สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบบอกตำแหน่งรถยนต์โดยใช้อุปกรณ์ GPS

GPS Car Tracking System

โดย

นายไชยยา ปาลาว

นายตะวัน โรจน์พิบูลสถิตย์

วศ.
ว 684 ร
2549

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 71936
วัน,เดือน,ปี - 6 มิ.ย. 2550

b 11726062x
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2549

ภาควิชา
วิศวกรรมโทรคมนาคม

ผ่านการตรวจชิ้นงานแล้ว
(ลงชื่อ).....ผู้ตรวจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบบอกตำแหน่งรถยนต์โดยใช้อุปกรณ์ GPS

GPS Car Tracking System

โดย

นายไชยยา ปาลาว 46012007

นายตะวัน โรจน์พิบูลสถิตย์ 46012009

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร. ปราโมทย์ วาดเขียน

ผศ. ดร. จิรสุดา โกษียาภรณ์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2549

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง **ระบบบอกตำแหน่งรถยนต์โดยใช้อุปกรณ์ GPS**

GPS Car Tracking System

ผู้จัดทำ

1. นายไชยยา ปาลาว **46012007**

2. นายตะวัน โรจน์พิบูลสถิตย์ **46012009**

อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ.ดร. ปราโมทย์ วาคเชียน)

อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ. ดร. จีรสุดา โกษียาภรณ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบบอกตำแหน่งรถยนต์โดยใช้อุปกรณ์ GPS

GPS Car Tracking System

โดย นายไชยยา ปาลาว 46012007

นายตะวัน โรจน์พิบูลสถิตย์ 46012009

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร. ปราโมทย์ วาดเขียน

ผศ. ดร. จีรสุดา โกษียาภรณ์

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นการประยุกต์ใช้งาน GPS (Global Positioning System) ในการระบุตำแหน่งของรถยนต์ โดยอุปกรณ์ GPS ที่ติดตั้งอยู่บนรถยนต์จะทำการหาค่าตำแหน่งและรายงานข้อมูลเส้นทางในการใช้รถยนต์ไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ศูนย์กลางโดยระบบ GPRS เพื่อนำมาแสดงผลบนจอมอนิเตอร์

ABSTRACT

This project proposes the application of GPS (Global Positioning System) to determine position of the car by GPS device which is installed in car. The GPS determines the position and then report the tracking result using GPRS to central computer to be displayed on monitor.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คุณพ่อคุณแม่ที่ให้กำลังใจในการศึกษา นายธีรพร ไพทยะทัต ที่ให้คำแนะนำเรื่องแผ่นที่ดิจิตอล และขอบคุณเพื่อนๆที่เป็นกำลังใจให้รวมทั้งให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการทำโปรเจคชิ้นนี้จนสำเร็จสมบูรณ์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

		หน้า
	บทคัดย่อ	
	สารบัญภาพ	
บทที่ 1	บทนำ	1
บทที่ 2	ทฤษฎีและหลักการของจีพีเอส	2
	2.1 หลักการทำงานของไทรศัพท์	2
	2.2 ส่วนประกอบของระบบจีพีเอส	4
	2.2.1 ส่วนอวกาศ (Satellite Constellation)	4
	2.2.2 ส่วนสถานีควบคุม (Ground Control Segment)	6
	2.2.2.1 สถานีสังเกตการณ์ (Monition Station)	6
	2.2.2.2 สถานีควบคุมหลัก (Master Control Station)	7
	2.2.2.3 สายอากาศภาคพื้นดิน (Ground Uplink Antenna Facility)	7
	2.2.3 ส่วนผู้ใช้ (User Segment)	8
	2.2.3.1 เครื่องรับแบบเรียงลำดับสัญญาณดาวเทียม	8
	2.2.3.2 เครื่องรับแบบต่อเนื่อง (Continuous Receivers)	9
	2.3 การหาตำแหน่งบนพื้นโลก	10
	2.4 ความแม่นยำของระบบ	12
	2.5 โครงสร้างของข้อมูลที่ส่งจากดาวเทียม GPS	14
	2.6 การทำงานของเครื่องรับสัญญาณจีพีเอส (GPS Receiver Operation)	14
	2.6.1 การเลือกดาวเทียม (Satellite Tracking Selection)	14
	2.6.2 การรับสัญญาณดาวเทียม	15
	2.6.3 โค้ดแทรคกิ้ง (Code Tracking)	15
	2.7 ทฤษฎีการปฏิบัติงานระบบ จีพีเอส (Global Theory of Operation)	16
	2.7.1 ลักษณะของสัญญาณ จีพีเอส	16
	2.7.2 Selective Availability (SA)	17
	2.8 มาตรฐาน NMEA และโปรโตคอลที่ใช้ในการสื่อสารของ จีพีเอส	18
	2.8.1 มาตรฐาน NMEA (NMEA Standard)	18
	2.8.2 การอินเตอร์เฟสทางไฟฟ้า (Electrical Interface)	18
	2.8.3 มาตรฐาน NMEA – 0183	18
	2.8.4 โปรโตคอล NMEA 183	19
	2.8.5 รูปแบบประโยคของ NMEA	19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	2.9 ทฤษฎีของ GPRS	20
	2.10 รูปแบบการให้บริการของ GPRS	22
	2.11 กระบวนการแสดงตัวต่อเครือข่าย GPRS	24
	2.12 เครื่องลูกข่ายGPRS	26
	2.13 แบบจำลองโปรโตคอลของเครือข่าย GPRS	28
	2.13.1 เครื่องลูกข่าย	28
	2.13.2 เครือข่ายสถานีฐาน	29
	2.13.3 อุปกรณ์ SGSN	29
	2.13.4 อุปกรณ์ GGSN	30
	2.14 กระบวนการจัดการเกี่ยวกับตำแหน่งที่อยู่ของเครื่องลูกข่าย GPRS	30
	2.15 กลไกการจัดการตำแหน่งที่อยู่	32
	2.16 กระบวนการ GPRS Attach	33
	2.17 กระบวนการ GPRS Detach	35
	2.18 กระบวนการ PDP Context Activation	36
	2.19 กระบวนการ PDP Context Deactivation	38
	2.20 การรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม	40
	2.20.1 การรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม	40
	2.20.2 มาตรฐาน RS-232	41
	2.20.3 อุปกรณ์ DTE และ DCE	41
	2.20.4 การกำหนดขา RS-232 สำหรับ DB-9	41
บทที่ 3	การออกแบบวงจร	43
	3.1 วงจรรับ-ส่งพิกัดจีพีเอส	43
	3.2 การติดต่อเบื้องต้น	44
	3.3 คำสั่ง AT Command ในการเชื่อมต่อกับระบบ GPRS	46
	3.4 คำสั่ง AT Command ในการส่งข้อมูล	46
บทที่ 4	ผลการทดลอง	47
	4.1 ผลที่ได้จากวงจรรับสัญญาณจีพีเอส	47
	4.2 ผลที่ได้จากวงจรรับ – ส่งพิกัดจีพีเอส	48
	4.3 ผลที่ได้หลังจากทำการส่งพิกัดผ่านเครือข่าย	48
	4.4 ผลที่ได้หลังจากทำการพล็อตพิกัดลงบนแผนที่	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

บทที่ 5	บทสรุป	50
	ภาคผนวก	
	กิตติกรรมประกาศ	
	เอกสารอ้างอิง	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 รูปดาวเทียม NAVSTAT	2
รูปที่ 2.2 ดาวเทียมจีพีเอสบล็อกวัน	3
รูปที่ 2.3 ดาวเทียมจีพีเอสบล็อกทู	3
รูปที่ 2.4 ส่วนประกอบ 3 ส่วนของ GPS	4
รูปที่ 2.5 กลุ่มดาวเทียมจีพีเอส โดยมีระนาบโคจร 6 ระนาบ แต่ละระนาบจะมีดาวเทียมอยู่ 4 ดวง	5
รูปที่ 2.6 การโคจรของดาวเทียม GPS รอบโลก	6
รูปที่ 2.7 ที่ตั้งของสถานีควบคุมดาวเทียมจีพีเอส	7
รูปที่ 2.8 การวัดตำแหน่งบนพื้นโลก	10
รูปที่ 2.9 ลักษณะการตัดกันของระยะห่างดาวเทียมอันเนื่องมาจากเครื่องรับ	11
รูปที่ 2.10 การทำงานของระบบ GPS	13
รูปที่ 2.11 โครงสร้างสัญญาณจากดาวเทียมจีพีเอส	16
รูปที่ 2.12 เอสเอ (ส่วนประกอบทางความคลาดเคลื่อนของนาฬิกา)	17
รูปที่ 2.13 ผลกระทบของเอสเอ เมื่อรวมกับความคลาดเคลื่อนทางอิฟีเมอริส	18
รูปที่ 2.14 การรับส่งข้อมูลผ่านเครือข่าย GPRS สู่เครือข่ายคอมพิวเตอร์ภายนอก	25
รูปที่ 2.15 โครงสร้างการจัดโปรโตคอลภายในเครือข่าย GPRS	29
รูปที่ 2.16 กระบวนการปรับเปลี่ยนตำแหน่งใช้งาน SGSN ของเครื่องลูกข่าย GPRS	31
รูปที่ 2.17 สถานะของการสื่อสารตามมาตรฐาน GPRS	33
รูปที่ 2.18 ขั้นตอนการดำเนินกระบวนการ GPRS Attach	34
รูปที่ 2.19 ขั้นตอนการดำเนินกระบวนการ GPRS detach กรณีร้องขอจากเครื่องลูกข่าย	35
รูปที่ 2.20 ขั้นตอนการดำเนินกระบวนการ GPRS Detach กรณีร้องขอจากเครือข่าย GPRS	36
รูปที่ 2.21 การดำเนินกระบวนการ PDP Context Activation	37
รูปที่ 2.22 การดำเนินกระบวนการ PDP Context Deactivation โดยเป็นการร้องขอจากเครื่องลูกข่าย	39
รูปที่ 2.23 การดำเนินกระบวนการ PDP Context Deactivation โดยเป็นการร้องขอจากเครือข่าย	40
รูปที่ 3.1 บล็อคไดอะแกรมของวงจรรวม	43
รูปที่ 3.2 แสดงวงจรรับ-ส่งพิกัดจีพีเอส	43
รูปที่ 3.3 กำหนดชื่อสำหรับหน้าต่างที่ใช้ทำการติดต่อ	44
รูปที่ 3.4 เลือกใช้ Com port ที่ต่อใช้งานกับเครื่องคอมพิวเตอร์ เช่น Com5 ที่ Connect using	45
รูปที่ 3.5 เลือกสปีด (Baud Rate) ในการรับ-ส่งข้อมูล เช่น 4800 Bits/Sec	45
รูปที่ 4.1 ผลจากวงจรรับสัญญาณจีพีเอส	47
รูปที่ 4.2 รูปชิ้นงานในส่วนของวงจรรับสัญญาณจีพีเอส	47
รูปที่ 4.3 ผลที่ได้จากวงจรรับ – ส่งพิกัดจีพีเอส	48
รูปที่ 4.4 ผลที่ได้หลังจากทำการส่งพิกัดผ่านเครือข่าย	48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

รูปที่ 4.5 ผลที่ได้หลังจากทำการพล็อตพิกัดลงบนแผนที่ 49

รูปที่ 4.6 รูปชิ้นงานในส่วนของบอร์ดไมโครคอนโทลเลอร์ 49

รูปที่ 4.7 รูปชิ้นงานที่สำเร็จรูป 50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 รายละเอียดของการจัดกลุ่มเครื่องลูกข่าย GPRS
ออกตามคลาสการใช้งานหลายช่องเวลา 27

ตารางที่ 2.2 การจัดการขาของ Connector พอร์ตอนุกรมตามมาตรฐาน RS-232
ทั้งแบบDB-9และDB-25 41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

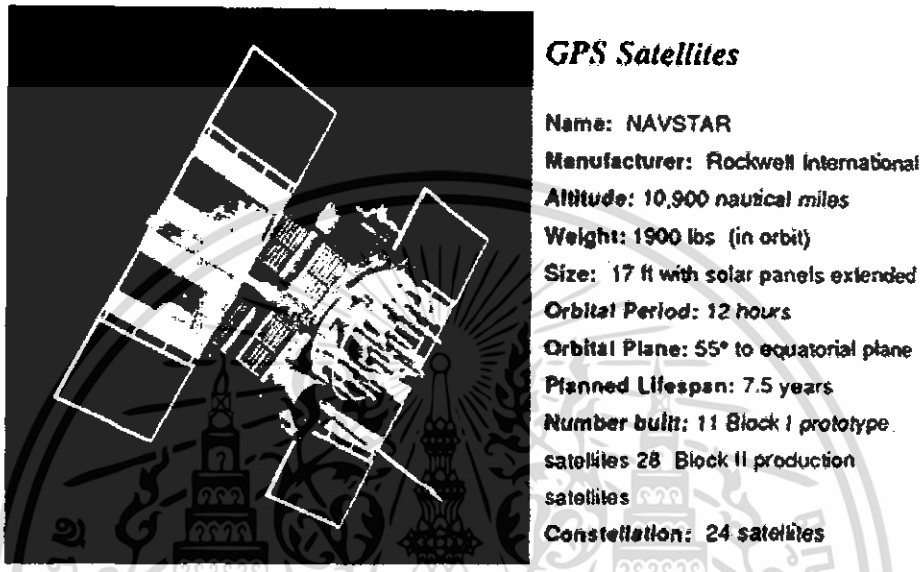
ในปัจจุบันยุคสมัยของการสื่อสารข้อมูลจัดได้ว่าเป็นยุคแห่งเทคโนโลยีซึ่งมีการพัฒนาระบบสื่อสารโทรคมนาคมและเทคโนโลยีต่างๆ ขึ้นมามากมายหลายรูปแบบ สำหรับจีพีเอส (GPS: Global Positioning System) ก็เป็นอุปกรณ์อีกชนิดหนึ่งที่สร้างขึ้นมาเพื่อใช้ประโยชน์ในการบอกตำแหน่ง ซึ่งในสมัยก่อนยังไม่มีเครื่องที่ใช้บอกตำแหน่งและทิศทาง จะมีเพียงเข็มทิศเท่านั้นที่ใช้บอกทิศทาง สำหรับจีพีเอสมีคุณสมบัติคือสามารถบอกพิกัดตำแหน่ง, ทิศทาง, ความสูงและความเร็วรวมทั้งข้อมูลต่างๆของดาวเทียมได้ สำหรับการใช้ประโยชน์จากจีพีเอสนั้นก็ขึ้นอยู่กับผู้ใช้ว่าจะนำไปประยุกต์ใช้งานอย่างไร เช่น จีพีอาร์เอส (GPRS: General Package Radio Service) จะนำจีพีเอสไปประยุกต์ใช้งานกับระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ซึ่งสามารถบอกพิกัดตำแหน่งบนเครื่องโทรศัพท์นั่นเอง

สำหรับปริญญานิพนธ์นี้ได้นำจีพีเอสไปประยุกต์ใช้ในการบอกตำแหน่งของรถยนต์ ซึ่งการใช้ประโยชน์นั้นขึ้นอยู่กับผู้ใช้ว่าจะนำไปประยุกต์ใช้กับอะไร เช่นนำไปใช้กับการจราจรเพื่อดูว่าเส้นทางที่มีการจราจรติดขัดมากควรจะเปลี่ยนไปใช้เส้นทางอื่น หรือบอกความเร็วของรถบนเส้นทางที่จำกัดความเร็วก็ได้ แต่ปริญญานิพนธ์นี้มุ่งเน้นไปทางบอกตำแหน่งของรถว่ารถคันนี้อยู่ที่ตำแหน่งใดในแผนที่และค้นหาตำแหน่งของรถที่ต้องการทราบได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการของจีพีเอส

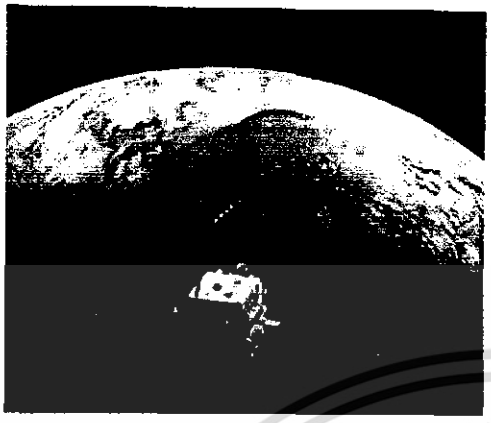
2.1 ทำความรู้จักกับระบบพิกัดบนพื้นโลกจีพีเอส (Global Positioning System : GPS)



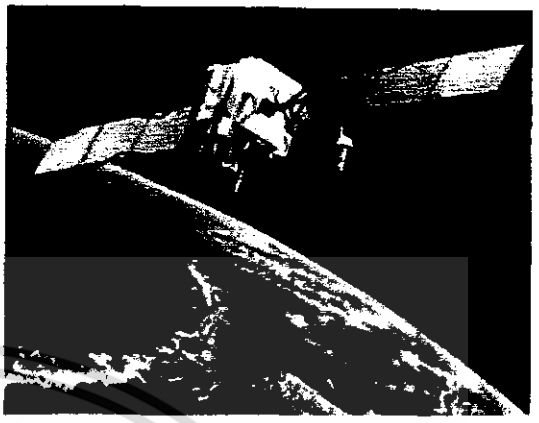
รูปที่2.1 รูปดาวเทียม NAVSTAT

จีพีเอสเป็นระบบหาพิกัดบนโลกโดยการอ้างอิงจากดาวเทียมที่มีความแม่นยำสูงสามารถใช้หาพิกัดใดๆ บนพื้นโลกได้ทุกสภาพอากาศ ซึ่งในปัจจุบันเป็นเทคโนโลยีที่เริ่มเข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันมากขึ้น มีการนำไปใช้ในกิจกรรมต่างๆ มากมาย เช่น การช่วยวางแผนเดินทางด้วยแผนที่ (โดยรถยนต์) ระบบติดตำแหน่งบนพื้นผิวโลก เป็นต้น จึงได้มีการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีพื้นฐานของ จีพีเอส (Core Technology) ซึ่งมุ่งเน้นในการพัฒนาออกแบบวงจรรวมพื้นฐานที่ใช้ในระบบจีพีเอส ทั้งในรูปแบบทรัพย์สินทางปัญญา (Intellectual Property) หรือ ไอพีคอร์ (IP core) และการทำเป็นชิพในขั้นสุดท้ายด้วย จีพีเอสถูกพัฒนาขึ้นมาโดยหน่วยงานต่อต้านการรุกรานของสหรัฐอเมริกาหรือ ดีโอดี (The United States Department of Defence: DOD) ใช้ในการหาพิกัดตำแหน่งในที่ต่างๆ บนโลกด้วยดาวเทียม โดยการใช้ส่งสัญญาณคลื่นวิทยุลงมาบนโลก เมื่อเครื่องรับจีพีเอสรับสัญญาณได้ จึงเอาข้อมูลต่างๆ ที่มากับสัญญาณจีพีเอสไปคำนวณหาตำแหน่งเพื่อประโยชน์ทางการทหาร และหน่วยงานราชการบางหน่วยของสหรัฐอเมริกา และพัฒนาระบบจนสมบูรณ์ในปี 1993 ในขณะที่ระบบยังไม่สมบูรณ์แต่ได้มีการใช้อย่างจริงจังครั้งแรกในช่วงสงครามอ่าวในปี 1991 ต่อมาจึงเปิดโอกาสให้ภาคเอกชน และหน่วยงานต่างๆ นำระบบไปใช้อย่างแพร่หลายทั่วโลก แต่ ดีโอดี ยังเปิดสัญญาณการเลือกที่เหมาะสมหรือเอสเอ (Selective Available : SA) เพื่อลดความถูกต้องของการบอกตำแหน่งเพื่อประโยชน์ทางการทหาร และเปิดสัญญาณเมื่อ วันที่ 1 พฤษภาคม 2000 ด้วยเหตุผลทางการตลาดทำให้การบอกตำแหน่งมีความถูกต้องแม่นยำขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 ดาวเทียมจีพีเอสบล็อกวัน



รูปที่ 2.3 ดาวเทียมจีพีเอสบล็อกทู

จีพีเอสสามารถหาตำแหน่งได้โดยใช้สัญญาณจากดาวเทียม จีพีเอส ที่ส่งไปโคจรอยู่รอบโลก ดาวเทียมจีพีเอสชุดแรกเป็นชุดสำหรับทดลองเรียกว่าบล็อกวัน (Block I) บล็อกวันมีทั้งหมด 10 ดวง ดวงแรกถูกส่งขึ้นในปี1978 และทยอยส่งจนหมดในปี 1988 จากนั้นในปี 1989 – 1994 ดาวเทียมจีพีเอสที่จะใช้งานจริง (Block II) ก็ถูกส่งโคจรรอบโลกทั้งหมด 24 ดวง (ใช้งาน 21 ดวง สำรองในวงโคจร 3 ดวง) นอกจากนี้ยังมีอีก 4 ดวงเป็นตัวสำรวจซึ่งพร้อมที่จะส่งเข้าวงโคจรหากจำเป็น อายุการใช้งานของดาวเทียมประมาณ 7.5 ปี ดาวเทียมทั้งหมดโคจรรอบโลกที่ความสูง 10900 ไมล์ทะเล (20200 km) มีคาบโคจรรอบโลกประมาณ 11 ชั่วโมง 58 นาที โดยเคลื่อนที่ในแนวระนาบ 6 ระนาบ ระนาบละ 4 ดวง มีมุมเอียง (Inclination angle) 55 องศา การจัดวางวงโคจรแบบนี้ทำให้ทุกที่ ที่บนพื้นโลกสามารถรับสัญญาณจากดาวเทียมได้ 6 ดวงเกือบจะ 100% ดาวเทียมเหล่านี้จะเป็นจุดอ้างอิงที่ใช้ในการหาตำแหน่ง มันก็เลยต้องเคลื่อนที่อยู่ในวงโคจรที่คงที่เสมอ บนพื้นโลกก็เลยมีสถานีตรวจวัด ปรับวงโคจรของดาวเทียมให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง และปรับตั้งนาฬิกาในดาวเทียมให้เดินตรงเสมอสถานีตรวจสอบสำหรับดาวเทียมจีพีเอสมีทั้งหมด 5 แห่ง คือที่ ฮาวาย (Hawaii) , แอสเซนชัน ไอซ์แลน (Ascension Island) , ดีโก การ์เซีย (Diego Garcia), ควาจะเลน (Kwajalein) และฟอลคิล เอ เอฟ บี (Falcon AFB) ที่โคโลราโด สปริงส์ (Colorado Springs) ซึ่งเป็นสถานีควบคุมหลัก (Master control) ของจีพีเอส

ดาวเทียมแต่ละดวงจะติดตั้งนาฬิกาอะตอมซึ่งตั้งเวลาไว้ให้ตรงกันทุกดวง ดาวเทียมจีพีเอสจะถ่ายทอดสัญญาณในรูปของคลื่นวิทยุตลอดเวลา คลื่นวิทยุที่จะส่งออกมาสองความถี่ คือ L1 = 1.2276 GHz และ L2 = 1.57542 GHz (ที่เรียก L1/L2 เพราะเป็นความถี่ย่าน L-Band) ดาวเทียมทุกดวงจะมีวงจรสำหรับสร้างรหัส ซูโด แรนดอม (Pseudo random code) ออกมาด้วยบิตเรท 1.023 Mbps แต่รหัสจะแตกต่างกันไปตามอัลกอลิทึม (algorithm) ที่เลือกใช้ รหัสนี้จะเอามา modulate กับคลื่นพาห์ (carrier) L1/L2 แล้วก็ส่งมาพื้นโลก การมอดูเลทรหัส ซูโด แรนดอม กับ L1/L2 ทำให้สัญญาณวิทยุอื่นๆ ไม่สามารถซิงโครไนซ์ (synchronize) กับL1/L2 ได้ ดาวเทียมจีพีเอสทุกดวงจึงสามารถใช้ความถี่ในการส่งสัญญาณเพียงชุดเดียว

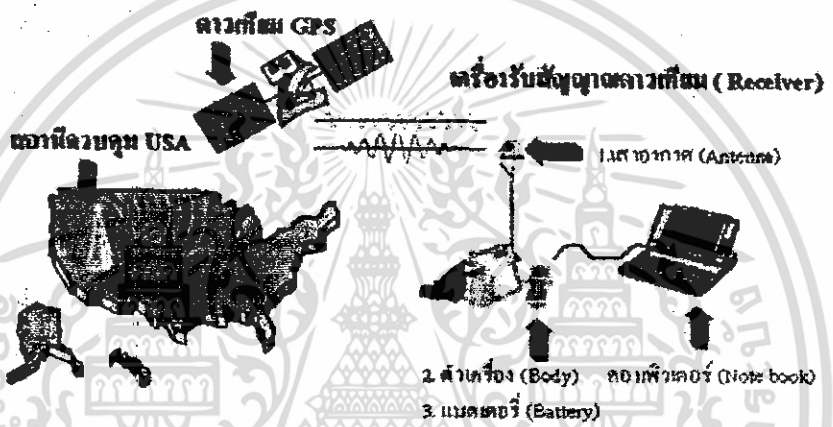
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพราะรหัส ซูโด แรนดอม ที่ดาวเทียมแต่ละดวงสร้าง (generate) ขึ้นมาจะเป็นตัวบ่งชี้ได้ว่าสัญญาณที่เครื่องรับ (receiver) ได้รับมาจากดาวเทียมดวงไหน และสัญญาณที่ดาวเทียมจีพีเอสส่งมานี้เองที่เราจะเอาไปคำนวณหาตำแหน่งบนพื้นโลกได้

2.2 ส่วนประกอบของระบบจีพีเอส

ระบบจีพีเอสประกอบไปด้วย 3 ส่วนดังนี้คือ

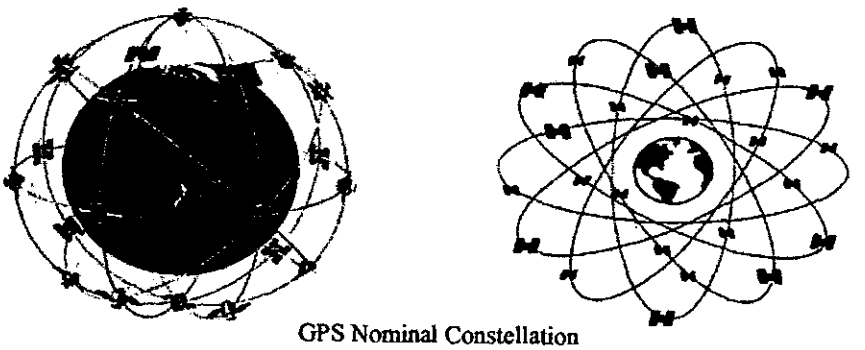
- ส่วนอวกาศ
- ส่วนสถานีควบคุม
- ส่วนผู้ใช้



รูปที่2.4 ส่วนประกอบ 3 ส่วนของ GPS

2.2.1 ส่วนอวกาศ (Satellite Constellation) ของระบบจีพีเอส ประกอบไปด้วยดาวเทียม 24 ดวง โดยใช้บอกพิกัด 21 ดวง ส่วนอีก 3 ดวงจะสำรองเอาไว้ซึ่งดาวเทียมทั้ง 24 ดวงนี้จะโคจรรอบโลกโดยรัศมีวงโคจรจะสูงจากพื้นโลก 20,200 กม. โดยประมาณ ด้วยวงโคจร Non-Geostationary orbit 6 วงโคจร แต่ละวงโคจรประกอบด้วยดาวเทียม 4 ดวง แต่ละวงโคจรเอียงทำมุม 55 องศาการบอกตำแหน่งบนพื้นโลกจะรับสัญญาณดาวเทียมได้อย่างน้อย 4 ดวงถ้ามีมุมเงย 15 องศาขึ้นไปและสามารถรับสัญญาณนาฬิกาที่มีความเที่ยงตรงสูง และตรงกันระหว่างเครื่องรับจีพีเอสกับดาวเทียมจีพีเอส ซึ่งในจีพีเอสนี้จะใช้สัญญาณนาฬิกาจากอะตอม ในดาวเทียมจีพีเอสบล็อค ทู จะมีนาฬิกาอะตอมแบบรูบิเดียม 2 เครื่อง และแบบซีเซียม 2 เครื่องซึ่งจะให้ความผิดพลาดต่อวันไม่เกิน 10^{-14} วินาที (เนื่องจากความผิดพลาดของเวลาเพียง 10^{-9} วินาทีจะทำให้เกิดความผิดพลาดของตำแหน่งถึง 30 เซนติเมตร) ดาวเทียมจะใช้สัญญาณจากนาฬิกาสร้างเป็นคล็อค (clock) สร้างความถี่พื้นฐาน 10.23 MHz แล้วสร้างความถี่พื้นฐานในแบนด์ L1 และ L2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



GPS Nominal Constellation

24 Satellites in 6 Orbital Planes

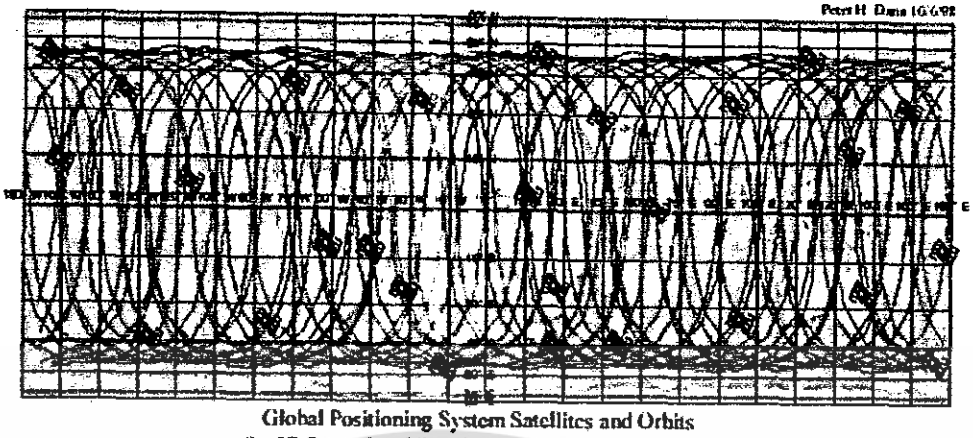
4 Satellites in each Plane

20,200 km Altitude, 55 Degree Inclination

รูปที่ 2.5 แสดงกลุ่มดาวเทียมจีพีเอส โดยมีระนาบโคจร 6 ระนาบ แต่ละระนาบจะมีดาวเทียมอยู่ 4 ดวง

โดยการคูณความถี่พื้นฐานด้วย 154 และ 120 ตามลำดับ ดังนั้นความถี่ของคลื่นพาห์ในแบนด์ L1 จะเท่ากับ1,575.42 MHz และความถี่ของคลื่นพาห์ในแบนด์L2 1,227.60 MHz การคำนวณหาระยะทางจากดาวเทียมมาถึงเครื่องรับเรียกว่า ซูโด – เรนจ์ (Pseudo - Range) จะคำนวณจากระยะเวลาที่สัญญาณทั้งสองที่อยู่ในรูปรหัสพีอาร์เอน (Pseudorandom Noise : PRN) ที่ผสมมากับคลื่นพาห์ทั้งสองแบนด์ เดินทางจากดาวเทียมถึงเครื่องรับสัญญาณรหัสแรกที่ส่งเรียกว่ารหัส ซีเอ (Coares/Acquis – Code : C/A Code) เป็นสัญญาณที่อนุญาตให้บุคคลทั่วไปใช้งานสัญญาณจะผสมออกมาที่แบนด์ L1 เท่านั้น สัญญาณรหัสที่สองคือ พีโค้ด (Precision Code) เป็นสัญญาณที่ใช้ในทางทหารสหรัฐและบุคคลที่ได้รับอนุญาตเท่านั้น สัญญาณที่ผสมจะออกมาทั้ง 2 แบนด์คือ L1 และ L2 ทำให้การระบุตำแหน่งมีความแม่นยำกว่า ซึ่งก็มีการเข้ารหัสไว้เพื่อรักษาความปลอดภัยของการทหารสหรัฐอเมริกา ในคลื่นพาห์ L1 นั้นใช้สำหรับการส่งสัญญาณทั้ง 2 แบบจึงต้องมีการชิพท์เฟสของแคเรียร์ เพื่อมิให้สัญญาณรบกวนกัน หลังจากนั้นรหัสพีอาร์เอ็น จะมีข้อมูลอื่นๆ ที่ผสมมาในสัญญาณด้วยได้แก่ ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับวงโคจรดาวเทียม สัมประสิทธิ์สภาพชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์สภาพการใช้งานของดาวเทียม เวลาของระบบและสัญญาณเวลาของดาวเทียม เป็นต้น รหัสพี และรหัสซีเอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Global Positioning System Satellites and Orbits
for 27 Operational Satellites on September 29, 1998
Satellite Positions at 00:00:00 9/29/98 with 24 hours (2 orbits) of Ground Tracks to 00:00:00 9/30/98

รูปที่ 2.6 แสดงการโคจรของดาวเทียม GPS รอบโลก

นั้นได้ถูกออกแบบมาเพื่อไม่ให้มีการรบกวนกัน โดย พี- โค้ด จะถูกมอดูเลตกับคลื่นพาห์พร้อมๆ กับ ซีเอ โค้ด ที่ถูกมอดูเลตกับสัญญาณของคลื่นพาห์ที่ถูกชิพท์เฟสไป 90 องศา โดยสัญญาณของคลื่นพาห์ที่ถูกมอดูเลตไปทั้งสองนี้จะรวมกันด้วยวิธี เฟส ควอดคราเจอร์ (Phase Quadrature) และข้อมูลที่ถูกส่งมาจากดาวเทียมนั้นจะถูกมอดูโล – ทู (Modulo – 2) ลงบน พี – โค้ด หรือลำดับของรหัสซีเอ (C/A Code State Sequence) ของพีโค้ด,ซีเอโค้ดและข้อมูลนำร่อง (navigation message) คือ P(T), C/A(t) และ D(t) ตามลำดับ โดยการมอดูเลตคลื่นพาห์แสดงได้ดังต่อไปนี้

$$L_1(t) = a_1P(t)D(t)\cos f_1(t) + a_1C/A(t)D(t)\sin f_1(t)$$

$$L_2(t) = a_2P(t)D(t)\cos(f_2t)$$

และการ ดีมอร์ดูเลต (Demodulate) คลื่นพาห์โดย

$$L_1(t) = a_1\cos(f_1t)$$

2.2.2 ส่วนสถานีควบคุม (Ground Control Segment) มีส่วนรับผิดชอบการทำงานของดาวเทียมจีพีเอส เช่น การรักษาตำแหน่งการโคจรของดาวเทียม ตรวจสภาพและระบบต่างๆบนดาวเทียม ตรวจแผงเซลแสงอาทิตย์ระดับพลังงานของแบตเตอรี่การเปิดดาวเทียมสำรองปรับปรุงข้อมูลเวลา ข้อมูลอิฟีเมอริส (Ephermeris) ข้อมูลอัลมาแนค (Almance) และตัวชี้ค่าอื่นๆในข่าวสารการนำร่องวันละครั้งหรือตามแต่ความจำเป็น สถานีควบคุมนี้จะมีนาฬิกาอะตอมแบบซีเซียมที่มีความแม่นยำสูงและเครื่องรับที่สามารถคำนวณ พีโค้ด ซูโดเรนจ์ (P-Code Pseudo-Range) ของดาวเทียมทุกดวงรับสัญญาณได้ ข้อมูลต่างๆ ที่ต้องการจะถูกคำนวณแล้วส่งไปให้สถานีควบคุม ซึ่งสามารถที่จะนำข้อมูลมาหาตัวแปรต่างๆ จากนั้นส่งกลับไปยังดาวเทียมจีพีเอสเพื่อแก้ไขข้อผิดพลาดต่างๆ

2.2.2.1 สถานีสังเกตการณ์ (Monition Station) สถานีสังเกตการณ์จะมีเครื่องรับสัญญาณจีพีเอส ทั้งสองความถี่ (L1 & L2) โดยจะทำการวัดค่าซูโดเรนจ์ และเดลตาเรนต์ ของแต่ละดาวเทียมที่ผ่านสถานีและมีนาฬิกาซีเซียม (Cesium) สองตัวที่ตั้งเวลาเพื่อใช้ในการอ้างอิงกับเวลาของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบจีพีเอส สัญญาณจากดาวเทียมที่ส่งมาถึงสถานีสังเกตการณ์นั้นมีการหักเหและล่าช้าในชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ และโทรโพสเฟียร์เรียกการล่าช้านี้ว่าไอโอโนสเฟียริกดีเลย์ (Ionospheric Delay) และโทรโพสเฟียริกดีเลย์ (Tropospheric Delay) การล่าช้านี้จะทำให้เกิดการผิดพลาดของข้อมูล ซึ่งการแก้ไขนั้นสถานีสังเกตการณ์จะรวบรวมข้อมูลจากสัญญาณที่ได้รับทั้ง 2 ความถี่ อุณหภูมิ ความดันบรรยากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ และจะส่งไปยังสถานีควบคุมหลักโดยกรมอุตุนิยมวิทยาของสหรัฐอเมริกา เพื่อทำการคำนวณหาค่าความผิดพลาดและหาข้อมูลที่ต้องใช้ต่อไป

2.2.2.2 สถานีควบคุมหลัก (Master Control Station) สถานีควบคุมหลักมีหน้าที่ในการประมวลผลข้อมูล ที่ได้รับจากสถานีสังเกตการณ์เพื่อตรวจสอบ และกำหนดค่าสัญญาณนาฬิกาของดาวเทียมข้อมูลอัลมาแนค ข้อมูลอิฟีเมอริสให้ถูกต้อง โดยเริ่มจากแก้ไขค่าซูโดเรนจ์ที่เกิดจากการล่าช้าเนื่องจากการผ่านชั้นบรรยากาศของทุกๆ สถานีสังเกตการณ์ จากนั้นจึงนำไปผ่านคาลมานฟิลเตอร์ (Kalman Filter) เพื่อให้ได้ค่าอิฟีเมอริสและค่าการเหลื่อมของสัญญาณนาฬิกาที่ถูกต้อง โดยฟิลเตอร์จะถูกอัพเดททุกๆ 15 นาที ด้วยค่าตำแหน่งของดาวเทียมที่ถูกคำนวณในระบบโคออดิเนตแบบเอิร์ธเซนเตอร์เอิร์ทฟิกซ์ (Earth-Center Earth-Fixed : ECEF) สถานีควบคุมหลักจะเป็นศูนย์กลางในการทำงานของส่วนควบคุม ตั้งอยู่ที่ฐานทัพอากาศ Falcon, Colorado, Spring, CO. ส่วนสถานีสังเกตการณ์จะกระจายอยู่ตามที่ต่างๆ เพื่อรับสัญญาณดาวเทียมในย่าน L-Band และจะส่งสัญญาณเตือนไปยังสถานีควบคุมหลักภายใน 60 วินาที หากตรวจพบความผิดพลาด

2.2.2.3 สายอากาศภาคพื้นดิน (Ground Uplink Antenna Facility) ส่วนสถานีสายอากาศภาคพื้นดินจะทำการส่งคำสั่ง ข้อมูลการนำร่องและข้อมูลอื่นๆที่เรียกว่า ทีทีแอนซี (Telemetry, Tracking and Command: TT&C) ซึ่งเตรียมพร้อมโดยสถานี ควบคุมหลักสำหรับดาวเทียมแต่ละดวง ข้อมูลเหล่านี้จะถูกส่งไปยังสถานีสายอากาศภาคพื้นดินและเก็บไว้จนกว่าดาวเทียมดวงที่ต้องการส่งข้อมูล จะผ่านมาโดยจะส่งคลื่นความถี่ S-Band โดยสถานีสายอากาศจะตั้งอยู่คู่กับสถานีสังเกตการณ์

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

รูปที่ 2.7 แสดงที่ตั้งของสถานีควบคุมดาวเทียมจีพีเอส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 ส่วนผู้ใช้ (User Segment) ในส่วนนี้นั้นส่วนประกอบที่สำคัญคือ เครื่องรับสัญญาณจีพีเอส โดยจะรับสัญญาณ L-Band ที่ถูกส่งมาจากดาวเทียมและนำมาคำนวณเพื่อหาตำแหน่ง ความเร็วและเวลา ของเครื่องรับจากนั้นจะนำค่ามาประยุกต์ใช้งานตามลักษณะการใช้งาน ซึ่งเครื่องรับจีพีเอสสามารถแบ่ง ออกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ เครื่องประเภทที่สามารถรับดาวเทียมได้ 4 ดวง หรือมากกว่าได้พร้อมกันทีเดียว กับ เครื่องที่มีการรับดาวเทียมโดยการเรียงลำดับ และแต่ละกลุ่มยังแบ่งย่อยได้อีกคือ

2.2.3.1 เครื่องรับแบบเรียงลำดับสัญญาณดาวเทียม ปกติเครื่องรับจีพีเอสจะต้องมี ข้อมูลจากดาวเทียมอย่างน้อย 4 ดวง จึงสามารถคำนวณหาตำแหน่งที่ได้ เครื่องรับจีพีเอสที่ใช้เรียงลำดับ ใช้ช่องรับสัญญาณเพียงช่องเดียว รับข้อมูลจากดาวเทียมดวงหนึ่งระยะหนึ่งแล้วเปลี่ยนไปยังอีกดวงหนึ่ง เครื่องประเภทนี้จะมีแผงวงจรเล็ก ดังนั้นจึงมีราคาถูกและใช้กำลังน้อย ข้อเสียของการเรียงลำดับ สัญญาณอาจเกิดการขาดตอนและทำให้มีผลต่อความถูกต้องของผลที่ได้น้อย เครื่องรับในกลุ่มนี้ได้แก่

- เครื่องรับช่องเดียวแบบจำกัดพลังงาน (Starved – Power Singler Receivers) เครื่องแบบนี้ ออกแบบให้พกพาได้และสามารถทำงานได้ด้วยถ่านไฟฉายขนาดเล็ก การจำกัดการใช้กระแสไฟโดยให้ ปิดการทำงานตัวเองโดยอัตโนมัติเมื่อแสดงตำแหน่งครั้งสองครั้งใน 1 นาที เหมาะสำหรับใช้งานบอก ตำแหน่งส่วนตัว เช่น นักไต่เขาหรือแล่นเรือในเวลากลางวัน โดยไม่ต้องมีแบตเตอรี่ไฟฉายหลายก้อน และทำงานได้ทุกที่บนโลก ข้อเสีย คือ ความถูกต้องของสัญญาณจีพีเพสที่ได้ไม่ดีเท่าที่ควร ต่อเชื่อมกับ อุปกรณ์อื่นไม่ได้ และไม่สามารถใช้วัดความเร็วได้ การที่หาความเร็วไม่ได้ เนื่องจากต้องปิดเครื่องเอง ในระหว่างการวัด เพราะว่าเครื่องใช้แผงวงจรนาฬิกาที่ใช้ไฟน้อย (นาฬิกาจะต้องเดินอยู่ตลอดเวลา) นาฬิกาที่ใช้จึงจะไม่ให้ความถูกต้องเท่าที่ควร

- เครื่องรับช่องเดียว (Single Channel Receivers) เหมือนกับแบบเครื่องรับช่องเดียวแบบจำกัด พลังงาน เป็นเครื่องรับสัญญาณช่องเดียวใช้ทำการหาระยะจากดาวเทียมทุกดวง แต่ที่ไม่เหมือนกันคือ เครื่องรับช่องเดียวแบบมาตรฐานไม่จำกัดที่กำลังไฟ ดังนั้นจึงทำการรับสัญญาณต่อเนื่องได้ มีผลทำให้ ความถูกต้องสูงกว่า และใช้วัดหาความเร็วได้ จากที่มีเพียงช่องเดียวที่ต้องใช้ทั้งการรับข้อมูลดาวเทียมและ คำนวณหาระยะ จึงไม่สามารถหาตำแหน่งต่อเนื่องได้ ยิ่งกว่านั้นตามเหตุผลของวิชาการ ความไม่เที่ยงตรง ของนาฬิกามีผลโดยตรงต่อความถูกต้องของการวัดหาความเร็ว

- เครื่องรับช่องเดียวแบบมัลติเพล็กเร็ว (Fast-Multiplexing Single Receiver) เครื่องประเภทนี้ เหมือนกับเครื่องทั้งสองประเภทข้างต้นที่กล่าวมาข้างต้นซึ่งรับช้า แต่เครื่องรับนี้สามารถเปลี่ยนดาวเทียม ได้เร็วกว่า ข้อดี คือ สามารถทำการวัดได้ในขณะที่กำลังรับข้อมูลจากดาวเทียม ดังนั้นเครื่องทำงานได้อย่าง ต่อเนื่อง และการที่มีนาฬิกาไม่เที่ยงตรงจึงมีผลต่อเครื่องประเภทนี้ด้วย เครื่องแบบนี้ต้องการใช้แผงวงจรที่ ค่อนข้างซับซ้อนและราคาพอๆ กับเครื่องแบบสองช่องรับสัญญาณที่ใช้เครื่องซึ่งให้ความถูกต้องสูงกว่า และมีลักษณะการยืดหยุ่นการใช้งานได้ดีกว่า

- เครื่องรับสัญญาณสองช่องตามลำดับ (Two-Channel Sequencing Receivers) การเพิ่ม ช่องสัญญาณขึ้นอีกหนึ่งช่องช่วยให้เครื่องเพิ่มขีดความสามารถขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ข้อหนึ่งความแรง สัญญาณ สัญญาณต่อสัญญาณรบกวน (Signal – to - Noise) เป็นสองเท่าทันที หมายถึงสามารถจับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

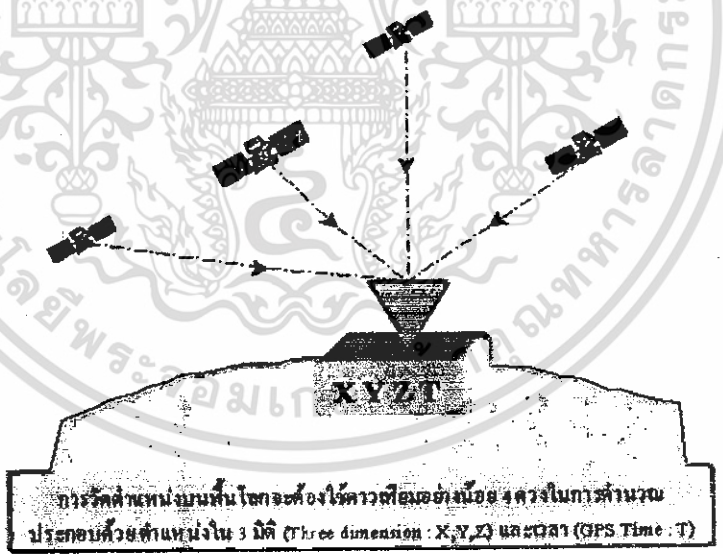
สัญญาณภายใต้สภาวะที่ไม่ดีและสามารถรับดาวเทียมดวงที่อยู่ต่ำใกล้เส้นขอบฟ้าได้ จากการที่ช่องหนึ่งสามารถรับข้อมูลตำแหน่งอย่างต่อเนื่องได้ในขณะที่อีกช่องหนึ่งค้นหาดาวเทียมดวงต่อไป เครื่องแบบสองช่องนี้จะทำงานแบบนำร่องได้โดยไม่ต้องมีการขาดตอน และความเร็วก็จะมีค่าที่ถูกต้องขึ้น ความจริงเครื่องรับสองช่องที่คุณภาพดีก็สามารถใช้คำนวณหาและตัดค่าที่เวลาของนาฬิกาเครื่องรับไม่ดีทิ้งเพื่อใช้ในการวัดหาความเร็ว ข้อเสีย ของเครื่องแบบสองช่องคือ มีราคาสูง เครื่องแบบสองช่องยังมีราคาแพงกว่าเครื่องแบบช่องเดียวมาก ทั้งที่เนื่องจากผู้ใช้เครื่องรับจีพีเอสสองช่องมักต้องการความถูกต้อง ต้องการเครื่องที่แข็งแรง และสามารถควบคุมสังเกตการณ์แสดงผลที่ดีกว่า

2.2.3.2 เครื่องรับแบบต่อเนื่อง (Continuous Receivers) ได้แก่เครื่องรับที่สามารถรับสัญญาณดาวเทียมพร้อมกันได้ ตั้งแต่ 4 ดวงขึ้นไป และสามารถแสดงผลค่าตำแหน่งและความเร็วได้ทันที การรับสัญญาณดาวเทียมทั้ง 4 ดวง พร้อมกับที่มีค่าในการวัดหาในขณะที่มีการเปลี่ยนตำแหน่งรวดเร็วหรือต้องการความถูกต้องสูง ดังนั้นเครื่องแบบนี้จึงนำมาใช้ในงานวัดและทางด้านวิทยุ ซึ่งจะพบว่าจะมีช่องรับสัญญาณทั้ง 4, 5, 8, 10 และ 12 ช่อง นอกจากข้อดีที่ใช้วัดตำแหน่งอย่างต่อเนื่องได้แล้ว เครื่องรับจีพีเอสแบบหลายช่องสามารถช่วยขจัดปัญหา จีดีโอพี (Geometrix Dilution of Precision : GDOP) ได้อีกด้วย คือ แทนที่จะรับดาวเทียม 4 ดวงได้ ก็จะคำนวณหาค่าจีดีโอพีดาวเทียม 4 ดวงของกลุ่มดาวเทียมที่ขึ้นอยู่ และทำการวัดจากดาวกลุ่มที่มีค่าจีดีโอพีต่ำสุด เครื่องรับ 4 ช่องสัญญาณ สามารถให้ค่าสัญญาณต่อสัญญาณรบกวน เพิ่มขึ้นเป็นสองเท่าของเครื่อง 2 ช่อง และเป็นสี่เท่าของเครื่องรับช่องเดียว และโดยการเปรียบเทียบค่าการรับสัญญาณของแต่ละช่อง เครื่องสามารถปรับตั้งค่าพิกัดเทียบระหว่างช่องรับสัญญาณซึ่งช่วยทำให้การวัดมีความถูกต้องดีขึ้นนอกเหนือจากข้อดี ข้อเสียที่กล่าวมาแล้ว ยังมีข้อดีอื่นที่นำมาพิจารณาอีกคือ มีเครื่องแบบใหม่ที่ได้ ค่าความถูกต้องสูงมาก โดยการใช้ทั้งรหัส ซูโดแรนดอมที่กล่าวมาแล้ว และใช้ความถี่ของคลื่นพาหะ ซึ่งทำให้เครื่องรับที่ทำงานมีความเที่ยงสูง ที่รหัส ซูโดเรนดอมไม่สามารถให้ได้ และใช้ในการวัดหาเวลาได้แม่นยำมากขึ้น ซึ่งช่วยในการบอกตำแหน่งได้ดีขึ้นด้วย และมีบางเครื่องที่ไม่ต้องใส่ค่าประมาณตำแหน่งและเวลาโดยประมาณให้เครื่องก่อนทำการวัด เครื่องรับแบบนี้ใช้ตัวเองใส่ค่าเริ่มตำแหน่งโดยตัวมันเอง ข้อที่ควรพิจารณาคือการต่อเชื่อมกับอุปกรณ์อื่นและความสะดวก บางเครื่องแสดงได้เฉพาะพิกัดภูมิศาสตร์ บางเครื่องไม่สามารถต่อเข้ากับเครื่องมืออื่นหรือคอมพิวเตอร์ได้ และมีข้อสำคัญที่ต้องพิจารณาอีกข้อคือความแข็งแรงทนทานถ้าต้องใช้เครื่องทำงานในพื้นที่ทะเลหรือในพื้นที่ป่าเขา การใช้ไฟและความร้อนที่เกิดขึ้นเป็นตัวชี้สำคัญที่จะต้องเอาใจใส่ ทางสถิติแสดงให้เห็นว่าอัตราของค่าความผิดพลาด จะเพิ่มเป็นสองเท่าของความร้อนในเครื่องเพิ่มทุก 7 องศา-ฟาเรนไฮต์ เครื่องรับจีพีเอสรุ่นใหม่ปัจจุบัน ได้เพิ่มคุณค่าให้แก่เครื่องรับจีพีเอส อีกหลายประการ เช่น ใช้ในการประมวลผลที่ซับซ้อน แสดงผลด้วยจอภาพรายละเอียด เครื่องรับจีพีเอสอาจแสดงจุดตำแหน่งบนแผนที่ที่วาดไว้แล้วให้เห็นทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การหาตำแหน่งบนพื้นโลก

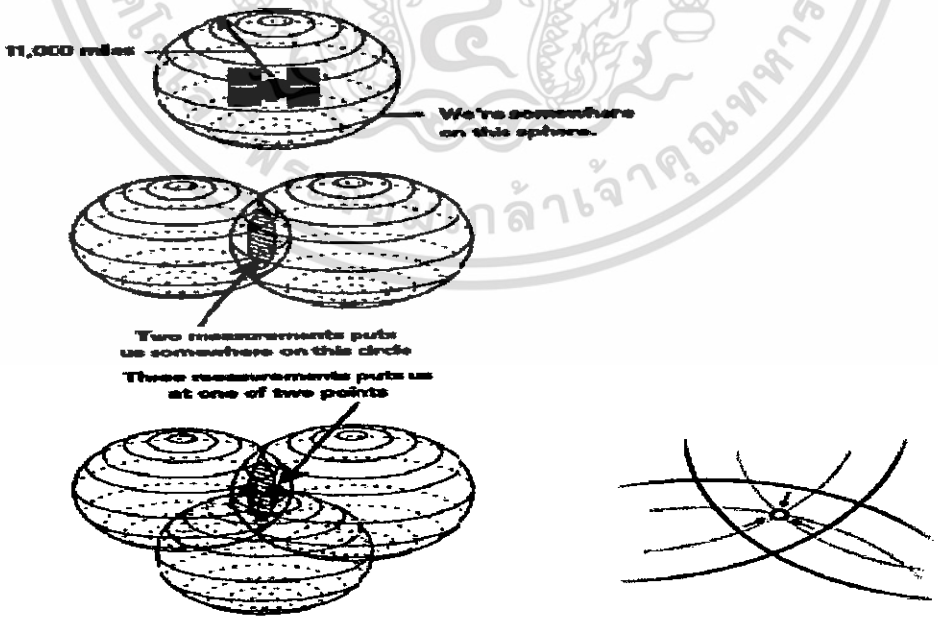
ก่อนจะไปถึงการหาตำแหน่งบนพื้นต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับการอ้างอิงตำแหน่งของ GPS โดย GPSใช้การอ้างอิงตาม World Geodetic System-84 (WGS-84) ซึ่งจำลองโลกว่าเป็นทรงรี (Ellipsoid) ทรงรีที่ว่านี่มีรัศมีตามแนวเส้นศูนย์สูตร (Semi-major axis) = 6378137 เมตร และรัศมีตามแนวขั้วโลก (Semi-minor axis) = 6356752.3124 เมตร ระยะห่างของดาวเทียมที่จริงก็จะเป็นระยะห่างจากศูนย์กลางโลกตาม WGS-84 การจำลองแบบนี้ทำให้สามารถคำนวณตำแหน่งได้ตามหลักของเรขาคณิตตำแหน่งที่ receiver คำนวณได้ก็จะเป็นจุดที่ระบุอยู่ในระบบ coordinate สามมิติ (X, Y, Z) พอเอามาเทียบกับ ellipsoid ของ WGS-84 ก็จะได้เป็นตำแหน่งและความสูงเทียบจาก ellipsoid ค่าเหล่านี้จะเอามาแปลงเป็นพิกัดและความสูงจริงๆ อีกที พูดถึงความสูงนี่เป็นเรื่องค่อนข้างยุ่งยากพอสมควร เพราะว่าโลกเราไม่ได้ราบเรียบเหมือนกับ ellipsoid ที่เป็น model พื้นโลกมีทั้งภูเขา ทะเล หลุมลึก ซึ่งมีช่วงความต่างกว่า 20 กิโลเมตร ดังนั้นเราจึงต้องหาจุดอ้างอิงสำหรับความสูงขึ้นมา จุดที่ว่านั้นก็คือ "ระดับน้ำทะเลกลาง" (จุดอ้างอิงของพิกัดก็คือ prime meridian ที่ผ่านเมือง Greenwich กับเส้นศูนย์สูตร) ระดับน้ำทะเลกลางเป็นตำแหน่งของพื้นผิวซึ่งคิดตามตามแรงโน้มถ่วงของโลกเรียกว่า "จีออยด์" (Geoid) ใน WGS-84 มีแผนที่จีออยด์ของตำแหน่งต่างๆ ทั่วโลกระบุไว้ด้วยว่าต่างจาก ellipsoid ของ WGS-84 มากน้อยแค่ไหน ดังนั้นเราจึงสามารถหาตำแหน่งความสูงของเราเทียบกับระดับน้ำทะเลกลางได้



รูปที่ 2.8 แสดงการวัดตำแหน่งบนพื้นโลก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สิ่งที่ต้องการในการหาตำแหน่งคือระยะทางระหว่างดาวเทียมกับ receiver แต่การวัดระยะโดยตรงทำได้ยากมากและไม่ได้ค่าที่ละเอียดพอ ในบรรดาการวัดทั้งหมด "เวลา" เป็นสิ่งที่เราวัดได้แม่นยำที่สุดโดยใช้การสั่นของอะตอมธาตุซีเซียม ที่เราเรียกว่านาฬิกาอะตอม ถ้า receiver สามารถวัดเวลาได้แม่นยำพอเราก็จะสามารถวัดระยะเวลาที่คลื่นเดินทางมาจากดาวเทียมมาถึง receiver ได้พอได้ระยะเวลาที่คลื่นเดินทางก็จะสามารถหาระยะทางระหว่างดาวเทียมกับ receiver ได้โดยคำนวณกับความเร็วของแสง การวัดระยะเวลาของ receiver มีจุดสำคัญที่ pseudo random code ทั้ง receiver และดาวเทียม GPS จะ generate pseudo random code ที่เหมือนกันในขณะเวลาเดียวกัน เมื่อ receiver ได้รับ pseudo random code จากดาวเทียม GPS มันก็จะทำการเปรียบเทียบว่า code ที่ได้รับมีความแตกต่างจาก code ที่ receiver generate ในแกนเวลามากน้อยแค่ไหน ค่าความแตกต่างที่ได้ก็จะเป็นเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของสัญญาณจากดาวเทียมมาถึง receiver เมื่อรู้ระยะเวลาที่แน่นอนก็จะสามารถหาระยะห่างจาก receiver ถึงดาวเทียมได้ เหตุผลว่าทำไมต้องเป็น 3 ดวงคือ เมื่อเราได้ระยะห่างจากดาวเทียมดวงแรก เราจะได้ว่าตำแหน่งของ receiver จะอยู่บนพื้นผิวของทรงกลมเสมือนอันหนึ่งที่มีรัศมีเท่ากับระยะห่างระหว่างดาวเทียมกับ receiver ทีนี้เมื่อได้ระยะห่างจากดาวเทียมดวงที่สอง เราก็จะได้ว่าตำแหน่งของ receiver จะอยู่บนทรงกลมเสมือนอีกอันหนึ่งด้วย ดังนั้นจะได้ว่าตำแหน่งของ receiver จะอยู่บนเส้นรอบวงกลมที่เกิดจากจุดตัดของทรงกลมเสมือนทั้งสองอัน เมื่อได้ระยะห่างจากดาวเทียมดวงที่สาม เราก็จะได้ทรงกลมเสมือนสามลูกตัดกันซึ่งจะเกิดจุดตัด 2 จุด receiver จะอยู่ที่จุดตัดจุดใดจุดหนึ่งในสองจุดนี้ โดยทั่วไปตำแหน่งของจุดตัดนี้จะมีอันหนึ่งที่ไม่น่าจะเป็นคำตอบที่ถูก (เช่น คำนวณแล้วได้จุดที่อยู่นอกโลก ในผิวโลก ไม่ใช่บนผิวโลก) ซึ่งจะถูกตัดทิ้งไป และจุดที่เหลือก็คือผลลัพธ์ที่ถูกต้องว่าเราอยู่ที่ตำแหน่งใดบนพื้นโลก วิธีการที่ใช้หาตำแหน่งนี้เรียกว่า "Triangulating"



รูปที่ 2.9 ลักษณะการตัดกันของระยะห่างดาวเทียมอันเนื่องมาจากเครื่องรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ความแม่นยำของระบบ

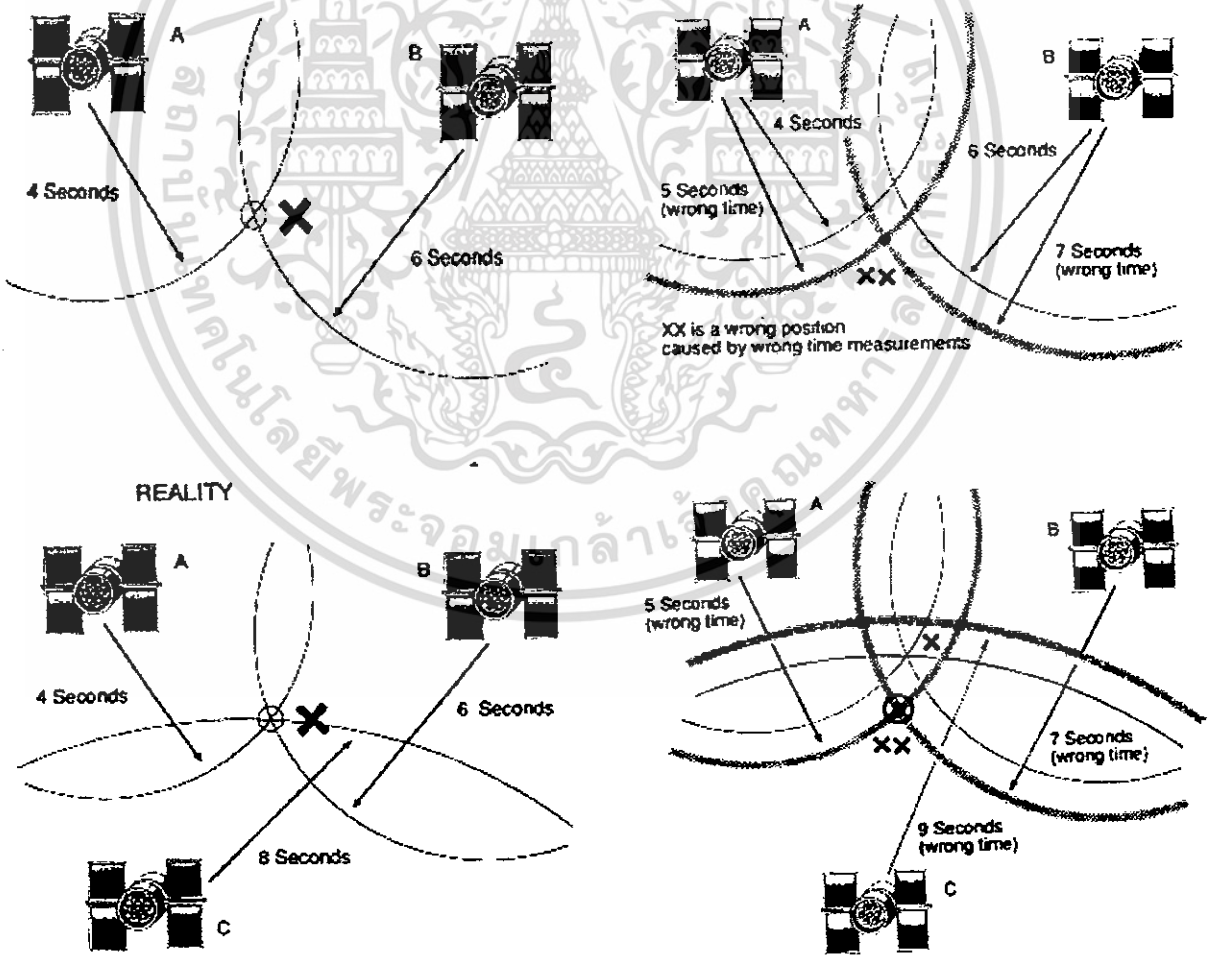
ความถูกต้องของตำแหน่งจะอยู่ที่ความถูกต้องในการวัดเวลา ดังนั้นการวัดตรงนี้ต้องทำละเอียดมาก ถ้าลองเทียบจาก pseudo random code ที่ถูก generate ด้วย bit rate 1.023 Mbps คาบของ cycle ก็จะประมาณ 1 usec (1/1000000 วินาที) ถึงเวลาจะน้อยนิดเดียว แต่ถ้าวัดผิดเพียง 1 cycle นี่ก็เพี้ยนไป 300 เมตร เครื่อง receiver ดีๆ จะสามารถเปรียบเทียบ code ได้ละเอียดระดับ 1-2% ของ cycle ทำให้ผิดพลาดไป 3-6 เมตร แต่ก็ยังไม่ดีพอสำหรับงานบางงาน แต่อย่าลืมว่าสัญญาณจาก GPS ไม่ได้มีเพียง pseudo random code เท่านั้นยังมีสัญญาณ carrier L1/L2 ซึ่งมีความยาวคลื่นประมาณ 20 cm. หากใช้ carrier เข้ามาช่วยในการวัดเวลาก็จะได้ผลที่แม่นยำขึ้นอีกมาก ตามทฤษฎีจะมี error เพียง 3-4 mm. เท่านั้น อย่างไรก็ตาม การวัดเวลาที่ถูกต้องหมายความว่า receiver จะต้องมีนาฬิกาที่เดินตรงกับนาฬิกาบนดาวเทียม GPS และนี่เองที่เป็นปัญหาใหญ่ใน ideal case การใช้วิธี triangulating จะให้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องเพียงจุดเดียว (จากสองจุดที่หามาได้) แล้วถ้าเวลาของ receiver เดินตรงกันกับนาฬิกาของดาวเทียมจริงๆ ผลของการหาจุดตัดจากดาวเทียม GPS มากกว่า 3 ดวงจะต้องได้เป็นจุดเดียวเสมอ ดังนั้นหากการวัดระยะจากดาวเทียมดวงที่สี่ส่งผลให้ไม่ตัดกับจุดตัดดังกล่าว ก็แสดงว่านาฬิกาของ receiver ไม่ตรงกับนาฬิกาของดาวเทียมเราก็จะสามารถ synchronize เวลาของ receiver ขึ้นใหม่ให้ตรงได้โดยการปรับนาฬิกาของ receiver จนกระทั่งได้จุดตัดเป็นจุดเดียว ในทางปฏิบัติ สัญญาณจากดาวเทียม GPS มีข้อผิดพลาดไม่น้อยและเป็นตัวทำให้ผลลัพธ์ของตำแหน่งผิดไปด้วย ข้างล่างนี้เป็นตัวอย่างของ error ที่เกิดขึ้น

- สัญญาณจากดาวเทียมจะไม่ได้เคลื่อนที่ด้วยความเร็วแสงจริงๆ แต่จะช้ากว่าแสงเล็กน้อยเนื่องจากต้องเคลื่อนที่ผ่านชั้นบรรยากาศของโลก
- บรรยากาศชั้น ionosphere จะทำให้สัญญาณโดนรบกวนจาก ion ที่มีอยู่หนาแน่น
- บรรยากาศชั้น troposphere ก็ทำให้สัญญาณโดนรบกวนจากความกดดันและอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง
- สัญญาณที่ได้รับอาจจะสะท้อนกับสิ่งก่อสร้างทำให้เกิด mutipath error ซึ่งเกิดในลักษณะเดียวกับการเกิดภาพซ้อนเป็นเงาใน TV ทำให้ได้ค่าที่ไม่แน่นอน
- นาฬิกาอะตอมของดาวเทียม GPS เองก็มีโอกาสเดินไม่ตรงได้เหมือนกัน (nobody perfect) แม้ว่านาฬิกาอะตอมจะมีการปรับตั้งโดยสถานีควบคุมภาคพื้นดินแต่ บางครั้งอาจจะผิดไปเป็นนาทีได้เหมือนกัน เพราะสถานีควบคุมไม่สามารถตรวจสอบดาวเทียมได้ตลอดเวลา
- ตำแหน่งของดาวเทียมที่ receiver เลือกจะ lock สัญญาณก็มีความสำคัญด้วย เพราะถ้าหากดาวเทียมอยู่ทำมุมที่ไม่เหมาะสม ก็จะทำให้การตัดกันของทรงกลมให้ผลที่ผิดพลาดมากกว่า

error เหล่านี้พอจะลดลงได้โดยใช้หลักของสถิติในการคำนวณ ปกติ GPS จะไม่ได้วัดค่าเพียงครั้งเดียวเพื่อหาคำตอบ แต่จะวัดค่าซ้ำหลายสิบ หรือหลายร้อยครั้ง แล้วก็หาค่าทางสถิติเพื่อให้ได้ตำแหน่งที่ใกล้เคียงตำแหน่งจริงที่สุด error ที่เกิดโดยความตั้งใจเกิดจาก กระทรวงกลาโหมสหรัฐมีนโยบายที่บังคับให้ GPS มี error เรียกว่า "Selective Availability" (SA) SA error นี้ทำขึ้นเพื่อลดความถูกต้องของการระบุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่งของ GPS เพื่อไม่ให้ฝ่ายตรงข้ามสามารถใช้ประโยชน์จาก GPS ในทางทหารได้ วิธีการก็คือ ดาวเทียม GPS ทุกดวงจะสร้างสัญญาณรบกวนเข้าไปทำให้ความถูกต้องของสัญญาณที่ส่งออกมาตามปกติลดลง ผลก็คือการคำนวณตำแหน่งจะมีความผิดพลาดไปประมาณ 30 เมตรต่อดาวเทียม 1 ดวง นอกจากนี้ ดาวเทียมยังอาจจะถูกสั่งให้เคลื่อนที่ออกนอกวงโคจรเพื่อเพิ่มข้อผิดพลาดให้เกิดมากขึ้นด้วย เพราะมี SA นี่เอง กระทรวงกลาโหมสหรัฐจึงกำหนดให้มีบริการสองแบบครับ คือ Standard Positioning Service (SPS) ซึ่งเป็นบริการฟรีที่ใครๆ ก็ใช้งานได้ สัญญาณที่ส่งมาจากดาวเทียมจะถูกรบกวนโดย SA error receiver ที่มีขายตามท้องตลาดก็จะใช้บริการจาก SPS ตาม requirement ของกระทรวงกลาโหมสหรัฐกำหนดให้ SPS มีความถูกต้องของพิกัดในแนวดิ่ง แนวนอน และเวลา เป็น 100 m/156 m/340 ns (Confidential factor = 95%) ตามลำดับ อีกบริการหนึ่งคือ Precise Positioning Service (PPS) จะใช้ในทางทหารโดยเฉพาะ อาจจะอนุญาตให้คนทั่วไปมีสิทธิใช้ แต่ก็จะถูกควบคุมเป็นพิเศษ receiver สำหรับ PPS จะมีกุญแจถอดรหัสเพื่อตัด SA errors ออกได้ ทำให้มีความถูกต้อง 22 m/27.7 m/200 ns ที่ confidential factor = 95% .. ส่วนการหาความสูงจะเป็นไปได้ก็ต่อเมื่อรับสัญญาณดาวเทียมได้อย่างน้อย 4 ดวง



รูปที่ 2.10 การทำงานของระบบ GPS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 โครงสร้างของข้อมูลที่ส่งจากดาวเทียม GPS

ข้อมูลที่ส่งจากดาวเทียมจีพีเอสประกอบไปด้วยข้อมูลที่ถูกแบ่งเป็นเฟรมย่อยๆ เรียกว่า ซับเฟรม (Subframe) แต่ละซับเฟรมจะแทรกค่าเวลาที่ซับเฟรมนั้นๆ ถูกส่งมาจากดาวเทียมจีพีเอส ไว้ด้วยเพื่อใช้ร่วมในการคำนวณหาค่าพิกัดตำแหน่งข้อมูลแต่ละเฟรมมีขนาด 1,500 บิต ถูกแบ่งให้อยู่ในรูปเฟรมขนาด 300 บิต จำนวน 5 ซับเฟรม ข้อมูลหนึ่งเฟรมจะถูกส่งมาจากดาวเทียมทุกๆ 30 วินาที ซับเฟรมขนาด 6 วินาที (300 บิต) จะบรรจุไว้ด้วยข้อมูลเส้นทางโคจรและของข้อมูลนาฬิกาโดยข้อมูลในแต่ละเฟรมประกอบด้วยส่วนประกอบย่อยๆ ดังนี้

- ซับเฟรมที่ 1 เป็นข้อมูลในการแก้ไขเวลาดาวเทียมจีพีเอส
- ซับเฟรมที่ 2 และ 3 เป็นข้อมูลเส้นทางโคจรของดาวเทียมจีพีเอส
- ซับเฟรมที่ 4 และ 5 เป็นข้อมูลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบ

ข้อมูลจากดาวเทียมซึ่งบรรจุไว้ด้วยข้อมูลในการนำร่อง (Navigation Message) ที่ครบสมบูรณ์จะประกอบด้วยเฟรมข้อมูลจำนวน 25 เฟรม (125 ซับเฟรม) โดยข้อมูลดังกล่าวจะถูกส่งจากดาวเทียมทุกๆ 12.5 นาทีเป็นอย่างน้อย โดยทั่วไปเครื่องรับสัญญาณจะได้รับข้อมูลของตำแหน่งล่าสุดของดาวเทียมทุกชั่วโมง เพื่อใช้รวมกับอัลกอริทึมในการคำนวณพิกัดตำแหน่งและข้อมูลการโคจรของดาวเทียมแต่ละดวงอย่างคร่าวๆ เมื่อเครื่องรับสัญญาณทราบตำแหน่งตำแหน่งคร่าวๆของดาวเทียมแต่ละดวง รวมทั้งปรับชดเชยความผิดพลาดของสัญญาณพาหะจากปรากฏการณ์ดอปเปลอร์ของความถี่พาหะ (Carrier Doppler Frequency) ซึ่งเกิดจากการที่ความถี่พาหะมีการเบนค่าเนื่องจากการเคลื่อนที่ของดาวเทียมนอกจากนั้นชุดข้อมูลจากดาวเทียมจีพีเอสโดยสมบูรณ์ยังประกอบด้วยข้อมูลแบบจำลองชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์อยู่ด้วย เพื่อให้เครื่องรับสัญญาณสามารถประเมินค่าในการหน่วงเฟสของสัญญาณ (Phase delay) ที่เกิดจากสภาพชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ จากเฟรมของข้อมูลที่กล่าวมาทั้งหมด ส่วนที่เครื่องรับสัญญาณจำเป็นต้องใช้คือข้อมูลใน 3 ซับเฟรมแรก หากสามารถที่ได้รับข้อมูลดังกล่าวจากดาวเทียมตั้งแต่สี่ดวงขึ้นไปก็สามารถคำนวณพิกัดตำแหน่งปัจจุบันของเครื่องรับสัญญาณได้ ในทางทฤษฎีการรับข้อมูลจากดาวเทียมสี่ดวงจะกินเวลาอย่างน้อย 18 วินาที ก่อนที่จะสามารถนำข้อมูลทั้งหมดมาใช้คำนวณแต่เนื่องจากซับเฟรมจากดาวเทียมแต่ละดวงจะมาถึงเครื่องรับไม่พร้อมกัน อีกทั้งไม่สามารถทราบล่วงหน้าว่าซับเฟรมที่ 1 จะได้รับมาเมื่อไหร่ ดังนั้นเพื่อเป็นการประกันว่าจะได้รับข้อมูล 3 ซับเฟรมแรกจากดาวเทียมจีพีเอส 4 ดวงอย่างแน่นอน ระยะเวลาที่ใช้ในการรับข้อมูลเท่าที่จำเป็นจะอยู่ที่ 30 วินาที หรือสรุปอย่างง่ายๆ ได้ว่าการคำนวณพิกัดตำแหน่งของเครื่องรับสัญญาณจะใช้เวลาอย่างน้อยประมาณ 30 วินาทีนั่นเอง

2.6 การทำงานของเครื่องรับสัญญาณจีพีเอส (GPS Receiver Operation)

2.6.1) การเลือกดาวเทียม (Satellite Tracking Selection)

กระบวนการแทรคสัญญาณจะเริ่มโดยเครื่องรับจะหาว่าดาวเทียมดวงไหนที่ไหนที่เป็นไปได้ในการแทรคสัญญาณ โดยจะทำการค้นหารหัส ซีเอของดาวเทียมที่อยู่ในวิสัยและล็อคสัญญาณดาวเทียมดวงนั้น เมื่อดาวเทียมถูกแทรคเครื่องรับจะสามารถดีมอดูเลตข้อมูลนำร่อง ค่าอัลมาเนตและข้อมูลแสดงสถานะของดาวเทียมทั้งหมดซึ่งการเลือกดาวเทียมของเครื่องรับจะต้องใช้ข้อมูลจากดาวเทียมอย่างน้อย 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดวงในการคำนวณ เครื่องรับอาจรับข้อมูลทุกดวงในพิสัยมาทำการคำนวณเลยก็ได้ แต่เครื่องรับส่วนใหญ่จะทำการเลือกดาวเทียมไม่มากเกินไป ในการคำนวณเนื่องจากปัญหาการยุ่งยากในการคำนวณและต้นทุน ดังนั้นในการเลือกดาวเทียมที่จะรับข้อมูลสถานะดาวเทียมที่ดีที่สุดที่ได้จากสัญญาณแทรคดาวเทียมดวงแรก หรืออาจเลือกจากดาวเทียมที่ได้สัญญาณก่อนเลยก็ได้ ขึ้นอยู่กับการออกแบบ

2.6.2) การรับสัญญาณดาวเทียม

กำลังของสัญญาณของดาวเทียมที่ส่งออกมาเมื่อมาถึงเครื่องรับ สัญญาณที่ได้จะมีกำลังอ่อน และจะถูกรบกวนโดย สัญญาณรบกวน (Noise) เครื่องรับจึงจำเป็นต้องทำการจำลองสัญญาณที่ได้รับเข้ามาและนำมาเรียงให้ตรงกับสัญญาณดาวเทียม จากนั้นจึงทำการคอมเพรสกลับมาให้เป็นสัญญาณต้นแบบ เรียกวิธีการนี้ว่าเทคนิค โค้ดคอรีเลชัน (Code Correlation) แต่ปัญหาที่เกิดขึ้นคือความล่าช้าของสัญญาณในรหัสของเครื่องรับคือเวลาที่ใช้ในการเดินทางของสัญญาณระหว่างดาวเทียมกับเครื่องรับทำให้ได้ระยะทางออกมา (ระยะทางจากความล่าช้านี้เรียกว่า ซูโดเรนจ์ (Pseudo range) ซึ่งไม่ใช่ระยะทางที่แท้จริง เนื่องจากยังไม่ได้ลบค่าไบอัสของสัญญาณนาฬิกา (Clock Bias) ของเครื่องรับโดยปกติออกไป) เครื่องรับรับโดยปกติจะใช้เทคนิค เฟสล็อครูปเพื่อซิงค์โครไนซ์สัญญาณที่เครื่องรับสร้างขึ้นภายในกับสัญญาณที่ได้รับจากดาวเทียมโค้ดแทรคกิ้งลูป จะใช้คลื่นพาห์แทรคกิ้งลูปทั้งสองจะช่วยกันและกัน เพื่อที่จะได้รับและแทรคสัญญาณดาวเทียม

2.6.3) โค้ดแทรคกิ้ง (Code Tracking)

โค้ดแทรคกิ้ง (Code Tracking) จะใช้เพื่อกำหนดการวัดซูโดเรนจ์ระหว่างดาวเทียมจีพีเอสกับเครื่องรับ โดยมันจะสร้างสัญญาณเลียนแบบรหัสซีเอของดาวเทียมเป้าหมาย ค่าประมาณค่าคอปเปลอร์จะถูกนำออกไปโดยวงจรเฟสโรเตรันก่อนถึงคอรีเลเตอร์ เพื่อที่จะจัดสัญญาณที่ได้รับให้ตรงกับสัญญาณเลียนแบบที่สร้างขึ้น สัญญาณเลียนแบบจะถูกนำมาเทียบกับสัญญาณที่ได้รับมาอย่างเป็นระบบ ตามปกติผลลัพธ์ของคอรีเลเตอร์จะถูกรวม 1 ถึง 10 มิลลิวินาทีมาสามารถจับการคอรีเลตได้เฟสของรหัสที่สร้างขึ้นจะถูกล่วงหน้าไป 1 ชิฟ ถ้าไม่สามารถจับการคอรีเลตได้หลังจากรหัสทั้งหมดถูกค้นหา แล้วคอปเปลอร์จะถูกปรับและการประมวลผลจะกระทำซ้ำต่อไปเรื่อยๆจนกระทั่งทำการคอรีเลตสำเร็จ การซิงโครไนเซชั่นรหัสจะถูกเริ่มรักษาไว้โดยจะคอรีเลตสัญญาณที่ได้รับกับรหัสที่เกิดขึ้นเร็วกว่าปกติ (With Chip and Code) ระบบป้อนกลับง่ายๆนี้จะรักษารหัสให้ตรงไว้ที่ตำแหน่งที่ถูกต้องในการที่จะนำคลื่นพาห์ซึ่งยังคงมอดูเลตอยู่กับข้อมูลการนำร่องกลับมา (Prompt Code) จะถูกหักออกไปจากสัญญาณที่เข้ามาความล่าช้าที่เครื่องรับต้องเพิ่มให้สัญญาณเลียนแบบเพื่อให้การซิงโครไนซ์สำเร็จคูณกับความเร็วของแสงคือการวัดซูโดเรนจ์ (Pseudo range measurement) เมื่อคลื่นพาห์ถูกสร้างขึ้นใหม่อีกครั้งหนึ่งความถี่ที่แม่นยำและล็อคกับสัญญาณที่รับเข้ามาซึ่งจะทำให้การวัดซูโดเรนจ์ที่แม่นยำมากกว่าแบนด์วิดท์ของโค้ดเทรคกิ้งลูป โดยปกติมีค่า 0.1 Hz ซึ่งแสดงว่าการวัดอย่างอิสระ จะสามารถทำได้ที่ช่วงเวลาประมาณ 10 วินาที

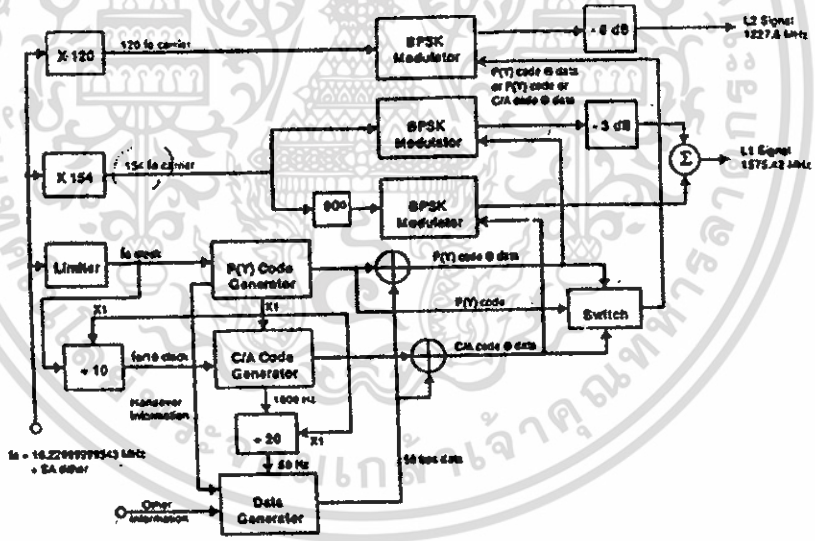
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 ทฤษฎีการปฏิบัติงานระบบ จีพีเอส (Global Theory of Operation)

สัญญาณวัดระยะทาง (Rangin code) ที่ส่งมาจากดาวเทียมนั้น จะทำให้เครื่องรับจีพีเอสสามารถวัดเวลาการเดินทางของสัญญาณและทราบระยะทางระหว่างดาวเทียมกับผู้ใช้ ข่าวสารการนำร่องจะให้ข้อมูล เพื่อการคำนวณหาตำแหน่งของดาวเทียมแต่ละดวงที่เวลาของการส่งสัญญาณจากข้อมูลเหล่านี้ โคออร์ดิเนตของตำแหน่งผู้ใช้และค่าเหลื่อมล้ำของสัญญาณนาฬิกาของผู้ใช้ (User Clock Offset) จะถูกคำนวณโดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์ (Simultaneous Equation) ซึ่งตามปกติจะต้องการดาวเทียมอย่างน้อย 4 ดวง เพื่อการบอกตำแหน่งในสามมิติ ในวิสัย (In view) ของเครื่องรับในเวลาเดียวกัน

2.7.1 ลักษณะของสัญญาณ จีพีเอส

ดาวเทียมจีพีเอส จะส่งสัญญาณมาบนความถี่พาห์ 2 ความถี่ (ย่านแอลแบนด์) เรียกว่า ความถี่แอลหนึ่ง และแอลสอง ความถี่พาห์จะถูกมอดูเลตด้วยวิธีสเปรดสเปคตรัม กับรหัสข้อมูลซึ่งประกอบไปด้วยขบวนรหัส PRN (Psedo Random Noise) ที่เป็นเอกลักษณ์ ของดาวเทียมแต่ละดวง และข้อมูลข่าวสารการนำร่อง ดาวเทียมทุกดวงส่งความถี่พาห์ที่เหมือนกันแต่สัญญาณจะไม่รบกวนกันเนื่องเพราะว่าการมอดูเลชั่นของรหัสพีอาร์เอ็นที่เป็นเอกลักษณ์ของดาวเทียมแต่ละดวง และทุกๆ ขบวนของรหัสพีอาร์เอ็น ของดาวเทียมแต่ละดวงจะไม่มีความสัมพันธ์กันเลยที่เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมสามารถถูกแยกและดีเทคได้โดยใช้เทคนิคที่เรียกว่า ซีดีเอ็มเอ (CDMA: Code Division Multiple Access)



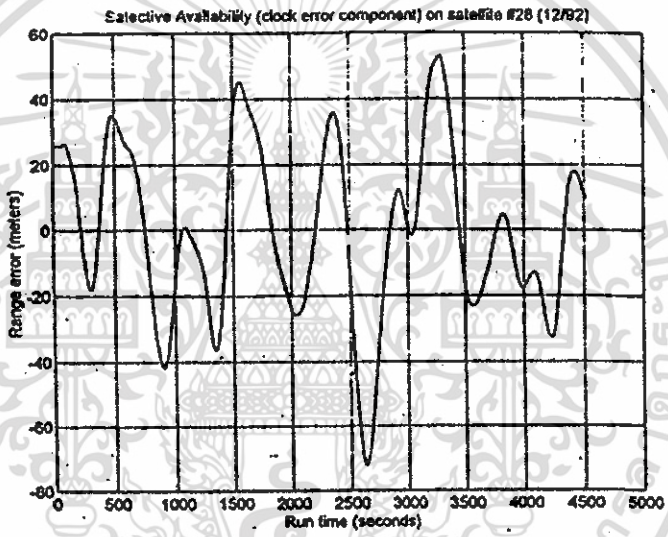
รูปที่2.11 โครงสร้างสัญญาณจากดาวเทียมจีพีเอส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.7.2 Selective Availability (SA)

ต้นกำเนิดความผิดพลาดที่ใหญ่ที่สุดสำหรับผู้ใช้งานจีพีเอส คือ เอสเอโดย เอสเอจะถูกตั้งใจให้เกิดขึ้นโดยกระทรวงกลาโหมของสหรัฐอเมริกาเพื่อลดความแม่นยำของผู้ใช้งาน เอสเอเริ่มใช้งานอย่างเป็นทางการในวันที่ 25 มีนาคม 2533 การลดความแม่นยำนั้นทำได้โดยการจัดการกับข้อมูลอิฟีเมอริสที่ส่งออกมา (ส่วนประกอบทางความคาดเคลื่อนของวงโคจร) และการสั่นสะเทือนของนาฬิกาบนดาวเทียม (ส่วนประกอบทางความคลาดเคลื่อนของนาฬิกา) เราแทนส่วนประกอบทางความคลาดเคลื่อนของวงโคจรเป็น ε และแทนส่วนประกอบทางความคลาดเคลื่อนของนาฬิกาเป็น δ ผลของเอสเอ โดยการสั่นสะเทือน ของนาฬิกาบนดาวเทียมจะเห็นได้ในการรบกวนที่แปรผันตามเวลาของซูโดเรนจ์ในรูปที่ 2.12 จะเห็นได้ว่าความคลาดเคลื่อนแสดงแนวโน้มซึ่งประกอบด้วยการออสซิเลตที่ไม่แน่นอนที่มีคาบเวลา 4 ถึง 12 นาที กับการเปลี่ยนแปลงของความคลาดเคลื่อนของซูโดเรนจ์ภายในช่วง 70 เมตร

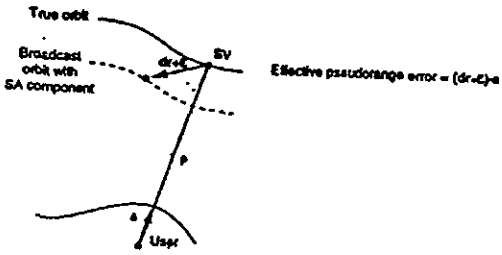


รูปที่ 2.12 เอสเอ (ส่วนประกอบทางความคลาดเคลื่อนของนาฬิกา)

ผลของเอสเอ ที่กระทำโดยการจัดการกับข้อมูลอิฟีเมอริส สามารถทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการหาตำแหน่งของดาวเทียมของผู้ใช้ ความคลาดเคลื่อนจะสามารถทำให้เกิดขึ้นได้หลายแบบเนื่องจากข้อมูลอิฟีเมอริส มีพารามิเตอร์อยู่ 15 ส่วนประกอบทางความคลาดเคลื่อนของวงโคจร ε จะเป็นผลรวมทางเวคเตอร์ของความคลาดเคลื่อนของอิฟีเมอริส ที่มีอยู่กับส่วนประกอบทางวงโคจรเอสเอที่โปรเจคท์ลงบนเวคเตอร์ที่เกิดจาก ไลน์ออฟไซน์ ของดาวเทียมมายังผู้ใช้งาน ดังรูปที่ 2.13

71936

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.13 ผลกระทบของเอสเอ เมื่อรวมกับความคลาดเคลื่อนทางอิฟีเมอริส

ในปัจจุบันนี้ได้พยายามมีการผลักดันให้ยกเลิกการลดค่าความผิดพลาดลงจากเดิม โดยให้เหตุผลว่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นสามารถใช้เทคนิคดิฟเฟอเรนเชียลขจัดออกไปได้เกือบหมด นอกจากนั้นระบบกลอนนาส ซึ่งเป็นระบบนำร่องของรัสเซียให้ความผิดพลาดเพียง 50 เมตรเท่านั้น

2.8 มาตรฐาน NMEA และโปรโตคอลที่ใช้ในการสื่อสารของ จีพีเอส

2.8.1 มาตรฐาน NMEA (NMEA Standard)

คือการอินเตอร์เฟสทางไฟฟ้าและโปรโตคอลการสร้างข้อมูลสำหรับการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์การเดินเรือ (NMEA ยังมีมาตรฐานสำหรับการสื่อสารในแบบอื่นๆด้วย) โดย NMEA ย่อมาจาก The National Electronic Association ซึ่งการศึกษาและพัฒนาอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ทางน้ำ

2.8.2 การอินเตอร์เฟสทางไฟฟ้า (Electrical Interface)

มาตรฐานนี้สามารถใช้เป็นระบบที่มีตัวส่ง (talker) เดียวและตัวรับ (listener) สายที่แนะนำให้ใช้เป็นแบบชีลด์ทวิสท์แพร์ โดยต่อกราวด์ที่ตัวส่งเท่านั้นมาตรฐานไม่ได้กำหนดชนิดคอนเนคเตอร์ (connector) เจาะจง

2.8.3 มาตรฐาน NMEA – 0183

มาตรฐานที่เอาท์พุตจะเป็นแบบ อีไอเอ – 4221 และมีสายสัญญาณ 2 เส้น,เอ และบี โวลเตจบนเส้นเอจะเป็นเหมือนกับสาย ทีทีแอล เดี่ยวแบบเดิม ขณะที่บี โวลเตจจะกลับทางกันกับ เอ เช่น เอเป็น +5 บีจะเป็นกราวด์ ในการใช้งาน, สายเพียงสายเดียวคือ สายเอ ใน อีไอเอ – 4221 อาจจะถูกใช้เชื่อมต่อกับอาร์เอส – 232 อินพุทของเครื่องคอมพิวเตอร์ในมาตรฐาน เอ็นเอ็มอีเอ – 0183 , ตัวอักขระที่ใช้คือแอสกี้ซึ่งสามารถพิมพ์ได้ เอ็นเอ็มอีเอ – 0183 นั้นข้อมูลจะถูกส่งด้วยอัตรา 4800 บอร์ด ข้อมูลจะถูกส่งในรูปของประโยค แต่ละประโยคเริ่มด้วย $ ตัวอักษรที่ตามมาอีกสองตัวคือ เซ็นเทนไอดีหรือตัวกำหนดรูปแบบประโยคหรือจะเรียกว่าชื่อประโยค (sentence name) ตามด้วยฟิลด์ข้อมูลจำนวนหนึ่งซึ่งถูกแบ่งแยกโดยเครื่องหมายคอมม่า (,) และสิ้นสุดด้วยเครื่องหมายเช็คซัม (check sum) ที่สามารถเลือกได้ว่าจะมีหรือไม่ และจบลงด้วยแคร์เรียรีเทอร์นและไลน์ฟีด (carrier return/line feed) ซึ่งประโยคจะมีตัวอักษรถึง82 ตัว รวม $ และแคร์เรียรีเทอร์นและไลน์ฟีด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าข้อมูลสำหรับฟิลด์ไม่สามารถหาได้ ฟิลด์จะถูกเว้นข้ามไปแต่คอมม่าที่ทำหน้าที่แบ่งฟิลด์ยังคงถูกส่งไปโดยไม่เว้นช่องว่าง เพราะว่าในแต่ละฟิลด์มีความยาวไม่คงที่หรือไม่มีข้อมูลเครื่องรับจะระบุตำแหน่งของฟิลด์ของข้อมูลที่ต้องการ โดยการนับเครื่องหมายคอมม่าเช็คซัมที่เลือกได้ว่าจะมีหรือไม่ประกอบด้วย " * " และ 2 บิตของเลขฐาน 16 แทนการ เอกซ์คูซีฟออร์ของตัวอักษรทั้งหมดแต่ไม่รวม " $ " และ " * " ในการใช้งานจะมีความต้องการใช้ เช็คซัมในบางประโยคในมาตรฐานจะอนุญาตแต่ละผู้ผลิตในการนิยามรูปแบบประโยค ประโยคเหล่านี้เริ่มต้นด้วย " $PG " และตัวอักษรสามตัว ที่ตามมาเป็นไอดีที่ถูกกำหนดมาจากโรงงานตามด้วยข้อมูลซึ่งเป็นไปตามรูปแบบทั่วไปของประโยคมาตรฐาน

2.8.4 โปรโตคอล NMEA 183

เอ็นเอ็มอีเอ คือ โปรโตคอลมาตรฐาน ถูกนำมาใช้โดยเครื่องรับ จีพีเอส เพื่อส่งข้อมูล เอ็นเอ็มอีเอเอาท์พุทจะเป็นโปรโตคอล อีไอเอ – 422 เอ แต่เราสามารถนำไปใช้ร่วมงานกับ อาร์เอส – 232 ได้โดยอัตราการส่งข้อมูลเป็น 4800 บิทต่อวินาที, 8 คาต้าบิท , ไม่มีพาริตี้บิท แต่มีหนึ่งสตอบบิท และประโยคของเอ็นเอ็มอีเอ 0183 จะเป็นแอสกี้ ทั้งหมดแต่ละประโยคจะเริ่มต้นด้วย" $ " และจบลงด้วย " <CR><LF> " และข้อมูลจะถูกแบ่งขึ้นด้วย " , " เครื่องรับจีพีเอส บางตัวไม่ส่งฟิลด์ข้อมูลเช็คซัม ถูกเพิ่มเข้าไป (ในบางกรณี) ส่วนที่ตามหลัง $ คือแอดเดรสฟิลด์ aaccc aa คือ device id.GP ใช้เพื่อบ่งชี้ว่าเป็นข้อมูลจีพีเอส การส่ง device id. ตามปกติแล้วเลือกได้ ccc คือรูปแบบประโยค

2.8.5 รูปแบบประโยคของ NMEA

RMC

$GPRMC,hhmmss.ss,A,llll.ll,a,yyyyy.yy,a,x.x,x.x,ddmmyy,x.x,a*hh

RMC = ข้อมูลชี้เฉพาะของจีพีเอส / ทรานสิทน้อยที่สุดที่จำเป็น (Recommended Minimum Specific GPS / TRANSIT Data)

1 = เวลาปัจจุบันในระบบ ยูทีซี

2 = สถานะของข้อมูล

3 = ละติจูด

4 = ทิศเหนือหรือทิศใต้

5 = ลองติจูด

6 = ตะวันออกตะวันตก

7 = ความเร็วในหน่วยน็อต

8 = มุมที่วัดจากทิศเหนือ

9 = วันเดือนปี

10 = ความแปรปรวนเนื่องจากสนามแม่เหล็ก

11 = ตะวันออกหรือตะวันตก

12 = เช็คซัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GGA

$GPGGA,hhmmss.ss,llll.ll,s,yyyyy,yy,a,x,xx,x.x,x.x,M,x.x,xxxx*hh

GGA = ข้อมูลเฉพาะของระบบจีพีเอส (Global Positioning System Fix Data)

1 = ตำแหน่งของยูทีซี

2 = ละติจูด

3 = ทิศเหนือหรือใต้

4 = ลองติจูด

5 = ตะวันออกหรือตะวันตก

6 = ชี้ถึงคุณภาพของระบบจีพีเอส (0 = invalid;1 = จีพีเอส fix;2 = diff.จีพีเอส fix)

7 = จำนวนดาวเทียมที่ใช้

8 = เฮสดีโอพี(Horizontal dilution of position)

9 = ความสูงของสายอากาศ เหนือกว่าหรือต่ำกว่า ระดับน้ำทะเล

10 = หน่วยความสูงของสายอากาศ (เมตร)

11 = ค่าความแตกต่างระหว่างระบบ ดับเบิ้ลยูจีเอส-84 กับระบบจีออยด์

12 = ความต่างของจีออยด์

13 = ระยะเวลาตั้งแต่อัพเดตข้อมูลครั้งสุดท้ายจากสถานีอ้างอิง

14 = หมายเลขประจำสถานีอ้างอิง

15 = เช็คซัม

2.9 ทฤษฎีของ GPRS

GPRS คือวิวัฒนาการของการสื่อสารข้อมูลไร้สายแบบ packet switching เพื่อเพิ่มขีดความสามารถของการสื่อสารข้อมูลแบบ CSD ของเครือข่าย GSM เดิมทำให้ผู้ใช้มีทางเลือกใหม่ในการสื่อสารในรูปแบบ packet-based การขยายขีดความสามารถของเครือข่ายแบบ CSD เดิมให้เพิ่มความสามารถในการให้บริการแบบ packet switching ข้อมูลที่รับส่งผ่านเครือข่าย GPRS จะถูกตัดแบ่งเป็น packet ย่อยๆ ก่อน ในแต่ละ packet จะมีข้อมูลระบุถึงที่มาที่สัมพันธ์กันเพื่อใช้ในการประกอบ กลับขึ้นมาเป็นข้อมูลเดิมอีกครั้ง เปรียบได้กับเกม jigsaw ที่รูปภาพถูกตัดออกเป็นชิ้นเล็กๆ จากโรงงานแล้วบรรจุใส่ถุงขายให้ลูกค้า โดยในระหว่างทางขนส่งให้กับลูกค้านั้น ภาพชิ้นเล็กแต่ละชิ้นก็จะถูกคลุกคลุกคละกันไป เมื่อเรานำมันมาต่อเข้าด้วยกันก็ใช้วิธีดูจากความสัมพันธ์ของแต่ละชิ้น ซึ่งอาจจะมีวิธีการที่แตกต่างกันไป ใน internet เองก็เป็นอีกหนึ่งตัวอย่างของเครือข่ายข้อมูลแบบ packet ซึ่งถือเป็นรูปแบบที่นิยมสูงสุดในปัจจุบัน

GPRS ย่อมาจาก General Packet Radio Service ซึ่งเป็นการส่งข้อมูลแบบเป็น Packet ดังนั้นด้วยการใช้โทรศัพท์มือถือในระบบ GPRS คุณจะสามารถเข้าสู่ข้อมูลที่หลากหลายและกิจกรรมบันเทิงอื่นๆอีกมากมายภายใต้บริการ mobile LIFE ภายในเวลาที่รวดเร็วขึ้นกว่าระบบเดิมๆสูงสุดถึง 10 เท่า นอกจากนี้ลักษณะหนึ่งที่สำคัญของ GPRS คือ "Always On" นั่นหมายความว่าคุณสามารถ Connect เข้าสู่โลก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อินเตอร์เน็ตได้ตลอดเวลา โดยไม่มีความจำเป็นต้องทำการ Log On หรือใช้ User Name และ Password เหมือนการ connect เข้าสู่ อินเตอร์เน็ตทั่วไปแต่อย่างใด ทั้งนี้คุณยังสามารถที่จะเปลี่ยน Mode มาทำการโทรออกหรือรับสายเข้าโดยคุณยังสามารถ Connect กับโลกอินเตอร์เน็ตในระบบ GPRS อยู่ตลอดเวลา สำหรับเรื่องค่าบริการของในการต่อเชื่อมกับโลกอินเตอร์เน็ตผ่านเทคโนโลยี GPRS นั้นไม่แพงอย่างที่คิด ทั้งนี้เพราะการคิดค่าบริการในระบบนี้จะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อคุณได้ทำการรับหรือส่งข้อมูลเท่านั้น คุณจะไม่มีค่าใช้จ่ายใดๆในกรณีที่คุณไม่ได้ทำการรับส่งข้อมูล ถึงแม้คุณจะ Connect กับโลกอินเตอร์เน็ตอยู่ก็ตาม คุณจึงแน่ใจได้ว่าด้วยเทคโนโลยี GPRS เทคโนโลยีใหม่ล่าสุดจาก mobile LIFE ในระบบ GSM 2 Watts นี้ คุณไม่เพียงแต่จะได้รับความสะดวกสบาย ความสนุกสนาน จากบริการภายใต้ mobile LIFE ที่ทันสมัยและมีการพัฒนาขึ้นมาใหม่อยู่เสมอ

หลังจากที่วงการโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้มีการพัฒนาด้านการสื่อสารข้อมูลผ่านโทรศัพท์มือถือและ None Voice Application อย่างต่อเนื่องเพื่อให้สามารถสื่อสารได้ทุกรูปแบบอย่างไร้ขีดจำกัดในระหว่างเคลื่อนที่ ไม่ว่าจะเป็นการสื่อสารด้วยเสียงหรือข้อมูล ดังนั้นผู้ให้บริการเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่จึงได้พัฒนาและนำเทคโนโลยีอย่างที่เห็นกันในทุกวันนี้อย่างเป็นขั้นเป็นตอน เช่น

1: Short Message Service (SMS)

- การใช้เทคโนโลยี SMS หรือการส่งข้อความ ที่กำลังได้รับความนิยมกันทั่วไปมากขึ้นทุกวันในบ้านเราขณะนี้ Sim Tool Kit โดยใช้ Sim Card ที่ทางผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้พัฒนาและเพิ่มเติมบริการไว้ให้ใช้งานและบริการต่างๆง่ายมากยิ่งขึ้นดังในบ้านเราที่เห็นอยู่เป็นต้นว่า บริการ mobile LIFE จากเอไอเอส

2 : Circuit Switched Data (CSD)

- WAP หรือ Wireless Application Protocol ที่สามารถ Connect กับโลกของข่าวสารข้อมูลกับ Wep Site ต่างๆ ได้ทั่วโลกแม้กระทั่งในรูปแบบของ Wireless Internet แต่อย่างไรก็ตามทางผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ก็ยังเล็งเห็นว่าการโอนถ่ายสื่อสารข้อมูลของโทรศัพท์มือถือเคลื่อนที่ยังมีข้อจำกัดในด้านความเร็วการรับส่ง (9.6 - 28.8 kbps) และรวมไปถึงปริมาณข้อมูลที่สามารถทำการรับจึงได้เริ่มพัฒนาแก้ไขเพื่อที่จะเพิ่มเติมบริการตรงส่วนบกพร่องนี้ให้ดีขึ้นจึงได้เริ่มนำเทคโนโลยีที่เรียกว่า GPRS (General Packet Radio Service)

3: General Packet Radio Service (GPRS)โดยคุณสมบัติเด่นหลักๆ ของระบบ GPRS นี้คือ

- การโอนถ่ายข้อมูลที่มีความสามารถในการ รับ-ส่งผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตได้สูงถึง 9 - 40 kbps ซึ่งจะทำให้สามารถรับ - ส่งข้อมูลที่เป็น VDO Mail หรือ ภาพเคลื่อนไหวต่างๆได้พร้อมทั้งเชื่อมต่อกับเครือข่ายอินเตอร์เน็ตได้เร็วและมีประสิทธิภาพมากกว่าเดิมรวมถึงการ Down load/ Up load ได้ง่ายยิ่งขึ้น
- Always On การเชื่อมต่อเครือข่ายและโอนถ่ายข้อมูลสามารถดำเนินต่อไป แม้ในขณะที่มีสายติดต่อเข้ามาก็ตาม จึงทำให้การโอนถ่ายข้อมูลไม่ขาดตอนลง
- Wireless Internet ที่เชื่อมต่อเข้ากับ Terminal เช่น PDA หรือ Note Book สามารถที่จะโอนถ่ายข้อมูลได้เร็วขึ้นจากที่เคยเป็นอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างไรก็ดี GPRS ไม่ได้เป็นลักษณะที่จะสามารถให้บริการได้ด้วยตัวของระบบเอง แต่ตัวมันเองเป็นเพียงแค่ Bearer ให้กับ Application ต่างๆ ที่ต้องการใช้ความเร็วที่เพิ่มมากกว่าปกติในระบบ GSM ที่เคยรองรับอยู่เดิมมาก่อน และระบบ GPRS จะต้องต่อไปยัง Packet Data Network ที่เป็น IP Network อีกต่อหนึ่ง

อย่างไรก็ดี GPRS ไม่ได้เป็นลักษณะที่จะสามารถให้บริการได้ด้วยตัวของระบบเอง แต่ตัวมันเองเป็นเพียงแค่ Bearer ให้กับ Application ต่างๆ ที่ต้องการใช้ความเร็วที่เพิ่มมากกว่าปกติในระบบ GSM ที่เคยรองรับอยู่เดิมมาก่อน และระบบ GPRS จะต้องต่อไปยัง Packet Data Network ที่เป็น IP Network อีกต่อหนึ่งดังนั้นผู้ให้บริการเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ ที่จะเปิดให้ใช้ในระบบ GPRS ได้นั้นจะต้องทำการติดตั้งระบบเครือข่าย ที่ประกอบด้วยหน่วยหลักๆ 2 หน่วยด้วยกันคือ

1 / SGSN(Serving GPRS Supports Node)

2 / GGSN(Gateway GPRS Support Node)

โดยทั้งสองหน่วยหลักขององค์ประกอบนี้จะถูกเชื่อมต่อเข้าด้วยกันโดยมีอุปกรณ์อื่นๆ เป็นตัวช่วยเพื่อไปร่วมใช้Radio Interface จาก Base Station โดยผ่านตัวควบคุมที่เรียกว่า PCU (Packet Control Unit) ที่ติดตั้งไว้ที่ BSC (Base Station Controller) อันทั้งนี้อาจมองได้ว่า GPRS Network เป็นอีก Network หนึ่ง ซึ่งเข้าถึง Mobile Phone ผ่านทาง Radio Interface ของระบบ GSM Network เดิม โดยเป็นบริการที่เกี่ยวเนื่องกับการรับส่งข้อมูลเป็นPacket โดยตรง

2.10 รูปแบบการให้บริการของ GPRS

Textual And Visual Information บริการนี้เป็นจุดแตกต่างอย่างแรกที่ GPRS เหนือกว่า GSM ทั่วไปโดยสามารถส่งข้อมูลที่เป็นตัวอักษรหรือรูปภาพกราฟิกไปยังโทรศัพท์มือถือได้อย่างสะดวกรวดเร็ว ซึ่งจะทำให้ GPRS แทรกซึมเข้าสู่การใช้งานของคนทั่วไป ได้ทั้งข่าวความเคลื่อนไหว, ข้อมูลที่คนส่วนใหญ่สนใจ รวมทั้งบริการต่างๆ ที่จะเสริมเข้ามาในอนาคต

Still Images เป็นการส่งภาพนิ่งความละเอียดสูงไปมาระหว่างเครื่องด้วยกันได้ ทำให้สามารถส่งผ่านความรู้สึกดีๆ ผ่านภาพถ่าย หรือการ์ดอวยพรได้เลย รวมทั้งภาพที่ถ่ายได้จากกล้องดิจิตอล ก็สามารถโอนแล้วส่งต่อไปได้ทันที

Moving Images นอกเหนือจากภาพนิ่งแล้วภาพเคลื่อนไหวก็สามารถส่งต่อกันไปได้เช่นกัน เช่น การประชุมทางไกล หรือ การส่งภาพจากกล้องวงจรปิดไปยังโทรศัพท์มือถือในกรณีประยุกต์ใช้กับระบบรักษาความปลอดภัย

Chat เป็นคุณสมบัติที่คงจะถูกใจของผู้รักการคุยแบบไม่ใช้เสียง ซึ่งสามารถสนทนากันได้ทั้งแบบเป็นคู่ หรือเป็นกลุ่มได้อย่างสบายใจ ซึ่งจุดเด่นที่สำหรับ สามารถ Chat ได้ทุกที่ที่อยากจะ Chat

Web Browsing เป็นการเข้าสู่ World Wide Web ด้วยการใช้โทรศัพท์มือถือ ซึ่งความเร็วมีให้เลือกตั้งแต่ 56 Kbps ไปจนถึง 112 Kbps การท่องเว็บจึงไม่ใช่เรื่องยากอีกต่อไป แม้รูปแบบการแสดงผลจะแตกต่างจากการท่องเว็บโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์อยู่บ้าง

E-Mail เป็นบริการพื้นฐานที่มีคนนิยมใช้งานมากที่สุดสำหรับการส่งข้อความ โดยจะมีการใช้ในรูปของ SMS (Short Message Service) ที่เราคุ้นเคยกันดีอยู่แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

File Transfer เป็นบริการโอนถ่ายไฟล์ข้อมูลซึ่งน่าจะใช้งานกันอย่างแพร่หลายขึ้น GPRS เพราะความเร็วดูจะเหนือกว่าการใช้งานผ่านโมเด็มกับโทรศัพท์พื้นฐานที่เราใช้กันอยู่ในปัจจุบันมากโดยจะรองรับกับโปรโตคอล FTP และแอพพลิเคชั่นที่อ่านข้อความอย่าง Acrobat Reader

Audio แน่นอนว่าโทรศัพท์ต้องมีเสียง แต่บริการด้านเสียงของ GPRS จะเหนือกว่าโทรศัพท์มือถือเดิม ๆ ที่เรารู้จัก เนื่องจากความคมชัดของสัญญาณเสียงที่เหนือกว่า และยังประยุกต์ใช้ในการเก็บไฟล์เสียงเพื่อนำไปใช้งานในด้านต่างๆ ด้วย เช่น การวิเคราะห์รายละเอียดของเสียงในงานของตำรวจ เป็นต้น

Remote LAN Access เราสามารถเข้าถึงเครือข่ายคอมพิวเตอร์ โดยใช้โทรศัพท์มือถือแทนเบอร์โทรศัพท์กับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่บ้านได้อย่างง่ายดายซึ่งความเร็วในการส่งถ่ายข้อมูลจะเหนือกว่าโทรศัพท์พื้นฐานทั่วไป

Vehicle Positioning เป็นความสามารถในการบอกตำแหน่งของยานพาหนะที่เราใช้อยู่ โดยจะสามารถเชื่อมต่อกับดาวเทียม ซึ่งจะสามารถบอกตำแหน่งที่เราอยู่โดยอ้างอิงกับเครื่องโทรศัพท์มือถือได้อย่างแม่นยำ

ในการตรวจวัดค่าต่างๆ ที่สนใจในพื้นที่จริงนั้น ระบบตรวจวัดสามารถเก็บข้อมูลและส่งกลับมายังศูนย์คอมพิวเตอร์ เพื่อประมวลผลข้อมูลมีรูปแบบการส่งข้อมูลหลายวิธี ขึ้นอยู่กับระบบที่รองรับและความเหมาะสมในแต่ละพื้นที่ ซึ่งในการใช้งานจริงมักพบว่าพื้นที่ที่ตรวจวัดมักอยู่ไกลจากระบบสื่อสารที่มีใช้ทั่วไป เช่น โทรศัพท์ ดังนั้นจึงมักใช้วิธีอื่นๆ เช่นคลื่นวิทยุ แต่พบว่ามีราคาสูงและจำกัดเรื่องการจัดสรรคลื่นความถี่วิทยุดังนั้นจึงได้มีการนำอาระบบสื่อสารผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่มาประยุกต์ใช้งานลักษณะเด่นเพื่อพัฒนาเป็นระบบรับส่งข้อมูลอัตโนมัติราคาถูกใช้ในพื้นที่ทางห่างไกลที่ไม่มีรูปแบบการเชื่อมโยงอื่นๆ และสะดวก ติดตั้งง่าย ใช้งานได้ทันที

วิธีการทำงาน

ระบบที่พัฒนาขึ้นเชื่อมต่อกับระบบคอมพิวเตอร์ที่ตรวจวัดและจัดเก็บข้อมูลผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ทั้งรูปแบบเครือข่ายภายในเฉพาะที่ (LAN) หรือผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อนำข้อมูลที่ต้องการและส่งผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ GPRS เข้าสู่ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ตัวอย่างการใช้งานจริง

โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเพื่อเชื่อมโยงข้อมูลดังกล่าว สามารถติดตั้งบนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล พัฒนาโปรแกรมด้วย Visual Basic บนระบบปฏิบัติการ Window เข้าถึงข้อมูลผ่าน MS Network และติดตั้งกับโทรศัพท์เคลื่อนที่ยี่ห้อ Siemen รุ่น S45 ของเครือข่าย GSM AIS ต่อผ่านช่องทางอนุกรม (Serial port com1) ส่วนระบบคอมพิวเตอร์ที่ศูนย์คอมพิวเตอร์ที่กรุงเทพฯ เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์หลักที่ทำงานด้วยระบบปฏิบัติการ Linux เชื่อมต่อเข้ากับเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ข้อมูลที่ได้นำมาตรวจสอบและจัดเก็บลงฐานข้อมูลเพื่อเรียกแสดงผ่าน WWW โดยอัตโนมัติรายชั่วโมง โดยตั้งเวลาของโปรแกรมให้ทำงานในการจัดการข้อมูลทั้งต้นทางและปลายทางให้ตรงกัน จากการทดสอบการทำงานโดยเชื่อมโยงเข้ากับระบบคอมพิวเตอร์เพื่อเก็บข้อมูลของศูนย์ควบคุม ณ เขื่อนป่าสัก ลพบุรี โดยให้ส่งข้อมูลปริมาณน้ำ และปริมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำฝนที่ระบบตรวจวัดได้จาก 11 สถานี เป็นรายชั่วโมง โดยส่งมายังศูนย์คอมพิวเตอร์หลักที่กรุงเทพฯ ข้อมูลที่ได้จะนำเข้าระบบฐานข้อมูลและแสดงผลผ่าน WWW โดยอัตโนมัติ

การนำไปใช้

1. เพื่อพัฒนาระบบรับส่งข้อมูลในพื้นที่ที่เครือข่ายการสื่อสารปกติเข้าไม่ถึง เช่นพื้นที่ที่ห่างไกล ที่ทุรกันดาร
2. เพื่อทดแทนระบบการรับส่งข้อมูลเดิมที่มีราคาแพงและรับส่งข้อมูลปริมาณไม่มากแต่บ่อยครั้ง หรือต้องการการเชื่อมต่อเครือข่ายตลอดเวลา เนื่องจากระบบ GPRS คิดค่าใช้บริการตามปริมาณข้อมูลที่รับส่ง
3. เพื่อประยุกต์ใช้ในงานในลักษณะอื่นๆ เช่น การรายงานผลนอกสถานที่ การติดตามการเคลื่อนที่ของบุคคล เป็นต้น

2.11 กระบวนการแสดงตัวต่อเครือข่าย GPRS

เมื่อใดก็ตามที่เครื่องลูกข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ GPRS ต้องการมีใช้บริการสื่อสารข้อมูลผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ GPRS สิ่งที่ต้องเกิดขึ้นเป็นอันดับแรกก็คือ เครื่องลูกข่ายจะทำการแสดงตัวต่ออุปกรณ์ SGSN โดยที่อุปกรณ์ SGSN จะทำการตรวจสอบเงื่อนไขสำคัญ 3 ประการจากเครื่องลูกข่ายเพื่อเป็นการยืนยันสิทธิในการใช้บริการของเครื่องลูกข่าย พร้อมๆกับจัดเตรียมระดับคุณภาพของการให้บริการไปในเวลาเดียวกัน เงื่อนไขทั้ง 3 ประการได้แก่

1. Authorization เป็นการตรวจสอบว่าเลขหมายโทรศัพท์เคลื่อนที่ซึ่งแสดงตัวด้วยแผ่นซิม ภายในภายในตัวเครื่องลูกข่าย ได้รับอนุญาตให้ใช้บริการ GPRS หรือไม่ ผู้ใช้บริการที่ยังไม่ได้เปิดให้บริการ GPRS จะไม่ได้รับสิทธิในการใช้บริการดังกล่าว โดยการตรวจสอบตั้งแต่ขั้นตอนนี้

2. Authentication เป็นการตรวจสอบความถูกต้องของเลขหมายผู้ใช้บริการ ว่าเป็นผู้ใช้บริการที่ลงทะเบียนภายในเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM ถูกต้องหรือไม่ ในการนี้อุปกรณ์ SGSN จะทำหน้าที่ตรวจสอบความถูกต้องของแผ่นซิมโดยมีการทำงานร่วมกับอุปกรณ์ HLR/AuC ภายในเครือข่าย GSM ที่เก็บข้อมูลเกี่ยวกับผู้ใช้บริการ (เลขหมาย IMSI รหัส KI) เพื่อใช้กลไกการตรวจยืนยันผู้ใช้บริการตามขั้นตอนของเครือข่าย GSM ตามปกติ 1

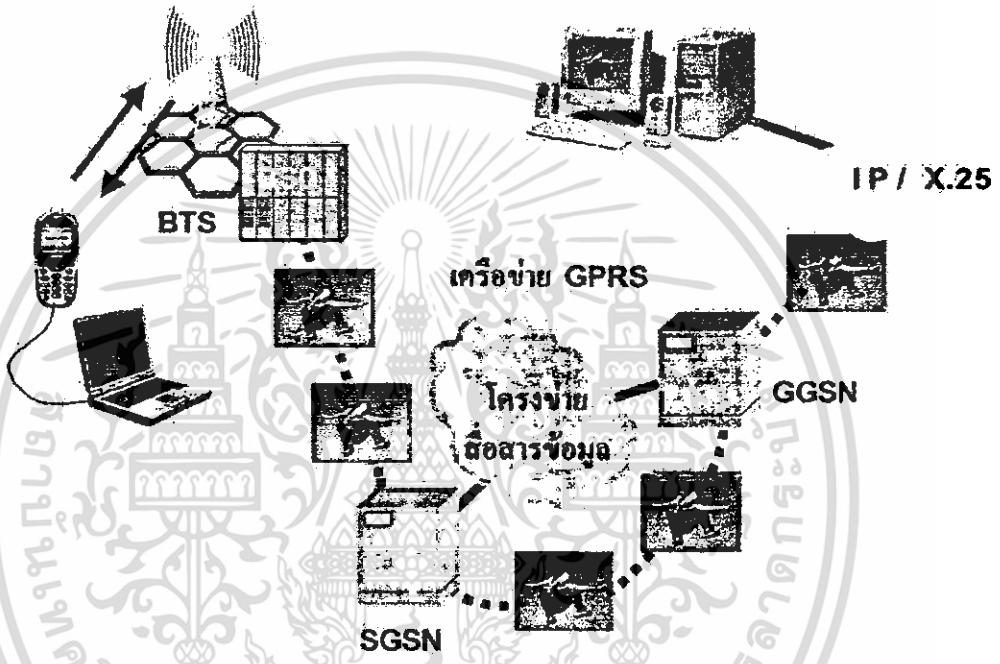
3. Quality of Service เพื่อตรวจสอบว่าผู้ใช้บริการที่ขอใช้บริการ GPRS แต่ละรายนั้นมีความจำนงขอใช้บริการรับส่งข้อมูลภายใต้การควบคุมคุณภาพในระดับใดเครือข่ายสามารถให้บริการภายใต้ระดับคุณภาพที่ต้องการนั้นได้หรือไม่ และหากสามารถให้บริการได้แล้ว จะทำให้คุณภาพในการสื่อสารข้อมูลของผู้ใช้บริการรายอื่นภายในเซลนั้นๆ ลดต่ำลงหรือไม่

หากอุปกรณ์ SGSN ตัดสินใจยอมรับเงื่อนไขข้างต้นทั้ง 3 ประการ และเปิดโอกาสให้เครื่องลูกข่ายสามารถใช้บริการ GPRS ได้ อุปกรณ์ SGSN จะทำการติดตามเครื่องลูกข่ายนั้นอยู่ตลอดเวลาตราบเท่าที่เครื่องลูกข่ายดังกล่าวยังเปิดเครื่องใช้งานอยู่ภายในพื้นที่ภายใต้การควบคุมของอุปกรณ์ SGSN นั้น ซึ่งอาจประกอบด้วยพื้นที่ RA จำนวนหลายๆ ชุด ทั้งนี้ก็เพื่อจะสามารถทราบได้ว่าเครื่องลูกข่ายดังกล่าวต้องการรับส่งข้อมูลกับเครือข่ายเมื่อใด การแสดงตัวต่ออุปกรณ์ SGSN นั้น มิใช่การรับประกันว่าเครื่องลูกข่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GPRS ดังกล่าวจะสามารถรับส่งข้อมูลกับเครือข่ายใดเมื่อใดก็ได้ โดยไม่มีการแจ้งต่ออุปกรณ์ SGSN อีกทุกครั้งที่ต้องการรับส่งข้อมูลเครื่องลูกข่ายดังกล่าวจะต้องทำการส่งข้อมูล PDP เพื่อแสดงรายละเอียดต่างๆเกี่ยวกับการเชื่อให้กับอุปกรณ์ SGSN เป็นอีกครั้งหนึ่ง

นั่นหมายความว่า ทุกครั้งที่ผู้ให้บริการนำเครื่องลูกข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ GPRSมาเลือกรายการเปิดใช้บริการ GPRS นั้น เครื่องลูกข่ายจำการแสดงตัวต่อเครือข่าย ซึ่งก็หมายถึงอุปกรณ์ SGSN ที่ควบคุม ดูแลพื้นที่ที่ใช้งานนั้น เมื่อใดที่เครื่องลูกข่ายมีการเคลื่อนที่ย้ายจากพื้นที่ใช้งานภายใน SGSN หนึ่งไปสู่อีก SGSN หนึ่ง ก็จะมีการโอนย้ายข้อมูลผู้ใช้บริการที่เก็บไว้ใน SGSN ต้นทางไปยัง SGSN ปลายทาง



รูปที่ 2.14 การรับส่งข้อมูลผ่านเครือข่าย GPRS สู่เครือข่ายคอมพิวเตอร์ภายนอก

สำหรับการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ GGSN และ SGSN นั้นมาตรฐาน GPRS ได้มีการกำหนดเทคนิคการสื่อสารชนิดพิเศษขึ้นเรียกว่า การส่งผ่านอุโมงค์ หรือ tunneling เพื่อช่วยให้ผู้ให้บริการเครือข่าย GSM/GPRS สามารถใช้ประโยชน์ของโครงข่ายสื่อสารข้อมูลที่มีอยู่แล้ว หรือที่ต้องดำเนินการเช่าใช้งานจากผู้อื่นในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ GSN ต่างๆ ภายในเครือข่าย GPRS เข้าด้วยกัน ตัวอย่างเช่น เช่าโครงข่าย X.25 จากบริษัท A เพื่อใช้เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ GGSN ที่อยู่ที่กรุงเทพฯกับอุปกรณ์ SGSN 4 ชุด ที่ติดตั้งอยู่ที่ กรุงเทพฯ,เชียงใหม่,ภูเก็ต,ขอนแก่น และชลบุรี ซึ่งเมื่อพิจารณาถึงการทำงานของโครงข่ายภายนอกที่ต้องมีการจัดรูปแบบแพ็คเกตข้อมูลตามมาตรฐานปกติแล้ว จะทำให้เกิดความสับสนต่อการรับส่งข้อมูลแพ็คเกต GPRS ระหว่างอุปกรณ์ GSN ด้วยกันได้

ทั้งนี้เนื่องจากในการรับส่งข้อมูลแพ็คเกตโดยทั่วไปนั้น โครงข่ายเช่าภายนอกก็จะต้องตรวจสอบแอดเดรสต้นทางและปลายทางเพื่อตัดสินใจเลือกเส้นทางในการรับส่งข้อมูลนั้นๆ แต่เนื่องจากแอดเดรส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้นทางและปลายทางที่ปรากฏภายในแพ็คเกตข้อมูลของเครือข่าย GPRS อาจเป็นแอดเดรส PDP ของเครื่องลูกข่ายแอดเดรส PDP ของอุปกรณ์ GGSN หรือแอดเดรส IP/X.25 ของเครื่องคอมพิวเตอร์ปลายทางที่เชื่อมต่ออยู่กับเครือข่ายภายนอก ความหวังดีที่จะประหยัดค่าเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายใน GSN ภายในเครือข่าย GPRS โดยอาศัยโครงข่ายเช่าภายนอก ย่อมก่อให้เกิดปัญหาต่อการส่งผ่านแพ็คเกตข้อมูลในทันที เนื่องจากโหนดการสื่อสารต่างๆ ภายในโครงข่ายสื่อสารข้อมูลย่อมไม่อาจรู้จักแอดเดรส PDP ที่มีการระบุไว้ในแอดเดรสต้นทางและปลายทางของแพ็คเกตข้อมูลอย่างแน่นอน ทำให้ไม่สามารถส่งผ่านข้อมูลภายในโครงข่ายสื่อสารข้อมูลที่ทำการเช่าใช้งาน หรือแม้จะสร้างขึ้นมาใช้เองเป็นการภายใน

2.12 เครื่องลูกข่ายGPRS

มาตรฐาน GPRS กำหนดให้ทั้งเครือข่ายสถานีฐานและเครื่องลูกข่าย สามารถติดต่อสื่อสารเพื่อรับส่งข้อมูล โดยมีการใช้ช่องเวลา (Timeslot)บนเฟรมมาตรฐาน ได้หลากหลายรูปแบบ โดยมีกำหนดคลาสการใช้งานหลายช่องเวลา (Multislot Class) ไว้ทั้งสิ้น 29 คลาส เครื่องลูกข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ GPRS แต่ละรุ่นที่ได้รับการออกแบบมาสำหรับใช้งานในเชิงพาณิชย์ จะได้รับระบุว่าสนับสนุนคลาสการใช้งานหลายช่องเวลาที่ระดับใด ตารางที่ 2.1 เป็นการแสดงรายละเอียดทางเทคนิคของเครื่องลูกข่ายทั้ง 29 คลาส โดยระบุจำนวนช่องเวลาสูงสุดที่เครื่องลูกข่ายสามารถใช้ส่งข้อมูลไปยังสถานีฐาน (Tx)โดยในทางปฏิบัติเครื่องลูกข่ายสามารถใช้ส่งข้อมูลไปยังสถานีฐาน (Rx)โดยในทางปฏิบัติเครื่องลูกข่ายสามารถใช้ช่องเวลาได้ตั้งแต่ 0 ช่องไปจนถึง Tx และ Rx จะต้องไม่เกินค่าผลรวมในตารางที่ 2.1 ช่องที่ 3

ตัวอย่างเช่นเครื่องลูกข่าย Siemens รุ่น 45 เป็นเครื่องลูกข่าย GPRS คลาส 8 หมายความว่า เครื่อง S45 มีความสามารถใช้ช่องเวลาบนเฟรม TDMA ขาขึ้น (Uplink) สำหรับการส่งข้อมูลไปยังเครือข่าย GPRS ได้พร้อมกันสูงสุด 1 ช่องเวลา และรับข้อมูลจากเครือข่ายได้โดยใช้ช่องเวลาบนเฟรม TDMA ของลงได้สูงสุดถึง 4 ช่อง แต่อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติผลรวมของค่า Tx และ Rx จะต้องมีค่าไม่เกินกว่า 5 ช่องเวลา นั่นเอง เครื่องลูกข่ายดังกล่าวอาจมีจำนวนช่องเวลาในเฟรมข้อมูลขาขึ้นและขาลงในสัดส่วนเท่ากัน 0 ต่อ 4 ,0 ต่อ 3, 0 ต่อ 2 , 0 ต่อ 1 , 1 ต่อ 4 , 1 ต่อ 3, 1 ต่อ 2 , 1 ต่อ 1 , หรือ 1 ต่อ 0 ในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งก็ได้ อย่างไรก็ตามผู้ให้บริการเครือข่ายจะมีกำหนดจำนวนช่องได้มากตามขีดความสามารถของเครื่องลูกข่าย ทั้งนี้ก็เพื่อให้เกิดความมั่นใจว่ายังมีช่องเวลาเหลือพอสำหรับให้บริการเชื่อมต่อวงจรเพื่อการสนทนาบนเครือข่าย GSM ได้เพียงพอ ป้องกันการเกิดปัญหาวงจรเชื่อมต่อเต็มจนเกิดผลกระทบต่อความพอใจในการใช้บริการของผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 รายละเอียดของการจัดกลุ่มเครื่องลูกข่าย GPRS ออกตามคลาสการใช้งานหลายช่องเวลา

คลาส	จำนวนช่องเวลาสูงสุด			ประเภท
Multislot	Rx	Tx	รวม	
1	1	1	2	1
2	2	1	3	1
3	2	2	3	1
4	3	1	4	1
5	2	2	4	1
6	3	2	4	1
7	3	3	4	1
8	4	1	5	1
9	3	2	5	1
10	4	2	5	1
11	4	3	5	1
12	4	4	5	1
13	3	3	ไม่ระบุ	2
14	4	4	ไม่ระบุ	2
15	5	5	ไม่ระบุ	2
16	6	6	ไม่ระบุ	2
17	7	7	ไม่ระบุ	2
18	8	8	ไม่ระบุ	2
19	6	2	ไม่ระบุ	1
20	6	3	ไม่ระบุ	1
21	6	4	ไม่ระบุ	1
22	6	4	ไม่ระบุ	1
23	6	6	ไม่ระบุ	1
24	8	2	ไม่ระบุ	1
25	8	3	ไม่ระบุ	1
26	8	4	ไม่ระบุ	1
27	8	4	ไม่ระบุ	1
28	8	6	ไม่ระบุ	1
29	8	8	ไม่ระบุ	1

สำหรับประเภทของเครื่องลูกข่าย GPRS ที่มีการระบุไว้ในตารางที่ 2.1 โดยแบ่งออกเป็นกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 นั้น เครื่องลูกข่ายที่อยู่ในคลาสซึ่งตรงกับกลุ่มที่ 1 ไม่จำเป็นจะต้องมีการรับและส่งข้อมูลพร้อมๆกัน ในเวลาเดียวกัน แต่สำหรับเครื่องลูกข่ายในกลุ่มที่ 2 จำเป็นที่จะต้องมีการรับและส่งข้อมูลระหว่างเครื่องลูกข่ายและสถานีฐานพร้อมๆกันเวลาเดียวกัน อนึ่งผู้อ่านควรแยกความแตกต่างระหว่างเครื่องของคลาสการใช้งานหลายช่องเวลาสำหรับเครื่องลูกข่ายแต่ละเครื่อง ออกจากการกำหนดคลาสของเครื่องลูกข่าย ซึ่งได้กล่าวถึงไว้แล้วว่ามี 3 คลาส คือ คลาส A , คลาส B และ คลาส C ซึ่งแบ่งตามพฤติกรรมการรับส่งข่อมูลพร้อมๆกันระหว่างเครือข่าย GPRS และ GSM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

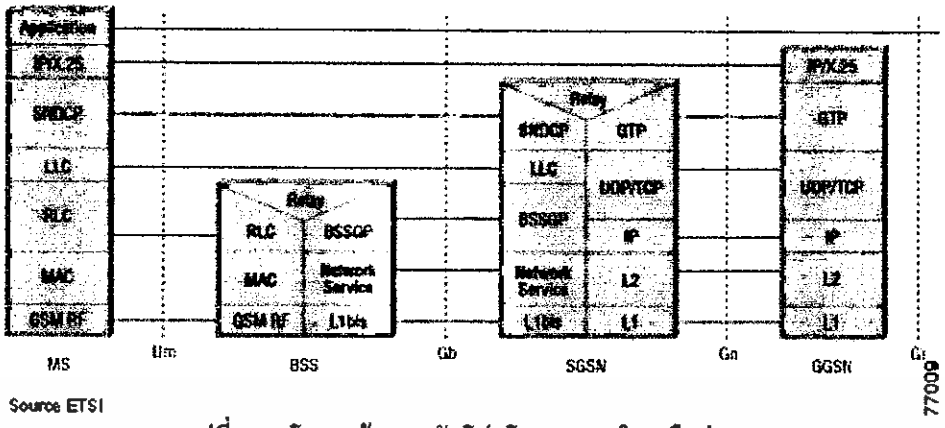
2.13 แบบจำลองโปรโตคอลของเครือข่าย GPRS

เราจะเห็นได้ว่าการทำงานของมาตรฐาน GPRS นั้นได้ออกแบบให้แยกออกจากเครือข่าย GSM ค่อนข้างมาก ที่เกี่ยวข้องกันบ้างก็ได้แก่การร่วมใช่ช่องสื่อสารทางกายภาพ (Physical Channel) ระหว่างเครื่องลูกข่ายกับสถานีฐาน (Air Interface) และการเชื่อมต่อระหว่างสถานีฐานกับอุปกรณ์ BSC เมื่อกล่าวถึงจุดนี้เราจะนำเสนอแบบจำลองโปรโตคอลภายในมาตรฐานเครือข่าย GPRS เพื่อให้เกิดความเข้าใจในการทำงานของเครือข่าย GPRS ทั้งหมด และยังจะเป็นพื้นฐานสำหรับการกล่าวอธิบายถึงรายละเอียดเบื้องลึกทางด้านโปรโตคอล รูปที่ 2.15 เป็นแบบจำลองโปรโตคอลสำหรับการเชื่อมต่อทั้งหมดภายในเครือข่าย GPRS นับตั้งแต่จุดเชื่อมต่อระหว่างเครื่องลูกข่ายกับสถานีฐาน ไปจนถึงการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ GGSN กับเครือข่ายสื่อสารข้อมูลภายนอก

2.13.1 เครื่องลูกข่าย

GPRS เชื่อมต่อกับสถานีฐานโดยผ่านทางคลื่นความถี่วิทยุ ข้อมูลหน่วยย่อยที่สุดจะอยู่ในรูปของ Burst ซึ่งเป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐานของเครือข่าย GSM โดยเฟรมข้อมูลที่ผ่านการเข้ารหัสช่องสื่อสารความยาว 456 บิต จะถูกแบ่งออกเป็น 4 ส่วนย่อยๆส่วนละ 57 บิตเพื่อนำมาผ่านกระบวนการอินเตอร์ลีฟ (Interleaving) การแยกส่วนและการรวมกลับคืนข้อมูลทั้ง 456 บิตเข้าด้วยกันถือเป็นการใช้กระบวนการปกติของเครือข่าย GSM ที่เรียกว่า GSM RF สำหรับเนื้อหาภายในเฟรมข้อมูลแต่ละชุดนั้นจะมีโปรโตคอล MAC และ RLC ฝังอยู่เพื่อทำหน้าที่ปรับแต่งแบบการเข้ารหัสตามขบวนการที่ได้กล่าวไปแล้ว เมื่อหักข้อมูล MAC/RLC ออกแล้ว ข้อมูลส่วนที่เหลือจะมีส่วนของโปรโตคอล LLC (Logical Link Control) และ SNDCP) ซึ่งไม่ถูกนำไปใช้งานโดยเครือข่ายสถานีฐาน แต่จะเป็นการสื่อสารโดยตรงระหว่างเครื่องลูกข่ายกับอุปกรณ์ SGSN โปรโตคอล LLC และ SNDCP ถือเป็นหัวใจสำคัญของการตรวจสอบตำแหน่งของเครื่องลูกข่ายโดยอุปกรณ์ SGSN และ GGSN รวมถึงการส่งสัญญาณควบคุมอื่นๆ อีกหลายชนิดระหว่างเครือข่ายกับเครื่องลูกข่าย GPRS การออกแบบโปรโตคอล LLC และ SNDCP ขึ้นทำให้สามารถนำเทคโนโลยี GPRS ไปใช้ได้บนเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ชนิดอื่นๆ เช่น เครือข่าย CDMA หรือการพัฒนาเทคโนโลยี GPRS ไปสู่เครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุคที่ 3 อันได้แก่ มาตรฐาน UMTS ข้อมูลส่วนที่เหลือจะมีส่วนของโปรโตคอล IP หรือ X.25 ซึ่งเครื่องลูกข่ายใช้ในการติดต่อสื่อสารเพื่อดำเนินการจัดการโปรไฟล์ PDP กับอุปกรณ์ GGSN การเลือกว่าจะใช้โปรโตคอล IP หรือ X.25 นั้นก็ขึ้นอยู่กับการออกแบบทางด้านวิศวกรรมเครือข่ายของผู้ให้บริการแต่ละราย ข้อมูลหลังจากโปรโตคอล IP/X.25 ก็จะเป็นเนื้อหาข้อมูลจริงของผู้ใช้บริการ หรือ application ที่ต้องการให้มีการรับส่งระหว่างเครื่องลูกข่าย GPRS กับแหล่งข้อมูลทั้งที่อยู่ภายในและภายนอกเครือข่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Source ETSI

รูปที่ 2.15 โครงสร้างการจัดโปรโตคอลภายในเครือข่าย GPRS

2.13.2 เครือข่ายสถานีฐาน

ทำหน้าที่เป็นทั้งตัวทวนสัญญาณ (Relay Function) สำหรับข้อมูลที่เครื่องลูกข่ายต้องการสื่อสารกับอุปกรณ์ SGSN ขึ้นไปโดยตรง โดยส่งผ่านข้อมูลที่ถูกห่อหุ้มโดยโปรโตคอล LLC ต่อไปยังอุปกรณ์ SGSN และยังเป็นอุปกรณ์ปลายทางสำหรับควบคุมการทำงานเกี่ยวกับการจัดสรรช่องสื่อสารทางด้านความถี่วิทยุให้กับเครื่องลูกข่าย GPRS โดยผ่านการทำงานของโปรโตคอล GSM RF,MAC และ RLC ในขณะเดียวกันเครือข่ายสถานีฐาน(ซึ่งประกอบด้วยสถานีฐานและอุปกรณ์BSC) ยังต้องมีการส่งสัญญาณควบคุมเพื่อติดต่อสื่อสารโดยตรงระหว่างเครือข่ายสถานีฐานเองกับอุปกรณ์ SGSN ซึ่งจำเป็นต้องมีการออกแบบโปรโตคอลอีกชุดหนึ่งเพื่อรองรับการติดต่อสื่อสารดังกล่าว รวมถึงเป็นรากฐานในการรับส่งข้อมูล LLC ที่ถูกส่งผ่านไปยังอุปกรณ์ SGSN ไปพร้อมๆกัน โปรโตคอลในจุดเชื่อมต่อ Gb ดังกล่าวประกอบไปด้วย ชั้นล่างสุดคือ L1bis ซึ่งสนับสนุนการรับส่งข้อมูลผ่านเครือข่าย สื่อสารสารพัดรูปแบบไม่ว่าจะเป็นวงจรสื่อสารแบบ TDM เช่น E1 ผ่านเครือข่าย ATM หรือผ่านเครือข่ายเฟรมรีเลย์ เป็นต้น โดยในระดับชั้นที่สองเป็นโปรโตคอลแบบ Frame Relay (FR) ทำหน้าที่แก้ไขความผิดพลาดของข้อมูลที่อาจเกิดขึ้นบนจุดเชื่อมต่อ Gb สำหรับเนื้อหาของสัญญาณควบคุมระหว่างเครือข่ายสถานีฐานกับอุปกรณ์ SGSN จะถูกบรรจุอยู่ในโปรโตคอล BSSGP (Base Station Subsystem GPRS Protocol) ซึ่งเป็นช่องทางในการบรรจุข้อมูล LLC ระหว่างเครื่องลูกข่าย GPRS กับอุปกรณ์ SGSN ด้วยในเวลาเดียวกัน

2.13.3 อุปกรณ์ SGSN

เป็นทั้งอุปกรณ์ปลายทางที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของเครือข่ายสถานีฐานผ่านทางโปรโตคอล BSSGP และควบคุมการทำงานของเครื่องลูกข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ GPRS โดยผ่านโปรโตคอล LLC/SNDCP ในขณะเดียวกันยังทำหน้าที่รับส่งข้อมูลผู้ใช้บริการโดยส่งผ่านโปรโตคอล IP/X.25 ไปให้กับอุปกรณ์ GGSN รวมทั้งยังมีการติดต่อสื่อสารเพื่อรับส่งสัญญาณควบคุมต่างๆที่จำเป็นต่อการให้บริการกับอุปกรณ์ GGSN อีกต่างหาก ทั้งนี้มีการใช้งานโปรโตคอล GTP ซึ่งทำงานบนโปรโตคอลสื่อสารชั้นล่างอันประกอบไปด้วยโปรโตคอล IP (ซึ่งไม่ใช่โปรโตคอลเดียวกับ IP ที่ส่งจากเครื่องลูกข่ายไปยังอุปกรณ์ GGSN) และโปรโตคอล UDP (User Data Protocol) หรือโปรโตคอล TCP (Transmission Control Protocol)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.13.4 อุปกรณ์ GGSN

ทำหน้าที่สองประการด้วยกัน ประการแรกคือติดต่อสื่อสารกับอุปกรณ์ SGSN และเครื่องลูกข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ GPRS ผ่านโปรโตคอล GTP และ IP/X.25 ตามลำดับ ประการที่สองก็คือ ทำหน้าที่เป็นตัวกลางส่งผ่านข้อมูลของผู้ใช้บริการระหว่างเครื่องลูกข่าย GPRS กับเครื่องคอมพิวเตอร์หรือ application ที่อยู่ภายนอกเครือข่าย GPRS

2.14 กระบวนการจัดการเกี่ยวกับตำแหน่งที่อยู่ของเครื่องลูกข่าย GPRS

ก่อนอื่นเราขอยกตัวอย่างการรับส่งสัญญาณควบคุมในส่วนประกอบต่างๆของเครือข่าย GPRS โดยจะเป็นกรณีที่เครื่องลูกข่ายซึ่งขับใช้งานอยู่ในพื้นที่ของอุปกรณ์ SGSN หนึ่ง มีการเคลื่อนย้ายตำแหน่งไปยังพื้นที่ของอุปกรณ์ SGSN แห่งใหม่ที่ยังอยู่ภายในเครือข่ายของผู้ให้บริการรายเดียวกัน ซึ่งเรียกว่ากระบวนการ RA Update ทั้งนี้จะสมมติว่ากระบวนการดังกล่าวประสบความสำเร็จ รายละเอียดของกระบวนการ RA Update พอสังเขปแบ่งออกได้เป็น 10 ขั้นตอนซึ่งแสดงในรูปที่ 2.16

1 เครื่องลูกข่าย GPRS

ส่งข้อมูล RA Update Request ซึ่งระบุหมายเลข RA (RAI) และรายละเอียดของการขอเปลี่ยน RA ไปยังอุปกรณ์ SGSN ตัวใหม่ โดยอุปกรณ์ BSC จะทำการเพิ่มเติมข้อมูลแสดงหมายเลขแสดงเซลที่เครื่องลูกข่ายใช้งานอยู่เข้าไป

2 อุปกรณ์ SGSN

ตัวใหม่จะทำการส่งข้อมูล SGSN Context Request ซึ่งระบุหมายเลข RA และแอดเดรสของ SGSN ใหม่ ไปยัง SGSN ตัวเดิม เพื่อร้องขอโปรไฟล์ PDP จาก SGSN ตัวเดิมที่ได้กำหนดไว้ให้กับเครื่องลูกข่ายดังกล่าวมาเก็บไว้ ในการนี้อุปกรณ์ SGSN เดิมจะตอบรับโดยการส่งข้อมูล SGSN Context Response กลับคืนมา

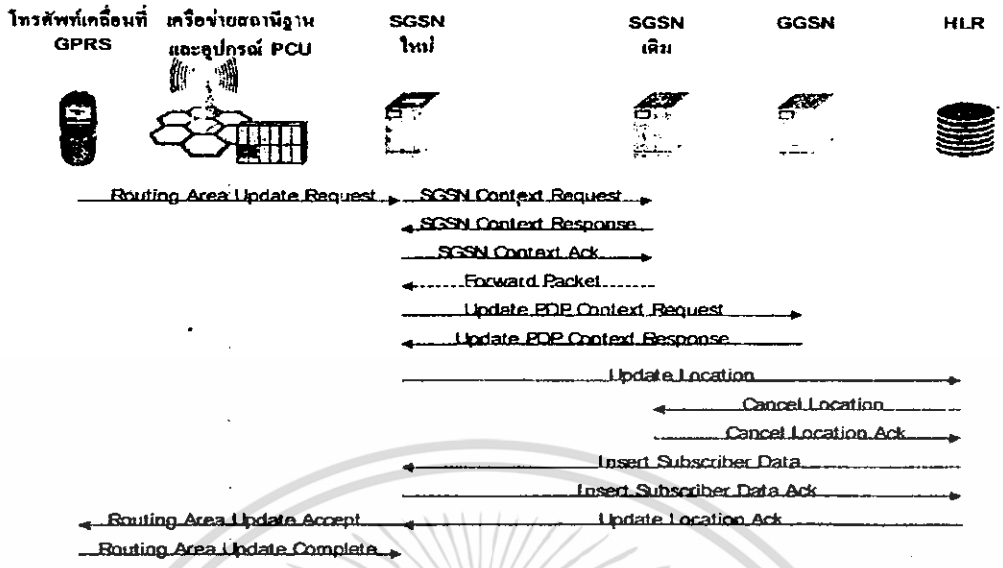
3 อุปกรณ์ SGSN

ตัวใหม่จะส่งข้อมูล SGSN Context Acknowledge กลับไปยังอุปกรณ์ SGSN เดิม ในขั้นตอนนี้อุปกรณ์ SGSN ตัวใหม่ก็พร้อมที่จะรับข้อมูลทุกอย่างที่เกี่ยวข้องกับโปรไฟล์ PDP ของเครื่องลูกข่าย GPRS ดังกล่าว

4 อุปกรณ์ SGSN

เดิมทำการโอนย้ายการติดต่อสื่อสารแบบอุโมงค์ (Tunneling) กับอุปกรณ์ GGSN ไปให้กับอุปกรณ์ SGSN ตัวใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.16 กระบวนการปรับเปลี่ยนตำแหน่งใช้งาน SGSN ของเครื่องลูกข่าย GPRS

5. อุปกรณ์ SGSN

ตัวใหม่ส่งข้อมูล Update PDP Context Request ซึ่งระบุแอดเดรสของ SGSN ตัวใหม่ หมายเลขแสดงเส้นทางอุโมงค์ (Tunnel Identifier หรือ TID) และค่า QoS สำหรับการควบคุมคุณภาพในการสื่อสารข้อมูล ไปให้กับอุปกรณ์ GGSN ซึ่งอุปกรณ์ GGSN จะทำการปรับแก้ไขข้อมูลในส่วนของ PDP สำหรับเครื่องลูกข่ายดังกล่าว พร้อมกับส่งข้อมูล Update PDP Context Response กลับไปให้กับอุปกรณ์ SGSN ตัวใหม่

6. อุปกรณ์ SGSN

ตัวใหม่ทำการส่งข้อมูล Update Location ไปให้กับอุปกรณ์ HLR ซึ่งเป็นฐานข้อมูลเก็บเลขหมายของผู้ใช้บริการเครื่องลูกข่ายดังกล่าว เพื่อแจ้งให้ทราบว่ามีการย้ายตำแหน่งที่อยู่ของผู้ใช้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ GPRS จากอุปกรณ์ SGSN เดิมไปเป็นตัวใหม่

7. อุปกรณ์ HLR

ส่งข้อมูล Cancel Location เพื่อยกเลิกการผูกโยงแอดเดรสไปยังอุปกรณ์ SGSN เดิมตอบรับกลับมาด้วยข้อมูล Cancel Location Acknowledge

8. อุปกรณ์ส่งข้อมูล Insert Subscriber Data

ระบุหมายเลข IMSI (International Mobile Subscriber Identity) ซึ่งเป็นเลขหมายใช้ระบุตัวผู้ใช้บริการตามมาตรฐานเครือข่าย GSM และข้อมูลเกี่ยวกับผู้ใช้บริการ GPRS ดังกล่าวไปให้กับอุปกรณ์ SGSN ตัวใหม่ อุปกรณ์ SGSN จะทำการสร้างข้อมูลเกี่ยวกับการบริหารตำแหน่งผู้ใช้บริการรายดังกล่าวขึ้น พร้อมกับตอบกลับไปยังอุปกรณ์ HLR ด้วยการส่งข้อมูล Insert Subscriber Data Acknowledge ซึ่งอุปกรณ์ HLR จะทำการยืนยันการเสร็จสิ้นกระบวนการดังกล่าว ด้วยการส่งข้อมูล Update Location

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Acknowledge กลับคืนมายังอุปกรณ์ SGSN ตัวใหม่ ถือเป็นการเสร็จสิ้นการเตรียมความพร้อมในการเริ่มต้นให้บริการเครื่องลูกข่าย GPRS ดังกล่าวในพื้นที่ RA ใหม่

9. อุปกรณ์ SGSN

จะทำการส่งหมายเลข P_TMSI ซึ่งเป็นตัวเลขสุ่มใช้แทนการแสดงตัวเครื่องลูกข่าย GPRS ดังกล่าว เป็นการป้องกันการลักลอบดักอ่านค่าเลขหมาย IMSI ไปให้กับเครื่องลูกข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ GPRS ดังกล่าว โดยใช้ข้อมูล Routing Area Update Accept

10. เมื่อเครื่องลูกข่ายได้รับหมายเลข P_TMSI

พร้อมกับนำไปใช้อ้างอิงแล้ว ก็จะทำการส่งข้อมูล Routing Area Update Complete กลับไปให้กับอุปกรณ์ SGSN ใหม่ ถือเป็นการสิ้นสุดกระบวนการย้ายข้าม RA และ เครื่องลูกข่ายก็พร้อมที่จะทำการติดต่อสื่อสารกับเครือข่าย GPRS เพื่อรับส่งข้อมูลได้ตามปกติ

2.15 กลไกการจัดการตำแหน่งที่อยู่

เนื่องจากพฤติกรรมในการสื่อสารข้อมูลผ่านเครือข่าย GPRS เป็นแบบ "Always on" กล่าวคือ เมื่อใดที่เครื่องลูกข่ายมีความต้องการรับส่งข้อมูลกับเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ ก็สามารถทำได้ทันที โดยไม่จำเป็นต้องร้องขอการเชื่อมต่อวงจร เหมือนดังเช่นในกรณีของการเชื่อมต่อวงจรแบบสวิทช์วงจรในกรณีของมาตรฐาน GSM โดยทั่วไป อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาว่าในพื้นที่ RA หนึ่งๆ มีโอกาสที่จะมีเครื่องลูกข่าย GPRS เป็นจำนวนมาก จึงจำเป็นสำหรับการกำหนดกระบวนการในการจัดการบริหารเครื่องลูกข่ายเหล่านี้โดยข้อกำหนดมาตรฐาน GPRS ได้ระบุให้ทั้งเครือข่ายและเครื่องลูกข่าย GPRS ปฏิบัติตามกลไกการจัดการตำแหน่งที่อยู่หรือ MM

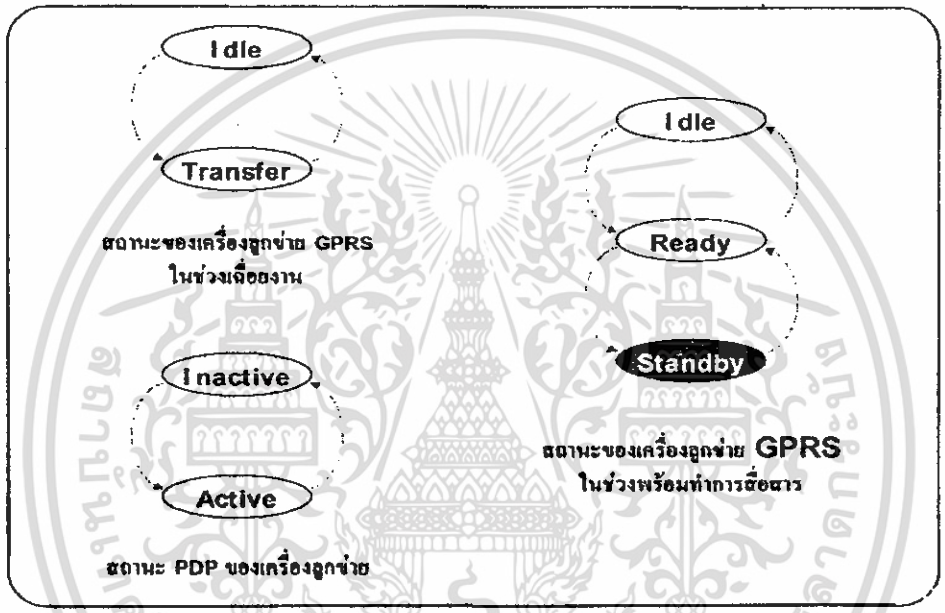
ก่อนที่เครื่องลูกข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ GPRS จะสามารถทำการรับส่งข้อมูลได้ เครื่องลูกข่ายดังกล่าวจะต้องทำการ Attach เข้ากับอุปกรณ์ SGSN โดยหลังจากการ Attach เครื่องลูกข่ายจะได้หมายเลข TLLI (Temporary Logical Link Identifier) จาก SGSN เป็นเสมือนบัตรแสดงตัว สำหรับเครื่องลูกข่าย GPRS ใช้รายงานตัวในกรณีที่ต้องการติดต่อสื่อสารกับเครือข่ายในโอกาสต่อไป สิ่งสำคัญที่เราจะต้องทราบก็คือข้อกำหนดมาตรฐาน GPRS กำหนดสถานภาพของเครื่องลูกข่าย GPRS โดยพิจารณาตามความพร้อมในการติดต่อสื่อสารไว้ 3 สถานะด้วยกัน ดังนี้

1.สถานะเฉื่อยงาน (Idle State) เป็นช่วงที่เครื่องลูกข่าย GPRS ยังไม่ทัน Attach เข้ากับอุปกรณ์ SGSN ซึ่งหลังจากนี้ไปเครื่องลูกข่ายจะต้องผ่านกระบวนการ GPRS Attach เพื่อให้พร้อมใช้งานรับส่งข้อมูล

2. สถานะพร้อมทำงาน (Ready State) เป็นช่วงเวลาที่เครื่องลูกข่ายได้ทำการ Attach เข้ากับอุปกรณ์ SGSN แล้ว โดยเครือข่ายทราบตำแหน่งที่อยู่ของเครื่องลูกข่ายว่าอยู่ใน RA ใด หลังจากนี้ไปเครื่องลูกข่าย GPRS จะสามารถรับหรือส่งข้อมูลทุกประเภทกับเครือข่ายได้ ในการนี้มีการกำหนดฐานเวลา Ready Timer สำหรับตรวจดูว่าเครื่องลูกข่าย GPRS นั้นๆยังมีการรับส่งข้อมูลอยู่หรือไม่ หากไม่มีการรับส่งข้อมูลเป็นระยะเวลาหนึ่งซึ่งตรงกับฐานเวลาดังกล่าว เครื่องลูกข่าย GPRS นั้นจะถูกเปลี่ยนให้ไปอยู่ในสถานะรอการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. สถานะรอการทำงาน (Standby State) เป็นสถานภาพที่เครื่องลูกข่าย GPRS พร้อมรอการใช้งานรับส่งข้อมูล โดยเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ GPRS ทราบตำแหน่งที่อยู่ของเครื่องลูกข่ายนั้นๆ ในระดับ RA ทั้งนี้เครื่องลูกข่าย GPRS ในสถานะรอการทำงาน จะทำการรายงานตำแหน่งที่อยู่ (Routing Area Update) ของเครื่องลูกข่ายไปยังเครือข่ายอยู่ตลอดเวลา เครื่องลูกข่าย GPRS จะถูกผลักให้กลับไปอยู่ในสถานะเฉื่อยงานอีกครั้ง หลังจากที่อยู่ในสถานะรอการทำงานจนเกินค่าฐานเวลา Standby Timer เป็นการควบคุมจำนวนเครื่องลูกข่าย GPRS ที่ปรากฏอยู่ในฐานข้อมูลของอุปกรณ์ SGSN ให้มีจำนวนอย่างเหมาะสม



รูปที่ 2.17 สถานะของการสื่อสารตามมาตรฐาน GPRS

2.16 กระบวนการ GPRS Attach

เครื่องลูกข่าย GPRS ที่อยู่ในสถานะเฉื่อยงานจะทำการเกี่ยวเข้ากับอุปกรณ์ SGSN และ HLR โดยใช้กระบวนการ MM เพื่อให้โทรศัพท์เคลื่อนที่รับทราบตำแหน่งที่อยู่ของเครื่องลูกข่ายดังกล่าว ในการรายงานตัวกับเครือข่ายนั้น เครื่องลูกข่ายจะต้องส่งข้อมูลที่จำเป็นต่างๆ ไปยังเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดยสามารถแบ่งรูปแบบของการรายงานตัวสำหรับเครื่องลูกข่าย GPRS ออกได้เป็น 3 ลักษณะด้วยกัน แต่ละชนิดต้องการข้อมูลที่ใช้สำหรับรายงานตัวที่แตกต่างกัน ดังนี้

1. GPRS Attach: เครื่องลูกข่ายต้องส่งข้อมูล P_TMSI (Packet Temporary Mobile Station Identifier) ซึ่งเป็นเลขหมายชั่วคราวใช้อ้างอิงแทนเลขหมาย IMSI (International Mobile Station Identifier) คล้ายๆกับในกรณีของเครื่องลูกข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM แต่จะใช้สำหรับการสื่อสารข้อมูลแบบแพ็กเกต นอกจากนี้เครื่องลูกข่ายยังต้องส่งข้อมูล RAI (Routing Area Identifier) ซึ่งระบุตำแหน่งที่อยู่ RA ปัจจุบันที่เครื่องลูกข่าย GPRS ได้รับการแจ้งจากเครือข่ายอยู่ตลอดเวลา

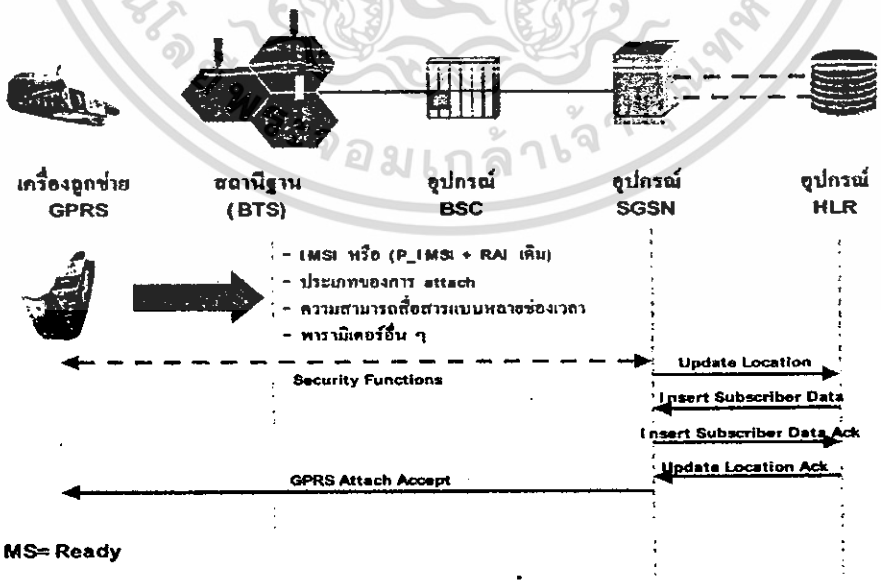
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. IMSI Attach: แท้จริงแล้วเป็นกระบวนการที่ถูกออกแบบมาสำหรับใช้กับเครื่องลูกข่าย GSM ทั่วไปเท่านั้น แต่เครื่องลูกข่าย GPRS อาจทำกระบวนการนี้ได้ ในกรณีที่ยังไม่ทราบว่าตนจะใช้เลขหมาย P_TMSI ใดและต้องการร้องขอให้เครือข่ายส่งเลขหมายดังกล่าวมาให้

3. IMSI/GPRS Attach (สำหรับเครื่องลูกข่ายคลาส A และ B เท่านั้น): เป็นกระบวนการร่วม ซึ่งปัจจุบันอยู่ในการออกแบบข้อกำหนดทางเทคนิค

เมื่อพิจารณาถึงเครื่องลูกข่าย GPRS ที่อยู่ในสถานะพร้อมทำงาน ทั้งเครื่องลูกข่ายและอุปกรณ์ SGSN ที่อยู่ในส่วนของเครือข่ายจะร่วมกันใช้เลขหมาย IMSI ซึ่งเป็นเลขหมายประจำตัวที่ใช้แทนผู้ใช้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่แต่ละคน ซึ่งเลขหมาย IMSI และข้อมูลเกี่ยวกับการใช้บริการ GPRS ของผู้ใช้บริการแต่ละรายจะถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูลของอุปกรณ์ HLR ในการนี้เครื่องลูกข่าย GPRS สามารถรับหรือส่งข้อมูลในรูปของ PDU (Protocol Data Unit) ซึ่งเป็นแพ็คเกตข้อมูล ที่น่าสนใจก็คือเครื่องลูกข่ายที่อยู่ในสถานะพร้อมทำงานจะสามารถสร้าง (Activate) หรือยกเลิก (Deactivate) ข้อมูลโปรไฟล์ PDP ผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้โดยอิสระ นอกจากนั้นเครื่องลูกข่าย GPRS เครื่องหนึ่งๆยังอาจได้รับการกำหนดโปรไฟล์ PDP ได้มากกว่าหนึ่งชุดภายในเวลาเดียวกันอีกด้วย สิ่งที่สำคัญอีกประการหนึ่งก็คือ ในสถานะพร้อมทำงานนี้ เครื่องลูกข่าย GPRS จะทำการรับฟังข้อมูลผ่านช่องสื่อสารควบคุมแบบ PCCCH และยังอาจใช้คุณสมบัติ DRX (Discontinuous Reception) ซึ่งจะทำให้เครื่องลูกข่าย GPRS ใช้ทรัพยากรความถี่ในรูปของช่องเวลาเฉพาะเมื่อจำเป็นต้องรับหรือส่งข้อมูลเท่านั้น ซึ่งนับว่าเป็นการลดความคับคั่งของปริมาณข้อมูลที่ปรากฏบนช่องสื่อสาร GPRS เป็นอย่างยิ่ง

กระบวนการ MM จะดำเนินต่อไปจนกว่าฐานเวลา ready time จะหมดลงและเครื่องลูกข่าย GPRS เปลี่ยนสถานะตนเองไปเป็นสถานะรอการทำงาน รูปที่ 2.18 แสดงถึงกระบวนการ GPRS Attach ซึ่งเริ่มจากการที่เครื่องลูกข่ายเป็นฝ่ายร้องขอให้มีการเกี่ยวเข้ากับระบบเครือข่าย

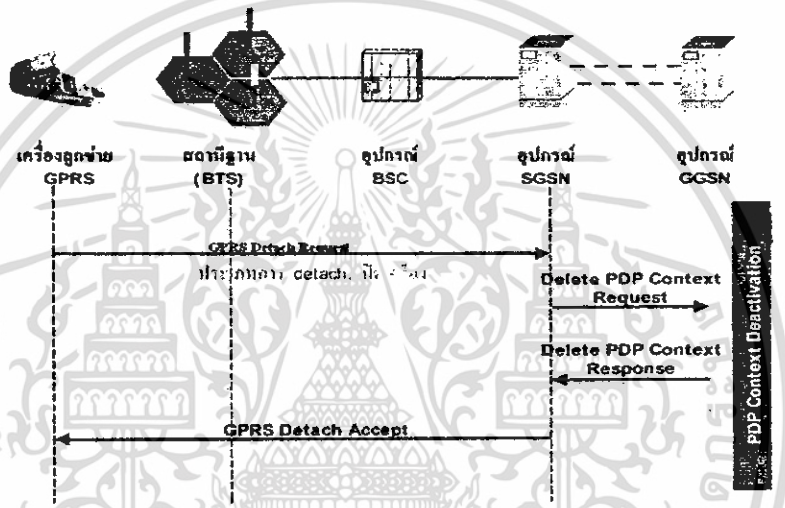


รูปที่ 2.18 ขั้นตอนการดำเนินกระบวนการ GPRS Attach

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.17 กระบวนการ GPRS Detach

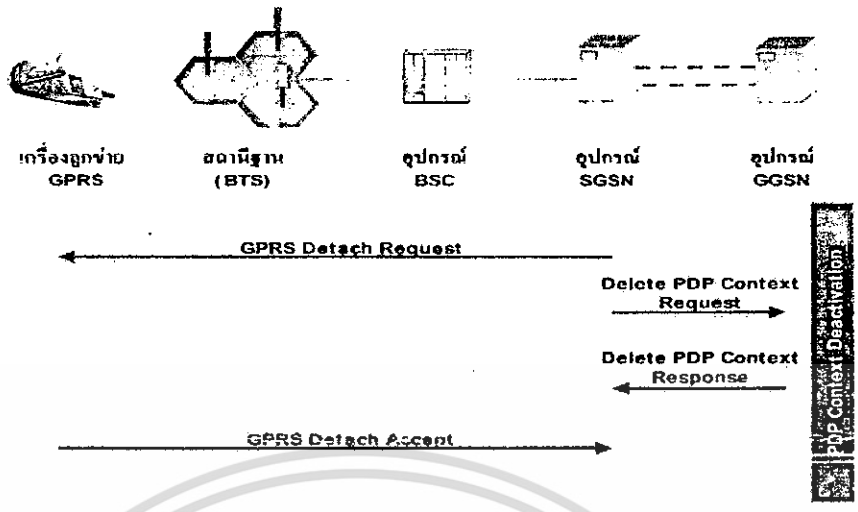
ในการเปลี่ยนสถานะจากพ้อมทำงาน (Ready State) ไปเป็นเฉื่อยงาน (Idle State) เครื่องลูกข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ GPRS จะเป็นฝ่ายเริ่มต้นกระบวนการร้องขอ หลังจากกระบวนการ GPRS Detach เสร็จสิ้นลงอุปกรณ์ SGSN จะทำการลบข้อมูล MM และโปรไฟล์ PDP ที่ได้รับจากอุปกรณ์ GGSN ซึ่งเกี่ยวข้องกับผู้ใช้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ GPRS รายดังกล่าว ซึ่งกระบวนการทำงานเกิดขึ้นอย่างง่ายๆ โดยเครื่องลูกข่าย GPRS ทำการส่งสัญญาณ GPRS Detach Request ไปยังอุปกรณ์ SGSN พร้อมทั้งระบุสาเหตุ, เลขหมาย IMSI และข้อมูลที่จำเป็นอื่นๆ ตัวอย่างของกระบวนการนี้ก็คือ เมื่อผู้ใช้บริการปิดสวิทช์เครื่องลูกข่าย GPRS ลงหรืออาจเกิดจากการที่ผู้ใช้บริการไม่มีการใช้งานระบบ GPRS รับส่งข้อมูลเป็นเวลานานจนฐานเวลา ready timer หมดลง รายละเอียดของกระบวนการ Detach จากเครื่องลูกข่ายแสดงในรูปที่ 2.19



รูปที่ 2.19 ขั้นตอนการดำเนินกระบวนการ GPRS detach กรณีร้องขอจากเครื่องลูกข่าย

นอกจากกระบวนการ GPRS detach จะเกิดขึ้นโดยการร้องขอจากเครื่องลูกข่ายแล้ว ระบบเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ GPRS ก็สามารถเป็นฝ่ายกระตุ้นให้เกิดกระบวนการดังกล่าวได้เช่นเดียวกัน เริ่มจากการที่อุปกรณ์ SGSN ส่งสัญญาณแจ้งกระบวนการ detach มายังเครื่องลูกข่าย GPRS โดยมีการแนบข้อมูล Attach Indicator ไว้เพื่อให้เครื่องลูกข่ายแจ้งกลับมาว่าในเวลานี้เครื่องลูกข่ายมีความต้องการที่จะรับส่งข้อมูลผ่านเครือข่าย GPRS อีกหรือไม่ หากเครื่องลูกข่ายตอบกลับมาในข้อความ GPRS Detach Accept ดังแสดงในรูปที่ 2.20 ว่าหลังจากนี้ไปจะมีการร้องขอส่งข้อมูลอีก ระบบเครือข่ายก็จะเริ่มกระบวนการ GPRS Attach อีกครั้ง หลังจากกระบวนการ detach เสร็จสิ้นลง ในระหว่างดำเนินกระบวนการ GPRS Detach อุปกรณ์ SGSN จะทำการแจ้งไปยังอุปกรณ์ GGSN ให้รับข้อมูลโปรไฟล์ PDP ซึ่งจะทำให้ทั้งอุปกรณ์ SGSN และ GGSN มีฐานข้อมูลโปรไฟล์ PDP ว่างลงสำหรับใช้จัดสรรให้ผู้ใช้บริการรายอื่นต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

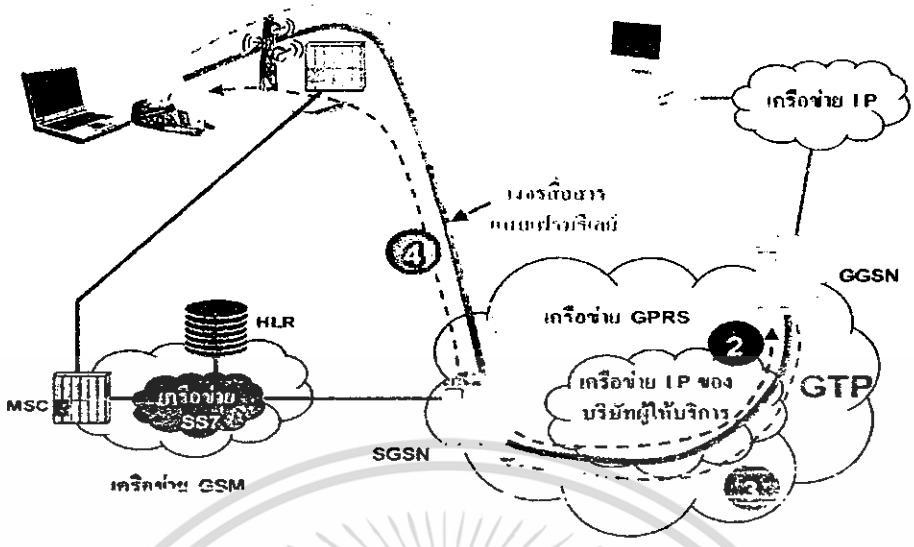


รูปที่ 2.20 ขั้นตอนการดำเนินกระบวนการ GPRS Detach กรณีร้องขอจากเครือข่าย GPRS

2.18 กระบวนการ PDP Context Activation

สิ่งสำคัญในการให้บริการสื่อสารข้อมูลแบบแพ็คเกตโดยเครือข่าย GPRS ไปยังเครื่องลูกข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ GPRS เครื่องมิได้จบลงเพียงแค่กระบวนการ GPRS Attach เท่านั้น หากพิจารณาถึงธรรมชาติของการสื่อสารข้อมูล ก็จะพบว่านอกจากการที่เครื่องลูกข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่จะเป็นผู้ส่งข้อความไปเครือข่ายอินเตอร์เน็ต หรือเครือข่ายคอมพิวเตอร์ใดๆในโลกแล้ว ยังมีโอกาสที่แอพพลีเคชั่นใดๆก็ตามที่ทำงานอยู่บนเครื่องคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์ต่างๆในโลกอินเตอร์เน็ตจะเป็นฝ่ายเริ่มต้นติดต่อมายังเครื่องลูกข่าย GPRS ด้วย ตัวอย่างเช่น การส่งข้อมูลราคาหุ้นแบบเว็บเพจมายังโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดยเครื่องคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์ของตลาดหลักทรัพย์จะทำการส่งเมื่อราคาหุ้นถึงระดับที่ผู้ใช้บริการกำหนดไว้ก่อนหน้านี้ นอกจากนี้ยังมีแนวโน้มของลักษณะนี้อีกมากมาย ปัญหาคือ จุดเชื่อมต่อระหว่างโลกเครือข่ายคอมพิวเตอร์กับเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ GPRS จะอยู่ที่อุปกรณ์ GGSN ซึ่ง GGSN จะเป็นกลไกสำคัญในการกำหนดเส้นทางการสื่อสารข้อมูล ระหว่างเครื่องลูกข่าย GPRS กับเครือข่ายคอมพิวเตอร์ภายนอก จึงเป็นสิ่งจำเป็นที่เครื่องลูกข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่จะต้องทำการส่งข้อมูลเกี่ยวกับโปรไฟล์ PDP ไปให้กับอุปกรณ์ GGSN รับทราบ ไม่ว่าเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ GPRS นั้นๆจะมีการติดตั้งอุปกรณ์ GGSN อยู่มากน้อยเท่าไรก็ตามกระบวนการสำคัญเกี่ยวกับการปรับแต่งข้อมูลดังกล่าวซึ่งมีชื่อเรียกว่า PDP Context Activation มีลำดับขั้นตอนของกระบวนการดังรูปที่ 2.21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.21 การดำเนินกระบวนการ PDP Context Activation

1. เครื่องลูกข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ GPRS

ทำการส่งข้อมูลร้องขอให้ดำเนินกระบวนการ PDP Context Activation ไปยังอุปกรณ์ SGSN ซึ่งกระบวนการนี้จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อเครื่องลูกข่ายได้ผ่านขั้นตอนต่างๆของกระบวนการ GPRS Attach กับอุปกรณ์ SGSN มาก่อนแล้วเท่านั้น

2. อุปกรณ์ SGSN

จำการเลือกอุปกรณ์ GGSN (ในกรณีที่มีการติดตั้ง GGSN มากกว่าหนึ่งชุดภายในเครือข่ายนั้นๆ) โดยพิจารณาจากข้อมูลโปรไฟล์ PDP ที่ได้รับมาจากเครื่องลูกข่าย GPRS นั้นจากนั้นจึงทำการติดต่อกับอุปกรณ์ GGSN ที่ถูกเลือก เพื่อให้ทำการสร้างฐานข้อมูลสำหรับรองรับการใช้งานของเครื่องลูกข่าย GPRS ที่ทำการร้องขอนั้น โดยทั่วไปอุปกรณ์ SGSN จะทำการคัดเลือกอุปกรณ์ GGSN ที่เหมาะสมโดยพิจารณาจากความสามารถของอุปกรณ์ GGSN ในการรองรับการสื่อสารตามที่เครื่องลูกข่ายร้องขอ เช่น เลือกอุปกรณ์ GGSN ที่รองรับการเชื่อมต่อแบบ X.25 หรือเลือกอุปกรณ์ GGSN ที่รองรับการเชื่อมต่อแบบ IP เป็นต้น

3. อุปกรณ์ GGSN

ที่ได้รับการคัดเลือก ทำการตอบกลับไปยังอุปกรณ์ SGSN พร้อมกับส่งข้อมูล TID (Transaction Identity) สำหรับใช้ในการอ้างอิงกับอุปกรณ์ SGSN ซึ่งภายในตัวอุปกรณ์ GGSN เอง จะทำการบันทึกค่า TID เทียบกับเลขหมาย IP ของอุปกรณ์ SGSN สำหรับใช้ในการอ้างอิงเพื่อการติดต่อสื่อสารต่างๆในอนาคต จนกว่าอุปกรณ์ SGSNจะขอยกเลิกกระบวนการ PDP Context ในกรณีที่มีการขอเปลี่ยนย้ายจุดเชื่อมต่อไปเป็นอุปกรณ์ GGSN อื่น

4. เมื่ออุปกรณ์ SGSN

ได้รับการยืนยันจากอุปกรณ์ GGSN แล้วก็จะทำการส่งข้อมูล กลับไปยังเครื่องลูกข่ายโทรศัพท์ GPRS ที่ทำการร้องยืนยันว่ากระบวนการ PDP Context Activation ได้เสร็จสิ้นสมบูรณ์แล้ว พร้อมกันนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

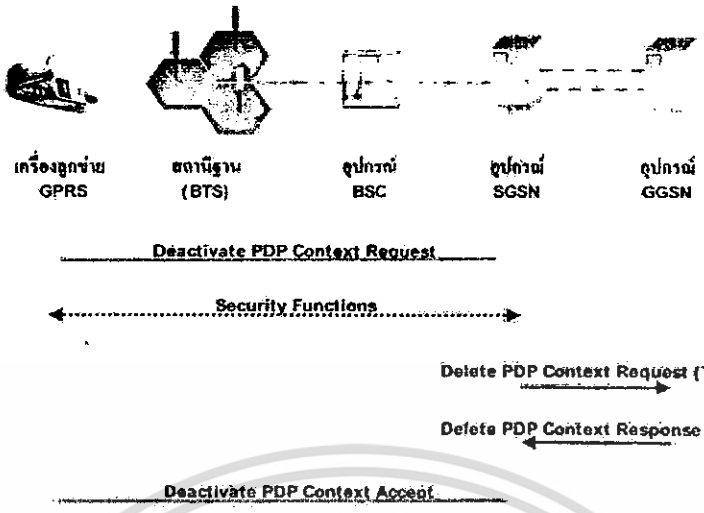
อุปกรณ์ SGSN ก็จะบันค่า TID ที่เป็นเลขหมายอ้างอิงซึ่งได้รับจากอุปกรณ์ GGSNที่ตนเป็นผู้เลือก พร้อมกับบันทึกค่าหมายเลข IDของอุปกรณ์ GGSN เพื่อใช้ในการอ้างอิงสำหรับการสื่อสารข้อมูลในอนาคตเช่นเดียวกัน กระบวนการเหล่านี้ก็คือการส่งข้อมูลผ่านอุโมงค์หรือTunneling ระหว่างอุปกรณ์ SGSN กับ GGSNหากจะกล่าวลงไปในรายละเอียดเชิงปฏิบัติแล้ว กระบวนการ PDP Context Activation สามารถเริ่มต้นกระทำได้ทั้งโดยจากเครื่องลูกข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ GPRS หรือจากอุปกรณ์ GGSN ภายในเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่เอง คล้ายๆกับกระบวนการ GPRS Detach ที่ได้กล่าวถึงไว้ข้างต้น

เมื่อเครื่องลูกข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ GPRS ได้ดำเนินกระบวนการ GPRS Attach และ PDP Context Activation เสร็จสิ้นลงแล้ว ก็เท่ากับขณะที่อุปกรณ์เครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ GPRS ทั้งในส่วนของอุปกรณ์SGSN และGGSN มีความพร้อมที่จะให้บริการสื่อสารข้อมูล ไม่ว่าจะเป็นการรับข้อมูลหรือส่งข้อมูล ให้กับเครื่องลูกข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่แล้ว โดยทั้งอุปกรณ์ SGSN, GGSN และเครื่องลูกข่ายโทรศัพท์เลื่อนที่ GPRS ใช้ข้อมูลโปรไฟล์ PDP ในการอ้างอิงถึงกัน สิ่งที่ควรทราบก็คือ ทันทีที่กระบวนการPDP Context Activation สำเร็จลง ก็จะเท่ากับว่าเครื่องลูกข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ GPRS นั้นๆ เป็นที่รู้จักของคอมพิวเตอร์หรือแอพพลิเคชั่นต่างๆ ภายในเครือข่ายคอมพิวเตอร์ภายนอกที่เชื่อมต่ออยู่กับเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ GPRS แล้ว เปรียบเทียบง่าย ๆ คล้ายกับกรณีของการหมุนโมเด็มเพื่อเชื่อมต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ เข้ากับเครื่องเซิรฟ์เวอร์ของบริษัทผู้ให้บริการอินเตอร์เน็ต (ISP : Internet Service Provider) ต่าง ๆ เมื่อเชื่อมต่อแล้วผู้ใช้บริการก็สามารถใช้เครื่องคอมพิวเตอร์นั้นในการรับ หรือส่งข้อมูลให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์กับแอพพลิเคชั่นอื่น ๆ ในโลกอินเตอร์เน็ตได้อย่างไม่มีขีดจำกัดใดๆ โดยการบริหารจัดการต่าง ๆ นั้นเป็นหน้าที่ของเครื่องคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์ของ ISP รายนั้น ๆ ในกรณีของเครือข่าย GPRS ก็เป็นไปในลักษณะเดียวกัน เทียบได้ว่าเครื่องลูกข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่เป็นเสมือนกับเครื่องคอมพิวเตอร์ตามบ้านที่ต้องหมุนโมเด็มไปยังบริษัท ISP สำหรับอุปกรณ์ SGSN และGGSN ก็จะทำหน้าที่เสมือนกับคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์ของ ISP นั้นเอง เมื่อใดที่การติดต่อสื่อสารระหว่างผู้ใช้บริการกับแอพพลิเคชั่นบนโลกอินเตอร์เน็ตจบสิ้นลง ก็จะเป็นการเริ่มต้นกระบวนการ PDP Context Deactivation

2.19 กระบวนการ PDP Context Deactivation

กระบวนการเริ่มต้นจากเครื่องลูกข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ส่งข้อมูล Deactivate PDP Context Request ไปยังอุปกรณ์ SGSN ดังที่แสดงในรูปที่ 2.22 หากผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ GPRS รายใดมีการกำหนดใช้ระบบรักษาความปลอดภัย (Security)ก็จะมีกลไกการตรวจสอบรักษาความปลอดภัยทำงานในขั้นตอนนี้ไปพร้อมกันด้วย หลังจากนั้นอุปกรณ์ SGSN ก็จะส่งข้อมูล Delete PDP Context Request พร้อมกับหมายเลข TID ซึ่งใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงไปให้กับอุปกรณ์ GGSN มีผลทำให้อุปกรณ์ GGSN ลบข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับหมายเลข TID ดังกล่าวออกจากระบบฐานข้อมูลของตนเอง จากนั้น GGSN จึงส่งข้อมูล Delete PDP Context Responseพร้อมกับกำกับหมายเลข TID เดิมกลับคืนไปให้กับอุปกรณ์ SGSN สาเหตุที่ต้องส่งคำ TID กลับคืนมาให้ก็เพื่อทำให้อุปกรณ์ SGSN ไม่สับสน ในกรณีที่มีการร้องขอกระบวนการดังกล่าวจากเครื่องลูกข่าย GPRS หลายเครื่องพร้อมๆ กัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.22 การดำเนินกระบวนการ PDP Context Deactivation โดยเป็นการร้องขอจากเครื่องลูกข่าย

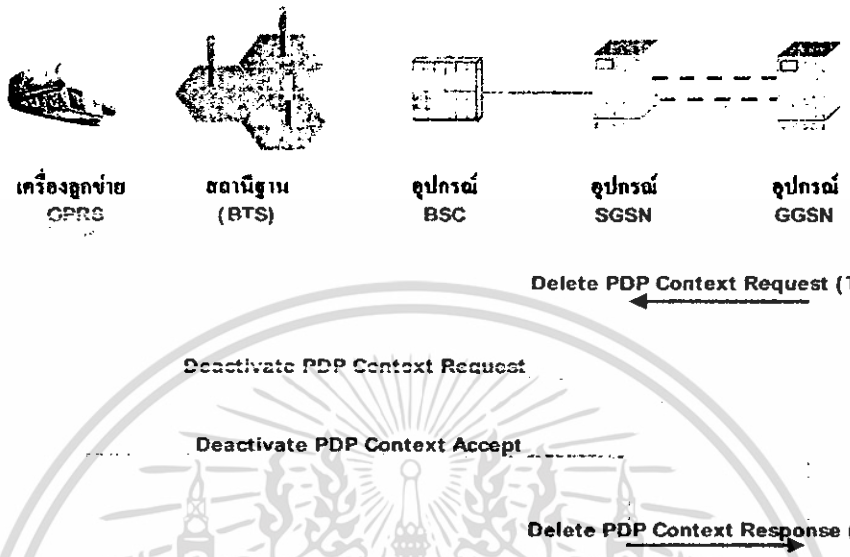
สิ่งที่น่าสนใจก็คือในระบบเครือข่ายที่มีการกำหนดจัดสรรเลขหมาย IP ภายในข้องมูลโปรไฟล์ PDP ให้กับเครื่องลูกข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบครั้งต่อครั้ง (Dynamic IP Assignment) ดังได้กล่าวในบทที่ 9 อุปกรณ์ GGSN จะทำการปล่อยเลขหมาย IP ดังกล่าวให้ว่างไว้เพื่อใช้ในการจัดสรรให้กับเครื่องลูกข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ GPRS เครื่องอื่น ๆ ที่ขอทำกระบวนการ PDP Context Activation ต่อไป หลังจากเสร็จสิ้นกระบวนการต่างๆ ที่อุปกรณ์ GGSN และ SGSN แล้ว อุปกรณ์ SGSN ก็จะส่งข้อมูล Deactivate PDP Context accept กลับไปให้ยังเครื่องลูกข่าย GPRS ที่ทำการร้องขอนั้น เป็นอันเสร็จสิ้นกระบวนการทั้งหมด

สำหรับในกรณีเครื่องลูกข่าย GPRS มีการร้องขอ Detach ตามที่ผู้เขียนได้กล่าวไว้ข้างต้น กระบวนการ PDP Context Deactivation ก็จะเกิดขึ้นเองโดยอัตโนมัติ ทั้งนี้เนื่องจากสถานการณ์ Detach นั้นมีความหมายที่ใหญ่กว่า PDP Context Deactivation มาก ตัวอย่างเช่น เครื่องลูกข่ายหมดกำลังไฟเลี้ยง หรือไม่อยู่ในบริเวณที่สามารถติดต่อสื่อสารกับระบบเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้ จึงสมควรที่จะบังคับให้เกิดกะบวนการ PDP Context Deactivation ไปโดยปริยาย เพื่อทำให้อุปกรณ์ SGSN และ GGSN มีขีดความสามารถเหลือพอที่จะรองรับการสื่อสารข้อมูลของเครื่องลูกข่าย GPRS เครื่องอื่น ๆ ได้

นอกจากการร้องขอโดยเครื่องลูกข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ GPRS แล้ว อุปกรณ์ GGSN ก็สามารถเป็นฝ่ายเริ่มต้นขอดำเนินกระบวนการ PDP Context Deactivation ได้เช่นเดียวกัน ดังแสดงในรูปที่ 2.23 โดยอุปกรณ์ GGSN เป็นฝ่ายส่งข้อมูล Delete PDP Context Request พร้อมแนบหมายเลข TID อ้างอิงไปให้กับอุปกรณ์ SGSN เพื่อขอให้ทำการลบฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับหมายเลข TID นั้น ซึ่งอุปกรณ์ SGSN จะดำเนินการตามคำขอ พร้อมกับส่งคำสั่ง Deactivation PDP Context Request เพื่อแจ้งให้เครื่องลูกข่าย GPRS รับทราบสถานภาพการใช้บริการจากเครือข่ายในขณะนั้น เครื่องลูกข่ายจะตอบกลับด้วยข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Deactivation PDP Context Accept ไปยังอุปกรณ์ SGSNซึ่งจะทำการยืนยันภารกิจเสร็จสิ้นไปให้กับอุปกรณ์ GGSN ด้วยข้อมูล Delete PDP Context Response เป็นอันเสร็จสิ้นกระบวนการดังกล่าว



รูปที่2.23 การดำเนินกระบวนการ PDP Context Deactivation โดยเป็นการร้องขอจากเครือข่าย

หลังจากนี้ไป เครื่องลูกข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ GPRS จะไม่สามารถทำการรับส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ GPRS ได้อีกต่อไป โดยเมื่อจะมีการติดต่อสื่อสารครั้งใหม่ เครื่องลูกข่าย GPRS จะต้องเริ่มกระบวนการ PDP Context Activation อีกครั้งหนึ่ง ยกเว้นเครื่องลูกข่ายที่อยู่ในสถานะ Detach ที่จะต้องเริ่มต้นด้วยกระบวนการ GPRS Attach เป็นอันดับแรกเสียก่อน

2.20 การรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม

รับส่งข้อมูลแบบอนุกรม ซึ่งมีข้อดีคือ ใช้สายสัญญาณน้อยและส่งได้เป็นระยะทางไกล สำหรับโครงงานนี้ใช้การติดต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ รับส่งข้อมูลแบบอนุกรมกับคอมพิวเตอร์ เพื่อทำการเปลี่ยนระดับสัญญาณไฟฟ้าได้มาตรฐานในการรับส่งข้อมูลผ่านทางพอร์ตอนุกรม (Serial Port) ของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งสัญญาณข่าวสารที่ได้จะถูกประมาณผลโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อแสดงออกทางหน้าจอคอมพิวเตอร์

2.20.1 การรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม

โดยปกติเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์จะมีพอร์ตที่เป็นอนุกรมชื่อว่า RS-232 อยู่ในตัวมันเองอยู่แล้ว ซึ่งพอร์ต RS-232 นี้ทำหน้าที่รับและส่งข้อมูลในแบบอนุกรม (Universal Asynchronous Adapter) เหตุที่มีชื่อเรียกว่า RS-232 ก็เนื่องมาจาก สมาคมผู้ผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ของอเมริกา หรือ EIA ได้กำหนดมาตรฐานของอุปกรณ์สื่อสารแบบอนุกรมเอาไว้ภายใต้ชื่อว่า RS-232

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.20.2 มาตรฐาน RS-232

มาตรฐาน RS-232 ได้จัดพิมพ์ขึ้นเมื่อ ค.ศ. 1969 RS ย่อมาจาก Recommended Standard ส่วน 232 คือหมายเลขบ่งชี้มาตรฐานตัวนี้ และ C เป็นหมายเลขฉบับของมาตรฐานตัวนี้ จุดประสงค์ของ มาตรฐาน RS-232 ก็เพื่อบรรยายคุณลักษณะของการเชื่อมต่ออุปกรณ์รับส่งข้อมูลกับอุปกรณ์สื่อสารข้อมูล สำหรับผู้ใช้คอมพิวเตอร์ทั่วไป DTE ก็หมายถึง ตัวไมโครคอมพิวเตอร์ ส่วน DCE หมายถึง โมเด็ม และอุปกรณ์อื่นๆ เช่นเครื่องพิมพ์ที่รับสัญญาณแบบอนุกรม อาจจะเป็นไปได้ทั้งDTE และ DCE ซึ่งจะขึ้นอยู่กับผู้ผลิต สำหรับข้อแตกต่างของ DTE และ DCE จะเห็นได้จากรูป ซึ่งจากรูปจะเห็นว่า RS-232 C มีส่วนสำคัญอย่างมากสำหรับการสื่อสารข้อมูลระหว่างไมโครคอมพิวเตอร์

2.20.3 อุปกรณ์ DTE และ DCE

ตามมาตรฐาน RS-232 C อุปกรณ์ DTE ควรใช้หัวต่อตัวผู้และอุปกรณ์ DCE ควรใช้หัวต่อตัวเมีย อย่างไรก็ตามผู้ผลิตไม่ได้ปฏิบัติตามกฎนี้เสมอไปดังนั้นจึงไม่แยกแยะอุปกรณ์ DTE และ DCE โดยการมองผ่านๆได้เสมอไป เมื่อทราบว่าอุปกรณ์หนึ่งเป็น DTE อีกตัวหนึ่งเป็น DCE ในทางทฤษฎีแล้วสามารถเชื่อมต่อได้อย่างง่ายดาย โดยการเชื่อมต่อสายที่มีหมายเลขตรงกัน เช่น เส้นที่ 2 กับ 2, 3 กับ 3 เป็นต้น เรียกว่าการเชื่อต่อแบบตรงไปตรงมาแต่มีผู้ผลิตบางรายไม่ได้ทำตามมาตรฐานและทำให้เกิดปัญหาหลายอย่างเช่นเดียวกับวิธีการกับสถานการณ์ที่อุปกรณ์ทั้ง 2 เป็น DTE หรือ DCE เหมือนกัน ในตอนนี้ถือว่าอุปกรณ์หนึ่งเป็น DTE อีกตัวหนึ่งเป็น DCE แต่ละฝ่ายจะส่งสัญญาณที่อีกฝ่ายต้องการบนสายที่ตรงกัน

2.20.4 การกำหนดขา RS-232 สำหรับ DB-9

การกำหนดขาสัญญาณของ Connector อนุกรม 9 ขา (DB-9) แสดงดังตารางที่ 2.2

ตารางที่2.2 การจัดการขาของ Connector พอร์ตอนุกรมตามมาตรฐาน RS-232 ทั้งแบบDB-9และDB-25

ตำแหน่งขา		ชื่อของสายสัญญาณ	ชนิดของสายสัญญาณ
DB-9	DB-25		
1	8	Data Carrier Detrct : DCD	Input
2	3	Received Data :RxD	Input
3	2	Transmitted Data : TxD	Output
4	20	Data Terminal Ready : DTR	Output
5	7	Signal Ground : GND	-
6	6	Data Set Ready : DSR	Input
7	4	Request To Send : RTS	Output
8	5	Clear To Sent : CTS	Input
9	22	Ring Indicator : RI	Input

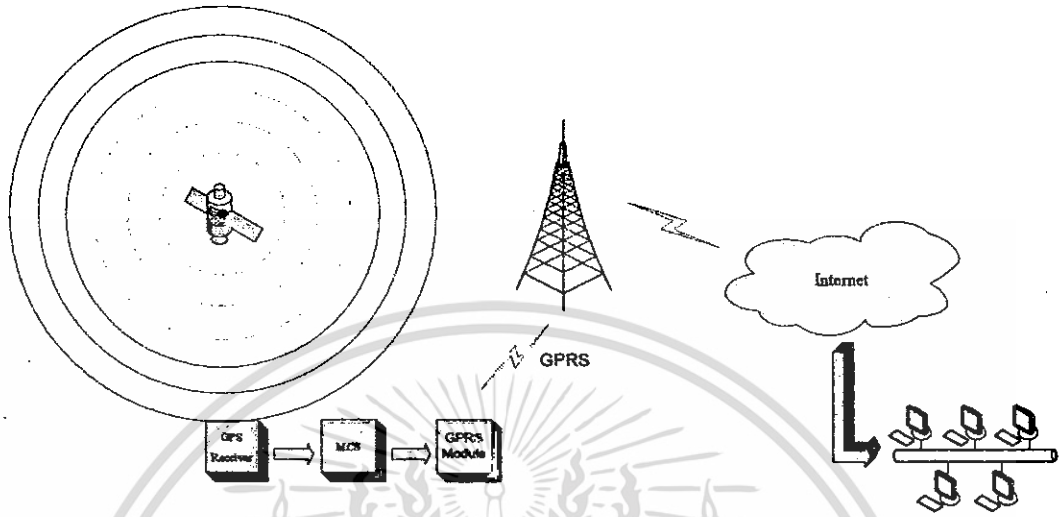
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- DCD (Data Carrier Detect) หรืออาจเรียกว่า CD (Carrier Detect) ขานี้จะทำงานเมื่อมีการส่งสัญญาณพาห์จากอุปกรณ์สื่อสารข้อมูลเช่น โมเด็ม สำหรับการใช้งานปกติขานี้จะไม่ถูกใช้งานมากนัก
- RD (Received Data : RxD) เป็นทางสัญญาณเข้าไปยัง DTE หรือไมโครคอมพิวเตอร์ เมื่อไม่มีสัญญาณรับเข้ามาขานี้จะมีสถานะภาพลอจิกเป็น "1"
- TD (Transmitted Data : TxD) เป็นสัญญาณที่ส่งออกจาก DTE (หรือตัวไมโครคอมพิวเตอร์) ไปยังโมเด็มหรือต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์ตัวอื่น เมื่อไม่มีสัญญาณส่งออกสถานะภาพของลอจิกที่ขานี้มีค่าเท่ากับ "1" หรือเทียบเท่ากับ stop bit
- DTR (Data Terminal Ready) เป็นขาสัญญาณที่ส่งออกจากคอมพิวเตอร์เพื่อให้อุปกรณ์ปลายทางรับรู้ว่าต้องการติดต่อด้วย โดยขา DTR นี้ต้องเชื่อมต่อกับขา DSR ของอุปกรณ์ปลายทาง และขา DTR ของอุปกรณ์ปลายทางต้องเชื่อมต่อกับขา DSR ของคอมพิวเตอร์ถ้าใช้การเชื่อมต่อเป็นแบบ Null modem ซึ่งใช้สายในการเชื่อมต่อเพียง 3 เส้นและต้องต่อขา DTR และ DSR ของตัวมันเองเข้าด้วยกันและต้องต่อกับขา DSD ด้วยในกรณีที่โปรแกรมสื่อสารที่ใช้มีการตรวจจับสัญญาณพาห์
- GND (Signal Ground) กราวด์ระบบ
- DSR (Data Set Ready) ขานี้จะใช้คู่กับขาDTR เพื่อตรวจสอบการเชื่อมต่อกันระหว่างคอมพิวเตอร์ปลายทาง ซึ่งขาDSRนี้จะเป็นขาสำหรับรับข้อมูลจากภายนอกซึ่งถูกส่งมาจากขา DTR
- RTS (Request To Send) เป็นขาสำหรับสัญญาณร้องขอให้ทางอุปกรณ์ปลายทางส่งข้อมูลกับมายังคอมพิวเตอร์โดยขาที่รับสัญญาณ RTS ก็คือขา CTS ในกรณีที่ใช้การเชื่อมต่อแบบ Null modem จะต้องเชื่อมต่อขา RTS และ CTS ของตัวมันเองเข้าด้วยกันเพื่อจะให้การรับส่งข้อมูลสามารถเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา
- CTS (Clear To Sent) ขานี้จะคอยรับสัญญาณจากขา RTS เมื่อรับสัญญาณได้ ข้อมูลที่ขา TxDจะถูกส่งออกไปดังนั้นขานี้จึงใช้เพื่อตรวจสอบอุปกรณ์ต่อพ่วงว่าพร้อมรับข้อมูลหรือไม่
- RI (Ring Indicator) ใช้แสดงสถานะสัญญาณเรียกจากสายโทรศัพท์ ปกติในการสื่อสารโดยทั่วไปสายนี้จะไม่ถูกใช้งานจะใช้ก็ต่อเมื่อมีการเชื่อมต่อโมเด็มและโปรแกรมมีการตรวจสอบสัญญาณเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

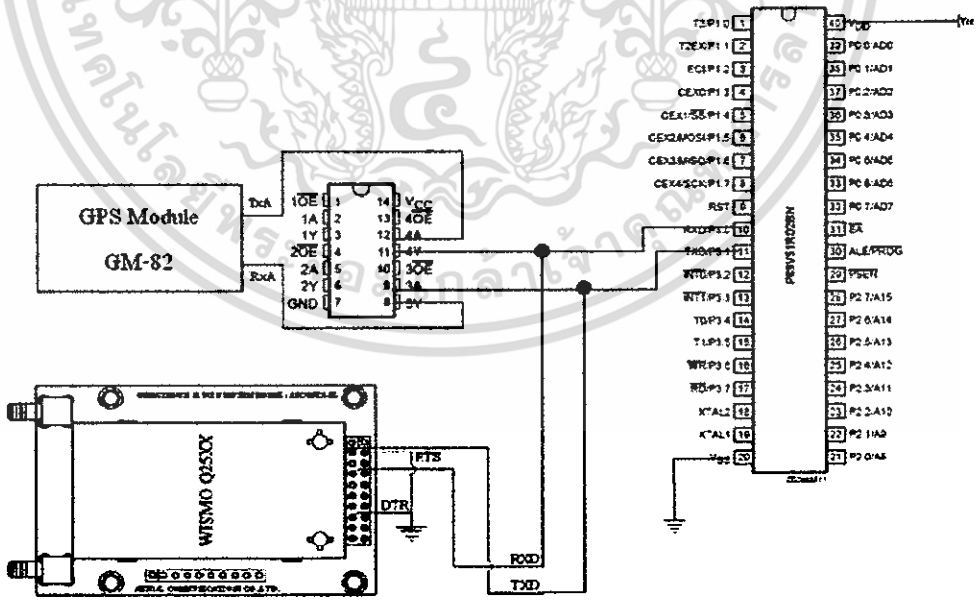
การออกแบบวงจร



รูปที่ 3.1 บล็อคไดอะแกรมของวงจรรวม

การออกแบบวงจรต่างๆ เบื้องต้น ในกรณีที่ยังไม่ได้ทำงานร่วมกัน สามารถแบ่งการทดลองได้ดังนี้

3.1 วงจรรับ-ส่งพิกัดจีพีเอส แสดงได้ดังนี้



รูปที่ 3.2 แสดงวงจรรับ-ส่งพิกัดจีพีเอส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

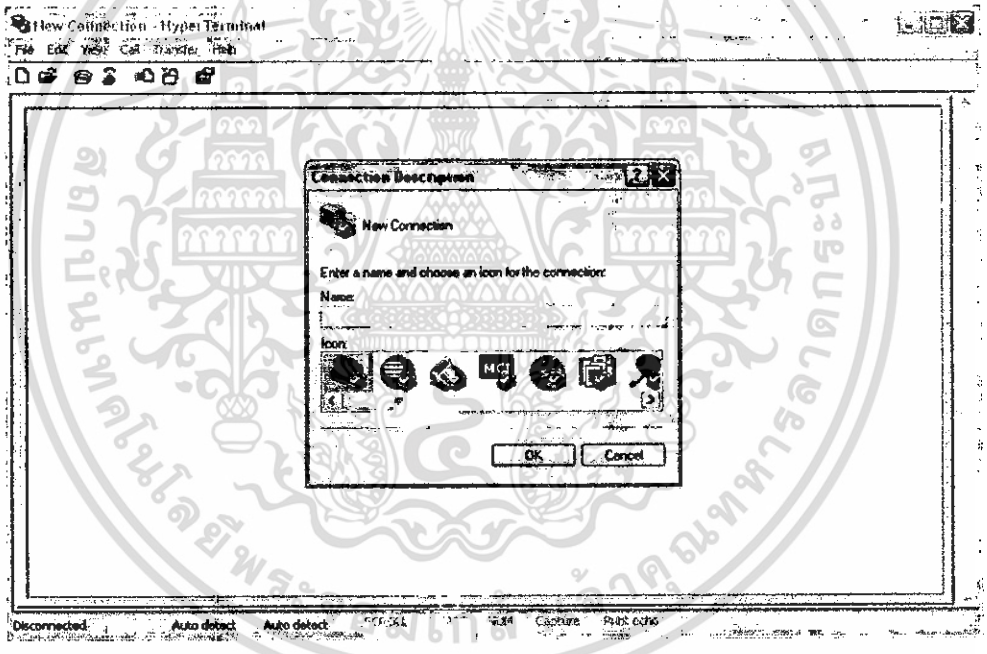
หลักการทำงานของวงจรรับ-ส่งพิกัดจีพีเอสจะเริ่มต้นด้วย วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการเชื่อมต่อกับระบบจีพีอาร์เอสเมื่อทำการเชื่อมต่อสำเร็จแล้ววงจรไมโครคอนโทรลเลอร์จะรับค่าพิกัดจีพีเอสและทำการตัดเอาแต่เฉพาะค่าข้อมูล $GPRMC จากนั้นจะส่งค่าพิกัดดังกล่าวไปให้กับตัวจีพีอาร์เอสเพื่อให้โมดูลจีพีอาร์เอสทำการส่งค่าพิกัดดังกล่าวออกไปผ่านทางเครื่อข่าย โดยพิกัดที่โมดูลจีพีเอสรับมาจากดาวเทียมจะเป็นข้อมูลเอ็นเอ็มอีเอ โดยสามารถแบ่งได้เป็นเรคคอร์ด(record)โดยในแต่ละเรคคอร์ดจะประกอบด้วยอักขระแอสกี้(ASCII) ซึ่งมีความยาวรวมไม่เกิน 80 ตัวอักษร

3.2 การติดต่อเบื้องต้น

ใช้โปรแกรม Hyper Terminal ในการติดต่อโดยไปที่

START>ALL Programs>Accessories>Communications>Hyper Terminal

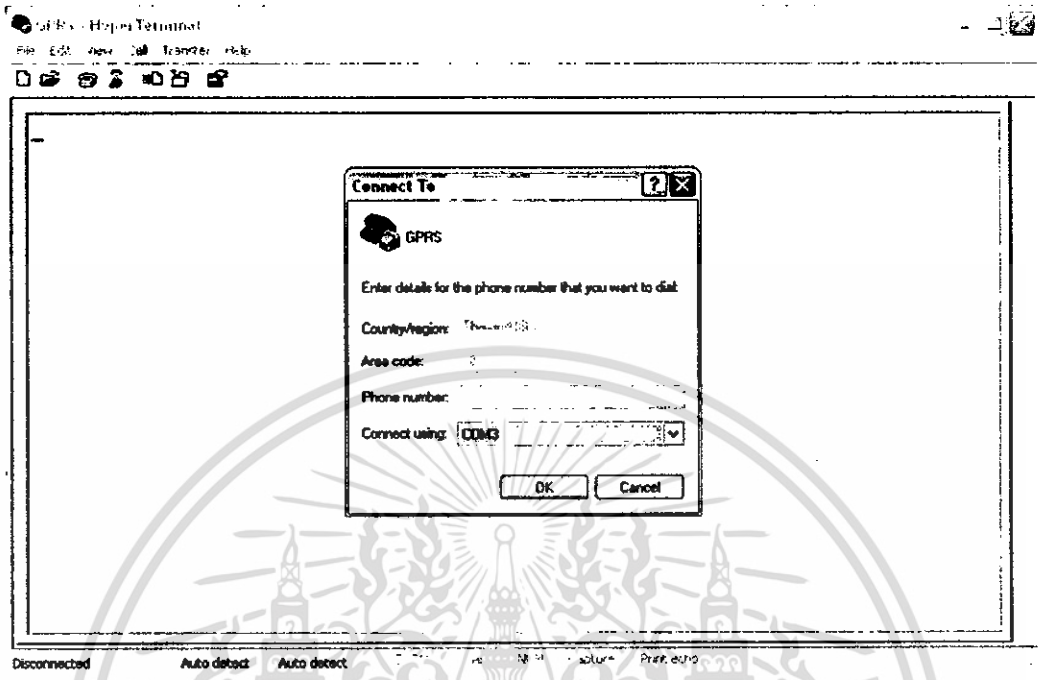
-Connection Description



รูปที่ 3.3 กำหนดชื่อสำหรับหน้าต่างที่ใช้ทำการติดต่อ

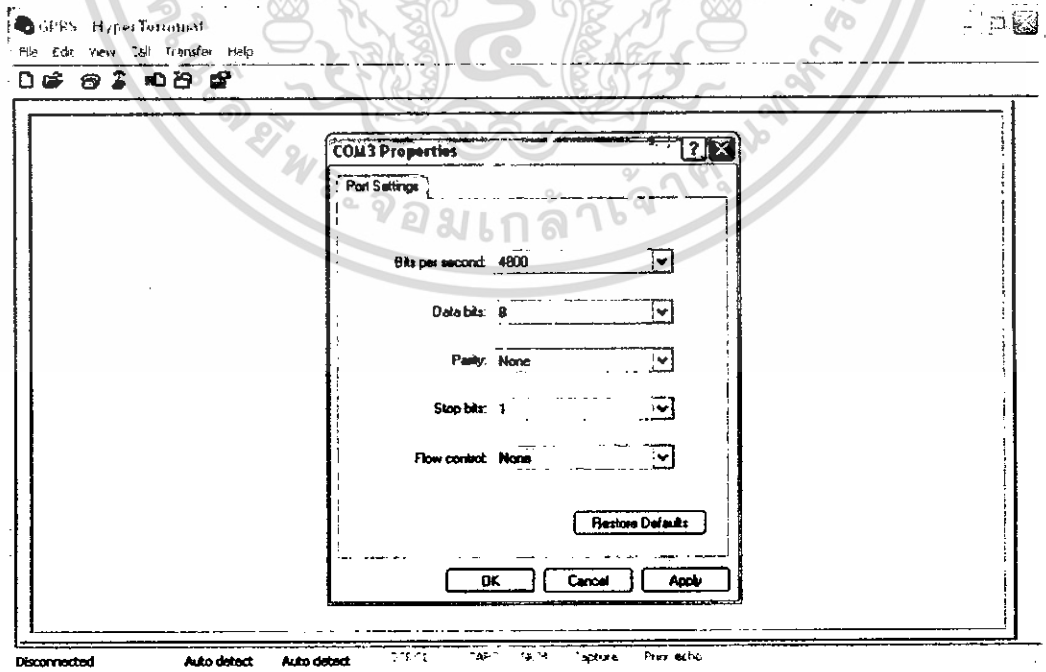
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-Connect to



รูปที่ 3.4 เลือกใช้ Com port ที่ต่อใช้งานกับเครื่องคอมพิวเตอร์ เช่น Com5 ที่ Connect using

-Port settings



รูปที่ 3.5 เลือกสปีด (Baud Rate) ในการรับ-ส่งข้อมูล เช่น 4800 Bits/Sec

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 คำสั่ง AT Command ในการเชื่อมต่อกับระบบ GPRS

การ connect ต้องทำหลังจากที่โมดูลแสดงสถานะ +WIND: 4

AT+CGATT=1 : Attached GPRS Network

OK

AT#APNSERV=" www.dtac.co.th "

OK

AT#CONNECTIONSTART : เริ่มต้นการ Connect กับ GPRS Network

10.174.236.34 : ได้รับ IP Address จาก GPRS Network

Ok_Info_GprsActivation : การเชื่อมต่อ GPRS สำเร็จ

3.4 คำสั่ง AT Command ในการส่งข้อมูล

TCP Socket เป็นโปรโตคอลสำหรับการสื่อสารสองทาง โดยสามารถติดต่อระหว่างโมเด็มด้วยกันผ่านSIM Card ที่ได้ทำการ กำหนด IP Address มาแล้ว (Fixed IP) หรือติดต่อระหว่าง โมเด็มกับเซอร์ฟเวอร์ในอินเตอร์เน็ตได้

AT#TCPSERV=1,"203.170.176.150" : กำหนด IP Address ให้ตรงกับ Server

OK

AT#TCPPORT=1,"23" : กำหนดพอร์ตที่ใช้งาน ให้ตรงกับ Server

OK

AT#OTCP=1 : เริ่มการติดต่อกับ server

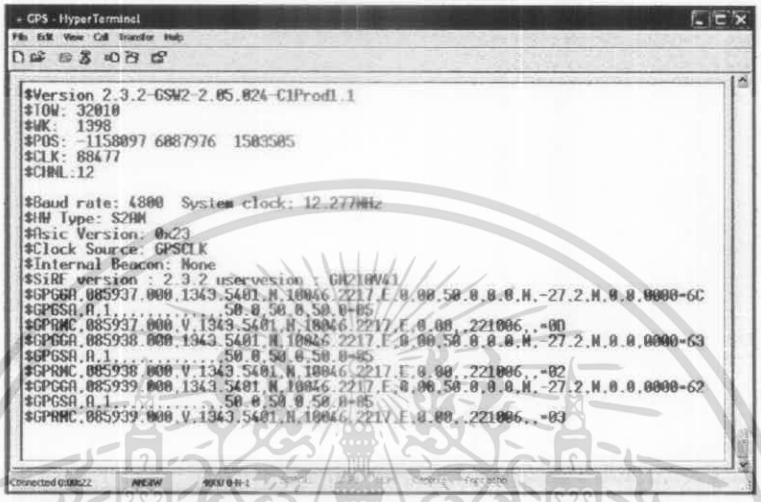
Ok_Info_WaitingForData : เริ่มการรับส่งข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ผลที่ได้จากวงจรรับสัญญาณจีพีเอส



รูปที่ 4.1 ผลจากวงจรรับสัญญาณจีพีเอส

จากรูปเป็นการทำเอาโมดูลจีพีเอสมาต่อโดยตรงกับคอมพิวเตอร์เพื่อทำการรับค่าพิกัดดาวเทียม โดยใช้โปรแกรม Hyper Terminal เป็นตัวรับค่าเพื่อแสดงผลออกมาทางหน้าจอคอมพิวเตอร์

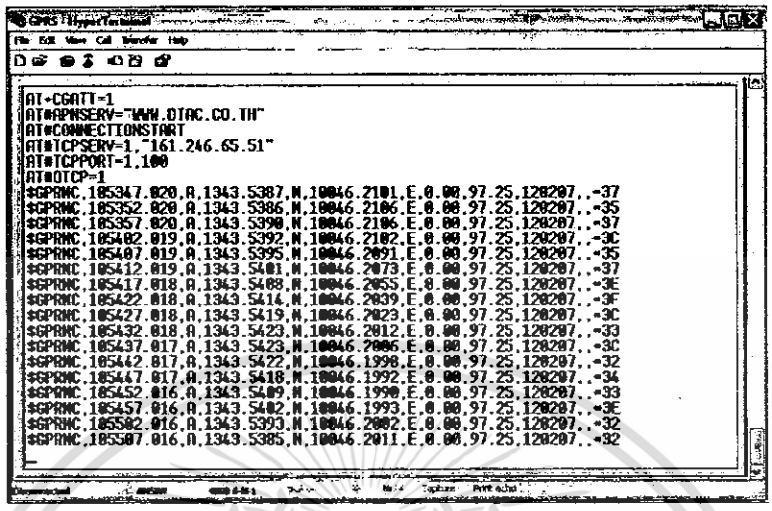
4.2 รูปชิ้นงานในส่วนของวงจรรับสัญญาณจีพีเอส

รูปที่ 4.2 รูปชิ้นงานในส่วนของวงจรรับสัญญาณจีพีเอส

จากรูปเป็นตัวอย่างโมดูลจีพีเอสที่นำมาใช้ในการรับค่าพิกัดดาวเทียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลที่ได้จากวงจรรับ - ส่งพิกัดจีพีเอส



รูปที่ 4.3 ผลที่ได้จากวงจรรับ – ส่งพิกัดจีพีเอส

จากรูปเป็นผลที่ได้โดยการต่อวงจรรับและส่งพิกัดจีพีเอสแล้วนำมาต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์เพื่อให้แสดงค่าโดยผ่านทางโปรแกรม Hyper Terminal

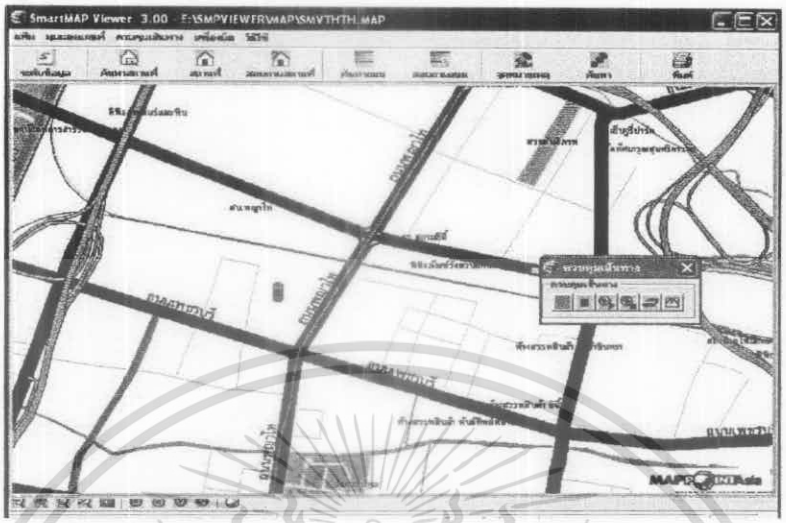
4.4 ผลที่ได้หลังจากทำการส่งพิกัดผ่านเครือข่าย

รูปที่ 4.4 ผลที่ได้หลังจากทำการส่งพิกัดผ่านเครือข่าย

จากรูปเป็นผลที่ได้หลังจากทำการทดลองใช้งานจริงโดยการรับค่าพิกัดจีพีเอสและทำการส่งค่าผ่านระบบเครือข่ายจีพีอาร์เอสและใช้คอมพิวเตอร์รับค่าที่ส่งผ่านมาจากอินเตอร์เน็ตแสดงผลทางโปรแกรม Hyper Terminal

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 ผลที่ได้หลังจากทำการพล็อตพิกัดลงบนแผนที่



รูปที่ 4.5 ผลที่ได้หลังจากทำการพล็อตพิกัดลงบนแผนที่

จากรูปเป็นผลที่ได้จากการที่ทำการนำค่าที่ผ่านเครือข่ายมาแล้วและทำการตั้งค่าต่างๆตามที่ได้กำหนดไว้ให้ตรงกันลงในแผนที่ดิจิตอลแผนที่ก็จะทำการพล็อตค่าพิกัดที่เราส่งมาได้ตามที่ต้องการ

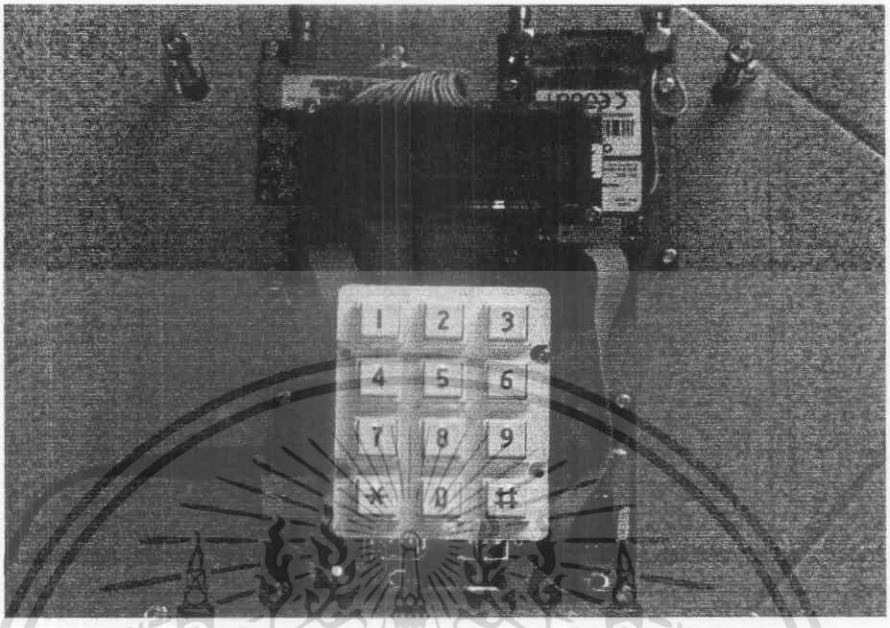
4.6 รูปชิ้นงานในส่วนของบอร์ดไมโครคอนโทลเลอร์

รูปที่ 4.6 รูปชิ้นงานในส่วนของบอร์ดไมโครคอนโทลเลอร์

จากรูปแสดงตัววงจรไมโครคอนโทลเลอร์ที่ใช้งานจริงซึ่งเป็นตัวที่ใช้ในการตัดค่าพิกัดที่เราต้องการและเป็นตัวรับค่า ip address ของ server ที่เราตั้งไว้เพื่อสั่งให้ GPRS ทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7 รูปชิ้นงานที่สำเร็จรูป



รูปที่ 4.7 รูปชิ้นงานที่สำเร็จรูป

จากรูปที่ 4.7 เป็นตัวชิ้นงานที่สมบูรณ์แบบและพร้อมใช้งานจริงโดยมีอุปกรณ์ต่างๆดังนี้คือ ตัวโมดูล GPS ที่ใช้สำหรับรับค่าพิกัดจากดาวเทียม โมดูล GPRS ใช้เพื่อทำการส่งค่าพิกัดผ่านระบบเครือข่าย ตัวไมโครคอนโทลเลอร์ ใช้ในการรับค่า ip address และสั่งการวงจรให้ทำงาน แผ่นป้อนรหัส ip address และหน้าจอแสดงผลในการรับค่า ip address และแสดงผลพิกัดที่รับมาได้จากดาวเทียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุป

จากการทดลองนำข้อมูล GPS ซึ่งโปรโตคอล NMEA 0183 มีรูปแบบเป็นประโยคโดยในแต่ละตัวอักษรของโปรโตคอลนี้มีรหัสเป็นเลขฐานสอง จำนวน 8 บิตหรือรหัสแอสกี้นั้นเองโดยเราเลือกใช้แบบ RMC เพราะเป็นรูปแบบที่ง่ายต่อการใช้งาน เมื่อทำการทดลองส่งค่าพิกัดจากเครื่องรับ GPS ไปยังโมดูล GPRS แล้วโมดูล GPRS จึงทำการส่งค่าพิกัดผ่านระบบ GPRS ไปยัง Server ที่กำหนดไว้ จากการทดลองจะเห็นว่าการแสดงผลจะมีการ Tracking ไปตามตำแหน่งของผู้ใช้งาน แต่ผลการทดลองที่ได้ก็ยังมีความคลาดเคลื่อนอยู่เล็กน้อย

ส่วนโปรแกรมการทดลองนี้นอกจากจะใช้แสดงตำแหน่งพิกัด แล้วยังสามารถทำการบันทึกเส้นทางที่ได้เดินทางมาแล้วได้ด้วย ซึ่งสามารถที่จะทำการพัฒนาต่อไปให้เป็นระบบนำร่องสำหรับรถยนต์ได้ ส่วนของความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นสามารถแก้ไขได้โดยส่วนของแผนที่ ที่ใช้ควรเป็นแผนที่ในรูปแบบที่ใช้กับระบบ GPS คือแผนที่ในรูปแบบ WGS-84 และการนำไปใช้งานไม่ควรให้เครื่องรับอยู่ในบริเวณทึบสัญญาณ เช่นภายในตึกอาคารเนื่องจากสัญญาณดาวเทียมมีขนาดอ่อนมากจะทำให้ไม่สามารถรับสัญญาณเพื่อหาตำแหน่งได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] หนังสือ ครบเครื่องเรื่อง GPS ของ พิชญ ทุลศิริ, ชุน ศรีสุริฉัน, ณัฐชยพงศ์ ศรีสว่างสุข, อนุชา แต้มคม

[2] http://de.wikipedia.org/wiki/Global_Positioning_System

http://www.colorado.edu/geography/gcraft/notes/gps/gps_f.html

http://www.mappointasia.com/

http://www.thaiio.com/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#include "reg52.h"
#include "absacc.h"
#include "Function.c"
#include "LCD.c"
#include "I2C.c"
#include "EEPROM.c"
unsigned char xdata  ch,BufGPS[64];
unsigned int i,j;
unsigned int Rec,Times,Count;
sbit Gate = P3^4;
bit  TFlag=0;
main()
{
        Init_Serial(48);
    Init_LCD() ;
            Wr_String(" Enter IP Address ",1);
            Count = GetIP(2,1);
            Wr_String("Lat  =        ",1);
            Wr_String("Long =        ",2);
             Delay(14000);
            Tx_String("AT+IPR=4800");Tx_String("AT&W"); Tx_Byte(0x0D);Delay(1000);
            Tx_String("AT+CGATT=1");
            Tx_Byte(0x0D);Tx_Byte(0x0A);Delay(7000);

    Tx_String("AT#APNSERV=");Tx_Byte(0x22);Tx_String("WWW.DTAC.CO.TH");Tx_Byte(0x22);Tx_Byte(0x0D);Tx_Byte(0x0A);Delay(2000);
    Tx_String("AT#CONNECTIONSTART");Tx_Byte(0x0D);Tx_Byte(0x0A);Delay(3000);
    Tx_String("AT#TCPSERV=1,");Tx_Byte(0x22);
            for(i=0;i<(Count);i++){Tx_Byte(BufDisp[Count-(i+1)]+0x30);}
            Tx_Byte(0x22);
            Tx_Byte(0x0D);Tx_Byte(0x0A);Delay(3000);
            Tx_String("AT#TCPPORT=1,100");Tx_Byte(0x0D);Tx_Byte(0x0A);Delay(3000);
            Tx_String("AT#OTCP=1");
            Tx_Byte(0x0D);Tx_Byte(0x0A);Delay(5000);
            Gate= 0;
            Init_Timer0(15);
while(1)
{
    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()==',')
           { ch =  Rx_Byte();
             i = 0;
             while((i<62)&&(ch != 0x0D))
              {
               BufGPS[i] = ch;
               i++;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            ch = Rx_Byte();
           }
           BufGPS[i] = ch;
          Goto_XY(1,8);
          Wr_Char(BufGPS[13]);Wr_Char(BufGPS[14]);Wr_Char(BufGPS[15]);
          Wr_Char(BufGPS[16]);Wr_Char(BufGPS[17]);Wr_Char(BufGPS[18]);
          Wr_Char(BufGPS[19]);Wr_Char(BufGPS[20]); Wr_Char(BufGPS[21]);

Goto_XY(2,7);
          Wr_Char(BufGPS[25]);Wr_Char(BufGPS[26]);Wr_Char(BufGPS[27]);
          Wr_Char(BufGPS[28]);Wr_Char(BufGPS[29]);Wr_Char(BufGPS[30]);
          Wr_Char(BufGPS[31]);Wr_Char(BufGPS[32]);Wr_Char(BufGPS[33]);
          Wr_Char(BufGPS[34]);
         if(TFlag==1)
           {
          for(i=0;i<64;i++)
           {BufEEP[i] = BufGPS[i];
           }
          TFlag = 0;
           Gate = 1;
           Tx_Byte('$');
           Tx_Byte('G');
           Tx_Byte('P');
           Tx_Byte('R');
           Tx_Byte('M');
           Tx_Byte('C');
           Tx_Byte(',');
                  for(i=0;i<61;i++)
                        { if(BufEEP[i]==0x0D){break;}else{Tx_Byte(BufEEP[i]);}
                                }
                        Tx_Byte(0x0D);
                        Tx_Byte(0x0A);
           Gate = 0;
         }
        }
 }
}
void  Timer0_Int(void) interrupt 1
{
 TH0  = _TH0;
 TL0  = _TL0;
 Times++;
 if(Times == 15*5)
 {
  Times = 0;
          TFlag = 1;
 }
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้