โครงงานวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เรื่อง

ระบบวิเคราะห์สถานะแบบพกพาสำหรับเครือข่ายตรวจวัดไร้สาย

Mobile status analyzer for wireless sensor network

โดย

นายประพนธ์ ตราเกียรติกุล 5210502562

พ.ศ. 2555

ระบบวิเคราะห์สถานะแบบพกพาสำหรับเครือข่ายตรวจวัดไร้สาย

Mobile status analyzer for wireless sensor network

โดย

นายประพนธ์ ตราเกียรติกุล 5210502562

โครงงานวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตามหลักสูตร

วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน .....วันที่.....เดือน .....พ.ศ.....

(ผศ.ดร. ชัยพร ใจแก้ว)

.....วันที่.....เดือน .....พ.ศ.....

(รศ.ดร. อนันต์ ผลเพิ่ม)

.....วันที่.....เดือน .....พ.ศ.....

(อ.ดร.อภิรักษ์ จันทร์สร้าง)

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์.....วันที่.....เดือน .....พ.ศ.....

(ผศ.ดร. ภุชงค์ อุทโยภาศ)

นายประพนธ์ ตราเกียรติกุล ปีการศึกษา 2555
ระบบวิเคราะห์สถานะแบบพกพาสำหรับเครือข่ายตรวจวัดไร้สาย
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์) ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทคัดย่อ

ในการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดไร้สายนั้นต้องการให้โหนดตรวจวัดแต่ละตัวเชื่อมต่อกับโหนดรอบข้างในจำนวนที่เหมาะสมด้วยความแรงสัญญาณที่เพียงพอ แต่ผู้ติดตั้งไม่สามารถทราบถึงสถานะการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ตรวจวัดไร้ สายบริเวณที่จะทำการติดตั้งได้ จึงทำให้ประสบปัญหาด้านความไม่สะดวกในการติดตั้งและตรวจสอบอุปกรณ์

โครงงานนี้ได้นำเสนอระบบที่จะช่วยวิเคราะห์สถานะการเชื่อมต่อกันระหว่างอุปกรณ์ภายในเครือข่ายตรวจวัดไร้สายในบริเวณที่ติดตั้งผ่านโปรแกรมประยุกต์บนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพาหรือแท็บเล็ตที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยนำอุปกรณ์แท็บเล็ตมาเชื่อมต่อกับอุปกรณ์สำหรับตรวจสอบสัญญาณจากเครือข่ายตรวจวัดไร้สาย ซึ่งผลจากการที่ระบบสามารถวิเคราะห์สถานะการเชื่อมต่อของเครือข่ายตรวจวัดไร้สายได้จะทำให้ระบบนี้เป็นเครื่องมือช่วยในการตัดสินใจเลือกตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดไร้สายปรับปรุงและตรวจสอบประสิทธิภาพของเครือข่ายตรวจวัดไร้สายได้

จากผลการทดสอบ ผู้ใช้งานระบบสามารถนำระบบนี้ไปใช้ในการวิเคราะห์สถานการณ์เชื่อมต่อ และอำนวยความสะดวกในการติดตั้งทำให้ลดระยะเวลาในการติดตั้งอุปกรณ์ในเครือข่ายตรวจวัดไร้สาย และตรวจสอบเครือข่ายตรวจวัดไร้สายได้จริง และทำให้เครือข่ายตรวจวัดไร้สายมีเสถียรภาพมากยิ่งขึ้น

คำสำคัญ : เครือข่ายตรวจวัดไร้สาย ระบบวิเคราะห์สถานะ โปรแกรมประยุกต์บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

เลขที่เอกสารอ้างอิงภาควิชา E9021-CPJ-1-2555

Prapon Trakiattikul Academic Year 2012
Mobile status analyzer for wireless sensor network
Bachelor Degree in Computer Engineering Department of Computer Engineering
Faculty of Engineering, Kasetsart University

Abstract

Installation of a wireless sensor network typically requires each node to be connected to an appropriate number of neighbors with sufficient signal quality. Without measuring connectivity status in the installation area, it is quite difficult to ensure such criteria.This project presents a mobile application running on an Android-based tablet equipped with a wireless transceiver for probing and analyzing connectivity status of surrounding wireless sensor nodes. Analysis data reported by the application system will help ease and improve processes of wireless sensor network deployment and maintenance. Experimental results suggest that this system correctly analyses connection status, hence simplifies the installation and improves overall stability of the network.

keyword : wireless sensor network , analysis system , status analysis , Android application

Department Reference No E9021-CPJ-1-2555

กิตติกรรมประกาศ

การพัฒนาโครงการนี้ผู้จัดทำได้พบเจอปัญหาและอุปสรรคต่างๆมากมาย โครงการนี้สำเร็จได้ด้วยแรงอนุเคราะห์จากบุคคลหลายท่าน ซึ่งผู้มีพระคุณกลุ่มแรกคืออาจารย์ที่ปรึกษาทั้ง 3 ท่านได้แก่ ผศ.ดร.ชัยพร ใจแก้ว รศ.ดร.อนันต์ ผลเพิ่ม และดร.อภิรักษ์ จันทร์สร้าง ที่ได้ให้ความรู้และเทคนิคการทำงาน แนวทางในการแก้ปัญหา คำแนะนำในการทำงาน ตรวจทาน และแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่ เพื่อให้โครงการนี้ออกมาดีและสมบูรณ์ นอกจากนี้ผู้จัดทำขอขอบคุณเพื่อนนิสิตวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ รุ่น23 และพี่ๆสมาชิกห้องปฏิบัติการเครือข่ายไร้สาย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่คอยให้การช่วยเหลือ สนับสนุน ให้คำแนะนำและเป็นกำลังใจให้กันตลอดระยะเวลาการพัฒนา

ขอขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ และครอบครัวตราเกียรติกุล ที่คอยให้การสนับสนุน ช่วยเหลือและให้กำลังใจตลอดมา

ผู้จัดทำมีความซาบซึ้งในความกรุณาจากทุกท่านที่คอยให้ความช่วยเหลืออันดีทั้งที่ได้กล่าวนาม และไม่ได้กล่าวนามมา และขอกราบขอบพระคุณทุกท่านมา ณ โอกาสนี้

นายประพนธ์ ตราเกียรติกุล

สารบัญ

สารบัญ vi
สารบัญรูปภาพ viii
สารบัญตาราง ix
1 บทนำ 1
1.1 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 1
1.2 ขอบเขตของโครงงาน 2
1.3 ประโยชน์ที่ได้รับ 2
2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 3
2.1 มาตรฐาน IEEE 802.15.4 3
2.2 เครือข่ายตรวจวัดไร้สาย (Wireless Sensor Network : WSN) 3
2.3 ระบบกำหนดตำแหน่งบนโลกหรือ จีพีเอส (Global Positioning System : GPS) 4
2.4 ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ 4
โครงสร้างของแอนดรอยด์ 5
2.5 SQLite 5
2.6 Library usb-Serial-for-android 6
2.7 Library D3.js 6
2.8 Library GraphView 6
2.9 IWING Motelib 6
2.10 IWING Landslide 7
3 เครื่องมือที่ใช้ในการทำโครงงาน 8
3.1 ฮาร์ดแวร์ 8
3.1.1) โหนดตรวจวัดไร้สาย 8
3.1.2) อุปกรณ์คอมพิวเตอร์แท็บเล็ต รุ่น Acer ICONIA TAB A500 9
3.2 ซอฟต์แวร์และไลบรารี 10
3.3 ภาษาที่ใช้ในการพัฒนา 10
4 วิธีการดำเนินโครงงาน 11
4.1 ภาพรวมของระบบ 11
4.2 รายละเอียดของระบบที่พัฒนา 12
1. Input/Output Specification 12
2. Functional Specification 12
4.3 โครงสร้างซอฟต์แวร์ 12
รายละเอียดหน้าจอแสดงผลของระบบ 14
การตรวจสอบโหนดตรวจวัดไร้สายและสถานะการเชื่อมต่อ 14

การแสดงผลข้อมูลการเชื่อมต่อที่ตรวจสอบได้ 15
5 ผลการดำเนินโครงงานและวิจารณ์ 16
5.1 การทดสอบความถูกต้องของระบบ 16
5.1.1 การทดลองที่ 1 การเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์แอนดรอยด์แท็บเล็ต กับ โหนดตรวจสอบ 16
5.1.2 การทดลองที่ 2 การแสดงโหนดตรวจวัดไร้สายที่พบในรูปแบบกราฟแสดงการเชื่อมต่อ 16
5.1.3 การทดลองที่ 3 การแสดงสถานะการเชื่อมต่อของโหนดตรวจวัดไร้สายในรูปแบบกราฟตามแกนเวลา 19
5.1.4 การทดลองที่ 4 การบันทึกตำแหน่งของโหนดตรวจวัดไร้สาย 20
6 สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ 21
6.1 สรุปผลการดำเนินงาน 21
6.2 ข้อจำกัดของระบบที่พัฒนา 21
6.3 ปัญหาและอุปสรรค 21
6.4 ข้อเสนอแนะ 22
6.5แนวทางในการพัฒนาและประยุกต์ใช้ในขั้นต่อไป 22
7 บรรณานุกรม 23
8 ภาคผนวก 24
8.1 การติดตั้งแอพพลิเคชัน WISENSE-Analyzer ลงบนแอนดรอยด์แท็ปเล็ต 24
8.2 การใช้งานแอพพลิเคชัน WISENSE-Aalyzer 28
ประวัตินิสิต 34

สารบัญรูปภาพ

รูปที่ 2.1 โครงสร้างของแอนดรอยด์ 5
รูปที่ 3.1 โหนดตรวจวัดไร้สาย (Sensor mote) 8
รูปที่ 3.2 อุปกรณ์คอมพิวเตอร์แท็บเล็ต รุ่น Acer ICONIA TAB A500 9
รูปที่ 4.1 ภาพรวมของระบบวิเคราะห์สถานะแบบพกพาสำหรับเครือข่ายตรวจวัดไร้สาย 11
รูปที่ 4.2 โครงสร้างของระบบวิเคราะห์สถานะแบบพกพาสำหรับเครือข่ายตรวจวัดไร้สาย 12
รูปที่ 4.3 การส่งข้อความโต้ตอบระหว่างโหนดตรวจวัดไร้สาย 14
รูปที่ 5.2 ตำแหน่งการติดตั้งโหนดตรวจวัดไร้สายหมายเลข 11 , 12 และ 13 17
รูปที่ 5.3 หน้าจอโปรแกรมแสดงกราฟการเชื่อมต่อ 17
รูปที่ 5.4 หน้าจอโปรแกรมแสดงกราฟการเชื่อมต่อ 18
รูปที่ 5.5 กราฟผลการทดสอบแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มสัญญาณและระยะห่าง 18
รูปที่ 5.6 กราฟแสดงสถานการณ์เชื่อมต่อในสภาพแวดล้อมที่มีสัญญาณรบกวนต่ำ 19
รูปที่ 5.7 กราฟแสดงสถานการณ์เชื่อมต่อในสภาพแวดล้อมที่มีสัญญาณรบกวนสูง 19
รูปที่ 8.1 หน้าจอเมนู Security ใน Setting ของแอนดรอยด์ 24
รูปที่ 8.2 ข้อความแสดงรายละเอียดความปลอดภัยของแอนดรอยด์ 24
รูปที่ 8.3 หน้าจอเมนู Security ใน Setting ของแอนดรอยด์เมื่อตั้งค่าแล้ว 25
รูปที่ 8.4 การนำไฟล์ติดตั้งแอพพลิเคชันใส่แอนดรอยด์ 25
รูปที่ 8.5 ตัวเลือกติดตั้งแอพพลิเคชันเมื่อคลิกที่ไฟล์ 26
รูปที่ 8.6 การติดตั้งแอพพลิเคชันจากไฟล์นามสกุล .apk 26
รูปที่ 8.7 ข้อความที่แสดงเมื่อติดตั้งเสร็จสมบูรณ์ 27
รูปที่ 8.8 ไอคอนของแอพพลิเคชัน WISENSE-Analyzer ในแอนดรอยด์ 27
รูปที่ 8.9 การเชื่อมต่อแท็บเล็ตกับอุปกรณ์โหนดตรวจวัดไร้สาย 28
รูปที่ 8.10 ข้อความถามการเปิดแอพพลิเคชันบนแอนดรอยด์ 28
รูปที่ 8.11 หน้าแรกของแอพพลิเคชัน WISENSE-Analyzer 29
รูปที่ 8.12 หน้าของแอพพลิเคชัน WISENSE-Analyzer เมื่อทำการเชื่อมต่ออุปกรณ์ 29
รูปที่ 8.13 หน้าของแอพพลิเคชันแสดงกราฟการเชื่อมต่อของโหนดตรวจวัดไร้สาย 30
รูปที่ 8.14 ตัวเลือกเมื่อคลิกที่โหนดในกราฟแสดงการเชื่อมต่อ 31
รูปที่ 8.15 หน้าของแอพพลิเคชันแสดงกราฟสถานะการเชื่อมต่อตามแกนเวลา 31
รูปที่ 8.16 หน้าของแอพพลิเคชันแสดงหน้าบันทึกตำแหน่งของโหนดตรวจวัดไร้สาย 32
รูปที่ 8.17 หน้าของแอพพลิเคชันแสดงหน้ากล้องถ่ายรูป 33

สารบัญตาราง

ตารางที่ 3.1 คุณสมบัติของหน่วยประมวลผล ATmega328P.....8
ตารางที่ 3.2 คุณสมบัติของโมดูลสื่อสารไร้สาย MRF24J40MA.....9
ตารางที่ 3.3 คุณสมบัติของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์แท็บเล็ต รุ่น Acer ICONIA TAB A500..... 10
ตารางที่ 4.1 รายละเอียดของฐานข้อมูล ตาราง node..... 13

1 บทนำ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีด้านเครือข่ายตรวจวัดสภาพแวดล้อมแบบไร้สาย (Wireless Sensor Network) มีการนำไปใช้ในด้านต่างๆกันอย่างแพร่หลาย เช่น การติดเครื่องตรวจวัดปริมาณน้ำฝนในบริเวณที่เกิดดินถล่มบ่อยครั้ง และเครื่องตรวจจับดินถล่มบริเวณร่องผาจากที่เคยเกิดดินถล่ม เพื่อตรวจจับและส่งสัญญาณเตือนเหตุการณ์ภัยพิบัติแก่ชาวบ้านบริเวณนั้น การฝังอุปกรณ์ตรวจวัดไว้ในรังนกหายากบางชนิดเพื่อตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่มีผลต่อการย้ายถิ่นฐานของนกเหล่านั้น การติดตั้งเครื่องตรวจวัดไว้ภายในอุปกรณ์ผสมสารเคมีขนาดใหญ่หรือท่อส่งสารเคมีในโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อตรวจจับการรั่วซึมของสารเคมี การใช้เครื่องตรวจวัดการสั่นไหวของอุปกรณ์หลายๆอย่างที่ใช้สำหรับการสร้างคอมพิวเตอร์ชิพเพื่อตรวจจับความผิดปกติของเครื่องมือเหล่านั้น เพื่อให้สามารถเข้าไปดูแลได้ก่อนที่จะเกิดความเสียหาย เป็นต้น

เครือข่ายตรวจวัดสภาพแวดล้อมในปัจจุบันยังคงประสบปัญหาด้านความไม่สะดวกในการติดตั้งอุปกรณ์ ถึงแม้ว่าจะมีระบบเครือข่ายตรวจวัดสภาพแวดล้อมแบบไร้สาย ซึ่งช่วยลดปัญหาด้านการลากสาย แต่ในการนำโหนดตรวจวัดแบบไร้สาย (Wireless Sensor Node) ไปติดตั้งนั้น ผู้ติดตั้งจะไม่สามารถทราบได้ว่า ณ จุดที่จะทำการติดตั้งโหนดตรวจวัดนั้นจะอยู่ในระยะที่จะส่งสัญญาณไร้สายได้ รวมถึงถ้าสื่อสารได้แล้วคุณภาพของการเชื่อมต่อกับโหนดรอบข้างเป็นอย่างไร หรือในการขยายเครือข่ายตรวจวัดสภาพแวดล้อม รวมถึงเมื่อเวลาเครือข่ายตรวจวัดสภาพแวดล้อมแบบไร้สายเดิมไม่สามารถติดต่อสื่อสารถึงกันได้หมด จะเกิดปัญหาว่าผู้ใช้งานไม่สามารถทราบสถานะของเครือข่ายแต่ละจุด รวมถึงไม่ทราบว่าควรจะทำการติดตั้งโหนดตรวจวัดแบบไร้สายเพิ่มที่บริเวณใดจึงจะเหมาะสม

โครงงานนี้จะทำการพัฒนาระบบตรวจสอบและวิเคราะห์สัญญาณเครือข่ายไร้สายจากโหนดตรวจวัดบนอุปกรณ์แบบพกพา (Mobile device) โดยมีส่วนประกอบสองส่วนหลักคือ (1) อุปกรณ์ต่อเสริมสำหรับอุปกรณ์แบบพกพา (โหนดตรวจสอบ) ซึ่งสามารถตรวจสอบสัญญาณจากโหนดตรวจวัดอื่นๆที่อยู่บริเวณใกล้เคียงได้ และส่งค่าไปให้อุปกรณ์แบบพกพาผ่านทางพอร์ตยูเอสบี (USB ports) (2) โปรแกรมประยุกต์ (Application) สำหรับอุปกรณ์แบบพกพาในระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android) ซึ่งเป็นโปรแกรมประยุกต์ ที่ใช้แสดงผลข้อมูลเกี่ยวกับสัญญาณที่ตรวจสอบได้จากจากอุปกรณ์ต่อเสริมในข้อที่หนึ่ง ในรูปแบบของตารางและกราฟ นอกจากนี้ ยังสามารถบันทึกรูปภาพและตำแหน่งบนพื้นโลกผ่านจีพีเอส (GPS) ของตัวอุปกรณ์แบบพกพา

1.1 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1) เพื่อช่วยอำนวยความสะดวกในการติดตั้งอุปกรณ์เครือข่ายตรวจวัดสภาพแวดล้อมไร้สาย
2) เพื่อช่วยอำนวยความสะดวกในการตรวจสอบประสิทธิภาพของเครือข่ายตรวจวัดไร้สาย
3) เพื่อช่วยวิเคราะห์สถานะการเชื่อมต่อของเครือข่ายตรวจวัดไร้สาย
4) เพื่อให้สามารถระบุตำแหน่งสถานที่ติดตั้งอุปกรณ์ได้อย่างเหมาะสม ชัดเจน

1.2 ขอบเขตของโครงงาน

1) คอมพิวเตอร์แท็บเล็ตและโหนดตรวจสอบสามารถรับส่งข้อมูลระหว่างกันได้
2) โหนดตรวจสอบสามารถตรวจสอบสถานะของเครือข่ายตรวจวัดไร้สายได้
3) แอพพลิชันบนคอมพิวเตอร์แท็บเล็ตสามารถแสดงผลสถานะของเครือข่ายตรวจวัดไร้สายในรูปแบบของกราฟ โดยจะแสดงเฉพาะโหนดตรวจวัดที่ตรวจพบในระยะทางการเชื่อมต่อไม่เกินระยะทาง 2 โหนด
4) แอพพลิชันบนคอมพิวเตอร์แท็บเล็ตสามารถระบุตำแหน่งของโหนดตรวจวัดในเครือข่ายตรวจวัดไร้สายโดยระบุเป็นตำแหน่งละติจูด ลองจิจูด และรูปภาพ

1.3 ประโยชน์ที่ได้รับ

1) สามารถใช้ระบบนี้ช่วยให้การติดตั้งเครือข่ายตรวจวัดไร้สายง่ายยิ่งขึ้น
2) สามารถใช้ระบบนี้ช่วยในการวิเคราะห์สถานะการเชื่อมต่อของเครือข่ายตรวจวัดสภาพแวดล้อมไร้สาย
3) สามารถทำให้รู้สถานที่ที่ติดตั้งโหนดตรวจสอบได้ถูกต้อง ชัดเจน

2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 มาตรฐาน IEEE 802.15.4

มาตรฐาน IEEE 802.15.4 [1] เป็นมาตรฐานการติดต่อสื่อสารในระดับชั้นกายภาพและระดับชั้นดาต้าลิงค์ (Physical and Data link layer) ในแบบจำลองแบบโอเอสไอ (OSI Model) สำหรับเครือข่ายไร้สายพื้นที่ส่วนบุคคล (Wireless Personal Area Networks) โดยนิยมใช้งานในอุปกรณ์ที่ต้องการประหยัดพลังงาน ไม่ต้องการความเร็วในการส่งข้อมูลสูงมาก และระยะทางการติดต่อสื่อสารไม่ไกลมากนัก ประมานไม่เกิน 75 เมตร แต่ละประเทศ แต่ละภูมิภาคจะมีการใช้งานคลื่นความถี่ที่แตกต่างกัน โดยใช้กันอยู่ใน 3 ช่วงความถี่ คือ

- 868.0 - 868.6MHz (Europe) ที่ความถี่ช่วงนี้จะไม่มีการแบ่งช่องสัญญาณ (ช่องสัญญาณเดียว)
- 902.0 - 928.0MHz (EEUU) ที่ความถี่ช่วงนี้จะแบ่งช่องสัญญาณทั้งหมดออกเป็น 10 ช่องสัญญาณ
- 2.40 - 2.48GHz (Worldwide) ที่ความถี่ช่วงนี้จะแบ่งช่องสัญญาณทั้งหมดออกเป็น 16 ช่องสัญญาณ

ซึ่งความถี่แต่ละช่วงจะมีความเร็วในการส่งข้อมูลไม่เท่ากัน

- 868.0 - 868.6MHz มีความเร็วในการส่งข้อมูลที่ 20/100/250 Kb/s
- 902.0 - 928.0MHz มีความเร็วในการส่งข้อมูลที่ 40/250 Kb/s
- 2.40 - 2.48GHz มีความเร็วในการส่งข้อมูลที่ 250 Kb/s

ในประเทศไทยได้ใช้มาตรฐาน IEEE802.15.4 นี้ในช่วงความถี่ 2.40 – 2.48 GHz ทำให้สามารถรับ-ส่งข้อมูลได้ที่ความเร็ว 250 kb/s เนื่องจากมาตรฐานนี้เน้นการประหยัดพลังงานจึงเป็นมาตรฐานที่นิยมนำมาใช้ในเครือข่ายตรวจวัดไร้สาย ซึ่งไม่ต้องการความเร็วในการส่งข้อมูลสูงแต่มีข้อจำกัดในด้านแหล่งพลังงาน

2.2 เครือข่ายตรวจวัดไร้สาย (Wireless Sensor Network : WSN)

เครือข่ายตรวจวัดไร้สาย [2] ประกอบด้วยโหนดตรวจวัดขนาดเล็กจำนวนมากซึ่งเป็นอิสระต่อกัน ที่ใช้ในการตรวจวัดคุณสมบัติของสภาพแวดล้อมประกอบกันเป็นเครือข่าย มีการติดต่อสื่อสารระหว่างกันเพื่อส่งข้อมูลคุณสมบัติของสภาพแวดล้อมที่วัดได้ ณ ตำแหน่งที่ติดตั้งโหนดตรวจวัดไร้สายไปยังโหนดตรวจวัดอื่นๆในเครือข่าย หรือส่งไปยังศูนย์กลางของเครือข่าย ในการติดต่อสื่อสารระหว่างโหนดตรวจวัดจะส่งข้อมูลผ่านช่องสัญญาณไร้สาย เช่น คลื่นวิทยุความถี่ต่างๆ หรือคลื่นแสงอินฟราเรด และแต่ละโหนดตรวจวัดยังออกแบบให้มีขนาดเล็กสามารถติดตั้งตามแต่ละสภาพแวดล้อมได้ง่ายอีกด้วย

<u>องค์ประกอบของเครือข่ายตรวจวัดไร้สาย</u>

1. ชุดลูกข่ายตรวจวัดไร้สาย เป็น อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในการตรวจวัดคุณสมบัติของสภาพแวดล้อม ณ ตำแหน่งที่ติดตั้ง และส่งข้อมูลที่เก็บได้ต่อไปยังส่วนต่างๆ ของเครือข่ายโดยมีองค์ประกอบหลัก คือ อุปกรณ์ตรวจวัดสัญญาณ ไมโครคอนโทรลเลอร์ และ ชุดรับ-ส่งสัญญาณไร้สาย ชุดลูกข่ายตรวจวัดสัญญาณไร้สาย มักจะมีชื่อเรียกอีกหลายๆ ชื่อเช่น โหนด (node) มด (mote) หรือฝุ่น (dust) เป็น

ต้น ซึ่งในการสื่อสารของโหนดนั้นจะใช้การส่งแบบแอดฮอค (Ad hoc) ผ่านแต่ละโหนดตรวจวัดไปยังจุดหมายที่ต้องการแบบหลายช่วง

2. ชุดแม่ข่ายตรวจวัดสัญญาณไร้สาย เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้รับมาจากชุดลูกข่ายตรวจวัดไร้สาย โดยมีองค์ประกอบขั้นต่ำคือชุดไมโครคอนโทรลเลอร์ และชุดรับ-ส่งสัญญาณไร้สาย ดังนั้น ชุดลูกข่ายตรวจวัดสัญญาณไร้สายใดๆ อาจทำหน้าที่เป็นชุดแม่ข่ายตรวจวัดสัญญาณไร้สายที่มีชุดตรวจวัดสัญญาณด้วยก็ได้

<u>คุณสมบัติของเครือข่ายตรวจวัดไร้สาย</u>

1. สะดวกในการติดตั้ง อุปกรณ์มีขนาดเล็ก สามารถขนย้ายได้ง่าย ในบางกรณีการติดตั้งอาจจะเพียงแค่นำไปวางไว้ หรือโปรยลงมาจากเครื่องบินก็สามารถใช้งานได้
2. การระบุตำแหน่งอ้างอิงของโหนดแต่ละตัวด้วยตัวเองในเครือข่ายหลังจากที่โหนดตรวจวัดนั้นสามารถเชื่อมต่อเข้ากับเครือข่ายได้แล้ว
3. การวิเคราะห์แก้ไขปัญหาด้วยตัวเอง เมื่อความผิดพลาดเกิดขึ้น
4. การใช้งานที่สามารถใช้ได้เป็นเวลานาน ทำให้ต้องมีการออกแบบให้มีการประหยัดพลังงาน เนื่องจากโหนดต้องอาศัยพลังงานจากแหล่งพลังงานขนาดเล็กเช่น แบตเตอรี่หรือแหล่งพลังงานอื่นๆ ในธรรมชาติเช่น พลังงานแสง พลังงานจากการสั่นและพลังงานลม เป็นต้นเพื่อให้อุปกรณ์มีขนาดเล็กตามข้อที่ 1
5. ความเชื่อถือได้ของการติดต่อสื่อสาร ถ้ามีโหนดจำนวนหนึ่งใช้งานไม่ได้ หรือ ทำงานบกพร่อง จะต้องไม่ส่งผลให้โหนดอื่นในเครือข่ายทำงานผิดพลาดไปด้วย

2.3 ระบบกำหนดตำแหน่งบนโลกหรือ จีพีเอส (Global Positioning System : GPS)

จีพีเอส [3] คือระบบบอกตำแหน่งบนพื้นผิวโลก โดยอาศัยการคำนวณจากความถี่สัญญาณนาฬิกาที่ส่งมาจากดาวเทียมที่ โคจรอยู่รอบโลกซึ่งทราบตำแหน่ง ทำให้ระบบนี้สามารถบอกตำแหน่ง ณ จุดที่สามารถรับสัญญาณได้ทั่วโลก การระบุตำแหน่งต้องใช้ดาวเทียมอย่างน้อย 4 ดวง ถึงจะได้ตำแหน่งที่มีความแม่นยำสูง โดยเครื่องรับสัญญาณจีพีเอส รุ่นใหม่ๆ จะสามารถคำนวณความเร็วและทิศทางนำมาใช้ร่วมกับโปรแกรมแผนที่เพื่อใช้ในการนำทางได้

2.4 ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ [4,5] คือระบบปฏิบัติการบนลินุกซ์สำหรับอุปกรณ์แบบพกพา เช่น โทรศัพท์มือถือ และ คอมพิวเตอร์แท็บเล็ตของบริษัทกูเกิล (Google) ซึ่งได้เปิดให้นักพัฒนาสามารถพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ได้ด้วยภาษา JAVA

โครงสร้างของแอนดรอยด์

รูปที่ 2.1 โครงสร้างของแอนดรอยด์

ที่มา : www.sourcecode.in.th

จากรูปที่ 1 จะเห็นได้ว่า โครงสร้างของแอนดรอยด์นั้นประกอบด้วย 5 ส่วนหลักๆ โดยส่วนบนสุดจะเป็นส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งานโดยตรง และส่วนล่างสุดจะเป็นส่วนที่ติดต่อกับอุปกรณ์อื่นๆ

Application คือส่วนที่เป็นโปรแกรมทั่วไปที่มีมากับเครื่องหรือติดตั้งเพิ่มเติม ผู้ใช้งานสามารถเรียกใช้โปรแกรมได้โดยตรง โดยการทำงานของแต่ละโปรแกรมจะแตกต่างกันไป ตามที่ออกแบบมา

Application Framework คือส่วนที่พัฒนาเตรียมไว้ให้สำหรับนักพัฒนาโปรแกรม เพื่อลดความยุ่งยากในการพัฒนาบางส่วนออกไป เพียงแต่ศึกษาวิธีการใช้งาน application framework ที่ต้องการใช้งาน

Libraries คือส่วนของชุดคำสั่งที่เตรียมไว้ให้เรียกใช้งาน ในโปรแกรมต่างๆ

Android Runtime ส่วนนี้จะประกอบด้วย Darvik Virtual Machine ที่ทำหน้าที่แปลงไฟล์ที่ต้องการทำงานไปเป็นไฟล์ .DEX ก่อนการทำงาน และ Core Libraries ที่เป็นส่วนรวบรวมคำสั่งและชุดคำสั่งสำคัญ โดยถูกเขียนด้วยภาษาจาวา (Java Language)

Linux Kernel คือส่วนหลักที่ทำหน้าที่จัดการกับบริการหลักของระบบปฏิบัติการและทรัพยากรต่างๆ

2.5 SQLite

SQLite [6] เป็นระบบฐานข้อมูลขนาดเล็กที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อน และมีรูปแบบการทำงานเป็นแบบเครื่องเดี่ยว (Standalone) เหมาะสำหรับข้อมูลที่มีขนาดไม่ใหญ่มากนัก ง่ายต่อการจัดเก็บและนำไปใช้ และไฟล์ที่จัดเก็บนั้นก็มีขนาดเล็กมาก เกือบเท่ากับการเก็บข้อมูลจริง ได้รับความนิยมอย่างมากใน Smart phone เนื่องจากข้อจำกัดทางด้านความสารมารถของหน่วยความจำ และ หน่วยประมวลผลต่างๆ

2.6 Library usb-Serial-for-android

usb-Serial-for-android [7] เป็นไลบรารี (Library) ที่มีผู้พัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้สำหรับการสร้างโปรแกรมประยุกต์บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ในการเชื่อมต่ออุปกรณ์พกพาที่มีระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์กับอุปกรณ์อื่นๆผ่านทางพอร์ตยูเอสบี โดยใช้โพรโตคอล (Protocol) แบบอนุกรม (Serial) โดยไลบรารีนี้จะสามารถใช้ได้กับระบบปฏิบัติการรุ่น 3.1 ขึ้นไป

2.7 Library D3.js

D3.js [14] เป็นไลบรารีของ JavaScript ที่มีผู้พัฒนาขึ้นเพื่อใช้สำหรับจัดการข้อมูล โดยนำข้อมูลเหล่านั้นมาแสดงผลในรูปแบบแผนภาพ และกราฟต่างๆโดยใช้เทคโนโลยี HTML5 (Hypertext Markup Language) SVG และ CSS3 (Cascading Style Sheet)

2.8 Library GraphView

Library GraphView [15] เป็นไลบรารีภาษา JAVA ที่ใช้ในการสร้างกราฟสำหรับพัฒนาแอพพลิเคชันบนแอนดรอยด์ ที่ยืดหยุ่นและสวยงาม สามารถเข้าใจ พัฒนา และปรับปรุงต่อได้ง่าย โดยสามารถสร้างได้ทั้งกราฟเส้นและกราฟแท่ง

<u>คุณสมบัติโดยรวม</u>

- สร้างกราฟได้ 2 แบบ คือ กราฟเส้น และ กราฟแท่ง
- สามารถแสดงข้อมูลมากกว่า 1 ชุดในกราฟเดียวกันได้
- สามารถปรับแต่งส่วนอธิบายกราฟได้ (ความกว้าง ความยาว ตำแหน่ง แสดง/ไม่แสดง)
- สามารถเลือกแรงเงาพื้นที่ใต้กราฟได้
- แสดงข้อมูลในความถี่ที่ต่างกันได้
- กำหนดจำนวนข้อมูลที่จะแสดงในกราฟได้
- เลื่อนดูข้อมูลของกราฟได้
- ขยายกราฟได้

2.9 IWING Motelib

IWING Motelib [12] เป็นไลบรารีที่ช่วยให้การเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของโหนดตรวจวัดไร้สายของห้องปฏิบัติการเครือข่ายไร้สายง่ายขึ้น ถูกพัฒนาขึ้นโดยห้องปฏิบัติการเครือข่ายไร้สาย (IWING) โดยไลบรารีนี้จะมีฟังก์ชันในการควบคุมหลอดไฟ LED ใช้งานปุ่มกด สร้างบัฟเฟอร์วงกลม วัดค่าจากอุปกรณ์ตรวจวัด สร้างตัวจับเวลา สื่อสารข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรม (UART) และสื่อสารข้อมูลแบบไร้สาย ซึ่งในโครงงานนี้ ได้ใช้ไลบรารีนี้ในการ ติดต่อสื่อสาร ทั้งพอร์ตอนุกรมและการสื่อสารแบบไร้สาย

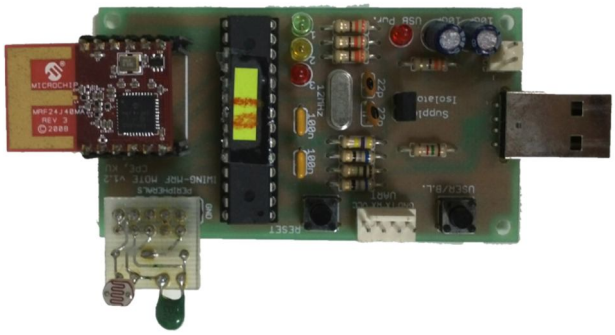
2.10 IWING Landslide

IWING Landslide เป็นโปรแกรมประยุกต์สำหรับเครือข่ายตรวจวัดไร้สายที่พัฒนาขึ้นโดยห้องปฏิบัติการเครือข่ายไร้สาย เพื่อใช้ในการตรวจวัดสภาพแวดล้อมและเตือนภัยเหตุภัยพิบัติดินโคลนถล่มที่จังหวัดกระบี่ โดยเป็นส่วนหนึ่งของโครงการ Integrated Study on Hydro-Meteorological Prediction and Adaptation to Climate Change in Thailand (IMPACT-T) ซึ่งได้อาศัยไลบรารี IWING Motelib ในการทำงานอีกทีหนึ่ง ซึ่งในโครงการนี้ ได้พัฒนาโปรแกรมประยุกต์นี้ต่อให้สามารถใช้งานกับร่วมกับระบบที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อตรวจสอบสัญญาณจากเครือข่ายไร้ตรวจวัดไร้สายนี้ได้

3 เครื่องมือที่ใช้ในการทำโครงงาน

3.1 ฮาร์ดแวร์

3.1.1) โหนดตรวจวัดไร้สาย



รูปที่ 3.1 โหนดตรวจวัดไร้สาย (Sensor mote)

โหนดตรวจวัดไร้สาย [8] ที่พัฒนาโดยห้องปฏิบัติการวิจัยเครือข่ายไร้สาย (Intelligent Wireless Network Group : IWING) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (รูปที่ 3.1) นี้ประกอบด้วยส่วนหน่วยประมวลผล (ATmega328P) [9] ส่วนสื่อสารไร้สาย (MICROCHIP MRF24J40MA) [10] และส่วนตรวจวัดสภาพแวดล้อม (แสงและอุณหภูมิ) โดยมีคุณสมบัติดังตารางที่ 3.1 และ 3.2

ตารางที่ 3.1 คุณสมบัติของหน่วยประมวลผล ATmega328P

CPU	8-bit AVR
หน่วยความจำแฟรช	32 KBytes
แรม	2 KBytes
จำนวน I/O	23
ความเร็วสูงสุด	20 MHz
แพ็กเก็ต / เคส	28-DIP (300mil)
ขนาด EEPROM	1 Kbytes
A/D	6 x 10b
อุณหภูมิ	-40°C to 85°C
อุปกรณ์ที่เชื่อมต่อได้	I2C , SPI , UART/USART
เพอร์ริเฟอรอล	Brown-out Detect/Reset , POR ,PWM , WDT
แรงดันไฟฟ้า	1.8V ~ 5.5V

ตารางที่ 3.2 คุณสมบัติของโมดูลสื่อสารไร้สาย MRF24J40MA

ระยะทางที่สามารถส่งได้	Up to 400 ft
แรงดันไฟฟ้า	2.4 ~ 3.6 V
อุณหภูมิ	-40°C to 85°C
กระแสไฟฟ้า (RX mode)	19 mA
กระแสไฟฟ้า (TX mode)	23 mA
กระแสไฟฟ้า (Sleep mode)	2 uA
คลื่นความถี่ที่ใช้	ISM Band 2.405 - 2.48 GHz
อัตราการส่งข้อมูล	250 kbps

3.1.2) อุปกรณ์คอมพิวเตอร์แท็บเล็ต รุ่น Acer ICONIA TAB A500

รูปที่ 3.2 อุปกรณ์คอมพิวเตอร์แท็บเล็ต รุ่น Acer ICONIA TAB A500

ที่มา : http://www.digitaltrends.com

Acer ICONIA TAB A500 [11] (รูปที่ 3.2) เป็นอุปกรณ์คอมพิวเตอร์แท็บเล็ตขนาด 10.1นิ้วที่รองรับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ และมีช่องการเชื่อมต่อแบบยูเอสบี ทำให้เหมาะสำหรับการพัฒนาแอพพลิเคชันที่มีการติดต่อสื่อสารกับอุปกรณ์อื่นๆผ่านทางการเชื่อมต่อแบบยูเอสบีนี้ โดยอุปกรณ์มีคุณสมบัติดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 คุณสมบัติของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์แท็บเล็ต รุ่น Acer ICONIA TAB A500

หน่วยประมวลผล	Dual-core 1 GHz Cortex-A9
หน่วยความจำ	Card slot microSD, up to 32GB Internal 16 GB storage RAM 1 GB DDR2
จอแสดงผล	LCD capacitive touchscreen, 256K colors Size 800 x 1280 pixels, 10.1 inches (~149 ppi pixel density)
กล้อง	5 MP, 2592 x 1944 pixels, autofocus, LED flash
ระบบการเชื่อมต่อ	WiFi 802.11b/g Bluetooth 2.1 + EDR Micro USB 2.0
ระบบปฏิบัติการ	Android 4.0.3
พลังงาน	Li-Po 3260 mAh

3.2 ซอฟต์แวร์และไลบรารี

1) โปรแกรม Eclipse IDE for JAVA EE Developers
2) Android Software Development kits (SDK)
3) ระบบปฏิบัติการ Ubuntu 11.04 สำหรับคอมพิวเตอร์
4) ระบบปฏิบัติการ Android 4.0.3 สำหรับอุปกรณ์พกพา
5) Motelib framework สำหรับควบคุมโหนดตรวจวัดไร้สาย
6) Application landslide เป็นแอพพลิเคชันสำหรับเครือข่ายตรวจวัดไร้สาย
7) Library usb-Serial-for-android สำหรับรับส่งข้อมูลผ่านพอร์ตยูเอสบี ดังที่กล่าวไว้ในบทที่ 2
8) Library d3.js สำหรับสร้างกราฟแสดงการเชื่อมต่อ ดังที่กล่าวไว้ในบทที่ 2
9) Library GraphView สำหรับสร้างกราฟตามแกนเวลา ดังที่กล่าวไว้ในบทที่2

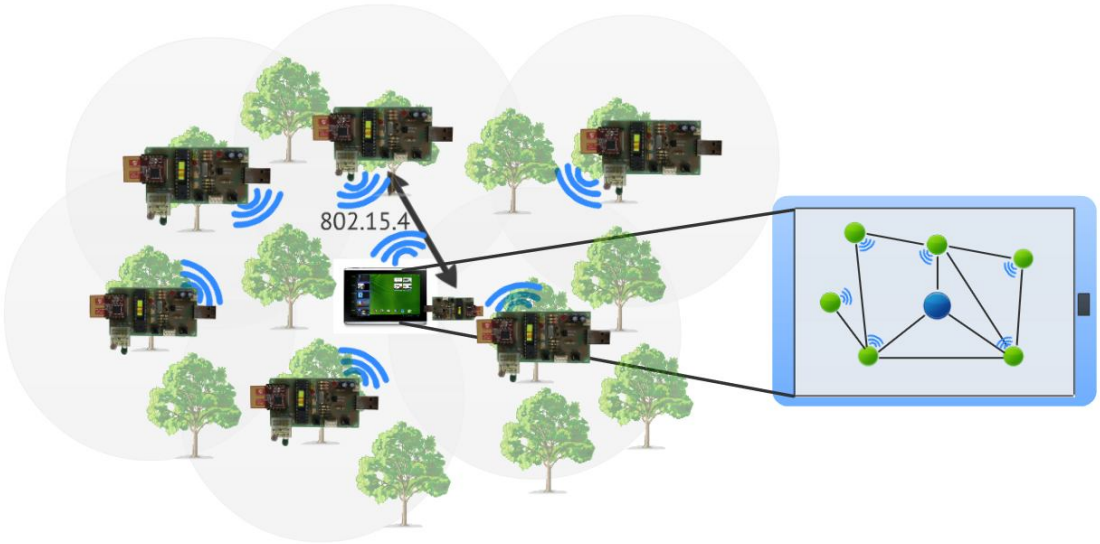
3.3 ภาษาที่ใช้ในการพัฒนา

1) ภาษา C สำหรับพัฒนาโปรแกรมลงโหนดตรวจสอบ
2) ภาษา JAVA สำหรับพัฒนาโปรแกรมบนแอนดรอยด์
3) ภาษา JavaScript สำหรับพัฒนาในส่วนเว็บวิว (Web view) บนแอนดรอยด์แอพพลิเคชัน

4 วิธีการดำเนินโครงงาน

ในบทนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดในการพัฒนาโครงงานชิ้นนี้ โดยจะอธิบายถึงภาพรวมของระบบ รายละเอียดของระบบที่พัฒนา และโครงสร้างซอฟต์แวร์

4.1 ภาพรวมของระบบ



รูปที่ 4.1 ภาพรวมของระบบวิเคราะห์สถานะแบบพกพาสำหรับเครือข่ายตรวจวัดไร้สาย

ระบบนี้เป็นระบบที่สามารถตรวจสอบและวิเคราะห์สถานะการเชื่อมต่อของเครือข่ายตรวจวัดสภาพแวดล้อมแบบไร้สายบนอุปกรณ์แบบพกพา ซึ่งค่าที่สามารถตรวจสอบและวิเคราะห์ได้คือค่าความเข้มของสัญญาณ (Received signal strength indication : RSSI) ค่าคุณภาพของการเชื่อมต่อ (Link Quality Indicator : LQI) และค่าความน่าเชื่อถือของการเชื่อมต่อ (Link Reliability : LR) โดยการนำอุปกรณ์แบบพกพาที่ติดตั้งแอพพลิเคชันที่ได้พัฒนาขึ้นมานี้เข้าไปตรวจสอบยังบริเวณที่มีเครือข่ายตรวจวัดสภาพแวดล้อมแบบไร้สายติดตั้งอยู่ ดังรูปที่ 4.1 อุปกรณ์จะสามารถแสดงผลลัพธ์เป็นกราฟแสดงการเชื่อมต่อของเครือข่ายที่ประกอบด้วยโหนดตรวจวัดอื่นๆที่ตรวจพบในระยะทางการเชื่อมต่อไม่เกินระยะทาง 2 โหนด พร้อมทั้งวิเคราะห์ถึงสถานะการเชื่อมต่อกับโหนดตรวจวัดนั้นๆ นอกจากนี้ยังสามารถบันทึกตำแหน่งสถานที่ของโหนดตรวจวัดต่างๆได้

4.2 รายละเอียดของระบบที่พัฒนา

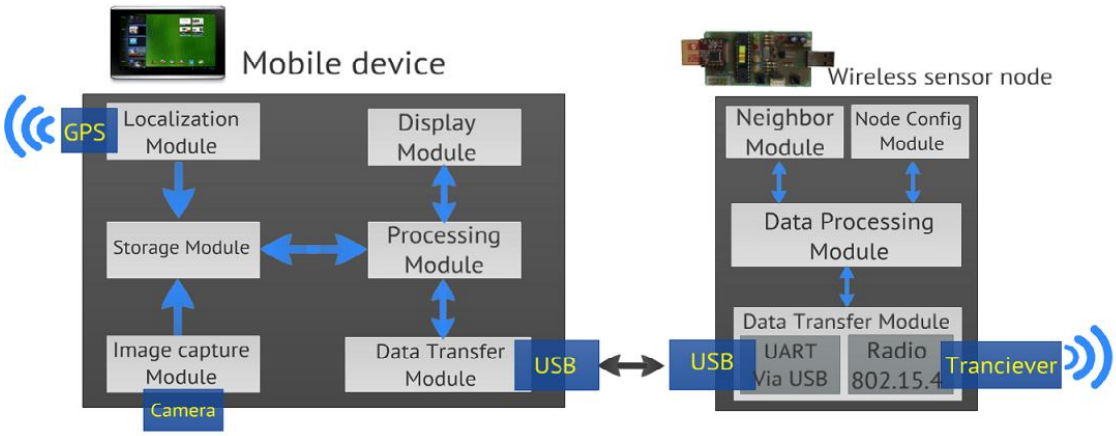
1. Input/Output Specification

- Input ได้แก่ สัญญาณจากอุปกรณ์เครือข่ายตรวจวัดสภาพแวดล้อมแบบไร้สาย คลื่นวิทยุจากดาวเทียม
- Output ได้แก่ ข้อมูลของสัญญาณในรูปแบบกราฟ รูปถ่าย ตำแหน่งบนพื้นโลก

2. Functional Specification

- สามารถตรวจสอบสัญญาณบริเวณนั้นๆได้
- สามารถส่งข้อมูลที่ตรวจสอบได้ ไปยังอุปกรณ์แบบพกพา
- สามารถแสดงผลในรูปแบบกราฟ
- สามารถบันทึกสถานที่ได้ โดยใช้รูปถ่าย และ ตำแหน่งบนพื้นโลกจากจีพีเอส

4.3 โครงสร้างซอฟต์แวร์



รูปที่ 4.2 โครงสร้างของระบบวิเคราะห์สถานะแบบพกพาสำหรับเครือข่ายตรวจวัดไร้สาย

โครงงานนี้แบ่งออกเป็น2ส่วนหลักๆดังรูปที่ 4.2 คือ

1.) แอพพลิเคชันบนคอมพิวเตอร์แท็บเล็ตระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยแอพพลิเคชันในส่วนนี้จะถูกแบ่งออกเป็น 6 ส่วนย่อย คือ

ส่วนระบุตำแหน่ง (Localization module) ส่วนนี้จะเป็นส่วนที่ใช้ในการหาตำแหน่งจากระบบจีพีเอส โดยค่าที่ได้ออกมาจะเป็นค่า ละติจูด และ ลองจิจูด

ส่วนบักทึกรูปภาพ (Image capture module) ส่วนนี้จะเป็นส่วนที่ทำให้แอพพลิเคชันสามารถเรียกใช้กล้องถ่ายรูป เพื่อถ่ายรูปภาพสถานที่ต่างๆ โดยจะได้ผลลัพธ์ออกมาเป็นไฟล์รูปภาพ

ส่วนจัดเก็บข้อมูล (Storage module) ส่วนนี้จะทำการจัดเก็บ ค้นหา แก้ไขและลบ รูปภาพและข้อมูลจีพีเอสในฐานข้อมูล โดยฐานข้อมูลจะประกอบด้วย 1 ตาราง คือ node โดยตาราง node จะเก็บข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับโหนด ที่อยู่ของรูปภาพ และข้อมูลจีพีเอส รายละเอียดของตารางจะแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 รายละเอียดของฐานข้อมูล ตาราง node

Key	Field	Type	Desctiption
PK	id	int	**หมายเลขประจำตัว**
	address	int	**หมายเลขโหนด**
	panid	int	**หมายเลขเครือข่าย**
	channel	int	**ช่องสัญญาณ**
	path	varchar(255)	**ที่อยู่ของไฟล์รูป**
	lattitude	double	**พิกัดละติจูด**
	longitude	double	**พิกัดลองจิจูด**

ส่วนแสดงผล (Display module) ส่วนนี้จะเป็นส่วนที่สร้างส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน (Graphic User Interface : GUI) โดยจะมีส่วนที่แสดงผลข้อมูลในรูปแบบของกราฟ และการแสดงผลแผนที่รวมอยู่ด้วย

ส่วนประมวลผล (Processing module) ส่วนนี้จะทำหน้าที่ในการประมวลผลข้อมูลต่างๆที่รับเข้ามาเพื่อให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ไม่ว่าจะเป็นการจัดเก็บ หรือ การแสดงผล

ส่วนรับ/ส่งข้อมูล (Transfer data module) ส่วนนี้จะเป็นส่วนจัดการการติดต่อรับ/ส่งข้อมูลผ่านทางพอร์ตยูเอสบี โดยมีการใช้โพรโตคอล UART

2.) ซอฟต์แวร์บนอุปกรณ์โหนดตรวจสอบ โดนซอฟต์แวร์ในส่วนนี้จะแบ่งออกเป็น 4 ส่วนย่อย คือ

ส่วนตรวจสอบโหนดเพื่อนบ้าน (Neighbor module) ส่วนนี้จะเป็นส่วนที่ทำหน้าที่ในการตรวจสอบว่ามีโหนดตรวจวัดอื่นๆ อยู่ในบริเวณที่ติดต่อสื่อสารกันได้หรือไม่ และทำการวิเคราะห์สัญญาณที่ได้รับ นอกจากนั้นยังมีการส่งข้อความไปถามข้อมูลจากโหนดตรวจวัดที่พบ เพื่อนำข้อมูลการเชื่อมต่อระหว่างโหนดตรวจวัดที่พบกับโหนดอื่นๆ เพื่อนำมาวิเคราะห์

ส่วนปรับตั้งค่าโหนดตรวจสอบ (Node configuration module) ส่วนนี้จะเป็นส่วนที่ทำหน้าที่ในการปรับตั้งค่าการติดต่อสื่อสารของโหนดตรวจสอบ โดยค่าที่สามารถปรับตั้งได้ ได้แก่ หมายเลขโหนด (Address) , หมายเลขเครือข่าย (PAN ID) และ ช่องสัญญาณ (Channel)

ส่วนประมวลผล (Processing module) ส่วนนี้จะทำหน้าที่ในการประมวลผลข้อมูลต่างๆให้อยู่ในรูปแบบที่พร้อมสำหรับการส่งข้อมูลเหล่านั้นไปให้คอมพิวเตอร์แท็บเล็ต

ส่วนรับ/ส่งข้อมูล (Transfer data module) ส่วนนี้จะเป็นส่วนจัดการการติดต่อรับ/ส่งข้อมูลผ่านทางพอร์ตยูเอสบี โดยมีการใช้โพรโตคอล UART

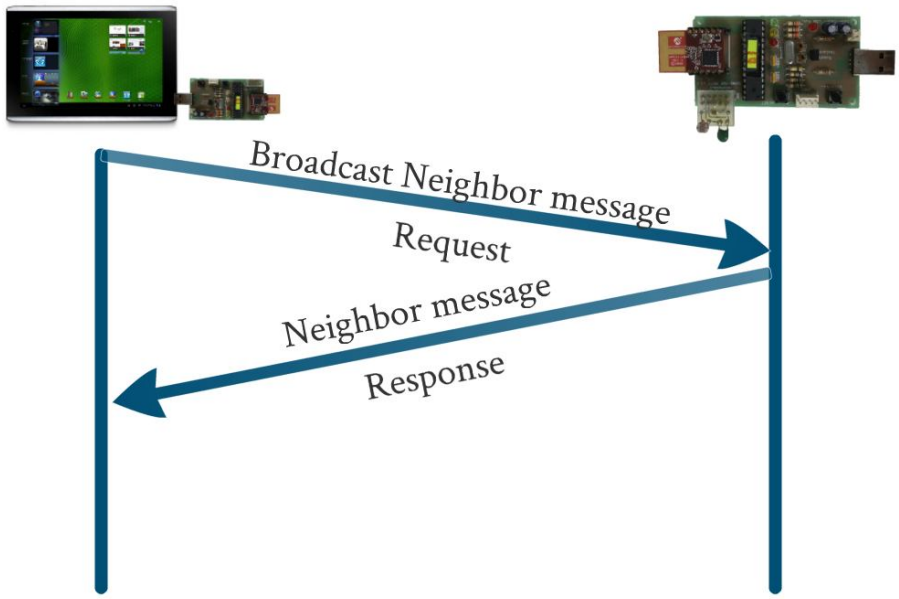
รายละเอียดหน้าจอแสดงผลของระบบ

แอพพลิเคชันบนคอมพิวเตอร์แท็บเล็ตระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์นั้น จะประกอบไปด้วยหน้าแสดงผล 5 หน้า คือ

1. หน้าแรกของโปรแกรมสำหรับทำการเชื่อมต่อกับโหนดตรวจสอบสัญญาณ และแสดงข้อมูลของโหนดตรวจสอบสัญญาณ
2. หน้าแสดงแผนภาพการเชื่อมต่อของเครือข่ายตรวจวัดไร้สาย
3. หน้าแสดงกราฟตามแกนเวลาข้อมูลของการเชื่อมต่อ ได้แก่ ความเข้มสัญญาณ คุณภาพของสัญญาณ และความน่าเชื่อถือของสัญญาณ
4. หน้าแสดงข้อมูลของตำแหน่งที่ติดตั้งโหนดตรวจวัดไร้สาย
5. หน้าสำหรับบันทึกข้อมูลตำแหน่งที่ติดตั้งโหนดตรวจวัดไร้สาย

การตรวจสอบโหนดตรวจวัดไร้สายและสถานะการเชื่อมต่อ

ในการตรวจสอบว่าบริเวณนั้นมีโหนดตรวจวัดไร้สายใดอยู่บ้าง และโหนดไหนสามารถเชื่อมต่อกันได้ด้วยคุณภาพเช่นไรนั้น โหนดตรวจสอบที่เชื่อมต่ออยู่กับแท็บเล็ต จะทำการแพร่สัญญาณ (Broadcast) ข้อความสำหรับร้องขอข้อมูลจากโหนดตรวจวัดไร้สายอื่น ซึ่งโหนดตรวจวัดไร้สายแต่ละโหนดจะมีการเก็บข้อมูลสถานะการเชื่อมต่อของแต่ละโหนดที่สามารถเชื่อมต่อได้ไว้อยู่แล้ว โหนดตรวจวัดไร้สายไหนที่สามรถติดต่อกับโหนดตรวจสอบที่แท็บเล็ตได้ ก็จะส่งข้อมูลเหล่านั้นกลับมาให้ ดังภาพที่ 4.3



รูปที่ 4.3 การส่งข้อความโต้ตอบระหว่างโหนดตรวจวัดไร้สาย

หลังจากที่ได้ข้อมูลการเชื่อมต่อของแต่ละโหนดตรวจวัดไร้สายมาแล้ว ระบบจะทำการจัดเก็บข้อมูลเหล่านั้นไว้ในรูปแบบชั่วคราว โดยเก็บข้อมูลหมายเลขโหนดนั้นๆ หมายเลขโหนดที่โหนดนั้นๆสามารถเชื่อมต่อ

ได้ ข้อมูลการเชื่อมต่อ ได้แก่ ความเข้มสัญญาณ คุณภาพของสัญญาณ และความน่าเชื่อถือของสัญญาณ และเวลาที่ได้รับข้อมูลมา ในรูปแบบต่อเนื่อง

การแสดงผลข้อมูลการเชื่อมต่อที่ตรวจสอบได้

หลังจากที่ได้ข้อมูลมาเก็บไว้แล้ว ระบบจะแสดงผลข้อมูลการเชื่อมต่อที่ตรวจสอบได้ใน 2 รูปแบบ คือ แผนภาพการเชื่อมต่อของเครือข่ายตรวจวัดไร้สายแบบเวลาจริง และกราฟตามแกนเวลาของข้อมูลการเชื่อมต่อของโหนดที่เลือกกับโหนดอื่นที่เชื่อมต่อได้

แผนภาพการเชื่อมต่อของเครือข่ายตรวจวัดไร้สายแบบเวลาจริง จะแสดงโดยนำข้อมูลมาจำลองเป็นแผนภาพการเชื่อมต่อของเครือข่ายไร้สาย โดยแสดงโหนดทุกโหนดที่ตรวจพบแทนด้วยวงกลม และข้อมูลการเชื่อมต่อแทนด้วยเส้นเชื่อมระหว่างวงกลม โดยจะแสดงข้อมูลใน 3 มิติ คือ ความเข้มของสัญญาณที่วัดได้จะแทนด้วยความยาวของเส้นเชื่อม คุณภาพของสัญญาณจะแทนด้วยความหนาของเส้นเชื่อม และความน่าเชื่อถือของสัญญาณจะแทนด้วยความเข้มของเส้นเชื่อม ข้อมูลที่นำมาแสดงเป็นแผนภาพการเชื่อมต่อจะใช้เฉพาะข้อมูลล่าสุดเท่านั้น

กราฟตามแกนเวลาของข้อมูลการเชื่อมต่อของโหนดที่เลือกกับโหนดอื่นที่เชื่อมต่อได้ จะแสดงโดยนำข้อมูลต่อเนื่องทั้งหมด ที่มีหมายเลขโหนดตรงกับโหนดที่เลือกมาสร้างเป็นกราฟ โดยแบ่งออกเป็น 3 กราฟ คือ กราฟความเข้มของสัญญาณ กราฟคุณภาพสัญญาณและ กราฟความน่าเชื่อถือของสัญญาณ โดยแต่ละกราฟอาจจะประกอบด้วยข้อมูลหลายชุดตามโหนดตรวจวัดไร้สายที่สามารถเชื่อมต่อได้ ซึ่งข้อมูลแต่ละชุดจะแยกกันด้วยสีที่แตกต่างกัน

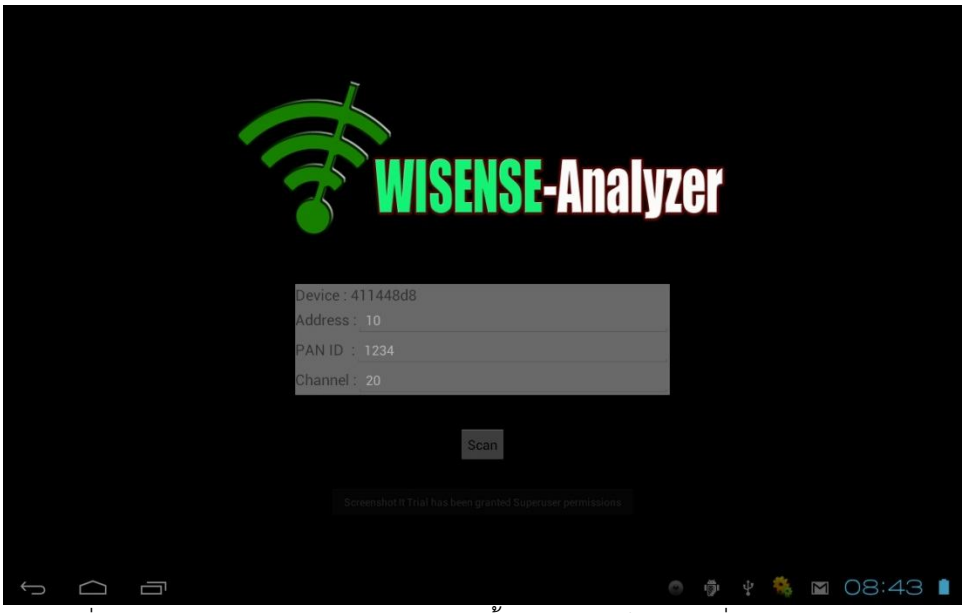
5 ผลการดำเนินโครงงานและวิจารณ์

5.1 การทดสอบความถูกต้องของระบบ

5.1.1 การทดลองที่ 1 การเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์แอนดรอยด์แท็บเล็ต กับ โหนดตรวจสอบ

<u>วัตถุประสงค์</u> เพื่อทดสอบโปรแกรมประยุกต์ที่พัฒนาขึ้นมาว่าสามารถเชื่อมต่อ รับ-ส่งข้อมูล ระหว่างอุปกรณ์แอนดรอยด์แท็บเล็ต กับ โหนดตรวจสอบผ่านช่องยูเอสบีได้หรือไม่ และข้อมูลที่รับ-ส่งนั้นถูกต้องหรือไม่

<u>ผลการทดลอง</u> ผลการทดสอบพบว่าสามารถเชื่อมต่อรับ-ส่งข้อมูลระหว่างแอพพลิเคชันบนแอนดรอยด์และโปรแกรมบนโหนดตรวจสอบได้ โดย การกดปุ่ม Connect ที่แอพพลิเคชันแล้วจะแสดงข้อมูลการตั้งค่าสัญญาณไร้สายบนโหนดดังรูปที่ 5.1



รูปที่ 5.1 หน้าจอโปรแกรมแสดงข้อมูลการตั้งค่าสัญญาณไร้สาย เมื่อกดปุ่ม Connect

5.1.2 การทดลองที่ 2 การแสดงโหนดตรวจวัดไร้สายที่พบในรูปแบบกราฟแสดงการเชื่อมต่อ

<u>วัตถุประสงค์</u> เพื่อทดสอบโปรแกรมประยุกต์ว่าสามารถตรวจพบโหนดตรวจวัดไร้สายในบริเวณนั้นๆได้จริง และสามารถนำข้อมูลมาแสดงผล ในรูปแบบกราฟแสดงการเชื่อมต่อที่สามารถนำไปวิเคราะห์สถานะการเชื่อมต่อได้ คือ แสดงค่าความเข้มของสัญญาณ (RSSI) ในรูปแบบความยาวของเส้นเชื่อมระหว่างโหนด แสดงค่าคุณภาพการเชื่อมต่อ (LQI) ในรูปแบบความหนาของเส้นเชื่อมระหว่างโหนด และแสดงค่าความน่าเชื่อถือของการเชื่อมต่อ (LR) ในรูปแบบความเข้มของเส้นเชื่อมระหว่างโหนด และทดสอบว่าผลที่แสดงออกมานั้นสอดคล้องกับสภาพความเป็นจริง

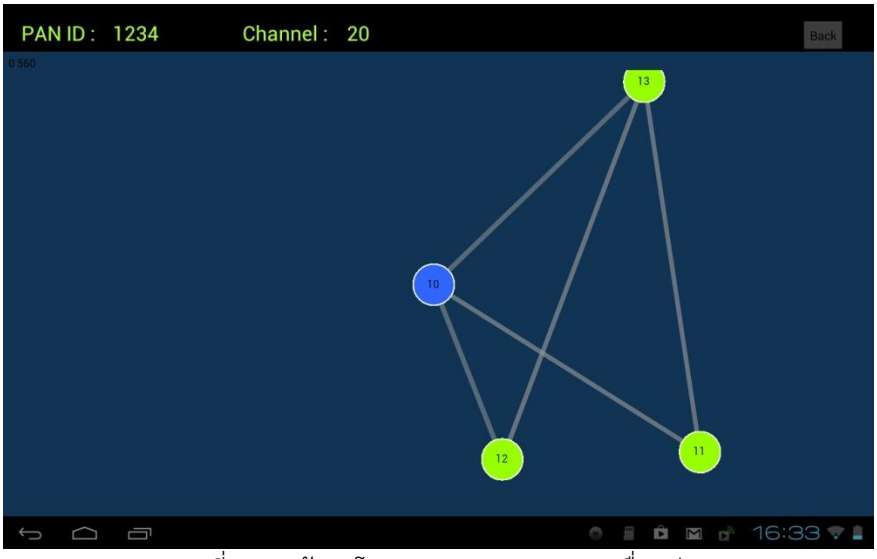
สำหรับการทดสอบนี้ ตอนที่ 1 จะทำการติดตั้งโหนดตรวจสอบไว้ 3 โหนด ให้ สามารถติดต่อสื่อสารกันได้เป็นแนวเส้นตรง คือ โหนด หมายเลข 11 สามารถติดต่อกับ หมายเลข 13 ได้ หมายเลข 12 สามารถ

ติดต่อกับหมายเลข 13 ได้ และหมายเลข 13 สามารถติดต่อได้ทั้ง หมายเลข 11 และ 13 ดังรูปที่ 5.2 หลังจากนั้น ทดสอบนำระบบที่พัฒนาเข้าไปตรวจสอบ

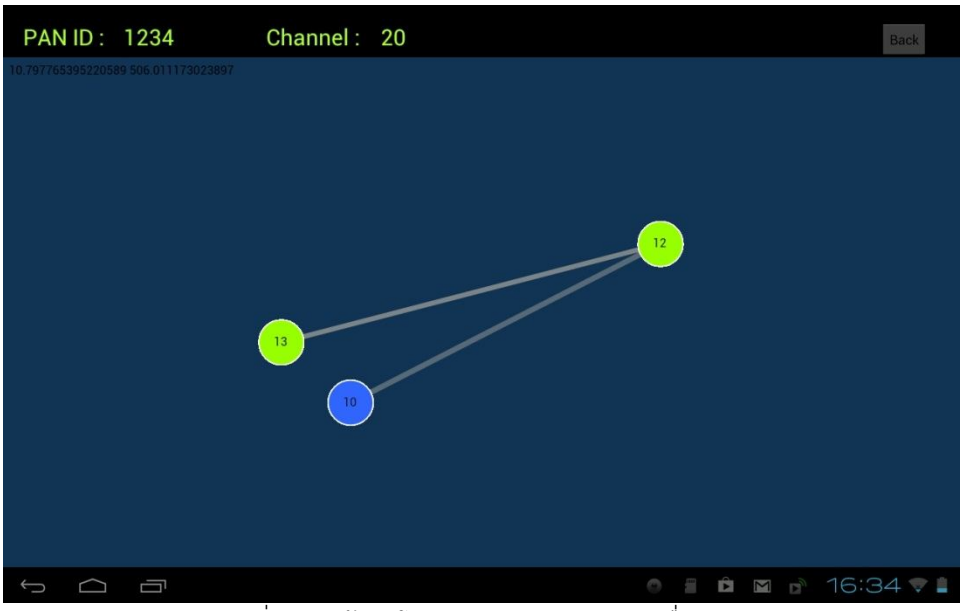
รูปที่ 5.2 ตำแหน่งการติดตั้งโหนดตรวจวัดไร้สายหมายเลข 11 , 12 และ 13

และตอนที่ 2 ทำการทดสอบเรื่องค่าความเข้มสัญญาณที่วัดได้เทียบกับระยะห่างจากโหนดตรวจวัดไร้สายกับจุดตรวจสอบ เพื่อทดสอบว่าระยะห่างที่แสดงผลในกราฟสอดคล้องกับความเป็นจริง โดยการติดตั้งโหนดตรวจวัดไร้สายไว้ 1 จุด และนำระบบไปตรวจสอบสัญญาณแต่ละตำแหน่งที่ระยะทางต่างกัน (ใช้ค่าความเข้มสัญญาณในการคำนวณระยะห่างระหว่างโหนดที่แสดงในกราฟ)

ผลการทดลอง สำหรับการทดลองตอนที่ 1 ได้ผลดังรูปที่ 5.3 และ 5.4



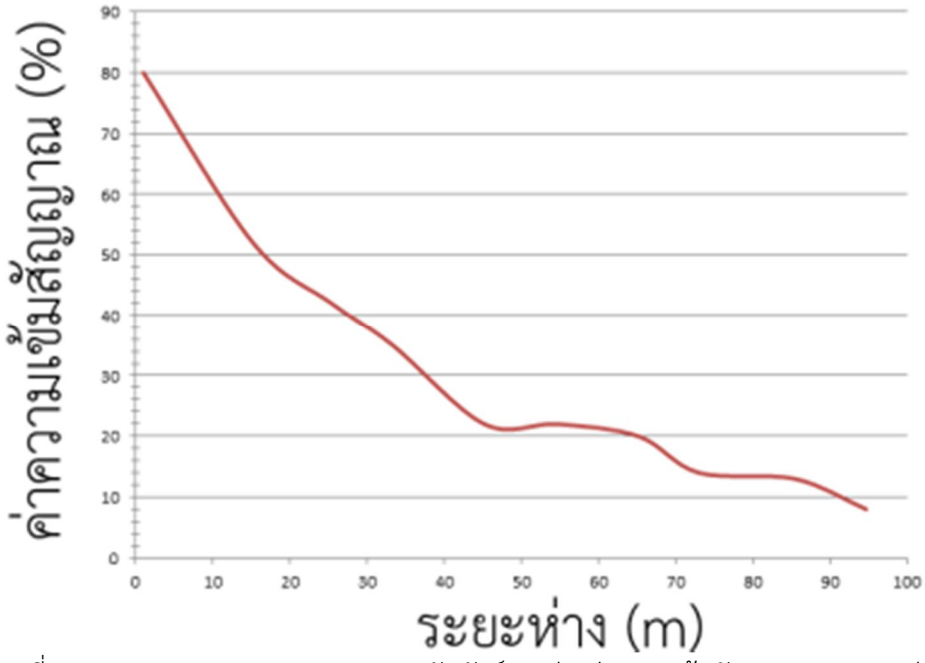
รูปที่ 5.3 หน้าจอโปรแกรมแสดงกราฟการเชื่อมต่อ



รูปที่ 5.4 หน้าจอโปรแกรมแสดงกราฟการเชื่อมต่อ

เมื่ออยู่ในตำแหน่งที่สามารถรับสัญญาณได้จากทุกโหนดจะเห็นผลลัพธ์ดังรูปที่ 5.3 และเมื่ออยู่ในตำแหน่งที่ได้รับสัญญาณจากโหนดหมายเลข 12 อย่างเดียว จะเห็นผลลัพธ์ ดังรูปที่ 5.4 คือไม่พบโหนดหมายเลข 11 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแอพพลิเคชันตรวจสอบและแสดงผลเฉพาะการเชื่อมต่อไม่เกินระยะทาง 2 โหนด

สำหรับการทดลองตอนที่ 2 ได้ค่าดังรูปที่ 5.5



รูปที่ 5.5 กราฟผลการทดสอบแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มสัญญาณและระยะห่าง

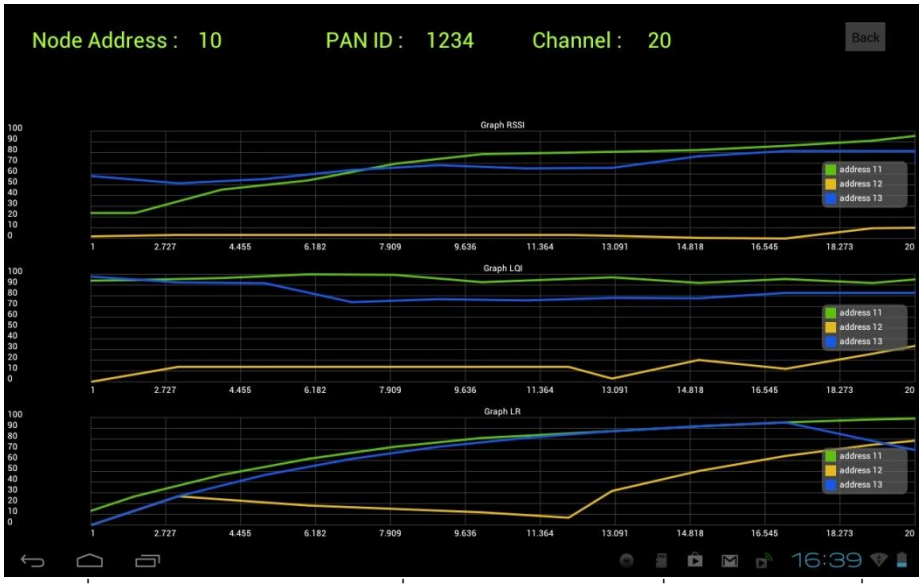
จากการทดสอบทั้งสองพบว่าระบบสามารถตรวจสอบโหนดตรวจวัดไร้สายบริเวณนั้นได้อย่างครบถ้วน และแสดงผลได้สอดคล้องกับสถานะการเชื่อมต่อจริง

5.1.3 การทดลองที่ 3 การแสดงสถานะการเชื่อมต่อของโหนดตรวจวัดไร้สายในรูปแบบกราฟตามแกนเวลา

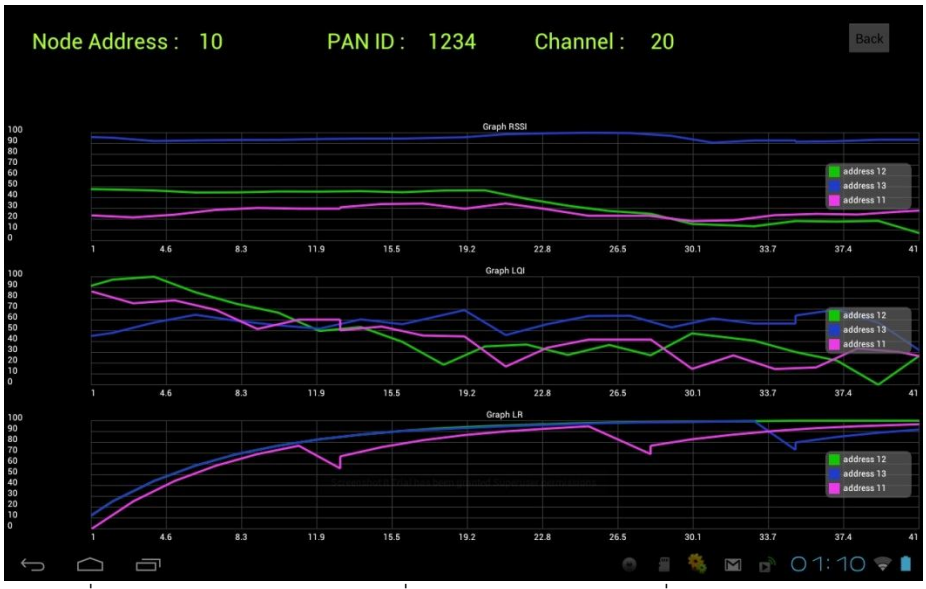
<u>วัตถุประสงค์</u> เพื่อทดสอบโปรแกรมประยุกต์ว่าสามารถเก็บค่าข้อมูลสถานะการเชื่อต่อของแต่ละโหนดได้แบบต่อเนื่อง และนำมาแสดงผลเป็นกราฟตามแกนเวลาได้อย่างถูกต้องและสอดคล้องกับสภาพความเป็นจริง และตรวจสอบว่าผู้ใช้สามารถแยกข้อมูลของแต่ละโหนดในกราฟเดียวกันได้

การทดสอบนี้จะทำการติดตั้งโหนดตรวจวัดไร้สายไว้ที่จุดต่างๆและตรวจสอบกราฟว่าสามารถแสดงผลได้สอดคล้องกับครามเป็นจริงและผู้ใช้สามารถเข้าใจกราฟได้ง่าย โดยได้ทำการทดสอบ สภาพแวดล้อมจริง

<u>ผลการทดลอง</u> ได้ผลการทดสอบดังรูปที่ 5.6 และ 5.7



รูปที่ 5.6 กราฟแสดงสถานการณ์เชื่อมต่อในสภาพแวดล้อมที่มีสัญญาณรบกวนต่ำ



รูปที่ 5.7 กราฟแสดงสถานการณ์เชื่อมต่อในสภาพแวดล้อมที่มีสัญญาณรบกวนสูง

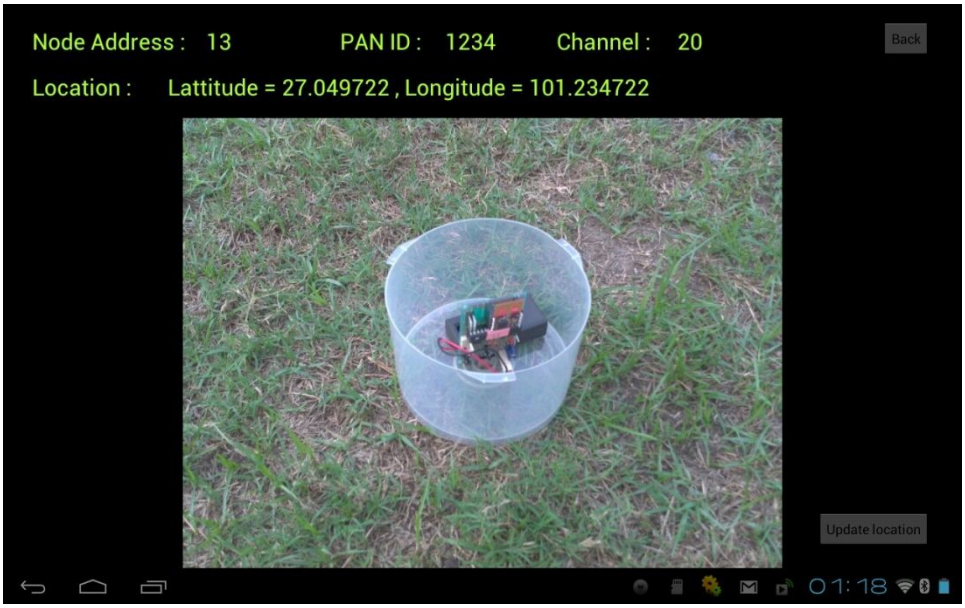
ผลการทดสอบพบว่ากราฟแสดงผลได้สอดคล้องกับความเป็นจริง คือ ที่กราฟมีเส้นที่แสดงความเข้มสัญญาณสูง-ต่ำ ตามระยะห่าง ซึ่งหมายเลขโหนดตรงกับโหนดที่ติดตั้งอยู่จริง นอกจากนั้นที่กราฟแสดงค่าคุณภาพการเชื่อมต่อ ระหว่าง รูป 5.6 และ 5.7 มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน คือที่รูป 5.6 ค่อนข้างคงที่ส่วน รูป 5.7 มีการเปลี่ยนแปลงบ่อย ซึ่งสอดคล้องกับสถานที่ทำการทดลอง นอกจากนี้ยังสามารถเห็นความแตกต่างที่ชัดเจนระหว่างข้อมูลการเชื่อมต่อแต่ละโหนดได้ด้วยสีที่แตกต่างกัน

5.1.4 การทดลองที่ 4 การบันทึกตำแหน่งของโหนดตรวจวัดไร้สาย

<u>วัตถุประสงค์</u> เพื่อตรวจสอบว่าโปรแกรมประยุกต์สามารถเก็บบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับสถานที่ติดตั้งโหนดตรวจวัดไร้สายได้จริง โดยการเก็บบันทึก รูปภาพ และตำแหน่งบนพื้นโลก (ละติจูด และลองจิจูด) และตรวจสอบว่ารูปภาพและตำแหน่งที่เก็บนั้นยังคงสภาพความถูกต้องไว้ตลอดการติดตั้งของโปรแกรม

การทดสอบนี้จะทำการบันทึกตำแหน่งของโหนดตรวจวัดไร้สายไว้ และดูว่าแอพพลิเคชันสามารถนำรูปและข้อมูลจีพีเอสออกมาแสดงได้ถูกต้องตรงกับโหนดที่ทำการบันทึก หลังจากนั้นจะทำการปิดแอพพลิเคชันและทำการเริ่มใหม่อีกครั้ง เพื่อตรวจสอบว่าสามารถบันทึกข้อมูลนั้นไว้ได้ถาวร

<u>ผลการทดลอง</u> ผลการทดสอบพบว่า สามารถบันทึกและแสดงผลได้อย่างถูกต้อง ดังรูปที่ 5.8



รูปที่ 5.8 หน้าจอโปรแกรมแสดงข้อมูลตำแหน่งของโหนดตรวจวัดไร้สาย

6 สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการดำเนินงาน

จากการทดลองระบบที่ได้พัฒนาขึ้นมา พบว่าโปรแกรมสามารถแสดงผลการทำงานออกมาได้ถูกต้องและตรงตามจุดประสงค์ ระบบสารมารถตรวจพบโหนดตรวจวัดไร้สายในบริเวณนั้นและแสดงค่าสถานะการเชื่อมต่อออกมาได้อย่างถูกต้อง ทำให้สามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการตัดสินใจเลือกตำแหน่งติดตั้งโหนดตรวจวัดไร้สายได้จริง อีกทั้งยังสามารถใช้วิเคราะห์สถานะการเชื่อมต่อ เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการเชื่อมต่อของเครือข่ายตรวจวัดไร้สายได้จากกราฟการแสดงผลทั้งในรูปแบบกราฟแสดงการเชื่อมต่อ และกราฟสถานการณ์เชื่อมต่อตามแกนเวลา

6.2 ข้อจำกัดของระบบที่พัฒนา

1. สามารถใช้ได้กับโหนดตรวจวัดไร้สายที่พัฒนาจากห้องปฏิบัติการ IWING เท่านั้น
2. โปรแกรมประยุกต์สามารถใช้ได้ในระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ 4.0.3 ขึ้นไป
3. อุปกรณ์แบบพกพาต้องมีพอร์ตยูเอสบี และ ระบบจีพีเอส
4. ต้องทราบหมายเลขเครือข่ายและช่องสัญญาณล่วงหน้าแล้ว และทำการตั้งค่าในโหนดตรวจวัดไร้สายไว้แล้ว

6.3 ปัญหาและอุปสรรค

1. ผู้พัฒนาไม่เคยเขียนโปรแกรมประยุกต์บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์มาก่อน จึงทำให้ใช้เวลามากในการศึกษาและทำความเข้าใจถึงหลักการทำงาน และวิธีการพัฒนา
2. ไลบรารีการเชื่อมต่ออุปกรณ์แท็บเล็ตกับอุปกรณ์ต่อเสริมโดยใช้โพรโตคอลแบบอนุกรมที่ได้นำมาใช้นั้นสามารถพัฒนาต่อได้ค่อนข้างยาก เนื่องจากไม่มีคู่มือ หรือคำอธิบายการใช้งานมาให้
3. ในส่วนการแสดงผลในรูปแบบกราฟแสดงการเชื่อมต่อนั้น ได้เลือกใช้ไลบรารี D3.js ถึงแม้ว่าจะมีเว็บที่มีเอกสารประกอบการใช้งานให้ดูเป็นตัวอย่างอยู่บ้าง แต่ยังขาดรายละเอียดการทำงานของผัง (Layout) แต่ละแบบ (สำหรับโครงงานนี้ได้เลือกใช้ Force layout) ทำให้พัฒนาต่อได้ยาก
4. ในส่วนการแสดงผลในรูปแบบกราฟตามเวลาจริงนั้น ได้เลือกใช้ไลบรารี GraphView ซึ่งเป็นโอเพนซอร์สสำหรับแสดงผลกราฟบนแอนดรอยด์ ถึงแม้จะมีเว็บไซต์ของผู้พัฒนาไลบรารีนี้ขึ้นมาไว้ให้ดูตัวอย่างการใช้งานแต่ยังมีน้อย ไม่ครอบคลุมถึงฟังก์ชันทั้งหมดที่ตัวไลบรารีนี้รองรับ และบางตัวอย่างก็ยังผิดไม่สามารถนำไปใช้งานได้ อีกทั้งยังไม่มีคู่มือการใช้งานที่ชัดเจน ทำให้ต้องลองผิดลองถูกเองจากตัวอย่าง

6.4 ข้อเสนอแนะ

จากการพัฒนาโครงงานนี้ ผู้พัฒนามีข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

1. ควรมีการศึกษาถึงการทำงานของแอพพลิเคชันเดิมบนเครือข่ายตรวจวัดไร้สายให้ดีก่อนที่จะทำการออกแบบและพัฒนาระบบใหม่ เพื่อให้สามารถเข้าใจถึงการทำงานทั้งหมด ให้สามารถพัฒนาต่อยอดได้ และเข้าใจถึงความต้องการสำหรับการนำไปใช้จริง
2. ในการออกแบบและพัฒนาระบบควรกำหนดขอบเขตให้ชัดเจนก่อน และศึกษาทำความเข้าใจก่อนที่จะพัฒนา
3. ควรมีการวางแผนการทำงานที่ชัดเจน ทั้งงานที่ต้องทำและระยะเวลา พร้อมทั้งพยายามทำตามแผนที่ได้วางไว้ เพื่อให้งานสำเร็จตามเป้าหมาย

6.5แนวทางในการพัฒนาและประยุกต์ใช้ในขั้นต่อไป

1. พัฒนาโปรแกรมให้สามารถตั้งค่าเกี่ยวกับสัญญาณไร้สาย เช่น หมายเลขโหนด หมายเลขเครือข่าย และช่องสัญญาณ บนอุปกรณ์โหนดตรวจสอบได้ เพื่อที่จะทำให้การตรวจสอบสะดวกสบายขึ้น ไม่ต้องตั้งค่าอุปกรณ์ผ่านคอมพิวเตอร์
2. ถ้าพัฒนาในส่วนของข้อที่ 1 ได้ จะสามารถพัฒนาโปรแกรมให้ไล่ตรวจสอบไปทีละช่องสัญญาณได้ เพื่อใช้ในการตรวจสอบเครือข่ายตรวจวัดไร้สายในกรณีที่ไม่รู้หมายเลขเครือข่ายและ ช่องสัญญาณมาก่อน
3. เพิ่มระบบวิเคราะห์ให้มีการแนะนำที่ดีขึ้น เช่นจากเดิมที่ผู้ใช่ต้องดูสถานการณ์เชื่อมต่อที่วิเคราะห์ออกมาจากกราฟเอาเอง อาจจะทำให้มีระบบแจ้งเตือนว่าจุดไหนควรปรับปรุง
4. เพิ่มความสามารถของโปรแกรมให้สามารถบันทึกข้อมูลของการตรวจสอบสัญญาณในแต่ละชุดเอาไว้ได้ เพื่อนำมาเปรียบเทียบกันในภายหลัง

7 บรรณานุกรม

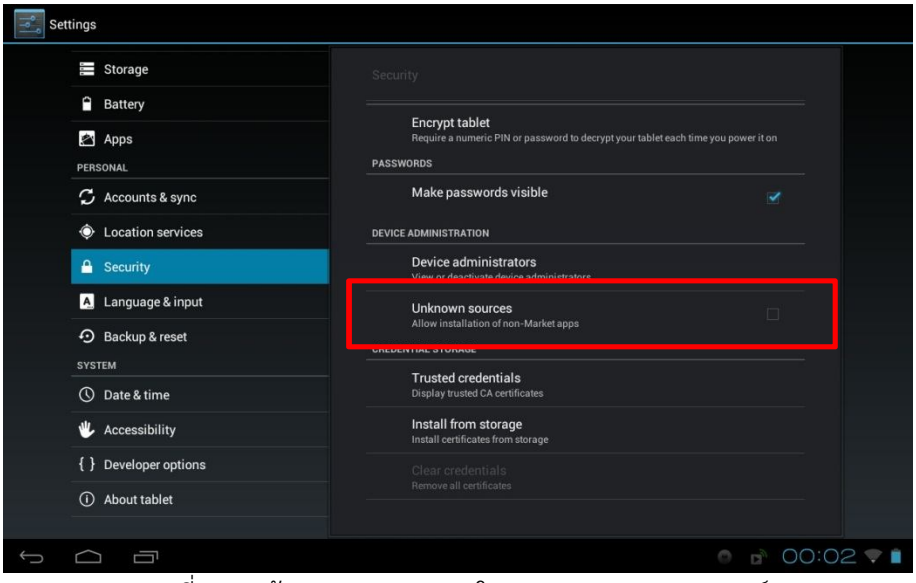
[1] “IEEE 802.15.4”, [ออนไลน์] เข้าถึงได้วันที่ 27 สิงหาคม 2555
http://en.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.15.4-2006
[2] “วิทยาการเครือข่ายตรวจวัดสัญญาณแบบไร้สาย”, [ออนไลน์] เข้าถึงได้วันที่ 27 สิงหาคม 2555
http://www.thaitelecomkm.org/TTE/topic/attach/Principle_of_Wireless_Sensor_Networks/
[3] “จีพีเอส”, [ออนไลน์] เข้าถึงได้วันที่ 27 สิงหาคม 2555
http://th.wikipedia.org/wiki/จีพีเอส
[4] “ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์”, [ออนไลน์] เข้าถึงได้วันที่ 17 ธันวาคม 2555
http://en.wikipedia.org/wiki/Android_%28operating_system%29
[5] “ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์”, [ออนไลน์] เข้าถึงได้วันที่ 17 ธันวาคม 2555
http://www.sourcecode.in.th/articles.php?id=71
[6] “SQLite”, [ออนไลน์] เข้าถึงได้วันที่ 17 ธันวาคม 2555
http://www.thaicreate.com/mobile/android-sqlite-database.html
[7] “usb-serial-for-android”, [ออนไลน์] เข้าถึงได้วันที่ 27 สิงหาคม 2555
http://code.google.com/p/usb-serial-for-android/
[8] มรกต ศรวณีย์, “แพลตฟอร์มเครือข่ายตรวจวัดไร้สายต้นทุนต่ำแบบขยายเพิ่มได้”, โครงงานวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,กรุงเทพฯ, 2552
[9] “ATmega328P”, [ออนไลน์] เข้าถึงได้วันที่ 17 ธันวาคม 2555
http://www.atmel.com/devices/atmega328p.aspx
[10] “MICROCHIP รุ่น MRF24J40MA”, [ออนไลน์] เข้าถึงได้วันที่ 17 ธันวาคม 2555
http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/70329b.pdf
[11] “Acer ICONIA TAB A500”, [ออนไลน์] เข้าถึงได้วันที่ 17 ธันวาคม 2555
http://www.gsmarena.com/acer_iconia_tab_a500-3907.php
[12] “การเริ่มต้นใช้งาน IWING's MoteLib”, [ออนไลน์] เข้าถึงได้วันที่ 27 สิงหาคม 2555
http://iwing.cpe.ku.ac.th/foswiki/Main/MoteLibTutorials
[13] “Android Developers”, [ออนไลน์] เข้าถึงวันที่ 27 สิงหาคม 2555
http://developer.android.com/index.html
[14] “Library D3.js”, [ออนไลน์] เข้าถึงได้วันที่ 17 ธันวาคม 2555
http://www.d3js.org/
[15] “GraphView Library”, [ออนไลน์] เข้าถึงได้วันที่ 20 มกราคม 2556
http://www.jjoe64.com/p/graphview-library.html

8 ภาคผนวก

8.1 การติดตั้งแอพพลิเคชัน WISENSE-Analyzer ลงบนแอนดรอยด์แท็ปเล็ต

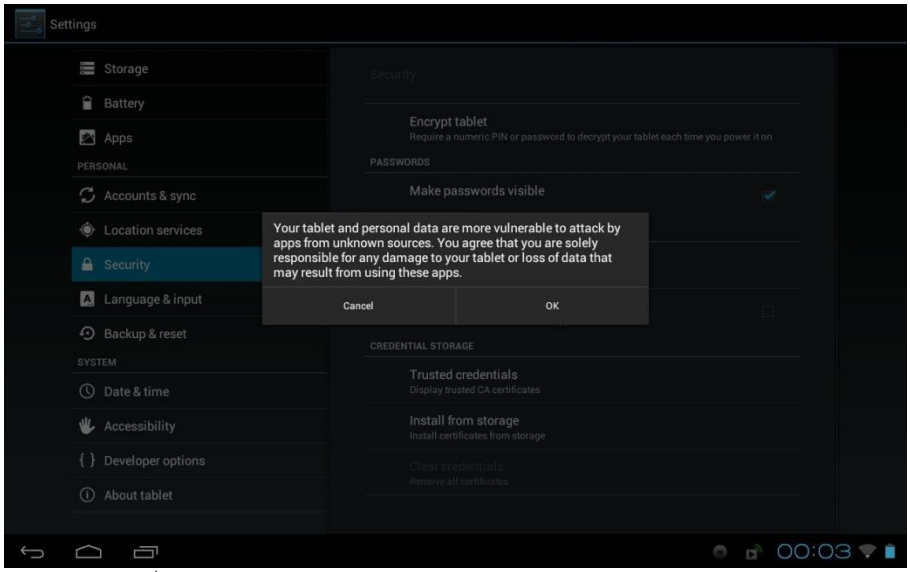
8.1.1 ตั้งค่าบนอุปกรณ์แอนดรอยด์ให้สามารถติดตั้งแอพพลิเคชันจากนอกตลาดโปรแกรมประยุกต์ (Market apps) ได้

โดยเข้าไปที่ Setting จากนั้นเลือกที่หัวข้อ Security



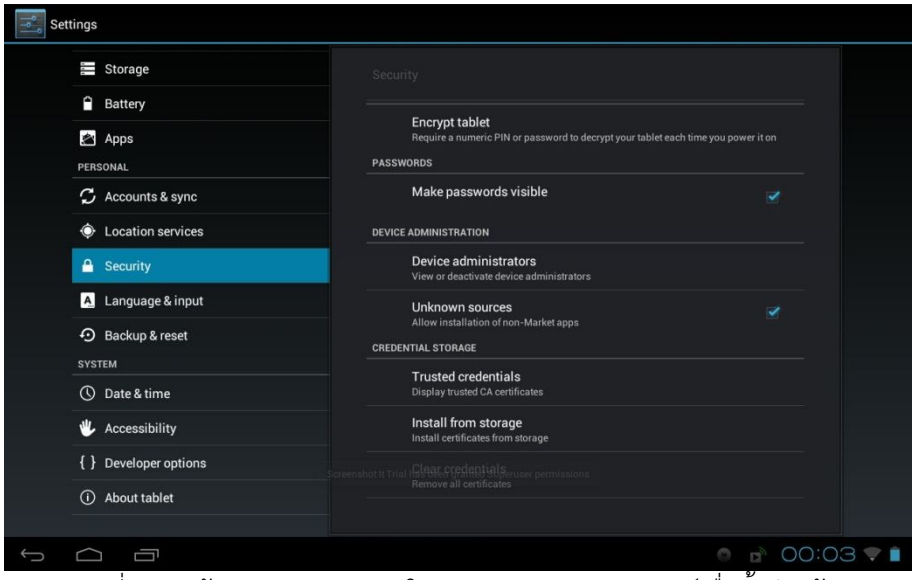
รูปที่ 8.1 หน้าจอเมนู Security ใน Setting ของแอนดรอยด์

เมื่อเข้ามาแล้วจะเห็นช่อง Unknown sources ดังรูปที่ 8.1 ให้ทำการเลือก เพื่อเป็นการอนุญาตให้อุปกรณ์แอนดรอยด์ติดตั้งแอพพลิเคชันจากไฟล์นามสกุล .apk จากที่อื่นนอกจาก Play store ได้ เมื่อกดแล้วจะปรากฏข้อความแสดงรายละเอียดความปลอดภัยดังรูปที่ 8.2 ให้กด OK



รูปที่ 8.2 ข้อความแสดงรายละเอียดความปลอดภัยของแอนดรอยด์

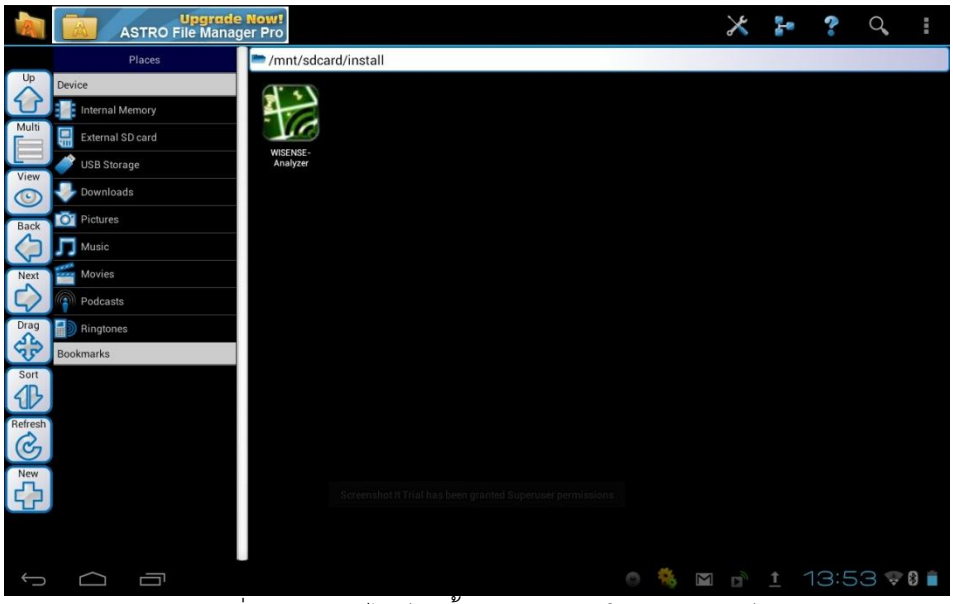
สังเกตช่องสี่เหลี่ยมด้านหลังเมนู Unknown sources จะมีเครื่องหมายถูก ดังรูปที่ 8.3



รูปที่ 8.3 หน้าจอเมนู Security ใน Setting ของแอนดรอยด์เมื่อตั้งค่าแล้ว

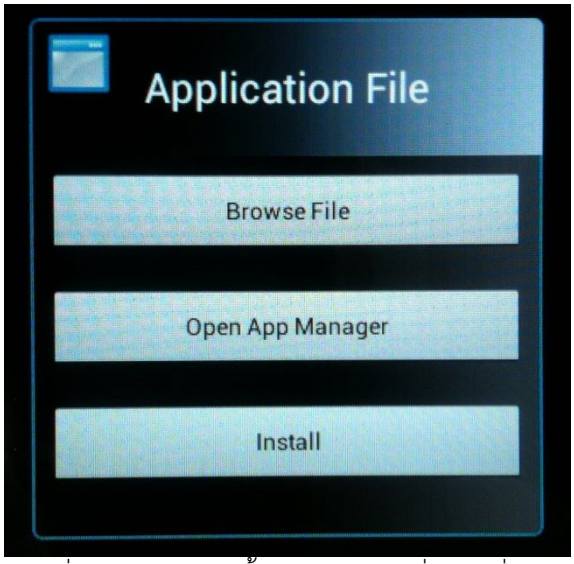
8.1.2 นำไฟล์ WISENSE_Analyzer.apk เข้าไปเก็บไว้ในอุปกรณ์แอนดรอยด์ โดยสามารถนำไปเก็บไว้ที่ไหนก็ได้ (ตัวอย่างนี้จะทำการนำไฟล์ไปเก็บไว้ที่โฟลเดอร์ install ในหน่วยความจำภายในเครื่อง (internal storage)

8..13 ทำการติดตั้ง WISENSE-Analyzer แอพพลิเคชันจากไฟล์ WISENSE_Analyzer.apk โดยใช้แอพพลิเคชันประเภท file browser เช่น ASTRO File Manager / Browser , adao file manager , root explorer ฯลฯ (ตัวอย่างนี้ใช้แอพพลิเคชัน ASTRO File Manager) เข้าไปยังที่ที่เก็บไฟล์ WISENSE-Analyzer.apk เอาไว้ดังรูปที่ 8.4



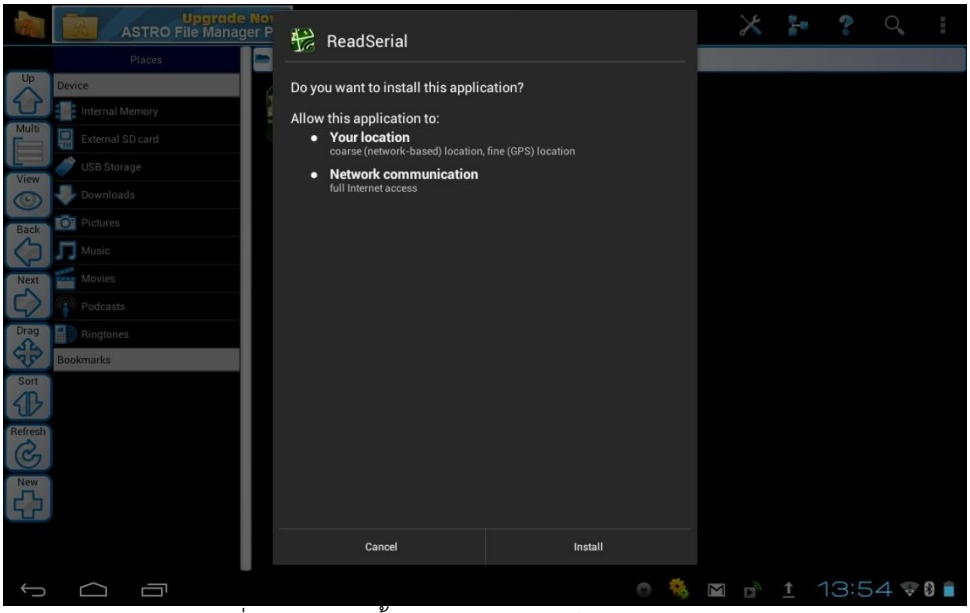
รูปที่ 8.4 การนำไฟล์ติดตั้งแอพพลิเคชันใส่แอนดรอยด์

เลือกที่ไฟล์ จะมีปุ่ม install ขึ้นมาให้กดดังรูปที่ 8.5



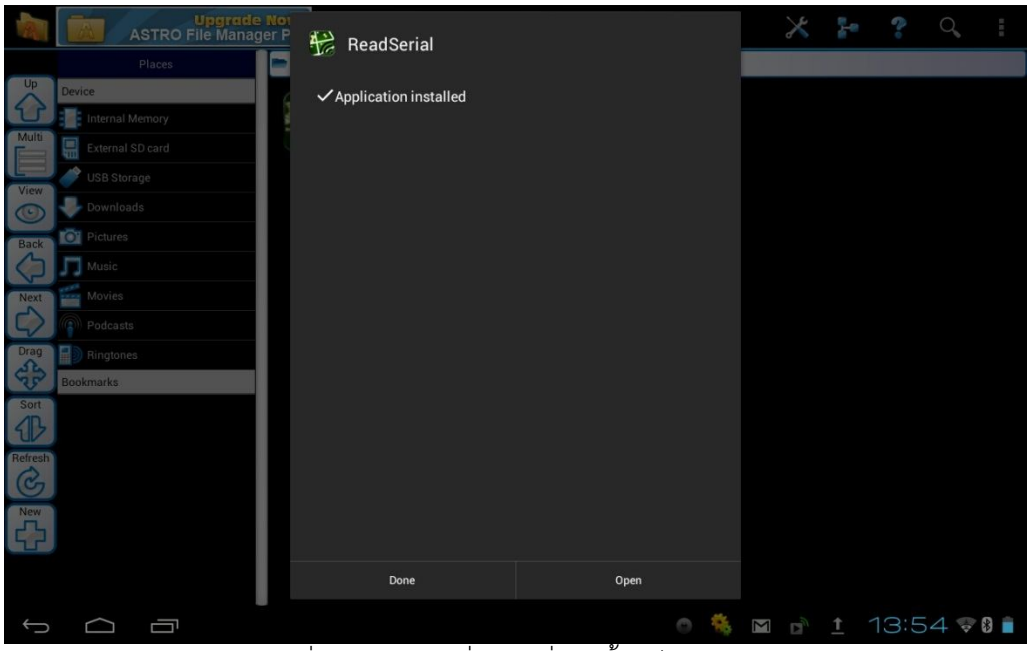
รูปที่ 8.5 ตัวเลือกติดตั้งแอพพลิเคชันเมื่อคลิกที่ไฟล์

หลังจากกดที่ install แล้วจะจะเข้าสู่การติดตั้ง ซึ่งระบบจะถามให้ยืนยันการติดตั้งอีกครั้ง โดยกดที่ปุ่ม install ในรูปที่ 8.6



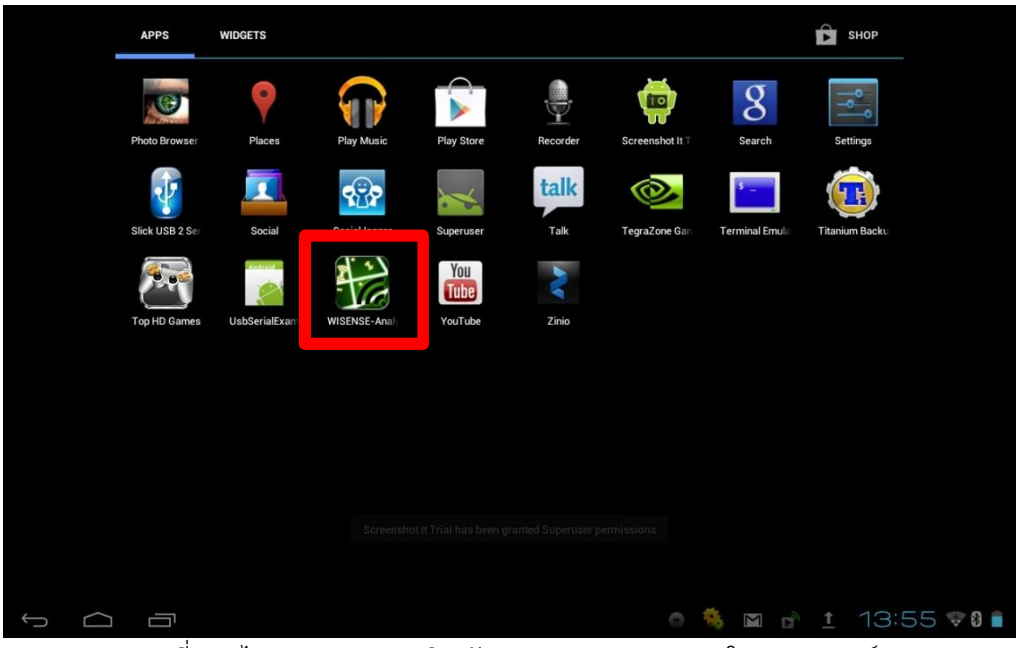
รูปที่ 8.6 การติดตั้งแอพพลิเคชันจากไฟล์นามสกุล .apk

กดปุ่ม install จากนั้นรอให้ระบบทำการติดตั้งแอพพลิเคชันจนขึ้นข้อความว่า Application installed ดังรูปที่ 8.7



รูปที่ 8.7 ข้อความที่แสดงเมื่อติดตั้งเสร็จสมบูรณ์

การติดตั้งเสร็จสมบูรณ์ จะมีไอคอนของแอพพลิเคชัน WISENSE-Analyzer ปรากฏอยู่ดังรูปที่ 8.8

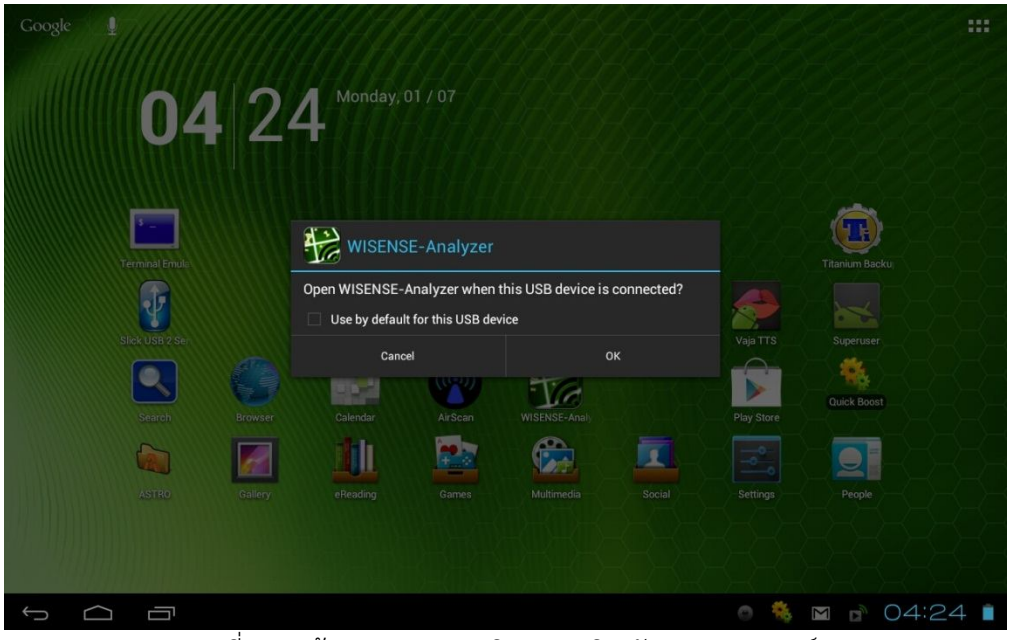


รูปที่ 8.8 ไอคอนของแอพพลิเคชัน WISENSE-Analyzer ในแอนดรอยด์

8.2 การใช้งานแอพพลิเคชัน WISENSE-Aalyzer

8.2.1 การเริ่มต้นใช้งานแอพพลิเคชัน เริ่มต้นใช้งานโดยเสียบอุปกรณ์โหนดตรวจวัดไร้สายสำหรับตรวจสอบสัญญาณเข้ากับอุปกรณ์แท็บเล็ตดังรูปที่ 8.9 แท็บแล็ตจะถามว่าต้องการเปิดโปแกรม WISENSE-Analyzer หรือไม่ดังรูปที่ 8.10 ให้กดปุ่ม OK

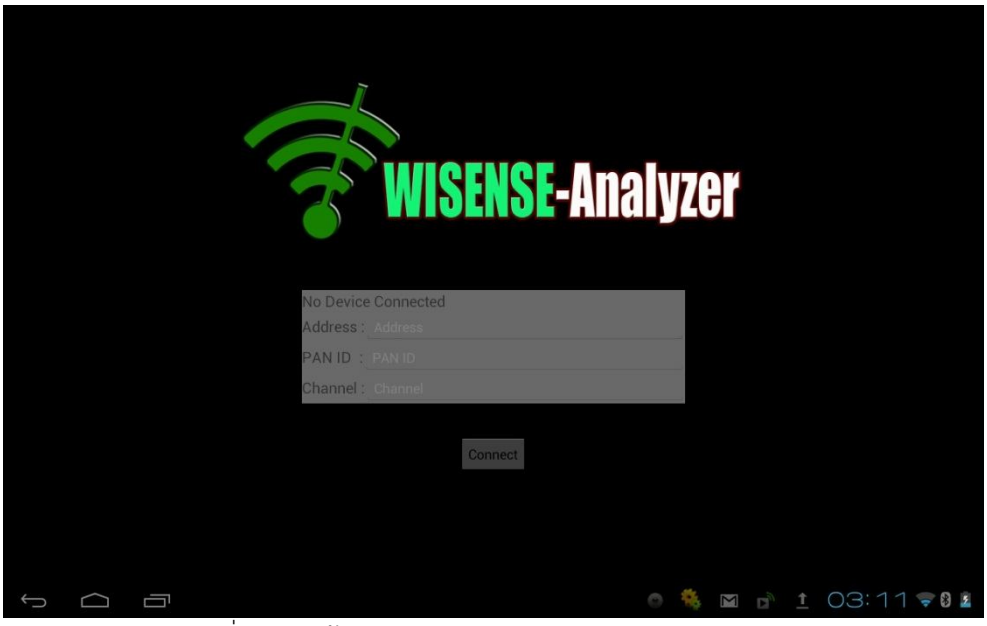
รูปที่ 8.9 การเชื่อมต่อแท็บเล็ตกับอุปกรณ์โหนดตรวจวัดไร้สาย



รูปที่ 8.10 ข้อความถามการเปิดแอพพลิเคชันบนแอนดรอยด์

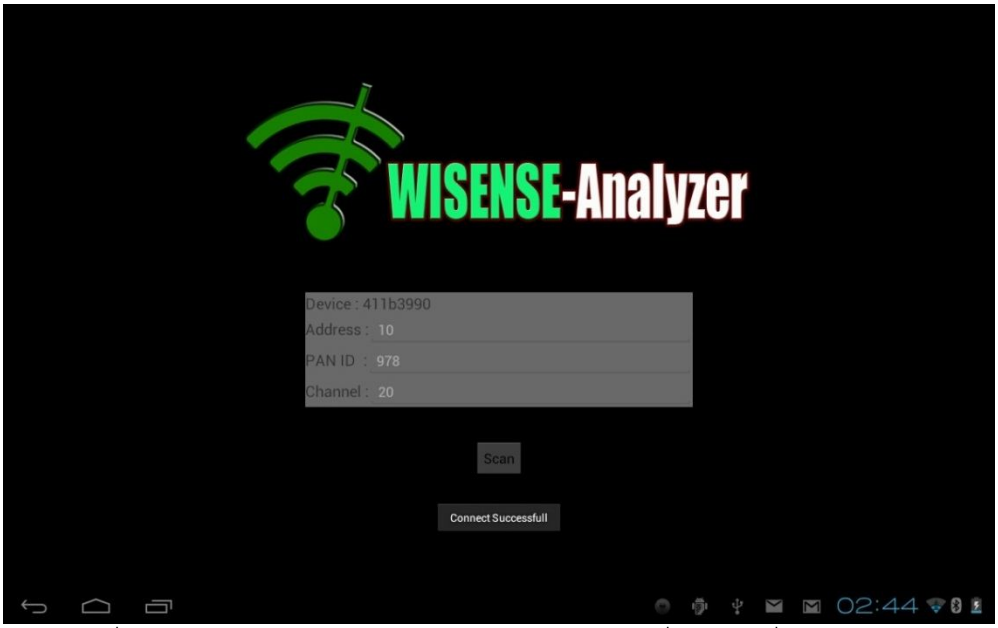
(หรืออาจจะเปิดโปรแกรมขึ้นมาเองโดยกดที่ไอคอนของโปรแกรมWISENSE-Analyzer แล้วค่อยทำการเชื่อมต่ออุปกรณ์ก็ได้)

8.2.2 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ เมื่อเข้าแอพพลิเคชันมาจะพบกับหน้าแรก ดังรูปที่ 8.11 ในหน้านี้จะต้องทำการกดปุ่ม Connect เพื่อเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ตรวจสอบสัญญาณก่อน จึงจะสามารถใช้งานระบบอื่นๆได้



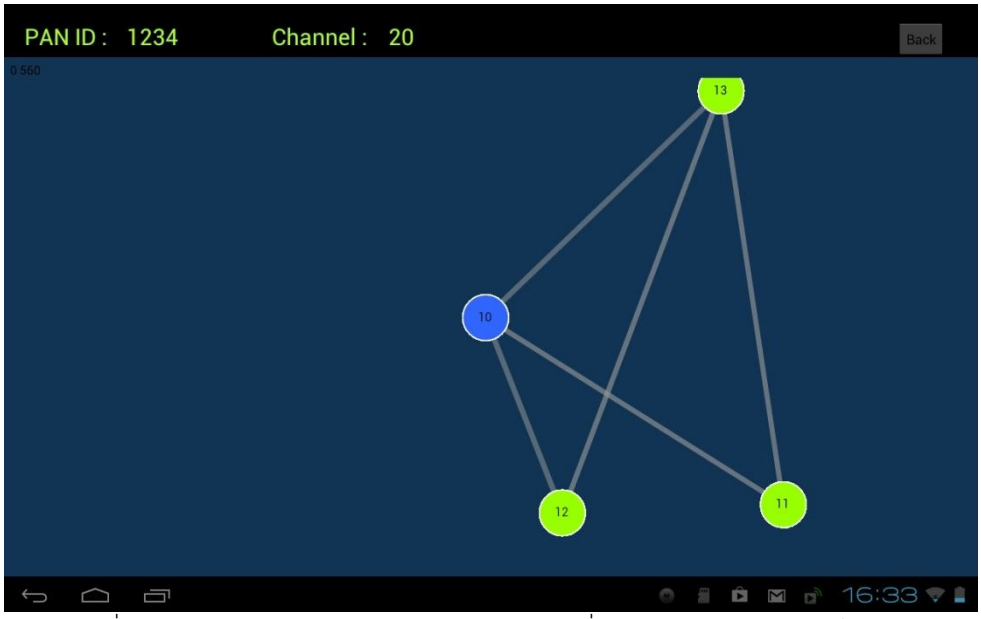
รูปที่ 8.11 หน้าแรกของแอพพลิเคชัน WISENSE-Analyzer

นอกจากนั้น ในหน้านี้จะมีส่วนที่ระบุข้อมูลของอุปกรณ์ตรวจสอบสัญญาณ โดยเริ่มต้นจะปรากฏข้อความว่า No Device Connected และยังไม่มีข้อมูลอื่นๆดังรูปที่ 3 หลังจากกดปุ่ม Connect แล้ว ถ้าสามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ตรวจสอบสัญญาณได้ ข้อความจะเปลี่ยนเป็นรหัสของอุปกรณ์ที่เชื่อมต่ออยู่ พร้อมทั้งปรากฏข้อมูลของโหนดตรวจสอบนั้น ดังรูปที่ 8.12



รูปที่ 8.12 หน้าของแอพพลิเคชัน WISENSE-Analyzer เมื่อทำการเชื่อมต่ออุปกรณ์

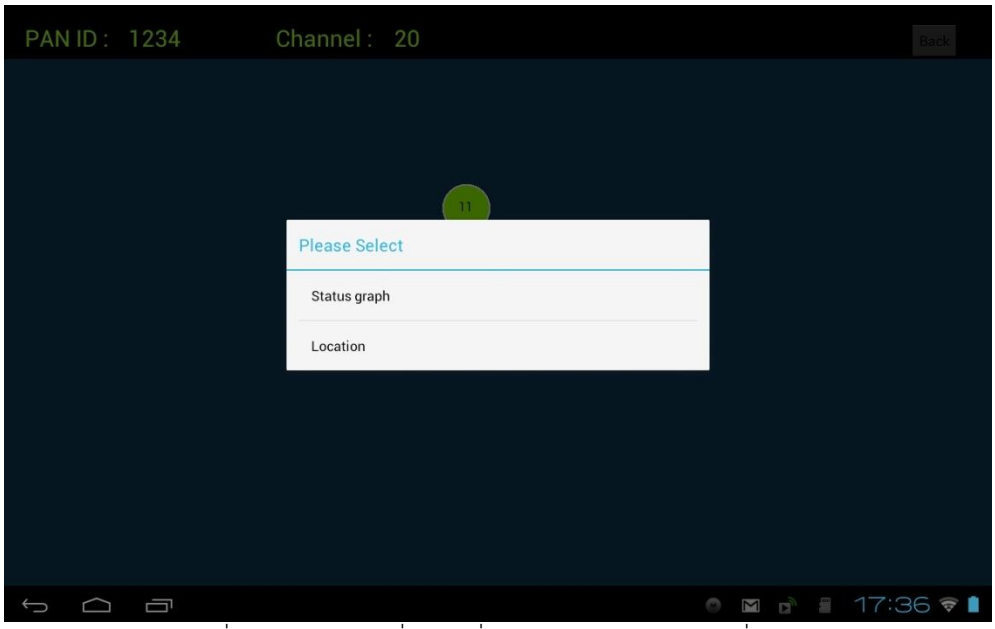
8.2.3 การแสดงผลสถานะการเชื่อมต่อระหว่างโหนดตรวจวัดไร้สายในรูปแบบของกราฟแสดงการเชื่อมต่อ เมื่อทำการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ตรวจสอบสัญญาณได้แล้ว จะพบกับปุ่ม Scan ดังรูปที่ 8.12 เมื่อกดปุ่ม Scan จะเป็นการเริ่มเก็บข้อมูลของสัญญาณที่ตรวจพบและวิเคราะห์ได้ไว้ แล้วเปลี่ยนหน้าแสดงผลไปเป็นรูปแบบของกราฟแสดงการเชื่อมต่อดังรูปที่ 8.13



รูปที่ 8.13 หน้าของแอพพลิเคชันแสดงกราฟการเชื่อมต่อของโหนดตรวจวัดไร้สาย

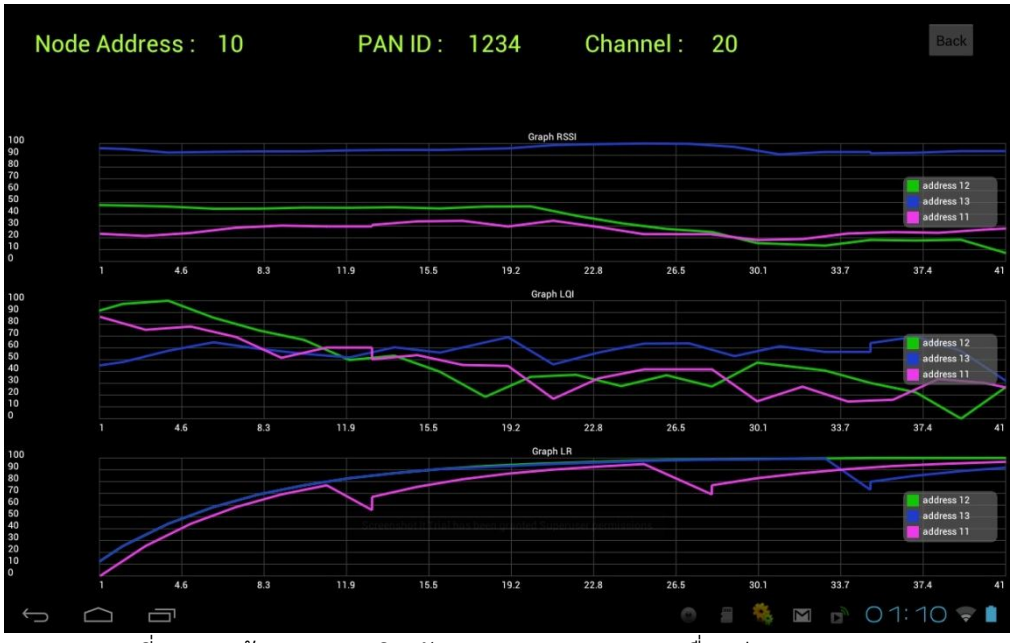
จากรูปที่ 8.13 วงกลมสีน้ำเงิน หมายถึงโหนดตรวจสอบสัญญาณที่ติดอยู่กับแท็บเล็ต และวงกลมสีเขียวหมายถึงโหนดตรวจวัดไรสายอื่นๆที่พบ โดยจะมีหมายเลขของโหนดตรวจวัดแสดงอยู่ภายในวงกลมนั้น และเส้นเชื่อมระหว่างวงกลมแต่ละวงจะบ่งบอกถึงสถานะการเชื่อมต่อของโหนดตรวจวัดแต่ละตัว โดยความยาวบ่งบอกถึงความเข้มของสัญญาณ ยิ่งความเข้มของสัญญาณสูง เส้นก็จะสั้น ถ้าความเข้มสัญญาณต่ำ เส้นก็จะยาว และความชัดของเส้นบ่งบอกถึงค่าคุณภาพของการเชื่อมต่อนั้น ยิ่งการเชื่อมต่อนั้นมีคุณภาพสูง เส้นก็จะชัดขึ้น นอกจากนั้น ที่ด้านบนของหน้าจอ สามารถดูค่าหมายเลขเครือข่าย และค่าช่องสัญญาณของเครือข่ายตรวจวัดไร้สายนี้ได้ด้วย

8.2.4 การแสดงผลสถานการณ์เชื่อมต่อระหว่างโหนดตรวจวัดไร้สายในรูปแบบของกราฟตามแกนเวลา เมื่ออยู่ในหน้าแสดงผลการสถานการณ์เชื่อมต่อในรูปแบบของกราฟแสดงการเชื่อมต่อแล้ว แอพพลิเคชันสามารถเลือกดูสถานะการเชื่อมต่อเฉพาะโหนดใดโหนดหนึ่งกับโหนดอื่นๆในรูปแบบกราฟตามแกนเวลาได้ โดยคลิกเลือกที่โหนดนั้น จะปรากฏตัวเลือกดังรูปที่ 8.14



รูปที่ 8.14 ตัวเลือกเมื่อคลิกที่โหนดในกราฟแสดงการเชื่อมต่อ

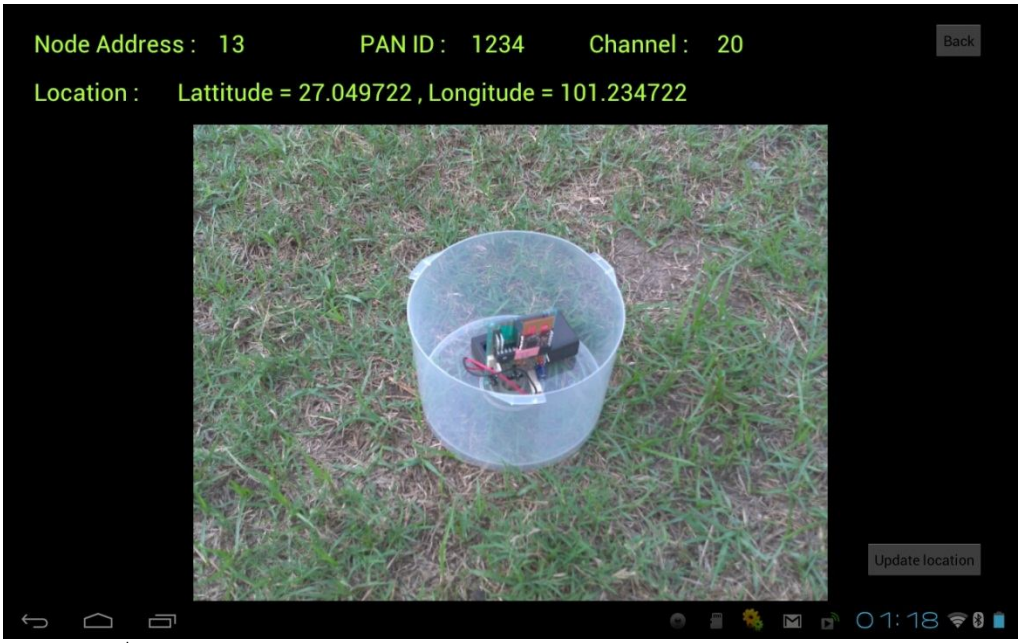
ให้เลือกที่เมนู Status graph จะเข้าสู่หน้าแสดงผลสถานการณ์เชื่อมต่อระหว่างโหนดตรวจวัดไร้สายในรูปแบบของกราฟตามแกนเวลา ดังรูปที่ 8.15



รูปที่ 8.15 หน้าของแอพพลิเคชันแสดงกราฟสถานะการเชื่อมต่อตามแกนเวลา

ในหน้านี้จะมีส่วนแสดงข้อมูลของโหนดที่เลือกเข้ามาอยู่ทางด้านบน โดยจะแสดง หมายเลขโหนด หมายเลขเครือข่าย และช่องสัญญาณ และมีส่วนแสดงข้อมูลการเชื่อมต่อในรูปแบบกราฟตามแกนเวลาอีก 3 กราฟ โดยกราฟแรก คือ ค่าความเข้มสัญญาณ (rssi) กราฟที่สอง คือ คุณภาพของสัญญาณ (lqi) และกราฟที่สาม คือ ค่าความน่าเชื่อถือของการเชื่อมต่อ (lr)

8.2.5 การดูข้อมูลตำแหน่งของโหนดตรวจวัดไร้สายที่บันทึกไว้ เมื่ออยู่ในหน้าแสดงผลการสถานการณ์เชื่อมต่อในรูปแบบของกราฟแสดงการเชื่อมต่อแล้ว แอพพลิเคชันสามารถเลือกดูข้อมูลของสถานที่ที่ติดตั้งโหนดตรวจวัดไร้สายนั้นๆไว้ได้ โดยคลิกเลือกที่โหนดนั้น จะปรากฏตัวเลือกดังรูปที่ 8.14 จากนั้นให้เลือกที่เมนู Location จะเข้าสู่หน้าแสดงข้อมูลตำแหน่งของโหนดตรวจวัดไร้สาย ดังรูปที่ 8.16



รูปที่ 8.16 หน้าของแอพพลิเคชันแสดงหน้าบันทึกตำแหน่งของโหนดตรวจวัดไร้สาย

ในหน้านี้จะมีส่วนที่แสดงข้อมูลทั่วไปของโหนดได้แก่ หมายเลขโหนด หมายเลขเครือข่าย และช่องสัญญาณ และข้อมูลของตำแหน่งที่ติดตั้งโหนดตรวจวัดไร้สายนั้น ได้แก่ ค่าละติจูด และ ลองจิจูด ที่ด้านบน นอกจากนั้นยังมีการแสดงภาพของสถานที่ที่ทำการติดตั้งโหนดตรวจวัดไร้สายไว้ด้วย

8.2.6 การบันทึกตำแหน่งของโหนดตรวจวัดไร้สาย เมื่ออยู่ในหน้าแสดงตำแหน่งของโหนดตรวจวัดไร้สายแล้ว ถ้าไม่มีข้อมูลที่บันทึกไว้ หรือต้องการบันทึกข้อมูลใหม่ สามารถทำได้โดยคลิกที่ปุ่ม Update location ทางด้านมุมขวาล่างของจอภาพในรูปที่ 8.16 จากนั้นแอพพลิเคชันจะเข้าสู่หน้ากล้องถ่ายรูป ดังรูปที่ 8.17 เพื่อเป็นการบันทึกสถานที่ใหม่ โดยกดที่วงกลมสีฟ้าทางด้านขวาเพื่อถ่ายรูปและบรรทุกสถานที่ติดตั้งใหม่

รูปที่ 8.17 หน้าของแอพพลิเคชันแสดงหน้ากล้องถ่ายรูป

ประวัตินิสิต

ชื่อ-นามสกุล นายประพนธ์ ตราเกียรติกุล เลขประจำตัวนิสิต 5210502562
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ที่อยู่ปัจจุบัน 95/321 ซอย 15/11 หมู่ที่ 6 หมู่บ้านบัวทอง ถนนกาญจนาภิเษก ตำบลบางรักพัฒนา อำเภอบางบัวทอง นนทบุรี 11110
โทรศัพท์ที่บ้าน 02-925-3324 โทรศัพท์เคลื่อนที่ 082-079-8875
E-mail : the_best_kaiser@hotmail.com
ระดับการศึกษา : ปริญญาตรี

คุณวุฒิการศึกษา	จากโรงเรียน/สถาบัน	ปีการศึกษาที่จบ
มัธยมศึกษาตอนปลาย	โรงเรียนเทพศิรินทร์ นนทบุรี	2552
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนเทพศิรินทร์ นนทบุรี	2549