การพัฒนาระบบเฝ้าสังเกตสำหรับสถานีวัดอากาศแบบเคลื่อนที่
Development of Monitoring System for Mobile Weather Station

นภัทร วัจนเทพินทร์[1]* และ ปกรณ์ สมบูรณ์กิจ[2]

[1]รองศาสตราจารย์ [2]อาจารย์ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ จังหวัดนนทบุรี 11000

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีเป้าหมายเพื่อพัฒนาระบบเฝ้าสังเกตของสถานีวัดอากาศแบบเคลื่อนที่ ให้มีสมรรถนะสูงขึ้น โดยขยายระบบฐานข้อมูลโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังตัว ระบบที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถวัดและบันทึกค่าอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ทิศทางลม ความเร็วลม ปริมาณน้ำฝน ความเข้มของแสงอาทิตย์ และดัชนีรังสีอัลตราไวโอเลต และแปลงข้อมูลที่วัดได้เป็นสัญญาณคลื่นวิทยุที่ความถี่ 868.0 MHz ไปยังตัวรับสัญญาณที่ระยะทางได้ไกล 60 เมตร ผู้วิจัยได้พัฒนาโปรแกรมเฝ้าสังเกตด้วย LabVIEW 2009 มีฐานข้อมูล MySQL ขนาดใหญ่ โปรแกรมทำงานได้ตามที่ได้ออกแบบไว้ กล่าวคือ สามารถแสดงผลข้อมูลสภาวะอากาศได้แบบเวลาจริง และโปรแกรมสร้างรายงานสามารถนำข้อมูลมาสร้างสารสนเทศเพื่อใช้ในการวิจัยได้อย่างถูกต้อง ระบบเฝ้าสังเกตที่ใช้ร่วมกับคอมพิวเตอร์แบบฝังตัวทำงานได้ดี สถานีวัดสภาวะอากาศแบบเคลื่อนที่นี้ สามารถนำไปใช้ในพื้นที่ที่ไม่มีแหล่งจ่ายไฟฟ้าได้เพราะมีแหล่งจ่ายไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ และแบตเตอรี่สำรองที่ได้ออกแบบไว้อย่างมีประสิทธิภาพ

Abstract

The objective of this research was to develop a high performance monitoring software for extended database of mobile weather station by using embedded computer. The monitoring system could measure and record temperature, relative humidity, wind speed and direction, rainfall, solar radiation and UV index. The software could convert these parameters and sent them from mobile unit to base unit within 60 meters distance via 868.0 MHz of radio frequency. The embedded computer was used as for database and host of the monitoring software. This software was developed by using LabVIEW with large MySQL database. The software could work perfectly. That is, it could monitor and display any parameter in real time in both graphic and numerical data. It could also produce a report in correct format of research information. The Monitor system could work with the embedded computer. The mobile weather station could be used in remote areas with photovoltaic energy system and storage battery specially designed for them.

คำสำคัญ : สถานีวัดอากาศแบบเคลื่อนที่ โปรแกรมเฝ้าสังเกต LabVIEW คอมพิวเตอร์แบบฝังตัว
Keywords : Mobile Weather Station, Monitoring Software, LabVIEW, Embedded Computer

* *ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ watjanatepin@rmutsb.ac.th, watjanatepin@yahoo.com โทร. 0 2969 1521*

1. บทนำ

ตลอดระยะเวลากว่าสองทศวรรษที่ผ่านมา ทั่วโลกมีการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานทดแทนเพิ่มขึ้นทุกวัน สำหรับการวิจัยและพัฒนาระบบผลิตไฟฟ้าดังกล่าวมีความจำเป็นที่ต้องใช้ข้อมูลของสภาวะอากาศในแต่ละพื้นที่ที่มีการติดตั้งผลิตไฟฟ้าดังกล่าว โดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ และพลังงานลม จะต้องรู้ข้อมูลของ ความเข้มแสงอาทิตย์ ความเร็วลมและทิศทางลม ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิสิ่งแวดล้อม ความดันอากาศ และความชื้นสัมพัทธ์ (M. Benghaneu, 2009) การที่จะได้มาซึ่งข้อมูลสภาวะอากาศที่ถูกต้องจึงควรเลือกใช้สถานีวัดสภาวะอากาศที่เหมาะสม

สถานีวัดสภาวะอากาศโดยทั่วไป มี 2 ลักษณะ คือ แบบมีสาย และแบบไร้สาย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของสถานที่ติดตั้ง ในบทความนี้จะกล่าวเฉพาะระบบการวัดสภาวะอากาศแบบที่ส่งข้อมูลไร้สายเท่านั้น สถานีวัดสภาวะอากาศนั้นจะใช้เซ็นเซอร์หลายชนิดในการวัดพารามิเตอร์ต่าง ๆ พารามิเตอร์ที่วัดได้จะเก็บไว้ในดาต้าล็อกเกอร์หรือส่งไปที่คอมพิวเตอร์เก็บข้อมูลโดยระบบการสื่อสารข้อมูลแบบใดแบบหนึ่ง ระบบที่ใช้ดาต้าล็อกเกอร์โดยทั่วไปจะมีหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลไม่มาก การนำไปใช้งานจะต้องใช้คอมพิวเตอร์โหลดข้อมูลภายหลังจึงเก็บข้อมูลได้น้อย และที่สำคัญไม่สามารถแสดงผลข้อมูลแบบเวลาจริง (Real Time) ได้ และไม่เหมาะสมกับการนำไปใช้งานในพื้นที่ห่างไกล ดังนั้น ระบบสื่อสารข้อมูลจึงเป็นสิ่งสำคัญที่เราต้องคำนึงถึง สำหรับสถานีวัดสภาวะอากาศแบบอัตโนมัตินั้นตัวสถานีวัดอากาศและเซ็นเซอร์ไม่ใช่ปัญหาเพราะสามารถเลือกชนิดและหาซื้อได้โดยทั่วไป (Campbell, n.d.) (Prodata, n.d.) แต่การพัฒนาซอฟต์แวร์ที่จะสนับสนุนการทำงานการเก็บข้อมูลแบบอัตโนมัติและนำข้อมูลมาสร้างรายงานสารสนเทศทางการวิจัยที่เหมาะสมและมีคุณภาพนั้นเป็นสิ่งสำคัญกว่า ซึ่งจะต้องมีการพัฒนาต่อยอดและเป็นเรื่องที่ต้องพัฒนาตามแต่ความต้องการของผู้ใช้งาน หรือลักษณะของงานนั้น ๆ

จากการศึกษาของ Marcelite Jenkins (2003) ได้พัฒนาโปรแกรมการเฝ้าสังเกตและควบคุมสถานีวัดสภาวะอากาศสำหรับสนับสนุนการทำงานของ Radio Telescope ของ The Pisgah Astronomical Research Institute (PARI) แห่ง South Carolina State University โดยใช้สถานีวัดอากาศที่มีขายอยู่ทั่วไป ส่งข้อมูลด้วยระบบไร้สายใช้คลื่นวิทยุความถี่ 418MHZ ระยะทางส่งได้ไกล 400 ฟุต ใช้ตัวรับสัญญาณรุ่น CC-2000 Computer Interface โดยต่อกับคอมพิวเตอร์ด้วยพอร์ตอนุกรม สามารถดูข้อมูลได้แบบเวลาจริง และผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ (Marcelite Jenkins and James E. Payn, 2003) และการศึกษาของ Kyle Senkevich (2009) ได้พัฒนา Real Time Weather Information Using LabVIEW and Onset HOBO Weather Station โดยการส่งสัญญาณที่วัดได้มาที่ดาต้าล็อกเกอร์ที่สนับสนุนการทำงานบนเว็บ และส่งข้อมูลผ่านโมเด็มไร้สาย ภาครับใช้โปรแกรม LabVIEW ร่วมกับ JAVA และ Data Base และ PHP Webpage เพื่อเก็บข้อมูลและแสดงผลผ่านอินเทอร์เน็ต (K. Senkevich, N. Lavanda, n.d.) รวมทั้งการศึกษาของ M. Benghanem (2009) เรื่อง Measurement of Meteorological Data Based on Wireless Data Acquisition

System Monitoring โดยการพัฒนาระบบการวัดข้อมูลสภาวะอากาศและพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งในพื้นที่ห่างไกลในประเทศซาอุดิอาระเบีย โดยใช้การรับส่งข้อมูลแบบไร้สาย โดยการควบคุมของไมโครคอนโทรเลอร์และใช้ LabVIEW ในการพัฒนาโปรแกรม เพื่อการวัด การควบคุม การแสดงผล และจัดเก็บข้อมูลลงในคอมพิวเตอร์ จากการค้นคว้าที่ได้กล่าวมานี้ จะเห็นได้ว่าซอฟต์แวร์ที่เหมาะสำหรับพัฒนาโปรแกรมสนับสนุนการทำงานของสถานีวัดสภาวะอากาศแบบอัตโนมัติ คือ LabVIEW และยังไม่พบว่ามีการนำคอมพิวเตอร์แบบฝังตัว (คอมพิวเตอร์ประหยัดพลังงานขนาดเล็ก) มาใช้ในการเก็บข้อมูลและติดตั้งโปรแกรมเฝ้าสังเกต ผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดที่จะพัฒนาโปรแกรมเฝ้าสังเกตขึ้น โดยใช้โปรแกรม LabVIEW และใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังตัวเป็นตัวประมวลผลหลัก

โครงการวิจัยนี้ใช้สถานีวัดอากาศผลิตภัณฑ์ของ DAVIS INSTRUMENT รุ่น Vantage Pro2™ ซึ่งมีดาต้าล็อกเกอร์ขนาดเล็กติดตั้งมากับเบสยูนิต (Base Unit) แต่มีข้อจำกัดคือสามารถเก็บข้อมูลได้เพียง 8 วัน เมื่อตั้งเวลาเก็บข้อมูล (Time Interval) ทุก 5 นาที และจะลดลงเหลือเพียง 42 ชม. เมื่อเวลาเก็บข้อมูลลดลงเหลือ 1 นาที ด้วยข้อจำกัดด้านการเก็บข้อมูล และการแสดงผลแบบเวลาจริง ผู้วิจัยจึงมีเป้าหมายที่จะพัฒนาระบบเฝ้าสังเกต สำหรับสถานีวัดสภาวะอากาศแบบอัตโนมัติขึ้นโดยให้มีความสามารถที่จะเก็บข้อมูลได้ยาวนานขึ้นมีความสามารถแสดงผลข้อมูลการวัดในเชิงเปรียบเทียบได้แบบเวลาจริงได้ และสามารถสร้างสารสนเทศเพื่อการวิจัยได้อย่างเหมาะสม นอกจากนี้ สถานีวัดสภาวะอากาศฯสามารถนำไปติดตั้งในพื้นที่ที่ห่างไกลที่ห่างจากส่วนฐานได้ไม่เกินกว่า 300 เมตร โดยไม่ต้องใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้าเพิ่มเติมเพราะว่ามีแหล่งจ่ายไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ พัฒนามาพร้อมกับระบบฯ ดังกล่าวด้วย

2. วิธีการศึกษา

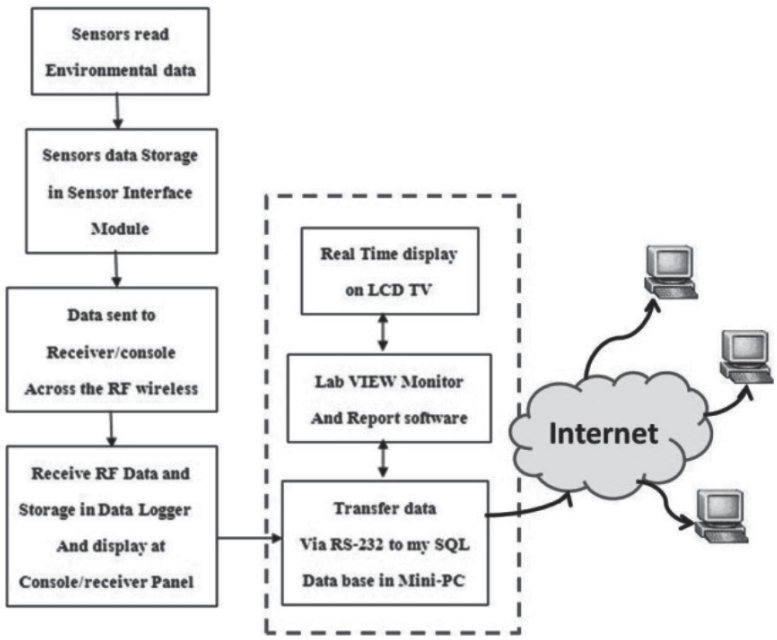
2.1 อุปกรณ์และวิธีการ

1. สถานีวัดสภาวะอากาศพร้อมตัววัด รุ่น Wireless Vantage Pro2™
2. คอนโซล/รีซีฟเวอร์(Console/Receiver) รุ่น Vantage Pro2™
3. คอมพิวเตอร์แบบฝังตัว รุ่น WEBS_1010
4. โปรแกรม LabVIEW 2009
5. แผงเซลล์แสงอาทิตย์ 30W
6. ตัวบรรจุแบตเตอรี่ รุ่น NSC1210N
7. แบตเตอรี่แห้งขนาด 12V26AH

2.2 การออกแบบระบบ

สิ่งที่มีอยู่เดิม คือ สถานีวัดอากาศ Vantage Pro2™ ประกอบด้วย เซ็นเซอร์วัดปริมาณน้ำฝน เซ็นเซอร์วัดปริมาณแสงอาทิตย์และรังสีอัลตราไวโอเลต เซ็นเซอร์วัดความเร็วและทิศทางลม เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ แหล่งจ่ายไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 2 วัตต์ ขาตั้งเหล็กชุบกัลวาไนซ์ โดยเซ็นเซอร์เหล่านี้จะส่งข้อมูลที่อ่านได้ไปเก็บไว้ที่ Sensor Interface Module และมีตัวส่ง (Transmitter) ส่งคลื่นวิทยุ ด้วยความถี่ 868 MHz โดยจะมีตัวรับสัญญาณระยะไกล เรียกว่า คอนโซล/รีซีฟเวอร์ซึ่งจะมีดาต้าลอกเกอร์ ขนาดเล็กติดตั้งอยู่ด้วย สามารถใช้สาย RS-232 โหลดข้อมูลที่เก็บไว้มาใช้งานได้ ดังแสดงในรูปที่ 1 (ส่วนที่ไม่มีเส้นประ) ผู้วิจัยทำการออกแบบระบบใหม่เพิ่มเติม โดยการโอนถ่าย

ข้อมูลจาก Console/Receiver ส่งมาเก็บไว้ที่ฐานข้อมูลภายในคอมพิวเตอร์แบบฝังตัวขนาดเล็กผ่าน RS-232 และใช้ LabVIEW พัฒนาโปรแกรมระบบเฝ้าสังเกตและสร้างสารสนเทศเพื่อการวิจัยขึ้นใหม่ จะทำให้ระบบฯ มีความสามารถสูงขึ้น กล่าวคือ สามารถแสดงผลของพารามิเตอร์ต่าง ๆ แบบเวลาจริงได้ทั้ง ตัวเลข และกราฟ และสามารถดูข้อมูลดังกล่าวบนมอนิเตอร์ และบนเครือข่ายอินเตอร์เน็ตได้ ไดอะแกรมของระบบฯ ที่ได้พัฒนาขึ้นใหม่และระบบเดิม แสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 ไดอะแกรมของข้อมูลในระบบเดิมและระบบที่พัฒนาขึ้นใหม่

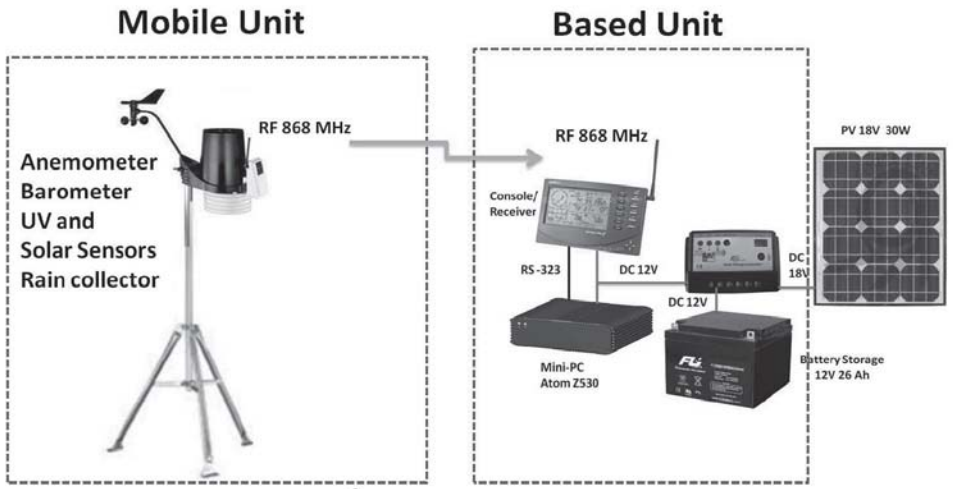
2.2.1 การพัฒนาฮาร์ดแวร์

สถานีวัดสภาวะอากาศในโครงการ ประกอบไปด้วยส่วนประกอบสำคัญสองส่วน คือ Mobile Unit และ Based Unit ดังแสดงในรูปที่ 2 ส่วน Mobile Unit ประกอบไปด้วยเซ็นเซอร์หลายชนิด จะทำการวัดค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ และส่งข้อมูลผ่านตัวอินเตอร์เฟซ เพื่อแปลงสัญญาณและใช้ตัวส่งสัญญาณคลื่นวิทยุ เพื่อทำการแปลงค่าสัญญาณไฟฟ้าเป็นข้อมูลเพื่อทำการส่งค่าต่าง ๆ เป็นคลื่นวิทยุที่ความถี่ 868.0-868.6 MHz ไปยังคอนโซล/รีซีฟเวอร์ เพื่อทำการบันทึกข้อมูลลงดาต้าล็อกเกอร์ ส่วน Base Unit ประกอบไปด้วย คอนโซล/รีซีฟเวอร์ คอมพิวเตอร์แบบฝังตัวขนาดเล็กประหยัดพลังงาน รุ่น WEBS_1010 คอมพิวเตอร์นี้ใช้ CPU Atom Z530 1.6 GHz, Memory 1GB on-Board, Storage 16 GB Flash drive, Interface USB2.1 and Serial Port, Intel GMA500 Graphics Acceleration OS Windows XP, Case 100% Aluminum Die Cast Body, Dimension 101 x 115 x 27 mm, Weight 370 grams, Power Supply 12Vdc, Power Consumption 6W at Low CPU Load, 8W at Full CPU Load, <1W at Standby และแหล่งจ่ายไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ดังแสดงในรูปที่ 2

2.2.2 การพัฒนาซอฟต์แวร์

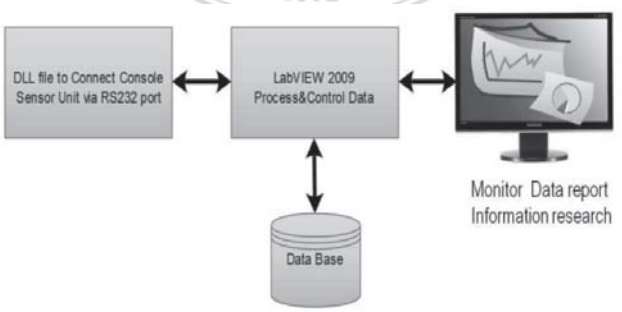
การพัฒนาโปรแกรมเฝ้าสังเกต โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเขียนขึ้นด้วย LabVIEW 2009 แบ่งออกเป็นสองส่วน คือ

1. Main Program โปรแกรมนี้จะโหลดข้อมูลสภาวะอากาศจากคอนโซล/รีซีฟเวอร์มายังฐานข้อมูลที่ผู้วิจัยเลือกใช้ คือ MySQL ซึ่งเป็นโปรแกรมแบบ ODC (Open Database Connectivity) โดยสามารถกำหนดเวลาการโหลดข้อมูลได้ มีส่วนการติดต่อกับผู้ใช้งาน และการแสดงผลการเฝ้าสังเกตที่จอภาพ โปรแกรมหลักนี้แบ่งออกเป็นโปรแกรมย่อย 4 โปรแกรม คือ Data Acquire and Store Program, Set Parameter Program, Monitorand Display Program, Connect to User Program



รูปที่ 2 ไดอะแกรมฮาร์ดแวร์

2. Report Generating Program โปรแกรมจะทำหน้าที่ สร้างรายงานสารสนเทศ เพื่อนำไปใช้ในการวิจัย สามารถสร้างรายงานโดยโปรแกรมจะเรียก Microsoft office เพื่อสร้างตารางและกราฟได้แบบอัตโนมัติ และสามารถส่งไฟล์ไปสู่โปรแกรมภายนอกได้หลายรูปแบบอีกด้วย



รูปที่ 3 ไดอะแกรมการพัฒนาซอฟต์แวร์

2.2.3 การทดลองและเก็บข้อมูล

ผู้วิจัยกำหนดขั้นตอนการทดลองและเก็บข้อมูลตามลำดับ ต่อไปนี้

1. ติดตั้งชุด Mobile Unit นอกอาคารวิจัย ห่างจากตัวอาคารวิจัย 50 เมตร

2. ติดตั้งชุด Base Unit (โดยไม่ใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์) บริเวณชั้นล่างของอาคารวิจัย เปิดชุดคอนโซล/รีซีฟเวอร์ให้พร้อมใช้งาน โดยใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับในอาคาร

3. เปิดคอมพิวเตอร์แบบฝังตัว รันซอฟต์แวร์โปรแกรมเฝ้าสังเกต และตรวจสอบกระบวนการอ่าน เขียนข้อมูล สภาวะอากาศทั้ง 7 ค่า คือ Humidity, Temperature, Wind Speed, Wind Direction, Solar-Radiation, Ultraviolet, Rain Rate and Barometric ว่าถูกต้องหรือไม่ และดำเนินการแก้ไข

4. เริ่มเก็บข้อมูล / ทดลอง ตั้งแต่วันที่ 18 ธันวาคม 2554 – 18 กุมภาพันธ์ 2555 ระยะเวลา 2 เดือน

5. ผู้วิจัยสุ่มช่วงเวลา การนำข้อมูลมาวิเคราะห์ผลการวิจัยระหว่างวันที่ 20-29 มกราคม 2555

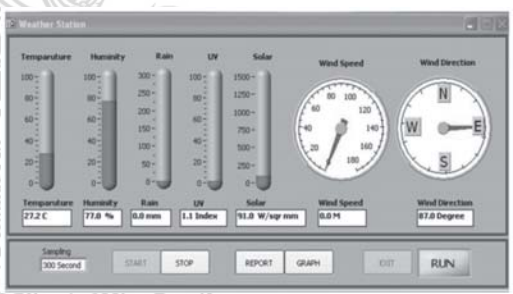
6. นำข้อมูลสภาพอากาศที่เก็บได้จากเซ็นเซอร์ และซอฟต์แวร์ทั้งหมดมาสร้างระบบสารสนเทศทางการวิจัย

7. แหล่งจ่ายไฟฟ้าด้วยเซลล์แสดงอาทิตย์ที่พัฒนาขึ้น ในรูปที่ 2 ทดสอบการทำงานแล้วพบว่าทำงานได้ดี แต่ไม่ได้นำมาใช้ในการเก็บผลการทดลองในบทความนี้

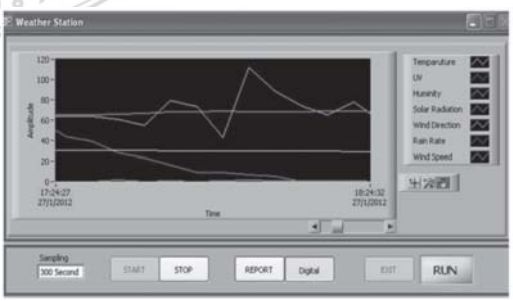
3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

3.1 ผลการพัฒนาโปรแกรม

โปรแกรมระบบเฝ้าสังเกต ที่พัฒนาขึ้นใหม่มีลักษณะดังรูปที่ 4 คือ หน้าแรกของโปรแกรมหลักจะแสดงให้เห็นพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่วัดได้ โดยแสดงผลเป็นตัวเลข และ ตัวแสดงผล (Indicator) หลายรูปแบบ หน้าแรกนี้จะแสดงค่าของ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาณน้ำฝน รังสีอัลตราไวโอเลต ความเข้มแสงอาทิตย์ ความเร็วและทิศทางลม ส่วนของทิศทางลมจะใช้เกจที่แสดงตำแหน่งของทิศเพื่อให้สังเกตได้ง่ายขึ้น ด้านล่างของหน้าต่างนี้ จะมีปุ่มเลือก เพื่อให้แสดงผลเป็นกราฟ และ ปุ่ม Unit เพื่อตั้งค่าหน่วยการวัด ทั้งหน่วย SI และอเมริกัน ผู้ใช้งานสามารถเลือกพอร์ตสื่อสารข้อมูล และเลือกเวลาสุ่มเก็บข้อมูลได้อีกด้วย

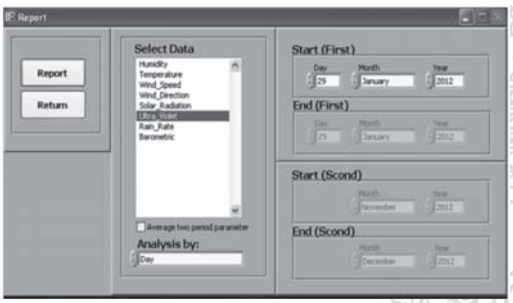


รูปที่ 4 Font Panel of the Main Program in Numerical Mode



รูปที่ 5 Font Panel of the Main Program in Graph Mode

สำหรับรูปที่ 5 คือ หน้าแรกของโปรแกรมหลักที่แสดงผลของพารามิเตอร์ต่าง ๆ ทั้ง 7 ค่า ที่วัดได้ในรูปแบบของกราฟแบบ Real Time ซึ่งผู้ใช้งานสามารถคลิกเลือกโหมดการแสดงผลได้ 2 แบบ คือ แบบกราฟและแบบตัวเลข (ค่าที่วัดได้จริง) รูปที่ 6 จะแสดงให้เห็นหน้าแรกของโปรแกรมการสร้างรายงานสารสนเทศเพื่อใช้ในการวิจัย ผู้ใช้งานสามารถเลือกข้อมูลเพื่อแสดงผลเป็นกราฟ ตาม วัน เดือน ปี ที่ต้องการ และเลือก



รูปที่ 6 Font panel of the Report Generating Program

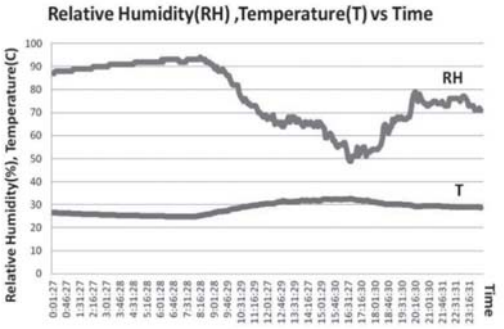
พารามิเตอร์ให้แสดงผลได้หลายตัวพร้อม ๆ กัน นอกจากนี้ ยังสามารถส่งไฟล์ออกไปจัดเก็บได้ในรูปแบบมาตรฐานของ Microsoft Office อีกด้วย เช่น MS-Word และ MS-Excel เป็นต้น สำหรับการเลือกวิธีการสร้างรายงานเลือกได้ 4 รูปแบบ โดยเลือกที่ช่อง Analysis by และเลือกเป็น Day Average Day, Average Month และ Average Year

3.2 ผลการเฝ้าสังเกต และการสร้างสารสนเทศทางการวิจัย

ผลการเฝ้าสังเกตเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่ในบทความนี้ผู้วิจัยสุ่มเลือกข้อมูลวันที่ 20-29 มกราคม 2555 โดยสุ่มข้อมูลของวันที่ 29 มกราคม 2555 เพื่อแสดงผลแบบ Day และใช้ข้อมูลระหว่างวันที่ 20-29 มกราคม 2555 เพื่อแสดงผลแบบ Average Day ส่วนการแสดงผลแบบ Average Month และ Average Year ไม่ได้นำมาแสดงผลไว้ในบทความนี้ (เนื่องจากต้องใช้เวลาในการเก็บข้อมูลนานกว่า 1 ปี)

3.2.1 ผลการวัดและบันทึกค่าความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิเทียบกับเวลา

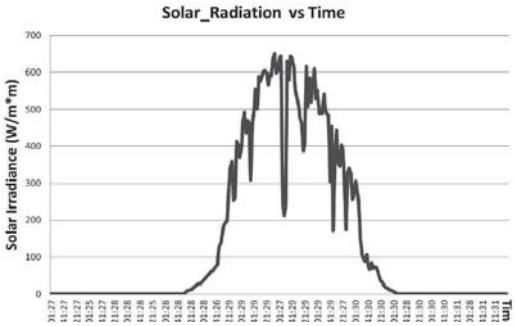
รูปที่ 7 เป็นผลการวัดและบันทึกค่าความชื้นสัมพัทธ์ (RH) และอุณหภูมิ (T) เทียบกับเวลาของวันที่ 29 มกราคม 2555 จากกราฟจะเห็นว่าค่าความชื้นสัมพัทธ์ในช่วงเวลากลางวันมีค่าต่ำกว่าช่วงกลางคืนและเวลาเช้า โดยมีค่าต่ำสุดเท่ากับ



รูปที่ 7 กราฟแสดงค่าความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิเทียบกับเวลา
ข้อมูล : วันที่ 29 มกราคม 2555

49% ที่เวลา 16:36:30 น. และมีค่าสูงสุดเท่ากับ 93% ที่เวลา 5:56:28 น. สำหรับกราฟของอุณหภูมิจะมีแนวโน้มที่ตรงข้ามกัน คือ จะมีค่าสูงในเวลากลางวันและมีค่าต่ำกว่าเวลากลางคืน โดยอุณหภูมิต่ำสุดเท่ากับ 24.88°C ที่เวลา 7:56:28 น. และสูงสุดเท่ากับ 32.66°C ที่เวลา 16:36:30 น.

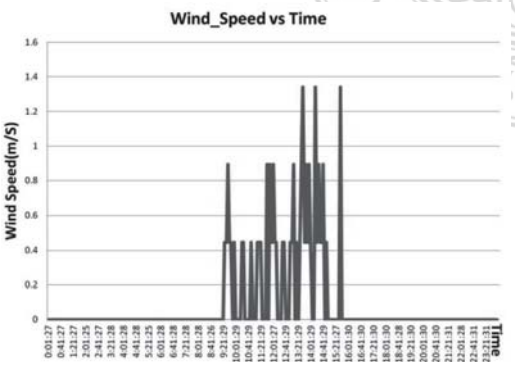
3.2.2 ผลการวัดและบันทึกค่าความเข้มของแสงอาทิตย์เทียบกับเวลา



รูปที่ 8 กราฟแสดงค่าความเข้มของแสงอาทิตย์เทียบกับเวลา
ข้อมูล : วันที่ 29 มกราคม 2555

จากรูปที่ 8 เป็นกราฟที่แสดงค่าความเข้มของแสงอาทิตย์ ที่วัดได้ในวันที่ 29 มกราคม 2555 เทียบกับเวลา โดยค่าความเข้มของแสงอาทิตย์สูงที่สุดเท่ากับ 645 W/m^2 ที่เวลา 12:36:29 น. สภาพอากาศของวันที่ 29 มกราคม 2555 จะมีเมฆเป็นช่วง ๆ ตลอดทั้งวัน เป็นวันที่ไม่มีความเข้มของแสงอาทิตย์มากนัก (Cloudy Day)

3.2.3 ผลการวัดและบันทึกค่าความเร็วลมเทียบกับเวลา



รูปที่ 9 กราฟแสดงค่าความเร็วลมเทียบกับเวลา
ข้อมูล : วันที่ 29 มกราคม 2555

จากรูปที่ 9 เป็นกราฟที่แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ ระหว่างค่าความเร็วลม (m/S) ต่อเวลา ในวันที่ 29 มกราคม 2555 จะพบว่า ความเร็วลมค่อนข้างต่ำ โดยมีความเร็วลมสูงสุด เท่ากับ 1.3411 m/S ที่เวลา 14:16:27 น. ส่วนช่วงเวลาตั้งแต่ 0.00-8.41 น. และ 16:01 น. จนถึง 23.21 น. ไม่มีลมพัดผ่านบริเวณพื้นที่ ที่ทำการวัด

3.2.4 ผลการวัดและบันทึกค่าทิศทางลมเทียบกับเวลา

รูปที่ 10 กราฟแสดงค่าทิศทางลมเทียบกับเวลา
ข้อมูล : วันที่ 29 มกราคม 2555

จากรูปที่ 10 เป็นกราฟที่แสดงทิศทางลมเทียบกับเวลา จะแสดงให้เห็นมุมของทิศทางลมที่ไหลผ่านตัวเซ็นเซอร์ที่ได้ทำการติดตั้งขึ้น โดยค่าของมุม เมื่อเปรียบเทียบกับทิศจะเป็น ดังนี้

0°, 360° คือ ทิศเหนือ (N)
90° คือ ทิศตะวันออก (E)
180° คือ ทิศใต้ (S)
270° คือ ทิศตะวันตก (W)
45° คือ ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (NE)
135° คือ ทิศตะวันออกเฉียงใต้ (SE)
225° คือ ทิศตะวันตกเฉียงใต้ (SW)
315° คือ ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ (NW)

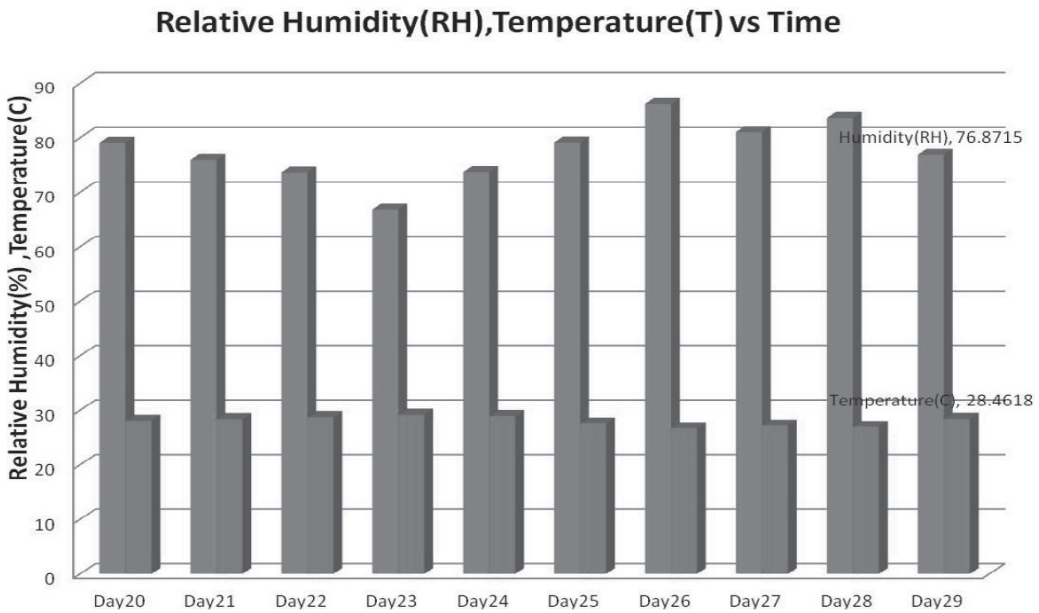
ดังนั้น จากรูปที่ 10 จะพบว่า ในวันที่ 29 มกราคม 2555 ช่วงเวลา ตั้งแต่ 0.01 น. จนถึง

9.21 น. ลมจะมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือประมาณ 60° NE แต่ช่วงเวลา 9.21 น. ถึง 16.41 น. ลมจะมาจากทิศตะวันตกเฉียงเหนือและตะวันตกเฉียงใต้แทนที่มุม ประมาณ 250° SW และ 310° NW

3.2.5 ผลการวัดและบันทึกค่าเฉลี่ยรายวัน

จากกราฟรูปที่ 11 จะพบว่า ค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยในวันที่ 26 มกราคม 2555 สูงที่สุดเท่ากับ 86.2% และวันที่ต่ำสุด คือ วันที่ 23 มกราคม 2555 เท่ากับ 66.8% ส่วนค่าอุณหภูมิแวดล้อมที่ทำการวัด มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในวันที่ 23 มกราคม 2555 เท่ากับ 29.2 °C และค่าต่ำสุดในวันที่ 26 มกราคม 2555 เท่ากับ 26.7 °C

ผู้วิจัยได้ทดสอบระยะทางไกลที่สุดของการติดตั้งชุด Mobile Unit กับ Base Unit พบว่าระยะทางไกลที่สุดที่สามารถรับส่งข้อมูลได้ประมาณ 60 เมตร



รูปที่ 11 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์รายวัน
ข้อมูล : วันที่ 20-29 มกราคม 2555

3.3 วิจารณ์

จากผลการวัดค่าสภาวะอากาศต่าง ๆ และได้แสดงผลในรูปแบบของสารสนเทศทางการวิจัย ทำให้เห็นได้ว่า ซอฟต์แวร์ระบบวัดแสงอาทิตย์ และสภาวะอากาศ ที่นักวิจัยพัฒนาขึ้นด้วยโปรแกรม LabVIEW ในการวิจัยนี้ สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถสร้างรายงานสารสนเทศเพื่อการวิจัย ตามที่นักวิจัยต้องการ อย่างไรก็ตาม การแสดงผลด้วยกราฟของค่าความเร็วลมและทิศทางลมตามมาตรฐานนั้น ควรเป็นแบบ Wind–Rose Diagram ซึ่งจะทำให้สามารถอ่านค่าได้ง่ายและชัดเจนมากกว่ากราฟ

แบบอื่น ๆ จึงควรพัฒนาความสามารถของโปรแกรมสร้างรายงาน ให้มีความสามารถดังกล่าวเพิ่มขึ้นในโอกาสต่อไป

สำหรับซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้น พบว่า ทำงานได้ดี ระบบฐานข้อมูล ยังไม่พบปัญหาใด ๆ ส่วนการเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์แบบฝังตัวที่ติดตั้งอยู่ในตู้ของ Base Unit เพื่อแสดงข้อมูลที่วัดได้ ผู้วิจัยใช้พอร์ต USB พบว่า ใช้งานได้ดี แต่ถ้าต้องการให้มีการมอนิเตอร์ ไปยังอุปกรณ์อื่น ๆ เช่น จอ แอล ซี ดี ขนาดใหญ่ (LCD Display Board) หรือ แสดงผลผ่าน Smart Phone อาจต้องมีการพัฒนารูปแบบการเชื่อมต่อเพิ่มเติมได้ ส่วนของฮาร์ดแวร์ เมื่อผู้วิจัยทำการทดลองโดยการวาง Mobile Unit ห่างจาก Base Unit (ที่ติดตั้งอยู่ในอาคาร) ไกลเกินกว่า 60 เมตร พบว่า สัญญาณวิทยุที่ส่งข้อมูลไม่ทำงาน เป็นเพราะว่าเสาอากาศของตัวส่งและตัวรับคลื่นวิทยุเป็นเสาเล็กขนาด 5 นิ้ว ซึ่งให้คลื่นวิทยุรูปแบบวงแหวน (โดนัท) คลื่นวิทยุจะกระจายเป็นวงกลม จึงส่งได้ในระยะสั้น โดยเฉพาะหากมีสิ่งกีดขวาง เช่น ต้นไม้หรืออาคาร ระยะทางจะยิ่งลดลง ประเด็นปัญหานี้ควรต้องพัฒนาแก้ไขในอนาคตปัญหาอีกประการหนึ่งที่ผู้วิจัยพบ คือ ช่วงเวลาในการเก็บข้อมูลแต่ละครั้ง ขึ้นอยู่กับ Time Interval ของ ชุดคอนโซล/รีซีฟเวอร์ จากการทดลอง พบว่า ไม่สามารถตั้งค่าของช่วงเวลาในการเก็บข้อมูลได้ต่ำกว่า 70 วินาที หากต้องการตั้งค่าที่ต่ำกว่านี้ อาจต้องหาทางพัฒนาต่อไป

4. สรุป

4.1 สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาระบบเฝ้าสังเกต สำหรับสถานีวัดอากาศอัตโนมัติมีประโยชน์อย่างมากต่อศูนย์วิจัยและถ่ายทอดเทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์ของคณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ เนื่องจากโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นสามารถตอบสนองความต้องการในการใช้ข้อมูลสภาวะอากาศเพื่อสร้างเป็นสารสนเทศเพื่อการวิจัย และจากผลการพัฒนา พบว่า การนำข้อมูลที่วัดได้มาสร้างรายงานในรูปแบบต่าง ๆ สามารถทำได้อย่างดีและมีความถูกต้อง และข้อมูลดังกล่าวสามารถนำมาใช้ในการคำนวณค่าต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการประเมินสมรรถนะของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ เช่น Performance Ratio, System losses and, the Efficiency เป็นต้น

แนวทางวิจัยในอนาคตผู้วิจัยจะพัฒนาเสาอากาศแบบอื่นแทนแบบเดิม เช่น เสาอากาศของตัวรับ-ส่งสัญญาณชนิดยากิ (Yagi Antenna's Transmitter and Receiver) หรือชนิดอื่น ๆ เพื่อเพิ่มระยะการส่งสัญญาณระหว่างชุด Mobile Unit กับ Base Unit ให้ไกลขึ้น สำหรับการวิจัยในอนาคตอาจกำหนดที่ระยะทางอยู่ระหว่าง 2-3 กิโลเมตร เพื่อเพิ่มขีดความสามารถของสถานีวัดสภาพอากาศนี้ให้สูงขึ้นอีก และยังอาจนำไปประยุกต์ใช้ เพื่อนำข้อมูลสภาพอากาศไปแสดงผลด้วย แผงแสดงผลอิเล็กทรอนิกส์ขนาดใหญ่ (Electronics Display Board) ที่มีการติดตั้งอยู่แล้วบริเวณด้านหน้ามหาวิทยาลัยฯ เพื่อเผยแพร่ข้อมูลสภาวะอากาศที่เป็นประโยชน์ต่อประชาชน ชุมชนและสังคมต่อไป

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ที่สนับสนุนงบประมาณจากกองทุนวิจัยของมหาวิทยาลัย และขอบคุณศูนย์วิจัยและถ่ายทอดเทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์ (SERTT) ที่สนับสนุนเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

6. เอกสารอ้างอิง

นภัทร วัจนเทพินทร์ และ เฉลิมพล เรืองพัฒนาวิวัฒน์. 2550. ระบบเฝ้าสังเกตการณ์ทำงานของระบบ ผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบต่อเข้าระบบ. **การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทยครั้งที่ 3, พ.ศ. 2550.**

Campbell Scientic, Data Loggers. nd. Sensors and Weather Station [Online]. Available from **http://www.campbellsci.cu.uk/**

K. Senkevich and N. Lavanda. 2009. Real Time Weather Information Using LabVIEW and Onset HoBo Weather Station, **http://itech.fgw.edu/faculty/Zalweski/CN T4104/Project/HoBo User Manval.bdf [online]**

M. Benghaneu. 2009. A Low Cost wireless Data Acquisition System for weather Station [Online].

_____. 2009. Measurement of meteorological data based on wireless data acquisition system monitoring, Applied Energy, Volume 86, Issue 12, December 2009, Pages 2651-2660, ISSN 0306-2619, DOI: 10.1016/j.apenergy.2009.03.026. [Online]. Available from **http://www.davisnet.com/weather/product/vx_product_ducs.asp?pnum=06520**

Marcelite Jenkins and James E. Payn. 2003. Using LabVIEW to Monitor and Control a weather station. **Bulletin of the South Carolina Academy of Science/Annual.**

N. Watjanatepin and C. Boonmee. 2010. Development of LabVIEW Monitoring System for the Hybrid PV–Wind Energy System. **Tech Connect World Conference and Expo 2010.** June 21-25, 2010, Anaheim, California, USA.

Napat Watjanatepin. 2009. Implementation for Maintaining the Building-Top GPV System **Renewable Energy International Journal,** February 2009, Volume 34. No 2: 444-449.

Prodata. n.d. Affordable automatic Weather Station [Online]. Available from **http://www.weatherstation.cu.uk/**