สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบติดตามยานพาหนะ

GPS Tracking System

โดย

นางสาวมณีวรรณ แสงโสดา

นายอภิรักษ์ ไชยฤทธิ์

นายศุภณุ คำแดงไสย์

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 103069
วัน,เดือน,ปี 27 ส.ค. 2552

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

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GPS Tracking System

BY

Miss. MANEEWAN SANGSODA

Mr. APIRUK CHAIYARIT

Mr. SUPANU KAMDANGSAI

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF

THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR IN DEPARTMENT OF INFORMATION ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2008

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ระบบติดตามยานพาหนะ	
นักศึกษา	นางสาวมณีวรรณ แสงโสดา	รหัสนักศึกษา 49015419
	นายอภิรักษ์ ไชยฤทธิ์	รหัสนักศึกษา 49015435
	นายศุภณุ คำแดงไสย์	รหัสนักศึกษา 49015466
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ไพศาล สิทธิโยภาสกุล	
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	รศ. นิกร สุขุตมตันติ	
ระดับการศึกษา	ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	
	สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ	
ภาควิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ	
ปีการศึกษา	2551	

ปริญญานิพนธ์นี้ได้รับความเห็นชอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาเป็นที่เรียบร้อยแล้ว

.....

(ผศ.ไพศาล สิทธิโยภาสกุล)

อาจารย์ที่ปรึกษา

.....

(รศ. นิกร สุขุตมตันติ)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ระบบติดตามยานพาหนะ	
นักศึกษา	นางสาวมณีวรรณ แสงโสดา	รหัสนักศึกษา 49015419
	นายอภิรักษ์ ไชยฤทธิ์	รหัสนักศึกษา 49015435
	นายศุภณุ คำแดงไสย์	รหัสนักศึกษา 49015466
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ไพศาล สิทธิโยภาสกุล	
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	รศ. นิกร สุขุตมตันติ	
ระดับการศึกษา	ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	
	สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ	
ภาควิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ	
ปีการศึกษา	2551	

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันนี้ระบบติดตามตำแหน่งยานพาหนะ (GPS) ซึ่งเป็นระบบบอกพิกัดได้ทั่วโลกถูกใช้เป็นระบบตรวจสอบเส้นทางการเดินทางของยานพาหนะให้กับธุรกิจ เพื่อความปลอดภัยในการติดตามยานพาหนะ

โครงงานนี้มีองค์ประกอบสองส่วนได้แก่ ศูนย์ติดตามและแสดงผล ซึ่งติดตั้งอยู่กับที่ และส่วนของเครื่องรับตำแหน่งเส้นทางยานพาหนะ ซึ่งจะทำการส่งค่าตำแหน่งเส้นทางการเดินทางและรับคำสั่งระยะไกลจากศูนย์ติดตาม ทั้งสองส่วนติดต่อและรับส่งข้อมูลระหว่างกันผ่านระบบ GPRS ทำให้มีความสามารถในการติดต่อและแสดงผลได้ในเวลาจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	GPS Tracking System
Student	Miss. MANEEWAN SANGSODA ID. 49015419
	Mr. APIRUK CHAIYARIT ID. 49015435
	Mr. SUPANU AMDANGSAI ID. 49015466
Advisor	Asst.Prof. Paisan Sithiyopasakul
	Assoc.Prof. Nikorn Sukutamatanti
Graduate Level	Bachelor Degree of Information Engineering
Department	Information Engineering
Academic Year	2008

ABSTRACT

Nowadays the GPS system that is capable of indicating the location global-wide is used as a vehicle tracking system for security purposes.

This project is composed of two major parts : the monitor and display center and the vehicle tracking unit which transmits the current coordinate to and also receives commands from the center. The system exploits GPRS for data transfer ,resulting in realtime communication and display.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้อย่างดี ด้วยคำแนะนำและคำปรึกษาจาก ผศ.ไพศาล สิทธิโยภาสกุล และ รศ.นิกร สุขุตมตันติ ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์ ข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่านอาจารย์และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุก ๆ ท่าน ที่ได้ประสิทธ์ประสาทวิชาให้กับข้าพเจ้า

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณบุคคลสำคัญที่สุดที่ทำให้มีวันนี้ ก็คือ บิดา มารดา อันเป็นที่เคารพรักยิ่ง ซึ่งเลี้ยงดูมาเป็นอย่างดี พร้อมทั้งโอกาสในการศึกษาอย่างเต็มที่และยังให้กำลังใจเอาใจใส่เสมอมาในทุก ๆ ด้าน ทำให้ข้าพเจ้าสามารถทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี คุณค่าและประโยชน์อันพึงมาจากปริญญานิพนธ์นี้ข้าพเจ้าขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

ผู้จัดทำ

นางสาวมณีวรรณ แสงโสดา

นายอภิรักษ์ ไชยฤทธิ์

นายศุภณุ คำแดงไสย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญรูป	ช
สารบัญตาราง	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของงาน	2
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 เทคโนโลยีจีพีอาร์เอส	3
2.2 เทคโนโลยีจีพีเอส	4
2.2.1 ประเภทเครื่องรับสัญญาณ GPS	6
2.2.2 หน้าที่สำคัญของดาวเทียมจีพีเอสมีดังนี้	9
2.2.3 การทำงานของ GPS	9
2.2.4 การหาตำแหน่งดาวเทียมในระบบ GPS	18
2.2.5 การบอก(คำนวณ)ตำแหน่งพิกัด GPS Receiver	22
2.2.6 ความแม่นยำ (ACCURACY) ของตำแหน่งพิกัด ที่คำนวณได้	23
2.2.7 เทคนิค Differential	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.3 โปรโตคอล NMEA	26
2.4 โปรโตคอล ทีซีพี/ไอพี (TCP/IP Protocol)	33
2.4.1 ชั้นโฮสต์-เครือข่าย (Host-to-Network Layer)	35
2.4.2 ชั้นสื่อสารอินเทอร์เน็ต(The Internet Layer)	35
2.4.3 ชั้นสื่อสารนำส่งข้อมูล(TransportLayer)	38
2.2.4 ชั้นสื่อสารการประยุกต์(ApplicationLayer)	43
2.5 วิชวลซีชาป (Visual C#)	44
2.6 ดอทเน็ตเฟรมเวิค (.Net Framework)	46
2.7 ระบบพิกัดภูมิศาสตร์ (Geographic Coordinate System)	46
บทที่ 3 การออกแบบโครงงาน	49
3.1 ผังแสดงโครงงานระบบติดตามยานพาหนะ	49
3.2 หลักการทำงานของระบบติดตามยานพาหนะโดยรวม	50
3.2.1 การทำงานในส่วนของตัวส่งข้อมูล	52
3.2.2 โปรแกรม Web Tracking	54
3.3 การออกแบบของระบบติดตามยานพาหนะ	55
3.3.1 สภาวะการทำงานในส่วนส่งข้อมูล	55
3.3.2 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมเว็บค้นหาตำแหน่ง	55
3.2.3 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมเว็บค้นหาตำแหน่ง	55
3.3.3 การบันทึกข้อมูล	56
3.3.4 รายละเอียดของฐานข้อมูล	58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 4 ผลการทดลอง	61
4.1 การใช้งาน Web-Application ของผู้ดูแลระบบ	61
4.2 การใช้งาน Web-Application ของผู้ใช้งานทั่วไป	83
4.3 การใช้งานในส่วนของ GPS-Info	87
บทที่ 5 สรุปและวิเคราะห์ผลการดำเนินงาน	91
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน	91
5.2 ปัญหาที่พบในการดำเนินงาน	92
5.3 แนวทางการพัฒนาต่อ	92
บรรณานุกรม	93
ภาคผนวก ก	94

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 สถานีควบคุมระบบดาวเทียมจีพีเอส 5 แห่ง	5
2.2 การโคจรของดาวเทียมจีพีเอสรอบโลก	6
2.3 การวัดตำแหน่งบนพื้นโลก	10
2.4 การนำหนทางบก ทางอากาศ และทางน้ำ	11
2.5 ขั้นตอนการ Encapsulation และ Demultiplexing	34
2.6 โครงสร้าง TCP/IP	35
2.7 IP Header	36
2.8 ICMP Header	38
2.9 UDP Header	39
2.10 TCP Header	40
2.11 การสื่อสารของทีซีพี	41
2.12 การเชื่อมต่อของแพ็กเก็ต	43
2.13 ส่วนการทำงานของซีซาป	45
2.14 การแบ่งกริดโซนระบบพิกัดกริด UTM	48
3.1 ผังโครงงานระบบติดตามยานพาหนะ	49
3.2 การทำงานของระบบติดตามยานพาหนะ	50
3.3โครงสร้างระบบเครื่องรับตำแหน่งยานพาหนะ	51
3.4 โครงสร้างระบบติดตามพาหนะ	52
3.5 ขั้นตอนการทำงานในส่วนโปรแกรมรับข้อมูลจีพีเอส	53
3.6 การทำงานในส่วนโปรแกรมเว็บค้นหาตำแหน่ง	54
3.7 การออกแบบฐานข้อมูล	57
4.1 หน้าเว็บเข้าระบบ	61
4.2 เข้าระบบผิดพลาด	62
4.3 หน้าค้นหาตำแหน่ง	62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.4 ข้อมูลของตำแหน่งยานพาหนะ	63
4.5 หน้าประวัติการเดินทางของยานพาหนะ	64
4.6 การเลือกวันประวัติการเดินทางเริ่มต้น	64
4.7 การเลือกวันประวัติการเดินทางสิ้นสุด	65
4.8 การบอกตำแหน่งและรายละเอียดบนแผนที่	65
4.9 หน้าต่างตั้งค่าผู้ใช้งาน	66
4.10 แสดงหน้าตั้งค้ารายละเอียดผู้ใช้งาน	67
4.11 ตัวเลือกสิทธ์ผู้ใช้งาน	68
4.12 การแก้ไขและทำการบันทึก	69
4.13 การลบรายชื่อ	70
4.14 ความสำเร็จในการลบ	71
4.15 การสร้างผู้ใช้งาน	72
4.16 การสร้างบันทึกรายชื่อเรียบร้อย	73
4.17 หน้าต่างการตั้งค่าคุณสมบัติรถ	74
4.18 หน้ารายละเอียดยานพาหนะ	75
4.19 หน้าบันทึกเรียบร้อยแล้ว	76
4.20 หน้าตั้งค่ากลุ่มรถ	77
4.21 หน้าตั้งค้ากับผู้ใช้งาน	78
4.22 การตั้งค่าและบันทึก	79
4.23 ข้อความออกนอกบริเวณ	80
4.24 แผนที่แบบเส้นทางท้องถนน	81
4.25 แผนที่ภาพถ่ายจากดาวเทียม	81
4.26 แผนที่แบบภูมิประเทศ	82
4.27 การออกจากระบบ	82

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.28 เข้าระบบของบุคคลทั่วไป	83
4.29 หน้ารายละเอียดของยานพาหนะที่ติดตามได้ของบุคคลทั่วไป	84
4.30 หน้าประวัติเส้นทางของบุคคลทั่วไป	84
4.31 หน้าตั้งค่าของบุคคลทั่วไป	85
4.32 หน้าต่างการออกจากระบบของบุคคลทั่วไป	86
4.33 หน้าต่างโปรแกรม GPS-Info	87
4.34 การทำงานของโปรแกรม GPS-Info	88
4.35 การบอกตำแหน่งบนแผนที่แบบเส้นทาง	89
4.36 การบอกตำแหน่งบนแผนที่แบบภาพดาวเทียม	89
4.37 การบอกตำแหน่งบนแผนที่แบบภูมิประเทศ	90
ก-1 อุปกรณ์รับสัญญาณจีพีเอส BU-353	94

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 ขั้นตอนและระยะเวลาการทำโครงงาน	2
2.1 ความหมายของข้อมูลที่อยู่ในเรคอร์ด GGA	27
2.2 ความหมายของข้อมูลที่อยู่ในเรคอร์ด GLL	28
2.3 ความหมายของข้อมูลที่อยู่ในเรคอร์ด GSA	29
2.4 ความหมายของข้อมูลที่อยู่ในเรคอร์ด GSV	30
2.5 ความหมายของข้อมูลที่อยู่ในเรคอร์ด GPRMC	31
2.6 ความหมายของข้อมูลที่อยู่ในเรคอร์ด VTG	32
2.7 สรุปคุณสมบัติของ 6 เรคอร์ดหลักใน NMEA message	33
2.8 แสดงข้อมูลแฟลก	41
3.1 Car_Detail	58
3.2 Brand	58
3.3 Color_Table	58
3.4 Rec_Now	58
3.5 Rec_Now_Log	59
3.6 User_cargroup	59
3.7 User_detail	59
3.8 User_login	59
3.9 Admin	60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมา

ในปัจจุบันเราพบว่า ได้มีการนำเครื่องรับจีพีเอสมาประยุกต์ใช้กับงานอย่างแพร่หลาย ไม่ว่าจะเป็นงานด้านแผนที่ด้านการสำรวจเส้นทาง หรือการนำมาประยุกต์ใช้เป็นระบบนำร่องรถยนต์ การบอกตำแหน่งด้วยระบบของดาวเทียม จีพีเอสเป็นระบบเปิดที่ใคร ๆ ก็สามารถใช้งานได้เพียงแต่มีเครื่องรับจีพีเอสเท่านั้น ก็สามารถใช้งานดาวเทียมจีพีเอสบอกตำแหน่งที่เราอยู่ได้ ซึ่งเป็นการบอกค่าพิกัด ละติจูดและลองติจูด เวลา ความเร็ว และอื่น ๆ

ในธุรกิจที่มีการจัดการทางด้านการให้บริการทางด้านยานพาหนะ มีความต้องการทางด้านความปลอดภัยและต้องการทราบข้อมูลของการใช้บริการของลูกค้าว่ามีการใช้เป็นอย่างไร ทราบถึงสถานะของรถยนต์ว่าตอนนี้กำลังเดินทาง หรือจอดอยู่เพื่อลดการเสียค่าใช้จ่ายของบริษัท อาจทำให้เกิดความเสียหายได้ ซึ่งจะทำให้เกิดผลกระทบต่อธุรกิจจึงได้มีการนำ ระบบจีพีเอสมาเพิ่มความปลอดภัยและลดปริมาณการสูญเสียค่าใช้จ่ายให้กับธุรกิจ

โครงงานนี้เป็นการนำระบบจีพีเอสมาประยุกต์ใช้กับโปรแกรมและแผนที่ที่มีอยู่สร้างขึ้นมาเป็นโปรแกรมที่ให้บริการทางด้านธุรกิจทุกประเภทที่มีการขนส่งสินค้า โดยสามารถติดตามบอกสถานะพร้อมทั้งมีการตั้งขอบเขตในการกำหนดบริเวณในการให้บริการในพื้นที่ด้วย พร้อมทั้งเก็บข้อมูลเส้นทางของลูกค้าที่ได้ทำการเดินทางผ่านเส้นทางที่ไปมา ทำให้ธุรกิจสามารถดูแลผู้ที่กำลังดำเนินการทำงานและสามารถลดค่าใช้จ่ายส่วนเกินกับกับการกระทำของพนักงานได้

1.2 วัตถุประสงค์

1) เพื่อศึกษาระบบติดตามตำแหน่งยานพาหนะ,ระบบจีพีเอส, วิชวลซีชาป (Visual C#) และการรับส่งข้อมูลผ่านระบบจีพีอาร์เอส

2) เพื่อออกแบบระบบติดตามตำแหน่งยานพาหนะด้วยจีพีเอส

3) เพื่อสร้างระบบติดตามยานพาหนะด้วยจีพีเอส

4) เพื่อทดลองและปรับปรุงแก้ไขระบบให้ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ

5) เพื่อสามารถนำไปใช้งานได้จริงและนำไปเป็นต้นแบบเพื่อประยุกต์ใช้งานให้เหมาะสมกับธุรกิจที่ต้องการ

6) เพื่อศึกษาเอสคิวแอล (SQL Data base)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของงาน

1) ผู้ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์สามารถทราบที่อยู่ของรถที่เช่าได้ตลอดเวลา
2) แผนที่อยู่ในขอบเขตประเทศไทย
3) มีระบบฐานข้อมูลเพื่อบันทึกข้อมูลของลูกค้า
4) สามารถทราบสภาวะของยานพาหนะว่ายานพาหนะกำลังเคลื่อนที่ หรือหยุด
5) เมื่อยานพาหนะมีการวิ่งออกนอกพื้นที่จะแสดงข้อความเตือน ที่เซิร์ฟเวอร์
6) สามารถทราบว่ายานพาหนะกำลังมุ่งหน้าไปทิศทางไหน
7) สามารถติดตามยานพาหนะที่มีอยู่ในบริษัททั้งหมด

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1) สามารถเขียนและเข้าใจในภาษาจีพีเอส, วิชวลซีชาปและการรับส่งข้อมูลผ่านจีพีอาร์เอส ได้
2) สามารถออกแบบระบบติดตามตำแหน่งยานพาหนะด้วยจีพีเอส
3) สามารถสร้างระบบติดตามยานพาหนะด้วยจีพีเอส
4) สามารถทดลองและปรับปรุงแก้ไขระบบให้ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ
5) สามารถนำไปมาใช้งานได้จริง
6) สามารถเข้าใจในการทำงานของเอสคิวแอล

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนและระยะเวลาการทำโครงงาน

ID	Task Name	2008							2009		
		Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar
1	ส่งหัวข้อโครงงาน										
2	ศึกษาค้นคว้าและทำความเข้าใจ										
3	วิเคราะห์ส่วนต่างๆ ของโครงงาน										
4	ออกแบบโปรแกรม										
5	ออกแบบฐานข้อมูล										
6	เริ่มเขียนโปรแกรมและฐานข้อมูล										
7	ทดลองและแก้ไข										
8	จัดการเอกสารปริญญานิพนธ์										

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 เทคโนโลยีจีพีอาร์เอส

จีพีอาร์เอสเป็นตัวย่อจากภาษาอังกฤษ " General Packet Radio Service " บริการต่างๆที่ผ่านทางเรดิโออินเตอร์เฟส (Radio Interface) ในระหว่างผู้ใช้ต้นทางและปลายทางซึ่งไม่ว่าจะเป็นแอพพลิเคชันเซิร์ฟเวอร์ (Application Server) หรือแม้แต่ตัวโทรศัพท์เคลื่อนที่เองก็ตามจะถูกแปลงเป็นแพคเก็ตซึ่งมีไอพีแอดเดรส (IP Address) กำกับอยู่ภายใน ซึ่งจะไม่เหมือนเดิมที่เคยใช้กัน (เดิมที่เคยใช้กันคือระบบเรดิโอเฟรม (Radio Frame) ที่ใช้กันในการส่งข้อมูลเสียงพูดบนระบบจีเอสเอ็ม)

อย่างไรก็ดีจีพีอาร์เอส ไม่ได้เป็นลักษณะที่จะสามารถให้บริการได้ด้วยตัวของระบบเอง แต่ตัวมันเองเป็นเพียงแค่แบร์เออร์ (Bearer) ให้กับแอพพลิเคชันต่างๆ ที่ต้องการใช้ความเร็วที่เพิ่มมากกว่าปกติในระบบจีเอสเอ็มที่เคยรองรับอยู่เดิมมาก่อน และระบบจีพีอาร์เอสจะต้องต่อไปยังแพคเก็ตดาต้าเน็ตเวิร์ค (Packet Data Network) ที่เป็นไอพีเน็ตเวิร์คอีกต่อหนึ่ง

ดั้งนั้นผู้ให้บริการเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ ที่จะเปิดให้ใช้ในระบบจีพีอาร์เอสได้นั้นจะต้องทำการติดตั้งระบบเครือข่าย ที่ประกอบด้วยหน่วยหลัก ๆ 2 หน่วยด้วยกันคือ

1. เอสจีเอสเอ็น (SGSN : Serving GPRS Supports Node)
2. จีจีเอสเอ็น (GGSN :Gateway GPRS Support Node)

โดยทั้งสองหน่วยหลักขององค์ประกอบนี้จะถูกเชื่อมต่อเข้าด้วยกันโดยมีอุปกรณ์อื่นๆ เป็นตัวช่วยเพื่อไปร่วมใช้เรดิโออินเตอร์เฟส จากเบสสเตชัน (Base Station) โดยผ่านตัวควบคุมที่เรียกว่าพีซียู (PCU : Packet Control Unit) ที่ติดตั้งไว้ที่ บีเอสซี (BSC : Base Station Controller) ทั้งนี้อาจมองได้ว่าจีพีอาร์เอสเน็ตเวิร์คเป็นอีกเน็ตเวิร์คหนึ่ง ซึ่งเข้าถึงโมบายโฟน ผ่านทางเรดิโออินเตอร์เฟสของระบบจีเอสเอ็มเน็ตเวิร์คเดิม โดยเป็นบริการที่เกี่ยวเนื่องกับการรับส่งข้อมูลเป็นแพคเก็ตโดยตรง

โดยคุณสมบัติเด่นหลักๆ ของระบบจีพีอาร์เอสนี้เห็นจะมีคือ

- การโอนถ่ายข้อมูลที่มีความสามารถในการ รับ-ส่งผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตได้สูงถึง 9 - 40 kbps ซึ่งจะทำให้สามารถรับ-ส่งข้อมูลที่เป็นวิดีโอเมล์หรือ ภาพเคลื่อนไหวต่างๆได้ พร้อมทั้งเชื่อมต่อกับเครือข่ายอินเตอร์เน็ตได้เร็วและมีประสิทธิภาพมากกว่าเดิมรวมถึงการดาวน์โหลดอัพโหลด ได้ง่ายยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ออร์เวย์ออน (Always On) การเชื่อมต่อเครือข่ายและโอนถ่ายข้อมูลสามารถดำเนินต่อไป แม้ในขณะที่มีสายติดต่อเข้ามาก็ตาม จึงทำให้การโอนถ่ายข้อมูลไม่ขาดตอนลง

- ไวเรสอินเตอร์เน็ต (Wireless Internet) ที่เชื่อมต่อเข้ากับเทอร์มินัล (Terminal) เช่นพีดีเอ หรือโน๊ตบุ๊คสามารถที่จะโอนถ่ายข้อมูลได้เร็วขึ้นจากที่เคยเป็นอยู่

2.2 เทคโนโลยีจีพีเอส

โคบอลโพสิชันซิสเต็ม (Global Position System) เป็นระบบบอกตำแหน่งพิกัด ระบบจีพีเอสนี้ได้รับการพัฒนาโดยรัฐบาลสหรัฐอเมริกา สำหรับใช้งานในทางทหาร เพื่อการคำนวณค่าตำแหน่งพิกัดและใช้ในการนำร่องได้ทุกจุดบนพื้นโลก แต่ระบบจีพีเอสยังสามารถนำมาใช้งานในทางพาณิชย์ เพื่อการนำทางหรือเพื่อการสำรวจการทำเหมืองแร่และป่าไม้ ระบบนี้ประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก 3 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 ส่วนศูนย์ควบคุมกลาง (Control Station Segment) ซึ่งเป็นศูนย์ควบคุมระบบและบัญชาการการทำงานของระบบจีพีเอส รวมไปถึงการตรวจตราดูความเรียบร้อยของระบบ ตั้งอยู่ที่ฐานทัพอากาศเมือง Colorado Spring สหรัฐอเมริกา และศูนย์ควบคุมกลางประกอบด้วย

- สถานีสังเกตการณ์ (Monitor Station) จำนวน 5 แห่ง กระจายอยู่ตามจุดต่างๆ ของโลก ได้แก่ ฮาวาย, ควาจาเลน , เอสเซนชันไอซ์แลนด์ , ดิเอโก้ กาเซีย และ โคโลราโดสปริง

- จานส่งสัญญาณภาคพื้นดิน (Ground Antennas) ซึ่งมีอยู่ด้วยกัน 3 จุด ได้แก่ เอสเซนชันไอซ์แลนด์ , เอโก้ กาเซีย, ควาจาเลน

- ศูนย์บัญชาการ (Master Control Station) ตั้งอยู่ฐานทัพอากาศสหรัฐฯ รัฐ โคโลราโด

เมื่อสถานีรับสัญญาณจากดาวเทียมมา เพื่อปรับแก้ไขข้อมูลวงโคจร (Ephemeris) และข้อมูลเวลา (Clock Correction) ของดาวเทียมแต่ละดวงแล้วจะทำการส่งข้อมูลวงโคจร(Ephemeris) และข้อมูลเวลา (Clock data) กลับไปยังดาวเทียม แล้วดาวเทียมก็จะทำการส่งข้อมูลที่ได้รับการแก้ไขแล้วมาพร้อมกับคลื่นวิทยุมายังเครื่องรับจีพีเอส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Global Positioning System (GPS) Master Control and Monitor Station Network

รูปที่ 2.1 สถานีควบคุมระบบดาวเทียมจีพีเอส 5 แห่ง

ส่วนที่ 2 ภาคพื้นโลก (Ground Segment) ประกอบด้วย กลุ่มของสถานีควบคุมดาวเทียม ทำหน้าที่ควบคุมวงโคจรดาวเทียม คำนวณวงโคจรและตำแหน่งดาวเทียมตรวจวัดความผิดพลาดของวงโคจร ปรับแก้ความถูกต้องของสัญญาณเวลา นำข้อมูลทั้งหมดมาปรับแก้ก่อนส่งข้อมูลที่ถูกต้องขึ้นไปที่ดาวเทียมเพื่อส่งสัญญาณลงมายังผู้ใช้ทั่วโลก

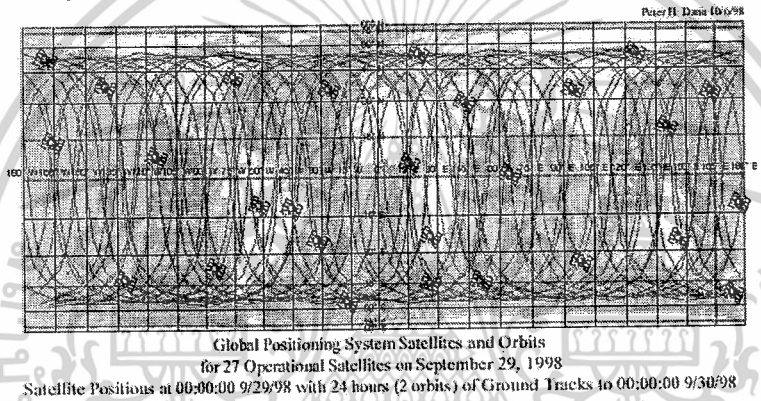
ส่วนที่ 3 ภาคผู้ใช้ (Users Segment) ประกอบด้วยผู้ใช้งานและเครื่องบอกตำแหน่งพิกัด ซึ่งก็คือเครื่องรับสัญญาณจีพีเอส (GPS Receiver) ที่รับข้อมูล ต่างๆ จากดาวเทียมจีพีเอส แล้วนำมาคำนวณหาตำแหน่งพิกัดของเครื่อง

องค์ประกอบทั้งสามส่วน มีความสำคัญต่อระบบจีพีเอส แต่ผู้ใช้เครื่องมักจะมองไม่เห็นหน้าที่และความเกี่ยวข้อง ขององค์ประกอบที่สอง คือ สถานีควบคุมดาวเทียม เราจะมาพิจารณาถึงแต่ละองค์ประกอบต่อไป

ระบบดาวเทียมจีพีเอสประกอบด้วยดาวเทียมทั้งหมด 24 ดวง โคจรในอวกาศครอบคลุมทั่วโลกทั้งหมด 6 ระนาบ แต่ละระนาบทำมุม 60 องศา กับเส้นศูนย์สูตร ดาวเทียมแต่ละวงโคจรอยู่สูงจากพื้นโลกประมาณ 11,000 ไมล์ และเคลื่อนที่ผ่านรอบโลก 2 รอบในแต่ละวัน ในดาวเทียมแต่ละดวงจะมีส่วนประกอบหลัก คล้ายคลึงกับดาวเทียมสื่อสารโดยทั่วไป คือ ภาครับสัญญาณ ภาคส่งสัญญาณ ภาคควบคุม และระบบสายอากาศวิทยุ ส่วนพิเศษที่มีเฉพาะในดาวเทียมจีพีเอสคือ ภาคกำเนิดสัญญาณเวลาความแม่นยำสูง เป็นนาฬิกาอะตอมมิคแบบซีเซียม (Very High Precision Cesium Atomic Clock) ซึ่งได้รับการออกแบบ และผลิตโดยบริษัทดาตัมอินคอร์โปเรชันยูเอสเอ (Datum Incorporation USA)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคกำเนิดสัญญาณเวลาความแม่นยำสูงเป็นหัวใจสำคัญ ที่เป็นตัวกำหนดความแม่นยำถูกต้องในการคำนวณตำแหน่งพิกัดของเครื่องรับสัญญาณจีพีเอสที่รับสัญญาณบนโลก หากภาคกำเนิดสัญญาณเวลาบนดาวเทียมดวงใดเสื่อมสภาพหรือไม่มีความแม่นยำเพียงพอ ดาวเทียมดวงนั้นจะถูกปลดออกจากการใช้งาน ตามแผนงานจะมีดาวเทียมโคจรทั้งหมด 24 ดวง และสำรอง 2 ดวง โดยมีการส่งดาวเทียมใหม่เข้าสู่วงโคจรตามระยะเวลาที่เหมาะสม เพื่อชดเชยดาวเทียมที่เสื่อมสภาพ แต่เนื่องจากเทคโนโลยีของดาวเทียมและภาคกำเนิดสัญญาณเวลาความแม่นยำสูง มีการพัฒนาตลอดเวลาทำให้อายุการใช้งานของดาวเทียมยาวกว่าที่คำนวณไว้ ดาวเทียมจำนวนมากยังอยู่ในภาวะใช้งานได้ปกติ ถึงแม้จะอยู่ในวงโคจรมานานกว่า 8 ปี (อายุขัยเฉลี่ย ของดาวเทียม) ทำให้ปัจจุบันมีดาวเทียม อยู่ในวงโคจรที่ใช้งานได้จำนวนมากกว่า 30 ดวง ซึ่งเป็นประโยชน์ ต่อผู้ใช้งาน



รูปที่ 2.2 การโคจรของดาวเทียมจีพีเอสรอบโลก

2.2.1 ประเภทเครื่องรับสัญญาณ GPS

เครื่องรับแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ เครื่องประเภทที่สามารถรับดาวเทียมได้ 4 ดวง หรือมากกว่าได้พร้อมกันทีเดียวกับเครื่องที่มีการรับดาวเทียมโดยการเรียงลำดับ และแต่ละกลุ่มยังแบ่งย่อยได้อีกคือ

1. เครื่องรับแบบเรียงลำดับสัญญาณดาวเทียม ปกติเครื่องรับ GPS จะต้องมีข้อมูลจากดาวเทียมอย่างน้อย 4 ดวง จึงสามารถคำนวณหาตำแหน่งที่ได้ เครื่องรับที่ใช้เรียงลำดับใช้ช่องรับสัญญาณเพียงช่องเดียว รับข้อมูลจากดาวเทียมดวงหนึ่งระยะหนึ่งแล้วเปลี่ยนไปยังอีกดวงหนึ่ง เครื่องประเภทนี้จะมีแผงวงจรเล็ก ดังนั้นจึงมีราคาถูกกว่าและใช้กำลังน้อยกว่า ข้อเสียของการเรียงลำดับสัญญาณอาจเกิดขาดตอนและทำให้มีผลต่อความถูกต้องของผลที่ได้ ในกลุ่มนี้จะมี"Starved Power" Single-Channel Receivers, Two Chanel Receivers, และเครื่องแบบเก่า Fast-Multiplexing Single Receivers

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1 Starved-Power Single Receivers เครื่องแบบนี้ออกแบบให้พกพาได้และสามารถ ทำงานได้ด้วยถ่านไฟฉายขนาดเล็ก การจำกัดการใช้กระแสไฟโดยให้ปิดการทำงานตัวเองโดยอัตโนมัติเมื่อแสดงตำแหน่งครั้งสองครั้งใน 1 นาที เหมาะสำหรับใช้งานบอกตำแหน่งส่วนตัว เช่น นักไต่เขาหรือแล่นเรือในเวลากลางวัน โดยไม่ต้องมีถ่านไฟฉายหลายก้อน นับว่าเป็นเครื่องที่ใช้การได้สามารถให้ความถูกต้องที่ดีกว่าระบบ LORAN และทำงานได้ทุกที่บนโลก ข้อเสีย คือ ความถูกต้องของ GPS ไม่ดี และต่อเชื่อมกับอุปกรณ์อื่นไม่ได้ และไม่ สามารถใช้วัดหาความเร็วได้ การที่หาความเร็วไม่ได้ เนื่องจากต้องปิดเครื่องเองในระหว่างการวัด เพราะว่าเครื่องใช้แผงวงจรนาฬิกาที่กินไฟน้อย (นาฬิกาจะต้องเดินอยู่ตลอดเวลา) นาฬิกาที่ใช้จึงไม่ให้ความถูกต้องเท่าที่ควร

1.2 Single Channel Receivers เหมือนกับแบบค่าข้างบน เป็นเครื่องรับสัญญาณห้องเดียวใช้ทำงานหาระยะจากดาวเทียมทุกดวง แต่ที่ไม่เหมือนคือเครื่องรับช่องเดียวแบบมาตรฐานไม่จำกัดที่กำลังไฟ ดังนั้นจึงทำการรับต่อเนื่องได้มีผลทำให้ความถูกต้องสูงกว่า และใช้วัดหาความเร็วได้ จากที่มีเพียงช่องเดียวที่ต้องใช้ทั้งการรับข้อมูลดาวเทียมและคำนวณหาระยะ จึงไม่สามารถหาตำแหน่งต่อเนื่องได้ ยิ่งกว่านั้นตามเหตุผลของวิชาการ ความไม่เที่ยงตรงของนาฬิกามีผลโดยตรงต่อความถูกต้องของการวัดหาความเร็ว เครื่องราคาถูกบางชนิดใช้นาฬิการาคาถูกเพื่อให้ราคาเครื่องถูกลง จึงทำให้ค่าความเร็วที่แสดงมาเชื่อถือไม่ได้

1.3 Fast-Multiplexing Single Receivers เครื่องประเภทนี้เหมือนกับเครื่องทั้งสองประเภทข้างบนซึ่งรับช้า แต่เครื่องรับนี้สามารถเปลี่ยนดาวเทียมได้เร็วกว่ามาก ข้อดีคือสามารถทำการวัดได้ในขณะที่กำลังรับข้อมูลจากดาวเทียม ดังนั้นเครื่องทำงานได้อย่างต่อเนื่อง และการที่มีนาฬิกาไม่เที่ยงจึงมีผลต่อเครื่องประเภทนี้น้อย เครื่องแบบนี้ต้องการใช้แผงวงจรที่ค่อนข้างซับซ้อนและราคาพอ ๆ กับเครื่องแบบสองช่องรับสัญญาณที่ใช้เครื่องซึ่งให้ความถูกต้องสูงกว่าและมีลักษณะการยืดหยุ่นการใช้งานได้ดีกว่า

1.4 Two-Channel Sequencing Receivers การเพิ่มช่องรับสัญญาณขึ้นอีกหนึ่งช่องช่วยให้เครื่องเพิ่มขีดความสามารถขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ข้อหนึ่งความแรงสัญญาณ Signal-to-Noise เป็นสองเท่าทันที หมายถึงสามารถจับสัญญาณภายใต้สภาวะที่ไม่ดีได้และสามารถรับดาวเทียมดวงที่อยู่ระดับต่ำใกล้เส้นขอบฟ้าได้ จากการที่ช่องหนึ่งสามารถรับข้อมูลตำแหน่งอย่างต่อเนื่องได้ในขณะที่อีกช่องหนึ่งค้นหาดาวเทียมดวงต่อไป เครื่องแบบสองช่องนี้จะทำงานแบบนำร่องได้โดยไม่ต้องมีการขาดตอน และความเร็วก็จะมีค่าที่ถูกต้องขึ้นความจริงเครื่องรับสองช่องที่มีคุณภาพดีก็สามารถใช้คำนวณหาและตัดค่าที่เวลาของนาฬิกาเครื่องรับไม่ดีทิ้งเพื่อใช้ในการวัดหาความเร็ว

ข้อเสียของเครื่องแบบสองช่องคือ มีราคาสูงกว่าและกินไฟมากกว่า ในเครื่องรับรุ่นใหม่บ้างก็มักใช้แบบ IC ที่สามารถเพิ่มช่องรับสัญญาณที่สองในราคาที่ไม่ต่างกับราคานาฬิกาดีๆหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรือน แต่กระนั้นเครื่องแบบสองช่องยังมีราคาแพงกว่าเครื่องแบบช่องเดียวมาก ทั้งนี้เนื่องจากผู้ใช้สองช่องมักต้องการความถูกต้อง และต้องการเครื่องที่แข็งแรงและสามารถควบคุมสังเกตการณ์แสดงผลที่ดีกว่า

2. Continuous Receivers ได้แก่ เครื่องรับที่สามารถรับสัญญาณดาวเทียมพร้อมกันได้ตั้งแต่ 4 ดวงขึ้นไป และสามารถแสดงผลค่าตำแหน่งและความเร็วได้ทันที การรับดาวเทียมได้ทั้ง 4 ดวง พร้อมกับที่มีค่าในการวัดหา ในขณะที่มีการเปลี่ยนตำแหน่งรวดเร็วหรือต้องการความถูกต้องสูง ดังนั้นเครื่องแบบนี้จึงนำมาใช้ในงานรังวัดและทางด้านวิทยุ ซึ่งจะพบว่าจะมีช่องรับสัญญาณทั้ง 4,5,810และ12ช่อง

นอกจากข้อดีที่ใช้วัดตำแหน่งอย่างต่อเนื่องได้แล้ว เครื่องรับ GPS แบบหลายช่องสามารถช่วยขจัดปัญหา GDoP ได้อีกด้วย คือ แทนที่จะรับดาวเทียม 4 ดวงใดก็ได้ จะคำนวณหาค่า GDoP ดาวเทียม 4 ดวงของกลุ่มดาวเทียมที่ขึ้นอยู่และทำการวัดจากดาวกลุ่มที่มีค่า GDoP ต่ำสุด เครื่องรับ 4 ช่องสัญญาณ สามารถให้ค่า Signal to Noise Ratio เพิ่มขึ้นเป็นสองเท่าของเครื่อง 2 ช่อง และเป็นสี่เท่าของเครื่องรับแบบช่องเดียว และโดยการเปรียบเทียบค่าการรับของแต่ละช่อง เครื่องสามารถปรับตั้งค่าพิกัดเทียมระหว่างช่องรับสัญญาณซึ่งช่วยทำให้การวัดมีความถูกต้องดีขึ้น

นอกเหนือจากข้อดีข้อเสียที่กล่าวแล้วยังมีข้ออื่นมาพิจารณาอีกคือมีเครื่องแบบใหม่สามารถได้ค่าความถูกต้องสูงมาก โดยการใช้ทั้งรหัส Pseudo Random ที่กล่าวมาแล้ว และใช้ความถี่ของคลื่นพาห์ (Carrier Frequency) ซึ่งทำให้เครื่องรับทำงานมีความเที่ยงสูง ที่รหัส Pseudo Random ไม่สามารถให้ได้ และใช้ในการวัดหาเวลาได้แม่นยำมากขึ้น ซึ่งช่วยในการบอกตำแหน่งได้ดีขึ้นด้วย และมีบางเครื่องที่ไม่ต้องใส่ค่าประมาณตำแหน่งและเวลา โดยประมาณให้เครื่องก่อนทำการวัด เครื่องรับแบบนี้ใช้ตัวเองใส่ค่าเริ่มตำแหน่งได้โดยตัวมันเอง

ข้อที่ควรพิจารณา คือ การต่อเชื่อมกับอุปกรณ์อื่นและความสะดวกบางเครื่องแสดงได้เฉพาะพิกัดภูมิศาสตร์ บางเครื่องไม่สามารถต่อเข้ากับเครื่องมืออื่นหรือคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก (PC) ได้ และข้อใหญ่ที่ต้องพิจารณา ความแข็งแรงทนทานถ้าต้องใช้เครื่องทำงานในพื้นที่ทะเล หรือในพื้นที่ป่าเขา การใช้ไฟและความร้อนที่เกิดขึ้นเป็นตัวชี้สำคัญที่จะต้องเอาใจใส่ ทางสถิติแสดงให้เห็นว่าอัตราของค่าความผิดพลาดจะเพิ่มเป็นสองเท่าของความร้อนในเครื่องเพิ่มทุก 7 องศาฟาเรนไฮต์ เครื่องรับรุ่นใหม่ปัจจุบันได้เพิ่มคุณค่าให้แก่เครื่องรับ GPS อีกหลายประการ เช่นใช้การประมวลผลที่ซับซ้อน แสดงผลด้วยจอภาพรายละเอียด เครื่องรับ GPS อาจแสดงจุดตำแหน่งบนแผนที่ที่ได้วาดไว้แล้วให้เห็นทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 หน้าที่สำคัญของดาวเทียมจีพีเอสมีดังนี้

1. รับข้อมูลวงโคจรที่ถูกต้องของดาวเทียม (Ephemeris Data) ที่ส่งมาจากสถานีควบคุมดาวเทียมหลัก (Master Control Station) เพื่อส่งกระจายสัญญาณข้อมูลนี้ลงไปยังพื้นโลก สำหรับเครื่องรับสัญญาณจีพีเอสใช้ในการคำนวณระยะห่าง (Range) ระหว่างดาวเทียมดวงนั้นกับตัวเครื่องเครื่องรับสัญญาณจีพีเอสและตำแหน่งของดาวเทียมบนท้องฟ้า เพื่อใช้คำนวณหาตำแหน่งพิกัด ของตัวเครื่องเครื่องรับสัญญาณจีพีเอสเอง

2. ส่งรหัส (Code) และข้อมูลแคร์เรียร์เฟส (Carrier Phase) ไปกับคลื่นวิทยุ ลงไปยังพื้นโลก สำหรับเครื่องรับสัญญาณจีพีเอสใช้ในการคำนวณ ระยะห่าง (Range) ระหว่างดาวเทียมดวงนั้น กับตัวเครื่องรับสัญญาณจีพีเอส

3. ส่งข้อมูลตำแหน่งโดยประมาณของดาวเทียมทั้งหมด (Almanac Information) และข้อมูลสุขภาพของดาวเทียมลงไปยังพื้นโลก สำหรับเครื่องรับสัญญาณจีพีเอสใช้ในการกำหนดดาวเทียมที่จะสามารถรับสัญญาณได้

สถานีควบคุมภาคพื้นดิน (MONITORING AND CONTROLLING) ระบบจีเอสถูกควบคุมโดยกองทัพอากาศสหรัฐอเมริกา จากสถานีควบคุมหลักในรัฐโคโลราโด ซึ่งจะคอยตรวจสอบดาวเทียมทุกดวงในระบบป้อนคำสั่งควบคุม และป้อนข้อมูล รวมทั้งให้ข่าวสารในการนำร่อง สถานีตรวจสอบภาคพื้นดิน ใช้สายอากาศภาคพื้นดินในการควบคุมดาวเทียมจีพีเอสและส่งต่อข้อมูลให้แก่สถานีควบคุมหลักเพื่อกำหนดตำแหน่งพิกัดที่แน่นอน ของดาวเทียมแต่ละดวงและปรับปรุงความถูกต้องของข้อมูลอยู่ตลอดเวลา ถ้าดาวเทียมดวงใดเกิดความผิดปกติขึ้นสถานีควบคุมภาคพื้นดินก็จะทำการกำหนดสุขภาพดาวเทียมดวงนั้นเป็น "อันเฮลตี้ (Un- healthy)" เพื่อให้เครื่องรับสัญญาณจีพีเอสทราบว่าไม่ควรใช้ข้อมูลจากดาวเทียมดวงนี้ ซึ่งเครื่องรับก็จะทำการตรวจสอบได้ จากการตรวจสอบสถานะของดาวเทียมและเครื่องก็จะไม่ทำการรับข้อมูล จากดาวเทียมดวงดังกล่าวแล้วใช้ดาวเทียมดวงอื่นที่มีความเหมาะสม ในการคำนวณตำแหน่งพิกัดแทน ในบางครั้งดาวเทียมอาจถูกปิดใช้งานเพื่อทำการบำรุงรักษา หรืออาจจะถูกปิดเพื่อเปลี่ยนวงโคจรตามความเหมาะสม

2.2.3 การทำงานของ GPS

หลักการพื้นฐานของ GPS เป็นเรื่องง่าย ๆ แต่อุปกรณ์ของเครื่องมือถูกสร้างขึ้นด้วยวิทยาการขั้นสูง การทำงาน GPS แบ่งออกได้เป็น 5 ขั้นตอน คือ

1. การรับสัญญาณจากดาวเทียมโดยหลักการรูปสามเหลี่ยมระหว่างดาวเทียมกับเครื่องรับ

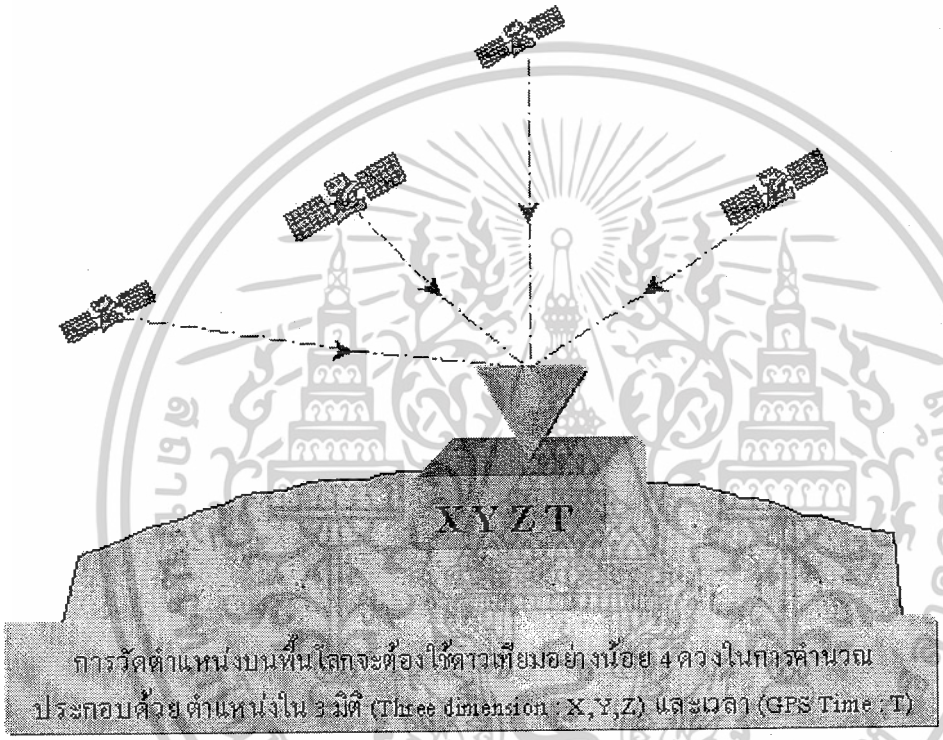
2. GPS วัดระยะโดยใช้เวลาเดินทางของคลื่นวิทยุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ในดาวเทียมและเครื่องรับจำเป็นจะต้องมีนาฬิกาที่ละเอียดสูงมาก

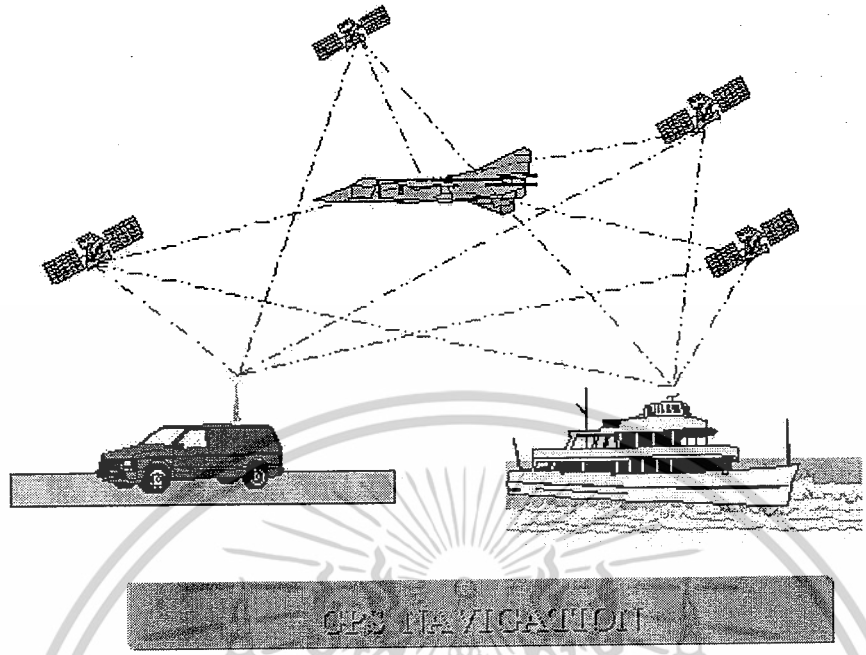
4. นอกจากระยะทางแล้วจะต้องทราบตำแหน่งของดาวเทียมที่อยู่ในอวกาศด้วย

5. ในชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ (Ionosphere) และชั้นบรรยากาศโล(Atmosphere) ความเร็วคลื่นวิทยุเดินทางได้ช้าลง จึงต้องทำการแก้ไขจุดนี้ด้วย



รูปที่ 2.3 การวัดตำแหน่งบนพื้นโลก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 การนำหนทางบก ทางอากาศ และทางน้ำ

ขั้นที่1 การรับสัญญาณจากดาวเทียมเพื่อให้ได้ตำแหน่ง

GPS จะต้องหาระยะระหว่างดาวเทียมกับเครื่องรับ GPS ดาวเทียมจะเป็นเหมือนหมุดหลักฐานสำหรับการวัดระยะ สิ่งที่เราต้องรู้เพื่อใช้ในการคำนวณ คือ ตำแหน่งดาวเทียมดวงนั้นเพื่อให้ได้ระยะทางที่ถูกต้อง สมมติว่าเราอยู่ห่างจากดาวเทียม A 11,000 ไมล์ ขณะเดียวกันเราหาได้ว่าระยะจากดาวเทียม B 12,000 ไมล์ ดังนั้นตำแหน่งเรา จึงอยู่ที่ทรงกลมที่มีศูนย์กลางที่ดาวเทียม A กับดาวเทียม B รัศมี 11,000 ไมล์ และ 12,000 ไมล์ ตัดกัน ดังนั้น ถ้าเราได้ระยะจากดาวเทียมดวงที่ 3 ก็บอกตำแหน่งได้แน่นอนยิ่งขึ้น เช่น เรารู้ว่าระยะจากดาวเทียม C 13,000 ไมล์ ก็จะบอกตำแหน่งที่ทรงกลมตัดกันอยู่เพียง 2 จุดเท่านั้น เราวัดหาระยะดาวเทียมดวงที่สี่หรือจากการวัดระยะดาวเทียม 3 ดวงก็สามารถบอกตำแหน่งได้เลย เพราะ 2 ค่าที่ได้จะมีอยู่หนึ่งค่าที่ไม่เป็นจริง เพราะอยู่ห่างจากโลกเรามาก ในกรณีที่รู้ค่าความสูงของตำแหน่งที่วัดแน่นอน เช่น ในทะเล ก็ไม่จำเป็นที่จะต้องวัดดาวเทียมดวงที่ 4 เครื่องมือรังวัดบางเครื่องจะให้เลือกใช้วัดแบบ 2D คือ พิกัดราบอย่างเดียว แต่ถ้าต้องการได้ตำแหน่ง 3D ต้องวัดจากดาวเทียม 4 ดวง

ขั้นที่2 การวัดระยะจากดาวเทียม

จากการที่ GPS ต้องรู้ระยะทางจากเครื่องรับถึงดาวเทียมจึงต้องมีวิธีการหาระยะ วิธีการหาระยะใช้สมการง่าย ๆ คือ อัตราความเร็วคูณด้วยเวลา ตัวอย่าง เช่น ถ้ารถยนต์เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

60 กม./ชม. เวลา 2 ชม. รถยนต์จะเคลื่อนที่ได้เป็นระยะทางเท่าใด การคิดใช้ความเร็ว (60 กม./ชม.) ได้ระยะทาง (120 กม.) ระบบ GPS ทำงานเพื่อหาว่าสัญญาณวิทยุที่ส่งมาจากดาวเทียมจนถึงเครื่องรับใช้เวลาเดินทางนานเท่าใดแล้วนำเวลาที่หาได้มาคำนวณระยะทาง คลื่นวิทยุเดินทางด้วยความเร็วแสงคือ 186,000 ไมล์ต่อวินาที ดังนั้นถ้าเรารู้เวลาแน่นอนที่ดาวเทียมเริ่มปล่อยสัญญาณวิทยุ และเวลาที่เราเริ่มรับสัญญาณนั้นได้ ก็จะได้เวลาที่คลื่นวิทยุเดินทางทำเวลาเป็นวินาทีคูณกับ 186,000 ไมล์ ก็จะได้ระยะทางจากเครื่องรับถึงดาวเทียม เราต้องได้ระยะเช่นนี้ 3 ค่าจากดาวเทียมสามดวง จึงจะนำมาหาตำแหน่งได้ เมื่อเป็นเช่นนี้ แน่นอนนาฬิกาจะต้องเป็นนาฬิกาที่ดีมาก เพราะเวลาที่วัดได้จะต้องน้อยมากเพราะแสงเดินทางเร็วมาก โดยปกติถ้าดาวเทียมดวงที่ส่งสัญญาณอยู่เหนือศีรษะเราพอดีเวลาที่คลื่นวิทยุจะใช้เวลาเดินทางถึงเราเพียง 0.06 วินาที เท่านั้น ด้วยเหตุนี้ GPSจึงได้นำเอาวิวัฒนาการทางอิเลคทรอนิคส์มาใช้เพื่อให้ได้ความถูกต้องของเวลาในระดับที่ GPS ต้องการต้องใช้นาฬิกาอิเลคทรอนิคส์ที่มีราคาแพงมาก ซึ่งให้เวลาที่ละเอียดถูกต้องสูง แต่ GPS จำเป็นต้องรู้เวลาที่ละเอียดยิ่งกว่ามาก นาฬิกาดาวเทียมจะอ่านเวลาได้เป็นนาโนเซคกัน หรือ 0.000000001 วินาที เรารู้เวลาที่สัญญาณเริ่มส่งจากดาวเทียมได้อย่างไร เคล็ดลับที่สำคัญในการหาเวลาการเดินทางของคลื่นวิทยุ ก็คือต้องรู้ว่าเวลาที่แน่นอนที่สัญญาณเริ่มออกเดินทางจากดาวเทียม ผู้ออกแบบเครื่อง GPS ใช้หลักการจำลองแบบสัญญาณที่ส่งจากดาวเทียม และสัญญาณที่อยู่ในเครื่องรับให้เป็นแบบเดียวกันเครื่องทั้งสองจะต้องสร้างรหัสในเวลาที่ตรงกัน (Pseudo RandomCode)

ดังนั้นสิ่งที่เราต้องกระทำก็คือ การรอรับรหัสที่ดาวเทียมปล่อยออกมาและมองย้อนกลับไปว่าเครื่องของเราได้เริ่มสร้างรหัสที่มีรูปเหมือนกันแล้วเป็นเวลานานเท่าใด เวลาที่แตกต่างก็คือเวลาที่คลื่นวิทยุใช้เดินทางมาถึงเครื่องรับ

ข้อดีของการใช้รหัสที่ส่งเป็นชุดหรือตัวเลขหลายตัวเราสามารถเปรียบเทียบหาตรงเวลาใดก็ได้ตามต้องการ ไม่จำเป็นต้องใช้เลขหนึ่งอย่างเดียว ใช้ตัวเลขคู่ใดก็ได้ รหัส Pseudo Random ใน GPS ไม่ใช่ตัวเลขตามตัวอย่างที่กล่าวมาทั้งในดาวเทียมและเครื่องรับจะสร้างชุดรหัสเชิงตัวเลขที่ซับซ้อนการที่ต้องสร้างให้ซับซ้อนก็เพื่อสามารถนำรหัสทั้งสองมาเปรียบเทียบกันได้ง่ายและไม่วุ่นวายและยังมีเหตุผลทางวิชาการประกอบด้วย รหัสซ้ำซ้อนนี้ทำให้มองเห็นเหมือนคลื่นวิทยุที่ต่อเนื่องกันยาว ๆ

<u>ขั้นที่3 การได้เวลาที่ถูกต้อง</u>

แสงเดินทางด้วยความเร็ว 186,000 ไมล์/วินาที จะเกิดอะไรถ้าเครื่องรับนับเวลาคลาดไป 1/100 วินาที ผลคือการวัดเราจะผิดไปถึง 1,860 ไมล์ และเราจะรู้ได้อย่างไรว่าเครื่องรับและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดาวเทียมได้สร้างรหัสตรงเวลาเดียวกันหรือไม่ ปัญหานี้สามารถอธิบายได้ คือในดาวเทียมใช้นาฬิกาอะตอม ซึ่งจะให้เวลาที่ถูกต้อง ในดาวเทียมแต่ละดวงจะมีนาฬิกาอะตอมนี้ติดตั้งอยู่ถึง 4 เครื่อง ทั้งนี้เพื่อให้แน่ใจว่าจะต้องใช้เวลาจากนาฬิกาเครื่องใดเครื่องหนึ่งอย่างแน่นอน นาฬิกาอะตอมไม่ได้เดินด้วย

พลังงานอะตอมที่ให้ชื่ออะตอมเพราะว่าใช้การวัดจังหวะจากอนุภาคของสารเฉพาะ เหมือนเครื่องเคาะจังหวะ อะตอมนี้จะให้เวลาที่แน่นอนและถูกต้องที่สุดที่มนุษย์เราได้ประดิษฐ์มา ดังนั้นถ้านาฬิกาบอกเวลาเที่ยง 12.00 น. ก็หมายถึงเวลาเที่ยง 12.00 จริง โชคดีที่มีวิธีให้หาเวลาได้ถูกต้องใช้งานได้ทั้งที่เครื่องรับ GPS ติดนาฬิกาที่มีความถูกต้องธรรมดาเท่านั้น และวิธีนั้นก็คือ จะต้องทำงานวัดระยะจากดาวเทียม สำหรับกรณีนี้เพิ่มอีกหนึ่งดวงเพื่อใช้ในการปรับแก้เวลาของเครื่องรับที่ไม่สมบูรณ์ ซึ่งเป็นเพียงแนวคิดที่ธรรมดา เป็นฐานข้อมูลของการทำงานของเครื่อง GPS แสดงให้เห็นว่าการวัดระยะจากดาวเทียมเพิ่มอีกหนึ่งดวงช่วยได้อย่างไร

การทำงานของระบบ GPS

สมมติว่า นาฬิกาในเครื่องรับส่วนใหญ่เป็นควอทซ์ไม่เที่ยงตรงเท่ากับนาฬิกาอะตอม สมมตินาฬิกาเครื่องรับเดินช้า 1 วินาที ดังนั้นตัวเครื่องบอกเวลาเที่ยง เวลาจริงก็จะเป็น 12:00:01 น. ปกติเราใช้หน่วยวัดระยะไมล์หรือกิโลเมตร แต่เนื่องจากระยะทางคำนวณจากเวลา ดังนั้นจะใช้เวลาแทนระยะทาง ซึ่งจะช่วยให้เห็นความคลาดเคลื่อนของนาฬิกาได้ชัดขึ้น สมมุติความจริงเราอยู่ห่างจากดาวเทียม A เป็นเวลา 4 วินาที และห่างจากดาวเทียม B เป็นเวลา 6 วินาที ในแบบรูปสองมิติหาเส้นตัดกันได้สมมุติตัดกันได้ X

ดังนั้นที่ X คือตำแหน่งที่เราอยู่จริงซึ่งเราควรจะได้ถ้านาฬิกาทำงานถูกต้อง แต่ถ้านาฬิกาเครื่องรับช้าไป 1 วินาที เครื่องรับก็จะบอกระยะจาก A 5 วินาที และระยะจากดาวเทียม B 7 วินาที และมีเส้นตัดกันที่จุด XX ดังนั้น ที่ XX ตำแหน่งที่เครื่องรับจะบอกเวลา และถ้าเราไม่มีวิธีที่จะรู้ว่าเครื่องรับเดินช้าก็ต้องถือว่าตำแหน่งที่ได้ถูกต้องแล้วแต่ระยะที่ได้อาจคลาดเคลื่อนเป็นกิโลเมตรก็ได้ และเราจะรู้ว่าไม่ถูกต้องก็เมื่อเราเดินตามที่เครื่องบอกแล้วจุดนั้นไม่ตรงกับความเป็นจริง เช่นเข้าไปในภูเขาหินแต่ในการคำนวณจะไม่แสดงให้เรารู้ได้เลย

ตามหลักวิชาตรีโกณเพื่อหาตำแหน่ง ต้องวัดระยะทางเพิ่มอีกหนึ่งเส้นตามรูปสองมิติที่แสดงเป็นระยะจากดาวเทียมเป็นดวงที่สาม สมมติว่าถ้าระยะจริงจากดาวเทียม C 8 วินาที จะเห็นวงกลมทั้งสามวงตัดกันตามรูป ต่อไปขอให้เราเพิ่มระยะทางของรัศมีแต่ละวงอีกหนึ่งวินาทีตามค่าช้าของนาฬิกา แสดงในรูปด้วยเส้นประจะเป็นระยะเทียม (Pseudo Range) ที่เกิดจากการที่นาฬิกาเดินช้า คำว่า Pseudo Range ที่ใช้ในวงกลม GPS เพื่อบอกว่าระยะนั้นยังมีค่าผิดพลาดอยู่ (ปกติค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความผิดพลาดเกิดจากเวลา)

จากภาพจะสังเกตเห็นว่าวงกลมจากดาวเทียม A ดาวเทียม B ตัดกันที่จุด XX แต่วงกลมจากดาวเทียม C จะไม่ตัดตรงจุดเดียวกัน ดังนั้นจึงไม่มีจุดที่จะเกิดขึ้นได้จริง จากการที่ระยะห่างจากดาวเทียม A 5 วินาที ดาวเทียม B 7 วินาที และดาวเทียม C 9 วินาที ภายในเครื่องรับ GPS จะมีโปรแกรมที่จะนำเอาชุดของการวัดที่ไม่สมบูรณ์มาคำนวณ และหาค่าที่นาฬิกาเดินคลาดเคลื่อนมาปรับแก้ให้ถูกต้อง

ดังนั้นคอมพิวเตอร์จะเริ่มทำการลบ (หรือบวก) เวลาให้กับทุก ๆ การวัดโดยเท่า ๆ กัน จนกว่าจะได้ค่าคำตอบที่ทุก ๆ ระยะมาตัดกันที่ตำแหน่งเดียวกัน ด้วยโปรแกรมก็จะพบว่าโดยการลบเวลาหนึ่งวินาทีออกจากระยะที่วัดได้ ก็จะทำให้วงกลมทั้งสามตัดกันที่จุดเดียวกัน จึงได้ว่านาฬิกาเดินช้าไป 1 วินาที ความจริงในการคำนวณหาคำตอบในคอมพิวเตอร์ใช้การหาจากสมการพิชคณิต 4 สมการ สำหรับหาค่าที่ต้องการรู้ 4 ค่านั่นเอง และก็จะได้ค่าที่ต้องแก้เวลาของนาฬิกาได้ แนวคิดก็เหมือนเดิมคือการที่รับสัญญาณจากดาวเทียมเพิ่มอีกหนึ่งดวง สามารถขจัดความคลาดเคลื่อนของเวลาที่เกิดจากนาฬิกาเดินไม่ถูกต้องได้ การวัดหาค่าแบบ 3 มิติ ต้องการใช้ดาวเทียม 4 ดวง แบบ 3 มิติ ได้ค่าการวัดถึง 4 ค่าเพื่อจะได้กำจัดข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น .เพราะว่าเวลาทำงานจะต้องตรวจดูเวลาในตารางดาวเทียมเพื่อสามารถวัดหาตำแหน่งได้ถูกเวลานั้นต้องมีดาวเทียมขึ้นอยู่อย่างน้อย 4 ดวง

ระบบ GPS เมื่อการปล่อยดาวเทียมครบถ้วนก็จะมีดาวเทียมใช้งานได้ 24 ดวง ดังนั้น จะมีดาวเทียมมากกว่า 4 ดวง บนท้องฟ้าเสมอทุกตำแหน่ง ตอนที่ดาวเทียม GPS ยังไม่ปล่อยให้ครบ บางคนใช้ GPS ผสมกับระบบอื่น ๆ เช่น ระบบ LORAN ซึ่งจะให้ความถูกต้องใกล้เคียงกับ GPS การทำเช่นนี้โดยการใช้ดาวเทียม GPS เป็นจุดบังคับให้ระบบLORAN

การออกแบบเครื่องรับ GPS จะต้องทำให้สามารถรับสัญญาณดาวเทียมได้ 4 ดวงด้วย โดยมีหลักอยู่ว่า ถ้าต้องการให้เครื่องแสดงผลการวัดต่อเนื่องและเป็นแบบทันทีทันใด (Real Time) เครื่องรับต้องมีช่องรับสัญญาณ 4 ช่อง โดยช่องรับสัญญาณหนึ่งช่องจะรับสัญญาณจากดาวเทียมแยกแต่ละดวงจึงสามารถรับสัญญาณ4ดวงในเวลาพร้อมกันได้

ในการใช้งานบางครั้งก็ไม่ต้องการความถูกต้องและแสดงผลรวดเร็วทันที กรณีนี้เรื่องรับสัญญาณช่องเดียวอาจเป็นการเพียงพอ เครื่องรับที่มีช่องรับสัญญาณช่องเดียวจะทำการรับดาวเทียม 4 ดวงได้โดยการจัดลำดับเรียงการรับสัญญาณจากดาวเทียมจนครบ 4 ดวง แล้วจึงนำค่ามาคำนวณ ผลเวลาที่ใช้ในการรับและการคำนวณนี้อาจใช้เวลาระหว่าง 2-30 วินาที ซึ่งในบางครั้งก็เร็วพอเพียงแล้ว แต่เครื่องรับประเภทนี้จะทำงานในการหาความเร็วได้ไม่ดี การใช้หาความเร็วเป็นการใช้ประโยชน์อย่างหนึ่งของเครื่อง GPS เครื่อง GPS สามารถแสดงความเร็วในการเดินทางได้ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาก และในขณะที่ทำการรับสัญญาณจากดาวเทียมอยู่นั้น ถ้าเครื่องรับมีการเคลื่อนไหว เครื่องรับประเภท 1ช่องสัญญาณมีผลทำให้การวัดเกิดความผิดพลาดได้มาก

ข้อเสียอีกประการหนึ่งของเครื่องรับสัญญาณช่องเดียวเกิดขึ้น เมื่อดาวเทียมส่งรายงานสภาพระบบ (System Condition Message) สำหรับการเปลี่ยนรับดาวเทียมดวงใหม่ ซึ่งต้องใช้เวลาติดต่อถึง 30 วินาที ขณะนั้นจะทำให้เครื่องไม่สามารถทำงานคำนวณบอกทิศทางได้ ที่นิยมใช้ก็คือเครื่องรับที่มี 2 ช่องรับสัญญาณ ช่องหนึ่งจะทำการวัดคำนวณหาเวลา ในขณะที่อีกช่องหนึ่งพยายามจับคลื่นวิทยุจากดาวเทียมดวงต่อไปที่จะทำการวัด เมื่อช่องแรกวัดเสร็จก็สามารถเปลี่ยนไปรับสัญญาณดาวเทียมดวงใหม่ได้ทันทีโดยไม่ต้องเสียเวลาในการค้นหาและรับสัญญาณดาวเทียมอีช่องที่สองจึงทำหน้าที่คล้ายกับผู้ดูแลทำความสะอาดบ้านและค้นหาดาวเทียมดวงต่อไปที่จะรับสัญญาณต่อและเมื่อไม่ใช้ สำหรับการจับดาวเทียมช่องที่สองก็สามารถทำงานในการวัดหาเวลาได้เช่นเดียวกัน วิธีการสองช่องรับสัญญาณนี้ช่วยให้การรับสัญญาณเรียงดาวเทียมได้เร็วขึ้นอย่างเห็นได้ชัดและวิธีนี้เครื่องสามารถแสดงตำแหน่งที่คำนวณได้เร็ว ซึ่งเรียกว่าการ Updating Position ประโยชน์อีกประการหนึ่งก็คือเครื่องรับสองช่องสามารถให้โปรแกรมรับดาวเทียมมากกว่า 4 ดวงก็ได้ ดังนั้น ในขณะทำงานบอกทางอาจมีดาวเทียมดวงหนึ่งดวงใดรับสัญญาณขาดหายไป ก็จะสามารถใช้ดาวเทียมนี้สำรองใช้แทนโดยไม่ให้การนำทางขาดตอน

ขั้นที่4 ต้องรู้ตำแหน่งของดาวเทียมก่อน

ตามที่กล่าวมาทั้งหมดเราสมมติว่ารู้ตำแหน่งของดาวเทียมมาแล้ว จึงสามารถสร้างรูปสามเหลี่ยมขึ้นมาได้ แต่เราจะรู้ตำแหน่งของดาวเทียมที่อยู่สูงถึง 11,000 ไมล์ ได้อย่างไร ความสูงเช่นนี้จะไม่ทำให้มีคลื่นรหัสจากโลกไปรบกวนได้ วัตถุที่อยู่สูงขึ้นไปเช่นนี้ผ่านพ้นจากชั้นบรรยากาศของโลก หมายความว่าวงโคจรดาวเทียมรอบโลกแสดงได้ด้วยสมการคณิตศาสตร์ธรรมดาเหมือนกับดวงจันทร์ที่หมุนรอบโลกเป็นเวลาล้านๆปีโดยไม่มีการเปลี่ยนแปลง

ดาวเทียม GPS เดินตามวงโคจรตามแนวที่กำหนดไว้แน่นอนกองทัพอากาศสหรัฐมีหน้าที่นำดาวเทียมเข้าสู่วงโคจรตามแผนที่กำหนดไว้ในโครงการ และเนื่องจากในอวกาศว่างเปล่าไม่มีแรงเสียดทาน ดาวเทียมก็จะโคจรอยู่ในวงที่แน่นอนตามกำหนด วงโคจรของดาวเทียมแต่ละดวงถูกกำหนดไว้ล่วงหน้าแล้ว และเครื่องรับ GPS สามารถรับตารางดาวเทียม (Almanac) ไว้ในหน่วยความจำคอมพิวเตอร์ได้ ตารางดาวเทียมจะบอกได้ว่าในท้องฟ้าจะมีดาวเทียมดวงไหนขึ้นลงเวลาใดบ้าง มีการติดตามการโคจรของดาวเทียมทุกดวงอย่างสม่ำเสมอแน่นอน

สมการวงโคจรของดาวเทียมจะต้องถูกต้องตามตัวเลขของมันเองอยู่แล้ว แต่เพื่อให้ทุกอย่างถูกต้องสมบูรณ์กระทรวงกลาโหมสหรัฐจึงต้องทำการติดตามการโคจรของดาวเทียมทุกดวงอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สม่ำเสมอการที่ต้องติดตามดาวเทียมนี้เป็นเหตุผลหนึ่งที่ทำให้ต้องสร้างดาวเทียม GPS ให้หมุนเร็วกว่าการหมุนของโลก ดาวเทียมหมุนรอบโลกทุก 12 ชั่วโมง และจะโคจรผ่านสถานีติดตามดาวเทียมของ DoD วันละ 2 ครั้ง ซึ่งทำให้สถานีติดตามนี้สามารถวัดความสูง ตำแหน่ง และความเร็วของดาวเทียมได้อย่างถูกต้อง ความแปรเปลี่ยนของวงโคจรที่สถานีติดตามค้นหาก็คือ ค่าความคลาดเคลื่อนของอีฟีเมอริส (Ephemeris Error) ปกติจะมีขนาดน้อยมากโดยเกิดจากแรงดึงดูดของดวงจันทร์และดวงอาทิตย์และเกิดจากการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ที่มีต่อดาวเทียม

เมื่อ DoD วัดหาตำแหน่งดาวเทียมได้ ค่าตำแหน่งใหม่นี้ก็จะถูกส่งกลับเข้าไปบันทึกไว้ในดาวเทียมอีก ดาวเทียมดวงนั้นก็จะส่งค่าแก้นี้พร้อมกับข่าวสารเวลาให้เครื่องรับ ข้อสำคัญคือดาวเทียม GPS ไม่เพียงแต่ส่งรหัส Pseudo Random สำหรับการหาเวลาเท่านั้น แต่ส่งข่าวสารข้อมูลเกี่ยวกับตำแหน่งของวงโคจรและค่าความสมบูรณ์ของระบบด้วยเครื่องรับ GPS ใช้ข่าวสารข้อมูลนี้ควบคู่กับข้อมูลตารางดาวเทียมในเครื่องรับ ในการคำนวณตำแหน่งที่ถูกต้องของดาวเทียม

ขั้นที่5 การช้าของสัญญาณในการเดินทางผ่านชั้นบรรยากาศ

เราทราบแล้วว่าในระบบ GPS ได้จัดทำทุกส่วนให้ได้ความถูกต้อง เช่น ใช้นาฬิกาอะตอมในดาวเทียม และมีการวัดระยะเพิ่มขึ้นอีกหนึ่งระยะเพื่อใช้ขจัดความคลาดเคลื่อนของนาฬิกา ในเครื่องรับ และข้อความส่งจากดาวเทียมจะมีรายงานค่าปรับแก้วงโคจรทุกนาที แต่ก็ยังมีสาเหตุของความคลาดเคลื่อนอีกสองสามประการที่กำจัดได้ยาก ค่าความค ลาดเคลื่อนที่เกิดเห็นได้ชัดที่สุด เกิดจากบรรยากาศชั้นไอโอโนสเฟียร์ ซึ่งเป็นชั้นของอนุภาคประจุไฟฟ้า อยู่สูงจากโลกระหว่าง 80-120 ไมล์ อนุภาคเหล่านี้มีผลต่อความเร็วของแสง และความเร็วของสัญญาณวิทยุจากดาวเทียม GPS เช่นกันบางคนอาจคิดว่าความเร็วของแสงเป็นค่าคงที่อยู่ตลอดเวลา

แต่แสงเดินทางด้วยความเร็วคงที่เมื่ออยู่ในสูญญากาศ ซึ่งอยู่ในชั้นอวกาศที่สูงมาก แต่เมื่อแสงหรือสัญญาณวิทยุเดินทางผ่านตัวกลางที่มีความหนาแน่น เช่น ชั้นที่มีอนุภาคประจุไฟฟ้าที่หนาหลายไมล์ย่อมทำให้ความเร็วลดลงบ้าง และการที่คลื่นวิทยุเดินทางช้าลงนี้จะทำให้ระยะที่ได้ไม่ถูกต้องถ้าหากว่าใช้ความเร็วของแสงคงที่

มีสองวิธีที่จะใช้ลดความคลาดเคลื่อนของระยะทางจากการที่สัญญาณเดินทางช้า ทางที่หนึ่งเราต้องรู้ค่าความแปรเปลี่ยนเฉลี่ยรายวันตามสภาพบรรยากาศชั้นไอโอโนสเฟียร์ความหนาแน่นปานกลางจึงสามารถนำมาเป็นค่าแก้กับทุกค่าที่วัดได้ ซึ่งได้ความถูกต้องสูงขึ้น แต่สภาพอากาศตามความเป็นจริงจะไม่คงที่ปานกลางตลอดเวลาดังนั้นการนำค่าเฉลี่ยมาใช้จะไม่ถูกต้องทั้งหมด

อีกทางหนึ่งโดยการวัดหาค่าความแปรความเร็วของสัญญาณวิทยุ โดยการวัดความเร็วสัมพัทธ์ของสัญญาณสองแบบที่ส่งมาจากดาวเทียมพร้อมกัน วิธีการนี้เป็นแขนงวิชาฟิสิกส์ที่ผู้ศึกษาจำนวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

น้อยมีแนวคิดพื้นฐานดังนี้ เมื่อแสงผ่านชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์จะเดินทางช้าลงเป็นอัตราส่วนกลับกับความถี่ของสัญญาณยกกำลังสองถ้าความถี่ยิ่งต่ำการเดินทางจะยิ่งช้าลง

วิธีนี้ใช้การเปรียบเทียบเวลาที่สัญญาณจาก GPS ที่มีความถี่ต่างกันเดินทางถึงเครื่องรับก็จะได้ค่าเวลาที่คลื่นเดินทางช้าไป วิธีการแก้แบบนี้มักใช้กับเครื่อง GPS ที่มีความละเอียดถูกต้องสูง ที่เรียกว่าเครื่องรับความถี่คู่ (Dual Frequency) จะช่วยขจัดค่าความคลาดเคลื่อนจากไอโอโนสเฟียร์ได้เป็นส่วนมาก

หลังจากเดินทางผ่านบรรยากาศชั้นไอโอโนสเฟียร์ซึ่งอยู่สูงกว่า ก็ถึงชั้นบรรยากาศโลกที่มีละอองไอน้ำในอากาศซึ่งมีผลต่อความเร็วของสัญญาณเช่นกัน ดังนั้นค่าความคลาดเคลื่อนจึงเกิดเช่นเดียวกับที่เกิดในบรรยากาศชั้นไอโอโนสเฟียร์ แต่ค่าคลาดเคลื่อนดังกล่าวยังไม่มีการปรับแก้ได้ซึ่งรวมอยู่ในค่าความคลาดเคลื่อนรวมของการบอกตำแหน่งโดยเครื่อง GPS เป็นระยะประมาณ 25 เมตรเท่านั้น

ยังมีสาเหตุอื่นที่ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนได้อีก ได้แก่ ความเที่ยงของนาฬิกา นาฬิกาอะตอมในดาวเทียมที่ว่าถูกต้องมากแล้ว ก็ยังมีความคลาดเคลื่อนได้เหมือนกับ DoD ติดตามความเที่ยงของนาฬิกาอะตอมและทำการปรับแก้แต่ก็ยังคงมีความคลาดเคลื่อนอยู่บ้างเล็กน้อย ซึ่งอยู่ในความคลาดเคลื่อนรวมของเครื่องGPSเช่นเดียวกัน

เครื่องรับที่ตั้งอยู่บนพื้นดินก็มีส่วนทำให้ผิดพลาดได้เช่นกัน การคำนวณทางคณิตศาสตร์ในโปรแกรมของเครื่องทำให้ต้องเลือกตัดค่าสังเกตบางค่าทิ้ง บางครั้งเมื่อถูกรบกวนด้วยคลื่นวิทยุอาจทำให้รหัส Psudo Random มีลักษณะผิดเพี้ยนทำให้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ทำงานไม่ถูกต้อง ความคลาดเคลื่อนอาจมีขนาดเล็กมากหรือขนาดใหญ่มากก็ได้ ค่าที่ใหญ่ก็สามารถรู้ได้ง่ายกว่าเพราะเห็นได้ชัด แต่ถ้ามีค่าเล็กน้อยก็เป็นการยากที่จะหาได้พบ ความคลาดเคลื่อนแบบนี้มีผลทำให้การบอกตำแหน่งผิดไปประมาณ0.5-1เมตร

ความคลาดเคลื่อนอีกอย่างหนึ่งที่ได้เกิดจากดาวเทียมและเครื่องรับก็คือMultipath Error ความคลาดเคลื่อนจากจำนวนเส้นทางที่มีมากกว่า 1 เส้นทาง เกิดจากการที่สัญญาณที่ส่งจากดาวเทียมตกกระทบ ไปยังวัตถุอื่นแล้วจึงสะท้อนเข้าเครื่องรับสัญญาณส่วนนี้ไม่เป็นสัญญาณจากดาวเทียมมีผลต่อการรับเหมือนกับที่เกิดกับการรับสัญญาณทีวีเช่นเดียวกัน คือทำให้เกิดภาพพร่าซ้อนให้เห็นบนจอ GPS รุ่นใหม่ ใช้วิธีการประมวลผลที่ดีขึ้นและการใช้เสาอากาศที่ป้องกันสัญญาณซ้อนได้แต่ในบางครั้งถ้าเกิดรุนแรงมากก็จะมีผลต่อการวัดGPSได้เหมือนกัน

สาเหตุของการเกิดการคลาดเคลื่อนทั้งหมดที่กล่าวมาเป็นผลทำให้การวัด GPS ไม่แน่นอน ซึ่งความหมายว่า แทนที่จะกล่าวว่าของอยู่ห่างไป 10 ฟุต (3.5 เมตร) พอดี ต้องกล่าวว่าของอยู่ห่างไป 10 ฟุต บวกหรือลงเศษหนึ่งส่วนสิบนิ้ว เป็นต้นหรือเปรียบเทียบให้เห็นได้อีกอย่างเช่นเหมือนกับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
103069

เรากำลังใช้ไม้บรรทัดที่ปลายข้างที่ใช้วัดหักหรือลบไป ทำให้ไม่สามารถบอกระยะที่แน่นอนที่เดียวได้ แต่ยังดีที่มีค่าความคลาดเคลื่อนทั้งหมดรวมกันแล้วก็จะมีไม่มาก ผลการใช้ GPS จะบอกตำแหน่งได้ถูกต้องอยู่ในระยะไม่เกิน 25 เมตร และจะถูกต้องยิ่งขึ้นถ้าเครื่องรับคุณภาพดี เพื่อให้ได้ค่าความถูกต้องที่ดีที่สุด เครื่องรับที่ดีจะใช้หลักการของวิชาเรขาคณิต ซึ่งเรียกว่า Geometric Dilution-of-Precision(GdoP)

GdoP เป็นค่าที่ชี้ให้เห็นความถูกต้องของตำแหน่งที่เครื่องรับ GPS แสดงให้เห็นโดยค่าตำแหน่งที่คำนวณได้มาจากการหาระยะจากดาวเทียมหลายดวง ลักษณะการประกอบรวมกลุ่มของดาวเทียมรูปเรขาคณิตหรือขนาดของมุมของดาวเทียมแต่ละดวงภายในกลุ่มจะมีส่วนทำให้ความคลาดเคลื่อนเพิ่มหรือน้อยลงได้ เหมือนกับคนเล่นสนุกเกอร์ที่ต้องเลือกลูกที่มีมุมแทงลูกให้ลงหลุมได้ง่าย ซึ่งบางลูกอยู่ในมุมที่ดีแทงได้เต็มลูกบางลูกต้องแทงบางมากอาจผิดได้

ดูจากรูปจะเห็นว่าผลที่เกิดจาก GdoP ระยะที่วัดได้อยู่บนเส้นวงกลมที่ดาวเทียมเป็นจุดศูนย์กลาง และเนื่องจากระยะที่วัดได้มีขนาดไม่แน่นอนเส้นรอบวงจึงเป็นเส้นหนา เช่น ระยะแทนที่จะเป็น 10,000 ไมล์ ก็จะเป็นรัศมีระยะ 10,000 +/- 0.001 ไมล์ (9,999.999-10,000.001 ไมล์) ดังนั้นเวลาวาดเส้นรอบวงจะมีความกว้างเป็นแถบ ขนาด 0.002 ไมล์ ดังนั้น ตำแหน่ง X ที่เราเคยใช้เป็นแถบสี่เหลี่ยม "X" หรืออาจพูดได้ว่าเนื่องจากผลลัพธ์ไม่แน่นอนตำแหน่งจึงไม่อยู่เป็นจุด แต่จะอยู่ในที่หนึ่งที่ใดก็ได้ในแถบสี่เหลี่ยมนี้

ดังนั้น GDoP จะได้มาจากมุมระหว่างดาวเทียมที่จะทำให้เกิดรูปแถบสี่เหลี่ยมขึ้น รูปสี่เหลี่ยมที่เกิดขึ้นอาจสวยงามดีได้ฉาก หรือยืดยาวและโตก็ได้ สรุปได้ว่าถ้าจะให้ได้ผลดีควรจะเลือกวัดจากกลุ่มดาวเทียมที่มุมระหว่างดาวเทียมมีขนาดโต

ด้วยเหตุนี้ในเครื่องรับ GPS จะมีโปรแกรมให้วิเคราะห์ตำแหน่งของดาวเทียมที่อยู่บนท้องฟ้าและเลือกวัดจากชุดดาวเทียม 4 ดวง ที่มีค่า GdoP ดีที่สุด ในเครื่องรับประเภทละเอียดก็จะเลือกวัดจากดาวเทียมที่เห็นในท้องฟ้าขณะนั้น โดยวิธีนี้จะทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนจาก GdoP เหลือน้อยที่สุด

2.2.4 การหาตำแหน่งดาวเทียมในระบบ GPS

ในการคำนวณหาตำแหน่งของตัวเราจากระบบดาวเทียม GPS สิ่งที่ต้องการเพื่อนำไปสู่คำตอบดังกล่าวก็คือ ตำแหน่งของดาวเทียมและระยะทางจากดาวเทียมถึงตัวเรา (ซึ่งระยะดังกล่าวเราเรียกว่า ข้อมูล observation สามารถหาได้จากการใช้ C/A code ,P code หรือคลื่นพาห์ L1 หรือ L2 เป็นตัววัดระยะ หาอ่านรายละเอียดได้จาก เรื่องราวของ GPS)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่การหาตำแหน่งดาวเทียมได้มาจากข้อมูลที่ส่งมาจากดาวเทียมในรูปแบบของข้อมูล navigation ซึ่งเราจะนำข้อมูลเหล่านั้นมาเข้าสูตรคำนวณเพื่อหาตำแหน่งดาวเทียมดังกล่าว และสูตรเหล่านั้นเกิดขึ้นมาได้เพราะคุณาปการของนักวิทยาศาสตร์สองท่านก็คือเคปเลอร์และนิวตัน

แรกเริ่มเดิมที่ เคปเปลอร์อาศัยการสังเกตุการเคลื่อนที่ของดาว ได้ตั้งกฎของเคปเลอร์ ขึ้นมา 3 กฎก็คือ

1. "ดาวเคราะห์โคจรรอบดวงอาทิตย์เป็นวงรีโดยมีดวงอาทิตย์อยู่ที่โฟกัสจุดหนึ่ง"

2. "เมื่อดาวเคราะห์เคลื่อนที่ตามวงโคจรไปในแต่ละช่วงเวลา 1 หน่วย เส้นสมมติที่ลากโยงระหว่างดาวเคราะห์กับดวงอาทิตย์ จะกวาดพื้นที่ในอวกาศไปได้เท่าๆ กัน"

3. "กำลังสองของคาบวงโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ จะแปรผันตามกำลังสามของระยะห่างจากดวงอาทิตย์"

ทั้ง 3 ข้อเคปเลอร์เพียงแต่ตั้งกฎไว้แต่ไม่สามารถพิสูจน์ได้แต่ต่อมานิวตันเป็นผู้สามารถใช้คณิตศาสตร์ในการพิสูจน์กฎของเคปเลอร์ว่าเป็นจริง

ค่าที่รังวัดได้จากการรับสัญญาณดาวเทียม GPS และนำมาใช้ประโยชน์ในการคำนวณหาตำแหน่ง ปกติ มีอยู่ 2 ชนิดคือ 1.การหาตำแหน่งจาก Pseudorange 2.การหาตำแหน่งด้วยจากการวัดเฟสของคลื่นส่ง

โดยวิธีการหาตำแหน่งจาก Pseudorange จะให้ความถูกต้องในเกณฑ์ 15-25 เมตร(เมื่อนำ SA ออก) แต่ในการรังวัดที่ต้องการความละเอียดสูงจะต้องใช้วิธีการวัดเฟสของคลื่นส่ง แล้วนำไปประมวลผลการรังวัดเช่นนี้ ทำให้ต้องใช้เครื่องมือที่สามารถรับสัญญาณคลื่น L1 และ L2 และสามารถบันทึกสัญญาณที่รับได้ในระยะเวลาที่นานพอสมควร แล้วนำค่าที่รังวัดได้นี้ไปประมวลผลโดยการเปรียบเทียบค่าที่วัดได้จากหมุดที่สองในเวลาเดียวกัน

การหาตำแหน่งจาก Pseudorange

Pseudorange คือระยะทางที่รังวัดจากดาวเทียมมายังเครื่องรับสัญญาณในการวัดระยะทางเครื่องรับจะสร้างระหัส PRN (คือระหัส C/A code ที่ใช้ในกิจการพลเรือน หรือ P code ที่ใช้ในกิจการทหาร C/A code จะถูกผสม(Modulate)ส่งมาพร้อมกับคลื่น L1 และ P code จะถูกผสม(Modulate)ส่งมาพร้อมกับคลื่น L2) ซึ่งใช้ในดาวเทียมขึ้นมาเปรียบเทียบกับระหัสที่ได้จากการรับสัญญาณ ระหัสที่สร้างขึ้นจะถูกเลื่อนไปมาจนกระทั่งมีสหสัมพันธ์สูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับระหัสที่รับได้ค่าเลื่อนระหว่างระหัสทั้งาองคือระยะเวลาที่คลื่นวิทยุ เดินทางจากดาวเทียมมาถึงเครื่องรับด้วยการเอาความเร็วของคลื่นวิทยุคูณกับเวลา

$$PR = R + c\,dt1 + c\,dt2 + c\,dt3 + E$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่ PR คือค่าสหสัมพันธ์สูงสุดของระยะจากดาวเทียมถึงเครื่องรับ ที่รังวัดได้จากเครื่องรับสัญญาณ GPS (คือ ระยะที่ยังมีความคลาดเคลื่อนอยู่)

R คือ ระยะทางทางเรขาคณิตจากดาวเทียมถึงเครื่องรับ คำนวณได้จาก c (t2 – t1) โดยที่ค่า c คือค่าความเร็วของการแพร่กระจายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในสูญญากาศมีค่า 299792458 x 10^8 เมตร/วินาที t2 คือเวลาที่รับสัญญาณ t1 คือเวลาที่ดาวเทียมส่งสัญญาณ ซึ่งในกรณีนี้เราสามารถแปรจากค่า R ไปสู่การหาค่าตำแหน่งของเครื่องรับ

R = sqr(Vsat - Vrec)

โดยที่ Vsat คือ vector ตำแหน่งดาวเทียมเวลา t1 มีองค์ประกอบเป็น Xsat ,Ysat และ Zsat

Vrec คือ vector ตำแหน่งเครื่องรับเวลา t2 มีองค์ประกอบเป็น Xrec ,Yrec และ Zrec

dt1 คือ ความคลาดเคลื่อนของนาฬิกาเครื่องรับ

dt2 คือ เวลาประวิงของการแพร่กระจายคลื่นในบรรยากาศ

dt3 คือ ความคลาดเคลื่อนของนาฬิกาดาวเทียมเทียบกับระบบเวลา GPS

E คือ ความคลาดเคลื่อนของการวัด

การวัดระยะทางไปยังดาวเทียมหนึ่งดาว นำมาเขียนสมการได้หนึ่งสมการ ถ้าวัดไปยังดาวเทียม 4 ดวง ก็เขียนสมการได้ 4 สมการ และตัวไม่รู้ค่า 4 ตัว (พิกัดของเครื่องรับ X,Y,Z และค่าความคลาดเคลื่อน)ทำให้สามารถใช้วิธีการทางพีชคณิตหาตัวไม่ทราบค่าได้ หรือวิธีการ Least sqare กรณีที่มีสมการสังเกตุมากกว่า 4 สมการ ซึ่งปกติแล้วเราจะใช้วิธีการหาตำแหน่งจาก Pseudorange กับการรังวัดแบบจุดเดียวหรือ Point positioning ที่ไม่ต้องการความละเอียดมากความถูกต้องจะอยู่ประมาณ +/- 10-25 เมตร

การหาตำแหน่งด้วยจากการวัดเฟสของคลื่นส่ง

การวัดเฟสของคลื่นส่งในเครื่องรับเป็นการวัดเปรียบเทียบ หรือค่าต่างระหว่างเฟสของคลื่นส่งที่ดาวเทียมส่งลงมากับเฟสของคลื่นความถี่ ที่เครื่องรับสร้างขึ้นมา คลื่นส่งที่ดาวเทียมส่งลงมาแยกเป็นสองส่วนคือ ส่วนของคลื่นที่เป็นจำนวนเต็มลูก(ครบรอบ)กับ ส่วนที่ไม่เต็มรอบหรือเฟส ในการรับสัญญาณนั้นเครื่องรับไม่สามารถจะนับจำนวนเต็มรอบขอบคลื่นส่งที่ส่งลงมา จำนวนเต็มรอบสามารถหาค่าได้จากการคำนวณในภายหลัง จำนวนเต็มนี้มีชื่อเรียกว่า ambiguity หรือ เลขปริศนา

PRc = R + c dt1 + c dt2 + c dt3 + E + N Wc

โดยที่ PRc คือ ค่าสหสัมพันธ์สูงสุดของระยะจากดาวเทียมถึงเครื่องรับ ที่รังวัดได้จากเครื่องรับสัญญาณ GPS (คือ ระยะที่ยังมีความคลาดเคลื่อนอยู่)ที่ได้จากการวัดเฟสของคลื่นส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

N คือ ค่าของตัวเลขปริศนา

Wc คือ ความยาวช่วงคลื่น ของคลื่นส่ง

การหาค่าตัวเลขปริศนาและการขจัดความคลาดเคลื่อนนั้น ใช้หลักการ ค่าความต่างของค่าที่วัดได้จากงานรังวัดดาวเทียม นั่นคือค่าความต่างจะมีอยู่ด้วยกัน 3 แบบคือ

1. ค่าต่างระหว่างจุดหรือระหว่างเครื่องรับ
2. ค่าต่างระหว่างดาวเทียม
3. ค่าต่างระหว่างขณะเวลา

ซึ่งในการหาค่าต่างครั้งที่สอง (Double differences) คือการนำค่าต่างระหว่างจุดระหว่างดาวเทียมหรือระหว่างขณะเวลา มาหาค่าต่างระหว่างกันอีกครั้งหนึ่ง ปกติการหาค่าต่างครั้งที่สองจะเป็นการหาค่าต่างระหว่างจุดและระหว่างดาวเทียม ค่าต่างครั้งที่สองนี้ใช้ในการประมวลผลเพื่อคำนวณเส้นฐานระหว่างจุดสองจุดที่ทำการวัดเฟสของคลื่นที่ส่งมา จะเป็นวิธีการพื้นฐานในการรังวัดคำนวณตำแหน่งสัมพัทธ์ (relative หรือ differential positioning)

ฉะนั้นในการรังวัดที่ต้องการความถูกต้องสูง(ระดับ เซนติเมตร) เครื่องรับแบบรังวัดส่วนใหญ่จะใช้วิธีการวัดเฟสของคลื่นส่งเพื่อให้ได้ตำแหน่งสัมพันธ์ที่มีความถูกต้อง ดังนั้นการรังวัดแบบวัดเฟสเครื่องส่ง ต้องวางเครื่องทิ้งไว้เป็นเวลานานพอที่จะคำนวณค่าเลขปริศนา N ได้

เหตุผลที่ทำให้เครื่องรับแบบวิธีการวัดเฟสของคลื่นส่ง มีความถูกต้องสูงคือ ประการแรกความยาวคลื่นส่งของ L1 มีความยาวเพียง 19 ซม. เมื่อเทียบกับความยาวคลื่นของระหัส C/A ซึ่งมีความยาวถึง 300 เมตร เปรียบเทียบการนำเอาไม้บรรทัดที่มีการแบ่งช่องสเกลที่ถี่ห่างต่างกันมากมาวัดระยะทางย่อมทำให้ความถูกต้องของระยะที่วัดได้มีความละเอียดที่ต่างกันมาก ระยะที่ได้จากการวัดเฟสคลื่นส่งมีความถูกต้องถึงมิลลิเมตร

สำหรับการคำนวณตำแหน่งสัมพัทธ์จากข้อมูลการวัดเฟสของคลื่นส่ง โดยปกติจะเป็นการประมวลผลภายหลังการทำงานสนามเพราะจะต้องนำข้อมูลจำนวนมากที่ได้จากการรับสัญญาณจากทั้งสองจุดมาประมวลผลร่วมกัน

การประมวลผลการหาตำแหน่งด้วยการรังวัดแบบเฟสสำหรับการรังวัดแบบสัมพัทธ์

โดยหลักการแล้วในการปฏิบัติเราจะนำเครื่องรังวัดตั้งแต่ 2 เครื่องมาวางยังตำแหน่งโดยมีเครื่องรังวัดอย่างน้อย 1 เครื่องวางยังตำแหน่งหัวหมุดที่ทราบค่าแล้ว ทิ้งไว้เพื่อทำการรังวัดพร้อมๆ กันในระยะเวลานานพอสมควร (ประมาณ 2 ชม. ขึ้นไป) จากนั้นทำการถ่ายทอดค่าที่รังวัดได้สู่เครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อทำการประมวลผลต่อไป ปัจจุบันมีการประมวลผลที่นิยม 2 แบบคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป วิธีการนี้ผู้ทำการรังวัดจะต้องมีโปรแกรมติดตั้งอยู่ที่เครื่องคอมพิวเตอร์ทำการโอนถ่ายข้อมูลของเครื่องรังวัดแต่ละเครื่องเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์ประมวลผล โดยมากจะใช้หลักการของการหาค่าต่างครั้งที่สอง (Double differences) คือการนำค่าต่างระหว่างจุดระหว่างดาวเทียมหรือระหว่างขณะเวลา มาหาค่าต่างระหว่างกันอีกครั้งหนึ่งปกติการหาค่าต่างครั้งที่สองจะเป็นการหาค่าต่างระหว่างจุดและระหว่างดาวเทียม ค่าต่างครั้งที่สองนี้ใช้ในการประมวลผลเพื่อคำนวณเส้นฐานระหว่างจุดสองจุดที่ทำการวัดเฟสของคลื่นที่ส่งมา วิธีการนี้สะดวกแต่ต้องลงทุนสูงเพราะต้องมีเครื่องรังวัดอย่างน้อยสองเครื่องและต้องซื้อค่าลิขสิทธิ์การใช้ โปรแกรมด้วยอีกต่างหาก

2. ใช้หลักการ web-based automated GPS processing วิธีการนี้ ใช้หลักการส่งข้อมูลที่รังวัดได้ผ่านทาง internet จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ประมวลผลแล้วส่งกลับไปยังผู้รังวัด ข้อดีคือผู้รังวัดในสนามสามารถประมวลผลได้ทุกที่ในโลก และไม่ต้องใช้เครื่องมือรังวัดพร้อมกันอย่างน้อย 2 เครื่อง ใช้เครื่องมือรังวัดเพียงเครื่องเดียวก็สามารถหาตำแหน่งที่มีความถูกต้องได้แล้ว นอกจากนี้ยังไม่ต้องซื้อลิขสิทธิ์โปรแกรมในราคาแพงอีกด้วย

2.2.5 การบอก(คำนวณ)ตำแหน่งพิกัด GPS Receiver

ดาวเทียมจีพีเอสแต่ละดวงจะส่งกระจายสัญญาณ 2 ชนิดอย่างต่อเนื่องได้แก่ สัญญาณสแตนดาสโพซิชันนิงเซอร์วิส (Standard Positioning Service : SPS) ซึ่งใช้สำหรับบุคคลทั่วไปและสัญญาณพรีไซซ์โพซิชันนิงเซอร์วิส (Precise Positioning Service : PPS) ซึ่งใช้สำหรับทางทหาร สัญญาณเอสพีเอสเป็นสัญญาณแบบสปรีดสเปกตรัม (Spread-Spectrum) ที่กระจายสัญญาณด้วยความถี่ 1575.42 MHz

สภาพแวดล้อม หรือสัญญาณรบกวนที่เกิดจากอุปกรณ์ไฟฟ้า บนพื้นโลก มีผลกระทบ ค่อนข้างน้อย ต่อสัญญาณดังกล่าว

สัญญาณเอสพีเอสประกอบด้วยข้อมูลเกี่ยวกับวงโคจรของดาวเทียม 2 ชนิดคือ ข้อมูลปฏิทินโหราศาสตร์ (Almanac) และข้อมูลปฏิทินการโคจรของวงดาว (Ephemeris) ข้อมูลปฏิทินโหราศาสตร์เป็นข้อมูลที่บอกถึงสภาพของดาวเทียมและตำแหน่งวงโคจรของดาวเทียมทุกดวง ในระบบอย่างคร่าวๆ เครื่องรับสัญญาณจีพีเอสจะรับข้อมูลปฏิทินโหราศาสตร์ จากดาวเทียมดวงใดๆที่สามารถรับสัญญาณได้แล้วใช้ข้อมูลดังกล่าว เพื่อการเลือกรับดาวเทียมที่สามารถจะใช้ได้ในการคำนวณตำแหน่งพิกัดส่วนข้อมูลปฏิทินการโคจรของวงดาวประกอบด้วยข้อมูลที่แม่นยำ โดยละเอียดของวงโคจรของดาวเทียมแต่ละดวงที่ทำการรับสัญญาณได้ สัญญาณเอสพีเอสจะส่งรหัส (Code) ลงมาด้วย โดยรหัสดังกล่าวจะทำให้เครื่องรับจีพีเอสสามารถคำนวณเวลาที่สัญญาณเดินทางจากดาวเทียมมาถึงตัวเครื่องเครื่องรับจีพีเอสได้เมื่อเครื่องทราบเวลาที่เดินทางและตำแหน่งดาวเทียม (Ephemeris)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก็จะสามารถคำนวณหาระยะ (Pseudorange) ระหว่างดาวเทียมแต่ละดวงเครื่องรับจีพีเอสได้ เครื่องรับจะทำการรับสัญญานจากดาวเทียมอย่างน้อย 3 ถึง 4 ดวงในเวลาเดียวกัน เครื่องจะใช้ดาวเทียม 3 ดวง ในการคำนวณหาตำแหน่งพิกัดเพียงอย่างเดียว โดยเมื่อทราบระยะทาง จากเครื่องรับจีพีเอสถึงดาวเทียม 3 ดวง เครื่องจะสามารถคำนวณจุดตำแหน่งพิกัดของตนเองได้ เมื่อกำหนดให้ความสูงคงที่ (ผู้ใช้ต้องป้อนค่าความสูงที่ทราบให้กับเครื่อง) และถ้ารับสัญญาณจากดาวเทียมได้ 4 ดวง เครื่องจะใช้ดาวเทียม 4 ดวงในการคำนวณ ตำแหน่งพิกัด และความสูงได้ โดยไม่จำเป็นต้องป้อนค่าความสูงให้กับเครื่อง

2.2.6 ความแม่นยำ (ACCURACY) ของตำแหน่งพิกัด ที่คำนวณได้

โดยทั่วไปแล้วเครื่องรับจีพีเอสที่ทำงานโดยอาศัยสัญญาณเอสพีเอสสามารถคำนวณค่าตำแหน่งพิกัด ที่มีความถูกต้อง อยู่ในระยะ 25 เมตร และค่าความถูกต้องของความเร็วอยู่ในระยะ 5 เมตรต่อวินาที (เครื่องจีพีเอสของ Magellan สามารถคำนวณค่าตำแหน่งพิกัด ที่มีความถูกต้องอยู่ในระยะ 15 เมตร)เนื่องจากค่าความถูกต้องที่ได้นี้ จะขึ้นอยู่กับนโยบาย ของรัฐบาลสหรัฐอเมริกา ที่เรียกว่า Selective Availability (SA) เพื่อรักษาความมั่นคงทางทหาร สัญญาณเอสเอนี้จะทำให้เกิด ค่าความผิดพลาด ขึ้นกับข้อมูล Ephemeris ที่ส่งกระจายมาจากดาวเทียม ส่งผลให้ค่าความผิดพลาด ของค่าตำแหน่งพิกัดที่ได้ มีค่าเพิ่มขึ้นเป็นระยะ 100 เมตร ในการใช้งานทั่วไปแล้ว ค่าความผิดพลาดในระยะ 100 ก็ดีเพียงพอสำหรับการใช้งานที่ต้องการความถูกต้องที่มากกว่านี้สามารถทำได้โดยใช้เทคนิค Differential เพื่อกำจัดผลของเอสเอซึ่งทำให้ค่าที่ได้มีความถูกต้องมากขึ้น (ขณะนี้ รัฐบาลสหรัฐอเมริกา ปิด S/A แล้ว)

นอกจากนี้ ความถูกต้อง ของตำแหน่งพิกัด ยังขึ้นกับ ชุดของค่าคงที่ ที่เรียกว่า Map Datum ซึ่งค่าเหล่านี้ มีความแตกต่างกัน สำหรับพื้นที่ ในแต่ละพื้นที่ โดยทั่วไป แต่ละประเทศจะใช้ Map Datum ที่แตกต่างกันในการสร้างแผนที่ของพื้นที่ในประเทศตำแหน่งเดียวกัน บนแผนที่ 2 ฉบับ ที่ใช้ Map Datum ต่างกันในการสร้างแผนที่จะให้ตำแหน่งพิกัดที่แตกต่างกัน ดังนั้น การเทียบตำแหน่งพิกัด ที่ได้จากเครื่องรับจีพีเอสกับตำแหน่งพิกัดจริง ที่ได้จากแผนที่ จึงต้องใช้ Map Datum เดียวกัน โดยที่ เครื่องรับจีพีเอสส่วนมากจะสามารถเปลี่ยน Map Datum ของเครื่องได้หลายแบบ เพื่อให้สามารถนำเครื่องไปใช้บอกตำแหน่งเทียบกับแผนที่ ในพื้นที่แต่ละประเทศได้ (เครื่องจีพีเอสของ Magellan โดยมาก จะมี Map Datum 72 แบบ ให้เลือกใช้ ตามประเทศ โดยรวมถึง Map Datum Thai-Viet ซึ่งใช้ได้กับพื้นที่ ประเทศไทย เวียดนาม และบริเวณ อินโดจีน หลายประเทศ ดังนั้น ถ้าท่านใช้งานเครื่อง ในประเทศและใกล้เคียง จึงสามารถตั้ง Map Datum ของเครื่อง เป็นแบบ Thai-Viet และไม่จำเป็นต้องใช้ Map Datum อื่นแต่อย่างใด สำหรับ Map Datum อื่นๆ ที่มีใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องจะครอบคลุม การใช้งานในประเทศต่างๆ ทั่วโลก เว้นในบางบริเวณหรือประเทศที่ไม่มีความสำคัญมากนัก) สำหรับการใช้เครื่อง ในการเดินเรือ ในทะเลและมหาสมุทรจะต้องเลือกใช้ Map Datum WGS-84 ซึ่งเป็นชุดของค่าคงที่ สำหรับบริเวณ ทะเล มหาสมุทร และชายฝั่ง ที่ใช้ได้เกือบทุกพื้นที่ ทั่วโลก

การตั้ง Map Datum ที่ไม่ถูกต้อง ให้กับเครื่องจีพีเอสอาจทำให้ตำแหน่งพิกัดที่อ่านได้จากเครื่อง ไม่ตรงกับ ตำแหน่งพิกัด ที่ได้จากแผนที่ ความแตกต่างอาจเป็นได้ ตั้งแต่ไม่กี่เมตรจนมากถึงหลายร้อยเมตร โดยทั่วไปถ้าไม่ทราบว่าแผนที่ที่ใช้อ้างอิง ทำโดยใช้ Map Datum ใดให้เลือกตั้ง Map Datum ของเครื่องเป็น WGS-84 แต่ถ้าทราบ Map Datum ของแผนที่ที่ใช้เปรียบเทียบก็ให้ตั้ง Map Datum ของเครื่องจีพีเอสเป็นแบบเดียวกัน

สำหรับประเทศไทย ถ้าตั้ง WGS-84 ให้กับเครื่องจีพีเอสจะทำให้ตำแหน่งพิกัดที่อ่านได้จากเครื่อง เทียบกับแผนที่ประเทศไทยที่อ้างอิงกับ Map Datum แบบ Thai-Viet มีความแตกต่าง ในแนวราบ ที่ประมาณ 413 เมตร ซึ่งค่อนข้างสูงมาก ดังนั้นก่อนการใช้เครื่องจีพีเอสควรตั้งค่า Map Datum ให้ตรงกับแผนที่ ที่จะใช้เปรียบเทียบทุกครั้ง

2.2.7 เทคนิค Differential

วิธีการ differential positioning เป็นเทคนิคหนึ่งในการที่จะทำให้ผู้ใช้หาค่าพิกัดจากดาวเทียมสามารถที่จะกำจัด ค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้น เนื่องจากสภาวะแวดล้อมและผลจากเอสเอทำให้สามารถที่จะใช้เครื่องหาค่าพิกัดในการคำนวณหาค่าตำแหน่งที่ให้ความแม่นยำสูง โดยมีหลักการในการใช้ค่าความผิดพลาดที่คำนวณได้ ณ ตำแหน่งที่ทราบค่าพิกัดแน่นอนถูกต้องและทำการป้อนค่าดังกล่าวเข้าไปเพื่อทำการแก้ไขค่าตำแหน่งที่คำนวณได้จากเครื่องรับจีพีเอสเครื่องอื่นๆ

โดยทั่ว ๆ ไปแล้วค่าความแม่นยำในแนวราบของตำแหน่งใดๆ ที่คำนวณได้จากเครื่องรับจีพีเอสจะมีค่าประมาณ 15 เมตร อาร์เอ็มเอสหรือมากกว่าความหมายของคำว่า 15 เมตร อาร์เอ็มเอส(root-mean square) หมายถึง ถ้าทำการกระจายจุดต่างๆรอบตำแหน่งที่ถูกต้องเป็นแบบวงกลมโดยมีค่า mean เป็นศูนย์ ค่าความแม่นยำ 15 เมตร อาร์เอ็มเอสจะหมายถึง 63 % ของตำแหน่งที่วัดได้จะอยู่ในระยะ15เมตรจากตำแหน่งที่ถูกต้อง

ค่าความผิดพลาดในการหาตำแหน่งมีอยู่ 2 ประเภทคือแบบที่แก้ไขได้และแบบที่แก้ไขไม่ได้ ค่าความผิดพลาดแบบที่แก้ไขได้จะเป็นค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นเหมือนๆ กัน กับเครื่องรับจีพีเอสทุกเครื่องที่อยู่ในบริเวณเดียวกัน ส่วนค่าความผิดพลาดที่แก้ไขไม่ได้จะเป็นค่าความผิดพลาดแบบที่จะไม่มีความสัมพันธ์กันเลยในระหว่างเครื่องรับทุกเครื่องที่อยู่ในบริเวณเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Correctable errors หรือความผิดพลาดแบบที่แก้ไขได้ ข้อมูลความผิดแบบที่แก้ไขได้นี้ จะเกิดขึ้นได้จากหลายสาเหตุได้แก่ Satellite clock error , ephemeris data error และความผิดพลาดจากการหน่วงสัญญาณของชั้นบรรยากาศ ionospheric และ tropospheric รวมทั้งค่าความฟิดพลาดที่เกิดขึ้นได้จากผลของเอสเอ

ค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจาก satellite clock และ ephemeris เป็นค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นภายในดาวเทียมจีพีเอสค่าความผิดพลาด satellite clock จะเป็นค่าความผิดพลาด เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอย่างช้าๆของเวลาที่ได้จาก Cesium Atomic Clock ภายในดาวเทียมซึ่งจะทำให้เครื่องรับ 0จีพีเอสเกิดการผิดพลาดในการวัดตำแหน่ง ในขณะที่ทำการวัดแบบ pseudorange ส่วนค่าความผิดพลาด ephemeric นี้ เป็นค่าผิดพลาดที่อยู่ในข้อมูล ที่ถูกใช้โดยเครื่องรับจีพีเอสในการกำหนดการหาดาวเทียมในอวกาศค่าความผิดพลาดเนื่องจากชั้นบรรยากาศ lonospheric และ tropospheric เกิดขึ้นเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของชั้นบรรยากาศ ทำให้เกิดการหน่วงเวลาการเดินทางของสัญญาณที่ส่งจากดาวเทียมเกิดขึ้นเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นของอิเล็กตรอนในชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ซึ่งเป็นชั้นบรรยากาศ ที่สัญญาณทะลุผ่าน

ชั้นบรรยากาศ ionospheric นั้นเป็นชั้นบรรยากาศ ในส่วนบนสุดของชั้นบรรยากาศโลก ส่วนชั้นบรรยากาศ tropospheric จะเกี่ยวข้องกับความชื้น, อุณภูมิ และความสูง ซึ่งชั้นบรรยากาศนี้จะมีผล ทำให้เกิดการหน่วงเวลา ได้น้อยกว่าชั้นบรรยากาศ ionospheric

ค่าความผิดพลาดที่แก้ไขได้อีกแบบหนึ่งคือผลของ Selective Availability (SA) ซึ่งเอสเอเป็นมาตรการที่กระทรวงกลาโหมสหรัฐ ใช้ในการทำให้ค่าความแม่นยำของเครื่องรับจีพีเอสเกิดความผิดพลาดสูงขึ้น โดยการใส่ค่าความผิดพลาด เข้าไปในสัญญาณ GPS ที่จะส่งออกจากดาวเทียม ซึ่งเป็น มาตรการที่ทำเพื่อผลประโยชน์ทางทหาร สำหรับสหรัฐอเมริกาและกองกำลังพันธมิตร ค่าความผิดพลาดทั้งหมดที่กล่าวนี้จะมีความเหมือนกันอยู่อย่างหนึ่งคือ ปริมาณ และทิศทาง ของค่าความผิดพลาดในเวลาใดเวลาหนึ่ง จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างกะทันหัน ดังนั้นเครื่องรับจีพีเอส 2 เครื่อง ซึ่งอยู่ในระยะห่างกันที่ไม่มากนัก จะได้รับผลกระทบจากค่าความผิดพลาดในปริมาณและทิศทางที่เท่ากันหรือใกล้เคียงกัน ดังนั้นเราสามารถที่จะทำการหาค่าความผิดพลาดดังกล่าวได้

Non-Correctable Errors ค่าความผิดพลาดแบบที่แก้ไขไม่ได้ เป็นค่าความผิดพลาดที่เครื่องรับ จีพีเอสสองเครื่องในบริเวณเดียวกันจะเกิดค่าความผิดพลาดที่ไม่เท่ากัน และค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้น จะไม่มีความสัมพันธ์ใดๆ ต่อกัน แหล่งที่มาของค่าความผิดพลาดแบบนี้ได้แก่ ค่าระดับสัญญาณรบกวน ในเครื่องรับจีพีเอสซึ่งเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ ไม่ว่าจะเป็นแบบชนิดใด และค่าความผิดพลาดเนื่องจาก Multipath หรือการรับสัญญาณสะท้อนจากหลายทิศทางอันเนื่องจากสภาพแวดล้อมรอบๆ บริเวณ ค่าความผิดพลาดแบบนี้เกิดขึ้นเนื่องจากเครื่องรับได้รับสัญญาณทั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากดาวเทียมโดยตรง และสัญญาณที่สะท้อนจากสัญญาณดังกล่าว ซึ่งจะสะท้อนจากสิ่งที่มีอยู่รอบข้างไม่ว่าจะเป็นตึกหรือภูเขา (เครื่องรุ่น ProMARK ของ Magellan ได้รับการออกแบบให้ใช้กับสายอากาศที่ติดมากับเครื่อง และสายอากาศภายนอกเครื่องซึ่งได้รับการออกแบบมาอย่างดีจะลดผลที่เกิดจากลักษณะดังกล่าวนี้ สำหรับสายอากาศแบบ submeter ซึ่งเป็นสายอากาศแบบพิเศษที่ได้รับการออกแบบมาเพื่อลดทอน multipath ซึ่งสายอากาศแบบนี้ จะใช้ในกรณีที่ทำการเก็บข้อมูล carrier phase) ค่า ความผิดพลาดแบบที่ไม่สามารถแก้ไขได้นี้ไม่สามารถจะกำจัดได้จากการทำ differential แต่สามารถจะลดได้โดยการทำposition fix averaging

2.3 โปรโตคอล NMEA

มาตรฐาน NMEA 0183 เวอร์ชัน 1.5 หรือ 2.2 ซึ่งกำหนดขึ้นโดยองค์กรกลางคือ National Electronic Association สำหรับมาตรฐาน NMEA 0183 เวอร์ชัน 2.2 ได้ประกาศใช้มาตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม ค.ศ. 1997 เป็นเวอร์ชันซึ่งใหม่กว่าเวอร์ชัน 1.5 และในปัจจุบันอุปกรณ์รับสัญญาณจีพีเอส ส่วนใหญ่สามารถรองรับได้

NMEA Message คือข้อมูลซึ่งส่งออกมาจากโมดูลรับสัญญาณจีพีเอสข้อมูลใน NMEA Message สามารถแบ่งได้เป็นเรคอร์ด (Record) หรือฟิลด์ (Field) ย่อย โดยในแต่ละเรคอร์ดจะประกอบด้วยอักขระแอสกี (ASCII) ซึ่งมีความยาวไม่เกิน 80 ตัวอักษร สามารถอ่านข้อมูล NMEA Message ได้โดยการใช้ซอฟแวร์สื่อสาร เช่น Hyper Terminal เรคอร์ดข้อมูลใน NMEA Message แต่ละเวอร์ชันมีอยู่มากน้อยแตกต่างกันและแต่ละเรคอร์ดจะมีรายละเอียดที่ต่างกันเรคอร์ดที่ใช้กันเป็นหลักในNMEA Message จะมีอยู่หลายเรคอร์ด รายละเอียดภายในเรคอร์ดต่างๆ ของ NMEA Message มีดังนี้

GGA (Global Positioning System Fixed Data) เรคอร์ดนี้ประกอบด้วยข้อมูลซึ่งใช้บอกถึงตำแหน่งพิกัด ละติจูด ลองติจูด ทิศทาง เวลา จำนวนดาวเทียมที่ใช้คำนวณพิกัด (Satellites Used) และความสูงจากระดับน้ำทะเล (MSL Altitude) ตัวอย่างของเรคอร์ด GGA ที่โมดูลรับสัญญาณส่งอจีพีเอสอกมามีโครงสร้างดังตารางที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 ความหมายของข้อมูลที่อยู่ในเรคอร์ด GGA

ชื่อ	ตัวอย่าง	คำบรรยาย
Message ID	$GPGGA	ส่วนหัวโปรโตคอลของ GGA
UTC Position	161229.487	hhmmss.sss เวลามาตรฐานกลาง
Latitude	3723.2475	ddmm.mmmm ตำแหน่งละติจูด
N/S Indicator	N	N= north or S= south
Longitude	12158.3416	dddmm.mmmm ตำแหน่งลองติจูด
E/W Indicator	W	E= east or W= west
Position Fix Indicator	1	เป็นตัวบอกลักษณะของ GPS (0 = not fix, 1 = GPS fix, 2 = Differential GPS fix)
Satellites Used	07	จำนวนดาวเทียมที่ใช้คำนวณพิกัดอยู่ในช่วง 0 ถึง 12
HDOP	1.0	Horizontal Dilution of Precision
MSL Altitude	9.0	ความสูงของสายอากาศระดับน้ำทะเล (เมตร)
Units	M	หน่วยของความสูงของสายอากาศ (เมตร)
Geoid Separation		ความต่างระหว่างระบบ WGS-84 กับระดับน้ำทะเล (เมตร)
Units	M	หน่วยของความต่างจากจีออยด์ (ระดับน้ำทะเล)(เมตร)
Ages of Diff. Corr.		จะไม่มีฟิลด์นี้เมื่อไม่ใช้ DGPS (วินาที)
Diff. Ref. Station ID	0000	หมายเลขประจำสถานีอ้างอิง (DGPS)
Checksum	*18	เช็คซัม
<CR><LF>		สิ้นสุดประโยค

$GPGGA,161229.487,3723.2475,N,12158.3416,W,1,07,1.0,9.0,M, , , ,.0000*18<CR><LF>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GLL (Geographic Position Latitude/Longitude) เรคอร์ดนี้ประกอบด้วยข้อมูลซึ่งใช้บอกถึงตำแหน่งพิกัด ละติจูด ลองติจูด ทิศทาง เวลา และสถานะในการรับสัญญาณ (Status) โดยตัวอย่างของเรคอร์ด GLL ที่โมดูลรับสัญญาณจีพีเอสส่งออกมามีโครงสร้างดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ความหมายของข้อมูลที่อยู่ในเรคอร์ด GLL

ชื่อ	ตัวอย่าง	คำบรรยาย
Message ID	$GPSGLL	ส่วนหัวโปรโตคอลของ GLL
Latitude	3723.2475	ddmm.mmmm ตำแหน่งละติจูด
N/S Indicator	N	N= north or S= south
Longitude	12158.3416	ddmm.mmmm ตำแหน่งลองติจูด
E/W Indicator	W	E= east or W= west
UTC Position	161229.487	hhmmss.sss เวลามาตรฐานกลาง
Status	A	A= data or V= Not valid
Checksum	*2C	เช็คซัม
<CR><LF>		สิ้นสุดประโยค

$GPGLL, 3723.2475,N,12158.3416,W,161229.487,A*2C<CR><LF>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GSA (GNSS DOP and Active Satellites) เรคอร์ดนี้ประกอบด้วยข้อมูลซึ่งใช้บอกถึงตำแหน่ง พิกัดละติจูด ลองติจูด ทิศทาง เวลา และสถานะในการรับสัญญาณ โดยตัวอย่างของเรคอร์ด GSA ที่โมดูลรับสัญญาณจีพีเอสส่งออกมามีโครงสร้างดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ความหมายของข้อมูลที่อยู่ในเรคอร์ด GSA

ชื่อ	ตัวอย่าง	คำบรรยาย
Message ID	$GPGSA	ส่วนหัวโปรโตคอลของ GSA
Mode1	A	M = Manual, A = Automatic
Mode2	3	1= ไม่ระบุค่า , 2 = 2 มิติ , 3= มิติ
Satellite Used	07	RPNs ของดาวเทียมใช้ในการแก้ปัญหา (เป็น null สำหรับฟิลด์ที่ไม่ได้ใช้)
PDOP	1.8	Position Dilution of Precision
HDOP	1.0	Horizontal Dilution of Precision
VDOP	1.5	Vertical Dilution of Precision
Checksum	*33	เช็คซัม
<CR><LF>		สิ้นสุดประโยค

$GPGSA,16229.487,3723.2475,N,12158.3416,W,1,07,1.0,9.0,M,,,,.0000*18<CR><LF>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GSV (GNSS Satellites in View) เรคอร์ดนี้ประกอบด้วยข้อมูลซึ่งใช้บอกถึงค่าทางเทคนิคต่างๆ ที่ได้รับจากดาวเทียมจีพีเอสที่โมดูลรับสัญญาณได้ โดยตัวอย่างของเรคอร์ด GSV ที่โมดูลรับสัญญาณจีพีเอสส่งออกมามีโครงสร้างดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 ความหมายของข้อมูลที่อยู่ในเรคอร์ด GSV

ชื่อ	ตัวอย่าง	คำบรรยาย
Message ID	$GPGSV	ส่วนหัวโปรโตคอลของ GSV
Number of Message	2	จำนวนรวมทั้งหมดของ Messages (1-3)
Message Number	1	หมายเลข Messages (1-3)
Satellites in View	07	จำนวนรวมทั้งหมดของดาวเทียมในการมองเห็น
Satellite ID	07	Channel 1 (อยู่ในช่วง 1-32)
Elevation	79	Channel 1 (จำนวนสูงสุดคือ 90) หน่วยเป็น degrees
Azimuth	048	Channel 1 (True, อยู่ในช่วง 0-359) หน่วยเป็น degrees
SNR (C/No)	42	0~99,null when not tracking (dBHz)
....	02,51,062,43	Ch.2 ของ Satellites ID, Elevation, Azimuth, SNR
....	26,36,256,42	Ch.3 ของ Satellites ID, Elevation, Azimuth, SNR
....	27,138,42	Ch.4 ของ Satellites ID, Elevation, Azimuth, SNR
Ages of Diff. Corr.		จะไม่มีฟิลด์นี้เมื่อไม่ใช้ DGPS (วินาที)
Checksum	*71	เช็คซัม
<CR><LF>		สิ้นสุดประโยค

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RMC (Recommended Minimum Specific GNSS Data) เรคอร์ดนี้ประกอบด้วยข้อมูลซึ่งใช้บอกถึงค่าวันที่และเวลา สถานะในการรับสัญญาณตำแหน่งพิกัดละติจูดและลองติจูด ทิศทาง ความเร็ว โดยตัวอย่างของเรคอร์ด RMC ที่โมดูลรับสัญญาณ GPS ส่งออกมามีโครงสร้างเป็นดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 ความหมายของข้อมูลที่อยู่ในเรคอร์ด GPRMC

ชื่อ	ตัวอย่าง	คำบรรยาย
Message ID	$GPRMC	ส่วนหัวโปรโตคอลของ RMC
UTD Position	161229.487	hhmmss.sss เวลามาตรฐานกลาง
Status	A	A= data valid or V= Not
Latitude	3723.2475	ddmm.mmmm ตำแหน่งละติจูด
N/s Indicator	N	N= north or S= south
Longitude	12158.3416	dddmm.mmmm ตำแหน่งลองติจูด
E/W Indicator	W	E= east or W= west
Speed Over Ground	0.13	ความเร็ว (Knots)
Course Over Ground	309.62	True (degrees)
Data	120598	ddmmyy
MSL Altitude	9.0	degrees
Magnetic Variation		E= east or W= west (degrees)
Checksum	*10	เช็คซัม
<CR><LF>		สิ้นสุดประโยค

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

VTG (Course Over Ground and Ground Speed) เรคอร์ดนี้ประกอบด้วยข้อมูลซึ่งใช้บอกถึงทิศทางและความเร็วโดยตัวอย่างของเรคอร์ด VTG ที่โมดูลรับสัญญา GPS ส่งออกมามีโครงสร้างเป็นดังตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 ความหมายของข้อมูลที่อยู่ในเรคอร์ด VTG

ชื่อ	ตัวอย่าง	คำบรรยาย
Message ID	$GPVTG	ส่วนหัวโปรโตคอลของ VTG
Course	309.62	Measured heading (degrees)
Reference	T	True
Course		Measured heading(degrees)
Reference	M	Magnetic
Speed	0.13	ได้จากการวัดความเร็วด้านแนวนอน (knots)
Units	N	Knots
Speed	0.2	ได้จากการวัดความเร็วด้านแนวนอน (knots)
Units	K	กิโลเมตรต่อชั่วโมง
Checksum	*6E	เช็คซัม
<CR><LF>		สิ้นสุดประโยค

$GPVTG,309.62,T ,M,0,13,N,0,2,K*6E<CR><LF>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดของแต่ละเรคอร์ดจะมีความแตกต่างกันและมีประโยชน์ในการนำไปใช้ที่ต่างกันซึ่งเราสามารถนำมาใช้งานตามความต้องการโดยเลือกจากข้อมูลที่มีอยู่ในเรคอร์ด ดังตารางที่ 2.7 เป็นการสรุปและการจัดหมวดหมู่คุณสมบัติของแต่ละเรคอร์ดไว้

ตารางที่ 2.7 สรุปคุณสมบัติของ 6 เรคอร์ดหลักใน NMEA message

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

2.4 โปรโตคอล ทีซีพี/ไอพี (TCP/IP Protocol)

TCP/IP (Transmitsion Control Protocol/Internet Protocol) เป็นชุดของโปรโตคอลที่ถูกใช้ในการสื่อสารผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้สามารถใช้สื่อสารจากต้นทางข้ามเครือข่ายไปยังปลายทางได้ และสามารถหาเส้นทางที่จะส่งข้อมูลไปได้เองโดยอัตโนมัติถึงแม้ว่าในระหว่างทางอาจจะผ่านเครือข่ายที่มีปัญหา โปรโตคอลก็ยังคงหาเส้นทางอื่นในการส่งผ่านข้อมูลไปให้ถึงปลายทางได้

TCP/IP มีจุดประสงค์ของการสื่อสารตามมาตรฐาน 3 ประการคือ

1. เพื่อใช้ติดต่อสื่อสารระหว่างระบบที่มีความแตกต่างกัน

2. ความสามารถในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบเครือข่าย เช่น ในกรณีที่ผู้ส่งและผู้รับยังคงมีการติดต่อกันอยู่ แต่โหนดกลางที่ใช้เป็นผู้ช่วยรับ-ส่งเกิดเสียหายใช้การไม่ได้ หรือสายสื่อสารบางช่วงถูกตัดขาด กฎการสื่อสารนี้จะต้องสามารถจัดหาทางเลือกอื่นเพื่อทำให้การสื่อสารดำเนินต่อไปได้โดยอัตโนมัติ

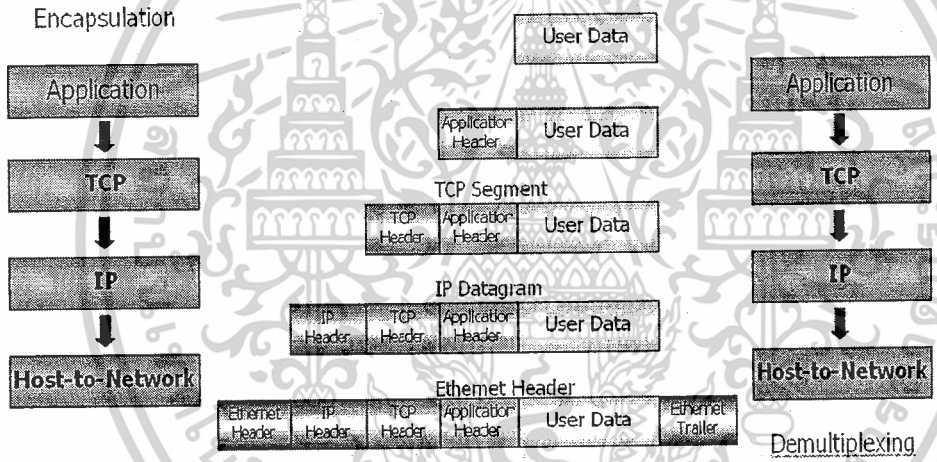
3. มีความคล่องตัวต่อการสื่อสารข้อมูลได้หลายชนิดทั้งแบบที่ไม่มีความเร่งด่วน เช่น การจัดส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แฟ้มข้อมูล และแบบที่ต้องการรับประกันความเร่งด่วนของข้อมูล เช่น การสื่อสารแบบ real-time และทั้งการสื่อสารแบบเสียง (Voice) และข้อมูล (data)

การห่อหุ้มข้อมูล/และการถอดรูปข้อมูล (Encapsulation/Demultiplexing)

การส่งข้อมูลผ่านในแต่ละเลเยอร์ แต่ละเลเยอร์จะทำการประกอบข้อมูลที่ได้รับมา กับข้อมูลส่วนควบคุมซึ่งถูกนำมาไว้ในส่วนหัวของข้อมูลเรียกว่า Header ภายใน Header จะบรรจุข้อมูลที่สำคัญของโปรโตคอลที่ทำการ Encapsulate เมื่อผู้รับได้รับข้อมูล ก็จะเกิดกระบวนการทำงานย้อนกลับคือ โปรโตคอลเดียวกัน ทางฝั่งผู้รับก็จะได้รับข้อมูลส่วนที่เป็น Header ก่อนและนำไปประมวลและทราบว่าข้อมูลที่ตามมามีลักษณะอย่างไร ซึ่งกระบวนการย้อนกลับนี้เรียกว่า Demultiplexing



รูปที่ 2.5 ขั้นตอนการ Encapsulation และ Demultiplexing

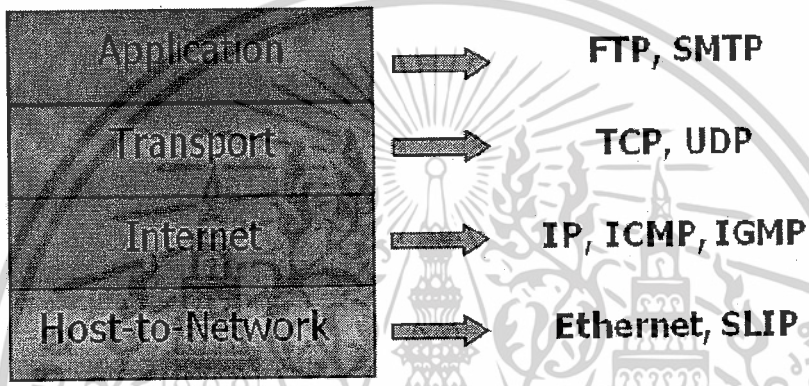
ข้อมูลที่ผ่านการ Encapsulate ในแต่ละเลเยอร์มีชื่อเรียกแตกต่างกัน ดังนี้

- ข้อมูลที่มาจาก User หรือก็คือข้อมูลที่ User เป็นผู้ป้อนให้กับ Application เรียกว่า User Data
- เมื่อแอพพลิเคชั่นได้รับข้อมูลจาก user ก็จะนำมาประกอบกับส่วนหัวของแอพพลิเคชั่น เรียกว่า Application Data และส่งต่อไปยังโปรโตคอล TCP
- เมื่อโปรโตคอล TCP ได้รับ Application Data ก็จะนำมารวมกับ Header ของ โปรโตคอล TCP เรียกว่า TCP Segment และส่งต่อไปยังโปรโตคอล IP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เมื่อโปรโตคอล IP ได้รับ TCP Segment ก็จะนำมารวมกับ Header ของ โปรโตคอล IP เรียกว่า IP Datagram และส่งต่อไปยังเลเยอร์ Host-to-Network Layer
- ในระดับ Host-to-Network จะนำ IP Datagram มาเพิ่มส่วน Error Correction และ flag เรียกว่า Ethernet Frame ก่อนจะแปลงข้อมูลเป็นสัญญาณไฟฟ้า ส่งผ่านสายสัญญาณที่เชื่อมโยงอยู่ต่อไป

ในแต่ละเลเยอร์ของโครงสร้าง TCP/IP สามารถอธิบายได้ดังนี้



รูปที่ 2.6 โครงสร้าง TCP/IP

2.4.1 ชั้นโฮสต์-เครือข่าย (Host-to-Network Layer)

โพรโตคอลสำหรับการควบคุมการสื่อสารในชั้นนี้เป็นสิ่งที่ไม่มีการกำหนดรายละเอียดอย่างเป็นทางการ หน้าที่หลักคือการรับข้อมูลจากชั้นสื่อสาร IP มาแล้วส่งไปยังโหนดที่ระบุไว้ในเส้นทางเดินข้อมูลทางด้านผู้รับก็จะทำงานในทางกลับกัน คือรับข้อมูลจากสายสื่อสารแล้วนำส่งให้กับโปรแกรมในชั้นสื่อสาร

2.4.2 ชั้นสื่อสารอินเทอร์เน็ต(The Internet Layer)

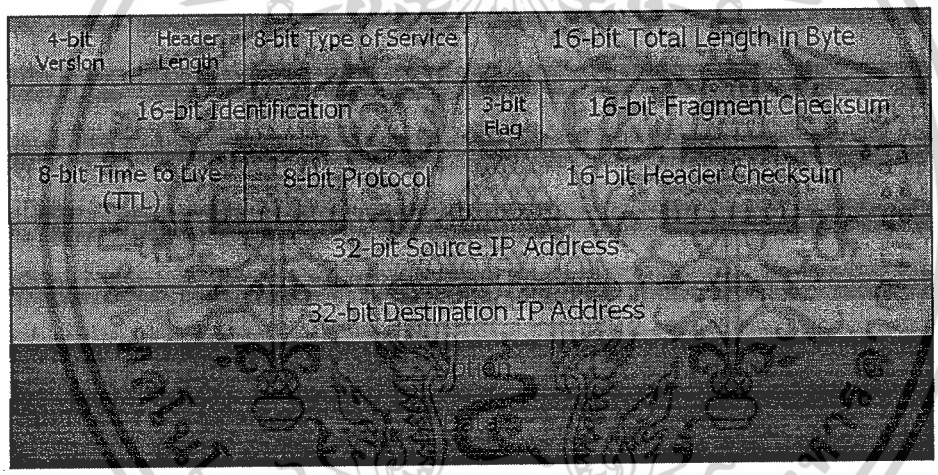
ใช้ประเภทของระบบการสื่อสารที่เรียกว่าระบบเครือข่ายแบบสลับช่องสื่อสารระดับแพ็กเก็ต (packet-switching network) ซึ่งเป็นการติดต่อแบบไม่ต่อเนื่อง (Connectionless) หลักการทำงานคือการปล่อยให้ข้อมูลขนาดเล็กที่เรียกว่า แพ็กเก็ต (Packet) สามารถไหลจากโหนดผู้ส่งไปตามโหนดต่างๆในระบบจนถึงจุดหมายปลายทางได้โดยอิสระ หากว่ามีการส่งแพ็กเก็ตออกมาเป็นชุดโดยมีจุดหมายปลายทางเดียวกันในระหว่างการเดินทางในเครือข่าย แพ็กเก็ตแต่ละตัวในชุดนี้ก็จะเป็นอิสระแก่กันและกัน ดังนั้น แพ็กเก็ตที่ส่งไปถึงปลายทางอาจจะไม่เป็นไปตามลำดับก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IP(InternetProtocol)

IP เป็นโปรโตคอลในระดับเน็ตเวิร์คเลเยอร์ ทำหน้าที่จัดการเกี่ยวกับแอดเดรสและข้อมูลและควบคุมการส่งข้อมูลบางอย่างที่ใช้ในการหาเส้นทางของแพ็กเก็ต ซึ่งกลไกในการหาเส้นทางของ IP จะมีความสามารถในการหาเส้นทางที่ดีที่สุด และสามารถเปลี่ยนแปลงเส้นทางได้ในระหว่างการส่งข้อมูล และมีระบบการแยกและประกอบดาต้าแกรม (datagram) เพื่อรองรับการส่งข้อมูลระดับ data link ที่มีขนาด MTU (Maximum Transmission Unit) ทีแตกต่างกัน ทำให้สามารถนำ IP ไปใช้บนโปรโตคอลอื่นได้หลากหลาย เช่น Ethernet ,Token Ring หรือ Apple Talk

การเชื่อมต่อของ IP เพื่อทำการส่งข้อมูล จะเป็นแบบ connectionless หรือเกิดเส้นทางการเชื่อมต่อในทุกๆครั้งของการส่งข้อมูล 1 ดาต้าแกรม โดยจะไม่ทราบถึงข้อมูลดาต้าแกรมที่ส่งก่อนหน้าหรือส่งตามมา แต่การส่งข้อมูลใน 1 ดาต้าแกรม อาจจะเกิดการส่งได้หลายครั้งในกรณีที่มีการแบ่งข้อมูลออกเป็นส่วนย่อยๆ(fragmentation) และถูกนำไปรวมเป็นดาต้าแกรมเดิมเมื่อถึงปลายทาง



รูปที่ 2.7 IP Header

เฮดเดอร์ของ IP โดยปกติจะมีขนาด 20 bytes ยกเว้นในกรณีที่มีการเพิ่ม option บางอย่าง ฟิลด์ของเฮดเดอร์ IP จะมีความหมายดังนี้

a. Version : หมายเลขเวอร์ชันของโปรโตคอล ที่ใช้งานในปัจจุบันคือ เวอร์ชัน 4 (IPv4) และเวอร์ชัน 6 (IPv6)

b. Header Length : ความยาวของเฮดเดอร์ โดยทั่วไปถ้าไม่มีส่วน option จะมีค่าเป็น 5 (5*32 bit)

c. Type of Service (TOS) : ใช้เป็นข้อมูลสำหรับเราเตอร์ในการตัดสินใจเลือกการเราต์ข้อมูลในแต่ละดาต้าแกรม แต่ในปัจจุบันไม่ได้มีการนำไปใช้งานแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

d. Length : ความยาวทั้งหมดเป็นจำนวนไบต์ของดาต้าแกรม ซึ่งด้วยขนาด 16 บิตของฟิลด์ จะหมายถึงความยาวสูงสุดของดาต้าแกรม คือ 65535 byte (64k) แต่ในการส่งข้อมูลจริง ข้อมูลจะถูกแยกเป็นส่วน ๆ ตามขนาดของ MTU ที่กำหนดในลิงค์เลเยอร์ และนำมารวมกันอีกครั้งเมื่อส่งถึงปลายทาง แอพพลิเคชั่นส่วนใหญ่จะมีขนาดของดาต้าแกรมไม่เกิน 512 byte

e. Identification : เป็นหมายเลขของดาต้าแกรมในกรณีที่มีการแยกดาต้าแกรมเมื่อข้อมูลส่งถึงปลายทางจะนำข้อมูลที่มี identification เดียวกันมารวมกัน

f. Flag : ใช้ในกรณีที่มีการแยกดาต้าแกรม

g. Fragment offset : ใช้ในการกำหนดตำแหน่งข้อมูลในดาต้าแกรมที่มีการแยกส่วน เพื่อให้สามารถนำกลับมาเรียงต่อกันได้อย่างถูกต้อง

h. Time to live (TTL) : กำหนดจำนวนครั้งที่มากที่สุดที่ดาต้าแกรมจะถูกส่งระหว่าง hop (การส่งผ่านข้อมูลระหว่างเน็ตเวิร์ค) เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการส่งข้อมูลโดยไม่สิ้นสุด โดยเมื่อข้อมูลถูกส่งไป 1 hop จะทำการลดค่า TTL ลง 1 เมื่อค่าของ TTL เป็น 0 และข้อมูลยังไม่ถึงปลายทาง ข้อมูลนั้นจะถูกยกเลิก และเราเตอร์สุดท้ายจะส่งข้อมูล ICMP แจ้งกลับมายังต้นทางว่าเกิด time out ในระหว่างการส่งข้อมูล

i. Protocol : ระบุโปรโตคอลที่ส่งในดาต้าแกรม เช่น TCP ,UDP หรือ ICMP

j. Header checksum : ใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลในเฮดเดอร์

k. Source IP address : หมายเลข IP ของผู้ส่งข้อมูล

l. Destination IP address : หมายเลข IP ของผู้รับข้อมูล

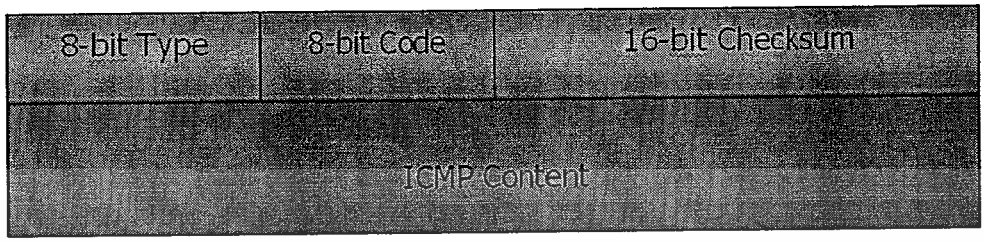
m. Data : ข้อมูลจากโปรโตคอลระดับบน

ICMP (Internet Control Message Protocol)

ICMPเป็นโปรโตคอลที่ใช้ในการตรวจสอบและรายงานสถานภาพของดาต้าแกรม(Datagram) ในกรณีที่เกิดปัญหากับดาต้าแกรม เช่น เราเตอร์ไม่สามารถส่งดาต้าแกรมไปถึงปลายทางได้ ICMP จะถูกส่งออกไปยังโฮสต้นทางเพื่อรายงานข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น อย่างไรก็ดีไม่มีอะไรรับประกันได้ว่า ICMP Message ที่ส่งไปจะถึงผู้รับจริงหรือไม่ หากมีการส่งดาต้าแกรมออกไปแล้วไม่มี ICMP Message ฟ้อง Error กลับมา ก็แปลความหมายได้สองกรณีคือ ข้อมูลถูกส่งไปถึงปลายทางอย่างเรียบร้อย หรืออาจจะมีปัญหา ในการสื่อสารทั้งการส่งดาต้าแกรม และ ICMP Message ที่ส่งกลับมาก็มีปัญหาระว่างทางก็ได้ ICMP จึงเป็นโปรโตคอลที่ไม่มีความน่าเชื่อถือ (unreliable) ซึ่งจะเป็นหน้าที่ของ โปรโตคอลในระดับสูงกว่า Network Layer ในการจัดการให้การสื่อสารนั้นๆ มีความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น่าเชื่อถือ ในส่วนของ ICMP Message จะประกอบด้วย Type ขนาด 8 บิต Checksum ขนาด 16 บิต และส่วนของ Content ซึ่งจะมีขนาดแตกต่างกันไปตาม Type และ Code ดังรูป



รูปที่ 2.8 ICMP Header

2.4.3 ชั้นสื่อสารนำส่งข้อมูล(TransportLayer)

แบ่งเป็นโพรโตคอล 2 ชนิดตามลักษณะ ลักษณะแรกเรียกว่า Transmission Control Protocol (TCP) เป็นแบบที่มีการกำหนดช่วงการสื่อสารตลอดระยะเวลาการสื่อสาร (connection-oriented) ซึ่งจะยอมให้มีการส่งข้อมูลเป็นแบบ Byte stream ที่ไว้ใจได้โดยไม่มีข้อผิดพลาด ข้อมูลที่มีปริมาณมากจะถูกแบ่งออกเป็นส่วนเล็กๆ เรียกว่า message ซึ่งจะถูกส่งไปยังผู้รับผ่านทางชั้นสื่อสารของอินเทอร์เน็ต ทางฝ่ายผู้รับจะนำ message มาเรียงต่อกันตามลำดับเป็นข้อมูลตัวเดิม TCP ยังมีความสามารถในการควบคุมการไหลของข้อมูลเพื่อป้องกันไม่ให้ผู้ส่ง ส่งข้อมูลเร็วเกินกว่าที่ผู้รับจะทำงานได้ทันอีกด้วย

โปรโตคอลการนำส่งข้อมูลแบบที่สองเรียกว่า UDP (User Datagram Protocol) เป็นการติดต่อแบบไม่ต่อเนื่อง (connectionless) มีกรตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลแต่จะไม่มีการแจ้งกลับไปยังผู้ส่ง จึงถือได้ว่าไม่มีการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล อย่างไรก็ตาม วิธีการนี้มีข้อดีในด้านความรวดเร็วในการส่งข้อมูล จึงนิยมใช้ในระบบผู้ให้และผู้ใช้บริการ (client/server system) ซึ่งมีการสื่อสารแบบ ถาม/ตอบ (request/reply) นอกจากนั้นยังใช้ในการส่งข้อมูลประเภทภาพเคลื่อนไหวหรือการส่งเสียง (voice) ทางอินเทอร์เน็ต

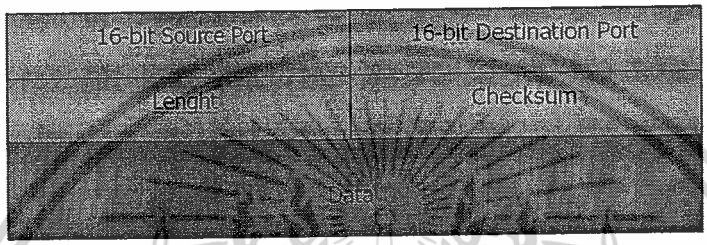
A. UDP : (User Datagram Protocol)

เป็นโปรโตคอลที่อยู่ใน Transport Layer เมื่อเทียบกับโมเดล OSI โดยการส่งข้อมูลของ UDP นั้นจะเป็นการส่งครั้งละ 1 ชุดข้อมูล เรียกว่า UDP datagram ซึ่งจะไม่มีความสัมพันธ์กันระหว่างดาต้าแกรมและจะไม่มีกลไกการตรวจสอบความสำเร็จในการรับส่งข้อมูล

กลไกการตรวจสอบโดย checksum ของ UDP นั้นเพื่อเป็นการป้องกันข้อมูลที่อาจจะถูกแก้ไขหรือมีความผิดพลาดระหว่างการส่ง และหากเกิดเหตุการณ์ดังกล่าว ปลายทางจะได้รู้ว่ามี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อผิดพลาดเกิดขึ้น แต่มันจะเป็นการตรวจสอบเพียงฝ่ายเดียวเท่านั้น โดยในข้อกำหนดของ UDP หากพบว่า Checksum Error ก็ให้ผู้รับปลายทางทำการทิ้งข้อมูลนั้น แต่จะไม่มีการแจ้งกลับไปยังผู้ส่งแต่อย่างใด การรับส่งข้อมูลแต่ละครั้งหากเกิดข้อผิดพลาดในระดับ IP เช่น ส่งไม่ถึง, หมดเวลา ผู้ส่งจะได้รับ Error Message จากระดับ IP เป็น ICMP Error Message แต่เมื่อข้อมูลส่งถึงปลายทางถูกต้อง แต่เกิดข้อผิดพลาดในส่วนของ UDP เอง จะไม่มีการยืนยัน หรือแจ้งให้ผู้ส่งทราบแต่อย่างใด



รูปที่ 2.9 UDP Header

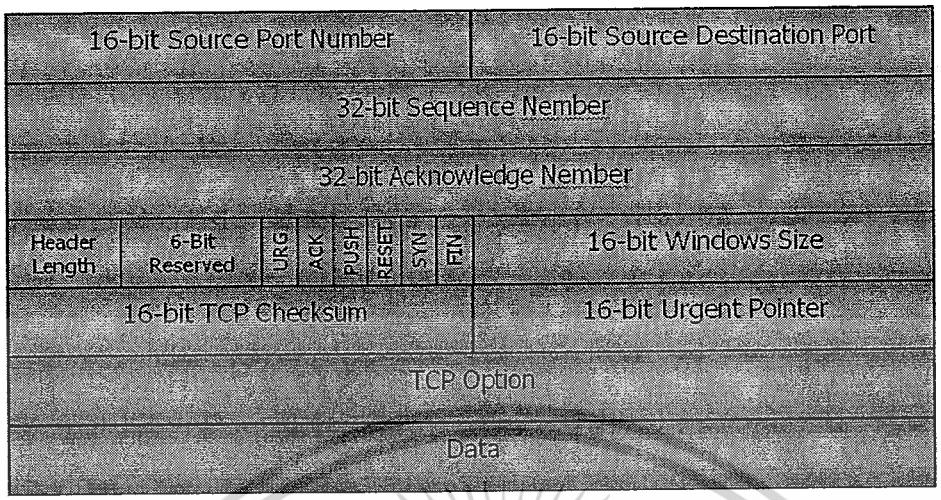
มีรายละเอียด ดังนี้

- **Source Port Number** : หมายเลขพอร์ตต้นทางที่ส่งดาต้าแกรมนี้
- **Destination Port Number** : หมายเลขพอร์ตปลายทางที่จะเป็นผู้รับดาต้าแกรม
- **UDP Length** : ความยาวของดาต้าแกรม ทั้งส่วน Header และ data นั่นหมายความว่า ค่าที่น้อยที่สุดในฟิลด์นี้คือ 8 ซึ่งเป็นขนาดของ Header
- **Checksum** : เป็นตัวตรวจสอบความถูกต้องของ UDP datagram และจะนำข้อมูลบางส่วนใน IP Header มาคำนวณด้วย

B. TCP : (Transmission Control Protocol)

อยู่ใน Transport Layer เช่นเดียวกับ UDP ทำหน้าที่จัดการและควบคุมการรับส่งข้อมูล ซึ่งมีความสามารถและรายละเอียดมากกว่า UDP โดยดาต้าแกรมของ TCP จะมีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกัน และมีกลไกควบคุมการรับส่งข้อมูลให้มีความถูกต้อง (reliable) และมีการสื่อสารอย่างเป็นกระบวนการ (connection-oriented)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 TCP Header

มีรายละเอียด ดังนี้

- **Source Port Number** : หมายเลขพอร์ตต้นทางที่ส่งดาต้าแกรมนี้
- **Destination Port Number** : หมายเลขพอร์ตปลายทางที่จะเป็นผู้รับดาต้าแกรม
- **Sequence Number** : ฟิลด์ที่ระบุหมายเลขลำดับอ้างอิงในการสื่อสารข้อมูลแต่ละครั้ง เพื่อใช้ในการแยกแยะว่าเป็นข้อมูลของชุดใด และนำมาจัดลำดับได้ถูกต้อง
- **Acknowledgment Number** : ทำหน้าที่เช่นเดียวกับ Sequence Number แต่จะใช้ในการตอบรับ
- **Header Length** : โดยปกติความยาวของเฮดเดอร์ TCP จะมีความยาว 20 ไบต์ แต่อาจจะมากกว่านั้น ถ้ามีข้อมูลในฟิลด์ option แต่ต้องไม่เกิน 60 ไบต์
- **Flag** : เป็นข้อมูลระดับบิตที่อยู่ในเฮดเดอร์ TCP โดยใช้เป็นตัวบอกคุณสมบัติของแพ็กเก็ต TCP ขณะนั้นๆ และใช้เป็นตัวควบคุมจังหวะการรับส่งข้อมูลด้วย ซึ่ง Flag มีอยู่ทั้งหมด 6 บิต แบ่งได้ดังนี้

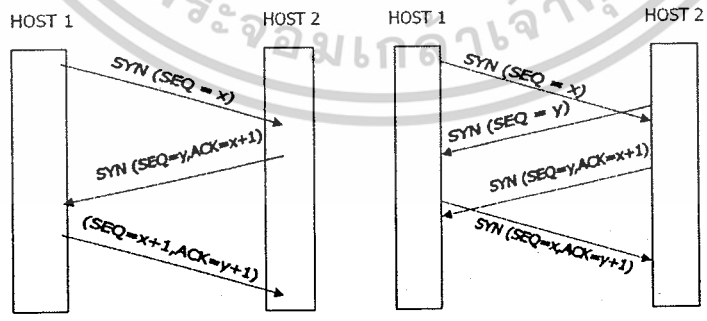
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.8 แสดงข้อมูลแฟลก

Type	Description
URG	ใช้บอกความหมายว่าเป็นข้อมูลด่วนและมีข้อมูลพิเศษมาด้วย (อยู่ใน Urgent pointer)
ACK	แสดงว่าข้อมูลในฟิลด์ Acknowledge Number นำมาใช้งานได้
DSH	เป็นการแจ้งให้ผู้รับข้อมูลทราบว่าควรจะส่งข้อมูล Segment นี้ไปยัง Application ที่กำลังรออยู่โดยเร็ว
RST	ยกเลิกการติดต่อ (reset) เนื่องจากในกรณีที่เกิดการสับสนขึ้นด้วยเหตุผลต่างๆ เช่น โฮสต์มีปัญหา ให้เริ่มต้นสื่อสารกันใหม่
SYN	ใช้ในการเริ่มต้นขอติดต่อกับปลายทาง
FIN	ใช้ส่งเพื่อแจ้งให้ปลายทางทราบว่ายุติการติดต่อ

แฟลกในเฮดเดอร์ของ TCP มีความสำคัญในการกำหนดการทำงานของ TCP segment เนื่องจากข้อมูลในเฮดเดอร์ของ TCP จะมีข้อมูลครบถ้วนทั้งการรับและการส่งข้อมูล ซึ่งในการทำงานแต่ละอย่างจะมีการใช้งานฟิลด์ไม่เหมือนกันแฟลกจะเป็นตัวกำหนดว่าให้ใช้งานฟิลด์ไหน เช่น ฟิลด์ Acknowledgment number จะไม่ถูกใช้ในขั้นตอนการเริ่มต้นการเชื่อมต่อ แต่จะมีข้อมูลในฟิลด์ ซึ่งเป็นข้อมูลที่ไม่มีความหมายใดๆ ซึ่งถ้าไม่มีแฟลกเป็นตัวกำหนดก้ออาจจะมีการนำข้อมูลมาใช้ และก่อให้เกิดความผิดพลาดได้

C. การสื่อสารของ TCP



a b

รูปที่ 2.11 การสื่อสารของทีซีพี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเซกเมนต์ CONNECT (SYN = "1" และ ACK = "0") เดินทางมาถึง Entity TCP ที่โฮสต์ปลายทางจะค้นหาโพรเซสตามหมายเลขพอร์ตที่กำหนดในเขตข้อมูล Destination port ซึ่งถ้าหากไม่พบก็จะตอบปฏิเสธด้วยเซกเมนต์ที่มี RST = "1" กลับไปยังผู้ส่งเซกเมนต์ CONNECT ของผู้ส่งจะถูกส่งต่อไปยังโพรเซส ตามพอร์ตที่ระบุซึ่งอาจจะตอบรับหรือตอบปฏิเสธก็ได้ ถ้าโพรเซสนั้นต้องการสื่อสารด้วยก็จะส่งเซกเมนต์ตอบรับกลับไป รูป 2.9 a แสดงลำดับขั้นตอนการส่ง TCP เซกเมนต์ในการสร้างการเชื่อมต่อในสภาวะปกติระหว่างผู้ส่งและผู้รับ

ในกรณีที่โฮสต์สองแห่งพยายามสร้างการเชื่อมต่อระหว่างซ็อคเก็ตคู่เดียวกันจะเกิดเป็นลำดับขั้นตอนแสดงในรูปที่ 2.9 b ผลสุดท้ายจะมีการเชื่อมต่อเกิดขึ้นเพียงหนึ่งช่องทางเท่านั้นเนื่องจากการเชื่อมต่อในแต่ละช่องทางจะถูกกำหนดขึ้นโดยใช้หมายเลขซ็อคเก็ตผู้ส่งและผู้รับถ้าการเชื่อมต่อลำดับแรกสำเร็จก็จะถูกบันทึกไว้ในตารางการสื่อสาร เช่น (x, y) ถ้าการเชื่อมต่อลำดับที่สองสำเร็จในเวลาต่อมา ข้อมูลนี้ก็จะถูกบันทึกไว้ที่เดียวกันคือ (x, y)

ขั้นตอนในการสร้างการเชื่อมต่อและการยกเลิกสามารถเขียนอธิบายด้วยไฟไนท์สเตทแมชชีนที่มีการทำงาน 11 สถานะ ดังแสดงในตารางข้างล่าง ในแต่ละสถานะจะมีเหตุการณ์บางอย่างที่เป็นไปได้ซึ่งจะได้รับการตอบสนองด้วยการกระทำที่เหมาะสม ในทางตรงกันข้ามเหตุการณ์ที่เป็นไปไม่ได้จะกลายเป็นข้อผิดพลาดที่จะต้องรายงานให้ทราบ

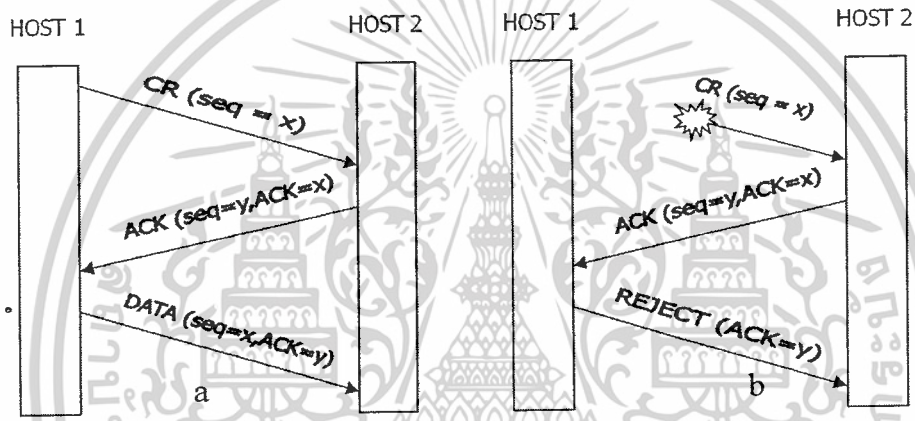
การเชื่อมต่อเริ่มต้นจากสถานะ CLOSED เมื่อเรียกใช้บริการ LISTEN หรือ CONNECT ก็จะมีการเปลี่ยนสถานะไปจากเดิม และถ้าอีกฝ่ายตองการเชื่อมต่อด้วยการเชื่อมต่อก็จะเกิดขึ้นและย้ายไปอยู่ในสถานะ ESTABLISHED คือการเชื่อต่อสมบูรณ์และเมื่อยกเลิกการติดต่อก็จะกลับไปสู่สถานะ CLOSED อย่างเดิม

D.การเริ่มต้นการสื่อสารของTCPโดยใช้การบันทึกเวลาแบบThree-way handshake

Three-way Handshake เป็นวิธีการส่งแพ็กเก็ตที่สามารถช่วยแก้ปัญหาในเรื่องแพ็กเก็ตซ้ำซ้อนได้ดีแต่วิธีนี้จำเป็นจะต้องสร้างช่องสื่อสารให้ได้ก่อนที่จะเริ่มรับ-ส่งข้อมูล อย่างไรก็ตามแพ็กเก็ตควบคุมที่ใช้ในการต่อรองค่าตัวแปรสำหรับการสื่อสารต่าง ๆ อาจเกิดการตกค้างอยู่ในระบบได้ทำให้การกำหนดค่าหมายเลขลำดับมีปัญหาไปด้วย เช่นการสร้างช่องสื่อสารระหว่างโฮสต์ 1 และโฮสต์ 2 เริ่มจาก โฮสต์1 ขอเริ่มการเชื่อต่อด้วยการส่งแพ็กเก็ต CR (Connection Request) ไปยังโฮสต์ 2 ซึ่งจะมีค่าตัวแปรต่าง ๆ สำหรับการสื่อสารรวมทั้งหมายเลขลำดับและหมายเลขช่องสื่อสารไปด้วย ผู้รับคือโฮสต์ 2 ก็จะส่ง ACK (Acknowledge) กลับมายังโฮสต์1 แต่ถ้าแพ็กเก็ตจากผู้ส่งเกิดสูญหายระหว่างทางและสำเนาแพ็กเก็ตที่ยังตกค้างอยู่ ระบบเกิดเดินทางไปถึงผู้รับในภายหลังก็จะทำให้การสร้างช่องสื่อสารใช้การไม่ได้เนื่องจากมีค่าตัวแปรต่างๆไม่ตรงกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้ Three-way handshake เป็นการไม่บังคับให้ผู้ส่งและผู้รับข้อมูลจะต้องกำหนดค่าเริ่มต้นของหมายเลขลำดับเป็นเลขเดียวกัน ทำให้สามารถนำวิธีนี้มาใช้ร่วมกับวิธีการจัดจังหวะการทำงานให้พร้อมกัน (Synchronization) แบบต่างๆได้ แทนที่จะเป็นการใช้วิธีการบันทึกเวลา ดังรูปที่ 2.10 a แสดงขั้นตอนการเริ่มต้นการทำงานจากโฮสต์ 1 ไปยังโฮสต์ 2 สมมุติให้โฮสต์ 1 เลือกหมายเลขลำดับเป็น "x" และส่งแพ็กเก็ต CONNECTION REQUEST ไปยังโฮสต์ 2 โฮสต์ 2 ตอบรับด้วยแพ็กเก็ต CONNECTION ACCEPTED ซึ่งจะยอมรับหมายเลขลำดับ "x" พร้อมกับประกาศหมายเลขลำดับ "y" ที่เป็นของตนเอง จากนั้นโฮสต์ 1 ก็จะตอบรับค่าตัวเลือกของโฮสต์ 2 ผ่านทางเขตข้อมูลสำหรับการควบคุมในแพ็กเก็ตข้อมูลแรกที่ส่งมา



รูปที่ 2.12 การเชื่อมต่อของแพ็กเก็ต

สมมติว่าได้เกิดปัญหาการสูญหายของแพ็กเก็ตในขณะที่สำเนาแพ็กเก็ตที่ค้างในระบบเดินทางไปถึงผู้รับแทน รูปที่ 2.10 b แสดงเหตุการณ์ที่แพ็กเก็ตTPDU (ตัวแรกในรูป) เป็นสำเนาแพ็กเก็ตเก่าที่พึ่งจะเดินทางไปถึงโฮสต์ 2 โดยที่โฮสต์ 1 ไม่ทราบ โฮสต์ 2 ก็จะทำงานตามปกติคือจะตอบรับด้วยการส่งแพ็กเก็ต CONNECTION ACCEPTED TPDU กลับมา ที่โฮสต์ 1 ซึ่งโฮสต์1 จะสามารถตรวจสอบได้ว่า หมายเลขลำดับโฮสต์2 ตอบกลับมานั้นเป็นหมายเลขลำดับที่ได้เลิกใช้ไปแล้ว จึงมีการส่งแพ็กเก็ต REJECTกลับมายังโฮสต์ 2 เพื่อบอกยกเลิกการทำงาน จะเห็นว่าวิธีการนี้อาศัยการสื่อสารผ่านแพ็กเก็ต 3 ตัวซึ่งเป็นที่มาของคำว่า "การจับมือร่วมสามขั้นตอน" ผลสุดท้าย ทั้งโฮสต์ 1 และโฮสต์ 2 ก็จะไม่มีการสร้างช่องสื่อสารขึ้นมาจากข้อมูลในสำเนาแพ็กเก็ตเก่าแต่อย่างใด

2.4.4. ชั้นสื่อสารการประยุกต์(ApplicationLayer)

มีโพรโตคอลสำหรับสร้างจอเทอร์มินัลเสมือน เรียกว่า TELNET โพรโตคอลสำหรับการจัดการแฟ้มข้อมูล เรียกว่า FTP และโพรโตคอลสำหรับการให้บริการจดหมายอิเล็กทรอนิกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรียกว่า SMTP โดยโพรโตคอลสำหรับสร้างจอเทอร์มินัลเสมือนช่วยให้ผู้ใช้สามารถติดต่อกับเครื่องโฮสต์ที่อยู่ไกลออกไปโดยผ่านอินเทอร์เน็ต และสามารถทำงานได้เสมือนกับว่ากำลังนั่งทำงานอยู่ที่เครื่องโฮสต์นั้น โพรโตคอลสำหรับการจัดการแฟ้มข้อมูลช่วยในการคัดลอกแฟ้มข้อมูลมาจากเครื่องอื่นที่อยู่ในระบบเครือข่ายหรือส่งสำเนาแฟ้มข้อมูลไปยังเครื่องใด ๆ ก็ได้ โพรโตคอลสำหรับให้บริการจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ช่วยในการจัดส่งข้อความไปยังผู้ใช้ในระบบ หรือรับข้อความที่มีผู้ส่งเข้ามา

2.5 วิชวลซีชาป (Visual C#)

ภาษาวิชวลซีชาฟ (Visual C#) ถือเป็นภาษาที่เกิดขึ้นมาพร้อมความคิดของการเขียนโปรแกรมในยุคดอทเน็ต หรืออีกนัยหนึ่งภาษาวิชวลคือภาษาต้นแบบในการพัฒนาโปรแกรมในดอทเน็ตนั้นเอง โดยที่ภาษาอื่น ๆ ที่เกิดขึ้นมาก่อนหน้านี้จะต้องปรับตัวเข้าหาดอทเน็ตทั้งหมด ซึ่งสามารถสังเกตได้จากไวยากรณ์การใช้งานแต่ละภาษานั้นล้วนแล้วแต่ถูกปรับเปลี่ยนไปจากเวอร์ชันก่อนหน้านี้อย่างสิ้นเชิง

ในการพัฒนาโปรแกรมโดยใช้วิชวลซีชาปนั้น จะได้ศึกษาถึงแนวความคิดของการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุใหม่ (Modern Object Oriented Programming) ลักษณะการทำงานความสามารถรูปแบบการใช้งานภาษา วิชวลซีชาป

ทำความรู้จักกับภาษาวิชวลซีชาป

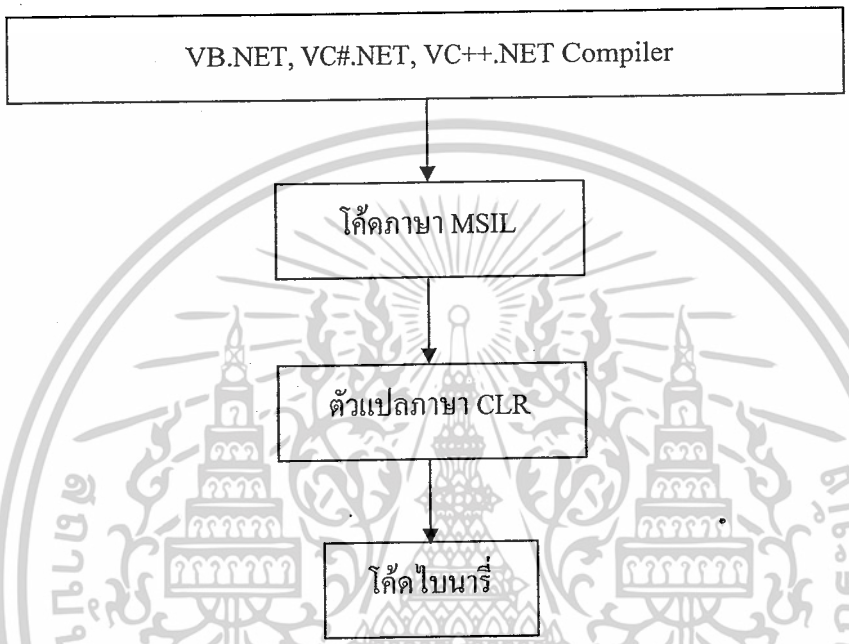
ภาษา วิชวล เป็นภาษาที่ถูกออกแบบเพื่อรองรับการทำงานในยุคดอทเน็ต โดยมีแนวของภาษาเป็นแบบการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุสมัยใหม่ (Modern Object Oriented Programming) แนวความคิดของการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุสมัยใหม่ เกิดจากการที่ไมโครซอฟพัฒนาคลาส (Class) ต้นแบบต่าง ๆ ขึ้น ที่เรียกว่าเบสคลาสไลบรารี (Base Class Library) แล้วนำมาจัดหมวดหมู่ให้เป็นระเบียบ เมื่อต้องการเรียกใช้งานคลาสใด ก็จะอาศัยระบบเนมสเปซ (Namespaces System) เข้ามาช่วยในการระบุคลาสต้นแบบต่าง ๆ เพื่อให้ผู้พัฒนาสามารถนำออบเจ็กต์ต่าง ๆ ที่อยู่ในคลาสนั้น ๆ ออกมาใช้งานได้โดยง่าย

หลักการทำงานของตัวแปลภาษาวิชวลซีชาป

ความสำคัญอีกอย่างหนึ่งของภาษาต่าง ๆ ในยุคดอทเน็ต ก็คือตัวแปลภาษาหรือที่เราเรียกว่าคอมไพเลอร์ (Compiler) จากอดีตที่ผ่านมา เราจะพบว่าแต่ละภาษาจะมีตัวแปลภาษาเป็นของตัวเองซื่อวิชวลซีพลัสพลัส ก็จะมีตัวแปลภาษาเป็นของตัวเอง, วิชวลเบสิค มีตัวแปลภาษาเป็นของตัวเองเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่สำหรับภาษาต่าง ๆที่อยู่ในวิชวลสตูดิโอดอทเน็ตแล้วไมโครซอฟท์ได้ปรับปรุงตัวแปลภาษาเปลี่ยนไปอย่างสิ้นเชิง โดยไม่ว่าจะพัฒนาแอพพลิเคชันด้วยภาษาใดก็ตาม จะอาศัยตัวแปลภาษาที่เรียนกว่าซีแอลอาร์ (Common Language Runtime) (CLR) ทำหน้าที่แปลงโค้ดที่เขียนไปสู่ภาษาเครื่องดังรูป



รูปที่ 2.13 ส่วนการทำงานของซีชาป

จากรูปจะเห็นได้ว่าเมื่อเกิดการแปลโค้ดที่มาจากภาษาใด ๆ ก็ตามในดอทเน็ต (.NET) จะอาศัยซีแอลอาร์ทำหน้าที่แปลออกมาเป็นภาษากลางที่เรียกว่าไอแอล (IL) (International Language) ก่อน เมื่อได้โค้ดของไอแอลมาแล้ว ถ้าต้องการแปลออกมาเป็นภาษาเครื่องก็จะอาศัยการทำงานของเครื่องจักเสมือน (Virtual Machine) แปลภาษาไอแอลอีกครั้งหนึ่ง โดยอาศัยคอมไพเลอร์เจไอที (Just-In-Time) (JIT)

จะเห็นได้ว่าด้วยหลักการทำงานของตัวแปลภาษาซีแอลอาร์ ดังกล่าวคือในยุคดอทเน็ไมโครซอฟท์พัฒนาให้ทุก ๆ ภาษาเข้าสู่จุดศูนย์กลาง กล่าวคือไม่ว่าจะพัฒนาแอพพลิเคชันด้วยภาษาใดก็ตามท้ายที่สุดแล้วก็จะได้ไอแอลชุดเดียวกันที่พร้อมจะแปลเป็นภาษาเครื่องได้ทันที "ซึ่งมีข้อดีคือสามารถใช้ภาษาอะไรก็ได้ที่ถนัดเขียนโปรแกรมกับดอทเน็ตก็ได้ผลลัพธ์เหมือนกัน หรืออาจสร้างแอพพลิเคชันจากภาษาต่าง ๆ มากกว่า 1 ภาษาก็ได้ ทำให้มีความยืดหยุ่นในการพัฒนาแอพพลิเคชันขึ้นอย่างมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 ดอทเน็ตเฟรมเวิค (.Net Framework)

ดอทเน็ตเฟรมเวิค (.NET Framework) เป็นแพลตฟอร์มใหม่และ เปลี่ยนแปลงไปอย่างสิ้นเชิงที่ถูกสร้างขึ้นโดยบริษัทไมโครซอฟท์ เพื่อใช้สำหรับการพัฒนาแอพพลิเคชันเน็ตเฟรมเวิคถูกออกมาเพื่อให้สามารถถูกใช้จากภาษาใดๆ ก็ได้รวมถึงซีชาปด้วยรวมถึงภาษาซีพลัสพลัส, วิชวลเบสิค, จาวาสคิปต์, เดลไฟ และอื่นๆ เพื่อนให้สิ่งเหล่านี้เป็นไปได้จึงเกิดภาษาเหล่านี้ ขึ้นมาในรูปของเวอร์ชันเฉพาะ

เน็ตเฟรมเวิคพื้นฐานประกอบด้วยไลบรารีของซอสโค๊ดขนาดมหึมา ซึ่งเราเรียกใช้จากภาษาไคลเอ้นท์ของเรา เช่น ซีชาป, ซีพลัสพลัส, โดยการใช้เทคนิคเชิงวัตถุ(OOP) ไลบรารี ที่ว่านี้ถูกแบ่งกลุ่มออกเป็นโมดูลต่างๆ ดังนั้นเราจึงใช้ส่วนของมัน ตามผลลัพธ์ที่เราต้องการได้ เช่น วินโดว์แอพพลิเคชัน เป็นต้น จุดมุ่งหมายในที่นี้ก็คือระบบปฏิบัติการ ที่แตกต่างกันอาจจะสนับสนุนโมดูลเหล่านี้ บางโมดูลหรือทั้งหมดขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของมัน เช่น พีดีเอ (PDA) จะรวมเอาการสนับสนุนฟังก์ชัน หน้าที่ที่เป็นแก่นของดอทเน็ต (.Net) ทั้งหมด เป็นต้น

ส่วนไลบรารีดอทเน็ต เฟรมเวิค (Library .Net Framework) กำหนดชนิด ข้อมูลพื้นฐานบางอย่างเอาไว้ ชนิดข้อมูลเป็นตัวแทนข้อมูลและการแบ่งกฎเกณฑ์ทั้งหลายเหล่านี้ที่จะส่งเสริมความสามารถในการสัมพันธ์ระหว่างภาษา โดยใช้ดอทเน็ตเฟรมเวิคสิ่งนี้ถูกเรียกว่า คอมมอนไทป์ซิสเต็ม (Common Type System) (CTS) เช่นเดียวกับการจัดให้มีไลบรารีดอทเน็ต คอมมอนแลงเกวจรันไทม์ (Library .Net Common Language Runtime) (CLR) ซึ่งรับผิดชอบในการจัดการกับระบบปฏิบัติการของแอพพลิเคชันทั้งหมดที่ถูกพัฒนาขึ้นมาด้วยไลบรารีดอทเน็ตเฟรมเวิค (Library .Net Framework)

2.7 ระบบพิกัดภูมิศาสตร์ (Geographic Coordinate System)

ระบบพิกัดภูมิศาสตร์ (Geographic Coordinate System) เป็นระบบพิกัดที่กำหนดตำแหน่งต่างๆ บนพื้นโลก ด้วยวิธีการอ้างอิงบอกตำแหน่งเป็นค่าระยะเชิงมุมของละติจูด (Latitude) และ ลองติจูด (Longtitude) ตามระยะเชิงมุมที่ห่างจากศูนย์กำเนิด (Origin) ของละติจูดและลองติจูดที่กำหนดขึ้น สำหรับศูนย์กำเนิดของละติจูด (Origin of Latitude) นั้นกำหนดขึ้นจากแนวระดับที่ตัดผ่านศูนย์กลางของโลกและตั้งฉากกับแกนหมุนเรียกแนวระนาบศูนย์กำเนิดนั้นว่า เส้นศูนย์สูตร (Equator) ซึ่งแบ่งโลกออกเป็นซีกโลกเหนือและซีกโลกใต้ ฉะนั้นค่าระยะเชิงมุมของละติจูดจะเป็นค่าเชิงมุมที่เกิดจากมุมที่ศูนย์กลางของโลก กับแนวระดับฐานกำเนิดมุมที่เส้นศูนย์สูตรที่วัดค่าของมุมออกไปทั้งซีกโลกเหนือและซีกโลกใต้ ค่าของมุมจะสิ้นสุดที่ขั้วโลกเหนือและขั้วโลกใต้มีค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

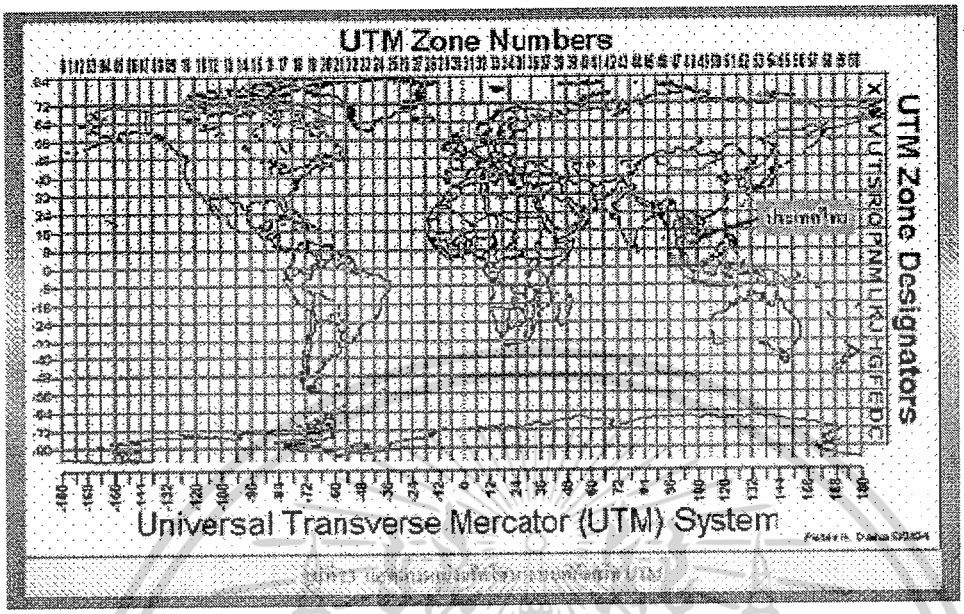
เชิงมุม 90 องศาพอดี ดังนั้นการใช้ค่าระยะเชิงมุมของละติจูดอ้างอิงบอกตำแหน่งต่างๆ นอกจากจะกำหนดเรียกค่าวัดเป็น องศาลิปดาและฟิลิปดาแล้วจะบอกซีกโลกเหนือหรือใต้กำกับด้วยเสมอ

ระบบพิกัดกริดแบบUTM(Universal Transverse Mercatorco-ordinate System)

พิกัดกริด UTM (Universal Transverse Marcator) เป็นระบบตารางกริดที่ใช้ช่วยในการกำหนดตำแหน่งและใช้อ้างอิงในการบอกตำแหน่งที่นิยมใช้กับแผนที่ในกิจการทหารของประเทศ ต่าง ๆ เกือบทั่วโลกในปัจจุบัน เพราะเป็นระบบตารางกริดที่มีขนาดรูปร่างเท่ากันทุกตารางและมีวิธีการกำหนดบอกค่าพิกัดที่ง่ายและถูกต้อง ,เป็นระบบกริดที่นำเอาเส้นโครงแผนที่แบบ Universal Transverse Mercator Projection ของ Gauss -Krueger มาใช้ดัดแปลงการถ่ายทอดรายละเอียดของพื้นผิวโลกให้รูปทรงกระบอก Mercator Projectionอยู่ในตำแหน่ง Mercator Projection (แกนของรูปทรงกระบอกจะทับกับแนวเส้นอิเควเตอร์ และตั้งฉากกับแนวแกนของขั้วโลก) ประเทศไทยเราได้นำเอาเส้นโครงแผนที่แบบ UTM นี้มาใช้กับการทำแผนที่ เป็นชุด L 7017 ที่ใช้ในปัจจุบันแผนที่ระบบพิกัดกริดที่ใช้เส้นโครงแผนที่แบบ UTM เป็นระบบเส้นโครงชนิดหนึ่งที่ใช้ผิวรูปทรงกระบอกเป็นผิวแสดงเส้นเมริเดียน (หรือเส้นลองติจูด) และเส้นละติจูดของโลก โดยใช้ทรงกระบอกตัดโลกระหว่างละติจูด 84องศาเหนือ และ 80 องศาใต้ในลักษณะแกนรูปทรงกระบอกแล้วทำมุมกับแกนโลก90องศารอบโลกแบ่งออกเป็น60โซนๆละ6องศา

โซนที่ 1 อยู่ระหว่าง 180 องศา กับ 174 องศาตะวันตก และมีลองติจูด 177 องศาตะวันตกเป็นเมริเดียนย่านกลาง (Central Meridian) มีเลขกำกับแต่ละโซนจาก 1 ถึง 60 โดยนับจากซ้ายไปทางขวาระหว่างละติจูด 84 องศาเหนือ 80 องศาใต้ แบ่งออกเป็น 2 ช่อง ช่องละ 8 องศายกเว้นช่องสุดท้าย เป็น 12 องศา โดยเริ่มนับตั้งแต่ละติจูด 80 องศาใต้ ขึ้นไป ทางเหนือให้ช่องแรกเป็นอักษร C และช่องสุดท้ายเป็นอักษร X (ยกเว้น I และ O)จากการแบ่งตามที่กล่าวแล้วจะเห็นพื้นที่ในเขตลองติจูด 180 องศาตะวันตก ถึง 180 องศาตะวันออกและละติจูด 80 องศาใต้ ถึง 84 องศาเหนือจะถูกแบ่งออกเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า 1,200 รูปแต่ละรูปมีขนาดกว้างยาว 6 องศา x 8 องศา จำนวน 1,140 รูป และกว้างยาว 6 องศา x 12 องศา จำนวน 60 รูป รูปสี่เหลี่ยมนี้เรียกว่า Grid Zone Designation (GZD) การเรียกชื่อ Grid Zone Designationประเทศไทยมีพื้นที่อยู่ ระหว่างละติจูด 5 องศา 30 ลิปดา เหนือ ถึง 20 องศา 30 ลิปดา เหนือและลองติจูดประมาณ GZD 47N 47P 47Q 48N 48Pและ48Q

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



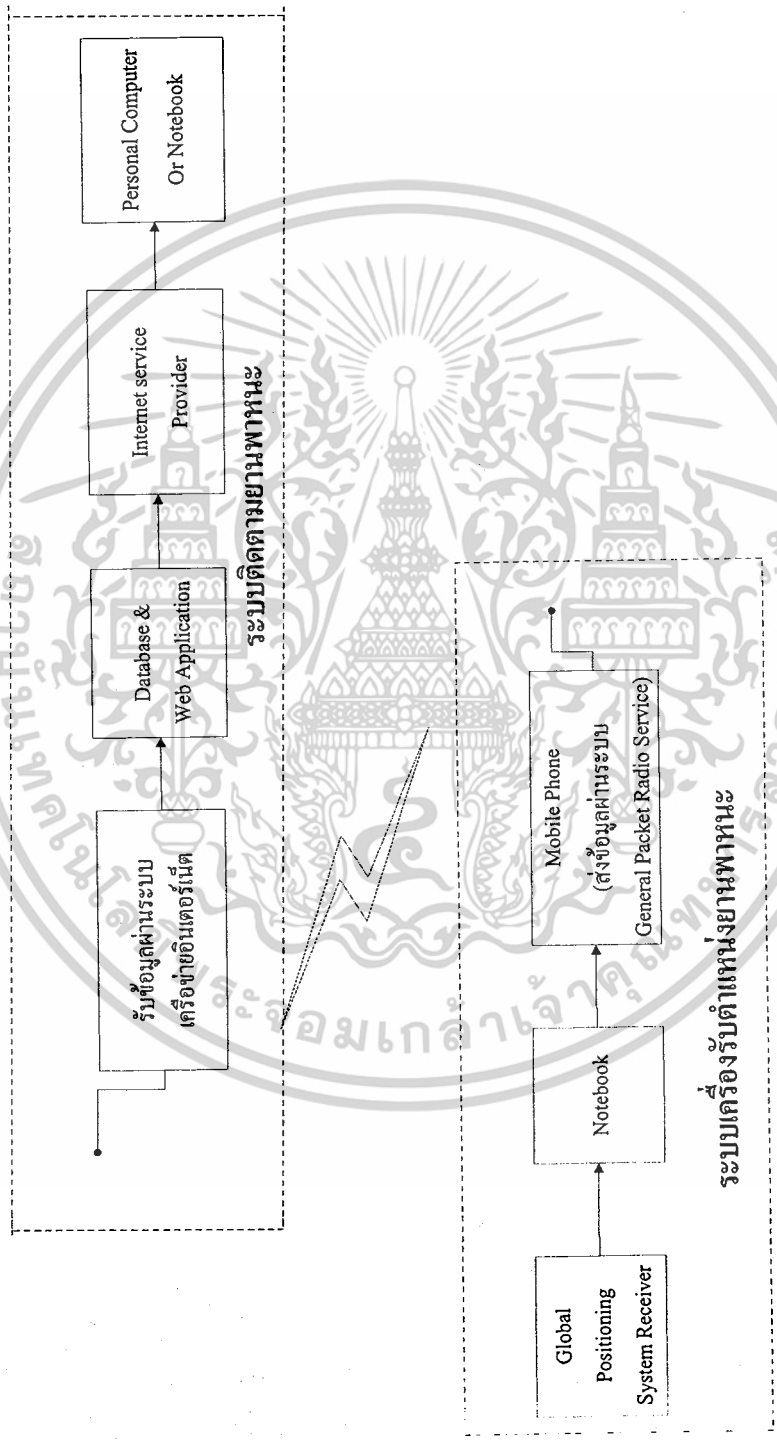
รูปที่ 2.14 การแบ่งกริดโซนระบบพิกัดกริด UTM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบโครงงาน

3.1 ผังแสดงโครงงานระบบติดตามยานพาหนะ

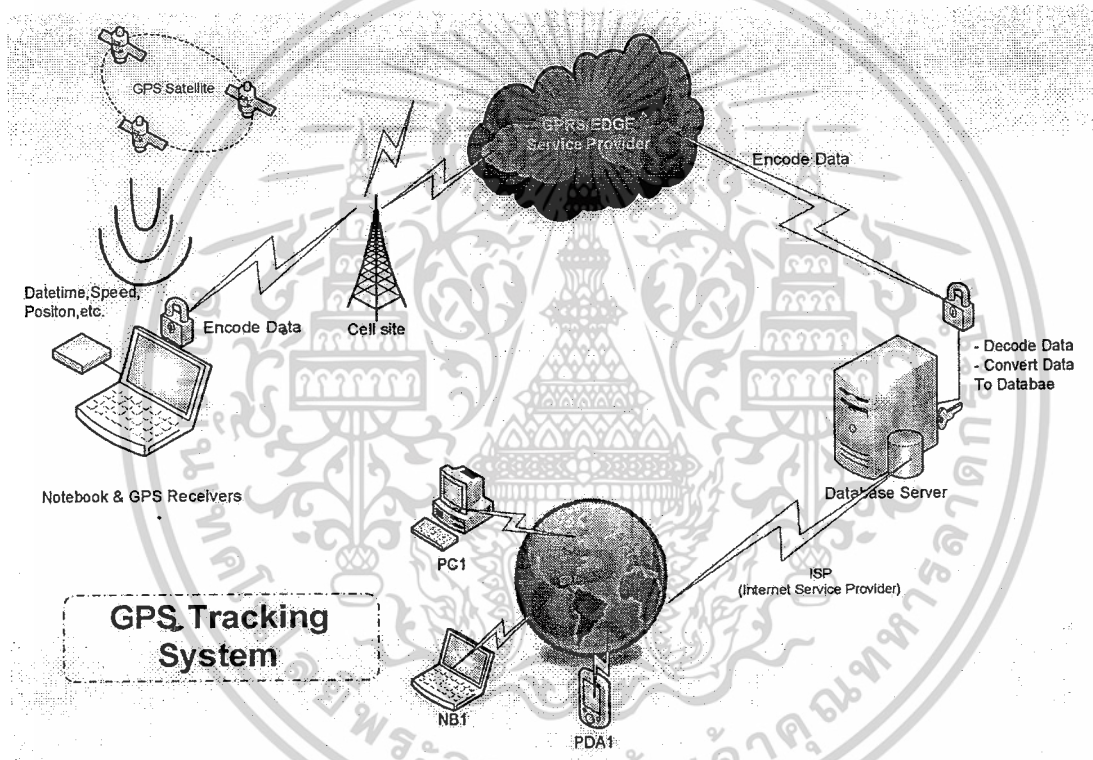


รูปที่ 3.1 ผังโครงงานระบบติดตามยานพาหนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 หลักการทำงานของระบบติดตามยานพาหนะโดยรวม

ระบบติดตามยานพาหนะจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ตัวส่งข้อมูล และ ตัวแสดงข้อมูลซึ่งทั้งสองส่วนนี้จะติดต่อกันโดยใช้ระบบอินเตอร์เน็ท มีการเก็บข้อมูลการเดินทางของยานพาหนะเพื่อที่จะสามารถนำมาตรวจสอบย้อนหลังได้ ในส่วนของตัวส่งข้อมูลได้มีการนำโทรศัพท์เคลื่อนที่ในการติดต่อกับระบบอินเตอร์เน็ทเพื่อช่วยในการส่งข้อมูลที่รับมาจาก จีพีเอส ซึ่งเมื่อทำการรับค่าจากจีพีเอสผ่านเข้าโปรแกรมรับค่าจีพีเอส แล้วทำการส่งค่าออกไปยังอินเตอร์เน็ทเพื่อส่งไปทางด้านเซิร์ฟเวอร์



รูปที่ 3.2 การทำงานของระบบติดตามยานพาหนะ

ขั้นตอนการทำงานของระบบติดตามยานพาหนะมีดังนี้

1. เครื่อง Notebook จะต่อกับตัว GPS Receives โดยผ่านทางสื่อต่างๆ เช่น USB, Blue Tooth เป็นต้น

2. เริ่มเปิด Serial port ที่ใช้ต่อกับตัว GSP Receives เพื่อทำการรับค่าจากดาวเทียม

3. รอให้ GPS Receives ค้นหาสัญญาณดาวเทียมพบ แล้วเริ่มอ่านค่าต่างๆ ที่ได้จากสัญญาณดาวเทียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

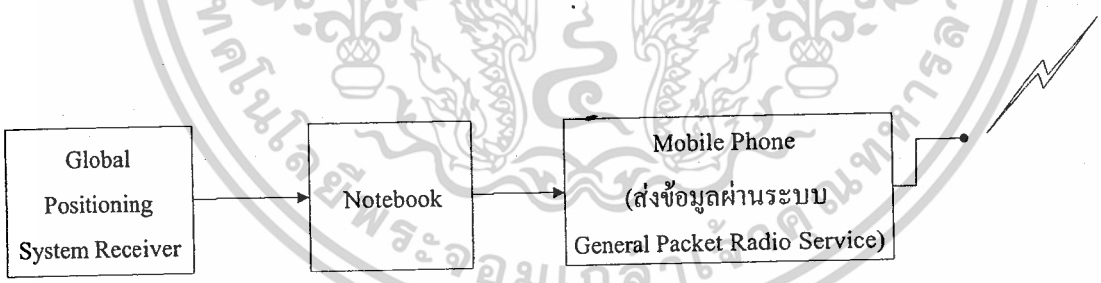
4. โปรแกรมจะทำการแปลงสัญญาณดาวเทียม Packet GPRM เพื่อแปลงค่าให้เป็นค่าที่ต้องการ เช่น วันเวลา,ความเร็ว,ตำแหน่งปัจจุบัน เป็นต้น

5. หลังจากแปลงค่าเสร็จแล้วจะบันทึกลงตัวเก็บข้อมูลชั่วคราว (buffer) เพื่อร้องขอข้อมูลย้อนหลังในกรณีที่ต้องการข้อมูลในช่วงเวลาที่ผ่านมาแล้ว โดยตัวเก็บข้อมูลชั่วคราวนี้สามารถเก็บข้อมูลได้ไม่เกิน 1 สัปดาห์

6. หลังจากเก็บข้อมูลแล้ว โปรแกรมจะเข้ารหัสข้อมูล (Protocol) เพื่อส่งไปเก็บข้อมูลที่ GPS Server ผ่าน GPRS/EDGE โดยที่ Server ปลายทางจะรับข้อมูลที่ถูกต้องตาม Protocol เท่านั้น เพื่อที่จะสามารถถอดรหัสออกมาได้อย่างถูกต้อง

7. เมื่อข้อมูลเดินทางมาถึง GPS Server ข้อมูลจะถูกตรวจสอบความถูกต้องของการเข้ารหัสก่อน (Protocol) ถ้าเข้ารหัสถูกต้องแล้วจะ ถอดรหัสข้อมูลออกมาเพื่อเก็บข้อมูลต่างๆ ที่ส่งมาลง Database Real-time แต่ถ้าเข้ารหัสไม่ถูกต้องข้อมูลชุดนั้นจะถูกดีดออกไป และ Server จะตอบกลับไปที่ Notebook ว่าสถานการณ์ส่งข้อมูลสำเร็จหรือไม่ ถ้าสำเร็จ Server จะตอบกลับว่า “OK” ถ้าเกิดข้อผิดพลาดไม่สามารถถอดรหัสได้ Server จะตอบกลับว่า “Error: xxxxx” (xxxxx คือ รหัสของความผิดพลาด)

8. เมื่อข้อมูลถูกเก็บเรียบร้อยแล้ว ผู้ใช้ (User) สามารถที่จะติดตามยานพาหนะของตนเองได้ผ่าน Internet Browser จากอุปกรณ์ต่างๆ เช่น PC, Notebook, PDA เป็นต้น



รูปที่ 3.3 โครงสร้างระบบเครื่องรับตำแหน่งยานพาหนะ

ขั้นตอนการทำงาน

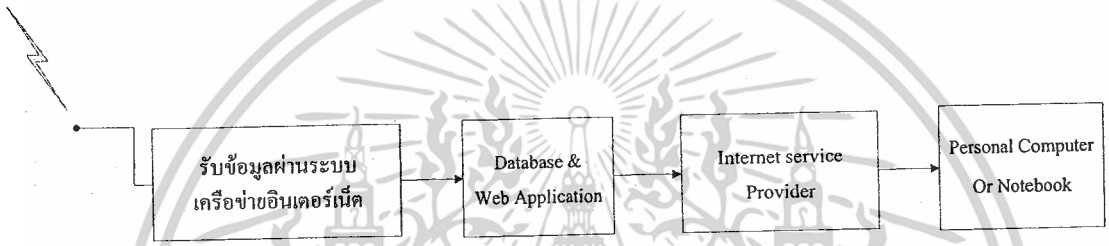
1. ในส่วนของ Global Positioning System Receiver จะเป็นตัวที่รับบอกตำแหน่งที่อยู่บนพื้นผิวโลกโดยมีการวัดระยะจากสัญญาณดาวเทียมแล้วก็จะได้ค่าออกมาตามโปรโตคอล โดยนำตัว GPS Receiver ที่เป็นพอร์ต USB นำมาต่อกับตัวโน๊ตบุค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ในส่วนของ Notebook จะมีส่วนของโปรแกรมที่ใช้ติดต่อกับ GPS Receiver และทำการรับค่าที่ได้มาทำการตัดคำ หาค่าที่เป็นละติจูด,ลองติจูด,ความเร็ว,เวลาและทิศทางจากนั้นทำการเก็บข้อมูลไว้ใน Buffer จากนั้นโปรแกรมจะแสดงให้เห็นค่าที่เก็บไว้บนหน้าจอตลอดเวลาที่ทำการเชื่อมต่อแล้วทำการส่งค่าที่ได้ไปยังเว็บเซอร์เวอร์โดยส่งผ่านเครื่องโทรศัพท์

3. เครื่องโทรศัพท์จะต่อกับโน๊ตบุคและทำการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ทในระบบ GPRS

4. โปรแกรมจะทำการส่งข้อมูลผ่านระบบ GPRS ไปยังเว็บเซอร์เวอร์เพื่อทำการแปลงค่าออกมาแล้วนำค่าที่รับได้มาพล็อตตำแหน่งลงบนแผนที่



รูปที่ 3.4 โครงสร้างระบบติดตามพาหนะ

ขั้นตอนการทำงาน

1. เมื่อส่งสัญญาณมาจากฝั่งส่งจนมาถึงฝั่งรับสัญญาณโดยผ่านระบบ GPRS โดยรับข้อมูลละติจูด,ลองติจูด,ความเร็ว,เวลาและทิศทาง

2. เมื่อรับค่ามาแล้วทำการบันทึกข้อมูลลง Database เพื่อบันทึกเป็นประวัติการเดินทางในส่วนของเว็บจะมีหน้า login โดยมี ยูเซอร์ ที่เป็นของ admin และ client ซึ่งจะทำให้แยกส่วนของผู้ดูได้

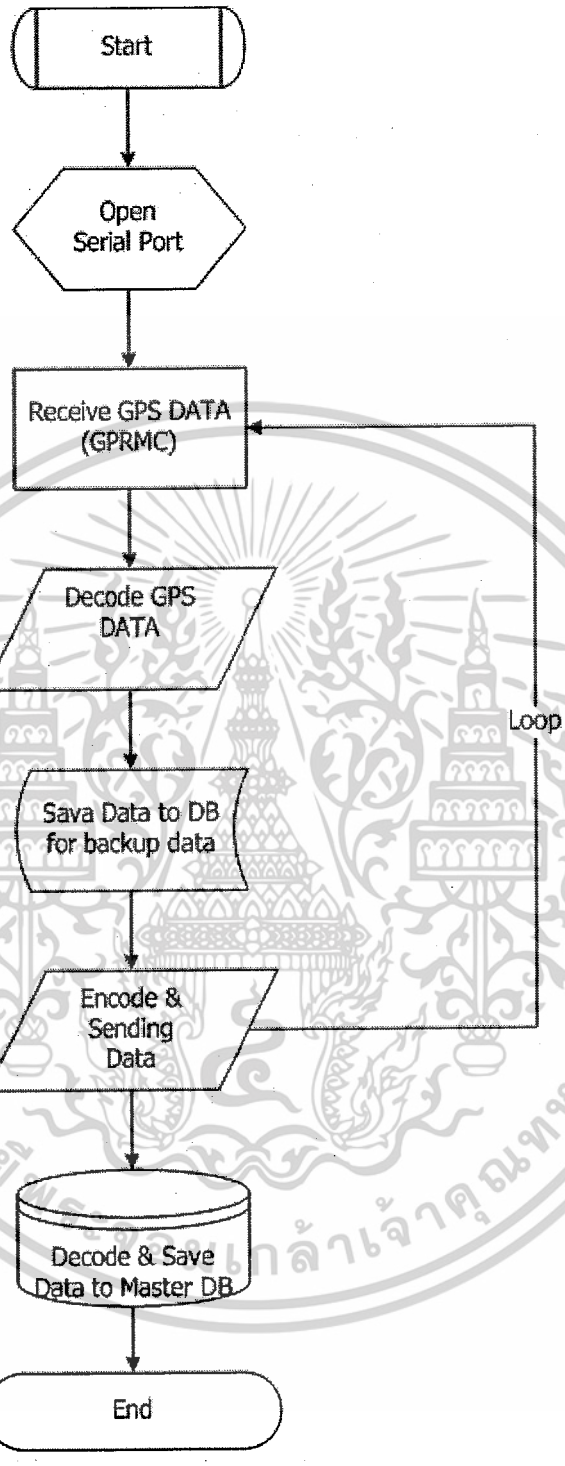
3. จากนั้นในส่วนของเว็บไซต์จะสามารถทำงานผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตได้

4. โดยการใช้งานนั้นเราสามารถเปิดดูได้ด้วยคอมพิวเตอร์โดยสามารถดูได้ทุกที่ที่อินเตอร์เน็ตเข้าถึง

3.2.1 การทำงานในส่วนของตัวส่งข้อมูล

จะเป็นการทำงานในส่วนของโปรแกรมที่ตัวเครื่องโน้ตบุค ซึ่งได้ติดต่อกับตัวรับจีพีเอสแล้วโทรศัพท์เคลื่อนที่ เพื่อเมื่อรับค่าที่ได้มาจากจีพีเอสที่เป็น GPRMC แล้วทำการส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ทโดยใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ในการติดต่อเครือข่ายเข้ากับอินเตอร์เน็ท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

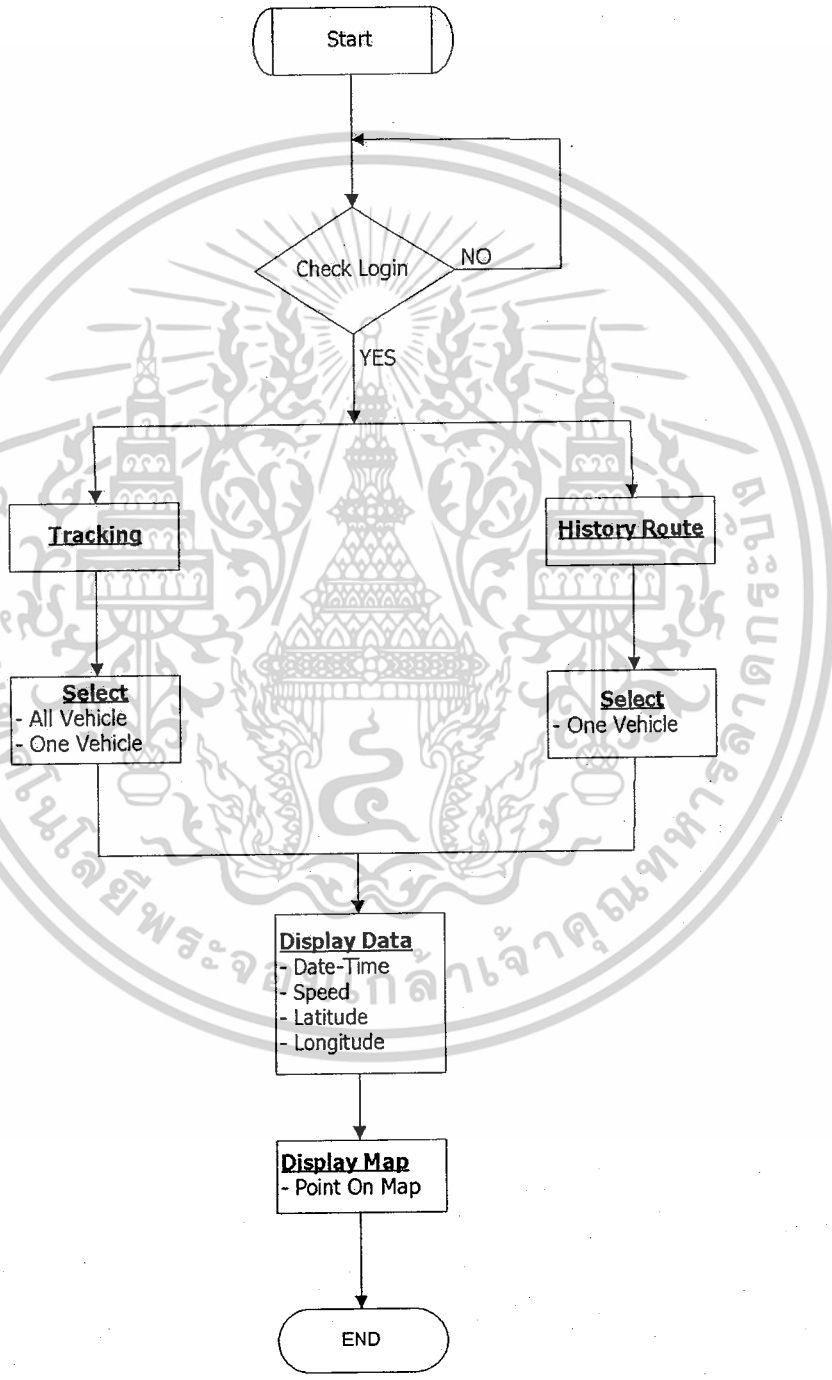


รูปที่ 3.5 ขั้นตอนการทำงานในส่วนโปรแกรมรับข้อมูลจีพีเอส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 โปรแกรม Web Tracking

โปรแกรม Web Tracking สร้างขึ้นเพื่อที่จะใช้ ดูข้อมูลที่ส่งมาจากระบบ GPS Tracking ตัวโปรแกรมจะมีส่วนต่างๆ คือ ตารางแสดงข้อมูล ,แผนที่แสดงตำแหน่งปัจจุบัน โดยโปรแกรมนี้จะใช้ Google Maps



รูปที่ 3.6 การทำงานในส่วนโปรแกรมเว็บค้นหาตำแหน่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การออกแบบของระบบติดตามยานพาหนะ

เมื่อได้ทำการศึกษาระบบติดตามยานพาหนะสามารถแบ่งในส่วนของการออกแบบได้เป็นสามส่วนหลัก ๆ ได้แก่

1. การทำงานในส่วนส่งข้อมูล
2. การทำงานหน้าเว็บค้นหาตำแหน่ง
3. การบันทึกข้อมูล

3.3.1 สภาวะการทำงานในส่วนส่งข้อมูล

1. Start : เริ่มการทำงาน โปรแกรม
2. Open Serial Port : เปิด Serial Port ที่ติดต่อกับ GPS Receiver เพื่อเตรียมรับข้อมูล GPS
3. Receives GPS Data : รับข้อมูล GPS Data จอก Packet GPRMC เป็นสัญญาณต่อเนื่อง
4. Decode GPS Data : แปลงข้อมูล GPS เป็นข้อมูลต่าง ๆ เช่น วัน, เวลา, ความเร็ว, ตำแหน่ง ฯลฯ
5. Save Data to DB : เก็บข้อมูลเบื้องต้นลง Database เพื่อเป็นการสำรองข้อมูล
6. Encode & Sending Data : เข้ารหัสข้อมูล และส่งข้อมูลไปที่ Sever ปลายทางผ่าน GPRS/EDGE และกลับไปรับข้อมูล GPRMC ใหม่
7. Decode & Save Data to Master DB : แปลงข้อมูล และเก็บข้อมูลลง Database หลัก
8. End : จบการทำงาน

3.3.2 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมเว็บค้นหาตำแหน่ง

1. Login เข้าใช้งานโปรแกรม โดยผู้ใช้จะต้องสมัครสมาชิกก่อนจึงจะสามารถใช้งานได้
2. ระบบจะทำการตรวจสอบ Login โดยถ้า
   2.1Login ที่ใช้ถูกต้อง ไปข้อ 3
   2.2Login ที่ใช้ไม่ถูกต้องจะแสดงข้อความ “Username or Password invalid”

3.ระบบจะนำเข้าสู่หน้าโปรแกรมค้นหายานพาหนะ ในหน้าจอนี้จะแสดงตารางข้อมูล แบบ Real-time และ แผนที่ปัจจุบัน

4. เลือกยานพาหนะหนึ่งคัน หรือ เลือกยานพาหนะทั้งหมด ที่ต้องการแสดงข้อมูล
5. ระบบจะทำการค้นหาข้อมูลตามเงื่อนไข และเริ่มนับเวลาในการ update ข้อมูลครั้งต่อไป
6. เมื่อค้นหาข้อมูลตามเงื่อนไขเสร็จแล้ว จะแสดงข้อมูล วันเวลา, ความเร็ว, ตำแหน่งปัจจุบัน ที่ตารางแสดงข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ในส่วนแผนที่จะแสดงตำแหน่งที่ยานพาหนะอยู่ โดยสามารถเลือกให้จุดที่รถอยู่มาอยู่ที่กลางแผ่นที่โดยการคลิกเลือกรถที่ตารางแสดงข้อมูล

8. เมื่อถึงเวลา update ข้อมูลระบบจะค้นหาข้อมูลรถที่เลือกดูข้อมูลมาแสดง และเปลี่ยนตำแหน่ง

9. ถ้าต้องการดูข้อมูลการเดินทางย้อนหลังให้เลือก Menu History

10. เมื่อเข้าสู่หน้าโปรแกรม History แล้วให้เลือกรถที่ต้องการดูข้อมูลย้อนหลัง เลือกวันเวลาที่ต้องการดูข้อมูลโดยที่ระยะเวลาในการเลือกดูข้อมูลไม่เกิน 1 สัปดาห์

11. เมื่อเลือกเงื่อนไขเสร็จแล้วโปรแกรมจะค้นหาข้อมูลตามเงื่อนไข

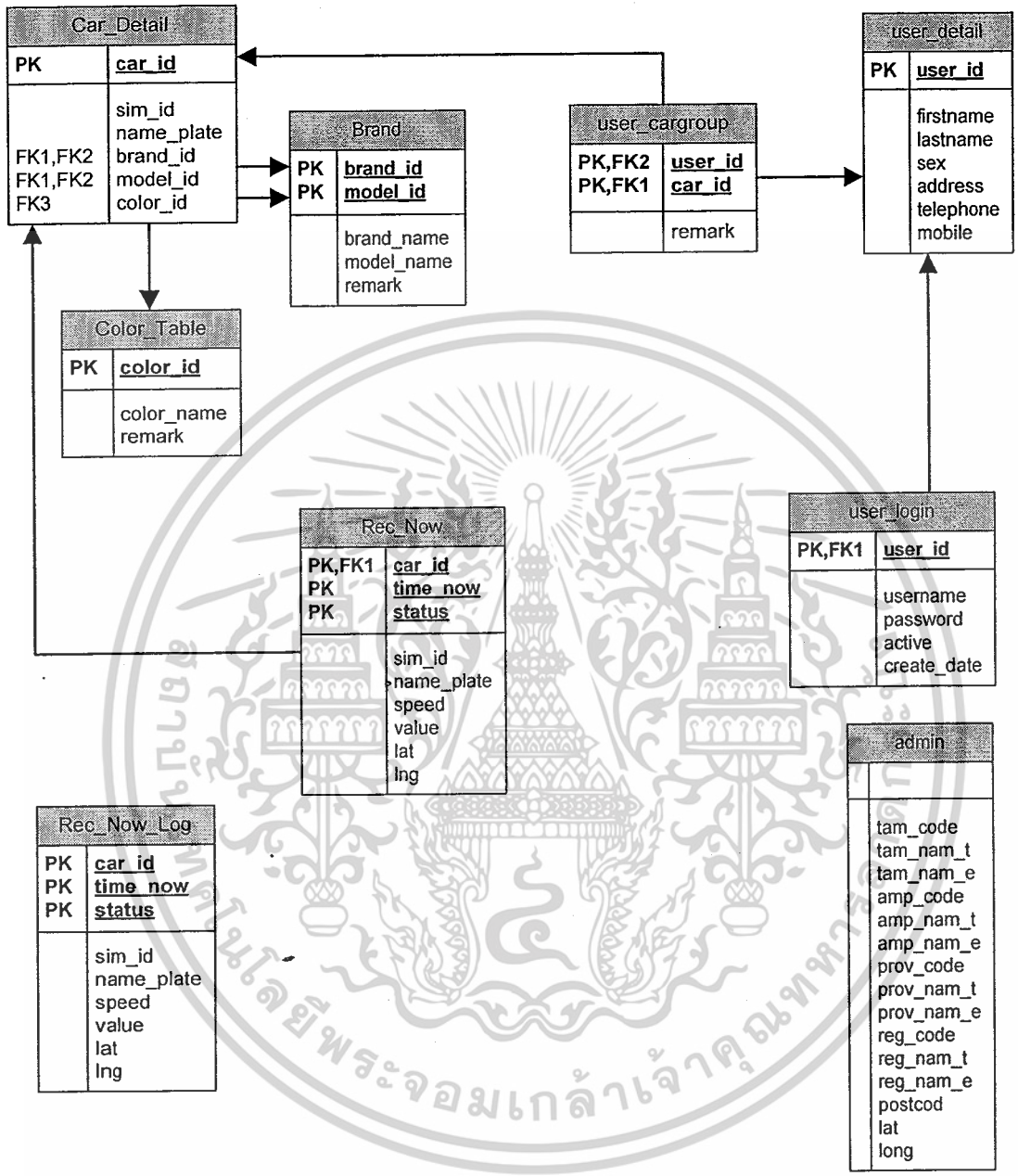
12. เมื่อค้นหาข้อมูลเสร็จแล้วข้อมูลการเดินทางย้อนหลังจะแสดงที่ตารางการเดินทางโดยที่ในตารางจะแสดงข้อมูล วันเวลา, ความเร็ว, ตำแหน่ง

13. ที่แผนที่จะแสดงข้อมูลแสดงเส้นทางการเดินทาง

3.3.3 การบันทึกข้อมูล

- ในส่วนของการบันทึกข้อมูลจะเป็นการบันทึกข้อมูลเพื่อไว้สำหรับในการดูการเดินทางของยานพาหนะย้อนหลังเพื่อที่จะสามารถดูได้ว่ายานพาหนะได้เดินทางไปในเส้นทางไหนมาบ้างโดยจะมีการบันทึกข้อมูล ตำแหน่ง วันเวลา และความเร็วโดยมีการแบ่งการจัดเก็บเป็นสัดส่วนเพื่อนำไปใช้ในหน้าเว็บแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 การออกแบบฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4 รายละเอียดของฐานข้อมูล

รายละเอียดในส่วนนี้จะเป็นการกำหนดค่าของฐานข้อมูลและบอกการใช้งานกำหนดประเภทและชนิดตัวแปรที่ใช้บันทึกบนฐานข้อมูลดังนี้

ตารางที่ 3.1 Car_Detail

Car_Detail		
name	type	note
car_id	VarChar(20) PK	ID รถ
sim_id	VarChar(20)	หมายเลขซิมโทรศัพท์
name_plate	VarChar(20)	หมายเลขทะเบียน
brand_id	VarChar(10)	ID ยี่ห้อรถ
model_id	VarChar(20)	ID รุ่นรถ
color_id	VarChar(10)	รหัสสี

ตาราง 3.2 Brand

Brand		
name	type	note
brand_id	VarChar(10) PK	ID ยี่ห้อรถ
brand_name	VarChar(20)	ชื่อยี่ห้อ
model_id	VarChar(20) PK	ID รุ่นรถ
model_name	VarChar(20)	ชื่อรุ่นรถ
remark	VarChar(255)	คำบรรยายเพิ่มเติม

ตาราง 3.3 Color_Table

Color_Table		
name	type	note
color_id	VarChar(10) PK	รหัสสี
color_name	VarChar(20)	ชื่อสี
remark	VarChar(255)	คำบรรยายเพิ่มเติม

ตาราง 3.4 Rec_Now

Rec_Now		
name	type	note
car_id	VarChar(20) PK	ID รถ
sim_id	VarChar(20) PK	หมายเลขซิมโทรศัพท์
name_plate	VarChar(20) PK	หมายเลขทะเบียน
time_now	Small Date & time	เวลา
status	Small singned Number	สถานะ
speed	Small singned Number	ความเร็ว
value	Small Floating Point	ค่าใน Rec_now
lat	Small Floating Point	ละติจูด
lng	Small Floating Point	ลองติจูด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 3.5 Rec_Now_Log

Rec_Now_Log		
name	type	note
car_id	VarChar(20) PK	ID รถ
sim_id	VarChar(20) PK	หมายเลขซิมโทรศัพท์
name_plate	VarChar(20) PK	หมายเลขทะเบียน
time_now	Small Date & time	เวลา
status	Small singned Number	สถานะ
speed	Small singned Number	ความเร็ว
value	Small Floating Point	ค่าใน Rec_now
lat	Small Floating Point	ละติจูด
lng	Small Floating Point	ลองติจูด

ตาราง 3.6 User_cargroup

User_cargroup		
name	type	note
user_id	VarChar(10) PK	รหัส User
car_id	VarChar(20) PK	ID รถ
remark	VarChar(255)	ค่าบรรยายเพิ่มเติม

ตาราง 3.7 User_detail

User_detail		
name	type	note
user_id	VarChar(10) PK	ID User
firstname	VarChar(100)	ชื่อ
lastname	VarChar(100)	นามสกุล
sex	VarChar(1)	เพศ
address	VarChar(255)	ที่อยู่
telephone	VarChar(10)	โทรศัพท์บ้าน
mobile	VarChar(10)	โทรศัพท์มือถือ

ตาราง 3.8 User_login

User_login		
name	type	note
user_id	VarChar(10) PK	ID User
username	VarChar(20)	Username
password	VarChar(20)	Password
active	VarChar(1)	active ของ login
create_date	Small Date & time	วันที่ login

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 3.9 Admin

Admin		
name	type	note
TAM_CODE	nvarchar(13)	codeตำบล
TAM_NAM_T	nvarchar(29)	ชื่อตำบลไทย
TAM_NAM_E	nvarchar(38)	ชื่อตำบลอังกฤษ
AMP_CODE	nvarchar(13)	codeอำเภอ
AMP_NAM_T	nvarchar(18)	ชื่ออำเภอไทย
AMP_NAM_E	nvarchar(52)	ชื่ออำเภออังกฤษ
PROV_CODE	nvarchar(15)	codeจังหวัด
PROV_NAM_T	nvarchar(16)	ชื่อจังหวัดไทย
PROV_NAM_E	nvarchar(31)	ชื่อจังหวัดอังกฤษ
REG_CODE	nvarchar(13)	codeภาค
REG_NAM_T	nvarchar(19)	ชื่อภาคไทย
REG_NAM_E	nvarchar(14)	ชื่อภาคอังกฤษ
POSTCOD	nvarchar(12)	รหัสจังหวัด
LAT	float	ค่าละติจูด
LON	float	ค่าลองติจูด

จากตารางที่ 3.1 Car_Detail เป็นตารางที่เก็บข้อมูลในส่วนของรายละเอียดของยานพาหนะ เช่นทะเบียนยานพาหนะ,รหัสยานพาหนะ

จากตารางที่ 3.2 Brand เป็นตารางที่เก็บข้อมูลในส่วนของยี่ห้อรุ่น,รุ่นของยานพาหนะ

จากตารางที่ 3.3 Color_Table เป็นตารางที่เก็บข้อมูลในส่วนของรหัสสี,ชื่อสี

จากตารางที่ 3.4 Rec_Now เป็นตารางที่เก็บข้อมูลในส่วนของหมายเลขทะเบียน วัน เวลา ความเร็ว ตำแหน่ง ที่เป็นสถานะปัจจุบัน

จากตารางที่ 3.5 Rec_Now_Log เป็นตารางที่เก็บข้อมูลในส่วนของหมายเลขทะเบียน วัน เวลา ความเร็ว ตำแหน่ง โดยจะเป็นการบันทึกที่ไว้ใช้ในการดูประวัติการเดินทาง

จากตารางที่ 3.6 User_cargroup เป็นตารางที่เก็บข้อมูลในส่วนของรหัส Userและยานพาหนะที่อยู่ในการติดตามที่ของแต่ละUser

จากตารางที่ 3.7 User_detail เป็นตารางที่เก็บข้อมูลในส่วนของประวัติของผู้ใช้บริการจะเป็นการเก็บข้อมูลพื้นฐานที่มีอยู่ของตัวบุคคล

จากตารางที่ 3.8 User_login เป็นตารางที่เก็บข้อมูลในส่วนของรหัส Userและรหัส password ในการเข้าให้เว็บ

จากตารางที่ 3.9 admin เป็นตารางที่เก็บข้อมูลในส่วนของชื่อตำบล ชื่ออำเภอ และชื่อจังหวัด เพื่อไว้ระบุที่อยู่ที่ตำแหน่ง ณ จุด ๆนั้น

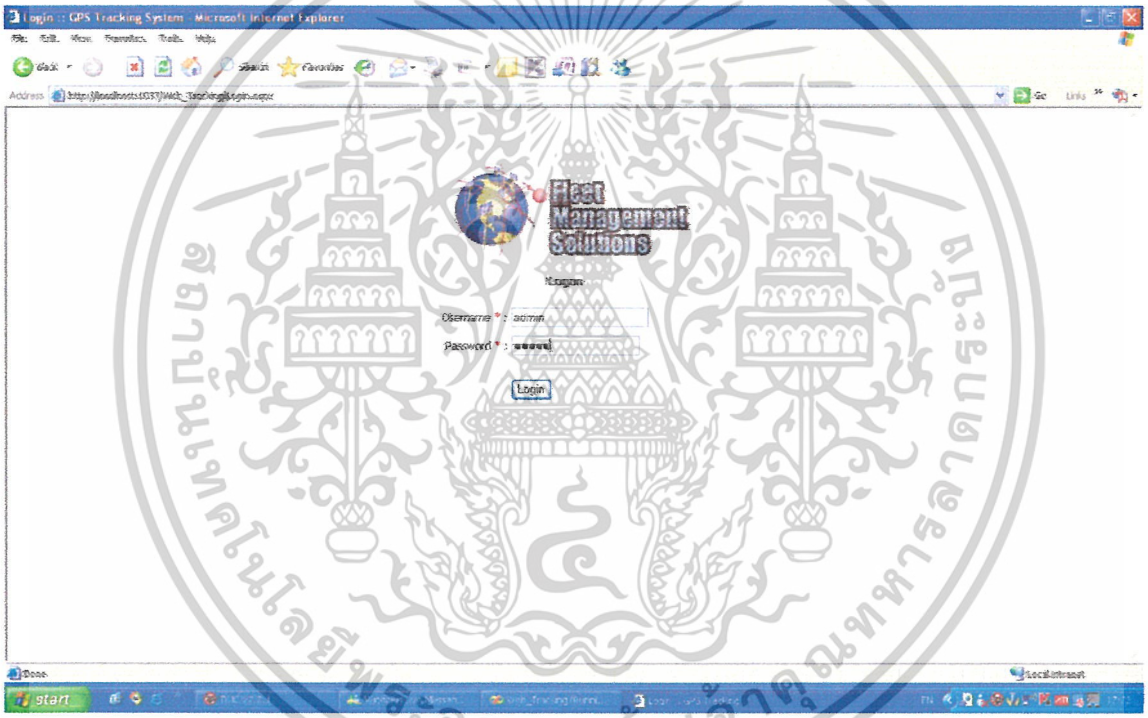
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

จากการทดลองที่ผ่านมาได้มีการสร้างในส่วนของ Gps-info และ Web-Application ให้สามารถติดต่อส่งข้อมูลถึงกันได้โดยผลการทดลองนี้ได้มีการพัฒนาเพิ่มเติมขึ้นมาในรายละเอียดต่าง ๆ เพื่อให้สามารถนำไปใช้งานได้เสมือนจริง โดยการนำระบบทั้งสองส่วนนั้นเชื่อมต่อผ่านอินเตอร์เน็ต ในการส่งผ่านข้อมูลถึงกัน

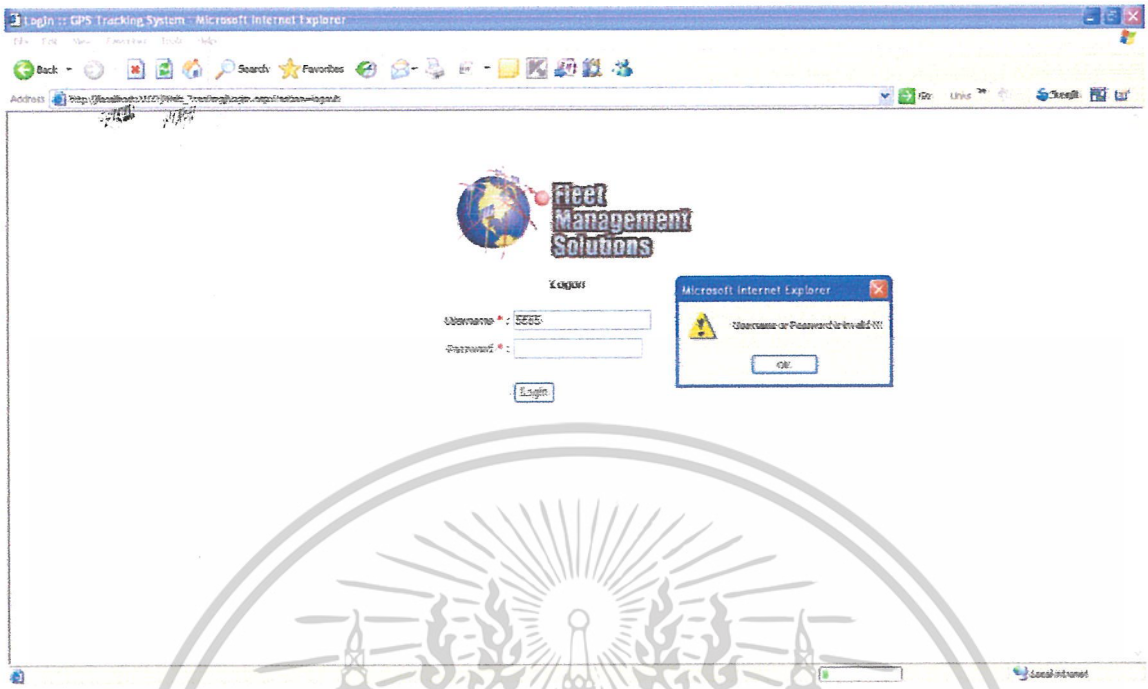
4.1 การใช้งาน Web-Application ของผู้ดูแลระบบ



รูปที่ 4.1 หน้าเว็บเข้าระบบ

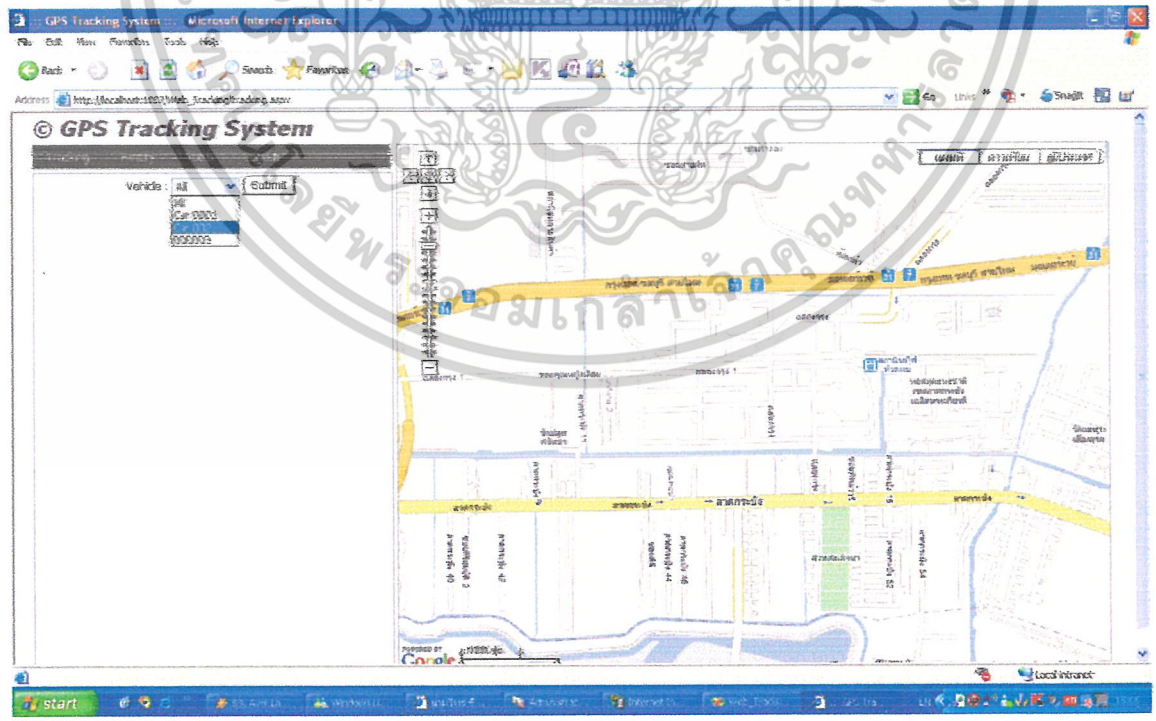
จากรูปที่ 4.1 เป็นหน้าเว็บแสดงการเข้าสู่ระบบในส่วนของการให้บริการโดยสามารถใส่รหัสเข้าไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 เข้าระบบผิดพลาด

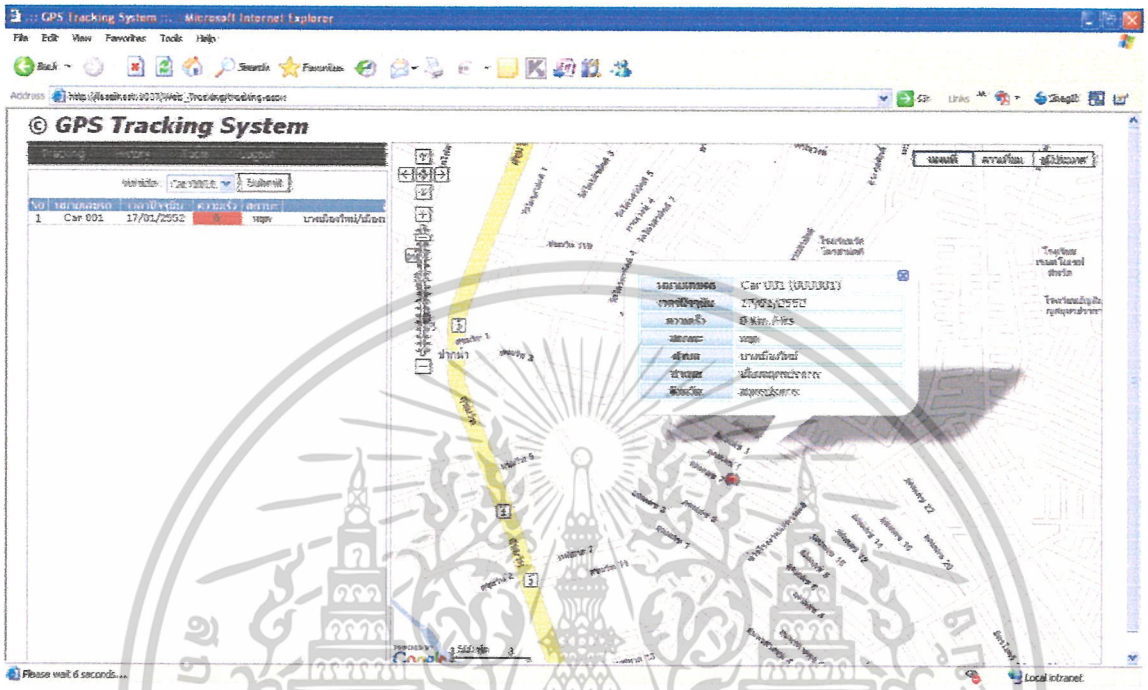
จากรูปที่ 4.2 แสดงถึงการพิมพ์รหัสผ่านไม่ถูกต้องกับที่มีอยู่ในระบบฐานข้อมูล ทำให้ป้องกับบุคคลภายนอกในการเข้ามาในระบบ



รูปที่ 4.3 หน้าค้นหาตำแหน่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

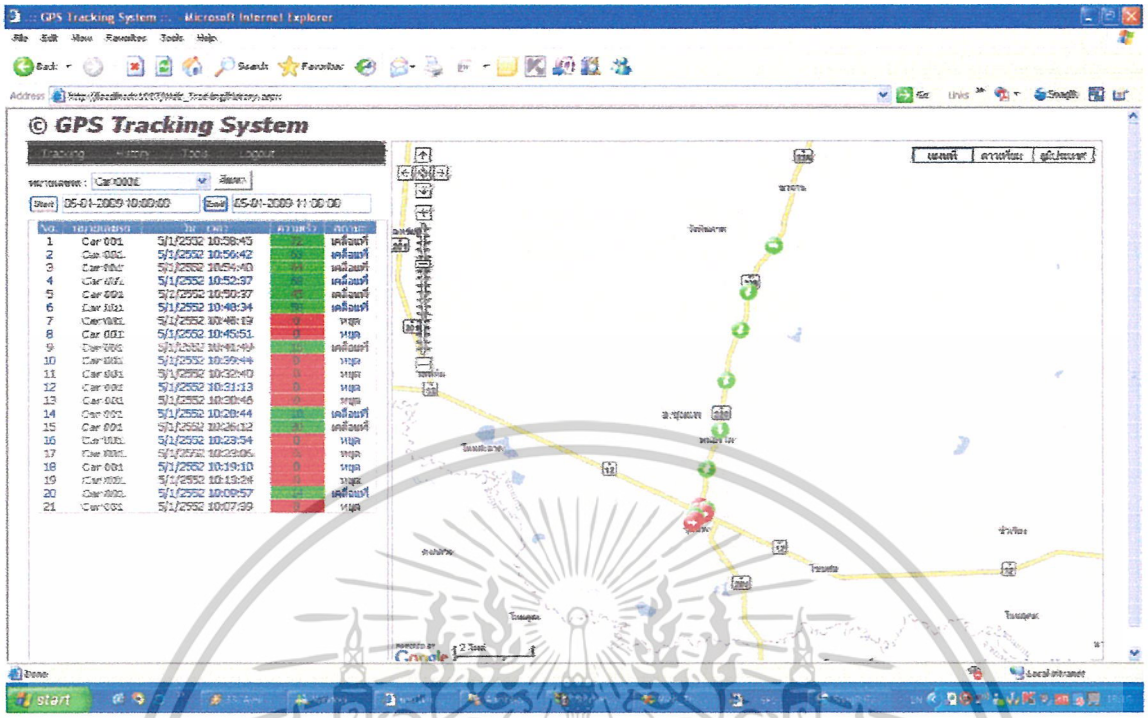
จากรูปที่ 4.3 แสดงให้ให้ถึงแผนที่และแสดงจำนวนยานพาหนะทั้งหมดที่สามารถดูตำแหน่งของแต่ละคันได้



รูปที่ 4.4 ข้อมูลของตำแหน่งยานพาหนะ

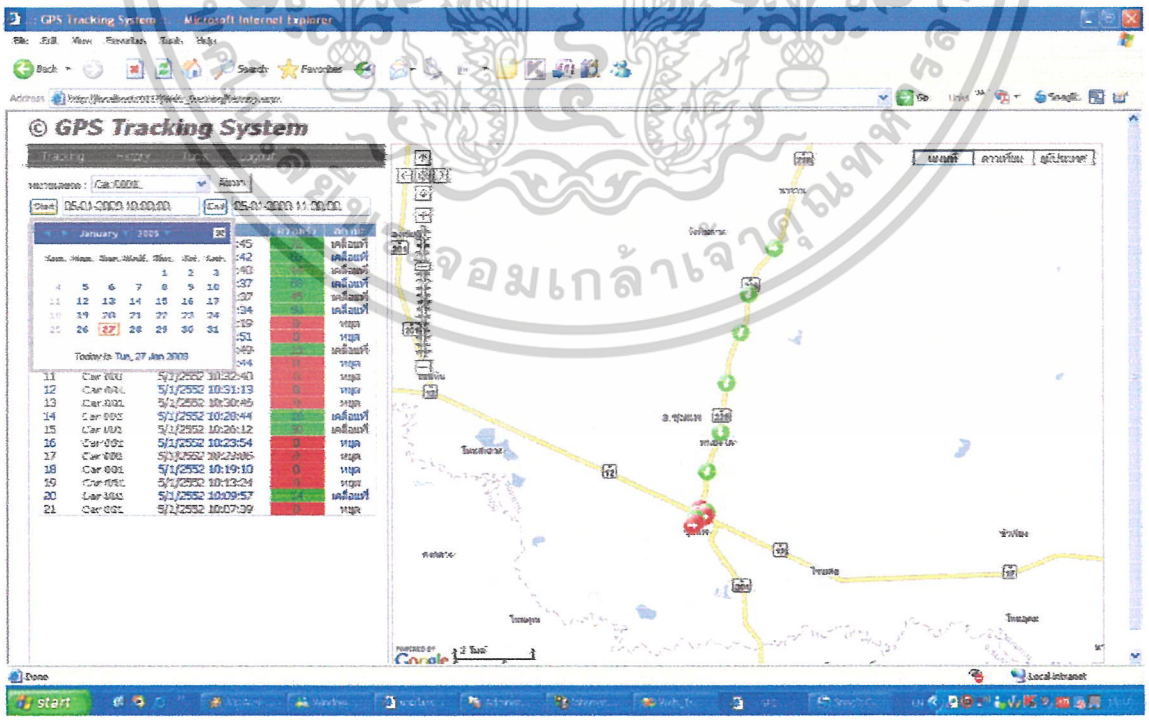
จากรูปที่ 4.4 เมื่อนำเมาส์ไปคลิกที่สัญลักษณ์รถก็จะขึ้นกล่องข้อความบอกรายเอียดของยานพาหนะขึ้นมาโดยบอกหมายเลขทะเบียนยานพาหนะ วันเวลา ความเร็ว สถานะ อำเภอ จังหวัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



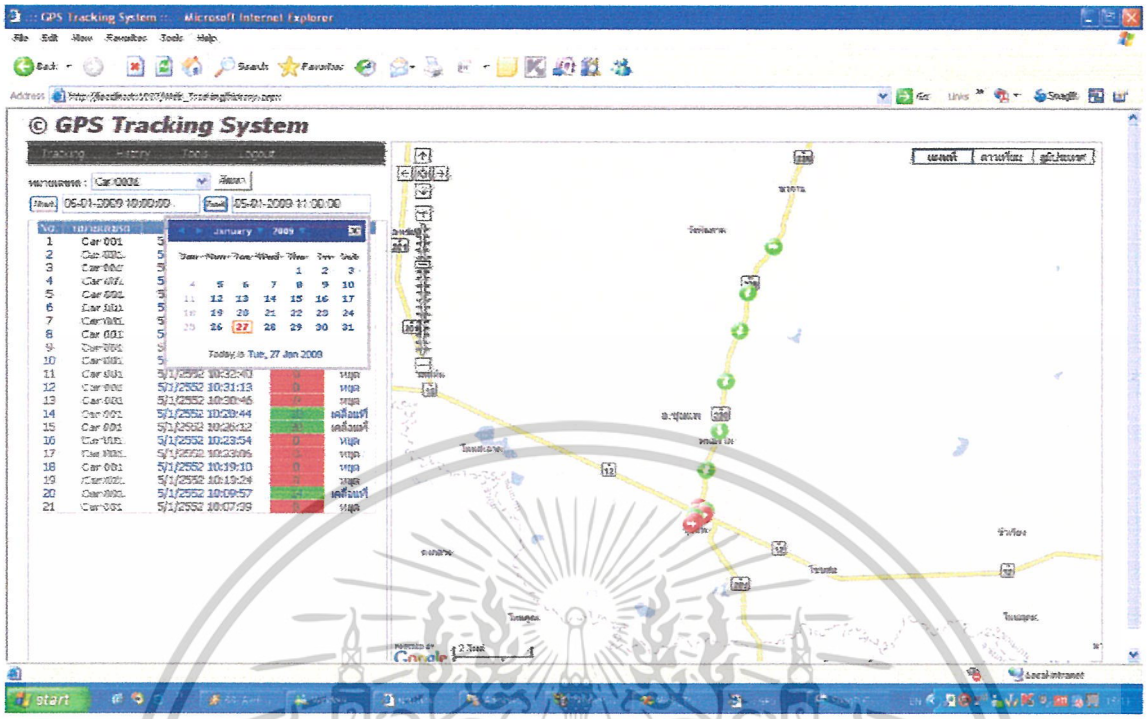
รูปที่ 4.5 หน้าประวัติการเดินทางของยานพาหนะ

จากรูปที่ 4.5 แสดงให้เห็นในส่วนของประวัติการเดินทางของยานพาหนะตามเส้นทางในวันเวลา สามารถเลือกวันและเวลาที่จะแสดงให้เห็นได้ตามกำหนด

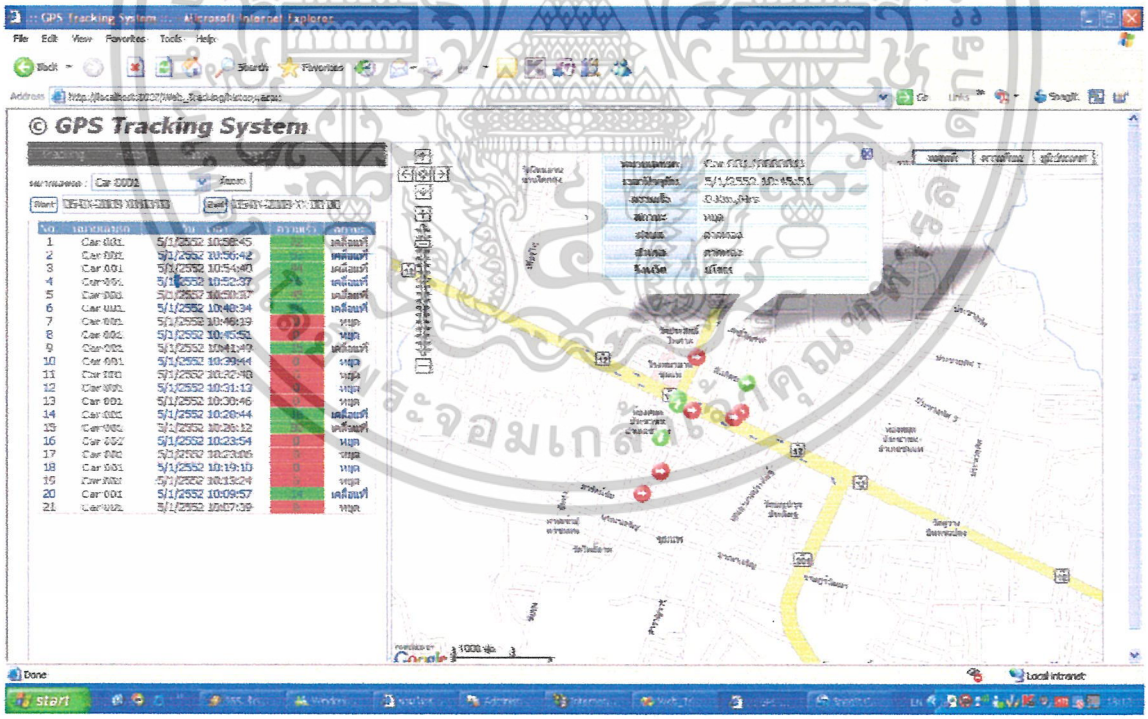


รูปที่ 4.6 การเลือกวันประวัติการเดินทางเริ่มต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

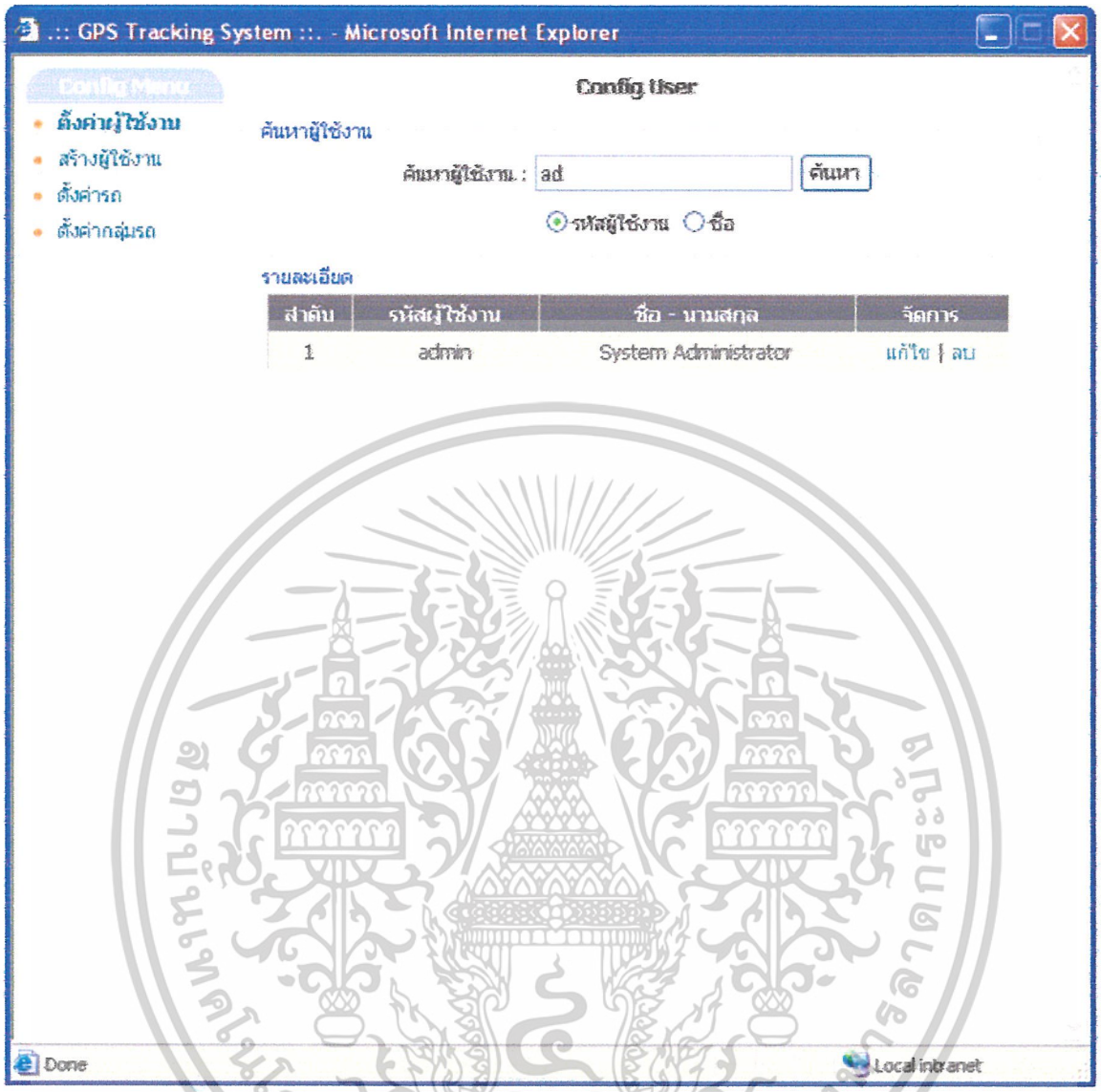


รูปที่ 4.7 การเลือกวันประวัติการเดินทางสิ้นสุด



รูปที่ 4.8 การบอกตำแหน่งและรายละเอียดบนแผนที่

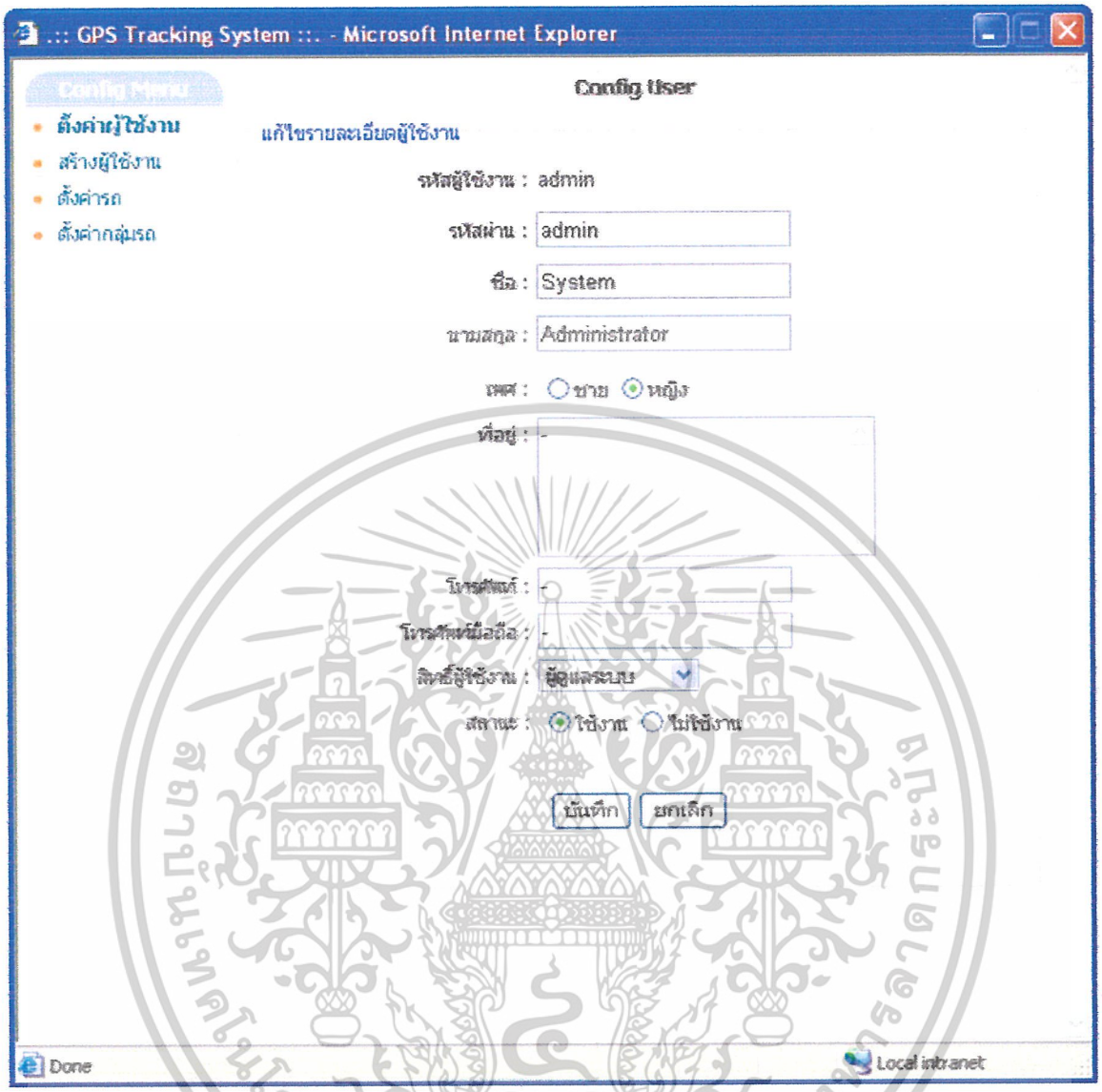
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 หน้าต่างตั้งค่าผู้ใช้งาน

จากรูปที่ 4.9 สามารถค้นหารายชื่อของบุคคลที่เป็นพนักงานหรือลูกค้าและสามารถแก้ไขหรือลบสมาชิกออกได้ ในที่นี้ได้ค้นหาชื่อ admin

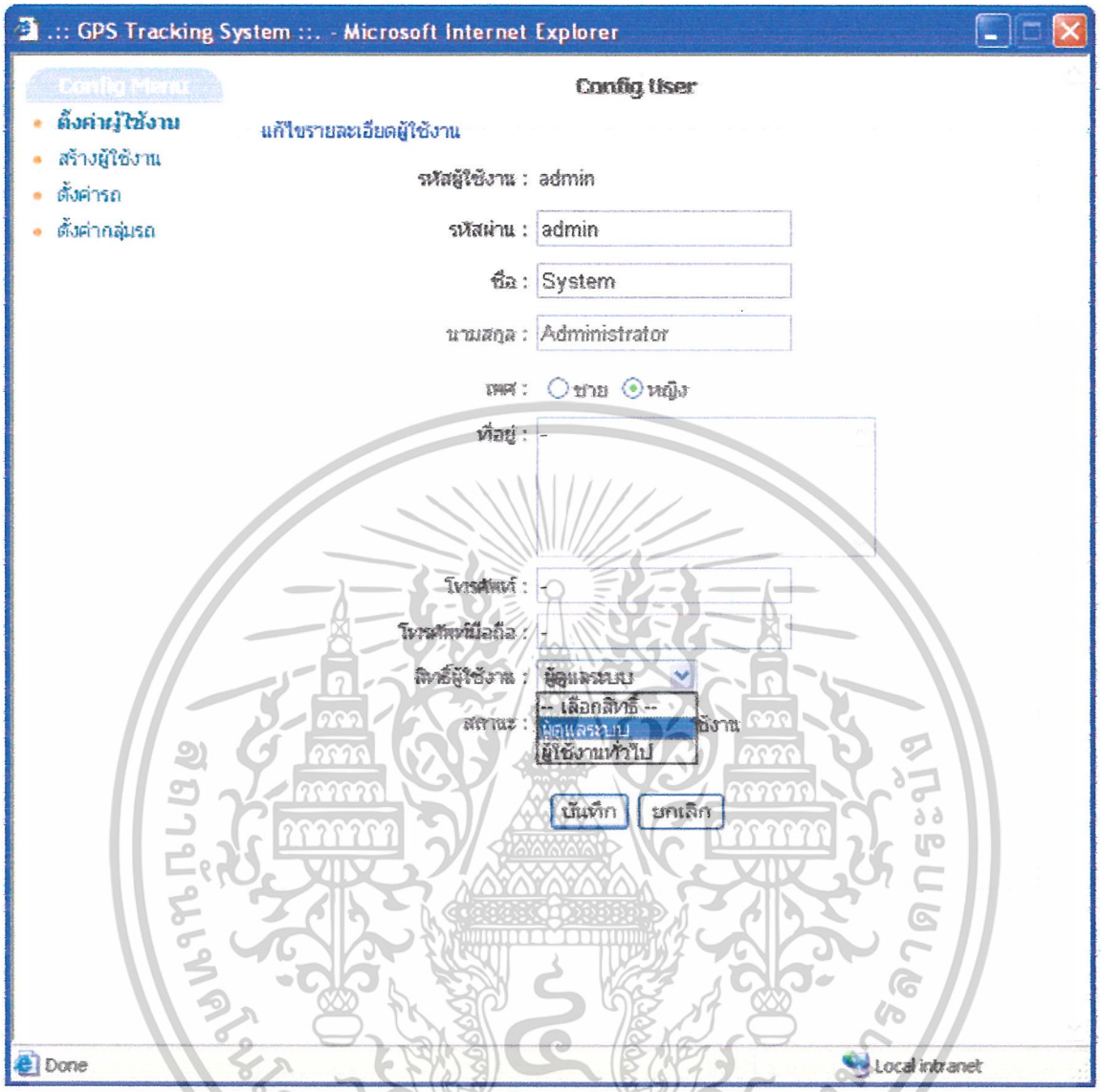
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 หน้าตั้งค่ารายละเอียดผู้ใช้งาน

จากรูปที่ 4.10 แสดงการกำหนดค่ารายละเอียดในช่องต่าง ๆ แล้วทำการบันทึก ก็จะทำให้มีข้อมูลของรายชื่อนั้นถูกบันทึกไว้อยู่

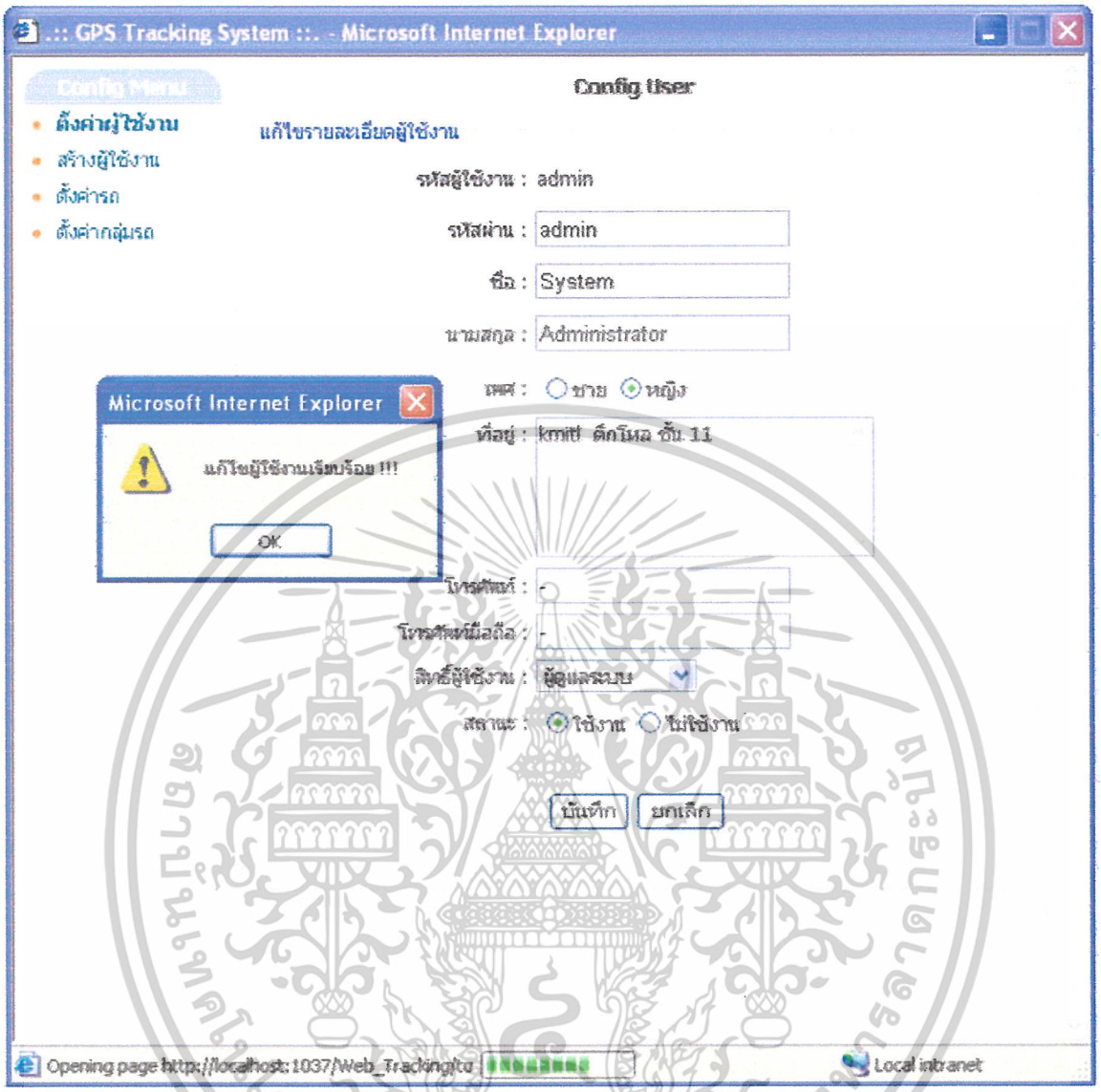
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 ตัวเลือกสิทธิ์ผู้ใช้งาน

จากรูปที่ 4.11 แสดงตัวเลือกสิทธิ์ผู้ใช้งานโดยแบ่งออกเป็น 2 ระดับ คือ ระดับผู้ดูแลระบบ และ ผู้ใช้งานทั่วไป

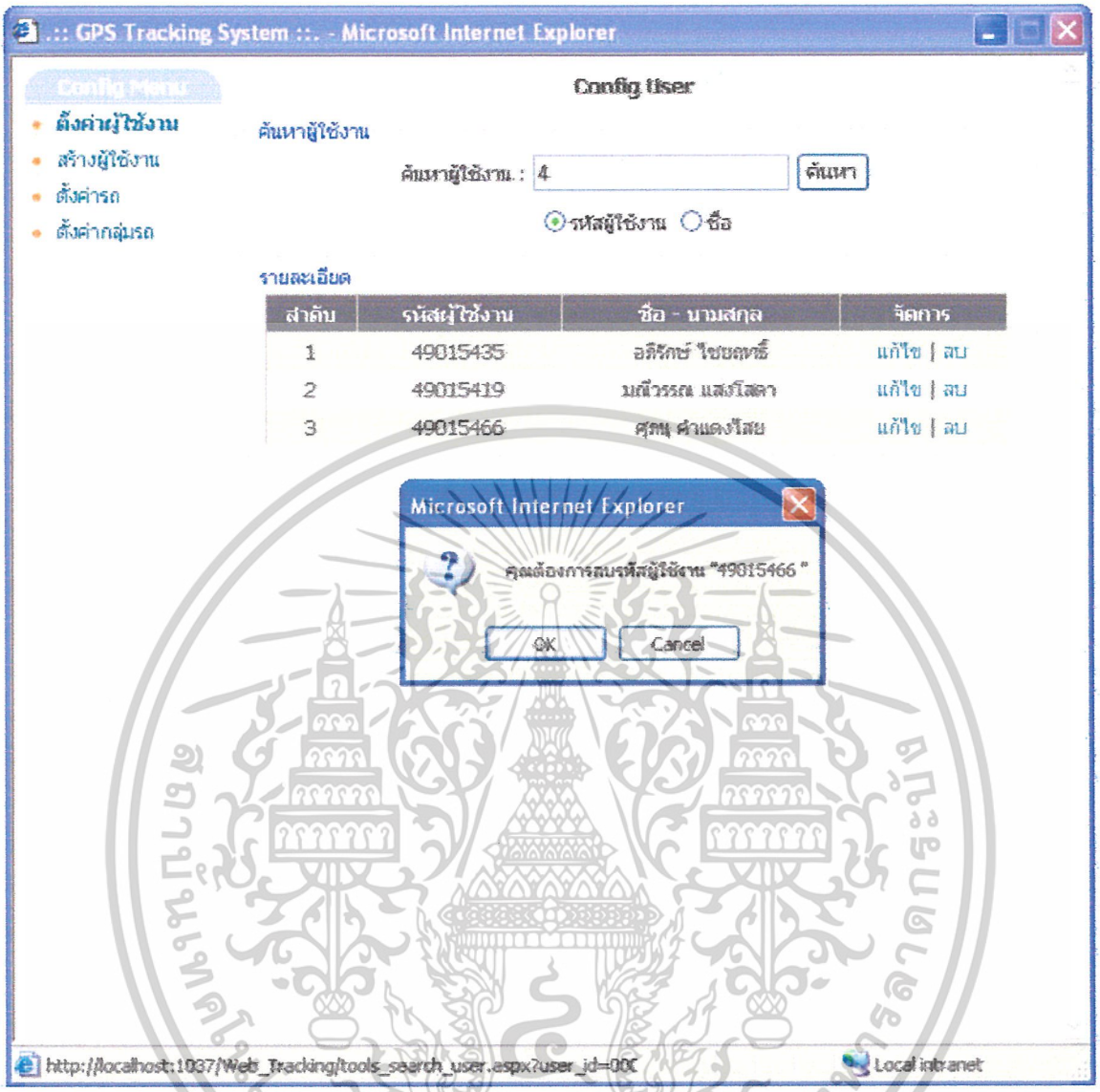
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.12 การแก้ไขและทำการบันทึก

จากรูปที่ 4.12 เมื่อค้นหาชื่อที่ต้องการแก้ไขได้แล้ว จากนั้นทำการแก้ไขข้อมูลที่ผิดพลาด จากนั้นทำการกดปุ่มบันทึก จะแสดงข้อความขึ้นมาว่า “ แก้ไขเรียบร้อยแล้ว ” ก็หมายถึงเราได้ทำการแก้ไขข้อมูลใหม่เรียบร้อยแล้ว

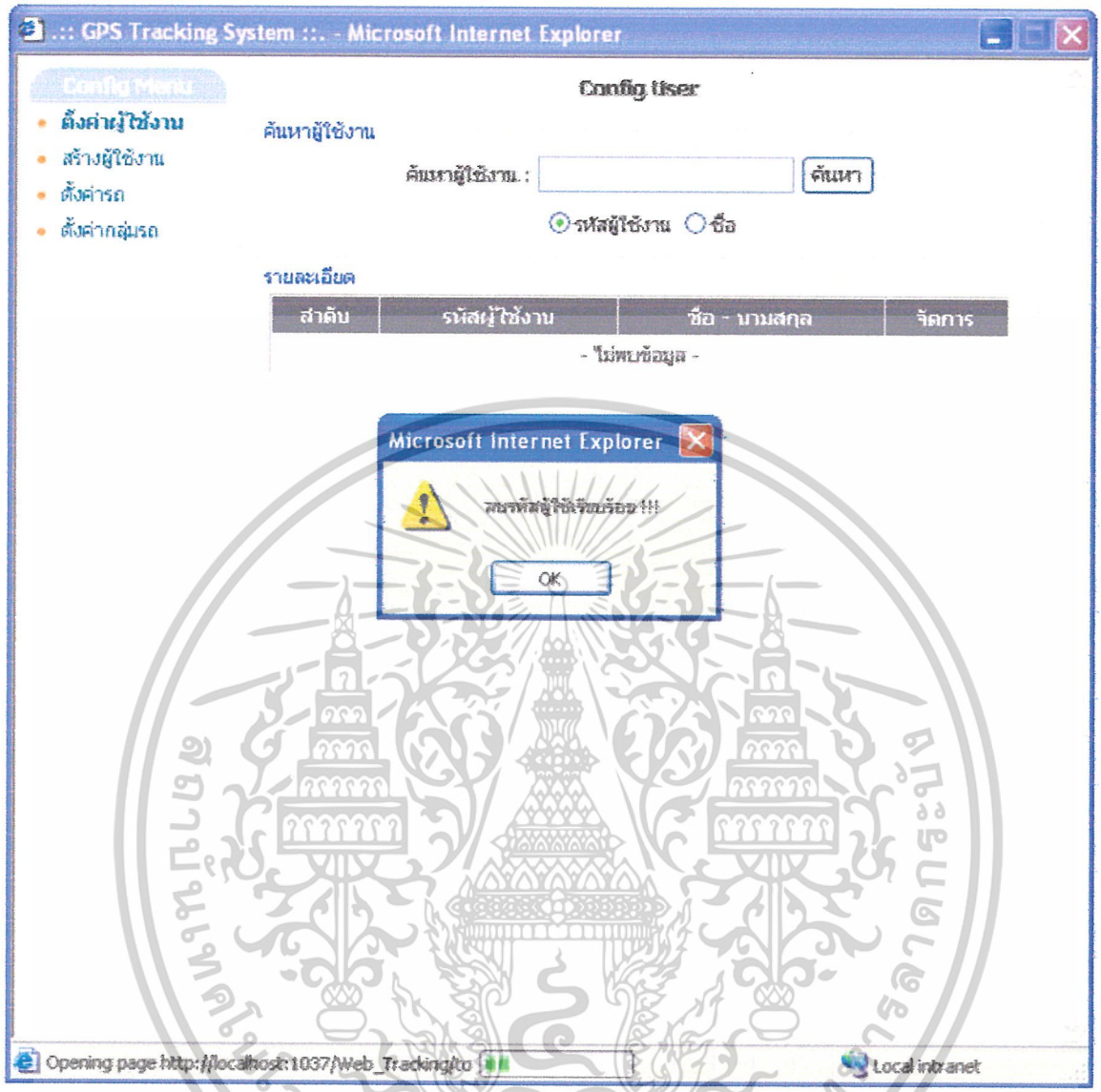
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.13 การลบรายชื่อ

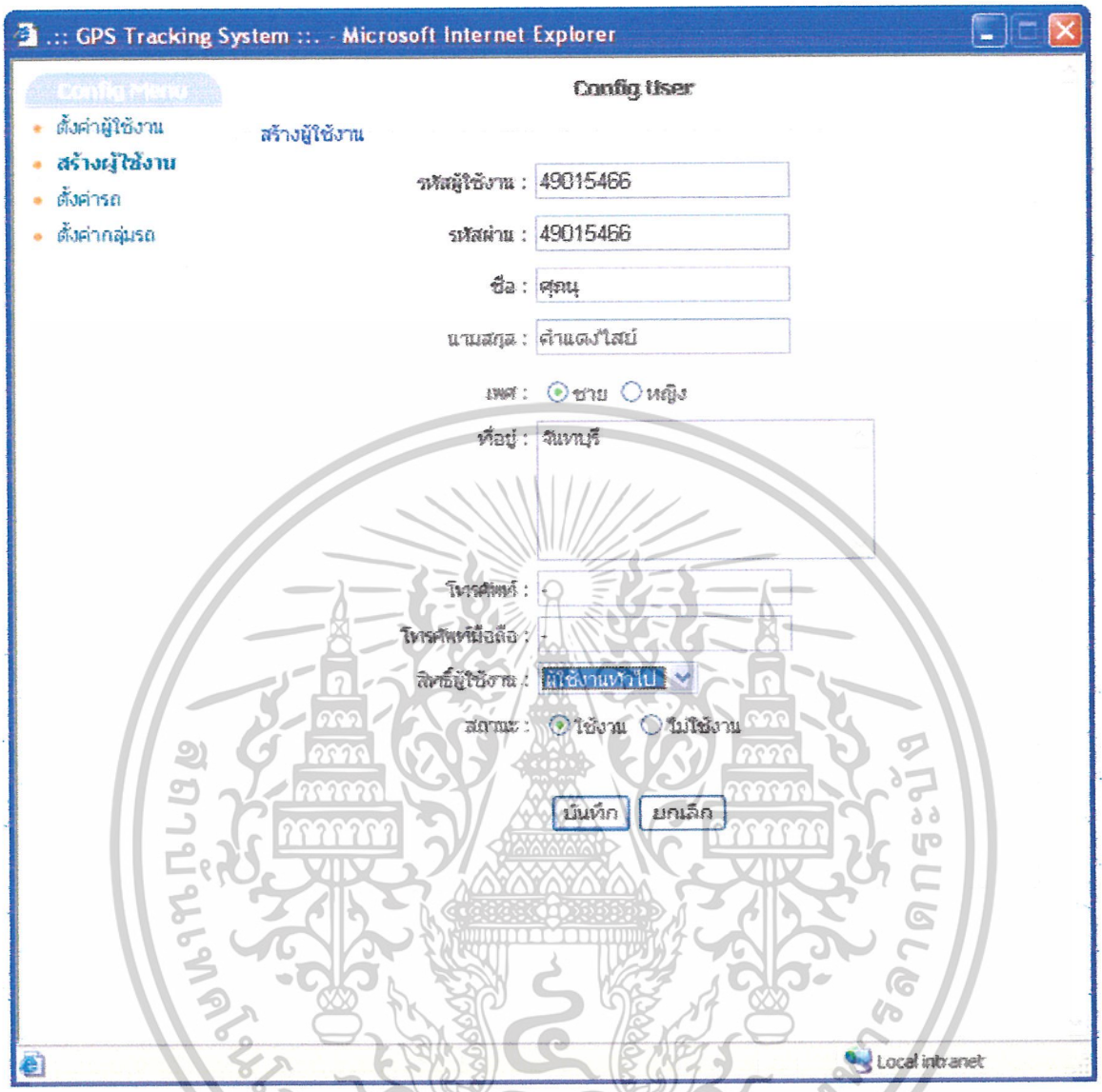
จากรูปที่ 4.13 เมื่อทำการกดปุ่มลบแล้วก็จะขึ้นข้อความเพื่อยืนยันการลบรายชื่อ ถ้ากดปุ่ม OK ก็จะทำการลบ และเมื่อกดปุ่ม Cancel ก็จะยกเลิกการลบ ทำให้สามารถปกกันการผิดพลาดในการจัดการรายชื่อสมาชิกได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.14 ความสำเร็จในการลบ

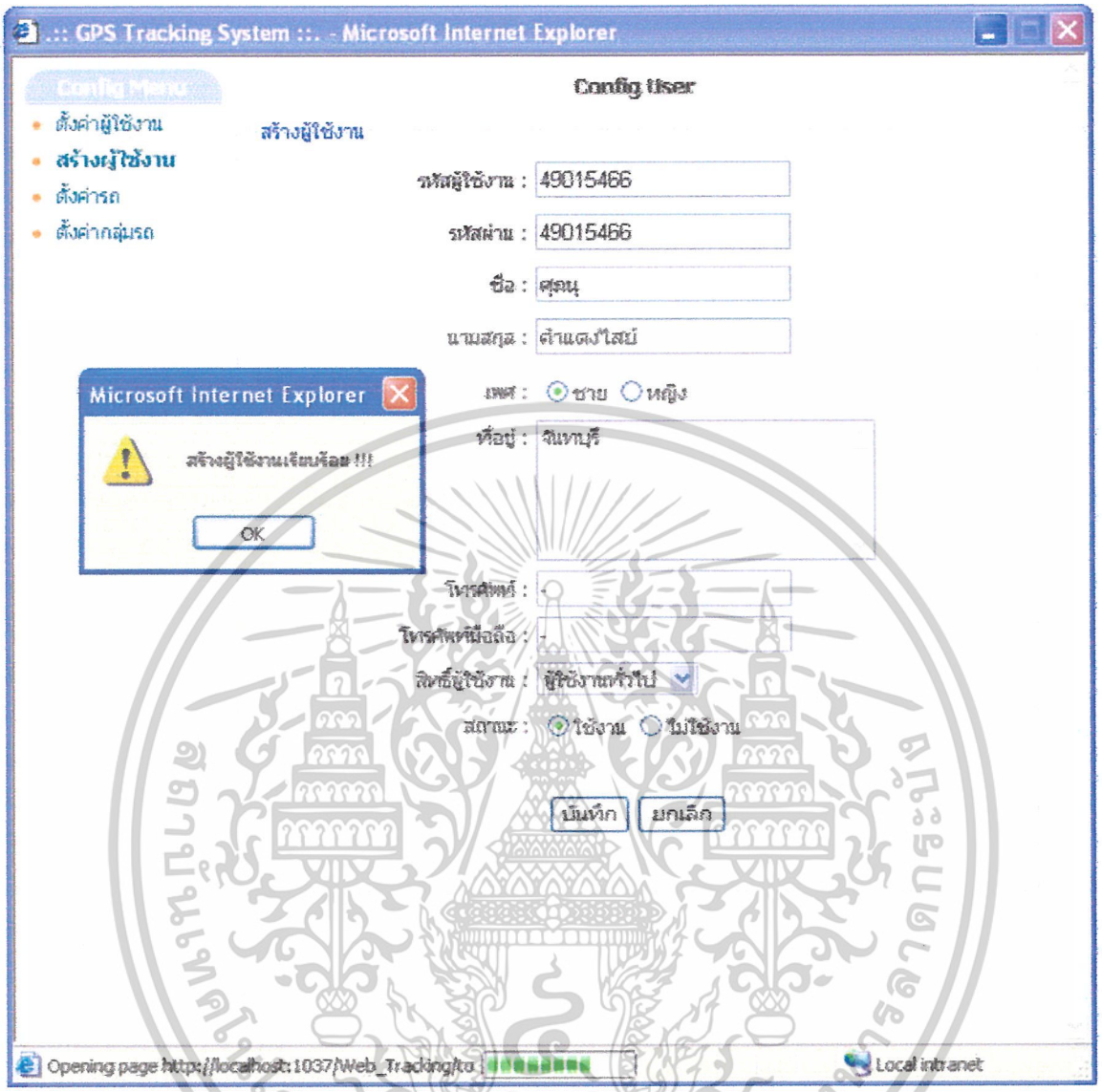
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.15 การสร้างผู้ใช้งาน

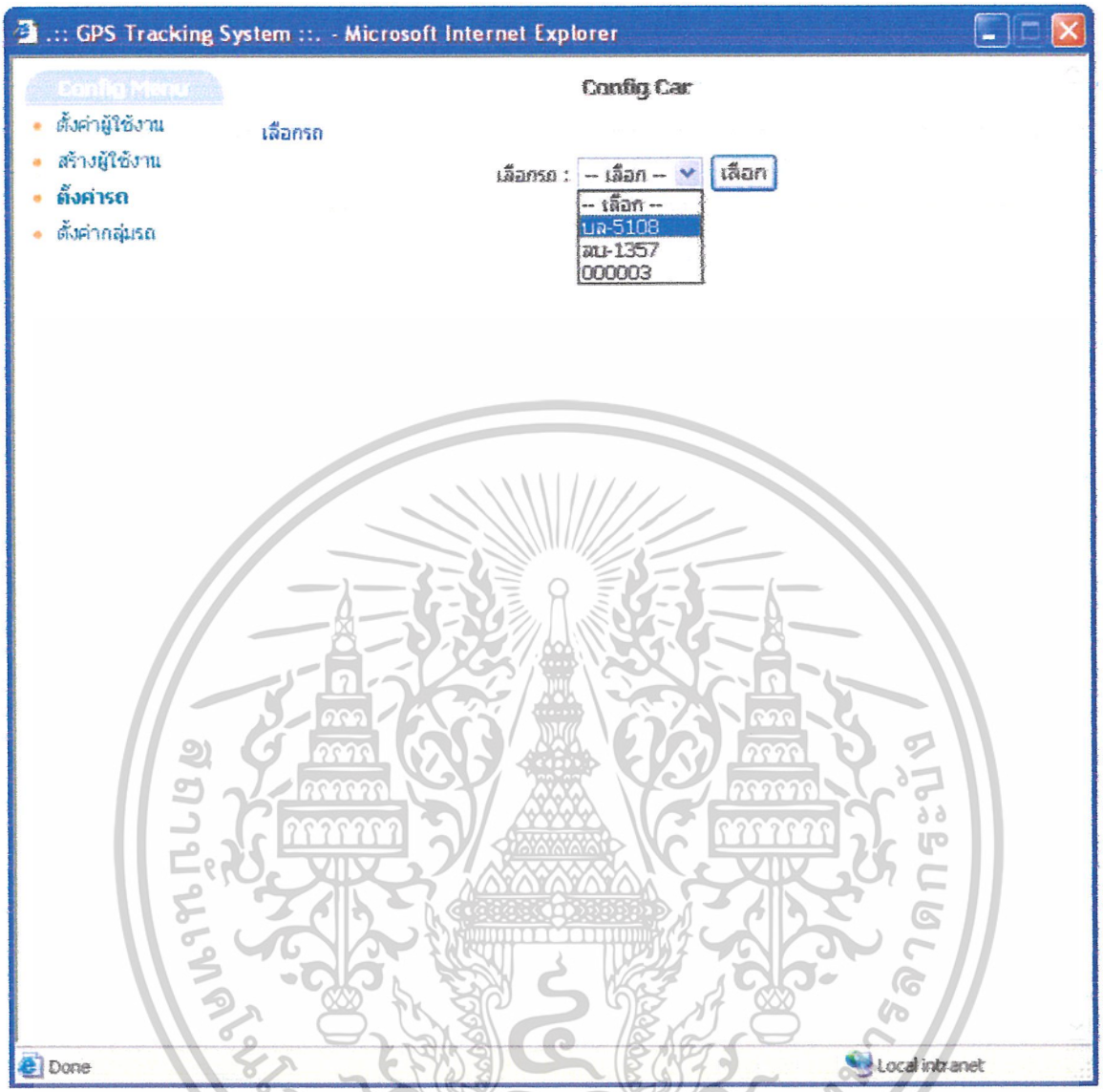
จากรูปที่ 4.15 ทำการสร้างรายชื่อขึ้นมาและบันทึกประวัติรายละเอียดของตัวบุคคลและสิทธิ์ผู้ใช้งานในระดับต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.16 การสร้างบันทึกรายชื่อเรียบร้อย

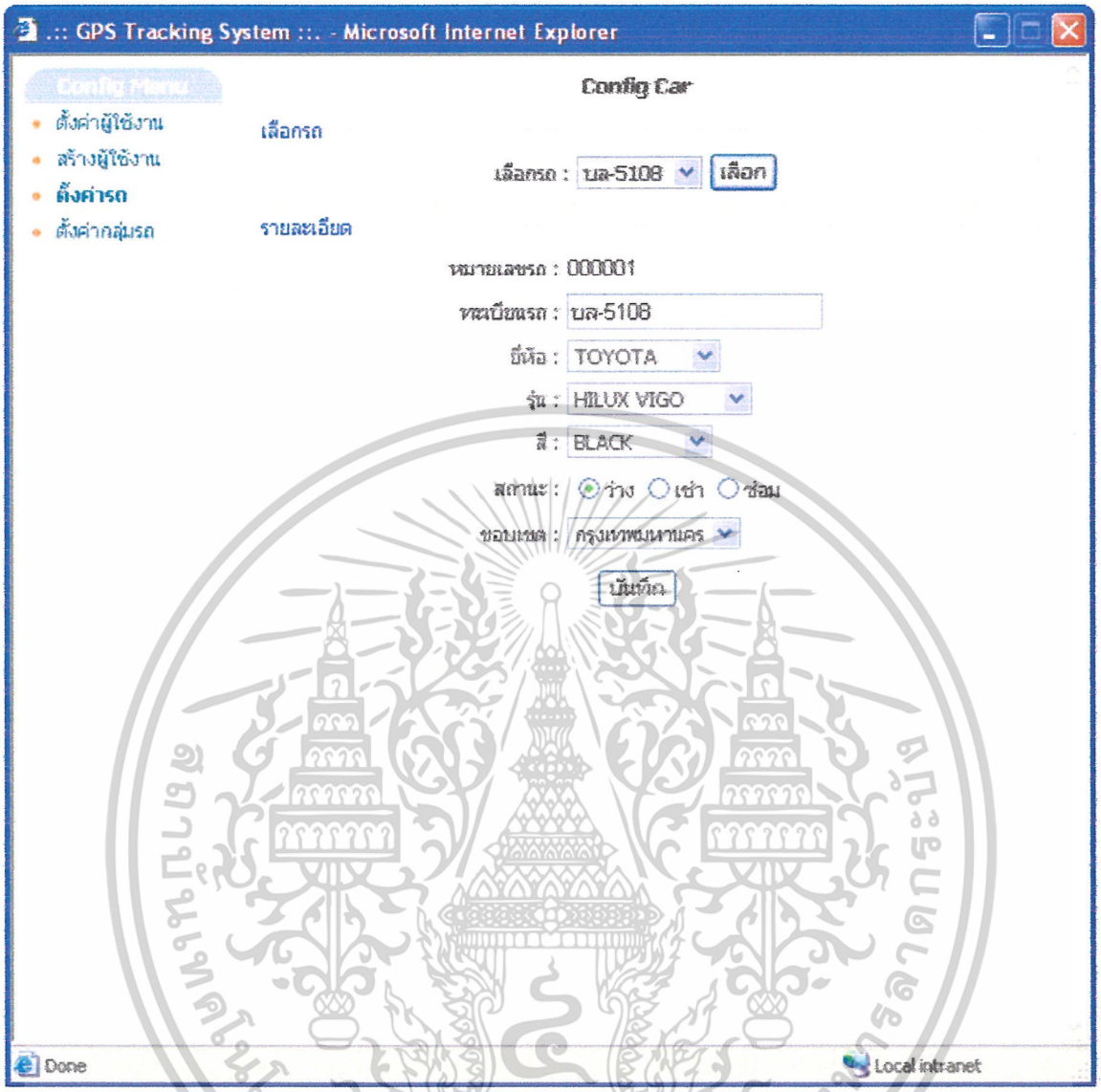
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.17 หน้าต่างการตั้งค่าคุณสมบัติรถ

จากรูปที่ 4.17 เมื่อกดที่เมนูทูล (tool) และเลือกที่หน้าต่างตั้งค่ารถ โดยที่จะมีเมนูให้เลือกรถเพื่อตั้งค่ารายละเอียดของยานพาหนะได้

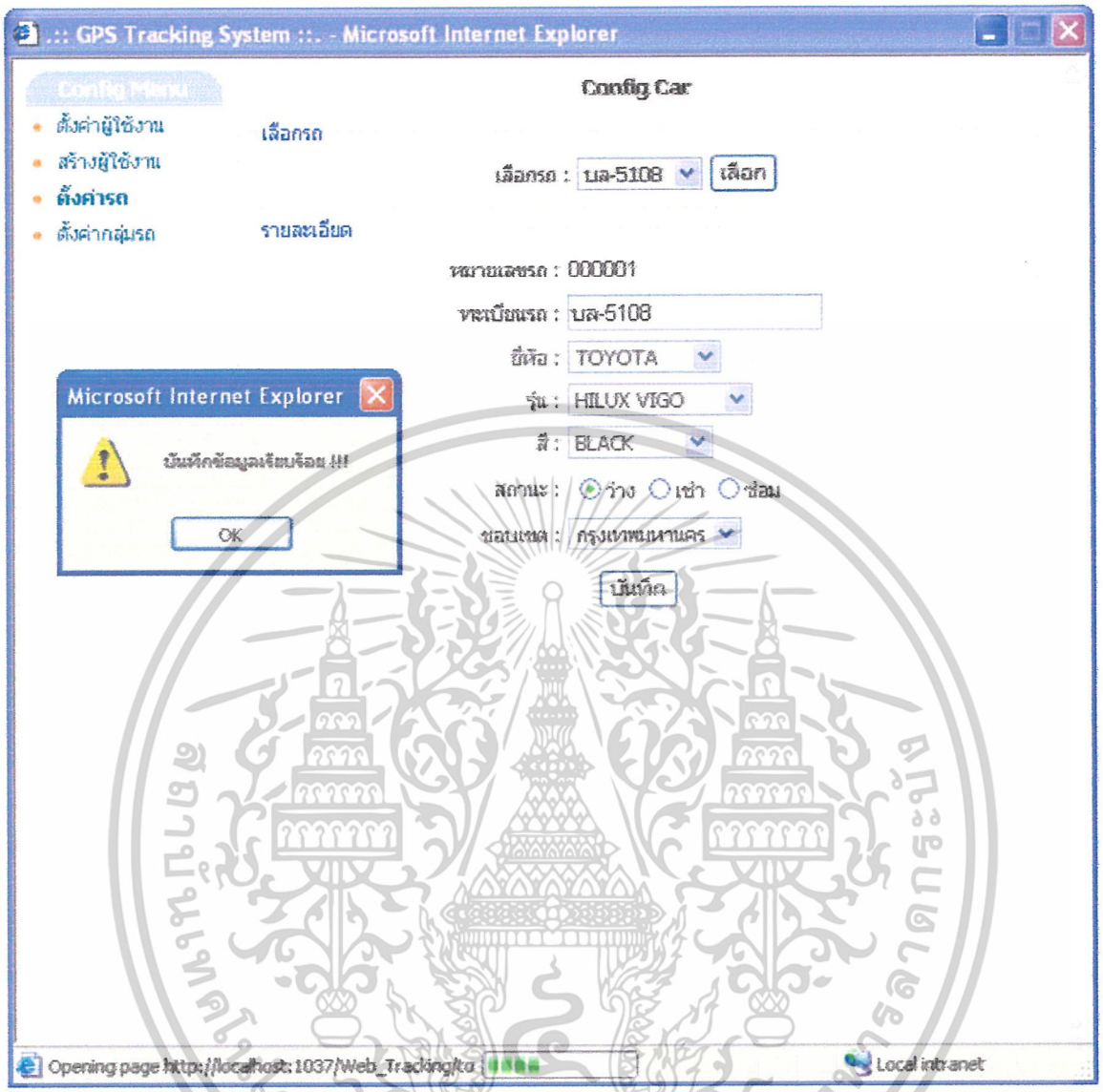
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.18 หน้ารายละเอียดยานพาหนะ

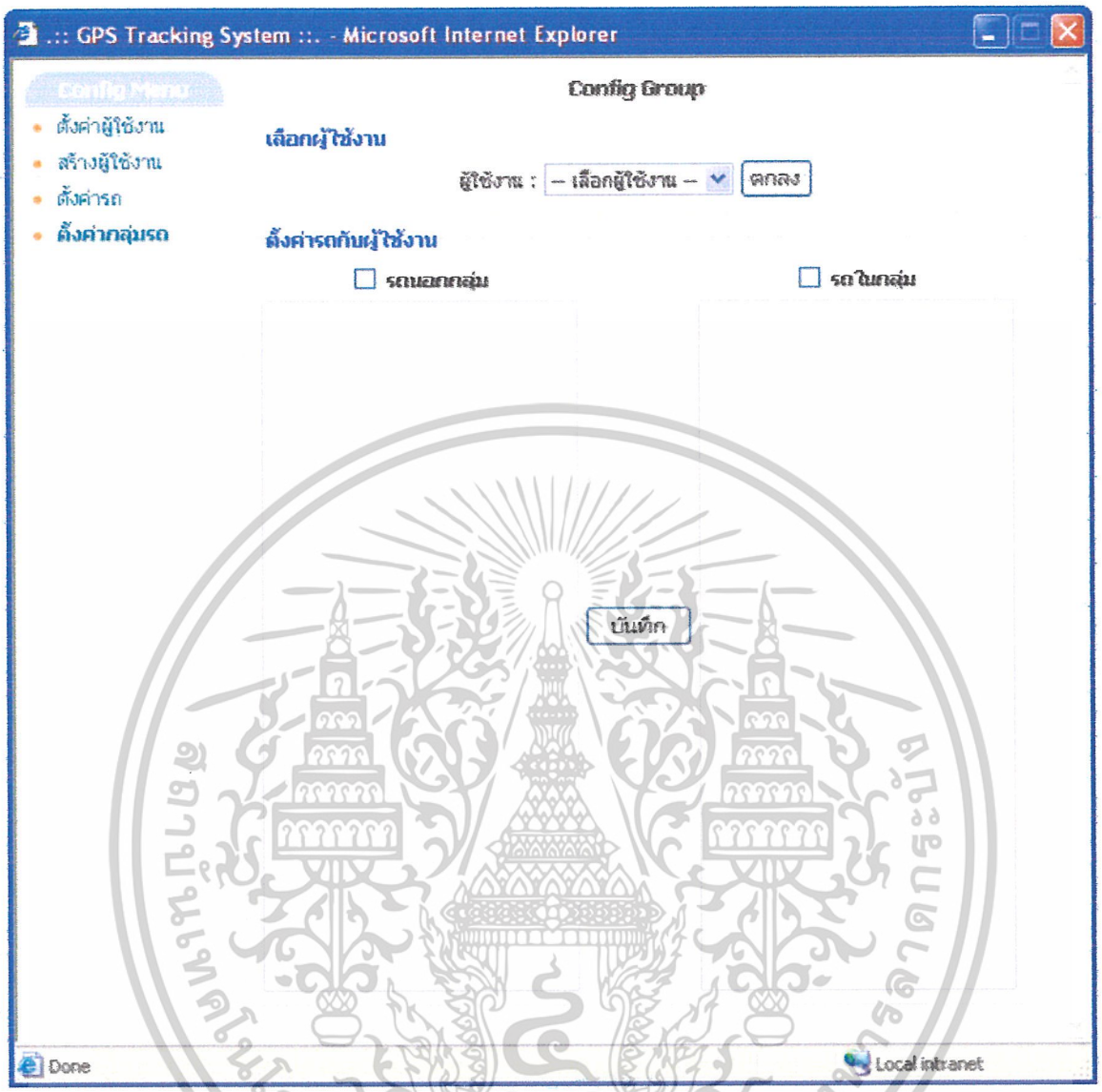
จากรูปที่ 4.18 เมื่อเลือกหมายเลยของยานพาหนะมาแล้วก็จะขึ้นรายละเอียดให้ตั้งค่าตามรุ่น ยี่ห้อ สี และกำหนดสถานนะของยานพาหนะได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



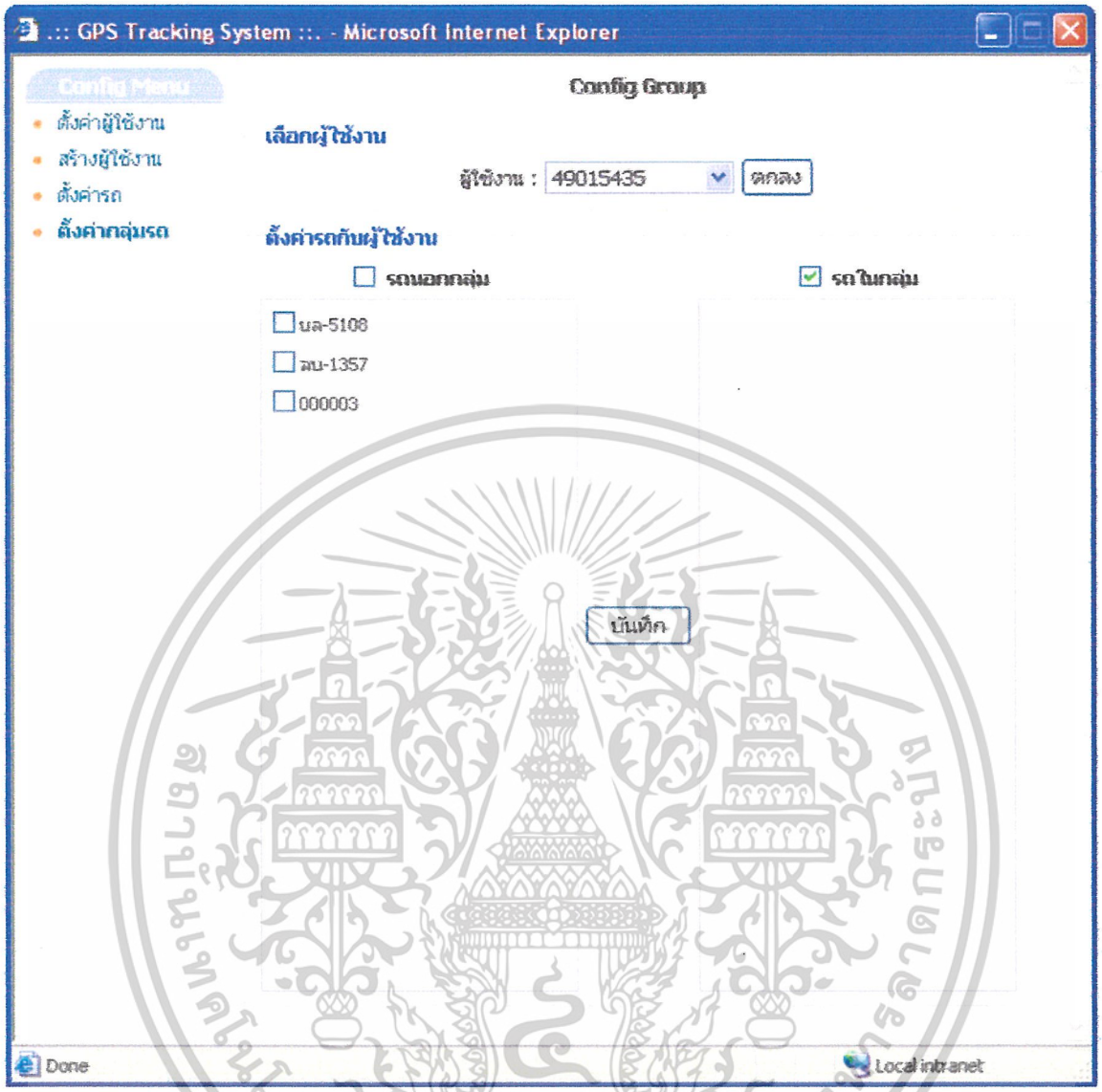
รูปที่ 4.19 หน้าบันทึกเรียบร้อยแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.20 หน้าตั้งค่ากลุ่มรถ

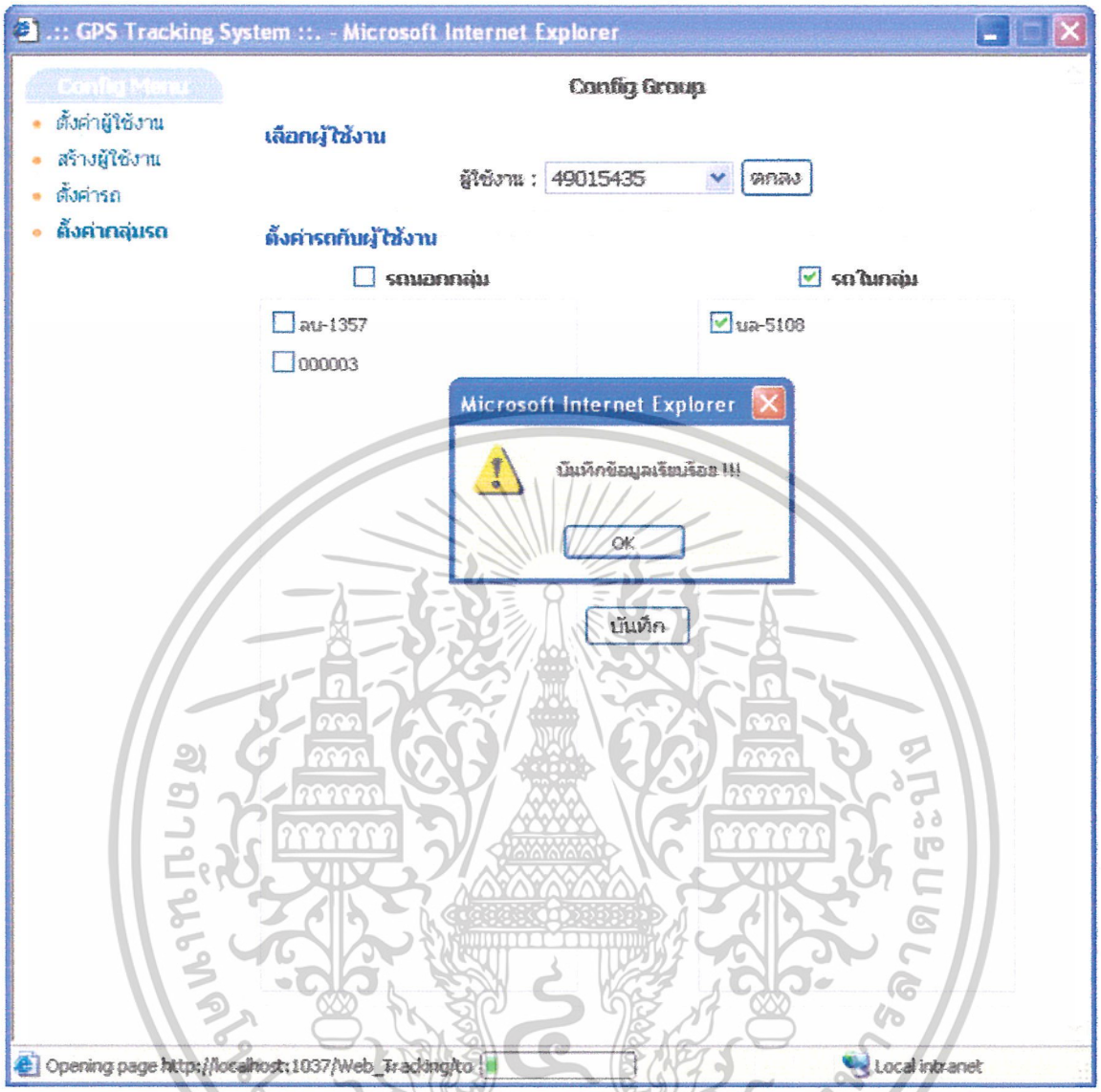
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.21 หน้าตั้งค่ากับผู้ใช้งาน

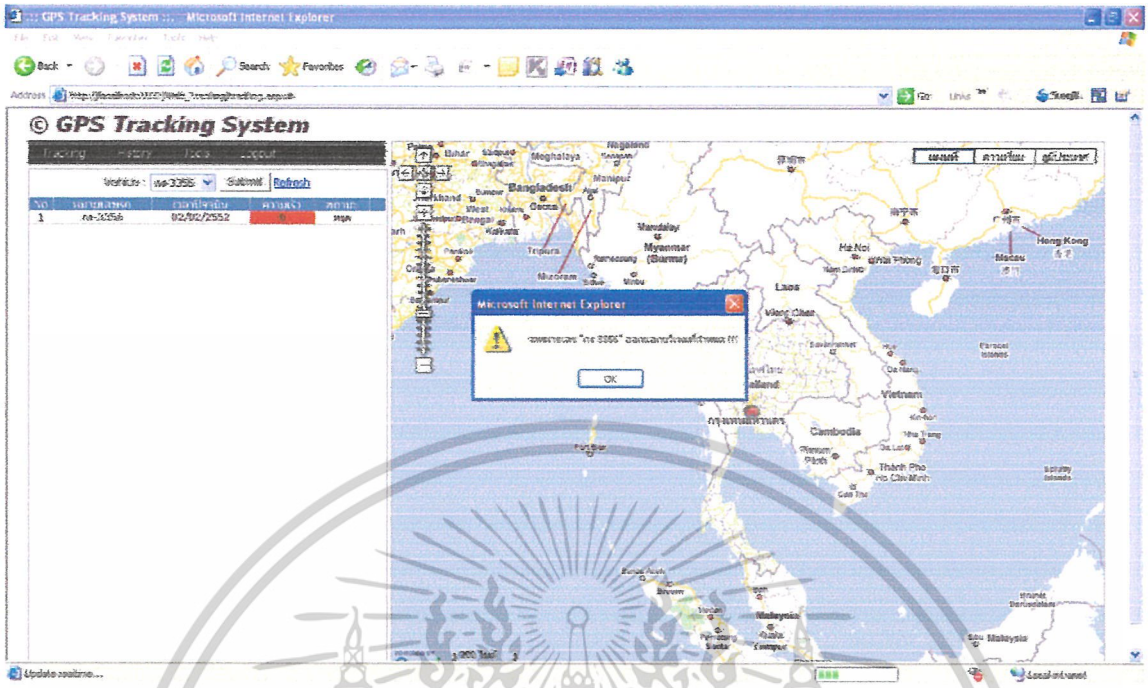
จากรูปที่ 4.21 เมื่อเลือกผู้ใช้งานขึ้นมาก็จะทำการแบ่งฝั่งระหว่างกลุ่มยานพาหนะที่อยู่ในการติดตามและไม่อยู่ในการติดตาม สามารถเลือกและบันทึกได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.22 การตั้งค่าและบันทึก

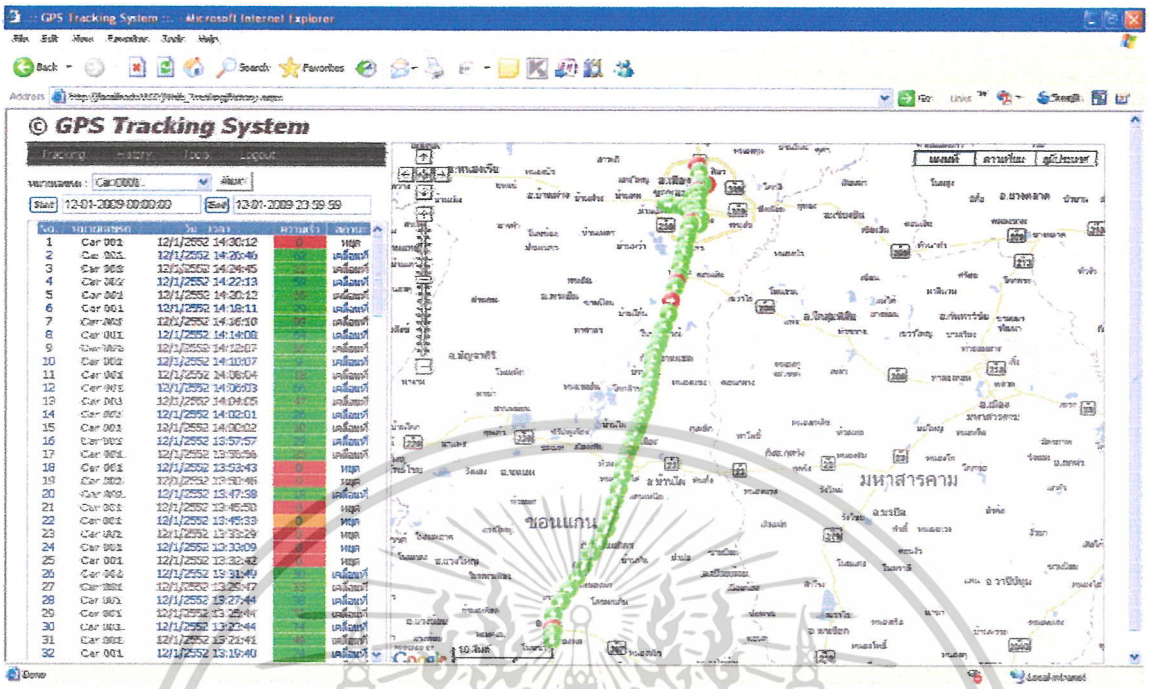
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



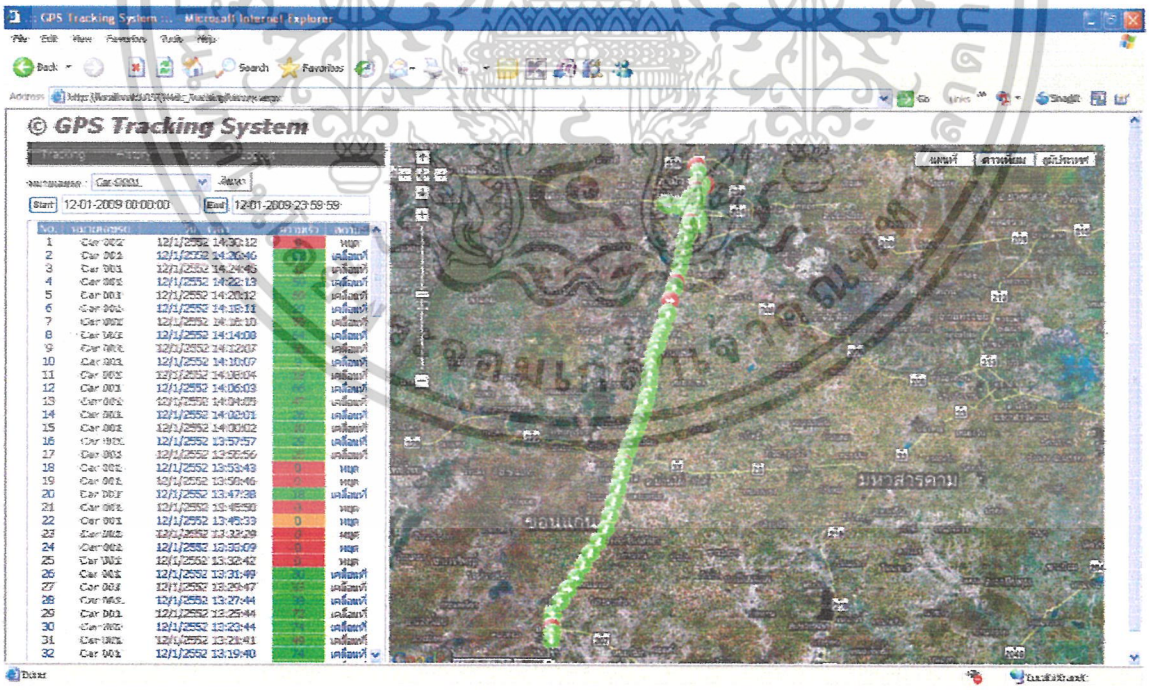
รูปที่ 4.23 ข้อความออกนอกบริเวณ

จากรูปที่ 4.23 แสดงการทำงานของโปรแกรมในการตั้งค่าบริเวณในการให้ยานพาหนะขับในพื้นที่ที่กำหนดไว้ ในที่นี้จะกำหนดได้เป็นจังหวัด เมื่อยานพาหนะขับออกนอกจังหวัดที่กำหนดจะมีข้อความเตือนขึ้นมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

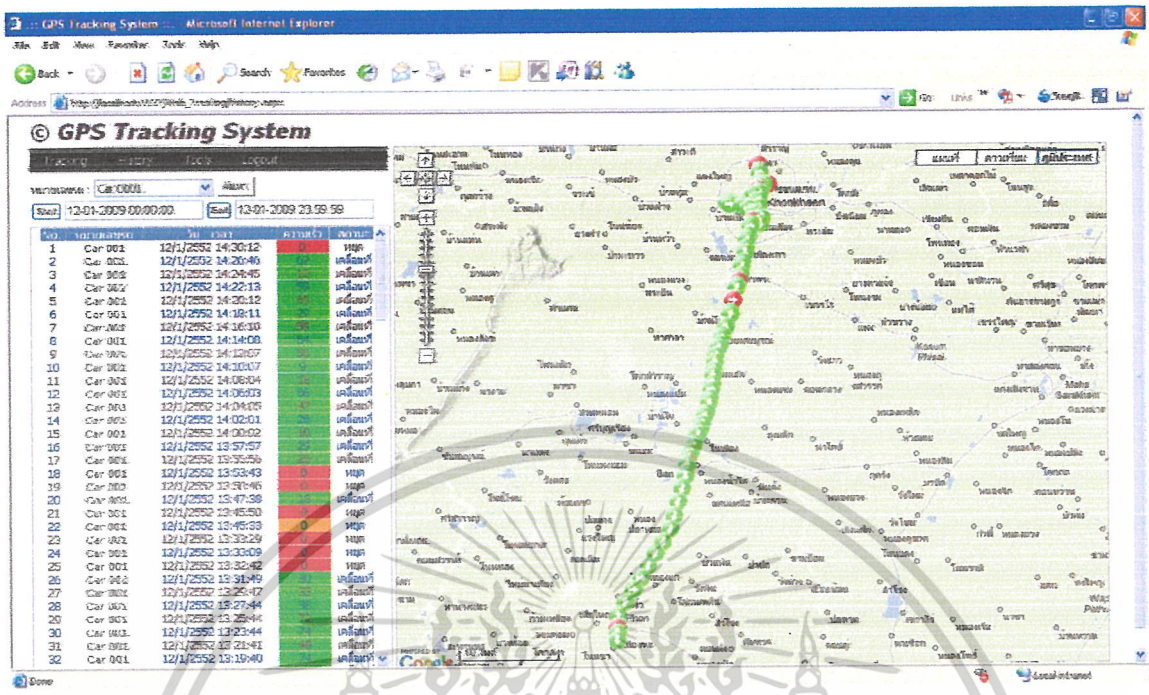


รูปที่ 4.24 แผนที่แบบเส้นทางท้องถนน

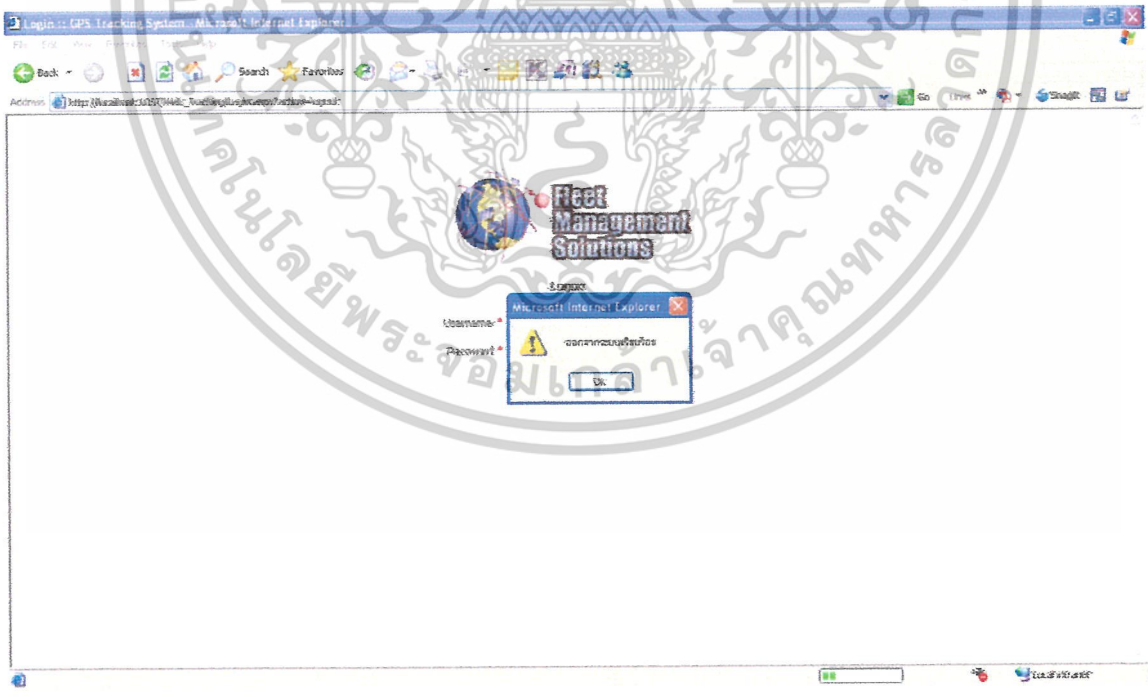


รูปที่ 4.25 แผนที่ภาพถ่ายจากดาวเทียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



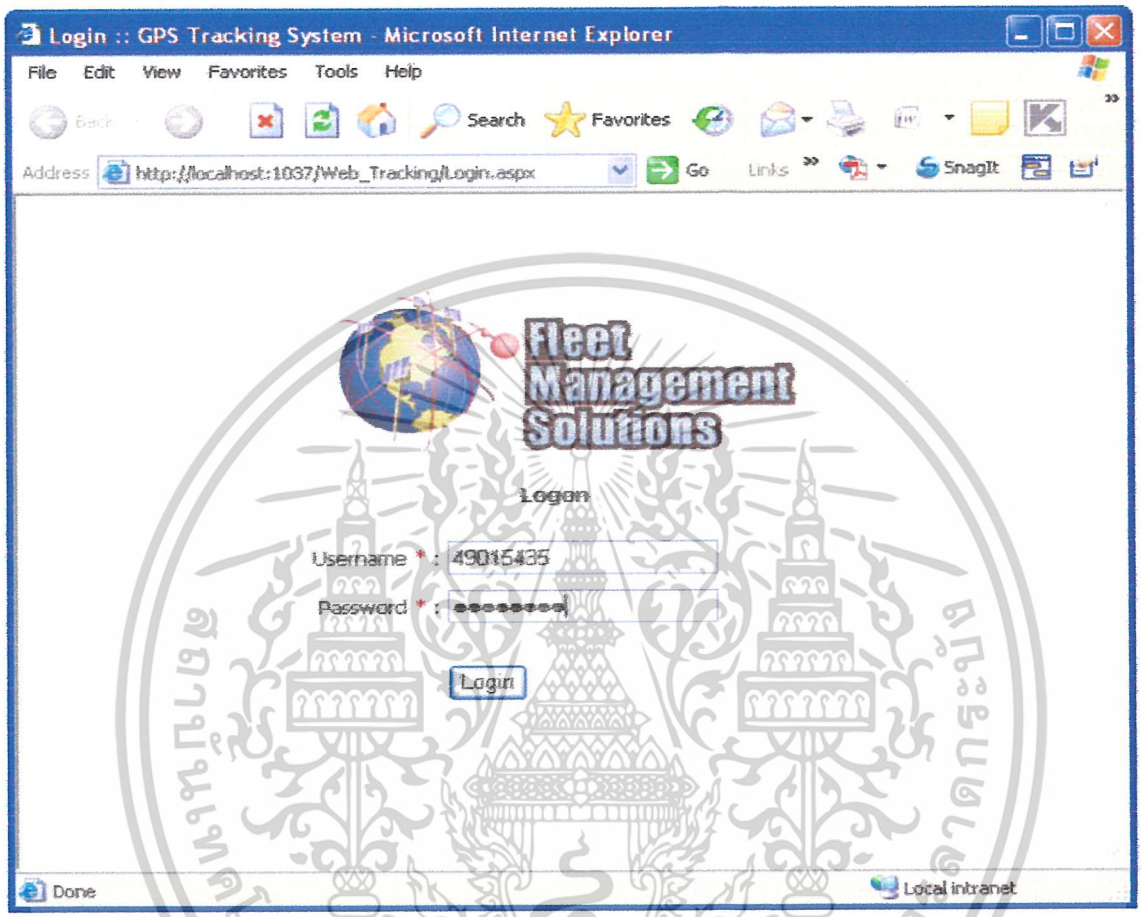
รูปที่ 4.26 แผนที่แบบภูมิประเทศ



รูปที่ 4.27 การออกจากระบบ

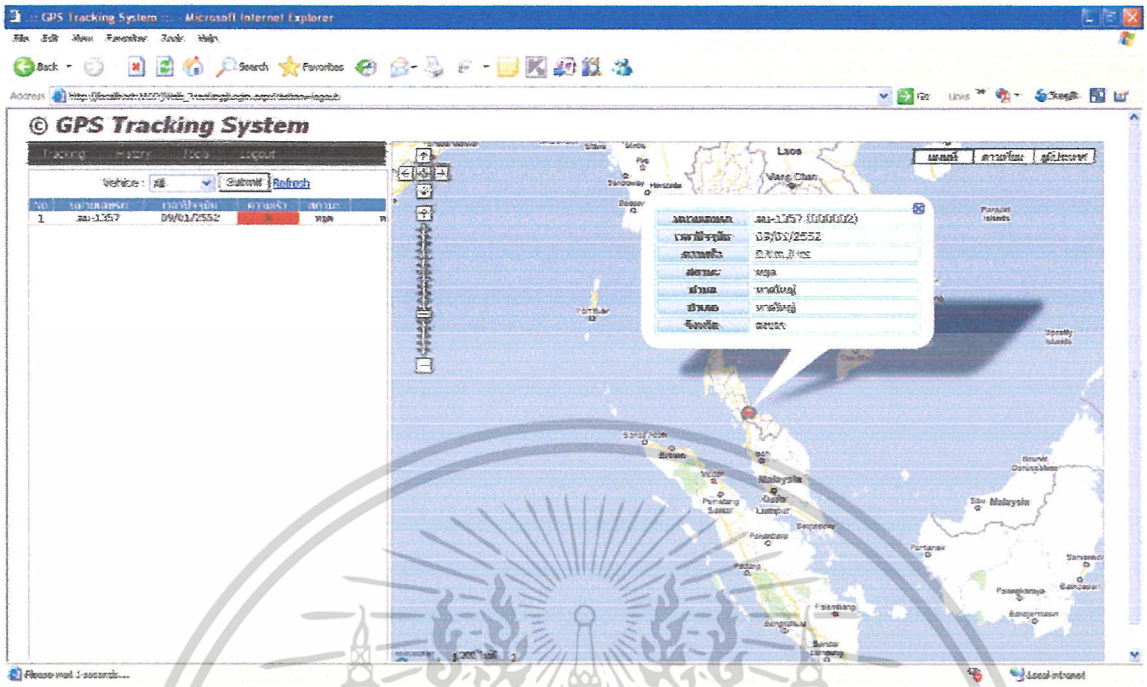
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การใช้งาน Web-Application ของผู้ใช้งานทั่วไป



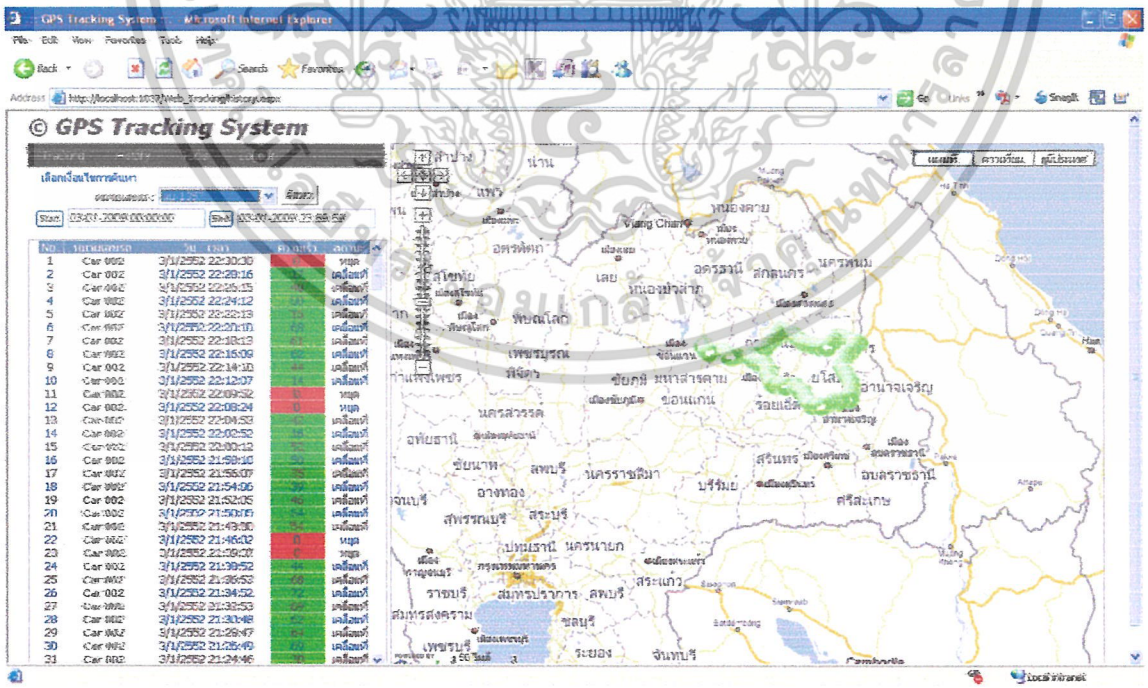
รูปที่ 4.28 เข้าระบบของบุคคลทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.29 หน้ารายละเอียดของยานพาหนะที่ติดตามได้ของบุคคลทั่วไป

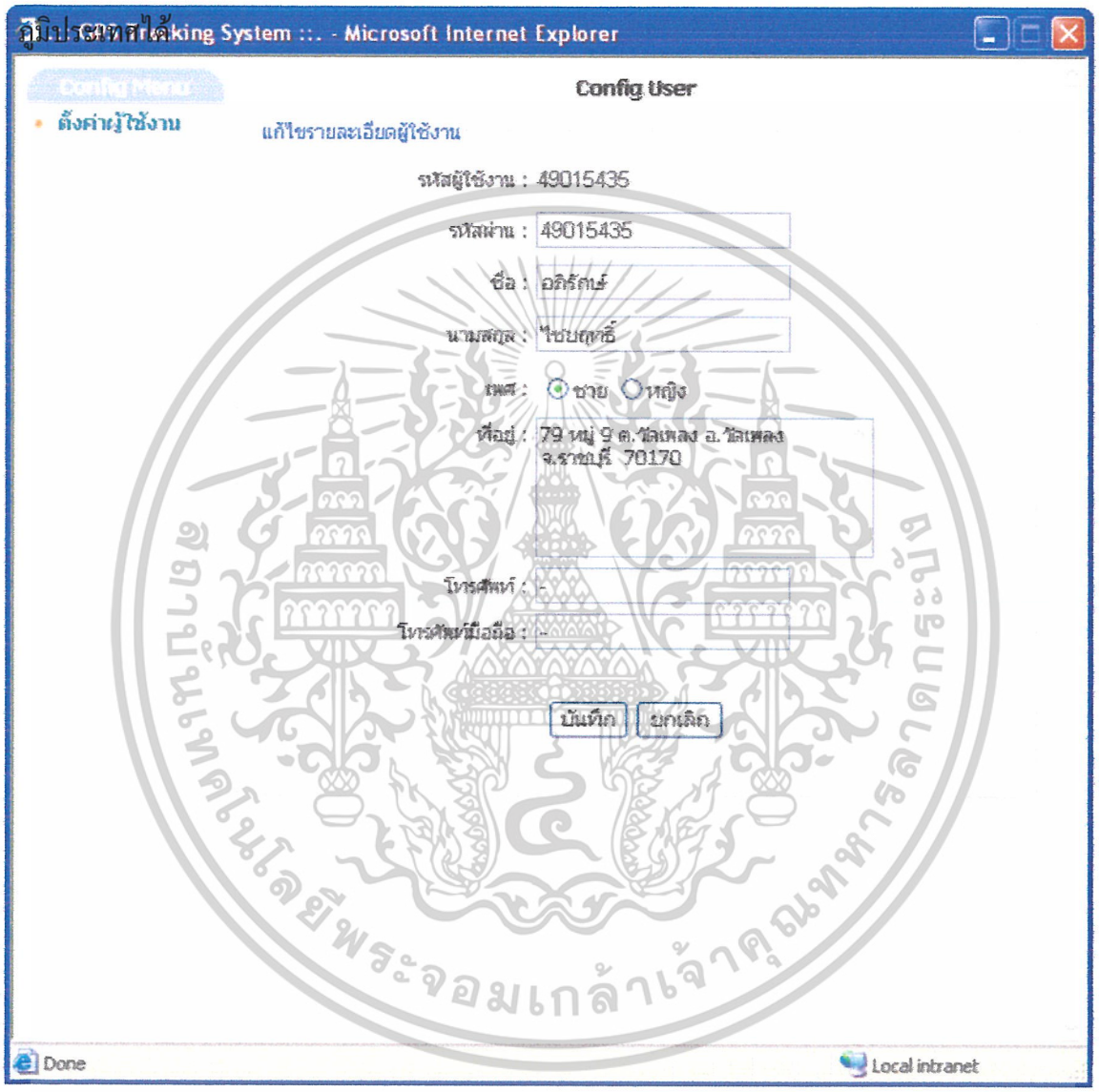
จากรูปที่ 4.29 เป็นการแสดงหน้าต่างที่ทำการติดตามยานพาหนะที่ในส่วนของผู้ดีแลระบบอนุญาตให้บุคคลทั่วไปเห็นยานพาหนะตามที่กำหนด



รูปที่ 4.30 หน้าประวัติเส้นทางของบุคคลทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

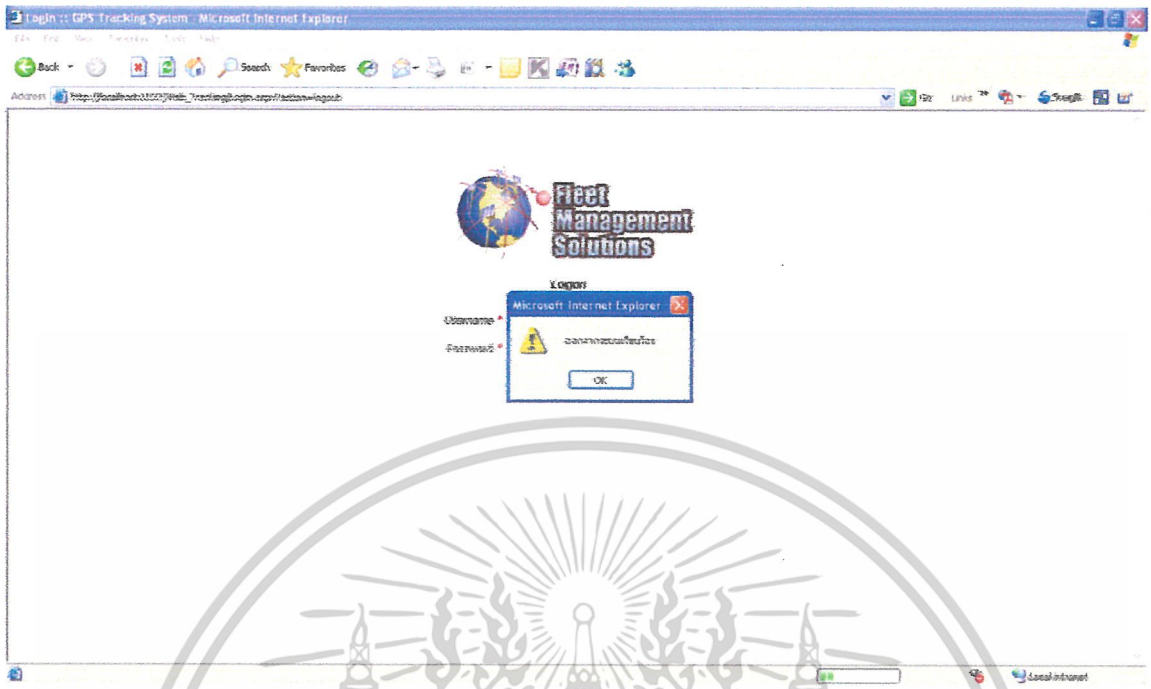
จากรูปที่ 4.30 สามารถเลือกดูเส้นทางที่ยานพาหนะเดินทางผ่านมาในวันเวลาต่าง ๆ ได้ และสามารถดูลักษณะแผนที่ได้ในลักษณะที่เป็นทั้งแบบเส้นทางแผนที่ แผนที่ภาพถ่ายดาวเทียม และแบบภูมิประเทศได้



รูปที่ 4.31 หน้าตั้งค่าของบุคคลทั่วไป

จากรูปที่ 4.31 แสดงให้เห็นถึงการตั้งค่าที่แตกต่างออกไปจากผู้ดูแล จะมีแค่เมนูตั้งค่าผู้ใช้งานเท่านั้น

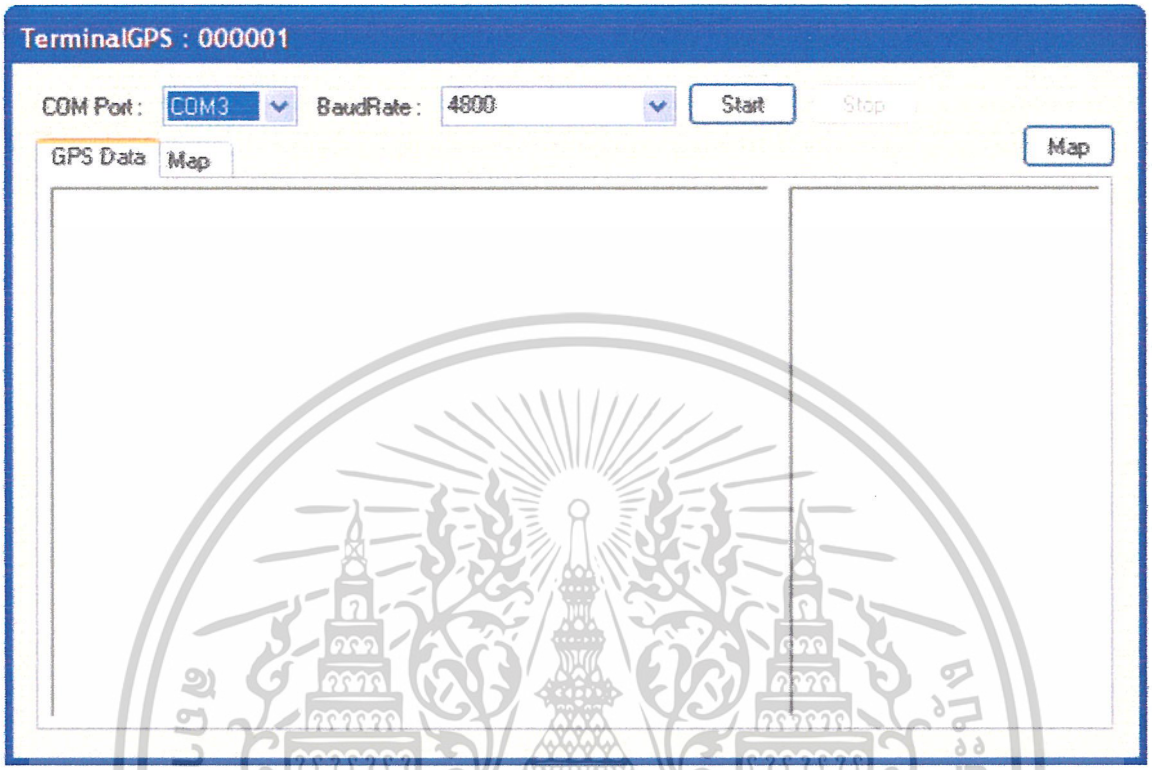
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.32 หน้าต่างการออกจากระบบของบุคคลทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

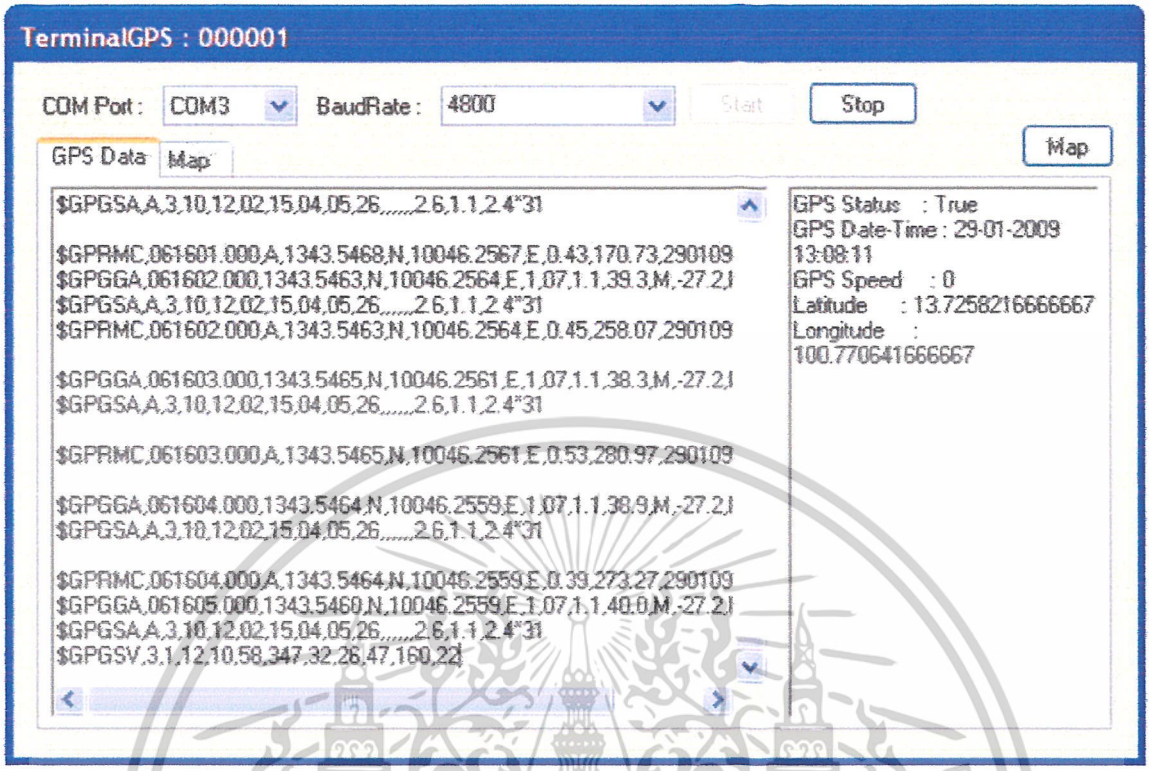
4.3 การใช้งานในส่วนของ GPS-Info



รูปที่ 4.33 หน้าต่างโปรแกรม GPS-Info

จากรูปที่ 4.33 สามารถเลือกพอร์ตและอัตราส่งให้ตรงกับค่าของ GPS receiver ได้ ในส่วนหัวของโปรแกรมจะมีหมายเลขบอกรหัสของยานพาหนะอยู่

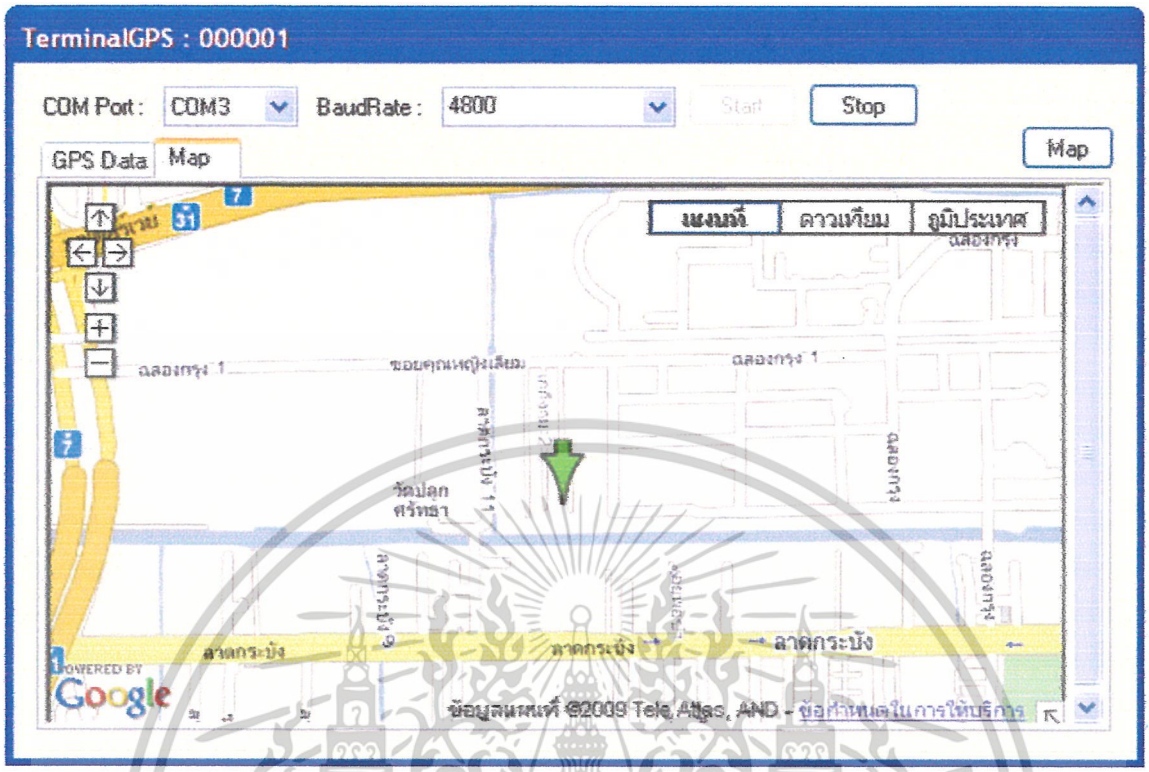
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



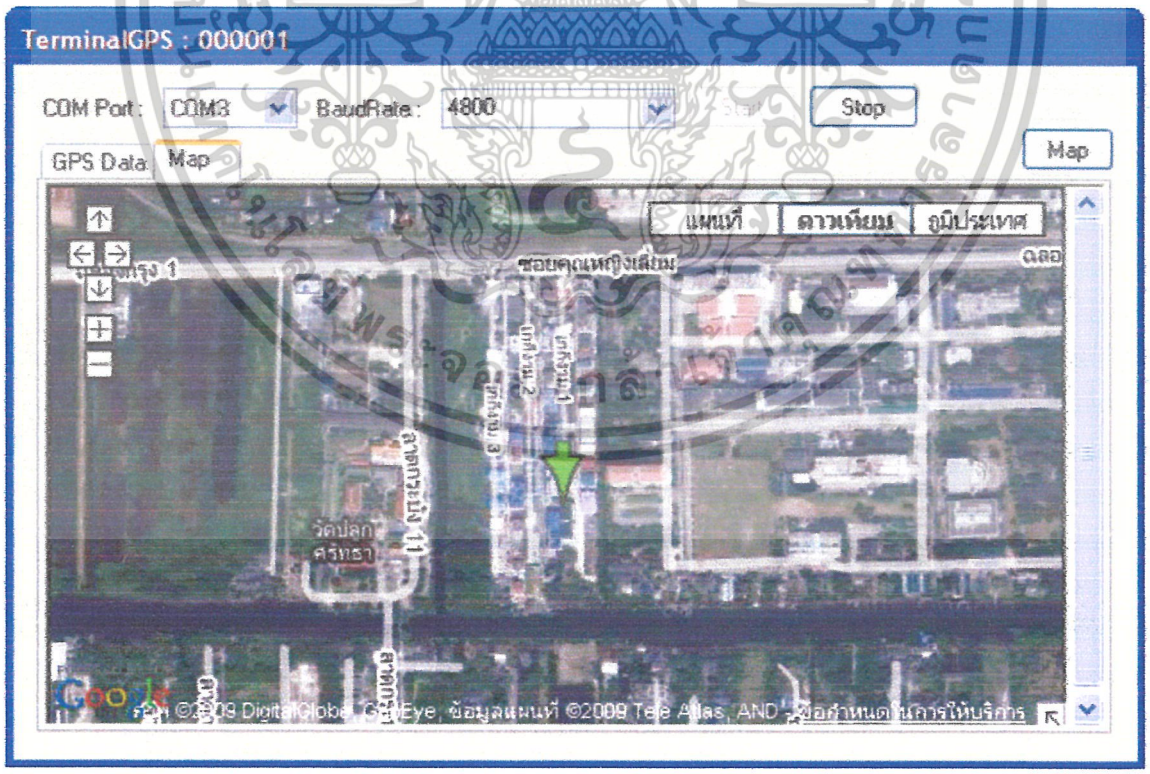
รูปที่ 4.34 การทำงานของโปรแกรม GPS-Info

จากรูปที่ 4.34 เมื่อทำการสตาร์ทโปรแกรมแล้วก็จะได้ค่าตำแหน่งออกมา วันเวลา ที่ทำการตัดค่าออกมาจากตัวรับจีพีเอส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

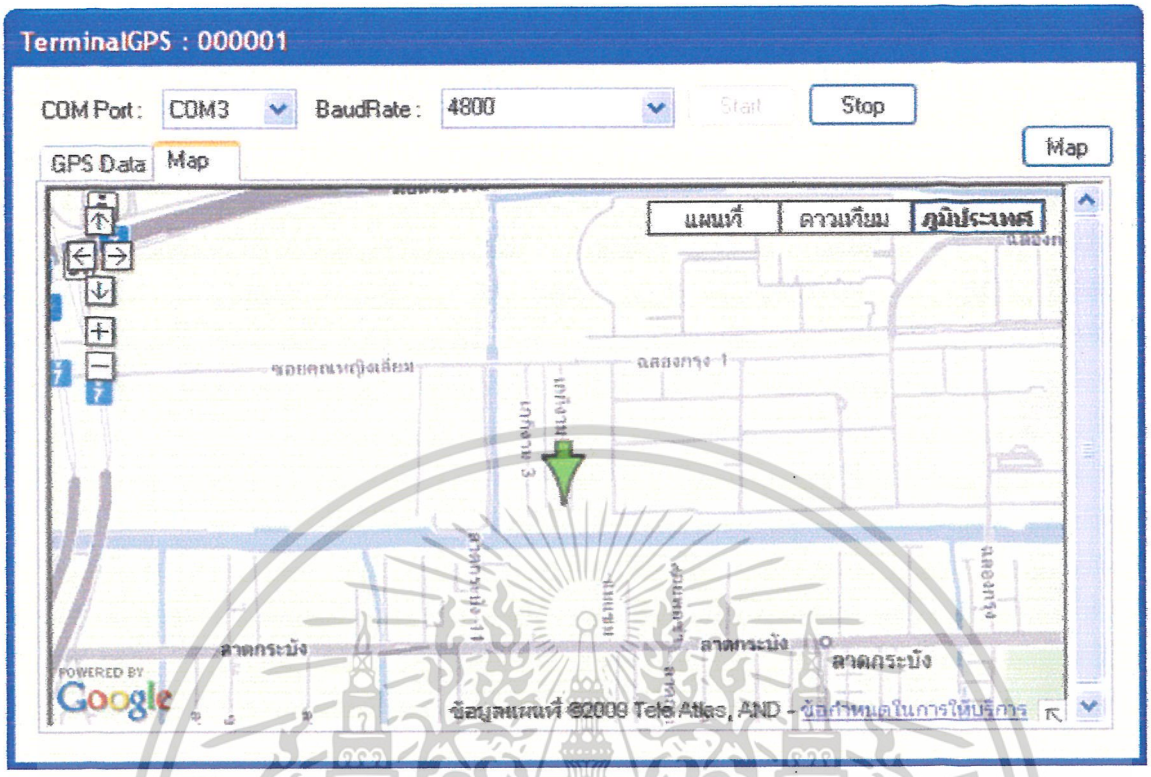


รูปที่ 4.35 การบอกตำแหน่งบนแผนที่แบบเส้นทาง



รูปที่ 4.36 การบอกตำแหน่งบนแผนที่แบบภาพดาวเทียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.37 การบอกตำแหน่งบนแผนที่แบบภูมิประเทศ

จากผลการทดลองที่ได้บันทึกค่าปรากฏว่าเป็นไปตามเป้าหมายโดยเมื่อนำระบบเข้าสู่ระบบออนไลน์โดยเชื่อมต่อกันผ่านอินเตอร์เน็ทโดยกำหนดให้เว็บเซอร์เวอร์อยู่ที่เดียวกับดาต้าเบสเซอร์เวอร์ จากนั้นเมื่อทำการใช้โปรแกรมทั้งสองโปรแกรมโดยการนำโปรแกรม Gps-info ลงเครื่องโน้ตบุคแล้วเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ทผ่านโทรศัพท์มือถือจากนั้นทำการเดินทางเพื่อทำการส่งค่าตำแหน่งจากตำแหน่งปัจจุบันเข้าไปสู่ฐานข้อมูลเพื่อเก็บค่า จากนั้นก็ทำการเข้าสู่เว็บไซต์ที่ได้สร้างขึ้นมาเพื่อเข้าไปดูข้อมูลที่ได้บันทึกไว้ในฐานข้อมูลมาแสดงบนแผนที่เป็นตำแหน่งปัจจุบัน ก็จะทำให้เห็นได้ว่าระบบนั้นได้เชื่อมต่อกันได้อย่างสมบูรณ์แล้วในการทำงานของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปและวิเคราะห์ผลการดำเนินงาน

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

ระบบติดตามยานพาหนะในระบบติดตามยานพาหนะได้ออกแบบเป็นสองส่วนใหญ่ ๆ ได้แก่ 1. ส่วนที่ถูกติดโปรแกรมเข้าในโน้ตบุคอยู่ในตัวรถ 2. ส่วนที่เป็นเว็บเซอร์เวอร์ ที่สามารถเปิดได้ทุกที่ที่อินเตอร์เน็ทเข้าถึง

ในส่วนที่เป็นโปรแกรมรับค่าจีพีเอสจะทำการรับค่าจากตัวจีพีเอสรเข้ามาเก็บไว้ในบัพเฟอร์ จากนั้นทำการตัดคำเลือกข้อมูลเฉพาะที่เป็น $GPRMC จากนั้นนำค่าที่ได้มาทำการตัดคำเลือกค่าละติจูด, ลองติจูด, ความเร็ว, เวลาและทิศทางมาเก็บค่าไว้ แล้วทำการเขียนโปรแกรมเพื่อแสดงค่าที่เก็บไว้มาแสดงบนหน้าจอให้เห็น จากนั้นนำค่าตำแหน่งมาทำการพอร์ตตำแหน่งลงบนแผนที่ที่ได้นำเข้ามาจากแผนที่ของกูเกิลแมปที่ได้ทำการศึกษาจากเว็บกูเกิลแมป ในส่วนของโปรแกรมที่เขียนขึ้นเมื่อนำโปรแกรมมาใช้บนเครื่องโน้ตบุ๊คแล้วทำการต่อกับ GPS Receiver ก็จะสามารถทำงานได้

ในส่วนที่เป็นเว็บเซอร์เวอร์ผู้ใช้สามารถล็อกอินเข้าใช้งานในระบบ ยูเซอร์เป็นแอดมิน และพาสเวิร์สเป็น แอดมิน จากนั้นก็จะเข้าหน้าติดตามโดยในหน้านี้ได้ทำการนำแผนที่จากกูเกิลแมปมาลงบนเว็ปที่ได้เขียนขึ้น โดยหน้าตาโปรแกรมที่เกิดขึ้นจะมีรูปแผนที่และมีตัวอย่างให้เลือกยานพาหนะ และสามารถแก้ไขและตั้งค่าของผู้ใช้(ทั่วไป)ได้ สามารถกำหนดและแก้ไขขอบเขตของยานพาหนะ สำหรับผู้ใช้สามารถทำการล็อกอินเข้าใช้งานในระบบ สามารถดูยานพาหนะได้เฉพาะที่กำหนด เพิ่ม ลบ แก้ไข ข้อมูลประวัติของผู้ใช้เองได้

ในสองส่วนติดต่อกันได้โดยให้ตัวโปรแกรมส่งข้อมูลจากที่ได้รับค่าจีพีเอสส่งผ่านระบบ GPRS มายังเว็บเซอร์เวอร์แล้วทำการพล๊อตตำแหน่งตามค่าที่ได้รับมา โดยเว็บสามารถติดตามรถได้ทีละหลาย ๆ คัน หรือคันที่ต้องการติดตาม โดยสามารถบอกสถานะของรถได้ว่า กำลังเดินทางอยู่ หรือหยุดอยู่กับที่และสามารถกำหนดขอบเขตของพื้นที่ที่ต้องการให้ยานพาหนะอยู่ โดยกำหนดเป็นขอบเขตของแต่ละจังหวัดถ้าเกิดมีการออกนอกพื้นที่ที่กำหนดจะทำการเตือนให้ผู้ที่ติดตามดูอยู่รู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ปัญหาที่พบในการดำเนินงาน

5.2.1 เกิดปัญหาเกี่ยวกับการติดต่อการส่งข้อมูลผ่านระบบอินเตอร์เน็ต

5.2.2 ปัญหาในการเขียนโค๊ดให้เหมาะสมกับโปรแกรมการใช้งาน

5.2.3 ปัญหาในการออกแบบฐานข้อมูล

5.2.3 ขาดผู้ให้คำแนะนำทางด้านการเขียนโปรแกรม C#.Net

5.2.4 ข้อจำกัดของระบบจีพีเอสที่ไม่สามารถทะลุผ่านอาคาร

5.3 แนวทางการพัฒนาต่อ

5.3.1 พัฒนาในส่วนของเครื่องจีพีเอส ทำให้เป็นอุปกรณ์ที่มีขนาดเล็กและสามารถนำไปติดตั้งใช้งานได้จริงในยานพาหนะ

5.3.2 พัฒนาในส่วนของระบบพาณิชย์ขึ้น

5.3.3 พัฒนาโดยการนำระบบตรวจสอบเส้นทางการเดินทางของยานพาหนะไปใช้กับงานทางด้านธุรกิจ ที่ต้องการความปลอดภัยในการขนส่ง

5.3.4 ในด้านธุรกิจควรที่จะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นอุปกรณ์ในการเชื่อมต่อ และทำการประมวลผลแทน อีกทั้งควรใช้อุปกรณ์ที่มีคุณภาพและมีความเหมาะสมของลักษณะธุรกิจที่แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณนานุกรม

1. สัจจะ จรัสรุ่งรวีวร. **คู่มือ Visual C# 2005 ฉบับสมบูรณ์**. นนทบุรี : ไอดีซีฯ, 2550.

2. นายภาคภูมิ สรรพค้า, นางสาวอรชา ประสาทชัย. **"ระบบติดตามตำแหน่งยานพาหนะ GPS"**. ปริญญานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง 2546.

3. นายนพคุณ อุดมโภชน์, นายบุญชวน ดาวทองประเสริฐ. **"ระบบรักษาความปลอดภัยแบบติดตาม"**. ปริญญานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง 2549.

4. นานอนันต์ จงสถาพรพันธุ์, นายเอกภพ คงสง. **"ระบบนำทางสำหรับรถยนต์ด้วยเทคโนโลยี GPS "**. ปริญญานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง 2546.

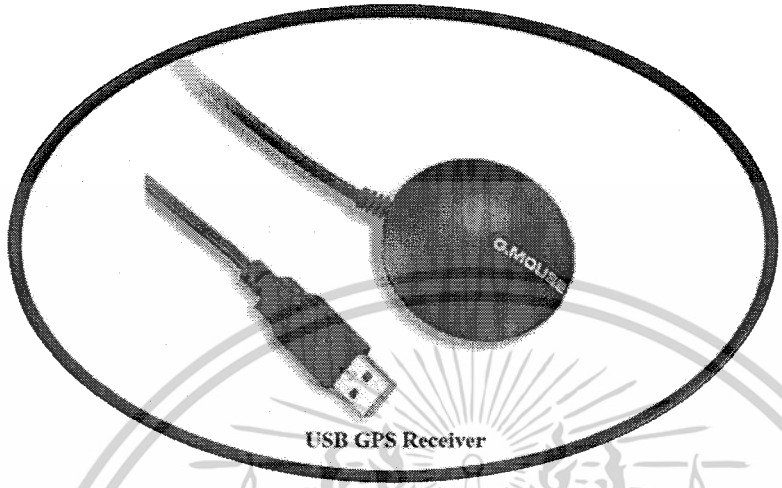
5. **"google map"**.[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://code.google.com/intl/th/apis/maps/ . (วันที่ค้นข้อมูล: 15 มิถุนายน).

6. พิชญ จุลศิริ. **ครบเครื่องเรื่อง GPS.** กรุงเทพมหานคร : 2549.

7. ยรรยง ทรัพย์. **ระบบการหาตำแหน่งบนพื้นโลกด้วยดาวเทียม = Global positioning system.** กรุงเทพมหานคร : 2546.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก



รูปที่ ก-1 อุปกรณ์รับสัญญาณจีพีเอส BU-353

1. Product Feature

• "SiRF star III" high performance and low power consumption chipset

• All-in-view 20-channel parallel processing

• Built-in patch antenna

• Very High sensitivity to satellite signal (Tracking Sensitivity:-159 dBm)

• Extremely fast TTFF(Time To First Fix) at low signail level

• Build-in SuperCap to reserve system data for rapid satellite acquisition.

• Supported NMEA 0183 data protocol

• Super-cohesive magnetic for mounting on the car

• Water resisted and non-slip on the bottom

• USB interface connection port

• LED indicator for GPS fix or not fix

LED OFF: Receiver switch off

LED ON: No fixed, Signal searching

LED Flashing: Position Fixed

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. System Specification

Electrical Characteristics (Receiver)

Chipset	SIRF Star III
Frequency	L1, 1575.42 MHz
C/A Code	1.023 MHz chip rate
Channels	20 channel all-in-view tracking
Sensitivity	-159 dBm

Accuracy

Position Horizontal	10m 2D RMS (SA off)
Velocity	0.1m/sec
Time	1 micro-second synchronized to GPS time
WAAS enabled	5m 2D RMS

Datum

Datum	WGS-84

Acquisition Rate

Hot start	1 sec., average (with ephemeris and almanac valid)
Warm start	38 sec., average (with almanac but not ephemeris)
Cold start	42 sec., average (neither almanac nor ephemeris)
Reacquisition	0.1 sec. average (interruption recovery time)

Protocol

GPS Protocol	Default: NMEA 0183
GPS Output Data	SiRF binary >> position, velocity, altitude, status and control ; NMEA 0183 protocol.supports command: GGA, GSA, GSV, RMC, VTG, GLL (VTG and GLL are optional)
GPS transfer rate	Software command setting (Default : 4800,n,8,1 for NMEA)

Dynamic Condition

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Acceleration Limit	Less than 4g
Altitude Limit	18,000 meters (60,000 feet) max.
Velocity Limit	515 meters/sec. (1,000 knots) max.
Jerk Limit	20 m/sec**3

Temperature

Operating	-40°~ 85°C
Storage	-40°~ 85°C
Humidity	Up to 95% non-condensing

Power

Voltage	4.5V ~ 6.5V
Current	80mA typical

Physical Characteristics

Dimension	53mm diameter , 19.2mm height
USB Cable Length	65"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้