สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบนำทางสำหรับรถยนต์
CAR NAVIGATION SYSTEM

T 061856

โดย
นายทรงชัย กองทรง
นายวรวุฒิ ดวงเดือน

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 61856
วัน,เดือน,ปี 24 ก.ค. 2549

b.....
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CAR NAVIGATION SYSTEM

BY

MR. SONGCHAI KONGSONG

MR. WORAWOOT DOUNGDEUN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF

THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR IN DEPARTMENT OF INFORMATION ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2004

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงงานภาษาไทย	ระบบนำทางสำหรับรถยนต์
ชื่อโครงงานภาษาอังกฤษ	CAR NAVIGATION SYSTEM
ชื่อนักศึกษา	นายทรงชัย กองทรง รหัสประจำตัว 45015793
	นายวรวุฒิ ดวงเดือน รหัสประจำตัว 45015834
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.มนต์ชัย แช่มช้อย
ระดับการศึกษา	วิศวกรรมสารสนเทศ
ปีการศึกษา	2547

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับการอนุมัติเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วิศวกรรมศาสตารบัณฑิต
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

.....

(ผศ.มนต์ชัย แช่มช้อย)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ระบบนำทางสำหรับรถยนต์
ชื่อนักศึกษา	นายทรงชัย กองทรง รหัสประจำตัว 45015792
	นายวรวุฒิ ดวงเดือน รหัสประจำตัว 45015816
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.มนต์ชัย แช่มช้อย
ระดับการศึกษา	ปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
	สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ
ภาควิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ
ปีการศึกษา	2547

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการสร้างระบบนำทางที่ติดตั้งอยู่ในรถยนต์ โดยมีการรวมเทคโนโลยีของระบบดาวเทียมระบุตำแหน่ง (Global Positioning Systems : GPS) ที่สามารถบอกตำแหน่งปัจจุบันและเทคโนโลยีระบบฝังตัวมาใช้งานร่วมกัน เพื่อแสดงตำแหน่งปัจจุบันบนแผนที่อิเล็กทรอนิกส์และเป็นเครื่องนำทางสำหรับผู้ขับรถยนต์ ซึ่งระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถแสดงแผนที่ออกทางจอโทรทัศน์ที่ติดอยู่กับรถยนต์ทั่วไปได้ นอกจากนั้นยังได้นำอัลกอริทึมการค้นหาเส้นทางแบบแบ่งลำดับชั้นมาใช้ (Hierarchical Routing) ในการค้นหาเส้นทางและสามารถแสดงแผนที่ได้ทั่วกรุงเทพฯ ที่ความละเอียด 1:5000 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	CAR NAVIGATION SYSTEM	
Student	Mr. Songchai Kongsong	ID.45015792
	Mr. Worawoot Doungdeun	ID.45015816
Advisor	Asst.Prof. Monchai Chamchoy	
Graduate Level	Bachelor Degree of Information Engineering	
Department	Information Engineering	
Academic Year	2004	

Abstract

In this project, the car navigation system is proposed. The system consists of the GPS receiver and the embedded system. The 1:5000 map of Bangkok is used as the e-map for the proposed system. Therefore, the current position and the e-map will be displayed on the AV monitor. Moreover, the hierarchical routing algorithm is used for car navigation. By using the navigation system, the driver easily to go anywhere in Bangkok.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ก
Abstract	ข
สารบัญ	ค
สารบัญรูป	ฉ
สารบัญตาราง	ซ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 วัตถุประสงค์	1
1.2 ขอบเขตของโครงงาน	1
1.3 องค์ประกอบของระบบ	2
บทที่ 2 หลักการทำงานของระบบนำร่อง (GPS)	3
2.1 หลักการระบบ GPS	3
2.1.1 องค์ประกอบของระบบ GPS	3
2.1.2 หลักการหาพิกัดของเครื่องรับ GPS	5
2.1.3 สัญญาณจากดาวเทียม GPS	6
2.1.4 โครงสร้างของข้อมูลที่ส่งจากดาวเทียม	8
2.1.5 ความแม่นยำของระบบ GPS	10
2.1.6 หลักการของระบบ DGPS(Differential GPS)	10
2.1.7 มาตรฐาน NMEA 0183	11
2.2 การอ้างอิงพิกัดตำแหน่ง	17
2.2.1 ระบบพิกัดภูมิศาสตร์ (Geographic Coordinate)	19
2.2.2 การอ้างพิกัดแบบ UTM	20
2.3 หลักการของ Vector map	23
2.3.1 ข้อมูลแผนที่ในส่วนที่เป็นภาพหรือ Graphic	24
2.3.2 ข้อมูลแผนที่ในส่วนที่เป็นคำอธิบาย หรือ Attribute	25
2.4 การหาเส้นทาง	28
2.4.1 ส่วนประกอบของการหาเส้นทาง	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.4.2 ประเภทการหาเส้นทางแบบ Dynamic	28
2.4.2.1 Link State Routing Protocol	28
2.4.2.2 Distance Vector Routing Protocol	30
2.4.3 Hierarchical Routing	32
บทที่ 3 การออกแบบและการสร้าง	33
3.1 โครงสร้างการทำงานของระบบที่ออกแบบ	33
3.2 ส่วนของวงจร	34
3.2.1 เครื่องรับระบบพิกัดตำแหน่ง (GPS Receiver)	34
3.2.2 ส่วนของการผลิตสัญญาณภาพรวม (Generate AV signal)	36
3.2.3 หน่วยความจำ (Storage)	37
3.2.4 ระบบฝังตัว (Embedded systems)	37
3.3 แสดงพิกัดบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ในพิกัด X,Y	38
3.4 ผังการทำงานของโปรแกรม	39
3.4.1 ผังการทำงานของชุดเครื่องรับGPS	39
3.4.2 ผังการทำงานการวาดแผนที่ลงบนหน้าจอ	39
3.4.3 ผังการทำงานการหาเส้นทาง	39
บทที่ 4 ผลการทดลอง	43
4.1 ทดสอบการรับค่าจากโมดูลเครื่องรับ GPS	43
4.2 ทดลองการทำงานของโปรแกรม	43
4.2.1 วัตถุประสงค์การทดลอง	44
4.2.2 การกำหนดการหาเส้นทาง	48
4.3 ทดสอบการแสดงผลของวงจร RGB to AV Converter	49
บทที่ 5 สรุป	51
5.1 สรุปผลการพัฒนาโครงงาน	51
5.2 ปัญหาที่เกิดขึ้น	51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
5.2.1 สัญญาณภาพรวม	51
5.2.2 ข้อจำกัดของระบบ GPS	51
5.2.3 ปัญหาด้านโปรแกรม	51
5.2.4 ข้อมูลแผนที่	52
5.3 ข้อเสนอแนะ	52
ภาคผนวก	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูป	หน้า
รูปที่ 1.1 ระบบการรับข้อมูลเพื่อใช้บอกพิกัด	2
รูปที่ 2.1 ลักษณะวงโคจรของดาวเทียม GPS	3
รูปที่ 2.2 สถานีควบคุมดาวเทียม GPS ทั้งหมด 5 แห่ง	4
รูปที่ 2.3 ทรงกลมสองวงที่จำลองรัศมีของดาวเทียม GPS ระหว่างเครื่องรับ	5
รูปที่ 2.4 ทรงกลมสามวงที่จำลองรัศมีของดาวเทียม GPS ระหว่างเครื่องรับ	6
รูปที่ 2.5 โครงสร้างของสัญญาณที่ใช้ในระบบ GPS	7
รูปที่ 2.6 โครงสร้างของข้อมูลที่ส่งมาจากดาวเทียม GPS	9
รูปที่ 2.7 รายระเอียดการแบ่งเฟรม	9
รูปที่ 2.8 แผนผังแสดงองค์ประกอบของระบบ DGPS	10
รูปที่ 2.9 ระบบพิกัดภูมิศาสตร์	20
รูปที่ 2.10 การแบ่งพื้นที่ออกเป็นโซน (Zone) สำหรับการอ้างพิกัดแบบ UTM	22
รูปที่ 2.11 โครงสร้างข้อมูลแบบ RASTER หรือ GRID	24
รูปที่ 2.12 โครงสร้างข้อมูลแบบ Vector	25
รูปที่ 2.13 หมายเลขรหัสของชุดข้อมูล	26
รูปที่ 2.14 ความแตกต่างของรหัส	26
รูปที่ 2.15 การแยกรหัสข้อมูลที่ต่างกันได้	27
รูปที่ 2.16 ส่วนประกอบของระบบการหาเส้นทาง	28
รูปที่ 2.17 ลักษณะการเชื่อมต่อ	29
รูปที่ 2.18 ลักษณะการเชื่อมต่อ	31
รูปที่ 3.1 โครงสร้างการทำงานของระบบ	33
รูปที่ 3.2 เครื่องรับ GPS ที่เลือกใช้รุ่น CT5511	34
รูปที่ 3.3 การเชื่อมต่อ MAX232	34
รูปที่ 3.4 RGB to AV Converter	36
รูปที่ 3.5 สัญญาณที่แปลงจากสัญญาณ RGB เป็น AV	37
รูปที่ 3.6 Embedded Board ที่เลือกใช้	37
รูปที่ 3.7 การกำหนดจุดอ้างอิงบนพื้นโลก	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ 3.8 ผังการทำงานในส่วนของชุดเครื่องรับ GPS	40
รูปที่ 3.9 ผังการทำงานในส่วนของการวาดแผนที่	41
รูปที่ 3.10 ผังการทำงานในส่วนของการหาเส้นทาง	42
รูปที่ 4.1 ผลรับข้อมูลจากเครื่องรับ GPS	43
รูปที่ 4.2 การวาดแผนที่ของโปรแกรม	44
รูปที่ 4.3 การทำงานของโปรแกรมในการรับสัญญาณเพื่อแสดงตำแหน่งปัจจุบัน	45
รูปที่ 4.4 หน้าต่างการเลือกสถานที่ในการค้นหา	45
รูปที่ 4.5 ผลของการค้นหาสถานที่ของโปรแกรม	46
รูปที่ 4.6 ระดับมุมมองแคบ	47
รูปที่ 4.7 ระดับมุมมองปกติ	47
รูปที่ 4.8 ระดับมุมมองกว้าง	48
รูปที่ 4.9 หน้าต่างการกำหนดเส้นทาง	48
รูปที่ 4.10 ผลที่ได้จากการหาเส้นทาง	49
รูปที่ 4.11 ผลที่ได้จาก RGB to AV Converter	49
รูปที่ 4.12 การต่อใช้งานจริง	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 2.1 ความหมายของข้อมูลที่อยู่ในเรคอร์ด GGA	11
ตารางที่ 2.2 ความหมายของข้อมูลที่อยู่ในเรคอร์ด GLL	13
ตารางที่ 2.3 ความหมายของข้อมูลที่อยู่ในเรคอร์ด GSA	13
ตารางที่ 2.4 ความหมายของข้อมูลที่อยู่ในเรคอร์ด GSV	14
ตารางที่ 2.5 ความหมายของข้อมูลที่อยู่ในเรคอร์ด RMC	15
ตารางที่ 2.6 ความหมายของข้อมูลที่อยู่ในเรคอร์ด VTC	16
ตารางที่ 2.7 สรุปคุณสมบัติของ 6 เรคอร์ดหลักใน NMEA message	17
ตารางที่ 2.8 ลำดับขั้นการหาเส้นทาง	30
ตารางที่ 2.9 Distance Table	31
ตารางที่ 2.10 Routing Table	32
ตารางที่ 3.1 ขาต่อใช้งาน GPS CT5511	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ปัจจุบันในการเดินทางผู้คนนิยมใช้การเดินทาง ด้วยรถยนต์มากกว่าการเดินทางรูปแบบอื่น จึงทำให้เกิดเส้นทางมากมาย ปัญหาที่เกิดขึ้นเป็นประจำก็คือ การหลงทาง ผู้ขับขี่ไม่ทราบเส้นทางที่จะเดินทางไปยังเป้าหมาย จึงเป็นแนวคิดที่น่าสนใจ ทำให้คณะผู้จัดทำคิดที่จะพัฒนาอุปกรณ์แสดงแผนที่อิเล็กทรอนิกส์สำหรับติดตั้งในรถยนต์ ที่สามารถแสดงผลบนจอ Monitor ที่ติดตั้งอยู่ทั่วไปในรถยนต์ได้

GPS เป็นระบบที่สามารถระบุตำแหน่งบนพื้นผิวโลกได้อย่างแม่นยำ ที่สำคัญ GPS เป็นระบบเปิดที่สามารถนำไปสร้างหรือนำไปประยุกต์ใช้งานได้ตามความต้องการได้ ข้อมูลที่ได้รับจากระบบนั้นเป็นข้อมูลพิกัดตำแหน่งปัจจุบันที่อยู่ขณะนั้น ข้อมูลดังกล่าวจึงสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย เช่น ระบบนำร่อง การสำรวจพื้นที่ และการทำแผนที่

1.1 วัตถุประสงค์

1) เพื่อต้องการนำเทคโนโลยีของดาวเทียมบอกพิกัด GPS (Global Positioning Systems) มาประยุกต์ใช้ในการระบุตำแหน่งปัจจุบัน

2) เพื่อนำเทคโนโลยีของดาวเทียมบอกพิกัด GPS มาพัฒนาร่วมกับระบบฝังตัว (Embedded Systems) เพื่อให้โครงงานนี้มีขนาดเล็กลง โดยไม่ต้องพึ่งคอมพิวเตอร์

3) เพื่อศึกษาลักษณะของ vector map

4) เพื่อศึกษาการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ที่มีลักษณะของสัญญาณที่แตกต่างกัน ให้สามารถทำงานร่วมกันได้อย่างสมบูรณ์

5) เพื่อช่วยให้ผู้ขับขี่ได้รับความสะดวกสบายมากขึ้น รวมทั้งหลีกเลี่ยงการหลงทาง การไม่ทราบเส้นทางในการเดินทาง

1.2 ขอบเขตของโครงงาน

1) โครงงานสามารถแสดงตำแหน่งปัจจุบันของรถยนต์บนจอ Monitor

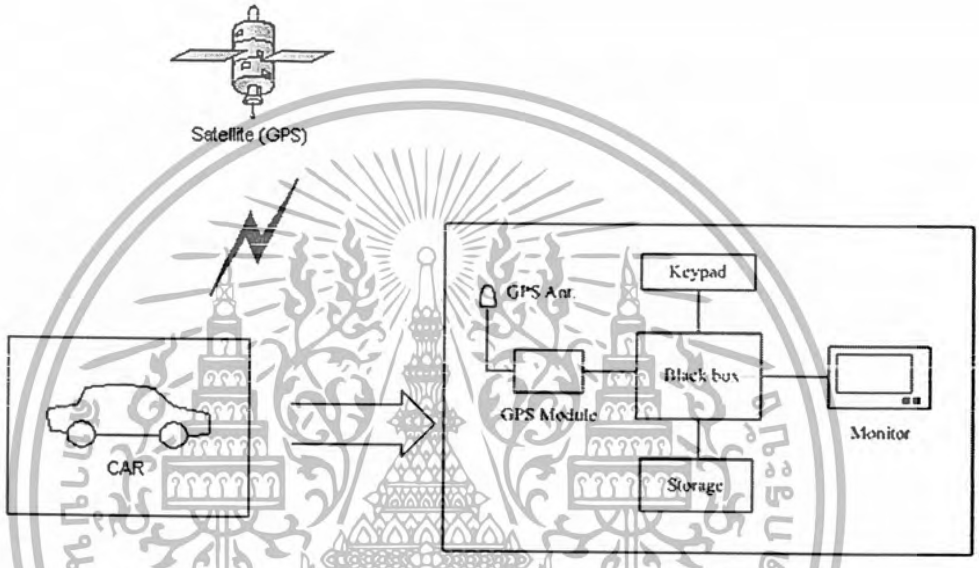
2) สามารถระบุจุดหมายปลายทางเพื่อทำการค้นหาเส้นทางบนแผนที่จำลอง ที่อยู่ในรูปแบบของแผนที่ ที่เก็บข้อมูลแบบ vector

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 องค์ประกอบของระบบ

ส่วนประกอบของระบบ ประกอบด้วย 5 ส่วนหลักคือ GPS Module, Black box, Input, Storage, Monitor ซึ่งแต่ละส่วนมีหน้าที่ดังนี้

1) โมดูล GPS (GPS Module) เป็นอุปกรณ์ที่รับข้อมูลพิกัดตำแหน่งจากดาวเทียม GPS อยู่ตลอดเวลา เพื่อระบุตำแหน่งปัจจุบัน



รูปที่ 1.1 โครงสร้างของระบบ

2) หน่วยประมวลผล (Black box) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการประมวลผลข้อมูลต่าง ๆ ในที่นี้คณะผู้จัดทำได้เลือกใช้ระบบฝังตัว เพื่อใช้เป็นหน่วยประมวลผล โดยระบบจะคอยรับความต้องการของผู้ใช้มาทางแป้นพิมพ์ (keypad) และมีการติดต่อกับหน่วยความจำเพื่อใช้เก็บข้อมูลหรือนำข้อมูลที่มีอยู่แล้วมาใช้ในการประมวลผลตามที่ผู้ใช้ต้องการทราบและยังส่งผลการทำงานของระบบออกแสดงผลทางจอภาพอีกด้วย

3) แป้นพิมพ์ (Keypad) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในรับความต้องการของผู้ใช้ว่าต้องการจะสั่งงานกับระบบต้องการดูเส้นทางบนแผนที่

4) หน่วยความจำ (Storage) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับเก็บข้อมูลพิกัดของถนน ที่ตั้งต่าง ๆ เพื่อจะแสดงออกมาในรูปแบบของแผนที่ รวมทั้งใช้เก็บข้อมูลการเดินทาง

5) จอภาพ (Monitor) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้แสดงภาพแผนที่ โดยอุปกรณ์นี้จะเป็นอะไรก็ได้ที่สามารถรับสัญญาณในรูปแบบของสัญญาณภาพรวม (AV) หรือ สัญญาณ S-Video

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

หลักการทำงานของระบบนำร่อง (GPS)

2.1 หลักการระบบ GPS

GPS ย่อมาจาก Global Positioning System เป็นระบบที่สามารถระบุตำแหน่งทุกแห่งบนโลก โดยจะมีกลุ่มดาวเทียม GPS ที่โคจรอยู่รอบโลกเป็นตัวส่งข้อมูลลงมาตลอดเวลา ผู้ที่มีเครื่องรับสัญญาณ GPS (GPS Receiver) ก็สามารถรับสัญญาณมาจากดาวเทียม GPS ได้ ด้วยความสามารถของระบบ GPS นี้ทำให้เราสามารถนำข้อมูลตำแหน่งและข้อมูลอื่น ๆ มาให้อีกมากมายอยู่ที่การนำมาใช้ประโยชน์ของผู้ที่ต้องการใช้งานระบบ ปัจจุบันมีการประยุกต์ใช้ระบบ GPS กันอย่างแพร่หลาย เช่น ระบบนำร่อง , ระบบติดตามยานพาหนะ , การสำรวจพื้นที่ และการทำแผนที่ ซึ่งระบบ GPS อยู่ภายใต้การควบคุมของกระทรวงกลาโหมของประเทศสหรัฐอเมริกา

2.1.1 องค์ประกอบของระบบ GPS

ระบบ GPS มีส่วนที่เป็นองค์ประกอบสำคัญอยู่ทั้งหมด 3 ส่วนคือ ภาคอวกาศ (Space Segment), สถานีควบคุม (Control Segment) และส่วนผู้ใช้หรือเครื่องรับสัญญาณ (User Segment)

1) ภาคอวกาศ (Space Segment) ประกอบด้วยดาวเทียมทั้งหมดประมาณ 30 ดวง โคจรอยู่รอบโลกตลอดเวลา การโคจรรอบโลก 1 รอบใช้เวลา 11ชั่วโมง 58 นาที แต่ละวงโคจรจะเอียงทำมุมกับเส้นศูนย์สูตร (Equator) เป็นมุม 55 องศา ดังรูปที่ 2.1 และมีรัศมีวงโคจรสูงจากพื้นโลกประมาณ 20,200 กิโลเมตร (12,600 ไมล์) ดาวเทียมทั้งหมดถูกควบคุมเส้นทางการโคจรจากสถานีที่ภาคพื้นดิน

รูปที่ 2.1 ลักษณะวงโคจรของดาวเทียม GPS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าที่โดยพื้นฐานของดาวเทียมเหล่านี้คือ การรับและเก็บข้อมูลที่ส่งมาจากส่วนควบคุมภาคพื้นดิน, ควบคุมและรักษาความแม่นยำของเวลา โดยใช้ค่าเฉลี่ยนี้ได้มาจากนาฬิกาอะตอม (Atomic clocks) ในดาวเทียม โดยจะส่งสัญญาณกระจายลงมาที่พื้นโลก ด้วยความถี่พาหะ 2 ค่าในย่าน UHF (Ultra High Frequency) เพื่อไม่ให้สัญญาณเกิดการกระจายตัวไปในชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ ย่านความถี่ของสัญญาณที่ถูกเลือกใช้นี้จะทำให้สัญญาณถูกส่งไปอย่างมีทิศทางและง่ายต่อการสะท้อนและปิดกั้นด้วยวัตถุที่เข้ามาขวาง อีกส่วนที่สำคัญก็คือ นาฬิกาที่ใช้เป็นฐานเวลาในดาวเทียม GPS เป็นนาฬิกาอะตอมที่ถูกติดตั้งอยู่ในตัวดาวเทียม ความคลาดเคลื่อนของนาฬิกาบนดาวเทียม GPS จะถูกปรับแก้ไขในลักษณะเดียวกับการปรับแก้เส้นทางโคจรดาวเทียม ความแม่นยำของเวลา GPS ได้ถูกกำหนดไว้ที่ค่า ±340 นาโนวินาที (ความคลาดเคลื่อนเพียง 1 วินาทีใน 7 หมื่นปี) แต่ถ้ามีดาวเทียมดวงใดที่ไม่สามารถใช้งานได้ก็จะปล่อยให้หลุดออกจากวงโคจรออกไป และจะใช้ตัวที่สำรองไว้มาแทนที่ โดย สถานีควบคุมภาคพื้นดิน

2) สถานีควบคุม (Control Segment) ประกอบด้วยสถานีภาคพื้นดินที่ตั้งกระจายอยู่บนภูมิภาคต่างๆ ของโลก หน้าที่ของสถานีควบคุมคือการตรวจสอบการทำงาน ตำแหน่งที่อยู่ และวงจรของดาวเทียม GPS ให้ทั้งหมดถูกต้องอย่างที่ควรเป็น สำหรับสถานีควบคุมภาคพื้นดินในปัจจุบันมีตั้งอยู่ 5 แห่ง ทุกสถานีอยู่ภายใต้การควบคุมของกระทรวงกระทรวงกลาโหมของประเทศสหรัฐอเมริกา (U.S. Department of Defense) แต่ปัจจุบันนี้มีการอนุญาตให้ใช้กันทั่วไป

รูปที่ 2.2 สถานีควบคุมดาวเทียม GPS ทั้งหมด 5 แห่ง

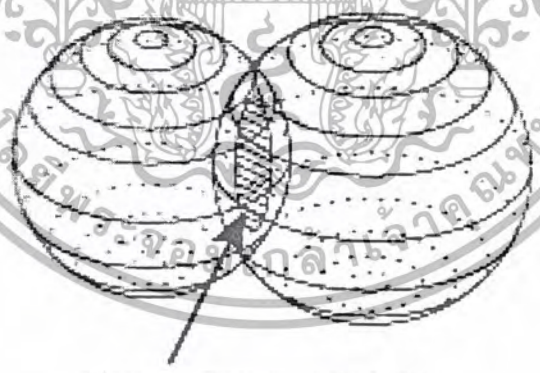
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั้ง 5 สถานีเป็นสถานีรับและควบคุมการทำงานของดาวเทียม GPS โดยข้อมูลที่ได้รับจะถูกส่งไปยังสถานีควบคุมหลักที่โคโลราโดสปริง, สถานีควบคุมหลักมีหน้าที่ประมวลผลข้อมูลเพื่อหาตำแหน่งพิกัดที่ถูกต้องบนเส้นทางโคจรและค่าเวลาของดาวเทียมเพื่อควบคุมและแก้ไขการทำงานต่างๆ ของดาวเทียมให้มีความถูกต้องตลอดเวลา และสถานีควบคุม 3 แห่งคือที่เกาะแอสเซนชัน, ดิเอโกการ์เซีย และกวาจาลิน ทำหน้าที่เป็นสถานีสำหรับการอัพลิงค์ข้อมูลต่าง ๆ ไปยังดาวเทียม ข้อมูลที่กล่าวถึงนี้ได้แก่ ข้อมูลเส้นทางการโคจรและค่าเวลา (ซึ่งจะถูกแทรกมากับข้อมูลซึ่งดาวเทียมส่งมายังเครื่องรับสัญญาณ) ที่ต้องปรับแก้ไปยังดาวเทียม

3) ผู้ใช้หรือเครื่องรับสัญญาณ (User Segment) เป็นส่วนของเครื่องรับสัญญาณจะทำหน้าที่ ตรวจจับ, ถอดรหัส และประมวลผลสัญญาณที่ได้จากดาวเทียม เพื่อแสดงออกมาเป็นชุดข้อมูลที่มีข้อมูลต่าง ๆ ที่เครื่องสามารถคำนวณได้

2.1.2 หลักการหาพิกัดของเครื่องรับ GPS

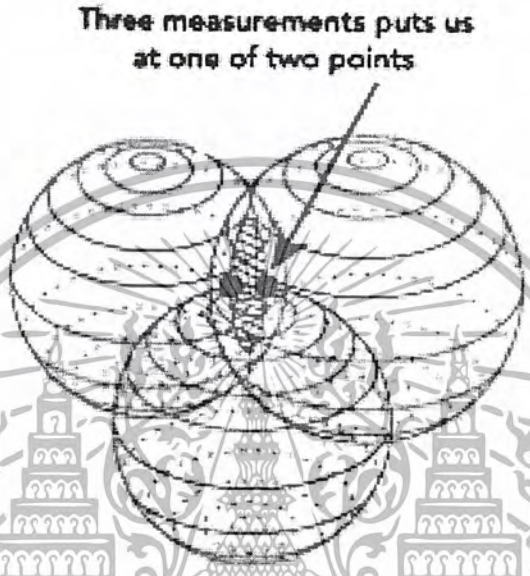
เครื่องรับจะทำการวัดระยะห่างของดาวเทียมที่สามารถรับได้ขณะนั้น จากภาพเราจะเห็นว่ารัศมีของสัญญาณจากดาวเทียมมีการตัดกันทำให้เกิดเป็นพื้นที่ขึ้น เครื่องรับ GPS จะอยู่ในพื้นที่นั้นทำให้ไม่สามารถกำหนดพิกัดออกมาได้อย่างแน่ชัด



รูปที่ 2.3 ทรงกลมสองวงที่จำลองรัศมีของดาวเทียม GPS ระหว่างเครื่องรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าพบดาวเทียมตั้งแต่ 3 ดวงขึ้นไปจะสามารถพิจารณาได้ว่าพิกัดที่อยู่ปัจจุบันนั้นอยู่ที่ใด เนื่องจาก เมื่อมีการตัดกันของดาวเทียม 3 ดวงทำให้พบจุดตัดกันระหว่างสัญญาณเหลือเพียง 2 จุด ทำให้เดาได้ว่าตำแหน่งน่าจะอยู่ที่ตำแหน่งใด ดังแสดงในรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 ทรงกลมสามวงที่จำลองรัศมีของดาวเทียม GPS ระหว่างเครื่องรับ

การใช้ดาวเทียม GPS อย่างน้อย 3 ดวง เราจะได้ตำแหน่งจดบนระนาบ 2 มิติเท่านั้น การที่จะทราบจุดบนระนาบที่เป็น 3 มิติได้นั้นต้องใช้ดาวเทียม GPS อย่างน้อย 4 ดวง เครื่องรับสัญญาณ GPS จะต้องรับสัญญาณจากดาวเทียม GPS ทั้ง 4 ดวงและคำนวณหาระยะทางระหว่างเครื่องรับดาวเทียมแต่ละดวง เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณและแสดงค่าพิกัดที่แท้จริงบนพื้นโลกออกมา การพิจารณาดังกล่าวจะได้ผลดีก็ต่อเมื่อ ดาวเทียมที่ใช้พิจารณาต่าง ๆ นั้น อยู่กระจายกัน

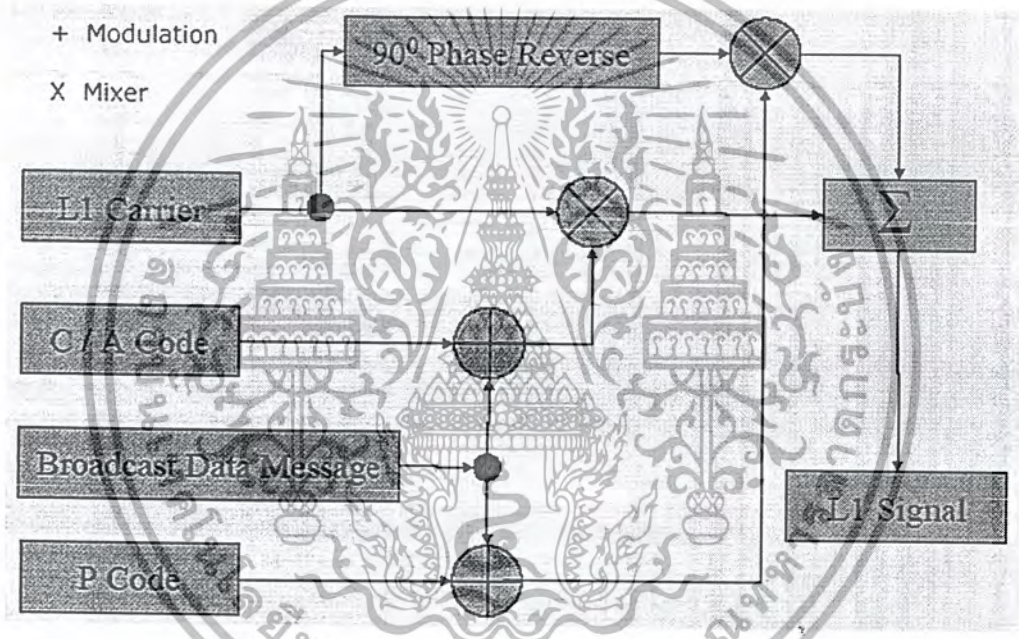
2.1.3 สัญญาณจากดาวเทียม GPS

ดาวเทียม GPS จะส่งข้อมูลต่าง ๆ มาที่ภาคพื้นดินด้วยคลื่นพาหะ 2 ความถี่ คือ L1 (Link 1) และ L2 (Link 2) ในย่าน UHF ซึ่งทำให้สัญญาณสามารถทะลุผ่านชั้นบรรยากาศ, เมฆ, กระจก และพลาสติกได้อย่างดี แต่ไม่สามารถผ่านวัสดุที่เป็นของแข็ง เช่น อาคาร, ภูเขา หรือร่มไม้ที่หนาทึบได้ ลักษณะสัญญาณที่ส่งจากดาวเทียมมีคลื่นพาหะ 2 ความถี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) L1 เป็นสัญญาณคลื่นพาหะที่มีความถี่ 1575.42 MHz ใช้ในการส่งข้อมูลทั่วไป ซึ่งทำหน้าที่ในการบอกรายละเอียดต่าง ๆ ของดาวเทียม เช่น ข้อมูลจำเพาะของดาวเทียม ตำแหน่งของดาวเทียม เป็นต้น

2) L2 เป็นสัญญาณคลื่นพาหะที่มีความถี่ 1227.60 MHz สัญญาณที่ถูกเข้ารหัสไว้เพื่อความมั่นคง เนื่องจากเป็นสัญญาณที่ทำหน้าที่ส่งข้อมูลต่าง ๆ ที่บอกลักษณะเดียวกับข้อมูลที่ส่งโดยคลื่นพาหะความถี่ L1 แต่จะมีความเที่ยงตรงมากกว่า เพื่อใช้ในหารทหารและความมั่นคงของประเทศสหรัฐอเมริกา



รูปที่ 2.5 โครงสร้างของสัญญาณที่ใช้ในระบบ GPS

ขั้นตอนการส่งสัญญาณ

ช่องสัญญาณ L1 จะถูกนำไปมอดูเลตเข้ากับรหัสข้อมูลแบบสุ่ม (Pseudorandom noise หรือ PRN) ที่เรียกว่า C/A-Code และ P-Code ส่วนช่องสัญญาณ L2 จะถูกมอดูเลตด้วยการเข้ารหัสแบบ P-Code เพียงอย่างเดียว ด้วยวิธีการที่เรียกว่า Binary phase-shift keying (BPSK) การมอดูเลตเข้ากับรหัสข้อมูลทั้ง 2 แบบนี้ต่างถูกใช้เพื่อจุดประสงค์ที่ต่างกัน โดย C/A-Code จะใช้ได้กันทั่วไปผู้ที่มีเครื่องรับ GPS ก็สามารถใช้ได้ แต่ P-Code จะเป็นข้อมูลที่มีการเข้ารหัส ต้องมีรหัสผ่านถึงจะใช้ข้อมูลได้ โดยจะอนุญาตให้ใช้ได้เฉพาะกลุ่มภายในเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

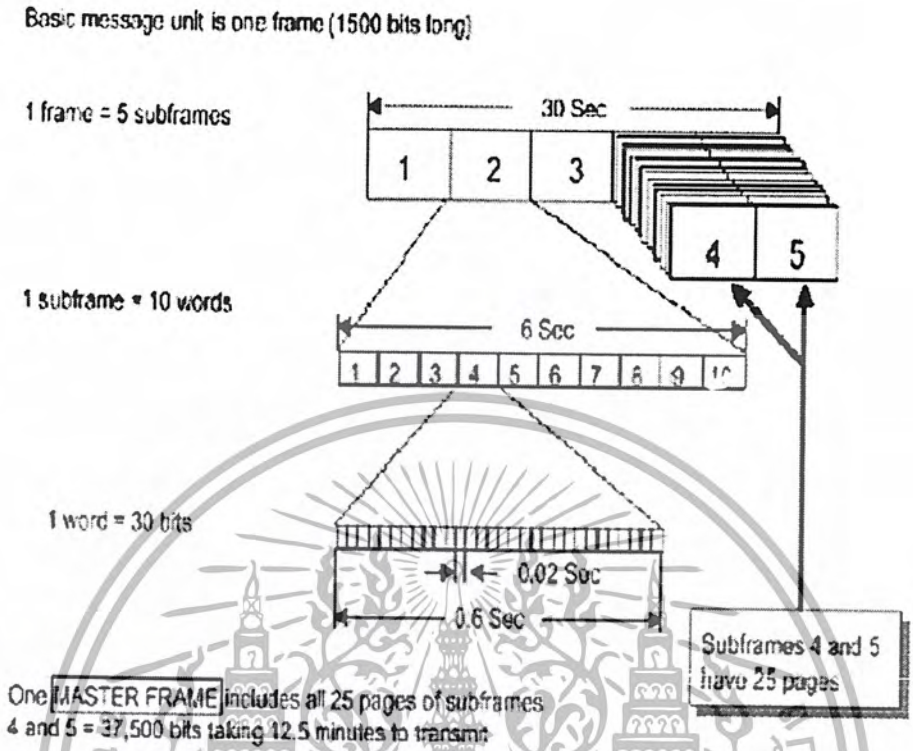
2.1.4 โครงสร้างของข้อมูลที่ส่งจากดาวเทียม

ข้อมูลที่ส่งจากดาวเทียม GPS ประกอบด้วยข้อมูลซึ่งถูกแบ่งออกเป็นเฟรมย่อย ๆ เรียกว่า ซับเฟรม (Sub frame) แต่ละซับเฟรมจะแทรกค่าเวลาที่ซับเฟรมนั้น ๆ ถูกส่งมาจากดาวเทียม GPS ไว้เพื่อใช้ร่วมในการคำนวณหาค่าพิกัดตำแหน่ง ข้อมูลแต่ละเฟรมมีขนาด 1,500 บิต ถูกแบ่งในรูปซับเฟรมขนาด 300 บิต จำนวน 5 ซับเฟรม ข้อมูลหนึ่งเฟรมจะถูกส่งมาจากดาวเทียม ทุก ๆ 30 วินาที ซับเฟรมขนาด 6 วินาที (300 บิต) จะบรรจุไว้ด้วยข้อมูลเส้นทางโคจรและของข้อมูลนาฬิกา โดยข้อมูลในแต่ละเฟรมประกอบด้วยส่วนปลีกย่อยดังนี้

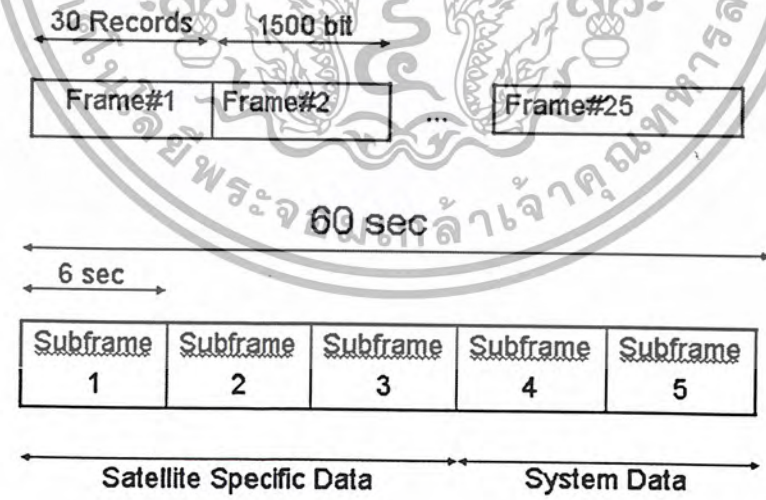
- ซับเฟรมที่ 1 เป็นข้อมูลในการแก้ไขเวลาของดาวเทียม GPS
- ซับเฟรมที่ 2 และ 3 เป็นข้อมูลเส้นทางโคจรของดาวเทียม GPS
- ซับเฟรมที่ 4 และ 5 เป็นข้อมูลอื่น ที่เกี่ยวข้องกับระบบ

ข้อมูลจากดาวเทียมซึ่งบรรจุไว้ด้วยข้อมูลในการนำร่อง (Navigation Message) ที่ครบสมบูรณ์จะประกอบด้วยเฟรมข้อมูลจำนวน 25 เฟรม (125 ซับเฟรม) โดยข้อมูลดังกล่าวจะถูกส่งจากดาวเทียมทุก ๆ 12.5 นาที เป็นอย่างน้อย โดยทั่วไปเครื่องรับสัญญาณจะได้รับข้อมูลของตำแหน่งล่าสุดของดาวเทียมทุกชั่วโมง เพื่อใช้ร่วมกับอัลกอริทึมในการคำนวณพิกัดตำแหน่ง และข้อมูลการโคจรของดาวเทียมแต่ละดวง เพื่อให้เครื่องรับสัญญาณทราบตำแหน่งของดาวเทียมแต่ละดวงรวมทั้งปรับชดเชยความผิดพลาดของสัญญาณพาหะจาก ปรากฏการณ์ดอปเปอร์ของความถี่พาหะ (Carrier Doppler frequency) ซึ่งเกิดจากการที่ความถี่พาหะมีการเบนค่าไปเนื่องจากการเคลื่อนที่ของดาวเทียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 โครงสร้างของข้อมูลที่ส่งมาจากดาวเทียม GPS



รูปที่ 2.7 รายระเอียดการแบ่งเฟรม

นอกจากนั้นชุดข้อมูลดาวเทียม GPS โดยสมบูรณ์ยังจะประกอบด้วยข้อมูลแบบจำลองของชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์อยู่ด้วย เพื่อให้เครื่องรับสัญญาณสามารถประเมินค่าในการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

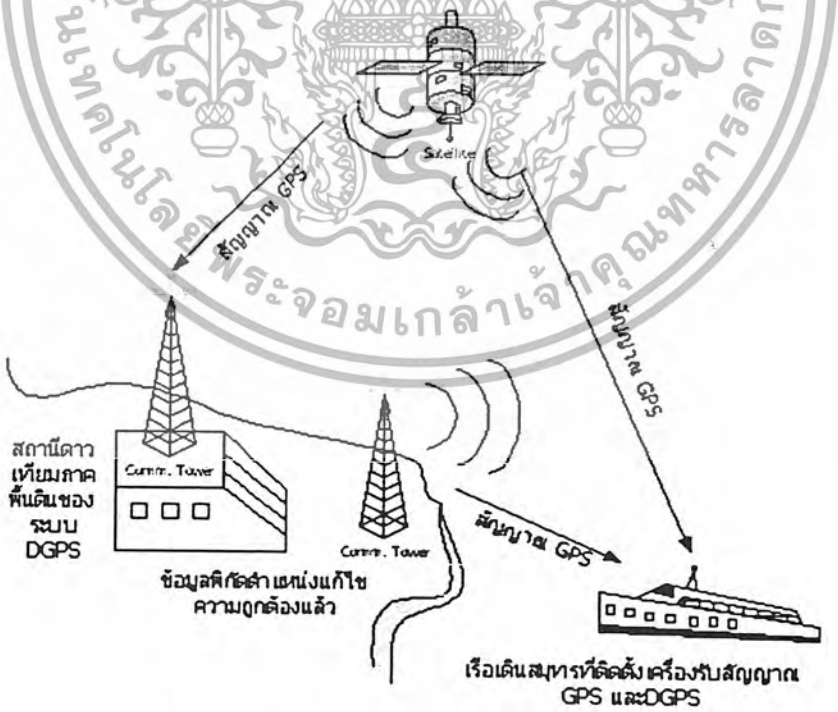
หน่วงเฟสของสัญญาณ (Phase delay) ที่เกิดจากสภาพชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ แต่ส่วนที่เครื่องรับสัญญาณจำเป็นต้องใช้ก็คือข้อมูลใน 3 ซับเฟรมแรก หากสามารถที่ได้รับข้อมูลดังกล่าวจากดาวเทียมตั้งแต่สามดวงขึ้นไป จึงจะสามารถคำนวณหาพิกัดตำแหน่งปัจจุบันของเครื่องรับสัญญาณได้ เวลาที่เครื่องรับ GPS สามารถรับและแสดงผลได้นั้นขึ้นอยู่กับตัวเครื่องรับ

2.1.5 ความแม่นยำของระบบ GPS

ปัญหาที่เกิดขึ้นกับระบบ GPS ก็คือระดับความแม่นยำในการบอกพิกัดตำแหน่งซึ่งถูกจำกัดไว้โดย Selective Availability หรือ SA คือ L1 จะระบุพิกัดได้หยาบกว่า L2 แต่การใช้งานเราสามารถใช้ได้เพียง ความถี่ L1 เพียงความถี่เดียวเท่านั้น จึงทำให้เกิดแนวคิดของระบบที่พัฒนาขึ้นเพื่อแก้ไขความคลาดเคลื่อนที่เกิดในระบบ GPS ระบบที่กล่าวถึงนี้ก็คือ DGPS (Differential GPS)

2.1.6 หลักการของระบบ DGPS (Differential GPS)

หลักการ DGPS คือ การแก้ไขความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นโดยอาศัยการติดตั้งเครื่องรับสัญญาณ GPS บนสถานีภาคพื้นดินในจุดที่ทราบพิกัดที่แน่นอนเพื่อเป็นตำแหน่งอ้างอิง โดยที่สถานีภาคพื้นดินในจุดที่ทราบพิกัดที่แน่นอนเพื่อเป็นตำแหน่งอ้างอิง โดยที่สถานีภาคพื้นดินจะทำหน้าที่แก้ไขแล้วส่งไปยังเครื่องรับสัญญาณที่อยู่ในรัศมีทำการของระบบ



รูปที่ 2.8 แผนผังแสดงองค์ประกอบของระบบ DGPS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบ DGPS ใช้คลื่นวิทยุในย่านต่าง ๆ เช่น MF, HF, UHF/VHF เป็นต้น เพื่อสื่อสารกับเครื่องลูกข่ายในระบบ โดยการเลือกใช้คลื่นวิทยุจะเป็นย่านใดนั้น ขึ้นอยู่กับประเภทของงานที่จะนำระบบไปประยุกต์ด้วย อย่างไรก็ตามระบบ DGPS ก็ยังมีอุปสรรคหลายอย่างในการใช้งาน เช่น รัศมีทำการของระบบที่มีขอบเขตจำกัด ข้อมูลที่ส่งออกไปสถานีภาคพื้นดินสามารถถูกแทรกแซงจากความแปรปรวนของสภาพอากาศรวมทั้งจะต้องติดตั้งเสาอากาศ และเครื่องรับสัญญาณเพิ่มเพื่อใช้งานระบบ แม้ว่าการติดตั้งและใช้งานระบบ DGPS จะมีอุปสรรคและความยุ่งยากอยู่บ้าง แต่ระบบก็สามารถลดความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นได้จากหลายร้อยฟุต

2.1.7 มาตรฐาน NMEA 0183

NMEA Message คือข้อมูลซึ่งส่งออกมาจากโมดูลรับสัญญาณ GPS ข้อมูลใน NMEA Message สามารถแบ่งได้เป็นประโยค (Sentence) โดยในแต่ละประโยคจะประกอบด้วย 2 ส่วน คือ อักขระแอสกี (ASCII) ซึ่งเป็นข้อมูล และเครื่องหมายสำหรับขั้นข้อมูล ซึ่งมีความยาวรวมไม่เกิน 80 ตัวอักษร สามารถอ่านข้อมูล NMEA Message ได้โดยการใช้ซอฟต์แวร์สื่อสาร เช่น Hyper Terminal โดยแต่ละประโยคจะมีรายละเอียดที่ต่างกันแล้วแต่จะเลือกใช้ ประโยคที่ใช้กันเป็นหลักใน NMEA Messageจะมีอยู่หลายประโยครายละเอียดภายในประโยคต่างๆ ของ NMEA Message มีดังนี้

GGA (Global Positioning System Fixed Data)

$GPGGA, 161229.487, 3723.245, N, 12158.3416, W, 1, 07, 1.0, 9.0, M,,,, 0000*18<CR><LF>

ตารางที่ 2.1 ความหมายของข้อมูลที่อยู่ในประโยค GGA

หมายเลขฟิลด์	ชื่อ	ตัวอย่าง	คำบรรยาย
	Message ID	$GPGGA	ส่วนหัวโปรโตคอลของ GGA
1	UTC Position	161229.487	hhmmss.sss เวลามาตรฐานกลาง
2	Latitude	3723.2475	Ddmm.mmmm ตำแหน่งละติจูด
3	N/S Indicator	N	N = north or S = south
4	Longitude	12158.3416	Dddmm.mmmm ตำแหน่งลองจิจูด
5	E/W Indicator	W	E = east or W = west

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเลขฟิลด์	ชื่อ	ตัวอย่าง	คำบรรยาย
6	Position Fix Indicator	1	เป็นตัวบอกลักษณะของ GPS (0 = not fix , 1 = GPS fix, 2 = DGPS fix)
7	Satellites Used	07	จำนวนดาวเทียมที่ใช้คำนวณพิกัดอยู่ในช่วง 0 ถึง 12
8	HDOP	1.0	Horizontal Dilution of Precision
9	MSL Altitude	9.0	ความสูงของสายอากาศเหนือระดับน้ำทะเล (เมตร)
10	Units	M	หน่วยของความสูงของเสาอากาศ (เมตร)
11	Geoid Separation		ความต่างระหว่างระบบ WGS-84 กับระดับน้ำทะเล (เมตร)
12	Units	M	หน่วยของความต่างของจีออยด์ (ระดับน้ำทะเล) (เมตร)
13	Age of Diff. Corr.		จะไม่มีฟิลด์นี้เมื่อไม่ใช้ DGPS (วินาที)
14	Diff. Ref. Station ID	0000	หมายเลขประจำสถานีอ้างอิง (DGPS)
	Checksum	*18	เช็คซัม
	<CR><LF>		สิ้นสุดประโยค

GLL (Geographic Position Latitude/Longitude)

$GPGLL, 3723.245, N, 12158.3416, W, 161229.487, A*2C<CR><LF>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 ความหมายของข้อมูลที่อยู่ในประโยค GLL

หมายเลขฟิลด์	ชื่อ	ตัวอย่าง	คำบรรยาย
	Message ID	$GPGLL	ส่วนหัวโปรโตคอลของ GLL
1	Latitude	3723.2475	ddmm.mmmm ตำแหน่งละติจูด
2	N/S Indicator	N	N = north or S = south
3	Longitude	12158.3416	dddmm.mmmm ตำแหน่งลองจิจูด
4	E/W Indicator	W	E=east or W= west
5	UTC Position	161229.487	hhmmss.ss เวลามาตรฐานกลาง
6	Status	A	A = data valid or V = data not valid
	Checksum	*2C	เช็คซัม
	<CR><LF>		สิ้นสุดประโยค

GSA (GNSS DOP and Active Satellites)

$GPGSA, A, 3, 07, 02, 26, 27, 09, 04, 15,,,,,, 1.8, 1.0, 1.5*33<CR><LF>

ตารางที่ 2.3 ความหมายของข้อมูลที่อยู่ในประโยค GSA

หมายเลขฟิลด์	ชื่อ	ตัวอย่าง	คำบรรยาย
	Message ID	$GPGSA	ส่วนหัวโปรโตคอลของ GSA
1	Mode 1	A	M = Manual, A = Automatic
2	Mode 2	3	1 = ไม่ระบุค่า, 2 = 2 มิติ, 3 = 3 มิติ
3-14	Satellite Used	07, 02, 26,27, 09, 04, 15,,,,,,	RPNs ของดาวเทียมใช้ในการแก้ปัญหา (เป็น null สำหรับฟิลด์ที่ไม่ได้ใช้)
15	PDOP	1.8	Position Dilution of Precision

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเลขฟิลด์	ชื่อ	ตัวอย่าง	คำบรรยาย
16	HDOP	1.0	Horizontal Dilution of Precision
17	VDOP	1.5	Vertical Dilution of Precision
	Checksum	*33	เช็คซัม
	<CR><LF>		สิ้นสุดประโยค

GSV (GNSS Satellites in View)

$GPGSV, 2, 1, 07, 07, 79, 048, 42, 02, 51, 062, 43, 26, 36, 256, 42, 27, 27, 138, 42*71<CR><LF>

ตารางที่ 2.4 ความหมายของข้อมูลที่อยู่ในประโยค GSV

หมายเลขฟิลด์	ชื่อ	ตัวอย่าง	คำบรรยาย
	Message ID	$GPGSV	ส่วนหัวโปรโตคอลของ GSV
1	Number of Messages	2	จำนวนรวมทั้งหมดของ Messages (1-3)
2	Messages Number	1	หมายเลข Message (1-3)
3	Satellites in View	07	จำนวนรวมทั้งหมดของดาวเทียมในการมองเห็น
4	Satellites ID	07	Ch.1 (อยู่ในช่วง 1-32)
5	Elevation	79	Ch.1 (จำนวนสูงสุดคือ 90) หน่ายคือ degrees
6	Azimuth	048	Ch.1 (True, อยู่ในช่วง 0-359) หน่วยเป็น degrees
7	SNR (C/No)	42	Range 0 to 99, null when not tracking

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเลขฟิลด์	ชื่อ	ตัวอย่าง	คำบรรยาย
8-11	…	02, 51, 062, 43	Ch.2 ของ Satellites ID, Elevation, Azimuth, SNR
12-15	...	26, 36, 256, 42	Ch.3ของ Satellites ID, Elevation, Azimuth, SNR
16-19	...	27, 27, 138, 42	Ch.4 ของ Satellites ID, Elevation, Azimuth, SNR
	Checksum	*71	เช็คซัม
	<CR><LF>		สิ้นสุดประโยค

RMC (Recommended Minimum Specific GNSS Data)

$GPRMC, 161229.487, A, 3723.2475, N, 12158.3416, W, 0.13,309.62, 120598,,*10<CR><LF>

ตารางที่ 2.5 ความหมายของข้อมูลที่อยู่ในประโยค RMC

หมายเลขฟิลด์	ชื่อ	ตัวอย่าง	คำบรรยาย
	Message ID	$GPRMC	ส่วนหัวโปรโตคอลของ RMC
1	UTC Position	161229.487	hhmmss.sss เวลามาตรฐานกลาง
2	Status	A	A = data valid or V = data not valid
3	Latitude	3723.2475	ddmm.mmmm ตำแหน่งละติจูด
4	N/S Indicator	N	N = north or S = south
5	Longitude	12158.3416	dddmm.mmmm ตำแหน่งลองจิจูด
6	E/W Indicator	W	E = east or W = west
7	Speed Over Ground	0.13	ความเร็ว (Knots)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเลขฟิลด์	ชื่อ	ตัวอย่าง	คำบรรยาย
8	Course Over Ground	309.62	True (degrees)
9	Date	120598	Ddmmyy
10	Magnetic Variation		Degrees
11	Magnetic variation (Ref)		E = east or W = west (degrees)
	Checksum	*10	เช็คซัม
	<CR><LF>		สิ้นสุดประโยค

VTG (Course Over Ground and Ground Speed)

$GPVTG, 309.62, T,, M, 0.13, N, 0.2, K*6E<CR><LF>

ตารางที่ 2.6 ความหมายของข้อมูลที่อยู่ในประโยค VTG

หมายเลขฟิลด์	ชื่อ	ตัวอย่าง	คำบรรยาย
	Message ID	$GPVTG	ส่วนหัวโปรโตคอลของ VTG
1	Course	309.62	Measured heading (degrees)
2	Reference	T	True
3	Course		Measured heading (degrees)
4	Reference	M	Magnetic
5	Speed	0.13	ได้จากการวัดความเร็วด้านแนวนอน (knots)
6	Units	N	Knots
7	Speed	0.2	ได้จากการวัดความเร็วด้านแนวนอน (Km/hr)
8	Units	K	กิโลเมตรต่อชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

หมายเลขฟิลด์	ชื่อ	ตัวอย่าง	คำบรรยาย
	Checksum	*6E	เช็คซัม
	<CR><LF>		สิ้นสุดประโยค

ข้อมูลรายระเอียดดังกล่าวที่ได้กล่าวมาแล้วนี้สรุปคร่าว ๆ ได้ตามการใช้งานดังนี้

ตารางที่ 2.7 สรุปคุณสมบัติของ 6 ประโยคหลักใน NMEA message

กลุ่มข้อมูลที่ต้องการ	ประโยคที่เก็บข้อมูลที่ต้องการไว้
การระบุพิกัดตำแหน่ง	$GPRMC, $GPGGA, $GPGLL
ความเร็ว	$GPRMC, $GPVTG
วัน, เวลา	$GPRMC, $GPGGA, $GPGLL
ระดับแนวระนาบ, ความสูง	$GPGSA, $GPGGA
ข้อมูลของดาวเทียม	$GPGSV
สถานะของตัวรับ	$GPGSA, $GPGGA
การแก้ไขในเรื่อง DGPS	$GPGGA

2.2 การอ้างอิงพิกัดตำแหน่ง

ระบบพิกัด (Coordinate System) เป็นระบบที่สร้างขึ้นสำหรับใช้อ้างอิงในการกำหนดตำแหน่ง หรือบอกตำแหน่งบนพื้นโลกจากแผนที่มีลักษณ์เป็นตารางโครงข่ายที่เกิดจากตัดกันของเส้นตรงสองชุดที่ถูกกำหนดให้วางตัวในแนวเหนือ - ใต้ และแนวตะวันออก - ตะวันตก ตามแนวของจุดศูนย์สูตรที่กำหนดขึ้น ค่าพิกัดที่ใช้อ้างอิงในการบอกตำแหน่งต่างๆ จะใช้ค่าของหน่วยที่นับออกจากจุดศูนย์กำเนิดเป็นระยะเชิงมุม (Degree) หรือเป็นระยะทาง (Distance) ไปทางเหนือหรือใต้และตะวันออกหรือตะวันตก ตามตำแหน่งของที่ตั้งที่ต้องการหาค่าพิกัดที่กำหนดตำแหน่งต่างๆ จะถูกเรียกอ้างอิงเป็นตัวเลขในแนวตั้งและแนวนอนตามหน่วยวัดระยะใช้วัด สำหรับระบบพิกัดที่ใช้อ้างอิงกำหนดตำแหน่งบนแผนที่ ที่นิยมใช้กับแผนที่ในปัจจุบัน มีอยู่ด้วยกัน 2 ระบบ คือ ระบบพิกัดภูมิศาสตร์ (Geographic Coordinate) และ ระบบแบบ UTM (Universal Transverse Mercator)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
61856

ละติจูด (Latitude) คือเส้นเสมือนที่ลากตามแนวตะวันออกถึงตะวันตกไปบนพื้นผิวโลก คำเรียกในภาษาไทยคือเส้นรุ้ง ละติจูดเป็นส่วนที่ใช้ในการบอกตำแหน่งของจุดที่สนใจว่าตั้งอยู่ทางซีกด้านเหนือหรือใต้ เส้นรุ้งที่ 0° และเรียกว่าเส้นศูนย์สูตร, เส้นรุ้งที่ 90° เหนือ คือ ขั้วโลกเหนือ, เส้นรุ้งที่ 90° ใต้ คือขั้วโลกใต้ การอ้างอิงค่าพิกัดของละติจูดมีรูปแบบเป็น 0′00′00″ คือ องศา, ลิปดา และพิลิปดา ตามลำดับ

ลองติจูด (Longitude) คือเส้นเสมือนที่ลากตามแนวเหนือถึงใต้ผ่านขั้วโลกเหนือและขั้วโลกใต้ไปบนพื้นผิวโลกคำเรียกในภาษาไทยคือ เส้นแวง โดยเส้นแวงที่ 0° เรียกว่า เส้นเมอริเดียนหลัก (Prime Meridian) เป็นเส้นที่เกิดจากการตกลงกันโดยถือให้เส้นที่ลากผ่าน Royal Astronomical Observatory ที่เมืองกรีนิชประเทศอังกฤษ ให้เป็นเส้นเริ่มต้นสำหรับใช้ในการอ้างตำแหน่งลองติจูด เส้นแวงจะถูกนับเริ่มจากเส้นเมอริเดียนหลักไปทางตะวันตกและตะวันออกด้านละ180° โดยจะไปบรรจบทับกัน ณ เส้นแวงที่ 180° และอยู่ตรงข้ามกับเส้นเมอริเดียนหลักพอดีโดยเส้นแวงที่ว่านี้คือ เส้นแบ่งเขตวันสากล (International Data Line) ซึ่งถูกกำหนดขึ้นจากการทำข้อตกลงร่วมกันของประเทศต่าง ๆ ณ กรุงวอชิงตัน ประเทศสหรัฐอเมริกา ในปี ค.ศ. 1884 ความสำคัญของเส้นแบ่งเขตวันสากลก็คือเป็นเส้นที่ใช้แบ่งเขตของซีกโลกตะวันตกและตะวันออก โดยกำหนดให้ซีกโลกทางตะวันตกของเส้นแวงที่ 180 องศามีเวลา (วัน) ที่เร็วกว่าซีกโลกทางด้านตะวันออกอยู่ 1 วัน ดังนั้นเมื่อเดินทางข้ามเส้นแบ่งเขตวันสากลจากซีกโลกด้านตะวันตกไปทางด้านตะวันออก จะต้องลดตัวเลขวันที่ลง 1 วัน แต่ถ้าหากเดินทางข้ามเส้นแบ่งเขตวันสากลจากซีกโลกด้านตะวันออกไปยังซีกโลกด้านตะวันตก จะต้องเพิ่มตัวเลขวันที่ขึ้น 1 วัน การอ้างค่าพิกัดของลองติจูดมีรูปแบบเป็น 0′00′00″ คือ องศา, ลิปดา และพิลิปดา ตามลำดับ

การอ้างอิงพิกัดตำแหน่งโดยพื้นฐานเริ่มมาจากระบบกริดบนแผนที่ คำอธิบายเบื้องต้นของสิ่งที่เรียกว่าพิกัดตำแหน่งก็คือ การบอกแทนตำแหน่งที่เราสนใจด้วยค่าตัวเลขแทน เพื่อให้ทุกคนสามารถเข้าใจได้ตรงกัน แต่เนื่องจากโลกมีลักษณะที่ค่อนข้างเป็นทรงกลม แม้ว่าการอ้างพิกัดตำแหน่งบนพื้นผิวโลกที่มีรูปร่างทรงกลมโดยตรงสามารถทำได้แต่ค่อนข้างทำได้ยุ่งยาก วิธีที่ง่ายกว่าซึ่งถูกมาใช้แทนก็คือการแผ่รูปโลกออกเป็นระนาบแบบ 2 มิติแล้วใช้ค่าละติจูดและลองติจูดบอกแทนจุดที่สนใจ

บนแผนที่ส่วนใหญ่จะมีตารางที่บอกรายละเอียดต่างๆ โดยทำไว้เป็นเครื่องหมายแทน มีตารางที่เกิดจากการตัดกันของเส้นละติจูดและลองติจูดที่ได้แสดงอยู่ มีเส้นละติจูดซึ่งวางตัวในแนวขนานกับเส้นศูนย์สูตรและเว้นระยะห่างไปอย่างเท่าๆ กันโดยมีเส้นละติจูดที่ 0° หรือเส้นศูนย์สูตรของโลกเป็นแนวเขตแบ่งโลกออกเป็นซีกด้านเหนือและทางใต้ ซึ่งถ้าจินตนาการโดยตัดลูกโลกตามแนวเส้นละติจูดแต่ละเส้นก็จะได้แผ่นกลมที่วางเรียงซ้อนกันอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

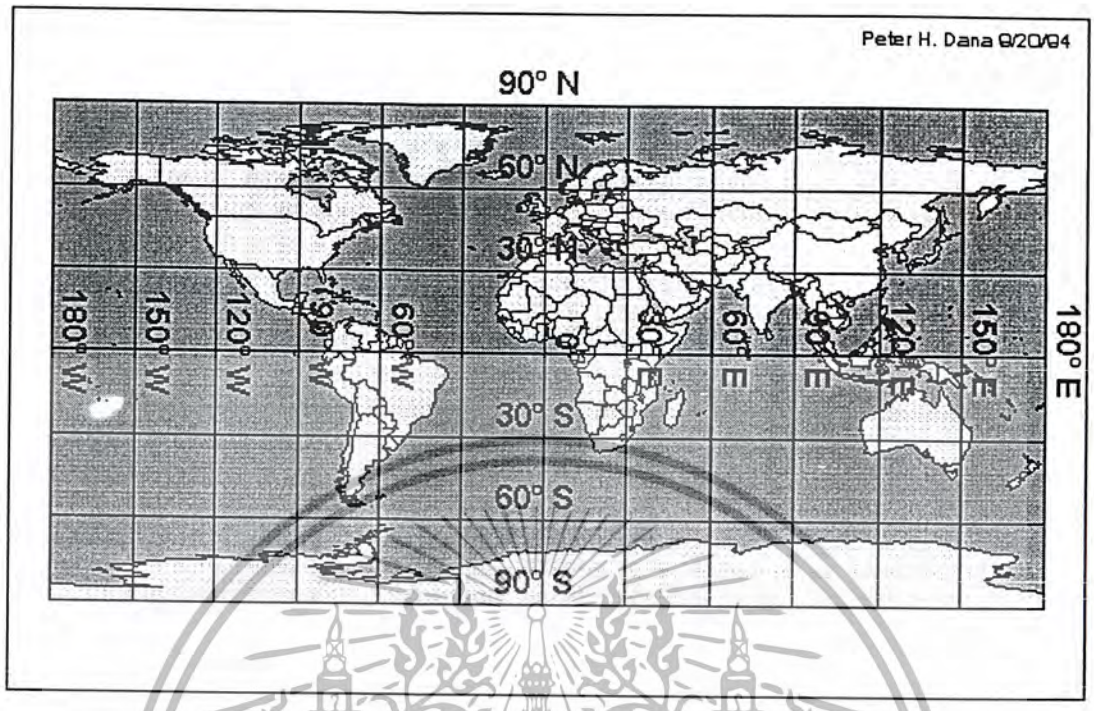
2.2.1 ระบบพิกัดภูมิศาสตร์ (Geographic Coordinate)

การอ้างพิกัดตำแหน่งในระบบพิกัดภูมิศาสตร์ ที่ได้รับความนิยมมีอยู่ 2 ลักษณะคือ การอ้างพิกัดตำแหน่งโดยใช้ องศา/ลิปดา/พิลิปดา และการอ้างตำแหน่งโดยใช้ องศา/ลิปดา แบบทศนิยม

1) องศา /ลิปดา/พิลิปดา การอ้างพิกัด ตำแหน่งโดยใช้ องศา/ลิปดา/พิลิปดา เป็นระบบที่ได้รับความนิยม ลักษณะโดยทั่วไปในการอ้างพัดของระบบ ดังตัวอย่าง 7.*RAPIDS* *N*6111′05.5″ *W*13030′10.0″ มีความหมายเท่ากับ *N*61°11′05.5″ *W*130°30′10.0″ ความหมายของชุดข้อมูลคือนี้คือ ตัวเลขตัวแรกคือ ตัวเลขเวย์พอยต์ (Waypoint number) ชุดตัวอักษรที่อยู่ถัดมาคือ ชื่อเวย์พอยต์ (Waypoint name) และตามด้วยค่าพิกัดความหมายของ *N*61 ในที่นี้คือ ค่าเส้นละติจูด 61° เหนือ ส่วนตัวเลข 11′ หมายถึงค่าลิปดา (′ = ลิปดา) ความหมายของ 1 ลิปดา เหนือขึ้นไปจากค่า *N*61 ในการอ้างพิกัดคือค่า1/60ของมุม 1 องศา (หน่วยวัด: 60 ลิปดา = 1) องศา ส่วนตัวเลข 05.5″ หมายถึงค่าพิลิปดา (″ = พิลิปดา) ความหมายของพิลิปดาคือ 1/60 ของ 1 ลิปดา (หน่วยวัด: 60 ฟิลิปดา = 1) ลิปดา ตัวเลขหลังตัวอักษร W จะสื่อความหมายคล้ายกัน โดยจะเป็นค่าของเส้นลองติจูด และค่าทั้งหมดจะเปรียบเทียบโดยอ้างอิงกับเส้นศูนย์และเส้นเมอริเดียนหลัก ตามลำดับ

2) องศา/ลิปดา แบบทศนิยม การอ้างตำแหน่งโดยใช้ องศา/ลิปดา แบบทศนิยมเป็นอีกวิธีหนึ่งที่นิยมใช้ ลักษณะทั่วไปในการอ้างพิกัดของระบบนี้ ยกตัวอย่าง 7.*RAPIDS* *N*6111′05.5″ *W*130°30′10.0″ ซึ่งมีความหมายเทียบเท่ากับ *N*6111′05.5″ *W*130°30′10.0″

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 ระบบพิกัดภูมิศาสตร์

ข้อมูลที่ได้มาจากการนำค่าระบบ องศา/ลิปดา/พิลิปดา มาปรับเปลี่ยนด้วยการนำค่าพิลิปดาของพิกัดมาหารด้วย 60 นำมาบวกกับค่าลิปดาที่อยู่ก่อนหน้า เพื่อเป็นการแปลงค่าพิลิปดาในรูปแบบตัวเลขทศนิยม ยกตัวอย่างเช่น $N61°11'05.5''$ ส่วนที่สองของพิกัดคือ 05.5 จะถูกนำมาหารด้วย 60 ได้ค่า 0.09166666 นำมาบวกกับ 11 จะได้ผลลัพธ์ของพิกัดในหน่วย องศา/ลิปดา แบบทศนิยม เท่ากับ $N61°11.0916'$ (โดยส่วนใหญ่จะแสดงทศนิยมเพียง 4 ตำแหน่ง) ในทางกลับกัน การจะเปลี่ยนพิกัดในหน่วย องศา/ลิปดา แบบทศนิยม กลับไปเป็นพิกัดแบบองศา/ลิปดา/พิลิปดา ต้องนำเอาส่วนที่เป็นทศนิยมคูณด้วย 60 ได้เท่ากับ 5.496 และจะได้ค่าพิกัดองศา/ลิปดา/พิลิปดา กลับมาเป็น $N61°11'5.49''$ ซึ่งใกล้เคียงกับค่า 05.5″ ซึ่งเป็นค่าแรกเริ่มนั้นเอง

2.2.2 การอ้างพิกัดแบบ UTM

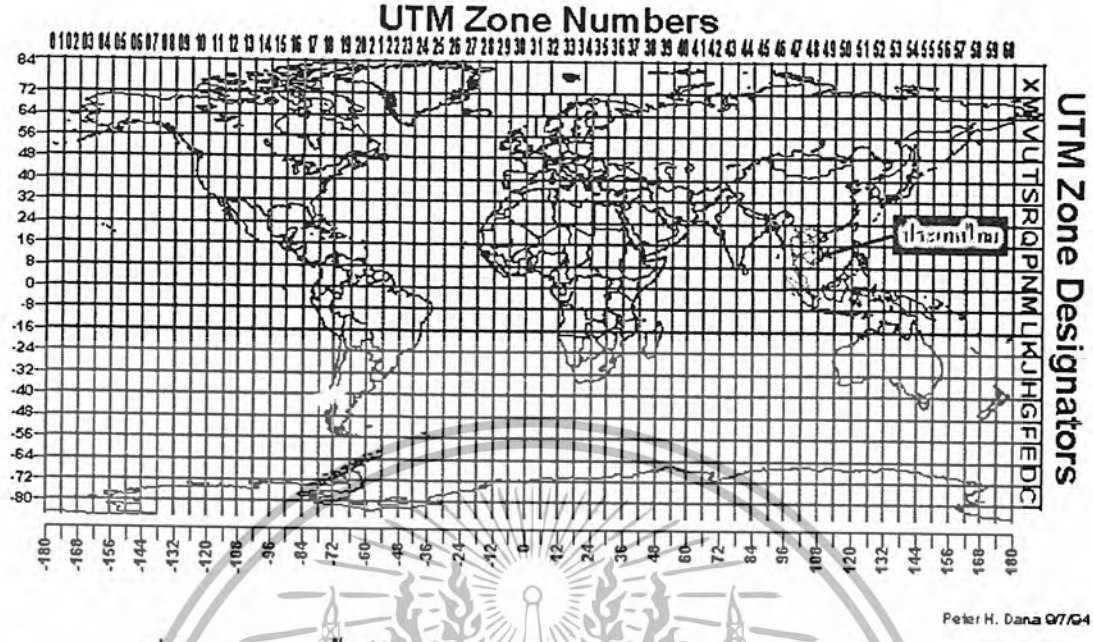
การอ้างพิกัดตำแหน่งแบบ UTM (Universal Transverse Mercator) เป็นระบบกริดตาราง (Grid) ที่พัฒนาขึ้นโดยกระทรวงกลาโหมของสหรัฐอเมริกาตั้งแต่ปี ค.ศ.1974 สำหรับใช้ชี้ตำแหน่งที่ตั้งบนโลกอย่างรวดเร็วและแม่นยำในการทหาร วิธีนี้สามารถทำได้ง่ายและได้ผลลัพธ์ที่ดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับการส่งข้อมูลจากแผนที่หนึ่งไปยังอีกแผนที่หนึ่ง ตัวอย่างที่ดีตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนึ่งก็คือ การส่งข้อมูลของพิกัดตำแหน่งจากแผนที่ส่งหนึ่งไปให้ผู้รับโดยผู้รับสามารถเอาข้อมูลของพิกัดตำแหน่งดังกล่าวไปใช้เพื่อจะได้ทราบที่ตั้งจริงบนแผนที่ได้

UTM เป็นระบบตารางกริดที่ใช้ช่วยในการกำหนดตำแหน่งและใช้อ้างอิง ในการบอกตำแหน่ง ที่นิยมใช้กับแผนที่ในกิจการทหารของประเทศต่างๆ เกือบทั่วโลกในปัจจุบัน เพราะเป็นระบบตารางกริดที่มีขนาดรูปร่างเท่ากันทุกตาราง และมีวิธีการกำหนดบอกค่าพิกัดที่ง่ายและถูกต้องเป็นระบบกริดที่นำเอาเส้นโครงแผนที่แบบ Universal Transverse Mercator Projection ของ Gauss Krugger มาใช้ดัดแปลงให้สามารถถ่ายทอดรายละเอียดของพื้นผิวโลก ให้อยู่ในรูปทรงกระบอก (แกนของรูปทรงกระบอกจะทับกับแนวเส้นอิเควเตอร์ และตั้งฉากกับแนวแกนของขั้วโลก) ประเทศไทยเราได้นำเอาเส้นโครงแผนที่แบบ UTM นี้มาใช้กับการทำแผนที่กิจการทหารภายในประเทศจากรูปถ่ายทางอากาศในปี 1953 ร่วมกับสหรัฐอเมริกาเป็นแผนที่มาตราส่วน 1:50,000 ชุด 708 และปรับปรุงใหม่เป็นชุด L 7017 ที่ใช้ในปัจจุบัน UTM เป็นระบบตารางกริดที่ใช้ช่วยในการกำหนดตำแหน่งและใช้อ้างอิง ในการบอกตำแหน่งที่นิยม ใช้กับแผนที่ในกิจการทหารของประเทศต่างๆ เกือบทั่วโลกในปัจจุบัน เพราะเป็นระบบตารางกริดที่มีขนาดรูปร่างเท่ากันทุกตาราง และมีวิธีการกำหนดบอกค่าพิกัดที่ง่ายและถูกต้องเป็นระบบกริดที่นำเอาเส้นโครงแผนที่แบบ Universal Transvers Mercator Projection ของ Gauss Krugger มาใช้ดัดแปลงการถ่ายทอดรายละเอียดของพื้นผิวโลกให้รูปทรงกระบอก Mercator Projection อยู่ในตำแหน่ง Mercator Projection (แกนของรูปทรงกระบอกจะทับกับแนวเส้นอิเควเตอร์ และตั้งฉากกับแนวแกนของขั้วโลก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 การแบ่งพื้นที่ออกเป็นโซน (Zone) สำหรับการอ้างพิกัดแบบ UTM

แผนที่ระบบพิกัดกริดที่ใช้เส้นโครงแผนที่แบบ UTM เป็นระบบเส้นโครงชนิดหนึ่งที่ใช้ผิวรูปทรงกระบอกเป็นผิวแสดงเส้นเมริเดียน (หรือเส้นลองติจูด) และเส้นละติจูดของโลก โดยใช้ทรงกระบอกตัดโลกระหว่างละติจูด 84 องศาเหนือ และ 80 องศาใต้ในลักษณะแกนรูปทรงกระบอกทำมุมกับแกนโลก 90 องศารอบโลก แบ่งออกเป็น 60 โซน ๆ ละ 6 องศา โซนที่ 1 อยู่ระหว่าง 180 องศา กับ 174 องศาตะวันตก และมีลองติจูด 177 องศาตะวันตก เป็นเมริเดียนย่านกลาง (Central Meridian) มีเลขกำกับแต่ละโซนจาก 1 ถึง 60 โดยนับจากซ้ายไปทางขวา ระหว่างละติจูด 84 องศาเหนือ 80 องศาใต้ แบ่งออกเป็น 2 ช่องๆ ละ 8 องศายกเว้นช่องสุดท้ายเป็น 12 องศาโดยเริ่มนับตั้งแต่ละติจูด 80 องศาใต้ขึ้นไปทางเหนือให้ช่องแรกเป็นอักษร C และช่องสุดท้ายเป็นอักษร X (ยกเว้น I และ O) จากการแบ่งตามที่กล่าวแล้วจะเห็นพื้นที่ในเขตลองติจูด 180 องศาตะวันตกถึง 180 องศาตะวันออก และละติจูด 80 องศาใต้ถึง 84 องศาเหนือ จะถูกแบ่งออกเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า1,200 รูปแต่ละรูปมีขนาดกว้างยาว 6°×8° จำนวน 1,140 รูป และกว้างยาว 6°×12° จำนวน 60 รูป รูปสี่เหลี่ยมนี้เรียกว่า Grid Zone Designation (GZD) การเรียกชื่อ Grid Zone Designation ประเทศไทยมีพื้นที่อยู่ ระหว่างละติจูด 5 องศา 30 ลิปดาเหนือ ถึง 20 องศา 30 ลิปดาเหนือ และลองติจูดประมาณ 97 องศา 30 ลิปดาตะวันออก ถึง 105 องศา 30 ลิปดาตะวันออก ดังนั้นประเทศไทยจึงตกอยู่ใน GZD 47N 47P 47Q 48N 48P และ 48Q การอ่านค่าพิกัดกริดเพื่อให้พิกัดค่ากริดในโซนหนึ่งๆ มีค่าเป็นบวกเสมอ จึงกำหนดให้มีเส้นศูนย์สูตรสมมุติขึ้น 2 แห่ง ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ในบริเวณที่อยู่เหนือเส้นศูนย์สูตร: เส้นศูนย์สูตรมีระยะห่างจากศูนย์สมมุติเท่ากับ 0 เมตร และเส้นเมริเดียนย่านกลางห่างจากศูนย์สมมุติ 500,000 เมตร ทางตะวันออก

- ในบริเวณที่อยู่ใต้เส้นศูนย์สูตร: เส้นศูนย์สูตรมีระยะห่างจากศูนย์สมมุติไปทางเหนือ 10,000,000 เมตร และเมริเดียนย่านกลางห่างจากศูนย์สมมุติ 500,000 เมตรทางตะวันออก

2.3 หลักการของ Vector map

ปัจจุบันแนวความคิดที่จะเปลี่ยนทุกอย่างเข้าสู่ระบบข่าวสารข้อมูล (Information System) เป็นสิ่งปรารถนาของทุกองค์กร เพื่อผลของความรวดเร็วของการได้มาซึ่งข่าวสารตลอดจนการวิเคราะห์ของข้อมูล หลายหน่วยงานได้เริ่มที่จะนำข้อมูลข่าวสารที่อยู่ในรูปของกระดาษ มาสู่ในลักษณะของตัวเลข บันทึกหรือจัดเก็บในสื่อทางคอมพิวเตอร์เช่น cd-rom ยกตัวอย่างง่ายๆ ในส่วนราชการ เราสามารถสืบค้นข้อมูลประชากร ผ่านทางหมายเลขประจำตัวประชาชน ยังผลให้การทำธุรกรรมเกี่ยวกับตัวเราใช้เวลาแค่เพียง 10-20 นาที แทนที่ต้องใช้เวลาเกือบครึ่งวันเมื่อเปรียบเทียบการดำเนินการที่ต้องใช้คนเป็นผู้ดำเนินการ เพราะข้อมูลที่เป็นตัวเลขเหล่านั้นสามารถประมวลผลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ ผ่านทางโปรแกรมทำให้มีความรวดเร็วและถูกต้องกว่าการดำเนินการด้วยคน นอกจากนี้ข้อมูลที่จัดเก็บในลักษณะตัวเลข ยังมีความง่ายที่จะปรับปรุงแก้ไขข้อมูลให้มีความทันสมัยได้ตลอดเวลา จึงเป็นยุคแห่งการแข่งขัน การได้มาของข้อมูล และความทันสมัยของข้อมูล เป็นสิ่งที่ต้องแข่งขันกัน จึงต้องการนำทุกสิ่งทุกอย่างที่อยู่ในกระดาษมาแทนให้อยู่ในรูปแบบของ ฐานข้อมูล เพื่อเรียกใช้ผ่านทางเครื่องคอมพิวเตอร์หรือที่เรียกกันในวงการระบบข่าวสารข้อมูล(Information System)

ในการสร้างแผนที่ก็เช่นเดียวกัน ถ้าเราสามารถนำแผนที่ที่เห็นกันอยู่ทั่วไป ที่อยู่ในรูปกระดาษ ให้อยู่ในลักษณะของตัวเลข เพื่อสามารถเรียกใช้ ในคอมพิวเตอร์ได้เราได้สามารถที่จะสร้างแผนที่ตัวเลข หรือแผนที่เชิงเลขขึ้นมาได้ โดยทั่วไปแล้วข้อมูลแผนที่ ที่จะจัดเก็บเป็นลักษณะตัวเลขประกอบด้วยข้อมูล สองลักษณะคือ

1) ข้อมูลแผนที่ในส่วนที่เป็นภาพหรือ Graphic

2) ข้อมูลแผนที่ในส่วนที่เป็นคำอธิบาย หรือ Attribute

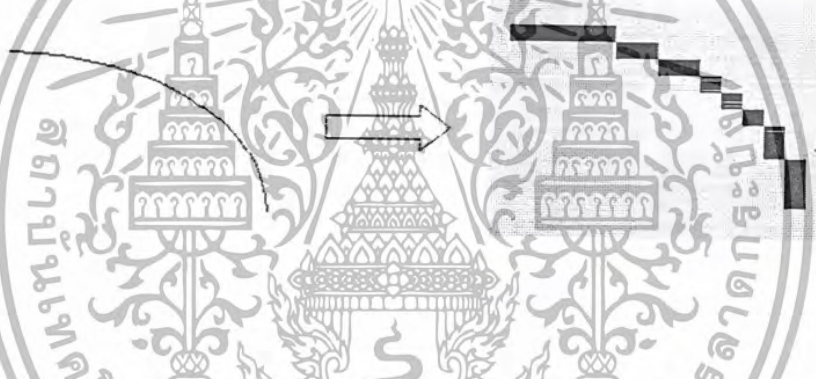
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1. ข้อมูลแผนที่ในส่วนที่เป็นภาพหรือ Graphic

การจัดเก็บข้อมูลในส่วนนี้เราสามารถจัดเก็บได้ในสองลักษณะคือ

1) เก็บในลักษณะ RASTER หรือข้อมูลที่เป็นจุดภาพ

การจัดเก็บในลักษณะนี้คือการนำเอาข้อมูลแผนที่ในส่วนที่เป็นภาพ มาจัดเก็บในลักษณะจุดภาพ การเปรียบเทียบเหมือนกับการนำเอาตารางกริดมาครอบตัวภาพ ส่วนไหนที่เป็นข้อมูลที่ต้องการก็ใส่ข้อมูลไปให้รู้ในรูปของเลขรหัส ดังแสดงในรูป2.11ความสมจริงของข้อมูลขึ้นอยู่กับจำนวนหรือ ขนาดของตารางกริด โดยอาจจะใช้คำว่า resolution แทน ขนาดของตารางกริด หรือ dot per inch แทนจำนวนของตารางกริด อุปกรณ์ในการจัดเก็บข้อมูล raster ที่เรารู้จักกันดี เช่น scanner



2.11 โครงสร้างข้อมูลแบบ RASTER หรือ GRID

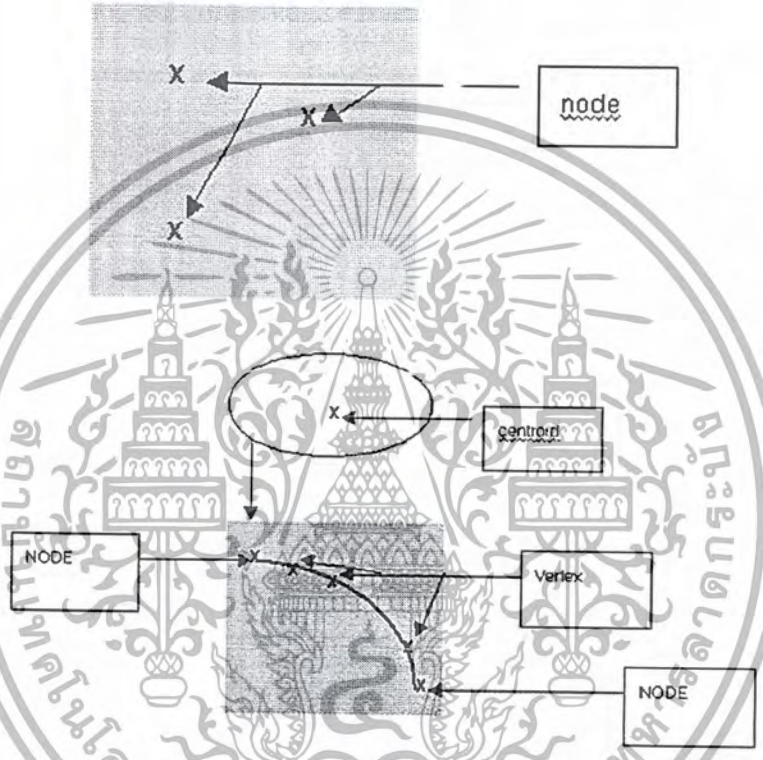
ข้อดี ของการจัดเก็บข้อมูลแผนที่แบบ raster คือ จัดเก็บ ได้ง่าย โครงสร้างของข้อมูลไม่ซับซ้อน
ข้อเสีย คือ ต้องใช้เนื้อที่ในการจัดเก็บค่อนข้างมาก ยิ่งมีความระเอียดที่สูงก็จะใช้เนื้อที่การจัดเก็บมากตามไปด้วย

2) เก็บในลักษณะ VECTOR หรือข้อมูลที่เป็นจุดพิกัด

การจัดเก็บข้อมูลแผนที่ในส่วนที่เป็นภาพแบบ vector คือการจัดเก็บในลักษณะเป็นเชิงพิกัดแบบ 2 แกน คือ X,Y หรือ 3 แกน X,Y,Z ในโครงสร้างข้อมูลแบบ จุด (POINT) เส้น (LINE) และ รูปเหลี่ยม (POLYGON)โดยที่การเก็บลักษณะแบบ จุด จะเป็นการจัดเก็บของจุดพิกัดในส่วนที่เรียกว่า NODE ส่วนการเก็บข้อมูลในโครงสร้างข้อมูลแบบ เส้น(LINE) คือการเก็บข้อมูลเชิงพิกัดในส่วนที่เรียกว่า NODE และ VERTEX โดยจะถือว่า NODE คือจุดพิกัดที่แสดงถึงส่วนที่เริ่มต้นและสิ้นสุดของเส้น ในขณะที่ VERTEX คือจุดพิกัดที่อยู่ระหว่าง NODE และสุดท้ายคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างการเก็บข้อมูลแบบรูปเหลี่ยม (POLYGON) ที่ประกอบด้วยโครงสร้างข้อมูลทั้งแบบจุดและเส้น โดยที่โครงสร้างข้อมูลแบบจุดจะแทนด้วยจุดศูนย์กลาง (CENTROID) ของรูปเหลี่ยมในขณะที่โครงสร้างข้อมูลแบบเส้น แต่สามารถแทนได้ด้วยเส้นรอบรูปที่ล้อมรอบจุดศูนย์กลาง (CENTROID) ของรูปเหลี่ยม ดังแสดงในรูป2.12 โดยจะแสดงโครงสร้างข้อมูลของจุด (POINT) เส้น (LINE) และ รูปเหลี่ยม (POLYGON)



2.12 โครงสร้างข้อมูลแบบ Vector

ข้อดี ของการจัดเก็บข้อมูลแบบVECTOR คือ ใช้เนื้อที่ในการจัดเก็บค่อนข้างน้อยกว่าแบบ RASTER

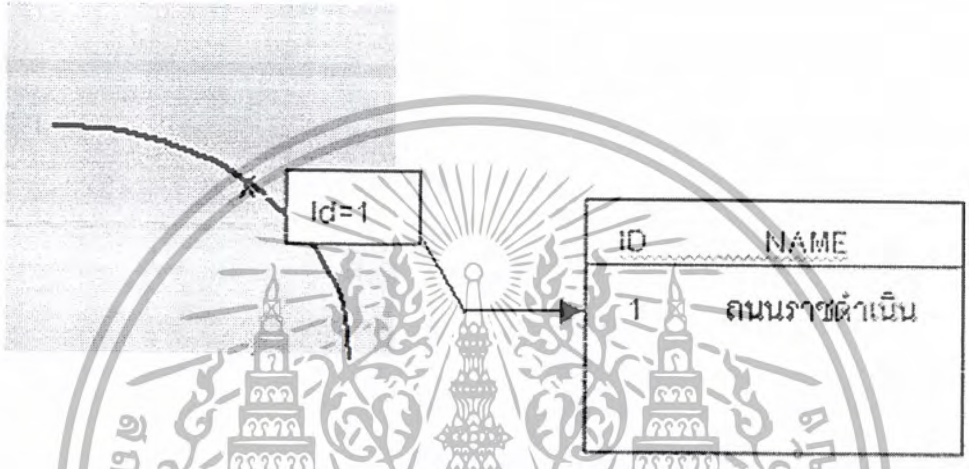
ข้อเสีย คือ การประมวลผลบนเครื่องคอมพิวเตอร์จะใช้เวลาค่อนข้างมากกว่าแบบ RASTER

2.3.2.ข้อมูลแผนที่ในส่วนที่เป็นคำอธิบาย หรือ Attribute

การจัดเก็บข้อมูลแผนที่ในส่วนนี้ใช้เฉพาะการเก็บข้อมูลแผนที่ในลักษณะของ VECTOR เท่านั้น เพราะการเก็บข้อมูลแผนที่ในส่วนของภาพแบบ VECTOR สามารถที่จะเชื่อมข้อมูลในส่วนที่เป็นข้อมูลที่เป็นตัวอักษร ที่จัดเก็บในลักษณะของ ฐานข้อมูล (Database) เพราะการจัดเก็บข้อมูลแผนที่ในส่วนของภาพแบบ VECTOR คือการจัดเก็บเชิงพิกัด หรือการจัดเก็บที่มีลักษณะ

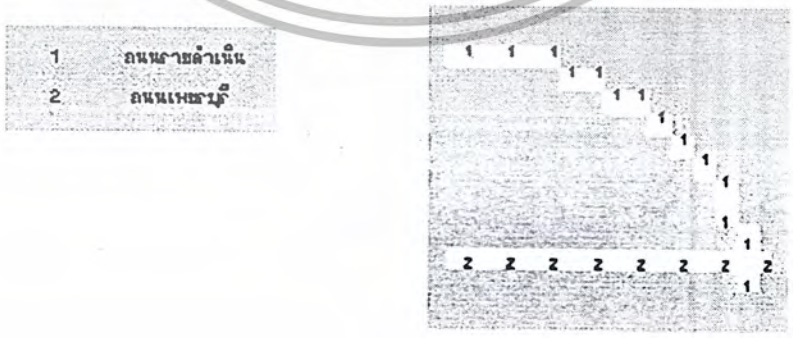
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฐานข้อมูลที่มีความสัมพันธ์ (Relational Database) ทำให้สามารถที่จะเชื่อมต่อระหว่าง ข้อมูลที่เป็นพิกัดของจุดภาพกับฐานข้อมูลที่เป็นตัวอักษรที่จัดเก็บใน โปรแกรมฐานข้อมูลได้ โดยผ่านทาง ข้อมูลที่มีข้อมูลร่วมกันเช่น หมายเลขประจำตัว (ID) ของแต่ละชุดของข้อมูลดังแสดงในรูป 2.13



รูปที่ 2.13 หมายเลขรหัสของชุดข้อมูล

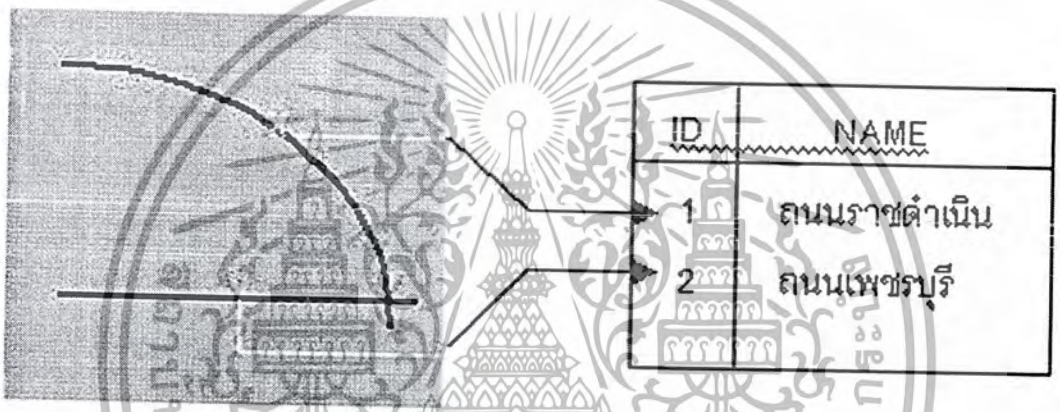
การเก็บข้อมูลแบบ RASTER ก็สามารถจะใช้ข้อมูลเชิงรหัส เป็นตัวแทนอธิบายความแตกต่างระหว่างกลุ่มของข้อมูลในตัวมันเอง ฉะนั้นเราอาจเรียกการเก็บข้อมูลแผนที่ในส่วนของภาพแบบ RASTER ว่า เป็น การเก็บข้อมูลแบบ one-field attribute เพราะใช้เลขรหัสแสดงความแตกต่างของข้อมูล ดังแสดงไว้ที่รูป 2.14



รูปที่ 2.14 ความแตกต่างของรหัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนที่ในรูปแบบกระดาษโดยทั่วไปวิธีที่จะแสดงความแตกต่างกันระหว่าง วัตถุที่มีรูปแบบ(Feature) เหมือนกันก็คือ สี และขนาด เช่น ถนนที่เป็นถนนสายหลัก ก็จะมีสี ที่มีลักษณะเด่นชัด เช่น สีแดง แตกต่างกับถนนที่เป็นถนนที่ไม่ใช่ถนนสายหลัก ก็คือ ถนนเหล่านั้นอาจเป็นสีแดงเช่นเดียวกันแต่ ขนาดอาจจะเล็กกว่า ถนนที่เป็นถนนสายหลัก แต่การจัดเก็บของแผนที่ตัวเลขถนนทั้งสองจะไม่มีลักษณะแตกต่างกันในด้านของภาพในส่วนของ VECTOR แต่ข้อมูลทั้งสองมีความแตกต่างกันข้อมูลที่จัดเก็บในส่วนของคำอธิบายหรือ Attribute ในส่วนของการแสดงผลการอธิบายฐานข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบตัวอักษร ดังแสดงไว้ที่รูป 2.15



รูปที่ 2.15 การแยกรหัสข้อมูลที่ต่างกันได้

แผนที่ตัวเลข คือ การประยุกต์ ข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบของฐานข้อมูล และความรู้ทางด้านแผนที่ การทำงานกับระบบคอมพิวเตอร์ ในการสร้างแผนที่ตัวเลข การแสดงผลภาพ ความแตกต่างระหว่าง Digital Map กับ GIS คือ Digital Map เน้นเรื่องข้อมูล คือการแปลงข้อมูลแผนที่ในรูปของสิ่งพิมพ์ ไป อยู่ในรูปของตัวเลขตามที่ได้ออกแบบไว้แล้ว ขณะที่ GIS คือเน้นที่การนำข้อมูลแผนที่ตัวเลขไปใช้

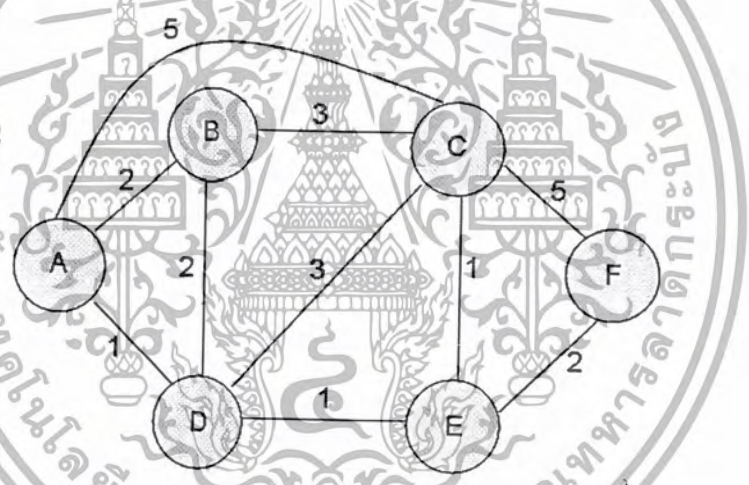
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 การหาเส้นทาง (Routing Algorithm)

การหาเส้นทาง คือ การเลือกเส้นทางที่ใช้ในการเดินทาง โดยจะเลือกความต้องการของผู้ใช้ว่าต้องการให้ข้อมูลที่ต้องการส่งผ่านนั้นเดินทางในลักษณะใด และเดินทางไปในเส้นทางใด การหาเส้นทางที่นิยมใช้กันมากก็คือ หาเส้นทางที่สั้นที่สุดเพื่อที่จะส่งข้อมูล หรือใช้เวลาในการเดินทางของข้อมูลให้น้อยที่สุด

2.4.1 ส่วนประกอบของการหาเส้นทาง

ส่วนประกอบที่จำเป็นต่อการหาเส้นทางคือ โหนดและเส้นทางการเชื่อมต่อ โดยจะมีรายระเอียดคือ โหนด โดยแต่ละโหนดจะประกอบด้วยชื่อโหนดและส่วนของเส้นทางการเชื่อมต่อพร้อมทั้งแสดงน้ำหนักของเส้นทางนั้น ๆ ดังแสดงในรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.16 ส่วนประกอบของระบบการหาเส้นทาง

2.4.2 ประเภทของการหาเส้นทางแบบ Dynamic

2.4.2.1 Link State Routing Protocol

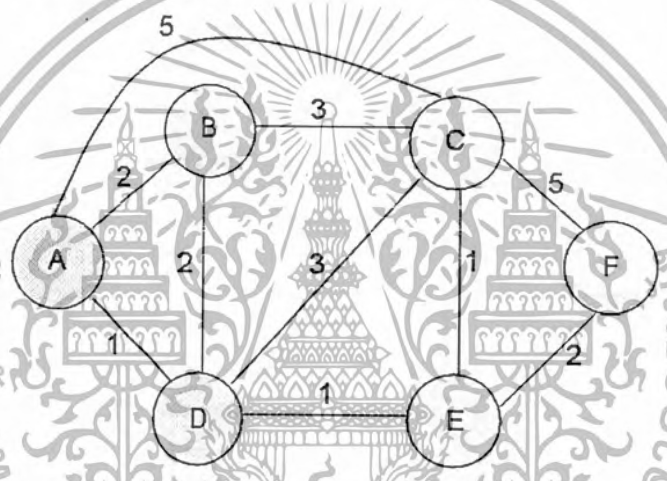
Link State Routing ถูกเรียกว่า "Shortest Path First (SPF)" Algorithm ด้วย Link State Routing นี้ Router แต่ละตัวจะทำการ Broadcast ข้อมูลข่าวสารออกมายัง Router ที่เชื่อมต่อกับมันโดยตรงแบบเป็นระยะๆ ข้อมูลข่าวสารนี้ยังครอบคลุมไปถึงสถานะของการเชื่อมต่อระหว่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วยวิธีการของ Link State นี้ Router แต่ละตัวจะทำการสร้างผังที่สมบูรณ์ของเครือข่ายขึ้น จากข้อมูลที่มันได้รับจาก Router อื่นๆทั้งหมด จากนั้นจะนำมาทำการคำนวณเส้นทางจากผังนี้ โดยใช้ Algorithm ที่เรียกว่า Dijkstra Shortest Path Algorithm

Router จะเฝ้าตรวจสอบดูสถานะของการเชื่อมต่ออย่างต่อเนื่อง โดยการแลกเปลี่ยนระหว่างแพ็กเก็ตกับ Router เพื่อนบ้าน แต่หาก Router ไม่ตอบสนองต่อความพยายามที่จะติดต่อด้วย หลายๆครั้ง การเชื่อมต่อก็จะถือว่าตัดขาดลง แต่ถ้าหากสถานะของ Router หรือการเชื่อมต่อเกิดการเปลี่ยนแปลง ข้อมูลข่าวสารนี้จะถูก Broadcast ไปยัง Router ทั้งหมดที่อยู่ในเครือข่าย

ตัวอย่าง Dijkstra Algorithm



รูปที่ 2.17 ลักษณะการเชื่อมต่อ

การทำงานของ Dijkstra Algorithm คือ การทำงานจะเริ่มหาเส้นทางจากโหนด A แล้วตรวจสอบดูว่าโหนด A ติดต่ออยู่กับโหนดใดบ้าง แล้วจะนำน้ำหนักมาเลือกเส้นทางว่าเส้นทางใดผ่านแล้วมีค่าของน้ำหนักน้อยที่สุด แล้วเลือกเป็นตัวต่อไปเพื่อหาเส้นทางดังแสดงในตารางที่ 2.8 โดยประสิทธิภาพของการหาเส้นทางชนิดนี้จะได้ O(nlogn) โดยที่ n คือจำนวนโหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.8 ลำดับขั้นการหาเส้นทาง

Step	Start N	D(B),p(B)	D(C),p(C)	D(D),p(D)	D(E),p(E)	D(F),p(F)
0	A	2,A	5,A	1,A	Infinity	Infinity
1	AD	2,A	4,D		2,D	Infinity
2	ADE	2,A	3,E			4,E
3	ADEB		3,E			4,E
4	ADEBC					4,E
5	ADEBCF					

2.4.2.2 Distance Vector Routing Protocol

Distance Vector เป็นโปรโตคอลเลือกเส้นทางที่ Router ใช้เพื่อการสร้างตาราง Routing และจัดการนำแพ็กเก็ตส่งออกไปยังเส้นทางที่กำหนด โดย อาศัยข้อมูลเกี่ยวกับระยะทาง กำหนดว่า เส้นทางใดเป็นเส้นทางที่ดีที่สุด ที่จะนำแพ็กเก็ตส่งออกไปที่ปลายทาง โดยถือว่า ระยะทางที่ใกล้ที่สุด เป็นเส้นทางที่ดีที่สุด และแอดเดรส ของเครือข่ายปลายทางเป็น Vector

Distance Vector บางครั้งจะถูกเรียกว่า "Bellman-Ford Algorithm" ซึ่งโปรโตคอลนี้ จะทำให้ Router แต่ละตัวที่อยู่บนระบบจะต้องเรียนรู้ลักษณะโครงสร้างของระบบ โดยการแลกเปลี่ยนข้อมูลการหาเส้นทาง ของตัวมันเอง กับ Router ที่เชื่อมต่อกันเป็นเพื่อนบ้าน โดยตัว Router เองจะต้องทำการจัดสร้างตารางการเลือกเส้นทางขึ้นมา โดยเอาข้อมูลข่าวสารที่ได้รับจากเครือข่ายที่เชื่อมต่อกับมันโดยตรง (ข้อมูลนี้ครอบคลุมไปถึงระยะทางระหว่าง Router ที่เชื่อมต่ อกัน)

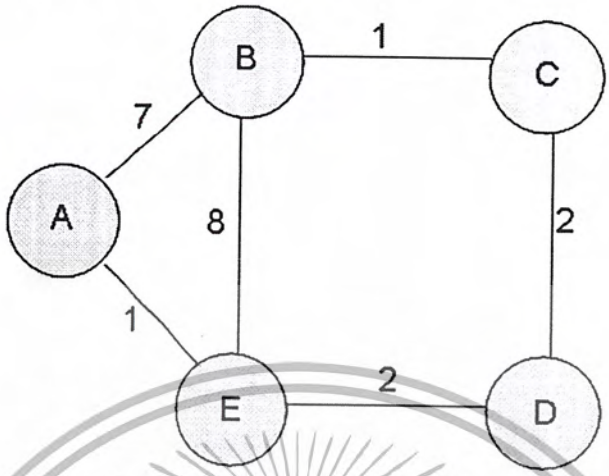
หลักการทำงานได้แก่การที่ Router จะส่งชุด สำเนาที่เป็นข้อมูลการหาเส้นทางทั้งหมดของมันไปยัง Router ตัวอื่นๆ ที่เชื่อมต่ออยู่กับมันโดยตรง

ด้วยการแลกเปลี่ยนข้อมูลที่ใช้ในการหาเส้นทาง กับ Router ตัวอื่นๆ ที่เชื่อมต่อกับมันโดยตรงนี้เอง ทำให้ Router แต่ละตัว จะรู้จักซึ่งกันและกัน

Distance Vector Algorithm ค่อนข้างเป็นแบบที่เรียบง่าย อีกทั้งออกแบบเครือข่ายได้ง่ายเช่นกัน ปัญหาหลักของ Distance Vector Algorithm ได้แก่ การคำนวณเส้นทาง จะซับซ้อนขึ้นเมื่อขนาดของเครือข่ายโตขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการสร้าง Distance Table



รูปที่ 2.18 ลักษณะการเชื่อมต่อ

การทำงานคือ เริ่มพิจารณาที่โหนด E

E(C,D)=c(E,D)+min(D(C,w))

= 2+2 = 4

E(A,D)=c(E,D)+min(D(C,w))

= 2+3 = 5

E(A,B)=c(E,D)+min(D(C,w))

= 8+6 = 14

ตารางที่ 2.9 Distance Table

E	A	B	D
A	1	14	5
B	7	8	5
C	6	9	4
D	4	11	2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.10 Routing Table

โหนดปลายทาง	โหนดที่เดินทาง , ระยะทาง
A	A,1
B	D,5
C	D,4
D	D,2

สรุปว่า จาก E จะไป A ใช้เดินทางผ่านเส้นทาง A,1

จาก E จะไป B ใช้เดินทางผ่านเส้นทาง D,5

จาก E จะไป C ใช้เดินทางผ่านเส้นทาง D,4

จาก E จะไป D ใช้เดินทางผ่านเส้นทาง D,2

2.4.3 Hierarchical Routing

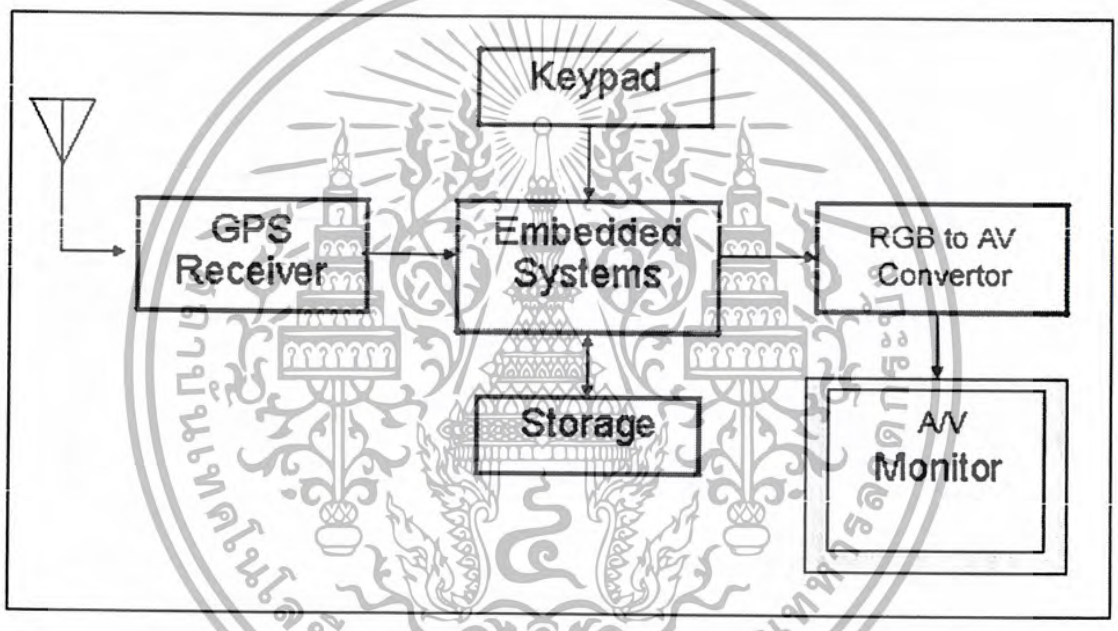
Hierarchical Routing คือ การหาเส้นทางโดยพิจารณาตามลำดับขั้นความลึกของโหนด ตัวอย่างเช่น การหาเส้นทางในระบบเน็ตเวิร์คที่มีคอมพิวเตอร์หลาย ๆ เครื่องต่อใช้งานบนสายเส้นโทรศัพท์เส้นเดียวจึงมีการแบ่งการค้นหาออกเป็นระดับคือจะแบ่งออกเป็น Inter Node และ Intra Node แล้วทำการแยกกันหาโดยจะหาภายใน Intra Node ก่อนว่าไปต่อกับ Inter Node ที่โหนดใด แล้วจะทำการหาเส้นทางเฉพาะ Inter Node ทำให้การหาเส้นทางมีประสิทธิภาพมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบและการสร้าง

3.1 โครงสร้างการทำงานของระบบที่ออกแบบ

ส่วนโครงสร้างของระบบนี้จะถูกติดตั้งอยู่บนรถยนต์ทั้งหมด โดยจะมีส่วนของ ระบบฝังตัว เป็นส่วนของการประมวลผลทั้งหมดและจัดการข้อมูลต่างๆ โดยจะมีโครงสร้างโดยรวมแสดงดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 โครงสร้างการทำงานของระบบ

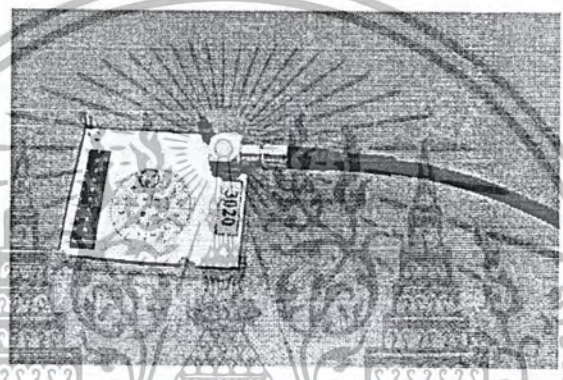
หลักการทำงานของระบบแสดงตำแหน่งและหาเส้นทางในรถยนต์นี้เป็นการนำเอาเทคโนโลยีของ ระบบฝังตัว มาประยุกต์ใช้ในการประมวลผลข้อมูลต่าง ๆ เพื่อที่จะสามารถแสดงตำแหน่งปัจจุบันของพาหนะ ณ ขณะนั้น ว่าอยู่ ณ ตำแหน่งใด โดยระบบสามารถที่จะจะควบคุมมุมมองการแสดงผลได้ตามต้องการจากแป้นพิมพ์ และระบบสามารถเก็บตำแหน่งละติจูด ลองจิจูด และเวลา หรือสามารถเลือกเก็บค่าต่างๆ ได้ตามต้องการและนำมาเก็บไว้ใน หน่วยความจำ เพื่อที่จะสามารถดูข้อมูลย้อนหลังได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

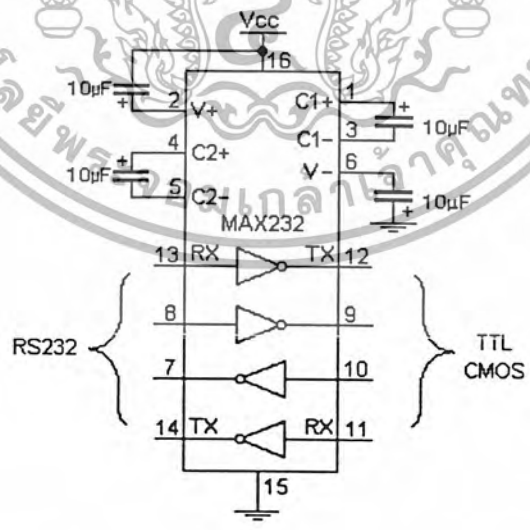
3.2 ส่วนของวงจร

3.2.1 เครื่องรับระบบพิกัดตำแหน่ง (GPS Receiver)

ส่วนประกอบของการรับสัญญาณตำแหน่งปัจจุบัน ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ เครื่องรับ GPS และ ชุดรับส่งข้อมูลระหว่าง เครื่องรับ GPS และ ระบบฝังตัว ในการเชื่อมต่อตัวเครื่องรับ GPS เข้ากับระบบฝังตัวนั้นจำเป็นจะต้องเชื่อมต่อผ่าน IC MAX-232 เพื่อปรับระดับสัญญาณให้เหมาะสม ในงานนี้เราจะใช้ขา RX จากเครื่องรับ GPS ต่อเข้ากับ ขา TX ของ ระบบฝังตัว และขา TX จากเครื่องรับ GPS ต่อเข้ากับ ขา RX ของ ระบบฝังตัวโดยใช้ IC MAX-232 เป็นตัวเชื่อม



รูปที่ 3.2 เครื่องรับ GPS ที่เลือกใช้รุ่น CT5511



รูปที่ 3.3 การเชื่อมต่อ MAX232

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

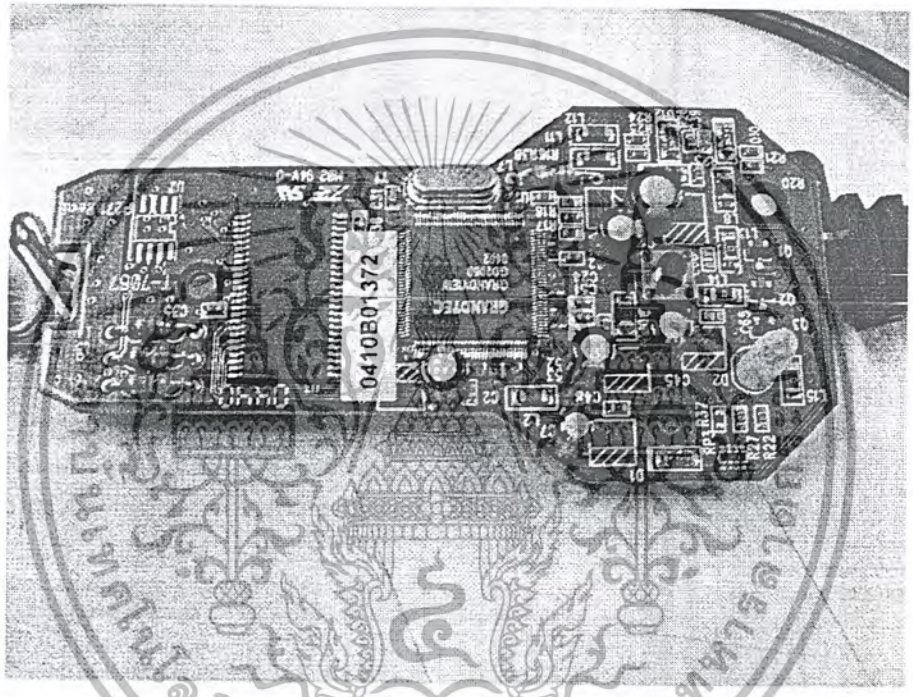
ตารางที่ 3.1 ขาต่อใช้งาน CT5511

ขา	ชื่อ	ประเภท	หน้าที่
1	GPIO3	I/O	General Purpose I/O
2	GPIO4	I/O	General Purpose I/O
3	GPIO5	I/O	General Purpose I/O
4	GPIO6	I/O	General Purpose I/O
5	GND	Ground	กราวด์(Ground)
6	VBAT	I	แบตเตอร์รีสำรอง
7	VANT	I	ไฟเลี้ยงสายอากาศ
8	RX0	I	ด้านรับ จะรับสัญญาณจากซอร์ฟแวร์(0)
9	VCC	I	ไฟดีซี +3.3V
10	RESET	I	ต่อปุ่มรีเซต (Active Low)
11	TX1	O	ด้านส่ง ให้เอาต์พุตเป็นข้อมูลและสัญญาณนำร่อง(1)
12	RX1	I	ด้านรับ จะรับสัญญาณจากซอร์ฟแวร์(1)
13	1PPS	O	PPS
14	TX0	O	ด้านส่ง ให้เอาต์พุตเป็นข้อมูลและสัญญาณนำร่อง(0)
15	GPIO11	I/O	General Purpose I/O
16	GND	Ground	กราวด์ (Ground)
17	GPIO0	I/O	General Purpose I/O
18	GPIO1	I/O	General Purpose I/O
19	GPIO15	I/O	General Purpose I/O
20	GPIO2	I/O	General Purpose I/O

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

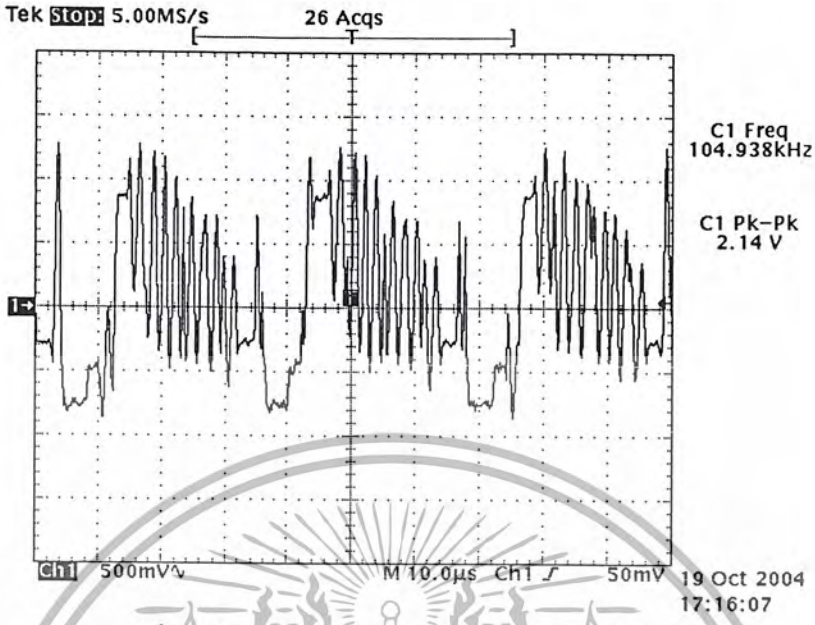
3.2.2 ส่วนของการผลิตสัญญาณภาพรวม (RGB to AV Converter)

ส่วนของการผลิตสัญญาณภาพรวมเป็นส่วนที่ใช้ในการแปลงรูปแบบของสัญญาณจากระบบฝังตัว ให้อยู่ในรูป แบบ สัญญาณภาพรวม (composite signal) ที่สามารถแสดงผลได้ทั่วไปกับหน้าจอที่สามารถรับข้อมูลรูปแบบนี้ได้ จึงยืดหยุ่นต่อการนำไปใช้งาน โดยสัญญาณที่ ระบบฝังตัว ผลิตออกมานั้น จะมีรูปแบบเหมือนกันกับสัญญาณที่ออกมาจากการ์ดจอในคอมพิวเตอร์ คือมีลักษณะเป็นสัญญาณ R G B



รูปที่ 3.4 RGB to AV Converter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



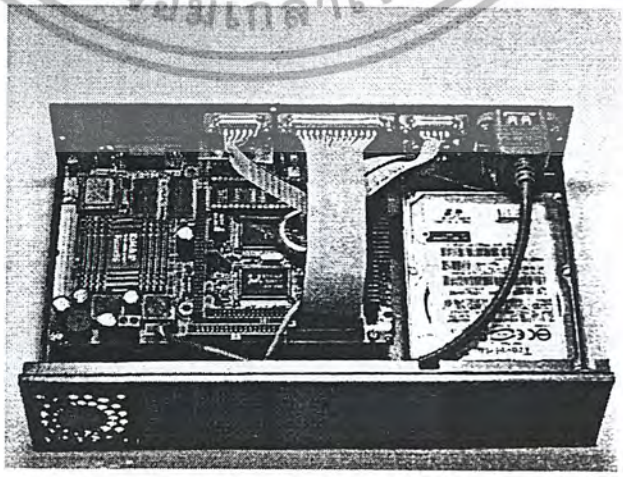
รูปที่ 3.5 สัญญาณที่แปลงจากสัญญาณ RGB เป็น AV

3.2.3 หน่วยความจำ (Storage)

หน่วยความจำเป็นส่วนที่ใช้ในการเก็บข้อมูลต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นค่าพิกัดต่าง ๆ ที่รับเข้ามาทาง เครื่องรับ GPS และข้อมูลของแผนที่ ในการทดสอบนี้ใช้ Harddisk ที่ต่อกับคอมพิวเตอร์

3.2.4 ระบบฝังตัว (Embedded system)

ระบบฝังตัวเป็นระบบที่ใช้ในการดำเนินการต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นส่วนที่ใช้ในการประมวลผลข้อมูลต่าง ๆ การทำงานของโปรแกรม ข้อดีของระบบนี้คือ ระบบนี้มีรูปแบบการต่อใช้พอร์ต ต่าง ๆ มากมายและคล้ายกับคอมพิวเตอร์ ทำให้สะดวกในการต่อใช้งาน



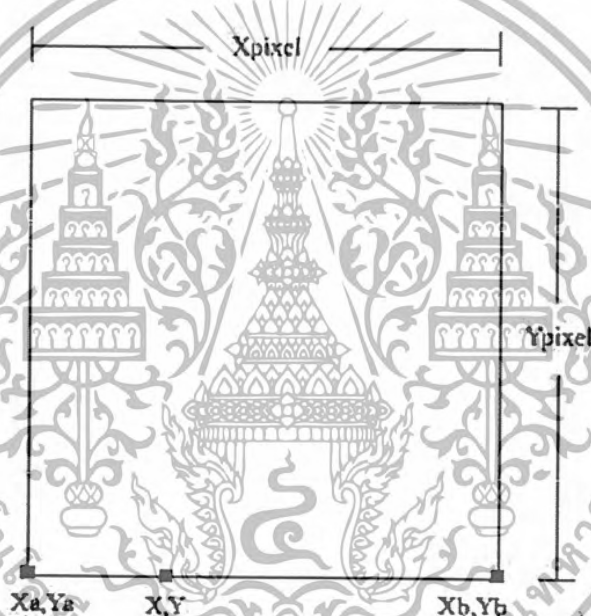
รูปที่ 3.6 Embedded Board ที่เลือกใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การแสดงพิกัดบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ในพิกัด x,y

ในการแสดงผลบนจอคอมพิวเตอร์ ต้องใช้หน่วยพิกเซลในการกำหนด ตำแหน่งซึ่งต่างจากการกำหนดพิกัดในแผนที่ซึ่งใช้หน่วย ละติจูด/ลองติจูด ซึ่งเป็นหน่วยเดียวกันกับที่ใช้เครื่องรับ GPS ในการเปลี่ยนตำแหน่งจากละติจูด/ลองติจูดไปเป็นหน่วยพิกเซลในพิกัด x,y บนจอคอมพิวเตอร์นั้น มีหลักการดังนี้

เริ่มจากการกำหนดจุดตรึงขึ้นมา 3 จุด เพื่อใช้เป็นจุดอ้างอิงซึ่งแต่ละจุดในจุดนี้จะต้องอยู่บนโลกจริงๆ ซึ่งถูกระบุในหน่วย องศา/ลิปดา กับจุดที่อยู่บนแผนที่ซึ่งถูกเก็บไว้บนคอมพิวเตอร์ซึ่งถูกระบุไว้ในหน่วย พิกเซลดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 การกำหนดจุดอ้างอิงบนพื้นโลก

กำหนดให้

Xa,Ya คือค่าลองติจูดและละติจูดที่จุดอ้างอิง A (มุมล่างซ้ายของแผนที่)

Xb,Yb คือค่าลองติจูดและละติจูดที่จุดอ้างอิง B (มุมล่างขวาของแผนที่)

X,Y คือค่า X , Y บนจอภาพ

Xpixel คือจำนวน pixel ในแนวแกน X

Ypixel คือจำนวน pixel ในแนวแกน Y

การหาอัตราส่วนการอ้างอิงตำแหน่งบนพื้นโลก

$$\triangle x = (Xb-Xa)/Xpixel$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$\triangle y = (Yb-Ya)/Ypixel$

เมื่อต้องการจะแสดงตำแหน่งขึ้นมาบนจอภาพ

$X = (Xp - Xa)/\triangle x$

$Y = (Yp - Ya)/\triangle y$

3.4 ผังการทำงานของโปรแกรม

3.4.1 ผังการทำงานของชุดเครื่องรับ GPS

การทำงานเริ่มต้นคือ ทำการอ่านค่าจากเครื่องรับ GPS เข้ามา แล้วทำการเลือกประโยคที่ต้องการ จากนั้นทำการเก็บค่าที่เลือกมานั้นไว้ในหน่วยความจำและนำค่าที่ได้นั้นมาแสดงบนแผนที่ ดังจะแสดงในรูปที่ 3.8

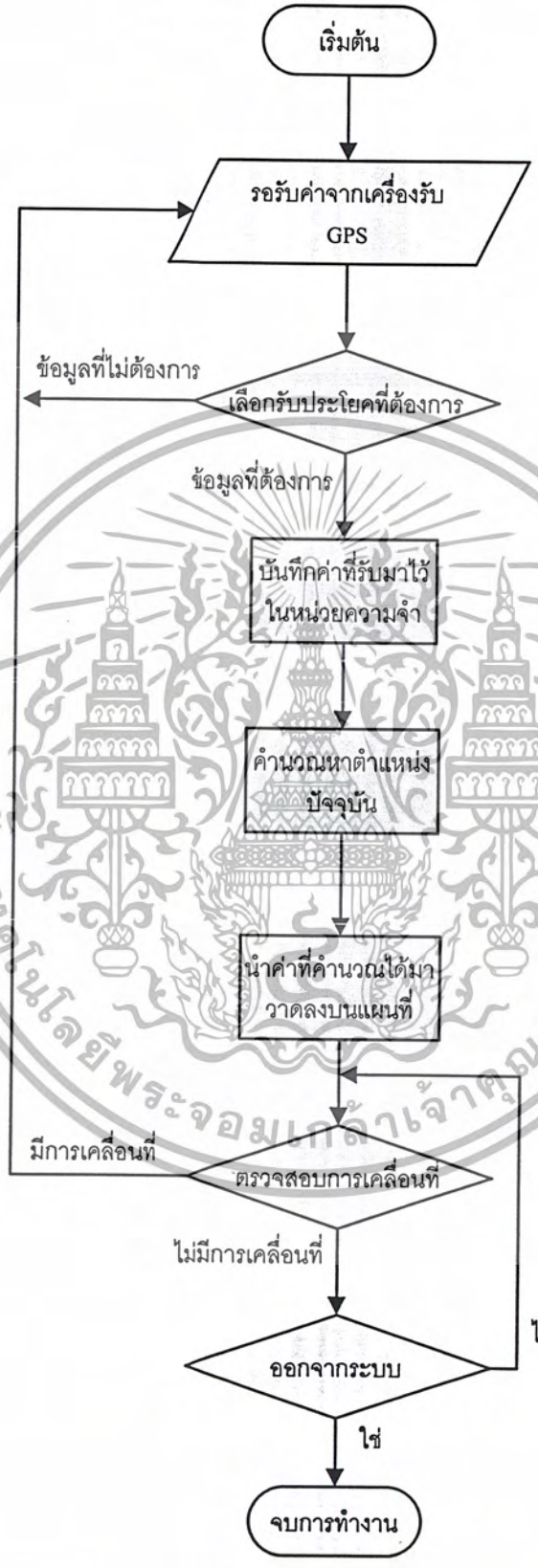
3.4.2 ผังการทำงานการวาดแผนที่ลงบนหน้าจอ

การทำงานเริ่มต้นคือ ทำการกำหนดขนาดพื้นที่อ้างอิง เพื่อใช้เทียบความถูกต้อง แล้วทำการหาจุดศูนย์กลางของแผนที่ จากนั้นทำการบวกและลบค่าจากจุดศูนย์กลางด้วยค่าคงที่ เพื่อกำหนดรายระเอียดของแผนที่ที่จะวาด จากนั้นทำการหาระยะห่างทั้งแนวนอนและแนวตั้ง ภายในแถวเดียวกัน อ่านค่าตำแหน่งที่ต้องการจะวาดจากหน่วยความจำ แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าจริงที่ได้ออกมาว่าจะวาด ณ ตำแหน่งใดบนจอภาพ ดังจะแสดงในรูปที่ 3.9

3.4.3 ผังการทำงานการหาเส้นทาง

การทำงานเริ่มต้นคือ เมื่อทราบค่าปลายทางจากผู้ใช้ ระบบจะทำการตรวจสอบว่าปลายทางและต้นทางนั้น อยู่ใกล้กับซอยหรือถนนใดในฐานข้อมูลที่ทำการเก็บข้อมูลเส้นทาง จากนั้น ทั้งจุดต้นทางและปลายทาง จะทำการหาเส้นทางว่าจะออกมายังถนนหลักด้วยเส้นทางใด แล้วจึงทำการหาเส้นทางบนถนนสายหลัก ดังจะแสดงในรูปที่ 3.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 ผังการทำงานในส่วนของชุดเครื่องรับ GPS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.9 ผังการทำงานในส่วนของการวาดแผนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.10 ผังการทำงานในส่วนของการหาเส้นทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

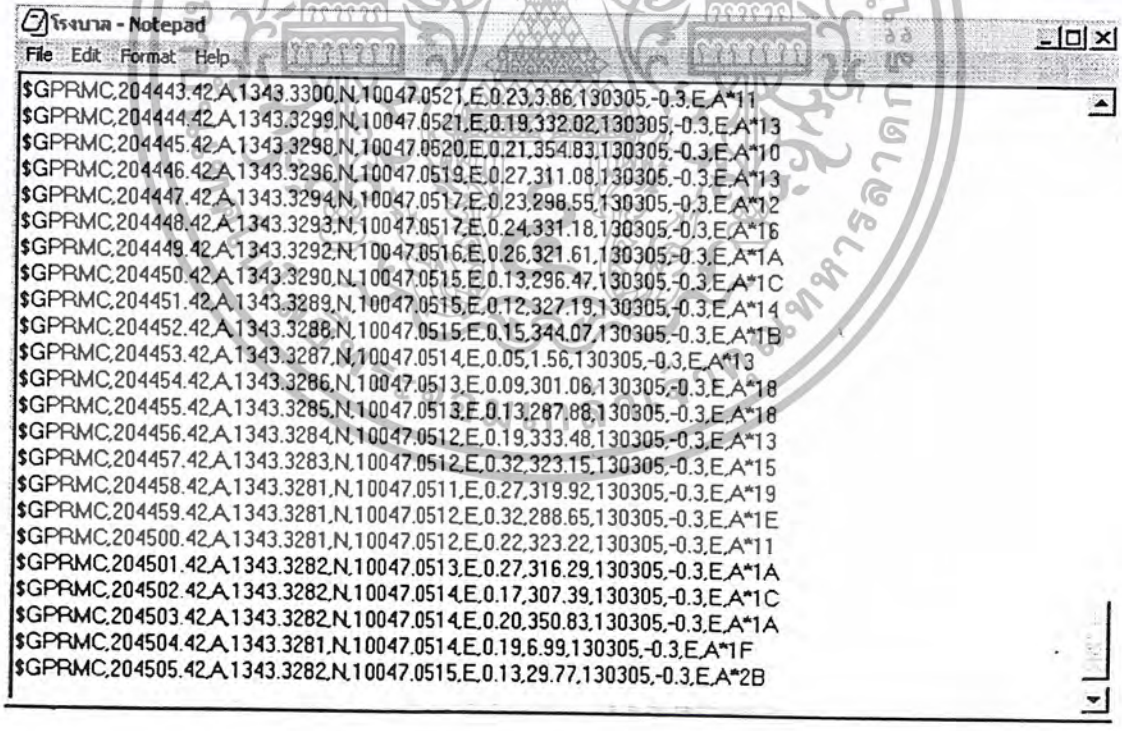
บทที่ 4
ผลการทดลอง

ผลการทดลองกล่าวถึงการทำงานส่วนต่างๆ ที่ได้พัฒนาขึ้นในโครงงานนี้ โดยแบ่งเป็น 3 หัวข้อการทดลองหลัก ๆ คือ การทดสอบการรับค่าจากโมดูลเครื่องรับ GPS ส่วนของการทำงานของโปรแกรมและส่วนของการแสดงผลออกทางหน้าจอ

4.1 ทดสอบการรับค่าจากโมดูลเครื่องรับ GPS

วัตถุประสงค์ของการทดลอง

1. ทดสอบการทำงานของโมดูลเครื่องรับ GPS
2. ตรวจสอบผลของข้อมูลที่รับได้ว่าถูกต้องตามความต้องการหรือไม่
3. สามารถนำข้อมูลที่รับไปใช้ได้งานได้ถูกต้อง



รูปที่ 4.1 ผลการรับข้อมูลจากเครื่องรับ GPS

จากรูปที่ 4.1 เป็นการทดลองการรับข้อมูลจากเครื่องรับสัญญาณ GPS โดยต่อผ่านวงจร MAX232 กับเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ตอนุกรม โดยใช้โปรแกรมที่ได้สร้างขึ้นเลือกเก็บ

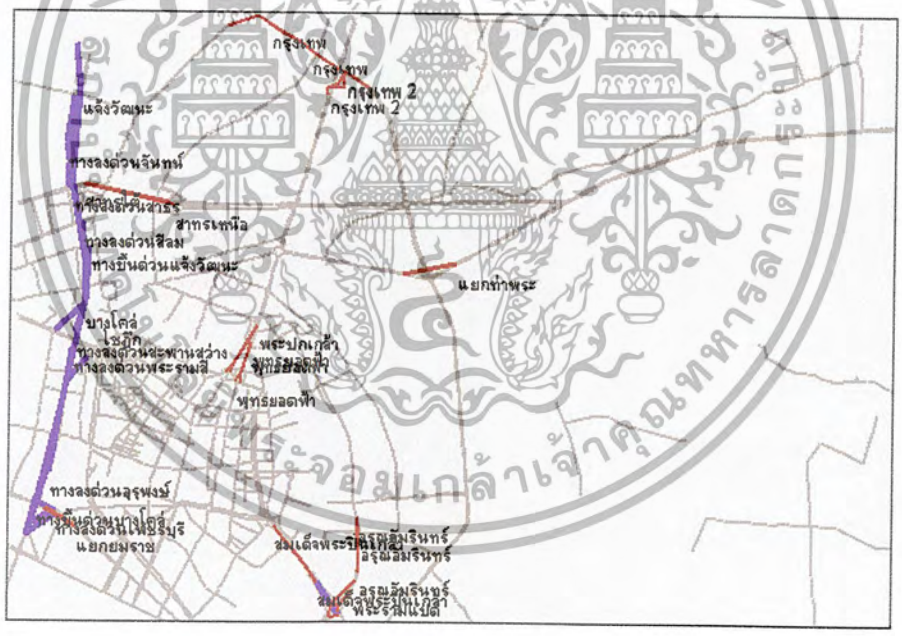
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฉพาะรูปประโยคที่ต้องการ ในการรับค่าเข้ามาทางพอร์ตอนุกรมและแสดงผล ตามมาตรฐานของ NMEA 0183 ดังรูปที่ 4.1 เป็นตัวอย่างการทดสอบรับสัญญาณ GPS ณ รพ.ลาดกระบัง เขตลาดกระบัง

4.2 ทดลองการทำงานของโปรแกรม

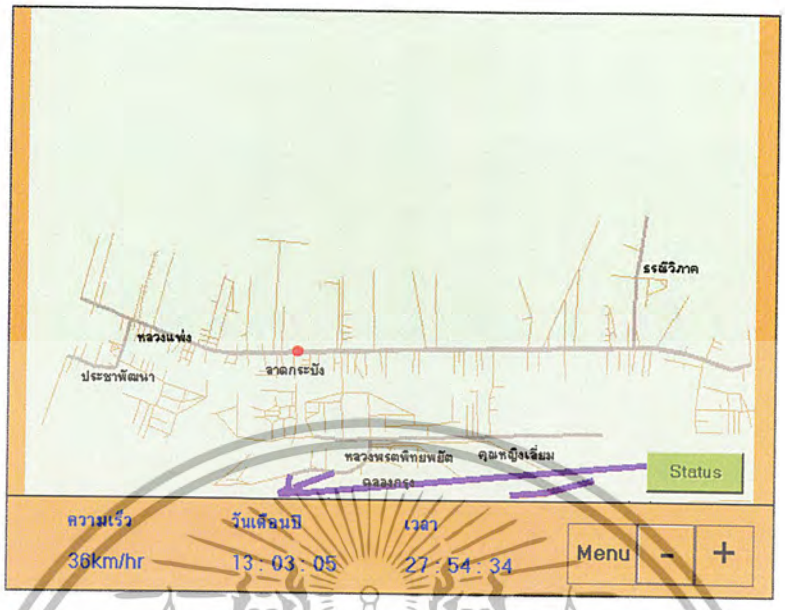
4.2.1 วัตถุประสงค์การทดลอง

1. ทดสอบการวาดแผนที่ของโปรแกรม
2. ทดลองการทำงานของโปรแกรมในการรับสัญญาณเพื่อแสดงตำแหน่งปัจจุบัน
3. ทดลองการค้นหาสถานที่เมื่อผู้ใช้งานต้องการทราบ
4. ทดสอบการค้นหาเส้นทางในการเดินทางเมื่อผู้ใช้งานต้องการทราบ
5. ทดสอบการปรับระดับการมองของแผนที่



รูปที่ 4.2 การวาดแผนที่ของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



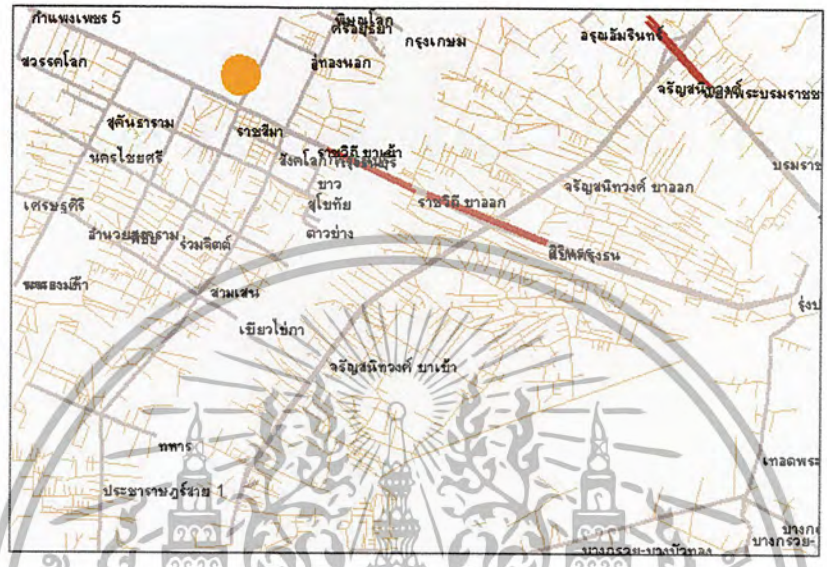
รูปที่ 4.3 การทำงานของโปรแกรมในการรับสัญญาณเพื่อแสดงตำแหน่งปัจจุบัน

จากรูปที่ 4.3 หน้าต่างแสดงการระบุตำแหน่ง โดยที่ระบบจะทำการแสดงตำแหน่งปัจจุบันที่ เครื่องรับ GPS รับสัญญาณได้หรือถ้าเครื่องรับ GPS ไม่สามารถรับสัญญาณได้จะแสดงตำแหน่งสุดท้ายที่เครื่องรับ GPS สามารถรับได้บนหน้าจอ ซึ่งจะแสดงที่จุดศูนย์กลางของจอภาพ โดยที่จะกำหนดการแสดงผลไว้ที่ 640 x 480 pixel และจะทำการวาดแผนที่ขึ้นมาบนหน้าจอ เมื่อเครื่องรับ GPS ได้รับสัญญาณ จะทำการแสดงตำแหน่งปัจจุบันตลอดเวลา ทำให้ทราบการเคลื่อนที่ของรถยนต์ได้

รูปที่ 4. 4 หน้าต่างการเลือกสถานที่ในการค้นหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.4 แสดงหน้าต่างที่ใช้ในการเลือกสถานที่เพื่อให้โปรแกรมทำการค้นหา โดยระบบจะรอรับค่าสถานที่ที่ต้องการค้นหาจากผู้ใช้งาน

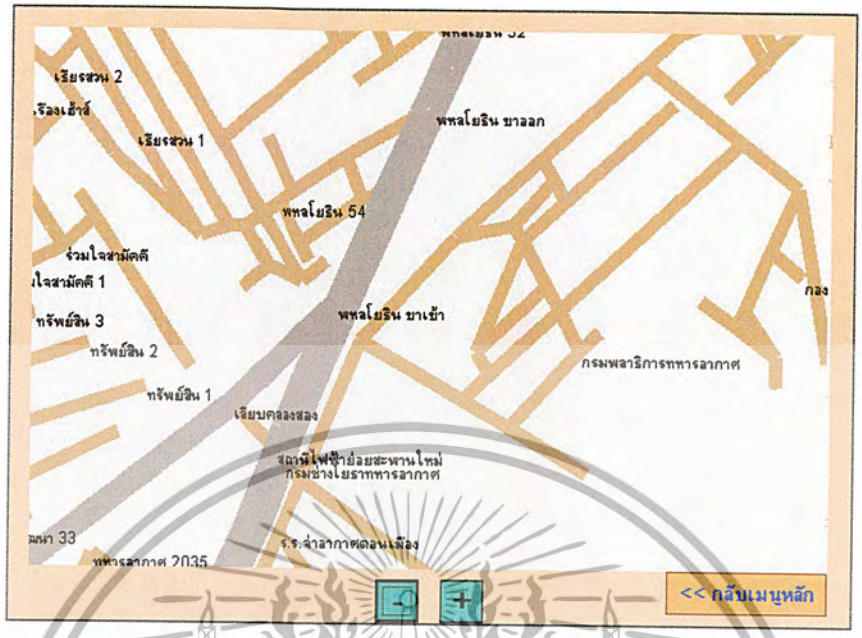


รูปที่ 4.5 ผลของการค้นหาสถานที่ของโปรแกรม

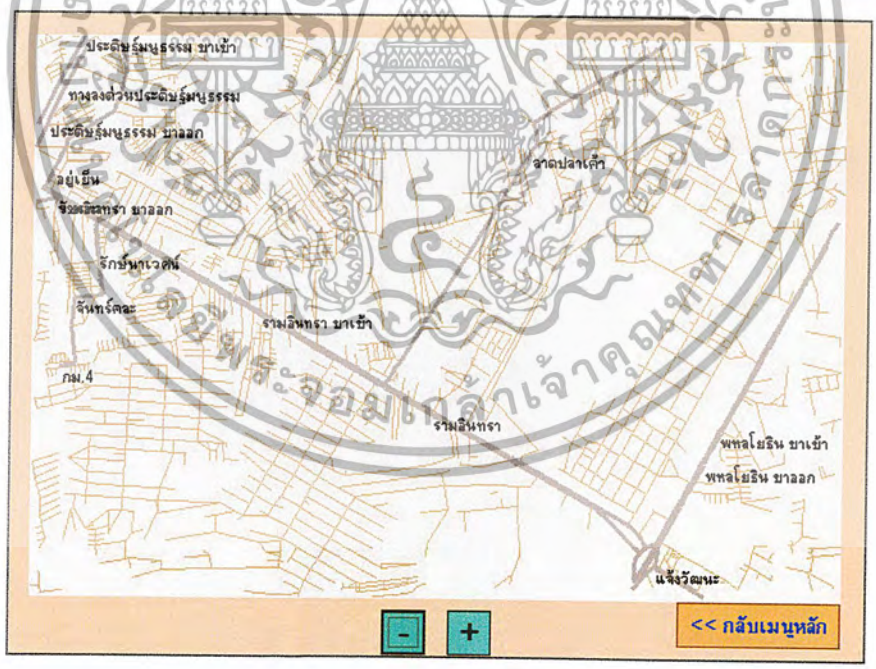
จากรูปที่ 4.5 หน้าต่างแสดงตำแหน่งของสถานที่ โดยโปรแกรมทำการค้นหาสถานที่จากฐานข้อมูลเมื่อผู้ใช้งานเลือกสถานที่ ที่ต้องการค้นหาแล้วระบบจะระบุตำแหน่งของสถานที่นั้นขึ้นแสดงบนแผนที่

ระบบสามารถปรับระดับการมองเห็นได้ 3 ระดับ ขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ใช้เอง โดยกดปุ่มได้ที่แป้นพิมพ์ จะแสดงดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

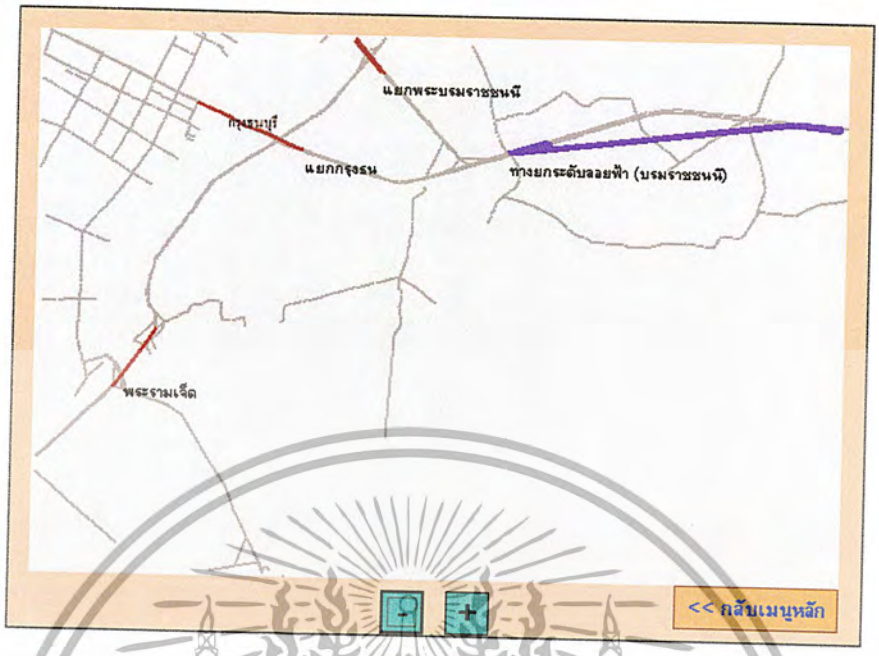


รูปที่ 4.6 ระดับมุมมองแคบ



รูปที่ 4.7 ระดับมุมมองปกติ

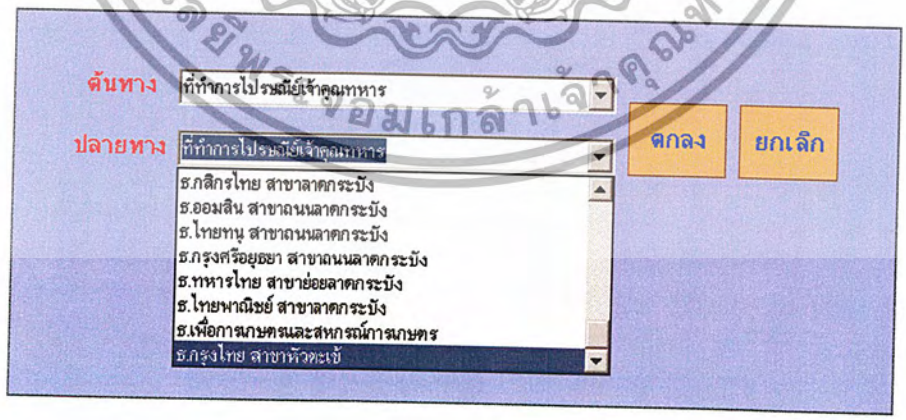
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 ระดับมุมมองกว้าง

4.2.2 การกำหนดการหาเส้นทาง

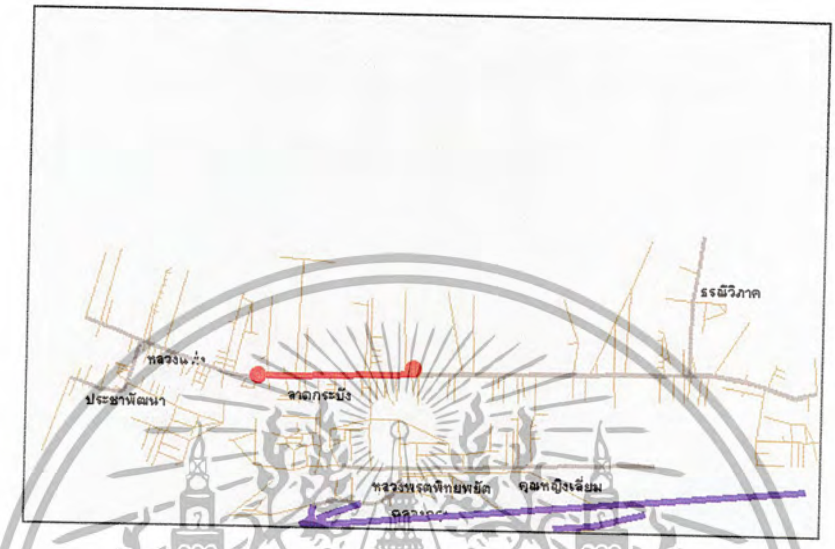
การกำหนดการหาเส้นทางจะทำได้เมื่อผู้ใช้กดปุ่มเกี่ยวกับการหาเส้นทาง จะแสดงหน้าต่างขึ้นมาให้เลือกต้นทางและปลายทางเป็นสถานที่ใด เช่น โรงพยาบาล สถานีตำรวจ ไปรษณีย์ ฯลฯ ดังแสดงดัง รูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 หน้าต่างการกำหนดเส้นทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลของการหาเส้นทางจะแสดงออกมาในรูปแบบของเส้นทางที่สั้นที่สุดที่เดินทางจากต้นทางไปถึงปลายทางที่ผู้ใช้ได้ทำการเลือกไว้ โดยจะแสดงเป็นเส้นทางสีแดงดังรูปที่ 4.10

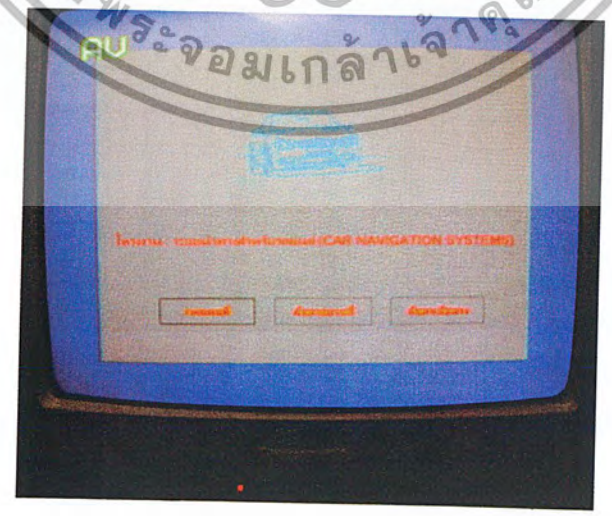


รูปที่ 4.10 ผลที่ได้จากการหาเส้นทาง

4.3 ทดสอบการแสดงผลของวงจร RGB to AV Converter

วัตถุประสงค์การทดลอง

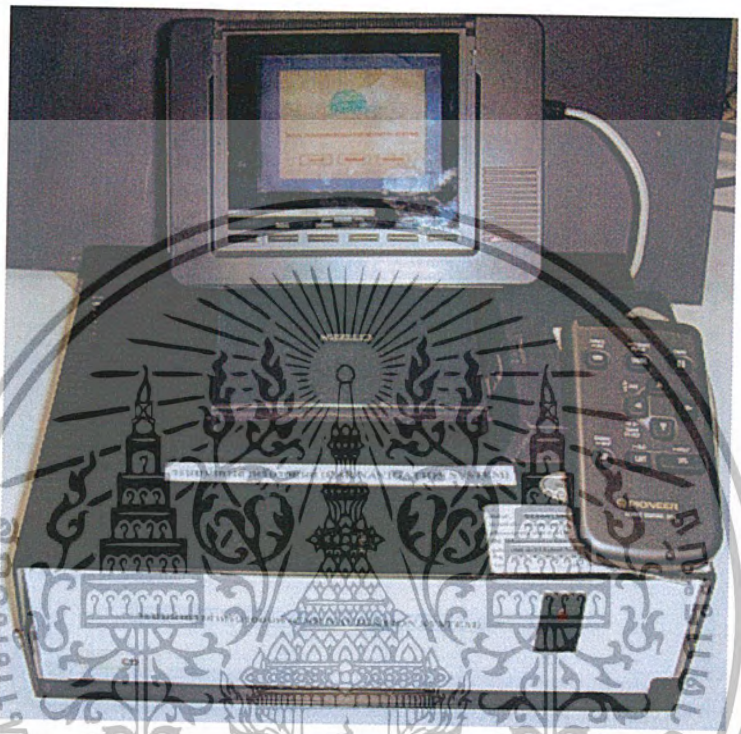
1. ทดลองการแสดงผลของสัญญาณภาพรวม
2. ทดลองการต่อวงจรโดยผ่านพอร์ตแสดงผลได้ถูกต้อง



รูปที่ 4.11 ผลที่ได้จาก RGB to AV Converter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.11 เป็นผลทดลองการแสดงผลข้อมูลจากวงจร RGB to AV Converter ซึ่งต่อโดยตรงกับระบบฝังตัว โดยผ่านทางพอร์ตแสดงผล (DB15) แล้วต่อกับอุปกรณ์แสดงผลที่สามารถรับสัญญาณภาพรวมได้



รูปที่ 4.12 การต่อใช้งานจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุป

5.1 สรุปผลการพัฒนาโครงงาน

โครงงานนี้ได้สำเร็จตามจุดประสงค์และขอบเขตที่ได้ตั้งไว้คือ ระบบฝังตัว สามารถรับค่าที่ได้จากเครื่องรับ GPS เพื่อนำตำแหน่งที่รับได้นั้นมาแสดงและทำการติดต่อกับหน่วยความจำเพื่อทำการเก็บข้อมูลและทำการนำข้อมูลที่มีอยู่มาทำการประมวลผลเพื่อแสดงเป็นแผนที่บนจอภาพได้ รวมทั้งสามารถทำการหาเส้นทางได้ตามที่ผู้ใช้ต้องการได้

จากการทำโครงงานนี้ เป็นต้องศึกษาความรู้หลายด้าน คือ ระบบ GPS, การเขียนโปรแกรมบนระบบฝังตัว ซึ่งความรู้ที่ได้จากการศึกษาและการทำโครงงานนี้ ทำให้เข้าใจระบบวิศวกรรมสารสนเทศมากขึ้น เพราะเป็นการนำความรู้ด้าน การสื่อสาร, เทคโนโลยีใหม่ และอิเล็กทรอนิกส์มาใช้รวมเข้าด้วยกัน

5.2 ปัญหาที่เกิดขึ้น

5.2.1 สัญญาณภาพรวม

ส่วนของการติดต่อกับผู้ใช้ ต้องแสดงผลออกมาให้ดูง่าย เข้าใจง่าย มีมาตรฐานของสัญลักษณ์เดียวกัน การแสดงผลในรูปแบบของสัญญาณภาพรวมนั้น แสดงผลออกมาได้ไม่ชัดเท่าที่ควรในรายละเอียดขนาดเล็ก ๆเนื่องจากการแปลงข้อมูลนี้จะทำให้รายละเอียดของข้อมูลลดลง

5.2.2 ข้อจำกัดของระบบ GPS

สัญญาณที่ส่งมายังเครื่องรับ GPS ไม่สามารถทะลุผ่านของแข็ง เช่นอาคาร หรือใต้ทางด่วนได้ และสถานที่ต้องไม่แคบเกินไปเพราะเครื่องรับ GPS จะต้องรับสัญญาณจากดาวเทียม GPS ถึงอย่างน้อย 3 ดวง ข้อจำกัดในเรื่องความคลาดเคลื่อนของข้อมูลตำแหน่งพิกัด ซึ่งเครื่องรับ GPS ทั่วไปจะรับสัญญาณได้ตำแหน่งที่ไม่เที่ยงตรงมากเท่ากับของทหาร ซึ่งต้องถูกเข้ารหัสกับสัญญาณสุ่ม ตามที่กระทรวงกลาโหมของสหรัฐกำหนดไว้ จึงไม่สามารถรับค่าตำแหน่งได้ แม่นยำเท่าที่ควร ส่วนความแม่นยำและความไวของเครื่องรับ GPS นั้นขึ้นอยู่กับการที่เลือกใช้เครื่องรับ GPS

5.2.3 ปัญหาด้านโปรแกรม

การเขียนโปรแกรมต้องมีประสิทธิภาพดีเพราะว่าต้องใช้หน่วยความจำสูงมาก จึงต้องมีการจัดการกับหน่วยความจำให้คุ้มค่ามากที่สุด มิเช่นนั้น โปรแกรมจะทำงานได้ช้ามาก เนื่องจากข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่มีนั้นขนาดใหญ่มาก ต้องมีการพิจารณาข้อมูลทั้งหมด ปัญหาที่ทำให้ช้ามากที่สุดก็คือการหาเส้นทาง ต้องมีอัลกอริทึมที่ดีเพื่อใช้หาเส้นทางที่จำนวนโหนดมาก ๆ

5.2.4 ข้อมูลแผนที่

ข้อมูลแผนที่ดิจิตอล เป็นการเก็บข้อมูลตำแหน่งทีละจุดจากสถานที่จริง ตามจุดที่ต้องการทั้งหมด โดยถ้ายิ่งความละเอียดสูงก็จะทำให้ได้ข้อมูลที่ละเอียดมาก การเก็บข้อมูลดังกล่าวจึงทำให้การเก็บข้อมูลต้องมีค่าใช้จ่ายฐานข้อมูลจึงมีราคาแพงไปด้วย

5.3 ข้อเสนอแนะ

ในการนำไปใช้งานทางด้านธุรกิจนอกจากระบบต้องมีประสิทธิภาพที่ดีแล้วค่าใช้จ่ายก็เป็นส่วนสำคัญ ในการใช้งานจริงต้องติดต่อหาแผนที่ดิจิตอลให้ได้ ติดอยู่ที่ราคาที่แพง หน่วยความจำควรมีขนาดใหญ่ เพียงพอสำหรับเก็บข้อมูลต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นตัวแผนที่เอง และส่วนที่ใช้เก็บข้อมูลการเดินทางด้วย ควรเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของโปรแกรมให้มีการจัดการหน่วยความจำให้ดีขึ้น เพื่อเพิ่มความเร็วของการทำงาน

ส่วนของการแสดงผล สามารถพัฒนาให้การแสดงภาพของแผนที่แสดงออกมาได้สวยมากยิ่งขึ้น เพราะการแสดงชื่อของถนนยังไม่สมบูรณ์เท่าที่ควร รวมไปถึงการแสดงผลเมื่อทำการหาเส้นทางด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] ศุภฤกษ์ ชัยชนะ. **"แผนที่ตัวเลข."** [Online]. เข้าถึงได้จาก :
http://www.geocities.com/sup2822911/. 2004.

[2] อนันต์ คำภีระ. **"ความรู้เกี่ยวกับแผนที่เบื้องต้น."** [Online]. เข้าถึงได้จาก :
http://www.physics.sci.rit.ac.th/sciencefac/artic/map/map.htm. 2004.

[3] Surasak Sanguanpong. 1999. **Basic Routing Concepts.** [Online] . Available :
http://www.cpe.ku.ac.th/~nguan/ class/204421/slides/routing1.pdf.

[4] Robin Kravets and Haiyun Luo. 2005. **Internet Routing.** [Online]. Available :
http://www-courses.cs.uiuc.edu/~cs438/slides/routing1.pdf.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SPECIFICATION

SPEC NO. : SP07CT55110-010

PART NO. : 07P011317000120

PRODUCT NAME : GPS RECEIVER/CT-5511

DESCRIPTION : 48N/3.3V/HFL/20P/C/3020

REVISION STATUS

VERSION	DATE	PAGE	REVISION DESCRIPTION	PREPARED	DESIGNED	APPROVED
d01	2003/12/19	Whole	New Issued	Hark	Johnny	Fred
d02	2004/01/14	All	Software Update	Daniel	Johnny	Fred

Prepared By	Designed By	Approved By
夏長福	李光強	簡維元

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CIRO All right reserved by Cirocomm Technology Corporation.

INDEX

Item No.	Contents	Page
1.0	Cautions	3
2.0	Absolute Maximum Rating	4
3.0	Normal operating Conditions	4
4.0	Module Specification	5
5.0	Time to First Fix (TTFF)	6
6.0	Module Interface	6
7.0	Communication Specification	6
8.0	Electrical Characteristics	7
9.0	Recommend Antenna Specifical	7
10.0	Dimension and Pin Definition	8
11.0	GPS Receiver Module Configuration	10
12.0	Reference	11

PRELIMINARY

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CIRO All right reserved by Cirocomm Technology Corporation.

1.0 Cautions

GPS (Global Positioning System) is a satellite-based navigation system. In an unobstructed clear view of the sky, GPS works anywhere in the world, 24 hours a day.

GPS is developed and operated by the government of United States. Under the policy of the government, the degradation in accuracy shall occur without prior warnings, and sometimes satellites don't transmit signal due to adjustment, test, and orbital revision.

Please be aware that the performance of the GPS receiver module does not warrant against the above factors.

(Position Accuracy)
Position data and position accuracy are affected or degraded by the satellite geometry, electric magnetic interference, and multipath.

(Equipment)
The high frequency noise will interfere with signal receiving. The high frequency noise within the receiver frequency band, 1575Mhz ± 10MHz, will affect the receiver quality. Also, because of the mixer and modulation, the low frequency noise will be increased by several times. If this increased frequency drops into the 1575MHz ± 10MHz band, it will also affect the receiver quality.

Another warning should be notified. GPS receiver modules should not be placed close to heat and fans. Drastic changes in temperature will degrade the signal receiving strength even when operating within the operation temperature. Crystal and crystal oscillator on PCB ASSY should be kept away from the cooling fan.

(Power)
If the impedance of the power terminal is too high (power cable too thin and over 10 cm long), then S/N will be degraded. Please insert condenser (above 47 μF) into cable terminal to remove ripple.

(Operation)
Static electricity will destroy IC and erase backup data. Wear anti static electricity bundle while you are using the GPS Receive Module).
Besides static electricity, plugging in or out the connector while power on will cause initialization. Make sure this is performed under power-off condition.

(Antenna)
In order to strengthen the sensitivity for car navigation, GPS antenna is suggested to mount on a flat place around 80x80mm.

(Warranty)
If the product fails within one year after the date of delivery while it has been used properly it will be replaced or repaired free of charge.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CIRO All right reserved by Cirocomm Technology Corporation.

(Environmental conditions)

The product should be suitably installed or shielded so that it should not be affected by high frequency (1575.42MHz± 10MHz) noises from other devices like CPUs. Don't allow the airflow from the cooling fan to come directly to the quartz crystal oscillator in the receiver module.

2.0 Absolute Maximum Ratings

Note: This module is not intended to operate under the conditions listed in Absolute Maximum Ratings. Continuous operation under these conditions or exceeding the maximum ratings may result in permanent damage to this device.

Symbol	Parameter	Min	Typ	Max	Units
Vcc	Module Supply Voltage	- 0.3	3.3	3.9	V
V_I	Input Voltage	- 0.3		Vcc	V
T_A	Ambient Temp. (Power applied)	- 40		95	°C
T_{STG}	Storage Temp.	- 40		95	°C

3.0 Normal Operating Conditions

Symbol	Parameter	Min	Typ	Max	Units
Vcc	3.3V Module Supply Voltage	3.0	3.3	3.6	V
Vccn	Supply Voltage Noise*			50	mV_{P-P}
Pw	Module Power Dissipation		165		mW
Top	Operational Temp. (Power applied)	-40	25	85	°C
Vbatt	Keep Internal RTC running	2.5	3.0	5.0	V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น การละเมิดลิขสิทธิ์ยินยอมให้มีการดำเนินคดีตามกฎหมาย และอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

All right reserved by Cirocomm Technology Corporation.

4.0 Module Specification

Dimensions		35.1mm*27.3mm*7.5mm(L*W*H)
Satellite Tracking		12 Parallel channels
RF input	Center frequency	1575.42MHz L1 band, C/A code
	Characteristics impedance	50 ohm
	Signal sensitivity	-145 dBm (Searching Mode) -157 dBm (Tracking)
Positioning system	Default	WGS-84
	Software Selectable	All major coordinate systems
Positioning accuracy	Position	10 m CEP (50%)
	Velocity	0.2m/s (50%)
Follow-up performance	Acceleration	4g
Navigation Update Rate		Default 1 second (see 13.2.5)
Operation Temperature		−40° C to 85° C
Storage Temperature		−40° C to 95° C
Operating voltage		3.0 V..3.6 V (Linearly regulated)
Antenna supply		Same as board supply or Separate external supply (e.g. 5V)
Antenna		External, passive or active
Power drain		50 mA, 165 mW @3.3V (Active antenna power not included)
I/O –port		Dual asynchronous data ports 10 PINs GPIO 1PPS output
Flash memory memory		8 Mbits of on-board volatile (Module firmware used 4Mbits ,remainder 4Mbits for user define)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CIRO All right reserved by Cirocomm Technology Corporation.

5.0 Time To First Fix (TTFF)

Typical Condition: 8 satellites in view + all previous conditions stand.

Hot Start (time, position, valid ephemeris, and valid almanac)	12 seconds
Warm Start (time, position, no ephemeris, and valid almanac)	35 seconds
Cold Start (no time & position, no ephemeris, and no almanac)	50 seconds

6.0 Module Interface

RF input connector	H.F.L connector .
I/O connector (Power supply, serial data)	Pin header (2x10 pin)

7.0 Communication Specification

Communication method	Start-stop synchronization
Transfer rate input/output	2400/4800/9600/ 19200/115200bps (Default 9600, see 13.2)
Logic levels	TTL compatible
I/O code	ASCII
Communication format	Binary

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CIRO All right reserved by Cirocomm Technology Corporation.

8.0 Electrical Characteristics

Item	Symbol	Parameter	Min	Typ	Max	Units
Vcc		Module Supply Voltage	3.0	3.3	3.6	V
Input Voltage	VIH	Input signal high level	.7(Vcc-0.3)		Vcc	V
	VIL	Input signal low level	-0.3		.3(Vcc-0.3)	V
Output Voltage	VOH	Output signal high level IOH = 1mA	.8(Vcc-0.3)		Vcc	V
	VOL	Output signal low level IOL = 1 mA	0		.22Vcc	V

9.0 Recommended Antenna Specification

Antenna

Center frequency	1575.42MHz
Polarization	Right-handed circular polarization
Gain	-5dBi or more (5° < Angle of elevation)
Axis ratio	3dB typical (Angle of elevation = 90°)

Pre-amplifier

Gain	15~25dB (included antenna cable loss)
Noise figure (NF)	2.5dB or less

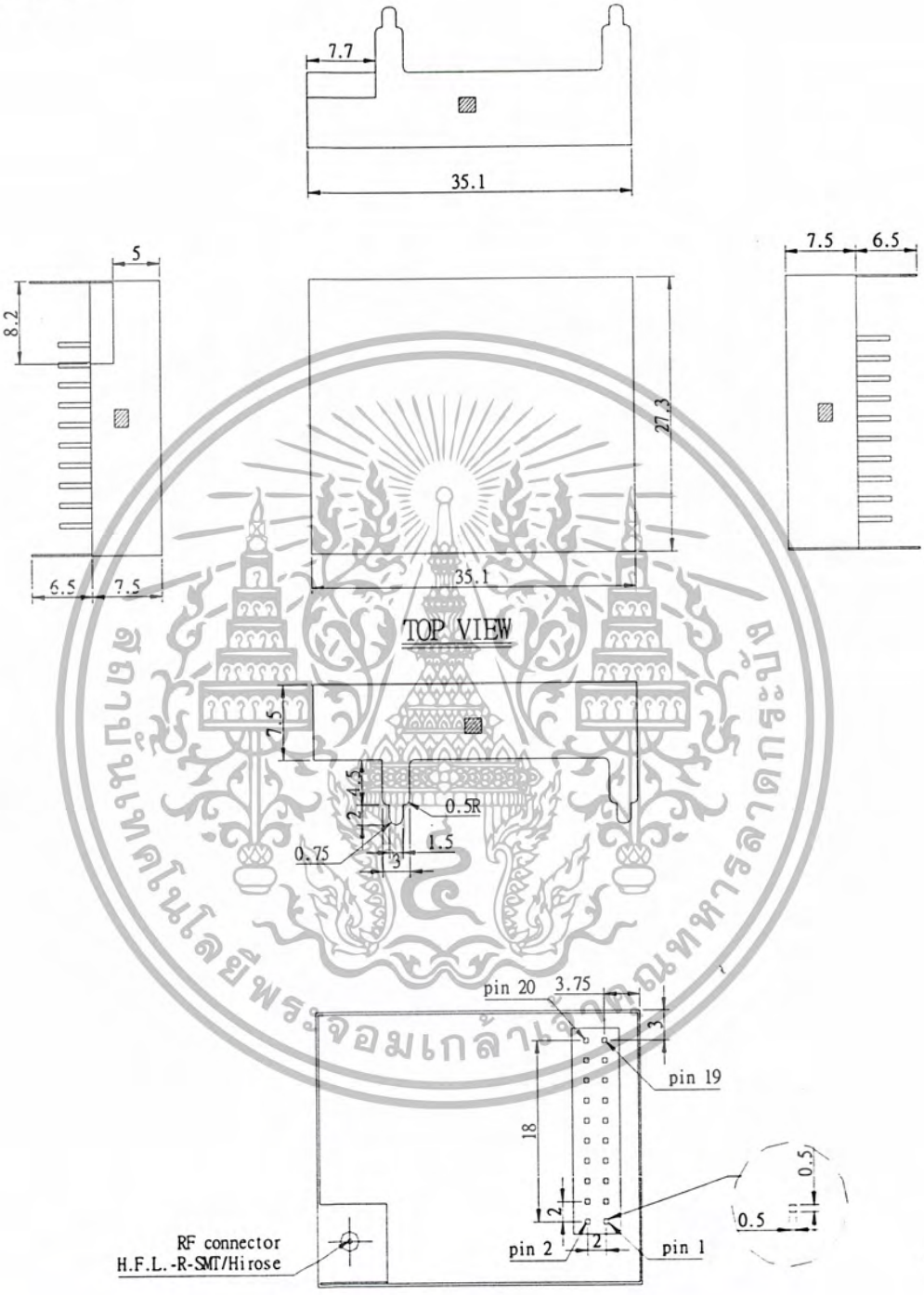
Overall Specification

Gain	17dBi or more (Angle of elevation = 90°)
Output impedance	50 ohms
Output VSWR	2.0 or less
Supply voltage	External supply,according to antenna requirement Internal supply (Pin7 and Pin9 Short) 3V
Maximum Current consumption	30mA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CIRO All right reserved by Cirocomm Technology Corporation.

10.0 Dimension



BOTTON VIEW

Unit of Measurement: mm
Error of Measurement: ±0.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CIRO All right reserved by Cirocomm Technology Corporation.

Pin Configuration

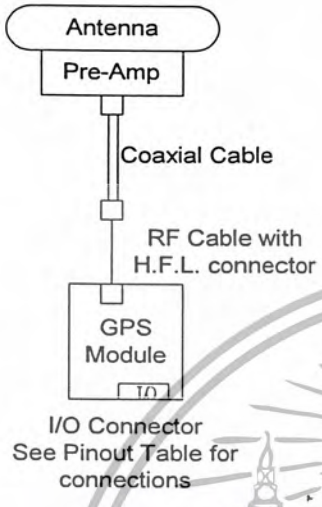
Pin No.	Symbol	I/O	Description
1	GPIO[3]	I/O	General Purpose I/O
2	GPIO[4]	I/O	General Purpose I/O
3	GPIO[5]	I/O	General Purpose I/O
4	GPIO[6]	I/O	General Purpose I/O
5	GND	Ground	Power and signal ground
6	V-Battery	I	At Power-off Mode to keep RTC running.
7	VANT	I	Antenna bias DC Power Supply
8	RXD0	I	UART Port 0, Receive Data
9	VCC	I	Main power input.
10	RESET	I	Module reset input.
11	TXD1	O	UART Port 1, Transmit Data
12	RXD1	I	UART Port 1, Receive Data
13	1 PPS	O	1 PPS signal output
14	TXD0	O	UART Port 0, Transmit Data
15	GPIO[11]	I/O	External Wake-up, Interrupt input
16	GND	Ground	Power and signal ground
17	GPIO[0]	I/O	General Purpose I/O
18	GPIO[1]	I/O	General Purpose I/O
19	GPIO[15]	I/O	Boot Mode select, 1 : FLASH, 0 : UART/SPI
20	GPIO[2]	I/O	General Purpose I/O

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

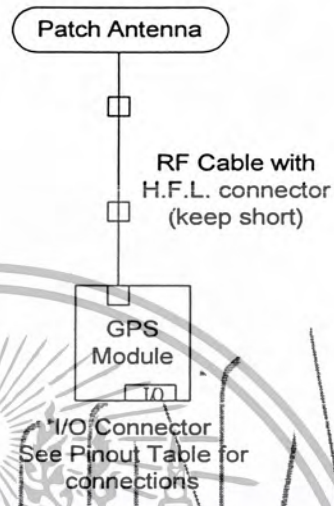
CIRO All right reserved by Cirocomm Technology Corporation.

11.0 GPS Receiver Module Configuration

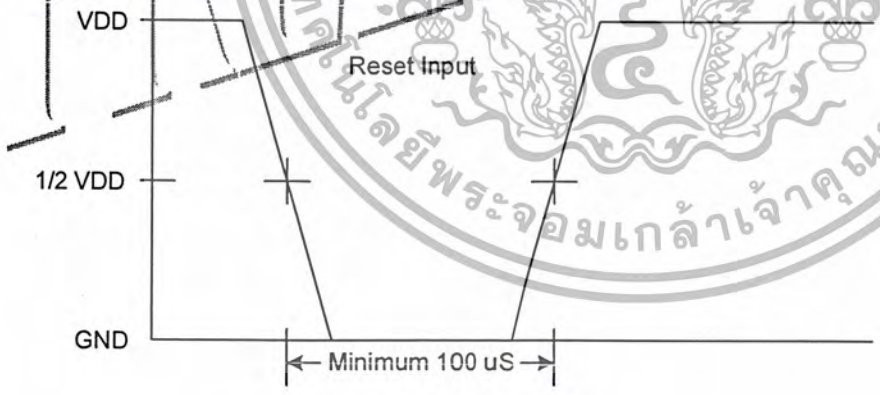
Configuration with Active Antenna



Configuration with Passive Antenna



Reset During Operation
V_{DD} = 3.0 to 3.6V, , temperature = -40 to +85°C



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CIRO All right reserved by Cirocomm Technology Corporation.

12.0 Reference

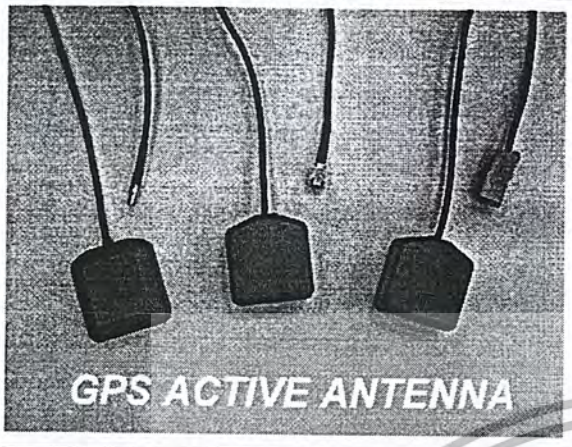
NMEA Commands:
Refer to document (AN07NMEA183-010)

PRELIMINARY

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งนี้ยังรวมทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CIRO All right reserved by Cirocomm Technology Corporation.

GA Series



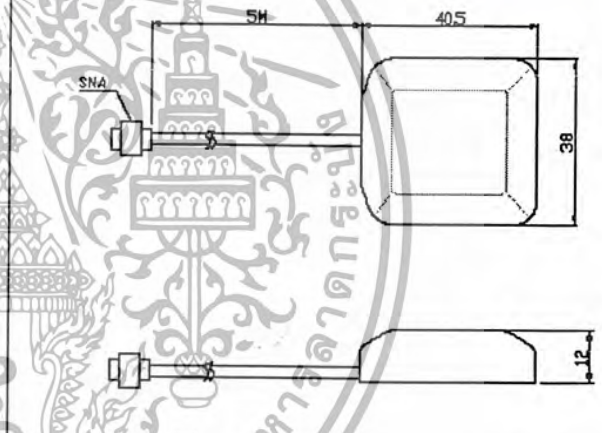
FEATURES

- Build in low noise amplifier
- Variety connectors choice
- Widely input voltage
- High Gain
- Total water -proof design

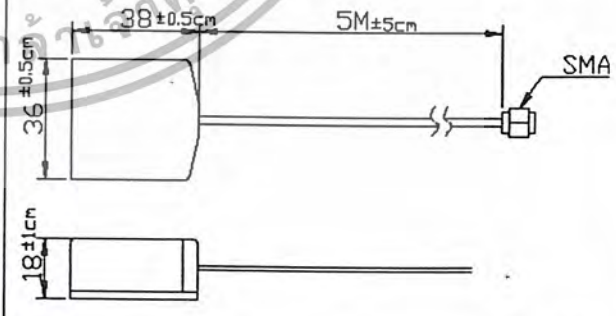
TECHNICAL SPECIFICATIONS

Operating Temperature	-30°C to +85°C
Input Voltage	2.5~5.5V
Power Consumption	at 3V <15mA, at 5V <22mA
Output Connector	GT-5/SMA/MCX/SMB
Mounting	Magnet mount
Waterproof	Test condition JISD0203 S2
Frequency Range	1575.42 MHz ±1.023 MHz
Gain Axial Ratio	90° :2.0dBi Min. 20° :-5.0dBi Min. 90° : 4.0dB Max. (mounted on the 60mm x 60mm square ground plane)
Polarization	RHCP
Output Impedance	50Ω
VSWR	2.0 maximum
Weight	50g Max. (without cable and connector)
LNA	Gain:28±4.5dB(+25°C±5°C) Noise figure:1.5dB max(+25°C±5°C)

OUTLINE & DIMENSIONS



GA-31



GA-32

How to order?

GA- ① ②

①Voltage	②Housing style
3-3~5V	1-Square(flatness) 2-Square(thickness)

- Cable length is available:3m or 5m
- Customer can have their own housing.

Cirocomm Technology Corp.
No. 3, Tze-Chiang 1st Road, Jungli Industrial Park, Taiwan 320
TEL: 886-3-452 4146 FAX: 886-3- 451 1048
E-mail: cirocomm@hotmail.com http://www.cirocomm.com.tw

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้