

การพัฒนาระบบบันทึกและแสดงผลข้อมูลภูมิอากาศ ผ่านระบบสื่อสารไร้สายซิกบี

เกรียงไกร รักคำ¹ กิตติพันธ์ คำเรือน² และ นพพร พัชรประกิตี^{*}

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงราย

รับเมื่อ 3 กุมภาพันธ์ 2560 ตอบรับเมื่อ 29 มิถุนายน 2560 เผยแพร่ออนไลน์ 1 กรกฎาคม 2560

© 2017 Rajamangala University of Technology Lanna. All Rights Reserved.

บทความวิจัย

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการพัฒนาระบบบันทึกและแสดงผลข้อมูลภูมิอากาศที่ทำงานผ่านระบบสื่อสารไร้สายซิกบี และระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เพื่อที่จะใช้ในการตรวจวัดสถานะภูมิอากาศ เฝ้าติดตามสภาพอากาศในปัจจุบัน และเก็บข้อมูลสถิติไว้ใช้ในการวิเคราะห์ทางด้านพลังงาน สิ่งแวดล้อมและเกษตรกรรม โดยเครื่องบันทึกและแสดงผลข้อมูลประกอบเซ็นเซอร์ตรวจวัดค่าอุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วลม ความเข้มแสงอาทิตย์ ปริมาณน้ำฝน ซึ่งจะแปลงข้อมูลเป็นค่าสัญญาณทางไฟฟ้าและส่งข้อมูลสัญญาณไฟฟ้าผ่านระบบเครือข่ายไร้สายตามมาตรฐาน IEEE Zigbee 802.15.4 และเชื่อมต่อกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO R3 ในการบันทึกข้อมูลลงแผ่นบันทึกหน่วยความจำ และส่งผ่านข้อมูลไปยังระบบแสดงผลทางคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์โทรศัพท์มือถือที่พกพาที่ใช้ระบบปฏิบัติการ Android สำหรับแหล่งจ่ายพลังงานจะใช้พลังงานแสงอาทิตย์ขนาด 20 W และแบตเตอรี่สำรองพลังงานขนาด 12 V 7.6 Ah เพื่อเป็นแหล่งจ่ายให้กับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ผลการทดสอบข้อมูลพบว่ามีความถูกต้องแม่นยำและมีค่าความผิดพลาดอยู่ในระดับไม่เกินร้อยละ 5

คำหลัก : ระบบ Android เครือข่ายไร้สาย ระบบบันทึกและแสดงผลข้อมูลภูมิอากาศ มาตรฐานซิกบี

^{*}Corresponding author : pnopporn@rmu.ac.th โทร. 053-729600-5

¹ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า

² นักศึกษา สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า

A Weather Condition Data Logging and Monitoring System Via Wireless Zigbee

Kriangkrai Rukkhom² Kittiphan Khamruean² and Nopporn Patcharaprakiti^{1*}

Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Lanna Chiangrai

Received 3 February 2017; accepted 29 June 2017; published online 1 July 2017

© 2017 Rajamangala University of Technology Lanna. All Rights Reserved.

Research Article

Abstract

This paper presents the development of weather condition data logging and monitoring via wireless ZigBee standard and android system. In order to measure of climate information is collected and used the statistics data for energy, environment and agricultural application. The data logger and monitoring system is composed of sensor to measure this parameter follow as temperature, humidity, velocity, solar irradiation and rainfall. These parameters is measured and transduce to electrical signal and transmit data via networking IEEE Zigbee 802.15.4 wireless standard and connect to microcontroller board Arduino UNO R3 which used for record data to memory and transmitted to computer, notebook or mobile phone which us android operating system. The solar cell 20 W and battery 12 V 7.6 Ah are used to supply energy for data logging and monitoring system. The result of measurement found that the accuracy is satisfied and error of data logging is less than 95%.

Keywords : Android System, Wireless Network, Weather Condition data logger and monitoring System, Zigbee Standard

*Corresponding author : pnopporn@rmutl.ac.th โทร. 053-729600-5

¹ Assistant Professor, Department of Electrical Engineering,

² Student, Department of Electrical Engineering

1. บทนำ

ปัจจุบันในประเทศไทยเริ่มมีการติดตั้งสถานีตรวจวัดสภาพอากาศแบบอัตโนมัติเพิ่มมากขึ้น เพื่อที่จะเก็บข้อมูลของสภาพอากาศในปัจจุบัน เช่น อุณหภูมิ ความชื้น ฝน ความเร็วลม และพลังงานแสงอาทิตย์ ฯลฯ เพื่อที่จะนำข้อมูลมาใช้ในการพยากรณ์สภาพอากาศในอนาคต หรือเพื่อการแจ้งเตือนทางภัยพิบัติทางธรรมชาติ เช่น แผ่นดินไหว น้ำท่วม ไฟป่า เป็นต้น ในด้านพลังงานทดแทน ข้อมูลความเข้มแสงของดวงอาทิตย์และความเร็วลม จะนำมาใช้ประเมินศักยภาพและความเหมาะสมในการออกแบบ ติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานลม เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพและคุ้มค่าซึ่งจากการสำรวจพบว่า ในสถานีตรวจวัดอากาศที่มีในปัจจุบันค่อนข้างมีราคาแพงและอุปกรณ์บางชิ้นต้องนำเข้าจากต่างประเทศ และการพัฒนาเพิ่มเซ็นเซอร์ในการตรวจวัดค่าชนิดอื่นทำได้ยากและมีค่าใช้จ่ายสูง ดังนั้นการพัฒนาชุดสถานีตรวจวัดอากาศโดยใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ และเซ็นเซอร์ ที่ผู้ใช้งานสามารถพัฒนาได้เองโดยง่ายจึงเป็นทางเลือกที่ได้รับความนิยมมากขึ้น เนื่องจากจะทำให้ตรงตามความต้องการของผู้ใช้งานและมีต้นทุนที่ถูกกว่า โดยการพัฒนาศูนย์ตรวจวัดอากาศในปัจจุบันโดยทั่วไปมี 2 ลักษณะ คือ แบบมีสาย และแบบไร้สาย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของสถานที่ติดตั้งในโครงการ ในงานวิจัย [1] การใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเช่น LABVIEW และสายสัญญาณในตรวจวัดและแสดงผลข้อมูลสภาวะอากาศ แต่ข้อจำกัดของการส่งข้อมูลแบบมีสาย คือ ต้องลงทุนค่าใช้จ่ายสายสัญญาณ ยุ่งยากในการเดินสาย และการติดตั้ง ดังนั้นการส่งข้อมูลแบบไร้สายจึงได้รับความนิยมสูงขึ้นในปัจจุบัน มาตรฐาน Zigbee (IEEE 802.15.4) เป็นมาตรฐานหนึ่งที่ได้รับการยอมรับในการส่งข้อมูลแบบไร้สาย โดยมีการพัฒนา

ชุดตรวจวัดความเข้มแสงอาทิตย์ ข้อมูลสภาวะอากาศ และเซ็นเซอร์ชนิดอื่นๆ [2 - 4] และการปรับปรุงข้อมูลให้มีความถูกต้องแม่นยำ [5 - 6] นอกจากนี้ยังได้มีการนำพัฒนาระบบตรวจวัดอากาศโดยใช้เครือข่ายไร้สาย [7] ใช้ควบคุมบ้านอัจฉริยะ [8] และประยุกต์ใช้กับหลักการอินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสิ่ง (Internet of Thing) [9] ด้านพลังงาน [10] การเกษตร [11] และการประยุกต์ใช้ในงานด้านอื่นๆ [12] เป็นต้น ดังนั้นในบทความนี้จึงได้นำเสนอแนวทางการพัฒนาเครื่องวัดบันทึกและแสดงผลข้อมูลภูมิอากาศที่ทำงานผ่านระบบสื่อสารไร้สายซิกบี บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO R3 ซึ่งผู้พัฒนาสามารถใช้งานได้ง่าย และเลือกเพิ่มหรือลดเซ็นเซอร์ได้ตามความเหมาะสมของผู้ใช้งาน ตามลักษณะงานทั้งในด้านพลังงาน สิ่งแวดล้อม ภัยพิบัติและด้านเกษตรกรรม และยังสามารถนำไปใช้ในพื้นที่ห่างไกลที่ไม่มีแหล่งพลังงานไฟฟ้า โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ วงจรอัดประจุและแบตเตอรี่ มาเป็นพลังงานจ่ายให้กับอุปกรณ์ต่างๆ ที่ทำการตรวจวัด

2. วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาเครื่องวัดบันทึกและแสดงผลข้อมูลภูมิอากาศ ด้วยบอร์ด Audrino UNO R3
2. เพื่อทดสอบการรับส่งข้อมูลไร้สายมาตรฐาน Zigbee และระบบปฏิบัติการ Android เปรียบเทียบเครื่องวัดอ้างอิงและเครื่องวัดที่สร้างขึ้น

3. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องประกอบด้วย เซ็นเซอร์ตรวจวัด มาตรฐานการรับส่งข้อมูล Zigbee บอร์ดบันทึกและเก็บข้อมูล Arduino และระบบแสดงผลขั้นฐานข้อมูล

3.1 เซ็นเซอร์ที่ใช้ในการพัฒนา แสดงดังรูปที่ 1 ซึ่งประกอบด้วย



วัดอุณหภูมิ/ความชื้น DHT 22



วัดความเร็วลม 0-30 m/s



ตรวจจับน้ำฝน



วัดความเข้มแสง BH1750

รูปที่ 1 เซ็นเซอร์ตรวจวัดค่าสภาวะภูมิอากาศ

3.1.1 เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิความชื้น ใช้ DHT22 ซึ่งสามารถวัดอุณหภูมิได้ -40 - 80 °C และสามารถวัดความชื้นได้ร้อยละ 0 -100

3.1.2 เซ็นเซอร์วัดความเร็วลม ใช้เซ็นเซอร์วัดลมแบบ 3 ถ้วย Wind speed sensor voltage signal 0 - 5 V สามารถวัดได้ 0 - 30 m/s

3.1.3 เซ็นเซอร์ตรวจจับน้ำฝน ใช้เซ็นเซอร์ตรวจจับน้ำฝน ที่ใช้สัญญาณอนาล็อกเอาต์พุตออกมา 0 - 1023

3.1.4 เซ็นเซอร์วัดความเข้มแสง ใช้ BH1750 ซึ่งสามารถวัดแสงได้ 0 - 54612 lux และสามารถแปลงเป็นค่า W/m² ได้

3.2 มาตรฐาน ZigBee (IEEE 802.15.4)

ZigBee เป็นมาตรฐานสากลอยู่ในมาตรฐาน IEEE 802.15.4 เป็นมาตรฐานการสื่อสารแบบไร้สายที่มีอัตราการรับส่งข้อมูลหลายระดับ ใช้พลังงานต่ำ ราคาถูก จุดประสงค์เพื่อให้สามารถสร้างระบบที่เรียกว่า Wireless Sensor Network ได้ โพรโทคอล ZigBee ถูกออกแบบมาเฉพาะในส่วนของการ Application layer, Application support layer และ Network layer

เท่านั้นแต่ใช้ MAC layer และ Physical layer ตามมาตรฐาน IEEE 802.15.4 โดยใช้ความถี่ 2.4 GHz มี 16 ช่องสัญญาณ อัตราการรับส่งข้อมูล 250 kbps ซึ่งแบ่งชนิดอุปกรณ์ในเครือข่ายออกเป็น 2 ประเภทคือ

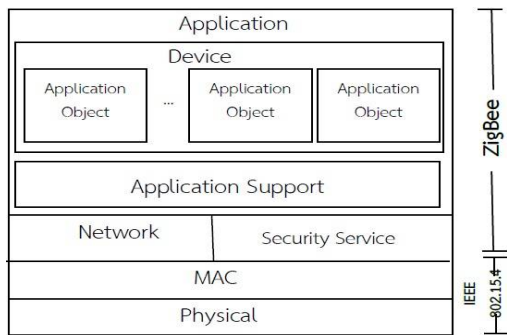
1. FFD (Full Function Device) หมายถึง อุปกรณ์ที่สามารถทำงานได้ทุกอย่างในเครือข่าย

2. RFD (Reduce Function Device) หมายถึง อุปกรณ์ที่ถูกลดความสามารถการทำงานในเครือข่าย การแบ่งชนิดของอุปกรณ์ยังได้แบ่งตามลักษณะการทำงาน คือ

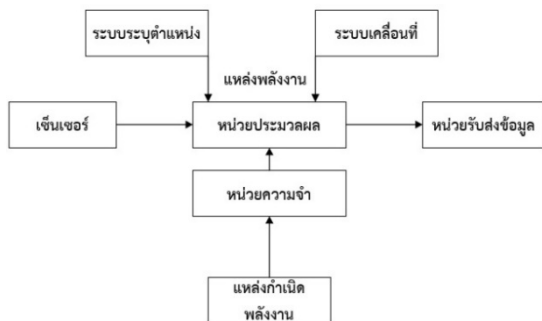
1. Coordinator เป็นอุปกรณ์ประเภท FFD ทำหน้าที่สร้างระบบเครือข่าย กำหนด Network Address ให้กับ device ที่อยู่ในระบบเครือข่ายไม่ให้ซ้ำกัน

2. End Device เป็นอุปกรณ์ปลายทาง สามารถเป็นอุปกรณ์ประเภท FFD หรือ RFD ก็ได้ทำหน้าที่ตรวจสอบและควบคุมการทำงานต่าง ๆ

3. Router เป็นอุปกรณ์ประเภท FFD ทำหน้าที่รับส่งข้อมูลในเส้นทางต่าง ๆ ของเครือข่าย ตรวจสอบและควบคุมการทำงานต่าง ๆ ได้เหมือนกับ End device



รูปที่ 2 รูปแบบของ ZigBee Stack



รูปที่ 3 ส่วนประกอบของหน่วยรวมเซ็นเซอร์

อีกทั้งยังทำหน้าที่เพิ่มระยะให้กับระบบเครือข่าย และเพิ่มจำนวนของจุดเชื่อมต่อ

อุปกรณ์โครงข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายซิกบี ได้นำชั้นกายภาพ (Physical layer) และชั้นควบคุมการเข้าถึง (MAC layer) ของ IEEE 802.15.4 ซึ่งเป็นมาตรฐานการกำหนดการสื่อสารไร้สายส่วนบุคคล (Wireless personal area network: WPAN) มาทำงานในระดับชั้นที่ต่ำกว่า (2 ระดับชั้นล่างสุด) เช่น เรื่องของระดับกำลังสัญญาณ คุณภาพ การควบคุม ความปลอดภัย ฯลฯ แต่ในระดับชั้นถัดไปจะเป็นรูปแบบของ Zigbee Stack ดังแสดงในรูปที่ 2

3.3 เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย

เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย (Wireless Sensor Network) คือ การใช้อุปกรณ์เซ็นเซอร์เล็กๆ จำนวนมากเพื่อตรวจวัดคุณสมบัติต่างๆ ของสิ่งแวดล้อมที่

น่าสนใจและประมวลผลข้อมูลเหล่านั้น ซึ่งมีหลักการดังรูปที่ 3

3.3.1 กลุ่มส่วนประกอบหลัก

ก) เซ็นเซอร์ (sensor) ทำหน้าที่วัดค่าต่างๆ จากสภาพแวดล้อมตามแต่ชนิดของเซ็นเซอร์ เช่น ความชื้น อุณหภูมิ ความเข้มแสง คว้น ความเร่ง แรงสั่นสะเทือน ความเคลื่อนไหว ความลึก ความเป็นกรดหรือด่าง เป็นต้น

ข) หน่วยรับ-ส่งข้อมูลไร้สาย (transceiver unit) ทำหน้าที่รับ-ส่งข้อมูลแบบไร้สายในย่านความถี่สาธารณะ (ISM band) เพื่อรับ-ส่งข้อมูลระหว่างหน่วยรวมเซ็นเซอร์ข้างเคียง

ค) หน่วยประมวลผล (processing unit) ติดต่อกับเซ็นเซอร์เพื่อส่งงานหรือรับข้อมูลที่วัดได้จากเซ็นเซอร์ เพื่อนำไปประมวลผลเป็นข้อมูล จัดเก็บลงในหน่วยความจำ รอกการร้องขอข้อมูลหรืออาจส่งข้อมูลทันทีผ่านทางหน่วยรับ-ส่งข้อมูลไร้สาย หน่วยประมวลผลกลางอาจรับข้อมูลจากระบบระบุตำแหน่งเพื่อช่วยในการประมวลผลต่างๆ หรือหน่วยประมวลผลกลางอาจทำหน้าที่ควบคุม การเคลื่อนที่ของหน่วยรวมเซ็นเซอร์ผ่านทางระบบเคลื่อนที่ นอกจากนี้หน่วยประมวลผลกลางยังทำหน้าที่ประมวลผลเครือข่ายและหาเส้นทางในการส่งข้อมูลของหน่วยรวมเซ็นเซอร์

ง) แหล่งพลังงาน (power unit) เก็บสะสมพลังงานและให้พลังงานกับทุกส่วนประกอบบนหน่วยรวมเซ็นเซอร์ แหล่งพลังงานจะรับพลังงานจากแหล่งกำเนิดพลังงานหากหน่วยรวมเซ็นเซอร์มีแหล่งกำเนิดพลังงาน

3.3.2 กลุ่มส่วนประกอบเพิ่มเติม

ก) ระบบระบุตำแหน่ง (positioning unit) เป็นหน่วยระบุตำแหน่งของหน่วยรวมเซ็นเซอร์โดยใช้ GPS เพื่อนำข้อมูลตำแหน่งไปประมวลผล เช่น



รูปที่ 4 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO R3

หาเส้นทางเพื่อส่งข้อมูล หาตำแหน่งสำหรับการเคลื่อนที่ของหน่วยร่วมเซ็นเซอร์เป็นต้น

ข) ระบบเคลื่อนที่ (mobilizing unit) ทำหน้าที่เคลื่อนย้ายตำแหน่งของเซ็นเซอร์ เพื่อวัตถุประสงค์ต่างๆ เช่น จัดรูปแบบโครงสร้างเครือข่าย ติดตามวัตถุเคลื่อนที่หาสัญญาณสื่อสาร เป็นต้น

ค) แหล่งกำเนิดพลังงาน(power generator unit) ทำหน้าที่กำเนิดพลังงานจากสิ่งแวดล้อม เช่น พลังงานลม ความร้อน ปฏิกิริยาเคมี การสั่นสะเทือน เป็นต้น ให้เป็นพลังงานไฟฟ้าเพื่อเก็บสะสมและใช้ต่อไป เพื่อชดเชยพลังงานที่ถูกใช้ไปทำให้ตัวเซ็นเซอร์ไร้สายทำงานได้เป็นเวลานาน

3.4 ทฤษฎีสมองกลอัจฉริยะด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

ระบบฝังตัว หรือ สมองกลฝังตัว เป็นระบบคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่ฝังไว้ในอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า และเครื่องเล่นอิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ เพื่อเพิ่มความฉลาดความสามารถให้กับอุปกรณ์เหล่านั้นผ่านซอฟต์แวร์ คำว่าระบบฝังตัว เกิดจากการที่ระบบนี้เป็นระบบประมวลผลเช่นเดียวกับระบบคอมพิวเตอร์ แต่ว่าระบบนี้จะฝังตัวลงในอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ไม่ใช่เครื่องคอมพิวเตอร์

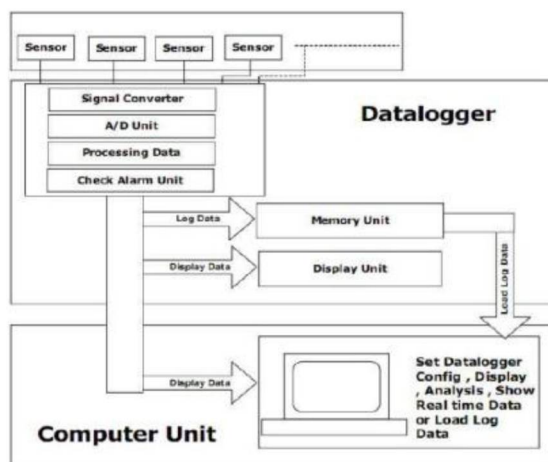
บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์(Microcontroller Board) Arduino Uno R3 ดังแสดงในรูปที่ 4 เป็นบอร์ด

ไมโครคอนโทรลเลอร์แบบ Open-source บนแพลตฟอร์ม Arduino ของแท้จากผู้ผลิต arduino.cc ประเทศอิตาลี ออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย ใช้ชิพ ATmega328 เป็นแบบ PDIP เมื่อมีการเสียบก็สามารถถอดออก และเปลี่ยนใหม่ได้ มี Digital Input / Output 14 พอร์ต สามารถทำงานแบบ PWM (pulse width modulate) ทั้งหมด 6 พอร์ต มีส่วนแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล (Analog to Digital Converter) ทั้งหมด 6 พอร์ต บนบอร์ดติดตั้งสัญญาณนาฬิกาภายนอก ความถี่ 16 MHz พร้อมด้วยพอร์ต USB และ หัวเสียบไฟเลี้ยงบอร์ด บนบอร์ดยังสามารถดาวน์โหลดโปรแกรมโดยตรงได้ โดยผ่านหัวเสียบ ICSP และยังมีปุ่ม Reset ให้บนบอร์ดอีกด้วย บนบอร์ดติดตั้งไมโครคอนโทรลเลอร์ ATmega16U เพื่อช่วยในการส่งข้อมูลแบบอนุกรมผ่านทาง USB (Usb to Serial Converter) การส่งผ่านข้อมูลสามารถทำได้รวดเร็ว

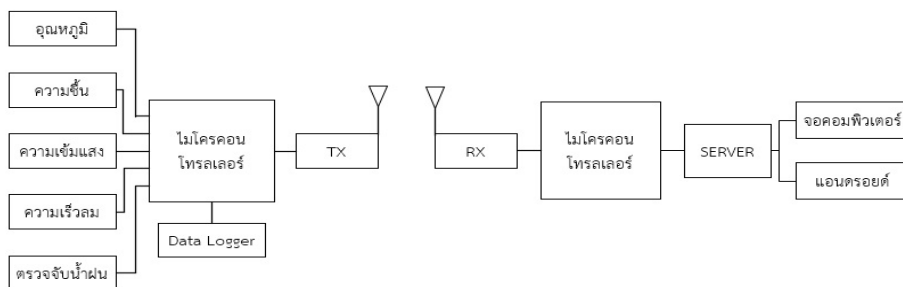
3.5 เครื่องเก็บข้อมูล (Data Logger)

Data logger คือ อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับเก็บบันทึกข้อมูลที่เป็นสัญญาณชนิดต่างๆ โดย Data Logger จะมี Memory สำหรับเก็บค่าที่วัดได้ของสัญญาณ ตามช่วงเวลาการบันทึกที่กำหนดไว้โดยอัตโนมัติ และใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียกอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำของ Data Logger ดังแสดงในรูปที่ 5

จากรูปที่ 5 Data Logger จะรับค่าที่บันทึกจากตัว Sensor นำมาผ่าน Signal Convertor เพื่อทำการแปลงสัญญาณที่รับมาให้เป็นสัญญาณที่ A/D ของ Data Logger สามารถนำมาใช้ในการแปลงให้เป็นข้อมูล Digital ได้หลังจากนั้น Data Logger อาจนำข้อมูล Digital นั้นมาประมวลผลหรือนำข้อมูลมาตรวจสอบเพื่อทำการส่งสัญญาณไปเตือนผู้ใช้งานข้อมูลมีค่ามากไปหรือน้อยไปได้ แล้วจึงนำข้อมูลที่ได้อ่านเก็บบันทึกใน Memory ของ Data logger หรือบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ได้



รูปที่ 5 ฟังก์ชันการทำงานของ Data Logger



รูปที่ 6 บล็อกไดอะแกรมแสดงการทำงานของระบบ

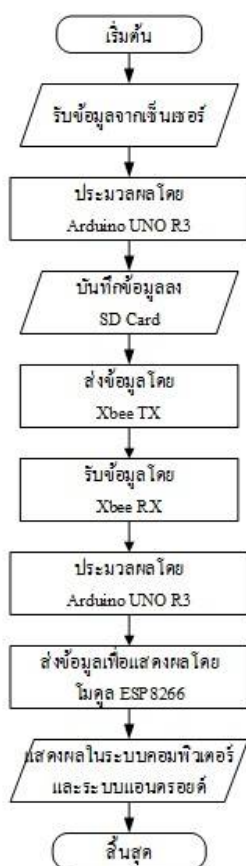
4. กรอบแนวคิด

กรอบแนวคิดงานวิจัยแสดงดังในรูปที่ 6 ที่ระบุภาพรวมของระบบภาครับ โดยมีเซ็นเซอร์ตรวจวัดค่าสภาวะอากาศ คือ อุณหภูมิ ความชื้น ความเข้มแสง ความเร็วลม การตรวจจับสน้ำฝนโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ที่เก็บบันทึกข้อมูลใน SD Card ได้ และส่งข้อมูลตรวจวัดสภาวะอากาศผ่านระบบซิกบีและไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ที่แสดงผลบนหน้าจอมพิวเตอร์หรือระบบ Android ในมือถือหรือสมาร์ตโฟนได้

5. วิธีการวิจัย

ในการดำเนินงานวิจัย มีกระบวนการทำงานดังแสดงในรูปที่ 7 ในการทำงานของระบบนั้นจะประกอบไปด้วย 2 ส่วนคือภาคส่งและภาครับ

5.1 ภาคส่ง จะมีเซ็นเซอร์อยู่ 5 ตัว จากนั้นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์จะรับสัญญาณจากเซ็นเซอร์มาเพื่อประมวลผลต่างๆและส่งไปบันทึกข้อมูล ในส่วน Data Logger ใน SD Card จากนั้นก็ส่งไปยังโมดูลส่งข้อมูลไร้สาย Zigbee เพื่อที่จะส่งข้อมูลไปยังภาครับ รายละเอียดบล็อกไดอะแกรมภาคส่ง แสดงดังรูปที่ 8



รูปที่ 7 กระบวนการทำงาน

5.2 ภาครับ เมื่อได้รับข้อมูลก็จะมาทำการประมวลผลในบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์จากนั้นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะมีโมดูลไวไฟอีกหนึ่งตัวโดยที่โมดูลไวไฟจะรับสัญญาณ IP มาจากเราเตอร์เพื่อที่จะส่งข้อมูลเข้าไปยัง Database เพื่อที่จะแสดงข้อมูลในคอมพิวเตอร์และแสดงข้อมูลในมือถือได้ รายละเอียดบล็อกไดอะแกรมภาคส่ง แสดงดังรูปที่ 7

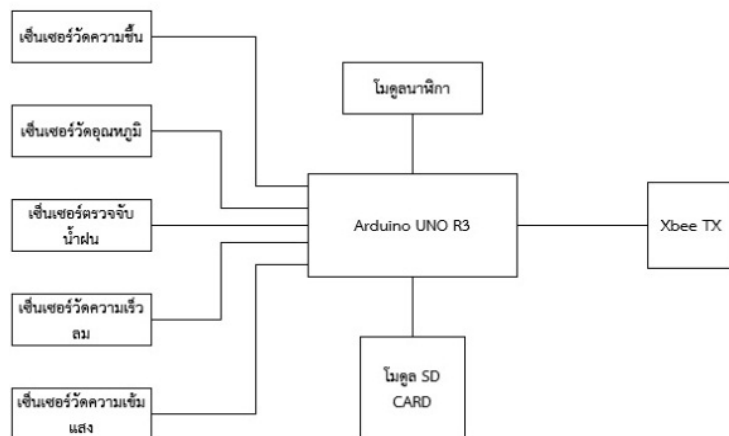
การออกแบบโครงสร้าง และชุดรับที่ติดตั้งเซ็นเซอร์ไมโครคอนโทรลเลอร์ กล้องควบคุมและแผงวงจรเซลล์แสงอาทิตย์ แสดงดังรูปที่ 10 และภาพชุดเสตกรวจากอากาศที่สร้างขึ้นมาจริงแสดงดังรูปที่ 11 และวงจรภายในดังรูปที่ 12

6. ผลการทดลองและการอภิปราย

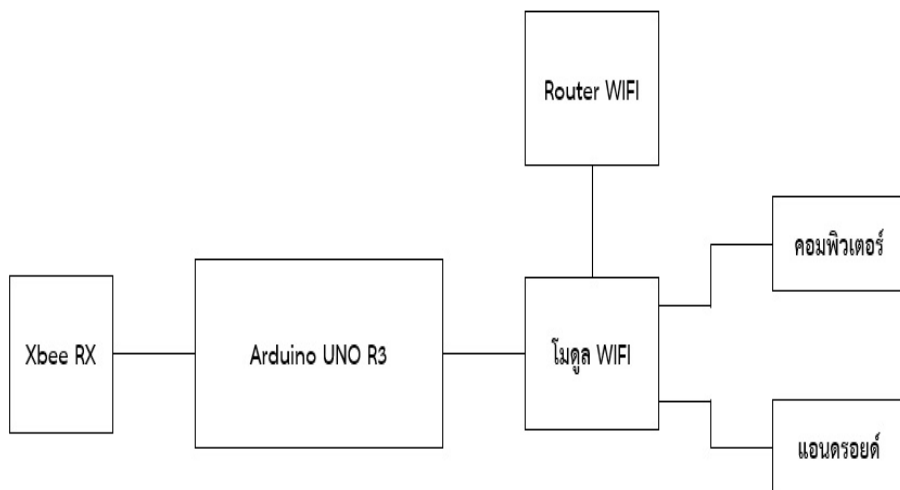
ในการทดลองชุดบันทึกและแสดงผลข้อมูลสภาวะอากาศ ได้ทำการทดลอง 2 ส่วน คือ การทดลองระยะในพื้นที่โล่ง เพื่อหาระยะทำการรับส่งข้อมูล และการทดลองเก็บข้อมูลจริงตามลักษณะการใช้งาน โดยให้ภาครับอยู่ในตัวอาคาร ผลการทดลองการรับส่งข้อมูลในพื้นที่โล่ง แสดงได้ดังตารางที่ 1 ซึ่งพบระยะที่รับส่งข้อมูลได้สูงสุด 120 m

6.1 การทดลองเก็บข้อมูลในพื้นที่โล่งและระยะทำการจริงตามลักษณะการใช้งาน

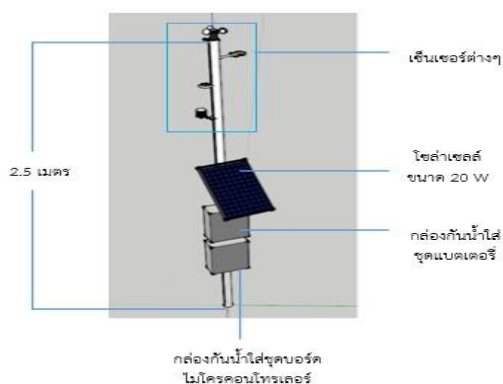
ในการทดลองเก็บข้อมูลจริงตามลักษณะการใช้งาน ได้นำเสตกรวจากอากาศไปไว้บนดาดฟ้า และทำการทดลองรับส่งข้อมูลภายในตึก ผลปรากฏว่า



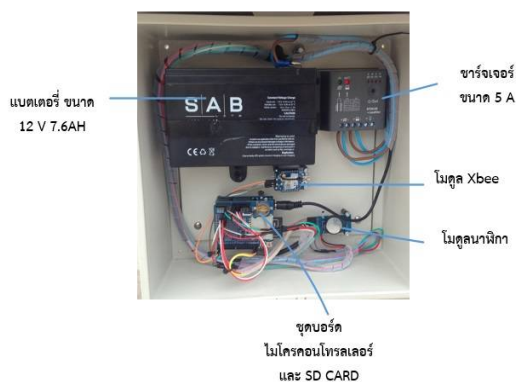
รูปที่ 8 บล็อกไดอะแกรมภาคส่ง



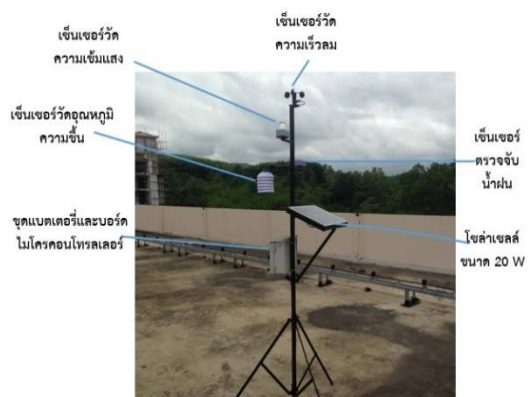
รูปที่ 9 บล็อกไดอะแกรมภาครับ



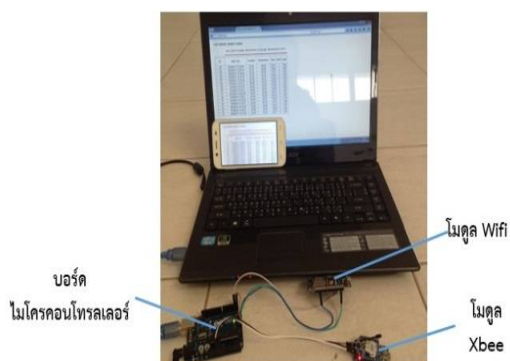
รูปที่ 10 การออกแบบโครงสร้างของเสาดตรวจวัดอากาศ



รูปที่ 12 อุปกรณ์ภายในตู้เสาส่งข้อมูล



รูปที่ 11 เสาดตรวจอากาศที่สร้างขึ้นมา



รูปที่ 13 ภาพรับข้อมูลแสดงผลในคอมพิวเตอร์และแอนดรอยด์

สามารถรับส่งข้อมูลได้ถึงชั้น 3 ของอาคาร ซึ่งมีระยะทาง 70 m ดังแสดงในรูปที่ 13

6.2 การแสดงผลในคอมพิวเตอร์

ในส่วนของการแสดงผลในระบบคอมพิวเตอร์ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ แสดงแบบตารางโดยใช้โปรแกรม Appserv และแสดงแบบกราฟโดยใช้โปรแกรม ThingSpeak และระบบแอนดรอยด์ ดังแสดงในรูปที่ 14 และ 15

6.3 ผลทดลองเทียบค่าผิดพลาด

ทำการทดลองเทียบค่าความผิดพลาดของเครื่องวัดที่สร้างขึ้นและเครื่องวัดที่ใช้กันทั่วไป ทำการทดลองในวันที่ 8 กรกฎาคม 2559 โดยเทียบค่าความชื้น อุณหภูมิ ความเข้มแสง ความเร็วลม และหาค่าความผิดพลาดกับเครื่องวัดอ้างอิง โดยใช้สมการที่ 1 ผลการเปรียบเทียบค่าความถูกต้องของความชื้น อุณหภูมิ ความเร็วลม ความเข้มแสง แสดงดังตารางที่ 2 – 5 และรูปที่ 16 - 20

ตารางที่ 1 ผลการทดลองการรับส่งข้อมูลในพื้นที่โล่ง

ระยะทดลอง (เมตร)	การรับส่งข้อมูลในพื้นที่โล่ง	การรับส่งข้อมูลในตัวอาคาร
10	ได้	ได้
20	ได้	ได้
30	ได้	ได้
40	ได้	ได้
50	ได้	ได้
60	ได้	ได้
70	ได้	ได้
80	ได้	ไม่ได้
90	ได้	ไม่ได้
100	ได้	ไม่ได้
110	ได้	ไม่ได้
120	ได้	ไม่ได้
130	ไม่ได้	ไม่ได้

ตารางที่ 2 ผลเปรียบเทียบค่าความถูกต้องของความชื้นสัมพัทธ์

เวลา (h)	ความชื้นเครื่องวัดอ้างอิง (%RH)	ความชื้นเซ็นเซอร์ (%RH)	ความผิดพลาด (%)
8	78.5	77.3	1.53
9	68.1	65.2	4.26
10	56.4	54.4	3.55
11	39.6	37.1	6.31
12	45.2	44.6	1.33
13	54.6	51.9	4.95
14	44.8	41.7	6.92
15	41.7	38	8.87
16	52.3	50	4.40
17	54.1	51.3	5.18
ค่าเฉลี่ย	53.53	51.15	4.73

การหาเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด

$$Error = \frac{\text{ค่าเครื่องวัดอ้างอิง} - \text{ค่าเซ็นเซอร์}}{\text{ค่าเครื่องวัดอ้างอิง}} \times 100 \quad (1)$$

จากตารางที่ 2 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าความถูกต้องระหว่างเครื่องวัดอ้างอิง และความชื้นเซ็นเซอร์ที่พัฒนาขึ้น ซึ่งพบว่ามีค่าความชื้นสัมพัทธ์จากเครื่องวัดอ้างอิงเฉลี่ยร้อยละ 53.53 และความชื้น

ตารางที่ 3 ผลเปรียบเทียบค่าความถูกต้องของอุณหภูมิ

เวลา	อุณหภูมิเครื่องวัดอ้างอิง (°C)	อุณหภูมิเซ็นเซอร์ (°C)	ความผิดพลาด (%)
8	27.6	26.4	4.35
9	29.5	28.2	4.41
10	30.2	30.7	-1.66
11	33.2	34.4	-3.61
12	31.4	30.9	1.59
13	31.8	30.2	5.03
14	31.6	31.8	-0.63
15	33.1	32.8	0.91
16	30.9	30.1	2.59
17	32.1	30	6.54
ค่าเฉลี่ย	31.14	30.55	1.95

ตารางที่ 4 ผลเปรียบเทียบค่าความถูกต้องของความเร็วลม

เวลา	เครื่องวัดลมอ้างอิง (m/s)	เซ็นเซอร์ลม (m/s)	ความผิดพลาด (%)
8	2.2	2.2	0%
9	1.4	1.3	7%
10	2.1	2.1	0%
11	1.3	1.2	8%
12	2.4	2.3	4%
13	3.2	3.1	3%
14	2.1	2.1	0%
15	2	2.1	-5%
16	0.05	0	-
17	0.2	0	-
ค่าเฉลี่ย	2.09	2.05	2%

สัมพัทธ์เฉลี่ยร้อยละ 51.15 และมีค่าความผิดพลาดเฉลี่ยร้อยละ 4.73 โดยค่าความผิดพลาดจะเกิดสูงในช่วงค่าความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ

จากตารางที่ 3 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าความถูกต้องระหว่างอุณหภูมิและเซ็นเซอร์อุณหภูมิที่พัฒนาขึ้น ซึ่งพบว่าค่าอุณหภูมิจากเครื่องวัดอ้างอิง

เฉลี่ย 31.14°C และอุณหภูมิจากเซ็นเซอร์ 30.55 °C และมีค่าความผิดพลาดเฉลี่ยร้อยละ 1.95

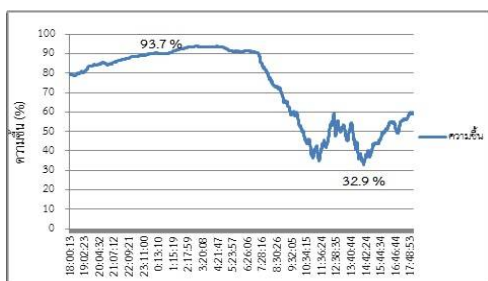
จากตารางที่ 4 แสดงผลการเปรียบเทียบการวัดค่าความถูกต้องของความเร็วลมระหว่างเครื่องวัดอ้างอิงและเซ็นเซอร์วัดความเร็วลมที่พัฒนาขึ้น ซึ่ง

ตารางที่ 5 ผลการทดลองเปรียบเทียบค่าความถูกต้องของความเข้มแสง

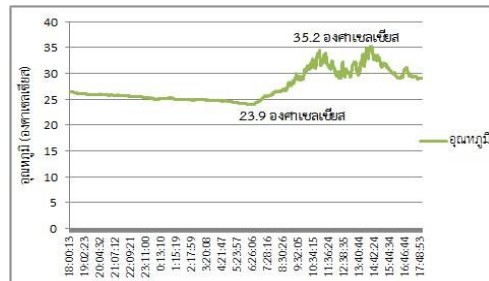
เวลา	เครื่องวัดแสงอ้างอิง (W/m^2)	เซ็นเซอร์แสง (W/m^2)	ความผิดพลาด (%)
8	2.2	2.2	0%
9	1.4	1.3	7%
10	2.1	2.1	0%
11	1.3	1.2	8%
12	2.4	2.3	4%
13	3.2	3.1	3%
14	2.1	2.1	0%
15	2	2.1	-5%
16	0.05	0	-
17	0.2	0	-
ค่าเฉลี่ย	2.09	2.05	2%

ตารางที่ 6 สรุปความผิดพลาดของพารามิเตอร์ที่ตรวจวัด

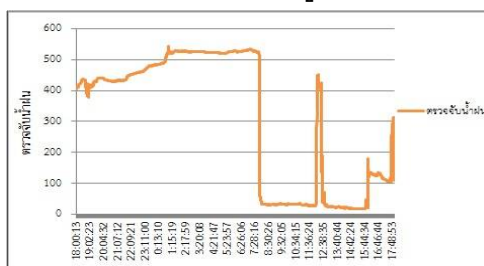
ลำดับ	ค่าพารามิเตอร์	ความผิดพลาด (%)
1	ความชื้นสัมพัทธ์	4.73
2	อุณหภูมิ	1.95
3	ความเร็วลม	2.00
4	ความเข้มแสง	3.14



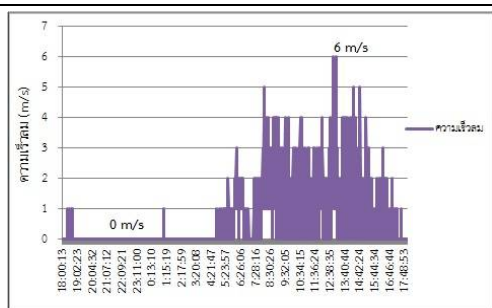
รูปที่ 20 กราฟแสดงข้อมูลความชื้น 24 h



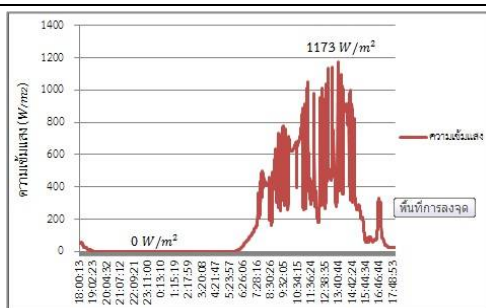
รูปที่ 21 กราฟแสดงข้อมูลอุณหภูมิ 24 h



รูปที่ 22 กราฟแสดงข้อมูลตรวจจับน้ำฝน 24 h



รูปที่ 23 กราฟแสดงข้อมูลความเร็วลม 24 h



รูปที่ 24 กราฟแสดงข้อมูลความเข้มแสง 24 h

พบว่ามีความเร็วลมจากเครื่องวัดอ้างอิง มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 2.09 และความเร็วลมจากเซ็นเซอร์เฉลี่ยร้อยละ 2.05 และมีความผิดพลาดเฉลี่ยร้อยละ 2 โดยค่าความผิดพลาดจะเกิดสูงในช่วงความเร็วลมมีค่าต่ำ

จากตารางที่ 5 แสดงผลการเปรียบเทียบการวัดค่าความถูกต้องของความเข้มแสงระหว่างเครื่องวัดอ้างอิง และเซ็นเซอร์วัดความเข้มแสงที่พัฒนาขึ้น ซึ่งพบว่ามีความเข้มแสงจากเครื่องวัดอ้างอิงมีค่าเฉลี่ย 347.5 W/m^2 และความเข้มแสงจากเซ็นเซอร์เฉลี่ย 340 W/m^2 และมีความผิดพลาดเฉลี่ยร้อยละ 3.14 โดยค่าความผิดพลาดจะเกิดสูงในช่วงความเข้มแสงมีค่าต่ำ

หลังจากได้ทำการทดสอบค่าความถูกต้องของพารามิเตอร์แต่ละตัว พบว่ามีค่าความผิดพลาดดังแสดงดังตาราง ซึ่งมีค่าความผิดพลาดไม่เกินร้อยละ 5 ดังแสดงในตารางที่ 6

6.4 ผลทดลองเก็บข้อมูล 24 ชั่วโมง

จึงได้ทำการเก็บค่าทดลอง ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ ความเร็วลม และความเข้มแสง เป็นเวลา 24 h เวลา 6 pm วันที่ 8/7/59 - เวลา 6 pm วันที่ 9/7/59

จากการทดลองเบื้องต้นได้ทำการเก็บข้อมูล 24 hr แล้วนำมาแสดงผลในรูปแบบกราฟในวันเวลาดังกล่าวจะเห็นผลได้ว่า ความชื้นจะมีค่าสูงสุดอยู่ที่ร้อยละ 93.7 ในช่วงเวลาประมาณ 3 am และมีค่าต่ำสุด

ร้อยละ 32.9 ในช่วงเวลาประมาณ 3 pm ค่าอุณหภูมิจะมีค่าสูงสุดอยู่ที่ $35.2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ในช่วงเวลาประมาณ 2 pm และมีค่าต่ำสุด $23.9 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ในช่วงเวลาประมาณ 7 am ค่าตรวจจับน้ำฝนจะมีค่าเปลี่ยนแปลงเนื่องจากวันที่ทำการทดลองมีฝนตกบางช่วง ค่าความเร็วลมจะมีค่าสูงสุดอยู่ที่ 6 m/s ในช่วงเวลาประมาณ 1 pm และมีค่าต่ำสุด 0 m/s ค่าความเข้มแสงจะมีค่าสูงสุดอยู่ที่ 1173 W/m^2 ในช่วงบ่าย และมีค่าต่ำสุด 0 W/m^2 ในช่วงเวลากลางคืนและเช้ามืด อย่างไรก็ตามหากต้องการใช้ข้อมูลที่ถูกต้องแม่นยำ ควรนำเครื่องวัดและบันทึกข้อมูลไปทำการสอบเทียบกับเครื่องวัดมาตรฐานอ้างอิงที่ได้รับการรองรับตามมาตรฐาน ISO17025 ก็จะทำให้เครื่องมือและข้อมูลที่ตรวจวัดมีความน่าเชื่อถือและยอมรับได้มากยิ่งขึ้น

7. สรุป

บทความนี้นำเสนอการพัฒนาชุดตรวจวัดและบันทึกข้อมูล พร้อมแสดงผลสภาวะอากาศ อุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วลม ความเข้มแสงอาทิตย์และปริมาณน้ำฝน โดยใช้เซ็นเซอร์และบอร์ด Arduino ในการพัฒนา จากผลการทดลองพบว่าในการรับส่งข้อมูลแบบไร้สายใช้ได้จริงและใช้โมดูล Zigbee มาเป็นตัวรับส่งข้อมูลได้ไกลสุดในที่โล่ง 120 m และเมื่อนำเสาตรวจอากาศขึ้นไปไว้บนดาดฟ้า การรับส่งข้อมูลได้ไกลสุดถึงชั้น 3 ของอาคาร คิดเป็นระยะทางประมาณ 70 m ทั้งนี้เนื่องมาจากสิ่งกีดขวางของตัวตึก

และสิ่งอื่น ๆ ในส่วนการแสดงผลนั้นมีการแสดงแบบตารางโดยใช้โปรแกรม Appserv และแสดงแบบกราฟโดยใช้โปรแกรม ThingSpeak ได้แสดงผลเป็น 2 ส่วนคือแสดงในระบบคอมพิวเตอร์ ในระบบคอมพิวเตอร์แสดงใน Database ที่สามารถเก็บข้อมูลได้และสามารถดูย้อนหลังได้และได้แสดงแบบ Real time ในทุก ๆ 30 s ส่วนการแสดงผลในระบบแอนดรอยด์มีการแสดงแบบ Real time ในการแสดงผลนั้นจะแสดงได้ในระยะ Wifi ที่ปล่อยสัญญาณมาเท่านั้น จากผลการทดลองใช้เครื่องวัดเทียบอ้างอิงเห็นได้ว่าเสถียรตรวจอากาศที่สร้างขึ้นนั้นใช้ได้จริงมีค่าใกล้เคียงกันอาจจะมีค่าผิดพลาดเล็กน้อย ซึ่งสามารถนำชุดตรวจวัดไปทำการสอบเทียบเพื่อนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลจริงต่อไป

8. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาเชียงรายที่ได้ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ในการทดลองวิจัย

9. เอกสารอ้างอิง

- [1] M. Benghanem. A low cost wireless data acquisition system for weather station monitoring, Renewable Energy 35(2010) : 862–872., 2010.
- [2] S. F. Abdul Aziz, S. I. Sulaiman, H. Zainuddin. A Prototype of an Integrated Pyranometer for Measuring Multi-Parameters, Malaysia. , 2013.
- [3] Firdaus, Ahriman, R. Akbar, E. Nugroho. Wireless Sensor Networks for Microclimate Telemonitoring using ZigBee and WiFi, Indonesia., 2014.
- [4] J. T. Devaraju, K. R. Suhas, H. K. Mohana, Vijaykumar A. Patil. Wireless Portable Microcontroller based Weather Monitoring

- Station, Journal Measurement, Volume 76, December 2015 : 189 – 200., 2015
- [5] W. Tsai Sung, J. Ho Chen, C. Li Hsiao, J. Syun Lin. Multi- Sensors Data Fusion Based on Arduino Board and XBee Module Technology, Taiwan.2014
- [6] S. Kabir, M. A. Shorif, H. Li, Q. Yu. A Study of Secured Wireless Sensor Networks with Xbee and Arduino, 2nd International Conference on Systems and Informatics (ICSAI), 15 - 17 Nov. 2014, Shanghai, China., 2014.
- [7] M. Kollam, S. R. Bhagya Shree Shree. Zigbee Wireless Sensor Network for Better Interactive Industrial Automation, Third International Conference on Advanced Computing (ICoAC), 14- 16 Dec. 2011, Chennai, India., 2011.
- [8] M. Rahaman Laskara, R. Bhattacharjeea, M. Sau Giria and P. Bhattacharyab. Weather Forecasting using Arduino Based Cube-Sat, Procedia Computer Science 89 : 320 – 323., 2016.
- [9] B. Lia, J. Yu. Research and application on the smart home based on component technologies and Internet of Things, Procedia Engineering 15 : 2087 – 2092., 2011.
- [10] S. Nontasud. The Control of Electrical Energy Consumption using Wireless Automated System, Procedia Engineering 8 : 15–18., 2011.
- [11] E. Goldshteina and et.al. Development of an automatic monitoring trap for

Mediterranean fruit fly (*Ceratitis capitata*) to optimize control applications frequency, Computers and Electronics in Agriculture, Volume 139, 15 June 2017 : 115 –125., 2017.

[12] G.Ohring and et.al. Applications of Satellite remote sensing in numerical weather and climate prediction, Advance Space Res. 30(11) : 2433 - 2439., 2002.