สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

วัตถุเคลื่อนที่กับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์บนอุปกรณ์ไร้สาย

Moving Objects and Mobile GIS

นิพนธ์ ไข่เกษ

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 72638
วัน,เดือน,ปี 21 มิ.ย. 2550

b 11770661
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุเคลื่อนที่กับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์บนอุปกรณ์ไร้สาย

Moving Objects and Mobile GIS

โดย

นิพนธ์ ไข่เกษ

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร.ชุติเมษฎ์ ศรีนิลทา

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ ปีการศึกษา 2549

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง วัตถุเคลื่อนที่กับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์บนอุปกรณ์ไร้สาย

Moving Objects and Mobile GIS

ผู้จัดทำ นาย นิพนธ์ ไข่เกษ เลขประจำตัว 46010371

ชุติเมษฎ์ อาจารย์ที่ปรึกษา

(ดร. ชุติเมษฎ์ ศรีนิลทา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุเคลื่อนที่กับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์บนอุปกรณ์ไร้สาย

นายนิพนธ์ ไข่เกษ 46010371
ดร.ชุติเมษฎ์ ศรีนิลทา อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2549

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นการนำเสนอการพัฒนาแอพพลิเคชั่นสำหรับอุปกรณ์ไร้สายเพื่อติดต่อและแสดงระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยให้มีความสามารถได้แก่ การแสดงแผนที่ภายในบริเวณสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง การติดต่อรับพิกัดทางภูมิศาสตร์จากอุปกรณ์ GPS การหาระยะห่างระหว่างสถานที่ การค้นหาตำแหน่งของป้ายจอดรถที่ใกล้กับตำแหน่งของผู้ใช้งานมากที่สุด การแสดงการเตือนเหตุการณ์สำคัญเมื่อถึงสถานที่นั้น และการแสดงตำแหน่งของผู้ใช้งานที่เคยผ่านมา ทั้งนี้ได้มีการใช้เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องในด้านต่างๆ ได้แก่ การพัฒนาแอพพลิเคชั่นบนอุปกรณ์ไร้สายด้วยเทคโนโลยี J2ME การแสดงแผนที่จากข้อมูล SVG ด้วยเทคโนโลยี SVG Tinyline การติดต่อระหว่างอุปกรณ์ไร้สายและเซิร์ฟเวอร์ด้วย JAVA Servlet การเก็บข้อมูลเชิงภูมิศาสตร์โดยใช้ระบบจัดการฐานข้อมูลคือ PostgreSQL ที่เพิ่มฟังก์ชั่นการทำงานกับข้อมูลเชิงภูมิศาสตร์ด้วย PostGIS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Moving Objects and Mobile GIS

Mr. Nipon Kaigate

Dr. Chutimet Srinilta adviser

Academic Year 2006

ABSTRACT

The propose of this thesis was to develop geographic information system for mobile devices, That is the mobile devices can access and display in geometry information such as display the map in area of King Mongkut Institute of Technology Ladkrabang, receive the position of the device from GPS (Global Positioning System), get distance by two positions of the place, find the nearest bus stop by position of the device, remind the event by distance of the place and the device, display the position of the route of device in past by the user can filter by the range of time. The technologies that have been adopted in this project are J2ME for developed the application on the mobile device, SVG Tinyline to display the SVG map on the mobile device, JAVA servlet for the mobile device to request the service on the server, Postgres DBMS (Database Management System) with PostGIS extension for allowing it to be used as spatial database for geographic information system (GIS).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์นี้ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างดี ด้วยคำแนะนำ คำปรึกษา และความช่วยเหลือจากหลายๆฝ่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ดร.ชุติเมษฎ์ ศรีนิลทา อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ที่ให้โอกาสข้าพเจ้าได้ทำปริญญานิพนธ์นี้ และคอยช่วยเหลือข้าพเจ้าอย่างมาก ซึ่งต้องขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอบคุณเพื่อน ๆ พี่ ๆน้องๆ ที่ช่วยเหลือข้าพเจ้าและเป็นกำลังใจให้ข้าพเจ้าในการทำงาน

สุดท้ายขอขอบพระคุณ บิดา มารดา อันเป็นที่เคารพรัก ซึ่งได้เลี้ยงดู สั่งสอนข้าพเจ้า ให้ความรัก และกำลังใจแก่ข้าพเจ้าเสมอมา ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ด้วย

นิพนธ์ ไข่เกษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้าที่
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาของโครงงาน	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
1.2 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	1
บทที่ 2 ทฤษฎี	3
2.1 ความรู้เบื้องต้นของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์	3
2.1.1.1 ข้อมูล(Data/Information)	3
2.1.1.2 เครื่องคอมพิวเตอร์(Hardware)	4
2.1.1.3 โปรแกรมหรือระบบซอร์ฟแวร์ (Software)	5
2.1.1.4 บุคลากร (Human Resource)	5
2.1.1.5 กระบวนการ (Process)	5
2.1.2 ความสามารถของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์	5
2.1.3 การทำงานของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์	5
2.1.4 ระบบพิกัดบนแผนที่	7
2.1.4.1 ระบบค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์(Geo-referenced Coordinate System)	7
2.1.4.2 ระบบพิกัดกริด UTM (Universal Transvers Mercator Coordinate System)	8
2.2 เทคโนโลยี J2ME	10
2.2.1 แพลตฟอร์มจาวา	10
2.2.2 J2ME	11
2.2.2.1 คอนฟิกูเรชั่นใน J2ME	12
2.2.2.2 J2ME สำหรับอุปกรณ์ไร้สาย	13
2.2.2.3 ความต้องการของระบบ	14
2.2.3 หลักการพัฒนาแอพพลิเคชั่นบน MIDP ด้วย J2ME	14
2.2.3.1 ไลบรารีของ CLDC	14
2.2.3.2 ซับคลาสของ J2SE	15
2.2.3.3 คลาสที่มีเฉพาะใน CLDC	15
2.2.3.4 ประเภทของข้อมูลพื้นฐาน	15
2.2.3.5 ไลบรารีของ MIDP	16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

2.2.3.6 คลาสโปรแกรมจัดการแอพพลิเคชั่น 16

2.2.3.7 คลาสของส่วนการติดต่อกราฟฟิกกับผู้ใช้ (GUI Class) 16

2.2.3.8 คลาสของพื้นที่เก็บข้อมูลแบบคงตัว (Persistent Storage Class) 16

2.2.3.9 คลาสของเครือข่าย (Network Class) 17

2.2.4 MIDlet 17

2.2.5 วงจรการทำงานของ MIDlet 18

2.3 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ SVG 19

2.3.1 SVG(Scalable Vector Graphic) 19

2.3.2 SVG Format 20

2.3.3 Basic Shape SVG 21

2.3.3.1 รูปสี่เหลี่ยม หรือ element "rect" 21

2.3.3.2 รูปวงกลม หรือ element "circle" 22

2.3.3.3 รูปวงรี หรือ element "ellipse" 22

2.3.3.4 เส้นตรง หรือ element "line" 23

2.3.3.5 รูปหลายเหลี่ยม หรือ element "polygon" 24

2.3.3.6 การใช้ Path 25

บทที่ 3 ออกแบบโครงงาน

3.1 โครงสร้างและระบบการทำงาน 27

3.2 โครงสร้างและระบบการทำงานบนฝั่ง server 28

3.3 โครงสร้างและระบบการทำงานบนฝั่ง client 28

3.3.1 ติดต่อและรับข้อมูลจาก GPS Receiver ผ่านทาง Bluetooth 29

3.3.2 การสร้างการติดต่อกับโปรโตคอล Http และสร้างสตรีมอินพุต เพื่อติดต่อกับบริการที่ web server 29

3.3.3 ประมวลผลกับระบบสารสนเทศที่มีอยู่บนตัว client ได้ 30

3.4 การออกแบบฐานข้อมูล 31

3.5 การจัดเก็บข้อมูลเชิงพื้นที่ด้วย PostGIS 34

3.5.1 OpenGIS Functions 35

3.5.1.1 AddGeometryColumn(varchar, varchar, varchar, integer, varchar,integer) 35

3.5.1.2 AsBinary(geometry) 35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

	หน้าที่
รูปที่ 2-1 องค์ประกอบของ GIS	3
รูปที่ 2-2 ลักษณะข้อมูลที่มีทิศทาง (Vector Data)	4
รูปที่ 2-3 ข้อมูลที่มีลักษณะเป็นกริด (Raster Data)	4
รูปที่ 2-4 ขั้นตอนการดำเนินงานด้าน GIS	7
รูปที่ 2-5 Spherical Coordinate System	8
รูปที่ 2-6 Planar Coordination	8
รูปที่ 2-7 แสดงการแบ่งโซนระบบพิกัดกริด	10
รูปที่ 2-8 แสดงแพลตฟอร์มจาวา 2 ทั้ง 3รุ่นที่ใช้งานอยู่ในขณะนี้	11
รูปที่ 2-9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง J2SE และคลาสไลบรารีใน CDC และ CLDC	13
รูปที่ 2-10 วงจรการทำงานของ MIDlet	18
รูปที่ 2-11 แสดงการวาดรูปสี่เหลี่ยม	22
รูปที่ 2-12 แสดงการวาดวงกลม	22
รูปที่ 2-12 แสดงการวาดวงรี	23
รูปที่ 2-12 แสดงการเส้นตรง	24
รูปที่ 2-13 แสดงการวาดรูปหลายเหลี่ยม	25
รูปที่ 2-14 แสดงการสร้าง Path	26
รูปที่ 3-1 แสดงโครงสร้างการทำงานของระบบ	27
รูปที่ 3-2 แสดงโครงสร้างการทำงานบนฝั่งเซิร์ฟเวอร์	28
รูปที่ 3-3 แสดงโครงสร้างการทำงานบนฝั่งไคลเอนท์	28
รูปที่ 3-4 แสดงความสัมพันธ์ของคลาสที่ใช้ในกระบวนแปลงข้อมูล SVG เพื่อแสดงผล	38
รูปที่ 4-1 แสดงแผนที่บนโทรศัพท์มือถือ	41
รูปที่4-2แสดงการเลือกโหมดการทำงานจากโทรศัพท์มือถือ	41
รูปที่4-3 แสดงแผนที่ที่ได้ทำการซูมเข้าและเลื่อนตำแหน่ง	42
รูปที่4-4 แสดงหน้าจอเมื่อเลือก Menu Reminder	42
รูปที่ 4-5 แสดงรายการของตึกที่อยู่ในคณะเทคโนโลยีการเกษตร	43
รูปที่ 4-6 แสดงหน้าจอให้เลือก Save หรือ Delete ข้อมูลที่ใส่เพื่อทำการตั้งการเตือน	43
รูปที่ 4-7 แสดงจุดของสถานที่ที่กำหนดจากข้างต้นเมื่อผู้ใช้เข้าใกล้	44
รูปที่4-8 แสดงข้อความบอกเมื่ออยู่ใกล้ตำแหน่งที่ตั้งไว้	44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้าที่
รูปที่ 4-9 แสดงหน้าจอที่สามารถเลือกการเรียกใช้ฟังก์ชันการหาป้ายจอดรถประจำทางได้	45
รูปที่ 4-10 แสดงตำแหน่งของป้ายจอดรถประจำทางที่ใกล้ที่สุดกับตำแหน่งของผู้ใช้งาน	45
รูปที่ 4-11 แสดงหน้าจอให้ใส่ช่วงของเวลา	46
รูปที่ 4-12 แสดงตำแหน่งของผู้ใช้งานที่ผ่านมาแล้ว	46
รูปที่ 4-13 แสดงตำแหน่งของสถานที่ 2 สถานที่จากการเลือก Menu Getdistance	47
รูปที่ 4-14 แสดงข้อความบอกระยะทางระหว่าง 2 สถานที่	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาของโครงงาน

ปัจจุบันระบบเทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System, GIS) ไม่ได้ถูกจำกัดการใช้งานเฉพาะในกิจกรรมที่มีการใช้แผนที่โดยตรงเท่านั้น หากแต่มีการนำไปประยุกต์ใช้ในกิจกรรมอื่นๆ ที่ต้องอาศัยแผนที่ในการวิเคราะห์ เช่นการค้นหาความรู้จากแผนที่เพื่อนำไปประยุกต์ใช้กับงานด้านอื่นๆ ดังนั้นโครงงานนี้จะขอนำเสนอตัวอย่างการใช้ความรู้และวิธีการของการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงภูมิศาสตร์ เช่น การหาระยะห่างระหว่างวัตถุ ศึกษาการเคลื่อนที่ของวัตถุ และนำมาใช้งานบนอุปกรณ์ไร้สาย เช่น สามารถเรียกดูแผนที่โดยมีการเลือกการทำงานให้มีการซูมเข้า-ออกได้ เรียกใช้บริการการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงภูมิศาสตร์จากเซิร์ฟเวอร์ได้ ติดต่อกับอุปกรณ์ที่รับพิกัดตำแหน่งทางภูมิศาสตร์เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลอื่นๆได้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. ศึกษาระบบเทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์
2. ศึกษา J2ME เพื่อพัฒนาแอพพลิเคชั่นบนอุปกรณ์ไร้สาย
3. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลเชิงพื้นที่ได้

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

I. เข้าใจโครงสร้างของข้อมูลเชิงภูมิศาสตร์
2. ได้ศึกษาเครื่องมือและเทคโนโลยีที่ใช้ติดต่อข้อมูลเชิงภูมิศาสตร์ได้เพื่อที่จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ร่วมกับงานอื่นได้
3. ได้ศึกษาเทคโนโลยีที่ใช้พัฒนาแอพพลิเคชั่นบนอุปกรณ์ไร้สายและได้รู้ข้อจำกัดของเทคโนโลยีนี้ด้วย

1.4 ขอบเขตของโครงงาน

โครงงานนี้ทำการศึกษาหาความสัมพันธ์ของข้อมูลเชิงพื้นที่ร่วมกับกับข้อมูลเชิงอธิบายเพื่อได้นำสารสนเทศเชิงภูมิศาสตร์มาใช้ โดยทำการพัฒนาแอพพลิเคชั่นบนอุปกรณ์ไร้สายเพื่อติดต่อกับเซิร์ฟเวอร์ที่ให้บริการฟังก์ชั่นการหาความสัมพันธ์ของข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลที่ผู้ใช้งานต้องการ และนำข้อมูลพิกัดตำแหน่งของผู้ใช้งานไปเก็บไว้เพื่อใช้เป็นข้อมูลการเดินทางที่ผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาแล้วหรือนำมาใช้วิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลเชิงภูมิศาสตร์ของสถานที่สำคัญหรือเส้นทางการเดินรถประจำทางที่ต้องการ

โครงงานนี้แบ่งการทำงานของระบบเป็น 2 ส่วนดังนี้

1. server

ในส่วนของ server มีการเก็บข้อมูลและสารสนเทศของสถานที่และตำแหน่งของวัตถุ เช่น ผู้ใช้งานและรถประจำทางในเวลาต่างๆ และให้บริการบริการข้อมูลและฟังก์ชั่น ได้แก่ บริการบอกตำแหน่งของสถานที่ ตำแหน่งของวัตถุต่างๆ ที่เคลื่อนที่ เช่น ผู้ใช้งาน และ รถประจำทาง บริการหาระยะทางของตำแหน่งของ 2 วัตถุ เช่น ตำแหน่งของผู้ใช้งานและตำแหน่งของป้ายรถประจำทาง เพื่อหาระยะทางที่ผู้ใช้งานอยู่ใกล้กับป้ายจอดรถที่ใกล้ที่สุดได้ บริการการตั้งเตือนเหตุการณ์จากสถานที่ได้ เป็นต้น

2. client

ในส่วนมีหน้าที่แสดงแผนที่และติดต่อกับ GPS Receiver เพื่อรับตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์ของผู้ใช้งานและส่งไปเก็บไว้ในฐานข้อมูลของ server ติดต่อขอรับบริการที่ server มีไว้ให้บริการ และมีการประมวลผลการทำงาน เช่น การตั้งเตือนเหตุการณ์ที่สำคัญจากตำแหน่งของผู้ใช้งานเมื่อเข้าใกล้กับสถานที่ที่กำหนดได้ และนำสารสนเทศที่ได้มาแสดงให้แก่ผู้ใช้งานได้ ซึ่งการแสดงผลอาศัยข้อมูลจาก SVG และ ผู้ใช้สามารถย่อ ขยาย และ เลื่อนแผนที่ไปมาได้

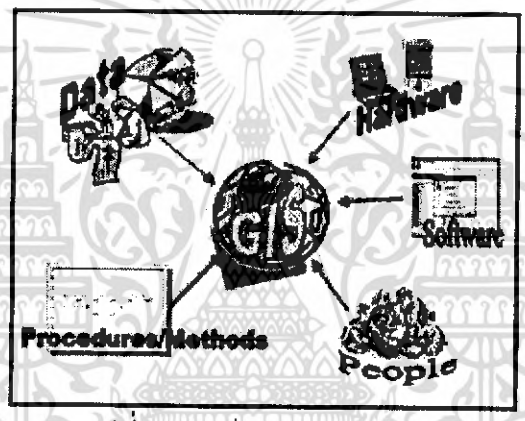
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎี

2.1 ความรู้เบื้องต้นของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ระบบ คอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการนำเข้า จัดเก็บ จัดเตรียม ดัดแปลง แก้ไข จัดการ และวิเคราะห์ พร้อมทั้งแสดงผลข้อมูลเชิงพื้นที่ ตามวัตถุประสงค์ต่างๆ ที่ได้กำหนดไว้ ดังนั้น GIS จึงเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์เพื่อใช้ในการจัดการ และบริหารการใช้ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และสามารถติดตามการเปลี่ยนแปลงข้อมูลด้านพื้นที่ ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

2.1.1 องค์ประกอบของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์



รูปที่ 2-1 องค์ประกอบของ GIS

2.1.1.1 ข้อมูล (Data/Information)

ข้อมูลที่จะนำเข้าสู่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ควรเป็นข้อมูลเฉพาะเรื่อง (theme) และเป็นข้อมูลที่สามารถนำมาใช้ในการตอบคำถามต่างๆ ได้ตรงตามวัตถุประสงค์ เป็นข้อมูลที่มีความถูกต้องและเชื่อถือได้ และเป็นปัจจุบันมากที่สุด อนึ่ง ข้อมูลหรือสารสนเทศสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ ข้อมูลที่มีลักษณะเชิงพื้นที่ (spatial data) และข้อมูลบรรยายพื้นที่ (non-spatial data or attribute data)

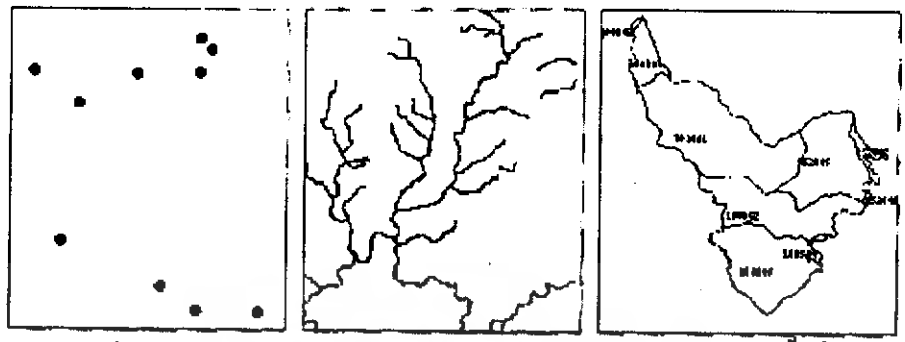
1. ข้อมูลเชิงพื้นที่ เป็นข้อมูลที่แสดงตำแหน่งที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ (geo-referenced data) ของรูปลักษณ์ของพื้นที่ (graphic feature) ซึ่งมี 2 แบบ คือ ข้อมูลที่แสดงทิศทาง (vector data) และข้อมูลที่แสดงเป็นตารางกริด (raster data)

1.I ข้อมูลที่มีทิศทาง (Vector Data) ประกอบด้วยลักษณะ 3 อย่าง คือ

- ข้อมูลจุด (point) เช่น ที่ตั้งหมู่บ้าน โรงเรียน
- ข้อมูลเส้น (arc or line) เช่น ถนน แม่น้ำ ท่อประปา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

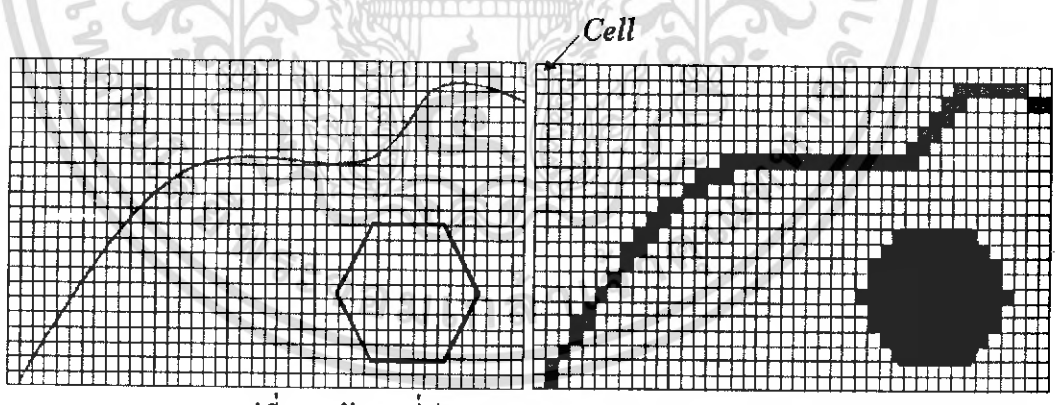
- ข้อมูลพื้นที่ หรือเส้นรอบรูป (polygon) เช่น พื้นที่ป่าไม้ ตัวเมือง



รูปที่ 2-2 ลักษณะข้อมูลที่มีทิศทาง (Vector Data)

1.2. ข้อมูลที่มีลักษณะเป็นกริด (Raster Data)

จะเป็นลักษณะตารางสี่เหลี่ยมเล็กๆ (Grid Cell or Pixel) เท่ากันและต่อเนื่องกัน ซึ่งสามารถอ้างอิงค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์ได้ ขนาดของตารางกริดหรือความละเอียด (Resolution) ในการเก็บข้อมูลจะใหญ่หรือเล็กขึ้นอยู่กับการจัดแบ่งจำนวนแถว (Row) และจำนวนคอลัมน์ (Column) ตัวอย่างข้อมูลที่จัดเก็บโดยใช้ตารางกริด เช่น ภาพดาวเทียม หรือข้อมูลระดับค่าความสูง (Digital Elevation Model: DEM) เป็นต้น



รูปที่ 2-3 ข้อมูลที่มีลักษณะเป็นกริด (Raster Data)

2. ข้อมูลบรรยายพื้นที่ (Non-Spatial Data หรือ Attribute Data) เป็นข้อมูลบอกคุณลักษณะต่าง ๆ เช่น ชื่อถนน ความกว้างของถนน เป็นต้น

2.1.1.2 เครื่องคอมพิวเตอร์ (Hardware)

เครื่องคอมพิวเตอร์ รวมกันเรียกว่า ระบบฮาร์ดแวร์ (Hardware) จะประกอบด้วย คอมพิวเตอร์ อุปกรณ์การนำเข้า เช่น Digitizer, Scanner, Global Positioning System (GPS),

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์อ่านข้อมูล เก็บรักษาข้อมูล และแสดงผลข้อมูล เช่น Printer Plotter เป็นต้น ซึ่งอุปกรณ์แต่ละชนิดจะมีหน้าที่และคุณภาพแตกต่างกันออกไป

2.1.1.3 โปรแกรมหรือระบบซอร์ฟแวร์ (Software)

Software หมายถึง โปรแกรมที่ใช้ในการจัดการระบบและสั่งงานต่าง ๆ เพื่อให้ระบบฮาร์ดแวร์ทำงานหรือเรียกใช้ข้อมูลที่จัดเก็บในระบบฐานข้อมูลมาทำงานตามวัตถุประสงค์ โดยทั่วไปชุดคำสั่งหรือโปรแกรมของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ จะประกอบด้วย หน่วยนำเข้าข้อมูล หน่วยเก็บข้อมูลและการจัดการข้อมูล หน่วยวิเคราะห์ หน่วยแปลงข้อมูล หน่วยแสดงผลและหน่วยตอบโต้กับผู้ใช้ (User Interface)

2.1.1.4 บุคลากร (Human Resource)

บุคลากร จะประกอบด้วยนักวิเคราะห์หรือสร้างระบบ (Analyst) และผู้ใช้สารสนเทศ (User) โดยผู้ใช้ระบบหรือผู้ชำนาญการ GIS จะต้องมีความชำนาญในหน้าที่ และได้รับการฝึกฝนมาแล้วเป็นอย่างดี พร้อมที่จะทำงานได้เต็มความสามารถ โดยทั่วไปผู้ใช้ระบบจะเป็นผู้เลือกระบบฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ เพื่อให้ตรงตามวัตถุประสงค์ และสนองตอบความต้องการของหน่วยงาน ส่วนผู้ใช้สารสนเทศ (User) คือนักวางแผน หรือผู้มีอำนาจตัดสินใจ (Decision-maker) เพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการแก้ไขปัญหาต่างๆ

2.1.1.5 กระบวนการ (Process)

ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ความถูกต้องของข้อมูลเป็นสิ่งสำคัญที่สุด เพราะการวิเคราะห์และตัดสินใจจากข้อมูลที่ผิดพลาดสามารถจะทำให้เกิดผลเสียอย่างใหญ่หลวง ทั้งแรงงาน ความพยายาม และค่าใช้จ่ายทุกอย่างที่ลงทุนไปจะกลายเป็นความสูญเปล่า ในการสร้างฐานข้อมูลที่ดีจึงต้องมีขั้นตอนการทำงานที่ละเอียดถูกต้อง เพื่อให้เป็นการประหยัด ฐานข้อมูลควรได้รับการออกแบบโดยคำนึงถึงเป้าหมายให้สามารถใช้ร่วมกันได้ในกิจกรรมหลากหลาย

2.1.2 ความสามารถของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นระบบสารสนเทศที่รวบรวมข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data) และข้อมูลอธิบายต่างๆ (Attribute data) ดังนั้น จึงมีประโยชน์ในการวิเคราะห์ และตอบคำถามเกี่ยวกับความสัมพันธ์ด้านพื้นที่ ได้หลายประการ ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 5 ประเภท คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. Location

สามารถตอบได้ว่ามีอะไรอยู่ที่ไหน หากผู้ถามรู้ตำแหน่งที่แน่นอน เช่น ทราบชื่อหมู่บ้าน ตำบล หรืออำเภอ แต่ต้องการรู้ว่าที่ตำแหน่งนั้นๆ มีรายละเอียดข้อมูลอะไรบ้าง

2. Condition

เป็นการหาว่าสิ่งที่อยากทราบอยู่ที่ไหน ซึ่งต้องใช้การวิเคราะห์ข้อมูล ยกตัวอย่างเช่น เราต้องการทราบว่าบริเวณใดมีดินที่เหมาะสมต่อการปลูกพืช โดยมีเงื่อนไขว่าต้องอยู่ใกล้แหล่งน้ำ และไม่อยู่ในเขตป่าอนุรักษ์ เป็นต้น

3. Trends

เป็นการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงในช่วงระยะเวลาใดเวลาหนึ่ง ว่าต้องการทราบการเปลี่ยนแปลงของระไร และสิ่งที่ได้เปลี่ยนแปลงอยู่ที่ไหน มีขนาดเท่าไร เป็นต้น

4. Patterns

ทำให้เราทราบถึงความสัมพันธ์ของปัญหาด้านพื้นที่

5. Modeling

คำถามนี้จะเกี่ยวข้องกับการคาดการณ์ว่า จะมีอะไรเกิดขึ้นหากปัจจัยอิสระ (Independence factor) ซึ่งเป็นตัวกำหนดการเปลี่ยนแปลงไป ยกตัวอย่างเช่น จะเกิดอะไรขึ้นหากมีการตัดถนนเข้าไปในพื้นที่ป่าสมบูรณ์ การตอบคำถามเหล่านี้บางครั้งต้องการข้อมูลอื่นเพิ่มเติม หรือใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ เป็นต้น

2.1.3 การทำงานของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลัก ดังนี้

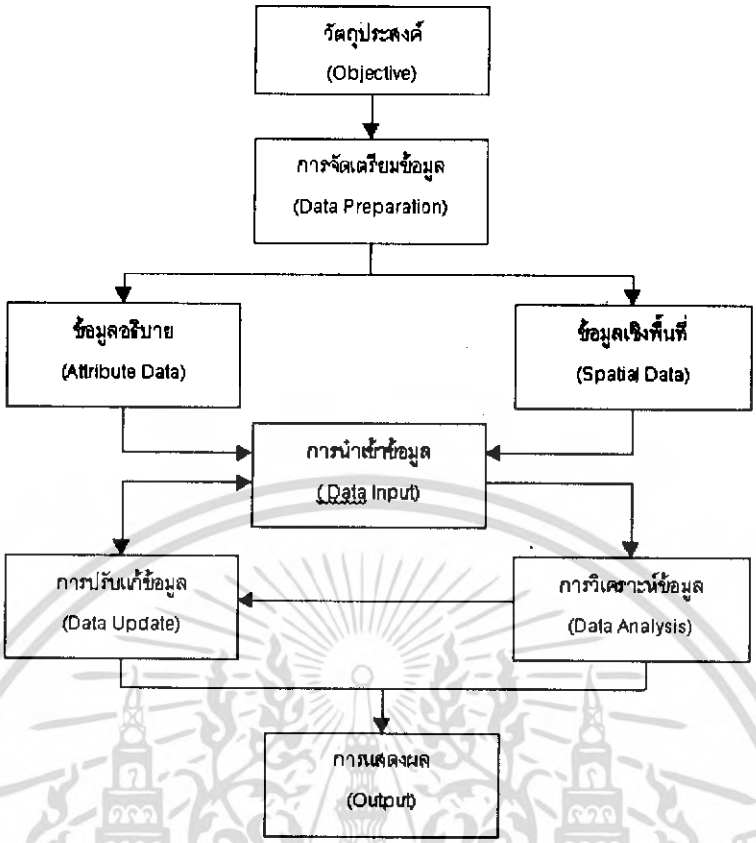
1.กำหนดวัตถุประสงค์ (Determine Objective)

2.จัดเตรียมข้อมูล (Database Preparation)

3.การนำเข้าข้อมูล (Data Input)

4.แสดงผล (Data Display)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2-5 ขั้นตอนการดำเนินงานด้าน GIS

2.1.4 ระบบพิกัดบนแผนที่

ระบบพิกัด (Coordinate System)เป็นระบบที่สร้างขึ้นสำหรับใช้อ้างอิงในการกำหนดตำแหน่ง หรือระบุตำแหน่งพื้นโลกจากแผนที่ซึ่งมีลักษณะเป็นตารางโครงข่ายที่เกิดจากการตัดกันของเส้นตรงสองชุดที่ถูกกำหนดให้วางตัวในแนวเหนือ-ใต้ และแนวตะวันออก-ตะวันตก ตามแนวของจุดกำเนิด (Origin) ที่กำหนดขึ้น ค่าพิกัดที่ใช้อ้างอิงในการบอตำแหน่งต่างๆ จะใช้ค่าของหน่วยที่นับออกจากจุดศูนย์กำเนิดเป็นระยะเชิงมุม (Degree) หรือเป็นระยะทาง (Distance) ไปทางเหนือหรือใต้ และตะวันออกหรือตะวันตกตามตำแหน่งของพื้นที่ที่ต้องการหาค่าพิกัดที่กำหนดตำแหน่งต่างๆ จะถูกเรียกอ้างอิงเป็นตัวเลขในแนวตั้งแบะแนวนอนตามหน่วยวัดระยะใช้วัด สำหรับระบบพิกัดที่ใช้อ้างอิงกำหนดตำแหน่งบนแผนที่ที่นิยมใช้ในปัจจุบันมี 2 ระบบ ได้แก่ ระบบค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์ และระบบพิกัดกริด

2.1.4.1 ระบบค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์ (Geo-referenced Coordinate System)

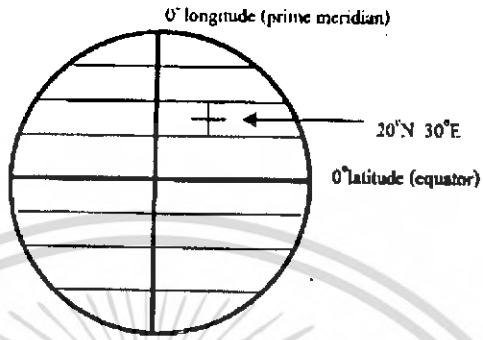
ระบบพิกัดทางภูมิศาสตร์ สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ระบบใหญ่ๆ ดังนี้

1.Spherical Coordinate System

เป็นระบบค่าพิกัดที่อ้างอิงเส้นรุ้ง (latitude)โดยตั้งอยู่บนพื้นฐานว่าโลกมีลักษณะกลมซึ่งเป็นภาพสามมิติ เส้นแวง (longitude or meridians)จะลากจากขั้วโลกเหนือมายังขั้วโลกใต้ เส้นรุ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

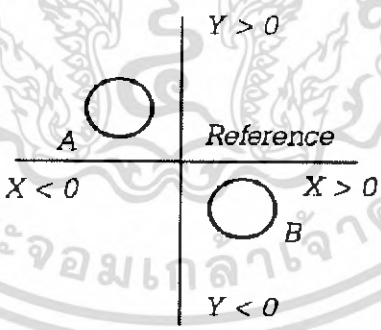
บางครั้งเรียกว่า parallels เนื่องจากจะมีระยะห่างที่เท่ากันตลอดเส้นรุ้งที่ลากผ่านเส้นศูนย์สูตร (equator)จะมีค่า0องศา เส้นรุ้งที่อยู่ทางทิศเหนือของเส้นศูนย์สูตรจะมีค่าจาก0-90 องศา ถึงขั้วโลกเหนือ และเส้นรุ้งที่อยู่ทางทิศใต้ของเส้นศูนย์สูตรจะมีค่าจาก0-(-90)องศา ถึงขั้วโลกใต้ ดังนั้นค่าพิกัดหนึ่งๆของระบบเส้นรุ้ง เส้นแวง จะมีเพียงตำแหน่งเดียวบนพื้นโลก ดังรูป



รูปที่ 2-5 Spherical Coordinate System

1.Map Projection

เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า Cartesian Coordinate or Planar Coordinate System เป็นระบบค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์ที่แปลงค่า (projection) เส้นรุ้ง เส้นแวง ที่เป็นรูปสามมิติ ให้เป็นแผนที่ในลักษณะพื้นราบสองมิติ โดยค่า x แทนค่าระยะทางจากจุดอ้างอิงสมมติในแนวแกนนอน(horizontal axis) และ y แทนค่าระยะทางจากจุดอ้างอิงสมมติในแนวแกนตั้ง (vertical axis) ดังรูป



รูปที่ 2-6 Planar Coordination

2.1.4.2 ระบบพิกัดกริด UTM (Universal Transvers Mercator Coordinate System)

ระบบพิกัดกริด UTM (Universal Transvers Mercator Coordinate System) เป็นแบบระบบตารางกริดที่ใช้ช่วยในการกำหนดตำแหน่ง และใช้อ้างอิงในการบอกตำแหน่งที่นิยมใช้กับแผนที่ในกิจการทหารของประเทศต่างๆ เกือบทั่วโลกในปัจจุบัน เพราะเป็นระบบตารางกริดที่มีขนาดรูปร่างเท่ากันทุกตาราง และมีวิธีการกำหนดบอกค่าพิกัดที่ง่ายที่สุดและถูกต้อง เป็นระบบกริด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่นำเอาเส้นโครงแผนที่แบบ Universal Transvers Mercator Projection ของ Gauss Krugger มาใช้ดัดแปลงการถ่ายทอดรายละเอียดของพื้นผิวโลกโดยให้รูปทรงกระบอก Mercator Projection อยู่ในตำแหน่ง Mercator Projection (แกนของรูปทรงกระบอกจะทับกับเส้นแนวอิเควเตอร์ และ ตั้งฉากกับแนวแกนของขั้วโลก)

แผนที่ระบบพิกัดกริดที่ใช้เส้นโครงแผนที่แบบ UTMเป็นระบบเส้นโครงชนิดหนึ่งที่ใช้ผิวรูปทรงกระบอกเป็นผิวแสดงเส้นเมริเดียน (หรือเส้นลองกิจูด) และเส้นละติจูดของโลกโดยใช้ทรงกระบอกตัดโลกระหว่างละติจูด 84 องศาเหนือ และ 80 องศาใต้ในลักษณะแกนรูปทรงกระบอกทำมุมกับแกนโลก90องศารอบโลก แบ่งออกเป็น 60โซน โซนละ 1 อยู่ระหว่าง 180 องศา กับ 174 องศาตะวันตกและมีลองกิจูด 177 องศาตะวันตกเป็นเมริเดียนย่านกลาง (Central Meridian) ซึ่งมีเลขกำกับแต่ละโซนจาก 1 ถึง 60 โดยนับจากด้านซ้ายไปยังด้านขวาระหว่างละติจูด 84 องศาเหนือ 80 องศาใต้ แบ่งออกเป็นสองช่อง ช่องละ 8 องศา โดยจะยกเว้นช่องสุดท้ายเป็น 12 องศา โดยเริ่มนับตั้งแต่ละติจูด 80 องศาใต้ขึ้นไปทางเหนือ กำหนดให้ช่องแรกเป็นอักษรC และช่องสุดท้ายเป็นอักษร X (ยกเว้น I และ O)จากการแบ่งตามที่กล่าวแล้วจะเห็นพื้นที่ในเขตลองกิจูด 180 องศาตะวันตก ถึง 180 องศาตะวันออก และละติจูด 80 องศาใต้ถึง 84 องศาเหนือ จะถูกแบ่งออกเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าทั้งหมด 1200 รูป ซึ่งแต่ละรูปมีขนาดกว้าง 6 องศา ยาว 8 องศา จำนวน 1I40 รูป และกว้าง 6 องศา ยาว12 องศา จำนวน 60 รูป โดยรูปสี่เหลี่ยมนี้เรียกว่า Grid Zone Designation (GZD)

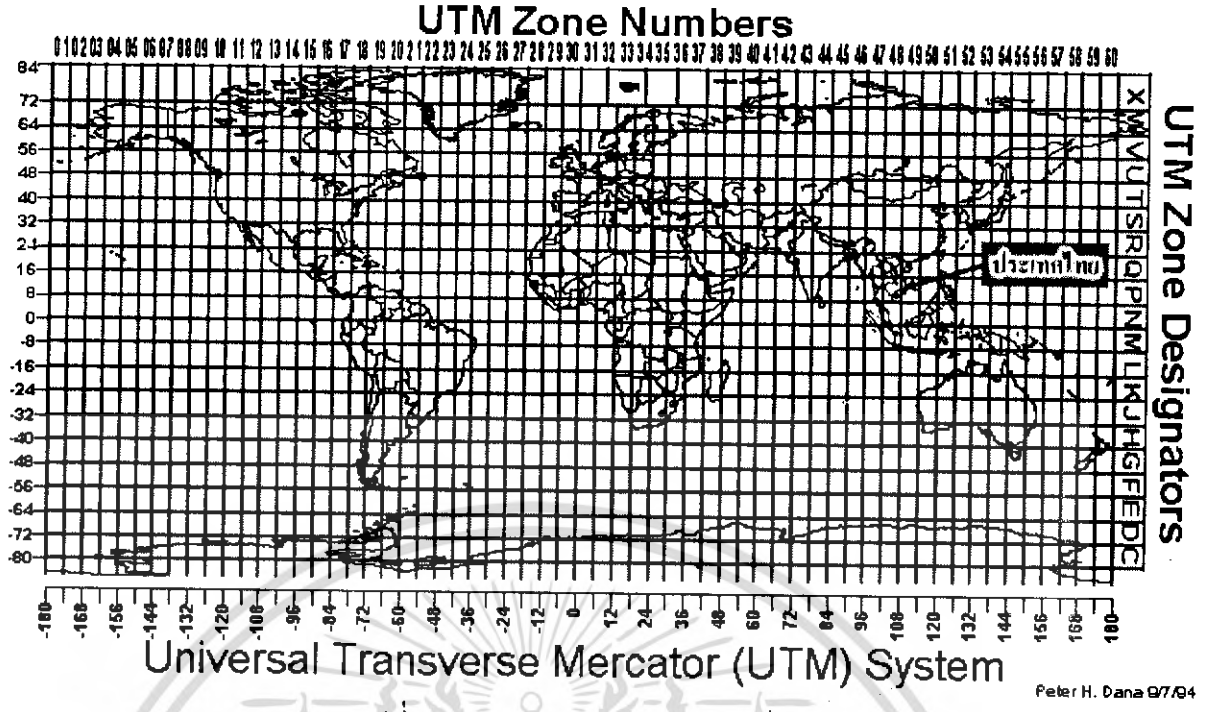
ตัวอย่างการเรียกชื่อ Grid Zone Designation เช่น ประเทศไทยมีพื้นที่อยู่ระหว่างละติจูด 5องศา 30 ลิปดาเหนือ ถึง 20 องศา 30 ลิปดาเหนือ และลองกิจูดประมาณ 97 องศา 30 ลิปดาตะวันออก ถึง105 องศา 30 ลิปดาตะวันออก ดังนั้นประเทศในจึงอยู่ในGZD 47N 47P 47Q 48N 48P และ48Q เป็นต้น

การอ่านค่าพิกัดกริดเพื่อให้พิกัดค่ากริดในโซนหนึ่งๆมีค่าเป็นบวกเสมอ จึงกำหนดให้0สมมติขึ้นสองแห่งดังนี้

- ในบริเวณที่อยู่เหนือเส้นศูนย์สูตร: เส้นศูนย์สูตรมีระยะห่างจากศูนย์สมมติเท่ากับ0เมตร และเส้นเมริเดียนย่านกลางห่างจากศูนย์สมมติ 500000 เมตร ทางตะวันออก

-ในบริเวณที่อยู่ใต้เส้นศูนย์สูตร: เส้นศูนย์สูตรมีระยะห่างจากศูนย์สมมติไปทางเหนือ 10000000 เมตร และเมริเดียนย่านกลางห่างจากศูนย์สมมติ 500000 เมตรทางตะวันออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2-7 แสดงการแบ่งโซนระบบพิกัดกริด

2.2 เทคโนโลยี J2ME

2.2.1 แพลตฟอร์มจาวา

ในช่วงเวลาระยะหลังที่ผ่านมาจาวาได้กลายเป็นแพลตฟอร์มการพัฒนาแอพลิเคชั่นเชิงวัตถุ (Object-oriented) ในอุปกรณ์และงานต่างๆ อย่างเต็มตัว นับตั้งแต่แอปพลิเคชั่นเซิร์ฟเวอร์ระดับองค์กร เครื่องคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะทั่วไป จนถึงแอปพลิเคชั่นฝังตัวสำหรับอุปกรณ์ขนาดเล็ก

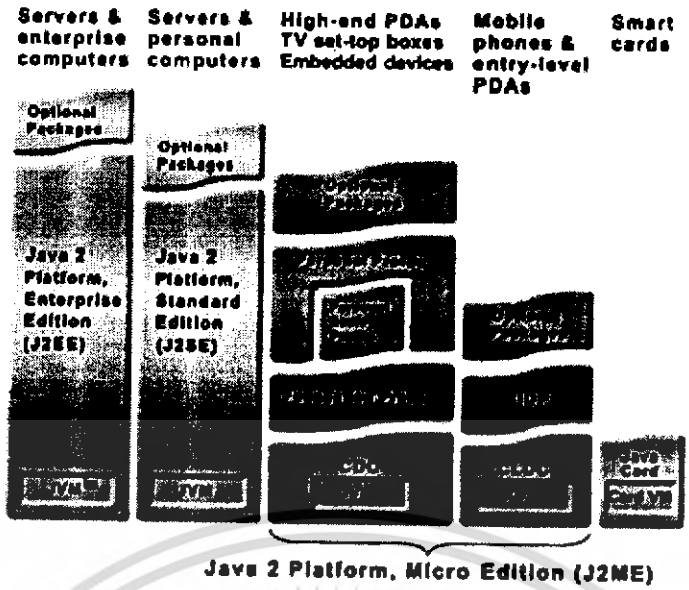
แพลตฟอร์มจาวา 2 ที่ใช้งานอยู่ในขณะนี้มี 3 รุ่นด้วยกัน แต่ละรุ่นนำไปใช้กับเฉพาะกลุ่มแอปพลิเคชั่นดังนี้

-Java 2 Enterprise Edition (J2EE) ใช้งานกับแอพพลิเคชั่นบนเครื่องเซิร์ฟเวอร์สำหรับองค์กรที่รองรับระบบงานใหญ่ๆ และไคลเอนต์จำนวนมาก

-Java 2 Standard Edition (J2SE) ใช้งานกับแอปพลิเคชั่นบนเครื่องคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะทั่วไป

-Java 2 Micro Edition (J2ME) ใช้งานกับแอพพลิเคชั่นรุ่นใหม่ซึ่งเน้นกลุ่มผู้ใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และอุปกรณ์ฝังตัว (Embedded)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2-8 แสดงแพลตฟอร์มจาวา 2 ทั้ง 3รุ่นที่ใช้งานอยู่ในขณะนี้

จาวาแต่ละรุ่นจะมีเวอร์ชวลแมทชีน (Virtual Machine) เฉพาะซึ่งปรับแต่งเป็นพิเศษเพื่อให้สนับสนุนการทำงานของแอปพลิเคชั่นที่จะนำไปใช้ได้ดียิ่งขึ้น HotSpot VM เป็น Virtual Machine ของจาวาที่ปรับแต่งเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของแอพพลิเคชั่นบนเครื่องเซิร์ฟเวอร์ที่เขียนด้วย J2EE

JVM เป็น Virtual Machine สำหรับจาวาทั่วไปที่ปรับแต่งเพื่อให้การใช้งานกับแอพพลิเคชั่นบนเครื่องคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ นอกจากนี้ HotSpot VM ยังสามารถทำงานเข้ากับแอปพลิเคชั่นที่เขียนด้วย J2SE ได้เช่นกัน

Virtual Machine ที่ออกแบบมาเพื่อให้ใช้งานสำหรับ J2ME มี 2 ประเภทด้วยกัน คือ C Virtual Machine (CVM) และ K Virtual Machine (KVM) ซึ่งมีขนาดกะทัดรัดและใช้ทรัพยากรของระบบน้อยกว่า HotSpot VM และ JVM

J2ME เป็นแพลตฟอร์มจาวาที่ออกแบบมาเพื่อใช้งานกับแอปพลิเคชั่น ที่ทำงานบนอุปกรณ์ขนาดเล็ก เช่น โทรศัพท์เคลื่อนที่ พีดีเอ โทรศัพท์พร้อมจอภาพที่เชื่อมต่อกับอินเตอร์เน็ต โทรทัศน์ดิจิตอลขนาดเล็ก อุปกรณ์บันเทิงและระบบนำทางในรถยนต์ สวิตช์ในระบบเครือข่าย คอมโพเน้นท์ของเครื่องอำนวยความสะดวกภายในบ้าน ฯลฯ

J2ME ได้นำโครงสร้างแบบโมดูลที่มีความยืดหยุ่นสูงเข้ามาใช้ เพื่อให้สามารถสนับสนุนการทำงานของอุปกรณ์หลากหลายประเภท จากรูปที่ 2-9 แสดงให้เห็นว่า J2ME กำหนดชั้นการทำงานของซอฟแวร์ไว้ 3 เลเยอร์ด้วยกัน โดยเลเยอร์ทั้งหมดจะอยู่เหนือชั้นระบบปฏิบัติการของอุปกรณ์ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-เลเยอร์ Java Virtual Machine เป็นเลเยอร์ของ Java Virtual Machine ปรับแต่งให้เข้ากับระบบปฏิบัติการของอุปกรณ์ และรองรับแต่ละ configuration ของ J2ME จากรูปที่ 2.1 Virtual Machine ของ J2ME ได้แก่ CVM และ KVM

-เลเยอร์ Configuration เป็นเลเยอร์ของคอนฟิกูเรชั่นของ J2ME ซึ่งกำหนดคลาสไลบรารีอุปกรณ์ใช้งานทั่วไปหรือกลุ่มอุปกรณ์ที่มีความต้องการหน่วยความจำและหน่วยประมวลผลใกล้เคียงกัน จากรูปที่ 2-9 Configuration ใน J2ME มี 2 ประเภทด้วยกัน คือ CDC (Connected Device Configuration) และ CLDC (Connected Limited Device Configuration)

-เลเยอร์ Profile เป็นเลเยอร์ที่สร้างเหนือเลเยอร์คอนฟิกูเรชั่น โดยกำหนดคลาสไลบรารีเพื่อตอบสนองความต้องการของตลาดเฉพาะกลุ่ม จากรูปที่ 2-9 ตัวอย่างของ Profileในเลเยอร์นี้ได้แก่ PDAP, MIDP, Foundation Profile และ Personal Profile

2.2.2.1 คอนฟิกูเรชั่นใน J2ME

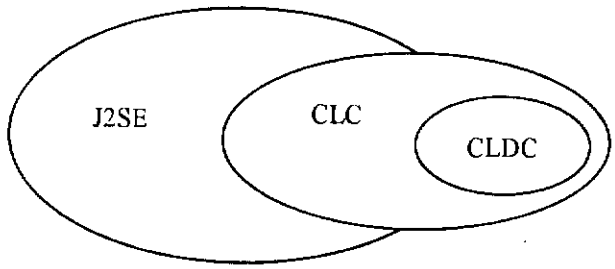
คอนฟิกูเรชั่นและโพรไฟล์เป็นองค์ประกอบหลักของ J2ME โดยมีจุดสำคัญ คือ เพื่อปรับแต่ง Virtual Machine และคลาสไลบรารีให้เหมาะสมกับอุปกรณ์แต่ละประเภท คอนฟิกูเรชั่นคือ ชุดคำสั่งที่มี คุณสมบัติขั้นต่ำของ Java Virtual Machine และจาวาคลาสสำหรับอุปกรณ์แต่ละประเภท เป็นตัวแทนของอุปกรณ์ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน อาจกล่าวได้ว่า คอนฟิกูเรชั่นเป็นตัวกำหนดคุณสมบัติหรือไลบรารีกำหนดคอนฟิกูเรชั่นจะมีในอุปกรณ์ที่อยู่ในกลุ่มเดียวกัน

ปัจจุบันคอนฟิกูเรชั่นใน J2ME แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ CDC (Connected Device Configuration) และ CLDC (Connected Limited Device Configuration) โดยมีเป้าหมายที่กลุ่มอุปกรณ์ 2 ประเภทซึ่งมีความต้องการหน่วยความจำและหน่วยประมวลผลพื้นฐานที่ใกล้เคียงกัน

- CDC เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ร่วมกับอุปกรณ์อื่น ติดตั้งตายตัว และใช้เชื่อมต่อข้อมูลโดยปรกติมักมีส่วนติดต่อกับผู้ใช้หลากหลายแบบ มีหน่วยความจำประมาณ 2-16 เมกกะไบต์ ใช้หน่วยประมวลผลแบบ 32 บิต หรือมากกว่า เชื่อมต่อเครือข่ายที่มีแบนด์วิทธ์สูงอย่างต่อเนื่อง โดยอาศัยพอร์ต TCP/IP ตัวอย่างอุปกรณ์ประเภทนี้ ได้แก่ โทรทัศน์ดิจิตอลขนาดเล็ก อินเตอร์เน็ตทีวี โทรศัพท์พร้อมจอภาพที่เชื่อมต่อกับอินเตอร์เน็ต อุปกรณ์สื่อสารที่มีความซับซ้อนสูง อุปกรณ์บันเทิงและระบบนำทางในรถยนต์

- CLDC เป็นอุปกรณ์ส่วนบุคคล พกพาได้ และใช้เชื่อมต่อข้อมูล โดยปรกติมักมีส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบง่าย ๆ (เมื่อเปรียบเทียบกับระบบบนเครื่องคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ) มีหน่วยความจำประมาณ 128 กิโลไบต์ – 1 เมกกะไบต์ ใช้หน่วยประมวลผลแบบ 16 หรือ 32 บิต เชื่อมต่อกับเครือข่ายที่มีแบนด์วิทธ์ต่ำเป็นระยะเวลาสั้นๆ โดยไม่อาศัยพอร์ต TCP/IP ตัวอย่างอุปกรณ์ประเภทนี้ ได้แก่ โทรศัพท์เคลื่อนที่แบบไม่ซับซ้อนมากนัก เพจเจอร์รับส่งข้อความ เครื่องปาล์มโอเอสแบบพกพา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2-9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง J2SE และคลาสไลบรารีใน CDC และ CLDC

ในชั้นของ Configuration มีคลาส 2 ประเภทด้วยกัน คือ คลาสที่นำมาจาก J2SE และที่ออกแบบเฉพาะอุปกรณ์ขนาดเล็ก คลาสที่นำมาจาก J2SE จะมีคุณสมบัติอย่างเดียวกันกับคลาสใน J2SE หรือซับคลาสของ J2SE เช่น แพ็กเกจ java.lang, java.io และ java.util จากรูปที่ 2-9 จะแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง J2SE และคลาสไลบรารีของ CDC และ CLDC จากภาพจะเห็นว่าคลาสใน CLDC ส่วนใหญ่ทำงานร่วมกับคลาส CDC ได้ดีเช่นเดียวกับกรณีของคลาสใน CLDC

ขณะเดียวกันคลาสที่ไม่ได้นำมาจาก J2SE และออกแบบเพื่อใช้เฉพาะอุปกรณ์มักทำงานร่วมกับ J2SE ได้ไม่ค่อยดี ใน CLDC คลาสเหล่านี้จะอยู่ในกลุ่มกรอบการติดต่อสื่อสารทั่วไป (Generic Connection Framework) โดยระบุไว้ในแพ็กเกจ javax.mircoedtion.io

2.2.2.2 J2ME สำหรับอุปกรณ์ไร้สาย

J2ME ได้ให้กำเนิดแอพพลิเคชั่นยุคใหม่บนอุปกรณ์ไร้สาย ช่วยให้เกมแบบหลายผู้เล่นที่ทำงานผ่านอินเตอร์เน็ต การทำธุรกรรมทางการเงินบนโทรศัพท์มือถือ แอพพลิเคชั่นสำหรับองค์กรทั้งไคลเอ็นท์และเซิร์ฟเวอร์ เกิดขึ้นได้บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ และเพจเจอร์รับส่งข้อความ

MIDP CLDC และ KVM ได้กลายมาเป็นรากฐานในการพัฒนาแอพพลิเคชั่นบนอุปกรณ์ไร้สายยุคใหม่

สามารถแบ่งโครงสร้างออกเป็นเลเยอร์ต่างๆ จากล่างขึ้นบน ดังนี้

- เลเยอร์ฮาร์ดแวร์ MID หมายถึง ตัวโทรศัพท์เคลื่อนที่ (เช่น Nokia6600) หรือเพจเจอร์รับส่งข้อความ (เช่น RIM รุ่น Blackberry950)

- เลเยอร์ซอฟต์แวร์ของระบบที่ติดตั้งมากับอุปกรณ์ หมายถึง ระบบปฏิบัติการและไลบรารีของระบบที่บริษัทผู้ผลิตให้มา

- เลเยอร์ KVM เป็นส่วนที่เตรียม runtime environment ไว้ให้แอพพลิเคชั่นบนอุปกรณ์ไร้สาย

- เลเยอร์ CLDC เป็นส่วนที่เตรียม API หลักของจาวาให้แอพพลิเคชั่นบนอุปกรณ์ไร้สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เลเยอร์ MIDP (Mobile Information Device Profile) เป็นส่วนที่เตรียมไลบรารีสำหรับส่วนติดต่อกราฟฟิกกับผู้ใช้ (User Interface) และหน่วยเก็บข้อมูล persistent storage ระบบเครือข่าย และไทเมอร์

นอกจากคลาสไลบรารีสำหรับ MIDP อาจเตรียมคลาสไลบรารีเฉพาะอุปกรณ์ไว้ให้นักพัฒนา เพื่อดึงความสามารถของฟังก์ชั่นที่มีอยู่แล้วไปใช้งานให้เกิดประโยชน์สูงสุด อาทิ การโทรศัพท์ การแชร์ข้อมูลกับแอพพลิเคชั่นที่ติดตั้งมาในเครื่อง (เช่น ปฏิทิน สมุดจดที่อยู่) การตรวจสอบข้อมูลอุปกรณ์ที่ผู้ผลิตเตรียมไว้มาใช้งาน จะช่วยเพิ่มความสามารถแก่แอพพลิเคชั่นบนอุปกรณ์ไร้สาย แต่ไม่สามารถเคลื่อนย้ายไปสู่อุปกรณ์อื่นที่ใช้ MIDP ได้ เนื่องจากคลาสที่นำมาใช้อยู่นอกเหนือขอบเขตของ MIDP

2.2.2.3 ความต้องการของระบบ

อุปกรณ์ไร้สายจะทำงานสนับสนุน J2ME ได้ดีเมื่อมีคุณสมบัติตรงตามข้อกำหนด หากต้องการให้ KVM ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยใช้ไลบรารี CLDC จะต้องมีคุณสมบัติของระบบขั้นต่ำดังนี้

- มีหน่วยความจำขนาด 160 - 512 กิโลไบต์ สำหรับสร้างแพลตฟอร์มจาวา
- มีหน่วยประมวลผลแบบ 16 - 32 บิต ความเร็ว 25 เม็กกะเฮิตซ์
- ใช้พลังงานน้อย โดยมากมักทำงานโดยใช้แบตเตอรี่
- เชื่อมต่อกับเครือข่ายได้ในช่วงสั้นๆ (อาศัยระบบไร้สายเป็นส่วนใหญ่) แบนด์วิดธ์ค่อนข้างจำกัด (ความเร็ว 9600 ไบต์ต่อวินาทีหรือน้อยกว่า)
- มีหน่วยความจำชั่วคราวขนาด 32 กิโลไบต์ สำหรับเก็บจาวา รันไทม์และหน่วยความจำของออบเจ็กต์

2.2.3 หลักการพัฒนาแอพพลิเคชั่นบน MIDP ด้วย J2ME

2.2.3.1 ไลบรารีของ CLDC

ไลบรารีของ CLDC เป็นไลบรารีของเครือข่ายและระบบชั้นสูงที่ไม่จำกัดเฉพาะอุปกรณ์ใดอุปกรณ์หนึ่ง ประกอบด้วยคลาส 2 ประเภท คือ คลาสที่เป็นซับเซตของ J2SE และคลาสที่เกี่ยวกับกรอบการติดต่อสื่อสารทั่วไป (Generic Connection Framework) ของ CLDC

2.2.3.2 ซับคลาสของ J2SE

คลาสประเภทแรกของ CLDC เป็นซับคลาสของไลบรารี J2SE กำหนดไว้ในแพ็กเกจ java.lang java.io และ java.util โดยคลาสระบบและคลาสชนิดข้อมูลเข้ากันได้กับ J2SE และ J2EE และเพื่อให้เข้ากันได้และเคลื่อนย้ายข้ามแพลตฟอร์มได้โดยสะดวก คลาสประเภทนี้จะใช้ชื่อแพ็คเกจตามชื่อคลาสอย่างเดียวกับใน J2SE หรือตามชื่อซับคลาสของคลาสใน J2SE ที่เกี่ยวเนื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กัน โดยไม่มีการเพิ่มแมธอด public หรือ protected หรือฟิลด์ซึ่งไม่มีในคลาสที่เกี่ยวเนื่องกันใน J2SE ความหมายของคลาสและแมธอดจึงไม่เปลี่ยนไป

2.2.3.3 คลาสที่มีเฉพาะใน CLDC

คลาสประเภทที่ 2 ของ CLDC กำหนดไว้ในแพ็คเกจ java.microedition.io คลาสเหล่านี้มีเฉพาะใน CLDC จึงไม่สามารถทำงานร่วมกับไลบรารีของ J2SE ได้ เป็นคลาสชั้นสูงที่เกี่ยวกับเรื่องทั่วไปของเครือข่าย กำหนดไว้ในแพ็คเกจ java.io และ java.net คลาสประเภทนี้จะเตรียมกรอบการติดต่อสื่อสารผ่านเครือข่าย Framework คลาสส่วนใหญ่ได้แก่อินเตอร์เฟซที่แทนการสื่อสารรูปแบบต่างๆ เช่น ซอกเกต (Socket) คาต้าแกรม (Datagrame) ซีเรียล (Serial) และ HTTP ขึ้นอยู่กับว่าผู้ผลิตอุปกรณ์หรือผู้ให้บริการเครือข่าย จะติดตั้งอินเตอร์เฟซการเชื่อมต่อเหล่านี้เพียงบางตัวหรือครบทั้งชุด เมื่อพิจารณาจากความสามารถของอุปกรณ์และเครือข่าย

2.2.3.4 ประเภทของข้อมูลพื้นฐาน

CLDC สนับสนุนเฉพาะซับเซตของชนิดข้อมูลที่นำมาจาก J2SE ซึ่งได้แก่ byte short int long char และ Boolean แต่ไม่สนับสนุนข้อมูลประเภท float และ double (ยกเว้น CLDC 1.1 จะสนับสนุนข้อมูลประเภท float) เนื่องมาจากสาเหตุ 2 ประการ คือ อุปกรณ์เป้าหมายที่นำ CLDC ไปใช้ ส่วนใหญ่ไม่มีฮาร์ดแวร์รองรับเลขทศนิยม และหากใช้จะใช้ซอฟต์แวร์เข้าช่วยก็จะต้องเสียค่าใช้จ่ายเป็นจำนวนมาก

นอกจากนี้ CLDC ยังกำหนดคลาส type wrapper สำหรับข้อมูลทุกประเภท ได้แก่

- Java.lang.Boolean
- Java.lang.Byte
- Java.lang.Character
- Java.lang.Integer
- Java.lang.Long
- Java.lang.Short

คลาส type wrapper กำหนดไว้ในจาวา เนื่องจากจาวามีระบบย่อยหลายระบบซึ่งทำงานได้เฉพาะออบเจ็กต์เท่านั้น ในกรณีนี้ คุณสามารถสร้างออบเจ็กต์โดยใช้คลาส type wrapper ซึ่งเก็บข้อมูลที่นำมาจาก J2SE เอาไว้

2.2.3.5 ไลบรารีของ MIDP

ขณะที่ไลบรารีของ CLDC ช่วยสร้างฟังก์ชั่นที่ไม่จำกัดเฉพาะอุปกรณ์บางชนิด ไลบรารีของ MIDP กลับตรงกันข้าม ได้แก่ การจัดการแอพพลิเคชั่นบนอุปกรณ์ ส่วนติดต่อกราฟฟิกกับผู้ใช้ทั้งแบบพื้นฐานและซับซ้อน พื้นที่เก็บข้อมูลแบบคงตัว (persistent storage) และความสามารถเพิ่มเติมบนเครือข่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3.6 คลาสโปรแกรมจัดการแอพพลิเคชั่น

คลาสที่ติดต่อกับโปรแกรมจัดการแอพพลิเคชั่นบนอุปกรณ์ถูกกำหนดไว้ในแพ็คเกจ java.microedition.midlet แอพพลิเคชั่นทั้งหลายที่เขียนเป็น MIDP จะต้องขยายคลาส MIDlet ที่อยู่ในแพ็คเกจออกไป และจะต้องนำเมธอดทั้ง 3 ซึ่งได้แก่ startApp( ) pauseApp( ) และ destroyApp() เข้ามาใช้

2.2.3.7 คลาสของส่วนการติดต่อกราฟฟิกกับผู้ใช้ (GUI Class)

ชุดเครื่องมือ Abstract Windowing Toolkit ใน J2SE ออกแบบมาเพื่อใช้งานกับแอพพลิเคชั่นบนเครื่องคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะและไม่สามารถนำมาใช้กับอุปกรณ์ไร้สายได้ เนื่องจากความต้องการทรัพยากรประเภทหน่วยความจำค่อนข้างมาก MIDP มีวิธีการที่ต่างกันในการกำหนดไลบรารีสำหรับแพ็คเกจส่วนติดต่อกราฟฟิกกับผู้ใช้ ด้วยการใช้ API ชั้นสูงซึ่งเน้นความสามารถในการเคลื่อนย้ายข้ามอุปกรณ์ และ API ขั้นพื้นฐานซึ่งเน้นองค์ประกอบทางกราฟฟิกเฉพาะอุปกรณ์ และ input event ทั่วไป คลาสที่เชื่อมต่อกับส่วนติดต่อกราฟฟิกกับผู้ใช้ และ event-handling กำหนดไว้ในแพ็คเกจ java.microedition.lcdui Screen ถือเป็นซูเปอร์คลาสของคอมโพเน็นต์ส่วนติดต่อกับผู้ใช้โดยใช้ API ชั้นสูง ประกอบไปด้วย Alert Form List Textbox ฯลฯ

Canvas และ Graphic เป็นคลาสหลักของ API ระดับต่ำ (Low-level) แอพพลิเคชั่นเกมเป็นแอพพลิเคชั่นที่ใช้ API ระดับต่ำในการสร้างส่วนติดต่อกับผู้ใช้

2.2.3.8 คลาสของพื้นที่เก็บข้อมูลแบบคงตัว (Persistent Storage Class)

ในบางครั้งแอพพลิเคชั่นที่เขียนบน MID จำเป็นจะต้องเก็บข้อมูลไว้บนอุปกรณ์อย่างถาวร คลาสที่กำหนดไว้ในแพ็คเกจ java.microedition.rms ให้กลไกการเก็บข้อมูลถาวรที่เรียกว่า RecordStore โดยยอมให้แอพพลิเคชั่นเขียนลบและปรับปรุงบันทึกข้อมูลใหม่ในหน่วยเก็บข้อมูลถาวรของอุปกรณ์

2.2.3.9 คลาสของเครือข่าย (Network Class)

แม้ว่ากรอบการติดต่อสื่อสารทั่วไปที่กำหนดไว้ใน CLDC จะประกอบไปด้วยชุดของอินเตอร์เฟซการเชื่อมต่อเครือข่าย แต่ก็ไม่มีโพรโตคอลอยู่เบื้องหลังอินเตอร์เฟซการเชื่อมต่อจริงๆ หากแต่ปล่อยไว้ให้เป็นหน้าที่ของ MIDP

ในบรรดาอินเตอร์เฟซการเชื่อมต่อเครือข่ายเหล่านี้ Httpconnection ถือเป็นอินเตอร์เฟซหลักที่ต้องมีใน MIDP เสมอคลาสของอินเตอร์เฟซเหล่านี้ กำหนดไว้ในแพ็กเกจ java.microedtion.io

2.2.4 MIDlet

MIDlet หมายถึง แอพพลิเคชั่นบน MIDP MIDlet มีส่วนคล้ายกับจาวาแอปเพล็ต แม้จะไม่มีเมธอด main() แต่ MIDlet ก็นำคลาส javax.microedtion.midlet.MIDlet ตลอดจนเมธอดทั้ง 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[startApp()pauseApp() destroryApp()] เข้ามาใช้ นอกจากนี้ MIDlet ยังกำหนด constructor แบบ public ที่ไม่มีอาร์กิวเมนต์ใดๆ อีกด้วย

เราสามารถให้คำนิยามของคลาส javax.microedtion.midlet.MIDlet ได้ดังนี้

```
Public abstract คลาส MIDlet extends Object {
    protected MIDlet()
    protected abstract void startApp() throws MIDletStateChangeException
    proected  abstract void pauseApp()
    protected abstract void destroyApp()(Boo;ean unconditional)
        throws MIDletStateChangeExeeption
    public final String getAppProperty(String key)
    public final void notifyDestroyed()
    public final void notifyPause()
    public final String getAppProperty(String key)
    public final void resumeRequest()
}
```

คลาส MIDlet ระบุเมธอดที่สามารถเรียกใช้โดยซอฟต์แวร์จัดการแอพพลิเคชั่น (AMS แอพพลิเคชั่น Management System) เพื่อสั่งให้แอพพลิเคชั่น MIDlet เริ่มต้นและหยุดทำงาน

2.2.5 วงจรการทำงานของ MIDlet

การกระทำของ MIDlet ประกอบไปด้วย 3 สถานะ คือ กำลังทำงาน หยุดชั่วคราว และถูกทำลาย อาศัยซอฟต์แวร์จัดการแอพพลิเคชั่นเป็นตัวควบคุมการเปลี่ยนสถานะหนึ่งไปยังอีกสถานะหนึ่งควบคุมด้วยเมธอด startApp() pauseApp() และ destroyApp() ที่มาพร้อมกับ MIDlet รูปที่ 2-10แสดงให้เห็นจุดเปลี่ยนระหว่างสถานะทั้ง 3 โดยการเรียกเมธอดข้างต้น

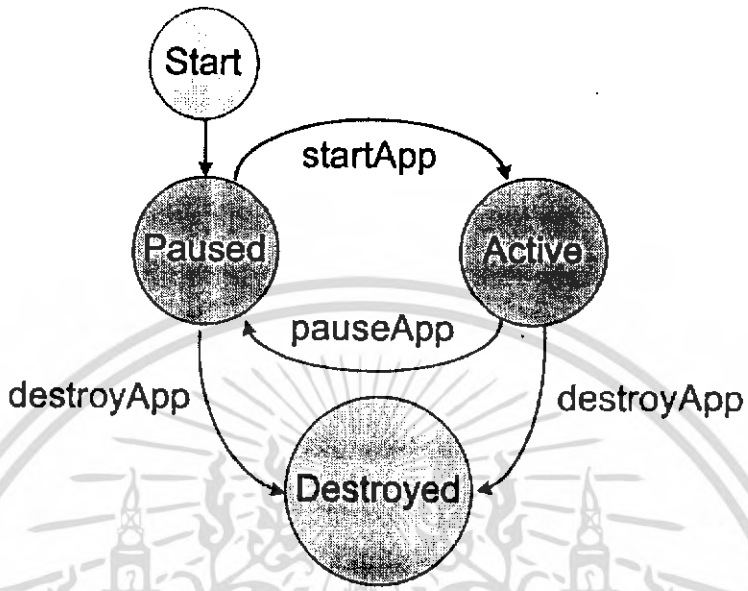
เมื่อ MIDlet พร้อมสั่งการกระทำ ซอฟต์แวร์จัดการแอพพลิเคชั่นจะสร้างตัวอย่าง MIDlet ขึ้นมาก่อนโดยใช้ constructor แบบ public ที่ไม่มีอาร์กิวเมนต์ใดๆ โดย MIDlet จะอยู่ในสถานะ หยุดชั่วคราว

จากนั้นซอฟต์แวร์จัดการแอพพลิเคชั่นจะเรียกเมธอด startApp() ขึ้นมา และ MIDlet จะเข้าสู่สถานะกำลังทำงานเปิดรับทรัพยากรที่ต้องการและเริ่มต้นการทำงาน ในสถานะนี้ MIDlet จะทำงานและดึงทรัพยากรที่ต้องการไว้ใช้งาน

เมื่อซอฟต์แวร์จัดการแอพพลิเคชั่นไม่ต้องการให้ MIDlet ทำงานต่อไป ก็จะเรียกเมธอด pauseApp() จากนั้น MIDlet จะหยุดทำงานและเข้าสู่สถานะหยุดชั่วคราว คืนทรัพยากรที่ดึงมาใช้งานและเข้าสู่ภาวะไม่ทำงาน MIDlet สามารถกลับไปอยู่ที่สถานะกำลังทำงานได้ เมื่อซอฟต์แวร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
72638

จัดการแอพพลิเคชั่นเรียกเมธอด startApp() ขึ้นมา ท้ายที่สุดเมื่อซอฟต์แวร์จัดการแอพพลิเคชั่นไม่ต้องการเรียกใช้งาน MIDlet ทิ้ง ด้วยการเรียกเมธอด destroyApp() และเข้าสู่สถานะถูกทำลายซึ่ง MIDlet จะปล่อยทรัพยากรทั้งหมด ทำการจัดเก็บข้อมูลถาวรต่างๆ และหยุดการทำงานทั้งหมด



รูปที่ 2-10 วงจรการทำงานของ MIDlet

หาก MIDlet อยู่ระหว่างสั่งกระทำการขั้นตอนสำคัญอยู่ ก็อาจร้องขอไม่ให้เข้าสู่สถานะถูกทำลายได้โดยเรียกใช้ MIDletStateChangeException อย่างไรก็ดี ซอฟต์แวร์จัดการแอพพลิเคชั่นอาจปฏิเสธหรือยินยอมตามคำร้องขอนี้ก็ได้ ตัวแปรบูลลีน unconditional ในลายเซ็นของเมธอด destroyApp() จะเป็นตัวกำกับว่าการร้องขอนี้สมควรหรือไม่ ถ้าตัวบ่งชี้มีค่าเท่ากับ true การร้องขอก็เป็นอันตกไป ตรงกันข้ามหากมีค่า false ก็จะได้รับการตอบรับและจะเรียกเมธอด destroy() ขึ้นมาใหม่ในคราวต่อไป

หาก MIDlet ต้องการเข้าสู่สถานะหยุดชั่วคราวหรือถูกทำลายด้วนตัวเอง ก็สามารถทำได้โดยเรียกเมธอด notifyPause() หรือ notifyDestroy() ตามลำดับ โดยเมธอดทั้งสองจะแจ้งให้ซอร์ฟแวร์จัดการแอพพลิเคชั่นทราบว่า MIDlet ได้เข้าสู่สถานะหยุดชั่วคราวหรือถูกทำลายแล้ว ในกรณีนี้ซอร์ฟแวร์ในการจัดการแอพพลิเคชั่น จะไม่เรียกเมธอด pauseApp() หรือ destroyApp() อีก ทั้งนี้ MIDlet ควรจะล้างการใช้ทรัพยากรก่อนส่งสัญญาณให้ซอร์ฟแวร์จัดการแอพพลิเคชั่นทราบ

MIDlet จะเข้าสู่สถานะหยุดทำงานได้ก็ต่อเมื่อผ่านสถานะกำลังทำงานมาก่อนแล้ว ในทางตรงกันข้าม หากต้องการเข้าสู่สถานะถูกทำลาย สามารถเข้าได้โดยตรงจากทั้งสถานะหยุดทำงานชั่วคราว และสถานะกำลังทำงาน นอกจากนี้ยังสามารถเข้าสู่สถานะหยุดการทำงานได้ในขณะที่กำลังทำงาน หรือเมื่อได้รับคำสั่งจากซอร์ฟแวร์จัดการแอพพลิเคชั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ SVG

2.3.1 SVG (Scalable Vector Graphic)

SVG (Scalable Vector Graphics) เป็นภาษาหนึ่งที่ถูกสร้างขึ้นมาโดยมีพื้นฐานแนวคิดจากภาษา XML (Extensible Markup Language) ปัจจุบันมีภาษามากมายที่มีพื้นฐานจาก XML ในกรณีของSVG เป็นมาตรฐานของภาษาที่ใช้แสดงผลข้อมูลเวกเตอร์กราฟิก (แต่ก็ยังสามารถแสดงผลราสเตอร์ได้ด้วย) มาตรฐานดังกล่าวนี้ออกแบบและเผยแพร่โดยองค์กรที่มีชื่อว่า World Wide Web Consortium (W3C) องค์กรนี้เป็นองค์กรระดับโลก ซึ่งจะมีหน้าที่ในการกำหนดมาตรฐานต่างๆ ที่เกี่ยวกับการทำงานบนเว็บที่เรารู้จักกันดีเช่น HTML, XML, CSS, Web Services ฯลฯ

SVG ถูกสร้างขึ้นโดยกลุ่มขององค์กรหลายองค์กรซึ่งส่วนใหญ่เป็นบริษัทเอกชนที่มีธุรกิจเกี่ยวเนื่องกับเว็บมารวมตัวกัน ภายใต้ W3C เช่น Nokia, Ericsson AB, Microsoft Corporation, Corel Corporation, Autodesk Inc., Adobe Systems Inc., America Online Inc., IBM, Sun Microsystems, Sharp Corporation, Macromedia Inc. เป็นต้น จะเห็นว่ามาตรฐานภาษา SVG ที่ออกโดย W3C มีความน่าเชื่อถือสูง เนื่องจากได้รับการพิจารณากลั่นกรองโดยทีมงานที่เป็นผู้เกี่ยวข้องหลักและร่วมกันคิดร่วมกันออกแบบอย่างดี SVG จึงมีแนวโน้มสูงที่จะเป็นมาตรฐานหลักในการนำเสนอข้อมูลกราฟิกบนเว็บต่อไป

SVG สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการแสดงผลในรูปแบบ 2 มิติ โดย SVG จะกำหนดรูปแบบของวัตถุ 3 ชนิด คือ Vector Graphic Shape (เช่น ส่วนของเส้นตรง และเส้นโค้ง), รูป และตัวอักษร โดยสามารถที่จะกำหนด grouped, style, transformed หรือ composite ให้แก่วัตถุใน SVG ได้ อีกทั้งยังเพิ่มเติมคุณสมบัติ transformations, clipping paths, alpha, alpha masks, filter effects, template object และอื่นๆ อีกมากมาย

เนื่องจาก SVG เป็น XML ดังนั้นจึงมีการสร้าง DOM (Document Object Model) สำหรับ SVG โดยอ้างอิงตามมาตรฐานของ W3C ซึ่งทำให้ SVG มีคุณสมบัติ Dynamic และ Interactive ตามไปด้วย แม้แต่ event handle อย่าง on mouse over หรือ on click ก็สามารถกำหนดลงในแต่ละวัตถุของ SVG ได้ด้วย นอกจากนี้ SVG ยังสามารถติดต่อกับ XML อื่นๆ ใน Web page เดียวกันได้

2.3.2 SVG Format

ทดลองดูตัวอย่าง code SVG ซึ่งก็จะสังเกตได้ว่ามีลักษณะเป็น XML (คล้ายกับ HTML) ซึ่งต้องมี tag เปิดและปิด และมี tag ที่อยู่ใน tag ด้วย ซึ่งจะสังเกตได้ว่า SVG ไฟล์ จะต้องมี <svg> อยู่เป็น tag นอกสุด ดังตัวอย่างต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
1: <?xml version="1.0" encoding="iso-8859-1"?>
2: <!DOCTYPE svg PUBLIC "-//W3C//DTD SVG 20000303 Stylable//EN"
3: "http://www.w3.org/TR/2000/03/WD-SVG-20000303/DTD/svg-20000303-stylable.dtd">
4: <svg xml:space="preserve" width="5.5in" height=".5in">
5: <!-- SVG content goes here -->
6: ...
7: </svg>
```

- บรรทัดที่ 1-3 เป็นการบอกให้ผู้ที่นำ SVG ไฟล์นี้ไปอ่านทราบว่า code ต่อไปนี้อ้างอิงจากมาตรฐาน XML version 1.0 โดยข้อมูลที่อยู่ในแต่ละ tag จะใช้มาตรฐาน iso-8859-1ในการเขียน
- บรรทัดที่ 2 จะอ้างอิงถึง DTD หรือ Document Type Definition (DTD เป็นเอกสารที่ใช้บอกถึงชนิดของข้อมูลที่จะใช้ใน XML และ ยังระบุอีกด้วยว่าเอกสารนั้นๆ มีโครงสร้างเป็นอย่างไร)บรรทัดที่ 4 เป็นการเริ่มเขียนส่วนที่เป็น SVG element โดยใช้ Tag เปิด <svg> และปิดด้วย </svg> ในบรรทัดที่ 7
- บรรทัดที่ 5 Comment ของ SVG อยู่ใน < ! - - xxxxxxxxxx - ->
- บรรทัดที่ 6 สามารถที่จะบรรจุ text, shapes และ paths ได้ ตามตัวอย่างนี้

```
<rect style="fill:blue;" width="250" height="100"/>
```

2.3.3 Basic Shape SVG

SVG มีการกำหนดรูปทรงมาตรฐานขึ้น 6 แบบได้แก่

- รูปทรงสี่เหลี่ยม (rectangles)
- รูปทรงกลม (circles)
- รูปทรงรี (ellipses)
- เส้นตรง (lines)
- เส้นตรงแบบต่อเนื่อง (polylines)
- รูปทรงหลายเหลี่ยม (polygons)

รูปทรงเหล่านี้สามารถที่จะกำหนดรายละเอียดได้เช่นเดียวกับ path นั้นทำให้เราสามารถประยุกต์เอา properties ต่างๆ ของ path เข้ามาใช้ได้โดยตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3.1 รูปสี่เหลี่ยม หรือ element "rect"

ในการวาดรูปสี่เหลี่ยมจะมี attribute หลักเพื่อจะกำหนดลักษณะของ object ได้ 6 ตัว ดังนี้

- x = "<coordinate>" : ตำแหน่ง x เริ่มต้นด้านบนซ้ายของสี่เหลี่ยม ซึ่งถ้าไม่ถูกกำหนด x จะมีค่าเท่ากับ 0
- y = "<coordinate>" : ตำแหน่ง y เริ่มต้นด้านบนซ้ายของสี่เหลี่ยม ซึ่งถ้าไม่ถูกกำหนด y จะมีค่าเท่ากับ 0
- width = "<length>" : เป็นความกว้างของสี่เหลี่ยมนับจากจุด x
- height = "<length>" : เป็นความสูงของสี่เหลี่ยมนับจากจุด y
- rx = "<length>" : เป็นรัศมีตามแกน x ของส่วนโค้งที่มุมทั้งหมดของสี่เหลี่ยม
- ry = "<length>" : เป็นรัศมีตามแกน y ของส่วนโค้งที่มุมทั้งหมดของสี่เหลี่ยม

ตัวอย่างการเขียนรูปสี่เหลี่ยมแบบทั่วไป และการใช้งาน attribute เช่นเดียวกับที่มีบนคำสั่ง path

```
<rect x="4cm" y="1cm"
width="4cm"height="2cm"
style="fill:yellow; stroke:navy; stroke-
width:0.1cm" />
```

รูปที่ 2-11 แสดงการวาดรูปสี่เหลี่ยม

2.3.3.2 รูปวงกลม หรือ element "circle"

ในการวาดรูปทรงกลมเราจะมี attribute หลักอยู่ 3 ตัวคือ

- cx = "<coordinate>" : เพื่อกำหนดจุดศูนย์กลางตามแนวแกน x
- cy = "<coordinate>" : เพื่อกำหนดจุดศูนย์กลางตามแนวแกน y
- r = "<length>" : เพื่อกำหนดรัศมีของวงกลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังตัวอย่างต่อไปนี้

```
<circle cx="6cm" cy="2cm" r="1cm"
style="fill:red; stroke:blue; stroke-
width:0.1cm" />
```

รูปที่ 2-11 แสดงการวาดวงกลม

2.3.3.3 รูปวงรี หรือ element "ellipse"

ในการวาดวงรีเราจะมี attribute หลัก 4 ตัวคือ

- cx = "<coordinate>" : เพื่อกำหนดจุดศูนย์กลางตามแนวแกน x
- cy = "<coordinate>" : เพื่อกำหนดจุดศูนย์กลางตามแนวแกน y
- rx = "<length>" : เพื่อกำหนดรัศมีตามแนวแกน x ของวงรี
- ry = "<length>" : เพื่อกำหนดรัศมีตามแนวแกน y ของวงรี

ดังตัวอย่างต่อไปนี้

```
<svg width="12cm" height="4cm" viewBox="0 0 1200 400">
<desc>Example - examples of ellipses</desc>
<!-- Show outline of canvas using 'rect' element -->
<ellipse cx="300" cy="200" rx="200" ry="100" fill="red"/>
</svg>
```

รูปที่ 2-11 แสดงการวาดวงรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3.4 เส้นตรง หรือ element "line"

ในการวาดเส้นตรงจะให้เรากำหนดค่าเริ่มต้นและค่าสิ้นสุดของเส้นตรง โดยมี attribute เบื้องต้น 4 ตัว

- x1 = "<coordinate>" : เป็นตำแหน่งเริ่มต้นในแนวแกน x ของเส้นตรง
- y1 = "<coordinate>" : เป็นตำแหน่งเริ่มต้นในแนวแกน yของเส้นตรง
- x2 = "<coordiante>" : เป็นตำแหน่งสิ้นสุดในแนวแกน x ของเส้นตรง
- y2 = "<coordiante>" : เป็นตำแหน่งสิ้นสุดในแนวแกน yของเส้นตรง

ดังตัวอย่างต่อไปนี้

```
<rect x="1" y="1" width="1198"
height="398"
fill="none" stroke="blue" stroke-
width="2" />
<g stroke="green" >
<line x1="100" y1="300" x2="300"
y2="100"
stroke-width="5" />
<line x1="300" y1="300" x2="500"
y2="100"
stroke-width="10" />
<line x1="500" y1="300" x2="700"
y2="100"
stroke-width="15" />
<line x1="700" y1="300" x2="900"
y2="100"
stroke-width="20" />
<line x1="900" y1="300" x2="1100"
y2="100"
stroke-width="25" /> </g>
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2-12 แสดงการเส้นตรง

เส้นตรงทุกเส้นถูกำหนดสีโดย tag ที่อยู่เหนือกว่า และกำหนดความหนาโดย attribute "stroke-width"

2.3.3.5 รูปหลายเหลี่ยม หรือ element "polygon"

จะเป็นกลุ่มของเส้นตรงที่ต่อเนื่องกันเหมือน polyline แต่ต่างกันที่ polygon จะเป็นเส้นปิด โดยมี attribute ที่สำคัญ 1 ตัวเหมือนกัน คือ

• points = "<list-of-points>" : ทำการกำหนดจุดต่างๆ ที่จะให้เส้นตรงลากไป และทำการเชื่อมต่อจุดสุดท้ายกับจุดแรกโดยอัตโนมัติ

```
<?xml version="1.0" standalone="no"?> <!DOCTYPE svg PUBLIC "-//W3C//DTD SVG
20010719//EN" "http://www.w3.org/TR/2001/PR-SVG-20010719/DTD/svg10.dtd"> <svg
width="12cm" height="4cm" viewBox="0 0 1200 400"> <desc>Example - star and
hexagon</desc>
<!-- Show outline of canvas using 'rect' element -->
<rect x="1" y="1" width="1198" height="398"
fill="none" stroke="blue" stroke-width="2" />
<polygon fill="red" stroke="blue" stroke-width="10"
points="350,75 379,161 469,161 397,215
423,301 350,250 277,301 303,215
231,161 321,161" />
<polygon fill="lime" stroke="blue" stroke-width="10"
points="850,75 958,137.5 958,262.5
850,325 742,262.6 742,137.5" />
</svg>
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2-13 แสดงการวาดรูปหลายเหลี่ยม

2.3.3.6 การใช้ Path

เราใช้ pathในการสร้างรูปทรงใดใดด้วยหลักการต่อจุดโดยมีเส้นตรงหรือโค้งเพื่อใช้ในการเชื่อมต่อระหว่างแต่ละจุด

การที่จะสร้าง path นั้นจำเป็นต้องกำหนด **moveto** เพื่อกำหนดให้จุดแรกไปอยู่ในตำแหน่งที่ต้องการ จากนั้นจึงกำหนดเส้นพร้อมจุดเพื่อให้เกิดเป็น object โดยเราสามารถที่จะกำหนดเส้นได้ดังนี้

- **lineto** จะให้เส้นที่เชื่อมระหว่างจุดเป็นเส้นตรง
- **curveto** เส้นที่ได้จะเป็นเส้นโค้งที่ถูกกำหนดความโค้งด้วย cubic
- **arc** ได้เส้นโค้งที่กำหนดโดยเป็นส่วนของวงกลม

และสุดท้ายจะปิดด้วย **closepath** ดังตัวอย่างต่อไปนี้

```
<?xml version="1.0" standalone="no"?>
<!DOCTYPE svg PUBLIC "-//W3C//DTD SVG 20001102//EN"
"http://www.w3.org/TR/2000/CR-SVG-20001102/DTD/svg-20001102.dtd">
<svg width="4cm" height="4cm" viewBox="0 0 400 400">
<title>Example - simple example of a 'path'</title>
<desc>A path that draws a rectangle</desc>
<rect x="1" y="1" width="398" height="398"
style="fill:none; stroke:blue"/>
<path d="M 100 100 L 300 100 L 200 300 z"
style="fill:red; stroke:blue; stroke-width:3"/>
</svg>
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2-14 แสดงการสร้าง Path

เราจะพบว่าเราสามารถที่จะใช้หลายบรรทัดใน 1 คำสั่งเพื่อให้ง่ายแก่การอ่านและแก้ไข โดยแต่ละบรรทัดห้ามมีขนาดเกิน 255 ตัวอักษร เราจะเห็นว่าการกำหนดค่าสำหรับ object svg ให้สมบูรณ์จะทำให้ขนาดของ file มีขนาดใหญ่มาก ซึ่งทำให้มีหลายวิธีเพื่อลดขนาดของ file เพื่อจะช่วยประหยัดระยะเวลาในการพัฒนา และ การ download ดังนี้

- แทนด้วยตัวอักษรเพียงตัวเดียว เช่น คำสั่ง moveto จะถูกแทนด้วยตัวอักษร "M"
- สามารถที่จะใช้การเว้นวรรค แทนการใช้เครื่องหมาย commas ตามปกติ หรือถ้าหากมีตัวอักษรคั่นระหว่างตัวเลขก็ไม่จำเป็นต้องมีการเว้นวรรค เช่น "M 100 100 L 200 200" สามารถที่จะตัดช่องว่างระหว่าง 100 และ 200 ได้ เป็น "M100 100L200 200"
- เราสามารถที่จะละเว้นคำสั่งบางคำสั่งได้หากคำสั่งนั้นเป็นคำสั่งเดียวกันกับคำสั่งด้านหน้า เช่น "M 100 200 L 200 100 L 100 200" เราสามารถที่จะตัด L ตัวที่สองได้ เนื่องจากมีการสั่ง lineto มาแล้ว ซึ่งจะได้ "M 100 200 L 200 100 100 200"
- มีความแตกต่างระหว่างการใช้งานอักษรตัวใหญ่และอักษรตัวเล็ก โดยอักษรตัวใหญ่แสดงความหมายว่าตัวเลขที่ตามมาจะอ้างอิงตำแหน่งตามจริงบน svg และอักษรตัวเล็กสำหรับแสดงว่าตัวเลขที่ตามมาจะอ้างอิงพิกัดจากตำแหน่งของคำสั่งด้านหน้า

คำสั่ง "**moveto**" จะถูกแทนด้วยตัวอักษร (M หรือ m) : เปรียบเหมือนกับการยกปากกาไปวางไว้ที่ตำแหน่งที่ต้องการ เพื่อเตรียมพร้อมที่จะลากเส้นด้วยคำสั่งต่อไป

คำสั่ง "**closepath**" จะถูกแทนด้วยอักษร (Z หรือ z) : ซึ่งจะทำการเชื่อมส่วนหัวและส่วนท้ายของรูปเข้าด้วยกันโดยอัตโนมัติ

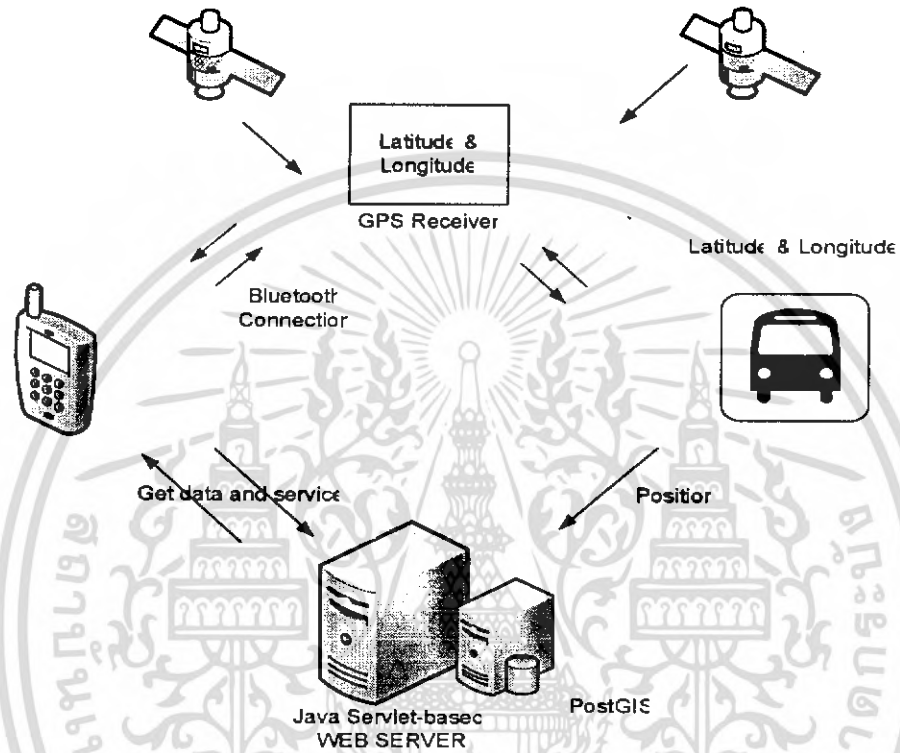
คำสั่ง "**lineto**" เป็นคำสั่งเพื่อกำหนดลากเส้นไปยังจุดต่อไปโดยจะแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท

- L และ l เพื่อลากเส้นตรงจากจุดที่กำหนดไว้ในคำสั่งที่ผ่านมาไปยังจุดที่ต้องการ โดยการกำหนดพิกัด x y
- H และ h เพื่อลากเส้นตรงในแนวเส้นสายตา โดยค่าพิกัดตามแกน y จะใช้ค่าของจุดเดิม
- V และ v เพื่อลากเส้นตรงในแนวแกน y โดยค่าพิกัดตามแกน x จะใช้ค่าของจุดเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบโครงงาน

3.1 โครงสร้างและระบบการทำงาน



รูปที่ 3-1 แสดงโครงสร้างการทำงานของระบบ

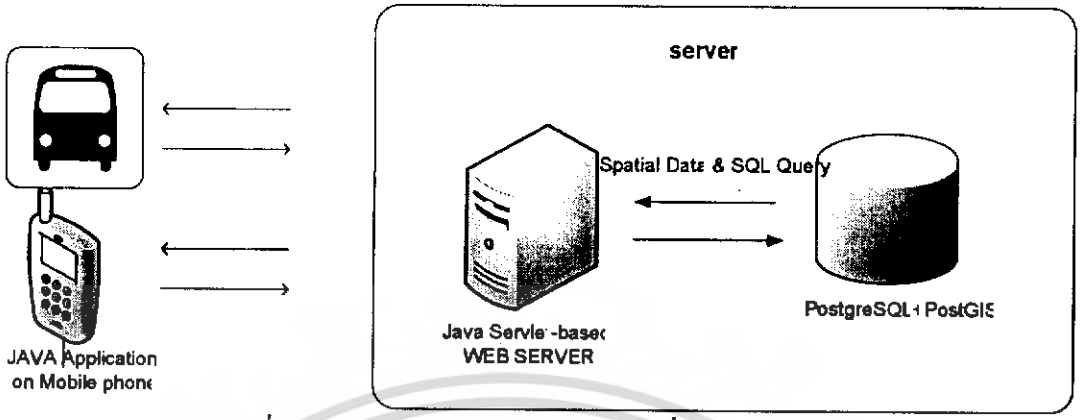
โครงสร้างของระบบนี้เป็นการบริการข้อมูลและสารสนเทศของสถานที่และเส้นทางภายในบริเวณสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง โดยระบบแบ่งการทำงานเป็น client และ server ดังนี้

1. client สามารถทำการติดต่อกับเพื่อรับข้อมูลและสารสนเทศได้จาก server เช่น ตำแหน่งของสถานที่ที่ต้องการ หรือ ตำแหน่งของรถประจำทาง ณ เวลาที่ต้องการ เป็นต้น และสามารถส่งพิกัดตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ของผู้ใช้บริการเองไปเก็บไว้ใน server ได้เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการเรียกใช้ในเวลาต่อมาได้

2. server มีหน้าที่เก็บข้อมูลและสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ของสถานที่และให้บริการต่าง ๆ แก่ client ได้แก่ ให้บริการตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ของสถานที่ต่างๆ ให้บริการหาระยะห่างระหว่างพิกัดของผู้ใช้งานและสถานที่ได้ เช่น ป้ายรถประจำทาง เพื่อหาตำแหน่งของป้ายรถที่ใกล้กับตำแหน่งของผู้ใช้บริการ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

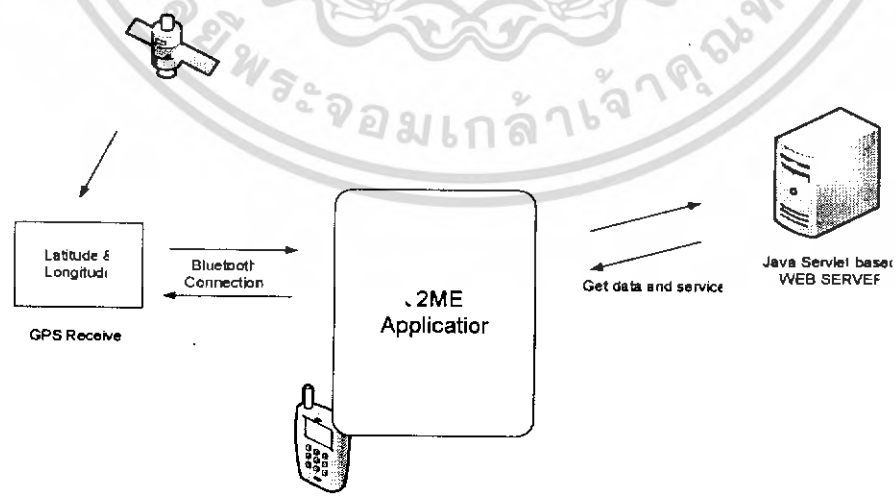
3.2 โครงสร้างและระบบการทำงานบนฝั่ง server



รูปที่ 3-2 แสดงโครงสร้างการทำงานบนฝั่งเซิร์ฟเวอร์

สร้าง web application server มีหน้าที่ให้บริการแก่ client ในการให้ข้อมูลและรายละเอียดเกี่ยวกับสถานที่ต่างๆ บริการข้อมูลของรถประจำทาง ซึ่งจะคอยจัดการกับ request จาก client ผ่านทาง HTTP Connection และส่งข้อมูลตามที่ client ร้องขอมากลับไป โดยใช้เทคโนโลยี JAVA Servlet เป็นตัวดำเนินการเพื่อรอรับและตอบสนองกับ client โดยมีการติดต่อกับข้อมูลกับฐานข้อมูล ซึ่งในที่นี้ใช้ PostgreSQL เป็น DBMS โดยมีการจัดเก็บข้อมูลเชิงพื้นที่(Spatial Data) และข้อมูลเชิงบรรยาย (Non-Spatial Data) ของข้อมูลของสถานที่ต่าง ๆ ตำแหน่งของผู้ใช้งาน และตำแหน่งของรถประจำทางในเวลาต่างๆ

3.3 โครงสร้างและระบบการทำงานบนฝั่ง client



รูปที่ 3-3 แสดงโครงสร้างการทำงานบนฝั่งไคลเอนท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นส่วนที่เรียกใช้บริการต่างๆ จาก web server และทำการส่งข้อมูลของพิกัดทางภูมิศาสตร์ที่ตัว client ส่งให้ web server เพื่อจัดเก็บข้อมูลไว้ฐานข้อมูลเพื่อนำมาใช้ในการการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของวัตถุต่างๆ ได้

3.3.1 ติดต่อและรับข้อมูลจาก GPS Receiver ผ่านทาง Bluetooth

1. สร้าง Bluetooth Connection

```
String url = "btspp://000A5600F776:1 "
StreamConnection conn = (StreamConnection)Connector.open(url);
InputStream is = conn.openInputStream();
```

2. แสดงข้อมูลจาก GPS Receiver

แสดงตัวอย่าง string ที่ได้รับที่ขึ้นต้นด้วย $GP ดังนี้

```
GGA,123519,4807.038,N,01131.324,E,1,08,0.9,545.4,M,46.9,M, , *42
123519       Fix taken at 12:35:19 UTC
4807.038,N   Latitude 48 deg 07.038' N
01131.324,E  Longitude 11 deg 31.324' E
1            Fix quality: 0 = invalid
                          1 = GPS fix
                          2 = DGPS fix
08           Number of satellites being tracked
0.9          Horizontal dilution of position
545.4,M      Altitude, Metres, above mean sea level
46.9,M       Height of geoid (mean sea level) above WGS84
             ellipsoid
(empty field) time in seconds since last DGPS update
(empty field) DGPS station ID number
```

3.3.2 การสร้างการติดต่อกับโปรโตคอล Http และสร้างสตรีมอินพุต เพื่อติดต่อกับบริการที่ web server

1. กำหนด string สำหรับเชื่อมโยงโปรโตคอล Http โดยระบุที่อยู่ของโฮสต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
String url = http://161.246.6.208;
InputConnection ic = null;      //กำหนดตัวแปร ic สำหรับใช้ในการเชื่อมโยง
DataInputStream dis = null;     //กำหนดตัวแปร dis สำหรับใช้เป็นสตรีมอินพุทข้อมูล
```

2. เปิดการเชื่อมโยงและเปิดสตรีมอินพุทข้อมูลจากโฮสต์ที่ระบุจาก url

```
Try {
ic = (InputConnection)Connector.open(url,Connector.READ,false);
dis = ic.openDataInpitStream();
//ดำเนินการอ่านข้อมูล
//Dis.read();
}
Catch(IOException e){System.err.println("IOException:"+e);}
```

3.3.3 ประมวลผลกับระบบสารสนเทศที่มีอยู่บนตัว client ได้

client มีการทำงานกับข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่มีอยู่ในหน่วยความจำได้โดยที่ไม่ต้องทำการติดต่อกับ server คือการตั้งเตือนเหตุการณ์สำคัญที่ผู้ใช้ต้องการอ้างกับสถานที่ได้ โดยมีหลักการทำงานคือ ผู้ใช้เพิ่มเหตุการณ์สำคัญให้เกี่ยวกับสถานที่ แล้วให้มีการเตือนผู้ใช้งานเมื่ออยู่ใกล้กับสถานที่ดังกล่าวได้ ซึ่งหากว่าการกำหนดสถานที่ดังกล่าวสามารถอ้างพิกัดของสถานที่นั้นได้จากหน่วยจำบนตัวมันเองได้แล้วก็จะสามารถนำมาคำนวณหาระยะทางเพื่อให้มีการเตือนผู้ใช้งานได้ หรือถ้าหากไม่มีข้อมูลอ้างได้บนหน่วยความจำแล้ว ก็จะไปเรียกหาตำแหน่งจากฐานข้อมูลโดยติดต่อผ่าน server เมื่อมีการใช้งานกับ server เกิดขึ้นในครั้งต่อไปแล้วนำพิกัดมาเก็บไว้เพื่อใช้ในการเตือนได้

สมมติว่าตั้งเตือนเหตุการณ์สำคัญโดยมีตำแหน่งพิกัดของสถานที่สำคัญแล้ว (กำหนดให้เป็น x เก็บ latitude และ y เก็บ longitude) เมื่อผู้ใช้ทำการติดต่อกับ GPS receiver แล้วก็จะได้พิกัดปัจจุบันมา (สมมติให้ m เก็บ latitude และ n เก็บ longitude) ก็จะทำการคำนวณหาระยะทางระหว่าง 2 จุดจากสูตร

$$\text{ระยะห่าง} = \sqrt{(x-m)^2 + (y-n)^2}$$

แล้วทำการตรวจสอบระยะห่างถ้าใกล้น้อยกว่า 50 เมตร ก็จะทำการเตือนเหตุการณ์นั้น

3.3.4 ฟังก์ชั่นการทำงานบนฝั่ง client

ในฝั่ง client มีฟังก์ชั่นการทำงานให้ผู้ใช้ได้เลือกดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การขยายการแสดงแผนที่เข้าและออก

ผู้ใช้งานสามารถเรียกใช้ฟังก์ชั่นการทำงานนี้เพื่อให้มีการขยายขนาดเข้าและออกของการแสดงสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ซึ่งในที่นี้ คือ การแสดงสถานที่ เส้นทาง และ วัตถุที่เคลื่อนที่ ภายในบริเวณสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2. การเลื่อนการแสดงแผนที่

ผู้ใช้งานสามารถเลื่อนการแสดงสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ไปซ้าย ขวา บน และ ล่าง ได้

3. การตั้งเตือนเหตุการณ์ที่สำคัญ

ผู้ใช้สามารถตั้งการเตือนเหตุการณ์สำคัญ โดยอ้างจากตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ หมายความว่าผู้ใช้งานต้องการให้มีการเตือนเมื่อผู้ใช้งานได้มีการเข้าใกล้กับสถานที่ที่ได้กำหนดไว้

4. เรียกดูตำแหน่งของป้ายจอดรถที่ใกล้ที่สุด

ผู้ใช้งานสามารถเรียกดูตำแหน่งของป้ายจอดรถที่อยู่ใกล้กับตำแหน่งปัจจุบันของผู้ใช้งานได้

5. เรียกดูเส้นทางที่ผ่านของผู้ใช้งานเอง

ผู้ใช้งานสามารถเรียกดูตำแหน่งการเดินทางของผู้ใช้งานที่ได้ผ่านมาแล้วได้ โดยผู้ใช้สามารถระบุช่วงของเวลาที่ต้องการดูได้

6. เรียกดูระยะห่างระหว่าง 2 สถานที่

ผู้ใช้งานสามารถเรียกดูระยะห่างของสถานที่ 2 สถานที่ได้

3.4 การออกแบบฐานข้อมูล

ข้อมูลในฐานข้อมูลได้เก็บรายละเอียดของข้อมูลที่แสดงตำแหน่งและรายละเอียดของสถานที่นั้นๆ โดยมีลักษณะการเก็บข้อมูลดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. Layer_table

เก็บข้อมูลของ Layer ทั้งหมด

เขตข้อมูล(Field)	คำอธิบาย
L_ID	เก็บ ID แทนแต่ละ Layer
L_NAME	ชื่อของ Layer
Color	สีของ Layer
Type	ชนิดของข้อมูล (POINT,LINE,MULTIPOLYGON)
Description	รายละเอียดเพิ่มเติม

I. Building

เก็บข้อมูลเชิงภูมิศาสตร์ของสถานที่ต่างๆ

เขตข้อมูล(Field)	คำอธิบาย
GID	หมายเลขอ้างอิงสถานที่
The_geom	ข้อมูลเชิงภูมิศาสตร์(MULTIPOLYGON)
Name	ชื่อของสถานที่

2. Kmitl_road

เก็บถนนให้มีรูปแบบของ geometry แบบ MULTILINESTRING

เขตข้อมูล(Field)	คำอธิบาย
ROADCL_ID	หมายเลขอ้างอิงถนน
RC_LNAME	ชื่อของถนน
The_geom	ข้อมูลเชิงภูมิศาสตร์(MULTILINESTRING)
Length	ความยาวของถนน(เมตร)

3. User

เก็บข้อมูลของผู้ใช้งาน

เขตข้อมูล(Field)	คำอธิบาย
UID	หมายเลขอ้างอิงผู้ใช้งาน
Username	ชื่อสำหรับเข้าใช้งานระบบ
Password	รหัสสำหรับเข้าใช้งานระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. Position

เก็บข้อมูลของตำแหน่งของผู้ใช้งาน ณ เวลาต่างๆ

เขตข้อมูล(Field)	คำอธิบาย
UID	หมายเลขอ้างอิงของผู้ใช้งาน
TS	วันที่และเวลาที่ทำการบันทึกค่า
LAN	พิกัด latitude ของผู้ใช้งาน
LON	พิกัด longitude ของผู้ใช้งาน

5. Bus

เก็บข้อมูลของรถ

เขตข้อมูล(Field)	คำอธิบาย
BUS_ID	หมายเลขอ้างอิงรถ
BUS_LINE_NO	หมายเลขประจำสายรถ

6. Busline

เขตข้อมูล(Field)	คำอธิบาย
BUS_LINE_NO	หมายเลขประจำสายรถ
PATH	เก็บเส้นทางของสายรถ(BUSSTOP- ROAD)

7. Busstop

เก็บตำแหน่งของป้ายรถประจำทางโดยอ้างกับถนนจากตาราง Kmitl_road

เขตข้อมูล(Field)	คำอธิบาย
BUSSTOP_ID	หมายเลขอ้างอิงป้ายที่รถจอด
LAT	พิกัด latitude ของป้ายจอดรถ
LON	พิกัด latitude ของป้ายจอดรถ
ROADCL_ID	หมายเลขอ้างอิงถนนตามตาราง Kmitl_road

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. Bus_position

เก็บตำแหน่งของรถที่เวลาต่างๆ

เขตข้อมูล(Field)	คำอธิบาย
BUS_ID	หมายเลขอ้างอิงรถ
TS	วันที่และเวลาที่ทำการบันทึกค่า
LAT	พิกัด latitude ของรถ
LON	พิกัด longitude ของรถ
BUSSTOP_ID	หมายเลขอ้างอิงป้ายที่รถจอดตามตาราง Busstop

3.5 การจัดเก็บข้อมูลเชิงพื้นที่ด้วย PostGIS

PostGIS เป็นการเพิ่มเติมในส่วนของ Object-relational database system ของ PostgraSQL ให้มีการรองรับวัตถุทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS object) เข้ามาเก็บไว้ในฐานข้อมูล มีการสนับสนุน GiST indexs และ R-tree indexs ซึ่งเป็นวิธีการค้นข้อมูลแบบ Indexing ที่ใช้ในฐานข้อมูลเชิงพื้นที่สำหรับฐานข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ ซึ่ง PostGIS เองมีการกำหนดการใช้งานโดย OpenGIS ที่เป็นลักษณะพื้นฐานของ SQL (SFSQL)

ซึ่งลักษณะที่มีการกำหนดโดย OpenGIS มีดังนี้

- **OpenGIS SFSQL Objects** เป็นการกำหนดในส่วนของวัตถุเชิงพื้นที่ เช่น
  - POINT
  - LINESTRING
  - POLYGON
  - MULTIPOINT
  - MULTILINESTRING
  - MULTIPOLYGON
  - GEOMETRYCOLLECTION
- **OpenGIS SFSQL Representations** เป็นการกำหนดในส่วนของการแสดงผล ซึ่งเป็นมาตรฐานในการแสดงผลของวัตถุเชิงพื้นที่ มี 2 รูปแบบคือ

1) Well – Known Text (WKT) Form

เป็นการแสดงผลในรูปแบบที่เป็น String เช่น

POINT(I 1)

MULTIPOINT(1 1, 3 4, -1 3)

LINESTRING(1 1, 2 2, 3 4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

POLYGON((0 0, 0 1, 1 1, 1 0, 0 0))

MULTIPOLYGON((0 0, 0 1, 1 1, 1 0, 0 0), (5 5, 5 6, 6 6, 6 5, 5 5))

MULTILINESTRING((1 1, 2 2, 3 4),(2 2, 3 3, 4 5))

2) Well – Known Binary (WKB) Form

เป็นการแสดงผลในรูปแบบที่เกี่ยวกับบิต ซึ่งจะดึงข้อมูลออกจากฐานข้อมูลโดยไม่มีการเปลี่ยนไปแสดงในรูปแบบที่เป็น String

3.5.1 OpenGIS Functions

ผู้ใช้งาน PostGIS จะต้องมีการใช้ฟังก์ชัน ซึ่งฟังก์ชันเหล่านี้เป็นฟังก์ชันที่มีการสนับสนุน PostGIS objects

ตัวอย่างของฟังก์ชัน

3.5.1.1 AddGeometryColumn(varchar, varchar, varchar, integer, varchar, integer)

รูปแบบ : AddGeometryColumn(<schema_name>,<table_name>, column_name>,<srid>, <type>, <dimension>)

ฟังก์ชันที่ใช้เพิ่มคอลัมน์เชิงเรขาคณิต เข้าไปในตารางของแอททริบิวต์

3.5.1.2 AsBinary(geometry)

ได้ผลลัพธ์เป็น geometry ในรูปแบบที่เป็น well-known-binary ซึ่งเป็นรูปแบบเกี่ยวกับบิต

3.5.1.3 AsText(geometry)

ได้ผลลัพธ์เป็น geometry ในรูปแบบที่เป็น well-known-text ซึ่งเป็นรูปแบบที่เป็น String

3.5.1.4 Distance(geometry,geometry)

ได้ผลลัพธ์เป็นระยะห่างระหว่างรูปทรงเรขาคณิต 2 รูป

3.5.1.5 equals(geometry)

ได้ผลลัพธ์เป็นค่าที่เป็น 1 (TURE) ถ้า geometry นั้นมีค่าเท่ากัน เช่น

equals ('LINESTRING(0 0, 10 10)','LINESTRING(0 0, 5 5, 10 10)')

3.5.1.6 disjoint(geometry,geometry)

ได้ผลลัพธ์เป็นค่าที่เป็น 1 (TURE) ถ้า geometry นั้นเป็นส่วนที่ไม่เชื่อมต่อกัน

3.5.1.7 overlaps(geometry,geometry)

ได้ผลลัพธ์เป็นค่าที่เป็น 1 (TURE) ถ้า geometry นี้มีส่วนที่ซ้อนทับกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 การติดต่อกับฐานข้อมูล

การติดต่อกับฐานข้อมูล PostgreSQL โดยการใช้ภาษาจาวานั้นจะใช้ Postgres JDBC เป็นไดรเวอร์ โดยติดตั้งแพ็กเกจ postgresql-8.1-405.jdbc3.jar ไว้ภายในแอพพลิเคชั่นเพื่อให้สามารถเรียกใช้งานไดรเวอร์ได้ ซึ่งรายละเอียดสำคัญของการเขียนโปรแกรมติดต่อฐานข้อมูล โดยใช้ภาษาจาวามีดังต่อไปนี้

1. กำหนดชนิดของไดรเวอร์

```
String driver = "org.postgresql.Driver";
Class.forName(driver);
```

2. สร้างการเชื่อมต่อกับฐานข้อมูล

```
String dbURL = "jdbc:postgresql://localhost/kmitl";        // สร้างเส้นทางติดต่อไปยัง
                                                           //ฐานข้อมูล kmitl
Connection cn
        = DriverManager.getConnection(dbURL,"username","password");
```

3. สร้างสเตทเมนท์

```
Statement stmt = cn.createStatement();   // สร้างออปเจ็กต์ stmt สำหรับจัดการคำสั่งของ
                                         // SQL
```

4. ประมวลผลผลด้วยภาษ SQL และรับผลลัพธ์กลับมาเป็น result set

```
String query ="select name from busstop ";
ResultSet rs = stmt.executeQuery(query); // สร้างออปเจ็กต์ rs เป็นกลุ่มเรคคอร์ด
                                         //บรรจุ ข้อมูล
rs.next();                               //     ข้อมูลในเรคอร์ดถัดไป
```

5. ปิดการเชื่อมต่อกับฐานข้อมูล

```
Stmt.close();
cn.close();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 บริการบนฝั่ง server

3.7.1 บริการหาระยะทางของป้ายจอดประจำกับตำแหน่งของผู้ใช้งานที่ใกล้ที่สุดได้

เป็นการเรียกใช้ฟังก์ชั่นของ PostGIS ความระยะทางของจุด 2 จุด ซึ่งในที่นี้คือ 1) ตำแหน่งของผู้ใช้งาน 2) ตำแหน่งของป้ายจอดรถประจำทาง โดยสามารถเรียงระยะทางจากที่น้อยที่สุดไปมากที่สุดได้ดังนี้

```
SELECT BUSSTOP_ID
FROM busstop
ORDER BY distance(MakePoint(692270.171,
                  -1518177),MakePoint(x,y))
```

3.7.2 บริการหาตำแหน่งของสถานที่

บริการนี้ใช้เมื่อผู้ใช้บริการต้องการแสดงตำแหน่งของสถานที่ที่ต้องการ และนำมาประยุกต์ใช้งานร่วมกับการทำงานที่ฝั่ง clientในการเตือนผู้ใช้งานเมื่อถึงสถานที่ที่ผู้ใช้งานเลือกไว้ โดยเมื่อผู้ใช้งานทำการเลือกบริการตั้งเหตุการณ์สำคัญ ต้องระบุสถานที่ จากนั้นการทำงานของแอพพลิเคชั่นจะส่ง request มาที่ server เพื่อได้รับพิกัดของตำแหน่งของสถานที่นั้นมาเก็บไว้ที่ client เพื่อนำไปตรวจสอบเมื่อเข้าใกล้สถานที่นั้น

แสดง query string ที่ส่งมาจาก client เมื่อให้ "nameofbuilding" เก็บชื่อของสถานที่ที่ผู้ใช้เลือก

```
SELECT LAN,LON
FROM building
WHERE Name = 'nameofbuilding';
```

3.7.3 บริการแสดงข้อมูลของผู้ใช้งานที่มีความสัมพันธ์กับข้อมูลเชิงพื้นที่และเวลา

เป็นบริการเรียกดูข้อมูลพิกัดตำแหน่งของวัตถุที่ต้องตามช่วงเวลาที่กำหนดได้ จากตัวอย่างแสดงการนำช่วงเวลาที่จาก client ร้องขอมาเก็บในตัวแปร timeinput0,timeinput1 และนำค่าดังกล่าวไป query หาวัตถุที่ต้องการในแต่ละตำแหน่งภายในช่วงเวลา

```
SELECT LAT,LON
FROM position
WHERE TS >= 'timeinput0' AND TS <= 'timeinput1'
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

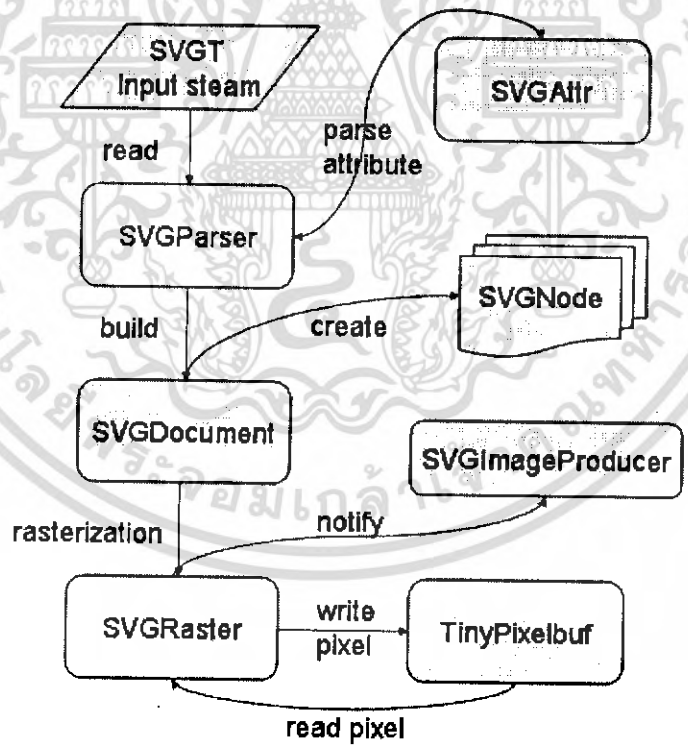
จาก query string เป็นการรับค่าเวลาที่เป็นช่วง timeinput0 ถึง timeinput1 ซึ่งอยู่ในรูปแบบของ timestamp ดังนี้ 'YYYY-MM-DD HH:MI:SS' โดยจะได้ค่า OID,LAT,LAN,TS ตามลำดับเพื่อนำค่าไปแสดงผลที่ตัว Client เพื่อแสดงผล

3.8 ส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน

ส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานจะเป็น MIDlet ที่แสดงแผนที่และแสดงตำแหน่งของผู้ใช้งานได้ และมีเมธอดให้ผู้ใช้งานได้เลือกเพื่อเรียกใช้บริการต่าง ๆ จาก server ได้ และทำการตอบสนองเหตุการณ์หรือเตือนผู้ใช้งานได้

โดยการรับเหตุการณ์จากผู้ใช้งานก็สามารถทำได้โดยใช้คลาสต่าง ๆ ของ GUI ของ MIDlet บรรจุอยู่ในแพ็คเก็จ javax.microedition.lcdui

แต่การแสดงแผนที่นั้นต้องใช้ข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบของ SVG ซึ่งต้องมีการใช้คลาสภายนอกมาใช้ในการแสดงผลโดยมีกระบวนการแปลงให้สามารถแสดงผลบนอุปกรณ์จาวาได้ดังนี้



รูปที่ 3-4 แสดงความสัมพันธ์ของคลาสที่ใช้ในกระบวนแปลงข้อมูล SVG เพื่อแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกระบวนการกระจายข้อมูลจากข้อมูลประเภท SVG เริ่มจาก SVGParser ทำการสร้าง SVGNode จากกระแสของข้อมูลที่เข้ามาจาก SVGT (SVG Tiny) โดย SVGDocument มีส่วน root ของต้นไม้ของ SVGNode เป็นสมาชิก

SVGRaster แปลงวัตถุ SVGNode เข้าไปในอยู่ในรูปแบบของรูปภาพอย่างหยาบๆ และวาด (กระบวนการ rasterization) บนวัตถุ TinyPixelbuf

SVGImageProducer เป็นส่วนที่ทำการติดต่อเพื่อรับการแจ้งว่ามีข้อมูลเพื่อให้แสดงผลใหม่จากวัตถุ TinyPixelbuf ซึ่งพร้อมที่จะส่งข้อมูลเพื่อแสดงผลหน้าจอแสดงผลทันที

ก่อนที่กระบวนของขั้นตอนข้างต้นจะทำงานต้องมีการติดตั้งและสร้างองค์ประกอบให้ก่อนในแต่กระบวนการดังนี้

กระบวนการตั้งต้น

ในกระบวนการนี้จำเป็นต้องมีการสร้างวัตถุดังนี้

สร้างบัฟเฟอร์ของพิกเซลโดยกำหนดขนาดขอบเขตส่วนของการแสดงผลจาก width และ height ดังนี้

```
TinyPixbuf buffer = new TinyPixbuf(width, height);
```

1. สร้างวัตถุ SVGRaster จากวัตถุของขั้นตอนที่ 1

```
raster = new SVGRaster(buffer);
```

2. สร้างตัวสร้างภาพจาก SVGT

```
imageProducer = new MIDPSVGImageProducer(raster);
imageProducer.setConsumer(this);
raster.setSVGImageProducer(imageProducer);
```

4. Define ImageLoader implementation

```
SVGImageElem.setImageLoader(this);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการกระจาย

1. สร้างเอกสาร SVGT

```
SVGDocument doc = raster.createSVGDocument();
```

2. สร้าง SVGT attributes parser. เราจำเป็นต้องให้ขอบเขตของ pixel buffer ด้วย โดยกำหนดใน pixbuf.width และ pixbuf.height

```
SVGAttr attrParser = new SVGAttr(pixbuf.width, pixbuf.height);
```

3. สร้าง SVGT stream parser

```
SVGParser parser = new SVGParser(attrParser);
```

4. กระจายกระแสข้อมูลจาก SVGT (แทนด้วยอ็อบเจ็ก is) ไปเป็นเอกสาร SVGT (แทนด้วยอ็อบเจ็ก doc)

```
parser.load(doc,is);
```

กระบวนการวาดภาพ

1. เรียกเอกสาร SVGT ที่ต้องวาด

```
raster.setSVGDocument(document);
```

2. กำจัดการแสดงผลปัจจุบัน โดยสามารถกำหนดขอบเขตได้เรียกว่า current clip

```
raster.invalidate();
```

3. ปรับปรุงจุดของภาพภายใน current clip ซึ่งขั้นตอนนี้ทุกๆ อ็อบเจ็กของ SVGNode สามารถถูกวาดบน pixel buffer ได้หมด

```
raster.update();
```

4. เรียกการติดต่อ SVGImageProducer เพื่อแจ้งว่ามีการปรับปรุงจุดภาพใหม่เกิดขึ้น

```
raster.sendPixels();
```

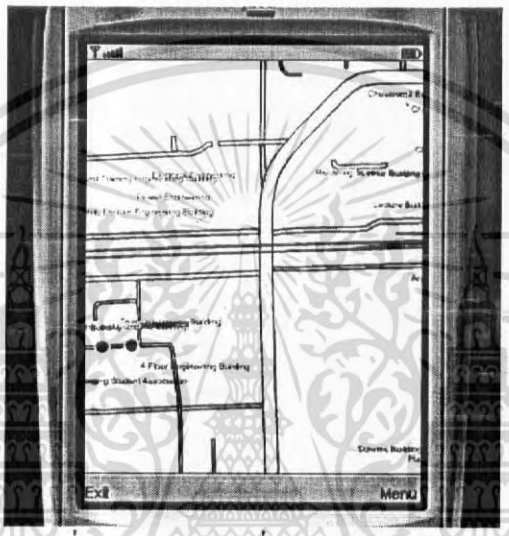
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

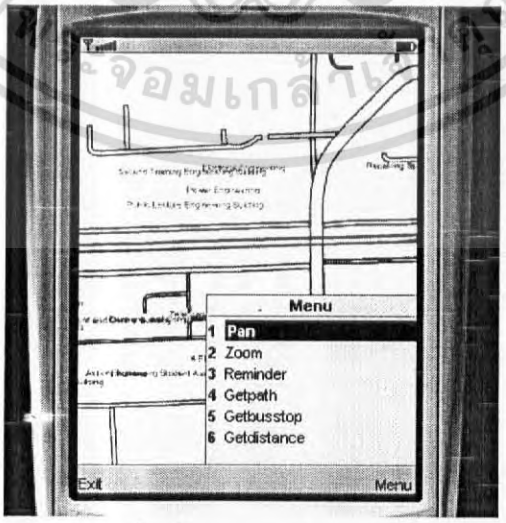
4.1 ทดลองแสดงแผนที่บนมือถือพร้อมทั้งระบบตำแหน่งทางภูมิศาสตร์

ผู้ใช้แสดงรายละเอียดของแผนที่ได้โดยแสดงเป็นลักษณะ 2 มิติ และมีรายละเอียดของสถานที่หรือเส้นทางต่าง ๆ และตำแหน่งของวัตถุ เช่น ตำแหน่งของผู้ใช้งาน หรือ ป้ายจอดรถ ดังรูปที่ 4-1



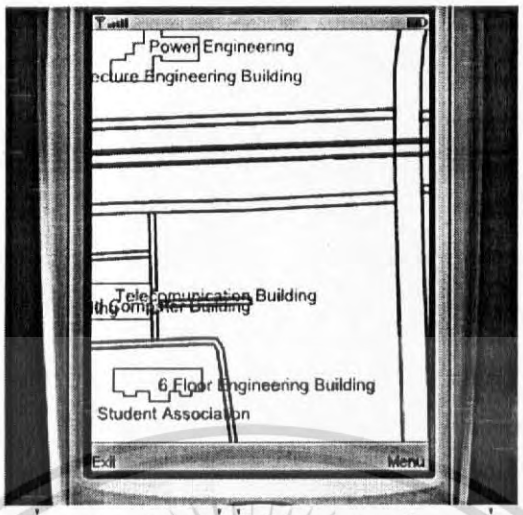
รูปที่ 4-1 แสดงแผนที่บนโทรศัพท์มือถือ

โดยผู้สามารถเลื่อนดูแผนที่ไปในตำแหน่งต่างๆ ได้ตามต้องการ และ ซูมเข้า-ออก ได้ ซึ่งเลือกจากปุ่ม Menu ดังรูปที่ 4-2



รูปที่4-2แสดงการเลือกโหมดการทำงานจากโทรศัพท์มือถือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่4-3 แสดงแผนที่ที่ได้ทำการซูมเข้าและเลื่อนตำแหน่ง

4.2 ทดลองแสดงการเตือนเมื่อถึงสถานที่ระบุไว้

ผู้ใช้สามารถเลือกตั้งการเตือนตามสถานที่ได้ โดยเลือกที่ Menu Reminder จะปรากฏหน้าแสดงให้เลือกสถานที่ตามคณะ โดยมี 3 คณะให้เลือกคือ “Engineer” “Science” “Agriculture” ตามลำดับดังรูปที่ 4-4

รูปที่4-4 แสดงหน้าจอเมื่อเลือก Menu Reminder

ทดลองการตั้งเตือนโดยเลือกที่คณะเทคโนโลยีการเกษตร โดยทำการเลือกที่ “Agriculture” ก็จะปรากฏสถานที่ของคณะเทคโนโลยีการเกษตรดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

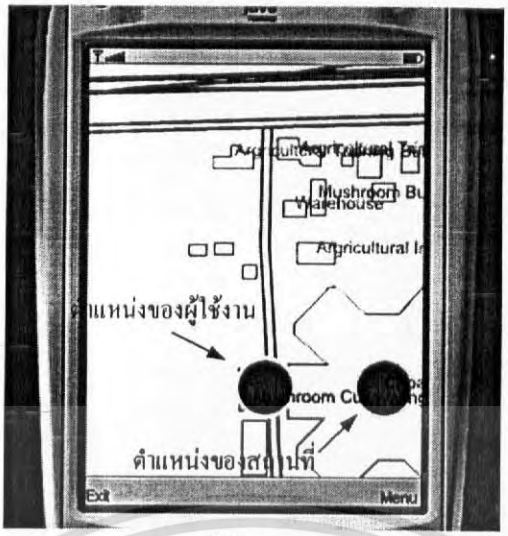
รูปที่ 4-5 แสดงรายการของตึกที่อยู่ในคณะเทคโนโลยีการเกษตร

เมื่อกดปุ่มเลื่อนแท็บไปที่ตึกที่ต้องการแล้ว โดยทดลองเลือกตึก "Chao Khun Taharn A,B,C,D" ให้กดปุ่ม OK เพื่อเลือกและจะได้หน้าแสดงต่อไปดังรูปที่ 4-6

รูปที่ 4-6 แสดงหน้าจอให้เลือก Save หรือ Delete ข้อมูลที่ใส่เพื่อทำการตั้งการเตือน

ให้ทำการใส่ข้อมูลที่ต้องการ ได้แก่ ระยะห่างที่ต้องการให้เตือน คำอธิบายเหตุการณ์ที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับสถานที่ที่ได้เลือกไว้แล้วกดปุ่ม Menu เลือก Save ก็จะได้ข้อมูลไปเก็บไว้ในหน่วยความจำของอุปกรณ์ไร้สาย ซึ่งจะทำการเตือนเมื่อผู้ใช้อยู่ในตำแหน่งที่ใกล้กับสถานที่ที่เลือกไว้ 100 เมตร ซึ่งได้หน้าจอแสดงดังรูปที่ 4-7 โดยแสดงจุดของสถานที่และตำแหน่งของผู้ใช้บนแผนที่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4-7 แสดงจุดของสถานที่ที่กำหนดจากข้างต้นเมื่อผู้ใช้เข้าใกล้

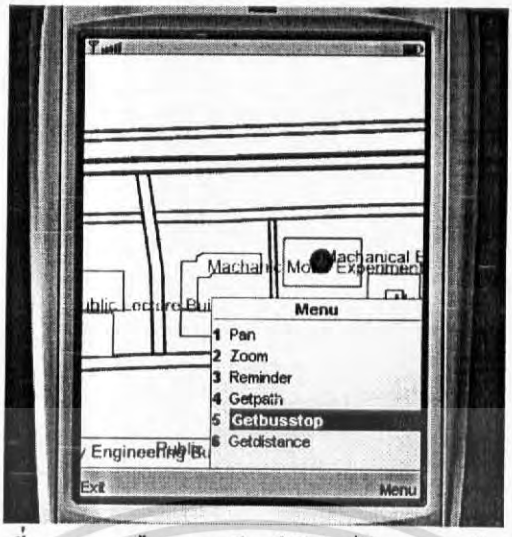
เมื่อผู้ใช้งานเข้าไปใกล้ตำแหน่งที่ตั้งไว้จะแสดงข้อมูลเตือนและแสดงรายละเอียดที่เขียนไว้ ซึ่งผู้ใช้สามารถกดปุ่ม Back เพื่อกลับมายังหน้าแสดงผลเดิม

รูปที่4-8 แสดงข้อความบอกเมื่ออยู่ใกล้ตำแหน่งที่ตั้งไว้

4.3 ทดลองการหาตำแหน่งของป้ายจอดรถที่ใกล้ที่สุดจากตำแหน่งที่ผู้ใช้งานอยู่

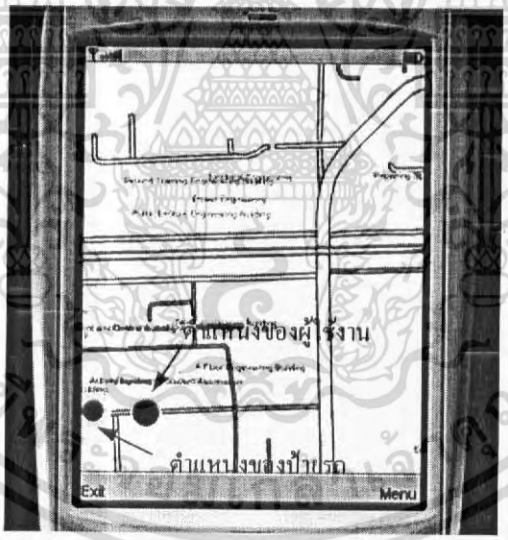
ที่หน้าจอแสดงผลปกติสามารถเลือกดูตำแหน่งของป้ายรถประจำทางที่อยู่ใกล้กับตำแหน่งของผู้ใช้งานได้โดยเลือกที่ Menu Getbusstop ดังรูปที่ 4-9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4-9 แสดงหน้าจอที่สามารถเลือกการเรียกใช้ฟังก์ชันการหาป้ายจอดรถประจำทางได้

เมื่อได้เลือกแล้วที่อุปกรณ์ไร้สายของผู้ใช้งานจะทำการเรียกบริการไปยังเซิร์ฟเวอร์เพื่อหาตำแหน่งของป้ายรถที่ใกล้ที่สุดแล้วจะแสดงตำแหน่งให้เห็นบนหน้าจอของอุปกรณ์ของผู้ใช้งานดังรูปที่ 4-10



รูปที่ 4-10 แสดงตำแหน่งของป้ายจอดรถประจำทางที่ใกล้ที่สุดกับตำแหน่งของผู้ใช้งาน

จากรูปแสดงให้เห็นตำแหน่งของผู้ใช้ขณะที่ทำการเรียกบริการหาตำแหน่งป้ายจอดรถและตำแหน่งของป้ายจอดรถที่อยู่ใกล้กับตำแหน่งของผู้ใช้บริการ

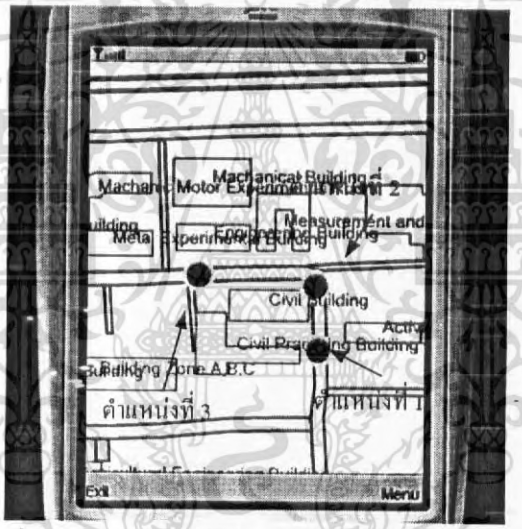
4.4 ทดลองแสดงเส้นทางที่ผู้ใช้งานได้เคยผ่านมา

ผู้ใช้สามารถแสดงตำแหน่งที่ได้เคยผ่านมาโดยกำหนดจากช่วงเวลาได้ โดยเลือกจาก Menu Getpath จะปรากฏหน้าจอดังรูปที่ 4-11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4-11 แสดงหน้าจอให้ใส่ช่วงของเวลา

เมื่อผู้ใช้กรอกเวลาทั้ง 2 ค่าแล้วกดปุ่ม OK ก็จะแสดงเส้นทางที่ผู้ใช้ได้ผ่านมาดังรูปที่ 4-12

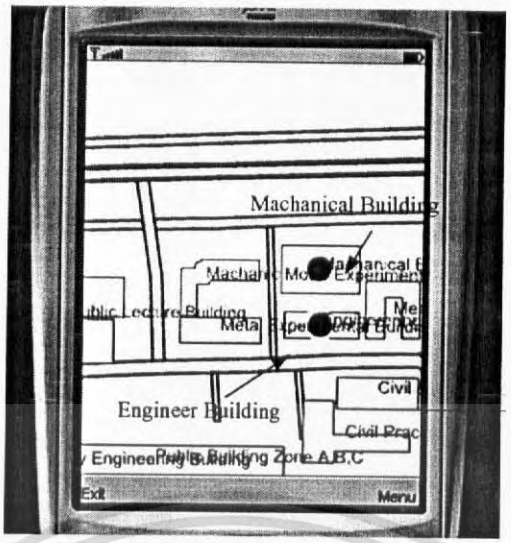


รูปที่ 4-12 แสดงตำแหน่งของผู้ใช้งานที่ผ่านมาแล้ว

4.5 ทดลองแสดงเรียกใช้ฟังก์ชั่นหาระยะทางระหว่าง 2 สถานที่จาก server

ผู้ใช้งานสามารถหาระยะทางระหว่าง 2 สถานที่ ได้โดยเลือก Menu Getdistance จากนั้นจะแสดงหน้าจอให้เลือกสถานเหมือนตัวอย่างการตั้งเตือนจากสถานที่ เมื่อตั้งเสร็จแล้วกด OK จะแสดงแผนที่ดังรูปที่ 4-13 ซึ่งทำการเลือกสถานที่คือ “Machanical Building” และ “Engineering Building”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4-13 แสดงตำแหน่งของสถานที่ 2 สถานที่จากการเลือก Menu Getdistance

แสดงระยะทางเป็นหน้าจอแสดงข้อความดังรูปที่ 4-14 ซึ่งผู้ใช้สามารถกด Back เพื่อกลับมายังหน้าแสดงผล

รูปที่ 4-14 แสดงข้อความบอกระยะทางระหว่าง 2 สถานที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทวิจารณ์และสรุป

5.1 วิจารณ์และสรุป

โครงงานนี้เป็นการนำเอาสารสนเทศภูมิศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในอุปกรณ์ไร้สาย ซึ่งในที่นี้คือการพัฒนาแอพพลิเคชั่นด้วย MIDP (Mobile Information Device Profile) ของ J2ME โดยแอพพลิเคชั่นสามารถแสดงข้อมูลและสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ และ ทำการติดต่อกับ web server เพื่อเรียกใช้บริการข้อมูลและฟังก์ชั่น ได้แก่ บริการบอกตำแหน่งของสถานที่ ตำแหน่งของวัตถุต่างๆ ที่เคลื่อนที่ เช่น ผู้ใช้งาน และ รถประจำทาง บริการหาระยะทางของตำแหน่งของ 2 วัตถุ เช่น ตำแหน่งของผู้ใช้งานและตำแหน่งของป้ายรถประจำทาง เพื่อหาระยะทางที่ผู้ใช้งานอยู่ใกล้กับป้ายจอดรถที่ใกล้ที่สุดได้ เป็นต้น

โดยการทำงานหลักของแอพพลิเคชั่นบนอุปกรณ์ไร้สายได้แก่ ทำการแสดงแผนที่และติดต่อกับ GPS Receiver เพื่อรับตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์ของผู้ใช้งานและส่งไปเก็บไว้ในฐานข้อมูลของ server ติดต่อขอรับบริการที่ server มีไว้ให้บริการ และนำข้อมูลและสารสนเทศที่ได้มาแสดงให้แก่ผู้ใช้งานได้

ในส่วนของการแสดงแผนที่บนอุปกรณ์ไร้สาย ได้ใช้การแสดงผลจากข้อมูล SVG ซึ่งมีข้อดี คือ สามารถย่อขยายแผนที่ได้โดยที่คุณภาพของแผนที่ยังคงเหมือนเดิม และ สามารถเพิ่มเติมแก้ไขข้อมูลในบางส่วนได้อย่างสะดวกกว่าระบบที่เก็บแผนที่เป็นรูปภาพ

ในส่วนของ server มีการเก็บข้อมูลและสารสนเทศของสถานที่และตำแหน่งของวัตถุ เช่น ผู้ใช้งานและรถประจำทางในเวลาต่างๆ ซึ่งใช้ DBMS คือ PostgreSQL โดยเพิ่มส่วนที่ช่วยในเก็บและทำงานกับข้อมูลเชิงภูมิศาสตร์ คือ PostGIS ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลรูปร่างของวัตถุต่างๆ ในรูปแบบเชิงภูมิศาสตร์ได้ และมีฟังก์ชั่นเพื่อใช้กับรูปแบบข้อมูลเชิงภูมิศาสตร์ เช่น ในการหาความยาวของถนน เป็นต้น โดยในโครงงานได้มีการใช้ฟังก์ชั่นเพื่อหาความสัมพันธ์เชิงภูมิศาสตร์ ได้แก่ การหาระยะห่างของผู้ใช้งานและป้ายจอดรถ การหาตำแหน่งของสถานที่ หาความยาวของถนน และการตั้งเตือนเหตุการณ์สำคัญเมื่อเข้าใกล้ตำแหน่งของสถานที่ที่กำหนดได้

5.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการพัฒนาและแนวทางแก้ไขปัญหา

1. การ update node บนแผนที่ SVG การแสดงบนโทรศัพท์มือถือ แนวทางแก้ไข คือ รอการพัฒนาของเทคโนโนยี

2. ชนิดของข้อมูลของเทคโนโลยี J2ME ไม่รองรับทศนิยม แนวทางแก้ไข คือ รอการพัฒนาของเทคโนโลยีให้สามารถทำงานได้ หรือ แปลงชนิดของข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่รองรับ เช่น แปลงชนิดของข้อมูลแบบเลขทศนิยมเป็นชนิดของข้อมูลแบบจำนวนเต็ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ไลบรารีของเทคโนโลยี J2ME มีให้ใช้งานอย่างจำกัด

5.3 ข้อจำกัดของระบบ

1. ข้อมูลในฐานข้อมูลยังมีการเก็บรายละเอียดในบริเวณที่จำกัด คือ ภายในบริเวณสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง เท่านั้น

2. ความคลาดเคลื่อนจากการลดชนิดของข้อมูลจากเลขทศนิยม ซึ่งมีผลต่อการคำนวณเช่น ระยะทาง โดยมีความคลาดเคลื่อนประมาณไม่เกิน 2 เมตร จากการคำนวณหาระยะทางระหว่างจุด 2 จุด

3. ข้อจำกัดของฟังก์ชั่นที่ใช้ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงภูมิศาสตร์

4. ข้อจำกัดของการติดต่อและส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ไร้สายและเว็บเซิร์ฟเวอร์ เช่น แบนด์วิธ อัตราการส่งข้อมูล ค่าบริการการใช้งานการเชื่อมต่อผ่าน GPRS

5.4 แนวทางพัฒนาต่อ

1. สามารถเพิ่มข้อมูลในฐานข้อมูลให้มากขึ้นและแก้ไขข้อมูลที่ผิดพลาดหรือคลาดเคลื่อนไป

2. สามารถเพิ่มบริการใหม่ๆ ที่ต้องการได้

3. สามารถเพิ่มส่วนแสดงผลและส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานให้มีความสวยงามและน่าใช้งานมากขึ้น

4. สามารถใช้ความสัมพันธ์ของข้อมูลเชิงภูมิสาสตร์ที่มีมากมายมาประยุกต์ให้เข้ากับการทำงานด้านอื่นๆอีก เช่น การนำฟังก์ชั่นการเหลื่อมล้ำกันของวัตถุต่างลำดับชั้นกันมาใช้ เพื่อหาพื้นที่ที่เหลื่อมล้ำกัน ซึ่งอาจนำไปใช้ในการสร้างสิ่งก่อสร้างมีมีความสูงมากๆ โดยนำวัตถุที่มีการเหลื่อมล้ำในคนละลำดับชั้นมาเป็นหลักในการพิจารณาความสูง หรอ บริเวณพื้นที่ที่เหมาะสมในการก่อสร้าง เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] พ.อ. เจนวิทย์ เหลืองอร่าม,ปิยวิทย์ เหลืองอร่าม; "การเขียนโปรแกรมสำหรับ Wireless Application ด้วย J2ME", "บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด(มหาชน)","2546"

[2] ทรงเกียรติ ภาวดี;"เก่ง J2ME ให้ครบสูตร","บริษัท วิตตี้ กรุป จำกัด","2546"

[3] [http://www.tinyline.com/svgt/download/guide/index.html

[4] http://www.w3.org/TR/SVG11/

[5] http://henson.newmail.ru/j2me/j2me.htm

[6] http://www.corej2me.com/DeveloperResources/index.shtml

[7] http://developers.sun.com/techtopics/mobility/midp/articles /sessions/index.html

[8] http://java.sun.com/javame/index.jsp

[9] http://www.postgresql.org/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้