อิฐตรวจวัดสภาพแวดล้อม

BRICK MEASURE ENVIRONMENT

วรินทร์พร ตระกูลสมบัติ
WARINPHORN TRAKUNSOMBUD
วิมลมาศ ธรรมารักษ์วัฒนะ
WIMONMAS TAMMARAKWATTANA

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

อิฐตรวจวัดสภาพแวดล้อม

BRICK MEASURE ENVIRONMENT

วรินทร์พร ตระกูลสมบัติ

WARINPHORN TRAKUNSOMBUD

วิมลมาศ ธรรมารักษ์วัฒนะ

WIMONMAS TAMMARAKWATTANA

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BRICK MEASURE ENVIRONMENT

WARINPHORN TRAKUNSOMBUD

WIMONMAS TAMMARAKWATTANA

THESIS IS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING IN INFORMATION ENGINEERING

DEPARTMENT OF COMPUTER ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2017

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

หัวข้อปริญญานิพนธ์	อิฐตรวจวัดสภาพแวดล้อม
Thesis Title	Brick Measure Environment
ชื่อนักศึกษา	วรินทร์พร ตระกูลสมบัติ
	วิมลมาศ ธรรมารักษ์วัฒนะ
ระดับปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ
ภาควิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา	2560

(.....)

ผศ.บุณย์ชนะ ภู่ระหงษ์

อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

หัวข้อปริญญานิพนธ์	อิฐตรวจวัดสภาพแวดล้อม
Thesis Title	Brick Measure Environment
ชื่อนักศึกษา	วรินทร์พร ตระกูลสมบัติ
	วิมลมาศ ธรรมารักษ์วัฒนะ
ระดับปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ
ภาควิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา	2560

(.....)

ผศ.บุณย์ชนะ ภู่ระหงษ์

อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TB00681

หัวข้อปริญญานิพนธ์ อิฐตรวจวัดสภาพแวดล้อม

Thesis Title Brick Measure Environment

ชื่อนักศึกษา นางสาววรินทร์พร ตระกูลสมบัติ รหัสนักศึกษา 57011124

นางสาววิมลมาศ ธรรมารักษ์วัฒนะ รหัสนักศึกษา 57011179

ระดับปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมสารสนเทศ

ภาควิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์

ปีการศึกษา 2560

อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ผศ.บุณย์ชนะ ภู่ระหงษ์

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้ได้ถูกจัดทาขึ้นโดยมีจุดประสงค์เพื่อสร้างนวัตกรรมอิฐตรวจวัดสภาพแวดล้อมเป็นต้นแบบโดยนาอิฐวัดสภาพแวดล้อมบริเวณบ้าน วัดอุณหภูมิ ความชื้นและวัดการสั่นสะเทือนเพื่อแจ้งเตือนภัยธรรมชาติ โดยใช้ NodeMCU และ เซ็นเซอร์ มาเป็นตัววัดอุณหภูมิ ความชื้นและการสั่นสะเทือน โดยผลที่ได้คือสามารถวัดค่าอุณหภูมิและความชื้น ค่าการสั่นสะเทือนแสดงผลผ่านเว็บ และ Line Notify ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Brick Measure Environment	
Student	Miss. WARINPHORN TRAKUNSOMBUD	Student ID.57011124
	Miss. WIMONMAS TAMMARAKWATTANA	Student ID.57011179
Degree	Bachelor of Engineering	
Program	Information Engineering	
Department	Computer Engineering	
Academic Year	2017	
Thesis Advisor	Asst.Prof. Boonchana Purahong	

ABSTRACT

This thesis is a development prototype of brick measure environment by brick measure environment at home area measure temperature , humidity and vibration for alert natural disasters using NodeMCU and Sensor measure temperature , humidity and vibration.The result is can measure temperature , humidity and vibration display on webapplication and Line Notify

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เล่มนี้สาเร็จได้ด้วยดี เพราะได้รับความกรุณา และความช่วยเหลือจากอาจารย์หลายท่านข้าพเจ้าขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ ผศ.บุณย์ชนะ ภู่ระหงษ์อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานที่กรุณาสละเวลาอันมีค่า ให้แนวคิด คอยให้ความช่วยเหลือ ให้คาชี้แนะช่วยแก้ปัญหาตลอดจนให้ความรู้และประสบการณ์ที่ดีแก่ผู้จัดท า ในการด าเนินโครงงานนี้เป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ในรั้วสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกท่าน ที่ช่วยประสิทธิประสาทวิชาแก่ข้าพเจ้า ให้สามารถน าความรู้ที่ได้รับ มาใช้ในการพัฒนาโครงงานนี้

วรินทร์พร ตระกูลสมบัติ

วิมลมาศ ธรรมารักษ์วัฒนะ

วิศวกรรม สารสนเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II

กิตติกรรมประกาศ.....III

สารบัญ.....IV

สารบัญตาราง.....VII

สารบัญรูป.....VIII

บทที่ 1 บทน า.....1

1.1 ความเป็นมาและความสาคัญ.....1

1.2 วัตถุประสงค์.....2

1.3 ขอบเขตของโครงการ.....2

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....2

1.5 ขั้นตอนการด าเนินงานโครงงาน.....3

1.6 แผนเวลาของโครงงาน.....4

1.7 อุปกรณ์ที่ต้องใช้.....5

บทที่ 2 ทฤษฎีพื้นฐานที่ใช้.....6

2.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ESP8266 (NodeMCU).....6

2.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับ DHT11 Humidity and Temperature Sensor.....11

2.3 ทฤษฎีเกี่ยวกับ เซ็นเซอร์ตรวจจับความสั่นสะเทือน.....15

2.4 ทฤษฎีเกี่ยวกับ Internet of Things.....16

2.5 ทฤษฎีเกี่ยวกับ เว็บแอปพลิเคชั่น.....21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.6 ทฤษฎีเกี่ยวกับ Firebase 25

2.7 ทฤษฎีเกี่ยวกับ Ajax และ JQuery 28

2.8 ทฤษฎีเกี่ยวกับ JSON 30

2.9 ทฤษฎีเกี่ยวกับ Line Notify 31

บทที่ 3 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ 35

3.1 ภาพรวมของระบบและการท างานของระบบเบื้องต้น 35

3.2 การออกแบบฮาร์ดแวร์ (Hardware) 37

3.3 การออกแบบซอฟต์แวร์ (Software) 39

บทที่ 4 ผลการทดลอง 47

4.1 กล่าวน า 47

4.2 ผลการทดสอบเว็บแอปพลิเคชั่น (Web Application) 47

4.3 ผลการทดสอบฮาร์ดแวร์ (Hardware) 53

4.4 ผลการทดสอบ Line Notify 55

4.5 ผลการทดสอบฐานข้อมูล (Database) 55

บทที่ 5 สรุปผลการด าเนินงาน 59

5.1 สรุปผลการทดลอง 59

5.2 ปัญหาและอุปสรรคในการพัฒนาระบบ 59

5.3 แนวทางในการปรับปรุงและพัฒนา 60

บรรณานุกรม 61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก ก โปสเตอร์ 63
ภาคผนวก ข การติดตั้ง Arduino IDE เบื้องต้น 65
ภาคผนวก ค การติดตั้ง Sublime Text เบื้องต้น 70
ภาคผนวก ง การใช้งาน Firebase Database เบื้องต้น 74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1 ตารางการวางแผนช่วงการท างาน..... 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1.1 ภาพรวมของระบบ....2
รูปที่ 2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ESP8266(NodeMCU)....6
รูปที่ 2.2 NodeMCU Devkit 0.9 (ESP-12) Version 1....7
รูปที่ 2.3 NodeMCU Devkit 1.0 (ESP-12E) Version 2....8
รูปที่ 2.4 อธิบายหลักการทางานของ DHT11....12
รูปที่ 2.5 อธิบายหลักการทางาน DHT11....13
รูปที่ 2.6 อธิบายหลักการทางาน DHT11....13
รูปที่ 2.7 อธิบายการส่งข้อมูลของ DHT11....14
รูปที่ 2.8 อุปกรณ์ เซ็นเซอร์ DHT11....14
รูปที่ 2.9 อุปกรณ์ เซ็นเซอร์ SW 420....16
รูปที่ 2.10 โครงสร้างแบบจ ลองเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย....19
รูปที่ 2.11 ส่วนประกอบของหน่วยร่วมเซ็นเซอร์....19
รูปที่ 2.12 โลโก้ของฐานข้อมูล Firebase....25
รูปที่ 2.13 ตัวอย่างโครงสร้างของฐานข้อมูลแบบ NoSQL....27
รูปที่ 2.14 หน้าเว็บของ Line Notify....31
รูปที่ 2.15 เพิ่มเพื่อนบัญชีของ Line Notify....32
รูปที่ 2.16 หน้าเว็บของ Line Notify....33
รูปที่ 2.17 หน้าเว็บของ Line Notify เพื่อกดขอ Token....33
รูปที่ 2.18 หน้าต่างหลังจากการกดเลือก ออก Token....34
รูปที่ 2.19 หน้าต่างแสดงค่าข้อความเพื่อน าไปเชื่อต่อในการส่งข้อมูล....34
รูปที่ 3.1 ภาพรวมของระบบและการท างานของระบบเบื้องต้น....35
รูปที่ 3.2 ไดอะแกรมแสดงการท างานระหว่าง ฮาร์ดแวร์ และ ซอฟแวร์....36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 3.3 อุปกรณ์ภายในอิฐ 36
รูปที่ 3.4 การเชื่อมต่อระหว่าง NodeMCU กับ เซ็นเซอร์ DHT11 37
รูปที่ 3.5 การเชื่อมต่อระหว่าง NodeMCU กับ เซ็นเซอร์วัดความสั่นสะเทือน 37
รูปที่ 3.6 การเชื่อมต่อระหว่าง NodeMCU กับ วงจร Charger 38
รูปที่ 3.7 อุปกรณ์ ฮาร์ดแวร์ 38
รูปที่ 3.8 โครงสร้างที่เป็น Key และ Value ในรูปแบบ ฐานข้อมูล JSON 39
รูปที่ 3.9 โครงสร้างที่เป็น Key และ Value ในรูปแบบฐานข้อมูล NoSQL Firebase 40
รูปที่ 3.10 แผงผังการจัดเก็บข้อมูลของอุปกรณ์ 4 โหนด 40
รูปที่ 3.11 โครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลจากอุปกรณ์ 4 โหนดใน ฐานข้อมูลFirebase 41
รูปที่ 3.12 การเขียนโค้ด เพื่อส่งค่าจากเซ็นเซอร์ไปยัง ฐานข้อมูลFirebase 41
รูปที่ 3.13 API และ Key ที่ใช้ในการดึงข้อมูลลงใน เว็บแอปพลิเคชั่น 42
รูปที่ 3.14 การโค้ดเพื่ออ้างไป path ที่ต้องการเข้าถึงในฐานข้อมูล 42
รูปที่ 3.15 หน้าแรกของ เว็บแอปพลิเคชั่น เมื่อเปิดในเว็บบราวเซอร์ 43
รูปที่ 3.16 หน้าแรกของ เว็บแอปพลิเคชั่น เมื่อเปิดในอุปกรณ์โทรศัพท์มือถือ 44
รูปที่ 3.17 แผนผังแถบเมนูบาร์ 44
รูปที่ 3.18 แผนผังการเรียกใช้งานของไฟล์ index.html 45
รูปที่ 3.19 โครงสร้างของเว็บแอพพลิเคชั่น 45
รูปที่ 3.20 ไดอะแกรมการส่งข้อมูลไปยัง Line Notify 46
รูปที่ 4.1 หน้าหลักของ Web Application 47
รูปที่ 4.2 หน้าเก็บประวัติอุณหภูมิและความชื้นของอุปกรณ์ Node1 48
รูปที่ 4.3 หน้าเก็บประวัติอุณหภูมิและความชื้นของอุปกรณ์ Node2 และ Node3 48
รูปที่ 4.4 หน้าเก็บประวัติอุณหภูมิและความชื้นของอุปกรณ์ Node3 และ Node4 49
รูปที่ 4.5 กราฟแสดงผลค่าอุณหภูมิจากอิฐทั้ง 4 ก้อน 49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.6 ผลอุณหภูมิที่วัดได้ของอิฐแต่ละก้อน 50
รูปที่ 4.7 กราฟแสดงผลค่าความชื้นจากอิฐทั้ง 4 ก้อน 50
รูปที่ 4.8 ผลค่าความชื้นที่วัดได้ของอิฐแต่ละก้อน 51
รูปที่ 4.9 กราฟแสดงผลค่าความสั่นสะเทือนจากอิฐทั้ง4ก้อน 51
รูปที่ 4.10 ผลค่าความสั่นสะเทือนที่วัดได้ของอิฐแต่ละก้อน 52
รูปที่ 4.11 สถานะของอิฐแต่ละก้อน 52
รูปที่ 4.12 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ในแต่ละโหนด 53
รูปที่ 4.13 โครงสร้างอิฐด้านข้าง 53
รูปที่ 4.14 เซ็นเซอร์ DHT11 เชื่อมต่อ NodeMCU 54
รูปที่ 4.15 เซ็นเซอร์วัดความสั่นสะเทือน เชื่อมต่อ NodeMCU 54
รูปที่ 4.16 NodeMCU เชื่อมต่อกับ วงจร Charger 54
รูปที่ 4.17 การแจ้งเตือนอุณหภูมิ ความชื้น และ ค่าการสั่นสะเทือนผ่านทาง Line Notify 55
รูปที่ 4.18 หน้าต่างควบคุมฐานข้อมูล Firebase 56
รูปที่ 4.19 การเก็บข้อมูลของทั้ง 4 โหนดอุปกรณ์ 56
รูปที่ 4.20 การเก็บข้อมูลของ NodeMCU โหนดที่ 1 56
รูปที่ 4.21 การเก็บข้อมูลของ NodeMCU โหนดที่ 2 57
รูปที่ 4.22 การเก็บข้อมูลของ NodeMCU โหนดที่ 3 57
รูปที่ 4.23 การเก็บข้อมูลของ NodeMCU โหนดที่ 4 58
รูปที่ 4.24 รูปแบบในการจับเก็บข้อมูลในแต่ละครั้ง 58
รูปที่ ก.1 โปสเตอร์ 64
รูปที่ ข.1 หน้าต่างเว็บดาวน์โหลด Arduino IDE 66
รูปที่ ข.2 หน้าเลือกระบบปฏิบัติการ 67
รูปที่ ข.3 หน้าดาวน์โหลด Arduino IDE 67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

รูปที่ ข.4 หน้าโฟลเดอร์ 68
รูปที่ ข.5 หน้าไฟล์ติดตั้ง 68
รูปที่ ข.6 หน้าไฟล์ Arduino 68
รูปที่ ข.7 หน้าต่างโปรแกรม Arduino 69
รูปที่ ค.1 หน้าเว็บไซต์ sublimetext 71
รูปที่ ค.2 หน้าดาวน์โหลด 71
รูปที่ ค.3 หน้าโปรแกรม sublimetext 72
รูปที่ ค.4 หน้าต่างไดอล็อกบ็อก 72
รูปที่ ค.5 หน้าต่างไดอล็อกบ็อกส าหรับติดตั้ง Package ต่าง ๆ 73
รูปที่ ง.1 หน้าเว็บไซต์ https://console.firebase.google.com/ 75
รูปที่ ง.2 หน้าต่างสร้างโปรเจค Firebase 76
รูปที่ ง.3 หน้าต่างควบคุมการใช้งานของฐานข้อมูล Firebase 76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

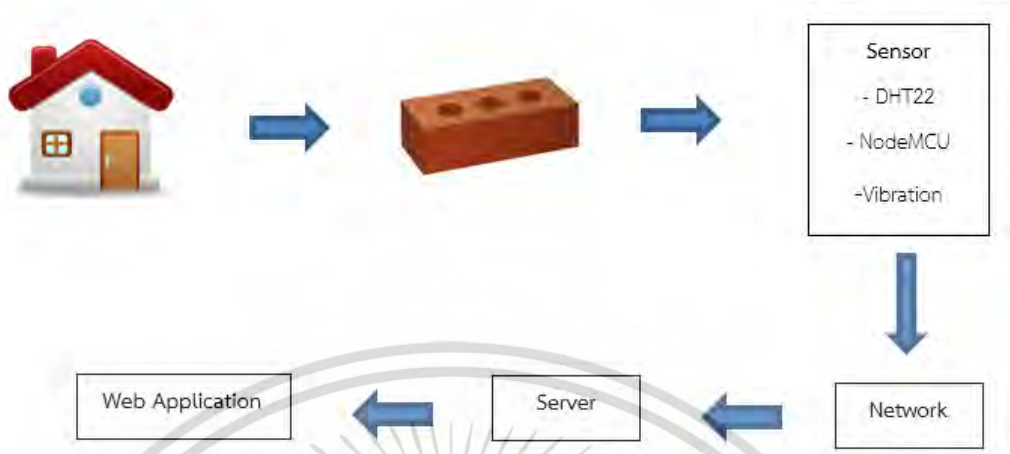
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ปัจจุบันสภาพอากาศในประเทศไทยค่อนข้างมีอุณหภูมิสูง สภาพอากาศร้อนจัดและมีแนวโน้มที่จะมีอุณหภูมิความร้อนสูงขึ้นเรื่อย ๆ ทุก ๆ ปีส่งผลต่อการดารงชีวิตของคนในสังคม อากาศร้อนสภาพอากาศภายในบ้านก็ร้อน เมื่ออากาศร้อนคนก็เปิดเครื่องปรับอากาศเยอะใช้ไฟฟ้าเยอะทาให้สิ้นเปลืองพลังงาน บ้านบางบ้านผนังเก็บความร้อนท ให้เครื่องใช้ไฟฟ้าอย่างเครื่องปรับอากาศท จานหนัก บ้านบางบ้านไม่มีเครื่องปรับอากาศท ให้ต้องทนกับสภาพความร้อนของอากาศ ซึ่งเป็นปัญหาต่อการด ารงชีวิตและปัญหาสิ้นเปลืองพลังงาน

แต่ทั้งนี้ทั้งนั้น ปัญหาดังกล่าวที่เกิดขึ้นทาให้เกิดนวัตกรรม อิฐตรวจวัดสภาพแวดล้อมเป็นต้นแบบในการนาอิฐวัดสภาพแวดล้อมบริเวณบ้าน วัดอุณหภูมิ ความชื้นและวัดการสั่นสะเทือนเพื่อแจ้งเตือนภัยธรรมชาติ โดยใช้ NodeMCU และ เซ็นเซอร์ (Sensor) มาเป็นตัววัดอุณหภูมิ ความชื้นและการสั่นสะเทือน ปัจจุบันเราเข้าสู่โลก IoT (Internet of Thing) แล้ว และ NodeMCU ก็กาลังมาแรง ทั้งใช้งานง่าย สะดวก ราคาไม่สูง สามารถควบคุมการเปิดปิดผ่านระบบไร้สาย ได้ จึงนา NodeMCU มาใช้ในนวัตกรรมนี้

เมื่อวัดสภาพแวดล้อมบริเวณบ้านได้แล้ว ในอนาคตสามารถพัฒนาอิฐตรวจวัดสภาพแวดล้อมให้สามารถปรับอุณหภูมิภายในบ้านได้ด้วยหรือทาการส่งสัญญาณสั่งให้เครื่องปรับอากาศภายในบ้านปรับอุณหภูมิอัตโนมัติเพื่อประหยัดพลังงานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.1 ภาพรวมของระบบ

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อสร้างระบบบ้านอัจฉริยะ ตอบสนองยุคเทคโนโลยีและแจ้งเตือนภัยธรรมชาติ เช่น แผ่นดินไหว

1.2.2 เพื่อที่จะอ านวยความสะดวกส าหรับบ้านที่ไม่มีเครื่องปรับอากาศ

1.2.3 เพื่อสร้างต้นแบบนาไปพัฒนาต่อเพื่อแก้ปัญหาสภาพอากาศภายในบ้านและช่วยประหยัดพลังงาน

1.3 ขอบเขตของโครงการ

1.3.1 สามารถวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นจากสภาพแวดล้อมภายนอกบ้านได้

1.3.2 สามารถวัดการสั่นสะเทือนเพื่อแจ้งเตือนแผ่นดินไหวได้

1.3.3 สามารถน าค่าอุณหภูมิและความชื้นมาวิเคราะห์และแสดงผลผ่านเว็บแอปพลิเคชั่นได้

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 สามารถน าความรู้ที่ได้ศึกษามา ด้านการเขียนโปรแกรม ซอฟต์แวร์ และ ฮาร์ดแวร์ น ามาประยุกต์รวมกัน

1.4.2 เข้าใจกระบวนการท างานของ NodeMCU

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4.3 สามารถพัฒนาทักษะในการเขียนโปรแกรมได้ดียิ่งขึ้น

1.4.4 ท าให้เพิ่มทักษะการคิด การท จาน ที่เป็นระบบมากขึ้น

1.4.5 สามารถน าความรู้ที่มีทั้งหมดไปต่อยอด ประยุกต์ใช้ พัฒนาระบบให้ดียิ่งขึ้น

1.4.6 สามารถประยุกต์ใช้ IoT (Internet of Thing) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.4.7 สามารถสร้างนวัตกรรมและพัฒนานวัตกรรมให้ตอบโจทย์และช่วยเหลือ ประหยัดพลังงาน

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงานโครงงาน

1.5.1 ศึกษาอุปกรณ์ ฮาร์ดแวร์ NodeMCU

1.5.2 ศึกษาโปรแกรมภาษาเพื่อเขียน แอปพลิเคชั่น

1.5.3 เริ่มต้นประกอบอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ โหนด และ เซ็นเซอร์

1.5.4 ทดสอบ ฮาร์ดแวร์ ที่ประกอบแล้ว

1.5.5 เริ่มต้นเขียน เว็บแอปพลิเคชั่น Line Notify และท ฐานข้อมูล

1.5.6 ทดสอบ การท จานของระบบ แอปพลิเคชั่น และ ฮาร์ดแวร์

1.5.7 ท าเอกสารสอบวิชาโครงงาน

1.5.8 ศึกษาและสรุปงานที่จะท าเพิ่มเติม

1.5.9 เขียนโปรแกรมเพิ่มเติมใน เว็บแอปพลิเคชั่น ส่วนที่จ าเป็น

1.5.10 ทดสอบระบบ และน าไปใช้จริง

1.5.11 ท าปริญญานิพนธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 แผนเวลาของโครงงาน

ตารางที่ 1.1 ตารางการวางแผนช่วงการท างาน

ID	Task Name	2017				2018		
		Sep	Oct	Nov	Dec	Jun	Feb	Mar
1	ศึกษาอุปกรณ์ ฮาร์ดแวร์ NodeMCU							
2	ศึกษาโปรแกรมภาษาเพื่อเขียน แอปพลิเคชั่น							
3	เริ่มต้นประกอบอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ โหนด และ เซ็นเซอร์							
4	ทดสอบ ฮาร์ดแวร์ ที่ประกอบแล้ว							
5	เริ่มต้นเขียน เว็บแอปพลิเคชั่น Line Notify และท าฐานข้อมูล							
6	ทดสอบการท างานของระบบ เว็บแอปพลิเคชั่น และ ฮาร์ดแวร์							
7	ท าเอกสารสอบวิชาโครงงาน							
8	ศึกษาและสรุปงานที่จะทาเพิ่มเติม							
9	เขียนโปรแกรมเพิ่มเติมใน เว็บแอปพลิเคชั่น ส่วนที่จ าเป็น							
10	ทดสอบระบบ และน าไปใช้จริง							
11	ท าปริญญานิพนธ์							

1.7 อุปกรณ์ที่ต้องใช้

1.7.1 ฮาร์ดแวร์ (Hardware)

1.7.1.1 เครื่องคอมพิวเตอร์สาหรับพัฒนา ซอฟต์แวร์

1.7.1.2 อิฐ

1.7.1.3 Node MCU

1.7.1.4 Sensor วัดอุณหภูมิและความชื้น

1.7.1.5 Sensor วัดการสั่นสะเทือน

1.7.2 ซอฟต์แวร์ (Software)

1.7.2.1 โปรแกรม Arduino

1.7.2.2 โปรแกรม Visual studio code

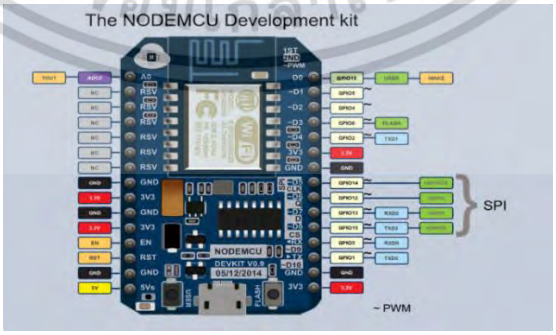
1.7.2.3 โปรแกรม Line

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีพื้นฐานที่ใช้

2.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ESP8266 (NodeMCU)

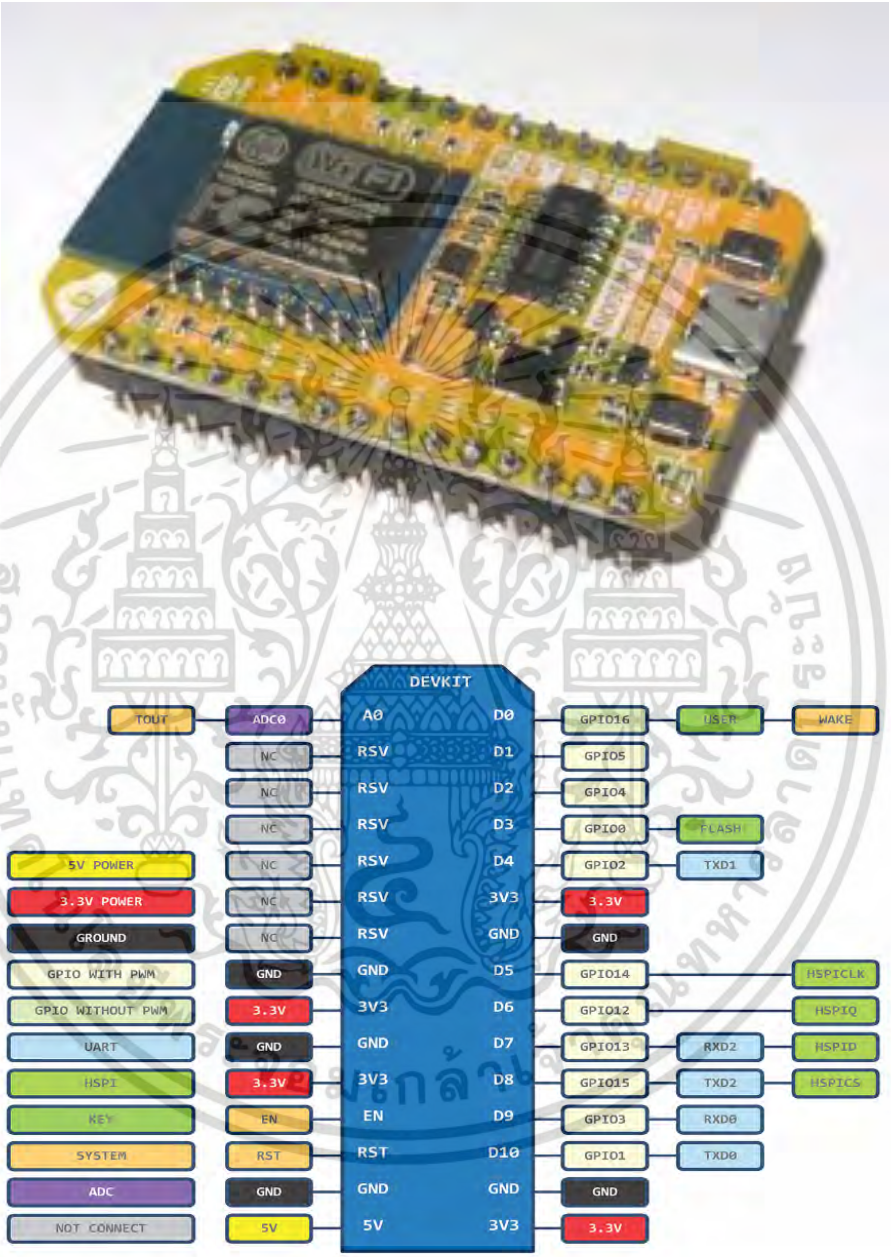
NodeMCU คือ แพลตฟอร์มหนึ่งที่ใช้ช่วยในการสร้างโปรเจค Internet of Things (IoT) ที่ประกอบ ไปด้วย Development Kit (ตัวบอร์ด) และ Firmware (ซอฟต์แวร์บนบอร์ด) ที่เป็น โอเพนซอร์ส (Open Source) สามารถเขียน โปรแกรมด้วยภาษา Lau ได้ ทาให้ใช้งานได้ง่ายขึ้น มาพร้อมกับโมดูล WiFi (ESP8266) ซึ่งเป็นหัวใจสาคัญ ในการใช้เชื่อมต่อกับอินเตอร์เน็ตนั่นเอง ตัวโมดูล ESP8266 นั้นมีอยู่ด้วยกันหลายรุ่นมาก ตั้งแต่เวอร์ชั่นแรกที่เป็น ESP-01 ไล่ไปเรื่อย ๆ จนปัจจุบันมีถึง ESP-12 แล้ว และที่ฝังอยู่ใน NodeMCU Version แรกนั้นก็เป็น ESP-12 แต่ใน Version2 นั้นจะใช้เป็น ESP-12E แทน ซึ่งการใช้งานโดยรวมก็ไม่แตกต่างกันมากนัก NodeMCU นั้นมีลักษณะคล้ายกับ Arduino ตรงที่มีพอร์ต Input-Output built in มาในตัว สามารถเขียนโปรแกรมคอนโทรลอุปกรณ์ I/O ได้โดยไม่ต้องผ่านอุปกรณ์อื่น ๆ และเมื่อไม่นานมานี้ก็มีนักพัฒนาที่ สามารถทาให้ Arduino IDE ใช้งานร่วมกับ Node MCU ได้ จึงทา ให้ใช้ภาษา C/C++ ในการเขียนโปรแกรมได้ ทาให้เราสามารถใช้งานมันได้หลากหลายมากยิ่งขึ้น NodeMCU ตัวนี้สามารถทาอะไรได้หลายอย่างมาก โดยเฉพาะเรื่องที่เกี่ยวข้องกับ IoT (internet of thing) ไม่ว่าจะเป็นการทา Web Server ขนาดเล็ก การควบคุมการเปิดปิดไฟผ่าน WiFi และอื่น ๆ อีกมากมาย ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ESP8266(NodeMCU)
(อ้างอิงโดย https://embedploy.blogspot.com)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดพัฒนาบอร์ด NodeMCU หรือเรียกสั้น ๆ ว่า NodeMCU DevKit ปัจจุบันมีอยู่ 2 เวอร์ชั่น ด้วยกัน NodeMCU Devkit 0.9 (ESP-12) Version 1 ดังรูปที่ 2.2

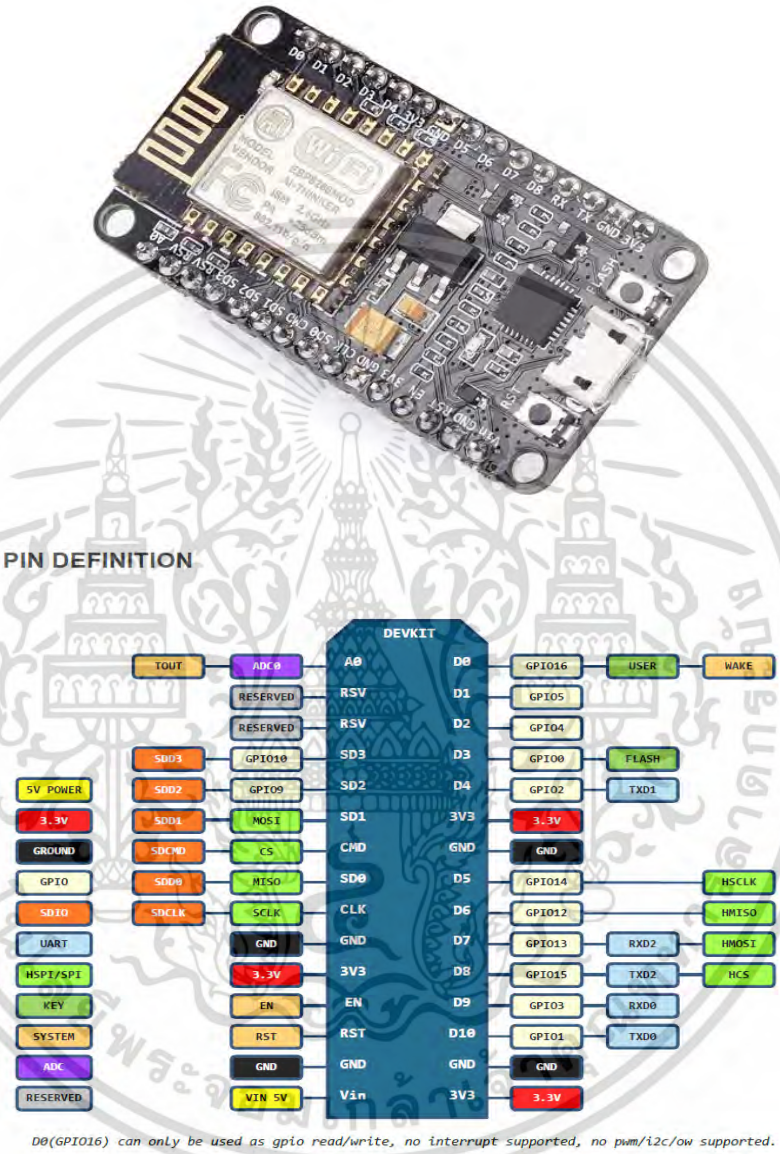


รูปที่ 2.2 NodeMCU Devkit 0.9 (ESP-12) Version 1

(อ้างอิงโดย http://www.ayarafun.com)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NodeMCU Devkit 1.0 (ESP-12E) Version 2 ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 NodeMCU Devkit 1.0 (ESP-12E) Version 2

(อ้างอิงโดย http://www.ayarafun.com)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1 ข้อมูลพื้นฐานของ ModuleWiFi ESP8266

ผู้สร้างชิพ ESP คือคุณ TEO SWEE ANN ชาวสิงคโปร์แห่งบริษัท Espressif System โดยในโมดูล ประกอบด้วย ชิป Microcontroller + WiFi Module ราคาถูก เพียง 100 กว่า ดังนั้นตัวมันสามารถโปรแกรมลงไปได้ทาให้สามารถนาไปใช้งานแทนไมโครคอนโทรลเลอร์ได้เลย และมีพื้นที่โปรแกรมที่มากถึง 4MB ท าให้มีพื้นที่เหลือมากในการเขียนโปรแกรมลงไป

ESP8266 เป็นชื่อของชิปไอซีบนบอร์ดของโมดูล ซึ่งไอซี ESP8266 ไม่มีพื้นที่โปรแกรม (Flash Memory) ในตัวทา ให้ต้องใช้ไอซีภายนอก (External Flash Memory) ในการเก็บโปรแกรม ที่ใช้การเชื่อมต่อผ่านโปรโตคอล SPI ซึ่งสาเหตุนี้เองทาให้โมดูล ESP8266 มีพื้นที่โปรแกรมมากกว่าไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์อื่น ๆ

ESP8266 ท างานที่แรงดันไฟฟ้า 3.3V - 3.6V การน าไปใช้งานร่วมกับ Sensor อื่น ๆ ที่ใช้แรงดัน 5V ต้องใช้ วงจรแบ่งแรงดันมาช่วย เพื่อไม่ให้โมดูลพังเสียหาย กระแสที่โมดูลใช้งานสูงสุดคือ 200 mA ความถี่คริสตอล 40 MHz ทาให้เมื่อนาไปใช้งานอุปกรณ์ที่ทางานรวดเร็วตามความถี่ เช่น LCD ทาให้การแสดงผลข้อมูลรวดเร็วกว่าไมโครคอนโทรลเลอร์ยอดนิยม Arduino มาก

2.1.2 ขาของโมดูล ESP8266

- VCC เป็นขาส หรับจ่ายไปเข้าเพื่อให้โมดูลท างานได้ ซึ่งแรงดันที่ใช้งานได้คือ 3.3 - 3.6V
- GND
- Reset และ CH_PD (หรือ EN) เป็นขาที่ต้องต่อเข้าไฟ + เพื่อให้โมดูลสามารถทางานได้ ทั้ง 2 ขานี้ สามารถนามาใช้รีเซ็ตโมดูลได้เหมือนกัน แตกต่างตรงที่ขา Reset สามารถลอยไว้ได้ แต่ขา CH_PD (หรือ EN) จ าเป็นต้องต่อเข้าไป + เท่านั้น เมื่อขานี้ไม่ต่อเข้าไฟ + โมดูลจะไม่ท างานทันที
- GPIO เป็นขาดิจิตอลอินพุต / เอาต์พุต ท างานที่แรงดัน 3.3V
- GPIO15 เป็นขาที่ต้องต่อลง GND เท่านั้น เพื่อให้โมดูลท างานได้
- GPIO0 เป็นขาสาหรับการเลือกโหมดทางาน หากนาขานี้ลง GND จะเข้าโหมดโปรแกรม หากลอยไว้ หรือน าเข้าไฟ + จะเข้าโหมดการท างานปกติ
- ADC เป็นขาอนาล็อกอินพุต รับแรงดันได้สูงสุดที่ 1V ขนาด 10 บิต การนาไปใช้งานกับแรงดันที่ สูงกว่าต้องใช้วงจรแบ่งแรงดันเข้าช่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 ลักษณะของโมดูล ESP8266

- SDIO 2.0, SPI, UART
- 32-pin QFN package
- Integrated RF switch, balun, 24dBm PA, DCXO, and PMU
- Integrated RISC processor, on-chip memory and external memory interfaces
- Integrated MAC/baseband processors
- Quality of Service management
- I2S interface for high fidelity audio applications
- On-chip low-dropout linear regulators for all internal supplies
- Proprietary spurious-free clock generation architecture
- Integrated WEP, TKIP, AES, and WAPI engines

2.1.4 รายละเอียด

- 802.11 b/g/n
- WiFi Direct (P2P), soft-AP
- Integrated TCP/IP protocol stack
- Integrated TR switch, balun, LNA, power amplifier and matching network
- Integrated PLLs, regulators, DCXO and power management units
- +19.5dBm output power in 802.11b mode
- Power down leakage current of <10uA
- Integrated low power 32-bit CPU could be used as application processor
- SDIO 1.1/2.0, SPI, UART
- STBC, 1×1 MIMO, 2×1 MIMO
- A-MPDU & A-MSDU aggregation & 0.4ms guard interval
- Wake up and transmit packets in < 2ms
- Standby power consumption of < 1.0mW (DTIM3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 ข้อดีของบอร์ด Arduino ESP8266

- เป็นแบบ Open Source Project มี Source code ให้ได้เรียนรู้อยู่บน Github
- สามารถกด Upload Sketch ได้ เชื่อมต่อบอร์ด USB กับคอมพิวเตอร์ใช้งานง่าย ขนาดของบอร์ดต่อลง Protoboard ได้
- ชิบภายใน ESP 8266 มี CPU ขนาด 32 bit แตกต่างจาก Arduino ที่เป็น CPU 8 bit
- ถึงแม้ขา I/O จะไม่มากเท่าของ Arduino แต่เราสามารถเขียนโปรแกรมลงบนขา GPIO ได้ทุกขาพอ ๆ กัน เป็นข้อดีที่เพิ่มมาจากความต้องการใช้ WiFi เชื่อมต่อเมื่อต้องการเล่น Arduino ท าให้ต้องซื้อ Module WiFi เพิ่ม นั่นคือ NodeMCU (ESP8266) มีต้นทุนต่ ากว่ามาก มีอุปกรณ์หลายอย่างที่ใช้งานที่แรงดัน +3.3V เป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นเราสามารถนา NodeMCU (ESP8266) มาใช้เชื่อมต่อได้โดยตรง

2.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับ DHT11 Humidity and Temperature Sensor

เป็นเซ็นเซอร์ (Sensor) ที่ใช้วัดอุณหภูมิเป็นองศาเซลเซียส และองศาฟาเรนไฮ ยังสามารถวัดความชื้นได้อีกด้วย มีไลบารี่พร้อมใช้งานกับ Arduino สามารถใช้วัดค่าได้เที่ยงตรงกว่า NTC หรือ PTC มาก เพราะให้เอาต์พุตออกมาในรูปของดิจิตอล ใช้วัดอุณหภูมิอากาศโดยรอบ

2.2.1 รายละเอียด

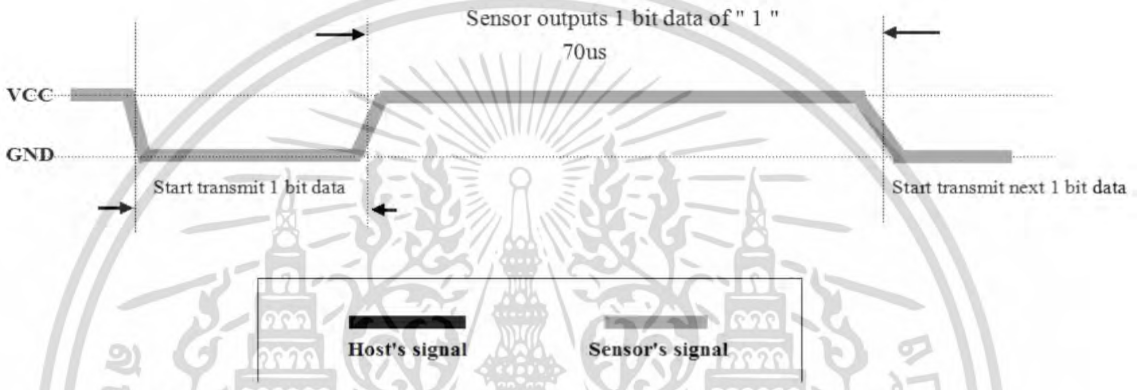
- ย่านวัดความชื้น 20-90% RH โดยมีค่าความแม่นยา +- 5% RH ความละเอียดในการวัด 1% แสดงผลแบบ 8 บิต
- ย่านวัดอุณหภูมิ 0 -50 องศาเซลเซียส โดยมีค่าความแม่นยา +- 2 องศาเซลเซียส ความละเอียดในการวัด 1 องศาเซลเซียส แสดงผลแบบ 8 บิต
- มี PIN 4 ขา
- กินกระแส 0.5 - 2.5 mA (ขณะท าการวัดค่า) ที่ระดับแรงดัน 3 - 5.5 VDC
- อ่านค่าสัญญาณ (Sample Rate) ทุก 1 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 ประโยชน์ของเซ็นเซอร์

- ใช้วัดความชื้นสัมพัทธ์
- ใช้วัดอุณหภูมิ

2.2.3 หลักการทำงาน

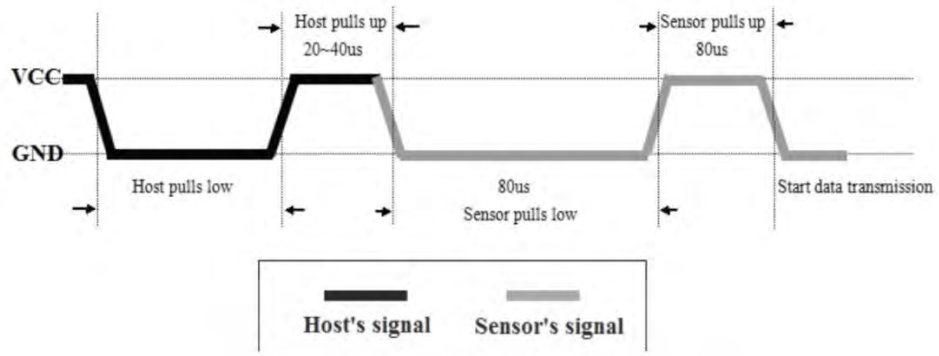


รูปที่ 2.4 อธิบายหลักการท ำงานของ DHT11

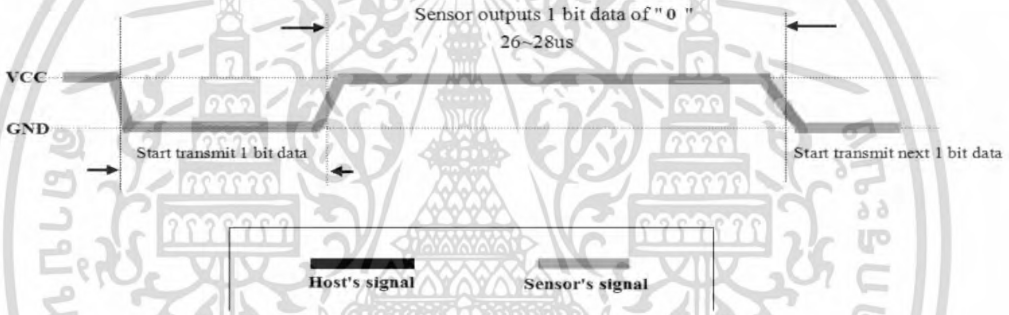
(อ้างอิงโดย https://embed58.learninginventions.org)

เริ่มจาก NodeMCU จะส่งสัญญาณ pull down voltage ไปยัง DHT11 โดย จะใช้เวลาส่ง down voltage อย่างต่ำ 18 ms และ NodeMCU จะ Pull Up Voltage เพื่อรอการตอบสนองจาก DHT ประมาณ 20-40 us หลังจากนั้น DHT จะส่งสัญญาณ Pull Down Voltage เวลา 80 us เป็นการตอบสนองไปยัง NodeMCU แล้ว DHT ก็จะ Pull Up Voltage เพื่อเตรียมส่งข้อมูล โดยในการส่งข้อมูลแต่ละบิต DHT จะมีการ Pull Down Voltage 50 us

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



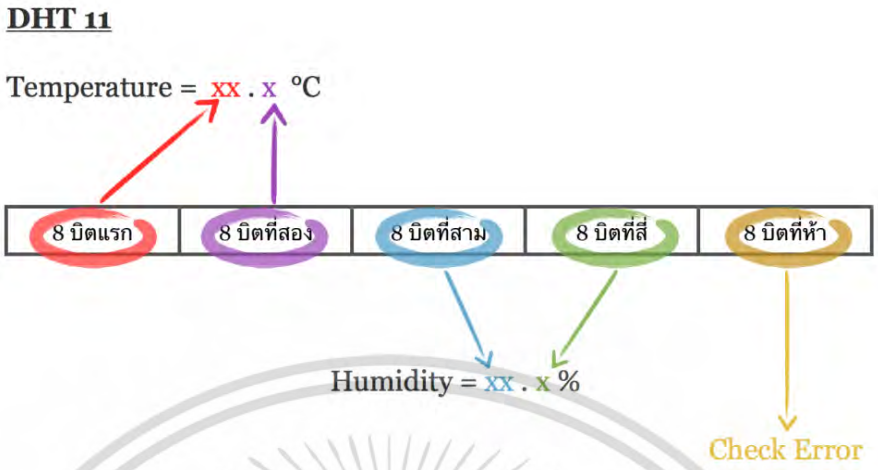
รูปที่ 2.5 อธิบายหลักการท จาน DHT11
(อ้างอิงโดย https://embed58.learninginventions.org)



รูปที่ 2.6 อธิบายหลักการท จาน DHT11
(อ้างอิงโดย https://embed58.learninginventions.org)

หลังจาก DHT มีการ Pull Down Voltage 50 us เพื่อเป็นการบอก MCU ว่าจะส่งข้อมูล 1 บิต โดยการส่งบิตค่า “0” DHT จะท าการส่งสัญญณ Pull Up Voltage 26-28 us และ ส่งบิตค่า “1” DHT จะทาการส่งสัญญาณ Pull Up Voltage 70 us โดยการส่งข้อมูลของ DHT11 คือ จะส่งทั้งหมด 40 บิต โดยจะแบ่งเป็น 5 ส่วน ส่วนละ 8 บิต ซึ่ง 8 บิตแรกจะเป็นค่าหน้าทศนิยมของอุณหภูมิ, 8 บิต ที่สองเป็นค่าหลังทศนิยมของอุณหภูมิ, 8 บิต ที่สามจะเป็นค่าหน้าทศนิยมของความชื้น, 8 บิต ที่สี่เป็นค่าหลังทศนิยมของความชื้น และ 8 บิต สุดท้ายคือเป็นค่าที่ตรวจสอบว่าข้อมูล error หรือไม่ ดังรูปที่ 2.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 อธิบายการส่งข้อมูลของ DHT11
(อ้างอิงโดย https://embed58.learninginventions.org)

รูปที่ 2.8 อุปกรณ์ Sensor DHT11
(อ้างอิงโดย https://www.tertiaryrobotics.com/dht11-temperature-and-humidity-sensor-module-for-arduino-singapore.html)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ทฤษฎีเกี่ยวกับ เซ็นเซอร์ตรวจจับความสั่นสะเทือน (Vibration Alarm Sensor Module)

เซ็นเซอร์ตรวจจับความสั่นสะเทือน เป็นโมดูลที่นิยมใช้ในการพัฒนาวงจรป้องกันการโจรกรรมยานพาหนะ-สิ่งของต่าง ๆ โดยใช้ตัวรับรู้การสั่นสะเทือนแบบสวิทช์สปริง เมื่อเกิดการเคลื่อนย้ายโมดูลจะท าให้เกิดการสั่น ซึ่งท าให้เกิดสัญญาณออกทางเอาต์พุต

ในการเขียนโปรแกรมเพื่อตรวจจับ มักใช้การนับจานวนพัลซ์ที่เกิดจากการเคลื่อนโมดูล ในคาบเวลาสั้น ๆ ซึ่งหากจานวนพัลซ์น้อยกว่าที่กาหนด จะมองว่าอาจเป็น Fault Alarm แต่ถ้ามากกว่าที่กาหนดก็จะรับรู้ว่ามีการเคลื่อนย้ายเกิดขึ้น ซึ่งก็จะทาการแจ้งเตือนหรือสั่งการอุปกรณ์ใด ๆ ต่อไป ตัวโมดูลสามารถปรับตั้งความไวได้ในระดับหนึ่ง ซึ่งผลการปรับค่าความต้านทานอันสัมพันธ์กับลักษณะพัลซ์ที่ออกมาทางเอาท์พุต

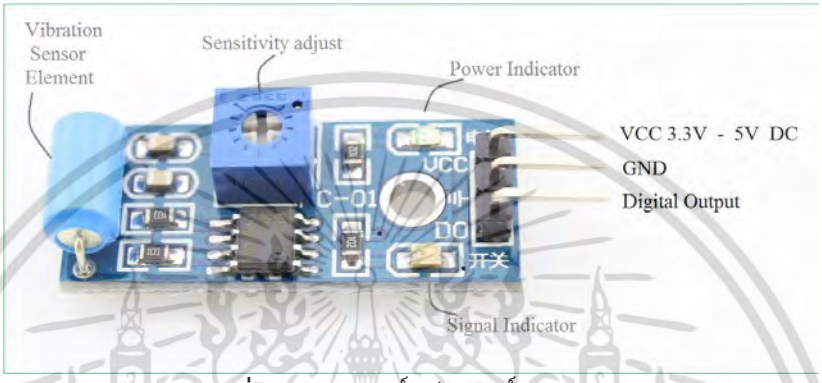
2.3.1 รายละเอียด

- Model: SW-420
- Quantity: 1
- Material: PCBboard
- Working voltage: 3.3V~5V
- Current: > 15mA
- Uses SW-420 normally closed vibration sensor module
- Digit switch output: 0, 1
- Uses LM393 comparator
- Green light on when vibration switch is under closed conduction state and the output terminal is low
- Green light off when vibration switch is disconnected and the output terminal is high
- Great for microcontroller experiment
- Output terminal can be connected to microcontroller to test electric level and if the environment is in vibration, alarm function

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Suitable for a variety of vibration triggering functions, theft alarm, smart car, earthquake alarm, motorcycle alarm, etc.

- Dimensions: 1.50 in x 0.51 in x 0.28 in (3.8 cm x 1.3 cm x 0.7 cm) Weight: 0.18 oz (5 g)



รูปที่ 2.9 อุปกรณ์ เซ็นเซอร์ SW 420

(อ้างอิงโดย http://www.theorycircuit.com/sw-420-vibration-sensor-arduino-interface/)

2.4 ทฤษฎีเกี่ยวกับ Internet of Things

2.4.1 แนวคิด Internet of Things

แนวคิด Internet of Things คิดขึ้นโดย KEVIN ASHTON ในปี ค.ศ.1999 โดย KEVIN เริ่มต้นโครงการ Auto-ID Center ที่มหาวิทยาลัย Massachusetts Institute of Technology หรือ MIT จากเทคโนโลยี งาน Radio-Frequency Identification (RFID) ที่จะทาให้เป็นมาตรฐานระดับโลกสาหรับ RFID Sensors ต่าง ๆ ที่จะเชื่อมต่อกันได้ ซึ่งถือว่า Radio-Frequency Identification (RFID) เปรียบเสมือนเป็นยุคเริ่มแรกของ Internet of Things หรือ IoT ต่อมาในยุคหลังปี ค.ศ.2000 โลกมีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ผลิตออกมาเป็นจ านวนมาก และมีการใช้ค าว่าSmart เช่น Smart Device, Smart Grid, Smart Home, Smart Network, Smart Intelligent Transportation ต่าง ๆ เหล่านี้ล้วนมีโครงสร้างพื้นฐานที่สามารถเชื่อมต่อกับโลกอินเตอร์เน็ตได้ โดยการเชื่อมต่อเหล่านั้นเองสามารถน มาเป็นแนวคิดที่ว่าอุปกรณ์เหล่านั้นก็ย่อมสามารถสื่อสารกันได้ด้วยเช่นกันโดยอาศัยตัวเซ็นเซอร์ ในการสื่อสารถึงกัน ซึ่งนอกจาก Smart Devices ต่าง ๆ จะเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตได้แล้วมันยังสามารถเชื่อมต่อไปยัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ตัวอื่นได้ด้วยโดย KEVIN นิยามว่าเป็น “Internet-Like” หรืออุปกณ์อิเล็กทรอนิกส์สามารถสื่อสารพูดคุยกันเองได้ ซึ่งศัพท์ค าว่า “Things” แทนอุปกณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่กล่าวมา

ในปัจจุบันนี้ ปี ค.ศ.2017 ภาพลักษณ์ของ Internet of things (IoT) มีเทคโนโลยีที่เกิดขึ้นมามากมาย เช่น การสื่อสารไร้สาย, Real-Time Analytics, Machine Learning และ ที่สาคัญที่สุดคือ Embedded System (ระบบฝังตัว) ซึ่งปัจจุบันฝังอยู่ในอุปกรณ์ไฟฟ้ามากมาย และระบบฝังตัวนี้กาลังจะต้องถูกพัฒนาเพื่อให้รองรับ Internet of Things (IoT) ในเวลาอันใกล้นี้

2.4.2 ความหมายของ Internet of Things

เทคโนโลยี Internet of Things (IoT) หรือ “อินเตอร์เน็ตในทุกสิ่ง” หมายถึง การที่สิ่งต่าง ๆ ถูกเชื่อมโยงเข้าสู่โลกของอินเทอร์เน็ต ทำให้มนุษย์สามารถสั่งการ ควบคุมใช้งานอุปกรณ์ต่าง ๆ ผ่านทางเครือข่ายอินเตอร์เน็ต เช่น การสั่งเปิด-ปิด อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า รถยนต์ โทรศัพท์มือถือ เครื่องมือสื่อสาร เครื่องใช้สำนักงาน เครื่องมือทางการเกษตร เครื่องจักรในโรงงานอุตสาหกรรม อาคาร บ้านเรือน เครื่องใช้ในชีวิตประจำวันต่าง ๆ ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เป็นต้น โดยเทคโนโลยีนี้จะเป็นประโยชน์อย่างมาก และมีความเสี่ยงประกอบด้วย เพราะหากระบบรักษาความปลอดภัยของอุปกรณ์และเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไม่ดีพอ จะทำให้ผู้ไม่ประสงค์ดีเข้ามากระทำการที่ไม่พึงประสงค์ต่ออุปกรณ์ข้อมูลสารสนเทศหรือความเป็นส่วนตัวของบุคคลได้ ดังนั้นการพัฒนาไปสู่ Internet of Things จึงมีความจำเป็นต้องพัฒนามาตรการและเทคนิคในการรักษาความปลอดภัยไอทีควบคู่กันไปด้วย

2.4.3 A Wireless Sensor Network (WSN)

ตัวแปรสาคัญสาหรับ Internet of Things ที่ใช้ในการสื่อสารนั้นไม่ใช่แค่ Internet Network เพียงเท่านั้นแต่ยังมีตัวแปรอื่นเข้ามาเกี่ยวข้องอีกนั่นคือ เซ็นเซอร์โหนด ต่าง ๆ จานวนมากที่ทาให้เกิด Wireless Sensor Network (WSN) ให้กับอุปกรณ์ต่าง ๆ สามารถเชื่อมต่อเข้ามาได้ ซึ่ง Wireless Sensor Networks (WSN) คือการใช่อุปกรณ เซ็นเซอร์เล็ก ๆ จานวนมากเพื่อตรวจวัดคุณสมบัติตาง ๆ ของสิ่งแวดล่อมที่เราสนใจและประมวลผล ข้อมูลเหลานั้นเพื่อสร่างองคความรูใหม่เกี่ยวกับสิ่งแวดล่อมรอบตัวเราหรือตอบสนองการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล่อมไดโดยอัตโนมัติ อุปกรณพื้นฐานของ WSN

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก็คือ เซ็นเซอร์ ขนาดเล็กมากเรียกวา Mote ซึ่งไดรับการพัฒนามาจากบริษัท Intel และ University of California (UC) at Berkeley

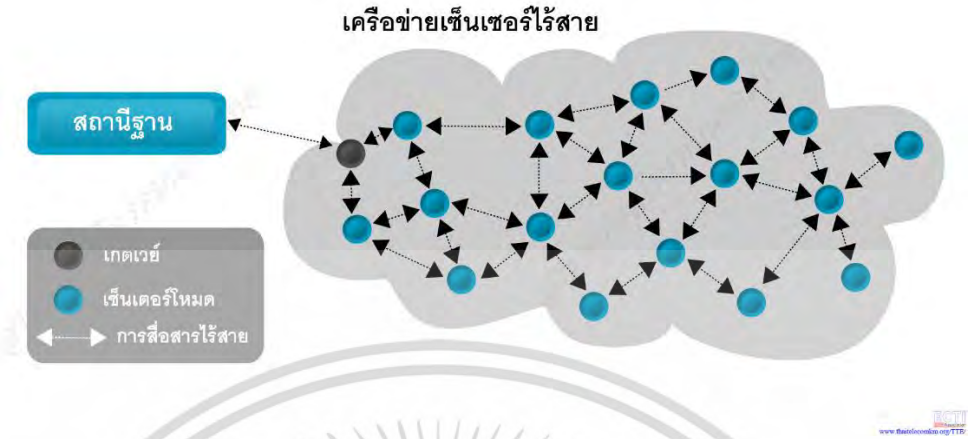
Mote เปน คอมพิวเตอรขนาดเล็กสาหรับวัดอุณหภูมิความชื้นหรือสภาวะแวดลอมอื่น ๆ ทางาน โดยใชแบตเตอรี่ธรรมดาและสื่อสารกับ Mote ตัวอื่นที่อยูใกลเคียงโดยใช Ad hoc wireless network ซึ่งขอมูลจะถูกสงผ่านระหวาง Mote ดวยกันเองจนกระทั่งถึงจุดหมายซึ่งอาจเปนคอมพิวเตอรหรืออุปกรณอื่น ๆ ส าหรับรวบรวมขอมูลที่วัดได

เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย ประกอบด้วยอุปกรณ์ที่ทาหน้าที่เป็นโหนดเซ็นเซอร์ (Sensor Node) และโหนดสถานีฐาน (Base Station Node) โหนดเซ็นเซอร์ ทาหน้าที่ในการส่งข้อมูลที่วัดจาก Sensor ไปยังโหนดสถานีฐานผ่านทางคลื่นวิทยุส่วนโหนดสถานีฐานจะทาหน้าที่ในการติดต่อสื่อสารระหว่างเครือข่ายSensor ไร้สายกับ คอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ตอนุกรม (Serial Protocol)

2.4.3.1 ภาพรวมสถาปัตยกรรมเครือข่าย เซ็นเซอร์ไร้สาย

สถาปัตยกรรมเครือข่าย Sensor ไร้สายประกอบด้วยสาม ส่วนได้แก่ หน่วยร่วมเซ็นเซอร์ เกตเวย์ และสถานีฐาน (Base Station) ดังรูปที่ 2.8 หน่วยร่วมเซ็นเซอร์ จานวนมากฝังตัวในสภาพแวดล้อมเพื่อเก็บข้อมูล โดยแต่ละหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ ติดต่อสื่อสารแบบไร้สายกับหน่วยร่วม Sensor ข้างเคียง ซึ่งขึ้นอยู่กับความสามารถในการรับส่งแบบไร้สาย แต่ละหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ ควบคุมและจัดการงานของตัวเอง (Self-Organize) ทุก ๆ หน่วยร่วมเซ็นเซอร์ ที่ติดต่อถึงกันทางานร่วมกัน (Collaboration) เป็นเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายทาให้แต่ละหน่วยร่วมเซ็นเซอร์สามารถส่งข้อมูลไปหากันได้แม้ว่าหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ปลายทางไม่สามารถติดต่อ กับหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ต้นทางได้โดยตรง โดยให้หน่วยร่วมเซ็นเซอร์ระหว่างทางช่วยส่งข้อมูลต่อ ๆ กันตั้งแต่ต้นทางถึงปลายทาง วิธีการส่งแบบนี้เรียกว่าการส่งแบบมัลติฮอพ (Multi-Hop) เกตเวย์ท าหน้าที่รับส่งข้อมูล ระหว่างสถานีฐานและเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายโดยเกตเวย์อาจเป็นหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ธรรมดาหรือเป็นหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ ที่มีความสามารถพิเศษในเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย สถานีฐานทาหน้าที่เก็บข้อมูลที่วัดได้จากหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ในเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย ควบคุมการทางานและติดต่อกับผู้ใช้งาน หรืออาจติดต่อกับเครือข่ายอื่น ๆ เช่น อินเทอร์เน็ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 โครงสร้างแบบจ ลองเครือข่าย เซ็นเซอร์ ไร้สาย

(อ้างอิงโดย http://www.thaitelecomkm.org)

2.4.3.2 หน่วยร่วมเซ็นเซอร์

การทำงานของหน่วยร่วมเซ็นเซอร์คือการวัดและเก็บข้อมูลที่ได้จากสภาพแวดล้อม นำข้อมูลไปประมวลผล สร้างเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายและส่งข้อมูล ทำให้หน่วยร่วมเซ็นเซอร์มีส่วนประกอบดังรูปที่ 2.11

รูปที่ 2.11 ส่วนประกอบของหน่วยร่วมเซ็นเซอร์

(อ้างอิงโดย http://www.thaitelecomkm.org)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประกอบของหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ แบ่งออกเป็นสองกลุ่มคือ กลุ่มส่วนประกอบหลักที่จำเป็นเพื่อให้เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายทำงานได้ โดยในรูปที่ 2.11 จะเป็นส่วนประกอบที่มีเส้นรอบรูปเป็นเส้นทึบและกลุ่มส่วนประกอบเพิ่มเติมเพื่อเพิ่มคุณสมบัติพิเศษให้กับหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ โดยในรูปที่ 2.11 จะเป็นส่วนประกอบที่มีเส้นรอบรูปเป็นเส้นประ

- กลุ่มส่วนประกอบหลัก

1) เซ็นเซอร์ ทำหน้าที่วัดค่าต่าง ๆ จากสภาพแวดล้อมตามแต่ชนิดของเซ็นเซอร์ เช่น ความชื้น อุณหภูมิ ความเข้มแสง ควัน ความเร่ง แรงสั่นสะเทือน ความเคลื่อนไหว ความลึก ความเป็นกรดหรือด่างเป็นต้น

2) หน่วยรับ-ส่งข้อมูลไร้สาย (Transceiver Unit) ทำหน้าที่รับ-ส่งข้อมูลแบบไร้สายในย่านความถี่สาธารณะ (ISM Band) เพื่อรับ-ส่งข้อมูลระหว่างหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ข้างเคียง

3) หน่วยประมวลผล (Processing Unit) ติดต่อกับเซ็นเซอร์เพื่อสั่งงานหรือรับข้อมูลที่วัดได้จากเซ็นเซอร์ เพื่อนำไปประมวลผลเป็นข้อมูล จัดเก็บลงในหน่วยความจำ รอการร้องขอข้อมูลหรืออาจส่งข้อมูลทันทีผ่านทางหน่วยรับ-ส่งข้อมูลไร้สาย หน่วยประมวลผลกลางอาจรับข้อมูลจากระบบระบุตำแหน่งเพื่อช่วยในการประมวลผลต่าง ๆ หรือหน่วยประมวลผลกลางอาจทำหน้าที่ควบคุมการเคลื่อนที่ของหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ผ่านทางระบบเคลื่อนที่ นอกจากนี้หน่วยประมวลผลกลางยังทำหน้าที่ประมวลผลเครือข่ายและหาเส้นทางในการส่งข้อมูลของหน่วยร่วมเซ็นเซอร์

4) แหล่งพลังงาน (Power Unit) เก็บสะสมพลังงานและให้พลังงานกับทุกส่วนประกอบบนหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ แหล่งพลังงานจะรับพลังงานจากแหล่งกำเนิดพลังงานหากหน่วยร่วมเซ็นเซอร์มีแหล่งกำเนิดพลังงาน

- กลุ่มส่วนประกอบเพิ่มเติม

1) ระบบระบุตำแหน่ง (Positioning Unit) เป็นหน่วยระบุตำแหน่งของหน่วยร่วมเซ็นเซอร์โดยใช้ GPS เพื่อนำข้อมูลตำแหน่งไปใช้ประมวลผล เช่น หาเส้นทางเพื่อส่งข้อมูล หาตำแหน่งสำหรับการเคลื่อนที่ของหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ เป็นต้น

2) ระบบเคลื่อนที่ (Mobilizing Unit) ทำหน้าที่เคลื่อนย้ายตำแหน่งของเซ็นเซอร์ เพื่อวัตถุประสงค์ต่าง ๆ เช่น จัดรูปแบบโครงสร้างเครือข่าย ติดตามวัตถุ เคลื่อนที่หาสัญญาณสื่อสาร เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) แหล่งกำเนิดพลังงาน (Power Generator Unit) ทำหน้าที่กำเนิดพลังงานจากสิ่งแวดล้อม เช่น พลังงานลม ความร้อน ปฏิกิริยาเคมี การสั่นสะเทือน เป็นต้น ให้เป็นพลังงานไฟฟ้าเพื่อเก็บสะสมและใช้ต่อไป เพื่อชดเชยพลังงานที่ถูกใช้ไป ทำให้ตัวเซ็นเซอร์ไร้สายทำงานได้เป็นเวลานาน

2.5 ทฤษฎีเกี่ยวกับ เว็บแอปพลิเคชั่น (Web Application)

2.5.1 ความหมายของ Web Application (โปรแกรมประยุกต์บนเว็บ)

Web Application (เว็บแอปพลิเคชั่น) คือ Application (แอปพลิเคชั่น) ที่ถูกเขียนขึ้นมาเพื่อเป็น Browser (เบราเซอร์) สำหรับการใช้งาน Webpage (เว็บเพจ) ต่าง ๆ ซึ่งถูกปรับแต่งให้แสดงผลแต่ส่วนที่จำเป็นเพื่อเป็นการลดทรัพยากรในการประมวลผล ของตัวเครื่องสมาร์ทโฟน หรือ แท็บเล็ต ทำให้โหลดหน้าเว็บไซต์ได้เร็วขึ้น อีกทั้งผู้ใช้งานยังสามารถใช้งานผ่าน Internet (อินเทอร์เน็ต) และ Intranet (อินทราเน็ต) ในความเร็วต่ำได้ ซึ่งถือได้ว่า Web Application (โปรแกรมประยุกต์บนเว็บ) เป็นการพัฒนาระบบงานบนเว็บไซต์ ข้อมูลต่าง ๆ ในระบบของเว็บไซต์สามารถไหลเวียนแบบ Online (ออนไลน์) ทั้งแบบ Local (โลคอล) ภายในวง LAN (แลน) และ Global (โกลบอล) ออกไปยังเครือข่ายอินเตอร์เน็ต ทำให้เหมาะสำหรับงานที่ต้องการข้อมูลแบบ Real Time (เรียลไทม์)

ในวิศวกรรมซอฟต์แวร์ โปรแกรมประยุกต์บนเว็บ หรือเรียกโดยทับศัพท์ว่า เว็บแอปพลิเคชั่น (Web Application) คือโปรแกรมประยุกต์ที่เข้าถึงด้วยโปรแกรมค้นดูเว็บผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์อย่างอินเทอร์เน็ตหรืออินทราเน็ต เว็บแอปพลิเคชั่นเป็นที่นิยมเนื่องจากความสามารถในการอัปเดท และดูแลโดยไม่ต้องแจกจ่าย และติดตั้งซอฟต์แวร์บนเครื่องผู้ใช้ ตัวอย่างเว็บแอปพลิเคชั่นได้แก่ เว็บเมล การพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ การประมูลออนไลน์ กระดานสนทนา บล็อกวิกิ เป็นต้น

2.5.2 ส่วนประกอบของเว็บแอปพลิเคชั่น (โปรแกรมประยุกต์บนเว็บ)

ส่วนประกอบของเว็บแอปพลิเคชั่น (โปรแกรมประยุกต์บนเว็บ) สามารถแบ่งแยกส่วนประกอบของการทางานของเว็บแอปพลิเคชันออกเป็นสองส่วนหลัก ๆ คือ เทคโนโลยีฝั่งผู้ใช้งาน (client-side technology) และ เทคโนโลยีฝั่งเซิร์ฟเวอร์ (server-side technology)

2.5.2.1 ส่วนประกอบฝั่งผู้ใช้งาน (Client-side Technology)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เว็บเบราว์เซอร์ (Web Browser)

เว็บเบราว์เซอร์ เป็นซอฟต์แวร์ที่ผู้ใช้งานใช้ในการเข้าถึงเว็บแอปพลิเคชัน โดยที่เมื่อเริ่มต้น ผู้ใช้งานท าการใส่ URL หรือชื่อของเว็บไซต์ที่ต้องการเข้าใช้งาน เช่น https://www.google.com เมื่อเบราว์เซอร์ได้รับชื่อของเว็บไซต์ก็จะท าการแปลงจากชื่อของเว็บไซต์เป็น IP address ผ่านทาง DNS (ซึ่งจะอธิบายการทางานในภายหลัง) หลังจากนั้นเว็บเบราว์เซอร์จะท าการสร้าง HTTP request เพื่อส่งค าร้องไปยังเว็บเซิร์ฟเวอร์ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เมื่อได้รับ HTTP response จากเว็บเซิร์ฟเวอร์ เว็บเบราว์เซอร์จะท าหน้าที่ในการอ่าน และแปลง HTTP response ให้เป็นข้อมูลที่ใช้ในการแสดงผลให้กับผู้ใช้งาน (ซึ่งอาจจะมีการเรียกใช้ Plugin ซึ่งจะอธิบายในส่วนต่อไป) ดังนั้นหน้าที่ของเว็บเบราว์เซอร์จะประกอบไปด้วย

1) รับข้อมูลและค าสั่งจากผู้ใช้งาน
2) แปลงค าสั่งของผู้ใช้งานให้เป็น HTTP request เพื่อส่งไปให้กับเว็บเซิร์ฟเวอร์
3) ประมวลผล HTTP response และเรียกใช้ Plugin
4) แปลงภาษา HTML, CSS, JavaScript ให้ข้อมูลส าหรับแสดงผลให้กับผู้ใช้งาน
5) จดจ าข้อมูลของผู้ใช้งานเช่น ประวัติการใช้งาน ข้อมูล session และ cookie

- ส่วนต่อความสามารถเว็บและเบราว์เซอร์ (Web Plugin และ Browser Add-on/Extension)

Web Plugin (ส่วนต่อความสามารถเว็บ) คือโปรแกรมที่ถูกเขียนให้ทางานร่วมกับเว็บเบราว์เซอร์ Web Plugin เช่น Adobe Flash, PDF reader, Silverlight, Java Applet, และอื่น ๆ ซึ่ง Web Plugin เหล่านี้จะถูกเบราว์เซอร์เรียกใช้เมื่อเว็บไซต์ที่เข้าใช้งานมีเนื้อหาที่ต้องแสดงผลโดย Plugin เช่น Adobe Flash Plugin จะถูกเรียกใช้โดยเบราว์เซอร์เมื่อเจอเนื้อหาที่ต้องใช้ Flash Player ในการแสดงผล

Browser Add-one/Extension (ส่วนเพิ่มความสามารถเบราว์เซอร์) เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการเพิ่มความสามารถให้กับเบราวเซอร์ เช่น ส่วนเพิ่มความสามารถที่ช่วยในการจัดการไฟล์ดาวโหลด ส่วนเพิ่มความสามารถที่ช่วยในการดาวโหลดไฟล์วีดิโอ เป็นต้น ซึ่งส่วนเพิ่มความสามารถเบราว์เซอร์เหล่านี้จะเน้นเพิ่มความสามารถให้กับเบราว์เซอร์ มากกว่าการประมวลผลเนื้อหาเว็บไซต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ข้อแตกต่างระหว่าง Web Plugin และ Browser Add-On/Extension

Web Plugin และ Browser Add-On/Extension อาจจะสร้างความสับสนให้กับผู้ใช้งานทั่วไปได้เนื้องจากทั้งคู่มีจุดประสงค์ในการเพิ่มฟังก์ชั่นการทาให้ในการท่องเว็บไซต์ อย่างไรก็ตาม Web Plugin กับ Browser Extension มีความแตกต่างกันอยู่หลายประการ

1) Web Plugin จะเป็นส่วนที่ถูกเรียกใช้โดย Web Browser เพื่อส่งต่อเนื้อหาไปให้กับโปรแกรมภายนอกเช่น Adobe Flash/ PDF Reader ในการประมวลผล

2) Browser Extension เน้นการเพิ่มความสร้างมาให้กับเบราว์เซอร์ แต่ไม่ได้ประมวลผลหรือแสดงเนื้อหาในเว็บไซต์

- ระบบปฏิบัติการ (Operating System)

ระบบปฏิบัติการทาหน้าที่ในการจัดการกับทรัพยากรของเครื่องคอมพิวเตอร์ ทาหน้าที่ในการรับ HTTP Request จากเบราว์เซอร์และส่งต่อไปให้กับอินเทอร์เน็ต DNS ในระบบปฏิบัติการทาหน้าที่ในการแปลง URL ให้เป็น IP Address เพื่อค้นหาเครื่องเว็บเซิร์ฟเวอร์ สร้างการเชื่อมต่อ (TCP Connection) ระหว่างเครื่องผู้ใช้งานและเครื่องเซิร์ฟเวอร์ ดังนั้นการทางานของระบบปฏิบัติการจะเป็นสิ่งที่ผู้ใช้งานมองไม่เห็นแต่มีความส าคัญมก

2.5.2.2 ส่วนประกอบฝั่งเซิร์ฟเวอร์ (Server-Side Technology)

เว็บเซิร์ฟเวอร์ที่ทาหน้าที่เป็นผู้ให้บริการแก่ผู้ใช้งานเว็บไซต์ประกอบไปด้วยเทคโนโลยีและซอฟต์แวร์หลายส่วนทางานร่วมกัน โดยซอฟต์แวร์หลักที่ใช้ในการให้บริการของเว็บเซิร์ฟเวอร์ประกอบไปด้วย 5 ส่วนประกอบหลัก

- เว็บแอปพลิเคชั่น (Web Application)

เว็บแอปพลิเคชั่น เป็นหัวใจหลักของเว็บไซต์เนื่องจากทาหน้าที่ติดต่อกับผู้ใช้งาน รับและแสดงข้อมูล ประมวลผลข้อมูล จัดการข้อมูลในฐานข้อมูล และอื่น ๆ เรียกได้ว่าเว็บแอปพลิเคชั่นเป็นซอฟต์แวร์ที่ให้บริการผู้ใช้งานทั่วโลกผ่านอินเทอร์เน็ต หากนักพัฒนาได้เขียนเว็บแอปพลิเคชั่นตาม Model-View-Controller (MVC) แล้วก็จะสามารถแบ่งเว็บแอปพลิเคชันออกได้เป็นสามส่วนหลัก ๆ คือ

1) ส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งานเพื่อรับข้อมูลและแสดงผล (View)

2) ส่วนที่ประมวลผลการท างาน(Controller)

3) ส่วนที่ใช้ในการติดต่อและจัดการกับข้อมูลและฐานข้อมูล (Model)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นักพัฒนาสามารถพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันได้ด้วยภาษาคอมพิวเตอร์ที่หลากหลาย เราสามารถแบ่งภาษาที่ใช้ในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชั่นออกเป็นสองส่วนคือ Front-End Technology ใช้สาหรับพัฒนา View (ส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน) และ Back-End Technology ใช้สาหรับพัฒนา Model และ Controller (ส่วนประมวลผลและจัดการข้อมูล)

- Front-End Web Technology

Front-End Web Technology จะหมายถึงส่วนของเทคโนโลยีที่ใช้ในการสร้างส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน ในการสร้างเว็บแอปพลิเคชั่น Front-End Technology ที่เป็นที่แพร่หลายได้แก่ HTML, CSS, และ JavaScript ซึ่งภาษาคอมพิวเตอร์เหล่านี้ถูกใช้อย่างแพร่หลายในการสร้างส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานของเว็บแอปพลิเคชัน ความหลากหลายของ Front-End Web Technology ถูกจากัดด้วยมาตรฐานกลางโดยองค์กรที่ไม่แสดงหาผลกาไรอย่าง World Wide Web Consortium (W3C) ซึ่งเป็นผู้กาหนดมาตรฐาน HTML, CSS, และ JavaScript เพื่อให้ผู้พัฒนาเบราว์เซอร์ให้แสดงผลข้อมูลในรูปแบบเดียวกัน เพื่อความสะดวกแก่ผู้ใช้งานและนักพัฒนา ซึ่งเบราว์เซอร์ในปัจจุบันต่างรองรับการประมวลผลของ HTML, CSS และ JavaScript โดยสมบูรณ์ แม้ว่าจะมีความแตกต่างในการแสดงผลไปบ้างในบางเบราว์เซอร์

- Back-End Web Technology

Back-End Web Technology จะหมายถึงส่วนของเทคโนโลยีที่เป็นส่วนประมวลผลตรรกะและการทางานของเว็บแอปพลิเคชัน ไม่ว่าจะเป็นการตรวจสอบสิทธิ์การเข้าใช้ การเรียกดูและจัดเก็บข้อมูล การทางานของเว็บแอปพลิเคชันในส่วนของ Back-End จะเริ่มหลังจากเว็บแอปพลิเคชั่นได้รับ HTTP request มาจากผู้ใช้งาน ท ากรประมวลผล และส่งข้อมูลกลับไปให้กับผู้ใช้งาน เทคโนโลยีที่ใช้ในการพัฒนา Back-End ของเว็บแอปพลิเคชันจะมีความหลากหลายกว่า Front-End เนื่องจากไม่มีข้อจากัดด้านมาตรฐานกลางดัง Front-End technology ที่ต้องรองรับมาตรฐานที่กาหนดโดย W3C เพื่อให้ท างานกับเว็บเบราว์เซอร์ได้อย่างไม่มีปัญหา

- เว็บเซิร์ฟเวอร์ซอฟต์แวร์ (Web Server Software)

เว็บเซิร์ฟเวอร์ซอฟต์แวร์ เป็นโปรแกรมที่ทางานอยู่บน web server ซึ่งหน้าที่หลักของเว็บเซิร์ฟเวอร์ซอฟต์แวร์ คือการประมวลผล HTTP request ที่ได้รับมาและตอบกลับด้วย HTTP response ให้กับผู้ใช้งาน ปัจจุบันมี เว็บเซิร์ฟเวอร์ซอฟต์แวร์ หลายตัวที่ถูกใช้งานอย่างแพร่หลายเช่น Apache HTTP server, Internet Information Service (IIS) และ Nginx ยังมี เว็บเซิร์ฟเวอร์ซอฟต์แวร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอื่นอีกมากที่ไม่ได้กล่าวถึง อย่างไรก็ตาม เว็บเซิร์ฟเวอร์ซอฟต์แวร์ ที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายมากที่สุดในปัจจุบันคือ Apache HTTP server และผู้ใช้งานมักจะใช้คู่กับ PHP (ตัวแปลภาษา PHP) และ MySQL (ฐานข้อมูล)

- ระบบปฏิบัติการ (Operating System)

ระบบปฏิบัติการบนฝั่งของเซิร์ฟเวอร์มีหน้าที่ในการจัดการกับทรัพยากรของเครื่องเซิร์ฟเวอร์ เช่น CPU memory และ bandwidth เป็นต้น เนื่องจาก เว็บแอปพลิเคชั่น เป็นบริการที่เปิดให้ผู้ใช้งานเข้าถึงได้ตลอดเวลา ดังนั้น ระบบปฏิบัติการบนเซิร์ฟเวอร์จึงต้องมีความเสถียรและสามารถจัดการกับทรัพยากรของเครื่องได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.6 ทฤษฎีเกี่ยวกับ Firebase

2.6.1 ความหมายของ Firebase

Firebase คือ โปรเจค ที่ถูกออกแบบมาให้เป็น API และ Cloud Storage สาหรับพัฒนา Realtime Application รองรับหลาย แพลตฟอร์ม (Platform) ทั้ง IOS Application, Android Application, เว็บแอปพลิเคชั่น ฐานข้อมูลFirebase ถูกสร้างขึ้นจากคุณสมบัติเสริมว่านักพัฒนาสามารถผสมและจับคู่เพื่อให้พอดีกับความต้องการของตน บริษัท Firebase ก่อตั้งขึ้นในปี 2011 โดยแอนดรูลีและเจมส์ เทมปลิน สินค้าเริ่มต้น Firebase เป็นฐานข้อมูลเรียลไทม์ซึ่งมี API ที่ช่วยให้นักพัฒนาในการจัดเก็บและซิงค์ข้อมูล โดย Google Firebase 2.0 กูลเกิลได้ซื้อกิจการ Firebase และมีการพัฒนาจากบริการ Backend เก็บข้อมูลอย่างเดียว มาเป็น แพลตฟอร์ม ครบวงจรส าหรับนักพัฒนาแอปพลิเคชั่น

Firebase Realtime Database เป็น NoSQL Cloud Database ที่เก็บข้อมูลในรูปแบบของ JSON และมีการ Sync ข้อมูลแบบ Realtime กับทุกอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อแบบอัตโนมัติในเสี้ยววินาที

รูปที่ 2.12 โลโก้ของฐานข้อมูล Firebase

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2 บริการของ Firebase

2.6.2.1 Firebase Analytics บริการวิเคราะห์ข้อมูล ดึงเทคโนโลยีมาจาก Google Analytics เปิดให้ใช้ฟรีแบบไม่จ ากัดปริมาณข้อมูลใด ๆ

2.6.2.2 Firebase Cloud Messaging (FCM) ระบบส่งข้อความแจ้งเตือน ใช้งานฟรีไม่จ ากัดปริมาณข้อความ

2.6.2.3 Firebase Storage บริการพื้นที่เก็บข้อมูล เอาไว้เก็บภาพ วิดีโอ หรือไฟล์ขนาดใหญ่จากแอพพลิเคชั่นของผู้ใช้ สร้างอยู่บน Google Cloud Storage

2.6.2.4 Firebase Remote Config ตัวช่วยอัพเดตคอนฟิกของแอปพลิเคชั่น สาหรับปรับแต่งค่า ต่าง ๆ ใน แอปพลิเคชั่นจากระยะไกล (เช่น เกมที่อยากปรับสมดุลของเกมตลอดเวลา) สามารถใช้ร่วมกับ Firebase Analytics เพื่อก าหนดผู้ใช้งานแยกเป็นกลุ่ม ๆ ได้

2.6.2.5 Firebase Crash Reporting ตัวรายงานการแครชของแอปพลิเคชั่น รองรับทั้งระบบปฏิบัติการ iOS และ Android

2.6.2.6 Firebase Test Lab for Android บริการทดสอบแอปพลิเคชั่นบนฮาร์ดแวร์จริง

2.6.2.7 Firebase Notifications เป็นคอนโซลสาหรับนักพัฒนา เพื่อยิงข้อความผ่าน FCM ไปยังผู้ใช้ ส าหรับโปรโมทหรือกระตุ้นให้ผู้ใช้กลับมาเปิดแอปของเรา (เช่น แจกของในเกม)

2.6.2.8 Firebase Dynamic Links บริการ URL กลางที่สามารถชี้ทางไปยังเพจต่าง ๆ แปรผันตามอุปกรณ์หรือคุณสมบัติของผู้ใช้ (เช่น แต่ละประเทศกดลิงก์เดียวกัน เข้าคนละเพจกัน)

2.6.2.9 Firebase Invites ระบบเชิญเพื่อนมาใช้แอพ มีฟีเจอร์ referral คนชวนได้สิทธิประโยชน์

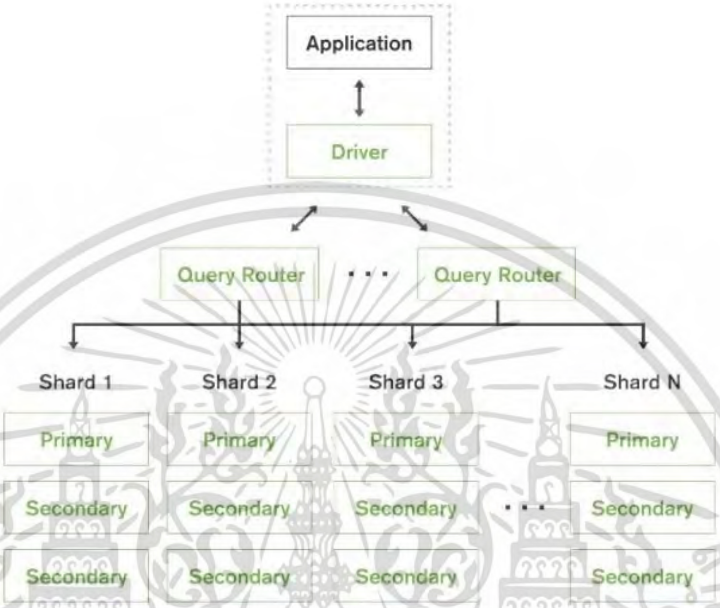
2.6.2.10 Firebase App Indexing เปลี่ยนชื่อมาจาก Google App Indexing ที่ช่วยให้ Google Search ค้นเจอเนื้อหาภายในแอพ

2.6.2 NoSQL

NoSQL ย่อมาจาก Not Only SQL คือ แนวทางหนึ่งสาหรับจัดการข้อมูลและการออกแบบฐานข้อมูล สาหรับข้อมูลขนาดใหญ่ ซึ่งอยู่อย่างกระจัดกระจาย หลากหลายรูปแบบ NoSQL เป็นเทคโนโลยีฐานข้อมูลที่ถูกออกแบบมาส หรับงานเฉพาะทางบางอย่างที่ SQL ยังไม่สามารถตอบโจทย์ได้ดีเพียงพอ เมื่อพูดถึง NoSQL จะได้ยินชื่อเว็บไซต์ที่ใหญ่ ๆ เช่น Facebook, Twitter, FourSquare, Digg

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และอื่น ๆ ทาให้เรารับรู้ว่า NoSQL เป็นระบบฐานข้อมูลสาหรับงานที่ต้องรองรับข้อมูลขนาดใหญ่ ๆ รองรับการขยายระบบได้ง่าย เป็นต้น สามารถแสดงตัวอย่างโครงสร้างของ NoSQL ได้ดังรูปภาพที่ 2.13



รูปที่ 2.13 ตัวอย่างโครงสร้างของฐานข้อมูลแบบ NoSQL

(อ้างอิงโดย https://www.techtalkthai.com/introduce-sql-nosql-and-newsql-as-choices-of-database-technology/)

2.6.2.1 ข้อดีฐานข้อมูล NoSQL

- สามารถขยายระบบได้ง่าย
- รองรับข้อมูลขนาดใหญ่
- รองรับรูปแบบข้อมูลที่หลากหลาย หรือมีความยืดหยุ่นสูงได้
- NoSQL หลาย ๆ ระบบถูกออกแบบมาส าหรับ Unstructured Data โดยเฉพาะ เช่น ประมวลผล Log, XML, JSON และเอกสารต่าง ๆ ท าให้มีความยืดหยุ่นในการใช้งานเฉพาะทางแต่ละประเภทสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2.2 ข้อเสียฐานข้อมูล NoSQL

- ส่วนใหญ่แล้ว NoSQL จะท างานแบบNon-transactional ดังนั้นถ้าหากข้อมูลมีความละเอียดสูงและผิดพลาดไม่ได้เลย NoSQL หลาย ๆ ระบบก็อาจจะไม่เหมาะในหลาย ๆ กรณี

- การเรียกอ่านข้อมูลขึ้นมาใช้ส่วนใหญ่มักจะมีราคาการใช้งาน ที่สูงกว่าการใช้ SQL เพราะไม่สามารถเลือกเจาะจงได้อย่างง่าย ๆ ว่าจะเรียกข้อมูลส่วนไหนขึ้นมา ยกเว้นส าหรับงานเฉพาะทางบางอย่างที่จะดีกว่า SQL แบบชัดเจนมาก (ขึ้นอยู่กับงานที่ทาและเทคโนโลยีที่เลือก) แต่การบันทึกข้อมูลลงไปส่วนใหญ่จะง่ายกว่า SQL

- เทคโนโลยีส่วนใหญ่ไม่มีความเป็นมาตรฐานกลาง ดังนั้นการเปรียบเทียบแต่ละเทคโนโลยีค่อนข้างทาได้ยาก ผู้ใช้งานต้องมีความคุ้นเคยกับการจัดการ ซอฟต์แวร์ (Software) เหล่านี้ให้ได้ด้วยตัวเอง

- ผู้เชี่ยวชาญที่สามารถสนับสนุนเทคโนโลยีเหล่านี้ในระดับองค์กรได้นั้นยังมีไม่มาก แต่เทคโนโลยี NoSQL นี้กลับมีความจาเป็นมากในการที่องค์กรจะสร้างความแตกต่างในเชิงเทคโนโลยีจากคู่แข่ง

2.7 ทฤษฎีเกี่ยวกับ Ajax และ JQuery

2.7.1 ความหมายของ JQuery

jQuery คือ JavaScript Library ซึ่งถูกออกแบบมาเพื่อให้การเขียน JavaScript ง่ายขึ้น เนื่องจากการใช้ JavaScript เพื่อประยุกต์กับงานเว็บ (Client-side JavaScript) นั้นยุ่งยาก อาทิเช่น ความไม่เข้ากันของเว็บเบราว์เซอร์แต่ละบริษัท DOM, API เป็นต้น jQuery จึงถือกาเนิดมาโดยเตรียมฟังก์ชันและออบเจกต์ต่าง ๆ ที่จ าเป็นไว้ให้ในรูปของ Library

ประกอบด้วยฟีเจอร์ต่าง ๆ ดังนี้

- HTML/DOM manipulation
- CSS manipulation
- HTML event methods
- Effects and animations
- AJAX
- Utilities

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.2 ความหมายของ Ajax

Ajax ย่อมาจาก Asynchronous JavaScript And XML ซึ่งหมายถึงการทางานร่วมกันของ JavaScript และ XML แบบ Asynchronous มีหลักการทางาน 2 ประเด็น คือ การ update หน้าจอแบบบางส่วน และการติดต่อสื่อสารกับ Server โดยใช้หลักการ Asynchronous ทาให้ผู้ใช้ไม่ต้องหยุดการทางาน เพื่อรอการประมวลผลจาก Server รวมถึงการโหลดและการรีเฟรชหน้าจอ ของบราวเซอร์ทางฝั่ง Client มีการใช้ Ajax โดยการเพิ่มเลเยอร์ระหว่าง User Browser กับ Server ทาให้ผู้ใช้สามารถ ท างานได้โดยไม่ต้องรอให้ Client ติดต่อไปยัง Server รวมถึงการโหลดและการรีเฟรชหน้าจอทั้งหมดด้วย ดังนั้นผู้ใช้สามารถใช้งาน application ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น AJAX จึงไม่ใช่เทคโนโลยีในตัวของมันเอง แต่เป็นการน าเทคโนโลยีหลาย ๆ ตัวมารวมกันเช่น JavaScript, DHTML, XML, CSS, Dom และ XMLHTTPRequest

Ajax Engine ทาหน้าที่เป็นตัวกลางระหว่าง Client และ Server ฉะนั้นเมื่อ Client มี Request แทนที่จะส่ง HTTP Request ไปยัง server โดยตรง Client จะส่ง JavaScript call ไปยัง Ajax Engine เพื่อโหลดข้อมูลที่ User ต้องการ และหาก Ajax Engine ต้องการข้อมูลเพิ่มเติมในการตอบสนองต่อ User Ajax Engine จะส่ง Request ไปยัง Server โดยใช้ XML การ์เรตได้กล่าวถึงเทคโนโลยีต่าง ๆ ที่เป็นส่วนประกอบของ Ajax ซึ่งได้แก่

- HTML/XHTML เป็นภาษาในการจัดแสดงข้อมูล
- CSS เป็นรูปแบบการจัดแต่ง XHTML
- Document Object Model (DOM) ส าหรับ dynamic display and interaction
- XML เป็นรูปแบบการแลกเปลี่ยนดาต้า
- XSLT ส าหรับ แปลง XML เป็น XHTML
- XMLHTTPRequest ส าหรับ Asynchronous Data Retrieval
- JavaScript เป็นภาษาในการใช้งาน Ajax Engine

โดยส่วนประกอบจ าเป็นขั้นพื้นฐานใน Ajax ได้แก่ HTML/XHTML DOM และ JavaScript

ข้อดีของ Ajax

- ตอบสนองต่อผู้ใช้ได้อย่างรวดเร็วเนื่องจากการ Update แบบบางส่วน
- ผู้ใช้ไม่ต้องหยุดรอคอยการประมวลของ Server เนื่องจากการติดต่อแบบ Asynchronous

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- รองรับกับบราวเซอร์หลัก ๆ ที่สามารถใช้ JavaScript ได้
- ท าให้การประมวลผลที่ Server มีความรวดเร็วขึ้นเนื่องจากการประมวลผลที่ Server ลดลง
- ไม่ต้องท าการติดตั้ง หรือใช้ Plugs-In
- ไม่ยึดติดกับ Platform หรือภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม
- ทุกคนมีสิทธิ์เข้ามาพัฒนาแอพลิเคชั่นตัวนี้

2.8 ทฤษฎีเกี่ยวกับ JSON

2.8.1 ความหมายของ JSON

JSON (JavaScript Object Notation) คือ รูปแบบของข้อมูลที่ใช้สาหรับแลกเปลี่ยนข้อมูลที่มีขนาดเล็ก ซึ่งคนสามารถทาความเข้าใจได้ง่าย และสามารถถูกสร้างและอ่านโดยเครื่องได้ง่าย ถูกกาหนดภายใต้ภาษา JavaScript (JavaScript Programming Language, Standard ECMA-262 3rd Edition – December 1999) JSON เป็นรูปแบบข้อมูลตัวอักษรที่มีความเป็นอิสระอย่างสมบูรณ์ แต่จะมีหลักการการเขียนที่คุ้นเคยกับนักเขียนโปรแกรมภาษาต่าง ๆ ได้ ไม่ว่าจะเป็น ภาษา C, C++, C#, Java, Javascript, Perl, Python และอื่น ๆ คุณสมบัติเหล่านี้ทาให้ JSON เป็นภาษาแลกเปลี่ยนข้อมูลที่มีสมบูรณ์แบบ

2.8.2 โครงสร้างของ JSON

JSON นั้นใช้ลักษณะภาษาของ Javascript แต่ไม่ถูกมองว่าเป็นภาษาโปรแกรม กลับถูกมองว่าเป็นภาษาในการแลกเปลี่ยนข้อมูลมากกว่า ในปัจจุบันมีไลบรารีของภาษาโปรแกรมอื่น ๆ ที่ใช้ประมวลผลข้อมูลในรูปแบบ JSON มากมาย ตัวอย่างของ JSON

```
[
    {"firstname":"name","lastname":"name"},
    {"firstname":"name1", "lastname":"name2"}
]
```

JSON นั้นยังสามารถจัดเก็บข้อมูลที่เป็น ลักษณะของ Master - Detail ได้อีกด้วย ตัวอย่างการจัดเก็บข้อมูล

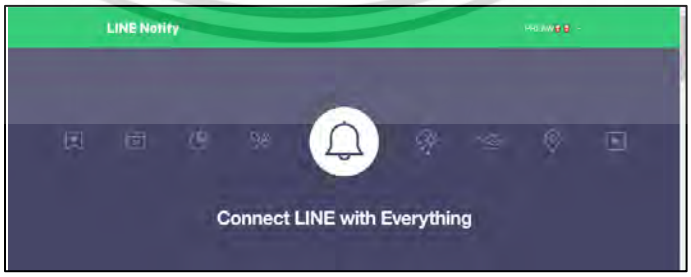
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
[
    {"firstname" : "name",
    "lastname": "name",
    "address" : [
        {
            "address1" : "adress",
            "province" : "bangkok",
            "country" : "Thailand"
        }
    ]
    }
]
```


2.9 ทฤษฎีเกี่ยวกับ Line Notify

2.9.1 ความหมายของ Line Notify

Line Notify คือ บริการของ Line ที่ให้สามารถส่งข้อความ การแจ้งเตือนต่าง ๆ ไปยังบัญชีของคุณหรือกลุ่มต่าง ๆ ที่คุณอยู่ได้ ผ่านทาง API ของ Line โดยจะเป็นบริการที่สร้างจาก แอปพลิเคชั่น Line โดย Line Notify สามารถได้รับข้อความแจ้งเตือนจากเว็บเซอร์วิสต่าง ๆ ที่สนใจได้ทาง LINE โดยหลังเสร็จสิ้นการเชื่อมต่อกับทางเว็บเซอร์วิสแล้ว จะได้รับการแจ้งเตือนจากบัญชีทางการของ “LINE Notify” ซึ่งให้บริการโดย LINE นั่นเอง สามารถเชื่อมต่อกับบริการที่หลากหลาย และยังสามารถรับการแจ้งเตือนทางกลุ่มได้อีกด้วย ซึ่งบริการหลัก ๆ ที่สามารถเชื่อมต่อได้แก่ GitHub, IFTTT หรือ Mackerel เป็นต้น



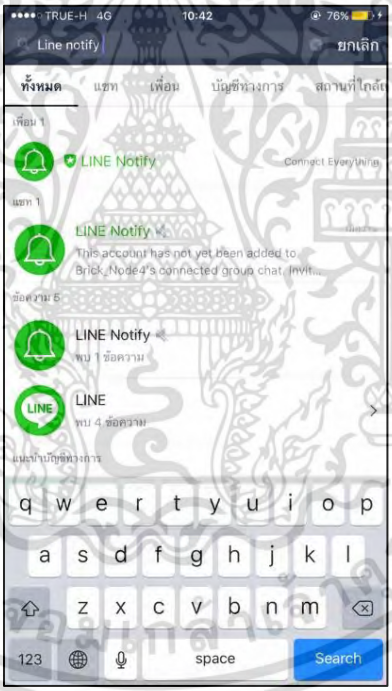
รูปที่ 2.14 หน้าเว็บของ Line Notify

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.2 วิธีการใช้งาน Line Notify

Line notify สามารถแจ้งสถานะการออนไลน์ไปอีกระบบปลายทางได้ จึงทาให้สามารถส่งข้อความแจ้งเตือนจากบริการต่าง ๆ หรืออุปกรณ์ใด ๆ ก็ตาม ที่สามารถเชื่อมต่อกับ internet มายัง Account ที่ต้องการได้ ซึ่งการใช้งานโดยรวมของ Line notify จะมีรูปแบบดังนี้ คือ เริ่มแรก ต้องสร้าง token ของ account ในระบบของ Line เสียก่อน จากนั้นเก็บ token นี้เอาไว้ แล้วเมื่อต้องการที่จะส่งข้อความแจ้งเตือนต่าง ๆ จะใช้ token นี้เพื่อส่งข้อความแจ้งเตือน ผ่านทาง http post นั่นเอง สามารถแบ่งวิธีการใช้งาน Line Notify เป็นข้อได้ดังนี้

2.9.2.1 ต้องมีบัญชีผู้ใช้ในแอปพลิเคชั่น Line ซึ่งแอปพลิเคชั่น Line สามารถใช้งานได้ทั้งในระบบปฏิบัติการ IOS และ แอนดรอย์ จากนั้นท าการเพิ่มเพื่อนบัญชี Line Notify ดังรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15 เพิ่มเพื่อนบัญชีของ Line Notify

2.9.2.2 จากนั้นเข้าไปยังหน้าเว็บไซต์ https://notify-bot.line.me/th/ ทาการเข้าสู่ระบบตามบัญชีผู้ใช้งานของแอปพลิเคชั่นไลน์ที่มี จากนั่นคลิกที่ My page หรือ หน้าของฉัน ดังรูปที่ 2.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

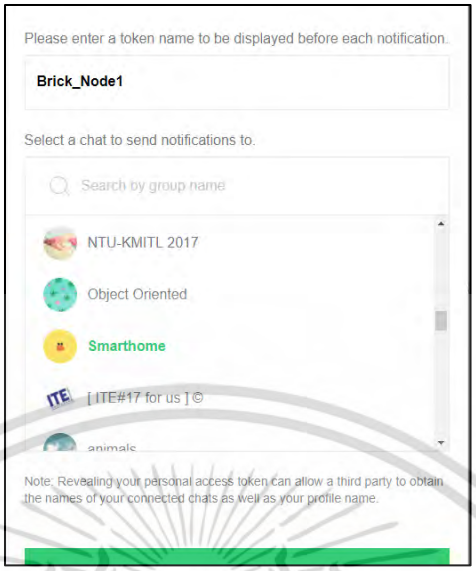
รูปที่ 2.16 หน้าเว็บของ Line Notify

คลิกไปที่ Generate access token (For developers) หรือ ออก Access Token (ส หรับผู้พัฒนา) ดังรูปที่ 2.17

รูปที่ 2.17 หน้าเว็บของ Line Notify เพื่อกดขอ Token

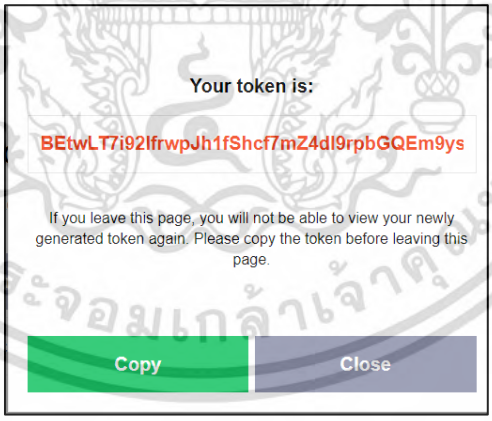
2.9.2.3 หลังจากคลิกสร้าง Token จะมีหน้าต่าง เพื่อใส่รายละเอียด ดังรูปที่ 2.18 หน้าต่างหลังจากการกดเลือก ออก Token แสดงรายละเอียดต่าง ๆ คือ จะให้กรอกชื่อ และ เลือกบัญชีผู้ใช้ หรือ กรุ๊ป ในแอปพลิเคชั่น Line เพื่อที่จะส่งข้อมูลไปยังผู้ใช้ที่เลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.18 หน้าต่างหลังจากการกดเลือก ออก Token

2.9.2.4 เมื่อกรอกข้อมูลในการแสดงค่าต่าง ๆ แล้ว Line Notify จะสร้างข้อความออกมา ข้อความออกมา ตัวอย่างเช่น BEtwLT7i92lfrwpJh1fShcf7mZ4dl9rpbGQEm9ysHVW ให้คัดลอกข้อความนี้เก็บเอาไว้ เพื่อใช้ในการส่งข้อมูล ดังรูปที่ 2.19



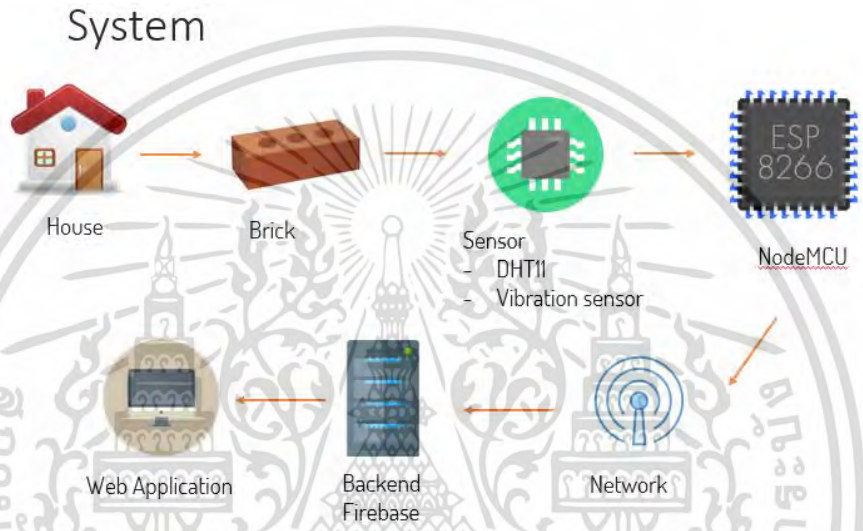
รูปที่ 2.19 หน้าต่างแสดงค่าข้อความเพื่อน าไปเชื่อต่อในการส่งข้อมูล

2.9.2.5 เมื่อได้ข้อความที่ถูกสร้างจาก Line Notify แล้ว ก็สามารถ ารหัข้อความนั้นไปท ารเชื่อมต่อในอุปกรณ์ NodeMCU เพื่อส่งข้อมูลได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

3.1 ภาพรวมของระบบและการทำงานของระบบเบื้องต้น



รูปที่ 3.1 ภาพรวมของระบบและการท างานของระบบเบื้องต้น

จากรูปที่ 3.1 อิฐที่ติดตั้งภายในบ้านมีส่วนประกอบภายในอิฐคือ อุปกรณ์ เซ็นเซอร์ DHT11 เซ็นเซอร์วัดความสั่นสะเทือน และ NodeMCU อยู่ภายในอิฐซึ่ง เซ็นเซอร์ ทั้ง 2 ตัวจะส่งค่าไปยัง NodeMCU เพื่อให้ NodeMCU ส่งค่าอุณหภูมิ ความชื้น และค่าความสั่นสะเทือนผ่าน Network ส่งไปยัง ฐานข้อมูลFirebase ที่เป็น Backend ของระบบแล้วแสดงค่าที่หน้า เว็บ แอปพลิเคชัน (Web Application)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.2 ไดอะแกรมแสดงการท างานระหว่างฮาร์ดแวร์ และ ซอฟต์แวร์

รูปที่ 3.3 อุปกรณ์ภายในอิฐ

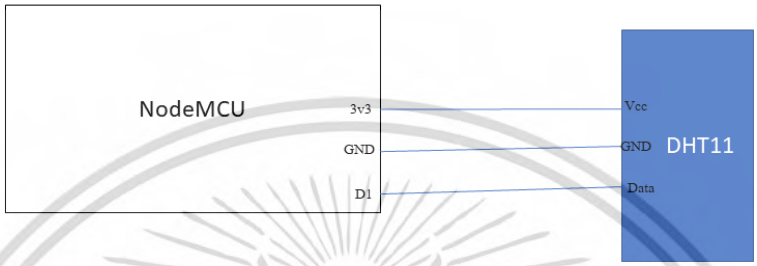
จากรูปที่ 3.2 อุปกรณ์อิฐทั้งหมด 4 ก้อน ภายในอิฐแต่ละก้อนจะประกอบไปด้วย NodeMCU (ESP 8266), เซ็นเซอร์ DHT11, เซ็นเซอร์ SW-420, แบตเตอรี่ลิเธียมโพลิเมอร์ (Battery lithium polymer) และ Charger Circuit ดังในรูปที่ 3.3 จะทาการส่งค่าอุณหภูมิ ความชื้น และ ค่าความสั่นสะเทือนไปยัง Firebase ซึ่งเป็น ฐานข้อมูล ของ เว็บแอปพลิเคชั่น เพื่อนาข้อมูลที่ได้จากอิฐทั้ง 4 ก้อน มาวิเคราะห์ และแสดงผลบนหน้า เว็บแอพพลิเคชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การออกแบบฮาร์ดแวร์ (Hardware)

3.2.1 NodeMCU เชื่อมต่อกับ Sensor DHT11

การออกแบบในส่วนของฮาร์ดแวร์ จะใช้ NodeMCU เชื่อมต่อกับ เซ็นเซอร์ DHT11 ที่ใช้วัดอุณหภูมิ และ ความชื้นสัมพัทธ์ ดังรูปที่ 3.4

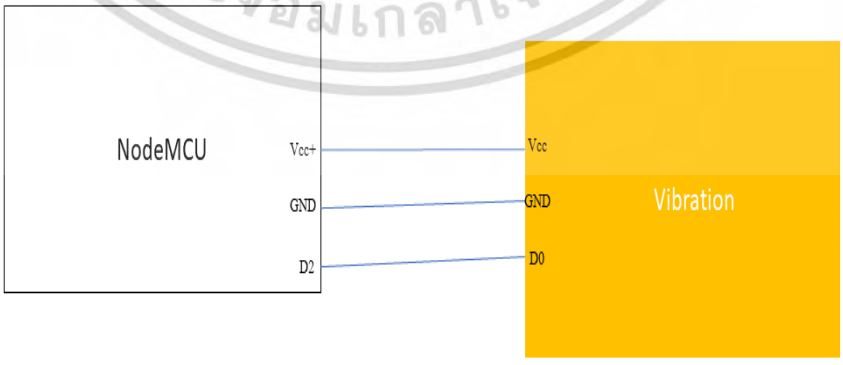


รูปที่ 3.4 การเชื่อมต่อระหว่าง NodeMCU กับ เซ็นเซอร์ DHT11

จากรูปที่ 3.4 NodeMCU ขา GND ต่อกับขา GND ของ เซ็นเซอร์ DHT11 จากนั้น ขา 3v3 ของ NodeMCU ต่อกับขา Vcc ของ เซ็นเซอร์ DHT11 และ ขา D1 ของ NodeMCU ต่อกับขา Data ของ Sensor DHT11

3.2.2 NodeMCU เชื่อมต่อกับ เซ็นเซอร์วัดความสั่นสะเทือน

NodeMCU เชื่อมต่อกับ เซ็นเซอร์วัดความสั่นสะเทือน ที่ใช้ตรวจจับความสั่นสะเทือน ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 การเชื่อมต่อระหว่าง NodeMCU กับ เซ็นเซอร์วัดความสั่นสะเทือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

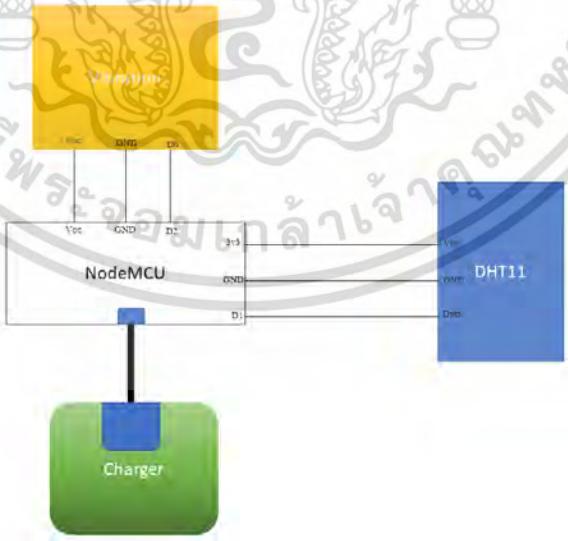
จากรูปที่ 3.5 NodeMCU ขา GND ต่อกับขา GND ของ เซ็นเซอร์วัดความสั่นสะเทือน จากนั้น ขา Vcc ของ NodeMCU ต่อกับขา Vcc ของ เซ็นเซอร์วัดความสั่นสะเทือน และ ขา D2 ของ NodeMCU ต่อกับขา D0 ของ เซ็นเซอร์ DHT11

3.2.3 NodeMCU เชื่อมต่อกับ วงจร Charger

NodeMCU เชื่อมต่อกับ วงจร Charger ที่ใช้จ่ายไฟให้กับวงจร ดังรูปที่ 3.6 NodeMCU ส่วน Micro USB เชื่อมต่อกับ USB port ของ วงจร Charge

รูปที่ 3.6 การเชื่อมต่อระหว่าง NodeMCU กับ วงจร Charger

3.2.4 ขนาดของอุปกรณ์



รูปที่ 3.7 อุปกรณ์ ฮาร์ดแวร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์มีขนาด 15 cm x 10 cm ประกอบด้วย

- NodeMCU
- Sensor DHT11
- Sensor Vibration
- Charger circuit
- Battery lithium ion

3.3 การออกแบบซอฟต์แวร์ (Software)

3.3.1 การออกแบบการทำงานของฐานข้อมูล

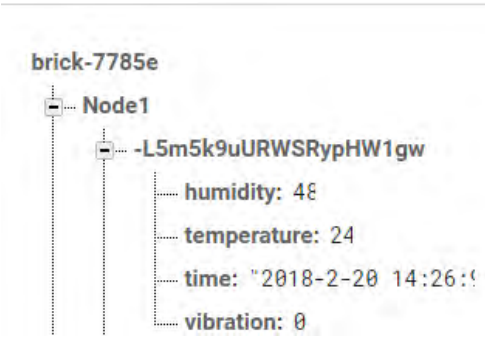
การทางานของอุปกรณ์ที่ประกอบด้วยเซ็นเซอร์ DHT11 และ SW-420 เมื่อตัวเซ็นเซอร์สามารถตรวจจับค่าได้แล้วจะส่งค่าโดยใช้ NodeMCU หรือ ESP8266 ซึ่งการส่งค่าแต่ละครั้งจะมีระยะ เวลาดีเลย์ (delay) ในการส่งค่าตามที่กาหนดไว้ จะต้องใช้ฐานข้อมูล (Database) แบบ Realtime เพื่อสามารถทาให้ข้อมูลที่ส่งเข้ามานามาใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งจะเลือกใช้ Firebase เป็นฐานข้อมูลแบบ Realtime ในการจัดเก็บข้อมูล ซึ่งการใช้งาน Firebase database นั้นจะเป็นรูปแบบของ NoSQL ทาให้มีความยืดหยุ่นในการใช้งานมากขึ้น อีกทั้งยังสามารถรองรับข้อมูลขนาดใหญ่ที่เกิดขึ้นมาได้อย่างรวดเร็ว

Firebase Database นั้นเป็นฐานข้อมูลแบบ NoSQL และเป็น JSON Database ที่มีโครงสร้างที่เป็น Key และ Value แสดงดังรูปที่ 3.8 และ รูปที่ 3.9


```
{
    "Node1" : {
        "-L5m5k9uURWSRypHW1gw" : {
            "humidity": "48",
            "temperature": "24",
            "time": "2018-2-20 14:26:9",
            "vibration": "0"
        }
}
```


รูปที่ 3.8 โครงสร้างที่เป็น Key และ Value ในรูปแบบ ฐานข้อมูล JSON

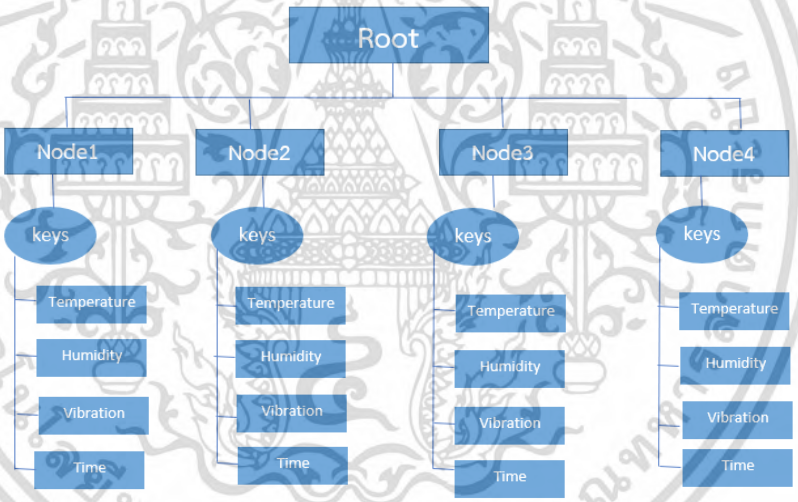
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 โครงสร้างที่เป็น Key และ Value ในรูปแบบฐานข้อมูล NoSQL Firebase

3.3.1.1 การออกแบบโครงสร้างของฐานข้อมูลที่ใช้ในการจัดเก็บ

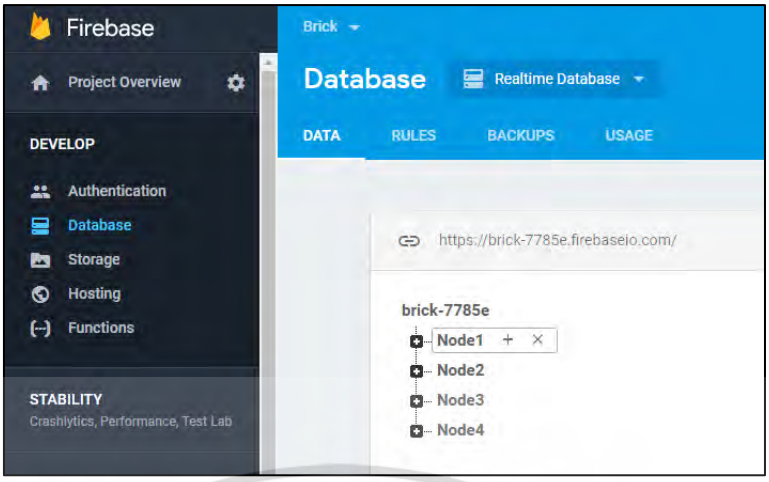
เนื่องจากจะมีการวัดค่าจากอุปกรณ์ 4 โหนด ดังนั้นจะมีการออกแบบโครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลทั้ง 4 โหนดใน 1 Root ดังแสดงในภาพที่ 3.10



รูปที่ 3.10 แผงผังการจัดเก็บข้อมูลของอุปกรณ์ 4 โหนด

จาก รูปที่ 3.10 แสดงการออกแบบแผนผังเพื่อจัดเก็บข้อมูลของอุปกรณ์จาก 4 โหนด โดยจะมีแต่ละโหนดชื่อว่า Node1, Node2, Node3, Node4 ตามลาดับ โดยแต่ละโหนดนั้นจะมี keys ที่เป็นเอกลักษณ์เพื่อใช้ในการจัดเก็บข้อมูลจากอุปกรณ์ในแต่ละเวลา ซึ่งใน keys 1 ตัวจะประกอบด้วยข้อมูลของ อุณหภูมิ ความชื้น การสั่นสะเทือน และ เวลาที่จัดเก็บ สามารถแสดงดังรูปที่ 3.9 ที่กล่าวไปข้างต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 โครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลจากอุปกรณ์ 4 โหนดใน ฐานข้อมูล Firebase

3.3.1.2 การเขียนข้อมูลในฐานข้อมูล Firebase

เนื่องจากข้อมูลที่จะนามาจัดเก็บในฐานข้อมูลจะถูกส่งมาจาก NodeMCU (ESP8266) ดังนั้นการเขียนข้อมูลลงในฐานข้อมูลใน Firebase จะเขียนใน Arduino IDE เพื่อ Push ค่าที่อ่านได้จากเซ็นเซอร์และใช้ NodeMCU ในการส่งค่าเข้า Backend ของ Firebase เพื่อเพิ่มชุดของข้อมูล ดังรูปที่ 3.12

```
StaticJsonBuffer<200> jsonBuffer;
JsonObject& root = jsonBuffer.createObject();
root["temperature"] = t;
root["humidity"] = h;
root["vibration"]= measurement;
root["time"] = NowString();

// append a new value to /logDHT
String name = Firebase.push("Node1", root);
// handle error
if (Firebase.failed()) {
    Serial.print("pushing /logs failed:");
    Serial.println(Firebase.error());
    return;
}
Serial.print("pushed: /Node1/");
Serial.println(name);
delay(30000);
}
```

รูปที่ 3.12 การเขียนโค้ด เพื่อส่งค่าจากเซ็นเซอร์ไปยัง ฐานข้อมูล Firebase

จากรูปที่ 3.12 สามารถอธิบายส่วนต่างได้ดังนี้

- ค าสั่งStaticJsonBuffer<200> jsonBuffer;

JsonObject& root = jsonBuffer.createObject();

คือการโปรแกรมสร้าง JSON โดยArduinoJson

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- คำสั่ง root["temperature"] = t;

root["humidity"] = h;

root["vibration"]= measurement;

root["time"] = NowString();

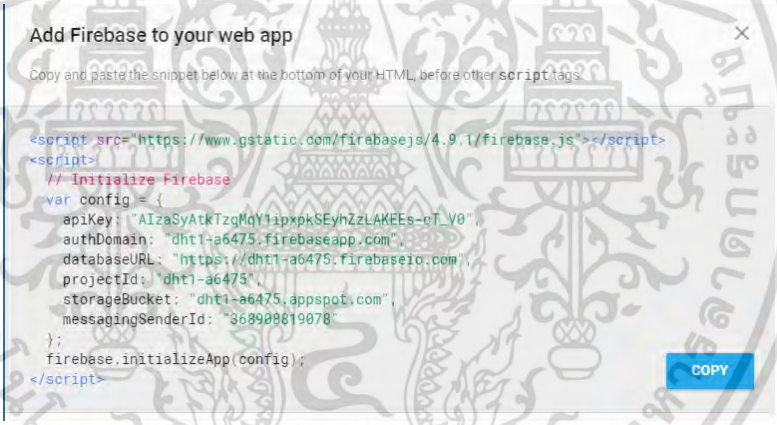
เป็นการเพิ่ม root ในการจัดเก็บค่าที่มาจากเซ็นเซอร์คือ อุณหภูมิ ความชื้น การสั่นสะเทือน และ เวลาในการจัดเก็บ

- คำสั่งString name = Firebase.push("Node1", root);

เป็นการเพิ่มค่าใหม่ที่ได้จากเซ็นเซอร์ในการวัดแต่ละรอบลงใน root Node1

3.3.1.3 การดึงข้อมูลในฐานข้อมูล Firebase

ในการอ่านข้อมูลจากฐานข้อมูลของ Firebase จะต้องใช้ API และ Key ต่าง ๆ ดังรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 API และ Key ที่ใช้ในการดึงข้อมูลลงใน เว็บแอปพลิเคชั่น

เมื่อทาการเพิ่ม API และ Key ของ Firebaseที่สร้างแล้ว จากนั้น ประกาศตัวแปรเพื่อ รับค่า และ เพื่ออ้างถึง path ที่เราต้องการในฐานข้อมูล ดังรูปที่ 3.14

```
var node1 = firebase.database().ref().child("Node1");
    node1.on("child_added", function(sanp) {
```

รูปที่ 3.14 การโค้ดเพื่ออ้างไป path ที่ต้องการเข้าถึงในฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.14 สามารถอธิบายรายละเอียดเพิ่มเติมได้ดังนี้

- คำสั่ง var node1 = firebase.database().ref().child("Node1");

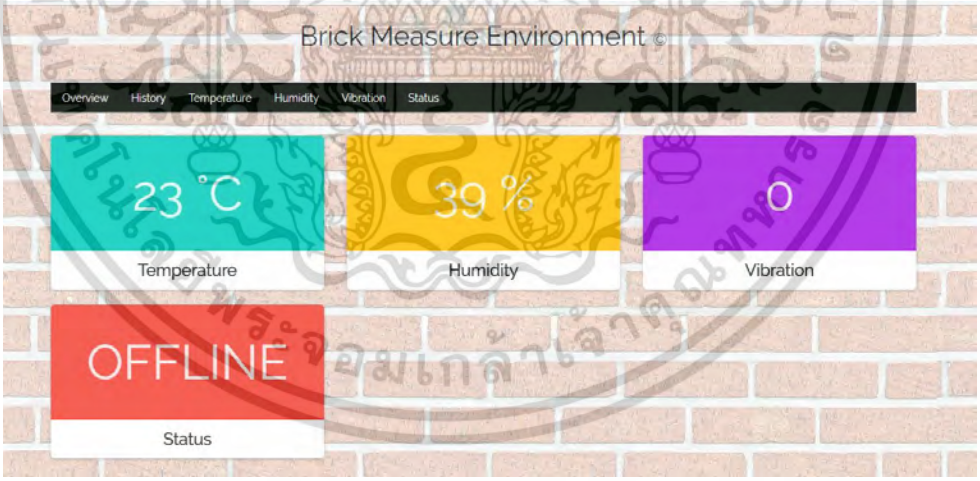
หมายถึง การกำหนดตัวแปรชื่อว่า node1 เพื่ออ้างอิงไปยังฐานข้อมูลFirebase และ root ที่ใช้ชื่อว่า Node1

- คำสั่งnode1.on("child_added", function(sanp) {....}

หมายถึง การแนบฟังก์ชันให้ทำงาน โดยฟังก์ชันที่แนบในตัวแปร node1 เพื่อ snapshot data เมื่อมีข้อมูลเพิ่มเข้ามาในฐานข้อมูล

3.3.2 การออกแบบหน้าอินเตอร์เฟซของ เว็บแอปพลิเคชั่น

เนื่องจากมีการใช้อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์จำนวน 4 โหนด ดังนั้นจะต้องแสดงค่าของทั้ง 4 โหนด และภายในหน้าแรกของ เว็บแอปพลิเคชั่น (Web Application) จะแสดงผลเฉลี่ยค่าอุณหภูมิ ความชื้น การสั่นสะเทือน สถานะการใช้งาน ของทั้ง 4 โหนด เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน ผู้ใช้สามารถมองภาพได้ชัดเจน โดยจะใช้งานได้ทั้งหน้าของเว็บบราวเซอร์ และ ในหน้าต่างของอุปกรณ์โทรศัพท์มือถือ ดังแสดงในรูปที่ 3.15 และ รูปที่ 3.16 ตามลำดับ



รูปที่ 3.15 หน้าแรกของ เว็บแอปพลิเคชั่น เมื่อเปิดในเว็บบราวเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

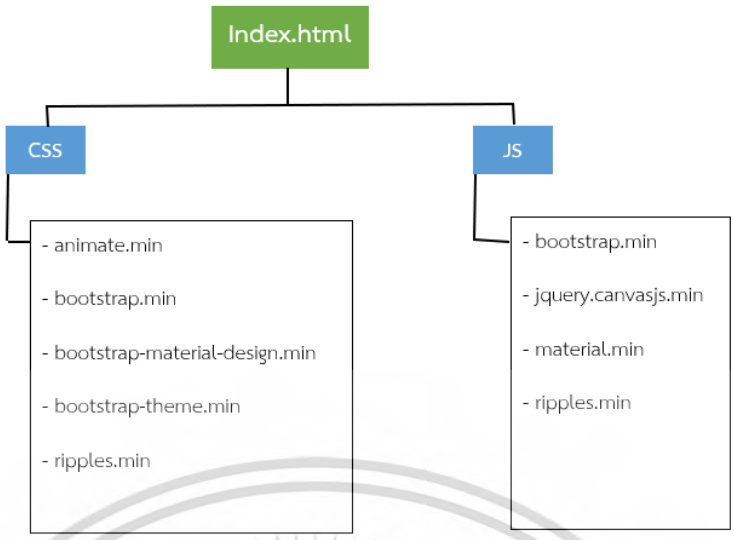
รูปที่ 3.16 หน้าแรกของ เว็บแอปพลิเคชั่น เมื่อเปิดในอุปกรณ์โทรศัพท์มือถือ

โดยในหน้าหลักของเว็บแอปพลิเคชั่น ดังแสดงในรูปที่ 3.15 และ 3.16 จะมี แถบเมนูบาร์ (menu bar) เพื่อ เชื่อมต่อไปยังหน้าแสดงผลต่าง ๆ สามารถแสดงเป็นแผนผังได้ดังรูปที่ 3.17

รูปที่ 3.17 แผนผังแถบเมนูบาร์

โดยในแต่ละหน้าของเว็บแอปพลิเคชั่น จะทาการเชื่อมต่อหรือเรียกใช้การทางานไฟล์ต่าง ๆ สามารถแสดงได้ใน รูปที่ 3.18

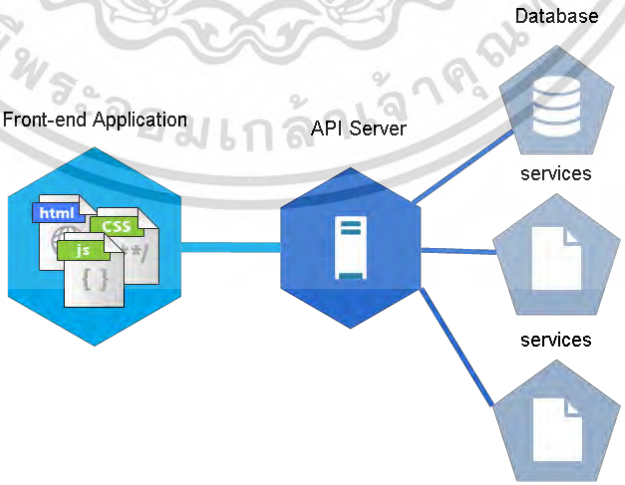
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.18 แผนผังการเรียกใช้งานของไฟล์ index.html

จากรูปที่ 3.17 แสดงแผนผังการเรียนกใช้งานของไฟล์ index.html ซึ่งไฟล์ index.html นี้จะเป็นไฟล์หลักในการแสดงผลของเว็บแอปพลิเคชั่น โดยจะเชื่อมต่อโฟเดอร์ CSS และ JS เพื่อใช้ในการตกแต่ง เช่น กาหนดรูปแบบ ขนาด สี ของตัวอักษร กาหนดรูปแบบ สี ในการใช้งานของเว็บแอปพลิเคชั่น

โครงสร้างของเว็บแอปพลิเคชั่น ควรจะผลักภาระมาไว้ที่ฝั่ง Front-end ให้มากที่สุด ส่วนที่เหลือจะน าเฮไปไว้ที่ฝั่ง Server โดยคุยกันผ่าน API เนื่องจากปัจจุบันงานหลาย ๆ อย่างสามารถทาที่ฝั่ง Client ได้ทันที เพราะการเข้ามาของเทคโนโลยี HTML5 และพลังของการประมวณผลของอุปกรณ์ ที่เพิ่มขึ้นนั่นเอง ในส่วนของโครงสร้าง เว็บแอปพลิเคชั่น จะแสดงดังรูปที่ 3.19

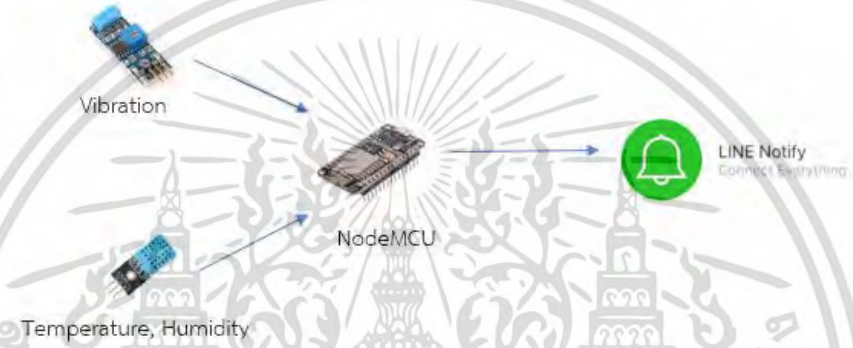


รูปที่ 3.19 โครงสร้างของเว็บแอพพลิเคชั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 การรับการแจ้งเตือนจากเว็บเซอร์วิสทาง LINE

เมื่อเซ็นเซอร์ในอุปกรณ์แต่ละโหนดสามารถวัดค่าได้แล้ว จะส่งไปยัง Line Notify เพื่อแจ้งเตือนให้กับผู้ใช้งาน โดยจะได้รับการแจ้งเตือนทางบัญชีทางการของ Line Notify ซึ่ง Line Notify นั้น สามารถส่งข้อความแจ้งเตือนของอุปกรณ์ โดยอุปกรณ์นั้นจะส่งข้อมูลที่ได้จากเซ็นเซอร์ คือ ค่าอุณหภูมิ ความชื้น และ การสั่นสะเทือน จาก NodeMCU (ESP8266) ไปยัง Line Notify ได้โดยตรง โดยจะออกแบบการส่งค่า ดังรูปที่ 3.20



รูปที่ 3.20 ไดอะแกรมการส่งข้อมูลไปยัง Line Notify

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

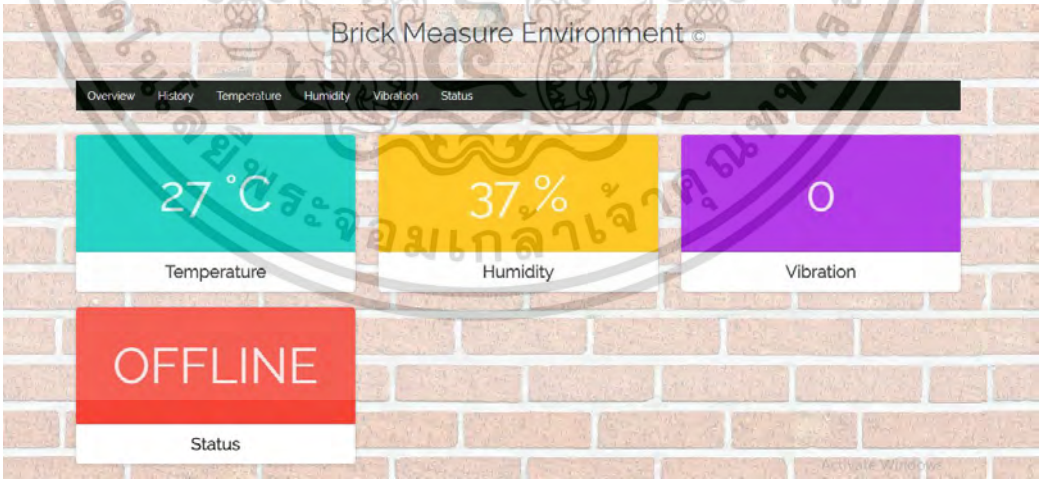
4.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลการทดลองของโครงงาน โดยดูได้จากผลลัพธ์จากการทางานของอุปกรณ์เซ็นเซอร์ และ การส่งค่าที่ได้จากเซ็นเซอร์ไปยังฐานข้อมูลของ Firebase ดูการทางานของเซ็นเซอร์ DHT11 ในการวัดอุณหภูมิและความชื้น เซ็นเซอร์ SW-420 เพื่อวัดการสั่นสะเทือน ดูการทางานของ NodeMCU ว่าสามารถทางานได้หรือไม่ จากหน้าแสดงผลใน เว็บแอปพลิเคชั่น และสามารถดูได้ในหน้าจอแสดงผลของฐานข้อมูล Firebase ดังรูปภาพที่ 3.11 ดูการทางานของเว็บแอปพลิเคชั่นว่าแสดงผลได้ตามความต้องการหรือไม่

4.2 ผลการทดสอบเว็บแอปพลิเคชั่น (Web Application)

4.2.1 ส่วนหน้าหลักของเว็บแอปพลิเคชั่น

ผลรวมโครงสร้างหลักของ เว็บแอปพลิเคชั่น ดังรูปที่ 4.1

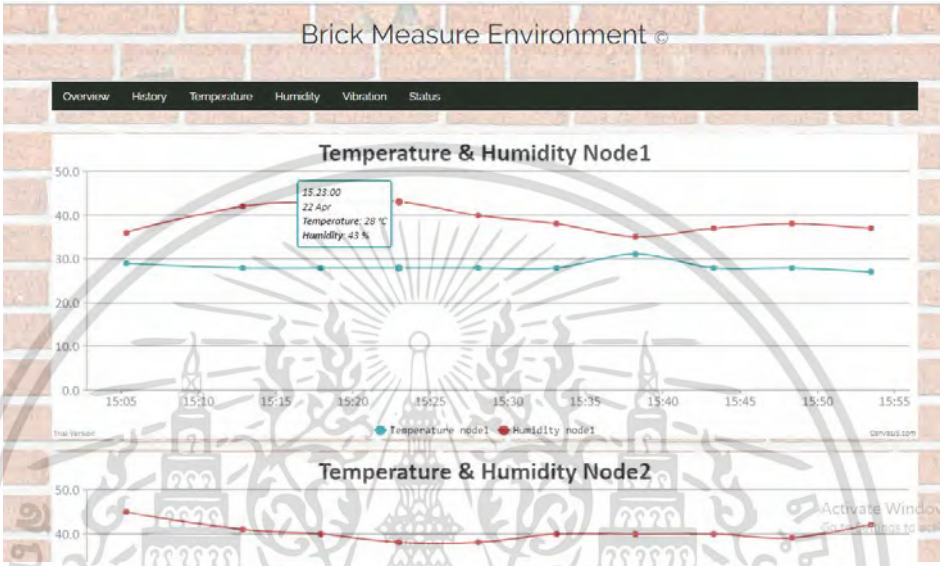


รูปที่ 4.1 หน้าหลักของ เว็บแอปพลิเคชั่น

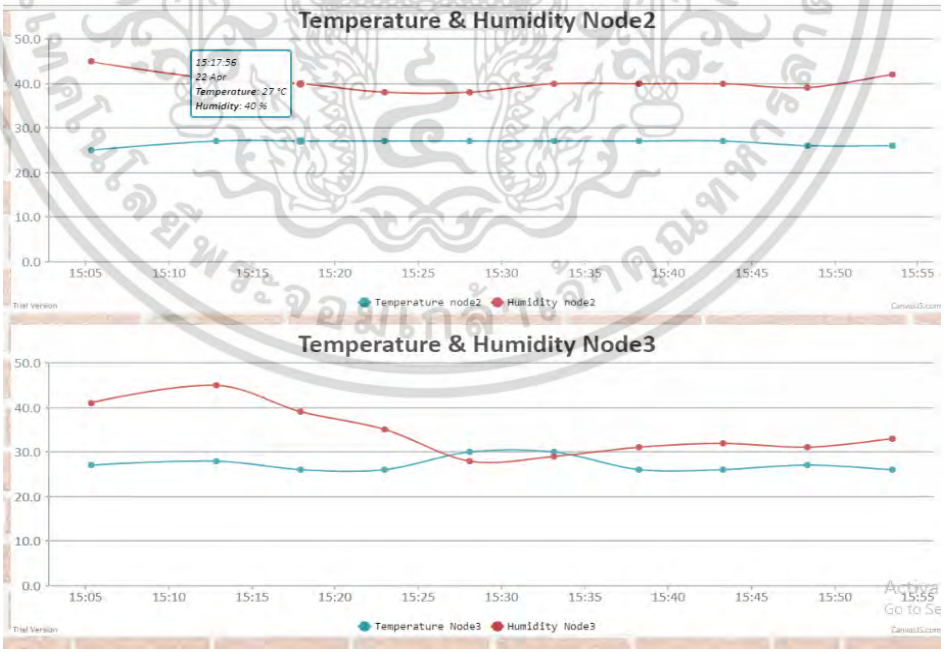
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 ส่วนหน้าเก็บประวัติผลอุณหภูมิและความชื้น

ส่วนนี้จะเก็บประวัติอุณหภูมิและความชื้นที่วัดได้ก่อนหน้าไว้ โดยคลิ๊กที่แถบเมนูบาร์ History โดยจะแสดงเป็นกราฟแต่ละโหนดอุปกรณ์ ซึ่งหนึ่งกราฟประกอบไปด้วยอุณหภูมิและความชื้น ในโหนดเดียวกัน ดังรูปที่ 4.2 , 4.3 และ 4.4

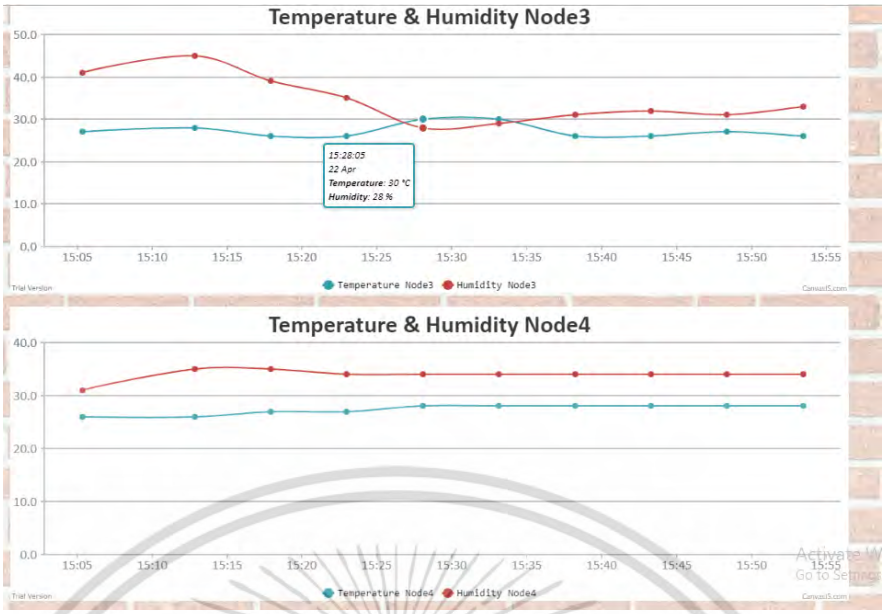


รูปที่ 4.2 หน้าเก็บประวัติอุณหภูมิและความชื้นของอุปกรณ์ Node1



รูปที่ 4.3 หน้าเก็บประวัติอุณหภูมิและความชื้นของอุปกรณ์ Node2 และ Node3

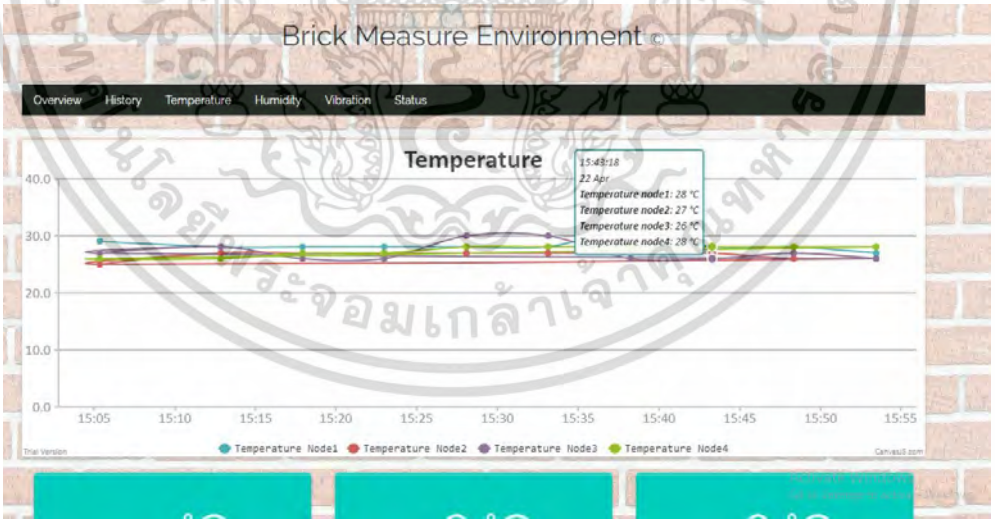
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 หน้าเก็บประวัติอุณหภูมิและความชื้นของอุปกรณ์ Node3 และ Node4

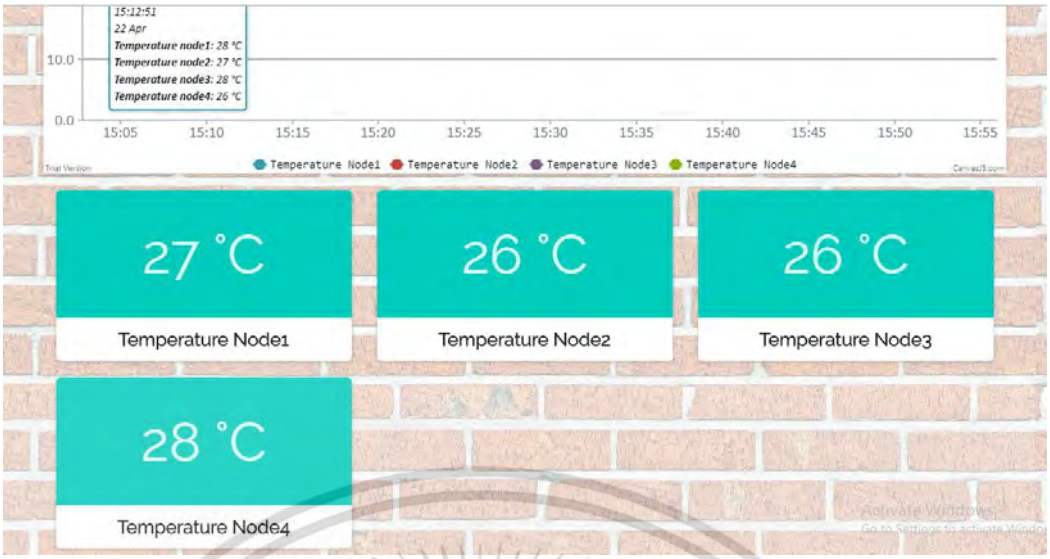
4.2.3 ส่วนหน้าแสดงผลอุณหภูมิ

ส่วนหน้านี้เมื่อคลิกที่แถบเมนูบาร์ Temperature จะแสดงผลอุณหภูมิที่วัดได้จากอิฐทั้ง4 ก้อน เป็นกราฟ และ ตัวเลขของอุณหภูมิล่าสุด ดังรูปที่ 4.5 และ 4.6



รูปที่ 4.5 กราฟแสดงผลค่าอุณหภูมิจากอิฐทั้ง 4 ก้อน

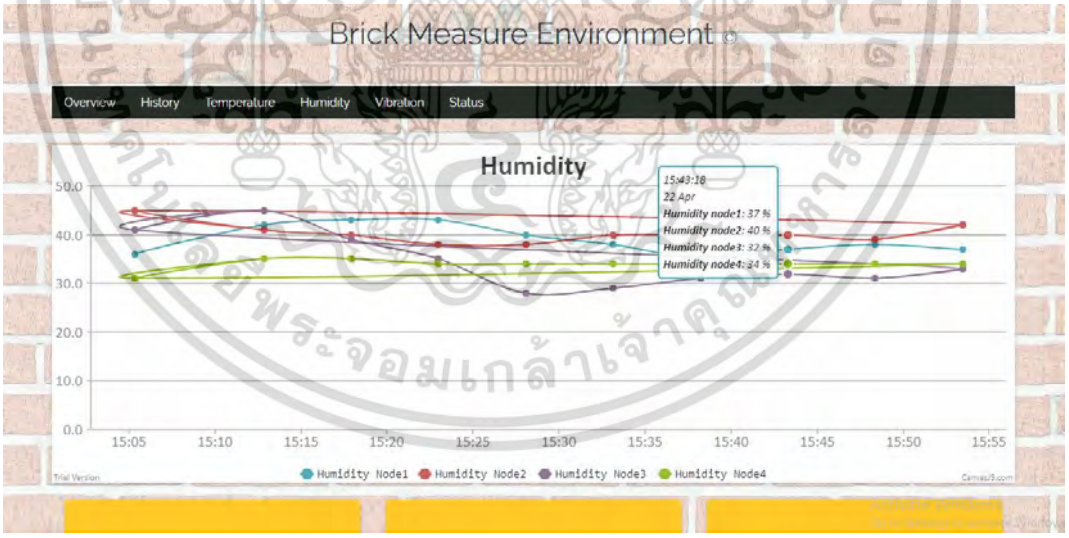
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 ผลอุณหภูมิที่วัดได้ของอิฐแต่ละก้อน

4.2.4 ส่วนหน้าแสดงผลค่าความชื้น

ส่วนหน้านี้เมื่อคลิกที่แถบเมนูบาร์ humidity จะแสดงผลค่าความชื้นที่วัดได้จากอิฐทั้ง4ก้อน ดังรูปที่ 4.7 และ 4.8



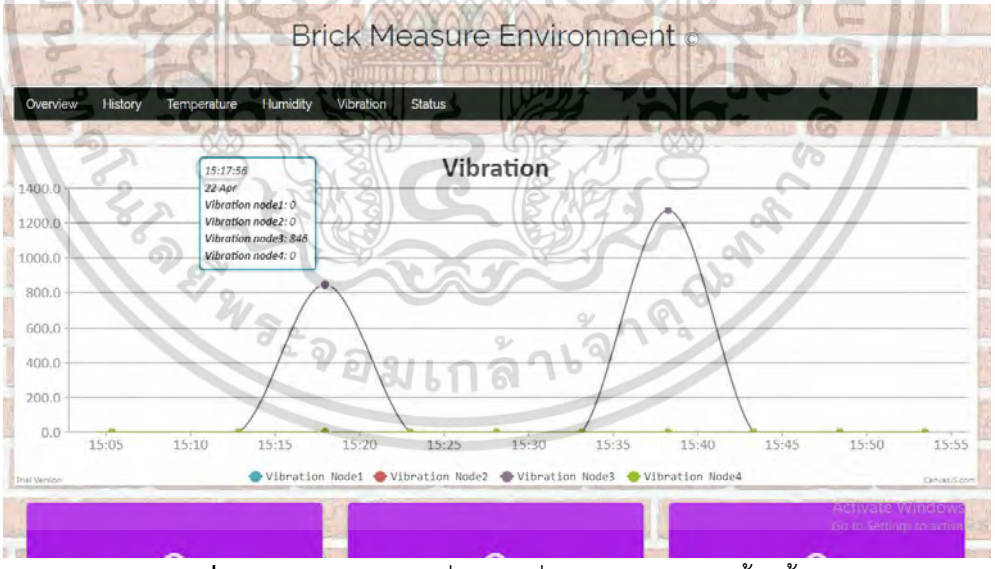
รูปที่ 4.7 กราฟแสดงผลค่าความชื้นจากอิฐทั้ง 4 ก้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.8 ผลค่าความชื้นที่วัดได้ของอิฐแต่ละก้อน

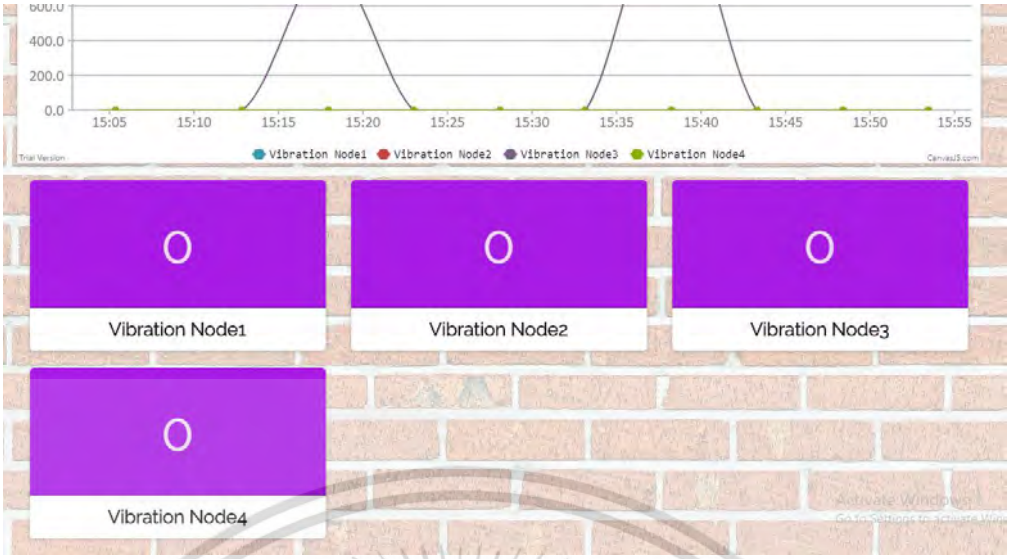
4.2.5 ส่วนหน้าแสดงผลค่าความสั่นสะเทือน

ส่วนหน้านี้เมื่อคลิกที่แถบเมนูบาร์ Vibration จะแสดงผลค่าความสั่นสะเทือนที่วัดได้จากอิฐทั้ง4ก้อน ดังรูปที่ 4.9 และ 4.10



รูปที่ 4.9 กราฟแสดงผลค่าความสั่นสะเทือนจากอิฐทั้ง4ก้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 ผลค่าความสั่นสะเทือนที่วัดได้ของอิฐแต่ละก้อน

4.2.6 ส่วนหน้าแสดงสถานะของอิฐแต่ละก้อน

ส่วนหน้านี้เมื่อคลิกที่แถบเมนูบาร์ Status จะแสดงสถานะว่าอิฐแต่ละก้อนอยู่ในสถานะ Online หรือ Offline ซึ่ง Online หมายถึง อุปกรณ์เซ็นเซอร์ภายในอิฐทางานอยู่ ส่วน Offline หมายถึง อุปกรณ์เซ็นเซอร์ภายในอิฐไม่ท างานดังรูปที่ 4.11

รูปที่ 4.11 สถานะของอิฐแต่ละก้อน

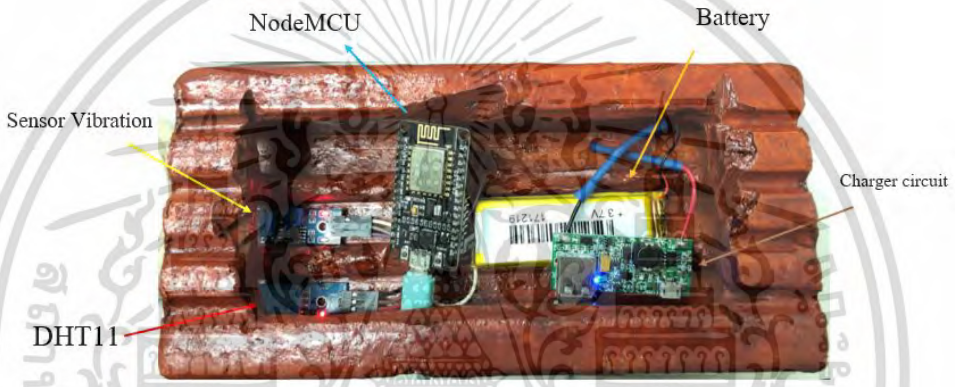
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการทดสอบฮาร์ดแวร์ (Hardware)

การทดสอบฮาร์ดแวร์นั่น จะประกอบไปด้วยอุปกรณ์ ดังนี้

- NodeMCU
- Sensor DHT11
- Sensor Vibration
- Charger circuit
- Battery lithium ion

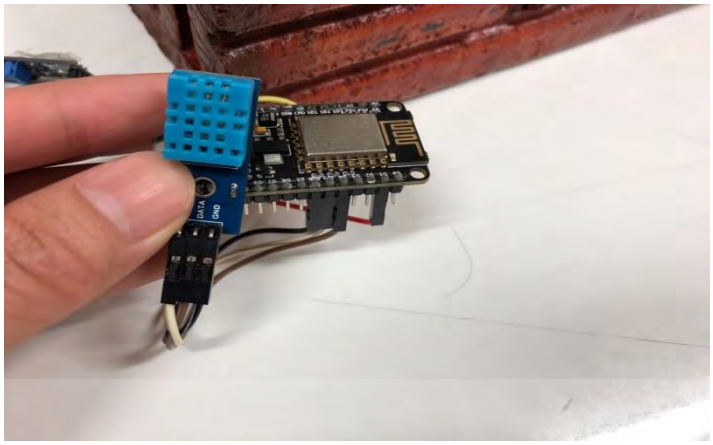
การเชื่อมต่อของอุปกรณ์สามารถแสดงได้ ดังรูปที่ 4.12, 4.13, 4.14, 4.15 และ 4.16



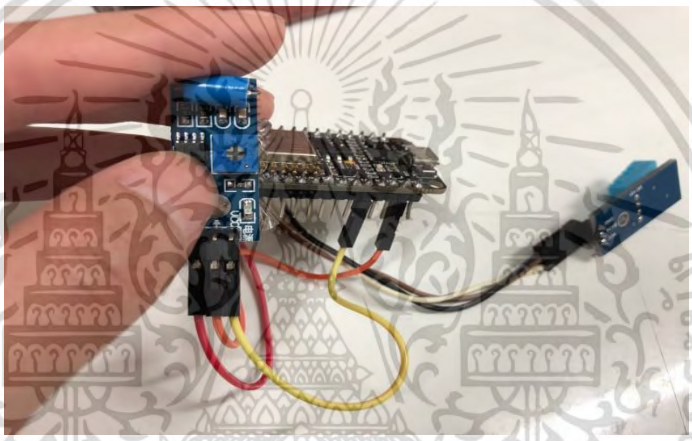
รูปที่ 4.12 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ในแต่ละโหนด

รูปที่ 4.13 โครงสร้างอิฐด้านข้าง

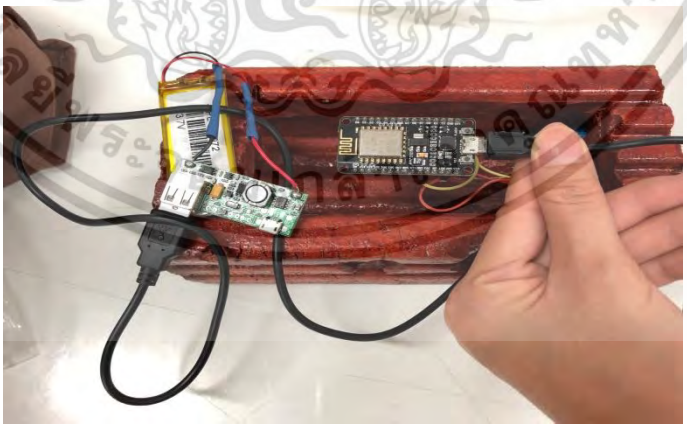
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.14 เซ็นเซอร์ DHT11 เชื่อมต่อ NodeMCU



รูปที่ 4.15 เซ็นเซอร์วัดความสั่นสะเทือน เชื่อมต่อ NodeMCU



รูปที่ 4.16 NodeMCU เชื่อมต่อกับ วงจร Charger

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ผลการทดสอบ Line Notify

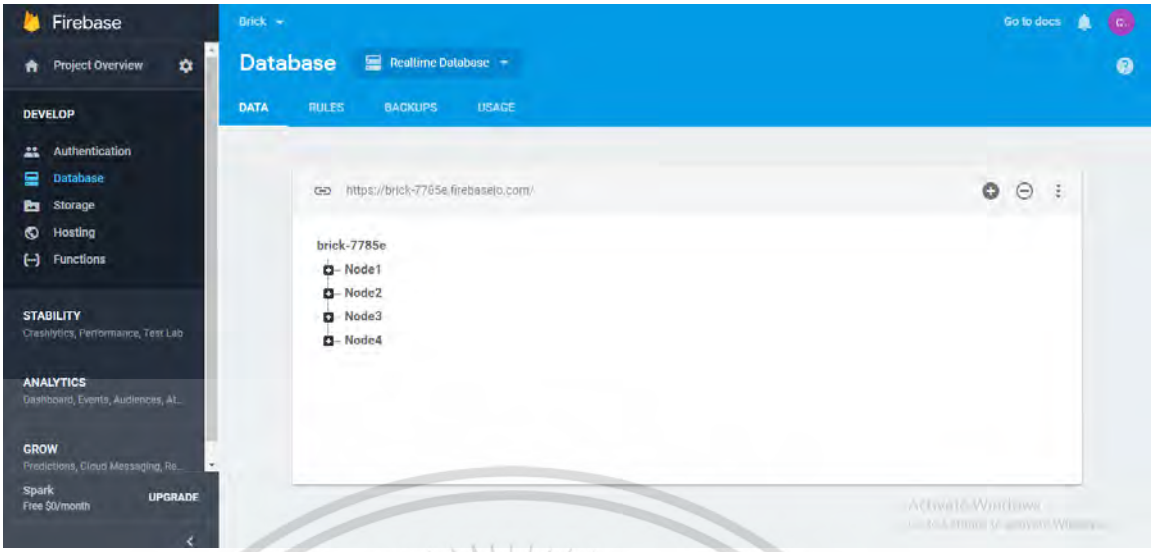
ส่วนนี้จะเป็นการแสดงผลการแจ้งเตือนอุณหภูมิ ความชื้น และ ค่าการสั่นสะเทือน ผ่านทาง Line Notify ของอิฐแต่ละก้อน โดย Line Notify เป็นบริการของแอปพลิเคชั่น Line สามารถแสดงการท ขานแจ้งเตือนได้ ดังรูปที่ 4.17

รูปที่ 4.17 การแจ้งเตือนอุณหภูมิ ความชื้น และ ค่าการสั่นสะเทือนผ่านทาง Line Notify

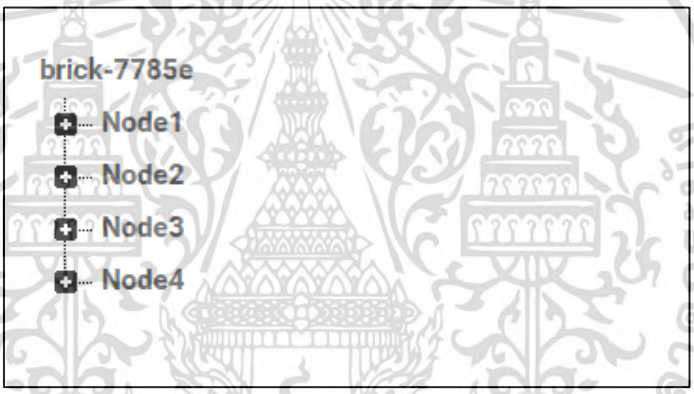
4.5 ผลการทดสอบ ฐานข้อมูล (Database)

ฐานข้อมูลที่เลือกใช้ก็คือ Firebase ซึ่งเป็นฐานข้อมูลแบบ Realtime สามารถรับส่งข้อมูลได้อย่างรวดเร็วไม่ติดขัด โดยฐานข้อมูล Firebase นี้จะรับค่าจากอุปกรณ์ NodeMCU รูปแบบของการเก็บข้อมูล Firebase นี้จะเก็บเป็น NoSQL นั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.18 หน้าต่างควบคุมฐานข้อมูล Firebase



รูปที่ 4.19 การเก็บข้อมูลของทั้ง 4 โหนดอุปกรณ์

รูปที่ 4.20 การเก็บข้อมูลของ NodeMCU โหนดที่ 1 โดยจะเก็บข้อมูลในแต่ละครั้งเป็น Keys

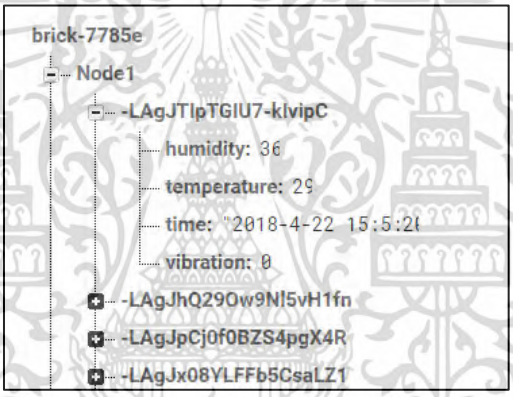
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.21 การเก็บข้อมูลของ NodeMCU โหนดที่ 2 โดยจะเก็บข้อมูลในแต่ละครั้งเป็น Keys

รูปที่ 4.22 การเก็บข้อมูลของ NodeMCU โหนดที่ 3 โดยจะเก็บข้อมูลในแต่ละครั้งเป็น Keys

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.23 การเก็บข้อมูลของ NodeMCU โหนดที่ 4 โดยจะเก็บข้อมูลในแต่ละครั้งเป็น Keys



รูปที่ 4.24 รูปแบบในการจับเก็บข้อมูลในแต่ละครั้ง

จากรูปที่ 4.24 เป็นรูปแบบในการจับเก็บข้อมูลในแต่ละครั้ง โดยจะเก็บ ค่าความชื้น อุณหภูมิ เวลา การสั่นสะเทือน ที่ถูกส่งมาจาก NodeMCU

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการดำเนินงาน

5.1 สรุปผลการทดลอง

ในการทดสอบระบบการทางานของโครงงาน อิฐตรวจวัดสภาพแวดล้อม จะมีอยู่สองระบบย่อย แบ่งได้เป็น ระบบฮาร์ดแวร์ และ ระบบซอฟต์แวร์ ระบบฮาร์ดแวร์ จะประกอบไปด้วย การใช้เซ็นเซอร์ DHT11 ซึ่งเป็นเซ็นเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้น เซ็นเซอร์วัดความสั่นสะเทือน SW-420 เป็นเซ็นเซอร์ตรวจวัดการสั่นสะเทือน ได้ผลลัพธ์ในการทดสอบ สามารถดูผลการทดสอบของอุปกรณ์ได้จาก หน้าจอ Serial Monitor ในโปรแกรม Arduino IDE และในหน้าจอ Console Database ของฐานข้อมูล Firebase ระบบซอฟต์แวร์จะทางาน โดยเขียนข้อมูลลงฐานข้อมูล ใน Firebase โดยใช้โปรแกรม Arduino IDE เพื่อให้ NodeMCU ส่งค่าลงในฐานข้อมูล และทาการดึงข้อมูลจาก Firebase มาแสดงผลที่หน้า เว็บแอปพลิเคชั่น ในการทดสอบระบบการทางานของซอฟต์แวร์ พบว่าระบบสามารถทางานได้ตามเงื่อนไขที่เรากาหนด จากส่วนหน้าเว็บแอพลิเคชั่น จะเห็นได้ว่าสามารถแสดงค่าอุณหภูมิความชื้นและค่าการสั่นสะเทือนออกมาเป็นค่าของแต่ละอิฐและแสดงเป็นกราฟได้อย่างสมบูรณ์

5.2 ปัญหาและอุปสรรคในการพัฒนาระบบ

5.2.1 อุปกรณ์ช ารุดเสียหายเนื่องจากสาเหตุการบัดกรีผิดพลาด

5.2.2 อิฐแตกระหว่างท าการเจาะรูเนื่องจากอิฐมีรอยร้าวจากการเจาะรูรอบแรก

5.2.3 การติดอุปกรณ์ภายในอิฐค่อนข้างยากลาบากเนื่องจากขนาดอุปกรณ์บางตัวค่อนข้างใหญ่

5.2.4 ฐานข้อมูลแบบใช้ PHP MySQL ไม่สามารถเชื่อมต่อได้โดยมีปัญหาที่เลขของ Port

5.2.5 การเชื่อมต่อ Firebase กับอุปกรณ์ รหัส API ในการเชื่อมต่อมีปัญหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 แนวทางในการปรับปรุงและพัฒนา

ในอนาคตสามารถพัฒนาอิฐตรวจวัดสภาพแวดล้อมให้สามารถปรับอุณหภูมิภายในบ้านได้ด้วยหรือทาการส่งสัญญาณสั่งให้เครื่องปรับอากาศภายในบ้านปรับอุณหภูมิอัตโนมัติ เพื่อประหยัดพลังงานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

Embedploy. **NodeMCU.** [Online] Available : https://embedploy.blogspot.com/2016/06/node-mcu-esp8266.html . (23 August 2017)

Ayarafun. **NodeMCU.** [Online] Available : http://www.ayarafun.com/2015/08/introduction-arduino-esp8266-nodemcu/. (23 August 2017)

Wisdomgoody. **NodeMCU.** [Online] Available : http://wisdomgoody.blogspot.com/2015/06/node-mcu-esp8266.html. (23 August 2017)

Embed58 learninginventions. **DHT11**. [Online] Available : https://embed58.learninginventions.org/%E0%B8%AB%E0%B8%B1%E0%B8%A7%E0%B8%82%E0%B9%89%E0%B8%AD%E0%B8%99%E0%B8%B3%E0%B9%80%E0%B8%AA%E0%B8%99%E0%B8%AD/g1-4/. (23 August 2017)

Thaisensormodule. **Sensor vibration.** [Online] Available : http://thaisensormodule.com/index.php/other-module/product/view/8/29. (23 August 2017)

Arduitronics. **Sensor vibration.** [Online] Available : https://www.arduitronics.com/product/771/vibration-alarm-sensor-module-for-arduino-works-with-official-arduino-boards. (23 August 2017)

Thaitelecomkm. **Internet of Things.** [Online] Available : http://www.thaitelecomkm.org/TTE/topic/attach/Wireless_Sensor_Network/index.php(17 September 2017)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Mdsoft. **Web Application.** [Online] Available : https://www.mdsoft.co.th/%E0%B8%84%E0%B8%A7%E0%B8%B2%E0%B8%A1%E0%B8%A3%E0%B8%B9%E0%B9%89/359-web-application.html (17 September 2017)

Laurence Moroney. **Firebase.** [Online] Available : https://firebase.googleblog.com/2017/02/auth-flows-with-firebase-ui-on-web.html

Suwat Nakchukaew. **Line Notify.** [Online] Available : https://engineering.thinknet.co.th/สร้างการแจ้งเตือนด้วย-line-notify-670f9b20ac27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

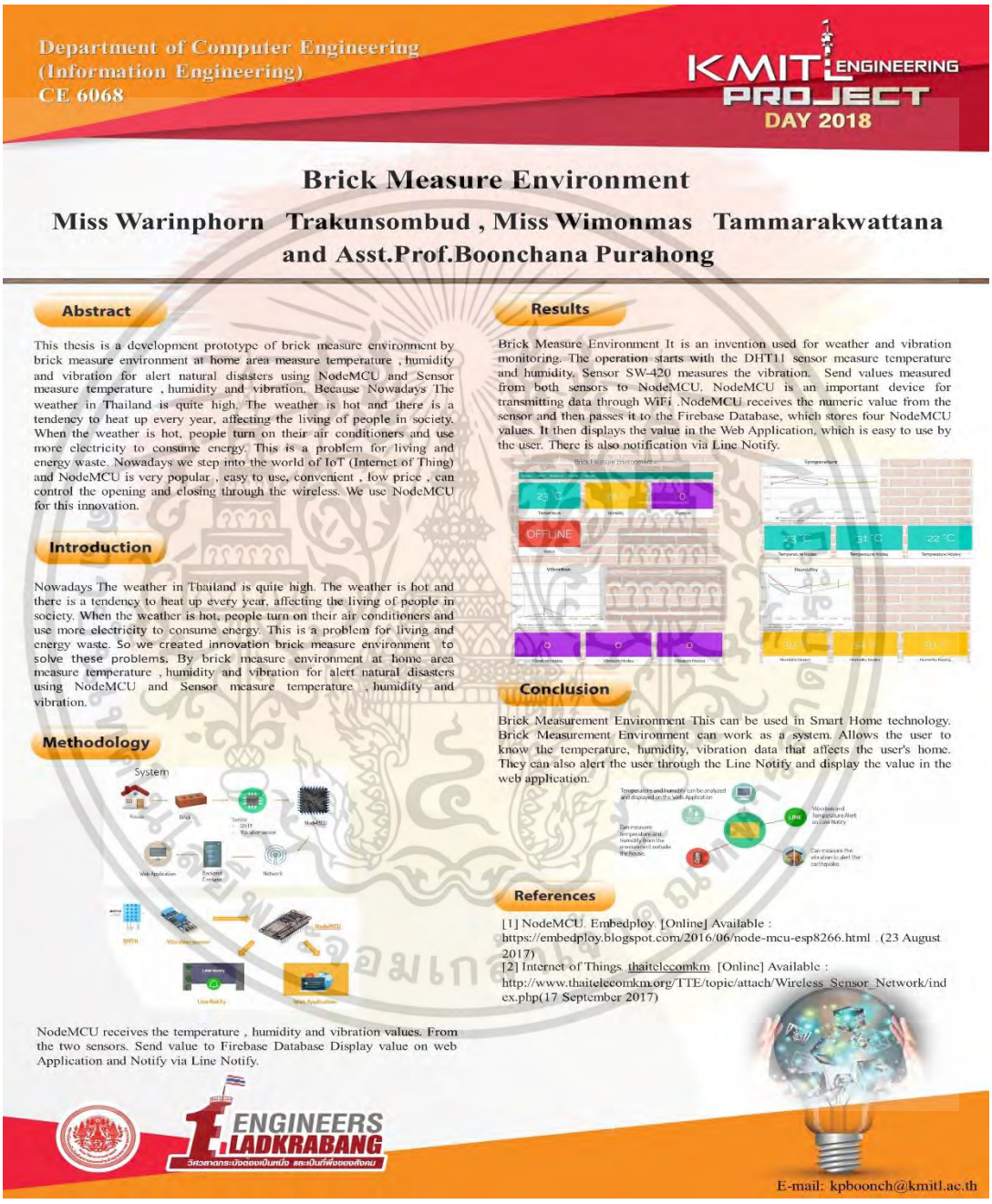
ภาคผนวก ก

โปสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

โปสเตอร์



รูปที่ ก.1 โปสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การติดตั้ง Arduino IDE เบื้องต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การติดตั้ง Arduino IDE เบื้องต้น

เราเลือกใช้โปรแกรม Sketch ของ Arduino (Arduino IDE) ในการเขียนโปรแกรมควบคุมการทางานของบอร์ด NodeMCU/ESP8266 เพราะเป็นโปรแกรมที่ใช้งานง่าย เขียนด้วยภาษา C และความที่เป็น Open Source ทาให้ใช้งานได้โดยไม่มีค่าใช้จ่าย ได้รับความนิยมสูง จึงทาให้มีแหล่งข้อมูลให้ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมในเว็บบอร์ดหรือเว็บไซต์ในอินเทอร์เน็ตอีกมากมาย

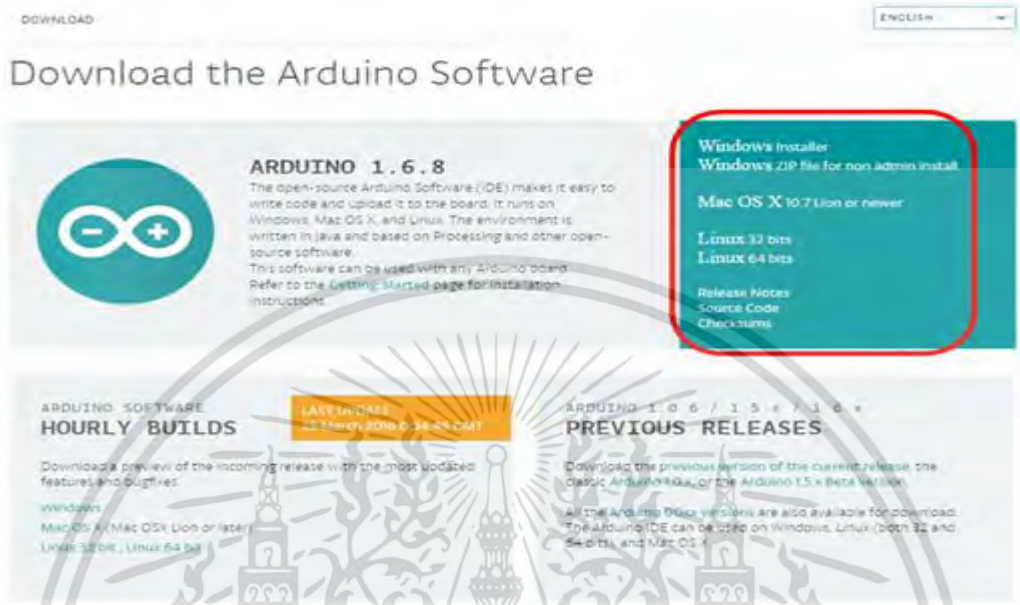
วิธีติดตั้งเบื้องต้นของ Arduino IDE

1.ดาวน์โหลด Arduino IDE โดยไปที่ https://www.arduino.cc และไปที่ click ที่ Download ดังรูปที่ ข.1

รูปที่ ข.1 หน้าต่างเว็บดาวน์โหลด Arduino IDE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.เลือกระบบปฏิบัติการของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม Arduino ดังรูปที่ ข.2



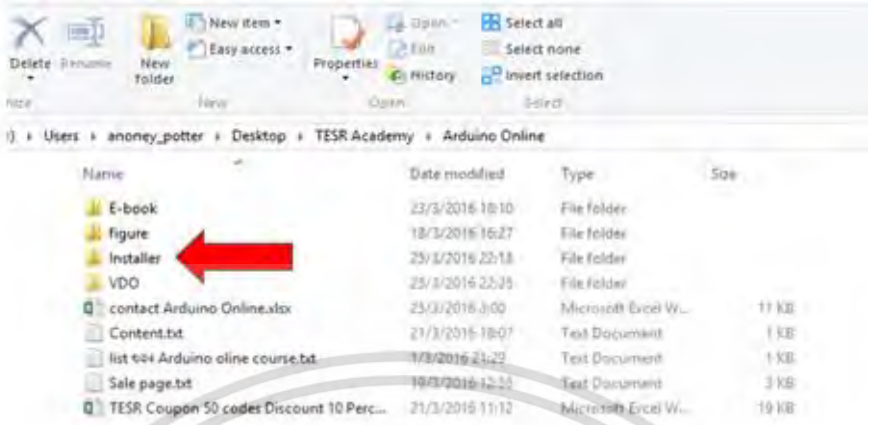
รูปที่ ข.2 หน้าเลือกระบบปฏิบัติการ

3.กด JUST DOWNLOAD (หากต้องการร่วมบริจาคช่วยการพัฒนา Arduino Software สามารถกด CONTRIBUTE & DOWNLOAD) ดังรูปที่ ข.3

รูปที่ ข.3 หน้าดาวน์โหลด Arduino IDE

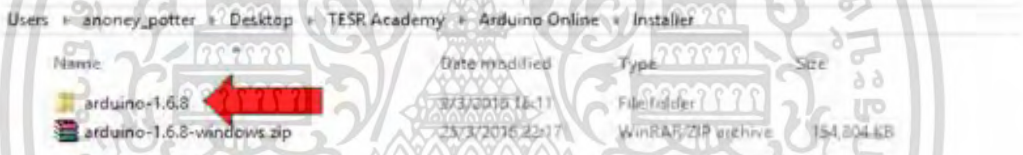
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.บันทึกไฟล์ติดตั้งโปรแกรมไปยังโฟลเดอร์ที่ต้องการ ดังรูปที่ ข.4



รูปที่ ข.4 หน้าโฟลเดอร์

5.Unzip ไฟล์ติดตั้ง ดังรูปที่ ข.5



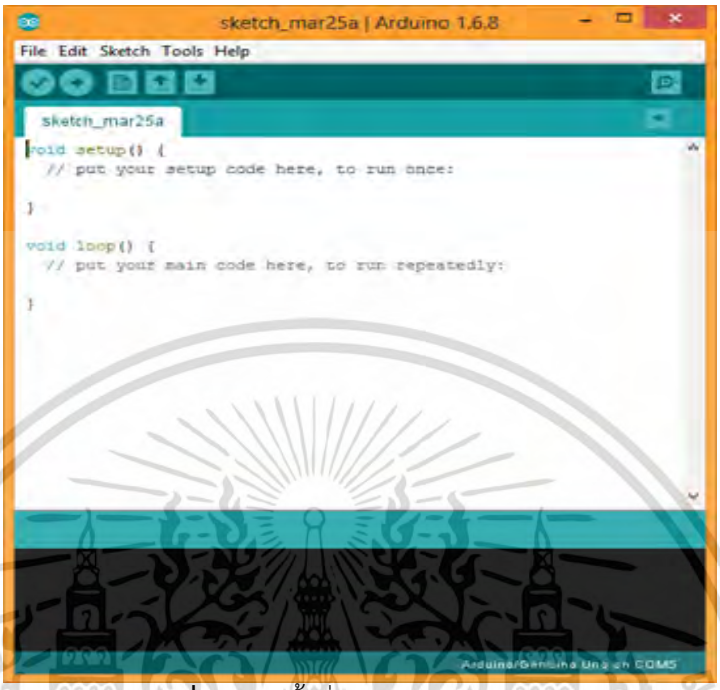
รูปที่ ข.5 หน้าไฟล์ติดตั้ง

6.ดับเบิ้ลคลิกที่ไฟล์ arduino.exe ดังรูปที่ ข.6

รูปที่ ข.6 หน้าไฟล์ Arduino

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.หน้าต่างโปรแกรม Arduino จะปรากฏขึ้น ดังรูปที่ ข.7



รูปที่ ข.7 หน้าต่างโปรแกรม Arduino

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

การติดตั้ง Sublime Text เบื้องต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

การติดตั้ง Sublime Text เบื้องต้น

Sublime Text คือ Text Editor ที่มีความสามารถสูงที่ใช้ในการเขียนโค้ด สนับสนุนหลายภาษา เหมาะกับผู้ที่ต้องการปรับแต่งการทางานด้วยตนเอง สามารถลง package เพิ่มความสามารถได้ และสามารถก าหนดหรือตั้งค่โปรแกรมได้อย่างง่าย ผ่านการก หนด Key – Binding

วิธีติดตั้งเบื้องต้นของ Sublime Text

1. เข้าเว็บไซต์ www.sublimetext.com ดังรูปที่ ค.1

รูปที่ ค.1 หน้าเว็บไซต์ sublimetext

2. คลิกไปที่หน้าดาวน์โหลด

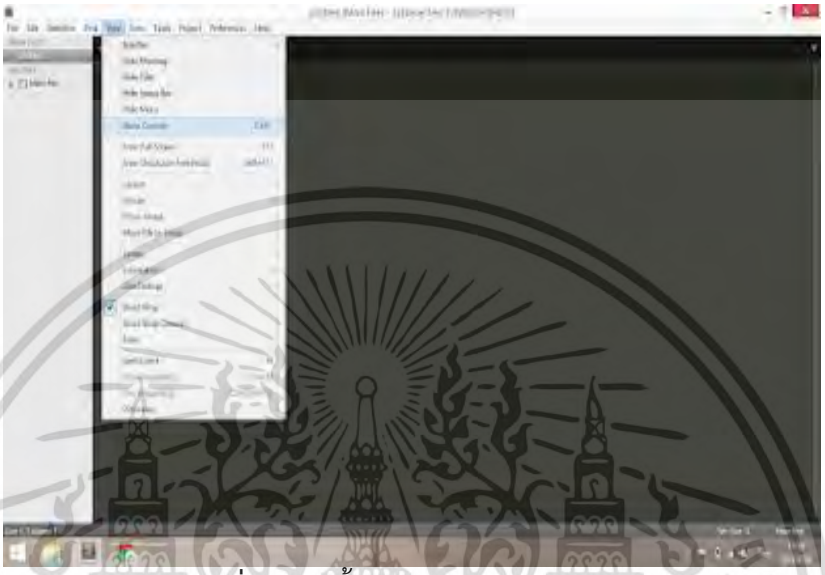
3. ในหน้า download ท าการเลือกระบบปฏิบัติการที่ใช้และท าการกด Download ดังรูปที่ ค.2

รูปที่ ค.2 หน้าดาวน์โหลด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

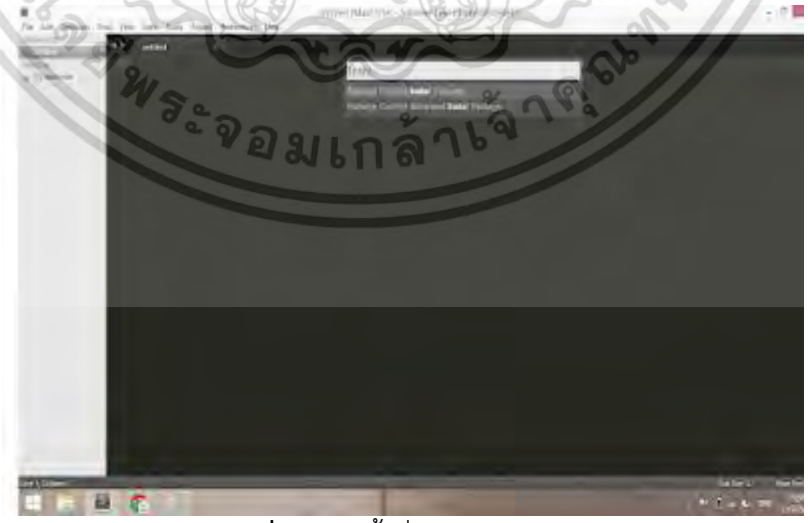
4. เมื่อดาวน์โหลดเสร็จแล้วท าการติดตั้ง

5. เมื่อติดตั้งเสร็จเรียบร้อย ท าการติดตั้ง Package เพื่อช่วยอานวยความสะดวกในการท างานโดยท าการเปิดโปรแกรมขึ้นมาและกดไปที่ View > Show console ดังรูปที่ ค.3



รูปที่ ค.3 หน้าโปรแกรม sublimetext

6. ท าการดาวน์โหลดและติดตั้ง Package Control ให้กับ sublime text ท าการกด Ctrl+Shift+p จะปรากฏไดอล็อกบ๊อกขึ้นมา พิมพ์ค าว่าInstall ถ้าปรากฏค าว่า“Install Package” หมายความว่าเราได้ติดตั้ง Package Control ให้กับ Sublime Text เรียบร้อย ดังรูปที่ ค.4



รูปที่ ค.4 หน้าต่างไดอล็อกบ็อก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8.เมื่อทาการติดตั้ง Package control เสร็จแล้วสามารถติดตั้ง Package ต่าง ๆ ให้กับ sublime text ได้แล้ว โดยการกด Ctrl+Shift+p จะปรากฏไดอล๊อกบ๊อกขึ้นมา ให้เราพิมพ์คาว่า Install เลือก install package จากนั้นรอสักครู่ จะปรากฏรายชื่อ package ต่าง ๆ ให้เราทาการพิมพ์ค้นหาได้เลย ดังรูปที่ ค.5

รูปที่ ค.5 หน้าต่างไดอล็อกบ็อกส าหรับติดตั้ง Package ต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

การใช้งาน Firebase Database เบื้องต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

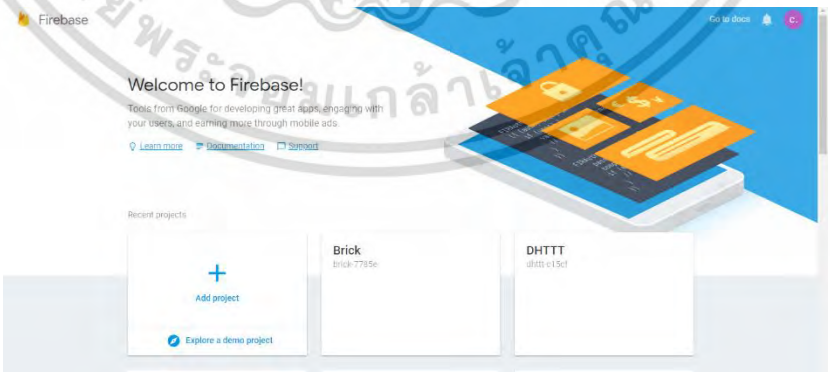
ภาคผนวก ง

การใช้งาน Firebase Database เบื้องต้น

Firebase Cloud Firestore ซึ่งเป็นบริการในส่วนของ ฐานข้อมูฃ ที่ใช้ระบบฐานของข้อมูลแบบ NoSQL ที่เป็นแบบ Document Database และเป็นการนาเอาข้อดีต่าง ๆ ของบริการด้านฐานข้อมูลอย่าง Realtime Database มาปรับปรุงพัฒนาต่อและเพิ่มความสามารถขึ้นไปมากขึ้น เช่น การออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูลที่ง่ายขึ้นและซับซ้อนน้อยลง (Flexibility) , การสอบถามข้อมูล (Query) ที่ง่ายขึ้น มีการกรองข้อมูล (Filter) มากขึ้นและมีการทาดัชนี (Index) ได้หลากหลายขึ้น , รองรับการขยายตัวของข้อมูลที่มากขึ้น (Scale) , เพิ่มการระบุชนิดของข้อมูล (Type) , การคัดลอกข้อมูลภายในฐานข้อมูลของเราไว้ในหลายภูมิภาค (Multi-region) และยังคงจุดเด่นของ Realtime Database ไว้อย่างครบถ้วน เช่น การรับรู้กระทาของข้อมูลในเวลาเดียวกัน (Real-time data synchronization) , การเข้าถึงข้อมูลโดยไม่มีอินเตอร์เน็ต (Offline support) , การป้องกันและสร้างกฎรักษาความปลอดภัยการเข้าถึงข้อมูล (Security & rule)

วิธีเปิดใช้งานเบื้องต้นของ Firebase database

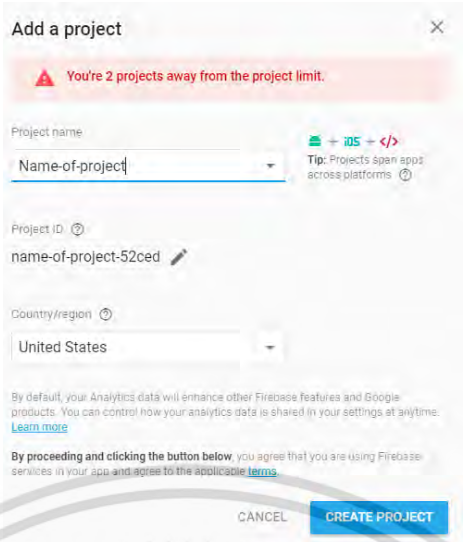
1. การใช้งาน Firebase Database นั้นจะต้องมีบัญชีผู้ใช้ของ gmail ก่อน ทาการลงชื่อเข้าใช้ และเข้าไปยังเว็บไซต์ https://console.firebase.google.com/



รูปที่ ง.1 หน้าเว็บไซต์ https://console.firebase.google.com/

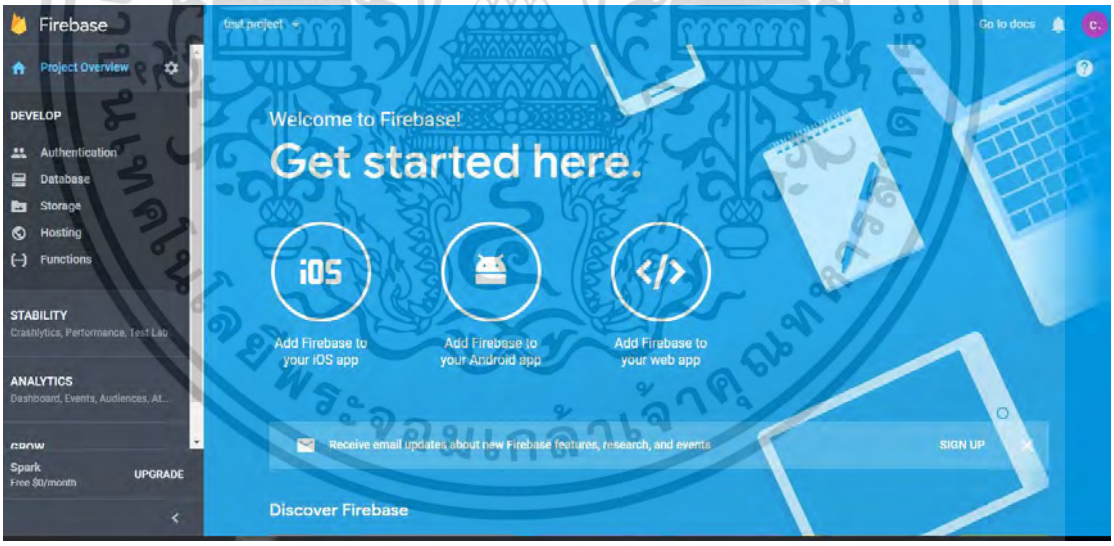
2. จากรูปที่ ง.1 ทาการกดเลือก + Add project เพื่อสร้างโปรเจค และจะได้หน้าต่างขึ้นมาดังรูปที่ ง.2 ท าการกรอกชื่อโปรเจค และ สถานที่เป็น Thailand

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ง.2 หน้าต่างสร้างโปรเจค Firebase

3. เมื่อสร้างโปรเจคสาเร็จแล้วจะขึ้นหน้าเว็บดังรูปที่ ง.3 ซึ่งเป็นหน้าต่างที่เอาไว้สาหรับควบคุมการใช้งานของฐานข้อมูล Firebase ต่าง ๆ ได้



รูปที่ ง.3 หน้าต่างควบคุมการใช้งานของฐานข้อมูล Firebase

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติคณะผู้จัดทำโครงงานคนที่ 1

ชื่อผู้จัดทำ **นางสาววรินทร์พร ตระกูลสมบัติ**

ที่อยู่ **ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์**
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
โทร 02-329-8341, 02-329-8329
Email: 57011124@kmitl.ac.th

ประวัติการศึกษา ปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

ตำแหน่ง ต าแหน่งงาน หลักสูตรวิศวกรรมสารสนเทศ

สถานที่ทำงาน ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
(ถ้ามีกรุณาระบุ) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
โทร 02-329-8321

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติคณะผู้จัดทำโครงงานคนที่ 2

ชื่อผู้จัดทำ **นางสาววิมลมาศ ธรรมารักษ์วัฒนะ**

ที่อยู่ **ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์**

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

โทร 02-329-8341, 02-329-8329

Email: 57011179@kmitl.ac.th

ประวัติการศึกษา ปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2560

ตำแหน่ง ต าแหน่งงาน หลักสูตรวิศวกรรมสารสนเทศ

สถานที่ทำงาน ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์

(ถ้ามีกรุณาระบุ) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

โทร 02-329-8321

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้