บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10

10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

เครือข่ายอุปกรณ์ตรวจวัดค่าฝุ่นละอองแบบกระจาย

Distributed Dust Sensor Network

ประภาส ผ่องสนาม

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต

p.phongsanam@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการสร้างระบบตรวจวัดค่าฝุ่นละอองในอากาศแบบกระจายโดยใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU ทำงานร่วมกับ Sharp Optical Dust Sensor โดยจะทำการตรวจวัดค่าฝุ่นละอองในอากาศตามระยะเวลาที่กำหนดเพื่อนำค่าข้อมูลที่วัดได้ มาเก็บบันทึกไว้ฐานข้อมูลกลางและนำมาแสดงผลในรูปแบบเว็บไซต์และกราฟ ซึ่งจากการทดลองพบว่าระบบสามารถเก็บข้อมูลได้ตามช่วงเวลาที่กำหนดและสามารถแสดงผลได้ตามต้องการ อีกทั้งระบบที่สร้างขึ้นนี้ยังมีราคาถูกและสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานเพื่อติดตามและประเมินผลได้หลากหลาย

คำสำคัญ: ระบบตรวจจับฝุ่นละออง, ระบบเก็บข้อมูลฝุ่นละออง, ระบบเซ็นเซอร์, อุปกรณ์ตรวจจับ PM2.5

Abstract

This article present a solution to create a system that can measure dust level in distributed air by using NodeMCU with sharp optical dust sensor, the system measure dust level from a given time duration and record the outcome in central database. Then, display it in websites and graph. From the experiment, the system is able to record data at any period of time and represent the recorded data as wanted. Also, the cost of building this system is inexpensive and the system can be applied to monitor and comprehend in various applications

Keywords: Dust Sensor, Dust Sensor System, Sensor System, PM2.5 Sensor

1. บทนำ

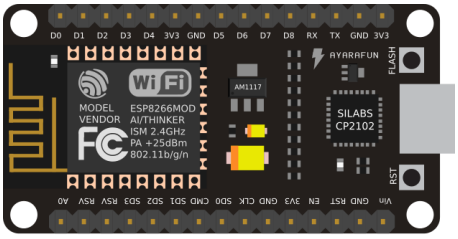
ในปัจจุบันอัตราการเพิ่มขึ้นของมลพิษ หมอกควันและฝุ่นละอองในอากาศมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตชุมชนเมือง ซึ่งหากมีค่าความเข้มสูงเกินกว่าค่ามาตรฐาน[1, 6-8] ที่กำหนด อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้อยู่อาศัยทั้งในระยะสั้นและในระยะยาว โดยฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM2.5) จะสามารถแพร่กระจายเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจ [2] กระแสเลือด และแทรกซึมเข้าสู่กระบวนการทำงานของอวัยวะต่างๆ ในร่างกาย เพิ่มความเสี่ยงเป็นโรคระบบทางเดินหายใจ หลอดเลือดและอาจก่อให้เกิดมะเร็งได้ [3-5] ดังนั้นเพื่อความสะดวกในการติดตาม ประเมินผล และเฝ้าระวัง ในแต่ละพื้นที่ ผู้พัฒนาจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาอุปกรณ์ตรวจวัดค่าฝุ่นละอองในอากาศแบบกระจาย ที่ราคาถูก ติดตั้งง่าย สามารถนำไปติดตั้งไว้ตามสถานที่ต่าง ๆ ได้ โดยระบบนี้จะทำการตรวจจับค่าฝุ่นละอองในอากาศและเก็บข้อมูลทุก ๆ ช่วงเวลาที่กำหนด เพื่อส่งข้อมูลที่ได้มาเก็บบันทึกไว้ที่ระบบฐานข้อมูลกลาง โดยผู้ใช้งานระบบจะสามารถติดตามการรายงานผลออนไลน์ได้ผ่านทางหน้าเว็บไซต์ โดยระบบจะสามารถรายงานสรุปผลและแสดงกราฟได้

ตารางที่ 1 มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป [1, 6-8]

สารมลพิษ	ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นในเวลา	ค่ามาตรฐาน (มก./ลบ.ม.)
1.ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 100 ไมครอน	24 ชม.	ไม่เกิน 0.33
	1 ปี	ไม่เกิน 0.10
2.ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน	24 ชม.	ไม่เกิน 0.12
	1 ปี	ไม่เกิน 0.05
3.ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน	24 ชม.	ไม่เกิน 0.05
	1 ปี	ไม่เกิน

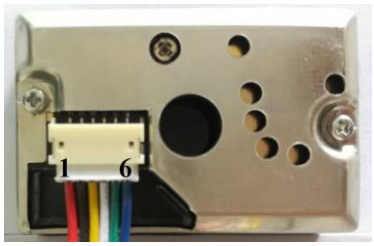
2. ทฤษฎีพื้นฐาน

NodeMCU คือบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์สำเร็จรูปที่ใช้ช่วยในการสร้างโปรเจ็ค Internet of Thing (IoT) ประกอบด้วย ตัวบอร์ด (Development Kit) และ เฟิร์มแวร์ (Firmware) ที่เป็น Open Source ที่มาพร้อมกับโมดูล WiFi (ESP 8266) ที่นักพัฒนาสามารถใช้ Arduino IDE เพื่อเขียนโปรแกรมโดยใช้ภาษา C/C++ เพื่อควบคุมและสั่งการได้ โดยโครงสร้างและตัวอุปกรณ์ NodeMCU แสดงดังรูปที่ 1



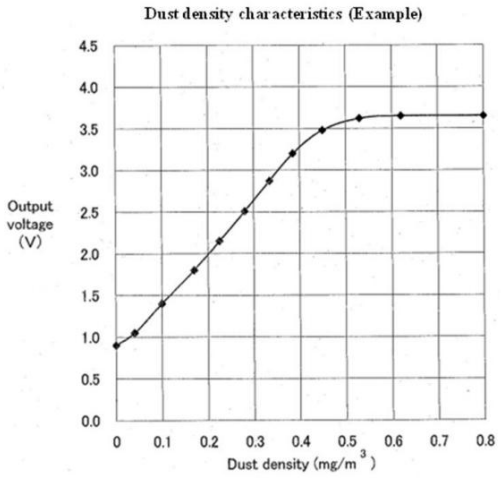
รูปที่ 1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU

อุปกรณ์เซ็นเซอร์ที่ใช้ตรวจจับ ฝุ่นละอองในการทดลองนี้คือ Sharp GP2Y1010AU0F Optical Dust Sensor [9 - 11] ซึ่งเป็นอุปกรณ์เซ็นเซอร์ที่ ใช้ตรวจจับ อนุภาคขนาดเล็ก เช่น ฝุ่นละอองหรือควันบุหรี่ ในอากาศที่ใช้พลังงานต่ำ โดยให้เอาท์พุทเป็นสัญญาณแบบอนาล็อค(Analog) ขึ้นอยู่กับค่าแรงดันอินพุทและค่าความเข้มของฝุ่นละอองในอากาศที่ตัวอุปกรณ์ตรวจวัดได้ขณะนั้น โดยค่าเอาท์พุทที่ได้จะมีหน่วยวัดมาตรฐานเป็นมิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (mg/m^3)



รูปที่ 2 Sharp GP2Y1010AU0F Optical Dust Sensor

โดยค่าความเข้มของฝุ่นละอองที่อ่านค่าได้จะมีความสัมพันธ์ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดัน V กับ Dust Density

3. การออกแบบและนำไปใช้งาน

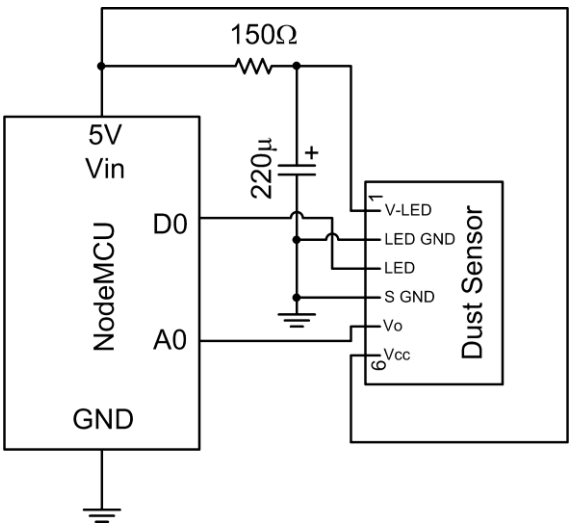
ในแต่ละชุดของตัวอุปกรณ์ตรวจจับฝุ่นละอองที่ใช้ในการทดลองนี้จะประกอบไปด้วยรายการอุปกรณ์

- NodeMCU DEVKIT 1.0
- Sharp GP2Y1010AU0F Optical Dust Sensor
- 6-pin TE 1.5mm pitch connector cable
- 220 uF Capacitor
- 150 Ω Resistor
- Breadboard
- M/M jumper cables

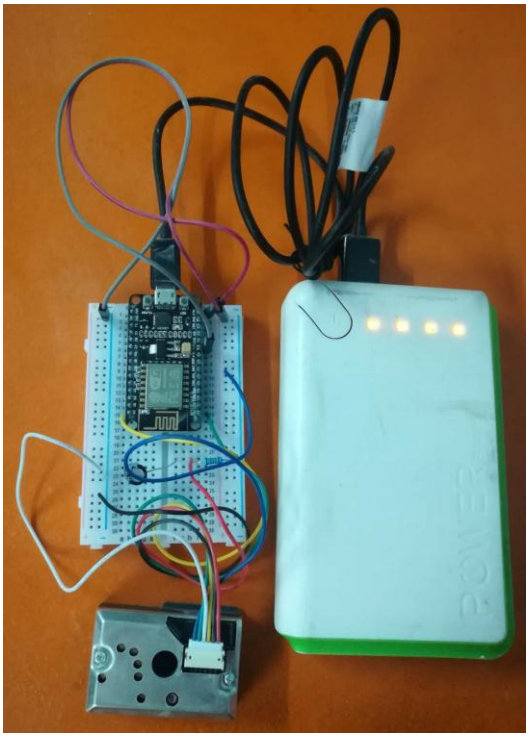
โดยรูปแบบการเชื่อมต่อวงจรและขาของตัวอุปกรณ์แสดงดังตารางที่ 2 และรูปที่ 4 และ 5 ตามลำดับ โดยอุปกรณ์แต่ละชุดจะเชื่อมต่อและส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายไร้สาย เพื่อส่งข้อมูลค่าที่ตรวจวัดได้มาเก็บไว้ที่ฐานข้อมูลกลาง แสดงตัวอย่างดังรูปที่ 6

ตารางที่ 2 การต่อเชื่อมกันระหว่าง Dust Sensor กับ NodeMCU

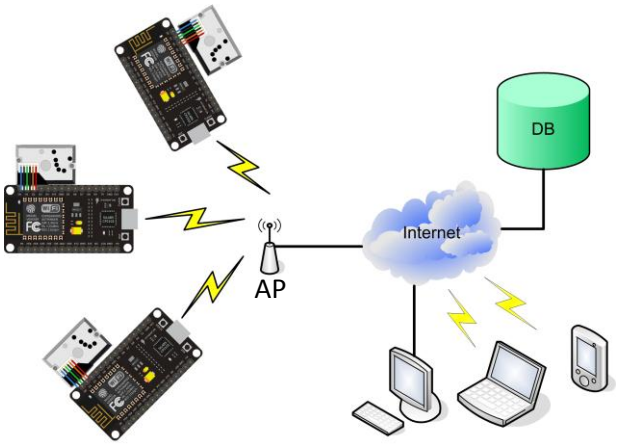
Sharp Dust Sensor	Attached To NodeMCU
1 (V-LED)	5.0V Pin (150 Ohm in between)
2 (LED-GND)	GND Pin
3 (LED)	Digital Pin D0
4 (S-GND)	GND Pin
5 (Vo)	Analog Pin A0
6 (Vcc)	5.0V Pin Vin (Direct)



รูปที่ 4 Schematic Diagram ของวงจร



รูปที่ 5 ชุดอุปกรณ์ตรวจวัดค่าฝุ่นละออง



รูปที่ 6 เครือข่ายอุปกรณ์ตรวจวัดค่าฝุ่นละอองแบบกระจาย

สมการที่นำไปใช้คำนวณหาค่าความเข้มของฝุ่นละอองในอากาศเมื่ออ่านค่าข้อมูลจาก Vo แล้วจะต้องทำการแปลงค่าข้อมูลที่ได้ (0 – 1023) เป็นระดับแรงดันไฟโดยใช้สูตร (1) หรือ (2)

กรณีใช้แหล่งจ่ายแรงดันไฟ 5.0 V

adcVoltage = Vo*(5.0/1024) (1)

กรณีใช้แหล่งจ่ายแรงดันไฟ 3.3V

adcVoltage = Vo*(3.3/1024) (2)

ในการคำนวณหาค่าความเข้มของฝุ่นละอองในอากาศจาก (1) – (2) สามารถประมาณการได้จากสูตร (3) – (4)

DustDensity = 6 * adcVoltage / 35 - 0.1; (3)

หรือ

DustDensity = 0.17*adcVoltage-0.1; (4)

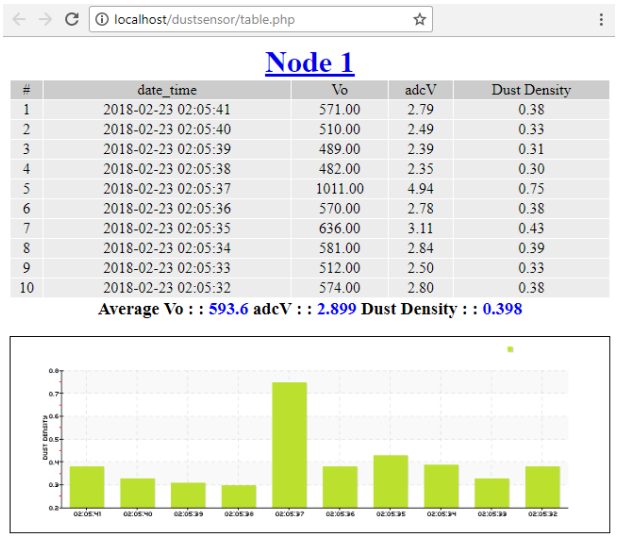
โดยข้อมูลของแต่ละโหนดที่คำนวณได้จะถูกส่งไปเก็บลงไว้ในฐานข้อมูลซึ่งประกอบด้วย 2 ตารางหลักคือ

ตารางที่ 3 โครงสร้างตาราง Node

ชื่อ	ขนาดข้อมูล	ความหมาย
Node_id	Int(10)	หมายเลขโหนด
Name	Varchar(50)	ชื่อโหนด
Description	Varchar(100)	ข้อมูลรายละเอียดโหนด

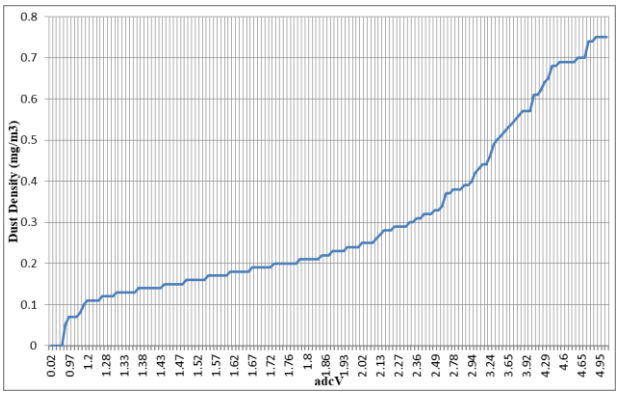
ตารางที่ 4 โครงสร้างตาราง Dust

ชื่อ	ขนาดข้อมูล	ความหมาย
ID	Int(10)	หมายเลขเฉพาะ
Node_Id	Int(10)	หมายเลขโหนด
Date_time	Datetime	วัน-เวลาที่บันทึกข้อมูล
Vo	Varchar(10)	ค่า Vo ที่อ่านค่าได้
adcV	Varchar(10)	ค่าแรงดันไฟฟ้าที่แปลงจาก Vo
Density	Varchar(10)	ค่าความเข้มของฝุ่นละออง (mg/m^3)



รูปที่ 7 หน้าเว็บเพจรายงานผลการตรวจวัดตามช่วงเวลาที่กำหนด

จากผลการทดสอบการบันทึกข้อมูลและแสดงผลผ่านทางหน้าเว็บเพจในแต่ละโหนดแสดงตัวอย่างดังรูปที่ 7 ซึ่งเมื่อนำข้อมูลค่าความเข้มของฝุ่นละอองในอากาศมาเปรียบเทียบกับค่าแรงดันที่อ่านได้จากตัวเซ็นเซอร์แสดงผลได้ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 กราฟเปรียบเทียบ Dust Density กับ adcV

4. สรุปผล

ระบบเครือข่ายอุปกรณ์ตรวจวัดค่าฝุ่นละอองแบบกระจาย เป็นระบบที่มีขนาดเล็ก ใช้อุปกรณ์น้อย ราคาถูก สามารถประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย ซึ่งจากผลการทดสอบการทำงานของระบบ พบว่าระบบสามารถทำการเก็บบันทึกข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพและแสดงผลข้อมูลทั้งหมดได้อย่างครบถ้วนตามวัตถุประสงค์

เอกสารอ้างอิง

[1] http://www.pcd.go.th/info_serv/reg_std_airsnd01.html สืบค้นข้อมูลเมื่อ 20 กุมภาพันธ์ 2561

[2] Y. Xing, Y. Xu, M. Shi, Y. Lian, “The impact of PM2.5 on the human respiratory system”, Journal of Thoracic Disease, 2016 Jan; 8(1): E69–E74.

[3] J. Schwartz, “Harvesting and long term exposure effects in the relation between air pollution and mortality”, Am J Epidemiol. 2000 Mar 1;151(5):440-8.

[4] MC. Turner , D. Krewski , CA. Pope,Y. Chen , SM. Gapstur , MJ. Thun , “Long-term ambient fine particulate matter air pollution and lung cancer in a large cohort of never-smokers”, Am J Respir Crit Care Med. 2011 Dec 15;184(12):1374-81.

[5] K. Katanoda, T. Sobue, H. Satoh, “An association between long-term exposure to ambient air pollution and mortality from lung cancer and respiratory diseases in Japan”, J Epidemiol 2011;21:132-43.

[6] ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 36 (พ.ศ. 2553) เรื่อง กำหนดมาตรฐานฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน์ในบรรยากาศโดยทั่วไป ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 127 ตอนพิเศษ 37ง วันที่ 24 มีนาคม พ.ศ. 2553

[7] ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 (พ.ศ.2538) เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 ประกาศในกิจจานุเบกษา เล่ม 112 ตอนที่ 52ง. วันที่ 25 พฤษภาคม พ.ศ. 2538

[8] ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 24 (พ.ศ. 2547) เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 121 ตอนพิเศษ 104 ง. วันที่ 22 กันยายน พ.ศ. 2547

[9] “Application note of Sharp dust sensor GP2Y1010AU0F”, http://www.sharp-world.com/products/device/lineup/data/pdf/datasheet/gp2y1010au_appl_e.pdf

[10] https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/gp2y1010au_e.pdf

[11] Sharp GP2Y1010 dust sensor, https://www.pocketmagic.net/sharp-gp2y1010-dust-sensor/