โครงงานวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เรื่อง

ระบบช่วยการติดตั้งและสังเกตการณ์เครือข่ายไร้สายแบบระยะไกล

(Long-range Wi-Fi Installation Assisting and Monitoring System)

โดย

นายกิตติพงศ์ สิงห์แก้ว 5210502431

พ.ศ. 2555

ระบบช่วยการติดตั้งและสังเกตการณ์เครือข่ายไร้สายแบบระยะไกล
(Long-range Wi-Fi Installation Assisting and Monitoring System)

โดย
นายกิตติพงศ์ สิงห์แก้ว

โครงงานวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตามหลักสูตร
วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน ..... วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....
(รศ.ดร. อนันต์ ผลเพิ่ม)
..... วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....
(ผศ.ดร. ชัยพร ใจแก้ว)
..... วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....
(อ.ดร. อภิรักษ์ จันทร์สร้าง)
หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์..... วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....
(ผศ.ดร. ภุชงค์ อุทโยภาศ)

นายกิตติพงศ์ สิงห์แก้ว ปีการศึกษา 2555
ระบบช่วยการติดตั้งและสังเกตการณ์เครือข่ายไร้สายแบบระยะไกล
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์) ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทคัดย่อ

ปัจจุบันมีความต้องการใช้งานเครือข่ายไร้สายกันอย่างกว้างขวาง ทั้ง แลนไร้สาย และ 3 จี แต่ก็ยังมีบางพื้นที่ที่ไม่สามารถใช้งานเครือข่ายเหล่านี้ได้ เช่น ในป่า บนภูเขา จึงได้มีการใช้เครือข่ายไร้สายแบบระยะไกล เนื่องจากมีราคาถูกและสามารถติดตั้งได้ด้วยตัวเอง แต่ยังต้องอาศัยความรู้ทางด้านแผนที่และเข็มทิศช่วย รวมถึงจะต้องมีการตรวจสอบสถานะของการใช้งานอยู่เสมอ บทความนี้นำเสนอระบบช่วยการติดตั้งเครือข่ายไร้สายระยะไกลที่พัฒนาเพิ่มเติมจากเฟิร์มแวร์ OpenWrt เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้ติดตั้งผ่านทางเว็บอินเตอร์เฟส โดยใช้ระดับความเข้มสัญญาณและนำมาแสดงเป็นกราฟตามเวลาจริง ซึ่งใช้ในการหาตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับการติดตั้ง รวมถึงการตรวจสอบความเข้มสัญญาณแบบละเอียด เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการติดตั้ง ซึ่งไม่จำเป็นต้องใช้ความรู้ทางด้านแผนที่และเข็มทิศมากนัก ระบบสังเกตการณ์ที่ช่วยตรวจสอบสถานะของเครือข่าย และนำเสนอในรูปแบบกราฟ เพื่อช่วยในการวิเคราะห์ปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นกับเครือข่ายระหว่างการใช้งานได้

คำสำคัญ วายฟายระยะไกล, ระบบช่วยการติดตั้ง, ระบบสังเกตการณ์

เลขที่เอกสารอ้างอิงภาควิชา E9027-ANAN-1-2555

Kittipong Singkaew Academic Year 2012
Long-range Wi-Fi Installation Assisting and Monitoring System
Bachelor Degree in Engineering Department Computer Engineering
Faculty of Engineering, Kasetsart University

Abstract

Currently the need for network connection is crucial. Although both WiFi and 3G wireless are widely adopted, some areas, such as rural area, are not covered by these technologies. The long range Wi-Fi becomes a good choice. However, the installation requires some tools and expertise. In this paper, Long-range Wi-Fi Installation Assisting and Monitoring System has been proposed. The system has been developed based on OpenWrt firmware. By monitoring the signal strength, the system can provide real-time monitoring and logging which makes installation easier and more accurate. Also the status of the network can be shown in graph for failure analysis.

Keywords Long range Wi-Fi, Installation Assisting, Monitoring System

Department Reference No E9207-ANAN-1-2555

กิตติกรรมประกาศ

โครงงาน “ระบบช่วยการติดตั้งและสังเกตการณ์วายฟายระยะไกล” มีแนวคิดจากปัญหาที่เกิดขึ้นจริงจากการปฏิบัติการนอกสถานที่โดยสมาชิกห้องปฏิบัติการเครือข่ายไร้สาย (IWING) และการดำเนินโครงงานผู้พัฒนาก็ได้พบกับปัญหาและอุปสรรคมากมาย ซึ่งในบางครั้งทำให้เกิดความท้อถอย แต่ก็สามารถดำเนินโครงงานนี้มาจนสำเร็จลุล่วงได้ ต้องขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษาประจำห้องปฏิบัติการทั้ง 3 ท่าน ได้แก่ รศ.ดร. อนันต์ ผลเพิ่ม ผศ.ดร. ชัยพร ใจแก้ว และ อ.ดร.อภิรักษ์ จันทร์สร้าง ที่คอยให้คำปรึกษาดีๆ สนับสนุนเงินทุนและอุปกรณ์ อีกทั้งคอยชี้แนะ ตรวจสอบความก้าวหน้า แก้ไขจุดผิดพลาด ด้วยความห่วงใย เอาใจใส่เสมอมา เพื่อให้โครงงานนี้ออกมาสมบูรณ์ที่สุดตราบเท่าที่เวลาจะอำนวย

ขอขอบคุณรุ่นพี่ในห้องปฏิบัติการที่คอยช่วยเหลือ คอยชี้แนะ ตรวจทานงานต่างๆ เพิ่มเติมจากอาจารย์ทั้ง 3 ท่าน ขอขอบคุณเพื่อนร่วมห้องปฏิบัติการและเพื่อนภาควิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รุ่นที่ 23 ที่สร้างบรรยากาศสนุกสนานเมื่อได้อยู่ภายในห้องปฏิบัติการและภายในภาควิชาแห่งนี้ คอยช่วยเหลือ แบ่งเบาภาระ อุปสรรค หน้าที่อื่นๆ ที่ต้องรับผิดชอบ

ขอขอบคุณบิดา มารดาที่ให้กำเนิด เลี้ยงดู ให้เวลา และเข้าใจถึงการแบ่งเวลาในการทำโครงงานชิ้นนี้

นอกจากนี้ยังมีบุคคลอื่นที่ไม่ได้กล่าวถึง ซึ่งผู้พัฒนาก็ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

กิตติพงศ์ สิงห์แก้ว

สารบัญ

กิตติกรรมประกาศ v
สารบัญ vi
สารบัญภาพ viii
สารบัญตาราง x
1 บทนำ 1
1.1 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 2
1.2 ขอบเขตของโครงงาน 2
1.2.1 ขอบเขตของโครงงาน 2
1.2.2 ข้อจำกัดของโครงงาน 2
2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 3
2.1 แลนไร้สาย (Wireless LAN) 3
2.1.1 ไวร์เลสแอคเซสพอยต์ (Access Point) 4
2.1.2 วายฟายระยะไกล (Long-range Wi-Fi) 5
2.2 OpenWrt 6
2.2.1 LuCI 7
2.3 ภาษา Lua 7
2.4 Simple Network Management Protocol (SNMP) 7
3 เครื่องมือที่ใช้ในการทำโครงงาน 9
3.1 ด้านฮาร์ดแวร์ 9
3.1.1 ไวร์เลสแอคเซสพอยต์แบบระยะไกล 9
3.2 ด้านซอฟต์แวร์ 10
3.2.1 สำหรับไวร์เลสแอคเซสพอยต์ 10
3.2.2 สำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย 11
3.2.3 ภาษาโปรแกรมที่ใช้พัฒนา 11
4 วิธีการดำเนินโครงงาน 12
4.1 ภาพรวมของระบบ 12
4.2 องค์ประกอบของระบบ 13
4.3 ขั้นตอนการทำงานของระบบ 14
4.3.1 ขณะทำการปรับตั้งค่าทั่วไป 15
4.3.2 ขณะใช้งานระบบช่วยการติดตั้ง 16

4.3.3 ขณะใช้งานระบบสังเกตการณ์ 17
5 ผลการดำเนินโครงงานและวิจารณ์ 18
5.1 ทดสอบการทำงานของระบบ 18
5.1.1 สภาพแวดล้อมในการทดสอบ 18
5.1.2 การทดสอบเพื่อค้นหาจุดและทิศทางที่เหมาะสมในการติดตั้งไวร์เลสแอคเซสพอยต์ 18
5.1.3 การค้นหาทิศทางที่เหมาะสมด้วยการปรับแบบละเอียด 19
5.2 สรุปผลการทดลอง 19
6 สรุปการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ 22
6.1 สรุปผลการดำเนินงาน 22
6.2 ปัญหาและอุปสรรค 22
6.3 ข้อจำกัดของโปรแกรมที่พัฒนา 23
6.4 ข้อเสนอแนะ 23
6.5 แนวทางในการพัฒนาต่อ 24
7 บรรณานุกรม 25
8 ภาคผนวก 26
8.1 คู่มือการติดตั้ง 26
8.1.1 การติดตั้งเฟิร์มแวร์ OpenWrt ลงในไวร์เลสแอคเซสพอยต์ 26
8.1.2 การติดตั้งโปรแกรมที่พัฒนาและไลบรารี่ลงในไวร์เลสแอคเซสพอยต์ 29
8.1.3 การติดตั้งเครื่องแม่ข่าย 31
8.2 คู่มือการใช้งาน 33
8.2.1 ระบบช่วยการติดตั้ง 33
8.2.2 ระบบสังเกตการณ์ 35
ประวัตินิสิต 38

สารบัญภาพ

รูปที่ 2.1 การเชื่อมต่อแบบ Ad hoc 3
รูปที่ 2.2 การเชื่อมต่อแบบ Infrastructure 3
รูปที่ 2.3 Line of Sight และ Fresnel zone 6
รูปที่ 2.4 หน้าเริ่มต้นใช้งาน OpenWrt 6
รูปที่ 2.5 วัตถุของโครงสร้างต้นไม้ MIB 8
รูปที่ 3.1 Ubiquiti Nanobridge M5-25 (NB-5G25) 9
รูปที่ 4.1 ภาพรวมของระบบ 12
รูปที่ 4.2 องค์ประกอบของซอฟต์แวร์ 13
รูปที่ 4.3 แผนผังการทำงานขณะทำการติดตั้งทั่วไป 15
รูปที่ 4.4 แผนผังการทำงานขณะใช้งานระบบช่วยติดตั้ง 16
รูปที่ 4.5 แผงผังขณะใช้งานระบบสังเกตการณ์ 17
รูปที่ 5.1 บริเวณที่ใช้ในการทดสอบ 18
รูปที่ 5.2 ตำแหน่งจุดที่เลือกในการทดสอบ 19
รูปที่ 5.3 ผลของกราฟที่ได้จากการสแกนที่จุด C 20
รูปที่ 5.4 ตำแหน่งที่ควรติดตั้งวายฟายระยะไกล 21
รูปที่ 8.1 การเชื่อมต่อสายแลนกับ PoE Adapter 26
รูปที่ 8.2 ช่องอินเตอร์เฟสแลนและปุ่มสำหรับเข้า Recovery Mode 27
รูปที่ 8.3 ไฟแสดงสถานะความแรงสัญญาณของไวร์เลสแอคเซสพอตย์ติดครบ 4 ดวง 27
รูปที่ 8.4 ไฟแสดงสถานะเข้าสู่ Recovery Mode 27
รูปที่ 8.5 การตั้งค่าหมายเลขไอพีใน Ubuntu 28
รูปที่ 8.6 ทดสอบการ ping ไปยังไวร์เลสแอคเซสพอยต์ 28
รูปที่ 8.7 หน้าเริ่มต้นของ OpenWrt เมื่อใช้การ telnet 29
รูปที่ 8.8 การใช้งานผ่านเว็บอินเตอร์เฟส 29
รูปที่ 8.9 เว็บอินเตอร์เฟสในการเปลี่ยนรหัสผ่าน 30
รูปที่ 8.10 ส่วนล็อกอินของ Filezilla 30
รูปที่ 8.11 การลากไฟล์จากเครื่องคอมพิวเตอร์ไปยังไวร์เลสแอคเซสพอยต์ใน Filezilla 31
รูปที่ 8.12 การทดสอบการใช้งานเว็บเซิฟเวอร์ 31
รูปที่ 8.13 การเข้าใช้งาน phpMyAdmin 32
รูปที่ 8.14 หน้าแรกในการเข้าใช้งานผ่านเว็บอินเตอร์เฟส 33
รูปที่ 8.15 หน้าการตั้งค่าทั่วไปของไวร์เลสแอคเซสพอยต์ 34

รูปที่ 8.16 ส่วนแสดงกราฟตามเวลาจริง 35
รูปที่ 8.17 ส่วนหาพิกัดอย่างละเอียด 35
รูปที่ 8.18 หน้าเว็บอินเตอร์เฟสของเครื่องแม่ข่าย 37

สารบัญตาราง

ตารางที่ 3.1 คุณสมบัติ Ubiquiti Nanobridge M5-25 10
ตารางที่ 5.1 แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการวัดแบบละเอียด 20

1 บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีด้านเครือข่ายไร้สายมีความก้าวหน้า ทำให้มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลาย โดยหนึ่งในนั้นคือ เทคโนโลยีแลนไร้สาย (Wireless Local Area Network) [1] หรือเรียกว่าวายฟาย (Wi-Fi) ที่สามารถใช้งานได้ในอุปกรณ์ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น โทรศัพท์เคลื่อนที่ คอมพิวเตอร์ แท็บเล็ตคอมพิวเตอร์ เป็นต้น แต่ไวร์เลสแอคเซสพอยต์ (Wireless Access Point) ที่ใช้กันทั่วไปนั้น มีระยะส่งสัญญาณที่จำกัด เหมาะสำหรับใช้งานภายในบริเวณเปิดโล่ง ไม่มีสิ่งกีดขวาง เช่น ผนัง อาคาร ต้นไม้ ภูเขา มากนัก จึงได้มีการพัฒนาเป็นวายฟายระยะไกล (Long Range Wi-Fi) [2] ที่สามารถส่งสัญญาณได้ไกลกว่าเดิม และสามารถทะลุผ่านสิ่งกีดขวางได้ดีกว่า เหมาะกับเครือข่ายที่มีข้อจำกัดในด้านการติดตั้งโดยใช้สาย เช่น ระหว่างอาคาร เสาไฟฟ้า โดยถ้าติดตั้งในระยะที่ไม่ไกลมากและสามารถมองเห็นจากต้นทางถึงปลายทางได้ (Line of Sight) ก็จะติดตั้งได้ไม่ยาก แต่หากจะต้องติดตั้งในบริเวณที่ห่างไกลกันและมีสิ่งกีดขวางการมองเห็นจนไม่สามารถที่จะมองเห็นจากต้นทางไปยังปลายทาง เช่น ระหว่างภูเขาหรือในผืนป่า การที่จะติดตั้งได้นั้นจำเป็นจะต้องใช้อุปกรณ์และความรู้ด้านแผนที่เข็มทิศ ในการหาพิกัดและมุมที่สัญญาณในการเชื่อมต่อดีที่สุด นอกจากนี้เฟิร์มแวร์ [3] หรือโปรแกรมระบบที่ใช้ในไวร์เลสแอคเซสพอยต์ที่ใช้กันโดยทั่วไปไม่ได้มีความสามารถในการบันทึกค่าความเข้มสัญญาณในช่วงเวลาต่างๆ ได้เพียงพอที่จะสามารถช่วยในการวิเคราะห์หาจุดที่ดีที่สุดในการติดตั้งได้ ผู้ติดตั้งจะต้องใช้ความสามารถและจดบันทึกรายละเอียดด้วยตัวเอง และเนื่องจากเป็นวายฟายระยะไกล จึงมีการใช้งานภายใต้สภาพแวดล้อมที่หลากหลาย เช่น ฝนตก แดดออก ลมแรง ซึ่งส่งผลต่อการเชื่อมต่อทั้งสิ้น เมื่อเกิดผลกระทบต่อระบบไม่ว่าจะเป็นเชื่อมต่อได้ช้าหรือไม่สามารถเชื่อมต่อได้ในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง ผู้ดูแลระบบก็ไม่อาจที่รู้ถึงสาเหตุของปัญหาดังกล่าวได้

โครงการนี้เป็นการพัฒนาโปรแกรมที่ใช้ในไวร์เลสแอคเซสพอยต์แบบวายฟายที่ใช้ในการเชื่อมต่อระยะไกล โดยปรับเปลี่ยนเฟิร์มแวร์ OpenWrt [4] ที่เป็นโอเพนซอร์ส (Open Source) เพื่อใช้แทนโปรแกรมเดิมที่เคยใช้อยู่ แบ่งเป็น 2 ส่วนหลักๆ คือ 1) ส่วนที่ช่วยในการติดตั้งวายฟายระยะไกล (Setup) โดยจะใช้การบันทึกพิกัด ทิศทาง และองศาปัจจุบันของไวร์เลสแอคเซสพอยต์ที่แตกต่างกันในแต่ละองศา พร้อมทั้งระดับความเข้มของสัญญาณที่ได้ หลังจากได้มีการทดสอบหาตำแหน่งในหลายจุดแล้ว โปรแกรมจะช่วยหาจุดที่เหมาะสมที่สุดโดยดูจากระดับความเข้มของสัญญาณที่ได้ เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้ทั่วไปให้สามารถติดตั้งได้ง่ายขึ้น ไม่ต้องใช้ความรู้เฉพาะทางมากนัก 2) ส่วนสังเกตการณ์ (Monitoring) โดยจะเพิ่มการบันทึกสถานะที่สำคัญของไวร์เลสแอคเซสพอยต์ เช่น ความเข้มของสัญญาณ ความเร็วในการเชื่อมต่อ จำนวนข้อมูลที่มีการส่ง เพื่อให้สามารถมาดูข้อมูลย้อนหลังได้ ซึ่งสามารถนำไปวิเคราะห์ถึงปัญหาของสภาพแวดล้อมที่มีผลกระทบต่อการเชื่อมต่อได้ และนอกจากนี้ไวร์เลสแอคเซสพอยต์ที่ใช้ในวายฟายระยะไกลแล้ว ยังสามารถประยุกต์ใช้งานกับไวร์เลสแอคเซสพอยต์ทั่วไปที่รองรับ OpenWrt ได้ ซึ่งโครงการนี้จะประยุกต์ใช้กับโครงการเฝ้าระวังแผ่นดินถล่มบริเวณภาคใต้ของไทยที่จังหวัดกระบี่

1.1 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1) เพื่อพัฒนาชุดโปรแกรมที่เป็นโอเพนซอร์ส สำหรับการติดตั้งระบบเครือข่ายวายฟายระยะไกล

2) เพื่ออำนวยความสะดวกและลดเวลาการติดตั้งระบบเครือข่ายวายฟายระยะไกล

3) เพื่อพัฒนาระบบเครือข่ายวายฟายระยะไกลให้คงอยู่ได้ด้วยตัวเอง โดยสามารถใช้งานแบตเตอร์รี่ได้ขณะเกิดไฟฟ้าขัดข้อง

1.2 ขอบเขตของโครงงาน

โครงงานระบบช่วยการติดตั้งและสังเกตการณ์เครือข่ายไร้สายแบบระยะไกล มีขอบเขตและข้อจำกัดของโครงงานที่พัฒนา ดังนี้

1.2.1 ขอบเขตของโครงงาน

- พัฒนาชุดโปรแกรมการจัดการระบบให้มีความสามารถในส่วนของการช่วยติดตั้งวายฟายระยะไกลและการสังเกตการณ์ โดยระยะทำการ 1 – 10 กิโลเมตร ที่ความถี่ย่าน 2.4 GHz หรือ 5 GHz

- ผู้ใช้งานสามารถติดตั้งโปรแกรมและติดตั้งวายฟายระยะไกลพร้อมทั้งสังเกตการณ์ได้ง่ายขึ้น โดยชุดโปรแกรมสังเกตการณ์การทำงานของระบบวายฟายระยะไกล มีการเก็บข้อมูลและสามารถนำมาแสดงในรูปแบบกราฟได้

- ระบบสามารถคงสภาพการใช้งานได้ แม้ในกรณีที่เครือข่ายหลัก เช่น EDGE, GPRS หรือ 3G ไม่สามารถใช้งานได้

1.2.2 ข้อจำกัดของโครงงาน

- ไวร์เลสแอคเซสพอยต์แบบระยะไกล ที่จะนำมาใช้งาน จะต้องรองรับ OpenWrt

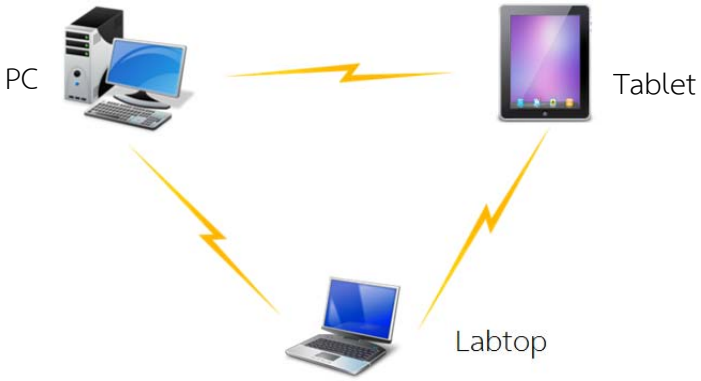
- เพื่อให้การติดตั้งเป็นไปอย่างแม่นยำ ผู้ติดตั้งควรจะต้องใช้อุปกรณ์ที่สามารถกำหนดทิศทางและมุมของไวร์เลสแอคเซสพอยต์ที่แน่นอนได้ในการปรับจุดติดตั้งเพื่อหาตำแหน่ง ทิศทางและมุมที่ดีที่สุด

2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

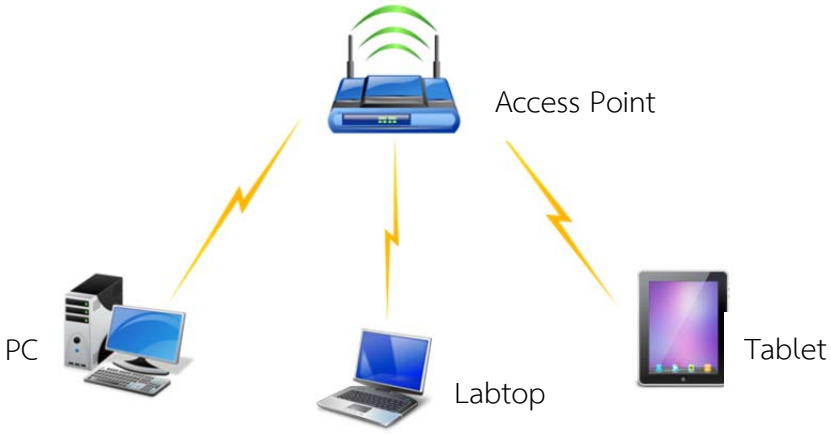
โครงงานระบบช่วยติดตั้งและสังเกตการณ์เครือข่ายไร้สายแบบระยะไกลนี้ประกอบด้วยส่วนฮาร์ดแวร์ ได้แก่ ไวร์เลสแอคเซสพอยต์แบบระยะไกล เครื่องแม่ข่าย และส่วนของซอฟต์แวร์ที่ทำงานอยู่ในไวร์เลสแอคเซสพอยต์แบบระยะไกล รวมถึงเครื่องแม่ข่าย โดยทฤษฎีและเทคโนโลยีนำมาใช้กับโครงงานนี้ประกอบด้วย

2.1 แลนไร้สาย (Wireless LAN)

แลนไร้สาย เป็นเทคโนโลยีสื่อสารเครือข่ายคอมพิวเตอร์มาตรฐาน IEEE 802.11 ที่เชื่อมโยงคอมพิวเตอร์เข้าด้วยกันเป็นเครือข่ายภายในพื้นที่แบบไร้สาย โดยใช้คลื่นความถี่วิทยุในการสื่อสาร การสื่อสารแบบแลนไร้สายมีทั้งแบบเชื่อมต่อระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ด้วยกันที่เรียกว่า Ad hoc ดังรูปที่ 2.1 และเชื่อมต่อระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านไวร์เลสแอคเซสพอยต์ ที่เรียกว่า Infrastructure ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.1 การเชื่อมต่อแบบ Ad hoc



รูปที่ 2.2 การเชื่อมต่อแบบ Infrastructure

โดยการเชื่อมต่อแบบ Ad hoc หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าแบบ Peer-to-Peer คือ การเชื่อมต่อระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์ไร้สายตั้งแต่ 2 เครื่องขึ้นไป เกิดเป็นเครือข่ายไร้สาย โดยไม่มีศูนย์กลางในการควบคุมโดยผู้ส่งและผู้รับจะต้องอยู่ในขอบเขตที่จะสามารถส่งข้อมูลถึงกันได้ ซึ่งผู้ส่งจะส่งข้อมูลออกไปให้ผู้รับโดยตรง ส่วนการเชื่อมต่อแบบ Infrastructure นั้น คือ การเชื่อมต่อระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์ไร้สายตั้งแต่ 2 เครื่องขึ้นไป โดยมีไวร์เลสแอคเซสพอยต์ทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางในการเชื่อมต่อ อุปกรณ์แต่ละตัวไม่สามารถส่งข้อมูลถึงกันได้โดยตรง โดยผู้ส่งจะส่งข้อมูลไปยังไวร์เลสแอคเซสพอยต์ และไวร์เลสแอคเซสพอยต์จะทำหน้าที่ในการส่งข้อมูลไปยังผู้รับ

ความเร็วที่ใช้ในการสื่อสารกันหรือเชื่อมต่อกัน มีมาตรฐานรองรับ เช่น IEEE 802.11a, b, g, n และ ac ซึ่งแต่ละมาตรฐานกำหนดความเร็วและคลื่นความถี่ที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารกัน ได้แก่

- มาตรฐาน IEEE 802.11a มีความเร็วสูงสุดที่ 54 Mbps ที่ความถี่ย่าน 5 GHz
- มาตรฐาน IEEE 802.11b มีความเร็วสูงสุดที่ 11 Mbps ที่ความถี่ย่าน 2.4 GHz
- มาตรฐาน IEEE 802.11g มีความเร็วสูงสุดที่ 54 Mbps ที่ความถี่ย่าน 2.4 GHz
- มาตรฐาน IEEE 802.11n มีความเร็วสูงสุดที่ 54 - 600 Mbps ที่ความถี่ย่าน 2.4, 5 GHz [5]
- มาตรฐาน IEEE 802.11ac ที่ความถี่ย่าน 5 GHz ขณะนี้อยู่ในระหว่างจัดทำเป็นมาตรฐาน

ในประเทศไทยอนุญาตให้ใช้ความถี่ 2 ย่านความถี่ ได้แก่ ย่าน 2.4 GHz และ 5 GHz เป็นคลื่นความถี่อนุญาตให้ใช้เสรีในระดับสากล (ISM band) [6] โดยมีข้อกำหนดในเรื่องของกำลังส่ง e.i.r.p (Equivalent isotropically radiated power) ที่ส่งได้สูงสุดในแต่ละย่าน ได้แก่ ย่าน 2.400 – 2.485 GHz ส่งได้ไม่เกิน 100 mW e.i.r.p ย่าน 5.150 – 5.350 GHz ส่งได้ไม่เกิน 200 mW e.i.r.p ย่าน 5.470 – 5.725 GHz และย่าน 5.725 – 5.850 GHz ส่งได้ไม่เกิน 1000 mW [14]

2.1.1 ไวร์เลสแอคเซสพอยต์ (Access Point)

ไวร์เลสแอคเซสพอยต์ [7] คือ อุปกรณ์เครือข่ายไร้สายที่ใช้สื่อสารทางคอมพิวเตอร์ ทำงานตามมาตรฐาน IEEE 802.11 โดยมีหลายลักษณะการเชื่อมต่อเพื่อให้เหมาะสมกับแต่ละสถานการณ์ ได้แก่

1) Access Point คือ โหมดพื้นฐานที่สุดของการใช้งาน ใช้สำหรับการเชื่อมต่อแบบ Infrastructure โดยจะทำหน้าที่ในการเชื่อมต่อเครื่องลูกข่ายเข้าสู่ระบบเครือข่ายแบบมีสาย เพื่อเข้าไปใช้งานอินเทอร์เน็ตหรือเข้าไปยังเครือข่าย LAN (Local Area Network) ของสำนักงาน เป็นต้น โดยการเข้าถึงเครือข่ายอาจจะมีการเข้ารหัส (Encryption) โดยผู้ใช้งานจะต้องใส่รหัสผ่านก่อนเชื่อมต่อบนมาตรฐาน IEEE 802.11i

2) Client Bridge เป็นโหมดที่อุปกรณ์จะทำหน้าที่เหมือนเป็นลูกข่ายเพื่อใช้เชื่อมต่อกับแอคเซสพอยต์เหมาะสำหรับการเชื่อมต่อไปยังแอคเซสพอยต์ระยะไกล หรือเพื่อเชื่อมต่อเครือข่ายไร้สายสำหรับอุปกรณ์เครือข่ายที่ไม่รองรับการใช้งานเครือข่ายไร้สายได้

3) Client Router ลักษณะการทำงานคล้ายกับโหมด Client Bridge แต่โหมดนี้ตัวอุปกรณ์จะมีฟังก์ชั่น DHCP (Dynamic Host Configuration Protocols) [8] เพื่อช่วยปรับตั้งค่าหมายเลขไอพี หมายเลข

ซับเน็ต หมายเลขเกตเวย์ รวมถึงหมายเลขของเครื่องแม่ข่ายดีเอ็นเอสให้กับเครื่องลูกข่ายโดยอัตโนมัติ และทำหน้าที่เป็น NAT (Network Address Translation) [9] เพื่อแปลงหมายเลขไอพีระหว่างเครือข่ายภายในที่เป็นหมายเลขไอพีส่วนตัวและเครือข่ายภายนอกที่เป็นหมายเลขไอพีจริง ในโหมดนี้จะใช้เครือข่ายไร้สายเป็นอินเตอร์เฟส WAN (Wide Area Network) และใช้พอร์ต RJ-45 เป็นอินเตอร์เฟส LAN

4) Wireless Router โหมดนี้ไวร์เลสแอคเซสพอยต์จะสามารถทำงานเป็นเราเตอร์ คือ ใช้อินเตอร์เฟส RJ-45 เป็น WAN และมีฟังก์ชั่น DHCP และ NAT สำหรับเครือข่ายไร้สาย โดยทั้ง 2 อินเตอร์เฟสนั้นจะอยู่คนละเครือข่ายย่อยกัน

5) WDS Bridge เป็นการทำงานแบบ Point to Point คล้ายกับโหมด Client Bridge แต่จะส่งค่าแมคแอดเดรสของเครื่องลูกข่ายไปยังอินเตอร์เฟสไร้สายด้วย

6) WDS AP คือ ขยายสัญญาณจากแอคเซสพอยต์หนึ่งไปยังแอคเซสพอยต์อื่นอีกหนึ่งตัวหรือหลายตัว โดยจะส่งค่าแมคแอดเดรสของเครื่องลูกข่ายไปยังอินเตอร์เฟสไร้สายด้วย และจะมีข้อจำกัดในการใช้งาน คือ แอคเซสพอยต์แต่ละตัวจะต้องมีการเข้ารหัส ใช้ช่องสัญญาณ และมี SSID ที่เหมือนกันทั้งหมด

7) Universal Repeater อุปกรณ์จะทำหน้าที่ทวนสัญญาณจากแอคเซสพอยต์ตัวใดตัวหนึ่งในรัศมีที่สามารถรับสัญญาณได้ โดยสามารถเปลี่ยน SSID เดิมที่ได้รับ เป็น SSID ใหม่ในการปล่อยสัญญาณในช่วงถัดไปได้

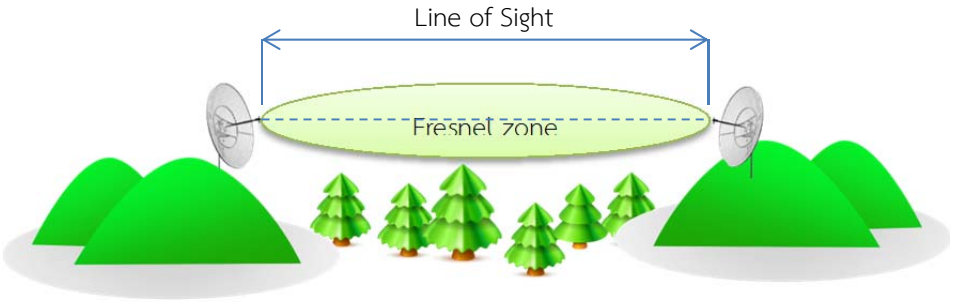
2.1.2 วายฟายระยะไกล (Long-range Wi-Fi)

วายฟายระยะไกล เป็นการสื่อสารไร้สายต้นทุนต่ำแบบ Point to Point ทางคอมพิวเตอร์อย่างหนึ่ง เมื่อเทียบกับการสื่อสารไร้สายคงที่แบบอื่น เช่น เครือข่ายโทรศัพท์มือถือ (Cellular Networks) หรืออินเทอร์เน็ตดาวเทียม (Satellite Internet Access)

เครือข่ายวายฟายถูกจำกัดในด้านของกำลังส่ง โดยในประเทศไทยกำหนดให้ใช้กำลังส่งของไวร์เลสแอคเซสพอยต์ในย่านความถี่ 2.4 GHz ได้ไม่เกิน 100 mW ชนิดของเสาที่โดยปกติจะเป็นแบบรอบทิศทาง (OMNI Directional) ตำแหน่งที่ติดตั้งและสภาพแวดล้อมภายนอกที่สามารถลดทอนความเข้มของสัญญาณได้ [10] ทำให้ไวร์เลสแอคเซสพอยต์ทั่วไปที่ใช้ภายในอาคารนั้นสามารถใช้งานในระยะที่จำกัด ส่วนไวร์เลสแอคเซสพอยต์ระยะไกลนั้นจะใช้เสาอากาศแบบทิศทางเดียว ซึ่งสามารถขยายสัญญาณให้สามารถใช้งานได้ไกลหลายกิโลเมตรระหว่างแอคเซสพอยต์ โดยปัจจุบันสามารถใช้งานได้ที่ย่านความถี่ 2.4 GHz และ 5 GHz ตามมาตรฐาน IEEE 802.11a, b, g และ n สำหรับประเทศไทยได้กำหนดกำลังส่งที่ใช้ความถี่ตั้งแต่ 5.725 – 5.850 GHz ได้ถึง 1000 mW ที่ช่วยเพิ่มระยะทางในการรับส่งสัญญาณและความเร็วในการรับส่งข้อมูลได้มาก

สำหรับการติดตั้งวายฟายระยะไกลโดยปกติแล้ว จะต้องคำนึงถึงการมองเห็นจากต้นทางถึงปลายทาง ซึ่งหมายถึงเส้นทางที่ปราศจากสิ่งกีดขวาง เช่น เนินเขา ภูเขา ต้นไม้ อาคาร ความโค้งของผิวโลก สำหรับคลื่นวิทยุในการเดินทางระหว่างต้นทางถึงปลายทาง นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงเรื่องของปรากฏการณ์ Fresnel

effect ที่ทำให้เกิด Fresnel zone ซึ่งเป็นพื้นที่รูปวงรีที่อยู่รอบๆ Line of Sight โดยขนาดจะขึ้นอยู่กับระยะห่างของอุปกรณ์รับส่งสัญญาณและความถี่ของคลื่น



รูปที่ 2.3 Line of Sight และ Fresnel zone

จากรูปที่ 2.3 จะเห็นว่ามีส่วนของ Fresnel Zone อยู่ระหว่างไวร์เลสแอคเซสพอยต์แบบระยะไกล ซึ่งช่วงตรงกลางจะเป็นช่วงที่มีความกว้างมากที่สุด กรณีที่มีสิ่งกีดขวางในส่วน Fresnel zone นี้ จะทำให้คลื่นเกิดการเปลี่ยนเฟส 180 องศา ซึ่งจะทำให้สัญญาณที่ตัวรับเกิดการหักล้างและส่งผลให้การสื่อสารผิดพลาดได้

2.2 OpenWrt

OpenWrt [11] เป็นชุดของระบบปฏิบัติการเหมือนยูนิกซ์ (Unix-like) ส่วนประกอบหลักประกอบด้วยลินุกซ์เคอร์เนล uClibc และ Busybox ถูกพัฒนาขึ้นในปี ค.ศ. 2004 ระยะแรกออกแบบเพื่อใช้งานกับไวร์เลสเราเตอร์ และในภายหลังได้มีการปรับปรุงให้ใช้กับอุปกรณ์ได้หลากหลายมากขึ้น เช่น ADSL Modem, ADSL Router, Wireless Hard disk รวมถึงคอมพิวเตอร์ตระกูล x86 แต่มีอุปกรณ์บางรุ่นเท่านั้นที่รองรับกับ OpenWrt การใช้งานนั้นสามารถใช้ผ่านคอมมานด์ไลน์อินเตอร์เฟส (Command-line Interface) หรือเว็บอินเตอร์เฟส (Web Interface) มีชุดซอฟต์แวร์ที่สามารถใช้งานได้ประมาณ 2000 โปรแกรม สามารถติดตั้งได้โดยผ่านทาง opkg package management system โดยขณะนี้รุ่นล่าสุดคือ Backfire 10.03.1 final

รูปที่ 2.4 หน้าเริ่มต้นใช้งาน OpenWrt

จากรูปที่ 2.4 เป็นหน้าเริ่มต้นการเข้าใช้งาน OpenWrt ผ่านทาง telnet หรือ secure shell โดยเป็นรุ่น BARRIER BREAKER (r33773) ซึ่งยังคงอยู่ในช่วงทดสอบการใช้งาน

2.2.1 LuCI

LuCI [13] ถูกสร้างในเดือนมีนาคม ค.ศ. 2008 ในชื่อ “FFLuCI” โดยจุดมุ่งหมายเพื่อที่จะสร้างเว็บอินเตอร์เฟสสำหรับระบบสมองกลฝังตัว เช่น OpenWrt ที่ฟรี มีระเบียบ มีความยืดหยุ่นและสามารถดูแลรักษาหรือแก้ไขได้ง่าย ในขณะที่โปรแกรมแก้ไขการตั้งค่าตัวอื่นจะใช้ shell script ซึ่ง LuCI จะใช้ภาษา Lua ในการเขียนและมีการแบ่งอินเตอร์เฟสเป็นส่วนย่อย เหมือนกับการใช้ MVC-framework ซึ่งสามารถเพิ่มขีดความสามารถในการทำงาน ขนาดการติดตั้งที่เล็กและทำงานได้รวดเร็ว

2.3 ภาษา Lua

ภาษา Lua [12] เป็นภาษาเชิงสคริป ออกแบบและพัฒนาในปี ค.ศ. 1993 โดยทีม PUC-Rio ภาควิชาวิทยาคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยคาทอลิกแห่ง ดีโอ เดอ จาเนโร ประเทศบราซิล ทำงานโดยใช้อินเตอร์พรีเตอร์เป็นภาษาที่มีขนาดเบา (Lightweight) สนับสนุนการเขียนโปรแกรมมากกว่าหนึ่งโมเดล (multi-paradigm programming language) ออกแบบโดยยึดหลักรูปแบบการเขียนที่มีความยืดหยุ่น เช่น ไม่ต้องประกาศชนิดของตัวแปรหรือฟังก์ชั่น ชนิดตัวแปรที่ใช้ประกอบได้ด้วย ค่าความจริง (boolean), ตัวเลข (number) มาตรฐานคือ double-precision floating point และ ตัวอักษร (strings) ในส่วนโครงสร้างข้อมูลได้แก่ อาร์เรย์ (arrays) เซต (set) ลิสต์ (lists) และ เรคอร์ด (records)

ภาษา Lua มีรูปแบบการใช้งาน คือ สามารถใช้เป็นภาษาหลักในการเขียนโปรแกรมหรือเกม หรือสามารถใช้เป็นโปรแกรมประยุกต์เสริมสำหรับโปรแกรมที่เขียนด้วยภาษาอื่น ซึ่งในปัจจุบันมีการใช้งานกันอย่างแพร่หลายทั้งในการเขียนโปรแกรม เกม หรือแม้แต่ระบบสมองกลฝังตัว (Embedded System) เช่น Wireshark, VLC media player, lighttpd และ OpenWrt

2.4 Simple Network Management Protocol (SNMP)

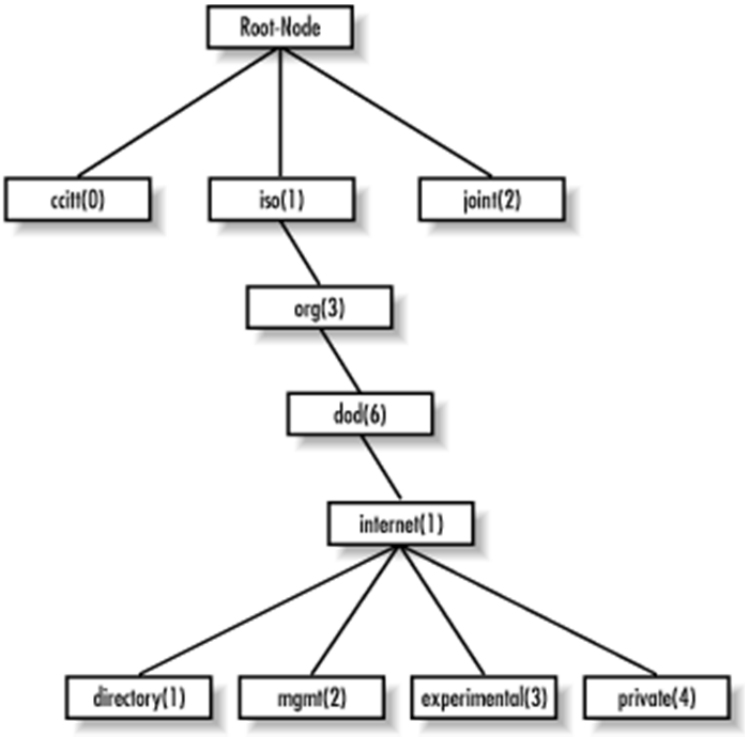
SNMP เป็นโปรโตคอลในชั้นโปรแกรมประยุกต์ ใช้ในการบริหารจัดการและตรวจสอบสถานะของอุปกรณ์ โดยเฉพาะอุปกรณ์เกี่ยวกับเครือข่ายคอมพิวเตอร์ เช่น สวิตช์ เราเตอร์ ไวร์เลสแอคเซสพอยต์ เครื่องพิมพ์ เครื่องแม่ข่าย รวมทั้งเครื่องสำรองไฟ

ในปัจจุบันมีการใช้งานระบบเครือข่ายกันอย่างแพร่หลาย ความซับซ้อนของระบบมีมาก อีกทั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในเครือข่ายก็เพิ่มมากขึ้นเช่นกัน ซึ่ง SNMP ถูกพัฒนาขึ้นในปี พ.ศ. 2531 และถูกนำมาใช้งานในการบริหารจัดการและตรวจสอบสถานะของอุปกรณ์ภายในเครือข่าย ซึ่งผู้ดูแลระบบสามารถใช้ SNMP ในการปรับตั้งค่าของอุปกรณ์เครือข่าย รวมทั้งสามารถตรวจสอบสถานะของการทำงานของอุปกรณ์ภายในเครือข่าย

ได้อย่างสะดวก โดยไม่จำเป็นต้องเชื่อมต่อกับอุปกรณ์เหล่านั้นโดยตรง แต่สามารถกระทำได้ผ่านทางเครือข่ายผ่าน SNMP

อุปกรณ์ที่ใช้งาน SNMP นั้นประกอบด้วย 2 ประเภท คือ ผู้จัดการ (Manager) และผู้ถูกกระทำ (Agent) โดยผู้จัดการในบางครั้งเรียกว่า NMS (Network Management Station) จะเป็นผู้ที่ร้องขอข้อมูลจากผู้ถูกกระทำ ส่วนมากผู้จัดการจะร้องขอเป็นช่วงเวลาที่กำหนด ซึ่งผู้ถูกกระทำจะเป็นผู้ที่เปิดการใช้งาน SNMP Daemon เพื่อให้ผู้อื่นสามารถร้องขอข้อมูลต่างๆ ของเครื่องตนเองได้ แต่ผู้ถูกกระทำก็สามารถส่ง SNMP Trap ไปยังผู้จัดการได้ แม้ผู้จัดการไม่ได้ร้องขอ มักใช้ในกรณีผิดปกติ เช่น เครือข่ายไม่สามารถใช้งานได้ อุปกรณ์ทำงานผิดปกติ เป็นต้น

การที่ผู้จัดการและผู้ถูกกระทำสามารถส่งข้อมูลหากันได้นั้น SNMP ใช้การนิยามโครงสร้างของข้อมูลเพื่อการจัดการ (Structure of Management Information: SMI) ในการนิยามการทำงานและสถานะ ซึ่งจะใช้ Management Information Base (MIB) เป็นฐานข้อมูล ให้กับเครื่องผู้ถูกกระทำในการตรวจสอบสถานะและการทำงาน รวมทั้งการปรับตั้งค่า ซึ่งแต่ละผู้ถูกกระทำสามารถมี MIB ได้หลายมาตรฐาน และผู้ดูแลระบบสามารถเรียกดูหรือปรับตั้งค่าของ Object Identifier (OID) ที่เปรียบเสมือนวัตถุของแผนภูมิต้นไม้ที่เกิดจาก MIB ได้ โดยแต่ละ OID จะหมายถึงวัตถุที่แตกต่างกัน และแต่ละวัตถุสามารถมีวัตถุย่อยได้ ซึ่งประกอบด้วยชุดของหมายเลขจำนวนเต็มคั่นด้วยเครื่องหมายจุดระหว่างชั้น ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 วัตถุของโครงสร้างต้นไม้ MIB

ที่มา: http://docstore.mik.ua/orelly/networking_2ndEd/snmp/figs/snmp_0202.gif

3 เครื่องมือที่ใช้ในการทำโครงงาน

เครื่องมือที่ใช้ในการทำโครงงานนี้ประกอบด้วยฮาร์ดแวร์ คือ ไวร์เลสแอคเซสพอยต์แบบระยะไกล ซอฟต์แวร์ที่ใช้เป็นเฟิร์มแวร์สำหรับไวร์เลสแอคเซสพอยต์และซอฟต์แวร์สำหรับเครื่องแม่ข่ายที่ใช้ในการสังเกตการณ์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1 ด้านฮาร์ดแวร์

3.1.1 ไวร์เลสแอคเซสพอยต์แบบระยะไกล

ในโครงงานนี้เลือกใช้ไวร์เลสแอคเซสพอยต์แบบระยะไกลรุ่น Ubiquiti Nanobridge M5-25 (NB-5G25) จำนวน 2 ตัว เป็นอุปกรณ์หลักที่ใช้ในการพัฒนาโครงงาน เพื่อใช้ในการส่งและรับข้อมูลระหว่างต้นทางกับปลายทาง เนื่องจากเป็นรุ่นที่สามารถใช้งานได้กับเฟิร์มแวร์ OpenWrt ที่สามารถปรับแต่งเพิ่มเติมได้ มีการใช้งานตามมาตรฐาน IEEE 802.11a/n โดยทำงานในย่านความถี่ 5.470 – 5.825 GHz ซึ่งเป็นย่านที่มีสิ่งรบกวนการใช้งานน้อยกว่าย่าน 2.4 GHz และในประเทศไทยสามารถใช้กำลังส่งสูงสุดในย่านนี้ได้ถึง 1000 mW e.i.r.p. ทำให้ประสิทธิภาพและระยะทางในการใช้งานมีมากขึ้น เสาสัญญาณที่ใช้เป็นแบบรูปจานที่มีกำลังขยาย 25 dBi และวัสดุที่ใช้เป็นโลหะมีความคงทนต่อสภาพแวดล้อมภายนอกได้ดี ซึ่งถูกออกแบบมาให้สามารถทำงานได้ในระยะไกลประมาณ 20 กิโลเมตร รวมทั้งมีการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ต่ำเพียง 0.5 A สามารถใช้งานกับแบตเตอรี่ได้นาน โดยมีลักษณะดังรูปที่ 3.1 และมีคุณสมบัติโดยสรุปดังตารางที่ 3.1

รูปที่ 3.1 Ubiquiti Nanobridge M5-25 (NB-5G25)

ที่มา: http://stpcomputer.igetweb.com/index.php?mo=3&art=645881

ตารางที่ 3.1 คุณสมบัติ Ubiquiti Nanobridge M5-25

คุณสมบัติ	Ubiquiti Nanobridge M5-25 (NB-5G25)
Processor	Atheros MIPS 24KC, 400MHz
Memory	32MB SDRAM
Flash	8MB
Network Interface	1 x 10/100 BASE-TX (Cat 5, RJ-45) Ethernet
Frequency Band	IEEE 802.11a/n
Operation Frequency	5.470 – 5.825 GHz
Antenna Gain	25 dBi
TX Power	23dBm +/- 2dB max, -96dBm +/-2dB min
Wireless Throughput	Up to 300Mbps
Power Supply	24V, 0.5A (Passive Power over Ethernet)
Max Power Consumption	5.5 Watts
Dimensions	400 mm diameter
Weight	1,565 g

3.2 ด้านซอฟต์แวร์

ในส่วนของเฟิร์มแวร์เดิมที่มากับไวร์เลสแอคเซสพอยต์ที่ทางผู้ผลิตมีให้นั้น ฟังก์ชั่นในส่วนของการหาสัญญาณไวร์เลสแอคเซสพอยต์ที่ใช้ในการติดตั้งวายฟายระยะไกลจะต้องใช้วิธีการสแกนหาเอง ไม่สามารถแสดงค่าของ SSID ที่ได้รับจากไวร์เลสแอคเซสพอยต์เครื่องแม่ข่ายในรูปของกราฟเวลาจริงได้ รวมทั้งไม่สามารถปรับแต่งเพิ่มเติมได้โดยง่ายทั้งในเรื่องของลิขสิทธิ์และชุดโปรแกรมที่สามารถใช้งานได้ และแต่ละผู้ผลิตจะมีเฟิร์มแวร์ที่ใช้งานกับไวร์เลสแอคเซสพอยต์ที่แตกต่างกัน ซึ่งเฟิร์มแวร์ OpenWrt นั้นสามารถนำมาปรับแต่งเพิ่มเติมได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย มีชุดโปรแกรมที่สามารถใช้งานได้มาก รองรับอุปกรณ์ไวร์เลสแอคเซสพอยต์จำนวนมาก และเนื่องจากมีการใช้ LuCI เป็นเว็บอินเตอร์เฟส ซึ่งผู้ใช้ทั่วไปสามารถปรับตั้งค่าของไวร์เลสแอคเซสพอยต์ได้สะดวก

3.2.1 สำหรับไวร์เลสแอคเซสพอยต์

- OpenWrt: เฟิร์มแวร์สำหรับติดตั้งลงบนไวร์เลสแอคเซสพอยต์แบบระยะไกล (Ubiquiti Nanobridge M5-25) เพื่อใช้ในการพัฒนาโครงงาน โดยใช้รุ่น BARRIER BREAKER (Bleeding Edge, r33773)

- LuCI: ใช้ในการเขียนเว็บอินเตอร์เฟสสำหรับผู้ใช้ของ OpenWrt โดยมีพื้นฐานมาจากภาษา Lua [13]

- snmpd: ใช้ในการเรียกดูค่าสถานะอินเตอร์เฟสของไวร์เลสแอคเซสพอยต์

3.2.2 สำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย

เครื่องแม่ข่ายติดตั้งหลังจากติดตั้งไวร์เลสแอคเซสพอยต์เรียบร้อยแล้ว โดยจะเชื่อมต่ออยู่กับไวร์เลสแอคเซสพอยต์เครื่องแม่ข่ายเพื่อใช้ในการตรวจสอบสถานะปัจจุบันของระบบผ่านเว็บอินเตอร์เฟสโดยใช้ MRTG โดยสถานะที่ตรวจสอบนั้นได้แก่ ระยะเวลาในการเดินทางไปกลับของข้อมูลจากเครื่องแม่ข่ายไปยังไวร์เลสแอคเซสพอยต์ทั้งสอง เพื่อตรวจสอบว่าไวร์เลสแอคเซสพอยต์สามารถเชื่อมต่อได้อยู่หรือไม่ และตรวจสอบคุณภาพของสัญญาณการเชื่อมต่อระหว่างไวร์เลสแอคเซสพอยต์

- ระบบปฏิบัติการลินุกซ์: ใช้สำหรับพัฒนาโปรแกรมและคอมไพล์เฟิร์มแวร์ OpenWrt โดยที่ใช้คือ Ubuntu 12.04.1 LTS

- apache: ใช้ในการเปิดเว็บเซิฟเวอร์สำหรับการใช้งานเว็บอินเตอร์เฟสบนเครื่องแม่ข่าย

- MRTG: ใช้ในการตรวจสอบสถานะของระบบและแสดงผลในรูปของกราฟ

3.2.3 ภาษาโปรแกรมที่ใช้พัฒนา

- Lua: เป็นภาษาเชิงสคริปที่ใช้ช่วยอำนวยความสะดวกในการปรับตั้งค่าและพัฒนาโปรแกรมของ OpenWrt โดยที่ใช้คือ Lua 5.1.5

- Shell Script: ใช้ในการเรียกใช้คำสั่งของระบบปฏิบัติการลินุกซ์

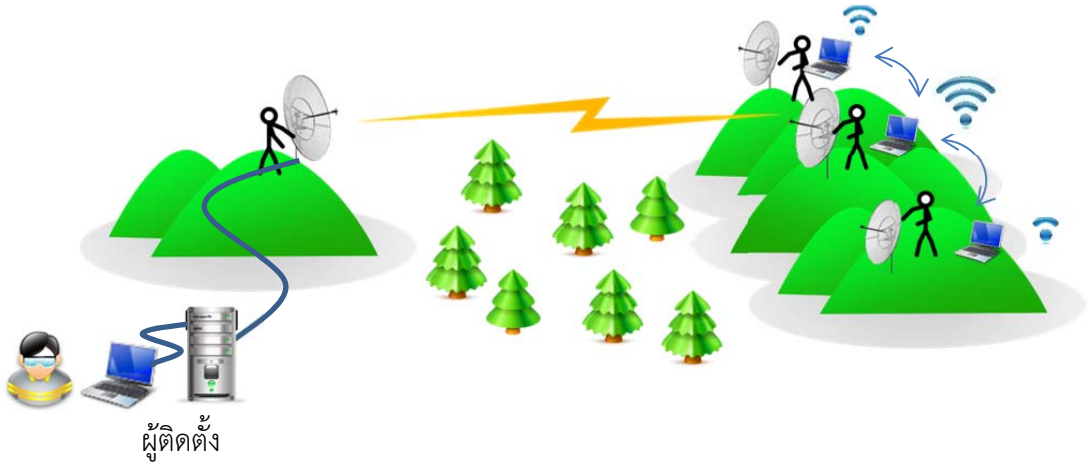
- HTML, PHP, JavaScript: ใช้สำหรับพัฒนาเว็บอินเตอร์เฟส

- RGraph: เป็น library ที่มีการใช้ฟังก์ชั่นใน HTML5 ร่วมกับ JavaScript ในการสร้างกราฟและแผนภูมิ โดยสามารถสร้างได้ทั้งกราฟคงที่และกราฟตามเวลาจริง

4 วิธีการดำเนินโครงงาน

4.1 ภาพรวมของระบบ

โครงงานนี้นำเสนอระบบช่วยการติดตั้งและสังเกตการณ์วายฟายระยะไกล โดยระบบช่วยการติดตั้งนั้นออกแบบมาเพื่อให้ผู้ติดตั้งสามารถติดตั้งได้ง่ายขึ้นผ่านทางเว็บอินเตอร์เฟสของไวร์เลสแอคเซสพอยต์ โดยไม่ต้องใช้ความรู้ทางด้านแผนที่เข็มทิศมากนัก ซึ่งเว็บอินเตอร์เฟสพัฒนาโดยใช้ LuCI ที่เป็นเว็บอินเตอร์เฟสหลักของ OpenWrt ซึ่งระบบช่วยการติดตั้งจะใช้ระดับความเข้มของสัญญาณในการเลือกจุดที่เหมาะสมในการติดตั้ง โดยจะแสดงเป็นกราฟตามเวลาจริงและตาราง เพื่อให้ผู้ติดตั้งสามารถใช้งานได้โดยง่าย หลังจากติดตั้งวายฟายระยะไกลเสร็จ ผู้ติดตั้งสามารถใช้ระบบสังเกตการณ์ในการตรวจสอบสถานะของวายฟายระยะไกลได้ โดยระบบสังเกตการณ์นั้นใช้เครื่องแม่ข่ายซึ่งอยู่ในห้องหรือบ้านของผู้ติดตั้ง โดยผู้ติดตั้งสามารถตรวจสอบสถานะของเครือข่ายผ่านทางเว็บอินเตอร์เฟสของเครื่องแม่ข่าย ในเว็บอินเตอร์เฟสนั้นจะเก็บค่าสถานะปัจจุบันและจะเก็บบันทึกประวัติ (Log) สำหรับสถานะของระบบในอดีตในรูปของกราฟ โดยใช้ MRTG ในการตรวจสอบสถานะและเก็บบันทึกประวัติ เพื่อใช้ในการตรวจสอบย้อนหลัง

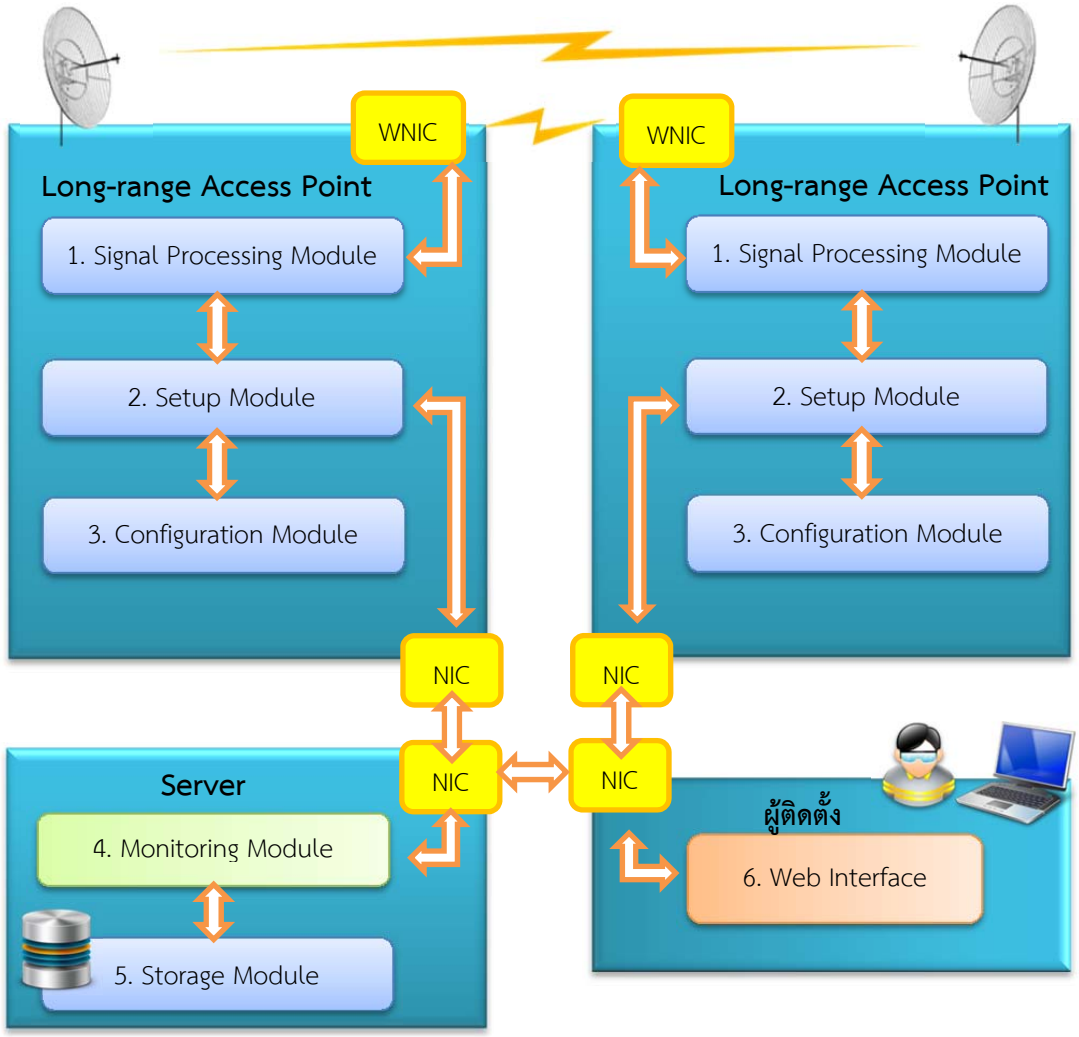


รูปที่ 4.1 ภาพรวมของระบบ

จากรูปที่ 4.1 เมื่อผู้ติดตั้งจะเริ่มติดตั้งวายฟายระยะไกล ในขั้นตอนแรกจะเป็นการหาจุดและทิศทางที่เหมาะสมในการติดตั้ง ผู้ติดตั้งจะต้องใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เชื่อมต่อกับไวร์เลสแอคเซสพอยต์ต้นทางผ่านเครือข่ายแลน เพื่อปรับตั้งค่าทั่วไปของแอคเซสพอยต์ เช่น หมายเลขไอพี SSID รหัสผ่าน ความแรงสัญญาณ และเลือกให้ทำงานในโหมดแม่ข่าย (Master) โดยจะต้องกำหนดจุดและหันไปในทิศทางที่จะติดตั้งไวร์เลสแอคเซสพอยต์ปลายทาง หลังจากได้จุดที่ต้องการแล้ว ผู้ติดตั้งอีกคนหนึ่งจะใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เชื่อมต่อกับไวร์เลสแอคเซสพอยต์ปลายทางผ่านเครือข่ายแลน เพื่อปรับตั้งค่าทั่วไปและใช้งานระบบช่วยการติดตั้ง โดยเลือกจุดที่จะทดสอบการติดตั้งดังตัวอย่างในรูปที่ 4.1 ใช้การทดสอบ 3 จุด ในแต่ละจุด ผู้ติดตั้งจะใช้การหมุนไวร์เลสแอค

เซสพอยต์และระบบจะแสดงกราฟของความเข้มสัญญาณตามเวลาจริง หลังจากได้จุดที่เหมาะสมที่สุดแล้ว จะเป็นการค้นหาทิศทางที่เหมาะสมที่สุด โดยจะเป็นการปรับแบบละเอียดโดยใช้องศาที่อยู่กับไวร์เลสแอคเซสพอยต์ ซึ่งผู้ติดตั้งสามารถเลือกดูทิศทางที่เหมาะสมได้จากโดยดูจากค่าความเข้มสัญญาณที่แสดงเป็นตารางในเว็บอินเตอร์เฟสของระบบ หลังจากติดตั้งเสร็จจึงเชื่อมต่อไวร์เลสแอคเซสพอยต์เข้ากับเครื่องแม่ข่าย เพื่อใช้งานระบบสังเกตการณ์ผ่านเว็บอินเตอร์เฟส

4.2 องค์ประกอบของระบบ



รูปที่ 4.2 องค์ประกอบของซอฟต์แวร์

จากรูปที่ 4.2 สามารถแบ่งโครงสร้างของโปรแกรมเป็น 6 ส่วนหลักๆ คือ

1) ส่วนประมวลผลและสัญญาณ (Signal Processing Module) เป็นส่วนที่ใช้ในการวัดความเข้มสัญญาณของไวร์เลสแอคเซสพอยต์

2) ส่วนการติดตั้ง (Setup Module) เป็นส่วนที่ใช้ในระบบช่วยการติดตั้ง ใช้ในการหาตำแหน่งทิศทางและในการติดตั้งไวร์เลสแอคเซสพอยต์ที่เหมาะสมที่สุด โดยใช้ข้อมูลจากส่วนประมวลผลสัญญาณ

3) ส่วนการตั้งค่าทั่วไป (Configuration Module) เป็นส่วนที่ใช้ในการตั้งค่าต่างๆ ของไวร์เลสแอคเซสพอยต์ เช่น ช่องสัญญาณ ความแรงของสัญญาณ ความเร็วของการส่งข้อมูล เป็นต้น

4) ส่วนสังเกตการณ์ (Monitoring Module) เป็นส่วนที่ใช้ในการสังเกตการณ์การทำงานของไวร์เลสแอคเซสพอยต์ โดยจะบันทึกค่าไปยังส่วนเก็บข้อมูล

5) ส่วนเก็บข้อมูล (Storage Module) เป็นส่วนที่ใช้ในการบันทึกค่าของสถานะทั่วไปของไวร์เลสแอคเซสพอยต์ เพื่อที่สามารถเรียกดูได้ภายหลัง

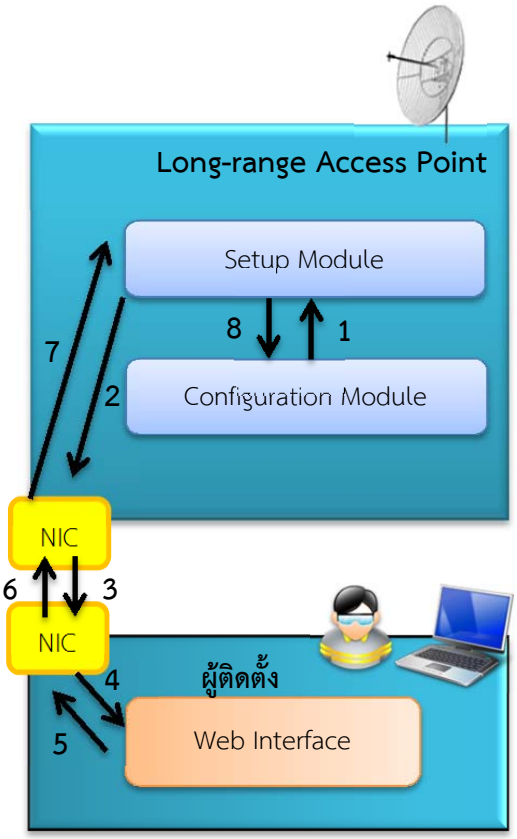
6) ส่วนอินเตอร์เฟส (User Interface) เป็นเว็บแอพลิเคชันสำหรับให้ผู้ใช้ติดต่อกับไวร์เลสแอคเซสพอยต์ ผ่านเว็บบราวเซอร์ โดยจะมีอินเตอร์เฟสในหน้าต่างๆ เช่น หน้าตั้งค่าสำหรับตั้งค่าทั่วไปของไวร์เลสแอคเซสพอยต์ หน้าการช่วยติดตั้งสำหรับติดตั้งไวร์เลสแอคเซสพอยต์ และหน้าแสดงสถานะทั่วไปซึ่งมีทั้งสถานะปัจจุบันและสถานะที่เคยบันทึกไว้ในส่วนเก็บข้อมูล

4.3 ขั้นตอนการทำงานของระบบ

ระบบช่วยการติดตั้งและสังเกตการณ์วายฟายระยะไกลนั้น ประกอบด้วย 2 ระบบ คือ ระบบช่วยการติดตั้งวายฟายระยะไกลและระบบสังเกตการณ์วายฟายระยะไกล ซึ่งระบบช่วยการติดตั้งวายฟายระยะไกลนั้นจะรวมไปถึงส่วนที่ปรับตั้งค่าทั่วไปของไวร์เลสแอคเซสพอยต์

หัวข้อนี้จะกล่าวถึงแผนผังการทำงานของระบบแต่ละระบบ โดยอ้างอิงจากองค์ประกอบของระบบดังรูปที่ 4.2 ซึ่งประกอบด้วย 4 ส่วนหลักคือ ไวร์เลสแอคเซสพอยต์ทั้ง 2 ตัว เครื่องแม่ข่ายและเครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้ติดตั้ง

4.3.1 ขณะทำการปรับตั้งค่าทั่วไป

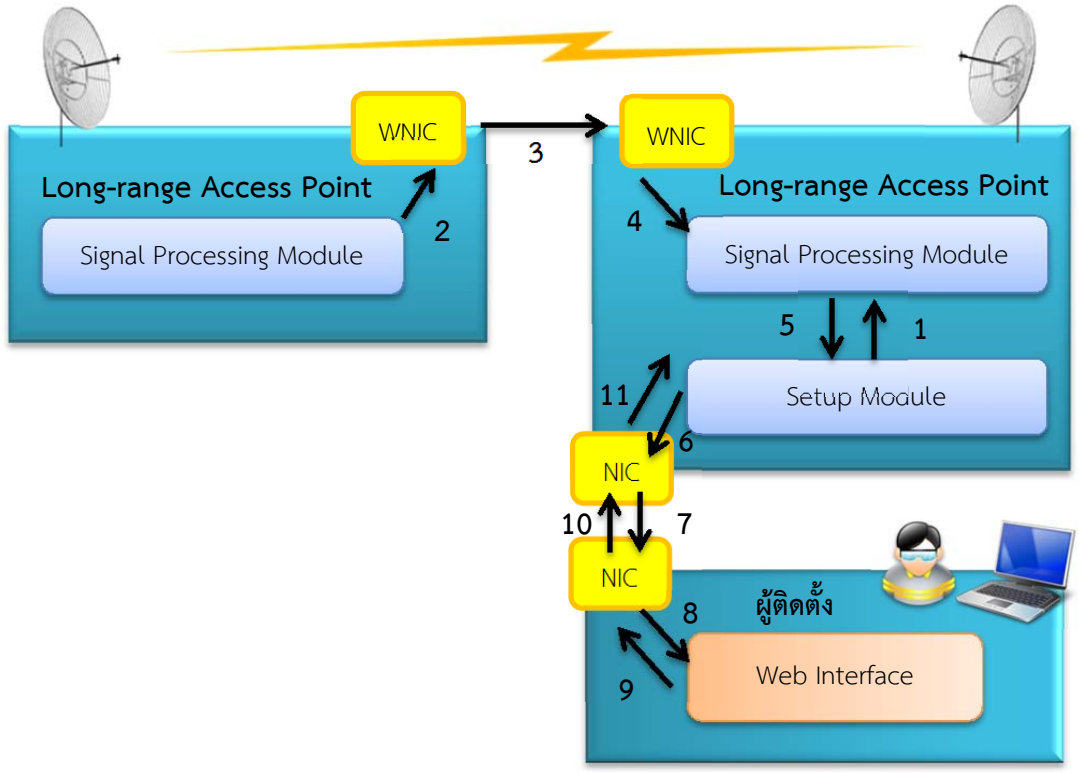


รูปที่ 4.3 แผนผังการทำงานขณะทำการติดตั้งทั่วไป

จากแผนผังการทำงานขณะทำการติดตั้งทั่วไปนั้นดังรูปที่ 4.3 ระบบมีขั้นตอนการทำงานดังนี้

1. ส่วน Setup Module เรียกดูค่าการปรับแต่งทั่วไปจาก Configuration Module และสร้างหน้าเว็บอินเตอร์เฟสสำหรับใช้งาน
2. ส่วน Setup Module ส่งข้อมูลที่ได้ไปที่ผู้ติดตั้งผ่านทาง NIC
3. มีการส่งข้อมูลจาก NIC ของไวร์เลสแอคเซสพอยต์ไปยัง NIC ของเครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้ติดตั้ง
4. ผลลัพธ์ที่ได้แสดงเป็นเว็บอินเตอร์เฟสแก่ผู้ติดตั้ง
5. กรณีที่ผู้ติดตั้งได้ปรับแต่งค่าจากเดิม จะมีการส่งส่วนที่ปรับแต่งไปยัง NIC
6. มีการส่งข้อมูลจาก NIC ของเครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้ติดตั้ง ไปยัง NIC ของไวร์เลสแอคเซสพอยต์
7. ส่วน Setup Module รับผลการปรับแต่งจากผู้ใช้งาน
8. ส่วน Setup Module ทำการปรับแต่งค่าที่ส่วนของ Configuration Module

4.3.2 ขณะใช้งานระบบช่วยการติดตั้ง



รูปที่ 4.4 แผนผังการทำงานขณะใช้งานระบบช่วยติดตั้ง

จากแผนผังการทำงานขณะใช้งานระบบช่วยการติดตั้งดังรูปที่ 4.4 ระบบมีขั้นตอนการทำงานดังนี้

1. ส่วน Setup Module เรียกใช้งาน Signal Processing Module เพื่ออ่านค่าความเข้มสัญญาณปัจจุบัน

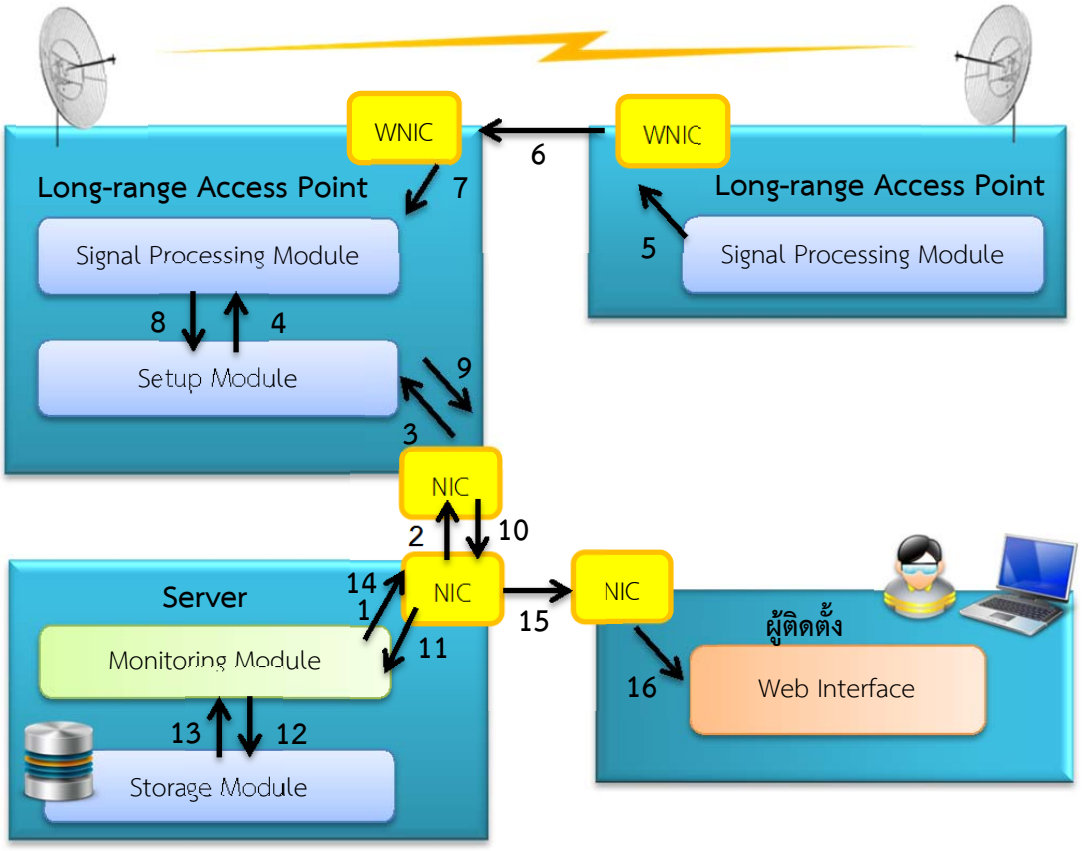
2. – 4. ส่วน Signal Processing Module แสดงค่าความเข้มสัญญาณจากไวร์เลสแอคเซสพอยต์แม่ข่ายจากที่ตนเองสามารถอ่านค่าได้

5. ส่วน Setup Module อ่านค่าความเข้มสัญญาณพร้อมทั้งแสดงในรูปของกราฟหรือค่าตามเวลาจริง

6. – 8. ผลลัพธ์ที่ได้จาก Setup Module แสดงในรูปของเว็บอินเตอร์เฟสแก่ผู้ติดตั้ง

9. – 11. กรณีที่ผู้ติดตั้งใช้งานระบบช่วยติดตั้งแบบละเอียด จะมีการส่ง SSID กลับไปยังส่วน Setup Module เพื่อตรวจสอบความเข้มสัญญาณ ซึ่งส่วน Setup Module จะส่งผลลัพธ์ที่ได้ไปยังผู้ติดตั้งตาม 6. – 8.

4.3.3 ขณะใช้งานระบบสังเกตการณ์



รูปที่ 4.5 แผงผังขณะใช้งานระบบสังเกตการณ์

จากแผนผังการทำงานขณะใช้งานระบบสังเกตการณ์ดังรูปที่ 4.5 ระบบมีขั้นตอนการทำงานดังนี้

1. – 3. ส่วน Monitoring Module ส่งคำสั่งเพื่อตรวจสอบค่าสถานะของระบบ

4. ส่วน Setup Module ส่งคำสั่งต่อไปยังส่วน Signal Processing Module

5. – 8. ส่วน Signal Processing Module ของไวร์เลสแอคเซสพอยต์ทั้ง 2 ตัว ส่งค่าที่ Setup Module กลับมายัง Setup Module

9. – 11. ส่วน Setup Module ส่งค่าที่ต้องการกลับไปยัง Monitoring Module ที่เป็นผู้ร้องขอ

12. ส่วน Storage Module เก็บค่าสถานะปัจจุบันและสถานะของระบบในอดีต

13. ส่วน Storage Module สร้างกราฟจากข้อมูลที่เก็บไว้ สำหรับให้ Monitoring Module แสดงผล ซึ่ง Monitoring Module สร้างเว็บอินเตอร์เฟสสำหรับใช้งานส่วนสังเกตการณ์

14. – 16. ผลลัพธ์ที่ได้จาก Storage Module แสดงในรูปของเว็บอินเตอร์เฟสแก่ผู้ติดตั้ง

5 ผลการดำเนินโครงงานและวิจารณ์

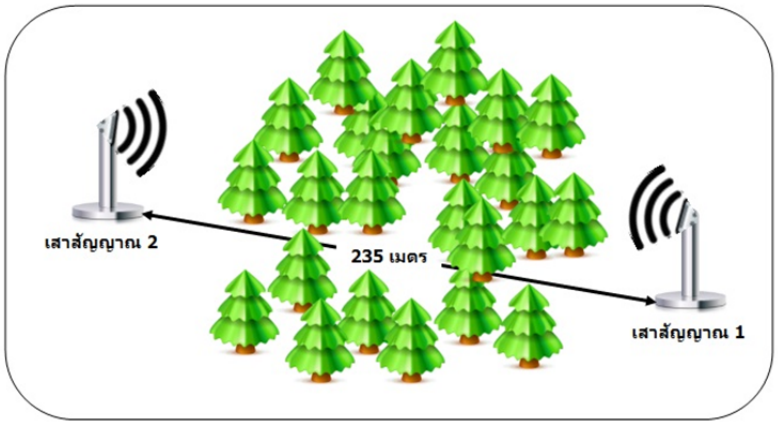
5.1 ทดสอบการทำงานของระบบ

ผู้พัฒนาแบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ส่วน คือ การทดสอบเพื่อค้นหาจุดและทิศทางที่เหมาะสมที่จะติดตั้งไวร์เลสแอคเซสพอยต์แบบระยะไกล และการค้นหาทิศทางที่เหมาะสมด้วยการปรับแบบละเอียด

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบประกอบด้วย 1) ไวร์เลสแอคเซสพอยต์แบบระยะไกล Ubiquiti Nanobridge M5-25 2 ตัว พร้อมเสาสัญญาณ ซึ่งรุ่นนี้มีสเกลสามารถปรับองศาได้ 2) คอมพิวเตอร์สำหรับติดต่อกับเว็บอินเตอร์เฟสของไวร์เลสแอคเซสพอยต์ 3) แบตเตอรี่สำรองสำหรับจ่ายไฟให้กับไวร์เลสแอคเซสพอยต์แบบระยะไกลตัวละ 1 ชุด

5.1.1 สภาพแวดล้อมในการทดสอบ

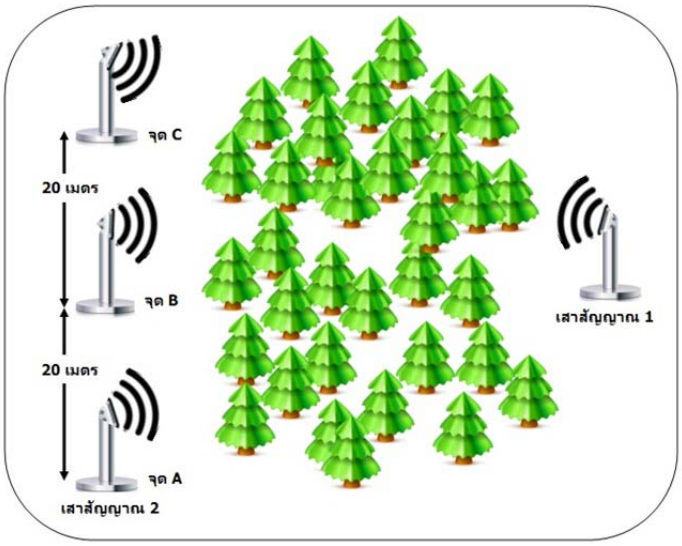
ทดสอบโดยติดตั้งเสาสัญญาณและอุปกรณ์ในพื้นที่ที่มีสิ่งกีดขวางและไม่ได้อยู่ระดับน้ำทะเลเดียวกัน เพื่อให้ใกล้เคียงกับสภาพแวดล้อมจริงมากที่สุด โดยบริเวณที่จะทดสอบมีระยะห่างกันระหว่างเสาสัญญาณที่ 1 กับเสาสัญญาณที่ 2 ประมาณ 235 เมตร ดังรูปที่ 5.1



รูปที่ 5.1 บริเวณที่ใช้ในการทดสอบ

5.1.2 การทดสอบเพื่อค้นหาจุดและทิศทางที่เหมาะสมในการติดตั้งไวร์เลสแอคเซสพอยต์

ในการทดสอบนี้ผู้ทดสอบได้ให้ผู้ร่วมทดสอบนำไวร์เลสแอคเซสพอยต์ตัวหนึ่งซึ่งอยู่ในโหมดแอคเซสพอยต์และมี SSID ชื่อ NanoBridgeTest ไปติดตั้งเป็นเสาสัญญาณที่ 1 เพื่อใช้ในการค้นหา ดังรูปที่ 5.2 โดยมีขอบเขตว่าให้หันไปทางเสาสัญญาณที่ 2 ซึ่งไม่ได้แจ้งให้ผู้ทดสอบทราบว่านำไปติดตั้งไว้จุดใด มุมก้มเงยเท่าใดและหันไปทิศทางใด



รูปที่ 5.2 ตำแหน่งจุดที่เลือกในการทดสอบ

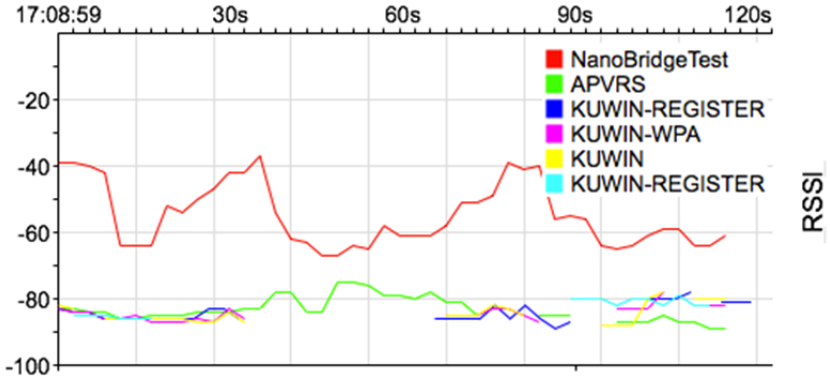
วิธีการทดสอบคือ เชื่อมต่อคอมพิวเตอร์เข้ากับไวร์เลสแอคเซสพอยต์เปิดเว็บอินเตอร์เฟสเพื่อให้แสดงกราฟตามเวลาจริงของความเข้มสัญญาณที่ได้รับขณะนั้นตั้งแต่จุด A ไปจุด C ทีละจุด แล้วหมุนไวร์เลสแอคเซสพอยต์จากทางด้านขวาไปทางด้านซ้ายวัดค่าความเข้มของสัญญาณและบันทึกข้อมูลไว้

5.1.3 การค้นหาทิศทางที่เหมาะสมด้วยการปรับแบบละเอียด

หลังจากที่ได้จุดที่เหมาะสมแล้วจะใช้เว็บอินเตอร์เฟสในการวัดความเข้มสัญญาณแบบละเอียด โดยการปรับมุมและวัดสัญญาณทีละองศา แล้วเพื่อปรับเพิ่มทีละ 4 องศา ครั้งละแกน ซึ่งผู้ติดตั้งใช้วิธีการยึดมุมก้มเงยไว้ก่อน แล้วปรับมุมทางซ้ายขวาครั้งละ 4 องศา หลังจากปรับครบตั้งแต่ -12 ถึง 12 องศา จึงปรับมุมก้มเงย 2 องศา แล้วปรับมุมทางซ้ายขวาเช่นเดิม ทำจนครบตั้งแต่ -12 ถึง 12 องศา

5.2 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองในข้อ 5.1.2 นั้นกราฟที่ได้จากระบบช่วยการติดตั้งของจุด C มีค่าความเข้มสัญญาณที่ในบางมุมมากที่สุด เมื่อเทียบกับจุด A และจุด B ดังรูปที่ 5.3



รูปที่ 5.3 ผลของกราฟที่ได้จากการสแกนที่จุด C

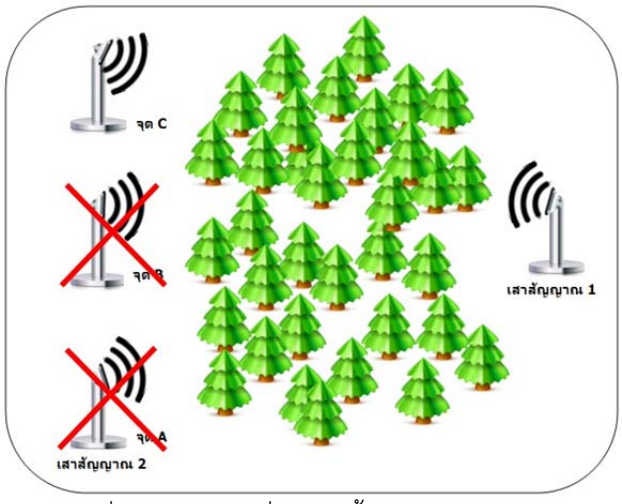
ซึ่งจะเห็นว่ากราฟที่รูปนี้มีค่าความเข้มของสัญญาณที่จุด C มากที่สุด คือประมาณ -40 dB และหลังจากที่ทำการทดลองในข้อ 5.1.3 ที่จุด C เมื่อนำค่าที่ได้จากการทดลองจำนวน 3 ครั้ง มาหาค่าเฉลี่ยและทำเป็นกราฟจะได้ได้กราฟสรุปผล ดังตารางที่ 5.1

ซึ่งจากกราฟจะได้ว่า ตำแหน่งที่เป็นมุมเงยก้ม 4 องศา และและมุมขวาซ้าย -4 องศา ได้ค่าความเข้มสัญญาณที่ดีที่สุด

จากการทดสอบจะเห็นว่า จุด C เป็นจุดที่ดีที่สุดจริง ผลลัพธ์จากระบบช่วยการติดตั้งนี้ ทำให้ได้จุดที่สอดคล้องกับตำแหน่งที่ควรติดตั้งเมื่อมองในมุมของผู้ช่วยติดตั้ง ดังรูปที่ 5.4

ตารางที่ 5.1 แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการวัดแบบละเอียด

มุมเงยก้ม / มุมขวาซ้าย	-12°	-8°	-4°	0°	4°	8°	12°
-12°	-52 dBm	-47 dBm	-47 dBm	-41 dBm	-44 dBm	-45 dBm	-47 dBm
-8°	-49 dBm	-44 dBm	-42 dBm	-40 dBm	-39 dBm	-52 dBm	-55 dBm
-4°	-54 dBm	-51 dBm	-52 dBm	-52 dBm	-51 dBm	-58 dBm	-61 dBm
0°	-59 dBm	-58 dBm	-58 dBm	-57 dBm	-57 dBm	-62 dBm	-61 dBm
4°	-62 dBm	-64 dBm	-66 dBm	-63 dBm	-64 dBm	-61 dBm	-62 dBm
8°	-60 dBm	-59 dBm	-60 dBm	-60 dBm	-60 dBm	-62 dBm	-58 dBm
12°	-61 dBm	-63 dBm	-60 dBm	-61 dBm	-63 dBm	-55 dBm	-59 dBm



รูปที่ 5.4 ตำแหน่งที่ควรติดตั้งวายฟายระยะไกล

จากผลการทดลอง ระบบช่วยการติดตั้งและสังเกตการณ์เครือข่ายไร้สายแบบระยะไกลที่โครงงานนี้นำเสนอนั้น จะช่วยอำนวยความสะดวกแก่ผู้ที่ติดตั้งระบบวายฟายระยะไกล โดยระบบสามารถที่จะระบุถึงตำแหน่งที่ควรจะติดตั้งได้อย่างถูกต้อง โดยใช้ระดับความเข้มของสัญญาณในการระบุตำแหน่ง ส่วนระบบสังเกตการณ์นี้จะช่วยตรวจสอบในเรื่องของข้อมูลที่ผ่านในแต่ละอินเตอร์เฟส รวมถึงระดับของความเข้มสัญญาณปัจจุบันและคุณภาพของสัญญาณ เพื่อตรวจสอบสถานะของระบบ

6 สรุปการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการดำเนินงาน

ระบบช่วยการติดตั้งและสังเกตการณ์เครือข่ายไร้สายระยะไกลนี้ จัดทำขึ้นเพื่อช่วยอำนวยความสะดวกในการติดตั้งวายฟายระยะไกลให้แก่ผู้ติดตั้ง ซึ่งไม่จำเป็นจะต้องใช้ความรู้ในด้านแผนที่เข็มทิศในการติดตั้งมากนัก โดยผู้พัฒนาได้ติดตั้งเฟิร์มแวร์ OpenWrt ให้กับไวร์เลสแอคเซสพอยต์ระยะไกล และพัฒนาในส่วนของเว็บอินเตอร์เฟสเพิ่มเติมจากของเดิมที่มีอยู่ เพื่อให้ผู้ติดตั้งสามารถใช้งานระบบช่วยการติดตั้งผ่านทางเว็บอินเตอร์เฟส โดยการเชื่อมต่อผ่านทางอินเตอร์เฟสแลน สำหรับระบบสังเกตการณ์นั้น ผู้พัฒนาได้ใช้ระบบปฏิบัติการยูนิกซ์สำหรับเครื่องแม่ข่าย ผู้ติดตั้งสามารถใช้งานระบบสังเกตการณ์นี้ได้จากเว็บอินเตอร์เฟสของเครื่องแม่ข่าย ซึ่งแสดงผลในรูปของกราฟในการตรวจสอบสถานะต่างๆ ของระบบได้

จากผลการทดลองทำงานของระบบช่วยการติดตั้งและสังเกตการณ์เครือข่ายไร้สายระยะไกล แสดงให้เห็นว่า ระบบสามารถที่จะระบุตำแหน่งที่เหมาะสม รวมทั้งองศาที่เหมาะสมในการติดตั้งวายฟายระยะไกลได้อย่างถูกต้อง รวมทั้งระบบสังเกตการณ์สามารถที่จะตรวจสอบสถานะของอินเตอร์เฟสของแต่ละเครื่องในระบบ ระยะเวลาที่ข้อมูลใช้ในการเดินทางจากเครื่องแม่ข่ายไปยังเครื่องเป้าหมาย รวมทั้งคุณภาพของสัญญาณหลังจากการติดตั้งวายฟายระยะไกลเรียบร้อยแล้ว ซึ่งผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าโครงงานนี้จะได้รับการพัฒนาต่อยอดเพื่อให้ระบบมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

6.2 ปัญหาและอุปสรรค

- ผู้พัฒนาไม่ได้เคยมีประสบการณ์ในการติดตั้งวายฟายระยะไกล ทำให้มองถึงปัญหาและอุปสรรคได้ค่อนข้างยาก จึงใช้วิธีการสอบถามจากอาจารย์และรุ่นพี่ในห้องปฏิบัติการที่เคยมีประสบการณ์ในการติดตั้ง

- ผู้พัฒนาไม่มีประสบการณ์ด้านการเขียนเว็บอินเตอร์เฟสมากนัก ทำให้ต้องใช้เวลาในการศึกษาเพิ่มเติมค่อนข้างมาก

- OpenWrt เวอร์ชันใหม่ ได้เปลี่ยนเว็บอินเตอร์เฟสจาก X-wrt มาเป็น LuCI ที่เขียนด้วยภาษา Lua และใช้ภาษา Lua เป็นหลักในการใช้งานสคริปต์ฝั่งเครื่องแม่ข่าย ทำให้ไม่สามารถอ้างอิงจากเวอร์ชันเดิมได้

- LuCI มีการเขียนเว็บอินเตอร์เฟสแบบ MVC ที่ออกแบบมาสำหรับการใช้งาน uci และการปรับตั้งค่าพื้นฐานสำหรับแอคเซสพอยต์ การปรับแต่งเพิ่มเติมโดยอ้างอิงจากของเดิมทำได้ค่อนข้างยาก

- LuCI นั้นมีการเขียนและมีเอพีไอที่อำนวยความสะดวกมากที่ในการพัฒนาระบบ แต่เนื่องจากคู่มือการใช้ในภายในเว็บไซต์นั้นได้อธิบายการใช้งานพอสังเขปเท่านั้น ไม่ได้มีการยกตัวอย่างการใช้งาน และไม่สามารถหาอ้างอิงได้จากเว็บไซต์หรือเอกสารอื่นได้

- ไวร์เลสแอคเซสพอยต์แบบระยะไกลมีหน่วยความจำหลักและหน่วยความจำสำรองค่อนข้างน้อย ทำให้ไม่สามารถติดตั้งชุดซอฟต์แวร์เพิ่มได้มากนัก

- ระบบสังเกตการณ์ใช้โปรโตคอล SNMP และโปรแกรม MRTG เป็นหลัก แต่ค่าบางอย่าง เช่น ความเข้มสัญญาณ ไม่สามารถเรียกใช้งานจาก SNMP ได้ จึงต้องใช้ JSON-RPC แทน

6.3 ข้อจำกัดของโปรแกรมที่พัฒนา

โครงงานระบบช่วยการติดตั้งและสังเกตการณ์เครือข่ายไร้สายแบบระยะไกลนี้ประกอบไปด้วย 2 ส่วนหลัก ในส่วนของการติดตั้งระบบประกอบไปด้วยไวร์เลสแอคเซสพอยต์แบบระยะไกลจำนวน 2 ตัวและเครื่องคอมพิวเตอร์ระบบปฏิบัติการใดก็ได้ที่สามารถใช้งานผ่านเครือข่ายแลน ในส่วนสังเกตการณ์นั้นระบบประกอบไปด้วยไวร์เลสแอคเซสพอยต์แบบระยะไกลจำนวน 2 ตัวและเครื่องแม่ข่ายที่ทำหน้าที่สังเกตการณ์ระบบ โดยระบบมีข้อจำกัด ดังนี้

- ไวร์เลสแอคเซสพอยต์แบบระยะไกล ที่จะนำมาใช้งาน จะต้องรองรับ OpenWrt
- เนื่องจากไวร์เลสแอคเซสพอยต์แบบระยะไกล มีหน่วยความจำน้อย จึงไม่เหมาะที่จะใช้ PHP ในการพัฒนาระบบและไม่สามารถเก็บข้อมูลเพิ่มเติมได้มากนัก
- ไวร์เลสแอคเซสพอยต์แบบระยะไกล ไม่มีอินเตอร์เฟสยูเอสบี ทำให้ไม่สามารถต่ออุปกรณ์ที่ช่วยในการระบุตำแหน่งเพิ่มได้
- เครื่องแม่ข่ายใช้ระบบปฏิบัติการลินุกซ์เท่านั้น
- ในการสังเกตการณ์ระบบ เครื่องแม่ข่ายจะต้องเชื่อมต่อกับไวร์เลสแอคเซสพอยต์แบบระยะไกลได้
- เพื่อให้การติดตั้งเป็นไปอย่างแม่นยำ ผู้ติดตั้งควรจะต้องใช้อุปกรณ์ที่สามารถกำหนดทิศทางและมุมของไวร์เลสแอคเซสพอยต์ที่แน่นอนได้ในการขยับเพื่อหาตำแหน่ง ทิศทางและมุมที่ดีที่สุด

6.4 ข้อเสนอแนะ

- ควรศึกษาวิธีการ ขั้นตอนการติดตั้ง รวมถึงทดลองติดตั้งวายฟายระยะไกล เพื่อช่วยในการมองถึงปัญหาและอุปสรรคต่างๆ ในการติดตั้งได้
- ควรกำหนดขอบเขตของการพัฒนาระบบและภาพรวมของระบบให้ชัดเจน เพื่อช่วยในการศึกษาและทำความเข้าใจในระบบที่จะพัฒนา
- ควรวางแผนการพัฒนาระบบให้ชัดเจน ทั้งสิ่งที่ต้องทำรวมถึงระยะเวลาที่ต้องใช้ในแต่ละส่วน เนื่องจากการพัฒนาระบบมักมีอุปสรรคที่ไม่สามารถคาดการณ์ได้เกิดขึ้นเสมอ
- ควรที่จะบันทึกกราฟเวลาจริงของระบบช่วยติดตั้ง เพื่อให้สามารถดูผลการสำรวจย้อนหลังได้
- ควรที่จะบันทึกผลการทดสอบแบบละเอียด เพื่อให้สามารถดูผลการสำรวจย้อนหลังได้

6.5 แนวทางในการพัฒนาต่อ

- เพิ่มส่วนของระบบสังเกตการณ์ให้สามารถตรวจสอบปริมาณของแบตเตอรี่ที่เหลืออยู่ของไวร์เลสแอคเซสพอยต์ระยะไกลได้
- ระบบช่วยการติดตั้งที่พัฒนาในเฟิร์มแวร์ OpenWrt โดยตรงนั้นมีข้อจำกัดหลายอย่าง เช่น หน่วยความจำ และการปรับตั้งค่าต่างๆ ถ้าใช้วิธีการพัฒนาในเครื่องแม่ข่าย จะช่วยลดข้อจำกัดลงได้
- ระบบช่วยติดตั้งสามารถเก็บผลการทดสอบต่างๆ เพื่อให้สามารถเรียกดูย้อนหลังได้ ซึ่งจะอำนวยความสะดวกในการเปรียบเทียบเพื่อหาจุด พิกัด และองศาที่ควรติดตั้งได้

7 บรรณานุกรม

[1] “แลนไร้สาย”. (28 สิงหาคม 2555). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://th.wikipedia.org/wiki/แลนไร้สาย

[2] “Long-range Wi-Fi”. (August 28, 2012). [Online]. Available: http://en.wikipedia.org/wiki/Long-range_Wi-Fi

[3] “Firmware”. (August 28, 2012). [Online]. Available: http://en.wikipedia.org/wiki/Firmware

[4] “OpenWrt”. (August 28, 2012). [Online]. Available: https://OpenWrt.org

[5] “IEEE Standard Association – IEEE Get Program”. (August 28, 2012). [Online]. Available : http://standards.ieee.org/getieee802/download/802.11n-2009.pdf

[6] “ISM band”. (August 28, 2012). [Online]. Available: http://en.wikipedia.org/wiki/ISM_band

[7] วรวัชร พันธุ์ชาตรี, “Wildlife Photography and Data Transfer System via Multihop Wireless LAN”, โครงงานวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 2554

[8] “DHCP | Internet System Consortium”. (August 28, 2012). [Online]. Available: https://www.isc.org/software/dhcp

[9] “How NAT Works – Cisco Systems”. (August 28, 2012). [Online]. Available: http://www.cisco.com/en/US/tech/tk648/tk361/technologies_tech_note09186a0080094831.shtml

[10] Bardwell, J., Akin, D. (2005). “Certified Wireless Network Administrator Official Study Guide” (3rd ed.): McGraw-Hill. pp. 418.

[11] “OpenWrt: ลินุกซ์สำหรับอุปกรณ์สมองกลฝังตัว (Embedded Devices)” (August 28, 2012). [Online]. Available: http://www.opentle.org/th/node/5479

[12] “Lua (programming language)” (December 17, 2012). [Online]. Available: http://en.wikipedia.org/wiki/Lua_%28programming_language%29

[13] “LuCI” (December 17, 2012). [Online]. Available: http://luci.subsignal.org/trac

[14] “ราชกิจจานุเบกษา”. (7 มีนาคม 2556). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.ratchakitcha.soc.go.th/DATA/PDF/2551/E/042/64.PDF

8 ภาคผนวก

8.1 คู่มือการติดตั้ง

8.1.1 การติดตั้งเฟิร์มแวร์ OpenWrt ลงในไวร์เลสแอคเซสพอยต์

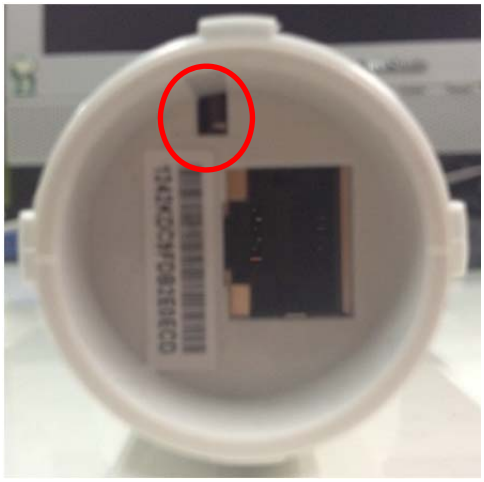
การติดตั้งเฟิร์มแวร์ลงในไวร์เลสแอคเซสพอยต์รุ่น Ubiquiti Nanobridge M5-25 (NB-5G25) นั้น มีขั้นตอนดังนี้

1. คัดลอกไฟล์ openwrt-ar71xx-generic-ubnt-bullet-m-squashfs-factory.bin ที่เป็นเฟิร์มแวร์จากในแผ่น CD ในโฟลเดอร์ Firmware

2. เสียบปลั๊กของ PoE Adapter เข้ากับเต้ารับ พร้อมทั้งเสียบสายแลนเข้าในช่อง PoE เพื่อเชื่อมต่อไวร์เลสแอคเซสพอยต์ และเสียบสายแลนเข้าในช่อง LAN เพื่อเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ ดังรูปที่ 8.1

รูปที่ 8.1 การเชื่อมต่อสายแลนกับ PoE Adapter

3. เปิดไวร์เลสแอคเซสพอยต์ด้วย Recovery Mode โดยการกดปุ่มที่อยู่ด้านข้างของอินเตอร์เฟสแลนค้างไว้ ดังในวงกลมสีแดงของรูปที่ 8.2 แล้วเสียบสายแลนที่ออกจากช่อง PoE ของ PoE Adapter กดปุ่มค้างไว้จนกว่าไฟแสดงสถานะของความแรงสัญญาณจะขึ้นจนครบ 4 ดวง ดังรูปที่ 8.3 จึงปล่อย จะเห็นว่าไฟกระพริบสลับไปมา ดังรูปที่ 8.4

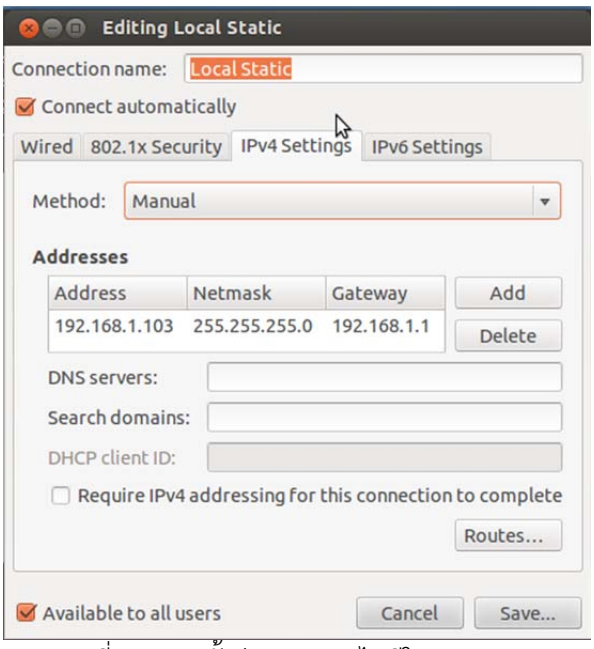


รูปที่ 8.2 ช่องอินเตอร์เฟสแลนและปุ่มสำหรับเข้า Recovery Mode

รูปที่ 8.3 ไฟแสดงสถานะความแรงสัญญาณของไวร์เลสแอคเซสพอตย์ติดครบ 4 ดวง

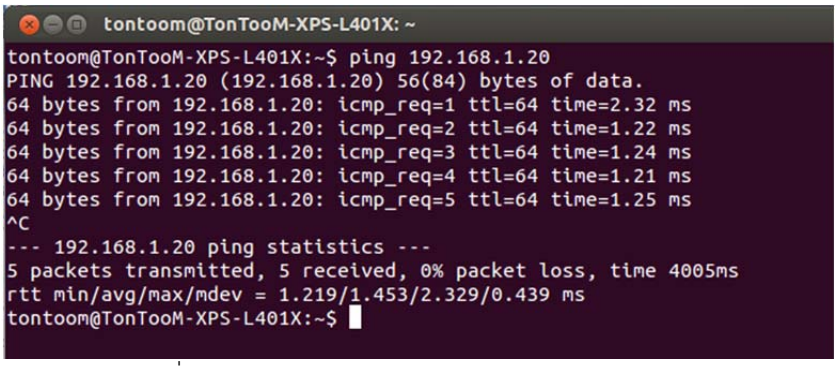
รูปที่ 8.4 ไฟแสดงสถานะเข้าสู่ Recovery Mode

3. เชื่อมต่อสายแลนจากช่อง LAN ของ PoE Adapter เข้ากับคอมพิวเตอร์ ตั้งค่าหมายเลขไอพีของอินเตอร์เฟสแลนของคอมพิวเตอร์ให้อยู่ในเครือข่าย 192.168.1.0/24 ที่ไม่ใช่ 192.168.1.20 ซึ่งเป็นค่าหมายเลขไอพีเริ่มต้นของไวร์เลสแอคเซสพอยต์ ดังรูปที่ 8.5



รูปที่ 8.5 การตั้งค่าหมายเลขไอพีใน Ubuntu

4. ทดสอบการเชื่อมต่อด้วยการ ping ไปยังไวร์เลสแอคเซสพอยต์ ซึ่งจะต้องสามารถ ping ได้ปกติ ดังรูปที่ 8.6



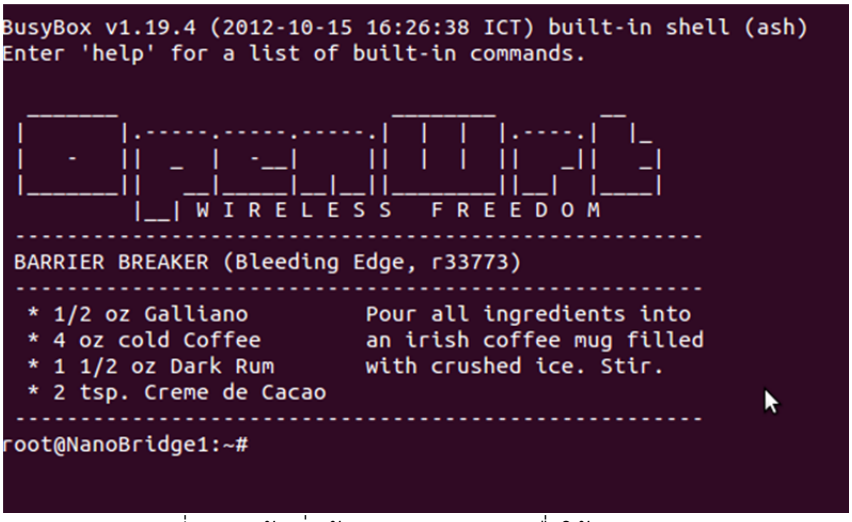
รูปที่ 8.6 ทดสอบการ ping ไปยังไวร์เลสแอคเซสพอยต์

5. อัพโหลดเฟิร์มแวร์ที่คอมไพล์ใหม่ผ่านอินเตอร์เฟสแลนด้วย TFTP ไปที่ไวร์เลสแอคเซสพอยต์ด้วยคำสั่ง

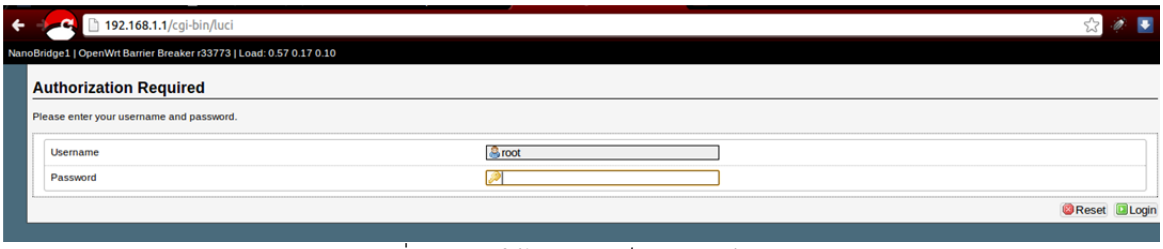
```
tftp 192.168.1.20 -m binary -c put openwrt-ar71xx-ubnt-bullet-m-
squashfs-factory.bin
```

6. เมื่ออัพโหลดเสร็จแล้ว รอสักครู่ไวร์เลสแอคเซสพอยต์จะรีสตาร์ทตัวเอง โดยรอประมาณ 3-5 นาที

7. ทดลอง ping ไปที่ 192.168.1.1 เพื่อทดสอบการเชื่อมต่อ ถ้า ping สำเร็จ จะสามารถ telnet ไปที่ 192.168.1.1 ได้ดังรูปที่ 8.7 และถ้ามีการติดตั้ง LuCI อยู่ก่อนแล้ว จะสามารถเข้าไปที่ http://192.168.1.1 ได้จากเว็บบราวเซอร์ ดังรูปที่ 8.8



รูปที่ 8.7 หน้าเริ่มต้นของ OpenWrt เมื่อใช้การ telnet



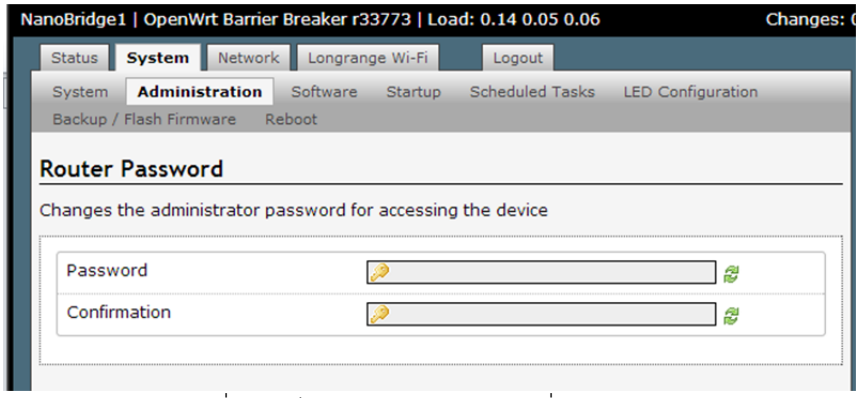
รูปที่ 8.8 การใช้งานผ่านเว็บอินเตอร์เฟส

8.1.2 การติดตั้งโปรแกรมที่พัฒนาและไลบรารี่ลงในไวร์เลสแอคเซสพอยต์

หลังจากที่ติดตั้งเฟิร์มแวร์ที่ลงในไวร์เลสแอคเซสพอยต์ดังข้อ 8.1.1 เรียบร้อยแล้วนั้น หัวข้อนี้จะกล่าวถึงการนำไฟล์ที่พัฒนาและไลบรารี่จากแผ่น CD ติดตั้งลงในไวร์เลสแอคเซสพอยต์

1. เชื่อมต่อกับไวร์เลสแอคเซสพอยต์และเข้าไปที่ไวร์เลสแอคเซสพอยต์ผ่านทางบราวเซอร์และกด Login เพื่อเข้าใช้งาน

2. ตั้งรหัสผ่านให้กับไวร์เลสแอคเซสพอยต์ เพื่อให้สามารถใช้งานผ่านทาง Secure Shell และ SFTP ได้ โดยเข้าไปที่หน้า System และเลือกแถบย่อย Administrator ในส่วนด้านบนของหน้าที่จะเห็นคำว่า Router Password ซึ่งสามารถพิมพ์รหัสใหม่ในช่อง Password พร้อมทั้งยืนยันในช่อง Confirmation ดังรูปที่ 8.9 หลังจากตั้งเสร็จแล้วให้กด Save & Apply ด้านล่าง

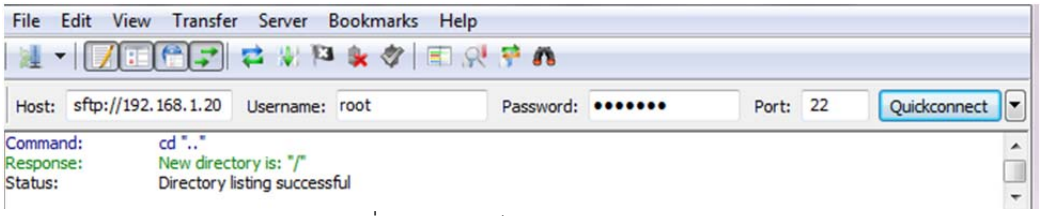


รูปที่ 8.9 เว็บอินเตอร์เฟสในการเปลี่ยนรหัสผ่าน

3. คัดลอกโฟลเดอร์ Access Point จากในแผ่น CD มาไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์

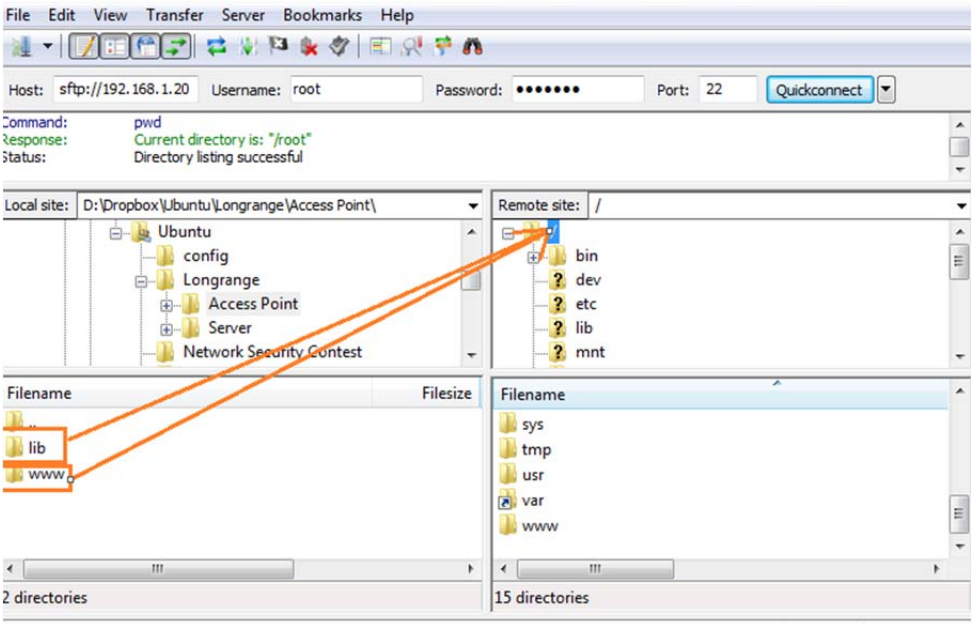
4. ดาวโหลดโปรแกรมที่สามารถใช้งาน SFTP เช่น Filezlla จากอินเตอร์เน็ตและติดตั้งให้เรียบร้อย เพื่อใช้ในการเชื่อมต่อเข้าไวร์เลสแอคเซสพอยต์

5. หลังจากติดตั้งเสร็จแล้ว เปิดโปรแกรม Filezilla ในช่อง Host พิมพ์ sftp://*หมายเลขไอพีของไวร์เลสแอคเซสพอยต์* (ตัวอย่างนี้ใช้เป็น 192.168.1.20) ช่อง Username เป็น root และช่อง Password เป็นรหัสผ่านที่ได้ตั้งไว้ในข้อ 2 แล้ว Port ใส่เป็น 22 จากนั้นกดปุ่ม Quick Connect ดังรูปที่ 8.10



รูปที่ 8.10 ส่วนล็อกอินของ Filezilla

6. เมื่อสามารถเข้าใช้งานได้ทางฝั่งด้านซ้ายของโปรแกรมจะเป็นโฟลเดอร์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ ฝั่งด้านขวาของโปรแกรมจะเป็นโฟลเดอร์ของไวร์เลสแอคเซสพอยต์ ให้ลากโฟลเดอร์ lib และ www ที่อยู่ภายในโฟลเดอร์ Access Point จากในเครื่องคอมพิวเตอร์ มาทางโฟลเดอร์ / ของไวร์เลสแอคเซสพอยต์ ดังรูปที่ 8.11



รูปที่ 8.11 การลากไฟล์จากเครื่องคอมพิวเตอร์ไปยังไวร์เลสแอคเซสพอยต์ใน Filezilla

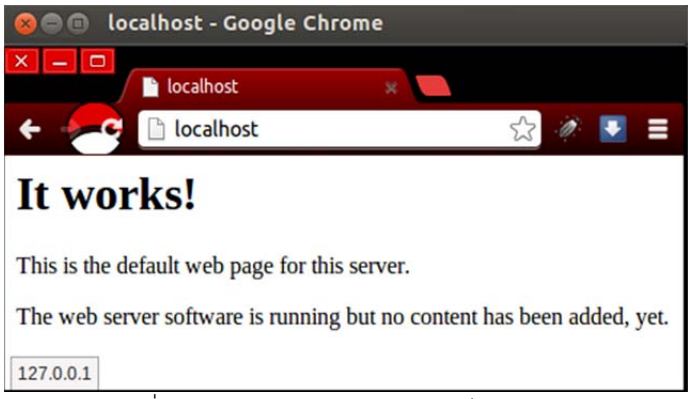
8.1.3 การติดตั้งเครื่องแม่ข่าย

เครื่องแม่ข่ายใช้ในระบบสังเกตการณ์ โดยมีการติดตั้งชุดโปรแกรม ดังนี้

1. ติดตั้งเว็บเซิฟเวอร์ เพื่อให้สามารถใช้งานเว็บอินเตอร์เฟสได้ โดยใช้คำสั่ง

```
sudo apt-get install apache2
```

2. หลังจากติดตั้งเสร็จแล้ว เมื่อเปิดเว็บบราวเซอร์และเข้าไปที่ http://localhost จะพบข้อความ ดังรูปที่ 8.12



รูปที่ 8.12 การทดสอบการใช้งานเว็บเซิฟเวอร์

3. จากนั้นติดตั้ง PHP และ library ที่เกี่ยวข้อง พร้อมทั้งรีสตาร์ท apache โดยใช้คำสั่ง

```
sudo apt-get install php5 libapache2-mod-php5
sudo /etc/init.d/apache2 restart
```

4. ติดตั้ง MySQL Server พร้อม phpMyAdmin และรีสตาร์ท apache อีกครั้ง โดยใช้คำสั่ง

```
sudo apt-get install mysql-server phpmyadmin
sudo cp /etc/phpmyadmin/apache.conf /etc/apache2/conf.d
sudo /etc/init.d/apache2 restart
```

5. หลังติดตั้งเสร็จแล้วจะสามารถเข้าใช้งาน phpMyAdmin ได้โดยใช้เว็บบราวเซอร์เข้าไปที่ http://localhost/phpmyadmin/ ดังรูปที่ 8.13

รูปที่ 8.13 การเข้าใช้งาน phpMyAdmin

6. ติดตั้ง JSON-RPC สำหรับการเชื่อมต่อและส่งคำส่งไปยังไวร์เลสแอคเซสพอยต์ โดยใช้คำสั่ง

```
sudo apt-get install php5-curl
sudo /etc/init.d/apache2 restart
```

7. ดาวโหลด library ที่ใช้ในการเชื่อมต่อและยืนยันตัวตนกับ JSON-RPC ของไวร์เลสแอคเซสพอยต์ ได้ที่ https://github.com/Pozo/json-rpc-php

8. ติดตั้ง snmpd เพื่อตรวจสอบสถานะของเครื่องแม่ข่าย โดยใช้คำสั่ง

```
sudo apt-get install snmpd
```

9. ติดตั้ง MRTG สำหรับเก็บค่าของสถานะของระบบพร้อมทั้งแสดงในรูปกราฟ โดยใช้คำสั่ง

```
sudo apt-get install mrtg
```

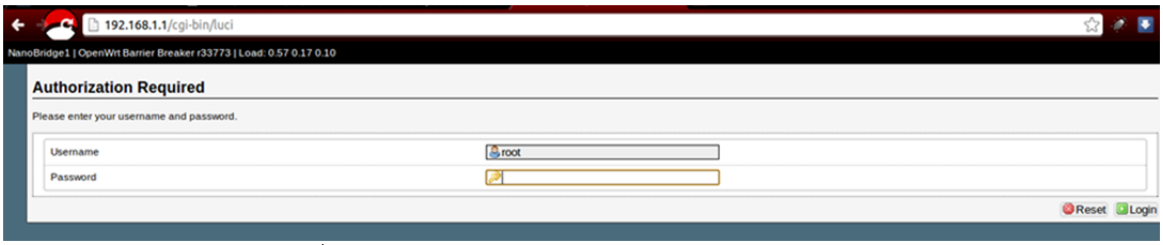
8.2 คู่มือการใช้งาน

8.2.1 ระบบช่วยการติดตั้ง

สำหรับส่วนช่วยการติดตั้ง อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบด้วยไวร์เลสแอคเซสพอยต์ พร้อม PoE Adapter สำหรับจ่ายไฟ และเครื่องคอมพิวเตอร์

1. เชื่อมต่อสายแลนจากช่อง PoE ของ PoE Adapter เข้ากับไวร์เลสแอคเซสพอยต์ และจากช่อง LAN เข้ากับคอมพิวเตอร์

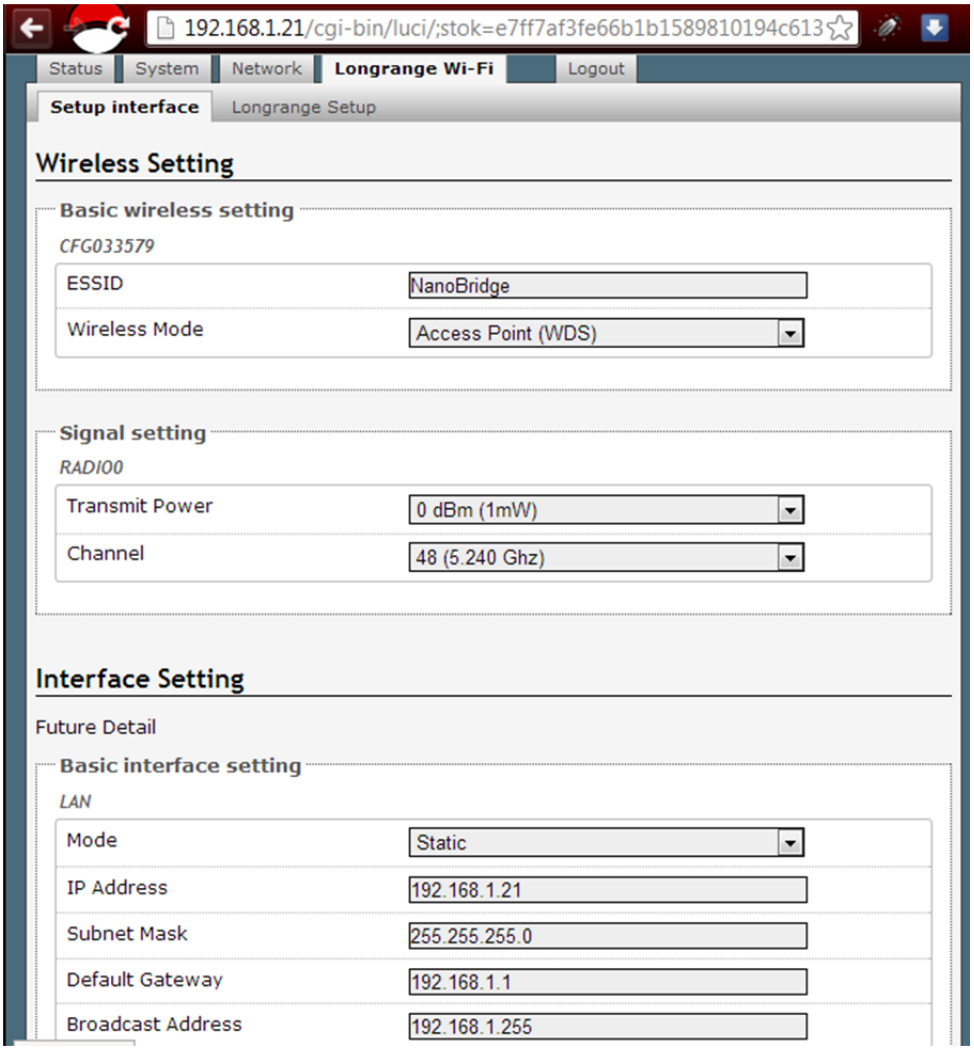
2. ใช้เว็บบราวเซอร์เชื่อมต่อไปยังไวร์เลสแอคเซสพอยต์ โดยค่าเริ่มต้นจะเป็น http://192.168.1.1 เมื่อเชื่อมต่อได้แล้ว จะพบกับหน้าให้กรอก Username และ Password ดังรูปที่ 8.14 ในการใช้งานครั้งแรกจะยังไม่มีรหัสผ่าน สามารถกดปุ่ม Login เพื่อใช้งานต่อไปได้ หรือกรอก Username และ Password ที่ได้ตั้งค่าไว้จากข้อ 8.1.2



รูปที่ 8.14 หน้าแรกในการเข้าใช้งานผ่านเว็บอินเตอร์เฟส

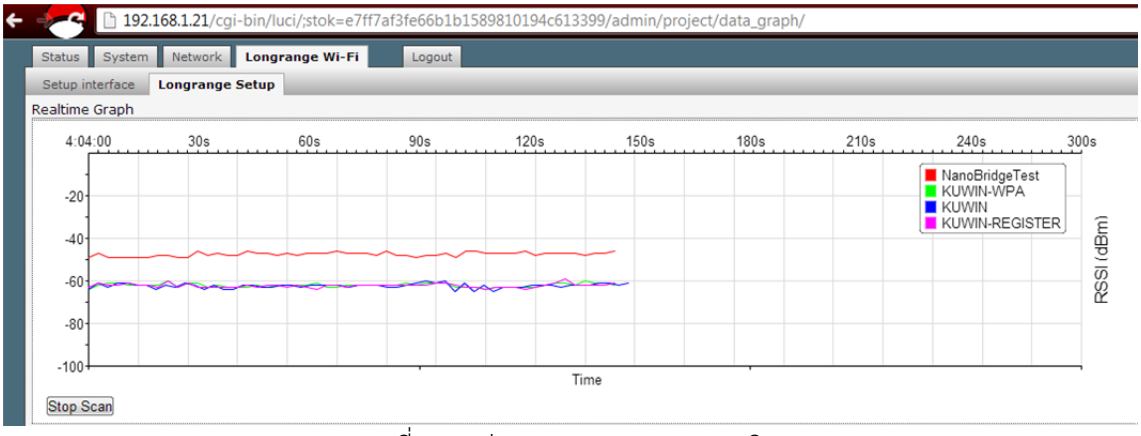
3. หลังจากนั้นเข้าไปที่แถบชื่อ Long-range Wi-Fi และแถบย่อยชื่อ Setup Interface ไว้สำหรับปรับตั้งค่าทั่วไปของไวร์เลสแอคเซสพอยต์ ดังรูปที่ 8.15 โดยไวร์เลสแอคเซสพอยต์ทั้ง 2 ตัว จะต้องปรับตั้งค่าให้มีหมายเลขไอพีไม่ซ้ำกันและอยู่เครือข่ายเดียวกัน สำหรับไวร์เลสแอคเซสพอยต์แม่ข่ายสำหรับใช้เป็นต้นทางให้ตั้งค่าชื่อ ESSID และเลือก Wireless Mode เป็น Access Point (WDS) และเลือกความแรงในการส่ง

สัญญาณ (Transmit Power) รวมถึงช่องสัญญาณ (Channel) ตามความเหมาะสม ส่วนไวร์เลสแอคเซสพอยต์ลูกข่ายที่จะใช้ในค้นหาตำแหน่งและพิกัดในการติดตั้ง ให้เลือก Wireless Mode เป็น Access Point (WDS) เช่นเดียวกัน



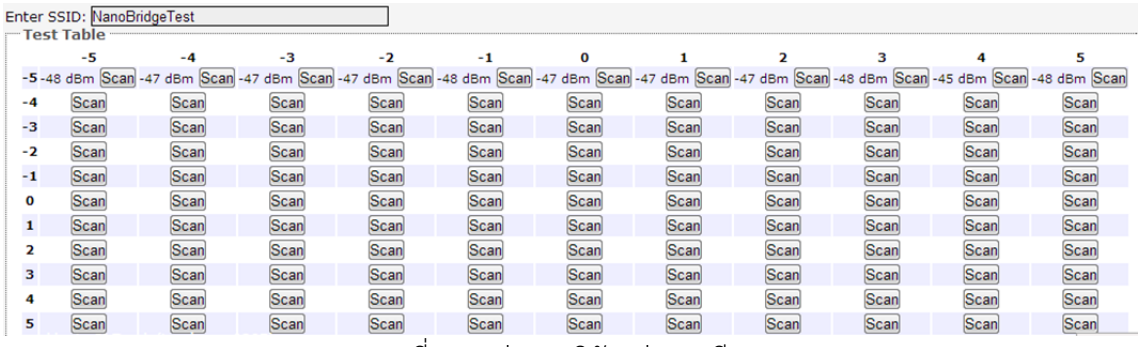
รูปที่ 8.15 หน้าการตั้งค่าทั่วไปของไวร์เลสแอคเซสพอยต์

4. เครื่องลูกข่ายให้ไปที่แถบ Longrange Setup ซึ่งในหน้านี้ใช้ในการค้นหาตำแหน่งและทิศทางที่เหมาะสมในการติดตั้ง โดยส่วนบนจะเป็นกราฟแสดงระดับความเข้มสัญญาณตามเวลาจริง มีปุ่ม Start Scan และ Stop Scan เพื่อเริ่มหรือหยุดการทำงานได้ ดังรูปที่ 8.16



รูปที่ 8.16 ส่วนแสดงกราฟตามเวลาจริง

5. หลังจากใช้ส่วนบนในการหาตำแหน่งและทิศทางที่เหมาะสมแล้ว ส่วนล่างของหน้านี้จะเป็นการหาพิกัดอย่างละเอียด โดยพิมพ์ SSID ที่ต้องการตรวจสอบ ปรับองศาและกดปุ่ม Scan ในพิกัดที่ต้องการ ดังรูปที่ 8.17 ซึ่งเมื่อ Scan ครบทุกพิกัดแล้ว พิกัดที่มีค่าความแรงสัญญาณมากที่สุด จะเหมาะสมที่สุดในการติดตั้ง



รูปที่ 8.17 ส่วนหาพิกัดอย่างละเอียด

8.2.2 ระบบสังเกตการณ์

ระบบสังเกตการณ์นี้ สามารถตรวจสอบค่าสถานะได้ 3 ส่วน คือ สถานะอินเตอร์เฟสของเครื่องที่ต้องการ สถานะคุณภาพสัญญาณระหว่างไวร์เลสแอคเซสพอยต์และเวลาที่ข้อมูลใช้ในการไปกลับระหว่างเครื่องที่ต้องการกับเครื่องแม่ข่าย โดยเมื่อติดตั้งชุดโปรแกรมตามข้อ 8.1.3 แล้ว

1. สร้างโฟลเดอร์ Longrange ไว้ที่โฟลเดอร์ Home และคัดลอกโฟลเดอร์ที่อยู่ภายในโฟลเดอร์ Server ของแผ่น CD มาไว้ในโฟลเดอร์ Longrange นี้

2. ภายในโฟลเดอร์ Longrange ให้เข้าไปที่โฟลเดอร์ Scripts แล้วไปยังโฟลเดอร์ Shell

3. กรณีที่ต้องการเพิ่มเครื่องที่จะตรวจสอบสถานะอินเตอร์เฟส สามารถเพิ่มโดยใช้คำสั่ง

```
./gen-interface.sh hostname public@host-ip-address
```

โดย hostname คือ ชื่อของเครื่องเป้าหมาย และ host-ip-address คือ หมายเลขไอพีของเครื่องเป้าหมาย

4. กรณีที่ต้องการเพิ่มเครื่องที่จะตรวจสอบเวลาที่ข้อมูลใช้ในการไปกลับระหว่างเครื่องเป้าหมายกับเครื่องแม่ข่าย สามารถเพิ่มโดยใช้คำสั่ง

```
./gen-ping.sh hostname host-ip-address
```

โดย hostname คือ ชื่อเครื่องของเป้าหมาย และ host-ip-address คือ หมายเลขไอพีของเครื่องเป้าหมาย

5. กรณีที่ต้องการเพิ่มการตรวจสอบคุณภาพของสัญญาณระหว่างไวร์เลสแอคเซสพอยต์ สามารถเพิ่มได้โดยใช้คำสั่ง

```
./gen-signallink.sh client-hostname master-hostname client-ip-address
```

โดย client-hostname คือ ชื่อเครื่องของไวร์เลสแอคเซสพอยต์ลูกข่าย master-hostname คือ ชื่อเครื่องของไวร์เลสแอคเซสพอยต์แม่ข่าย client-ip-address คือ หมายเลขไอพีของไวร์เลสแอคเซสพอยต์ลูกข่าย

6. ทำซิมโบลิคลิงค์ (symbolic link) เพื่อให้สามารถใช้งานผ่านเว็บอินเตอร์เฟสได้ โดยใช้คำสั่ง

```
ln –s ~/Longrange/longrange /var/www/longrange
```

7. หลังจากนั้น สามารถเข้าใช้งานได้จากเว็บอินเตอร์เฟสของเครื่องแม่ข่าย โดยใช้เว็บบราวเซอร์เข้าไปที่ http://localhost/longrange/ หรือ http://server-ip-address/longrange โดย server-ip-address คือ หมายเลขไอพีของเครื่องแม่ข่าย ซึ่งในหน้านี้แสดงสถานะอินเตอร์เฟสของไวร์เลสแอคเซสพอยต์และของเครื่องแม่ข่าย คุณภาพของสัญญาณระหว่างไวร์เลสแอคเซสพอยต์ และเวลาที่ข้อมูลใช้ในการเดินทางไปกลับ ดังรูปที่ 8.18

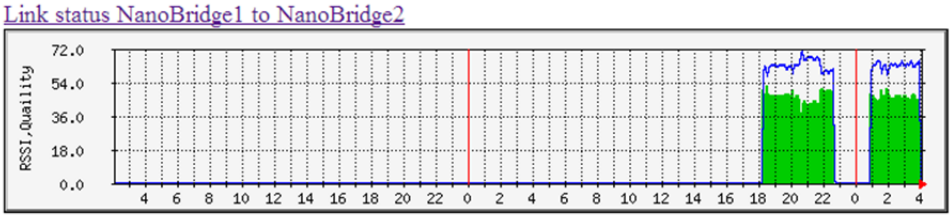
Longrange WiFi Monitoring System

Interface Status

- NanoBridge1 - IP Address 192.168.1.20
- NanoBridge2 - IP Address 192.168.1.21
- Server Ethernet - IP Address 192.168.1.150

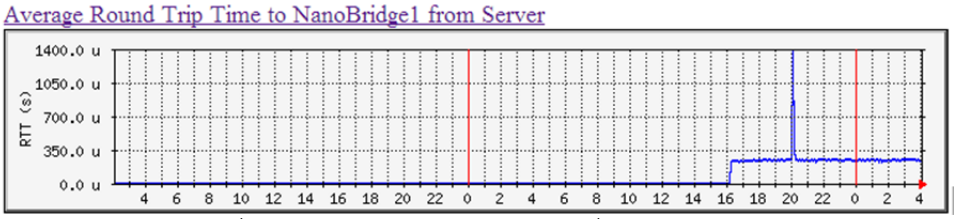
Signal Strength and Signal Quality

- Link status NanoBridge1 to NanoBridge2



Ping Status

- Average Round Trip Time to NanoBridge1 from Server



รูปที่ 8.18 หน้าเว็บอินเตอร์เฟสของเครื่องแม่ข่าย

ประวัตินิสิต

1. ชื่อ-นามสกุล นายกิตติพงศ์ สิงห์แก้ว รหัสนิสิต 5210502431

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ที่อยู่ปัจจุบัน 253/2 ถ.เทพา ต.เมืองเหนือ อ.เมือง จ.ศรีสะเกษ 33000
โทรศัพท์บ้าน 045-612198 โทรศัพท์เคลื่อนที่ 087-2404402
Email: kit.singkaew@gmail.com

ระดับการศึกษา: ปริญญาตรี

คุณวุฒิการศึกษา	จากโรงเรียน/สถาบัน	ปีการศึกษาที่จบ
มัธยมศึกษาตอนปลาย	ศรีสะเกษวิทยาลัย	2551
มัธยมศึกษาตอนต้น	ศรีสะเกษวิทยาลัย	2548