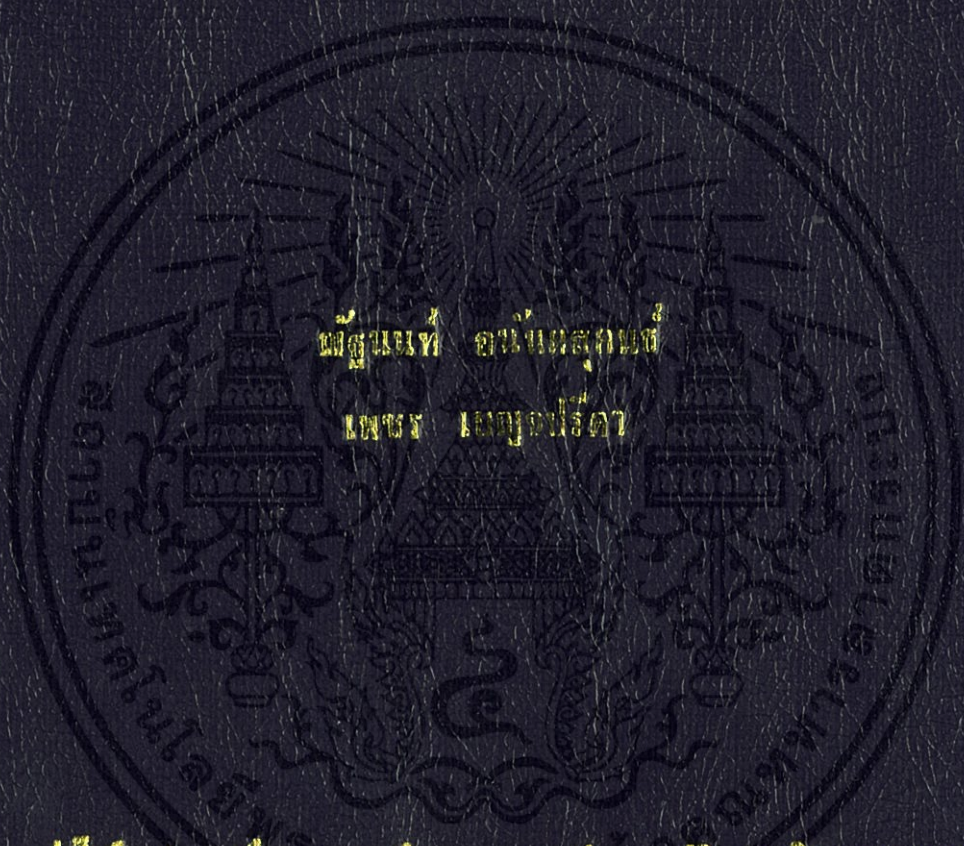
ระเบียบวิธีการขับขี่ไร้สายหลายอินเตอร์เฟส
MULTI-AIR INTERFACE WARDRIVING

ภัทรนนท์ อนันตสุขนนท์

เพชร เกษมศรีตา



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2556

ระบบสแกนสัญญาณไร้สายหลากชนิด

MULTI-AIR INTERFACE WARDRIVING

ณัฐนนท์ อนันตสุคนธ์
เพชร เบญจปรีดา

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2556

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบสแกนสัญญาณไร้สายหลากชนิด

MULTI-AIR INTERFACE WARDRIVING

ผู้จัดทำ

1. นายณัฐนนท์ อนันตสุคนธ์ รหัสนักศึกษา 53010462
2. นายเพชร เบญจปรีดา รหัสนักศึกษา 53011180

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุรินทร์ กิตติธรกุล)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบสแกนสัญญาณไร้สายหลากชนิด

นายณัฐนนท์	อนันตสุคนธ์	53010462
นายเพชร	เบญจปรีดา	53011180
ผศ.ดร.สุรินทร์	กิตติธรกุล	อาจารย์ที่ปรึกษาปี

การศึกษา 2556

บทคัดย่อ

วอร์ไดรวิง ใช้หลักการตรวจสอบสัญญาณต่างๆมาใช้งาน ซึ่งอุปกรณ์ที่พัฒนาประกอบด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์และโมดูลรับส่งสัญญาณไร้สาย (Wireless Transceiver Module) หลายชนิดมาเชื่อมต่อเข้าด้วยกัน เพื่อตรวจจับสัญญาณไร้สายต่างๆที่กำหนดไว้ ซึ่งในที่นี้ได้กำหนดให้ตรวจจับสัญญาณ 3 ชนิดคือ สัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Global System for Mobile Communication: GSM), สัญญาณ Wi-Fi และสัญญาณระบุตำแหน่ง (Global Positioning System: GPS) เพื่อเก็บบันทึกความแรงของสัญญาณที่รับได้และตำแหน่งในขณะเดินทาง ของจุดให้บริการ (Access Point) หรือสถานีฐานเพื่อระบุชื่อและตำแหน่ง เมื่อสแกนสัญญาณเสร็จสิ้น อุปกรณ์สามารถอัพโหลดข้อมูลเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อแสดงผลประกอบแผนที่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MULTI-AIR INTERFACE WARDRIVING

Mr. Natthanond	Anantasukon	53010462
Mr. Petch	Benjapreda	53011180
Asst. Prof. Dr. Surin	Kittitornkun	Advisor

Academic Year 2013

ABSTRACT

Wardriving is referred as an air-interface scanning technique attached with geographic information. This multi-air interface wardriving is developed for various wireless transceiver modules to scan interested wireless signals. In this report, Global System for Mobile Communication (GSM) and Wi-Fi IEEE802.11b/g are chosen. The location can be obtained using the NMEA 0183 Global Positioning System (GPS). After the scanning is completed, the data can be uploaded via an SD memory card.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานระบบสแกนสัญญาณไร้สายหลากชนิด จะไม่สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้หากไม่ได้รับการสนับสนุนและความช่วยเหลือจากหลาย ๆ ฝ่าย ที่สนับสนุนให้โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และสถาบันการศึกษาในอดีต ที่ให้โอกาสดี ๆ ทางการศึกษาแก่ข้าพเจ้ามาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณสาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ที่ได้เกื้อหนุนอุปกรณ์และสถานที่ รวมถึงสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ จนโครงงานนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ช่วยอบรม สั่งสอน ชี้แนะแนวทางที่ดีแก่ข้าพเจ้าเสมอมา

ขอขอบพระคุณผศ.ดร.สุรินทร์ กิตติธรกุล ผู้ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาของโครงงานนี้ ที่คอยแนะนำ ให้คำปรึกษาและความเอาใจใส่ แนะแนวทางการทำโครงงาน และช่วยเหลือเป็นอย่างดีตลอดมา

ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่เคารพรักอย่างยิ่ง ซึ่งคอยเลี้ยงดูข้าพเจ้าเป็นอย่างดี ให้โอกาสทางการศึกษาอย่างเต็มที่ และให้กำลังใจเสมอมา ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

สำหรับคุณงามความดีอันใดที่เกิดจากรายงานเล่มนี้ คณะผู้จัดทำขอมอบให้กับบิดามารดาและผู้มีพระคุณซึ่งเป็นที่รักและเคารพยิ่ง ตลอดจนครูอาจารย์ที่เคารพทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้และถ่ายทอดประสบการณ์ที่ดีให้แก่คณะผู้จัดทำ รวมไปถึงผู้ที่ตั้งใจสร้างสรรค์คุณงามความดีให้เกิดขึ้นกับสังคมตลอดมา

นายณัฐนนท์ อนันตสุคนธ์
นายเพชร เบญจปรีดา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

ระบบสแกนสัญญาณไร้สายหลากชนิด I

MULTI-AIR INTERFACE WARDRIVING II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VIII

สารบัญรูป IX

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงงาน 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 1

1.3 ขอบเขตของโครงงาน 2

1.4 วิธีการดำเนินการ 2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

1.6 ส่วนประกอบของปริญญานิพนธ์ 3

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 5

2.1 วอไดรวิง (Wardriving) 5

2.1.1 ตัวอย่างการพัฒนาบนมือถือ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.1.2 ประโยชน์ของวอไดรวิง 6

2.2 การสื่อสารไร้สายที่ศึกษา 7

2.2.1 วายฟาย (Wi-Fi) 7

2.2.1.1 ตัวอย่างมาตรฐานของ Wi-Fi 7

2.2.1.2 ลักษณะการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ 10

2.2.2 จีเอสเอ็ม 11

2.2.2.1 โครงสร้างและองค์ประกอบของระบบจีเอสเอ็ม 12

2.2.2.2 เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ (The Mobile Station) 13

2.2.2.3 ส่วนของสถานีฐาน (Base Station Subsystem) 14

2.2.2.4 ระบบเน็ทเวิร์กและสวิตชิง (Network and switching subsystem) 15

2.2.2.5 ระบบปฏิบัติการ (Operation subsystem) 16

2.2.2.6 การรับส่งคลื่นสัญญาณวิทยุระบบจีเอสเอ็ม 16

2.2.2.7 ค่าความแรงของสัญญาณ 17

2.2.3 จีพีเอส 18

2.2.3.1 ระบบดาวเทียมจีพีเอส 19

2.2.3.2 หน้าที่สำคัญของดาวเทียมจีพีเอส 19

2.2.3.4 สถานีควบคุมภาคพื้นดิน (Monitoring and Controlling) 20

2.2.3.5 วิธีการบอกตำแหน่งของตัวรับสัญญาณจีพีเอส 20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.2.3.6 ความแม่นยำ (Accuracy) ของตำแหน่งพิกัด ที่คำนวณได้ 21
2.2.3.7 เทคนิคอนุพันธ์ (Differential) 22
2.2.3.8 ความผิดพลาดที่แก้ไขได้ (Correctable Errors) 23
2.2.3.9 ค่าความผิดพลาดแบบที่แก้ไขไม่ได้ (Non-Correctable Errors) 24
2.3 โครงสร้างบอร์ดทดลอง 24
2.3.1 คุณสมบัติของบอร์ด ET-NXP ARMKIT (LPC1768) 25
2.4 เอสดีการ์ด (SD Card) 26
2.5 วงจรอนุกรม 27

บทที่ 3 การออกแบบและการพัฒนาระบบ 29
3.1 โครงสร้างและภาพรวมของระบบ (Structure and System Overview) 29
3.2 ผังงาน (Flowchart) 31
3.3 หน้าจอแอลซีดีแสดงผล 32
3.4 ผังความสัมพันธ์ของเอนติตี้ (Entity Relationship Diagram) 33
3.5 ตารางฐานข้อมูล 34
3.6 ตารางการดำเนินงาน 36

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง 37
4.1 การทดลองตรวจจับสัญญาณวายฟาย (Wi-Fi) โดยใช้อุปกรณ์ M03 37
4.2 การทดลองตรวจสอบความแรงของสัญญาณจีเอสเอ็ม โดยใช้อุปกรณ์ ET-GSM SIM900B ... 39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาของเอกสารนี้ และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.2.1 AT+COPS? 39

4.2.2 AT+CSQ 40

4.2.3 AT+CENG? 41

4.3 การทดลองใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ 43

4.3.1 ทดลองการใช้งานจอแอลซีดี 43

4.3.2 ทดลองการส่งข้อมูลผ่านยูอาร์ต 44

4.4 การทดลองรับข้อมูลจากดาวเทียมด้วยอุปกรณ์ ET-GPS 45

4.5 การทดลองเก็บชุดข้อมูลจากทั้ง 3 อุปกรณ์ 46

4.6 ทดลองการจ่ายไฟจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าให้อุปกรณ์ทั้ง 4 46

4.7 ทดลองรับสัญญาณ GPS จากอุปกรณ์ ET-GPS นอกสถานที่ 47

4.8 ทดลองรับสัญญาณจากสถานที่จริง 48

บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ 50

5.1 บทสรุป 50

5.2 ปัญหาอุปสรรคและแนวทางการแก้ไขปัญหา 51

บรรณานุกรม 52

เอกสารนี้มีไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

3.1 รายละเอียดของตาราง gps 33

3.2 รายละเอียดของตาราง wifi 34

3.3 รายละเอียดของตาราง gsm 35

3.4 ตารางการดำเนินงาน 36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 ตัวอย่างการใช้งานวอไดรวิงผ่าน Wigle 6

2.2 ผังการเชื่อมต่อในระบบจีเอสเอ็ม 13

2.3 ภาพแสดงหน้าที่ส่วนของบีทีเอส และบีเอสซี 15

2.4 กราฟแสดงความแรงของสัญญาณเทียบกับระยะทาง 17

2.5 ภาพบอร์ดทดลอง ET-NXP ARM KIT 24

2.6 ตัวอย่างการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม และผลรวมของความต่างศักย์ไฟฟ้า 27

2.7 ตัวอย่างการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมที่มีเซลล์ผิดพลาด และผลรวมของความต่างศักย์ไฟฟ้า ..28

3.1 ภาพรวมของอุปกรณ์ 29

3.2 ภาพอุปกรณ์จริง 30

3.3 ผังงานของอุปกรณ์ 31

3.4 ตัวอย่างหน้าจอแอลซีดี 32

3.5 ผังความสัมพันธ์ของเอนติตี้ 33

4.1 ข้อมูลที่ได้รับจากอุปกรณ์ต่อเชื่อม M03 WiFi 37

4.2 สัญญาณวายฟายที่ตรวจสอบผ่านระบบปฏิบัติการวินโดว์ 38

4.3 เอาต์พุตของอุปกรณ์ต่อเชื่อม ET-GSM SIM900B จากคำสั่ง AT+COPS? 40

4.4 เอาต์พุตของอุปกรณ์ต่อเชื่อม ET-GSM SIM900B จากคำสั่ง AT+CSQ 40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 เอาต์พุตของอุปกรณ์ต่อเชื่อม ET-GSM SIM900B จากคำสั่ง AT+CENG?.....41

4.6 เอาต์พุตจากหน้าจอแอลซีดี.....43

4.7 คำสั่งแสดงผลจอแอลซีดี.....44

4.8 เอาต์พุตของอุปกรณ์ต่อเชื่อม ET-GSM SIM900B ที่สั่งผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์.....44

4.9 เอาต์พุตของอุปกรณ์ต่อเชื่อม ET-GPS.....45

4.10 ชุดข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้ในพื้นที่ปิด.....46

4.11 แผนผังการต่อพ่วงแบตเตอรี่เพื่อใช้ในการจ่ายกระแสไฟ.....47

4.12 ตัวอย่างข้อมูลจีพีเอสที่รับได้เมื่ออยู่ในพื้นที่เปิด.....48

4.13 เอาต์พุตจากหน้าจอแอลซีดีขณะออกทดลองสถานที่จริง.....49

4.14 ขณะนำอุปกรณ์ออกไปทดลองนอกสถานที่.....49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงงาน

สัญญาณระบบจีเอสเอ็มรวมถึงระบบ 3Gและวายฟาย ในปัจจุบันได้เข้ามามีบทบาททางการสื่อสารมากขึ้นและเป็นระบบที่นิยมใช้สำหรับบุคคลทั่วไป แต่เนื่องจากในขณะนี้ได้พบปัญหาของระบบจีเอสเอ็มและวายฟายที่ทำให้ไม่สามารถติดต่อกันได้ ซึ่งสาเหตุนั้นอาจเกิดมาจากหลายปัจจัย เช่น ระยะทาง หรือสิ่งกีดขวางก็เป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้สัญญาณเกิดการขาดหาย และทำให้พื้นที่บริเวณนั้นมีค่าความเข้มของสัญญาณต่ำ เนื่องจากเราไม่สามารถทราบค่าความเข้มของสัญญาณจึงไม่สามารถที่จะหลีกเลี่ยงพื้นที่ตรงจุดดังกล่าวได้ โครงงานนี้จึงได้จัดทำขึ้นเพื่อสามารถตรวจสอบค่าความเข้มของสัญญาณ ณ บริเวณพื้นที่ต่างๆ โดยใช้ระบบสัญญาณจีพีเอสมาประกอบเพื่อระบุตำแหน่งของบริเวณที่ตรวจจับด้วยว่ามีค่าความเข้มของสัญญาณในบริเวณนั้นเป็นอย่างไร ซึ่งก็จะสามารถหลีกเลี่ยงบริเวณจุดที่มีความเข้มของสัญญาณต่ำได้ และสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปทำการปรับปรุงระบบให้ดีขึ้นได้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อค้นหาค่าความเข้มของสัญญาณระบบจีเอสเอ็มในบริเวณที่ต้องการได้

1.2.2 เพื่อค้นหาค่าความเข้มของสัญญาณวายฟาย(Wi-Fi) ในบริเวณที่ต้องการได้

1.2.3 เพื่อระบุตำแหน่งที่ตรวจวัดสัญญาณผ่านจีพีเอส และนำตำแหน่งที่ได้จากการตรวจวัดความเข้มของสัญญาณและข้อมูลจีพีเอสที่ได้รับ มาสร้างเป็นแผนที่ระดับความเข้มของสัญญาณขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือจำหน่าย เพื่อประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1) สามารถตรวจสอบค่าความเข้มของสัญญาณระบบจีเอสเอ็มระบบ 2G ได้ผ่านอุปกรณ์

2) สามารถตรวจสอบค่าความเข้มของสัญญาณระบบวายฟาย(Wi-Fi) ตามมาตรฐาน IEEE 802.11b/g ได้ผ่านอุปกรณ์

3) สามารถติดต่อรับส่งข้อมูลระหว่างไมโครคอนโทรเลอร์กับอุปกรณ์ต่อเชื่อมต่างๆได้ และบันทึกข้อมูลลงในการ์ดหน่วยความจำ SD Card ขนาด 2 GB หรือต่ำกว่า

4) สามารถทำการระบุตำแหน่งพื้นที่ที่ทำการตรวจรับสัญญาณโดยระบบจีพีเอสด้วยมาตรฐาน NMEA 0183 ผ่านอุปกรณ์ได้ โดยต้องอยู่ในที่โล่งแจ้งเท่านั้น

1.4 วิธีการดำเนินการ

1) ศึกษาข้อมูลของไมโครคอนโทรลเลอร์และอุปกรณ์ต่อเชื่อมทั้งหมด

2) ทดลองใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์และอุปกรณ์ต่อเชื่อมต่างๆ

3) ออกแบบการเชื่อมต่อแต่ละอุปกรณ์และฐานข้อมูลของระบบ

4) สรุปผลรูปแบบของข้อมูลที่ส่งให้กันระหว่างอุปกรณ์ต่อเชื่อมและไมโครคอนโทรลเลอร์

5) ทดสอบการเชื่อมต่อและรับค่าระหว่างอุปกรณ์ ET-GSM กับไมโครคอนโทรลเลอร์

6) ทดสอบไมโครคอนโทรลเลอร์ส่วนของหน้าจอแอลซีดีและอื่นๆ

7) ทดสอบการเชื่อมต่อและรับค่าระหว่างอุปกรณ์ ET-GPS กับไมโครคอนโทรลเลอร์

8) ทดสอบการเชื่อมต่อและรับค่าระหว่างอุปกรณ์ M03 WiFi กับไมโครคอนโทรลเลอร์

9) ออกแบบรูปแบบของชุดข้อมูลที่จะจัดเก็บ

10) ทดลองเชื่อมต่ออุปกรณ์ทั้งหมดกับไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11) ทำโครงสร้างภายนอกของอุปกรณ์

12) จัดทำรูปเล่มปริญญานิพนธ์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) เพื่อประโยชน์ สำหรับผู้ที่สามารถนำค่าความเข้มของสัญญาณนำไปใช้ในการปรับปรุง แก้ไขระบบให้ดีต่อไป

2) เป็นระบบพื้นฐานที่สามารถนำไปพัฒนาต่อได้เพื่อใช้กับงานตรวจวัดค่าสัญญาณในระบบอื่นๆ

3) สามารถนำความรู้ที่ได้จากการทำโครงงานนี้เพื่อใช้ในการประกอบวิชาชีพ เพิ่มทักษะการทำงานร่วมกันอย่างเป็นระบบและทักษะการวางแผนก่อนการทำงาน

1.6 ส่วนประกอบของปริญญานิพนธ์

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้แบ่งเนื้อหาโดยทั่วไปออกเป็น 5 บทด้วยกัน

บทที่ 1 บทนำ กล่าวถึงความสำคัญและที่มาของโครงงาน วัตถุประสงค์ของโครงงาน ขอบเขตของโครงงาน วิธีการดำเนินการ ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ และส่วนประกอบของปริญญานิพนธ์

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง กล่าวถึงทฤษฎีพื้นฐานที่ใช้ในโครงงาน ทฤษฎี หลักการ ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับโครงงาน

บทที่ 3 การออกแบบและพัฒนา กล่าวถึงรายละเอียดการออกแบบและการพัฒนาโครงงานนี้ บรรยายส่วนของการทำงานของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง กล่าวถึงการเตรียมการทดลอง ทั้งการจัดเตรียมส่วนฮาร์ดแวร์ ส่วนซอฟต์แวร์ สภาวะแวดล้อมในการทำการทดลอง ข้อมูลทดลองหรือทดสอบ การทำงานหรือการจำลองการทำงานของระบบ ผลการทดลอง ค่าสมรรถนะของระบบ การวัดประสิทธิภาพของระบบ และการวิเคราะห์ผลการทดลองหรือผลการทำงาน

บทที่ 5 บทสรุป กล่าวถึงบทสรุปของโครงงาน วิจารณ์สิ่งที่ได้รับจากโครงงาน ข้อจำกัด รวมถึงปัญหาอุปสรรคต่างๆ ของโครงงาน และข้อเสนอแนะสำหรับเป็นแนวทางในการพัฒนาต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

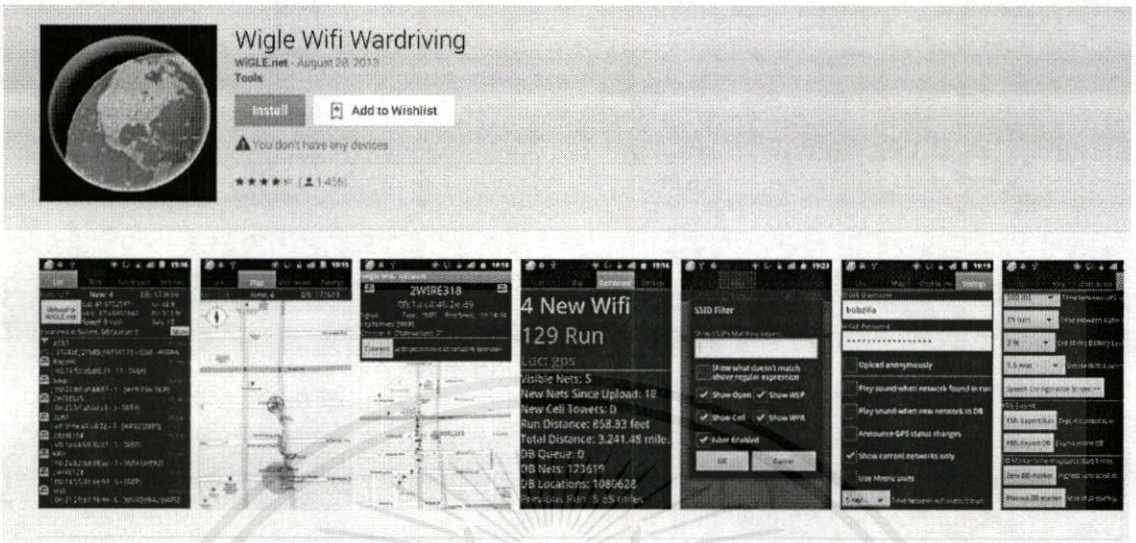
2.1 วอไดรวิง (Wardriving)

เป็นการกระทำเพื่อค้นหา เครือข่ายไร้สาย (Wireless Network) โดยบุคคลที่อยู่ในพาหนะที่มีการเคลื่อนที่โดยใช้อุปกรณ์ในการค้นหาสัญญาณเช่น คอมพิวเตอร์พกพา หรือ อุปกรณ์เฉพาะใดๆ

2.1.1 ตัวอย่างการพัฒนาบนมือถือ

WiGLE (Wireless Geographic Logging Engine) เป็นเว็บไซต์ที่เก็บรวบรวมข้อมูลสถานีแม่ข่ายสัญญาณไร้สาย (Wireless Hotspot)จากทั่วโลก ผู้ใช้สามารถสมัครสมาชิกเว็บไซต์และอัพโหลดข้อมูลสถานีแม่ข่าย (Hot Spot)ได้ เช่น พิกัดจีพีเอส, เอสเอสไอดี, แมคแอดเดรส, รูปแบบการเข้ารหัส ของ สถานีแม่ข่ายนั้นๆ หลังจากนั้น WiGLEจะทำข้อมูลเหล่านั้นมาสร้างเป็น แผนที่เครือข่ายสถานีแม่ข่ายขึ้นมา โดยอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็นวอไดรวิงนั้น ที่นิยมใช้มากเนื่องจากความสะดวกคือโทรศัพท์มือถือที่มีตัวรับสัญญาณจีพีเอส โดย WiGLE มีแอปพลิเคชันชุดคำสั่งสาธารณะ(Open Source)สำหรับโทรศัพท์มือถือที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ที่ชื่อว่า “WigleWifiWardriving” โดยแอปพลิเคชันนี้จะค้นหาเครือข่ายสัญญาณไร้สายและหอคอยเซลล์ (Cell Towers)ในบริเวณใกล้เคียง และอัพโหลดเข้าฐานข้อมูลของ WiGLEนอกจากนั้นยังสามารถดู เครือข่ายสัญญาณไร้สายจุดต่างๆ ทั่วโลกจากฐานข้อมูลที่มีอยู่แล้วของ WiGLEได้อีกด้วย โครงการ WiGLEเริ่มต้นในปี ค.ศ. 2001 จนกระทั่งในปัจจุบันมีเครือข่ายสัญญาณไร้สายที่พบมากกว่า 59 ล้านจุดแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 ตัวอย่างการใช้งานวอไดรวิงผ่าน Wigle

2.1.2 ประโยชน์ของวอไดรวิง

วอไดรเวอร์นอกจากเป็นอุปกรณ์ที่สามารถรับสัญญาณวายฟายแล้วยังต้องรับสัญญาณจีพีเอสได้ด้วยเพื่อจดจำตำแหน่งของเครือข่ายสัญญาณไร้สายที่พบนั้นๆ ไว้ ผลลัพธ์จะถูกอัพโหลดไปยังเว็บไซต์เช่น WiGLE, openBmap หรือ Geomena เพื่อที่จะทำข้อมูลเหล่านั้นไปสร้างเป็น แผนที่เครือข่ายไร้สาย

ในปี ค.ศ. 2004 ได้มีการทำแผนที่เครือข่ายไร้สายของ เมืองซีแอตเทิลโดยใช้เวลาทำหลายอาทิตย์จากนักศึกษาระดับปริญญาตรีจำนวนหนึ่งชั้นเรียน พบสถานีแม่ข่ายสัญญาณจำนวน 5225 จุด 44%เข้ารหัสเป็นแบบดับบลิวอีพี (WEP Encryption) 55% เป็น แบบเปิดให้ใช้ฟรี และอีก 3% เป็นแบบ เสียค่าบริการในการใช้ มีการสังเกตว่า ระบบความปลอดภัย และจำนวนสถานีแม่ข่ายจะขึ้นอยู่กับสถานที่เป็นส่วนใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 การสื่อสารไร้สายที่ศึกษา

การสื่อสารไร้สายที่ศึกษาเพื่อใช้งานในโครงงานชิ้นนี้ มีดังนี้

- วายฟาย (Wi-Fi)
- จีเอสเอ็ม (GSM)
- จีพีเอส (GPS)

2.2.1 วายฟาย (Wi-Fi)

วายฟาย (Wi-Fi)หรือ เทคโนโลยีเครือข่ายแบบไร้สาย มาตรฐาน IEEE 802.11 ถือกำเนิดขึ้นในปี พ.ศ. 2528 จัดตั้งโดยองค์การไอทริปเปิ้ลอี (สถาบันวิศวกรรมทางด้านไฟฟ้าและอิเล็กโทรนิคส์) มีความเร็ว 1 Mbps ในยุคเริ่มแรกนั้นให้ประสิทธิภาพการทำงานที่ค่อนข้างต่ำ ทั้งไม่มีการรับรองคุณภาพของการให้บริการที่เรียกว่า QoS (Quality of Service) และมาตรฐานความปลอดภัยต่ำ จากนั้นทาง IEEE จึงจัดตั้งคณะทำงานขึ้นมาปรับปรุงหลายกลุ่มด้วยกัน โดยที่กลุ่มที่มีผลงานเป็นที่น่าพอใจและได้รับการยอมรับอย่างเป็นทางการว่า ได้มาตรฐานได้แก่กลุ่ม 802.11a, 802.11b และ 802.11g

2.2.1.1 ตัวอย่างมาตรฐานของ Wi-Fi

1) มาตรฐาน IEEE 802.11b เสร็จสมบูรณ์เมื่อปี พ.ศ. 2542 ใช้เทคโนโลยีที่เรียกว่า CCK (Complimentary Code Keying) ผนวกกับ DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum) เพื่อปรับปรุงความสามารถของอุปกรณ์ให้รับส่งข้อมูลได้ด้วยความเร็วสูงสุดที่ 11 Mbps ผ่านคลื่นวิทยุความถี่ 2.4 GHz เป็นย่านความถี่ที่เรียกว่า ISM (Industrial Scientific and Medical) ซึ่งได้รับการจัดสรรไว้อย่างสากลสำหรับการใช้งานอย่างสาธารณะด้านวิทยา ศาสตร์ อุตสาหกรรม และการแพทย์ โดยอุปกรณ์ที่ใช้ความถี่ย่านนี้เช่น IEEE 802.11, บลูทูธ, โทรศัพท์ไร้สาย, และเตาไมโครเวฟ มีระยะการส่งสัญญาณได้ไกลมากถึง 100 เมตร ปัจจุบันผลิตภัณฑ์อุปกรณ์เครือข่ายไร้สายภายใต้มาตรฐานนี้ได้รับการผลิตออก มาเป็นจำนวนมาก และที่สำคัญแต่ละผลิตภัณฑ์มีความสามารถทำงานร่วมกันได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ของผู้ผลิตทุกยี่ห้อต้องผ่านการตรวจสอบจากสถาบัน Wi-Fi Alliance เพื่อตรวจสอบมาตรฐานของอุปกรณ์และความเข้ากันได้ของแต่ละผู้ผลิต ปัจจุบันนี้นิยมนำอุปกรณ์ WLAN ที่มาตรฐาน 802.11b ไปใช้ในองค์กรธุรกิจ สถาบันการศึกษา สถานที่สาธารณะ และกำลังแพร่เข้าสู่สถานที่พักอาศัยมากขึ้น มาตรฐานนี้มีระบบเข้ารหัสข้อมูลแบบ WEP ที่ 128 บิต

2) มาตรฐาน IEEE 802.11n เป็นมาตรฐานใหม่ที่ทางWi-Fi Alliance กำลังอยู่ในช่วงการทดสอบ โดยคาดว่าจะมีความเร็วในการถ่ายโอนข้อมูลอยู่ที่ 74 Mbps และสูงสุดที่ 248 Mbps ซึ่งหมายถึงว่าความเร็วกว่ารุ่นก่อนถึงประมาณ 5 เท่า นอกจากนี้ก็ยังมีรัศมีทำการภาย ในอาคารที่ 70 เมตร และนอกอาคารที่ 160 เมตร เพิ่มความสามารถในการกันสัญญาณกวนจากอุปกรณ์อื่นๆ ที่ใช้ความถี่ 2.4GHz เหมือนกัน และสามารถรองรับอุปกรณ์มาตรฐาน IEEE 802.11b และ IEEE 802.11g ได้ มาตรฐาน IEEE 802.11n นี้ได้เสร็จสมบูรณ์ในปี พ.ศ. 2552 แล้ว

3) มาตรฐาน IEEE 802.11a เสร็จสมบูรณ์เมื่อปี พ.ศ. 2542 โดยออกเผยแพร่ช้ากว่าของมาตรฐาน IEEE 802.11b ใช้เทคโนโลยีที่เรียกว่า OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) เพื่อปรับปรุงความเร็วในการส่งข้อมูลให้วิ่งได้สูงถึง 54 Mbps บนความถี่ 5Ghz ซึ่งจะมีคลื่นรบกวนน้อยกว่าความถี่ 2.4 GHz ที่มาตรฐานอื่นใช้กัน ที่ความเร็วนี้สามารถทำการแพร่ภาพและข่าวสารที่ต้องการความละเอียดสูงได้ อัตราความเร็วในการรับส่งข้อมูลสามารถปรับระดับให้ช้าลงได้ เพื่อเพิ่มระยะทางการเชื่อมต่อให้มากขึ้น แต่ทว่าข้อเสียก็คือ ความถี่ 5 GHz นั้น หลายๆประเทศไม่อนุญาตให้ใช้ เช่นประเทศไทย เพราะได้จัดสรรให้อุปกรณ์ประเภทอื่นไปแล้ว และยิ่งไปกว่านั้น ระยะการส่งข้อมูลของ IEEE 802.11a ยังสั้นเพียง 30 เมตรเท่านั้น อีกทั้งอุปกรณ์ของ IEEE 802.11a ยังมีราคาสูงกว่า IEEE 802.11b ด้วย ดังนั้นอุปกรณ์ IEEE 802.11a จึงได้รับความนิยมน้อยกว่า IEEE 802.11b มาก จึงทำให้ไม่ค่อยเป็นที่ได้รับความนิยมเท่าที่ควร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) มาตรฐาน IEEE 802.11g เสร็จสมบูรณ์ในปี พ.ศ. 2546 ทางคณะทำงาน IEEE 802.11g ได้นำเอาเทคโนโลยี OFDM ของ 802.11a มาพัฒนาบนความถี่ 2.4 GHz จึงทำให้ใช้ความเร็ว 36-54 Mbps ซึ่งเป็นความเร็วที่สูงกว่ามาตรฐาน 802.11b ซึ่ง 802.11g สามารถปรับระดับ

ความเร็วในการสื่อสารลงเหลือ 2 Mbps ได้ตามสภาพแวดล้อมของเครือข่ายที่ใช้งาน มาตรฐานนี้เป็นที่ยอมรับจากผู้ใช้เป็นจำนวนมากและกำลังจะเข้ามาแทนที่ 802.11b ในอนาคตอันใกล้

5) นอกจากที่กล่าวมาข้างต้นนี้มีบางผลิตภัณฑ์ใช้เทคโนโลยีเฉพาะตัวเข้ามา เสริม ทำให้ความเร็วเพิ่มขึ้นจาก 54 Mbps เป็น 108 Mbps แต่ต้องทำงานร่วมกันเฉพาะอุปกรณ์ที่ผลิตจากบริษัทเดียวกันเท่านั้น ซึ่งความสามารถนี้เกิดจากชิป (Chip) กระจายสัญญาณของตัวอุปกรณ์ที่ผู้ผลิตบางรายสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการรับส่ง สัญญาณเป็น 2 เท่าของการรับส่งสัญญาณได้แต่ปัญหาของการกระจายสัญญาณนี้จะมีผลทำให้อุปกรณ์ ไร้สายในมาตรฐาน 802.11b มีประสิทธิภาพลดลงด้วยเช่นกัน

6) มาตรฐาน IEEE 802.11e คณะทำงานชุดนี้ได้รับมอบหมายให้ปรับปรุง MAC Layer ของ IEEE 802.11 เพื่อให้สามารถรองรับการใช้งานหลักการ Quality of Service สำหรับ application เกี่ยวกับมัลติมีเดีย (Multimedia) เนื่องจาก IEEE 802.11e เป็นการปรับปรุง MAC Layer ดังนั้นมาตรฐานเพิ่มเติมนี้จึงสามารถนำไปใช้กับอุปกรณ์ IEEE 802.11 WLAN ทุกเวอร์ชันได้ แต่อย่างไรก็ตามการทำงานของคณะทำงานชุดนี้ยังไม่แล้วเสร็จในขณะนี้

7) มาตรฐาน IEEE 802.11i คณะทำงานชุดนี้ได้รับมอบหมายให้ปรับปรุง MAC Layer ของ IEEE 802.11 ในด้านความปลอดภัย เนื่องจากเครือข่าย IEEE 802.11 WLAN มีช่องโหว่อยู่มากโดยเฉพาะอย่างยิ่งการเข้ารหัสข้อมูล (Encryption) ด้วยกุญแจที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลง คณะทำงานชุด IEEE 802.11i จะนำเอาเทคนิคขั้นสูงมาใช้ในการเข้ารหัสข้อมูลด้วยกุญแจที่มีการเปลี่ยนค่าอยู่เสมอและการตรวจสอบผู้ใช้ที่มีความปลอดภัยสูง มาตรฐานเพิ่มเติมนี้จึงสามารถนำไปใช้กับอุปกรณ์ IEEE 802.11 WLAN ทุกเวอร์ชันได้ แต่อย่างไรก็ตามการทำงานของคณะทำงานชุดนี้ยังไม่แล้วเสร็จในขณะนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1.2 ลักษณะการเชื่อมต่อของอุปกรณ์

วายฟายได้กำหนดลักษณะการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ภายในเครือข่ายWLAN ไว้ 2 ลักษณะคือรูปแบบโครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure)และรูปแบบแอดฮอค(Ad Hoc)หรือเพียร์ทูเพียร์(Peer-to-Peer)

- รูปแบบโครงสร้างพื้นฐาน(Infrastructure) โดยทั่วไปแล้วอุปกรณ์ในเครือข่าย Wi-Fi จะเชื่อมต่อกันในลักษณะของรูปแบบโครงสร้างพื้นฐานซึ่งเป็นรูปแบบที่อนุญาตให้อุปกรณ์ภายใน WLAN สามารถเชื่อมต่อกับเครือข่ายอื่นได้ ในรูปแบบโครงสร้างพื้นฐานนี้จะประกอบไปด้วยอุปกรณ์ 2 ประเภทได้แก่ สถานีผู้ใช้ (Client Station) ซึ่งก็คืออุปกรณ์คอมพิวเตอร์ ที่มีอุปกรณ์ตัวปรับเปลี่ยนผู้ใช้งาน(Client Adapter)เพื่อใช้รับส่งข้อมูลผ่านวายฟายและสถานีแม่ข่าย (Access Point) ซึ่งทำหน้าที่ต่อเชื่อมสถานีผู้ใช้เข้ากับเครือข่ายอื่น (ซึ่งโดยปกติจะเป็นเครือข่าย IEEE 802.3 Ethernet LAN) การทำงานในรูปแบบโครงสร้างพื้นฐานมีพื้นฐานมาจากระบบเครือข่ายโทรศัพท์มือถือ กล่าวคือสถานีผู้ใช้จะสามารถรับส่งข้อมูลโดยตรงกับสถานีแม่ข่ายที่ให้บริการ แก่สถานีผู้ใช้นั้นอยู่เท่านั้น ส่วนสถานีแม่ข่ายจะทำหน้าที่ส่งต่อ (forward) ข้อมูลที่ได้รับจากสถานีผู้ใช้ไปยังจุดหมายปลายทางหรือส่งต่อข้อมูลที่ได้ รับจากเครือข่ายอื่นมายังสถานีผู้ใช้

-รูปแบบแอดฮอคหรือเพียร์ทูเพียร์ เครือข่ายวายฟายในรูปแบบแอดฮอคหรือเพียร์ทูเพียร์ เป็นเครือข่ายที่ปิดคือไม่มีสถานีแม่ข่ายและไม่มีการเชื่อมต่อกับเครือข่ายอื่น บริเวณของเครือข่ายวายฟายในรูปแบบแอดฮอคจะถูกเรียกว่า Independent Basic Service Set (IBSS) ซึ่งสถานีผู้ใช้หนึ่งสามารถติดต่อสื่อสารข้อมูลกับสถานีผู้ใช้อื่นๆในเขต IBSS เดียวกันได้โดยตรงโดยไม่ต้องผ่านสถานีแม่ข่าย แต่สถานีผู้ใช้จะไม่สามารถรับส่งข้อมูลกับเครือข่ายอื่นๆได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 จีเอสเอ็ม

ในช่วงก่อนปี ค.ศ. 1980 ระบบโทรศัพท์เซลลูลาร์แบบอะนาลอกได้เติบโตอย่างรวดเร็วในประเทศแถบยุโรป โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มประเทศสแกนดิเนเวีย สหราชอาณาจักร ฝรั่งเศสและเยอรมัน ซึ่งอุปกรณ์และระบบการทำงานของแต่ละประเทศจะไม่สามารถใช้ร่วมกันได้ ทำให้มีข้อจำกัดด้านการค้าขายอุปกรณ์โทรศัพท์ในแถบยุโรปในปี1982 มีการรวมตัวกันของกลุ่มความมั่นคงของยุโรป (Conference of European Posts And Telegraphs หรือ CEPT) ขึ้นเพื่อศึกษาระบบโทรศัพท์โดยเรียกว่ากลุ่มจีเอสเอ็ม (Group Special Mobile) เพื่อทำการศึกษาและพัฒนาระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ใช้ในแถบภาคพื้นที่ยุโรปในปี1989 ความรับผิดชอบของระบบจีเอสเอ็มได้ส่งมอบไปให้อีทีเอสไอ(European Telecommunication Standards Institute)

ช่วงปลายปี1995 เฉพาะในแถบยุโรปมีคู่สายการใช้ถึง10 ล้านเลขหมาย ในอเมริกาเหนือใช้ระบบจีเอสเอ็ม ที่เรียกว่าพีซีเอสพันเก้า และได้มีการเปลี่ยนแปลงคำย่อของจีเอสเอ็ม(Group Special Mobile) เป็นจีเอสเอ็ม (Global System for Mobile) และมีการนำเทคโนโลยีแบบดิจิตอลมาแทนการใช้เทคโนโลยีอะนาลอกแบบเดิม เหตุผลที่กลุ่มวิจัยของจีเอสเอ็ม ได้เลือกเทคโนโลยีดิจิตอลสำหรับการพัฒนาระบบจีเอสเอ็ม มีดังต่อไปนี้

- ระบบดิจิตอลสามารถใช้ประโยชน์จากสเปคตรัมที่มีอยู่อย่างจำกัดได้ดีกว่าแอนาลอก-สัญญาณจากโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบดิจิตอลยังไม่สามารถนำมาติดต่อกับโทรศัพท์บ้านปกติได้

- เวลานั้นได้มีการคาดการว่าอนาคตระบบไอเอสดีเอ็น (Integrated Services Digital Network) กำลังมีการใช้งานอย่างแพร่หลายมาก

- ระบบดิจิตอลสามารถสร้างระบบป้องกันสัญญาณจากการดักฟังได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าระบบแอนาลอก

<u>ข้อกำหนดของจีเอสเอ็ม</u>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-ช่องความถี่ อัพลิงค์: 890 เมกกะเฮิร์ท- 915 เมกกะเฮิร์ท

ดาวน์ลิงค์ : 935 เมกกะเฮิร์ท- 960 เมกกะเฮิร์ท

-ขยายคลื่นความถี่	ประกอบด้วย880-890 เมกกะเฮิร์ท สำหรับ อัพลิงค์ และ 925-935 เมกกะเฮิร์ท สำหรับ ดาวน์ลิงค์
-การสื่อสารสองระยะทาง	45 เมกกะเฮิร์ท
-การแบ่งแยกคลื่นพาหะ	200 กิโลเฮิร์ท (คลื่นพาหะแรกที่890.2 เมกกะเฮิร์ท)
-มอทดูเลชั่น	จีเอ็มเอสเค (Gaussian Minimum Shift Keying)
-อัตราการส่ง	270.833 (กิโลบิท/เซก)

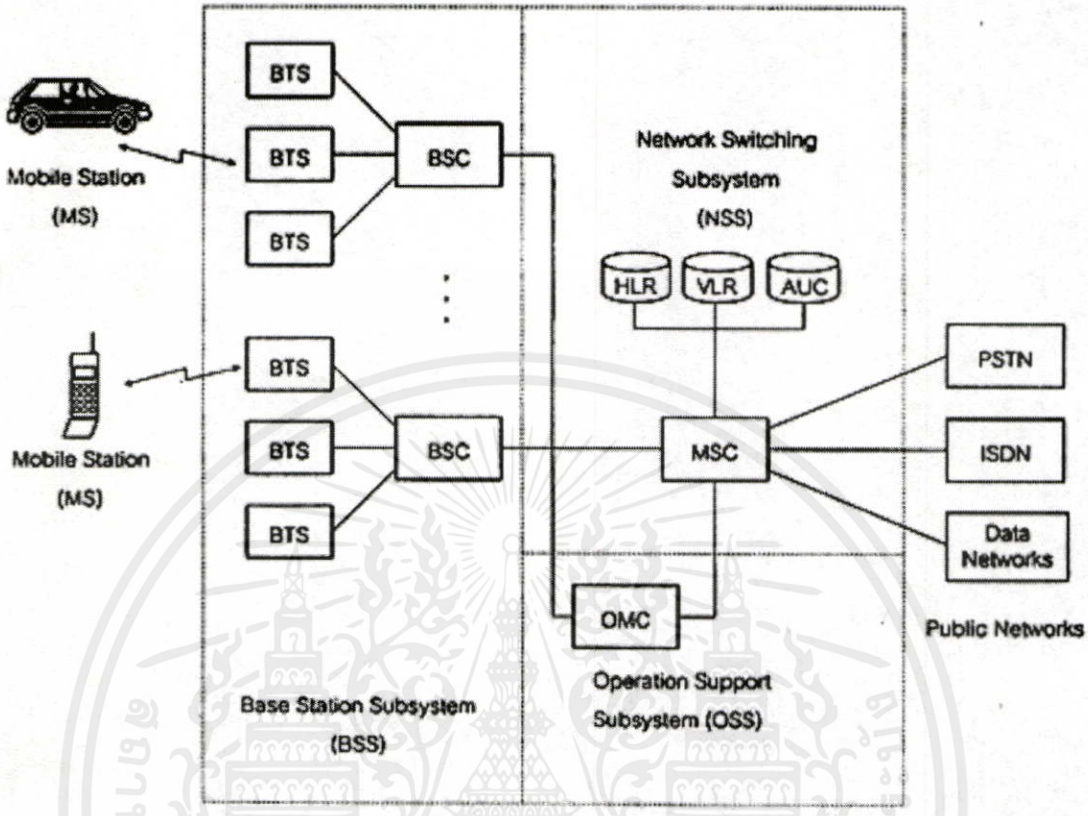
2.2.2.1 โครงสร้างและองค์ประกอบของระบบจีเอสเอ็ม

โครงสร้างของระบบจีเอสเอ็ม ประกอบด้วยองค์ประกอบต่างๆ ดังนี้

1. เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Mobile Station หรือ MS)
2. ส่วนของสถานีฐาน (Base Station Subsystem หรือ BSS)
3. ส่วนของระบบเนตเวิร์กและสวิตชิง (Network and Switching Subsystem หรือNSS)
4. ระบบปฏิบัติการ (Operation Support Subsystem หรือ OSS)

แต่ละส่วนมีลักษณะการต่อเชื่อมกันดังที่ แสดงในรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 ผังการเชื่อมต่อในระบบจีเอสเอ็ม

2.2.2.2 เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ (The Mobile Station)

เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ คือ เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ผู้ใช้บริการใช้ในการโทรออกหรือรับสายเรียกเข้า ภายในอุปกรณ์โทรศัพท์เครื่องหนึ่งประกอบด้วยส่วนย่อย2 ส่วน คือ เอ็มอี(Mobile Equipment หรือ ME) และซิม (Subscriber Identity Module หรือ SIM)

- ส่วนของเอ็มอี ทำหน้าที่จัดการกับการรับส่งคลื่นสัญญาณวิทยุระหว่างโทรศัพท์เคลื่อนที่กับส่วนของสถานีฐาน และรวมไปถึงอุปกรณ์สำหรับใช้ในการติดต่อกับผู้ใช้ เช่น ไมโครโฟนลำโพง จอภาพ

- ส่วนของซิม คือ สมาร์ตการ์ด (smart card) แผ่นบางๆ ที่ทำหน้าที่เก็บข้อมูลที่ทำหน้าที่เก็บข้อมูลเกี่ยวกับผู้ใช้ รายการประเภทของบริการที่ผู้ใช้ได้ขอไว้ และข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโครงข่าย เช่น เลขประจำตัวของผู้ใช้ ตำแหน่งหรือบริเวณที่เครื่องโทรศัพท์มีการใช้งานอยู่ เป็นต้นนอกจากนี้ยังอาจจะเก็บหมายเลขโทรศัพท์ที่ผู้ใช้มีการติดต่อด้วยเป็นประจำเพื่อความสะดวกของผู้ใช้บริการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผ่นซิม ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันมี2 รูปแบบคือ แผ่นที่มีขนาดเท่ากับบัตรเครดิตเรียกว่า ไอเอสโอซิม (ISO SIM) และแบบขนาดเล็กที่เรียกว่า ปลั๊กอินซิม (plug-in SIM)

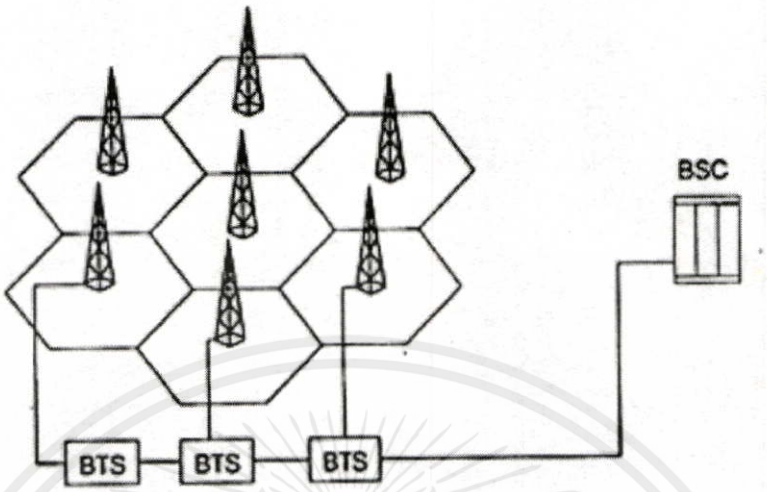
2.2.2.3 ส่วนของสถานีฐาน (Base Station Subsystem)

ส่วนของสถานีฐาน ประกอบด้วย2 ส่วนหลักคือบีทีเอส (Base Transceiver Station หรือ BTS) และบีเอสซี (base station controller หรือBSC) ส่วนของ บีทีเอสทำหน้าที่ติดต่อกับเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ทั้งหลาย โดยที่บีทีเอสหนึ่งตัวจะดูแลครอบคลุมบริเวณหนึ่งที่เรียกว่าเซลล์ โดยหลักๆ แล้ว บีทีเอสประกอบด้วยอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่รับส่งคลื่นสัญญาณวิทยุคล้ายๆ กันกับส่วนเอ็มอีของเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดยขนาดกำลังส่งของสถานีฐานมีได้หลายระดับ กลุ่มของบีทีเอสที่ครอบคลุมพื้นที่หลายๆ เซลล์จำนวนหนึ่งจะอยู่ภายใต้การดูแลของบีเอสซีหนึ่งตัว ซึ่งโดยปกติแล้วบีเอสซีหนึ่งตัวจะสามารถดูแลและควบคุมบีทีเอสได้จำนวนมากถึงหลายสิบหรือหลายร้อยชุด

ส่วนของบีเอสซี ทำหน้าที่หลักในการควบคุมการทำงานของบีทีเอสทุกตัวที่อยู่ภายใต้การดูแล เช่น การจัดสรรช่องสัญญาณที่เหมาะสมสำหรับการติดต่อสื่อสาร การเริ่มต้น การเชื่อมต่อและสิ้นสุดของการใช้ช่องสัญญาณแต่ละช่อง และรวมไปถึงเรื่องของการตัดสินใจและการทำแฮนด์โอเวอร์ระหว่างเซลล์ในกรณีที่โทรศัพท์เคลื่อนที่มีการย้ายจากเซลล์หนึ่งไปยังเซลล์ข้างเคียง สิ่งต่างๆ

เหล่านี้เป็นหน้าที่ของบีเอสซีที่จะต้องจัดการทั้งหมด นอกจากนี้ อีกด้านหนึ่งของบีเอสซีต่ออยู่กับเอ็นเอสเอส ซึ่งมี เอ็มเอสซี เป็นองค์ประกอบสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 ภาพแสดงหน้าที่ส่วนของบีทีเอส และบีเอสซี

2.2.2.4 ระบบเน็ทเวิร์กและสวิตชิง (Network and switching subsystem)

ระบบเน็ทเวิร์กและสวิตชิงประกอบด้วย2 ส่วนหลัก คือ เอ็มเอสซี และฐานข้อมูลสำหรับการจัดการกับการใช้งานของผู้ใช้บริการ ในส่วนของเอ็มเอสซีนั้นด้านหนึ่งต่อเชื่อมอยู่กับบีเอสซี ซึ่งเป็นส่วนที่ดูแลการรับส่งสัญญาณระหว่างสมาชิกผู้ใช้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ กับส่วนของโครงข่ายส่วนอีกด้านหนึ่งต่อเชื่อมอยู่กับระบบโทรศัพท์อื่นๆ ดังนั้น เอ็มเอสซีจึงเป็นส่วนที่ทำหน้าที่สวิตช์และเชื่อมต่อคู่สายทั้งระหว่างผู้ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่2 เครื่องเข้าด้วยกัน และระหว่างผู้ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่กับผู้ใช้โทรศัพท์ธรรมดาหรือผู้ใช้บริการจากโครงข่ายประเภทอื่นๆด้วย ในการเชื่อมต่อระหว่าง เอ็มเอสซีกับโครงข่ายภายนอกอาศัยมาตรฐานการเชื่อมต่อที่เรียกว่าซีซีไอทีที(CCITT Signaling System no.7 (SS7)) โดยปกติแล้ว เอ็มเอสซีหนึ่งชุดสามารถใช้ควบคุมดูแล บีเอสซีได้หลายชุด ทั้งระบบรวมกันสามารถครอบคลุมการให้ บริการประชากรได้มากถึงประมาณ1 ล้าน

โดยรวมแล้วส่วนของเอ็นเอสเอส ที่ประกอบขึ้นจาก เอ็มเอสซี, เอชแอลอาร์, เอยูซีและวีแอลอาร์ มีหน้าที่ในการควบคุมเรียก(Call Control) จัดการกับตำแหน่งและการเคลื่อนที่ของโทรศัพท์(Mobility Management) และการดูแลในเรื่องของการให้บริการเสริม(Supplementary Services)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.5 ระบบปฏิบัติการ (Operation subsystem)

ในส่วนนี้ประกอบด้วย โอเอ็มซี(Operations and Maintenance Centre หรือ OMC) ซึ่งมีหน้าที่หลัก ในการดูแลจัดการเรื่องการปฏิบัติการของระบบโดยรวม การจัดการกับปัญหาของอุปกรณ์บางส่วนที่เกิดความเสียหาย การปรับตั้งค่าต่างๆ ภายในระบบให้เหมาะสม การจัดการเรื่องสมาชิกผู้ใช้บริการของระบบซึ่งรวมไปถึงการคิดค่าบริการและออกบิลเก็บค่าบริการ การทำงานของโอเอ็มซี ส่วนใหญ่แล้วจำต้องมีการติดต่อกับฐานข้อมูลเอชแอลอาร์

2.2.2.6 การรับส่งคลื่นสัญญาณวิทยุระบบจีเอสเอ็ม

ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่จีเอสเอ็มนั้นได้มีการกำหนดช่วงความถี่สำหรับใช้งานไว้ทั้งหมด 50 เมกกะเฮิร์ท ในย่านความถี่ 890-915 เมกกะเฮิร์ท และ935-960 เมกกะเฮิร์ท โดยในย่านความถี่ต่ำนั้นมีไว้สำหรับเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่เอ็มเอช ในการส่งข้อมูลไปที่สถานีฐานรับส่งสัญญาณบีทีเอช และในส่วนของย่านความถี่สูงมีไว้ส่งข้อมูลในทิศตรงข้ามภายในแบนวิดท์ขนาด25 เมกกะเฮิร์ท ของการส่งข้อมูลแต่ละทิศนี้จีเอชเอ็ม ได้แบ่งจำนวนช่องของคลื่นพาห์ไว้ทั้งหมด124 ช่องโดยแต่ละช่องมีความถี่ห่างกันเท่ากับ200 กิโลเฮิร์ท ลักษณะการแบ่งช่องสัญญาณแบบนี้มีชื่อเรียกว่า เอฟดีเอ็มเอ (Frequency Division Multiple Access หรือFDMA) และในแต่ละคลื่นพาห์ใช้ช่องสัญญาณได้ทั้งหมด8 ช่องสัญญาณโดยวิธีที่เรียกว่า ทีดีเอ็มเอ(Time Division Multiple Access หรือTDMA) ดังนั้นจะเห็นว่าจีเอสเอ็ม อาศัยทั้งวิธี เอฟดีเอ็มเอ และ ทีดีเอ็มเอ

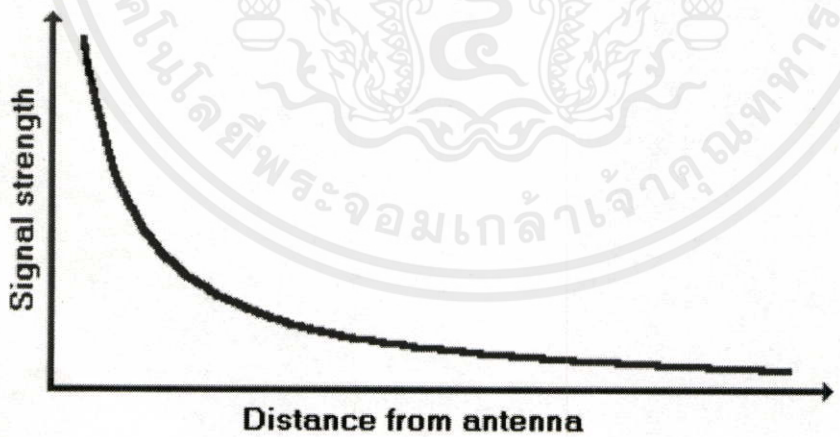
วงจรการแปลงสัญญาณแอนะลอกให้เป็นสัญญาณดิจิตอลและวงจรเข้ารหัสสัญญาณ เพื่อลดขนาดของอัตราบิตที่ต้องใช้ลงโดยที่คุณภาพของเสียงยังคงอยู่ในระดับที่ใช้งานได้(RPE-LTP Encoder) สัญญาณที่ได้นี้จะผ่านกระบวนการเข้ารหัสช่องสัญญาณเช็น การเข้ารหัสคอนโวลูชัน และการทำอินเตอร์ลีฟ ก่อนที่จะทำการส่งออกทั้งนี้เพื่อป้องกันสัญญาณจากช่องสัญญาณที่มีสัญญาณรบกวนมาก การเข้ารหัสช่องสัญญาณนี้มีข้อเสียอย่างหนึ่งคือทำให้อัตราบิตของข้อมูลมีขนาดสูงขึ้นซึ่งทำให้การส่งผ่านสัญญาณจำเป็นต้องใช้แบนด์วิดที่มีขนาดกว้างขึ้น จากนั้นสัญญาณนี้จะถูกส่งออกโดยใช้วิธีการมอดูเลตแบบ จีเอ็มเอสเค เมื่อสัญญาณนี้เดินทางถึงภาครับซึ่งคือสถานีฐาน ก็จะถูกนำไปผ่านกระบวนการที่กลับกันกับที่ภาคส่งเพื่อดึงสัญญาณที่ต้องการออกมาสัญญาณที่ได้ซึ่งจะอยู่ในรูปของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณดิจิตอลก็จะถูกสวิตช์เพื่อจะเชื่อมต่อโทรศัพท์เครื่องนี้กับอีกเครื่องหนึ่ง ซึ่งอาจจะเป็นโทรศัพท์เคลื่อนที่หรือเป็นโทรศัพท์แบบธรรมดาก็ได้โดยอาศัยส่วนที่เรียกว่า เอ็มเอสซี ในทางกลับกันสัญญาณที่ได้ออกจากส่วนของวงจรสวิตช์จะถูกส่งกลับไปที่เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดยใช้วิธีและขั้นตอนที่คล้ายคลึงกับในทิศทางการส่งจากเครื่องโทรศัพท์ไปที่สถานีฐาน

2.2.2.7 ค่าความแรงของสัญญาณ

ถ้าค่าความแรงของโทรศัพท์จากสถานีจีเอสเอ็มเพียงพอและสามารถติดตั้งโทรศัพท์ได้แล้วละก็เราจะเรียกว่า “การส่งสัญญาณครอบคลุม” ในระบบการติดต่อสื่อสารระหว่างโทรศัพท์กับสถานีจะเป็นในระบบสองทาง อย่างไรก็ตามการออกแบบระบบอาจกล่าวได้ว่าถ้าค่าความแรงของสัญญาณที่โทรศัพท์ส่งไปสถานีจีเอสเอ็มมีเพียงพอแล้ว ก็จะมีความแรงของสถานีของจีเอสเอ็มส่งมายังโทรศัพท์เพียงพอเช่นเดียวกันความแรงของสัญญาณจะขึ้นอยู่กับระยะทางจากสถานีจีเอสเอ็ม และสิ่งแวดล้อมระหว่างโทรศัพท์กับสถานีจีเอสเอ็มความแรงของสัญญาณจะลดลงเมื่ออยู่ห่างจากสถานีจีเอสเอ็ม ดังที่ปรากฏในสถิติ



รูปที่ 2.4 กราฟแสดงความแรงของสัญญาณเทียบกับระยะทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าพื้นที่ระหว่างสถานีจีเอสเอ็ม กับโทรศัพท์ราบเรียบหรือเป็นภูมิประเทศที่โล่งความแรงของสัญญาณจะอยู่ทางด้านบน ถ้าพื้นที่เป็นเนินความแรงของสัญญาณก็จะเบาบางมาก ต้นไม้หรือบ้านก็จะทำให้ระดับสัญญาณระหว่างจีเอสเอ็ม และโทรศัพท์ลดลงได้เช่นกันถ้าโทรศัพท์ที่ใช้อยู่ในตัวเมือง สิ่งแวดล้อมที่ไม่แน่นอนยังทำให้สัญญาณเบาบางลงด้วย คลื่นสามารถสะท้อนกลับได้หนึ่งครั้งหรือหลายครั้งระหว่างตึก ถ้าสัญญาณจีเอสเอ็มสะท้อนจากตึกที่ต่างกันสองครั้งผลที่ตามมาอาจจะมีสัญญาณมากพอ(ถ้าสลับไปมา) หรือบางทีจะน้อยถ้าไม่มีการสลับไปสลับมาปรากฏการณ์นี้ยังทำให้รองรับสัญญาณวิทยุปกติในรถได้เมื่อเริ่มห่างจากสถานีวิทยุในสถานที่สัญญาณดี แต่หลังจากที่แสงสีแดงเคลื่อนที่มาบรรจบกันจะเป็นผลให้สัญญาณสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

2.2.3จีพีเอส

GPS ย่อมาจาก Global Position System เป็นระบบบอกตำแหน่งพิกัด ระบบจีพีเอสนี้ได้รับการพัฒนาโดยรัฐบาลสหรัฐอเมริกา สำหรับใช้งานในทางทหาร เพื่อการคำนวณค่าตำแหน่งพิกัดและใช้ในการนำร่อง ได้ทุกจุดบนพื้นโลก แต่ระบบจีพีเอสยังสามารถนำมาใช้งานในทางพาณิชย์ เพื่อการนำทาง หรือเพื่อการสำรวจการทำเหมืองแร่ และป่าไม้ ระบบนี้ประกอบด้วย องค์ประกอบหลัก 3 ส่วน คือ

1) ภาคอวกาศ (Space Segment)
   ประกอบด้วย กลุ่มของดาวเทียมจีพีเอสที่โคจรรอบโลกสองรอบใน 1 วัน ซึ่งจะส่งสัญญาณเวลาที่มีความแม่นยำสูง และข้อมูลที่สำคัญอื่นๆ ที่จะใช้ในการคำนวณตำแหน่งพิกัดไปยังทุกจุดบนพื้นโลก ตลอด 24 ชั่วโมง
2) ภาคพื้นโลก (Ground Segment)
   ประกอบด้วย กลุ่มของสถานีควบคุมดาวเทียม ทำหน้าที่ควบคุม วงโคจรดาวเทียม คำนวณวงโคจรและตำแหน่งดาวเทียม ตรวจวัดความผิดพลาดของวงโคจร ปรับแก้ความถูกต้อง ของสัญญาณเวลา นำข้อมูลทั้งหมดมาปรับแก้ ก่อนส่งข้อมูลที่ถูกต้อง ขึ้นไปที่ดาวเทียม เพื่อส่งสัญญาณลงมายังผู้ใช้ ทั่วโลก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ภาคผู้ใช้ (Users Segment)

ประกอบด้วย ผู้ใช้งาน และ เครื่องบอกตำแหน่งพิกัด ซึ่งก็คือ เครื่องรับสัญญาณจีพีเอส (GPS Receiver) ที่รับข้อมูล ต่างๆ จากดาวเทียมจีพีเอส แล้วนำมาคำนวณหาตำแหน่งพิกัดของเครื่ององค์ประกอบทั้งสามส่วน มีความสำคัญต่อระบบจีพีเอสแต่ผู้ใช้เครื่องมักจะมองไม่เห็น หน้าที่และความเกี่ยวข้อง ขององค์ประกอบที่สอง คือ สถานีควบคุมดาวเทียม เราจะมาพิจารณาถึงแต่ละองค์ประกอบต่อไป

2.2.3.1 ระบบดาวเทียมจีพีเอส

ประกอบด้วยดาวเทียมทั้งหมด 24 ดวง โคจรในอวกาศ ครอบคลุมทั่วโลกทั้งหมด 6 ระนาบ แต่ละระนาบทำมุม 60 องศา กับเส้นศูนย์สูตร ดาวเทียมแต่ละดวง โคจรอยู่สูงจากพื้นโลกประมาณ 11,000 ไมล์ และเคลื่อนที่ผ่านรอบโลก 2 รอบในแต่ละวัน ในดาวเทียมแต่ละดวง จะมีส่วนประกอบหลัก คล้ายคลึงกับ ดาวเทียมสื่อสารโดยทั่วไป คือ ภาครับสัญญาณ ภาคส่งสัญญาณ ภาคควบคุม และระบบสายอากาศวิทยุ ส่วนพิเศษ ที่มีเฉพาะในดาวเทียมจีพีเอสคือ ภาคกำเนิดสัญญาณเวลาความแม่นยำสูง เป็น นาฬิกาอะตอมมิคแบบซีเซียม (Very High Precision Cesium Atomic Clock) ซึ่งได้รับการออกแบบ และผลิตโดยบริษัท Datum Incorporation USA

ภาคกำเนิดสัญญาณเวลาความแม่นยำสูง เป็นหัวใจสำคัญ ที่เป็นตัวกำหนด ความแม่นยำถูกต้อง ในการคำนวณตำแหน่งพิกัด ของตัวรับสัญญาณจีพีเอสที่รับสัญญาณบนโลก หากภาคกำเนิดสัญญาณเวลา บนดาวเทียมดวงใด เสื่อมสภาพ หรือไม่มีความแม่นยำเพียงพอ ดาวเทียมดวงนั้น จะถูกปลดออกจากการใช้งาน ตามแผนงาน จะมีดาวเทียม โคจรทั้งหมด 24 ดวง และสำรอง 2 ดวง โดยมีการส่ง ดาวเทียมใหม่ เข้าสู่วงโคจร ตามระยะเวลาที่เหมาะสม เพื่อชดเชยดาวเทียมที่เสื่อมสภาพ แต่เนื่องจากเทคโนโลยี ของดาวเทียม และ ภาคกำเนิดสัญญาณเวลาความแม่นยำสูง มีการพัฒนาตลอดเวลา ทำให้อายุการใช้งาน ของดาวเทียม ยาวกว่าที่คำนวณไว้ ดาวเทียมจำนวนมาก ยังอยู่ในภาวะใช้งานได้ปกติ ถึงแม้จะอยู่ในวงโคจร มานานกว่า 8 ปี (อายุขัยเฉลี่ยของดาวเทียม) ทำให้ปัจจุบันมีดาวเทียม อยู่ในวงโคจร ที่ใช้งานได้ จำนวนมากกว่า 30 ดวง ซึ่งเป็นประโยชน์ ต่อผู้ใช้งาน

2.2.3.2 หน้าที่สำคัญของดาวเทียมจีพีเอส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. รับข้อมูลวงโคจรที่ถูกต้องของดาวเทียม (Ephemeris Data) ที่ส่งมาจากสถานีควบคุมดาวเทียมหลัก (Master Control Station) เพื่อส่งกระจายสัญญาณข้อมูลนี้ ลงไปยังพื้นโลก สำหรับตัวรับจีพีเอสใช้ในการคำนวณระยะห่าง (Range) ระหว่างดาวเทียมดวงนั้นกับตัวเครื่องรับสัญญาณจี

พีเอสและตำแหน่งของดาวเทียมบนท้องฟ้า เพื่อใช้คำนวณหาตำแหน่งพิกัดของตัวเครื่องรับสัญญาณจีพีเอสเอง

2. ส่งรหัส (Code) และข้อมูลช่วงพาหะ (Carrier Phase) ไปกับคลื่นวิทยุลงไปยังพื้นโลก สำหรับ ตัวรับสัญญาณจีพีเอสใช้ในการคำนวณระยะห่าง (Range) ระหว่างดาวเทียมดวงนั้น กับ ตัวเครื่องรับสัญญาณจีพีเอส

3. ส่งข้อมูลตำแหน่งโดยประมาณของดาวเทียมทั้งหมด (Almanac Information) และข้อมูลสุขภาพของดาวเทียม ลงไปยังพื้นโลก สำหรับตัวรับสัญญาณจีพีเอสใช้ในการกำหนดดาวเทียม ที่จะสามารถรับสัญญาณได้

2.2.3.4 สถานีควบคุมภาคพื้นดิน (Monitoring and Controlling)

ระบบจีพีเอสถูกควบคุมโดยกองทัพอากาศสหรัฐอเมริกาจากสถานีควบคุมหลักในรัฐโคโลราโด ซึ่งจะคอยตรวจสอบดาวเทียมทุกดวงในระบบ ป้อนคำสั่งควบคุม และป้อนข้อมูล รวมทั้งให้ข่าวสารในการนำร่องสถานีตรวจสอบภาคพื้นดินใช้สายอากาศภาคพื้นดิน ในการควบคุมดาวเทียมจีพีเอสและส่งต่อข้อมูลให้แก่สถานีควบคุมหลัก(Master Control)เพื่อกำหนดตำแหน่งพิกัดที่แน่นอนของดาวเทียมแต่ละดวง และปรับปรุงความถูกต้องของข้อมูลอยู่ตลอดเวลา ถ้าดาวเทียมดวงใดเกิดความผิดปกติขึ้น สถานีควบคุมภาคพื้นดิน ก็จะทำการกำหนดสุขภาพดาวเทียมดวงนั้นเป็น "Un-healthy" เพื่อให้ตัวรับสัญญาณจีพีเอสทราบว่า ไม่ควรใช้ข้อมูลจากดาวเทียมดวงนี้ ซึ่งเครื่องรับก็จะทำการตรวจสอบได้จากการตรวจสอบสถานะของดาวเทียม และเครื่องก็จะไม่ทำการรับข้อมูลจากดาวเทียมดวงดังกล่าว แล้วใช้ดาวเทียมดวงอื่นที่มีความเหมาะสมในการคำนวณตำแหน่งพิกัดแทน ในบางครั้งดาวเทียมอาจถูกปิดใช้งาน เพื่อทำการบำรุงรักษาหรืออาจจะถูกปิดเพื่อเปลี่ยนวงโคจรตามความเหมาะสม

2.2.3.5 วิธีการบอกตำแหน่งของตัวรับสัญญาณจีพีเอส

ดาวเทียมจีพีเอสแต่ละดวงจะส่งกระจายสัญญาณ 2 ชนิดอย่างต่อเนื่องได้แก่ สัญญาณบริการตำแหน่งพื้นฐาน(Standard Positioning Service หรือ SPS) ซึ่งใช้สำหรับบุคคลทั่วไป และ สัญญาณบริการตำแหน่งแม่นยำ(Precise Positioning Service หรือ PPS)ซึ่งใช้สำหรับทางทหาร สัญญาณ SPS เป็นสัญญาณแบบกระจายสเปกตรัมที่กระจายสัญญาณด้วยความถี่ 1575.42 MHz สภาพแวดล้อม หรือสัญญาณรบกวนที่เกิดจากอุปกรณ์ไฟฟ้าบนพื้นโลกมีผลกระทบค่อนข้างน้อยต่อสัญญาณดังกล่าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณ SPS ประกอบด้วยข้อมูลเกี่ยวกับวงโคจรของดาวเทียม 2 ชนิดคือ ข้อมูลอัลมาแนค (Almanac) และข้อมูลตำแหน่งดาวเทียม(Ephemeris)ข้อมูลอัลมาแนคเป็นข้อมูลที่บอกถึงสภาพของดาวเทียม และตำแหน่งวงโคจรของดาวเทียมทุกดวงในระบบอย่างคร่าวๆ เครื่องรับจีพีเอสจะรับข้อมูลอัลมาแนคจากดาวเทียมดวงใดๆที่สามารถรับสัญญาณได้ แล้วใช้ข้อมูลดังกล่าวเพื่อการเลือกรับดาวเทียมที่สามารถจะใช้ได้ ในการคำนวณตำแหน่งพิกัด ส่วนข้อมูลตำแหน่งดาวเทียมประกอบด้วยข้อมูลที่แม่นยำโดยละเอียด ของวงโคจรของดาวเทียมแต่ละดวงที่ทำการรับสัญญาณได้ สัญญาณ SPS จะส่งรหัส (Code) ลงมาด้วย โดยรหัสดังกล่าวจะทำให้ตัวรับสัญญาณจีพีเอสสามารถคำนวณเวลาที่สัญญาณเดินทางจากดาวเทียมมาถึงตัวเครื่องรับสัญญาณจีพีเอสได้ เมื่อเครื่องทราบเวลาที่เดินทาง และตำแหน่งดาวเทียม (Ephemeris) ก็จะสามารถคำนวณหา ระยะ (Pseudo range) ระหว่างดาวเทียมแต่ละดวง กับตัวรับสัญญาณจีพีเอสได้ เครื่องรับจะทำการรับสัญญาณจากดาวเทียมอย่างน้อย 3 ถึง 4 ดวงในเวลาเดียวกัน เครื่องจะใช้ดาวเทียม 3 ดวง ในการคำนวณหาตำแหน่งพิกัดเพียงอย่างเดียว โดยเมื่อทราบระยะทาง จากตัวรับจีพีเอสถึงดาวเทียม 3 ดวง เครื่องจะสามารถคำนวณจุดตำแหน่งพิกัด ของตนเองได้ เมื่อกำหนดให้ความสูงคงที่ (ผู้ใช้ต้องป้อนค่าความสูง ที่ทราบให้กับเครื่อง) และถ้ารับสัญญาณ จากดาวเทียมได้ 4 ดวง เครื่องจะใช้ดาวเทียม 4 ดวงในการคำนวณตำแหน่งพิกัด และความสูงได้ โดยไม่จำเป็น ต้องป้อนค่าความสูง ให้กับเครื่อง

2.2.3.6 ความแม่นยำ (Accuracy) ของตำแหน่งพิกัด ที่คำนวณได้

โดยทั่วไปแล้วเครื่องรับจีพีเอสที่ทำงานโดยอาศัยสัญญาณ SPS สามารถคำนวณค่าตำแหน่งพิกัดที่มีความถูกต้อง อยู่ในระยะ 25 เมตร และค่าความถูกต้องของความเร็วอยู่ในระยะ 5 เมตรต่อวินาที (เครื่องจีพีเอสของแมคเจลแลน สามารถคำนวณค่าตำแหน่งพิกัด ที่มีความถูกต้องอยู่ในระยะ 15 เมตร)เนื่องจากค่าความถูกต้องที่ได้นี้ จะขึ้นอยู่กับนโยบาย ของรัฐบาลสหรัฐอเมริกา ที่เรียกว่า Selective Availability (SA) เพื่อรักษาความมั่นคงทางทหาร สัญญาณ SA นี้จะทำให้เกิด ค่าความผิดพลาด ขึ้นกับข้อมูลตำแหน่งดาวเทียมที่ส่งกระจายมาจากดาวเทียม ส่งผลให้ค่าความผิดพลาด ของค่าตำแหน่งพิกัดที่ได้ มีค่าเพิ่มขึ้นเป็นระยะ 100 เมตร ในการใช้งานทั่วไปแล้ว ค่าความผิดพลาดในระยะ 100 ก็ดีเพียงพอ สำหรับการใช้งานที่ต้องการความถูกต้องที่มากกว่านี้ สามารถทำได้โดยใช้เทคนิคค่าอนุพันธ์เพื่อกำจัดผลของ SA ซึ่งทำให้ค่าที่ได้มีความถูกต้องมากขึ้น

นอกจากนี้ความถูกต้องของตำแหน่งพิกัดยังขึ้นกับชุดของค่าคงที่ ที่เรียกว่า Map Datum ซึ่งค่าเหล่านี้มีความแตกต่างกันสำหรับพื้นที่ในแต่ละพื้นที่ โดยทั่วไปแต่ละประเทศจะใช้ Map Datum ที่แตกต่างกันในการสร้างแผนที่ของพื้นที่ในประเทศ ตำแหน่งเดียวกันบนแผนที่ 2 ฉบับ ที่ใช้ Map Datum ต่างกันในการสร้างแผนที่จะให้ตำแหน่งพิกัดที่แตกต่างกัน ดังนั้นการเทียบตำแหน่งพิกัดที่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตัวรับสัญญาณจีพีเอสกับตำแหน่งพิกัดจริง ที่ได้จากแผนที่ จึงต้องใช้ Map Datum เดียวกัน โดยที่ตัวรับสัญญาณจีพีเอสส่วนมาก จะสามารถ เปลี่ยน Map Datum ของเครื่องได้หลายแบบ เพื่อให้สามารถนำเครื่องไปใช้บอกตำแหน่งเทียบกับแผนที่ในพื้นที่แต่ละประเทศได้ เครื่องจีพีเอสของแมคเจลแลนโดยมาก จะมี Map Datum 72 แบบ ให้เลือกใช้ตามประเทศ โดยรวมถึง Map Datum Thai-Viet ซึ่งใช้ได้กับพื้นที่ประเทศไทย เวียดนาม และบริเวณอินโดจีนหลายประเทศ ดังนั้น ถ้าต้องการใช้งานเครื่องในประเทศไทย และใกล้เคียง จึงสามารถตั้ง Map Datum ของเครื่อง เป็นแบบ Thai-Viet และไม่จำเป็นต้องใช้ Map Datum อื่นแต่อย่างใด สำหรับ Map Datum อื่นๆที่มีในเครื่องจะครอบคลุมการใช้งานในประเทศต่างๆ ทั่วโลก เว้นในบางบริเวณหรือประเทศที่ไม่มีความสำคัญมากนักสำหรับการใช้เครื่องในการเดินเรือในทะเลและมหาสมุทร จะต้องเลือกใช้ Map Datum WGS-84 ซึ่งเป็นชุดของค่าคงที่สำหรับบริเวณทะเล มหาสมุทร และชายฝั่ง ที่ใช้ได้เกือบทุกพื้นที่ทั่วโลก

การตั้ง Map Datum ที่ไม่ถูกต้อง ให้กับเครื่องจีพีเอสอาจทำให้ตำแหน่งพิกัดที่อ่านได้จากเครื่องไม่ตรงกับตำแหน่งพิกัดที่ได้จากแผนที่ความแตกต่างอาจเป็นได้ตั้งแต่ไม่กี่เมตรจนมากถึง หลายร้อยเมตรโดยทั่วไปถ้าไม่ทราบว่าแผนที่ที่ใช้อ้างอิงทำโดยใช้ Map Datum ใด ให้เลือกตั้ง Map Datum ของเครื่องเป็น WGS-84 แต่ถ้าทราบ Map Datum ของแผนที่ที่ใช้เปรียบเทียบ ก็ให้ตั้ง Map Datum ของเครื่องจีพีเอสเป็นแบบเดียวกัน

สำหรับประเทศไทย ถ้าตั้ง WGS-84 ให้กับเครื่อง GPS จะทำให้ตำแหน่งพิกัด ที่อ่านได้จากเครื่อง เทียบกับแผนที่ประเทศไทย ที่อ้างอิงกับ Map Datum แบบ Thai-Viet มีความแตกต่าง ในแนวราบ ที่ประมาณ 413 เมตร ซึ่งค่อนข้างสูงมาก ดังนั้น ก่อนการใช้เครื่อง GPS ควรตั้งค่า Map Datum ให้ตรงกับแผนที่ที่จะใช้เปรียบเทียบทุกครั้ง

2.2.3.7 เทคนิคอนุพันธ์ (Differential)

วิธีการตำแหน่งอนุพันธ์(differential positioning)เป็นเทคนิคหนึ่ง ในการที่จะทำให้ผู้ใช้ หาค่าพิกัดจากดาวเทียม สามารถที่จะกำจัดค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นเนื่องจากสภาวะแวดล้อม และผลจาก SA ทำให้สามารถที่จะใช้เครื่องหาค่าพิกัดในการคำนวณหาค่าตำแหน่ง ที่ให้ความแม่นยำสูง โดยมีหลักการในการใช้ค่าความผิดพลาดที่คำนวณได้ ณ ตำแหน่งที่ทราบค่าพิกัดแน่นอนถูกต้อง และทำการป้อนค่าดังกล่าวเข้าไปเพื่อทำการแก้ไขค่าตำแหน่งที่คำนวณได้จากเครื่องรับจีพีเอสเครื่องอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยทั่วไปแล้ว ค่าความแม่นยำในแนวราบ ของตำแหน่งใดๆ ที่คำนวณได้จากเครื่องรับจีพีเอสจะมีค่าประมาณ 15 เมตร RMS หรือมากกว่า ความหมายของคำว่า 15 เมตร RMS (root-mean square) หมายถึง ถ้าทำการกระจายจุดต่างๆ รอบตำแหน่งที่ถูกต้องเป็น แบบวงกลมโดยมีค่าเฉลี่ย

เป็นศูนย์ ค่าความแม่นยำ 15 เมตร RMS จะหมายถึง 63 % ของตำแหน่งที่วัดได้จะอยู่ในระยะ 15 เมตร จากตำแหน่งที่ถูกต้อง

ค่าความผิดพลาดในการหาตำแหน่งมีอยู่ 2 ประเภท คือแบบที่แก้ไขได้ และแบบที่แก้ไขไม่ได้ ค่าความผิดพลาดแบบที่แก้ไขได้ จะเป็นค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นเหมือนๆกัน กับเครื่องรับจีพีเอสทุกเครื่องที่อยู่ในบริเวณเดียวกัน ส่วนค่าความผิดพลาดที่แก้ไขไม่ได้ จะเป็นค่าความผิดพลาดแบบที่จะไม่มีความสัมพันธ์กันเลยในระหว่างเครื่องรับทุกเครื่องที่อยู่ในบริเวณเดียวกัน

2.2.3.8 ความผิดพลาดที่แก้ไขได้ (Correctable Errors)

ข้อมูลความผิดแบบที่แก้ไขได้นี้ จะเกิดขึ้นได้จากหลายสาเหตุได้แก่ ความผิดพลาดจากนาฬิกาดาวเทียม ความผิดพลาดจากข้อมูลตำแหน่งดาวเทียมและความผิดพลาดจากการหน่วงสัญญาณ ของชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียและโทรโปสเฟียรวมทั้งค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นได้จากผลของ SA

ค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากนาฬิกาดาวเทียม และตำแหน่งดาวเทียม เป็นค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นภายในดาวเทียมจีพีเอส ค่าความผิดพลาดนาฬิกาดาวเทียม จะเป็นค่าความผิดพลาดเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอย่างช้าๆของเวลา ที่ได้จากนาฬิกาอะตอมซีเซียมภายในดาวเทียม ซึ่งจะทำให้เครื่องรับจีพีเอสเกิดการผิดพลาดในการวัดตำแหน่ง ในขณะที่ทำการวัดแบบช่วงปลอม (Pseudo Range)ส่วนค่าความผิดพลาตำแหน่งดาวเทียมนี้ เป็นค่าผิดพลาดที่อยู่ในข้อมูล ที่ถูกใช้โดยเครื่องรับจีพีเอสในการกำหนดการหาดาวเทียมในอวกาศ

ค่าความผิดพลาดเนื่องจากชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียและโทรโปสเฟียเกิดขึ้นเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของชั้นบรรยากาศ ทำให้เกิดการหน่วงเวลาการเดินทางของสัญญาณที่ส่งจากดาวเทียม เกิดขึ้นเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นของอิเล็กตรอนในชั้นบรรยากาศไอโอโนส-เฟียซึ่งเป็นชั้นบรรยากาศที่สัญญาณทะลุผ่าน ชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียนั้นเป็นชั้นบรรยากาศ ในส่วนบนสุดของชั้นบรรยากาศโลก ส่วนชั้นบรรยากาศโทรโปสเฟียจะเกี่ยวข้องกับความชื้น, อุณหภูมิ และความสูง ซึ่งชั้นบรรยากาศนี้ จะมีผล ทำให้เกิดการหน่วงเวลา ได้น้อยกว่าชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟีย

ค่าความผิดพลาดที่แก้ไขได้ อีกแบบหนึ่ง คือผลของ Selective Availability (SA) ซึ่ง SA เป็นมาตรการ ที่กระทรวงกลาโหมสหรัฐอเมริกาใช้ในการทำให้ค่าความแม่นยำของเครื่องรับจีพีเอสเกิดความผิดพลาดสูงขึ้น โดยการใส่ค่าความผิดพลาด เข้าไปในสัญญาณจีพีเอสที่จะส่งออกจากดาวเทียม ซึ่งเป็นมาตรการที่ทำเพื่อผลประโยชน์ทางทหาร สำหรับสหรัฐอเมริกาและกองกำลังพันธมิตร

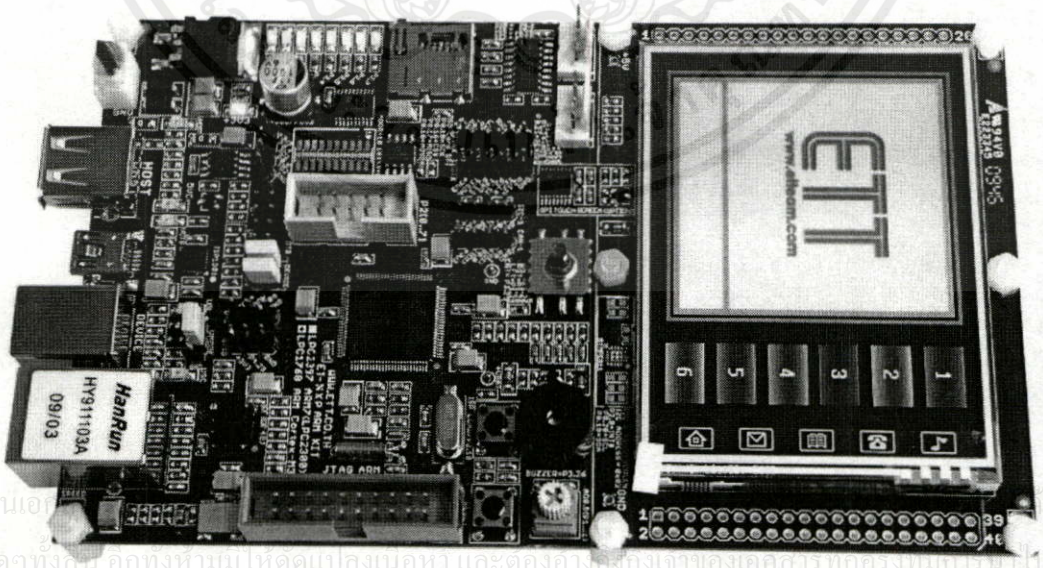
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าความผิดพลาดทั้งหมดที่กล่าวนี้จะมีความเหมือนกันอยู่อย่างหนึ่งคือ ปริมาณ และทิศทางของค่าความผิดพลาด ในเวลาใดเวลาหนึ่ง จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างกระทันหัน ดังนั้น เครื่องรับจีพีเอส 2 เครื่อง ซึ่งอยู่ในระยะห่างกันที่ไม่มากนัก จะได้รับผลกระทบจากค่าความผิดพลาดในปริมาณและทิศทางที่เท่ากัน หรือใกล้เคียงกัน ดังนั้น เราสามารถที่จะทำการหาค่าความผิดพลาดดังกล่าวได้

2.2.3.9 ค่าความผิดพลาดแบบที่แก้ไขไม่ได้ (Non-Correctable Errors)

ค่าความผิดพลาดแบบที่แก้ไขไม่ได้ เป็นค่าความผิดพลาดที่เครื่องรับจีพีเอสสองเครื่อง ในบริเวณเดียวกัน จะเกิดค่าความผิดพลาดที่ไม่เท่ากันและค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจะไม่มีความสัมพันธ์ใดๆ ต่อกัน แหล่งที่มาของค่าความผิดพลาดแบบนี้ ได้แก่ ค่าระดับสัญญาณรบกวนในเครื่องรับจีพีเอซึ่งเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ ไม่ว่าจะเป็นแบบชนิดใดและค่าความผิดพลาดเนื่องจากการรับสัญญาณสะท้อนจากหลายทิศทาง อันเนื่องจากสภาพแวดล้อมรอบๆ บริเวณ ค่าความผิดพลาดแบบนี้เกิดขึ้น เนื่องจากเครื่องรับได้รับสัญญาณทั้งจากดาวเทียมโดยตรงและสัญญาณที่สะท้อนจากสัญญาณดังกล่าว ซึ่งจะสะท้อนจากสิ่งที่มีอยู่รอบข้าง ไม่ว่าจะเป็น ตึก หรือ ภูเขาค่าความผิดพลาดแบบที่ไม่สามารถแก้ไขได้นี้ ไม่สามารถจะกำจัดได้จากการทำอนุพันธ์

2.3 โครงสร้างบอร์ดทดลอง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.5 ภาพบอร์ดทดลอง ET-NXP ARM KIT

ET-NXP ARM KIT (LPC1768) เป็นบอร์ดของบริษัท อีทีที จำกัด เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล ARM Cortex-M3 Core ซึ่งเลือกใช้ไมโครคอนโทรเลอร์ 32 บิทขนาด 100 ขา (LQFP) เบอร์ LPC1768 ของ NXP ระบบฮาร์ดแวร์ของ LPC1768 ได้รวบรวมเอาอุปกรณ์ที่จำเป็นต่างๆต่อการใช้งาน บรรจุไว้ภายในโครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์เพียงตัวเดียว ไม่ว่าจะเป็น ระบบ USB, Ethernet, การ์ดหน่วยความจำแบบเอสดีการ์ด,ADC, DAC, Timer/Counter, PWM, Capture, I2C, SPI, UART, ฯลฯ

โครงสร้างของบอร์ดนั้นจะประกอบไปด้วยอุปกรณ์พื้นฐานที่จำเป็นต่อการศึกษาทดลองขั้นพื้นฐาน เช่น LED สำหรับแสดงค่า Output Logic, Push Button Switchและ Joy Switch สำหรับทดสอบ Logic Input, Volume ปรับค่าแรงดัน สำหรับทดสอบA/D, Mini-Speaker หรือ Buzzer สำหรับสร้างเสียง Beep ต่างๆ นอกจากนี้แล้วยังมีการจัดเตรียมอุปกรณ์ระดับสูงไว้รองรับการใช้งานด้วยไม่ว่าจะเป็น พอร์ต เชื่อมต่อ USB Device/Host/OTG,SD Card, พอร์ตเชื่อมต่อ Ethernet LAN, Graphic LCD, RS232 นอกเหนือจากนี้แล้วยังมี GPIO ต่างๆที่ว่างไว้ให้ผู้ใช้ออกแบบใช้งานร่วมกับอุปกรณ์อื่นๆได้เองตามความเหมาะสมอีกด้วย

2.3.1 คุณสมบัติของบอร์ด ET-NXP ARMKIT (LPC1768)

1) ใช้ MCU ตระกูล ARM Cortex M3 เบอร์ LPC1768 ของ NXP ซึ่งเป็น MCU ขนาด 32Bit
2) ภายใน MCU มีหน่วยความจำโปรแกรมแบบ Flash ขนาด 512KB, Static RAM ขนาด 64KB
3) ใช้ Crystal 12.00 MHz โดย MCU สามารถประมวลผลด้วยความเร็วสูงสุดที่ 100MHz เมื่อใช้งานร่วมกับ Phase-Locked Loop (PLL) ภายในตัว MCU เอง
4) มีวงจร RTC (Real Time Clock) พร้อม XTAL ค่า 32.768KHz และ Battery Backup
5) รองรับการโปรแกรมแบบ In-System Programming (ISP) และ In-Application Programming (IAP) ผ่านทางOn-Chip Boot-Loader Software ทางพอร์ต UART0 (RS232)
6) มีวงจรเชื่อมต่อกับ JTAG ARM ขนาด 20 Pin มาตรฐาน เพื่อทำการ Debug แบบ Real Time ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7) Power Supply ใช้แรงดันไฟฟ้า +5VDC สามารถใช้แหล่งจ่ายได้จาก 2 แหล่ง คือจากภายนอกโดยใช้ขั้วต่อแบบ 2 Pin Connector และ จากขั้ว USB Device พร้อมวงจร Regulate +3V3/3A
8) มีวงจร USB Device 2.0 แบบ Full Speed ภายในตัว (USB Function มี 32 End Point)
9) มีวงจร USB Host พร้อมวงจร Over Current Protection
10) มีวงจร USB OTG โดยใช้ ISP1301 เป็น OTG (On-The-Go) Transceiver
11) มีวงจรเชื่อมต่อ Ethernet LAN 10/100Mb โดยใช้ขั้วต่อแบบ RJ45 มาตรฐาน จำนวน 1 ช่อง
12) มีวงจรเชื่อมต่อการ์ดหน่วยความจำแบบ SD Card (Micro SD) เชื่อมต่อแบบ SPI จำนวน 1 ช่อง
13) มีวงจรสื่อสาร RS232 โดยใช้ขั้วต่อแบบ 4-PIN มาตรฐาน ETT จำนวน 2 ช่อง
14) มีวงจรเชื่อมต่อ TFT LCD Color ขนาด 320x240Pixel (3.2นิ้ว) พร้อม Touch Screen
15) มีวงจร Push Button Switch จำนวน 1ชุด พร้อมสวิตช์ RESET
16) มีวงจร Joy Switch แบบ 5 ทิศทาง สำหรับใช้งาน จำนวน 1 ชุด
17) มีวงจร LED แสดงสถานะเพื่อทดลอง Output จำนวน 8 ชุดพร้อมวงจร Buffer
18) มีวงจร สร้างแรงดัน 0-3V3 โดยใช้ตัวต้านทานปรับค่าได้สำหรับทดสอบ A/D จำนวน 1 ชุด
19) มีวงจรกำเนิดและขับเสียง Beep โดยใช้ Mini Speaker หรือ Buzzer จำนวน 1 ชุด
20) มี 22Bit GPIO อิสระ สำหรับประยุกต์ต่างๆ

2.4 เอสดีการ์ด (SD Card)

เอสดีการ์ด คือ หน่วยความจำแบบ Non-volatile ผลิตมาเพื่อใช้สำหรับอุปกรณ์พกพา โดยเฉพาะ เป็นรุ่นแรกของ Secure Digital Card พัฒนาขึ้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของมาตรฐาน MMC (Multimedia Card Standard) โดยเอสดีการ์ดนั้น ได้เปลี่ยนแปลงการออกแบบของ MMC หลายอย่าง

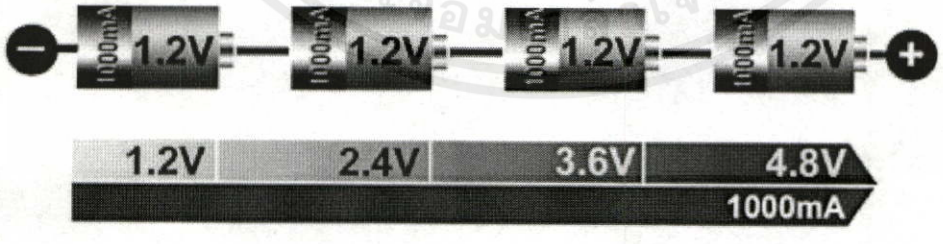
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ช่องสำหรับใส่การ์ด MMC สามารถใส่สลับด้านได้ แต่ไม่สามารถเชื่อมต่อได้หากใส่กลับด้านไป ซึ่งเมื่อเปลี่ยนมาใช้เอสดีการ์ดแล้ว ตัวช่องเสียบการ์ดของเอสดีมีการป้องกันการใส่สลับด้าน
- เอสดีการ์ดส่วนที่สัมผัสกับไฟฟ้า มีการออกแบบให้ลึกเข้าไปในเนื้อผิวของการ์ด เพื่อป้องกันการสัมผัสจากมือหรือนิ้วของผู้ใช้
- ความเร็วในการรับส่งข้อมูล และความจุ เพิ่มขึ้นจากการ์ด MMC และมีการเติบโตอย่างต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน

2.5 วงจรอนุกรม

อุปกรณ์พกพานั้น หากมีการต้องการความต่างศักย์ไฟฟ้าที่สูงกว่าเซลล์ไฟฟ้าที่มีนั้น จำเป็นจะต้องใช้การเชื่อมต่อเซลล์แบบอนุกรม ซึ่งจะทำให้เซลล์ไฟฟ้ามีความต่างศักย์โดยรวมเพิ่มขึ้น ดังตัวอย่างตามรูปที่ 2.6 ซึ่งมีการใช้เซลล์ไฟฟ้ามาต่อพ่วงกันแบบอนุกรม 4 ก้อน ซึ่งแต่ละตัวมีความต่างศักย์ก้อนละ 1.2 โวลต์ ดังนั้น เมื่อนำมาต่ออนุกรมกันทั้ง 4 ก้อน จะได้ความต่างศักย์รวมคือ 4.8 โวลต์ โดยกระแสไฟฟ้าที่จ่ายออกมานั้น จะเท่ากับที่เซลล์ไฟฟ้าจ่ายออกมาดั้งเดิม ไม่มีการเพิ่มหรือลดแต่อย่างใด

ดังนั้นจึงกล่าวโดยสรุปได้ว่า หากมีการเพิ่มเซลล์ไฟฟ้าเข้าไป ความต่างศักย์ไฟฟ้าจะเพิ่ม แต่กระแสไฟฟ้าจะคงเดิม



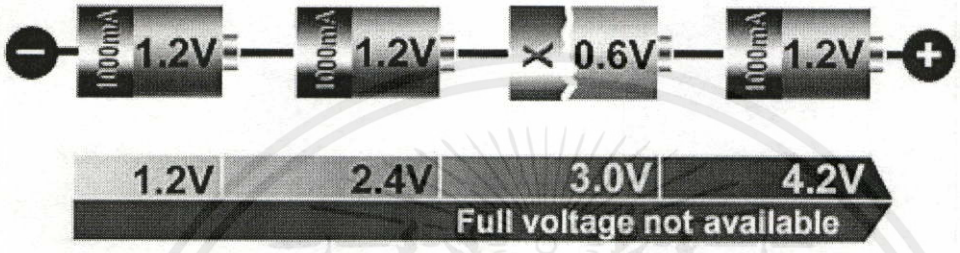
รูปที่ 2.6 ตัวอย่างการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม และผลรวมของความต่างศักย์ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยซึ่งการเชื่อมต่อแบบอนุกรมนั้น ต้องระวังเรื่องความน่าจะเป็นที่มีหนึ่งในเซลล์ของระบบเกิดการขัดข้องขึ้นมา เช่น ความต่างศักย์ตกลง หรือวงจรขาด ซึ่งในกรณีแรกนั้น จะทำให้ความต่างศักย์รวม

ของวงจรมีค่าต่ำลง และอาจทำให้อุปกรณ์ที่ต่อพ่วงอยู่ ได้รับความต่างศักย์ไม่เต็มที่ เกิดการทำงานผิดปกติ หรือหยุดทำงาน

โดยในรูปตัวอย่างที่ 2.7 มีเซลล์ไฟฟ้า 1 ก้อน มีความต่างศักย์ไฟฟ้าต่ำลง จาก 1.2 โวลต์ เหลือ 0.6 โวลต์ จึงทำให้ความต่างศักย์รวมของระบบลดลง จาก 4.8 โวลต์ เหลือ 4.2 โวลต์



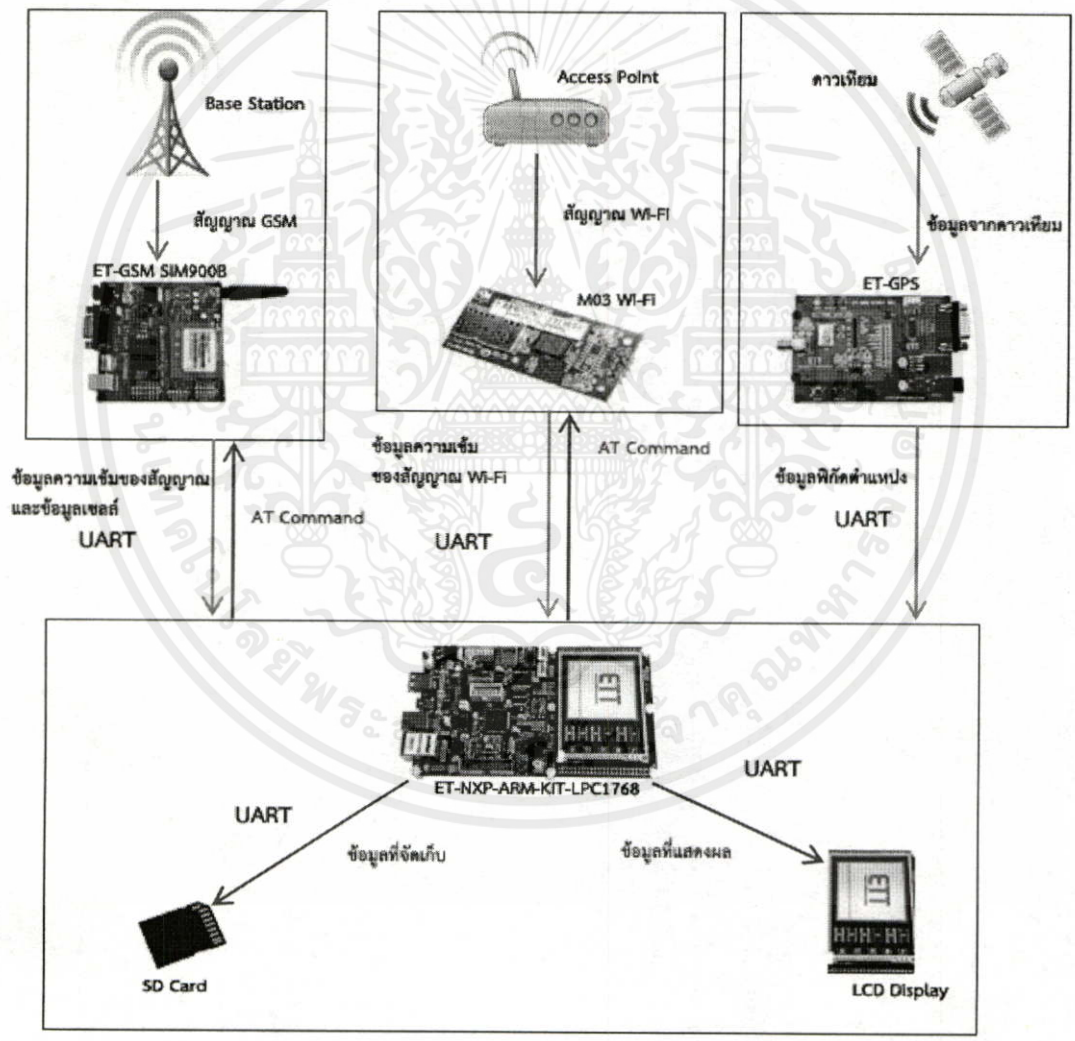
รูปที่ 2.7 ตัวอย่างการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมที่มีเซลล์ผิดพลาด และผลรวมของความต่างศักย์ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบและการพัฒนาระบบ

3.1 โครงสร้างและภาพรวมของระบบ (Structureand System Overview)



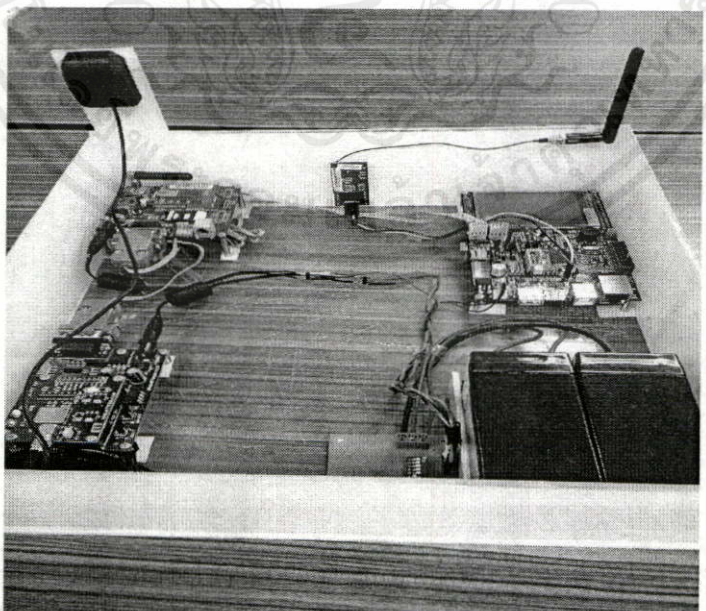
รูปที่ 3.1 ภาพรวมของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศูนย์กลางของระบบคือบอร์ดทดลอง ET-NXP-ARM-KIT-LPC1768 ทำหน้าที่จะในการรับข้อมูลจากอุปกรณ์ต่อเชื่อมต่างๆ นำมาประมวลผล เก็บข้อมูล และแสดงผลออกมาทางจอแอลซีดี โดยข้อมูลที่จะรับนั้นมีดังนี้

1) ความเข้มของสัญญาณจีเอสเอ็มจากอุปกรณ์ต่อเชื่อม ET-GSM SIM900B
2) ความเข้มของสัญญาณวายฟายจากอุปกรณ์ต่อเชื่อม M03 WIFI
3) พิกัดตำแหน่งและเวลาจากอุปกรณ์ต่อเชื่อม ET-GPS

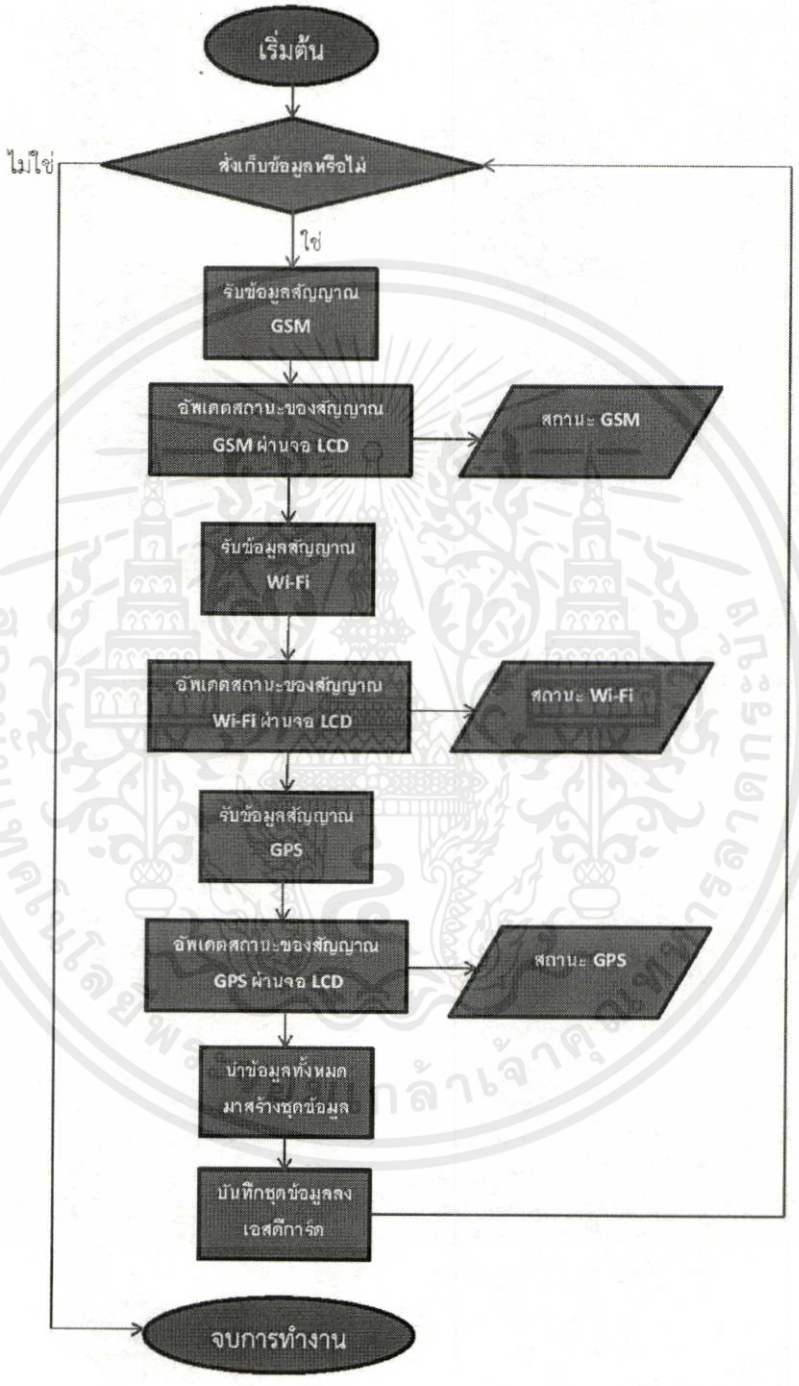
โดยทั้งระบบจะถูกจัดวางไว้ในอุปกรณ์ที่สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก เพราะในการใช้งานจะเป็นลักษณะของการสำรวจสถานที่ต่างๆ ในพื้นที่บริเวณใดๆ เพื่อเก็บข้อมูลและสามารถนำข้อมูลที่ได้นั้นมาใช้ประโยชน์ต่อไป เช่นสร้างแผนที่ที่บอกว่า แต่ละจุดมีระดับความเข้มของสัญญาณจีเอสเอ็มและวายฟายเท่าใด ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะเป็นประโยชน์ต่อทั้งผู้ให้บริการและผู้ใช้บริการนั้นๆ สำหรับผู้ให้บริการจะช่วยให้สามารถปรับปรุงแก้ไขและค้นพบปัญหาที่อาจเกิดขึ้นอันเนื่องมาจากความเข้มสัญญาณได้สะดวกและรวดเร็วยิ่งขึ้น ในส่วนของผู้ใช้บริการก็ช่วยให้สามารถวางแผนการใช้งานสัญญาณต่างๆ ได้ในสถานที่ที่วางแผนจะเดินทางไป เป็นต้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.2 ภาพอุปกรณ์จริง

3.2 ผังงานของอุปกรณ์ (Flowchart)



รูปที่ 3.3 ผังงานของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 หน้าจอแอลซีดีแสดงผล

ในอุปกรณ์จะมีหน้าจอแอลซีดีเพื่อใช้สำหรับแสดงผลต่างๆ ซึ่งในโครงงานนี้ ได้ออกแบบให้หน้าจอแอลซีดีแสดงสถานะการทำงานด้านต่างๆของเครื่อง ซึ่งมีข้อมูลดังต่อไปนี้

State คือ สถานะของอุปกรณ์มี 2 สถานะ

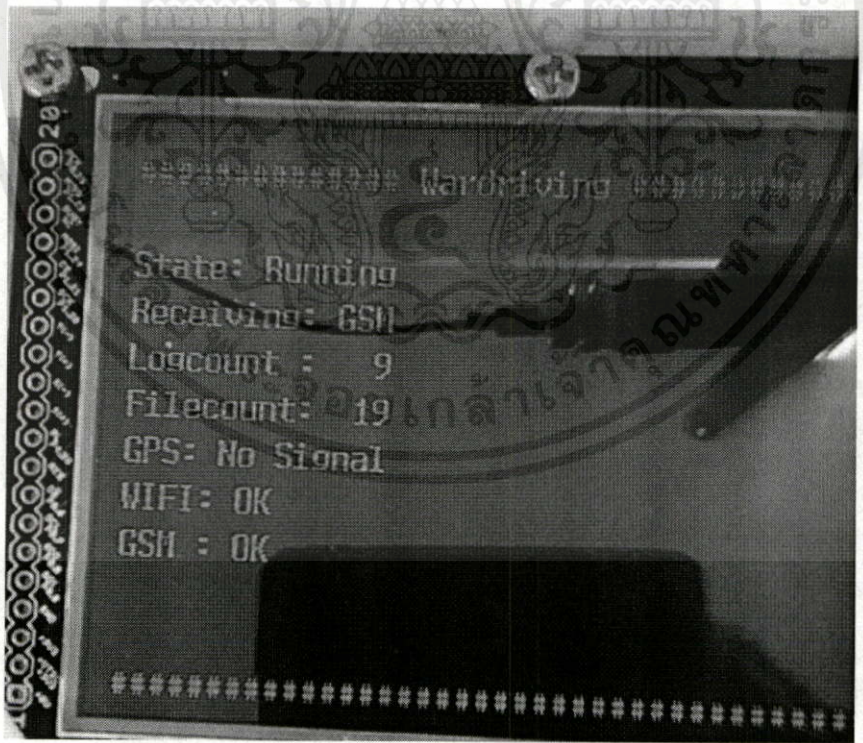
1. running – กำลังทำงานอยู่
2. stop – หยุดการทำงานชั่วคราว

Receiving คือ โมดูลที่กำลังรับสัญญาณอยู่

Logcount คือ จำนวนชุดข้อมูลที่เก็บอยู่ในไฟล์ปัจจุบัน

Filecount = จำนวนไฟล์ที่จัดเก็บไปแล้ว

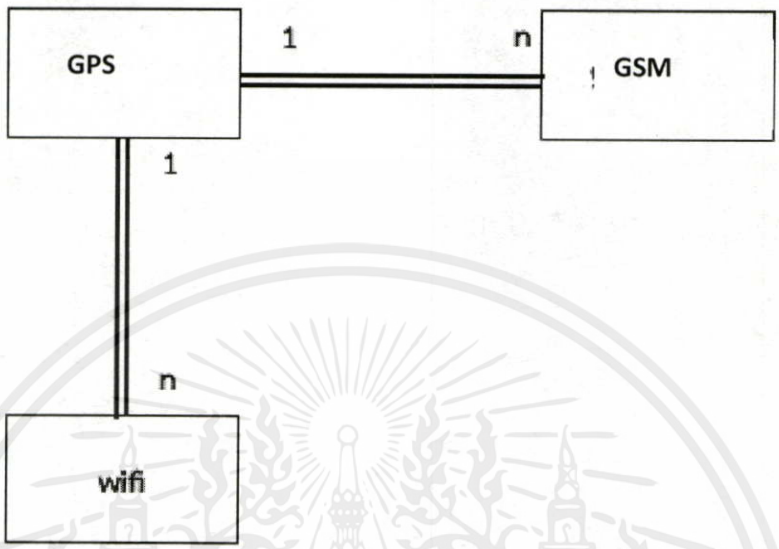
GSM/WIFI/GPS = สถานะการรับสัญญาณของโมดูลต่างๆ มี 2 สถานะคือ OK และ No Signal(ไม่มีสัญญาณ)



รูปที่ 3.4 ตัวอย่างหน้าจอแอลซีดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 ผังความสัมพันธ์ของเอนติตี้ (Entity Relationship Diagram)



รูปที่ 3.5 ผังความสัมพันธ์ของเอนติตี้

3.5 ตารางฐานข้อมูล

ตาราง 3.1 รายละเอียดของตาราง gps

	ชื่อแอตทริบิวต์	ชนิดตัวแปร	คำอธิบาย
	Year-month-day	String	วันที่เก็บข้อมูล
	hour-min-sec	String	เวลาที่เก็บข้อมูล
	latitude	Float	ละติจูดของสถานที่เก็บข้อมูล
	N/S	Char	ละติจูดเหนือใต้
	longitude	Float	ลองจิจูดของสถานที่เก็บข้อมูล
	E/W	Char	ลองจิจูดตะวันออกตะวันตก
	gsm_nw_name	String	ชื่อเครือข่ายของ GSM ที่เก็บข้อมูล
	gsm_signal_Str	Int	ความเข้มของสัญญาณ GSM ที่เก็บข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 3.2 รายละเอียดของตาราง wifi

	ชื่อแอตทริบิวต์	ชนิดตัวแปร	คำอธิบาย
	bssid	String	หมายเลขของตัวปล่อยสัญญาณ
	ssid	string	ชื่อของเครือข่ายที่ถูกกำหนดขึ้น
	mode	Int	รูปแบบของการปล่อยสัญญาณ
	channel	Int	หมายเลขช่องสัญญาณ
	wifi_signal_str	Int	ความเข้มของสัญญาณวายฟาย
	encrypt	Int	ทำการเข้ารหัสหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 3.3 รายละเอียดของตาราง gsm

	ชื่อแอตทริบิวต์	ชนิดตัวแปร	คำอธิบาย
	gsm_nw_name	String	ชื่อเครือข่ายของ GSM ที่เก็บข้อมูล
	gsm_signal_Str	Int	ความเข้มของสัญญาณ GSM ที่เก็บข้อมูล
	Arfen	String	รหัสคู่ตัวนำสัญญาณวิทยุทางกายภาพ
	Rxl	Int	ระดับการรับข้อมูล
	Bsic	String	รหัสสถานีสัญญาณที่ใช้บริการอยู่
	Mcc	String	รหัสประเทศ
	Mnc	String	รหัสของผู้ให้บริการ
	Lac	String	รหัสของพื้นที่ให้บริการ
	Rxq	Int	คุณภาพของการรับข้อมูล
	Rla	Int	ระดับของสัญญาณต่ำสุดที่เข้าถึงได้
	Txp	Int	พลังการส่งสูงสุด
	TA	Int	ระยะเวลาที่สัญญาณใช้ในการเคลื่อนที่ไปยังสถานีฐานจากอุปกรณ์
	cellid	String	รหัสของเซลล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 ตารางการดำเนินงาน

ตารางที่ 3.4 ตารางการดำเนินงาน

รายการ	เดือน	พ.ย.				ธ.ค.				ม.ค.				ก.พ.			
	อาทิตย์ที่	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.ทดลองสั่งงานอุปกรณ์ GSM ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์																	
2.ทดลองสั่งงานอุปกรณ์ Wifi ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์																	
3.ทดลองรับข้อมูลจากอุปกรณ์ GPS ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์																	
4. ทดลองจ่ายไฟให้อุปกรณ์ทั้งหมด																	
5. ทดสอบเก็บชุดข้อมูลนอกสถานที่																	
6.จัดทำรูปเล่มปริญญานิพนธ์																	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

การทดลองต่อไปนี้ ทดลองเพื่อพิสูจน์ว่าโครงงานนี้ สามารถเป็นไปได้จริงตามที่คาดการไว้ โดยจะทำการทดลองต่างๆ เช่น การตรวจจับสัญญาณ การรับส่งข้อมูล เป็นต้น

4.1 การทดลองตรวจจับสัญญาณวายฟาย (Wi-Fi) โดยใช้อุปกรณ์ M03

การทดลองนี้ จะทดลองว่าอุปกรณ์ M03 สามารถตรวจจับสัญญาณวายฟายในบริเวณข้างเคียงและตรวจสอบความเข้มของสัญญาณได้จริงหรือไม่ โดยจะทำการทดลองผ่านโปรแกรม PuTTY ซึ่งเป็นโปรแกรมที่สามารถติดต่อกับอุปกรณ์ผ่านช่องอนุกรม (Serial Port) ได้

เมื่อทำการทดลองโดยการพิมพ์คำสั่งเอทีคอมมานด์ลงไป ซึ่งในที่นี้ต้องการค้นหาสัญญาณและความเข้มของสัญญาณวายฟายบริเวณโดยรอบ จึงใช้คำสั่ง AT+WSCAN ทำให้ตัวอุปกรณ์ M03 ตอบรับมาดังนี้

```
+CK=c0c1c087e216,0,1,1,"CE-ECC803",52
5208ca39f292,0,1,1,"Connectify-me",58
00259cca23b7,0,1,1,"CE-ESL KMITL",80
7cd1c3cb88ea,0,1,1,"CE-ESL",80
001ee5690bc0,0,1,1,"MML-Wifi",86
0004edab8993,0,1,1,"CE-Lab706",84
8ca982a71df7,0,1,1,"watchara-PC",82
000fcbc18528,0,4,0,"CE-ACCESS704",66
001a706af82f,0,6,1,"CE-ESL Guest",76
0018e7dea06c,0,6,1,"CE_PARALAB2.4",42
00259cd016da,0,6,0,"HPCL",86
687f74ca01ae,0,6,1,"FreeAgent",84
b8c75d029f3b,0,6,1,"CE-ISAG",84
bac75d029f3c,0,6,1,"CE-ISAG-TEMP",84
000fcbc18520,0,8,1,"CE-ECC804",70
0025003f93c3,0,11,1,"Bensario",90
586d8fb66bb8,0,11,1,"CE-Lab708",66
586d8fb66d41,0,11,1,"CE-Lab708",84
001cf0f65cc0,0,13,0,"905-CE-OFFICE",82
```

รูปที่ 4.1 ข้อมูลที่ได้รับจากอุปกรณ์ต่อเชื่อม M03 WiFi

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งเอาต์พุตที่ส่งออกมานั้น เรียงลำดับในแต่ละบรรทัดจากซ้ายไปขวาเป็นดังนี้

<bssid>,<type>,<channel>,<b_encry>,<ssid>,<rssi>

bssid (Network BSSID) หรือเลขชุดระบุการให้บริการพื้นฐาน (Basic Service Set Identifier) สำหรับระบุตัวอุปกรณ์ที่ปล่อยสัญญาณ

type จะบ่งบอกว่าเป็นเครือข่ายแบบระบบเครือข่ายพื้นฐาน (Infrastructure Network) หรือเป็นแบบแอดฮอค (Ad-Hoc)

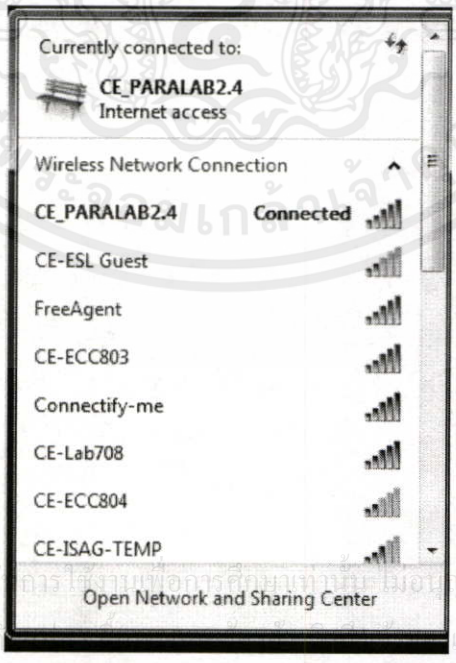
channel คือ ช่องสัญญาณที่ใช้

b_encry คือ การบ่งบอกว่าวายฟายนั้น ทำการเข้ารหัสหรือไม่

ssid คือ ชื่อของเครือข่ายที่ถูกกำหนดขึ้น

rssi คือ ค่าความแรงของสัญญาณ มีหน่วยเป็น –dBm

ดังนั้นจึงจะทำการตรวจสอบว่าวายฟาย รอบข้างเป็นดังที่ตรวจจับได้หรือไม่ โดยการใช้ระบบปฏิบัติการวินโดว์ผ่านทางคอมพิวเตอร์พกพาทำการตรวจหา ซึ่งได้ผลมาดังนี้



รูปที่ 4.2 สัญญาณวายฟายที่ตรวจสอบผ่านระบบปฏิบัติการวินโดว์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเห็นได้ว่า SSID ของทางที่ M03 ตรวจจับมาได้ และ SSID ที่ทางคอมพิวเตอร์พกพาจับมาได้นั้น เหมือนกัน

4.2 การทดลองตรวจสอบความแรงของสัญญาณจีเอสเอ็ม โดยใช้อุปกรณ์ ET-GSM SIM900B

ในการทดลองนี้ จะทำการตรวจสอบว่าอุปกรณ์ ET-GSM SIM900B นั้น สามารถทำการตรวจจับความเข้มของสัญญาณที่เข้ามายังซิมการ์ดที่ได้ใส่ไว้อุปกรณ์ได้หรือไม่

โดยในที่นี้ใช้ซิมการ์ดของเครือข่าย DTAC ในการทดลอง

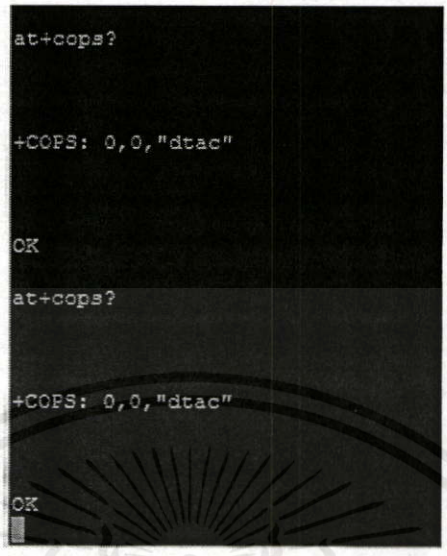
จะทำการทดลอง 3 คำสั่ง คือ

- AT+COPS? : สำหรับตรวจสอบเครือข่ายที่ให้บริการ
- AT+CSQ : สำหรับตรวจสอบความเข้มของสัญญาณ
- AT+SENG : สำหรับตรวจสอบข้อมูลอื่นๆของสัญญาณ

4.2.1 AT+COPS?

ขั้นตอนแรก จะทำการทดลองก่อนว่าเครือข่ายที่ตรวจสอบด้วยอุปกรณ์นั้น ตรงตามซิมการ์ดที่ทำการใส่ลงไปในอุปกรณ์หรือไม่ ซึ่งใช้คำสั่ง AT+COPS? ที่จะแสดงเครือข่ายที่ให้บริการของซิมการ์ดนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 เอาต์พุตของอุปกรณ์ต่อเชื่อม ET-GSM SIM900B จากคำสั่ง AT+COPS?

จะเห็นได้ว่า เมื่อป้อนคำสั่ง AT+COPS? ไปยังอุปกรณ์แล้ว อุปกรณ์ตอบกลับมาว่า

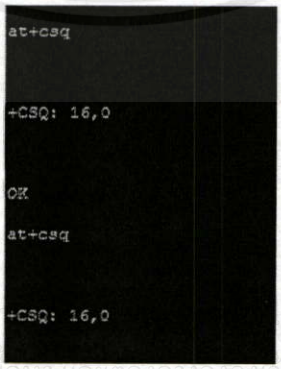
+COPS: 0,0,"dtac"

OK

ซึ่งข้อมูลตัวหลังสุดเป็นสิ่งที่เราสนใจ คือชื่อของเครือข่าย จะเห็นได้ว่าเป็น dtac ซึ่งตรงกับซิมการ์ดที่ใส่เข้าไป

4.2.2 AT+CSQ

ต่อมา จะทำการทดลองว่าอุปกรณ์สามารถตรวจวัดความเข้มของสัญญาณจีเอสเอ็มได้หรือไม่ โดยป้อนคำสั่ง AT+CSQ เข้าไปให้อุปกรณ์ผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์โดยได้ผลลัพท์ดังนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งาน ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.4 เอาต์พุตของอุปกรณ์ต่อเชื่อม ET-GSM SIM900B จากคำสั่ง AT+CSQ

จากผลลัพธ์ จะเห็นได้ว่า เมื่อป้อนคำสั่งเข้าไปแล้ว ตัวอุปกรณ์ส่งผลลัพธ์ออกมาเป็น

+CSQ:16,0

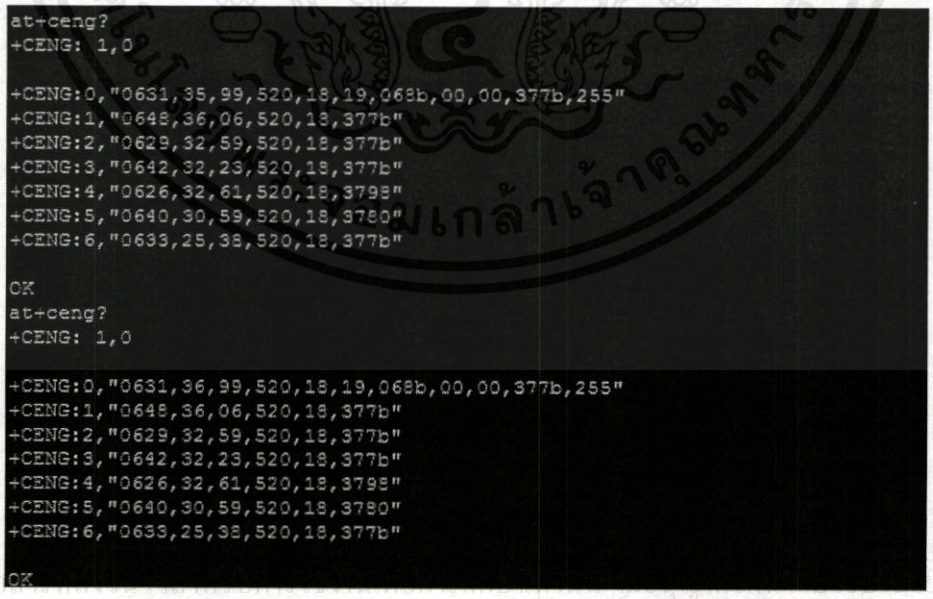
OK

ซึ่งเป็นไปตามเอาต์พุตของ คำสั่ง AT+CSQ โดยคำสั่งจะส่งค่าตัวหน้ากลับมาเป็นตัวเลข 0-31 โดย 31 คือสัญญาณสูงสุด และ 0 คือสัญญาณต่ำสุด ซึ่งแบ่งดังนี้

- ค่า 0 คือ มีความเข้มสัญญาณ -115 dBm หรือน้อยกว่า
- ค่า 1 คือ มีความเข้มสัญญาณ -111 dBm
- ค่า 2-30 คือ ความเข้มสัญญาณอยู่ระหว่าง -110 ถึง -54 dBm ตามจำนวนค่าที่เพิ่มขึ้น
- ค่า 31 คือ มีความเข้มสัญญาณ -52 dBm หรือมากกว่า
- ค่า 99 คือ ตรวจสอบไม่ได้ หรือ ค้นหาสัญญาณไม่เจอ

4.2.3 AT+CENG?

คำสั่ง AT+CENG? นั้น ใช้สำหรับดึงเอาข้อมูลต่างๆของเครือข่าย ณ ตอนนั้นออกมา ซึ่งก่อนหน้าที่จะใช้คำสั่งนี้ ต้องใช้คำสั่ง AT+CENG=1 เป็นคำสั่งเปิดใช้รูปแบบทางวิศวกรรม(Engineering Mode) เพื่อที่จะให้คำสั่ง AT+CENG ดึงข้อมูลเฉพาะทางออกมาได้



รูปที่ 4.5 เอาต์พุตของอุปกรณ์ต่อเชื่อม ET-GSM SIM900B จากคำสั่ง AT+CENG?

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากข้อมูลที่ได้มา จะแบ่งข้อมูลที่ได้รับมาดังนี้

+CENG:<cell>,"<arfen>,<rxl>,<rxq>,<mcc>,<mnc>,<bsic>,<cellid>,<rla>,<txp>,<lac>,<TA>"

+CENG:<cell>,"<arfen>,<rxl>,<bsic>,<mcc>,<mnc>,<lac>"....

ซึ่งแต่ละข้อมูล มีความหมายดังนี้

cell ถ้าเป็น 0 หมายถึง เซลล์ที่ใช้งานอยู่ (serving cell) ถ้าเป็น 1 หมายถึงเซลล์บริเวณโดยรอบที่ไม่ได้ใช้งาน

arfen หมายถึง รหัสที่ระบุถึงคู่ตัวนำสัญญาณวิทยุทางกายภาพที่ใช้สำหรับรับ-ส่งข้อมูลในระบบวิทยุเคลื่อนที่ภาคพื้นดิน

rxl หมายถึง ระดับการรับข้อมูล

rxq หมายถึง คุณภาพของการรับข้อมูล

mcc หมายถึง รหัสประเทศ (ประเทศไทยคือ 520)

mnc หมายถึง รหัสของผู้ให้บริการในประเทศนั้นๆ (ต้องใช้ร่วมกับ mcc)

bsic หมายถึง รหัสที่ระบุถึงสถานีสัญญาณที่ใช้บริการอยู่

cellid หมายถึง รหัสของเซลล์ที่ใช้งานอยู่

rla หมายถึง ระดับของสัญญาณต่ำสุดที่เข้าถึงได้

txp หมายถึง พลังการส่งสูงสุด

lac หมายถึง รหัสของพื้นที่ให้บริการ

TA หมายถึง ระยะเวลาที่สัญญาณใช้ในการเคลื่อนที่ไปยังสถานีฐานจากอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้น จะเห็นได้ว่า คำสั่งนี้ ได้ให้ข้อมูลเชิงลึกของแต่ละเซลล์บริการมาได้จริง ทำให้เป็นข้อมูลอีกส่วนหนึ่งที่จะทำการจัดเก็บ

4.3 การทดลองใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์

จะทดลองการใช้งานทั้งหมด 2 รูปแบบ ดังนี้

1. ทดลองการใช้งานจอแอลซีดี
2. ทดลองการใช้งานผ่านยูอาร์ต

4.3.1 ทดลองการใช้งานจอแอลซีดี

การทดลองนี้ ได้ทำการเขียนโปรแกรมเพื่อสั่งให้ไมโครคอนโทรลเลอร์แสดงประโยคว่า “hello world new” ทางหน้าจอแอลซีดีที่ตำแหน่งด้านซ้ายล่างของหน้าจอ ซึ่งได้ผลลัพธ์ ดังนี้

รูปที่ 4.6 เอาต์พุตจากหน้าจอแอลซีดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งจากชุดคำสั่งของตัวไมโครคอนโทรเลอร์ที่สั่งการให้แสดงผลนี้ จะเห็นได้ว่า ได้ตั้งค่าให้อุปกรณ์แสดงผลที่ตำแหน่ง 45,164

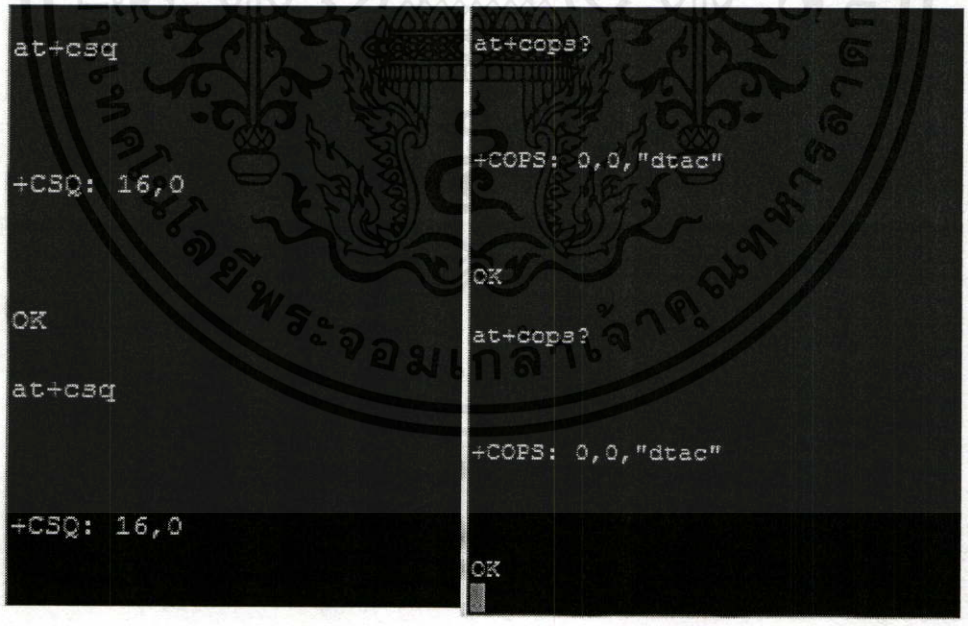
```
// Start Initial GLCD and Cribrate Touch Screen
Initial_Hardware();
Initial_GLCD_Hor();
lcd_printStr_hor("hello world new",45,164,BRIGHT_BLUE,BLACK);
```

รูปที่ 4.7 คำสั่งแสดงผลหน้าจอแอลซีดี

จากการทดลอง จะเห็นได้ว่า ตัวอักษรแสดงถูกตำแหน่งตามที่คาดหวังไว้

4.3.2 ทดลองการส่งข้อมูลผ่านยูอาร์ต

การทดลองนี้ ได้ให้ไมโครคอนโทรเลอร์ได้ทำการส่งข้อมูลผ่านโพรโทคอลยูอาร์ตเพื่อสั่งคำสั่งไปยังอุปกรณ์ ET-GSM SIM900B ซึ่งได้ผลลัพธ์ดังนี้



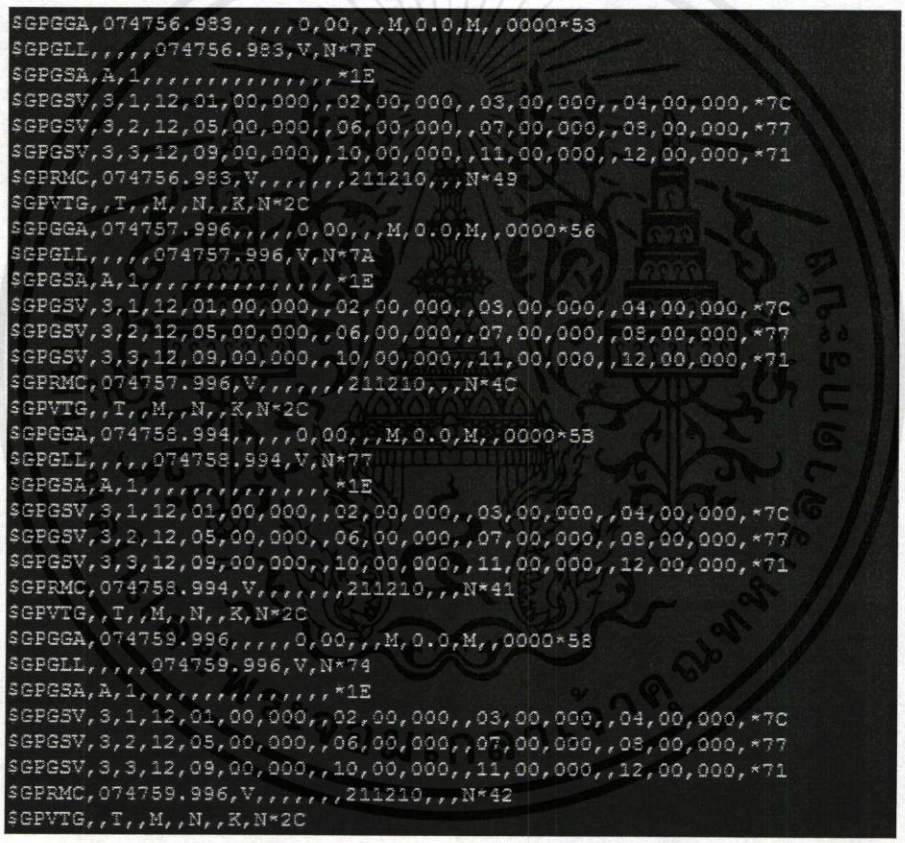
รูปที่ 4.8 เอาต์พุตของอุปกรณ์ต่อเชื่อม ET-GSM SIM900B ที่สั่งผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปภาพที่แสดง เป็นการให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำการสั่งคำสั่ง at+csq และ at+cops? ซึ่งจากการทดลอง จะเห็นได้ว่า ตัวอุปกรณ์ ET-GSM SIM900B ได้รับคำสั่ง และส่งกลับข้อความตอบกลับมาตรงตามคำสั่งที่สั่งเข้าไป

4.4 การทดลองรับข้อมูลจากดาวเทียมด้วยอุปกรณ์ ET-GPS

การทดลองนี้ จะทดลองโดยรับข้อมูลดาวเทียมผ่านทางอุปกรณ์ ET-GPS ซึ่งส่งข้อมูลโดยใช้โพรโทคอล NMEA0183 และจะแสดงผลผ่านทางโปรแกรม PuTTY ซึ่งได้ผลลัพธ์ดังนี้



รูปที่ 4.9 เอาต์พุตของอุปกรณ์ต่อเชื่อม ET-GPS

ซึ่งจะเห็นได้ว่าข้อมูลที่ได้มานั้น ตรงตามโพรโทคอล NMEA 0183 ซึ่งมีรูปแบบดังนี้

$GPGGA,<data>

$GPGLL,<data>

$GPGSA,<data>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$GPGSV,<data>

$GPRMC,<data>

$GPVTG,<data>

4.5 การทดลองเก็บชุดข้อมูลจากทั้ง 3 อุปกรณ์

การทดลองนี้ เป็นการทดลองเพื่อทดสอบการทำงานของ SD Card และอัลกอริทึมการตัดข้อมูล โดยจะทดลองโดยคัดกรองเฉพาะข้อมูลที่ต้องการจากข้อมูลที่รับมาทั้งหมด และนำข้อมูลที่คัดกรองแล้วมาต่อกันเป็น 1 ชุดข้อมูล จากนั้นจึงบันทึกลง SD Card

โดยใน 1 ชุดข้อมูลนั้น จะมีทั้งหมด 2 ส่วน คือ ส่วนข้อมูลของ GSM และส่วนข้อมูลของวายฟาย (Wi-Fi) ซึ่งข้อมูล GSM นั้นจะมาก่อนวายฟาย และขั้นข้อมูลทั้งสองด้วยอักขระพิเศษ \r หรือ Carriage Return (0x0D) และ \n หรือ Line Feed (0x0A) ซึ่งก็คือการขึ้นบรรทัดใหม่

ซึ่งเมื่อทำการทดลองแล้ว และนำชุดข้อมูลใน SD Card มาตรวจสอบ ได้ผลลัพธ์ดังนี้

```
,001706,,,,,TH GSM,17,0050,31,99,01,35,024a,05,05,8110,255,0048,26,25,01,8110:0052,29,38,01,8110:0104,22,37,01,7d0a:0055,21,19,01,7d0a:0039,21,62,01,8110:0739,08,27,23,a423
,001706,,,,,c0c1c087e216,0,1,1,"CE-ECC803",78:5208ca39f292,0,1,1,"Benzbento",86:881fa1372f82,0,6,1,"ParaLAB",60:
,001711,,,,,TH GSM,17,0050,31,99,01,35,024a,05,05,8110,255,0048,26,25,01,8110:0052,29,38,01,8110:0104,23,37,01,7d0a:0055,21,19,01,7d0a:0039,21,62,01,8110:0739,08,27,23,a423
,001711,,,,,c0c1c087e216,0,1,1,"CE-ECC803",78:881fa1372f82,0,6,1,"ParaLAB",60:
,001716,,,,,TH GSM,17,0050,31,99,01,35,024a,05,05,8110,255,0048,26,25,01,8110:0052,29,38,01,8110:0104,23,37,01,7d0a:0055,21,19,01,7d0a:0039,21,62,01,8110:0739,08,27,23,a423
,001716,,,,,5208ca39f292,0,1,1,"Benzbento",88:c0c1c087e216,0,1,1,"CE-ECC803",76:881fa1372f82,0,6,1,"ParaLAB",62:
,001721,,,,,TH GSM,17,0050,31,99,01,35,024a,05,05,8110,255,0048,26,25,01,8110:0052,29,38,01,8110:0104,23,37,01,7d0a:0055,21,19,01,7d0a:0039,21,62,01,8110:0739,08,27,23,a423
,001721,,,,,5208ca39f292,0,1,1,"Benzbento",88:c0c1c087e216,0,1,1,"CE-ECC803",78:881fa1372f82,0,6,1,"ParaLAB",62:586d8fb66bb8,0,11,1,"CE-Lab708",88:
,001726,,,,,TH GSM,17,0050,31,99,01,35,024a,05,05,8110,255,0048,26,25,01,8110:0052,29,38,01,8110:0104,23,37,01,7d0a:0055,21,19,01,7d0a:0039,21,62,01,8110:0739,08,27,23,a423
,001726,,,,,c0c1c087e216,0,1,1,"CE-ECC803",76:5208ca39f292,0,1,1,"Benzbento",86:881fa1372f82,0,6,1,"ParaLAB",66:
,001731,,,,,TH GSM,17,0050,31,99,01,35,024a,05,05,8110,255,0052,29,38,01,8110:0048,25,25,01,8110:0104,23,37,01,7d0a:0055,21,19,01,7d0a:0039,21,62,01,8110:0739,08,27,23,a423
,001731,,,,,c0c1c087e216,0,1,1,"CE-ECC803",78:5208ca39f292,0,1,1,"Benzbento",88:881fa1372f82,0,6,1,"ParaLAB",60:
,001736,,,,,TH GSM,17,0050,31,99,01,35,024a,05,05,8110,255,0052,29,38,01,8110:0048,25,25,01,8110:0104,24,37,01,7d0a:0055,21,19,01,7d0a:0039,21,62,01,8110:0739,08,27,23,a423
,001736,,,,,c0c1c087e216,0,1,1,"CE-ECC803",78:5208ca39f292,0,1,1,"Benzbento",86:881fa1372f82,0,6,1,"ParaLAB",60:
,001741,,,,,TH GSM,17,0050,31,99,01,35,024a,05,05,8110,255,0052,29,38,01,8110:0048,25,25,01,8110:0104,24,37,01,7d0a:0055,21,19,01,7d0a:0039,21,62,01,8110:0739,09,27,23,a423
,001741,,,,,5208ca39f292,0,1,1,"Benzbento",86:c0c1c087e216,0,1,1,"CE-ECC803",78:881fa1372f82,0,6,1,"ParaLAB",62:
,001746,,,,,TH GSM,17,0050,31,99,01,35,024a,05,05,8110,255,0052,29,38,01,8110:0048,26,25,01,8110:0104,24,37,01,7d0a:0055,21,19,01,7d0a:0039,21,62,01,8110:0739,09,27,23,a423
,001746,,,,,5208ca39f292,0,1,1,"Benzbento",88:c0c1c087e216,0,1,1,"CE-ECC803",76:881fa1372f82,0,6,1,"ParaLAB",68:586d8fb66bb8,0,11,1,"CE-Lab708",86:
,001751,,,,,TH GSM,17,0050,31,99,01,35,024a,05,05,8110,255,0048,26,25,01,8110:0052,29,38,01,8110:0104,24,37,01,7d0a:0055,21,19,01,7d0a:0039,21,62,01,8110:0739,09,27,23,a423
,001751,,,,,c0c1c087e216,0,1,1,"CE-ECC803",78:5208ca39f292,0,1,1,"Benzbento",86:881fa1372f82,0,6,1,"ParaLAB",60:
```

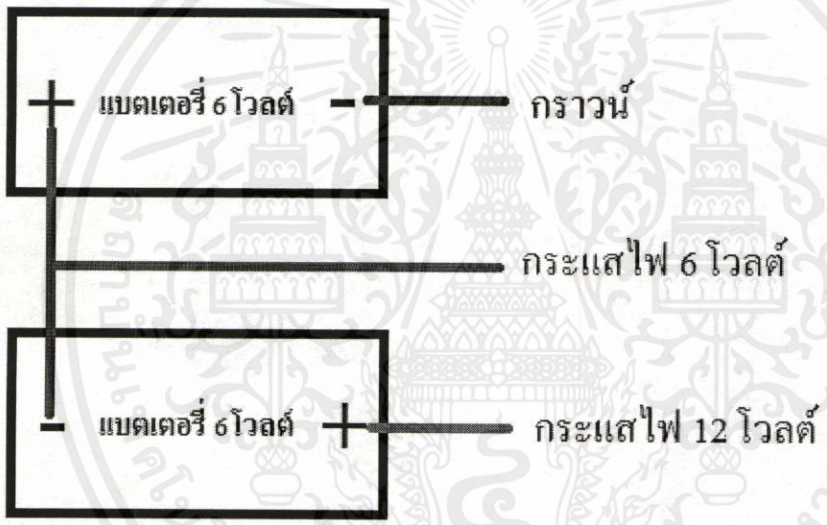
รูปที่ 4.10 ชุดข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้ในพื้นที่ปิด

โดยผลการทดลองเป็นไปตามที่คาดหวัง คือ ใน 1 ชุดข้อมูล จะได้ข้อมูลของ GPS อยู่ข้างหน้า และมีข้อมูลของ GSM และวายฟายตามหลังทั้ง 2 ส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 ทดลองการจ่ายไฟจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าให้อุปกรณ์ทั้ง 4

ในโครงงานนี้ อุปกรณ์จำเป็นต้องสามารถทำงานนอกสถานที่ได้ ดังนั้นจึงต้องมีแหล่งจ่ายไฟที่เคลื่อนย้ายได้ โดยได้เลือกแบตเตอรีต่อพ่วงจำนวน 2 ก้อน เป็นแหล่งจ่ายไฟให้กับระบบ ซึ่งแบตเตอรีทั้ง 2 ก้อนนั้น ได้เลือกใช้ขนาด 6 โวลต์ทั้ง 2 ก้อน และทำการต่อพ่วงกันแบบอนุกรม เพื่อที่จะสามารถจ่ายกระแสขนาด 12 โวลต์ได้ เนื่องจากตัวอุปกรณ์ GPS นั้น ต้องการแหล่งจ่ายไฟขนาด 12 โวลต์ในการทำงาน ขณะที่อุปกรณ์ GSM และตัวไมโครคอนโทรลเลอร์นั้น ใช้แหล่งจ่ายไฟ 6 โวลต์ ซึ่งทำการต่อพ่วงดังรูปต่อไปนี้



รูปที่ 4.11 แผนผังการต่อพ่วงแบตเตอรี่เพื่อใช้ในการจ่ายกระแสไฟ

ซึ่งเมื่อนำวงจรดังรูป 4.10 ไปทำการวัดกระแสไฟแล้ว ได้กระแสไฟฟ้าตามรูป และเมื่อนำไปจ่ายกระแสให้กับระบบแล้ว อุปกรณ์ทุกชิ้นสามารถทำงานได้ตามปกติ

4.7 ทดลองรับสัญญาณ GPS จากอุปกรณ์ ET-GPS นอกสถานที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากตัวเสาสัญญาณของอุปกรณ์ ET-GPS นั้น ไม่สามารถรับข้อมูลบางส่วนได้ในพื้นที่ปิด เช่นในห้อง เนื่องจากไม่สามารถรับสัญญาณจากดาวเทียมได้ ดังนั้น เมื่อสามารถนำอุปกรณ์ไปทดลองนอก

สถานที่ได้แล้ว จึงได้นำอุปกรณ์ ET-GPS ไปทดลองรับสัญญาณจากดาวเทียม ซึ่งจะทำให้ได้ข้อมูลที่ครบถ้วนกว่าการรับสัญญาณในพื้นที่ปิด ซึ่งได้ทดลองโดยการตัดข้อมูลที่ต้องการ และบันทึกลงใน SD Card ทันที ซึ่งได้ผลการทดลองดังนี้

```
gsm,14-02-16,10-03-22,1343.7533,N,10046.5645,E,TH GSM,18,0104,32,99,01,37,024d,05,05,7dC
wifi,14-02-16,10-03-22,1343.7533,N,10046.5645,E,9c2a70456798,0,6,0,"HP-Print-98-LaserJet
gsm,14-02-16,10-03-27,1343.7533,N,10046.5645,E,TH GSM,18,0104,32,99,01,37,024d,05,05,7dC
wifi,14-02-16,10-03-27,1343.7533,N,10046.5645,E,b0b2dcdf2acc,0,11,1,"Power Office",80:5c
gsm,14-02-16,10-03-32,1343.7533,N,10046.5645,E,TH GSM,18,0104,32,99,01,37,024d,05,05,7dC
wifi,14-02-16,10-03-32,1343.7533,N,10046.5645,E,9c2a70456798,0,6,0,"HP-Print-98-LaserJet
gsm,14-02-16,10-03-37,1343.7533,N,10046.5645,E,TH GSM,18,0104,33,99,01,37,024d,05,05,7dC
wifi,14-02-16,10-03-37,1343.7533,N,10046.5645,E,b0b2dcdf2acc,0,11,1,"Power Office",80:5c
gsm,14-02-16,10-03-42,1343.7533,N,10046.5645,E,TH GSM,18,0104,34,99,01,37,024d,05,05,7dC
wifi,14-02-16,10-03-42,1343.7533,N,10046.5645,E,b0b2dcdf2acc,0,11,1,"Power Office",80:5c
gsm,14-02-16,10-03-47,1343.7533,N,10046.5645,E,TH GSM,18,0104,35,99,01,37,024d,05,05,7dC
wifi,14-02-16,10-03-47,1343.7533,N,10046.5645,E,b0b2dcdf2acc,0,11,1,"Power Office",80:5c
gsm,14-02-16,10-03-52,1343.7533,N,10046.5645,E,TH GSM,18,0104,36,99,01,37,024d,05,05,7dC
wifi,14-02-16,10-03-52,1343.7533,N,10046.5645,E,b0b2dcdf2acc,0,11,1,"Power Office",80:5c
gsm,14-02-16,10-03-57,1343.7533,N,10046.5645,E,TH GSM,18,0104,35,99,01,37,024d,05,05,7dC
wifi,14-02-16,10-03-57,1343.7533,N,10046.5645,E,b0b2dcdf2acc,0,11,1,"Power Office",80:5c
gsm,14-02-16,10-04-02,1343.7533,N,10046.5645,E,TH GSM,18,0104,34,99,01,37,024d,05,05,7dC
wifi,14-02-16,10-04-02,1343.7533,N,10046.5645,E,b0b2dcdf2acc,0,11,1,"Power Office",80CR
gsm,14-02-16,10-04-07,1343.7533,N,10046.5645,E,TH GSM,18,0104,35,99,01,37,024d,05,05,7dC
wifi,14-02-16,10-04-07,1343.7533,N,10046.5645,E,b0b2dcdf2acc,0,11,1,"Power Office",80:5c
```

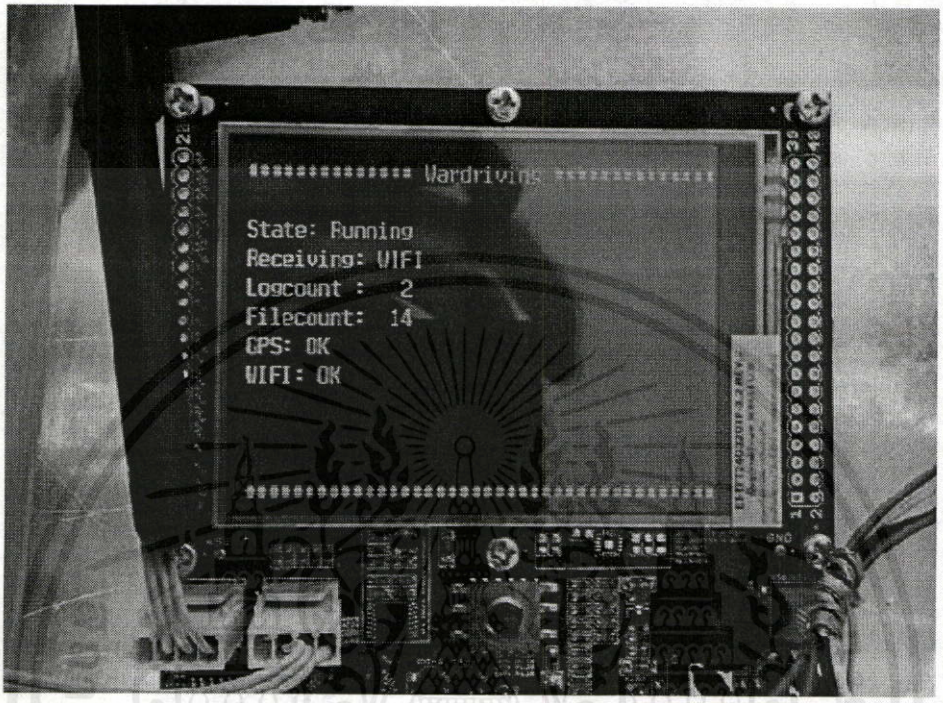
รูปที่ 4.12 ตัวอย่างข้อมูลจีพีเอสที่รับได้เมื่ออยู่ในพื้นที่เปิด

โดยจากรูปที่ 4.11 ข้อมูลทางด้านซ้ายที่ทำการตีกรอบไว้ จะเห็นได้ว่ามีข้อมูลของเวลา, วันที่, ละติจูด และลองจิจูดที่ครบถ้วนสมบูรณ์ ซึ่งเป็นข้อมูลที่รับได้นอกเหนือจากข้อมูล GPS ที่รับได้ในพื้นที่ปิด

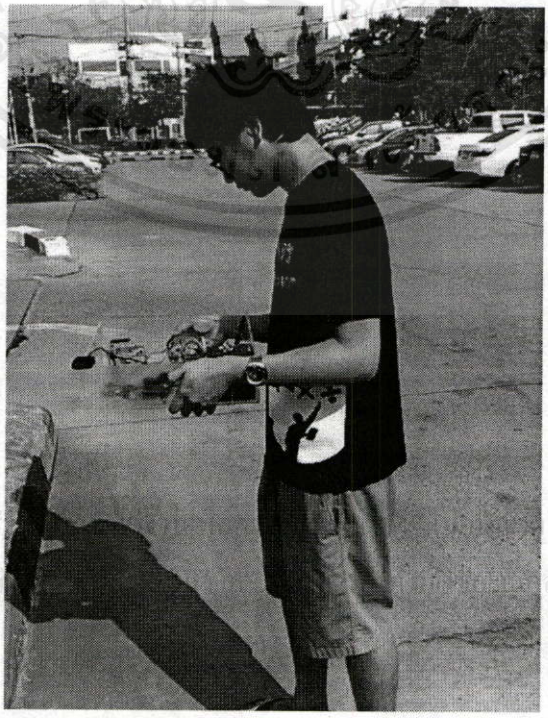
4.8 ทดลองรับสัญญาณจากสถานที่จริง

หลังจากทดลองและศึกษาอุปกรณ์ทั้งหมดแล้ว จากนั้นจึงทำการต่อเชื่อมกันทั้งหมด และนำอุปกรณ์ออกไปทดลองเก็บชุดข้อมูลภายนอกอาคาร โดยเดินทางอยู่บริเวณระหว่างตึกปฏิบัติการวิศวกรรม 2 ไปจนถึงลานจอดรถด้านหน้าของสถาบัน ซึ่งสามารถเก็บชุดข้อมูลมาได้จำนวน 164 ชุดข้อมูล โดยเมื่อนำชุดข้อมูลเหล่านั้นมาวิเคราะห์ พบว่าได้ผลลัพธ์ตามที่คาดหวัง คือชุดข้อมูลถูกต้องตามที่ออกแบบไว้ และข้อมูลที่ได้รับแสดงผลถูกต้องตามเหตุการณ์ต่างๆ เช่น อับสัญญาณจีพีเอส, ค้นหาสัญญาณวายฟายไม่ได้ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้นำไปดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.13 เอาต์พุตจากหน้าจอแอลซีดีขณะออกทดลองสถานที่จริง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำ ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิ สารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.14 ขณะนำอุปกรณ์ออกไปทดลองนอกสถานที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 บทสรุป

ปัจจุบันการติดต่อสื่อสารแบบไร้สายมีบทบาทกับชีวิตประจำวันมากและมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ขอบเขตที่สัญญาณครอบคลุมถึงและความเข้มของสัญญาณที่เกิดจากอุปกรณ์ที่เป็นแหล่งกำเนิดสัญญาณ หรือกำเนิดคลื่นความถี่มีความสำคัญมากในการติดต่อสื่อสารแบบไร้สายซึ่งสัญญาณระบบจีเอสเอ็มและวายฟาย ก็เป็นระบบที่นิยมใช้สำหรับบุคคลทั่วไป แต่เนื่องจากในขณะนี้พบปัญหาของระบบที่ไม่สามารถติดต่อกันได้ ซึ่งอาจจะเกิดจากปัจจัยหลายๆอย่างที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าความเข้มของสัญญาณ ดังนั้นโครงงานนี้จึงได้จัดทำขึ้นเพื่อศึกษา วิเคราะห์และทำการตรวจวัดสัญญาณระบบจีเอสเอ็มและวายฟายว่า ณ บริเวณต่างๆ มีค่าความเข้มของสัญญาณเป็นอย่างไร จากนั้นเก็บข้อมูลเหล่านั้นไว้ในหน่วยความจำ เมื่อทำการเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ไปเรื่อยๆ ก็จะเก็บข้อมูลของสัญญาณในแต่ละพื้นที่ได้มากขึ้น จนได้เป็นข้อมูลจำนวนมาก ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ต่อไปได้เช่นอัพโหลดข้อมูลไปสร้างเป็นแผนที่ความเข้มสัญญาณแล้วแสดงผลผ่านเว็บไซต์เพื่อให้สามารถทราบได้ว่าสถานที่ไหนบ้างที่มีสัญญาณวายฟายหรือจีเอสเอ็ม และมีความเข้มระดับใด เกิดประโยชน์ต่อทั้งผู้ให้บริการและผู้ใช้บริการ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ปัญหาอุปสรรคและแนวทางการแก้ไขปัญหา

1) ทางผู้จัดทำโครงงานไม่เคยเขียนโปรแกรมสำหรับตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ LPC1768 มาก่อน ทำให้การเริ่มศึกษาการเขียนโปรแกรมนั้นต้องใช้เวลาอย่างมากในการทำความเข้าใจ ซึ่งแก้ไขด้วยการเริ่มต้นศึกษาจากชุดคำสั่งตัวอย่าง ที่ผู้ผลิตบอร์ดทดลองได้มีการพัฒนาไว้แล้ว
2) ในช่วงของการเขียนและการทดสอบโปรแกรมนั้นทางผู้จัดทำโครงงานได้พบกับปัญหาต่างๆ มากมาย อย่างเช่น ปัญหาของบักในตัวโปรแกรม ซึ่งทำให้ผู้จัดทำโครงงานเสียเวลาอย่างมากในการที่จะแก้ไขให้โปรแกรมออกมาสมบูรณ์
3) เนื่องจากว่าในช่วงของการทำโครงงาน ทางคณะผู้จัดทำโครงงานมีภาระหน้าที่ในการเรียนอยู่ด้วยทำให้การวิเคราะห์และการทดลองโครงงานไม่ต่อเนื่องในบางช่วง ซึ่งมีผลทำให้การทำโครงงานออกมาสำเร็จล่าช้า
4) การทดสอบการใช้งานอุปกรณ์เชื่อมต่อจีพีเอสยังไม่สามารถรับข้อมูลตำแหน่งพิกัดจากดาวเทียมได้เนื่องจากการทดลองทั้งหมดทำในห้องทดลอง อุปกรณ์ทั้งหมดยังไม่สามารถนำออกไปทดลองนอกสถานที่ได้
5) เสาอากาศอุปกรณ์วายฟาย M01 มีการชำรุดระหว่างการพัฒนา ได้แก้ปัญหาโดยทำการบัดกรีส่วนที่เสียหาย และนำกลับมางานได้ดังเดิม
6) การทำแผงวงจรจ่ายไฟนั้น ชิ้นส่วนบางชิ้นเมื่อทำการต่อเชื่อมเสร็จเรียบร้อยแล้ว เมื่อนำไปทดสอบ เกิดการชำรุดขึ้น ทำให้ต้องนำกลับมาสับเปลี่ยนชิ้นส่วนออก เป็นชิ้นส่วนที่ใช้งานได้
7) ปัญหาเรื่อง SD Card เนื่องจากตัวไมโครคอนโทรลเลอร์นั้น ไม่รองรับ SD Card High Capacity หรือ SDHC ซึ่งเป็น SD Card ที่มีขายส่วนใหญ่ในปัจจุบัน แต่รองรับ SD Card ปกติ หรือ SD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] **Wardriving**. [Online]. Available : http://en.wikipedia.org/wiki/Wardriving.

[2] **Wigle**. [Online]. Available : http://wigle.net.

[3] **GPS**. [Online]. Available : http://www.com5dow.com/ไขปัญหาศัพท์-it/287-gps-คืออะไร.html.

[4] **Wi-Fi**. [Online]. Available : http://www.nmd.go.th/blog/?p=192.

[5] **GSM**. [Online]. Available : http://sutir.sut.ac.th:8080/sutir.

[6] **Timing advance**. [Online]. Available : http://en.wikipedia.org/wiki/Timing_advance.

[7] **Base station identity code**. [Online]. Available : http://en.wikipedia.org/wiki/Base_station_identity_code.

[8] **Mobile country code**. [Online]. Available : http://en.wikipedia.org/wiki/Mobile_country_code.

[9] **Control channel**. [Online]. Available : http://en.wikipedia.org/wiki/Control_channel.

[10] **Location area code**. [Online]. Available : http://telecomabc.com/l/lac.html.

[11] **คู่มือการใช้งานบอร์ดทดลอง ET-NXP ARM KIT LPC1768**. [Online]. Available: http://www.etteam.com/product2009/ET-ARM/ET-NXP-ARM-KIT-LPC1768-MANUAL.pdf.

[12] **คู่มือการใช้งานอุปกรณ์ ET-GSM SIM900B**. [Online]. Available: http://www.etteam.com/prod2012/SIM900b/man-th-ET-GSM%20SIM900B.pdf.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[13] **คู่มือการใช้งานอุปกรณ์ ET-GPS**. [Online]. Available:

http://www.etteam.com/prod2011/interface2/ET-MINI%20GPS.html.

[14] **คู่มือการใช้งานอุปกรณ์ M03-WiFi**. [Online]. Available:

http://www.thaieasyelec.net/archives/Manual/M03 - LVTTL UART to Wi-Fi Quick Guide v.1.pdf.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้