การพัฒนาระบบการนำทางด้วยแผนที่บนเครื่องพีดีเอ

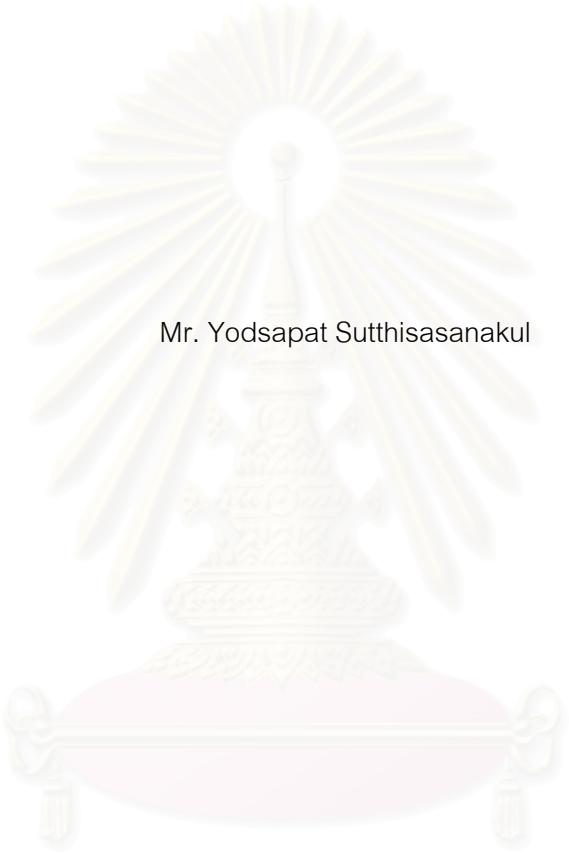
นาย ยศพัฒน์ สุทธิศาสนกุล

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2549
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A DEVELOPMENT OF MAP NAVIGATION SYSTEM ON PDA

Mr. Yodsapat Sutthisasanakul



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

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 2006

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาระบบการนำทางด้วยแผนที่บนเครื่องพีดีเอ
โดย	นาย ยศพัฒน์ สุทธิศาสนกุล
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิวัฒน์ วัฒนาวุฒิ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(ศาสตราจารย์ ดร.ดิเรก ลาวัณย์ศิริ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(อาจารย์ ดร.อรรถวิทย์ สุดแสง)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิวัฒน์ วัฒนาวุฒิ)

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร.วีระ เหมืองสิน)

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร.อติวงศ์ สุชาโต)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ยศพัฒน์ สุทธิศาสนกุล : การพัฒนาระบบการนำทางด้วยแผนที่บนเครื่องพีดีเอ.
(A DEVELOPMENT OF MAP NAVIGATION SYSTEM ON PDA)
อ. ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.วิวัฒน์ วัฒนาวุฒิ, 69 หน้า.

วิทยานิพนธ์นี้นำเสนอการพัฒนาแอพพลิเคชันบนพีดีเอที่แสดงแผนที่เพื่อการนำทางโดยเรียกใช้ข้อมูลแผนที่จากแม่ข่ายจีไอเอสซึ่งระบบประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ส่วนของแม่ข่ายจีไอเอสและส่วนของพีดีเอที่เป็นเครื่องลูกข่าย

ส่วนแม่ข่ายจีไอเอสให้บริการแก่เครื่องลูกข่ายในรูปแบบของเว็บเซอร์วิส ซึ่งแม่ข่ายทำหน้าที่ในการสร้างภาพแผนที่ พร้อมกันนี้ยังทำหน้าที่จัดเก็บข้อมูลทางด้านจีไอเอส และมีบริการต่าง ๆ คือ การค้นหาเส้นทางจากจุดต้นทางไปยังปลายทาง การค้นหาสถานที่สำคัญโดยใช้ชื่อสถานที่หรือพิกัดในระบบยูทีเอ็ม นอกจากนี้ยังสามารถเพิ่มสถานที่สำคัญที่ผู้ใช้ต้องการได้

ส่วนของแอพพลิเคชันฝั่งลูกข่ายมีการทำงานหลัก คือ การย่อ ขยายภาพแผนที่ เลื่อนภาพแผนที่ บันทึกภาพแผนที่ในรูปของเอกสารเจเพ็ก นอกจากนี้แอพพลิเคชันสามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์จีพีเอสเพื่อบอกตำแหน่งปัจจุบันของเครื่องพีดีเอ รวมทั้งสามารถแสดงเส้นทางจากจุดตั้งต้นที่ผู้ใช้เลือกไปยังจุดปลายทางโดยตำแหน่งที่ผู้ใช้เลือกนี้จะเป็นจุดตัดของถนนในแผนที่ ผู้ใช้สามารถบันทึกเส้นทางที่ผู้ใช้ค้นหาได้และสามารถใช้ตำแหน่งข้อมูลจีพีเอสเป็นค่าประมาณการของจุดตั้งต้นในการค้นหาเส้นทางเพื่อใช้ในการเดินทางได้ ระบบแอพพลิเคชันได้รับการทดสอบโดยใช้ข้อมูลแผนที่เขตสัมพันธวงศ์ กรุงเทพมหานคร และสามารถทำงานได้ตามที่คาดหวัง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา..... วิศวกรรมคอมพิวเตอร์.....ลายมือชื่อนิสิต.....
สาขาวิชา.....วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ปีการศึกษา ...2549.....

4670446421 : MAJOR COMPUTER SCIENCE

KEY WORD: GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM / NAVIGATION / SCALABLE VECTOR GRAPHIC / PERSONAL DIGITAL ASSISTANT / MAP/ GLOBAL POSITION SYSTEM

YODSAPAT SUTTHISASANAKUL : A DEVELOPMENT OF MAP NAVIGATION SYSTEM ON PDA. THESIS ADVISOR: ASST. PROF. WIWAT VATANAWOOD, PH.D. 69 pp.

This thesis proposes a development of PDA application that shows map navigation using information from GIS server. The developed system is composed of two parts: the GIS server and the PDA client.

The GIS server provides services to client via web services. The server creates the appropriate map and stores the GIS information. It also provides path finding from the starting point to the selected target and searching location by specifying name or UTM coordinate of the target. Moreover, users can add their required locations into the system.

In the client-side application, PDA client provides the capability of adjusting, panning and saving the map in JPEG format. In addition, it can be used with GPS device in order to obtain the position of PDA. It can show path from the given starting point to the target, which are the intersection points of the roads in the map. In fact, users can save the queried paths and use GPS location data as an approximate starting point to find a travel path. The developed application is tested with the map of Sampantawong, Bangkok and can perform as expected.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Department...Computer Engineering... Student's signature.....

Field of study..Computer Science.. Advisor's signature.....

Academic year .....2006.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความอนุเคราะห์อย่างยิ่งของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิวัฒน์ วัฒนาวุฒิ อาจารย์ที่ปรึกษา ซึ่งท่านได้ให้ความรู้ คำแนะนำ และข้อคิดเห็นอันเป็นประโยชน์ต่องานวิจัย จนทำให้การวิจัยในครั้งนี้สำเร็จออกมาด้วยดี

ขอขอบคุณอาจารย์ ดร.อรรถวิทย์ สุดแสง ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ กรรมการสอบ อาจารย์ ดร.วีระ เหมืองสิน และอาจารย์ ดร.อติวงศ์ สุชาโต ที่ได้ช่วยกรุณาเสียสละเวลาให้คำแนะนำ ตรวจสอบ และแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอบคุณสมาชิกในห้องปฏิบัติการ CGCI ทุกคนและห้องปฏิบัติการ CGCI ที่ให้พื้นที่ทำงานจนกระทั่งเสร็จ

ขอบคุณเพื่อนๆ ซีเอส รุ่น 33 ทุกคน ที่คอยช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ และให้กำลังใจด้วยดีเสมอมา

ท้ายที่สุด ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และทุกคนในครอบครัว ที่ให้กำลังใจ และให้การสนับสนุนเรื่อยมาจนสำเร็จการศึกษา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ. ..... ช

สารบัญตาราง……..... ญ

สารบัญภาพ..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ..... 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ 2

1.3 ขอบเขตการวิจัย..... 2

1.4 ขั้นตอนการวิจัย..... 3

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง..... 4

2.1.1 ระบบภูมิศาสตร์สารสนเทศ (Geographic Information System-GIS) 4

2.1.2 เอ็กซ์เอ็มแอล (XML)..... 5

2.1.3 เอสวีจี (SVG : Scalable Vector Graphic)..... 6

2.1.4 ดอม(DOM : Document Object Model) 7

2.1.5 เว็บเซอร์วิส(Web Services) 7

2.1.6 เทคโนโลยีดอทเน็ตคอมแพ็กเฟรอมเวิร์ก(.NET Compact Framework)..... 8

2.1.7 ระบบพิกัดกริดยูทีเอ็ม (UTM : Universal Transverse Mercator Coordinate System) 10

2.1.8 การนำทาง (Navigation) 12

2.1.9 ระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก (GPS : Global Positioning System) 12

2.1.10 ต้นไม้เคดี (KD Tree) 13

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 17

2.2.1 การออกแบบและพัฒนาระบบจีไอเอสโดยแสดงผลผ่านเว็บเบราว์เซอร์, นายจักรรัตน์ สีนตุพงษ์และนายฉัตรชัย สินธพ 17

หน้า

2.2.2 การออกแบบและพัฒนาระบบจีไอเอส เพื่อสนับสนุนงานทางด้านการขนส่ง, นายสรวงศ์ ดาราราช นายสิโรจน์ ชัยวัฒนพงศ์และนายอัครา ปกรณ์ศิริ 17
2.2.3 Web Services for generating SVG Tiny Maps on Mobile Phones. Ilya Zaslavsky, Ashraf Memon. OpenSVG, 2004 17
บทที่ 3 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ 18
3.1 การวิเคราะห์ระบบ 18
3.1.1 ส่วนแม่ข่ายจีไอเอส (Server) 18
3.1.2 ส่วนลูกข่าย (Client) 38
3. 2 การออกแบบระบบ 44
3.2.1 การออกแบบระบบส่วนแม่ข่าย (GIS Module) 45
3.2.2 การออกแบบระบบส่วนลูกข่าย 46
บทที่ 4 การทดสอบเครื่องมือ 49
4.1 ผลการทดสอบของเมนู Map 49
4.1.1 เมนูย่อย Open 49
4.1.2 เมนูย่อย Original view 50
4.2 ผลการทดสอบเมนู Tool 50
4.2.1 เมนูย่อย Add Position 50
4.2.2 เมนูย่อย Search 52
4.2.2.1 เมนูย่อย Place 52
4.2.2. 2 เมนูย่อย UTM 53
4.2.2.3 เมนูย่อย Path 54
4.2.3 เมนู Shortest Path 55
4.2.3.1 เมนู Markpoint 55
4.3 เมนูย่อย Zoom Select 56
4.4 ทดสอบเครื่องมือจัดการแผนที่ 56
4.4.1 การขยายภาพ(ZoomIn) 56
4.4.2 การย่อภาพแผนที่(Zoom Out) 57
4.4.3 การเลื่อนแผนที่ (Pan Mode) 58
4. 5 เมนูย่อย gps 58
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 60

หน้า

5.1 บทสรุป 60
5.2 ข้อจำกัดของเครื่องมือ 60
5.3 ข้อเสนอแนะ 61
5.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย 61
รายการอ้างอิง 62
ภาคผนวก ก 65
1. เมนู 65
    1.1 เมนู Map 65
    1.2 เมนู Tool 66
    1.3 เมนู Gps 68
2. แถบเครื่องมือ 68
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 69

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 3.1 รายละเอียดประกอบยูสเคส CreateMap 19
ตารางที่ 3.2 รายละเอียดประกอบยูสเคส Find Shortest Path..... 19
ตารางที่ 3.3 รายละเอียดประกอบยูสเคส Add Position..... 20
ตารางที่ 3.4 รายละเอียดประกอบยูสเคส Search Position 21
ตารางที่ 3. 5 รายละเอียดประกอบยูสเคส Load Map..... 39
ตารางที่ 3. 6 รายละเอียดประกอบยูสเคสExport Map 40
ตารางที่ 3. 7 รายละเอียดประกอบยูสเคส Navigation..... 40
ตารางที่ 3. 8 รายละเอียดประกอบยูสเคส ManageMap..... 41
ตารางที่ ก. 1 ปุ่มและหน้าที่ของแถบเครื่องมือ 68

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

ภาพประกอบ หน้า

รูปที่ 2.1 ลักษณะชั้นของข้อมูลเชิงพื้นที่ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ 4
รูปที่ 2.2 แสดงโครงสร้างและรูปแบบการทำงานของเว็บเซอร์วิส 8
รูปที่ 2.3 แสดงคลาสไลบรารี่ที่สนับสนุนใน .NET Compact Framework 9
รูปที่ 2. 4 World UTM System 10
รูปที่ 2. 5 แสดงการหาตำแหน่งของพื้นที่บนโลก 11
รูปที่ 2.6 แสดงอัลกอริทึมในการสร้างต้นไม้เคดี 14
รูปที่ 2.7แสดงรูปต้นไม้เคดีที่ได้จากอัลกอริทึมการสร้างต้นไม้เคดี 14
รูปที่ 2. 8 แสดงอัลกอริทึมในการค้นหาจุดใกล้สุดด้วยอัลกอริทึมต้นไม้เคดี 16
รูปที่ 3.1 แสดงแนวคิดพื้นฐานในการพัฒนาระบบผู้นำทาง 18
รูปที่ 3.2 แสดงเว็บเซอร์วิสที่มีอยู่บนเครื่องแม่ข่าย 19
รูปที่ 3.3 แผนภาพแอคทิวิตีแสดงกระบวนการสร้างแผนที่ 22
รูปที่ 3.4 แสดงข้อมูลตาราง TumboonGeo 23
รูปที่ 3.5 โครงสร้างและข้อมูลของตารางStreetsGeo 24
รูปที่ 3.6 แสดงข้อมูลตาราง StreetAtt 25
รูปที่ 3.7 แสดงข้อมูลของตาราง poiGeo 26
รูปที่ 3.8 แสดงข้อมูลของตาราง poiAtt 26
รูปที่ 3.9 แสดงภาพแอคทิวิตีแสดงกระบวนการค้นหาเส้นทางสั้นสุด 28
รูปที่ 3.10 แสดงโครงสร้างและข้อมูลของตารางStreetsGeo 29
รูปที่ 3.11 แสดงโครงสร้างของตาราง StreetAtt 30
รูปที่ 3.12 แสดงโครงสร้างของตาราง Node 31
รูปที่ 3.13 แสดงผลจากการทำคิวรีเพื่อเลือกข้อมูลมาใส่ในตาราง node 32
รูปที่ 3.14 แสดงโครงสร้างตารางของ Edge 32
รูปที่ 3.15 แสดงผลการคิวรีในการค้นหา StartNode 33
รูปที่ 3.16 แสดงผลการคิวรีในการค้นหา EndNode 34
รูปที่ 3.17 แสดงข้อมูลในตาราง Edge 35
รูปที่ 3.18 แสดงกราฟที่ได้จากการสร้างโดยใช้ฟังก์ชั่น addEdge 36
รูปที่ 3.20 แสดงกระบวนการค้นหาสถานที่ 37
รูปที่ 3.21 แสดงข้อมูลในตาราง SearchPosition 38

หน้า

รูปที่ 3.22 แสดงฟังก์ชั่นส่วนลูกข่าย 39
รูปที่ 3.23 แสดงแอคทิวิตีการ Load Map 42
รูปที่ 3.24 แสดงแอคทิวิตีการ Export Map 42
รูปที่ 3.25 แสดงแอคทิวิตีการเรียกใช้จีพีเอส 43
รูปที่ 3.26 แสดงแอคทิวิตีการจัดการกับแผนที่ 44
รูปที่ 3.27 แสดงการออกแบบระบบ 44
รูปที่ 3.28 ภาพแสดงการออกแบบระบบส่วนแม่ข่าย 45
รูปที่ 3.29 แสดงแนวคิดการออกแบบเบื้องต้นบนเครื่องพีดีเอ 46
รูปที่ 3.30 แสดงการออกแบบฝั่งเครื่องลูกข่าย 48
รูปที่ 4.1 แสดงหน้าฟอร์มการสร้างแผนที่ 49
รูปที่ 4. 2 แสดงผลลัพธ์หลังจากเรียกฟอร์มการสร้างแผนที่ 50
รูปที่ 4. 3 แสดงผลลัพธ์หลังจากกำหนดตำแหน่งบนแผนที่ 51
รูปที่ 4.4 แสดงฟอร์มการรับข้อมูลเพื่อเพิ่มสถานที่ 51
รูปที่ 4. 5 แสดงฟอร์มของการค้นหาสถานที่ 53
รูปที่ 4.6 แสดงผลการค้นหาและแสดงผลบนแผนที่ 53
รูปที่ 4.7 แสดงภาพหน้าจอของการค้นหาแบบ UTM 54
รูปที่ 4. 8 แสดงผลการค้นหาเส้นทาง 54
รูปที่ 4. 9 แสดงจุดอ้างอิงบนชั้นข้อมูลของถนน 55
รูปที่ 4.10 แสดงการ Zoom Select 56
รูปที่ 4. 11 แสดงภาพการขยายแผนที่ 57
รูปที่ 4.12 แสดงผลการย่อภาพแผนที่ 57
รูปที่ 4.13 แสดงผลจากการเลื่อนแผนที่ 58
รูปที่ 4. 14 ภาพแสดงตำแหน่งของจีพีเอส 59
รูปที่ ก.1 เมนูย่อยของ map 65
รูปที่ ก.2 แสดงหน้าจอการสร้างแผนที่จากเว็บเซอร์วิส 65
รูปที่ ก.3 แสดงเมนูย่อยของเมนู Tool 66
รูปที่ ก.4 แสดงหน้าจอการเพิ่มสถานที่ 66
รูปที่ ก.5 แสดงหน้าจอการค้นหาด้วยสถานที่ 67
รูปที่ ก.6 แสดงหน้าจอการค้นหาด้วยระบบพิกัดยูทีเอ็ม 67

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การเดินทางในปัจจุบันเป็นเรื่องสะดวกสบายเพราะถนนหนทางได้สร้างเพิ่มขึ้นมากมาย ทำให้เป็นการง่ายที่จะเดินทางไปไหนมาไหน แต่สิ่งที่เป็นปัญหาสำหรับการเดินทางคือไม่รู้เส้นทางที่จะไปหรือไม่รู้แม้กระทั่งจุดหมายปลายทางว่าอยู่ที่ใด หรืออาจจะทราบจุดหมายปลายทางว่าอยู่ที่ไหนแต่จะไปจากจุดที่อยู่ ณ ปัจจุบันไม่รู้ว่าจะไปอย่างไรเป็นสาเหตุทำให้หลงทางได้ ซึ่งการแก้ปัญหาคือการสอบถามเส้นทางจากคนแถวๆ นั้นหรือสอบถามเส้นทางก่อนออกจากจุดเริ่มต้น แต่บางครั้งการสอบถามเส้นทางอาจจะได้รับคำตอบที่ไม่ชัดเจน และการสอบถามเส้นทางก่อนออกจากจุดเริ่มต้นอาจจะมีการคลาดเคลื่อนได้เพราะว่าอาจจะมีการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมต่างๆ เช่น อาจจะมีการก่อสร้างตึกจากที่เมื่อก่อนไม่มีตึก หรืออาจจะมีการตัดถนนใหม่ เป็นต้น แต่ด้วยเทคโนโลยีที่มีการพัฒนาอยู่ตลอดทำให้การค้นหาเส้นทางหรือจุดหมายปลายทางที่จะไปเป็นเรื่องง่าย มีความถูกต้องและแม่นยำ โดยอาศัยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เข้ามาช่วยในการค้นหาเส้นทางหรือจุดหมายปลายทางในการเดินทาง

ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ขึ้นมากมายทั้งที่เป็นโปรแกรมประยุกต์ที่ดำเนินการบนเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วไปหรือโปรแกรมประยุกต์ที่มีการดำเนินการบนเครื่องบริการและมีการให้บริการผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต แต่การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์เพื่อเป็นโปรแกรมที่จะใช้ในการนำทางบนเครื่องพีซีนั้นไม่เป็นที่นิยมนัก เนื่องจากเครื่องพีซีที่มีขนาดใหญ่ไม่สามารถที่จะพกพาไปได้ตามที่ต่างๆ ดังนั้นจึงได้มีการพัฒนาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์บนเครื่องพีดีเอเพื่อที่จะใช้เป็นเครื่องมือนำทางและด้วยข้อดีของเครื่องพีดีเอที่เป็นเครื่องที่มีขนาดเล็กเหมาะกับการพกพาหรือเดินทาง ทำให้มีการพัฒนาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่เป็นระบบนำทางนี้บนเครื่องพีดีเอเป็นไปอย่างต่อเนื่อง และเครื่องพีดีเอสามารถที่จะเชื่อมต่อกับอุปกรณ์จีพีเอสเพื่อใช้ดาวเทียมในการระบุตำแหน่งปัจจุบันได้ด้วย

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาระบบผู้นำทางบนเครื่องพีดีเอโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เข้ามาช่วยในการพัฒนา โดยให้ระบบมีความสามารถในการใช้งานข้อมูลเชิงพื้นที่ร่วมกับข้อมูลคุณลักษณะ (Attribute Data) แล้วสร้างเป็นชั้นแผนที่ใหม่ และสามารถค้นหาเส้นทางในการเดินทางได้ ซึ่งการทำงานต่างๆ จะทำงานผ่านระบบอินเทอร์เน็ตในรูปแบบของเว็บเซอร์วิส

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อทำการพัฒนาต้นแบบของระบบการนำทางด้วยแผนที่บนเครื่องพีดีเอ

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1) การกำหนดเส้นทางการเดินทางสามารถทำได้โดยการกำหนดจุดเริ่มต้นและจุดหมายปลายทาง
2) ค้นหาสถานที่สำคัญโดยการระบุชื่อของสถานที่หรือตำแหน่ง UTM
3) ระบบสามารถค้นหาสถานที่สำคัญหรือเส้นทางที่กำหนดไว้ได้โดยนำเสนอส่วนแผนที่ที่ครอบคลุมเส้นทางหรือสถานที่บนจอภาพอุปกรณ์พีดีเอ
4) ผู้ใช้สามารถเพิ่มสถานที่สำคัญบนแผนที่และบันทึกลงฐานข้อมูล
5) ผู้ใช้สามารถ ย่อ ขยาย ภาพแผนที่ที่แสดงได้
6) สามารถบันทึกภาพและพิมพ์แผนที่ที่แสดงอยู่ได้
7) แผนที่อยู่ในรูปของเอสวีจีและเจเพ็ก(JPEG) ได้
8) สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์จีพีเอสเพื่อใช้ในการบอกตำแหน่งจุดเริ่มต้นและสามารถใช้ในการนำทางได้
9) ในการค้นหาเส้นทางระบบจะทำการค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุด
10) ฐานข้อมูลจีไอเอสประกอบด้วยชั้นข้อมูลต่างๆ ดังนี้
    - สถานที่สำคัญ
    - จังหวัด
    - อำเภอ
    - ตำบล
    - ทางรถไฟ
    - แม่น้ำ
    - ถนน
    - สถานที่ที่ผู้ใช้ได้เคยบันทึก

    โดยขอบเขตของฐานข้อมูลจีไอเอส (GIS DB) อยู่ในแขวงสัมพันธวงศ์ เขตสัมพันธวงศ์ จังหวัดกรุงเทพฯ
11) ในการพัฒนาระบบจะใช้โปรแกรมเลียนแบบช่วยในการพัฒนา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.4 ขั้นตอนการวิจัย

1) ศึกษาทฤษฎีระบบภูมิศาสตร์สารสนเทศ
2) ศึกษาทฤษฎีเอสวีจี
3) ศึกษาทฤษฎีและการพัฒนาโปรแกรมบนพีดีเอ
4) พัฒนาระบบผู้นำทาง
5) ทดสอบและแก้ไขระบบผู้นำทาง
6) สรุปผลการวิจัย ข้อเสนอแนะ

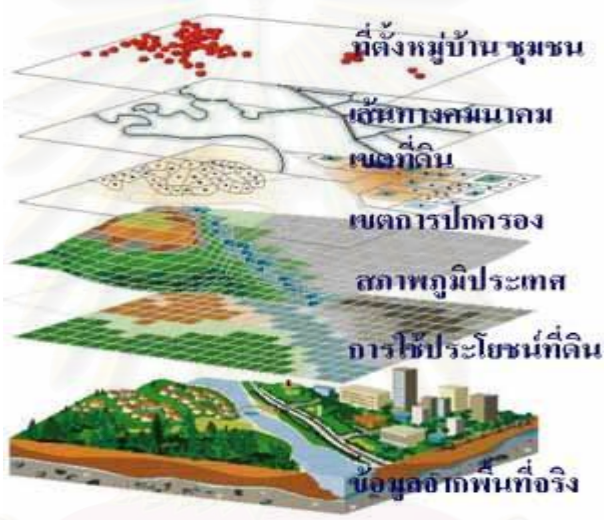
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 ระบบภูมิศาสตร์สารสนเทศ (Geographic Information System-GIS) [1], [2]

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) ด้วยระบบคอมพิวเตอร์ โดยข้อมูลลักษณะต่างๆในพื้นที่ที่ทำการศึกษา จะถูกนำมาจัดให้อยู่ในรูปแบบที่มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงซึ่งกันและกัน เช่น สถานที่จะสัมพันธ์กับตำแหน่งในแผนที่ ตำแหน่ง เส้นรุ้ง เส้นแวง



รูปที่ 2.1 ลักษณะชั้นของข้อมูลเชิงพื้นที่ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ [1]

การเก็บข้อมูลในเชิงพื้นที่สามารถออกแบบการจัดเก็บตามประโยชน์การใช้สอย โดยแบ่งเป็นชั้น (Layer) ต่างๆ เช่น สภาพภูมิประเทศ เขตการปกครอง เส้นทางคมนาคม ฯลฯ ดังที่แสดงในรูปที่ 2.1 เมื่อต้องการทำการวิเคราะห์ข้อมูล ก็สามารถที่จะเลือกข้อมูลเชิงพื้นที่ชั้นต่างๆที่ต้องการมาซ้อนทับกัน (Overlay) โดยกำหนดเงื่อนไขที่ต้องการเข้าไปในระบบ ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จะแสดงพื้นที่หรือจุดที่ตั้งของสถานที่ที่ผู้ใช้ต้องการ บนหน้าจอคอมพิวเตอร์ซึ่งจะแสดงด้วยความเข้มของสีที่แตกต่างกัน ทำให้ผู้ใช้สามารถเข้าใจได้ง่าย

ขบวนการในการวิเคราะห์ข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ แบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ คือ

1) แบบ Manual Approach เป็นการนำข้อมูลในรูปแผนที่หรือลายเส้นต่างๆถ่ายลงบนแผ่นใส แล้วนำมาซ้อนทับกันหรือที่เรียกว่า “overlay techniques” เพื่อให้ได้รูปแผนตามที่ต้องการ แต่วิธีการนี้มีข้อจำกัด ในเรื่องของจำนวนแผ่นใสที่จะนำมาซ้อนทับกัน ทั้งนี้เนื่องจากความสามารถในการวิเคราะห์ด้วยสายตา (Eye Interpretation) จะกระทำได้ใน

จำนวนของแผ่นใสที่ค่อนข้างจำกัด และจำเป็นต้องใช้เนื้อที่และวัสดุในการเก็บ ข้อมูลค่อนข้างมาก

2) แบบ Computer Assisted Approach เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลในรูปของตัวเลขหรือดิจิทัล (digital) โดยการเปลี่ยนรูปแบบของข้อมูลแผนที่หรือลายเส้นให้อยู่ในรูปของตัวเลขแล้วทำการซ้อนทับกันโดยการนำหลักคณิตศาสตร์และตรรกศาสตร์เข้ามาช่วย วิธีการนี้จะช่วยให้ลดเนื้อที่ในการเก็บข้อมูลลงและสามารถเรียกแสดงหรือทำการวิเคราะห์ได้โดยง่าย

องค์ประกอบของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ มีดังนี้

1) ฮาร์ดแวร์ (Hardware) เป็นคอมพิวเตอร์ที่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ใช้ปฏิบัติการ
2) ซอฟต์แวร์ (Software) เป็นซอฟต์แวร์ที่มีหน้าที่ในการจัดเก็บ วิเคราะห์และแสดงผลข้อมูล
3) ข้อมูลนำเข้า (Data) ข้อมูลเหล่านี้อาจอยู่ในรูปของแผนที่ดิจิทัล (Digital Map Data) โดยข้อมูลสามารถนำเข้าได้จากแฟ้ม ได้จากการสำรวจภาคสนาม(Ground Survey) หรือได้จากโปรแกรมอื่นๆ รวมทั้งข้อมูลที่ได้จากการถ่ายดาวเทียมและภาพถ่ายทางอากาศ
4) ขั้นตอนการทำงาน (Procedure) ประกอบด้วย ขั้นตอนการเตรียมข้อมูล การนำเข้า การแก้ไข การวิเคราะห์และการแสดงผลข้อมูล
5) บุคลากรและผู้เชี่ยวชาญ (Staff and Expertise) เป็นผู้ใช้งานระบบซึ่งต้องเป็นบุคลากรที่มีความรู้ในเรื่องของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

2.1.2 **เอ็กซ์เอ็มแอล** (XML) [3]

เป็นภาษาที่ใช้สำหรับการเขียนเอกสาร markup (markup document) โดยที่เอกสาร markup นั้นมีการใช้เมตาดาตา(metadata)หรือแท็ก (tag) เพื่อบอกหน้าที่และประเภทของข้อมูลของส่วนต่างๆ ของเอกสารนั้นๆ ได้โดยชัดเจน การเพิ่มเมตาดาตาเข้าไปในเอกสารสามารถทำให้โครงสร้างของเอกสารชัดเจขึ้นและทำให้การประมวลผลเอกสารเป็นไปได้โดยง่ายและไม่จำเป็นที่จะต้องอาศัยมนุษย์เพื่อตีความเอกสาร

เราใช้เทคโนโลยีเอ็กซ์เอ็มแอลในการพัฒนามาตราฐานเพื่อการกระจายข่าวเนื่องจากเอ็กซ์เอ็มแอลเป็นภาษาที่เหมาะกับการแลกเปลี่ยนข้อมูลผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ เอ็กซ์เอ็มแอลไม่ได้ขึ้นอยู่กับโปรแกรมประยุกต์หรือระบบปฏิบัติการใด นอกจากนี้เอ็กซ์เอ็มแอลทั้งยังเป็นภาษา ที่มีความยืดหยุ่น เนื่องจากผู้ใช้สามารถที่จะกำหนดและตั้งค่าเมตาดาต้าให้เหมาะกับ เอกสารเฉพาะที่ตนต้องการได้ และยังสามารถเพิ่มเติมเมตาดาต้าได้ในภายหลัง โดยไม่มีผลกระทบต่อโปรแกรมที่มีอยู่แล้วด้วย

2.1.3 เอสวีจี (SVG: Scalable Vector Graphic) [4], [5]

เป็นภาษาที่บรรยายภาพกราฟิกแบบ 2 มิติ โดย World Wide Web Consortium (W3C) เป็นผู้สร้างภาษาเอสวีจีขึ้นมา

โครงสร้างเอกสารของเอสวีจีจะมีความคล้ายคลึงกับโครงสร้างของเอกสารเอ็กซ์เอชทีเอ็มแอล (XHTML) โดยที่ข้อมูลเอกสารของเอสวีจีต้องอยู่ภายในแท็ก <svg> และ </svg> ส่วนข้อมูลที่อยู่นอกเหนือแท็ก คือส่วนของการประกาศรูปแบบข้อมูลเอ็กซ์เอ็มแอล (XML) ส่วนใหญ่โครงสร้างเอกสารเอสวีจีประกอบด้วย 6 ส่วนหลักดังนี้

1) ส่วน Document data เป็นส่วนของการกำหนด Namespace การกำหนดตอนบนของเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอล การกำหนดส่วนของ Stylesheet
2) ส่วน Annotations เป็นส่วนของคำอธิบาย (Description) คอมเม้นต์(Comment)
3) ส่วน Reference material เป็นส่วนการกำหนดคำนิยาม (Definitions) สัญลักษณ์ (Symbol)
4) ส่วน Graphic content เป็นส่วนของการกำหนดรูปของภาพ (Shape) เส้นทาง (Path)
5) ส่วน Manipulation data เป็นส่วนของการทำภาพเคลื่อนไหว (Animation) การเปลี่ยนรูป (Transformation)
6) ส่วน Text เป็นส่วนข้อความ

เอสวีจีสามารถใช้กับวัตถุทางด้านกราฟิก 3 แบบด้วยกัน คือ

1) รูปทรงของภาพแบบเวกเตอร์ ประกอบด้วยรูปทรง 7 แบบดังนี้
   - สี่เหลี่ยมพื้นผ้า (Rectangles)
   - วงกลม (Circles)
   - วงรี (Ellipses)
   - เส้น (Lines)
   - โพลีไลน์ (Polylines)
   - โพลีกอน (Polygon)
   - พาธ (Paths)
2) รูปภาพ

   รูปแบบของรูปภาพที่สามารถใช้งานร่วมกับเอกสารเอสวีจี ได้แก่ เจเพ็ก (JPEG: Joint Photographic Experts Group) พีเอ็นจี (PNG: Portable Network Graphic) และเอกสารเอสวีจี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3) ข้อความ

ตัวอักษรต่างๆ ที่จะแสดงบนเอกสารเอสวีจีซึ่งเอสวีจีสนับสนุนตัวอักษรในลักษณะของ Unicode

เอสวีจีมีลำดับของการแสดงภาพจากส่วนข้อมูลที่อยู่ตอนบนของเอกสารนั้นๆ ก่อน จากนั้นค่อยแสดงภาพส่วนของข้อมูลที่อยู่ถัดไปในเอกสาร โดยภาพที่แสดงทีหลังจะมีการซ้อนทับอยู่บนภาพที่แสดงก่อนหน้านี้

2.1.4 **ดอม** (DOM:Document Object Model) [17]

ดอม เป็นหลักการในการอ่านเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลมาวางเป็นต้นไม้ ในหน่วยความจำของเครื่องที่กำลังทำงาน ประกอบด้วยส่วนย่อย (Element) หรือ ลักษณะประจำ (Attribute) ต่างๆ การเข้าถึงข้อมูลจึงเป็นการเดินไปตามกิ่งก้านต่างๆ ทั้งเป็นแบบต่อเนื่องไปเรื่อยๆ หรือจะอ้างอิงกิ่งก้านเฉพาะเจาะจงลงไป หรือเข้าถึงแบบสุ่ม (Random access) ก็ได้

ข้อจำกัดของดอม คือปริมาณหน่วยความจำของเครื่องว่าจะสามารถรองรับข้อมูลได้ใหญ่แค่ไหน เพราะดอมจะทำการอ่านข้อมูลทั้งหมดมาเก็บไว้ในหน่วยความจำเพียงครั้งเดียว ข้อดีคือเขียนรหัสคำสั่ง (Code) ได้ง่าย

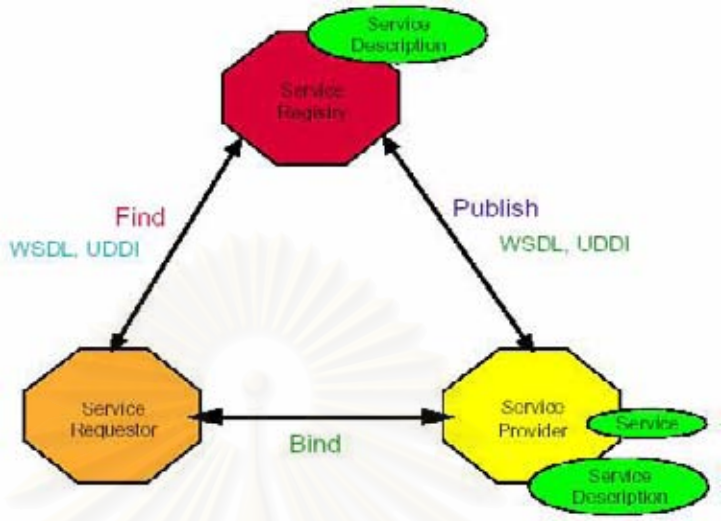
2.1.5 **เว็บเซอร์วิส** (Web Services) [10], [11]

เว็บเซอร์วิส คือ แอพลิเคชันหรือโปรแกรมที่ทำงานอย่างใดอย่างหนึ่งในลักษณะให้บริการ (Service) ที่จะถูกเรียกใช้งานจากแอพลิเคชันอื่นๆ ในรูปแบบอาพีซี (RPC: Remote Procedure Call) หรือระบบสั่งงานระยะไกล โดยการให้บริการจะมีเอกสารที่อธิบายคุณสมบัติของบริการกำกับไว้ มีภาษาที่ถูกใช้เป็นสื่อในการแลกเปลี่ยนคือ เอ็กซ์เอ็มแอล ทำให้ผู้ใช้สามารถเรียกใช้ส่วนประกอบใดๆ ในแพลตฟอร์มใดๆ ก็ได้บนอินเทอร์เน็ตโพรโทคอล (Internet Protocol) เว็บเซอร์วิสเป็นการรวมเอาข้อดีของการพัฒนาแบบคอมโพเนนต์เบส (Component-base) และเว็บเข้าด้วยกัน

สถาปัตยกรรมเว็บเซอร์วิสมีลักษณะที่เรียกว่า “Service-Oriented Architecture” (SOA) ซึ่งจะประกอบด้วย 3 ส่วนคือ

1) Requestor เป็นผู้ที่ต้องการใช้บริการจาก Provider ซึ่งสามารถค้นหาบริการที่ต้องการได้จาก UDDI Registry หรือ Service Register หรือติดต่อจาก Provider โดยตรง
2) Registry ทำหน้าที่เป็นตัวกลางให้ Provider มาลงทะเบียนไว้ โดยใช้ WSDL ไฟล์บอกรายละเอียดของบริษัทและบริการที่มีให้

3) Provider เป็นผู้ให้บริการ มีหน้าที่ในการเปิดบริการเพื่อรองรับการขอใช้บริการจาก Requestor ที่เรียกเข้ามาขอใช้



รูปที่ 2.2 แสดงโครงสร้างและรูปแบบการทำงานของเว็บเซอร์วิส [13]

เทคโนโลยีพื้นฐานของเว็บเซอร์วิสที่ควรทราบมีดังนี้

1) เอ็กซ์เอ็มแอล ใช้เป็นมาตรฐานในการแลกเปลี่ยนข้อมูล
2) เอสโอเอพี (SOAP: Simple Object Access Protocol) เป็นเมสเสจจิ่งโปรโตคอล (Messaging Protocol) สำหรับใช้ในการส่งเอ็กซ์เอ็มแอลเมสเสจ (XML Message) ไปยังโปรแกรมประยุกต์อื่น
3) ดับเบิ้ลยูเอสดีแอล (WSDL: Web Services Description Language) เป็นภาษาที่ใช้อธิบายคุณลักษณะการให้บริการของเว็บเซอร์วิสและวิธีการติดต่อขอรับบริการจากเว็บเซอร์วิส
4) ยูดีดีไอ (UDDI: Universal Description Discovery and Integration) เป็นมาตราฐานที่ให้ชุดพื้นฐานของเอสโอเอพี สามารถนำมาใช้ในการพัฒนาเพื่อเป็นตัวแทนของผู้ให้บริการยูดีดีไอ ใช้สำหรับการค้นหาบริการ

2.1.6 **เทคโนโลยีดอทเน็ตคอมแพ็กเฟรมเวิร์ก**(.NET Compact Framework) [6], [7]

ดอทเน็ตคอมแพ็กเฟรมเวิร์กเป็นกรอบในการพัฒนาโปรแกรมบนสมาร์ตดีไวซ (Smart Device) ของไมโครซอฟต์ ซึ่งจะช่วยจัดการโค้ดและเอ็กซ์เอ็มแอลเว็บเซอร์วิส (XML Web Services) บนอุปกรณ์แบบพกพา ทำให้การสร้างแอพพลิเคชันบนอุปกรณ์แบบพกพาเป็นเรื่องที่ง่าย ดอทเน็ตคอมแพ็กเฟรมเวิร์กเป็นดอทเน็ตเฟรมเวิร์กที่ออกแบบมาโดยเฉพาะเพื่อทรัพยากรที่มี

อยู่อย่างจำกัดของอุปกรณ์แบบพกพา เช่น พีดีเอและโมบายสมาร์ตโฟน (Mobile Smart Phone) ซึ่ง ดอทเน็ตคอมแพ็กเฟรมเวิร์กจะตัดสิ่งที่ไม่สำคัญหรือไม่ได้ใช้ออกไป เพื่อทำให้มีขนาดเล็กลง พอที่จะสามารถติดตั้งบนสมาร์ตดีไวซ์ได้ ซึ่งองค์ประกอบที่สำคัญของ ดอทเน็ตคอมแพ็กเฟรมเวิร์ก คือ

2.1.6.1 ซีแอลอา (CLR: Common Language Runtime)

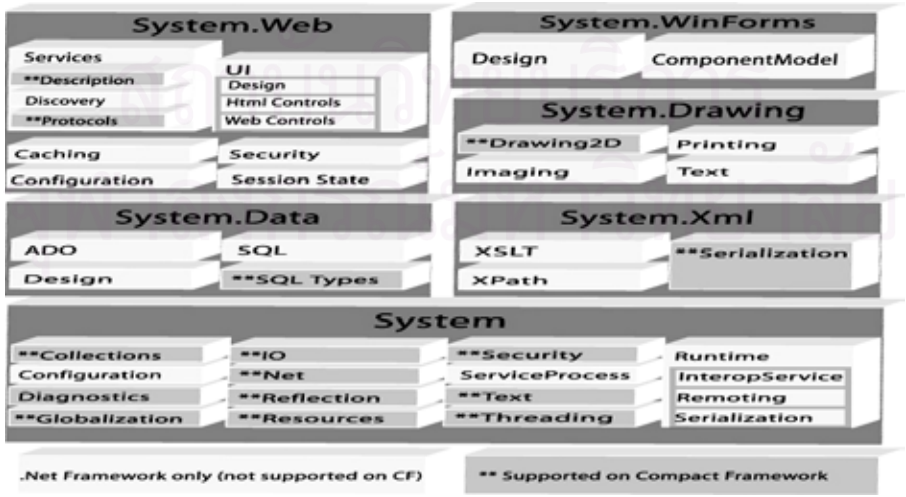
ซีแอลอาเป็นส่วนพื้นฐานที่ติดต่อกับระบบปฏิบัติการวินโดวส์ (Windows) ทำหน้าที่เป็น run-time environment ให้กับโปรแกรมที่เขียนขึ้นสำหรับใช้บน .NET โดยซีแอลอามีลักษณะการคอมไพล์ 2 แบบคือ

1. แบบปกติ คือ คอมไพล์ก่อนที่จะนำโปรแกรมไปใช้
2. แบบ JIT (Just-In-Time) คือ คอมไพล์เมื่อจะใช้โปรแกรมนั้น ๆ

ซีแอลอามีส่วนของการจัดการหน่วยความจำ (Memory Management) ที่เอาไว้สำหรับจัดสรรหน่วยความจำของเครื่องให้กับโปรแกรม รวมไปถึงการเรียกคืนหน่วยความจำที่ไม่ได้ใช้อีกต่อไป (Garbage Collection) ส่วนของ Common Type Systems (CTS) ทำให้ภาษาต่าง ๆ ที่เขียนขึ้นบนดอทเน็ต สามารถทำงานร่วมกันได้ เพราะขนาด และรูปแบบของข้อมูลที่เก็บไว้นั้นเป็นรูปแบบเดียวกัน

2.1.6.2 ดอทเน็ตคอมแพ็กเฟรมเวิร์กคลาสไลบรารี่ (.NET Compact Framework Class Library)

เป็นคลาสไลบรารี่พื้นฐานที่โปรแกรมต่างๆ ไม่ว่าจะเขียนด้วยภาษาใดบนดอทเน็ต สามารถใช้ร่วมกันได้ ซึ่งดอทเน็ตคอมแพ็กเฟรมเวิร์กคลาสไลบรารี่มีไลบรารี่ที่สนับสนุนดังรูปที่ 2.3

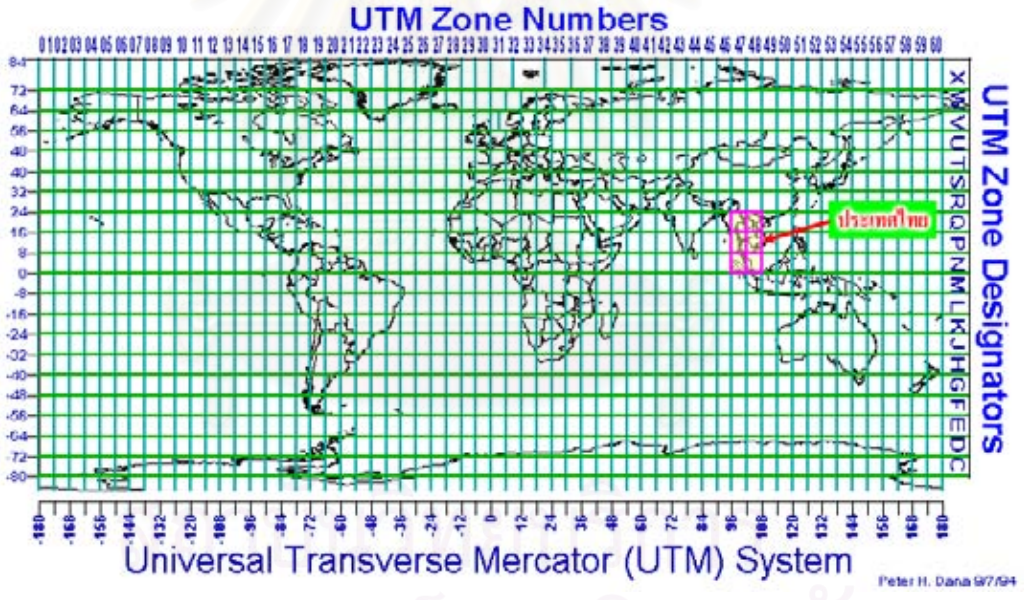


รูปที่ 2. 3 แสดงคลาสไลบรารี่ที่สนับสนุนในดอทเน็ตคอมแพ็กเฟรมเวิร์ก [10]

2.1.7 ระบบพิกัดกริดยูทีเอ็ม (UTM : Universal Transverse Mercator Coordinate System) [8], [9]

พิกัดกริดยูทีเอ็มเป็นระบบตารางกริดที่ใช้ช่วยในการกำหนดตำแหน่งและใช้อ้างอิงในการบอกตำแหน่งที่นิยมใช้กับแผนที่ในกิจการทหารของประเทศ ต่างๆ เกือบทั่วโลกในปัจจุบันเพราะเป็นระบบตารางกริดที่มีขนาดรูปร่างเท่ากันทุกตารางและมีวิธีการกำหนดบอกค่าพิกัดที่ง่ายและถูกต้อง ประเทศไทยเราได้นำเอาเส้นโครงแผนที่แบบยูทีเอ็ม นี้มาใช้กับการทำแผนที่ เป็นชุด L 7017 ที่ใช้ในปัจจุบัน

แผนที่ระบบพิกัดกริด ที่ใช้เส้นโครงแผนที่แบบยูทีเอ็ม เป็นระบบเส้นโครงชนิดหนึ่งที่ใช้ผิวรูปทรงกระบอกเป็นผิวแสดงเส้นเมริเดียน (หรือเส้นลองติจูด) และเส้นละติจูดของโลก โดยใช้ทรงกระบอกตัดโลกระหว่างละติจูด 84 องศาเหนือ และ 80 องศาใต้ในลักษณะแกนรูปทรงกระบอกแล้วทำมุมกับแกนโลก 90 องศารอบโลก แบ่งออกเป็น 60 โซนๆ ละ 6 องศา โดยมีลักษณะดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 World UTM System [9]

ในการหาตำแหน่งสถานที่บนพื้นโลกในระบบพิกัดกริดยูทีเอ็มใช้บอกค่าเป็นตัวเลข โดยที่ต้องอ่านค่าของเส้นกริดตั้ง (แกน X ทางตะวันออก) และ เส้นกริดราบ (แกน Y ทางเหนือ) ตัดกันทั้ง 2 แกน ที่เส้นกริดตั้งและราบมีตัวเลขตัวโต 2 ตัวกำกับไว้ทุกเส้น มีหน่วยที่วัดเป็น เมตร หลักการอ่านมีหลักดังนี้

1. ให้อ่านเพียงตัวเลขใหญ่ที่กำกับไว้ในแต่ละเส้นกริด

2. ให้อ่านตัวเลขใหญ่ประจำเส้นกริดตั้งก่อน เป็นการอ่านพิกัดที่เรียกว่า Read Right Up โดยอ่านจากซ้ายไปขวาก่อน แล้วอ่านตัวเลขใหญ่ประจำเส้นกริดราบ โดยอ่านจากข้างล่างขึ้นข้างบน

3. การอ่านตัวเลขจึงประกอบด้วย 2 ส่วน

ส่วนแรก หรือ ครึ่งแรก เป็นตัวเลขอ่านไปทางขวา

ส่วนหลัง หรือ ครึ่งหลัง เป็นตัวเลขอ่านขึ้นข้างบน Read Right Up

4. ถ้าอ่านเพียงจตุรัส 1,000 เมตร ตัวเลขจะประกอบด้วย 4 ตัว

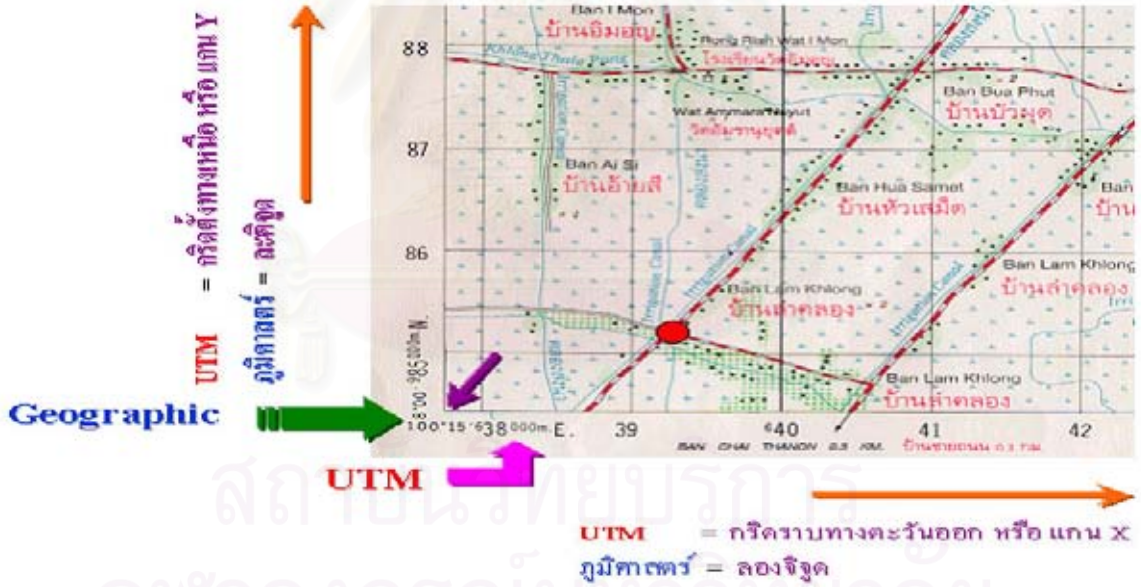
ถ้าอ่านเพียงจตุรัส 100 เมตร ตัวเลขจะประกอบด้วย 6 ตัว

ถ้าอ่านเพียงจตุรัส 10 เมตร ตัวเลขจะประกอบด้วย 8 ตัว

ตัวอย่าง (ดูรูปที่ 2.5 ประกอบ) เช่น การอ่านค่าพิกัดยูทีเอ็ม ของจุดตัดถนนในแผนที่ (ตามวงกลมสีแดง) ระดับ 100 เมตร ค่าที่อ่านได้ คือ

แกน X = 639200 ตะวันออก

แกน Y = 985150 เหนือ



รูปที่ 2. 5 แสดงการหาตำแหน่งของพื้นที่บนโลก [9]

แผนที่ตัวอย่างที่นำมาใช้มาตราส่วน 1:50,000

- ตัวเลข 639 ของ แกน X และ 985 ของแกน Y คือ ตัวเลขประจำกริด ตัวเลขสีดำ
- ตัวเลข 200 ของ แกน X และ 150 ของแกน Y ได้ค่าโดยใช้ไม้บรรทัดวัดจากเส้นกริดมายังจุดตัดของถนน โดย

แกน X (ทางตะวันออก) วัดได้ 4 มิลลิเมตร = 4 x 50 = 200

แกน Y (ทางเหนือ) วัดได้ 3 มิลลิเมตร = 3 x 50 = 150

เนื่องจากระยะใน 1 ช่องจัตุรัส เท่า 1,000 เมตร และวัดได้เท่ากับ 20 มิลลิเมตร เพราะฉะนั้น 1 มิลลิเมตร เท่ากับ 50 เมตร(ในพื้นที่จริง)

2.1.8 **การนำทาง** (Navigation) [12]

การนำทางเป็นการบอกถึงตำแหน่งและทิศทางในการเดินทางบนพื้นโลก โดยการนำทางสามารถแบ่งลักษณะการนำทางได้ 2 แบบ คือ

1) การนำทางแบบ Polynesian เป็นวิธีที่ชาวเกาะ Polynesian ใช้ในการเดินทางในทะเล โดยการนำทางจะใช้ความรู้สึก (Sense)และความรู้ที่ได้สืบทอดต่อๆ กันมาในการเดินทาง เช่น การเคลื่อนที่ของกลุ่มดาว สภาพอากาศ สีของน้ำทะเลและท้องฟ้า เป็นต้น
2) การนำทางแบบ ตะวันตก ซึ่งมีอยู่ด้วยกันหลากหลายวิธี
    - การนำทางโดยใช้สิ่งที่อยู่บนฟ้า (Celestial Navigation) เป็นการนำทางโดยใช้ดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ หรือดวงดาว
    - การนำทางแบบ Pilotage เป็นการนำทางโดยใช้สิ่งที่อยู่ตามธรรมชาติหรือสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการนำทาง เช่น การทำเครื่องหมายตามทาง การใช้สัญญาณไฟบนยอดเขา เป็นต้น
    - การนำทางแบบ Dead Reckoning เป็นการนำทางโดยใช้เข็มทิศหรือบันทึก (log) เพื่อช่วยในการนำทาง
    - การนำทางแบบ Waypoint เป็นการนำทางโดยการใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิค เช่น ระบบนำทางโดยการใช้ดาวเทียม (satellite navigation system) การนำทางโดยใช้คลื่นวิทยุ (radio navigation)

2.1.9 **ระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก** (GPS: Global Positioning System) [13]

ระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลกนี้ได้พัฒนาขึ้นโดยกระทรวงกลาโหม ประเทศสหรัฐอเมริกาซึ่งจัดทำโครงการ Global Positioning System มาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2521 โดยอาศัยดาวเทียมและระบบวิทยุนำร่องเป็นพื้นฐานในการกำหนดตำแหน่งค่าพิกัดของเครื่องรับ (Receiver) ซึ่งเมื่อเสร็จสิ้นโครงการจะมีจำนวนดาวเทียมทั้งหมดถึง 24 ดวง พร้อมด้วยสถานีควบคุมภาคพื้นดินเพื่อให้ระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลกสามารถที่จะทำงานได้ทุกสภาวะและตลอด 24 ชั่วโมง ลักษณะการทำงานในการกำหนดค่าพิกัดของระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลกทำได้ด้วยการนำเครื่องรับไปยังตำแหน่งที่ต้องการจะทราบค่าพิกัดจากนั้นเครื่องรับจะรอสัญญาน

จากดาวเทียม เมื่อเครื่องรับได้สัญญานจากจำนวนดาวเทียมที่เพียงพอก็จะประมวลสัญญานจากดาวเทียม ข้อมูลที่ได้จากดาวเทียมและแสดงผลออกมาเป็นค่าพิกัดของตำแหน่งเครื่องรับ ซึ่งจะเสร็จสิ้นในระยะเวลาที่รวดเร็วมากเมื่อเทียบกับการวัดในแบบเดิม เนื่องจากการที่ระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลกสามารถที่จะจัดเก็บค่าพิกัดได้ด้วยความรวดเร็ว มีความถูกต้องสูง และทำงานได้ตลอด 24 ชั่วโมงนี้เอง จึงทำให้มีการนำระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลกไปใช้ในงานด้านต่างๆ อย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับงานทางด้านแผนที่และงานทางด้านการสำรวจและทำให้ระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลกมีความสำคัญมากขึ้น

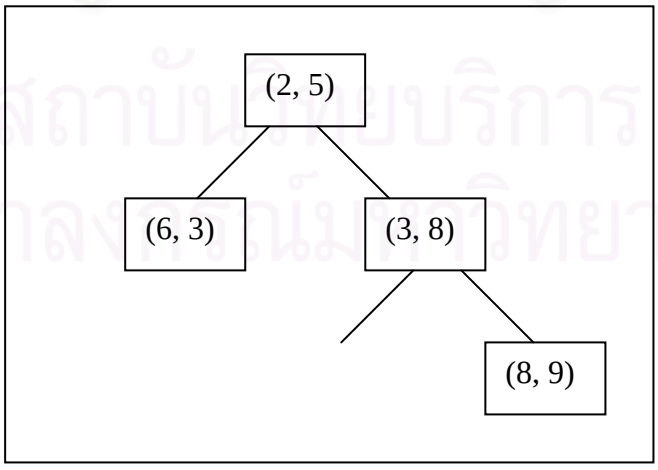
ดาวเทียมที่ใช้ในการสำรวจระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลกจะมีด้วยกันทั้งหมดในปัจจุบัน 24 ดวงครบตามที่กระทรวงกลาโหม สหรัฐอเมริกากำหนดไว้ในโครงการนี้โดยที่ดาวเทียมทั้งหมดจะโคจรครอบคลุมทั่วทั้งโลก การที่เครื่องรับสัญญาณจะสามารถที่จะกำหนดค่าพิกัด (X,Y) ได้จะต้องรับสัญญาณดาวเทียมได้อย่างน้อย 3 ดวงขึ้นไป แต่ถ้ารับได้ 4 ดวงก็จะสามารถกำหนดค่าพิกัด (X,Y) พร้อมทั้งค่าความสูง (Z) ของตำแหน่งนั้นได้ด้วย

2.1.10 **ต้นไม้เคดี** (KD Tree) [18]

ต้นไม้เคดี เป็นโครงสร้างข้อมูลสำหรับปริภูมิหลายมิติซึ่งถูกเสนอโดย [19] ข้อมูลที่ถูกจัดเก็บในต้นไม้นี้จะถูกแบ่งตามระนาบของแต่ละมิติ ตัวอักษร k แทนจำนวนมิติของต้นไม้นั้น เช่น 2d-tree หมายถึงต้นไม้สำหรับข้อมูล 2 มิติ หรือข้อมูลในระบบพิกัด (x, y) ซึ่งในการสร้างต้นไม้ก็จะสร้างตามข้อมูลระนาบ x สลับกับระนาบ y เช่น ในตัวอย่างรูปที่ 2.6 เมื่อข้อมูลเข้าเป็น (2, 5) จะสร้างบัพที่เป็นรากเพื่อเก็บข้อมูลนี้ จากนั้นเมื่อเพิ่มข้อมูลตัวถัดไปเข้ามาก็จะพิจารณาข้อมูลนี้ในเทียบกับบัพรากซึ่งในที่นี้ข้อมูลเป็น 2 มิติ การเพิ่มข้อมูลในระดับถัดจากบัพรากจะพิจารณาจากระนาบ y ข้อมูลเข้า (6, 3) ในระนาบ y มีค่าเท่ากับ 3 ซึ่งน้อยกว่าค่า y ในบัพราก ดังนั้นข้อมูลนี้จะถูกเพิ่มเข้าไปในบัพทางซ้ายของบัพราก ในทางกลับกันถ้าข้อมูลเข้าเป็น (3, 8) ก็จะถูกเพิ่มไปเป็นบัพทางขวาเนื่องจากค่าในระนาบ y มีค่ามากกว่าบัพราก การเพิ่มข้อมูลในระดับถัดมาของต้นไม้ก็ทำเช่นเดียวกับการเพิ่มข้อมูลในระดับก่อนหน้าเพียงแต่พิจารณาที่ระนาบ x แทน เช่น ข้อมูลเข้าเป็น (8, 9) ก็จะถูกเพิ่มเข้าไปทางขวาของบัพ (3, 8) เนื่องจากข้อมูลในระนาบ x ของข้อมูลเข้ามีค่ามากกว่า (3, 8) ซึ่งขั้นตอนวิธีในการสร้างต้นไม้เคดีแสดงดังรูปที่ 2.6

Algorithm:	Constructing a *k*d-tree
Input:	**exset**, of type **exemplar-set**
Output:	**kd**, of type **kdtree**
Pre:	None
Post:	**exset** = *exset-rep*(**kd**) ∧ *Is-legal-kdtree*(**kd**)
Code:	
1.	If **exset** is empty then return the empty kdtree
2.	Call pivot-choosing procedure, which returns two values: **ex** := a member of **exset** **split** := the splitting dimension
3.	**d** := domain vector of **ex**
4.	**exset'** := **exset** with **ex** removed
5.	**r** := range vector of **ex**
6.	**exsetleft** := $\{(\mathbf{d}', \mathbf{r}') \in \mathbf{exset'} \mid d'_{\text{split}} \leq d_{\text{split}}\}$
7.	**exsetright** := $\{(\mathbf{d}', \mathbf{r}') \in \mathbf{exset'} \mid d'_{\text{split}} > d_{\text{split}}\}$
8.	**kdleft** := recursively construct *k*d-tree from **exsetleft**
9.	**kdright** := recursively construct *k*d-tree from **exsetright**
10.	**kd** := < **d**, **r**, **split**, **kdleft**, **kdright** >
Proof:	By induction on the length of **exset** and the definitions of *exset-rep* and *Is-legal-kdtree*.

รูปที่ 2.6 แสดงอัลกอริทึมในการสร้างต้นไม้เคดี



รูปที่ 2.7แสดงรูปต้นไม้เคดีที่ได้จากอัลกอริทึมการสร้างต้นไม้เคดี

เมื่อข้อมูลทั้งหมดถูกสร้างเป็นต้นไม้เคดีเรียบร้อยแล้ว การค้นหาข้อมูลก็จะค้นตามมิติเช่นเดียวกับตอนสร้าง โดยที่ต้นไม้เคดีมีลักษณะพิเศษกว่าโครงสร้างข้อมูลประเภทอื่นตรงที่สามารถค้นข้อมูลตามช่วงที่กำหนดได้โดยอาศัยลักษณะเด่นจากการเก็บข้อมูลที่แบ่งตามระนาบของแต่ละมิติ ในการค้นหาข้อมูลจะเริ่มค้นหาจากบัพที่เป็นราก โดยพิจารณาค่า x ของข้อมูลนำเข้าว่ามากกว่าค่า x ของบัพรากหรือไม่ ถ้ามากกว่าก็จะค้นหาต่อไปจากบัพลูกทางขวาแต่ถ้าน้อยกว่าก็จะไปค้นจากบัพทางซ้าย ในการค้นหาข้อมูลในต้นไม้ระดับถัดไปจะพิจารณาจากค่าในระนาบ y แทน ถ้าค่า y ของข้อมูลที่ต้องการค้นมากกว่าค่า y ในบัพที่ค้นอยู่ก็จะไปหาต่อในบัพลูกทางขวาแต่ถ้าน้อยกว่าก็จะค้นในบัพทางซ้ายแทน การค้นหาข้อมูลในต้นไม้เคดีก็จะดำเนินการด้วยวิธีเช่นนี้โดยสลับการพิจารณาค่าจากระนาบ x กับ y สลับกันไปในแต่ละระดับ และจะแสดงค่าของบัพนั้นถ้าพบข้อมูลตรงตามข้อมูลเข้าที่กำหนดเพื่อทำการค้นหา แต่ถ้าไม่พบข้อมูลที่ต้องการ ก็จะทำการค้นหาข้อมูลที่ใกล้เคียงที่สุดแทน ซึ่งการค้นหาข้อมูลที่ใกล้ที่สุด (Nearest neighbor algorithm) จะทำการค้นหาตามแนวลึก (Depth-first search) และในระหว่างการค้นหาจะเก็บค่าระยะห่างจากจุดที่ต้องการเอาไว้ ซึ่งระยะห่างนี้จะถูกปรับเมื่อเจอจุดที่ใกล้เคียงคำตอบมากกว่า การค้นหาจะเริ่มจากบัพราก โดยที่เริ่มต้นกำหนดระยะห่างจากจุดที่ต้องการไว้ที่ระยะอนันต์ (Infinity)

การค้นหาจุดใกล้เคียงเป้าหมายที่สุดจะพิจารณาว่าจะค้นหาไปทางซ้ายหรือขวาตามข้อมูลเข้าจากระนาบ x และ y เช่นเดียวกับการสร้างและค้นหาแบบปกติ และจะเรียกตัวเองซ้ำ (Recursive) โดยมีการปรับปรุงข้อมูลระยะห่างที่ใกล้จุดที่ต้องการเมื่อเจอจุดที่ใกล้กว่า แล้วจะคืนผลลัพธ์เป็นจุดที่มีระยะห่างจากข้อมูลเข้าน้อยที่สุดเป็นคำตอบ อาศัยคุณสมบัติของต้นไม้เคดี การค้นหาจุดที่ใกล้เคียงที่สุดโดยใช้โครงร้างข้อมูลนี้ไม่จำเป็นต้องค้นหาครบทุกจุดในต้นไม้ การค้นหาจะค้นตามแนวลึกตามข้อมูลเข้าว่าจะตัดสินใจค้นหาไปทางซ้ายหรือขวา จุดที่ใกล้เคียงคำตอบที่สุดจะอยู่ในบริเวณใกล้กับบัพสุดท้ายที่ทำการค้นหา การย้อนรอยกลับไปในกรณีที่ไม่เจอจุดที่ตรงกับคำตอบที่ต้องการจะทำให้พบจุดที่ใกล้เคียงคำตอบมากที่สุด ทั้งนี้เพราะในขั้นตอนวิธีการค้นหาได้มีการเก็บระยะห่างที่น้อยที่สุดเอาไว้ด้วย ขั้นตอนวิธีในการค้นหาข้อมูลใกล้เคียงที่สุดในโครงสร้างต้นไม้เคดีแสดงไว้ดังรูปที่ 2.8

Algorithm:	Nearest Neighbour in a *k*d-tree
Input:	**kd**, of type **kdtree** **target**, of type **domain vector** **hr**, of type **hyperrectangle** **max-dist-sqd**, of type **float**
Output:	**nearest**, of type **exemplar** **dist-sqd**, of type **float**
Pre:	*Is-legal-kdtree*(**kd**)
Post:	Informally, the postcondition is that **nearest** is a nearest exemplar to **target** which also lies both within the hyperrectangle **hr** and within distance $\sqrt{\textbf{max-dist-sqd}}$ of **target**. $\sqrt{\textbf{dist-sqd}}$ is the distance of this nearest point. If there is no such point then **dist-sqd** contains infinity.
Code:	
1.	if **kd** is empty then set **dist-sqd** to infinity and exit.
2.	**s** := **split** field of **kd**
3.	**pivot** := **dom-elt** field of **kd**
4.	Cut **hr** into two sub-hyperrectangles **left-hr** and **right-hr**. The cut plane is through **pivot** and perpendicular to the **s** dimension.
5.	**target-in-left** := $\textbf{target}_{\textbf{s}} \leq \textbf{pivot}_{\textbf{s}}$
6.	if **target-in-left** then
6.1	**nearer-kd** := **left** field of **kd** and **nearer-hr** := **left-hr**
6.2	**further-kd** := **right** field of **kd** and **further-hr** := **right-hr**
7.	if **not target-in-left** then
7.1	**nearer-kd** := **right** field of **kd** and **nearer-hr** := **right-hr**
7.2	**further-kd** := **left** field of **kd** and **further-hr** := **left-hr**
8.	Recursively call **Nearest Neighbour** with parameters (**nearer-kd**,**target**, **nearer-hr**,**max-dist-sqd**), storing the results in **nearest** and **dist-sqd**
9.	**max-dist-sqd** := minimum of **max-dist-sqd** and **dist-sqd**
10.	A nearer point could only lie in **further-kd** if there were some part of **further-hr** within distance $\sqrt{\textbf{max-dist-sqd}}$ of **target**. if this is the case then
10.1	if $(\textbf{pivot} - \textbf{target})^2 < \textbf{dist-sqd}$ then
10.1.1	**nearest** := (**pivot**, **range-elt** field of **kd**)
10.1.2	**dist-sqd** := $(\textbf{pivot} - \textbf{target})^2$
10.1.3	**max-dist-sqd** := **dist-sqd**
10.2	Recursively call **Nearest Neighbour** with parameters (**further-kd**,**target**, **further-hr**,**max-dist-sqd**), storing the results in **temp-nearest** and **temp-dist-sqd**
10.3	If **temp-dist-sqd** < **dist-sqd** then
10.3.1	**nearest** := **temp-nearest** and **dist-sqd** := **temp-dist-sqd**
Proof:	Outlined in text

รูปที่ 2. 8 แสดงอัลกอริทึมในการค้นหาจุดใกล้สุดด้วยอัลกอริทึมต้นไม้เคดี

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 การออกแบบและพัฒนาระบบจีไอเอสโดยแสดงผลผ่านเว็บเบราว์เซอร์, นายจักรรัตน์ สีนตุพงษ์และนายฉัตรชัย สินธพ [14]

โครงงานนี้ได้ทำการพัฒนาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยประยุกต์ให้สามารถทำงานบนอินเทอร์เน็ต ใช้เทคโนโลยีเปิด และมีการแสดงรูปแผนที่เป็นลักษณะเวกเตอร์ ซึ่งระบบได้นำมูลเข้าจากเชบไฟล์ (Shapefile) ซึ่งเป็นไฟล์ที่เก็บข้อมูลทางภูมิศาสตร์ ผลจากการนำเข้าของข้อมูลทางภูมิศาสตร์จะเก็บอยู่ในระบบฐานข้อมูล และมีการสร้างเอกสารเอสวีจีจากระบบฐานข้อมูลเพื่อการแสดงผลข้อมูลเป็นรูปแผนที่ ตามพื้นที่หรือเงื่อนไขที่ผู้ใช้งานต้องการ งานวิจัยนี้ผู้วิจัยนำมาใช้เป็นต้นแบบในการพัฒนาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และได้นำระบบฐานข้อมูลที่ได้จากโครงงานนี้มาใช้ในการพัฒนาระบบด้วย

2.2.2 การออกแบบและพัฒนาระบบจีไอเอสเพื่อสนับสนุนงานทางด้านการขนส่ง, นายสรวงศ์ ดาราราช นายสิโรจน์ ชัยวัฒนพงศ์และนายอัครา ปกรณ์ศิริ [15]

โครงงานนี้ได้ทำการพัฒนาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยได้นำแนวคิดมาจาก [1] เพื่อนำระบบจีไอเอสมาช่วยในการขนส่ง โดยได้เพิ่มความสามารถของระบบจีไอเอสให้มีการบันทึกสถานที่สำคัญ เช่น บ้านของลูกค้า เป็นต้น และสามารถค้นหาสถานที่สำคัญที่ได้ทำการบันทึกไว้ได้เพื่อเป็นการค้นหาเส้นทางในการเดินทาง งานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้นำแนวคิดในเรื่องของการบันทึกสถานที่ การค้นหา สถานที่สำคัญที่ได้ทำการบันทึกภายหลังมาพัฒนาระบบด้วย

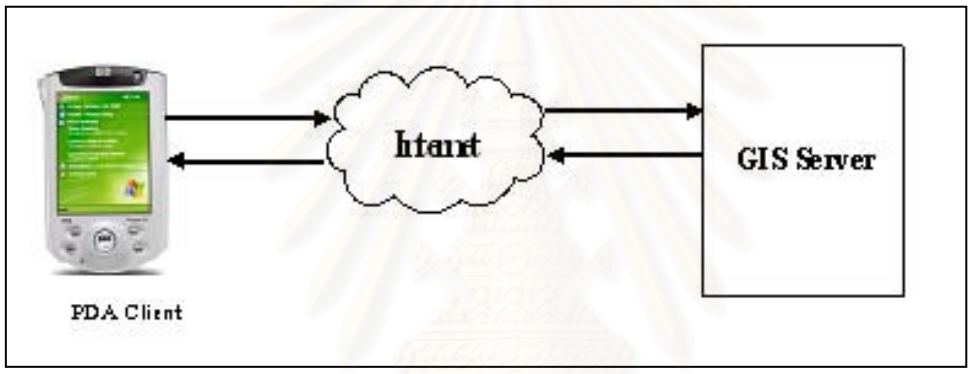
2.2.3 Web Services for generating SVG Tiny Maps on Mobile Phones, Ilya Zaslavsky, Ashraf Memon. OpenSVG, 2004 [16]

งานวิจัยนี้ทำการพัฒนาเว็บเซอร์วิสเพื่อทำการสร้างแผนที่ในรูปของเอกสาร SVG Tiny บนโทรศัพท์มือถือ โดยงานวิจัยนี้ได้การร่วมมือจาก ESRI (Environmental Systems Research Institute) ในการสนับสนุนเรื่อง ArcIMS (Arc Internet Map Server) ซึ่งเป็นเครื่องแม่ข่ายที่ให้บริการเกี่ยวกับข้อมูลทางด้านแผนที่ งานวิจัยนี้ได้แสดงวิธีการให้บริการผ่านเว็บเซอร์วิสและการปรับปรุงขนาดของเอกสารเอสวีจีและความเร็วในการแสดงเอกสารเอสวีจี งานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้นำแนวคิดในเรื่องการให้บริการผ่านเว็บเซอร์วิสมาช่วยในการพัฒนาระบบ

บทที่ 3
การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

3.1 การวิเคราะห์ระบบ

ระบบผู้นำทางบนเครื่องพีดีเอนี้ได้มีการติดต่อกับเครื่องแม่ข่ายที่มีฐานข้อมูลทางภูมิศาสตร์เก็บไว้เพื่อนำข้อมูลทางภูมิศาสตร์มาใช้ในการสร้างแผนที่ ผ่านระบบอินเทอร์เน็ต (Internet)ด้วยเทคโนโลยีเว็บเซอร์วิส โดยผู้ใช้จะใช้ระบบผู้นำทางจะเรียกใช้ผ่านทางแอพพลิเคชันที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น เพื่อทำการติดต่อกับเครื่องแม่ข่ายในการค้นหาข้อมูลทางภูมิศาสตร์ที่ต้องการดังแสดงไว้ดังรูปที่ 3.1 ในการพัฒนาระบบผู้นำทางผู้วิจัยได้ออกแบบระบบเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนเครื่องพีดีเอและส่วนของเครื่องแม่ข่ายจีไอเอส



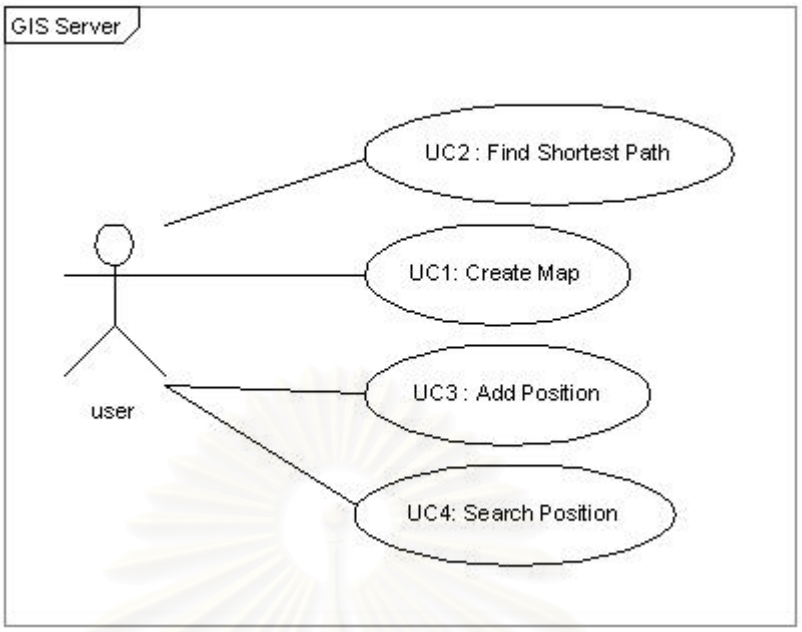
รูปที่ 3.1 แสดงแนวคิดพื้นฐานในการพัฒนาระบบผู้นำทาง

3.1.1 **ส่วนแม่ข่ายจีไอเอส** (GIS Server)

ส่วนแม่ข่ายจีไอเอสจะมีระบบฐานข้อมูลที่เก็บข้อมูลทางด้านภูมิศาสตร์ไว้และมีเว็บเซอร์วิส (Web Service) ทำหน้าที่รับคำร้องขอจากส่วนลูกข่ายมาบนเครื่องแม่ข่าย โดยเซอร์วิสที่ให้บริการแก่เครื่องลูกข่ายประกอบด้วย

- การสร้างแผนที่
- ค้นหาเส้นทางสั้นสุด
- บันทึกสถานที่
- ค้นหาสถานที่

ซึ่งจะแสดงไว้ดังรูปที่ 3.2 และตารางที่ 3.1-3.4 จะเป็นรายละเอียดการทำงานของแต่ละเซอร์วิสของรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แสดงเว็บเซอร์วิสที่มีอยู่บนเครื่องแม่ข่าย

ตารางที่ 3.1 รายละเอียดประกอบยูสเคส CreateMap

Usecase name : Create Map
Primary Actor : User
Stake-Holder and Interests: ผู้ใช้โปรแกรม - สร้างแผนที่ตามคำร้องขอของผู้ใช้งาน
Brief Description: ยูสเคสนี้อธิบายการทำงานของฟังก์ชันการสร้างแผนที่เมื่อผู้ใช้ส่งคำร้องขอ
Trigger : เมื่อผู้ใช้ส่งคำร้องขอการสร้างแผนที่
Normal flow of events: 1. ผู้ใช้ทำการกำหนดขอบเขตของแผนที่ที่ต้องการ 2. ผู้ใช้ทำการเลือกชั้นข้อมูลที่ต้องการ 3. ผู้ใช้ยืนยันการสร้างแผนที่เพื่อส่ง ข้อมูลที่ผู้ใช้ได้ทำการกำหนดไปยังเครื่องแม่ข่าย 4. ระบบค้นหาข้อมูลตามที่ผู้ใช้กำหนด 5. ระบบส่งข้อมูลกลับไปให้ผู้ใช้
Alternate/Exceptional Flow: 3a) ถ้าผู้ใช้ยกเลิก : ระบบจะทำไม่ส่งคำร้องขอไปยังเครื่องแม่ข่ายและแอพพลิเคชันจะกลับสู่หน้าฟอร์มหลัก 4a) ถ้าค้นไม่พบข้อมูล : ระบบจะแจ้งกับผู้ใช้ว่าไม่พบข้อมูลในขอบเขตที่ผู้ใช้ร้องขอและให้ผู้ใช้กำหนด

ตารางที่ 3.2 รายละเอียดประกอบยูสเคส Find Shortest Path

Use Case Name: Find Shortest Path
Primary actor: user
Stake-holder and Interest: ผู้ใช้โปรแกรม - ค้นหาเส้นทางสั้นสุด
Brief Description: ยูสเคสนี้อธิบายการทำงานในการค้นหาเส้นทางสั้นที่สุด
Trigger : ผู้ใช้กำหนดตำแหน่งต้นทางและปลายทาง และกดปุ่มค้นหาเส้นทางจาก เครื่องลูกข่าย
Normal flow of events: 1. ผู้ใช้กำหนดตำแหน่งต้นทางและปลายทางจากแผนที่ 2. กดปุ่มค้นหาเส้นทางสั้นสุด เพื่อส่งค่ามายังแม่ข่าย 3. ระบบทำการประมวลผล 4. ระบบส่งข้อมูลเส้นทางสั้นสุดกลับไปให้ผู้ใช้
Alternate/exceptional flows: 1a) ผู้ใช้ไม่กำหนดตำแหน่งต้นทางหรือตำแหน่งปลายทาง : ระบบแจ้งเตือนแกผู้ใช้เพื่อให้ทำการกำหนดตำแหน่งต้นทางหรือปลายทาง ก่อนส่งค่ามายังเครื่องแม่ข่าย 2a) ถ้าผู้ใช้ไม่กดปุ่มค้นหาเส้นทางสั้นสุด : ระบบก็จะไม่ทำการค้นหาเส้นทางให้กับผู้ใช้

ตารางที่ 3.3 รายละเอียดประกอบยูสเคส Add Position

Use Case Name: Add Position
Primary actor: user
Stake-holder and Interest: ผู้ใช้โปรแกรม - บันทึกสถานที่ ที่ผู้ใช้ต้องการในฐานข้อมูล
Brief Description: ยูสเคสนี้อธิบายการทำงานในการบันทึกสถานที่ที่ผู้ใช้ต้องการลงในฐานข้อมูล
Trigger : ผู้ใช้กำหนดตำแหน่งและข้อมูลต่างๆ จากเครื่องลูกข่ายและกดปุ่มบันทึก
Normal flow of events: 1. ผู้ใช้คลิกที่แผนที่บนชั้นข้อมูลที่เป็นเขตของพื้นที่ 2. ทำการคลิกปุ่ม เพิ่มสถานที่ เพื่อเป็นการเรียกฟอร์มรับข้อมูล 3. ใส่รายละเอียดข้อมูล ณ ตำแหน่งที่ได้คลิก 4. กดปุ่มบันทึก เพื่อส่งข้อมูลมายังเครื่อง แม่ข่ายเพื่อบันทึกลงฐานข้อมูล
Alternate/exceptional flows: 2a) ผู้ใช้คลิกปุ่มเพิ่มสถานที่โดยยังไม่ได้กำหนดสถานที่ที่ต้องการเพิ่ม : ระบบจะทำการแจ้งเตือน

ตารางที่ 3.3 รายละเอียดประกอบยูสเคส Add Position (ต่อ)

แก่ผู้ใช้ให้ทำการกำหนดเลือกสถานที่ที่จะต้องการเพิ่มก่อน 4a) ระบบไม่สามารถบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูลได้สำเร็จ : ระบบจะแจ้งกลับมายังผู้ใช้ เพื่อให้ผู้ใช้กดปุ่มบันทึกข้อมูลอีกครั้ง

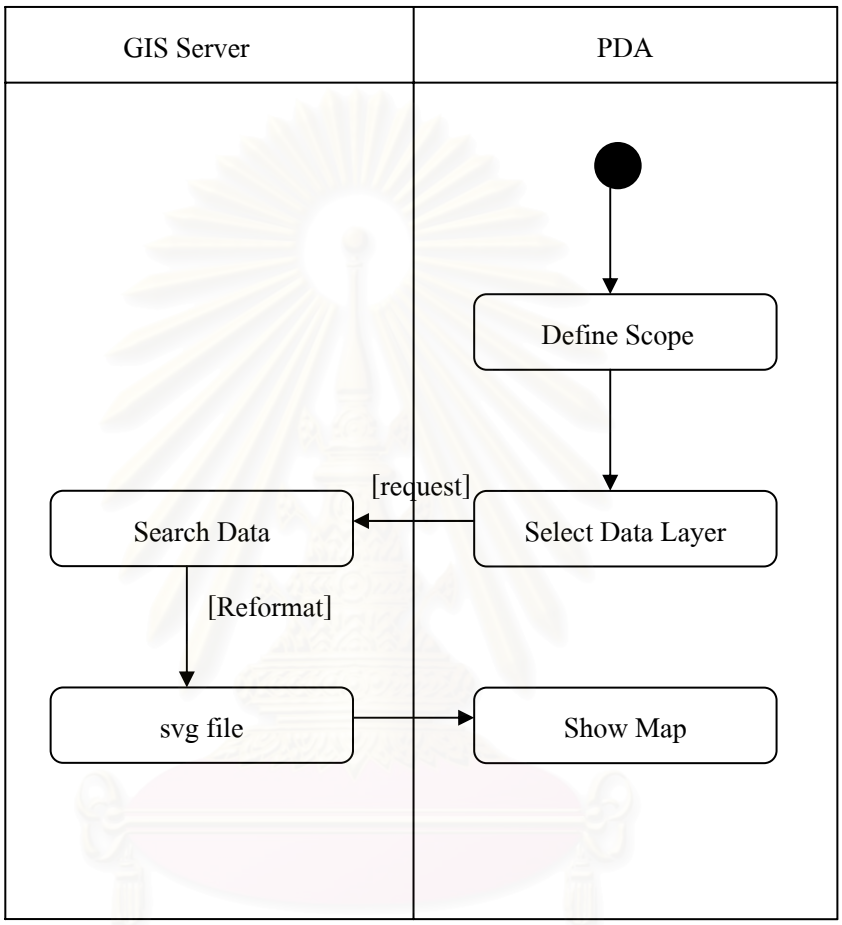
ตารางที่ 3.4 รายละเอียดประกอบยูสเคส Search Position

Use Case Name: Search Position
Primary actor: user
Stake-holder and Interest: ผู้ใช้โปรแกรม - ต้องการค้นหาสถานที่สำคัญ
Brief Description: ยูสเคสนี้อธิบายการทำงานของเมธอทของการค้นหาสถานที่ที่ผู้ใช้ต้องการ
Trigger : เมื่อผู้ใช้กดปุ่มค้นหา
Normal flow of events: 1. ผู้ใช้เลือกรูปแบบในการค้นหา • ค้นหาตามชื่อ สถานที่ • ค้นหาแบบพิกัด ยูทีเอ็ม (UTM) 2. แม่ข่ายทำการค้นหาในฐานข้อมูล 3. แสดงผลการค้นหา
Alternate/exceptional flows: 3a) ถ้าระบบค้นหาสถานที่ไม่พบ จากการค้นหาตามชื่อ : ระบบจะแจ้งแก่ผู้ใช้ว่าไม่พบสถานที่ที่ต้องการค้นหา 3b) ถ้าระบบค้นหาสถานที่ไม่พบ จากการค้นหาแบบพิกัดยูทีเอ็ม : ระบบจะทำการค้นหาตำแหน่งใกล้เคียงที่สุด ของพิกัดที่ผู้ใช้ต้องการค้นหา

3.1.1.1 **กระบวนการการสร้างแผนที่**

ในการสร้างแผนที่ ผู้ใช้จะต้องทำการกำหนดขอบเขตของแผนที่ ซึ่งผู้ใช้ทำการเลือกว่าขอบเขตของข้อมูลนั้นจะต้องการระดับไหน ซึ่งระบบนี้ได้กำหนดขอบเขตไว้ 3 ระดับคือ ระดับจังหวัด ระดับอำเภอ ระดับตำบล หลังจากกำหนดขอบเขตเสร็จแล้ว จึงค่อยทำการเลือก ชั้นข้อมูลที่ต้องการว่าจะต้องการชั้นข้อมูลใดบ้าง ซึ่งในระบบมีชั้นข้อมูลให้เลือก ดังนี้ คือ ถนน แม่น้ำ สถานที่สำคัญ สถานที่ที่ผู้ใช้บันทึก เมื่อผู้ใช้ทำการเลือกข้อมูลเสร็จแล้วก็จะส่งต่อไปยังเครื่องแม่ข่ายจีไอเอส ผ่านทาง เว็บเซอร์วิส แม่ข่ายจีไอเอสก็จะทำการค้นหาข้อมูลที่ผู้ใช้ส่งมาเพื่อนำไปสร้างเป็นเอกสารเอสวีจี (SVG File) เมื่อได้เอกสารเอสวีจี แม่ข่ายจีไอเอสจะส่งข้อความที่อยู่ใน

เอกสารเอสวีจีไปยังเครื่องพีดีเอของผู้ใช้ เมื่อเครื่องพีดีเอของผู้ใช้ได้รับข้อความจากเครื่องแม่ข่ายแล้วก็จะทำการบันทึกข้อความลงในเอกสารเอสวีจีที่ฝั่งพีดีเอและเมื่อบันทึกเอกสารเอสวีจีเรียบร้อยแล้ว อีเอสวีจีคอนโทรล (ESVG Control) ก็จะทำการอ่านเอกสารเอสวีจีที่ได้ขึ้นมาเป็นแผนที่ ที่ผู้ใช้ร้องขอไป กระบวนการการสร้างแผนที่จะแสดงดังรูปที่ 3.3

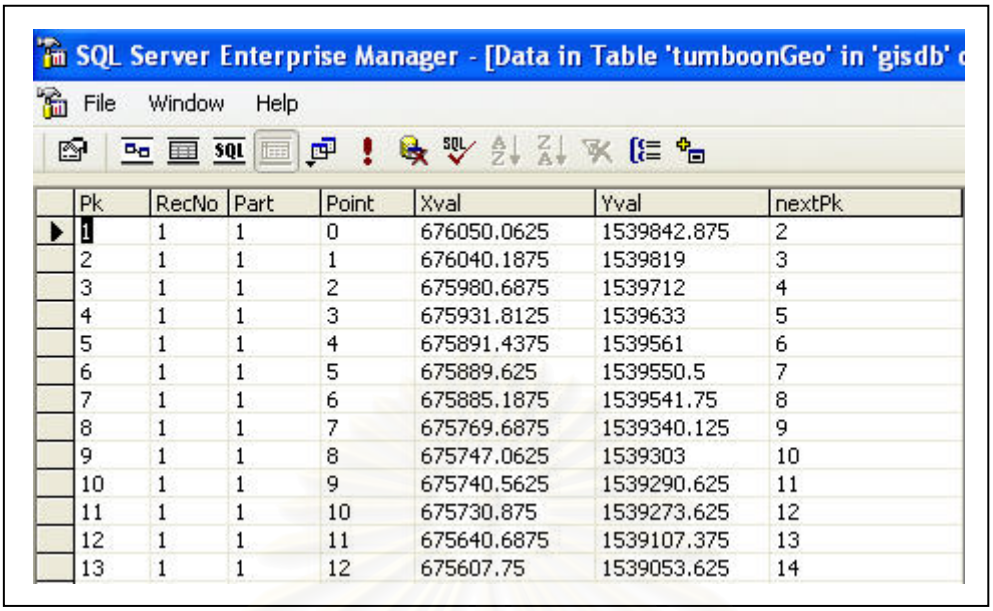


รูปที่ 3.3 แผนภาพแอคทิวิตีแสดงกระบวนการสร้างแผนที่

ส่วนประกอบของแผนที่ที่ระบบสร้างนั้นจะอยู่ในรูปของเอกสารเอสวีจี โดยชั้นข้อมูลแต่ละชั้นของแผนที่ขึ้นกับการเลือกของผู้ใช้ ในตอนแรกของการสร้างแผนที่ว่าจะให้มีข้อมูลในชั้นข้อมูลในบ้าง โดยแผนที่สามารถวางซ้อนทับกันของข้อมูลในแต่ละชั้นได้ โดยในแผนที่ที่ระบบสร้างนี้จะใช้แท็ก (tag) <g> ในการแบ่งชั้นข้อมูล โดยในแต่ละชั้นข้อมูลจะมี id เพื่อบอกชื่อชั้นข้อมูลเอาไว้

- ชั้นข้อมูลตำบล

ชั้นข้อมูลตำบลหรืออำเภอ จะเป็นลักษณะพาธปิดหรือเป็นรูปทรงโพลีกอน (polygon) ก็คือภายในแอตทิบิวต์ d จะมี Z เพื่อบอกว่าเป็นพาธปิด โดยข้อมูลโครงสร้างของพาธนี้จะได้จากค่า xval, yval ของตาราง TamboonGeo ดังรูปที่ 3.4



Pk	RecNo	Part	Point	Xval	Yval	nextPk
1	1	1	0	676050.0625	1539842.875	2
2	1	1	1	676040.1875	1539819	3
3	1	1	2	675980.6875	1539712	4
4	1	1	3	675931.8125	1539633	5
5	1	1	4	675891.4375	1539561	6
6	1	1	5	675889.625	1539550.5	7
7	1	1	6	675885.1875	1539541.75	8
8	1	1	7	675769.6875	1539340.125	9
9	1	1	8	675747.0625	1539303	10
10	1	1	9	675740.5625	1539290.625	11
11	1	1	10	675730.875	1539273.625	12
12	1	1	11	675640.6875	1539107.375	13
13	1	1	12	675607.75	1539053.625	14

รูปที่ 3.4 แสดงข้อมูลตาราง TumboonGeo

ด้านล่างนี้เป็นตัวอย่างพาธตำบลที่ระบบสร้างได้

<path id=" 79" d=" M 663555.8125,1520997.625 L663537.625,1520842.5 L663529.75,1520775 L663523.5625,1520722.375 L663521.8125,1520708.25 L663510.75,1520619.75 L663506.9375,1520582.125 L663491,1520549.625 L663488,1520542.875 L663464.8125,1520490 L663416.125,1520378.875 L663354.6875,1520238.75 L663334.1875,1520191.5 L663280.6875,1520068.5 L663241.375,1519978.125 L663234.5625,1519957.5 L663225,1519929 L663218.375,1519915.75 L663207.6875,1519892.375 L663197.5,1519878.75 L663177.625,1519855.875 L663137.375,1519814.75 L663122.3125,1519804.25 L662963.3125,1519924.125 L662947.3125,1519928.5 L662969.4375,1520023.25 z " style="stroke:pink;fill:pink;fill-opacity:0.5" />

โดย ค่า id จะบอกชื่อของพาธ

D เป็น ค่าคุณสมบัติของพาธ โดยมี M ย่อมาจากคำว่า Move to และ L ย่อมาจากคำว่า Line to ซึ่งค่าตัวเลขที่ตามหลัง ตัวอักษร M หรือ L จะเป็นค่าที่ได้จากฐานข้อมูลและ z จะทำการลากจากจุดปลายไปยังจุดต้นเพื่อทำการปิดพาธเส้นนี้ โดย style จะบอกถึงลักษณะที่พาธนี้จะ

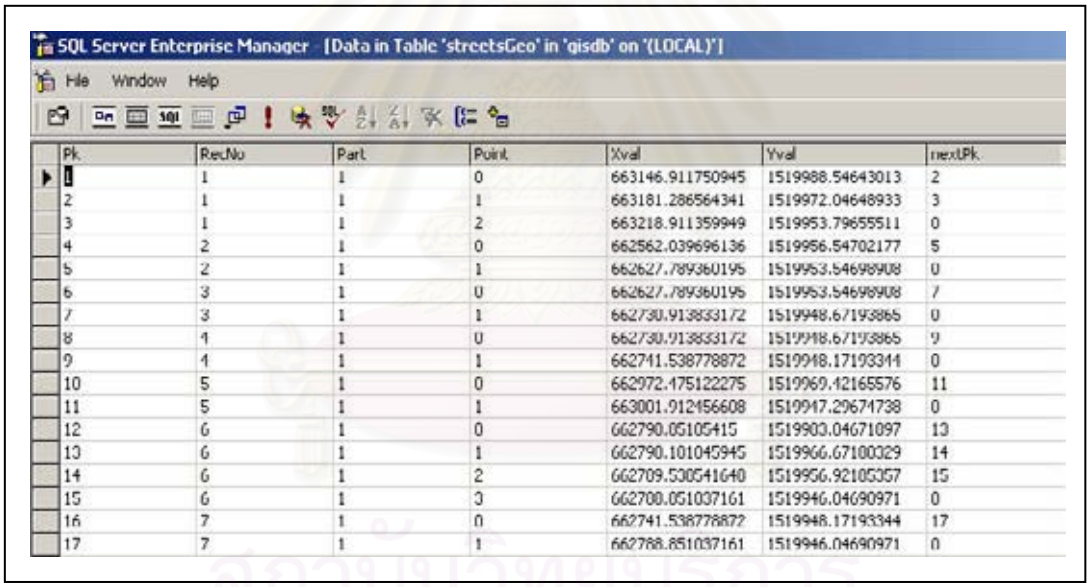
แสดงในภาพแผนที่ stoke:pink คือจะมีเส้นขอบเป็นสีชมพู fill: pink คือจะมีการเติมสีชมพูลงในขอบเขตของพาธนี้ และ fill-opcacity:0.5 โดยสีที่เติมนั้นจะมีความโปรงใส เท่ากับ 0.5

- ชั้นข้อมูลถนน

  ชั้นข้อมูลถนนจะมีพาธ เป็นลักษณะเปิดซึ่งจะไม่มี ค่า z ในพาธ ดังตัวอย่างนี้

```
<path id="street15" d=" M 662972.475122275,1519969.42165576 L662960.975145123,1519921.04691164 " stroke="gray" fill="none" stroke-width="2" />
```

ชั้นข้อมูลถนนนี้จะมี stroke=gray นั้นคือชั้นข้อมูลถนนนี้จะมีเส้นขอบสีเท่า fill=none คือไม่มีสีเติมในขอบเขตของพาธและstroke-width คือ ความหนาของพาธเท่ากับ 2
โดยข้อมูลของชั้นข้อมูลถนนนี้จะได้มาจากค่า xval และ yval ของตาราง StreetGeo ซึ่งจะมีข้อมูลต่างๆ ดังรูปที่ 3. 5



Pk	RecNo	Part	Point	Xval	Yval	nextPk
1	1	1	0	663146.911750945	1519988.54643013	2
2	1	1	1	663181.286564341	1519972.04648933	3
3	1	1	2	663218.911359949	1519953.79655511	0
4	2	1	0	662562.039696136	1519956.54702177	5
5	2	1	1	662627.789360195	1519953.54698908	0
6	3	1	0	662627.789360195	1519953.54698908	7
7	3	1	1	662730.913833172	1519948.67193865	0
8	4	1	0	662730.913833172	1519948.67193865	9
9	4	1	1	662741.538778872	1519948.17193344	0
10	5	1	0	662972.475122275	1519969.42165576	11
11	5	1	1	663001.912456608	1519947.29674738	0
12	6	1	0	662790.051055415	1519903.04671097	13
13	6	1	1	662790.101045945	1519966.67180329	14
14	6	1	2	662709.530541640	1519956.92105357	15
15	6	1	3	662700.051037161	1519946.04690971	0
16	7	1	0	662741.538778872	1519948.17193344	17
17	7	1	1	662788.851037161	1519946.04690971	0

รูปที่ 3.5 โครงสร้างและข้อมูลของตารางStreetsGeo

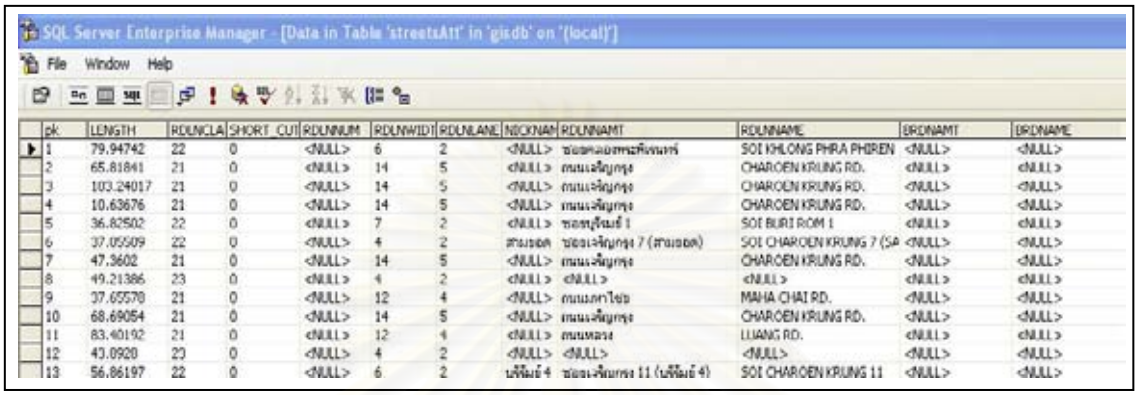
- ชั้นข้อมูลชื่อถนน

  ชั้นข้อมูลของชื่อถนนนี้จะอยู่ภายในแท็ก <textpath> โดยแท็กนี้จะมีการอ้างอิงไปยังพาธที่จะให้ข้อความไปแสดงอยู่ด้วย โดยใช้ xlink:href และตามด้วยชื่อพาธ ซึ่งข้อความจะไปแสดงบนพาธที่เราต้องการ แสดงดังตัวอย่างนี้

```
<textPath xlink:href="#street15">ถนนเจริญกรุง</textPath>
```

จากตัวอย่างนี้ ข้อความที่จะแสดงคือ คำว่า ถนนเจริญกรุง โดยข้อความนี้จะแสดงบนพาธที่ชื่อว่า street15

ข้อมูลของชื่อถนนนี้ได้จากคอลัมน์ RDLNNAMT ของตาราง StreetAtt โดยจะมีโครงสร้างตารางดังรูปที่ 3. 6



pk	LENGTH	RDLNCLA	SHORT_CUT	RDLNNUM	RDLNWIDT	RDLNLANE	NICKNAM	RDLNNAMT	RDLNNAME	ERDNAMT	ERDNAME
1	79.94742	22	0	<NULL>	6	2	<NULL>	ซอยคลองพระพิทยพงษ์	SOI KHLONG PHRA PHIREN	<NULL>	<NULL>
2	65.81841	21	0	<NULL>	14	5	<NULL>	ถนนเจริญกรุง	CHAROEN KRUNG RD.	<NULL>	<NULL>
3	103.24017	21	0	<NULL>	14	5	<NULL>	ถนนเจริญกรุง	CHAROEN KRUNG RD.	<NULL>	<NULL>
4	10.63676	21	0	<NULL>	14	5	<NULL>	ถนนเจริญกรุง	CHAROEN KRUNG RD.	<NULL>	<NULL>
5	36.82502	22	0	<NULL>	7	2	<NULL>	ซอยบุรีรมย์ 1	SOI BURI ROM 1	<NULL>	<NULL>
6	37.05509	22	0	<NULL>	4	2	สามยอด	ซอยเจริญกรุง 7 (สามยอด)	SOI CHAROEN KRUNG 7 (SA	<NULL>	<NULL>
7	47.3602	21	0	<NULL>	14	5	<NULL>	ถนนเจริญกรุง	CHAROEN KRUNG RD.	<NULL>	<NULL>
8	49.21386	23	0	<NULL>	4	2	<NULL>	<NULL>	<NULL>	<NULL>	<NULL>
9	37.65578	21	0	<NULL>	12	4	<NULL>	ถนนมหาไชย	MAHA CHAI RD.	<NULL>	<NULL>
10	68.69054	21	0	<NULL>	14	5	<NULL>	ถนนเจริญกรุง	CHAROEN KRUNG RD.	<NULL>	<NULL>
11	83.40192	21	0	<NULL>	12	4	<NULL>	ถนนหลวง	LUANG RD.	<NULL>	<NULL>
12	43.0920	23	0	<NULL>	4	2	<NULL>	<NULL>	<NULL>	<NULL>	<NULL>
13	56.86197	22	0	<NULL>	6	2	บรีรัมย์ 4	ซอยเจริญกรุง 11 (บรีรัมย์ 4)	SOI CHAROEN KRUNG 11	<NULL>	<NULL>

รูปที่ 3.6 แสดงข้อมูลตาราง StreetAtt

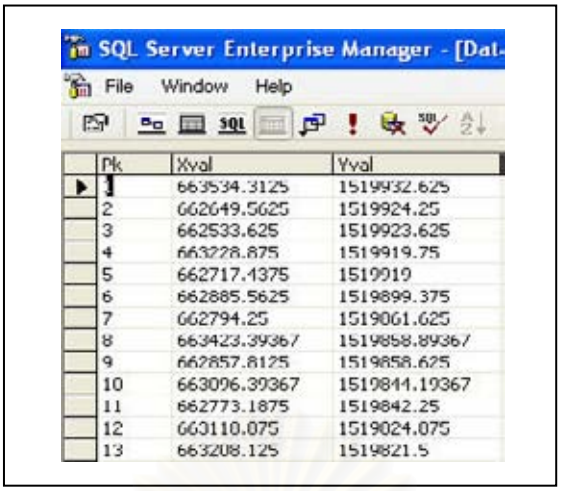
- ชั้นข้อมูลสถานที่สำคัญ

ชั้นข้อมูลสถานที่สำคัญนี้ จะใช้รูปวงกลมเป็นจุดอ้างอิงแทนแต่ละสถานที่ซึ่งรูปวงกลมนี้จะสร้างด้วยแท็ก <circle> โดยแต่ละสถานที่จะมีชื่อสถานที่ซึ่งชื่อสถานที่นี้จะอยู่ภายใต้แท็ก <text> ชั้นข้อมูลนี้จะแสดงดังตัวอย่างนี้

```
<circle id=" 4" cx=" 663228.875 " cy=" 1519919.75" r="5" fill=" yellow " />
   <text x="663228.875" y="1519919.75" font-family="Tahoma">กองบัญชาการกองปราบปรามสามยอด</text>
```

จากตัวอย่างนี้ วงกลมนี้จะแสดงที่พิกัดที่ 663228.875 ในแนวแกน x และ 1519919.75 ในแนวแกน y และมี รัศมีเท่ากับ 5 ซึ่งรัศมีของวงกลมนี้จะใช้แอตทริบิว r และวงกลมนี้มี สีเหลืองจากแอตทริบิว fill และที่วงกลมนี้เป็นจุดอ้างอิงให้กับ กองบัญชาการกองปราบปรามสามยอด โดยจะเริ่มแสดงตัวอักษรตัวแรกที่ตำแหน่ง x เท่ากับ 663228.875 และ y เท่ากับ 1519919.75 โดยรูปแบบข้อความที่แสดงนี้จะอยู่แบบตัวอักษร Tahoma

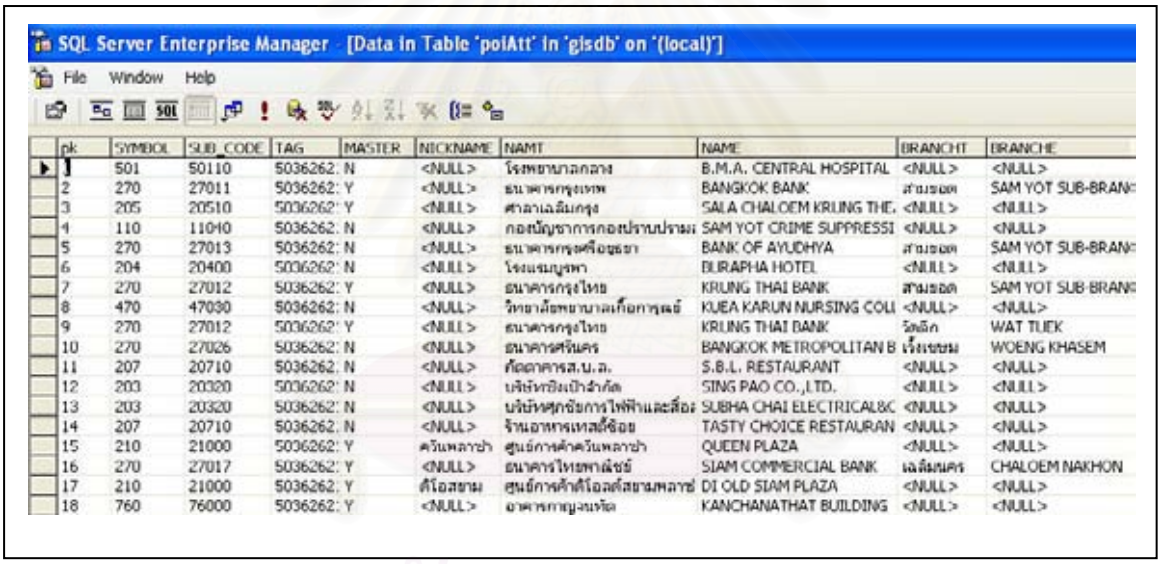
ข้อมูล cx และ cy ได้จากค่า xval และ yval ตามลำดับจากตาราง poiGeo ซึ่งแสดงไว้ดังรูปที่ 3. 7



Pk	Xval	Yval
1	663534.3125	1519932.625
2	662649.5625	1519924.25
3	662533.625	1519923.625
4	663228.875	1519919.75
5	662717.1375	1519919
6	662885.5625	1519899.375
7	662794.25	1519061.625
8	663423.39367	1519858.89367
9	662857.8125	1519858.625
10	663096.39367	1519841.19367
11	662773.1875	1519842.25
12	663110.075	1519024.075
13	663208.125	1519821.5

รูปที่ 3.7 แสดงข้อมูลของตาราง poiGeo

ส่วนข้อมูลของแต่ละสถานที่จะได้จากค่า NAMET ของตาราง poiAtt ซึ่งแสดงไว้ดังรูปที่ 3. 8



pk	SYMBOL	SUB_CODE	TAG	MASTER	NICKNAME	NAMT	NAME	BRANCHT	BRANCHE
1	501	50110	5036262: N		<NULL>	โรงพยาบาลกลาง	B.M.A. CENTRAL HOSPITAL	<NULL>	<NULL>
2	270	27011	5036262: Y		<NULL>	ธนาคารกรุงเทพ	BANGKOK BANK	สามยอด	SAM YOT SUB-BRANC
3	205	20510	5036262: Y		<NULL>	ศาลาเฉลิมกรุง	SALA CHALOEM KRUNG THE	<NULL>	<NULL>
4	110	11040	5036262: N		<NULL>	กองบัญชาการกองปราบปราม	SAM YOT CRIME SUPPRESSI	<NULL>	<NULL>
5	270	27013	5036262: N		<NULL>	ธนาคารกรุงศรีอยุธยา	BANK OF AYUDHYA	สามยอด	SAM YOT SUB-BRANC
6	204	20400	5036262: N		<NULL>	โรงแรมบูรพา	BURAPHA HOTEL	<NULL>	<NULL>
7	270	27012	5036262: Y		<NULL>	ธนาคารกรุงไทย	KRUNG THAI BANK	สามยอด	SAM YOT SUB-BRANC
8	470	47030	5036262: N		<NULL>	วิทยาลัยพยาบาลเกื้อการุณย์	KUEA KARUN NURSING COLI	<NULL>	<NULL>
9	270	27012	5036262: Y		<NULL>	ธนาคารกรุงไทย	KRUNG THAI BANK	วัดเลิก	WAT TLEK
10	270	27026	5036262: N		<NULL>	ธนาคารศรีนคร	BANGKOK METROPOLITAN B	เจริญเขษม	WOENG KHASEM
11	207	20710	5036262: N		<NULL>	ร้านอาหาร ส.บ.ส.	S.B.L. RESTAURANT	<NULL>	<NULL>
12	203	20320	5036262: N		<NULL>	บริษัทซิงเป้าจำกัด	SING PAO CO.,LTD.	<NULL>	<NULL>
13	203	20320	5036262: N		<NULL>	บริษัทศุภชัยการไฟฟ้าและสื่อส	SUBHA CHAI ELECTRICAL&C	<NULL>	<NULL>
14	207	20710	5036262: N		<NULL>	ร้านอาหารเทสตี้ช้อย	TASTY CHOICE RESTAURAN	<NULL>	<NULL>
15	210	21000	5036262: Y		ควีนพลาซ่า	ศูนย์การค้าควีนพลาซ่า	QUEEN PLAZA	<NULL>	<NULL>
16	270	27017	5036262: Y		<NULL>	ธนาคารไทยพาณิชย์	SIAM COMMERCIAL BANK	เฉลิมนคร	CHALOEM NAKHON
17	210	21000	5036262: Y		ดีโอสยาม	ศูนย์การค้าดีโอลด์สยามพลาซ่	DI OLD SIAM PLAZA	<NULL>	<NULL>
18	760	76000	5036262: Y		<NULL>	อาคารกาญจนทัต	KANCHANATHAT BUILDING	<NULL>	<NULL>

รูปที่ 3.8 แสดงข้อมูลของตาราง poiAtt

โดยภาพแผนที่ที่ระบบได้สร้างขึ้นนี้จะต้องอยู่ระหว่างแท็ก <svg>.....</svg> ซึ่งในแท็ก เอสวีจี จะต้องกำหนดแอตทริบิวดังต่อไปนี้คือ

Width กำหนดความกว้างในแสดงภาพ

Height กำหนดความสูงในการแสดงภาพ

Viewbox กำหนดช่วงของการแสดงภาพ โดยประกอบด้วย 4 ค่าคือ 1.ค่าเริ่มต้นในแนวแกน x 2.ค่าเริ่มต้นในแนวแกน y 3.ค่าความกว้างจากพิกัดเริ่มต้น และ4.ค่าความสูงจากพิกัดเริ่มต้น

โดยการกำหนดค่าต่างๆ นี้จะแสดงดังตัวอย่างนี้

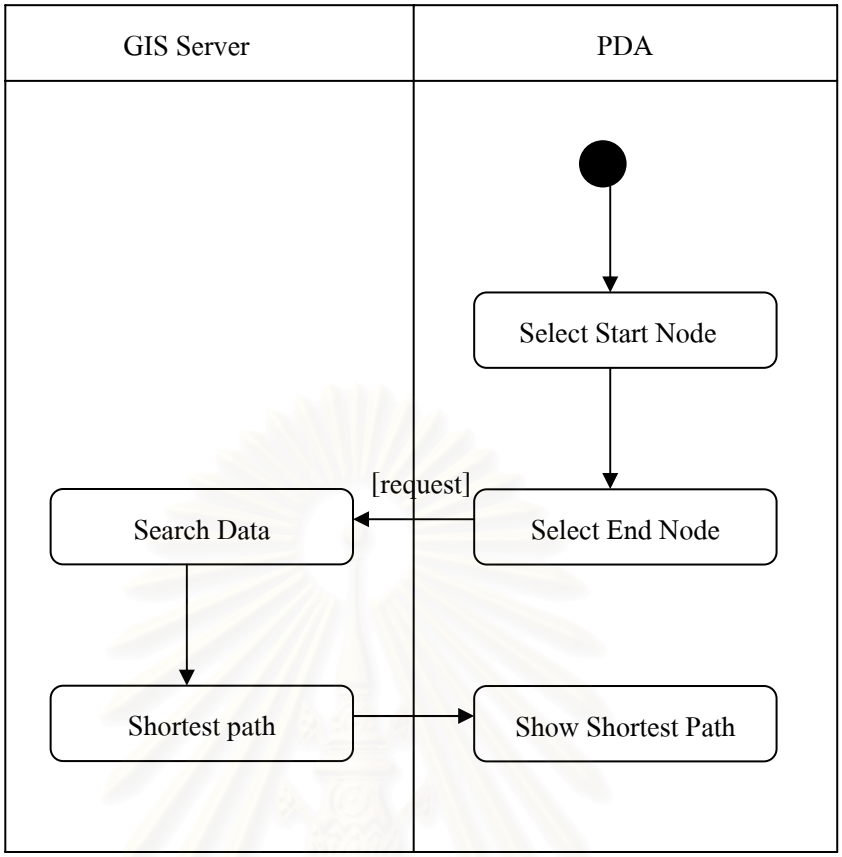
```
<svg width="240" height="320" viewBox="662868.3125 1518580.5 1126 1348" id=
"map1">
```

จากตัวอย่างที่แสดงด้านบนนี้ ได้ทำการกำหนดค่า viewbox คือ 662868.3125 1518580.5 1126 1348 โดย ค่าแรกนั้น คือ 662868.3125 ซึ่งเป็นเริ่มต้นในแนวแกน x 1518580.5 เป็นค่าเริ่มต้นในแนวแกน y 1126 คือ ความกว้างซึ่งจะเริ่มจากจุด 662868.3125 มา 1126 ส่วนค่าสุดท้ายคือ 1348 เป็นค่าความสูงซึ่งจะจะเริ่มจากจุด 1518580.5 มา 1348

3.1.1.2 กระบวนการการค้นหาเส้นทาง

ในการค้นหาเส้นทางนั้นผู้ใช้จะต้องกำหนดจุดต้นทางและปลายทาง ซึ่งในการกำหนดจุดต้นทางและปลายทางผู้วิจัยได้ทำสร้างจุดอ้างอิงที่อยู่ตามจุดตัดของถนน บนชั้นข้อมูลของถนน เพื่อให้ผู้ใช้ได้ทำการกำหนดจุดต้นทางและปลายทาง เนื่องจากการค้นหาเส้นทางจะใช้ข้อมูลในชั้นข้อมูลของถนนเท่านั้น ทำให้ต้องมีการสร้างจุดอ้างอิงขึ้น เมื่อผู้ใช้กำหนดจุดต้นทางและปลายทางเสร็จแล้วก็จะส่งค่า จุดต้นทางและปลายทางไปยังแม่ข่ายจีไอเอสเพื่อทำการค้นหาเส้นทางจากจุดต้นถึงจุดปลาย ซึ่งแม่ข่ายจีไอเอสใช้ดิจค์สตราอัลกอริทึม (Dijkstra's algorithm) ในการค้นหาเส้นทางสั้นสุด ในงานวิจัยนี้ได้กำหนดให้ถนนทุกเส้นมีลักษณะไปกลับได้ เมื่อเครื่องแม่ข่ายค้นหาเส้นทางเสร็จแล้ว ก็จะส่งกลับมายังเครื่องพีดีเอ เพื่อแสดงผลเส้นทางสั้นสุด กระบวนการค้นหาเส้นทางสั้นสุดแสดงไว้ดังรูป 3.9

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

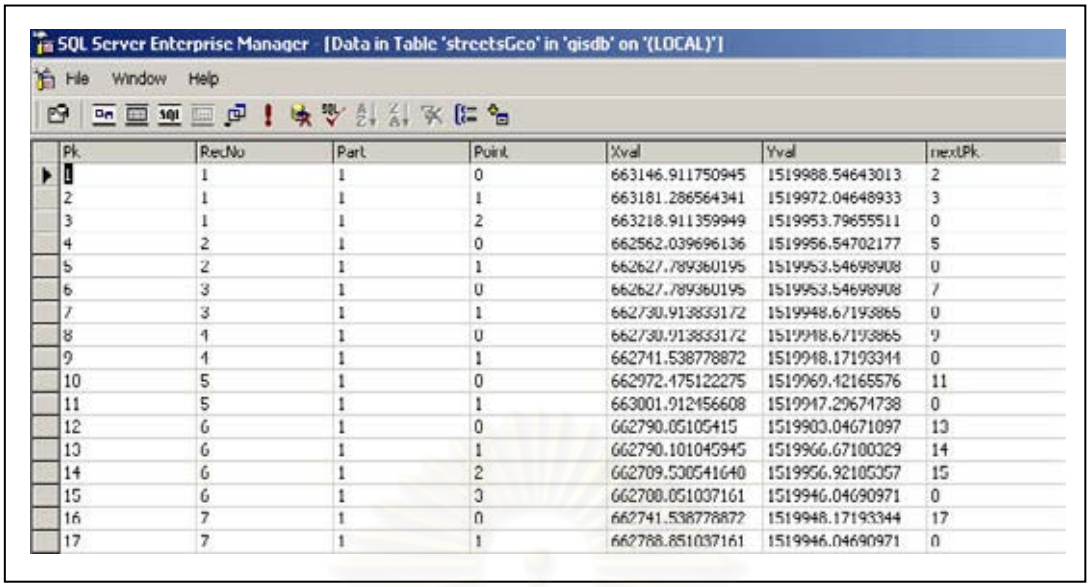


รูปที่ 3.9 แสดงภาพแอคทิวิตีแสดงกระบวนการค้นหาเส้นทางสั้นสุด

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง [14, 15] ได้ทำการออกแบบฐานข้อมูลและผู้วิจัยได้นำฐานข้อมูลนี้มาใช้และได้ทำการเพิ่มตารางดังนี้ คือ

1. ตาราง Node
2. ตาราง Edge

ซึ่งทั้ง 2 ตารางที่ผู้วิจัยได้สร้างเพิ่มขึ้นมาใหม่นี้ ได้จากการสังเคราะห์ข้อมูลเดิมที่มีอยู่แล้ว เพื่อใช้ในการทำงานในฟังก์ชันค้นหาเส้นทางสั้นสุด โดยต้องทำการจัดข้อมูลในชั้นข้อมูลของถนนที่มีอยู่ให้สามารถใช้กับดิจค์สตราอัลกอริทึมได้ ซึ่งในการค้นหาเส้นทางจำเป็นต้องใช้ข้อมูลของชั้นข้อมูลถนน โดยข้อมูลในชั้นข้อมูลของถนนประกอบด้วย 2 ตารางคือ ตาราง streetsgeo เป็นตารางที่เก็บข้อมูลเชิงพื้นที่เอาไว้และตาราง StreetsAtt จะเก็บข้อมูลเชิงบรรยายเอาไว้ตามการออกแบบจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง [14,15] ซึ่ง ตาราง StreetsGeo มีโครงสร้างตารางและข้อมูลดังรูป 3.10



Pk	RecNo	Part	Point	Xval	Yval	nextPk
1	1	1	0	663146.911750945	1519988.54643013	2
2	1	1	1	663181.286564341	1519972.04648933	3
3	1	1	2	663218.911359949	1519953.79655511	0
4	2	1	0	662562.039696136	1519956.54702177	5
5	2	1	1	662627.789360195	1519953.54698908	0
6	3	1	0	662627.789360195	1519953.54698908	7
7	3	1	1	662730.913833172	1519948.67193865	0
8	4	1	0	662730.913833172	1519948.67193865	9
9	4	1	1	662741.538778872	1519948.17193344	0
10	5	1	0	662972.475122275	1519969.42165576	11
11	5	1	1	663001.912456608	1519947.29674738	0
12	6	1	0	662790.05105415	1519903.04671097	13
13	6	1	1	662790.101045945	1519966.67100329	14
14	6	1	2	662709.530541640	1519956.92105357	15
15	6	1	3	662700.051037161	1519946.04690971	0
16	7	1	0	662741.538778872	1519948.17193344	17
17	7	1	1	662788.851037161	1519946.04690971	0

รูปที่ 3.10 แสดงโครงสร้างและข้อมูลของตารางStreetsGeo

รายละเอียดของข้อมูลต่างๆ ในตาราง streetgeo มีดังต่อไปนี้

Pk แสดงข้อมูลที่เป็นเอกลักษณ์ (identity) ของจุดดังกล่าว

RecNo แสดงข้อมูลที่ว่าบอกจุดดังกล่าวเป็นส่วนประกอบของถนนเส้นใด

Part แสดงข้อมูลที่บอกว่าถนนดังกล่าวเป็นส่วนประกอบย่อยของ polyline หรือ polygone ใด

Point แสดงข้อมูลของลำดับของถนนดังกล่าว ซึ่งมีการเริ่มต้นที่ 0

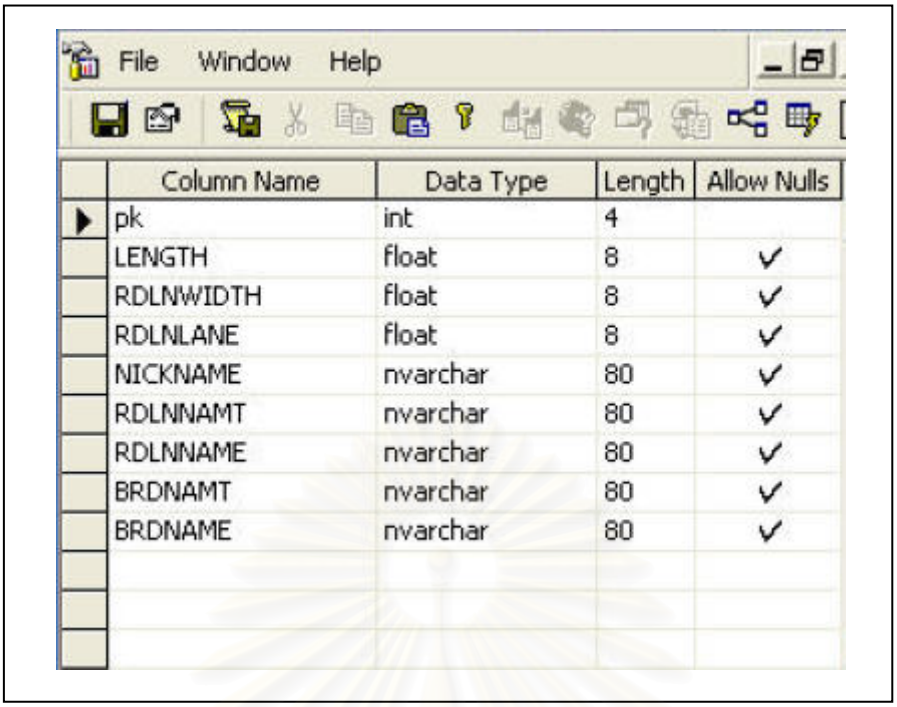
Xval_ แสดงข้อมูลของตำแหน่งในแนวแกน X

Yval แสดงข้อมูลของตำแหน่งในแนวแกน Y

nextPk แสดงข้อมูลของจุดต่อไปจากจุดดังกล่าว ซึ่งถ้าค่าเท่ากับ 0 หมายความว่าส่วนประกอบของข้อมูลเส้นนั้นสิ้นสุด

โดยตาราง StreetAtt จะมีโครงสร้างดังรูปที่ 3.11

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



Column Name	Data Type	Length	Allow Nulls
pk	int	4	
LENGTH	float	8	✓
RDLNWIDTH	float	8	✓
RDLNLANE	float	8	✓
NICKNAME	nvarchar	80	✓
RDLNNAMT	nvarchar	80	✓
RDLNNAME	nvarchar	80	✓
BRDNAMT	nvarchar	80	✓
BRDNAME	nvarchar	80	✓

รูปที่ 3.11 แสดงโครงสร้างของตาราง StreetAtt

โดยรายละเอียดของข้อมูลต่างๆ ในตาราง StreetsAtt มีดังต่อไปนี้

Pk แสดงข้อมูลที่เป็น Identity ของถนนสายดังกล่าว

Length แสดงข้อมูลความยาวของถนนสายดังกล่าว

RDLNWidth แสดงข้อมูลความกว้างของถนนดังกล่าว

RDLNLANE แสดงข้อมูลจำนวนช่องทางการเดินรถของถนนสายดังกล่าว

NickName แสดงข้อมูลของชื่อทั่วไปที่เป็นภาษาไทยของถนนสายดังกล่าว

RDLNNameT แสดงข้อมูลของชื่อที่เป็นภาษาไทยของถนนสายดังกล่าว

RDLNNameE แสดงข้อมูลของชื่อที่เป็นภาษาอังกฤษของถนนสายดังกล่าว

BRDNamT แสดงข้อมูลของชื่อที่เป็นภาษาไทยของสะพานบนถนนสายดังกล่าว

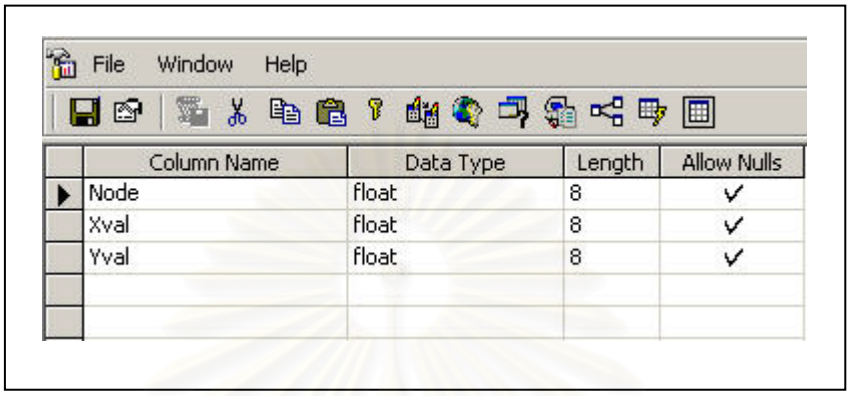
BRDNamE แสดงข้อมูลของชื่อที่เป็นภาษาอังกฤษของสะพานบนถนนสาย
ดังกล่าว

โดยทั้ง 2 ตารางจะเชื่อมโยงกันด้วยความสัมพันธ์ของคอลัมน์ recno ในตาราง StreetsGeo กับ pk ในตาราง SteetsAtt คือ StreetsGeo.recno = StreetsAtt.pk

การที่จะใช้ฟังก์ชันดิสตราที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนั้น จำเป็นจะต้องรู้ระยะทางและเส้นทาง ซึ่งเส้นทางนั้นจำเป็นต้องรู้จุด 2 จุด คือจุดต้นและจุดปลายจึงจะสามารถทำให้เกิดเป็นเส้นทางได้ แต่เนื่องจากตาราง StreetGeo เก็บค่าจุดต้นและจุดปลายเป็นจุดๆ ซึ่งยังยากต่อการใช้งานดังนั้น ผู้วิจัย จึงได้ต้องสร้างตารางเพิ่ม 2 ตารางเพื่อให้ง่ายต่อการใช้งานในดิจค์สตราอัลกอริทึม โดยการสร้างตารางเพิ่มนั้น โดยตารางที่ทำการเพิ่มขึ้นมานี้ได้จากทำการคิวรีข้อมูลจากตาราง StreetGeo

และ StreetAtt ผู้วิจัยได้ออกแบบตารางที่จะทำเพิ่มไว้ 2 ตาราง คือ ตาราง Edge และตาราง Node โดยโครงสร้างตาราง Node แสดงดังรูป 3.12 และตาราง Edge แสดงดังรูป 3.14

ตาราง Node จะเก็บข้อมูลโหนดซึ่งจะเอาไปใช้อ้างอิงในตาราง Edge รายละเอียดข้อมูลต่างๆ ของตาราง Node มีดังต่อไปนี้



รูปที่ 3.12 แสดงโครงสร้างของตาราง Node

Node แสดงหมายเลขโหนด ซึ่งจะเป็น auto number

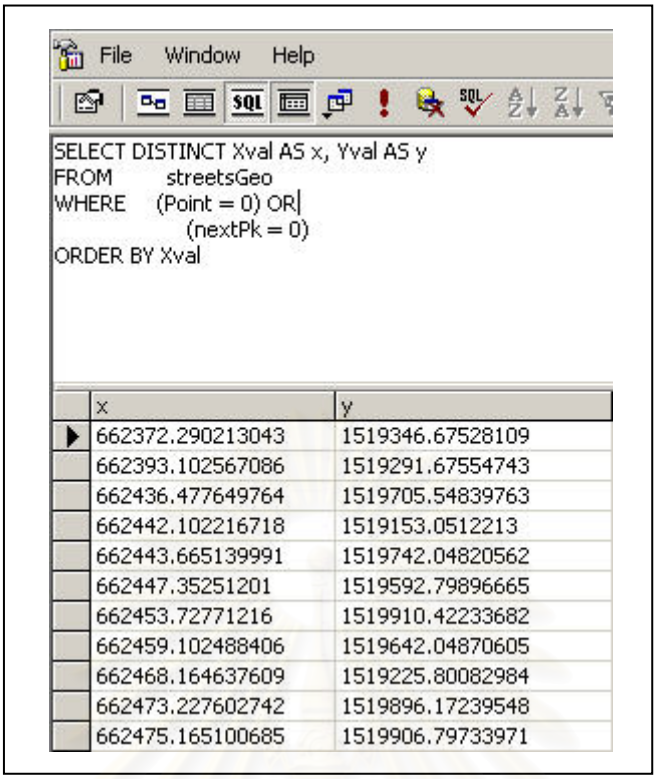
Xval แสดงข้อมูลของตำแหน่งในแนวแกน X

Yval แสดงข้อมูลของตำแหน่งในแนวแกน Y

ในการนำข้อมูลมาใส่ในตาราง node นี้ต้องใช้ คิวรี ดังนี้

```
SELECT DISTINCT Xval AS x, Yval AS y
FROM        streetsGeo
WHERE     (Point = 0) OR  (nextPk = 0)
ORDER BY Xval
```

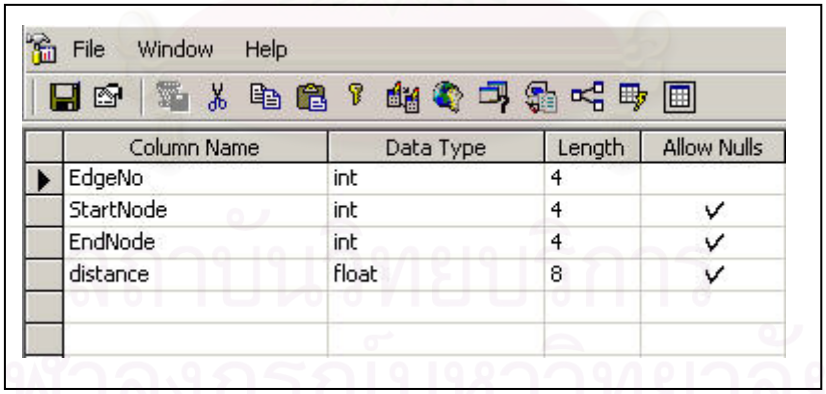
จากคิวรี การที่ทำการกำหนด Point = 0 เนื่องจากจะต้องการเลือกโหนดที่เป็นโหนดต้นทางของแต่ละ recno และ NextPk = 0 เพื่อต้องการเลือกโหนดที่เป็นโหนดปลายทางของแต่ล่ะ recno และที่ ใส่ Distinct เนื่องจาก จุดต้นทางและปลายทางอาจจะมีการซ้ำได้จึงทำการเลือกเฉพาะที่ไม่ซ้ำมาเท่านั้น โดยผลจากการคิวรีจะแสดงดังรูปที่ 3.13



	x	y
▶	662372.290213043	1519346.67528109
	662393.102567086	1519291.67554743
	662436.477649764	1519705.54839763
	662442.102216718	1519153.0512213
	662443.665139991	1519742.04820562
	662447.35251201	1519592.79896665
	662453.72771216	1519910.42233682
	662459.102488406	1519642.04870605
	662468.164637609	1519225.80082984
	662473.227602742	1519896.17239548
	662475.165100685	1519906.79733971

รูปที่ 3.13 แสดงผลจากการทำคิวรีเพื่อเลือกข้อมูลมาใส่ในตาราง node

ตาราง Edge เป็นตารางเพื่อเก็บค่าของเส้นทางและระยะทาง รายละเอียดข้อมูลต่างๆ ของตาราง Edge มีดังต่อไปนี้



	Column Name	Data Type	Length	Allow Nulls
▶	EdgeNo	int	4	
	StartNode	int	4	✓
	EndNode	int	4	✓
	distance	float	8	✓

รูปที่ 3.14 แสดงโครงสร้างตารางของ Edge

EdgeNo แสดงลำดับของเส้นทางและทำหน้าที่เป็นคีย์อ้างอิง (Reference Key)

StartNode แสดงข้อมูลโหนดเริ่มต้นของเส้นทาง

EndNode แสดงข้อมูลโหนดปลายทางของเส้นทาง

Distance แสดงข้อมูลระยะทางจากโหนดเริ่มต้นไปยังโหนดปลายทาง

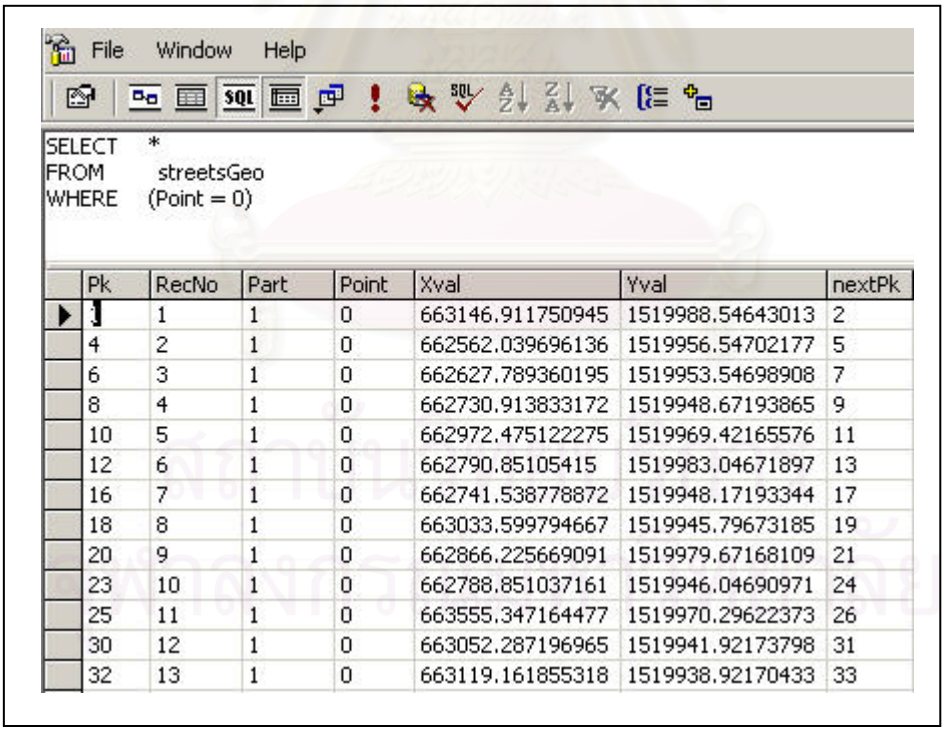
ข้อมูล Edgeno ได้มาจากคอลัมน์ recno จากตาราง StreetsGeo โดยการคิวรี ดังนี้

```
Select Distinct recno
From StreetsGeo
```

ข้อมูล StartNode ได้มาจากการคิวรี จากตาราง StreetsGeo โดยการคิวรีดังนี้

```
SELECT    *
FROM      streetsGeo
WHERE     (Point = 0)
```

Point = 0 จะเป็นการเลือกเฉพาะโหนดที่เป็นจุดเริ่มต้นของแต่ละ recno ในตาราง StreetsGeo ซึ่งผลของการทำ คิวรีนี้จะแสดงไว้ดังรูปที่ 3.15



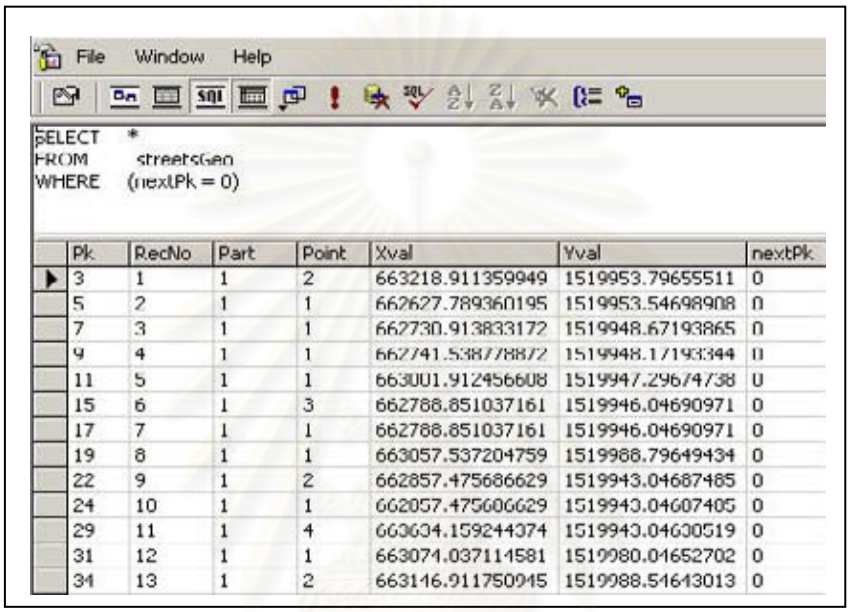
Pk	RecNo	Part	Point	Xval	Yval	nextPk
1	1	1	0	663146.911750945	1519988.54643013	2
4	2	1	0	662562.039696136	1519956.54702177	5
6	3	1	0	662627.789360195	1519953.54698908	7
8	4	1	0	662730.913833172	1519948.67193865	9
10	5	1	0	662972.475122275	1519969.42165576	11
12	6	1	0	662790.85105415	1519983.04671897	13
16	7	1	0	662741.538778872	1519948.17193344	17
18	8	1	0	663033.599794667	1519945.79673185	19
20	9	1	0	662866.225669091	1519979.67168109	21
23	10	1	0	662788.851037161	1519946.04690971	24
25	11	1	0	663555.347164477	1519970.29622373	26
30	12	1	0	663052.287196965	1519941.92173798	31
32	13	1	0	663119.161855318	1519938.92170433	33

รูปที่ 3.15 แสดงผลการคิวรีในการค้นหา StartNode

ข้อมูล EndNode ได้มาจากการคิวรี จากตาราง StreetsGeo โดยการคิวรีดังนี้

```
SELECT    *
FROM      streetsGeo
WHERE     (nextPk = 0)
```

nextPk = 0 จะเป็นการเลือกเฉพาะโหนดที่เป็นจุดสุดท้ายของแต่ละ recno ในตาราง StreetsGeo ซึ่งผลของการทำคิวรีนี้จะแสดงไว้ดังรูปที่ 3.16

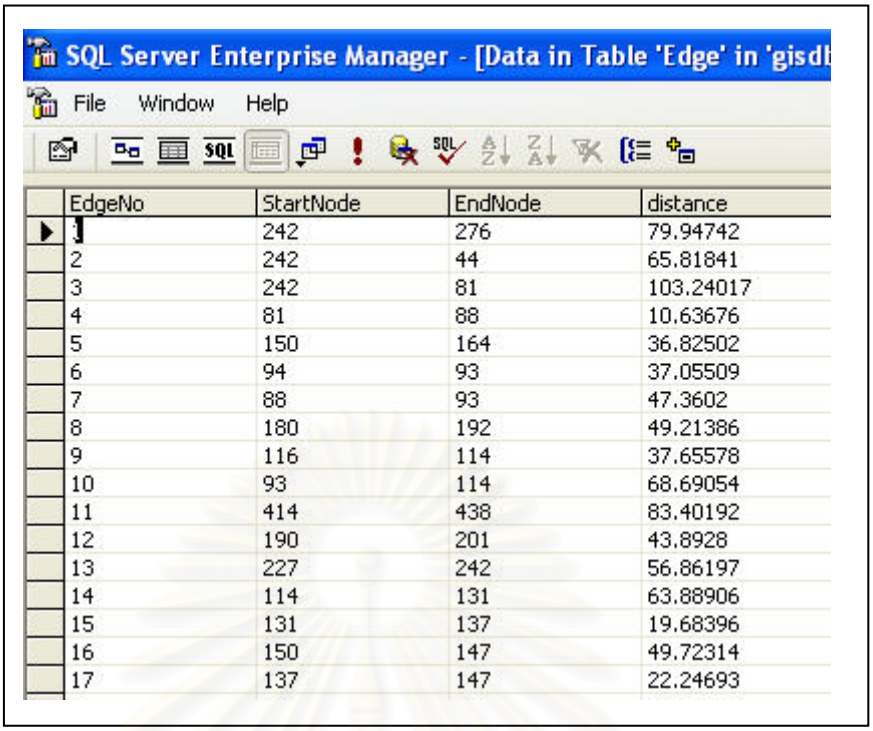


Pk	RecNo	Part	Point	Xval	Yval	nextPk
3	1	1	2	663218.911359949	1519953.79655511	0
5	2	1	1	662627.789360195	1519953.54698908	0
7	3	1	1	662730.913833172	1519948.67193865	0
9	4	1	1	662741.538778872	1519948.17193344	0
11	5	1	1	663001.912456608	1519947.29674738	0
15	6	1	3	662788.851037161	1519946.04690971	0
17	7	1	1	662788.851037161	1519946.04690971	0
19	8	1	1	663057.537204759	1519988.79649434	0
22	9	1	2	662857.475686629	1519943.04687485	0
24	10	1	1	662857.475606629	1519943.04607405	0
29	11	1	4	663034.159244374	1519943.04630519	0
31	12	1	1	663074.037114581	1519980.04652702	0
34	13	1	2	663146.911750945	1519988.54643013	0

รูปที่ 3.16 แสดงผลการคิวรีในการค้นหา EndNode

โดยค่า xval และ yval ที่ได้จากการคิวรี ทั้ง startnode และ endnode จะต้องนำไปค้นหาในตาราง Node เพื่อจะทำการแปลงค่า xval , yval ให้เป็นหมายเลขโหนด จะแสดงไว้ดังรูปที่ 3.17 ซึ่งเป็นข้อมูลที่อยู่ในตาราง Edge

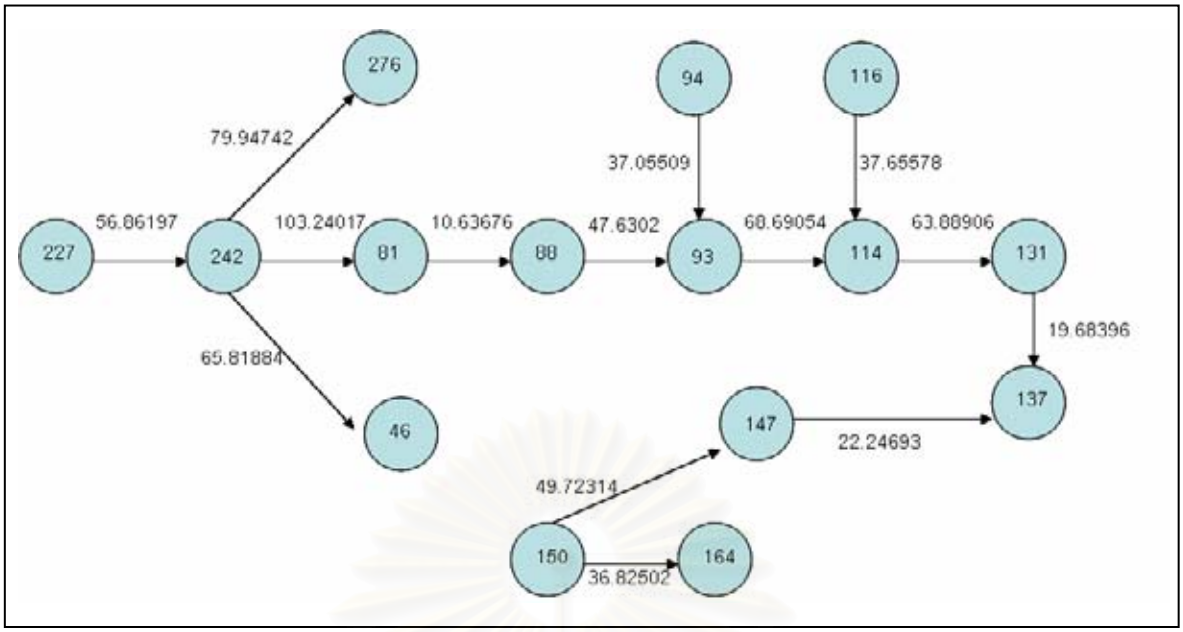
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



EdgeNo	StartNode	EndNode	distance
1	242	276	79.94742
2	242	44	65.81841
3	242	81	103.24017
4	81	88	10.63676
5	150	164	36.82502
6	94	93	37.05509
7	88	93	47.3602
8	180	192	49.21386
9	116	114	37.65578
10	93	114	68.69054
11	414	438	83.40192
12	190	201	43.8928
13	227	242	56.86197
14	114	131	63.88906
15	131	137	19.68396
16	150	147	49.72314
17	137	147	22.24693

รูปที่ 3.17 แสดงข้อมูลในตาราง Edge

ในการทำงานของค้นหาเส้นทางสั้นสุดด้วยดิจค์สตราอัลกอริทึมนี้ ผู้วิจัยได้ทำการสร้างฟังก์ชันขึ้นมาโดยประกอบด้วย ฟังก์ชันในการสร้างกราฟและฟังก์ชันในการค้นหา โดยผู้ใช้ระบบต้องจะทำการส่งค่าโหนดต้นทางและโหนดปลายทางมายังเครื่องแม่ข่ายจีไอเอส ซึ่งจะมีเว็บเซอร์วิสที่ทำหน้าที่ในการค้นหาเส้นทางสั้นสุดอยู่ โดยฟังก์ชันในการสร้างกราฟนี้จะไปทำการอ่านข้อมูลในตาราง Edge เพื่อนำมาสร้างกราฟที่เป็นลักษณะ weighted graph ซึ่งที่ตาราง Edge เก็บข้อมูลอยู่จะมีโหนดต้นทาง โหนดปลายทางและระยะทาง โดยจะแสดงตัวอย่างตารางดังรูปที่ 3.17 เมื่อทำการดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลแล้วก็จะนำข้อมูลมาสร้างกราฟโดยการเรียกใช้งานเมธอด addedge ซึ่งเมธอดนี้จะรับค่าพารามิเตอร์ 3 ค่า คือ โหนดต้นทาง โหนดปลายทางและระยะทาง มาสร้างเป็นกราฟเพื่อนำไปใช้ในการค้นหาเส้นทางสั้นสุดต่อไป เมื่อข้อมูลจากตาราง edge นี้นำไปสร้างกราฟด้วยฟังก์ชัน addEdge ได้ดังรูปที่ 3.18

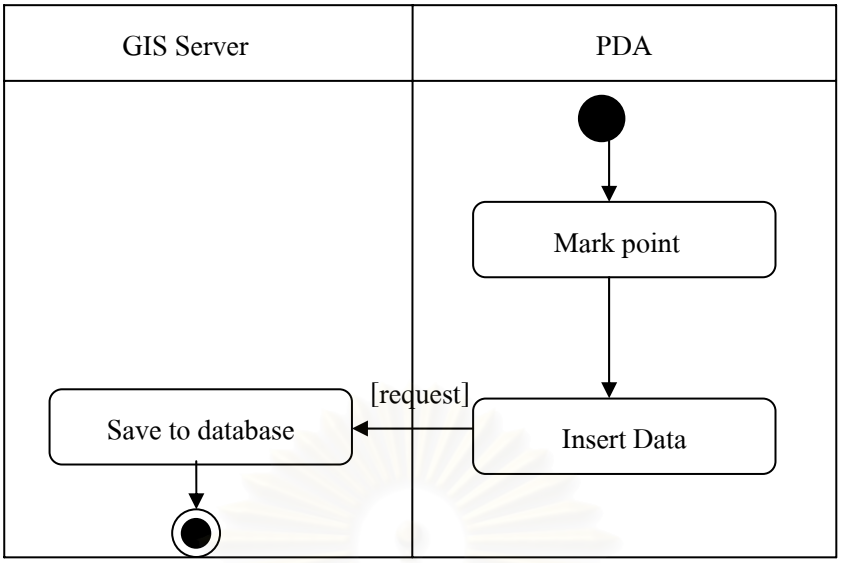


รูปที่ 3.18 แสดงกราฟที่ได้จากการสร้างโดยใช้ฟังก์ชัน addEdge

เมื่อระบบสร้างกราฟได้แล้วก็นำค่าโหนดต้นทางและโหนดปลายที่ผู้ใช้ส่งค่ามานำไปค้นหา ซึ่งจะได้เส้นทางโดยจะได้ค่าเป็นโหนดคู่ ของแต่ละ edge หนึ่งๆ จากปลายโหนดปลายทางที่ผู้ใช้ส่งมาไปยังโหนดต้นทางที่ผู้ใช้ส่งค่ามา ซึ่งเมื่อได้ edge แต่ละเส้นมาแล้ว ระบบจะทำการดึงค่าข้อมูล edgeno และระยะทางมา เพื่อนำ 2 ค่านี้ส่งมายังพีดีเอ เพื่อให้พีดีเอทำการแสดงเส้นทางโดยการนำค่าหมายเลข edgeno มาใช้ ต่อท้ายกับคำว่า “Street” เนื่องจากชื่อถนนที่สร้างขึ้นนี้จะประกอบด้วยคำว่า “Street” และตามด้วยหมายเลข edgeno ซึ่งเมื่อได้ชื่อถนนแล้วระบบก็ใช้ ดอม ดึงค่า m ของถนนแต่ละเส้นมาเพื่อทำการกำหนดจุดเพื่อจะนำสัญลักษณ์ไปวาง ณ ตำแหน่งเริ่มต้นของถนนแต่ละเส้นเพื่อเป็นการบอกเส้นทาง

3.1.1.3 กระบวนการในการเพิ่มสถานที่

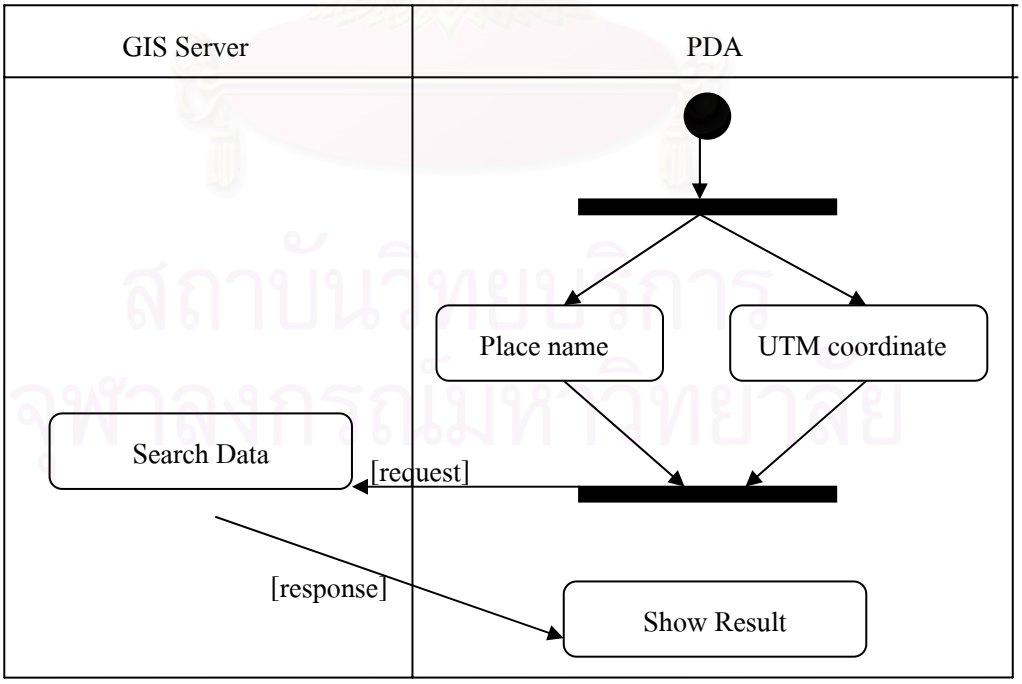
การเพิ่มสถานที่นั้นผู้ใช้ต้องทำการคลิกบนแผนที่ในชั้นข้อมูลของ จังหวัด อำเภอหรือตำบล เมื่อผู้ใช้ทำการคลิกเลือกสถานที่แล้วจะต้องทำการใส่ข้อมูลของสถานที่ที่ต้องการเพิ่ม เสร็จแล้วก็จะคลิกเพื่อส่งข้อมูลต่างๆ มายังแม่ข่ายจีไอเอส เพื่อให้แม่ข่ายทำการบันทึกข้อมูลลงในฐานข้อมูล โดยกระบวนการเพิ่มสถานที่จะแสดงดังรูป 3.19



รูปที่ 3.19 แสดงแอคทิวิตีแสดงกระบวนการเพิ่มสถานที่

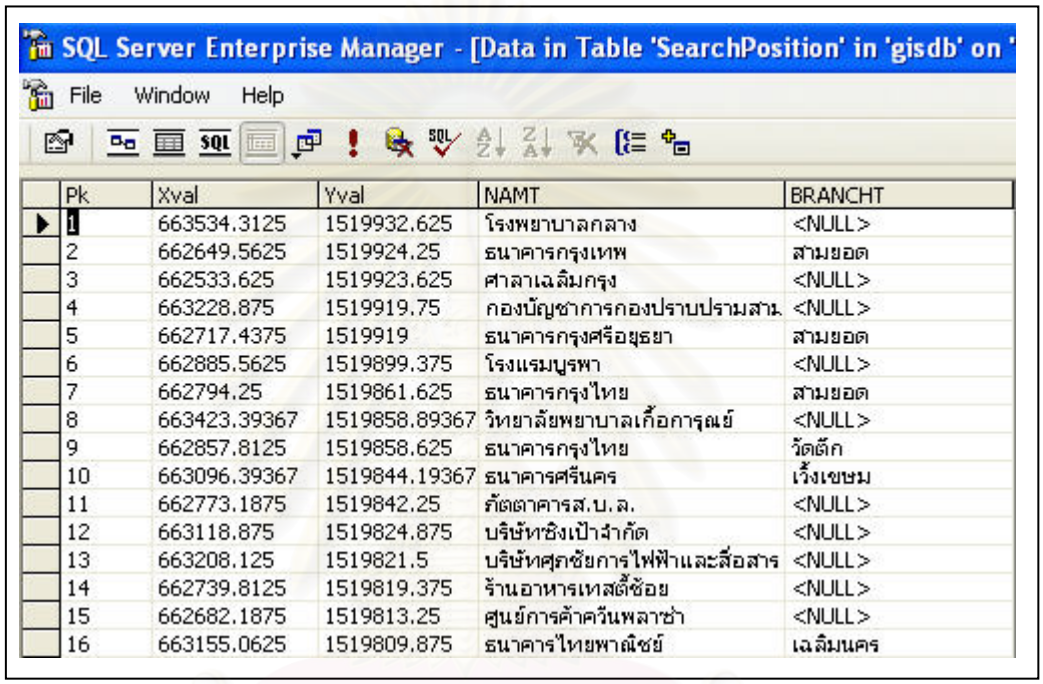
3.1.1.4 กระบวนการการค้นหาสถานที่บนแผนที่

การค้นหาสถานที่ มี 2 วิธี คือ ค้นหาด้วยการใส่ชื่อสถานที่ที่ต้องการหรือจะใส่พิกัด ของสถานที่ โดยพิกัดนั้นจะเป็นพิกัดในระบบยูทีเอ็ม การค้นหาโดยการใช้พิกัดนั้นจะใช้อัลกอริทึมต้นไม้เคดี ในการค้นหา เมื่อผู้ใช้ใส่ข้อมูลตามที่ต้องการค้นหาแล้วก็จะส่งมาให้แม่ข่ายจีไอเอส เพื่อทำการค้นหาข้อมูลและส่งผลกลับไปยังผู้ใช้ ซึ่งกระบวนการค้นหาสถานที่นั้นแสดงดังรูปที่ 3.20



รูปที่ 3.20 แสดงกระบวนการค้นหาสถานที่

ในการค้นหาข้อมูลของสถานที่นั้นระบบจะให้อัลกอริทึมต้นไม้เคดีในการค้นหาสถานที่ โดยใช้ระบบพิกัดยูทีเอ็ม ผู้ใช้ระบบส่งค่าพิกัดตำแหน่งที่ต้องการค้นหาให้กับระบบฝั่งแม่ข่ายจีไอเอส ซึ่งก่อนที่ระบบจะทำการค้นหาข้อมูลในต้นไม้เคดีได้ ระบบจะต้องทำการสร้างต้นไม้เคดีขึ้นมาก่อน โดยการสร้างต้นไม้เคดีระบบจะสร้างต้นไม้เคดีตามอัลกอริทึมต้นไม้เคดี การสร้างต้นไม้เคดีนั้นจะทำการดึงข้อมูล xval และ yval จากตาราง Searchposition โดยตาราง Searchposition จะประกอบด้วยข้อมูลที่แสดงดังรูปที่ 3.21


SQL Server Enterprise Manager - [Data in Table 'SearchPosition' in 'gisdb' on '

File Window Help

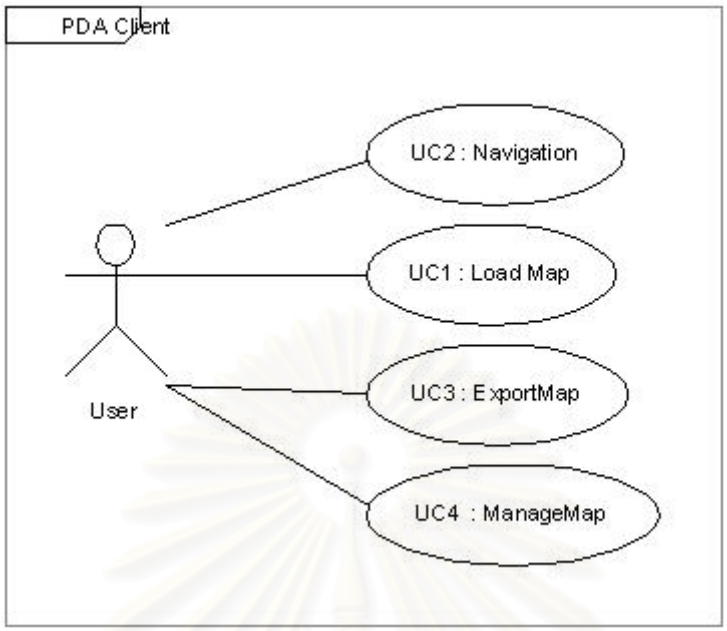
	Pk	Xval	Yval	NAMT	BRANCHT
▶	1	663534.3125	1519932.625	โรงพยาบาลกลาง	<NULL>
	2	662649.5625	1519924.25	ธนาคารกรุงเทพ	สามยอด
	3	662533.625	1519923.625	ศาลาเฉลิมกรุง	<NULL>
	4	663228.875	1519919.75	กองบัญชาการกองปราบปรามสาม	<NULL>
	5	662717.4375	1519919	ธนาคารกรุงศรีอยุธยา	สามยอด
	6	662885.5625	1519899.375	โรงแรมบูรพา	<NULL>
	7	662794.25	1519861.625	ธนาคารกรุงไทย	สามยอด
	8	663423.39367	1519858.89367	วิทยาลัยพยาบาลเกื้อการุณย์	<NULL>
	9	662857.8125	1519858.625	ธนาคารกรุงไทย	วัดตึก
	10	663096.39367	1519844.19367	ธนาคารศรีนคร	เวิ้งเขษม
	11	662773.1875	1519842.25	สัตตาคาร ส.บ.ล.	<NULL>
	12	663118.875	1519824.875	บริษัทซิงเป้าจำกัด	<NULL>
	13	663208.125	1519821.5	บริษัทศุภชัยการไฟฟ้าและสื่อสาร	<NULL>
	14	662739.8125	1519819.375	ร้านอาหารเทสตี้ซ้อย	<NULL>
	15	662682.1875	1519813.25	ศูนย์การค้าควีนพลาซ่า	<NULL>
	16	663155.0625	1519809.875	ธนาคารไทยพาณิชย์	เฉลิมนคร

รูปที่ 3.21 แสดงข้อมูลในตาราง SearchPosition

ซึ่งเมื่อพิกัดที่ผู้ใช้กรอกข้อมูลเข้ามา ไม่ได้ตรงกับค่าของโหนดแต่ละโหนดใน ต้นไม้เคดี ระบบจะทำการค้นหาจุดใกล้สุด ซึ่งแนวคิดนี้สามารถนำไปปรับปรุงในการค้นหาจุดอ้างอิงในชั้นข้อมูลอื่นๆ ได้ โดยการเปลี่ยนฐานข้อมูลจาก Searchposition เป็นข้อมูลตารางอื่นแทน โดยการหาพิกัดใกล้สุดนี้ได้กล่าวไว้ในบทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในเรื่องของต้นไม้เคดี

3.1.2 **ส่วนลูกข่าย** (Client)

ส่วนลูกข่ายเป็นเครื่องลูกข่ายที่มีแอพพลิเคชัน ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นคอยทำหน้าที่เกี่ยวกับการใช้งานต่างๆ ของแผนที่ เช่น ขยายและย่อแผนที่ ค้นหาสถานที่ การนำทาง โดยการวิเคราะห์ระบบส่วนลูกข่ายแสดงไว้ดังรูปที่ 3.22 และรายละเอียดการทำงานของแต่ละฟังก์ชันได้อธิบายไว้ในตารางที่ 3.5 - 3.8 ซึ่งแสดงไว้ด้านล่างนี้



รูปที่ 3.22 แสดงฟังก์ชันส่วนลูกข่าย

ตารางที่ 3.5 รายละเอียดประกอบยูสเคส Load Map

Use Case Name: Load Map
Primary actor: user
Stake-holder and Interest: ผู้ใช้ โปรแกรม - ต้องการเปิดแผนที่
Brief Description: ยูสเคสนี้อธิบายการทำงานของแอพพลิเคชันเมื่อผู้ใช้งานต้องการเปิดแผนที่
Trigger : เมื่อผู้ใช้เลือกแผนที่ที่ต้องการเปิด
Normal flow of events: 1. ผู้ใช้เลือกวิธีการเปิด • จากไฟล์เอสวีจีที่มีอยู่ในเครื่อง • สร้างแผนที่จากเว็บเซอร์วิส 2. ระบบทำการอ่านไฟล์เอสวีจีที่ได้
Alternate/exceptional flows: 1a) ถ้าผู้ใช้เปิดไฟล์อื่นๆ ที่ไม่ใช่เอกสารเอสวีจี : ระบบจะทำการแจ้งเตือนกับผู้ใช้และภาพแผนที่จะไม่แสดงที่หน้าแอพพลิเคชัน

ตารางที่ 3.6 รายละเอียดประกอบยูสเคสExport Map

Use Case Name: Export Map
Primary actor: User
Stake-holder and Interest: ผู้ใช้โปรแกรม - ต้องบันทึกภาพแผนที่เป็นเจเพ็กไฟล์(Jpeg)
Brief Description: ยูสเคสนี้อธิบายการทำงานของแอพพลิเคชันในการบันทึกแผนที่เป็นภาพเจเพ็ก
Trigger : เมื่อผู้ใช้ยืนยันทำการเอ็กซ์พอร์ท (export)
Normal flow of events: 1. ผู้ใช้เปิดแผนที่ 2. ผู้ใช้กดปุ่มexport เพื่อบันทึกภาพเป็นเจเพ็กไฟล์
Alternate/exceptional flows: 2a) ถ้าผู้ใช้ไม่ได้เปิดภาพแผนที่แต่ทำการบันทึกภาพเจเพ็กไฟล์ : ระบบแจ้งเตือนแก่ผู้ใช้ให้ทำการเปิดภาพเอสวีจีก่อนที่จะทำการบันทึกภาพเป็นเจเพ็กไฟล์

ตารางที่ 3.7 รายละเอียดประกอบยูสเคส Navigation

Use Case Name: Navigation
Primary actor: User
Stake-holder and Interest: ผู้ใช้โปรแกรม - ทำให้ทราบตำแหน่งปัจจุบันที่เราอยู่ บนแผนที่
Brief Description: ยูสเคสนี้อธิบายการทำงานของแอพพลิเคชันในการแสดงตำแหน่งปัจจุบันของผู้ใช้บนแผนที่
Trigger : เมื่อมีการส่งข้อมูลจากอุปกรณ์จีพีเอส(gps)
Normal flow of events: 1. ผู้ใช้ต่อเครื่องลูกข่ายกับอุปกรณ์จีพีเอส 2. ผู้ใช้ทำการคลิกปุ่ม start gps เพื่อเป็นการเริ่มการทำงานของ gps 3. ระบบแสดงตำแหน่งที่เราอยู่บนแผนที่
Alternate/exceptional flows: 2a) ถ้าผู้ใช้ไม่ได้ต่ออุปกรณ์จีพีเอสกับพีดีเอ แล้วทำการคลิกปุ่ม start gps : ระบบจะทำการแจ้งแก่ผู้ใช้ให้ทราบว่าไม่ได้ต่ออุปกรณ์จีพีเอส เพื่อให้ผู้ใช้ทำการต่ออุปกรณ์จีพีเอสก่อนใช้งานฟังก์ชันนี้

ตารางที่ 3.8 รายละเอียดประกอบยูสเคส ManageMap

Use Case Name: ManageMap
Primary actor: User
Stake-holder and Interest: ผู้ใช้โปรแกรม - ต้องการย่อ/ขยาย ภาพแผนที่ที่แสดงอยู่บนหน้าจอ
Brief Description: ยูสเคสนี้อธิบายการทำงานของแอพพลิเคชันในการย่อ/ขยาย ภาพแผนที่
Trigger : เมื่อทำการกดปุ่ม ย่อ หรือ ขยาย ภาพ
Normal flow of events: 1. ผู้ใช้เปิดภาพแผนที่ 2. ผู้ใช้กด ย่อ หรือ ขยาย 3. ระบบจะทำการขยายภาพขึ้น เมื่อกดปุ่มขยาย หรือ จะได้ภาพที่เล็กลงเมื่อกดปุ่ม ย่อ
Alternate/exceptional flows: 2a) เมื่อผู้ใช้ กด ย่อหรือขยายภาพโดยที่ไม่ได้เปิดภาพแผนที่ : ระบบแจ้งเตือนให้ผู้ใช้ทำการเปิดภาพก่อนจะใช้งานฟังก์ชันนี้

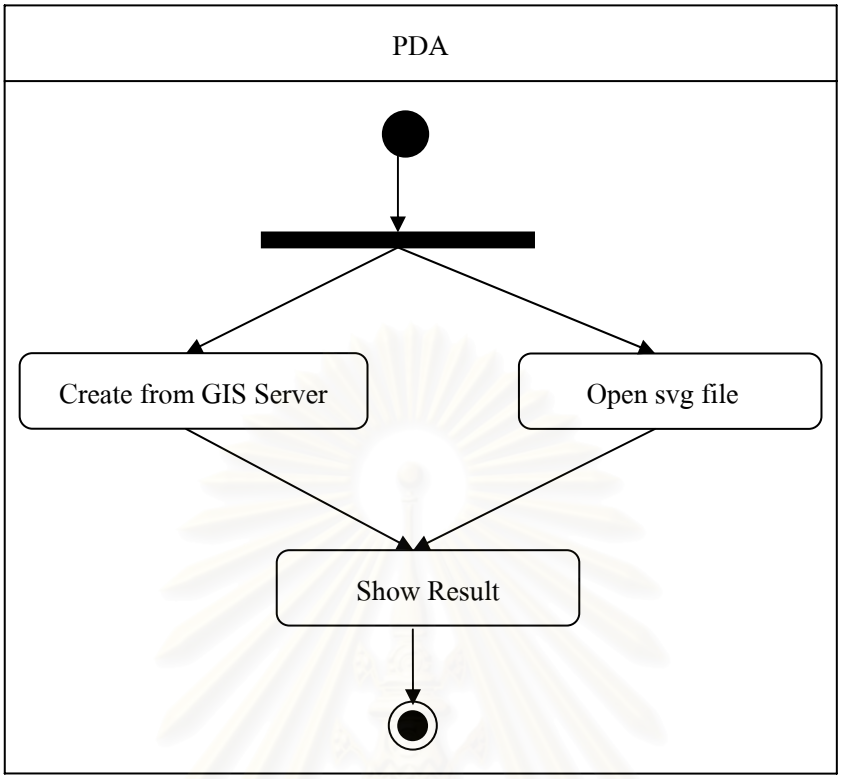
3.1.2.1 **กระบวนการการ** Load Map

ในการเปิดภาพแผนที่มีด้วยกัน 2 วิธี คือการเปิดจากไฟล์เอสวีจี ที่มีอยู่แล้ว หรือว่าจะสร้างใหม่จากเว็บเซอร์วิส โดยกระบวนการ Load Map แสดงไว้ดังรูปที่ 3.23 โดยภาพแผนที่ที่เคยสร้างจากเว็บเซอร์วิส นั้นจะเก็บอยู่ใน Storage Card ซึ่งจะบันทึกอยู่ในชื่อว่า Map.svg

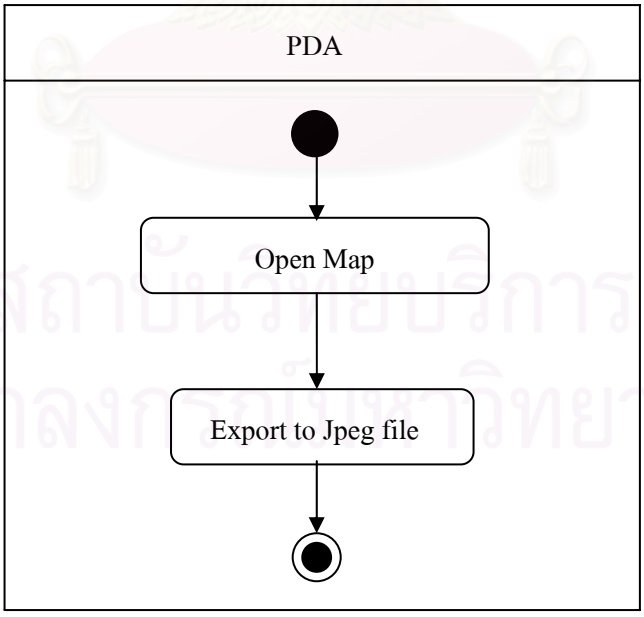
3.1.2.2 **กระบวนการ** Export Map

การ Export Map เป็นการทำภาพที่อยู่ในรูปแบบของเอกสารเอสวีจี ให้อยู่ในรูปของเอกสารเจเพ็ก โดยขั้นตอนแรกของการ Export Map ต้องทำการเปิดภาพแผนที่ที่เป็น เอกสารเอสวีจีก่อน หลังจากนั้นกดปุ่ม export map จะได้แผนที่ที่อยู่ในรูปของเอกสารเอสวีจี ซึ่งกระบวนการ export map นี้แสดงไว้ดังรูปที่ 3.24

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.23 แสดงแอคทิวิตีการ Load Map

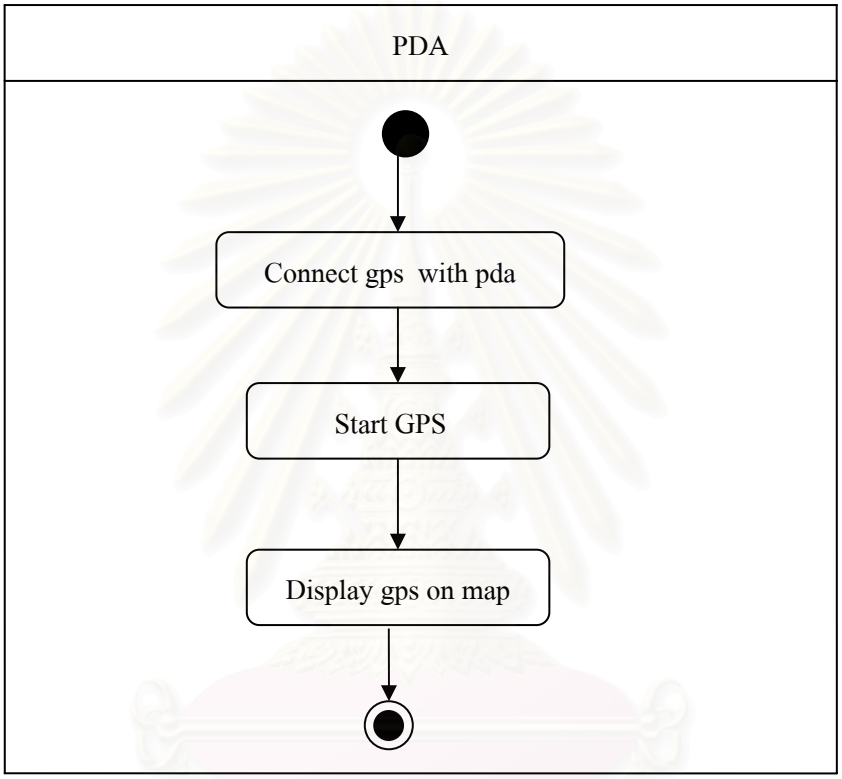


รูปที่ 3.24 แสดงแอคทิวีตีการ Export Map

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.1.2.3 **กระบวนการเรียกใช้จีพีเอส** (GPS)

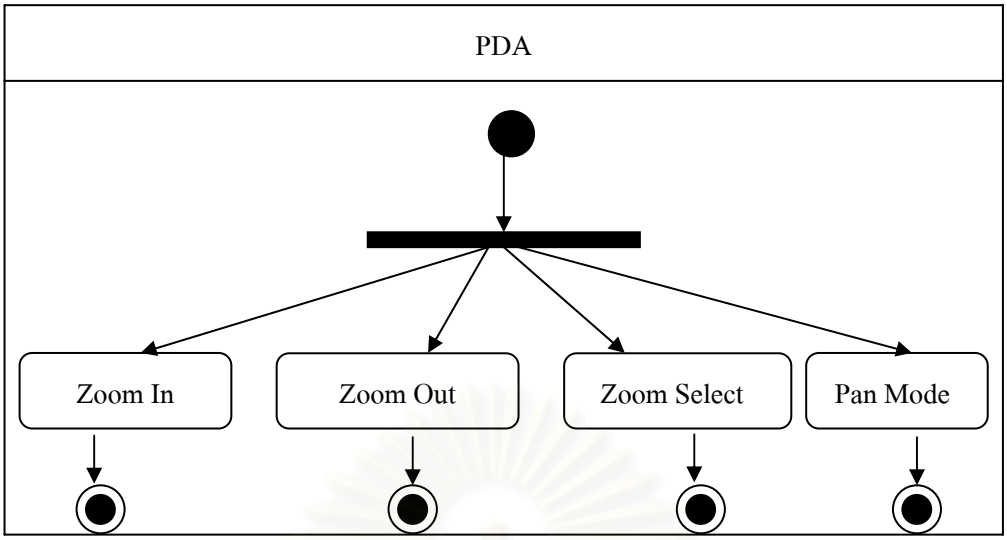
การเรียกใช้งานอุปกรณ์จีพีเอส เราต้องทำการเชื่อมต่อตัวอุปกรณ์จีพีเอสกับตัวพีดีเอ เสร็จแล้วให้กดที่ปุ่ม start gps เพื่อเป็นการอ่านค่าจากตัวอุปกรณ์ เมื่อได้ค่าที่ได้จากอุปกรณ์จีพีเอสแล้วจะนำไปแสดงบนแผนที่ที่ได้ทำการเรียกใช้อยู่ กระบวนการการเรียกใช้งานจีพีเอสแสดงไว้ดังรูปที่ 3.25



รูปที่ 3.25 แสดงแอคทิวิตีการเรียกใช้จีพีเอส

3.1.2.4 **กระบวนการจัดการกับแผนที่** (Manage Map)

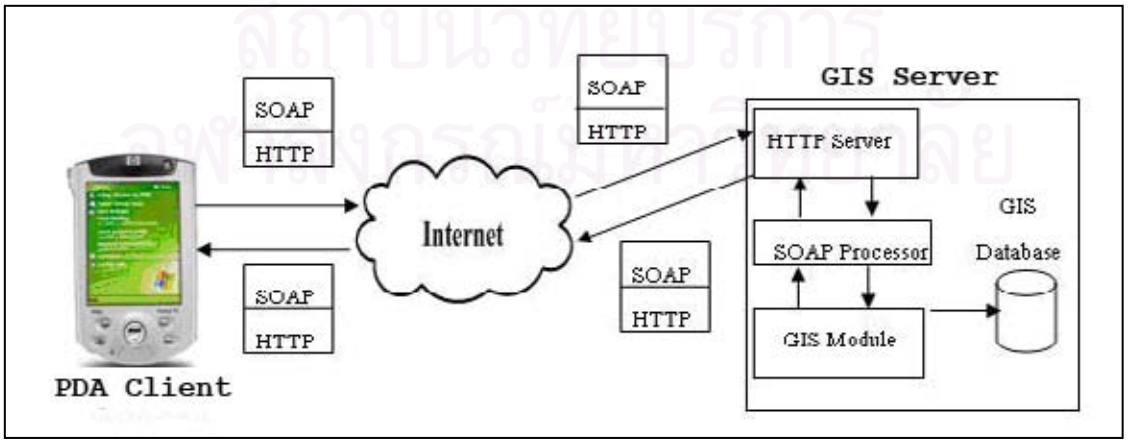
การจัดการกับแผนที่นี้ เป็นการจัดให้แผนที่มีมุมมองที่ผู้ใช้ต้องการ ซึ่งจะมีฟังก์ชัน คือ การขยาย (Zoom In) การย่อ (Zoom Out) การขยายบริเวณที่ต้องการ (Zoom Select) และการเลื่อนแผนที่ (Pan) การจัดการกับแผนที่แสดงไว้ดังรูป ที่ 3.26



รูปที่ 3.26 แสดงแอคทิวิตีการจัดการกับแผนที่

3.2 การออกแบบระบบ

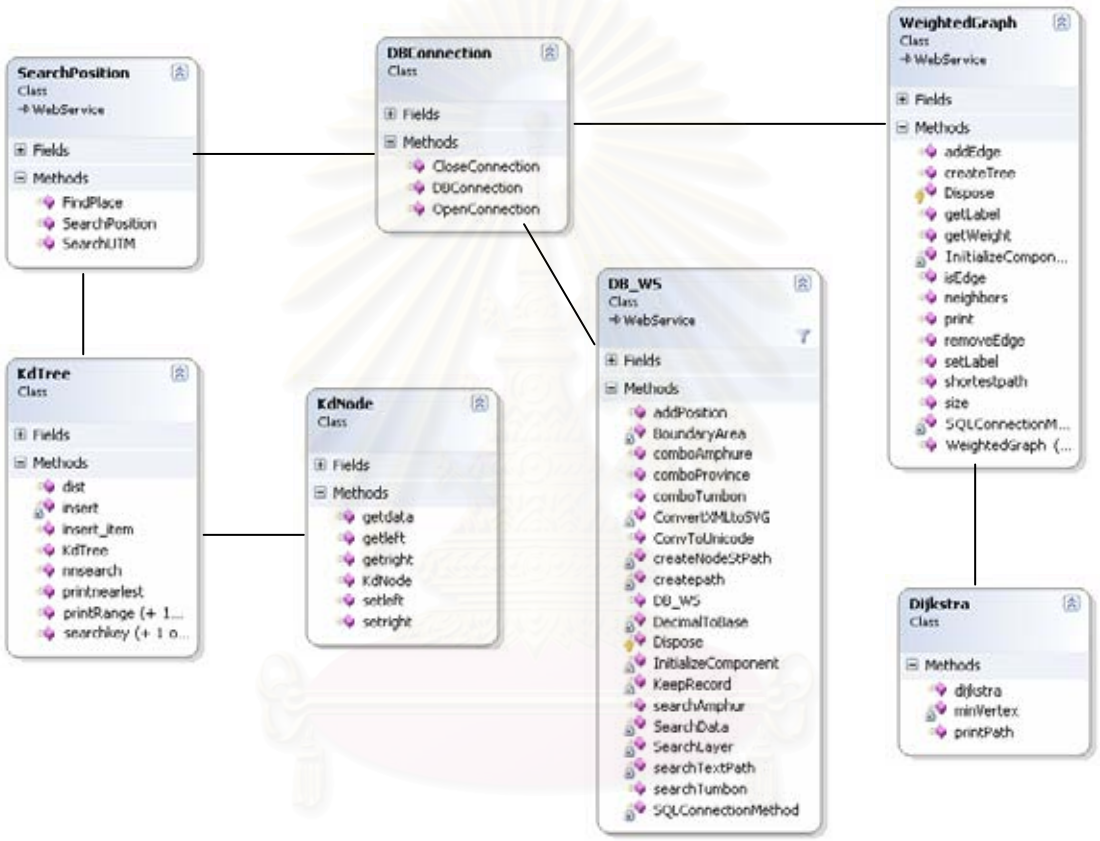
ในการทำงานของระบบเครื่องพีดีเอไคล์เอนท์ จะทำการติดต่อกับจีไอเอสเซิร์ฟเวอร์ผ่านระบบอินเทอร์เน็ตเนื่องจากเครื่องแม่ข่ายและเครื่องพีดีเอมี แพตฟอร์มที่ต่างกันทำให้ต้องใช้ภาษากลางในการแลกเปลี่ยนข้อมูลกันซึ่งได้แก่ภาษาเอ็กซ์เอ็มแอล และโปรโตคอลที่ใช้เทคโนโลยีเอ็กซ์เอ็มแอล คือเอสโอเอพี โปรโตคอล ซึ่งเอสโอเอพีโปรโตคอลสนใจในเรื่องการแลกเปลี่ยนข้อมูล ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใช้ เฮชทีทีพีโปรโตคอลเข้ามาช่วย เพื่อให้เครื่องพีดีเอสามารถติดต่อกับเครื่องแม่ข่ายได้ผ่านระบบอินเทอร์เน็ต ดังนั้นระบบจึงใช้เทคโนโลยีเว็บเซอร์วิส ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างเครื่องพีดีเอกับเครื่องแม่ข่ายจีไอเอส ทางฝั่งแม่ข่ายจีไอเอสมีจีไอเอสโมดูลเพื่อรองรับการทำงานในการติดต่อกับฐานข้อมูลจีไอเอส ในการออกแบบโมดูลทางฝั่งแม่ข่ายจีไอเอสได้อธิบายในหัวข้อถัดไป โดยการออกแบบระบบจะแสดงดังรูป 3.27



รูปที่ 3.27 แสดงการออกแบบระบบ

3.2.1 **การออกแบบระบบส่วนแม่ข่าย** (GIS Module)

ส่วนของแม่ข่ายจะเป็นการให้บริการเว็บเซอร์วิส ดังนั้นจึงได้ทำการสร้างฟังก์ชันต่างๆ ไว้บนเครื่องแม่ข่าย เพื่อให้เครื่องลูกข่ายสามารถเรียกใช้งานได้ โดยผู้วิจัยได้ทำการออกแบบคลาสดังรูปที่ 3.28



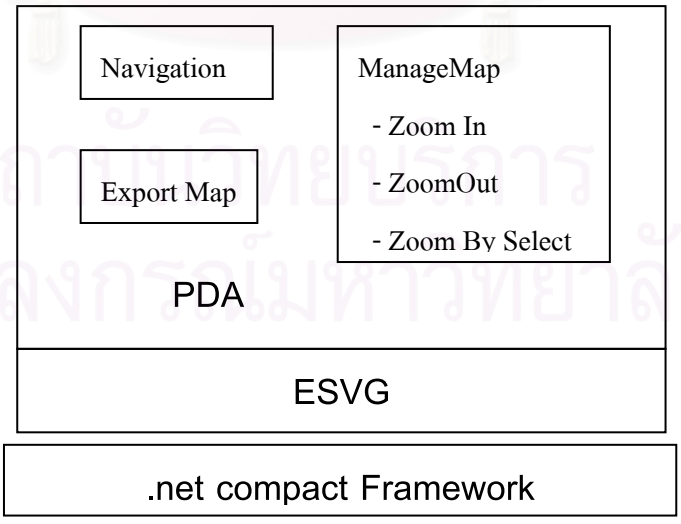
รูปที่ 3.28 ภาพแสดงการออกแบบระบบส่วนแม่ข่าย

คลาสต่างๆ บนฝั่งแม่ข่ายมีทั้งเป็นเว็บเซอร์วิสและเป็นคลาสที่สร้างไว้เพื่อช่วยในการทำงานของเว็บเซอร์วิส รอการเรียกใช้จากฝั่งลูกข่าย โดยคลาสต่างๆ มีหน้าที่การทำงานโดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. คลาส WeightedGraph เป็นเว็บเซอร์วิสที่ทำหน้าที่สร้างต้นไม้ (Tree) เพื่อนำไปใช้ในการค้นหาเส้นทางสั้นสุดซึ่งจะเรียกใช้คลาส Dijkstra ในการค้นหาเส้นทางสั้นสุด โดยคลาส WeightedGraph จะรับค่าจุดต้นทางและปลายทางจากผู้ใช้และทำการค้นหาจากฐานข้อมูลในระดับชั้นข้อมูลถนนเพื่อทำการสร้างต้นไม้

2. คลาส Dijkstra คลาสนี้ทำหน้าที่ค้นหาเส้นทางสั้นสุดจากต้นไม้ที่ได้ทำการสร้างไว้ที่คลาส WeightedGraph โดยคลาสนี้จะถูกเรียกใช้จาก คลาส WeightedGraph ในการค้นหาเส้นทางสั้นสุดนี้ จะค้นหาตามดิสจ์ตราอัลกอริทึม
3. คลาส DB_WS เป็นคลาสที่ทำงานเกี่ยวกับการสร้างแผนที่ โดยทำการค้นหาข้อมูลแต่ละชั้นของข้อมูลตามที่ผู้ใช้ได้กำหนดมา โดยทำการค้นหาข้อมูลผ่านทางเมธอท(Method) SearchData โดยเมธอทนี้จะทำการค้นหาข้อมูลโดยส่งค่าพารามิเตอร์ ที่เป็นชื่อของ สโตโพรซีเยอร์ (Store Procedure) และชื่อของดาต้ากริดที่รองรับผลลัพธ์ที่ได้จากการค้นหาข้อมูล
4. คลาส SearchPosition เป็นเว็บเซอร์วิสที่มีไว้สำหรับการค้นหาสถานที่สำคัญ โดยถ้าค้นหาจากสถานที่ ที่ต้องการก็จะทำการค้นหาได้จากคลาสนี้ แต่ถ้าค้นหาจากพิกัด ยูทีเอ็ม จะต้องทำการเรียกใช้งานคลาส KdTree
5. คลาส KdTree เป็นคลาสที่นำไปใช้ค้นหาสถานที่จากระบบพิกัดยูทีเอ็ม คลาส KdTree จะใช้อัลกอริทึมต้นไม้เคดีในการค้นหาข้อมูล
6. Kdnode เป็นคลาสที่มีไว้เพื่อสร้างโครงสร้างพื้นฐานของต้นไม้เคดี เช่น การสร้างโหนด ของต้นไม้เคดี และกำหนดค่าข้อมูลของแต่ละโหนดในต้นไม้เคดี
7. คลาส DBConnection ทำหน้าที่ในการติดต่อกับระบบฐานข้อมูล เพื่อให้คลาสต่างๆที่เรียกใช้ สามารถติดต่อกับฐานข้อมูลโดยใช้คลาสนี้

3.2.2 การออกแบบระบบส่วนลูกข่าย



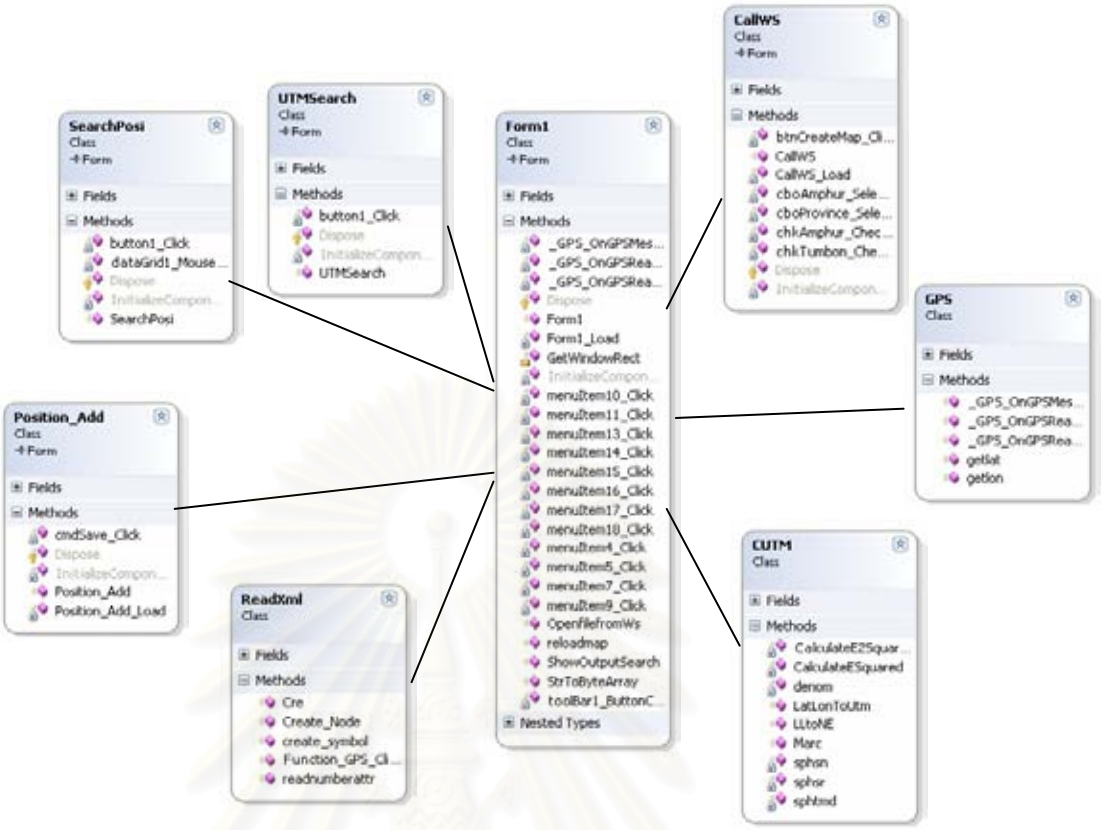
รูปที่ 3.29 แสดงแนวคิดการออกแบบเบื้องต้นบนเครื่องพีดีเอ

แอพพลิเคชันบนเครื่องลูกข่ายจะทำงานบนเครื่องพีดีเอ ดังนั้นจึงต้องใช้เทคโนโลยีดอทเน็ตคอมแพคเฟรมเวิร์กในการพัฒนาและในการทำงานของแอพพลิเคชัน ในการแสดงภาพที่เป็นเอสวีจีไฟล์ จำเป็นต้องติดตั้งแอคทีฟเอ็กซ์ (Active x) ที่ชื่อว่า “อีเอสวีจี (esvg)” บนเครื่องพีดีเอ เนื่องจากอีเอสวีจี รองรับการทำงานบนเทคโนโลยีดอทเน็ตคอมแพคเฟรมเวิร์ก โดยแนวคิดจะแสดงไว้ดังรูปที่ 3.29

1. Navigation เป็นการนำทางโดยต้องมีอุปกรณ์จีพีเอส เชื่อมต่อกับพีดีเอด้วย ถึงจะสามารถใช้งานฟังก์ชันนี้ได้
2. Export Map เป็นการนำแผนที่ที่แสดงอยู่ บันทึกในรูปแบบของเจเพ็กไฟล์ โดยอาศัยความสามารถของแอคทีฟเอ็กซ์อีเอสวีจี ในการทำฟังก์ชันนี้
3. manage map เป็นการจัดการเกี่ยวกับแผนที่ เพื่อให้ผู้ใช้ดูภาพแผนที่ได้ตามความต้องการ โดยจะมีฟังก์ชัน คือ ย่อ (Zoom Out) ขยาย (Zoom In) และขยายตามพื้นที่ที่เลือก (Zoom By Select)
4. อีเอสวีจี เป็นแอคทีฟเอ็กซ์ที่ต้องติดตั้งบนเครื่องพีดีเอ เพิ่มเติม ทำหน้าที่ในการแสดงภาพที่เป็นนามสกุลเอสวีจีบนเครื่องพีดีเอ
5. ดอทเน็ตคอมแพ็คเฟรมเวิร์ก ทำหน้าที่ประสานงานทุกส่วนให้สามารถทำงานร่วมกันได้บนเครื่องพีดีเอ ซึ่งเครื่องพีดีเอที่จะใช้แอพพลิเคชันนี้จะต้องติดตั้งดอทเน็ตคอมแพ็คเฟรมเวิร์กบนเครื่องพีดีเอ ด้วย

การทำงานบนเครื่องพีดีเอนั้น จะประกอบด้วยเมธอทและคลาสต่างๆ ดังแสดงที่รูป 3.30

1. คลาส Form1 เป็นคลาสหลักของแอพพลิเคชันและทำการเรียกใช้คลาสต่างๆ Form1 นี้จะมีส่วนแสดงผลของภาพเอสวีจีและเครื่องมือที่ใช้จัดการกับภาพเอสวีจี
2. คลาส Position_Add เป็นหน้าฟอร์มในการรับข้อมูลจากผู้ใช้ในการเพิ่มสถานที่ลงฐานข้อมูลบนฝั่งจีไอเอสเซิร์ฟเวอร์โดยใช้เทคโนโลยีเว็บเซอร์วิส
3. คลาส CallWS เป็นหน้าฟอร์มในการรับข้อมูลจากผู้ใช้ในการสร้างแผนที่ โดยผู้ใช้ต้องทำการกำหนดขอบเขตของแผนที่ โดยการเลือก จังหวัด อำเภอ ตำบล และเลือกระดับชั้นของข้อมูลที่ต้องการ เช่น ถนน ทางรถไฟ แม่น้ำ เป็นต้น ซึ่งจะส่งค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ไปยังคลาส DB_WS ทางฝั่งเซิร์ฟเวอร์



รูปที่ 3.30 แสดงการออกแบบฝั่งเครื่องลูกข่าย

4. คลาส GPS เป็นคลาสที่รองรับการทำงานของ GPS ในคลาสนี้จะมีเมธอด _GPS_OnGPSMessage เพื่อคอยอ่านค่าจากสัญญาณจีพีเอส
5. คลาส UTMSearch เป็นฟอร์มที่ทำหน้าที่รับพิกัด UTM จากผู้ใช้ เพื่อทำการค้นหาสถานที่ที่ผู้ใช้ต้องการ
6. คลาส SearchPosi เป็นฟอร์มที่ทำหน้าที่ในการรับชื่อสถานที่จากผู้ใช้เพื่อทำการค้นหาสถานที่ที่ต้องการ
7. คลาส ReadXml ทำหน้าที่ในการเขียนฟังก์ชันของจาวาสคริปลงในเอกสารเอสวีจีที่จะทำการเปิดขึ้นมา
8. คลาส CUTM ทำหน้าที่ในการแปลงค่าพิกัดจากจีพีเอส ให้เป็นพิกัดในระบบยูทีเอ็ม

บทที่ 4
การทดสอบเครื่องมือ

เนื้อหาในบทนี้แสดงการทดสอบแอพพลิเคชันที่ได้จากวิทยานิพนธ์นี้ โดยจะทดสอบตามเมนูต่างๆ ของแอพพลิเคชัน โดยสเปคเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการทดลองเป็นดังนี้

CPU –pentium 4 core 2 Duo

RAM –มีหน่วยความจำ 1 GB

โดยบนเครื่องคอมพิวเตอร์นี้ทำการลงโปรแกรมเพิ่มดังนี้

- Window mobile 5 Emulator
- Esvg version 2.4
- Thai win ce สำหรับ window mobile 5
- GPS Haicom รุ่น Hi-204 E

4.1 ผลการทดสอบของเมนู Map

4.1.1 เมนูย่อย Open

เป็นเมนูที่ใช้สำหรับเปิดภาพแผนที่ โดยสามารถเปิดได้จากเอกสารเอสวีจีที่มีอยู่หรือจะสร้างแผนที่ใหม่จากเว็บเซอร์วิส ซึ่งการสร้างแผนที่จากเว็บเซอร์วิส ทำได้โดยคลิกเลือก Web service เมื่อคลิกแล้วจะมีหน้าจอเพื่อรับข้อมูลความต้องการของผู้ใช้ ดังรูป 4.1

รูปที่ 4.1 แสดงหน้าฟอร์มการสร้างแผนที่

ผู้ใช้ทำการกำหนดขอบเขตของข้อมูลเพื่อใช้ในการสร้างแผนที่โดยการเลือก จังหวัด อำเภอ ตำบล ที่ต้องการและเลือกระดับชั้นข้อมูล จุดสังเกต ทางรถไฟ แม่น้ำ ถนน หรือจุดบันทึก ภายหลังจากเลือกข้อมูลเสร็จแล้วกดยืนยันที่ปุ่ม create map เพื่อเป็นการส่งค่าข้อมูล ที่ผู้ใช้ทำการกำหนดไปยังแม่ข่ายจีไอเอส เพื่อทำการค้นหาข้อมูลต่างๆ และส่งผลกลับมาเป็นแฟ้มเอสวีจี ซึ่งแสดงผลของการร้องขอแผนที่ได้ดังรูป 4.2

รูปที่ 4.2 แสดงผลลัพธ์หลังจากเรียกฟอร์มการสร้างแผนที่

โดยพื้นที่สีชมพูจะเป็นขอบเขตที่ผู้ใช้ได้กำหนด และมีข้อมูลถนน สีเทา และมีจุดสังเกตเป็นจุดวงกลมสีเหลือง

4.1.2 **เมนูย่อย** Original view

เมนูนี้จะทำให้ภาพแผนที่กลับมาสู่จุดเริ่มต้น คือว่า ถ้าผู้ใช้มีการขยายหรือย่อภาพแผนที่แล้วยังไม่ได้ภาพที่ต้องการ สามารถกลับสู่ภาพแผนที่ตอนแรกที่ได้ทำการเปิดได้ ซึ่งผลลัพธ์ก็ของการทดสอบแสดงดังรูปที่ 4.2

4.2 ผลการทดสอบเมนู Tool

4.2.1 **เมนูย่อย** Add Position

เป็นการเพิ่มสถานที่ ที่ผู้ใช้ต้องการโดยผู้ต้องทำการกำหนดตำแหน่งบนแผนที่ก่อน ซึ่งเมื่อผู้ใช้กำหนดตำแหน่งแล้ว จะเกิดจุดขึ้นซึ่งจะแสดงดังรูป 4.3

รูปที่ 4.3 แสดงผลลัพธ์หลังจากกำหนดตำแหน่งบนแผนที่

เมื่อผู้ใช้กำหนดจุดบนแผนที่เสร็จ ก็ให้ทำการเลือกที่เมนู Add Position เพื่อเพิ่มรายละเอียดเกี่ยวกับสถานที่ที่จะทำการเพิ่ม ซึ่งจะมีฟอร์มแสดงในการใส่ข้อมูลดังรูปที่ 4.4 โดยค่าพิกัดละติจูดและลองติจูดได้จากพิกัดที่ผู้ใช้ได้คลิกบนแผนที่

รูปที่ 4.4 แสดงฟอร์มการรับข้อมูลเพื่อเพิ่มสถานที่

4.2.2 **เมนูย่อย** Search

จะทำการค้นหาบนแผนที่ โดยจะมีเมนูย่อยในเรื่องของการค้นหา 3 เมนูย่อย คือ Place , UTM และ Path

4.2.2.1 **เมนูย่อย** Place

เป็นเมนูที่ใช้ทำการค้นหาสถานที่ที่ผู้ใช้ต้องการบนแผนที่ โดยจะมีฟอร์มเพื่อรับและแสดงผลของการค้นหา โดยฟอร์มที่ใช้ในการค้นหาสถานที่แสดงดังรูป 4.5

รูปที่ 4.5 แสดงฟอร์มของการค้นหาสถานที่

จากรูปที่ 4.5 เป็นผลจาดการค้นหาสถานที่ที่มีคำว่า"กรุงเทพ" และผู้วิจัยได้ทำการเลือกข้อมูล ธนาคารกรุงเทพ สาขาสำเพ็ง เพื่อจะให้แสดงผลการค้นหาบนแผนที่ โดยผลการค้นหาที่แสดงบนแผนที่ แสดงไว้ดังรูปที่ 4.6

รูปที่ 4.6 แสดงผลการค้นหาและแสดงผลบนแผนที่

จากรูปที่ 4.6 ผลการค้นหาหลังจากที่ผู้วิจัยเลือกที่ธนาคารกรุงเทพ จะทำให้ รูปวงกลมขนาดใหญ่ขึ้นแสดงผลการค้นหาที่ธนาคารกรุงเทพบนแผนที่

4.2.2. 2 **เมนูย่อย** UTM

เมนูนี้จะทำการค้นหาสถานที่โดยการระบุพิกัดในระบบยูทีเอ็ม โดยการทดลองนี้ผู้วิจัยได้ใส่ค่าละติจูดและลองติจูดดังรูปที่ 4.7 ซึ่งในการค้นหาถ้าพิกัดที่ใส่ลงไปไม่ตรงกับพิกัดของสถานที่สำคัญในฐานข้อมูล ระบบจะทำการค้นหาพิกัดสถานที่สำคัญที่ใกล้เคียงที่สุด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.7 แสดงภาพหน้าจอของการค้นหาแบบ UTM

ผลจากการค้นหาด้วยวิธีนี้แสดงผลการค้นหาแบบสถานที่ แสดงไว้ดังรูปที่ 4.6

4.2.2.3 **เมนูย่อย** Path

เมนูนี้จะทำการค้นหาเส้นทางสั้นสุดที่ผู้ใช้เคยทำการบันทึกไว้ โดยผู้วิจัยได้ทำการทดลองหาเส้นทาง ที่มีคำว่า “เยาวราช” ซึ่งจากผลการทดลองแสดงไว้ดังรูปที่ 4.8

รูปที่ 4.8 แสดงผลการค้นหาเส้นทาง

จากรูปที่ 4.8 ผลจากการค้นหาเส้นทางที่บันทึกไว้ในชื่อว่าเยาวราช จะมีโหนดเริ่มต้นคือ 129 และ มีโหนดปลายทาง คือ 487

4.2.3 **เมนู** Shortest Path

4.2.3.1 **เมนู** Markpoint

ในการค้นหาเส้นทางนั้น ผู้ใช้ต้องทำการเลือกโหนดต้นทางและโหนดปลายทาง ซึ่งในการกำหนดโหนดต้นทางและโหนดปลายทางบนชั้นข้อมูลของถนน ผู้วิจัยได้ทำการสร้างจุดอ้างอิงขึ้นมาให้กับผู้ใช้ เนื่องจากชั้นข้อมูลของถนนไม่มีจุดอ้างอิงใดๆ ซึ่งถ้าผู้ใช้ทำการเลือกจุดใดๆ บนชั้นข้อมูลของถนน จะไม่ทราบว่าโหนดที่ผู้ใช้กำหนดนั้น เป็นข้อมูลที่อยู่บนชั้นข้อมูลใดหรือว่าอยู่บนถนนเส้นใด ด้วยเหตุนี้ทำให้ผู้วิจัยต้องทำการสร้างจุดอ้างอิงให้กับผู้ใช้ โดยในการแสดงจุดอ้างอิงนี้ ผู้ใช้ต้องทำการเลือกที่ เมนู Markpoint เพื่อเป็นการสร้างจุดอ้างอิง โดยจุดอ้างอิงที่ผู้วิจัยสร้างนั้นจะอยู่ตามแต่ละแยกของถนนและมีลักษณะเป็นวงกลมสีเขียว โดยจะแสดงไว้ดังรูปที่ 4.9

รูปที่ 4.9 แสดงจุดอ้างอิงบนชั้นข้อมูลของถนน

เมื่อผู้ใช้ได้จุดอ้างอิงแล้วก็เลือกโหนด โดยคลิกโหนดแรกจะเป็นการเลือกโหนดต้นทางและคลิกเลือกโหนดต่อไปจะเป็นโหนดปลายทาง เมื่อทำการคลิกเลือกเสร็จผู้ใช้ คลิก create shortest path เพื่อส่งค่าโหนดต้นทางและปลายทางไปยังจีไอเอส เซิร์ฟเวอร์เพื่อทำการประมวลผลและส่งค่าเส้นทางสั้นสุดกลับมายังเครื่องพีดีเอ

4.3 **เมนูย่อย** Zoom Select

เป็นการขยายภาพ ในบริเวณที่ผู้ใช้ต้องการ โดยทำการลากบริเวณที่ต้องการขยาย โดยการเลือกบริเวณจะเป็นรูปสี่เหลี่ยมซึ่งเมื่อเลือกที่เมนูนี้แล้วผู้ใช้สามารถที่เลือกบริเวณที่ต้องการได้ ดังรูปที่ 4.10

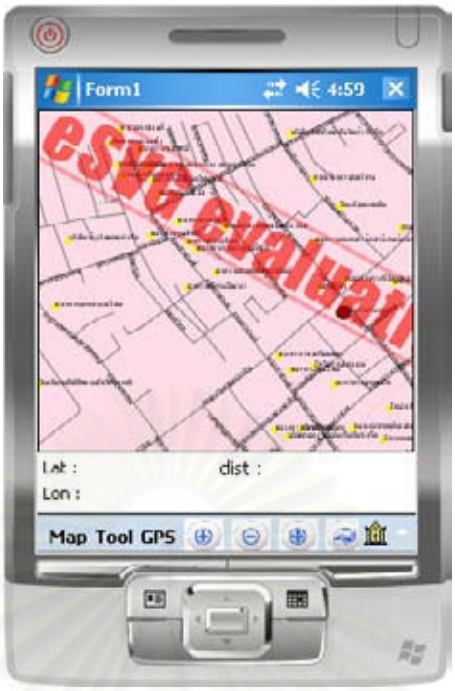
รูปที่ 4.10 แสดงการ Zoom Select

4.4 **ทดสอบเครื่องมือจัดการแผนที่**

เครื่องมือที่ช่วยจัดการกับแผนที่ได้แก่ การขยาย การย่อ การเลื่อน แผนที่

4.4.1 **การขยายภาพ** (Zoom In)

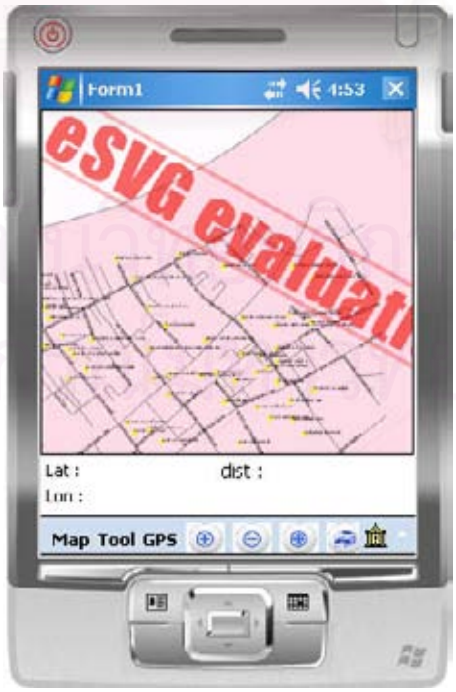
เป็นการขยายภาพแผนที่ สามารถเรียกใช้งานได้เมื่อเราทำการคลิกเลือก ที่ โดยการการทดลองผู้วิจัยทำการขยายภาพแผนที่โดยคลิกที่ 3 ครั้ง ผลของการคลิกแสดงดังรูป 4.11



รูปที่ 4.11 แสดงภาพการขยายแผนที่

4.4.2 **การย่อภาพแผนที่** (Zoom Out)

เป็นการย่อภาพแผนที่ให้มีขนาดเล็กลง เพื่อให้ผู้ใช้มองภาพแผนที่ได้บริเวณมากขึ้น และสามารถเรียกใช้งานเมื่อคลิกเลือกที่ ซึ่งผลการคลิกจะแสดงดังรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.12 แสดงผลการย่อภาพแผนที่

4.4.3 **การเลื่อนแผนที่** (Pan Mode)

ในการใช้งานฟังก์ชันนี้ผู้ใช้ต้องทำการกดที่ เพื่อให้สามารถเลื่อนภาพแผนที่ โดยการเลื่อนภาพแผนที่ แสดงดังภาพที่ 4.13 ผู้วิจัยได้ทำการเลื่อนภาพขึ้นด้านบน

รูปที่ 4.13 แสดงผลจากการเลื่อนแผนที่

4. 5 **เมนูย่อย** gps

การใช้งาน gps นั้นจำเป็นต้องทำการเชื่อมต่ออุปกรณ์จีพีเอสก่อน เมื่อต่ออุปกรณ์จีพีเอสแล้วทำการคลิกที่เมนูย่อย start gps ซึ่งเมื่อคลิกที่ start gps แล้วจะปรากฏ รูปวงกลมขึ้นที่แผนที่ ณ ตำแหน่งปัจจุบันของผู้ใช้ และจะมีค่าพิกัด lat และ lon เพื่อบอกตำแหน่งของผู้ใช้ ดังรูป 4.14

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.14 ภาพแสดงตำแหน่งของจีพีเอส

จากการทดลองยังมีเรื่องที่ยังเป็นปัญหาอยู่ในหลายๆ เรื่องเช่น โปรแกรมจำลองทำงานช้า ซึ่งผู้วิจัยก็ได้หาวิธีเพิ่มความเร็วโดยการเพิ่มหน่วยความจำแคชของโปรแกรมจำลองให้มีขนาด 4 MBโดยการแก้ไขค่าในรีจีสเตอร์ของโปรแกรมจำลอง เพื่อความสามารถในการประมวลผลที่เร็วขึ้น แต่ผลปรากฏว่าแอพพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นนี้ยังทำงานช้าอยู่ และการโต้ตอบระหว่างภาพเอสวีจีกับผู้ใช้ยังมีปัญหาอยู่ในเรื่องของการรับคำสั่งจากผู้ใช้ เช่น เมื่อผู้ใช้ทำการเลือกโหนด ปรากฏว่า javascript ที่อยู่ในตัวแผนที่กลับไม่ทำงาน ซึ่งผู้วิจัย จึงตั้งข้อสังสัยไว้ว่า น่าจะมีผลจากตัวแอคทีฟเอ็กซ์ อีเอสวีจีที่ลงบนตัวโปรแกรมจำลอง ไม่ได้เป็น เวอร์ชันเต็มเพราะยังเป็นเพียงเวอร์ชันทดลอง ทำให้ไม่ตอบสนองการใช้งานได้อย่างสมบูรณ์ และอีกประเด็นที่ผู้วิจัยสงสัยคือ ทำงานบนโปรแกรมจำลองจะมีความล่าช้ากว่าทำงานบนเครื่องพีดีเอจริง ก็อาจจะส่งผลให้การ interactive ระหว่างผู้ใช้กับแผนที่นั้นไม่ได้เป็นไปตามที่ต้องการ ซึ่งยังคงต้องทำการศึกษาตรงจุดนี้เพิ่มเติมอีกเพื่อให้ได้คำตอบที่ชัดเจนกว่านี้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 บทสรุป

งานวิจัยนี้ออกแบบและพัฒนาระบบการนำทางด้วยแผนที่บนเครื่องพีดีเอ ผู้วิจัยได้ทำการแยกระบบออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของแม่ข่ายจีไอเอสและแอพพลิเคชันบนเครื่องพีดีเอ ส่วนของแม่ข่ายจีไอเอสเป็นส่วนที่สร้างแผนที่ โดยแผนที่ที่สร้างนี้จะอยู่ในรูปของเอกสารเอสวีจี มีการจัดเก็บข้อมูลต่าง ๆ ทางด้านจีไอเอสและยังมีฟังก์ชันในการค้นหาเส้นทางในการเดินทางให้กับผู้ใช้ โดยฟังก์ชันในการค้นหาเส้นทางนี้จะใช้ดิจค์สตราอัลกอริทึม นอกจากนี้การค้นหาสถานที่แบบยูทีเอ็มและการค้นหาจุดอ้างอิงใกล้สุดในการใช้จีพีเอสเป็นพิกัดตั้งต้น เพื่อใช้ในการค้นหาเส้นทางจะใช้อัลกอริทึมต้นไม้เคดีช่วยในการค้นหาสถานที่และจุดอ้างอิงใกล้สุด

ส่วนของแอพพลิเคชันฝั่งลูกข่ายที่พัฒนาขึ้นนี้ แอพพลิเคชันสามารถย่อหรือขยายภาพแผนที่ เลื่อนภาพแผนที่ บันทึกแผนที่ให้อยู่ในรูปของแฟ้มข้อมูลเจเพ็ก กำหนดจุดตั้งต้นและจุดปลายทางรวมทั้งบอกระยะทางจากจุดต้นทางไปยังจุดปลายทางได้ อีกทั้งแอพพลิเคชันสามารถต่อกับอุปกรณ์จีพีเอสเพื่อบอกตำแหน่งปัจจุบันของผู้ใช้ เพื่อช่วยในการนำทาง ซึ่งในการอ่านค่าของจีพีเอสนั้นยังคงมีความคลาดเคลื่อน เนื่องจากตัวอุปกรณ์จีพีเอสมีการอ่านค่าคลาดเคลื่อนในรัศมี 10 เมตร ในการติดต่อกันระหว่างแม่ข่ายจีไอเอสกับเครื่องพีดีเอนี้จะทำการติดต่อกันผ่านเว็บเซอร์วิส

5.2 ข้อจำกัดของเครื่องมือ

แอพพลิเคชันที่ได้ทำการพัฒนามีข้อจำกัดในการใช้งานดังต่อไปนี้

1. แอพพลิเคชันสามารถเปิดภาพแผนที่ที่เป็นแฟ้มงานเอสวีจีได้เท่านั้น
2. แอพพลิเคชันยังทำงานในแต่ละฟังก์ชันได้ช้าอยู่ เนื่องจากโปรแกรมจำลองมีหน่วยความจำที่น้อย
3. ระบบที่พัฒนาขึ้นในขณะเดียวกันยังไม่สามารถรองรับการใช้งานจากผู้ใช้มากกว่า 1 คนได้
4. ฐานข้อมูลจีไอเอส มีข้อมูลไม่ครบถ้วนทั้งประเทศไทย ทำให้ไม่สามารถสร้างแผนที่ที่สมบูรณ์นอกเหนือจากเขตสัมพันธ์วงศ์ได้
5. ในการค้นหาเส้นทางสั้นสุดจากโหนดต้นทางไปยังโหนดปลายทางนั้น เส้นทางที่ได้ จะเป็นถนนที่มีการเดินรถแบบ 2 ทาง
6. แอพพลิเคชันสามารถบันทึกภาพแผนที่เป็นเจเพ็กไฟล์ได้เท่านั้น

7. การเลือกโหนดต้นทางและปลายทางสามารถเลือกได้เฉพาะจุดอ้างอิงที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเท่านั้น

5.3 ข้อเสนอแนะ

ผู้วิจัยพบว่าเครื่องมือจะมีประสิทธิภาพและนำไปใช้ประโยชน์ได้กว้างขวางมากขึ้น หากมีการเพิ่มเติมส่วนงานดังต่อไปนี้

1. ระบบการล๊อคอิน (login) แบ่งระดับการเข้าถึงข้อมูลเพื่อเพิ่มความปลอดภัยในฐานข้อมูล
2. มีระบบการนำเข้าแผนที่ จากรูปแบบอื่นนอกเหนือจากแฟ้มเอกสารเอสวีจี เข้าสู่ฐานข้อมูลบนเครื่องแม่ข่ายจีไอเอส
3. รูปแบบแฟ้มงานที่สามารถเปิดใช้งานกับแอพพลิชัน ควรที่จะสามารถเปิดใช้งานได้หลายรูปแบบ ไม่จำกัดแค่แฟ้มงานเอสวีจี
4. ปรับปรุงการสร้างแผนที่ ให้มีขนาดแฟ้มที่เล็กลง เพื่อการส่งข้อมูลในเว็บเซอร์วิสจะได้เร็วขึ้น
5. ปรับปรุงการรับข้อมูลโหนดต้นทางและโหนดปลายทางให้สามารถรับข้อมูลโหนดต้นทางและโหนดปลายทางได้ทุกชั้นข้อมูลเพื่อเพิ่มความสะดวกให้กับผู้ใช้
6. นำเข้าข้อมูลในชั้นข้อมูลของถนนใหม่ เพื่อให้รู้ว่าถนนเส้นใดเป็นทางเดินรถทางเดียว เพื่อประโยชน์ในการนำทางในเส้นทางที่ถูกต้องมากขึ้น

5.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

ได้ระบบต้นแบบในการนำทาง โดยใช้แผนที่ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในรูปแบบของเว็บเซอร์วิส

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

[1] ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.2006. ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS).
Online:http://www.geography.arts.chula.ac.th/Geo_Know.htm#g5

[2] ศูนย์วิจัยภูมิสารสนเทศเพื่อประเทศไทย. ความหมายของคำว่า "ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System) GIS". Online: http://www.gisthai.org/about-gis/gis.html

[3] THAI XML.COM.2002.online. SVG :: XML GRAPHICS. Online: http://www.thaixml.com/essentials/svg.htm

[4] World Wide Web Consortium. Scalable Graphics Vector (SVG) XML Graphics for the Web. Online: http://www.w3.org/Graphics/SVG

[5] World Wide Web Consortium. Mobile SVG Profile : SVG Tiny and SVG Basic. Online:http://www.w3.org/TR/SVGMobile/

[6] Microsoft Corporation. Getting Started with Visual Studio .NET and The Microsoft .NET Compact Framework. Online: http://msdn.microsoft.com/smartclient/understanding/netcf/gettingstarted/default.aspx?pull=/library/en-us/dnnetcomp/html/netcfgetstarted.asp

[7] Microsoft Corporation. Fundamental of Microsoft .NET Compact Framework Development for the Microsoft .NET Framework Developer. Online : http://msdn.microsoft.com/smartclient/understanding/netcf/gettingstarted/default.aspx?pull=/library/en-us/dnnetcomp/html/net_vs_netcf.asp

[8] กรมทรัพยากรน้ำบาดาล. ระบบพิกัด (Coordinate System).
Online : http://www.dgr.go.th/technique37.html

[9] ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล. ความรู้เกี่ยวกับแผนที่เบื้องต้น.Online :
http://www.physics.sci.rit.ac.th/sciencefac/artic/map/map.htm

[10] ฉัตรชัย สุขสอาด. Web Services abc. Online :
http://www.wsiam.com/document/abcwebservices/webservicesabc.jsp#what

[11] Systinet Corporation. Web Services: A Practical Introduction.
Online : http://www.systinet.com/resources/white_papers/

[12] Wikipedia, The free Encyclopedia. Navigation.
Online: http://en.wikipedia.org/wiki/Navigation

[13] ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2006. ระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก. Online: http://www.geography.arts.chula.ac.th/Geo_Know.htm#g7

[14] นายจักรรัตน์ ลีนุตพงษ์และนายฉัตรชัย สินธพ. การออกแบบและพัฒนาระบบจีไอเอสโดยแสดงผลผ่านเว็บเบราว์เซอร์. โครงงานทางวิศวกรรม สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยม, ปีการศึกษา 2546.

[15] นายสรวงศ์ ดาราราช นายสิโรจน์ ชัยวัฒนพงศ์และนายอัครา ปกรณ์ศิริ. การออกแบบและพัฒนาระบบจีไอเอส เพื่อสนับสนุนงานทางด้านการขนส่ง. โครงงานทางด้านวิศวกรรม สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ปีการศึกษา 2547.

[16] Ilya Zaslavsky. Web Services for Generating SVG Tiny Maps on Mobile Phones.Online:http://www.svgopen.org/2004/papers/WebServicesForSVGTinyMapsOnMobile/

[17] Thai xml.com. DOM และ SAX ต่างกัน อย่างไร.
Online:http://www.thaixml.com/faq/domsax.htm

[18] Andrew W.Moore. An introductory tutorial on kd-trees.PhD Thesis.Department of Computer Science.University of Cambridge.1981

[19] Jon Louis Bentey,Jerome H.Friedman.Fast Algorithms for Constructing minimal spanning trees in Coordinate spaces. IEEE Transaction on Computers,1978,pp 97-105.

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก
การใช้แอพพลิเคชัน

ภาคผนวก ก นี้กล่าวถึงหน้าที่ของฟังก์ชันต่างๆ ของแอพพลิเคชันที่ได้ทำการพัฒนาขึ้น

1. เมนู

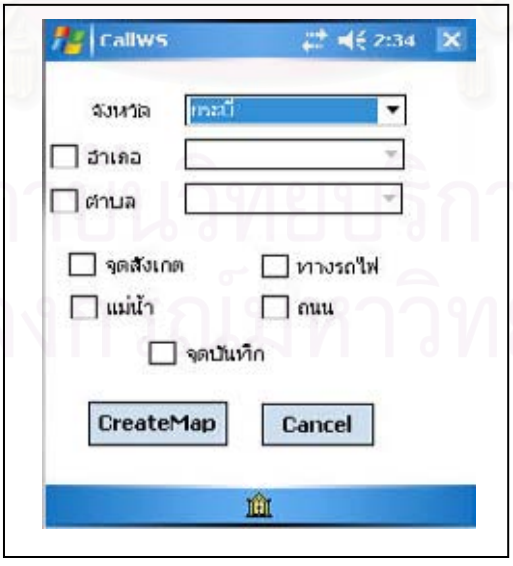
แอพพลิเคชันประกอบด้วยเมนูหลัก 3 รายการ ได้แก่ map, tool และ gps โดยแต่ละเมนูหลักประกอบด้วยเมนูย่อยดังนี้

1.1 เมนู Map

เมนู map ประกอบด้วยเมนูย่อยดังรูปที่ ก.1 โดยแต่ละเมนูย่อยมีหน้าที่ดังนี้

รูปที่ ก.1 เมนูย่อยของ map

1. เมนูย่อย open ใช้สำหรับเปิดภาพแผนที่ โดยเมนูนี้มีเมนูย่อย 2 รายการ คือ
   1) file ใช้สำหรับเปิดภาพแผนที่ที่มีอยู่แล้ว โดยเปิดจากแผนที่ที่เป็น svg ไฟล์
   2) web services ใช้สำหรับสร้างภาพแผนที่ โดยการเรียกใช้งานเว็บเซอร์วิส เมื่อเรียกใช้เมนูรายการนี้แล้วจะแสดงหน้าจอ ดังรูปที่ ก.2



รูปที่ ก.2 แสดงหน้าจอการสร้างแผนที่จากเว็บเซอร์วิส

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. เมนูย่อย original view ใช้สำหรับทำให้ภาพแผนที่กลับสู่ภาพเมื่อครั้งแรกที่ได้เปิดภาพแผนที่ขึ้นมา

1.2 เมนู Tool

เมนู Tool ประกอบด้วยเมนูย่อย ดังรูปที่ ก.3 โดยแต่ละเมนูย่อยมีหน้าที่ดังนี้

รูปที่ ก.3 แสดงเมนูย่อยของเมนู Tool

1. เมนูย่อย Add Position ใช้สำหรับเพิ่มสถานที่ที่ผู้ใช้ ได้ทำการกำหนดบนแผนที่ลงในฐานข้อมูลฝั่งแม่ข่ายจีไอเอส เมื่อเลือกเมนูย่อยนี้แล้วจะแสดงหน้าจอดังรูปที่ ก.4 เพื่อให้ผู้ใช้ทำการใส่ข้อมูลเกี่ยวกับสถานที่

รูปที่ ก.4 แสดงหน้าจอการเพิ่มสถานที่

2. เมนูย่อย Search ใช้สำหรับให้ผู้ใช้ทำการค้นหา สถานที่ หรือเส้นทางที่ผู้ใช้ต้องการ โดยเมนูย่อยนี้มีเมนูย่อย อีก 3 รายการ คือ

1) place ใช้สำหรับค้นหาสถานที่ด้วยการระบุชื่อสถานที่ โดยเมื่อทำการเลือกที่เมนูนี้แล้วจะแสดงรูปหน้าจอดังรูป ก.5 เพื่อให้ผู้ใช้ใส่ชื่อสถานที่ที่ต้องการค้นหา

รูปที่ ก.5 แสดงหน้าจอการค้นหาด้วยสถานที่

2) utm ใช้สำหรับค้นหาสถานที่โดยการระบุพิกัดตำแหน่ง เมื่อผู้ใช้เลือกที่เมนูนี้แล้วจะแสดงรูปหน้าจอดังรูปที่ ก.6 เพื่อให้ผู้ใช้ระบุพิกัดในระบบ utm ในการค้นหาสถานที่

รูปที่ ก.6 แสดงหน้าจอการค้นหาด้วยระบบพิกัดยูทีเอ็ม

3) path ใช้สำหรับค้นหาเส้นทางสั้นสุดที่ผู้ใช้ เคยทำการค้นหาแล้ว มาแสดงบนแผนที่

3. เมนูย่อย Shortest Path ใช้สำหรับค้นหาเส้นทางสั้นสุดในการเดินทาง ซึ่งประกอบด้วยเมนูย่อย 2 รายการ คือ

1) Mark point เลือกเมนูนี้แล้วแผนที่จะแสดงจุดอ้างอิงบนชั้นข้อมูลถนนเพื่อให้ผู้ใช้ทำการกำหนดจุดต้นจุดปลาย เพื่อใช้ในการค้นหาเส้นทางสั้นสุด

2) find Path หลังจากผู้ใช้กำหนดจุดต้นทางและปลายทางแล้ว จะทำการเลือกเมนูนี้เพื่อทำการค้นหาเส้นทางสั้นสุดจากจุดต้นทางไปยังจุดปลายทาง

3) clear node ใช้สำหรับการยกเลิกจุดต้นทางและจุดปลายทางที่ผู้ใช้ทำการเลือกไว้ เพื่อที่ผู้ใช้จะได้สามารถทำการเลือกจุดต้นทางและปลายทางใหม่ได้

4. Zoom Select ใช้สำหรับขยายแผนที่ ในบริเวณที่ผู้ใช้ต้องการ

1.3 เมนู Gps

เมนู Gps ใช้สำหรับติดต่อกับอุปกรณ์จีพีเอส โดยมีเมนูย่อย 2 เมนูคือ

1) start gps ใช้สำหรับรับค่าพิกัดจากอุปกรณ์จีพีเอส

2) stop gps ใช้สำหรับหยุดรับค่าพิกัดจากอุปกรณ์จีพีเอส

2. แถบเครื่องมือ

แถบเครื่องมือเป็นปุ่มที่ทำหน้าที่เดียวกับเมนู เพื่อให้ผู้ใช้สะดวกต่อการเรียกใช้ฟังก์ชันต่างๆ ซึ่งปุ่มแต่ละปุ่มทำหน้าที่ดังตารางที่ ก.1

ตารางที่ ก.1 ปุ่มและหน้าที่ของแถบเครื่องมือ

ปุ่ม	หน้าที่
	ขยายภาพแผนที่
	ย่อภาพแผนที่
	สามารถเลื่อนภาพแผ่นที่ไปตามที่ต้องการได้
	พิมพ์ภาพแผนที่

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายยศพัฒน์ สุทธิศาสนกุล เกิดเมื่อวันที่ 8 กันยายน พ.ศ. 2524 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ จากภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ในปีการศึกษา 2545 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ที่ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2546

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย