดีในแผนที่

6.2.4 การขอเส้นทางระหว่างแหล่งโบราณคดี โดยคลิกที่แหล่งโบราณคดีต้นทางเพื่อเปิดหน้าต่างข้อมูลดังรูปที่ 64 จากนั้นเลือกเส้นทางจากที่นี่ และคลิกที่แหล่งโบราณคดีปลายทางเพื่อเปิดหน้าต่าง และคลิกเลือกเส้นทางสู่ที่นี่ โปรแกรมจะแสดงเส้นทางระหว่างแหล่ง พร้อมคำอธิบายเส้นทาง และรูปภาพรายละเอียด ดังแสดงในรูปที่ 66



รูปที่ 66 การทดสอบขอเส้นทางระหว่างแหล่งโบราณคดี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6.3 การดูข้อมูลแหล่งโบราณคดี ทำการทดสอบค้นหาข้อมูลแหล่งโบราณคดี จากการค้นหาจากชื่อแหล่งโบราณคดี ตำบล อำเภอ จังหวัด โปรแกรมแสดงผลการค้นหา ดังแสดงในรูปที่ 67 คลิกเลือกดูข้อมูลอื่นๆ โปรแกรมจะแสดงหน้าดูข้อมูลแหล่งโบราณคดี ซึ่งประกอบด้วยแผนที่ที่ตั้งแหล่ง และข้อมูลคุณลักษณะต่างๆ ของแหล่งโบราณคดี ดังแสดงในรูปที่ 68

รูปที่ 67 การทดสอบการดูข้อมูลแหล่งโบราณคดีจากการค้นหาด้วยข้อมูลคุณลักษณะ

รูปที่ 68 การทดสอบการดูข้อมูลรายละเอียดของแหล่งโบราณคดี

7. **การบันทึกแผนที่เป็นภาพ** ทดสอบบันทึกแผนที่ที่กำลังดูอยู่เป็นภาพ โดยคลิกเลือกบันทึกภาพแผนที่ โปรแกรมจะแสดงภาพให้ผู้ใช้บันทึก โดยผู้ใช้สามารถบันทึกภาพดังกล่าว เหมือนกับการบันทึกภาพจากหน้าเว็บปกติ แต่มีข้อจำกัดคือไม่สามารถบันทึกภาพที่มีชั้นแผนที่แบบรูปหลายเหลี่ยมรวมอยู่ได้ เนื่องจากติดข้อกำหนดในการให้บริการของ Google Map API ซึ่งไม่อนุญาตให้ทำการบันทึกภาพจากแผนที่ที่ดูอยู่ได้ แต่อนุญาตให้บันทึกภาพแผนที่ได้โดยการส่งคำร้องไปยัง Google Static Map โปรแกรมจึงทำการบันทึกภาพโดยการส่งคำร้องไปเรียกภาพจาก Google Static Map มาแสดงผล แต่ Google Static Map เองก็มีข้อจำกัดคือไม่สนับสนุนแผนที่แบบรูปหลายเหลี่ยม และการส่งคำร้องต้องส่งผ่านไปทาง URL ซึ่งมีข้อจำกัดจำนวนตัวอักษรแตกต่างกันไปตามบราวเซอร์แต่ละชนิด ซึ่งบราวเซอร์ที่สนับสนุนจำนวนตัวอักษรน้อยที่สุดคือ Internet Explorer ด้วยจำนวนตัวอักษรมากสุด 2,083 ตัวอักษร ดังนั้น หากข้อมูลแผนที่มีจำนวนข้อมูลบนแผนที่มาก เช่น เส้นที่มีความซับซ้อนจำนวนมาก ก็จะทำให้ไม่สามารถบันทึกได้เช่นกัน ต้องแก้ด้วยการบันทึกภาพในพื้นที่เล็กๆ หลายๆ ภาพแล้วนำมาต่อกันเอง หรือทำการจับภาพหน้าจอแทน (แต่การจับภาพหน้าจอ ก็อาจผิดข้อกำหนดการใช้งานของ Google Map)

สรุปผลการทดสอบระบบ

จากการทดสอบการทำงานของระบบ ผู้ดูแลระบบสามารถเพิ่มโครงการได้ ผู้ดูแลระบบและผู้ดูแลโครงการสามารถบริหารโครงการ บริหารชั้นแผนที่ รวมทั้งบริหารสมาชิกของโครงการ ส่วนการดูแผนที่ ทดสอบการการดูแผนที่โดยการเลือกชั้นแผนที่ โดยการกำหนดค้นหาโดยการกำหนดตำแหน่ง การซ้อนทับชั้นแผนที่ การวัดระยะทาง การวัดขนาดพื้นที่ การทดสอบการบันทึกภาพแผนที่สามารถบันทึกภาพแผนที่ประเภทจุดและเส้นได้ แต่ไม่สามารถบันทึกภาพแผนที่ประเภทรูปหลายเหลี่ยมได้ เนื่องจากติดข้อกำหนดในการให้บริการของ Google Map API รวมทั้งไม่สามารถบันทึกภาพแผนที่ที่มีองค์ประกอบซับซ้อนจำนวนมาก และต้องมีการส่งข้อมูลมากกว่า 2,083 ตัวอักษรได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 6
สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมเพื่อสร้างระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ทางโบราณคดีในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย โปรแกรมทำงานบนเว็บโดยที่ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องลงโปรแกรมเสริม สามารถนำเข้าข้อมูลจากการกำหนดตำแหน่งบนแผนที่ ในส่วนของการแสดงผล ผู้วิจัยเลือกใช้ Google Map API ในการแสดงผล เนื่องจากผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องลงโปรแกรมเสริม มีความคุ้นเคย และใช้เทคนิคเอแจ็กซ์ ทำให้การแสดงผลทำได้รวดเร็ว โดยเมื่อผู้ใช้ทำการเลือกชั้นแผนที่ เลือกวิธีในการวิเคราะห์ ส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่บราวเซอร์ของผู้ใช้งาน จะร้องขอเอกสารเอกซ์เอ็มแอลที่เป็นข้อมูลชั้นแผนที่จากโปรแกรมบนเครื่องบริการเฉพาะส่วนที่ต้องใช้แสดงผล โดยผู้วิจัยสร้างเครื่องมือที่ช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการวัดระยะทาง วัดพื้นที่ และขอเส้นทางระหว่างแหล่ง เพื่อช่วยอำนวยความสะดวกในการวิเคราะห์และดูข้อมูล

ข้อมูลแหล่งโบราณคดี ถูกออกแบบให้จัดเก็บข้อมูล ประเภทแหล่ง อายุ สมัย หมู่บ้าน ตำบล อำเภอ จังหวัด การกำหนดอายุ ค่าเบี่ยงเบนในการกำหนดอายุ พื้นที่แหล่ง ธรณีสัณฐาน ชุดดิน การใช้ประโยชน์ที่ดิน ภาพ และลิงค์เชื่อมโยงไปยังเว็บเพจภายนอก โดยข้อมูลต่างๆ เหล่านี้ ผู้ใช้งานสามารถเรียกดูได้ทั้งการการค้นหาแหล่งโบราณคดีจากข้อมูลคุณลักษณะโดยตรง หรือคลิกจากแหล่งโบราณคดีที่แสดงบนแผนที่ได้

ผลจากการวิจัยนี้ได้โปรแกรมที่สามารถแบ่งการใช้งานออกเป็น 2 ส่วนหลัก คือ ส่วนการบริหารระบบและโครงการ และส่วนของการดูแผนที่ ซึ่งแบ่งเป็นจำนวนโปรแกรมย่อยในแต่ละส่วนรวม 38 โปรแกรม

ข้อจำกัดของโปรแกรมคือ ไม่สามารถทำการบันทึกภาพที่มีองค์ประกอบภายในภาพแผนที่ที่มีความซับซ้อนมาก (ไม่เกิน 2,083 ตัวอักษร) ได้ และไม่สามารถบันทึกภาพที่มีองค์ประกอบภายในแผนที่เป็นรูปหลายเหลี่ยมได้ เนื่องจากติดข้อกำหนดในการให้บริการของ Google Map และข้อจำกัดของ Google Static Map

ข้อเสนอแนะ

1) ระบบควรสามารถนำเข้าข้อมูลจากแหล่งข้อมูลชนิดอื่นๆ ได้ เช่น เชพไฟล์ (Shape file), จีเอ็มแอล (Geography Markup Language : GML), เคเอ็มแอล (Keyhole Markup Language : KML) เป็นต้น

2) ระบบควรสามารถส่งออก (Export) ข้อมูลชั้นแผนที่ออกเป็นเอกสารจีเอ็มแอลได้ เพื่อใช้ในการแลกเปลี่ยนข้อมูล

3) ระบบควรสามารถสั่งบันทึกภาพแผนที่ที่มีรูปหลายเหลี่ยมเป็นส่วนประกอบได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

[1] กรมศิลปากร. ศัพทานุกรมโบราณคดี. กรุงเทพฯ: รุ่งศิลป์การพิมพ์, 2550.

[2] สรรค์ใจ กลิ่นดาว. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ หลักการเบื้องต้น. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2542.

[3] อาคม สุมณฑา. การพัฒนาซอฟต์แวร์เพื่อสร้างระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์บนเว็บโดยใช้เอสวีจี. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548.

[4] Burrough, P.A. Principles of geographical information systems for land resources assessment. Oxford: Clarendon Press, 1986.

[5] Chrisman, N.R. Exploring geographic information systems. New York: Wiley, 1997.

[6] Date, C.J. An introduction to database systems. 7th edition, Addison-Wesley, 2000.

[7] Dennis, A. Wixom, B.H. Tegarden, D. Systems analysis and design with UML version 2.0 : An object-oriented approach. (2nd ed.). USA: John Wiley & Sons, 2005.

[8] Department of the Environment. Handling geographic information. Report of the Committee of Enquiry Chaired by Lord Chorley. London: HMSO, 1987.

[9] Gorton, D., Shen, R., Vemuri, N. S., Fan, W., and Fox, E. A. 2006. ETANA-GIS: GIS for archaeological digital libraries. In Proceedings of the 6th ACM/IEEE-CS Joint Conference on Digital Libraries (Chapel Hill, NC, USA, June 11 - 15, 2006). JCDL '06. New York: ACM Press, 379-379.

[10] Heywood, I. Cornelius, S. Carver, S. An introduction to geographical information systems. (2nd ed.). London: Pearson Education, 2002.

[11] Longley, P.A., Goodchild, M.F., Maguire, D.J. and Rhind, D.W. Geographic information systems and science. Chichester: Wiley. 2002.

[12] Pickles, J.(ed) Ground trouth: The social implications of geographic information systems. New York: Guilford Press, 1995.

[13] Ravindranathan, U., Shen, R., Goncalves, M. A., Fan, W., Fox, E. A., and Flanagan, J. W. 2004. ETANA-DL: Managing complex information applications -- an archaeology digital library. In Proceedings of the 4th ACM/IEEE-CS Joint Conference on Digital Libraries (Tuscon, AZ, USA, June 07 - 11, 2004). JCDL '04. New York: ACM Press, 414-414.

[14] Rhind, D.W. Why GIS? ARC News (Summer) : pp.28-9, 1989.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

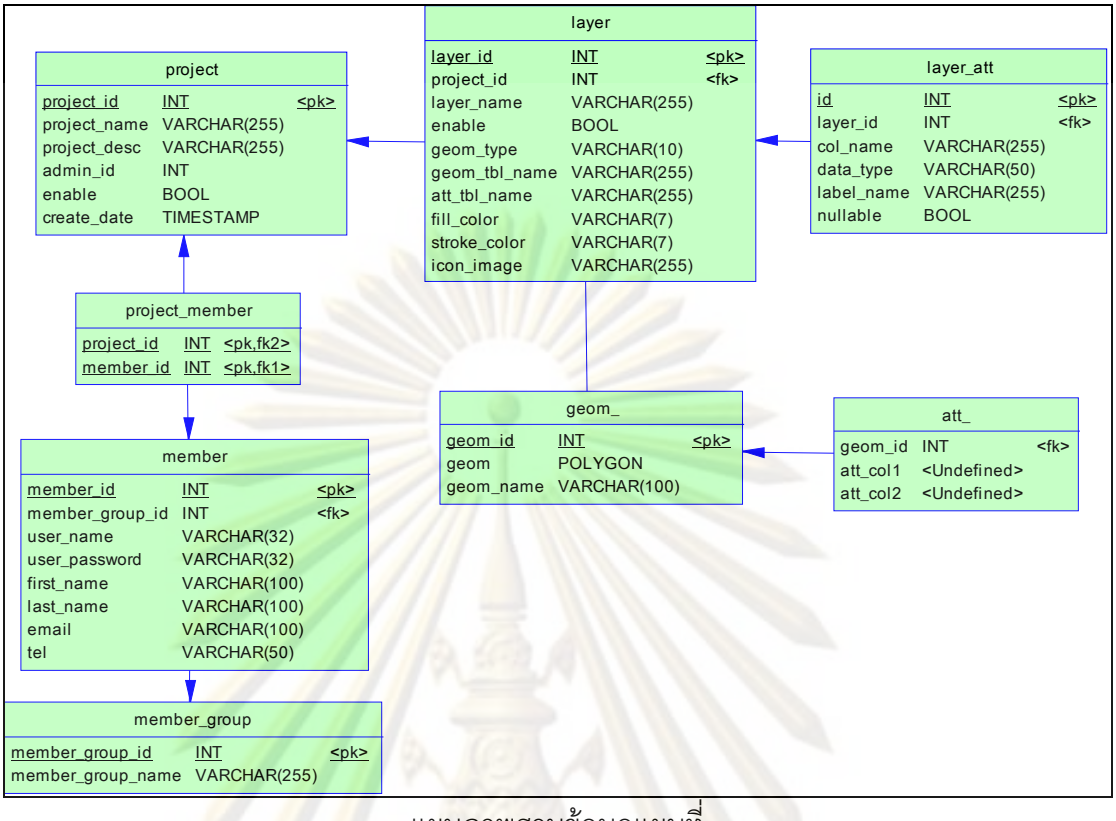
ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

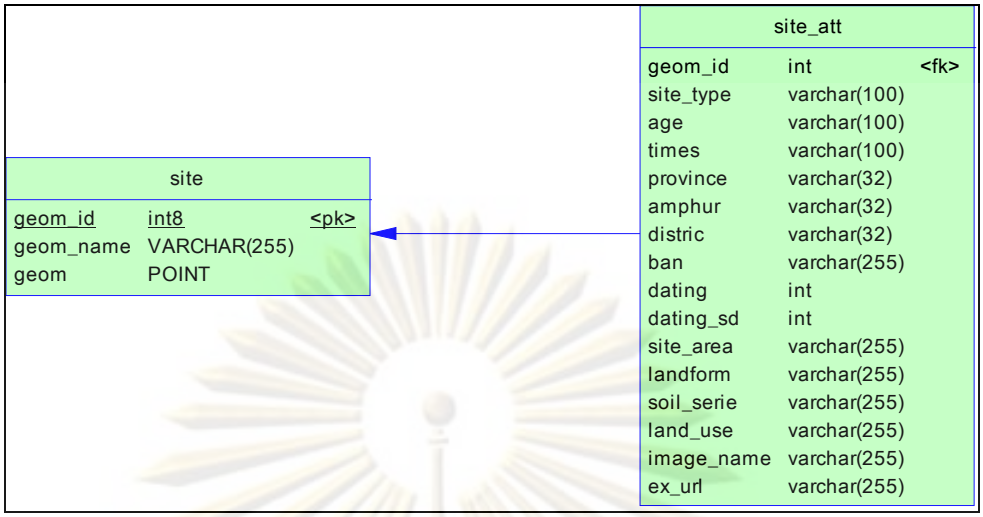
แผนภาพฐานข้อมูล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แผนภาพฐานข้อมูลแผนที่

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แผนภาพฐานข้อมูลแหล่งโบราณคดี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข
พจนานุกรมข้อมูล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง Att_

ชื่อคอลัมน์	ชนิดข้อมูล	คำอธิบาย
geom_id	int8	รหัสชั้นแผนที่

ตาราง Geom_

ชื่อคอลัมน์	ชนิดข้อมูล	คำอธิบาย
geom._id	int8	รหัสชั้นแผนที่
geom._name	varchar(255)	ชื่อวัตถุ
geom.	<undefined>	ข้อมูลเชิงพื้นที่ของวัตถุ (Point, Linestring, Polygon)

ตาราง Layer

ชื่อคอลัมน์	ชนิดข้อมูล	คำอธิบาย
layer_id	int8	รหัสชั้นแผนที่
project_id	int4	รหัสโครงการ
layer_name	varchar(255)	ชื่อชั้นแผนที่
enabled	bool	เลือกใช้งาน
geom_type	varchar(10)	ชนิดรูปทรง
geom_tbl_name	varchar(255)	ชื่อตารางที่เก็บข้อมูลเชิงพื้นที่
att_tbl_name	varchar(255)	ชื่อตารางที่เก็บข้อมูลคุณลักษณะ
fill_color	varchar(7)	สีพื้น
stroke_color	varchar(7)	สีเส้น
icon_image	varchar(255)	รูปที่ใช้เป็นสัญกร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง Layer_Att

ชื่อคอลัมน์	ชนิดข้อมูล	คำอธิบาย
id	int8	รหัส
layer_id	int8	รหัสชั้นแผนที่
col_name	varchar(255)	ชื่อคอลัมน์
data_type	varchar(50)	ชนิดข้อมูล
label_name	varchar(255)	ฉลาก
nullable	bool	เป็นค่า null ได้หรือไม่

ตาราง Member

ชื่อคอลัมน์	ชนิดข้อมูล	คำอธิบาย
member_id	int4	รหัสสมาชิก
member_group_id	int4	รหัสกลุ่มสมาชิก
user_name	varchar(32)	ชื่อสมาชิกที่ใช้ในระบบ
user_password	varchar(32)	รหัสผ่าน
first_name	varchar(100)	ชื่อ
last_name	varchar(100)	นามสกุล
email	varchar(100)	อีเมล์แอดเดรส
tel	varchar(50)	เบอร์โทรศัพท์

ตาราง Member_Group

ชื่อคอลัมน์	ชนิดข้อมูล	คำอธิบาย
member_group_id	int4	รหัสกลุ่มสมาชิก
member_group_name	varchar(255)	ชื่อกลุ่มสมาชิก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง Project

ชื่อคอลัมน์	ชนิดข้อมูล	คำอธิบาย
project_id	int4	รหัสโครงการ
project_name	varchar(255)	ชื่อโครงการ
project_desc	varchar(255)	คำอธิบายโครงการ
admin_id	int4	รหัสสมาชิกของผู้ดูแลโครงการ
enabled	bool	เลือกใช้งาน
create_date	date	วันที่สร้าง

ตาราง Project_Member

ชื่อคอลัมน์	ชนิดข้อมูล	คำอธิบาย
project_id	int4	รหัสโครงการ
member_id	int4	รหัสสมาชิก

ตาราง Site

ชื่อคอลัมน์	ชนิดข้อมูล	คำอธิบาย
geom._id	int8	รหัสแหล่งโบราณคดี
geom._name	varchar(255)	ชื่อแหล่งโบราณคดี
geom	point	ตำแหน่งแหล่งโบราณคดี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง Site_Att

ชื่อคอลัมน์	ชนิดข้อมูล	คำอธิบาย
geom._id	int8	รหัสแหล่งโบราณคดี
site_type	varchar(100)	ประเภทแหล่ง
age	varchar(100)	ยุค
times	varchar(100)	สมัย
province	varchar(32)	จังหวัด
amphur	varchar(32)	อำเภอ
district	varchar(32)	ตำบล
ban	varchar(255)	หมู่บ้าน
dating	int8	อายุ
dating_sd	int8	ค่าเบี่ยงเบนการกำหนดอายุ
site_area	varchar(255)	พื้นที่
landform	varchar(255)	ธรณีสัณฐาน
soil_serie	varchar(255)	ชุดดิน
land_use	varchar(255)	การใช้ประโยชน์ที่ดิน
image_name	varchar(255)	ชื่อรูป
ex_url	varchar(255)	ลิงค์เชื่อมโยงภายนอก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายเกรียงไกร วิทยาอนิวรรตน์ เกิดเมื่อวันที่ 28 ตุลาคม 2522 สำเร็จการศึกษาศิลปศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาโบราณคดี คณะโบราณคดี มหาวิทยาลัยศิลปากร ในปีการศึกษา 2543 เข้าศึกษาระดับปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2548

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย