รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

แพลตฟอร์มควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านด้วยแอปพลิเคชันโฮมคิด

HOME APPLIANCES CONTROLLED PLATFORM WITH HOMEKIT APPLICATION

รศ.ดร.เจริญ วงษ์ชุ่มเย็น

ดร. ปกรณ์ วัฒนจตุรพร

นางสาวจิรชยา คำโสภา

นายศรายุธ ต่อธิติธรรม

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจาก เงินกองทุนวิจัยด้านนวัตกรรมประยุกต์

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) แพลตฟอร์มควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านด้วยแอปพลิเคชันโฮมคิด
แหล่งเงิน เงินกองทุนวิจัยด้านนวัตกรรมประยุกต์
ประจำปีงบประมาณ 2561 จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน 200,000 บาท
ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ 1 ต.ค. 60 ถึง 30 ก.ย. 61
ชื่อ-สกุล หัวหน้าโครงการ และผู้ร่วมโครงการวิจัย
1 รศ. ดร. เจริญ วงษ์ชุ่มเย็น
2 ดร. ปกรณ์ วัฒนจตุรพร
3 นางสาวจิรชยา คำโสภา
4 นายศรายุธ ต่อธิติธรรม
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์

บทคัดย่อ

แพลตฟอร์มควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านด้วยแอปพลิเคชันโฮม คือแพลตฟอร์มที่ทำให้ผู้ใช้สามารถควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านทั่วไปผ่านแอปพลิเคชันโฮมซึ่งเป็นแอปพลิเคชันที่อยู่ในอุปกรณ์ระบบปฏิบัติการ iOS เวอร์ชัน 10 ขึ้นไป แพลตฟอร์มจะเป็นตัวกลางการสื่อสารระหว่างแอปพลิเคชันและเครื่องใช้ไฟฟ้า โดยเครื่องใช้ไฟฟ้านั้นไม่จำเป็นต้องเป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าของ Apple โดยเฉพาะ เนื่องจากมีราคาค่อนข้างแพงและหาซื้อได้ยาก

แพลตฟอร์มมีความสามารถในการรับส่งข้อมูลกับแอปพลิเคชันโฮมเพื่อนำข้อมูลมาทำการประมวลผลคำสั่งแล้วส่งสัญญาณที่ใช้ในการควบคุมการทำงานไปยังเครื่องใช้ไฟฟ้า ภายในแพลตฟอร์มมีส่วนที่ทำหน้าที่เป็นเซิร์ฟเวอร์สำหรับการติดต่อสื่อสารกับแอปพลิเคชันโฮม และประมวลผลการสื่อสารนั้นเปรียบเสมือนกับเซิร์ฟเวอร์ของ Apple โดยตรง นอกเหนือจากการรับส่งคำสั่งจากแอปพลิเคชันโฮมแล้ว แพลตฟอร์มยังมีระบบการควบคุมอัตโนมัติ ทำงานด้วยการควบคุมจากการอ่านค่าของเซนเซอร์ที่เชื่อมต่ออยู่ภายในแต่ละแพลตฟอร์มเพื่อนำมาประมวลจากค่าที่ทำการตั้งค่าไว้ แต่ละแพลตฟอร์มจะมีเซนเซอร์ที่แตกต่างกันตามการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า แพลตฟอร์มแต่ละแพลตฟอร์มจะสามารถควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าได้เพียงประเภทเดียวเท่านั้น เนื่องจากการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละประเภทนั้นใช้สัญญาณการควบคุมที่แตกต่างกัน ในส่วนการส่งสัญญาณการควบคุมไปยังเครื่องใช้ไฟฟ้าของแต่ละแพลตฟอร์มจึงต้องมีความเฉพาะทั้งประเภทและผู้ผลิตของเครื่องใช้ไฟฟ้า

Research Title: HOME APPLIANCES CONTROLLED PLATFORM WITH HOMEKIT APPLICATION

Researcher:

1 Assoc.Prof.Dr. Charoen Vongchumyen

2 Dr. Pakorn Watanachaturaporn

3 Ms. Jirachaya Khamsopa

4 Mr. Sarayuth Torthitithum

Faculty: Engineering Department: Computor

ABSTRACT

Home appliances controlled platform with Home application is platform that allows user to control common home appliances via Home application, which is an application on device running iOS10 or later. The platform is the communication medium between application and appliances, do not need to be manufactured by Apple because they are expensive and hard to find.

The platform is capable of receiving and transmitting data to a Home application for data processing, and then transmits signals used to control the operation to appliance. Within the platform there is a section that acts as a communications server for the Home application. And communication is like a direct Apple server. In addition to receiving and sending data from the Home application, the platform also has automatic control of the appliance that is controlled by the sensor readings contained within each platform comparing it with the threshold values, user defined. Each platform will have different sensors based on the operation of the appliance and can control only one type of appliance because each type of control uses different control signals, the control signaling to each platform's appliance must be unique to both the type of appliances and the form of control command of different manufacturers.

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จากแหล่งทุน เงินกองทุนวิจัยด้านนวัตกรรมประยุกต์ เลขที่สัญญา 2561-02-01-008 ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2561 การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ ด้วยการให้ความช่วยเหลือจากหัวหน้าโครงการ รศ. ดร. เจริญ วงษ์ชุ่มเย็น สำหรับคำปรึกษา คำแนะนำตลอดทุกขั้นตอนสำหรับการดำเนินงานนี้ ซึ่งทางคณะผู้จัดทำต้องขอขอบพระคุณอาจารย์เป็นอย่างสูง และขอขอบคุณผู้ร่วมวิจัย(1) ดร. ปกรณ์ วัฒนจตุรพร ที่ได้ชี้แนะแนวทางการปฏิบัติ พร้อมคำแนะนำในหลายๆ ด้าน

ขอขอบคุณอาจารย์จิระศักดิ์ สิทธิกร ที่สนับสนุนในการให้ยืมอุปกรณ์มาใช้ทดลองและชี้แนะแนวทางการปฏิบัติ พร้อมคำแนะนำในหลายๆ ด้านในโครงงานนี้

ขอขอบคุณบริษัท ซัยโจเดนกิ อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด ที่ให้ความคิดริเริ่มและสนับสนุนอุปกรณ์ในการศึกษาในหัวข้อโครงงานนี้

ขอขอบพระคุณสาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ในการเอื้อเฟื้อสถานที่สำหรับการพัฒนาโครงงาน การทดลองในแต่ละขั้นตอน และอำนวยความสะดวกในการทำโครงงานครั้งนี้

ขอขอบคุณอาจารย์และเพื่อนๆ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่คอยให้คำปรึกษาและแนะนำตลอดการทำงานให้โครงงานนี้ประสบความสำเร็จ

รศ. ดร. เจริญ วงษ์ชุ่มเย็น
ดร. ปกรณ์ วัฒนจตุรพร
นางสาวจิรชยา คำโสภา
นายศรายุธ ต่อธิติธรรม

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II
กิตติกรรมประกาศ III
สารบัญ IV
สารบัญตาราง VI
สารบัญรูปภาพ VII
สารบัญรูปภาพ (ต่อ) VIII
สารบัญรูปภาพ (ต่อ) IX
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ที่มาและปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ 2
1.3 ขอบเขตโครงงาน 2
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน 5
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 5
บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 6
2.1 HomeKit 6
2.2 HAP-nodeJS 8
2.3 UART 10
2.4 สัญญาณอินฟราเรด 11
2.5 NodeMCU (V2) 12
2.6 Raspberry Pi 3 13
2.7 เซนเซอร์วัดความชื้นและอุณหภูมิรุ่น DHT11 14
2.8 โมดูลวัดแสง (LDR Photoresistor Sensor Module) 15
2.9 โมดูลรับสัญญาณอินฟราเรดรุ่น KY-022 ใช้ตัวรับ 1838 16
2.10 โมดูลส่งสัญญาณอินฟราเรด 17
2.11 ความถี่วิทยุ 17
2.12 รีเลย์ 19
2.13 Solid State Relay 20

2.14 nRF24L01 transceiver module 22
2.15 Raspberry Pi Zero W 23
2.16 Arduino Pro Mini 24
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย 26
3.2 การออกแบบแพลตฟอร์มสำหรับการศึกษาค้นคว้า 27
3.3 การออกแบบแพลตฟอร์มตามขอบเขตโครงงาน 35
บทที่ 4 ผลการวิจัย 53
4.1 การทดลองของแพลตฟอร์มขั้นศึกษาค้นคว้า 53
4.2 การทดลองของแพลตฟอร์มตามขอบเขตโครงงาน 68
4.3 สรุปผลการทดลองแพลตฟอร์มตามขอบเขตตามโครงงาน 85
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 87
5.1 แพลตฟอร์มสำหรับการศึกษาค้นคว้า 87
5.2 แพลตฟอร์มตามขอบเขตโครงงาน 89
บทที่ 6 สรุปผลผลิตงานวิจัย 92
6.1 สรุปรายชื่อและรายละเอียดผลผลิตงานวิจัยที่ผลิตได้ 92
บรรณานุกรม 93
ภาคผนวก 96
ประวัตินักวิจัย 97

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 ตารางคุณสมบัติของโมดูลรับสัญญาณอินฟราเรด....16
2.2 ตารางคุณสมบัติของโมดูลส่งสัญญาณอินฟราเรด....17
2.3 ตาราง Radio spectrum ของความถี่ที่ถูกแบ่งให้อยู่ในช่วงต่างๆ....18
2.4 ตารางคุณสมบัติของ Arduino Pro Mini....25
3.1 ชุดคำสั่งสำหรับใช้ติดต่อระหว่างแต่ละบอร์ด....29
3.2 ชุดคำสั่งสำหรับส่งไปยัง Output board แบบสวิตช์....32
3.3 ชุดคำสั่งสำหรับส่งไปยัง Output board แบบอินฟราเรด....33
3.4 รูปแบบชุดคำสั่งที่ใช้งานร่วมกับแพลตฟอร์มปลั๊กไฟ....41
3.5 รูปแบบชุดคำสั่งที่ใช้งานร่วมกับแพลตฟอร์มเครื่องปรับอากาศ....49
4.1 ตารางที่แสดงระยะห่างและผลการรับค่าเซนเซอร์....75
4.2 ตารางที่แสดงระยะห่างและผลการรับสัญญาณของเครื่องปรับอากาศ....85

สารบัญรูปภาพ

ภาพที่ **หน้า**

1.1 หน้าที่ความสามารถการทำงานของแพลตฟอร์ม 2
1.2 เครื่องใช้ไฟฟ้าที่แอปพลิเคชันโฮมรองรับ 3
1.3 แพลตฟอร์มจะเป็นการพัฒนาเป็นตัวอย่างของทำงานของแพลตฟอร์ม 4
2.1 สัญลักษณ์แสดงอุปกรณ์ที่สามารถใช้งาน HomeKit ได้ 6
2.2 ลำดับขั้นของฟังก์ชันในการใช้งานแอปพลิเคชัน Home 6
2.3 HomeKit Accessories Server ที่ทำงานบน Raspberry Pi 8
2.4 ส่วนประกอบในแต่ละ Accessory 10
2.5 การสื่อสารข้อมูลด้วย UART 11
2.6 NodeMCU Pinout 12
2.7 Raspberry Pi 3 13
2.8 Raspberry Pi 3 Pinout 14
2.9 เซนเซอร์วัดความชื้นและอุณหภูมิรุ่น DHT11 14
2.10 ตัวต้านทานแปรค่าตามแสง (LDR Photoresistor Sensor Module) 15
2.11 โมดูลวัดแสง 15
2.12 โมดูลรับสัญญาณอินฟราเรดรุ่น KY-022 16
2.13 โมดูลส่งสัญญาณอินฟราเรด 17
2.14 nRF24L01 transceiver module 22
2.15 Raspberry Pi Zero W 23
2.16 Arduino Pro Mini 24
3.1 ขอบเขตความสามารถของแพลตฟอร์ม 26
3.2 ภาพรวมของแพลตฟอร์มสำหรับการศึกษาค้นคว้า 27
3.3 Block diagram ของ Input board 28
3.4 Block diagram ของ Control board 30
3.5 หน้าสำหรับเพิ่ม Accessory ของแอปพลิเคชันโฮม 31
3.6 Block diagram ของ Output board (แบบสวิตช์) 33
3.7 Block diagram ของ Output board (แบบอินฟราเรด) 33
3.8 แพลตฟอร์มตามขอบเขตโครงงาน 35

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

3.9 แพลตฟอร์มกรณีเป็น Input module 36
3.10 แพลตฟอร์มกรณีเป็น Input board 36
3.11 Block diagram แพลตฟอร์มประเภทปลั๊กไฟที่ใช้งานร่วมกับหลอดไฟ 37
3.12 การออกแบบภายใน Control board ของแพลตฟอร์มปลั๊กไฟที่ใช้งานร่วมกับหลอดไฟ 38
3.13 Flowchart โปรแกรมการทำงานของ Web server ขณะเป็น Access point 39
3.14 Flowchart โปรแกรมการทำงานของ Web server ขณะเป็น Station 40
3.15 Block diagram Input board ของแพลตฟอร์มปลั๊กไฟที่ใช้งานร่วมกับหลอดไฟ 43
3.16 การใช้พลังงานของ NRF24L01 44
3.17 การใช้พลังงานของ Arduino pro mini 44
3.18 ช่วงเวลาที่ Arduino pro mini อยู่ในโหมด Active 45
3.19 Flowchart โปรแกรมการทำงานของ Input board 46
3.20 Block diagram Output module ของแพลตฟอร์มปลั๊กไฟที่ใช้งานร่วมกับหลอดไฟ 47
3.21 Block diagram แพลตฟอร์มประเภทเครื่องปรับอากาศ 47
3.22 การออกแบบภายใน Control board ของแพลตฟอร์มเครื่องปรับอากาศ 48
3.23 Block diagram Input module ของแพลตฟอร์มประเภทเครื่องปรับอากาศ 51
3.24 Block diagram Output module ของแพลตฟอร์มประเภทเครื่องปรับอากาศ 51
3.25 วงจร Output module ของแพลตฟอร์มเครื่องปรับอากาศ 52
4.1 หน้าเพิ่ม Accessory ของแอปพลิเคชันโฮมที่มีการแสดง Accessory ของสวิตช์หลอดไฟ และเครื่องปรับอากาศ 55
4.2 เพิ่ม Accessory ของสวิตช์หลอดไฟ 56
4.3 เพิ่ม Accessory ของสวิตช์หลอดไฟ 57
4.4 ส่งชุดคำสั่งจาก rPi3 ไป NodeMCU ภายใน Control board 58
4.5 ส่งชุดคำสั่งจาก rPi3 ไป NodeMCU ภายใน Control board 59
4.6 การเชื่อมต่อของ Control board กับ Output board 60
4.7 แสดงชุดคำสั่งเปิดสวิตช์ที่ส่งไปควบคุม Output board แบบสวิตช์ 61
4.8 LED สว่างเมื่อได้รับชุดคำสั่งเปิด 61
4.9 แสดงชุดคำสั่งปิดสวิตช์ที่ส่งไปควบคุม Output board แบบสวิตช์ 62

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

4.10 LED สว่างเมื่อได้รับชุดคำสั่งปิด 62
4.11 แสดงชุดคำสั่งเปิดเครื่องปรับอากาศที่ส่งไปควบคุม Output board แบบอินฟราเรด 63
4.12 แสดงชุดคำสั่งปิดเครื่องปรับอากาศที่ส่งไปควบคุม Output board แบบอินฟราเรด 64
4.13 แสดงชุดคำสั่ง Request ที่ส่งและรับระหว่าง Control board กับ Input board 65
4.14 การทำงานแบบอัตโนมัติของแพลตฟอร์มสวิตช์หลอดไฟขณะห้องสว่างมาก 66
4.15 การทำงานแบบอัตโนมัติของแพลตฟอร์มสวิตช์หลอดไฟขณะห้องสว่างน้อย 67
4.16 แสดงการเชื่อมต่อของ PlatformSW 69
4.17 หน้าเว็บสำหรับระบุเครือข่ายเพื่อให้แพลตฟอร์มทำการเชื่อมต่อ 69
4.18 หน้าเว็บขณะเลือกชื่อเครื่อข่ายและกรอกรหัสผ่าน 69
4.19 แสดงการเชื่อมต่อเครือข่ายที่แพลตฟอร์มเชื่อมต่ออยู่ 70
4.20 เชื่อมต่อแพลตฟอร์มปลั๊กไฟเข้ากับแอปพลิเคชันโฮม 71
4.21 Services ที่ผู้ใช้สามารถสั่งการได้ของแพลตฟอร์มปลั๊กไฟที่ใช้งานร่วมกับหลอดไฟ 72
4.22 แสดงค่าที่รับจาก Input board 73
4.23 ขณะสั่งเปิดปลั๊กไฟผ่านแอปพลิเคชันโฮม 75
4.24 ขณะสั่งปิดปลั๊กไฟผ่านแอปพลิเคชันโฮม 76
4.25 หลอดไฟดับขณะแสงมาก 77
4.26 หลอดไฟสว่างขณะแสงน้อย 77
4.27 แสดงการเชื่อมต่อของ AirPlatform 78
4.28 หน้าเว็บสาหรับระบุเครือข่ายเพื่อให้แพลตฟอร์มทำการเชื่อมต่อ 79
4.29 หน้าเว็บขณะเลือกชื่อเครื่อข่ายและกรอกรหัสผ่าน 79
4.30 แสดงการเชื่อมต่อเครือข่ายที่แพลตฟอร์มเชื่อมต่ออยู่ 80
4.31 เชื่อมต่อแพลตฟอร์มเครื่องปรับอากาศเข้ากับแอปพลิเคชันโฮม 82
4.32 Services ที่ผู้ใช้สามารถสั่งการได้ของแพลตฟอร์มเครื่องปรับอากาศ 83
4.33 แสดงค่าที่รับจากเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น 84
5.1 ค่าของเซนเซอร์ที่แสดงผลบนแอปพลิเคชันโฮม 90

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและปัญหา

เนื่องจากในปัจจุบันมีผู้ใช้งานโทรศัพท์มือถือ (Smartphone) ในระบบปฏิบัติการ iOS อยู่มาก ซึ่งผู้พัฒนาระบบปฏิบัติการดังกล่าวหรือบริษัท Apple เองมีนวัตกรรมที่มีชื่อว่า โฮมคิด (HomeKit) โฮมคิด คือ เฟรมเวิร์ค (Framework) ที่ช่วยให้อุปกรณ์ในระบบปฏิบัติการ iOS สามารถควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านได้ แต่เครื่องใช้ไฟฟ้านั้นจะต้องเป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าที่สามารถใช้งานกับแอปพลิเคชันโฮมได้โดยเฉพาะ จึงจะสามารถควบคุมการทำงานต่างๆ ได้ เช่น การเปิด-ปิด ปรับค่าสถานะต่างๆ ของเครื่องใช้ไฟฟ้า เป็นต้น

การพัฒนาเทคโนโลยีด้านโทรศัพท์มือถือในระยะเวลาที่ผ่านมานั้น แสดงให้เห็นว่าในชีวิตประจำวันโทรศัพท์มือถือได้เข้ามามีบทบาทสำคัญเป็นอย่างมาก เพื่ออำนวยความสะดวกเกี่ยวกับความต้องการพื้นฐานในด้านต่างๆ อีกทั้งยังสามารถสั่งการควบคุมการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าได้ผ่านการเชื่อมต่อในหลากหลายรูปแบบทั้งการเชื่อมต่อโดยตรงหรือการเชื่อมต่อผ่านระบบการทำงานแบบไร้สายได้อีกด้วย

ภายในระบบปฏิบัติการ iOS จะมีแอปพลิเคชันที่ชื่อว่าโฮม (Home application) ซึ่งเป็นแอปพลิเคชันที่ทำให้สามารถตั้งค่าและควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ในบ้านหรือสถานที่อื่นๆ ได้ ยกตัวอย่างเช่น หลอดไฟ เครื่องปรับอากาศ พัดลม สวิตช์ไฟ เป็นต้น ในการตั้งค่าและควบคุมการทำงานในแต่ละอุปกรณ์สามารถทำได้ด้วยการใช้งานผ่านแอปพลิเคชันโฮมโดยตรงหรือใช้งานด้วยเสียงผ่าน Siri

แอปพลิเคชันโฮมมีขอบเขตการทำงานร่วมกันกับเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ คือเครื่องใช้ไฟฟ้าดังกล่าวต้องเป็นอุปกรณ์ที่ได้รับการพัฒนามาเพื่อใช้งานกับเฟรมเวิร์คของแอปพลิเคชันโฮมเท่านั้น ซึ่งข้อจำกัดดังกล่าวเป็นสาเหตุให้ผู้พัฒนาเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ ได้สร้างแอปพลิเคชันสำหรับควบคุมอุปกรณ์ของตนเองโดยเฉพาะทำให้เกิดความยุ่งยากสำหรับผู้ใช้งานเนื่องจากการใช้คำสั่งที่มีความแตกต่างกันในหลากหลายแอปพลิเคชัน เป็นการใช้งานโทรศัพท์มือถือในระบบปฏิบัติการ iOS ได้อย่างไม่เต็มประสิทธิภาพนักและเนื่องจากในปัจจุบันเครื่องใช้ไฟฟ้าที่สามารถทำงานร่วมกับแอปพลิเคชันโฮมได้ก็ยังมีไม่มากอีกทั้งยังมีราคาแพงและหาซื้อได้ยากในประเทศไทย จึงทำให้ผู้ใช้งานระบบปฏิบัติการ iOS ไม่สามารถใช้งานแอปพลิเคชันโฮมได้ด้วยข้อจำกัดที่มี

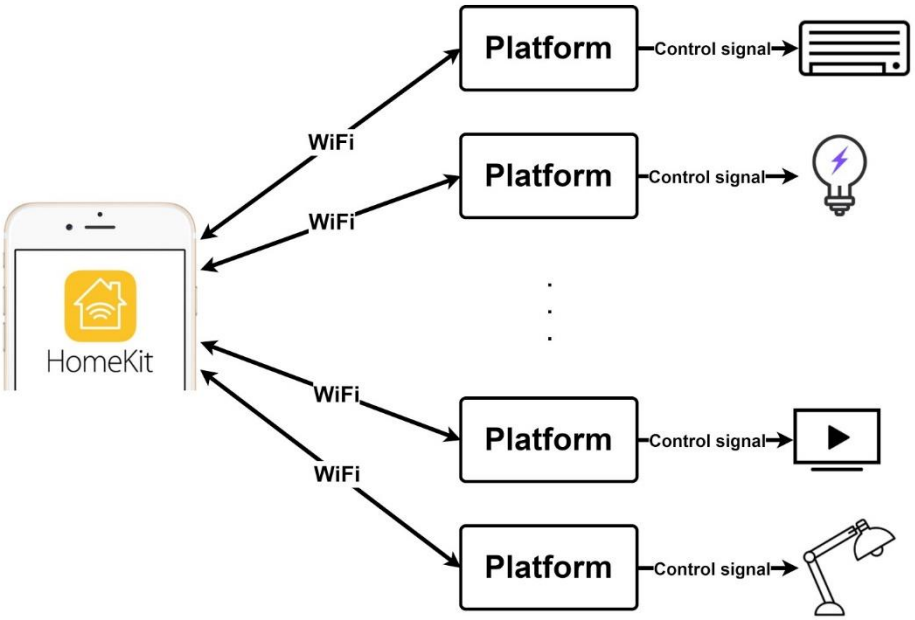
ดังนั้น ผู้จัดทำจึงต้องการพัฒนาแพลตฟอร์ม (Platform) สำหรับควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไปที่ไม่ได้ผลิตขึ้นมาโดยเฉพาะด้วยแอปพลิเคชันโฮม แพลตฟอร์มจะเป็นเหมือนตัวกลางของการติดต่อระหว่างแอปพลิเคชันโฮมกับเครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไป

1.2 วัตถุประสงค์

1) เพื่อพัฒนาแพลตฟอร์มที่สามารถรับคำสั่งจากแอปพลิเคชันโฮมมาประมวลผลเพื่อควบคุมการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า
2) เพื่อพัฒนาแพลตฟอร์มที่สามารถรับค่าจากเซนเซอร์วัดค่าสถานะมาแสดงผลทางแอปพลิเคชันโฮมและสามารถควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าแบบอัตโนมัติ
3) เพื่อพัฒนาแพลตฟอร์มที่สามารถควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าซึ่งใช้สัญญาณอินฟราเรดในการสั่งการ
4) เพื่อพัฒนาแพลตฟอร์มที่สามารถควบคุมพอร์ตการจ่ายไฟ 220V AC ให้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าสำหรับการเปิด-ปิด

1.3 ขอบเขตโครงงาน

การพัฒนาแพลตฟอร์มที่มีความสามารถในการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าด้วยแอปพลิเคชันโฮมซึ่งเป็นแอปพลิเคชันที่ใช้สำหรับการส่งคำสั่งไปยังแพลตฟอร์มเพื่อการควบคุม โดยแอปพลิเคชันโฮมนี้มีเพียงในอุปกรณ์ที่ใช้ระบบปฏิบัติการ iOS เวอร์ชัน 10 ขึ้นไปเท่านั้น



ภาพที่ 1.1 หน้าที่ความสามารถการทำงานของแพลตฟอร์ม

หน้าที่การทำงานของแพลตฟอร์มจะเปรียบเสมือนตัวกลางสำหรับการรับคำสั่งจากแอปพลิเคชันโฮมเพื่อนำมาประมวลผลสำหรับส่งคำสั่งควบคุมไปยังเครื่องใช้ไฟฟ้า ดังรูปที่ 1.1 โดยแพลตฟอร์ม 1 แพลตฟอร์มจะสามารถควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าได้เพียง 1 ประเภทเท่านั้น ซึ่งนอกจาก

ในส่วนของการรับส่งข้อมูลนั้น ส่วนของการประมวลผลก็เป็นส่วนสำคัญที่จะต้องทำการกำหนดขอบเขตสำหรับการทำงานเพื่อให้การออกแบบแพลตฟอร์มเป็นไปตามจุดประสงค์ในข้อ 1.2

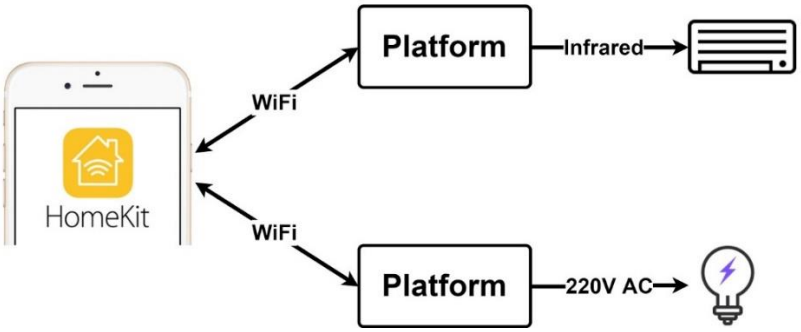
ขอบเขตความสามารถแพลตฟอร์มมีดังนี้

1) แพลตฟอร์มสามารถใช้งานได้กับแอปพลิเคชันโฮมของอุปกรณ์ที่ใช้ระบบปฏิบัติการ iOS เวอร์ชัน 10 ขึ้นไปเท่านั้น
2) แพลตฟอร์มสามารถรับคำสั่งสำหรับการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าจากแอปพลิเคชันโฮม
3) แพลตฟอร์มหนึ่งแพลตฟอร์มถูกโปรแกรมให้ใช้งานได้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าหนึ่งชนิด
4) แพลตฟอร์มสามารถควบคุมได้เฉพาะเครื่องใช้ไฟฟ้าที่แอปพลิเคชันโฮมรองรับเท่านั้น
5) แพลตฟอร์มมีเอาต์พุตที่แตกต่างกันตามเครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละประเภท
6) เครื่องใช้ไฟฟ้าที่สามารถใช้งานร่วมกับแพลตฟอร์มได้ต้องเป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าที่แอปพลิเคชันโฮมรองรับ ซึ่งมีเครื่องใช้ไฟฟ้าดังรูปที่ 1.2 และเครื่องใช้ไฟฟ้านั้นต้องสามารถรับคำสั่งการทำงานด้วย
   - สัญญาณอินฟราเรดความถี่ 38 kHz เช่น เครื่องปรับอากาศที่รับคำสั่งจากรีโมตคอนโทรลสัญญาณอินฟราเรด
   - สัญญาณไร้สาย (Wireless) เช่น Wireless Door Bell เป็นต้น
   - สัญญาณวิทยุ (Radio Frequency) ความถี่ 315 MHz หรือ 433 MHz เช่น ปลั๊กไฟควบคุมผ่าน RF Wireless Remote Control Switch เป็นต้น
   - กระแสไฟฟ้าสลับ 220V หรือไฟบ้าน เช่น หลอดไฟที่จะเปิดเมื่อเสียบปลั๊กไฟและปิดเมื่อถอดปลั๊กไฟ เป็นต้น

ภาพที่ 1.2 เครื่องใช้ไฟฟ้าที่แอปพลิเคชันโฮมรองรับ

7) แพลตฟอร์มมีเซนเซอร์ที่เชื่อมต่ออยู่ภายในตามความเหมาะสมและการใช้งานของเครื่องใช้ไฟฟ้า
8) แพลตฟอร์มมีระบบการควบคุมอัตโนมัติจากการอ่านค่าของเซนเซอร์ที่เชื่อมต่อภายในแพลตฟอร์ม
9) แอปพลิเคชันโฮมสามารถแสดงผลค่าจากส่วนของเซนเซอร์ภายในแพลตฟอร์ม

ขอบเขตความสามารถของแพลตฟอร์มข้างต้นนั้นเป็นแพลตฟอร์มที่สามารถใช้งานได้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าทุกประเภท มีส่วนที่แตกต่างกันในแต่ละแพลตฟอร์มคือ Control signal หรือสัญญาณที่ส่งไปควบคุม ซึ่งเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างประเภทก็ต้องการสัญญาณการควบคุมที่แตกต่างกัน ทำให้ในส่วนการพัฒนาแพลตฟอร์มเพื่อให้ครอบคลุมทุกประเภทนั้นต้องใช้ระยะเวลานานพอสมควร การพัฒนาให้ครอบคลุมนั้นไม่เพียงแต่ประเภทเครื่องใช้ไฟฟ้าเท่านั้น เนื่องจากเครื่องใช้ไฟฟ้าประเภทเดียวกันในแต่ละผู้ผลิตก็มีวิธีการควบคุมและสัญญาณที่ใช้ในการควบคุมแตกต่างกัน



ภาพที่ 1.3 แพลตฟอร์มจะเป็นการพัฒนาเป็นตัวอย่างของทำงานของแพลตฟอร์ม

ตัวอย่างของแพลตฟอร์มจะเป็นการพัฒนาเพื่อเป็นตัวอย่างการทำงานของแพลตฟอร์ม โดยแพลตฟอร์มตัวอย่าง ได้แก่ แพลตฟอร์มเครื่องปรับอากาศที่ใช้สัญญาณอินฟราเรดควบคุมและแพลตฟอร์มปลั๊กไฟที่ใช้งานร่วมกับหลอดไฟที่ควบคุมด้วยการจ่ายกระแสไฟฟ้าสลับ 220V

ขอบเขตความสามารถสำหรับแพลตฟอร์มตัวอย่างมีดังนี้

1) แพลตฟอร์มสามารถใช้งานได้กับแอปพลิเคชันโฮมของอุปกรณ์ที่ใช้ระบบปฏิบัติการ iOS เวอร์ชัน 10 ขึ้นไปเท่านั้น
2) แพลตฟอร์มสามารถรับคำสั่งสำหรับการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าจากแอปพลิเคชันโฮม
3) แพลตฟอร์มหนึ่งแพลตฟอร์มถูกโปรแกรมให้ใช้งานได้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าหนึ่งชนิด
4) แพลตฟอร์มตัวอย่างสามารถใช้งานได้กับเครื่องปรับอากาศและปลั๊กไฟซึ่งใช้งานร่วมกับหลอดไฟ

5) แพลตฟอร์มตัวอย่าง ได้แก่ แพลตฟอร์มเครื่องปรับอากาศ และแพลตฟอร์มปลั๊กไฟที่ใช้งานร่วมกับหลอดไฟ
6) แพลตฟอร์มเครื่องปรับอากาศจะใช้สัญญาณอินฟราเรดในการควบคุม
7) แพลตฟอร์มปลั๊กไฟที่ใช้งานร่วมกับหลอดไฟจะใช้กระแสไฟฟ้า 220V ในการควบคุม
8) แพลตฟอร์มเครื่องปรับอากาศประกอบด้วยเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น
9) แพลตฟอร์มปลั๊กไฟที่ใช้งานร่วมกับหลอดไฟประกอบด้วยเซนเซอร์วัดแสง
10) แอปพลิเคชันโฮมสามารถแสดงผลค่าจากส่วนของเซนเซอร์ภายในแพลตฟอร์ม
11) แพลตฟอร์มปลั๊กไฟที่ใช้งานร่วมกับหลอดไฟมีส่วนสำหรับการควบคุมแบบอัตโนมัติ ซึ่งเป็นการควบคุมโดยประมวลผลจากส่วนของเซนเซอร์วัดแสงในการเปิดและปิดหลอดไฟ

1.4 **ขั้นตอนการดำเนินงาน**

1) ศึกษาการทำงานของไลบรารี่โฮมคิด
2) ออกแบบการทำงาน และโครงสร้างของแพลตฟอร์ม
3) พัฒนาโปรแกรมของแพลตฟอร์มให้สามารถติดต่อระหว่างแอปพลิเคชันโฮมและทดสอบการทำงาน
4) พัฒนาโปรแกรมของแพลตฟอร์มให้สามารถควบคุมอินฟราเรดในการส่งคำสั่งเครื่องใช้ไฟฟ้าและทดสอบการทำงาน
5) พัฒนาโปรแกรมของแพลตฟอร์มสามารถควบคุมรีเลย์สำหรับการจ่ายไฟ 220V AC และทดสอบการทำงาน
6) พัฒนาโปรแกรมของแพลตฟอร์มให้สามารถรับค่าจากเซนเซอร์มาประมวลผลแล้วสั่งให้ควบคุมการทำงานเครื่องใช้ไฟฟ้าแบบอัตโนมัติ

1.5 **ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ**

1) แพลตฟอร์มสามารถรับคำสั่งจากแอปพลิเคชันโฮมแล้วนำมาประมวลผลเพื่อควบคุมการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า
2) แพลตฟอร์มที่สามารถรับค่าจากเซนเซอร์วัดค่าสถานะมาแสดงผลทางแอปพลิเคชันโฮมและสามารถควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าแบบอัตโนมัติ
3) แพลตฟอร์มสามารถควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้สัญญาณอินฟราเรดในการสั่งการ
4) แพลตฟอร์มสามารถควบคุมพอร์ตการจ่ายไฟ 220V AC ให้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าสำหรับการเปิด-ปิด

บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 HomeKit

HomeKit คือ Framework ที่ช่วยให้อุปกรณ์ต่างๆ ที่ทำงานด้วยระบบปฏิบัติการ iOS นั้นสามารถควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านหรือที่เรียกกันว่า Smart Home ได้ HomeKit ได้รับการเปิดตัวในปี 2014 พร้อมกับ iOS8 แต่ในตอนนั้นยังไม่มีแอปพลิเคชัน Home แต่ในปัจจุบันแอปพลิเคชัน Home ได้มาอยู่บน iOS10 แล้ว ซึ่งตัวแอปพลิเคชัน Home นี้สามารถควบคุมและจัดระเบียบอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านที่รองรับการทำงานของ HomeKit ไม่ว่าจะเป็นหลอดไฟ ปลั๊กไฟ เครื่องปรับอากาศ ได้พร้อมจัดระเบียบอุปกรณ์แบ่งตามห้องต่างๆ หรือจัดการอุปกรณ์หลายๆ อย่างพร้อมๆ กัน และยังสามารถใช้ Siri ช่วยควบคุมได้อีกด้วย

ภาพที่ 2.1 สัญลักษณ์แสดงอุปกรณ์ที่สามารถใช้งาน HomeKit ได้

2.1.1 แอปพลิเคชัน Home

แอปพลิเคชัน Home เป็นแอปพลิเคชันที่เปรียบเสมือนศูนย์กลางสำหรับจัดการอุปกรณ์ที่ใช้งานร่วมกับ Apple HomeKit ได้ซึ่งอุปกรณ์เหล่านี้ต้องได้รับการรับรองเฉพาะจาก Apple และแอปพลิเคชัน Home นั้นจะสามารถใช้งานได้กับระบบปฏิบัติการ iOS10 ขึ้นไปเท่านั้น

แอปพลิเคชัน Home นั้นจะมีลำดับขั้นที่เป็นฟังก์ชันในการใช้งาน คือ

Home → Rooms → Accessories → (Groups, Scenes & Automation)

ภาพที่ 2.2 ลำดับขั้นของฟังก์ชันในการใช้งานแอปพลิเคชัน Home

สำหรับการใช้งานแอปพลิเคชันนั้นจำเป็นต้องมี 1 Home, 1 Room และ 1 Accessories ส่วน Groups, Scenes และ Automation นั้นเป็นเพียงตัวเลือกแต่สามารถช่วยให้การควบคุมภายในบ้านนั้นสะดวกมากยิ่งขึ้น

ข้อจำกัดของการควบคุมอุปกรณ์ด้วยแอปพลิเคชัน Home คือไม่สามารถควบคุมอุปกรณ์ภายในบ้านได้เมื่ออุปกรณ์ไม่ได้อยู่เครือข่ายสัญญาณ WiFi เดียวกับแอปพลิเคชัน Home ได้ เนื่องจากเป็นข้อจำกัดของทาง Apple ที่หากต้องการควบคุมอุปกรณ์จากนอกเครือข่ายสัญญาณ WiFi นั้นต้องใช้ 4th-generation Apple TV ซึ่งจะเป็นศูนย์กลางการจัดการอุปกรณ์ต่างๆ แทนอุปกรณ์ที่อยู่นอกเครือข่ายสัญญาณ WiFi

2.1.2 MFi Program

MFi Program เป็นโปรแกรมของ Apple สำหรับผู้ออกแบบ พัฒนา และผลิตอุปกรณ์เสริมที่เชื่อมต่อเข้ากับ iPod, iPhone และ iPad โดยผู้ที่เข้าร่วมจะได้รับการสนับสนุนข้อมูลทางเทคนิค อุปกรณ์ทดสอบ การสนับสนุนทางเทคนิคจากวิศวกรของ Apple โดยตรง และสามารถซื้อชิ้นส่วนที่จำเป็นในการผลิตอุปกรณ์เสริมนั้นจากทาง Apple ได้ เช่น หัวปลั๊ก 30-pin หัวปลั๊ก Lightning ชิปรีโมทหูฟัง ชิปเซ็ท AirPlay เป็นต้น แลกกับส่วนแบ่งของรายได้จากอุปกรณ์เสริมที่ผลิตขึ้นมา สำหรับบริษัทที่สนใจจะพัฒนาหรือผลิตอุปกรณ์เสริมก็สามารถสมัครกับทาง Apple ได้โดยตรง โดยจะมีการตรวจสอบเครดิตก่อนการอนุมัติ และบริษัทที่ต้องการสิทธิ์การผลิต จะต้องมีโรงงานผลิตเป็นของตัวเองด้วย

2.1.2.1 ลิขสิทธิ์ในโปรแกรม MFi

1) ลิขสิทธิ์การพัฒนา: มีสิทธิ์ในการออกแบบตัวสินค้าได้อย่างเดียว
2) ลิขสิทธิ์การผลิต: สิทธิ์ในการซื้อชิ้นส่วน MFi ที่จำเป็นเป็นจำนวนมาก เพื่อผลิตสินค้าสำเร็จออกมาได้ และยังได้รับข้อมูลการขาย สต๊อกสินค้า และรายงานประมาณยอดขายจากทาง Apple เพื่อวางแผนในการผลิตสินค้าอีกด้วย

2.1.2.2 เทคโนโลยีใน MFi Program

1) AirPlay audio
2) CarPlay
3) GymKit
4) HomeKit
5) iPod Accessory Protocol (iAP), the protocol used to communicate with iPhone, iPad and iPod
6) MFi Game Controller
7) MFi Hearing Aid

8) WiFi Accessory Configuration (WAC)

2.2 HAP-nodeJS

HAP-nodeJS (HomeKit Application Protocol-nodeJS) คือ HomeKit Accessories Server พัฒนาด้วย Node.js ที่สามารถจำลองการสร้าง Accessories ให้เปรียบเสมือนอุปกรณ์ที่ได้รับการรับรองเฉพาะจาก Apple โดยทำงานบน Raspberry Pi, Intel Edison หรืออุปกรณ์ใดๆ ที่สามารถใช้งาน Node.js ได้ ซึ่ง HAP-nodeJS นี้จำมีความสามารถจำกัดตาม HAP MFi Specification

ข้อจำกัดของ HAP นั้นคือ 1 อุปกรณ์ HomeKit สามารถจับคู่ได้เพียง 1 อุปกรณ์ระบบปฏิบัติการ iOS เท่านั้น

2.2.1 API

HAP-nodeJS จะแบ่งกลุ่มของ class สำหรับโปรแกรมสร้าง Accessories

1) Accessory แสดงอุปกรณ์ HomeKit ที่สามารถใช้งานได้บนเครือข่ายเฉพาะ
2) Bridge ชนิดของ Accessory ที่สามารถจัดเก็บอุปกรณ์อื่นๆ ให้อยู่เบื้องหลังได้เมื่อเผยแพร่อุปกรณ์ 1 อุปกรณ์ใดๆ
3) Service แสดงกลุ่มของค่าที่มีความจำเป็นซึ่งถูกรวมเป็นกลุ่มไว้เพื่อแบ่งฟังก์ชันการทำงานของแต่ละ Accessories ซึ่งแต่ละ Accessories สามารถใช้งาน Service ได้หลาย Service
4) Characteristic แสดงค่าตัวแปรเฉพาะที่ได้ถูกส่งไปยัง Service

ภาพที่ 2.3 HomeKit Accessories Server ที่ทำงานบน Raspberry Pi

2.2.2 การทำงานของ HAP-nodeJS

การทำงานของ HAP-nodeJS จะทำตัวเป็นเซิร์ฟเวอร์ที่อุปกรณ์ iOS สามารถสื่อสารกันได้ (HAP-server) สิ่งที่ต้องรู้จักภายใน HAP-nodeJS ได้แก่

1) Accessory: เปรียบเสมือนอุปกรณ์จำลองสำหรับให้ผู้ใช้ควบคุมอุปกรณ์ต่างๆได้ผ่านแอปพลิเคชันโฮม
2) Service: การทำงานฟังชันอย่างนึงใน Accessory ซึ่ง Accessory สามารถมีได้หลาย Service
3) Characteristic: รูปแบบการทำงานที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการทำงานของ service

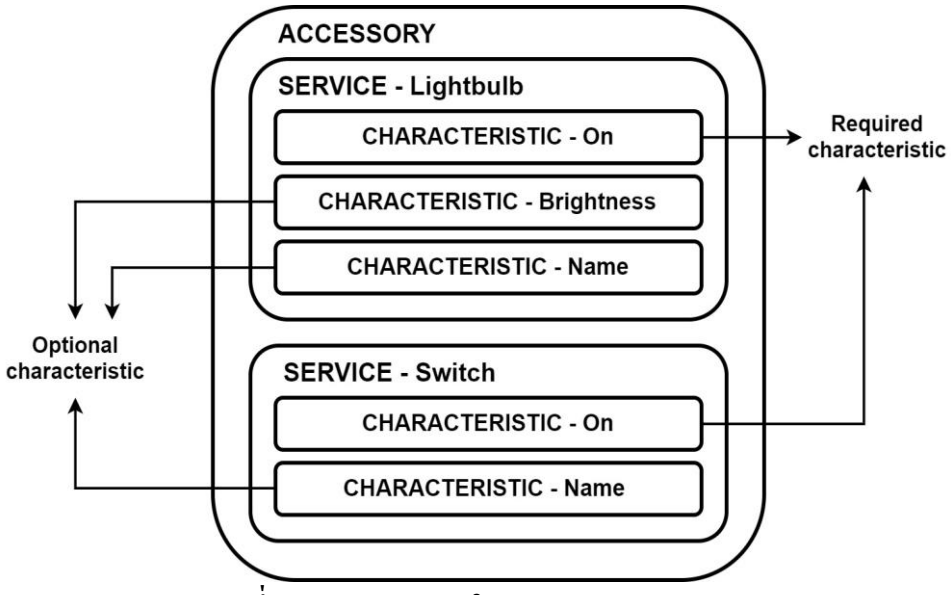
ซึ่งก่อนจะรัน HAP-nodeJS ผู้ใช้จะต้องเชื่อมต่อ iOS devices เข้ากับสัญญาณ WiFi ที่มีชื่อเดียวกับอุปกรณ์ที่รัน HAP-nodeJS เมื่อรัน HAP-nodeJS แล้ว ในหน้าแอปพลิเคชันโฮมจะแสดง Accessory ข้างในนั้นเพื่อให้ผู้ใช้ทำการเพิ่ม

2.2.2.1 Event ที่เกิดขึ้นในการเพิ่ม/ลบ Accessory

1) Listening: server พร้อมที่จะเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ iOS
2) Identify: การระบุตัวเองเมื่อผู้ใช้ต้องการที่จะเชื่อมต่อ
3) Pair: ผู้ใช้ทำการเชื่อมต่อสำเร็จแล้ว
4) Verify: จะตรวจสอบ Accessory นั้นเมื่อผู้ใช้เพิ่ม Accessory สำเร็จแล้ว
5) Unpair: เมื่อผู้ใช้ต้องการจะยกเลิกการเชื่อมต่อ Accessory

2.2.2.2 ส่วนประกอบของ Accessory

ในแต่ละ Accessory นั้นจะประกอบด้วยหลายๆ Service ที่จำเป็นสำหรับ Accessory นั้น และภายในแต่ละ Service จะประกอบด้วย Characteristic โดย Characteristic มี 2 แบบ คือ แบบที่จำเป็นต้องเพิ่มใน Service กับ แบบที่เป็นทางเลือก คือ อาจจะเพิ่มหรือไม่เพิ่มใน Service ก็ได้



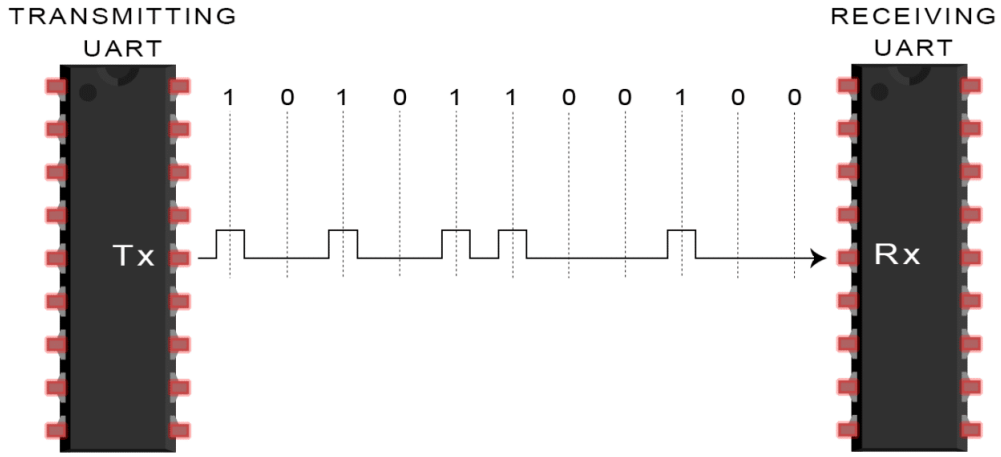
ภาพที่ 2.4 ส่วนประกอบในแต่ละ Accessory

เนื่องจาก Service ของ HomeKit มีจำกัด ทำให้การเพิ่ม Service ใน Accessory ในบางหน้าที่จะไม่ตรงกับหน้าที่นั้น จึงทำให้ต้องเลือก Service ที่มีความใกล้เคียงมาประยุกต์เพื่อเพิ่มใน Accessory นั้น เพื่อทำให้สามารถทำตามหน้าที่ที่ต้องการได้

2.3 **UART**

UART ย่อมาจากคำว่า Universal Asynchronous Receiver Transmitter เป็นการเชื่อมต่อและสื่อสารข้อมูลแบบอะซิงโครนัส (Asynchronous) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในการสื่อสารอนุกรม เช่น คอมพิวเตอร์, RFID, GPS, GSM Module, WiFi Module เป็นต้น

การสื่อสารอนุกรมแบบ Asynchronous เป็นการส่งข้อมูลที่ไม่ใช้สัญญาณ Clock เป็นตัวกำหนดจังหวะการรับส่งข้อมูล แต่ใช้วิธีการกำหนดรูปแบบของการรับส่งข้อมูลแทนซึ่งอาศัยการกำหนด ความเร็วของการรับและส่งที่เท่ากันทั้งฝั่งรับและฝั่งส่ง ข้อดีของการใช้ Asynchronous คือสามารถสื่อสารแบบ Full Duplex คือการรับและส่งข้อมูลได้ในเวลาเดียวกัน แต่ Asynchronous มีโอกาสที่ข้อมูลจะสูญหายขณะรับส่งข้อมูลหรือรับส่งข้อมูลผิดพลาดได้มากกว่าแบบ Synchronous



ภาพที่ 2.5 การสื่อสารข้อมูลด้วย UART

2.4 สัญญาณอินฟราเรด

อินฟราเรด หรือ I.R. คือรูปแบบการติดต่อสื่อสารข้อมูลโดยใช้คลื่นแสงอินฟราเรดที่มีความถี่ระหว่าง 300 GHz ถึง 400 GHz มีลักษณะการสื่อสารคล้ายกับการสื่อสารด้วยคลื่นไมโครเวฟ ซึ่งก็คือการสื่อสารด้วยแสงอินฟราเรดจะต้องหันตัวรับและตัวส่งให้ตรงกันและไม่มีสิ่งกีดขวางเส้นสายตาหรือขวางทางแสงอินฟราเรด การสื่อสารด้วยวิธีนี้ใช้ได้กับระยะทางที่ไม่ไกลและไม่สามารถทะลุผ่านผนังได้ ในปัจจุบันการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าส่วนใหญ่จะสื่อสารกันด้วยคลื่นแสงอินฟราเรด

2.4.1 ข้อดีของคลื่นอินฟราเรด

1) ใช้พลังงานน้อย จึงนิยมใช้กับเครื่อง Laptops, โทรศัพท์
2) แผงวงจรควบคุมราคาต่ำ (Low circuitry cost) เรียบง่ายและสามารถเชื่อมต่อกับระบบอื่นได้อย่างรวดเร็ว
3) มีความปลอดภัยในการเรื่องข้อมูลสูง ลักษณะการส่งคลื่น (Directionality of the beam)จะไม่รั่วไปที่เครื่องรับตัวอื่นในขณะที่ส่งสัญญาณ
4) กฎข้อห้ามระหว่างประเทศของ IrDA (Infrared Data Association) มีค่อนข้างน้อยสำหรับนักเดินทางทั่วโลก
5) คลื่นแทรกจากเครื่องใช้ไฟฟ้าใกล้เคียงมีน้อย (high noise immunity)

2.4.2 ข้อเสียของอินฟราเรด

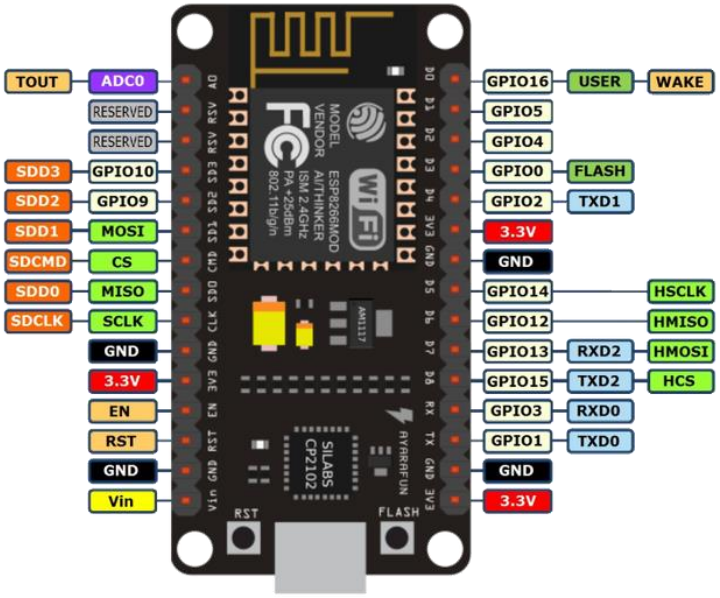
1) เครื่องส่ง (Transmitter) และเครื่องรับ (Receiver) ต้องอยู่ในแนวเดียวกัน
2) คลื่นจะถูกกันโดยวัตถุทั่วไปได้ง่ายเช่น คน กำแพง ต้นไม้ ทำให้สื่อสารไม่ได้
3) ระยะทางการสื่อสารน้อย ประสิทธิภาพจะตกลงหากระยะทางมากขึ้น
4) อัตราการส่งข้อมูลช้ากว่าแบบใช้สายไฟทั่วไป

2.4.3 หลักการติดต่อสื่อสาร

รูปแบบการแปลงสัญญาณอินฟราเรดสำหรับการสื่อสารนั้นเรียกว่า 38kHz modulation เนื่องจากในทรัพยากรธรรมชาติต่างๆ นั้นมีคลื่นความถี่ที่ 38kHz อยู่น้อยมาก การติดต่อสื่อสารด้วยสัญญาณอินฟราเรดจึงใช้ความถี่ที่ 38kHz เพื่อให้สัญญาณมีความโดดเด่นขึ้น การแปลงสัญญาณที่ 38kHz นั้นเป็นความถี่ที่ถูกใช้มากที่สุด

2.5 NodeMCU (V2)

NodeMCU เป็นแพลตฟอร์มหนึ่งที่ออกแบบมาเพื่อช่วยในการสร้างโปรเจค Internet of Thing (IoT) ประกอบด้วย Development Kit (ตัวบอร์ด) และ Firmware (Software บนบอร์ด) ซึ่งเป็น Open source สามารถเขียนโปรแกรมด้วยภาษา Lau ได้ทำให้ใช้งานได้ง่ายขึ้นและปัจจุบันมีนักพัฒนาสามารถทำให้ Arduino IDE ใช้งานร่วมกับ NodeMCU ได้จึงทำให้ใช้ภาษา C/C++ ในการเขียนโปรแกรมได้



ภาพที่ 2.6 NodeMCU Pinout

2.5.1 คุณสมบัติของ NodeMCU (V2)

1) มีโมดูล WiFi ที่ชื่อ ESP8266
2) มี GPIO PWM, I2C, 1-Wire และ ADC อยู่บนบอร์ด
3) มี USB-TTL
4) มีขา GPIO 10 ขา ทุกๆ ขาสามารถเป็น PWM, I2C และ 1-wire ได้
5) มี PCB antenna สำหรับรับส่งสัญญาณไร้สาย

6) ใช้คอนเนกเตอร์แบบ micro-USB สำหรับจ่ายแรงดันไฟเลี้ยงหรือเท่ากับ +5V และสำหรับดาวน์โหลดเฟิร์มแวร์

2.5.2 ข้อดีของ NodeMCU (V2)

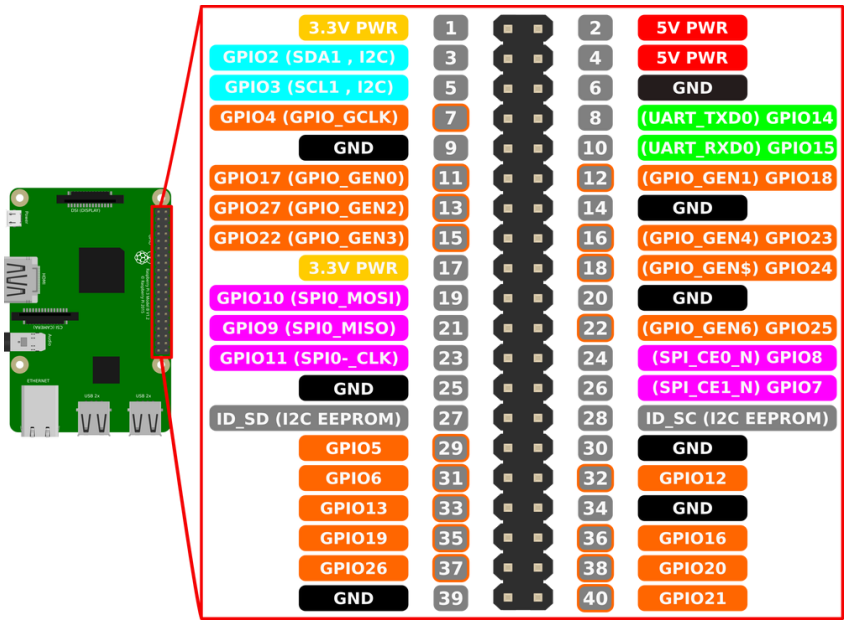
1) NodeMCU (V2) มีลักษณะยาวขึ้นและแคบ สามารถเสียบลงบนprotoboardได้
2) มีปุ่ม RST (รีเซตการทำงาน) และ ปุ่ม Flash (สำหรับโปรแกรมเฟิร์มแวร์ใหม่)
3) Software และ Firmware เป็นแบบ Open source และมี Source code ให้ได้เรียนรู้จำนวนมาก
4) สามารถกด Upload sketch ได้โดยเชื่อมต่อบอร์ด USB กับคอมพิวเตอร์ทำให้ใช้งานง่าย

2.6 **Raspberry Pi 3**

Raspberry Pi คือบอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่สามารถเชื่อมต่อกับจอมอนิเตอร์ คีย์บอร์ด และเมาส์ได้ สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการทำงานด้านอิเล็กทรอนิกส์ การเขียนโปรแกรมหรือเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะขนาดเล็ก

ภาพที่ 2.7 Raspberry Pi 3

บอร์ด Raspberry Pi รองรับระบบปฏิบัติการลินุกซ์ (Linux Operating System) ได้หลายระบบ เช่น Raspbian (Debian), Pidora (Fedora) และ Arch Linux เป็นต้น โดยระบบปฏิบัติการนั้นจะถูกติดตั้งบน SD Card บอร์ด Raspberry Pi นี้ถูกออกแบบมาให้มี CPU, GPU และ RAM อยู่ภายในชิปเดียวกัน มีจุดเชื่อมต่อ GPIO ให้ผู้ใช้สามารถนำไปใช้ร่วมกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่นๆ ได้

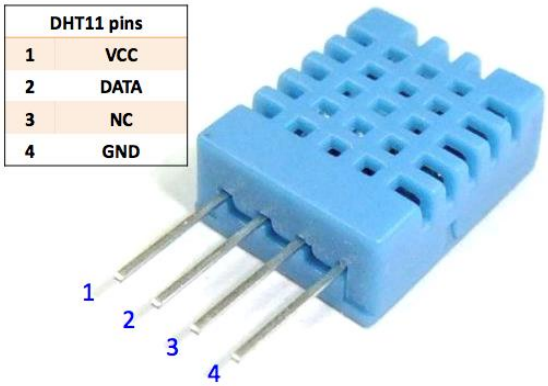


ภาพที่ 2.8 Raspberry Pi 3 Pinout

2.7 เซนเซอร์วัดความชื้นและอุณหภูมิรุ่น DHT11

2.7.1 คุณสมบัติของ DHT11

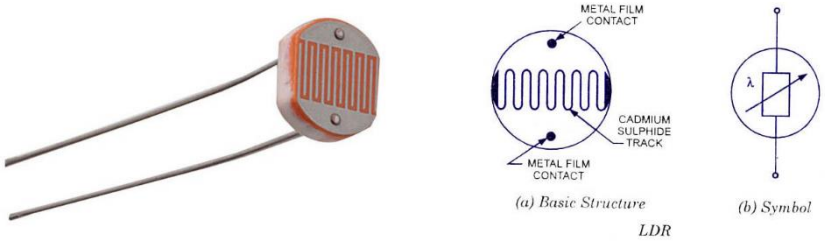
1) สามารถวัดความชื่น 20-90% RH โดยมีค่าความแม่นยำ +- 5% RH ความละเอียดในการวัด 1 % แสดงผลแบบ 8 บิต
2) สามารถวัดอุณหภูมิ 0 -50 องศาเซลเซียส โดยมีค่าความแม่นยำ +- 2 องศาเซลเซียส ความละเอียดในการวัด 1 องศาเซลเซียส แสดงผลแบบ 8 บิต
3) มี PIN ทั้งหมด 4 ขาได้แก่ VCC, DATA, NC, GND
4) กินกระแส 0.5 - 2.5 mA (ขณะทำการวัดค่า) ที่ระดับแรงดัน 3 - 5.5 VDC
5) อ่านค่าสัญญาณ (Sample Rate) ทุก 1 วินาที



ภาพที่ 2.9 เซนเซอร์วัดความชื้นและอุณหภูมิรุ่น DHT11

2.8 โมดูลวัดแสง (LDR Photoresistor Sensor Module)

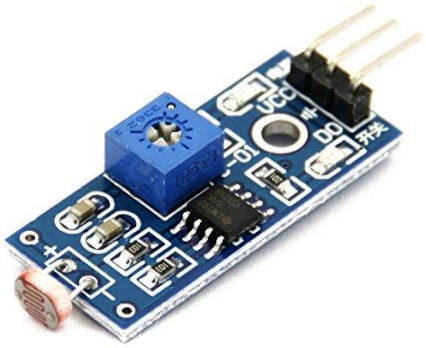
LDR (Light Dependent Resistor) หรือตัวต้านทานแปรค่าตามแสง คืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในการตรวจจับแสง โดยหากมีแสงตกกระทบที่ LDR น้อยจะทำให้ค่าความต้านทานมากและหากมีแสงตกกระทบที่ LDR มากค่าความต้านทานจะน้อยลง



ภาพที่ 2.10 ตัวต้านทานแปรค่าตามแสง (LDR Photoresistor Sensor Module)

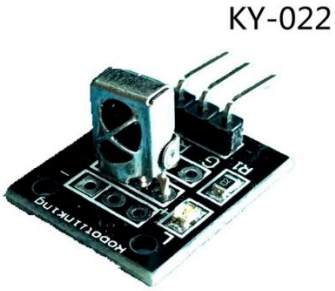
2.8.1 คุณสมบัติของโมดูลวัดแสง

1) ใช้เซ็นเซอร์แสงแบบ LDR
2) ใช้กระแส 15 mA (ขณะทำการวัดค่า) ที่ระดับแรงดัน 3.3 - 5VDC
3) สัญญาณเอาต์พุตได้ทั้งแบบอะนาล็อกที่มีค่าระหว่าง 0-1,024 และแบบดิจิทัลที่มีค่า 0 กับ 1 และสามารถปรับความไวได้ที่โวลุ่มบนบอร์ด ใช้ไฟเลี้ยง 3.3-5V



ภาพที่ 2.11 โมดูลวัดแสง

2.9 โมดูลรับสัญญาณอินฟราเรดรุ่น KY-022 ใช้ตัวรับ 1838



ภาพที่ 2.12 โมดูลรับสัญญาณอินฟราเรดรุ่น KY-022

ตาราง 2.1 ตารางคุณสมบัติของโมดูลรับสัญญาณอินฟราเรด

Operating Voltage	2.7 to 5.5V
Operating Current	0.4 to 1.5mA
Reception Distance	18m
Reception Angle	±45º
Carrier Frequency	38KHz
Low Level Voltage	0.4V
High Level Voltage	4.5V
Ambient Light Filter	up to 500LUX

2.10 โมดูลส่งสัญญาณอินฟราเรด

ภาพที่ 2.13 โมดูลส่งสัญญาณอินฟราเรด

ตาราง 2.2 ตารางคุณสมบัติของโมดูลส่งสัญญาณอินฟราเรด

Operating Voltage	3.2 to 5.25V
Operating Current	1.3mA
Infrared emission distance	10m
Low Level Voltage	-0.3 to 0.7V
High Level Voltage	3 to VCC+0.3V

2.11 ความถี่วิทยุ

ความถี่วิทยุ (Radio frequency) คือ ความถี่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่อยู่ในช่วง 20 kHz ถึง 300 GHz ซึ่งความถี่นี้จะถูกใช้ในการสื่อสารวิทยุ เป็นอัตราการสั่นสะเทือน มักถูกใช้ในเรียกสำหรับการสื่อสารแบบไร้สาย

2.11.1 คุณสมบัติของความถี่วิทยุ

1) พลังงานจากความถี่วิทยุในตัวนำนั้นสามารถแผ่กระจายคลื่นไปในอวกาศได้เช่นเดียวกับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งเป็นพื้นฐานของเทคโนโลยีด้านวิทยุ
2) คลื่นความถี่วิทยุจะไม่สามารถผ่านตัวนำไฟฟ้าไปได้แต่จะไหลไปตามพื้นผิวแทน เรียกว่า Skin effect
3) เนื่องจากเป็นความถี่วิทยุมีความถี่ที่ต่ำจึงทำให้กระแสที่เกิดขึ้นนั้นไม่เป็นอันตรายต่อร่างกายมากนัก แต่ความถี่วิทยุก็สามารถทำให้เกิดการบาดเจ็บเช่นเดียวกับการเผาไหม้อย่างรุนแรงได้

2.11.2 การสื่อสารทางวิทยุ

ในการรับสัญญาณวิทยุนั้นจำเป็นต้องใช้เสาอากาศ ซึ่งเสาอากาศนั้นก็ต้องทำการปรับความถี่เฉพาะเพื่อรับสัญญาณในช่วงความถี่ที่ต้องการจากความถี่ในอากาศหลายพันสัญญาณ ตัวอย่างเสาอากาศที่ถูกใช้คือ resonator ซึ่งเป็นรูปแบบที่ง่ายที่สุด เป็นวงจรที่ประกอบไปด้วยตัวเก็บประจุ (capacitor) และตัวเหนี่ยวนำ (inductor) จากวงจรปรับขยายสัญญาณ Resonator จะเป็นการขยายการสั่นสะเทือนในช่วงความถี่เฉพาะ ในขณะที่จะทำการลดการสั่นสะเทือนของช่วงความถี่ที่อยู่นอกเหนือจากนั้น อีกวิธีหนึ่งในการแยกช่วงความถี่วิทยุก็คือการ Oversampling และเลือกความถี่ที่สนใจ

นอกเหนือจากระยะทางที่ทำให้การสื่อสารด้วยความถี่วิทยุใช้งานได้นั้นจะขึ้นอยู่กับหลายๆ อย่างนอกเหนือจากความยาวคลื่น ยกตัวอย่างเช่น กำลังในการส่ง, คุณภาพของตัวรับ, ประเภท ขนาด ความสูงของเสาอากาศ, โหมดการรับส่งข้อมูล และสัญญาณรบกวน เป็นต้น Ground waves, Tropospheric scatter และ Skywave สามารถกระจายสัญญาณได้ดีกว่าการกระจายแบบ Line-of-sight ซึ่งการศึกษาการแพร่กระจายของคลื่นวิทยุนั้นทำให้สามารถประมาณช่วงของคลื่นที่เป็นประโยชน์ได้

2.11.3 Frequency bands

Radio spectrum ของความถี่ที่ถูกแบ่งให้อยู่ในช่วงต่างๆ จะได้รับการตั้งชื่อโดย International Telecommunications Union (ITU)

ตาราง 2.3 ตาราง Radio spectrum ของความถี่ที่ถูกแบ่งให้อยู่ในช่วงต่างๆ

Frequency	Wavelength	Designation	Abbreviation	IEEE bands
3 - 30 Hz	105 - 104 km	Extremely low frequency	ELF	-
30 300 Hz	104 - 103 km	Super low frequency	SLF	-
300 - 3000 Hz	103 - 100 km	Ultra low frequency	ULF	-
3 - 30 kHz	100 - 10 km	Very low frequency	VLF	-
30 - 300 kHz	10 - 1 km	Low frequency	LF	-
300kHz- 3MHz	1 - 100 km	Medium frequency	MF	-

3 - 30 MHz	100 - 10 m	High frequency	HF	HF
30 - 300 MHz	10 - 1 m	Very high frequency	VHF	VHF
300 MHz-3GHz	1 m - 10 cm	Ultra high frequency	UHF	UHF, L, S
3 - 30 GHz	10 - cm	Super high frequency	SHF	S, C, X, Ku, K, Ka
30 - 300 GHz	1 cm - 1mm	Extremely high frequency	EHF	Ka, V, W, mm
300GHz-3THz	1 mm-0.1 mm	Tremendously high frequency	THF	-

2.12 **รีเลย์**

รีเลย์ (Relay) คืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ทำงานด้วยด้วยการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานแม่เหล็ก โดยการส่งกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวด เพื่อทำการเปิดหรือปิดหน้าสัมผัสของคอนแทค ซึ่งจะคล้ายกับสวิตซ์อิเล็กทรอนิกส์

2.12.1 ส่วนประกอบของรีเลย์

1) ส่วนของขดลวด (Coil) เหนี่ยวนำกระแสต่ำ โดยจะทำหน้าที่ในการสร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้าเพื่อให้แกนส่วนโลหะไปกระทุ้งให้หน้าสัมผัสต่อกัน ซึ่งทำงานโดยการรับแรงดันจากภายนอกต่อคร่วมขดลวดเหนี่ยวนำ เมื่อขดลวดได้รับแรงดันแล้วจะเกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้นทำให้แกนส่วนโลหะด้านในไปกระทุ้งให้แผ่นหน้าสัมผัสต่อกัน
2) ส่วนของหน้าสัมผัส (Contact) เป็นส่วนที่ทำหน้าที่เหมือนสวิตซ์จ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ต่างๆ

2.12.2 ประเภทของรีเลย์

การทำงานของรีเลย์นั้นใช้สำหรับการควบคุมวงจรไฟฟ้า ซึ่งทำหน้าที่เป็นสวิตซ์ควบคุมที่ทำงานด้วยพลังงานไฟฟ้า แบ่งออกตามลักษณะการใช้งานได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่

1) รีเลย์กำลัง (power relay) เป็นรีเลย์ที่มีขนาดใหญ่กว่ารีเลย์ธรรมดา ใช้สำหรับการควบคุมไฟฟ้ากำลัง
2) รีเลย์ควบคุม (control relay) เป็นรีเลย์ที่มีขนาดเล็ก มีกำลังไฟฟ้าต่ำ ใช้สำหรับการควบคุมวงจรทั่วไปที่มีกำลังไฟไม่มาก

2.12.3 ชนิดของรีเลย์

รีเลย์สามารถแบ่งตามลักษณะของคอยล์หรือแบ่งตามลักษณะการใช้งาน (Application) ได้ 11 ชนิด ดังนี้

1) รีเลย์กระแส (current relay)
2) รีเลย์แรงดัน (Voltage relay)
3) รีเลย์ช่วย (Auxiliary relay)
4) รีเลย์กำลัง (Power relay)
5) รีเลย์เวลา (Time relay) มีอยู่ 4 แบบ ได้แก่ รีเลย์กระแสเกินชนิดเวลาผกผันกับกระแส (Inverse time over current relay), รีเลน์กระแสเกินชนิดทำงานทันที (Instantaneous over current relay), รีเลย์แบบดิฟฟีนิตไทม์เล็ก (Definite time lag relay), รีเลย์แบบอินเวอสดิฟฟีนิตมินิมั่มไทม์เล็ก (Inverse definite time lag relay)
6) รีเลย์กระแสต่าง (Differential relay)
7) รีเลย์มีทิศ (Directional relay)
8) รีเลย์ระยะทาง (Distance relay)
9) รีเลย์อุณหภูมิ (Temperature relay)
10) รีเลย์ความถี่ (Frequency relay)
11) บูคโฮลซ์รีเลย์ (Buchholz's relay)

2.12.4 ประโยชน์ของรีเลย์

1) ทำให้ระบบไฟฟ้าไม่ดับทั้งระบบเมื่อเกิดความผิดพลาดขึ้น
2) ลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมส่วนที่ผิดปกติ
3) ลดความเสียหายในการลุกลามไปยังอุปกรณ์อื่น
4) ทำให้ระบบการส่งกำลังมีเสถียรภาพสูง โดยรีเลย์จะตัดวงจรเฉพาะส่วนที่ผิดปกติ

2.13 **Solid State Relay**

Solid State Relay หรือ SSR เป็นรีเลย์ที่นำเทคโนโลยีของ Semiconductor มาใช้ ทำให้รีเลย์ไม่ใช้หน้าสัมผัส ไม่มีชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่ จึงทำให้เสียงรบกวนที่เกิดขึ้นจากรีเลย์แบบหน้าสัมผัสลดลงและเพิ่มประสิทธิภาพในระยะยาวได้ ใช้เชื่ออมต่อระหว่างภาคควบคุม (Control) กับวงจรภาค

ไฟฟ้ากำลัง (Power) โดยทั้งสองภาคนี้จะมีระบบกราวด์ (Ground) ที่แยกออกจากกัน ซึ่งเป็นการป้องกันการลัดวงจรและการรบกวนซึ่งกันและกันได้ ข้อดีของ Solid State Relay คือมีขนาดที่เล็ก, ไวต่อการทำงาน และมีอายุการใช้งานที่นานกว่า Solid State Relay แบ่งได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

1) Single Phase Solid State Relay
2) เป็นรีเลย์ที่ไม่มีหน้าสัมผัส ทำให้สามารถทำงานที่ความถี่สูงได้, มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน และมี LED สำหรับแสดงสภาวะการทำงานของอินพุต
3) Three Phase Solid State Relay
4) เป็นรีเลย์ที่มีวาริสเตอร์ป้องกัน Transient ฉนวนกันความร้อนสูงระหว่างอินพุตและเอาท์พุต มีความจุขนาดใหญ่ ขนาดเล็ก มักนำมาใช้งานกับเครื่องจักร เครื่องพิมพ์ เป็นต้น

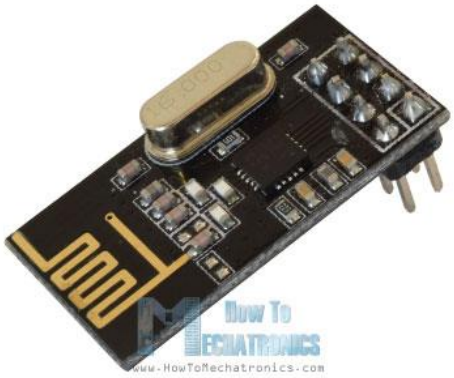
2.13.1 หลักการทำงานของ Solid State Relay

การทำงานจะเริ่มขึ้นเมื่อมีสัญญาณอินพุต แล้วรีเลย์จะทำการส่งคำสั่งออกไปยังเอาท์พุต และเมื่อไม่มีสัญญาณอินพุส่งเข้ามา รีเลย์ก็จะทำการหยุดส่งคำสั่งออกไปยังเอาท์พุต

ความแตกต่างระหว่างรีเลย์ทั่วไปกับ Solid State Relay ได้แก่

1) SSR ไม่มีส่วนที่เป็นหน้าสัมผัสจึงทำให้ไม่มีเสียงขณะอุปกรณ์ทำงาน
2) SSR ไม่เกิดปัญหาฝุ่นเกาะหน้าสัมผัส จึงทำงานได้เร็วกว่ารีเลย์ทั่วไปที่เป็นแบบแม่เหล็ก
3) SSR ใช้พลังงานในการควบคุมที่ต่ำ ใช้ไฟฟ้ากระแสตรง 3 - 32V เป็นแรงดันในการควบคุมจึงเหมาะกับการควบคุมจากวงจร Electronic Computer และMicrocontroller

2.14 **nRF24L01 transceiver module**



ภาพที่ 2.14 nRF24L01 transceiver module

nRF24L01 คือ single chip 2.4GHz transceiver ที่มาพร้อมกับระบบฝังตัวของโปรโตคอล Baseband ถูกออกแบบสำหรับ Ultra low power wireless application และสำหรับดำเนินการในช่วงความถี่ ISM ที่ 2.400 - 2.4835GHz

nRF24L01 จะตั้งค่าและดำเนินการต่างๆ ผ่าน Serial Peripheral Interface (SPI) อินทอร์เฟซนี้จะมี Register map ซึ่งประกอบด้วย Register ที่ใช้สำหรับการตั้งค่าและการเข้าถึงการทำงานต่างๆ ของ Chip

ระบบฝังตัวของโปรโตคอล Baseband จะขึ้นอยู่กับชุดของการสื่อสารและสนับสนุนหลากหลายโหมดจากการใช้งานโดยตรงเพื่อการทำงานของโปรโตคอลในขั้นที่สูงมากขึ้น การทำงานของ nRF24L01 คือ First In First Out ซึ่งทำให้มั่นใจได้ว่าการไหลของข้อมูลนั้นเป็นไปอย่างราบรื่นระหว่าง Radio front end และระบบของ Microcontroller ซึ่ง Radio front end ใช้วิธี GFSK modulation ทำให้ผู้ใช้สามารถกำหนดการตั้งค่า Frequency channel, Output power และ Air data rate ได้เอง nRF24L01 จะตั้งค่า Air data rate ที่ 2Mbps เป็นค่าที่เหมาะสมกับการออกแบบที่ Ultra low power

nRF24L01 module มี 125 channel ที่แตกต่างกันที่ทำให้สามารถใช้งานได้อย่างอิสระต่อกันในครั้งเดียว ในแต่ละ channel มี address ถึง 6 address หมายถึงสามารถสื่อสารกับส่วนอื่นๆ ได้ 6 ส่วนในเวลาเดียวกัน การสูญเสียพลังงานจะอยู่ที่ประมาณ 12 mA ระหว่างการสื่อสาร ซึ่งเป็นการสูญเสียพลังงานที่น้อยกว่า LED 1 ตัว แรงดันไฟฟ้าที่ใช้ในการทำงานของ module จะมีค่าอยู่ที่ 1.9 ถึง 3.6 V แต่ข้อดีของ module ก็คือ pin ต่างๆ สามารถเชื่อมต่อกับแรงดันไฟฟ้า 5V ได้ ทำให้ใช้งานกับ Arduino ได้โดยไม่ต้องแปลงค่าใดๆ

2.15 **Raspberry Pi Zero W**

ภาพที่ 2.15 Raspberry Pi Zero W

Raspberry Pi Zero W เป็นเวอร์ชันต่อเนื่องจาก Raspberry Pi Zero ซึ่งเป็นตัวที่พัฒนาความสามารถทางด้านการเชื่อมต่อกับ Wireless LAN 802.11n และ Bluetooth 4.0 เพิ่มขึ้นมา โดยใช้ชิปรุ่นเดียวกันกับชิปที่อยู่ใน Raspberry Pi 3 Model B คือ Cypress CYW43438 ทำให้แก้ปัญหาการเชื่อมต่อกับคีย์บอร์ด, เมาส์ และ Network Adapter ผ่านทาง USB hub ได้เท่านั้น

WiFi ที่ถูกเพิ่มขึ้นมานั้นทำให้ Raspberry Pi Zero W สามารถเชื่อมต่อจากระยะไกลด้วยการส่งคำสั่ง (command line) จากคอมพิวเตอร์เครื่องอื่นที่อยู่ในเครือข่ายเดียวกันได้ และสามารถติดตั้งคีย์บอร์ดกับเมาส์ด้วยการเพิ่ม Bluetooth ได้ ซึ่งไม่ต้องใช้ USB ในการเชื่อมต่ออีกต่อไป

รายละเอียดพื้นฐานของ Raspberry Pi Zero W นั้นจะมีลักษณะเช่นเดียวกับ Raspberry Pi Zero แบบ non-wireless โดยมีโพรเซสเซอร์ ARM ตัวเดียวกับ Raspberry Pi Model B ที่ปล่อยออกมาในปี 2012 แต่มีความเร็วของนาฬิกานั้นเพิ่มเป็น 1GHz ส่วนหน่วยความจำของระบบยังคงเหมือนเดิมกับรุ่นแรกของ Model B ซึ่งประกอบด้วย DDR2 SDRAM ขนาด 512 เมกะไบต์

ในขั้นตอนการทดสอบนั้นทำให้รู้ว่าการทำงานเป็นคอมพิวเตอร์เครื่องขนาดเล็กของ Raspberry Pi Zero W นั้นมีประสิทธิภาพที่ดีกว่า Raspberry Pi รุ่นแรกๆ ซึ่งจะมีความเร็วขึ้นเมื่อเป็นระบบปฏิบัติการแบบ Desktop OS และเมื่อมีการบูตเครื่อง

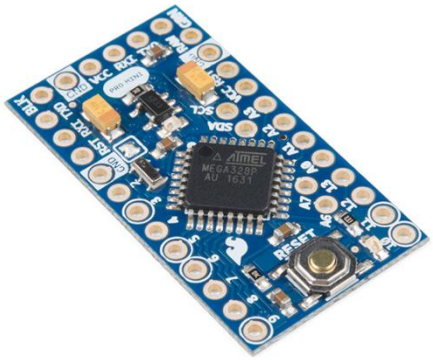
อย่างไรก็ตาม Raspberry Pi 3 Model B นั้นมีชิปเซ็ตรุ่นใหม่ที่ให้ประสิทธิภาพการทำงานที่ดีกว่า 2.5 เท่าของ Raspberry Pi แบบ single-core ที่มีการใช้งานแอปพลิเคชันจริง และจะสามารถเพิ่มได้เป็น 20 เท่าเมื่อใช้ตัวแปลงสัญญาณวิดีโอ NEON

Raspberry Pi Zero W นั้นจะมีเฉพาะพอร์ต Micro USB เพียงพอร์ตเดียวสำหรับการเชื่อมต่อกับ USB Device และไม่มีช่องสำหรับเชื่อมต่อสัญญาณภาพวิดีโอหรือเสียงเหมือนที่พบในบอร์ด Raspberry Pi ตัวอื่นๆ

2.15.2 คุณสมบัติของ Raspberry Pi Zero W

1) 1GHz, single-core CPU
2) 521MB RAM
3) Mini-HDMI port
4) Micro-USB On-The-Go port
5) Micro-USB power
6) HAT-compatible 40-pin header
7) Composite video and reset headers
8) CSI camera connector
9) 802.11n wireless LAN
10) Bluetooth 4.0

2.16 **Arduino Pro Mini**



ภาพที่ 2.16 Arduino Pro Mini

Arduino Pro Mini เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ประกอบด้วย ATmega168 ซึ่งในตัวบอร์ดจะมาพร้อมกับ Arduino Bootloader ซึ่งมีอินพุตและเอาท์พุตดิจิทัลจำนวน 14 ตัว, อินพุตอะนาล็อก 8 ตัว, รีโมตออนบอร์ด และปุ่มรีเซ็ต บอร์ดสามารถเชื่อมต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์โดยผ่านทางพอร์ต USB ได้ และบอร์ดสามารถทำงานได้ด้วยสาย USB

2.16.1 คุณสมบัติของ Arduino Pro Mini

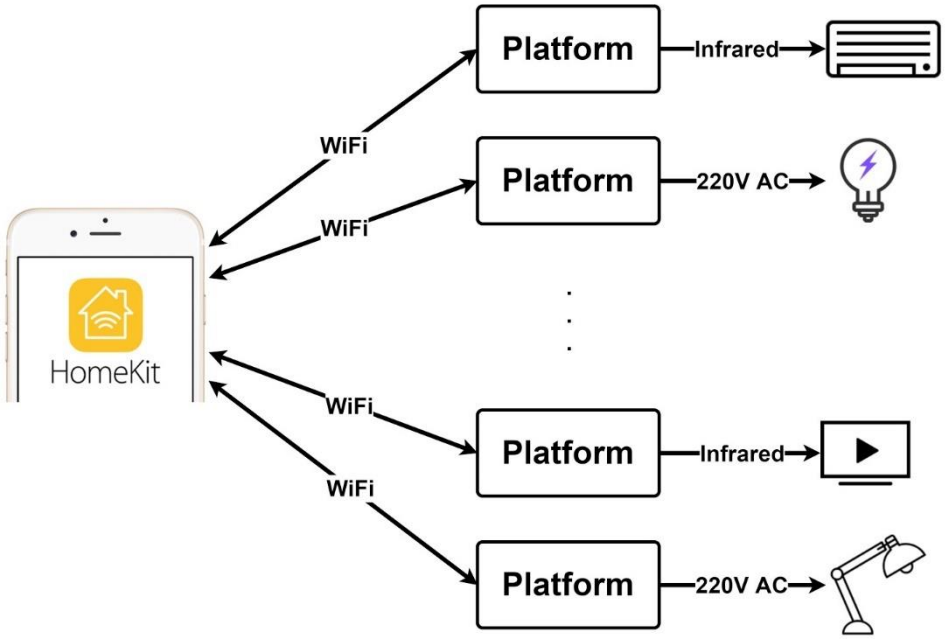
ตาราง 2.4 ตารางคุณสมบัติของ Arduino Pro Mini

Microcontroller	ATmega168
Operating Voltage	3.3V or 5V
Input Voltage	3.35 -12 V (3.3V model) or 5 - 12 V (5V model)
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
Analog Input Pins	8
DC Current per I/O Pin	40 mA
Flash Memory	16 KB (of which 2 KB used by bootloader)
SRAM	1 KB
EEPROM	512 bytes
Clock Speed	8 MHz (3.3V model) or 16 MHz (5V model)

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

แพลตฟอร์มควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าด้วยแอปพลิเคชันโฮม คือแพลตฟอร์มที่สามารถรับคำสั่งจากแอปพลิเคชันโฮมในระบบปฏิบัติการ iOS เพื่อนำมาประมวลผลสำหรับควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า ซึ่งหนึ่งแพลตฟอร์มจะควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าได้เพียงหนึ่งประเภท และมีส่วนสำหรับการควบคุมอัตโนมัติ โดยการควบคุมอัตโนมัตินั้นแพลตฟอร์มจะทำการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าจากค่าของเซนเซอร์ต่างๆ ที่ได้รับมา โดยแต่ละแพลตฟอร์นั้นจะมีเซนเซอร์ที่เหมาะสมกับเครื่องใช้ไฟฟ้าประเภทนั้นๆ ในส่วนของการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้านั้นจะแบ่งประเภทการควบคุม 2 ประเภทคือการควบคุมด้วยสัญญาณอินฟราเรดและการควบคุมด้วยกระแสไฟฟ้า 220V

จากขอบเขตความสามารถของแพลตฟอร์มที่กล่าวข้างต้นนั้นทำให้คณะผู้จัดทำออกแบบแพลตฟอร์มตามรูปที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 ขอบเขตความสามารถของแพลตฟอร์ม

เนื่องจากการใช้งานเกี่ยวกับนวัตกรรมต่างๆ ของ Apple นั้นจำเป็นต้องมี MFi Licensed ซึ่งเป็นการรับรองจาก Apple เพื่อให้ผู้พัฒนาสามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์หรือแอปพลิเคชันที่ใช้งานร่วมกับนวัตกรรมของ Apple ได้และได้รับการสนับสนุนอุปกรณ์หรือความรู้ที่จำเป็นในการพัฒนา แต่ข้อจำกัดของ MFi Licensed คือไม่สามารถเผยแพร่เอกสารความรู้หรืออุปกรณ์ที่ได้รับมาสู่

สาธารณะได้และยังจำกัดสิทธิ์ในการขอ MFi Licensed ไว้ให้เพียงผู้ประกอบการเท่านั้น อีกทั้งการดำเนินการในขั้นตอนต่างๆ นั้นต้องใช้ระยะเวลานาน

จึงทำให้คณะผู้จัดทำออกแบบแพลตฟอร์มอีกหนึ่งรูปแบบที่แตกต่างจากรูปที่ 1.1 เพื่อเป็นแพลตฟอร์มสำหรับการศึกษาค้นคว้าและทดสอบการทำงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับแอปพลิเคชันโฮม ทั้งด้านการรับส่งข้อมูลและรูปแบบของข้อมูลที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารกับแอปพลิเคชัน การจัดการ Accessories ภายในแอปพลิเคชัน และด้านอื่นๆ อีกมาก เพื่อนำผลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าต่างๆ นั้นไปพัฒนาต่อยอดให้ได้แพลตฟอร์มที่เป็นไปตามขอบเขตความสามารถซึ่งได้กำหนดไว้ข้างต้น หรือจากรูปที่ 1.2

ดังนั้นการออกแบบแพลตฟอร์มจะมี 2 รูปแบบ ได้แก่

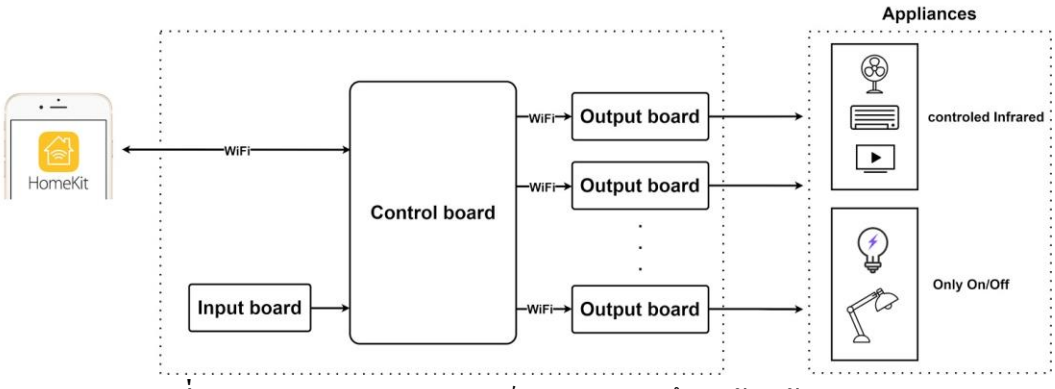
1) การออกแบบแพลตฟอร์มสำหรับการศึกษาค้นคว้า
2) การออกแบบแพลตฟอร์มตามขอบเขตโครงงาน

3.2 การออกแบบแพลตฟอร์มสำหรับการศึกษาค้นคว้า

การออกแบบเพื่อการศึกษาค้นคว้านั้นจะอยู่ภายใต้ขอบเขตความสามารถของแพลตฟอร์มดังนี้

1) สามารถรับคำสั่งการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าจากแอปพลิเคชันโฮม
2) มีระบบการควบคุมอัตโนมัติ ด้วยค่าที่วัดได้จากเซนเซอร์และค่าที่ผู้ใช้ตั้งเกณฑ์ไว้ (Threshold)
3) การควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าสามารถแยกได้เป็น 2 ประเภทได้แก่ ประเภทสวิตช์และอินฟราเรด
4) มีส่วนของการประมวลผลจากคำสั่งที่ได้รับหรือค่าเซนเซอร์ต่างๆ เพื่อไปควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า

3.2.1 ภาพรวมของแพลตฟอร์ม



ภาพที่ 3.2 ภาพรวมของแพลตฟอร์มสำหรับการศึกษาค้นคว้า

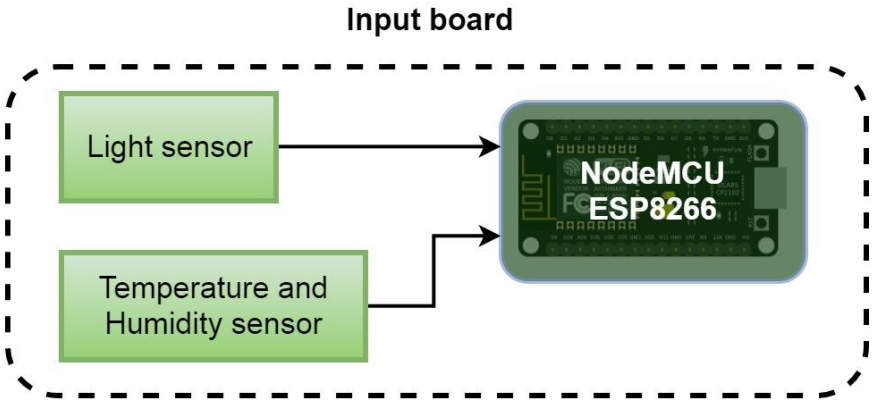
แพลตฟอร์มสำหรับการศึกษาค้นคว้านั้นจะแยกการศึกษาออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่

1) Input board
2) Control board
3) Output board

ในแต่ละส่วนนั้นจะมีการทำงาน การประมวลผล การรับส่งข้อมูลแตกต่างกัน ซึ่งมีลำดับขั้นตอนการทำงานคือ Input board จะเป็นส่วนสำหรับการส่งสัญญาณที่ไปยัง Control board สำหรับการควบคุมอัตโนมัติ โดย Control board นั้นจะมีการรับข้อมูลคำสั่งหรือสัญญาณจาก 2 ส่วนเพื่อทำหน้าที่ในการประมวลผลสำหรับส่งคำสั่งควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าไปยัง Output board โดย Output board นั้นจะมี 2 ประเภทแบ่งตามวิธีการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า คือ ประเภทอินฟราเรดและประเภทสวิตช์

3.2.2 Input board

ความสามารถของแพลตฟอร์มในส่วนการประมวลผลนั้นนอกจากจะประมวลผลด้วยการรับคำสั่งจากแอปพลิเคชันโฮมแล้วยังมีการประมวลผลด้วยการควบคุมอัตโนมัติ ซึ่งในส่วนนี้จะเป็นการประมวลผลด้วยค่าเซนเซอร์ที่ได้รับมา ดังนั้น Input board นี้จึงมีไว้สำหรับส่วนการควบคุมอัตโนมัติที่จะส่งค่าของเซนเซอร์ต่างๆ ที่อ่านค่าได้ไปทำการประมวลผลต่อไป



ภาพที่ 3.3 Block diagram ของ Input board

3.2.2.1 ส่วนประกอบ

1) เซนเซอร์วัดความชื้นและอุณหภูมิรุ่น DHT11
2) โมดูลวัดแสง (LDR Photoresistor Sensor Module)
3) NodeMCU

3.2.2.2 การส่งข้อมูลไปยัง Control board

ตาราง 3.1 ชุดคำสั่งสำหรับใช้ติดต่อระหว่างแต่ละบอร์ด

Start (1 Byte)	Send/ Receive (1 Byte)	id (1 Byte)	No. Accessory (2 Byte)	No. Instruction (2 Byte)	value (1 Byte)	CRC16 (2 Byte)
0xFF	0x03/ 0x06	0xXX	0xXXXX	0xXXXX	0xXX	0xXXXX

1) Start: Byte เริ่มต้น
2) Send/Receive: ส่งคำสั่งไปควบคุม / ต้องการค่าจาก Input board
3) id: id ของ Input board หรือ Output board เป้าหมาย
4) No. Accessory: เครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดอะไร
5) No. Instruction: คำสั่งที่ต้องการจะควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า
6) value: ค่าที่ต้องการส่ง
7) CRC16: การตรวจจับข้อผิดพลาดแบบ CRC16

การส่งข้อมูลไปยัง Control board นั้นจะทำก็ต่อเมื่อได้รับชุดคำสั่ง Request ค่าสถานะจาก Control board ซึ่งชุดคำสั่งที่รับมานั้นจะมีรูปแบบตามตารางที่ 3.1

รูปแบบชุดคำสั่ง Request จะเป็นดังนี้

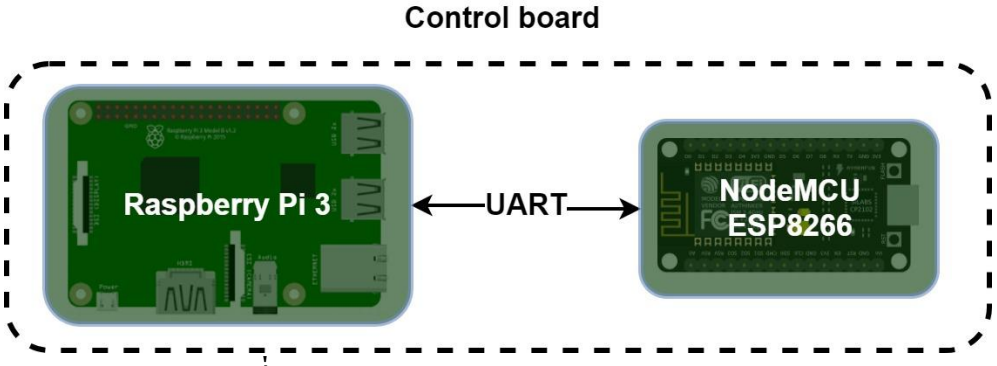
1) Send/Receive จะมีค่าเท่ากับ 0x06 คือต้องการรับข้อมูลจาก Input board เป้าหมาย
2) id จะเป็นค่า id ของ Input board เป้าหมาย
3) No. Accessory เป็นค่าเลขประจำตัวของประเภทเซนเซอร์ที่ Control board ต้องการข้อมูล
4) No. Instruction เป็นค่าของประเภทข้อมูลที่ Control board ต้องการจากเซนเซอร์นั้น
5) Value มีค่าเท่ากับ 0x00
6) CRC16

เมื่อได้รับชุดคำสั่ง Request แล้ว NodeMCU จะทำการตรวจสอบความถูกต้องของชุดคำสั่งจาก ค่าCRC16 ด้วยวิธีการ CRC-16 Algorithm

NodeMCU จะทำการอ่านค่าสถานะที่ตรงกับ No. Instruction ของเซนเซอร์ที่มีค่าประจำตัวตรงกับ No. Accessory ตามที่ Control board ส่งคำสั่ง Request มาและแก้ไข Value ของชุดคำสั่งที่ได้รับมานั้นให้เป็นค่าของเซนเซอร์ที่อ่านมาได้ แล้วส่งชุดคำสั่งที่ได้รับการแก้ไข Value กลับไปยัง Control board

3.2.3 Control board

การทำงานของ Control board นั้นจะเป็นส่วนในการติดต่อสื่อสารกับแอปพลิเคชันโฮม, Input Board, Output Board และการประมวลผล ซึ่งในส่วนการติดต่อสื่อสารและการประมวลผลเกี่ยวกับแอปพลิเคชันโฮมนั้นจะใช้ HAP-nodeJS ซึ่งเป็น HomeKit Accessories Server สำหรับศึกษาการใช้งานด้วยการจำลอง Control board ให้เป็นอุปกรณ์ที่มี MFi Licensed



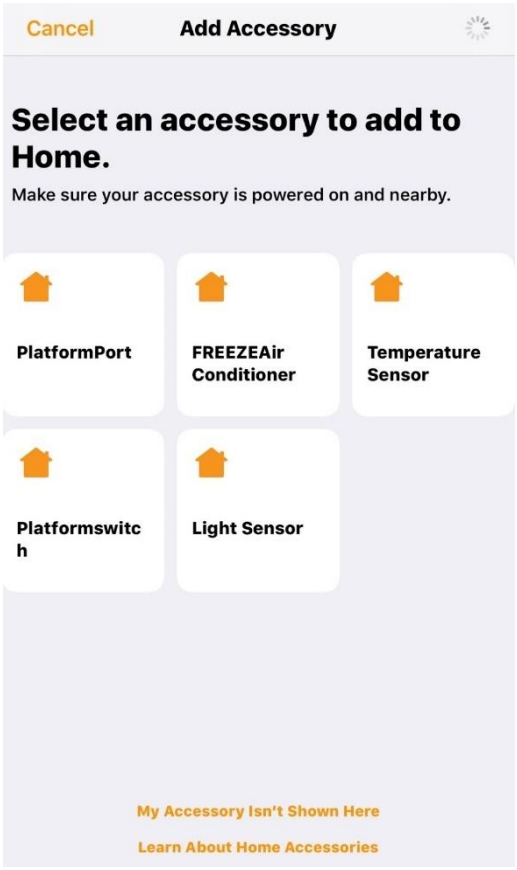
ภาพที่ 3.4 Block diagram ของ Control board

3.2.3.1 ส่วนประกอบ

1) Raspberry Pi 3 (rPi3)
2) NodeMCU

3.2.3.2 การทำงานระหว่างแอปพลิเคชันโฮมกับ Control board

การทำงานระหว่างแอปพลิเคชันโฮมกับ Control board จะใช้ rPi3 เป็นตัวรับคำสั่งจากแอปพลิเคชันโฮม โดยให้ rPi3 สั่งการให้ HAP-nodeJS เริ่มทำงาน HAP-nodeJS นั้นเป็นเซิร์ฟเวอร์ที่มีการโปรแกรมให้มี Accessory ของเครื่องใช้ไฟฟ้าหลายชนิด ซึ่งผู้ใช้สามารถเลือกเพิ่ม Accessory ให้กับแอปพลิเคชันโฮมได้ตามต้องการ



ภาพที่ 3.5 หน้าสำหรับเพิ่ม Accessory ของแอปพลิเคชันโฮม

เมื่อผู้ใช้ทำการสั่งการเครื่องใช้ไฟฟ้าด้วยแอปพลิเคชันโฮมหรือคือการส่งข้อมูลไปยัง Control board โดยภายใน Control board นั้นเซิร์ฟเวอร์ HAP-nodeJS ที่เป็นโปรแกรม rPi3 จะรับข้อมูลคำสั่งนั้นมาทำการประมวลผลให้กลายเป็นชุดคำสั่งดังตาราง 3.1 เพื่อส่งชุดคำสั่งนั้นต่อไปยัง NodeMCU ผ่าน UART

ชุดคำสั่งที่ Control board จะได้รับสำหรับการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าด้วยแอปพลิเคชันโฮมนั้นมีอยู่ในรูปแบบคือ byte ที่ 2 ของชุดคำสั่งจะมีค่าเป็น 0x03

3.2.3.3 การทำงานระหว่าง Control board กับ Input board และ Output board

การรับส่งข้อมูลของ Control board นั้นใช้ NodeMCU ในการติดต่อสื่อสารกับ Input board และ Output board โดย NodeMCU นั้นจะทำหน้าที่เป็น Access point สำหรับการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่นๆ ด้วยวิธีการรับส่งข้อมูลแบบ UDP Protocol เนื่องจากการทำงานส่วนนี้ต้องการความสามารถด้านความเร็วในการรับส่ง

1) การรับส่งข้อมูลระหว่าง NodeMCU และ Input board

การติดต่อสื่อสารระหว่าง NodeMCU และ Input board เป็นการทำงานในส่วนการควบคุมอัตโนมัติ โดย NodeMCU จะส่งชุดคำสั่งตามตารางที่ 3.1 เพื่อเป็นการส่งคำขอข้อมูลจากส่วน Input board ในรูปแบบดังนี้

- Send/Receive จะมีค่าเท่ากับ 0x06 คือต้องการรับข้อมูลจาก Input board เป้าหมาย
- id จะเป็นค่า id ของ Input board เป้าหมาย
- No. Accessory เป็นค่าเลขประจำตัวของประเภทเซนเซอร์ที่ Control board ต้องการข้อมูล
- No. Instruction เป็นค่าของประเภทข้อมูลที่ Control board ต้องการจากเซนเซอร์นั้น
- Value มีค่าเท่ากับ 0x00
- CRC16

เป็นการขอค่าข้อมูล No. Instruction ของเซนเซอร์ No. Accessory จาก Input board ที่มีเลขประจำตัวเท่ากับ Id

2) การรับส่งข้อมูลระหว่าง NodeMCU และ Output board

การติดต่อสื่อสารระหว่าง NodeMCU และ Output board เป็นการส่งชุดคำสั่งพร้อมค่าที่จะให้ Output board ส่งไปควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า โดยชุดคำสั่งที่จะถูกส่งไปยัง Output board นั้นจะมี 2 รูปแบบตามตารางที่ 3.2 และ 3.3

ตาราง 3.2 ชุดคำสั่งสำหรับส่งไปยัง Output board แบบสวิตช์

Start (1 Byte)	Id (1 Byte)	Type switch (1 Byte)	value (1 Byte)
0xFF	0xXX	0x01	0xXX

ตาราง 3.3 ชุดคำสั่งสำหรับส่งไปยัง Output board แบบอินฟราเรด

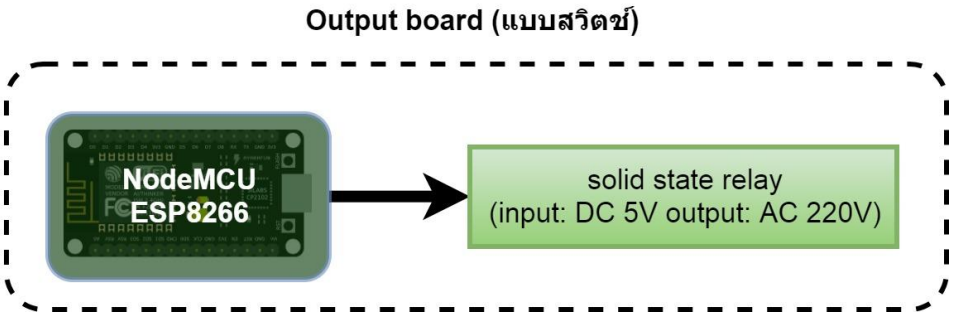
Start (1 Byte)	id (1 Byte)	Type infrared (1 Byte)	value (100 Byte)
0xFF	0xXX	0x02	Infrared RAW data <100 Byte>

3.2.4 Output board

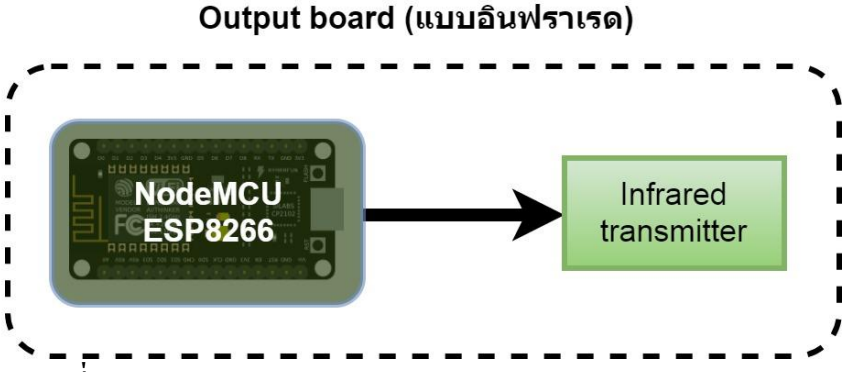
เป็นส่วนสำหรับการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าแบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1) Output board ประเภทสวิตช์
2) Output board ประเภทอินฟราเรด

หน้าที่การทำงานของ Output board นั้นจะรับชุดคำสั่งจาก Control board ตามรูปแบบตารางที่ 3.2 หรือ 3.3 แล้วนำค่าจากชุดคำสั่งในส่วน Value ส่งต่อไปควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า ซึ่ง Output board แต่ละประเภทจะรับชุดคำสั่งต่างรูปแบบกัน โดยตารางที่ 3.2 เป็นรูปแบบชุดคำสั่งสำหรับ Output board ประเภทสวิตช์ และตารางที่ 3.3 เป็นรูปแบบชุดคำสั่งสำหรับ Output board ประเภทอินฟราเรด



ภาพที่ 3.6 Block diagram ของ Output board (แบบสวิตช์)



ภาพที่ 3.7 Block diagram ของ Output board (แบบอินฟราเรด)

3.2.4.1 ส่วนประกอบ

1) Solid State Relay (SSR) (ประเภทสวิตช์)
2) Infrared transmitter (ประเภทอินฟราเรด)
3) NodeMCU

3.2.4.2 การทำงานของ Output board ประเภทสวิตช์

Output board ประเภทสวิตช์ส่วน NodeMCU นั้นจะรับชุดข้อมูลคำสั่ง ซึ่งชุดคำสั่งนั้นจะมีรูปแบบตามตารางที่ 3.2 ดังนี้

1) Id เป็นค่าเลขประจำตัวของ Output board เป้าหมายที่ Control board ส่ง
2) Type switch เป็นค่าที่แสดงว่า Output board ที่ Control board ต้องการส่งข้อมูลนั้นเป็นประเภทสวิตช์
3) Value จะมีค่าเป็น 0 หรือ 1

เมื่อ NodeMCU รับชุดคำสั่งจาก Control board มาแล้วจะทำการตรวจสอบ Id และ Type ของชุดคำสั่งว่าตรงกับ NodeMCU ที่ได้รับหรือไม่ และนำค่าในส่วนของ Value (0 หรือ 1) ส่งต่อไปเป็นอินพุตให้กับส่วน SSR โดยที่ SSR นั้นทำหน้าที่ในการเปิด-ปิดการส่งกระแสไฟฟ้า 220V ให้กับเครื่องใช้ไฟฟ้า

3.2.4.3 การทำงานของ Output board ประเภทอินฟราเรด

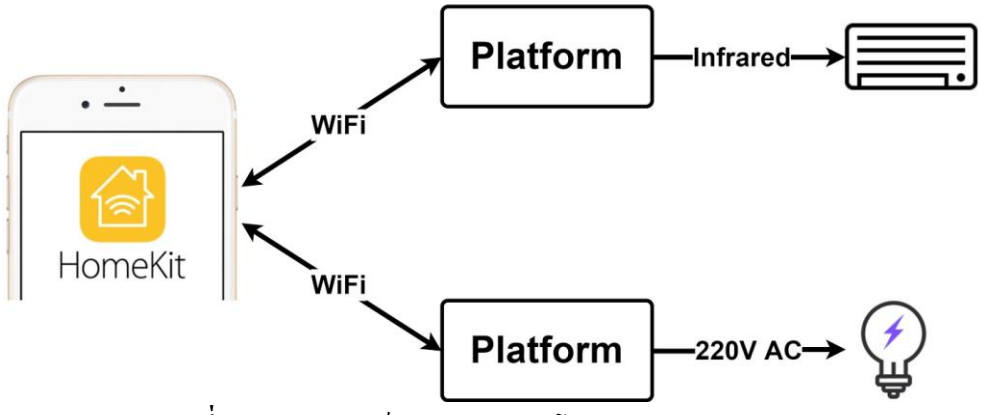
Output board ประเภทอินฟราเรดส่วน NodeMCU จะรับชุดข้อมูลคำสั่ง ซึ่งชุดคำสั่งนั้นจะมีรูปแบบตามตารางที่ 3.3 ดังนี้

1) Id เป็นค่าเลขประจำตัวของ Output board เป้าหมายที่ Control board ส่ง
2) Type infrared เป็นค่าที่แสดงว่า Output board ที่ Control board ต้องการส่งข้อมูลนั้นเป็นประเภทอินฟราเรด
3) Value จะเป็นชุดข้อมูลของค่าสัญญาณอินฟราเรด

เมื่อ NodeMCU รับชุดคำสั่งจาก Control board มาแล้วจะทำการตรวจสอบ Id และ Type ของชุดคำสั่งว่าตรงกับ NodeMCU ที่ได้รับหรือไม่ และนำค่าในส่วนของ Value ที่ได้นั้นส่งต่อไปยัง Infrared Transmitter เพื่อให้ Infrared Transmitter ส่งสัญญาณคำสั่งไปควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า

3.3 การออกแบบแพลตฟอร์มตามขอบเขตโครงงาน

การออกแบบแพลตฟอร์มตามขอบเขตโครงงานนั้น คือแพลตฟอร์มที่ได้รับการพัฒนามาจากการทดลองศึกษาค้นคว้าในหัวข้อ 3.1 โดยจะทำการออกแบบในส่วนต่างๆ ที่สามารถพัฒนาไปใช้งานได้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าทุกชนิด มีขนาดเล็ก ผู้ใช้สามารถใช้งานได้อย่างง่าย สะดวกด้วยตนเอง ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงการออกแบบ หลักการทำงาน ขั้นตอนการติดต่อสื่อสารที่เป็นภาพรวมของทุกแพลตฟอร์ม และรายละเอียดของแพลตฟอร์มตัวอย่างที่ผู้พัฒนาได้ทำขึ้น



ภาพที่ 3.8 แพลตฟอร์มตามขอบเขตโครงงาน

3.3.1 ภาพรวมของแพลตฟอร์ม

3.3.1.1 ความต้องการของแพลตฟอร์ม

1) Input ของแพลตฟอร์ม
   - คำสั่งจากแอปพลิเคชันโฮม
   - ข้อมูลจากเซนเซอร์ที่ตรวจวัดค่าสถานะต่างๆ
2) Output ของแพลตฟอร์ม
   - Output ของแต่ละแพลตฟอร์มจะอยู่ในรูปสัญญาณที่สามารถควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าได้ เนื่องจากแต่ละเครื่องใช้ไฟฟ้าถูกควบคุมด้วยสัญญาณที่แตกต่าง

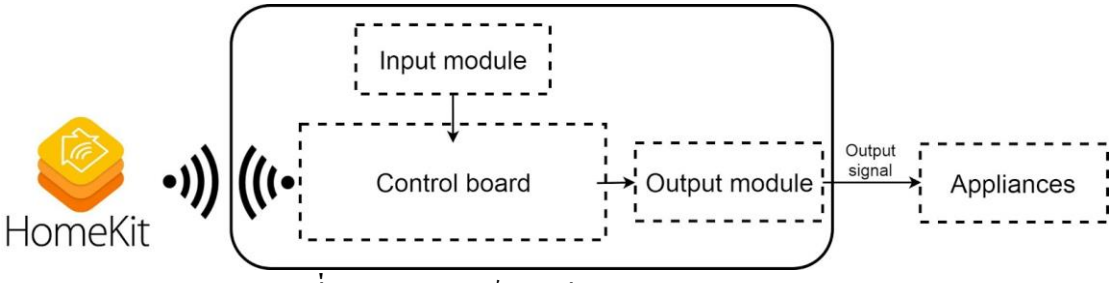
3.3.1.2 ภาพรวมการทำงานภายในระบบของแพลตฟอร์ม

แพลตฟอร์มตามขอบเขตโครงงานจะประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่

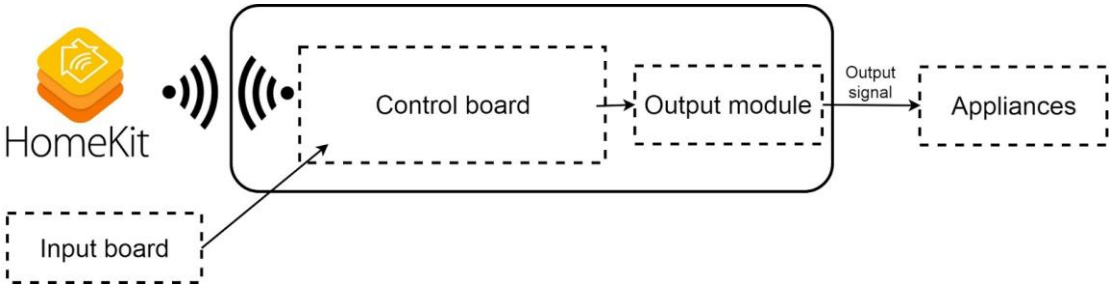
1) Control board ศูนย์กลางของการรับและส่งข้อมูลทั้งแพลตฟอร์ม
2) Input module ส่วนสำหรับเซนเซอร์ต่างๆ สำหรับวัดค่าสถานะต่างๆ ซึ่งแต่ละ Input module จะประกอบไปด้วยเซนเซอร์ที่แตกต่างกันตามประเภทของเครื่องใช้ไฟฟ้า Input module จะมี 2 แบบ ได้แก่

- ส่วนที่อยู่ภายในแพลตฟอร์ม (Input module)
- ส่วนที่แยกออกจากแพลตฟอร์ม (Input board) โดย Input board จะถูกแยกออกเพื่อนำไปวางตามตำแหน่งที่ต้องการวัดค่าสถานะได้

3) Output module ส่วนสำหรับควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าด้วยรูปแบบสัญญาณตามแพลตฟอร์มเครื่องใช้ไฟฟ้าประเภทนั้นๆ



ภาพที่ 3.9 แพลตฟอร์มกรณีเป็น Input module



ภาพที่ 3.10 แพลตฟอร์มกรณีเป็น Input board

3.3.2 แพลตฟอร์มประเภทปลั๊กไฟที่ใช้งานร่วมกับหลอดไฟ

แพลตฟอร์มประเภทปลั๊กไฟที่ใช้งานร่วมกับหลอดไฟเป็นแพลตฟอร์มที่ใช้งานร่วมกับเครื่องใช้ไฟฟ้าที่สามารถเปิดได้เมื่อรับกระแสไฟฟ้า 220V AC และเครื่องใช้ไฟฟ้านั้นต้องได้รับกระแสไฟฟ้าผ่านปลั๊กไฟเท่านั้น หรือกล่าวได้ว่าแพลตฟอร์มประเภทปลั๊กไฟคือเต้ารับของปลั๊กไฟนั่นเอง

ในที่นี้แพลตฟอร์มประเภทปลั๊กไฟจะถูกใช้งานร่วมกับหลอดไฟที่สามารถเปิด/ปิดได้จากการเสียบปลั๊กไฟ หรือเรียกสั้นๆ ว่าแพลตฟอร์มประเภทปลั๊กไฟ

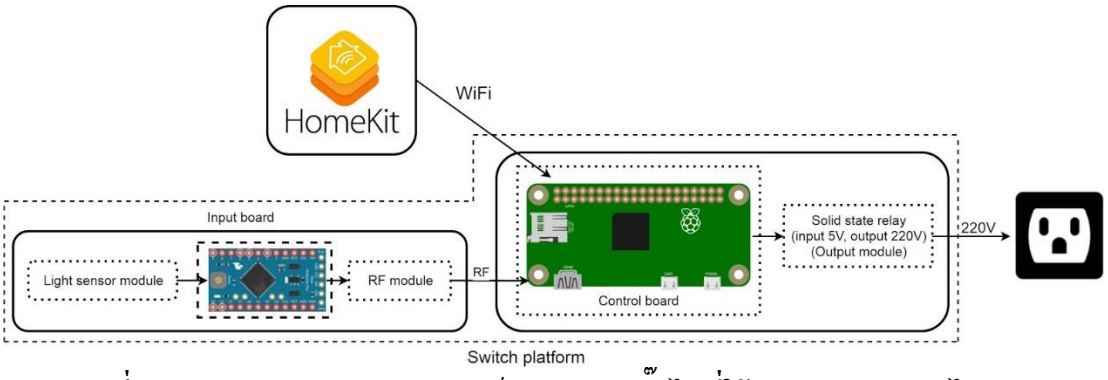
3.3.2.1 ความต้องการของแพลตฟอร์ม

1) Input ของแพลตฟอร์ม
   - คำสั่งจากแอปพลิเคชันโฮม
   - แสง

2) Output ของแพลตฟอร์ม

- กระแสไฟฟ้า 220V AC

3.3.2.2 Block diagram แพลตฟอร์มประเภทปลั๊กไฟที่ใช้งานร่วมกับหลอดไฟ



ภาพที่ 3.11 Block diagram แพลตฟอร์มประเภทปลั๊กไฟที่ใช้งานร่วมกับหลอดไฟ

แพลตฟอร์มประเภทปลั๊กไฟประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่

1) Control board

เนื่องจากหน้าที่หลักของ Control board คือการติดต่อสื่อสารกับแอปพลิเคชันโฮมโดยผู้พัฒนาได้เลือกไลบรารี่ที่ชื่อว่า HAP-NodeJS ซึ่งเป็น HomeKit Accessory Server ที่พัฒนาโดย Node.js ที่ต้องติดตั้งบนอุปกรณ์ที่ทำงานด้วยระบบปฏิบัติการ Linux ทำให้ผู้พัฒนาเลือกใช้ Raspberry Pi Zero W เป็นศูนย์กลางการทำงานของ Control board เพราะเป็นบอร์ดที่ทำงานได้ตรงกับความต้องการของระบบมีขนาดเล็ก และภายในบอร์ดนั้นมีโมดูล WiFi ซึ่งต้องใช้สำหรับการติดต่อสื่อสารกับแอปพลิเคชันโฮม

2) Input board

ส่วน Input board ของแพลตฟอร์มประเภทปลั๊กไฟถูกออกแบบมาเพื่อใช้งานกับหลอดไฟ ทำให้ในส่วนเซนเซอร์ที่มีความเหมาะสมกับการทำงานของหลอดไฟก็คือเซนเซอร์วัดแสงสำหรับวัดค่าความสว่างภายในห้องหรือนอกห้องใช้ในการควบคุมแบบอัตโนมัติของการเปิดปิดหลอดไฟ

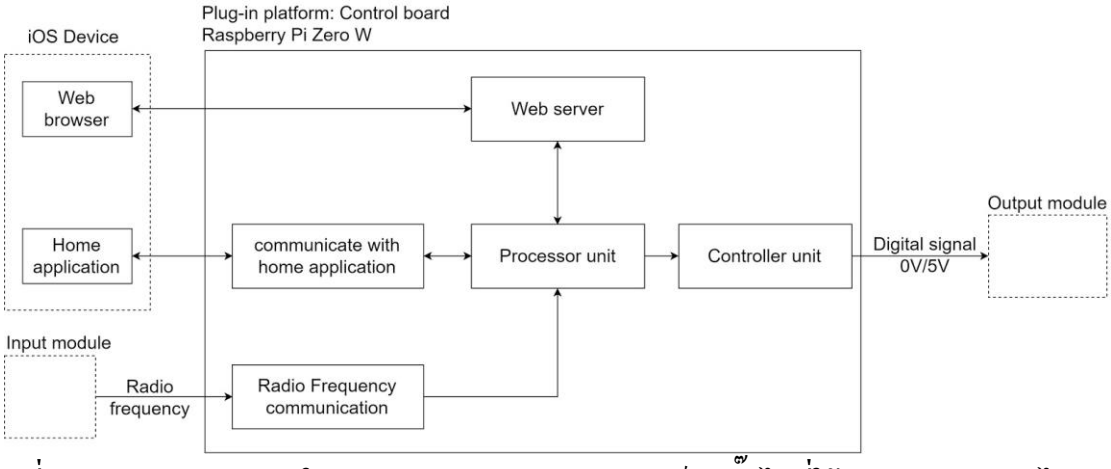
Input board ได้ถูกออกแบบให้ถูกแยกออกเป็นอีกบอร์ด จาก Control board และ Output module เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเลือกตำแหน่งที่ต้องการจะวัดค่าความสว่างได้ ซึ่งผู้พัฒนาได้เลือกใช้ Arduino pro mini เป็นศูนย์กลางควบคุมของ Input board เนื่องจาก Arduino pro mini มีขนาดเล็ก ใช้ไฟน้อย และมีพอร์ตอะนาล็อกในตัวสำหรับรับค่าจากเซนเซอร์วัดแสง เมื่อ Input board ถูกแยกออกนั้น ทำให้

ต้องมีการส่งค่าของเซนเซอร์ไปยัง Control board ที่มีระยะไกล ผู้พัฒนาจึงเลือกใช้โมดูล RF ในการส่งข้อมูลด้วยสัญญาณวิทยุซึ่งมีระยะในการส่งสัญญาณมาก

3) Output module

Output module ของแพลตฟอร์มปลั๊กไฟจะเป็นตัวควบคุมการจ่ายไฟ 220V AC ไปยังหลอดไฟ ทำให้ผู้พัฒนาเลือกใช้ Solid state relay ในการทำงานนี้ เนื่องจากสามารถทำงานได้อย่างรวดเร็ว ไม่มีเสียงรบกวน เกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าน้อย ไม่กลัวการสั่นสะเทือน ไม่มีการสปาร์กหรืออาร์ก และใช้งานได้กับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์โดยตรง

3.3.2.3 Control board



ภาพที่ 3.12 การออกแบบภายใน Control board ของแพลตฟอร์มปลั๊กไฟที่ใช้งานร่วมกับหลอดไฟ

ส่วน Control board ของแต่ละแพลตฟอร์มจะถูกโปรแกรมการทำงาน เพื่อทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางการประมวลผล โดยภายใน Control board จะประกอบไปด้วยระบบการทำงานต่างๆ ซึ่งแต่ละระบบจะแบ่งส่วนทำงานของ Control board ได้ดังนี้

1) Web server สำหรับรับชื่อเครือข่าย

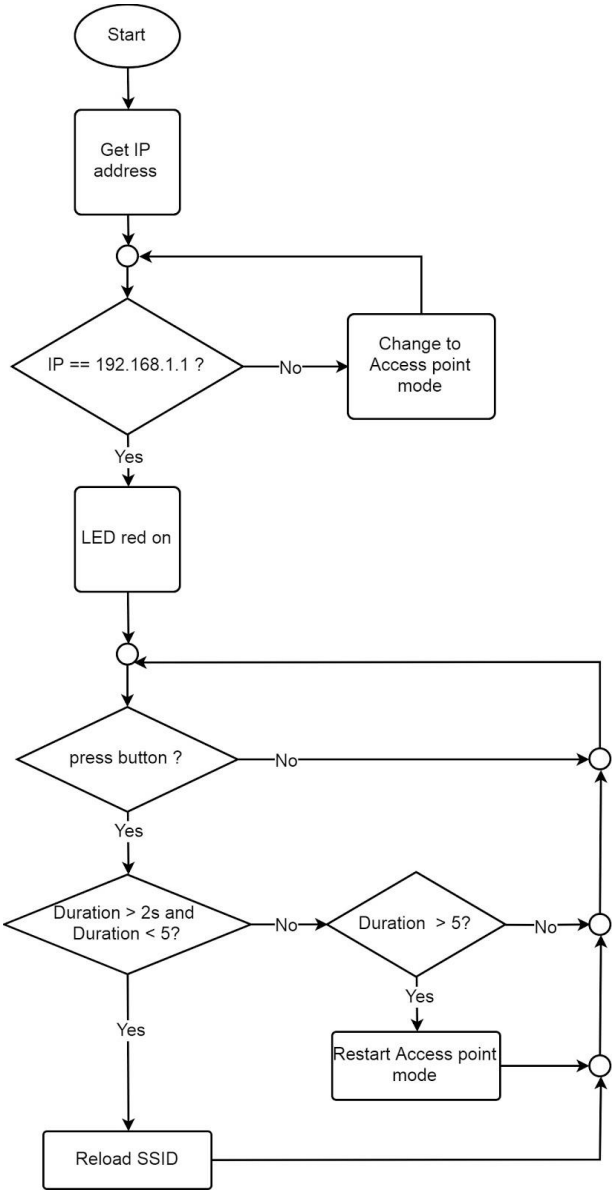
การใช้งานแอปพลิเคชันโฮมมีข้อจำกัดในการใช้งานร่วมกับอุปกรณ์ใดๆ ซึ่งในที่นี้หมายถึงแพลตฟอร์ม ข้อจำกัดที่ว่าคือแอปพลิเคชันโฮมและแพลตฟอร์มต้องทำการเชื่อมต่อกับสัญญาณอินเทอร์เน็ตเครือข่ายเดียวกันเท่านั้น จึงจะสามารถติดต่อสื่อสารกันได้

Control board จะมีระบบที่ทำให้ผู้ใช้สามารถเลือกเครือข่ายสัญญาณ WiFi ที่จะใช้ร่วมกับแอปพลิเคชันโฮมได้ โดย Control board จะเปลี่ยนโหมดเป็น Access Point เพื่อให้อุปกรณ์ที่จะใช้งานแอปพลิเคชันโฮมเชื่อมต่อ เมื่อทำการเชื่อมต่อสำเร็จแล้ว Control board จะทำหน้าที่ในการเป็น Web server ที่จะให้ผู้ใช้เลือก

เครือข่ายสัญญาณ WiFi (SSID) พร้อมใส่รหัสผ่าน (Password) ผู้ใช้จะสามารถเข้าถึง Web server นี้ผ่านทาง Web browser ต่างๆ ในอุปกรณ์ด้วย http://192.168.1.1

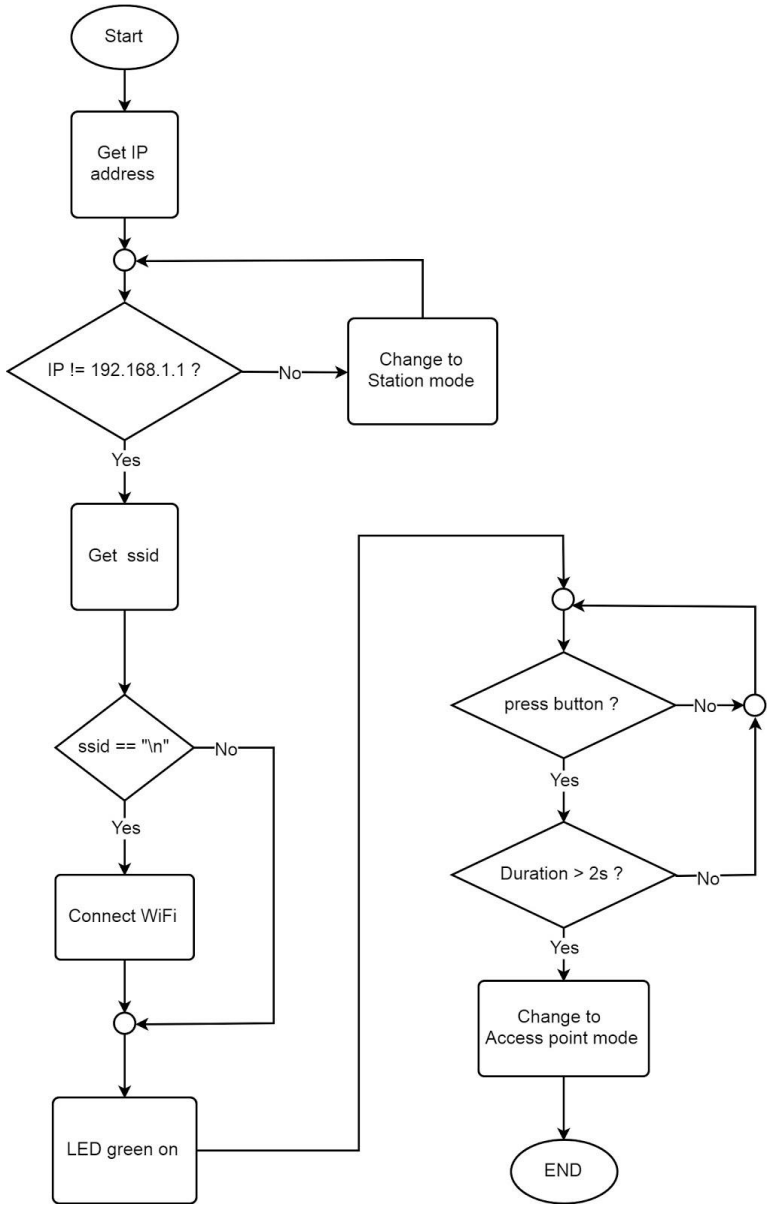
เมื่อผู้ใช้ทำการเลือกเครือข่ายสัญญาณ WiFi แล้ว Control board จะเปลี่ยนโหมดจาก Access Point เป็น Station เพื่อเชื่อมต่อแพลตฟอร์มกับเครือข่ายสัญญาณ WiFi ที่ได้รับมาจากผู้ใช้

- Flowchart โปรแกรมการทำงานของ Web server ขณะเป็น Access point



ภาพที่ 3.13 Flowchart โปรแกรมการทำงานของ Web server ขณะเป็น Access point

- Flowchart โปรแกรมการทำงานของ Web server ขณะเป็น Station



ภาพที่ 3.14 Flowchart โปรแกรมการทำงานของ Web server ขณะเป็น Station

2) การติดต่อสื่อสารระหว่างแอปพลิเคชันโฮม (Communication with home application)

หน้าที่หลักของระบบนี้คือรับส่งคำสั่งกับแอปพลิเคชันโฮมแล้วประมวลผลคำสั่งที่ได้รับนั้นส่งต่อไปยัง Processor unit และรับข้อมูลจาก Processor unit มาเพื่อประมวลผลแล้วส่งข้อมูลต่อไปยังแอปพลิเคชันโฮม

การทำงานในส่วนนี้จะเป็นการสร้าง HomeKit Accessories Server คือ เซิร์ฟเวอร์จำลองเครื่องใช้ไฟฟ้าที่แพลตฟอร์มจะควบคุมให้เปรียบเสมือนอุปกรณ์ที่ได้รับการรับรองจากเซิร์ฟเวอร์จริงของทาง Apple โดยเซิร์ฟเวอร์ดังกล่าวนี้ได้รับการพัฒนาด้วย HAP-nodeJS คือ HomeKit Application Protocol - nodeJS โปรโตคอลที่ใช้สำหรับการติดต่อสื่อสารระหว่างเซิร์ฟเวอร์กับแอปพลิเคชันโฮม โดยในแต่ละแพลตฟอร์มนั้นจะได้รับการโปรแกรมการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าแตกต่างกันตามประเภทของแพลตฟอร์ม

ส่วนการติดต่อสื่อสารของระบบนี้จะแบ่งได้ 2 ส่วนได้แก่

- การติดต่อสื่อสารกับแอปพลิเคชันโฮม

การรับส่งข้อมูลในส่วนนี้จะใช้ HomeKit Application Protocol เป็นโปรโตคอลในการรับส่งข้อมูล โดยเซิร์ฟเวอร์ HAP-nodeJS จะรอรับคำสั่งที่ผู้ใช้สั่งการผ่านแอปพลิเคชันโฮม และนอกจากจะรอรับคำสั่งแล้วนั้น HAP-nodeJS จะส่งข้อมูลค่าสถานะของเซนเซอร์เพื่อไปแสดงผลผ่านแอปพลิเคชันโฮม

- การติดต่อสื่อสารกับ Processor unit

เมื่อเซิร์ฟเวอร์ HAP-nodeJS ได้รับคำสั่งจากแอปพลิเคชันโฮมแล้วนั้นจะทำการประมวลผลคำสั่งว่าเป็นของ Service ชนิดใดคำสั่งใด แล้วสร้างชุดคำสั่งที่ประกอบไปด้วย Service และค่าของคำสั่งดังกล่าวส่งต่อไปยัง Processor unit

รูปแบบชุดคำสั่งที่ใช้งานร่วมกับแพลตฟอร์มปลั๊กไฟ มีดังตาราง 3.4

ตาราง 3.4 รูปแบบชุดคำสั่งที่ใช้งานร่วมกับแพลตฟอร์มปลั๊กไฟ

คำสั่ง	Service	Value
ปิดปลั๊กไฟ	001	00
เปิดปลั๊กไฟ	001	01

3) Processor unit

เป็นระบบประมวลผลกลางของ Control board ซึ่งเป็นส่วนที่จะติดต่อกับทุกระบบใน Control board

การทำงานของ Processor unit นั้นจะถูกโปรแกรมการทำงานแบ่งตามระบบที่เชื่อมต่อ ดังนี้

- Web server

Processor unit จะเป็นส่วนที่ทำให้ Control board นั้นเป็น Access point ให้ผู้ใช้เข้าถึง Web server เพื่อเลือกเครือข่าย WiFi ที่ผู้ใช้ต้องการได้ เมื่อผู้ใช้เลือกแล้ว Web server จะส่ง SSID และ Password มายัง Processor unit แล้ว Processor unit จะทำการเปลี่ยนโหมดเป็น Station เพื่อเชื่อมต่อเครือข่าย WiFi ตามข้อมูลที่ได้รับจาก Web server

- Communicate with home application

การทำงานของ Processor unit ในส่วนนี้จะมีอยู่ 2 อย่างได้แก่การรับชุดคำสั่งจากส่วน Communicate with home application ตามตารางที่ 3.4เพื่อประมวลผลแล้วส่งต่อไปยัง Controller unit และอีกการทำงานคือ ส่งค่าของเซนเซอร์ที่บันทึกไว้ใน Processor unit เพื่อไปแสดงผลยังแอปพลิเคชันโฮม

- Radio Frequency communication

Processor unit จะรับข้อมูลผ่านสัญญาณ Radio frequency ซึ่งเป็นข้อมูลของเซนเซอร์วัดแสงที่ส่งมาจาก Input board แล้วทำการบันทึกค่าไว้ในส่วนของ Processor unit

- Controller unit

เมื่อ Processor unit ทำการประมวลผลสิ่งต่างๆ แล้วนั้น หากผลลัพธ์ที่ได้คือการควบคุมปลั๊กไฟ Processor unit จะนำเอาส่วน Value ของชุดคำสั่งที่ได้รับมาจากส่วน Communicate with home application ตามตารางที่ 3.4 แล้วส่ง Value นั้นต่อไปยังส่วน Controller unit

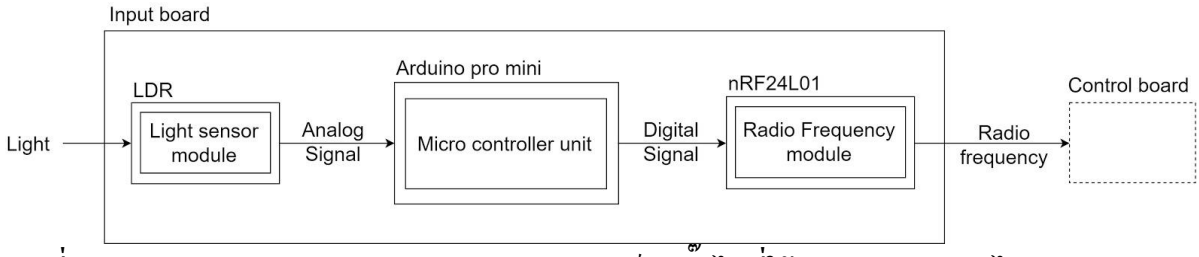
4) Radio Frequency Communication

เป็นระบบที่ทำหน้าที่ในการรับค่าของเซนเซอร์วัดแสงจากส่วนของ Input board แล้วส่งต่อไปยัง Processor unit ทำการประมวลผลต่อไป

5) Controller unit

เมื่อ Controller unit รับ Value ของชุดคำสั่งที่ได้จาก Processor unit แล้วส่วนของ Controller unit จะทำหน้าที่ในการส่ง Value ซึ่งเป็นสัญญาณที่ใช้ในการควบคุมปลั๊กไฟนั้นไปยัง Output module

3.3.2.4 Input board



ภาพที่ 3.15 Block diagram Input board ของแพลตฟอร์มปลั๊กไฟที่ใช้งานร่วมกับหลอดไฟ

ส่วน Input board ของแพลตฟอร์มประเภทปลั๊กไฟจะประกอบด้วยเซนเซอร์วัดแสงสำหรับวัดค่าความสว่างภายในห้องหรือนอกห้องสำหรับการควบคุมแบบอัตโนมัติ Input board จึงได้รับการออกแบบให้ถูกแยกออกเป็นอีกบอร์ดจากส่วนของ Control board และ Output module เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเลือกตำแหน่งที่ต้องการจะวัดค่าความสว่างได้

การทำงานของ Input board ตามรูปที่ 3.15 จะเริ่มจาก Arduino pro mini รับค่าความสว่างของแสงที่วัดด้วย Light sensor module ซึ่งเป็นโมดูลสำหรับวัดค่าความสว่างของแสงแล้วส่งต่อไปยัง Radio Frequency module ซึ่งเป็นโมดูลสำหรับส่งข้อมูลด้วยสัญญาณ Radio frequency ซึ่งจะนำค่าที่ได้ส่งต่อไปยัง Control board

1) พลังงานที่ใช้ของ Input board

- พลังงานที่ใช้ของโมดูลส่งสัญญาณวิทยุ (NRF24L01)

Input board จะใช้การทำงานของ NRF24L01 เพียงแค่การส่งเท่านั้น จากรูป 3.16 จะเห็นว่า NRF24L01 ใช้พลังงานสูงสุดในการส่ง 11.3 mA และใช้พลั้งงานในขณะที่ไม่ได้ใช้งาน NRF24L01 จะใช้พลังงาน 0.9 mA

Symbol	Parameter (condition)	Notes	Min.	Typ.	Max.	Units
	Idle modes					
I_{VDD_PD}	Supply current in power down			900		nA
I_{VDD_ST1}	Supply current in standby-I mode	a		26		µA
I_{VDD_ST2}	Supply current in standby-II mode			320		µA
I_{VDD_SU}	Average current during 1.5ms crystal oscillator startup			400		µA
	Transmit					
I_{VDD_TX0}	Supply current @ 0dBm output power	b		11.3		mA
I_{VDD_TX6}	Supply current @ -6dBm output power	b		9.0		mA
I_{VDD_TX12}	Supply current @ -12dBm output power	b		7.5		mA
I_{VDD_TX18}	Supply current @ -18dBm output power	b		7.0		mA
I_{VDD_AVG}	Average Supply current @ -6dBm output power, ShockBurst™	c		0.12		mA
I_{VDD_TXS}	Average current during TX settling	d		8.0		mA
	Receive					
I_{VDD_2M}	Supply current 2Mbps			13.5		mA
I_{VDD_1M}	Supply current 1Mbps			13.1		mA
I_{VDD_250}	Supply current 250kbps			12.6		mA
I_{VDD_RXS}	Average current during RX settling	e		8.9		mA

a. This current is for a 12pF crystal. Current when using external clock is dependent on signal swing.
b. Antenna load impedance = 15Ω+j88Ω..
c. Antenna load impedance = 15Ω+j88Ω. Average data rate 10kbps and max. payload length packets.
d. Average current consumption during TX startup (130µs) and when changing mode from RX to TX (130µs).
e. Average current consumption during RX startup (130µs) and when changing mode from TX to RX (130µs).

ภาพที่ 3.16 การใช้พลังงานของ NRF24L01

- พลังงานที่ใช้ของ Arduino pro mini

ผู้พัฒนาได้เลือกใช้ Arduino pro mini 3.3V@8MHz เป็นศูนย์กลางควบคุมของ Input board ซึ่งยังไม่ได้ถอด Power LED และ Regulator ของบอร์ด จะเห็นว่าในขณะที่ ACT (Active mode) จะใช้พลังงาน 4.74 mA และในขณะ PDS (Dower-Down Sleep with Watchdog Timer enabled) จะใช้พลังงาน 0.90 mA ดังรูป 3.17

ATmega328P Pro Mini Version	PWR Source	State	5.0 V @ 16 MHz	3.3 V @ 8 MHz
Unmodified	RAW Pin	ACT	19.9 mA	4.74 mA
Unmodified	RAW Pin	PDS	3.14 mA	0.90 mA
No Power LED	RAW Pin	ACT	16.9 mA	3.90 mA
No Power LED	RAW Pin	PDS	0.0232 mA*	0.0541 mA*
No Power LED, no Regulator	VCC Pin	ACT	12.7 mA	3.58 mA
No Power LED, no Regulator	VCC Pin	PDS	0.0058 mA	0.0045 mA

ACT - Active Mode
PDS - Dower-Down Sleep with Watchdog Timer enabled

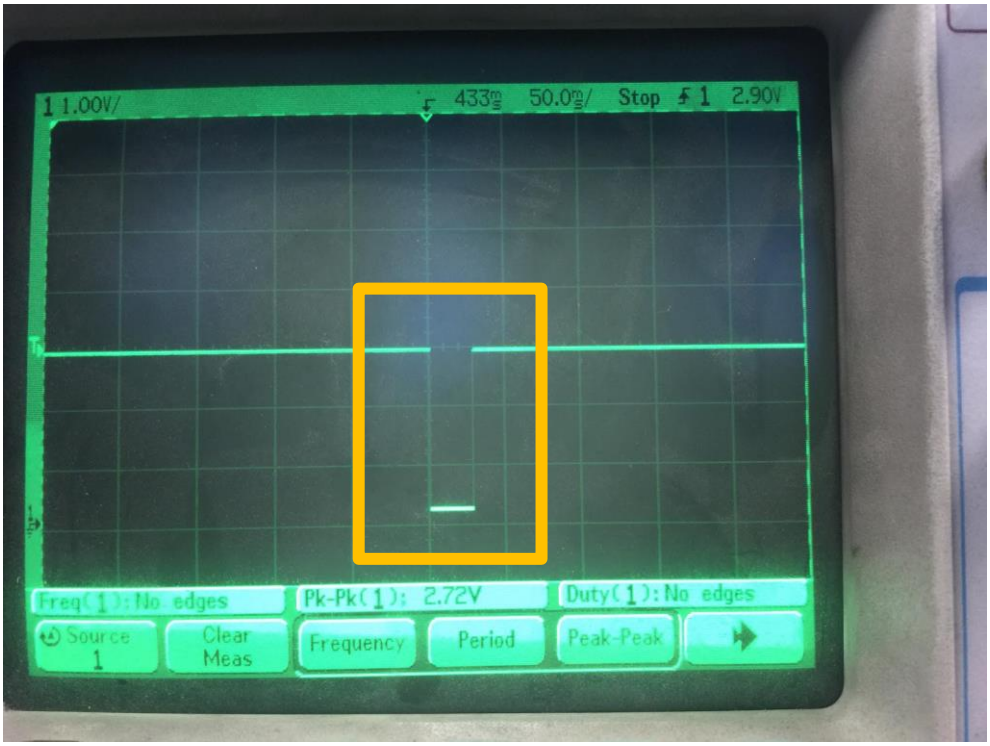
ภาพที่ 3.17 การใช้พลังงานของ Arduino pro mini

- โหมด Low power เพื่อประหยัดพลังงาน

ผู้พัฒนาได้ทำการเพิ่มไลบรารี่ Low power เพื่อช่วยในการประหยัดพลังงานโดยเมื่อทำคำสั่งการทำงานของบอร์ดเสร็จจะทำการเข้าสู่โหมด Low power ซึ่งจะทำการปิดโหมด ADC, TIMER2, TIMER1, TIMER0, SPI, USART0, I2C ของ Arduino pro mini เป็นระยะเวลา 8 วินาทีแล้วค่อยกลับไปทำการตามคำสั่งอีกรอบวนไปเรื่อยๆ

- การคำนวณการใช้พลังงานของ Input board

ในขณะที่อยู่ Arduino promini อยู่ในโหมด Low power และ NRF24L01 อยู่ในโหมด Idle จะใช้พลังงานเท่ากับ 0.90mA + 0.90mA = 1.8mA และขณะที่อยู่ Arduino promini อยู่ในโหมด Active และ NRF24L01 อยู่ในโหมด Transmit จะใช้พลังงานเท่ากับ 4.74mA + 11.3mA = 16.04mA



ภาพที่ 3.18 ช่วงเวลาที่ Arduino pro mini อยู่ในโหมด Active

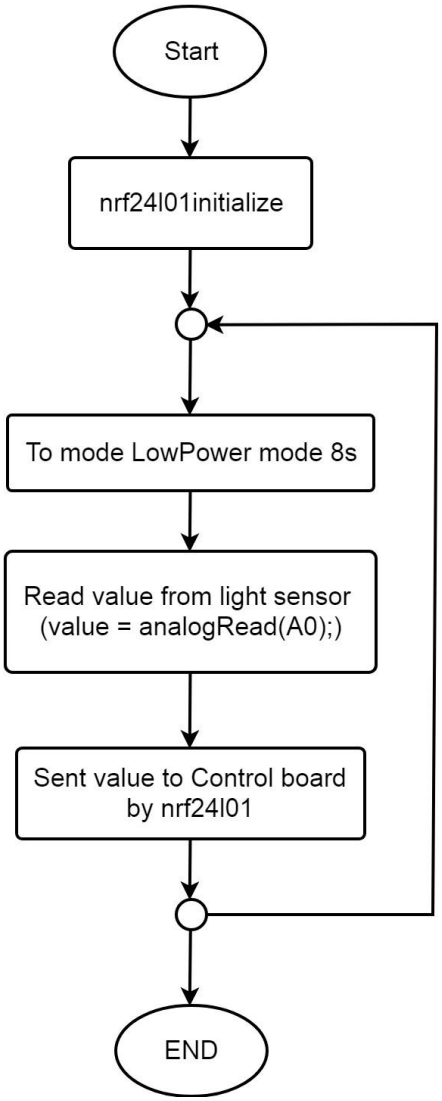
จากรูป 3.18 ผู้พัฒนาได้เขียนโปรแกรมเพื่อตรวจสอบช่วงเวลาขณะ Active โดยหาก Active จะสั่งให้ Output เป็น Low ซึ่งจะเห็นว่า ช่วงเวลาขณะ Active มีระยะเวลาประมาณ 30 ms แสดงว่าระยะเวลาที่อยู่ในโหมด Low power จะเป็นระยะเวลาประมาณ 7.97 s จะได้ว่าใน 1 วินาทีจะใช้พลังงานไปเท่ากับ

$$\frac{\left((7.97s * 1.8\,mA) + (30 * 10^{-3}s * 16.04mA)\right)}{8}$$
$$= 1.85\,mA$$

เนื่องจากทางผู้พัฒนาเลือกใช้ถ่านกระดุมซึ่งมีความจุ 230 mAh แสดงว่า Input board สามารถใช้งานได้ระยะเท่ากับ

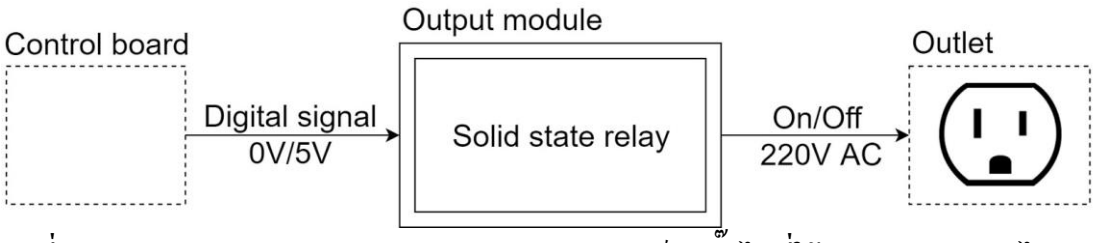
$$\frac{230\,mAh}{1.85\,mA} = 124.32\,hr$$

2) Flowchart โปรแกรมการทำงานของ Input board



ภาพที่ 3.19 Flowchart โปรแกรมการทำงานของ Input board

3.3.2.5 Output module



ภาพที่ 3.20 Block diagram Output module ของแพลตฟอร์มปลั๊กไฟที่ใช้งานร่วมกับหลอดไฟ

Output module ของแพลตฟอร์มปลั๊กไฟจะประกอบด้วย Solid state relay สำหรับรับสัญญาณดิจิทัลจากส่งมาจาก Control board เพื่อสั่งให้ Solid state relay ทำงานในการควบคุมการจ่ายและไม่จ่ายของกระแสไฟฟ้า 220V AC ไปยังปลั๊กไฟ

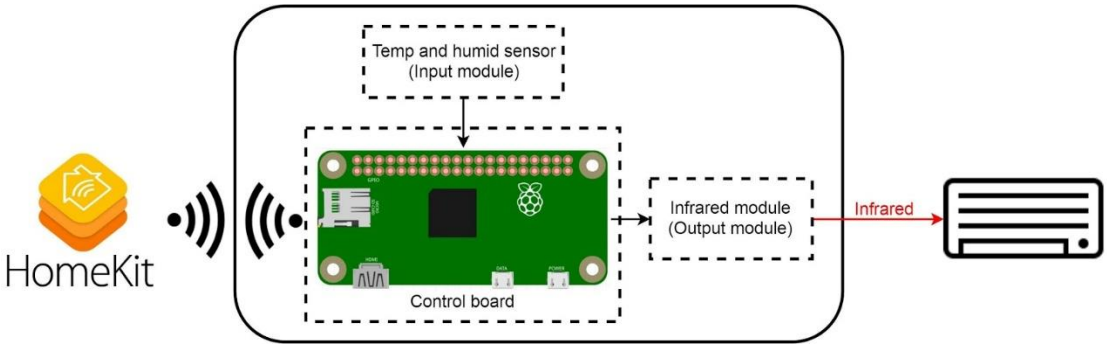
3.3.3 แพลตฟอร์มประเภทเครื่องปรับอากาศ

แพลตฟอร์มประเภทเครื่องปรับอากาศเป็นแพลตฟอร์มที่ใช้งานร่วมกับเครื่องปรับอากาศที่มีรีโมตคอนโทรลสัญญาณอินฟราเรดในการสั่งการทำงาน

3.3.3.1 ความต้องการของแพลตฟอร์ม

1) Input
   - ข้อมูลคำสั่งจากแอปพลิเคชันโฮม
   - อุณหภูมิ
   - ความชื้น
2) Output
   - สัญญาณอินฟราเรดความถี่ 38 kHz

3.3.3.2 Block diagram แพลตฟอร์มประเภทเครื่องปรับอากาศ



ภาพที่ 3.21 Block diagram แพลตฟอร์มประเภทเครื่องปรับอากาศ

แพลตฟอร์มประเภทเครื่องปรับอากาศประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่

1) Control board

เนื่องจากหน้าที่หลักของ Control board คือการติดต่อสื่อสารกับแอปพลิเคชันโฮมโดยผู้พัฒนาได้เลือกไลบรารี่ที่ชื่อว่า HAP-NodeJS ซึ่งเป็น HomeKit Accessory Server ที่พัฒนาโดย Node.js ที่ต้องติดตั้งบนอุปกรณ์ที่ทำงานด้วยระบบปฏิบัติการ Linux ทำให้ผู้พัฒนาเลือกใช้ Raspberry Pi Zero W เป็นศูนย์กลางการทำงานของ Control board เพราะเป็นบอร์ดที่ทำงานได้ตรงกับความต้องการของระบบมีขนาดเล็ก และภายในบอร์ดนั้นมีโมดูล WiFi ซึ่งต้องใช้สำหรับการติดต่อสื่อสารกับแอปพลิเคชันโฮม

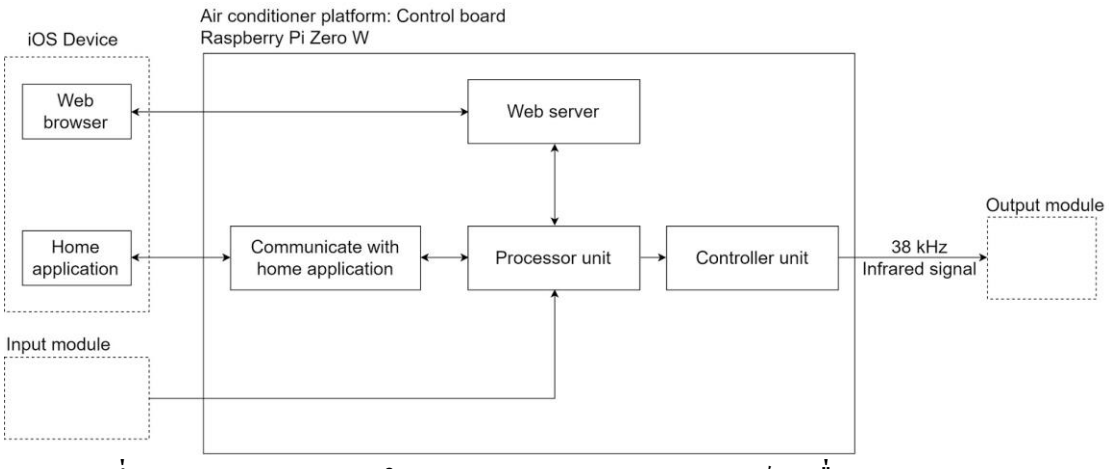
2) Input module

ส่วน Input module ภายในจะมีเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสำหรับวัดอุณภูมิและความชื้นภายในห้องเพื่อส่งค่าไปยัง Control board เพื่อแสดงผลบนแอปพลิเคชันโฮม

3) Output module (Infrared module)

ส่วน Output module ของแพลตฟอร์มเครื่องปรับอากาศจะเป็นวงจรที่ทำการส่งสัญญาณอินฟราเรดไปควบคุมเครื่องปรับอากาศ (Infrared module)

3.3.3.3 Control board



ภาพที่ 3.22 การออกแบบภายใน Control board ของแพลตฟอร์มเครื่องปรับอากาศ

Control board ของแพลตฟอร์มเครื่องปรับอากาศนั้นจะประกอบไปด้วยระบบภายในดังรูปที่ 3.22 ซึ่งจะมีระบบที่มีหน้าที่การทำงานเหมือนกับระบบเดียวกันใน Control board ของแพลตฟอร์มปลั๊กไฟ ได้แก่ Web server โดยระบบดังกล่าวจะได้รับการโปรแกรมการทำงาน

ภายในระบบเหมือนกันทั้งหมดทั้งในส่วนของแพลตฟอร์มปลั๊กไฟและแพลตฟอร์มเครื่องปรับอากาศ

แพลตฟอร์มเครื่องปรับอากาศจะไม่มีระบบที่อยู่ระหว่างส่วน Input module และ Processor unit เหมือนกับแพลตฟอร์มปลั๊กไฟที่มี Radio frequency communication เนื่องจากส่วนของ Input module นั้นไม่ได้ถูกแยกออกมาเช่นเดียวกับแพลตฟอร์มปลั๊กไฟ Control board จึงสามารถรับข้อมูลจาก Input module ได้เลย

ส่วนของระบบที่มีการทำงานที่แตกต่างจากแพลตฟอร์มปลั๊กไฟ ได้แก่

1) Web server สำหรับรับชื่อเครือข่าย

การทำงานในส่วนนี้จะเหมือนกับในหัวข้อ 3.2.2.3 หัวข้อ 1.

2) Communicate with home application

การทำงานของระบบนี้ในส่วนของการติดต่อสื่อสารต่างๆ จะเหมือนกับระบบ Communicate with home application ในแพลตฟอร์มปลั๊กไฟ แต่ในส่วนของรูปแบบคำสั่งที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารกับ Processor unit นั้นจะแตกต่างกัน โดยรูปแบบชุดคำสั่งที่ใช้งานร่วมกับแพลตฟอร์มเครื่องปรับอากาศ มีดังนี้

ตาราง 3.5 รูปแบบชุดคำสั่งที่ใช้งานร่วมกับแพลตฟอร์มเครื่องปรับอากาศ

คำสั่ง	Service	Value
ปิดเครื่องปรับอากาศ	001	00
เปิดเครื่องปรับอากาศ	001	01
ปรับระดับพัดลม	010	00 – Auto 01 - Low 10 - Medium 11 - High
ปรับโหมดของเครื่องปรับอากาศ	011	00 – Off 01 - Auto 10 - Cool 11 - Heat
ปรับอุณหภูมิ	100	value เป็นค่าของอุณหภูมิที่สามารถปรับได้ตั้งแต่ 15 - 30 องศาเซลเซียส

3) Processor unit

เป็นระบบประมวลผลกลางของ Control board ซึ่งเป็นส่วนที่จะติดต่อกับทุกระบบใน Control board และยังเป็นระบบที่รูปแบบคำสั่งสัญญาณในการควบคุมเครื่องปรับอากาศนั้นถูกบันทึกไว้ จากตารางที่ 3.5 Processor unit ของแพลตฟอร์มเครื่องปรับอากาศจะบันทึกข้อมูลคำสั่งแต่ละคำสั่งเป็นชุดข้อมูลขนาด 100 bytes ซึ่งเป็นข้อมูลที่ Decode มาจากสัญญาณอินฟราเรดที่ความถี่ 38 kHz ของรีโมตคอนโทรลที่ใช้งานกับเครื่องปรับอากาศนั้น

การทำงานของ Processor unit นั้นจะถูกโปรแกรมการทำงานแบ่งตามระบบที่เชื่อมต่อ ดังนี้

- Web server

Processor unit จะเป็นส่วนที่ทำให้ Control board นั้นเป็น Access point ให้ผู้ใช้เข้าถึง Web server เพื่อเลือกเครือข่าย WiFi ที่ผู้ใช้ต้องการได้ เมื่อผู้ใช้เลือกแล้ว Web server จะส่ง SSID และ Password มายัง Processor unit แล้ว Processor unit จะทำการเปลี่ยนโหมดเป็น Station เพื่อเชื่อมต่อเครือข่าย WiFi ตามข้อมูลที่ได้รับจาก Web server

- Communicate with home application

การทำงานของ Processor unit ในส่วนนี้จะมีอยู่ 2 อย่างได้แก่การรับชุดคำสั่งจากส่วน Communicate with home application ตามตารางที่ 3.5 เพื่อประมวลผลแล้วส่งต่อไปยัง Controller unit และอีกการทำงานคือ ส่งค่าของเซนเซอร์ที่บันทึกไว้ใน Processor unit เพื่อไปแสดงผลยังแอปพลิเคชันโฮม

- Input module

Processor unit จะรับข้อมูลจาก Input module เป็นสัญญาณดิจิทัลโดยตรง ซึ่งเป็นข้อมูลของเซนเซอร์ในส่วน Input module แล้วประมวลผลข้อมูลที่ได้นั้นให้อยู่ในรูปแบบว่าเป็นค่าของเซนเซอร์ประเภทใด แล้วทำการบันทึกไว้ในส่วนของ Processor unit

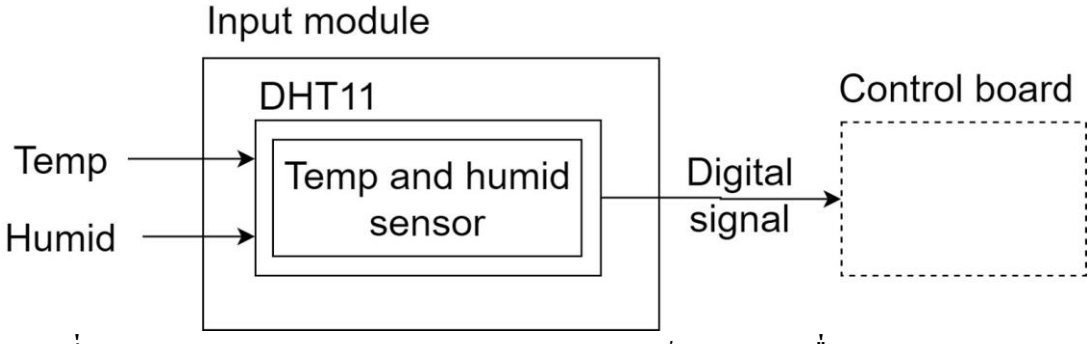
- Controller unit

เมื่อ Processor unit ทำการประมวลผลสิ่งต่างๆ แล้วนั้น หากผลลัพธ์ที่ได้คือการควบคุมเครื่องปรับอากาศ Processor unit จะนำเอาส่วน Service และ Value ของชุดคำสั่งจากส่วน Communicate with home application ตามตารางที่ 3.5 มาประมวลผลเพื่อเลือกชุดรูปแบบคำสั่งสัญญาณในการควบคุมเครื่องปรับอากาศแล้วส่งต่อไปยังส่วน Controller unit

4) Controller unit

เมื่อ Controller unit รับ ชุดรูปแบบคำสั่งสัญญาณในการควบคุมเครื่องปรับอากาศจาก Processor unit ส่วนของ Controller unit จะทำหน้าที่ในการส่งชุดรูปแบบคำสั่งนั้นต่อไปยัง Output module

3.3.3.4 Input module

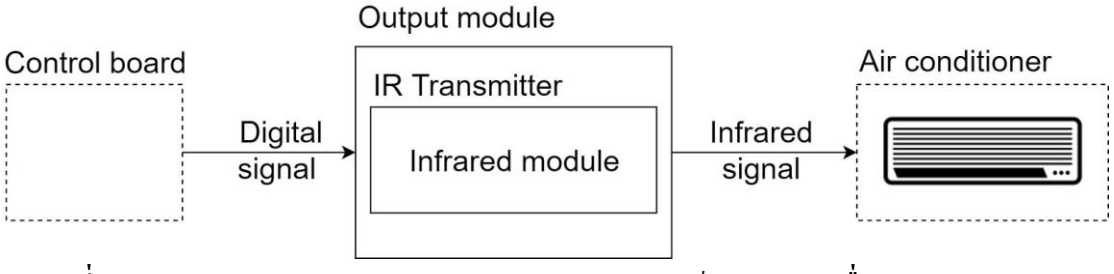


ภาพที่ 3.23 Block diagram Input module ของแพลตฟอร์มประเภทเครื่องปรับอากาศ

ส่วน Input module ของแพลตฟอร์มประเภทเครื่องปรับอากาศจะประกอบด้วยเซนเซอร์สำหรับวัดอุณหภูมิและความชื้นสำหรับวัดค่าอุณหภูมิและความชื้น ณ บริเวณห้องที่แพลตฟอร์มเครื่องปรับอากาศและเครื่องปรับอากาศอยู่ ซึ่งค่าของเซนเซอร์ที่วัดได้นั้นจะถูกส่งออกไปยังส่วน Control board เพื่อให้ Control board จัดการเก็บข้อมูลของสถานะของห้อง

การทำงานของ Input module ตามรูปที่ 3.23 จะเริ่มจากการตรวจจับระดับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในบริเวณห้องด้วย Temp and humid sensor ซึ่งเป็นโมดูลวัดอุณหภูมิและความชื้น โมดูลจะแปลงสัญญาณที่ตรวจจับได้นั้นให้เป็นสัญญาณดิจิทัล ซึ่งเป็นสัญญาณที่จะถูกส่งต่อไปยัง Control board

3.3.3.5 Output module



ภาพที่ 3.24 Block diagram Output module ของแพลตฟอร์มประเภทเครื่องปรับอากาศ

Output module ของแพลตฟอร์มประเภทเครื่องปรับอากาศจะประกอบด้วย Infrared module สำหรับรับสัญญาณดิจิทัลซึ่งเป็นชุดคำสั่งควบคุมเครื่องปรับอากาศแล้วทำการส่งสัญญาณอินฟราเรดไปยังเครื่องปรับอากาศตามสัญญาณดิจิทัลที่ได้รับมา

1) วงจรของ Infrared module

การส่งสัญญาณอินฟราเรดจาก IR LED จะมีระยะการส่งที่ไกลจะขึ้นอยู่กับกระแสที่ไหลผ่าน IR LED ซึ่ง GPIO ของ rPi ส่งกระแสสูงสุดเพียง 16 mA ทำให้สัญญาณอินฟราเรดส่งได้ใกล้มากจึงต่อเข้ากับทรานซิสเตอร์เพื่อขยายกระแส

- หา Ib ซึ่งเป็นกระแส Input

Ic ที่ต้องการคือ 100mA เนื่องจาก IR LED สามารถทนกระแสต่อเนื่องได้ 100 mA เลือกใช้ทรานซิสเตอร์เบอร์ BP139 ประเภท NPN มี β 185

จากสูตร $$Ib = \frac{Ic}{\beta}$$

$$Ib = \frac{100\ mA}{185} = 0.54\ mA$$

- หา Rb ซึ่งมีผลต่อ Ib ที่ต้องการ

จากสูตร $$Rb = \frac{(Vb - Vbe)}{Ib}$$

$$Rb = \frac{(3.3\ V - 0.7\ V)}{0.00054\ A} = 4814\ \Omega$$

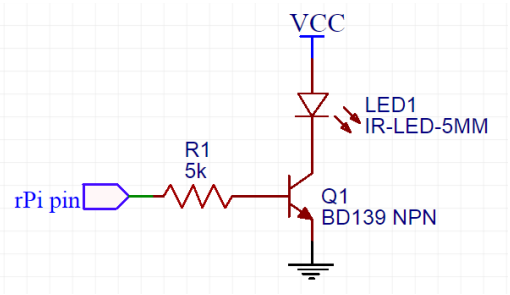
แต่เนื่องจากตัวต้านทาน 4814Ω หาได้ยากและเพื่อเป็นการเผื่อค่าความคลาดเคลื่อนของอุปกรณ์ ทางผู้พัฒนาจึงเลือกตัวต้านทาน 5kΩ แทน

- คำนวณ Ic ที่ได้จริงหลังจากใช้ Rb 5kΩ

จากสูตร $$Ic = \frac{((Vb - Vbe) * 1000)}{Rb} * \beta$$

$$Ic = \frac{((3.3\ V - 0.7\ V) * 1000)}{5000\ \Omega} * 185$$

$$= 96.2mA$$



ภาพที่ 3.25 วงจร Output module ของแพลตฟอร์มเครื่องปรับอากาศ

บทที่ 4
ผลการวิจัย

4.1 การทดลองของแพลตฟอร์มขั้นศึกษาค้นคว้า

การทดลองการทำงานของแพลตฟอร์มนั้นเป็นการทดลองเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของการเชื่อมต่อ การประมวลผล การรับส่งข้อมูลระหว่างแต่ละส่วนตามขั้นตอนการทำงานจากการออกแบบคือ แอปพลิเคชันโฮม, Input board, Control board, Output board และเครื่องใช้ไฟฟ้า โดยเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้ในการทดลองนั้นได้แก่ เครื่องปรับอากาศและหลอดไฟ หรือเป็นการทดลองแพลตฟอร์มเครื่องปรับอากาศด้วยสัญญาณอินฟราเรดและแพลตฟอร์มสวิตช์หลอดไฟด้วยกระแสไฟฟ้า 220V

4.1.1 ทดสอบการเชื่อมต่อแพลตฟอร์มเข้ากับแอปพลิเคชันโฮม

4.1.1.1 วัตถุประสงค์

ทดลองการเพิ่ม Accessory สวิตช์หลอดไฟและ Accessory เครื่องปรับอากาศในแอปพลิเคชันโฮม

4.1.1.2 ขั้นตอนการทดสอบ

สร้าง Accessory สวิตช์หลอดไฟ และเนื่องจาก service ใน HomeKit มีจำกัด จึงจำเป็นที่ต้องหา service ที่ใกล้เคียงมาประยุกต์ใช้แทนซึ่งภายใน Accessory สวิตช์หลอดไฟนี้ประกอบด้วย

1) Switch service ภายใน Switch Service ประกอบด้วย
   - On characteristic สำหรับเปิดปิดสวิตช์หลอดไฟ
2) Light Sensor service ภายใน Light Sensor service ประกอบด้วย
   - CurrentAmbientLightLevel characteristic สำหรับแสดงค่าความสว่างของแสงภายในห้อง
3) Lightbulb service สำหรับการควบคุมแบบอัตโนมัติภายใน Lightbulb service ประกอบด้วย
   - On characteristic สำหรับเปิดระบบควบคุมอัตโนมัติ
   - Brightness characteristic สำหรับตั้งเกณฑ์ (Threshold) เพื่อเปรียบเทียบกับค่าเซนเซอร์

4) Lightbulb service สำหรับระบุ id ของ Input board ภายใน Lightbulb service ประกอบด้วย

- On characteristic สำหรับบ่งบอกว่ามี Input board หรือไม่
- Brightness characteristic สำหรับระบุ id ของ Input board

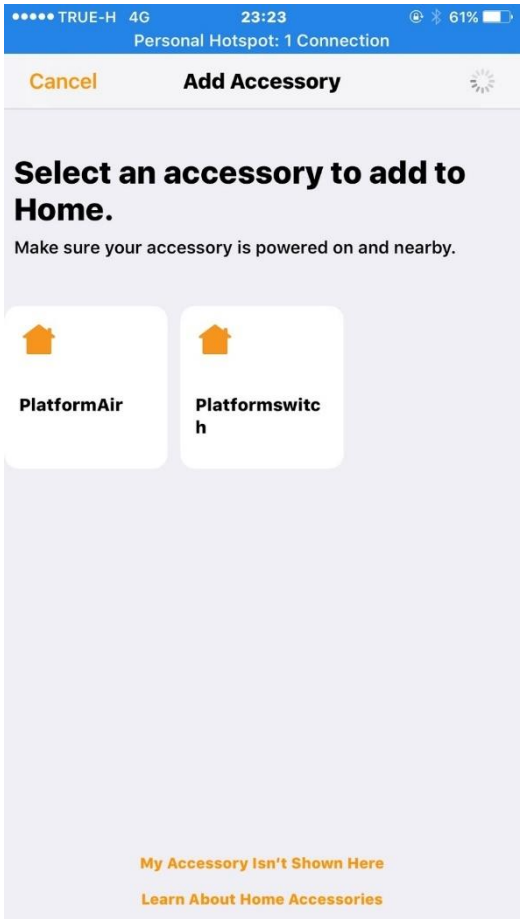
และ Accessory เครื่องปรับอากาศนี้ประกอบด้วย

1) Switch service ภายใน Switch Service ประกอบด้วย
   - On characteristic สำหรับเปิดปิดเครื่องปรับอากาศ
2) Fan service ภายใน Fan Service ประกอบด้วย
   - On characteristic สำหรับปรับความแรงลม
   - RotationSpeed characteristic สำหรับปรับความแรงลม
3) Thermostat service ภายใน Thermostat Service ประกอบด้วย
   - CurrentHeatingCoolingState characteristic สำหรับแสดงโหมดของเครื่องปรับอากาศปัจจุบัน
   - TargetHeatingCoolingState characteristic สำหรับตั้งโหมดของเครื่องปรับอากาศ
   - CurrentTemperature characteristic สำหรับแสดงค่าอุณภูมิที่ตั้งไว้ของเครื่องปรับอากาศปัจจุบัน
   - TargetTemperature characteristic สำหรับตั้งค่าอุณภูมิของห้อง
   - TemperatureDisplayUnits characteristic สำหรับแสดงผลในรูปแบบองศาเซลเซียส หรือฟาเรนไฮต์
4) LightService service ภายใน Lightbulb service ประกอบด้วย
   - On characteristic สำหรับบ่งบอกว่ามี Input board หรือไม่
   - Brightness characteristic สำหรับระบุ id ของ Input board
5) TemperatureSensor service ภายใน TemperatureSensor service ประกอบด้วย
   - CurrentTemperature characteristic สำหรับแสดงค่าอุณภูมิของห้อง
6) HumiditySensor service ภายใน TemperatureSensor service ประกอบด้วย
   - CurrentRelativeHumidity characteristic สำหรับแสดงค่าความชื้นของห้อง

แล้วทำการรัน HAP-nodeJS บน rPi3 เพื่อทดลองเชื่อมต่อแพลตฟอร์ม

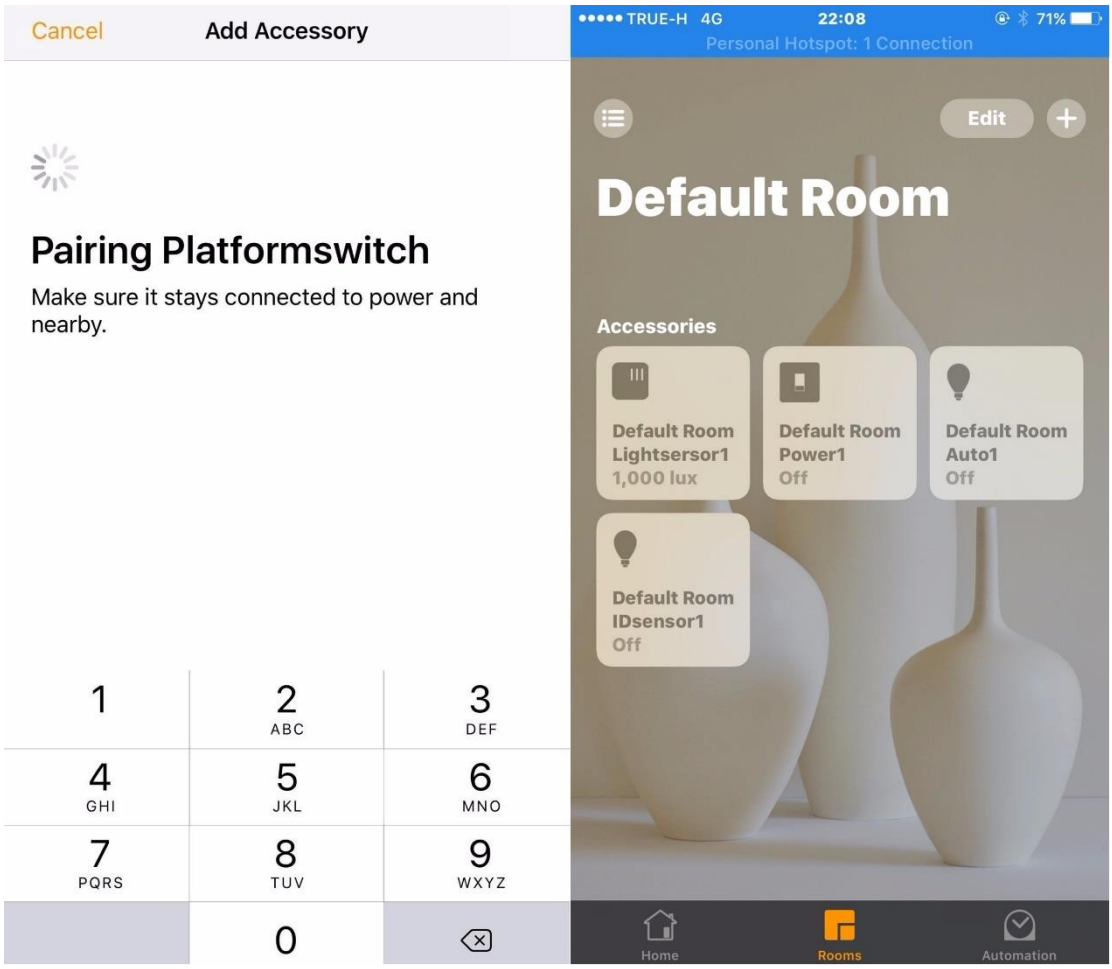
4.1.1.3 ผลการทดลอง

ในหน้าเพิ่ม Accessory ของแอปพลิเคชันโฮมจะมีการแสดง Accessory ของสวิตช์หลอดไฟ และ Accessory ของเครื่องปรับอากาศ



ภาพที่ 4.1 หน้าเพิ่ม Accessory ของแอปพลิเคชันโฮมที่มีการแสดง Accessory ของสวิตช์หลอดไฟและเครื่องปรับอากาศ

เมื่อเลือกเพิ่ม Accessory แล้วจะมีหน้าสำหรับให้ใส่รหัสยืนยัน เมื่อทำการเพิ่มและใส่รหัสเรียบร้อย ในหน้าหลักของแอปพลิเคชันโฮมจะแสดง Service ที่จำเป็นแสดงมาให้ผู้ใช้สามารถสั่งการได้

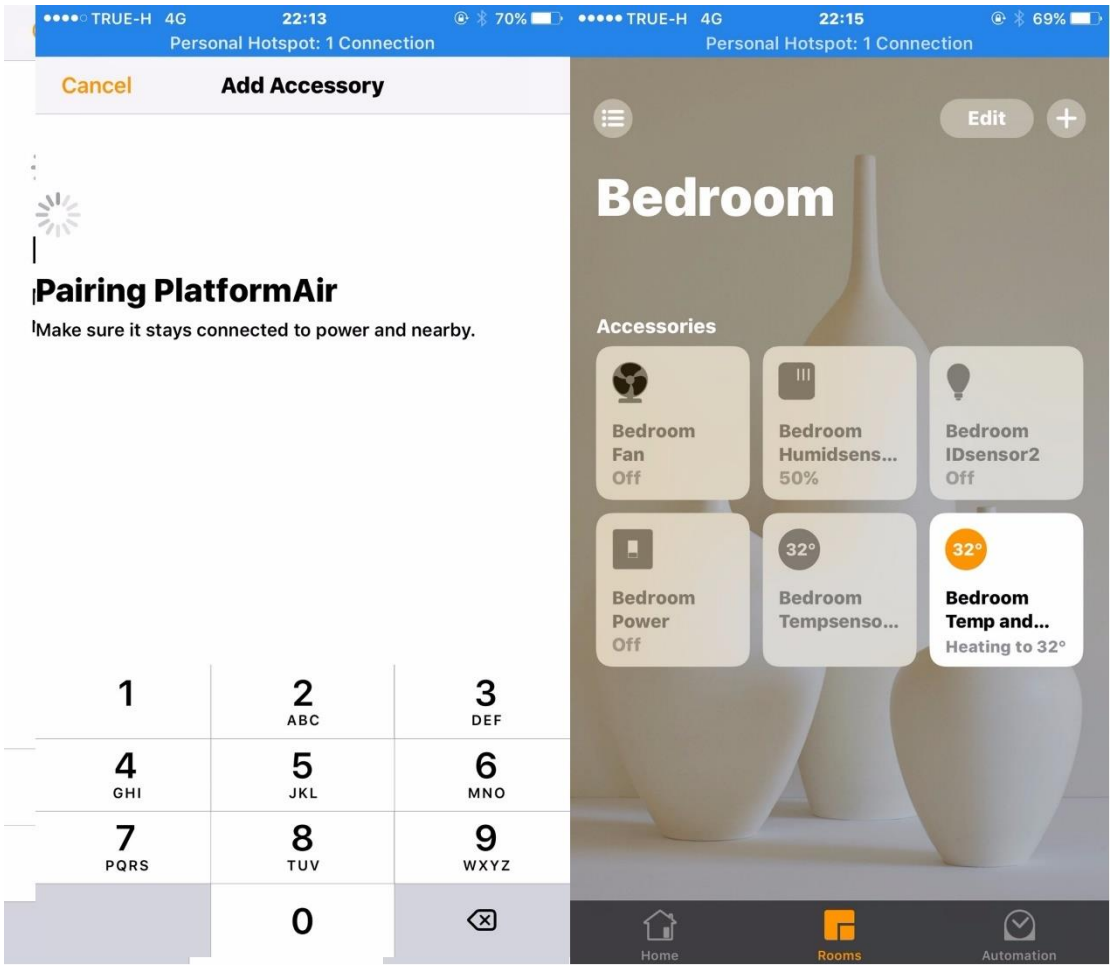


ก) ข)

ภาพที่ 4.2 เพิ่ม Accessory ของสวิตช์หลอดไฟ

ก) หน้าขณะการเพิ่ม Accessory ของสวิตช์หลอดไฟ

ข) หน้าหลักแสดง service ที่ใช้ใน Accessory ของสวิตช์หลอดไฟ



ก) ข)

ภาพที่ 4.3 เพิ่ม Accessory ของสวิตช์หลอดไฟ

ก) หน้าขณะการเพิ่ม Accessory ของสวิตช์หลอดไฟ

ข) หน้าหลักแสดง service ที่ใช้ใน Accessory ของสวิตช์หลอดไฟ

4.1.1.4 สรุปผลการทดลอง

แอปพลิเคชันโฮมสามารถเพิ่ม Accessory สวิตช์หลอดไฟที่สร้างขึ้นได้แสดงว่าแพลตฟอร์มสามารถรับคำสั่งจากแอปพลิเคชันโฮมได้

4.1.2 ทดสอบการส่งชุดคำสั่งจาก rPi3 ไป NodeMCU ภายใน Control board

4.1.2.1 วัตถุประสงค์

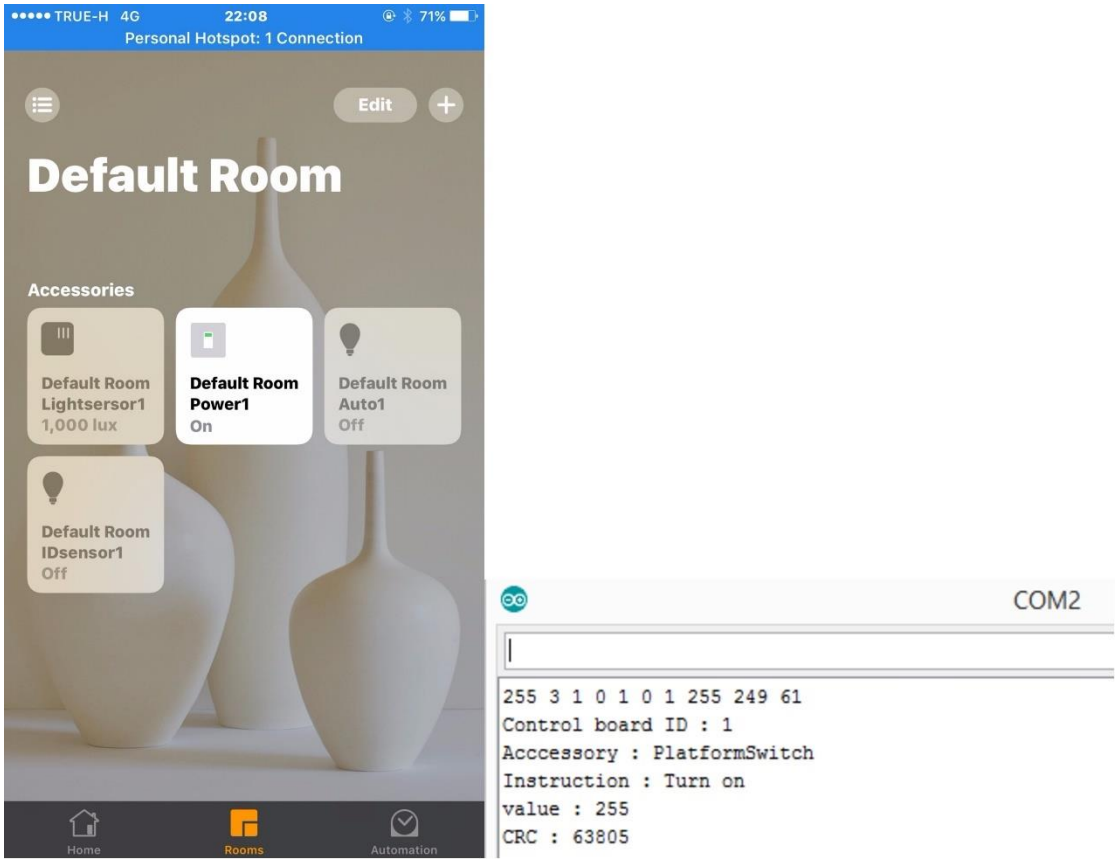
ทดลองการส่งชุดคำสั่งจาก rPi3 ไป NodeMCU หลังจากการประมวลผลคำสั่งที่ได้รับจากแอปพลิเคชันโฮมด้วย UART

4.1.2.2 ขั้นตอนการทดลอง

1) นำ rPi3 และ NodeMCU เชื่อมต่อ Tx/Rx เข้าด้วยกัน
2) สั่งงานจากแอปพลิเคชันโฮมไปควบคุมสวิตช์หลอดไฟ
3) ส่งชุดคำสั่ง จาก rPi3 ไปยัง NodeMCU ด้วย UART

4.1.2.3 ผลการทดลอง

NodeMCU สามารถรับชุดคำสั่งจาก rPi3 ได้ รูปที่ 4.4 ก) คือผลของการทดลองสั่งเปิดสวิตช์ โดยแสดงชุดคำสั่งที่ได้รับนั้นผ่าน Serial monitor ของ Arduino IDE ตามรูปที่ 4.4 ข) พอร์ต COM2 คือพอร์ตที่ทำการเชื่อมต่อกับ Serial monitor ในส่วนข้อมูลที่แสดงนั้นจะมี ชุดคำสั่งที่ได้รับ, เลขประจำตัวของ Control board (Control board ID), Accessory, Instruction, Value และ CRC



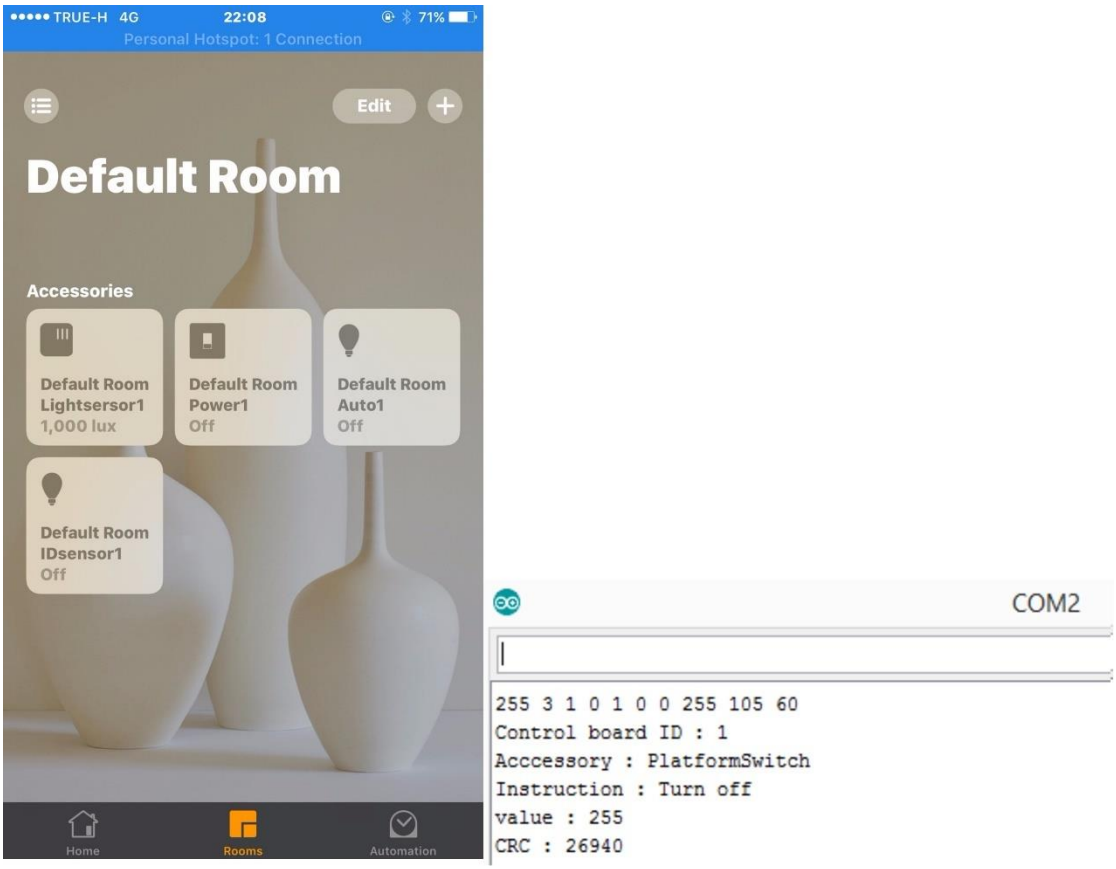
ก) ข)

ภาพที่ 4.4 ส่งชุดคำสั่งจาก rPi3 ไป NodeMCU ภายใน Control board

ก) สั่งเปิดสวิตช์จากแอปพลิเคชันโฮม

ข) Serial monitor แสดงชุดคำสั่งที่ได้รับทางพอร์ต COM2

เมื่อทดลองสั่งปิดสวิตช์ โดยชุดคำสั่งที่ได้รับนั้นจะมีรูปแบบเช่นเดียวกับการสั่งเปิดสวิตช์แต่ในส่วนของ Instruction นั้นแตกต่างกัน



ก) ข)

ภาพที่ 4.5 ส่งชุดคำสั่งจาก rPi3 ไป NodeMCU ภายใน Control board

ก) สั่งปิดสวิตช์จากแอปพลิเคชันโฮม

ข) Serial monitor แสดงชุดคำสั่งที่ได้รับทางพอร์ต COM2

4.1.2.4 สรุปผลการทดลอง

เมื่อ rPi3 ที่รัน HAP-nodeJS อยู่ได้รับคำสั่งจากแอปพลิเคชันโฮม rPi3 สามารถประมวลผลแปลงเป็นชุดคำสั่งแล้วส่งไปยัง NodeMCU ด้วย UART ได้

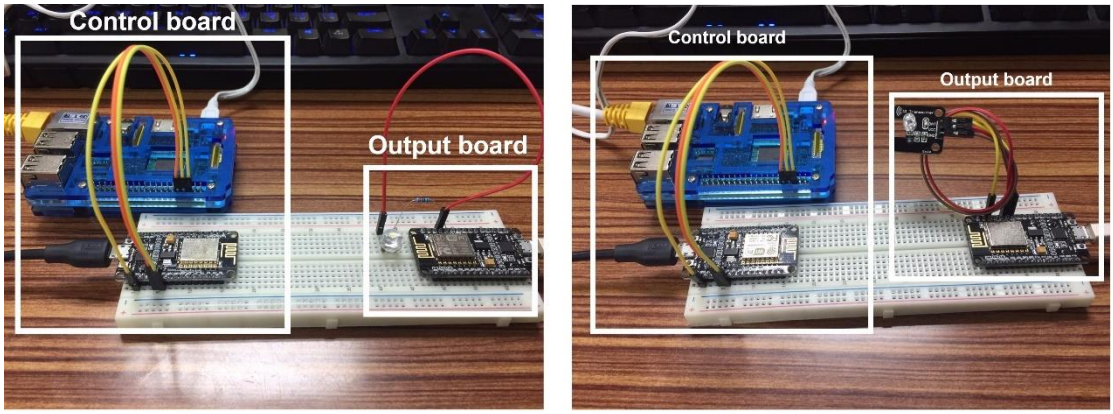
4.1.3 ทดสอบการส่งชุดคำสั่งจาก Control board ไปยัง Output board

4.1.3.1 วัตถุประสงค์

ทดลองการส่งชุดคำสั่งทั้ง 2 รูปแบบจาก NodeMCU ไปยัง Output board ผ่านสัญญาณ WiFi หลังจากที่ได้รับคำสั่งจาก rPi3

4.1.3.2 ขั้นตอนการทดลอง

1) เชื่อมต่อ Output board เข้ากับ Control board
2) สั่งงาน Accessory สวิตช์หลอดไฟจากแอปพลิเคชันโฮมไปควบคุมสวิตช์หลอดไฟ
3) ทำการส่งชุดคำสั่งจาก NodeMCU ไปยัง Output board
4) สั่งงาน Accessory เครื่องปรับอากาศจากแอปพลิเคชันโฮมไปควบคุมเครื่องปรับอากาศ
5) ทำการส่งชุดคำสั่งจาก NodeMCU ไปยัง Output board



ก) ข)

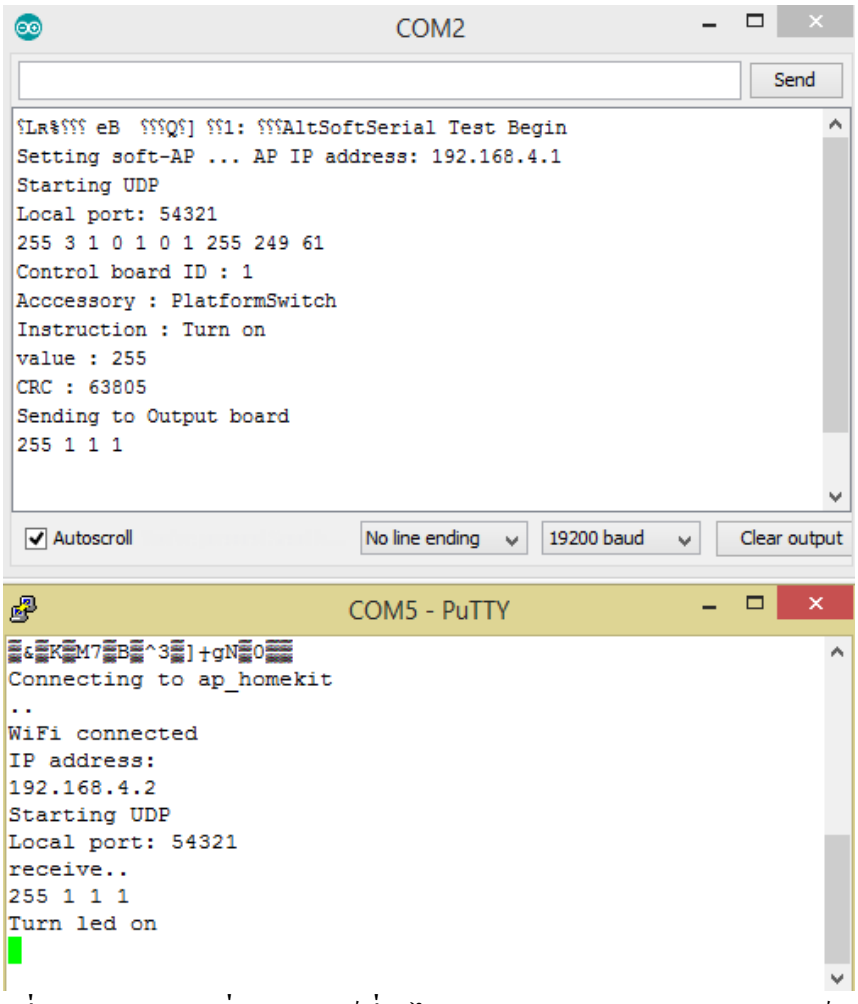
ภาพที่ 4.6 การเชื่อมต่อของ Control board กับ Output board

ก) Control board กับ Output board แบบสวิตช์

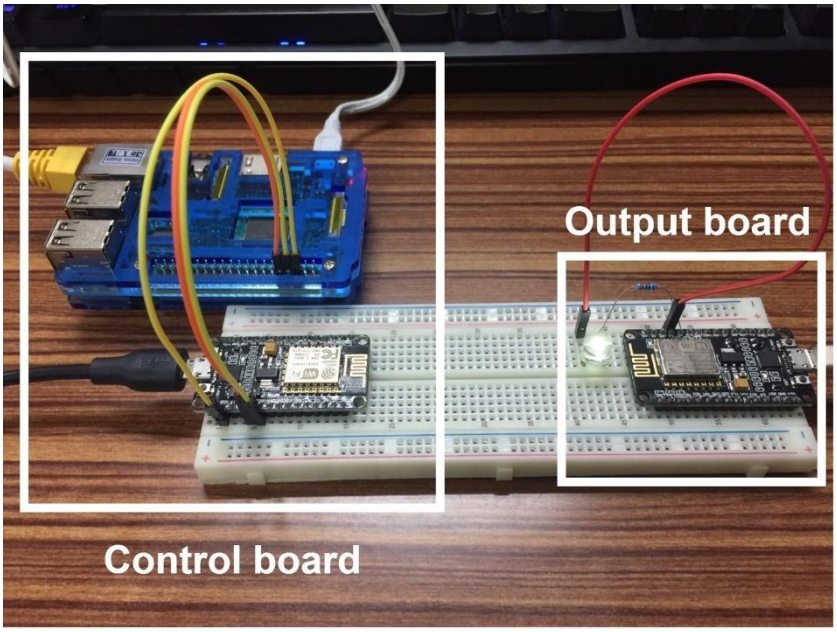
ข) Control board กับ Output board แบบอินฟราเรด

4.1.3.3 ผลการทดลอง

เมื่อ NodeMCU ส่งชุดคำสั่งโดยแสดงชุดคำสั่งนั้นในหน้า Serial monitor ของ Arduino IDE ที่เชื่อมต่อที่พอร์ต COM2 ส่งไปยัง Output board ผ่านสัญญาณ WiFi เมื่อ Output board ได้รับชุดคำสั่งจะแสดงในหน้า Serial ของ Putty ที่เชื่อมต่อที่พอร์ต COM5 การทดลองนี้ใช้ LED แทนการควบคุมของ SSR ในการจ่ายไฟ 220V AC ไปยังหลอดไฟ

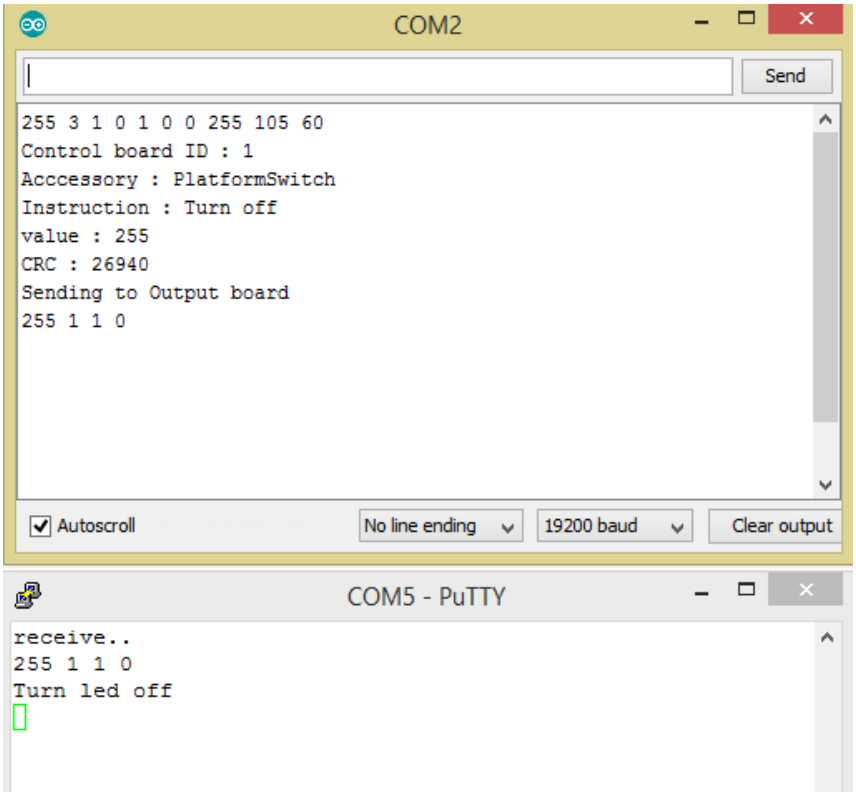


ภาพที่ 4.7 แสดงชุดคำสั่งเปิดสวิตช์ที่ส่งไปควบคุม Output board แบบสวิตช์

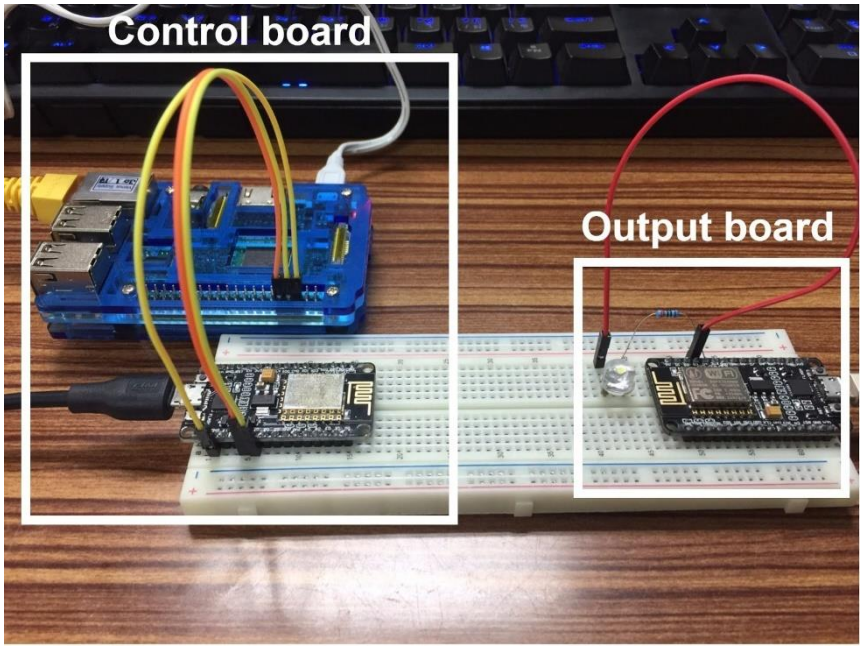


ภาพที่ 4.8 LED สว่างเมื่อได้รับชุดคำสั่งเปิด

รูปที่ 4.8 การส่งชุดคำสั่งจาก NodeMCU ซึ่งแสดงผลผ่านการเชื่อมต่อที่พอร์ต COM2 ชุดคำสั่งที่ถูกส่งไปนั้นเป็นชุดคำสั่งของคำสั่งเปิดสวิตช์ที่จะไปยัง Output board ที่แสดงผลผ่านการเชื่อมต่อที่พอร์ต COM5 โดยชุดคำสั่งนั้นเป็นไปตามรูปแบบตารางที่ 3.2

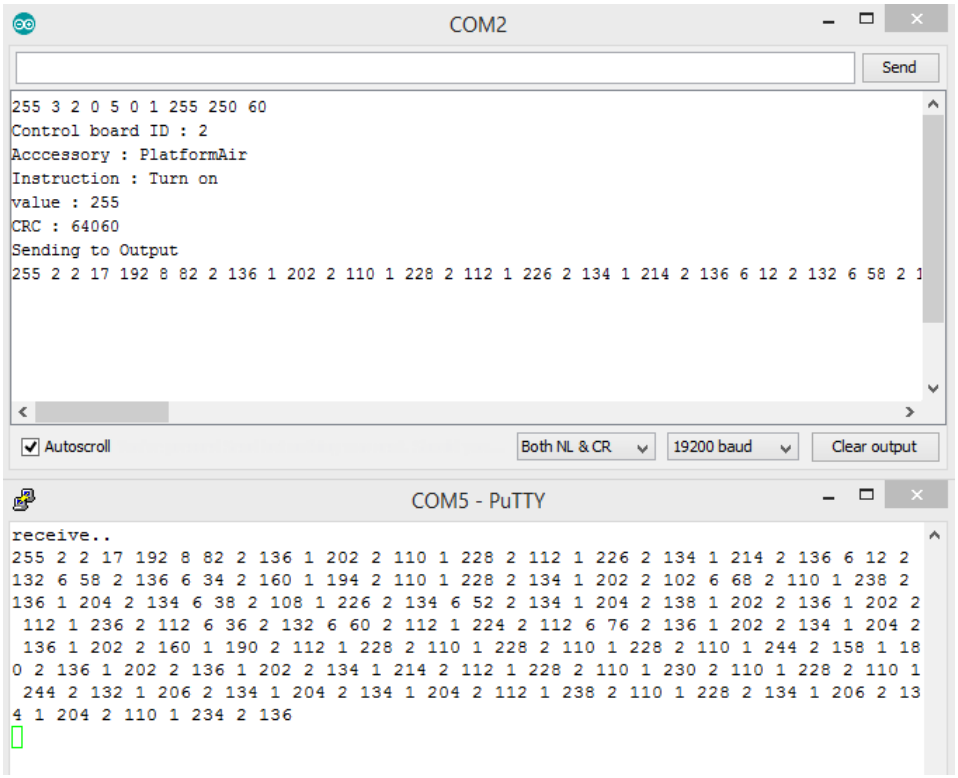


ภาพที่ 4.9 แสดงชุดคำสั่งปิดสวิตช์ที่ส่งไปควบคุม Output board แบบสวิตช์



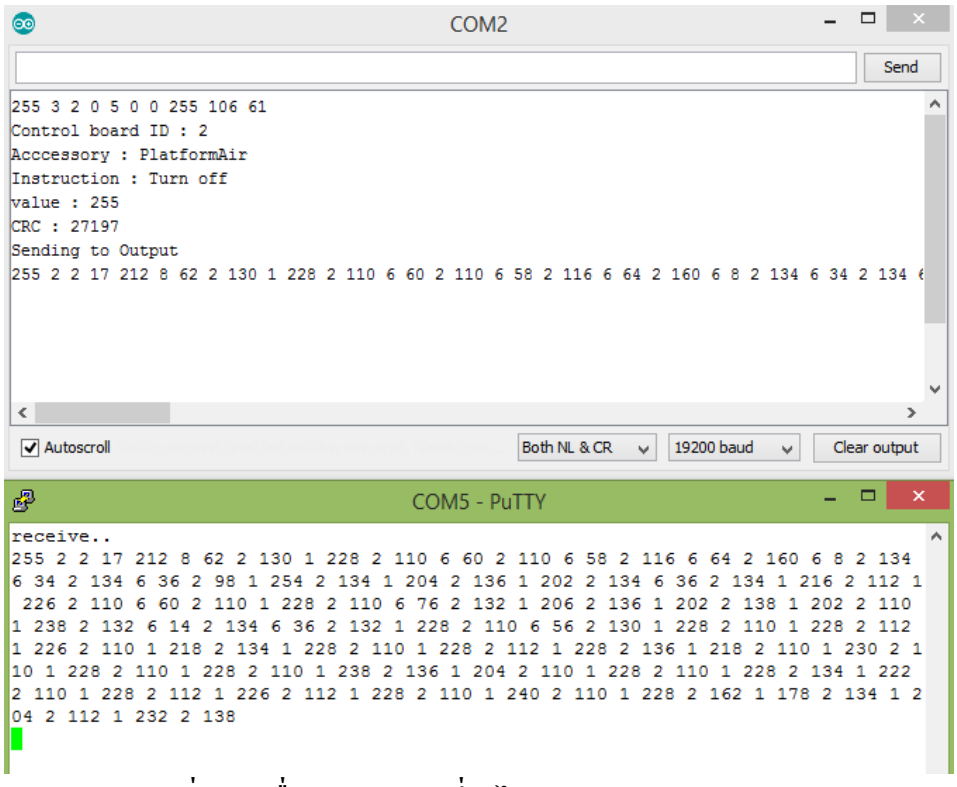
ภาพที่ 4.10 LED สว่างเมื่อได้รับชุดคำสั่งปิด

รูปที่ 4.9 เป็นการส่งข้อมูลเช่นเดียวกับรูปที่ 4.8 แต่ชุดคำสั่งที่ NodeMCU ทำการส่งนั้นเป็นชุดคำสั่งของการสั่งปิดสวิตช์



ภาพที่ 4.11 แสดงชุดคำสั่งเปิดเครื่องปรับอากาศที่ส่งไปควบคุม Output board แบบอินฟราเรด

รูปที่ 4.11 การส่งชุดคำสั่งจาก NodeMCU ซึ่งแสดงผลผ่านการเชื่อมต่อที่พอร์ต COM2 ชุดคำสั่งที่ถูกส่งไปนั้นเป็นชุดคำสั่งตามรูปแบบตารางที่ 3.3 ซึ่งตั้งแต่ byte ที่ 3 เป็นต้นไปที่แสดงนั้นคือค่าของสัญญาณอินฟราเรดที่ถูกส่งไปยัง Output board ที่แสดงผลผ่านการเชื่อมต่อที่พอร์ต COM5



ภาพที่ 4.12 แสดงชุดคำสั่งปิดเครื่องปรับอากาศที่ส่งไปควบคุม Output board แบบอินฟราเรด

รูปที่ 4.12 การส่งชุดคำสั่งรูปแบบเดียวกับรูปที่ 4.11 แต่เป็นประเภทคำสั่งที่แตกต่างกัน

4.1.3.4 สรุปผลการทดลอง

สามารถส่งชุดคำสั่งจาก NodeMCU ไปยัง Output board ผ่านสัญญาณ WiFi ได้ทั้ง 2 รูปแบบ โดยรูปแบบที่หนึ่งจาก Accessory สวิตช์หลอดไฟ และแบบที่สองจาก Accessory เครื่องปรับอากาศ

4.1.4 ทดสอบการส่งและรับชุดคำสั่ง Request ค่าสถานะระหว่าง Control board กับ Input board

4.1.4.1 วัตถุประสงค์

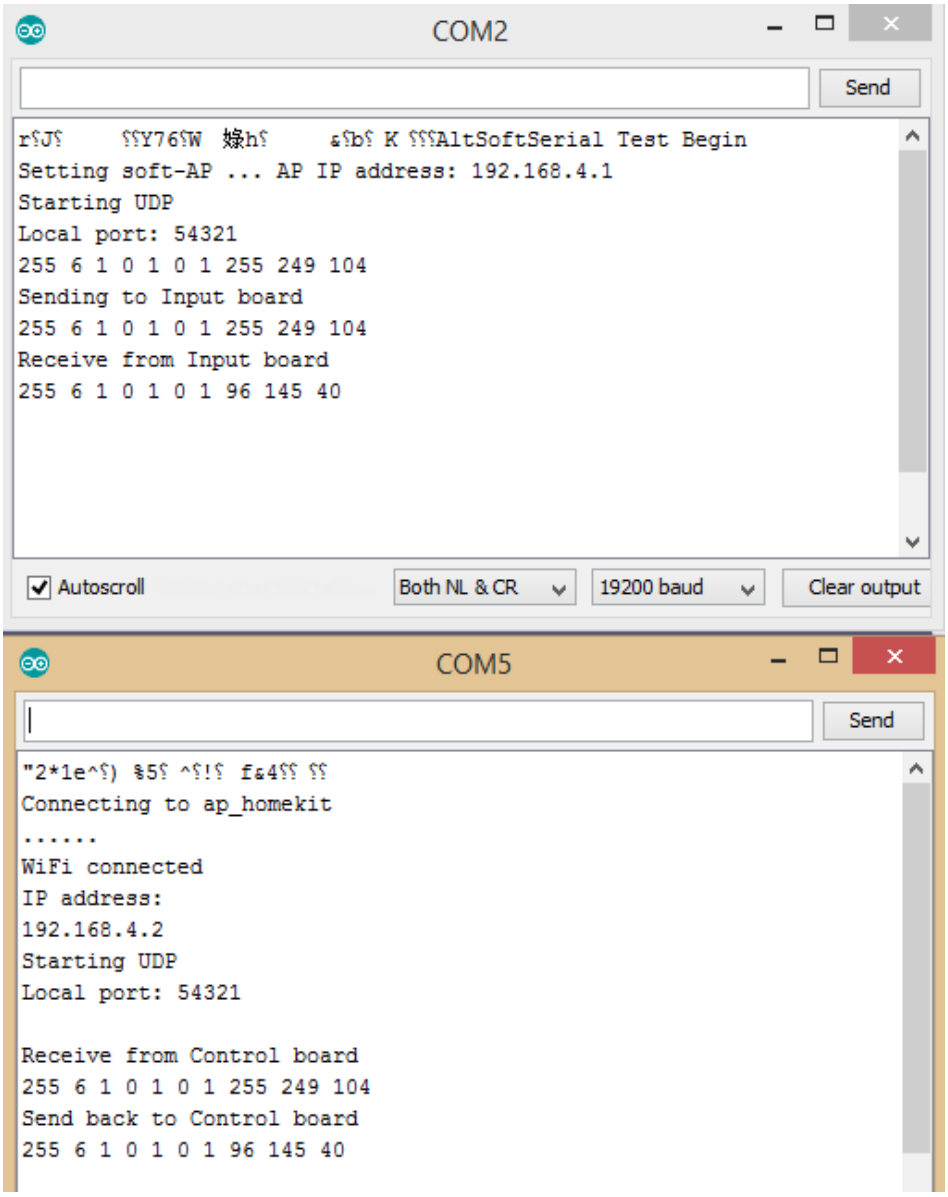
ทดสอบการส่งและรับชุดคำสั่ง Request ค่าสถานะระหว่าง Control board กับ Input board ด้วยสัญญาณ WiFi

4.1.4.2 ขั้นตอนการทดลอง

1) เชื่อมต่อ Input board เข้ากับ Control board
2) ส่งชุดคำสั่ง Request ค่าสถานะจาก Control board ไปยัง Input board
3) รอรับชุดคำสั่ง Request กลับมาจาก Input board

4.1.4.3 ผลการทดลอง

การส่งชุดคำสั่ง Request จาก Control board ซึ่งแสดงผลผ่านการเชื่อมต่อที่พอร์ต COM2 เมื่อ Input board รับชุดคำสั่งนั้น จะนำแก้ค่าที่วัดได้จากเซนเซอร์แสงใน Byte ที่ 8 ซึ่งแสดงผลผ่านการเชื่อมต่อที่พอร์ต COM5 แล้วจะทำการส่งชุดคำสั่งที่แก้ค่าเสร็จส่งกลับไปยัง Control board



ภาพที่ 4.13 แสดงชุดคำสั่ง Request ที่ส่งและรับระหว่าง Control board กับ Input board

4.1.4.4 สรุปผลการทดลอง

สามารถส่งชุดคำสั่ง Request จาก NodeMCU ไปยัง Input board และสามารถรับชุดคำสั่ง Request กลับมาผ่านสัญญาณ WiFi

4.1.5 ทดสอบการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าแบบอัตโนมัติ

4.1.5.1 วัตถุประสงค์

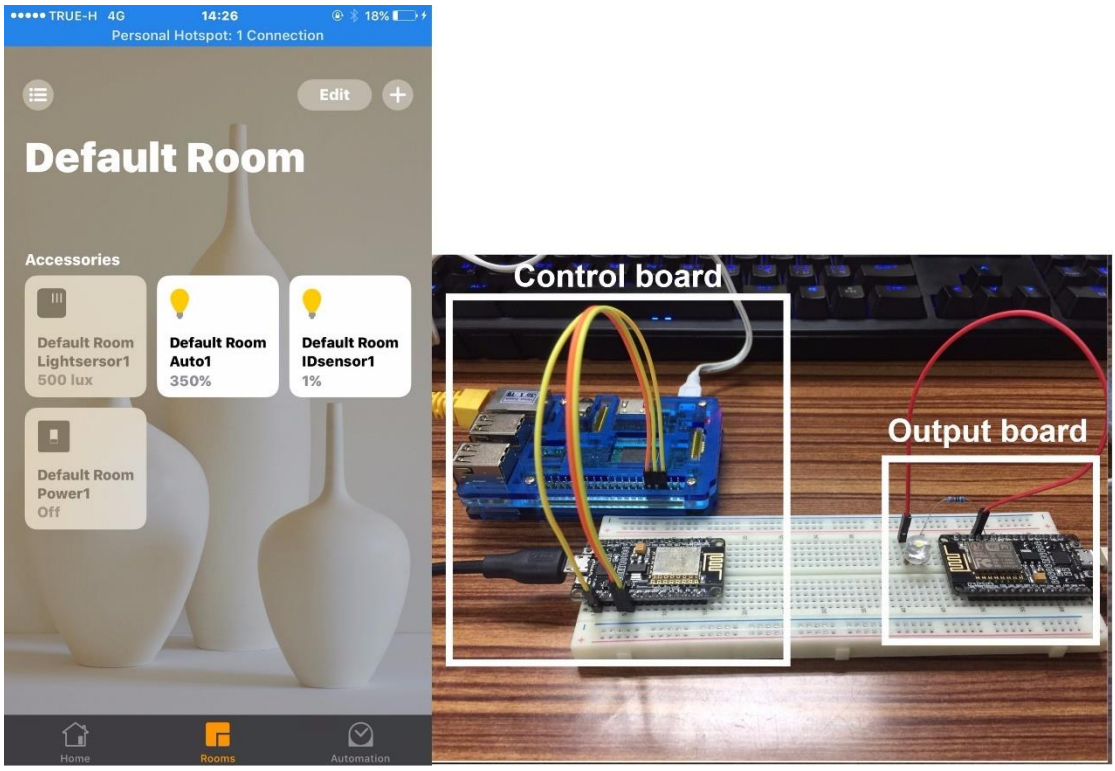
ทดสอบการทำงานแบบอัตโนมัติของแพลตฟอร์มสวิตช์หลอดไฟ

4.1.5.2 ขั้นตอนการทดลอง

1) เชื่อมต่อ Input board และ Output board เข้ากับ Control board
2) ตั้ง id ของ Input board เพื่อรับค่าจากเซนเซอร์วัดแสง
3) เปิดระบบการทำงานแบบอัตโนมัติพร้อมตั้งเกณฑ์ (Threshold) เพื่อเปรียบเทียบกับค่าเซนเซอร์
4) ทดลองการทำงานในที่มีแสงสว่างมากและน้อยต่างกัน

4.1.5.3 ผลการทดลอง

การทดลองนี้ใช้ LED แทนการควบคุมของ SSR ในการจ่ายไฟ 220V AC ไปยังหลอดไฟ เมื่อทดลองในห้องที่มีค่าแสงสว่างที่วัดได้จาก Input board ที่มี id 1 มีค่ามากกว่าค่าที่ตั้งเกณฑ์ไว้ แพลตฟอร์มจะส่งคำสั่งเพื่อไปปิดสวิตช์หลอดไฟ



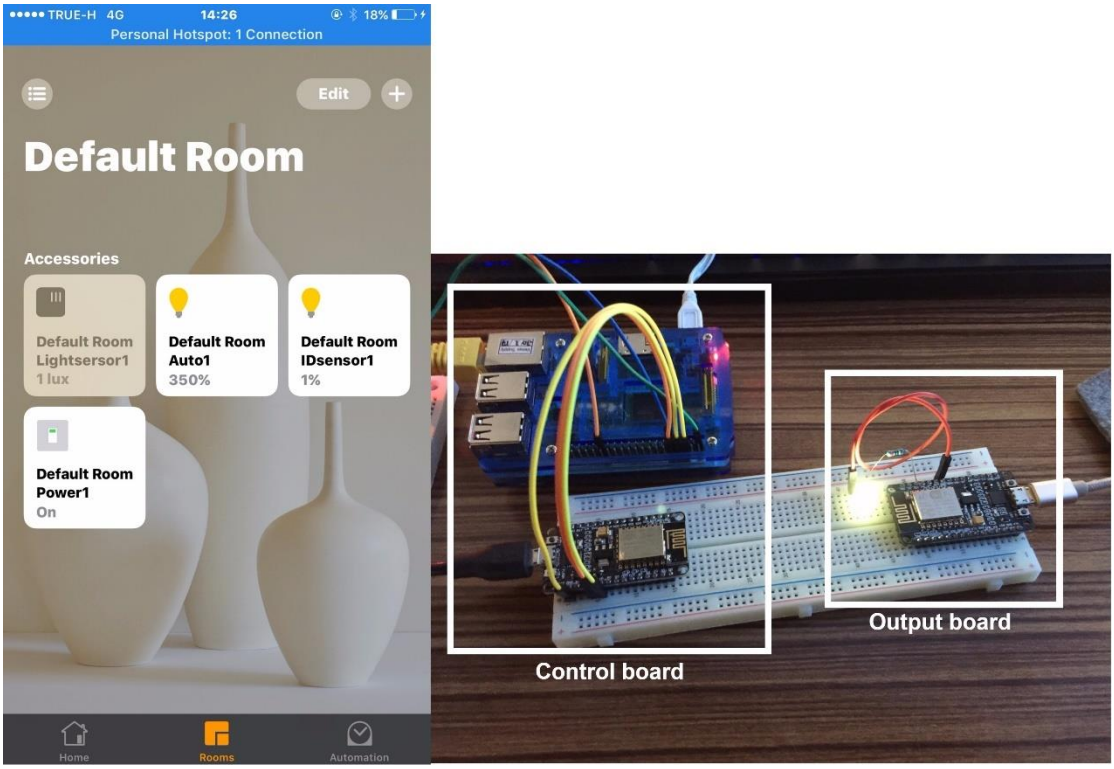
ก) ข)

ภาพที่ 4.14 การทำงานแบบอัตโนมัติของแพลตฟอร์มสวิตช์หลอดไฟขณะห้องสว่างมาก

ก) หน้าแอปพลิเคชันโฮมที่สั่งทำงานแบบอัตโนมัติ

ข) LED ที่ Output board ดับ

และเมื่อทดลองในห้องที่มีค่าแสงสว่างน้อยกว่าค่าที่ตั้งเกณฑ์ไว้ แพลตฟอร์มจะส่งคำสั่งเพื่อไปเปิดสวิตช์หลอดไฟ



ก) ข)

ภาพที่ 4.15 การทำงานแบบอัตโนมัติของแพลตฟอร์มสวิตช์หลอดไฟขณะห้องสว่างน้อย

ก) หน้าแอปพลิเคชันโฮมที่สั่งทำงานแบบอัตโนมัติ

ข) LED ที่ Output board ติด

4.1.5.4 สรุปผลการทดลอง

สามารถควบคุมสวิตช์หลอดไฟได้แบบอัตโนมัติโดยการควบคุมการเปิดจะต้องมีค่าที่ตั้งเกณฑ์ไว้มากกว่าค่าความสว่างของห้องแสดงว่าห้องมืด ส่วนการควบคุมการเปิดจะต้องมีค่าที่ตั้งเกณฑ์ไว้น้อยกว่าค่าความสว่างของห้องแสดงว่าห้องสว่าง

4.2 การทดลองของแพลตฟอร์มตามขอบเขตโครงงาน

การทดลองของแพลตฟอร์มตามขอบเขตโครงงาน เป็นการทดลองแพลตฟอร์มที่ได้พัฒนาตามการออกแบบในหัวข้อ 3.2 ได้แก่ แพลตฟอร์มเครื่องปรับอากาศ และแพลตฟอร์มปลั๊กไฟ สำหรับการทดลองในแต่ละขั้นตอนการทำงาน และแต่ละส่วนประกอบของแพลตฟอร์ม ซึ่งแต่ละส่วนมีดังนี้

1) แอปพลิเคชันโฮม
2) Input module
3) Control board
4) Output module
5) เครื่องใช้ไฟฟ้า (เครื่องปรับอากาศและปลั๊กไฟ)

เพื่อเป็นการตรวจสอบความถูกต้องของลำดับการทำงาน, ข้อจำกัดของการทำงานแต่ละส่วน, ข้อมูลที่ใช้ในการรับส่งสัญญาณ, การเชื่อมต่อระหว่างแต่ละส่วน และการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า

4.2.1 ทดสอบการใช้งาน Web server ของแพลตฟอร์มปลั๊กไฟที่ใช้งานร่วมกับหลอดไฟ

4.2.1.1 วัตถุประสงค์

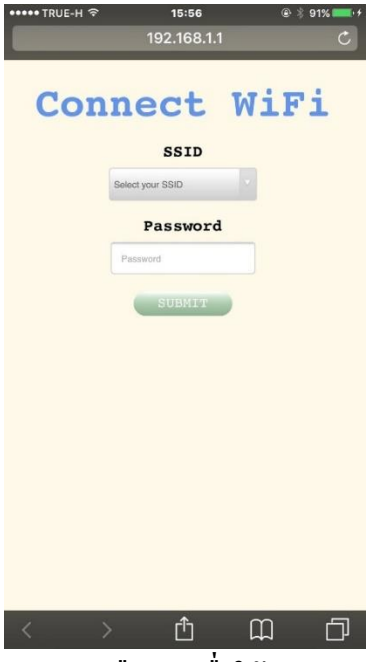
เพื่อทดสอบการทำงานของ Web server ในการสั่งให้แพลตฟอร์มเชื่อมต่อไปยังเครือข่ายที่ต้องการเพื่อจะได้อยู่ในเครือข่ายเดียวกันกับแอปพลิเคชันโฮม

4.2.1.2 ขั้นตอนการทดสอบ

1) เชื่อมต่อสัญญาณ WiFi ของแพลตฟอร์มปลั๊กไฟ (PlatformSW)

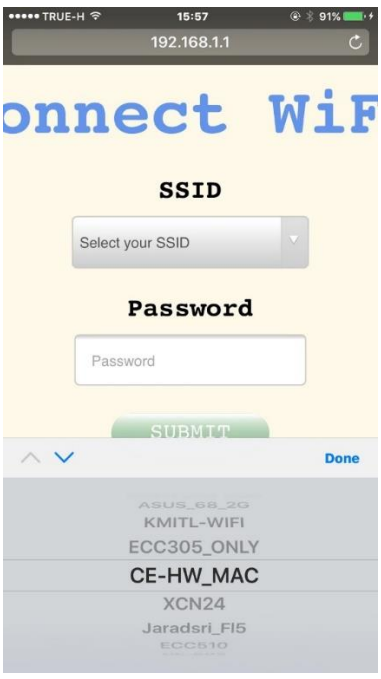
ภาพที่ 4.16 แสดงการเชื่อมต่อของ PlatformSW

2) เข้าเว็บเบราว์เซอร์ เข้าไปที่ URL http://192.168.1.1

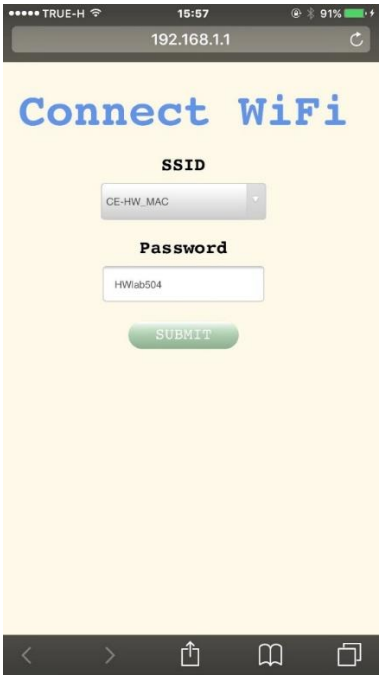


ภาพที่ 4.17 หน้าเว็บสำหรับระบุเครือข่ายเพื่อให้แพลตฟอร์มทำการเชื่อมต่อ

3) เลือก SSID ที่ต้องการ พร้อมกรอกรหัสผ่าน แล้วกด Submit



ก)



ข)

ภาพที่ 4.18 หน้าเว็บขณะเลือกชื่อเครื่อข่ายและกรอกรหัสผ่าน

ก) หน้าเว็บขณะเลือกชื่อเครือข่าย

ข) หน้าเว็บขณะกรอกรหัสผ่านของเครือข่าย

4) ตรวจสอบ WiFi ของแพลตฟอร์มว่าเชื่อมต่อกับ SSID ที่กรอกไว้หรือไม่

4.2.1.3 ผลการทดลอง

เมื่อทำการเลือก SSID ที่ต้องการ พร้อมกรอกรหัสผ่าน แล้วกด Submit เรียบร้อยแล้ว แพลตฟอร์มจะเปลี่ยนโหมดเป็น Station ไปเชื่อมต่อ SSID ที่ต้องการ จากรูป 4.19 เมื่อทำการ ssh เข้าไปที่ platformSW.local แล้วรันคำสั่ง iwconfig เพื่อดูว่าตอนนี้แพลตฟอร์มเชื่อมต่อสัญญาณ WiFi หรือไม่จะเห็นว่าแพลตฟอร์มเชื่อมต่อเครือข่ายที่เลือกไว้ได้

```
pi@platformSW:~ $ iwconfig
wlan0     IEEE 802.11  ESSID:"CE-HW_MAC"
          Mode:Managed  Frequency:2.417 GHz  Access Point: D0:17:C2:64:28:DC
          Bit Rate=58.5 Mb/s   Tx-Power=31 dBm
          Retry short limit:7   RTS thr:off   Fragment thr:off
          Power Management:on
          Link Quality=65/70  Signal level=-45 dBm
          Rx invalid nwid:0  Rx invalid crypt:0  Rx invalid frag:0
          Tx excessive retries:2  Invalid misc:0   Missed beacon:0

lo        no wireless extensions.

usb0      no wireless extensions.
```

ภาพที่ 4.19 แสดงการเชื่อมต่อเครือข่ายที่แพลตฟอร์มเชื่อมต่ออยู่

4.2.1.4 สรุปผลการทดลอง

ผู้ใช้สามารถสั่งให้แพลตฟอร์มเชื่อมต่อไปยังเครือข่ายที่ต้องการเพื่อจะได้อยู่ในเครือข่ายเดียวกันกับแอปพลิเคชันโฮมได้

4.2.2 ทดสอบการเชื่อมต่อแพลตฟอร์มปลั๊กไฟที่ใช้งานร่วมกับหลอดไฟกับแอปพลิเคชันโฮม

4.2.2.1 วัตถุประสงค์

ทดลองการเพิ่ม Accessory สวิตช์หลอดไฟในแอปพลิเคชันโฮม

4.2.2.2 ขั้นตอนการทดสอบ

สร้าง Accessory สวิตช์หลอดไฟ และเนื่องจาก Service ใน Homekit มีจำกัด จึงจำเป็นที่ต้องหา Service ที่ใกล้เคียงมาประยุกต์ใช้แทนแล้วทำการรัน HAP-nodeJS บน rPi Zero W เพื่อทดลองเชื่อมต่อแพลตฟอร์ม

ซึ่งภายใน Accessory สวิตช์หลอดไฟนี้ประกอบด้วย

1) Switch service ประกอบด้วย

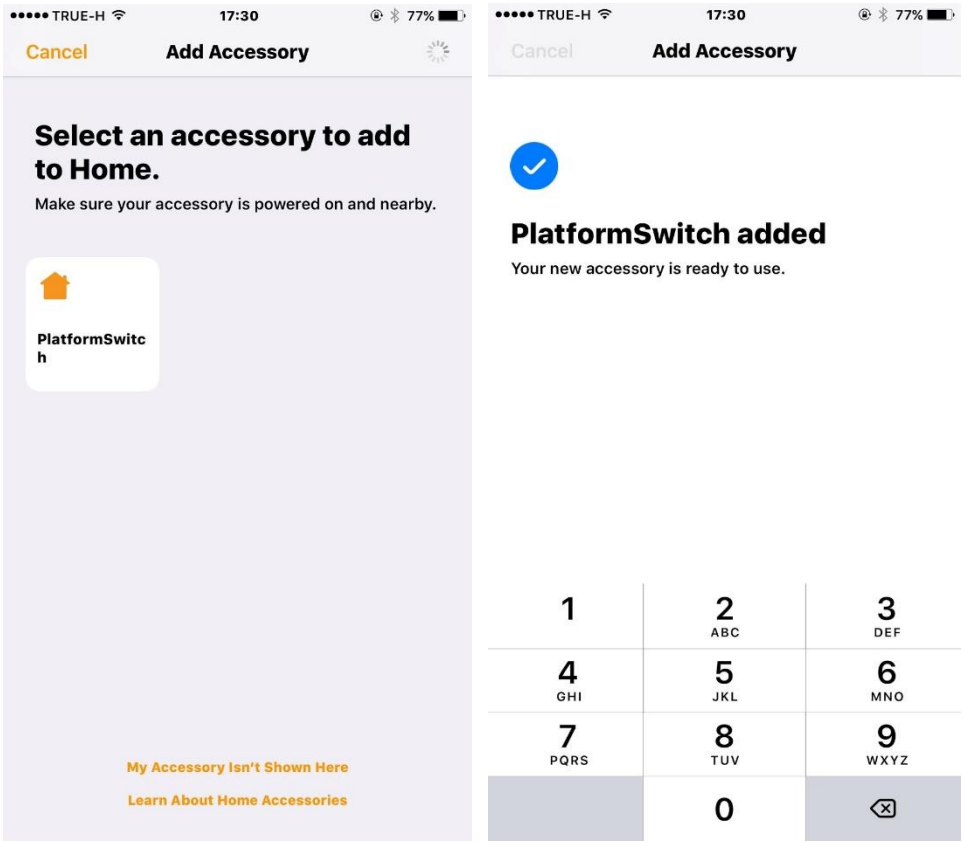
- On characteristic สำหรับเปิดปิดสวิตช์หลอดไฟ
- Light Sensor service ประกอบด้วย
- CurrentAmbientLightLevel characteristic สำหรับแสดงค่าความสว่างของแสงภายในห้อง

2) Lightbulb service ประกอบด้วย

- On characteristic สำหรับเปิดระบบควบคุมอัตโนมัติ
- Brightness characteristic สำหรับตั้งเกณฑ์ (Threshold) เพื่อเปรียบเทียบกับค่าเซนเซอร์

4.2.2.3 ผลการทดลอง

ในหน้าเพิ่ม Accessory ของแอปพลิเคชันโฮมจะมีการแสดง Accessory ของแพลตฟอร์มปลั๊กไฟที่ใช้งานร่วมกับหลอดไฟ เมื่อเลือกเพิ่ม Accessory แล้วจะมีหน้าสำหรับให้ใส่รหัสยืนยัน



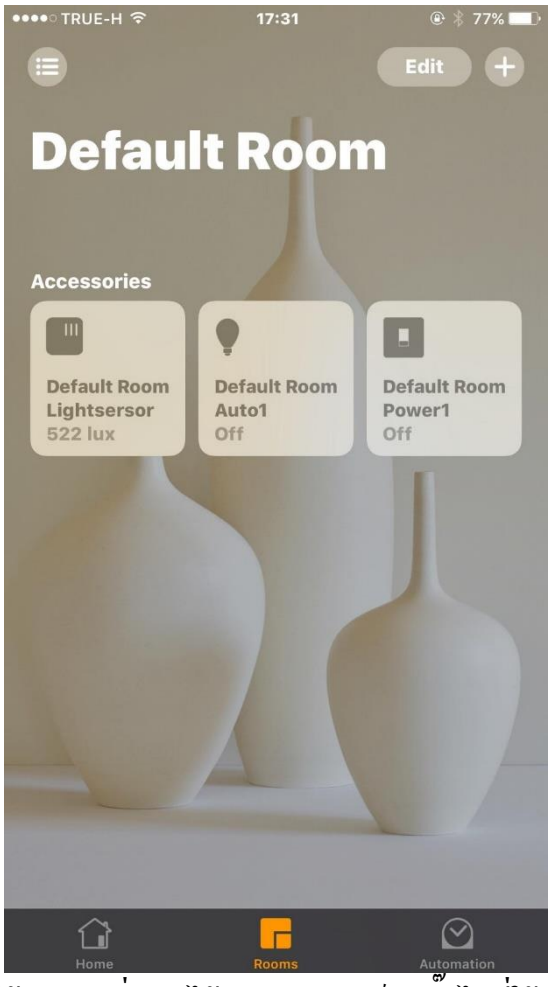
ก) ข)

ภาพที่ 4.20 เชื่อมต่อแพลตฟอร์มปลั๊กไฟเข้ากับแอปพลิเคชันโฮม

ก) แพลตฟอร์มสวิตช์หลอดไฟในหน้าเพิ่ม Accessory

ข) เมื่อเพิ่ม Accessory สำเร็จ

เมื่อทำการเพิ่มและใส่รหัสเรียบร้อย ในหน้าหลักของแอปพลิเคชันโฮมจะแสดง Services ที่จำเป็นแสดงมาให้ผู้ใช้สามารถสั่งการได้



ภาพที่ 4.21 Services ที่ผู้ใช้สามารถสั่งการได้ของแพลตฟอร์มปลั๊กไฟที่ใช้งานร่วมกับหลอดไฟ

4.2.2.4 สรุปผลการทดลอง

แอปพลิเคชันโฮมสามารถเพิ่ม Accessory สวิตช์หลอดไฟที่สร้างขึ้นได้แสดงว่าแพลตฟอร์มสามารถรับคำสั่งจากแอปพลิเคชันโฮมเพื่อควบคุมการเปิดปิดของหลอดไฟได้ และยังสามรถดูค่าที่วัดได้จากเซนเซอร์วัดแสงได้

4.2.3 ทดสอบระยะการรับค่าเซนเซอร์จาก Input board ไปยัง Control board ของแพลตฟอร์มปลั๊กไฟที่ใช้งานร่วมกับหลอดไฟ

4.2.3.1 วัตถุประสงค์

เพื่อทดสอบระยะสูงสุดของการรับค่าเซนเซอร์ด้วยสัญญาณวิทยุจาก Input board ไปยัง Control board ของแพลตฟอร์มปลั๊กไฟ

4.2.3.2 ขั้นตอนการทดสอบ

1) เชื่อมต่อแพลตฟอร์มปลั๊กไฟกับแอปพลิเคชันโฮม
2) ตั้ง Input board ในตำแหน่งที่ห่างจากแพลตฟอร์มสวิตช์หลอดไฟ
3) สั่งรันโปรแกรมสำหรับอ่านค่าที่รับจาก Input board
4) อ่านค่าที่รับได้จาก Input board

4.2.3.3 ผลการทดลอง

เมื่อทำการ ssh เข้าไปที่ platformSW.local สั่งรันโปรแกรมสำหรับอ่านค่าที่รับจาก Input board จะเห็นว่าแพลตฟอร์มสวิตช์หลอดไฟจะแสดงค่าที่รับได้จาก Input board ดังรูป 4.22

```
pi@platformSW:~ $ sudo ./getlight.exe
================ SPI Configuration ================
CSN Pin          = CE0 (PI Hardware Driven)
CE Pin           = Custom GPIO22
Clock Speed      = 8 Mhz
================ NRF Configuration ================
STATUS           = 0x0e RX_DR=0 TX_DS=0 MAX_RT=0 RX_P_NO=7 TX_FULL=0
RX_ADDR_P0-1     = 0xe7e7e7e7e7 0xf0f0f0f0e1
RX_ADDR_P2-5     = 0xc3 0xc4 0xc5 0xc6
TX_ADDR          = 0xe7e7e7e7e7
RX_PW_P0-6       = 0x00 0x20 0x00 0x00 0x00 0x00
EN_AA            = 0x3f
EN_RXADDR        = 0x02
RF_CH            = 0x76
RF_SETUP         = 0x01
CONFIG           = 0x0e
DYNPD/FEATURE    = 0x3f 0x04
Data Rate        = 1MBPS
Model            = nRF24L01+
CRC Length       = 16 bits
PA Power         = PA_MIN
594
593
591
591
591
592
593
593
595
594
595
593
592
592
593
594
595
```

ภาพที่ 4.22 แสดงค่าที่รับจาก Input board

จากตาราง 4.1 คือตารางที่แสดงระยะห่างระหว่าง Control board กับ Input board และผลการรับค่าเซนเซอร์ที่ถูกส่งมาจาก Input board ของ Control board ว่ารับได้หรือไม่

ตาราง 4.1 ตารางที่แสดงระยะห่างและผลการรับค่าเซนเซอร์

ระยะ (เมตร)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
การรับสัญญาณ	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗

4.2.3.4 สรุปผลการทดลอง

Control board สามารถรับค่าเซนเซอร์ที่ถูกส่งมาจาก Input board ได้และระยะสูงสุดที่ยังสามารถรับได้คือ 16 เมตร

4.2.4 ทดสอบการควบคุมปลั๊กไฟของ Output module ของแพลตฟอร์มปลั๊กไฟที่ใช้งานร่วมกับหลอดไฟ

4.2.4.1 วัตถุประสงค์

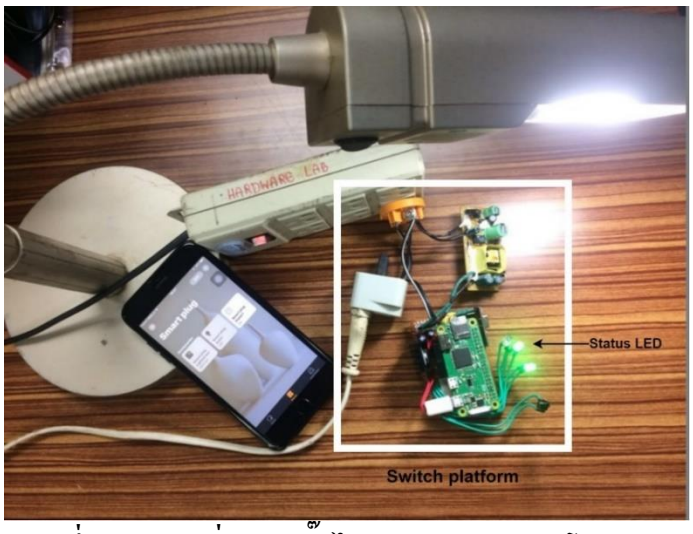
เพื่อทดสอบการควบคุมการเปิดและปิดปลั๊กไฟของแพลตฟอร์มปลั๊กไฟ

4.2.4.2 ขั้นตอนการทดสอบ

1) เชื่อมต่อแพลตฟอร์มปลั๊กไฟเข้ากับแอปพลิเคชันโฮม
2) สั่งการเปิดหรือปิดปลั๊กไฟผ่านแอปพลิเคชันโฮม
3) สังเกตการเปิดและปิดของหลอดไฟที่ต่อเข้ากับแพลตฟอร์มปลั๊กไฟ

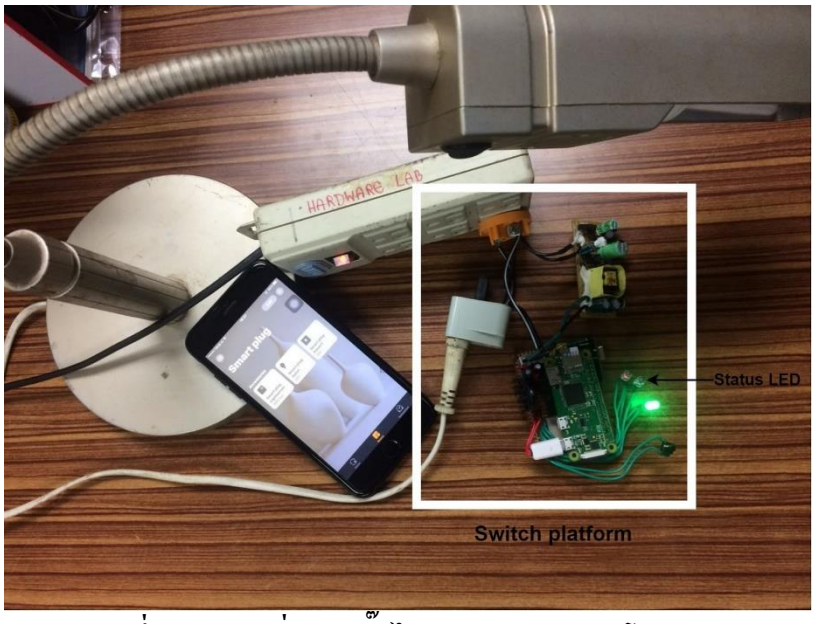
4.2.4.3 ผลการทดลอง

เมื่อทำการสั่งเปิดปลั๊กไฟผ่านแอปพลิเคชันโฮม สังเกตสังเกตหลอดไฟและ Status LED จะสว่างขึ้น ซึ่งบ่งบอกว่า ณ ขณะนี้ปลั๊กไฟได้เปิดอยู่



ภาพที่ 4.23 ขณะสั่งเปิดปลั๊กไฟผ่านแอปพลิเคชันโฮม

และเมื่อทำการสั่งปิดปลั๊กไฟผ่านแอปพลิเคชันโฮม สังเกตหลอดไฟและ Status LED จะดับลง ซึ่งบ่งบอกว่า ณ ขณะนี้ปลั๊กไฟได้ปิดอยู่



ภาพที่ 4.24 ขณะสั่งปิดปลั๊กไฟผ่านแอปพลิเคชันโฮม

4.2.4.4 สรุปผลการทดลอง

แพลตฟอร์มปลั๊กไฟที่ใช้งานร่วมกับหลอดไฟสามารถควบคุมการเปิดและปิดปลั๊กไฟได้

4.2.5 ทดสอบการควบคุมปลั๊กไฟแบบอัตโนมัติของแพลตฟอร์มปลั๊กไฟที่ใช้งานร่วมกับหลอดไฟ

4.2.5.1 วัตถุประสงค์

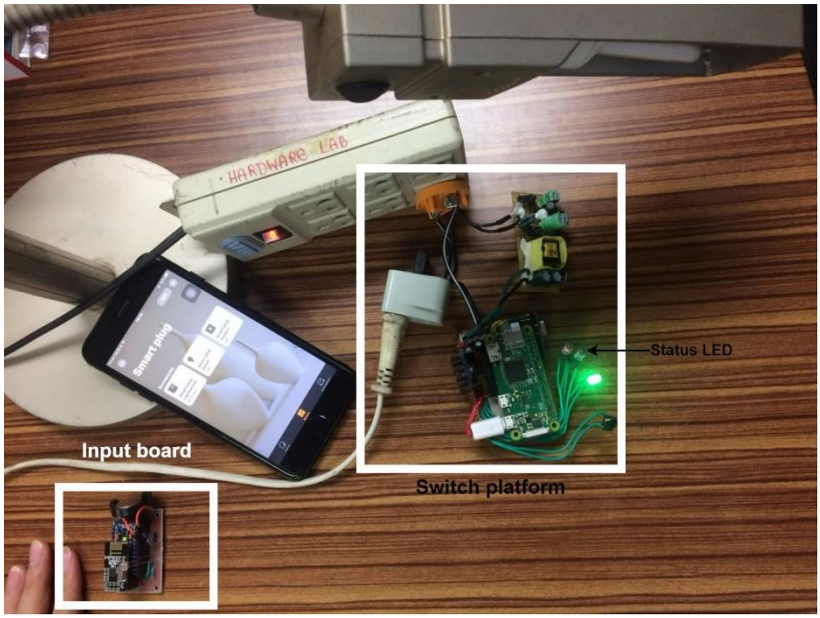
เพื่อทดสอบการควบคุมแบบอัตโนมัติของแพลตฟอร์มปลั๊กไฟ โดยเมื่อแสงน้อยหลอดไฟจะสว่าง และถ้าหากแสงมากหลอดไฟจะดับ

4.2.5.2 ขั้นตอนการทดสอบ

1) เชื่อมต่อแพลตฟอร์มปลั๊กไฟเข้ากับแอปพลิเคชันโฮม
2) สั่งการเปิดระบบควบคุมอัตโนมัติของแพลตฟอร์มปลั๊กไฟผ่านแอปพลิเคชันโฮม พร้อมทั้งตั้งค่า Threadhold ของค่าแสงสว่างที่วัดได้
3) นำ Input board ไว้ในตำแหน่งที่มีแสงแตกต่างกัน
4) สังเกตการเปิดปิดของหลอดไฟ

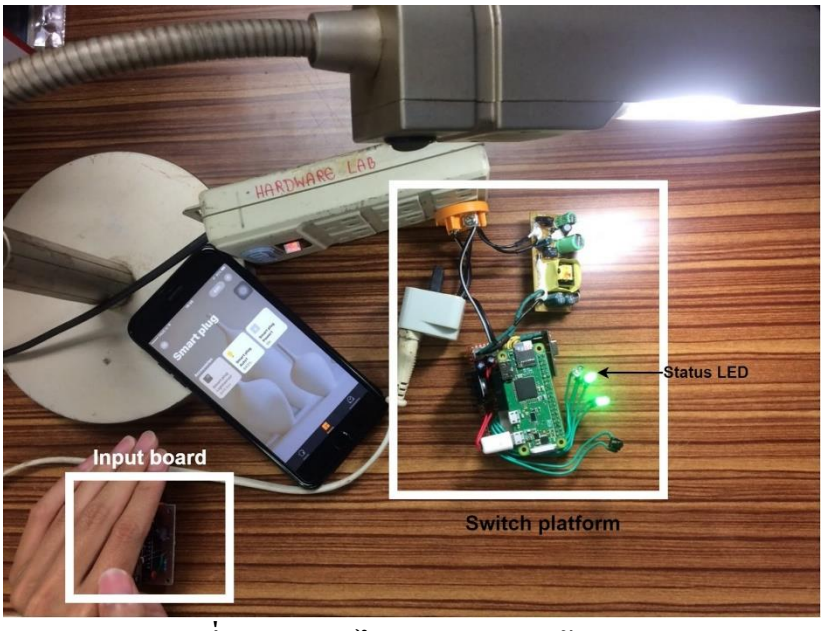
4.2.5.3 ผลการทดลอง

เมื่อทำการเปิดโหมดการควบคุมอัตโนมัติแล้ว ลองให้ Input board ได้รับแสงสว่างๆ จะเห็นว่าแพลตฟอร์มจะสั่งให้ปิดปลั๊กไฟ



ภาพที่ 4.25 หลอดไฟดับขณะแสงมาก

และลองให้ Input board ได้รับแสงสว่างน้อยๆ จะเห็นว่าแพลตฟอร์มจะสั่งให้เปิดปลั๊กไฟ



ภาพที่ 4.26 หลอดไฟสว่างขณะแสงน้อย

4.2.5.4 สรุปผลการทดลอง

แพลตฟอร์มปลั๊กไฟที่ใช้งานร่วมกับหลอดไฟสามารถควบคุมการเปิดและปิดปลั๊กไฟได้แบบอัตโนมัติ

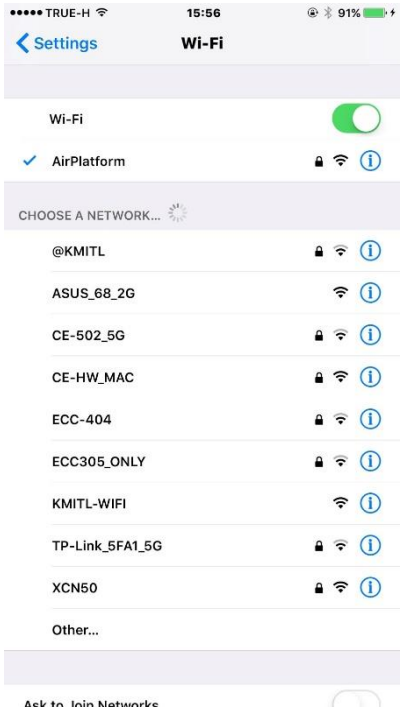
4.2.6 ทดสอบการใช้งาน Web server ของแพลตฟอร์มเครื่องปรับอากาศ

4.2.6.1 วัตถุประสงค์

เพื่อทดสอบการทำงานของ Web server ในการสั่งให้แพลตฟอร์มเชื่อมต่อไปยังเครือข่ายที่ต้องการเพื่อจะได้อยู่ในเครือข่ายเดียวกันกับแอปพลิเคชันโฮม

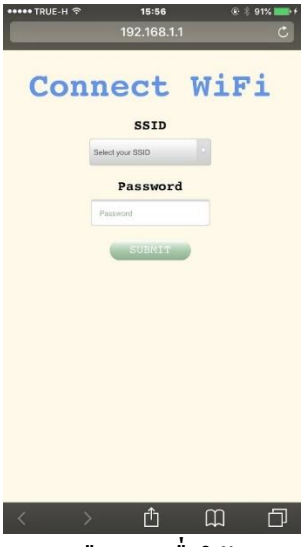
4.2.6.2 ขั้นตอนการทดสอบ

1) เชื่อมต่อสัญญาณ WiFi ของแพลตฟอร์มเครื่องปรับอากาศ (AirPlatform)



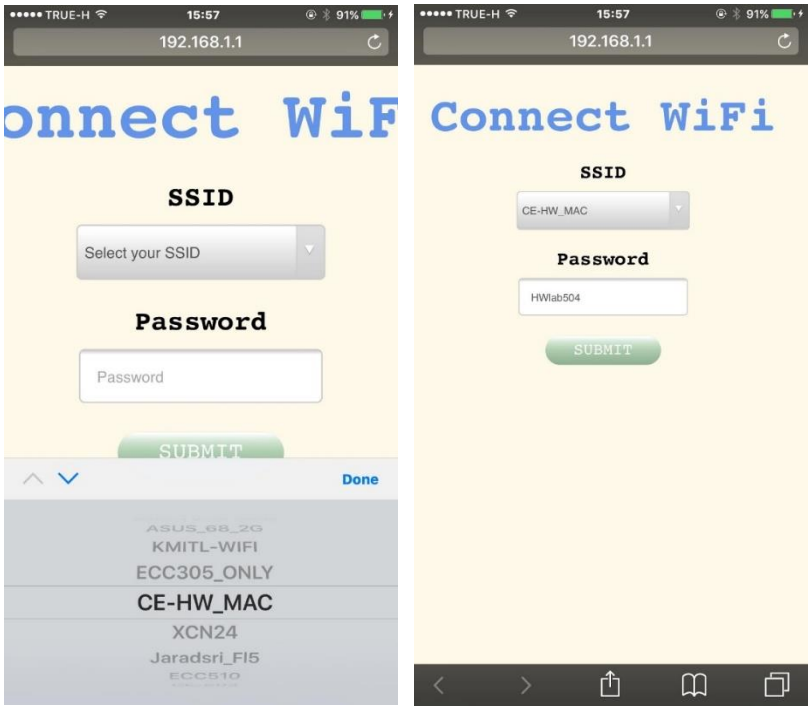
ภาพที่ 4.27 แสดงการเชื่อมต่อของ AirPlatform

2) เข้าเว็บเบราว์เซอร์ เข้าไปที่ URL http://192.168.1.1



ภาพที่ 4.28 หน้าเว็บสำหรับระบุเครือข่ายเพื่อให้แพลตฟอร์มทำการเชื่อมต่อ

3) เลือก SSID ที่ต้องการ พร้อมกรอกรหัสผ่าน แล้วกด Submit



ก) ข)

ภาพที่ 4.29 หน้าเว็บขณะเลือกชื่อเครื่อข่ายและกรอกรหัสผ่าน

ก) หน้าเว็บขณะเลือกชื่อเครือข่าย

ข) หน้าเว็บขณะกรอกรหัสผ่านของเครือข่าย

4) ตรวจสอบ WiFi ของแพลตฟอร์มว่าเชื่อมต่อกับ SSID ที่กรอกไว้หรือไม่

4.2.6.3 ผลการทดลอง

เมื่อทำการเลือก SSID ที่ต้องการ พร้อมกรอกรหัสผ่าน แล้วกด Submit เรียบร้อยแล้ว แพลตฟอร์มจะเปลี่ยนโหมดเป็น Station ไปเชื่อมต่อ SSID ที่ต้องการ จากรูป 4.30 เมื่อทำการ ssh เข้าไปที่ platformAir.local แล้วรันคำสั่ง iwconfig เพื่อดูว่าตอนนี้แพลตฟอร์มเชื่อมต่อสัญญาณ WiFi หรือไม่จะเห็นว่าแพลตฟอร์มเชื่อมต่อเครือข่ายที่เลือกไว้ได้

```
pi@platformAir:~ $ iwconfig
wlan0     IEEE 802.11  ESSID:"CE-HW_MAC"
          Mode:Managed  Frequency:2.417 GHz  Access Point: D0:17:C2:64:28:DC
          Bit Rate=24 Mb/s   Tx-Power=31 dBm
          Retry short limit:7   RTS thr:off   Fragment thr:off
          Power Management:on
          Link Quality=68/70  Signal level=-42 dBm
          Rx invalid nwid:0  Rx invalid crypt:0  Rx invalid frag:0
          Tx excessive retries:0  Invalid misc:0   Missed beacon:0

lo        no wireless extensions.

usb0      no wireless extensions.
```

ภาพที่ 4.30 แสดงการเชื่อมต่อเครือข่ายที่แพลตฟอร์มเชื่อมต่ออยู่

4.2.6.4 สรุปผลการทดลอง

ผู้ใช้สามารถสั่งให้แพลตฟอร์มเชื่อมต่อไปยังเครือข่ายที่ต้องการเพื่อจะได้อยู่ในเครือข่ายเดียวกันกับแอปพลิเคชันโฮมได้

4.2.7 ทดสอบการเชื่อมต่อแพลตฟอร์มเครื่องปรับอากาศเข้ากับแอปพลิเคชันโฮม

4.2.7.1 วัตถุประสงค์

ทดลองการเพิ่ม Accessory เครื่องปรับอากาศในแอปพลิเคชันโฮม

4.2.7.2 ขั้นตอนการทดสอบ

สร้าง Accessory เครื่องปรับอากาศ และเนื่องจาก Service ใน Homekit มีจำกัด จึงจำเป็นที่ต้องหา Service ที่ใกล้เคียงมาประยุกต์ใช้แทนแล้วทำการรัน HAP-nodeJS บน rPi Zero W เพื่อทดลองเชื่อมต่อแพลตฟอร์ม

ซึ่งภายใน Accessory เครื่องปรับอากาศนี้ประกอบด้วย

1) Switch service ประกอบด้วย
   - On characteristic สำหรับเปิดปิดเครื่องปรับอากาศ
2) Fan service ประกอบด้วย
   - On characteristic สำหรับปรับความแรงลม

- RotationSpeed characteristic สำหรับปรับความแรงลม

3) Thermostat service ประกอบด้วย

- CurrentHeatingCoolingState characteristic สำหรับแสดงโหมดของเครื่องปรับอากาศปัจจุบัน
- TargetHeatingCoolingState characteristic สำหรับตั้งโหมดของเครื่องปรับอากาศ
- CurrentTemperature characteristic สำหรับแสดงค่าอุณภูมิที่ตั้งไว้ของเครื่องปรับอากาศปัจจุบัน
- TargetTemperature characteristic สำหรับตั้งค่าอุณภูมิของห้อง
- TemperatureDisplayUnits characteristic สำหรับแสดงผลในรูปแบบองศาเซลเซียส หรือฟาเรนไฮต์

4) TemperatureSensor service ประกอบด้วย

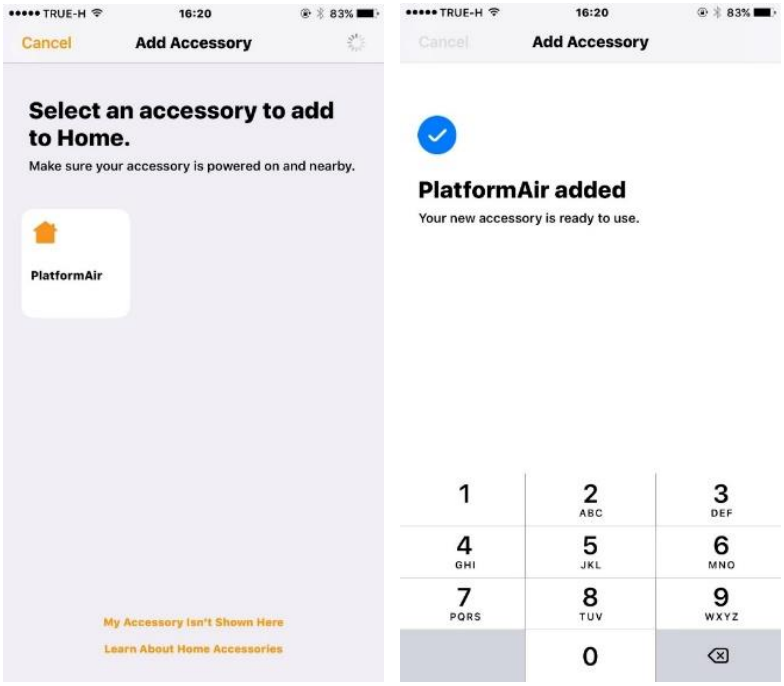
- CurrentTemperature characteristic สำหรับแสดงค่าอุณภูมิของห้อง

5) HumiditySensor service ประกอบด้วย

- CurrentRelativeHumidity characteristic สำหรับแสดงค่าความชื้นของห้อง

4.2.7.3 ผลการทดลอง

ในหน้าเพิ่ม Accessory ของแอปพลิเคชันโฮมจะมีการแสดง Accessory ของแพลตฟอร์มเครื่องปรับอากาศ เมื่อเลือกเพิ่ม Accessory แล้วจะมีหน้าสำหรับให้ใส่รหัสยืนยัน



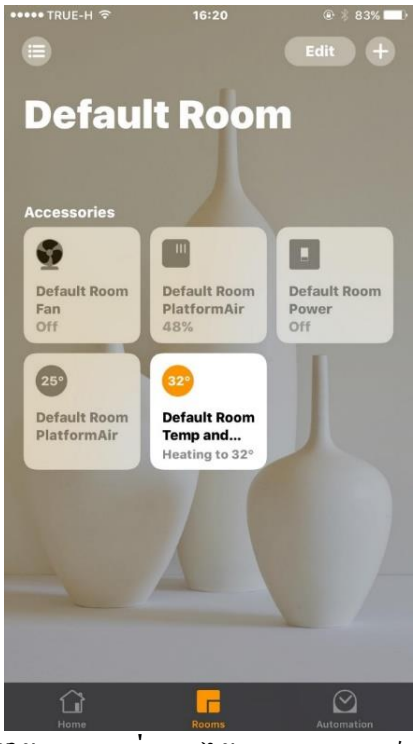
ก) ข)

ภาพที่ 4.31 เชื่อมต่อแพลตฟอร์มเครื่องปรับอากาศเข้ากับแอปพลิเคชันโฮม

ก) แพลตฟอร์มเครื่องปรับอากาศในหน้าเพิ่ม Accessory

ข) เมื่อเพิ่ม Accessory สำเร็จ

เมื่อทำการเพิ่มและใส่รหัสเรียบร้อย ในหน้าหลักของแอปพลิเคชันโฮมจะแสดง Service ที่จำเป็นแสดงมาให้ผู้ใช้สามารถสั่งการได้



ภาพที่ 4.32 Services ที่ผู้ใช้สามารถสั่งการได้ของแพลตฟอร์มเครื่องปรับอากาศ

4.2.7.4 สรุปผลการทดลอง

แอปพลิเคชันโฮมสามารถเพิ่ม Accessory เครื่องปรับอากาศที่สร้างขึ้นได้แสดงว่าแพลตฟอร์มสามารถรับคำสั่งจากแอปพลิเคชันโฮมเพื่อควบคุมเครื่องปรับอากาศได้ตามต้องการ ได้แก่ การเปิดปิด ปรับอุณหภูมิ โหมดของเครื่องปรับอากาศ ความแรงลม และยังสามารถดูค่าอุณหภูมิและค่าความชื้นภายในห้องได้

4.2.8 ทดสอบการรับค่าเซนเซอร์จาก Input module ไปยัง Control board ของแพลตฟอร์มเครื่องปรับอากาศ

4.2.8.1 วัตถุประสงค์

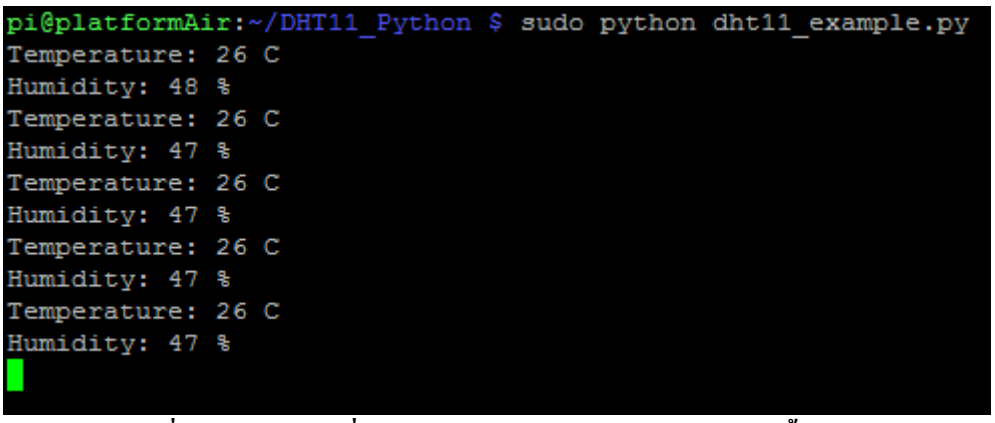
ทดสอบการอ่านค่าจากเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น (DHT11)

4.2.8.2 ขั้นตอนการทดสอบ

1) นำเซนเซอร์ DHT11 เชื่อมต่อเข้ากับ rPi Zero W
2) นำชุดอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อแล้ววัดค่าอุณหภูมิและความชื้นภายในห้อง
3) ดูผลการอ่านจาก Putty ที่ทำการ ssh ผ่าน platformAir.localเข้าไปใน rPi Zero W

4.2.8.3 ผลการทดลอง

เมื่อทำการ ssh เข้าไปที่ platformAir.local สั่งรันโปรแกรมสำหรับอ่านค่าจากเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นจะเห็นว่าแพลตฟอร์มเครื่องปรับอากาศจะแสดงค่าที่รับได้จากเซนเซอร์ ดังรูป 4.33



ภาพที่ 4.33 แสดงค่าที่รับจากเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น

4.2.8.4 สรุปผลการทดลอง

แพลตฟอร์มเครื่องปรับอากาศสามารถอ่านค่าจากเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นได้

4.2.9 ทดสอบระยะของการควบคุมเครื่องปรับอากาศของ Output module ของแพลตฟอร์มเครื่องปรับอากาศ

4.2.9.1 วัตถุประสงค์

เพื่อทดสอบระยะการส่งสัญญาณอินฟราเรดสูงสุดจากแพลตฟอร์มไปควบคุมเครื่องปรับอากาศ

4.2.9.2 ขั้นตอนการทดสอบ

1) เชื่อมต่อแพลตฟอร์มเครื่องปรับอากาศกับแอปพลิเคชันโฮม
2) หันแพลตฟอร์มเครื่องปรับอากาศไปในทิศทางเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการควบคุมโดยห้ามมีสิ่งกีดขวางกั้นทิศทางของสัญญาณ
3) สั่งการควบคุมเครื่องปรับอากาศจากแอปพลิเคชันโฮม
4) สังเกตเครื่องปรับอากาศว่าทำงานตามคำสั่งหรือไม่

4.2.9.3 ผลการทดลอง

ตาราง 4.2 ตารางที่แสดงระยะห่างและผลการรับสัญญาณของเครื่องปรับอากาศ

ระยะ (เมตร)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
การรับสัญญาณ	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗

4.2.9.4 สรุปผลการทดลอง

ระยะทางสูงสุดที่แพลตฟอร์มสามารถส่งสัญญาณอินฟราเรดไปควบคุมเครื่องปรับอากาศได้คือ 16 เมตร

4.3 สรุปผลการทดลองแพลตฟอร์มตามขอบเขตตามโครงงาน

จากผลการทดลองนั้นสามารถสรุปผลการทำงานของแพลตฟอร์มประเภทปลั๊กไฟ ซึ่งจะถูกใช้งานร่วมกับหลอดไฟที่สามารถเปิด/ปิดได้จากการเสียบปลั๊กไฟ และแพลตฟอร์มประเภทเครื่องปรับอากาศ ได้ว่า ทั้งสองแพลตฟอร์มนั้นสามารถเชื่อมต่อเครือข่ายสัญญาณ WiFi เดียวกับ iOS Device ที่ใช้งานแอปพลิเคชันโฮมได้โดยการให้ผู้ใช้งานเลือก WiFi ด้วยตนเองจาก Web server ของแพลตฟอร์ม เมื่อแพลตฟอร์มสามารถเชื่อมต่อสัญญาณ WiFi เดียวกับแอปพลิเคชันโฮมได้แล้ว แพลตฟอร์มสามารถทำให้แอปพลิเคชันโฮมเพิ่มเครื่องใช้ไฟฟ้าเป็น Accessory เพื่อให้ใช้งานได้ โดยแต่ละ Accessory นั้นจะมี Service ที่แตกต่างกันได้แก่

1) ปลั๊กไฟ มี Service ดังนี้
   - Switch service สำหรับเปิดปิดปลั๊กไฟ
   - Light sensor service สำหรับแสดงค่าความสว่างของแสงภายในห้อง
   - Lightbulb service สำหรับเปิดระบบควบคุมอัตโนมัติและตั้งค่าเกณฑ์ของเซนเซอร์
2) เครื่องปรับอากาศ มี Service ดังนี้
   - Switch service สำหรับเปิดปิดเครื่องปรับอากาศ
   - Fan service สำหรับปรับความแรงลม
   - Thermostat service สำหรับแสดงและตั้งค่าโหมดของเครื่องปรับอากาศปัจจุบันพร้อมแสดงค่าอุณหภูมิ
   - TemperatureSensor service สำหรับแสดงค่าอุณหภูมิของห้อง
   - HumiditySensor service สำหรับแสดงค่าความชื้นของห้อง

หลังจากแอปพลิเคชันโฮมสามารถเพิ่ม Accessory ได้แล้วนั้น การทำงานภายในแพลตฟอร์มจะประกอบไปด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วนคือ Input module, Control Board และ Output

module ซึ่งต้องมีทั้ง 3 ส่วนนี้ในทุกแพลตฟอร์ม แพลตฟอร์มสามารถทำงานได้ตามการออกแบบ คือ Input module จะเป็นส่วนที่ประกอบด้วยเซนเซอร์เพื่ออ่านค่าสถานะตามเซนเซอร์นั้นๆ เมื่ออ่านค่าแล้วจะส่งค่าที่อ่านได้ต่อไปยัง Control board และ Control board จะส่งข้อมูลคำสั่งไปยัง Output module เพื่อให้ Output module ส่งคำสั่งนั้นควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าต่อไป นอกจากนี้ Control board จะเป็นส่วนที่รับส่งข้อมูลกับแอปพลิเคชันโฮม สำหรับรับคำสั่งที่ผู้ใช้สั่งการมา หรือส่งข้อมูลค่าสถานะของเซนเซอร์สำหรับแสดงค่านั้นไปยังแอปพลิเคชันโฮม

จากการออกแบบและการทดลองนั้น แต่ละแพลตฟอร์มจะมีส่วน Input module และ Output module ที่แตกต่างกัน ทำให้สามารถสรุปการทำงานของ Input module และ Output module ของแต่ละแพลตฟอร์ม ได้ดังนี้

1) แพลตฟอร์มปลั๊กไฟที่ใช้งานร่วมกับหลอดไฟ

- Input module

  เป็นส่วนแยกจาก Control board และ Output module ประกอบด้วยเซนเซอร์วัดแสง สามารถรับค่าแสงแล้วส่งค่าไปยัง Control board ด้วยสัญญาณวิทยุ ซึ่ง Input module สามารถส่งสัญญาณวิทยุไปยัง Control board ได้ในระยะห่างไม่เกิน 16 เมตร หากเกินกว่านั้นจะไม่สามารถทำการส่งสัญญาณวิทยุได้

- Output module

  สามารถรับข้อมูลคำสั่งจาก Control board แล้วทำการควบคุมการส่งกระแสไฟฟ้า 220V AC สำหรับเปิดและปิดปลั๊กไฟได้

- ส่วนการควบคุมแบบอัตโนมัติ

  เมื่อเปิดระบบการควบคุมแบบอัตโนมัติ Control board จะนำเอาค่าเซนเซอร์แสงที่ได้รับมากจาก Input board มาประมวลผล ถ้าหากแสงน้อยจะทำการเปิดปลั๊กไฟและถ้าหากแสงมากจะทำการปิดปลั๊กไฟ

2) แพลตฟอร์มเครื่องปรับอากาศ

- Input module

  ประกอบด้วยเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น สามารถรับค่าอุณหภูมิและความชื้นแล้วส่งค่าไปยัง Control board

- Output module

  สามารถรับข้อมูลคำสั่งที่อยู่ในรูปแบบของ คำสั่งอินฟราเรด จาก Control board แล้วทำการส่งคำสั่งนั้นไปยังเครื่องปรับอากาศเพื่อทำการควบคุม โดยแพลตฟอร์มสามารถส่งสัญญาณอินฟราเรดไปยังเครื่องปรับอากาศได้ในระยะห่างไม่เกิน 16 เมตร และต้องไม่มีสิ่งกีดขวางระหว่างแพลตฟอร์มและเครื่องปรับอากาศ

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 แพลตฟอร์มสำหรับการศึกษาค้นคว้า

5.1.1 บทสรุป

การทดลองในบทที่ 4 นั้นเป็นการทดลองเพื่อการตรวจสอบความถูกต้องของการทำงานในแต่ละลำดับขั้นตอนของแพลตฟอร์ม แบ่งการทดลองออกเป็นแต่ละส่วนของแพลตฟอร์มได้ดังนี้

1) ทดสอบการเชื่อมต่อแพลตฟอร์มเข้ากับแอปพลิเคชันโฮม
2) ทดสอบการส่งชุดคำสั่งจาก rPi3 ไป NodeMCU ภายใน Control board
3) ทดสอบการส่งชุดคำสั่งจาก Control board ไปยัง Output board
4) ทดสอบการส่งและรับชุดคำสั่ง Request ค่าสถานะระหว่าง Control board กับ Input board
5) ทดสอบการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าแบบอัตโนมัติ

จากผลการทดลองของแต่ละส่วนนั้นสรุปผลได้ว่า แพลตฟอร์มสามารถทำให้แอปพลิเคชันโฮมเพิ่มเครื่องใช้ไฟฟ้า (หลอดไฟและเครื่องปรับอากาศ) เป็น Accessory เพื่อให้ใช้งานได้ โดยแต่ละ Accessory นั้นจะมี Service ที่แตกต่างกันได้แก่

6) หลอดไฟมี Service ดังนี้
   - Switch service สำหรับเปิดปิดสวิตช์หลอดไฟ
   - Light sensor service สำหรับแสดงค่าความสว่างของแสงภายในห้อง
   - Lightbulb service สำหรับเปิดระบบควบคุมอัตโนมัติและตั้งค่าเกณฑ์ของเซนเซอร์
   - Lightbulb service สำหรับบ่งบอกการมีอยู่ของ Input board และระบุ id ของ Input board
7) เครื่องปรับอากาศมี Service ดังนี้
   - Switch service สำหรับเปิดปิดเครื่องปรับอากาศ
   - Fan service สำหรับปรับความแรงลม
   - Thermostat service สำหรับแสดงและตั้งค่าโหมดของเครื่องปรับอากาศปัจจุบัน พร้อมแสดงค่าอุณหภูมิ
   - LightService service สำหรับบ่งบอกการมีอยู่ของ Input board และระบุ id ของ Input board

- TemperatureSensor service สำหรับแสดงค่าอุณหภูมิของห้อง
- HumiditySensor service สำหรับแสดงค่าความชื้นของห้อง

หลังจากแอปพลิเคชันโฮมสามารถเพิ่ม Accessory ได้แล้วนั้น การรับส่งข้อมูลของแต่ละส่วนภายในแพลตฟอร์มสามารถทำได้จากที่ได้ทำการออกแบบไว้คือภายใน Control board นั้น rPi3 สามารถรับส่งข้อมูลกับ NodeMCU ผ่าน UART ได้และการรับส่งข้อมูลระหว่าง NodeMCU ในแต่ละส่วน (Control board, Input board และ Output board) สามารถทำได้ด้วยการใช้ UDP Protocol ซึ่งมีข้อดีคือความเร็วในการรับส่ง สามารถตรวจสอบความถูกต้องของชุดข้อมูลได้ด้วย CRC-16 algorithm

ในส่วนของการส่งสัญญาณอินฟราเรดไปยังเครื่องปรับอากาศและกระแสไฟฟ้าไปยังหลอดไฟจาก Output board ไปควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้านั้น แพลตฟอร์มสามารถส่งสัญญาณเหล่านี้ตามคำสั่งจากแอปพลิเคชันหรือการควบคุมอัตโนมัติไปยังเครื่องใช้ไฟฟ้าได้

การควบคุมอัตโนมัติต้องมีการอ่านค่าเซนเซอร์ในส่วน Input board โดยเซนเซอร์ที่ได้ทำการทดลองนั้นคือเซนเซอร์วัดแสงและเซนเซอร์วัดอุณหภูมิกับความชื้น แพลตฟอร์มสามารถส่งสัญญาณควบคุมไปยังเครื่องใช้ไฟฟ้าเมื่อมีการตั้งค่าของค่าเซนเซอร์ แพลตฟอร์มจะทำการอ่านค่าเซนเซอร์ที่อยู่ภายใน Input board ส่งไปยัง Control board เพื่อให้ Control board ประมวลผลสำหรับการควบคุมส่งไปยัง Output board

5.1.2 ปัญหาและอุปสรรคที่พบ

1) การควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าหลายตัวที่เป็นชนิดเดียวกันแต่ต้องการควบคุมแค่เครื่องใดเครื่องนึง แต่การส่งชุดคำสั่งเป็นแบบ broadcast ทำให้เครื่องใช้ไฟฟ้าทุกตัวทำคำสั่งเดียวกัน
2) การที่ Output board มีเซนเซอร์ในตัว ทำให้ภายในห้องอาจจะมีเซนเซอร์ภายในห้องที่เยอะเกินจำเป็น

5.1.3 แนวทางแก้ไข

1) กำหนด id ใน Output board ทำให้การ broadcast ภายใน Output board จะทำการเช็ค id ก่อนจะทำคำสั่งนั้นทำให้ควบคุมแค่เครื่องใดเครื่องนึงได้
2) นำเซนเซอร์ออกจาก Output board แล้วนำไปเพิ่มเป็น Input board ที่มีเพื่อใช้วัดค่าสถานะภายในห้อง

5.2 แพลตฟอร์มตามขอบเขตโครงงาน

5.2.1 บทสรุป

แพลตฟอร์มควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านด้วยแอปพลิเคชันโฮม เป็นแพลตฟอร์มที่สามารถใช้งานได้กับแอปพลิเคชันโฮมของอุปกรณ์ที่ทำงานด้วยระบบปฏิบัติการ iOS เวอร์ชัน 10 ขึ้นไป รับคำสั่งสำหรับการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าจากแอปพลิเคชันโฮม ซึ่งหนึ่งแพลตฟอร์มจะใช้งานได้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าหนึ่งชนิดเท่านั้น ซึ่งโครงงานนี้เป็นการพัฒนาแพลตฟอร์มตัวอย่างได้แก่ แพลตฟอร์มปลั๊กไฟที่ใช้งานร่วมกับหลอดไฟและแพลตฟอร์มเครื่องปรับอากาศ โดยแพลตฟอร์มเครื่องปรับอากาศทำการควบคุมด้วยการส่งสัญญาณอินฟราเรด แพลตฟอร์มปลั๊กไฟทำการควบคุมด้วยกระแสไฟฟ้า 220V AC ภายในแต่ละแพลตฟอร์มจะประกอบไปด้วยเซนเซอร์ที่ทำงานในการรับค่าสถานะจากภายนอกเพื่อแสดงผลของเซนเซอร์นั้นผ่านแอปพลิเคชันโฮม สำหรับแพลตฟอร์มปลั๊กไฟจะมีส่วนการควบคุมอัตโนมัติซึ่งเป็นการควบคุมจากเซนเซอร์เพื่อควบคุมการเปิดและปิดปลั๊กไฟ

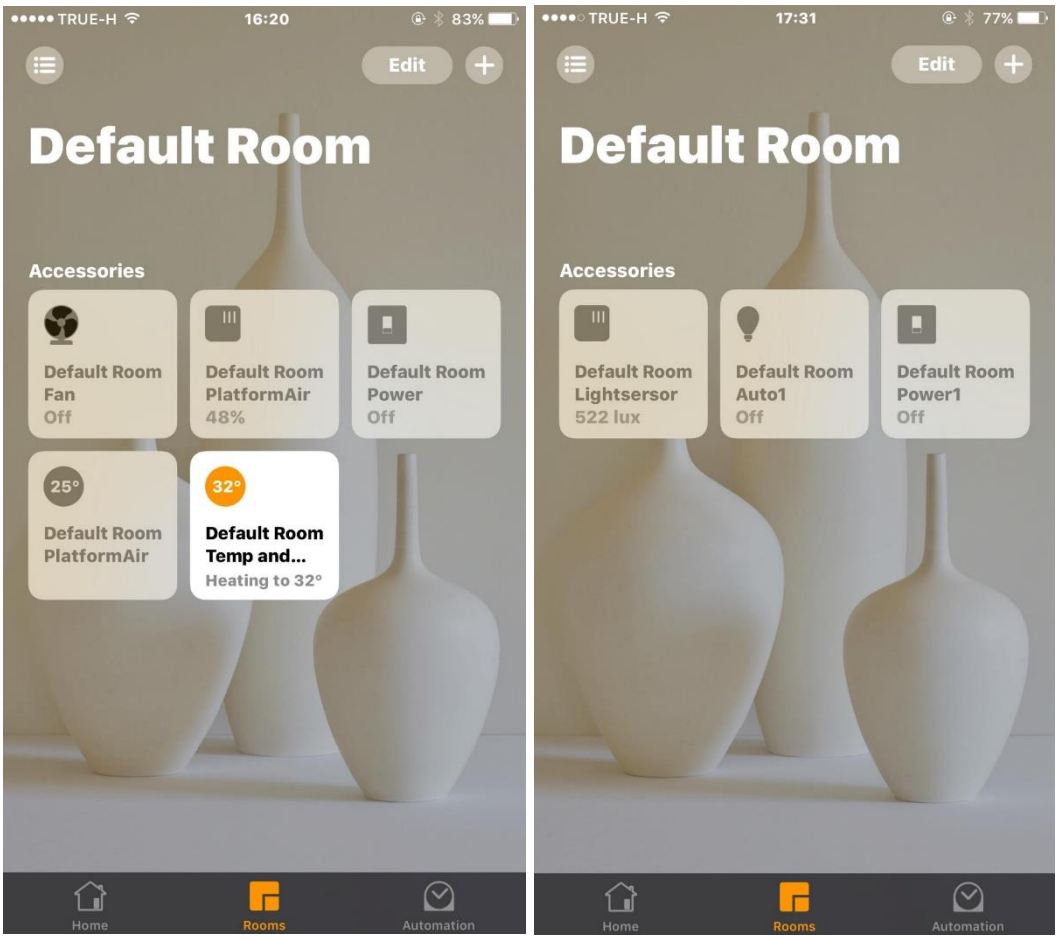
การพัฒนาแพลตฟอร์มควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้านั้น สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1) แพลตฟอร์มสามารถรับคำสั่งจากแอปพลิเคชันโฮมมาประมวลผลเพื่อควบคุมการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าได้

โดยแพลตฟอร์มและอุปกรณ์ที่ใช้งานแอปพลิเคชันโฮมนั้นจะเชื่อมต่อสัญญาณ WiFi เดียวกันด้วยการตั้งค่าจาก Web server ของแพลตฟอร์ม เมื่อทำการเชื่อมต่อแล้วแพลตฟอร์มจะรับคำสั่งจากแอปพลิเคชันโฮมด้วยและส่งสัญญาณการควบคุมออกไปตามประเภทของแพลตฟอร์มนั้นๆ

2) แพลตฟอร์มสามารถรับค่าจากเซนเซอร์วัดค่าสถานะมาแสดงผลทางแอปพลิเคชันโฮม และสามารถควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าแบบอัตโนมัติ

แอปพลิเคชันโฮมจะแสดงผลค่าของเซนเซอร์ที่อยู่ภายในแพลตฟอร์มนั้น และในส่วนของการควบคุมอัตโนมัติจะมีอยู่ในแพลตฟอร์มปลั๊กไฟ สำหรับควบคุมการเปิดและปิดปลั๊กไฟ โดยจะเปิดหรือปิดเมื่อค่าของเซนเซอร์ที่วัดได้นั้นเป็นไปตามที่กำหนดไว้



ก) ข)

ภาพที่ 5.1 ค่าของเซนเซอร์ที่แสดงผลบนแอปพลิเคชันโฮม

ก) ค่าเซนเซอร์ของแพลตฟอร์มเครื่องปรับอากาศ

ข) ค่าเซนเซอร์ของแพลตฟอร์มปลั๊กไฟที่ใช้งานร่วมกับหลอดไฟ

3) แพลตฟอร์มสามารถควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าซึ่งใช้สัญญาณอินฟราเรดในการสั่งการ

ในโครงงานนี้ได้พัฒนาแพลตฟอร์มเครื่องปรับอากาศ ซึ่งเครื่องปรับอากาศนั้นสามารถถูกควบคุมเมื่อได้รับสัญญาณอินฟราเรดได้ จากการทดลองในบทที่ 4 นั้นแสดงว่าแพลตฟอร์มสามารถส่งสัญญาณอินฟราเรดไปควบคุมเครื่องปรับอากาศได้

4) เพื่อพัฒนาแพลตฟอร์มที่สามารถควบคุมพอร์ตการจ่ายไฟ 220V AC ให้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าสำหรับการเปิด – ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า

ในโครงงานนี้ได้พัฒนาแพลตฟอร์มปลั๊กไฟที่ใช้งานร่วมกับหลอดไฟ ซึ่งแพลตฟอร์มสามารถสั่งการเปิดและปิดการส่งกระแสไฟฟ้า 220V AC ผ่านพอร์ตการจ่ายไฟได้

5.2.2 ปัญหาและอุปสรรคที่พบ

1) การส่งสัญญาณอินฟราเรดส่งสัญญาณได้เพียงใกล้ๆ
2) การจ่ายไฟ Input ผ่าน 5V pin ของบอร์ด Raspberry Pi Zero W ทำให้ไม่ผ่านวงจรสำหรับป้องกันของ Raspberry Pi Zero W และ 5V pin สามารถรับกระแสได้ไม่เกิน 100mA ทำให้เมื่อค่าแรงดันไฟฟ้าตกหรือกระแสไฟไม่คงที่ Raspberry Pi Zero W เกิดการรีบูทตัวเอง
3) เมื่อแพลตฟอร์มเริ่มทำงาน Regulator สำหรับแปลงไฟ 5V ร้อนเกินไป Regulator จึงตัดไฟไปชั่วขณะทำให้บอร์ด Raspberry Pi Zero W รีบูท

5.2.3 แนวทางแก้ไข

1) นำทรานซิสเตอร์ต่อวงจรเพื่อขยายกระแสให้ IR LED ทำให้ส่งได้ไกลมากขึ้น
2) เปลี่ยนการจ่ายไฟจาก 5V pin ไปเป็นจ่ายเข้ากับช่อง microUSB ของ rPi zero W
3) นำ regulator มาติด Heat sink เพื่อระบายความร้อน

บทที่ 6

สรุปผลผลิตงานวิจัย

6.1 สรุปรายชื่อและรายละเอียดผลผลิตงานวิจัยที่ผลิตได้

1) แพลตฟอร์มประเภทปลั๊กไฟที่ใช้งานร่วมกับหลอดไฟ
2) แพลตฟอร์มประเภทเครื่องปรับอากาศ

บรรณานุกรม

KKdeveloper, หัวข้อ NodeMCU กับ IoT ตอนที่ 1: NodeMCU คืออะไร. [Online]. Available: http://sat2you.com/web/2017/01/31/nodemcu-กับ-iot-ตอนที่-1-nodemcu-คืออะไร

wisdomgoody, 2015.รู้จักกับ **Arduino ESP8266 (NodeMCU).** [Online]. Available: http://www.ayarafun.com/2015/08/introduction-arduino-esp8266-nodemcu/

Anuchit Chalothorn, **มาเล่น HAP-NodeJS สำหรับ HomeKit Accessory กัน.** [Online]. Available: http://thaiopensource.org/มาเล่น-hap-nodejs-สำหรับ-homekit-accessory-กัน/

Thongpak Pongsilathong, **[iOS] สั่ง Siri ให้เปิดไฟผ่าน HomeKit.** [Online].Available: https://blog.nextzy.me/ios-สั่ง-siri-ให้เปิดไฟด้วย-homekit-dac34a37571b

Nuengruetai, **Apple HomeKit คืออะไร?** [Online]. Available: https://www.studio7thailand.com/trends/apple-homekit/

Mountain "A", การใช้งาน **DHT11 Humitdity and Temperature Sensor กับบอร์ด Arduino.** [Online]. Available: https://www.arduitronics.com/article/13/การใช้งาน-dht11-humitdity-and-temperature-sensor-กับบอร์ด-arduino

Natcha Phohan, **หัวข้อตัวกลางการสื่อสารไร้สาย Wireless transmission Media.** [Online]. Available: http://www.datacom2u.com/WirelessMedia.php

STK@TEE, **UART / TTL / RS232 / MAX232 / MAX3232 คืออะไร.** [Online]. Available: http://www.thaieasyelec.com/article-wiki/basic-electronics/uart-ttl-rs232-max232-max3232.html

Thaieasyelec, **ตอนที่ 1 รู้จักกับบอร์ด Raspberry Pi พร้อมเรียนรู้วิธีการติดตั้งระบบปฏิบัติการ Linux ให้กับ Respberry Pi.** [Online]. Available: http://thaieasyelec.com/article-wiki/embedded-electronics-application/บทความการพัฒนาโปรแกรมบน-raspberry-pi-ด้วย-qt.html

KhaosT, **HAP-NodeJS.** [Online]. Available:

https://github.com/KhaosT/HAP-NodeJS

honeywell, **WORKING WITH APPLE HOMEKIT**.[Online]. Available:
https://yourhome.honeywell.com/en/general-pages/homekit

Apple, **บ้านของคุณภายใต้บังคับบัญชาของคุณ**. [Online]. Available:
https://www.apple.com/th/ios/home/

Light sensors. [Online]. Available:
http://www.electronics-tutorials.ws/io/io_4.html

LDR Photoresistor Sensor Module โมดูลวัดแสง.[Online]. Available :
https://www.arduinoall.com/product/922/ldr-photoresistor-sensor-module-โมดูลวัดแสง

Infrared Receiver Module KY-022.[Online]. Available :
https://www.arduitronics.com/product/1446/infrared-receiver-module-ky-022

IR โมดูลเครื่องส่งสัญญาณอินฟราเรด.[Online]. Available :
https://www.banggood.com/th/Mini-38KHz-IR-Infrared-Transmitter-Module-IR-Infrared-Receiver-Sensor-Module-For-Arduino-RPI-STM32-p-1066428.html

นางสาวมณีรัตน์ หะสูง,**สื่อกลางในการสื่อสารข้อมูล - อินฟราเรด (Infrared)**.[Online]. Available :
http://www.thaigoodview.com/node/118154

รู้จักกับการสื่อสารแบบ UART.[Online]. Available :
http://aimagin.com/blog/การใช้งานพอร์ตสื่อสาร-uart/?lang=th

มาทำความรู้จัก MFi Program ของ Apple กันเถอะ.[Online]. Available :
http://rev.at1987.com/articles/apple-mfi-program/

MFi .[Online]. Available :
https://mfi.apple.com/MFiWeb/getFAQ.action

ความถี่วิทยุ.[Online]. Available :

https://en.wikipedia.org/wiki/Radio_frequency

รีเลย์.[Online]. Available :

http://www.psptech.co.th/รีเลย์relayคืออะไร-15696.page

nRF24L01.[Online]. Available:

https://howtomechatronics.com/tutorials/arduino/arduino-wireless-communication-nrf24l01-tutorial/

Solid state relay.[Online]. Available :

http://www.inno-ins.com/911124/โซลิดสเตตรีเลย์-ssr

Solid state relay.[Online]. Available :

https://www.factomart.com/th/solid-state-relay/

Solid state relay.[Online]. Available :

https://www.factomart.com/th/factomartblog/structure-and-principle-of-solid-state-relay/

Raspberry Pi zero.[Online]. Available :

https://www.techtalkthai.com/raspberry-pi-announces-pi-zero-w-integrated-wireless-lan-and-bluetooth/

Raspberry Pi zero.[Online]. Available :

https://www.techrepublic.com/article/raspberry-pi-zero-wireless-the-smart-persons-guide/

Arduino Pro Mini.[Online]. Available :

https://www.engineersgarage.com/electronic-components/arduino-pro-mini-pinout

ภาคผนวก

สรุปค่าใช้จ่ายการดำเนินงานโครงการวิจัย

รายการ	จำนวนเงิน
ค่าวัสดุ	
- ไมโครคอนโทลเลอร์	15,800
- โมดูลรับส่งสัญญาณไร้สาย	10,400
- บอร์ดอาดูโน่	9,270
- เซนเซอร์วัดความชื้น	7,490
- เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ	8,250
- เซนเซอร์วัดแสง	5,950
- โซลิดสเตตรีเลย์	7,490
- ลำโพงแบบแม่เหล็ก	4,800
- ตัวรับสัญญาณอินฟราเรด	4,850
- ตัวส่งสัญญาณอินฟราเรด	4,550
- โมดูลแปลง USB เป็น TTL	4,920
- บอร์ดวงจรอิเล็กทรอนิกส์	18,400
- อุปกรณ์เชื่อมต่อ	7,800
- หลอดไฟ LED	5,650
- อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	7,790
- แหล่งจ่ายไฟ	5,100
- หน่วยความจำ	7,780
- อินทิเกรตเซอคิท	6,150
- บอร์ดพลาสติกสำหรับใช้ต่อวงจร	5,490
- ปลั๊กไฟ	4,400
- พอร์ตต่อเพิ่มสำหรับ USB	5,940
- ชุดจ่ายไฟ	15,400
- ออกแบบบรรจุภัณฑ์	5,400
- ขึ้นแบบบรรจุภัณฑ์	4,800
- ผลิตบรรจุภัณฑ์	6,860
- อื่น ๆ	9,270
รวม	**200,000**

ประวัตินักวิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัย

1. ชื่อ-สกุล (ภาษาไทย) รศ. ดร. เจริญ วงษ์ชุ่มเย็น

ชื่อ-สกุล (ภาษาอังกฤษ) Assoc. Prof. Dr. Charoen Vongchumyen

2. ตำแหน่งปัจจุบัน : รองศาสตราจารย์

3. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวกพร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์

สถานที่ติดต่อ : สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถนน ฉลองกรุงลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

โทรศัพท์ : 081-6929530

E-mail: charoen.vo@kmitl.ac.th

4. ประวัติการศึกษา

ระดับปริญญาตรี : ปี พ.ศ. 2541 วศบ. คอมพิวเตอร์ (เกียรตินิยม อันดับ 1) ภาควิชาวิศวกรรม คอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ระดับปริญญาโท : ปี พ.ศ. 2544 วศม. ไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

5. สาขาวิชาการที่มีความชานาญพิเศษ : สาขาวิศวกรรมศาสตร์และอุตสาหกรรมวิจัย

6. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ

6.1 ผลงานโครงการวิจัยที่ได้รับงบประมาณ

1) Automatic target for shooting training system (2552)
2) Advertisement on Waterfall Streaming (2553)
3) IPSC Training System (2554)
4) Observation Drone (2556)
5) Gunnery training systems by simulation of the actual situation (2556)
6) Diagnostic and Monitoring in Car System on iOS by OBD-II (2556)
7) Dance Vending Machine (2557)
8) Automatic Costume Selection (2557)

9) EEG Mind Control Wheelchair (2557)

10) Intelligent Light Bulb (2557)

6.2 ประวัติการทำงานด้านวิชาการ

พ.ศ. 2539 นักวิจัยห้องวิจัย ESL ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2542 อาจารย์ผู้ช่วยสอน สังกัดภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2546 บรรจุเป็นอาจารย์ สังกัดภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

6.3 วิชาสอน

1) Digital System Design
2) Advance Digital System Design
3) Microprocessor and Microcomputer Design
4) Microprocessor Interfacing
5) Computer Hardware Design
6) Computer Hardware Development
7) Data Communication and Computer Network
8) Computer organization and Assembly language
9) Managing software development
10) Digital design automation
11) Computer organization and architecture

6.4 งานวิจัย

1) Embedded System Design
2) Microprocessor and Microcomputer Applications
3) Optical Communications
4) Information Technology
5) Microprocessor Design and Development
6) PCB Design

7) Microprocessor Interfacing

6.5 ประวัติการทำงานด้านบริหารและบริการวิชาการ

พ.ศ. 2541	ผู้บริหารโครงการ “รีโมทคอนโทรลระยะไกลเพื่อควบคุมอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์”
พ.ศ. 2542	ผู้บริหารโครงการ “อุปกรณ์เลือกเส้นทางขนาดเล็ก”
พ.ศ. 2547 - 2549	ผู้เชี่ยวชาญไจก้าประเทศที่สาม โครงการร่วมมือสามฝ่าย (ลาว-ไทย-ญี่ปุ่น) ประจำที่คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยแห่งชาติลาว ประเทศสาธารณรัฐ-ประชาธิปไตยประชาชนลาว (สปป.ลาว)
พ.ศ. 2548	ที่ปรึกษาโครงการศูนย์ปฏิบัติการการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค Business Application Company Limited Bangkok, Thailand. การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค กระทรวงมหาดไทยโครงการศูนย์ปฏิบัติการการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค”
พ.ศ. 2548	ที่ปรึกษาโครงการศูนย์ปฏิบัติการภาครัฐ Business Application Company Limited Bangkok, Thailand. สำนักงานปลัดกระทรวงการคลัง โครงการศูนย์ปฏิบัติการกระทรวงการคลัง
พ.ศ. 2548	ที่ปรึกษาโครงการศูนย์ปฏิบัติการภาครัฐ Business Application Company Limited Bangkok, Thailand. สานักงานปลัดกระทรวงอุตสาหกรรม โครงการศูนย์ปฏิบัติการกระทรวงอุตสาหกรรม
พ.ศ. 2548	ที่ปรึกษาโครงการศูนย์ปฏิบัติการภาครัฐ Business Application Company Limited Bangkok, Thailand. สำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ โครงการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อผู้บริหาร(EIS)

พ.ศ. 2549	ระบบ Business Intelligent “Cognos” สำหรับโครงการศูนย์ปฏิบัติการการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
พ.ศ. 2550	ผู้ช่วยผู้อำนวยการ สำนักวิจัยและบริการคอมพิวเตอร์ สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2549	หัวหน้าโครงการวิจัย “โครงสร้างพื้นฐานของเฮลิคอปเตอร์ที่มีระบบควบคุมการบินอัตโนมัติ” คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2549	ที่ปรึกษากรรมาธิการการแปรรูปรัฐวิสาหกิจ วุฒิสภา
พ.ศ. 2549 – 2550	ที่ปรึกษากระทรวงสรรพสามิต
พ.ศ. 2548 – 2550	ที่ปรึกษาการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
พ.ศ. 2550	ที่ปรึกษาการรถไฟแห่งประเทศไทย

6.6 หนังสือ/ตำรา

1) อาจารย์ เจริญ วงษ์ชุ่มเย็น ,“ออกแบบไอซีดิจิตอลด้วย FPGA และ CPLD ภาคปฏิบัติ โดยใช้ภาษา VHDL ”,ซีเอ็ด

ผู้ร่วมวิจัย (1)

1. ชื่อ-สกุล (ภาษาไทย) ดร. ปกรณ์ วัฒนจตุรพร

ชื่อ-สกุล (ภาษาอังกฤษ) Dr. Pakorn Watanachaturaporn

2. ตำแหน่งปัจจุบัน : อาจารย์

3. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์

สถานที่ติดต่อ : สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถนน ฉลองกรุงลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

โทรศัพท์ : 081-563-8987

E-mail : kwpakorn@kmitl.ac.th

4. ประวัติการศึกษา

ระดับปริญญาตรี : พ.ศ. 2539 วศบ .คอมพิวเตอร์ (เกียรตินิยม อันดับ 2) ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ระดับปริญญาเอก : พ.ศ. 2548 Ph.D. (Computer Engineering), Syracuse University,
New York USA

5. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ : สาขาวิศวกรรมศาสตร์และอุตสาหกรรมวิจัย

6. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ

6.1 งานวิจัย

1) การประมวลผลโดยเครื่องคอมพิวเตอร์แบบขนาน แบบกระจาย และแบบคราวน์(Parallel, Distributed, and Cloud Computing)
2) การประมวลผลโดยใช้หน่วยประมวลผลกราฟิก (Graphics Processor Computing)
3) การประมวลผลภาพ (Image Processing)
4) การประมวลผลสัญญาณจากการตรวจรับระยะไกล (Remote Sensing)
5) ระบบการเรียนรู้สำหรับเครื่องจักรกล (Machine Learning)
6) ระบบสื่อผสม (Multimedia Systems)
7) ระบบระบุตัวตนด้วยสัญญาณวิทยุ (RFID: Radio Frequency Identification)

6.2 ประวัติการทำงานด้านวิชาการ

พ.ศ. 2559 – ปัจจุบัน ที่ปรึกษาโครงการพัฒนาระบบด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการ สื่อสาร กรมพัฒนาการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก กระทรวงสาธารณสุข

พ.ศ. 2558– ปัจจุบัน คณะกรรมการพัฒนาเทคโนโลยีการเลือกตั้ง สำนักงานคณะกรรมการเลือกตั้ง (กกต.)

พ.ศ. 2558– ปัจจุบัน คณะทำงานปรับปรุงระบบไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ของสถาบันสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2557 – ปัจจุบัน	ที่ปรึกษาด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยี เครือข่ายกองทุนหมู่บ้านและชุมชนเมืองภาคกลาง
พ.ศ. 2557 – ปัจจุบัน	ที่ปรึกษาด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยี เครือข่ายกองทุนหมู่บ้านและชุมชนเมืองภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
พ.ศ. 2557– ปัจจุบัน	ที่ปรึกษาด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยี เครือข่ายกองทุนหมู่บ้านและชุมชนเมืองภาคเหนือ
พ.ศ. 2557 – ปัจจุบัน	กรรมการพิจารณาระบบการประเมินคุณภาพบุคลากรสายวิชาการคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2556– ปัจจุบัน	ผู้ประเมินคุณภาพการศึกษาภายในสถานศึกษาระดับอุดมศึกษาสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (17092556)
พ.ศ. 2555– ปัจจุบัน	ผู้ทรงคุณวุฒิสอบประมวลผลความรู้ โครงการปริญญาโทสาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ภาคพิเศษ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
พ.ศ. 2555– ปัจจุบัน	ประธานและกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ หลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์ มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า สาขาย่อยวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
พ.ศ. 2555 – ปัจจุบัน	กรรมการตรวจประเมินคุณภาพการศึกษาภายในส่วนงานวิชาการ ระดับสาขาวิชา คณะวิศวกรรมศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2555 - ปัจจุบัน	กรรมการ คณะกรรมการกลั่นกรองคุณภาพวารสารวิชาการคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบัน

	เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2554 – ปัจจุบัน	อนุกรรมการ คณะอนุกรรมการประกันคุณภาพการศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2553 – ปัจจุบัน	กรรมการประจำและกรรมการบริหารหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์ดุษฎี บัณฑิต และ กรรมการประสานงานหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์ดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2552 – ปัจจุบัน	อาจารย์ที่ปรึกษาชมรมวิทยุสมัครเล่นสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2549 – ปัจจุบัน	อาจารย์ที่ปรึกษาชุมนุมวิชาการ คณะวิศวกรรมศาสตร์แบบเสนอโครงการวิจัยงบประมาณเงินรายได้ (Update ธ.ค. 58) หน้า 24/32สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2559	กรรมการ คณะกรรมการจ้างที่ปรึกษาจัดทำแผนการดำเนินการเพื่อปรับปรุงผังแม่บทสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยวิธีคัดเลือกสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2558	กรรมการ คณะกรรมการการจัดทำรายงานประเมินตนเอง (SAR) ระบบ CUPT QA ระดับสถาบัน ประจำปีการศึกษา 2557
พ.ศ. 2558	กรรมการ คณะกรรมการกลั่นกรองและติดตามผลโครงการวิจัยคณะวิศวกรรมศาสตร์สถาบัน

	เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2557	กรรมการพิจารณาขอบเขตการดำเนินงาน (TOR) และกรรมการกำหนดราคากลางโครงการพัฒนาประสิทธิภาพศูนย์ความปลอดภัยทางทะเลเพื่อควบคุมและกำกับดูแลการคมนาคมทางทะเลเพื่อป้องกันอุบัติภัยให้กับผู้ใช้บริการเรือโดยสารแบบตอบสนองในทันทีเมืองพัทยา จังหวัดชลบุรี
พ.ศ. 2557	กรรมการพิจารณาขอบเขตการดาเนินงาน (TOR) และกรรมการกำหนดราคากลางโครงการพัฒนาประสิทธิภาพการติดตามเรือโดยสารและเรือขนาดเล็กที่ใช้ความเร็วสูงระหว่างเดินทางเป็นเวลาจริงเมืองพัทยา จังหวัดชลบุรี
พ.ศ. 2557	กรรมการพิจารณาขอบเขตการดำเนินงาน (TOR) และกรรมการกำหนดราคากลางโครงการติดตั้งระบบตรวจสอบและแจ้งเตือนการกระทำผิดกฎหมายบริเวณถนนชายหาดพัทยาและวอล์คกิ้งสตรีท ที่สามารถให้การตอบสนองต่อการจัดการเหตุได้ในทันทีเมืองพัทยา จังหวัดชลบุรี
พ.ศ. 2557	กรรมการ งานประชุมสัมมนาทางวิชาการด้านการวิจัยและพัฒนาอุปกรณ์พิเศษ กรมสืบสวนคดีพิเศษ กระทรวงยุติธรรมพ.ศ. 2557 กรรมการตรวจประเมินคุณภาพการศึกษาภายใน ระดับคณะ/วิทยาลัย/วิทยาเขตสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2556 – 2557	ผู้ประสานงานระหว่างสถาบันอุดมศึกษาและภาคอุตสาหกรรม (University–Industry Collaboration Coordinator)โครงการ ASEAN

	University Network / the Southeast Asia Engineering Education Development Network (AUN/SEED-Net) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2556 – 2557	ที่ปรึกษาผู้ช่วยรัฐมนตรี สานักนายกรัฐมนตรี
พ.ศ. 2556	กรรมการและเลขานุการโครงการสัมมนาความร่วมมือระหว่างสถาบันอุดมศึกษาและภาคอุตสาหกรรมภายใต้โครงการ AUN/SEED-Net
พ.ศ. 2556	กรรมการ งานประชุมสัมมนาทางวิชาการด้านการวิจัยและพัฒนาอุปกรณ์พิเศษ กรมสืบสวนคดีพิเศษ กระทรวงยุติธรรม
พ.ศ. 2555 – 2557	กรรมการประเมินโครงงานนักศึกษาสาขาเทคโนโลยีและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยศรีปทุม
พ.ศ. 2554 – 2556	กรรมการ คณะกรรมการดำเนินการเชิงธุรกิจเพื่อสร้างรายได้ให้แก่สถาบัน “น้าดื่มแคแสด” สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2554 – 2555	ผู้ประสานงานฝ่ายวิชาการ โครงการ ASEAN University Network / the Southeast Asia Engineering Education Development Network (AUN/SEED-Net) วิทยาลัยนานาชาติสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2554	กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก หลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิตสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารสาหรับระบบฝังตัว (หลักสูตรนานาชาติ)คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. 2553	กรรมการ คณะกรรมการปฏิบัติงานอบรมคุณธรรม จริยธรรมนักศึกษาใหม่ ปีการศึกษา 2553สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2553	กรรมการ คณะกรรมการบริหารจัดการหมวดวิชาศึกษาทั่วไปสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2553	กรรมการ คณะกรรมการการพัฒนาและดำเนินการระบบสารสนเทศสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2553	กรรมการ คณะกรรมการการศึกษาความเป็นไปได้ของการก่อสร้างอาหารหอพักนักศึกษา โดยการลงทุนของภาคเอกชนสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2553	กรรมการ คณะกรรมการพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิตสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (หลักสูตร 4 ปี และหลักสูตรต่อเนื่อง) ปีการศึกษา 2553 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเซนต์จอห์น
พ.ศ. 2553	กรรมการ คณะกรรมการดาเนินงานจัดการประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 33 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2552 – 2553	กรรมการ คณะกรรมการวิชาการด้านมาตรฐานโครงการรับรองคุณภาพบริภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติสานักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
พ.ศ. 2552, 2556	กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก หลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรม

	คอมพิวเตอร์คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
พ.ศ. 2551 – 2556	กรรมการพิจารณาครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์ ประจาปีงบประมาณ 2553/2554/2555/2556 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2551	กรรมการพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเซนต์จอห์น
พ.ศ. 2551	กรรมการ คณะกรรมการพิจารณาครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2553 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2550	กรรมการ คณะกรรมการจัดทำรายงานการประเมินคุณภาพการศึกษาภายในของสถาบันประจำปีการศึกษา 2550 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2549	กรรมการ คณะกรรมการร่างหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิตสาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการคอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

6.3 ประวัติการทำงานด้านบริหารและบริการวิชาการ

พ.ศ. 2558	รองคณบดี ภายใต้โครงสร้างบริหารงานของคณบดีรองศาสตราจารย์ ดร. คมสัน มาลีสี คณะวิศวกรรมศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังกากับดูแลงานประกันคุณภาพการศึกษาและบริหารความเสี่ยง
พ.ศ. 2550 – 2551	ผู้อำนวยการ ภายใต้โครงสร้างบริหารงานของอธิการบดีรองศาสตราจารย์ ดร.กิตติ ตีรเศรษฐ

สานักวิจัยและบริการคอมพิวเตอร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2549 – 2553 รองคณบดี ภายใต้โครงสร้างบริหารงานของคณบดีรองศาสตราจารย์ ดร.กอบชัย เดชหาญ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กากับดูแลงานวิชาการ บัณฑิตศึกษา ประกันคุณภาพการศึกษา บริหารองค์ความรู้ วิเทศสัมพันธ์และโครงการ ASEAN University Network / the Southeast Asia Engineering Education Development Network (AUN/SEED-Net)

6.4 การแต่งหนังสือ

1) Watanachaturaporn, P. and M. K. Arora (2004). Support vector machines for classification of multi- and hyperspectral data. Advanced image processing techniques for remotely sensed hyperspectral data. P. K. Varshney and M. K. Arora, Springer-Verlag: 237-255.
2) Pal, M. and P. Watanachaturaporn (2004). Support vector machines. Advanced image processing techniques for remotely sensed hyperspectral data. P. K. Varshney and M. K. Arora, Springer-Verlag: 133-157.

6.5 วารสารทางวิชาการ

1) Watanachaturaporn, P., M. K. Arora, and P. K. Varshney. (2008). "Multisource Classification Using Support Vector Machines: An Empirical Comparison with Decision Tree and Neural Network Classifiers." Photogrammetric Engineering & Remote Sensing 74(2): 239-246
2) Xu, M., P. Watanachaturaporn, M. K. Arora, and P. K. Varshney. (2005). "Decision tree regression for soft classification of remote sensing data." Remote Sensing of Environment 97(3): 322-336.

6.6 การประชุมทางวิชาการ

1) Watanachaturaporn, P., Pichetjamroen, S., & Komet, V. (2015, 16 – 17 November 2015). Report on Thai and Laos Bi-language Character Recognition and Future Improvement. Paper presented at the 8th AUN/SEED-Net Regional Conference on Electrical and Electronics Engineering, Metro Manila, Philippines.
2) Pichetjamroen, S., Watanachaturaporn, P. (2015, 2nd – 3rd July 2015). A comparative study on tolerance of Thai / Laos characters and Arabic number recognition algorithms. (in Thai) Paper presented at the 11th National Conference on Computing and Information Technology, Bangkok, Thailand.
3) ศศกร พิเชฐจาเริญ และ ปกรณ์ วัฒนจตุรพร (2 – 3 กรกฎาคม 2558) การศึกษาเปรียบเทียบความทนทานของขั้นตอนวิธีการรู้จาอักษรไทย ลาว และเลขอารบิค นาเสนอใน การประชุมวิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 11 ณ โรงแรมอโนมา กรุงเทพมหานคร
4) Chanpanitgitchot, T., Ariyanopparut, N., & Watanachaturaporn, P. (2012, 20 April 2012). Improved data mining performance using CUDA graphics processors. Paper presented at the 2012 First ICT International Senior Project Conference and IEEE Thailand Senior Project Contest, Nakhon Pathom, Thailand. Insom, P., Wongpanitlert, P., Tipsupa, J., Rakjang, K., Kaemarungsi, K., & Watanachaturaporn, P. (2012, 29 - 31 January 2012). Implementation of a human vital monitoring system using Ad Hoc wireless network for smart healthcare. Paper presented at the Biomedical Engineering International Conference 2011 (BMEiCON-2011), Chiang Mai, Thailand.
5) Watanachaturaporn, P., Arora, M. K., & Varshney, P. K. (2006, May 1-5, 2006). Sub-pixel land cover classification using Support Vector Machines. Paper presented at the American Society for Photogrammetry & Remote Sensing (ASPRS) 2006 Annual Conference, Reno, NV, USA.

6) Watanachaturaporn, P., Arora, M. K., & Varshney, P. K. (2005, July 25-28, 2005). Multisource fusion for land cover classification using support vector machines. Paper presented at the Eighth International Conference on Information Fusion ISIF, IEEE and AES (FUSION 2005), Philadelphia, PA, USA.

7) Watanachaturaporn, P., Arora, M. K., & Varshney, P. K. (2005, March 7-11, 2005). Hyperspectral image classification using Support Vector Machines: a comparison with decision tree and neural network classifiers. Paper presented at the American Society for Photogrammetry & Remote Sensing (ASPRS) 2005 Annual Conference, Baltimore, MD, USA.

8) Watanachaturaporn, P., Arora, M. K., & Varshney, P. K. (2004, May 23-28, 2004). Evaluation of factors affecting support vector machines for hyperspectral classification. Paper presented at the American Society for Photogrammetry & Remote Sensing (ASPRS) 2004 Annual Conference, Denver, CO, USA.

9) Shah, C. A., Watanachaturaporn, P., Arora, M. K., & Varshney, P. K. (2003, October 27-28, 2003). Some recent results on hyperspectral image classification. Paper presented at the IEEE Workshop on Advances in Techniques for Analysis of Remotely Sensed Data, NASA Goddard Spaceflight Center, Greenbelt, MD, USA.

10) Watanachaturaporn, P., Arora, M. K., & Varshney, P. K. (2003, June 25-27, 2003). Lagrangian support vector machines (LSVM) for land cover classification from remote sensing data. Paper presented at the 11th International Conference on Geoinformatics' 2003, Toronto, Canada.

11) Watanachaturaporn, P., Arora, M. K., & Varshney, P. K. (2003, April 17, 2003). Land cover classification using support vector machines (SVM): effect of kernel functions. Paper presented at the 2nd Annual New York State Remote Sensing Symposium, Rochester, NY, USA.

6.7 บทความวิจัย

1) มาลีวัลย์ แซ่ก๊วย และ ปกรณ์ วัฒนจตุรพร (พ.ศ. 2556, ค.ศ. 2013) การโจมตีคีย์ของอาเอฟไอดีด้วยคูด้ากราฟีโพรเซสเซอร์ วิศวสารลาดกระบัง. 30(3): 25 – 30

ผู้ร่วมวิจัย (3)

1. ชื่อ-นามสกุล (ภาษาไทย) นายศรายุธ ต่อธิติธรรม

ชื่อ-นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr. Sarayuth Torthititum

2. ตำแหน่งปัจจุบัน นักศึกษา

3. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์

สถานที่ติดต่อ: สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถนน ฉลองกรุง ลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

โทรศัพท์ : 080-999-5844

Email: n-o_pao@hotmail.com

4. ประวัติการศึกษา

ระดับมัธยมศึกษา : โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ บดินทรเดชา

ระดับอุดมศึกษา : กำลังศึกษาชั้นปีที่ 4 สาขาวิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ผู้ร่วมวิจัย (4)

1. ชื่อ-นามสกุล (ภาษาไทย) นางสาวจิรชยา คำโสภา

ชื่อ-นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Miss. Jirachaya Khamsopa

2. ตำแหน่งปัจจุบัน นักศึกษา

3. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์

สถานที่ติดต่อ: สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถนน ฉลองกรุง ลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

โทรศัพท์ : 095-664-8348

Email: jk.cerisely@gmail.com

4. ประวัติการศึกษา

ระดับมัธยมศึกษา : โรงเรียนขอนแก่นวิทยายน

ระดับอุดมศึกษา : กำลังศึกษาชั้นปีที่ 4 สาขาวิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง