โครงงานวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เรื่อง

เครือข่ายไร้สายบอลลูนลอยฟ้าพร้อมด้วยกล้องถ่ายทอดสด

Wireless Network Provider from Balloon with Live Broadcasting Camera

โดย

นายธีรพรรดิ์ วงษ์อัครนนท์ 5310506209

พ.ศ. 2556

เครือข่ายไร้สายบอลลูนลอยฟ้าพร้อมด้วยกล้องถ่ายทอดสด

Wireless Network Provider from Balloon with Live Broadcasting Camera

โดย

นายธีรพรรดิ์ วงษ์อัครนนท์ 5310506209

โครงงานวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตามหลักสูตร

วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษา .....วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

(รองศาสตราจารย์ ดร.อนันต์ ผลเพิ่ม)

.....วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยพร ใจแก้ว)

.....วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

(อาจารย์ ดร.อภิรักษ์ จันทร์สร้าง)

หัวหน้าภาควิชา .....วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภุชงค์ อุทโยภาศ)

นายธีรพรรดิ์ วงษ์อัครนนท์ ปีการศึกษา 2556

เครือข่ายไร้สายบอลลูนลอยฟ้าพร้อมด้วยกล้องถ่ายทอดสด

ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์) ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันมีความต้องการใช้เครือข่ายไร้สายกันอย่างกว้างขวาง แต่ก็ยังพบว่ายังมีอีกหลายพื้นที่ที่ไม่สามารถใช้งานเครือข่ายเหล่านี้ได้ เช่น สนามกีฬากลางแจ้ง จุดที่อยู่ห่างจากตัวกระจายสัญญาณ อีกทั้งการถ่ายทอดภาพจากมุมสูงจะมีประโยชน์ในการดำเนินการบางอย่าง เช่น การเฝ้าระวังสัตว์ป่า การถ่ายทอดกีฬากลางแจ้ง โครงงานนี้จึงนำเสนอการเพิ่มพื้นที่ให้บริการเครือข่ายชั่วคราว ในบริเวณที่เข้าถึงยาก รวมถึงการถ่ายทอดภาพจากมุมสูง โดยออกแบบระบบการรีเลย์สัญญาณเครือข่ายไร้สายจากอาคารหลักซึ่งจะติดตั้งแอคเซสพอยต์แบบระยะไกลไปยังพื้นที่ให้บริการผ่านทางบอลลูน โดยมีการติดตั้งอุปกรณ์บนบอลลูนได้แก่ แอคเซสพอยต์แบบระยะไกลสำหรับรับสัญญาณจากอาคารหลัก แอคเซสพอยต์สำหรับให้บริการเครือข่ายไร้สาย กล้องสำหรับการถ่ายทอดสัญญาณภาพและเสียงของพื้นที่ให้บริการกลับมายังอาคารหลัก และแบตเตอรี่สำหรับจ่ายไฟให้แก่อุปกรณ์ นอกจากนี้มีระบบการเฝ้าสังเกตคุณภาพของสัญญาณที่ให้บริการ เพื่อตรวจสอบสถานะของอุปกรณ์แต่ละตัว เช่น สถานะการเชื่อมต่อของแต่ละอุปกรณ์ จำนวนผู้เชื่อมต่อเครือข่ายไร้สาย ความแรงของสัญญาณ โดยมีการออกแบบระบบจำลองเสมือนการติดตั้งบนบอลลูนก่อนการติดตั้งจริง โดยทดสอบการทำงานของอุปกรณ์และระบบเฝ้าสังเกตคุณภาพการทำงานของอุปกรณ์

คำสำคัญ : เทคโนโลยีไร้สาย, จำลองเสมือนการติดตั้งบนบอลลูน, ถ่ายทอดภาพและเสียง

Teerapat Wongagkaranon Academic Year 2013

Wireless Network Provider from Balloon with Live Broadcasting Camera

Bachelor's Degree in Computer Engineering Department of Computer Engineering

Faculty of Engineering, Kasetsart University

Abstract

Nowadays, demand for wireless network access becomes more widespread. However, some areas like outdoor stadium and places out of reach of wireless signal are not able to provide such access. In addition, taking pictures and videos from an elevated view is beneficial for several purposes such as wildlife monitoring and broadcasting outdoor sports. This paper presents a system that provides temporary wireless access service for such areas and broadcasts pictures from the bird's eye view. The system is designed to relay Wi-Fi connection from a main building on which long-range access points are installed to the service area through a balloon. The balloon is equipped with one access point receiving signal from the main building, another one for providing Wi-Fi service, an audio and video camera broadcast from the area to the building, and a power supply. A signal quality monitoring system is also developed to check the status of the equipment such as connectivity status, the number of Wi-Fi users, and the signal strength. The experiment is carried out by installing equipment in a modeled balloon, seeing how the system works and monitoring the working throughput of the equipment

Keywords : Wi-Fi technology, simulation of balloon installation, picture and audio broadcast

กิตติกรรมประกาศ

รายงานและโครงงาน “เครือข่ายไร้สายบอลลูนลอยฟ้าพร้อมด้วยกล้องถ่ายทอดสด” ได้รับการช่วยเหลือและให้คำแนะนำในการทำงานอย่างดีมาตลอดระยะเวลาที่ดำเนินงาน โครงงานนี้จะไม่สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีหากขาดความช่วยเหลือ ความอนุเคราะห์ และกำลังใจจากบุคคลเหล่านี้

รศ.ดร.อนันต์ ผลเพิ่ม อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน ผศ.ดร.ชัยพร ใจแก้ว และ อ.ดร.อภิรักษ์ จันทร์สร้าง อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม สำหรับทุนในการทำโครงงาน คำปรึกษา คำแนะนำ คำชี้แนะและแนวทางการแก้ไข เมื่อเกิดปัญหาในการพัฒนาโครงงาน เพื่อน CPE24 ที่ให้กำลังใจในการทำงานและคอยให้คำปรึกษาในการทำโครงงานนี้

คุณพ่อ คุณแม่และครอบครัว ที่คอยติดตามการพัฒนาโครงงาน และให้กำลังใจเมื่อเกิดปัญหา รวมทั้งคำแนะนำเพิ่มเติมที่เกิดประโยชน์ต่อการพัฒนาโครงงาน

ผู้พัฒนาขอขอบพระคุณทุกๆ ท่านเป็นอย่างสูง ทั้งที่กล่าวถึงและไม่ได้กล่าวถึง ที่ได้ช่วยให้การดำเนินโครงงานในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีมา ณ ที่นี้ด้วย

นายธีรพรรดิ์ วงษ์อัครนนท์

ผู้จัดทำ

สารบัญ

บทคัดย่อ iii

Abstract iv

กิตติกรรมประกาศ v

สารบัญ vi

สารบัญภาพ viii

สารบัญตาราง x

1. บทนำ 1

1.1 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 1

1.2 ขอบเขตการดำเนินงาน 1

1.2.1 ขอบเขตของโครงงาน 1

1.2.2 ข้อจำกัดของโครงงาน 2

1.3 ประโยชน์ที่ได้รับ 2

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 3

2.1 แลนไร้สาย (Wireless LAN) 3

2.2 ลักษณะการทำงานของแอคเซสพอยต์ไร้สาย 4

2.3 OpenWrt 5

2.4 LuCI 6

2.5 LuCI JSON-RPC 6

2.6 การเชื่อมต่อไร้สายแบบเมช 7

2.7 โพรโทคอล SNMP 7

2.8 Zoneminder 8

3. เครื่องมือที่ใช้ในการทำโครงงาน 9

3.1 ฮาร์ดแวร์ 9

3.1.1 ไวร์เลสแอคเซสพอยต์แบบระยะไกล 9

3.1.2 สวิตช์ 11

3.2 ด้านซอฟต์แวร์ 12

3.2.1 ซอฟต์แวร์สำหรับแอคเซสพอยต์ไร้สาย 12

3.2.2 ซอฟต์แวร์สำหรับเครื่องแม่ข่าย 12
3.2.3 ภาษาโปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนา 12
4. วิธีการดำเนินโครงงาน 13
4.1 ภาพรวมของระบบ 13
4.2 องค์ประกอบของระบบ 14
5. ผลการดำเนินโครงงานและวิจารณ์ 16
5.1 ทดสอบการทำงานของระบบ 16
5.1.1 สภาพแวดล้อมในการทดสอบ 16
5.1.2 ผลการทดสอบ 17
5.2 สรุปผลการทดลอง 19
6. สรุปการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ 19
6.1 สรุปการดำเนินงาน 20
6.2 ปัญหาและอุปสรรค 20
6.2.1 ปัญหาเลือกรุ่นแอคเซสพอยต์ 20
6.2.2 ปัญหาเลือกรุ่นกล้อง 20
6.2.3 ปัญหาระบบเฝ้าสังเกตคุณภาพของอุปกรณ์ 20
6.3 ข้อเสนอแนะ 21
7. บรรณานุกรม 22
8. ภาคผนวก 23
8.1 คู่มือการติดตั้ง 23
8.1.1 การติดตั้งเฟิร์มแวร์ OpenWrt ลงในไวร์เลสแอคเซสพอยต์ 23
8.1.2 การติดตั้งเครื่องแม่ข่าย 34
8.2 คู่มือใช้งาน 36
ประวัตินิสิต 41

สารบัญภาพ

รูปที่ 2.1 การเชื่อมต่อแบบ Ad hoc 3

รูปที่ 2.2 การเชื่อมต่อแบบ Infrastructure 3

รูปที่ 2.3 การเชื่อมต่อแบบเมช 7

รูปที่ 3.1 Engenius EOC-2610 9

รูปที่ 3.2 Ubiquiti Nanobridge M5 10

รูปที่ 3.3 D-Link DES-1005A 5-Port Switch 11

รูปที่ 4.1 ภาพรวมของโครงงาน 13

รูปที่ 4.2 องค์ประกอบของระบบ 14

รูปที่ 4.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง 15

รูปที่ 5.1 การติดตั้งอุปกรณ์ 16

รูปที่ 5.2 การติดตั้งอุปกรณ์ 17

รูปที่ 5.3 ตำแหน่งทดสอบระบบ 17

รูปที่ 5.4 ความเร็วของสัญญาณวายฟาย 18

รูปที่ 5.5 ความเร็วการถ่ายโอนข้อมูลระหว่างสถานีหลักกับจุดให้บริการ 18

รูปที่ 5.6 สถานะการทำงานของอุปกรณ์ 18

รูปที่ 5.7 กราฟแสดงสถานะของอุปกรณ์ตามช่วงเวลา 19

รูปที่ 5.8 ชมภาพและเสียงผ่านเว็บแอพพลิเคชั่น 19

รูปที่ 8.1 การเลือก Atheros ให้เหมาะสมกับ EOC-2610 23

รูปที่ 8.2 การเลือก Target Images 24

รูปที่ 8.3 การเลือกแพ็คเกจ squashfs 24

รูปที่ 8.4 การเลือกแพ็คเกจ Dropbear 25

รูปที่ 8.5 ตำแหน่งที่เก็บของไฟล์ kernel และ rootfs 25

รูปที่ 8.6 หน้าจอที่เข้า Redboot สำเร็จ 26

รูปที่ 8.7 หน้าจอหลังจากลง OpenWRT เสร็จ 28

รูปที่ 8.8 การเชื่อมต่อสายแลนกับ PoE Adapter 29

รูปที่ 8.9 ช่องอินเตอร์เฟสแลนและปุ่มสำหรับเข้า Recovery Mode 30
รูปที่ 8.10 ไฟแสดงสถานะความแรงสัญญาณของไวร์เลสแอคเซสพอตย์ติดครบ 4 ดวง 30
รูปที่ 8.11 ไฟแสดงสถานะเข้าสู่ Recovery Mode 30
รูปที่ 8.12 การตั้งค่าหมายเลขไอพีใน Ubuntu 31
รูปที่ 8.13 หน้าเริ่มต้นของ OpenWrt เมื่อใช้การ telnet 32
รูปที่ 8.14 การใช้งานผ่านเว็บอินเตอร์เฟส 32
รูปที่ 8.15 เว็บอินเตอร์เฟสในการเปลี่ยนรหัสผ่าน 33
รูปที่ 8.16 ส่วนล็อกอินของ Filezilla 33
รูปที่ 8.17 การลากไฟล์จากเครื่องคอมพิวเตอร์ไปยังไวร์เลสแอคเซสพอยต์ใน Filezilla 34
รูปที่ 8.18 การทดสอบการใช้งานเว็บเซิฟเวอร์ 34
รูปที่ 8.19 การเข้าใช้งาน phpMyAdmin 35
รูปที่ 8.20 หน้าล็อกอินของระบบ 36
รูปที่ 8.21 ภาพวีดีโอที่ดูได้จากกล้อง 37
รูปที่ 8.22 แสดงภาพโดยรวมของระบบ 37
รูปที่ 8.23 แสดงสถานะของอุปกรณ์ในระบบ 38
รูปที่ 8.24 ช่วงเวลาเปิด/ปิด ของอุปกรณ์ 38
รูปที่ 8.25 Traffic ของอุปกรณ์ 39
รูปที่ 8.26 คุณภาพของสัญญาณ 39
รูปที่ 8.27 หน้าควบคุมกล้องของผู้ดูแลระบบ 40
รูปที่ 8.28 หน้าการปรับเปลี่ยนค่าของอุปกรณ์ 40

สารบัญตาราง

ตารางที่ 3.1 คุณสมบัติ Engenius EOC-2610 9

ตารางที่ 3.2 คุณสมบัติ Ubiquiti Nanobridge M5 10

ตารางที่ 3.3 คุณสมบัติ D-Link DES-1005A 5-Port Switch 11

1. บทนำ

เนื่องด้วยในปัจจุบันอินเทอร์เน็ต เข้ามาเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของคนเรามากยิ่งขึ้น ประกอบกับเทคโนโลยีไร้สายมีความก้าวหน้า มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลาย โดยหนึ่งในนั้นคือ เทคโนโลยีแลนไร้สาย (Wireless Local Area Network) [1] ที่สามารถใช้งานได้ในอุปกรณ์ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น คอมพิวเตอร์ โทรศัพท์เคลื่อนที่ เป็นต้น ซึ่งบริเวณที่มีสัญญาณวายฟาย (Wi-Fi) ก็จะสร้างความสะดวกสบายให้กับผู้ใช้งาน และพบว่ายังมีอีกหลายพื้นที่ที่สัญญาณเข้าไม่ถึง เช่น สนามกีฬากลางแจ้ง จุดที่ให้บริการเครือข่ายชั่วคราว จุดที่ห่างไกลจากตัวปล่อยสัญญาณ เป็นต้น นอกจากนี้บริเวณที่มีสิ่งบดบังเช่น ภูเขาสูง ป่า ตึกสูง ก็ยากต่อการดำเนินการบางอย่าง เช่น การส่งสัญญาณระยะไกลแบบโดยตรง ก็ทำได้ยากเนื่องจากไม่รู้ทิศทางและตำแหน่งที่ถูกต้อง

โครงงานนี้เป็นการเพิ่มพื้นที่ให้บริการเครือข่าย ในบริเวณที่เข้าถึงยาก รวมถึงการถ่ายทอดภาพจากมุมสูง เช่นการเฝ้าระวังสัตว์ป่า การถ่ายทอดกีฬากลางแจ้ง เป็นต้น ออกแบบระบบการรีเลย์สัญญาณไวร์เลสจากอาคารหลักไปยังพื้นที่ให้บริการผ่านทางบอลลูน และทำการถ่ายทอดสัญญาณภาพและเสียงจากพื้นที่ให้บริการกลับมายังอาคารหลัก มีระบบการเฝ้าสังเกตคุณภาพของสัญญาณที่ให้บริการ ความเร็วการโอนถ่ายข้อมูล และจำนวนผู้ใช้งาน ทำการปรับแต่งอุปกรณ์ไวร์เลสแอคเซสพอยต์ ให้รองรับการใช้งาน โดยนำไปติดตั้งบนบอลลูนซึ่งจะเป็นตัวกระจายสัญญาณเพื่อให้บริการเครือข่ายแบบไร้สายและถ่ายทอดภาพจากมุมสูง ลักษณะของบอลลูนจะผูกติดกับสลิงลอยขึ้นสูงประมาณ 80-100 เมตร และมีแบตเตอรี่สำหรับจ่ายไฟให้แก่อุปกรณ์

1.1 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1) เพื่อเพิ่มพื้นที่ให้บริการเครือข่ายไร้สายแก่พื้นที่เข้าถึงยาก
2) เพื่อถ่ายทอดภาพจากมุมสูงแบบเวลาจริง
3) ลดความยุ่งยากจากการเดินสายสัญญาณ

1.2 ขอบเขตการดำเนินงาน

1.2.1 ขอบเขตของโครงงาน

- ทำการจำลองการติดตั้งเสมือนจริงบนบอลลูน เช่นการติดตั้งกล้องและแอคเซสพอยต์บนที่สูงแทนการใช้บอลลูน
- กล้องสามารถควบคุมได้ 2 ทาง สามารถหมุนในแนวนอนได้ 360 องศา แนวตั้งได้ 90 องศา และถ่ายภาพได้แบบเวลาจริง

- พื้นที่ที่ใช้ในการติดตั้ง มีลักษณะเป็นพื้นที่เปิดโล่ง เช่น สนามกีฬากลางแจ้ง
- เครือข่ายเชื่อมโยงแบบเมช
- ระยะบอลลูนกับจุดกระจายสัญญาณที่ต่อกับเครือข่ายหลักห่างกันได้ไกลถึง 500-1000 เมตร และบอลลูนลอยอยู่สูงจากพื้น 80 - 100 เมตร
- แอคเซสพอยต์ที่ใช้ในโครงงานเป็นชนิดแบบระยะไกล โดยมีเสาสัญญาณเป็นแบบเพแนล (Panel)

1.2.2 ข้อจำกัดของโครงงาน

- ไวร์เลสแอคเซสพอยต์ที่มีเสาสัญญาณแบบเพแนล จะต้องรองรับ OpenWrt
- เพื่อให้การติดตั้งแม่นยำ ควรจะใช้อุปกณ์ที่สามารถกำหนดทิศทางและมุมของไวร์เลสแอคเซสพอยต์เพื่อใช้ในการปรับจุดติดตั้งในการหาตำแหน่งไม่เหมาะกับการติดตั้งอุปกรณ์ในสภาพแวดล้อมที่มีฝนตก และมีลมพายุ
- ต้องไม่มีสิ่งก่อสร้าง มาบังการส่งสังญาณระหว่าง ไวร์เลสแอคเซสพอยต์

1.3 ประโยชน์ที่ได้รับ

1) สามารถให้บริการสัญญาณไวเลสจากบอลลูน
2) สามารถถ่ายทอดภาพมุมสูงจากบอลลูน

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

โครงงานเครือข่ายไร้สายบอลลูนลอยพร้อมด้วยกล้องถ่ายทอดสด มีทฤษฎีที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

2.1 แลนไร้สาย (Wireless LAN)

แลนไร้สาย เป็นเทคโนโลยีสื่อสารเครือข่ายคอมพิวเตอร์มาตรฐาน IEEE 802.11 ที่เชื่อมโยงคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์ต่างๆ เข้าด้วยกันเป็นเครือข่ายภายในพื้นที่แบบไร้สาย โดยใช้คลื่นวิทยุในการสื่อสาร การสื่อสารแบบแลนไร้สายมีทั้งแบบการเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับคอมพิวเตอร์เรียกว่า Ad hoc ดังรูปที่ 2.1 และเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับแอคเซสพอยต์เรียกว่า Infrastructure ดังรูป 2.2

รูปที่ 2.1 การเชื่อมต่อแบบ Ad hoc

รูปที่ 2.2 การเชื่อมต่อแบบ Infrastructure

โดยการเชื่อมต่อแบบ Ad hoc หรือเรียกอีกอย่างว่า peer-to-peer คือการเชื่อมต่อระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์ไร้สายตั้งแต่ 2 เครื่องขึ้นไป โดยไม่มีศูนย์กลางในการควบคุมโดยผู้ส่งและผู้รับจะต้องอยู่ในขอบเขตที่สามารถส่งถึงกันได้ ซึ่งผู้ส่งจะส่งข้อมูลออกไปให้ผู้รับโดยตรง การเชื่อมต่อแบบ Infrastructure คือการเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์ไร้สายตั้งแต่ 2 เครื่องขึ้นไป โดยใช้แอคเซสพอยต์ไร้สายทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางในการเชื่อมต่อ อุปกรณ์แต่ละตัวจะไม่สามารถส่งข้อมูลถึงกันได้โดยตรง

ความเร็วที่ใช้ในการสื่อสารมีมาตรฐานรองรับ ซึ่งแต่ละมาตรฐานกำหนดความเร็วและคลื่นความถี่ต่างๆดังนี้

1. มาตรฐาน IEEE 802.11a มีความเร็วสูงสุดอยู่ที่ 54 Mbps ที่ความถี่ย่าน 5 GHz โดยใช้เทคนิคในการส่งข้อมูลแบบ OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing)

2. มาตรฐาน IEEE 802.11b มีความเร็วสูงสุดอยู่ที่ 11 Mbps ที่ความถี่ย่าน 2.4 GHz โดยใช้เทคนิคในการส่งข้อมูลแบบ CCK (Complimentary Code Keying) และDSSS (Direct Sequence Spread Spectrum)

3. มาตรฐาน IEEE 802.11g มีความเร็วสูงสุดอยู่ที่ 54 Mbps ที่ความถี่ย่าน 2.4 GHz โดยใช้เทคนิคในการส่งข้อมูลแบบ OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing)

4. มาตรฐาน IEEE 802.11n มีความเร็วสูงสุดอยู่ที่ 150 Mbps ที่ความถี่ย่าน 2.4/5 GHz โดยใช้เทคนิคในการส่งข้อมูลแบบ OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing)

5. มาตรฐาน IEEE 802.11ac มีความเร็วสูงสุดอยู่ที่ 866 Mbps ที่ความถี่ย่าน 5 GHz

2.2 ลักษณะการทำงานของแอคเซสพอยต์ไร้สาย

แอคเซสพอยต์ไร้สาย (Wireless access point) [2] คือ อุปกรณ์เครือข่ายไร้สายที่ใช้ในการสื่อสารทางคอมพิวเตอร์ โดยได้รับการออกแบบให้ทำงานตามมาตรฐาน IEEE 802.11 ซึ่งนอกจากจะเชื่อมต่อแบบโครงสร้างพื้นฐาน ยังมีลักษณะการเชื่อมต่อแบบอื่น ที่ปรับให้เหมาะสมตามรูปแบบการใช้งาน

2.2.1 **Access Point** คือ โหมดพื้นฐานที่สุดของการใช้งาน ใช้สำหรับการเชื่อมต่อแบบ Infrastructure โดยจะทำหน้าที่ในการเชื่อมต่อเครื่องลูกข่ายเข้าสู่ระบบเครือข่ายแบบมีสาย เพื่อเข้าใช้

งานอินเทอร์เน็ตหรือเข้าไปยังเครือข่าย LAN (Local Area Network) [3] โดยการเข้าถึงเครือข่ายอาจจะมีการเข้ารหัส (Encryption) โดยผู้ใช้งานจะต้องใส่รหัสผ่านก่อนการเชื่อมต่อ

2.2.2 **Client Bridge** เป็นโหมดที่อุปกรณ์จะทำหน้าที่เหมือนเป็นลูกข่ายเพื่อเชื่อมต่อกับแอคเซสพอยต์ เหมาะสำหรับการเชื่อมต่อไปยังแอคเซสพอยต์ระยะไกล หรือเพื่อเชื่อมต่อเครือข่ายไร้สายสำหรับอุปกรณ์เครือข่ายที่ไม่รองรับการใช้งานเครือข่ายไร้สายได้

2.2.3 **Client Router** ลักษณะการทำงานคล้ายกับโหมด Client Bridge แต่โหมดนี้ตัวอุปกรณ์จะมีฟังก์ชัน DHCP (Dynamic Host Configuration Protocols) เพื่อช่วยปรับตั้งค่าหมายเลขไอพี หมายเลขซับเน็ต หมายเลขเกตเวย์ และทำหน้าที่เป็น NAT (Network Address Translation) เพื่อแปลงหมายเลขไอพีระหว่างเครือข่ายภายในที่เป็นหมายเลขไอพีส่วนตัวและเครือข่ายภายนอกที่เป็นหมายเลขไอพีจริง

2.2.4 **Wireless Router** เป็นโหมดที่แอคเซสพอยต์ไร้สายทำงานเป็นเราเตอร์ คือใช้พอร์ต RJ-45 เป็น WAN และมีฟังก์ชั่น DHCP กับ NAT สำหรับเครือข่ายไร้สาย

2.2.5 **WDS Bridge** เป็นการทำงานแบบ point-to-point โดยมีข้อแตกต่างจาก Client Bridge คือจะทำการส่งค่าแมคแอดเดรสของเครื่องลูกข่ายทั้งหมดผ่านไปยังอินเตอร์เฟสไร้สาย

2.2.6 **WDS AP** คือการขยายสัญญาณจากแอคเซสพอยต์ตัวหนึ่งไปยังแอคเซสพอยต์อีกตัวหนึ่งหรือหลายตัว โดยสามารถทำขยายต่อไปเรื่อยๆ ซึ่ง WDS จะมีข้อดีกว่า Repeater คือสามารถส่งผ่านแมคแอดเดรสของเครื่องลูกข่ายผ่านไปยังอินเตอร์เฟสไร้สาย โดยมีข้อจำกัดที่แอคเซสพอยต์ในกลุ่มจะต้องมีการเข้ารหัสเดียวกัน ใช้ช่องสัญญาณเดียวกันรวมไปถึง SSID

2.2.7 **Universal Repeater** อุปกรณ์จะทำหน้าที่ทวนสัญญาณจากแอคเซสพอยต์ตัวใดตัวหนึ่งที่อยู่ในรัศมีที่สามารถรับสัญญาณได้ เพื่อขยายพื้นที่ให้บริการ

2.3 OpenWrt

OpenWrt [4] เป็นชุดซอฟต์แวร์ของระบบปฏิบัติการลินุกซ์ที่ถูกเผยแพร่ออกมา ถูกพัฒนาขึ้นในปี ค.ศ.2004 ระยะแรกออกแบบเพื่อใช้งานกับเราเตอร์ไร้สาย และในภายหลังได้มีการปรับปรุงให้ใช้กับอุปกรณ์ได้หลากหลายมากยิ่งขึ้น เช่น ADSL Modem, ADSL Router, Wireless Hard disk ไปจนถึงคอมพิวเตอร์ตระกูล x86 แต่มีเพียงอุปกรณ์บางรุ่นเท่านั้นที่รองรับ OpenWrt การใช้งานนั้นสามารถใช้ผ่านคอมมานด์ไลน์อินเตอร์เฟส หรือ เว็บอินเตอร์เฟส (Web Interface) สามารถติดตั้งได้โดยผ่านทาง opkg package management system

โดยในโครงงานนี้ได้ติดตั้ง OpenWrt Backfire เวอร์ชั่น 10.03.1 สำหรับแอคเซสพอยต์ไร้สาย รุ่น Engenius EOC-2610 และ Ubiquiti Nanobridge M5 ซึ่งใช้สำหรับการส่งข้อมูลระยะไกล

2.4 LuCI

LuCI [5] ถูกสร้างในเดือนมีนาคม ค.ศ. 2008 โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อที่จะสร้างเว็บอินเตอร์เฟส สำหรับระบบสมองกลฝังตัว เช่น OpenWrt ที่ไม่มีค่าใช้จ่าย มีระเบียบ มีความยืดหยุ่นและสามารถดูแล รักษาหรือแก้ไขได้ง่าย ในขณะที่โปรแกรมแก้ไขการติดตั้งค่าตัวอื่นจะใช้ shell script ซึ่ง LuCI จะใช้ ภาษา Lua ในการเขียน และมีการแบ่งอินเตอร์เฟสเป็นส่วนย่อย เหมือนกับการใช้ MVC-framework ซึ่งสามารถเพิ่มขีดความสามารถในการทำงานให้ทำงานเร็วยิ่งขึ้น

2.5 LuCI JSON-RPC

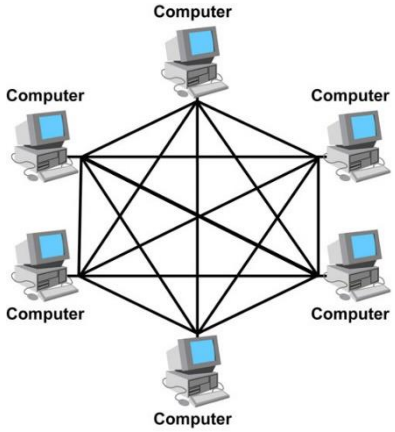
เจสันอาร์พีซี (JSON-RPC) [6] ย่อมาจาก JSON Remote Procedure Call protocol ทำงาน โดยการส่งคำร้องขอไปยังเครื่องแม่ข่ายที่มีใช้ประมวลตามโพรโทคอลนี้ ซึ่งเครื่องลูกข่ายในกรณีนี้อาจ เป็นโปรแกรมใดโปรแกรมหนึ่งที่ต้องการเรียกให้มีการส่งข้อมูลที่ต้องการมาจากเครื่องแม่ข่าย โดย โพรโทคอลนี้สามารถส่งข้อมูลนำเข้าหรือข้อมูลตอบกลับหลายๆค่า ระหว่างเครื่องแม่ข่ายกับเครื่อง ลูกข่ายได้ โดยใช้ โพรโทคอล HTTP หรือ TCP/IP ในการส่ง โดยข้อมูลที่ทำการส่งนั้นจะอยู่ในรูปของ Object ของ JSON โดยมีองค์ประกอบสามส่วนได้แก่ Method, Params และ ID เพื่อร้องขอข้อมูลจาก เครือข่ายแม่ โดยเครื่องแม่ข่ายจะทำการตอบกลับคำขอ มีองค์ประกอบสามส่วนเช่นกัน ได้แก่ Result, Error และ ID

ลูซิเจสันอาร์พีซี (LuCI JSON-RPC) คือไลบรารี่ที่ลูซิได้มีการจัดเตรียมให้สามารถใช้งานผ่านทาง เจสันอาร์พีซี โดยก่อนการใช้งานจำเป็นต้องมีการติดตั้งแพ็กเกจที่เกี่ยวข้องทั้งหมดเพื่อให้สามารถใช้งาน ได้ เช่น แพ็กเกจ LuCI, แพ็กเกจ LuCI-json-rpc เป็นต้น ข้อดีของการใช้งานลูซิเจสันอาร์พีซี คือ จะทำ ให้สามารถพัฒนาระบบเว็บอินเตอร์เฟสที่พัฒนาโดยภาษา PHP สามารถติดต่อร้องขอข้อมูลจากเครื่อง แม่ข่าย โดยทั่วไปแล้วการใช้งานไลบรารี่ UCI จะต้องทำการสั่งผ่านคอมมานด์ไลน์ของเครื่อง แอคเซสพอยต์ แต่เมื่อต้องการเรียกผ่านเว็บอินเตอร์เฟสจะต้องมีขั้นตอนในการส่งข้อมูลที่ยากขึ้น ดังนั้น เพียงแต่มีการอ้างถึงไฟล์ไลบรารี่ของเจสันอาร์พีซี และทำการพัฒนาโปรแกรมให้มีการเข้าถึงเครื่อง

แอคเซสพอยต์ ซึ่งคำสั่งทั้งหมดที่ใช้ตั้งแต่ขั้นตอนการยืนยันจนถึงการใช้คำสั่งเพื่อร้องขอข้อมูล สามารถสั่งผ่านภาษา PHP ได้ ทำให้สะดวกต่อการจัดการคำสั่งต่างๆ ผ่านเว็บอินเตอร์เฟสมากยิ่งขึ้น

2.6 การเชื่อมต่อไร้สายแบบเมช

การเชื่อมต่อไร้สายแบบเมช (Wireless Mesh Network) [7] คือเทคโนโลยีเครือข่ายไร้สายที่ทำให้แอคเซสพอยต์สามารถส่งผ่านข้อมูลได้โดยตรงแบบไร้สาย ไม่ต้องผ่านสายเคเบิล ปัจจุบัน แอคเซสพอยต์ยังไม่สามารถสื่อสารถึงกันแบบไร้สายได้ การสื่อสารจำเป็นต้องผ่านสายเคเบิลซึ่งโยงระหว่างแอคเซสพอยต์ แต่ละตัวผ่านเครือข่ายหลัก (Backbone) ดังรูป 2.3 และระยะทางที่การเชื่อมต่อไร้สายแบบเมช สามารถจะทำการเชื่อมต่อได้ประมาณ 300 ฟุต จากจุดเชื่อมต่อตามมาตรฐานรองรับคือ IEEE 802.11s



รูปที่ 2.3 การเชื่อมต่อแบบเมช

ที่มา: http://sekolahbr.or.id/student/grade7/B_Sem1/Elita/Network%20Topology.html

2.7 โพรโทคอล SNMP

Simple Network Management Protocol (SNMP) [8] คือ โพรโทคอล ซึ่งใช้จัดการเครือข่าย TCP/IPซับซ้อน การใช้โพรโทคอล SNMP ทำให้ผู้ดูแลสามารถจัดการและกำหนดค่าคอมพิวเตอร์ใน เครือข่าย ได้จากคอมพิวเตอร์ศูนย์กลางแทนการเรียกใช้ซอฟต์แวร์ด้านการ จัดการเครือข่าย ผู้ดูแลยังใช้โพรโทคอล SNMP ตรวจสอบประสิทธิภาพเครือข่าย ตรวจหาปัญหาเครือข่ายตลอดจนติดตามผู้ใช้และวิธีการใช้เครือข่ายอีกด้วย

อุปกรณ์ที่ใช้งาน SNMP นั้นประกอบด้วย 2 ประเภท คือ ผู้จัดการ (Manager) และผู้ถูกกระทำ (Agent) โดยผู้จัดการในบางครั้งเรียกว่า NMS (Network Management Station) จะเป็นผู้ที่ร้องขอข้อมูลจากผู้กระทำ 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 ซึ่งประกอบด้วยชุดของหมายเลขจำนวนเต็มคั่นด้วยเครื่องหมายจุดระหว่างขั้น

2.8 Zoneminder

Zonemider [9] เป็นระบบ dvr (digital video recorder) หรือระบบบันทึกกล้องวงจรปิด โดยzoneminder จะทำงานผ่านเว็บแอพพลิเคชั่น พัฒนาขึ้นโดยใช้ภาษา PHP, MYSQL, C/C++,LINUX script โดยจุดเด่นของ zonemider นี้ก็คือระบบ motion detect (ระบบตรวจจับการเคลื่อนไหว) ซึ่งก็มีหลาย algorithm ให้ใช้ตามสถานการณ์และความเหมาะสม

3. เครื่องมือที่ใช้ในการทำโครงงาน

เครือข่ายไร้สายบอลลูนลอยฟ้าพร้อมด้วยกล้องถ่ายทอดสดมีเครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินโครงงานดังนี้

3.1 ฮาร์ดแวร์

3.1.1 ไวร์เลสแอคเซสพอยต์แบบระยะไกล

ในโครงงานนี้เลือกใช้ไวร์เลสแอคเซสพอยต์แบบระยะไกล (Long-range Wi-Fi) [10] 2 รุ่น คือ Engenius EOC-2610 จำนวน 1 ตัว และ Ubiquiti Nanobridge M5 จำนวน 2 ตัว เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการพัฒนาโครงงาน เพื่อใช้ในการส่งและรับข้อมูลระหว่างต้นทางกับปลายทาง

Engenius EOC-2610 รุ่นนี้สามารถรองรับเฟิร์มแวร์ OpenWrt ที่ใช้ในการปรับแต่งเพิ่มเติมได้ มีการใช้งานตามมาตรฐาน IEEE 802.11 b/g โดยจะทำงานในย่านความถี่ 2.412~2.472 GHz โดยมีลักษณะดังรูปที่ 3.1 และมีคุณสมบัติโดยสรุปดังตาราง 3.1

รูปที่ 3.1 Engenius EOC-2610

ตารางที่ 3.1 คุณสมบัติ Engenius EOC-2610

คุณสมบัติ	Engenius EOC-2610
Processor	Atheros AR2316 Single Chip
Memory	32 MB SDRAM
Flash	8 MB
Frequency Band	IEEE 802.11 b/g

คุณสมบัติ	Engenius EOC-2610
Physical Interface	One 10/100 Fast Ethernet RJ-45 Reset Button One SMA Connector One switch (external and internal antenna switching)
Operation Frequency	2.412~2.472GHz
Internal Antenna	Embedded 10dBi Panel antenna
External Antenna	1* SMA connector
Power Requirements	Active Ethernet (Power over Ethernet) Proprietary PoE design Power Adapter 24V / 0.8A DC

Ubiquiti Nanobridge M5 รุ่นนี้สามารถรองรับเฟิร์มแวร์ OpenWrt ที่ใช้ในการปรับแต่งเพิ่มเติมได้ มีการใช้งานตามมาตรฐาน IEEE 802.11a/n โดยจะทำงานในย่านความถี่5.472~5.825 GHz โดยมีลักษณะดัง รูปที่ 3.2 และมีคุณสมบัติโดยสรุปดังตาราง 3.2

รูปที่ 3.2 Ubiquiti Nanobridge M5

ตารางที่ 3.2 คุณสมบัติ Ubiquiti Nanobridge M5

คุณสมบัติ	Ubiquiti Nanobridge M5
Processor	Atheros MIPS 24KC, 400MHz
Memory	32 MB SDRAM

คุณสมบัติ	Ubiquiti Nanobridge M5
Flash	8 MB
Network Interface	1 x 10/100 BASE-TX (Cat 5,RJ-45) Ethernet
Frequency Band	IEEE 802.11 a/n
Operation Frequency	5.470~5.825GHz
Antenna Gain	25 dBi
TX Power	23dBm +/- 2dB max, -96dBm +/- 2dB min
Power Supply	24V, 0.5A

3.1.2 สวิตซ์

สวิตซ์ที่นำมาใช้คือรุ่น D-Link DES-1005A 5-Port Switch ดังรูป 3.3 และคุณสมบัติดังตาราง 3.3

รูปที่ 3.3 D-Link DES-1005A 5-Port Switch

ตารางที่ 3.3 คุณสมบัติ D-Link DES-1005A 5-Port Switch

คุณสมบัติ	D-Link DES-1005A 5-Port Switch
Switching Protocol	Ethernet
Data Transfer Rate/Bandwidth	10/100 Mbps
Network Ports Qty	5 x RJ-45 10/100Mbps ports
Connectivity Technology	Cable - UTP Category 3, 4, 5
Data Link Protocol	Ethernet, Fast Ethernet
Communication Mode	Half-duplex, full-duplex
Power Supply/Device	5V, 0.55A

3.2 ด้านซอฟต์แวร์

3.2.1 ซอฟต์แวร์สำหรับแอคเซสพอยต์ไร้สาย

เนื่องจากเฟิร์มแวร์เดิมที่มากับแอคเซสพอยต์ไร้สายนั้นไม่สามารถปรับแต่งเพิ่มเติมได้โดยง่ายทั้งในเรื่องของลิขสิทธิ์และชุดโปรแกรมที่สามารถใช้งานได้ จึงได้เลือกใช้เฟิร์มแวร์ OpenWrt ซึ่งสามารถนำมาปรับแต่งเพิ่มเติมได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย อีกทั้งยังมีชุดโปรแกรมให้เลือกใช้งานได้มาก และยังรองรับอุปกรณ์แอคเซสพอยต์ไร้สายหลายรุ่น

- OpenWrt เป็นเฟิร์มแวร์สำหรับติดตั้งลงบนแอคเซสพอยต์ไร้สายแบบระยะไกล เพื่อใช้ในการ
- พัฒนาโครงงาน โดยใช้รุ่น Backfire 10.03.1
- LuCI ใช้ในการเขียนเว็บอินเตอร์เฟสสำหรับผู้ใช้ของ OpenWrt โดยมีพื้นฐานมาจากภาษา Lua
- JSON-RPC API เป็นไลบรารี่ของโปรแกรมภาษา PHP ที่ใช้ในการติดต่อระหว่างส่วนของเว็บอินเตอร์เฟส และเครื่องแอคเซสพอยต์

3.2.2 ซอฟต์แวร์สำหรับเครื่องแม่ข่าย

เครื่องแม่ข่ายจะเชื่อมต่ออยู่กับแอคเซสพอยต์เครื่องแม่ข่ายเพื่อใช้ในการตรวจสอบสถานะปัจจุบันของระบบผ่านทางเว็บอินเตอร์เฟส โดยสถานะที่ตรวจสอบได้แก่ ระยะเวลาในการส่งข้อมูลไปกลับจากเครื่องแม่ข่ายกับแอคเซสพอยต์ไร้สาย ตรวจสอบว่าแอคเซสพอยต์ไร้สายยังสามารถเชื่อมต่อได้อยู่หรือไม่ และตรวจสอบคุณภาพของสัญญาณการเชื่อมต่อระหว่างแอคเซสพอยต์ไร้สาย

- ระบบปฏิบัติการลินุกซ์ ใช้สำหรับพัฒนาโปรแกรมและคอมไพล์เฟิร์มแวร์ OpenWrt โดยใช้ Ubuntu 13.04
- Apache ใช้ในการเปิดเว็บเซิฟเวอร์สำหรับใช้งานเว็บอินเตอร์เฟสบนเครื่องแม่ข่าย

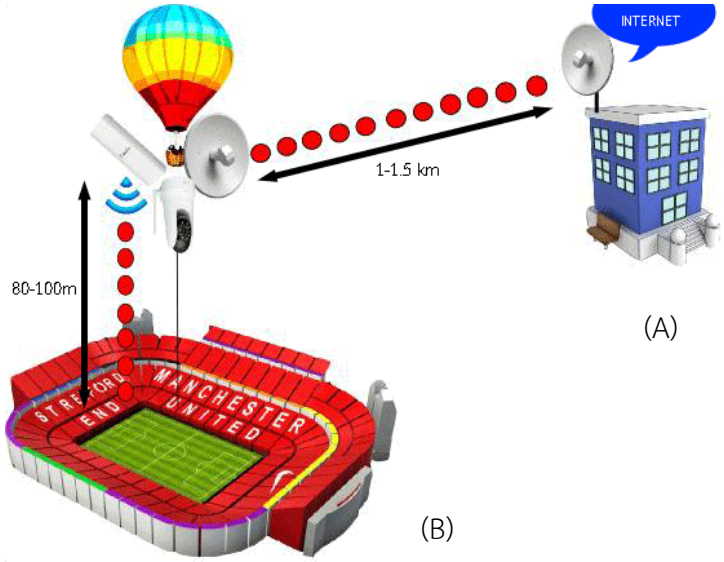
3.2.3 ภาษาโปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนา

- HTML, PHP, JavaScript, SQL ใช้สำหรับพัฒนาหน้าเว็บอินเตอร์เฟส

4. วิธีการดำเนินโครงงาน

4.1 ภาพรวมของระบบ

โครงงานนี้ได้นำเสนอระบบการให้บริการเครือข่ายไร้สายและส่งข้อมูลภาพผ่านระบบบอลลูน โดยมีภาพรวมของระบบดังรูปที่ 4.1 โดยแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนที่เป็นสถานีหลัก กับจุดที่ให้บริการ ซึ่งทั้งสองส่วนจะอยู่ห่างกัน 1-1.5 กิโลเมตร บอลลูนผูกสลิงลอยสูงจากพื้น 80-100 เมตร โดยทั้งสองส่วนจะเชื่อมต่อกับด้วย แอคเซสพอยต์แบบระยะไกล ส่วนที่เป็นจุดให้บริการจะประกอบด้วยแอคเซสพอยต์ 2 ตัว ตัวที่หนึ่งเชื่อมต่อกับอาคารหลัก อีกตัวหนึ่งทำหน้าที่ปล่อยสัญญาณให้บริการวายฟายแก่พื้นที่ข้างล่าง และมีกล้องถ่ายทอดภาพและเสียงกลับมายังอาคารหลัก โดยในระหว่างการพัฒนาได้จำลองการติดตั้งอุปกรณ์บนบอลลูนเช่น ติดตั้งกล้องและแอคเซสพอยต์ไว้ที่สูง



รูปที่ 4.1 ภาพรวมของโครงงาน

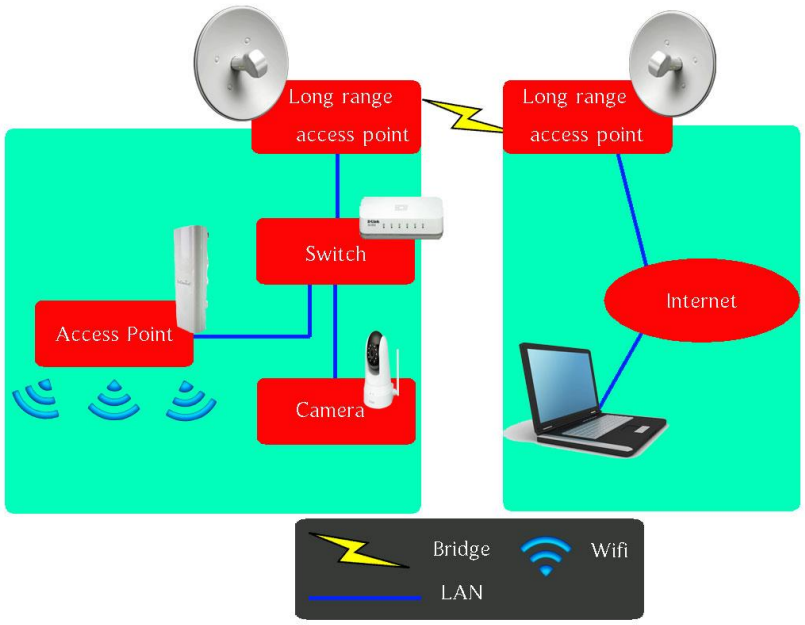
โครงงานแบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 สถานีหลัก (A) จะติดตั้งแอคเซสพอยต์แบบระยะไกลทำการรีเลย์สัญญาณ ไปยังจุดให้บริการผ่านระบบบอลลูน และมีเว็บแอปพลิเคชันสำหรับตรวจสอบสถานะของอุปกรณ์ทั้งระบบ

ส่วนที่ 2 จุดที่ให้บริการ (B) จะทำการติดตั้งบอลลูน ณ จุดที่ต้องการให้บริการโดยผูกกับสลิงและติดตั้งอุปกรณ์ทั้งหมดบนบอลลูนได้แก่ แอคเซสพอยต์แบบระยะไกลสำหรับรับสัญญาณจากสถานีหลัก แอคเซสพอยต์ที่มีเสาสัญญาณเป็นแบบแพแนลสำหรับให้บริการเครือข่ายไร้สาย สวิตซ์ กล้องไอพีสำหรับถ่ายทอดภาพและเสียง และแบตเตอรี่

4.2 องค์ประกอบของระบบ

โครงงานเครือข่ายไร้สายบอลลูนลอยฟ้าพร้อมด้วยกล้องถ่ายทอดสดมีองค์ประกอบของระบบเป็นดังนี้



รูปที่ 4.2 องค์ประกอบของระบบ

องค์ประกอบของโครงงานประกอบด้วย 2 ส่วนหลักดังนี้

ส่วนที่ 1 ผู้ควบคุม ในส่วนของผู้ควบคุม จะสามารถดำเนินการต่างๆผ่านเว็บแอปพลิเคชันได้ อาทิ สามารถดูรายละเอียดของแต่ละอุปกรณ์ว่าทำงาน ปิด/เปิด ตรวจสอบปริมาณผู้ใช้งานเครือข่ายไร้สาย ชมการถ่ายทอดสดแบบเวลาจริง ควบคุมทิศทางของกล้อง และทำการปรับเปลี่ยนค่าภายในอุปกรณ์ เช่น หมายเลขไอพี ความถี่ในการใช้งาน

ส่วนที่ 2 ผู้เยี่ยมชม ในส่วนของผู้เยี่ยมชม จะสามารถชมการถ่ายทอดสดแบบเวลาจริง จากกล้องผ่านเว็บแอปพลิเคชันได้ และสามารถใช้งานอินเทอร์เน็ตเชื่อมต่อผ่านเครือข่ายไร้สาย

ในการพัฒนาโครงงานจะใช้อุปกรณ์ ดังนี้ แอคเซสพอยต์แบบระยะไกลรุ่น Ubiquiti Nanobridge M5 ดังรูปที่4.3(a) จำนวน 2 ตัว ใช้จำลองการรีเลย์สัญญาณจากสถานีหลัก และบนบอลลูน แอคเซสพอยต์เสาสัญญาณแบบแพแนลรุ่น Engenius EOC-2610 ดังรูปที่ 4.3(b) จำนวน 1 ตัว สำหรับปล่อยสัญญาณที่รับมาจากสถานีหลักให้ผู้ใช้ใช้งาน กล้องไอพี รุ่น D-link 5020L ดังรูปที่ 4.3(c) สำหรับถ่ายทอดภาพจากบนบอลลูนกลับมายังสถานีหลัก

(a) Ubiquiti Nanobridge M5 (b) Engenius EOC-2610

(c) Camera D-link 5020L

รูปที่ 4.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

5. ผลการดำเนินโครงงานและวิจารณ์

5.1 ทดสอบการทำงานของระบบ

ผู้พัฒนาแบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ส่วน คือ การจำลองการติดตั้งจริงบนบอลลูน และระบบเฝ้าสังเกตคุณภาพ อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบประกอบด้วย

1. ไวร์เลสแอคเซสพอยต์แบบระยะไกล Ubiquiti Nanobridge M5 2 ตัว พร้อมเสาสัญญาณ
2. ไวร์เลสแอคเซสพอยต์แบบระยะไกล Engenius EOC-2610 1 ตัว
3. สวิตซ์ 4 port 1 ตัว
4. กล้อง D-link DCS5020 1 ตัว
5. แบตเตอรี่สำหรับจ่ายไฟให้กับอุปกรณ์ 2 ก้อน
6. คอมพิวเตอร์สำหรับทดสอบระบบเฝ้าสังเกต

5.1.1 สภาพแวดล้อมในการทดสอบ

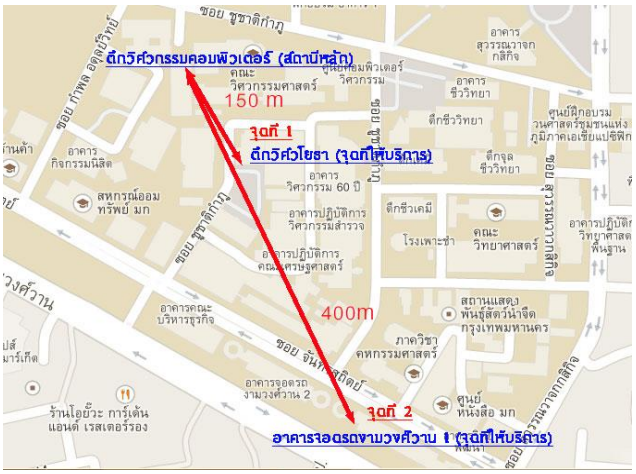
ทดสอบโดยติดตั้งเสาสัญญาณและอุปกรณ์ในพื้นที่ที่ไม่มีสิ่งกีดขวาง โดยแบ่งเป็น 2 ชุด

ชุดที่ 1 จำลองการส่งสัญญาณไร้สายจากเครือข่ายหลักไปยังจุดที่ต้องการให้บริการ โดยติดตั้งบนชั้น 7 ตึกของภาควิชาคอมพิวเตอร์วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชุดที่ 2 จำลองการติดตั้งอุปกรณ์บนบอลลูน โดยติดตั้งอุปกรณ์เข้ากับเสาสัญญาณดังรูป 5.1 และ 5.2 โดยนำไปทดสอบ 2 จุด ดังนี้ ชั้นดาดฟ้าของอาคารจอดรถ งามวงศ์วาน และดาดฟ้าอาคารวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ดังรูป 5.3

รูปที่ 5.1 การติดตั้งอุปกรณ์

รูปที่ 5.2 การติดตั้งอุปกรณ์



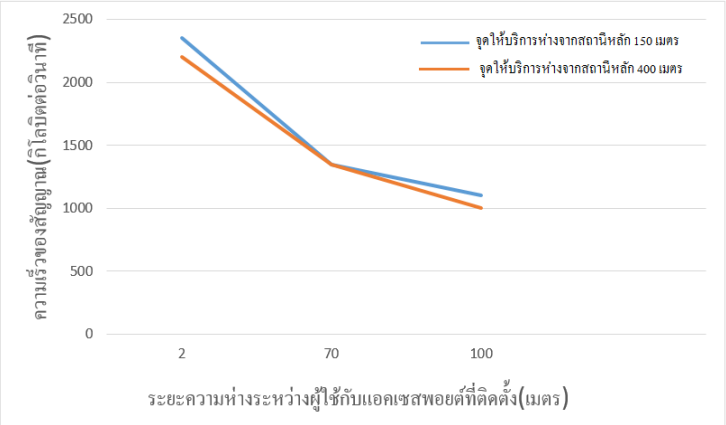
รูปที่ 5.3 ตำแหน่งทดสอบระบบ

5.1.2 ผลการทดสอบ

- แอคเซสพอยต์ที่ทำหน้าที่กระจายสัญญาณเครือข่ายไร้สาย สามารถกระจายสัญญาณที่รับมาจากอาคารหลักได้ โดยความแรงของสัญญาณขึ้นกับความแรงสัญญาณต้นทาง ระยะห่างระหว่างผู้ใช้งานกับแอคเซสพอยต์ที่กระจายสัญญาณ และจำนวนผู้ใช้บริการในขณะนั้น ดังรูปที่ 5.4 และ 5.5

ความเร็วของสัญญาณในการ ดาวน์โหลด / อัปโหลด				
ระยะระหว่างผู้ใช้กับแอคเซสพอยต์ที่จำลองการติดตั้งบนบอลลูน (เมตร)	ระยะการจำลองการติดตั้งระหว่างบนบอลลูนกับสถานีหลัก			
	150 เมตร		400 เมตร	
	อัปโหลด (Mbps)	ดาวน์โหลด (Mbps)	อัปโหลด (Mbps)	ดาวน์โหลด (Mbps)
2	4.72	10.22	4.53	8.10
30	3.45	9.36	3.33	7.29
70	1.97	5.07	1.95	4.54

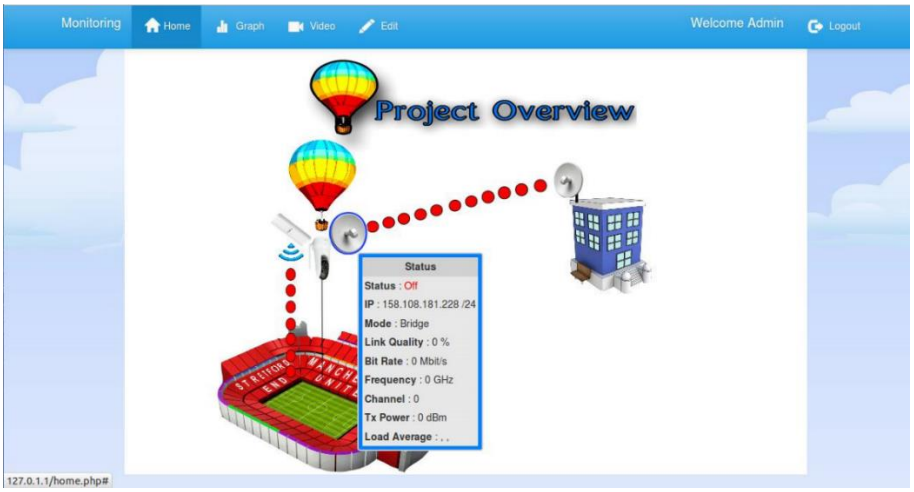
รูปที่ 5.4 ความเร็วของสัญญาณวายฟาย



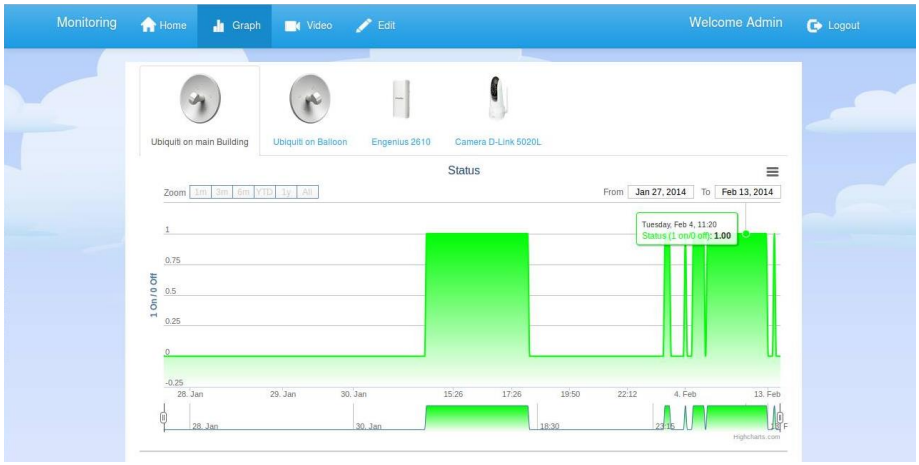
รูปที่ 5.5 ความเร็วการถ่ายโอนข้อมูลระหว่างสถานีหลักกับจุดให้บริการ

- ผู้ใช้งานสามารถใช้บริการเครือข่ายไร้สายได้

- ผู้ควบคุมสามารถตรวจสอบสถานะการทำงานของอุปกรณ์ผ่านเว็บแอพพลิเคชั่นได้เช่น สถานะปิด/เปิด ของอุปกรณ์ ความแรงของสัญญาณ จำนวนผู้ใช้บริการ ความถี่ที่ใช้ และกราฟแสดงการทำงานของอุปกรณ์ ดังรูปที่ 5.6 และ 5.7

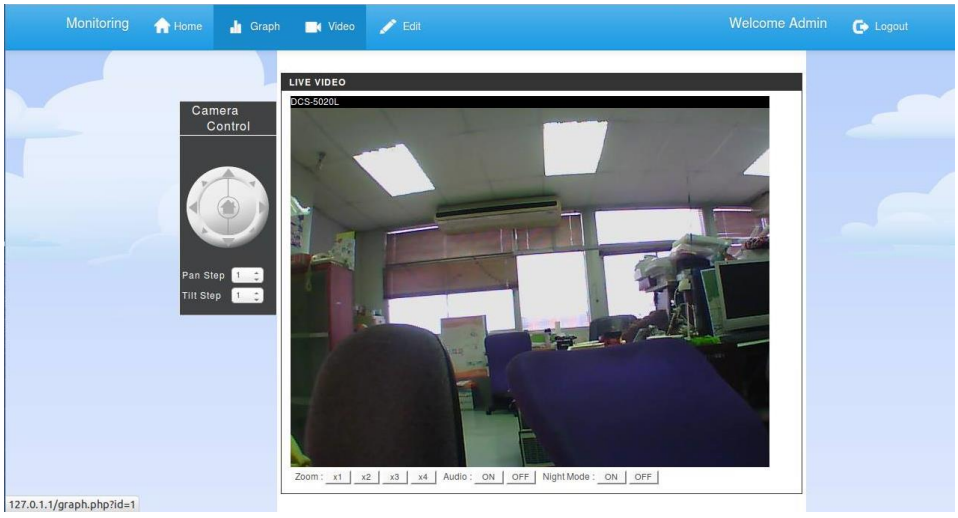


รูปที่ 5.6 สถานะการทำงานของอุปกรณ์



รูปที่ 5.7 กราฟแสดงสถานะของอุปกรณ์ตามช่วงเวลา

- ผู้ควบคุมและผู้ใช้งานสามารถรับชมภาพจากกล้องและควบคุมผ่านเว็บแอพพลิเคชั่น ดังรูปที่ 5.8



รูปที่ 5.8 ชมภาพและเสียงผ่านเว็บแอพพลิเคชั่น

5.2 สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองการทำงานของระบบเครือข่ายไร้สายบอลลูนลอยฟ้าพร้อมด้วยกล้องถ่ายทอดสด พบว่าความแรงของสัญญาณที่ให้บริการขึ้นกับกำลังส่งสัญญาณต้นทางที่รีเลย์สัญญาณผ่านแอคเซสพอยต์แบบระยะไกลไปยังพื้นที่ให้บริการ และขึ้นกับระยะห่างความสูงของการติดตั้งบอลลูนกับผู้ใช้บริการ ความต่อเนื่องและความชัดของภาพที่ถ่ายทอดขึ้นกับความแรงของสัญญาณและคุณภาพของกล้องที่ใช้ ทั้งนี้ผู้จัดทำหวังว่าโครงงานและแนวคิดนี้จะได้รับการนำไปพัฒนาต่อย อดเพื่อความสมบูรณ์ของโครงงานต่อไปสรุปการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

6. สรุปการดำเนินงาน

โครงงานนี้จัดทำขึ้นเพื่อเพิ่มสัญญาณเครือข่ายไร้สายให้ครอบคลุมในพื้นที่เข้าถึงยากแบบชั่วคราว ถ่ายทอดภาพในพื้นที่ขณะนั้นแบบเวลาจริง และลดความยุ่งยากในการเดินสายสัญญาณ นอกจากนี้ยังเป็นการลดค่าใช้จ่ายในการติดตั้งแบบถาวรในพื้นที่เข้าถึงยากที่มีความจำเป็นในการใช้งานไม่มาก ซึ่งโครงนี้ออกแบบการจำลองการติดตั้งจริง มีระบบเฝ้าสังเกตคุณภาพของอุปกรณ์ ด้วยการนำเทคโนโลยีใหม่ๆ มาประยุกต์ใช้

ผู้จัดทำโครงงานได้จัดทำในส่วนของการติดตั้งเครื่องแม่ข่าย และแอคเซสพอยต์โดยที่แอคเซสพอยต์ จะทำการลงเฟิร์มแวร์ใหม่ โดยทำการลง OpenWrt ทำให้ระบบสามารถพัฒนาไปตามจุดประสงค์ที่ได้วางไว้ได้ ผู้ใช้งานสามารถใช้งานเครือข่ายไร้สาย พร้อมกับชมภาพถ่ายทอดแบบเวลาจริงผ่านเว็บแอพพลิเคชั่นได้สะดวก

จากผลการดำเนินงาน พบว่าความแรงของสัญญาณที่ให้บริการขึ้นกับกำลังส่งสัญญาณต้นทางที่รีเลย์สัญญาณผ่านแอคเซสพอยต์แบบระยะไกลไปยังพื้นที่ให้บริการ และขึ้นกับระยะห่างความสูงของการติดตั้งบอลลูนกับผู้ใช้บริการ ความต่อเนื่องและความชัดของภาพที่ถ่ายทอดขึ้นกับความแรงของสัญญาณและคุณภาพของกล้อง

6.1 ปัญหาและอุปสรรค

6.1.1 ปัญหาเลือกรุ่นแอคเซสพอยต์

- แอคเซสพอยต์ที่นำมาใช้งานต้องใช้รุ่นที่สามารถรองรับ OpenWrt ได้ ซึ่งเป็นเฟิร์มแวร์ที่ใช้พัฒนาระบบ รวมถึงเฟิร์มแวร์ชนิดอื่นๆ ที่ทำงานอยู่บนพื้นฐานของระบบปฏิบัติการลินุกซ์
- แอคเซสพอยต์ที่ใช้ต้องมีคุณสมบัติการส่งสัญญาณเป็นแบบแพแนล

6.1.2 ปัญหาเลือกรุ่นกล้อง

กล้องที่นำมาใช้ในโครงงาน ต้องสามารถควบคุมทิศทางการหมุนเพื่อให้ดูพื้นที่ได้รอบด้าน และต้องเป็นกล้องชนิดไอพี ให้สามารถส่งภาพกลับมาแบบไร้สายได้

6.1.3 ปัญหาระบบเฝ้าสังเกตคุณภาพของอุปกรณ์

- การใช้ JSON-RPC ในการส่งคำร้องไปยังแอคเซสพอยต์เพื่อดำเนินการ การประมวลผลจะมีความล้าช้า ถ้าข้อมูลที่ส่งไปมีจำนวนมาก

- การเขียนโค้ดที่ต้องเชื่อมต่อกับแอคเซสพอยต์ ต้องใช้ความรู้และความรอบคอบ อาทิ ต้องการเขียนโค้ดทำการเปลี่ยนหมายเลขไอพีของแอคเซสพอยต์ ถ้าโค้ดมีความผิดพลาดอาจทำให้ต้อง รีเซ็ตหรือลงเฟิร์มแวร์ OpenWrt ใหม่อีกครั้ง

6.2 ข้อเสนอแนะ

ระบบเครือข่ายไร้สายบอลลูนลอยฟ้าพร้อมด้วยกล้องถ่ายทอดสดสามารถพัฒนาระบบตรวจสอบการทำงานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานในสภาวะต่างๆหรือในเงื่อนไขต่างๆ ได้ดียิ่งขึ้น โดยสามารถเพิ่มความสามารถของระบบ เช่น ปรับปรุงวิธีการประมวลผลรูปแบบใหม่ ที่ให้ผลลัพธ์รวดเร็วยิ่งขึ้น โดยในระบบต้นฉบับยังเป็นการเพิ่มพื้นที่ให้บริการเพียงพื้นที่เดียว ในอนาคตสามารถเพิ่มอุปกรณ์เพื่อให้บริการได้หลายพื้นที่พร้อมกันได้ และเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพควรนำเว็บแอปพลิเคชันขึ้นเซิฟเวอร์เพื่อให้การเก็บข้อมูลมาประมวลผลกราฟมีความต่อเนื่อง

หากนำอุปกรณ์ไปติดตั้งจริงบนบอลลูนจะมีข้อควรคำนึงเพิ่มเติมดังนี้
สภาพภูมิอากาศ น้ำหนักของอุปกรณ์ และการหมุนของบอลลูน

7. บรรณานุกรม

[1] “Wireless Lan” (July 20, 2013). [Online]. Available: http://en.wikipedia.org/wiki/Wireless_LAN

[2] “Wireless access point” (July 20, 2013). [Online]. Available: http://en.wikipedia.org/wiki/Wireless_access_point

[3] “LAN” (July 20, 2013). [Online]. Available: http://en.wikipedia.org/wiki/Local_area_network

[4] “Openwrt” (August 2, 2013) [Online]. Available: http://en.wikipedia.org/wiki/Openwrt

[5] “LuCI” (August 15, 2013) [Online]. Available: http://wiki.openwrt.org/doc/howto/luci.essential

[6] “JSON RPC” (August 15,2013) [Online]. Available: http://en.wikipedia.org/wiki/JSON-RPC

[7] “Mesh Network” (August 17, 2013). [Online]. Available: http://en.wikipedia.org/wiki/Mesh_networking

[8] “SNMP” (October 20, 2013). [Online]. Available: http://windows.microsoft.com/th-th/windows-vista/what-is-simple-network-management-protocol-snmp

[9] “Zoneminder” (December 10, 2013). [Online]. Available: http://www.zoneminder.com

[10] “Long-range Wi-Fi”. (August 28, 2013). [Online]. Available: http://en.wikipedia.org/wiki/Long-range_Wi-Fi

[11] กิตติพงศ์ สิงห์แก้ว, “ระบบช่วยการติดตั้งและสังเกตการณ์เครือข่ายไร้สายแบบระยะไกล”, โครงงานวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,กรุงเทพฯ, 2555

8. ภาคผนวก

8.1 คู่มือการติดตั้ง

8.1.1 การติดตั้งเฟิร์มแวร์ OpenWrt ลงในไวร์เลสแอคเซสพอยต์

แอคเซสพอยต์ที่ใช้ในการดำเนินโครงงานมีทั้งหมด 2 รุ่นโดยจะแสดงรายละเอียดการลงเฟิร์มแวร์แต่ละตัวดังต่อไปนี้

การติดตั้งเฟิร์มแวร์ลงในไวร์เลสแอคเซสพอยต์รุ่น Engenius EOC-2610 มีขั้นตอนดังนี้

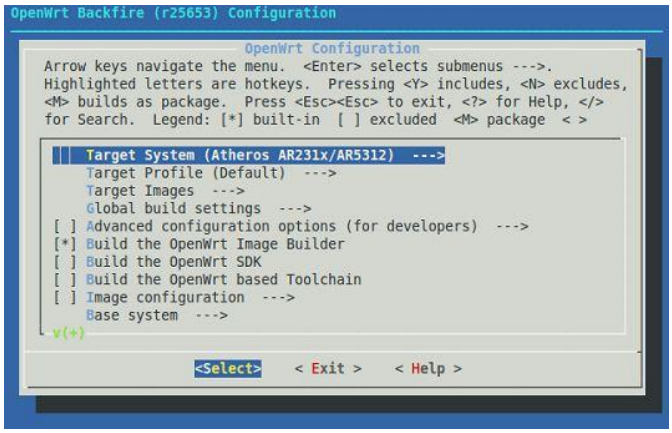
1. ทำการติดตั้ง Subversion แล้วดาวน์โหลด OpenWrt โดยต้องดาวน์โหลด Source ต่างๆจาก Subversion โดยเลือกเป็น Backfire โดยพิมพ์คำสั่งลงใน Terminal

```
sudo apt-get install subversion
svn co
```

2. จากนั้นสร้าง Menuconfig เพื่อเลือกว่าจะลงแพ็กเกจใดลงไปในเคอร์เนล

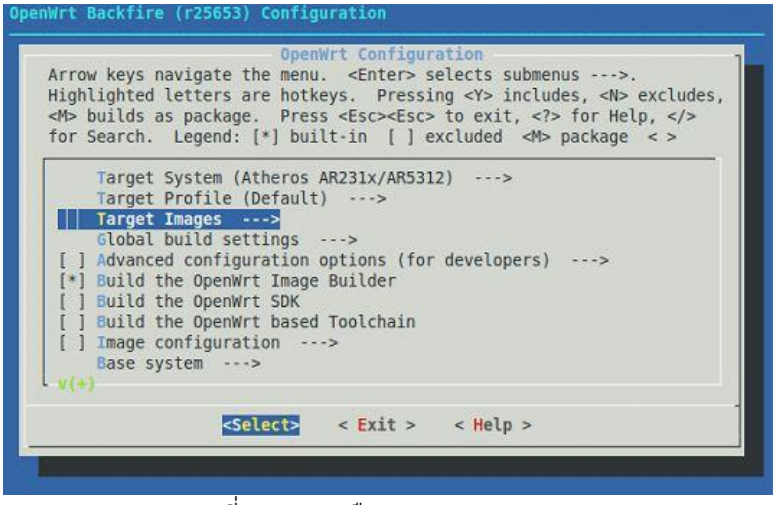
```
sudo apt-get install flex
cd backfire
```

3. สำหรับไวร์เลสแอคเซสพอยต์แบบระยะไกล EnGenius EOC-2610 ต้องเลือก Atheros AR2315 ดังรูปที่ 8.1

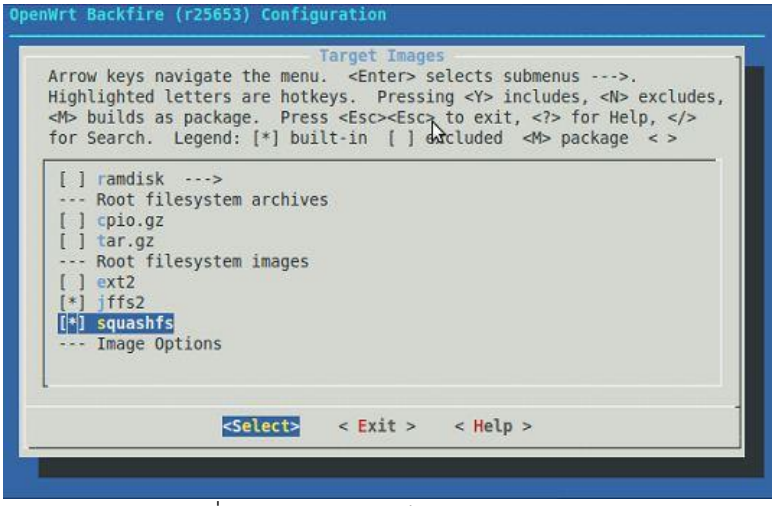


รูปที่ 8.1 การเลือก Atheros ให้เหมาะสมกับ EOC-2610

4. จากนั้นเลือก squashfs สำหรับ Root filesystem image (อยู่ใน Target Images) ดังรูปที่ 8.2 และรูปที่ 8.3

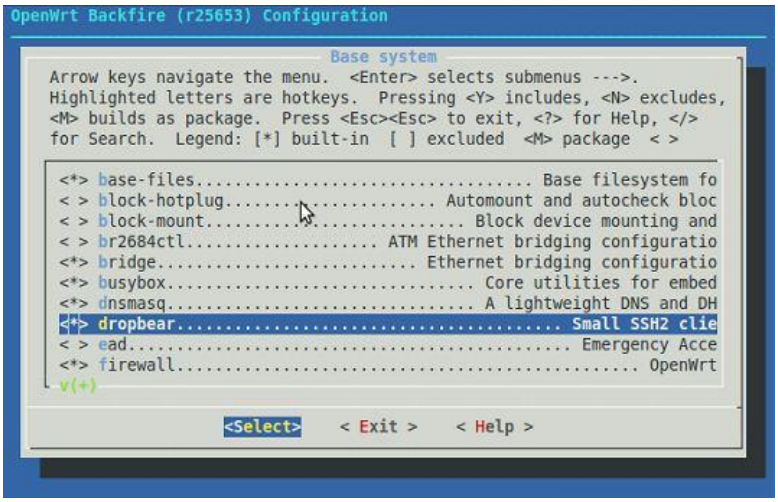


รูปที่ 8.2 การเลือก Target Images



รูปที่ 8.3 การเลือกแพ็คเกจ squashfs

5. จากนั้นเลือก Base system ให้มีแพ็คเกจ Dropbear ดังรูปที่ 8.4

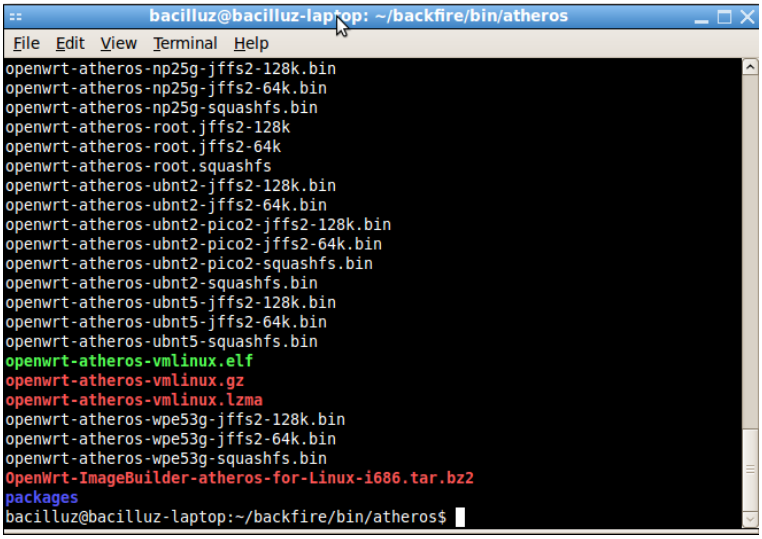


รูปที่ 8.4 การเลือกแพ็คเกจ Dropbear

6. เมื่อเสร็จแล้ว สร้างเฟิร์มแวร์ด้วยคำสั่ง make V=99

```
make V=99
```

7. เฟิร์มแวร์ที่สร้างจะอยู่ใน Directory ดังรูป 8.5 โดยไฟล์ที่ใช้คือ kernel “openwrt-atheros-vmlinux.lzma” และ rootfs “openwrt-atheros-root.squashfs” ซึ่งจะนำไฟล์ทั้งหมดไว้ที่ TFTP root location



รูปที่ 8.5 ตำแหน่งที่เก็บของไฟล์ kernel และ rootfs

8. ตั้ง IP Address ของเครื่องให้อยู่ในวงแลนเดียวกับไวร์เลสแอคเซสพอยต์แบบระยะไกล ซึ่งโดยปกติ IP Address ของไวร์เลสแอคเซสพอยต์แบบระยะไกลจะเป็นค่าตามเฟิร์มแวร์มาตรฐานคือ 192.168.1.1 ดังนั้นอาจจะเปลี่ยน IP Address ของเครื่องผู้ใช้งานเป็น 192.168.1.2
9. ใช้โปรแกรม Putty ใส่ IP Address และ Port เป็น 192.168.1.1 , 9000 โดยยังไม่ต้องกดปุ่ม Open จากนั้นให้ไฟเลี้ยง PoE กับไวร์เลสแอคเซสพอยต์แบบระยะไกลจนไฟบนไวร์เลสแอคเซสพอยต์แบบระยะไกลติดสองดวงแล้วจึงรีบกด Open อย่างรวดเร็ว แล้วกด Crtl+C ระบบจะเข้าสู้หน้าจอ Redboot ดังรูปที่ 8.6

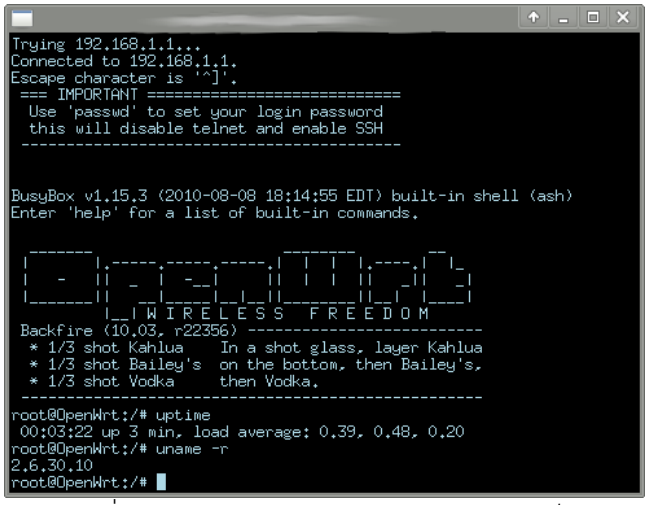
รูปที่ 8.6 หน้าจอที่เข้า Redboot สำเร็จ

10. จากนั้นพิมพ์คำสั่งต่างๆ ตามตัวอักษรหนาที่ขีดเส้นใต้ ดังนี้

```
1  RedBoot> ip_address -l 192.168.1.1 -h 192.168.1.2
2  IP:192.168.1.1/255.255.255.0, Gateway:0.0.0.0
3  Default server:192.168.1.2
4  Redboot> ping -h 192.168.1.2
5  Network PING - from 192.168.1.1 to 192.168.1.2
6  PING - received 10 of 10 expected
7  Redboot> load -r -v -b %{FREEMEMLO} openwrt-atheros-vmlinux.lzma
              -m tftp
8  Raw file loaded 0×80041000-0x80110fff, assumed entry at
0×80041000
9  Redboot> cksum
10 Computing cksum for area 0×80041000-0×80111000
   POSIX cksum = 472679704 851968 (0x1c2c8518 0x000d0000)
11 RedBoot> fis init
12 About to initialize [format] FLASH image system - continue
(y/n)?
        y (ENTER)
```

```
13 *** Initialize FLASH Image System
14 … Erase from 0xa87e0000-0xa87f0000: .
15 … Program from 0x80ff0000-0×81000000 at 0xa87e0000:
16 RedBoot> fis list
17 Name              FLASH addr  Mem addr    Length      Entry
point
18 RedBoot        0xA8000000  0xA8000000  0×00030000  0×00000000
19 FIS directory  0xA87E0000  0xA87E0000  0x0000F000  0×00000000
20 RedBoot config    0xA87EF000  0xA87EF000  0×00001000  0×00000000
21 RedBoot> fis create -r 0×80041000 -e 0×80041000 vmlinux.bin.l7
22 … Erase from 0xa8030000-0xa8100000: …….
23 … Program from 0×80041000-0×80111000 at 0xa8030000: …….
24 … Erase from 0xa87e0000-0xa87f0000: .
25 … Program from 0x80ff0000-0×81000000 at 0xa87e0000: .
26 RedBoot> fis list
27 Name              FLASH addr  Mem addr    Length      Entry
point
28 RedBoot           0xA8000000  0xA8000000  0×00030000  0×00000000
29 vmlinux.bin.l7    0xA8030000  0×80041000  0x000D0000  0×80041000
30 FIS directory     0xA87E0000  0xA87E0000  0x0000F000  0×00000000
31 RedBoot config    0xA87EF000  0xA87EF000  0×00001000  0×00000000
32 RedBoot> load -r -v -b %{FREEMEMLO} openwrt-atheros-
root.squashfs
       -m tftp
33 Raw file loaded 0×80041000-0x801a0fff, assumed entry at
0×80041000
34 RedBoot> cksum
35 Computing cksum for area 0×80041000-0x801a1000
36 POSIX cksum = 3009821226 1441792 (0xb3663a2a 0×00160000)
37 RedBoot> fis free
38 0xA8100000 .. 0xA87E0000
39 RedBoot> fis create -l 0x690000 rootfs
40 … Erase from 0xa8100000-0xa8790000:
41 ……
42 … Program from 0×80041000-0x801a1000 at 0xa8100000: …….
43 … Erase from 0xa87e0000-0xa87f0000: .
44 … Program from 0x80ff0000-0×81000000 at 0xa87e0000: .
45 RedBoot> fis list
46 Name              FLASH addr  Mem addr    Length      Entry
point
47 RedBoot           0xA8000000  0xA8000000  0×00030000  0×00000000
48 vmlinux.bin.l7    0xA8030000  0×80041000  0x000D0000  0×80041000
49 rootfs            0xA8100000  0×80041000  0×00690000  0×80041000
50 FIS directory     0xA87E0000  0xA87E0000  0x0000F000  0×00000000
51 RedBoot config    0xA87EF000  0xA87EF000  0×00001000  0×00000000
52 RedBoot> fis load -l vmlinux.bin.l7
53 Image loaded from 0×80041000-0x802a0200
54 RedBoot> exec
```

11. จากนั้นลอง Telnet ผ่านโปรแกรม Putty จะพบว่าได้ลงเฟิร์มแวร์ OpenWrt เรียบร้อยแล้วดังรูปที่ 8.7



รูปที่ 8.7 หน้าจอหลังจากลง OpenWRT เสร็จ

12. การติดตั้งเว็บไซต์ส่วนต่อประสานงานผู้ใช้ (WebUI) สำหรับแอคเซสพอยต์ที่ทำการติดตั้ง OpenWRT

12.1 กำหนดเส้นทาง สำหรับการเรียก okpg update

```
vi etc/opkg.conf
src/gz packages http://downloads.openwrt.org/backfire/10.03/atheros/packages
```

12.2 อัพเดทโดยเรียก okpg update

12.3 ติดตั้งเว็บไซต์ส่วนต่อประสานงานผู้ใช้

```
opkg install luci  or opkg instal luci-ssl(HTTPS support enter)
/etc/init.d/uhttpd enable
/etc/init.d/uhttpd start
```

12.4 แล้วจึงติดตั้งส่วนโมดูลของ luci ที่เกี่ยวข้อง โดยเรียกคำสั่งเหล่านี้

```
opkg install luci-admin-full
opkg install luci-app-ddns
opkg install luci-app-firewall
opkg install luci-app-ntpc
opkg install luci-app-qos
```

การติดตั้งเฟิร์มแวร์ลงในไวร์เลสแอคเซสพอยต์รุ่น Ubiquiti Nanobridge M5 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 8.8

รูปที่ 8.8 การเชื่อมต่อสายแลนกับ PoE Adapter

3. เปิดไวร์เลสแอคเซสพอยต์ด้วย Recovery Mode โดยการกดปุ่มที่อยู่ด้านข้างของอินเตอร์เฟสแลนค้างไว้ ดังในวงกลมสีแดงของรูปที่ 8.9 แล้วเสียบสายแลนที่ออกจากช่อง PoE ของ PoE Adapter กดปุ่มค้างไว้จนกว่าไฟแสดงสถานะของความแรงสัญญาณจะขึ้นจนครบ 4 ดวง ดังรูปที่ 8.10 จึงปล่อยจะเห็นว่าไฟกระพริบสลับไปมา ดังรูปที่ 8.11

รูปที่ 8.9 ช่องอินเตอร์เฟสแลนและปุ่มสำหรับเข้า Recovery Mode

รูปที่ 8.10 ไฟแสดงสถานะความแรงสัญญาณของไวร์เลสแอคเซสพอตย์ติดครบ 4 ดวง

รูปที่ 8.11 ไฟแสดงสถานะเข้าสู่ Recovery Mode

4. เชื่อมต่อสายแลนจากช่อง LAN ของ PoE Adapter เข้ากับคอมพิวเตอร์ ตั้งค่าหมายเลขไอพีของอินเตอร์เฟสแลนของคอมพิวเตอร์ให้อยู่ในเครือข่าย 192.168.1.0/24 ที่ไม่ใช่ 192.168.1.20 ซึ่งเป็นค่าหมายเลขไอพีเริ่มต้นของไวร์เลสแอคเซสพอยต์ ดังรูปที่ 8.12

รูปที่ 8.12 การตั้งค่าหมายเลขไอพีใน Ubuntu

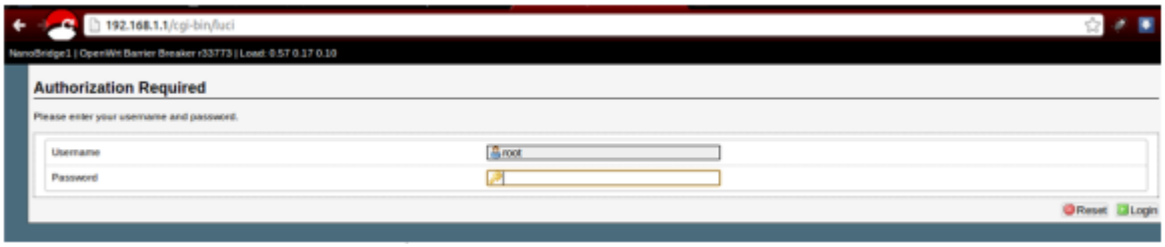
5. ทดสอบการเชื่อมต่อด้วยการ ping ไปยังไวร์เลสแอคเซสพอยต์ ซึ่งจะต้องสามารถ ping ได้ตามปกติ
6. อัพโหลดเฟิร์มแวร์ที่คอมไพล์ใหม่ผ่านอินเตอร์เฟสแลนด้วย TFTP ไปที่ไวร์เลสแอคเซสพอยต์ด้วยคำสั่ง

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

7. เมื่ออัพโหลดเสร็จแล้ว รอสักครู่ไวร์เลสแอคเซสพอยต์จะรีสตาร์ทตัวเอง โดยรอประมาณ 3-5 นาที
8. ทดลอง ping ไปที่ 192.168.1.1 เพื่อทดสอบการเชื่อมต่อ ถ้า ping สำเร็จ จะสามารถ telnet ไปที่ 192.168.1.1 ได้ดังรูปที่ 8.13 และถ้ามีการติดตั้ง LuCI อยู่

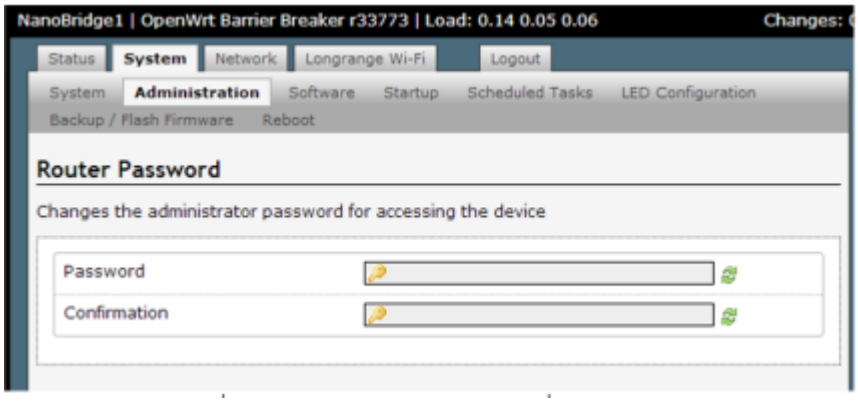
ก่อนแล้ว จะสามารถเข้าไปที่ http://192.168.1.1 ได้จากเว็บบราวเซอร์ ดังรูปที่ 8.13

รูปที่ 8.13 หน้าเริ่มต้นของ OpenWrt เมื่อใช้การ telnet



รูปที่ 8.14 การใช้งานผ่านเว็บอินเตอร์เฟส

9. เชื่อมต่อกับไวร์เลสแอคเซสพอยต์และเข้าไปที่ไวร์เลสแอคเซสพอยต์ผ่านทางบราวเซอร์และกด Login เพื่อเข้าใช้งาน
10. ตั้งรหัสผ่านให้กับไวร์เลสแอคเซสพอยต์ เพื่อให้สามารถใช้งานผ่านทาง Secure Shell และ SFTP ได้ โดยเข้าไปที่หน้า System และเลือกแถบย่อย Administrator ในส่วนด้านบนของหน้าที่จะเห็นคำว่า Router Password ซึ่งสามารถพิมพ์รหัสใหม่ในช่อง Password พร้อมทั้งยืนยันในช่อง Confirmation ดังรูปที่ 8.15 หลังจากตั้งเสร็จแล้วให้กด Save & Apply ด้านล่าง

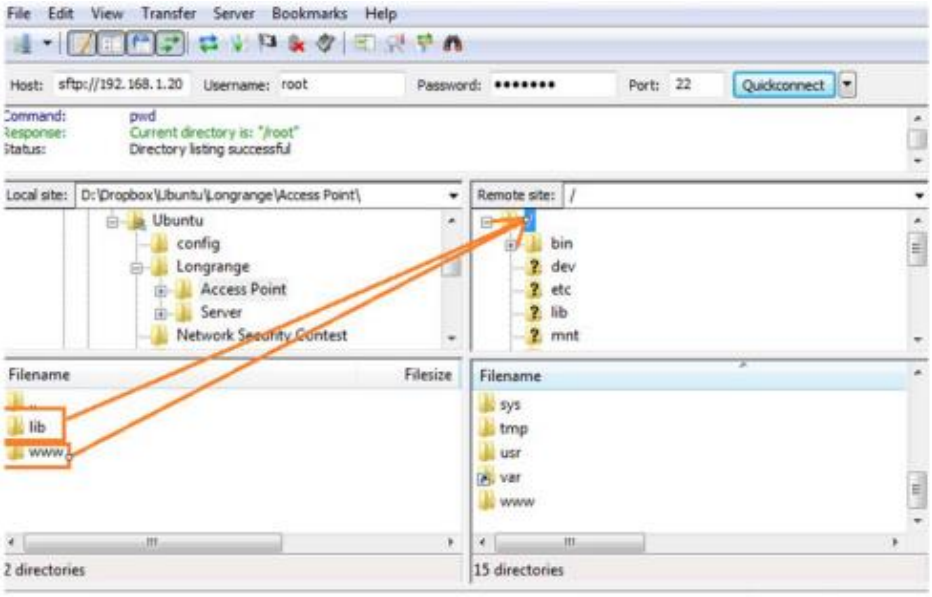


รูปที่ 8.15 เว็บอินเตอร์เฟสในการเปลี่ยนรหัสผ่าน

11. คัดลอกโฟลเดอร์ Access Point จากในแผ่น CD มาไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์
12. ดาวโหลดโปรแกรมที่สามารถใช้งาน SFTP เช่น Filezlla จากอินเตอร์เน็ตและติดตั้งให้เรียบร้อยเพื่อใช้ในการเชื่อมต่อเข้าไวร์เลสแอคเซสพอยต์
13. 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 8.16

รูปที่ 8.16 ส่วนล็อกอินของ Filezilla

14. เมื่อสามารถเข้าใช้งานได้ทางฝั่งด้านซ้ายของโปรแกรมจะเป็นโฟลเดอร์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ ฝั่งด้านขวาของโปรแกรมจะเป็นโฟลเดอร์ของไวร์เลสแอคเซสพอยต์ ให้ลากโฟลเดอร์ lib และ www ที่อยู่ภายในโฟลเดอร์ Access Point จากในเครื่องคอมพิวเตอร์ มาทางโฟลเดอร์ / ของไวร์เลสแอคเซสพอยต์ ดังรูปที่ 8.17



รูปที่ 8.17 การลากไฟล์จากเครื่องคอมพิวเตอร์ไปยังไวร์เลสแอคเซสพอยต์ใน Filezilla

8.1.2 การติดตั้งเครื่องแม่ข่าย

เครื่องแม่ข่ายใช้ในระบบสังเกตการณ์ โดยมีการติดตั้งชุดโปรแกรม ดังนี้

1. ติดตั้งเว็บเซิฟเวอร์ เพื่อให้สามารถใช้งานเว็บอินเตอร์เฟสได้ โดยใช้คำสั่ง

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

2. หลังจากติดตั้งเสร็จแล้ว เมื่อเปิดเว็บบราวเซอร์และเข้าไปที่ http://localhost จะพบข้อความ รูปที่ 8.18

รูปที่ 8.18 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 8.19

รูปที่ 8.19 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 ของไวร์เลสแอคเซสพอยต์ได้ที่ https://github.com/Pozo/json-rpc-php
8. ติดตั้ง snmpd เพื่อตรวจสอบสถานะของเครื่องแม่ข่าย โดยใช้คำสั่ง

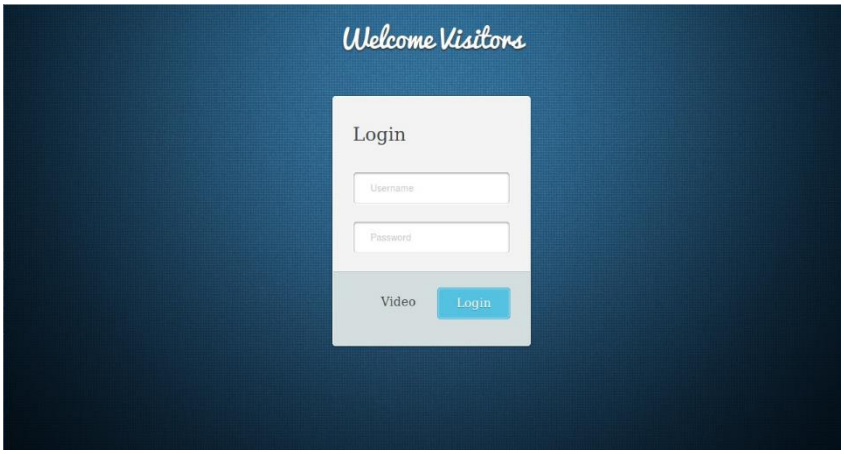
```
sudo apt-get install snmpd
```

9. ติดตั้ง zoneminder เพื่อถ่ายทอดภาพจากกล้องแบบเวลาจริง

```
sudo apt-get install zoneminder
sudo ln –s /etc/zm/apache.conf  /etc/apache2/conf.d/zoneminder.conf
sudo /etc/init.d/apache2 restart
```

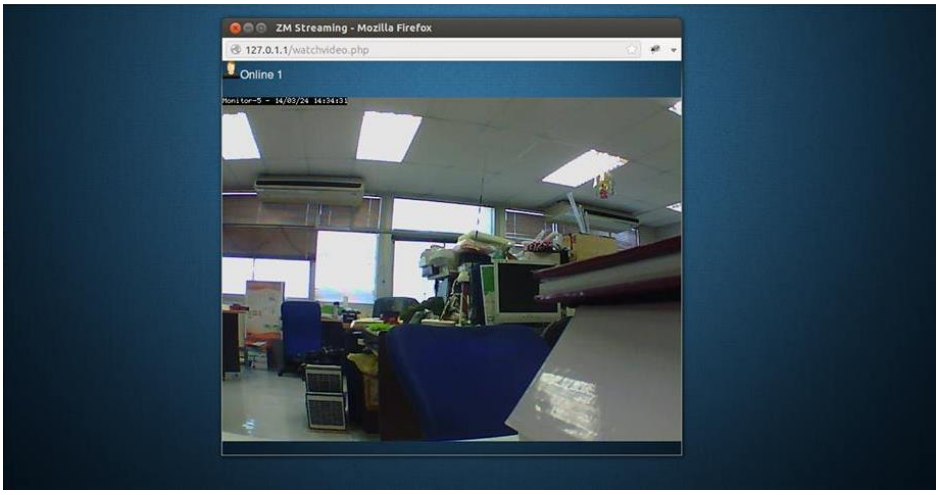
8.2 คู่มือใช้งาน

1. เมื่อเข้าหน้าแรกของเว็บแอปพลิเคชั่น จะปรากฏหน้าล็อกอินสำหรับผู้ดูแลระบบ และปุ่มสำหรับดูวีดีโอตามเวลาจริง จากกล้อง ดังรูป ที่ 8.20



รูปที่ 8.20 หน้าล็อกอินของระบบ

2. เมื่อกดปุ่ม “Watch Video” จะมี หน้าต่างสำหรับชมวีดีโอขึ้นมาให้ตามภาพที่ 8.21

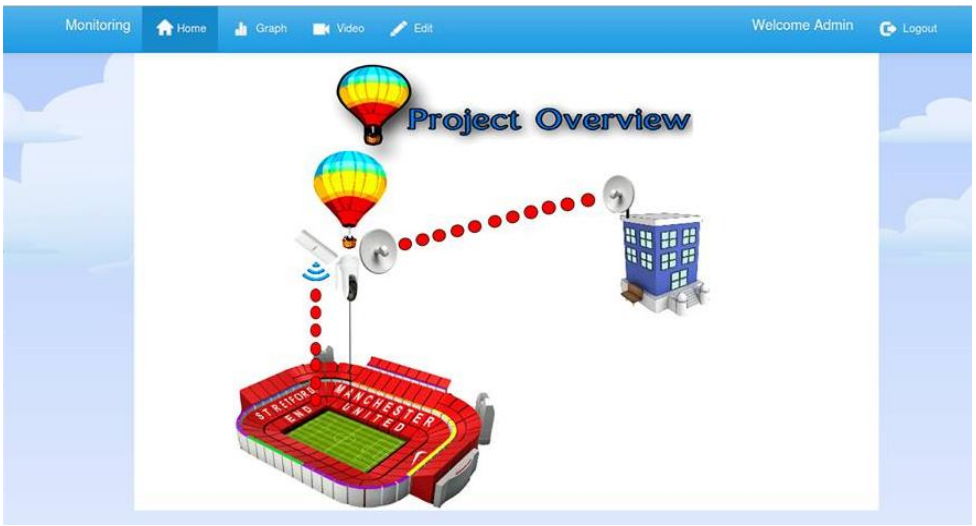


รูปที่ 8.21 ภาพวีดีโอที่ดูได้จากกล้อง

3. เมื่อทำการล็อกอินเข้าระบบสำหรับผู้ดูแลระบบ หน้าแรกคือภาพรวมของระบบ (Project Overview) ใช้สำหรับตรวจสอบสถานะของอุปกรณ์ ดังรูป 8.22

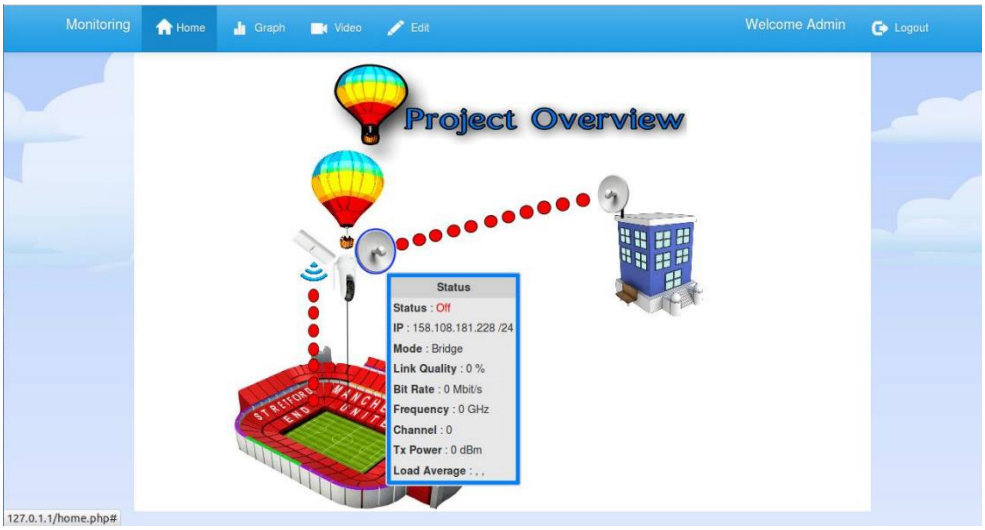
จุดสีแดง หมายถึง การทำงานคัดข้อง อาทิ แอคเซสพอยต์ถูกปิด

จุดสีเขียว หมายถึง การทำงานเป็นปกติ



รูปที่ 8.22 แสดงภาพโดยรวมของระบบ

4. เมื่อนำเมาส์ไปชี้ที่อุปกรณ์ในรูป จะปรากฏข้อมูลของอุปกรณ์ดังรูปที่ 8.23

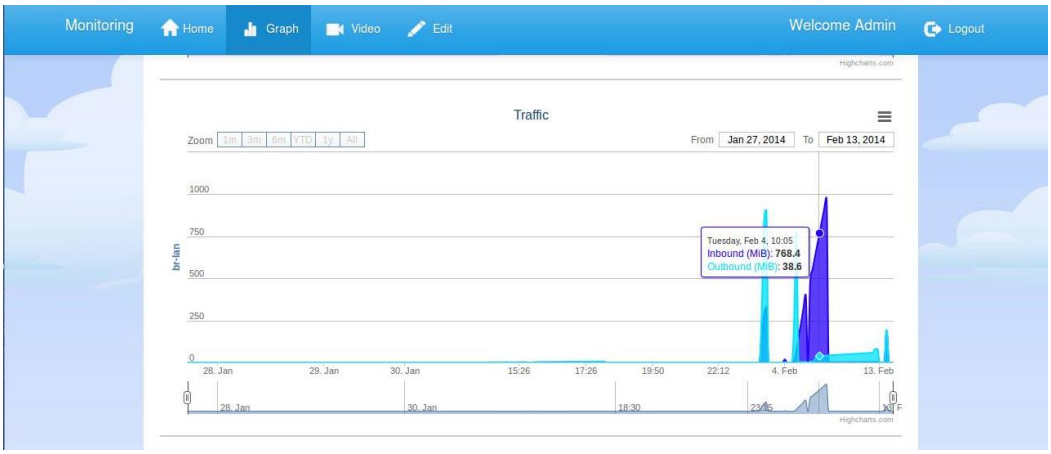


รูปที่ 8.23 แสดงสถานะของอุปกรณ์ในระบบ

5. เมื่อกดปุ่ม Graph ที่แถบด้านบน จะแสดงสถานะต่างๆของอุปกรณ์เป็นช่วงเวลา เช่น

- ช่วงเวลาที่อุปกรณ์ เปิด/ปิด ดังรูป 8.24
- ค่า Traffic ของอุปกรณ์ ดังรูปที่ 8.25
- ค่าคุณภาพของสัญญาณในแต่ละช่วงเวลา ดังรูป 8.26

รูปที่ 8.24 ช่วงเวลาเปิด/ปิด ของอุปกรณ์

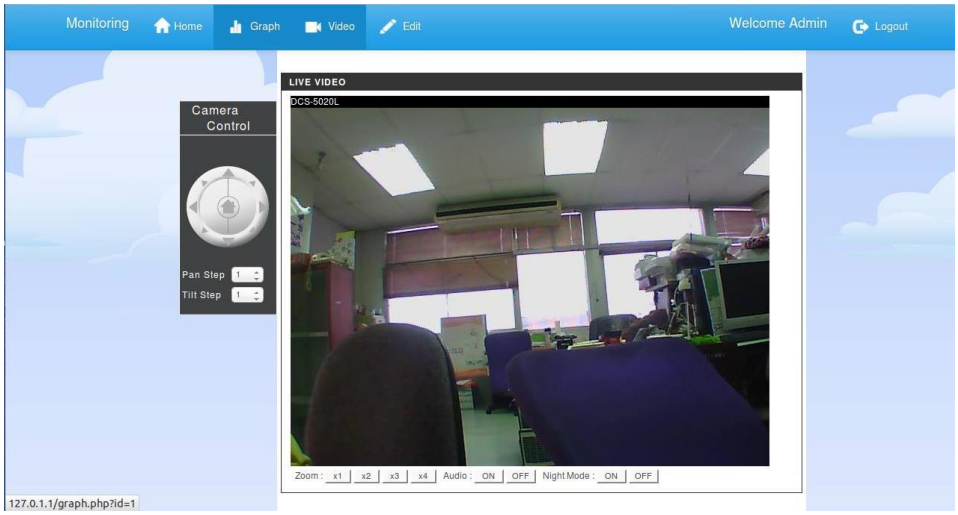


รูปที่ 8.25 Traffic ของอุปกรณ์

รูปที่ 8.26 คุณภาพของสัญญาณ

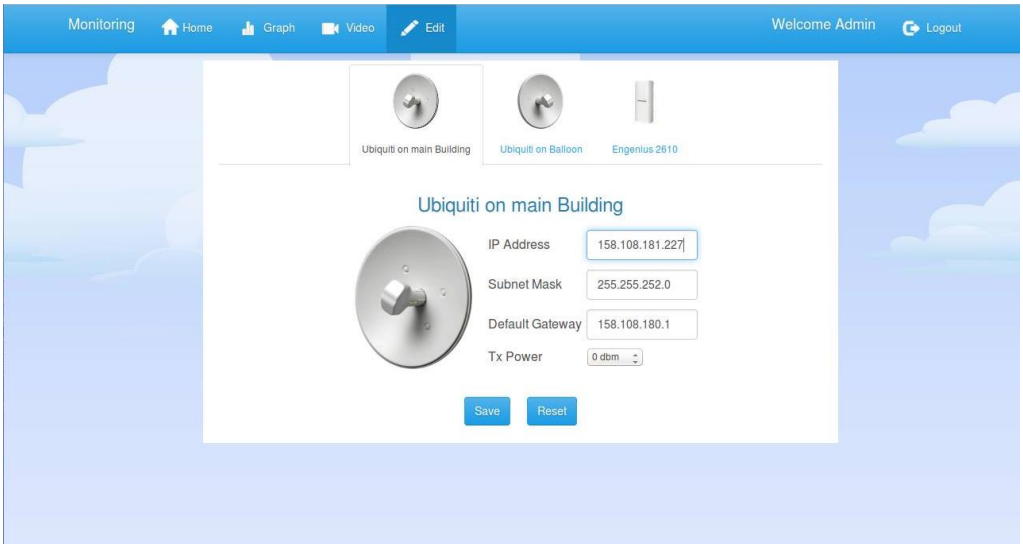
6. เมื่อกดปุ่ม Video ที่แถบด้านบน จะเป็นหน้าสำหรับควบคุมกล้องที่เป็นชนิด PTZ ดังรูป 8.27 โดยสามารถทำการเซ็ตได้ดังนี้

- องศาที่ต้องการให้หมุน
- ขยายภาพใหญ่ 4 ระดับคือ x1 x2 x3 x4
- เปิด/ปิด โหมดกลางคืน
- เปิด/ปิด เสียงจากกล้อง



รูปที่ 8.27 หน้าควบคุมกล้องของผู้ดูแลระบบ

5. เมื่อกดปุ่ม Edit ที่แถบด้านบน จะเป็นหน้าสำหรับปรับเปลี่ยนค่าต่างๆของอุปกรณ์ เช่น หมายเลขไอพี ตามรูป 8.28



รูปที่ 8.28 หน้าการปรับเปลี่ยนค่าของอุปกรณ์

ประวัตินิสิต

ชื่อ-นามสกุล นายธีรพรรดิ์ วงษ์อัครนนท์ เลขประจำตัวนิสิต 5310506209

ภาควิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ที่อยู่ปัจจุบัน 2052 ถ.เจริญกรุง แขวงวัดพระยาไกร เขตบางคอแหลม กรุงเทพฯ 10120

โทรศัพท์บ้าน 02-289-0771 โทรศัพท์เคลื่อนที่ 085-915-1462

E-mail kim_2890771@hotmail.com

ระดับการศึกษา

คุณวุฒิการศึกษา	จากโรงเรียน	ปีการศึกษาที่จบ
มัธยมศึกษาตอนปลาย	โรงเรียนวัดนวลนรดิศ	2551
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนวัดนวลนรดิศ	2548