สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบติดตามตำแหน่งยานพาหนะผ่าน GPS

VEHICLE POSITION TRACKING SYSTEM VIA GPS

โดย

นายภาคภูมิ สรรพค้า

นางสาวอรชา ประสาทชัย

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 55745
วัน,เดือน,ปี 25 พ.ค. 2548

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

VEHICLE POSITION TRACKING SYSTEM VIA GPS

BY

MR. PAKPOM SAPPAKA

MISS ORACHA PRASATCHAI

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF

THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR IN DEPARTMENT OF INFORMATION ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2003

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ระบบติดตามตำแหน่งยานพาหนะผ่าน GPS
นักศึกษา	นายภาคภูมิ สรรพค้า รหัสประจำตัว 44015704
	น.ส. อรชา ประสาทชัย รหัสประจำตัว 44015721
ระดับการศึกษา	ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
	สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ
ภาควิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ
ปีการศึกษา	2546

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับความเห็นชอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาเป็นที่เรียบร้อยแล้ว

(ผศ. ไพศาล สิทธิโยภาสกุล)
อาจารย์ที่ปรึกษา

(อ. กฤดากร กล่อมการ)
อาจารย์ที่ปรึกษา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ระบบติดตามตำแหน่งยานพาหนะผ่าน GPS
นักศึกษา	นายภาคภูมิ สรรพค้า รหัสประจำตัว 44015704
	น.ส. อรชา ประสาทชัย รหัสประจำตัว 44015721
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ. ไพศาล สิทธิโยภาสกุล
	อ. กฤดากร กล่อมการ
ระดับการศึกษา	ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
	สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ
ภาควิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ
ปีการศึกษา	2546

บทคัดย่อ

ระบบติดตามตำแหน่งยานพาหนะเป็นระบบตรวจสอบเส้นทางการเดินทางของยานพาหนะให้กับธุรกิจที่ต้องการความปลอดภัยในการขนส่งโดยใช้ GPS ซึ่งเป็นระบบบอกตำแหน่งพิกัดได้ทั่วโลก และเป็นระบบเปิดที่ใคร ๆ ก็สามารถนำมาพัฒนาการใช้งานได้

โครงงานนี้มีองค์ประกอบสองส่วนคือส่วนของศูนย์ติดตามและแสดงผลซึ่งติดตั้งอยู่กับที่ และส่วนของเครื่องรับตำแหน่งเส้นทางยานพาหนะซึ่งถูกติดตั้งไปกับยานพาหนะเพื่อเก็บค่าตำแหน่งเส้นทางการเดินทางและรับคำสั่งระยะไกลจากศูนย์ติดตามและแสดงผล ทั้งสองส่วนมีการติดต่อและรับส่งข้อมูลระหว่างกันผ่านระบบเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ ทำให้มีความสามารถในการติดตามและแสดงผลได้เป็นเวลาปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Vehicle Position Tracking System via GPS
Student	Mr. Pakpoom Sappaka ID.44015704
	Mr. Orasha Prasatchai ID.44015721
Advisor	Asst. Prof. Pisan Sidthiyopasakul
	Mr. kitdakorn komkarn
Graduate Level	Bachelor Degree of Information Engineering
Department	Information Engineering
Academic Year	2003

ABSTRACT

Vehicle Position Tracking System is route and position checking system of vehicle to apply to business, which need security in the transportation. By use GPS that it is a system refer to position coordinates all area in the world and GPS is the open-system that anyone can take application development.

This project has two segments are Track & Display Center Segment, which immobile and Vehicle Position Receiver Segment, which it is installed with vehicle to keep position values all route and wait for remote commands from Track & Display Center Segment. Both segments commute between the mobile network systems, which makes tracking ability in real time.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

จากความสำเร็จของการทำโครงงานนี้ ข้าพเจ้าในฐานะผู้จัดทำต้องขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ที่ปรึกษา คืออาจารย์ ผศ. ไพศาล สิทธิโยภาสกุล และอาจารย์ กฤดากร กล่อมการ ที่ให้คำแนะนำต่าง ๆ รวมถึงท่านอาจารย์ทุกท่านในภาคที่สั่งสอนความรู้ทางด้านวิศวกรรมสารสนเทศ กำลังใจจากครอบครัวที่รอคอยความสำเร็จ และความช่วยเหลือของเพื่อน ๆ วิศวกรรมสารสนเทศต่อเนื่องรุ่นแรกที่น่ารักทุกคน

ผู้จัดทำ
นายภาคภูมิ สรรพค้า
น.ส. อรชา ประสาทชัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 วัตถุประสงค์	1
1.2 ขอบเขตของโครงงาน	1
1.3 องค์ประกอบของระบบติดตามยานพาหนะผ่าน GPS	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	4
2.1 ระบบ GPS	4
2.1.1 องค์ประกอบของระบบ GPS	4
2.1.2 การหาตำแหน่งพิกัดของผู้ใช้	6
2.1.3 สัญญาณที่ใช้ใน GPS	7
2.1.4 การวัดระยะห่างจากดาวเทียมถึงเครื่องรับสัญญาณ	9
2.1.5 โครงสร้างของข้อมูลที่ส่งจากดาวเทียม	9
2.1.6 ปัญหาจากความแม่นยำที่ถูกจำกัดไว้ของระบบ GPS	11
2.1.7 มาตรฐาน NMEA	13
2.2 การอ้างอิงพิกัดตำแหน่ง	19
2.2.1 ระบบพิกัดภูมิศาสตร์	20
2.2.2 การอ้างพิกัดแบบ UTM	21
2.3 DS89C420 ไมโครคอนโทรลเลอร์ความเร็วสูง	23
2.3.1 โครงสร้างและคุณสมบัติของ DS89C420	24
2.3.2 การสื่อสารอนุกรมในไมโครคอนโทรลเลอร์	26
2.4 โมเด็มและคำสั่งที่ใช้ติดต่อกับโมเด็ม	28
บทที่ 3 การออกแบบและการสร้าง	30
3.1 หลักการทำงานและโครงสร้างของส่วนเครื่องรับตำแหน่งเส้นทางยานพาหนะ	30
3.2 ส่วนของวงจรการทำงาน	32
3.2.1 การเชื่อมต่อกับส่วนของโมดูลเครื่องรับ GPS	32
3.2.2 การทำงานและการเชื่อมต่อเข้ากับโทรศัพท์มือถือ	33
3.2.3 วงจรรวมของเครื่องรับตำแหน่งเส้นทางยานพาหนะ	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
3.3 โปรแกรมแสดงขั้นตอนการทำงานในส่วนเครื่องรับตำแหน่งเส้นทางยานพาหนะ	37
3.3.1 โปรแกรมหลัก	37
3.3.2 โปรแกรมย่อยเมื่อเกิดอินเตอร์รัพต์จากพอร์ตอนุกรมศูนย์ (ต่อกับเครื่องรับ GPS)	38
3.3.3 โปรแกรมย่อยเมื่อเกิดอินเตอร์รัพต์จากพอร์ตอนุกรมหนึ่ง (ต่อกับโทรศัพท์มือถือ)	39
3.4 การนำพิกัดจาก GPS มาแสดงผลบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ในพิกัด x,y	40
บทที่ 4 ผลการทดลอง	42
4.1 ทดสอบการรับค่าจากโมดูลเครื่องรับ GPS	42
4.2 ผลการทดลองการตัดคำของไมโครคอนโทรลเลอร์	43
4.3 ผลการทดลองการใช้งานในส่วนของโปรแกรมของศูนย์ติดตามและแสดงผล	44
4.3.1 โปรแกรมทำการเชื่อมต่อกับส่วนเครื่องรับตำแหน่งเส้นทางยานพาหนะ	44
4.3.2 แสดงผลการรับข้อมูลพิกัดปัจจุบัน	45
4.3.3 แสดงผลการรับข้อมูลพิกัดย้อนหลัง	46
4.3.4 การแสดงผลตำแหน่งยานพาหนะ	47
บทที่ 5 สรุป	48
5.1 สรุปผลการพัฒนาโครงงาน	48
5.2 ปัญหาที่เกิดขึ้น	48
5.3 แนวทางในการพัฒนาต่อ	49
บรรณานุกรม	
ภาคผนวก	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูป	หน้า
รูปที่ 1.1 ระบบการทำงานของระบบติดตามตำแหน่งยานพาหนะผ่าน GPS	2
รูปที่ 2.1 วงโคจรของดาวเทียม GPS ที่มีวงโคจร 6 วงโคจร วงโคจรละ 4 ดวง	4
รูปที่ 2.2 สถานีควบคุมดาวเทียม GPS ทั้งหมด 5 แห่ง	5
รูปที่ 2.3 ทรงกลมสองวงที่จำลองรัศมีของดาวเทียม GPS ระหว่างเครื่องรับ	6
รูปที่ 2.4 ทรงกลมสามวงที่จำลองรัศมีของดาวเทียม GPS ระหว่างเครื่องรับ	7
รูปที่ 2.5 โครงสร้างของสัญญาณที่ใช้ในระบบ GPS	8
รูปที่ 2.6 โครงสร้างของข้อมูลที่ส่งมากจากดาวเทียม GPS	10
รูปที่ 2.7 แผนผังแสดงองค์ประกอบของระบบ DGPS	11
รูปที่ 2.8 แผนผังแสดงองค์ประกอบของระบบ WAAS	12
รูปที่ 2.9 ระบบพิกัดภูมิศาสตร์	21
รูปที่ 2.10 การแบ่งพื้นที่ออกเป็นโซน (Zone) สำหรับการอ้างพิกัดแบบ UTM	22
รูปที่ 2.11 โครงสร้างภายใน DS89C420	24
รูปที่ 2.12 โครงสร้างหน่วยความจำของ DS89C420	25
รูปที่ 2.13 การส่งข้อมูลแบบอนุกรมด้วยความเร็ว 9600 บิตต่อวินาที	26
รูปที่ 2.14 การส่งข้อมูลขนาด 8 บิตแบบอนุกรมพร้อมด้วยบิตเริ่มต้น, บิตพาริตี้ และ บิตหยุด ด้วยความเร็ว 9600 บิตต่อวินาที	27
รูปที่ 2.15 แสดงการเชื่อมต่อระหว่าง DTE และ DCE (โมเด็ม)	28
รูปที่ 3.1 โครงสร้างระบบของเครื่องรับตำแหน่งเส้นทางยานพาหนะ	30
รูปที่ 3.2 บล็อกไดอะแกรมแสดงการทำงานภายในของ DS89C420	31
รูปที่ 3.3 การเชื่อมต่อโมดูล GPS	32
รูปที่ 3.4 รายละเอียดตัวบอร์ดเครื่องรับ GPS	33
รูปที่ 3.5 วงจรเชื่อมต่อโทรศัพท์มือถือเข้ากับคอมพิวเตอร์	34
รูปที่ 3.6 ขาสัญญาณของโทรศัพท์มือถือซีเมนส์ รุ่น C35/M35/S35	35
รูปที่ 3.7 วงจรรวมของเครื่องรับตำแหน่งเส้นทางตำแหน่งยานพาหนะ	36
รูปที่ 3.8 ส่วนการทำงานของโปรแกรมหลัก	37
รูปที่ 3.9 ส่วนการทำงานของโปรแกรมย่อยเมื่อเกิดอินเตอร์รัพต์จากพอร์ตอนุกรมศูนย์ (ต่อกับเครื่องรับ GPS)	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ 3.10 ส่วนการทำงานของโปรแกรมย่อยเมื่อเกิดอินเตอร์รัพต์จากพอร์ตอนุกรมหนึ่ง (ต่อกับโทรศัพท์มือถือ)	39
รูปที่ 3.11 การกำหนดจุดอ้างอิงบนพื้นโลก	40
รูปที่ 3.12 การกำหนดจุดอ้างอิงบนแผนที่ในคอมพิวเตอร์	41
รูปที่ 4.1 ผลรับข้อมูลจากเครื่องรับ GPS ด้วยโปรแกรม Hyper Terminal	42
รูปที่ 4.2 ข้อมูลที่รับจากโมดูลเครื่องรับ GPS เมื่อผ่านการตั้งค่าให้ส่งข้อมูลออกมาเฉพาะเรคอร์ด $GPRMC	43
รูปที่ 4.3 ข้อมูลแพ็คเก็ตที่ถูกตัดส่วนหัวออกและทำการจัดเก็บลงในหน่วยความจำ	44
รูปที่ 4.4 แสดงหน้าต่างโปรแกรมเมื่อกำลังทำการติดต่อ	45
รูปที่ 4.5 แสดงหน้าต่างโปรแกรมการรับข้อมูลพิกัดปัจจุบัน	45
รูปที่ 4.6 แสดงหน้าต่างโปรแกรมการรับข้อมูลพิกัดย้อนหลัง	46
รูปที่ 4.7 แสดงโปรแกรมเมื่อเติมส่วนหัวของแพ็คเก็ตเพื่อติดต่อกับโปรแกรมแผนที่อื่นๆ	46
รูปที่ 4.8 แสดงตำแหน่งยานพาหนะบนแผนที่โดยอัตโนมัติ	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 2.1 ความหมายของข้อมูลที่อยู่ในเรคอร์ด GGA	14
ตารางที่ 2.2 ความหมายของข้อมูลที่อยู่ในเรคอร์ด GLL	15
ตารางที่ 2.3 ความหมายของข้อมูลที่อยู่ในเรคอร์ด GSA	15
ตารางที่ 2.4 ความหมายของข้อมูลที่อยู่ในเรคอร์ด GSV	16
ตารางที่ 2.5 ความหมายของข้อมูลที่อยู่ในเรคอร์ด RMC	17
ตารางที่ 2.6 ความหมายของข้อมูลที่อยู่ในเรคอร์ด VTC	18
ตารางที่ 2.7 สรุปคุณสมบัติของ 6 เรคอร์ดหลักใน NMEA message	18
ตารางที่ 2.8 ตัวอย่างการทำงานของ AT Command	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ในธุรกิจที่มีการจัดการทางด้านการขนส่งโดยตรง เช่น ธุรกิจขนส่งสินค้าทางรถหรือทางเรือ หรือธุรกิจที่มีสินค้ามูลค่าสูงที่จำเป็นต้องมีการขนส่งไป เช่น รถขนส่งเงินของธนาคารมีความต้องการทางด้านความปลอดภัยในระหว่างการขนส่งมาก ต้องการทราบตำแหน่งของรถขนส่งว่า ณ เวลานี้อยู่ตำแหน่งใด อยู่นอกเส้นทางหรือไม่ เทคโนโลยีที่จะช่วยให้การติดตามเป็นไปได้อย่างแม่นยำและสะดวกนั้นคือ GPS

GPS เป็นเทคโนโลยีที่สามารถระบุตำแหน่งบนพื้นผิวโลกได้อย่างแม่นยำ ที่สำคัญ GPS เป็นระบบเปิดที่สามารถนำไปสร้างหรือนำไปประยุกต์ ใช้งานเพื่อให้เกิดความเหมาะสมกับลักษณะงานและความต้องการได้ นอกจากการศึกษาระบบ GPS เพื่อนำมาทำระบบติดตามตำแหน่งยานพาหนะแล้ว GPS ทำให้เราสามารถนำข้อมูลตำแหน่งมาใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย เช่น ระบบนำร่อง, การสำรวจพื้นที่ และการทำแผนที่

1.1 วัตถุประสงค์

1) เพื่อศึกษาระบบติดตามตำแหน่งยานพาหนะ, ระบบ GPS, ไมโครคอนโทรลเลอร์ และการรับส่งข้อมูลผ่านระบบเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่โดยสั่งการที่โมเด็มโดยอัตโนมัติ

2) เพื่อออกแบบระบบติดตามตำแหน่งยานพาหนะผ่าน GPS

3) เพื่อสร้างระบบติดตามตำแหน่งยานพาหนะผ่าน GPS

4) เพื่อทดลองและปรับปรุงแก้ไขระบบให้ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ

5) เพื่อสามารถนำไปใช้งานได้จริงและนำไปเป็นต้นแบบเพื่อประยุกต์ใช้งานให้เหมาะสมกับธุรกิจที่ต้องการได้

1.2 ขอบเขตของโครงงาน

1) เครื่องรับตำแหน่งเส้นทางยานพาหนะสามารถเก็บค่าพิกัดตำแหน่งที่ผ่านมาได้ โดยเก็บไว้ในหน่วยความจำภายนอกสั่งการโดยไมโครคอนโทรลเลอร์

2) เครื่องรับตำแหน่งเส้นทางยานพาหนะสามารถรับคำสั่งและทำตามคำสั่งจากศูนย์ติดตามและแสดงผลได้โดยการสั่งการจากโมเด็มผ่านระบบเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่มีดังนี้

- ให้รับสายอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ให้ส่งข้อมูลค่าพิกัดตำแหน่งปัจจุบันโดยอัตโนมัติ

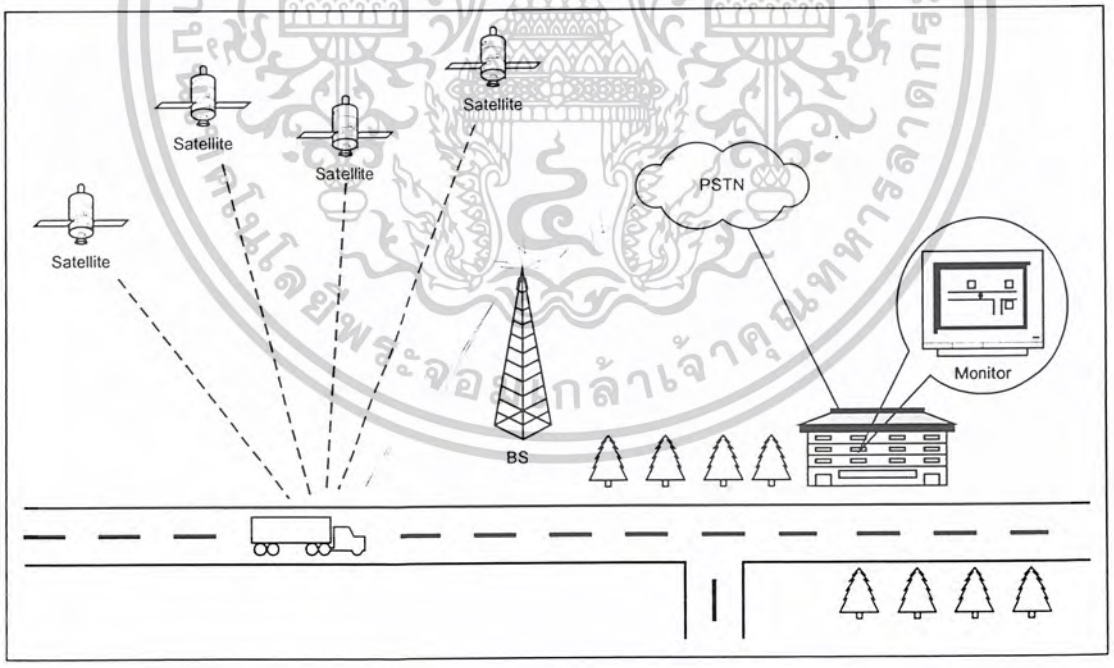
- ให้ส่งข้อมูลค่าพิกัดตำแหน่งจากในหน่วยความจำของเครื่องรับตำแหน่งเส้นทางยานพาหนะโดยอัตโนมัติ

3) ศูนย์ติดตามและแสดงผลสามารถแสดงผลได้โดยอัตโนมัติเมื่อได้รับข้อมูลเข้ามา

1.3 องค์ประกอบของระบบติดตามยานพาหนะผ่าน GPS

ประกอบด้วย 2 ส่วนคือเครื่องรับตำแหน่งเส้นทางยานพาหนะ และศูนย์ติดตามและแสดงผล ซึ่งแต่ละส่วนมีหน้าที่ดังนี้

1) เครื่องรับตำแหน่งเส้นทางยานพาหนะ เป็นส่วนที่ติดตั้งไปกับยานพาหนะ มีหน้าที่รับสัญญาณ GPS และเก็บข้อมูลการเดินทางไว้ในหน่วยความจำและรอรับคำสั่งการขอข้อมูลจากศูนย์ติดตามและแสดงผล เครื่องนี้ประกอบไปด้วย GPS โมดูลไว้สำหรับรับสัญญาณ GPS, ไมโครคอนโทรลเลอร์ ไว้สำหรับควบคุมการทำงาน และโทรศัพท์มือถือรุ่นที่มีโมเด็มในตัวเครื่องสำหรับติดต่อและรับส่งข้อมูลกับศูนย์ติดตามและแสดงผล



รูปที่ 1.1 ระบบการทำงานของระบบติดตามตำแหน่งยานพาหนะผ่าน GPS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ศูนย์ติดตามและแสดงผล เป็นส่วนที่อยู่กับที่คอยตรวจสอบตำแหน่งยานพาหนะว่าอยู่ในเส้นทางการเดินทางหรือไม่ แสดงออกมาในรูปแผนที่หรือตำแหน่งพิกัดที่ทำให้ผู้ตรวจสอบสามารถรู้ตำแหน่งของยานพาหนะที่ติดตามได้ ใช้คอมพิวเตอร์เป็นส่วนแสดงผลและติดตั้งโมเด็ม (สามารถใช้เป็นโมเด็มที่ติดต่อกับระบบเครือข่ายสาธารณะ หรือเป็นโมเด็มจากโทรศัพท์มือถือ) เพื่อสั่งให้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สั่งการติดต่อไปยังเครื่องรับตำแหน่งเส้นทางยานพาหนะได้อย่างอัตโนมัติ

ทั้งสองส่วนติดต่อและรับส่งข้อมูลระหว่างกันผ่านระบบโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ ทำให้ได้รับข้อมูลและแสดงผลได้เป็นเวลาปัจจุบัน (real time)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

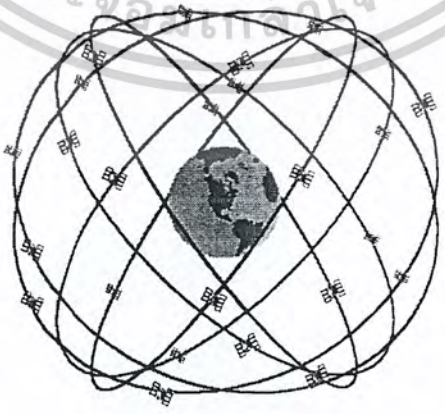
2.1 ระบบ GPS

GPS ย่อมาจาก Global Positioning System เป็นระบบที่ระบุตำแหน่งทุกแห่งบนโลก จากกลุ่มดาวเทียมอย่างน้อย 24 ดวงที่โคจรอยู่รอบโลก ไม่ว่าใครก็ตามที่มีเครื่องรับสัญญาณ GPS (GPS Receiver) ก็สามารถรับสัญญาณมาจากดาวเทียม GPS ได้ และด้วยความสามารถของ GPS ทำให้เราสามารถนำข้อมูลตำแหน่งมาใช้ประโยชน์ได้มากมาย เช่น ระบบนำร่อง (Navigation System), ระบบติดตามยานพาหนะ (Automatic Vehicle Location), การสำรวจพื้นที่ (Survey) และการทำแผนที่ (Mapping) ซึ่งระบบ GPS อยู่ภายใต้การควบคุมของกระทรวงกลาโหมของประเทศสหรัฐอเมริกา (U.S. Department of Defense)

2.1.1 องค์ประกอบของระบบ GPS

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

1) ภาคอวกาศ (Space Segment) ประกอบด้วยดาวเทียมทั้งหมดอย่างน้อย 24 ดวง มีวงโคจรอยู่ 6 วงโคจรด้วยกัน โดยแบ่งจำนวนดาวเทียมวงโคจรละ 4 ดวงซึ่งโคจรอยู่รอบโลกตลอดเวลา การโคจรรอบโลก 1 รอบใช้เวลา 11ชั่วโมง 58 นาที แต่ละวงโคจรจะเอียงทำมุมกับเส้นศูนย์สูตร (Equator) เป็นมุม 55 องศา ดังรูปที่ 2.1 และมีรัศมีวงโคจรสูงจากพื้นโลกประมาณ 20,200 กิโลเมตร (12,600 ไมล์) ดาวเทียมทั้งหมดถูกควบคุมเส้นทางการโคจรจากสถานีที่ภาคพื้นดิน



รูปที่ 2.1 วงโคจรของดาวเทียม GPS ที่มีวงโคจร 6 วงโคจร วงโคจรละ 4 ดวง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าที่โดยพื้นฐานของดาวเทียมเหล่านี้คือ การรับและเก็บสำเนาข้อมูลที่ส่งมาจากส่วนควบคุมภาคพื้นดิน, ควบคุมและรักษาความแม่นยำของเวลาโดยใช้ค่าเฉลี่ยที่ได้จากนาฬิกาอะตอม (Atomic clocks) ในดาวเทียม, ส่งข้อมูลและสัญญาณไปยังเครื่องรับสัญญาณ GPS ด้วยความถี่พาหะ 2 ค่าในย่าน L (L-Band) และการโคจรรอบโลกเพื่อส่งสัญญาณครอบครองพื้นที่การใช้งานทั่วโลก ดาวเทียม GPS แต่ละดวงจะส่งข้อมูลโดยใช้ความถี่พาหะในย่าน L-Band 2 ความถี่ เพื่อไม่ให้สัญญาณเกิดการกระจายตัวไปในชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ ย่านความถี่ของสัญญาณที่ถูกเลือกใช้นี้จะทำให้สัญญาณถูกส่งไปอย่างมีทิศทางและง่ายต่อการสะท้อนและปิดกั้นด้วยวัตถุที่เข้ามาขวาง นาฬิกาที่ใช้เป็นฐานเวลาในดาวเทียม GPS เป็นนาฬิกาอะตอมที่ถูกติดตั้งอยู่ในตัวดาวเทียม ความคลาดเคลื่อนของนาฬิกาบนดาวเทียม GPS จะถูกปรับแก้ไขในลักษณะเดียวกับการปรับแก้เส้นทางโคจรดาวเทียม เนื่องจากเป็นตัวแปรสำคัญที่ใช้ในการคำนวณหาพิกัดที่อยู่บนโลก ความแม่นยำของเวลา GPS ได้ถูกกำหนดไว้ที่ค่า ± 340 นาโนวินาที (ความคลาดเคลื่อนเพียง 1 วินาทีใน 7 หมื่นปี)

2) สถานีควบคุม (Control Segment) ประกอบด้วยสถานีภาคพื้นดินที่ตั้งกระจายอยู่บนภูมิภาคต่างๆ ของโลก หน้าที่ของสถานีควบคุมคือการตรวจสอบการทำงาน ตำแหน่งที่อยู่ และวงจรของดาวเทียม GPS ให้ทั้งหมดถูกต้องอย่างที่ควรเป็น

สำหรับสถานีควบคุมภาคพื้นดินในปัจจุบันมีตั้งอยู่ 5 แห่ง ได้แก่ เกาะฮาวาย (Hawaii), เกาะกวาจาลิน (Kwajalein), ดิเอโกการ์เซีย (Diego Garcia), เกาะแอสเซนชัน (Ascension Island) และสถานีควบคุมหลัก (Master Control) คือที่โคโลราโดสปริง (Colorado Spring) รัฐโคโลราโด สหรัฐอเมริกา ทุกสถานีอยู่ภายใต้การควบคุมของกระทรวงกระทรวงกลาโหมของประเทศสหรัฐอเมริกา (U.S. Department of Defense)

รูปที่ 2.2 สถานีควบคุมดาวเทียม GPS ทั้งหมด 5 แห่ง

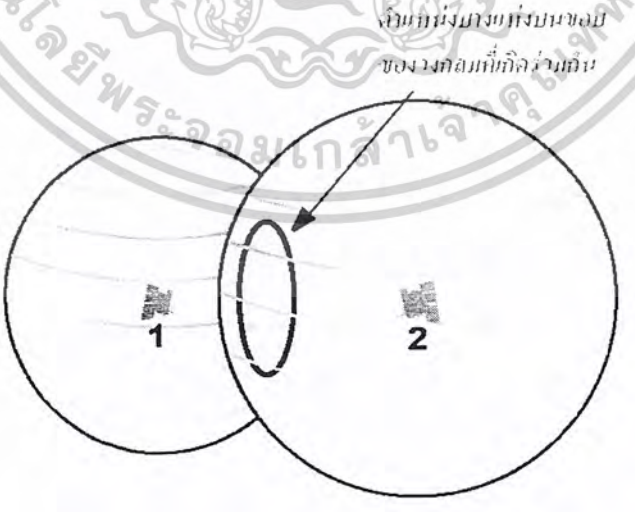
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั้งห้าสถานีเป็นสถานีรับข้อมูลโดยข้อมูลที่ได้รับจะถูกส่งไปยังสถานีควบคุมหลักที่โคโลราโดสปริง, สถานีควบคุมหลักมีหน้าที่ประมวลผลข้อมูลเพื่อหาตำแหน่งพิกัดที่ถูกต้องบนเส้นทางโคจรและค่าเวลาของดาวเทียมเพื่อควบคุมและแก้ไขการทำงานต่าง ๆ ของดาวเทียมให้มีความถูกต้องตลอดเวลา และสถานีควบคุม 3 แห่งคือที่เกาะแอสเซนชัน, ดิเอโกคาร์เซีย และกวาจาลิน ทำหน้าที่เป็นสถานีสำหรับการอัพลิงค์ข้อมูลต่าง ๆ ไปยังดาวเทียม ข้อมูลที่กล่าวถึงนี้ได้แก่ ข้อมูลเส้นทางการโคจรและค่าเวลา (ซึ่งถูกแทรกมากับข้อมูลซึ่งดาวเทียมส่งมายังเครื่องรับสัญญาณ) ที่ต้องปรับแก้ไปยังดาวเทียม

3) ผู้ใช้หรือเครื่องรับสัญญาณ (User Segment) เครื่องรับสัญญาณจะทำหน้าที่ตรวจจับ, ถอดรหัส และประมวลผลสัญญาณที่ได้จากดาวเทียม GPS และนำผลลัพธ์ที่ได้ซึ่งเป็นค่าพิกัดตำแหน่งและเวลามาตรฐาน ณ จุดที่เครื่องรับอยู่ในขณะนั้นมาอยู่ในรูปข้อมูลที่ผู้ใช้เข้าใจได้

2.1.2 การหาตำแหน่งพิกัดของผู้ใช้

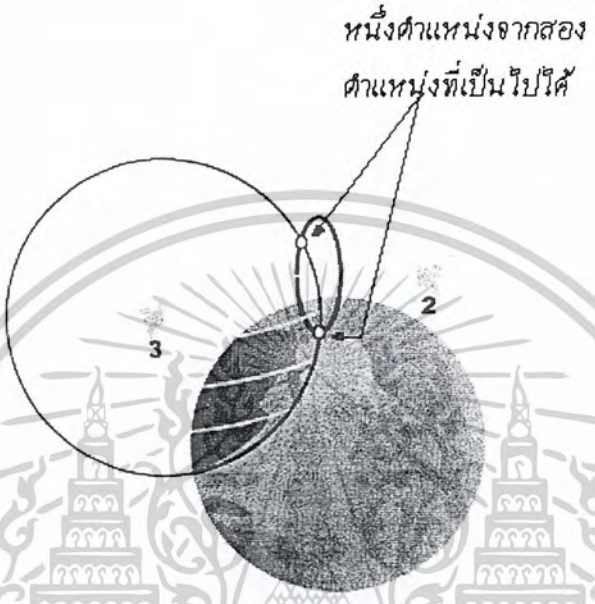
เครื่องรับ GPS มีหลักการในการวัดระยะห่างระหว่างตัวมันกับดาวเทียม GPS โดยสมมุติว่าเราอยู่ห่างจากดาวเทียมดวงแรก 11,000 ไมล์ สามารถบอกได้แต่เพียงว่าเราอยู่ในตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่งบนรัศมีของวงกลม ถ้ารับดาวเทียมได้อีกดวงหนึ่งซึ่งอยู่ห่างจากเครื่องรับเป็นระยะ 12,000 ไมล์ เราสามารถสร้างทรงกลมได้อีกดวงหนึ่งทรงกลมทั้งสองมีการตัดกัน ดังรูปที่ 2.3 ผลที่ได้จะเป็นวงกลมเล็ก ๆ เกิดขึ้นเครื่องรับจะอยู่ที่ใดที่หนึ่งในวงกลมนี้ซึ่งยังคงเป็นพื้นที่ที่กว้างเกินไปจะต้องมีดาวเทียมอีกดวงหนึ่ง



รูปที่ 2.3 ทรงกลมสองวงที่จำลองรัศมีของดาวเทียม GPS ระหว่างเครื่องรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมมุติให้มีระยะห่างจากเครื่องรับเป็นระยะ 13,000 ไมล์ก็จะมีทรงกรมอีกหนึ่งลูก ทรงกลมทั้งสามมีการตัดกันผลที่ได้จะเป็นจุดสองจุดที่จะมีจุดเดียวเท่านั้นที่เป็นตำแหน่งจริง ดังแสดงในรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 ทรงกลมสามวงที่จำลองรัศมีของดาวเทียม GPS ระหว่างเครื่องรับ

การใช้ดาวเทียม GPS อย่างน้อย 3 ดวง เราจะได้ตำแหน่งจดบนระนาบ 2 มิติเท่านั้น การที่จะทราบจุดบนระนาบที่เป็น 3 มิติได้นั้นต้องใช้ดาวเทียม GPS อย่างน้อย 4 ดวง เครื่องรับสัญญาณ GPS จะต้องรับสัญญาณจากดาวเทียม GPS ทั้ง 4 ดวงและคำนวณหาระยะทางระหว่างเครื่องรับดาวเทียมแต่ละดวง เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณและแสดงค่าพิกัดที่แท้จริงบนพื้นโลกออกมา

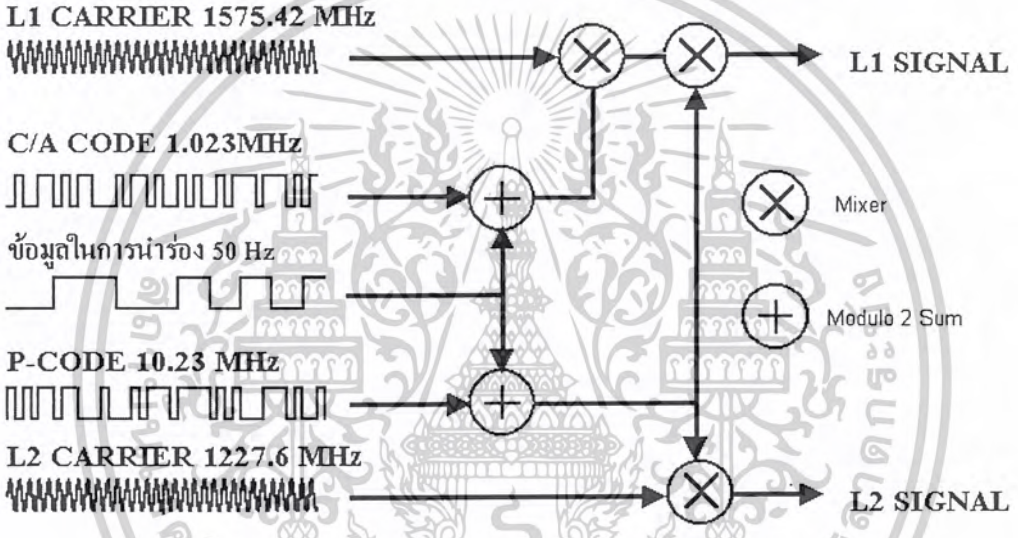
2.1.3 สัญญาณที่ใช้ใน GPS

ดาวเทียม GPS ทำงานโดยกระจายสัญญาณที่บรรจุข้อมูลในการนำร่องด้วยคลื่นพาหะ 2 ความถี่ คือ L1 (Link 1) และ L2 (Link 2) ในย่าน UHF ซึ่งทำให้สัญญาณสามารถทะลุผ่านชั้นบรรยากาศ, เมฆ, กระจกและพลาสติกได้อย่างดี แต่ไม่สามารถผ่านวัสดุที่เป็นของแข็ง เช่น อาคาร, ภูเขา หรือร่มไม้ที่หนาทึบมาก ๆ ได้ ความถี่พาหะทั้งสองค่านี้จะมอดูเลต (modulate) เข้ากับข้อมูลเพื่อช่วยในการส่งข้อมูลดังกล่าวจากดาวเทียมมายังเครื่องรับสัญญาณ ลักษณะสัญญาณที่ส่งจากดาวเทียมมีคลื่นพาหะ 2 ความถี่คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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



รูปที่ 2.5 โครงสร้างของสัญญาณที่ใช้ในระบบ GPS

ในขั้นตอนของการส่งสัญญาณ ช่องสัญญาณ L1 จะถูกนำไปมอดูเลตเข้ากับรหัสข้อมูลแบบสุ่ม (Pseudorandom noise หรือ PRN) ที่เรียกว่า C/A-Code และ P-Code ส่วนช่องสัญญาณ L2 จะถูกมอดูเลตด้วยการเข้ารหัสแบบ P-Code เพียงอย่างเดียว ด้วยวิธีการที่เรียกว่า Binary phase-shift keying (BPSK) การมอดูเลตเข้ากับรหัสข้อมูลทั้ง 2 แบบนี้ต่างถูกใช้เพื่อจุดประสงค์ที่ต่างกัน กล่าวคือ การเข้ารหัสแบบ P-Code เป็นการเข้ารหัสที่เฉพาะผู้ใช้ที่ขึ้นกับรัฐบาลของสหรัฐเท่านั้นจึงสามารถใช้งานได้ อีกทั้งต้องมีรหัสผ่านเพื่อผ่านเข้าไปใช้งานระบบอีกด้วย การเข้ารหัสแบบ C/A-Code เป็นการเข้ารหัสเพื่อการใช้งานสำหรับพลเรือน ใครก็ตามที่มีเครื่องรับสัญญาณ GPS ก็สามารถใช้งานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4 การวัดระยะห่างจากดาวเทียมถึงเครื่องรับสัญญาณ

ในการทำงานของระบบ GPS ต้องรู้ข้อมูลระยะห่างจากเครื่องรับสัญญาณถึงดาวเทียมที่โคจรอยู่เหนือผิวโลก เพื่อใช้ในการคำนวณหาตำแหน่งของเครื่องรับสัญญาณ วิธีที่ใช้ในการคำนวณหาระยะห่างนี้สามารถทำได้โดยสมการอย่างง่ายคือ ใช้ความเร็วในการเคลื่อนที่ของสัญญาณคูณกับระยะเวลาในการเคลื่อนที่ของสัญญาณ เนื่องจากความเร็วในการเคลื่อนที่ของสัญญาณซึ่งจัดได้ว่าเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแบบหนึ่ง มีค่าเท่ากับ 186,000 ไมล์ต่อวินาที ดังนั้นถ้ารู้เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของสัญญาณก็จะได้ข้อมูลระยะที่เราต้องการเมื่อทราบระยะห่างจากดาวเทียมอย่างน้อยที่สุด 3 ดวง ก็จะสามารถคำนวณพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลกได้

จะเห็นได้ว่าหลักการวัดระยะด้วยวิธีนี้เรื่องของฐานเวลาที่มีความละเอียดและแม่นยำเป็นสิ่งที่จำเป็นมากในการคำนวณ ดังนั้นในดาวเทียม GPS จึงได้มีการติดตั้งนาฬิกาอะตอมที่มีความแม่นยำสูงไว้เพื่อเป็นฐานเวลา และเนื่องจากการเข้ารหัสแบบสุ่มหรือ PRN สามารถจะช่วยให้เครื่องรับสัญญาณ GPS สามารถคำนวณกลับเพื่อหาว่าสัญญาณใช้เวลาในการเดินทางเท่าไร ดังนั้นในการคำนวณหาระยะห่างที่ว่านี้จึงสามารถทำได้อย่างแม่นยำ

2.1.5 โครงสร้างของข้อมูลที่ส่งจากดาวเทียม

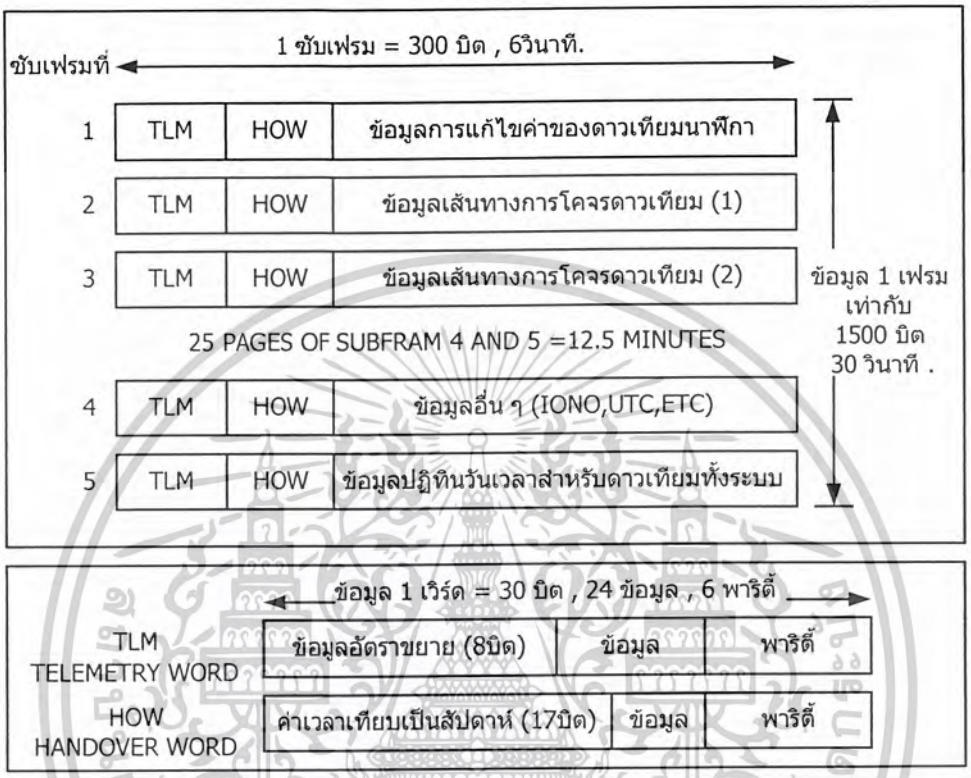
ข้อมูลที่ส่งจากดาวเทียม GPS ประกอบด้วยข้อมูลซึ่งถูกแบ่งออกเป็นเฟรมย่อย ๆ เรียกว่าซับเฟรม (Sub frame) แต่ละซับเฟรมจะแทรกค่าเวลาที่ซับเฟรมนั้น ๆ ถูกส่งมาจากดาวเทียม GPS ไว้เพื่อใช้ร่วมในการคำนวณหาค่าพิกัดตำแหน่ง ข้อมูลแต่ละเฟรมมีขนาด 1,500 บิต ถูกแบ่งในรูปซับเฟรมขนาด 300 บิต จำนวน 5 ซับเฟรม ข้อมูลหนึ่งเฟรมจะถูกส่งมาจากดาวเทียม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

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

ข้อมูลจากดาวเทียมซึ่งบรรจุไว้ด้วยข้อมูลในการนำร่อง (Navigation Message) ที่ครบสมบูรณ์จะประกอบด้วยเฟรมข้อมูลจำนวน 25 เฟรม (125 ซับเฟรม) โดยข้อมูลดังกล่าวจะถูกส่งจากดาวเทียมทุก ๆ 12.5 นาที เป็นอย่างน้อย โดยทั่วไปเครื่องรับสัญญาณจะได้รับข้อมูลของตำแหน่งล่าสุดของดาวเทียมทุกชั่วโมง เพื่อใช้ร่วมกับอัลกอริทึมในการคำนวณพิกัดตำแหน่ง และข้อมูลการโคจรของดาวเทียมแต่ละดวง เพื่อให้เครื่องรับสัญญาณทราบตำแหน่งของดาวเทียมแต่ละดวงรวมทั้งปรับชดเชยความผิดพลาดของสัญญาณพาหะจากปรากฏการณ์ดอปเปอร์ของความถี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พาหะ (Carrier Doppler frequency) ซึ่งเกิดจากการที่ความถี่พาหะมีการเบนค่าไปเนื่องจากการเคลื่อนที่ของดาวเทียม



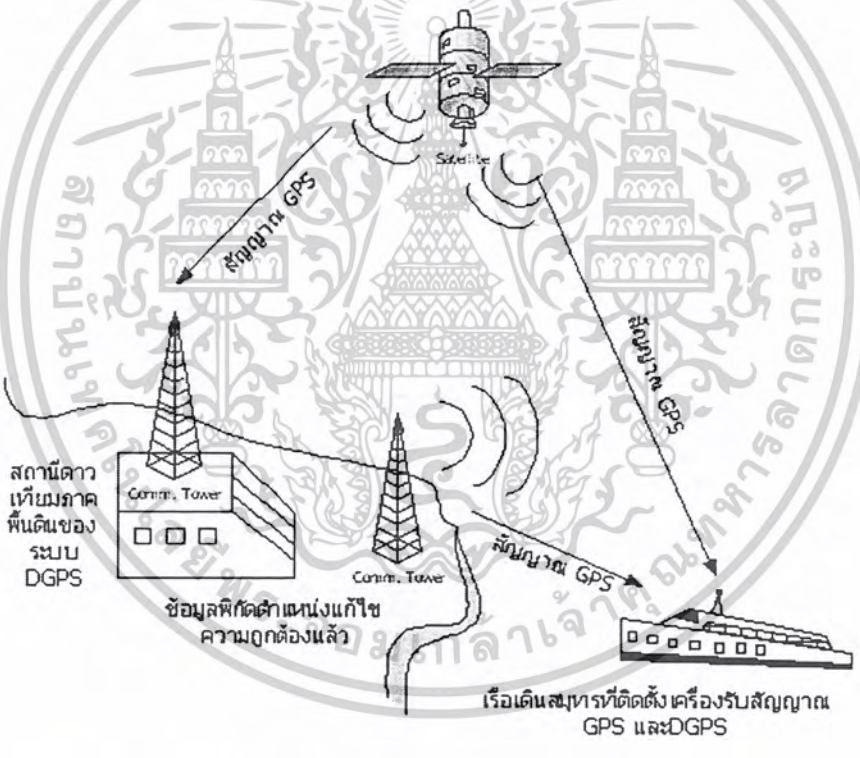
รูปที่ 2.6 โครงสร้างของข้อมูลที่ส่งมากจากดาวเทียม GPS

นอกจากนั้นชุดข้อมูลดาวเทียม GPS โดยสมบูรณ์ยังจะประกอบด้วยข้อมูลแบบจำลองของชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์อยู่ด้วย เพื่อให้เครื่องรับสัญญาณสามารถประเมินค่าในการหน่วงเฟสของสัญญาณ (Phase delay) ที่เกิดจากสภาพชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ จากเฟรมของข้อมูลที่กล่าวมาทั้งหมด ส่วนที่เครื่องรับสัญญาณจำเป็นต้องใช้ก็คือข้อมูลใน 3 ซับเฟรมแรก หากสามารถที่ได้รับข้อมูลดังกล่าวจากดาวเทียมตั้งแต่สามดวงขึ้นไปก็จะสามารถคำนวณหาพิกัดตำแหน่งปัจจุบันของเครื่องรับสัญญาณได้ ในทางทฤษฎีการรับข้อมูลจากดาวเทียมสี่ดวงจะกินเวลาอย่างน้อย 18 วินาที ก่อนที่จะสามารถนำข้อมูลทั้งหมดมาใช้คำนวณได้ แต่เนื่องจากซับเฟรมจากดาวเทียมแต่ละดวงจะมาถึงเครื่องรับไม่พร้อมกัน อีกทั้งเราไม่อาจทราบล่วงหน้าว่าซับเฟรมที่ 1 จะได้รับมาเมื่อไร ดังนั้นเพื่อเป็นการประกันว่าจะได้รับข้อมูล 3 ซับเฟรมแรกจากดาวเทียม GPS สี่ดวง อย่างแน่นอน ระยะเวลาที่ใช้ในการรับข้อมูลเท่าที่จำเป็นจึงอยู่ที่ 30 วินาที หรือสรุปอย่างง่าย ๆ ได้ว่าการคำนวณพิกัดตำแหน่งของเครื่องรับสัญญาณจะใช้เวลาอย่างน้อยประมาณ 30 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.6 ปัญหาจากความแม่นยำที่ถูกจำกัดไว้ของระบบ GPS

ปัญหาที่เกิดขึ้นกับระบบ GPS ก็คือระดับความแม่นยำในการบอกพิกัดตำแหน่งซึ่งถูกจำกัดไว้โดย Selective Availability หรือ SA ทำให้เกิดอุปสรรคกับการใช้งานบางอย่างที่จำเป็นต้องทราบพิกัดตำแหน่งที่แม่นยำ จึงทำให้เกิดแนวคิดของระบบที่พัฒนาขึ้นเพื่อแก้ไขความคลาดเคลื่อนที่เกิดในระบบ GPS ระบบที่กล่าวถึงนี้ก็คือ DGPS (Differential GPS) หลักการของระบบ DGPS ในการแก้ไขความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นนี้อาศัยการติดตั้งเครื่องรับสัญญาณ GPS บนสถานีภาคพื้นดินในจุดที่ทราบพิกัดที่แน่นอนเพื่อเป็นตำแหน่งอ้างอิง โดยที่สถานีภาคพื้นดินในจุดที่ทราบพิกัดที่แน่นอนเพื่อเป็นตำแหน่งอ้างอิง โดยที่สถานีภาคพื้นดินจะทำหน้าที่แก้ไขแล้วกลับไปยังเครื่องรับสัญญาณที่อยู่ในรัศมีทำการของระบบ



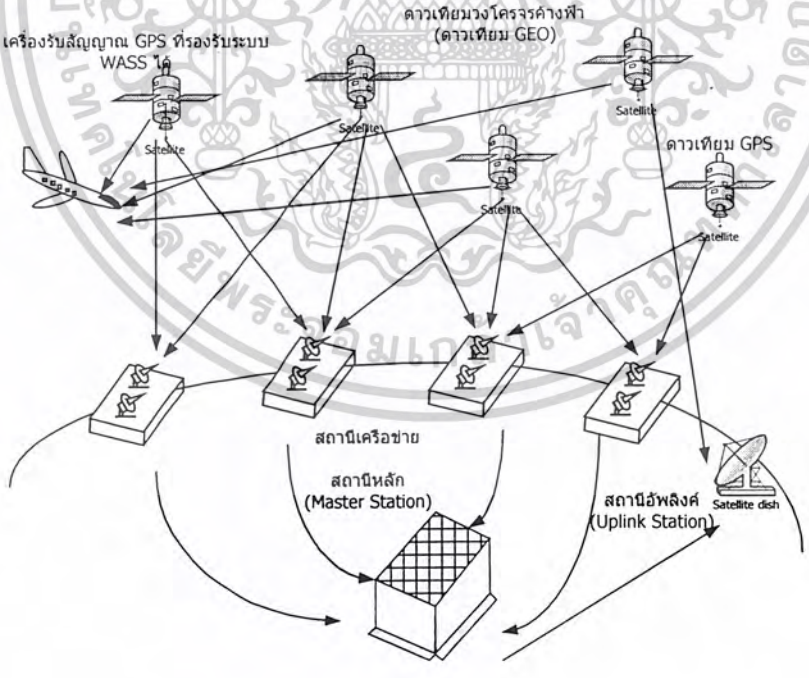
รูปที่ 2.7 แผนผังแสดงองค์ประกอบของระบบ DGPS

ระบบ DGPS ใช้คลื่นวิทยุในย่านต่าง ๆ เช่น MF, HF, UHF/VHF เป็นต้น เพื่อสื่อสารกับเครื่องลูกข่ายในระบบ โดยการเลือกใช้คลื่นวิทยุจะเป็นย่านใดขึ้นกับประเภทของงานที่จะนำระบบไปประยุกต์ด้วย อย่างไรก็ตามระบบ DGPS ก็ยังมีอุปสรรคหลายอย่างในการใช้งาน เช่น รัศมีทำการของระบบที่มีขอบเขตจำกัด ข้อมูลที่ส่งออกไปสถานีภาคพื้นดินสามารถถูกแทรกแซงจากความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แปรปรวนของสภาพอากาศรวมทั้งจะต้องติดตั้งเสาอากาศ และเครื่องรับสัญญาณเพิ่มเพื่อใช้งานระบบ แม้ว่าการติดตั้งและใช้งานระบบ DGPS จะมีอุปสรรคและความยุ่งยากอยู่บ้าง แต่ระบบก็สามารถลดความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นได้จากหลายร้อยฟุต

เนื่องจากความผิดพลาดของระบบ GPS ที่ได้รับการแก้ไขได้ในระดับหนึ่งโดยระบบ DGPS ยังไม่เพียงพอต่อการใช้งานบางประเภทที่ต้องการความแม่นยำมาก และบวกกับอุปสรรคในการใช้งานที่มีอยู่จึงได้มีการพัฒนาระบบที่ชื่อว่า WAAS (Wide Area Augmentation System) เพื่อใช้แก้ปัญหาเดียวกัน สิ่งสำคัญของระบบนี้อยู่ที่การนำดาวเทียมวงโคจรค้างฟ้าหรือ GEO (Geosynchronous Earth Orbiting) ซึ่งเป็นดาวเทียมวงโคจรต่ำและมีตำแหน่งที่ตายตัวสัมพัทธ์กับพื้นโลก ระบบ WAAS ใช้การส่งข้อมูลด้วยคลื่นความถี่ในย่าน VHF ทำให้สามารถป้องกันคลื่นรบกวนได้ระดับหนึ่ง นอกจากนั้นยังสามารถแก้ปัญหาการติดตั้งเสาอากาศที่เครื่องรับสัญญาณเพิ่มได้ด้วย โดยระบบ WASS จะรับข้อมูลมาจากดาวเทียม GEO ส่งไปยังสถานีแม่ข่าย (WMAS หรือ Wide Area Master station) จากนั้นสถานีแม่ข่ายจะคำนวณเพื่อแก้ไขความผิดพลาดที่เกิดขึ้น ข้อมูลที่ผ่านการแก้ไขเรียบร้อยแล้วจะถูกส่งไปยังดาวเทียม GEO เพื่อส่งกลับไปยังเครื่องรับสัญญาณอีกครั้งหนึ่ง



รูปที่ 2.8 แผนผังแสดงองค์ประกอบของระบบ WAAS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดีของระบบ WAAS คือความแม่นยำที่ได้มากกว่าระบบ DGPS และระบบสามารถครอบคลุมพื้นที่ใช้งานได้ในวงกว้าง เมื่อเปรียบเทียบกับความคลาดเคลื่อนในระบบ GPS ที่ทำงานโดยลำพังจะมีค่าหลายร้อยฟุต ส่วนระบบที่นำเอา WAAS เข้ามาช่วยจะมีค่าความคลาดเคลื่อนภายใน 20 ฟุตเท่านั้น

2.1.7 มาตรฐาน NMEA 0183

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 และในปัจจุบันอุปกรณ์รับสัญญาณ GPS ส่วนใหญ่สามารถรองรับได้

NMEA Message คือข้อมูลซึ่งส่งออกมาจากโมดูลรับสัญญาณ GPS ข้อมูลใน NMEA Message สามารถแบ่งได้เป็นเรคอร์ด (Record) หรือฟิลด์ (Field) ย่อย โดยในแต่ละเรคอร์ดจะประกอบด้วยอักขระแอสกี (ASCII) ซึ่งมีความยาวรวมไม่เกิน 80 ตัวอักษร สามารถอ่านข้อมูล NMEA Message ได้โดยการใช้ซอฟต์แวร์สื่อสาร เช่น Hyper Terminal เรคอร์ดข้อมูลใน NMEA Message แต่ละเวอร์ชันมีอยู่มากน้อยแตกต่างกัน และแต่ละเรคอร์ดจะมีรายละเอียดที่ต่างกัน เรคอร์ดที่ใช้กันเป็นหลักใน NMEA Message จะมีอยู่หลายเรคอร์ด รายละเอียดภายในเรคอร์ดต่าง ๆ ของ NMEA Message มีดังนี้

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

GLL (Geographic Position Latitude/Longitude) เรคอร์ดนี้ประกอบด้วยข้อมูลซึ่งใช้บอกถึงตำแหน่งพิกัด ละติจูด ลองติจูด ทิศทาง เวลา และสถานะในการรับสัญญาณ (Status) โดยตัวอย่างของเรคคอร์ด GLL ที่โมดูลรับสัญญาณ GPS ส่งออกมามีโครงสร้างดังตารางที่ 2.2

GSA (GNSS DOP and Active Satellites) เรคอร์ดนี้ประกอบด้วยข้อมูลซึ่งใช้บอกถึงตำแหน่งพิกัดละติจูด ลองติจูด ทิศทาง เวลา และสถานะในการรับสัญญาณ โดยตัวอย่างของเรคอร์ด GSA ที่โมดูลรับสัญญาณ GPS ส่งออกมามีโครงสร้างดังตารางที่ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 ความหมายของข้อมูลที่อยู่ในเรคอร์ด GGA

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 ความหมายของข้อมูลที่อยู่ในเรคอร์ด GLL

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

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

ตารางที่ 2.3 ความหมายของข้อมูลที่อยู่ในเรคอร์ด GSA

หมายเลขฟิลด์	ชื่อ	ตัวอย่าง	คำบรรยาย
	Message ID	$GPGSA	ส่วนหัวโปรโตคอลของ GSA
1	Mode 1	A	M = Manual, A = Automatic
2	Mode 2	3	1 = ไม่ระบุค่า, 2 = 2 มิติ, 3 = 3 มิติ
3-14	Satellite Used	07, 02, 26,27, 09, 04, 15,,,,,,	RPNs ของดาวเทียมใช้ในการแก้ปัญหา (เป็น null สำหรับฟิลด์ที่ไม่ได้ใช้)
15	PDOP	1.8	Position Dilution of Precision
16	HDOP	1.0	Horizontal Dilution of Precision
17	VDOP	1.5	Vertical Dilution of Precision
	Checksum	*33	เช็คซัม
	<CR><LF>		สิ้นสุดประโยค

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GSV (GNSS Satellites in View) เรคอร์ดนี้ประกอบด้วยข้อมูลซึ่งใช้บอกถึงค่าทางเทคนิคต่างๆ ที่ได้รับจากดาวเทียม GPS ที่โมดูลรับสัญญาณได้ โดยตัวอย่างของเรคอร์ด GSV ที่โมดูลรับสัญญาณ GPS ส่งออกมามีโครงสร้างดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 ความหมายของข้อมูลที่อยู่ในเรคอร์ด GSV

หมายเลขฟิลด์	ชื่อ	ตัวอย่าง	คำบรรยาย
	Message ID	$GPGSV	ส่วนหัวโปรโตคอลของ GSV
1	Number of Messages	2	จำนวนรวมทั้งหมดของ Messages (1-3)
2	Messages Number	1	หมายเลข Message (1-3)
3	Satellites in View	07	จำนวนรวมทั้งหมดของดาวเทียมในการมองเห็น
4	Satellites ID	07	Ch.1 (อยู่ในช่วง 1-32)
5	Elevation	79	Ch.1 (จำนวนสูงสุดคือ 90) หน่วยคือ degrees
6	Azimuth	048	Ch.1 (True, อยู่ในช่วง 0-359) หน่วยเป็น degrees
7	SNR (C/No)	42	Range 0 to 99, null when not tracking (dBHz)
8-11	...	02, 51, 062, 43	Ch.2 ของ Satellites ID, Elevation, Azimuth, SNR
12-15	...	26, 36, 256, 42	Ch.3ของ Satellites ID, Elevation, Azimuth, SNR
16-19	...	27, 27, 138, 42	Ch.4 ของ Satellites ID, Elevation, Azimuth, SNR
	Checksum	*71	เช็คซัม
	<CR><LF>		สิ้นสุดประโยค

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ตารางที่ 2.5 ความหมายของข้อมูลที่อยู่ในเรคอร์ด RMC

หมายเลขฟิลด์	ชื่อ	ตัวอย่าง	คำบรรยาย
	Message ID	$GPRMC	ส่วนหัวโปรโตคอลของ RMC
1	UTC Position	161229.487	hhmmss.sss เวลามาตรฐานกลาง
2	Status	A	A = data valid or V = data not valid
3	Latitude	3723.2475	ddmm.mmmm ตำแหน่งละติจูด
4	N/S Indicator	N	N = north or S = south
5	Longitude	12158.3416	dddmm.mmmm ตำแหน่งลองจิจูด
6	E/W Indicator	W	E = east or W = west
7	Speed Over Ground	0.13	ความเร็ว (Knots)
8	Course Over Ground	309.62	True (degrees)
9	Date	120598	ddmmyy
10	Magnetic Variation		degrees
11	Magnetic variation (Ref)		E = east or W = west (degrees)
	Checksum	*10	เช็คซัม
	<CR><LF>		สิ้นสุดประโยค

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

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

รายละเอียดของแต่ละเรคอร์ดจะมีความแตกต่างกันและมีประโยชน์ในการนำไปใช้ที่ต่างกันซึ่งเราสามารถนำมาใช้งานตามความต้องการโดยเลือกจากข้อมูลที่มีอยู่ในเรคอร์ด ดังตารางที่ 2.7 เป็นการสรุปและการจัดหมวดหมู่คุณสมบัติของแต่ละเรคอร์ดไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

55745

ตารางที่ 2.6 ความหมายของข้อมูลที่อยู่ในเรคอร์ด VTC

หมายเลขฟิลด์	ชื่อ	ตัวอย่าง	คำบรรยาย
	Message ID	$GPVTG	ส่วนหัวโปรโตคอลของ VTC
1	Course	309.62	Measured heading (degrees)
2	Reference	T	True
3	Course		Measured heading (degrees)
4	Reference	M	Magnetic
5	Speed	0.13	ได้จากการวัดความเร็วด้านแนวนอน (knots)
6	Units	N	Knots
7	Speed	0.2	ได้จากการวัดความเร็วด้านแนวนอน (Km/hr)
8	Units	K	กิโลเมตรต่อชั่วโมง
	Checksum	*6E	เช็คซัม
	<CR><LF>		สิ้นสุดประโยค

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 การอ้างอิงพิกัดตำแหน่ง

ระบบพิกัด (Coordinate System) เป็นระบบที่สร้างขึ้นสำหรับใช้อ้างอิงในการกำหนดตำแหน่ง หรือบอกตำแหน่งพื้นโลกจากแผนที่มีลักษณ์เป็นตารางโครงข่ายที่เกิดจากตัดกันของเส้นตรงสองชุดที่ถูกกำหนดให้วางตัวในแนวเหนือ-ใต้ และแนวตะวันออก-ตะวันตก ตามแนวของจุดศูนย์สูตรที่กำหนดขึ้น ค่าพิกัดที่ใช้อ้างอิงในการบอกตำแหน่งต่าง ๆ จะใช้ค่าของหน่วยที่นับออกจากจุดศูนย์กำเนิดเป็นระยะเชิงมุม (Degree) หรือเป็นระยะทาง (Distance) ไปทางเหนือหรือใต้และตะวันออกหรือตะวันตก ตามตำแหน่งของตำบลที่ต้องการหาค่าพิกัดที่กำหนดตำแหน่งต่าง ๆ จะถูกเรียกอ้างอิงเป็นตัวเลขในแนวตั้งและแนวนอนตามหน่วยวัดระยะใช้วัด สำหรับระบบพิกัดที่ใช้อ้างอิงกำหนดตำแหน่งบนแผนที่ที่นิยมใช้กับแผนที่ในปัจจุบัน มีอยู่ด้วยกัน 2 ระบบ คือ ระบบพิกัดภูมิศาสตร์ (Geographic Coordinate) และ ระบบแบบ UTM (Universal Transverse Mercator)

ละติจูดและลองติจูด เป็นศัพท์เทคนิคที่ควรทราบเกี่ยวกับการอ้างอิงพิกัดตำแหน่งละติจูด (Latitude) คือเส้นเสมือนที่ลากตามแนวตะวันออกถึงตะวันตกไปบนพื้นผิวโลก คำเรียกในภาษาไทยคือเส้นรุ้ง ละติจูดเป็นส่วนที่ใช้ในการบอกตำแหน่งของจุดที่สนใจว่าตั้งอยู่ทางซีกด้านเหนือหรือใต้ เส้นรุ้งที่ 0° และเรียกว่าเส้นศูนย์สูตร, เส้นรุ้งที่ 90° เหนือ คือขั้วโลกเหนือ, เส้นรุ้งที่ 90° ใต้คือขั้วโลกใต้ การอ้างอิงค่าพิกัดของละติจูดมีรูปแบบเป็น 0°00'00" คือองศา, ลิปดา และพิลิปดา ตามลำดับ

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การอ้างอิงพิกัดตำแหน่งโดยพื้นฐานเริ่มมาจากระบบกริดบนแผนที่ คำอธิบายเบื้องต้นของสิ่งที่เรียกว่าพิกัดตำแหน่งก็คือ การบอกแทนตำแหน่งที่เราสนใจด้วยค่าตัวเลขแทน เพื่อให้ทุกคนสามารถเข้าใจได้ตรงกัน แต่เนื่องจากโลกมีสัณฐานที่ค่อนข้างเป็นทรงกลม แม้ว่าการอ้างพิกัดตำแหน่งบนพื้นผิวโลกที่มีรูปร่างทรงกลมโดยตรงสามารถทำได้แต่ค่อนข้างทำได้ยุ่งยาก วิธีที่ง่ายกว่าซึ่งถูกมาใช้แทนก็คือการแผ่รูปโลกออกเป็นระนาบแบบ 2 มิติแล้วใช้ค่าละติจูดและลองติจูดบอกแทนจุดที่สนใจ

บนแผนที่ส่วนใหญ่จะมีตารางที่บอกรายละเอียดต่าง ๆ โดยทำไว้เป็นเครื่องหมายแทน มีตารางที่เกิดจากการตัดกันของเส้นละติจูดและลองติจูดแสดงอยู่ มีเส้นละติจูดซึ่งวางตัวในแนวขนานกับเส้นศูนย์สูตรและเว้นระยะห่างไปอย่างเท่าๆ กันโดยมีเส้นละติจูดที่ 0° หรือเส้นศูนย์สูตรของโลกเป็นแนวเขตแบ่งโลกออกเป็นซีกด้านเหนือและทางใต้ ซึ่งถ้าจินตนาการโดยตัดลูกโลกตามแนวเส้นละติจูดแต่ละเส้นก็จำได้แผ่นกลมที่วางเรียงซ้อนกันอยู่

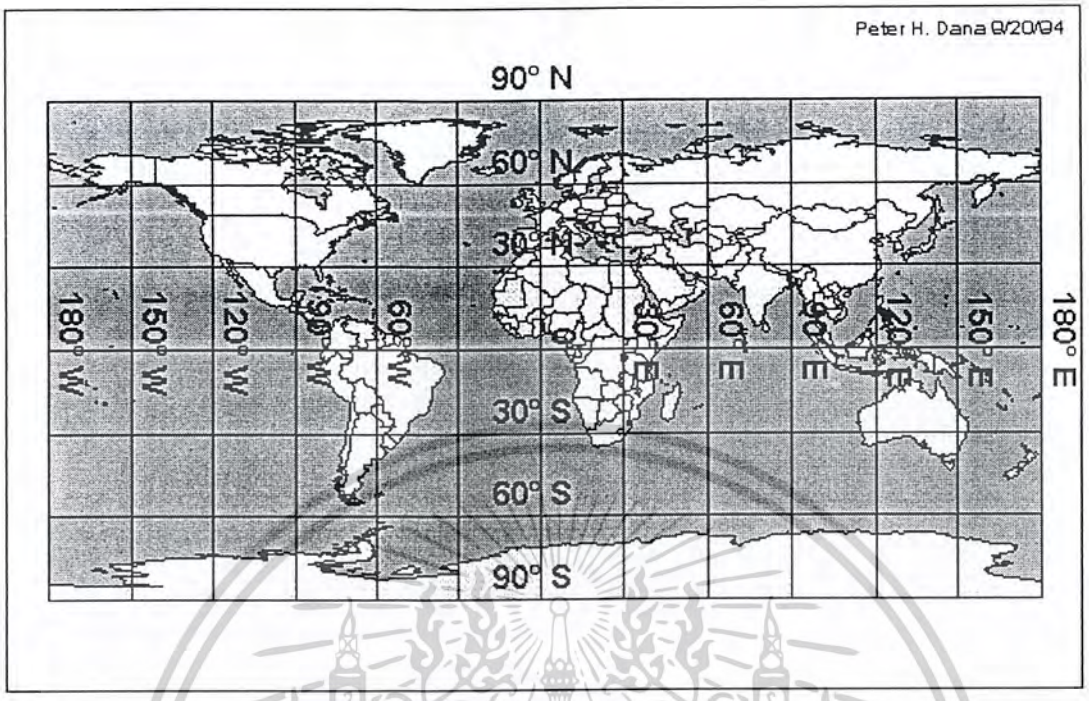
2.2.1 ระบบพิกัดภูมิศาสตร์ (Geographic Coordinate)

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

1) องศา/ลิปดา/พิลิปดา การอ้างพิกัดตำแหน่งโดยใช้ องศา/ลิปดา/พิลิปดา เป็นระบบที่ได้รับความนิยม ลักษณะโดยทั่วไปในการอ้างพัดของระบบดังตัวอย่าง 7. *RAPIDS* *N*61 11′ 05.5″ *W*130 30′ 10.0″ มีความหมายเท่ากับ *N*61° 11′ 05.5″ *W*130° 30′ 10.0″ ความหมายของชุดข้อมูลนี้คือ ตัวเลขตัวแรกคือตัวเลขเวย์พอยต์ (Waypoint number) ชุดตัวอักษรที่อยู่ถัดมาคือชื่อเวย์พอยต์ (Waypoint name) และตามด้วยค่าพิกัดความหมายของ *N*61 ในที่นี้คือ ค่าเส้นละติจูด 61° เหนือ ส่วนตัวเลข 11′ หมายถึงค่าลิปดา (′ = ลิปดา) ความหมายของ 1 ลิปดาเหนือขึ้นไปจากค่า *N*61 ในการอ้างพิกัดคือค่า 1/60 ของมุม 1 องศา (หน่วยวัด: 60 ลิปดา = 1) องศา ส่วนตัวเลข 05.5″ หมายถึงค่าพิลิปดา (″ = พิลิปดา) ความหมายของพิลิปดาคือ 1/60 ของ 1 ลิปดา (หน่วยวัด: 60 ฟิลิปดา = 1) ลิปดา ตัวเลขหลังตัวอักษร W จะสื่อความหมายคล้ายกันโดยจะเป็นค่าของเส้นลองติจูด และค่าทั้งหมดจะเปรียบเทียบโดยอ้างอิงกับเส้นศูนย์และเส้นเมอริเดียนหลัก ตามลำดับ

2) องศา/ลิปดา แบบทศนิยม การอ้างตำแหน่งโดยใช้ องศา/ลิปดา แบบทศนิยมเป็นอีกวิธีหนึ่งที่นิยมใช้ ลักษณะทั่วไปในการอ้างพิกัดของระบบนี้ ยกตัวอย่าง 7. *RAPIDS* *W*130 30.166 ซึ่งมีความหมายเทียบเท่ากับ *N*61° 11.0916′ *W*130° 30.1666′

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 ระบบพิกัดภูมิศาสตร์

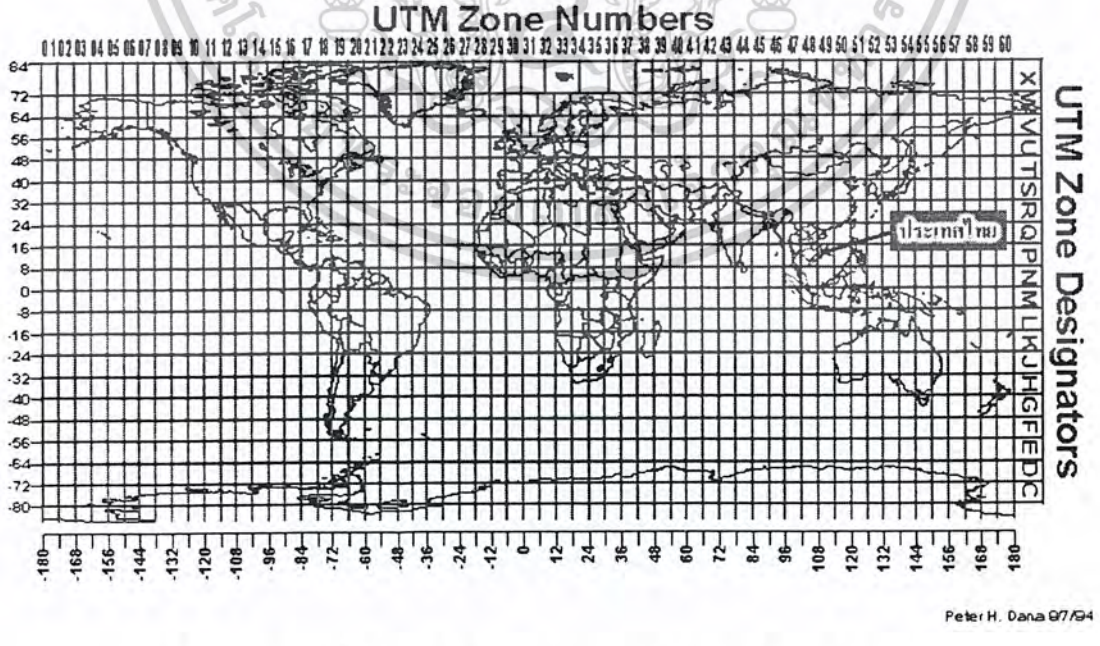
ข้อมูลที่ได้มาจากการนำค่าระบบ องศา/ลิปดา/พิลิปดา มาปรับเปลี่ยนด้วยการนำค่าพิลิปดาของพิกัดมาหารด้วย 60 นำมาบวกกับค่าลิปดาที่อยู่ก่อนหน้า เพื่อเป็นการแปลงค่าพิลิปดาในรูปแบบตัวเลขทศนิยม ยกตัวอย่างเช่น $N61^{\circ}\ 11'\ 05.5''$ ส่วนที่สองของพิกัดคือ 05.5 จะถูกนำมาหารด้วย 60 ได้ค่า 0.09166666 นำมาบวกกับ 11 จะได้ผลลัพธ์ของพิกัดในหน่วย องศา/ลิปดา แบบทศนิยม เท่ากับ $N61^{\circ}\ 11.0916'$ (โดยส่วนใหญ่จะแสดงทศนิยมเพียง 4 ตำแหน่ง) ในทางกลับกัน การจะเปลี่ยนพิกัดในหน่วย องศา/ลิปดา แบบทศนิยม กลับไปเป็นพิกัดแบบ องศา/ลิปดา/พิลิปดา ต้องนำเอาส่วนทีเป็นทศนิยมคูณด้วย 60 ได้เท่ากับ 5.496 และจะได้ค่าพิกัด องศา/ลิปดา/พิลิปดา กลับมาเป็น $N61^{\circ}\ 11'\ 05.49''$ ซึ่งใกล้เคียงกับค่า $05.5''$ ซึ่งเป็นค่าแรกเริ่มนั้นเอง

2.2.2 การอ้างพิกัดแบบ UTM

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

UTM เป็นระบบตารางกริดที่ใช้ช่วยในการกำหนดตำแหน่งและใช้อ้างอิง ในการบอกตำแหน่ง ที่นิยมใช้กับแผนที่ในกิจการทหารของประเทศต่างๆ เกือบทั่วโลกในปัจจุบัน เพราะเป็นระบบตารางกริดที่มีขนาดรูปร่างเท่ากันทุกตาราง และมีวิธีการกำหนดบอกค่าพิกัดที่ง่ายและถูกต้อง เป็นระบบกริดที่นำเอาเส้นโครงแผนที่แบบ Universal Transverse Mercator Projection ของ Gauss Krugger มาใช้ดัดแปลงการถ่ายทอดรายละเอียดของพื้นผิวโลกให้อยู่ในรูปทรงกระบอก (แกนของรูปทรงกระบอกจะทับกับแนวเส้นอิเควเตอร์ และตั้งฉากกับแนวแกนของขั้วโลก) ประเทศไทยเราได้นำเอาเส้นโครงแผนที่แบบ UTM นี้มาใช้กับการทำแผนที่กิจการทหารภายในประเทศจากรูปถ่ายทางอากาศในปี ค.ศ. 1953 ร่วมกับสหรัฐอเมริกาเป็นแผนที่มาตราส่วน 1:50,000 ชุด 708 และปรับปรุงใหม่เป็นชุด L 7017 ที่ใช้ในปัจจุบัน UTM เป็นระบบตารางกริดที่ใช้ช่วยในการกำหนดตำแหน่งและใช้อ้างอิง ในการบอกตำแหน่งที่นิยมใช้กับแผนที่ในกิจการทหารของประเทศต่างๆ เกือบทั่วโลกในปัจจุบัน เพราะเป็นระบบตารางกริดที่มีขนาดรูปร่างเท่ากันทุกตาราง และมีวิธีการกำหนดบอกค่าพิกัดที่ง่ายและถูกต้องเป็นระบบกริดที่นำเอาเส้นโครงแผนที่แบบ Universal Transvers Mercator Projection ของ Gauss Krugger มาใช้ดัดแปลงการถ่ายทอดรายละเอียดของพื้นผิวโลกให้รูปทรงกระบอก Mercator Projection อยู่ในตำแหน่ง Mercator Projection (แกนของรูปทรงกระบอกจะทับกับแนวเส้นอิเควเตอร์ และตั้งฉากกับแนวแกนของขั้วโลก)



รูปที่ 2.10 การแบ่งพื้นที่ออกเป็นโซน (Zone) สำหรับการอ้างพิกัดแบบ UTM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

- ในบริเวณที่อยู่เหนือเส้นศูนย์สูตร : เส้นศูนย์สูตรมีระยะห่างจากศูนย์สมมุติเท่ากับ 0 เมตร และเส้นเมริเดียนย่านกลางห่างจากศูนย์สมมุติ 500,000 เมตร ทางตะวันออก
- ในบริเวณที่อยู่ใต้เส้นศูนย์สูตร : เส้นศูนย์สูตรมีระยะห่างจากศูนย์สมมุติไปทางเหนือ 10,000,000 เมตร และเมริเดียนย่านกลางห่างจากศูนย์สมมุติ 500,000 เมตรทางตะวันออก

2.3 DS89C420 ไมโครคอนโทรลเลอร์ความเร็วสูง

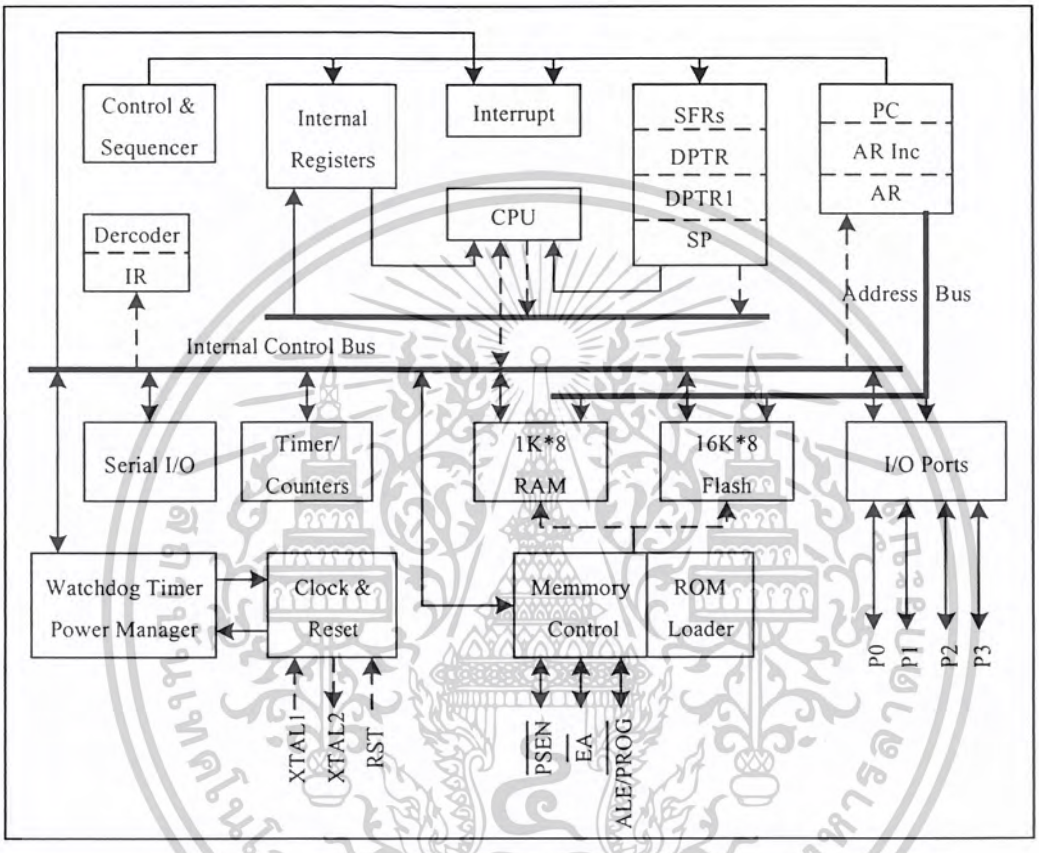
DS89C420 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล MCS–51 สามารถประมวลผลคำสั่ง 1 คำสั่งโดยใช้เวลา 1 รอบสัญญาณนาฬิกา ทำให้เมื่อใช้ความถี่สัญญาณนาฬิกาและโปรแกรมเดียวกันสามารถประมวลผลได้เร็วกว่า 8051 ถึง 12 เท่า

เนื่องจากไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล MCS–51 เป็นที่รู้จักและใช้งานกันอย่างแพร่หลายดังนั้นจะขอกล่าวถึงรายละเอียดคุณสมบัติที่น่าสนใจของ DS89C420 ที่แตกต่างจาก MCS–51 ธรรมดา และจะกล่าวถึงทฤษฎีในหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานในโครงงานนี้เท่านั้น

2.3.1 โครงสร้างและคุณสมบัติของ DS89C420

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

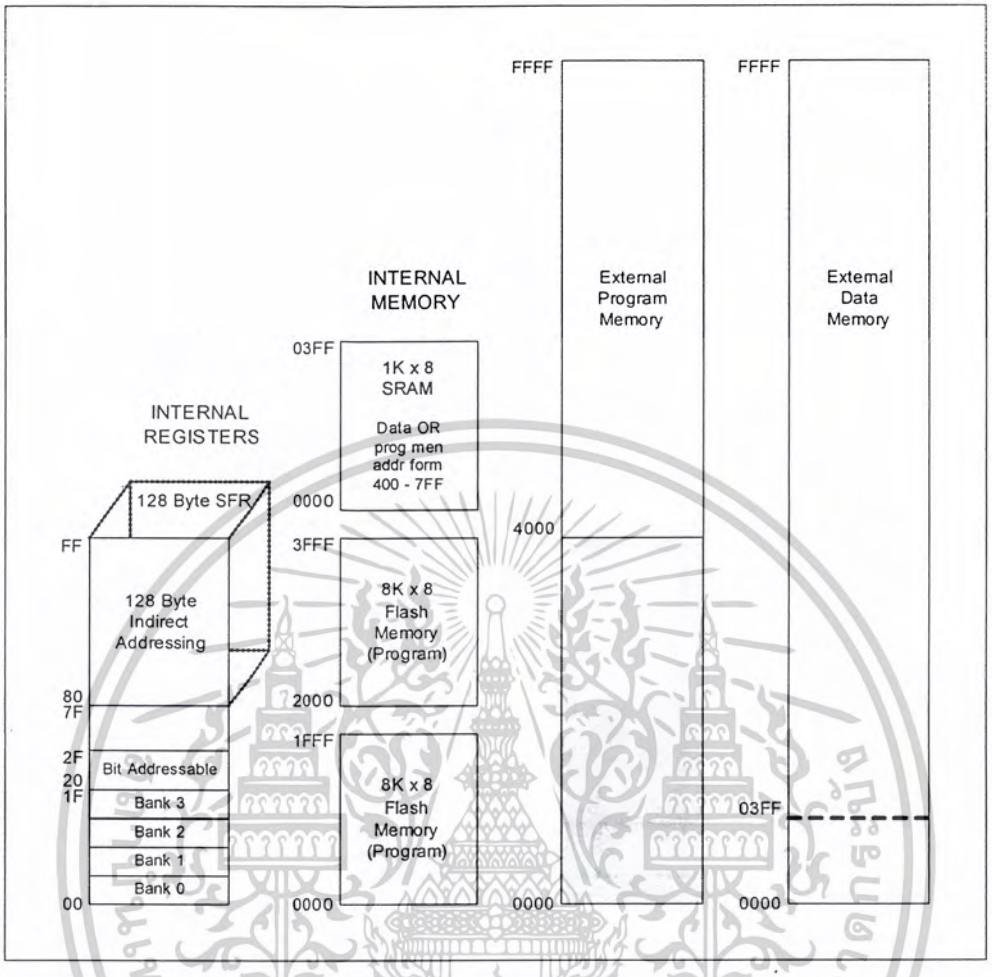
DS89C420 ทำงานที่ความถี่นาฬิกาได้สูงสุด 33 เมกะเฮิรตซ์ หรือทำงานได้รวดเร็ว 33 ล้านคำสั่งต่อวินาทีเทียบได้กับ 1 คำสั่งใช้เวลาในการประมวลผล 33 นาโนวินาที ถ้าเปรียบเทียบกับ 8051 เดิมจะต้องใช้สัญญาณนาฬิกาที่มีความถี่สูงถึง 392 เมกะเฮิรตซ์



รูปที่ 2.11 โครงสร้างภายใน DS89C420

2.3.1.1 หน่วยความจำโปรแกรมภายในแบบแฟลช DS89C420 ถูกออกแบบให้มีโครงสร้างหน่วยความจำโปรแกรมแบบแฟลช (flash) ขนาด 16 กิโลไบต์ ทำให้ใช้เวลาในการประมวลผลคำสั่งโดยใช้เวลา 1 รอบสัญญาณนาฬิกาได้ ในขณะที่ถ้าเก็บโปรแกรมไว้ในหน่วยความจำภายนอก จะต้องใช้เวลาในการเข้าถึงข้อมูลจำนาน 4 รอบสัญญาณนาฬิกา (กรณีที่ใช้การเข้าถึงข้อมูลในโหมด non-page) ซึ่งมากกว่ากรณีที่ใช้หน่วยความจำภายใน 4 เท่า การใช้งานหน่วยความจำโปรแกรมแบบแฟลชของ DS89C420 สามารถกำหนดขนาดของหน่วยความจำแฟลชภายในได้ตั้งแต่ 0, 1, 2, 4, 8 และ 16 กิโลไบต์ตามขนาดที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.12 โครงสร้างหน่วยความจำของ DS89C420

นอกจาก DS89C420 สามารถอัดโปรแกรมลงหน่วยความจำแฟลชภายใน โดยใช้เครื่องโปรแกรมแล้ว ยังสามารถอัดโปรแกรมได้บนชิป DS89C420 เอง โดยใช้การส่งข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรมในโหมด ROM Loader ได้ รวมทั้งยังมีระบบป้องกันการอ่านข้อมูลในหน่วยความจำแฟลช

หน่วยความจำแฟลชขนาด 16 กิโลไบต์ จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน(bank) ส่วนละ 8 กิโลไบต์ ขณะที่โปรแกรมกำลังทำงานอยู่ในหน่วยความจำแฟลชส่วนล่าง (0000h – 1FFFh) สามารถแก้ไขข้อมูลในหน่วยความจำแฟลชส่วนบน (2000h – 3FFFh) ได้ และสามารถสลับพื้นที่หน่วยความจำแฟลชส่วนบนกับส่วนล่างได้ เมื่อทำการรีเซตการทำงานของโปรแกรมจะถูกสลับไปที่หน่วยความจำแฟลชอีกส่วนหนึ่ง

2.3.1.2 หน่วยความจำภายข้อมูลใน DS89C420 นอกจากหน่วยความจำข้อมูลภายในจำนวน 256 ไบต์ตามมาตรฐานแล้ว ยังมีหน่วยความจำข้อมูลภายในเพิ่มเติมขนาด 1 กิโลไบต์ ที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำงานเหมือนเป็นหน่วยความจำข้อมูลภายนอก คือใช้คำสั่ง MOVX ในการเข้าถึงข้อมูลในหน่วยความจำส่วนนี้ โดยมีพื้นที่อยู่ในตำแหน่ง 0000h – 03FFh

2.3.1.3 คุณสมบัติพิเศษอื่น ๆ นอกจากคุณสมบัติที่กล่าวมาแล้ว DS89C420 ยังมีคุณสมบัติพิเศษอื่นที่น่าสนใจ ได้แก่มีตัวชี้ตำแหน่งข้อมูล (data pointer) 2 ตัวพร้อมฟังก์ชันการเพิ่ม/ลดค่าและการสลับการทำงานโดยอัตโนมัติ, มีพอร์ตอนุกรมเพิ่มเป็น 2 พอร์ต, มีระบบวอตช์ด็อกเพื่อป้องกันโปรแกรมทำงานค้าง, มีแหล่งกำเนิดสัญญาณอินเตอร์รัปต์ถึง 13 แหล่ง (6 แหล่งจากภายนอก) โดยกำหนดระดับความสำคัญในการอินเตอร์รัปต์ได้ 5 ระดับ และระบบรีเซตเมื่อระดับไฟเลี้ยงวงจรลดลงต่ำกว่าค่าที่กำหนด เพื่อรับประกันความถูกต้องของผลการทำงานที่ได้

2.3.2 การสื่อสารอนุกรมในไมโครคอนโทรลเลอร์

ในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS –51 จะมีพอร์ตสื่อสารอนุกรมที่ทำงานแบบฟูลดูเพล็กซ์ หรือรับส่งข้อมูลได้ในเวลาเดียวกันซึ่งจะใช้ขา TXD สำหรับเป็นขาส่งข้อมูล และขา RXD เป็นขาสำหรับรับข้อมูล และมีรีจิสเตอร์ SBUF ใช้เป็นบัฟเฟอร์สำหรับรับและส่งข้อมูลอนุกรม จากพอร์ตสื่อสารอนุกรมนี้เราสามารถใช้ในการสื่อสารกับคอมพิวเตอร์ภายใต้มาตรฐาน RS232, RS422 หรือ RS485 ได้ด้วยการเพิ่มไอซีช่วยเหลือการทำงานเข้ากับวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์

ในการสื่อสารข้อมูลของพอร์ตอนุกรมแบบอะซิงโครนัส (Asynchronous) เพื่อรับหรือส่งข้อมูลจะเป็นลักษณะของกลุ่มข้อมูล ดังนั้นอัตราความเร็วจะต้องมีค่าเท่ากันระหว่างการรับและการส่ง โดยทั่วไปเราจะระบุความเร็วของจำนวนบิตในการรับและส่งข้อมูล เป็นจำนวนของบิตที่จะส่งใน 1 วินาที โดยเรียกความเร็วในการส่งข้อมูลว่าบอร์ดเรต (Baud Rate) ซึ่งมีหน่วยเป็นบิตต่อวินาที เช่น 300, 1200, 2400, 4800 และ 9600 บิตต่อวินาทีในรูปที่ 2.13 ถ้าหากมีการส่งข้อมูลด้วยความเร็ว 9600 บิตต่อวินาทีจะใช้เวลาในการรับส่งข้อมูลหนึ่งบิตมีค่าเท่ากับ 1/9600 หรือ 104.1 ไมโครวินาที และเวลาในการรับส่งข้อมูลทั้ง 8 บิตจะมีค่าเท่ากับ 8×104.1 หรือ 832.8 ไมโครวินาที

รูปที่ 2.13 การส่งข้อมูลแบบอนุกรมด้วยความเร็ว 9600 บิตต่อวินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

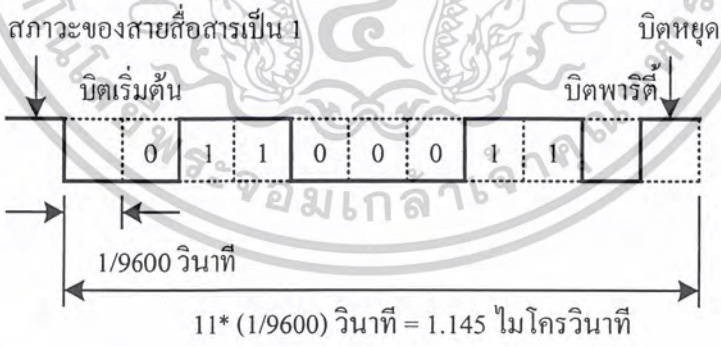
การสื่อสารข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโครนัส เป็นวิธีการรับและส่งข้อมูลโดยไม่ต้องอาศัยสัญญาณนาฬิกาส่งร่วมไปด้วย แต่จะใช้อัตราความเร็วของจำนวนข้อมูลต่อวินาทีและจะทำการเพิ่มบิตข้อมูลบางอย่างร่วมไปกับการส่งข้อมูลจริงเพื่อจะได้ทำการตรวจสอบข้อมูลได้อย่างถูกต้องมากยิ่งขึ้นแสดงดังรูปที่ 2.14 ซึ่งประกอบด้วยกัน 4 ส่วนคือ

1) บิตเริ่มต้น (Start Bit) จะมีขนาด 1 บิตจะเป็นละดับลอจิกตรงกันข้ามกับระดับลอจิกของสภาวะสายสื่อสารขณะที่ยังไม่มีการส่งข้อมูล

2) บิตข้อมูล (Data Bit) จะเริ่มจากบิตที่มีนัยสำคัญต่ำสุดก่อนหรือบิต LSB

3) บิตแสดงสภาวะเลขคู่หรือเลขคี่ (Parity Bit) มีขนาด 1 บิต โดยบิตนี้จะนำไปต่อท้ายกับบิตข้อมูล ค่าของบิตนี้ขึ้นอยู่กับจำนวนค่าของข้อมูลที่เป็น "1" โดยเลือกการส่งข้อมูลเป็นแบบ พาริตี้คู่หรือพาริตี้คี่ ตัวอย่างถ้ากำหนดให้มีการส่งข้อมูลแบบพาริตี้คู่แต่ข้อมูลมีเลข "1" เป็นจำนวนคี่ ก็จะให้บิตพาริตี้นี้เป็น "1" เพื่อจะได้จำนวนเลข "1" เป็นคู่นั้นเอง ทำนองเดียวกันทางด้านรับเองก็ต้องมีการตรวจสอบจำนวนข้อมูลที่รับเข้ามาเป็น "1" รวมทั้งบิตพาริตี้ 1 บิต ถ้ามีค่า "1" เป็นจำนวนคู่แสดงว่าข้อมูลที่รับเข้ามาถูกต้อง (สามารถกำหนดการรับและส่งข้อมูลเป็นแบบ none โดยไม่ต้องมีการตรวจสอบพาริตี้บิตก็ได้)

4) บิตสุดท้ายหรือบิตหยุด (Stop Bit) เป็นการระบุถึงขอบเขตของการสิ้นสุดข้อมูล โดยจะทำให้ขาข้อมูลมีสถานะลอจิกเป็น "1" ซึ่งอาจมีจำนวนมากกว่า หนึ่งบิตก็ได้



รูปที่ 2.14 การส่งข้อมูลขนาด 8 บิตแบบอนุกรมพร้อมด้วยบิตเริ่มต้น, บิตพาริตี้ และ บิตหยุด ด้วยความเร็ว 9600 บิตต่อวินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 โมเด็มและคำสั่งที่ใช้ติดต่อกับโมเด็ม

โมเด็ม (Modem) เป็นคำที่ร่วมกันระหว่างคำว่ามอดูเลเตอร์ (Modolator) และคำว่าดีมอดูเลเตอร์ (Demodulator) การมอดูเลตคือ การส่งสัญญาณโดยใช้ความถี่คลื่นพาห์ (carrier) ด้วยการนำเอาสัญญาณเบสแบนด์ที่แทนข้อมูลมาเปลี่ยนขนาดแอมปลิจูด เฟสหรือความถี่อย่างใดอย่างหนึ่งหรือทั้งขนาดแอมปลิจูดและเฟส และการดีมอดูเลตคือขบวนการนำเอาสัญญาณเบสแบนด์กลับมาจากการส่งกลับคลื่นพาห์ สำหรับโมเดมนั้นอาจนะใช้กับช่องสัญญาณโทรศัพท์ ช่องสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่หรือช่องสัญญาณดาวเทียม โดยตัวของโมเด็มนั้นในมาตรฐานของ ITU เรียกว่าอุปกรณ์สื่อสารข้อมูล (Data Communication Equipment: DCE) รับข้อมูลมาจากคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์ปลายทางรับส่งข้อมูล (Data Terminal Equipment: DTE) โดยการเชื่อมต่อระหว่าง DTE และ DCE จะเชื่อมต่อโดยวงจรเชื่อมต่อที่กำหนดเป็นมาตรฐานเช่น RS-232

รูปที่ 2.15 แสดงการเชื่อมต่อระหว่าง DTE และ DCE (โมเด็ม)

สำหรับความหมายของโมเด็มสำหรับช่องสัญญาณโทรศัพท์ นอกจากทำหน้าที่มอดูเลตและดีมอดูเลตแล้วในส่วนของอุปกรณ์ DCE ยังประกอบด้วยวงจรที่ทำหน้าที่เปลี่ยนการส่งในโหมดการส่งแบบอซิงโครไนซ์ของ DTE ให้เป็นการส่งแบบซิงโครไนซ์ของ DTE ให้เป็นการส่งแบบซิงโครไนซ์ วงจรบีบอัดข้อมูล, วงจรบีบอัดข้อมูล, วงจรแก้ไขการผิดพลาดล่วงหน้า และก่อนที่มอดูเลตจะมีวงจรกวนสัญญาณเพื่อไม่ให้บิต "0" หรือ บิต "1" เกิดติดกันยาว ๆ เพื่อจัดให้ดิสครีสสเปกตรัมของสัญญาณเกิดขึ้นเหมาะสมกับช่องสัญญาณ

สำหรับการติดต่อกับโมเด็มได้นั้นจะต้องมีคำสั่งตามมาตรฐานบริษัทที่ผลิตโมเด็ม ได้ตกลงและกำหนดขึ้นมาใช้ซึ่งเรียกกันว่า AT Command เพื่อที่จะสามารถส่งคำสั่ง สำหรับการควบคุมหรือรับข้อมูลจากโมเด็ม อาจจะมีบางคำสั่งที่อาจต่างกันทั้งนี้สามารถดูรูปแบบคำสั่งได้จากคู่มือของโมเด็มแต่ละรุ่น สำหรับคำสั่งที่ใช้หลัก ๆ มีดังตารางที่ 2.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.8 ตัวอย่างการทำงานของ AT Command

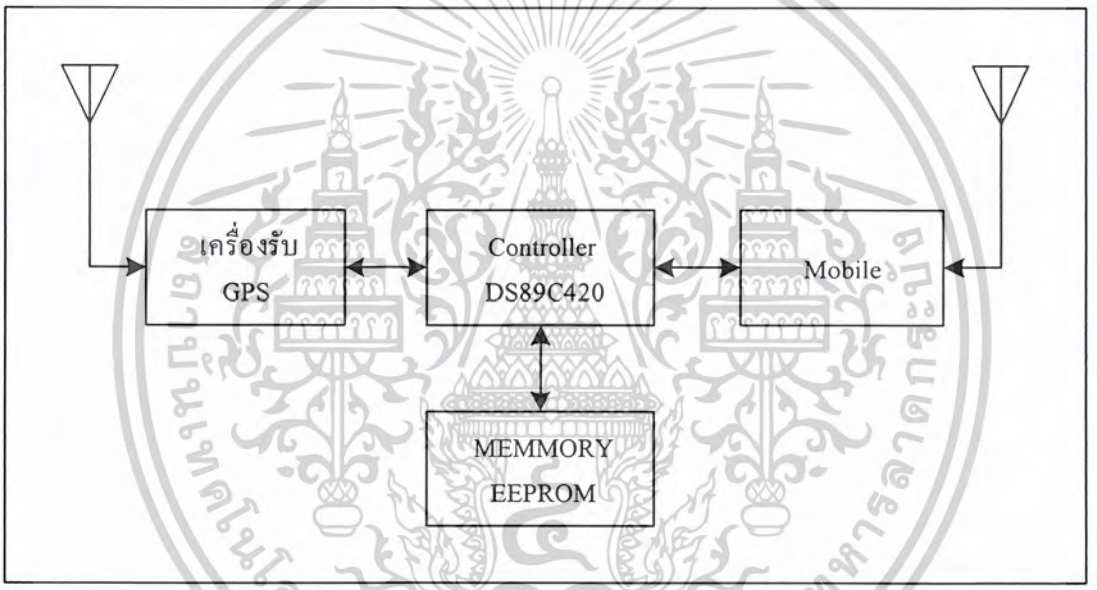
AT Command	การทำงานของคำสั่ง
ATZ	รีเซทโมเด็ม
ATA	รับสาย
ATH	วางสาย
ATDT	สั่งโทรออก (ตามด้วยหมายเลขโทรศัพท์)
+++	เปลี่ยนโหมดข้อความเป็นโหมดคำสั่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบและการสร้าง

3.1 หลักการทำงานและโครงสร้างของส่วนเครื่องรับตำแหน่งเส้นทางยานพาหนะ

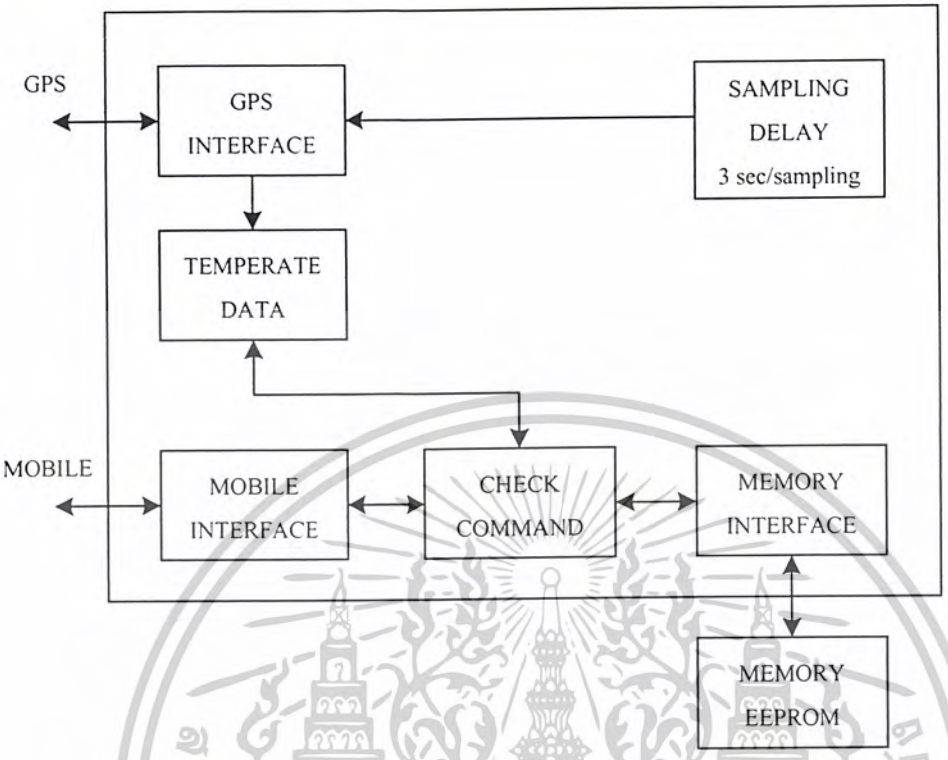
ในส่วนของภาคเครื่องรับตำแหน่งเส้นทางยานพาหนะเป็นส่วนที่จะต้องติดตั้งไปกับยานพาหนะ มี ส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์ DS89C420 เป็นตัวควบคุมการทำงาน ดังที่ได้แสดงโครงสร้างโดยรวมของส่วนเครื่องรับตำแหน่งเส้นทางยานพาหนะดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 โครงสร้างระบบของเครื่องรับตำแหน่งเส้นทางยานพาหนะ

หลักการทำงานของเครื่องรับตำแหน่งเส้นทางยานพาหนะเป็นการนำเอาไมโครคอนโทรลเลอร์มาประยุกต์ใช้ในการเก็บตำแหน่งเส้นทาง เพื่อที่จะสามารถตรวจสอบได้ว่าตอนนี้ยานพาหนะอยู่ ณ ตำแหน่งใด ไมโครคอนโทรลเลอร์จะเก็บตำแหน่งละติจูด ลองจิจูดและเวลา หรือสามารถเลือกเก็บค่าต่างๆ ได้ตามการนำเอาไปใช้งานเอาไว้ใน EEPROM เพื่อที่จะสามารถดูข้อมูลย้อนหลังได้ ดังบล็อกไดอะแกรมในรูปที่ 3.2 แสดงส่วนการทำงานของ ไมโครคอนโทรลเลอร์ DS89C420

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 บล็อกไดอะแกรมแสดงการทำงานภายในของ DS89C420

การทำงานของแต่ละบล็อกมีได้ดังนี้

GPS Interface เป็นส่วนที่เชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์เข้ากับเครื่องรับ GPS ซึ่งเครื่องรับ GPS จะทำการส่งข้อมูลเป็นรูปแบบของการสื่อสารแบบอนุกรมในระดับสัญญาณ TTL ด้วยบอร์ดเรต (broad rate) 4800 บิตต่อวินาที และโดยทั่วไปจะทำการส่งทุก ๆ 1 วินาที

Sampling Delay ค่านี้เกิดจากการตั้งค่าในเครื่องรับGPS ในการส่งว่าไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องการรับข้อมูลพิกัดตำแหน่งทุก ๆ กี่วินาที และสามารถกำหนดค่าที่ส่งออกมาให้เช่น GGL, RMC ในโครงงานนี้กำหนดให้ส่งทุก 3 วินาที

Temperate Data เป็นค่าข้อมูลที่รับเข้ามา ณ เวลาปัจจุบันเก็บอยู่ในบัฟเฟอร์ เพื่อใช้ในการเลือกโหมดการส่งข้อมูลแบบเวลาจริง (Real Time) ในส่วนนี้ข้อมูลที่รับเข้ามาเก็บใน Temperate Data จะมีการตรวจสอบถ้าเป็นศูนย์ทั้งหมดจะไม่ทำการเก็บเข้า Temperate Data (เป็นศูนย์ทั้งหมดหมายถึง GPS รับสัญญาณไม่ได้)

Memory Interface เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ในการเชื่อมต่อกับ EEPROM เข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์โดย EEPROM จะทำหน้าที่เก็บข้อมูลที่เกิดการเปลี่ยนแปลงของการเคลื่อนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

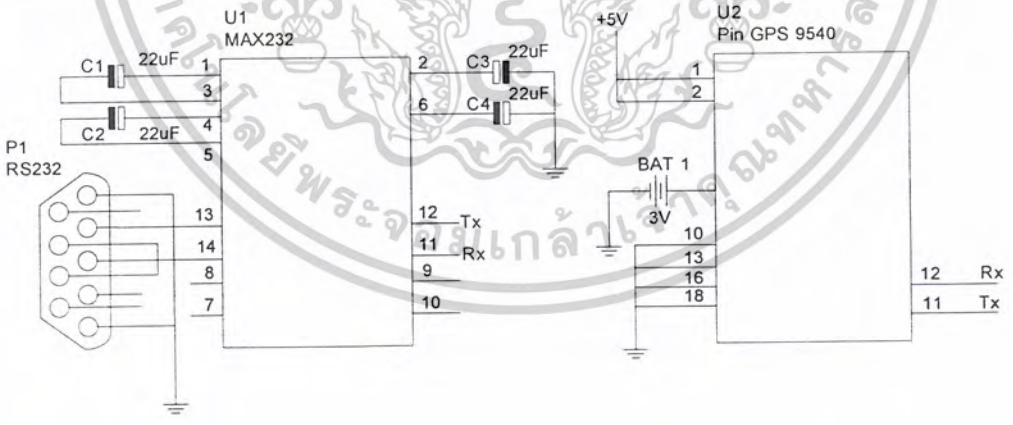
Mobile Interface เป็นส่วนที่ใช้ติดต่อกับมือถือเพื่อทำการส่งและรับข้อมูลระหว่างกันทำการส่งข้อมูลเลือกได้ว่าต้องการต้องการข้อมูลย้อนหลังหรือต้องการข้อมูลตำแหน่งยานพาหนะ ณ เวลาปัจจุบัน

Check Command เป็นส่วนที่ตรวจสอบข้อมูลที่รับมาจากมือถือว่าต้องการข้อมูลในโหมดใด ถ้าต้องการข้อมูลปัจจุบันจะดึงข้อมูลจาก Temperate Data แต่ถ้าต้องการข้อมูลย้อนหลังด้วยจะดึงข้อมูลจาก EEPROM จากนั้นจะไปดึงข้อมูลจาก Temperate Data

3.2 ส่วนของวงจรการทำงาน

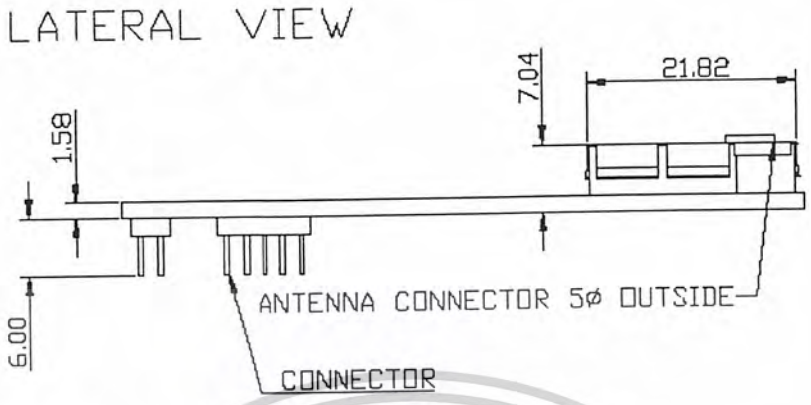
3.2.1 การเชื่อมต่อกับส่วนของโมดูลเครื่องรับ GPS

ในการเชื่อมต่อตัวเครื่องรับ GPS เข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์นั้นจำเป็นจะต้องเชื่อมต่อผ่าน IC MAX-232 เพื่อปรับระดับสัญญาณให้เหมาะสม ซึ่งขาสัญญาณที่จะใช้จากตัวเครื่องรับ GPS ในงานนี้เราจะใช้ขา RXA ในการส่งข้อมูลเข้ากับตัวเครื่องรับ GPS ใช้ขา TXA เพื่อรับข้อมูลจากตัวเครื่องรับ GPS และขา GND แต่ถ้าเชื่อมต่อ GPS เข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นไม่จำเป็นต้องผ่านตัวไอซี MAX-232 แต่อย่างใดเนื่องจากสัญญาณที่ส่งออกมาจากเครื่องรับนั้นเป็นสัญญาณที่เป็นระดับ TTL อยู่แล้ว



รูปที่ 3.3 การเชื่อมต่อโมดูล GPS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 รายละเอียดตัวบอร์ดเครื่องรับ GPS

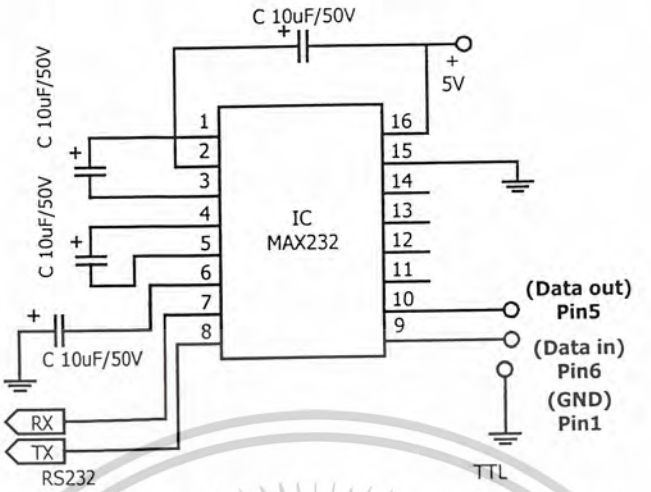
3.2.2 การทำงานและการเชื่อมต่อเข้ากับโทรศัพท์มือถือ

ในส่วนนี้ได้ใช้โทรศัพท์มือถือของซีเมนส์ (SIMENS) ในตระกูล C35/M35/S35 เป็นหลัก เพราะภายในเครื่องโทรศัพท์ มีโมเด็มอยู่ในตัว ซึ่งหากต้องการเชื่อมต่อกับโทรศัพท์ของบริษัทอื่น หรือรุ่นอื่นจะต้องใช้วงจรเชื่อมต่อที่ใช้กับรุ่นนั้น ๆ

วงจรโมบายล์อินเตอร์เฟสนี้จะทำหน้าที่ต่อเชื่อมระหว่างคอมพิวเตอร์กับโทรศัพท์มือถือ โดยอาศัยหลักการเปลี่ยนสัญญาณที่ออกมาจากคอมพิวเตอร์ ซึ่งก็คือจากพอร์ตอนุกรม RS-232 ให้เหมาะสมกับสัญญาณที่จะส่งเข้าโทรศัพท์มือถือ ซึ่งเป็นระดับแรงดันสัญญาณแบบ TTL และเปลี่ยนสัญญาณที่ออกจากโทรศัพท์มือถือให้เหมาะสมกับคอมพิวเตอร์เช่นเดียวกัน หัวใจหลักของวงจรนี้ก็คือ IC MAX232 ซึ่งวงจรจะแสดงในรูปที่ 3.5 ซึ่งเป็นวงจรเดียวกันกับสายดาต้าลิ้งค์ ที่มีขายตามร้านโทรศัพท์ทั่วไปหรือจะต่อใช้งานเองได้ดังรูปวงจรที่ 3.5

เรามาพิจารณาในการทำงานสื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์กับโทรศัพท์มือถือได้อย่างไรจากวงจรหัวใจหลักของงานนี้ก็คือ ไอซีของ MAXIM เบอร์ MAX-232 เป็นไอซีที่ถูกออกแบบมาให้ทำหน้าที่เปลี่ยนระดับสัญญาณ TTL เป็นระดับสัญญาณ RS-232 หรือทำงานกลับกันได้ ซึ่งแสดงตำแหน่งของขาต่างๆ และวงจรการทำงานภายในเราจะเห็นได้ว่ามีวงจรรับและส่งสัญญาณอยู่ 2 ชุด เพื่อติดต่อสื่อสารกันระหว่างสัญญาณทั้งสองแบบตามที่กล่าวมา อีกทั้งภายในยังมีวงจรโวลต์เตจดับเบลอร์ (VOLTAGE DOUBLER) และวงจรอินเวอร์เตอร์เพื่อยกระดับแรงดันและเปลี่ยนแปลงแรงดันเป็นค่าที่ต้องการตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 วงจรเชื่อมต่อโทรศัพท์มือถือเข้ากับคอมพิวเตอร์

พื้นฐานการทำงานของวงจรโมบายอินเตอร์เฟส โดยปกติเครื่องคอมพิวเตอร์จะมีพอร์ตที่ใช้สื่อสารข้อมูลกับอุปกรณ์ภายนอกได้หลายทาง แต่ที่นิยมใช้จะเป็นพอร์ตสื่อสารแบบอนุกรม หรือพอร์ต RS-232 ซึ่งแรงดันสัญญาณจากพอร์ตอนุกรมจะประกอบไปด้วยแรงดัน 2 ระดับคือ +12VDC และ –12VDC โดย +12V แทนสภาวะลอจิก “0” และ -12V แทนสภาวะลอจิก “1” ส่วนระดับแรงดันสัญญาณ TTL จะประกอบไปด้วยระดับแรงดัน 5V และ 0V ซึ่งแทนสภาวะลอจิก “1” และ “0”

ดังนั้นเมื่อทำการต่อวงจรเข้าระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับโทรศัพท์มือถือ และรันโปรแกรมนั้นวงจรการติดต่อสื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์กับโทรศัพท์มือถือจึงเกิดขึ้น สัญญาณจากพอร์ต RS-232 ซึ่งเป็นสัญญาณส่งออก (TX) จากคอมพิวเตอร์จะมีแรงดัน –12VDC หรือ +12VDC ออกมาตามสภาวะ “1” หรือ “0” เมื่อมาเข้าที่ไอซี MAX-232 ที่ขา 8 ก็จะทำการเปลี่ยนแรงดัน RS-232 เป็น TTL คือ 5V กับ 0V ตามค่าลอจิกของข้อมูลออกไปยังขา 9 ไปเข้าเครื่องโทรศัพท์มือถือ

ในทางกลับกันจากเครื่องโทรศัพท์มือถือซึ่งส่งสัญญาณ TTL ออกมา ก็จะถูกต่อมาเข้าที่ขา 10 ของ ICMAX เพื่อทำการแปลงรูปแรงดันสัญญาณ TTL ให้เป็น RS-232 ส่งออกมาทางขา 7 มาเข้าขารับสัญญาณ (RX) คือขา 2 ของพอร์ตอนุกรมซึ่งใช้คอนเน็กเตอร์ชนิด DB-9 โดยคุณสมบัติของไอซี MAX-232 ตัวนี้จะมีทั้งขารับหรือส่งสัญญาณโทรศัพท์มือถือมายังคอมพิวเตอร์ที่ใช้มาตรฐาน RS-232 ตัวไอซีอาศัยแรงดันจากเครื่องคอมพิวเตอร์เป็นตัวจ่ายไฟให้จากพอร์ตอนุกรมจากขาสัญญาณ DTR และ RTS จะมีแรงดันไฟมาป้อนให้กับวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนขา 1, 2, 3 และ 16 ซึ่งมี C4, C5 ค่า $10\mu F$ จะเป็นวงจรที่ทำให้แรงดัน +5V เป็น –12V หรือเรียกว่า โวลต์เตจดับเบลอร์ ในส่วนขา 4, 5 และ 6 ที่มี C6, C7 ค่า $10\mu F$ ด้วยเช่นกัน ต่ออยู่จะเป็นวงจรที่ทำให้แรงดัน 0V กลายเป็น +12V นั่นเอง

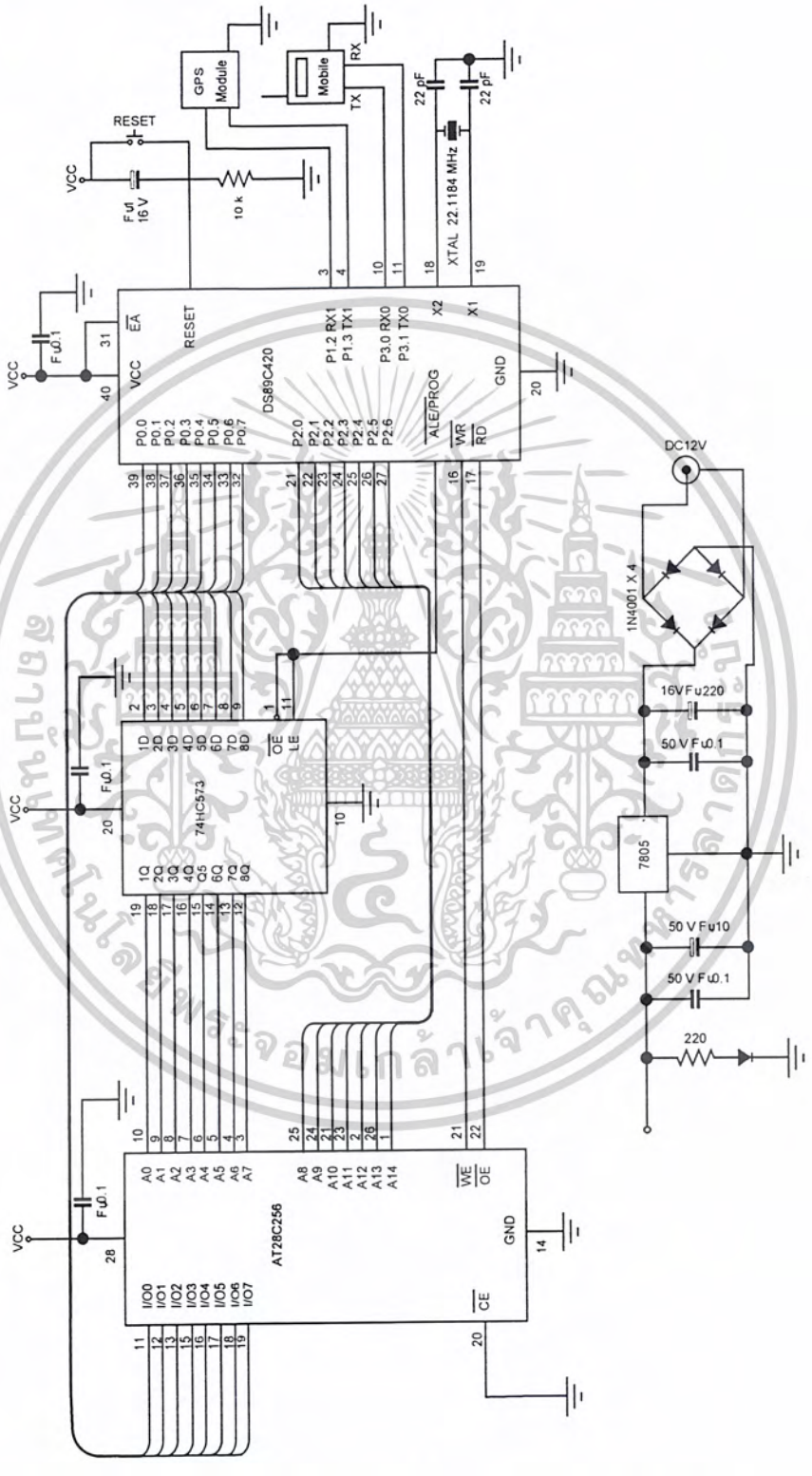
การทำงานในส่วนของวงจรก็จะเป็นไปตามนี้ ซึ่งถ้าต้องการเชื่อมต่อโทรศัพท์มือถือเข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์นั่นก็สามารถเชื่อมต่อได้โดยตรง โดยไม่ต้องผ่าน ไอซี MAX-232 แต่อย่างใดซึ่งในรูปที่ 3.10 แสดงหน้าที่แต่ละขาของขั้วแจ๊คโทรศัพท์มือถือซีเมนส์ในรุ่น C35/M35/S35 ซึ่งจะใช้ ขาที่ 1, 5 และ 6 ในการเชื่อมต่อเข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์

PIN 1 GND
PIN 5 Data sent
PIN 6 Data received

รูปที่ 3.6 ขาสัญญาณของโทรศัพท์มือถือซีเมนส์ รุ่น C35/M35/S35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 วงจรรวมของเครื่องรับตำแหน่งเส้นทางยานพาหนะ

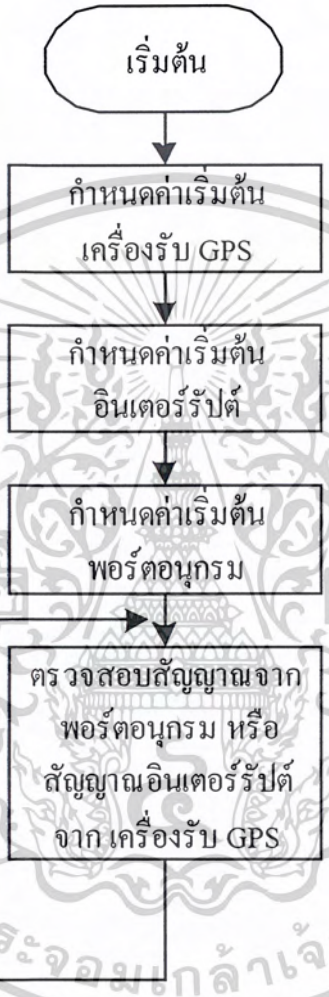


รูปที่ 3.7 วงจรรวมของเครื่องรับตำแหน่งเส้นทางตำแหน่งยานพาหนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 โปรแกรมแสดงขั้นตอนการทำงานในส่วนเครื่องรับตำแหน่งเส้นทางยานพาหนะ

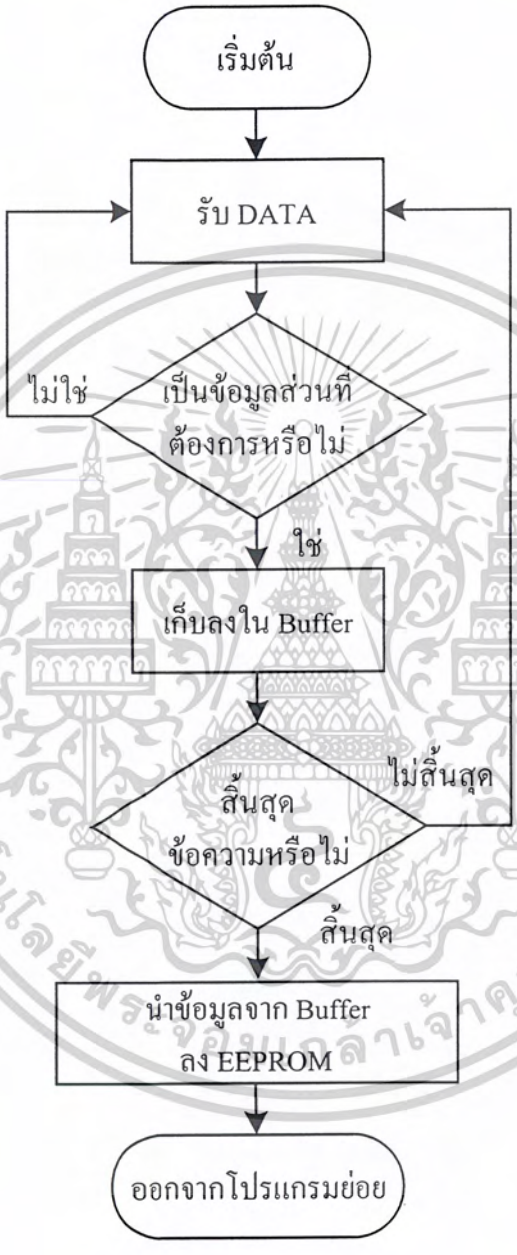
3.3.1 โปรแกรมหลัก



รูปที่ 3.8 ส่วนการทำงานของโปรแกรมหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

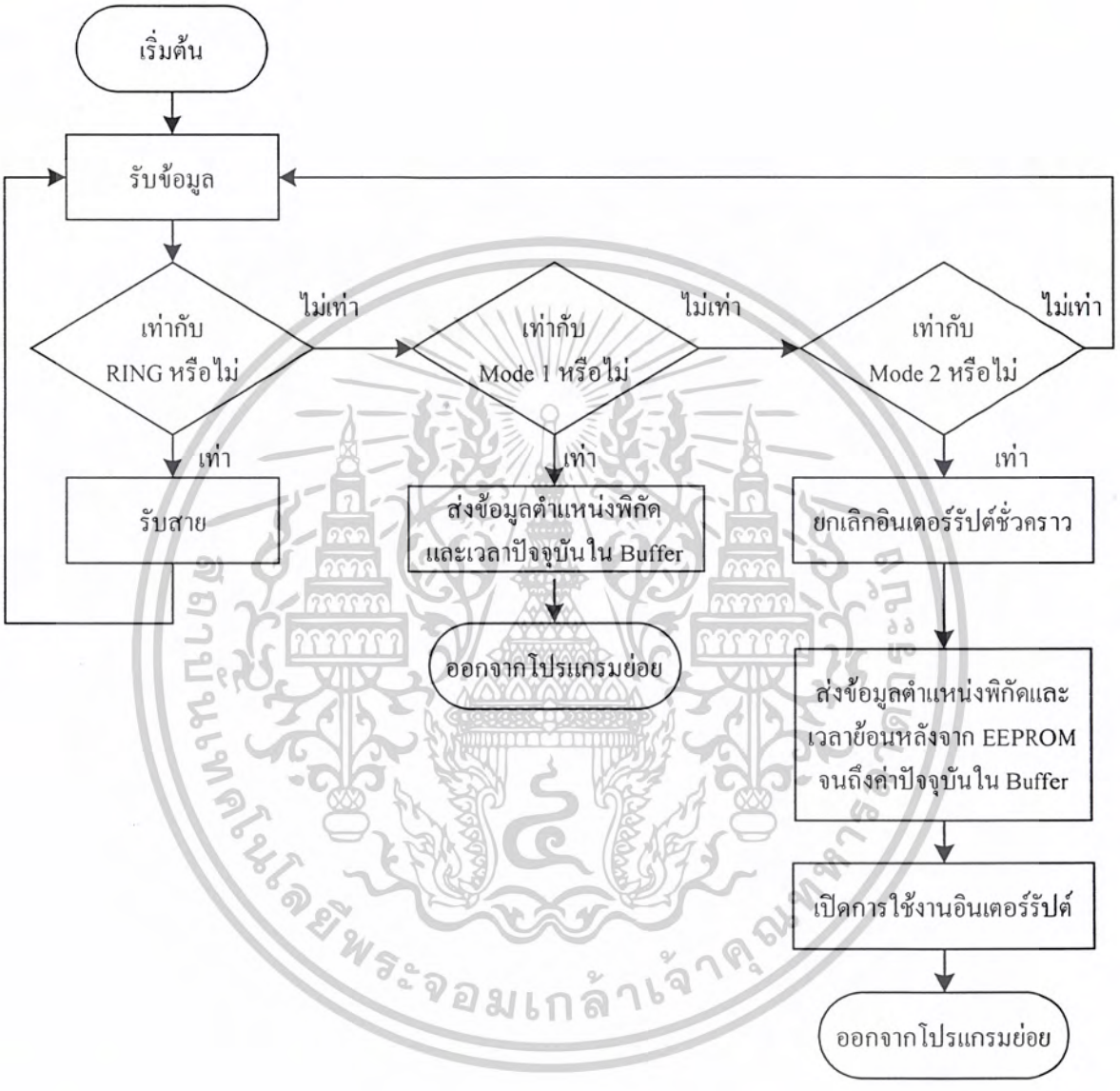
3.3.2 โปรแกรมย่อยเมื่อเกิดอินเตอร์รัพต์จากพอร์ตอนุกรมศูนย์ (ต่อกับเครื่องรับ GPS)



รูปที่ 3.9 ส่วนการทำงานของโปรแกรมย่อยเมื่อเกิดอินเตอร์รัพต์
จากพอร์ตอนุกรมศูนย์ (ต่อกับเครื่องรับ GPS)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 โปรแกรมย่อยเมื่อเกิดอินเตอร์รัพต์จากพอร์ตอนุกรมหนึ่ง (ต่อกับโทรศัพท์มือถือ)



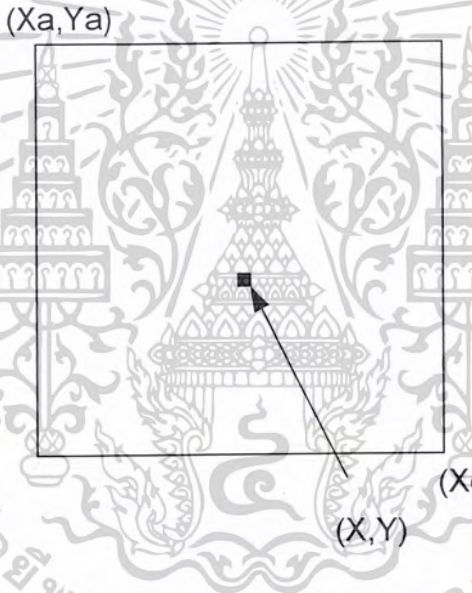
รูปที่ 3.10 ส่วนการทำงานของโปรแกรมย่อยเมื่อเกิดอินเตอร์รัพต์จากพอร์ตอนุกรมหนึ่ง (ต่อกับโทรศัพท์มือถือ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การนำพิกัดจาก GPS มาแสดงผลบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ในพิกัด x,y

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

เริ่มจากการกำหนดจุดตรึงขึ้นมาอย่างน้อย 2 จุด เพื่อใช้เป็นจุดอ้างอิงซึ่งแต่ละจุดในจุดนี้จะต้องอยู่บนโลกจริงๆ ซึ่งถูกระบุในหน่วย องศา/ลิปดา กับจุดที่อยู่บนแผนที่ซึ่งถูกเก็บไว้บนคอมพิวเตอร์ซึ่งถูกระบุไว้ในหน่วยพิกเซลดังรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 การกำหนดจุดอ้างอิงบนพื้นโลก

ในส่วนการกำหนดจุดอ้างอิงบนแผนที่ในคอมพิวเตอร์ดังรูปที่ 3.12 กำหนดให้

Xa,Ya คือค่าลองติจูดและละติจูดที่จุดอ้างอิง A (มุมบนซ้ายของแผนที่)

Xb,Yb คือค่าลองติจูดและละติจูดที่จุดอ้างอิง B (มุมบนขวาของแผนที่)

Xc,Yc คือค่าลองติจูดและละติจูดที่จุดอ้างอิง C (มุมล่างซ้ายของแผนที่)

X,Y คือค่าลองติจูดและละติจูด ณ ตำแหน่งปัจจุบันที่เครื่องรับจีพีเอสอยู่

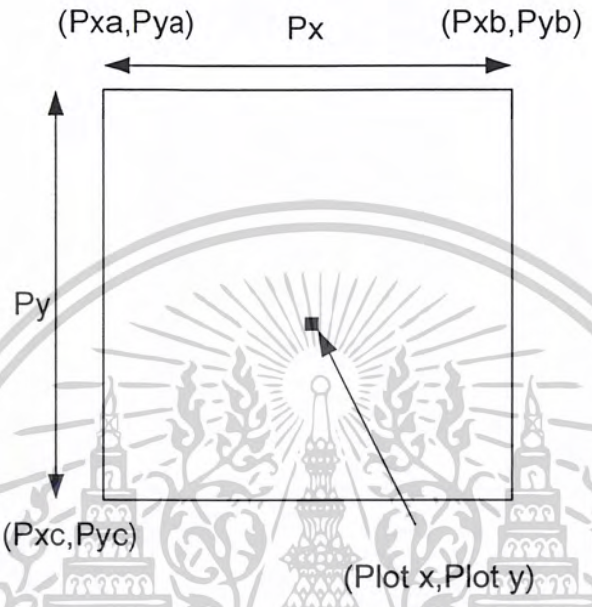
Pxa,Pya คือค่าของพิกเซลในแนวแกน x และ y ที่จุดอ้างอิง A

Pxb,Pyb คือค่าของพิกเซลในแนวแกน x และ y ที่จุดอ้างอิง B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pxc,Pyc คือค่าของพิกเซลในแนวแกน x และ y ที่จุดอ้างอิง C

Plot x,Plot y คือค่าของพิกเซลในแกน x และ y ณ ตำแหน่งปัจจุบันที่เครื่องรับอยู่



รูปที่ 3.12 การกำหนดจุดอ้างอิงบนแผนที่ในคอมพิวเตอร์

สมการที่ใช้ในการแปลงหน่วยของพิกัด จากค่าองศา/ลิปดา ไปเป็นค่าพิกเซลมีดังนี้คือ

Px = | Pxb – Pxa | ; คือค่าผลต่างของพิกเซลระหว่างจุด A และจุด B เป็นความกว้างของขนาดแผนที่ในคอมพิวเตอร์

Py = | Pxa – Pxc | ; คือค่าผลต่างของพิกเซล ระหว่างจุด A และจุด C เป็นความสูงของขนาดแผนที่ในคอมพิวเตอร์

Plot x = Pxa + [[(X - Xa) * Px] / | Xa – Xb |]

Plot y = Pya + [[(Ya -Y) * Py] / | Ya – Yc |]

เมื่อค่า Plot x และ Plot y คือค่าพิกัดตำแหน่งที่สามารถนำไป Plot ลงบนแผนที่บนคอมพิวเตอร์

จากหน่วยในพิกัดละติจูด/ลองติจูด กับระบบพิกเซลในคอมพิวเตอร์เป็นคนละหน่วยกัน ดังนั้นต้องมีการแปลงค่า x กับค่า y ในพิกัดพิกเซลโดยทุก 60 ฟิลิปดาเป็น 1 ลิปดาดังนั้นจะต้องปรับค่า x และ y ให้ถูกต้องด้วย

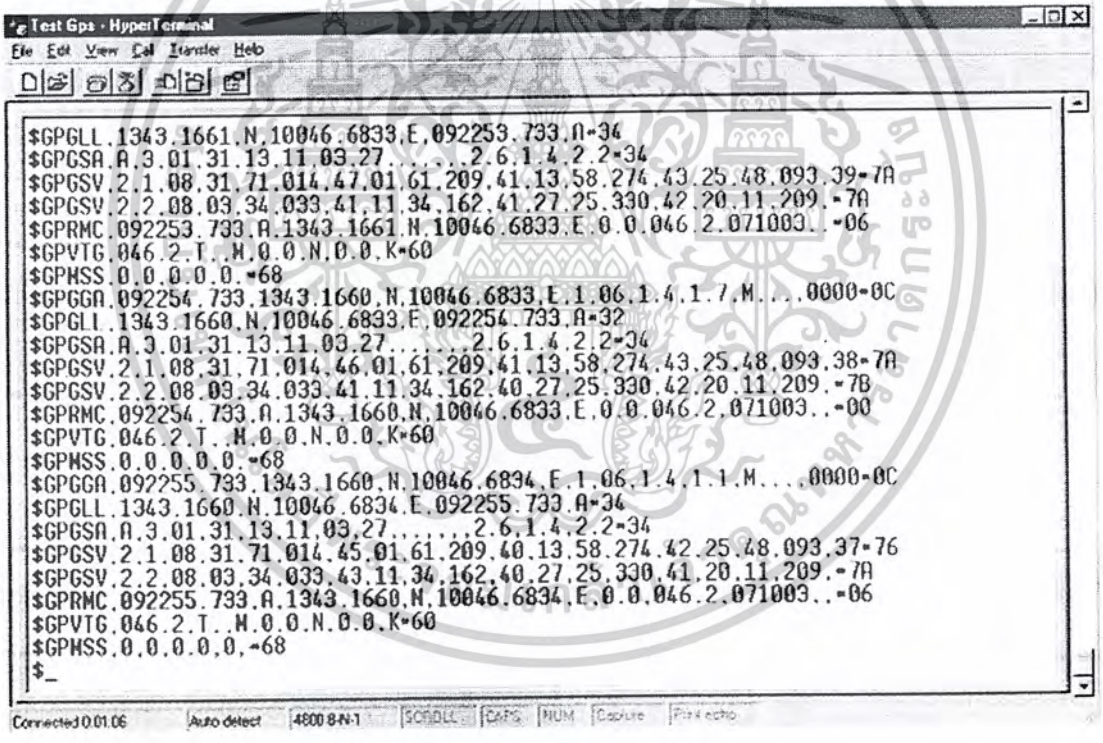
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ทดสอบการรับค่าจากโมดูลเครื่องรับ GPS

ทำการทดลองการรับข้อมูลจากเครื่องรับสัญญาณ GPS โดยต่อโดยตรงจาก GPS กับเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ตอนุกรม โดยใช้โปรแกรม Hyper Terminal ในการรับค่าเข้ามาทางพอร์ตอนุกรมและแสดงผล โมดูลเครื่องรับ GPS จะส่ง NMEA Message ตามมาตรฐานของ NMEA 0183 ดังรูปที่ 4.1 ซึ่งได้ทำการทดสอบในวันที่ 7 ตุลาคม พ.ศ. 2546 ณ ซอยข้างไปรษณีย์เจ้าคุณทหาร เขตลาดกระบัง

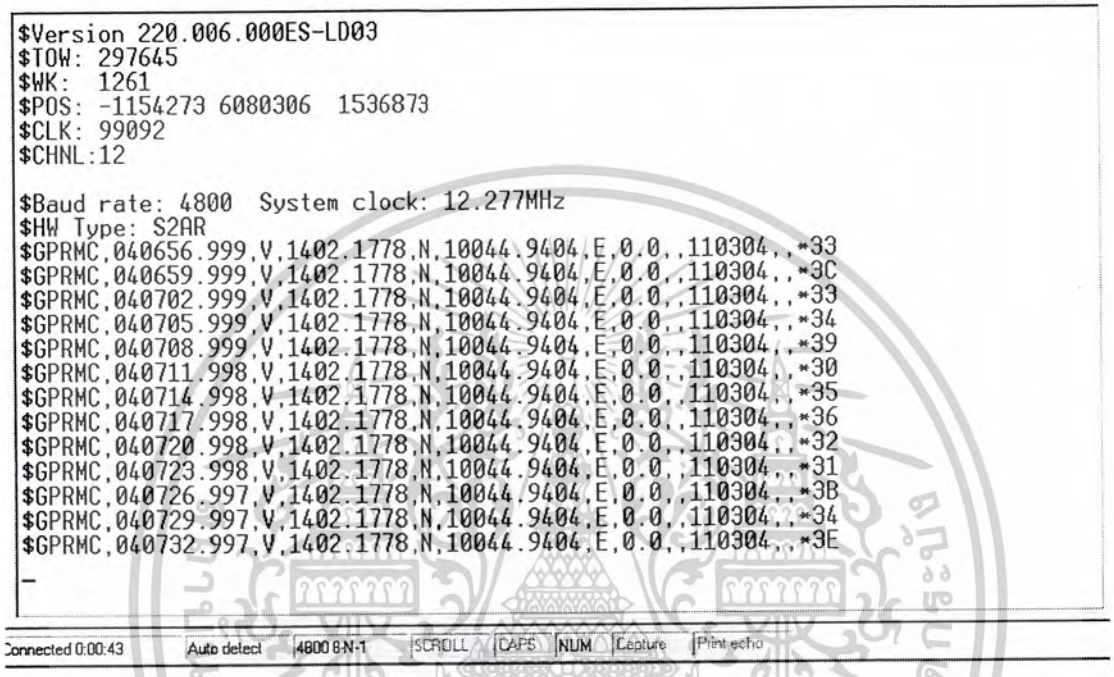


รูปที่ 4.1 ผลรับข้อมูลจากเครื่องรับ GPS ด้วยโปรแกรม Hyper Terminal

ในการรับข้อมูลจากโมดูลเครื่องรับ GPS เราสามารถเลือกรูปแบบเฉพาะข้อมูลของเรคอร์ดที่ต้องการได้ว่าต้องการให้ข้อมูลในเรคอร์ดใดออกมาจากพอร์ตโดยการตั้งค่าที่โมดูลของเครื่องรับ GPS แต่ละรุ่น ในโครงงานนี้เลือกใช้เฉพาะเรคอร์ด $GPRMC อย่างเดียวเพราะสามารถบอกถึงค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วันที่และเวลา สถานะในการรับสัญญาณตำแหน่งพิกัดละติจูดและลองติจูด ทิศทาง ความเร็ว ครบตามที่ต้องการดังรูปที่ 4.2 ผลจากโปรแกรม Hyper Terminal โดยตั้งค่าความเร็วในการรับส่งข้อมูลไว้ที่ 4800 บิตต่อวินาที

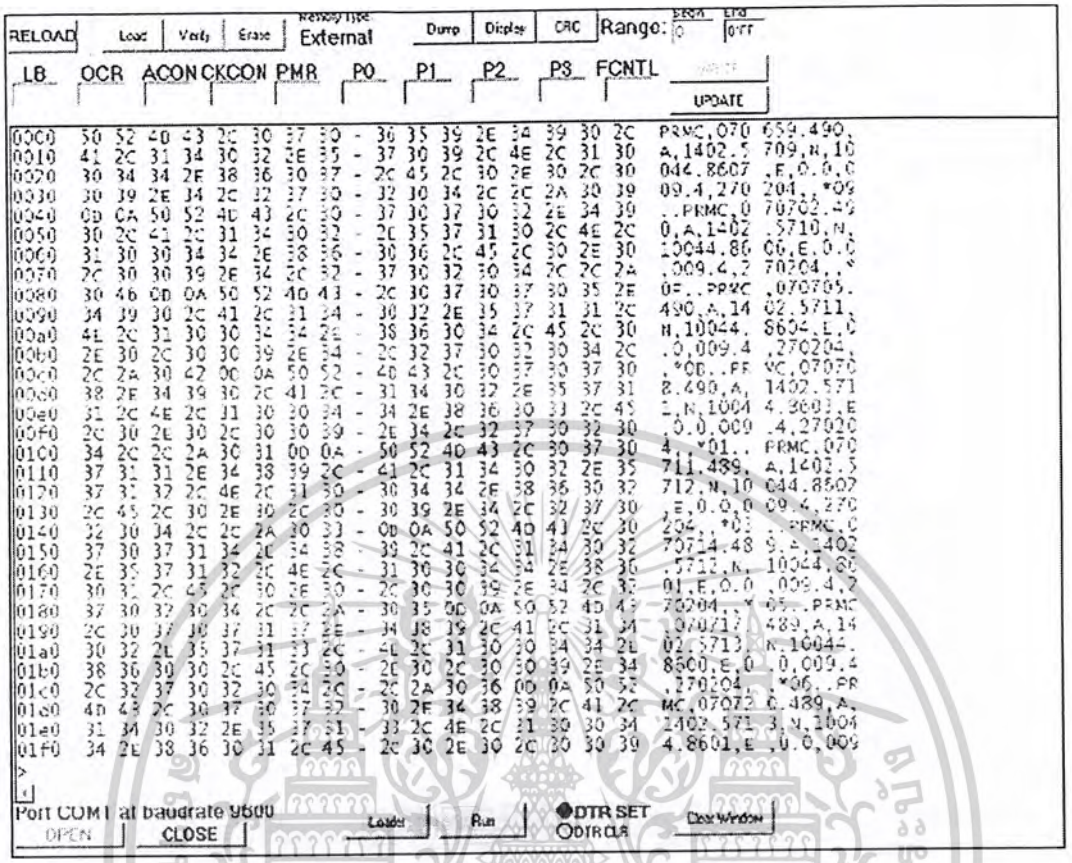


รูปที่ 4.2 ข้อมูลที่รับจากโมดูลเครื่องรับ GPS เมื่อผ่านการตั้งค่าให้ส่งข้อมูลออกมาเฉพาะเรคอร์ด $GPRMC

4.2 ผลการทดลองการตัดคำของไมโครคอนโทรลเลอร์

เมื่อมีสัญญาณข้อมูลจากเครื่องรับสัญญาณ GPS เข้ามาในไมโครคอนโทรลเลอร์ จะทำการตรวจเช็คข้อมูลพิกัดที่เป็น $GPRMC จากนั้นจะทำการตัดข้อมูลบางส่วนของแพ็คเก็ตข้อมูลที่ไม่ได้ใช้งานหรือลดความซ้ำซ้อนในส่วนที่ซ้ำกันเพื่อเป็นการประหยัดหน่วยความจำ โดยในที่นี้จะตัดส่วนหัวที่เป็น $G ออกส่วนที่เหลือของแพ็คเก็ตตัวคอนโทรลเลอร์จะทำการจัดเก็บลงในหน่วยความจำ ไว้เป็นชุด ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 ข้อมูลแพ็คเก็ตที่ถูกตัดส่วนหัวออกและทำการจัดเก็บลงในหน่วยความจำ

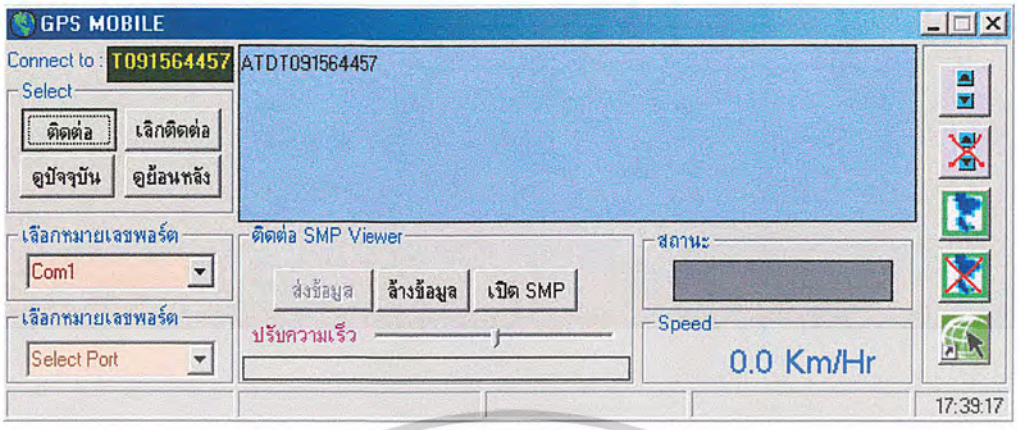
4.3 ผลการทดลองการใช้งานในส่วนของโปรแกรมของศูนย์ติดตามและแสดงผล

โปรแกรมของศูนย์ติดตามและแสดงผลนี้เขียนโดยใช้โปรแกรม Visual Basic 6.0 ซึ่งทำหน้าที่ในการสั่งการสร้างการเชื่อมต่อระบุความต้องการ และนำข้อมูลที่ได้มาแสดงผลบนแผนที่ดิจิตอลในส่วนของการแสดงผลบนแผนที่ดิจิตอลของโปรแกรม

4.3.1 โปรแกรมทำการเชื่อมต่อกับส่วนเครื่องรับตำแหน่งเส้นทางยานพาหนะ

กดปุ่มติดต่อ ทำการป้อนเบอร์โทรศัพท์เพื่อทำการติดต่อ เลือกพอร์ตอนุกรมที่จะติดต่อจากนั้นกดปุ่มติดต่อ โปรแกรมจะทำการส่งคำสั่งให้ทำการโทรไปยังเบอร์โทรศัพท์ที่ถูกป้อนไว้ดังรูปที่ 4.4

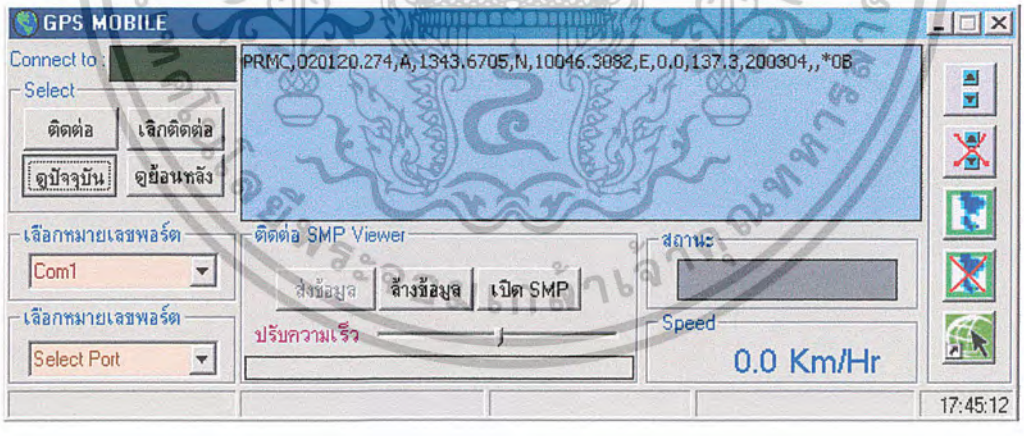
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 แสดงหน้าต่างโปรแกรมเมื่อกำลังทำการติดต่อ

4.3.2 แสดงผลการรับข้อมูลพิกัดปัจจุบัน

เมื่อทำการเชื่อมต่อสำเร็จแล้วโปรแกรมก็พร้อมที่จะรับข้อมูลพิกัด GPS ได้ทันที โดยถ้าต้องการดูข้อมูลพิกัดปัจจุบันให้กดปุ่มดูปัจจุบัน โปรแกรมทำการส่งคำว่า MODE1 ออกไปเพื่อบอกให้ไมโครคอนโทรลเลอร์รู้ว่าให้ส่งข้อมูลปัจจุบันที่รับได้จาก GPS มาให้ โดยกดปุ่ม ดูปัจจุบัน จะได้หน้าจอแสดงดังรูปที่ 4.5

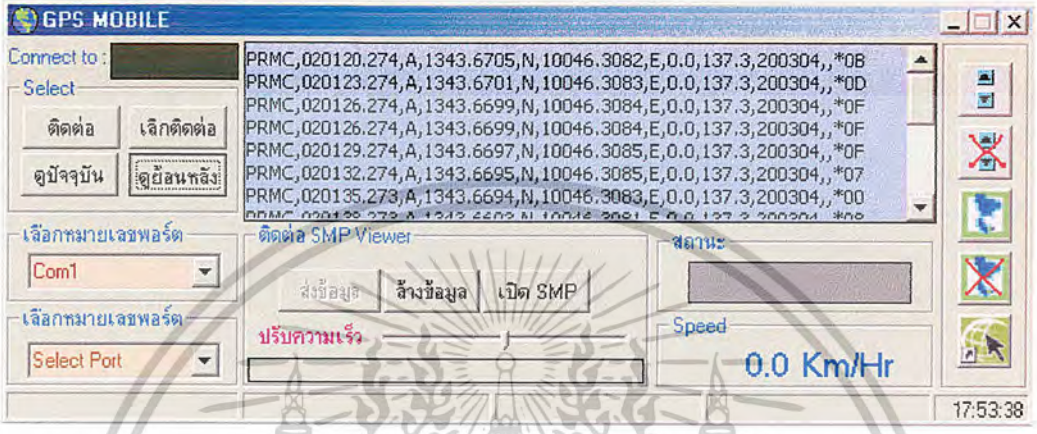


รูปที่ 4.5 แสดงหน้าต่างโปรแกรมการรับข้อมูลพิกัดปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

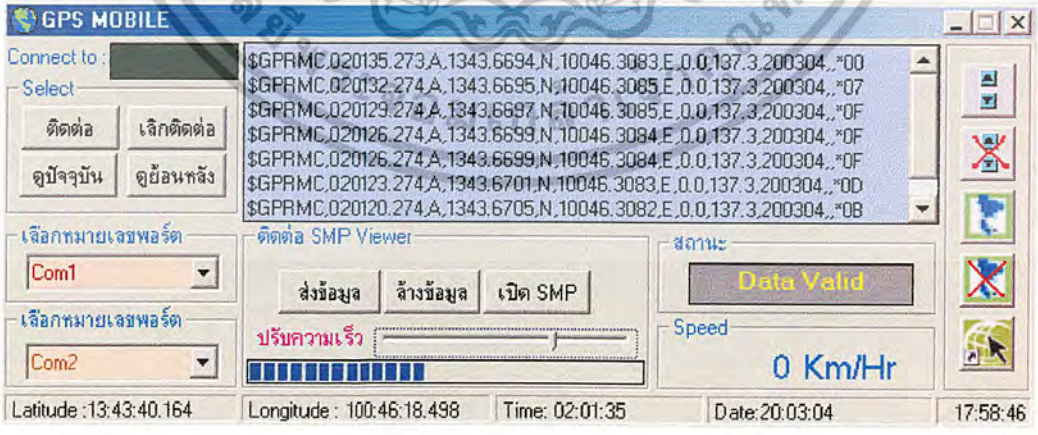
4.3.3 แสดงผลการรับข้อมูลพิกัดย้อนหลัง

ในการดูข้อมูลย้อนหลังให้ทำการกดปุ่ม ดูย้อนหลัง ตัวโปรแกรมจะทำส่งคำสั่ง MODE2 เพื่อสั่งให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ดึงข้อมูลที่เก็บไว้ในหน่วยความจำและส่งมา ซึ่งค่าตำแหน่งล่าสุดจะแสดงอยู่บรรทัดแรกสุด ดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 แสดงหน้าต่างโปรแกรมการรับข้อมูลพิกัดย้อนหลัง

ถ้าต้องการส่งค่าพิกัดที่รับมาได้ออกพอร์ตอนุกรมเพื่อที่จะนำไปใช้กับโปรแกรมแสดงผลบนแผนที่อื่นๆ สามารถส่งพิกัดออกพอร์ตอนุกรมได้โดยโปรแกรมจะทำการเติมแพ็คเก็ตให้เป็นแพ็คเก็ตมาตรฐาน ก่อนส่งออกไปโดยในที่นี้โปรแกรมจะทำการเติมส่วนหัวของแพ็คเก็ตด้วย $G ซึ่งสามารถเลือกปรับความเร็วในการแสดงผลได้ดังรูป 4.7

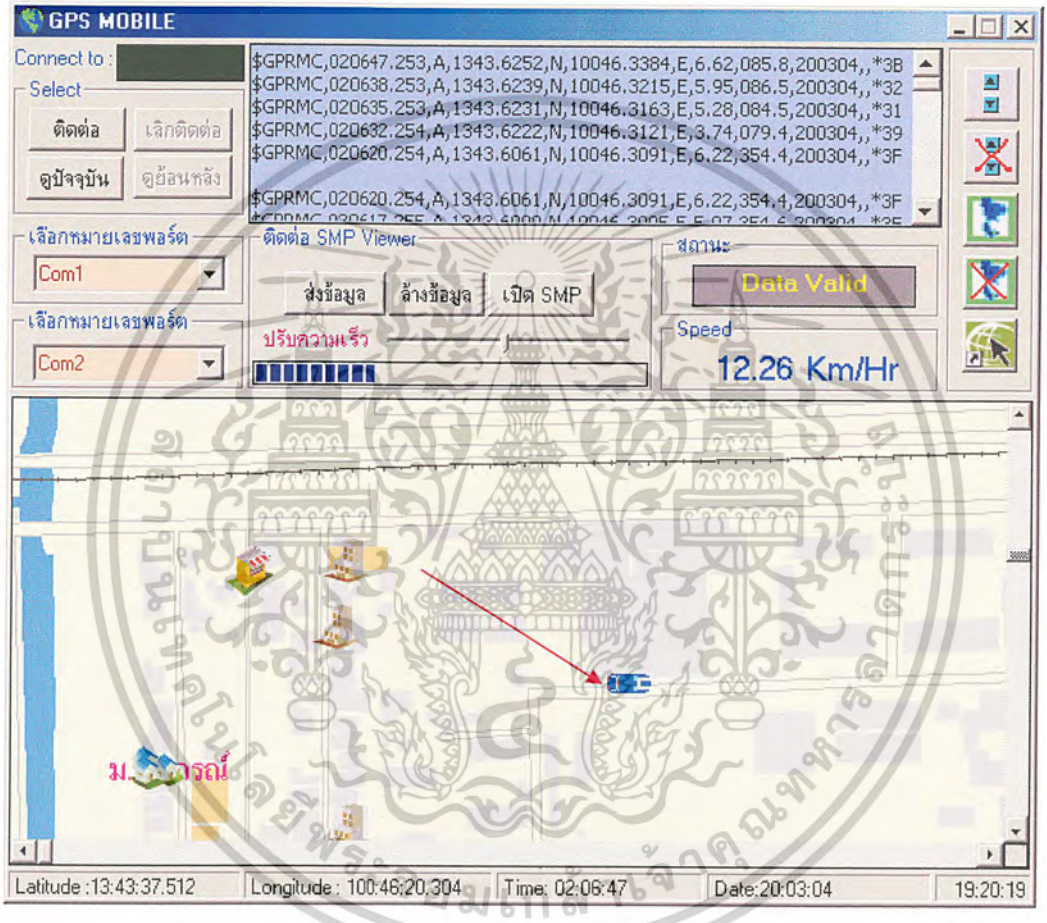


รูปที่ 4.7 แสดงโปรแกรมเมื่อเติมส่วนหัวของแพ็คเก็ตเพื่อติดต่อกับโปรแกรมแผนที่อื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.4 การแสดงผลตำแหน่งยานพาหนะ

โปรแกรมสามารถนำค่าพิกัดตำแหน่งที่ส่งมาแสดงตำแหน่งของยานพาหนะบนแผนที่ได้โดยอัตโนมัติ และสามารถนำไปใช้กับโปรแกรมแผนที่สำเร็จรูปได้ จากรูปที่ 4.9 แสดงผลของโปรแกรมที่จัดทำขึ้นมาในส่วนของแผนที่อ้างอิงรูปและข้อมูลการสำรวจของโปรแกรม Smart Map Viewer 3.0



รูปที่ 4.8 แสดงตำแหน่งยานพาหนะบนแผนที่โดยอัตโนมัติ

ขณะที่แสดงผลไว้ในรูปที่ 4.8 เครื่องรับตำแหน่งเส้นทางยานพาหนะเคลื่อนที่ผ่าน ณ หน้าตึก 12 ชั้นคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ได้ตำแหน่งค่าละติจูดคือ 13 องศาเหนือ 43 ลิปดา 37.512 พิลิปดา ส่วนในตำแหน่งค่าลองติจูดคือ 100 องศาตะวันออก 46 ลิปดา 20.304 พิลิปดา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุป

5.1 สรุปผลการพัฒนาโครงงาน

โครงงานนี้ได้สำเร็จตามจุดประสงค์และขอบเขตที่ตั้งไว้คือ เครื่องรับตำแหน่งเส้นทางยานพาหนะสามารถเก็บค่าพิกัดตำแหน่งที่ผ่านมาได้ โดยเก็บไว้ในหน่วยความจำภายนอกสั่งการโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ และสามารถรับและทำตามคำสั่งจากศูนย์ติดตามและแสดงผล โดยการสั่งการจากโมเด็มผ่านระบบเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ ในส่วนศูนย์ติดตามและแสดงผลสามารถแสดงผลได้โดยอัตโนมัติ

จากการทำโครงงานนี้ได้ศึกษาความรู้หลายด้าน คือ ระบบ GPS, การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์, ไมโครคอนโทรลเลอร์ รวมถึงการติดต่อสั่งการผ่านโมเด็ม ซึ่งความรู้ที่ได้จากการศึกษาและการทำโครงงานนี้ ทำให้เข้าใจระบบวิศวกรรมสารสนเทศมากขึ้น เพราะเป็นการนำความรู้ด้าน คอมพิวเตอร์ การสื่อสาร และอิเล็กทรอนิกส์ มาใช้ให้ได้ผลตามขอบเขตที่ตั้งไว้คือ

5.2 ปัญหาที่เกิดขึ้น

5.2.1 ปัญหาด้านอุปกรณ์

ในการติดต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีความเร็วสูง เพราะว่าจะมีปัญหาเรื่องการทำงานไม่ทันทำให้โปรแกรมผิดพลาด รวมถึงการเลือกซื้อโทรศัพท์มือถือต้องเลือกรุ่นที่มีโมเด็มในตัวและมีคู่มือการใช้งานของโทรศัพท์รุ่นนั้น ๆ

ในการสร้างโครงงานนี้จำเป็นจะต้อง พิจารณาการเลือกใช้พิกัดที่รับจาก GPS ซึ่งมีข้อมูลหลายรูปแบบที่ส่งมาให้ ซึ่งต้องเลือกและตั้งค่าให้เหมาะสมกับการใช้งาน และในการเชื่อมต่อโทรศัพท์มือถือกับไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นจำเป็นจะต้องรู้อัตราการรับส่งข้อมูลของโทรศัพท์รุ่นที่เลือกใช้ และรูปแบบคำสั่งที่ใช้ควบคุมของรุ่นนั้น ๆ

5.2.2 ข้อจำกัดของระบบ GPS

สัญญาณที่ส่งมายังเครื่องรับ GPS ไม่สามารถทะลุผ่านของแข็ง เช่นอาคาร หรือใต้ทางด่วนได้ และสถานที่ต้องไม่แคบเกินไปเพราะเครื่องรับ GPS จะต้องรับสัญญาณจากดาวเทียม GPS อย่างน้อย 3 ดวง

ข้อจำกัดในเรื่องความคลาดเคลื่อนของข้อมูลตำแหน่งพิกัด ซึ่งเครื่องรับ GPS ทั่วไปจะถูกใช้ในฐานะผลเรือนซึ่งต้องถูกเข้ารหัสกับสัญญาณสุ่ม ตามที่กระทรวงกลาโหมของสหรัฐกำหนดไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.3 การอ้างอิงพิกัดตำแหน่งที่แน่นอนของแผนที่

ปัญหาที่พบอีกอย่างหนึ่งก็คือในการนำค่าพิกัดของเครื่องรับจีพีเอสมาทำการแสดงผลบนแผนที่ดิจิตอลได้นั้นจำเป็นที่จะต้องรู้ค่าที่ถูกต้อง แน่นอน ของจุดต้น และจุดปลาย ของแผนที่ ซึ่งถ้าค่าเหล่านี้คลาดเคลื่อนจะมีผลทำให้การแสดงตำแหน่งของเครื่องรับบนแผนที่ผิดพลาดตามไปด้วย

5.3 แนวทางในการพัฒนาต่อ

ในการนำไปใช้งานทางด้านธุรกิจนอกจากระบบต้องมีประสิทธิภาพที่ดีแล้วเรื่องค่าใช้จ่ายก็เป็นส่วนสำคัญ ในธุรกิจที่ต้องการความปลอดภัยสูงอาจจำเป็นต้องมีการติดต่อสื่อสารระหว่างสองส่วนคือส่วนของเครื่องเก็บตำแหน่งเส้นทางยานพาหนะ และส่วนของศูนย์ติดตามและแสดงอยู่ตลอดเวลา จึงควรทำให้ค่าใช้จ่ายในส่วนนี้ลดลงโดยอาจเปลี่ยนสื่อกลางที่มีค่าใช้จ่ายที่ต่ำกว่าเช่น เชื่อมต่อผ่านอินเตอร์เน็ต

ในส่วนของศูนย์ติดตามและแสดงผลของโครงงานนี้ต้องติดตั้งอยู่กับที่เพราะต้องต่อกับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลหรือ PC ถ้าต้องการเพิ่มในส่วนการป้องกันหายอาจต้องมีการแจ้งไปยังโทรศัพท์มือถือส่วนบุคคลโดยอัตโนมัติโดยที่ผู้ตรวจสอบจะอยู่ ณ ที่แห่งใดก็สามารถติดตามยานพาหนะได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

Elliott D. Kaplan. Understanding GPS Principles And Application. ARTECH HOUSE Inc. London. 1996

Peter H. Dana. GPS. www.colorado.edu

ฐปนนนท์ นิลรัตน์. การกำหนดตำแหน่งบนพื้นพิภพ. www.tidi.nectec.or.th

กฤดากร กล่อมการ. การสื่อสารข้อมูล. คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ. 2546

ฉัททวุฒิ พืชผล และ พิชิต สันติทุลานนท์. คู่มือเรียน Visual Basic 6. บริษัท โปรวิชั่น จำกัด. กรุงเทพฯ. 2544. พิมพ์ครั้งที่ 5

ผศ. ธีรวัฒน์ ประกอบผล. ไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยภาษาซี. สำนักพิมพ์ ส.ส.ท. กรุงเทพฯ. 2545. พิมพ์ครั้งที่ 2

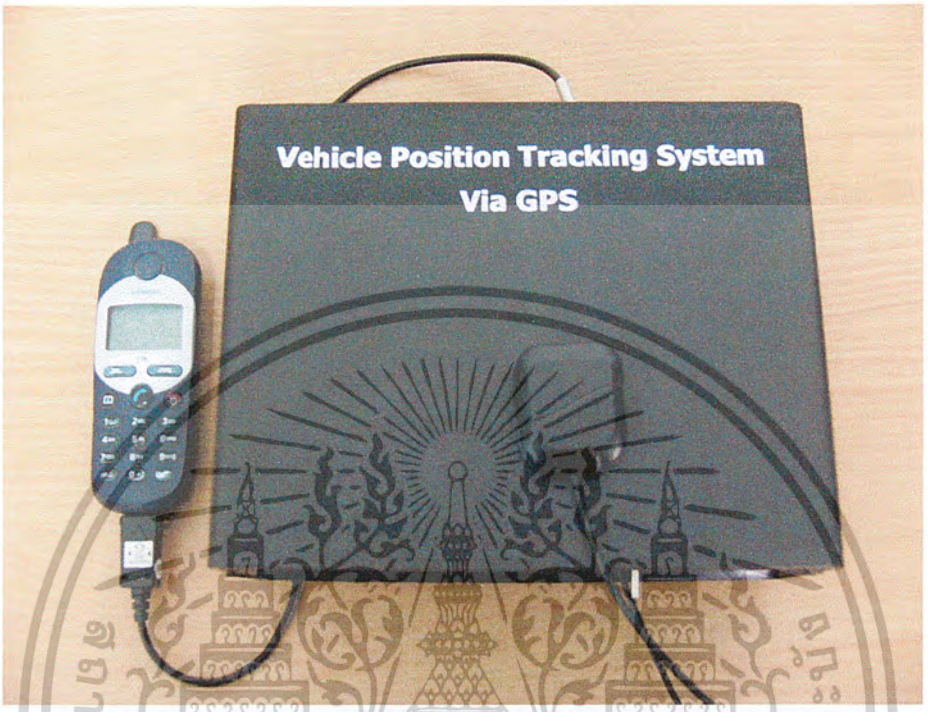
อารัมภีย์ จันทร์ไย และ โสรัตย์ อุนหะวรากร. อุปกรณ์นำร่อง GPS สำหรับติดตั้งบนรถยนต์. เซมิคอนดักเตอร์อิเล็กทรอนิกส์ ฉบับที่ 248. กรุงเทพฯ. 2546

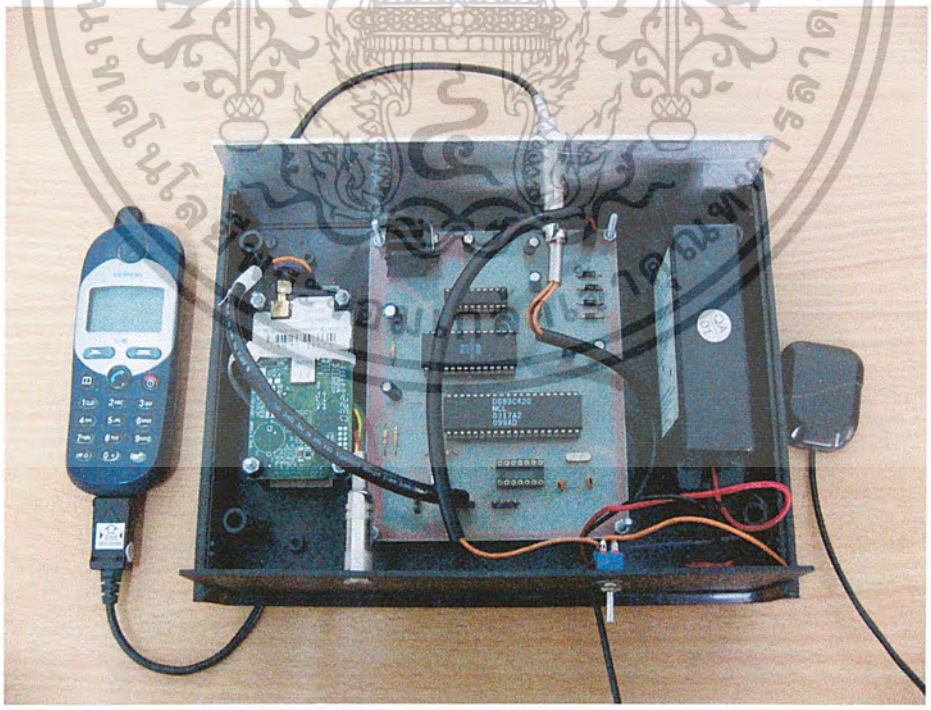
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

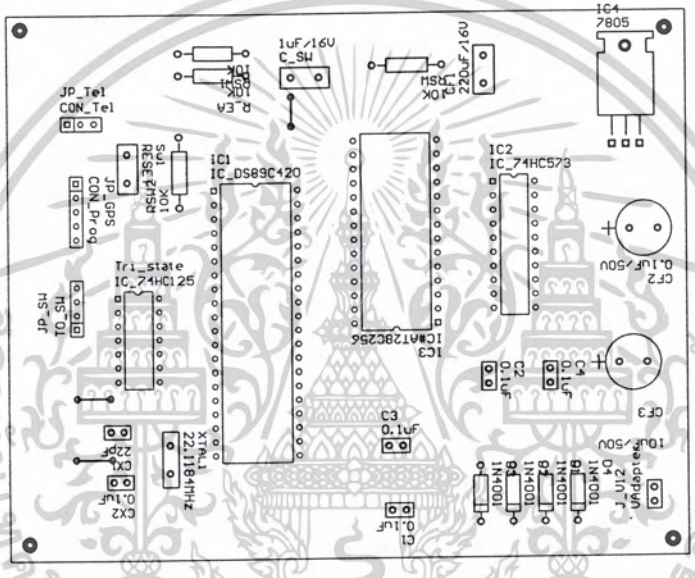
เครื่องรับตำแหน่งเส้นทางยานพาหนะ





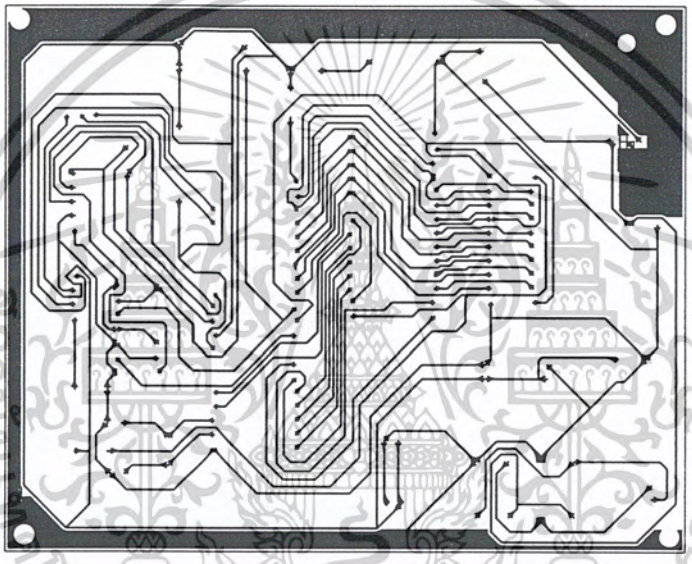
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวางอุปกรณ์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผ่นวงจรพิมพ์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมในส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์

ภาษาที่ใช้ : ภาษา C for Keil

```
#include <REG420.H>
#include <INTRINS.H>
void tranfer(void) ;
void ATA(void);
void MODE2(void) ;
void MODE3(void) ;
unsigned char xdata Abc[32768];
unsigned char DBuffer[33];
unsigned char TEMP[33];
unsigned char count;
unsigned char S1_count;
unsigned char flag1;
unsigned char dat;
unsigned char data1;
unsigned char i;
unsigned char array1[6];
unsigned char flag;
unsigned char cup;
unsigned char check;
unsigned int sum;
unsigned int page;
unsigned int dpage;
unsigned int c_page;
unsigned char ck;
unsigned char ck1;
unsigned char checkc;
unsigned char dstart;
unsigned char dstop;
unsigned char datatranfer;
unsigned char datflag;
void main (void)
{
      dpage=0;
      datflag=0;
      sum=0;
      ck1=0;
      ck=0;
      check=1;
      c_page=0;
      i=0;
      cup=0;
      flag=0;
      dat=0;
      flag1=0;
      S1_count=0;
      count = 0;
      data1=0;
      checkc=0;
      datatranfer=0;
      EA=1;
      ES0=1;
      PMR = 0x80;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        TMOD = 0x20;
        TL1=0xFD;
        TH1 = 0xFD;
        RCLK = 1;
        TCLK = 1;
        TH2=0XFF;
        TL2=0X70;
        RCAP2H = 0XFF;
        RCAP2L = 0X70;
        SCON1 = 0x52;
        SCON0 = 0x52;
        TR2 = 1;
        TR1 = 1;

while(1)
{
if (RI_1==1)

{
                RI_1 = 0;
                array1[i] = SBUF1;

        if (check == 1)
        {
                if(array1[0]=='R')
                        {
                                flag=1;
                        }

                if(flag==1 && array1[0]=='R')
                        {
                                i++;
                        if(i>3)

// ตรวจสอบสัญญาณจากมือถือว่ามี RING มาหรือเปล่า
                                {
                if(array1[0]=='R' && array1[1]=='I' && array1[2]=='N' &&
array1[3]=='G')
                {
                                ATA();
                                for(cup=0;cup<5;cup++)
                                array1[cup]=' ';
                                check = 1;
                                flag=0;
                                i=0;

                }
                else
                {
                                for(cup=0;cup<5;cup++)
                                array1[cup]=' ';
                                flag=0;
                                i=0;
                }

                                        }
                                }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}

        if (check == 1)
        {
                if(array1[0]=='M')
                        {
                                flag=1;
                        }



                if(flag==1 && array1[0]=='M')
                        {
                                i++;
                                if(i>4)
                        {
```

// ตรวจสอบสัญญาณจากมือถือว่ามี MODE1 มาหรือเปล่า

```
        if(array1[0]=='M' && array1[1]=='O' && array1[2]=='D' &&
array1[3]=='E' && array1[4]=='1')
                {
                tranfer();
                check = 1;
                for(cup=0;cup<5;cup++)
                array1[cup]=' ';
                flag=0;
                i=0;
                }
```

// ตรวจสอบสัญญาณจากมือถือว่ามี MODE2 มาหรือเปล่า

```
        else if(array1[0]=='M' && array1[1]=='O'&& array1[2]=='D'
&& array1[3]=='E' && array1[4]=='2')
                {
                        ES0=0;
                        if(ck==0)
                        {
                                MODE2();
                        }
                        if(ck==1)
                        {
                                MODE3();
                        }
                        S1_count=0;
                        ES0=1;
                        check = 1;
                        for(cup=0;cup<5;cup++)
                        array1[cup]=' ';
                        flag=0;
                        i=0;
                }
                else
                {
                        check = 1;
                        flag=0;
                        i=0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    }
                }
            }
        }
}
}
}
}
```

// โปรแกรมย่อยส่งข้อมูลโหมดปัจจุบัน

```
void tranfer(void)
{
      c_page=dpage-dstop;
            Loops:      while (TI_1 != 1);
                        TI_1 = 0;
                        SBUF1 = Abc[c_page];
                        _nop_();
                        c_page++;
                        _nop_();
                              if(c_page > (dpage-1))
                                    {
                                          goto Exit;
                                    }
                                    goto Loops;
      Exit: c_page = 0;
}
```

// โปรแกรมย่อยส่งข้อมูลโหมดย้อนหลัง

```
void MODE2(void)
{
            Loops:      while (TI_1 != 1);
                        TI_1 = 0;
                        SBUF1 = Abc[c_page];
                        _nop_();
                        c_page++;
                        _nop_();
                              if(c_page > (dpage-1))
                                    {
                                          goto Exit;
                                    }
                                    goto Loops;
      Exit: c_page = 0;
}
```

// โปรแกรมย่อยส่งข้อมูลโหมดย้อนหลัง

```
void MODE3(void)
{
      c_page=page+1;
            Loops:      while (TI_1 != 1);
                        TI_1 = 0;
                        SBUF1 = Abc[c_page];
                        _nop_();
                        c_page++;
                        _nop_();
                        if((c_page > 32767) && (ck1 == 0))
                        {c_page = 0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                        ck1 = 1;
                      }
                      if((c_page > (page-1)) && (ck1 ==1))
                              {
                                    ck1 = 0;
                                    goto Exit;
                              }
                                    goto Loops;
      Exit: c_page = 0;
}

// โปรแกรมย่อยทำการรับสายอัตโนมัติ
void ATA(void)
{
      unsigned char A[5];
            A[0]='A';
            A[1]='T';
            A[2]='A';
            A[3]=0x0d;
                  loop:while (TI_1 != 1);
                        TI_1 = 0;
                        SBUF1 = A[count];
                        count++;
                        if(count>3) goto exit1;
                        goto loop;
      exit1:count=0;
}

// โปรแกรมย่อยรอรับสัญญาณจาก GPS แล้วเก็บลง EEPROM
void inter(void) interrupt 4
{
      unsigned char lp;
            if (RI_0==1)
                  {
                        RI_0 = 0;
                        dat = SBUF0;

                  if (dat=='G')
                        {
                                    flag1 =1;
                                    goto eee;
                        }
                  if (dat=='$')
                        {

                                    flag1 =0;
                                    goto eee;
                        }

            if (flag1==1)

                  {

                        TEMP[S1_count] =dat;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                if (dat=='P')
                {
                 dstart=dpage;
                      dpage=32*sum+S1_count;
                      dstop=dpage-dstart;
                S1_count++;

                      if (S1_count==32)

                      {
                            page=32*sum;



                for(lp=0;lp<32;lp++)
                      {

                            DBuffer[lp]=TEMP[lp];

                            Abc[page+lp]=DBuffer[lp];

                      }

                      sum++;

                      if (sum>1023)
                      {
                            sum=0;
                            ck = 1;
                      }
          S1_count=0;

           }

     }

}
eee:dat=0;
}
```

//จบโปรแกรมในส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมในส่วนของศูนย์ติดตามและแสดงผล

ภาษาที่ใช้ : ภาษา Visual Basic 6

```
'*---------------------- กำหนดตัวแปรที่ใช้ในโปรแกรม ----------------------*
Dim LatK(2000) As String
Dim LongKC(2000) As String
Dim LatKC(2000) As String
Dim LongK(2000) As String
Dim TimeK(2000) As String
Dim DateK(2000) As String
Dim SpeedK(2000) As String
Dim FullData(2000) As String
Dim CountM As Integer
Dim Px_1x, Py_1x As Integer
Dim In1, In2, In3, In4, In5, In6 As Single
Dim data_in As String
Dim ct As Integer
Dim ck As Byte
Dim i, j As Integer
Dim Lst1, Lend1, Longst1, Longend1 As Single
Dim Long1, Lat1 As Single
Dim formactive As Integer
Dim Plotx2, Ploty2 As Single
Dim distanx, distany As Single
Dim tandata As Integer
Dim yx As Single
Dim SpDisplay As Single
Private Declare Function SetWindowPos Lib "user32" (ByVal hwnd As
Long, ByVal hWndInsertAfter As Long, ByVal X As Long, ByVal Y As
Long, ByVal cx As Long, ByVal cy As Long, ByVal wFlags As Long) As
Long
'*---------------------- เซตฟอร์มเราอยู่หน้าฟอร์มอื่น ----------------------*
Sub OnTop(frm As Form)
        SetWindowPos frm.hwnd, -1, 0, 0, 0, 0, 3
End Sub
'*---------------------- ปิด Scroll Bar ----------------------*
Private Sub Cmd2_Click()
        V1.Visible = False
        H1.Visible = False
        TL.Visible = False
End Sub
'*---------------------- กำหนดความสูงของฟอร์ม ----------------------*
Private Sub Cmd3_Click()
        Sent.Height = 7740
End Sub
'*---------------------- กำหนดความสูงของฟอร์ม ----------------------*
Private Sub Cmd4_Click()
        Sent.Height = 3655
End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
'*---------- วางสาย ----------*
Private Sub cmdcancel_Click()
On Error GoTo Err_01
        MSCtel.Output = "ATH" & Chr$(13)
        cmdcancel.Enabled = False
        cmdrealtime.Enabled = False
        cmdpast.Enabled = False
        Exit Sub
Err_01:
        If Err.Number = 8018 Then MsgBox "กรุณาตั้งค่าพอร์ต", , "Port Error"
End Sub

'*---------- ดูข้อมูลย้อนหลัง ----------*
Private Sub cmdpast_Click()
On Error GoTo Err_01
        MSCtel.Output = "MODE2" & Chr$(13)
        Exit Sub
Err_01:
        If Err.Number = 8018 Then MsgBox "กรุณาตั้งค่าพอร์ต", , "Port Error"
End Sub
'*---------- ดูข้อมูลปัจจุบัน ----------*
Private Sub cmdrealtime_Click()
On Error GoTo Err_01
        MSCtel.Output = "MODE1" & Chr$(13)
        Exit Sub
Err_01:
        If Err.Number = 8018 Then MsgBox "กรุณาตั้งค่าพอร์ต", , "Port Error"
End Sub
'*---------- ส่งข้อมูลเพื่อติดต่อ ----------*
Private Sub cmdtel_Click()
On Error GoTo Err_01
        cmdcancel.Enabled = True
        cmdrealtime.Enabled = True
        cmdpast.Enabled = True
        MSCtel.Output = txtshow.Text & Chr$(13)
        Exit Sub
Err_01:
        If Err.Number = 8018 Then MsgBox "กรุณาตั้งค่าพอร์ต", , "Port Error"
End Sub
'*---------- เปิด Scroll Bar ----------*
Private Sub Command1_Click()
        V1.Visible =True
        H1.Visible =True
        TL.Visible =True
End Sub
'*---------- Clear ข้อความ ----------*
Private Sub Command2_Click()
        TextB1.Text = ""
End Sub
'*---------- เปิดแผนที่ ----------*
Private Sub Command4_Click()
Dim re
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      re=Shell("C:\ProgramFiles\MappointAsia\SmartMap\Viewer\3.00\smp
Viewer.exe", 3)
        OnTop Sent
End Sub
'*---------- กำหนดค่าเริ่มต้นก่อน Run program ----------*
Private Sub Form_Load()
Open "c:\SentData.txt" For Output As #1
SentMap.Enabled = False
cmdcancel.Enabled = False
cmdrealtime.Enabled = False
cmdpast.Enabled = False
StBar.Panels(5).Alignment = sbrRight
shape1(1).Visible = False
shape1(2).Visible = False
shape1(3).Visible = False
'*---------- กำหนดค่าเริ่มต้นของพิกัด ----------*
Lst1 = 49434.1434
Lend1 = 49389.7268
Longst1 = 362768.6796
Longend1 = 362854.2354
Px_1x = 1307
Py_1x = 679
'*---------- กำหนดค่าเริ่มต้นของข้อมูล ----------*
H1.Min = 0
V1.Min = 0
V1.Top = 0
H1.Left = 0
H1.Top = Pic(0).ScaleHeight - H1.Height
H1.Width = Pic(0).ScaleWidth - V1.Width
V1.Height = Pic(0).ScaleHeight - H1.Height
V1.Left = Pic(0).ScaleWidth - V1.Width
TL.Top = V1.Height
TL.Left = H1.Width
Pic(1).Left = 0
Pic(1).Top = 0
Pic(2).Left = 0
Pic(2).Top = 0
Pic(3).Left = 0
Pic(3).Top = 0
Ploty2 = 0
Plotx2 = 0
Pic(1).Visible = True
Pic(2).Visible = False
Pic(3).Visible = False
flag_1 = 0
sh_index = 1
muldata1 = 1
muldata2 = 1
datas = 0
formactive = 1
Sent.Height = 3655
End Sub
'*---------- Even Form_Resize ----------*
Private Sub Form_Resize()
   If (Pic(1).Visible = True) Then
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        H1.Max = Pic(1).ScaleWidth - Pic(0).ScaleWidth
        V1.Max = Pic(1).ScaleHeight - Pic(0).ScaleHeight
    End If
    If (Pic(2).Visible = True) Then
        H1.Max = Pic(2).ScaleWidth - Pic(0).ScaleWidth
        V1.Max = Pic(2).ScaleHeight - Pic(0).ScaleHeight
    End If
    If (Pic(3).Visible = True) Then
        H1.Max = Pic(3).ScaleWidth - Pic(0).ScaleWidth
        V1.Max = Pic(3).ScaleHeight - Pic(0).ScaleHeight
    End If
End Sub


'*---------------------- Even Form_Unload ------------------------------------*
Private Sub Form_Unload(Cancel As Integer)
        Close #1
End Sub
'*------------------ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของ Scroll bar แนวนอน ------------*
Private Sub H1_Change()
    Dim count_1 As Byte
    For count_1 = 1 To 3
        If (Pic(count_1).Visible = True) Then
            Pic(count_1).Left = -H1.Value
            If (Pic(count_1).Left <= (-H1.Max)) Then
                Pic(count_1).Left = (-H1.Max)
            End If
            If (Pic(count_1).Left > 0) Then
                Pic(count_1).Left = 0
            End If
        End If
    Next count_1
End Sub
'*------------------ เมื่อต้องการ Zoom Picture ---------------------------------*
Private Sub Pic_MouseDown(Index As Integer, Button As Integer, Shift
As Integer, X As Single, Y As Single)
Dim i_data As Byte
    If (Index = 1) Then
        flag_1 = 1
            If (flag_1 = 1 And Pic(2).Visible = False And Button = 1)
Then
                Pic(2).Left = (-(X * 1.99923488905891) +
(CInt(Pic(0).ScaleWidth / 2)))
                Pic(2).Top = (-(Y * 2.00147275405007) +
(CInt(Pic(0).ScaleHeight / 2)))
                index_ret = 2
                sh_index = 2
                muldata1 = 1.99923488905891
                muldata2 = 2.0014727540501
                Call check
                shape1(2).Picture = shape1(1).Picture
                shape1(2).Left = shape1(1).Left * 1.99923488905891
                shape1(2).Top = shape1(1).Top * 2.0014727540501
                Pic(1).Visible = False
                Pic(2).Visible = True
                Pic(3).Visible = False
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            End If
    End If
    If (Index = 2) Then
        flag_1 = 2
            If (flag_1 = 2 And Pic(3).Visible = False And Button = 1)
Then
                Pic(3).Left = (-(X * 1.99779249448124) +
(CInt(Pic(0).ScaleWidth / 2)))
                Pic(3).Top = (-(Y * 1.99923459624952) +
(CInt(Pic(0).ScaleHeight / 2)))
                index_ret = 3
                sh_index = 3
                muldata1 = 3.99693955623565
                muldata2 = 3.99852724594993
                shape1(3).Left = shape1(2).Left * 1.99779249448124
                shape1(3).Top = shape1(2).Top * 1.99923459624952
                shape1(3).Picture = shape1(2).Picture
                Call check
                Pic(1).Visible = False
                Pic(2).Visible = False
                Pic(3).Visible = True
            End If
            If (flag_1 = 2 And Pic(3).Visible = False And Button = 2)
Then
                Pic(1).Left = (-(X / 1.92273730684327) +
(CInt(Pic(0).ScaleWidth / 2)))
                Pic(1).Top = (-(Y / 2.0014727540501) +
(CInt(Pic(0).ScaleWidth / 2)))
                index_ret = 1
                sh_index = 1
                muldata1 = 1
                muldata2 = 1
                shape1(1).Left = shape1(2).Left / 1.92273730684327
                shape1(1).Top = shape1(2).Top / 2.0014727540501
                shape1(1).Picture = shape1(2).Picture
                Call check
                Pic(1).Visible = True
                Pic(2).Visible = False
                Pic(3).Visible = False
            End If
    End If
    If (Index = 3) Then
        flag_1 = 3
            If (flag_1 = 3 And Pic(3).Visible = True And Button = 2)
Then
                Pic(2).Left = (-(X / 1.99779249448124) +
(CInt(Pic(0).ScaleWidth / 2)))
                Pic(2).Top = (-(Y / 1.99923459624952) +
(CInt(Pic(0).ScaleHeight / 2)))
                index_ret = 2
                sh_index = 2
                 muldata1 = 1.99923488905891
                muldata2 = 2.0014727540501
                shape1(2).Left = shape1(3).Left / 1.99779249448124
                shape1(2).Top = shape1(3).Top / 1.99923459624952
                shape1(2).Picture = shape1(3).Picture
                Call check
                Pic(1).Visible = False
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                Pic(2).Visible = True
                Pic(3).Visible = False
            End If
        End If

End Sub
'*---------------------- เลือกพอร์ตอนุกรมเพื่อติดต่อ ------------------------------*
Private Sub SCmport_Click()
On Error GoTo Err_Handle
    If MSCtel.PortOpen = True Then MSCtel.PortOpen = False
        MSCtel.CommPort = SCmport.ListIndex + 1
        MSCtel.Settings = "19200,n,8,1"
        MSCtel.PortOpen = True
    Exit Sub
Err_Handle:
        If Err.Number = 8002 Then MsgBox "กรุณาเลือกพอร์ตใหม่", , "Port Error"
End Sub


'*---------------------- เลือกพอร์ตเพื่อติดต่อกับแผนที่ ----------------------*
Private Sub SCmportS_Click()
On Error GoTo Err_Handle1
    If MSCtelM.PortOpen = True Then MSCtelM.PortOpen = False
        MSCtelM.CommPort = SCmportS.ListIndex + 1
        MSCtelM.Settings = "19200,n,8,1"
        MSCtelM.PortOpen = True
        SentMap.Enabled = True
    Exit Sub
Err_Handle1:
        If Err.Number = 8002 Then MsgBox "กรุณาเลือกพอร์ตใหม่", , "Port Error"
End Sub
'*---------------------- แปลงข้อมูล ------------------------------------------*
Private Sub SentMap_Click()
Dim DataClear As Integer
Dim InputCData  As String
Dim DataA, DataV, datas, DataE, DataN, DataW, DataC, DataDate,
SpeedKeepI As Integer
Dim DataCLatS, DataCLatE, DataCLongS, DataCLongE, SpeedKeep As String
Dim CountFull As Integer
    CountFull = 0
    CountM = 1
    Print #1, TextB1.Text
    Close #1
            For DataClear = 1 To 2000
                    TextB1.Text = ""
                    LatK(DataClear) = ""
                    LongK(DataClear) = ""
                    TimeK(DataClear) = ""
                    DateK(DataClear) = ""
                    SpeedK(DataClear) = ""
                    FullData(DataClear) = ""
            Next DataClear
    Open "c:\SentData.txt " For Input As #2
            Do While Not EOF(2)
                    InputCData = Input(1, #2)
                    If EOF(2) Then
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    InputCData = "P"
            End If
 If (InputCData = "P") Then
            If (CountFull > 0) Then
'*------------------------ Check A ----------------------------------------------*
If (InStr(FullData(CountFull), "A")) Then

      DataA = (InStr(FullData(CountFull), "A"))
End If
'*------------------------ Check V ----------------------------------------------*
If (InStr(FullData(CountFull), "V")) Then

      DataV = (InStr(FullData(CountFull), "V"))

End If
'*------------------------ Check N ----------------------------------------*
If (InStr(FullData(CountFull), "N")) Then

      DataN = (InStr(FullData(CountFull), "N"))
End If
'*------------------------ Check S ----------------------------------------*
If (InStr(FullData(CountFull), "S")) Then

      datas = (InStr(FullData(CountFull), "S"))
End If
'*------------------------ Check E ----------------------------------------*
If (InStr(FullData(CountFull), "E")) Then

      DataE = (InStr(FullData(CountFull), "E"))
End If
'*------------------------ Check W ----------------------------------------*
If (InStr(FullData(CountFull), "W")) Then

      DataW = (InStr(FullData(CountFull), "W"))
End If
'*------------------------ Check C ----------------------------------------*
If (InStr(FullData(CountFull), "C")) Then

      DataC = (InStr(FullData(CountFull), "C"))
End If
'*------------------------ Check DataDate ---------------------------------*
If (InStr(FullData(CountFull), "*")) Then

      DataDate = (InStr(FullData(CountFull), "*"))
End If
'*------------------------ Check Data A For Keep LatS----------------------*
If (DataA > 0) Then

      DataCLatS = DataA

End If
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
'*--------------------------- Check Data V For Keep LatS ---------------------------*
If (DataV > 0) Then

      DataCLatS = DataV

End If
'*--------------------------- Check Data N For Keep LatE,LongS ------------------*
If (DataN > 0) Then

      DataCLatE = DataN

      DataCLongS = DataN
End If
'*--------------------------- Check Data S For Keep LatE,LongS ------------------*
If (datas > 0) Then

      DataCLatE = datas

      DataCLongS = datas
End If


'*------------------- Check Data E For Keep LongE ----------------------------*
If (DataE > 0) Then

      DataCLongE = DataE
End If

'*-------------------- Check Data W For Keep LongE ---------------------------*
If (DataW > 0) Then

      DataCLongE = DataW
End If
'*-------------------- Check Data W For Keep LongE ---------------------------*

SpeedKeep = Mid$(FullData(CountFull), DataCLongE + 2, 7)
If (Len(SpeedKeep) > 0) Then

      If (InStr(SpeedKeep, ",")) Then

            SpeedKeepI = (InStr(SpeedKeep, ","))

      End If
End If
If (Len(FullData(CountFull)) > 58) And (DataCLatS > 0) And (DataCLatE
> 0) And (DataDate > 0) And (SpeedKeepI > 0) Then

      LatK(CountFull) = Mid$(FullData(CountFull), DataCLatS + 2,
      DataCLatE - 3 - DataCLatS)

      LatKC(CountFull) = Mid$(LatK(CountFull), 1, 2) & ":" &
      Mid$(LatK(CountFull), 3, 2) & ":" & Val(Mid$(LatK(CountFull),
      6, 4)) * 0.006
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        LongK(CountFull) = Mid$(FullData(CountFull), DataCLongS + 2,
        DataCLongE - 3 - DataCLongS)

        LongKC(CountFull) = Mid$(LongK(CountFull), 1, 3) & ":" &
        Mid$(LongK(CountFull), 4, 2) & ":" & Val(Mid$(LongK(CountFull),
        7, 4)) * 0.006

        TimeK(CountFull) = Mid$(FullData(CountFull), DataC + 2,
        DataCLatS - 7 - DataC)

        TimeK(CountFull) = Mid$(TimeK(CountFull), 1, 2) & ":" &
        Mid$(TimeK(CountFull), 3, 2) & ":" & Mid$(TimeK(CountFull), 5,
        2)

        DateK(CountFull) = Mid$(FullData(CountFull), DataDate - 8, 6)

        DateK(CountFull) = Mid$(DateK(CountFull), 1, 2) & ":" &
        Mid$(DateK(CountFull), 3, 2) & ":" & Mid$(DateK(CountFull), 5,
        2)

        SpeedK(CountFull) = Mid$(SpeedKeep, 1, SpeedKeepI - 1)
End If



If (Len(FullData(CountFull)) < 58) Or (DataCLatS = 0) Or (DataCLatE =
0) Or (DataDate = 0) Or (SpeedKeepI = 0) Then

        FullData(CountFull) = "'"

        LatK(CountFull) = ""

        LongK(CountFull) = ""

        TimeK(CountFull) = ""

        DateK(CountFull) = ""

        CountFull = CountFull - 1
End If
'*------------------- End Loop  Check >0 --------------------------*
End If
'*------------------- End Loop  Check P --------------------------*
        CountFull = CountFull + 1
End If
'*----------------------- End Loop  While --------------------------*
         FullData(CountFull) = FullData(CountFull) & InputCData
 Loop
 If CountFull > 1 Then
         Bar1.Max = CountFull - 1
         TsentM.Interval = Slider1.Value
         TsentM.Enabled = True
 End If
     Close #2
     Open "c:\SentData.txt" For Output As #1
End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
'*---------------------- กำหนดความเร็วในการส่งข้อมูล ----------------------*
Private Sub Slider1_Click()
        TsentM.Interval = Slider1.Value
End Sub
'*---------------------- กำหนดความเร็วในการส่งข้อมูล ----------------------*
Private Sub Slider1_Scroll()
         TsentM.Interval = Slider1.Value
End Sub
'*---------------------- กำหนดการรับข้อมูลเข้ามา ----------------------------*
Private Sub Timer1_Timer()
    If MSCtel.InBufferCount > 0 Then
        TextB1.Text = TextB1.Text & MSCtel.Input
    End If
End Sub
'*---------------------- แสดงเวลา ----------------------------------------*
Private Sub Timereal_Timer()
    StBar.Panels(5).Text = Time
End Sub




'*---------------------- ใช้ในการแสดงข้อมูลต่าง ๆ ----------------------------*
Private Sub TsentM_Timer()
        If (CountM <= Bar1.Max) Then
                Bar1.Value = CountM
                TextB1.Text = "$G" & FullData(CountM) & TextB1.Text
                If (InStr(FullData(CountM), "A")) Then
                Text1.ForeColor = &HFFFF&
                Text1.Text = "Data Valid"
                End If
                If (InStr(FullData(CountM), "V")) Then
                Text1.ForeColor = vbRed
                Text1.Text = "Data Not Valid"
                End If
                StBar.Panels(1).Text = "Latitude :" & LatKC(CountM)
                StBar.Panels(2).Text = "Longitude : " &
LongKC(CountM)
                StBar.Panels(3).Text = "Time: " & TimeK(CountM)
                '1 knot = 1.85200 kilometers unit
                StBar.Panels(4).Text = "Date:" & DateK(CountM)
                SpDisplay = Round((Abs(Val(SpeedK(CountM))) * 1.852),
                3)
                Lspeed.Caption = SpDisplay
                MSCtelM.Output = "$G" & FullData(CountM)
                Call outpot(CountM)
                CountM = CountM + 1
        End If
        If (CountM > Bar1.Max) Then
                TsentM.Enabled = False
        End If
End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
'*---------- มีการเปลี่ยนแปลง Scroll bar ----------*
Private Sub V1_Change()
Dim count_2 As Byte
For count_2 = 1 To 3
    If (Pic(count_2).Visible = True) Then
        Pic(count_2).Top = -V1.Value
            If (Pic(count_2).Top <= (-V1.Max)) Then
                Pic(count_2).Top = (-V1.Max)
            End If
            If (Pic(count_2).Top > 0) Then
                Pic(count_2).Top = 0
            End If
    End If
Next count_2
End Sub
'*---------- แสดงกัดบนแผนที่ ----------*
Public Sub outpot(datain As Integer)
On Error Resume Next
    Dim d1, d2 As Single
    In1 = Val(Mid$(LatK(datain), 1, 2)) * 60 * 60
    In2 = Val(Mid$(LatK(datain), 3, 2)) * 60
    In3 = Val(Mid$(LatK(datain), 6, 4))
    In3 = In3 * 0.006
    Lat1 = In1 + In2 + In3
    In4 = Val(Mid$(LongK(datain), 1, 3)) * 60 * 60
    In5 = Val(Mid$(LongK(datain), 4, 2)) * 60
    In6 = Val(Mid$(LongK(datain), 7, 4))
    In6 = In6 * 0.006
    Long1 = In4 + In5 + In6
    Plotx = (((Long1 - Longst1) * Px_1x) / Abs(Longend1 - Longst1) *
muldata1)
    Ploty = (((Lst1 - Lat1) * Py_1x) / Abs(Lend1 - Lst1) * muldata2)
        If ((Pic(1).Visible = True) And (Plotx > Pic(1).ScaleWidth))
Or ((Pic(2).Visible = True) And (Plotx > Pic(2).ScaleWidth)) Or
((Pic(3).Visible = True) And (Plotx > Pic(3).ScaleWidth)) Then
            GoTo dataout:
        End If

    If (Plotx < 0) Or (Ploty < 0) Then
            GoTo dataout:
        End If

    If ((Pic(1).Visible = True) And (Plotx > (Abs(Pic(1).Left))) And
(Plotx < (Abs(Pic(1).Left) + Pic(0).ScaleWidth))) Then

    If ((Pic(1).Visible = True) And (Ploty > (Abs(Pic(1).Top))) And
(Ploty < (Abs(Pic(1).Top) + Pic(0).ScaleHeight))) Then
                shape1(sh_index).Top = Ploty - 5
                shape1(sh_index).Left = Plotx - 5
                GoTo dataout1
    End If
    End If

    If ((Pic(2).Visible = True) And (Plotx > (Abs(Pic(2).Left))) And
(Plotx < (Abs(Pic(2).Left) + Pic(0).ScaleWidth))) Then
    If ((Pic(2).Visible = True) And (Ploty > (Abs(Pic(2).Top))) And
(Ploty < (Abs(Pic(2).Top) + Pic(0).ScaleHeight))) Then
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                shape1(sh_index).Top = Ploty - 5
                shape1(sh_index).Left = Plotx - 5
                GoTo dataout1
     End If
     End If

    If ((Pic(3).Visible = True) And (Plotx > (Abs(Pic(3).Left))) And
(Plotx < (Abs(Pic(3).Left) + Pic(0).ScaleWidth))) Then
    If ((Pic(3).Visible = True) And (Ploty > (Abs(Pic(3).Top))) And
(Ploty < (Abs(Pic(3).Top) + Pic(0).ScaleHeight))) Then
                shape1(sh_index).Top = Ploty - 5
                shape1(sh_index).Left = Plotx - 5
                GoTo dataout1
      End If
      End If

        If (Pic(1).Visible = True) And ((Plotx < Abs(Pic(1).Left)) Or
(Plotx > (Abs(Pic(1).Left + Pic(0).ScaleWidth)))) Then
            Pic(1).Left = (-Plotx) + (CInt(Pic(0).ScaleWidth / 2))
            Pic(1).Top = -(Ploty) + (CInt(Pic(0).ScaleHeight / 2))
        If (Pic(1).Left > 0) Then
                Pic(1).Left = 0
        End If
        If (Pic(1).Top > 0) Then
                Pic(1).Top = 0
        End If
 If ((Abs(Pic(1).Left) + Pic(0).ScaleWidth) > Pic(1).ScaleWidth) Then
        Pic(1).Left = -(Pic(1).ScaleWidth - Pic(0).ScaleWidth)
 End If
If ((Abs(Pic(1).Top) + Pic(0).ScaleHeight) > Pic(1).ScaleHeight) Then
        Pic(1).Top = -(Pic(1).ScaleHeight - Pic(0).ScaleHeight)
End If
        H1.Value = Abs(Pic(1).Left)
        V1.Value = Abs(Pic(1).Top)
End If

If (Pic(2).Visible = True) And (((Plotx) < Abs(Pic(2).Left)) Or
(Plotx > (Abs(Pic(2).Left + Pic(0).ScaleWidth)))) Then
         Pic(2).Left = (-Plotx) + (CInt(Pic(0).ScaleWidth / 2))
         Pic(2).Top = (-Ploty) + (CInt(Pic(0).ScaleHeight / 2))
If (Pic(2).Left > 0) Then
         Pic(2).Left = 0
End If
If (Pic(2).Top > 0) Then
         Pic(2).Top = 0
End If
If ((Abs(Pic(2).Left) + Pic(0).ScaleWidth) > Pic(2).ScaleWidth) Then
          Pic(2).Left = -(Pic(2).ScaleWidth - Pic(0).ScaleWidth)
End If
If ((Abs(Pic(2).Top) + Pic(0).ScaleHeight) > Pic(2).ScaleHeight) Then
          Pic(2).Top = -(Pic(2).ScaleHeight - Pic(0).ScaleHeight)
End If
       H1.Value = Abs(Pic(2).Left)
       V1.Value = Abs(Pic(2).Top)
End If

If (Pic(3).Visible = True) And (((Plotx) < Abs(Pic(3).Left)) Or
(Plotx > (Abs(Pic(3).Left + Pic(0).ScaleWidth)))) Then
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        Pic(3).Left = (-Plotx) + (CInt(Pic(0).ScaleWidth / 2))
        Pic(3).Top = (-Ploty) + (CInt(Pic(0).ScaleHeight / 2))
If (Pic(3).Left > 0) Then
        Pic(3).Left = 0
End If
If (Pic(3).Top > 0) Then
        Pic(1).Top = 0
End If
If ((Abs(Pic(3).Left) + Pic(0).ScaleWidth) > Pic(3).ScaleWidth) Then
        Pic(3).Left = -(Pic(3).ScaleWidth - Pic(0).ScaleWidth)
End If
If ((Abs(Pic(3).Top) + Pic(0).ScaleHeight) > Pic(3).ScaleHeight) Then
        Pic(3).Top = -(Pic(3).ScaleHeight - Pic(0).ScaleHeight)
End If
         H1.Value = Abs(Pic(3).Left)
         V1.Value = Abs(Pic(3).Top)
End If

If (Pic(1).Visible = True) And ((Ploty < Abs(Pic(1).Top)) Or (Ploty >
(Abs(Pic(1).Top + Pic(0).ScaleHeight)))) Then
          Pic(1).Left = ((-Plotx) + (CInt(Pic(0).ScaleWidth / 2)))
          Pic(1).Top = ((-Ploty) + (CInt(Pic(0).ScaleHeight / 2)))
If (Pic(1).Left > 0) Then
          Pic(1).Left = 0
End If
If (Pic(1).Top > 0) Then
          Pic(1).Top = 0
End If
If ((Abs(Pic(1).Left) + Pic(0).ScaleWidth) > Pic(1).ScaleWidth) Then
          Pic(1).Left = -(Pic(1).ScaleWidth - Pic(0).ScaleWidth)
End If
if ((Abs(Pic(1).Top) + Pic(0).ScaleHeight) > Pic(1).ScaleHeight) Then
          Pic(1).Top = -(Pic(1).ScaleHeight - Pic(0).ScaleHeight)
End If
          H1.Value = Abs(Pic(1).Left)
          V1.Value = Abs(Pic(1).Top)
End If
If (Pic(2).Visible = True) And (((Ploty) < Abs(Pic(2).Top)) Or (Ploty
> (Abs(Pic(2).Top + Pic(0).ScaleHeight)))) Then
          Pic(2).Left = ((-Plotx) + (CInt(Pic(0).ScaleWidth / 2)))
          Pic(2).Top = ((-Ploty) + (CInt(Pic(0).ScaleHeight / 2)))
 If (Pic(2).Left > 0) Then
          Pic(2).Left = 0
 End If


If (Pic(2).Top > 0) Then
            Pic(2).Top = 0
End If
If ((Abs(Pic(2).Left) + Pic(0).ScaleWidth) > Pic(2).ScaleWidth) Then
            Pic(2).Left = -(Pic(2).ScaleWidth - Pic(0).ScaleWidth)
End If
If ((Abs(Pic(2).Top) + Pic(0).ScaleHeight) > Pic(2).ScaleHeight) Then
             Pic(2).Top = -(Pic(2).ScaleHeight - Pic(0).ScaleHeight)
End If
            H1.Value = Abs(Pic(2).Left)
            V1.Value = Abs(Pic(2).Top)
End If
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
If (Pic(3).Visible = True) And (((Ploty) < Abs(Pic(3).Top)) Or (Ploty
> (Abs(Pic(3).Top + Pic(0).ScaleHeight)))) Then
            Pic(3).Left = ((-Plotx) + (CInt(Pic(0).ScaleWidth / 2)))
            Pic(3).Top = ((-Ploty) + (CInt(Pic(0).ScaleHeight / 2)))
If (Pic(3).Left > 0) Then
            Pic(3).Left = 0
End If
If (Pic(3).Top > 0) Then
            Pic(3).Top = 0
End If
If ((Abs(Pic(3).Left) + Pic(0).ScaleWidth) > Pic(3).ScaleWidth) Then
            Pic(3).Left = -(Pic(3).ScaleWidth - Pic(0).ScaleWidth)
End If
If ((Abs(Pic(3).Top) + Pic(0).ScaleHeight) > Pic(3).ScaleHeight) Then
            Pic(3).Top = -(Pic(3).ScaleHeight - Pic(0).ScaleHeight)
End If
        H1.Value = Abs(Pic(3).Left)
        V1.Value = Abs(Pic(3).Top)
End If
dataout1:
    If (SpDisplay > 0) Then
            distanx = Plotx - Plotx2
            distany = Ploty - Ploty2
            Plotx2 = Plotx
            Ploty2 = Ploty
            yx = distany / distanx
            tandata = CInt(Atn(Abs(yx)) * (180 / 3.141592654))
'------------------ Data of Y 90----- ^ ----------------------------*
        If ((distanx > 0) And (distany > 0) And (tandata > 60)) Or
((distanx < 0) And (distany > 0) And (tandata > 60)) Then
            shape1(sh_index).Picture = LoadPicture("c:\4.gif")
            GoTo exitdata
        End If
'------------------ Data of X 0 -----> ----------------------------*
        If ((distanx > 0) And (distany > 0) And (tandata < 30)) Or
((distanx > 0) And (distany < 0) And (tandata < 30)) Then
            shape1(sh_index).Picture = LoadPicture("c:\1.gif")
            GoTo exitdata
        End If
'------------------ Data of X 180 <-------- ----------------------------*
        If ((distanx < 0) And (distany > 0) And (tandata < 30)) Or
((distanx < 0) And (distany < 0) And (tandata < 30)) Then
            shape1(sh_index).Picture = LoadPicture("c:\2.gif")
            GoTo exitdata
        End If
'----------------------- Data of Y 270 ----- V ----------------------*
        If ((distanx < 0) And (distany < 0) And (tandata > 60)) Or
((distanx > 0) And (distany < 0) And (tandata > 60)) Then
            shape1(sh_index).Picture = LoadPicture("c:\3.gif")
            GoTo exitdata
        End If
'----------------------Data of X 45 ------------/-------------------------*
        If ((distanx > 0) And (distany > 0) And (tandata >= 30) And
(tandata <= 60)) Then
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            shape1(sh_index).Picture = LoadPicture("c:\5.gif")
            GoTo exitdata
        End If
'----------------------- Data of X 125 ------------\-----------------------*
        If ((distanx < 0) And (distany > 0) And (tandata >= 30) And
(tandata <= 60)) Then
            shape1(sh_index).Picture = LoadPicture("c:\6.gif")
            GoTo exitdata
        End If
'----------------------- Data of X 225 ------------/-----------------------*
        If ((distanx > 0) And (distany < 0) And (tandata >= 30) And
(tandata <= 60)) Then
            shape1(sh_index).Picture = LoadPicture("c:\8.gif")
            GoTo exitdata
        End If
'----------------------- Data of X 315 ------------\-----------------------*
        If ((distanx > 0) And (distany < 0) And (tandata >= 30) And
(tandata <= 60)) Then
            shape1(sh_index).Picture = LoadPicture("c:\7.gif")
            GoTo exitdata
        End If
exitdata:
    End If
shape1(1).Visible = True
shape1(2).Visible = True
shape1(3).Visible = True
shape1(sh_index).Top = Ploty - 5
shape1(sh_index).Left = Plotx - 5
dataout:
End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
* ---------------------------- โปรย่อยในโมดูล ----------------------------*
Option Explicit
Public pocition(3) As Integer
Public mem_w As Single
Public mem_h As Single
Public index_ret As Byte
Public flag_1 As Byte
Public muldata1, muldata2 As Byte
Public sh_index As Byte
Public Plotx, Ploty As Single
Public datas As Byte

Public Sub check()

pocition(1) = Sent.Pic(index_ret).ScaleHeight -
Sent.Pic(0).ScaleHeight
pocition(2) = Sent.Pic(index_ret).ScaleWidth - Sent.Pic(0).ScaleWidth

    If (flag_1 = 1 Or flag_1 = 2 Or flag_1 = 3) Then

          If (Sent.Pic(index_ret).Top > 0) Then
              Sent.Pic(index_ret).Top = 0
          End If

          If (Sent.Pic(index_ret).Top <= (-pocition(1))) Then
              Sent.Pic(index_ret).Top = (-pocition(1))
          End If

       Sent.V1.Max = pocition(1)

          If (Sent.Pic(index_ret).Left > 0) Then
              Sent.Pic(index_ret).Left = 0
          End If

          If (Sent.Pic(index_ret).Left <= (-pocition(2))) Then
              Sent.Pic(index_ret).Left = (-pocition(2))
          End If

       Sent.H1.Max = pocition(2)
       End If

              Sent.V1.Value = -(Sent.Pic(index_ret).Top)
              Sent.H1.Value = -(Sent.Pic(index_ret).Left)
              mem_w = Sent.H1.Value
              mem_h = Sent.V1.Value
End Sub

//จบโปรแกรมในส่วนของศูนย์ติดตามและแสดงผล
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้