สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การบริหารระบบการเดินรถโดยใช้ GPS และโทรศัพท์มือถือ

LOGISTIC MANAGEMENT USING GPS AND MOBILE PHONE

โดย

นายณยศ เทียนทอง

นายณุภาคย์ จิรวิญญ

นายธีรพงศ์ บุญกิตติเจริญ

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....62475
วัน,เดือน,ปี.....18 ส.ค. 2549

.b.....11b 25 t 23
.i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2548

ผ่านการตรวจชิ้นงานแล้ว

(ลงชื่อ).....ผู้ตรวจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ่านการตรวจรูปเล่มแล้ว

(ลงชื่อ).....ผู้ตรวจ

การบริหารระบบการเดินรถโดยใช้ GPS และโทรศัพท์มือถือ

LOGISTIC MANAGEMENT USING GPS AND MOBILE PHONE

โดย

นายณยศ เทียนทอง 45010216

นายณุภาคย์ จิรวิญญู 45010259

นายธีรพงศ์ บุญกิตติเจริญ 45010352

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร. พิพัฒน์ พรหมมี

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2548

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง **การบริหารระบบการเดินรถโดยใช้ GPS และโทรศัพท์มือถือ**

Logistic Management using GPS and Mobile phone

ผู้จัดทำ

1. นายณยศ เทียนทอง	**45010216**
2. นายณุภาคย์ จิรวิญญู	**45010259**
3. นายธีรพงศ์ บุญกิตติเจริญ	**45010352**

อาจารย์ที่ปรึกษา

(ดร. พิพัฒน์ พรหมมี)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การบริหารระบบการเดินรถโดยใช้ GPS และโทรศัพท์มือถือ

Logistic Management using GPS and Mobile phone

โดย	นายณเยศ	เที่ยนทอง	45010216
	นายณุภาคย์	จิรวิญญู	45010259
	นายธีรพงศ์	บุญกิตติเจริญ	45010352

อาจารย์ที่ปรึกษา ดร. พิพัฒน์ พรหมมี

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นการประยุกต์การใช้งาน GPS (Global Position System) ซึ่งใช้ดาวเทียมบอกพิกัด (GPS) ในการบริหารจัดการระบบการเดินรถเพื่อวัตถุประสงค์ในการควบคุมค่าใช้จ่ายและเส้นทางการเดินรถ โดยจะรายงานข้อมูลการใช้งานยานพาหนะ เช่น บอกพิกัดตำแหน่งรถยนต์ โดยการแสดงตัวเลขในตำแหน่ง ละติจูด และลองติจูด เพื่อให้สามารถตรวจสอบพฤติกรรมการใช้งานรถได้ ให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์และส่งข้อมูลมายังศูนย์ควบคุมผ่าน SMS เพื่อจะนำมาจัดการระบบการเดินรถ และผู้ควบคุมสามารถส่งสัญญาณผ่าน SMS จำลองการเปิด-ปิดการจ่ายน้ำมันของรถได้ กรณีที่มีการออกนอกเส้นทาง

Abstract

This project presents a GPS application in logistic management system, for cost management purpose. The location data of vehicle is reported by GPS and send to controlling center for display current location. The behavior of driver is verified by location which display on computer at controlling Center using SMS. The administrator is also able to control the vehicle in order to out of route by switch-off the power using SMS.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	**1**
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	**3**
2.1 องค์ประกอบที่สำคัญของระบบจีพีเอส	3
2.1.1 ส่วนการทำงานบนอวกาศ	3
2.1.2 ส่วนสถานีควบคุมภาคพื้นดิน	4
2.1.3 ส่วนภาคผู้ใช้หรือเครื่องรับสัญญาณ	5
2.2 การทำงานของระบบ GPS	5
2.2.1 การวัดระยะห่างจากดาวเทียมถึงเครื่องรับสัญญาณ	7
2.3 โครงสร้างของข้อมูลที่ส่งจากดาวเทียม GPS	7
2.4 ชนิดของเครื่องรับสัญญาณ GPS	9
2.4.1 Sequence Receivers	9
2.5 ระบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์แบบไอสแควซีบัส	12
2.6 ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ของระบบ GPS	13
2.7 โมดูลรับสัญญาณ GPS	15
2.8 มาตรฐาน NMEA	16
2.8.1 NMEA Message	16
2.9 หลักการรับส่ง SMS	24
2.9.1 คำสั่ง AT-Command ที่สำคัญ	24
2.9.2 โหมดของการรับส่งข้อมูล	24
2.9.3 การรับข้อความ SMSในพีดียู โหมด	25
2.9.4 การส่งข้อความ SMSในพีดียู โหมด	27
2.9.5 การแปลงตัวเลขชนิด 7 บิตเป็นข้อมูล 8 บิต (Octet)	28
2.10 ระบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์แบบไอสแควซีบัส	28
2.10.1 คุณสมบัติทั่วไปของบัส I^2C	28
2.10.2 สภาวะที่เกิดขึ้นบนบัส I^2C	30
2.10.3 การทำงานบนบัส I^2C	31
2.10.4 การเข้าถึงแบบ 7 บิต (7 bit addressing)	31
2.10.5 การเข้าถึงแบบ 10 บิต (10 bit addressing)	32
2.11 หน่วยความจำอีสแควพรอมแบบไอสแควซี (24XX)	33
2.11.1 คุณสมบัติของหน่วยความจำอีสแควพรอมแบบไอสแควซี	33
2.11.2 การจัดขาสัญญาณของหน่วยความจำ 24XX	34
2.11.3 การเขียนข้อมูลให้กับหน่วยความจำ	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

2.11.4 การอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำ 38

2.12 โลจิสติกส์ 40

บทที่ 3 การคำนวณและการสร้าง **42**

3.1 การออกแบบโครงงาน 42

3.1.1 การจัดการสัญญาณจากโมดูลจีพีเอส 42

3.1.2 การติดต่อกับโทรศัพท์ 44

3.1.3 วงจรที่ใช้ในโครงงาน 46

3.1.3.1 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ 46

3.1.3.2 วงจรเชื่อมต่อสัญญาณมาตรฐานแบบอาร์เอส–232 48

3.1.3.3 วงจรการรับส่งสัญญาณของหน่วยความจำอีสแควพรอม 49

3.1.3.4 วงจรควบคุมการเชื่อมต่อกับโมดูลจีพีเอส 50

3.2 การออกแบบโปรแกรมที่ใช้ควบคุม และรายงาน 50

3.2.1 การเก็บค่าพิกัดลงไปในฐานข้อมูล 50

3.2.1.1 การส่งคำสั่งไปยังอุปกรณ์เก็บค่าพิกัดจากดาวเทียมจีพีเอสในยานพาหนะ 50

3.2.1.2 การแปลงข้อความพิกัดที่อุปกรณ์เก็บพิกัดส่งมาทาง SMS 51

3.2.1.3 การเก็บข้อมูลไว้ในฐานข้อมูล 51

3.2.2 การแสดงข้อมูลบนแผนที่ 52

3.2.2.1 การสร้างระบบพิกัดบนแผนที่ 52

3.2.2.2 การแสดงข้อมูลลงบนแผนที่ 53

3.2.2.3 การคำนวนระยะทาง กับเวลาที่เหลือ 54

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง **55**

4.1 การทดลองอุปกรณ์เก็บค่าพิกัดจากดาวเทียมจีพีเอส 55

4.1.1 การทดลองเครื่องรับจีพีเอส 55

4.1.2 การทดลองบันทึกข้อมูลที่รับมาจากจีพีเอสในอีสแควร์พรอม 56

4.1.3 การทดลองส่ง SMS โดยใช้ AT-Command 57

4.1.4 การทดลองอ่านค่า SMS ใหม่ โดยใช้ AT-Command 58

4.1.5 การทดลองชิ้นงาน 59

4.2 การทดลองโปรแกรมที่ใช้ควบคุม และรายงาน 61

4.2.1 การทดลองเก็บข้อมูลในอีสแควร์พรอมลงในฐานข้อมูล 61

4.2.2 การทดลองเก็บข้อมูลจาก SMS ลงในฐานข้อมูล 61

4.2.3 การทดลองส่งคำสั่งไปยังอุปกรณ์เก็บพิกัด 62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

4.2.4 การทดลองการทำรายงานทาง Microsoft Excel 63
4.3 การทดลองโปรแกรมแสดงข้อมูลบนแผนที่ 66
4.3.1 การทดลองการบันทึกจุดหมายลงในฐานข้อมูล 66
4.3.2 การทดลองการแสดงข้อมูลพิกัดบนแผนที่ 68
4.3.3 การทดลองการคำนวนระยะทาง และเวลาที่เหลือ 69
บทที่ 5 บทวิจารณ์และบทสรุป **72**
5.1 สรุปผลการทดลอง 72
5.2 ปัญหาที่พบในการทดลอง 72
5.3 แนวทางการพัฒนาต่อไป 72
ภาคผนวก
หนังสืออ้างอิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

		หน้า
รูปที่ 1.1	ภาพรวมของโครงงาน	2
รูปที่ 2.1	แผนผังแสดงองค์ประกอบอย่างคราว ๆ ของระบบ GPS	3
รูปที่ 2.2	ตัวอย่างการหาพิกัดตำแหน่งของผู้ใช้บนระนาบ 2 มิติ	5
รูปที่ 2.3	โครงสร้างของสัญญาณที่ใช้ในระบบ GPS (L1 และ L2)	7
รูปที่ 2.4	โครงสร้างของข้อมูลที่ส่งจากดาวเทียม GPS	9
รูปที่ 2.5	เครื่องรับสัญญาณ GPS รูปแบบต่าง ๆ ที่มีการผลิตออกมาใช้งานกัน	10
รูปที่ 2.6	แผนผังแสดงองค์ประกอบคร่าว ๆ ของระบบ DGPS	11
รูปที่ 2.7	แผนผังแสดงองค์ประกอบอย่างคร่าว ๆ ของ WAAS	12
รูปที่ 2.8	ความสามารถในการบอกพิกัดตำแหน่งของระบบ GPD, DGPS และ WAAS	13
รูปที่ 2.9	การเกิด Multipath	14
รูปที่ 2.10	การเชื่อมต่อด้วยระบบบัสแบบ I^2C	29
รูปที่ 2.11	วงจรทางเอาต์พุตของชิปที่ใช้ระบบบัสแบบ I^2C	29
รูปที่ 2.12	ไดอะแกรมเวลาแสดงสถานะต่างๆบนระบบบัส I^2C	31
รูปที่ 2.13	แบบข้อมูลในการอ้างแอดเดรส	31
รูปที่ 2.14	แสดงแบบข้อมูลในการเข้าถึงแบบ 7 บิต	32
รูปที่ 2.15	แสดงแบบข้อมูลในการเข้าถึงแบบ 10 บิต	32
รูปที่ 2.16	บล็อกไดอะแกรมของหน่วยความจำอีสแควพรอมตระกูล 24XX	33
รูปที่ 2.17	ขาสัญญาณโดยทั่วไปของไอซี 24XX	34
รูปที่ 2.18	รหัสคอนโทรลไบต์ของ 24XX/32/64/128/256 ของไมโครชิพ	35
รูปที่ 2.19	ตัวอย่างการเขียนข้อมูลให้หน่วยความจำแบบครั้งละไบต์	36
รูปที่ 2.20	ตัวอย่างการเขียนข้อมูลให้หน่วยความจำแบบเครั้งละหน้า	37
รูปที่ 2.21	ตัวอย่างการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำแบบระบุตำแหน่งครั้งละ 1 ไบต์	38
รูปที่ 2.22	ตัวอย่างการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำแบบระบุตำแหน่งครั้งละหลาย ๆ ไบต์	39
รูปที่ 2.23	ตัวอย่างการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำแบบไม่ระบุตำแหน่งครั้งละ 1 ไบต์	39
รูปที่ 3.1	โฟล์วชาร์ทของการจัดการสัญญาณจากโมดูลจีพีเอส	42
รูปที่ 3.2	การเชื่อมต่อกับวงจรจีพีเอสโมดูล	43
รูปที่ 3.3	โฟล์วชาร์ทของการจัดการติดต่อกับโทรศัพท์	44
รูปที่ 3.4	วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์	46
รูปที่ 3.5	โฟล์วชาร์ทของโปรแกรมหลักในไมโครคอนโทรลเลอร์	47
รูปที่ 3.6	โฟล์วชาร์ทของโปรแกรมไทมเมอร์อินเทอร์รัพในไมโครคอนโทรลเลอร์	48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

รูปที่ 3.7 วงจรเชื่อมต่อสัญญาณมาตรฐานแบบอาร์เอส-232 49

รูปที่ 3.8 วงจรหน่วยความจำอีสแควพรอม 49

รูปที่ 3.9 วงจรควบคุมการเชื่อมต่อกับโมดูลจีพีเอส 50

รูปที่ 3.10 รูปแสดงวิธีการสร้างระบบพิกัดแผนที่ 52

รูปที่ 3.11 โฟล์วชาร์ทของโปรแกรมแสดงข้อมูลลงแผนที่ 53

รูปที่ 4.1 ระดับสัญญาณของข้อมูลที่ส่งออกมาจากโมดูลจีพีเอส 55

รูปที่ 4.2 Channel 1 ระดับสัญญาณก่อนเข้าไอซี MAX232

Channel 2 ระดับสัญญาณที่ส่งออกจากไอซี MAX232 55

รูปที่ 4.3 ข้อมูลที่จีพีเอสส่งออกมา 56

รูปที่ 4.4 ข้อมูลที่บันทึกเข้าอีสแควร์พรอม 56

รูปที่ 4.5 การส่ง SMS โดยใช้ AT-Command 57

รูปที่ 4.6 ข้อความที่ได้รับจากการทดลองที่ 4.3 57

รูปที่ 4.7 เมื่อไม่มี SMS ใหม่ถูกส่งมา 58

รูปที่ 4.8 เมื่อมี SMS ใหม่ถูกส่งมา 58

รูปที่ 4.9 ชิ้นงานที่ประกอบเรียบร้อยแล้ว 59

รูปที่ 4.10 การแสดงสถานะขณะที่ชิ้นงานติดต่อกับโมดูลจีพีเอส 59

รูปที่ 4.11 การแสดงสถานะขณะที่ชิ้นงานติดต่อกับโทรศัพท์มือถือ 59

รูปที่ 4.12 การแสดงสถานะขณะที่ชิ้นงานได้รับ SMS ใหม่ 60

รูปที่ 4.13 การแสดงสถานะขณะที่ชิ้นงานอ่านค่าจาก SMS ใหม่ 60

รูปที่ 4.14 ชิ้นงานตอบสนองต่อคำสั่งที่ได้รับมา 60

รูปที่ 4.15 SMS ที่ได้รับ 60

รูปที่ 4.16 รูปแสดงสถานะ เมื่อยังไม่มี SMS ใหม่เข้ามา 61

รูปที่ 4.17 รูปแสดงสถานะ เมื่อมี SMS ใหม่เข้ามา 62

รูปที่ 4.18 รูปแสดงการกำหนดค่าคำสั่ง 63

รูปที่ 4.19 หน้าต่างโปรแกรมรายงาน 64

รูปที่ 4.20 หน้าต่างการเซฟไฟล์ 64

รูปที่ 4.21 การเรียกใช้ฟังชั่น Text To Columns โดยเลือกชนิดของข้อความเป็น Delimited 65

รูปที่ 4.22 การเรียกใช้ฟังชั่น Text To Columns โดยใช้ตัวแยกข้อความเป็น Semicolon 65

รูปที่ 4.23 ข้อมูลที่รายงานในรูปแบบของโปรแกรม Microsoft Excel 66

รูปที่ 4.24 รูปแสดงการบันทึกพิกัดจุดหมายลงในฐานข้อมูล 67

รูปที่ 4.25 รูปเมื่อโปรแกรมเสร็จการแยกจุดหมายไปยังฐานข้อมูลของรถแต่ละคัน 67

รูปที่ 4.26 รูปแสดงการวาดพิกัดลงบนแผนที่ 68

รูปที่ 4.27 รูปกรณีที่ 1 เลยเวลาที่กำหนดแล้ว 69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

รูปที่ 4.28 กรณีที่ 2 สามารถไปถึงทันเวลา 70
รูปที่ 4.29 กรณีที่ 3 ไม่สามารถไปถึงทันเวลา 71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 รายละเอียดภายในเรคอร์ดต่างๆ ของ NMEA Message 17

ตารางที่ 2.2 ความหมายของข้อมูลที่อยู่ในเรคอร์ด GGA 18

ตารางที่ 2.3 แสดงรายละเอียดของตารางที่ 2.2 ใน Position Fix Indicator 18

ตารางที่ 2.4 ความหมายของข้อมูลที่อยู่ในเรคอร์ด GLL 19

ตารางที่ 2.5 ความหมายของข้อมูลที่อยู่ในเรคอร์ด GSA 20

ตารางที่ 2.6 แสดงรายละเอียดของตารางที่ 2.5 ใน Mode 1 20

ตารางที่ 2.7 แสดงรายละเอียดของตารางที่ 2.5 ใน Mode 2 20

ตารางที่ 2.8 ความหมายของข้อมูลที่อยู่ในเรคอร์ด GSV 21

ตารางที่ 2.9 ความหมายของข้อมูลที่อยู่ในเรคอร์ด RMC 22

ตารางที่ 2.10 ความหมายของข้อมูลที่อยู่ในเรคอร์ด VTG 23

ตารางที่ 2.11 คุณสมบัติของแต่ละเรคอร์ด 23

ตารางที่ 2.12 คำสั่งเรียกดูข้อความ (List message) CMGL 24

ตารางที่ 2.13 คำสั่งส่งข้อความ (Send message) CMGS 24

ตารางที่ 2.14 ส่วนประกอบของข้อมูลในการรับข้อความ 26

ตารางที่ 2.15 ส่วนประกอบของข้อมูลในการส่งข้อความ 27

ตารางที่ 2.16 คอนโทรลไบต์ของหน่วยความจำแบบไอสแควซีบัสของไมโครชิพ 35

ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงรูปแบบคำสั่ง ในการควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ 45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ความก้าวหน้าของเทคโนโลยี ในปัจจุบันเข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันในหลายต่อหลายด้าน รวมถึงการเดินทางสัญจร ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การเดินเรือที่แล่นอยู่กลางทะเลที่มองเห็นแต่ผืนน้ำกับแผ่นฟ้าแต่ผลที่สุดคือเราสามารถเดินทางไปถึงจุดหมายได้ หรือที่เห็นได้ชัด คือการเดินทางด้วยเครื่องบินที่ไปถึงจุดหมายปลายทางได้โดยที่ไม่ต้องอาศัยแม้การมองดูดวงดาวหรือดวงอาทิตย์ สิ่งเหล่านี้คงยากจะเป็นไปได้ หากขาดเทคโนโลยีที่จะช่วยเป็นระบบนำทางที่ดี

ระบบ GPS ย่อมาจากคำเต็ม ๆ ว่า Global Positioning System ถอดความตามศัพท์ได้ว่าเป็นระบบที่ใช้ในการระบุตำแหน่งบนพื้นผิวโลก โดยเป็นเทคโนโลยีที่สามารถระบุถึงตำแหน่งบน พื้นผิวโลกได้อย่างแม่นยำไม่ว่าในเวลาหรือสภาพอากาศแบบใด การทำงานของระบบอาศัยการทำงานของดาวเทียมซึ่งโคจรอยู่เหนือพื้นโลก ระบบดาวเทียมที่ใช้ในระบบการนำร่องเต็มระบบมีอยู่ทั้งหมด 24 ดวงหรือมากกว่านั้น โดยทั้งหมดโคจรอยู่เหนือพื้นผิวโลกด้วยระยะห่าง 26,560 กิโลเมตรการโคจรรอบโลก 1 รอบกินเวลา 11.967 ชั่วโมง (คิดเป็นความเร็วเท่ากับ 2.6 กิโลเมตรต่อวินาที) ดาวเทียมทั้งหมดถูกควบคุมเส้นทางการโคจรจากสถานีที่ภาคพื้นดิน ดาวเทียมเหล่านี้จะทำหน้าที่ส่งสัญญาณมายังพื้นโลก สัญญาณที่ว่านี้ไม่ว่าใครก็ตามที่มีเครื่องรับสัญญาณ GPS (GPS Receiver) ก็สามารถรับสัญญาณได้ทันที สัญญาณที่รับได้เมื่อนำมาผ่านการคำนวณ การถอดรหัสจะทำให้ ได้ผลลัพธ์ออกมาเป็นค่าพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลกที่เครื่องรับตั้งอยู่ในเวลานั้น ๆ

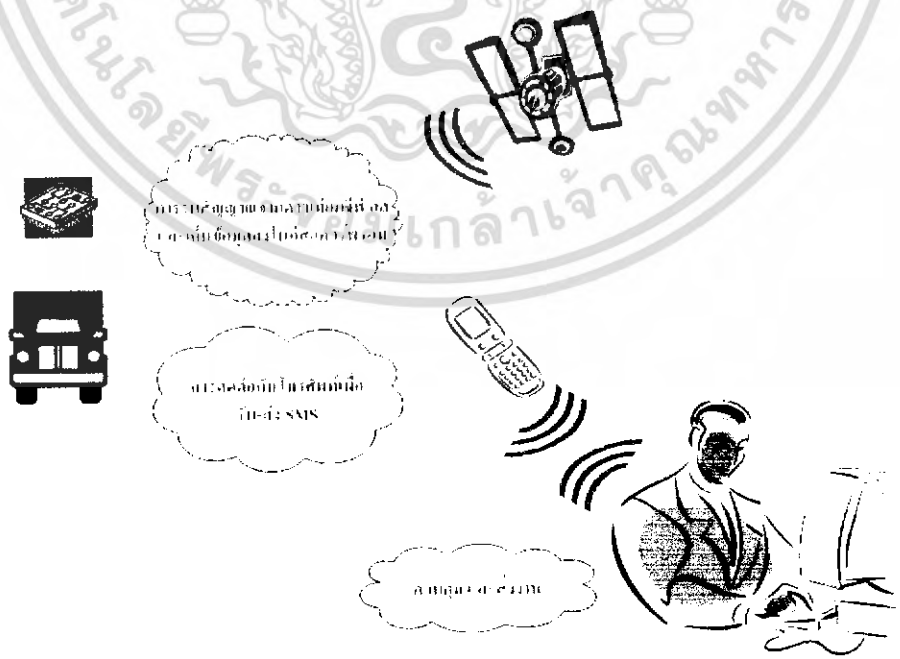
ตามทางทฤษฎี การโคจรของดาวเทียม GPS ทั้งระบบทำให้ทุกที่บนพื้นโลกไม่ว่าขณะเวลาใดเครื่องรับจะสามารถรับสัญญาณจากดาวเทียมได้อย่างน้อย 3 ดวง ซึ่งเป็นจำนวนที่มากพอในการคำนวณหาพิกัดบนพื้นโลกได้

การวางระบบ GPS เพื่อใช้งานเริ่มต้นขึ้นเป็นครั้งแรกเมื่อปี ค.ศ. 1978 โดยดาวเทียม GPS ใช้งานชุดแรกประกอบด้วยกลุ่มดาวเทียม 10 ดวง มีชื่อเรียกว่า Block I ผลิตขึ้นโดย Rockwell International Corporation ภายใต้การสนับสนุนของหน่วยงานทางการทหารของอเมริกา โดยมุ่งเป้าไปที่การใช้ในการทหารและงานด้านความมั่นคงเป็นงานหลัก ต่อมาในช่วงปี ค.ศ. 1989 ถึง ค.ศ. 1993 ระบบดาวเทียม GPS ถูกขยายออกจนมีดาวเทียมประจำการเพิ่มขึ้นเป็น 23 ดวง จนกระทั่งในปี ค.ศ. 1994 ดาวเทียมดวงที่ 24 ได้ถูกส่งขึ้นไปสู่วงโคจรและทำให้ดาวเทียม GPS พื้นฐานเต็มครบทั้งระบบได้ในที่สุด ปัจจุบันระบบ GPS ยังคงได้รับการพัฒนาอยู่อย่างต่อเนื่องเพื่อนำไปใช้งานด้านอื่น ๆ ที่นอกเหนือจากการใช้ทางการทหารอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาหนึ่งที่มักเกิดกับผู้ประกอบการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งก็คือการที่ไม่สามารถควบคุม และรับรู้พฤติกรรมของคนขับรถในขณะที่นำรถออกไปใช้ได้ ซึ่งทำให้เกิดปัญหาอื่น ๆ อีกมากมายตามมาก็คือ คนขับรถอาจขับรถด้วยความประมาท ทำให้สิ่งที่บรรทุกไปเกิดความเสียหายได้ หรือคนขับรถอาจนำรถออกไปใช้นอกเส้นทางทำให้เปลืองทรัพยากรของผู้ประกอบการได้ หรือคนขับรถอาจแวะหยุดกลางทางเพื่อทำกิจกรรมบางอย่างที่นำความเสียหายมาให้แก่ผู้ประกอบการได้ และอีกปัญหาหนึ่งก็คือ ผู้ประกอบการนั้นไม่มีระบบการจัดการทางด้านโลจิสติกส์ ที่ดีพอ อันอาจจะเป็นเหตุให้เกิดการเสียเวลาในการขนส่ง และยังเป็นการเปลืองทรัพยากรอีกด้วย เป็นต้น

จึงเป็นที่มาของโครงการนี้ ซึ่งเป็นโครงงานที่ช่วยแก้ปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น กล่าวคือ โครงงานนี้ประกอบด้วยชุดอุปกรณ์ที่แบ่งออกเป็นสองส่วน โดยส่วนหนึ่งเป็นส่วนที่ติดอยู่บนพาหนะ มีความสามารถในการเก็บรายละเอียดต่างๆ ของการเดินทาง อาทิเช่น เส้นทางการเดินรถ ความเร็วที่ใช้ในการเดินทาง วันที่ และเวลาในการเดินทาง แล้วเก็บข้อมูลที่ได้ลงบนหน่วยความจำที่สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก เพื่อนำข้อมูลเหล่านั้นไปประมวลผล ในส่วนที่สอง ซึ่งจะติดตั้งอยู่ในสำนักงาน หรืออาคาร เพื่อเก็บข้อมูลการเดินรถที่ได้ลงบนฐานข้อมูลในคอมพิวเตอร์ แล้วสามารถนำข้อมูลเหล่านั้นมาวิเคราะห์และแสดงผลออกทางแผนที่ในคอมพิวเตอร์ เพื่อให้สะดวกแก่การใช้งาน ซึ่งจะช่วยให้ผู้ประกอบการเกี่ยวกับการขนส่งต่างๆ สามารถรู้การทำงานของพนักงานเพื่อใช้ในการควบคุมการปฏิบัติงานและติดตามความเคลื่อนไหวของพนักงานได้ นอกจากนี้ยังสามารถนำข้อมูลที่อยู่ในฐานข้อมูลออกมาประมวลผลใหม่ในโอกาสต่อไปได้ และยังเพิ่มในส่วนของโปรแกรมโลจิสติกส์อย่างง่ายๆ ซึ่งในโครงงานนี้มีการกำหนดเงื่อนไขอย่างง่ายๆ โดยที่เราจะสมมติว่ามีรถขนส่งอยู่ ซึ่งแต่ละคันมีเส้นทางการเดินรถที่ไม่เหมือนกัน โดยที่เราสามารถกำหนดพิกัดของจุดหมาย และ เวลาที่ต้องไปถึงได้ จากนั้นโปรแกรมจะคำนวณว่าเส้นทางใดเหมาะสมกับรถคันไหน ระยะทางที่เหลือ เหลือเวลาอีกเท่าใดที่จะถึงเป้าหมาย และสามารถตรวจสอบพิกัดของรถขนส่ง เพื่อแจ้งเตือนสถานะนั้น ทำให้สามารถที่จะจัดระเบียบได้อย่างสะดวกขึ้น



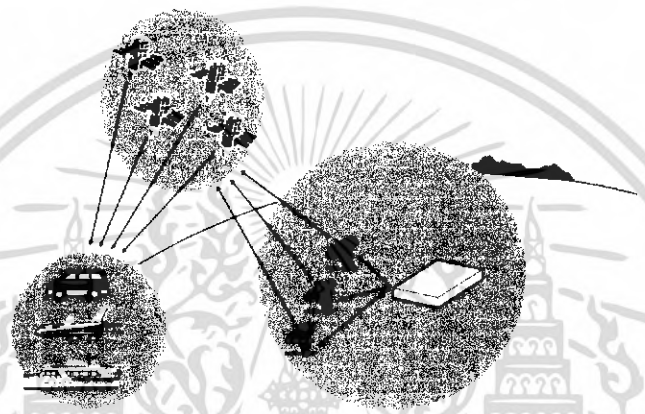
รูปที่ 1.1 ภาพรวมของโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 องค์ประกอบที่สำคัญของระบบ GPS

การนำร่องด้วยระบบ GPS มีส่วนที่เป็นองค์ประกอบสำคัญอยู่ 3 ภาค ได้แก่ ภาคอวกาศ (Space Segment), ภาคผู้ใช้ (User Segment), ภาคผู้คุมการทำงาน (Control Segment) โดยแต่ละภาคจะมีบทบาทของตนเองดังนี้



รูปที่ 2.1 แผนผังแสดงองค์ประกอบอย่างคราว ๆ ของระบบ GPS

2.1.1 ส่วนการทำงานบนอวกาศ

การทำงานของระบบ GPS ในภาคอวกาศ ประกอบด้วยกลุ่มดาวเทียมซึ่งจะโคจรอยู่รอบโลกตลอดเวลา (Nongeostationary)และการกระจายสัญญาณจากดาวเทียมเหล่านั้น ซึ่งเป็นกุญแจสำคัญในการได้มาซึ่งพิกัดที่อยู่บพื้นโลก ความเร็วในการเคลื่อนที่ และค่าเวลา หน้าที่โดยพื้นฐานของดาวเทียมเหล่านี้ก็คือ

- การรับและเก็บสำเนาข้อมูลที่ส่งมาจากส่วนควบคุมภาคพื้นดิน
- ควบคุมและรักษาความแม่นยำของเวลาโดยใช้ค่าเฉลี่ยที่ได้จากนาฬิกาอะตอม (Atomic clocks) ในดาวเทียมเอง
- ส่งข้อมูลและสัญญาณไปยังผู้ใช้ (เครื่องรับสัญญาณ GPS) ด้วยความถี่พาหะ 2 ค่าในย่าน L (L-Band)
- การโคจรรอบโลกเพื่อส่งสัญญาณครอบคลุมพื้นที่การใช้งานทั่วโลก

ดาวเทียม GPS แต่ละดวงจะส่งข้อมูลในการนำร่องโดยใช้ความถี่พาหะในย่าน L-Band 2 ความถี่ เพื่อ ให้สัญญาณเกิดการกระจายตัวไปในขั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ย่านความถี่ของสัญญาณที่ถูกเลือกใช้นี้จะทำให้สัญญาณถูกส่งไปอย่างมีทิศทางและง่ายต่อการสะท้อนหรือปิดกั้นด้วยวัตถุที่เข้ามาขวางชั้นของเมฆสามารถจะถูกทะลวงผ่านไปได้โดยง่าย แต่สำหรับกิ่งไม้ ใบไม้ อาจเป็นอุปสรรคต่อการทะลุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ่านของสัญญาณอยู่บ้าง (ขึ้นกับความหนาแน่นและชนิดของกิ่งใบใบไม้ ชนิดนั้น ๆ) โดยที่สัญญาณจะต้องถูกส่งมาด้วยกำลังซึ่งมากพอจะทำให้ความแรงของสัญญาณที่ผิวโลกมีค่าอย่างน้อยเท่ากับ -160dBw

2.1.2 สถานีควบคุมภาคพื้นดิน

สถานีการควบคุมภาคพื้นดินของระบบ GPS ประกอบด้วยสถานีภาคพื้นดินที่ตั้งกระจายอยู่บนภูมิภาคต่างๆ ของโลกหน้าที่ของสถานีควบคุมภาคพื้นดินก็คือการตรวจสอบการทำงานตำแหน่งที่อยู่ และวงโคจรของดาวเทียม GPS ว่าทั้งหมดถูกต้องอย่างที่ควรเป็นหรือไม่ สำหรับสถานีควบคุมภาคพื้นดินในปัจจุบันมีตั้งอยู่ 5 แห่งด้วยกัน ได้แก่ ที่เกาะฮาวาย (Hawaii) กวาจาลิน(Kwajalein) ดิเอโกคาร์เซีย(Diego Carcia) เกาะแอสเซนชัน(Ascension Island) และ ที่โคโลราโดสปริง (Colorado Spring) รัฐโคโลราโด สหรัฐอเมริกา ทุกสถานีอยู่ภายใต้การควบคุม ของ U.S. Department of Defense โดยทั้งหมดมีหน้าที่ในการดำเนินงานดังนี้

- ทั้ง 5 สถานีเป็นสถานีรับข้อมูลโดยข้อมูลที่ได้รับจะถูกส่งไปยังสถานีควบคุมหลักที่โคโลราโดสปริง

- สถานีควบคุมหลัก (Master Control) มีหน้าที่ประมวลผลข้อมูลเพื่อหาพิกัดตำแหน่งที่ถูกต้องบนเส้นทางโคจรและค่าเวลาของดาวเทียม เพื่อควบคุมและแก้ไขการทำงานต่างๆ ของดาวเทียมให้มีความถูกต้องอยู่ตลอดเวลา

- สถานีควบคุม 3 แห่ง (ที่เกาะแอสเซนชั่น, ดิเอโกคาร์เซีย, และกวาจาลิน) ทำหน้าที่เป็นสถานีสำหรับการอัพลิงค์ข้อมูลต่างๆ ไปยังดาวเทียม ข้อมูลที่กล่าวถึงนี้ได้แก่ ข้อมูลเส้นทางการโคจรและค่าเวลา (จะถูกแทรกมากับข้อมูลซึ่งดาวเทียมส่งมายังเครื่องรับสัญญาณ) ที่ต้องการปรับแก้ไขไปยังดาวเทียม

สถานีอัพลิงค์ข้อมูลแต่ละแห่งจะสามารถเห็นดาวเทียมแต่ละดวงได้วันละ 1 ครั้ง นั่นหมายความว่าดาวเทียมแต่ละดวงจะติดต่อกับสถานีที่ว่านี้ได้เพียงวันละ 3 ครั้ง ดังนั้นคำสั่งควบคุมจากภาคพื้นดินจะสามารถถูกส่งไปยังดาวเทียมได้ทุกๆ 8 ชั่วโมงหากมีความจำเป็น สำหรับการคำนวณค่าของเส้นทางการโคจรของดาวเทียมGPS คือที่เรียกทางเทคนิคว่า อีฟีเมอร์ไรด์ (Ephemerrides) และการคำนวณความคลาดเคลื่อนของนาฬิกาบนดาวเทียม GPS เป็นสองหน้าที่ที่สำคัญมากที่สถานีควบคุมภาคพื้นดินรับผิดชอบจัดการ เนื่องจากดาวเทียม GPS เคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงมาก (ประมาณ 4 กิโลเมตรต่อวินาที) แต่เส้นทางดังกล่าวจะต้องถูกควบคุมให้แน่นอนตายตัว หลังจากดาวเทียมถูกปล่อยออกจากกระสวยอวกาศหากไม่มีความผิดพลาดดาวเทียมก็จะเริ่มโคจรรอบโลก เส้นทางการโคจรของดาวเทียมจะถูกกำหนดจากตำแหน่งการปล่อย ความเร็วของดาวเทียม รวมทั้งสนามแรงโน้มถ่วงที่โลกกระทำต่อดาวเทียมเอง ปัจจัยที่กล่าวมาทั้งหมดนี้เองที่ทำให้ดาวเทียมโคจรไปรอบๆ โลกในลักษณะเส้นทางรูปวงรีหรือที่ในทางเทคนิคเรียกเส้นทางโคจรในลักษณะดังกล่าวว่า Keplerinan ellipse

สำหรับนาฬิกาซึ่งใช้เป็นฐานเวลาในดาวเทียม GPS เป็นนาฬิกาอะตอมที่ถูกติดตั้งอยู่ในดาวเทียมเอง ความคลาดเคลื่อนของนาฬิกาบนดาวเทียม GPS จะถูกปรับแก้ไขในลักษณะเดียวกับการปรับแก้เส้นทางโคจรของดาวเทียม เนื่องจากเป็นตัวแปรสำคัญที่ใช้ในการคำนวณหาพิกัดที่อยู่บนพื้นโลก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

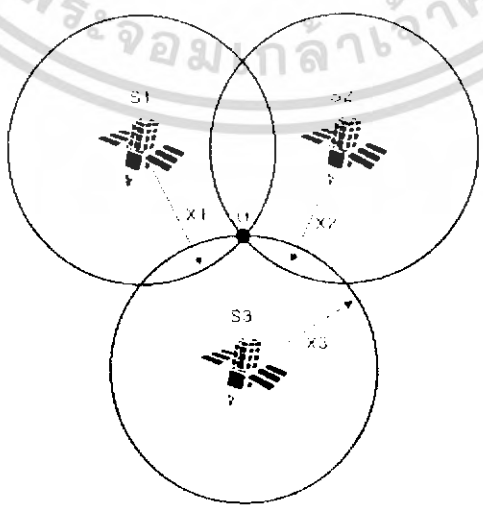
ด้วยเหตุนี้ความแม่นยำของเวลาของ GPS จึงต้องถูกกำหนดไว้ที่ค่า ±340 นาโนวินาที (ความคลาดเคลื่อนเพียง 1 วินาที ใน 7 หมื่นปี)

2.1.3 ภาคผู้ใช้หรือเครื่องรับสัญญาณ

ส่วนนี้ของระบบ GPS เป็นส่วนที่อยู่ใกล้ตัวเราในฐานะของผู้ใช้มากที่สุดโดยเครื่องรับสัญญาณ GPS ที่มีจำหน่ายในปัจจุบันมีทั้งที่เป็นแบบพกพาและแบบติดตั้งบนยานพาหนะ เช่น รถยนต์ เรือ เครื่องบิน รถยนต์ส่วนตัว หรือแม้แต่ รถบรรทุกสินค้า เครื่องรับสัญญาณจะทำ หน้าที่ตรวจจับ ถอดรหัส และประมวลผลสัญญาณที่ได้รับจากดาวเทียม GPS และนำผลลัพธ์ที่ได้ ซึ่งเป็นค่าพิกัดตำแหน่งและเวลามาตรฐาน ณ จุดที่เครื่องรับอยู่ในขณะนั้นนำมาแสดงในรูปตัวเลข หรือกราฟิกที่ผู้ใช้สามารถเข้าใจได้ง่าย ปัจจุบันมีเครื่องรับสัญญาณ GPS ที่ผลิตโดยบริษัทผู้ผลิตรายต่าง ๆ ออกมาเป็นจำนวนมาก โดยมีรูปแบบและประโยชน์ใช้สอยสำหรับงานต่างๆ กัน เช่น เครื่องรับสัญญาณสำหรับการเดินทาง ซึ่งถูกออกแบบให้มีขนาดเล็กพกพาได้ง่าย หรือแบบที่ติดตั้งกับยานพาหนะ ซึ่งมีจอแสดงผลขนาดใหญ่มีความแม่นยำสูง และให้ข้อมูลได้มาก เป็นต้น

2.2 การทำงานของระบบ GPS

กลไกการทำงานของระบบนำร่องด้วยดาวเทียมGPSอยู่บนหลักการพื้นฐานที่เรียกว่า *Postioning-by-ranges* ด้วยการใช้ทฤษฎีทางเรขาคณิตเพื่อใช้คำนวณหาพิกัดจริงบนผิวโลก ตัวอย่างง่ายๆ ของหลักการนี้สามารถเปรียบเทียบได้กับการหาตำแหน่งของจุด U ซึ่งอยู่บนแกน X โดยสมมติให้ดาวเทียมตั้งอยู่ที่จุด S1 หากเราทราบแน่ชัดแล้วว่าผู้ใช้อยู่ห่างจากดาวเทียมเท่ากับระยะ X1 ก็เป็นได้ว่าผู้ใช้อาจอยู่ที่จุดด้านซ้ายหรือขวาของ S1 เพื่อทราบให้ได้ว่าผู้ใช้อยู่ที่ใดกันแน่ เราจำเป็นจะต้องมีผู้ช่วยซึ่งในที่นี้คือ จุด S2 (ซึ่งเป็นดาวเทียมอีกดวง) ระยะ C เป็นข้อมูลที่จะชี้ชัดออกมาเองว่าผู้ใช้อยู่ที่จุด U สำหรับตัวอย่างที่ยกมานี้เป็นการหาตำแหน่งจุดซึ่งอยู่บนเส้นตรงหรือแบบ 1 มิติเท่านั้น ในกรณีที่ต้องการหาตำแหน่งจุดบนระนาบ 2 มิติ ก็ใช้หลักการเดียวกันแต่จะทำโดยใช้ระยะรัศมีของวงกลมเป็นเครื่องมือ ดังรูปที่ 2.2 ส่วนการคำนวณหาพิกัดที่อยู่บนระนาบ 3 มิติ จะทำโดยใช้ระยะรัศมีของพื้นผิวทรงกลมด้วยวิธีการคล้ายกัน



รูปที่ 2.2 ตัวอย่างการหาพิกัดตำแหน่งของผู้ใช้บนระนาบ 2 มิติ

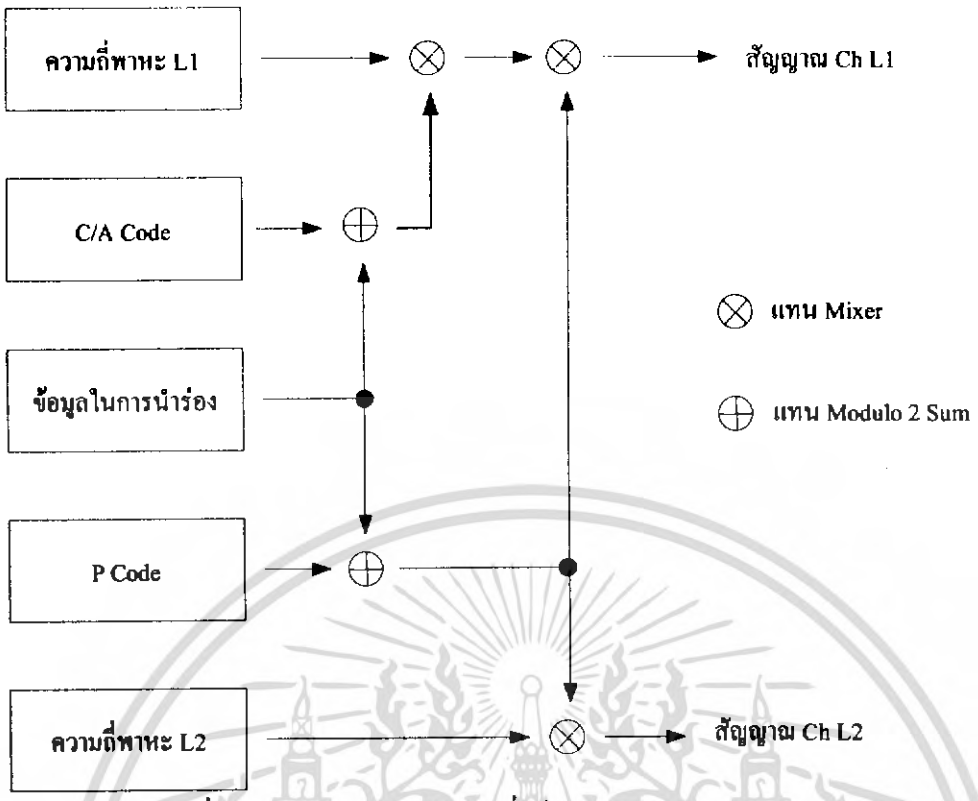
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับกรณีของระบบ GPS ก็ใช้การวัดระยะในลักษณะเดียวกัน โดยการใช้ดาวเทียมที่เราทราบตำแหน่งที่อยู่ที่แน่นอน (ตำแหน่งที่ว่านี้ทราบได้จากข้อมูลเส้นทางโคจรที่ดาวเทียมจะส่งมากับข้อมูลนำร่อง (Navigation Message)) เพียงแต่การจะทราบจุดบนระนาบที่เป็น 3 มิติ ได้นั้น จำเป็นต้องใช้ดาวเทียม GPS อย่างน้อย 4 ดวง เพื่อหาระยะจากจุดที่ต้องการทราบพิกัด 4 ค่า เครื่องรับสัญญาณ GPS จะต้องรับสัญญาณจากดาวเทียม GPS ทั้งสี่ดวงและคำนวณหาระยะทางระหว่างเครื่องรับกับดาวเทียมแต่ละดวง เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณและแสดงค่าพิกัดที่แท้จริงบนพื้นโลกออกมา

อย่างที่กล่าวไปแล้วเกี่ยวกับระบบดาวเทียม GPS ว่าประกอบด้วยกลุ่มของดาวเทียมในระบบ 24 ดวง ซึ่งโคจรรอบโลกอยู่ตลอดเวลาโดยมีคาบในการโคจร 1 รอบประมาณ 12 ชั่วโมง จึงทำให้ไม่ว่าผู้ใช้อยู่ที่ส่วนใดของโลกก็สามารถจะรับสัญญาณของดาวเทียมได้อย่างน้อย 4 ดวงตลอดเวลา และมากพอในการใช้คำนวณหาพิกัดที่เป็นค่าละติจูด (Latitude) ลองติจูด (Longgitude) และอัลติจูด (Altitude) ของผู้ใช้ในขณะนั้นๆ ดาวเทียม GPS ที่ทำงานโดยกระจายสัญญาณที่บรรจุข้อมูล ในการนำร่องด้วยคลื่นพาหะ 2 ความถี่ คือ LI (Link 1) และ L2 (Link 2) หรือเทียบเป็นค่าตัวเลขได้เท่ากับ 1575.42 MHz และ 1227.60 MHz ตามลำดับช่วยให้สัญญาณสามารถทะลุผ่านชั้นบรรยากาศ เมฆ กระจก และพลาสติกได้อย่างสบายๆ แต่จะไม่สามารถผ่านวัตถุที่เป็นของแข็ง เช่น อาคาร ภูเขา หรือร่มไม้ที่ทึบมากๆได้ ความถี่พาหะทั้งสองค่านี้จะมอดูเลตเข้ากับข้อมูล เพื่อช่วยในการฟังข้อมูลดังกล่าวจากดาวเทียมมายังเครื่องรับสัญญาณ

ในขั้นตอนของการส่งสัญญาณ สัญญาณแชนเนล LI จะถูกนำไปมอดูเลตเข้ากับรหัสข้อมูลแบบสุ่ม (Pseudorandom noise หรือ P-Code) ที่เรียกว่า C/A Code และ P-Code ส่วนแชนเนล L2 จะถูกมอดูเลตด้วยการเข้ารหัสแบบ P-code เพียงอย่างเดียว ด้วยวิธีการที่เรียกว่า Binary phase-shift keying (BPSK) การมอดูเลตเข้ากับรหัสข้อมูลทั้ง 2 แบบนี้ต่างถูกใช้เพื่อจุดประสงค์ที่แตกต่างกัน กล่าวคือการเข้ารหัสแบบ P-Code เป็นการเข้ารหัสที่เฉพาะผู้ใช้ที่ขึ้นกับรัฐบาลของสหรัฐเท่านั้นจึงสามารถใช้งานได้ อีกทั้งยังต้องมีรหัสผ่าน (password) เพื่อผ่านเข้าไปใช้งานระบบอีกด้วย ความแม่นยำของการเข้ารหัสแบบ P-code จะอยู่ในระยะ17.8 เมตร หรือน้อยกว่า 50 ฟุต ภายใต้สภาวะการณ์ ปกติ ส่วนการเข้ารหัสแบบ C/A-Code (Coarse Acquisition) เป็นการเข้ารหัสเพื่อการใช้งานสำหรับพลเรือนใครก็ตามที่มีเครื่องรับสัญญาณก็สามารถจะใช้งานได้ โดยให้ข้อมูลของตำแหน่งที่มีความแม่นยาภายใน 30 เมตร หรือประมาณ 100 ฟุต แต่เนื่องจากความเที่ยงตรงในการบอกตำแหน่งสำหรับผู้ใช้ที่เป็นพลเรือน มีความแม่นยำค่อนข้างมากเกือบเท่าของทางราชการ ทางกระทรวงกลาโหมสหรัฐจึงออกแบบระบบที่จะลดความเที่ยงตรงของการเข้ารหัสแบบ C/A-Code ลงเรียกว่า Selective availability หรือ S/A เพื่อเพิ่มความผิดพลาดในการระบุตำแหน่งไปเป็นระยะ 100 เมตร หรือประมาณ 330 ฟุต แทนของเดิม อย่างไรก็ตามปัจจุบันทางกระทรวงกลาโหมสหรัฐได้ยกเลิกการเข้ารหัสความผิดพลาดของ S/A นี้แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3โครงสร้างของสัญญาณที่ใช้ในระบบ GPS (L1 และ L2)

2.2.1 การวัดระยะห่างจากดาวเทียมถึงเครื่องรับสัญญาณ

ในการทำงานของระบบ GPS จำเป็นต้องรู้ข้อมูลระยะห่างจากเครื่องรับสัญญาณถึงดาวเทียมที่โคจรอยู่เหนือผิวโลก เพื่อใช้คำนวณหาพิกัดตำแหน่งของเครื่องรับสัญญาณวิธีที่ใช้ในการหาระยะห่างที่ว่านี้สามารถทำโดยใช้สมการอย่างง่ายคือ ใช้ความเร็วในการเคลื่อนที่ของสัญญาณคูณกับระยะเวลาในการเคลื่อนที่ของสัญญาณ เนื่องจากความเร็วในการเคลื่อนที่ของสัญญาณซึ่งจัดได้ว่าเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแบบหนึ่ง มีค่าเท่ากับ 186,000 ไมล์ต่อวินาที ดังนั้นถ้ารู้เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของสัญญาณก็จะให้ได้ข้อมูลระยะที่เราต้องการทราบระยะห่างจากดาวเทียมอย่างน้อย 4 ดวง ก็จะสามารถคำนวณเป็นพิกัดที่ชัดเจนบนพื้นโลกได้

จะเห็นได้ว่าหลักการวัดระยะด้วยวิธีนี้เรื่องของฐานเวลาที่มีความละเอียด และแม่นยำเป็นสิ่งที่จำเป็นมากในการคำนวณ ดังนั้นในดาวเทียม GPS จึงต้องมีการติดตั้งนาฬิกาอะตอมไว้เพื่อเป็นฐานเวลาที่มีความแม่นยำสูง และเนื่องจากการเข้ารหัสแบบสุ่ม หรือ PRN สามารถจะช่วยให้เครื่องรับสัญญาณ GPS สามารถคำนวณกลับเพื่อหาว่าสัญญาณใช้เวลาในเวลาการเดินทางเท่าไร ดังนั้นการคำนวณหาระยะห่างที่ว่านี้จึงคำนวณได้อย่างแม่นยำ

2.3 โครงสร้างของข้อมูลที่ส่งจากดาวเทียม GPS

ข้อมูลที่ส่งจากดาวเทียม GPS ประกอบด้วยข้อมูลซึ่งถูกแบ่งออกเป็นเฟรมย่อยๆ เรียกว่า ซับเฟรม (Subframe) แต่ละซับเฟรมจะแทรกค่าเวลาที่ซับเฟรมนั้นๆ ถูกส่งมาจากดาวเทียม GPS ไว้ด้วยเพื่อใช้ร่วม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

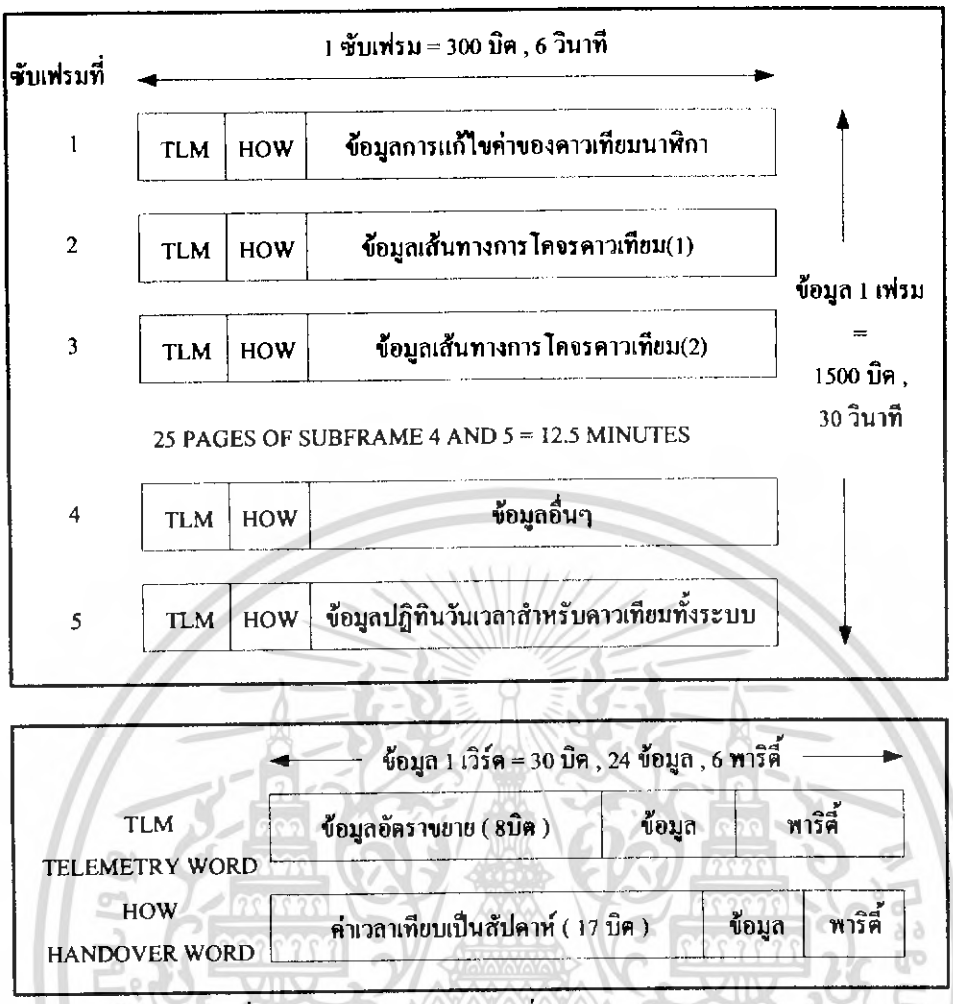
ในการคำนวณหาค่าพิกัดตำแหน่ง ข้อมูลแต่ละเฟรมมีขนาด 1500 บิต ถูกแบ่งในรูปซับเฟรมขนาด 300 บิต จำนวน 5 ซับเฟรม ข้อมูลหนึ่งเฟรมจะถูกส่งมาจากดาวเทียมทุก ๆ 30 วินาทีซับเฟรมขนาด 6 วินาที (300 บิต) จะบรรจุไว้ด้วยข้อมูลเส้นทางโคจรและข้อมูลเวลา โดยข้อมูลในแต่ละเฟรมประกอบด้วยส่วนปลีกย่อยดังนี้

- ซับเฟรมที่ 1 เป็นข้อมูลในการแก้ไขค่าเวลาของดาวเทียม GPS
- ซับเฟรมที่ 2 และ 3 เป็นข้อมูลเส้นทางโคจรของดาวเทียม GPS
- ซับเฟรมที่ 4 และ 5 เป็นข้อมูลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบ

ข้อมูลจากดาวเทียมซึ่งบรรจุไว้ด้วยข้อมูลในการนำร่อง (Navigation Message) ที่ครบสมบูรณ์จะประกอบด้วยเฟรมข้อมูลจำนวน 25 เฟรม (125 ซับเฟรม)โดยข้อมูลดังกล่าวจะถูกส่งจากดาวเทียมทุก ๆ 12.5 นาทีเป็นอย่างน้อย โดยทั่วไปเครื่องรับสัญญาณจะได้รับข้อมูลของตำแหน่งล่าสุดของดาวเทียมทุกชั่วโมง เพื่อใช้ร่วมกับอัลกอริทึมในการคำนวณพิกัดตำแหน่ง และข้อมูลการโคจรของดาวเทียมแต่ละดวงอย่างคร่าว ๆ เพื่อให้เครื่องรับสัญญาณทราบตำแหน่งคร่าว ๆ ของดาวเทียมแต่ละดวง รวมทั้งปรับชดเชยความผิดพลาดของสัญญาณพาหะจากปรากฏการดอปเปอร์ของความถี่พาหะ (Carrier Doppler Frequency) ซึ่งเกิดจากการที่ความถี่พาหะมีการเบนค่าไปเนื่องจากการเคลื่อนที่ของดาวเทียม

นอกจากนั้นชุดข้อมูลจากดาวเทียม GPS โดยสมบูรณ์ยังจะประกอบด้วยข้อมูลแบบจำลองของชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์อยู่ด้วย เพื่อให้เครื่องรับสัญญาณสามารถประเมินค่าในการหน่วงเฟสของสัญญาณ(Phase delay) ที่เกิดจากสภาพชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ จากเฟรมของข้อมูลที่กล่าวมาทั้งหมด ส่วนที่เครื่องรับสัญญาณจำเป็นต้องใช้ก็คือข้อมูลใน 3 ซับเฟรมแรก หากสามารถที่ได้รับข้อมูลดังกล่าวจากดาวเทียมตั้งแต่สามดวงขึ้นไป ก็จะสามารถคำนวณหาพิกัดตำแหน่งปัจจุบันของเครื่องรับสัญญาณได้ ในทางทฤษฎีการรับข้อมูลจากดาวเทียมสามดวงจะกินเวลาอย่างน้อย 18 วินาทีก่อนที่จะสามารถนำข้อมูลทั้งหมดมาใช้คำนวณได้ แต่เนื่องจากซับเฟรมจากดาวเทียมในแต่ละดวงจะมาถึงเครื่องรับไม่พร้อมกัน อีกทั้งเราไม่อาจทราบล่วงหน้าว่าซับเฟรมที่ 1 จะได้รับมาเมื่อไร ดังนั้นเพื่อเป็นการประกันว่าจะได้รับข้อมูล 3 ซับเฟรมแรกจากดาวเทียม GPS 3 ดวงอย่างแน่นอน ระยะเวลาที่ใช้ในการรับข้อมูลเท่าที่จำเป็นจึงอยู่ที่ 30 วินาที หรือสรุปอย่างง่ายๆ ได้ว่าการคำนวณพิกัดตำแหน่งของเครื่องรับสัญญาณจะใช้เวลาอย่างน้อยประมาณ 30 วินาทีนั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 โครงสร้างของข้อมูลที่ส่งจากดาวเทียม GPS

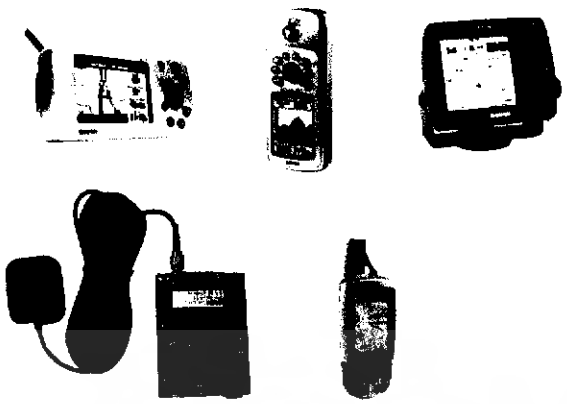
2.4 ชนิดของเครื่องรับสัญญาณ GPS

เครื่องรับสัญญาณ GPS ที่ใช้กันทั่วไปแบ่งเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ ได้แก่ Continuous Receivers ซึ่งเป็นเครื่องที่สามารถรับสัญญาณจากดาวเทียมตั้งแต่ 4 ดวง ขึ้นไปได้พร้อมกันในคราวเดียวและ Sequence Receivers ซึ่งเป็นเครื่องที่จะรับสัญญาณจากดาวเทียมทีละดวงไล่เรียงลำดับกันไป เครื่องรับสัญญาณทั้งสองชนิดจะมีชนิดที่แตกย่อยลงอีก และมีข้อดีข้อเสีย รวมทั้งความเหมาะสมในการใช้งานที่แตกต่างกันไปด้วย

2.4.1 Sequence Receivers

สำหรับเครื่องรับที่รับสัญญาณแบบลำดับจะใช้ช่องรับสัญญาณเพียงช่องเดียวเพื่อรับข้อมูลจากดาวเทียมดวงหนึ่ง เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการก็ค่อยเปลี่ยนไปรับสัญญาณจากดาวเทียมดวงถัดไปไล่เรียงไปจนข้อมูลเพียงพอ เครื่องรับสัญญาณประเภทนี้มีข้อดีตรงแผงวงจรมีขนาดเล็กราคาถูกกว่า และใช้กำลังไฟน้อย แต่ก็มีข้อเสียจากการรับสัญญาณที่ทำได้ทีละดวงซึ่งทำให้เกิดการขาดตอนในการรับข้อมูล ซึ่งส่งผลต่อความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้มาโดยตรง เครื่องสัญญาณกลุ่มนี้ประกอบด้วยชนิดที่แตกย่อยออกมาได้แก่ StarvedPower Single, Channel receivers, Single Channel Receivers, Two Channel Receivers, และเครื่องรับสัญญาณแบบเก่า Fast-Multiplexing single Receivers

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 เครื่องรับสัญญาณ GPS รูปแบบต่าง ๆ ที่มีการผลิตออกมาใช้งานกัน

- Starved-power Single Receivers เป็นเครื่องรับสัญญาณที่ออกแบบมาให้สะดวกในการพกพา ทำงานด้วยแบตเตอรี่ขนาดเล็ก จำกัดการให้พลังงานโดยการปิดการทำงานของตัวเองอัตโนมัติหลังจากแสดงพิกัดตำแหน่งครั้งสองครั้งใน 1 นาที เครื่องรับชนิดนี้เหมาะสำหรับบอกตำแหน่งส่วนตัว เช่น นักไต่เขาหรือแล่นเรือในเวลากลางวัน นับว่าเป็นเครื่องที่ใช้งานได้ดีในระดับหนึ่ง และทำงานได้ทุกที่บนโลก แต่ข้อเสียก็คือความถูกต้องในการบอกพิกัดตำแหน่งที่ยังไม่ดีนัก การเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่นๆไม่สามารถทำได้ ไม่สามารถบอกค่าความเร็วในการเคลื่อนที่ ผู้ใช้ต้องเปิดเครื่องเองเมื่อวัดค่า เพราะว่าจุดประสงค์ของเครื่องที่ต้องการให้กินไฟน้อยการทำงานของนาฬิกาซึ่งเป็นฐานเวลาภายใน

- Single Channel Receivers ค่อนข้างเหมือนกับ Starved-power Single Receivers แต่จะมีจุดต่างกันที่ตรงเครื่องรับสัญญาณแบบนี้จะไม่ถูกจำกัดเรื่องกำลังไฟฟ้าที่ใช้งาน เครื่องจึงทำงานโดยรับสัญญาณได้อย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้ความถูกต้องของพิกัดตำแหน่งที่ให้สูงกว่าสามารถแจ้งความเร็วในการเคลื่อนที่ได้เนื่องจากรับสัญญาณด้วยช่องสัญญาณเดียว จึงไม่สามารถหาตำแหน่งอย่างต่อเนื่องได้ นอกจากนั้นนาฬิกาซึ่งเป็นฐานเวลาภายในเครื่องก็มีความเที่ยงตรงไม่มาก ส่งผลโดยตรงต่อความถูกต้องในการบอกความเร็วในการเคลื่อนที่ ในเครื่องรับสัญญาณ ราคาถูกบางรุ่นยังใช้นาฬิการาคาถูกเพื่อลดต้นทุนลง จึงทำให้ค่าความเร็วที่แสดงค่าออกมาไม่น่าเชื่อถือ

- Fast-Multiplexing Single Receivers เครื่องรับสัญญาณชนิดนี้มีจุดเด่นกว่าสองชนิดแรกตรงการสลับการรับสัญญาณที่เร็วมากกว่า ข้อดีก็ คือ เครื่องสามารถทำกระบวนการคำนวณพิกัดตำแหน่งไปพร้อมๆ กับรับข้อมูลจากดาวเทียม และ เครื่องรับสามารถทำงานอย่างต่อเนื่อง จึงทำให้แม้ว่าฐานเวลาในเครื่องรับจะไม่เที่ยงตรงนัก แต่ก็ส่งผลต่อความแม่นยำไม่มาก

- Two-Channel Sequencing Receivers เครื่องมือชนิดนี้มีการเพิ่มช่องรับสัญญาณขึ้นอีกหนึ่งช่อง ซึ่งช่วยเพิ่มความสามารถในการรับสัญญาณขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ข้อแรกก็คือสัดส่วนของสัญญาณต่อสัญญาณรบกวน (Signal-to-Noise) ที่เพิ่มขึ้นเป็นสองเท่า ทำให้รับสัญญาณภายใต้ทัศนวิสัยที่ไม่ดี และรับสัญญาณจากดาวเทียมดวงที่อยู่ใกล้เส้นขอบฟ้าได้ นอกจากนั้นช่องสัญญาณช่องหนึ่งยังสามารถรับข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างต่อเนื่องได้ในขณะที่อีกช่องค้นหาดาวเทียมดวงต่อไป เครื่องรับจึงทำงานได้อย่างไม่ขาดตอน ทำให้ได้ค่าความเร็วในการเคลื่อนที่ ซึ่งจะคำนวณได้มีความถูกต้องมากขึ้น ในเครื่องรับสัญญาณรุ่นที่มีคุณภาพดีจะสามารถคำนวณได้แม่นยำแม้ว่าฐานเวลาภายในจะไม่เที่ยงตรงก็ตาม ส่วนข้อเสียของเครื่องแบบสองช่องก็คือมีราคาแพงและกินไฟมากกว่า

- Continuous receivers เป็นเครื่องรับที่สามารถรับสัญญาณจากดาวเทียมพร้อมกันได้ตั้งแต่ 4 ดวงขึ้นไป และสามารถแสดงพิกัดตำแหน่งละความเร็วในการเคลื่อนที่ได้ในทันที โดยทั่วไปเครื่องรับสัญญาณชนิดนี้จะมีช่องรับสัญญาณ 4 ,5, 8, 10 และ 12 ช่อง นอกเหนือจากข้อดี ในการวัดตำแหน่งอย่างต่อเนื่องได้แล้วเครื่องรับสัญญาณชนิดนี้ ยังสามารถเลือกรับสัญญาณจากดาวเทียมกลุ่มที่รับสัญญาณได้ชัดเจนมากที่สุด ทำให้ความถูกต้องของค่าที่คำนวณออกมามีความแม่นยำกว่าเครื่องรับแบบ Sequence Receivers หากเปรียบเทียบกันในแง่ความสามารถในการรับสัญญาณ เครื่องรับสัญญาณแบบ 4 ช่องจะให้ค่าสัดส่วนของสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนเป็น 2 เท่าของเครื่องรับสัญญาณแบบ 2 ช่อง และเป็น 4 เท่าของเครื่องรับสัญญาณแบบช่องเดียว

การใช้เครื่องรับสัญญาณชนิดนี้มีข้อที่ควรพิจารณาก็ คือ การเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอกและความสะดวกในการใช้งาน เพราะเครื่องรับสัญญาณบางเครื่องสามารถแสดงได้เฉพาะพิกัดภูมิศาสตร์ บางเครื่องไม่สามารถต่อกับอุปกรณ์ภายนอกหรือเครื่องคอมพิวเตอร์พีซีได้ อีกข้อที่ต้องพิจารณาเช่นกันก็คือความแข็งแรงทนทานเครื่องรับสัญญาณที่จะนำไปใช้งานในสภาพสมบุกสมบัน เช่น พื้นที่ทะเลหรือในป่า การใช้พลังงานและความร้อนที่เกิดกับตัวเครื่องเป็นสิ่งที่ต้องคำนึงถึง เพราะอาจทำให้เครื่องทำงานที่ผิดพลาด ในเครื่องรับสัญญาณรุ่นใหม่มีการเพิ่มคุณสมบัติพิเศษให้กับเครื่องรับอีกหลายอย่าง เช่น ใช้การแสดงผลด้วยจอภาพที่มีรายละเอียดมากขึ้น ในเครื่องรับสัญญาณบางรุ่นสามารถแสดงจุดตำแหน่งขึ้นบนแผนที่ให้เห็นได้ทันที

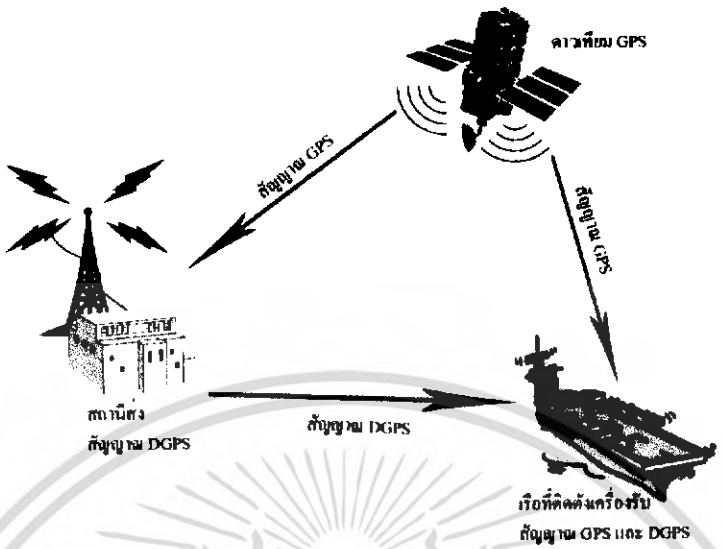
2.5 ปัญหาจากความแม่นยำที่ถูกจำกัดไว้ของระบบ GPS

ปัญหาที่เกิดขึ้นกับระบบ GPS ก็คือ ระดับความแม่นยำในการบอกพิกัดตำแหน่งซึ่งถูกจำกัดไว้โดย SA ทำให้เกิดอุปสรรคกับการใช้คนงานบางอย่างที่จำเป็นต้องทราบพิกัดตำแหน่งที่แม่นยำ จึงทำให้เกิดแนวคิดของระบบที่พัฒนาขึ้นเพื่อแก้ไขความคลาดเคลื่อนที่เกิดในระบบ GPS ระบบที่กล่าวถึงนี้ก็คือ DGPS (Differential GPS) ดังรูปที่ 2.6 หลักการของระบบ DGPS ในการแก้ไขความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นนี้อาศัยการติดตั้งเครื่องรับสัญญาณ GPS บนสถานีภาคพื้นดินในขุดที่ทราบพิกัดที่แน่นอนเพื่อเป็นตำแหน่งอ้างอิง โดยที่สถานีภาคพื้นดินจะทำหน้าที่แก้ไขความผิดพลาดของข้อมูล แล้วส่งข้อมูลที่แก้ไขแล้วกลับไปยังเครื่องรับสัญญาณที่อยู่ในรัศมีทำการของระบบ

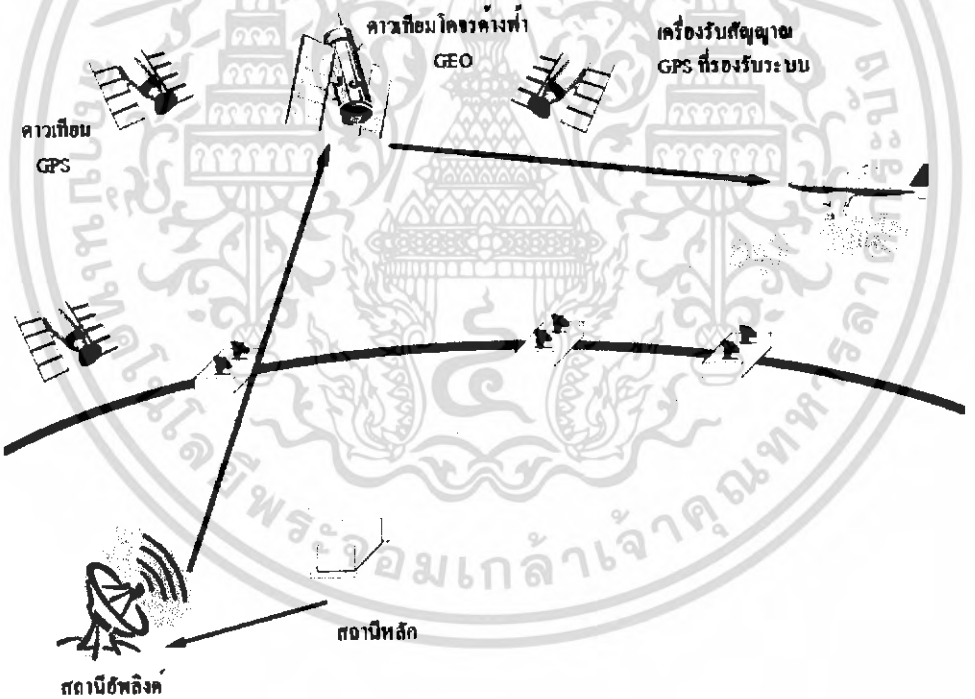
ระบบ DGPSใช้คลื่นวิทยุในย่านต่าง ๆ เช่น MF, HF, UHF/VHF เป็นต้น เพื่อสื่อสารกับเครื่องที่อยู่ภายในระบบ การเลือกใช้คลื่นวิทยุจะเป็นย่านใดขึ้นกับประเภทของงานที่จะนำระบบไปประยุกต์ด้วย อย่างไรก็ตามระบบ DGPS ก็ยังมีอุปสรรคหลาย ๆ อย่างในการใช้งาน เช่น รัศมีทำการของระบบที่มีขอบเขตจำกัด ข้อมูลที่ส่งออกไปสถานีภาคพื้นดินสามารถถูกแทรกแซงจากความแปรปรวนของสภาพอากาศรวมทั้งการจะต้องติดตั้งเสาอากาศและเครื่องรับสัญญาณเพิ่มเพื่อใช้งานระบบ แม้ว่าการติดตั้งและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้งานระบบ DGPS จะมีอุปสรรคอยู่บ้างก็จริงแต่ระบบก็สามารถลดความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นได้จากหลายร้อยฟุตให้เหลือเพียง 30 ฟุต



รูปที่ 2.6 แผนผังแสดงองค์ประกอบคร่าว ๆ ของระบบ DGPS



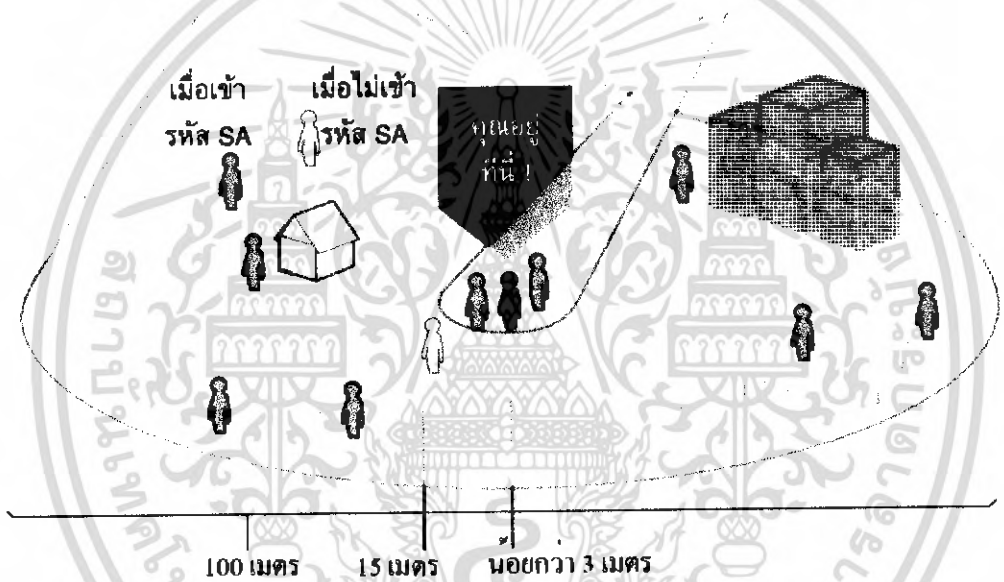
รูปที่ 2.7 แผนผังแสดงองค์ประกอบอย่างคร่าว ๆ ของ WAAS

เนื่องจากค่าความผิดพลาดของระบบ GPS ที่ได้รับการแก้ไขในระดับหนึ่งโดยระบบ DGPS ยังไม่เพียงพอต่อการใช้งานบางอย่างที่ต้องการความแม่นยำมากๆอยู่ดี บวกกับอุปสรรคในการใช้งานที่มีอยู่ดังได้กล่าวไปแล้ว จึงได้มีการพัฒนาระบบที่ชื่อว่า WAAS (Wide Area Augmentation System) เพื่อใช้แก้ปัญหาเดียวกัน (ดังรูปที่ 2.7) กุญแจสำคัญของระบบนี้อยู่ที่การนำดาวเทียมวงโคจรค้างฟ้าหรือ GEO

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Geosynchronous Earth Orbiting) ซึ่งเป็นดาวเทียมวงโคจรต่ำและมีตำแหน่งที่ตายตัวสัมพัทธ์กับพื้นโลก ระบบ WAAS ใช้การส่งข้อมูลด้วยคลื่นความถี่ในย่าน VHF ทำให้สามารถป้องกันคลื่นรบกวนได้ระดับหนึ่ง นอกจากนั้นยังสามารถแก้ปัญหาการติดตั้งเสาอากาศที่เครื่องรับสัญญาณเพิ่มได้ด้วย โดยระบบ WAAS จะรับข้อมูลมาจากดาวเทียม GEO ส่งไปยังสถานีแม่ข่าย (WMAS หรือ Wide Area Master Station) จากนั้นสถานีแม่ข่ายจะคำนวณเพื่อแก้ไขความผิดพลาดที่เกิดขึ้น ข้อมูลที่ผ่านการแก้ไขเรียบร้อยแล้วจะถูกส่งไปยังดาวเทียม GEO เพื่อส่งกลับไปยังเครื่องรับสัญญาณอีกทีหนึ่ง

ข้อดีของระบบ WAAS ก็คือความแม่นยำที่ทำได้มากกว่าระบบ DGPS และ ระบบสามารถครอบคลุมพื้นที่ใช้งานได้ในวงกว้าง เมื่อเปรียบเทียบกับความคลาดเคลื่อนในระบบ GPS ที่ทำงานโดยลำพังจะมีค่าหลายร้อยฟุต ส่วนระบบที่นำเอา WAAS เข้ามาช่วยจะมีค่าความคลาดเคลื่อนเพียง 20 ฟุตเท่านั้น



รูปที่ 2.8 ความสามารถในการบอกพิกัดตำแหน่งของระบบ GPD, DGPS และ WAAS

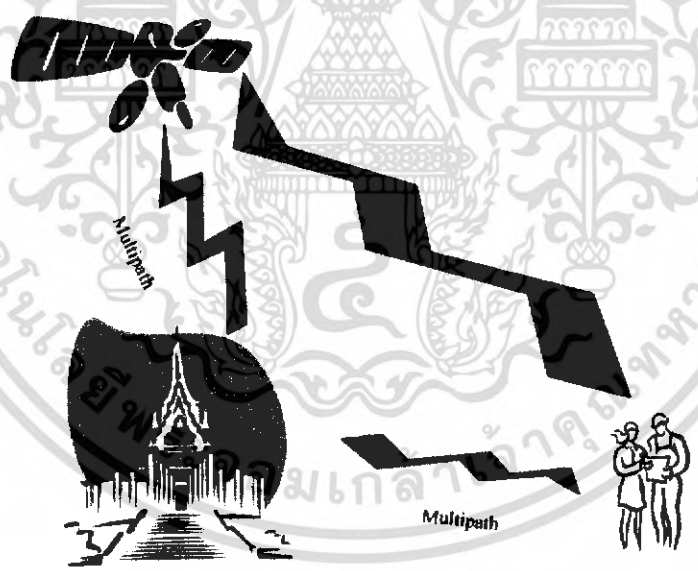
2.6 ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ของระบบ GPS

ในยุคแรกเริ่มระบบ GPS ได้รับการสนับสนุนและการควบคุมโดยกระทรวงกลาโหมสหรัฐฯ (US Department of Defense, DOD) เพื่อใช้งานกิจการต่าง ๆ ด้านความมั่นคงและทางการทหารเท่านั้น เช่น การควบคุมขีปนาวุธ การเดินเรือ และการนำร่องให้เครื่องบินรบ แต่ทว่าในปัจจุบันระบบ GPS ได้ถูกนำมาใช้ในกิจการระดับพลเรือน รวมทั้งระบบเอื้อให้เกิดประโยชน์และความสะดวกสบายในหลายๆ ด้าน เช่น ระบบการเดินรถประจำทาง การก่อสร้างถนน การเดินป่า หรือการสำรวจเส้นทาง เป็นต้น ในระยะเวลาเพียงไม่นานระบบ GPS ได้ถูกประยุกต์ ใช้กับงานที่หลากหลายและไม่มีขอบเขตจำกัด ตัวอย่างของงานเหล่านั้นได้แก่

- รถฉุกเฉินใช้ระบบ GPS ในการค้นหาจุดหมายละเส้นทางบนแผนที่ ที่จะนำทางไปสู่จุดหมายอย่างรวดเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ระบบ GPS ถูกนำไปใช้ในการระบุตำแหน่ง ในการค้นหาเรือเดินสมุทรหรือผู้ที่สูญหายกลางทะเล
- บริษัทขนส่งสินค้าติดตั้งเครื่องรับส่งสัญญาณ GPS เข้ากับรถขนส่ง เพื่อตรวจสอบเก็บบันทึกและติดตามดูความเคลื่อนไหวของรถขณะปฏิบัติงาน
- นักบินพลเรือนใช้ระบบ GPS เก็บภาพถ่ายและการสำรวจจากทางอากาศ
- สายการบินสามารถประหยัดเงินจำนวนมากด้วยการใช้ GPS เพื่อวางแผนเส้นทางการบิน
- ระบบ GPS ถูกใช้ในการสร้างแผนที่ การทำรางวัดพื้นที่ และการสำรวจ ตัวอย่างของการประยุกต์ใช้ที่ว่านี้คือ การทำแผนที่ถนน การติดตามสถานการณ์ไฟป่า และการนำร่องให้รถเกลี่ยผิวดินการก่อสร้างซึ่งช่วยในการเกลี่ยนี้ความแม่นยำมากขึ้น
- นักธรณีวิทยาใช้ระบบ GPS ติดตามารเกิดแผ่นดินไหวการเคลื่อนที่ของเปลือกโลก
- บริษัทผู้ให้บริการระบบการสื่อสารใช้ระบบ GPS ในการซิงโครไนซ์สถานีภาคพื้นดินของพวกเขาโดยอ้างอิงฐานเวลาจากดาวเทียม GPS
- ผู้สร้างดาวเทียมใช้เครื่องรับสัญญาณ GPS เพื่อติดตามการเคลื่อนไหวของดาวเทียม
- อุปกรณ์รับสัญญาณ GPS ถูกติดตั้งในรถยนต์เพื่อเป็นผู้ช่วยนการขับขี่ในขณะเดินทาง ปัจจุบันรถยนต์ในประเทศญี่ปุ่นกว่า 500,000 คัน ได้ถูกติดตั้งอุปกรณ์ที่ว่านี้เรียบร้อยแล้ว



รูปที่ 2.9 การเกิด Multipath

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 โมดูลรับสัญญาณ GPS

โมดูลรับสัญญาณ GPS และมาตรฐาน NMEA เป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้เราได้ค่าพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลกที่แม่นยำเพื่อมาใช้ประโยชน์ โดยอาศัยการคำนวณค่าจากสัญญาณซึ่งกลุ่มดาวเทียม GPS ส่งมายังเครื่องรับสัญญาณ GPS

หลักการเบื้องต้นของการนำร่องด้วยระบบ GPS ก็คือการรับสัญญาณที่ส่งจากกลุ่มดาวเทียม GPS ที่โคจรรอบโลกตลอดเวลา เพื่อนำสัญญาณที่รับได้มาคำนวณกลับเป็นค่าพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลกโดยจำเป็นต้องได้รับสัญญาณจากดาวเทียมอย่าน้อย 3 ดวง จึงจะสามารถหาพิกัดในแนวแกน X,Y และ Z ได้ แน่นอนว่าหน้าที่ทั้งหมดที่กล่าวมานี้เป็นของโมดูลรับสัญญาณ GPS หรือที่เรียกในทางเทคนิคว่า GPS Receiver module นั่นเอง การทำงานของโมดูลรับสัญญาณ GPS จะเริ่มขึ้นหลังจากได้รับไฟเลี้ยงโดยโมดูลจะทำการกวาดหาดาวเทียมที่โคจรผ่านน่านฟ้าบริเวณนั้น ในขณะเวลานั้นๆ โดยวิธีการค้นหาดาวเทียมของโมดูลก็จะแตกต่างกันไปตามชนิดของโมดูลรับสัญญาณว่าเป็นแบบ Continuous Receiver หรือ Sequence receiver ในการเลือกใช้งาน ตัวเลือกที่ดีกว่าก็คือโมดูลรับสัญญาณแบบ Continuous Receiver ซึ่งจะมีความแม่นยำและความรวดเร็วในการประมวณผลที่ดีกว่า

การที่โมดูลรับสัญญาณ GPS จะสามารถรับสัญญาณจากดาวเทียม GPS ได้ดีมากน้อยเพียงใดขึ้นกับตัวแปรที่สำคัญก็คือสภาพของพื้นที่ที่โมดูลรับสัญญาณตั้งรับสัญญาณตั้งอยู่ เพราะการรับสัญญาณจะทำได้อย่างเต็มที่เมื่อโมดูลรับสัญญาณอยู่ในพื้นที่ที่ค่อนข้างโปร่ง ทั้งนี้เพราะสัญญาณจากดาวเทียม GPS จะมีความสามารถในการทะลุทะลวงในระดับหนึ่งเท่านั้น (สามารถจะทะลุผ่านชั้นบรรยากาศ เมฆ กระจก พลาสติก แต่ไม่สามารถทะลุผ่านอาคารสิ่งก่อสร้าง ภูเขาร่มไม้ที่หนาทึบมากๆได้) สำหรับการใช้ประโยชน์จากระบบ GPS โดยรวม ได้แก่การบอกว่าตำแหน่งที่อยู่ในขณะนั้นคือ พิกัดใด บันทึกเส้นทางการเดินที่ได้ผ่านมาว่าเราจากจุดเริ่มต้น เราเดินทางผ่านมาทางใด และการช่วยเลือกเส้นทางที่ดีที่สุดเพื่อไปยังจุดหมายที่กำหนด ซึ่งในแอพพลิเคชั่นที่มีการนำระบบ GPS มาใช้งานนั้น งานส่วนใหญ่มักจะทำอย่างใดอย่างหนึ่งในสามข้อนี้เป็นอย่างน้อย กลไกลการทำงานที่ซับซ้อนก็ต้องอาศัยความสามารถของซอฟท์แวร์ซึ่งจะนำข้อมูลจากโมดูลรับสัญญาณ GPS และฐานข้อมูลของแผนที่มาประมวลผลร่วมกัน สำหรับการทำงานในแง่ของการบอกพิกัดหรือการบันทึกเส้นทาง จะมีความสลับซับซ้อนน้อยกว่าแต่สำหรับการเลือกเส้นทางที่ดีที่สุดเพื่อไปยังจุดหมายนั้น จำเป็นต้องมีการนำปัญญาประดิษฐ์ (Artificial intelligent หรือ AI) เข้ามาช่วยอีกแรงหนึ่ง การทำงานของปัญญาประดิษฐ์เป็นส่วนสำคัญที่ช่วยเพิ่มความสามารถและประโยชน์ของระบบ GPS ขึ้นไปอีกขั้น โดยทั่วไปบนแผนวงจรของโมดูลรับสัญญาณจะประกอบด้วยชิพเซตซึ่งถูกวางไว้รอบๆ ส่วนที่เรียกว่า HF-Fronted หรือ RF Monopac ซึ่งทำหน้าที่เป็นส่วนที่รับและดีมอดูเลตสัญญาณสัญญาณ GPS ส่วนงานที่เหลือในการประมวลผลและถอดรหัสสัญญาณ GPS รวมทั้งการจัดการปลีกย่อยอื่นๆ จะตกเป็นหน้าที่ของชิพประมวลผลสัญญาณดิจิตอลหรือชิพ DSP ทั้งหมด

การทำงานของซอฟต์แวร์ และฮาร์ดแวร์ เป็นส่วนที่มีบทบาทสำคัญต่อประสิทธิภาพการทำงานและความแม่นยำของโมดูลรับสัญญาณ GPS สำหรับในขั้นของการทดลองเราสามารถจะทำได้โดยการหาซื้ออุปกรณ์มาใช้กันได้มากขึ้นในราคาที่ไม่แพงนัก และสามารถทดลองต่อเครื่องรับสัญญาณที่ว่านี้เข้ากับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องคอมพิวเตอร์พีซีโดยผ่านทางพอร์ต RS-232 สำหรับวงจรเชื่อมต่อกับพอร์ตดังกล่าวก็เป็นวงจรปรับเปลี่ยนระดับแรงดัน (Level-shift) แบบพื้นฐาน หลังจากนั้นหากท่านผู้อ่านต้องเปิดซอฟต์แวร์จำพวก Hyper-Terminal โดยกำหนดพารามิเตอร์ของการสื่อสารให้เป็น 4,800baud, 8data bits, 1stop bit และ no parity (ค่าในการกำหนดพารามิเตอร์ขึ้นอยู่กับประเภทของตัว GPS ของแต่ละบริษัท สามารถดูได้จากคาต้าชีตของโมดูลรับสัญญาณ) ก็จะเห็นข้อมูลของโมดูลรับสัญญาณแสดงบนจอภาพ ได้แก่ ข้อมูลพิกัด เวลามาตรฐาน UTC (Universal Time Coordinated), สถานะของในการรับสัญญาณ, ค่าพิกัดละติจูดลองติจูด, ค่าความเร็ว และทิศทางในการเคลื่อนที่ โดยข้อมูลที่แสดงขึ้นมานี้เป็นข้อมูลซึ่งมีรูปแบบที่ทางเทคนิคเราเรียกว่า มาตรฐาน NMEA

2.8 มาตรฐาน NMEA

NMEA เป็นโปรโตคอลสำหรับการสื่อสารซึ่งกำหนดขึ้นโดยองค์กรกลางคือ National Marine Electronic Association ในแรกเริ่มนั้น NMEA ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลกับเซนเซอร์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในการเดินเรือเป็นหลักต่อมาเมื่อระบบ GPS ถูกนำมาใช้และมีบทบาทในการเดินเรือมากขึ้นตามวันเวลาที่ผ่านไป จึงทำให้ NMEA ถูกพัฒนามาเป็นมาตรฐานกลางสำหรับใช้สื่อสารระหว่างอุปกรณ์รับสัญญาณ GPS และอุปกรณ์ต่อพ่วงอื่นๆ (Terminal equipment) แต่ถึงกระนั้นก็ยังคงมีอยู่อุปกรณ์รับสัญญาณ GPS อยู่บ้างที่มีโปรโตคอลเฉพาะสำหรับใช้งานเอง แต่เนื่องจากเป็นเพียงส่วนน้อยเท่านั้น

สำหรับมาตรฐาน NMEA ที่หมายถึงในที่นี้คือมาตรฐานซึ่งมีชื่อเรียกเต็มๆ ว่า NMEA 0183 เวอร์ชั่น 1.5 หรือ 2.2 ซึ่งเป็นสำหรับมาตรฐานที่ใช้กัน อย่างไรก็ตามมาตรฐาน NMEA 0183 เวอร์ชั่น 2.2 ซึ่งเป็นมาตรฐานถูกประกาศใช้มาตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม ค.ศ. 1997 เป็นเวอร์ชั่นซึ่งใหม่กว่าและในปัจจุบันอุปกรณ์รับสัญญาณ GPS ส่วนใหญ่สามารถรับรองได้

2.8.1 NMEA Message

NMEA message คือข้อมูลซึ่งส่งออกมาจากโมดูลรับสัญญาณ GPS ข้อมูลใน NMEA message สามารถแบ่งได้เป็นเรคอร์ด (record) หรือฟิลด์ (field) ย่อย โดยในแต่ละเรคอร์ดจะประกอบด้วยอักขระแอสกี (ASCII) ซึ่งมีความหมายรวมไม่เกิน 80 ตัวอักษร เราสามารถอ่านดู ข้อมูล NMEA message ที่ว่านี้ได้โดยการใช้ซอฟต์แวร์สื่อสาร เช่น Hyper Terminal อย่างที่กล่าวไปแล้วข้างต้น เรคอร์ดข้อมูลใน NMEA message แต่ละเวอร์ชั่นอาจมีอยู่มากน้อยแตกต่างกัน แต่เรคอร์ดที่มักใช้กันเป็นหลักใน NMEA message จะมีอยู่ 6 เรคอร์ด ดังตารางที่2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

NMEA Record	Description
GGA	Global position system fixed data
GLL	Geographic position - latitude / longitude
GSA	GNSS DOP and active satellites
GSV	GNSS satellites in view
RMC	Recommended minimum specific GNSS data
VTG	Course over ground and ground speed

ตารางที่ 2.1 รายละเอียดภายในเรคอร์ดต่างๆ ของ NMEA Message

- GGA (Global Positioning System Fixed Data)

เรคอร์ดนี้ประกอบด้วยข้อมูลซึ่งใช้บอกถึงตำแหน่งพิกัด ละติจูด, ลองติจูด, เวลา, จำนวนดาวเทียมที่ใช้คำนวณพิกัด (Satellites used) และความสูงจากระดับน้ำทะเล (MSL Altitude) โดยตัวอย่างของเรคอร์ด GGA ที่โมดูลรับสัญญาณ GPS ส่งออกมา จะมีโครงสร้างเป็นดังนี้ (ดูตารางที่ 2.2 ประกอบ)

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

62475

Name	Example	Units	Description
Message ID	$GPGGA		GGA protocol header
UTC Position	161229.487		hhmmss.sss
Latitude	3723.2475		ddmm.mmmm
N/S Indicator	N		N=north or S=south
Longitude	12158.3416		dddmm.mmmm
E/W Indicator	W		E=east or W-west
Position Fix Indicator	1		
Satellites Used	07		Range 0 to 12
HDOP	1.0		Horizontal Dilution of Precision
MSL Altitude	9.0	meters	
Units	M	meters	
Geoid Separation		meters	
Units	M	meters	
Age of Diff. Corr.		second	Null fields when DPGS is not used
Diff. Ref. Station ID	0000		
Checksum	*18		
<CR><LF>			End of message termination

ตารางที่ 2.2 ความหมายของข้อมูลที่อยู่ในเรคอร์ด GGA

Value	Description
0	Fix not available or invalid
1	GPS SPS Mode , fix valid
2	Differential GPS SPS Mode , fix valid
3	GPS SPS Mode , fix valid

ตารางที่ 2.3 แสดงรายละเอียดของตารางที่ 2.2 ใน Position Fix Indicator

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

●GLL (Geographic Position Latitude/Longitude)

เรคอร์ดนี้ประกอบด้วยข้อมูลซึ่งใช้บอกถึงตำแหน่งพิกัด ละติจูด , ลองติจูด, ทิศทาง, เวลา และสถานะในการรับสัญญาณ (Status) โดยตัวอย่างเรคอร์ด GLL ที่โมดูลรับสัญญาณ GPS ส่งออกมา จะมีโครงสร้างเป็นดังนี้ (ดูตารางที่ 2.4 ประกอบ)

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

Name	Example	Units	Description
Message ID	$GPGLL		GLL protocol header
Latitude	3723.2475		ddmm.mmmm
N/S Indicator	N		N=north or S=south
Longitude	12158.3416		dddmm.mmmm
E/W Indicator	W		E=east or W-west
UTC Position	161229.487		hhmmss.sss
Status	A		A=data valid or V=data not valid
Checksum	*2C		
<CR><LF>			End of message termination

ตารางที่ 2.4 ความหมายของข้อมูลที่อยู่ในเรคอร์ด GLL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

● GSA (GNSS DOP and Active Satellites)

เรคอร์ดนี้ประกอบด้วยข้อมูลซึ่งใช้บอกถึงตำแหน่งพิกัดละติจูดและลองติจูด, ทิศทาง, เวลา และสถานที่ในการรับสัญญาณ (Status) โดยตัวอย่างของเรคคอร์ด GSA ที่โมดูลรับสัญญาณ GPS ส่งออกมาจะมีโครงสร้างเป็นดังนี้ (ดูตารางที่ 2.5 ประกอบ)

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

Name	Example	Units	Description
Message ID	$GPGSA		GSA protocol header
Mode 1	A		
Mode 2	3		
Satellite Used	07		Sv on Channel 1
Satellite Used	02		Sv on Channel 2
....			....
Satellite Used			Sv on Channel 12
PDOP	1.8		Position Dilution of Precision
HDOP	1.0		Horizontal Dilution of Precision
VDOP	1.5		Vertical Dilution of Precision
Checksum	*33		
<CR><LF>			End of message termination

ตารางที่ 2.5 ความหมายของข้อมูลที่อยู่ในเรคอร์ด GSA

Value	Description
1	Fix not available
2	2D
3	3D

ตารางที่ 2.6 แสดงรายละเอียดของตารางที่ 2.5 ใน Mode 1

Value	Description
M	Manual-forced to operate in 2D or 3D mode
A	Automatic-allowed to automatically switch 2D/3D

ตารางที่ 2.7 แสดงรายละเอียดของตารางที่ 2.5 ใน Mode 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

●GSV (GNSS Satellites in View)

เรคอร์ดนี้ประกอบด้วยข้อมูลซึ่งใช้บอกถึงค่าทางเทคนิคต่างๆที่ได้รับจากดาวเทียม GPS ที่โมดูลรับสัญญาณได้ โดยตัวอย่างเรคอร์ด GSV ที่โมดูลรับสัญญาณ GPS ส่งออกมา จะมีโครงสร้างเป็นดังนี้ (ดูตารางที่ 2.8 ประกอบ)

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

Name	Example	Units	Description
Message ID	$GPGSV		GSV protocol header
Number of Messages	2		Range 1 to 3
Messages Number	1		Range 1 to 3
Satellites in View	07		
Satellite ID	07		Channel 1 (Range 1 to 32)
Elevation	79	degrees	Channel 1 (Maximum 90)
Azimuth	048	degrees	Channel 1 (True, Range 0 to 359)
SNR (C/No)	42	dBHz	Range 0 to 99 , null when not tracking
....			....
Satellite ID	27		Channel 4 (Range 1 to 32)
Elevation	27	degrees	Channel 4 (Maximum 90)
Azimuth	138	degrees	Channel 4 (True, Range 0 to 359)
SNR (C/No)	42	dBHz	Range 0 to 99 , null when not tracking
Checksum	*71		
<CR><LF>			End of message termination

ตารางที่ 2.8 ความหมายของข้อมูลที่อยู่ในเรคอร์ด GSV

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

● RMC (Recommended Minimum Specific GNSS Data)

เรคอร์ดนี้ประกอบด้วยข้อมูลซึ่งใช้บอกถึงค่าวันที่และเวลา, สถานะในการรับสัญญาณ, ตำแหน่งพิกัดละติจูดและลองติจูด, ทิศทาง, ความเร็ว โดยตัวอย่างของเรคอร์ด RMC ที่โมดูลรับสัญญาณ GPS ส่งออกมา โดยจะมีโครงสร้างเป็นดังนี้ (ดูตารางที่ 2.9 ประกอบ)

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

Name	Example	Units	Description
Message ID	$GPRMC		RMC protocol header
UTC Position	161229.487		hhmmss.sss
Status	A		A=data valid or V=data not valid
Latitude	3723.2475		ddmm.mmmm
N/S Indicator	N		N=north or S=south
Longitude	12158.3416		dddmm.mmmm
E/W Indicator	W		E=east or W-west
Speed Over Ground	0.13	knots	
Course Over Ground	309.62	degrees	True
Date	120598		ddmmyy
Magnetic Variation		degrees	E=east or W-west
Checksum	*10		
<CR><LF>			End of message termination

ตารางที่ 2.9 ความหมายของข้อมูลที่อยู่ในเรคอร์ด RMC

●VTG (Course over Ground and Ground Speed)

เรคอร์ดนี้ประกอบด้วยข้อมูลซึ่งใช้บอกถึงทิศทางและความเร็ว โดยตัวอย่างของเรคอร์ด VTG ที่โมดูลรับสัญญาณ GPS ส่งออกมา จะมีโครงสร้างเป็นดังนี้ (ดูตารางที่ 2.10 ประกอบ)

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Name	Example	Units	Description
Message ID	$GPVTG		VTG protocol header
Course	309.62	degrees	Measured heading
Reference	T		TRUE
Course		degrees	Measured heading
Reference	M		Magnetic
Speed	0.13	knots	Measured horizontal speed
Units	N		Knots
Speed	0.2	km/hr	Measured horizontal speed
Units	K		Kilometer per hour
Checksum	*6E		
<CR><LF>			End of message termination

ตารางที่ 2.10 ความหมายของข้อมูลที่อยู่ในเรคอร์ด VTG

จากรายละเอียดของแต่ละเรคอร์ดภายใน NMEA message ที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่าแต่ละเรคอร์ดต่างก็มีประโยชน์ใช้สอยเฉพาะตัวที่แตกต่างกัน ซึ่งเราสามารถหยิบมาใช้งานได้ตามความเหมาะสม เมื่อต้องการนำข้อมูลได้มาใช้งานก็จะต้องเลือกเรคอร์ดที่เหมาะสมซึ่งมีข้อมูลนั้นๆ อยู่ ยกตัวอย่างเช่น ในกรณีที่ต้องการทราบความเร็วในการเคลื่อนที่ก็จะต้องเลือกอ่านเรคอร์ด RMC หรือ VTG เป็นต้น

ในที่นี้ ได้ทำการสรุปและจัดหมวดหมู่คุณสมบัติของแต่ละเรคอร์ดไว้ดังตารางที่ 2.11 เพื่อเป็นการสรุปความและเพื่อให้สามารถหยิบมาใช้สอยได้โดยง่าย

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

ตารางที่ 2.11 คุณสมบัติของแต่ละเรคอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 หลักการรับส่ง SMS

2.9.1 คำสั่ง AT-Command ที่สำคัญ

ผู้สั่ง	การใช้งาน	หมายเหตุ
ผู้ใช้ส่งให้โทรศัพท์	AT+CMGL=<Stat><013>	<Stat> = (0,1,2,3,4) 0 = ข้อความที่ยังไม่อ่าน 1 = ข้อความที่อ่านแล้ว 2 = ข้อความที่ไม่ได้ส่ง 3 = ข้อความที่ส่งแล้ว 4 = ดูข้อความทั้งหมด
โทรศัพท์ส่งให้ผู้ใช้	+CMGL: 2,1,,<Length> <PDU> OK	2 = ตำแหน่งข้อความ <Length> = ตำแหน่งข้อมูล <PDU> = ข้อมูล

ตารางที่ 2.12 คำสั่งเรียกดูข้อความ (List message) CMGL

ผู้สั่ง	การใช้งาน	หมายเหตุ
ผู้ใช้ส่งให้โทรศัพท์	AT+CMGS=<Length><013>	<Length>=ความยาว = (Header+PDUCode-2)/2
โทรศัพท์ส่งให้ผู้ใช้	> ข้อมูล<013><Ctrl+Z>	ข้อมูล=(Header+PDUCode)

ตารางที่ 2.13 คำสั่งส่งข้อความ (Send message) CMGS

องค์การ ETSI (European Telecomumcations Standards Institute)เป็นองค์กรอิสระที่ไม่แสวงผลกำไรทำหน้าที่กำหนดมาตรฐานทางด้านโทรคมนาคมได้กำหนดมาตรฐานการส่ง SMS ไว้ในคู่มือ GSM 03.40 และ GSM 03.38 สามารถส่งได้สูงถึง 160 ตัวอักษร โดยแต่ละตัวอักษรใช้รหัสขนาด 7 บิต นอกจากนั้นยังมีการใช้ตัวอักษรชนิดอื่นๆ เช่น ขนาด 8 บิต หรือ 16 บิตซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อการใช้งานที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งในบทความนี้จะพูดถึงเฉพาะแบบ 7 บิต เท่านั้น

2.9.2 โหมดของการรับส่งข้อมูล

การรับส่งข้อมูล SMS มีอยู่ด้วยกัน 2 โหมด คือ เท็กซ์โหมด (Text Mode) และพีดียูโหมด (PDU : Protocol Description Unit Mode) การส่งข้อความในเท็กซ์ไหมดนั้นจะเป็นการนำข้อความที่ต้องการส่งมาเข้ารหัสก่อน แล้วค่อยส่งข้อมูลในพีดียูโหมดอีกที อย่างไรก็ตามในมือถือบางรุ่นอาจไม่สนับสนุนการใช้งานในเท็กซ์โหมด ซึ่งการเข้ารหัส (ส่ง) และถอดรหัส(รับ) สำหรับในเท็กซ์โหมดนี้มีหลายแบบด้วยกัน เช่น “PCCP47” , “PCDN” , “8859-1” , IRA”และ “GSM” เมื่อเราเชื่อมต่อกับมือถือเพื่อจะอ่านข้อความเราสามารถตั้งค่าการเข้ารหัส / ถอดรหัสได้โดยใช้คำสั่ง AT+CSCS แต่ถ้าเราอ่านข้อความจากจอของมือถือซึ่งตัวมือถือจะเลือกการถอดรหัสที่เหมาะสมให้เองโดยอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเชื่อมต่อกับมือถือเพื่อรับส่งข้อความสามารถเลือกใช้ได้ทั้ง 2 โหมดแต่จะเห็นได้ว่าการเลือกใช้เท็กซ์โหมดจะมีข้อจำกัดทั้งจากการที่มือถือบางรุ่นอาจไม่สนับสนุนและยังถูกจำกัดด้วยการเข้าและถอดรหัส ซึ่งมีเพียงไม่กี่แบบตามที่กล่าวมาข้างต้น ซึ่งในบางกรณีอาจไม่สะดวกนักแต่ถ้าเลือกพีดียูโหมดจะสามารถเลือกหรือสร้างการเข้ารหัสและถอดรหัสได้ทุกรูปแบบตามต้องการโดยไม่มีข้อจำกัดซึ่งในบทความนี้จะพูดถึงเฉพาะพีดียูโหมด

2.9.3 การรับข้อความ SMSในพีดียูโหมด

ถ้าหากเราเชื่อมต่อกับมือถือแล้วทำการสั่งอ่านข้อความ SMS ที่อยู่ใน Inbox โดยใช้คำสั่ง AT+CMGL ข้อมูลที่ได้รับจะอยู่ในรูปของสตริงที่ประกอบไปด้วยข้อมูลของผู้ส่ง ข้อมูล SMS Service Center (SMSC) , Time Stamp และอื่น ๆ ที่จำเป็นและตามด้วยส่วนของข้อความซึ่งจะอยู่ท้ายสุดของสตริง

ตัวอย่างสตริงต่อไปนี้รับได้จาก Ericson รุ่น T39m ซึ่งข้อความที่ส่งมาคือ “hellohello” จากมือถืออีกเครื่องหนึ่งข้อมูลสตริงนี้จะอยู่ในรูปของตัวเลขฐาน16 และฐาน 10 (ในบางส่วน) โดยจะเรียกตัวเลขแต่ละคู่ว่า Octet ซึ่งมีรายละเอียด ดังตารางที่ 2.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0691166811180880 40A9166295026800000403021219434820AE8329BFDD4697D9EC37

กลุ่มตัวเลข 8 บิต (Octet)	รายละเอียด
06	ความยาวของ SMSC Information 6 Octers (bytes)
91	รูปแบบของเลขหมาย SMSC 91 หมายถึง เลขหมายแบบสากล (international format)
66 81 11 80 88	เลขหมาย SMSC (แบบ decimal semi-octets) ซึ่งเป็นเลขฐาน 10 สลับ nibble ในกรณีนี้เลขหมายจริงของ Cervice Center คือ "+ 661811088"
04	First octer of this SMS-DELIVER message
0A	ความยาวของเลขหมายผู้ส่ง ($0A_{HEX}$= 10 ตัว)
91	รูปแบบของเลขหมายผู้ส่ง 91 หมายถึง เลขหมายแบบสากล (interntional format)
66 29 50 26 80	เลขหมายผู้ส่ง (แบบ decimal semi-octets)
00	TP-PID (Protocol identifier) ในกรณีนี้ คือ 00
00	TP-DCS (Data coding scheme) 00 คือเข้ารหัสข้อความแบบ 7 bit Default Alphabet
40 30 21 21 94 34 82	TP-SCTS ข้อมูล Time stamp (แบบ decimal semi-octets) สลับ nibble
0A	TP-UDL User data length จำนวนตัวอักษรของข้อความที่ส่งในที่นี้คือ 10ตัว
E8329BFD4697D9EC37	TP-UD ข้อความ "hellohello" ที่เข้ารหัสแล้วจากตัวอักษรแบบ 7 bits เป็นข้อมูล byte ขนาด 8 bits

ตารางที่ 2.14 ส่วนประกอบของข้อมูลในการรับข้อความ

ข้อมูลทั้งหมดในตารางเป็นเลขฐาน 16 ขนาด 8 บิต ยกเว้นหมายเลข Service Center , เลขหมายผู้ส่งTime Stamp จะเป็นเลขฐาน 10 ขนาด 8 บิต สลับหลักเป็นคู่ ๆ (สลับ nibble) ในส่วนของข้อมูลที่เป็นข้อความนั้นเป็นเลขฐาน 16 ขนาด 8 บิต เช่นกัน โดยข้อมูลนี้จะใช้แสดงข้อความที่ประกอบไปด้วยตัวอักษรขนาด 7 บิตซึ่งผ่านการแปลง (เข้ารหัส) ข้อมูลจากตัวอักษรขนาด 7 บิต ให้เป็นเลขฐาน 16 ขนาด 8 บิต'มาแล้ว ส่วนวิธีการแปลงจะกล่าวในภายหลัง

ในส่วนของข้อมูลที่เป็นเลขฐาน 10 เช่น เลขหมายผู้ส่งตัวเลขในแต่ละคู่ (1 Byte) จะถูกสลับหลักกันเช่น เลขหมายจริง "+66 092056208" จะถูกสลับในแต่ละคู่เป็น "66 29 50 26 80" (66 คือ รหัสประเทศ ส่วนเลขหมวดของหมายเลขมือถือจะถูกตัดเลข 0 ออก เช่น 09 จะเหลือแค่ 9 เป็นต้น แล้วจึงนำตัวเลข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั้งหมดมาต่อกันแล้วสลับคู่) เช่นดียวกันกับ Time Stamp ข้อมล "40 30 21 21 94 34 82" ซึ่งมีรูปแบบเป็น "YY/MM/DD HH:MM:SS:ss" หมายถึง ข้อความนี้ส่ง เมื่อ "04/03/12 12:49:43:28"

2.9.4 การส่งข้อความ SMSในพีดียูโหมด

ต่อไปนี้เป็นตัวอย่างการส่งข้อความSMS "hellohello"โดยใช้มือถือ Erison T39mโดยใช้โหมดพีดียูไปให้ผู้รับหมายเลข "+66 092056208"

AT+CMGF=0 // เลือกโหมดพีดียู

AT+CSMS=0 // ตรวจสอบว่าโทรศัพท์มือถือสนับสนุนการส่ง SMS หรือไม่

AT+CMGS=22 // ต้องการส่งทั้งหมด 22 bytes (ไม่รวมตัวเลข 00 ที่อยู่ข้างหน้าสุด)

>0011000A9166295026800000AA0AE8329BFD4697D9EC37 //

เมื่อพิมพ์ข้อความครบแล้วกด Ctrl+z ส่วนประกอบของข้อมูลที่ส่งอธิบายในตารางที่ 2.15

กลุ่มตัวเลข 8 บิต (Octet)	รายละเอียด
00	ความยาวของ SMSC information "00" หมายถึงให้ใช้ SMC Information ที่เก็บอยู่ ภายในเครื่อง (ปกติเครื่องที่สามารถส่ง SMS ได้มีข้อมูล SMSC ภายในเครื่องอยู่แล้ว
11	First octet of the SMS-SUBMIT message.
00	TP-Message-Reference "00" คือให้เครื่องตั้งหมายเลขอ้างอิงข้อความขึ้นเอง
0A	Address-Length ความยาวของเลขหมายผู้รับ (10 ตัว)
91	Type-of-Address (91 indicates international format of the phone number).
66 29 50 26 80	หมายเลขโทรศัพท์ของผู้รับ (แบบ semi octet) หมายเลขที่แท้จริงคือ "+66 092056208"
00	TP-PID (Protocol identifier) เป็น 00
00	TP-DCS. (Data coding scheme) เป็น 00
AA	TP-Validity-Period "AA" หมายถึงช่วงเวลาหมดอายุของข้อวามภายใน 4 วัน ถ้าภายในช่วงเวลานี้ข้อความยังส่งไม่ถึงปลายทางข้อความจะถูกยกเลิกอัตโนมัติ
0A	TP-User-Data-Length. จำวนตัวอักษรที่ส่ง (10 ตัว)
E8329BFD4697D9EC37	TP-User-Data. เป็นข้อมูลในส่วนข้อความตัวอักษรแบบ 7 บิต "hellohello" ที่ผ่านกการแปลง (เข้ารหัส)เป็นข้อมูลแบบ 8 บิต แล้วโดยมีวิธีตามหัวข้อการแปลงตัวอักษรชนิด 7 บิต เป็น ข้อมูล 8 บิต

ตารางที่ 2.15 ส่วนประกอบของข้อมูลในการส่งข้อความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.5 การแปลงตัวเลขชนิด 7 บิตเป็นข้อมูล 8 บิต (Octet)

จากตาราง ที่ 2.15 ในส่วนของ TP-User Data จะเป็นที่เราสามารถใส่รหัสของข้อความที่ต้องการส่ง แต่เนื่องจากเราไม่สามารถนำรหัสของตัวอักษรแบบ 7 บิต ใส่ไปได้โดยตรงจำเป็นต้องผ่านการแปลงให้เป็นรหัสข้อมูลแบบ 8 บิต ก่อนโดยตัวอย่างต่อไปนี้เป็นการแปลงข้อความ " hellohello" ยาว 10 ตัวอักษร ซึ่งแต่ละตัวเป็นอักษรชนิด 7 บิต ให้เป็นข้อมูล 8 บิต สำหรับใช้ในการส่ง SMS

การแปลงเริ่มจากนำรหัส 7 บิต ของอักษรตัวแรก (h) มาเติมข้างหน้าด้วย 1 บิต ท้ายสุดของรหัส 7 บิต ของตัวอักษรตัวที่ 2 (e) จะได้ผลลัพธ์ 8 บิต (1 byte) เป็น"E8"

ขั้นตอนต่อมาให้เอา 6 บิต ที่เหลือของอักษรตัวที่ 2 มาเติมข้างหน้าด้วย 2 บิต ท้ายของของรหัส 7 บิต ของอักษรตัวที่ 3 (l) จะได้ผลลัพธ์ 8 บิต เป็น "32" และทำเช่นนี้เรื่อยไปโดยจำนวนบิตที่นำมากระทำจะเพิ่มขึ้นเป็น 3 บิตเป็น 4 บิต จนกระทั่ง 7 บิต แล้วเริ่มกระบวนการใหม่จนกระทั่งหมดชุดตัวอักษร

หลังจากแปลงข้อความ "hello-hello" จะได้ข้อมูลเป็นเลขฐาน 16 จำนวน 9 ไบต์ เป็น E8 32 9B FD 46 97 D9 EC 37

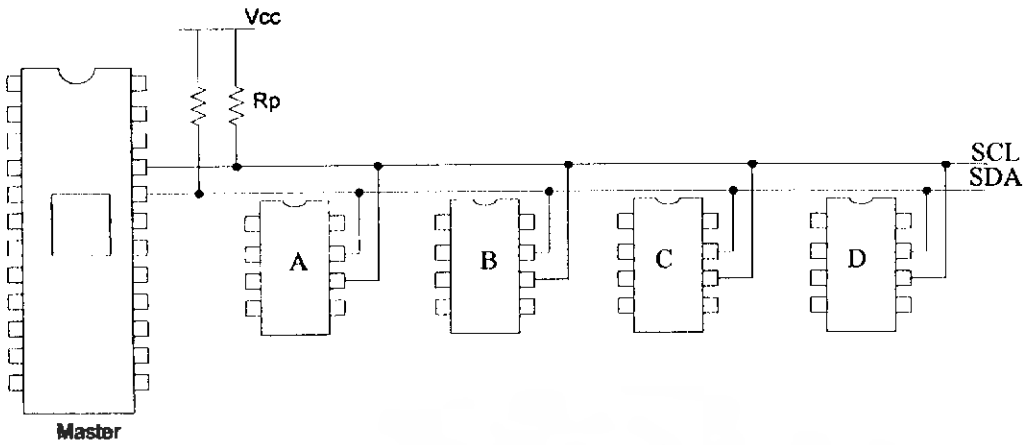
2.10 ระบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์แบบไอสแควรีบัส (I^2C Bus)

ระบบบัสแบบ I^2C ย่อมาจาก Inter-IC Communication หมายถึงการติดต่อสื่อสารระหว่างไอซีโดยบัส I^2C ซึ่งได้ถูกพัฒนาโดยห้องวิจัยของฟิลิปส์ (Philips) ด้วยจุดมุ่งหมายหลักคือ ต้องการให้ไอซีหรือโมดูลสามารถติดต่อ สั่งงาน และควบคุมภายใต้สายสัญญาณเพียงสองเส้น เส้นหนึ่งคือ สายข้อมูล อีกเส้นหนึ่งคือ สายสัญญาณนาฬิกาที่ใช้ในการกำหนดจังหวะการทำงาน ปัจจุบันได้มีชิปสนับสนุนการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์หลายตัวที่ใช้การเชื่อมต่อระบบบัสแบบนี้ การต่อรวมกันของอุปกรณ์บนบัส I^2C ทำได้ง่ายมาก เพียงต่อสายข้อมูลและสายสัญญาณนาฬิกาของอุปกรณ์แต่ละตัวขนานหรือพ่วงกันไป ส่วนการกำหนดแอดเดรสหรือตำแหน่งสำหรับติดต่ออุปกรณ์แต่ละตัว จะใช้รหัสข้อมูลและการกำหนดสภาวะโลจิกที่ขาแอดเดรสของอุปกรณ์แต่ละตัว

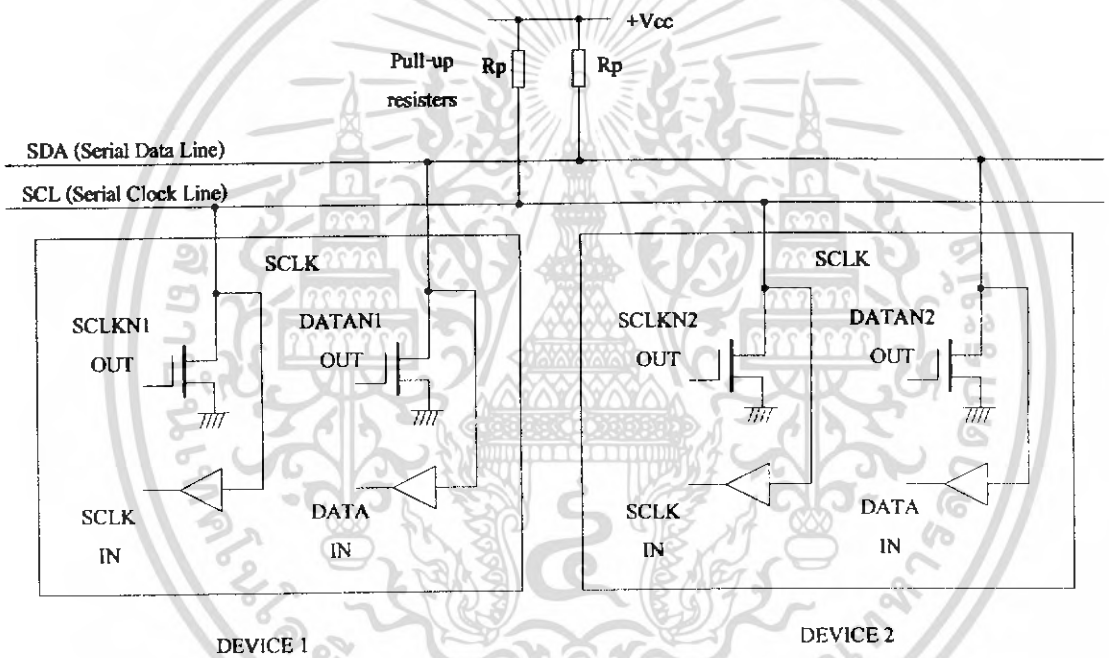
2.10.1 คุณสมบัติทั่วไปของบัส I^2C

สายข้อมูลที่รับส่งข้อมูลแบบอนุกรมมีชื่อว่า Serial Data Line (SDA) ส่วนสายสัญญาณนาฬิกาควบคุมมีชื่อว่า Serial Clock Line (SCL) และทั้งคู่เป็นสายสัญญาณแบบ 2 ทิศทาง (Bi-directional Line) ต้องมีตัวต้านทานพูลอัปกับแรงดัน +5V ไว้ตลอดเวลา เพื่อให้สายที่มีสถานะโลจิกสูงในขณะที่ไม่มีการติดต่อใช้งาน ทั้งยังช่วยป้องกันสัญญาณรบกวนที่อาจมีเข้ามาในสายสัญญาณทั้งสอง วงจรเอาต์พุต ของอุปกรณ์ที่ต่ออยู่บนบัส I^2C ต้องมีลักษณะเป็นวงจรเดรนเปิด (open – drain) หรือ คอลเล็กเตอร์เปิด (Open – Collector)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 การเชื่อมต่อด้วยระบบบัสแบบ I^2C



รูปที่ 2.11 วงจรทางเอาต์พุตของชิปที่ใช้ระบบบัสแบบ I^2C

ระบบบัสแบบนี้สามารถรับส่งข้อมูลได้สองทิศทางด้วยความเร็วสูงถึง 100 กิโลบิตต่อวินาที และสามารถใช้กับไอซีแรงดันไฟฟ้าต่างกันได้ ระบบบัสแบบนี้สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ได้หลายตัวโดยที่อุปกรณ์แต่ละตัวที่ต่ออยู่กับระบบบัสแบบนี้สามารถส่งข้อมูลถึงกันได้ โดยใช้รูปแบบการรับส่งข้อมูลหรือ โพรโทคอล (Protocal) ที่อุปกรณ์ทุกตัวรู้จัก อุปกรณ์แต่ละชนิดจะมีค่าแอดเดรสประจำตัวมัน ถ้าหากอุปกรณ์ตัวใดมีแอดเดรสตรงกันก็จะรับข้อมูลนั้นไป สำหรับอุปกรณ์ที่ต้องการส่งข้อมูลอุปกรณ์ตัวนั้นจะเรียกว่ามาสเตอร์ (Master) โดยจะเป็นตัวที่สร้างจังหวะสัญญาณต่างๆบนระบบบัส ส่วนอุปกรณ์ที่ถูกควบคุมหรือเป็นตัวรับข้อมูลจะเรียกว่าสเลฟ (Slave)

ถ้าหากทำการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์กับอุปกรณ์ที่ใช้บัสแบบ I^2C หลายตัว ถ้าไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องการส่งข้อมูล ตัวมันจะทำหน้าที่เป็นมาสเตอร์ และจะส่งสัญญาณไปบนบัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยส่งค่าแอดเดรสไปก่อน ถ้าค่าแอดเดรสนี้ตรงกับแอดเดรสของชิปตัวใด ชิปตัวนั้นจะส่งสัญญาณตอบรับ (ACK) ออกมา และชิปตัวนั้นก็จะถูกไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุม แต่ถ้าแอดเดรสไม่ตรงกับชิปตัวใดก็จะไม่เกิดอะไรขึ้น

ข้อกำหนด 2 ประการสำคัญของการติดต่อบนบัส I^2C คือ

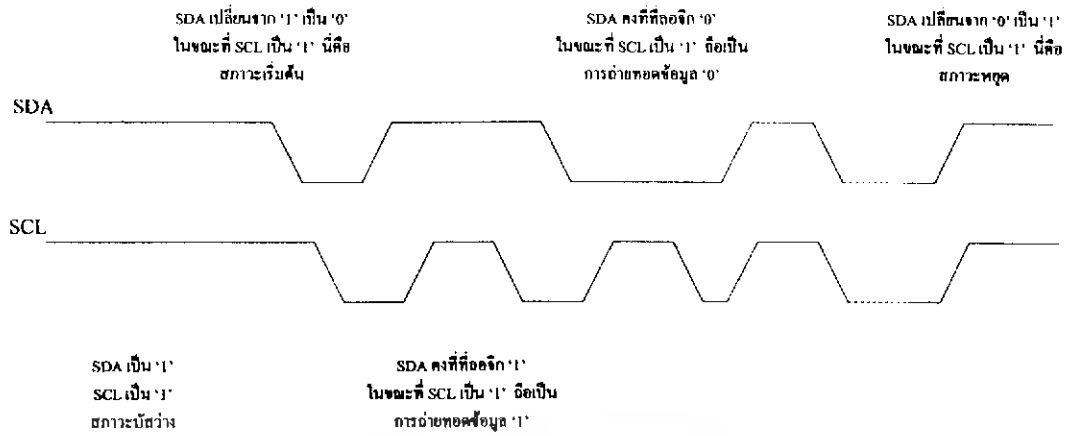
1. การถ่ายทอดข้อมูลจะเกิดขึ้นได้เมื่อบัสว่างเท่านั้น
2. ในระหว่างการถ่ายทอดข้อมูล เมื่อใดก็ตามที่สาย SCL มีสถานะลอจิกสูง สายข้อมูลต้องรักษาข้อมูลไว้ อย่าให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นเด็ดขาด มิฉะนั้น สัญญาณที่เกิดขึ้นจะได้รับการแปลความหมายเป็นสัญญาณควบคุมแทน

2.10.2 สภาวะที่เกิดขึ้นบนบัส I^2C

การส่งข้อมูลต่างๆจะต้องเกิดขึ้นเมื่อระบบบัสว่างเท่านั้น โดยทั่วไปแล้วสภาวะที่มีบนระบบบัสแบบนี้จะมี 5 สภาวะ ดังนี้

1. บัสว่าง (Bus not busy) สภาวะนี้เกิดขึ้นเมื่อสถานะลอจิกบนสาย SDA และ SCL เป็นลอจิกสูงทั้งคู่ นั้นหมายความว่า การถ่ายทอดข้อมูลสามารถเริ่มต้นขึ้นได้
2. เริ่มต้นการถ่ายทอดข้อมูล (Start data transfer) เกิดขึ้นเมื่อสาย SDA มีการเปลี่ยนแปลงระดับลอจิกจากสูงไปต่ำ ในขณะที่สาย SCL มีสถานะลอจิกสูง เรียกสภาวะที่เกิดขึ้นนี้ว่า สภาวะเริ่มต้น (Start)
3. ข้อมูลคำรงอยู่บนบัส (Data valid) สภาวะนี้เกิดขึ้นถัดจากสภาวะเริ่มต้น โดยสถานะลอจิกที่เกิดขึ้นบนสาย SDA ก็คือ ข้อมูลที่ทำการถ่ายทอด เมื่อสาย SCL เป็นลอจิกสูง สถานะที่สาย SDA ต้องคงที่เพื่อให้อุปกรณ์รับรู้ข้อมูลในจังหวะนั้นว่าเป็น 0 หรือ 1 ข้อมูลอาจเปลี่ยนแปลงได้ในขณะที่สาย SCL เป็นลอจิกต่ำ แต่เมื่อใดก็ตามที่ต้องการให้เกิดการถ่ายทอดข้อมูลอย่างสมบูรณ์ สถานะลอจิกที่ขา SDA ต้องคงที่ตลอดช่วงเวลาที่สาย SCL มีสถานะลอจิกสูง หากเกิดการปลี่ยนแปลงสถานะลอจิกในขณะที่สาย SCL มีลอจิกสูงอยู่นั้น อุปกรณ์มาสเตอร์ที่ทำการควบคุมการถ่ายทอดข้อมูลจะแปลความหมายเป็นสภาวะหยุดหรือสภาวะเริ่มต้นก็ได้ ทำให้ข้อมูลที่ทำการถ่ายทอดนั้นเกิดความผิดพลาดขึ้น
4. รับรู้ข้อมูล (Acknowledge) เกิดขึ้นหลังจากที่การถ่ายทอดข้อมูลจากตัวส่งมายังตัวรับเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์โดยตัวส่งจะทำการส่งข้อมูลมา 1 บิตเรียกว่า บิตรับรู้ (Acknowledge bit) มีสถานะเป็นลอจิกสูง หลังจากส่งข้อมูลมาครบถ้วน ส่วนอุปกรณ์มาสเตอร์จะทำการส่งสัญญาณรับรู้พิเศษซึ่งสัมพันธ์กับสัญญาณนาฬิกา อุปกรณ์สเลฟที่ถูกอ้างถึงในการติดต่อหรือกำลังติดต่ออยู่ในขณะนั้นก็จะกำเนิดบิตรับรู้สถานะลอจิกต่ำเพื่อตอบสนองให้ทราบว่าได้รับข้อมูลเรียบร้อยแล้ว
5. หยุดการถ่ายทอดข้อมูล (Stop data transfer) เกิดขึ้นเมื่อสาย SDA มีการเปลี่ยนแปลงระดับลอจิกจากต่ำไปสูง ในขณะที่สาย SCL มีสถานะลอจิกสูง เรียกสภาวะนี้ว่า สภาวะหยุด (Stop)

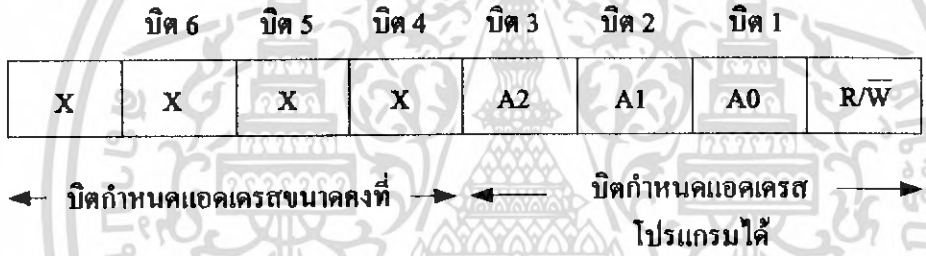
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.12 ไดอะแกรมเวลาแสดงสถานะต่างๆบนระบบบัส I^2C

2.10.3 การทำงานบนบัส I^2C

เริ่มต้นด้วยการเข้าถึงอุปกรณ์เสียก่อน โดยการเข้าถึงอุปกรณ์บนบัส I^2C นั้นจะใช้การเข้าถึงแบบ 7 บิต หรือ 10 บิต ในกรณีที่มีอุปกรณ์ต่อกันอยู่บนบัสไม่มาก ใช้การเข้าถึงแบบ 7 บิตก็เพียงพอ แต่ในบางอุปกรณ์ต้องใช้การเข้าถึงแบบ 10 บิต หลังจากที่ติดต่ออุปกรณ์แต่ละตัวได้เรียบร้อยแล้ว ก็จะเริ่มต้นการถ่ายทอดข้อมูลต่อไป



รูปที่ 2.13 แบบข้อมูลในการอ้างแอดเดรส

2.10.4 การเข้าถึงแบบ 7 บิต (7 bit addressing)

ข้อมูลไบต์แรกที่เกิดขึ้นหลังจากสภาวะเริ่มต้นคือ ข้อมูลที่ใช้ในการอ้างถึงอุปกรณ์ที่ต้องการติดต่อ โดยมีรูปแบบแสดง ในรูปที่ 2.14 ใน 7 บิตบนรวมทั้งบิต MSB ด้วยจะเป็นข้อมูลแอดเดรสของอุปกรณ์ สเลฟที่ต้องการติดต่อโดยแบ่งเป็น

บิตกำหนดแอดเดรสคงที่ (fixed address bit) จำนวน 4 บิต ซึ่งข้อมูลนี้อุปกรณ์แต่ละตัวจะถูกกำหนดมาจากผู้ผลิต ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงแก้ไขได้ ถัดมาอีก 3 บิตเป็นบิตกำหนดแอดเดรสที่สามารถโปรแกรมได้ (Programmable address bit) โดยผู้ใช้งานต้องกำหนดสถานะลอจิกให้แก่ขา A0-A2 ของอุปกรณ์ที่มีการเชื่อมต่อแบบ I^2C **ส่วนในบิต LSB เป็นบิตที่ใช้กำหนดการอ่านหรือการเขียนข้อมูลกับอุปกรณ์สเลฟตัวนั้นๆ หากบิต LSB เป็น 0 หมายถึงต้องการเขียนข้อมูลลงไปยังอุปกรณ์นั้น ไปยังอุปกรณ์นั้น ถ้าเป็น 1 จะเป็นการอ่านข้อมูลจากอุปกรณ์สเลฟ**

ข้อมูลไบต์ต่อมา คือ ข้อมูลควบคุม (control byte) ในอุปกรณ์แต่ละตัวมีการกำหนดข้อมูลที่ควบคุมแตกต่างกันไป ยกตัวอย่าง ไอซีขยายพอร์ตมีข้อมูลควบคุมที่ใช้กำหนดว่า บิตใดเป็นอินพุต บิตใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นเอาต์พุต ในขณะที่ไอซี ADC/DAC ต้องการข้อมูลควบคุมเพื่อกำหนดให้ทำงานเป็นวงจร ADC หรือ DAC เป็นต้น

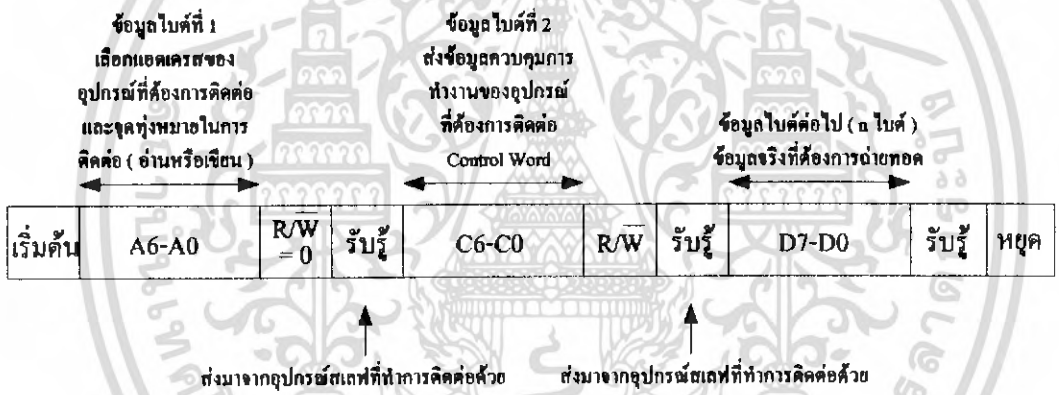
ข้อมูลในไบต์ต่อมาคือ ข้อมูลที่ทำการถ่ายทอดจริง (data)

หลังจากการถ่ายทอดข้อมูลแต่ละไบต์ อุปกรณ์สเลฟที่ได้รับการติดต่อต้องส่งสัญญาณรับรู้ตอบกลับมาด้วยทุกครั้ง

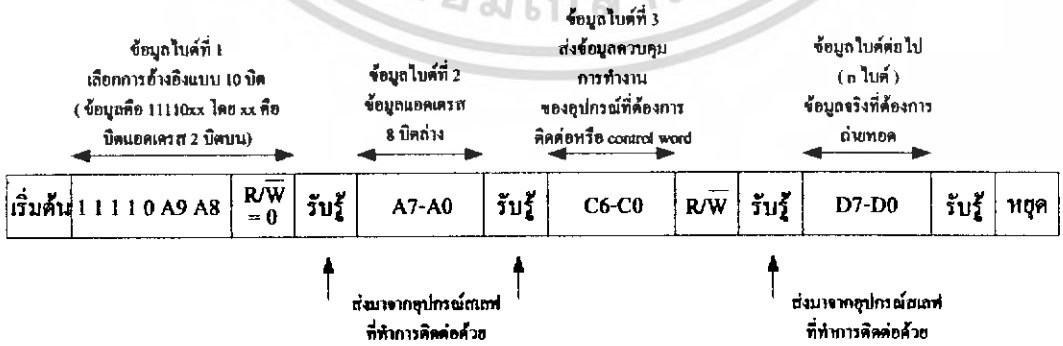
2.10.5 การเข้าถึงแบบ 10 บิต (10 bit addressing)

จะมีข้อมูลเพิ่มเข้ามาเล็กน้อย โดยในไบต์แรกหลังจากเกิดสภาวะเริ่มต้น ต้องกำหนดให้ 5 บิตบนมีข้อมูลเป็น 11110 ส่วนอีก 2 บิตถัดมาเป็นบิตแอดเดรสของอุปกรณ์ที่ต้องการต่อ ในบิต LSB ของข้อมูลไบต์แรกยังคงเป็นการกำหนดว่า ต้องการอ่านหรือเขียนข้อมูลกับอุปกรณ์สเลฟตัวที่ต้องการติดต่อด้วย ข้อมูลไบต์ต่อมาเป็นข้อมูลแอดเดรสในไบต์ที่ 2 ของอุปกรณ์ที่ต้องการติดต่อด้วย ข้อมูลไบต์ถัดไปจึงเป็นข้อมูลควบคุม ข้อมูลหลังจากนั้นก็จะเป็นข้อมูลจริงที่ใช้ในการติดต่อ

เช่นเดียวกับการเข้าถึงแบบ 7 บิต หลังจากการถ่ายทอดข้อมูลครบทุกไบต์ ต้องมีสภาวะรับรู้เกิดขึ้น เพื่อให้กระบวนการถ่ายทอดข้อมูลสามารถดำเนินต่อไปได้



รูปที่ 2.14 แสดงแบบข้อมูลในการเข้าถึงแบบ 7 บิต



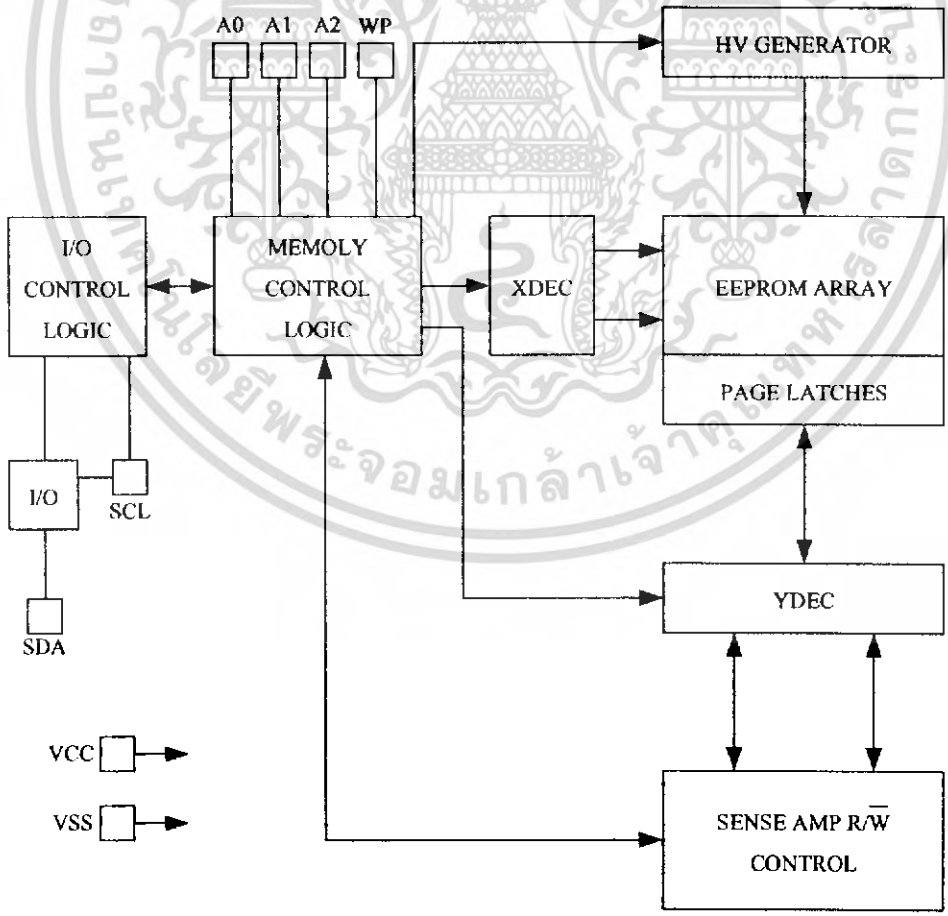
รูปที่ 2.15 แสดงแบบข้อมูลในการเข้าถึงแบบ 10 บิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11 หน่วยความจำ อีสแคว่พรอม (E^2PROM) แบบไอสแควซี (24XX)

2.11.1 คุณสมบัติของหน่วยความจำอีสแคว่พรอมแบบไอสแควซี

หน่วยความจำแบบอีอีพรอม หรือที่นิยมเรียกสั้น ๆ ว่าอีสแคว่พรอมนั้น จัดเป็นหน่วยความจำประเภทหน่วยความจำถาวร เนื่องจากสามารถเก็บรักษาข้อมูลภายในตัวไว้ได้ถึงแม้ว่าจะไม่มีการจ่ายไฟเลี้ยงให้กับตัวหน่วยความจำก็ตาม ซึ่งหน่วยความจำแบบนี้จะมีจุดเด่นประการหนึ่งคือสามารถทำการลบและเขียนซ้ำได้หลาย ๆ ครั้งด้วยสัญญาณทางไฟฟ้า ซึ่งทำให้มีความสะดวกมากในการออกแบบวงจรและการนำไปประยุกต์ใช้งาน โดยหน่วยความจำแบบนี้จะมีรูปแบบในการเชื่อมต่อกับตัวแม่ได้หลายแบบ แต่สำหรับหน่วยความจำที่นิยมนำมาใช้เชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ได้แก่ หน่วยความจำแบบที่ใช้วิธีการเชื่อมต่อแบบอนุกรม ซึ่งนิยมเรียกว่า ซีเรียลอีอีพรอม ซึ่งจะใช้สัญญาณในการเชื่อมต่อน้อยเส้น โดยหน่วยความจำซีเรียลอีอีพรอม แบบที่กำลังได้รับความนิยมในการใช้งานในปัจจุบันได้แก่หน่วยความจำที่ใช้การเชื่อมต่อแบบอนุกรมไอสแควซีบัสในตระกูล 24XX (มีรหัสเบอร์ขึ้นต้นด้วย 24) ซึ่งหน่วยความจำแบบนี้มีคุณสมบัติที่น่าสนใจหลายประการคือมีตัวถังขนาดเล็ก ใช้สัญญาณในการเชื่อมต่อน้อยเส้น และสามารถเก็บรักษาข้อมูลไว้ได้นานกว่า 200 ปี นอกจากนี้ยังสามารถลบและเขียนซ้ำได้ถึง 1 ล้านครั้ง (อ้างอิงจากไมโครชิพ) จึงสามารถนำไปประยุกต์ใช้งาน ในด้านที่เกี่ยวข้องกับการเก็บรักษาข้อมูล ที่ต้องการพื้นที่ของหน่วยความจำ จำนวนมากแต่ไม่ต้องการความเร็วในการอ่านเขียน และไม่ได้เปลี่ยนแปลงค่าข้อมูลบ่อยมากนักได้เป็นอย่างดี

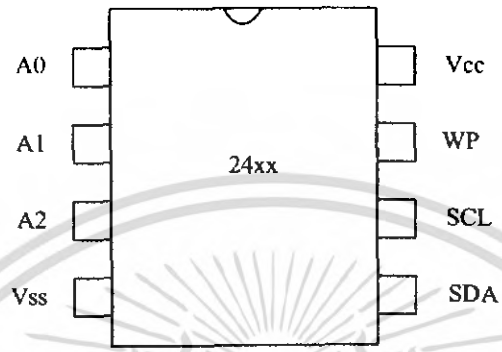


รูปที่ 2.16 บล็อกไดอะแกรมของหน่วยความจำอีสแคว่พรอมตระกูล 24XX

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11.2 การจัดขาสัญญาณของหน่วยความจำ 24XX

สำหรับลักษณะรูปร่างของหน่วยความจำตระกูล 24XX นั้นจะมีขนาด 8 ขา โดยมีให้เลือกใช้ทั้งแบบที่เป็นตัวถังดีนตะขาบขนาด 8 ขา หรือ DIP8 (Dual in-line package) และแบบที่เป็นตัวถังแบบอุปกรณ์พื้นผิว หรือ SOP8 (Small Outline package) โดยทั้ง 2 แบบจะมีลักษณะของการจัดเรียงขาสัญญาณเหมือนกันดังนี้



รูปที่ 2.17 ขาสัญญาณโดยทั่วไปของไอซี 24XX

- A0, A1, A2 เป็นขาสัญญาณแอดเดรสอินพุท ใช้สำหรับกำหนดตำแหน่งการทำงานของอีสแควพรอมแต่ละตัวที่จะเชื่อมต่อกันภายในบัส ซึ่งขาสัญญาณแอดเดรสนี้แต่ละตัวอาจมีไม่เท่ากันบางตัวอาจมี 3 ขา บางตัวอาจมีเพียง 1 หรือ 2 ขา บางตัวอาจไม่มีเลย โดยถ้าตัวใดไม่มีการออกแบบให้กำหนดค่าแอดเดรสจากทางฮาร์ดแวร์ได้ ขาสัญญาณเหล่านี้จะถูกปล่อยว่าง (NC) ไว้
- VSS เป็นขาสัญญาณอ้างอิง หรือ GND
- SDA เป็นขาข้อมูลแบบ 2 ทิศทางของไอสแควซี สำหรับรับส่งข้อมูลระหว่างอีสแควพรอมและไมโครคอนโทรลเลอร์โดยจะทำหน้าที่เป็นอินพุทในการรับข้อมูลจากไมโครคอนโทรลเลอร์ที่จะส่งให้กับอีสแควพรอม และในทางกลับกันก็จะทำหน้าที่เป็นเอาท์พุท สำหรับส่งข้อมูลจากอีสแควพรอมให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์
- SCL เป็นขาสัญญาณนาฬิกาอินพุทของไอสแควซี ใช้สำหรับควบคุมการรับส่งหรืออ่านเขียนข้อมูลระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์ และอีสแควพรอม
- WP เป็นขาสัญญาณไรท์โพเทค (Write Protect) โดยมีสภาวะเป็นอินพุท ทำหน้าที่ป้องกันการเขียนข้อมูลให้กับอีอีพรอม โดยถ้าขานี้มีสภาวะเป็น "0" จะสามารถสั่งเขียนข้อมูลให้กับอีสแควพรอมได้ ถ้าขานี้มีสภาวะเป็น "1" จะไม่สามารถเขียนข้อมูลให้กับอีสแควพรอมได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งปัจจุบันหน่วยความจำในกลุ่มนี้จะมีผลิตออกจำหน่ายเพื่อให้ผู้ใช้ได้เลือกใช้งานกันตามความเหมาะสมมากมายหลายเบอร์ โดยส่วนมากจะมีรหัสเบอร์เริ่มต้นด้วย 24 เช่น 2416, 2432, 2464, 24128, 24256 และ24512 เป็นต้น ซึ่งหน่วยความจำเหล่านี้จะเป็นแบบที่ใช้การเชื่อมต่อแบบไอสแควซีบัสเหมือนกันทั้งหมด และจะมีลักษณะของขาสัญญาณที่เข้ากันได้ทุกประการสามารถนำไปทดแทนกันได้ โดยแต่ละเบอร์จะมีความแตกต่างกันในบางเรื่อง เช่นขนาดของจำนวนความจุในการเก็บข้อมูล ความเร็วในการเขียนข้อมูลให้กับหน่วยความจำ และระดับแหล่งจ่ายไฟเลี้ยงในการทำงาน เป็นต้น ซึ่งผู้ใช้เองสามารถออกแบบวงจรและเลือกติดตั้งหน่วยความจำ เพื่อใช้งานกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ได้มากมายหลายเบอร์ขึ้นอยู่กับจุดประสงค์และขนาดของหน่วยความจำที่ต้องการ โดยอีสแควพรอมในตระกูล 24XX (ไอสแควซีบัส) ในกลุ่มนี้บางเบอร์สามารถต่อร่วมกันภายในบัสเดียวกันได้มากกว่า 1 ตัว โดยแต่ละตัวจะมีขาแอดเดรส สำหรับกำหนดรหัสตำแหน่งของอุปกรณ์ภายในบัสจากฮาร์ดแวร์ (ขาสัญญาณ A2, A1 และA0) ได้เช่น เบอร์ 24XX32, 64 ,128 และ24XX256 ของไมโครชิพ เป็นต้น โดยหน่วยความจำแต่ละตัวจะมีรหัสในการติดต่อเรียกว่าคอนโทรลไบต์ซึ่งมีลักษณะดังนี้

บิต7	บิต6	บิต5	บิต4	บิต3	บิต2	บิต1	บิต0
1	0	1	0	A2	A1	A0	$R/\overline{W}$

รูปที่ 2.18 รหัสคอนโทรลไบต์ของ 24XX/32/64/128/256 ของไมโครชิพ

สำหรับหน่วยความจำเบอร์ 24XX32, 24XX64, 24XX128 และ24XX256 ของไมโครชิพนั้นจะเห็นได้ว่ารหัสคอนโทรลไบต์ในตำแหน่ง 4 บิตบน (บิต7, 6, 5 และ4) จะมีค่าเป็น “1010” ส่วนบิต 3, 2 และ1 นั้นจะขึ้นอยู่กับสภาวะทางลอจิกของขาสัญญาณ A2, A1 และA0 ในวงจร ซึ่งจากคุณสมบัติดังกล่าวจะทำให้สามารถทำการต่อหน่วยความจำดังกล่าวได้มากถึง 8 ตัวภายในบัสเดียวกัน โดยกำหนดสภาวะของขาสัญญาณลอจิกแอดเดรสที่แตกต่างกันออกไป โดยสามารถสรุปให้เห็นได้ดังตารางต่อไปนี้

เบอร์(ความจุ)	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
24XX32 (4K x 8)	1	0	1	0	A2	A1	A0	R/W
24XX64 (8K x 8)	1	0	1	0	A2	A1	A0	R/W
24XX128 (16K x 8)	1	0	1	0	A2	A1	A0	R/W
24XX256 (32K x 8)	1	0	1	0	A2	A1	A0	R/W

ตารางที่ 2.16 คอนโทรลไบต์ของหน่วยความจำแบบไอสแควซีบัสของไมโครชิพ

จากตารางจะเห็นได้ว่า หน่วยความจำอีสแควพรอมแบบไอสแควซีบัส 24XX32/64/128/256 ของไมโครชิพนั้นจะมีคอนโทรลไบต์ที่เหมือนกันทุกเบอร์ แต่จะมีความแตกต่างกันที่ขนาดความจุในการเก็บรักษาข้อมูลของแต่ละเบอร์

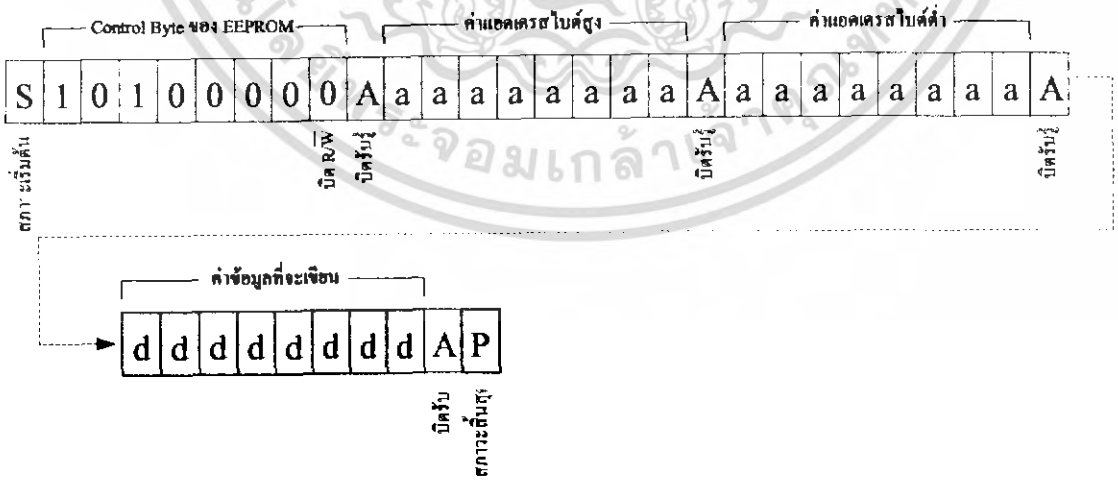
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11.3 การเขียนข้อมูลให้กับหน่วยความจำ

สำหรับรูปแบบของวิธีการอ่านเขียนข้อมูลของหน่วยความจำแต่ละเบอร์นั้น โดยมากแล้วจะมีรูปแบบมาตรฐานที่คล้ายกัน แต่อาจมีความแตกต่างกันบ้างในบางเบอร์บางยี่ห้อ เช่น ความเร็วในการเขียนบางยี่ห้อใช้เวลา 4 ms บางยี่ห้ออาจใช้เวลาในการเขียนเพิ่มขึ้นเป็น 5 ms หรือ 10 ms เป็นต้น ดังนั้นเมื่อจะเลือกใช้หน่วยความจำเบอร์ใดยี่ห้อใด ควรศึกษารายละเอียดคาต้าชีตเพิ่มเติมถึงคุณสมบัติเหล่านี้ประกอบด้วย

ในการเขียนข้อมูลให้กับหน่วยความจำอีสแคพรอมนั้น จะมีอยู่ด้วยกัน 2 แบบ คือ การเขียนแบบทีละไบต์ (Byte Write) ซึ่งในการเขียนข้อมูลให้กับหน่วยความจำด้วยวิธีการนี้สามารถที่จะเข้าถึงตำแหน่งแอดเดรสใด ๆ ของหน่วยความจำที่มีอยู่ตามต้องการ โดยในการเขียนข้อมูลให้กับหน่วยความจำในแต่ละครั้งนั้น จะต้องทำการส่งคอนโทรลไบต์ตามด้วยแอดเดรสไบต์ และดาต้าไบต์ ตามลำดับ ส่วนการเขียนข้อมูลให้กับหน่วยความจำอีกวิธีหนึ่งก็คือ การเขียนแบบครั้งละหน้า (Page Write) ซึ่งในการเขียนแบบนี้จะมีข้อดีคือสามารถเขียนข้อมูลให้กับหน่วยความจำได้ครั้งละหลาย ๆ ไบต์โดยการส่งค่าคอนโทรลไบต์ และแอดเดรสไบต์ เพียงครั้งเดียวแต่ต้องเขียนข้อมูลในตำแหน่งแอดเดรสที่ต่อเนื่องกันและอยู่ภายในหน้า (Page) เดียวกันด้วย

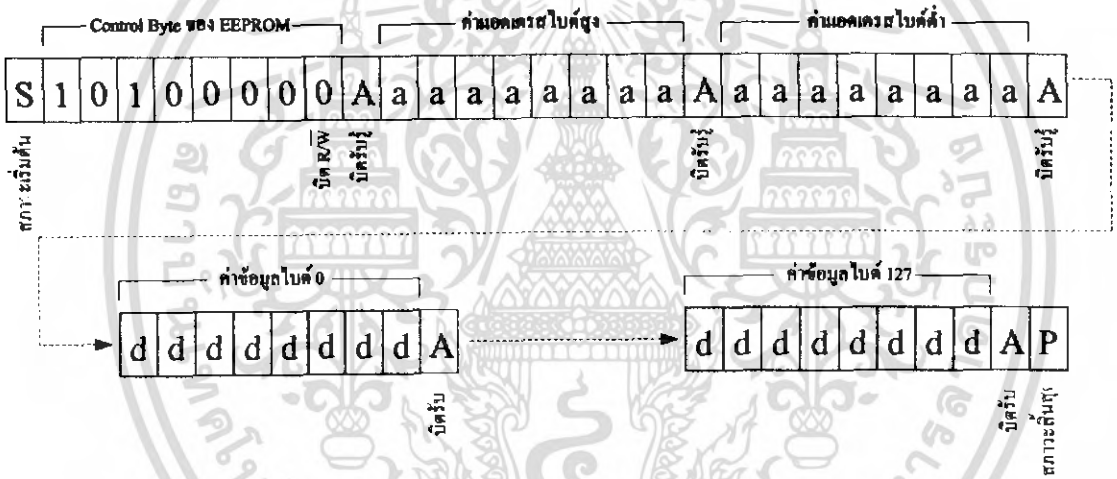
การเขียนแบบครั้งละไบต์ เป็นการเขียนข้อมูลให้กับหน่วยความจำครั้งละ 1 ไบต์ โดยการสั่งเขียนข้อมูลแบบนี้ จะสามารถเขียนข้อมูลในตำแหน่งใด ๆ ภายในตัวหน่วยความจำก็ได้ ซึ่งทุก ๆ ครั้งที่เขียนข้อมูลให้หน่วยความจำนั้น หลังจากสร้างสภาวะเริ่มต้นแล้วจะต้องส่งค่าคอนโทรลไบต์ จำนวน 1 ไบต์ ตามด้วยค่าแอดเดรสไบต์ ซึ่งอาจจะเป็น 1 ไบต์หรือ 2 ไบต์ ขึ้นอยู่กับข้อกำหนดของหน่วยความจำเบอร์ที่ใช้อยู่ แต่สำหรับหน่วยความจำตั้งแต่เบอร์ 24XX32 เป็นต้นไป ไบต์แอดเดรสจะมีขนาด 2 ไบต์เสมอ จากนั้นจึงตามด้วยไบต์ข้อมูลที่ต้องการจะเขียนอีก 1ไบต์ แล้วจึงสิ้นสุดด้วยสภาวะสิ้นสุดเป็นลำดับสุดท้าย



รูปที่ 2.19 ตัวอย่างการเขียนข้อมูลให้หน่วยความจำแบบครั้งละไบต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเขียนแบบครั้งละหน้า เป็นการเขียนข้อมูลให้กับหน่วยความจำครั้งละหลาย ๆ ไบต์ โดยการสั่งเขียนข้อมูลแบบนี้ จะสามารถเขียนข้อมูลในตำแหน่งหน่วยความจำที่อยู่ในหน้า (Page) เดียวกันได้ครั้งละหลาย ๆ ไบต์ ซึ่งทุก ๆ ครั้งที่จะเขียนข้อมูลให้กับหน่วยความจำนั้น หลังจากสร้างสภาวะเริ่มต้นแล้วจะต้องส่งค่าคอนโทรลไบต์จำนวน 1 ไบต์ ตามด้วยค่าแอดเดรสไบต์ซึ่งอาจจะเป็น 1 ไบต์หรือ 2 ไบต์ขึ้นอยู่กับข้อกำหนดของหน่วยความจำเบอร์ที่ใช้อยู่ จากนั้นจึงตามด้วยไบต์ข้อมูลที่ต้องการจะเขียนอีกครั้งละ 1 ไบต์ ต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ แล้วจึงจบด้วยสภาวะสิ้นสุดเป็นลำดับสุดท้าย โดยจำนวนของไบต์ข้อมูลนั้นจะต้องดูจากขนาดของหน้าที่กำหนดไว้ในหน่วยความจำแต่ละเบอร์ว่ามีขนาดกี่ไบต์ โดยการเขียนข้อมูลให้กับหน่วยความจำวิธีนี้จะมีข้อดีคือ ไม่ต้องเสียเวลาในการส่งค่าคอนโทรลไบต์ และค่าแอดเดรสไบต์ใหม่บ่อย ๆ แต่มีข้อจำกัดคือ ตำแหน่งแอดเดรสของหน่วยความจำที่ต้องการจะเขียนนั้น จะต้องต่อเนื่องกันไม่สามารถกระโดดข้ามได้ และในการเขียนแต่ละครั้งต้องไม่เกินหน้าด้วย เนื่องจากเมื่อตำแหน่งแอดเดรสของอีสแคว์พรอมถูกเพิ่มเป็นค่าสูงสุดในหน้า แล้วค่าตำแหน่งแอดเดรสจะวนกลับไปเป็นค่าตำแหน่งเริ่มต้นของหน้าใหม่



รูปที่ 2.20 ตัวอย่างการเขียนข้อมูลให้หน่วยความจำแบบครั้งละหน้า

ซึ่งจากวิธีการเขียนข้อมูลให้กับหน่วยความจำอีสแคว์พรอมทั้ง 2 แบบที่อธิบายมาแล้วนั้น สามารถนำมาเรียบเรียงเป็นขั้นตอนให้เห็นได้ดังต่อไปนี้

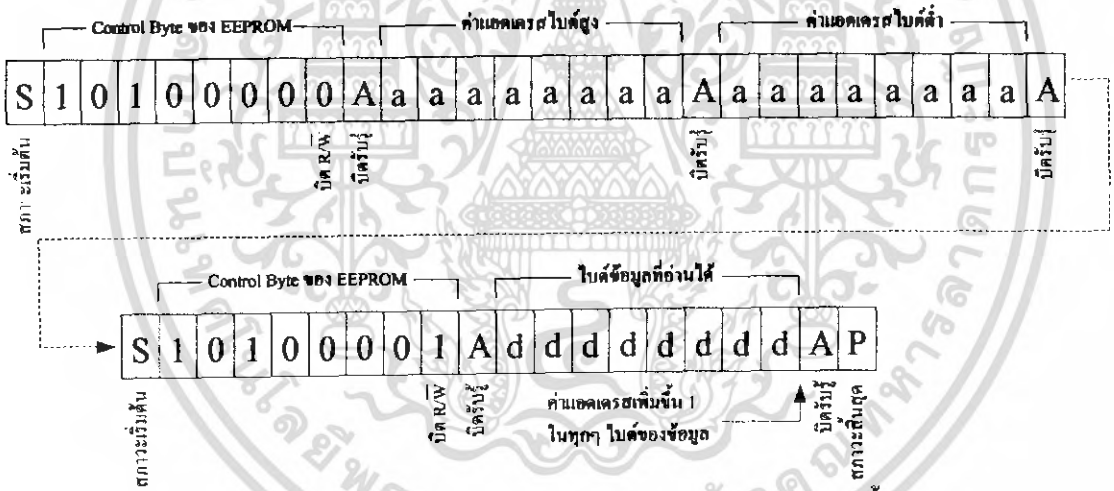
1. ส่งสภาวะเริ่มต้นไปยังบัสเพื่อเริ่มต้นการสื่อสาร
2. ส่งคอนโทรลไบต์ของอีสแคว์พรอมสำหรับการเขียน ซึ่งก็คือ "10100000"
3. ส่งค่าตำแหน่งแอดเดรสไบต์สูงที่ต้องการเขียนข้อมูลไปให้ อีสแคว์พรอม
4. ส่งค่าตำแหน่งแอดเดรสไบต์ต่ำที่ต้องการเขียนข้อมูลไปให้ อีสแคว์พรอม
5. ส่งค่าข้อมูลที่ต้องการเขียนไปยังอีสแคว์พรอมในตำแหน่งแอดเดรสที่ระบุในข้อ 3 และ4
6. ส่งค่าข้อมูลไบต์ถัดไปที่ต้องการเขียนไปยังอีสแคว์พรอมจนกว่าจะครบหน้าหรือส่งค่าสภาวะสิ้นสุดเพื่อจบการสื่อสารถ้าต้องการเขียนเพียง 1 ไบต์
7. ส่งสภาวะสิ้นสุดไปยังบัสเพื่อจบการสื่อสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11.4 การอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำ

ในการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำอีสแควพรอมนั้นจะสามารถสั่งอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำได้ 3 แบบ คือการอ่านแบบระบุตำแหน่งครั้งละ 1 ไบต์ (Random Read) การอ่านแบบระบุตำแหน่งครั้งละหลาย ๆ ไบต์ (Sequential Read) และการอ่านโดยไม่ระบุตำแหน่งครั้งละ 1 ไบต์ (Current Address Read) ซึ่งวิธีการสั่งอ่านข้อมูลแต่ละแบบนั้นจะมีลักษณะที่แตกต่างกันออกไป โดยสามารถอธิบายถึงวิธีการพอสังเขปดังนี้

การอ่านแบบระบุตำแหน่งครั้งละ 1 ไบต์ เป็นการสั่งอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำตำแหน่งแอดเดรสใด ๆ ภายในตัวหน่วยความจำก็ได้ โดยสามารถอ่านข้อมูลได้ครั้งละ 1 ไบต์ โดยกระบวนการอ่านข้อมูลวิธีนี้ จะเริ่มต้นด้วยการสร้างสภาวะเริ่มต้นจากนั้นจึงเริ่มส่งคอนโทรลไบต์ สำหรับบ่งบอกการเขียน (บิต LSB = "0") จำนวน 1 ไบต์ตามด้วยค่าของแอดเดรสไบต์ซึ่งอาจจะเป็น 1 ไบต์หรือ 2 ไบต์ขึ้นอยู่กับข้อกำหนดของหน่วยความจำเบอร์ที่ใช้อยู่ หลังจากเขียนแอดเดรสไบต์ครบแล้วให้สร้างสภาวะเริ่มต้นใหม่อีกครั้งหนึ่ง พร้อมกับส่งค่าคอนโทรลไบต์สำหรับบ่งบอกการอ่านบิต(บิต LSB = "1") จำนวน 1 ไบต์ แล้วจึงรอรับไบต์ข้อมูล จากหน่วยความจำตามตำแหน่งแอดเดรสที่ระบุไว้ จากนั้นจึงจบด้วยการส่งสภาวะหยุดเพื่อจบการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำ

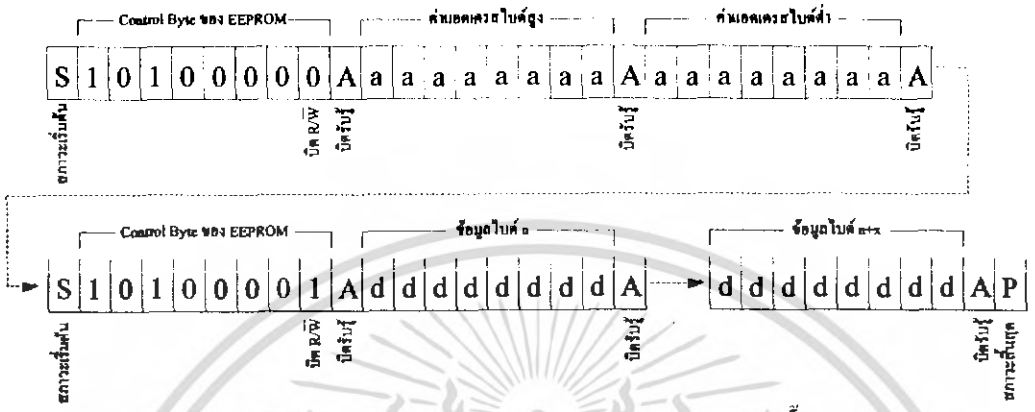


รูปที่ 2.21 ตัวอย่างการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำแบบระบุตำแหน่งครั้งละ 1 ไบต์

การอ่านแบบระบุตำแหน่งครั้งละหลายๆไบต์ เป็นการสั่งอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำตำแหน่งแอดเดรสใด ๆ ภายในตัวหน่วยความจำก็ได้ ตามปกติแล้วคำสั่งนี้จะมีลักษณะคล้ายกับคำสั่งอ่านข้อมูลแบบระบุตำแหน่งครั้งละ 1 ไบต์ โดยสามารถอ่านข้อมูลได้ครั้งละหลาย ๆ ไบต์ต่อเนื่องกันไป ซึ่งเมื่ออ่านข้อมูลแต่ละไบต์เสร็จแล้วค่าแอดเดรสจะเพิ่มขึ้นครั้งละ 1 ตำแหน่งโดยอัตโนมัติ โดยไม่ต้องส่งค่าคอนโทรลไบต์ และแอดเดรสไบต์ ในการอ่านใหม่ให้เสียเวลาโดยหน่วยความจำจะส่งข้อมูลออกมาทางขาเอสดีเอครั้งละ 1 ไบต์ ต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะพบสภาวะสิ้นสุดโดยกระบวนการอ่านข้อมูลวิธีนี้ จะเริ่มต้นด้วยการสร้างสภาวะเริ่มต้น จากนั้นจึงเริ่มส่งคอนโทรลไบต์สำหรับบ่งบอกการเขียน (บิต LSB= "0") จำนวน 1 ไบต์ตามด้วยค่าของแอดเดรสไบต์ซึ่งอาจมีขนาดเป็น 1 ไบต์หรือ 2 ไบต์ก็ได้ขึ้นอยู่

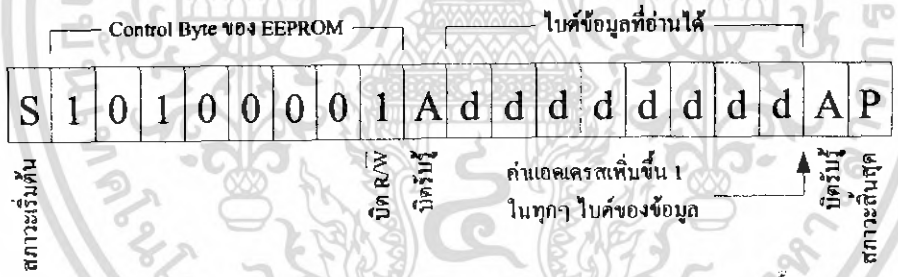
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับข้อกำหนดของหน่วยความจำแต่ละเบอร์ หลังจากเขียนแอดเดรสไบต์ครบแล้วให้สร้างสภาวะเริ่มต้นใหม่อีกครั้ง พร้อมกับส่งค่ารหัสคอนโทรลไบต์สำหรับบ่งบอกการอ่าน (บิต LSB= "1") จำนวน 1 ไบต์ แล้วจึงรอรับไบต์ข้อมูลจากหน่วยความจำตามตำแหน่งแอดเดรสที่ระบุไว้ จากนั้นก็ยังสามารถอ่านข้อมูลตำแหน่งถัดไปในหน่วยความจำได้อีกเรื่อย ๆ ตามต้องการ เมื่ออ่านข้อมูลได้ครบตามต้องการแล้วจึงจบด้วยการส่งสภาวะหยุด



รูปที่ 2.22 ตัวอย่างการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำแบบระบุตำแหน่งครั้งละหลาย ๆ ไบต์

การอ่านโดยไม่ระบุตำแหน่งครั้งละ 1 ไบต์ เป็นการสั่งอ่านข้อมูลตำแหน่งแอดเดรสต่อเนื่องจากครั้งสุดท้าย ซึ่งการสั่งอ่านข้อมูลแบบนี้จะมีความรวดเร็วกว่าแบบอื่นเนื่องจากไม่ต้องส่งแอดเดรสไบต์ไปให้กับหน่วยความจำ ซึ่งมีรูปแบบในการสั่งอ่านข้อมูลเป็นดังนี้



รูปที่ 2.23 ตัวอย่างการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำแบบไม่ระบุตำแหน่งครั้งละ 1 ไบต์

ซึ่งจากวิธีการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำ อีสแควพรอม ทั้ง 3 แบบที่อธิบายมาแล้วนั้นสามารถนำมาเรียบเรียงเป็นขั้นตอนให้เห็นได้ดังต่อไปนี้

1. การอ่านแบบระบุตำแหน่งครั้งละ 1 ไบต์
    1.1 ส่งสภาวะเริ่มต้นไปยังบัส เพื่อเริ่มต้นการสื่อสาร
    1.2 ส่งคอนโทรลไบต์ของอีสแควพรอม สำหรับการเขียน ซึ่งก็คือ "10100000"
    1.3 ส่งค่าตำแหน่งแอดเดรสไบต์สูงที่ต้องการเริ่มต้นการอ่านข้อมูลไปให้อีสแควพรอม
    1.4 ส่งค่าตำแหน่งแอดเดรสไบต์ต่ำที่ต้องการเริ่มต้นการอ่านข้อมูลไปให้อีสแควพรอม
    1.5 ส่งคอนโทรลไบต์ของอีสแควพรอมสำหรับการอ่าน ซึ่งก็คือ "10100001"
    1.6 อ่านข้อมูลหน่วยความจำจากแอดเดรสที่ระบุไว้ในข้อ 1.3 และ1.4 จำนวน 1 ไบต์
    1.7 ส่งสภาวะสิ้นสุดไปยังบัส เพื่อจบการสื่อสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การอ่านแบบระบุตำแหน่งครั้งละหลาย ๆ ไบต์
    2.1 ส่งสภาวะเริ่มต้นไปยังบัส เพื่อเริ่มต้นการสื่อสาร (เหมือนข้อ 1.1-1.4)
    2.2 ส่งคอนโทรลไบต์ของอีสแควพรอม สำหรับการอ่าน ซึ่งก็คือ "10100001"
    2.3 อ่านข้อมูลไบต์แรกจากหน่วยความจำที่แอดเดรสที่ระบุไว้
    2.4 อ่านข้อมูลไบต์ถัดไปเรื่อย ๆ ตามต้องการ
    2.5 ส่งสภาวะสิ้นสุดไปยังบัส เพื่อจบการสื่อสาร
3. การอ่านโดยไม่ระบุตำแหน่งครั้งละ 1 ไบต์
    3.1 ส่งสภาวะเริ่มต้นไปยังบัส เพื่อเริ่มต้นการสื่อสาร (เหมือนข้อ 1.1-1.4)
    3.2 ส่งคอนโทรลไบต์ของอีสแควพรอม สำหรับการอ่าน ซึ่งก็คือ "10100001"
    3.3 อ่านข้อมูลจากหน่วยความจำ จำนวน 1 ไบต์ที่แอดเดรสที่ต่อเนื่องจากที่เคยอ่านแล้ว
    3.4 ส่งสภาวะสิ้นสุดไปยังบัส เพื่อจบการสื่อสาร

สำหรับวิธีการอ่านเขียนต่าง ๆ ที่กล่าวอธิบายมาแล้วนั้น จะอ้างอิงจากคุณสมบัติของหน่วยความจำเบอร์ 24XX256 ของไมโครชิพเป็นหลัก ซึ่งถ้าหากว่าผู้ใช้เลือกติดตั้งใช้งานหน่วยความจำเป็นเบอร์อื่นอาจต้องพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากดาต้าชีตของหน่วยความจำเบอร์ และขี่ห้อที่จะใช้ประกอบด้วย เนื่องจากคุณสมบัติบางประการของหน่วยความจำที่เบอร์ต่างกันอาจไม่เหมือนกันทั้งหมด หรือในบางครั้งนั้น ถึงแม้ว่าจะเป็นหน่วยความจำที่มีรหัสเบอร์เหมือนกันแต่ต่างยี่ห้อต่างผู้ผลิตกันก็อาจมีคุณสมบัติบางประการที่แตกต่างกันออกไปในบางส่วนด้วยเช่นกัน ซึ่งวิธีการที่แสดงให้เห็นนั้นอาจใช้สำหรับเป็นแนวทางในการใช้งานก็ได้

จากตัวอย่างที่อธิบายมาข้างต้นนั้นจะอ้างอิงคอนโทรลไบต์ของหน่วยความจำที่กำหนดขาสัญญาณแอดเดรสเป็น "0" ทั้งหมด ซึ่งในการใช้งานจริงถ้าลักษณะการจัดวงจรมีการกำหนดสภาวะลอจิกของขาสัญญาณแอดเดรสไม่ตรงตามนี้ ต้องเปลี่ยนแปลงคอนโทรลไบต์ให้ตรงกับที่ใช้ด้วย

2.12 โลจิสติกส์

สภาพการแข่งขันที่นับวันจะทวีความรุนแรงและผันผวนมากขึ้นในปัจจุบัน เมื่อพิจารณาตามส่วนผสมการตลาดจะพบว่า ความสามารถในการสร้างความแตกต่างของสินค้ากลับไม่มีความชัดเจนเท่าที่ควร เพราะความหลากหลายของสินค้าที่ออกสู่ตลาด รวมถึงการแข่งขันด้านราคา กลับส่งผลเสียต่อผู้ผลิตในตลาดทั้งหมด ส่วนการส่งเสริมการตลาดได้มีการพัฒนาจนไม่สามารถสร้างความได้เปรียบในการค้ามากนัก ขณะที่ช่องการจัดจำหน่ายยังเป็นแนวทางการดำเนินธุรกิจเดียว ที่ดูเหมือนว่าจะสามารถพัฒนาต่อไปได้อย่างไม่สิ้นสุด เนื่องจากหากผู้ประกอบการมีระบบช่องทางการจัดจำหน่ายที่ดี จะช่วยเพิ่มโอกาสในการจำหน่ายสินค้ามากขึ้น ดังนั้นช่องทางการจัดจำหน่ายก็คือแนวทางใหม่ทางการค้าของธุรกิจแทบทุกประเภทโดยมีระบบที่เข้ามามีบทบาทและเกี่ยวข้องกับช่องทางการจัดจำหน่ายคือระบบโลจิสติกส์ (Logistics)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โลจิสติกส์ (Logistics) หมายถึง การจัดลำเลียงสินค้าเพื่อให้เกิดค่าใช้จ่ายโดยรวมในการกระจาย**สินค้าต่ำที่สุด** โลจิสติกส์เกี่ยวข้องตั้งแต่กระบวนการจัดหาวัตถุดิบและไปสิ้นสุด ณ จุดที่มีการบริโภค**สินค้านั้น** หรือในอีกความหมายหนึ่ง โลจิสติกส์เป็นกระบวนการในการจัดการวางแผน จัดสายงานและ**ควบคุมกิจกรรมทั้งในส่วนที่มีการเคลื่อนย้าย** และไม่มีการเคลื่อนย้ายในการอำนวยความสะดวกของกระบวนการไหลของสินค้า ตั้งแต่จุดเริ่มจัดหาวัตถุดิบไปถึงจุดที่มีการบริโภคโลจิสติกส์ การใช้โลจิสติกส์**พบว่าระบบนี้ไม่ได้หมายถึงการขนส่งสินค้าไปยังผู้รับที่รวดเร็วเพียงอย่างเดียว** แต่โลจิสติกส์ยังมีหน้าที่**ประสานกันระหว่างผู้ซื้อและผู้ขายเพื่อเชื่อมโยงประโยชน์ระหว่างขั้นตอนต่างๆ** ทางธุรกิจที่**ได้ร่วมมือกัน อยู่ภายใต้ห่วงโซ่อุปทานเดียวกันโดยโลจิสติกส์จะเน้นที่การจัดซื้อสินค้า** ควบคุมสินค้าคงคลังและการ**ขนส่งสินค้า**เป็นหลัก ในการนำระบบโลจิสติกส์ไปใช้ในธุรกิจของแต่ละรายอาจมีความแตกต่างกันบ้าง**ตามขั้นตอน**การดำเนินงานและแนวทางธุรกิจที่ต่างกัน **โดยผู้ประกอบการจำเป็นต้องรู้จักและสามารถ**อธิบายทุกขั้นตอนการทำงาน **ไปจนถึงการไหลเชื่อมโยงกันทั้งระบบ เพื่อนำมาออกแบบระบบโลจิสติกส์ของตนออกมาเพื่อดูว่าช่องโหว่ของระบบการทำงานที่ทำให้สูญเสียต้นทุนคืออะไรและจะป้องกัน** หรือ**พัฒนาระบบไปได้อย่างไร** รวมถึงทำให้ทราบว่าควรพัฒนาขั้นตอนการทำงานใดก่อนหลัง โดยกิจกรรมที่เกี่ยว**ข้องกับระบบการทำงานของโลจิสติกส์ 3 ส่วนหลักคือ การสั่งซื้อ** การบริหารสินค้าคงคลัง และการบริหารการขนส่งและจัดส่งสินค้า **โดยเราจะพูดถึงเพียงแค่การบริหารการขนส่งสินค้า ผู้บริโภค คือขั้นตอนการขนส่งและการจัดส่งสินค้า ซึ่งต้องกำหนดประเภทสินค้าและปริมาณให้เหมาะสมกับวิธีการ**ขนส่งแต่ละประเภท เพื่อนำมาสร้างแผนงานและกำหนดขั้นตอน เช่น สร้างแผนความต้องการขนส่ง การเลือกผู้ให้บริการขนส่ง การเลือกเส้นทางขนส่งได้อย่างเหมาะสมเพื่อเป็นการช่วยประหยัดค่าขนส่ง เช่น ค่าน้ำมันรถ เป็นต้น การจัดทำแบบฟอร์มประเมินผลผู้ให้บริการ การเตรียมการเพื่อรองรับสถานการณ์ฉุกเฉิน และอีกสิ่งที่ผู้ประกอบการควรคำนึงถึงคือบุคลากรที่จะต้องชี้แจงให้เห็นประโยชน์ที่จะเกิดขึ้นกับองค์กรและพนักงานร่วมกัน ซึ่งบางครั้งผู้ประกอบการอาจขาดความรู้และประสบการณ์ในการนำไปประยุกต์และเข้าใจวิธีการทำงานเหล่านี้ ผู้ประกอบการรายใหม่สามารถปรึกษาหรือขอข้อมูลจาก กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม สำนักพัฒนาวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม มหาวิทยาลัยต่างๆ หรือกลุ่มโลจิสติกส์เพื่อผู้ประกอบการขนาดกลางและขนาดย่อมได้ ทั้งนี้เพื่อสร้างความเข้มแข็งในการแข่งขันให้กับธุรกิจของตนเอง

ได้มีการวิจัยว่า การบรรทุกสินค้าทางบก ถ้าเกินระยะทางหนึ่ง (ประมาณ 80 กิโลเมตร) ควรใช้รถไฟไม่ใช่รถบรรทุก เพราะเป็นการสิ้นเปลืองพลังงาน ซึ่งในประเทศไทย ยังคงนิยมใช้บรรทุกสินค้าอยู่ ต้นทุนทางด้านโลจิสติกส์ ยังสูงถึง 20% ของราคาสินค้าอย่างนี้ (เทียบกับประเทศญี่ปุ่นที่เป็นเกาะและภูเขามากมายต้นทุนทางด้านโลจิสติกส์ยังแค่ 11% หรือประเทศสหรัฐอเมริกา ที่มีการจัดการเรื่องนี้อย่างดีเยี่ยม ต้นทุนทางด้านโลจิสติกส์เพียง 9%)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การคำนวณและการสร้าง

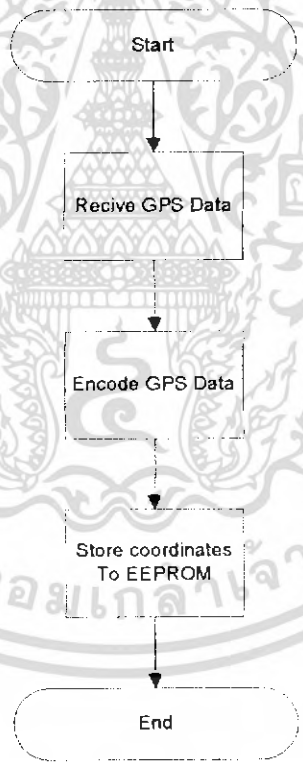
3.1 การออกแบบอุปกรณ์เก็บค่าพิกัดจากดาวเทียมจีพีเอส

ส่วนนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดในการออกแบบและขั้นตอนการทำงานของอุปกรณ์เก็บค่าพิกัดจากดาวเทียมจีพีเอส โดยรายละเอียดในการออกแบบทั้งหมดแบ่งออกเป็น 2 ส่วนด้วยกัน

1. การจัดการสัญญาณจากโมดูลจีพีเอส จะเกี่ยวกับการรับสัญญาณจากดาวเทียมจีพีเอส และเลือกสัญญาณจีพีเอสเพื่อนำมาบันทึกค่าในอีสแควร์พรอม
2. การติดต่อกับโทรศัพท์ จะเกี่ยวกับการตรวจสอบว่ามีคำสั่งใหม่ส่งมาทาง SMS หรือไม่ การแปลงคำสั่งที่ถูกส่งมาทาง SMS การควบคุมโหลดที่ถูกสั่งทาง SMS การแปลงค่าที่บันทึกไว้ในอีสแควร์พรอมเป็นรหัสพีดียู และส่งพิกัดไปยังหมายเลขปลายทางโดย SMS

3.1.1 การจัดการสัญญาณจากโมดูลจีพีเอส

ในโครงงานนี้ เราต้องการค่าพิกัดละติจูด ลองติจูด และเวลา ดังนั้นจึงต้องทำการเลือกข้อมูลที่โมดูลจีพีเอสส่งออกมาให้ตรงกับที่เราต้องการ แล้วนำมาเลือกเฉพาะค่าที่เราต้องการ



รูปที่ 3.1 โฟล์วชาร์ทของการจัดการสัญญาณจากโมดูลจีพีเอส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อันดับแรกก็จะเลือกสัญญาณจากโมดูลจีพีเอสที่มีข้อมูลครบตามที่ต้องการ ไปเก็บค่าในตัวแปรอะเรย์ ซึ่งมีลักษณะประโยคเป็นดังนี้

$GPRMC,hhmmss.sss,a,ddmm.mmmm,n,dddmm.mmmm,e,sss.ss,ggg.gg,ddmmyy,,*K

<CR><LF>

ในที่นี้เราจะสนใจเฉพาะข้อมูลที่เราต้องการ ซึ่งหากข้อมูลที่ได้รับเป็นดังนี้

$GPRMC,192150.999,A,1347.2498,N,10035.9750,E,0.00, ,200905,,*1E<CF><LF>

เมื่อส่วนที่ขีดเส้นใต้คือข้อมูลที่จะใช้งาน จะเห็นว่าข้อมูลที่ใช้งานในประโยค ประกอบด้วย

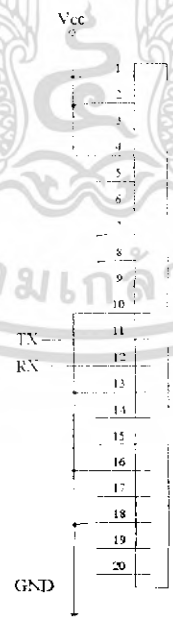
เวลา	=	19:21:50 (Universal Transverse Mercator)
	=	02:21:509 (Local Time)
ละติจูด	=	13 องศา 47.2498 ลิปดา
	=	13 องศา 47 ลิปดา 14.99 ฟิลิปดา
N/S	=	N
ลองจิจูด	=	100 องศา 35.9750 ลิปดา
	=	100 องศา 35 ลิปดา 58.50 ฟิลิปดา
E/W	=	E

ทำการแปลงค่าวันที่ จาก UTM เป็น Local time โดยการบวกเพิ่ม 7 ชั่วโมง (ซึ่งถ้าหากบวกกันแล้วเกินเลข 24 ก็จะนำค่าที่เกินนั้นไปลบด้วย 24)

ทำการเพิ่มหน่วยฟิลิปดา โดยทำค่าทศนิยมของหน่วยลิปดามาคูณด้วย 0.006

จากนั้นก็นำมาเก็บเข้าอีกตัวแปรที่มีแบบฟอร์มแล้ว แล้วทำการบันทึกเข้าอีสแคว์พรอม ซึ่งก็จะใช้ 32 Byte ในการบันทึกข้อมูล โดยในตัวแปรจะเป็นดังนี้

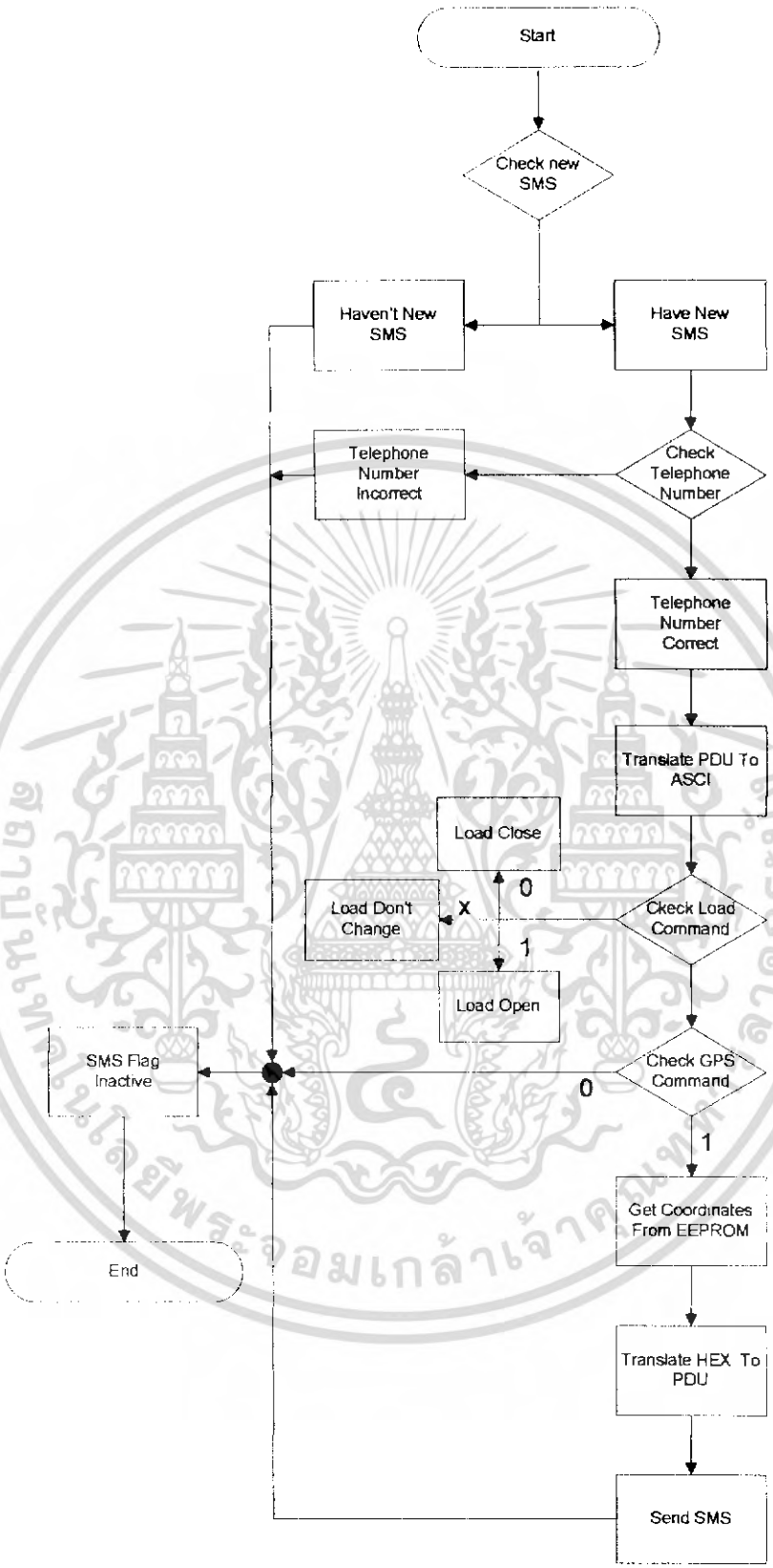
.13471499N10035585013022150.11111



รูปที่ 3.2 การเชื่อมต่อกับวงจรจีพีเอสโมดูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 การติดต่อกับโทรศัพท์



รูปที่ 3.3 โฟล์วชาร์ทของการจัดการการติดต่อกับโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นแรกคือการส่งคำสั่งไปยังโทรศัพท์มือถือ เพื่อเช็คดูว่ามี SMS ใหม่หรือไม่ โดยใช้คำสั่ง at+cmgl=0 ถ้าไม่มี SMS ใหม่มาโทรศัพท์มือถือก็จะส่งค่า OK กลับมา แต่ถ้ามี SMS ใหม่โทรศัพท์มือถือก็จะส่ง SMS นั้นกลับมา แล้วตามด้วย OK ซึ่งหากข้อมูลที่ได้รับเป็นดังนี้

+CMGL: 2,0,,21

0691661900190204OA91660450904500005090121071522303311O1E

OK

เมื่อส่วนที่ขีดเส้นใต้คือข้อมูลที่จะใช้งาน จากนั้นนำมาจัดเรียงแล้วเก็บเข้าตัวแปร จะเห็นว่าข้อมูลประกอบด้วย

เบอร์โทรศัพท์ของผู้ส่ง	=	6640050954
วันที่	=	วันที่ 21 เดือน 9 ปี 2005
เวลา	=	01:17:25
PDU Code	=	0331101E

จากนั้นจึงนำมาตรวจสอบว่าเป็นเบอร์โทรศัพท์ที่ใช้ในการสั่งงานหรือไม่ เมื่อตรวจสอบพบว่าใช่ก็จะนำ PDU Code มาถอดรหัส ซึ่งเมื่อตรวจสอบตามตารางที่ 3.1 จะได้คำสั่ง 1 x

รูปแบบคำสั่ง	ตัวแรก	ตัวที่สอง
1	ส่งค่าพิกัดกลับไปยังผู้สั่งงาน	เปิดโหลด
0	ไม่ต้องส่งค่าพิกัดกลับไป	ปิดโหลด
x	-	โหลดไม่เปลี่ยนแปลง

ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงรูปแบบคำสั่ง ในการควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์

จากนั้นเราจึงทำตามคำสั่งที่ได้รับมาคือไม่ต้องเปลี่ยนสถานะโหลด แล้วก็ส่งพิกัดกลับไปยังผู้สั่งงานในการส่งค่าพิกัดไปยังผู้สั่งงานนั้น จะนำค่าพิกัด 4 ค่าล่าสุดที่บันทึกไว้ในอีสแควร์พรอม ออกมาแล้วทำการแปลงเป็น PDU Code แล้วจึงส่งกลับไป

ค่าพิกัด 4 ค่าล่าสุด ที่บันทึกอยู่ในอีสแควร์พรอม

.13471546N100360007E212810.11111.13471534N100360015E212801.11111.13471533N100360010E212753.11111.13471552N100355993E212744.1111

ค่า PDU Code ที่เข้ารหัสจากค่าพิกัดที่บันทึกอยู่ในอีสแควร์พรอม

AED88C768BD56836670C069BD96030D8AD288BC97031982B168BC562AED88C768BD56634670C069BD960B058AD288BC970B0982B168BC562AED88C768BD56633670C069B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

D960B018AC288BC96EB5992B168BC562AED88C768BD56A32670C069BD56AB9DCAC

288BC96E349A2B168BC562

รวมเป็น AT-Command ที่ต้องส่ง คือ

at+cmgs=125<CR>

0011000A916604509045000AA80AED88C768BD56836670C069BD96030D8AD288BC97

031982B168BC562AED88C768BD56634670C069BD960B058AD288BC970B0982B168BC5

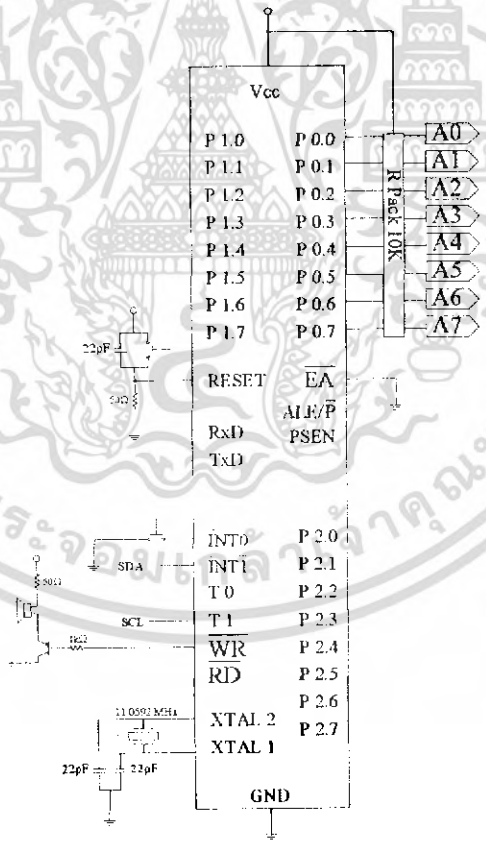
62AED88C768BD56633670C069BD960B018AC288BC96EB5992B168BC562AED88C768B

D56A32670C069BD56AB9DCAC288BC96E349A2B168BC562<SUB>

3.1.3 วงจรที่ใช้ในโครงงาน

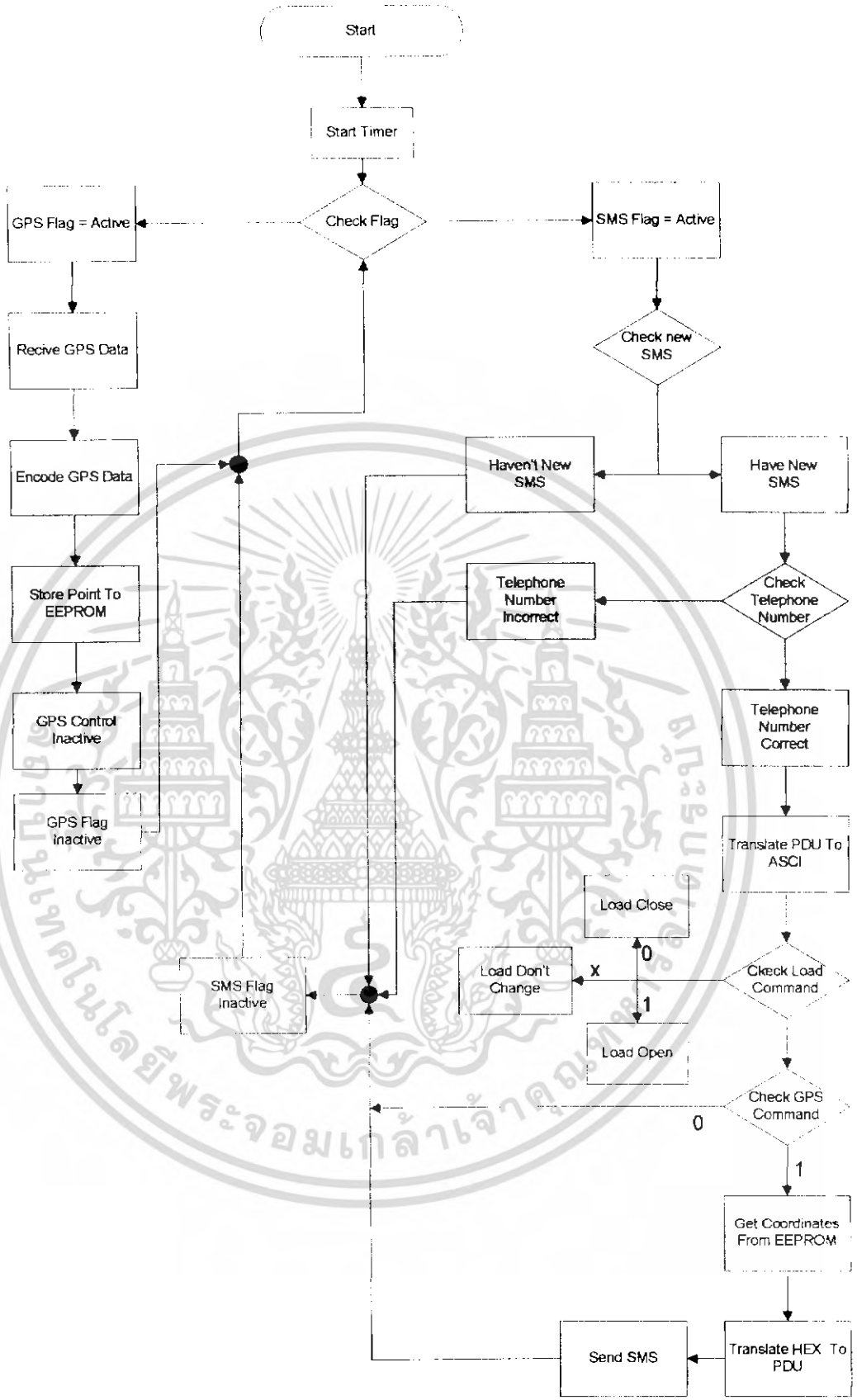
3.1.3.1 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นศูนย์กลางของการควบคุม จะทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางการประมวลผลต่างๆ คือ การจัดการสัญญาณจากโมดูลจีพีเอส จะเกี่ยวกับการรับสัญญาณจากดาวเทียมจีพีเอส, เลือกสัญญาณจีพีเอสแล้วนำมาบันทึกค่าในอีสแควร์พรอม, การตรวจสอบว่ามีคำสั่งใหม่ส่งมาทาง SMS หรือไม่, การแปลงคำสั่งที่ถูกส่งมาทาง SMS, การควบคุมโหลดที่ถูกสั่งทาง SMS, การแปลงค่าที่บันทึกไว้ในอีสแควร์พรอมเป็นรหัสพีดียู, ส่งพิกัดไปยังหมายเลขปลายทางโดย SMS และการจัดการไทมเมอร์อินเทอร์รัพ ซึ่งในที่นี้ได้เลือกใช้เบอร์ P89V51RD2BN ซึ่งมีหน่วยความจำถึง 64 KB



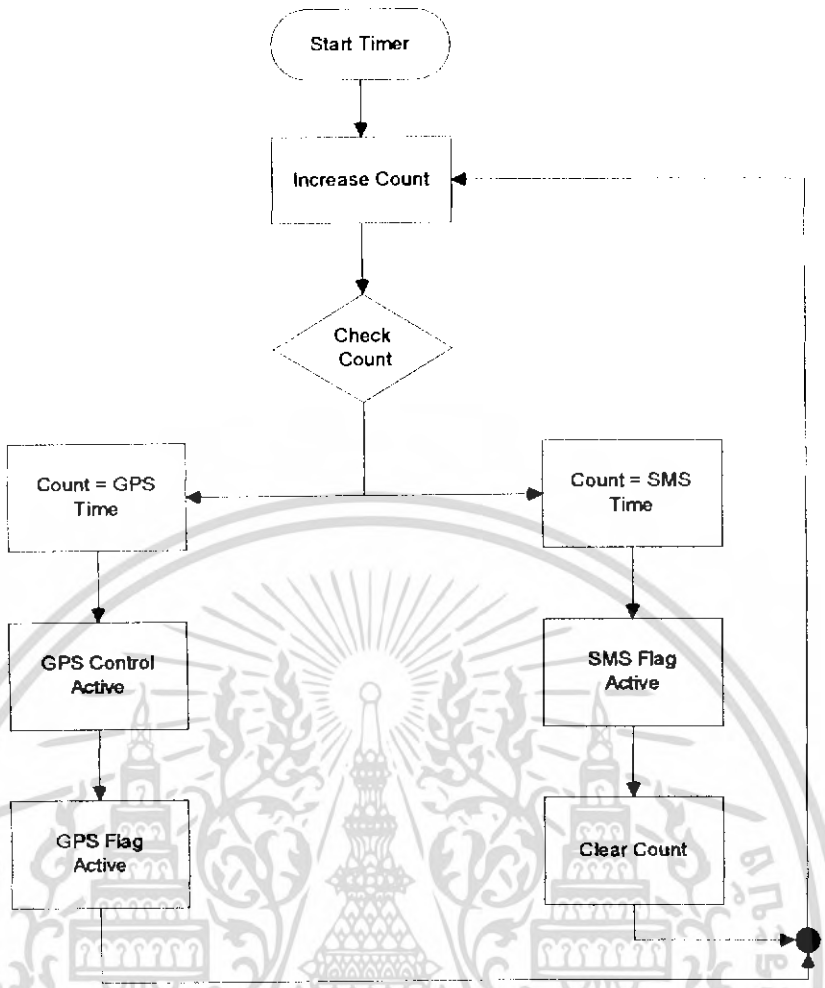
รูปที่ 3.4 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 โฟล์วชาร์ทของโปรแกรมหลักในไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 โฟล์วชาร์ทของโปรแกรมไทมเมอร์อินเทอร์รัพในไมโครคอนโทรลเลอร์

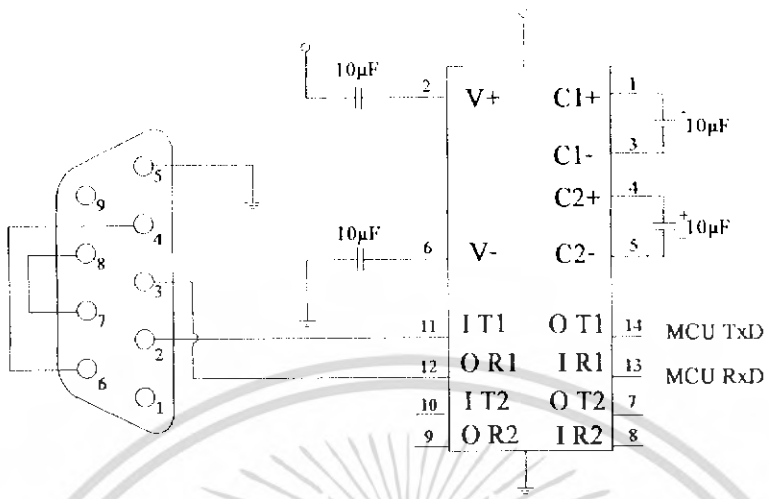
ในขั้นแรกไมโครคอนโทรลเลอร์จะเริ่มการทำงานของโปรแกรมไทมเมอร์อินเทอร์รัพจากนั้นจึงไปตรวจสอบบิตควบคุมเวลาการติดต่อกับโทรศัพท์ (SMS Flag) และบิตควบคุมเวลาการติดต่อกับโมดูลจีพีเอส (GPS Flag) ซึ่งจะถูกกำหนดโดยโปรแกรมไทมเมอร์อินเทอร์รัพ ถ้า SMS Flag ถูกกำหนดเป็น Active ก็จะเข้าไปทำส่วนของการติดต่อกับโทรศัพท์ และถ้า GPS Flag ถูกกำหนดเป็น Active ก็จะเข้าไปทำส่วนของการจัดการสัญญาณจากโมดูลจีพีเอส

3.1.3.2 วงจรเชื่อมต่อสัญญาณมาตรฐานแบบอาร์เอส-232

การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมระหว่างอุปกรณ์ต่างๆกับไมโครคอนโทรลเลอร์ จะใช้วงจรเชื่อมต่อสัญญาณมาตรฐานแบบอาร์เอส-232 ทำหน้าที่แปลงสัญญาณอนุกรมที่ใช้ติดต่อกันระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์อุปกรณ์ต่างๆ สำหรับโครงงานนี้ได้เลือกใช้ไอซี MAX232 ทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมต่อสัญญาณมาตรฐานแบบอาร์เอส-232 การสื่อสารข้อมูลตามมาตรฐานแบบอาร์เอส-232 จะกำหนดให้ระดับแรงดัน +3 โวลต์ถึง +25 โวลต์ แทนสัญลักษณ์ลอจิก 0 และแรงดัน –25 โวลต์ถึง –3 โวลต์ แทนสัญลักษณ์ลอจิก 1 เนื่องจากไอซีนี้ต้องการไฟเลี้ยงเพียง +5 โวลต์ เท่านั้นแต่สามารถให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณเอาท์พุตออกมา +10 โวลต์ และ –10 โวลต์ได้ โดยรูปที่ 3.6 จะเป็นการแสดงการเชื่อมต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับไอซี MAX232 เพื่อเชื่อมต่อไปยังอุปกรณ์ต่างๆ



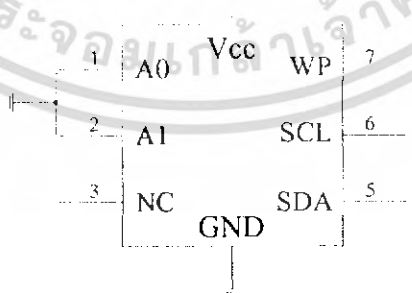
รูปที่ 3.7 วงจรเชื่อมต่อสัญญาณมาตรฐานแบบอาร์เอส-232

3.1.3.3 วงจรการรับส่งสัญญาณของหน่วยความจำอีสแควพรอม

หน่วยความจำที่เลือกมาใช้คือ 24LC512 เป็นไอซีอีสแควพรอมแบบอนุกรม โดยใช้บัสไอสแควซี ซึ่งสามารถต่อในบัสเดียวกันได้หลายตัวขึ้นอยู่กับเบอร์ไอซีที่ใช้ แต่ไอซีตัวนี้สามารถรองรับได้ถึง 8 ตัวในบัสเดียวกัน ซึ่งแต่ละตัวมีความจุ 64 กิโลไบต์ ทำให้หน่วยความจำมีความจุสูงสุดมากถึง 512 กิโลไบต์ โดยมีขาที่ใช้ดังนี้คือ

- SDA เป็นขาที่ใช้รับ-ส่งข้อมูล
- SCL เป็นขาที่ใช้ควบคุมการรับส่งข้อมูล ซึ่งควบคุมโดยตัวแม่เท่านั้น
- A0,A1,A2 เป็นขาที่ใช้กำหนดแอดเดรสของไอซี

โดยจะมีลักษณะของวงจรเป็นดังนี้

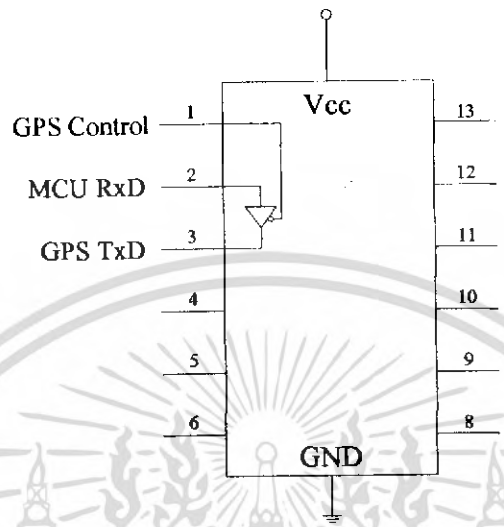


รูปที่ 3.8 วงจรหน่วยความจำอีสแควพรอม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3.4 วงจรควบคุมการเชื่อมต่อกับโมดูลจีพีเอส

ใช้ไอซีเบอร์ 74HCT125 ทำหน้าที่ควบคุมการเชื่อมต่อกับโมดูลจีพีเอส เพื่อไม่ให้รบกวนกันการเชื่อมต่อกับโทรศัพท์มือถือ โดยไอซีจะเชื่อมต่อ RxD ของไมโครคอนโทรเลอร์กับ TxD ของจีพีเอสโมดูล ที่ขา 1 กับขา 3 เมื่อมีสัญญาณโลจิก 0 ที่ขา 1



รูปที่ 3.9 วงจรควบคุมการเชื่อมต่อกับโมดูลจีพีเอส

3.2 การออกแบบโปรแกรมที่ใช้ควบคุม และรายงาน

กล่าวถึงการออกแบบโปรแกรมที่ใช้ควบคุม และรายงาน ที่ใช้ในศูนย์ควบคุม ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

1.การเก็บค่าพิกัดลงไปในฐานข้อมูล ซึ่งจะเกี่ยวกับการส่งคำส่งผ่านทาง SMS ไปยังอุปกรณ์เก็บค่าพิกัดจากดาวเทียมจีพีเอสในยานพาหนะ, การแปลงข้อความพิกัดที่อุปกรณ์เก็บพิกัดส่งมาทาง SMS, การเก็บค่าพิกัดที่ยานพาหนะวิ่งผ่านโดยตรง, การเก็บข้อมูลไว้ในฐานข้อมูล

2.การแสดงข้อมูล ซึ่งจะเกี่ยวกับการแสดงพิกัดตำแหน่ง และเวลาแต่ละค่า ที่เก็บอยู่ในฐานข้อมูลลงบนแผนที่, การคำนวนระยะทางที่ต้องใช้และเวลาที่เหลือ, การทำรายงานส่งออกทางโปรแกรม Microsoft Excel

3.2.1 การเก็บค่าพิกัดลงไปในฐานข้อมูล

3.2.1.1 การส่งคำสั่งไปยังอุปกรณ์เก็บค่าพิกัดจากดาวเทียมจีพีเอสในยานพาหนะ

ส่วนนี้จะใช้ AT-Command ในการติดต่อกับโทรศัพท์มือถือทางพอร์ตอนุกรม เพื่อส่งคำสั่งไปยังอุปกรณ์เก็บค่าพิกัด ซึ่งจะต้องทำการแปลงคำสั่งเป็น PDU Code ก่อน แล้วจึงการส่งไปยังโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดยมีคำสั่งตามตารางที่ 3.1

เบอร์โทรศัพท์ของผู้รับ	=	6691496402
ข้อความที่ส่ง	=	1 x
PDU Code	=	0331101E

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะได้ AT-Command ที่ต้องส่งให้โทรศัพท์ดังนี้

at+cmgs=16<CR>

0011000A916619944620000AA0331101E<SUB>

3.2.1.2 การแปลงข้อความพิกัดที่อุปกรณ์เก็บพิกัดส่งมาทาง SMS

เมื่อใช้ AT-Command at+cmgl=0 ถ้าไม่มี SMS ใหม่มาโทรศัพท์มือถือก็จะส่งค่า OK กลับมา แต่ถ้ามี SMS ใหม่โทรศัพท์มือถือก็จะส่ง SMS นั้นกลับมา แล้วตามด้วย OK ซึ่งหากข้อมูลที่ได้รับเป็นดังนี้

+CMGL: 20,0,,130

0691661900190204 0A916604509045000050114112823323 80AED88C768BD56836670C069

BD96030D8AD288BC97031982B168BC562AED88C768BD56634670C069BD960B058AD2

88BC970B0982B168BC562AED88C768BD56633670C069BD960B018AC288BC96EB5992

B168BC562AED88C768BD56A32670C069BD56AB9DCAC288BC96E349A2B168BC562

OK

เมื่อส่วนที่ขีดเส้นใต้คือข้อมูลที่จะใช้งาน จากนั้นนำมาจัดเรียงแล้วเก็บเข้าตัวแปร จะเห็นว่าข้อมูลประกอบด้วย

เบอร์โทรศัพท์ของผู้ส่ง	=	6640050954
วันที่	=	วันที่ 14 เดือน 11 ปี 2005
เวลา	=	21:28:33
PDU Code	=	AED88C768BD56836670C069BD96030D8AD2

88BC97031982B168BC562AED88C768BD56634670C069BD960B058AD288BC970B0

982B168BC562AED88C768BD56633670C069BD960B018AC288BC96EB5992B168BC

562AED88C768BD56A32670C069BD56AB9DCAC288BC96E349A2B168BC562

ซึ่งเมื่อถอดรหัส PDU Code แล้วจะได้เป็น

.13471546N100360007E212810.11111.13471534N100360015E212801.11111.13471533N100360010E

212753.11111.13471552N100355993E212744.1111

3.2.1.3 การเก็บข้อมูลไว้ในฐานข้อมูล

เมื่อได้ค่าพิกัดแล้ว ก็จะนำมาแยกเก็บเข้าฐานข้อมูลแต่ละฟิลด์ซึ่งจะมีฟิลด์ดังนี้ Record, Time, Latitude, Longitude เช่นข้อมูลนี้ .13471546N100360007E212810.11111 จะเก็บเข้าฐานข้อมูลได้เป็น

Record	=	ไล่ขึ้นตามลำดับ
Time	=	21:28:10
Latitude	=	13^47'15.46"
Longitude	=	100^36'00.07"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 การแสดงข้อมูลบนแผนที่

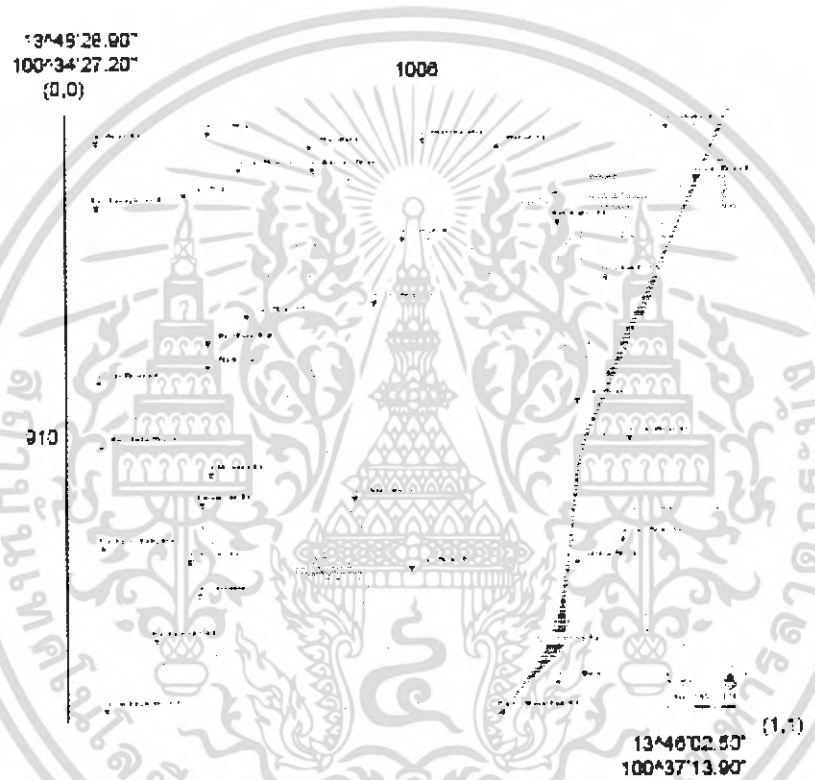
3.2.2.1 การสร้างระบบพิกัดบนแผนที่

ระบบพิกัดบนแผนที่จะมีการอ้างอิงพิกัดที่เหมือนกับระบบพิกัดฉากในทางเลขาคณิต ที่ประกอบไปด้วยแกน X และ แกน Y เมื่อแทนด้วยระบบพิกัดบนแผนที่แล้ว แกน Y จะหมายถึงเส้นละติจูด และแกน X จะหมายถึงเส้น ลองจิจูด

ในการที่จะสร้างแผนที่ เราจะต้องรู้ข้อมูลต่างๆดังนี้

1.ขนาดของรูปที่ใช้ในการสร้างแผนที่

2.พิกัดละติจูด และลองจิจูด ของขอบเขตแผนที่นั้น



รูปที่ 3.10 รูปแสดงวิธีการสร้างระบบพิกัดแผนที่

จากนั้นก็แปลงหน่วยจากละติจูด ลองจิจูด เป็นหน่วยเดียวกัน เพื่อที่จะนำมาคำนวนด้วยกันได้ โดยมีวิธีการแปลงดังนี้ หน่วย=(องศา×60000)+(ลิปดา×1000)+(ฟิลิปดา×100/6)

ที่จุด (0,0) $Lat0$ 13°48'28.90" = 828481

$Long0$ 100°34'27.20" = 6034453

ที่จุด (1,1) $Lat1$ 13°46'02.50" = 826041

$Long1$ 100°37'13.90" = 6037231

จากนั้นคำนวนอัตรส่วน Pixel ของรูปแผนที่ เทียบกับหน่วยของขนาดแผนที่ ดังนี้

ค่าอัตราส่วนแกน X = $XRate = \left|\frac{Lat0 - Lat1}{1006}\right|$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าอัตราส่วนแกน Y = $YRate = \left| \frac{Long0 - Long1}{910} \right|$

3.2.2.2 การแสดงข้อมูลลงบนแผนที่

ขั้นตอนแรกก็จะกำหนดช่วงของข้อมูลในฐานข้อมูลที่จะนำมาแสดง จากนั้นจึงนำข้อมูลแต่ละค่าวาดลงบนแผนที่ ซึ่งวิธีการนั้นมีขั้นตอนดังนี้

1.นำค่าพิกัดมาแปลงหน่วยแล้ว ไปลบกับขอบเขตของพิกัดในแผนที่แล้วนำไปคูณกับอัตราส่วน ดังนี้

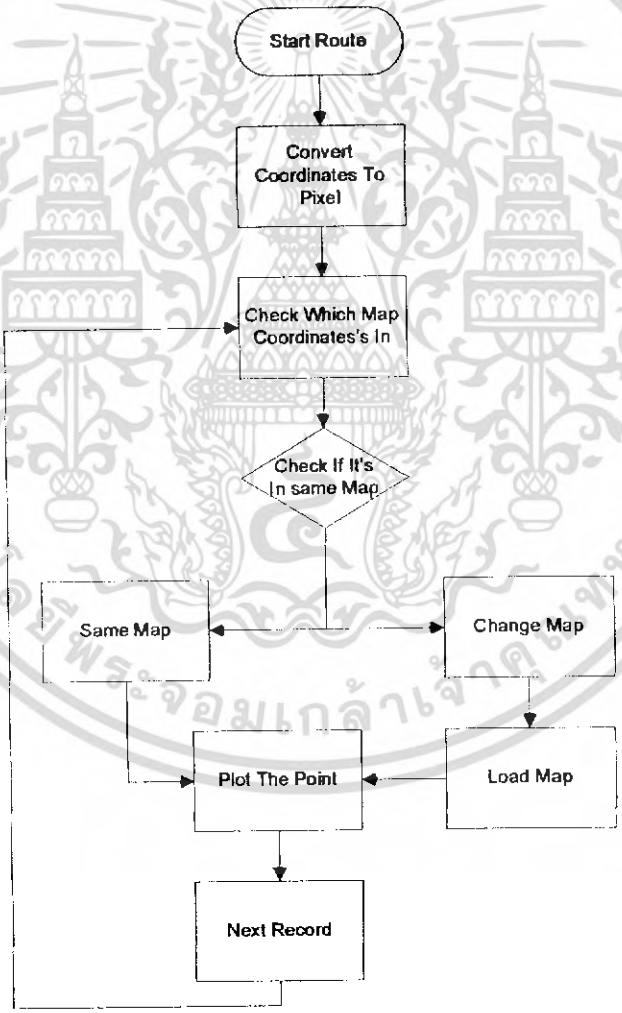
พิกัดของ Pixel บนรูปแผนที่ ตามแกน Y = $Ypixel = 910 - (YRate \times (Lat - Lat1))$

พิกัดของ Pixel บนรูปแผนที่ ตามแกน X $Xpixel = XRate \times (Long - Long0)$

เนื่องจากการวาดรูปในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จุด (0,0) จะอยู่บนซ้าย จุด (1,1) จะอยู่ล่างขวา ดังนั้นการหาค่า *Ypixel* จึงต้องนำค่า Pixel ที่คำนวนได้ไปลบออกจากค่าความสูงของรูป

2.วาดจุดลงบนรูปแผนที่ จากค่า Pixel ที่คำนวนได้

ส่วนการทำงานของโปรแกรมวาดแผนที่ จะมีหลักการทำงานตามโฟล์วชาร์ทนี้



รูปที่ 3.11 โฟล์วชาร์ทของโปรแกรมแสดงข้อมูลลงแผนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2.3 การคำนวนระยะทาง กับเวลาที่เหลือ

โครงงานนี้จะไม่ใช้ระยะทางจากพิกัดล่าสุดถึง พิกัดจุดหมาย เนื่องจากว่าในความเป็นจริง การเดินทางไม่สามารถมุ่งตรงไปยังจุดหมายได้ตลอด ต้องมีการเลี้ยวไปตามถนนด้วย การคำนวนนี้จึงพิจารณาระยะห่างของค่าละติจูดพิกัดจุดหมายกับพิกัดล่าสุด รวมกันกับระยะห่างของค่าลองจิจูดของพิกัดจุดหมายกับพิกัดล่าสุด เป็นระยะทางที่เหลือ

ส่วนค่าเวลาที่เหลือนั้น ก็นำเอาเวลาที่ต้องไปถึงและเวลาที่พิกัดปัจจุบันแปลงเป็นวินาที แล้วนำมาลบกับจากนั้นจึงแปลงเป็นชั่วโมง นาที และวินาทีตามเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

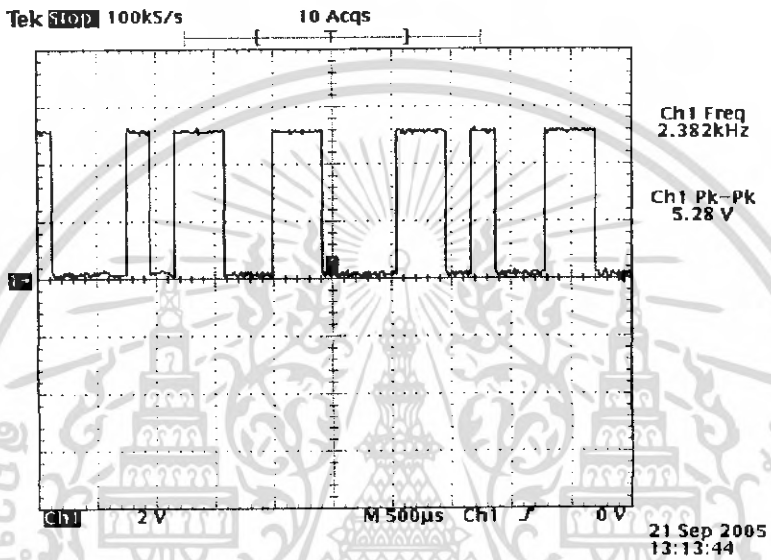
บทที่ 4
การทดลองและผลการทดลอง

การทดลองจะกล่าวถึงรายละเอียดผลการทำงานของชิ้นงานส่วนย่อย แต่ละส่วน

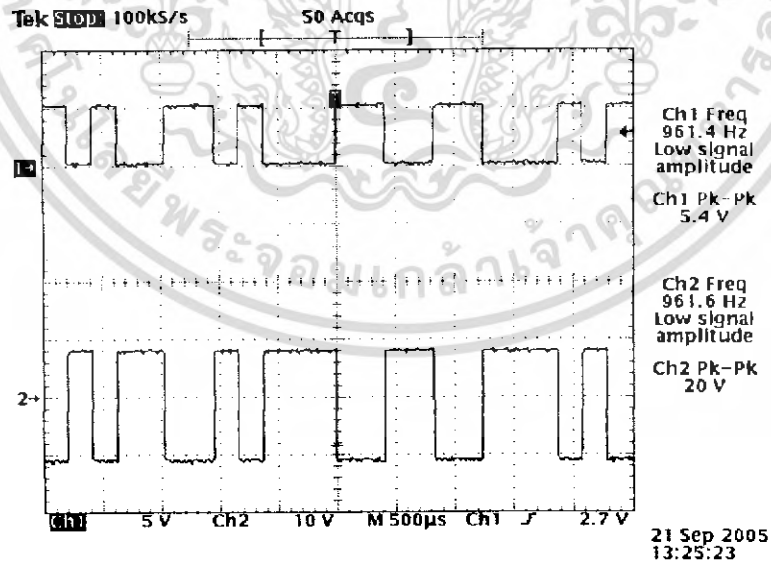
4.1 การทดลองอุปกรณ์เก็บค่าพิกัดจากดาวเทียมจีพีเอส

4.1.1 การทดลองตรวจสอบสัญญาณจากเครื่องรับจีพีเอส

ในขั้นแรกจะทำการตรวจสอบระดับสัญญาณที่รับมาจากโมดูลจีพีเอส และระดับสัญญาณก่อนเข้าไอซี MAX232 และสัญญาณที่ส่งออกจากไอซี MAX232



รูปที่ 4.1 ระดับสัญญาณของข้อมูลที่ส่งออกมาจากโมดูลจีพีเอส

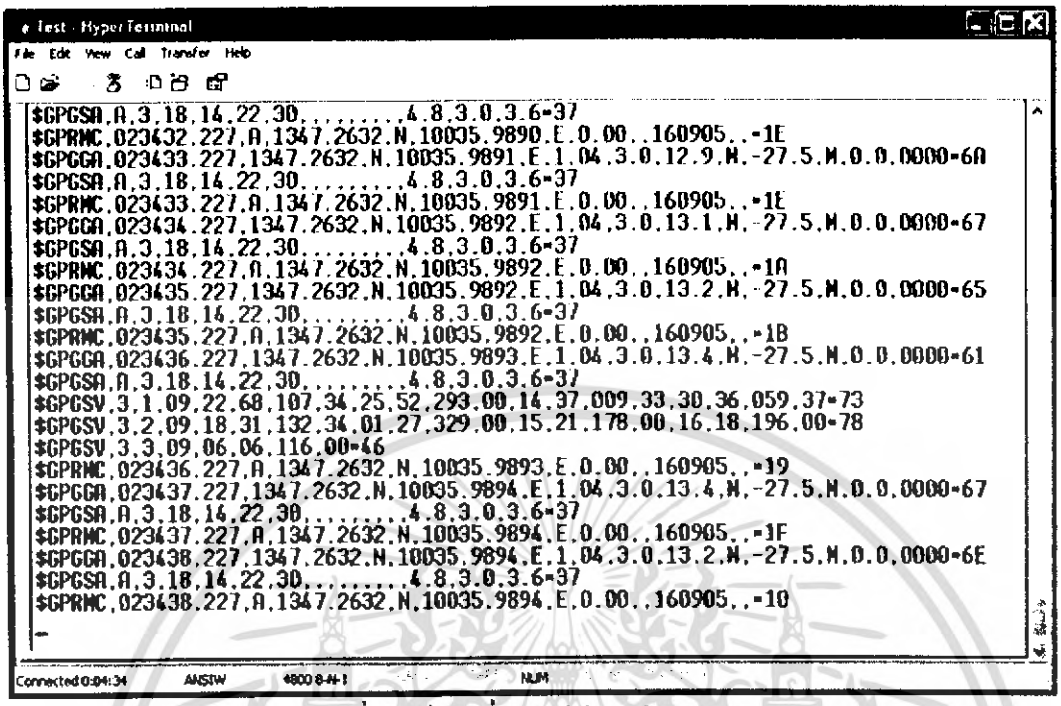


รูปที่ 4.2 Channel 1 ระดับสัญญาณก่อนเข้าไอซี MAX232

Channel 2 ระดับสัญญาณที่ออกจากไอซี MAX232

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

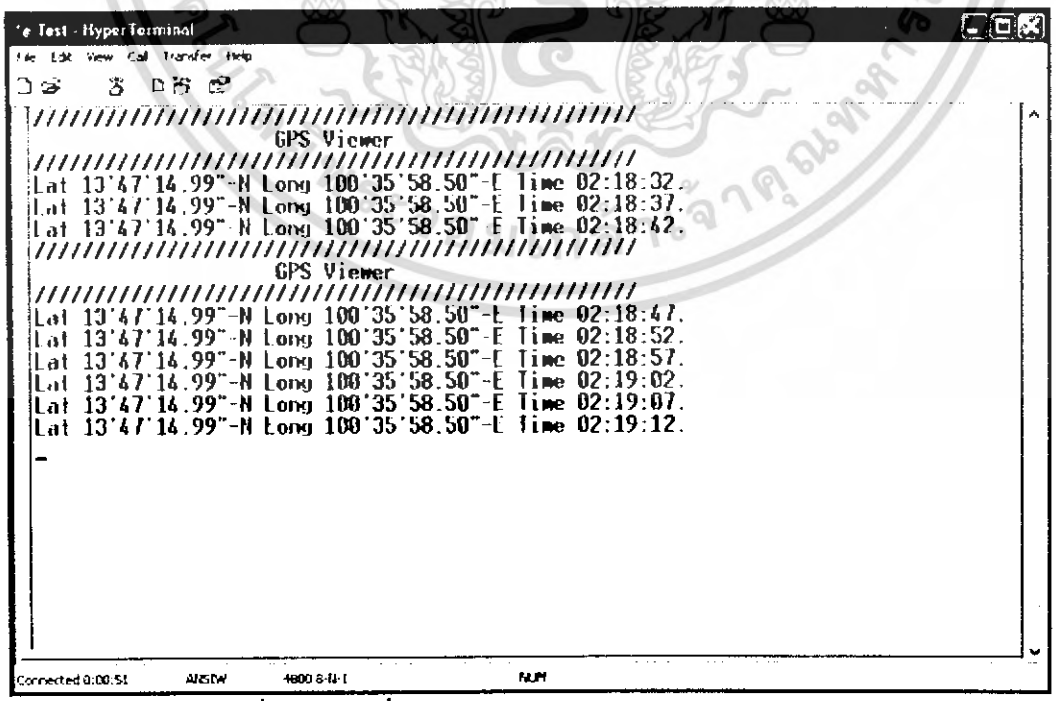
ต่อไปเป็นการทดลองเครื่องรับจีพีเอสโดยใช้โปรแกรมไฮเปอร์เทอร์มินอลของไมโครซอฟวินโดว์มาใช้ในการตรวจสอบข้อมูลที่จีพีเอสส่งมา



รูปที่ 4.3 ข้อมูลที่โมดูลจีพีเอสส่งออกมา

4.1.2 การทดลองบันทึกข้อมูลที่รับมาจากจีพีเอสลงในอีสแควร์พรอม

ทำการนำข้อมูลที่จีพีเอสส่งออกมา มาบันทึกไว้ในตัวแปรที่มีแบบฟอร์มแล้ว เพื่อทำการบันทึกเข้าอีสแควร์พรอม โดยในที่นี้จะบันทึกในอัตราส่วน 5 วินาที ต่อ 1 เรคคอร์ด จากนั้นก็ทำการอ่านค่าจากอีสแควร์พรอมแล้วส่งออกไปทางซีเรียลพอร์ท แล้วใช้โปรแกรมไฮเปอร์เทอร์มินอลตรวจสอบข้อมูลที่ส่งออกมา



รูปที่ 4.4 ข้อมูลที่อ่านได้จากการบันทึกค่าเข้าอีสแควร์พรอม

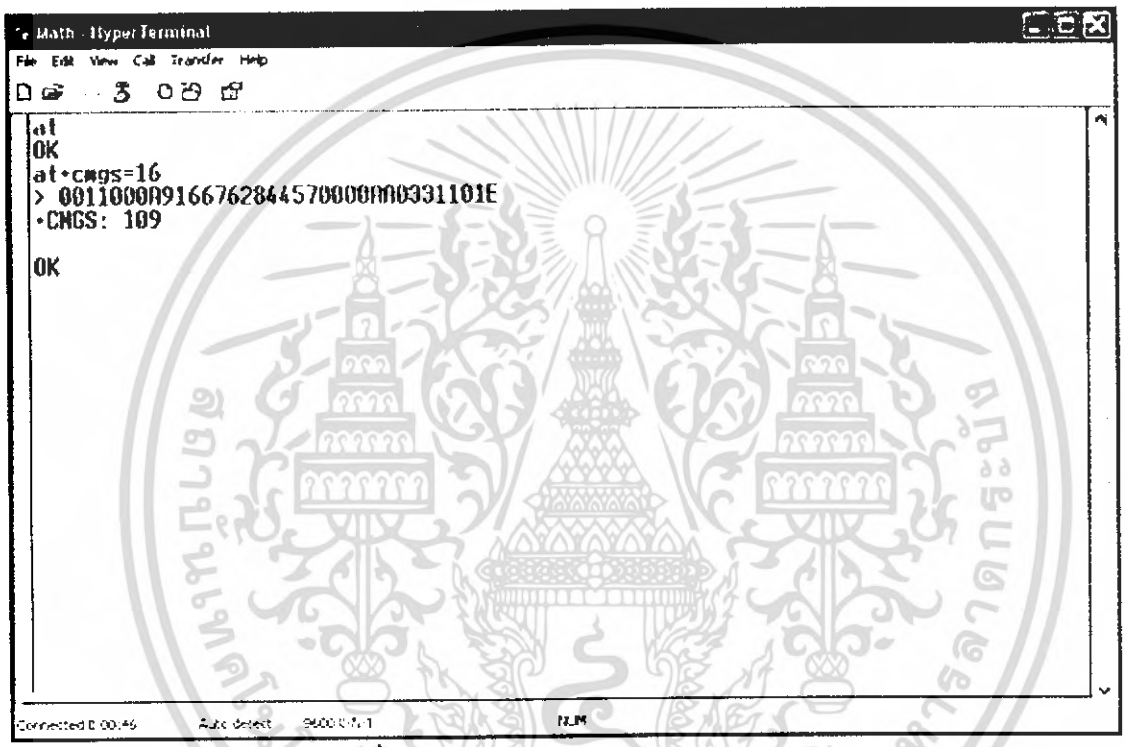
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 การทดลองส่ง SMS โดยใช้ AT-Command

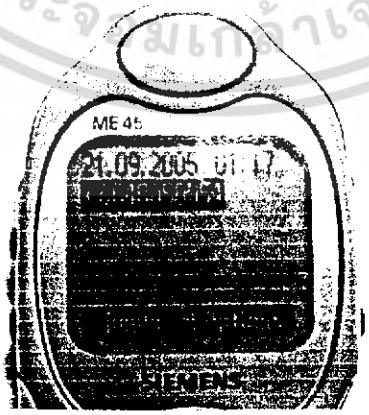
ทำการแปลงข้อความที่ต้องการส่งเป็น PDU Code แล้วนำไปต่อท้ายข้อมูลส่วนแรกที่เป็นเฮดเดอร์ เช่นข้อมูลที่เราต้องการส่งคือ 1 x จะแปลงเป็น PDU Code ได้ 0331101E จากนั้นนำไปต่อกับข้อมูลส่วนแรกตามแบบฟอร์มได้เป็น

0011000A9166762844570000AA0331101E

จากกนั้นก็ส่งคำสั่ง AT-Command at+cmgs=16 (16 คือจำนวนไบต์ของข้อความข้างต้น ที่ไม่นับ 00 2 ตัวแรก) แล้วตามด้วยข้อมูล ผ่านโปรแกรมไฮเปอร์เทอร์มินอล ไปยังโทรศัพท์มือถือ



รูปที่ 4.5 การส่ง SMS โดยใช้ AT-Command

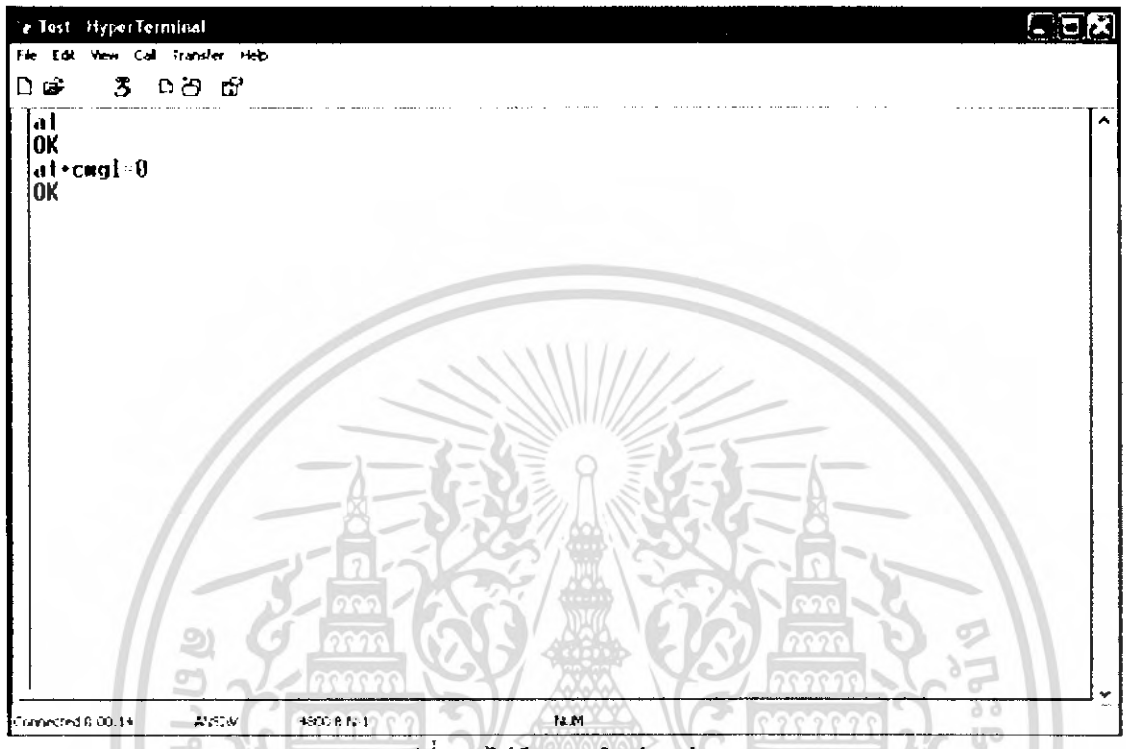


รูปที่ 4.6 ข้อความที่ได้รับจากการทดลองที่ 4.3

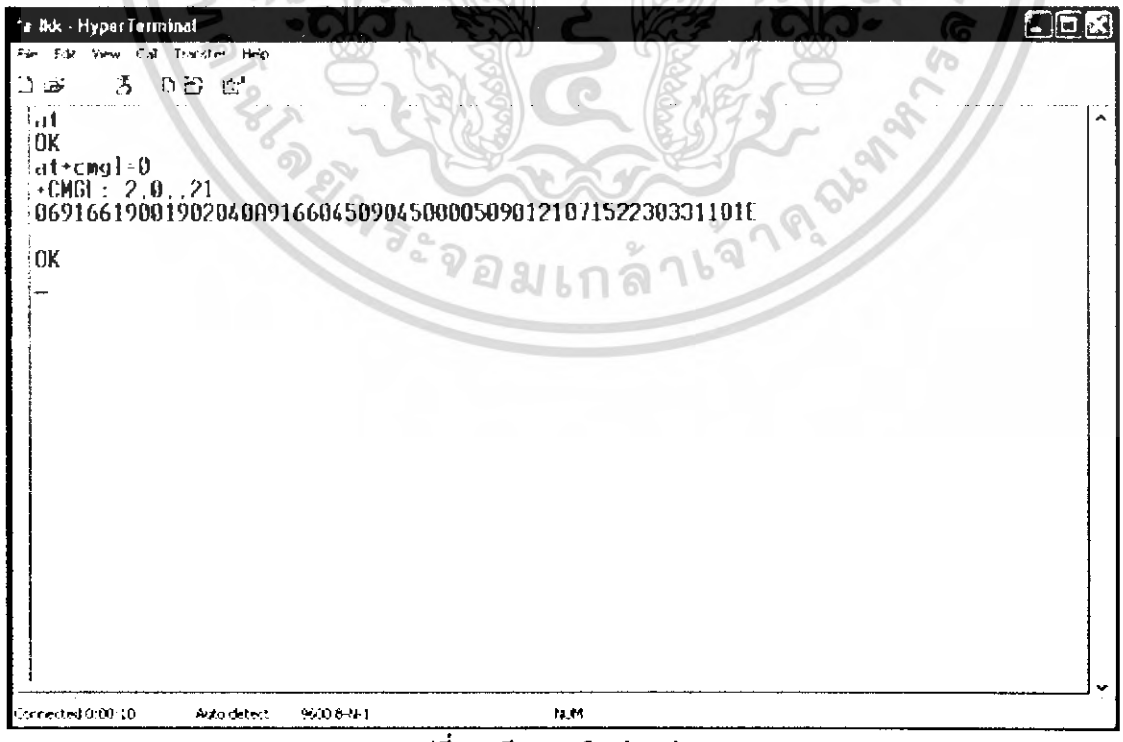
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.4 การทดลองอ่านค่า SMS ใหม่โดยใช้ AT-Command

ใช้คำสั่ง at+cmgl=0 ถ้าไม่มี SMS ใหม่มาโทรศัพท์มือถือก็จะส่งค่า OK กลับมา แต่ถ้ามี SMS ใหม่โทรศัพท์มือถือก็จะส่งSMS นั้นกลับมา แล้วตามด้วย OK



รูปที่ 4.7 ไม่มี SMS ใหม่ถูกส่งมา

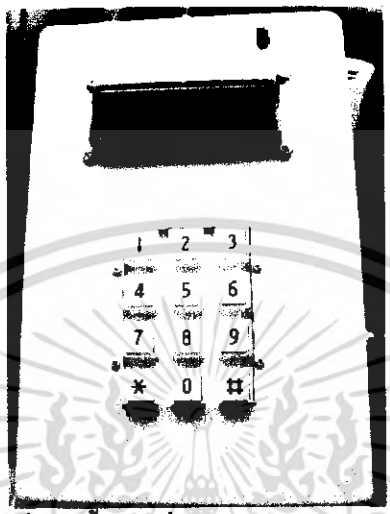


รูปที่ 4.8 มี SMS ใหม่ถูกส่งมา

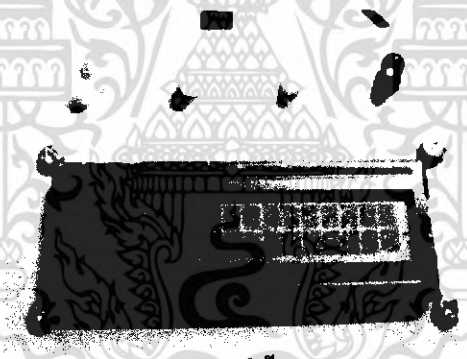
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.5 การทดลองชิ้นงาน

ประกอบชิ้นงานและลงโปรแกรมให้เรียบร้อย โดยให้ค่าเริ่มต้นของโหลดเป็น 1 (ไฟสถานะโหลดสว่าง) จากนั้นก็ส่ง SMS ระบุคำสั่ง 1 0 (ส่งค่าพิกัดกลับ,ปิดโหลด) มายังชิ้นงาน เมื่อชิ้นงานได้รับคำสั่งแล้ว ก็จะทำกระบวนการต่างๆตามที่โปรแกรมไว้



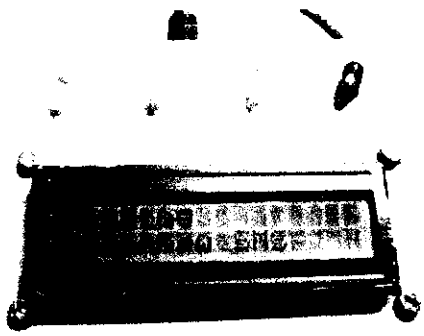
รูปที่ 4.9 ชิ้นงานที่ประกอบเรียบร้อยแล้ว



รูปที่ 4.10 การแสดงสถานะขณะที่ชิ้นงานติดต่อกับโมดูลจีพีเอส

รูปที่ 4.11 การแสดงสถานะขณะที่ชิ้นงานติดต่อกับโทรศัพท์มือถือ

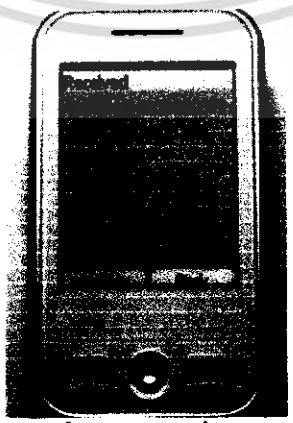
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.12 การแสดงสถานะขณะที่ชิ้นงานได้รับ SMS ใหม่

รูปที่ 4.13 การแสดงสถานะขณะที่ชิ้นงานอ่านค่าจาก SMS ใหม่

รูปที่ 4.14 ชิ้นงานตอบสนองต่อคำสั่งที่ได้รับมา

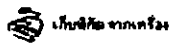


รูปที่ 4.15 SMS ที่ได้รับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

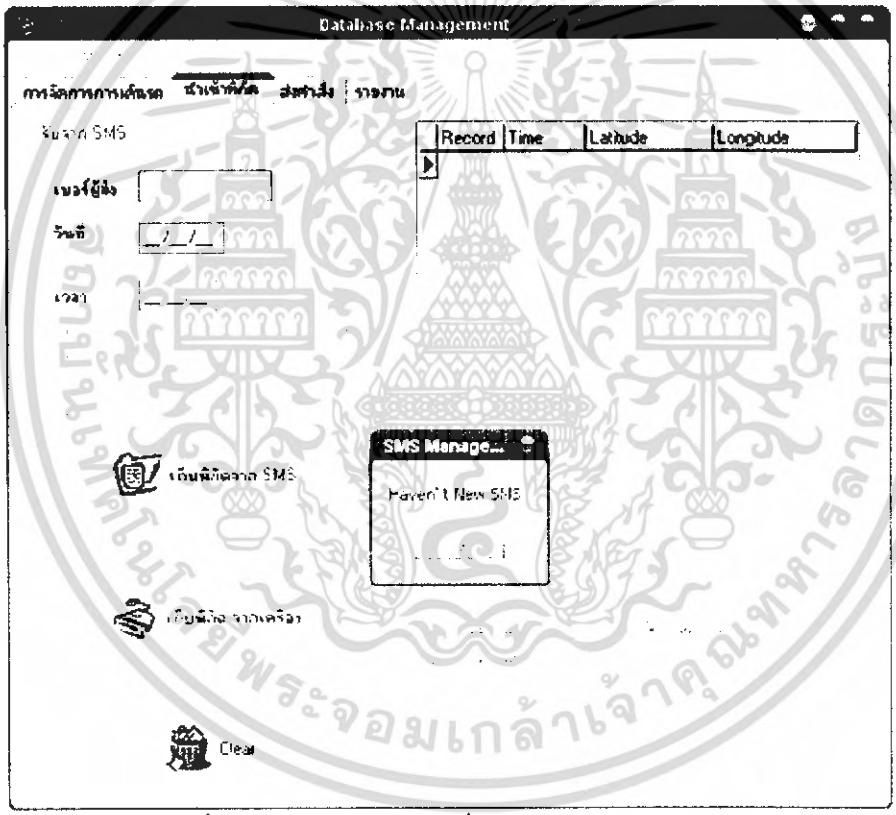
4.2 การทดลองโปรแกรมที่ใช้ควบคุม และรายงาน

4.2.1 การทดลองเก็บข้อมูลในอีสแควร์พร้อมลงในฐานข้อมูล

ทดลองโดยการต่ออุปกรณ์เก็บค่าพิกัดเข้ากับคอมพิวเตอร์ กำหนดพอร์ตที่ใช้ในการเชื่อมต่อ จากนั้นเปิดเครื่องอุปกรณ์เก็บค่าพิกัด แล้วกดปุ่มเลข 2 เพื่อเป็นการเลือกเมนูโอนถ่ายข้อมูล แล้วคลิกปุ่ม  ของโปรแกรม Database Management เมื่อโปรแกรมเก็บข้อมูลลงในฐานข้อมูลเรียบร้อยแล้ว ก็จะขึ้นข้อความแจ้งสถานะ

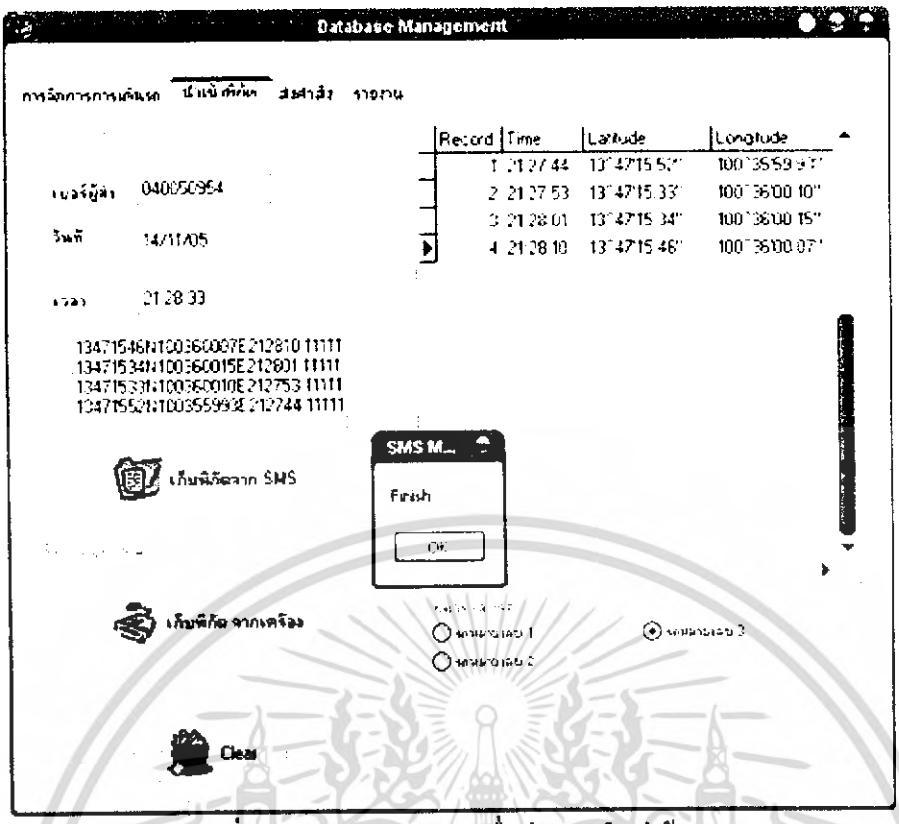
4.2.2 การทดลองเก็บข้อมูลจาก SMS ลงในฐานข้อมูล

ทดลองโดยการต่อโทรศัพท์มือถือเข้ากับคอมพิวเตอร์ กำหนดพอร์ตที่ใช้ในการเชื่อมต่อ แล้วคลิกปุ่ม โปรแกรมจะส่งคำสั่งไปตรวจสอบข้อความใหม่ในโทรศัพท์มือถือ จากนั้นจะแสดงข้อความแจ้งสถานะขึ้นมา



รูปที่ 4.16 รูปแสดงสถานะ เมื่อยังไม่มี SMS ใหม่เข้ามา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

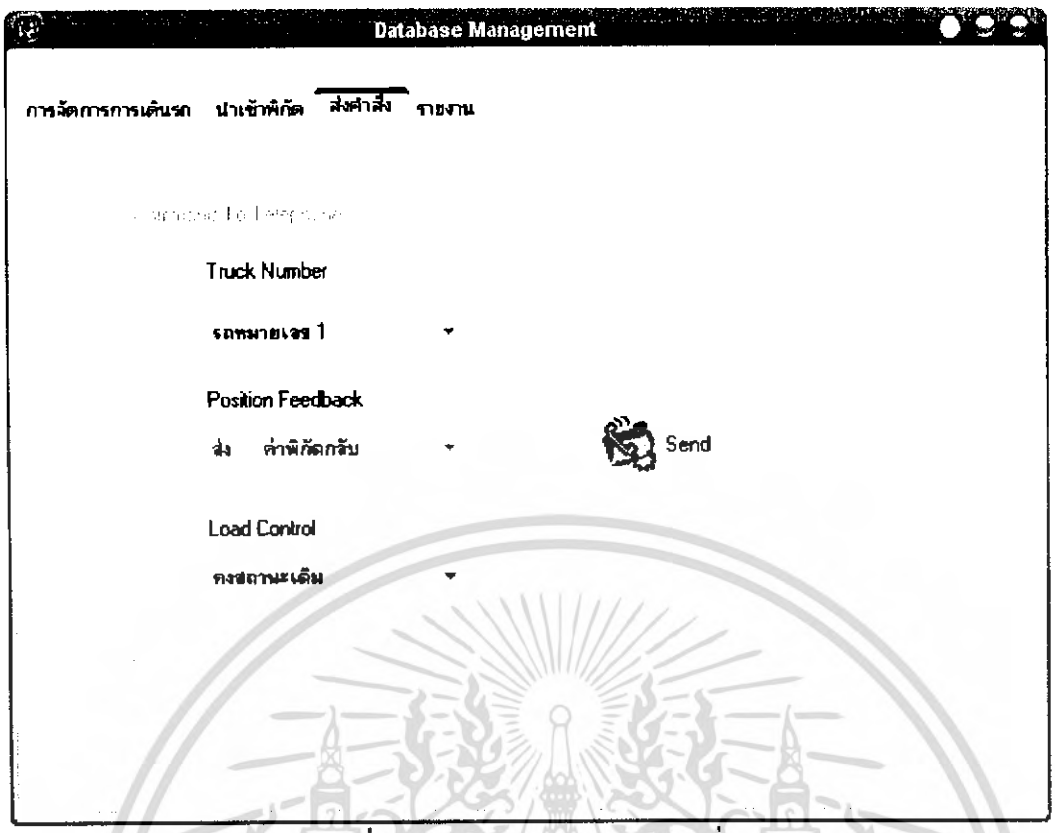


รูปที่ 4.17 รูปแสดงสถานะ เมื่อมี SMS ใหม่เข้ามา

4.2.3 การทดลองส่งคำสั่งไปยังอุปกรณ์เก็บพิกัด

ทดลองโดยการต่อโทรศัพท์มือถือเข้ากับคอมพิวเตอร์ กำหนดพอร์ตที่ใช้ในการเชื่อมต่อ จากนั้นทำการกำหนดคำสั่งต่างๆ และหมายเลขของรถที่ต้องการสั่ง แล้วคลิกปุ่ม Send เพื่อทำการส่งคำสั่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

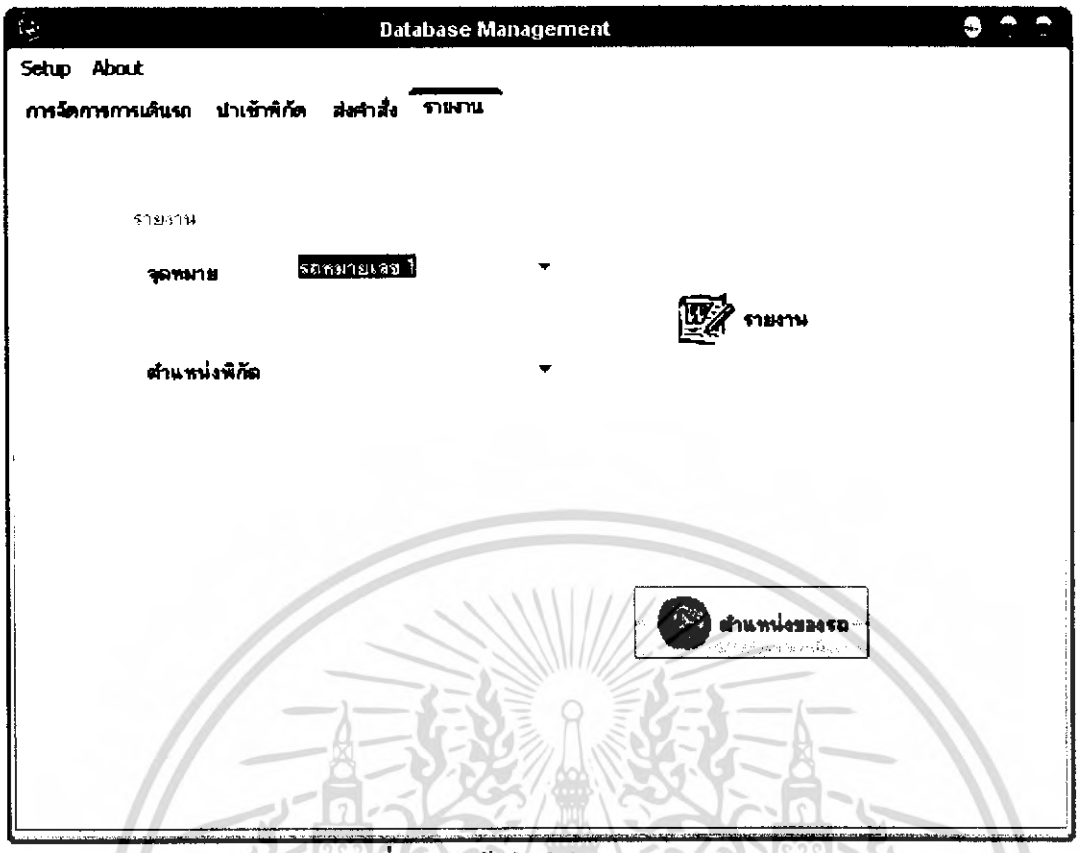


รูปที่ 4.18 รูปแสดงการกำหนดค่าคำสั่ง

4.2.4 การทดลองการทำรายงานทาง Microsoft Excel

การทดลองนี้จะให้โปรแกรมทำรายงานข้อมูลที่เก็บในฐานข้อมูล ออกทาง Microsoft Excel โดยมีขั้นตอนการทำงานคือ เลือกฐานข้อมูลที่ต้องการทำรายงาน แล้วเซฟข้อมูลลงไฟล์ของ Microsoft Excel จากนั้นไปเปิดไฟล์ข้อมูลที่เซฟ เพื่อเรียกใช้ฟังชั่น Text To Columns จากนั้นโปรแกรม Microsoft Excel ก็จะแสดงข้อมูลในฐานข้อมูลออกมา

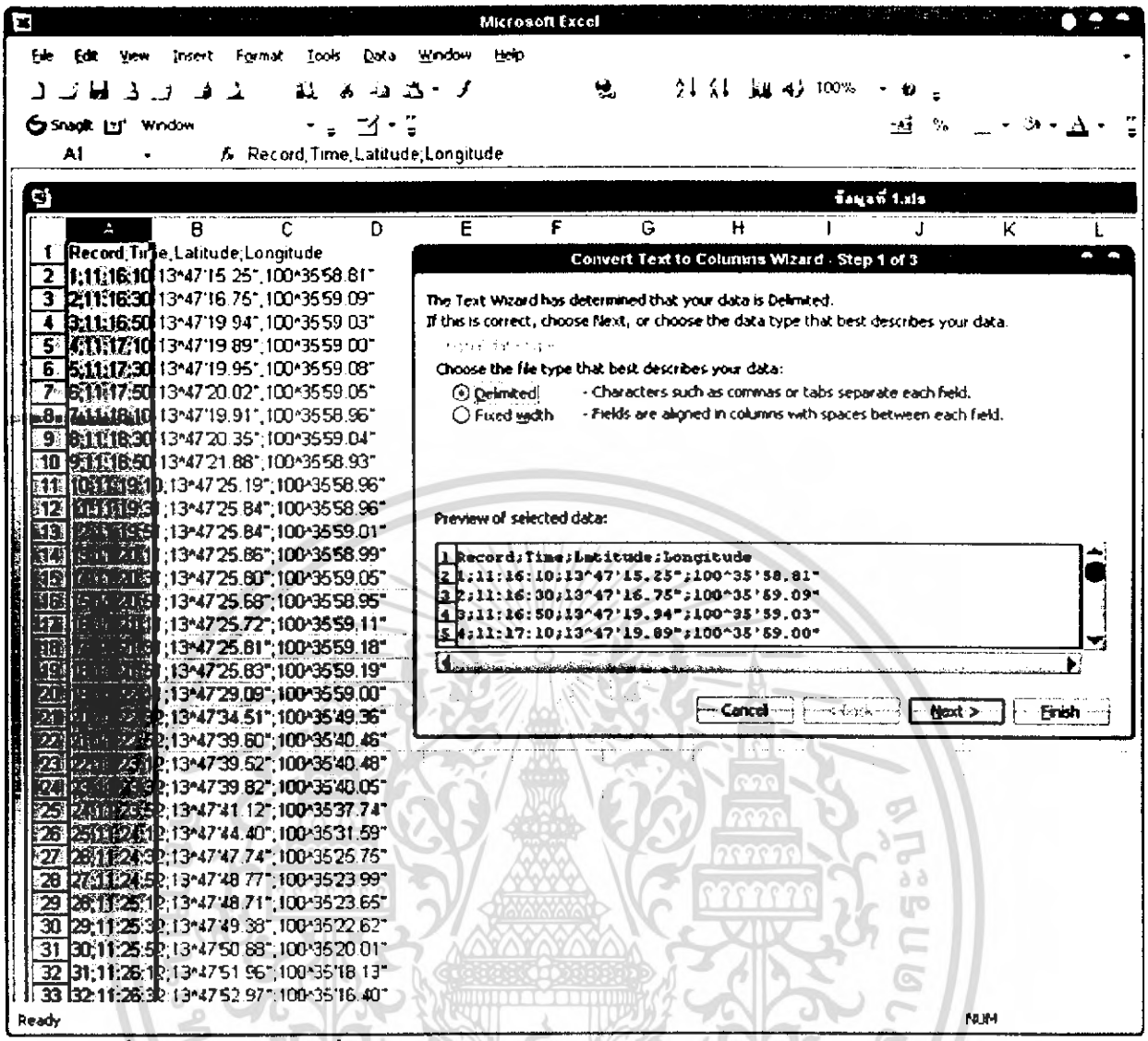
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



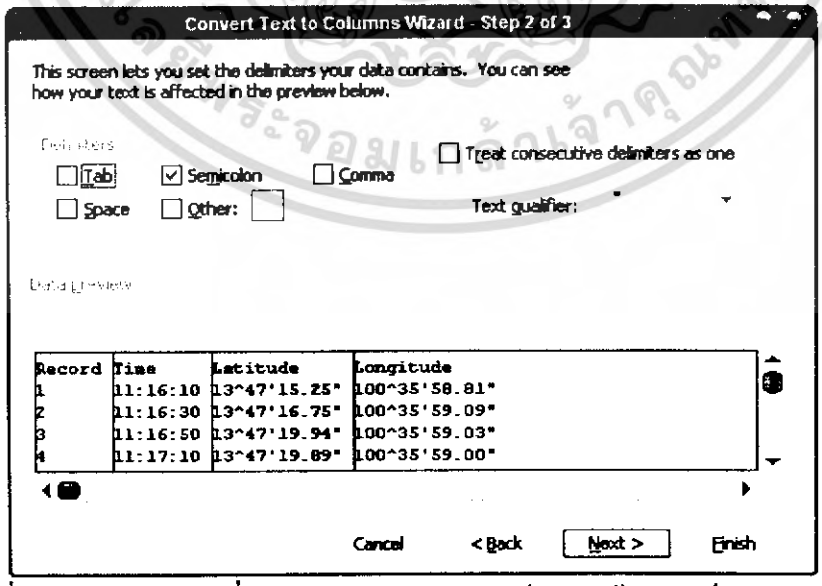
รูปที่ 4.19 หน้าต่างโปรแกรมรายงาน

รูปที่ 4.20 หน้าต่างการเซฟไฟล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

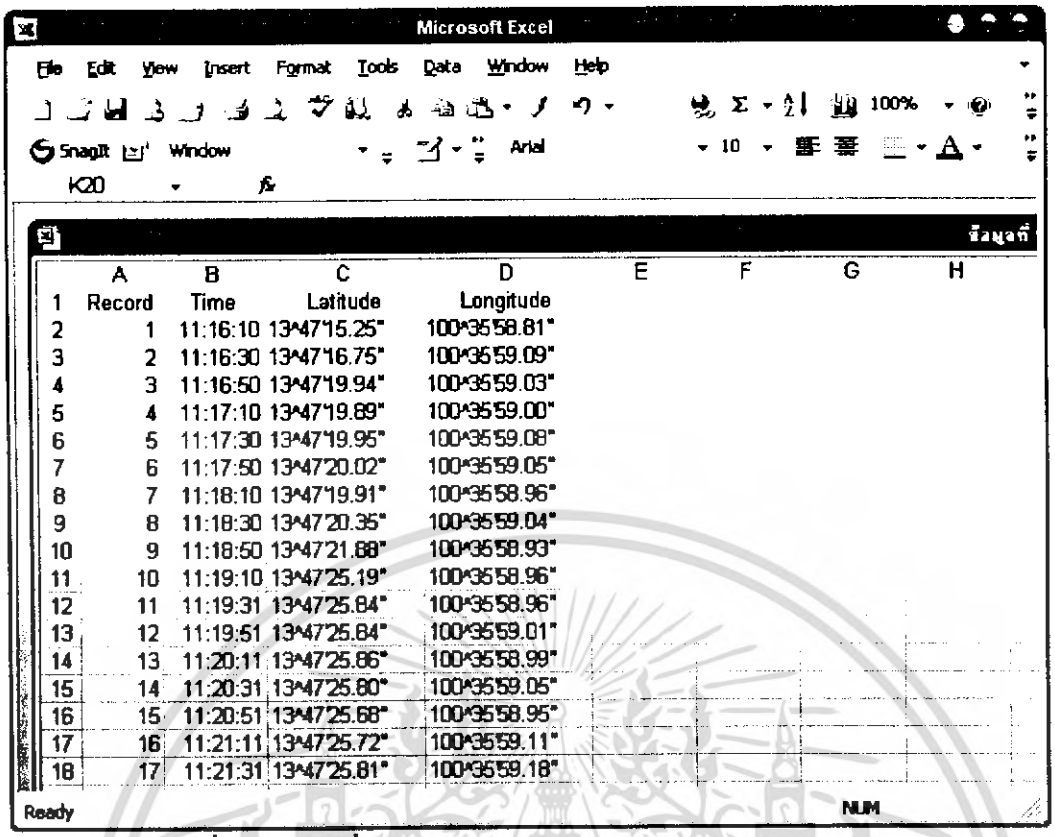


รูปที่ 4.21 การเรียกใช้ฟังชั่น Text To Columns โดยเลือกชนิดของข้อความเป็น Delimited



รูปที่ 4.22 การเรียกใช้ฟังชั่น Text To Columns โดยใช้ตัวแยกข้อความเป็น Semicolon

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Record	Time	Latitude	Longitude				
2	1	11:16:10	13^47'15.25"	100^35'58.81"				
3	2	11:16:30	13^47'16.75"	100^35'59.09"				
4	3	11:16:50	13^47'19.94"	100^35'59.03"				
5	4	11:17:10	13^47'19.89"	100^35'59.00"				
6	5	11:17:30	13^47'19.95"	100^35'59.08"				
7	6	11:17:50	13^47'20.02"	100^35'59.05"				
8	7	11:18:10	13^47'19.91"	100^35'58.96"				
9	8	11:18:30	13^47'20.35"	100^35'59.04"				
10	9	11:18:50	13^47'21.88"	100^35'58.93"				
11	10	11:19:10	13^47'25.19"	100^35'58.96"				
12	11	11:19:31	13^47'25.84"	100^35'58.96"				
13	12	11:19:51	13^47'25.84"	100^35'59.01"				
14	13	11:20:11	13^47'25.86"	100^35'58.99"				
15	14	11:20:31	13^47'25.80"	100^35'59.05"				
16	15	11:20:51	13^47'25.68"	100^35'58.95"				
17	16	11:21:11	13^47'25.72"	100^35'59.11"				
18	17	11:21:31	13^47'25.81"	100^35'59.18"				

รูปที่ 4.23 ข้อมูลที่รายงานในรูปแบบของโปรแกรม Microsoft Excel

4.3 การทดลองโปรแกรมแสดงข้อมูลบนแผนที่

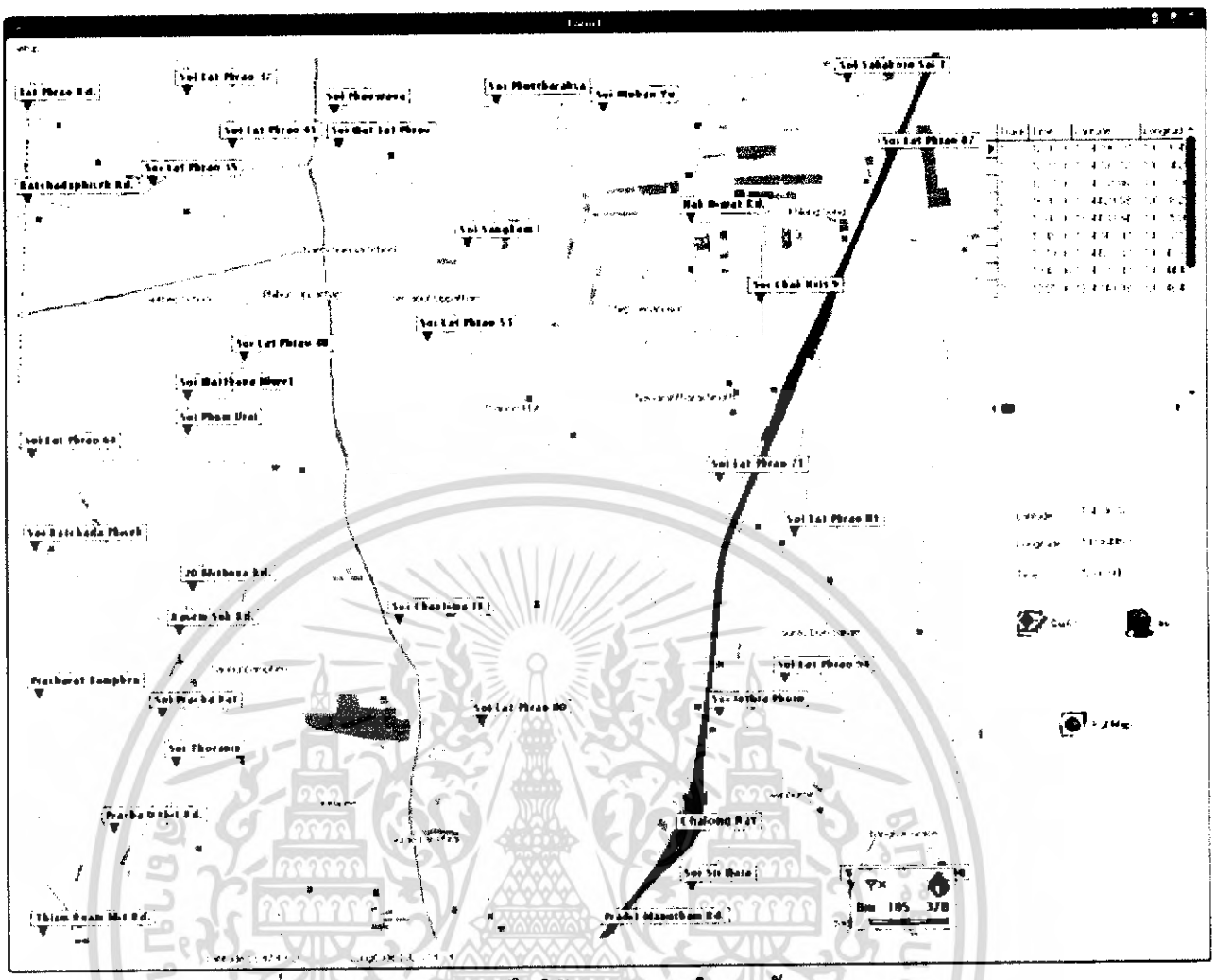
4.3.1 การทดลองการบันทึกจุดหมายลงในฐานข้อมูล

คลิกที่ปุ่ม

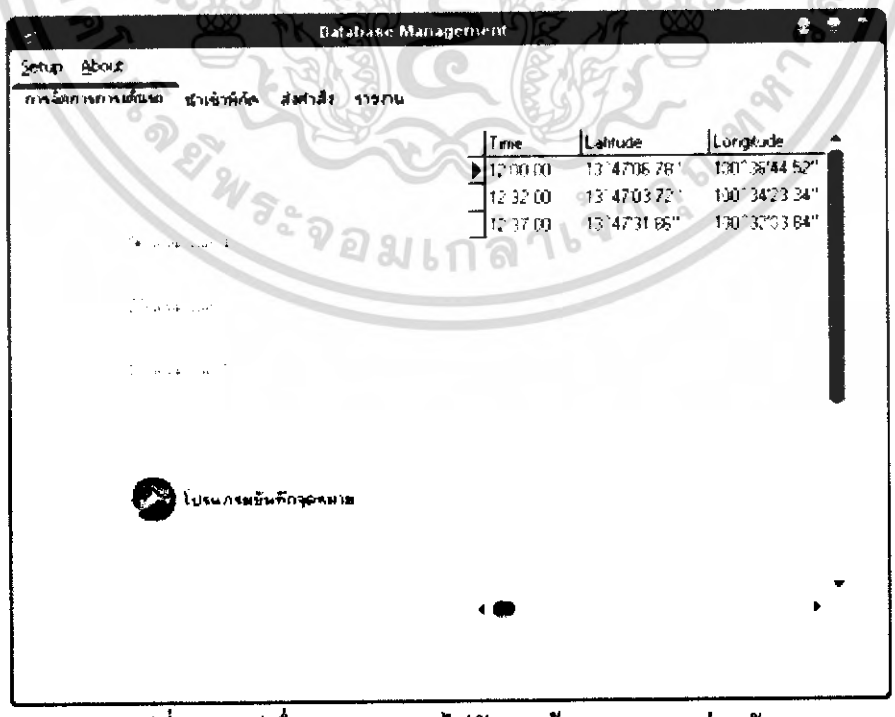
เพื่อเข้าโปรแกรมบันทึกจุดหมาย จากนั้นคลิกที่แผนที่เพื่อกำหนดพิกัดของจุดหมาย แล้วใส่เวลาที่ต้องไปถึง คลิกที่ปุ่ม

เพื่อเก็บข้อมูลเข้าฐานข้อมูล จากนั้นปิดโปรแกรมบันทึกจุดหมาย และมายังโปรแกรม Database Management ซึ่งจะแสดงฐานข้อมูลของรถแต่ละคัน โดยโปรแกรมจะทำการแยกจุดหมาย ไปยังฐานข้อมูลของรถแต่ละคันโดยอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.24 รูปแสดงการบันทึกพิกัดจุดหมายลงในฐานข้อมูล



รูปที่ 4.25 รูปเมื่อแยกจุดหมายไปยังฐานข้อมูลของรถแต่ละคัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 การทดลองการแสดงข้อมูลพิกัดบนแผนที่

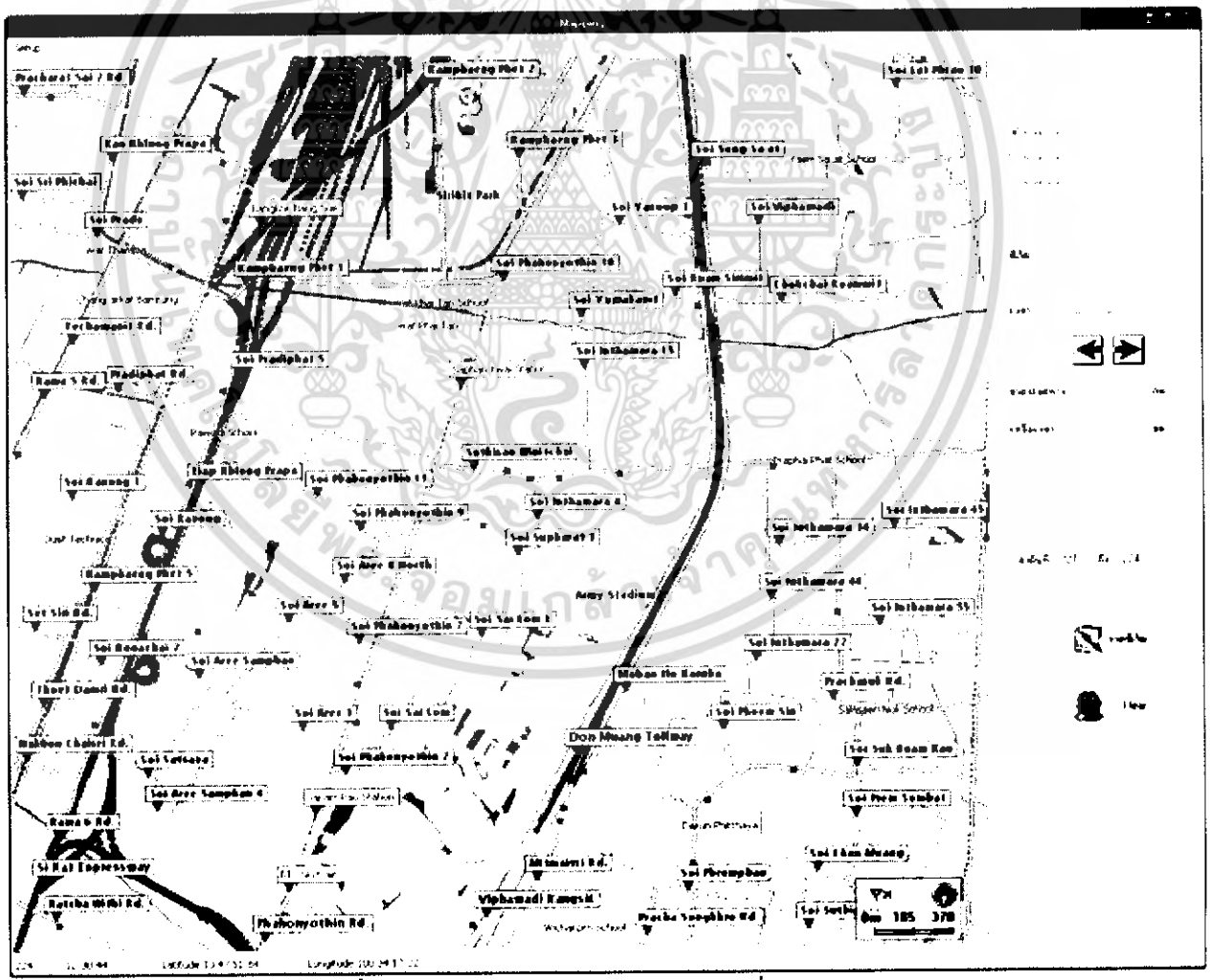
เมื่อได้รับ SMS บอกพิกัด 4 ค่าล่าสุดแล้ว เราต้องการดูตำแหน่งปัจจุบันของรถ ให้คลิกปุ่ม เพื่อเข้าสู่โปรแกรมแสดงแผนที่ เมื่อเข้าโปรแกรมแผนที่แล้ว คลิกที่กรุ๊ปบ๊อกซ์หมายเลขรถ เพื่อเลือกรถคันที่ต้องการดูตำแหน่ง โปรแกรมจะทำการใส่ค่าของลำดับข้อมูล 4 ค่าล่าสุด จากนั้นคลิกปุ่ม เพื่อทำการวาดพิกัดลงบนแผนที่ และเมื่อคลิกที่พิกัดที่วาดบนแผนที่ โปรแกรมจะแสดงรายละเอียดของพิกัดนั้น (เวลา ละติจูด ลองจิจูด ในปัจจุบัน)

โดยที่

หยุด ทำหน้าที่หยุดการวาดพิกัดไว้ชั่วคราว

Clear ทำหน้าที่ลบข้อมูลเงื่อนไขต่างๆ เพื่อทำการวาดแผนที่ใหม่

คลิกขวาที่กรุ๊ปบ๊อกซ์เงื่อนไข เป็นการทำหน้าที่บันทึกขอบเขตของลำดับข้อมูลที่ต้องการจะแสดง



รูปที่ 4.26 รูปแสดงการวาดพิกัดลงบนแผนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3 การทดลองการคำนวนระยะทาง และเวลาที่เหลือ

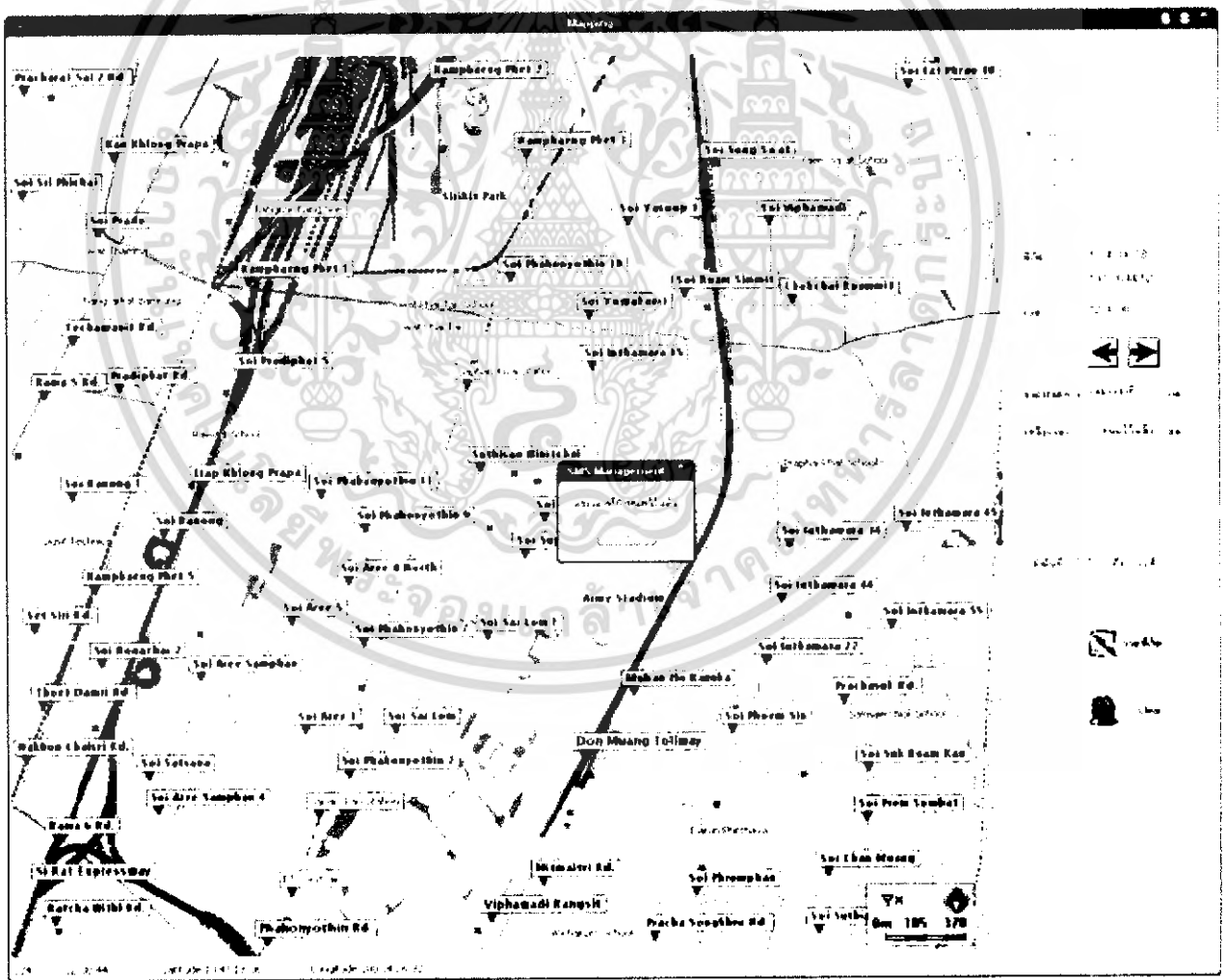
ต่อการการทดลองที่ 4.3.2 เมื่อเราต้องการคำนวนว่าต้องใช้ระยะทางอีกเท่าใด และเวลาที่เหลือในการไปถึงจุดหมายให้คลิกที่กรุ๊ปบ๊อกซ์จุดหมายเพื่อตรวจสอบจุดหมายแรก

โดยที่

ทำหน้าที่เลื่อนไปดูจุดหมายก่อนหน้า **ทำหน้าที่เลื่อนไปดูจุดหมายถัดไป**

ซึ่งปัจจุบันรถอยู่ที่ตำแหน่ง (ละติจูด 13°47'09.21" ลองจิจูด 100°34'26.84" เวลา 12:30:44) ถ้าพิกัดจุดหมายอยู่ในแผนที่หน้านั้นโปรแกรมจะทำการแสดงพิกัดจุดหมายด้วยจุดสีน้ำเงินบนแผนที่ แล้วแสดงระยะทางที่เหลือ (กิโลเมตร) กับเวลาที่เหลือ (วินาที) ลงบนโปรแกรม ซึ่งโปรแกรมจะแบ่งเงื่อนไขการทำงานเป็น 3 กรณี

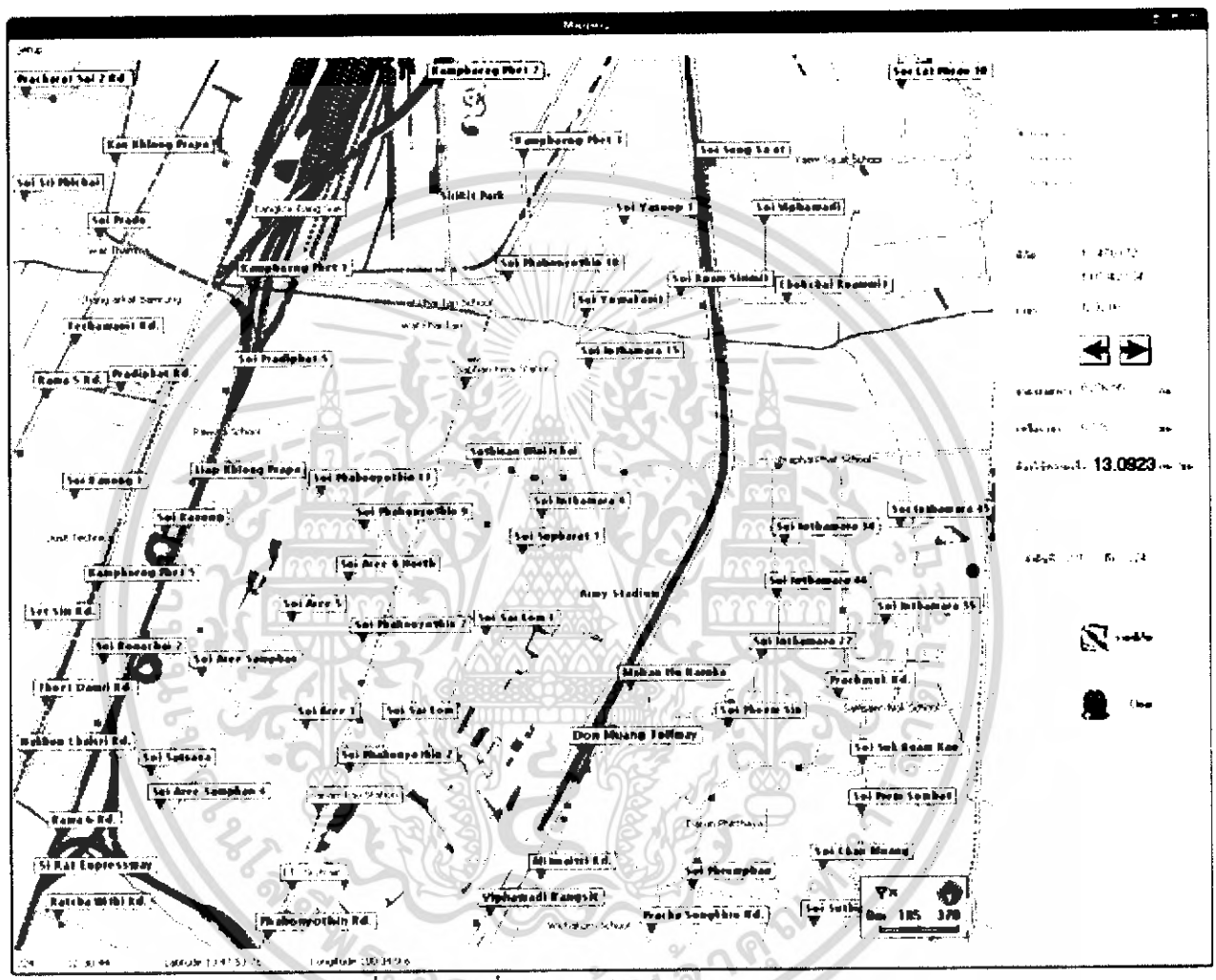
กรณีที่ 1 เลยเวลาที่กำหนดแล้ว ในที่นี้ได้กำหนดพิกัดจุดหมายเป็นศูนย์การค้าบิ๊กซี ลาดพร้าว (ละติจูด 13°47'06.48" ลองจิจูด 100°36'44.52" เวลา 12:00:00) เมื่อโปรแกรมจะคำนวนแล้วพบว่าเวลานั้นเป็นเวลาที่ผ่านมาแล้ว โปรแกรมจะแสดงข้อความเตือนดังรูป 4.27



รูปที่ 4.27 กรณีที่ 1 เลยเวลาที่กำหนดแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

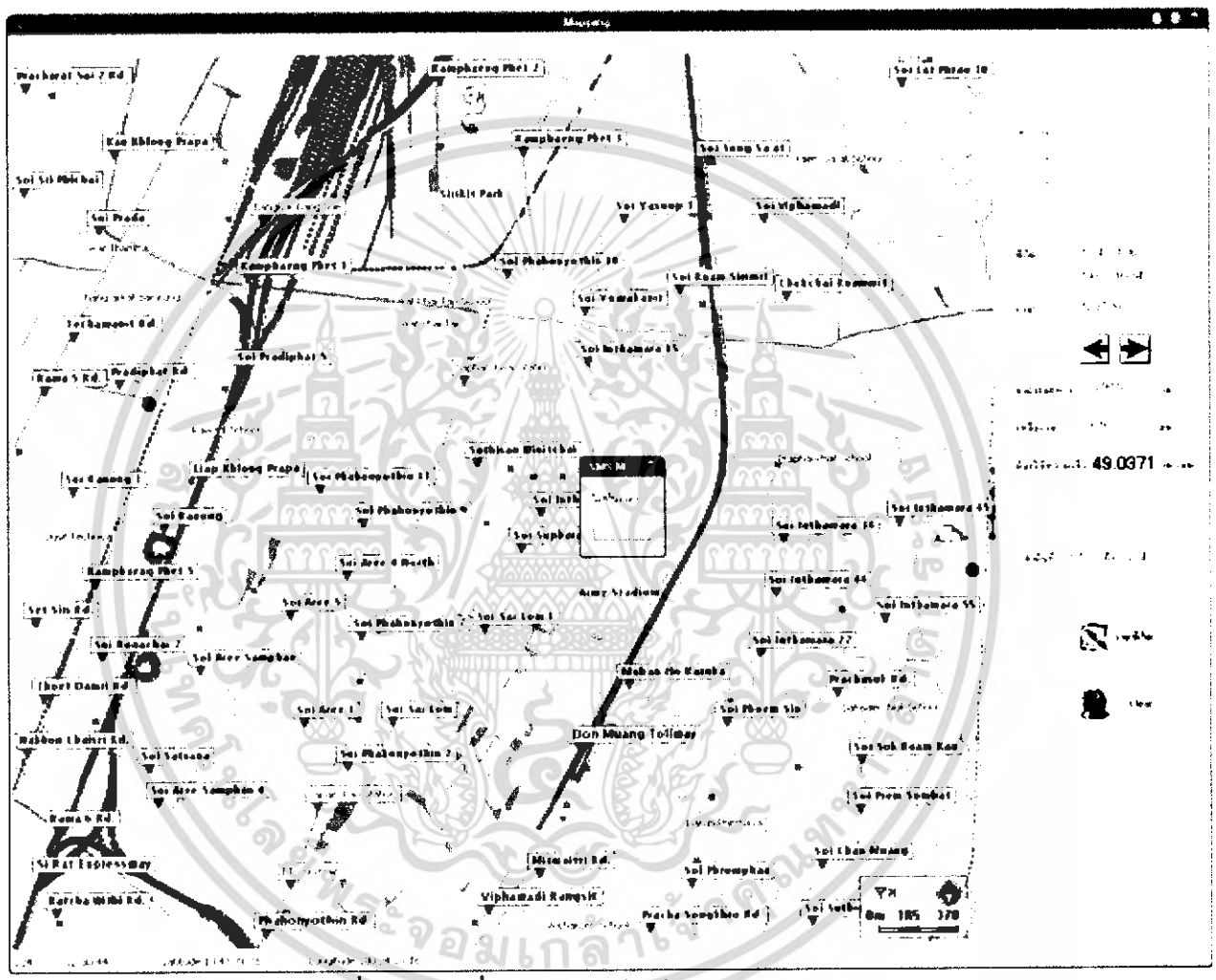
กรณีที่ 2 สามารถไปถึงทันเวลา ในกรณีนี้ โปรแกรมจะคำนวนอัตราเร็วที่ต้องใช้ แล้วเปรียบเทียบว่าใช้อัตราเร็วต่ำกว่า 30 กิโลเมตร/ชั่วโมง ซึ่งในที่นี้ได้กำหนดพิกัดจุดหมายเป็นสถานบันเทิงโพไซดอน (ละติจูด 13°47'03.72" ลองจิจูด 100°34'23.34" เวลา 12:45:00) เมื่อโปรแกรมจะคำนวนแล้วพบว่าสามารถไปถึงที่หมายได้ทันเวลาแล้ว จะแสดงระยะทางที่เหลือ (กิโลเมตร) เวลาที่เหลือ (วินาที) และอัตราเร็วที่ต้องใช้ลงบนโปรแกรม



รูปที่ 4.28 กรณีที่ 2 สามารถไปถึงทันเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณีที่ 3 ไม่สามารถไปถึงทันเวลา ในกรณีนี้ โปรแกรมจะคำนวนอัตราเร็วที่ต้องใช้ แล้วเปรียบเทียบว่าต้องใช้อัตราเร็วเกินกว่า 30 กิโลเมตร/ชั่วโมง ซึ่งในที่นี้ได้กำหนดพิกัดจุดหมายเป็นสี่แยกเทอดดำริ (ละติจูด 13°47'31.86" ลองจิจูด 100°32'03.84" เวลา 12:37:00) เมื่อโปรแกรมคำนวนแล้วพบว่าไม่สามารถไปถึงที่หมายได้ทันเวลาแล้ว โปรแกรมจะแสดงระยะทางที่เหลือ (กิโลเมตร) เวลาที่เหลือ (วินาที) และอัตราเร็วที่ต้องใช้ลงบนโปรแกรมเป็นตัวอักษรสีแดง พร้อมทั้งแสดงข้อความเตือนดังรูปที่ 4.29



รูปที่ 4.29 กรณีที่ 3 ไม่สามารถไปถึงทันเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทวิจารณ์และบทสรุป

5.1 สรุปผลการทดลอง

ระบบบริหารการเดินรถแบ่งนั้นมีขั้นตอนการออกแบบแบ่งเป็น 2 ส่วนหลัก คือ

1.ระบบแจ้งบอกพิกัดไปยังส่วนควบคุม ได้แก่ การจัดการสัญญาณจากโมดูลจีพีเอส และการติดต่อกับโทรศัพท์ ซึ่งส่วนการจัดการสัญญาณจากโมดูลจีพีเอสจะทำหน้าที่บันทึกพิกัดตามระยะเวลาที่กำหนดในอีสแควร์พรอม ส่วนการติดต่อกับโทรศัพท์ก็จะทำหน้าที่รับคำสั่งจากผู้สั่งการ และตอบสนองต่อคำสั่งนั้น

2.ระบบศูนย์ควบคุม ได้แก่ การสั่งงาน แจ้งเตือน และแสดงผล ซึ่งเกี่ยวกับการนำพิกัดที่ได้รับแจ้งมาทำการประมวลผล เพื่อตรวจสอบความสามารถในการไปถึงจุดหมาย และแจ้งถึงสถานะนั้น

5.2 ปัญหาที่พบในการทดลอง

1.สายอากาศของโมดูลจีพีเอสจะต้องอยู่ในตำแหน่งที่มองเห็นท้องฟ้า จึงจะสามารถรับสัญญาณจากดาวเทียมจีพีเอสได้

2.เครื่องรับจีพีเอสต้องรับสัญญาณจากดาวเทียมจีพีเอสอย่างน้อย 3 ดวง จึงจะสามารถคำนวนพิกัดได้แม่นยำ

3.ต้องใช้เวลาในการเปิดเครื่องทิ้งไว้สักครู่ เนื่องจากข้อมูลที่ได้หลังจากเปิดโมดูลจีพีเอสหลังจากปิดเครื่องเป็นเวลานาน ไม่สามารถนำมาประมวลผลได้

4.ในการส่งข้อความทางระบบ SMS จะสามารถส่งข้อความได้สูงสุด 160 ตัวอักษรต่อ 1 ข้อความ ดังนั้นจึงมีข้อจำกัดในการส่งพิกัดไปยังศูนย์ควบคุม

5.3 แนวทางพัฒนาต่อไป

1.สามารถพัฒนาให้มีขนาดเล็ก และเปลี่ยนรูปแบบการใช้พลังงาน ทำให้สามารถประยุกต์ติดตั้งยังอุปกรณ์ต่างๆได้ได้ตามความเหมาะสมกับอุปกรณ์นั้น

2.สามารถพัฒนาเป็นเครื่องควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยสั่งงาน และแสดงผลทาง SMS ได้

3.สามารถเพิ่มแผนที่ในการแสดงผลได้ ตามความเหมาะสมในการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

1. รศ.สมยศ จุณณปิยะ, "การประยุกต์ใช้งาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51" คณะวิศวกรรมศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2546.
2. รศ.ธีรวัฒน์ ประกอบผล, "การพัฒนาไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยภาษาซี", สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), กรุงเทพฯ, 2548.
3. ธีรบูลย์ หล่อวิเชียรรุ่ง ,นคร ภักดีชาติ , ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล "ปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ด้วยโปรแกรมภาษาซี ",บริษัท อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์ จำกัด,กรุงเทพ, 2521.
4. สัจจะ จรัสรุ่งรวีวร , จักรพงษ์ สุขประเสริฐ "เริ่มต้นอย่างมืออาชีพด้วย Delphi 7 ฉบับสมบูรณ์", บริษัท เอช เอ็น กรุ๊ป จำกัด, กรุงเทพ, 2546.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

Main

```
#include "reg52.h"
#include "absacc.h"
#include "function.c"
#include "I2C.c"
#include "EEPROM.c"
#include "GPS.c"
#include "LCD.c"
#include "SMS.c"
unsigned char k,key,load,mode,i,j;
unsigned int add,rec,Count1,c,col,CountLCD;
bit flagGPS,flagSMS;

sbit LEDPower      =P2^0;
sbit LEDTel        =P2^1;
sbit LEDGPS        =P2^2;
sbit LEDLoad       =P2^3;
sbit GPSCon        =P2^4;

main()
{
                   Init_LCD();
                   Light  =  1;
                   ET0  = 1;
                   Init_Serial(48);
                   Init_Timer0(100);
                   Count1=0;
                   GPSCon        =1;
                   LEDGPS        =1;
                   LEDLoad             =0;      //On
                   LEDPower      =1;

                   Rp_EEPROM(63995,3);
                   BufEEP[0]=BufEEP[0]-0x30;
                   BufEEP[1]=BufEEP[1]-0x30;
                   BufEEP[2]=BufEEP[2]-0x30;
                   rec=(BufEEP[0]*100)+(BufEEP[1]*10)+BufEEP[2];
                   Wr_String("Enter Mode       ",1);

while(1)
{
while (Scan_Key() == 0xFF)
{
if(key==2)
{
                   Wr_String("Record           ",1);
                   Rp_EEPROM(63995,3);
                   Goto_XY(1,13);
                   for(k=0;k<3;k++)
                   Wr_Char(BufEEP[k]);
                   LEDLoad = 0;
                   c = 0;
              Flag2 =1;
              while(Flag2)
                   {     if(Rx_Byte()=='z'){Flag1 = 1;}
                         while(Flag1)
                         {
                               add=c*32;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                        Rp_EEPROM(add,32);
                        for(k=1;k<27;k++)
                        {Tx_Byte(BufEEP[k]);}
                        c = c+1;
                        Flag1 = 0;
                    }
                    if(c==(rec)){Flag2 = 0;}
                }
            LEDLoad = 0;
            key=9;
}
if(key==3)
{
                LEDLoad = 0;
                Rp_EEPROM(63995,3);
                Wr_String("Record          ",1);
                    Goto_XY(1,13);
                    for(k=0;k<3;k++)
                    Wr_Char(BufEEP[k]);
                BufEEP[0]=BufEEP[0]-0x30;
                BufEEP[1]=BufEEP[1]-0x30;
                BufEEP[2]=BufEEP[2]-0x30;

                rec=(BufEEP[0]*100)+(BufEEP[1]*10)+BufEEP[2];

Tx_String("////////////////////////////////////////////////////");
                    Tx_Byte(0x0d);
                    Tx_Byte(0x0a);
                    Tx_String("       GPS Viewer       ");
                    Tx_Byte(0x0d);
                    Tx_Byte(0x0a);
Tx_String("////////////////////////////////////////////////////");
                    Tx_Byte(0x0d);
                    Tx_Byte(0x0a);
                for(c=0;c<rec;c++)
                {
                    add=c*32;
                    Rp_EEPROM(add,32);
                    for(k=1;k<27;k++)
                    {Tx_Byte(BufEEP[k]);}
                     Tx_Byte(0x0d);
                    Tx_Byte(0x0a);
                }
            LEDLoad = 0;
            key=9;
}
if(key==7)
{
                rec=0;
                col=rec;
                BufEEP[0]=(col/100)+0x30;
                col=col%100;
                BufEEP[1]=(col/10)+0x30;
                col=col%10;
                BufEEP[2]=col+0x30;
                Wp_EEPROM(63995,3);
                Wr_String("          Delete",1);
                key=9;
}
if(key==9)
{
                Wr_String("                ",1);
                Wr_String("            Done",2);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}
if(key==1)
{
                Wr_String("Enter Time      ",1);
                CountLCD=GetNum(4,2,12);
                LEDPower = 0;
                TR0=1;
while(1)
{
            if(flagGPS==1)
             {
                if(rec==998){rec=0;}
                col=rec+1;
                BufEEP[0]=(col/100)+0x30;
                col=col%100;
                BufEEP[1]=(col/10)+0x30;
                col=col%10;
                BufEEP[2]=col+0x30;
                Wp_EEPROM(63995,3);
                GPS();
                add=rec*32;
                Wp_EEPROM(add,32);
                rec++;
                flagGPS =0;
                GPSCon      =1;
                LEDGPS      =1;
             }

             if(flagSMS==1)
             {    TR0=0;
                LEDTel      =0;
                Wr_String("Reading         ",1);
                Delay(500);
                Get_sms();
                if(newSMS==1)
                {
                Wr_String("Have new SMS    ",2);
                Delay(5000);
                FindASC(R_Index/2);
                if(InfoBuff[2]=='9')
                if(InfoBuff[3]=='2')
                if(InfoBuff[4]=='0')
                if(InfoBuff[5]=='4')
                if(InfoBuff[6]=='1')
                if(InfoBuff[7]=='3')
                if(InfoBuff[8]=='2')
                if(InfoBuff[9]=='4')
                {
                Wr_String("                ",1);
                Wr_String("                ",2);
                      LEDPower=1;
                      Goto_XY(1,1);
                      for(k=2;k<10;k++)
                       {Wr_Char(InfoBuff[k]);}

                      Sound();
                      Goto_XY(2,1);
                      for(k=0;k<R_Count;k++)
                       {Wr_Char(TBuff[k]);}
                      Delay(5000);
                      load=TBuff[2];
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                        switch(load)
                        {
                              case '0' : LEDLoad      =  1;  break;
                              case '1' : LEDLoad      =  0;  break;
                              case 'x' : k=1;             break;
                        }
                        if(TBuff[0]=='1')
                        {           //(c=rec-1;c>rec-7;c--)
                                    i=4;
                                    for(c=rec-4;c<rec;c++)
                                    {     add=c*32;
                                          Rp_EEPROM(add,32);
                                          i--;
                                          j = 0;

                                         for(k=32*i;k<(32*(i+1));k++)
                                          {SMSBuff[k]=BufEEP[j];
                                           j++;
                                          }
                                    }
                                    for(k=0;k<11;k++)
                                    {Tx_Byte(Info1[k]);}
                                    Tx_Byte(0x0D);
                                    Wr_String("                ",1);

                                    Wr_String("Sending         ",2);
                                    Delay(5000);
                                    for(k=0;k<28;k++)
                                    {Tx_Byte(Info2[k]);}
                                    SendPDU(128);
                                    for(k=0;k<S_Index;k++)
                                    {Tx_Byte(PDUBuff[k]);}
                                    Tx_Byte(0x1A);
                                    Wr_String("                ",1);
                                    Wr_String("SMS was Sent    ",2);
                                    Delay(500);
                              }
                               LEDPower    =0;
                         }}
                        else {Wr_String("Haven't new SMS ",2); Delay(500);}
                   LEDTel    =1;
                   flagSMS=0;
                   TR0=1;
                   }
}}}
              key = Scan_Key();
              Sound();
              Key_Off();
}}

void Timer0() interrupt 1
{
                        TH0 =  _TH0;
                        TL0 =  _TL0;
                        Count1++;
if((Count1 == (CountLCD*31))||(Count1 == (CountLCD*62))||(Count1 ==
(CountLCD*94))){flagSMS=1;}
if(Count1 == (CountLCD*100)+1){LEDGPS=0; GPSCon=0;  Count1=0;
flagGPS=1;}
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
GPS
unsigned char xdata  GBuff[37];

      void GPS(void)
      {     unsigned  char i,c,d;
            unsigned  int k,b,f;
            float e;
            bit flag;
             flag =1;
             while(flag)
             {
                  if(RI)
                  if(Rx_Byte()=='$')
                  if(Rx_Byte()=='G')
                  if(Rx_Byte()=='P')
                  if(Rx_Byte()=='R')
                  if(Rx_Byte()=='M')
                  if(Rx_Byte()=='C')
                  if(Rx_Byte()==',')
                   {for(i=0;i<40;i++)
                    {GBuff[i]=Rx_Byte();
                    }
                    flag =0;
                    b=GBuff[0]-0x30;
                    k=GBuff[1]-0x30;
                    c=(b*10)+k;
                    c=c+7;
                    if(c>23){c=c-24;}
                    b=c/10;
                    k=c%10;
                    GBuff[0]=b+0x30;
                    GBuff[1]=k+0x30;

                    k=GBuff[18]-0x30;
                    b=GBuff[19]-0x30;
                    c=GBuff[20]-0x30;
                    d=GBuff[21]-0x30;
                    e=(k*1000)+(b*100)+(c*10)+d;
                    e=e/10000;
                    f=e*6000;
                    k=f/1000;
                    f=f%1000;
                    b=f/100;
                    f=f%100;
                    c=f/10;
                    f=f%10;
                    d=f;
                    GBuff[18]=k+0x30;
                    GBuff[19]=b+0x30;
                    GBuff[20]=c+0x30;
                    GBuff[21]=d+0x30;

                    k=GBuff[31]-0x30;
                    b=GBuff[32]-0x30;
                    c=GBuff[33]-0x30;
                    d=GBuff[34]-0x30;
                    e=(k*1000)+(b*100)+(c*10)+d;
                    e=e/10000;
                    f=e*6000;
                    k=f/1000;
                    f=f%1000;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    b=f/100;
                    f=f%100;
                    c=f/10;
                    f=f%10;
                    d=f;
                    GBuff[31]=k+0x30;
                    GBuff[32]=b+0x30;
                    GBuff[33]=c+0x30;
                    GBuff[34]=d+0x30;
                   }
                   b=0;
                   BufEEP[b]=0x2E;b++;
                   for(k=13;k<17;k++)
                    {BufEEP[b]=GBuff[k];
                     b++;}
                    BufEEP[b]=GBuff[18];b++;
                    BufEEP[b]=GBuff[19];b++;
                    BufEEP[b]=GBuff[20];b++;
                    BufEEP[b]=GBuff[21];b++;
                    BufEEP[b]=GBuff[23];b++;
//  b=10
                   for(k=25;k<30;k++)
                    {BufEEP[b]=GBuff[k];
                     b++;}
                    BufEEP[b]=GBuff[31];b++;
                    BufEEP[b]=GBuff[32];b++;
                    BufEEP[b]=GBuff[33];b++;
                    BufEEP[b]=GBuff[34];b++;
                    BufEEP[b]=GBuff[36];b++;
//  b=21
                    BufEEP[b]=GBuff[0];b++;
                    BufEEP[b]=GBuff[1];b++;
                    BufEEP[b]=GBuff[2];b++;
                    BufEEP[b]=GBuff[3];b++;
                    BufEEP[b]=GBuff[4];b++;
                    BufEEP[b]=GBuff[5];b++;
                    BufEEP[b]=0x2E;
//  b=27
              }
                          }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
code char  Info1[10]={"AT+CMGS=61"};
code char Info2[28]={"0011000A9166294031420000AA36"};
unsigned char xdata PDUBuff[96],TBuff[48],InfoBuff[35];
unsigned char xdata RBuff[10];
unsigned char C1,C2,R_Count,S_Count;
unsigned int  R_Index,S_Index;
float TCount;
bit newSMS;

/*-------------------------------------------------------------------------
-
function: ASCHex
purpose: translate ASCII code to HEX code
input: X,Y-->ASCII code each 4 bits
return: ASCHex()
-------------------------------------------------------------------------
*/
/*
(0x41=65="A")
(0x40=64="9")
(0x30=48="0")*/
unsigned char  Convert(unsigned  char j)
{
      if(j>0x40) { j = j - 55; }else j = j - 48;
      return(j);
}
unsigned char  ASCHex(unsigned char  X,Y)
{unsigned char i;
      i = (Convert(X)<<4);
      i = i+ Convert(Y);
      return(i);
}



/*-------------------------------------------------------------------------
-
function: HexASC
purpose: translate ASCII code to HEX code
input: X,Y-->ASCII code each 4 bits
return: ASCHex()
-------------------------------------------------------------------------
*/
/*
(0x41=65="A")
(0x40=64="9")
(0x30=48="0")*/
/*unsigned char  Convert1(unsigned  char j)
{
      if(j>0x09) { j = j + 55; }else j = j + 48;
      return(j);
}
void HexASC(unsigned char X)
{
      C1 = X & 0xF0;
      C1 = C1 >> 4;
      C2 = X & 0x0F;
      C1=Convert1(C1);
      C2=Convert1(C2);
}*/
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
unsigned char HexToAsc(unsigned char X)
{unsigned char  Temp;
   Temp = X;
   if(Temp > 9){Temp = Temp + 0x37;}
          else {Temp = Temp + 0x30;}
   return(Temp);
}
void FindPDU(unsigned char Index)
{unsigned char  i;
  for(i=0;i<Index;i++)
   {
     PDUBuff[i*2]     = HexToAsc(TBuff[i]>>4);
     PDUBuff[(i*2)+1] = HexToAsc(TBuff[i]&0x0F);
   }
}

/*-------------------------------------------------------------------------
-
function: Rotate
purpose: rotate number
input: d-num of number
return: RBuff[]
-------------------------------------------------------------------------
*/
void Rotate(unsigned char d)
{

      unsigned char b,a,c,x;
      c=d/2;
      for(x=0;x<c;x++)
       {
            a=x*2;
            b=RBuff[a];
            RBuff[a]=RBuff[a+1];
            RBuff[a+1]=b;
       }
}

/*-------------------------------------------------------------------------
-
function: send PDU
purpose: rotate number
input: d-num of number
return: RBuff[]
-------------------------------------------------------------------------
*/
void SendPDU(unsigned char CountASC)

{
unsigned char i,j,k,Temp,Temp2;
//float TCount;


                  CountASC = 54;
                  TCount = (CountASC*7)/8.0;
                  S_Index = TCount*10;
                  if((S_Index%10)>0){S_Index= S_Index+10;}
                  S_Index = (S_Index/10)*2;
     i=0;
    for(j=0;j<S_Index;j++)
     {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            k       = j % 7;
          if((j!= 0)&&(k==0)){i++;}

          Temp2  = BufEEP[i] >> k;
          if(i==(S_Count-1)){Temp = 0x00;} else Temp    = (BufEEP[i+1]
<< (7-k));
          TBuff[j] = Temp | Temp2;
          i++;
      }
       FindPDU(S_Index/2);
}

/*-------------------------------------------------------------------
-
function: Get_sms
purpose: get sms by serial port
return: Buff[]
-------------------------------------------------------------------
*/
void Get_sms(void)
{unsigned char i,Temp,x,y;
   Tx_String("AT+CMGL=0");
   while(Rx_Byte()!= 0x0A){}
   if(Rx_Byte()== 'O'){newSMS=0;}
   else
   {
      while(Rx_Byte()!= 0x0A){ }
      newSMS=1;

    for(i=0;i<20;i++){ Temp = Rx_Byte();}
    for(i=0;i<30;i++){ InfoBuff[i] = Rx_Byte();}

            x=0;
            for(y=0;y<10;y++)
                  {RBuff[x]=InfoBuff[y];
                   x++;
                  }
            Rotate(10);
            x=0;
            for(y=0;y<10;y++)
                   {InfoBuff[y]=RBuff[x];
                    x++;
                   }


            x=0;
            for(y=19;y>13;y--)
                  {RBuff[x]=InfoBuff[y];
                   x++;
                  }
            x=0;
            for(y=10;y<16;y++)
                  {InfoBuff[y]=RBuff[x];
                   x++;
                  }
            x=0;
            for(y=20;y<26;y++)
                  {RBuff[x]=InfoBuff[y];
                   x++;
                  }
            Rotate(6);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            x=0;
            for(y=16;y<21;y++)
                  {InfoBuff[y]=RBuff[x];
                    x++;
                  }
                     R_Count = ASCHex(InfoBuff[28],InfoBuff[29]);
                     R_Index = ASCHex(InfoBuff[30],InfoBuff[31]);
                     if(R_Index != 0)
                     {
                           TCount = (R_Count*7)/8.0;
                             R_Index = TCount*10;
                           if((R_Index%10)>0){R_Index= R_Index+10;}
                           R_Index = (R_Index/10)*2;
                     }else
                       {
                         R_Index = R_Count * 2;
                       }
              for(i=0;i<R_Index;i++){PDUBuff[i]=Rx_Byte();}
              }
}

/*---------------------------------------------------------------------
-
function: FindASC
purpose: translate PDU code to HEX code
return: PDUBuff[]
---------------------------------------------------------------------
*/

void  FindASC(unsigned char Count)
{unsigned char i,k,j,Temp,Temp2;

   for(i=0;i<R_Index;i+=2)
     {
      BufEEP[i/2] = ASCHex(PDUBuff[i],PDUBuff[i+1]);
     }
  j=0;
  for(i=0;i<(Count-1);i++)
   {
    k = i % 7;
    if(i==0){k=0;TBuff[0] = BufEEP[0] & 0x7F;j++;}
    else if(k==0){TBuff[j]= BufEEP[i] & 0x7F;j++;}
    Temp2 = BufEEP[i] >> (7-k);
    Temp  = (BufEEP[i+1] << (k+1)) & 0x7F;
    TBuff[j]  = Temp | Temp2;
    j++;
   }
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้