ระบบมอนิเตอร์เก้าอี้รถเข็นด้วยสมาร์ทโฟน

MONITORING WHEELCHAIR WITH SMART PHONE

เจษฎ์ทร ทองเจริญ
JETTAPHAT THONGCHAROEN
พรรษพัชร์ บำรุงวงศ์
PUNSAPACH BAMROONGWONG

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2557

ระบบมอนิเตอร์เก้าอี้อัจฉริยะด้วยสมาร์ตโฟน

MONITORING WHEELCHAIR WITH SMART PHONE

เจตภัทร ทองเจริญ

JETTAPHAT THONGCHAROEN

พรรษพัชร์ บำรุงวงศ์

PUNSAPACH BAMROONGWONG

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MONITORING WHEELCHAIR WITH SMART PHONE

JETTAPHAT THONGCHAROEN
PUNSAPACH BAMROONGWONGSE

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.2557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ระบบมอนิเตอร์เก้าอี้อัจฉริยะด้วยสมาร์ตโฟน
Thesis Title	MONITORING WHEELCHAIR WITH SMART PHONE
ชื่อนักศึกษา	นายเจตภัทร ทองเจริญ
	นางสาวพรรษพัชร์ บำรุงวงศ์
ระดับปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ
ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา	2557

(.....)

ผศ.บุณย์ชนะ ภู่ระหงษ์

อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ระบบมอนิเตอร์เก้าอี้อัจฉริยะด้วยสมาร์ตโฟน
Thesis Title	MONITORING WHEELCHAIR WITH SMART PHONE
ชื่อนักศึกษา	นายเจตภัทร ทองเจริญ รหัสนักศึกษา 54010234
	นางสาวพรรษพัชร์ บำรุงวงศ์ รหัสนักศึกษา 54010881
ระดับปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ
ปีการศึกษา	2557
อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์	ผศ.บุณย์ชนะ ภู่ระหงษ์

บทคัดย่อ

โครงงานฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อเป็นเครื่องมือช่วยคำนวณหาตำแหน่งที่เกิดจากการส่งสัญญาณระหว่างอุปกรณ์ที่ติดอยู่กับเก้าอี้รถเข็น กับจุดที่คอยรับสัญญาณเพื่อนำค่าความแรงของสัญญาณมาคำนวณหาตำแหน่งในหน่วยเมตร แล้วทำการบันทึกข้อมูลลงในฐานข้อมูลที่สร้างขึ้น ซึ่งสามารถดูย้อนหลังได้ทั้งหมด และสามารถระบุวันเวลาเพื่อหาข้อมูลทั้งหมดในวันเวลานั้นๆด้วย ในส่วนด้านแอปพลิเคชันที่ถูกติดตั้งลงบนสมาร์ตโฟนจะทำการเรียกข้อมูลจากฐานข้อมูลบนเซิฟเวอร์มาแสดงค่าบนแอปพลิเคชันในอินเตอร์เฟสที่สามารถเข้าใจได้ง่าย โดยจะแสดงวัน เวลา ค่าความแรงของสัญญาณ (RSSI) และค่าความแรงของสัญญาณที่คำนวณอยู่ในรูปของระยะทางในหน่วยเมตร รวมถึงทำการแจ้งเตือนด้วยเสียงเมื่อรถเข็นออกนอกระยะทางเกินกว่าที่กำหนดไว้นาน 15 วินาที ผลการนำชุดอุปกรณ์ และแอปพลิเคชันนี้ไปใช้งาน จะช่วยอำนวยความสะดวกให้ญาติของผู้ใช้งานเก้าอี้รถเข็นหรือแพทย์ผู้ดูแล ไม่จำเป็นต้องอยู่ใกล้ชิดผู้ใช้งานเก้าอี้รถเข็นตลอดเวลา อีกทั้งยังช่วยให้ผู้ดูแลมีเวลามากขึ้นสำหรับการทำงานที่สำคัญอื่นๆอีกด้วย เนื่องจากสามารถดูความเคลื่อนไหวของผู้นั่งรถเข็นได้ตลอดเวลาที่ทำการตรวจสอบจากแอปพลิเคชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	MONITORING WHEELCHAIR WITH SMART PHONE
Student	Mr.Jettaphat Thongcharoen Student ID. 54010234
	Miss.Punsapach Bumrungwong Student ID. 54010881
Degree	Bachelor of Engineering
Program	Information Engineering
Academic Year	2557
Thesis Advisor	Asst.Prof. Boonchana Purahong

ABSTRACT

This project is intended to serve as a tool to calculate the positions of the signal between devices attached to the wheelchair and receiver for the signal strength to calculate the position in meters. Then the data in a database that is created which can look all history value . You can specify the time to find out all the time as well. In the application that are installed on your smartphone to retrieve data from the database on the server to show up on an application interface that can be easily understood by the present day , the signal strength (RSSI) and the signal strength is calculated in terms of distance in meters. The alert sounds when the trolley off the distance is exceeded for 15 seconds navigation unit. Devices and application will assist the relatives of those who use wheelchairs or healthcare professional dont need to stay close to the wheelchair all the time. It also provides administrators with more time for other important work. Due to the movement of the wheelchair at any time of the examination of an application.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ผู้จัดทำขอมอบความสำเร็จนี้ให้แกบิดา มารดา อันเป็นที่รักยิ่งผู้ซึ่งคอยให้กำลังใจและสนับสนุนผู้จัดทำในทุกด้าน ขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.บุณย์ชนะ ภู่ระหงษ์ ที่ให้ความกรุณา ความช่วยเหลือคำชี้แนะช่วยแก้ปัญหา ตลอดจนให้ความรู้และประสบการณ์ดีๆ รวมทั้งกำลังใจแก่ผู้จัดทำ สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณบุคลากรทางการศึกษาทุกท่านที่มีส่วนเกี่ยวข้องช่วยเหลือให้การดำเนินงานเกี่ยวกับปริญญานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ทางผู้จัดทำขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

เจตภัทร ทองเจริญ
พรรษพัชร์ บำรุงวงศ์
วิศวกรรมสารสนเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II

กิตติกรรมประกาศ.....III

สารบัญ.....IV

สารบัญตาราง.....VI

สารบัญรูป.....VII

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1

1.2 วัตถุประสงค์.....2

1.3 ขอบเขตของโครงงาน.....2

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....3

1.5 อุปกรณ์ที่ใช้ในโครงงาน.....3

บทที่ 2 ทฤษฎีพื้นฐานที่ใช้

2.1 ระบบระบุตำแหน่ง.....4

2.2 Received Signal Strength Indication.....5

2.3 สิ่งที่ทำให้เกิดข้อผิดพลาดของสัญญาณ.....5

2.4 เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย.....6

2.5 ZigBee.....13

2.6 ข้อมูลในรูปแบบของAPI.....16

2.7 ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับอุปกรณ์.....17

2.8 ภาษาC.....22

2.9 ภาษาC#.....34

2.10 Forward Port.....38

2.11 ภาษาจาวา.....39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

บทที่ 3 การออกแบบ

3.1 การออกแบบ.....41

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง.....42

บทที่ 4 ผลการทดลอง

4.1 ผลการทดลองการเชื่อมต่อระหว่าง XBee ตัวรับ-ส่ง.....51

4.2 ผลการทดลองรับค่า RSSI ผ่านโปรแกรม VB 2010 พร้อมการบันทึกลงฐานข้อมูล....52

4.3 ผลการทดลองการใช้งานผ่านสมาร์ตโฟน.....53

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล.....57

5.2 ข้อเสนอแนะ.....57

บรรณานุกรม.....58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 การเปรียบเทียบเทคโนโลยีไร้สายในแบบต่างๆ.....14
ตารางที่ 2.2 ตารางเปรียบเทียบ XBee ในสถานที่ต่างกัน.....20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 โครงสร้างแบบจำลองเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สาย....7
รูปที่ 2.2 ส่วนประกอบของหน่วยรวมเซนเซอร์....9
รูปที่ 2.3 ระดับชั้นโปรโตคอลของเครือข่ายสื่อสารไร้สาย....11
รูปที่ 2.4 ลักษณะการใช้งานเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายแบบซักถามและแบบแบ่งงาน....13
รูปที่ 2.5 การเชื่อมต่อ Microcontroller 2 ตัว โดยใช้ ZigBee Module....16
รูปที่ 2.6 รูปแบบของ API Packet frame Mode 1....17
รูปที่ 2.7 สายอากาศแบบ Wire, Chip....17
รูปที่ 2.8 สายอากาศแบบ RPSMA Connector, UFL Connector....18
รูปที่ 2.9 XBee Series 1 Pro Whip Antenna....19
รูปที่ 2.10 เครือข่าย ZigBee แบบ Star , Cluster , Mesh....19
รูปที่ 2.11 Arduino UNO R3....21
รูปที่ 2.12 Mini XBee USB Dongle V.2....21
รูปที่ 2.13 Power bank....22
รูปที่ 2.14 สัญลักษณ์โปรแกรม Microsoft Visual C#....38
รูปที่ 2.15 การ Forward Port....39
รูปที่ 3.1 แผนผังการทำงานของระบบโดยรวม....41
รูปที่ 3.2 แผนผังการติดตั้งอุปกรณ์โดยรวม....42
รูปที่ 3.3 การแสดงไอพีแอดเดรสของเซิฟเวอร์....43
รูปที่ 3.4 การ Forward Port....44
รูปที่ 3.5 การบันทึกข้อมูลลงบนฐานข้อมูล....44
รูปที่ 3.6 Code การดักจับข้อมูลผ่านทางซีเรียลพอร์ต....45
รูปที่ 3.7 Code แสดงกำหนดให้ Visual Basic C# ทำหน้าที่เป็น TCP Server....45
รูปที่ 3.8 Code ตอบรับไอพีในกรณีเชื่อมต่อไม่สำเร็จ และสำเร็จ....46
รูปที่ 3.9 Code ดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลมายังสมาร์ตโฟน....46
รูปที่ 3.10 Code คำสั่งตั้งค่าให้แอปพลิเคชันทำหน้าทีเป็น TCP Client....46
รูปที่ 3.11 โทรศัพท์สมาร์ตโฟนยี่ห้อ Samsung Galaxy S5....47
รูปที่ 3.12 XBee Series2....47
รูปที่ 3.13 Bluebee Breakboard....48
รูปที่ 3.14 Mini Usb Dongle....48

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น การอ้างอิงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

รูปที่ 3.15 Microcontroller Arduino Uno R3.....49
รูปที่ 3.16 โปรแกรม Microsoft Visual Basics C# 2010..... 49
รูปที่ 3.17 โปรแกรม Adobe Flash Developer.....50
รูปที่ 4.1 ภาพแสดงการรัน Serial Monitor บนโปรแกรม Arduino.....51
รูปที่ 4.2 แสดงผลการรับค่า RSSI ผ่านทางซีเรียลพอร์ต.....52
รูปที่ 4.3 แสดงการบันทึกรวมถึงการดูข้อมูลย้อนหลังทั้งหมด.....52
รูปที่ 4.4 แสดงการดูข้อมูลย้อนหลังแบบเลือกวันเดือนปี.....53
รูปที่ 4.4 แสดงการ Forward Port.....53
รูปที่ 4.5 Code เช็คไอพีแอดเดรสของผู้ให้บริการ.....54
รูปที่ 4.6 Code การแจ้งเตือนแบบเสียงดังนาน 15 วินาที.....54
รูปที่ 4.7 อินเตอร์เฟสแสดงการป้อนแอดแดรสที่ถูกต้อง.....55
รูปที่ 4.8 อินเตอร์เฟสแสดงการป้อนแอดแดรสที่ไม่ถูกต้อง.....56
รูปที่ 4.9 อินเตอร์เฟสแสดงข้อมูลที่รับได้จากฐานข้อมูล.....56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากมีผู้พิการ ผู้ป่วย หรือผู้สูงอายุ ที่จำเป็นต้องใช้เก้าอี้รถเข็น (Wheelchair) กันอย่างแพร่หลาย โดยต้องมีผู้ดูแล หรือผู้ใช้ต้องออกแรงเองในการเคลื่อนที่ไปยังจุดต่างๆ หลักๆแล้วเก้าอี้รถเข็นมีหลากหลายประเภท แต่เก้าอี้รถเข็นก็จะต่างกันไปตามความต้องการของผู้ใช้งานและผู้ดูแลเอง โดยเก้าอี้รถเข็นต้องสามารถช่วยคนที่พิการหรือไม่สามารถใช้ส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกายได้เหมือนคนปกติให้มีความสะดวกสบาย ใช้ง่าย แบ่งเบาภาระของผู้ดูแลหรือแพทย์ส่วนตัวโดยไม่ต้องทำการดูแลอยู่ตลอดเวลา และที่สำคัญที่สุดคือไม่เป็นอันตรายต่อคนผู้ใช้เพื่อให้ผู้ใช้ไม่เกิดความหวาดกลัวต่อเก้าอี้รถเข็น

เก้าอี้รถเข็นมีทั้งหมด 4 ประเภทหลัก คือ

1. แบบธรรมดา (General) พวกนี้เราจะพบบ่อยในชีวิตประจำวันโดยเก้าอี้รถเข็นชนิดนี้สามารถพับได้ ปัจจุบันก็มีการพัฒนาเก้าอี้รถเข็นชนิดนี้ไว้มาก โดยพัฒนาเพื่อให้ใช้ได้สะดวก และปลอดภัยมากยิ่งขึ้น อีกอย่างที่พัฒนาคือตัวล้อ เราพัฒนาล้อจนสามารถที่จะเดินทางไปได้ทุกๆที่

2. แบบที่บังคับได้เอง (Self propelled) เป็นเก้าอี้รถเข็นที่ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อให้คนใช้สามารถเป็นอิสระ หรือสามารถเคลื่อนไหวได้ตามใจคิดได้และยังสามารถให้คนอื่นช่วยเข็นได้ด้วย

3. แบบที่มีมอเตอร์ (Motorized) รถเข็นนี้จะขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์โดยไม่จำเป็นต้องใช้แรงของบุคคลนั้น ๆ แต่บังคับได้ด้วยมือ ซึ่งรถเข็นชนิดนี้ น่าจะเป็นแบบที่สะดวกและสบายที่สุดสำหรับคนที่ใช้ รถเข็นประเภทนี้จะประหยัดพลังงานของผู้ใช้ และสามารถให้เค้าเข้าสังคมได้มากยิ่งขึ้น ถึงแม้ว่ารถเข็นชนิดนี้จะมีราคาแพงแต่ปัจจุบันมีการพัฒนาเทคโนโลยีจนสามารถใช้งานได้สะดวกมาก

4. แบบที่ใช้ในการกีฬา (Sport) รถเข็นชนิดนี้จะใช้ในการกีฬาเป็นส่วนใหญ่สำหรับคนที่ชอบเล่นกีฬา โดยเราออกแบบรถเข็นนี้ให้มีหลักฐานที่มั่นคงและเคลื่อนไหวได้สะดวก

จากรถเข็น 4 ประเภทหลักข้างต้นนั้น บางชนิดก็ได้นำไปใช้กันอย่างแพร่หลายนั่นก็คือเก้าอี้รถเข็นแบบธรรมดาซึ่งเราสามารถพบเห็นได้ทั่วไปในโรงพยาบาลและทั่วไปในสังคม จากจุดนี้ที่มีผู้ใช้งานเก้าอี้รถเข็นกันเป็นจำนวนมากทำให้คณะผู้จัดทำลงความเห็นว่าจะทำเป็นกรณีศึกษาเกี่ยวกับระบบมอนิเตอร์ผู้ใช้งานบนเก้าอี้รถเข็นด้วยสมาร์ตโฟน (Smartphone) ในระบบปฏิบัติการแอน-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Android) เพื่อรองรับการใช้งานในรูปแบบแอปพลิเคชัน (Application) ช่วยในการประหยัดเวลาของผู้ดูแลหรือแพทย์ส่วนตัวโดยที่ไม่ต้องคอยติดตามอยู่ตลอดเวลาและเพื่อความปลอดภัยของผู้ใช้งานรถเข็นอัจฉริยะเองให้ได้อยู่ในความดูแล อีกทั้งยังสามารถทราบบริเวณของผู้ใช้งานที่อยู่บนรถเข็นอัจฉริยะและทำการแจ้งเตือน (Alarm) ไปยังสมาร์ตโฟนของผู้ดูแลหรือแพทย์ส่วนตัว เมื่อผู้ใช้งานที่อยู่บนรถเข็นอัจฉริยะออกนอกระยะทางที่ถูกกำหนดเอาไว้ ทั้งนี้คณะผู้จัดทำจึงตั้งใจพัฒนาเพื่อเพิ่มความสะดวกสบายโดยไม่ต้องมีผู้คอยติดตามอยู่ตลอดเวลาและรวมไปถึงความปลอดภัยของกลุ่มผู้งานรถเข็นให้มีความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์

- เพื่อศึกษาการออกแบบระบบมอนิเตอร์เก้าอี้อัจฉริยะที่สามารถทราบบริเวณของผู้ใช้งานรถเข็นได้ด้วยสมาร์ตโฟนให้อยู่บนมาตรฐาน Zigbee
- เพื่อพัฒนาระบบมอนิเตอร์เก้าอี้อัจฉริยะที่สามารถทราบบริเวณของผู้ใช้งานรถเข็นได้ด้วยสมาร์ตโฟนในรูปแบบแอปพลิเคชั่นผ่านระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์
- เพื่อพัฒนาและต่อยอดรถเข็นอัจฉริยะให้ใช้งานได้หลากหลายมากยิ่งขึ้น
- เพื่อความปลอดภัยของกลุ่มผู้ใช้งานรถเข็นให้มีความปลอดภัยเพิ่มมากยิ่งขึ้น

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

- สามารถสร้างการเชื่อมต่อระหว่าง Xbee ได้
- สามารถทราบค่า RSSI (Receive Signal Indicator) ที่มาจากสัญญาณของ Xbee ได้
- สามารถนำค่า RSSI ที่ได้มาเก็บไว้ในฐานข้อมูล (Database)
- สามารถนำค่า RSSI ที่ได้มาเปลี่ยนให้อยู่ในหน่วย เมตร (m) รวมทั้งบันทึกลงในฐานข้อมูล
- ฐานข้อมูลสามารถบันทึกข้อมูล วัน เดือน ปี เวลา ค่า RSSI และ ค่า RSSI ที่แปลงเป็นหน่วยเมตร
- แอปพลิเคชั่นสามารถดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลได้ตลอดเวลาที่ไม่สั่งการออกจากแอปพลิเคชั่น
- แอปพลิเคชั่นสามารถทำการเตือนด้วยเสียงนาน 15 วินาทีเมื่อมีค่าระยะทางที่เกินกว่าที่กำหนดเอาไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- แอปพลิเคชั่นนี้สามารถบอกระยะทางจากจุดอ้างอิงได้ในหน่วย เมตร
- แอปพลิเคชั่นนี้สามารถเปลี่ยนหมายเลข IP address ตามความสะดวกของผู้ใช้งาน
- แอปพลิเคชั่นนี้สามารถอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้งานแอพพลิเคชั่นโดยที่ไม่ต้องคอยติดตามอยู่ตลอดเวลา
- แอพพลิเคชั่นนี้ช่วยเพิ่มความปลอดภัยให้แก่ผู้ใช้งานรถเข็นอัจฉริยะมากยิ่งขึ้นเสมือนไม่ห่างไกลจากผู้ดูแล

1.5 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำโครงงาน

1.5.1 ฮาร์ดแวร์

- XBee Series 2	จำนวน	2	ตัว
- Arduino Uno R3	จำนวน	1	บอร์ด
- คอมพิวเตอร์	จำนวน	1	เครื่อง
- Router	จำนวน	1	เครื่อง
- Smartphone ระบบปฏิบัติการ Android	จำนวน	1	เครื่อง

1.5.2 ซอฟต์แวร์

- โปรแกรม XCTU
- โปรแกรม Arduino
- โปรแกรม Microsoft Visual Basic C#
- โปรแกรม Microsoft Access
- โปรแกรม Flash Developer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีพื้นฐานที่ใช้

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีพื้นฐานต่างๆที่เกี่ยวข้องในการทำโครงงานระบบมอนิเตอร์รถเข็นอัจฉริยะด้วยสมาร์ตโฟน (MONITORING WHEELCHAIR WITH SMART PHONE) เป็นโครงงานที่ได้นำแนวคิดการติดตามตัวบุคคลผ่านอินเตอร์เน็ต มาประยุกต์ใช้ในการติดตามรถเข็น โดยจะสามารถตรวจสอบว่ารถเข็นอยู่ในบริเวณใดและอยู่ในบริเวณที่กำหนดหรือไม่ด้วยตนเองในรูปแบบแอปพลิเคชั่น

2.1 ระบบระบุตำแหน่ง

ระบบการระบุตำแหน่งในปัจจุบันพบว่ามีการนำมาใช้งานกันอย่างแพร่หลาย และมีการนำเอาเทคโนโลยีอื่นๆ มาผสมผสานในการระบุตำแหน่งอีกมากมาย โดยมีตัวอย่างในการระบุตำแหน่งอย่างเช่น การระบุตำแหน่งของเก้าอี้รถเข็นผู้ป่วยภายในโรงพยาบาล หรือการระบุตำแหน่งของที่ต่างๆภายในอาคาร

2.1.1 ประเภทของระบบระบุตำแหน่ง

ระบบระบุตำแหน่งสามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ ตามเทคโนโลยีที่ใช้การตรวจจับ คือ อินฟราเรด ความถี่วิทยุ อัลตร้าซาวด์ โดยแต่ละประเภทมีรายละเอียดดังนี้

2.1.1.1 อินฟราเรด (Infrared) : แสงอินฟราเรดเป็นคลื่นความถี่สั้นเป็นตัวกลางในการสื่อสารอีกแบบหนึ่งซึ่งมีลักษณะการทำงานคล้ายไมโครเวฟ เป็นแสงที่มีทิศทางในระดับสายตา ไม่สามารถทะลุผ่านวัตถุทึบแสงได้ จะนิยมใช้ในการติดต่อในระยะทางที่ใกล้ๆ การประยุกต์ใช้คลื่นอินฟราเรดจะเป็นการประยุกต์ใช้ในการสื่อสารแบบไร้สาย (Wireless communication) ในการควบคุมเครื่องมือ หรือเครื่องใช้ไฟฟ้า

2.1.1.2 ความถี่วิทยุ (Radio Frequency) : สัญญาณความถี่วิทยุ หรือย่านความถี่วิทยุ (RF) สามารถเดินทางผ่านวัสดุได้ ดังนั้นระบบนี้จึงมักนำมาใช้งานในสภาพแวดล้อมที่เป็นอาคาร ซึ่งมีความเร็วในการแพร่สัญญาณสูง ระบบนี้มีระยะการใช้งานที่กว้างกว่าระบบอินฟราเรดและอัลตร้าซาวด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1.3 อัลตร้าซาวด์ (Ultrasound) : อัลตร้าซาวด์สามารถทำงานที่ย่านความถี่ต่ำ (40kHz) เมื่อเปรียบเทียบกับสองระบบที่กล่าวมาระบบนี้จะมีความแม่นยำสูงสำหรับการตรวจจับที่มีความเร็วของการแพร่สัญญาณต่ำเป็นระบบที่ไม่สามารถเดินทางผ่านกำแพงได้

2.2 Received Signal Strength Indication (RSSI)

RSSI เป็นค่าที่ใช้บอกความแรงของสัญญาณวิทยุที่ได้รับในเทอมของพลังงานมีหน่วยเป็น dBm (Decibels Mill watt) ถ้า RSSI มีค่ามากแสดงว่าสัญญาณที่ได้รับมีความแรงสูง ซึ่งทำให้รู้ว่าตัวส่งและตัวรับอยู่ใกล้ๆกัน ในทางกลับกันหาก RSSI มีค่าน้อยแสดงว่าสัญญาณที่ได้รับมีความแรงต่ำ ซึ่งทำให้รู้ว่าตัวส่งและตัวรับอยู่ไกลกัน วิธีนี้ไม่นิยมใช้งานที่ต้องการความแม่นยำสูงเนื่องจากความแปรปรวนของสภาพแวดล้อม อย่างไรก็ตามวิธีการวัดความแรงของสัญญาณมักนำไปใช้ในการประมาณค่าตำแหน่งวัตถุหรือนำไปใช้ร่วมกับวิธีอื่นในการพิจารณาได้ นอกจากนี้

2.3 สิ่งที่ทำให้เกิดข้อผิดพลาดของสัญญาณ

ปัญหาที่มักพบในการส่งสัญญาณมาจากผลกระทบจากสภาพแวดล้อมซึ่งมีชนิดของข้อผิดพลาดดังนี้

2.3.1 Multipath Fading and Shadowing

ในการวัดความแรงของสัญญาณคลื่นวิทยุ Multipath Fading และ Shadowing เป็นสาเหตุซึ่งทำให้เกิดความแปรปรวน คลื่นที่กระจัดกระจายใกล้เครื่องรับจะทำให้เกิดการแปรผันทางมุม (AOA) ทำให้ค่าการวัดที่คลาดเคลื่อนไปจากความเป็นจริง

2.3.2 Non Line-of-Sight (NLOS)

คือเส้นทางของคลื่นที่ไปยังเครื่องรับมีสิ่งกีดขวาง ซึ่งอาจจะทำให้ผลลัพธ์ของการวัดความแรงของสัญญาณมีความแปรปรวนกว่าที่เป็นจริง

2.3.3 Multiple-Access Interfere

เกิดขึ้นโดยเครื่องที่มีกำลังสูงไปรบกวนเครื่องที่มีกำลังต่ำกว่า สามารถเกิดกับระบบคลื่นเสียงและระบบอัลตราโซนิค (Ultrasonic) ในระบบที่ใช้การวัดความแรงของสัญญาณที่ได้จากคลื่นวิทยุราคาถูก เมื่อระบบที่ใช้ไม่ใช่อุปกรณ์ที่มีความแม่นยำสูง ค่าความแปรปรวนจะเกิดจากความคลาดเคลื่อนเมื่อใช้เครื่องแปลงกำลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4 Fluctuations in Signal Propagation Speeds

เกิดกับคลื่นเสียงที่ถูกนบกวนจากปัจจัยภายนอก เช่น แรงลมหรืออุณหภมิ

2.4 เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย

เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย Wireless Sensor Network (WSN) [1] คือ การใช้อุปกรณ์เซ็นเซอร์เล็กๆ จำนวนมากเพื่อตรวจวัดคุณสมบัติต่างๆ ของสิ่งแวดล้อมที่สนใจและประมวลผลข้อมูลเหล่านั้นเพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมรอบตัวหรือตอบสนองกับการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมได้โดยอัตโนมัติ

2.4.1 วิวัฒนาการของเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย

ยุคแรกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการสงคราม ในช่วงสงครามเย็น (SOSUS) ซึ่งสหรัฐใช้ในมหาสมุทรเพื่อตรวจจับเรือดำน้ำของสหภาพโซเวียต โดยใช้ระบบแถวเซ็นเซอร์ไฮโดรโฟน (hydrophone array) ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานเสียงเป็นพลังงานไฟฟ้าใต้น้ำ และส่งข้อมูลด้วยสายเคเบิลใต้น้ำในช่วงเวลาเดียวกัน ระบบเครือข่ายเรดาร์ทางอากาศ (networks of air defense radars) ได้รับการพัฒนาเพื่อป้องกันภาคพื้นสหรัฐอเมริกาและแคนาดา ในยุคแรกนี้ระบบเครือข่ายมีรูปแบบเป็นลำดับขั้น (hierarchical) การประมวลผลจะทำตามลำดับขั้นและใช้มนุษย์เป็นหลักในการประมวลผลและทำงาน

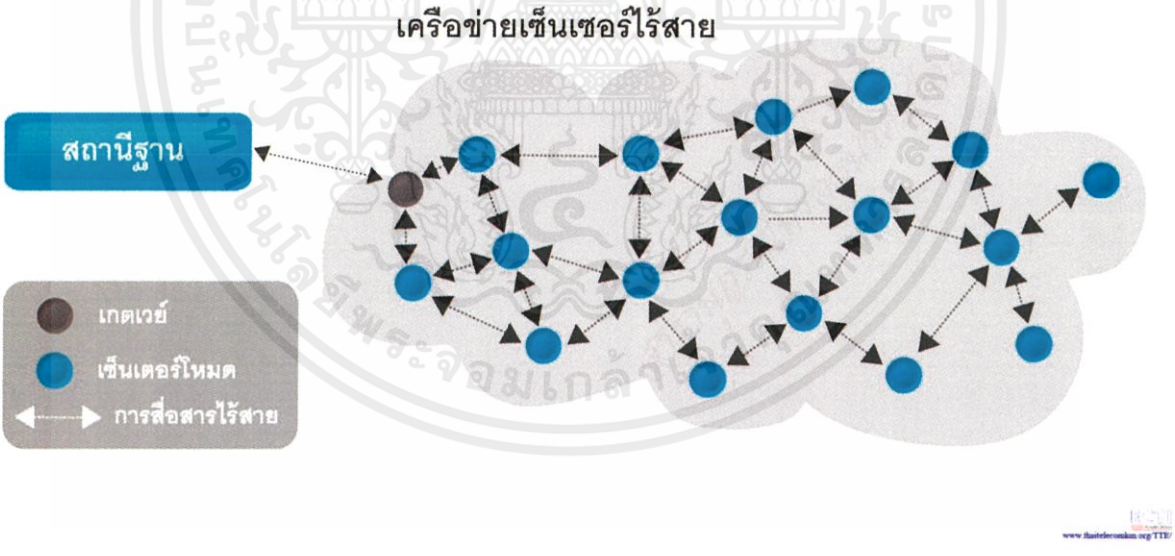
ยุคที่สองเกิดขึ้นหลังจากการพัฒนาอินเทอร์เน็ตในปี พ.ศ.2523 ซึ่งเป็นยุคของการพัฒนาเครือข่ายเซ็นเซอร์แบบกระจายตัว (Distributed Sensor Network) โดยเป็นโครงการวิจัยของ Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA) โดยเน้นที่การพัฒนาการประมวลผลข้อมูลแบบกระจายตัว การประมวลผลสัญญาณ (Signal processing) การติดตามวัตถุ เครือข่ายใช้โปรโตคอลสื่อสารระดับสูงแต่ด้วยเทคโนโลยีในยุคนั้นทำให้หน่วยร่วมเซ็นเซอร์มีขนาดใหญ่และถูกออกแบบให้เป็นรถเซ็นเซอร์เพื่อให้เป็นหน่วยร่วมเซ็นเซอร์แบบเคลื่อนที่ได้เครือข่ายเซ็นเซอร์ยุค ปี พ.ศ.2550 เทคโนโลยีการผลิตไมโครอิเล็กทรอนิกส์ได้รับการพัฒนาถึงระดับที่สามารถผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีขนาดเล็ก ราคาถูก และประหยัดพลังงาน ซึ่งเหมาะสำหรับสร้างหน่วยประมวลผลและหน่วยส่งข้อมูลของเซ็นเซอร์ไร้สาย และด้วยเทคโนโลยีระบบเครื่องกลจุลภาค การสร้างเซ็นเซอร์ขนาดเล็กและวงจรอิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็กเกิดขึ้นได้จริง ทำให้เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายยุคนี้ เข้าใกล้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายในจินตนาการของนักวิจัยยุคก่อนอย่างไรก็ตามเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายนี้ยังมีการวิจัยอย่างต่อเนื่อง

2.4.2 สถาปัตยกรรมเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย

สถาปัตยกรรมเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย ประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่ หน่วยร่วมเซ็นเซอร์ เกตเวย์และสถานีฐาน(Base station) ดังรูปที่ 2.1 หน่วยร่วมเซ็นเซอร์จำนวนมากฝังตัวใสภาพแวดล้อมเพื่อเก็บข้อมูล โดยแต่ละหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ติดต่อสื่อสารกันแบบไร้สายกับหน่วยร่วเซ็นเซอร์ข้างเคียง ซึ่งขึ้นอยู่กับความสามารถในการรับส่งแบบไร้สาย แต่ละหน่วยร่วมเซนเซอร์ควบคุมและจัดการงานของตัวเอง (Self-organize) ทุกๆหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ที่ติดต่อถึงกันทำงานร่วมกัน (Collaboration) เป็นเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายทำให้แต่ละหน่วยร่วมเซ็นเซอร์สามารถส่งข้อมูลไปหากันได้ แม้ว่าหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ปลายทางไม่สามารถติดต่อกับหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ต้นทางได้โดยตรง โดยให้หน่วยร่วมเซ็นเซอร์ระหว่างทางช่วยส่งข้อมูลต่อๆ กันตั้งแต่ต้นทางถึงปลายทางวิธีการส่งแบบนี้เรียกว่าการส่งแบบมัลติฮอพ (Multi-hop) เกตเวย์ทำหน้าที่รับส่งข้อมูลระหว่างสถานีฐานและเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายโดยเกตเวย์อาจเป็นหน่วยร่วม เซ็นเซอร์ธรรมดาหรือเป็นหน่วยร่วมเซ็นเซอร์



รูปที่ 2.1 โครงสร้างแบบจำลองเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย

เนื่องจากเป็นการทำงานแบบไร้สาย ทำให้แต่ละหน่วย ร่วมเซ็นเซอร์ใช้แหล่งพลังงานภายในหน่วยร่วมเซ็นเซอร์เอง หรือในบางกรณีอาจใช้แหล่งกำเนิดพลังงาน เพื่อให้หน่วยร่วมเซ็นเซอร์ทำงานได้อย่างต่อเนื่อง ด้วยเหตุนี้ทำให้เครือข่ายมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาเนื่องจากหน่วยร่วม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้นำไปดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เซ็นเซอร์อาจหยุดทำงานเพราะพลังงานหมดหรือกลับขึ้นมาทำงานได้อีก ครั้งเมื่อมีพลังงานเพียงพอ รวมไปถึงในบางเครือข่ายที่มีหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ที่เคลื่อนที่ได้ การเปลี่ยนแปลงของหน่วยร่วมเซ็นเซอร์นั้นมีผลต่อโครงสร้าง (Topology) ของเครือข่าย และส่งผลถึงเส้นทางในการส่งข้อมูลของหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ โดยเส้นทางในการส่งข้อมูลในแต่ละโครงสร้างนั้นขึ้นอยู่กับวิธี การหาเส้นทาง (Routing algorithm) ซึ่งวิธีการค้นหาเส้นทางในแต่ละเครือข่ายนั้นจะขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของเครือข่ายนั้นๆ

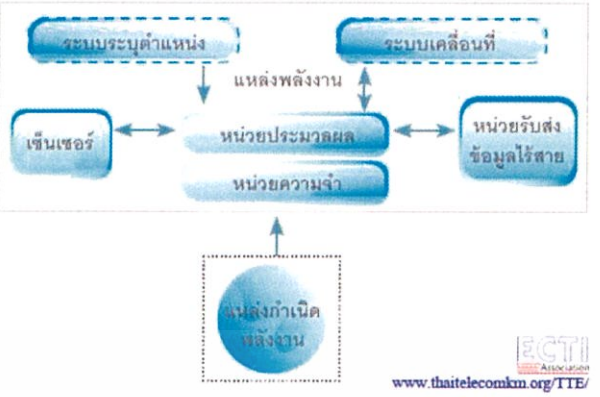
2.4.3 ลักษณะของเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย

- หน่วยร่วมเซ็นเซอร์มีราคาต่างกันเพื่อการสร้างเครือข่ายที่ต้องใช้หน่วยร่วมเซ็นเซอร์จำนวนมากและเหมาะสำหรับการนำไปใช้ครั้งเดียว
- หน่วยร่วมเซ็นเซอร์มีขนาดเล็กเพื่อฝังตัวในสภาพแวดล้อม
- หน่วยร่วมเซ็นเซอร์มีแหล่งพลังงานและความสามารถในการประมวลผลจำกัด
- หน่วยร่วมเซ็นเซอร์และเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายสามารถจัดการตัวเองได้โดยไม่ต้องมีมนุษย์เข้าไปควบคุมหรือช่วยเหลือ
- หน่วยร่วมเซ็นเซอร์จำนวนมาก มีการกระจายตัวครอบคลุมบริเวณทำการของเครือข่าย เซ็นเซอร์ไร้สายเพื่อเก็บข้อมูล
- เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายทนทานต่อความเสียหายเมื่อหน่วยร่วมเซ็นเซอร์บางส่วนทำงานไม่ได้
- โครงสร้างเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายเป็นโครงสร้างที่ไม่แน่นอนและปลี่ยนแปลงได้อยู่ตลอดเวลา

2.4.4 หน่วยร่วมเซ็นเซอร์

การทำงานของหน่วยร่วมเซ็นเซอร์คือการวัดและเก็บข้อมูลที่ได้จากสภาพแวดล้อม นำข้อ มูลไปประมวลผล สร้างเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายและส่งข้อมูล ทำให้หน่วยร่วมเซ็นเซอร์มีส่วนประกอบดังรูปที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 ส่วนประกอบของหน่วยร่วมเซ็นเซอร์

ส่วนประกอบของหน่วยร่วมเซ็นเซอร์แบ่งออกเป็นสองกลุ่มคือ กลุ่มส่วนประกอบหลักที่จ าเป็นเพื่อให้เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายทำงานได้โดยในภาพที่ 2.2 จะเป็นส่วนประกอบที่มีเส้นรอบรูปเป็นเส้นทึบ และกลุ่มส่วนประกอบเพิ่มเติมเพื่อเพิ่มคุณสมบัติพิเศษให้กับหน่วยร่วมเซ็นเซอร์โดยในรูปที่ 2.2 จะเป็นส่วนประกอบที่มีเส้นรอบรูปเป็นเส้นประ

2.4.4.1 กลุ่มส่วนประกอบหลัก

- เซ็นเซอร์ (Sensor) : ทำหน้าที่วัดค่าต่างๆ จากสภาพแวดล้อมตามแต่ชนิดของ เซ็นเซอร์ เช่น ความชื้น อุณหภูมิ ความเข้มแสง ควัน ความเร่ง แรงสั่นสะเทือน ความเคลื่อนไหว ความลึกความเป็นกรดหรือด่าง เป็นต้น
- หน่วยรับส่งข้อมูลไร้สาย (Transceiver unit) : ทำหน้าที่รับส่งข้อมูลแบบไร้สาย ในย่านความถี่สาธารณะ(ISM band) เพื่อรับส่งข้อมูลระหว่างหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ข้างเคียง
- หน่วยประมวลผล (Processing unit) : ติดต่อกับเซ็นเซอร์เพื่อสั่งงานหรือรับข้อมูลที่วัดได้จากเซ็นเซอร์เพื่อนำไปประมวลผลเป็นข้อมูลจัดเก็บลงในหน่วยความจำรอการร้องขอข้อมูลหรืออาจส่งข้อมูลทันทีผ่านทางหน่วยรับส่งข้อมูลไร้สาย หน่วยประมวลผลกลางอาจรับข้อมูลจากระบบระบุตำแหน่งเพื่อช่วยในการประมวลผลต่างๆ หรือหน่วยประมวลผลกลางอาจทำหน้าที่ควบคุมการเคลื่อนที่ของหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ผ่านทางระบบเคลื่อนที่ นอกจากนี้ หน่วยประมวลผลกลางยังทำหน้าที่ประมวลผลเครือข่ายและหาเส้นทางในการส่งข้อมูลของหน่วยร่วมเซ็นเซอร์
- แหล่งพลังงาน (Power unit) : เก็บสะสมพลังงานและจ่ายพลังงานให้กับทุกส่วนประกอบบนหน่วยร่วมเซ็นเซอร์แหล่งพลังงานจะรับพลังงานจากแหล่งก าเนิดพลังงาน หากหน่วยร่วมเซ็นเซอร์มีแหล่งกำเนิดพลังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือแสวงหาประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น โดยไม่ได้รับอนุญาตจากผู้เขียนเป็นลายลักษณ์อักษร

2.4.4.2 กลุ่มส่วนประกอบเพิ่มเติม

- ระบบระบุตำแหน่ง (Positioning unit) : เป็นหน่วยระบุตำแหน่งของหน่วยร่วมเซ็นเซอร์โดยใช้ GPS เพื่อนำข้อมูลตำแหน่งไปใช้ประมวลผล เช่น หาเส้นทางเพื่อส่งข้อมูลหาตำแหน่งสำหรับการเคลื่อนที่ของหน่วยร่วมเซ็นเซอร์เป็นต้น
- ระบบเคลื่อนที่ (Mobilizing unit) : ทำหน้าที่เคลื่อนย้ายตำแหน่งของเซ็นเซอร์เพื่อวัตถุประสงค์ต่างๆ เช่น จัดรูปแบบโครงสร้างเครือข่าย ติดตามวัตถุเคลื่อนที่หาสัญญาณสื่อสาร
เป็นต้น
- แหล่งกำเนิดพลังงาน (Power generator unit) : ทำหน้าที่กำเนิดพลังงานจากสิ่งแวดล้อม เช่น พลังงานลม ความร้อน ปฏิกิริยาเคมีการสั่นสะเทือน เป็นต้น ให้เป็นพลังงานไฟฟ้าเพื่อเก็บสะสมและใช้ต่อไปเพื่อชดเชยพลังงานที่ถูกใช้ไปทำให้ตัวเซ็นเซอร์ไร้สายทำงานได้เป็นเวลานาน

2.4.5 ระบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย

เนื่องจากข้อจำกัดในหลายๆด้าน จึงทำให้เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายมีระบบเครือข่ายที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับการใช้งาน เช่น ในระบบเตือนภัย ระบบเครือข่ายต้องการความเร็วสูงในการส่งข้อมูล และจะส่งข้อมูลเมื่อเกิดอุบัติการณ์ขึ้นเท่านั้นเพื่อประหยัดพลังงาน ในระบบวัดและควบคุมทางการเกษตร ระบบเครือข่ายไม่ต้องการความเร็วสูงในการส่งข้อมูล แต่จะส่งข้อมูลตลอดเวลาโดย อาจมีการรวมข้อมูล (Data fusion) ในระหว่างเส้นทางการเดินทางของข้อมูลเพื่อลดจำนวนครั้งของการสื่อสารและประหยัดพลังงาน ดังนั้นการเลือกชนิดและออกแบบเครือข่ายจะต้องพิจารณ์ให้เหมาะสมกับการใช้งาน

2.4.5.1 โปรโตคอลสแตก (Protocol stack) : หรือระดับชั้นเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายให้ความสำคัญกับพลังงานมากเพราะเซ็นเซอร์ไร้สายมักมีแหล่งพลังงานที่จำกัด ทำให้พลังงานมีผลมากกับเซ็นเซอร์ไร้สายและเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายในด้านการออกแบบจึงต้องปรับปรุงโปรโตคอลสแตกของ Open Systems Interconnection (OSI) model โดยแบ่งเป็นสามชั้นและหนึ่ง**ระนาบ**ดังรูปที่ 2.3 แต่ละชั้นจะทำหน้าที่เฉพาะของตัวเองคอยให้ความช่วยเหลือชั้นบนและขอความช่วยเหลือจากชั้นล่างที่ติดกับชั้นตัวเอง ส่วนระนาบซึ่งเชื่อมโยงกับทุกชั้น จะควบคุมบริหารจัดการในทุกๆชั้น ให้ทำงานตามวัตถุประสงค์ของระนาบนั้นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.3 ระดับชั้นโปรโตคอลของเครือข่ายสื่อสารไร้สาย

- ชั้นกายภาพ (Physical layer) : รับผิดชอบการรับส่งสัญญาณไร้สายในด้านกายภาพ เช่น ช่วงความถี่สัญญาณ การมอดูเลต (Modulation) การเข้ารหัสระดับช่องสัญญาณ ชั้นกายภาพในประเทศไทยจะใช้ช่วงความถี่สาธารณะและกำลังส่งตามกฎหมายกำหนด

- ชั้นเชื่อมต่อข้อมูล (Data link layer) : รับผิดชอบการรับส่งข้อมูลระหว่างเซ็นเซอร์ข้างเคียง การเข้าใช้ช่องสัญญาณ (Medium access control (MAC)) การควบคุมข้อผิดพลาด (Error control) ของข้อมูล เพื่อให้การสื่อสารระหว่างหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ถูกต้องและเชื่อถือได้ปัจจุบันการเข้าใช้ช่องสัญญาณของหน่วยร่วมเซ็นเซอร์จะเป็นแบบสุ่มเข้าใช้งาน (Random access) ที่เป็นเช่นนี้เพราะการใช้งานเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายประกอบไปด้วยหน่วยร่วมเซ็นเซอร์อยู่เป็นจำนวนมากและไม่มีโครงสร้างที่แน่นอนทำให้การควบคุมแบบรวมศูนย์ทำได้ยาก และการใช้ช่องสัญญาณแบบสุ่มทำให้เกิดความเท่าเทียมกันในการเข้าใช้ช่องสัญญาณ

- ชั้นเครือข่าย (Network layer) : รับผิดชอบการรับส่งข้อมูลระดับเครือข่ายเนื่องจากเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายใช้การส่งข้อมูลแบบมัลติฮอพเพื่อส่งข้อมูลจากหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ไปยังสถานีฐาน การคำนวณหาเส้นทางที่เหมาะสมในการส่งข้อมูลเป็นหน้าที่หลักของชั้นนี้

- ระนาบพลังงาน (Power plane) : รับผิดชอบควบคุมการใช้พลังงานในชั้นต่างๆของหน่วยร่วมเซ็นเซอร์และเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายให้มีประสิทธิภาพ โดยอาจประสานงานข้ามชั้น (Cross layer) เช่น หน่วยร่วมเซ็นเซอร์ที่เหลือพลังงานน้อย อาจจะลดพลังงานในการส่งข้อมูลในชั้นกายภาพ โดยประสานงานกับชั้นเครือข่ายเพื่อเลือกเส้นทางที่ควรจะส่งข้อมูลในกรณีที่ระยะส่งข้อมูลลดลงเนื่องการลดพลังงานในการส่งข้อมูล

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.5.2 การพิจารณาระบบเครือข่าย

- การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากหน่วยร่วมเซ็นเซอร์มีพลังงานอยู่จำกัด ซึ่งพลังงานที่มีเก็บสะสมอยู่เป็นตัวแปรหนึ่งของอายุการใช้งานหน่วยร่วมเซ็นเซอร์และอายุของเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย
- ความล่าช้าของข้อมูล การใช้งานเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายในบางประเภทต้องการให้ได้ข้อมูลเร็วที่สุดหรือมีระดับความล่าช้าของข้อมูลไม่เกินค่าที่กำหนดหลังจากหน่วยร่วม เซ็นเซอร์เก็บข้อมูลได้เช่น ในงานสัญญาณเตือนภัยสึนามิ ไฟป่า หรือในงานควบคุมที่ความล่าช้าของข้อมูล (Delay sensitive) มีผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของระบบควบคุม เป็นต้น
- ความถูกต้องของข้อมูลเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายควรจะให้ข้อมูลที่ถูกต้องสูงซึ่งขึ้นอยู่กับความแม่นยาของเซ็นเซอร์และการประมวลผลข้อมูลในหน่วยร่วมเซ็นเซอร์หรือในเครือข่ายเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องที่สุด
- ความทนทานต่อความเสียหาย และเหตุการณ์ที่หน่วยร่วมเซ็นเซอร์ไม่สามารถทำงานได้มีโอกาสเกิดขึ้นได้ดังนั้นเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายต้องปรับเปลี่ยนโครงสร้างเพื่อให้เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายยังคงทำงานต่อไปได้ เช่น การมีเส้นทางสำรองในการเชื่อมต่อเครือข่ายและในการส่งข้อมูล
- ความสามารถในการส่งข้อมูล แบ่งออกเป็น ความสามารถในการส่งข้อมูลของแต่ละหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ และความสามารถในการส่งข้อมูลของเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายในกรณีที่ส่งข้อมูลไม่พร้อมกัน ความสามารถในการส่งข้อมูลของแต่ละหน่วยร่วมเซ็นเซอร์เป็นสิ่งสำคัญ แต่ในกรณีที่ส่งข้อมูลพร้อมๆ กันจำนวนมากความสามารถในการส่งข้อมูลของเครือข่ายเป็นสิ่งสำคัญ ซึ่งขึ้นอยู่กับการใช้งานเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย
- จำนวนหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ในเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายเป็นปัจจัยหลักกับค่าใช้จ่ายและความคุ้มค่าในการเลือกใช้ระบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย

2.4.6 การประยุกต์ใช้งานเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย

การใช้งานเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายแบ่งออกตามลักษณะการใช้งานได้เป็นสองประเภท คือ ประเภทซักถาม (Querying) กับประเภทแบ่งงาน (Tasking)

2.4.6.1 แบบซักถาม (Querying)

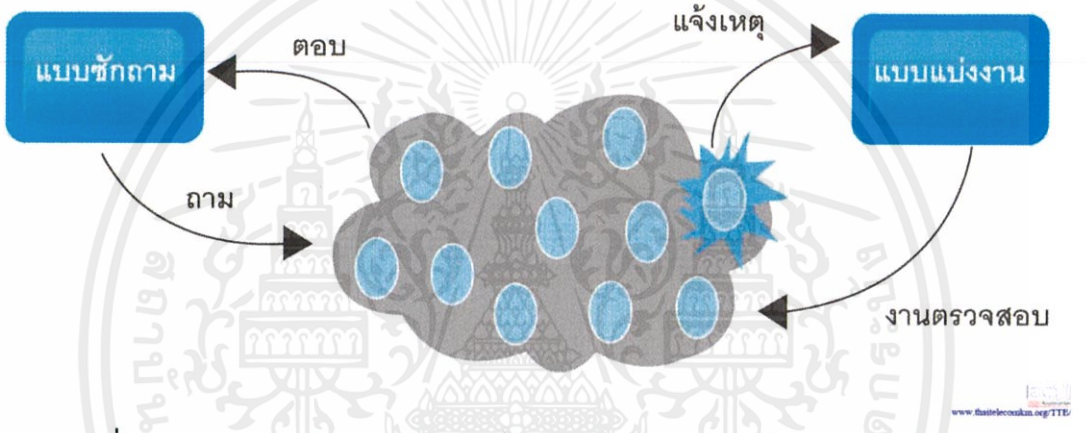
เมื่อเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายถูกถามหาข้อมูลหน่วยรวมเซ็นเซอร์ใดๆ ที่มีข้อมูลจะตอบกลับผ่านเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายดังรูปที่ 2.4 ตัวอย่างเช่น ในงานการเกษตร หน่วยร่วมเซ็นเซอร์จะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น และไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา

ถูกถามเมื่อโปรแกรมที่ใช้งานต้องการใช้ข้อมูลความชื้นและอุณหภูมิหน่วยร่วมเซ็นเซอร์จะตอบด้วยข้อมูลที่ถูกเก็บบันทึกไว้ในแต่ละหน่วยร่วมเซ็นเซอร์

2.4.6.2 แบบแบ่งงาน (Tasking)

เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายคอยรับหน้าที่ในการตรวจสอบเหตุการณ์ต่างๆ เมื่อเกิดเหตุการณ์ที่ได้รับมอบหมายให้ตรวจสอบ หน่วยร่วมเซ็นเซอร์จะแจ้งข้อมูลผ่านเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายกลับทันทีดังรูปที่ 2.4 ตัวอย่างเช่น ในการเตือนภัยไฟป่าเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายได้รับมอบหมายให้เฝ้าวัดความร้อนและควันไฟ หน่วยร่วมเซ็นเซอร์จะแจ้งข้อมูลกลับทันทีเมื่อตรวจวัดความร้อนและควันไฟได้เกินระดับที่ตั้งไว้เท่านั้น



รูปที่ 2.4 ลักษณะการใช้งานเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายแบบซักถามและแบบแบ่งงาน

2.5 ZigBee

ZigBee เป็นมาตรฐานการสื่อสารที่ออกแบบมาสำหรับการสื่อสารที่ใช้กำลังส่งต่ำในระยะสั้น จัดเป็นเทคโนโลยีประเภท Wireless personal area network (WPAN) โดยมีการใช้งานอย่างแพร่หลายในด้านงานควบคุมในทางอุตสาหกรรม และเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สาย (Wireless sensor network : WSN) โดยเทคโนโลยีการสื่อสารแบบไร้สาย ZigBee ได้ถูกพัฒนาให้มีจุดเด่นกว่าเทคโนโลยีไร้สายแบบอื่นๆ เช่น ราคาต่ำ ใช้พลังงานน้อยสามารถติดตั้งไว้ได้นาน และสามารถสร้างเครือข่ายได้ซึ่งเหมาะกับการใช้งานด้านเซนเซอร์ไร้สายตรวจสอบตำแหน่งของวัตถุและตรวจสอบสภาพแวดล้อม ดังตารางที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Market Name Standard	ZigBee 805.15.4	GSM/GPRS CDMA/1xRTT	Wi-Fi 802.11b	Bluetooth 802.15.1
Application Focus	Monitoring & Control	Wide Area Voice & Data	Web, Email, Video	Cable Replacement
System Resources	4KB-32KB	16 MB+	1MB+	250KB+
Batter Life (days)	100-1,000	1-7	5-5	1-7
Network Size	Unlimited	1	32	7
Maximum Data Rate (KB/s)	20-250	64-128	11,000+	720
Transmission Range (meters)	1-100	1000	1-100	1-10+
Success Metric	Reliable Power,Cost	Reach,Quality	Speed , Flexibility	Cost , Convenience

ตารางที่ 2.1 การเปรียบเทียบเทคโนโลยีไร้สายในแบบต่างๆ

2.5.1 ชนิดอุปกรณ์ของ ZigBee

2.5.1.1 แบบ Physical Device มี 2 ประเภท

- แบบ Physical Device : FFD เป็นเราท์เตอร์ที่เป็นสื่อกลางในการส่งข้อมูลจากอุปกรณ์อื่นโดยใช้พลังงานจาก Power Line ทำงานได้ในทุกทอพอโลจี (Topology) และสามารถทำเป็นจุดเชื่อมต่อกัน
- แบบReduced Function Device : RFD เหมาะแก่การเชื่อต่อภายในเครือข่าย ใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ ไม่สามารถถ่ายทอดข้อมูลจากอุปกรณ์อื่นๆได้ ทำได้ง่ายในเครือข่ายแบบสตาร์

2.5.1.2 แบบ Logical Device มี 3 ประเภท

- ZigBee Coordination : เป็นจุดที่ประสานเชื่อมต่อกัน ทำหน้าที่เริ่มจัดการเชื่อมโครงข่าย จัดการโหนดในเครือข่ายและเก็บข่าวสารของโหนดในโครงข่าย
- ZigBee Router : ทำหน้าที่จัดการเส้นทางของข้อความที่ส่งผ่านภายในโครงข่ายโหนดใดๆ
- ZigBee End Device : เป็นโหนดที่อยู่ในส่วนของผู้ใช้งาน โดยสามารถเป็นได้ทั้งแบบ RFD และ FF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 การประยุกต์ใช้งาน ZigBee

แบ่งแยกตามประเภทของข้อมูลข่าวสาร ที่มีอยู่ 3 แบบ

2.5.2.1 ข้อมูลแบบ Periodic : ข้อมูลเป็นช่วงเวลา โปรแกรมสามารถควบคุมอัตราการส่งและตัวตรวจจับสัญญาณกระตุ้น เช็คข้อมูลและทำให้ข้อมูลไม่เคลื่อนไหว ใช้สำหรับเซ็นเซอร์และมิเตอร์

2.5.2.2 ข้อมูลแบบ Repetitive low latency : ใช้ในงานที่ต้องการ Latency น้อยๆ โดยการสื่อสารจะใช้วิธีจัดสรรช่องเวลา และสามารถใช้กลไกแบบ GTS เพื่อรับประกันคุณภาพของการบริการ นำไปใช้งาน เช่น เมาส์ไร้สาย

2.5.2.3 ข้อมูลแบบ Intermittent : เป็นลักษณะที่มีการส่งผ่านข้อมูลเมื่อมีการใช้งาน เช่น สวิตซ์ไฟ

2.5.3 ขั้นตอนการทำงานของโพรโทคอล ZigBee

ขั้นตอนการทำงานของ ZigBee Coordinator จะเริ่มต้นเครือข่าย โดยการตรวจสอบการใช้ช่องสัญญาณวิทยุภายในบริเวณรอบๆ ถ้ามีช่องสัญญาณที่ไม่ถูกใช้โดย Coordinator ตัวอื่น ก็สามารถเริ่มต้นเครือข่ายได้ หลังจากนั้น Coordinator ก็จะทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางของเครือข่าย รองรับการเข้าร่วมของเครือข่าย ZigBee End Device และรองรับการร้องขออื่นๆตามมาตรฐานด้วยเช่นกัน

ขั้นตอนการทำงานของ ZigBee End-Device จะเริ่มต้นการทำงานโดยการร้องขอการเข้าร่มเครือข่ายไปยัง Coordinator ประจำเครือข่ายนั้นๆ โดยการตรวจสอบผ่านช่องสัญญาณต่างๆว่า Coordinator ใช้ช่องสัญญาณใดอยู่เมื่อเข้าร่วมเครือข่ายแล้วEnd-Deviceจึงสามารถทำการร้องขอคำสั่งอื่นๆผ่านทางCoordinator ได้ เช่น การส่งข้อความทั่วไป (Massage), การร้องขอ Binding (Binding Request), การร้องขอออกจากเครือข่าย

2.5.4 การส่งข้อมูลของ ZigBee

การส่งข้อมูลแบบ RF ของแต่จะแพ็กเกจในส่วนของ Header จะประกอบด้วย Source Address และ Destination Address โดยที่ IEEE 802.15.4 จะมีโครงสร้าง 2 แบบ นั่นคือ แบบ Short 16-bit address และแบบ Long 64-bit address ซึ่ง 64-bit จะสามารถอ่านคำสั่ง SL (Serial Number Low) และ SH (Serial Number High) และการส่งข้อมูลแบบ RF จะส่งได้ 2 โหมด คือ Unicast Mode และ Broadcast Mode

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.4.1 การส่งแพ็กเกจโดยใช้โครงสร้าง 16-bit addressing

ให้ตั้งค่า ตัวแปร DL (Destination Address Low) ให้เท่ากับ ตัวแปร MY และตั้งค่าตัวแปร DH (Destination Address High) เป็น 0

2.5.4.2 การส่งแพ็คเกจโดยใช้โครงสร้าง 64-bit addressing

ให้ตั้งค่า Destination Address (DL+DH) ให้เข้ากับ Source Address (SL+SH) ของปลายทางที่เราจะส่งแพ็กเกจไป

2.5.5 การติดต่อสื่อสารของ ZigBee ผ่านทางพอร์ตอนุกรม

ZigBee อินเตอร์เฟสกับอุปกรณ์ผู้ใช้ (Host) ผ่านทางพอร์ตอนุกรม อะซิงโครนัสระดับตรรกะส่งผ่านโมดูลทางพอร์ตอนุกรม โมดูลสามารถติดต่อสื่อสารกับตรรกะต่างๆเข้ากับ UART หรือระดับตัวแปรกับอุปกรณ์อนุกรมต่างๆUART การไหลของข้อมูล อุปกรณ์มีอินเตอร์เฟส UART สามารถติดต่อโดยตรงกับพินของ RF โมดูล ดังรูปที่ 2.5

รูปที่ 2.5 การเชื่อมต่อ Microcontroller 2 ตัว โดยใช้ Zigbee Module

Zigbee Module ที่เลือกใช้นี้สามารถทำหน้าที่เป็น DCE เพื่อให้ DTE ทั้งสองฝั่งสามารถติดต่อกันได้ เสมือนกับว่า DTE ทั้งสองฝั่งติดต่อกันด้วยสาย Serial โดยตรงนั่นเอง

2.6 การส่งข้อมูลในรูปแบบของ API

การส่งข้อมูลในรูปแบบ API (Application Programming Interface) คือการจัดเก็บข้อมูลที่ต้องการจะติดต่อสื่อสารกับโมดูลอื่นๆ ในรูปแบบโครงสร้างที่แน่นอน โดยจัดเก็บเป็น Frame Packet ซึ่งสามารถบอกได้ว่า Packet ที่ส่งไปนั้นมีคำสั่งอะไร การส่งข้อมูลถูกต้องหรือไม่ และมีสถานะของการส่งและรับของ Packet นั้นๆด้วย ซึ่งข้อมูลที่ส่งไปจะอยู่ในรูปแบบของเลขฐานสิบหก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.1 รูปแบบของ API Frame

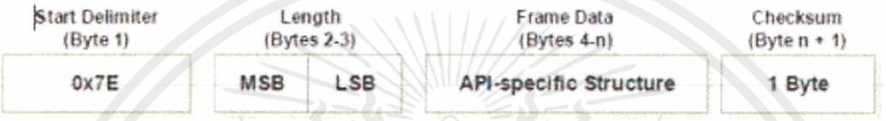
รูปแบบของ API Frame สามารถส่งข้อมูลในรูปของ API Mode ได้โดยการตั้งค่าพารามิเตอร์ของคำสั่ง API (APIEnable) ดังนี้

AP = 0 เป็นการตั้งค่าการส่งข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบของ UART แบบปกติ API Mode จะถูกยกเลิก

AP = 1 เป็นการตั้งค่าการส่งข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบ API Mode

AP = 2 เป็นการตั้งค่าการส่งข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบของ API Mode (Escaped Character)

API Mode ของโครงงานที่คณะผู้จัดทำใช้ API Mode (AP= 1) ซึ่งจะมีโครงสร้างของข้อมูลที่ส่งเป็นลักษณะดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 รูปแบบของ API Packet frame Mode 1

MSB = Most Significant Byte

LSB = Last Significant Byte

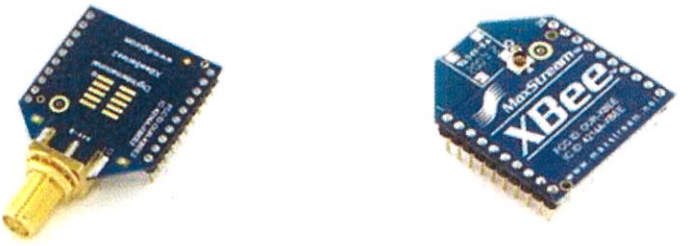
Checksum คือ ไบต์ที่ตรวจสอบความถูกต้อง ของข้อมูลที่ได้รับหรือส่ง สามารถคำนวณหาค่า Checksum ได้โดยบวก Frame Data ทุกไบต์ในลักษณะของเลขฐานสิบหก หลังจากนั้นนำไบต์สุดท้ายไปลบออกจาก 0xFF ก็จะได้ค่า Checksum ที่ถูกต้อง

2.7 ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับอุปกรณ์

2.7.1 XBee

รูปที่ 2.7 สายอากาศแบบ Wire (Whip), Chip ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 สายอากาศแบบ RPSMA Connector, UFL Connector ตามลำดับ

รูปที่ 2.9 Xbee Series 1 Pro Whip Antenna

XBee เป็นอุปกรณ์ที่มีไมโครคอนโทรลเลอร์ และ RFIC อยู่ภายในทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์อุปกรณ์รับ-ส่งสัญญาณแบบ Half Duplex ย่านความถี่ 2.4 GHz มีการจัดการโดยใช้พลังงานต่ำ ใช้งานง่าย มีอินเตอร์เฟส (Interface) ที่ใช้รับและส่งข้อมูลกับ XBee เป็น UART (TTL) ซึ่งสำหรับทางด้านไมโครคอนโทรลเลอร์ เรานำขาที่ใช้ติดต่อสื่อสาร UART ของ XBee ต่อเข้ากับ UART ของไมโครคอนโทรลเลอร์ ได้เลย XBee สามารถใช้งานตามมาตรฐาน ZigBee ได้ โดยที่ท่านไม่ต้องเขียนโปรแกรมสร้างเครือข่าย ZigBee เลย เพราะว่าทางผู้ผลิตได้จัดทำ Firmware ที่จะอัพโหลดโปรแกรมเข้าไปในตัว XBee ให้สามารถตั้งค่าพารามิเตอร (Parameter) ผ่านโปรแกรม X-CTU หรือโปรแกรมที่เขียนขึ้นเองผ่านทาง At command (เหมือนกับการควบคุม GSM Module) โดยใช้ Hyper terminal หรือ ผ่านทางการรับส่งข้อมูลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยเมื่อตั้งค่า XBee ให้ทำงานเป็นอุปกรณ์ในเครือข่าย ZigBee แล้ว เราจะเรียก XBee แต่ละตัวว่าเป็น Node Firmware ที่ใช้กับ XBee จะใช้โหลดผ่านโปรแกรม X-CTU ทั้งนี้ XBee แต่ละรุ่น จะสามารถตั้งค่าฟังก์ชั่นการใช้งานได้หลากหลาย ทำให้ Firmware ที่จะต้องโหลดเข้าไปนั้น เราต้องเลือกให้เหมาะสมกับการใช้งานเอง XBee ทั้ง 2 Series นี้สามารถสร้าง Topology ได้ดังนี้

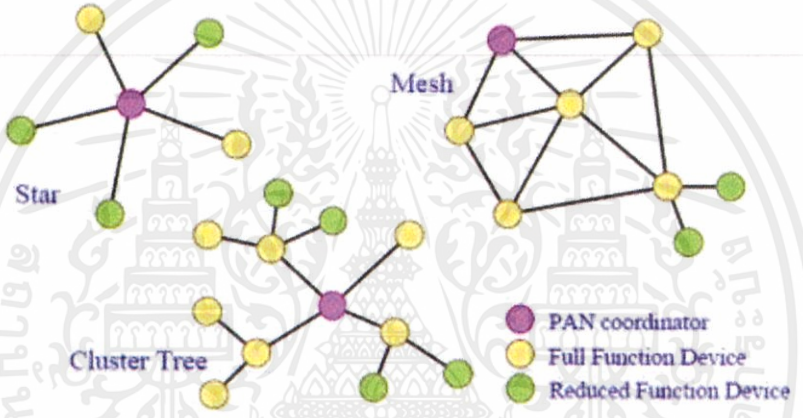
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รุ่น Series1 Peer-to-Peer, Point-to-Point , Point-to-Multipoint (Broadcast)

รุ่น Series2 (ZB) Mesh , Peer-to-Peer , Point-to-Point , Point-to-Multipoint (Broadcast)

โดย XBee series 2 จะมี parameter ในการ setting ต่าง ๆ มากกว่า series1

หมายเหตุ Peer-to-Peer network หมายถึง เครือข่ายที่อยู่ในระดับชั้นเดียวกัน ยกตัวอย่าง ใน OSI Layer เช่น ระดับ Transport Network Layer คือ TCP Protocol ระหว่างคอมพิวเตอร์ 2 เครื่อง แต่สำหรับ XBee คำว่า Peer-to-Peer network หรือ Non Beacon Network คือ การที่ตั้งค่าโหนดเป็น End Device หมดทุกตัว ไม่มีการกำหนดตายตัวว่า ตัวใดจะเป็น Master ตัวใดจะเป็น Slave แต่จะให้ระบบจัดการกันเอง โดยในเครือข่าย จะต้องกำหนดพารามิเตอร์ไอดี (PAN ID) และ CH (Channel) XBee สามารถตั้งค่าให้เป็น End-Device , Router , Coordinator ตามเงื่อนไขของ Zigbee ดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 เครือข่าย ZigBee แบบ Star , Cluster , Mesh

การศึกษาการใช้งาน XBee ในเบื้องต้นสามารถทดสอบด้วยการปรับพารามิเตอร์ที่สำคัญต่าง ๆ ผ่าน ซอฟต์แวร์ ที่ใช้ร่วมกันกับ XBee ชื่อ X-CTU มาได้จากบริษัท Digi นอกจากใช้ซอฟต์แวร์แล้ว ต้องมีอุปกรณ์ที่จะเชื่อมต่อ XBee เข้ากับคอมพิวเตอร์เพื่อทำการติดต่อสื่อสารกับ X-CTU ด้วยโดยอุปกรณ์ที่ว่านี้ คือตัวที่จะนำขาบางขาของ XBee มาต่อเข้ากับวงจร max232 เพื่อเปลี่ยนระดับสัญญาณ TTL ให้สามารถติดต่อสื่อสารกับคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ต RS232 (DB9) ได้ หรือจะใช้ FT232RL สำหรับแปลงหัวการเชื่อมต่อแบบซีเรียล (Serial) เป็น ยูเอสบี (USB) ในกรณีที่คอมพิวเตอร์ไม่มีพอร์ต DB9 แล้วก็ได้ ตัวอย่างอุปกรณ์ที่ใช้เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์เพื่อ อัพเดต (Update) , ตั้งค่าตัวแปร (Config Parameter) และสำหรับใช้ทำการทดสอบเบื้องต้น เช่น XBee Socket, XBee USB Dongle, XBee Breadboard, XBee RS232 (DB9) Dongle อุปกรณ์ เหล่านี้ถือว่าเป็นอุปกรณ์เสริมที่ลดภาระงานทางด้าน Hardware ได้ส่วนหนึ่ง กำลังส่งสายอากาศและสัญญาณรบกวนของ XBee นั้น ใช้ย่านความถี่ 2.4 Ghz ซึ่งเป็นย่านเดียวกันกับบลูธูท (Bluetooth) หรือ เครือข่ายไร้สาย ดังนั้นหลายอาจจะสงสัยว่า สัญญาณมันจะกวนกันหรือไม่ คำตอบคือ กวนกัน การรับส่งสัญญาณก็ขาดหายไปบ้าง แต่บางครั้งก็ครบถ้วน นั่นอาจเป็นเพราะกำลังส่งของ XBee และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะทางของโหนดที่ทดสอบใกล้กันมาก ช่องสัญญาณย่านความถี่ 2.4 Ghz นี้เรียกว่าเป็นย่านไมโครเวฟ (Microwave) หลักสำคัญของย่านไมโครเวฟอย่างหนึ่งคือ การวางตำแหน่งตัวรับส่งสัญญาณนั้น ต้องตั้งแบบไม่มีสิ่งกีดขวางใด (line of sight) ถึงจะได้กำลังส่งสูงสุด สำหรับกำลังส่งของ XBee ในรุ่น Pro จะใช้ 50-60 mw ใน Datasheet บอกว่าได้ไกลถึง 1.5 km. แต่ก็ต้องเป็นลักษณะไม่มีสิ่งกีดขวางใด หากไม่ใช่เงื่อนไขนี้ จะได้ระยะการรับส่งสัญญาณที่ลดลง นอกเหนือจากเรื่องระดับสายตา (line of sight) แล้ว ยังมีเรื่องสัญญาณรบกวนต่าง (Interference) สายอากาศตัว XBee มีให้เลือกที่เป็นแบบสำเร็จรูปพร้อมใช้ ไม่ต้องหาสายอากาศมาต่อเพิ่มคือ สายอากาศแบบ chip ant และ whip ant ซึ่งรูปแบบการแพร่กระจายคลื่นจะบ่งบอกเราอย่างหนึ่งจากหลาย ๆ อย่างได้ว่า สายอากาศนี้ จะมีอัตราการขยายดีอย่างไร Chip ant นั้น ก็มีข้อดีตรงที่มันทำให้ขนาด Dimension รวมเล็กลง แต่การขยาย (Gain) น้อยกว่าแบบ Whip ant Chip ant จึงมีระยะรับส่งข้อมูลที่ลดลงจากสเป็ค (Spec) ดังตารางที่ 2.2

Module	Anttenna Type	Outdoor Distance (Visual Line-of-Sight	Indoor Distance (Office Building)	Indoor Distance (Warehouse)
XBee	Chip	470 ft. (143 m)	80 ft. (24 m)	-
	Whip	845 ft. (258 m)	80 ft. (24 m)	84 ft. (26 m)
XBee-PRO	Chip	1690 ft. (515 m)	140 ft. (43 m)	-
	Whip	4382 ft. (1335 m)	140 ft. (43 m)	355 ft. (108 m)

ตารางที่ 2.2 ตารางเปรียบเทียบ xbee ในสถานที่ต่างกัน

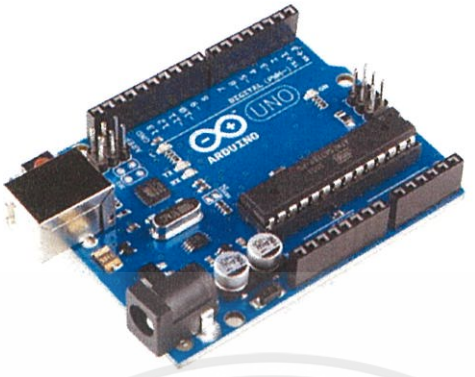
XBee Addressing : ตัว XBee จะสามารถกำหนดค่าประจำตัวอ้างอิงของมัน (Address) 2 แบบ คือ แบบ 16 bit address และ 64 bit address ปกติแล้ว XBee ทุกตัวจะถูกกำหนดค่ามาจากโรงงานเป็น Address 64 bit อยู่แล้ว ซึ่งจะสามารถอ่านค่าได้จาก parameter SH+SL การใช้งาน Address 64 bit สามารถทำได้โดยกำหนด parameter MY ให้มีค่า 0xFFFF หรือ 0xFFFE ส่วน การกำหนด 16 bit addressนั้นทำได้โดย กำหนด parameter MY ให้มีค่าน้อยกว่า 0xFFFE โดยจะเรียกเป็น mode การทำงาน 2 ประเภทคือ

1) Unicast Mode คือ การรับส่งข้อมูล โดยอาศัยหลักการ Acknowledgement คือหากทางด้านส่งนั้น ส่งข้อมูลไป แต่ไม่ได้รับ Ack ตอบกลับจากตัวรับ ก็จะทำการส่งข้อมูลใหม่

2) Broadcast Mode คือการส่งข้อมูลไปยังปลายทางให้ได้รับข้อมูลทุกตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

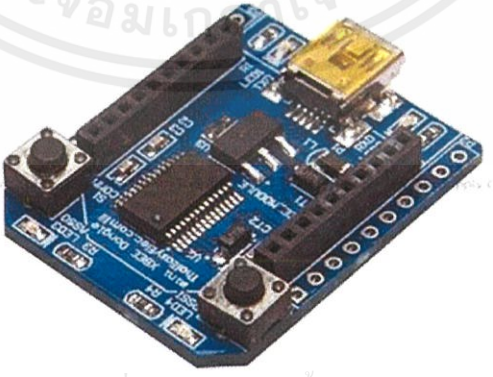
2.7.2 Arduino UNO R3



รูปที่ 2.11 Arduino UNO R3

Arduino เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูลเอวีอาร์ (AVR) ที่มีการพัฒนาแบบเปิด (Open Source) คือมีการเปิดเผยข้อมูลทั้งด้านฮาร์ดแวร์ (Hardware) และ (Software) ตัว บอร์ดถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้น ทั้งนี้ผู้ใช้งานยังสามารถดัดแปลง เพิ่มเติม พัฒนาต่อยอดทั้งตัวบอร์ด หรือโปรแกรมต่อได้อีกด้วยความง่ายของบอร์ดอดูโน่ (**Arduino**) ในการต่ออุปกรณ์เสริมต่างๆ คือผู้ใช้งานสามารถต่อวงจรอิเล็กทรอนิคส์จากภายนอกแล้วเชื่อมต่อเข้ามาที่ขา I/O ของบอร์ดหรือเพื่อความสะดวกสามารถเลือกต่อกับบอร์ดเสริม (**Shield**) ประเภทต่างๆ เช่น **XBee Shield, Music Shield, Relay Shield, Wireless Shield, GPRS Shield** เป็นต้น มาเสียบกับบอร์ดบนบอร์ด **Arduino** แล้วเขียนโปรแกรมพัฒนาต่อได้เลย

2.7.3 Mini Xbee USB Dongle

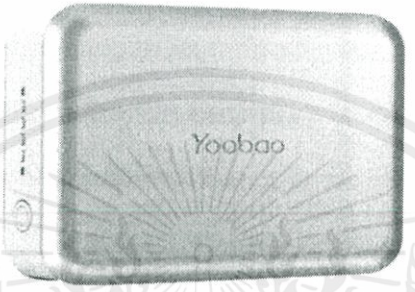


รูปที่ 2.12 Mini Xbee USB Dongle V.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Mini Xbee USB Dongle V2 เป็นเครื่องที่ใช้สำหรับทำงานร่วมกับ XBee เพื่อใช้ในการอัพเดทซอฟแวร์ การตั้งค่าพารามิเตอร์ การอัพเดทซอฟแวร์ผ่านคอมพิวเตอร์ร่วมกับ Software X-CTU สามารถต่อ XBee ร่วมกับ Mini Xbee USB Dongle ผ่าน USB Port ได้โดยตรงซึ่งคอมพิวเตอร์จะอ่านเป็น Com Port (Serial UART) เนื่องจากใช้ IC FT232RL ซึ่งเป็น USB to Serial ในบอร์ดเดียว ไม่ต้องต่ออุปกรณ์เพิ่มเติมสามารถใช้ร่วมกับ XBee ได้ทุกรุ่น

2.7.4 Power Bank



รูปที่ 2.13 Power bank

จากรูปที่ 2.13 สามารถชาร์จได้หลากหลายชนิดอุปกรณ์ไฟฟ้า แบตเตอรี่สำรอง Yoobao รุ่น Magic Cube 2 13000 mAh มีความจุพลังงานสูงถึง 13000mAh ซึ่งเยอะมากสำหรับการให้พลังงานแก่ XBee Series 2

2.8 ภาษา C

ภาษาคอมพิวเตอร์ หมายถึง ภาษาใดๆ ที่ผู้ใช้งานใช้สื่อสารกับคอมพิวเตอร์ หรือคอมพิวเตอร์ด้วยกัน แล้วคอมพิวเตอร์สามารถทำงานตามคำสั่งนั้นได้ คำนี้มักใช้เรียกแทนภาษาโปรแกรม แต่ความเป็นจริงภาษาโปรแกรมคือส่วนหนึ่งของภาษาคอมพิวเตอร์เท่านั้น และมีภาษาอื่นๆ ที่เป็นภาษาคอมพิวเตอร์เช่นกัน ยกตัวอย่างเช่น HTML เป็นทั้งภาษามาร์กอัปและภาษาคอมพิวเตอร์ด้วย แม้ว่ามันจะไม่ใช่ภาษาโปรแกรม หรือภาษาเครื่องนั้นก็นับเป็นภาษาคอมพิวเตอร์ ซึ่งโดยทางเทคนิคสามารถใช้ในการเขียนโปรแกรมได้ แต่ก็ไม่จัดว่าเป็นภาษาโปรแกรม

ภาษาคอมพิวเตอร์สามารถแบ่งออกเป็นสองกลุ่มคือ ภาษาระดับสูง (high level) และภาษาระดับต่ำ (low level) ภาษาระดับสูงถูกออกแบบมาเพื่อให้ใช้งานง่ายและสะดวกสบายมากกว่าภาษาระดับต่ำ โปรแกรมที่เขียนถูกต้องตามกฎเกณฑ์และไวยากรณ์ของภาษาจะถูกแปล (compile) ไปเป็นภาษาระดับต่ำเพื่อให้คอมพิวเตอร์สามารถนำไปใช้งานหรือปฏิบัติตามคำสั่งได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อไป ซอฟต์แวร์สมัยใหม่ส่วนมากเขียนด้วยภาษาระดับสูง แปลไปเป็นออบเจกต์โค้ด (object code) แล้วเปลี่ยนให้เป็นชุดคำสั่งในภาษาเครื่อง

ภาษาคอมพิวเตอร์อาจแบ่งกลุ่มได้เป็นอีกสองประเภทคือ ภาษาที่มนุษย์อ่านออก (human-readable) และภาษาที่มนุษย์อ่านไม่ออก (Non human-readable) ภาษาที่มนุษย์อ่านออกถูกออกแบบมาเพื่อให้มนุษย์สามารถเข้าใจและสื่อสารได้โดยตรงกับคอมพิวเตอร์ (แทบทุกชนิดเป็นภาษาอังกฤษ) ส่วนภาษาที่มนุษย์อ่านไม่ออกจะมีโค้ดบางส่วนที่ไม่อาจอ่านเข้าใจได้ แต่ออกแบบมาเพื่อให้โค้ดกระชับซึ่งคอมพิวเตอร์จะสามารถประมวลผลได้ง่ายกว่า

ภาษาซี เป็นการเขียนโปรแกรมพื้นฐาน สามารถประยุกต์ใช้กับงานต่างๆได้มากมาย ระบบปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ ทางคณิตศาสตร์ โปรแกรมทางไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ ไมโครคอนโทรลเลอร์ เช่น โปรแกรม MATLAB (The MathWorks – MATLAB and Simulink for Technical Computing) ซึ่งเวลาใช้สามารถพิมพ์ชุดคำสั่งภาษาซีเพิ่มเข้าไปในโปรแกรมคำนวณทางคณิตศาสตร์ ประมวลผลทางสัญญาณไฟฟ้า ทางไฟฟ้าสื่อสารก็ได้ ทำให้ประสิทธิภาพของงานที่ทำดียิ่งขึ้นครับ และยังมีโปรแกรมอื่นๆ ที่มีภาษาซีประยุกต์ใช้กันอีกมากมาย ไม่สามารถนำมากล่าวได้หมด ถึงแม้ว่าภาษาซีอาจจะดูเก่าไปสำหรับคนอื่น แต่ผมว่าควรศึกษาภาษาซีที่เป็นรากฐานของภาษาอื่นๆเสียก่อน เพราะภาษา C++จาวา (Java) ฯลฯ และ ระบบลีนุกซ์ เป็นระบบที่ถูกพัฒนามาจากระบบยูนิกซ์ซึ่งก็เป็นที่รู้กันทั่วไปว่า ภาษาคู่บารมีของระบบปฏิบัติการตระกูลยูนิกซ์มีการพัฒนามาจากภาษาซีเช่นกัน

ภาษาซีเป็นภาษาที่บางคนเรียกว่าภาษาระดับกลาง คือไม่เป็นภาษาระดับต่ำแบบแอสเซมบลี หรือเป็นภาษาสูงแบบ เบสิค โคบอล ฟอร์แทรน หรือ ปาสคาล เนื่องจากคุณสามารถจะจัดการเกี่ยวกับเรื่องของพอยน์เตอร์ได้อย่างอิสระ และบางทีคุณก็สามารถควบคุมฮาร์ดแวร์ผ่านทาง ภาษาซีได้ราวกับคุณเขียนมันด้วยภาษาแอสเซมบลี ด้วยข้อดีเหล่านี้เองทำให้โปรแกรมที่ถูกเขียนด้วยภาษาซีมีความเร็วในการปฏิบัติงานสูงกว่าภาษาทั่วๆไป แต่ก็ต้องแลกกับการเรียนรู้และการฝึกฝนอย่างหนัก

2.8.1 ประวัติภาษา C

ภาษาซีเป็นภาษาที่ถือว่าเป็นทั้งภาษาระดับสูงและระดับต่ำ ถูกพัฒนาโดยเดนนิส ริดชี (Dennis Ritche) แห่งห้องทดลองเบลล์ (Bell Laboratories) ที่เมอร์รีฮิล มลรัฐนิวเจอร์ซี่ โดยเดนนิสได้ใช้หลักการของภาษา บีซีพีแอล (BCPL : Basic Combine Programming Language) ซึ่งพัฒนาขึ้นโดยเคน ทอมสัน (Ken Tomson) การออกแบบและพัฒนาภาษาซีของเดนนิส ริดชี มีจุดมุ่งหมายให้เป็นภาษาสำหรับใช้เขียนโปรแกรมปฏิบัติการระบบยูนิกซ์ และได้ตั้งชื่อว่า ซี (C) เพราะเห็นว่า ซี (C) เป็นตัวอักษรต่อจากบี (B) ของภาษา BCPL ภาษาซีถือว่าเป็นภาษาระดับสูงและภาษาระดับต่ำ ทั้งนี้เพราะ ภาษาซีมีวิธีใช้ข้อมูลและมีโครงสร้างการควบคุมการทำงานของโปรแกรมเป็นอย่างเดียวกับภาษาของโปรแกรมระดับสูงอื่นๆ จึงถือว่าเป็นภาษาระดับสูง ในด้านที่ถือว่าภาษาซีเป็นภาษาระดับต่ำ เพราะภาษาซีมีวิธีการเข้าถึงในระดับต่ำที่สุดของฮาร์ดแวร์ ความสามารถทั้งสอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้นำไปดัดแปลง เผยแพร่ หรือนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์

ด้านของภาษานี้เป็นสิ่งที่เกื้อหนุนซึ่งกันและกัน ความสามารถระดับต่ำทำให้ภาษาซีสามารถใช้เฉพาะเครื่องได้ และความสามารถระดับสูง ทำให้ภาษาซีเป็นอิสระจากฮาร์ดแวร์ ภาษาซีสามารถสร้างรหัสภาษาเครื่องซึ่งตรงกับชนิดของข้อมูลนั้นได้เอง ทำให้โปรแกรมที่เขียนด้วยภาษาซีที่เขียนบนเครื่องหนึ่ง สามารถนำไปใช้กับอีกเครื่องหนึ่งได้ ประกอบกับการใช้พอยน์เตอร์ในภาษาซี นับได้ว่าเป็นตัวอย่างที่ดีของการเป็นอิสระจากฮาร์ดแวร์

2.8.2 วิวัฒนาการของภาษาซี

ค.ศ. 1970 มีการพัฒนาภาษา B โดย Ken Thompson ซึ่งทำงานบนเครื่อง DEC PDP-7 ซึ่งทำงานบนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ไม่ได้ และยังมีข้อจำกัดในการใช้งานอยู่ (ภาษา B สืบทอดมาจากภาษา BCPL ซึ่งเขียนโดย Marth Richards)

ค.ศ. 1972 Dennis M. Ritchie และ Ken Thompson ได้สร้างภาษา C เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ ภาษา B ให้ดียิ่งขึ้น ในระยะแรกภาษา C ไม่เป็นที่นิยมแก่นักโปรแกรมเมอร์โดยทั่วไปนัก

ค.ศ. 1978 Brian W. Kernighan และ Dennis M. Ritchie ได้เขียนหนังสือเล่มหนึ่งชื่อว่า The C Programming Language และหนังสือเล่มนี้ทำให้บุคคลทั่วไปรู้จักและนิยมใช้ภาษา C ในการเขียน โปรแกรมมากขึ้น

แต่เดิมภาษา C ใช้ Run บนเครื่องคอมพิวเตอร์ 8 bit ภายใต้ระบบปฏิบัติการ CP/M ของ IBM PC ซึ่งในช่วงปี ค. ศ. 1981 เป็นช่วงของการพัฒนาเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ภาษา C จึงมี บทบาทสำคัญในการนำมาใช้บนเครื่อง PC ตั้งแต่นั้นเป็นต้นมา และมีการพัฒนาต่อมาอีกหลาย ๆ ค่าย ดังนั้นเพื่อกำหนดทิศทางการใช้ภาษา C ให้เป็นไปแนวทางเดียวกัน ANSI (American National Standard Institute) ได้กำหนดข้อตกลงที่เรียกว่า 3J11 เพื่อสร้างภาษา C มาตรฐานขึ้นมา เรียนว่า ANSI C

ค.ศ. 1983 Bjarne Stroustrup แห่งห้องปฏิบัติการเบล (Bell Laboratories) ได้พัฒนาภาษา C++ ขึ้นรายละเอียดและความสามารถของ C++ มีส่วนขยายเพิ่มจาก C ที่สำคัญ ๆ ได้แก่ แนวความคิดของการเขียนโปรแกรมแบบกำหนดวัตถุเป้าหมายหรือแบบ OOP (Object Oriented Programming) ซึ่งเป็นแนวการเขียนโปรแกรมที่เหมาะกับการพัฒนาโปรแกรมขนาดใหญ่ที่มีความสลับซับซ้อนมาก มีข้อมูลที่ใช้ในโปรแกรมจำนวนมาก จึงนิยมใช้เทคนิคของการเขียนโปรแกรมแบบ OOP ในการพัฒนาโปรแกรมขนาดใหญ่ในปัจจุบันนี้

2.8.3 รูปแบบของการเขียนโปรแกรม

ชนิดของข้อมูลประกอบไปด้วย

1. Character (char) ใช้ 1 byte บน Dos มีค่า -128 ถึง127 นิยมใช้เก็บตัวอักษร 1 ตัวอักษร
2. Integer (int) ใช้ 2 byte มีค่า -32768 ถึง 32767 และยังมี long ซึ่งคล้าย integer แต่เก็บด้วยช่วงตัวเลขที่ยาวกว่าจึงกินเนื้อที่ ถึง 4 byte

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. Float ใช้ 2 byte ใช้เก็บตัวเลขทศนิยม และยังมี double ซึ่งคล้าย float แต่เก็บด้วยช่วงตัวเลขที่ยาวกว่าจึงกินเนื้อที่ถึง 4 byte

4.ในภาษา C จะไม่มีชนิดข้อมูลเป็น string แต่จะใช้สายของอักษร หรือ Array ของ Char แทน

2.8.4 การประกาศตัวแปร

ในภาษา C หากต้องการใช้ตัวแปร จะต้องทำการประกาศตัวแปรไว้ที่ส่วนบนก่อนที่จะถึงบรรทัดที่เป็นประโยคคำสั่ง การประกาศตัวแปรจะเป็นการบอก compiler ว่าตัวแปรของเรานั้นเป็นตัวแปรชนิดใด

Datatype	Keyword
character	Char
integer	int
float	float
double	double

รูปแบบของการประกาศคือ

```
Keyword list of variable ;
```

ตัวอย่างเช่น เราจะประกาศตัวแปรชื่อ chr1 และ chr2 เป็นตัวแปรชนิด Character เราจะใช้ว่า

```
char chr1 , chr2 ;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อสังเกต จะเห็นได้ว่าหลังการประกาศตัวแปรจะมีเครื่องหมาย ; แสดงว่าการประกาศตัวแปรก็เป็น C Statement (คำสั่ง) เช่นกัน

ทดลองสังเกตตัวอย่างต่อไปนี้

```
#include <stdio.h>          /* my second program */
main()
{ int First , Second , Sum;          /* variable declaration */
First = 10 ;
Second = 20 ;
Sum = First + Second ;
printf( " The sum of %d and %d is %d " , First , Second , Sum );
}
```

สังเกตุจากโปรแกรมแล้วพบว่านี่คือโปรแกรมที่จะทำการบวกเลข 2 จำนวนคือ 10 และ 20 โดย การเก็บค่า 10 เอาไว้ในตัวแปรชื่อ First และเก็บค่า 20 ไว้ในตัวแปร Second จากนั้นก็ทำการบวกทั้งสองค่าโดยเก็บผลลัพธ์ที่ได้ไว้ในตัวแปรที่ชื่อว่า Sum จากนั้นทำการ แสดงค่าของทั้ง 3ตัวแปรออกมาทางจอภาพ

อธิบายโปรแกรมโดยละเอียด จะได้ว่า

- ที่บรรทัด int First , Second , Sum ; นั้นเราได้สั่งให้มีการประกาศตัวแปรชนิด integer 3 ตัว คือ First , Second และ Sum
- บรรทัดถัดมา คือ First = 10 ; เป็นการกำหนดค่า จำนวนเต็ม 10 ให้กับตัวแปรที่เป็นจำนวนเต็ม (integer) ส่วนนี้สำคัญคือ เรากำหนดตัวแปรเป็น integer นั่นก็คือ ตัวแปรชนิดนี้จะเก็บเฉพาะค่าที่เป็นจำนวนเต็มเท่านั้น หากเราใส่ค่า 10.2 ให้กับตัวแปร ตัวแปรนั้นก็ยังคงเก็บเลขจำนวนเต็มอยู่เสมอ
- บรรทัดถัดมา คือ Second = 20 ; ก็คือการกำหนดค่า 20 ให้กับตัวแปร Second
- บรรทัดถัดมา คือ Sum = First + Second ; คือการนำค่าของ 2 ตัวแปรมาบอกกันและเก็บไว้ที่ตัวแปร Sum
- บรรทัดต่อมาคือ printf(" The sum of %d and %d is %d " , First , Second , Sum); จะอธิบายละเอียดในหัวข้อถัดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.5 คำสั่ง printf

ฟังค์ชัน printf() มีรูปแบบดังนี้

```
printf ( " control string " , variable list );
```

โดย control string อาจจะเป็นตัวอักษร ข้อความ หรือ ตัวกำหนดชนิดข้อมูล (Specifier) ซึ่งใช
กำหนดชนิดข้อมูลที่จะพิมพ์ ตัวกำหนดข้อมูลที่ควรทราบมีดังนี้

ตัวกำหนดชนิดข้อมูล	ความหมาย
%c	แทนตัวอักษร
%d	แทนเลขจำนวนเต็ม
%f	แทนเลขทศนิยม (float)
%lf	แทนเลขทศนิยม (double)
%s	แทนสตริงก์
%%	แทนเครื่องหมาย %

ส่วน variable list ก็คือ list ของตัวแปร จากตัวอย่าง
printf(" The sum of %d and %d is %d " , First , Second , Sum); พบว่า เรามี ตัวกำหนด
ชนิดข้อมูลคือ %d ซึ่งแทนชนิดข้อมูลที่เราจะพิมพ์คือ integer ซึ่ง %d ตัวแรกจะใช้แทนค่า
ของ First ตัวที่สองจะใช้แทนค่าของ Second ตัวที่สามจะใช้แทนค่าของ Sum
จากโปรแกรมข้างต้นผล run ที่ออกมาจะปรากฏดังนี้

The sum of 10 and 20 is 30

นอกจากนี้เรายังพบว่าเรายังสามารถกำหนดลักษณะการพิมพ์ได้ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#include <stdio.h>
main()
{  int a;
float b ;
a = 50 ;
b = 10.583 ;
printf ( " a = %d \n " , a ) ;
printf ( " b = %f \n " , b ) ;
printf ( " a = %05d \n " , a );
printf ( " b = %10.4f \n " , b );
printf ( " b = % -10.4f \n " , b );
}
```

พบว่า ผล run ที่ได้คือ

a = 50

b = 10.583000 พบว่าแสดงทศนิยม 6 หลัก เป็นปกติ

a = 00050 พบว่า a มีความยาว 5 ตำแหน่ง นับจากซ้าย

b = ___10.5830 พบว่า เราสั่งให้ %10.4 คือ การสั่งให้มีความยาวทั้งหมด 10 ตำแหน่ง รวมด้วยการมีทศนิยม 4 ตำแหน่ง

b = 10.5830 คล้ายกับบรรทัดก่อนหน้าแต่เราใส่เครื่องหมาย – เพื่อให้มันพิมพ์ชิดซ้าย

2.8.6 การ Input command

คำสั่งในการ input ที่ใช้ง่ายๆก็คือ คำสั่ง scanf(“ ตัวกำหนดชนิดข้อมูล“,&ตัวแปร);

ยกตัวอย่างเช่น ต้องการรับค่า จำนวนเต็ม มาใส่ไว้ในตัวแปรที่ชื่อ number จะสั่งดังนี้

int number;

scanf(“%d”,&number); สำคัญอย่าลืมเครื่องหมาย &

และหากรับตัวแปร 2 ตัว โดย รับค่า จำนวนเต็มไว้ในตัวแปรชื่อ num1 และ รับค่า จำนวนจริง ไว้ในตัวแปร num2 ทำได้โดย

int num1,num2;

scanf(“%d %f”,&num1,&num2);

หากต้องการรับข้อความ Touchakorn ซึ่งก็คือ 10 character ทำได้โดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ทั้งนี้ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

char name[10];

scanf("%c",name);

สังเกตไหมครับว่าที่คำสั่ง scanf อันหลังนี้ตรงตัวแปร name ทำไมไม่มีเครื่องหมาย & ปรากฏอยู่ นั่นก็เป็นเพราะว่าเราได้ทำการกำหนดตัวแปรname ไว้เป็นตัวแปร array ชนิด character ดังนั้นการที่เราเรียกชื่อตัวแปรที่เป็น array นั่นก็หมายความว่าเราได้ทำการเรียก"ที่อยู่" ของตัวแปรกลุ่มนั้นไว้แล้วจึงไม่จำเป็นต้องใส่เครื่องหมาย & แต่อย่างใด นั่นเป็นการแสดงให้เห็นว่า เมื่อเราเรียกคำสั่ง scanf ตัวคำสั่งนี้จะทำการยัดค่าที่ผู้ใช้ ใส่ให้เก็บไว้ในตัวแปรตามที่อยู่ที่ให้ไว้นั่นคือ

scanf("%d",&number);

ก็เป็นการยัดค่าตัวแปร integer (รู้ได้จาก %d) ไว้ในที่อยู่(&)ของตัวแปรที่ชื่อ number และเรายังรู้อีกว่าโดยปกติการกำหนดค่าให้กับตัวแปรที่เป็น array นั้นจำเป็นจะต้องมีการใส่ index ให้กับ ตัวแปรนั้นเสมอว่า จะเก็บไว้ใน arrayช่องใด เช่นสมมติ ตัวแปรชนิด integer ชื่อ num[7] คือตัวแปรที่ชื่อ num ที่มีช่องสมาชิกย่อยทั้งหมด7ช่องด้วยกันโดย ตัวแปร num จะมีโครงสร้างดังนี้

num[0]	num[1]	num[2]	num[3]	num[4]	num[5]	num[6]

และหากเราต้องการจะกำหนดค่าให้กับตัวแปร num ในแต่ละช่องสามารถทำได้

โดย num[0]=10; หรือ num[1]=20; เป็นต้น นั่นคือการเขียนชื่อตัวแปรแล้วตามด้วย index ของตัวแปรนั้นว่าต้องการจะกำหนดค่า ของเราไว้ในช่องใดของ array num นั้น และที่เราต้องรู้อีกอย่างก็คือหากเราเรียกชื่อตัวแปร array เฉยๆ โดยไม่ได้ทำการใส่ index ให้กับตัวแปรนั้นเช่นเราเรียก num นั่นจะกลายเป็นการชี้ไปยังที่อยู่ของตัวแปรnum ที่อยู่ใน หน่วยความจำของเครื่อง ตอนนี้อยากให้มองหน่วยความจำ เป็นช่องๆที่เรียงติดกันยาวมาก และเดิมทีการที่เราประกาศตัวแปร ก็คือการที่ตัวชี้ชี้ลงไปยังช่องๆในหน่วยความจำนั้นอย่างสุ่มคือ เราก็ไม่รู้ว่าเมื่อเราประกาศตัวแปรแล้วมันจะไปชี้ที่ใดของหน่วยความจำมันจะทำการจองจำนวนช่องตามชนิดของตัวแปร เช่นถ้าประกาศตัวแปรชนิด integer มันอาจจะจองสัก 2 ช่องที่ติดกัน ถ้าประกาศตัวแปร double มันอาจจะจองสัก 4 ช่องติดกันเป็นต้น และหากเราจองตัวแปรชนิด array ที่เป็น integer ตามข้างต้น มันก็จะจองทั้งหมด 7 ช่องติดกัน โดยแต่ละช่องก็จะมีคุณสมบัติเป็นช่องของ integer ซึ่งอาจจะจอง2ช่องใน num[0] จนถึง num[6]

หากเรียกชื่อตัวแปรที่เป็น array เฉยๆ โดยไม่ใส่ index ให้มันมันก็จะทำการชี้ไปที่ที่อยู่ของตัวแปรนั้นนั่นเอง จากนั้นจึงเป็นเหตุผลว่าทำไมคำสั่ง scanf ที่รับตัวแปรที่เป็น array ของ character เราจึงไม่ต้องใส่เครื่องหมาย & อยากจะบอกแค่นี้แหละ แต่ตอนนี้ก็ต้องถือว่าเรามีความรู้เรื่อง array กันบ้างแล้วไม่มากก็น้อย ขอย้ำว่าเป็นเฉพาะตอนรับ array ของ character(หรือในความหมายคือการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รับ string นั่นแหละ เนื่องจากในภาษาซีไม่มีตัวแปรชนิด string จึงจำเป็นต้องใช้ตัวแปรที่เป็น array ของ character มาแทน) เท่านั้นนะ ที่ไม่ต้องใส่ & หน้าตัวแปรในคำสั่ง scanf อย่าเข้าใจผิดหากเป็นตัวแปรชนิดอื่นก็ทำไปตามกฎ

2.8.7 คำสั่ง for loop

For (ตัวนับ= I ; เงื่อนไขที่จะให้ยังทำงานอยู่ใน loop; การเพิ่มหรือการลดตัวนับ) {statement;} ก่อนอื่นต้องขออธิบายก่อนว่านี่คือโครงสร้างของ for loop โดยขอให้สังเกตบรรทัดแรกตรงที่มีคำสั่ง for แล้วให้ดูในวงเล็บ ปรากฏว่าตามรูปแบบมาตรฐานนั้น ในส่วนของวงเล็บหลังคำว่า for จะประกอบไปด้วย 3 ส่วน ส่วนแรกก็คือ การกำหนดค่าเริ่มต้นให้กับตัวนับ อาจจะงงว่าตัวนับที่พูดถึงคืออะไร ใน for loop นั้น จำเป็นจะต้องมีตัวนับอยู่ด้วยเสมอ ซึ่งตัวนับนี้ จะเป็นตัวบอกเราว่า loop ของเรานั้นทำการวนซ้ำมาเป็นรอบที่เท่าไรแล้ว และในส่วนแรกนี้เราจำเป็นจะต้องมีการกำหนด ค่าเริ่มต้นให้กับตัวนับก่อน ในส่วนที่สอง เงื่อนไขที่จะให้ยังทำงานอยู่ใน loop นี้ โดยส่วนใหญ่จะเป็นการกำหนดว่าเมื่อตัวนับมีการวนซ้ำ ถึงจำนวนรอบเท่านั้นเท่านี้ก็จะให้หลุดจาก loop ในส่วนที่สาม การเพิ่มหรือการลดตัวนับ ตรงนี้สำคัญ ซึ่งจะเป็นส่วนที่ทำให้ ตัวนับของเรามีการเพิ่มค่าหรือลดค่า ในแต่ละรอบของการวนซ้ำเช่นอาจเพิ่มทีละหนึ่ง หรือ เพิ่มทีละ3 เป็นต้นหรืออาจจะลดทีละ 1 หรือลดทีละ 3 ก็แล้วแต่โปรแกรมจะกำหนด หลังจากวงเล็บที่อยู่หลัง for ก็จะมีเครื่องหมายปีกกาเพื่อให้เข้าสู่ส่วนของคำสั่ง ที่จะต้องทำหลังจากบรรทัด for ก็มาถึง statement ซึ่งจะเป็นส่วนที่ให้เราเขียนคำสั่งว่า ในแต่ละรอบนั้น เราจะให้โปรแกรมทำงานอะไร ซึ่งก็อาจมีได้หลายคำสั่ง บรรทัดสุดท้ายก็คือ ปีกกาปิดเพื่อจบโครงสร้าง for loop

<u>ตัวอย่าง</u> การบวกเลขตั้งแต่ 1 ถึง 100

```
#include<stdio.h>
main()
{
int i,ans;
ans=0;
for(i=1;i<=100;i++)
{ ans=ans+i;
}
printf("answer is %d",ans);
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในที่นี้เราทำการกำหนดให้ตัวแปร i เป็นตัวแปรนับ ส่วน ans เป็นตัวแปรที่ใช้เก็บค่าคำตอบ ในบรรทัด for นั้นไม่มีปัญหาอะไรยกเว้น ที่เราเจอ i++ นั่นก็หมายถึง i+1 นั่นเอง คือ ใน loop นี้เราจะทำการเพิ่มตัวนับ i ไปทีละ 1

สมมติว่าหากเราต้องการจะแสดงเฉพาะเลขคี่ที่อยู่ระหว่าง 1 ถึง 100 เราจะทำ

ตัวอย่าง การแสดงเฉพาะเลขคี่ที่อยู่ในช่วงตั้งแต่ 1 ถึง 100

```
#include<stdio.h>
main()
{ int i ;
for(i=1;i<=100;i=i+2)
{ printf("Odd number is
%d\n",i);
}
}
```

คือการวน loop เหมือนเดิมเพียงแต่ในแต่ละรอบนั้นแล้วจะทำการเพิ่มค่า i ไปทีละ 2 ซึ่งเดิมค่า i มีค่าเท่ากับ 1 พอ compiler มา check ว่า1<=100 นั้น ปรากฏว่าจริงก็ให้ทำงานใน loop ต่อ โดยมีการเพิ่มค่า i=i+2 นั่นหมายความว่าตอนนี้ i มีค่าเป็น 1+2 ก็คือ 3 นั่นเอง ในรอบต่อมาก็แสดงค่า 3 ทำเช่นนี้ไปเรื่อยๆ ก็จะได้เฉพาะเลขคี่ 1,3,5,7,...,99 สมมติว่าหากต้องการจะแสดงเฉพาะเลขคู่ที่อยู่ระหว่าง 1 ถึง 100 จะทำอย่างไร

ตัวอย่าง การแสดงเฉพาะเลขคู่ที่อยู่ในช่วงตั้งแต่ 1 ถึง 100

```
#include<stdio.h>
main()
{int i ;
for(i=2;i<=100;i=i+2)
{ printf("Odd number is
%d\n",i);
}
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมจะแสดงผลเฉพาะเลขคี่ แต่จะต่างกันตรงการเริ่มต้นค่าให้กับตัวนับ นั่นคือต้องทำการเริ่มต้นค่า ตัวนับด้วย 2 นั่นคือตัวแปร i จะมีค่าเริ่มต้นเป็น 2 ในการวน loop รอบแรก จากนั้นก็เหมือนเดิม ในแต่ละรอบ ค่า i จะถูกเพิ่มทีละ 2 ดังนั้นสุดท้ายเราก็จะได้ 2,4,6,8,10,...,100 ไปตามระเบียบและหากเราต้องการจะแสดงเฉพาะเลขคู่นี่ แต่ต้องการให้แสดงถอยหลัง คือ แสดง 100,98,96,94,...,8,6,4,2 จะทำได้อย่างไร

<u>ตัวอย่าง</u> การแสดงเฉพาะเลขคู่(ถอยหลัง)ที่อยู่ในช่วงตั้งแต่ 1 ถึง 100

```
#include<stdio.h>
main()
{int i ;
for(i=100;i>=1;i=i-2)
{printf("Odd number is
%d\n",i);
}
}
```

นั่นคือในบรรทัด for กำหนดค่าเริ่มต้นเป็น 100 ที่สำคัญคือเงื่อนไขเดิม กำหนดเป็น น้อยกว่าเท่ากับ แต่ในที่นี้ กำหนดเป็นว่า i มากกว่าเท่า 1 loop จึงจะยังทำงานต่อ และที่สำคัญเช่นเดียวกันคือจะทำการลดค่า i ไปทีละ 2 ก็จะได้ ค่า100,98,96,...,4,2

2.8.8 คำสั่ง while loop

มีอีกหนึ่งโครงสร้างที่มีลักษณะคล้ายกับ for loop ที่อธิบายมาข้างต้น นั่นก็คือ while loop ก่อนอื่นต้องขอบอกถึง ความแตกต่าง ที่เห็นได้ชัดเจนระหว่าง for loop กับ while loop เสียก่อน นั่นคือ จะเห็นได้ว่า for loop นั้น เราจะมีการบอกถึง ค่าเริ่มต้น ค่าสิ้นสุด ของตัววิ่ง (จากข้างต้นก็คือตัว i นั่นเอง) แต่ while loop นั้นจะบอกแค่เงื่อนไขการจบเท่านั้น ซึ่งถ้าใน for loop นั้น เงื่อนไขการจบก็คือ การที่ตัววิ่ง วิ่งถึงค่าสิ้นสุด ก็จะหลุดออกจาก loop for แต่ while loop ก็มีลักษณะคล้ายกันแต่อาจจะไม่เหมือนกัน

while (เงื่อนไขที่ทำให้ยังต้องเข้าไปใน loop)

{ statement ;

}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มักจะแปลได้ว่า "ขณะที่(.....เงื่อนไข.....ยังเป็นจริงอยู่) ก็เข้าไปทำคำสั่งหลังเครื่องหมาย { "

ต่อไปนี้จะขอสร้างตัวอย่างขยายข้อความข้างบนหน่อย โดยเราจะสั่งให้มีการบวกเลขตั้งแต่ 1-100 เหมือนตัวอย่างใน for loop

```
#include<stdio.h>
main()
{  int i , ans;
i=1;          /* initial variable */
ans=0;
while ( i <= 100 )
{  ans = ans + i ;
i=i+1;      /* increase variable */
}
printf("answer is %d",ans);}
```

จากตัวอย่างนี้ สิ่งที่สำคัญที่สุด ก็คือ การกำหนดค่าเริ่มต้นให้กับตัวแปร i , ans อันนี้สำคัญมาก จะต้องกำหนดไว้เสมอ หากเราไม่กำหนดไว้ตั้งแต่เริ่มต้น โปรแกรมจะไปหยิบค่าอะไรก็ไม่รู้จากใน memory มาเก็บไว้ในตัวแปร i และ ans ส่วนใน while loop นั้นอธิบายได้ว่า ขณะที่ i ยังน้อยกว่าหรือเท่ากับ 100 อยู่ ก็ให้ทำคำสั่งหลังเครื่องหมาย { นั่นก็คือans=ans+i และจุดที่สำคัญอีกจุดหนึ่ง ไม่แพ้การ กำหนดค่าเริ่มต้นให้กับตัวแปร นั่นก็คือบรรทัด i=i+1 ซึ่งเป็นการบอกว่าให้เพิ่มค่า i ไปทีละ 1ในทุกๆรอบ หากขาดบรรทัดนี้ไป loop ของจะวิ่งไม่หยุดหรือที่เรียกกันว่า infinite loop เพราะหากไม่เพิ่มค่า i แล้ว ค่า i ตลอดโปรแกรมก็จะยังคงเท่ากับ 1เหมือนที่เรากำหนดไว้ตอนเริ่มต้น ดังนั้นเมื่อ compiler มาตรวจดูเงื่อนไขของ while loop ก็พบว่า ยังเป็นจริงอยู่ นั่นก็คือ 1 ยังคงน้อยกว่าหรือเท่ากับ 100 อยู่วันยังค่ำ นั่นก็คือ loop นี้จะวิ่งไปเรื่อยๆ

2.8.9 ข้อเด่นและข้อด้อยของภาษา C

2.8.9.1 ภาษาซี มีลักษณะเด่น ดังนี้

- เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ที่มีการพัฒนาขึ้นใช้งานเพื่อเป็นภาษามาตรฐานที่ไม่ขึ้นกับโปรแกรมจัดระบบงานและไม่ขึ้นกับฮาร์ดแวร์
- เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ที่อาศัยหลักการที่เรียกว่า "โปรแกรมโครงสร้าง" จึงเป็นภาษาที่เหมาะกับการพัฒนาโปรแกรมระบบ
- เป็นคอมไพเลอร์ที่มีประสิทธิภาพสูง ให้รหัสออบเจ็กต์สั้น ทำงานได้รวดเร็ว เหมาะกับงานที่ต้องการความรวดเร็วเป็นสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- มีความคล่องตัวคล้ายภาษาแอสแซมบลี ภาษาซีสามารถเขียนแทนภาษาแอสแซมบลีได้ดี ค้นหาที่ผิดหรือ แก้โปรแกรมได้ง่าย ภาษาซีจึงเป็นภาษาระดับสูงที่ทำงานเหมือนภาษาระดับต่ำ
- มีความคล่องตัวที่จะประยุกต์เข้ากับงานต่างๆ ได้เป็นอย่างดี การพัฒนาโปรแกรม เช่น เวิร์ดโพรเซสซิ่ง สเปรดชีต ดาตาเบส ฯลฯ มักใช้ภาษาซีเป็นภาษาสำหรับการพัฒนา
- เป็นภาษาที่มีอยู่บนเกือบทุกโปรแกรมจัดระบบงาน มีในเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ตั้งแต่ 8 บิต ไปจนถึง 32 บิต เครื่องมินิคอมพิวเตอร์ และเมนเฟรม
- เป็นภาษาที่รวมข้อดีเด่นในเรื่องการพัฒนา จนทำให้เป็นภาษาที่มีผู้สนใจมากมายที่จะเรียนรู้หลักการของภาษา และวิธีการเขียนโปรแกรม ตลอดจนการพัฒนางานบนภาษานี้

2.8.9.2 ภาษา C มีข้อด้อย ดังนี้

- เป็นภาษาที่เรียนรู้ยาก
- การตรวจสอบโปรแกรมทำได้ยาก
- ไม่เหมาะกับการเขียนโปรแกรมที่เกี่ยวข้องกับการออกรายงานที่มีรูปแบบซับซ้อนมากๆ

2.9 ภาษา C#

2.9.1 ความหมายของภาษา C#

ภาษา C# ปรากฏตัวเป็นครั้งแรกในปี 2000 และถูกอัพเดตเวอร์ชันอยู่เสมอ มันเป็นภาษาที่ได้รับอิทธิพลจากภาษาก่อนหน้าเช่นภาษา Delphi ภาษา C++ ภาษา Java และภาษา Eiffel ในตอนต้นภาษานี้ถูกออกแบบ และกำหนดลักษณะโดยบริษัทไมโครซอฟท์ ต่อมาได้ถูกรับรองจากหน่วยงาน ECMA (หน่วยงานกำหนดมาตรฐานสากลด้านสารสนเทศ) และ ISO แต่ปัจจุบันไมโครซอฟท์ยังพัฒนาภาษานี้อย่างต่อเนื่อง (ปัจจุบันเป็นเวอร์ชัน 3.0) ภาษา C# ถูกพัฒนาขึ้นโดยเป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานของ .NET Framework เป็นการการนำข้อดีของภาษาต่างๆ (เช่นภาษา Delphi ภาษา C++) มาปรับปรุงเพื่อให้มีความเป็น OOP อย่างถึงที่สุด ขณะเดียวกันก็ลดความซับซ้อนในโครงสร้างของภาษาลง (เรียบง่ายกว่าภาษา C++) และมีเครื่องแต่งตัวน้อยลง (เมื่อเทียบกับ Java)

2.9.2 ประวัติความเป็นมาของภาษา C#

ภาษา C# เป็นภาษา โปรแกรมเชิงวัตถุทำงานบน .Netframework พัฒนาโดยบริษัทไมโครซอฟท์และ มี Anders Hejlsberg เป็นหัวหน้าโครงการ โดยมีรากฐานมาจากภาษา C++ และภาษาอื่นๆ (โดยเฉพาะภาษาเดลไฟและจาวา) โดยปัจจุบันภาษาC#เป็นภาษามาตรฐานรองรับโดย ECMA และ ISO ซึ่งในปัจจุบันได้พัฒนาและปรับรูปแบบของ ภาษา C# อยู่ตลอดเวลาโดยทาง Microsoft ได้นำภาษา C# ไปอยู่ในชุดพัฒนา software อย่าง visual studio ซึ่งทำให้เป็นที่นิยมเพิ่มมากขึ้น ไมโครซอฟท์ส่งมาตรฐานภาษาC#ให้กับ ECMA และได้รับการยอมรับเป็นมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ECMA ในเดือนธันวาคม ค.ศ.2001 ในชื่อว่า ECMA-334 C# Language Specification ใน ค.ศ. 2003 ภาษาC#ได้รับการยอมรับเป็นมาตรฐาน ISO (ISO/IEC 23270) มาตราฐาน ISO/IEC 23270:2003 ระบุรูปแบบ และกำหนดการแปล (ตีความ) โปรแกรมที่เขียนด้วยภาษาC# โดยตัวมาตรฐานได้ระบุ:

-รูปแบบการนำเสนอ

-ไวยากรณ์

-กฎการตีความสำหรับแปลโปรแกรมภาษาC#

-ข้อห้าม และข้อจำกัด ของเครื่องมือที่สร้างตามข้อกำหนดของC#

ISO/IEC 23270:2003 ไม่ได้ระบุ

-กลไกในการแปลงโปรแกรมภาษา C# เพื่อใช้ในระบบประมวลผลข้อมูล

-กลไกในการเรียกให้โปรแกรมภาษา C# ทำงาน เพื่อใช้ในระบบประมวลผลข้อมูล

-กลไกในการแปลงข้อมูลเข้า เพื่อใช้กับโปรแกรมภาษา C#

-กลไกในการแปลงข้อมูลออก หลังจากถูกประมวลผลโดยโปรแกรมภาษา C#

นอกจากนี้ตัวมาตรฐานไม่ได้กล่าวถึง โครงสร้างข้อมูล(Data Structure) และตัว Library กลางของ .NET Framework ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา C# เลย

2.9.3 ผู้คิดค้นภาษา C#

ผู้สร้างภาษา C# คือบริษัทไมโครซอฟท์ แต่บิดาของภาษา C# คือ Anders Hejlsberg (แอนเดรส ฮาเยสเบิร์ก) ไมโครซอฟท์ต้องการให้ภาษา C# เป็น “อะไรที่จะอยู่ไปอีกนาน” เหมือนบริษัทรถยนต์โฟลค์ที่จ้าง Ferdinand Porsche (เฟอร์ดินันด์ พอร์ช) นักออกแบบรถยนต์มือดีมาออกแบบรถโฟลคเต่า (เป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นก่อนสงครามโลกครั้งที่สอง) ทำให้มันกลายเป็นรถยนต์คลาสสิกมาจนถึงปัจจุบัน ในทำนองเดียวกันเมื่อต้องการภาษาที่ต้องการให้กลายเป็นภาษา “คลาสสิก” บริษัทไมโครซอฟท์ตัดสินใจมอบหมายให้ Hejlsberg บรมครูนักออกแบบภาษา ผู้เคยสร้างภาษาที่กลายเป็นตำนานมาแล้วเช่น Turbo Pascal และผู้นำในทีมสร้างภาษา Delphi ใครๆ ก็สร้างภาษาใหม่ได้ไม่ยาก แต่ภาษาที่ดีจริงๆ นั้นเป็นอีกเรื่องหนึ่ง สำหรับภาษา C# Hejlsberg ไม่เพียงสร้างภาษาที่ใช้งานได้ดีเท่านั้น เขายังเน้น “ความมีรสนิยม” และ “ความสง่างาม” เพราะต้องการให้โปรแกรมเมอร์เขียนโปรแกรมภาษา C# ได้อย่างมีความสุข

2.9.4 จุดเด่นของภาษา C#

เป็นรูปแบบของภาษาที่ทำงานเป็นลำดับ(Sequential)และต้องผ่านการแปลงไฟล์ให้อยู่ในรูปแบบ พร้อมใช้งานหรือ EXE file (ที่เรียกว่าการ Compile) เช่นเดียวกับภาษา C โดย C# เป็นภาษาที่ถูกผลักดัน โดยบริษัทไมโครซอฟท์ให้ออกมายิ่งใหญ่โดยมีจุดเด่นดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้นำไปดัดแปลง เผยแพร่ หรือนำออกเผยแพร่ต่อในรูปแบบอื่นใดทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เขียนคล่อง C#มีเครื่องมือในการช่วยเขียนอย่าง Visual Studio ที่มีฟีเจอร์ในการไฮไลท์โค้ด และส่วนช่วยในการเขียนโปรแกรมที่สะดวกมาก
- เขียนง่ายจุดเด่นของตัวแปรและอ๊อบเจ็กต์บน C# เด่นชัดในเรื่องของการจัดการคุณสมบัติ (Properties) และการตั้งค่าเริ่มต้นที่ช่วยให้สามารถพัฒนาระบบได้สะดวกรวดเร็วขึ้น
- อ่านง่าย การจัดระเบียบโดยตัว Visual Studio เป็นส่วนที่ผมชอบที่สุดเลยก็ว่าได้คุณเขียนโค้ดไปซักพักหนึ่ง จะเริ่มรู้สึกลายตากับย่อหน้าที่งงๆ แต่ Visual Studio โดยปกติเมื่อจะจัดการกับย่อหน้าทั้งหมดเหล่านั้นให้อยู่ในระเบียบสะอาดตาที่สุดเลยทีเดียว
- เป็นอ็อบเจ็กต์ เนื่องจากภาษา C# นั้นมีแม่แบบมาจากภาษา Java ซึ่งจุดเด่นคือการทำทุกสิ่งให้เป็นวัตถุ (Object) ทำให้สามารถเขียนและพัฒนาได้ง่าย
- ประสิทธิภาพสูง C# เป็นภาษาที่พัฒนาขึ้นมาภายใต้ .NET Frameworkซึ่งสามารถดึงเอาความสามารถของเทคโนโลยีบน .NET ออกมาใช้ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ
- สามารถทำงานระดับลึก ภาษา C# สามารถทำงานกับหน่วยความจำรวมถึงระบบคอมพิวเตอร์ในระดับลึก โดยผ่าน พอยเตอร์ (Pointer) หรือทำงานกับโปรโตคอล TCP/IPที่ต่ำกว่าระดับ4ได้
- เน้นที่ XML C# ออกแบบมาเพื่อใช้งานร่วมกับXMLได้อย่างราบรื่นที่สุดด้วยความช่วยเหลือของ .NETFramework
- คุณสมบัติGeneric type ช่วยยืดหยุ่นในการประกาศตัวแปล
- เทคโนโลยี LINQ ช่วยในการทำงานกับฐานข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.9.5 สถานภาพของภาษา C# ในปัจจุบัน

ปัจจุบันภาษา C# ยังคงใช้งานกันอยู่และเป็นที่นิยมกันมาก เช่น ใช้ในการเรียนการสอน ใช้ในการเขียนโปรแกรมเกม หรือ ใช้ในการเขียนโปรแกรมต่างๆ

- สถานภาพขณะนี้มีสถานภาพเป็นอย่างไร เลิกไปแล้ว ยังมีคนใช้อยู่ กลายพันธ์เป็นภาษาใหม่ไปแล้ว เป็นต้น

C# มีต้นกำเนิดมาจาก C นั่นเอง) เครื่องหมาย # ดังที่เคยพูดคือ เป็นสิ่งที่แสดงถึงความก้าวหน้ากว่า C++ไปอีกระดับนึง C# ได้รวบรวมข้อดีของภาษาต่างๆเช่น Java, Delphi, C++ เข้าไว้ด้วยกัน อีกทั้งยังมีความเรียบง่ายกว่า อีกทั้งยังมีเครื่องมือดีๆ อย่าง Visual C# 2008 ของทางไมโครซอฟท์อีกด้วย และยังมี การรวมเอาความสามารถของภาษา Visual C++ มารวมกับความใช้งานง่ายของภาษา Visual Basic ทำให้ภาษา Visual

C# เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ที่มีความสามารถสูงในขณะเดียวกันใช้งานง่าย ทำให้การพัฒนาโปรแกรมทำได้อย่างสะดวก ง่ายดาย และรวดเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างโค้ดภาษา C#

```
static void Main(string[] args)
{
    for (int number = 2; number <= 33; number++)
        Console.WriteLine("Prime factors of {0} is [{1}]",
                number, String.Join(", ", FindPrimeFactors(number)
                    .ToList().ConvertAll<string>(x => x.ToString())
                    .ToArray())
                );
}
```

2.9.6 Microsoft Visual C#

ไมโครซอฟต์วิชวลซีชาร์ป (MS Visual C#) 2010 เป็นเครื่องมือในการพัฒนาโปรแกรมซึ่งประกอบไปด้วยภาษาซีชาร์ป ซึ่งเป็นภาษาใหม่ที่ถูกสร้างขึ้นมาสำหรับการพัฒนาซอฟต์แวร์ภายใต้เทคโนโลยีไมโครซอฟต์ดอตเน็ต (Microsoft.NET) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่ได้รับความนิยมสูงสุดในปัจจุบัน ไมโครซอฟต์วิชวลซีชาร์ป เกิดขึ้นครั้งแรกพร้อมกับ วิชวลสตูดิโอดอตเน็ต ในชื่อของ วิชวลซี ชาร์ปดอตเน็ต และได้รับความนิยมอย่างสูงในเวอร์ชัน วิชวลซีชาร์ป 2005 (ในชุดวิชวลสตูดิโอ 2005) และ วิชวลซีชาร์ป 2008 จนกระทั่งปัจจุบันเป็น วิชวลซีชาร์ป 2010 ซึ่งได้รับการพัฒนาให้รองรับการพัฒนาแอปพลิเคชันในรูปแบบต่าง ๆ ได้อย่างมากมายทั้งแอปพลิเคชันบน วินโดว์ อินเตอร์เน็ต และมือถือ เป็นต้นในอดีตจะใช้คำว่าการเขียนโปรแกรม (Programming) เป็นส่วนใหญ่แต่ปัจจุบันจะเรียกว่าการพัฒนาซอฟต์แวร์ (Software Development) แทนเพราะไม่ใช่แค่การเขียนโปรแกรมเพียงอย่างเดียวแต่หมายความรวมถึงการออกแบบหน้าตา (User Interface) การออกแบบฐานข้อมูล การเขียนโปรแกรมการทดสอบโปรแกรม และ การเผยแพร่ผลงานที่พัฒนาขึ้นมา การพัฒนาซอฟต์แวร์ไม่ใช่เพียงแค่การสร้างซอฟต์แวร์ให้ใช้งานบนคอมพิวเตอร์เท่านั้น แต่ยังครอบคลุมไปถึงการสร้างแอปพลิเคชันให้ทำงานบนอินเตอร์เน็ตการสร้างซอฟต์แวร์สำหรับโทรศัพท์มือถือภาษาวิชวลซีชาร์ป มีคุณลักษณะเด่นที่ได้รับความนิยมอย่างมาก คือ

-เขียนง่าย เพราะคล้ายกับภาษาซี ภาษาซีพลัสพลัส และ จาวา

-มีความแข็งแกร่ง เนื่องจากเป็นภาษาใหม่จึงแก้ไขปัญหาข้อบกพร่องของภาษายุคเก่า ๆ และเป็นภาษาที่สวยงามตามแบบฉบับของการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ (Object-oriented programming)

-มีผู้นิยมใช้มากขึ้นเรื่อยๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

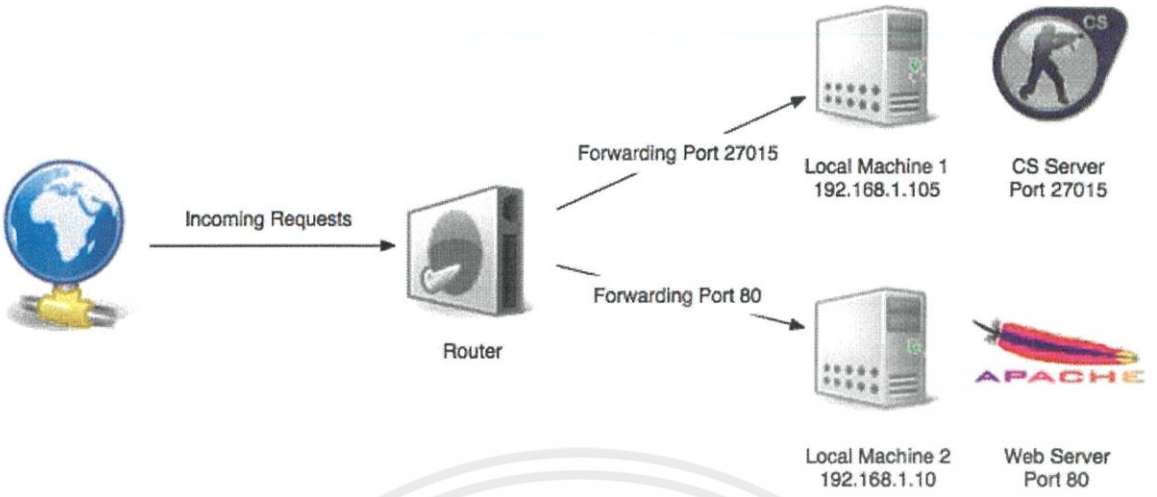
รูปที่ 2.14 สัญลักษณ์โปรแกรม Microsoft Visual C#

2.10 Forward Port

การ Forward Port **คือ** การกำหนดเส้นทางของข้อมูลที่ติดต่อเข้ามายังเราเตอร์ (Router) ให้ส่งผ่าน(Forward) ไปยังเครื่องที่อยู่หลัง Router ที่ใช้ไอพี (IP) ภายใน โดยมีหลักการในการ Forward โดยพิจารณาจากหมายเลขพอร์ต (Port) เนื่องจากเซอร์วิส (Service) หรือแอพพลิเคชั่น (Application) แต่ละชนิดจะมีหมายเลขพอร์ต (Port number) ที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารเป็นของตัวเองจึงต้องมีการตั้งค่าจาก Router ว่าเมื่อมีการติดต่อเข้ามาจาก Port number อะไร จะให้ Forward ข้อมูลเหล่านั้นไปยังเครื่องที่อยู่หลัง Router เครื่องไหน IP อะไร เช่น ถ้าผู้ให้บริการมี IP จริง 1 ตัว อยู่ที่ตัว Router แต่มี Server ที่รันService ต่างๆไว้หลายๆตัวในเครือข่ายภายในโดยใช้ IP เป็น Local ซึ่งถ้าต้องการให้ผู้ใช้งานจากภายนอก ติดต่อเข้ามายัง Server ภายในเหล่านั้นได้ ผู้ให้บริการต้องทำการกำหนดว่า ถ้ามีการติดต่อเข้ามาทาง TCP/UDP Port หมายเลขใด จะให้ Forward Port ไปยัง Server ปลายทางที่กำหนดที่ตำแหน่งไหน

Service & Application สำหรับ Application หรือ Service บางตัวนั้น ถ้าไม่มีการ Forward Port จะทำให้แทรฟฟิค (Traffic) ที่เข้ามาไม่สามารถเข้าถึงเครื่อง Server ของเครือข่ายภายในได้ซึ่ง Service บางชนิดนั้นถ้าไม่ Forward อาจจะทำให้ Service บางอย่างไม่สามารถทำงานได้ เพราะแทรฟฟิคที่ติดต่อเข้ามาจะติดอยู่ที่ Router ดังรูปที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.15 การ Forward Port

2.11 ภาษาจาวา (Java)

ภาษาจาวา (Java Programming Language) เป็นภาษาโปรแกรมเชิงวัตถุ (Object Oriented Programming) พัฒนาโดย เจมส์ กอสลิง และวิศวกรคนอื่นๆ ที่ ซัน ไมโครซิสเต็มส์ ภาษาจาวาถูกพัฒนาขึ้นในปี พ.ศ. 2534 (ค.ศ. 1991) โดยเป็นส่วนหนึ่งของ โครงการกรีน (the Green Project) และสำเร็จออกสู่สาธารณะในปี พ.ศ. 2538 ซึ่งภาษานี้มีจุดประสงค์เพื่อใช้แทนภาษาซีพลัสพลัส (C++) โดยรูปแบบที่เพิ่มเติมขึ้นคล้ายกับภาษาอ็อบเจกต์ทีฟซี (Objective-C) แต่เดิมภาษานี้เรียกว่า ภาษาโอ๊ก (Oak) ซึ่งตั้งชื่อตามต้นโอ๊กใกล้ที่ทำงานของ เจมส์ กอสลิง แต่ว่ามีปัญหาทางลิขสิทธิ์ จึงเปลี่ยนไปใช้ชื่อ "จาวา" ซึ่งเป็นชื่อกาแฟแทน และแม้ว่าจะมีชื่อคล้ายกัน แต่ภาษาจาวาไม่มีความเกี่ยวข้องใด ๆ กับภาษาจาวาสคริปต์ (JavaScript) ปัจจุบันมาตรฐานของภาษาจาวาดูแลโดย Java Community Process ซึ่งเป็นกระบวนการอย่างเป็นทางการ ที่อนุญาตให้ผู้ที่สนใจเข้าร่วมกำหนดความสามารถในจาวาแพลตฟอร์มได้

2.11.1 ข้อดีของภาษาจาวา

- ภาษาจาวา เป็นภาษาโปรแกรมที่ง่ายในการเรียนรู้ ภาษาจาวา มีคุณลักษณะต่างๆ ดังนี้เช่น เชื่อมต่อข้ามแพล็ตฟอร์ม (Platforms) ต่างๆ ได้ สามารถเขียนโปรแกรมแบบ OOP (Object-Oriented Programming) ได้ง่ายมาก โปรแกรมมีขนาดเล็ก และมีวิธีการเขียนไม่ยุ่งยากซับซ้อน ดังนั้นโปรแกรมที่เขียนด้วยภาษาจาวา จึงคอมไพล์ได้ง่ายตลอดจนตรวจสอบหาข้อผิดพลาดโปรแกรมได้ง่ายด้วย มีประสิทธิภาพในการทำงานและมีความยืดหยุ่นสูง

- ภาษาจาวาเป็นการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ OOP (Object-Oriented Programming) การเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ เป็นเทคนิคการเขียนโปรแกรมให้มีลักษณะเป็นโมดูล (Module) แบ่งโปรแกรมเป็นส่วนๆ ตามสภาวะแวดล้อมการทำงานของโปรแกรมซึ่งเรียกว่า Method โดยทุก Method ก็คือ ระเบียบวิธี หรือการทำงานอย่างใดอย่างหนึ่ง โดยจะถูกรวบรวมอยู่ในคลาส ซึ่ง

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุจะมององค์ประกอบของโปรแกรมต่างๆเป็นคลาสหรือวัตถุ เรียกว่า Object

- ภาษาจาวาเป็นอิสระต่อแพล็ตฟอร์ม (Java is Platform-Independent)

ทั้งระดับซอร์สโค้ด (Source Code) และไบนารีโค้ด (Binary Code) ช่วยให้สามารถเคลื่อนย้ายโปรแกรมจากระบบคอมพิวเตอร์หนึ่งไปยังระบบคอมพิวเตอร์อื่นได้อย่างง่ายดาย เพราะว่าโปรแกรมที่เขียนด้วยภาษาจาวา ได้รวบรวมคำสั่งต่างๆไว้ในไลบรารีคลาสพื้นฐานต่างๆ เป็น Java Packages ช่วยอำนวยความสะดวกในการเขียนคำสั่ง เมื่อย้ายโปรแกรมไปยังแพล็ตฟอร์มอื่น โดยไม่ต้องเขียนซอร์สโค้ด ขึ้นใหม่ทำให้ประหยัดเวลามาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบ

3.1 การออกแบบ

โครงงานระบบมอนิเตอร์เก้าอี้อัจฉริยะด้วยสมาร์ตโฟน จะนำเอาโทรศัพท์มือถือระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ คือ Samsung Galaxy S5 และไมโครคอนโทรลเลอร์ที่นำมาใช้ คือ Arduino Uno R3 มาเป็นกรณีศึกษาในโครงงานนี้ซึ่งแสดงในแผนภาพรวมการทำงานของระบบดังรูปที่ 3.1

รูปที่ 3.1 แผนผังการทำงานของระบบโดยรวม

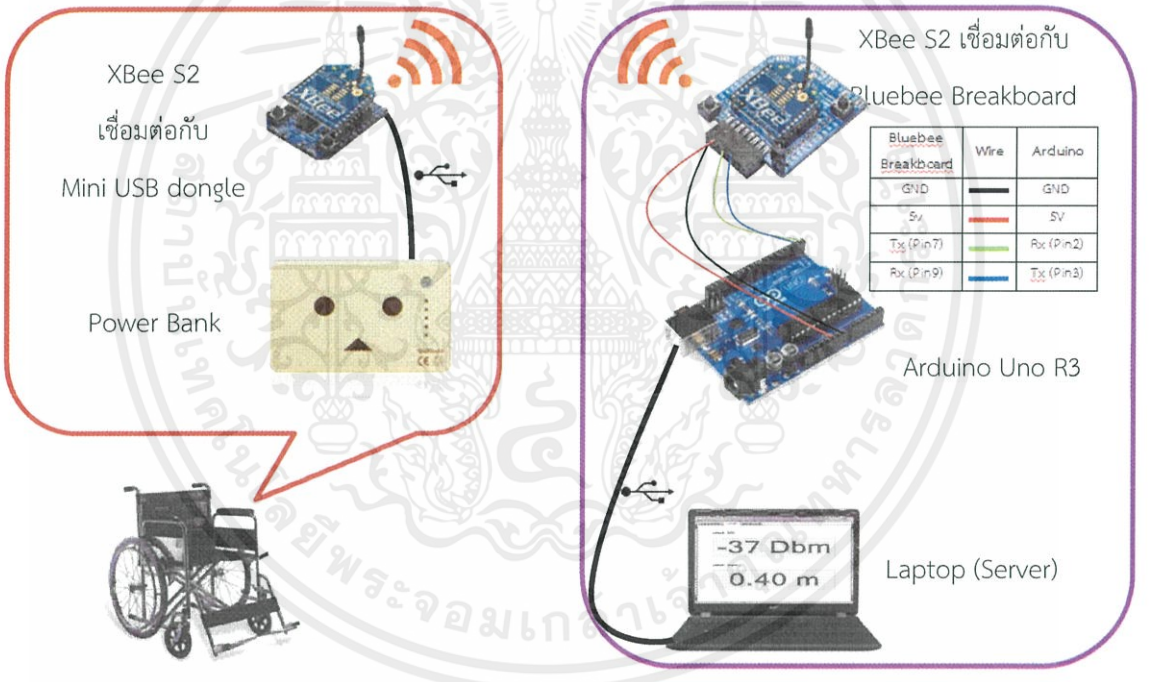
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยแบ่งขั้นตอนของการออกแบบออกเป็น 3 ขั้นตอนหลัก ดังนี้

3.1.1 ขั้นตอนการติดตั้ง

3.1.1.1 การติดตั้งอุปกรณ์

ขั้นตอนนี้เริ่มต้นจากการติดตั้งอุปกรณ์ XBee Series 2 จำนวน 2 ตัว ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวส่ง-ตัวรับสัญญานโดยทำการติดตั้ง XBee ตัวที่ 1 เข้ากับเก้าอี้รถเข็นโดยใช้อุปกรณ์ Mini USB Dongle เชื่อมต่อเข้ากับ XBee แล้วใช้ Power Bank เป็นอุปกรณ์จ่ายไฟ และ XBee ตัวที่ 2 ติดตั้งเข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้อุปกรณ์ Bluebee Breakboard เชื่อมต่อกับ XBee แล้วใช้สายจัมป์ไฟเชื่อมต่อระหว่าง Bluebee Breakboard กับไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อจ่ายไฟรวมถึงการรับส่งข้อมูล ซึ่งไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการเชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่เป็นเซิฟเวอร์ผ่านสาย USB ดังรูปที่ 3.2

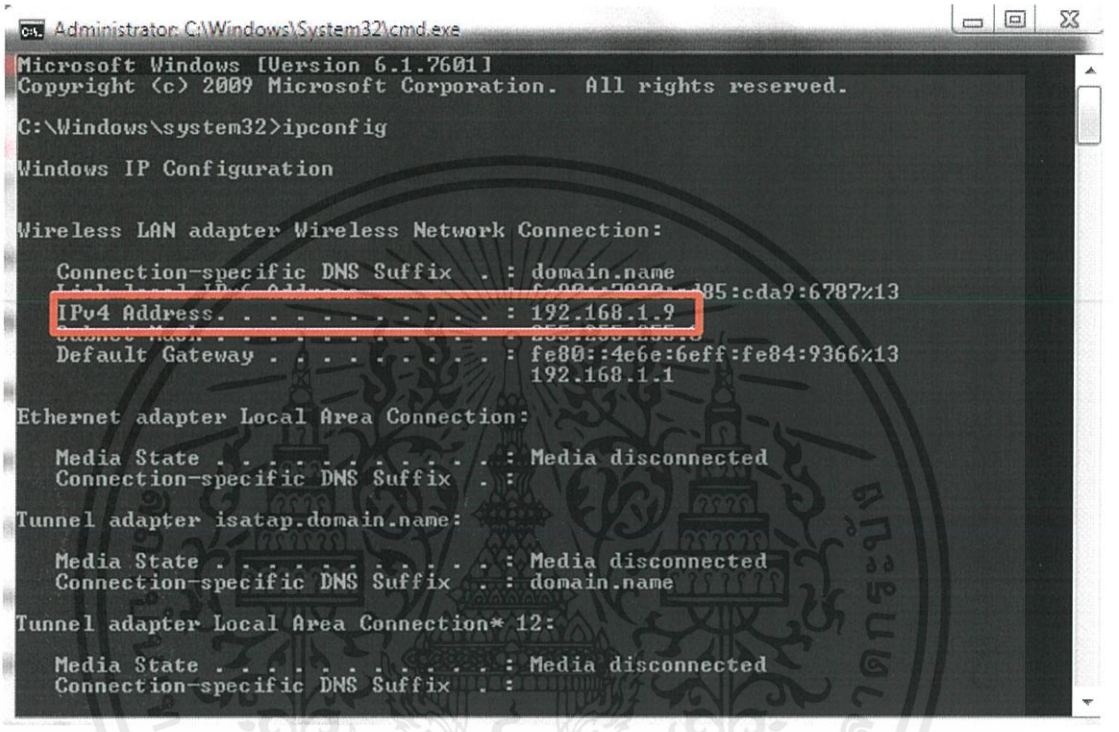


รูปที่ 3.2 แผนผังการติดตั้งอุปกรณ์โดยรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1.2 การฟอร์เวิร์ดพอร์ต (Forward Port)

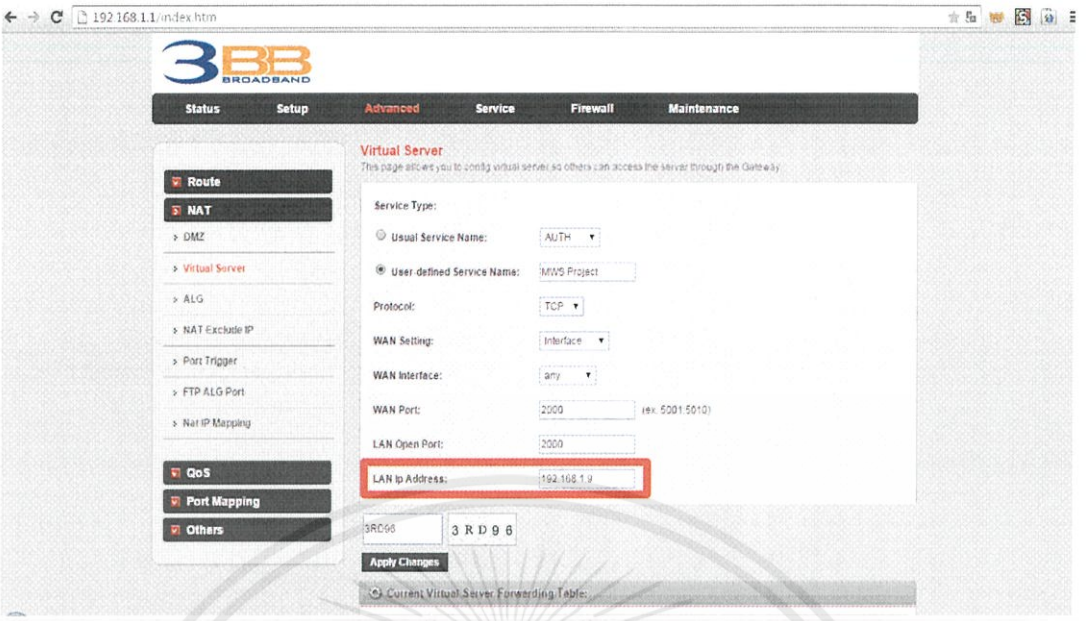
ขั้นตอนนี้จะเป็นการตั้งค่าพอร์ตที่ต้องการใช้งาน และไอพีแอดเดรสที่จะทำการติดต่อ โดยในกรณีนี้จะใช้ไอพีแอดเดรสของเครื่องเซิฟเวอร์ซึ่งสามาสารถเช็คได้จากการ Run -> cmd หลังจากนั้นทำการป้อนคำสั่ง ipconfig เพื่อเช็คหมายเลขไอพีที่แท้จริงของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่เป็นเซิฟเวอร์ ดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 การแสดงไอพีแอดเดรสของเซิฟเวอร์

จากนั้นก็จะทำการกำหนดไอพีแอดเดรสของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่เป็นเซิฟเวอร์เพื่อทำฟอร์เวิร์ดพอร์ตและกำหนดพอร์ตที่ต้องการเปิดใช้งานในกรณีนี้ตั้งค่าบนเราท์เตอร์ของบริษัท 3 Broadband (3BB) ดังรูปที่ 3.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 การ Forward Port

3.1.2 ขั้นตอนการทดสอบอุปกรณ์

ขั้นตอนนี้จะทดสอบการรับค่าสัญญาณ RSSI ที่มาจาก XBee ผ่านไมโครคอนโทรเลอร์แล้วนำมาแสดงบนหน้าจอคอมพิวเตอร์พร้อมทั้งบันทึกลงบนฐานข้อมูล ดังรูปที่ 3.5 โดยใช้โปรแกรม Visual Basic C# 2010 ซึ่งเป็นตัวดักจับข้อมูลผ่าน Serial Port ดังรูปที่ 3.6 พร้อมทั้งเขียนโปรแกรมตั้งค่าให้ทำหน้าที่เป็น TCP server ดังรูปที่ 3.7

```
private void saveDatabase()
{
    Thread.CurrentThread.CurrentCulture = new System.Globalization.CultureInfo("en-US");

    string date = DateTime.Now.ToString("dd/MM/yy");
    string time = DateTime.Now.ToString("HH:mm:ss");

    string command = "INSERT INTO DataTable1 ([DATADATE],[DATATIME],[DATARSSI],[DATADISTANCE]) VALUES (@col1,@col2,@col3,@col4)";
    OleDbCommand savedata = new OleDbCommand(command, db);
    savedata.CommandType = CommandType.Text;
    savedata.Parameters.AddWithValue("@col1", date);
    savedata.Parameters.AddWithValue("@col2", time);
    savedata.Parameters.AddWithValue("@col3", rssi);
    savedata.Parameters.AddWithValue("@col4", distance);
    db.Open();
    savedata.ExecuteNonQuery();
    db.Close();
}
```

บันทึกข้อมูลวัน,เวลา,RSSI,RSSI ที่แปลงเป็นเมตร

รูปที่ 3.5 การบันทึกข้อมูลลงบนฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
private void buttConnectXBEE_Click(object sender, EventArgs e)
{
    try
    {
        serialPort.PortName = cmbPortXBEE.Text;
        serialPort.Open(); ————————> คำสั่งในการเปิดซีเรียลพอร์ต
        //
        timerXbee.Enabled = true;
        //
        buttConnectXBEE.Enabled = false;
        buttDisConnectXBEE.Enabled = true;
    }
    catch
    {
        MessageBox.Show("ไม่สามารถเชื่อมต่อได้");
    }
}
```

รูปที่ 3.6 Code การดักจับข้อมูลผ่านทางซีเรียลพอร์ต

```
static int port = 2000; ————————> กำหนดพอร์ตในการเข้าถึงข้อมูล
static Socket serverSocket;
static object serverLock = new object();
private void SetupServerSocket()        //
{
    IPEndPoint myEndpoint = new IPEndPoint(IPAddress.Any, port);

    // Create the socket, bind it, and start listening
    serverSocket = new Socket(AddressFamily.InterNetwork,
        SocketType.Stream, ProtocolType.Tcp);
    serverSocket.Blocking = false;
    serverSocket.Bind(myEndpoint);
    serverSocket.Listen((int)SocketOptionName.MaxConnections);
```

รูปที่ 3.7 Code แสดงกำหนดให้ Visual Basic C# ทำหน้าที่เป็น TCP Server

3.1.3 ขั้นตอนการใช้งาน

ขั้นตอนนี้จะกล่าวถึงวิธีการใช้งานระบบมอนิเตอร์เก้าอี้รถเข็นด้วยสมาร์ตโฟนโดยเริ่มจากทำการเปิดแอปพลิเคชัน MWS จากนั้นทำการป้อนหมายเลขไอพีแอดเดรส (IP Address) ที่ได้รับมาจากผู้ให้บริการอินเตอร์เน็ต (Internet Service Provider) แล้วกดปุ่มสตาร์ท (Start) เมื่อป้อนไอพีแอดเดรสของผู้ให้บริการอินเตอร์เน็ตถูกต้อง ดังรูปที่ 3.8 ระบบจะทำการเรียกข้อมูลจากฐานข้อมูลบนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่เป็นเซิฟเวอร์ ดังรูปที่ 3.9 มาแสดงบนแอปพลิเคชันซึ่งเป็นการเรียกข้อมูลแบบตลอดเวลา (Real time) โดยกำหนดให้สมาร์ตโฟนทำหน้าที่เป็น TCP Client ดังรูปที่ 3.10

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ห้ามมิให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
89          protected function ioErrorHandler(event:IOErrorEvent):void
90          {
91              connect_mc.feedback_tf.text = "Connecting error please check ip.";
92          }       กรณีเชื่อมต่อไม่สำเร็จ
93
94          private function connectedToServer(e:Event):void
95          {
96              connect_mc.feedback_tf.text = "Connecting complete.";
97              si = setInterval(delay, 3000);
98          }       กรณีเชื่อมต่อสำเร็จ
```

รูปที่ 3.8 Code ตอบรับไอพีในกรณีเชื่อมต่อไม่สำเร็จ และสำเร็จ

```
var message:String = socket.readUTFBytes( socket.bytesAvailable );

if(message.charAt(0) == "N"){
    date_txt.text = "NoSignal";
    time_txt.text = "NoSignal";
    rssi_txt.text = "NoSignal";
    rssim_txt.text = "NoSignal";
    range_txt.text = "NoSignal";
}else{
    var array:Array = message.split(",");
    date_txt.text = array[0];
    time_txt.text = array[1];
    rssi_txt.text = array[2];
    rssim_txt.text = array[3];
    range_txt.text = array[4];
}
```

รูปที่ 3.9 Code ดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลมายังสมาร์ตโฟน

```
private function socketConnection(e:MouseEvent):void
{
    socket = new Socket()
    socket.addEventListener(Event.CONNECT, connectedToServer);
    socket.addEventListener(ProgressEvent.SOCKET_DATA, receiveData);
    socket.addEventListener(IOErrorEvent.IO_ERROR, ioErrorHandler);
    socket.addEventListener(Event.CLOSE, closeSocket);
    socket.connect(connect_mc.ip_tf.text, 2000);
    range_txt.visible = false;
    alarmt.visible = false;
    alarmf.visible = true;
}
```

รูปที่ 3.10 Code คำสั่งตั้งค่าให้แอปพลิเคชันทำหน้าทีเป็น TCP Client

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

3.2.1 โทรศัพท์สมาร์ตโฟน

ในกรณีนี้ใช้ยี่ห้อ Samsung Galaxy S5 ดังแสดงในรูปที่ 3.11

รูปที่ 3.11 โทรศัพท์สมาร์ตโฟนยี่ห้อ Samsung Galaxy S5

3.2.2 เซนเซอร์ XBee Series2

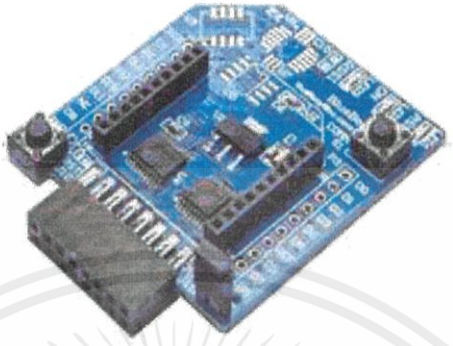
ใช้เป็นตัวรับ - ส่งสัญญาณค่า RSSI ดังแสดงในรูปที่ 3.12

รูปที่ 3.12 XBee Series2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 Bluebee Breakboard

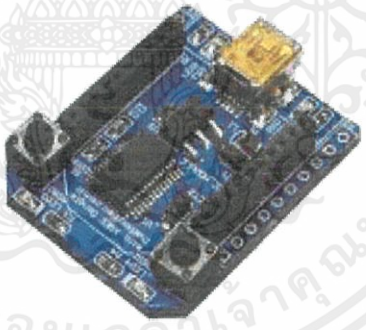
ใช้งานเป็นตัวกันไฟเกิน เพราะเซนเซอร์ XBee สามารถรับกระแสไฟได้ไม่เกิน 3.3V ดังแสดงในรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 Bluebee Breakboard

3.2.4 Mini USB Dongle

ใช้งานสำหรับตั้งค่า XBee โดยใช้ร่วมกับโปรแกรม XCTU โดยมี USB Port เป็นตัวถ่ายโอนข้อมูล ดังแสดงในรูปที่ 3.14

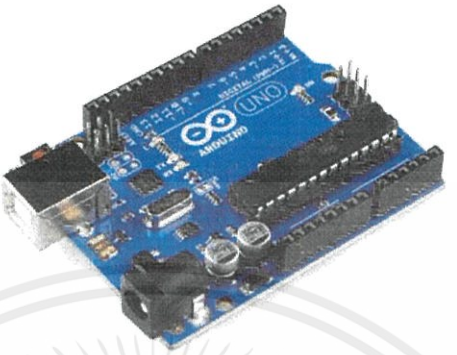


รูปที่ 3.14 Mini USB Dongle

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.5 Arduino Uno R3

ใช้งานเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์รับค่าจากเซนเซอร์ XBee นำเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านทาง Serial Port ดังแสดงในรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 Microcontroller Arduino Uno R3

3.2.6 Visual Basics C# 2010

ใช้เขียนโปรแกรมสำหรับการแสดงผล รวมถึงดักจับข้อมูล และบันทึกผลที่ได้ลงในฐานข้อมูล ดังแสดงในรูปที่ 3.16

รูปที่ 3.16 โปรแกรม Microsoft Visual Basics C# 2010

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.7 Adobe Flash Deloper

ใช้งานสำหรับเขียนแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟน ดังแสดงในรูปที่ 3.17

รูปที่ 3.17 โปรแกรม Adobe Flash Developer

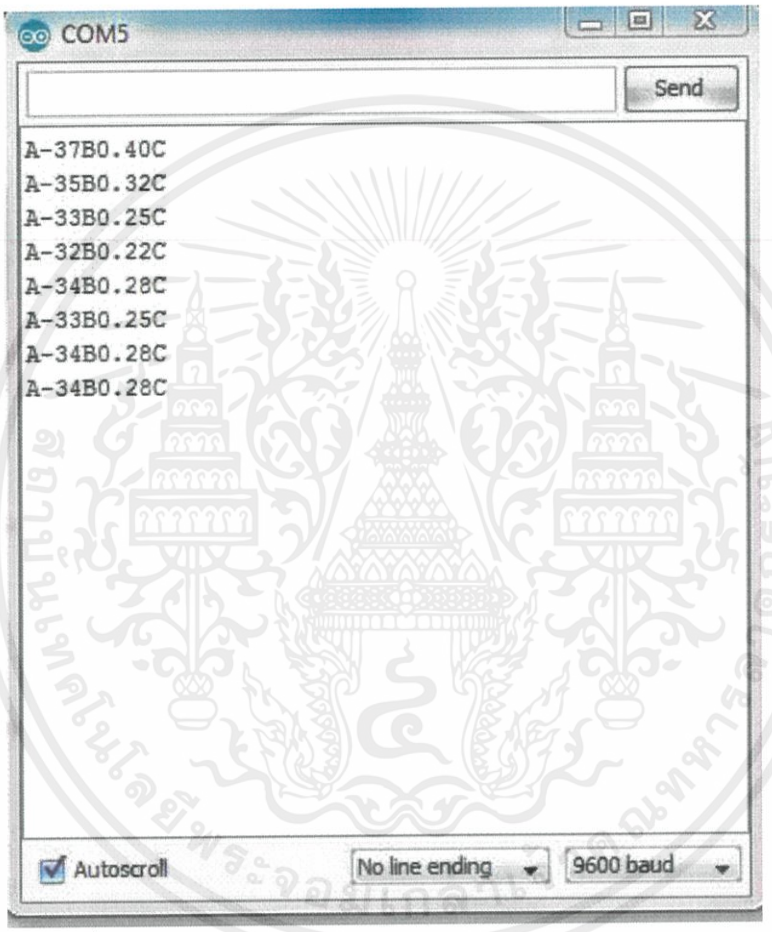
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ผลการทดลองการเชื่อมต่อระหว่าง XBee ตัวรับ-ส่ง

จากการทดสอบเมื่อ XBee 2 ตัวได้เชื่อมต่อกันแล้ว ทำการเปิดโปรแกรม Arduino เพื่อดูค่าที่รับได้ผ่าน Serial Monitor ซึ่งจะได้ค่า RSSI และ RSSI ในหน่วยเมตร ดังรูปที่ 4.1

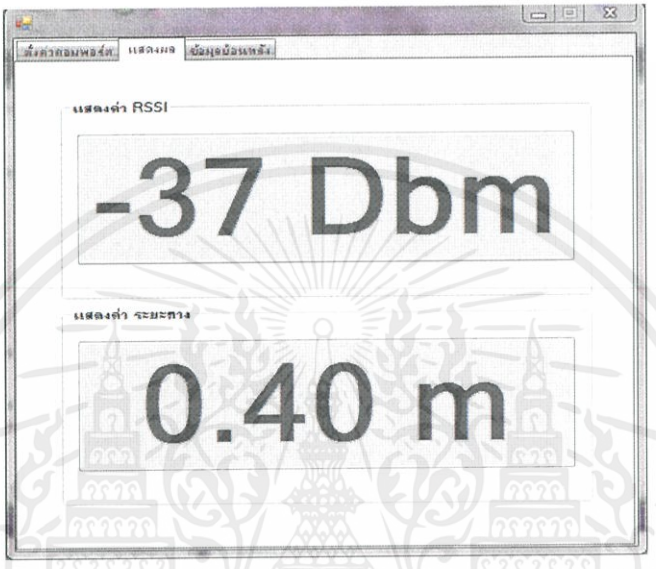


รูปที่ 4.1 ภาพแสดงการรัน Serial Monitor บนโปรแกรม Arduino

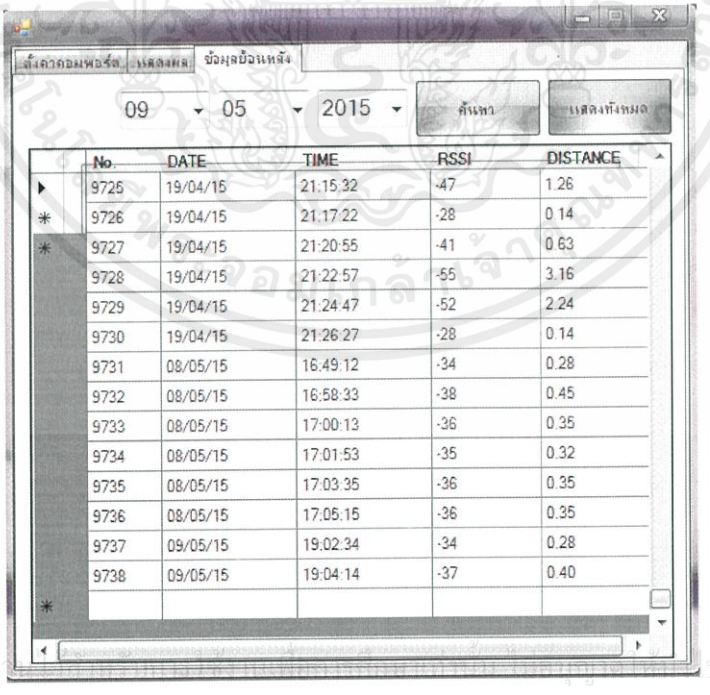
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการทดลองรับค่า RSSI ผ่านโปรแกรม Visual Basics C# 2010 พร้อมทั้งการบันทึกลงฐานข้อมูล

หลังจากผลการทดลองขั้นตอนที่ 4.1 สำเร็จ ขั้นตอนนี้จึงนำเอาผลการทดลองที่ได้จากไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านทางซีเรียลพอร์ตมาแสดงผลดังรูปที่ 4.2 และบันทึกผลการทดลองลงในฐานข้อมูลดังรูปที่ 4.3 พร้อมทั้งเขียนโปรแกรมบน Visual Basics C# 2010 ให้สามารถเลือกดูข้อมูลย้อนหลังได้ดังรูปที่ 4.4



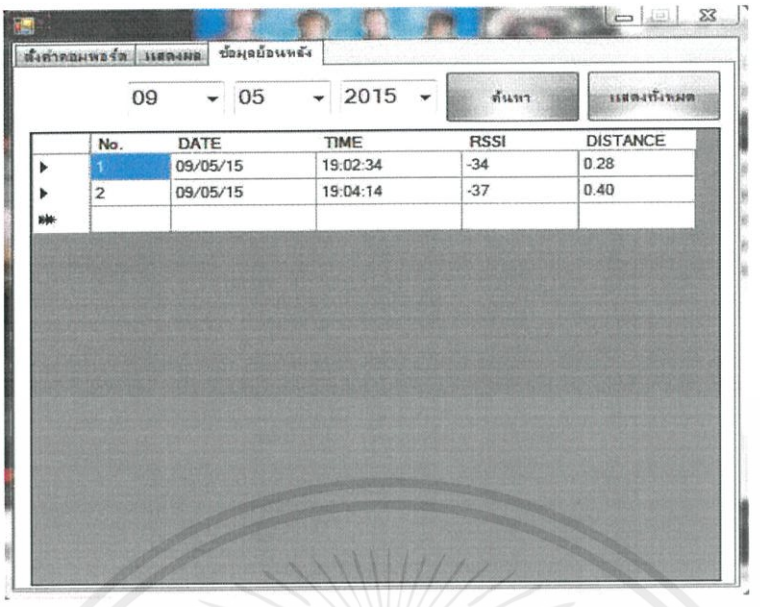
รูปที่ 4.2 แสดงผลการรับค่า RSSI ผ่านทางซีเรียลพอร์ต



No.	DATE	TIME	RSSI	DISTANCE
9725	19/04/15	21:15:32	-47	1.26
9726	19/04/15	21:17:22	-28	0.14
9727	19/04/15	21:20:55	-41	0.63
9728	19/04/15	21:22:57	-55	3.16
9729	19/04/15	21:24:47	-52	2.24
9730	19/04/15	21:26:27	-28	0.14
9731	08/05/15	16:49:12	-34	0.28
9732	08/05/15	16:58:33	-38	0.45
9733	08/05/15	17:00:13	-36	0.35
9734	08/05/15	17:01:53	-35	0.32
9735	08/05/15	17:03:35	-36	0.35
9736	08/05/15	17:05:15	-36	0.35
9737	09/05/15	19:02:34	-34	0.28
9738	09/05/15	19:04:14	-37	0.40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

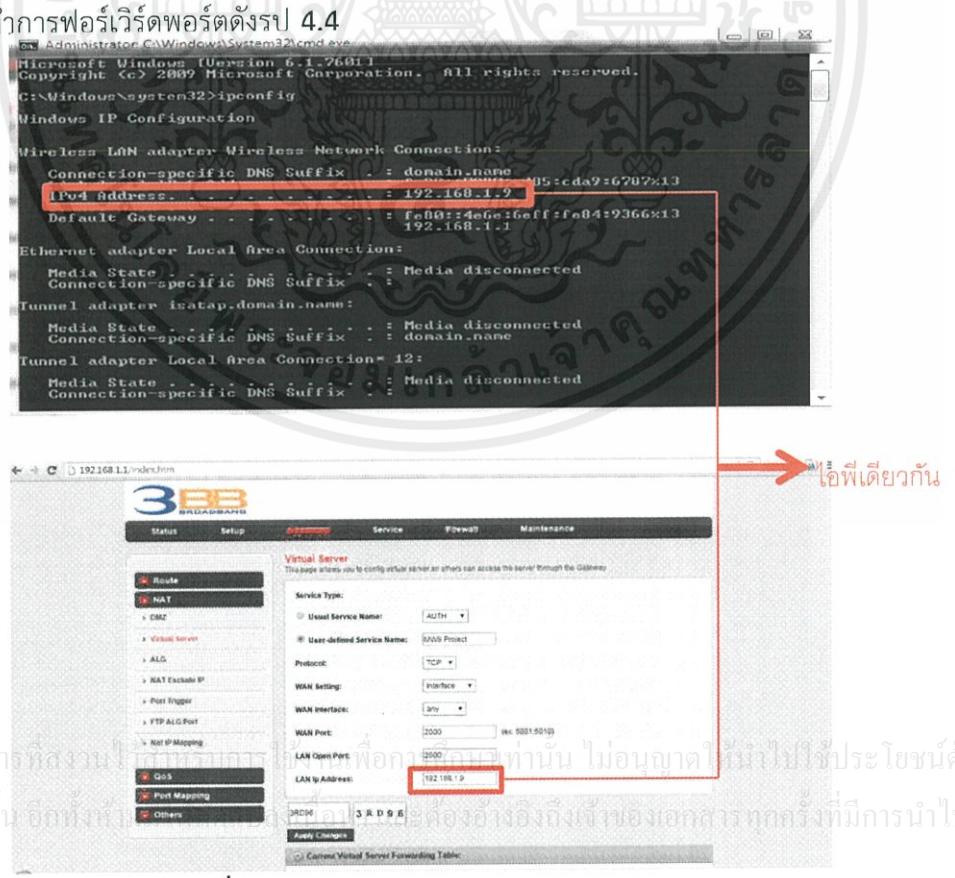
รูปที่ 4.3 แสดงการบันทึกรวมถึงการดูข้อมูลย้อนหลังทั้งหมด



รูปที่ 4.4 แสดงการดูข้อมูลย้อนหลังแบบเลือกวันเดือนปี

4.3 ผลการทดลองการใช้งานผ่านสมาร์ตโฟน

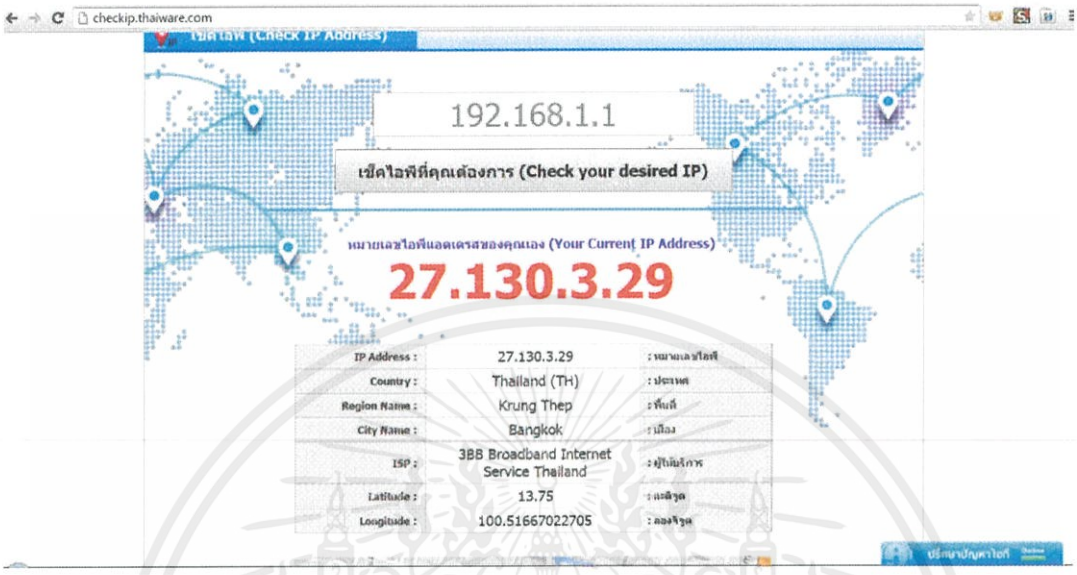
จากผลการทดลองที่ 4.1 และ 4.2 ในขั้นการทดลองนี้ได้ทำการดึงข้อมูลแบบจากเซิฟเวอร์แบบตลอดเวลาด้วยวิธี TCP Client – TCP Server โดยต้องทำการเช็คไอพีแอดเดรสของเครื่องเซิฟเวอร์เพื่อทำการฟอร์เวิร์ดพอร์ตดังรป 4.4



รูปที่ 4.4 แสดงการ Forward Port

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และทำการตรวจสอบไอพีแอดเดรสของผู้ให้บริการอินเตอร์เน็ตโดยสามารถตรวจสอบได้หลายช่องทาง แต่ในกรณีได้ทำการตรวจสอบจากเว็บไซต์ checkup.thaiware.com เพื่อนำไปป้อนบนเครื่องสมาร์ตโฟนดังรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 Code เช็คไอพีแอดเดรสของผู้ให้บริการ

อีกทั้งสมาร์ตโฟนยังทำการแจ้งเตือนผู้ใช้งานเป็นเสียงดังนาน 15 วินาทีเมื่อค่า RSSI ในหน่วยเมตรมีค่าเกินกว่าค่าที่กำหนดคือ 5 เมตร ซึ่งใช้คำสั่งโค้ดการใช้งานเสียง ดังรูปที่ 4.6

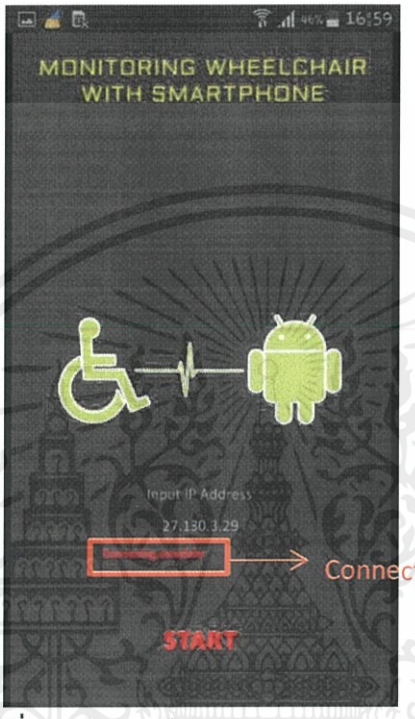
```
if(range_txt.text.charAt(0) == 'F')
{
    outOfRange = 0;
    alarmt.visible = false;
    alarmf.visible = true;
}else if(range_txt.text.charAt(0) == 'T'){
    outOfRange++;

    if(outOfRange == 15)
    {
        alarmt.visible = true;
        alarmf.visible = false;
        sound.pauseSound();
    }

    sound.playSound();
}
```

T คือ ค่าตัวแปรที่ถูกแสดงขึ้นเมื่อค่า RSSI (m) เกินกว่า 5 เมตร

รูปที่ 4.6 Code การแจ้งเตือนแบบเสียงดังนาน 15 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

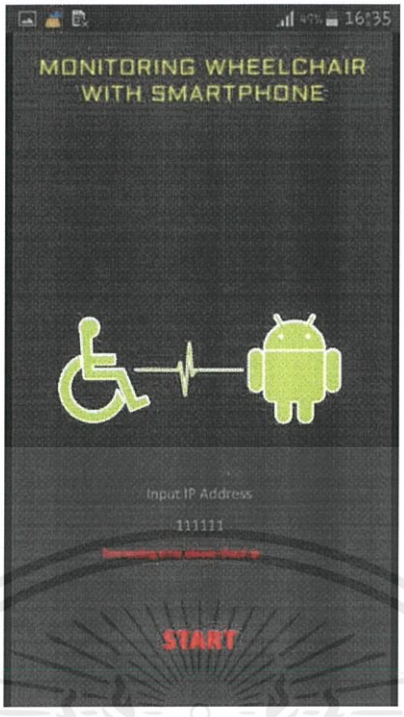
เมื่อทำการติดตั้งแอปพลิเคชันบนเครื่องสมาร์ตโฟนยี่ห้อ Samsung Galaxy S5 ที่เขียนโปรแกรมจาก Adobe Flash Developer สำเร็จ การทำงานของโปรแกรมขั้นตอนแรกหลังจากเปิดแอปพลิเคชันจะต้องทำการป้อนไอพีแอดเดรสของผู้ให้บริการอินเตอร์เน็ตบนแอปพลิเคชัน ไอพีแอดเดรสนี้สามารถตรวจสอบได้จากรูปที่กล่าวมาแล้วข้างต้น รูปที่ 4.5 เมื่อป้อนไอพีแอดเดรสได้ถูกต้องจะมีข้อความแจ้งว่า Connecting Complete. ดังรูป 4.6



รูปที่ 4.7 อินเตอร์เฟสแสดงการป้อนแอดแดรสที่ถูกต้อง

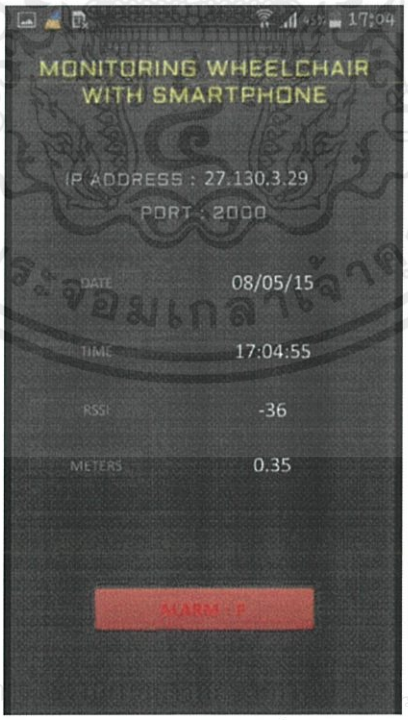
ในกรณีที่ทำการป้อนหมายเลขไอพีแอดเดรสไม่ถูกต้องแอปพลิเคชันจะแจ้งเตือนด้วยข้อความว่า Connecting error please check ip ดังรูปที่ 4.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 อินเตอร์เฟสแสดงการป้อนแอดเดรสที่ไม่ถูกต้อง

หลังจากที่ป้อนไอพีแอดเดรสของผู้ให้บริการอินเตอร์เน็ตถูกต้อง แอปพลิเคชันจะติดต่อไปยังเราท์เตอร์ที่ได้รับไอพีแอดเดรสนั้น แล้วทำการฟอร์เวิร์ดพอร์ตไปยังไอพีแอดเดรสของเครื่องเซิฟเวอร์ เพื่อทำการดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลบนเซิฟเวอร์มาแสดงบนสมาร์ตโฟนดังรูป 4.8



รูปที่ 4.9 อินเตอร์เฟสแสดงข้อมูลที่รับได้จากฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

จากโครงงานเรื่อง ระบบมอนิเตอร์เก้าอี้อัจฉริยะด้วยสมาร์ตโฟน (MONITORING WHEELCHAIR WITH SMART PHONE) ได้จัดทำขึ้นเพื่อพัฒนาเก้าอี้รถเข็น ซึ่งชุดอุปกรณ์ที่ได้จัดทำขึ้นนั้นเมื่อนำไปติดตั้งที่เก้าอี้รถเข็นจะสามารถระบุตำแหน่งของเก้าอี้รถเข็นว่าให้ทราบว่าห่างจากจุดอ้างอิงระยะทางเท่าไหร่ และทำการแจ้งเตือนเมื่อเก้าอี้รถเข็นออกนอกระยะที่ได้กำหนดเอาไว้ผ่านระบบแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือสมาร์ตโฟน โดยแอปพลิเคชันนี้จะต้องมีการเชื่อมต่อกับชุดอุปกรณ์ผ่านทางระบบอินเตอร์เน็ต โครงงานนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับบริเวณภายในอาคารได้

ชุดอุปกรณ์ และแอปพลิเคชันที่ได้จัดทำขึ้นนี้จะช่วยให้ผู้ดูแลหรือแพทย์ไม่จำเป็นต้องอยู่ใกล้ชิดผู้ใช้งานตลอดเวลา อีกทั้งยังช่วยให้ผู้ดูแลมีเวลามากขึ้นสำหรับการทำงานที่สำคัญอื่นๆอีกด้วย เนื่องจากสามารถดูความเคลื่อนไหวของผู้นั่งเก้าอี้รถเข็นได้ตลอดเวลาที่ทำการตรวจสอบจากแอปพลิเคชัน

5.2 ข้อเสนอแนะ

1) โครงงานนี้สามารถนำไปพัฒนาให้มีความแม่นยำมากขึ้น โดยการเพิ่มจำนวนของเซนเซอร์ XBee ในการคำนวณหาระยะทางที่มีความแม่นยำมากที่สุด

2) โครงงานนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับสมาร์ตโฟนรุ่นอื่นๆได้ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งาน

3) โครงงานนี้สามารถนำไปพัฒนาให้สามารถทนต่อสัญญาณรบกวนได้มากยิ่งขึ้น และระยะทางที่แม่นยำมากขึ้น โดยการเปลี่ยนรุ่นของเซนเซอร์ XBee ให้มีความแรงในการรับส่งสัญญาณมากขึ้น เช่น XBee Pro Series2 เป็นต้น

4) โครงงานนี้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพโดยการนำอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์อื่นๆเข้ามาประยุกต์ใช้ได้ เช่น เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ เครื่องวัดความดัน เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] "โครงสร้างแบบจำลองเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย
http://thaitelecomkm.org/TTE/topic/attach/Wireless_Sensor_Network/index.php
(สืบค้นวันที่ 31 สิงหาคม 2557)

[2] "ส่วนประกอบของหน่วยรวมเซ็นเซอร์"
http://thaitelecomkm.org/TTE/topic/attach/Wireless_Sensor_Network/index.php
(สืบค้นวันที่ 31 สิงหาคม 2557)

[3] "ระดับชั้นโปรโตคอลของเครือข่ายสื่อสารไร้สาย"
http://thaitelecomkm.org/TTE/topic/attach/Wireless_Sensor_Network/index.php
(สืบค้นวันที่ 31 สิงหาคม 2557)

[4] "การเปรียบเทียบเทคโนโลยีไร้สายในแบบต่างๆ"
http://www.allfeasible.com/ข้อดีของอุปกรณ์ที่ใช้-ZigBee-tec
(สืบค้นวันที่ 31 สิงหาคม 2557)

[5] "การเชื่อมต่อ Microcontroller 2 ตัว โดยใช้ Zigbee Module"
http://millionbit.blogspot.com/2014/07/interfacing-xbee-with-pic.html
(สืบค้นวันที่ 5 กันยายน 2557)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[6] "รูปแบบของ API Packet frame Mode 1"
http://ftp1.digi.com/support/documentation/html/90001399/90001399_A/Files/XBee-concepts.html
(สืบค้นวันที่ 16 กันยายน 2557)

[7] "เครือข่าย ZigBee แบบ Star , Cluster , Mesh"
http://rmutkrobot.blogspot.com/2010/06/xbee.html
(สืบค้นวันที่ 17 กันยายน 2557)

[8] "ตารางเปรียบเทียบ XBee ในสถานที่ต่างกัน"
http://lhunlha.blogspot.com/2011_03_01_archive.html
(สืบค้นวันที่ 17 กันยายน 2557)

[9] "Arduino UNO R3"
http://thaieasyelec.com/products/development-boards/fritzing-creator-kit-with-arduino-uno-r3-detail.html
(สืบค้นวันที่ 19 กันยายน 2557)

[10] "Mini Xbee USB Dongle V.2"
http://thaieasyelec.com/products/development-boards/fritzing-creator-kit-with-mini-xbee-usb-donglev2.html
(สืบค้นวันที่ 18 กันยายน 2557)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[11] "Power bank"

http://www.yoobaothai.com/yoobao13000mah

(สืบค้นวันที่ 19 กันยายน 2557)

[12] "โปรแกรม Microsoft Visual C#"

https://inqool.cz/en/services

(สืบค้นวันที่ 5 มีนาคม 2558)

[13] "การ Forward Port"

http://panasonic.net/pcc/support/netwkcam/technic/port_fwrd.html

(สืบค้นวันที่ 5 มีนาคม 2558)

[14] "โปรแกรม Adobe Flash Developer"

http://www.ichat.in.th/kuart/topic-readid58485-page1

(สืบค้นวันที่ 6 มีนาคม 2558)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้