รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาอุปกรณ์วัดค่าและบันทึกข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้น และความกดอากาศ แบบพกพา

จำรูญ จันทร์กุญชร
กนกวรรณ กันยะมี

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณแผ่นดิน
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ ปีงบประมาณ 2559
พ.ศ. 2561

หัวข้อวิจัย การพัฒนาอุปกรณ์วัดค่าและบันทึกข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้น และความกดอากาศแบบพกพา

ผู้ดำเนินวิจัย อาจารย์ จำรูญ จันทร์กุญชร
อาจารย์ ดร.กนกวรรณ กันยะมี

หน่วยงาน คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

ปีการศึกษา 2560

บทคัดย่อ

ข้อมูลสภาพอากาศถือเป็นข้อมูลพื้นฐานที่มีความสำคัญในการดำเนินกิจกรรมในด้านต่างๆ แต่เครื่องมือตรวจวัดสภาพอากาศในท้องตลาดมีเกณฑ์ราคาค่อนข้างสูง เมื่อเทียบกับคุณสมบัติของอุปกรณ์ และการบันทึก จัดเก็บ สภาพอากาศเพื่อเรียกดูข้อมูลย้อนหลังอาจจะมีในบางรุ่น หรือมีไม่ครบถ้วน ไม่ละเอียดมากพอ ตามความต้องการของผู้ใช้งาน

ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาอุปกรณ์วัดค่าและบันทึกข้อมูล อุณหภูมิ ความชื้น และความกดอากาศแบบพกพา เพื่ออำนวยประโยชน์ในการวัดค่าอากาศและจัดเก็บข้อมูลสภาพอากาศในพื้นที่ต่าง ๆ ตามที่ผู้ใช้ต้องการ เพื่อประกอบการตัดสินใจ และวางแผนการดำเนินกิจกรรมในพื้นที่สิ่งแวดล้อมต่างๆ เช่น ในฟาร์มปศุสัตว์ รีสอร์ท สวนผลไม้ โรงเรือนเพาะชำ โรงสี หรือแม้กระทั่งในตู้ขนส่งสินค้า เป็นต้น

จากการทดลองใช้งานอุปกรณ์วัดค่าและบันทึกข้อมูล อุณหภูมิ ความชื้น และความกดอากาศแบบพกพา พบว่าอุปกรณ์ทำงานได้อย่างแม่นยำ ถูกต้อง และครบถ้วนทุกฟังก์ชั่นการทำงาน

คำสำคัญ – การวัดค่า; อุณหภูมิ; ความชื้น; ความกดอากาศ

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยหัวข้อ “การพัฒนาอุปกรณ์วัดค่าและบันทึกข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้น และความกดอากาศ แบบพกพา” นี้ ได้รับการสนับสนุนทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณผู้บริหาร คณาจารย์ เจ้าหน้าที่ทุกท่านของมหาวิทยาลัยฯ เป็นอย่างสูง ที่ให้การสนับสนุนการวิจัย และให้ข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ในการดำเนินการวิจัย

ขอกราบขอบคุณสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ และสาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ และเวลาในการทำวิจัย

ขอบกราบขอบพระคุณครอบครัวที่เป็นกำลังใจที่ดีและอบอุ่น ส่งผลให้การทำวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

จำรูญ จันทร์กุญชร

กนกวรรณ กันยะมี

สารบัญ

หน้า

สารบัญ I

สารบัญรูป III

สารบัญตาราง IV

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ 2

1.3 กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย..... 2

1.4 ขอบเขตการวิจัย..... 2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

1.6 คำนิยามศัพท์ 3

บทที่ 2 ทฤษฎีพื้นฐานและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ไมโครคอนโทรเลอร์ 4

2.2 โปรแกรมภาษาในการพัฒนาเพื่อควบคุมไมโครคอนโทรเลอร์ 8

2.3 อาดูโน่ 8

2.4 โครงสร้างการเขียนโปรแกรมภาษาซีของอาดูโน่ 9

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ตัวแปรที่ทำการศึกษา 15

3.2 วิธีดำเนินการวิจัย 15

3.3 การออกแบบการทำงานของอุปกรณ์วัดค่าและบันทึกข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้น และความกดอากาศ แบบพกพา 16

3.4 ผังลำดับการทำงานของอุปกรณ์วัดค่าและบันทึกข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้น และความกดอากาศ 18

3.5 อุปกรณ์ที่ใช้ และการเชื่อมต่ออุปกรณ์กับบอร์ดไมโครคอลโทรเลอร์ ในการสร้างอุปกรณ์วัดค่าและบันทึกข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้น และความกดอากาศ 19

3.6 วิธีดำเนินการรวบรวมข้อมูล 23

3.7 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 23

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิจัย

4.1 ผลการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์วัดค่าและบันทึกข้อมูล อุณหภูมิ ความชื้น และความกดอากาศแบบพกพา บนไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโน่ 24

4.2 การทดลองวัดประสิทธิภาพด้านฟังก์ชั่นการทำงานของอุปกรณ์ 26

4.3 การเปรียบเทียบผลใช้งานของอุปกรณ์กับอุปกรณ์เครื่องวัดสภาพอากาศต่าง ๆ 26

บทที่ 5 อภิปรายผล และ ข้อเสนอแนะ

5.1 การอภิปรายผล 34

5.2 ข้อเสนอแนะ 35

บรรณานุกรม..... 36

ประวัตินักวิจัย..... 37

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	สถาปัตยกรรมของ ESP8266	6
2.2	รายละเอียดขาของ ESP-12F	6
2.3	อาดูโน่ (Arduino)	6
3.1	การออกแบบการทำงานของอุปกรณ์	17
3.2	ผังการทำงานของอุปกรณ์	18
3.3	โมดูลนาฬิกา รุ่น DS3231	19
3.4	เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ วัดความชื้น และวัดความกดอากาศ รุ่น BME280	19
3.5	โมดูลสำหรับอ่านและเขียน SD card	20
3.6	โมดูลแสดงผลแบบ LCD	20
3.7	โมดูลแปลงไฟ	21
3.8	อะแดปเตอร์แปลงไฟ	21
3.9	ไมโครคอนโทรลเลอร์	22
3.10	การเชื่อมต่ออุปกรณ์กับบอร์ดไมโครคอลโทรเลอร์	22
4.1	อุปกรณ์วัดค่าและบันทึกข้อมูล อุณหภูมิ ความชื้น และความกดอากาศแบบพกพา	24
4.2	หน้าจอการแสดงค่า อุณหภูมิ ความชื้น และความกดอากาศ	24
4.3	การเชื่อมต่ออุปกรณ์ด้านใน	25
4.4	เครื่องที่พัฒนาขึ้น กับเครื่องวัดอุณหภูมิที่ใช้เปรียบเทียบ	27
4.5	กราฟเปรียบเทียบผลจากการวัดค่าอุณหภูมิ	29
4.6	กราฟเปรียบเทียบผลจากการวัดค่าความชื้น	31
4.7	กราฟแสดงค่าความกดอากาศ	33

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2-1	รายละเอียดขาของ ESP-12F	7
4-1	ประสิทธิภาพด้านฟังก์ชั่นการทำงานของอุปกรณ์	26
4-2	การเปรียบเทียบผลจากการวัดค่าของอุณหภูมิ	28
4-3	การเปรียบเทียบผลจากการวัดค่าความชื้น	30
4-4	การค่าความกดอากาศที่อ่านได้จากเครื่องวัดที่พัฒนาขึ้น	32

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ UTTARADIT RAJABHAT UNIVERSITY

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจัยในการดำรงชีวิตประจำวันของมนุษย์ที่สำคัญประการหนึ่งก็คือการเรียนรู้ลักษณะอากาศ เรียนรู้วิถีทางที่สภาพอากาศมีผลกระทบต่อชีวิตความเป็นอยู่ เรียนรู้ที่จะใช้ประโยชน์ จากสภาพภูมิอากาศแบบหนึ่ง และหลีกเลี่ยงจากสภาพภูมิอากาศแบบหนึ่งที่ไม่เอื้ออำนวยให้เกิดประโยชน์ เพื่อที่จะสามารถจัดการกับชีวิตความเป็นอยู่ได้อย่างเหมาะสมในแต่ละสภาพอากาศ ไม่ว่าจะเป็นเรื่องอาหาร การออกแบบที่อยู่อาศัย การทำการเกษตร การเพาะปลูก การเดินทาง การท่องเที่ยว หรือแม้กระทั่งการนำข้อมูลสภาพอากาศมาเป็นข้อมูลพื้นฐานประกอบการวางแผนเพื่อให้ได้ผลผลิตสูงสุด วางแผนเพื่อให้มีการใช้พลังงานน้อยที่สุด และวางแผนเพื่อให้การคมนาคมหรือการขนส่งสินค้าต่าง ๆ เป็นไปด้วยความสะดวก รวดเร็ว และปลอดภัย นอกจากนี้ข้อมูลสภาพอากาศยังมีประโยชน์ต่อการศึกษาวิจัยในด้านต่าง ๆ เช่น การศึกษาและการพัฒนาทางด้านสิ่งแวดล้อม การวางแผนและการควบคุมการผลิต เป็นต้น

จะสังเกตเห็นว่าข้อมูลสภาพอากาศถือเป็นข้อมูลพื้นฐานที่มีความสำคัญในการดำเนินกิจกรรมในด้านต่างๆ แต่เครื่องมือตรวจวัดสภาพอากาศในท้องตลาดมีเกณฑ์ราคาค่อนข้างสูง เมื่อเทียบกับคุณสมบัติของอุปกรณ์ และการบันทึก จัดเก็บ สภาพอากาศเพื่อเรียกดูข้อมูลย้อนหลังอาจจะมีในบางรุ่น หรือมีไม่ครบถ้วน ไม่ละเอียดมากพอ ตามความต้องการของผู้ใช้งาน ทั้งนี้ในปัจจุบันประเทศไทยก็ได้มีการให้บริการข้อมูลและสถิติภูมิอากาศ โดยกองภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา เป็นศูนย์กลางในการเก็บรวบรวมข้อมูลและสถิติภูมิอากาศ โดยทำการรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ จากสถานีอุตุนิยมวิทยาทั่วประเทศ และให้การบริการข้อมูลที่มีการประมวลผลแล้วแก่หน่วยงานทั้งภาครัฐ และเอกชน แต่ก็จำกัดอยู่ในเฉพาะพื้นที่ ที่สถานีตรวจอากาศตั้งอยู่

จากประเด็นดังกล่าวผู้วิจัยได้เล็งเห็นว่า การจัดเก็บและการให้บริการข้อมูลดังกล่าว ยังมีข้อจำกัดบางประการ เช่น เป็นข้อมูลเฉพาะพื้นที่ที่กรมอุตุนิยมวิทยาได้จัดเก็บเท่านั้น ซึ่งพื้นที่ส่วนใหญ่ไม่ได้มีการวัดและจัดเก็บข้อมูลสภาพอากาศ และเป็นข้อมูลพื้นที่บริเวณจำกัด ส่งผลให้ไม่สะดวกต่อการนำไปใช้ประกอบการตัดสินใจในส่วนดำเนินงานกิจกรรมเชิงพื้นที่ได้อย่างแท้จริง

ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาอุปกรณ์วัดค่าและบันทึกข้อมูล อุณหภูมิ ความชื้น และความกดอากาศแบบพกพาเพื่ออำนวยประโยชน์ในการวัดค่าอากาศและจัดเก็บข้อมูลสภาพอากาศในพื้นที่ต่าง ๆ ตามที่ผู้ใช้ต้องการ เพื่อประกอบการตัดสินใจและวางแผนการดำเนินกิจกรรมในพื้นที่สิ่งแวดล้อมต่างๆ

เช่น ในฟาร์มปศุสัตว์ สวนผลไม้ โรงเรือนเพาะชำ รีสอร์ท โรงสี หรือแม้กระทั่งในตู้ขนส่งสินค้า เป็นต้น

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อออกแบบอุปกรณ์วัดค่าและบันทึกข้อมูล อุณหภูมิ ความชื้น และความกดอากาศแบบพกพา

1.2.2 เพื่อพัฒนาชุดโปรแกรมควบคุมและบันทึกค่าการทำงานอุปกรณ์วัดอุณหภูมิ ความชื้น และความกดอากาศ

1.2.3 เพื่อสร้างอุปกรณ์วัดค่าและบันทึกข้อมูล อุณหภูมิ ความชื้น และความกดอากาศ

1.3 กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

ในการสร้างอุปกรณ์วัดค่าและบันทึกข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้น และความกดอากาศนั้น มีขอบเขตดำเนินการโดยทำการออกแบบอุปกรณ์ และพัฒนาโปรแกรมโดยใช้ภาษาซี (C Programming Language) เพื่อควบคุมการทำงานบนไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโน่ (Arduino Microcontroller) เพื่อให้อุปกรณ์สามารถวัดและบันทึกค่าอุณหภูมิ ความชื้น และความกดอากาศได้ โดยให้บันทึกข้อมูลดังกล่าวลงบนเอสดีการ์ด (SD Card) และทำการเปรียบเทียบข้อมูลที่วัดได้จากการใช้อุปกรณ์ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น กับอุปกรณ์ที่ใช้กันอยู่ทั่วไป ในพื้นที่ทดลอง

1.4 ขอบเขตการวิจัย

1.4.1 ขอบเขตด้านพื้นที่

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ จ.อุตรดิตถ์

1.4.2 ขอบเขตด้านเนื้อหา

การวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 ออกแบบอุปกรณ์วัดค่าและบันทึกข้อมูล อุณหภูมิ ความชื้น และความกดอากาศ บนไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโน่ (Arduino Microcontroller)

ส่วนที่ 2 พัฒนาโปรแกรมควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ และบันทึกค่าอุณหภูมิ ความชื้น และความกดอากาศ โดยใช้ภาษาซี (C Programming Language)

ส่วนที่ 3 เปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองกับอุปกรณ์เครื่องวัดสภาพอากาศ

ความสามารถของอุปกรณ์ มีดังนี้

(1) อุปกรณ์สามารถวัดค่าข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้น และความกดอากาศได้

(2) อุปกรณ์สามารถบันทึกค่าอุณหภูมิ ความชื้น และความกดอากาศได้ โดยให้บันทึกข้อมูลลงบนหน่วยความจำ

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ได้โมเดลของอุปกรณ์วัดค่าและบันทึกข้อมูล อุณหภูมิ ความชื้น และความกดอากาศ

1.5.2 ได้อุปกรณ์วัดค่าและบันทึกข้อมูล อุณหภูมิ ความชื้น และความกดอากาศ

1.5.3 ได้ต้นแบบในการพัฒนาอุปกรณ์ตรวจวัดและบันทึกสภาพอากาศ

1.6 คำนิยามศัพท์

1.6.1 อุณหภูมิ (Temperature) หมายถึง ระดับความสูงต่ำของความร้อน ที่ปรากฏในพื้นที่ทดลองและสามารถวัดได้จากอุปกรณ์ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น หรือเครื่องมือวัดอุณหภูมิ

1.6.2 ความชื้น (Humidity) หมายถึง ปริมาณไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศ ที่ปรากฏในพื้นที่ทดลองและสามารถวัดได้จากอุปกรณ์ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น หรือเครื่องมือวัดอุณหภูมิ

1.6.3 ความกดอากาศ (Air Pressure) หมายถึง ความกดอากาศ คือ น้ำหนักของอากาศที่กดทับเหนือบริเวณ ณ จุดใดจุดหนึ่ง ที่ปรากฏในพื้นที่ทดลองและสามารถวัดได้จากอุปกรณ์ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น หรือเครื่องมือวัดอุณหภูมิ

บทที่ 2
ทฤษฎีพื้นฐานและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้เป็นการอธิบายเกี่ยวกับทฤษฎีพื้นฐาน และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาอุปกรณ์วัดค่าและบันทึกข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้น และความกดอากาศ แบบพกพา โดยแบ่งออกเป็นหัวข้อต่างๆ ได้แก่

(1) ไมโครคอนโทรเลอร์
(2) โปรแกรมภาษาในการพัฒนาเพื่อควบคุมไมโครคอนโทรเลอร์
(3) อาดูโน่ (Arduino)
(4) โครงสร้างการเขียนโปรแกรมภาษาซีของอาดูโน่
(5) งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ไมโครคอนโทรเลอร์

ไมโครคอนโทรเลอร์ (สุรศักดิ์, 2555) เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถทำงานได้ตามเงื่อนไขต่าง ๆ ตามที่ตั้งโปรแกรมหรือเขียนโปรแกรมควบคุม จึงสามารถนำไมโครคอนโทรเลอร์ไปประยุกต์ใช้ในงานการควบคุมต่าง ๆ เช่น การควบคุมมอเตอร์ การควบคุมหลอดไฟ การควบคุมหุ่นยนต์ เป็นต้น ไมโครคอนโทรเลอร์มีหน่วยความจำ หน่วยประมวลผล และหน่วยแสดงผล ที่ถูกนำไปใช้ในระบบสมองกลฝังตัว คือ ระบบคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่ถูกซ่อนอยู่ภายในเครื่องจักรกล เครื่องใช้ไฟฟ้า กลไกขนาดเล็กที่ควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์เพื่อเพิ่มความชาญฉลาด หรือเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องมือ ระบบสมองกลฝังตัวประกอบด้วยฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่ทำงานร่วมกันมีชื่อเรียกอย่างอื่นอีก เช่น อุปกรณ์นำสมัย ระบบชาญฉลาด ระบบปัญญาประดิษฐ์ หรือผลิตภัณฑ์อัตโนมัติ ภาษาที่ใช้เขียน ได้แก่ ภาษาซี (C-Language) ภาษาแอสเซมบลี (Assembly)

2.1.1 โครงสร้าง และการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

โครงสร้างเบื้องต้นของไมโครคอนโทรลเลอร์ประกอบไปด้วยส่วนประกอบหลักต่าง ๆ ดังนี้

2.1.1.1 หน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู (CPU: Central Processing Unit) ทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูลตามคำสั่งโปรแกรม ส่วนรีจิสเตอร์จะเก็บข้อมูล และกำหนดการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ การทำงานของซีพียูมี 2 จังหวะคือ เฟตซ์ (Fetch) และเอ็กซิคิวต์ (Executed) เริ่มจากการเฟตซ์ คือการอ่านคำสั่งแล้วทำการถอดรหัสคำสั่งเป็นภาษาเครื่อง จากนั้นจังหวะเอ็กซิคิวต์ กระทำตามคำสั่งโปรแกรมจนเสร็จ

2.1.1.2 หน่วยความจำโปรแกรม (Program Memory) ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมเพื่อส่งให้กับซีพียูทำการประมวลผล ที่นิยมจะมี 3 แบบคือ

(1) อีพรอม (EPROM : Erasable Programmable Read Only Memory) มีแบบโปรแกรมได้ครั้งเดียว และแบบโปรแกรมได้หลายครั้ง การลบต้องใช้แสงอุลตร้าไวโอเล็ต ถ้าแบบโปรแกรมได้ครั้งเดียวจะไม่สามารถลบ และโปรแกรมใหม่ได้

(2) อีอีพรอม (EEPORM : Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) เป็นหน่วยความจำที่ลบ และเขียนใหม่ได้ด้วยไฟฟ้าปัจจุบันไม่นิยมเพราะมีราคาแพง

(3) แฟลช (Flash) หน่วยความจำชนิดนี้สามารถลบ และเขียนใหม่ได้ด้วยสัญญาณ ไฟฟ้าเป็นที่นิยมมากเพราะราคาไม่แพง

2.1.1.3 หน่วยความจำข้อมูลแรม (Data Memory) ทำหน้าที่เก็บข้อมูลจากการประมวลผลของซีพียู

2.1.1.4 หน่วยความจำข้อมูลอีอีพรอม (EEPROM) เป็นหน่วยความจำที่มีในไมโครคอนโทรลเลอร์บางรุ่นทำหน้าที่เก็บข้อมูลไว้แม้ไม่มีไฟเลี้ยงการอ่าน และเขียนจะใช้สัญญาณไฟฟ้า

2.1.1.5 รีจิสเตอร์พอร์ต (Register Space) เป็นหน่วยความจำพิเศษสามารถอ่านเขียนได้ตลอด เวลาทำหน้าที่เก็บข้อมูลในการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ แสดงสถานะของการทำงาน กำหนดการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์ เป็นขาพอร์ตติดต่อสื่อสารข้อมูลที่รับเข้ามาทางขาอินพุต และส่งข้อมูลออกทางเอาต์พุตไปยังอุปกรณ์ภายนอก

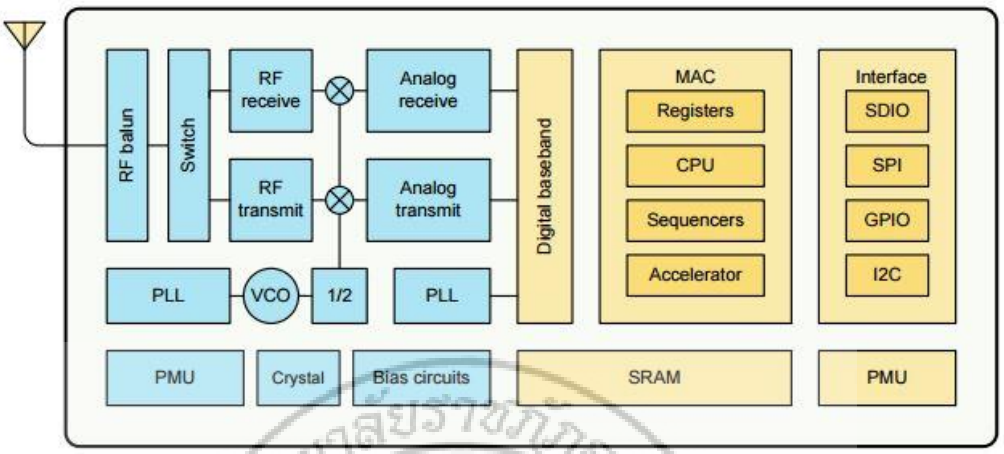
2.1.1.6 ตัวนับเวลา ทำหน้าที่ควบคุมจังหวะการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

2.1.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCU) กลุ่ม ESP8266

2.1.2.1 ความหมายของ ESP8266

ผู้สู้ร้างชิพ ESP ชื่อ Teo Swee Ann เป็นชาวสิงคโปร์แห่งบริษัท Espressif System โดยในโมดูล ประกอบด้วยชิป Microcontroller + WiFi Module ราคาถูกดังนั้น โมดูลนี้สามารถโปรแกรมลงไปได้ทำให้สามารถนำไปใช้งานแทนไมโครคอนโทรลเลอร์ได้เลย และมีพื้นที่โปรแกรมที่มากถึง 4MB ทำให้มีพื้นที่เหลือมากในการเขียนโปรแกรมลงไป

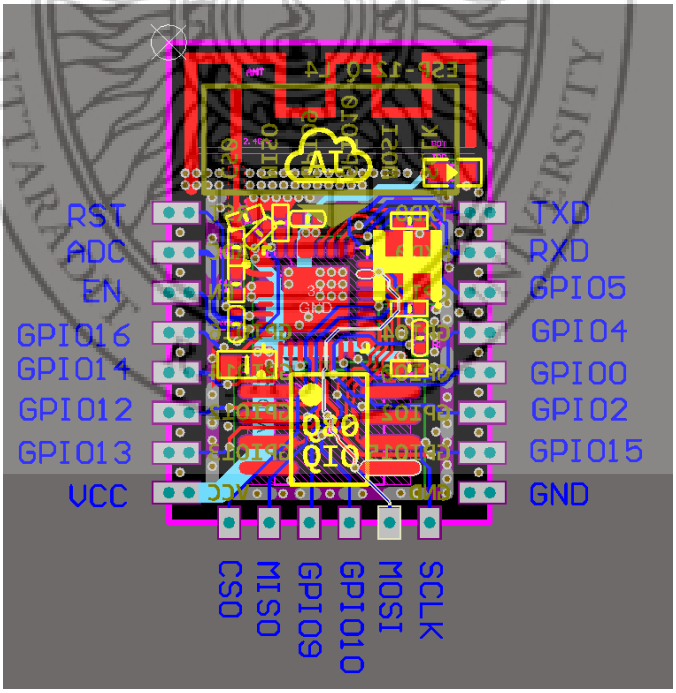
ESP8266 เป็นชื่อของชิปไอซีบนบอร์ดของโมดูล ซึ่งไอซี ESP8266 ไม่มีพื้นที่โปรแกรม (Flash Memory) ในตัวทำให้ต้องใช้ไอซีภายนอก (External Flash Memory) ในการเก็บโปรแกรม ที่ใช้การเชื่อมต่อผ่านโปรโตคอล SPI ซึ่งสาเหตุนี้เองทำให้โมดูล ESP8266 มีพื้นที่โปรแกรมมากกว่า ไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์อื่น ๆ ดังแสดงในภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 สถาปัตยกรรมของ ESP8266

ที่มา : https://nurdspace.nl/ESP8266#Datasheet

ESP8266 ทำงานที่แรงดันไฟฟ้า 3.3V -3.6V การนำไปใช้งานร่วมกับเซนเซอร์อื่น ๆ ที่ใช้แรงดัน 5V ต้องใช้ วงจรแบ่งแรงดันมาช่วยเพื่อไม่ให้โมดูลพังเสียหาย ขาของ ESP8266 จะมีหน้าที่ ที่แตกต่างกัน ดังรายละเอียดที่ปรากฏในภาพที่ 2.2 และตารางที่ 2-1



ภาพที่ 2.2 รายละเอียดขาของ ESP-12F

ที่มา : http://www.exp-tech.de/pdf/products/ESP-12F/

ตารางที่ 2-1 รายละเอียดขาของ ESP-12F

ลำดับ	ขา	คำอธิบาย
1	RST	Reset Module
2	ADC	A / D conversion result. Input voltage range of 0 ~ 1V, in the - range: 0 to 1024
3	EN	Chip Enable end, high effective
4	IO16	GPIO16; do wake deep sleep when receiving RST pin。
5	IO14	GPIO14; HSPI_CLK
6	IO12	GPIO12; HSPI_MISO
7	IO13	GPIO13; HSPI_MOSI; UART0_CTS
8	VCC	powered by 3.3V
9	CS0	Chip Select
10	MISO	Slave Master Input Output
11	IO9	GPIO9
12	IO10	GPIO10
13	MOSI	Master Out Slave
14	SCLK	Clock
15	GND	GND
16	IO15	GPIO15; MTDO; HSPICS; UART0_RTS/IO15
17	IO2	GPIO2; UART1_TXD
18	IO0	GPIO0
19	IO4	GPIO4
20	IO5	GPIO5
21	RXD	UART0_RXD; GPIO3
22	TXD	UART0_TXD; GPIO1

2.2 โปรแกรมภาษาในการพัฒนาเพื่อควบคุมไมโครคอนโทรเลอร์

โปรแกรมภาษาในการพัฒนาเพื่อควบคุมไมโครคอนโทรเลอร์ (สุธีร์, 2555) แบ่งได้เช่นเดียวกับการพัฒนาโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์ คือ ภาษาระดับสูง และภาษาระดับต่ำ

ภาษาระดับสูง เช่น ภาษาซี ภาษาเบสิก ซึ่งมีข้อดีคือ สามารถพัฒนาได้ง่าย การแก้ไขเพิ่มเติมสามารถทำได้อย่างสะดวก แต่มีข้อเสียคือ การทำงานช้ากว่าภาษาระดับต่ำ และโปรแกรมที่พัฒนามีขนาดใหญ่ และอาจมีค่าใช้จ่ายสำหรับคอมไพล์เลอร์ที่ใช้กับไมโครคอนโทรเลอร์ของแต่ละตระกูล

ภาษาระดับต่ำ เช่น ภาษาแอสเซมบลี มีข้อดีคือ ไม่ต้องมีค่าใช้จ่ายในการซื้อคอมไพล์เลอร์ โปรแกรมที่พัฒนาทีขนาดเล็ก และมีความรวดเร็วในการทำงาน แต่มีข้อเสียคือ การพัฒนาทำได้ยาก เนื่องจากลักษณะของภาษาไม่สื่อความหมาย การแก้ไขเปลี่ยนแปลงทำได้ยาก

2.3 อาดูโน่

เอกชัย มะการ (2552) ได้ให้ความเห็นสำหรับอาดูโน่ (Arduino) ไว้ว่า Arduino เป็นภาษาอิตาลี ซึ่งใช้เป็นชื่อของโครงการพัฒนาไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR แบบ Open Source ที่ได้รับการปรับปรุงมาจากโครงการพัฒนา Open Source ของ AVR

อาดูโน่ มีจุดเด่นในเรื่องของความง่ายในการเรียนรู้และใช้งาน เนื่องจากมีการออกแบบคำสั่งต่าง ๆ ขึ้นมาสนับสนุนการใช้งานด้วยรูปแบบที่ง่ายไม่ซับซ้อน ถึงแม้ว่าอาดูโน่จะมีรูปแบบการใช้งานคล้าย ๆ กับไมโครคอนโทรเลอร์ Basic Stamp ของ Parallax หรือ BX-24 ของ Net Medias หรือ Handy Board ของ MIT แต่ก็มีจุดเด่นกว่ารายอื่น ๆ หลายอย่าง อาทิเช่น ราคาไม่แพง โปรแกรมรองรับการทำงานทั้งวินโดว์ ลีนุกซ์ และแมคอินทอล มีรูปแบบคำสั่งที่ง่ายต่อการใช้งาน และสามารถนำไปใช้งานได้จริง

อาดูโน่แพลตฟอร์ม (Arduino Platform) ดังแสดงในภาพที่ 2.3 ประกอบไปด้วย 2 ส่วน ดังนี้

(1) ส่วนที่เป็นฮาร์ดแวร์ (Hardware) คือ บอร์ดอิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็ก ที่มีไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCU) เป็นชิ้นส่วนหลัก ถูกนำมาประกอบร่วมกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่น ๆ เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน หรือที่เรียกกันว่า บอร์ดอาดูโน่ (Arduino)

โดยบอร์ดอาดูโน่มีหลายรุ่นที่สามารถเลือกใช้ได้ โดยในแต่ละรุ่นอาจจะมีความแตกต่างกันในเรื่องของขนาดของบอร์ด หรือสเปค เช่น จำนวนของขารับส่งสัญญาณ แรงดันไฟที่ใช้ ประสิทธิภาพของไมโครคอนโทรลเลอร์ เป็นต้น

(2) ส่วนที่เป็นซอฟต์แวร์ (Software) คือ ภาษาอาดูโน่ ซึ่งเป็นภาษาสำหรับเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ มีไวยากรณ์แบบเดียวกับภาษา C/C++

อาดูโน่ IDE เป็นเครื่องมือสำหรับเขียนโปรแกรมด้วยภาษาอาดูโน่ คอมไพล์ (Compile) โปรแกรม และอัปโหลด (Upload) โปรแกรมลงบอร์ด

ภาพที่ 2.3 อาดูโน่ (Arduino)
ที่มา : https://poundxi.com/

2.4 โครงสร้างการเขียนโปรแกรมภาษาซีของอาดูโน่

ภาษาซีของอาดูโน่ (ธีรวัฒน์, 2558) แบ่งรูปแบบโครงสร้างการเขียนโปรแกรมออกเป็นส่วนย่อยๆ หลาย ๆ ส่วน โดยเรียกแต่ละส่วนว่าฟังก์ชั่น และเมื่อนำฟังก์ชั่นมารวมกันเข้า จะเรียกว่าโปรแกรม โดยทุก ๆ โปรแกรมจะต้องประกอบไปด้วยฟังก์ชั่นจำนวนเท่าใดก็ได้ แต่อย่างน้อยที่สุดต้องมี 2 ฟังก์ชั่น คือ (1) setup() ซึ่งเป็นคำสั่งที่ใช้สำหรับบรรจุคำสั่งในส่วนที่ต้องการให้โปรแกรมทำงานเพียงรอบเดียวตอนเริ่มต้นทำงานของโปรแกรมครั้งแรกเท่านั้น และ (2) loop() ใช้บรรจุคำสั่งที่ต้องการให้โปรแกรมทำงานเป็นวงรอบซ้ำ ๆ กันไปไม่รู้จบ

2.4.1 โครงสร้างพื้นฐานของภาษาซีที่ใช้กับอาดูโน่ ประกอบไปด้วย 3 ส่วนหลัก ๆ คือ

(1) header ส่วนนี้จะปรากฏหรือไม่ก็ได้ ถ้าปรากฏต้องกำหนดไว้ในส่วนเริ่มต้นของโปรแกรม ซึ่งส่วนของ header ได้แก่ ส่วนของ Compiler Directive ต่าง ๆ รวมไปถึงส่วนของการประกาศตัวแปร และ ค่าที่ต่าง ๆ ที่จะใช้ในโปรแกรม

(2) setup() เป็นฟังก์ชันบังคับที่ต้องกำหนดให้มีในทุกๆ โปรแกรม ถึงแม้ว่าในบางโปรแกรมจะไม่ต้องการใช้งาน ก็ยังจำเป็นต้องประกาศไว้ด้วยเสมอ เพียงแต่ไม่ต้องเขียนคำสั่งใด ๆ ไว้ในระหว่างวงเล็บปีกกา { } ที่ใช้เป็นตัวกำหนดขอบเขตของฟังก์ชั่น โดยฟังก์ชั่นนี้จะใช้สำหรับบรรจุคำสั่งในส่วนที่ต้องการให้โปรแกรมทำงานเพียงหนึ่งรอบ คือในตอนเริ่มต้นทำงานของโปรแกรมครั้งแรกเท่านั้น ซึ่งได้แก่ คำสั่งเกี่ยวกับการกำหนดค่าการทำงานต่าง ๆ เช่น การกำหนดหน้าที่การใช้งานของ Pin mode และการกำหนดค่า Baud rate สำหรับใช้งานพอร์ตสื่อสารอนุกรม เป็นต้น

(3) loop() เป็นส่วนฟังก์ชั่นบังคับที่ต้องกำหนดให้มีในทุก ๆ โปรแกรมเดียวกับฟังก์ชั่น setup() โดยฟังก์ชั่น loop() นี้ จะใช้บรรจุคำสั่งที่ต้องการให้โปรแกรมทำงาน เป็นวงรอบทำซ้ำๆกันไปไม่รู้จบ ซึ่งถ้าเปรียบเทียบกับรูปแบบของ ANSI-C ส่วนนี้ก็คือ ฟังก์ชั่น main()

ส่วนแรกซึ่งถือเป็นส่วนเริ่มต้นของโปรแกรม เรียกว่า Header ประกอบด้วยคำสั่ง #include ซึ่งเป็นคำสั่งพิเศษที่เรียกว่า Compiler Directive ซึ่งไม่ใช่คำสั่ง สำหรับสั่งงานในโปรแกรม ดังนั้นคำสั่งนี้จึงไม่ต้องมีเครื่องหมายเซมิโคลอนปิดท้าย คำสั่งเหมือนคำสั่งอื่น ๆ โดย Compiler Directive จะใช้งานทำหน้าที่สำหรับบอกให้ Compiler รับรู้เงื่อนไขในการแปลคำสั่งเท่านั้น

ในกรณีคำสั่ง #include จะใช้สำหรับให้ Compiler รับรู้ว่า ในการแปลคำสั่งของโปรแกรมนี้ มีไฟล์ภายนอกใด ที่จำเป็นต้องใช้ร่วมในการแปลคำสั่งให้โปรแกรม

โครงสร้างโปรแกรมภาษา C บน Arduino

2.4.2 การทำความเข้าใจเบื้องต้นกับโครงสร้างโปรแกรมภาษา C บน Arduino ต้องประกอบด้วยหัวข้อดังต่อไปนี้

2.4.1 ปรีโปรเซสเซอร์ไดเร็กทีฟ (Preprocessor Directives)

โดยปกติทุกโปรแกรมต้องมีส่วนนี้ ซึ่งเป็นส่วนที่คอมไพลเลอร์จะมีการประมวลผล และทำตามคำสั่งของโปรแกรม ก่อนที่จะมีการคอมไพล์โปรแกรม ซึ่งจะเริ่มต้นด้วยเครื่องหมายไดเร็กทีฟ (directive) หรือเครื่องหมายสี่เหลี่ยม # แล้วจึงตามด้วยชื่อคำสั่งที่ต้องการเรียกใช้หรือกำหนด ซึ่งจะปรากฏอยู่ในส่วนบนสุด หรือส่วนหัวของโปรแกรม และอยู่นอกฟังก์ชั่นหลัก

#include เป็นคำสั่งที่ใช้อ้างอิงไฟล์ภายนอก เพื่อเรียกใช้ฟังก์ชั่น หรือตัวแปรที่มีการสร้างหรือกำหนดไว้ในไฟล์นั้น รูปแบบการใช้งานคือ #include <ชื่อไฟล์.h> ตัวอย่างเช่น

```
#include <Wire.h>
#include <Time.h>
```

จากตัวอย่าง จะเห็นว่าได้มีการอ้างอิงไฟล์ Wire.h และไฟล์ Time.h ซึ่งเป็นไลบารี่พื้นฐานที่มีอยู่ใน Arduino ทำให้สามารถใช้ฟังก์ชั่นเกี่ยวกับเวลาที่ไลบารี่ Time มีการสร้างไว้ให้ใช้งานได้

การอ้างอิงไฟล์จากภายในหรือการอ้างอิงไฟล์ไลบารี่ที่มีอยู่แล้วใน Arduino หรือเป็นไลบารี่ที่เราเพิ่มเข้าไป จะใช้เครื่องหมาย <> ในการคร่อมชื่อไฟล์ไว้ เพื่อให้โปรแกรมคอมไพลเลอร์เข้าใจว่า จะต้องไปหาไฟล์เหล่านี้จากในโฟลเดอร์ไลบารี่ แต่หากต้องการอ้างอิงไฟล์ที่อยู่ในโฟลเดอร์โปรเจค จะต้องใช้เครื่อหมาย " " คร่อมแทน ซึ่งคอมไพล์เลอร์จะไปค้นหาไฟล์ โดยอ้างอิงจากไฟล์โปรแกรมที่คอมไพล์เลอร์อยู่ ตัวอย่างเช่น

```
#include "myFunction.h"
```

จากตัวอย่างด้านบน คอมไพล์เลอร์จะไปค้นหาไฟล์ myFunction.h ภายในโฟลเดอร์โปรเจค หากไม่พบก็จะแจ้งเป็นข้อผิดพลาดกลับมา

#define เป็นคำสั่งที่ใช้ในการแทนข้อความที่กำหนดไว้ด้วยข้อความที่กำหนดไว้ ซึ่งการใช้คำสั่งนี้ ข้อดีคือไม่มีการอ้างอิงกับตัวโปรแกรม

รูปแบบ #define NAME VALUE ตัวอย่างเช่น

```
#define LEDPIN 13
```

จากตัวอย่าง ไม่ว่าคำว่า LEDPIN จะอยู่ส่วนใดของโค้ดโปรแกรมก็ตาม คอมไพล์เลอร์จะแทนคำว่า LEDPIN ด้วยเลข 13 แทน ซึ่งข้อดีคือ ไม่ต้องสร้างเป็นตัวแปรขึ้นมาทำให้สิ้นเปลืองพื้นที่แรม และยังช่วยให้โปรแกรมทำงานเร็วขึ้นอีกด้วย เพราะซีพียูไม่ต้องไปขอข้อมูลมาจากแรมหลาย ๆ ต่อ

2.4.2 ส่วนของการกำหนดค่า (Global declarations)

ส่วนนี้จะเป็นส่วนที่ใช้ในการกำหนดชนิดตัวแปรแบบนอกฟังก์ชั่น หรือประกาศฟังก์ชั่น เพื่อให้ฟังก์ชั่นที่ประกาศสามารถกำหนด หรือเรียกใช้ได้จากทุกส่วนของโปรแกรม เช่น

```
int pin = 13;
void blink(void) ;
```

2.4.3 ฟังก์ชั่น setup() และฟังก์ชั่น loop()

ฟังก์ชั่น setup() และฟังก์ชั่น loop() เป็นคำสั่งที่ถูกบังคับให้ต้องมีในทุกโปรแกรม โดยฟังก์ชั่น setup() จะเป็นฟังก์ชั่นแรกที่ถูกเรียกใช้ นิยมใช้กำหนดค่าหรือเริ่มต้นใช้งานไลบารี่ต่าง ๆ เช่น ในฟังก์ชั่น setup() จะมีคำสั่ง pinMode() เพื่อกำหนดให้ขาใด ๆ ก็ตามเป็นดิจิตอลอินพุต หรือเอาต์พุต ส่วนฟังก์ชั่น loop() จะเป็นฟังก์ชั่นที่ทำงานหลังจากฟังก์ชั่น setup() ได้ทำงานเสร็จสิ้นไปแล้ว และมีการวนรอบแบบไม่รู้จบ เมื่อฟังก์ชั่น loop() งานครบตามคำสั่งแล้ว ฟังก์ชั่น loop() ก็จะถูกเรียกขึ้นมาใช้อีก ตัวอย่างเช่น

```
int pin = 13;
void setup() {
    pinMode(pin, OUTPUT);
}
void loop() {
```

```
    digitalWrite(pin, HIGH);
    delay(1000);
    digitalWrite(pin, LOW);
    delay(1000);
}
```

จากตัวอย่าง จะเห็นว่ามีการประกาศตัวแปรแบบนอกฟังก์ชั่น ทำให้สามารถกำหนด หรือเรียกใช้จากในฟังก์ชั่นใด ๆ ก็ตามได้ ในฟังก์ชั่น setup() ได้มีการกำหนดให้ขาที่ 13 เป็นดิจิตอลเอาต์พุต และในฟังก์ชั่น loop() มีการกำหนดให้พอร์ต 13 มีลอจิกเป็น 1 และใช้ฟังก์ชั่น delay() ในการหน่วงเวลา 1 วินาที แล้วจึงกำหนดให้พอร์ต 13 มีสถานะลอจิกเป็น 0 แล้วจึงหน่วงเวลา 1 วินาที จบฟังก์ชั่น loop() และจะเริ่มทำฟังก์ชั่น loop() ใหม่ ผลที่ได้คือไฟกระพริบบนบอร์ด Arduino Uno ในพอร์ตที่ 13 ทำงานแบบไม่รู้จบ

ในทุก ๆ การทำงานของฟังก์ชั่น จะต้องเริ่มด้วยการกำหนดค่าที่ส่งกลับ ตามด้วยชื่อฟังก์ชั่น แล้วตามด้วยเครื่องหมายปีกกาเปิด { และจบด้วยเครื่องหมายปีกกาปิด ภายในฟังก์ชั่น หากจะเรียกฟังก์ชั่นใช้งานย่อยใดๆ จะต้องมีเครื่องหมาเซมิโคล่อน ; ต่อท้ายเสมอ

2.4.4 ฟังก์ชั่น setup() และฟังก์ชั่น loop()

การสร้างฟังก์ชั่น และการใช้งานฟังก์ชั่น (Users-defined function) ในการสร้างฟังก์ชั่น คำสั่งต่าง ๆ ที่อยู่ภายในฟังก์ชั่น ต้องอยู่ภายใต้เครื่องหมายปีกกาเปิด { และปีกกาปิด } เท่านั้น ภายใต้เครื่องหมาย { } เราสามารถนำฟังก์ชั่นหรือคำสั่งใด ๆ ก็ได้มาใส่ไว้ แต่จะต้องคั่นแต่ละคำสั่งด้วยเครื่องหมายเซมิโคล่อน ; โดยสามารถจะนำคำสั่งทั้งหมดไว้บรรทัดเดียวกันหรือแยกบรรทัดก็ได้ เพื่อความสวยงามของโค้ด (ไม่มีผลกับขนาดของโปรแกรมหลังคอมไพล์) ตัวอย่างเช่น

```
void Mode(int pin) {
    pinMode(pin, OUTPUT);
}
void setup() {
    Mode(13);
}
```

2.4.5 ส่วนอธิบายโปรแกรม (Program comments)

ส่วนอธิบายโปรแกรม หรือการคอมเม้นโปรแกรมเป็นส่วนที่สำคัญอย่างมากที่ช่วยให้ผู้ที่ไม่ได้เขียนโปรแกรม หรือเป็นผู้เขียนโปรแกรมเข้าใจโปรแกรมได้ง่ายขึ้น โดยสามารถอ่านจากคอมเม้นแทนการทำความเข้าใจโปรแกรม โดยอ่านแต่ละฟังก์ชั่น ส่วนอธิบายโปรแกรม หรือส่วนคอมเม้นนี้ จะไม่มีผลใด ๆ กับขนาดของโปรแกรมหลังคอมไพล์ เนื่องจากส่วนนี้จะถูกตัดทิ้งทั้งหมด

เนื่องจากไม่ได้ถูกนำไปใช้งาน แต่จะมีผลทำให้ขนาดไฟล์โค้ดโปรแกรมใหญ่ขึ้น หากมีการคอมเม้นโค้ดยาว ซึ่งขนาดจะเพิ่มขึ้นตามตัวอักษร

ดังนั้นการคอมเม้นโค้ดที่ดีควรคอมเม้นโค้ดให้สั้น และกระชับ เพื่อให้เกิดความรวดเร็วในการทำความเข้าใจ และไม่ยาวจนต้องเลื่อนสกอร์บาร์ไปทางขวาเพื่ออ่านคอมเม้นเพิ่มเติมอีก

การคอมเม้นโค้ดมีอยู่ 2 รูปแบบ คือ (1) เปิดด้วย /* และปิดด้วย */ เป็นการคอมเม้นโค้ดแบบข้ามบรรทัด คือตราบใดที่ยังไม่มี */ตรงส่วนนั้นจะเป็นคอมเม้นทั้งหมด เช่น

```
/* This code by IOXhop.com
17/5/2558 */
void setup() { .... }
```

และ (2) เป็นการคอมเม้นบรรทัดเดียว คือ เปิดด้วยเครื่องหมาย // และปิดด้วยการขึ้นบรรทัดใหม่ เช่น

```
void setup() {
  pinMode(13, OUTPUT); // Set pin 13 to output
}
```

เป็นต้น

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.5.1 งานวิจัยเรื่อง เครื่องวัดอุณหภูมิแบบไร้สาย (เทพพิทัย และ วิริยะ, 2555)

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาเครื่องวัดอุณหภูมิแบบไร้สาย โดยอาศัยผ่านความถี่คลื่นวิทยุ ใช้ไมโครคอนโทรเลอร์เป็นตัวควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ มีโมดูลทำหน้าที่กำหนดอัตราการรับส่งข้อมูลและกระจายสัญญาณแบบไร้สาย จากเซนเซอร์วัดอุณหภูมิในตำแหน่งต่าง ๆ และให้มีการแสดงค่าบนจอแอลซีดี สามารถทำงานที่ระยะ 100 เมตร

จากการศึกษางานวิจัยนี้ สรุปได้ว่า ได้เน้นการรับส่งข้อมูลอากาศผ่านเครือข่ายไร้สาย โดยมีการแสดงผลทางจอแอลซีดี ทั้งนี้ไม่มีฟังก์ชั่นการจัดเก็บข้อมูลเพื่อการค้นคืนภายหลัง

2.5.2 งานวิจัยเรื่อง การออกแบบและสร้างระบบรับข้อมูลอุณหภูมิความดัน และความชื้นแบบพกพาความเร็วต่ำสำหรับงานทดสอบยานยนต์ (สถาพร, 2556)

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบรับข้อมูลอุณหภูมิ ความดัน และความชื้นแบบพกพา และเพื่อสร้างระบบอุปกรณ์การวัดใช้ในงานทดสอบยานยนต์ โดยการสร้าง

แอพพลิเคชั่นในระบบกราฟิก ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สร้างจะรับข้อมูล แสดงผล และบันทึกอุณหภูมิ ความดัน และความชื้นได้ในเวลาเดียวกัน

จากการศึกษางานวิจัยนี้ สรุปได้ว่า เป็นงานวิจัยที่เน้นการออกแบบแอพพลิเคชั่น เพื่อรับข้อมูล แสดงผล และบันทึกอุณหภูมิ ความดัน และความชื้น สำหรับงานทดสอบยานยนต์

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยประเภท การวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ซึ่งมีวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

3.1 ตัวแปรที่ทำการศึกษา

3.1.1 ตัวแปรต้น

อุปกรณ์วัดค่าและบันทึกข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้น และความกดอากาศ แบบพกพา

3.1.2 ตัวแปรตาม

ค่าอุณหภูมิ ความชื้น และความกดอากาศ

3.2 วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้มีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

3.2.1 ศึกษาการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโน่ (Arduino)

3.2.2 ศึกษาการเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโน่

3.2.3 ศึกษาตัวเซนเซอร์ หรือตัวตรวจจับ (Sensor) ต่างๆ ที่สามารถนำมาใช้ร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) ตระกูลอาดูโน่ (Arduino) ได้

3.2.4 ออกแบบระบบการทำงานของอุปกรณ์

นำข้อมูลเกี่ยวกับอุณหภูมิ ความชื้น และความกดอากาศที่อ่านค่าได้จากเซ็นเซอร์ ไปป้อนให้กับตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยอ้างอิงเวลาตามชิพนาฬิกา แล้วนำไปบันทึกลงหน่วยความจำแฟลช (Nonvolatile Memory) จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ไปทำการประมวลผล โดยใช้คำสั่งควบคุม (Programming Language) เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามเงื่อนไขที่ออกแบบไว้ แล้งส่งผลไปแสดงบนจอภาพ

3.2.5 ออกแบบทางด้านฮาร์ดแวร์

คัดเลือกเซนเซอร์ ชิพนาฬิกาที่มีความแม่นยำ (Accuracy) และไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีคุณสมบัติที่เหมาะสม โดยอ้างอิงจากเอกสารแสดงคุณสมบัติอุปกรณ์ของผู้ผลิต (Datasheet) กำหนดขาสัญญาณของเซนเซอร์ และกำหนดขาสัญญาณของชิพนาฬิกา รวมถึงกำหนดช่องติดต่อสื่อสารกับเซนเซอร์ ที่ต้องต่อเข้าขาอินพุตและเอาท์พุตของไมโครคอนโทรลเลอร์ รวมไปถึงชุดจอแสดงผลขนาดเล็ก ออกแบบให้สามารถทำงานร่วมกันได้อย่างเหมาะสมเข้ากันได้

3.2.6 ออกแบบทางด้านซอฟต์แวร์

กำหนดโครงสร้างของซอฟท์แวร์ ลำดับการทำงานต่างๆ ตั้งแต่เริ่มต้นระบบ การอ่านค่าจากเซนเซอร์ ชิพนาฬิกา การจัดเก็บข้อมูล รูปแบบการประมวลผล จนถึงการแสดงผลบนจอภาพ

3.2.7 จัดหาอุปกรณ์ อาทิเช่น ตัวเซนเซอร์ ชิพนาฬิกา ไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโน่ จอแสดงผล แบตเตอรี่ หน่วยความจำสำรอง ตามที่ได้ออกแบบไว้

3.2.8 ประกอบอุปกรณ์และทดลองติดตั้ง

นำอุปกรณ์ต่างๆ ต่อร่วมกันเป็นวงจร โดยใช้ขาสัญญาณต่างๆ ของเซนเซอร์เข้ากับอินพุต/เอาท์พุต ลงบนบอร์ดอเนกประสงค์ (Breadboard) โดยให้มีไฟเลี้ยงวงจรจากแหล่งจ่ายไฟตามที่ระบบต้องการ จากนั้นเมื่อระบบทำงานได้อย่างถูกต้องแล้ว จึงนำไปประกอบลงแผงวงจรจริง (PCB)

3.2.9 พัฒนาโปรแกรม

เขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อให้มีความสามารถในการอ่านค่าอุณหภูมิ ความชื้น ความกดอากาศ และเวลาที่ทำการอ่านค่า บันทึกลงบนหน่วยความจำแฟลช แล้วนำค่าที่ได้นำมาประมวลจึงนำไปแสดงโดยใช้ภาษาซีในการสั่งการ จากนั้นทำการนำโปรแกรมเข้าสู่ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Upload)

3.2.10 ทดลองการทำงานของอุปกรณ์ / เก็บผลการทดลอง / วิเคราะห์ผลการทดลอง / สรุปผล

3.3 การออกแบบการทำงานของอุปกรณ์วัดค่าและบันทึกข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้น และความกดอากาศ แบบพกพา

ในการออกแบบการทำงานของอุปกรณ์ ได้กำหนดให้มีส่วนประกอบหลัก ๆ ทั้งหมด 5 ส่วน แสดงดังภาพที่ 3.1 ดังนี้

(1) ไมโครคอนโทรลเลอร์

(2) เซ็นเซอร์อ่านค่าอุณหภูมิ ความชื้น ความกดอากาศ

(3) RTC (นาฬิกา)

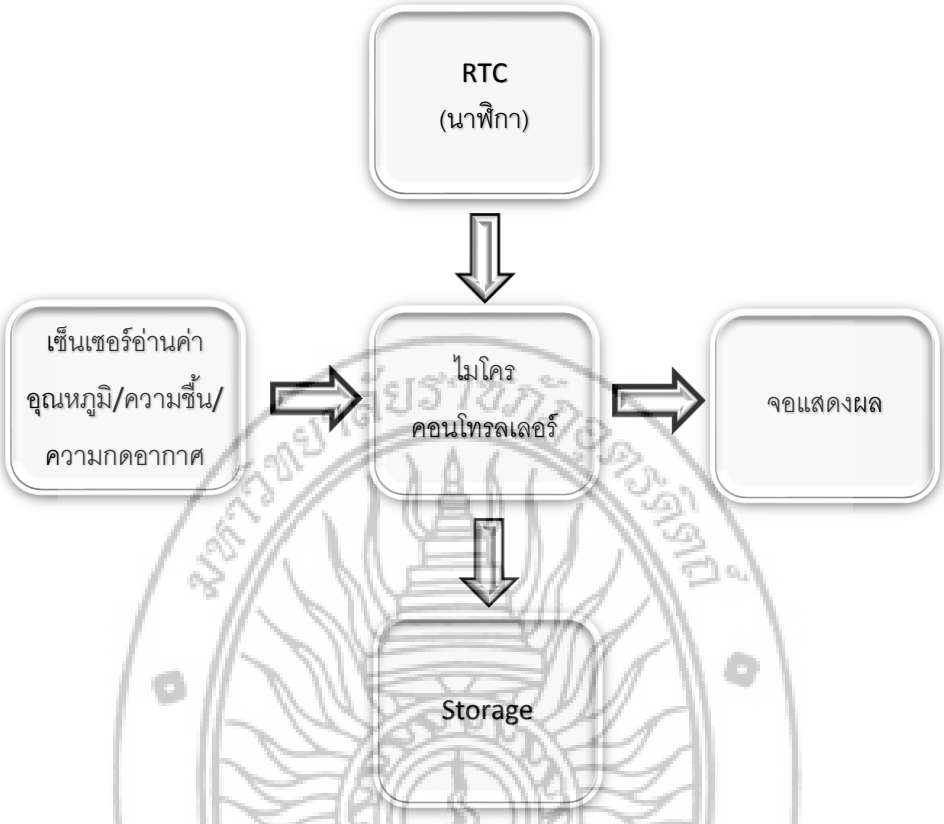
(4) จอแสดงผล

(5) หน่วยความจำ (Storage)

และความสามารถของอุปกรณ์ มีดังนี้

(1) อุปกรณ์สามารถวัดค่าข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้น และความกดอากาศได้

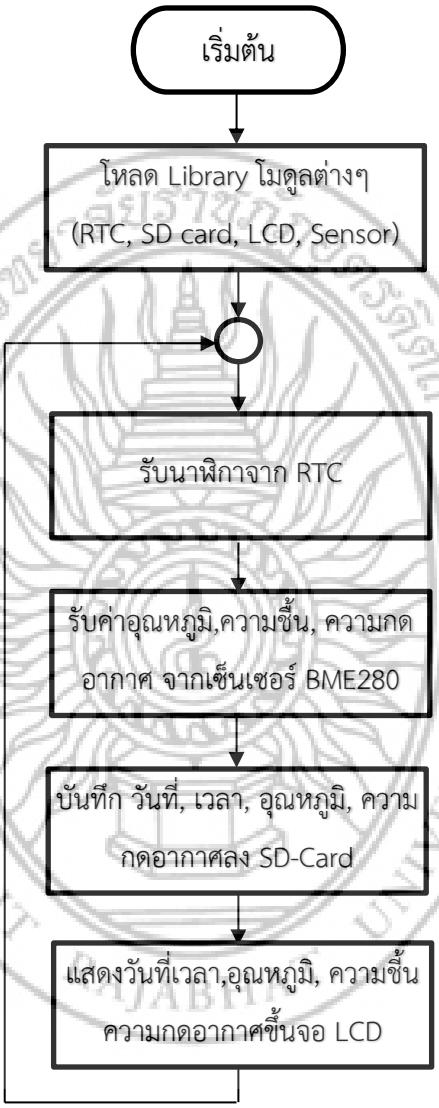
(2) อุปกรณ์สามารถบันทึกค่าอุณหภูมิ ความชื้น และความกดอากาศได้ โดยให้บันทึกข้อมูลลงบนหน่วยความจำ



ภาพที่ 3.1 การออกแบบการทำงานของอุปกรณ์

3.4 ผังลำดับการทำงานของอุปกรณ์วัดค่าและบันทึกข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้น และความกดอากาศ

ลำดับการทำงานของอุปกรณ์ สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 3.2



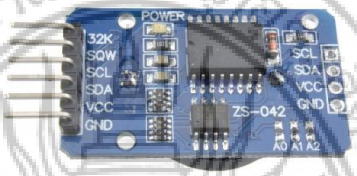
ภาพที่ 3.2 ผังการทำงานของอุปกรณ์

3.5 อุปกรณ์ที่ใช้ และการเชื่อมต่ออุปกรณ์กับบอร์ดไมโครคอลโทรเลอร์ ในการสร้างอุปกรณ์วัดค่าและบันทึกข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้น และความกดอากาศ

3.5.1 รายการวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างอุปกรณ์

3.5.1.1 RTC (Real Time Clock) DS3231

งานวิจัยชิ้นนี้ได้นำโมดูลนาฬิกามาใช้ เพื่อใช้เป็นฐานเวลาที่ทำการบันทึกข้อมูล ภายในโมดูลจะมีแบตเตอรี่ก้อนเล็ก ๆ ชนิดกระดุม ขนาด 3 โวลต์ (CR2032) เพื่อใช้เลี้ยงวงจรนาฬิกาให้ทำงานตลอดเวลา แม้ไม่ได้จ่ายไฟเลี้ยงวงจรจากภายนอก



ภาพที่ 3.3 โมดูลนาฬิกา รุ่น DS3231

สำหรับโมดูลนาฬิกามีให้เลือกใช้หลายแบบ ผู้ทำวิจัยได้เลือกใช้ โมดูลนาฬิกาที่ใช้ชิฟรุ่น DS3231 ดังแสดงในภาพที่ 3.3 ซึ่งมีความเที่ยงตรงสูง ภายในโมดูลมีเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ เพื่อนำไปปรับความคลาดเคลื่อนของชิปสัญญาณนาฬิกาอันเนื่องมาจากอุณหภูมิที่แปรผัน ให้มีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

3.5.1.2 โมดูลเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ วัดความชื้น และวัดความกดอากาศ รุ่น BME280

งานวิจัยได้เลือกใช้เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ วัดความชื้น และวัดความกดอากาศของบริษัทบ๊อช รุ่น BME280 ดังแสดงในภาพที่ 3.4 ซึ่งมีขนาดเล็ก มีความสามารถในการอ่านค่าอุณหภูมิ ความชื้น และความกดอากาศ ได้ภายในตัวเดียวและเวลาเดียวกัน โดยไม่ต้องติดตั้งเซนเซอร์อื่นเพิ่มเติม

ภาพที่ 3.4 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ วัดความชื้น และวัดความกดอากาศ รุ่น BME280

3.5.1.3 โมดูลสำหรับอ่านและเขียน Micro SD Card (MicroSD Card Adapter)

โมดูลสำหรับอ่านและเขียน SD card นี้ เป็นโมดูลที่มีช่องเชื่อมต่อแบบ SPI ผู้วิจัยได้เลือกใช้ของผู้ผลิต Catalex ดังแสดงในภาพที่ 3.5 ซึ่งตัวโมดูลมีลักษณะมีความน่าเชื่อถือ ภายในโมดูลมีเรกูเลต (วงจรลดแรงดันไฟ) จาก 4.5-5.0 โวลต์ มาเป็น 3.3 โวลต์ มีไลบรารี่สำเร็จรูปพร้อมใช้งาน โดยข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้น และความกดอากาศ จะถูกจัดเก็บลงใน SD Card ครั้งละ 40 ไบต์ ทุก ๆ 1 นาที จากการคำนวณเบื้องต้นพบว่าสามารถเก็บข้อมูลได้ไม่ต่ำกว่า 100 ปี สำหรับการใช้ SD Card ความจุ 2 GB

ภาพที่ 3.5 โมดูลสำหรับอ่านและเขียน SD card

3.5.1.4 โมดูลแสดงผลแบบแอลซีดี (LCD Display)

จากการศึกษาโมดูลแสดงผล LCD มีหลากหลายลักษณะ จากตัวอย่างที่ศึกษามีดังนี้ (1) แบบที่เป็นสีเดียวชนิดทึบแสง (2) แบบที่เป็นสีเดียวแบบมีไฟแบล็คไลท์ และ (3) แบบสีเสมือนจริง (True Color) ในงานวิจัยชิ้นได้เลือกใช้ LCD ของ Nokia รุ่น 5110 ซึ่งเป็นตัวเดียวกับที่ติดตั้งในโทรศัพท์มือถือมีช่องเชื่อมต่อแบบ SPI ดังแสดงในภาพที่ 3.6

ภาพที่ 3.6 โมดูลแสดงผลแบบ LCD

3.5.1.5 โมดูลแปลงไฟ (Voltage Conversion)

โมดูลแปลงไฟ ใช้สำหรับแปลงไฟกระแสตรง (DC) จากช่วง 6.5 ถึง 12 โวลต์ เป็น 3.3 โวลต์ และ 5 โวลต์ เพื่อจ่ายกระแสให้กับโมดูลต่าง ๆ ซึ่งใช้ไฟแตกต่างกัน ดังแสดงในภาพที่ 3.7

ภาพที่ 3.7 โมดูลแปลงไฟ

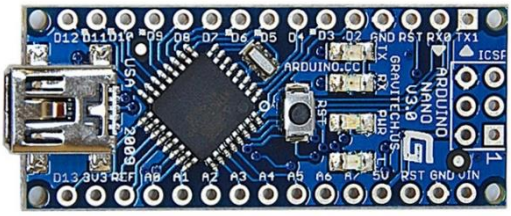
3.5.1.6 อะแดปเตอร์แปลงไฟ (Adaptor)

อเด็บเตอร์แปลงไฟ ใช้สำหรับแปลงไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) 220 โวลต์ ให้เป็น 6-12 โวลต์ (DC) เพื่อเป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้า ให้กับวงจรทั้งหมด ดังแสดงในภาพที่ 3.8

ภาพที่ 3.8 อะแดปเตอร์แปลงไฟ

3.5.1.7 ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Micro Controller)

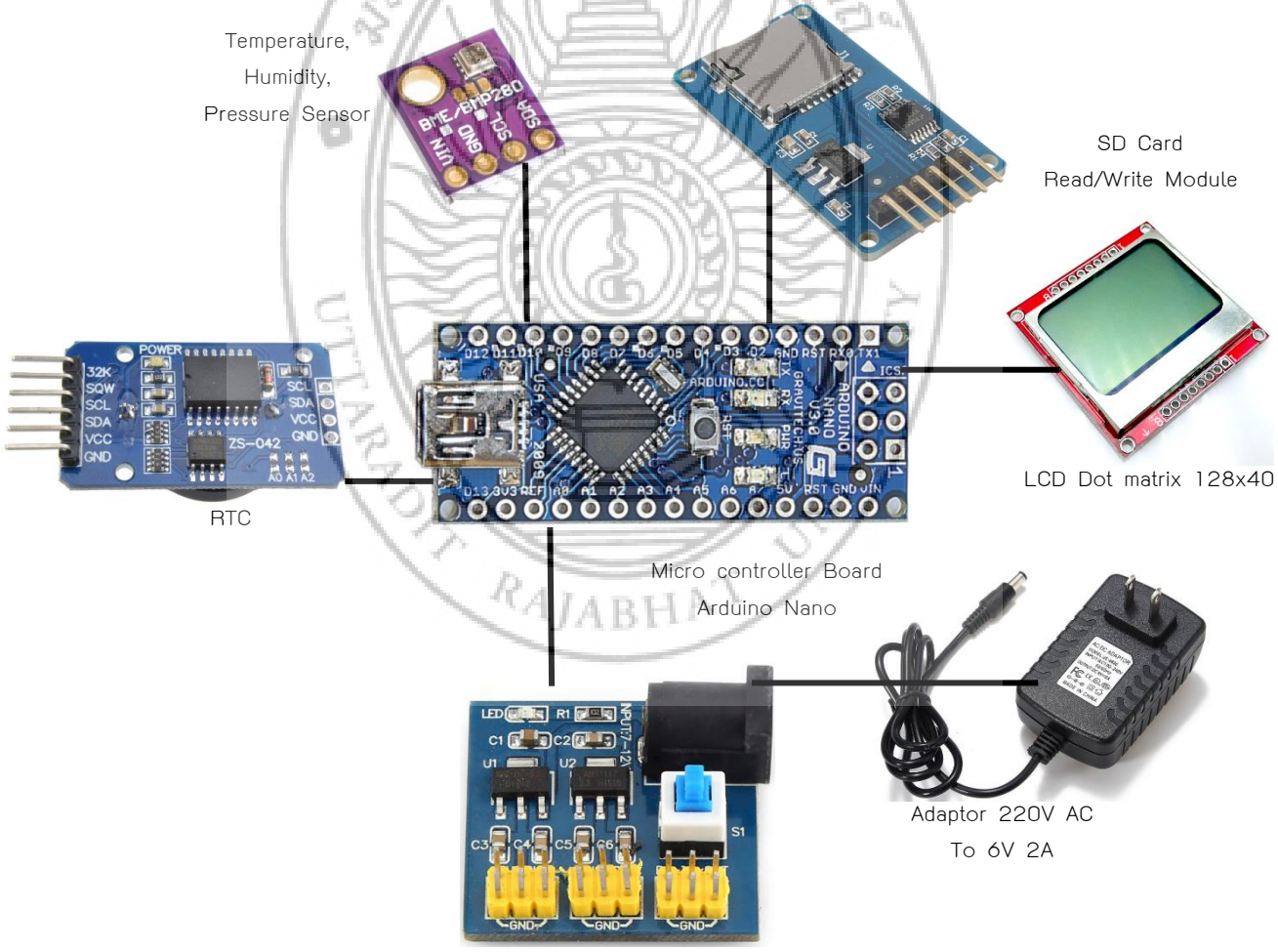
ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่เลือกใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็น อาดูโน่ นาโน (Arduino Nano) ซึ่งเป็นไมโครคอนโทรลที่มีขนาดเล็ก มีความสามารถเพียงพอต่อการทำวิจัย ดังแสดงในภาพที่ 3.9



ภาพที่ 3.9 ไมโครคอนโทรลเลอร์

3.5.2 การเชื่อมต่ออุปกรณ์กับบอร์ดไมโครคอลโทรเลอร์

การเชื่อมต่ออุปกรณ์กับบอร์ดไมโครคอลโทรเลอร์ ในการสร้างอุปกรณ์ สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 3.10



ภาพที่ 3.10 การเชื่อมต่ออุปกรณ์กับบอร์ดไมโครคอลโทรเลอร์

3.6 วิธีดำเนินการรวบรวมข้อมูล

นำอุปกรณ์ที่ได้จากการวิจัยไปทดลองเก็บค่าอุณหภูมิ ค่าความชื้น ค่าความกดอากาศในพื้นที่ของการทดลอง และเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากอุปกรณ์วัดอุณหภูมิในพื้นที่ ตามเวลาท้องถิ่น เพื่อหาค่าความแตกต่าง ความแม่นยำ แล้วนำไปสรุปผลการทดลอง

3.7 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การหาค่าเฉลี่ย (Average) และร้อยละ (Percentage)

บทที่ 4
ผลการวิจัย

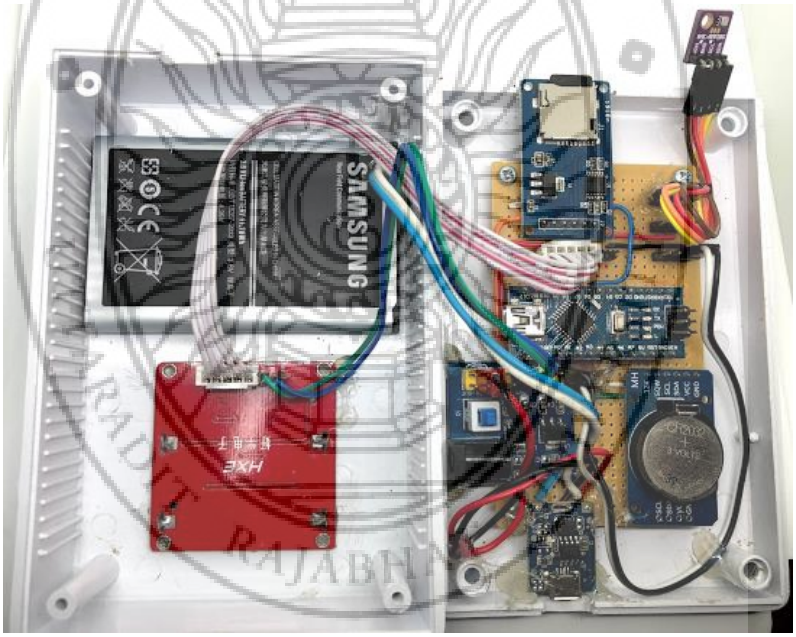
การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์วัดค่าและบันทึกข้อมูล อุณหภูมิ ความชื้น และความกดอากาศ แบบพกพา โดยมีผลการวิจัยตามหัวข้อต่อไปนี้

4.1 ผลการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์วัดค่าและบันทึกข้อมูล อุณหภูมิ ความชื้น และความกดอากาศแบบพกพา บนไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโน่

ผลการวิจัยได้อุปกรณ์วัดค่าและบันทึกข้อมูล อุณหภูมิ ความชื้น และความกดอากาศแบบพกพา ดังแสดงในตามภาพที่ 4.1 ถึง ภาพที่ 4.3 และ อุปกรณ์มีขนาด 9 x 13.5 x 4.5 cm และน้ำหนักรวม 260 กรัม

ภาพที่ 4.1 อุปกรณ์วัดค่าและบันทึกข้อมูล อุณหภูมิ ความชื้น และความกดอากาศแบบพกพา

ภาพที่ 4.2 หน้าจอการแสดงค่า อุณหภูมิ ความชื้น และความกดอากาศ



ภาพที่ 4.3 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ด้านใน

โดยที่อุปกรณ์มีฟังก์ชั่นในการทำงาน ดังนี้

(1) อุปกรณ์สามารถวัดค่าข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้น และความกดอากาศได้

(2) อุปกรณ์สามารถบันทึกค่าอุณหภูมิ ความชื้น และความกดอากาศได้ โดยให้บันทึกข้อมูลลงบนหน่วยความจำ

4.2 การทดลองวัดประสิทธิภาพด้านฟังก์ชั่นการทำงานของอุปกรณ์

จากการทดลองวัดประสิทธิภาพด้านของฟังก์ชั่นการทำงานของอุปกรณ์ในด้านต่าง ๆ สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 ประสิทธิภาพด้านฟังก์ชั่นการทำงานของอุปกรณ์

ฟังก์ชั่นการทำงาน	ทำงานได้	ทำงานไม่ได้
(1) สามารถวัดอุณหภูมิ	✓	
(2) สามารถวัดความชื้น	✓	
(3) สามารถวัดความกดอากาศ	✓	
(4) สามารถแสดงผลบนจอภาพ	✓	
(5) สามารถบันทึกข้อมูลลงบนหน่วยความจำ	✓	
(6) สามารถดูข้อมูลที่จัดเก็บบนหน่วยความจำ	✓	

จากตารางที่ 4-1 พบว่าอุปกรณ์วัดค่าและบันทึกข้อมูล อุณหภูมิ ความชื้น และความกดอากาศแบบพกพา สามารถทำงานได้ครบถ้วนทุกฟังก์ชั่น

4.3 การเปรียบเทียบผลใช้งานของอุปกรณ์กับอุปกรณ์เครื่องวัดสภาพอากาศต่าง ๆ

การเปรียบเทียบผลการใช้งานของอุปกรณ์เครื่องวัดสภาพอากาศ เพื่อให้มีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น ผู้วิจัยได้เลือกเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองเปรียบเทียบ 2 ตัว คือ (1) เทอร์โมมิเตอร์แบบดิจิตอล และ (2) เทอร์โมมิเตอร์แบบปรอท ดังแสดงในภาพที่ 4.4

ใช้สถานที่ทดลองวัดค่าสภาพอากาศภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ เก็บข้อมูลสภาพอากาศ ในช่วงเวลา 13.00 น. – 24.00 น. ทุก ๆ 30 นาที

(ก) เครื่องที่พัฒนา (ข) เทอร์โมมิเตอร์แบบดิจิตอล (ค) เทอร์โมมิเตอร์แบบปรอท

ภาพที่ 4.4 เครื่องที่พัฒนาขึ้น กับเครื่องวัดอุณหภูมิที่ใช้เปรียบเทียบ

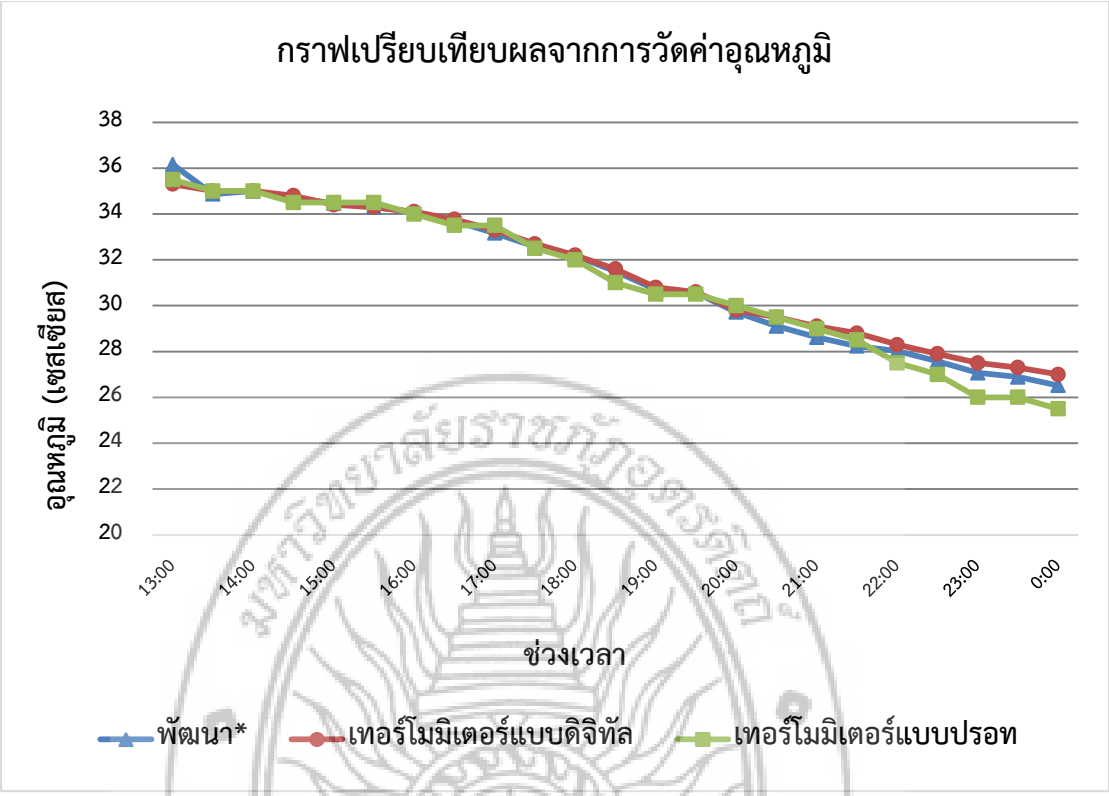
4.3.1 การเปรียบเทียบผลจากการวัดค่าของอุณหภูมิ

ได้ทำการเปรียบเทียบผลจากการวัดค่าของอุณหภูมิ โดยใช้อุปกรณ์ 3 ตัว คือ (1) อุปกรณ์วัดวัดค่าและบันทึกข้อมูล ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น (2)) เทอร์โมมิเตอร์แบบดิจิตอล และ (3) เทอร์โมมิเตอร์แบบปรอท ผลการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิที่ได้จากอุปกรณ์ทั้ง 3 ตัว สามารถแสดงดังตารางที่ 4-2 และในภาพที่ 4.5

ตารางที่ 4-2 การเปรียบเทียบผลจากการวัดค่าของอุณหภูมิ

ลำดับ	เวลา	พัฒนา*	เทอร์โมมิเตอร์แบบดิจิตอล		เทอร์โมมิเตอร์แบบปรอท	
		องศา C	องศา C	% แตกต่าง	องศา C	% แตกต่าง
1	13:00	36.16	35.30	2.38%	35.50	1.83%
2	13:30	34.87	35.00	0.37%	35.00	0.37%
3	14:00	35.00	35.00	0.00%	35.00	0.00%
4	14:30	34.68	34.80	0.35%	34.50	0.52%
5	15:00	34.47	34.40	0.20%	34.50	0.09%
6	15:30	34.30	34.30	0.00%	34.50	0.58%
7	16:00	34.08	34.10	0.06%	34.00	0.23%
8	16:30	33.69	33.70	0.24%	33.50	0.56%
9	17:00	33.17	33.30	0.39%	33.50	0.99%
10	17:30	32.58	32.70	0.37%	32.50	0.25%
11	18:00	32.17	32.20	0.09%	32.00	0.53%
12	18:30	31.50	31.60	0.32%	31.00	1.59%
13	19:00	30.71	30.80	0.29%	30.50	0.68%
14	19:30	30.56	30.60	0.13%	30.50	0.20%
15	20:00	29.72	29.80	0.27%	30.00	0.94%
16	20:30	29.11	29.50	1.34%	29.50	1.34%
17	21:00	28.62	29.10	1.68%	29.00	1.33%
18	21:30	28.24	28.80	1.98%	28.50	0.92%
19	22:00	28.02	28.30	1.00%	27.50	1.86%
20	22:30	27.58	27.90	1.16%	27.00	2.10%
21	23:00	27.07	27.50	1.59%	26.00	3.95%
22	23:30	26.89	27.30	1.52%	26.00	3.31%
23	00:00	26.52	27.00	1.81%	25.50	3.85%

หมายเหตุ : พัฒนา* คือ อุปกรณ์วัดค่าและบันทึกข้อมูลที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น



ภาพที่ 4.5 กราฟเปรียบเทียบผลจากการวัดค่าอุณหภูมิ

จากตารางที่ 4-2 เมื่อพิจารณาค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง สามารถสรุปได้ดังนี้

(1) ระหว่างอุปกรณ์วัดค่าและบันทึกข้อมูลที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นกับเทอร์โมมิเตอร์แบบดิจิตอล พบว่ามีค่าความแตกต่างอยู่ระหว่าง 0.00 – 2.38 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งถือว่ามีความแตกต่างน้อยมาก

(2) ระหว่างอุปกรณ์วัดค่าและบันทึกข้อมูลที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นกับเทอร์โมมิเตอร์แบบปรอท พบว่ามีค่าความแตกต่างอยู่ระหว่าง 0.00 – 3.95 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งถือว่ามีความแตกต่างน้อยมากเช่นกัน

อย่างไรก็ตามอุปกรณ์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีค่าอุณหภูมิใกล้เคียงกับเทอร์โมมิเตอร์แบบดิจิตอลมากกว่าเทอร์โมมิเตอร์แบบปรอท

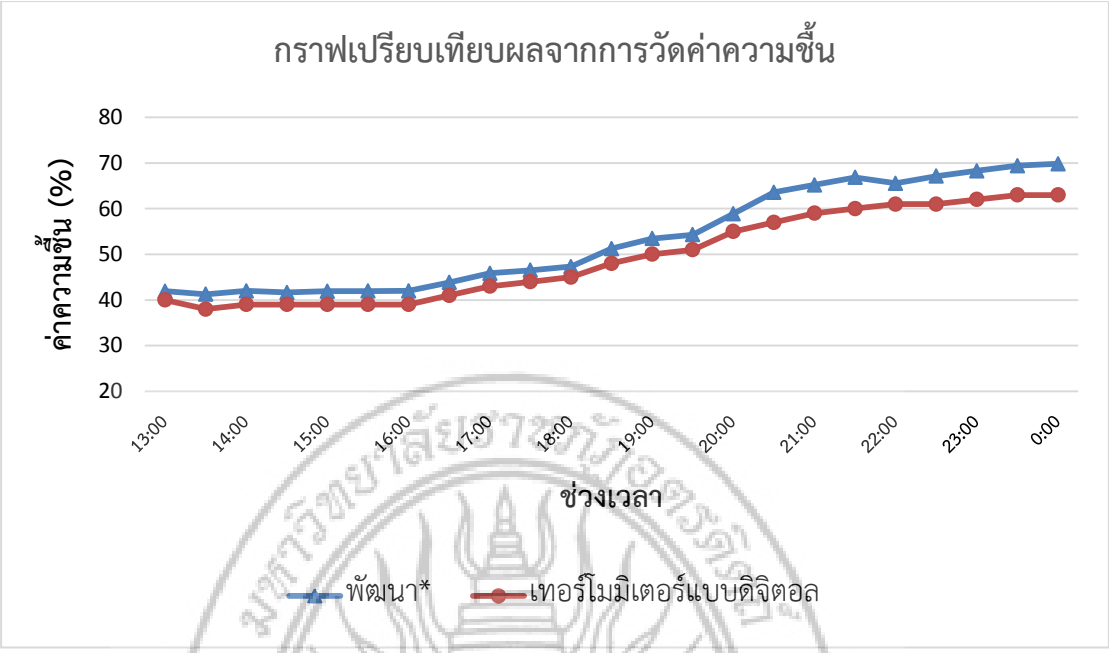
4.3.2 การเปรียบเทียบผลจากการวัดค่าของวัดความชื้น

ได้ทำการเปรียบเทียบผลจากการวัดค่าของความชื้น โดยใช้อุปกรณ์ 2 ตัว คือ (1) อุปกรณ์วัดวัดค่าและบันทึกข้อมูล ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น และ (2) เทอร์โมมิเตอร์แบบดิจิตอล ผลการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิที่ได้จากอุปกรณ์ทั้ง 2 ตัว สามารถแสดงดังตาราง 4-3 และในภาพที่ 4.6

ตารางที่ 4-3 การเปรียบเทียบผลจากการวัดค่าความชื้น

ลำดับ	เวลา	พัฒนา*	เทอร์โมมิเตอร์แบบดิจิทัล	%แตกต่าง
1	13:00	41.9	40	4.53%
2	13:30	41.24	38	7.86%
3	14:00	41.97	39	7.08%
4	14:30	41.63	39	6.32%
5	15:00	41.91	39	6.94%
6	15:30	41.94	39	7.01%
7	16:00	41.99	39	7.12%
8	16:30	43.83	41	6.46%
9	17:00	45.84	43	6.20%
10	17:30	46.52	44	5.42%
11	18:00	47.32	45	4.90%
12	18:30	51.24	48	6.32%
13	19:00	53.45	50	6.45%
14	19:30	54.28	51	6.04%
15	20:00	58.9	55	6.62%
16	20:30	63.57	57	10.34%
17	21:00	65.21	59	9.52%
18	21:30	66.83	60	10.22%
19	22:00	65.54	61	6.93%
20	22:30	67.13	61	9.13%
21	23:00	68.28	62	9.20%
22	23:30	69.41	63	9.23%
23	0:00	69.81	63	9.76%

หมายเหตุ : พัฒนา* คือ อุปกรณ์วัดวัดค่าและบันทึกข้อมูลที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น



ภาพที่ 4.6 กราฟเปรียบเทียบผลจากการวัดค่าความชื้น

จากตารางที่ 4-3 เมื่อพิจารณาค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง สามารถสรุปได้ดังนี้

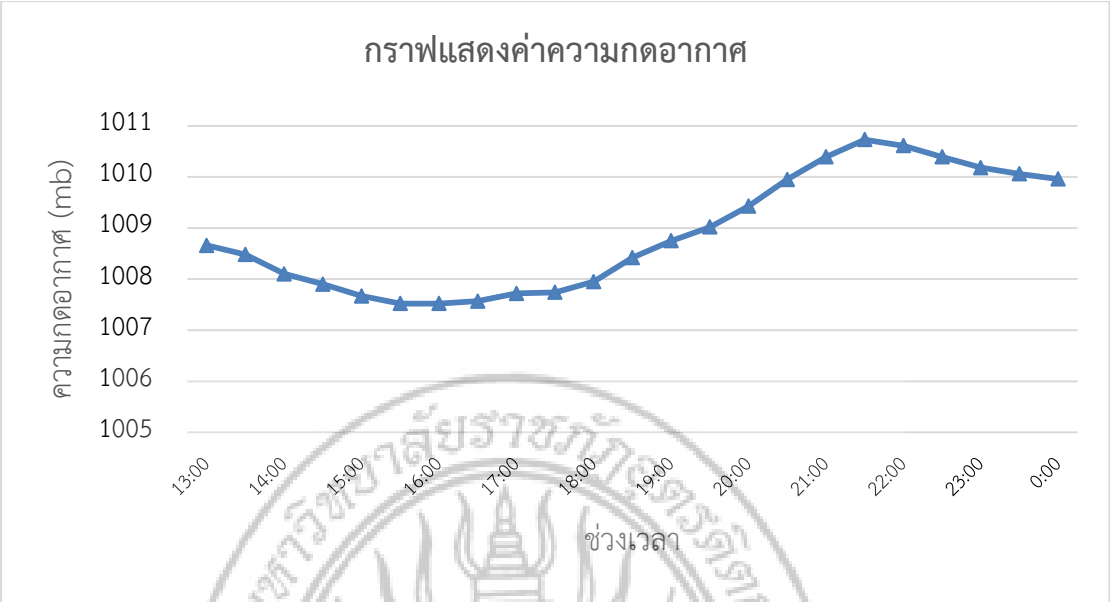
ระหว่างอุปกรณ์วัดค่าและบันทึกข้อมูลที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นกับเทอร์โมมิเตอร์แบบดิจิตอล พบว่ามีค่าความแตกต่างอยู่ระหว่าง 4.53 – 10.34 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งถือว่ามีความแตกต่างน้อย

4.3.3 การแสดงผลจากการวัดค่าของความกดอากาศ

เนื่องจากอุปกรณ์ที่ได้นำมาเปรียบเทียบไม่มีฟังก์ชั่นของการวัดความกดอากาศ ผู้วิจัยจึงจะได้นำเสนอเฉพาะข้อมูลของความกดอากาศที่ได้จากอุปกรณ์วัดวัดค่าและบันทึกข้อมูล ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 4-4 และภาพที่ 4.7

ตารางที่ 4-4 การค่าความกดอากาศที่อ่านได้จากเครื่องวัดที่พัฒนาขึ้น

ลำดับ	เวลา	ความกดอากาศ (mb)
1	13:00	1008.66
2	13:30	1008.48
3	14:00	1008.1
4	14:30	1007.9
5	15:00	1007.67
6	15:30	1007.52
7	16:00	1007.52
8	16:30	1007.57
9	17:00	1007.72
10	17:30	1007.74
11	18:00	1007.95
12	18:30	1008.42
13	19:00	1008.75
14	19:30	1009.02
15	20:00	1009.43
16	20:30	1009.95
17	21:00	1010.39
18	21:30	1010.73
19	22:00	1010.61
20	22:30	1010.39
21	23:00	1010.18
22	23:30	1010.06
23	0:00	1009.96



ภาพที่ 4.7 กราฟแสดงค่าความกดอากาศ

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ UTTARADIT RAJABHAT UNIVERSITY

บทที่ 5
อภิปรายผล และ ข้อเสนอแนะ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบ และพัฒนาอุปกรณ์วัดค่าและบันทึกข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้น และความกดอากาศ แบบพกพา โดยสามารถแสดงผลค่าอุณหภูมิต่างๆ ออกทางจอมอนิเตอร์ และยังสามารถบันทึกค่าลงบนหน่วยความจำ พร้อมกับแสดงค่าจากการบันทึกในภายหลังได้

5.1 การอภิปรายผล

จากการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์วัดค่าและบันทึกข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้น และความกดอากาศ แบบพกพา พบว่าอุปกรณ์ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นสามารถทำงานได้ครบถ้วนทุกฟังก์ชั่น และมีความถูกต้องแม่นยำ อีกทั้งอุปกรณ์ยังมีฟังก์ชั่นของการวัดความกดอากาศซึ่งถือได้ว่าเป็นฟังก์ชั่นพิเศษที่ไม่มีในอุปกรณ์ที่วางตามท้องตลาด และอุปกรณ์ยังมีขนาดเล็กพกพาง่ายอีกด้วย กล่าวคือ อุปกรณ์มีขนาด 9 x 13.5 x 4.5 cm และน้ำหนักรวม 260 กรัม

ในการทดลองใช้สถานที่ทดลองวัดค่าสภาพอากาศภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ เก็บข้อมูลสภาพอากาศ ในช่วงเวลา 13.00 น. – 24.00 น. ทุก ๆ 30 นาที

ด้านการทำงานเมื่อทำการเปรียบเทียบผลจากการวัดค่าของอุณหภูมิ โดยใช้อุปกรณ์ 3 ตัว คือ (1) อุปกรณ์วัดวัดค่าและบันทึกข้อมูล ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น (2) เทอร์โมมิเตอร์แบบดิจิตอล และ (3) เทอร์โมมิเตอร์แบบปรอท ผลการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิที่ได้จากอุปกรณ์ทั้ง 3 ตัว พบว่า (1) ระหว่างอุปกรณ์วัดค่าและบันทึกข้อมูลที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นกับเทอร์โมมิเตอร์แบบดิจิตอล มีค่าความแตกต่างอยู่ระหว่าง 0.00 – 2.38 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งถือว่ามีความแตกต่างน้อยมาก และ (2) ระหว่างอุปกรณ์วัดค่าและบันทึกข้อมูลที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นกับเทอร์โมมิเตอร์แบบปรอท พบว่ามีค่าความแตกต่างอยู่ระหว่าง 0.00 – 3.95 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งถือว่ามีความแตกต่างน้อยมากเช่นกัน

ส่วนการเปรียบเทียบค่าของความชื้น ได้ใช้อุปกรณ์ 2 ตัว คือ (1) อุปกรณ์วัดวัดค่าและบันทึกข้อมูล ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น และ (2) เทอร์โมมิเตอร์แบบดิจิตอล พบว่ามีค่าความแตกต่างอยู่ระหว่าง 4.53 – 10.34 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งถือว่ามีความแตกต่างน้อย

ซึ่งถือได้ว่าอุปกรณ์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น วัดค่าสภาพอากาศได้ใกล้เคียงกับเทอร์โมมิเตอร์แบบดิจิตอลมากกว่าเทอร์โมมิเตอร์แบบปรอท ทั้งนี้ค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างที่เกิดขึ้นถือว่าไม่มีนัยสำคัญ

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ออกแบบวงจรให้มีการใช้พลังงานต่ำ เพื่อลดความร้อนที่จะเกิดขึ้นได้

5.2.2 เพิ่มช่องทางการติดต่อสื่อสาร เช่น บลูทูธ

5.2.3 พัฒนาอุปกรณ์ไปสู่ IoT

5.2.4 เพิ่มเซ็นเซอร์ในการตรวจวัดให้มีหลากหลายมากขึ้น

5.2.5 สามารถออกแบบตัวเครื่องให้มีขนาดบางและเล็กลง

บรรณานุกรม

เทพพิทัย กำเพ็ชร และ วิริยะ กองรัตน์. เครื่องวัดอุณหภูมิแบบไร้สาย. วารสารวิทยาศาสตร์ลาดกระบัง. (2555): 89-100.

ธีรวัฒน์ ประกอบผล. (2558). การพัฒนาไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยภาษาซี. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

สถาพร เชื้อเพ็ง. การออกแบบและสร้างระบบรับข้อมูลอุณหภูมิความดัน และความชื้นแบบพกพาความเร็วต่ำสำหรับงานทดสอบยานยนต์. วารสารวิศวกรรมสาร มก. (2556): 92-102.

สุธีร์ ฟูเต็มวงค์. (2555). การพัฒนาระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า ผ่านเว็บเบราว์เซอร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สุรศักดิ์ ทิมพิทักษ์. (2555). หุ่นยนต์ดำน้ำควบคุมระยะไกลและควบคุมความลึก. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องยนต์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

เอกชัย มะการ. (2552). เรียนรู้เข้าใจใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR ด้วย Arduino. กรุงเทพฯ: บริษัท อีทีที จำกัด.

ประวัตินักวิจัย

ชื่อ-สกุล นายจำรูญ จันทร์กุญชร
Mr. Jumroon Chankulchorn
วันเกิด 9 สิงหาคม พ.ศ. 2511
ที่อยู่ 27 ถ.อินใจมี ต.ท่าอิฐ อ.เมือง จ.อุตรดิตถ์
อีเมล์ jumroon@uru.ac.th

ประวัติการศึกษา

2547	วท.ม. (วิทยาการสารสนเทศ)	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2532	ค.บ. (คอมพิวเตอร์ศึกษา)	วิทยาลัยครูอุตรดิตถ์
2528	อนุปริญญา (ไฟฟ้า)	วิทยาลัยครูอุตรดิตถ์

การทำงานปัจจุบัน

อาจารย์สังกัด คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์
โทรศัพท์ (055) 411-096 ต่อ 1303

ประวัติผู้ร่วมวิจัย

ชื่อ-สกุล นางสาวกนกวรรณ กันยะมี
Miss Kanokwan Kanyamee
วันเกิด 16 เมษายน พ.ศ. 2521
ที่อยู่ 54 หมู่ 9 ต.ผาสิงห์ อ.เมือง จ.น่าน
อีเมล์ ajkanokwan@uru.ac.th

ประวัติการศึกษา

2555 ปร.ด. (เทคโนโลยีสารสนเทศ) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2546 วท.ม. (เทคโนโลยีสารสนเทศ) มหาวิทยาลัยนเรศวร
2542 วท.บ. (วิทยาการคอมพิวเตอร์) สถาบันราชภัฏอุตรดิตถ์

การทำงานปัจจุบัน

อาจารย์สังกัด คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์
โทรศัพท์ (055) 411-096 ต่อ 1326