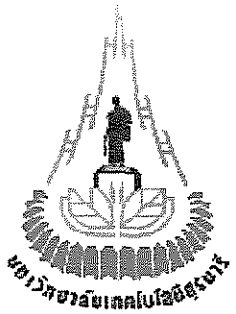


ระบบรายงานค่าพิกัด GPS ผ่าน R.F. Module

โดย

นายเกียรติพร พ่อค้า รหัสนักศึกษา B4915928

นางสาวเกวลี สายจันทร์ รหัสนักศึกษา B4900504

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาวิชา 427499 โครงงานวิศวกรรมโทรคมนาคม

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม หลักสูตร พ.ศ. 2545

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ประจำภาคการศึกษาที่ 3 ปีการศึกษา 2552

ระบบจำลองการส่งค่าพิกัด GPS ผ่าน R.F. Module

คณะกรรมการสอบโครงงาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยาภรณ์ กระฉอดนอก)
กรรมการ/อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รังสรรค์ ทองทา)
กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชุติมา พรหมมาก)
กรรมการ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้นับรายงานโครงงานฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม วิชา 427499 โครงงานวิศวกรรมโทรคมนาคม ประจำปีการศึกษา 2552

โครงงาน	ระบบรายงานค่าพิกัด GPS ผ่าน R.F. Module
จัดทำโดย	นายเกียรติพร พ่อค้า
	นางสาวเกวลี สายจันทร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผ.ศ. ดร. ปิยาภรณ์ กระฉอดนอก
สาขาวิชา	วิศวกรรมโทรคมนาคม
ภาคการศึกษาที่	3/ 2552

บทคัดย่อ

(Abstract)

ระบบระบุตำแหน่งสำหรับการเคลื่อนที่แบบไร้สาย เป็นการนำเทคโนโลยีของระบบดาวเทียมเพื่อระบุพิกัด (GPS) ทำงานร่วมกับวงจรรับส่งข้อมูลไร้สาย (R.F. Module) ทำให้สามารถเรียกดูผลการแสดงตำแหน่งของวัตถุที่สนใจบนโปรแกรมแผนที่ผ่านทางเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ โดยทำการเชื่อมต่อกับระบบอินเตอร์เน็ต ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการติดตามตำแหน่งของวัตถุที่สนใจซึ่งเคลื่อนที่ไร้สายบนแผนที่ได้

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานเรื่องระบบรายงานค่าพิกัดผ่านทาง R.F. Module สามารถลุล่วงไปได้ด้วยดี ต้องขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน ผ.ศ. ดร. ปิยาภรณ์ กระฉอดนอก เป็นอย่างสูงที่ได้ให้คำปรึกษา แนวความคิดและคำแนะนำต่างๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อโครงงาน รวมถึงการเอื้อเฟื้อข้อมูลเอกสารในการค้นคว้า

และสุดท้ายขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ทุกท่านที่ได้ถ่ายทอดความรู้ในสาขาวิชาต่างๆ บุคลากรสาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคมทุกท่าน และเพื่อนๆทุกคน ที่เอื้อเฟื้อวัสดุอุปกรณ์ตลอดจนเครื่องมือและสถานที่ต่างๆ ซึ่งทำให้โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

นายเกียรติพร พ่อค้า
นางสาวเกวลี สายจันทร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญรูป	ง
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของงาน	2
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน	2
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 กล่าวนำ	4
2.2 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับ GPS	4
2.2.1 ประวัติและพัฒนาการของดาวเทียม GPS	5
2.2.2 ระบบดาวเทียม	6
2.2.3 หลักการทำงานของ GPS	9
2.2.4 ความรู้เกี่ยวกับมาตรฐาน NMEA (National Marine Electronic Associate)	11
2.3 ความรู้เกี่ยวกับ R.F. Module (XBEE-PRO)	12
2.3.1 คุณสมบัติโดยทั่วไป	12
2.3.2 คุณสมบัติการสื่อสารข้อมูล	12
2.3.3 การจัดขาการทำงาน	13
2.3.4 หลักการและการใช้งาน R.F. Module (XBEE-PRO)	14
2.3.5 การตั้งค่าของตัวอุปกรณ์	14
2.3.6 ตาราง AT command พื้นฐานในการเซตพารามิเตอร์การใช้งาน	15

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์	16
2.4.1 การติดต่อไมโครคอนโทรลเลอร์กับคอมพิวเตอร์	17
2.4.2 การติต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์	17
2.5 บทสรุป	17
บทที่ 3 ระบบรายงานค่าพิกัดผ่านทาง R.F. Module	18
3.1 กล่าวนำ	18
3.2 หลักการทำงานและการออกแบบระบบรายงานค่าพิกัดผ่านทาง R.F. Module	18
3.2.1 หลักการทำงาน GPS Receiver Module รุ่น (PG-11)	18
3.2.2 หลักการทำงาน R.F. Module (XBEE-PRO)	19
3.2.3 หลักการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์	20
3.3 เครื่องรายงานค่าพิกัด GPS ผ่าน R.F. Module	25
3.4 การแสดงผลด้วยโปรแกรมรายงานค่าพิกัด GPS ผ่านทาง R.F. Module	27
3.5 การใช้งานเครื่องรายงานค่าพิกัด GPS ผ่าน R.F. Module และโปรแกรมแสดงค่าพิกัด GPS ผ่าน R.F. Module	28
3.6 การทดลองเครื่องรายงานค่าพิกัด GPS ผ่าน R.F. Module	33
3.6.1 การทดลองบริเวณที่โล่งกว้างไม่มีสิ่งกีดขวาง	33
3.6.2 วิเคราะห์ผลการทดลองบริเวณที่โล่งกว้างไม่มีสิ่งกีดขวาง	35
3.6.3 การทดลองบริเวณที่มีสิ่งกีดขวาง	36
3.6.4 วิเคราะห์ผลการทดลองบริเวณที่มีสิ่งกีดขวาง	37
3.6.5 สรุปผลการทดลอง	37
3.7 สรุป	38
บทที่ 4 บทสรุป	39
4.1 สรุป	39
4.2 ปัญหาและอุปสรรคในการพัฒนา	39
4.3 ข้อเสนอแนะ	40
ประวัติผู้เขียน	42

หน้า

เอกสารอ้างอิง 43

ภาคผนวก 44

สารบัญรูปภาพ

รูปที่ 2.1 ระบบการส่งค่าพิกัด GPS ผ่าน R.F. Module 4

รูปที่ 2.2 สถานีควบคุมระบบดาวเทียม GPS 5 แห่ง 7

รูปที่ 2.3 แสดงการโคจรของดาวเทียม GPS รอบโลก 8

รูปที่ 2.4 องค์ประกอบของระบบดาวเทียม GPS 9

รูปที่ 2.5 ข้อมูลโปรโตคอล NMEA 11

รูปที่ 2.6 R.F. Module (XBEE-PRO) 12

รูปที่ 2.7 การเซตพารามิเตอร์ผ่านทาง x-ctu โดยสีน้ำเงินเป็น AT command ที่เราส่งไปและสีแดง เป็นการตอบกลับ 14

รูปที่ 2.8 PIC18 67J60 Pin Configuration 16

รูปที่ 3.1 (ก) GPS Receiver Module รุ่น (PG-11) และ (ข) สายอากาศรับสัญญาณ 18

รูปที่ 3.2 R.F. Module (XBee -PRO) และ บอร์ดเชื่อมสำหรับการสื่อแบบ RS 232 19

รูปที่ 3.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์และบอร์ดสำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์ 20

รูปที่ 3.4 มาตรฐานของ Protocol NMEA 0183 20

รูปที่ 3.5 แผนผังการทำงานของโปรแกรม 23

รูปที่ 3.6 โปรแกรมที่ใช้ในการคอมไพเลอร์ CCS Compiler 24

รูปที่ 3.7 Version ที่ใช้ในโปรแกรม CCS Compiler 24

รูปที่ 3.8 โปรแกรม PICkit 2 Version 2.30 สำหรับใช้ในการเขียนไฟล์ .HEX 25

รูปที่ 3.9 เครื่องรายงานค่าพิกัด GPS ผ่าน R.F. Module 26

รูปที่ 3.10 ส่วนประกอบของเครื่องรายงานค่าพิกัด GPS ผ่าน R.F. Module 26

รูปที่ 3.11 โปรแกรมแสดงค่าพิกัด GPS ผ่าน R.F. Module 27

รูปที่ 3.12 ส่วนประกอบของโปรแกรมแสดงค่าพิกัด GPS ผ่าน R.F. Module 28

รูปที่ 3.13 การตรวจสอบพอร์ตคอมที่ใช้ 28

รูปที่ 3.14 ทำการเชื่อมต่ออุปกรณ์ภาครับเข้ากับคอมพิวเตอร์ 29

รูปที่ 3.15 แสดงการใช้งานของเครื่องรายงานค่าพิกัด GPS ผ่าน R.F. Module 29

รูปที่ 3.16 การใช้โปรแกรมแสดงค่าพิกัด GPS ผ่าน R.F. Module 30

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 3.17 การใช้โปรแกรมแสดงค่าพิกัด GPS ผ่าน R.F. Module 31
รูปที่ 3.18 การใช้โปรแกรมแสดงค่าพิกัด GPS ผ่าน R.F. Module 31
รูปที่ 3.19 การนำค่าพิกัดไปแสดงยังโปรแกรม Google Earth 32
รูปที่ 3.20 การนำค่าพิกัดไปแสดงยังโปรแกรม Google Earth 32
รูปที่ 3.21 การทดลองใช้เครื่องรายงานค่าพิกัด GPS ผ่าน R.F. Module 33
รูปที่ 3.22 บันทึกผลการทำงานโดยโปรแกรมแสดงค่าพิกัด GPS ผ่าน R.F. Module 34
รูปที่ 3.23 นำค่าพิกัดที่ได้มาแสดงยังโปรแกรม Google Earth 35
รูปที่ 3.24 บันทึกผลการทำงานโดยโปรแกรมแสดงค่าพิกัด GPS ผ่าน R.F. Module 36
รูปที่ 3.1 ตารางการทดสอบของอุปกรณ์ บริเวณสนามฟุตบอลเยื้องตึกแพทย์ศาสตร์(F9) 36
รูปที่ 3.25 นำค่าพิกัดที่ได้มาแสดงยังโปรแกรม Google Earth 37
รูปที่ 3.2 ตารางการทดสอบของอุปกรณ์ บริเวณทางแยก สุรนิทัศน์ 38

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันหน่วยงานต่างๆ มีโครงสร้างขนาดใหญ่และมีกระบวนการทำงานซับซ้อน ต้องมีฝ่ายควบคุมดูแลเพื่อติดตามและเฝ้าระวังการทำงานในส่วนต่างๆ ขององค์กร ทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในส่วนนี้เป็นจำนวนมาก ดังนั้นเพื่อเป็นการอำนวยความสะดวก และช่วยลดค่าใช้จ่ายในการติดตามการดำเนินงานภายในองค์กร โครงงานนี้ จึงมีแนวคิดในการพัฒนาอุปกรณ์สื่อสารไร้สาย เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานน้อยกว่าอุปกรณ์สื่อสารมีสายส่งสัญญาณ และลดขั้นตอนในการใช้บุคลากรในการทำงาน โดยมุ่งพัฒนาเทคโนโลยีด้านระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก (Global Positioning System ,GPS) เนื่องจากระบบพิกัดดาวเทียม มีบทบาทสำคัญด้านการวางระบบและแสดงตำแหน่ง

การพัฒนาอุปกรณ์ไร้สายระยะใกล้ (Wireless Personal Area Network,WPANs) ด้านการส่งข้อมูล จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการติดตามการดำเนินงาน ให้แสดงผลแก่ผู้ใช้ เพื่อช่วยในการจัดการระบบ โดยการพัฒนาเครื่องมือดังกล่าวจะประยุกต์ความรู้เรื่องระบบกำหนดตำแหน่งบนโลกและเทคโนโลยี Zigbee มาตรฐาน IEEE 802.15.24 ซึ่งอุปกรณ์ดังกล่าวที่คณะผู้ทำโครงงานได้พัฒนาให้เครื่องรายงานพิกัด GPS ผ่าน R.F. Module ที่ประสิทธิภาพสูงกว่าเครื่องติดตามในปัจจุบันด้านการแสดงผลรายงานค่าพิกัดของวัตถุบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ นอกจากนี้ยังประหยัดพลังงานและมีต้นทุนในการผลิตต่ำกว่าท้องตลาด

1.2 วัตถุประสงค์

1. ศึกษาและประยุกต์ใช้งานระบบติดตามวัตถุ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18 67J60 R.F. Module (XBee-PRO) และ GPS Module (PG11)

2. สร้างอุปกรณ์ติดตามวัตถุโดยผ่านคลื่นความถี่วิทยุ (Radio frequency , R.F.) ที่ความถี่ 2.4 GHz

1.3 ขอบเขตของงาน

1. เขียนโปรแกรมเพื่อทำการรับและส่งข้อมูลผ่านอุปกรณ์รับส่งข้อมูลไร้สาย
2. เขียนโปรแกรมเพื่อแสดงค่าพิกัดที่ใช้งานจริงจาก GPS Module
3. สร้างระบบควบคุมการทำงานของ R.F. Module และ GPS Module
4. นำค่าพิกัดที่ได้จาก GPS Module มาแสดงบนแผนที่บนโปรแกรม Google earth
5. ทดลองการใช้งานของระบบอุปกรณ์ติดตาม

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ศึกษาการทำงานของ GPS Module
2. ศึกษาการทำงานของ R.F. Module
3. จัดหาอุปกรณ์และสร้างไมโครคอนโทรลเลอร์
4. ศึกษาและทดลองอุปกรณ์
5. เขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมอุปกรณ์
6. นำอุปกรณ์มาทดลองใช้
7. แก้ไขจุดพกพร่องของอุปกรณ์
8. สรุปผลและทำรายงาน
9. นำเสนอโครงงาน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตาราง 1.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

กิจกรรม	พ.ศ. 2552						
	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
1. ศึกษาการทำงานของ GPS Module	↔						
2. ศึกษาการทำงานของ R.F. Module		↔					
3. จัดหาอุปกรณ์และสร้างไมโครคอนโทรลเลอร์			↔				
4. ศึกษาและทดลองอุปกรณ์			↔	↔			
5. เขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมอุปกรณ์				↔	↔		
6. นำอุปกรณ์มาทดลองใช้					↔		
7. แก้ไขจุดพกพร่องของอุปกรณ์					↔	↔	
8. สรุปผลและทำรายงาน						↔	
9. นำเสนอโครงงาน							↔

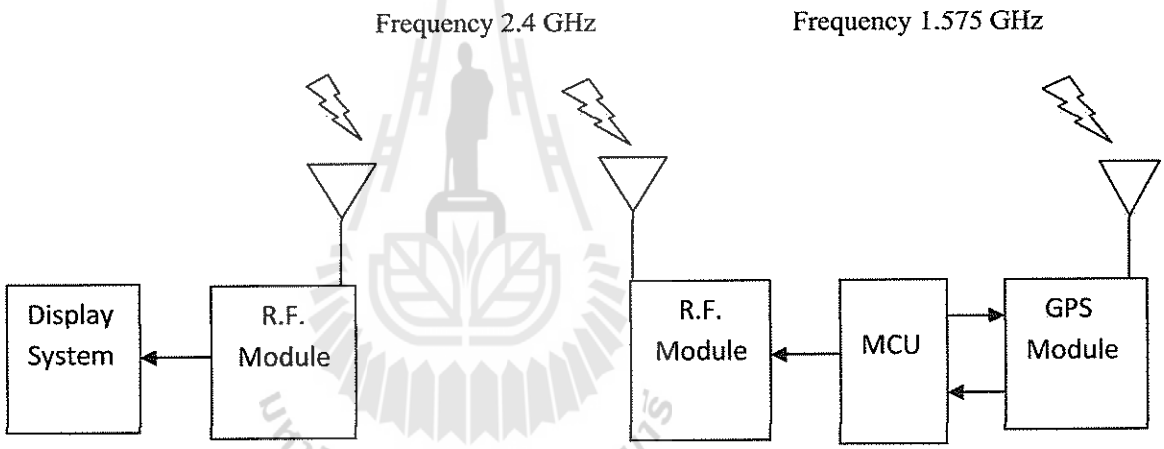
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. มีความเข้าใจในการเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์
2. มีความรู้เกี่ยวกับตัวอุปกรณ์ GPS Module และ R.F. Module
3. สามารถนำอุปกรณ์ที่ได้ไปใช้ประโยชน์แก่บุคคลทั่วไป
4. มีความรู้เกี่ยวกับวิธีการสร้างระบบติดตามวัตถุ

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 กล่าวนำ

การติดตามตำแหน่งของวัตถุโดยใช้ระบบไร้สายมีส่วนประกอบ 3 ส่วน คือ อุปกรณ์สำหรับระบุตำแหน่ง อุปกรณ์แสดงผล และอุปกรณ์สำหรับรับส่งข้อมูล โดยอุปกรณ์ระบุตำแหน่งของวัตถุจะรับข้อมูลจากดาวเทียม แล้วนำข้อมูลที่ได้มาประมวลผลโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ จากนั้นจะส่งข้อมูลโดยอุปกรณ์รับส่งข้อมูล ข้อมูลดังกล่าวจะถูกส่งไปยังอุปกรณ์แสดงผล ดังแสดงในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ระบบการส่งค่าพิกัด GPS ผ่าน R.F. Module

2.2 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับ GPS

GPS หรือ Global Positioning System ชื่อภาษาไทยบัญญัติโดยคณะกรรมการบัญญัติศัพท์เทคโนโลยีสารสนเทศ ราชบัณฑิตยสถาน เมื่อเดือนพฤษภาคม 2541 ไว้ว่า "ระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก" ชื่อเต็มของระบบนี้คือ NAVSTAR Global Positioning System คำว่า NAVSTAR เป็นอักษรย่อมาจาก Navigation Satellite Timing and Ranging ภาคของคำว่าดาวเทียมสำหรับนำร่อง คือระบบที่ระบุตำแหน่งทุกแห่งบนโลก จากกลุ่มดาวเทียม 24 ดวง ที่โคจรอยู่รอบโลก ในระดับสูงที่พ้นจากคลื่นวิทยุรบกวนของโลก และวิธีการที่สามารถให้ความถูกต้องเพียงพอที่จะใช้ชี้บอกตำแหน่งได้ทุกแห่งบนโลกตลอดเวลา 24 ชั่วโมง จากการนำมาใช้งานจริงจะให้ความถูกต้องสูง โดยที่ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของตำแหน่งทางราบต่ำกว่า 50 เมตร

และถ้าเป็นแบบวิธี "อนุพันธ์" (Differential) จะให้ความถูกต้องถึงระดับเซนติเมตรจากการพัฒนาทางด้านอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ทำให้สามารถผลิตเครื่องรับ GPS ที่มีขนาดลดลง และมีราคาถูกลงกว่าเครื่องรับระบบ TRANSIT เดิมเป็นอันมาก

2.2.1 ประวัติและการพัฒนาระบบการติดตามโดยใช้ดาวเทียม GPS

ในศตวรรษที่ 20 ในการพัฒนาเครื่องส่งวิทยุทำให้เครื่องช่วยการเดินทางได้พัฒนาไป อีกขั้นเรียกว่า Radio beacons รวมทั้ง Loran และ Omega ในที่สุดเทคโนโลยีของดาวเทียมทำให้เครื่องช่วยการเดินทางและการหาตำแหน่งจะพิจารณาจากเส้นที่สัญญาณเดินทางผ่านด้วยการวัดของ Doppler ที่เคลื่อนที่ไป ซึ่งมีระบบ Transit เป็นระบบเครื่องช่วยการเดินเรือโดยอาศัยดาวเทียม ได้รับการคิดค้นสำเร็จในปี ค.ศ.1950 และใช้งานอยู่ 33 ปี จึงได้ปลดประจำการไประบบ Transit ได้พัฒนามาให้ข้อมูลการหาตำแหน่งที่แน่นอนให้กับเรือดำน้ำ Polaris ที่มีจรวดนำวิถี หลักการคือ การคาดการณ์โดยใช้ความถี่ Doppler ที่เปลี่ยนแปลงตำแหน่งไปจากดาวเทียม Sputnik ส่งโดยสหภาพโซเวียตในเดือนตุลาคม 1957 สัญญาณเปลี่ยนของ Doppler สามารถพิจารณาการโคจรของดาวเทียมใช้ข้อมูลที่จดเอาไว้ที่สถานีหนึ่งเมื่อดาวเทียมโคจรผ่านไป ระบบ Transit ประกอบด้วย ดาวเทียม 6 ดวงที่โคจรเกือบจะเป็นวงกลม การโคจรผ่านขั้วโลกที่ความสูง 1,075 กิโลเมตร ระยะเวลาของการหมุนรอบโลก 107 นาที การโคจรของดาวเทียม Transit จะแน่นอนกว่าโดยการติดตามจากสถานีพื้นโลกที่กำหนดไว้ ด้วยสภาพที่น่าพอใจความเร็วที่แน่นอนเป็น 35 ถึง 100 เมตรต่อนาที ปัญหาของ Transit คือการครอบคลุมพื้นที่มีช่องว่างระหว่างกันมาก ผู้ใช้ต้องคำนวณโดยการอินเตอร์โพเลต (Interpolate) ตำแหน่งของตนเองระหว่างที่ดาวเทียมโคจรผ่านไป

ความสำเร็จของ Transit เป็นการกระตุ้นให้ทั้งกองทัพเรือและกองทัพอากาศของสหรัฐฯ พิจารณาระบบช่วยการเดินทางที่ก้าวหน้ากว่าเดิมและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ทางกระทรวงกลาโหมของสหรัฐฯ ได้ผลิตระบบการหาตำแหน่ง Navstar ทั่วโลก ซึ่งจะเอาไว้ในการระบุตำแหน่งการนำวิถีของจรวดทั้งทางบกและทางอากาศและยังสามารถบอกได้ว่ากองกำลังทหารอยู่ ณ ที่ใดของสนามรบและนั่นก็เป็นจุดเริ่มต้นของการผลิตคิดค้นระบบวิธีการระบุตำแหน่งบนพื้นโลก ซึ่งระบบ GPS จะขัดแย้งกับ Transit คือระบบ GPS ให้สัญญาณครอบคลุมพื้นที่ต่อเนื่องและให้ความ

ถูกต้องและแม่นยำกว่าระบบเดิม ซึ่งได้ผลิตให้ดาวเทียมมีความทันสมัย (Modernization) และเหมาะสมในการนำไปใช้งานต่างๆ จนถึงปัจจุบัน ดาวเทียม GPS ได้ถูกสร้างขึ้นมาแล้วถึง 4 รุ่น คือ

รุ่นที่ 1 เรียกว่า Block I
รุ่นที่ 2 เรียกว่า Block II/IIA
รุ่นที่ 3 เรียกว่า Block IIR
รุ่นที่ 4 เรียกว่า Block IIF

2.2.2 ระบบดาวเทียม

ลักษณะทั่วไปของระบบ GPS ประกอบด้วยส่วนประกอบที่สำคัญ 3 ส่วน ได้แก่

1. ส่วนศูนย์ควบคุมกลาง (Control Station Segment)
2. ส่วนอวกาศ (Space Segment)
3. ส่วนผู้ใช้งาน (User Segment)

1. ส่วนศูนย์ควบคุมกลาง (Control Station Segment) ซึ่งเป็นศูนย์ควบคุมระบบและบัญชาการการทำงานของระบบ GPS รวมไปถึงการตรวจตราดูความเรียบร้อยของระบบ ตั้งอยู่ที่ฐานทัพอากาศเมือง Colorado Spring สหรัฐอเมริกา และศูนย์ควบคุมกลางประกอบด้วย

- สถานีสังเกตการณ์ (Monitor Station) จำนวน 5 แห่ง กระจายอยู่ตามจุดต่างๆ ของโลก ได้แก่ Hawaii, Kwajalein, Ascension Island, Diego Garcia และ Colorado Spring
- จานส่งสัญญาณภาคพื้นดิน (Ground Antennas) ซึ่งมีอยู่ด้วยกัน 3 จุด ได้แก่ Ascension Island, Diego Garcia, Kwajalein
- ศูนย์บัญชาการ (Master Control Station) ตั้งอยู่ฐานทัพอากาศสหรัฐฯ Schriever AFB รัฐ Colorado

เมื่อสถานีรับสัญญาณจากดาวเทียมมา เพื่อปรับแก้ไขข้อมูลวงโคจร (Ephemeris) และข้อมูลเวลา (Clock Correction) ของดาวเทียมแต่ละดวงแล้วจะทำการส่งข้อมูลวงโคจร (Ephemeris) และข้อมูลเวลา (Clock data) กลับไปยังดาวเทียม แล้วดาวเทียมก็จะทำการส่งข้อมูลที่ได้รับการแก้ไขแล้วมาพร้อมกับคลื่นวิทยุมายังเครื่องรับ GPS

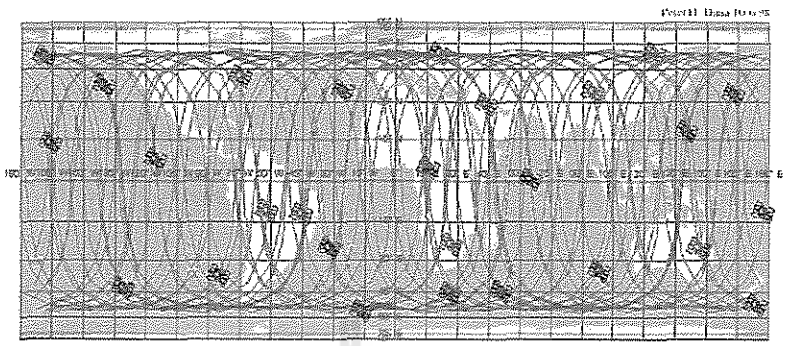
รูปที่ 2.2 สถานีควบคุมระบบดาวเทียม GPS 5 แห่ง

2. ส่วนอวกาศ (Space Segment) จะประกอบด้วย

- ดาวเทียมทั้งหมด 24 ดวง แต่ละดวงโคจรรอบโลกเป็นเวลา 12 ชั่วโมง
- มีความสูงของวงโคจรอยู่ประมาณ 11,000 ไมล์จากพื้นโลก
- ดาวเทียมแต่ละดวงจะมีนาฬิกาอะตอม (Atomic Clock) ติดตั้งอยู่ถึง 4 เครื่อง ซึ่งจะให้เวลาที่ถูกต้องมาก
- มีระนาบของวงโคจร 6 ระนาบ แต่ละระนาบมีดาวเทียม 4 ดวง และเอียงทำมุมกับเส้นศูนย์สูตร (Equator) เป็นมุม 55 องศา

โครงสร้างของวงโคจร (Constellation) ในลักษณะนี้ทำให้มีดาวเทียมจำนวน 5-8 ดวง ที่เครื่องรับ GPS สามารถรับสัญญาณได้ ณ ตำแหน่งหนึ่งตำแหน่งใดได้ตลอดเวลาและดาวเทียม GPS จะมีปีกเป็นแผงเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ (solar cell panels) โดยปกติจะพยายามหมุนตัวให้สามารถรับพลังงานแสงอาทิตย์ได้มากที่สุด ดังนั้นตัวดาวเทียมจะมีการหมุนปรับตัวตลอดเวลา โดยให้ปีกเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ตั้งฉากกับตำแหน่งของดวงอาทิตย์ในตัวดาวเทียมยังบรรจุแบตเตอรี่สำหรับให้พลังงาน เมื่อดาวเทียม GPS เคลื่อนตัวอยู่ภายในเงาของโลกตำแหน่งของดาวเทียมตลอดเวลาจะถูกคำนวณให้เครื่องรับหาตำแหน่งของผู้ใช้ที่สามารถรับข้อมูลได้ 50 bps ต่อเนื่องกัน วงโคจรของแต่ละดวงต่อระยะเวลา 1 ชั่วโมง โดยการตั้งอิลิเมนต์ (element)

การโคจรที่ 15 Keplerian พร้อมทั้งค่าสัมประสิทธิฮาร์โมนิคเพิ่มขึ้นจากการรบกวนและแก้ไขทุกๆ 4 ชั่วโมง

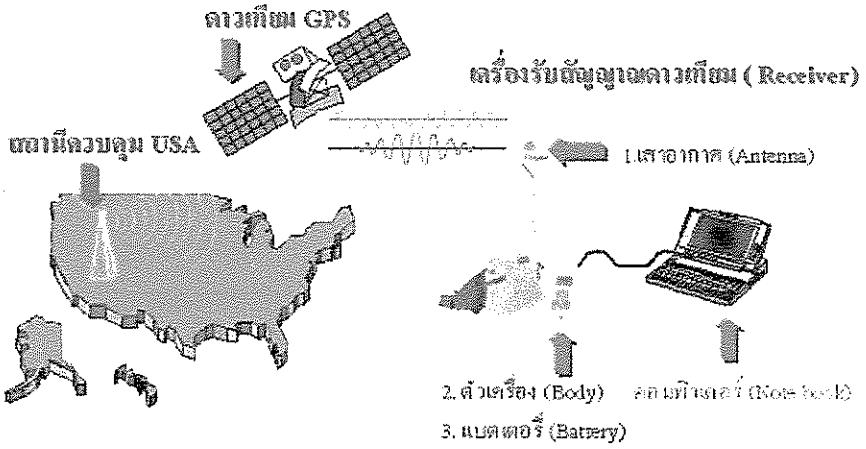


รูปที่ 2.3 แสดงการโคจรของดาวเทียม GPS รอบโลก

3. ส่วนผู้ใช้งาน (User Segment) ประกอบด้วย 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ ส่วนที่เกี่ยวข้องกับทางทหาร (Military) และทางพลเรือน (Civilian) ซึ่งทางพลเรือนจะได้รับสัญญาณฟรี แต่ผู้ใช้ต้องรับผิดชอบหาซื้อจานรับ (Antenna) และเครื่องรับ (Receiver) ด้วยตนเอง นโยบายการให้บริการข้อมูล GPS ของรัฐบาลสหรัฐฯ มีดังนี้

- Precise Positioning Services : PPS
  - ใช้ในการทางทหารเป็นหลัก
  - ข้อมูลจะมีการเข้ารหัส เฉพาะผู้ที่มีเครื่องถอดรหัสจึงจะสามารถใช้งานได้
  - ความถูกต้องของพิกัด คือ 22 เมตร ในแนวราบ 27.7 เมตรในแนวดิ่ง และ 200 ns (UTC)

- Standard Positioning Services : SPS
  - ใช้ในกิจการพลเรือนเป็นหลัก
  - ความถูกต้องลดลงเนื่องจาก Selective Availability (SA)
  - ความถูกต้องของพิกัด คือ 100 เมตร ในแนวราบ 156 เมตร ในแนวดิ่ง และ 340 ns (UTC)



รูปที่ 2.4 องค์ประกอบของระบบดาวเทียม GPS

2.2.3 หลักการทำงานของ GPS

หลักการพื้นฐานของ GPS เป็นเรื่องง่ายๆ แต่อุปกรณ์ของเครื่องมือถูกสร้างขึ้นด้วยวิทยาการขั้นสูง การทำงาน GPS คือ

1. จะอาศัยหลักพื้นฐานของ GPS : Satellites Triangulation

หลักการ : อาศัยตำแหน่งของดาวเทียมในอวกาศเป็นจุดอ้างอิง แล้ววัดระยะจากดาวเทียม 4 ดวง และใช้หลักการทางเรขาคณิตในการคำนวณหาตำแหน่งบนพื้นโลก

2. วัดระยะทางระหว่างเครื่องรับ GPS กับดาวเทียม GPS โดยการวัดระยะเวลา ที่คลื่นวิทยุใช้ในการเดินทางจาก ดาวเทียมสู่เครื่องรับใช้เวลาเดินทางของคลื่นวิทยุ

สูตร : ระยะทาง = ความเร็ว × เวลาที่ใช้เดินทาง

คลื่นวิทยุ : ความเร็ว = 186,000 ไมล์ต่อนาที

การวัดระยะเวลาในการเดินทาง คือ การเทียบกันของคลื่นสัญญาณที่ดาวเทียมส่งมากับคลื่นสัญญาณที่เครื่องรับ GPS ส่งมา ส่วนคลื่นที่ใช้ในการส่งจะเป็น Pseudo Random Noise Code

3. การวัดระยะเวลาที่คลื่นวิทยุใช้ในการเดินทางของ GPS จะต้องใช้นาฬิกาที่แม่นยำมาก ถ้า PRN CODE จากดาวเทียมมีข้อมูลเวลาที่คลื่นเริ่มออกเดินทางจากดาวเทียมเมื่อคลื่นสัญญาณจากดาวเทียมและคลื่นสัญญาณจากเครื่องรับ GPS ซินโครไนซ์กัน (Synchronize) และจะต้องใช้ Atomic Clock ในการวัดเวลา ส่วนเวลาที่ใช้ในการเดินทางจะสั้นมากประมาณ 0.06 วินาที คือ

เวลาของเครื่องรับ GPS × เวลาของดาวเทียม ส่วนการบอกตำแหน่ง GPS ยังเป็นเวลาที่มีความแน่นอนถึง 10 นาโนวินาทีหรือดีกว่า

4. ต้องรู้ตำแหน่งของดาวเทียม GPS ที่แน่นอนในอวกาศ

- วงโคจรสูงมากประมาณ 11,000 ไมล์

- วงโคจรอาจคลาดเคลื่อน (Ephemeris Errors) เนื่องจากแรงโน้มถ่วงของดวงจันทร์และดวงอาทิตย์

- สถานีควบคุมจะใช้เรดาร์ตรวจสอบการโคจรของดาวเทียม GPS ตลอดเวลาแล้วส่งข้อมูลไปปรับแก้ข้อมูลวงโคจรและเวลาของดาวเทียม เมื่อข้อมูลได้รับการปรับแก้แล้วจะถูกส่งมายังเครื่องรับ GPS

5. ต้องแก้ไขความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการเดินทางของคลื่นวิทยุมาสู่โลกซึ่งเป็นสาเหตุของความคลาดเคลื่อน (GPS Errors) ของค่าพิกัดที่คำนวณได้

- เกิดจากการเดินทางสู่ชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ (Ionosphere) จะมีประจุไฟฟ้าและชั้นโทรโพสเฟียร์ (Troposphere) จะมีทั้งความชื้น อุณหภูมิ ความหนาแน่นที่แปรเปลี่ยนได้ตลอดเวลา

- การสะท้อนของคลื่นสัญญาณไปในหลายทิศทาง (Multipath Error) ซึ่งที่ผิวโลกคลื่นสัญญาณต้องกระทบกับวัตถุ ก่อนถึงเครื่องรับ GPS จะทำให้มีการหักเห และสัญญาณจะมีกำลังงานลดลง

- ปัญหาที่เกิดจากดาวเทียม (Check error, Ephemeris error) อาจเกิดจากวงโคจรคลาดเคลื่อนเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของดวงจันทร์ และดวงอาทิตย์ หรืออาจจะเกิดจากความคลาดเคลื่อนของนาฬิกาเพียงเล็กน้อย จะทำให้การคำนวณระยะทางผิดพลาดได้มากเนื่องจากดาวเทียมอยู่สูงมาก

- ความสัมพันธ์ทางเรขาคณิตระหว่างตำแหน่งของดาวเทียมและตำแหน่งของเครื่องรับ GPS ซึ่งจะคำนวณเป็นค่า GDOP (Geometic Dlution of recision) ซึ่งเนื่องจากลักษณะการวางตัวของดาวเทียม

- อาจจะเกิดจากความผิดพลาดอื่นๆเช่น ความผิดพลาดของคอมพิวเตอร์ หรือมนุษย์ที่ควบคุมสถานีดาวเทียม ซึ่งผิดพลาดได้มาก หรือความผิดพลาดของเครื่องรับ GPS, ซอฟแวร์, ฮาร์ดแวร์, และผู้ใช้ ซึ่งความผิดพลาดนี้ไม่แน่นอน

2.2.4 ความรู้เกี่ยวกับมาตรฐาน NMEA (National Marine Electronic Associate)

NMEA-0183 เป็นมาตรฐานที่ถูกพัฒนามาจากความต้องการที่จะใช้ข้อมูลโดยตรง ในการที่จะเชื่อมต่อระหว่างเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ที่เกี่ยวกับทะเล อุปกรณ์การเดินเรือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารมาตรฐานนี้จะกำหนดความต้องการสัญญาณทางไฟฟ้า ขั้นตอน ในการส่งข้อมูลและใช้เวลาในการส่งข้อมูลแบบอนุกรมด้วยความเร็ว 4800 บิตต่อวินาที ข้อมูลที่เก็บไว้จะใช้ตัวอักษรรหัสแอสกี้ (ASCII Code) ซึ่งจะบอกให้ทราบถึงตำแหน่ง ความสูงและอื่นๆ ซึ่ง ASCII แต่ละตัวจะมีขนาดข้อมูล 8 บิต ในแต่ละข้อมูลที่ถูกแปลงมาจะขึ้นต้นด้วย "$" ตามด้วย "Talker ID" ตามด้วย "Sentence ID" และ ข้อมูลอื่นซึ่งข้อมูลจะถูกคั่น ด้วย ","(comma)

Talker ID คือ GP – GLOBAL Positioning System

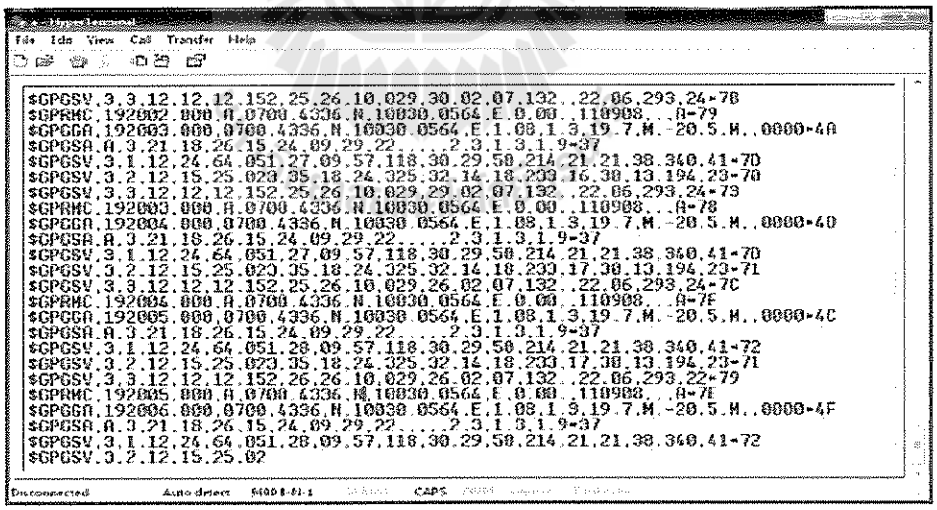
Sentence ID จะประกอบด้วย Protocol ต่างๆดังนี้

GSV จะบอกถึงข้อมูลของดาวเทียมรวมทั้งความแรงของสัญญาณ

GSA จะบอกว่ามีดาวเทียมกี่ดวงที่ใช้ในการคำนวณ

RMC จะรวมข้อมูลของตำแหน่งและความเร็ว

GGA จะบอกค่า ลิปดา (Lipda) และ ฟิลิปดา (Pilipda)



รูป 2.5 ข้อมูลขั้นตอน NMEA

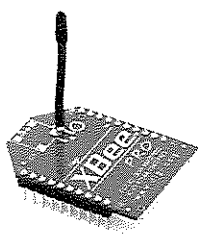
2.3 ความรู้เกี่ยวกับ R.F. Module (XBEE-PRO)

2.3.1 คุณสมบัติโดยทั่วไป

- ความถี่ในการทำงาน : 2.4 GHz
- สายอากาศ : สายอากาศแบบ Whip
- ระยะทำการในร่มประมาณ 300 เมตร
- ระยะทำการกลางแจ้ง (แบบ line-of-sight) ประมาณ 1,500 เมตร
- กำลังส่ง 60 mW (18dBm)
- ความไวในการรับสัญญาณ : -100 dBm (1% packet error rate)
- ไฟเลี้ยง : 2.8 ถึง 3.4V

2.3.2 คุณสมบัติการสื่อสารข้อมูล

- สามารถทำงานเป็นอุปกรณ์มาสเตอร์ และสเลฟได้
- อัตราถ่ายทอดข้อมูลผ่านคลื่นวิทยุ : 250,000 บิตต่อวินาที
- อัตราการถ่ายทอดข้อมูลอนุกรม (บอดเรต) : 1,200 ถึง 115,200 บิตต่อวินาที
- รูปแบบโครงข่ายข้อมูลที่รองรับ : จุดต่อจุด (Point-to-point), จุดต่อหลายจุด (Point-to-multipoint) และเข้ากันได้กับอุปกรณ์ ตามมาตรฐานรหัส 802.15.4
- สามารถ กำหนดรหัสแอดเดรสได้มากถึง 65,000 รหัส
- เทคโนโลยีในการกระจายคลื่น : DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum)รองรับการทำงานทั้งแบบ API และ AT command สามารถกำหนดได้ผ่านทางซอฟต์แวร์ X-CTU



รูปที่ 2.6 R.F. Module (XBEE-PRO)

2.3.3 การจัดขาการทำงาน

ขาที่	ชื่อขา/การทำงาน
1	Vcc : ขาต่อไฟเลี้ยง +3.3V
2	DOUT : ขาเอาตพุตส่งข้อมูลอนุกรม
3	DIN : ขาอินพุตรับข้อมูลอนุกรม
4	DO8 : ขาเอาต์พุตดิจิตอล ช่อง 8
5	RESET : ขารีเซตหลัก (แอกตีฟ "0")
6	PWM0/RSSI : ขาเอาต์พุต PWM ช่อง 0 และขาเอาต์พุตแสดงความแรงของการรับสัญญาณ
7	PWM1 : ขาเอาต์พุต PWM ช่อง 1
8	ไม่ใช้งาน
9	DTR/SLEEP_RQ/DI8 : ขาอินพุตรับสัญญาณให้ หยุดทำงานเข้าสู่โหมดสลีป
10	GND : ขาต่อกราวด์
11	AD4/DIO4 : ขาอินพุตอะนาลอก 4 หรือ ขาอินพุตเอาต์พุตดิจิตอล 4
12	CTS/DIO7 : อินพุตรับสัญญาณแจ้งการส่งข้อมูลจากโฮสต์ (Clear-To-Send) ใช้ในการควบคุมจังหวะการรับส่งข้อมูล หรือเป็น ขาอินพุตเอาต์พุตดิจิตอล 7
13	ON/SLEEP : ขาแสดงสถานะการทำงาน "1" : อยู่ในโหมดทำงานปกติ "0" : อยู่ในโหมดสลีป
14	VRE. : ขาต่อแรงดันอ้างอิงสำหรับโมดูลแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอล ภายใน XBee-PRO
15	Associated/AD5/DIO5 : ขาแสดงสถานการณ์เชื่อมต่อ หรือ ขาอินพุตอะนาลอก 5 หรือ ขาอินพุตเอาต์พุตดิจิตอล 5
16	RTS/AD6/DIO6 : ขาเอาต์พุตแจ้งความพร้อมในการส่งข้อมูล (Ready-To-Send)ใช้ควบคุมจังหวะการรับส่งข้อมูล หรือเป็นขาอินพุตอะนาลอก 6 หรือเป็นขาอินพุตเอาต์พุตดิจิตอล 6
17	AD3/DIO3 : ขาอินพุตอะนาลอก 3 หรือ ขาอินพุตเอาต์พุตดิจิตอล 3
18	AD2/DIO2 : ขาอินพุตอะนาลอก 2 หรือ ขาอินพุตเอาต์พุตดิจิตอล 2
19	AD1/DIO1 : ขาอินพุตอะนาลอก 1 หรือ ขาอินพุตเอาต์พุตดิจิตอล 1
20	AD0/DIO0 : ขาอินพุตอะนาลอก 0 หรือ ขาอินพุตเอาต์พุตดิจิตอล 0

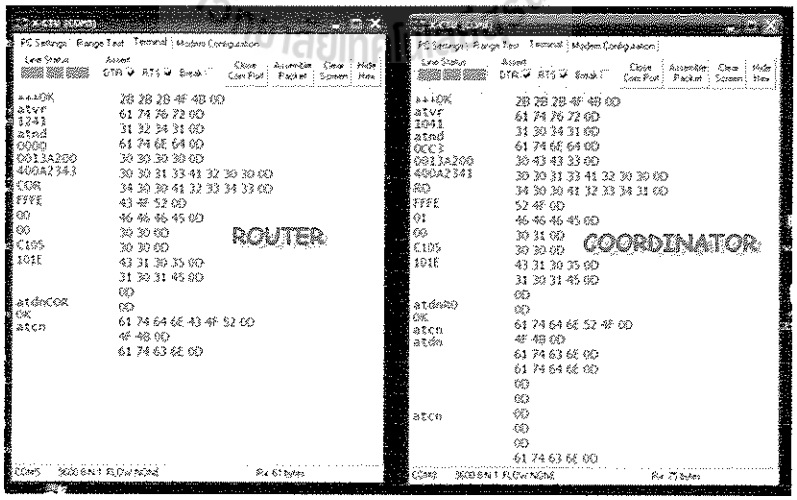
2.3.4 หลักการและการใช้งาน R.F. Module (XBEE-PRO)

XBee เป็นอุปกรณ์ที่มีไมโครครอนโทรลเลอร์ และ RF IC อยู่ภายใน ทำหน้าที่เป็น อุปกรณ์อุปกรณ์รับ-ส่งสัญญาณ (transceiver) แบบ Half Duplex ย่านความถี่ 2.4 GHz มีการจัดการโดยใช้พลังงานต่ำ ใช้งานง่าย มีการเชื่อมต่อที่ใช้รับและส่งข้อมูลกับ Xbee เป็น UART (TTL) ซึ่งสามารถนำขาที่ใช้ติดต่อสื่อสาร ผ่านทาง UART ของ Xbee ต่อเข้ากับ UART ของไมโครคอนโทรลเลอร์ได้เลย

Xbee สามารถใช้งานตามมาตรฐาน Zigbee ได้ โดยที่ไม่ต้องเขียนโปรแกรมสร้าง เครือข่าย Zigbee เลย เพราะว่าทางผู้ผลิตได้จัดทำเฟิร์มแวร์ (firmware) ที่จะโหลดเข้าไปในตัว Xbee ทำให้สามารถ ตั้งค่าพารามิเตอร์ ผ่านทางซอฟแวร์ (X-CTU) โดยใช้ At command เหมือนกับการควบคุม GSM Module โดยใช้ Hyper terminal หรือ ผ่านทางการรับส่งข้อมูลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ได้อย่างง่ายดาย โดยเมื่อ ตั้งค่า Xbee ให้ทำงานเป็นอุปกรณ์ในเครือข่าย เราจะเรียก Xbee แต่ละตัวว่าเป็น Node

2.3.5 การตั้งค่าของตัวอุปกรณ์

สามารถกำหนดค่าพารามิเตอร์ที่ต้องการเช่น ID , DH , DL , MY , WR , CN , VR , ND , DN , RO , BD เพื่อการสร้างระบบโครงข่ายที่ต้องการ โดยสามารถกำหนดพารามิเตอร์ผ่านทาง AT COMMAND



รูปที่ 2.7 การเซตพารามิเตอร์ผ่านทาง x-ctu โดยสีน้ำเงินเป็น AT command ที่เราส่งไปและสีแดงเป็นการตอบกลับ

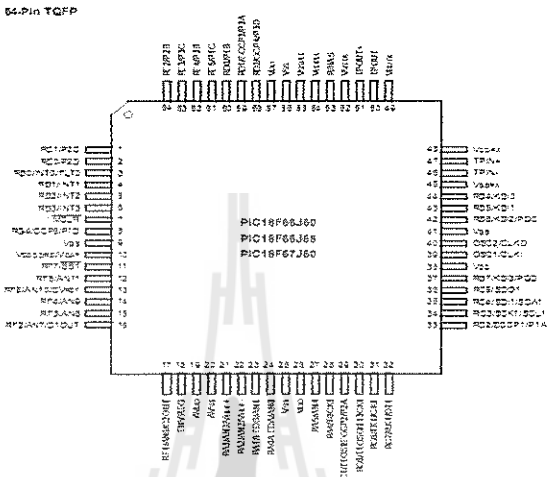
2.3.6 ตาราง AT command พื้นฐานในการเซตพารามิเตอร์การใช้งาน

AT command	คำอธิบายของคำสั่ง
ATIDxxxx[ENTER]	เป็นการกำหนด ID การสื่อสาร (PAN ID) ซึ่งทั้ง 2 ตัวจะต้องตั้งให้เหมือนกัน ไม่เช่นนั้น Xbee จะเข้าใจว่าเป็นคนละเครือข่าย โดย xxxx เป็นได้ตั้งแต่ 0 - FFFF
ATDHxxx[ENTER]	เป็นการกำหนดหมายเลขของ Xbee ปลายทางเป้าหมาย (บิตสูง)
ATDLxxx[ENTER]	เป็นการกำหนดหมายเลขของ Xbee ปลายทางเป้าหมาย (บิตต่ำ)
ATMYxxx[ENTER]	เป็นการกำหนดหมายเลขของตัวมันเอง
ATWR[ENTER]	เป็นการสั่งให้บันทึกค่าที่เรากำหนดไว้ลองบน XBee ถ้าไม่ใช้คำสั่งนี้ XBee ก็ยังจะสามารถทำงานได้ปกติ แต่เกิดไฟดับขึ้นมา XBee จะกลับไปเป็นค่าที่ทำการบันทึกไว้ครั้งสุดท้าย
ATCN[ENTER]	จบการ Config
ATVR[ENTER]	ดู firmware version ของ Xbee ตอนนี้
ATND[ENTER]	สั่งให้ค้นหา node อื่น ๆ และทำการรายงานสถานะ
ATDN[STRING][ENTER]	ให้กำหนด Destination Node ตามหมายเลข SH , SL ของ [STRING] ซึ่งเป็นชื่อ Node ที่สามารถตั้งได้ไม่เกิน 20 ตัวอักษร ASCII
ATROxxx[ENTER]	กำหนดค่า Packetization Timeout (ได้ 255 ค่า ตั้งแต่ 0-0xFF)
ATBDx[ENTER]	กำหนดค่า Baud Rate ของ Xbee ที่ใช้ติดต่อกับ ไมโครคอนโทรลเลอร์ หรือคอมพิวเตอร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่เลือกใช้ในโครงงานนี้คือ ไมโครคอนโทรเลอร์ PIC18 67J60 ดังรูปที่ 2.6 ซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้



รูปที่ 2.8 PIC18 67J60 Pin Configuration

- พอร์ทอินพุท-เอาท์พุท(I/O) 8 บิต
- มีขาการทำงาน 64 pin
- ทำงานที่คริสตอลความถี่ 25 MHz
- หน่วยความจำโปรแกรม 128 KB
- หน่วยความจำ RAM 3808 ไบท์ สำหรับใช้งานทั่วไป และ 8KB สำหรับ ETHERNET

การใช้งานขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18 67J60 มีหลายแบบ แต่สามารถแบ่งออกได้เป็นสองกลุ่มใหญ่ๆ ตามลักษณะการใช้งานได้ดังนี้

1. ขาที่ใช้ต่อควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ เช่นขาที่ใช้ต่อกับ Vcc,Gnd,Xtal
2. ขาที่เป็น I/O พอร์ตจะประกอบไปด้วยพอร์ต A,B,C,D,F,G

2.4.1 การติดต่อไมโครคอนโทรลเลอร์กับคอมพิวเตอร์

คอมพิวเตอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์จะเชื่อมต่อกันผ่านทางพอร์ตอนุกรม (Serial Port) สำหรับการสื่อสารกันแบบอนุกรม จะมีข้อดีคือสามารถรับส่งข้อมูลได้ในระยะทางไกล ราคาถูก แต่มีข้อเสียคือรับส่งข้อมูลได้ค้อนข้างช้า

2.4.2 การติต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์

PIC18 67J60 มี 6 I/O Port แต่ละ Port มีขนาด 8 บิต การติดต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านทาง I/O Port มี 2 วิธีคือ

1. แบบ Polling วิธีนี้เป็นการตรวจสอบอินพุท ด้วยการวนกลับมารับค่าหรืออ่านค่าจาก I/O ด้วยการวนลูปรับค่า วิธีนี้ทำให้โปรแกรมทำงานเป็นขั้นตอนดี แต่การวนลูปรับค่าจะทำให้การทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ช้าลง
2. แบบ Interrupt เป็นการติดแบบขัดจังหวะ กล่าวคือเมื่อมีการเรียกใช้ Interrupt หรือมีอินพุท ที่ทำให้เกิด Interrupt โปรแกรมภายในคอนโทรลเลอร์จะทำการกระโดดไปที่ Interrupt Vector เพื่อทำการ Interrupt Routine จากนั้นจึงกลับเข้าสู่การทำงานของโปรแกรมโดยปกติ วิธีนี้จะทำให้การทำงานเร็วขึ้น แต่การกระโดดไปยังคำสั่งอาจเกิดการผิดพลาดได้ดังนั้นจึงต้องมีการกำหนด Stack Pointer ขึ้นเพื่อบอกตำแหน่งการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

2.5 บทสรุป

ในบทนี้ได้กล่าวถึงความเป็นมา และหลักการที่เกี่ยวข้องกับโครงงานโดยได้อธิบายเกี่ยวกับ ระบบ GPS มาตรฐาน NMEA ความรู้เกี่ยวกับ R.F. Module และความรู้เกี่ยวไมโครคอนโทรลเลอร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 3
ระบบรายงานค่าพิกัดผ่านทาง R.F. Module

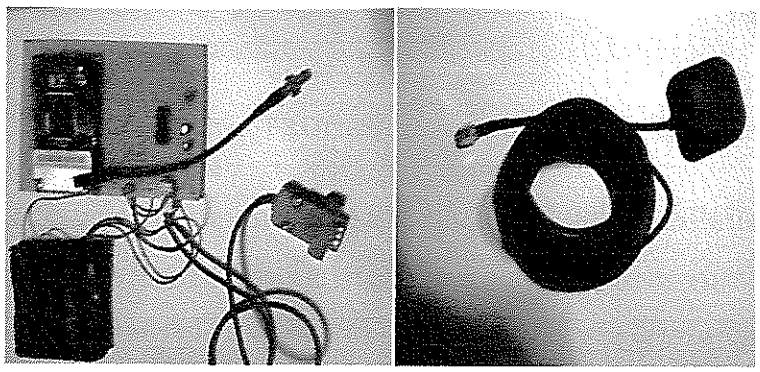
3.1 กล่าวนำ

ในการออกแบบระบบติดตามตำแหน่งของวัตถุ ประกอบด้วย ไมโครคอนโทรลเลอร์ GPS Receiver Module (PG-11) R.F. Module (XBEE-PRO) และ การแสดงผล (Monitor) โดยมีหลักการทำงานโดยใช้ GPS Receiver Module เพื่อทำหน้าที่ในการระบุพิกัด ซึ่งพิกัดดังกล่าวยังไม่สามารถแสดงผลได้ ต้องผ่านการประมวลผลโดยอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ก่อน หลังจากนั้นจึงส่งข้อมูลที่ประมวลผลได้ไปยัง R.F. Module (ภาคส่ง) ด้วยความถี่ 2.4 GHz ไปยัง R.F. Module (ภาครับ) โดยอุปกรณ์แสดงผลจะรายงานพิกัด ไปแสดงผลบนโปรแกรม Google earth ทั้งนี้พิกัดที่รับโดย GPS Module อาจมีการคลาดเคลื่อนเล็กน้อยเนื่องจากความผิดพลาดของตัวอุปกรณ์ สภาพแวดล้อม และพฤติกรรมของคลื่นความถี่ที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา

3.2 หลักการทำงานและการออกแบบระบบรายงานค่าพิกัดผ่านทาง R.F. Module

3.2.1 หลักการทำงาน GPS Receiver Module รุ่น (PG-11)

GPS Receiver Module คือ ตัวแปลงสัญญาณที่ได้มาจากสายอากาศ โดยสายอากาศเป็นตัวรับสัญญาณจากดาวเทียม โดยรับสัญญาณที่ความถี่ 1,575.42 MHz ในอัตราขยาย (Gain) 26 dB มี Bandwidth 2 MHz ข้อมูลที่รับแสดงเป็นรหัสแอสกี้ (ASCII Code) มีแรงดันสัญญาณตามมาตรฐาน NMEA 0183 สัญญาณที่ได้ถูกนำมาแปลงให้อยู่ในแรงดันมาตรฐาน RS232 เพื่อที่จะสามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ทั้งหมดเข้าด้วยกัน อุปกรณ์ทั้งหมดถูกเรียกว่าชุดรับสัญญาณ GPS Receiver Module



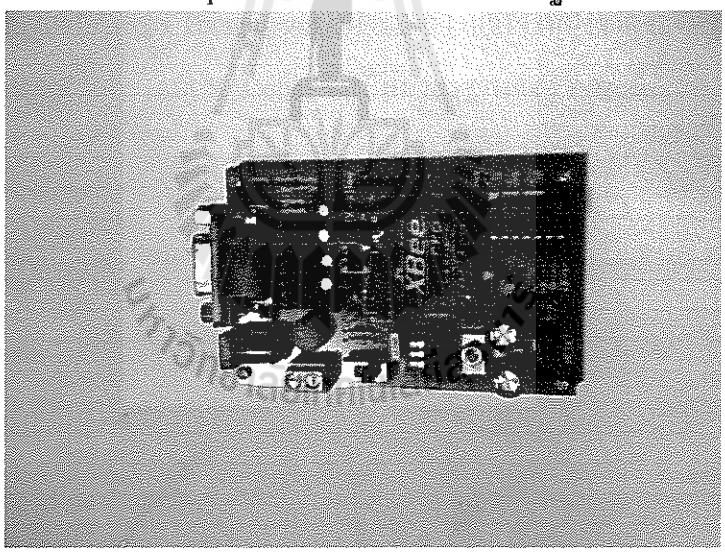
(ก) (ข)

รูปที่ 3.1 (ก) GPS Receiver Module รุ่น (PG-11) และ (ข) สายอากาศรับสัญญาณ

จากรูปได้ทำการแปลงแรงดัน TTL เป็น แรงดัน RS232 โดยใช้ IC Max232 และต่อขั้วสายด้วย DB9 เพื่อความสะดวกในการใช้งาน ในส่วนของการจ่ายไฟใช้ถ่านขนาด AA จำนวน 4 ก้อน ซึ่งมีแรงดันรวมประมาณ 6 โวลต์ โดยสามารถใช้งานโดยเปิดทิ้งไว้ได้ประมาณ 4 วัน ในส่วนของสายอากาศที่ใช้มีความยาวประมาณ 5 เมตร มีหัวเชื่อมต่อแบบ SMA ใช้การจ่ายไฟจาก GPS Module 3 โวลต์ ใช้งานที่ความถี่ 1575.42 MHz มีอัตราขยาย 4.5 dBi ทำงานที่อุณหภูมิ $-40C^0$ ถึง $+85C^0$

3.2.2 หลักการทำงาน R.F. Module (XBEE-PRO)

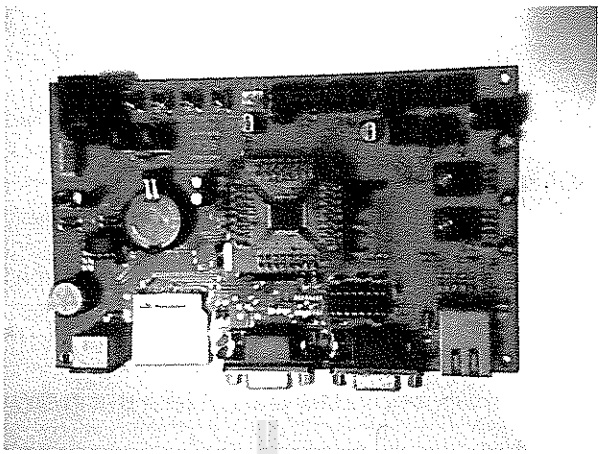
XBee เป็นอุปกรณ์ที่มีไมโครคอนโทรลเลอร์และ RF IC อยู่ภายใน ทำหน้าที่เป็น อุปกรณ์อุปกรณ์รับ-ส่งสัญญาณ (transceiver) แบบ Half Duplex ย่านความถี่ 2.4 GHz มีการจัดการโดยใช้พลังงานต่ำ ใช้งานง่าย มีการเชื่อมต่อที่ใช้รับและส่งข้อมูลกับ Xbee เป็น UART (TTL) ซึ่งสามารถนำขาการใช้งานที่ใช้ติดต่อสื่อสารผ่านทาง UART ของ Xbee ต่อเข้ากับ UART ของไมโครคอนโทรลเลอร์ได้เลย ส่วนในการทำงานจะทำหน้าที่ในการนำข้อมูลจากไมโครคอนโทรลเลอร์ส่งไปยังภาครับด้วยความเร็ว 250 Kbps โดยใช้การเชื่อมต่อตามมาตรฐานของ RS232



รูปที่ 3.2 R.F. Module (XBee -PRO) และ บอร์ดเชื่อมสำหรับการสื่อแบบ RS 232

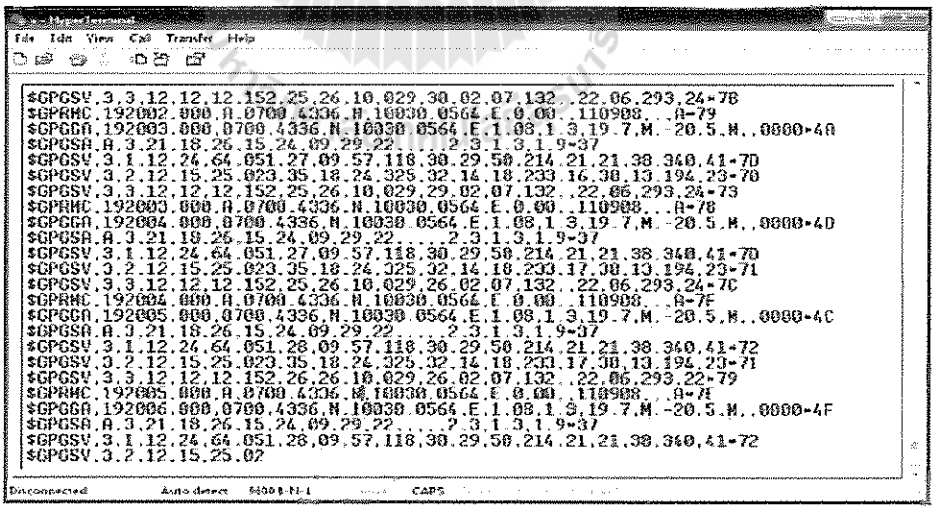
จากรูปได้ใช้บอร์ดสำหรับการเชื่อมต่อ R.F. Module โดยมีสวิตซ์เปิดปิดการใช้งาน ไฟแสดงสถานะทำงาน เรกกูเรตเตอร์สำหรับจ่ายไฟ 3.3 โวลต์ เนื่องจาก Module ชนิดนี้ห้ามจ่ายไปเกิน 3.3 โวลต์เด็ดขาดเพราะอาจทำให้ตัว Module เกิดความเสียหายได้ และมีพอร์ตสำหรับการสื่อสารแบบ RS232 เพื่ออำนวยความสะดวกในการใช้งาน ในส่วนของการใช้งานเพียงใช้ถ่าน 9 โวลต์ก้อนเล็ก สามารถใช้งานได้นานประมาณ 1 เดือน

3.2.3 หลักการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 3.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์และบอร์ดสำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์

ในระบบรายงานค่าพิกัดผ่านทาง R.F. Module นี้ ไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำหน้าที่รับสัญญาณที่เข้ามาจากพอร์ตอนุกรม GPS Receiver Module ไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการคำนวณละติจูด (Latitude) และลองติจูด (Longitude) ที่นำไปใช้งานจริง เนื่องจากว่า GPS Receiver Module รับสัญญาณเป็นรหัสแอสกี้ (ASCII Code) ซึ่งเป็นมาตรฐานของ Protocol NMEA 0183 โดยจะแสดงดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 รหัสแอสกี้ มาตรฐานของ Protocol NMEA 0183

เมื่อได้ข้อมูลต่างๆ มาแล้ว จะทำการคัดเอาขั้นตอนที่ต้องการ ยกตัวอย่างเช่น $GPGGA หรือ $GPRMC จากนั้นก็รับค่าเข้ามาเก็บในหน่วยความจำ แล้วทำการตัดข้อมูลที่ได้ออกเป็นช่วงๆ เพื่อให้ได้ตำแหน่งที่ต้องการ เช่น ตำแหน่งของละติจูด กับลองติจูด แล้วทำการแปลงตัวอักขระที่เก็บไว้ในหน่วยความจำ ให้เป็นตัวเลข เพื่อที่จะได้คำนวณหาค่าที่ใช้ได้ เพราะมาตรฐานของค่าที่ได้ไม่ตรงกับ Google Earth

ในการเขียนโปรแกรมเพื่อทำการรับค่าพิกัด GPS นั้น ขั้นแรกจะทำการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC เข้ากับ GPS Module โดยจะเชื่อมผ่านทางพอร์ต C6 และ C7 จากนั้นจะทำการคัดกรองข้อมูลโดยเอาเฉพาะ Sentence $GPRMC เมื่อรวบรวมข้อมูลที่ต้องการครบแล้วจะทำการประมวลผลโดยใช้การคำนวณทางคณิตศาสตร์ หลังจากที่คำนวณเสร็จเรียบร้อยแล้ว ไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการส่งข้อมูลผ่านทางพอร์ต D0 และ D1 ซึ่งพอร์ตดังกล่าวนี้ได้ถูกเชื่อมต่อกับ R.F. Module ไว้แล้ว ดังนั้นข้อมูลที่ได้จากไมโครคอนโทรลเลอร์จะถูกนำมาเก็บไว้ที่ R.F. Module ซึ่ง R.F. Module ภาคส่งจะส่งต่อข้อมูลไปยังภาครับ และแสดงผล ซึ่งการแสดงผลมีขั้นตอนดังนี้คือ

3.2.3.1 การประมวลผลของไมโครคอนโทรลเลอร์ในการหาค่าพิกัด

เมื่อทำการพิจารณา Sentence $GPRMC แล้วจะนำตัวเลขที่อยู่ใน Sentence มาพิจารณา โดยนำตัวเลขมาทำการหารด้วย 100 เพื่อเลื่อนจุดทศนิยม จากนั้นนำ Modulo ด้วย 1 เพื่อทำการคัดเอาแต่ทศนิยม จากนั้นก็เอาค่าหลังจุดทศนิยมที่ Modulo ได้มาลบกับค่าแรก ก็จะได้ค่าก่อนจุดทศนิยม จากนั้นเอา ค่าหลังจุดทศนิยมมา หารด้วย 60 และคูณด้วย 100 จะได้ค่าหลังจุดทศนิยมค่าใหม่ จากนั้นก็เอาค่าหลังจุดทศนิยมค่าใหม่ที่ได้บวกกับค่าก่อนจุดทศนิยม ก็จะได้ ค่าที่สามารถใช้กับ Google Earth ได้

ยกตัวอย่างการคำนวณเช่น

Sentence $GPRMC,110918.000,A,1338.9637,N,10029.5548,E,0.24,181.74,090210,,*00

จาก Sentence $GPRMC ตัวเลข 1338.9637 และ 10029.5548 สามารถอธิบายได้ดังต่อไปนี้

จากตัวเลข 1338.9637 นั้นคือ 13 องศา 38.9637 ลิปดา

จากตัวเลข 10029.5548 นั้นคือ 10 องศา 29.5549 ลิปดา

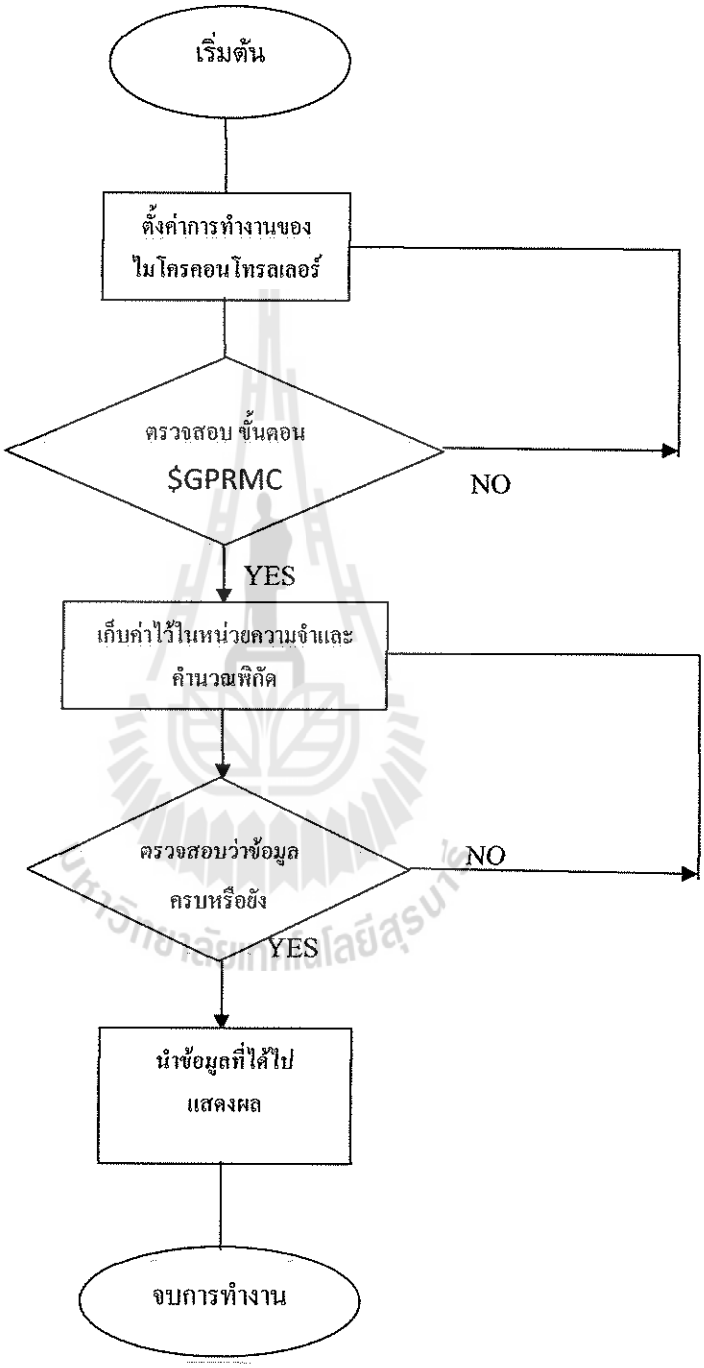
หมายเหตุ; โดย 1 องศา มี 60 ลิปดา และ 1 ลิปดา มี 60 ฟิลิปดา

ทำการคำนวณเพื่อแปลงจาก พิกัดแบบเชิงขั้วซึ่งมีหน่วยเป็น (องศา,ลิปดา) ไปเป็นพิกัดแบบคาร์ทีเซียนซึ่งมีหน่วยเป็น (องศา) สามารถทำได้ดังต่อไปนี้

จากตัวเลข 1338.9637 นำมาหารด้วย 100 จะมีค่าเท่ากับ 13.389637 จากนั้นนำมา Modulo ด้วย 1 จะได้ 0.389637 จากนั้นเอา 13.389637 - 0.389637 จะได้ 13 จากนั้นเอา (0.389637/60)×100 จะได้ค่าเท่ากับ 0.69395 จากนั้นนำค่าที่ได้มาบวกกับ 13 จะได้ 13 + 0.69395 = 13.69359 ซึ่งค่าที่ได้นั้นมีหน่วยเป็นองศา นั้นก็คือ ละติจูด เท่ากับ 13.69359 ในทำนองเดียวกัน จากตัวเลข 10029.5548 มีค่าเป็น 100.49258 คือ ลองติจูด นั้นเอง

3.2.3.2 แผนผังการทำงานของโปรแกรม

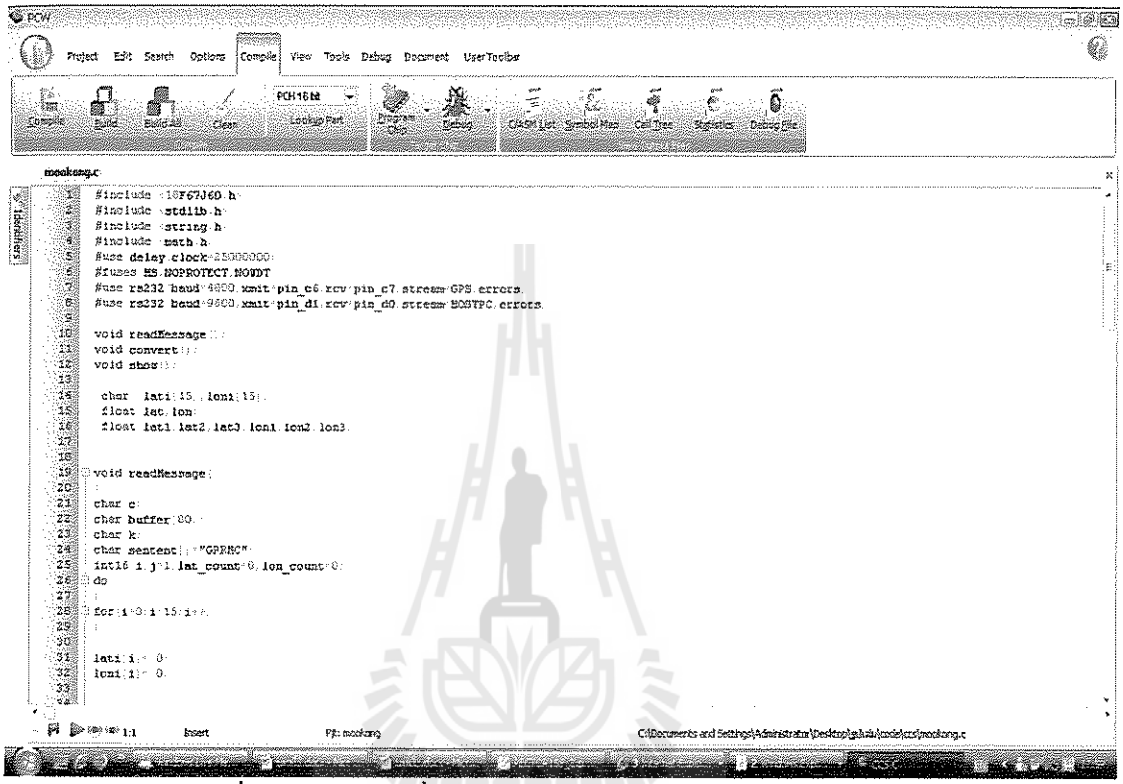
การเขียนโปรแกรมเพื่อการคัดแยก Sentence $GPRMC และนำไปใช้งานมีดังนี้



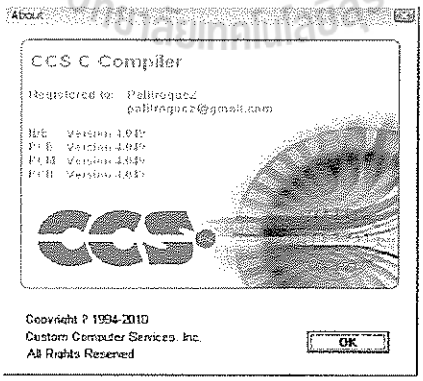
รูปที่ 3.5 แผนผังการทำงานของโปรแกรม

3.2.3.3 โปรแกรมที่ใช้ในการคอมไพเลอร์และการเขียนไฟล์ .HEX

ไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล PIC มีคอมไพเลอร์หลายโปรแกรมให้เลือกใช้ เช่น Hitech Pic compiler ,Mikroc Pic, CCS Compiler ในโครงงานนี้ได้เลือกใช้โปรแกรม CCS Compiler เนื่องจากมีการใช้งานที่ง่ายและใช้ภาษาซีในการเขียนโปรแกรม

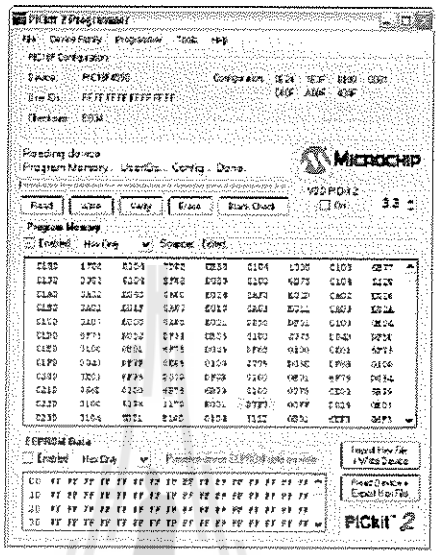


รูปที่ 3.6 โปรแกรมที่ใช้ในการคอมไพเลอร์ CCS Compiler



รูปที่ 3.7 Version ที่ใช้ในโปรแกรม CCS Compiler

หลังจากที่ใช้โปรแกรม CCS Compiler ในการเขียนโปรแกรมแล้วเราจะทำการคอมไพเลอร์จะได้ไฟล์ที่มีนามสกุลเป็น .HEX จากนั้นเราต้องใช้โปรแกรมในการเขียนไฟล์ .HEX ลงสู่ไมโครคอนโทรเลอร์ โดยในโครงงานนี้ได้เลือกใช้โปรแกรม PICkit 2 Version 2.30

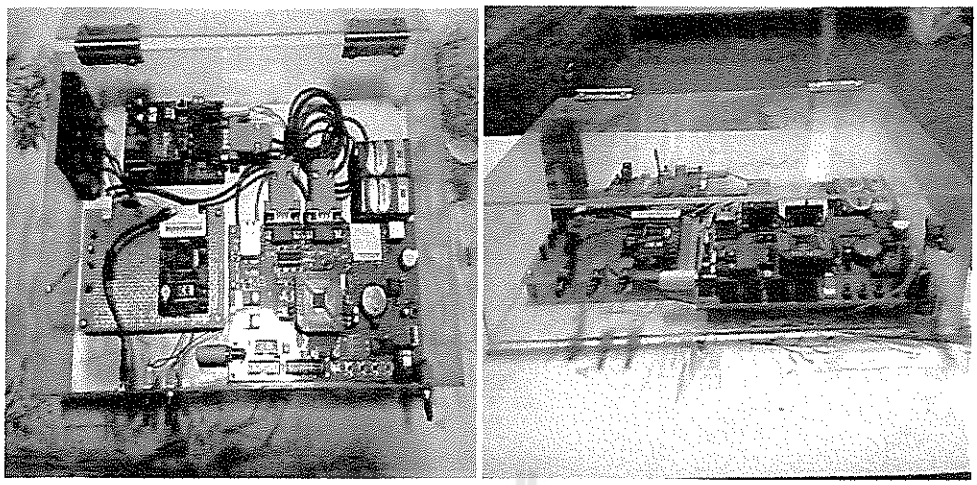


รูปที่ 3.8 โปรแกรม PICkit 2 Version 2.30 สำหรับใช้ในการเขียนไฟล์ .HEX

3.3 เครื่องรายงานค่าพิกัด GPS ผ่าน R.F. Module

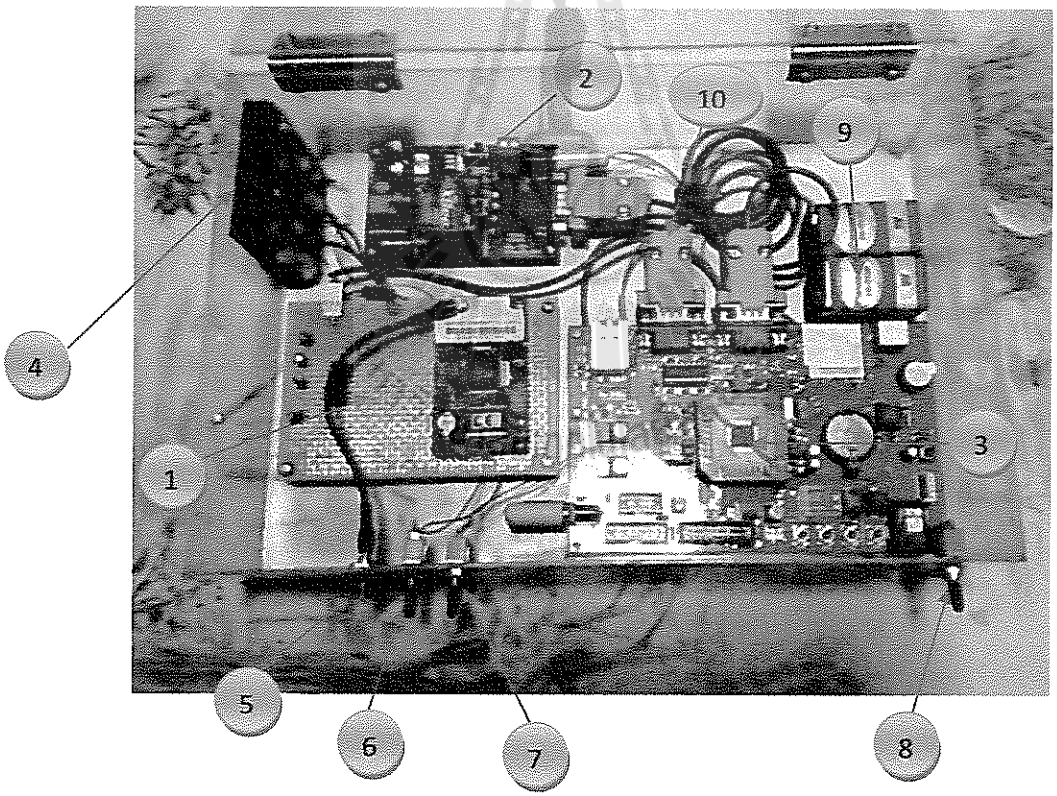
รูปที่ 3.9 และ 3.10 แสดงเครื่องรายงานค่าพิกัด GPS ผ่าน R.F. Module มีองค์ประกอบต่างๆดังต่อไปนี้

1. GPS Receiver Module รุ่น (PG-11)
2. R.F. Module รุ่น (XBee-PRO) และ บอร์ดสำหรับการสื่อสารผ่านทางพอร์ตอนุกรม
3. ไมโครคอนโทรลเลอร์ (PIC18 67J60) และ บอร์ดสำหรับติดตั้งอุปกรณ์
4. รางถ่านขนาด AA สี่ก้อน เพื่อจ่ายไฟเลี้ยง 6 โวลต์ ให้กับ GPS Receiver Module
5. ช่องสำหรับต่อสายอากาศความถี่ 1,575.42 MHz แบบ SMA
6. สวิตซ์สำหรับ เปิด/ปิด การทำงานของ GPS Receiver Module
7. สวิตซ์สำหรับ เปิด/ปิด การทำงานของ R.F. Module
8. สวิตซ์สำหรับ เปิด/ปิด การทำงานของ ไมโครคอนโทรลเลอร์
9. ถ่าน 9 โวลต์ สำหรับจ่ายไฟเลี้ยงให้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ และ R.F. Module
10. สายสำหรับเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์กับอุปกรณ์ (DB9)



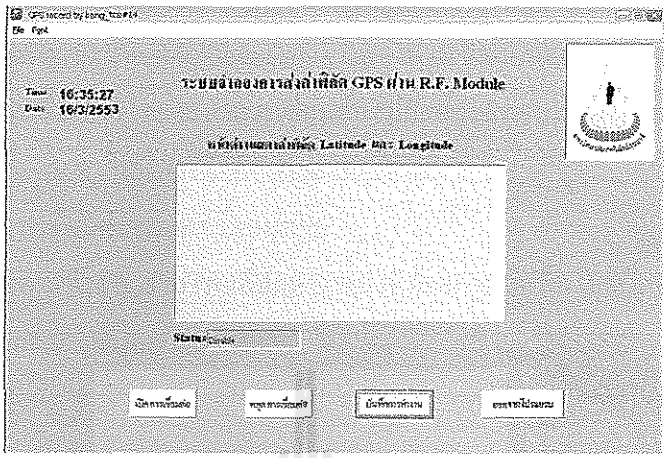
รูปที่ 3.9 เครื่องรายงานค่าพิกัด GPS ผ่าน R.F. Module

ส่วนประกอบต่างๆของเครื่องรายงานค่าพิกัด GPS ผ่าน R.F. Module



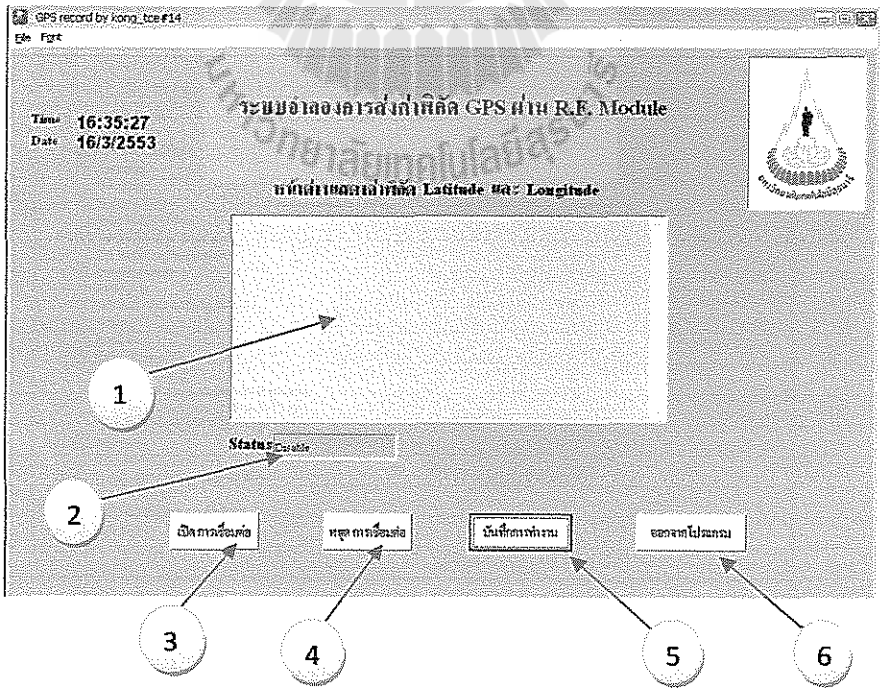
รูปที่ 3.10 ส่วนประกอบของเครื่องรายงานค่าพิกัด GPS ผ่าน R.F. Module

3.4 การแสดงผลด้วยโปรแกรมรายงานค่าพิกัด GPS ผ่านทาง R.F. Module



รูปที่ 3.11 โปรแกรมแสดงค่าพิกัด GPS ผ่าน R.F. Module

โปรแกรมนี้จัดทำขึ้นมาเพื่ออำนวยความสะดวกในการใช้งาน โดยใช้โปรแกรม Visual Basic 6.0 ซึ่งสามารถแสดงข้อมูลที่เข้ามาทางพอร์ตอนุกรมและสามารถบันทึกการทำงานของเครื่องรายงานค่าพิกัด GPS ผ่าน R.F. Module ในรูปแบบไฟล์ Text Document (.txt) โดยมีส่วนประกอบต่างๆ ดังต่อไปนี้



รูปที่ 3.12 ส่วนประกอบของโปรแกรมแสดงค่าพิกัด GPS ผ่าน R.F. Module

โปรแกรมแสดงค่าพิกัด GPS ผ่าน R.F. Module มีส่วนประกอบดังต่อไปนี้

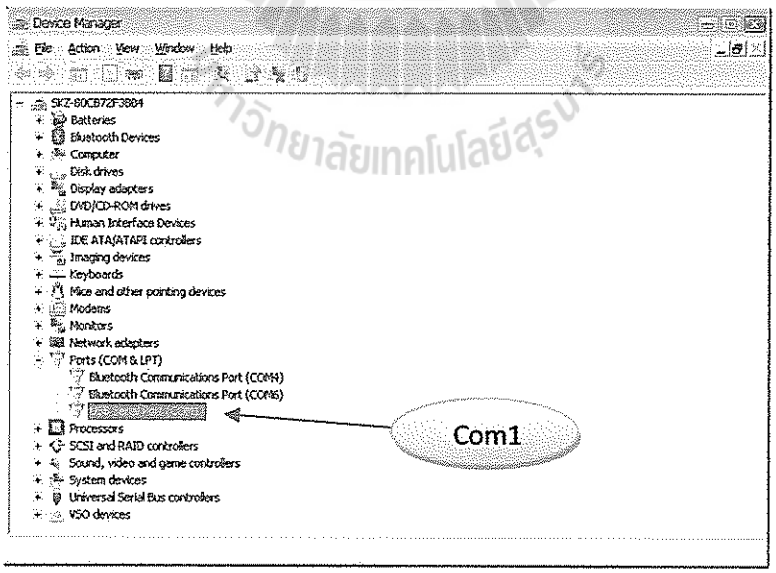
1. หน้าต่างรายงานค่าพิกัด Latitude และ Longitude
2. ช่องแสดงสถานะ Disable/Connecting แสดงการเชื่อมต่อของพอร์ตอนุกรม
3. ปุ่มเปิดการเชื่อมต่อโดยจะทำการเชื่อมต่อไปยังพอร์ตคอม 1 โดยมีอัตราการส่งข้อมูล 9600 bps, Data Bit เท่ากับ 8, ไม่มีพาริตี้เช็ค, Stop Bit เท่ากับ 1
4. ปุ่มหยุดการเชื่อมต่อทางพอร์ตอนุกรม
5. ปุ่มบันทึกการทำงานสามารถเลือกตำแหน่งที่ต้องการบันทึกโดยบันทึกเป็น (.txt)
6. ปุ่มปิดออกจากโปรแกรม

3.5 การใช้งานเครื่องรายงานค่าพิกัด GPS ผ่าน R.F. Module และ โปรแกรมแสดงค่าพิกัด GPS ผ่าน R.F. Module

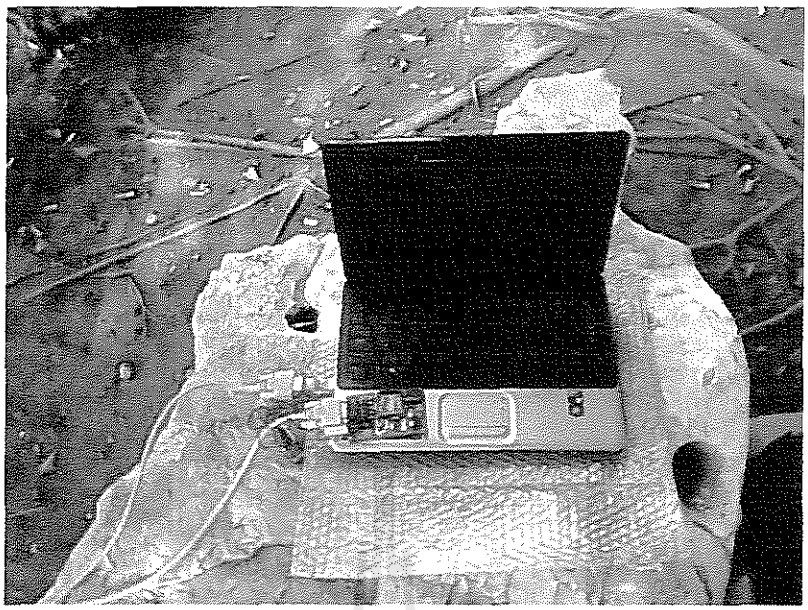
ขั้นตอนในการใช้งานของเครื่องรายงานค่าพิกัด GPS ผ่าน R.F. Module

1. ทำเชื่อมต่ออุปกรณ์ภาครับเข้ากับคอมพิวเตอร์ โดยทำการต่อผ่านทางพอร์ตอนุกรมและกำหนดให้ใช้พอร์ตคอม 1 โดยสามารถตรวจสอบการใช้พอร์ตคอมดังนี้

คลิกขวาที่ My Computer - -> Properties - -> Hardware - -> Device - -> Manager

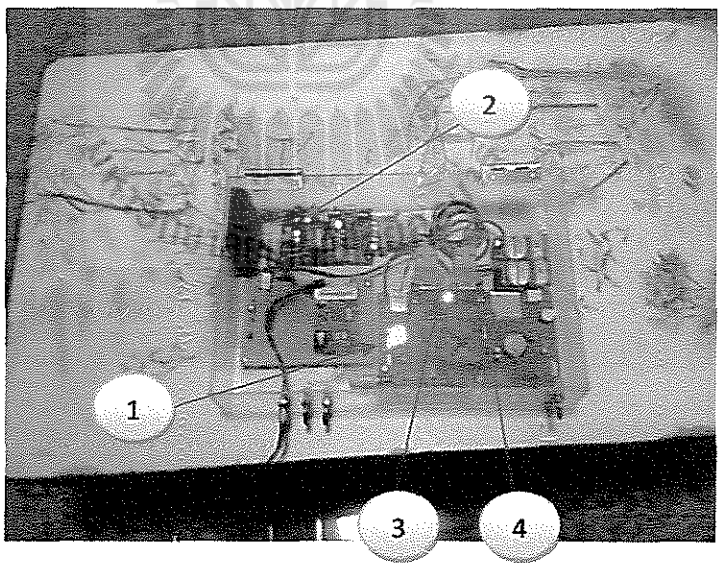


รูปที่ 3.13 การตรวจสอบพอร์ตคอมที่ใช้



รูปที่ 3.14 ทำการเชื่อมต่ออุปกรณ์ภาครับเข้ากับคอมพิวเตอร์

2. ทำการเปิดสวิตซ์ทั้งสามเพื่อจ่ายไฟให้กับอุปกรณ์ และเชื่อมต่อสายอากาศของ GPS Receiver Module

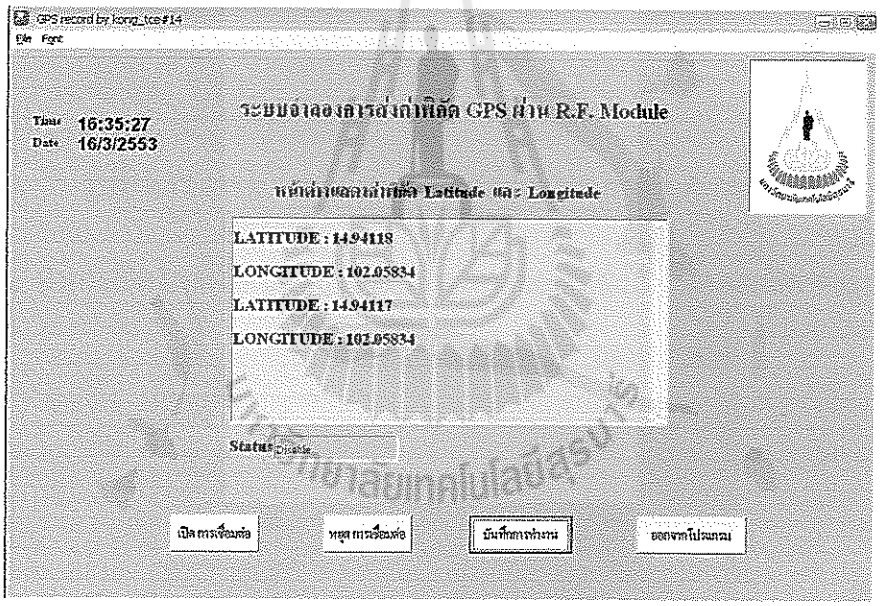


รูปที่ 3.15 แสดงการใช้งานของเครื่องรายงานค่าพิกัด GPS ผ่าน R.F. Module

ไฟแสดงสถานการณ์ทำงานของอุปกรณ์ จากรูปที่ 3.14 เมื่อทำการเปิดสวิตซ์ทั้งสามได้แก่

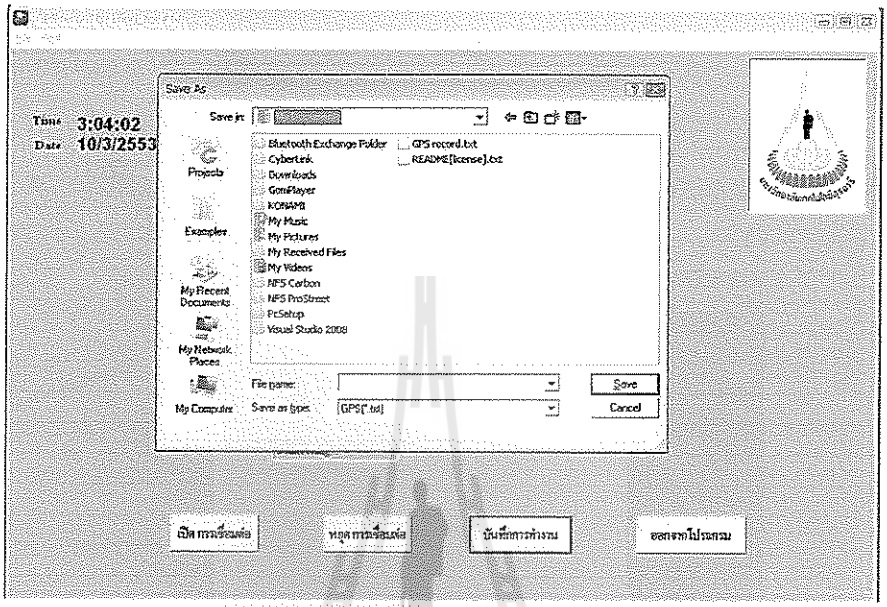
- ไฟแสดงสถานะ การทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์จะมีสีแดงไม่กระพริบ
- ไฟแสดงสถานะ การทำงานของ R.F. Module เมื่อเกิดการทำงานไฟจะมีสีแดงกระพริบ
- ไฟแสดงสถานะ เมื่อทำการรับข้อมูลจาก GPS Receiver Module ไฟจะมีสีแดงกระพริบ
- ไฟแสดงสถานะ เมื่อทำการส่งข้อมูลไปยังภาครับ ไฟจะมีสีเขียวกระพริบ

3. เมื่ออุปกรณ์พร้อมทำการเปิดโปรแกรมแสดงค่าพิกัด GPS ผ่าน R.F. Module กดปุ่ม เปิดการเชื่อมต่อ จากนั้นโปรแกรมจะแสดงค่า Latitude และ Longitude และ ช่อง Status จะแสดงข้อความ Connecting



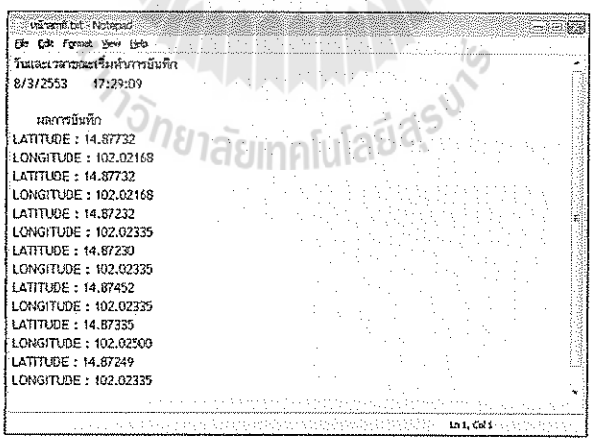
รูปที่ 3.16 การใช้โปรแกรมแสดงค่าพิกัด GPS ผ่าน R.F. Module

4. เมื่อต้องการบันทึกผลให้กดปุ่ม บันทึกการทำงาน จะมีหน้าต่างขึ้นมาให้เลือกเก็บข้อมูลไว้ที่ตำแหน่งใด จากนั้นทำการตั้งชื่อและกดปุ่ม Save



รูปที่ 3.17 การใช้โปรแกรมแสดงค่าพิกัด GPS ผ่าน R.F. Module

5. ทำการเปิดไฟล์ที่ได้บันทึกไว้ซึ่งมีนามสกุลของไฟล์เป็น(.txt) จะแสดงดังรูป



รูปที่ 3.18 การใช้โปรแกรมแสดงค่าพิกัด GPS ผ่าน R.F. Module

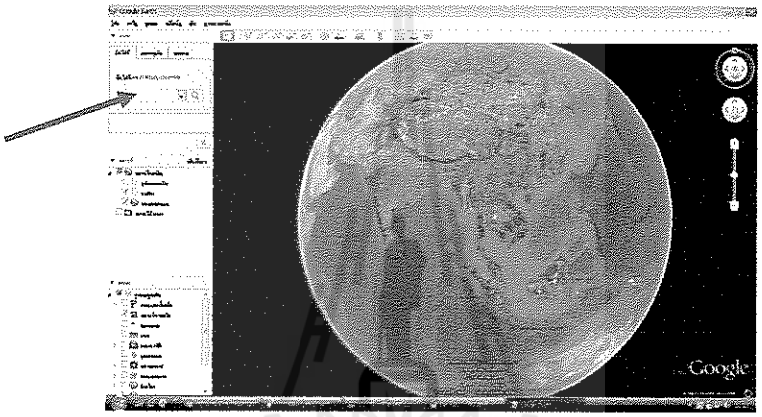
6. สามารถนำพิกัดที่ได้ไปเปิดในโปรแกรม Google Earth หรือ Google Map ตัวอย่างการนำค่าที่ได้จากการบันทึกไปแสดงยัง Google Earth ได้แก่

LATITUDE : 14.87644

LONGITUDE : 102.02335

ขั้นตอนในการใช้งานคือ

- ทำการเปิดโปรแกรม Google Earth
- ทำการกรอกค่าพิกัดลงในช่องค้นหา เช่น 14.87644,102.02335 ดังที่ลูกศรได้ชี้ไว้



รูปที่ 3.19 การนำค่าพิกัดไปแสดงยังโปรแกรม Google Earth

- จากนั้นกดปุ่มเริ่มการค้นหา (รูปแว่นขยาย) จะแสดงตำแหน่งของพิกัดที่บันทึก

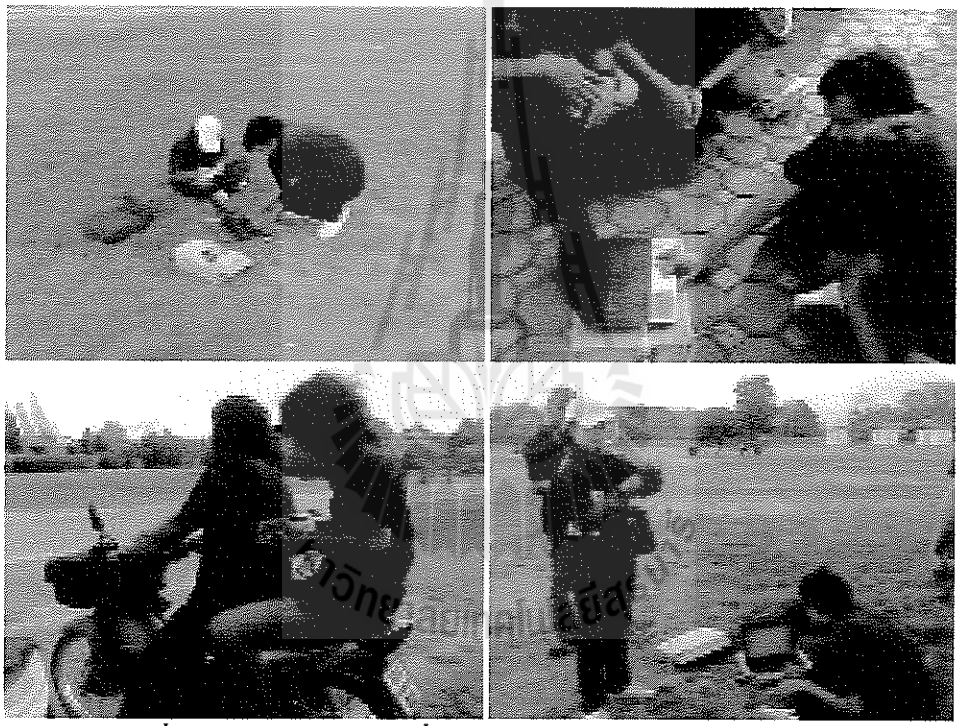
รูปที่ 3.20 การนำค่าพิกัดไปแสดงยังโปรแกรม Google Earth

3.6 การทดลองเครื่องรายงานค่าพิกัด GPS ผ่าน R.F. Module

การทดลองใช้เครื่องรายงานค่าพิกัด GPS ผ่าน R.F. Module ได้ทำการทดลองภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ซึ่งการทดลองนี้ได้ใช้รถจักยานยนต์และการเดิน ในการทดลองเพื่อให้ได้ค่าพิกัด ละติจูด และ ลองติจูด เพื่อนำไปแสดงยังโปรแกรมแผนที่ Google Earth โดยใช้สถานที่การทดลอง 2 แบบ คือ บริเวณที่โล่งกว้างไม่มีสิ่งกีดขวางและบริเวณที่มีสิ่งกีดขวางดังนั้นจึงแบ่งการทดลองดังนี้

1 การทดลองบริเวณที่โล่งกว้างไม่มีสิ่งกีดขวาง

2 การทดลองบริเวณที่มีสิ่งกีดขวาง

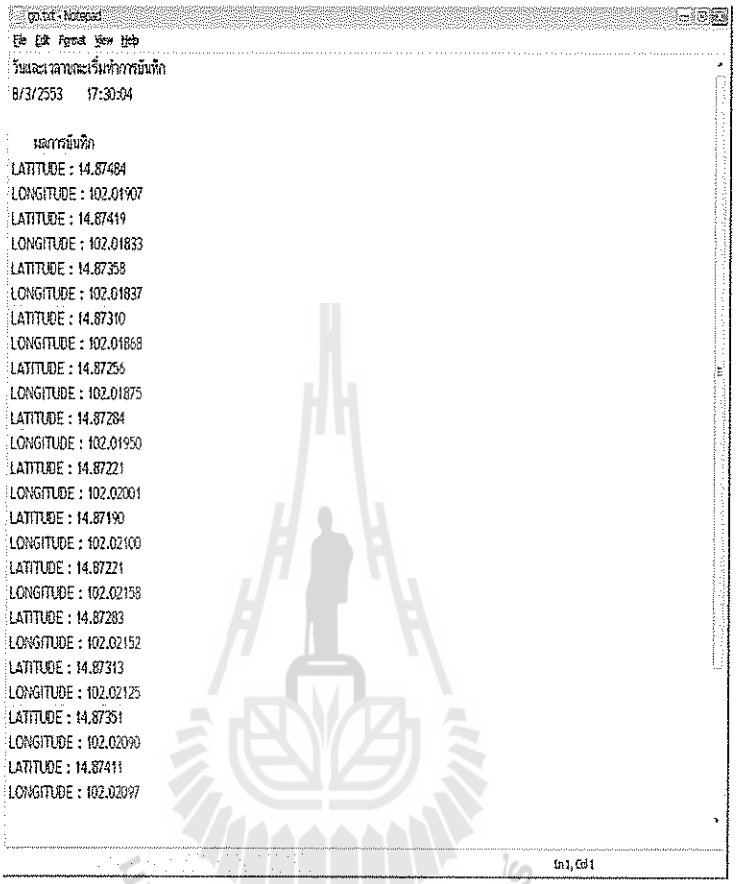


รูปที่ 3.21 การทดลองใช้เครื่องรายงานค่าพิกัด GPS ผ่าน R.F. Module

3.6.1 การทดลองบริเวณที่โล่งกว้างไม่มีสิ่งกีดขวาง

การทดลองนี้ได้ใช้สถานที่บริเวณเยื้องตึก F9 ซึ่งเป็นสนามกีฬามีลักษณะเป็นลานกว้าง โดยมีรัศมีประมาณ 700 เมตร ในการทดลองใช้การเดินเท้าในการเก็บข้อมูล และทำการแสดงค่าพิกัดทุก 10 วินาที โดยอุปกรณ์ภาครับอยู่กึ่งกลางของสนาม เมื่อใช้โปรแกรมแสดงค่าพิกัด GPS ผ่าน R.F. Module ได้ผลการทดลองดังรูป

ผลการทดลองจากการใช้โปรแกรมแสดงค่าพิกัด GPS ผ่าน R.F. Module แสดงวัน และเวลาขณะเริ่มทำการบันทึก โดยแสดงค่าพิกัด ละติจูด และลองติจูดทุกๆ 10 วินาที



รูปที่ 3.22 บันทึกผลการทำงานโดยโปรแกรมแสดงค่าพิกัด GPS ผ่าน R.F. Module

จากผลที่ได้ดังรูปที่ 3.22 นำค่าพิกัดที่ได้มาแสดงบนโปรแกรม Google Earth ดังรูปที่ 3.23 ลูกศรสีแดงแสดงถึงบริเวณที่เดินและทิศทางการเดินทาง

การแสดงแผนที่โปรแกรม Google Earth จากการนำพิกัด ละติจูด และลองติจูด ที่ได้จากโปรแกรมรายงานค่าพิกัด GPS ผ่าน R.F. Module บริเวณสนามฟุตบอลเยื้องตึกแพทย์ศาสตร์(F9)

รูปที่ 3.23 นำค่าพิกัดที่ได้มาแสดงยังโปรแกรม Google Earth

3.6.2 วิเคราะห์ผลการทดลองบริเวณที่โล่งกว้างไม่มีสิ่งกีดขวาง

จากการทดลองใช้เครื่องรายงานค่าพิกัด GPS ผ่าน R.F. Module และโปรแกรมแสดงค่าพิกัด GPS ผ่าน R.F. Module ในบริเวณที่โล่งกว้าง โดยที่อุปกรณ์ทั้งภาครับและภาคส่ง สามารถมองเห็นกันในระดับสายตา (line of sight) โดยเริ่มทำการเดินจากจุด A ไปยังจุด P พบว่า พิกัดที่เก็บได้มีความถูกต้องและใกล้เคียงกับการใช้งานจริงขณะทำการทดลอง

ตารางที่ 3.1 ผลการทดสอบของอุปกรณ์ บริเวณสนามฟุตบอลเยื้องตึกแพทย์ศาสตร์(F9)

จุดทดสอบ	ระยะทาง(m) จากอุปกรณ์ตัวส่ง ถึงจุดทดสอบ	จำนวนครั้งในการส่งข้อมูลสำเร็จ				คิดเป็น %
		1	2	3	เฉลี่ย	
A	75	3	3	3	3	100
B	75	3	3	3	3	100
C	60	3	3	3	3	100
D	60	3	3	3	3	100
E	60	3	3	3	3	100
F	60	3	3	3	3	100
G	60	3	3	3	3	100
H	80	3	3	3	3	100
I	80	3	3	3	3	100
J	60	3	3	3	3	100
K	60	3	3	3	3	100
L	60	3	3	3	3	100
M	60	3	3	3	3	100
N	60	3	3	3	3	100
O	60	3	3	3	3	100
P	75	3	3	3	3	100

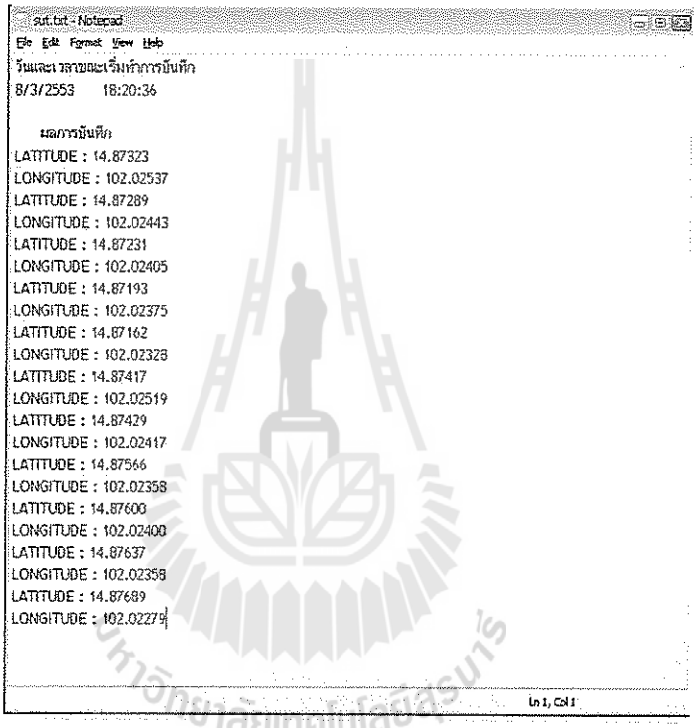
หมายเหตุ ใช้การส่งข้อมูลทั้งหมด 3 ครั้ง

3.6.2 วิเคราะห์ผลการทดลองบริเวณที่โล่งกว้างไม่มีสิ่งกีดขวาง

จากการทดลองใช้เครื่องรายงานค่าพิกัด GPS ผ่าน R.F. Module และโปรแกรมแสดงค่าพิกัด GPS ผ่าน R.F. Module ในบริเวณที่โล่งกว้าง โดยที่อุปกรณ์ทั้งภาครับและภาคส่ง สามารถมองเห็นกันในระดับสายตา (line of sight) โดยเริ่มทำการเดินจากจุด A ไปยังจุด P พบว่า พิกัดที่เก็บได้มีความถูกต้องและใกล้เคียงกับการใช้งานจริง และการส่งข้อมูลของ R.F. Module สามารถส่งข้อมูลได้อย่างครบถ้วน

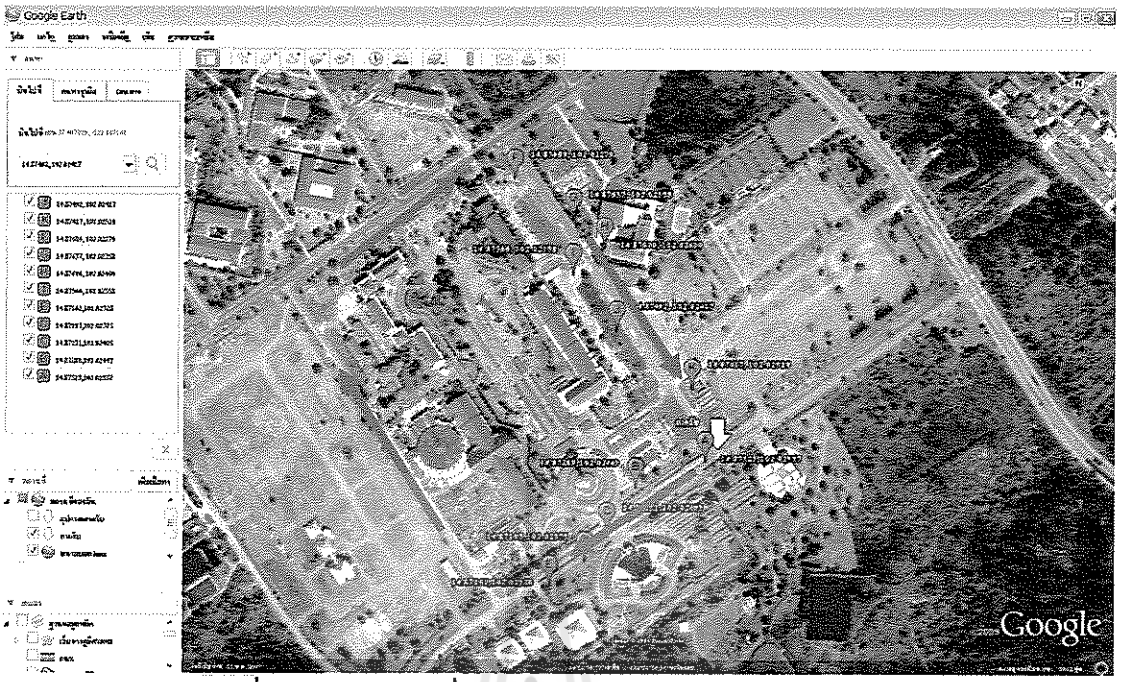
3.6.3 การทดลองบริเวณที่มีสิ่งกีดขวาง

การทดลองนี้ได้ใช้สถานที่บริเวณแยก สุรนิทัศน์ (Ampfi) ซึ่งเป็นถนนมีความยาวสูงสุดประมาณ 1.2 กิโลเมตร ในการทดลองนี้ได้ใช้การขี่รถจักรยานยนต์ในการเก็บข้อมูลและทำการแสดงค่าพิกัดทุก 10 วินาที โดยอุปกรณ์ภาครับอยู่บริเวณทางแยก สุรนิทัศน์ เมื่อใช้โปรแกรมแสดงค่าพิกัด GPS ผ่าน R.F. Module ได้ผลการทดลองดังรูป



รูปที่ 3.24 บันทึกผลการทำงานโดยโปรแกรมแสดงค่าพิกัด GPS ผ่าน R.F. Module

จากผลที่ได้ดังรูปที่ 3.24 นำค่าพิกัดที่ได้มาแสดงบนโปรแกรม Google Earth เส้นสีแดงแสดงถึงทิศทางของการเดินทางและบริเวณที่เดินทาง



รูปที่ 3.25 นำค่าพิกัดที่ได้มาแสดงยังโปรแกรม Google Earth

ตารางที่ 3.2 ผลการทดสอบของอุปกรณ์ บริเวณทางแยก สุรนิทัศน์

จุดทดสอบ	ระยะทาง(m) จากอุปกรณ์ตัวส่ง ถึงจุดทดสอบ	จำนวนครั้งในการส่งข้อมูลสำเร็จ				คิดเป็น %
		1	2	3	เฉลี่ย	
A	100	3	3	3	3	100
B	200	3	3	3	3	100
C	300	3	3	3	3	100
D	400	3	3	3	3	100
E	500	3	3	3	3	100
F	1200	1	2	2	1.7	56
G	900	1	2	3	2	67
H	700	2	1	3	2	67
I	500	3	2	3	2.7	90
J	300	3	3	2	2.7	90
K	100	3	3	3	3	100

<u>หมายเหตุ</u> ใช้การส่งข้อมูลทั้งหมด 3 ครั้ง

3.6.4 วิเคราะห์ผลการทดลองบริเวณที่มีสิ่งกีดขวาง

จากการทดลองใช้เครื่องรายงานค่าพิกัด GPS ผ่าน R.F. Module และ โปรแกรมแสดงค่าพิกัด GPS ผ่าน R.F. Module ในบริเวณที่มีสิ่งกีดขวาง โดยทำการขี่รถจักรยานยนต์โดยใช้ความเร็วประมาณ 40 กิโลเมตรต่อชั่วโมง พบว่าเมื่อเจอสิ่งกีดขวางที่ไกลเกินกว่าระยะทาง 500 เมตร อุปกรณ์ภาครับจะไม่สามารถรับข้อมูลได้ แต่ในทางตรงที่ระยะทางไม่เกิน 1.2 กิโลเมตรถ้าอุปกรณ์ไม่ได้เจอสิ่งกีดขวางอุปกรณ์ภาครับสามรถกลับมารับข้อมูลได้เช่นเดิม โดยอุปกรณ์รับส่งข้อมูลจะทำงานผิดพลาดในการส่งระยะทางที่ไกลขึ้นเนื่องจากข้อจำกัดของตัวอุปกรณ์

3.6.5 สรุปการทดสอบอุปกรณ์

จากการทดลองได้ทำการทดลองในบริเวณที่โล่งกว้างและบริเวณที่มีสิ่งกีดขวาง ซึ่งได้นำผลการทดลองที่ได้จากโปรแกรมแสดงค่าพิกัด GPS ผ่าน R.F. Module นำไปแสดงยังโปรแกรม Google Earth ซึ่งค่าพิกัดที่ได้จากการทดลองมีค่าใกล้เคียงกับความจริง ในส่วนของอุปกรณ์รับส่งข้อมูล R.F. Module จะทำงานได้ดีในบริเวณที่โล่งโดยที่อุปกรณ์สามารถมองเห็นในระดับสายตาจะสามารถทำการรับส่งข้อมูลได้ในระยะทางประมาณ 1 – 1.2 กิโลเมตร ส่วนบริเวณที่มีสิ่งกีดขวางโดยอุปกรณ์รับส่งข้อมูลไม่สามารถมองเห็นกันได้นั้น จะสามารถรับส่งข้อมูลได้ในระยะทางประมาณ 200 - 300 เมตร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ สภาพแวดล้อม สภาพอากาศ และ พฤติกรรมของคลื่นความถี่ ที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ซึ่งเราไม่สามารถคาดการณ์ได้ล่วงหน้า

3.7 สรุป

ในบทนี้ได้อธิบายถึง หลักการทำงาน GPS Receiver Module รุ่น (PG-11) หลักการทำงาน R.F. Module (XBEE-PRO) หลักการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ การใช้งานของเครื่องรายงายพิกัด GPS ผ่าน R.F. Module การใช้งานโปรแกรมแสดงค่าพิกัด GPS ผ่าน R.F. Module และการทดลองใช้อุปกรณ์และโปรแกรมที่ได้กล่าวมาข้างต้น

บทที่ 4

บทสรุป

4.1 สรุป

โครงงานนี้ได้ทำระบบติดตามตำแหน่งของวัตถุ โดยรายงานมาเป็นค่าพิกัดและสามารถบันทึกค่าได้ โดยใช้อุปกรณ์ที่สำคัญดังนี้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ GPS Module R.F. Module (Xbee-Pro) โดยได้นำอุปกรณ์และโปรแกรมสำหรับแสดงค่าพิกัดที่สร้างขึ้นมา มาทดลองใช้งานจริง สามารถทำงานได้อยู่ในระดับที่น่าพอใจ

4.2 ปัญหาและอุปสรรคในการพัฒนา

1. เนื่องจากอุปกรณ์ในการทำวงจรที่ใช้เป็นอุปกรณ์ขนาดเล็กจึงต้องใช้ความระมัดระวังในการสร้างวงจร และต้องระมัดระวังเรื่องการจ่ายไฟเลี้ยงให้แก่อุปกรณ์ เพราะถ้าจ่ายเกินที่กำหนดจะทำให้อุปกรณ์เกิดการเสียหายในทันที

2. เนื่องจาก GPS Receiver Module สัญญาณที่ได้ออกมาในรูปของรหัสแอสกี้ จะมีช่วงเวลาในการ Warm ประมาณ 15 มิลลิวินาที ซึ่งเราไม่สามารถที่จะใช้ ออสซิสโลสโคป ในการวิเคราะห์สัญญาณได้

3. ในการรับสัญญาณ GPS นั้นค่าที่เอาได้มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาทุกๆ การรับข้อมูลใหม่เนื่องจากสัญญาณดาวเทียมที่ส่งมาไม่อยู่ประจำที่มีการคำนวณจากดาวเทียวที่เคลื่อนที่หรือจากดวงที่รับสัญญาณได้ดีที่สุดทำให้พิกัดเดิมส่งค่าออกมาไม่คงที่จะยังมีค่าผิดพลาดไปเล็กน้อย

4. เนื่องจากการรับส่งสัญญาณเป็นแบบอนุกรมซึ่งมีการ รับ-ส่ง สัญญาณแบบ Wireless ซึ่งมีการทำงานที่ยุ่งยากและซับซ้อน

5. อุปกรณ์ รับ-ส่ง ข้อมูลใช้ได้ดีในสถานที่โล่ง และอุปกรณ์จะส่งข้อมูลได้ดีเมื่ออุปกรณ์อยู่ใกล้กันและไม่มีสิ่งกีดขวาง ดังนั้นจะต้องติดตั้งอุปกรณ์ภาครับในที่สูง การใช้งานถึงจะใช้งานได้เต็มประสิทธิภาพ

4.3 ข้อเสนอแนะ

1. ขนาดของตัวอุปกรณ์สามารถทำให้มีขนาดเล็กลง และมีคุณสมบัติการใช้งานมากขึ้นได้หากได้รับการพัฒนาต่อ

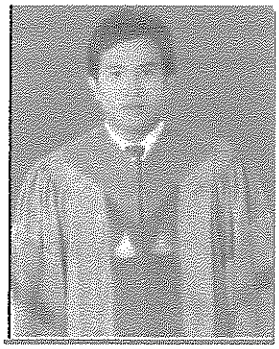
2. สามารถพัฒนาระบบการจัดการโลจิสติกหรือระบบในการติดตามโดยเพิ่มอุปกรณ์รับส่งข้อมูลที่มากขึ้น และสร้างระบบโครงข่าย ขนาดใหญ่ขึ้น

3. สามารถนำค่าพิกัดที่คำนวณได้ไปแสดงบนแผนที่แบบอัตโนมัติ และมีการใช้งานที่ง่ายขึ้นและเป็นที่ต้องการของบุคคลทั่วไป

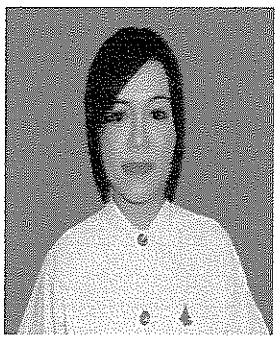
4. สามารถนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้งานในเวลากลางวัน เพื่อลดค่าใช้จ่ายของแบตเตอรี่ที่ใช้ในอุปกรณ์

5. สามารถพัฒนาอุปกรณ์ให้สามารถใช้ได้ในรัศมีที่ไกลขึ้น

ประวัติผู้เขียน



นายเกียรติพร พ่อค้า เกิดเมื่อวันที่ 31 สิงหาคม พ.ศ. 2531 ภูมิลำเนาอยู่ที่ ตำบลหนองจะบก จังหวัดนครราชสีมา สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมปลายจากโรงเรียนราชสีมาวิทยาลัย อำเภอเมือง เมื่อปี พ.ศ. 2548 ปัจจุบันเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



นางสาวเกวลี สายจันทร์ เกิดเมื่อวันที่ 27 มิถุนายน พ.ศ. 2530 ภูมิลำเนาอยู่ที่ ตำบลด่านขุนทด อำเภอด่านขุนทด จังหวัดนครราชสีมา สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมปลายจากโรงเรียนมัธยมด่านขุนทด อำเภอด่านขุนทด จังหวัดนครราชสีมา เมื่อปี พ.ศ. 2548 ปัจจุบันเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เอกสารอ้างอิง

1. http://www.aircardshop.com/gps/

2. http://www.thaieasyelec.com/Embedded-Electronics-Application/zigbee-and-xbee-basic.html

3. http://lecs.cs.ucla.edu/~girod/official/talks/localization-poster.ppt

4. http://www.thaieasyelec.com/index.php?lay=show&ac=article&Id=538724984&Ntype=9

5. Cramer's rule Available from:http://en.wikipedia.org/wiki/Cramer's_rule

6. IEEE SIGNAL PROCESSING MAGAZINE Locating the Nodes (Cooperative localization inwireless sensor networks)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก ก
โปรแกรมที่ใช้ในโครงงาน

1.โปรแกรมสำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์

```
#include <18F67J60.h>  // เลือกเบอร์ของไมโครครอนโทรลเลอร์
#include <stdlib.h> //เพิ่มฟังก์ชัน
#include <string.h> //เพิ่มฟังก์ชัน
#include <math.h> //เพิ่มฟังก์ชัน
#use delay(clock=25000000) //กำหนดความถี่ของการใช้งานไมโครครอนโทรลเลอร์
#fuses HS,NOPROTECT,NOWDT //กำหนดความต้องการต่างๆ
#use rs232(baud=4800,xmit=pin_c6,rcv=pin_c7,stream=GPS,errors)  // กำหนดพอร์ตในการเชื่อมต่อ และตั้งค่าของอุปกรณ์ในการส่งข้อมูล
#use rs232(baud=9600,xmit=pin_d1,rcv=pin_d0,stream=HOSTPC,errors) // กำหนดพอร์ตในการเชื่อมต่อและตั้งค่าของอุปกรณ์ในการส่งข้อมูล
void readMessage();
void convert();                  // ทำการกำหนดฟังก์ชั่นต่างของโปรแกรม
void show();
char  lati[15],loni[15];
float lat,lon;                   //ทำการประกาศตัวแปรที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม
float lat1,lat2,lat3,lon1,lon2,lon3;
void readMessage() {
char c;
char buffer[80];                 //กำหนดตัวแปรแบบ อเรย์
char k;
char sentent[]="GPRMC";      //กำหนดตัวแปรแบบ อเรย์ ให้มีค่าเท่ากับ GPRMC
int16 i,j=1,lat_count=0,lon_count=0;
do
{
for(i=0;i<15;i++) {
lati[i]= 0;
```

```
loni[i]= 0;
}
do {
while ( fgetc(GPS) != '$' );  //รอ$เพื่อทำการเริ่มรับค่า sentent
for (k=0;k<5;k++)
buffer[k]=fgetc(GPS);   //กำหนดให้ตัวแปล Buffer เก็บค่าที่รับมา
}
while (strncmp(buffer,sentent,5)!=0);  //ทำการเปรียบเทียบตัวอักษรที่เก็บไว้ในตัวแปร sentent ซึ่งก็
คือ GPRMC
c=0;
while ( c !='*' && k<79) {
c = fgetc(GPS);
buffer[k++]= c;
}
}
while(k<40);
for (i = 0; i <=36; i++) {
if (buffer[i]==','){j++;}
if (j==4) {
lati[lat_count++]=buffer[i+1];
}
if (j==6) {
loni[lon_count++]=buffer[i+1];
}
}
lat = atof(lati);
lon = atof(loni);
}
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
void convert(void) {
lat=lat/100;
lat1=fmod(lat,1);
lat2=lat-lat1;
lat1=(lat1/60)*100;
lat3=lat1+lat2;
lon=lon/100;
lon1=fmod(lon,1);
lon2=lon-lon1;
lon1=(lon1/60)*100;
lon3=lon1+lon2;
}
void show(void) {
 delay_ms(13000);
fprintf(HOSTPC,"\n\rLATITUDE : %4.5f",lat3);
fprintf(HOSTPC,"\n\rLONGITUDE : %5.5f",lon3);
  }
void main()
{
while(true)
{
readMessage();
convert();
show();
delay_ms(2000);
}
}
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2. โปรแกรมสำหรับแสดงผล เขียนโดยใช้ Visual Basic 6.0

```
Private Sub cbore_Change()
End Sub

Private Sub cmdrecord_Click()
Dim day As String
Dim tm As String
Dim filelocation As String
Dim i As Integer
CommonDialog1.Filter = "GPS(*.txt)|*.txt"
 CommonDialog1.ShowSave
 i = FreeFile
filelocation = CommonDialog1.FileName
Open filelocation For Output As #i
      Print #i, "วันและเวลาขณะเริ่มทำการบันทึก"
      Print #i, Date; Tab; Time
      Print #i,
      Print #i, "      ผลการบันทึก"

      Print #i, txtReceive.Text
    Close #i

End Sub
Private Sub OLE1_Updated(Code As Integer)
End Sub
Private Sub cmdsetting_Click()
End Sub
Private Sub Command1_Click()
Unload Me
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

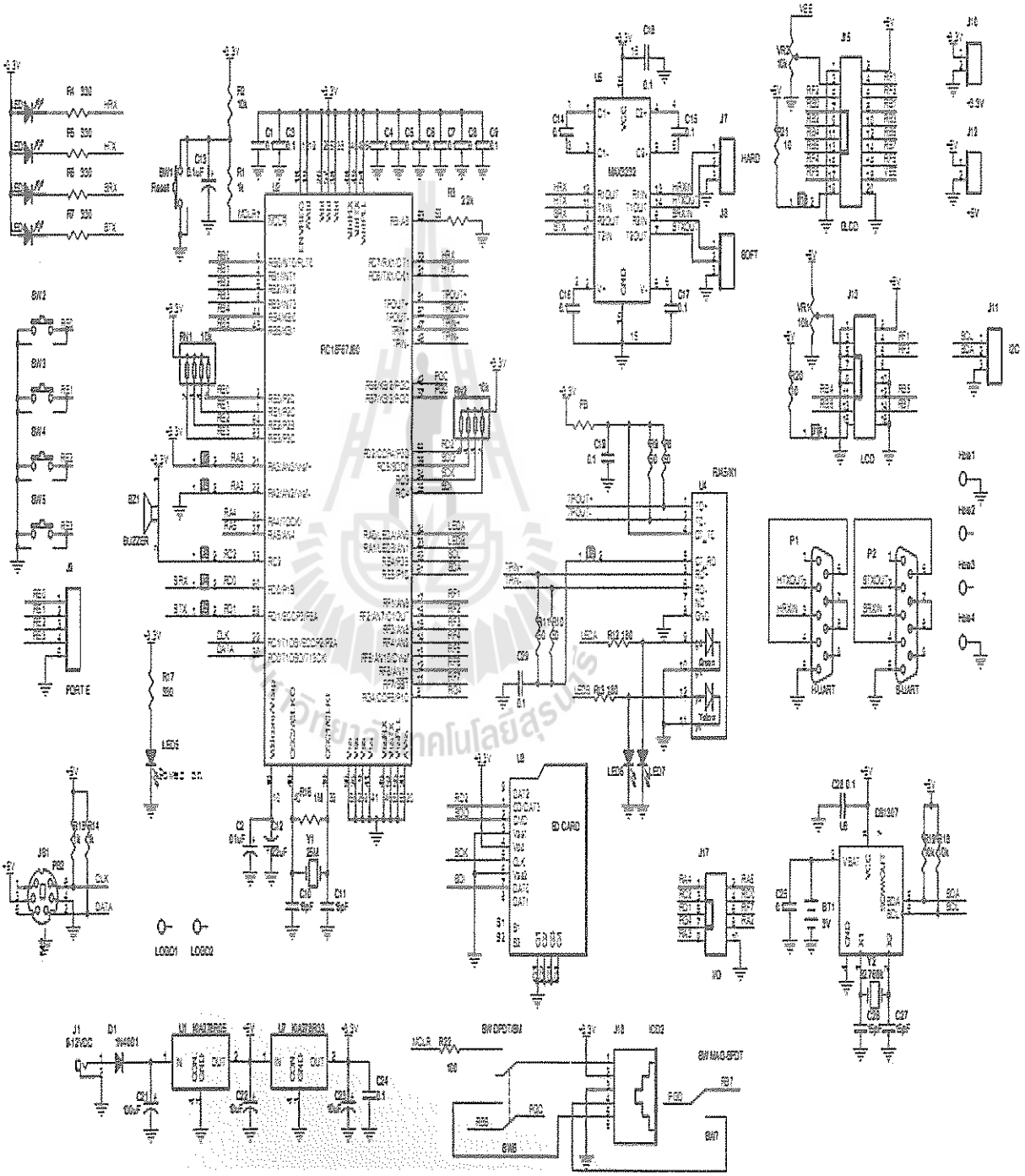
```
End Sub
Private Sub Form_Load()
 MSComm1.Settings = "9600,N,8,1"
 MSComm1.RThreshold = 1
 MSComm1.CommPort = 1
End Sub
Private Sub lblOff_Click()
MSComm1.PortOpen = False
Text1.Text = "Disable"
End Sub
Private Sub lblOnOff_Click()
MSComm1.PortOpen = True
Text1.Text = "Connectting..."
End Sub
Private Sub mnufileexit_Click()
Unload Me
End Sub
Private Sub mnufontarial_Click()
lbltime.Font.Name = "arial"
End Sub
Private Sub mnufontTimeNewRomam_Click()
lbltime.Font.Name = "times new roman"
End Sub
Private Sub MSComm1_OnComm()
Dim buffer As Variant
Dim msg As Integer
Dim show As Variant
If MSComm1.CommEvent = comEvReceive Then
show = "ok "
  buffer = MSComm1.Input
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

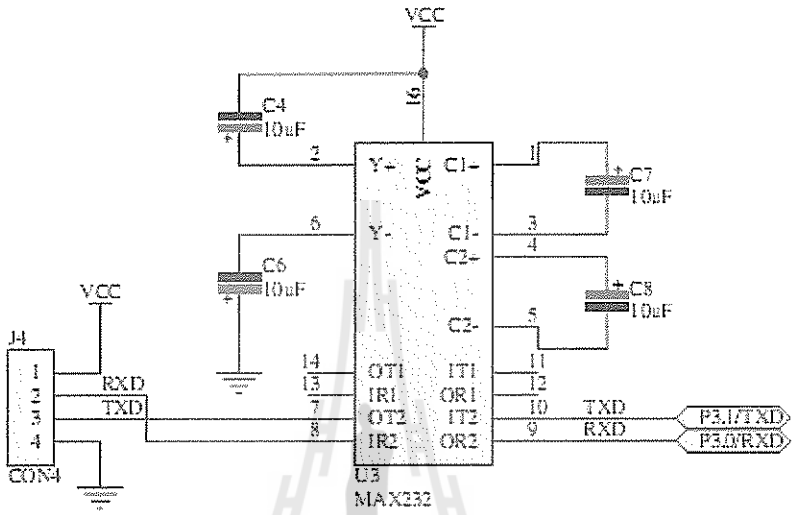
```
 txtReceive.Text = txtReceive.Text & buffer
 txtReceive.Refresh
End If
End Sub
Private Sub Timer1_Timer()
lbltime.Caption = Time & vbNewLine & Date
End Sub
Private Sub VScroll1_Change()
End Sub
Private Sub txtRXTX_Change()
End Sub
```

ภาคผนวก ข
วงจรที่ใช้ในโครงงาน

1. วงจรสำหรับการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์



2. วงจรในการต่อวงจรของ Max232



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3. วงจรสำหรับการเชื่อมต่อ R.F. Module