

## แจ้งเตือน PM 2.5

### บทคัดย่อ

แผนการเฝ้าระวังปัญหาฝุ่นขนาดเล็กเป็นปัญหาต่อสุขภาพ การที่ต้องเฝ้าระวังตรวจสอบว่ามีฝุ่นขนาดเล็กในแต่ละวันแต่ละช่วงเวลาและมีปริมาณฝุ่นที่ต้องบันทึกเพื่อหาค่าเฉลี่ยมีค่าในแต่ละวัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยฝุ่นกับเกณฑ์มาตรฐาน เครื่องมือการตรวจวัดฝุ่นขนาดเล็กมีราคาที่มีจำหน่ายโดยทั่วไปจะเป็นเครื่องวัดที่ต้องดูแลการวัดที่ตัวเครื่องและตั้งจดบันทึกข้อมูลทำให้ต้องใช้เวลาในการจดบันทึก จึงมีแนวคิดการจัดทำเครื่องมือที่สามารถบันทึกข้อมูลและสามารถรายงานผลผ่านระบบอินเทอร์เน็ต (Internet of Things : IoT) [4] ที่สามารถแสดงผลที่ได้ทุกที่โดยไม่จำเป็นต้องไปดูที่เครื่องตรวจวัดฝุ่นต้องเสียเวลาเดินทางไปดูผลการวัด ในการออกเครื่องมือวัดด้วยอุปกรณ์เซ็นเซอร์ฝุ่นขนาดเล็ก ขนาด 10 ไมครอน 2.5 ไมครอน และ 1 ไมครอน เชื่อมต่อกับ NodeMCU ESP8266 เพื่อประมวลผลแสดงผลผ่านจอแอลซีดีและส่งค่าผลการวัดผ่านระบบอินเทอร์เน็ตและแจ้งเตือนภาวะเกินค่า 50 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) การสร้างอุปกรณ์การวัดตามความต้องการเพื่อประหยัดต้นทุนค่าใช้จ่ายอุปกรณ์และประหยัดเวลาในการจดบันทึกข้อมูลให้มีความรวดเร็วถูกต้อง

การเรียนรู้การประยุกต์ใช้งานให้เข้าระบบ IoT ให้กับงานคุณภาพต้องมีการเรียนรู้และพัฒนาให้ใช้งานได้จริง และก้าวทันตามเทคโนโลยีที่เปลี่ยนไป เพื่อตอบสนองงานคุณภาพ

### หลักการและเหตุผล

การเฝ้าระวังปัญหาฝุ่นขนาดเล็กเป็นปัญหาต่อสุขภาพ การที่ต้องเฝ้าระวังตรวจสอบว่ามีฝุ่นขนาดเล็กในแต่ละวันแต่ละช่วงเวลาและมีปริมาณฝุ่นที่ต้องบันทึกเพื่อหาค่าเฉลี่ยมีค่าในแต่ละวัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยฝุ่นกับเกณฑ์มาตรฐาน และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยฝุ่นกับเกณฑ์มาตรฐานเป็นรายเดือน รายปี ต้องนำข้อมูลเพื่อไปสร้างให้บุคลากรในโรงพยาบาลและประชาชนต่อไป กระบวนการที่สำคัญต้องมีเครื่องมือวัดที่สามารถรายงานผลผ่านระบบอินเทอร์เน็ตและแจ้งเตือนค่าฝุ่นขนาดเล็กผ่านโปรแกรม Line

การเฝ้าระวังปัญหาฝุ่นขนาดเล็กเป็นปัญหาต่อสุขภาพ โรงพยาบาลต้องมีการเรียนรู้การวัดฝุ่นขนาดเล็ก การจัดทำเครื่องที่จะทำเครื่องวัดและออกแบบระบบแจ้งเตือน ทำความเข้าใจในการวัดฝุ่นขนาดเล็ก การบันทึกข้อมูลและการคำนวณทางสถิติต้องมีการเรียนรู้ของผู้รับผิดชอบงานและบุคลากรในโรงพยาบาล เพื่อที่จะให้ความรู้ความเข้าใจและความตระหนักแก่ประชาชนในอำเภอพนนาแก้ว

### วัตถุประสงค์

1. เพื่อเรียนรู้การวัดฝุ่นขนาดเล็ก
2. เพื่อเรียนระบบรายงานข้อมูลผ่านระบบ IOT
3. เพื่อซักซ้อมความเข้าใจกับภัยฝุ่นขนาดเล็ก

## ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

### 1. ข้อมูลดัชนีคุณภาพอากาศ

ดัชนีคุณภาพอากาศ [1] (Air Quality Index : AQI) เป็นการรายงานข้อมูลคุณภาพอากาศในรูปแบบที่ง่ายต่อความเข้าใจของประชาชนทั่วไป เพื่อเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ให้สาธารณชนได้รับทราบถึงสถานการณ์มลพิษทางอากาศในแต่ละพื้นที่ว่าอยู่ในระดับใด มีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยหรือไม่ ดัชนีคุณภาพอากาศ 1 ค่า ใช้เป็นตัวแทนค่าความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศ 6 ชนิด ได้แก่

1.1 ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน ( $PM_{2.5}$ ) เป็นฝุ่นที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 2.5 ไมครอน เกิดจากการเผาไหม้ทั้งจากยานพาหนะ การเผาวัสดุการเกษตร ไฟป่า และกระบวนการอุตสาหกรรม สามารถเข้าไปถึงถุงลมในปอดได้ เป็นผลทำให้เกิดโรคในระบบทางเดินหายใจ และโรคปอดต่างๆ หากได้รับในปริมาณมากหรือเป็นเวลานานจะสะสมในเนื้อเยื่อปอด ทำให้การทำงานของปอดเสื่อมประสิทธิภาพลง ทำให้หลอดลมอักเสบ มีอาการหอบหืด

1.2 ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน ( $PM_{10}$ ) เป็นฝุ่นที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 10 ไมครอน เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง การเผาในที่โล่ง กระบวนการอุตสาหกรรม การบด การม่ หรือการทำให้เป็นผงจากการก่อสร้าง ส่งผลกระทบต่อสุขภาพเนื่องจากเมื่อหายใจเข้าไปสามารถเข้าไปสะสมในระบบทางเดินหายใจ

1.3 ก๊าซโอโซน ( $O_3$ ) เป็นก๊าซที่ไม่มีสีหรือมีสีฟ้าอ่อน มีกลิ่นฉุน ละลายน้ำได้เล็กน้อย เกิดขึ้นได้ทั้งในระดับบรรยากาศชั้นที่สูงจากผิวโลก และระดับชั้นบรรยากาศผิวโลกที่ใกล้พื้นดิน ก๊าซโอโซนที่เป็นสารมลพิษทางอากาศคือก๊าซโอโซนในชั้นบรรยากาศผิวโลก เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน และสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย โดยมีแสงแดดเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา มีผลกระทบต่อสุขภาพ โดยก่อให้เกิดการระคายเคืองตาและระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจและเยื่อต่างๆ ความสามารถในการทำงานของปอดลดลง เหนื่อยเร็ว โดยเฉพาะในเด็ก คนชรา และคนที่เป็นโรคปอดเรื้อรัง

1.4 ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ( $CO$ ) เป็นก๊าซที่ไม่มีสี กลิ่น และรส เกิดจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของเชื้อเพลิงที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ ก๊าซนี้สามารถสะสมอยู่ในร่างกายได้โดยจะไปรวมตัวกับฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดงได้ดีกว่าออกซิเจนประมาณ 200-250 เท่า เมื่อหายใจเข้าไปทำให้ก๊าซชนิดนี้จะไปแย่งจับกับฮีโมโกลบินในเลือด เกิดเป็นคาร์บอกซีฮีโมโกลบิน ( $CoHb$ ) ทำให้การลำเลียงออกซิเจนไปสู่เซลล์ต่างๆ ของร่างกายลดน้อยลง ส่งผลให้ร่างกายเกิดอาการอ่อนเพลีย และหัวใจทำงานหนักขึ้น

1.5 ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ( $NO_2$ ) เป็นก๊าซที่ไม่มีสีและกลิ่น ละลายน้ำได้เล็กน้อย มีอยู่ทั่วไปในธรรมชาติ หรือเกิดจากการกระทำของมนุษย์ เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิงต่างๆ อุตสาหกรรมบางชนิด เป็นต้น ก๊าซนี้มีผลต่อระบบการมองเห็นและผู้ที่สูดดมหรือมีอาการหอบหืดหรือ โรคเกี่ยวกับทางเดินหายใจ

1.6 ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ( $SO_2$ ) เป็นก๊าซที่ไม่มีสี หรืออาจมีสีเหลืองอ่อนๆ มีรสและกลิ่นที่ระดับความเข้มข้นสูง เกิดจากธรรมชาติและจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงที่มีกำมะถัน (ซัลเฟอร์) เป็นส่วนประกอบ สามารถละลายน้ำได้ดี สามารถรวมตัวกับสารมลพิษอื่นแล้วก่อตัวเป็นอนุภาคฝุ่นขนาดเล็กได้ ก๊าซนี้มีผลกระทบโดยตรงต่อสุขภาพทำให้เกิดการระคายเคืองต่อเยื่อตา ผิวหนัง และระบบทางเดินหายใจ หากได้รับเป็นเวลานาน ๆ จะทำให้เป็นโรคหลอดลมอักเสบเรื้อรังได้

2. **ดัชนีคุณภาพอากาศของประเทศไทย** แบ่งเป็น 5 ระดับ [1] คือ ตั้งแต่ 0 ถึง 201 ขึ้นไป ซึ่งแต่ละระดับจะใช้สีเป็นสัญลักษณ์เปรียบเทียบกับระดับของผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยตามตารางที่ 1 โดยดัชนีคุณภาพอากาศ 100 จะมีค่าเทียบเท่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป หากดัชนีคุณภาพอากาศมีค่าสูงเกินกว่า 100 แสดงว่าค่าความเข้มข้นของมลพิษทางอากาศมีค่าเกินมาตรฐานและคุณภาพอากาศในวันนั้นจะเริ่มมีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน

|               | 0 - 25 | 26 - 50 | 51 - 100 | 101 - 200               | 201 ขึ้นไป         |
|---------------|--------|---------|----------|-------------------------|--------------------|
| ความหมายของสี | ดีมาก  | ดี      | ปานกลาง  | เริ่มมีผลกระทบต่อสุขภาพ | มีผลกระทบต่อสุขภาพ |

ตารางที่ 1 เกณฑ์ของดัชนีคุณภาพอากาศของประเทศไทย

| AQI       | ความหมาย                | สีที่ใช้ | ข้อความแจ้งเตือน                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-----------|-------------------------|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0 - 25    | คุณภาพอากาศดีมาก        | ฟ้า      | คุณภาพอากาศดีมาก เหมาะสำหรับกิจกรรมกลางแจ้งและการท่องเที่ยว                                                                                                                                                                                                                               |
| 26 - 50   | คุณภาพอากาศดี           | เขียว    | คุณภาพอากาศดี สามารถทำกิจกรรมกลางแจ้งและการท่องเที่ยวได้ตามปกติ                                                                                                                                                                                                                           |
| 51 - 100  | ปานกลาง                 | เหลือง   | <u>ประชาชนทั่วไป</u> : สามารถทำกิจกรรมกลางแจ้งได้ตามปกติ<br><u>ผู้ที่ต้องดูแลสุขภาพเป็นพิเศษ</u> : หากมีอาการเบื้องต้น เช่น ไอ หายใจลำบาก ระคายเคืองตา ควรลดระยะเวลาการทำกิจกรรมกลางแจ้ง                                                                                                  |
| AQI       | ความหมาย                | สีที่ใช้ | ข้อความแจ้งเตือน                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 101 - 200 | เริ่มมีผลกระทบต่อสุขภาพ | ส้ม      | <u>ประชาชนทั่วไป</u> : ควรเฝ้าระวังสุขภาพ ถ้ามีอาการเบื้องต้น เช่น ไอ หายใจลำบาก ระคายเคืองตา ควรลดระยะเวลาการทำกิจกรรมกลางแจ้ง หรือใช้อุปกรณ์ป้องกันตนเองหากมีความจำเป็น<br><u>ผู้ที่ต้องดูแลสุขภาพเป็นพิเศษ</u> : ควรลดระยะเวลาการทำกิจกรรมกลางแจ้ง หรือใช้อุปกรณ์ป้องกันตนเองหากมีความ |

|            |                             |     |                                                                                                                                                        |
|------------|-----------------------------|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|            |                             |     | จำเป็น ถ้ามีอาการทางสุขภาพ เช่น ไอ หายใจลำบาก ตาอักเสบ แน่นหน้าอก ปวดศีรษะ หัวใจเต้นไม่เป็นปกติ คลื่นไส้ อ่อนเพลีย ควรปรึกษาแพทย์                      |
| 201 ขึ้นไป | มี ผล ก ร ะ ท บ ต่ อ สุขภาพ | แดง | ทุกคนควรหลีกเลี่ยงกิจกรรมกลางแจ้งทุก หลีกเลียงพื้นที่ที่มีมลพิษทางอากาศสูง หรือใช้อุปกรณ์ป้องกันตนเองหากมีความจำเป็น หากมีอาการทางสุขภาพควรปรึกษาแพทย์ |

### 3. การคำนวณดัชนีคุณภาพอากาศรายวันของสารมลพิษทางอากาศแต่ละประเภท [1]

คำนวณจากค่าความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศจากข้อมูลผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศ โดยมีระดับของค่าความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศที่เทียบเท่ากับค่าดัชนีคุณภาพอากาศที่ระดับต่างๆ ดัง (ตารางที่ 2) การคำนวณดัชนีคุณภาพอากาศภายในช่วงระดับ เป็นสมการเส้นตรง ดังนี้

กำหนดให้

$$I = \frac{I_j - I_i}{X_j - X_i} (X - X_i) + I_i$$

I = ค่าดัชนีย่อยคุณภาพอากาศ

X = ความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศจากการตรวจวัด

$X_i$  ,  $X_j$  = ค่าต่ำสุด, สูงสุด ของช่วงความเข้มข้นสารมลพิษที่มีค่า X

$I_i$  ,  $I_j$  = ค่าต่ำสุด, สูงสุด ของช่วงดัชนีคุณภาพอากาศที่ตรงกับช่วงความเข้มข้น X จากค่าดัชนีย่อยที่คำนวณได้ สารมลพิษทางอากาศประเภทใดมีค่าดัชนีสูงสุด จะใช้เป็นดัชนีคุณภาพอากาศ (AQI) ณ ช่วงเวลานั้น

**ตารางที่ 2** ค่าความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศที่เทียบเท่ากับค่าดัชนีคุณภาพอากาศ

| AQI         | PM <sub>2.5</sub><br>(มคก./ลบ.ม.) | PM <sub>10</sub><br>(มคก./ลบ.ม.) | O <sub>3</sub><br>(ppb)   | CO<br>(ppm) | NO <sub>2</sub><br>(ppb) | SO <sub>2</sub><br>(ppb) |
|-------------|-----------------------------------|----------------------------------|---------------------------|-------------|--------------------------|--------------------------|
|             | เฉลี่ย 24 ชั่วโมงต่อเนื่อง        |                                  | เฉลี่ย 8 ชั่วโมงต่อเนื่อง |             | เฉลี่ย 1 ชั่วโมง         |                          |
| 0 - 25      | 0 - 25                            | 0 - 50                           | 0 - 35                    | 0 - 4.4     | 0 - 60                   | 0 - 100                  |
| 26 - 50     | 26 - 37                           | 51 - 80                          | 36 - 50                   | 4.5 - 6.4   | 61 - 106                 | 101 - 200                |
| 51 - 100    | 38 - 50                           | 81 - 120                         | 51 - 70                   | 6.5 - 9.0   | 107 - 170                | 201 - 300                |
| 101 - 200   | 51 - 90                           | 121 - 180                        | 71 - 120                  | 9.1 - 30.0  | 171 - 340                | 301 - 400                |
| มากกว่า 200 | 91 ขึ้นไป                         | 181 ขึ้นไป                       | 121 ขึ้นไป                | 30.1 ขึ้นไป | 341 ขึ้นไป               | 401 ขึ้นไป               |

ช่วงเวลาเฉลี่ย และหน่วยสารมลพิษทางอากาศที่ใช้ในการคำนวณ

PM<sub>2.5</sub> เฉลี่ย 24 ชั่วโมงต่อเนื่อง : ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร หรือ มคก./ลบ.ม. หรือ  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

PM<sub>10</sub> เฉลี่ย 24 ชั่วโมงต่อเนื่อง : ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร หรือ มคก./ลบ.ม. หรือ  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

O<sub>3</sub> เฉลี่ย 8 ชั่วโมงต่อเนื่อง : ส่วนในพันล้านส่วน หรือ ppb หรือ 1/1,000,000,000

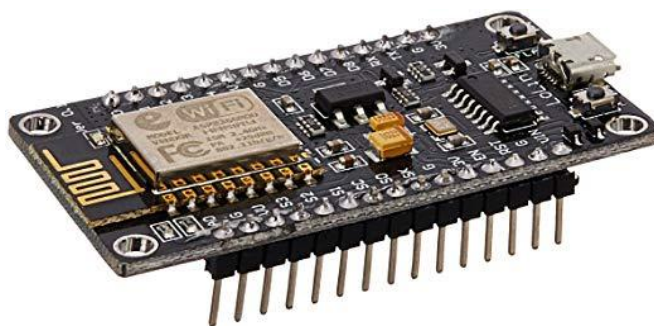
CO เฉลี่ย 8 ชั่วโมงต่อเนื่อง : ส่วนในล้านส่วน หรือ ppm หรือ 1/1,000,000

NO<sub>2</sub> เฉลี่ย 1 ชั่วโมง : ส่วนในพันล้านส่วน หรือ ppb หรือ 1/1,000,000,000

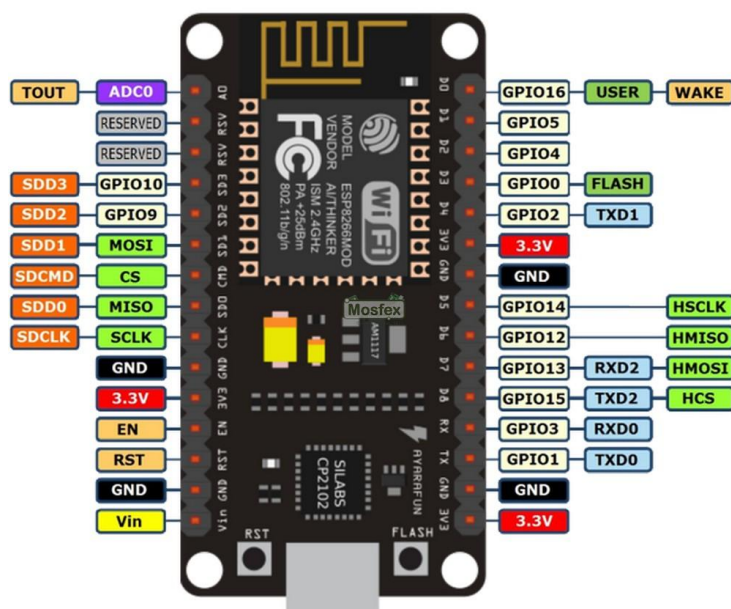
SO<sub>2</sub> เฉลี่ย 1 ชั่วโมง : ส่วนในพันล้านส่วน หรือ ppb หรือ 1/1,000,000,000

#### 4. Node MCU ESP8266 [2]

NodeMCU เป็นแพลตฟอร์มโอเพ่นซอร์ส IoT [4] [5] ประกอบด้วยเฟิร์มแวร์ซึ่งทำงานบน ESP8266 Wi-Fi SoC จากระบบ Espressif และฮาร์ดแวร์ซึ่งอิงกับโมดูล ESP-12 คำว่า "NodeMCU" โดยคำเริ่มต้นหมายถึงเฟิร์มมากกว่าชุดพัฒนา เฟิร์มแวร์ใช้ภาษาสคริปต์ Lua มันขึ้นอยู่กับโครงการ eLua และสร้างขึ้นบน Espressif Non-OS SDK สำหรับ ESP8266 ใช้โอเพ่นซอร์สหลายโครงการ เช่น lua-cjson [8] และ spiffs



รูปที่ 1 ESP8266



รูปที่ 2 แสดงรายละเอียดขาเชื่อมต่อวงจร ESP

|                |                                                                                                                                       |
|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ผู้พัฒนา       | ESP8266 ชุมชนโอเพ่นซอร์ส                                                                                                              |
| ชนิด           | ไมโครคอนโทรลเลอร์บอร์ดเดี่ยว                                                                                                          |
| ระบบปฏิบัติการ | XTOS                                                                                                                                  |
| ชิพฟิยู        | ESP8266 <sup>[1]</sup> (LX106 <sup>[2]</sup> )                                                                                        |
| หน่วยความจำ    | 128kBytes                                                                                                                             |
| การเก็บรักษา   | 4MBytes <sup>[3]</sup>                                                                                                                |
| อำนาจ          | ยูเอสบี                                                                                                                               |
| เว็บไซต์       | <a href="http://www.nodemcu.com">www.nodemcu.com</a> อ้างอิง API : <a href="http://nodemcu.readthedocs.io">nodemcu.readthedocs.io</a> |

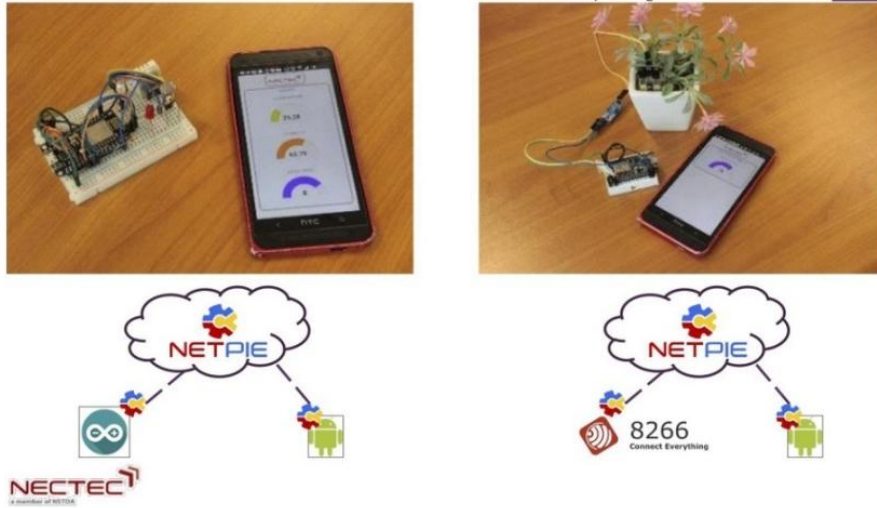
NodeMCU ถูกสร้างขึ้นไม่นานหลังจากที่ ESP8266 ออกมา เมื่อวันที่ 30 ธันวาคม 2013 เอสเปรสซิฟซิสเต็มส์เริ่มผลิต ESP8266 [10] ESP8266 เป็น Wi-Fi SoC บูรณาการกับแกน Tensilica Xtensa LX106 ใช้กันอย่างแพร่หลายในการใช้งาน IOT NodeMCU เริ่มต้นเมื่อวันที่ 13 ตุลาคม 2014 เมื่อ Hong ได้ส่งไฟล์ nodemcu ไปยัง GitHub เป็นครั้งแรก [11] สองเดือนต่อมาโครงการขยายไปถึงแพลตฟอร์มเปิดฮาร์ดแวร์เมื่อนักพัฒนา Huang R มุ่งมั่น Gerber ไฟล์ของคณะกรรมการ ESP8266 ชื่อ V0.9 devkit [12] ต่อมาในเดือนนั้น Tuan PM ได้ออกฉาย MQTT ห้องสมุดลูกค้าจาก Contiki เพื่อ ESP8266 SoC แพลตฟอร์ม [13] และมุ่งมั่นที่จะโครงการ NodeMCU แล้ว NodeMCU ก็สามารถที่จะสนับสนุนโปรโตคอล MQTT IoT ใช้ Lua เพื่อเข้าถึง MQTT นายหน้า อีกประการหนึ่งการปรับปรุงที่สำคัญในวันที่ 30 มกราคม 2015 เมื่อ Devsaurus รังเพลิง u8glib ในโครงการ NodeMCU, การเปิดใช้งาน NodeMCU เพื่อให้ง่ายต่อการขับรถจอแอลซีดีหน้าจอ OLED แม้แสดง VGA ในช่วงฤดูร้อน 2015 ผู้สร้างเล็กโครงการเฟิร์มแวร์และกลุ่มผู้ให้คำปรึกษาที่เป็นอิสระ แต่มีส่วนร่วมเข้ามาดูแล ในฤดูร้อน 2016 NodeMCU ได้รวมเอาโมดูลต่างๆกว่า 40 โมดูล เนื่องจากข้อ จำกัด ด้านทรัพยากร ผู้ใช้จำเป็นต้องเลือกโมดูลที่เกี่ยวข้องกับโครงการของตนและสร้างเฟิร์มแวร์ตามความต้องการ ESP8266 Arduino Core เมื่อ Arduino.cc เริ่มพัฒนาบอร์ด MCU ใหม่ที่ใช้โปรเซสเซอร์ที่ไม่ใช่ AVR เช่น ARM / SAM MCU และใช้ใน Arduino Due พวกเขาจำเป็นต้องปรับเปลี่ยน Arduino IDE เพื่อให้ง่ายต่อการเปลี่ยน IDE เพื่อสนับสนุนเครื่องมืออื่น ไซเพื่อให้ Arduino C / C ++ สามารถรวบรวมลงในโปรเซสเซอร์รุ่นใหม่ได้ พวกเขาทำเช่นนี้ด้วยการแนะนำของ Board Manager และ SAM Core "แกนกลาง" คือชุดของส่วนประกอบซอฟต์แวร์ที่จำเป็นต้องใช้โดย Board Manager และ Arduino IDE เพื่อรวบรวมไฟล์ต้นฉบับ Arduino C / C ++ ลงไปที่ภาษาเครื่อง MCU เป้าหมาย ผู้ที่ชื่นชอบกีฬา ESP5266 บางส่วนได้พัฒนาแกนหลัก Arduino สำหรับ ESPE-8266 WiFi SoC ที่มีอยู่ในเว็บเพจ GitHub ESP8266 Core นี่คือนี่ที่เรียกกันทั่วไปว่า "ESP8266 Core for the Arduino IDE"

## 5. NETPIE (Network Platform for Internet of Everything)

ในด้านสถานะการพัฒนา เทคโนโลยีในกลุ่มเซ็นเซอร์ในปัจจุบันมีความแม่นยำสูง และราคาถูกลงมาก ศูนย์เทคโนโลยีไมโครอิเล็กทรอนิกส์ (TMEC) มีความเชี่ยวชาญด้านการผลิตเซ็นเซอร์คุณภาพสูงสำหรับงานด้านการเกษตร และอุตสาหกรรม ส่วนเทคโนโลยีระบบสมองกลฝังตัวก็มีความสามารถสูงขึ้นในราคาที่ถูกลง แผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาดเล็กที่มีความสามารถสูงเทียบเท่าคอมพิวเตอร์ ปัจจุบันมีราคาตั้งแต่สามร้อยบาท อีกทั้งมีฮาร์ดแวร์แบบโอเพ่นซอร์สมากขึ้น ทำให้ต้นทุนการผลิตอุปกรณ์ IoT ต่ำลงมาก นักพัฒนาชาวไทยสามารถนำฮาร์ดแวร์เปิดเหล่านี้ไปดัดแปลงและขายเป็นบอร์ดเฉพาะทาง หรือสามารถสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่ของตนเองได้อย่างรวดเร็ว ส่วนเทคโนโลยีการประมวลผลแบบคลาวด์ และเทคโนโลยีการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ ในต่างประเทศผ่านจุดของการวิจัยมาสู่บริการเชิงพาณิชย์แล้ว ในประเทศไทย ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC) มีบริการคลาวด์แพลตฟอร์ม NETPIE สำหรับให้บริการเชื่อมต่อสื่อสารในรูปแบบ IoT



เชื่อมต่อระหว่าง Mobile Application กับเซ็นเซอร์อุณหภูมิ แสง ความชื้น



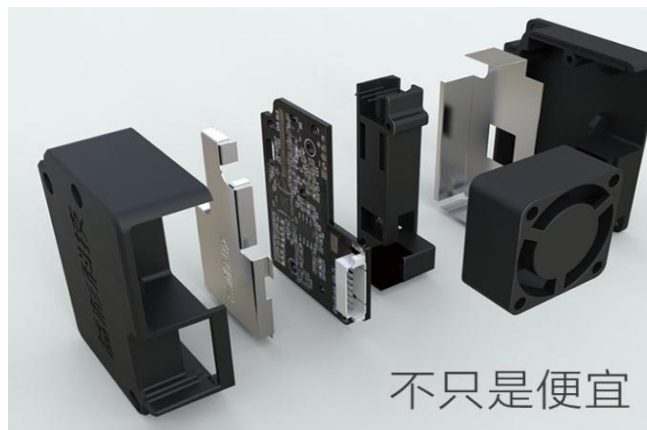
รูปที่ 4 แสดงการเชื่อมต่อ NetPie กับ ESP8266

## 7. Sensor CP-15-A4-CG[8]

เป็นเซ็นเซอร์สามารถวัดฝุ่นละอองขนาด PM 1 PM 2.5 และ PM 10



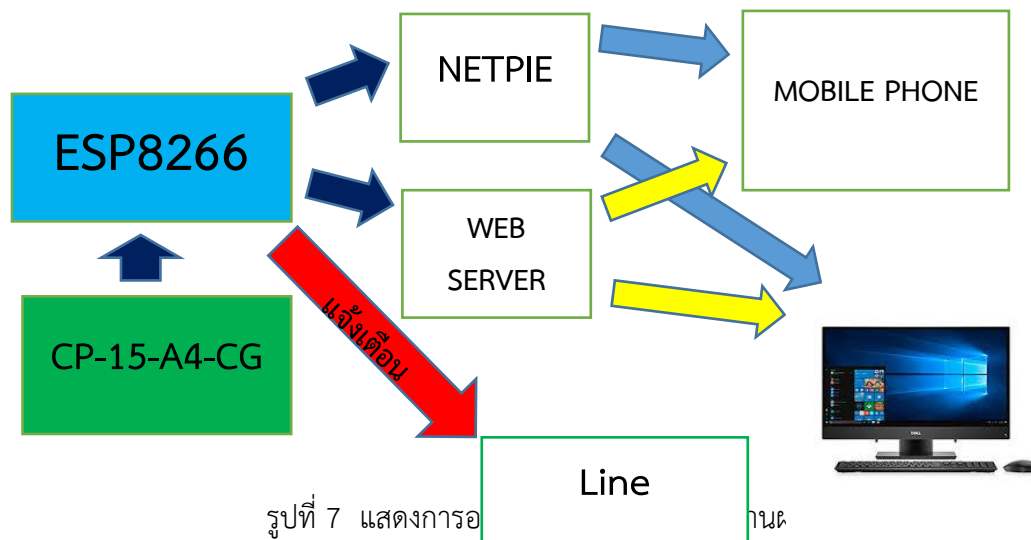
รูปที่ 5 แสดงเซ็นเซอร์ CP-15-A4-CG



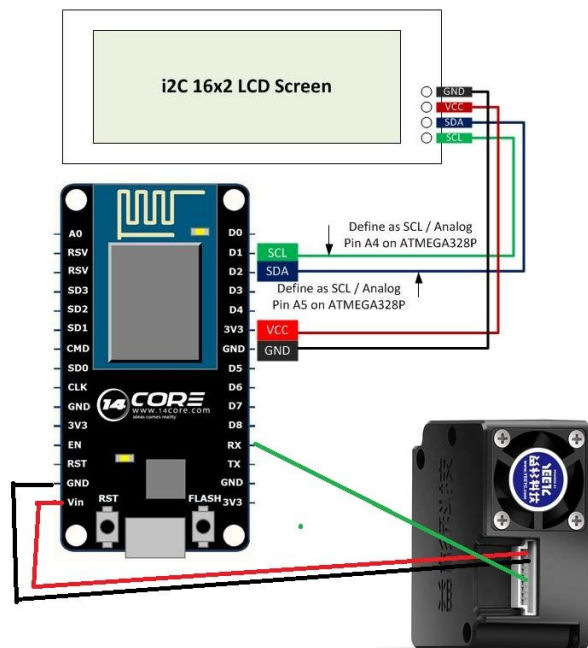
รูปที่ 6 แสดงเซ็นเซอร์ CP-15-A4-CG

## ออกแบบการทำงานของเครื่องวัดฝุ่น

### 1. ออกแบบระบบการวัดฝุ่นขนาดเล็กและรายงานผล



### 2. ออกแบบวงจรการวัดฝุ่นขนาดเล็ก



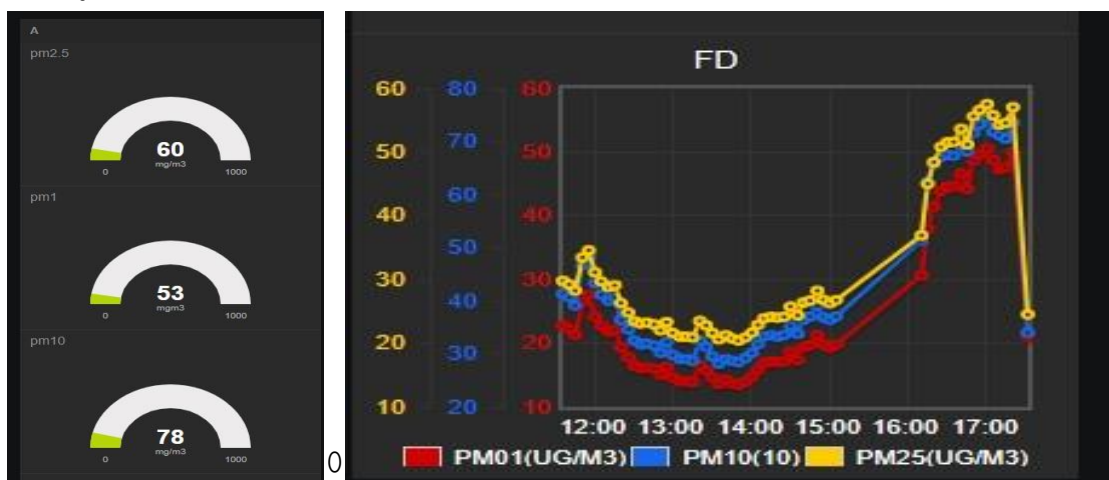
## ผลของเครื่องมือวัดฝุ่น

1. ดูผลการวัดผ่านตัวเครื่องวัดบนจอแอลซีดี



รูปที่ 9 แสดงผลการวัดบนจอแอลซีดีผ่านตัวเครื่อง

2. ดูผลในคอมพิวเตอร์ผ่านเว็บไซต์



3. ดูรายงานในเว็บไซต์

Amazon.com Booking.com AliExpress Facebook

Not secure | m2r.com/iot/display\_pm25.php

**โรงพยาบาลโพธาราม**

**สภาพอากาศฝุ่นขนาดเล็ก**

| ID | วัน เวลา                | PM1.0 | PM2.5 | PM10 | CO | NH3 | NO2 | อุณหภูมิ | ความชื้น | Heat_Index |
|----|-------------------------|-------|-------|------|----|-----|-----|----------|----------|------------|
| 64 | 24 เม.ย. 2562, 09:38:43 | 33    | 40    | 56   |    |     |     |          |          |            |
| 63 | 24 เม.ย. 2562, 09:37:30 | 35    | 42    | 58   |    |     |     |          |          |            |
| 62 | 24 เม.ย. 2562, 09:37:10 | 31    | 38    | 53   |    |     |     |          |          |            |
| 61 | 24 เม.ย. 2562, 09:36:50 | 28    | 35    | 49   |    |     |     |          |          |            |
| 60 | 24 เม.ย. 2562, 09:36:24 | 34    | 41    | 57   |    |     |     |          |          |            |
| 59 | 24 เม.ย. 2562, 09:35:53 | 35    | 42    | 58   |    |     |     |          |          |            |
| 58 | 24 เม.ย. 2562, 09:35:32 | 32    | 39    | 54   |    |     |     |          |          |            |
| 57 | 24 เม.ย. 2562, 09:34:48 | 35    | 42    | 58   |    |     |     |          |          |            |
| 56 | 24 เม.ย. 2562, 09:34:22 | 36    | 43    | 60   |    |     |     |          |          |            |
| 55 | 24 เม.ย. 2562, 09:33:16 | 32    | 39    | 54   |    |     |     |          |          |            |
| 54 | 24 เม.ย. 2562, 09:32:57 | 29    | 36    | 50   |    |     |     |          |          |            |
| 53 | 24 เม.ย. 2562, 09:32:37 | 35    | 42    | 58   |    |     |     |          |          |            |
| 52 | 24 เม.ย. 2562, 09:31:19 | 32    | 39    | 54   |    |     |     |          |          |            |
| 51 | 24 เม.ย. 2562, 09:31:00 | 35    | 42    | 58   |    |     |     |          |          |            |
| 50 | 24 เม.ย. 2562, 09:29:46 | 35    | 42    | 58   |    |     |     |          |          |            |
| 49 | 24 เม.ย. 2562, 09:28:43 | 28    | 35    | 49   |    |     |     |          |          |            |
| 48 | 24 เม.ย. 2562, 09:26:58 | 37    | 44    | 61   |    |     |     |          |          |            |

รูปที่ 11 แสดงผลรายงานการวัดผ่านเว็บไซต์

#### 4. ดูผลในโทรศัพท์มือถือผ่านโปรแกรม NetPie



รูปที่ 12 แสดงผลในโทรศัพท์มือถือผ่านโปรแกรม NetPie

#### 5. แจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชัน Line



รูปที่ 12 แสดงผลการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชัน Line

## สรุปผลการดำเนินงาน

1. การทำงานผ่านระบบ IoT ต้องใช้เครือข่ายอินเทอร์เน็ตจะมีปัญหาบางระยะเวลา แล้วจึงกลับมาใช้งานได้ดังเดิม
2. การจัดทำเครื่องมือวัดฝุ่นขนาดเล็กเป็นรอบแรกของปีต้องสะสมข้อมูลให้ครบทั้งปี เพื่อจะได้นำข้อมูลมาวิเคราะห์ ส่วนการใช้ข้อมูลเป็นเพียงการแจ้งเตือนตามปกติ

## ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ได้เครื่องมือวัดฝุ่นขนาดเล็ก
2. ได้มีการเรียนรู้เรื่องฝุ่นขนาดเล็ก
3. ได้ระบบแจ้งเตือนและการเฝ้าระวังฝุ่นขนาดเล็ก

## ความภาคภูมิใจ

1. การเรียนรู้และการพัฒนาประยุกต์ใช้เทคโนโลยี IoT เป็นเพียงการเริ่มต้นเล็กๆ จากที่ต้องเดินอีกหลายก้าว ให้ทันตามยุคตามสมัยที่เปลี่ยนแปลงไป
2. ข้อมูลที่ได้จากการวัดต้องนำไปพัฒนาการใช้ประโยชน์ในการวิเคราะห์ข้อมูลให้ได้โปรแกรม AI ในปีต่อไป

## แนวทางการพัฒนาต่อไป

1. เมื่อได้ข้อมูลมาครบปีแล้ว สามารถนำข้อมูลที่ได้มาทำระบบ AI เป็นการเรียนรู้และพยากรณ์ข้อมูลที่จะเกิดขึ้นในแต่ละเดือน เพื่อนำไปสู่การสร้างความรู้ความเข้าใจให้แก่ประชาชนในการป้องกันไม่ให้เกิดกิจกรรมที่ทำให้เกิดฝุ่นขนาดเล็ก และถ้าเกิดฝุ่นจะป้องกันสุขภาพตนเองอย่างไร อีกทั้งยังพัฒนาระบบการแจ้งเตือนที่ทันสมัยตลอดเวลา
2. พัฒนาโปรแกรมมือถือที่เป็น IoT ข้อมูลฝุ่นขนาดเล็ก หรือเซ็นเซอร์อื่นๆ
3. พัฒนาระบบการเรียนรู้จากการใช้ประโยชน์ข้อมูลที่ได้ และระบบแจ้งเตือนเมื่อมีฝุ่นขนาดเล็กเกินมาตรฐาน
4. กระบวนการเรียนรู้นี้จะนำไปขยายสู่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น เพื่อเป็นการดูแลเรื่องฝุ่นขนาดเล็กให้ประชาชนต่อไป