



การพัฒนาอุปกรณ์ตรวจจับอัตราการเต้นของหัวใจ และแจ้งเตือนโซนการเต้นของหัวใจ  
A Development of Heart Rate Monitoring and Heart Rate Zone Alerting Device

พงศ์ฤณา พงศ์ทองนันทน์  
Pongkaruina Pongthongnun

สุวภัทร ธนภาคพลกุล  
Suwaphat Tanapakpolkul

โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต  
ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปีการศึกษา พ.ศ. 2561



คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

|                         |  |             |                       |
|-------------------------|--|-------------|-----------------------|
| ชื่อโครงการ             | การพัฒนาอุปกรณ์ตรวจจับตรวจจับอัตราการเต้นของหัวใจ<br>และแจ้งเตือนโซนการเต้นของหัวใจ<br>A Development of Heart Rate Monitoring and<br>Heart Rate Zone Alerting Device |             |                       |
| รายชื่อนิสิต            | นางสาวพงศ์ชญา  | พงศ์ทองนันท | รหัสนิสิต 58102010813 |
|                         | นางสาวสุวิภัทร   | ธนภัคพลกุล  | รหัสนิสิต 58102010831 |
| ปริญญา                  | วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.)  |             |                       |
| ภาควิชา                 | วิทยาการคอมพิวเตอร์  |             |                       |
| อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ศศิวิมล สุขพัฒน์  |             |                       |

ลงชื่อ.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ศศิวิมล สุขพัฒน์)

## บทคัดย่อ

ในปัจจุบัน อัตราการเต้นของหัวใจที่สามารถบอกขีดจำกัดของการออกกำลังกายที่เหมาะสมในแต่ละบุคคล ซึ่งถ้าคนเราออกกำลังกายหนักมากเกินไปเกินขีดจำกัดของอัตราการเต้นของหัวใจ หรือค่าอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด จะส่งผลให้เกิดอันตราย เช่น ภาวะหัวใจล้มเหลวเฉียบพลันได้ โดยทั่วไปแล้วการตรวจจับอัตราการเต้นของหัวใจจะสามารถวัดได้โดยอุปกรณ์เครื่องทางการแพทย์ ซึ่งไม่สะดวกในการใช้งานสำหรับขณะออกกำลังกาย และมีราคาค่อนข้างสูง ดังนั้นเราจึงนำเสนอการประยุกต์ใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ โหนดเอ็มซียู (NodeMCU) ทำงานร่วมกับเซ็นเซอร์วัดอัตราการเต้นของหัวใจ และเพื่อคำนวณหาค่าอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดขณะออกกำลังกายของแต่ละบุคคล โดยส่งผ่านไวไฟ (Wi-Fi) แสดงอัตราการเต้นของหัวใจผ่านแอปพลิเคชัน LINE Notify นอกจากนี้ยังทำการแจ้งเตือนเมื่อระบบพบค่าอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดอยู่ในช่วงที่เป็นอันตราย ซึ่งงานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อสามารถตรวจจับอัตราการเต้นของหัวใจในขณะออกกำลังกายได้ และช่วยลดอันตรายจากการออกกำลังกายที่เกินขีดจำกัดของร่างกาย

โดยทำการทดสอบจากจำนวน 15 คน อายุระหว่าง 21-27 ปี ทำการทดสอบโดยให้ผู้ทดสอบวิ่งที่สนามกีฬากลาง ม.ร.ว.จุรีพรหม กมลาสน์ ที่สามารถตรวจจับอัตราการเต้นของหัวใจได้ เราได้จัดทำชุดอุปกรณ์ที่บรรจุเซ็นเซอร์ตรวจอัตราการเต้นของหัวใจไว้ในถุงมือ และนำเซ็นเซอร์มาพันเพื่อตรวจจับชีพจรบริเวณปลายนิ้วมือ และนำไปเปรียบเทียบความแม่นยำกับอัตราการเต้นของหัวใจที่วัดโดยเครื่องวัดความดันแบบดิจิตอล จากการทดสอบเบื้องต้นพบว่าอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นนี้มีความแม่นยำในระดับดี โดยความคลาดเคลื่อนร้อยละ 2.67 ซึ่งเป็นค่าที่ยอมรับได้

## Abstract

At present, Heart rate can be used to indicate the exercise limit of a person. If we exercise over the limitation of our heart rate, we are in a danger, risking from the acute heart failure. Heart rate can be measured by medical devices that are not easy to use while exercising and quite expensive. Therefore, we propose an idea which applies a microcontroller board (NodeMCU) including pulse sensors to measure heart rate and to calculate the maximum heart rate while exercising in each person. We use the WiFi for sending results to LINE Notify application. Moreover, we develop an alert system which will send alert messages when it found the maximum heart rate is in the dangerous zone. The objectives of this research are to detect heart rate while exercising and reduce the danger of exercise.

We conduct the experiment Testing by 15 people aged between 21-27 years old. The testers have to run at the Srinakharinwirot Prasarnmit Stadium which has a heart rate measuring feature. We develop a sensor's kit which contains the pulse sensor in the glove. The tip of the pulse sensor will attach to the user's fingertip for detecting heart rate and compare the accuracy from the test. The preliminary experiment results, indicated that there is no obvious difference between heart rate measured by our system and by a digital pressure monitor with 2.67 percent in difference.

## กิตติกรรมประกาศ

การดำเนินโครงการพัฒนาอุปกรณ์ตรวจจับอัตราการเต้นของหัวใจ และแจ้งเตือนโซนการเต้นของหัวใจ ( A Development of Heart Rate Monitoring and Heart Rate Zone Alerting Device ) จะไม่ประสบความสำเร็จได้ หากปราศจากบุคคลดังต่อไปนี้

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศศิวิมล สุขพัฒน์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการที่ให้ความเมตตาปรารภนาดี และกรุณาเสียสละเวลาเพื่อให้คำปรึกษา แนะนำ ตลอดจนการตรวจแก้ไขข้อบกพร่องในการทำโครงการ รวมทั้งให้กำลังใจแก่ผู้จัดทำเสมอมา ผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านในสาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ทำให้ผู้จัดทำสามารถนำความรู้นั้นมาเป็นประโยชน์ในการทำโครงการฉบับนี้ และยังให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาและปรับปรุงแก้ไข ทำให้การดำเนินโครงการสำเร็จลุล่วง

ขอกราบขอบพระคุณสมาชิกในครอบครัวของผู้จัดทำ ที่สนับสนุนและให้ความสำคัญกับการศึกษามาโดยตลอด อีกทั้งยังให้ความรัก ความห่วงใย และเป็นกำลังใจที่สำคัญในการทำโครงการ

ขอขอบคุณเพื่อนนิสิตสาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ที่คอยให้ความช่วยเหลือ และคอยให้กำลังใจ และรุ่นน้องสาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ที่ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลจนสำเร็จลุล่วง

และขอขอบคุณมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่ผู้จัดทำได้เข้ามาศึกษาหาความรู้ สัมผัสประสบการณ์ รวมถึงได้พบกัลยาณมิตรซึ่งเป็นเสมือนอีกหนึ่งครอบครัวของผู้จัดทำ

ประโยชน์ และคุณค่าอันพึงมีของโครงการฉบับนี้ ผู้จัดทำมอบให้แก่ผู้มีพระคุณทุกท่านที่ทำให้โครงการฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

คณะผู้จัดทำ

## สารบัญ

|   |    |
|---|----|
| บทคัดย่อ .....  | ก  |
| Abstract.....   | ข  |
| กิตติกรรมประกาศ .....   | ค  |
| สารบัญ.....   | ง  |
| สารบัญรูปภาพ.....   | ฉ  |
| บทที่ 1 บทนำ .....  | 1  |
| 1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ.....                              | 1  |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ .....                                  | 2  |
| 1.3 ขอบเขตของโครงการ.....   | 2  |
| 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....                                | 2  |
| บทที่ 2 องค์ความรู้ที่เกี่ยวข้อง .....                            | 3  |
| 2.1 องค์ความรู้เกี่ยวกับอัตราการเต้นของหัวใจ .....                | 3  |
| 2.2 องค์ความรู้เกี่ยวกับโซนการเต้นของหัวใจ (Heart Rate Zone)..... | 4  |
| 2.3 องค์ความรู้เกี่ยวกับ Photoplethysmography (PPG).....          | 6  |
| 2.4 องค์ความรู้เกี่ยวกับ NodeMCU Development Kit 1.0 (V2).....    | 7  |
| 2.5 งานวิจัยและบทความที่เกี่ยวข้อง.....                           | 9  |
| 2.6 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินงาน.....                 | 11 |
| 2.6.1 ฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในการพัฒนา.....                              | 11 |
| 2.6.2 ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนา .....                             | 12 |
| 2.6.3 ภาษาโปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนา .....                           | 13 |
| บทที่ 3 วิธีการดำเนินโครงการ .....                                | 14 |
| 3.1 แผนการดำเนินงาน.....  | 14 |
| 3.2 แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ.....                               | 15 |

|                 |  |    |
|-----------------|--|----|
| 3.3             | ขั้นตอนการดำเนินงาน.....                       | 16 |
| 3.3.1           | วิธีการเชื่อมต่อ NodeMCU กับ Pulse Sensor..... | 16 |
| 3.3.2           | หลักการทำงานของอุปกรณ์.....                    | 17 |
| 3.3.3           | วิธีการทดสอบ.....                              | 18 |
| 3.4             | การเก็บรวบรวมข้อมูล.....                       | 23 |
| 3.4.1           | กลุ่มตัวอย่าง.....                             | 23 |
| 3.4.2           | วิธีการเก็บข้อมูล.....                         | 24 |
| บทที่ 4         | ผลการดำเนินโครงการ.....                        | 25 |
| บทที่ 5         | สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....            | 30 |
| 5.1             | สรุปผลการดำเนินโครงการ.....                    | 30 |
| 5.2             | อภิปรายผล.....                                 | 30 |
| 5.3             | ปัญหาและอุปสรรค.....                           | 31 |
| 5.4             | ข้อเสนอแนะ.....                                | 31 |
| บรรณานุกรม..... |  | 32 |
| ภาคผนวก.....    |  | 35 |
| ภาคผนวก ก.....  |  | 36 |
| ภาคผนวก ข.....  |  | 41 |
| ภาคผนวก ค.....  |  | 46 |

## สารบัญรูปภาพ

|  |    |
|--|----|
| รูปที่ 2-1 โชนการเต้นของหัวใจ .....  | 4  |
| รูปที่ 2-2 Pulse Sensor .....  | 6  |
| รูปที่ 2-3 NodeMCU.....  | 7  |
| รูปที่ 2-4 แสดงตำแหน่งของขาต่างๆ (Pin Map) บนบอร์ด NodeMCU V2 .....  | 9  |
| รูปที่ 2-5 การสาธิตใช้อุปกรณ์ Smart Health Band .....  | 10 |
| รูปที่ 2-6 เสื้อชูชีพ (Life Jacket) ที่เชื่อมต่อกับ LilyPad และไฟ LED .....                                      | 11 |
| รูปที่ 2-7 รูปสัญลักษณ์โปรแกรม Arduino IDE 1.8.5 .....   | 12 |
| รูปที่ 2-8 บริการ LINE Notify .....  | 13 |
| รูปที่ 2-9 สัญลักษณ์ภาษา C++ Programming.....  | 13 |
| รูปที่ 3-1 วงจรการเชื่อมต่อ NodeMCU กับ Pulse Sensor .....   | 16 |
| รูปที่ 3-2 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ NodeMCU และ Pulse Sensor เข้าด้วยกัน .....  | 16 |
| รูปที่ 3-3 แสดงการทำงานของการทำงานของจับชีพจร .....  | 17 |
| รูปที่ 3-4 การทดสอบขั้นตอนที่ 1 .....  | 18 |
| รูปที่ 3-5 การทดสอบขั้นตอนที่ 2 .....  | 18 |
| รูปที่ 3-6 การทดสอบขั้นตอนที่ 3 .....  | 19 |
| รูปที่ 3-7 การทดสอบขั้นตอนที่ 4 .....  | 19 |
| รูปที่ 3-8 การทดสอบขั้นตอนที่ 5 ฟอรัมกรอกข้อมูลผู้ใช้.....   | 20 |
| รูปที่ 3-9 การทดสอบขั้นตอนที่ 5 ผู้ใช้กรอกข้อมูล .....   | 20 |
| รูปที่ 3-10 การทดสอบขั้นตอนที่ 5 เมื่อผู้ใช้กรอกข้อมูลสำเร็จ จะมีการแจ้งเตือน.....                               | 21 |
| รูปที่ 3-11 การทดสอบขั้นตอนที่ 5 แสดงข้อมูลของผู้ใช้งานใน Firebase .....   | 21 |
| รูปที่ 3-12 การทดสอบขั้นตอนที่ 6 ในกรณี น้อยกว่า 80% ของ Maximum Heart Rate .....                                | 22 |
| รูปที่ 3-13 การทดสอบขั้นตอนที่ 6 ในกรณี เท่ากับหรือมากกว่า 80% ของ Maximum Heart Rate .....                      | 23 |
| รูปที่ 3-14 วิธีการเก็บข้อมูล .....  | 24 |
| รูปที่ 4-1 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าอัตราการเต้นของหัวใจการเดิน ครั้งที่ 1 จากอุปกรณ์ NodeMCU กับ Mi Band 3..... | 28 |
| รูปที่ 4-2 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าอัตราการเต้นของหัวใจการวิ่ง ครั้งที่ 1 จากอุปกรณ์ NodeMCU กับ Mi Band 3..... | 28 |
| รูปที่ 4-3 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าอัตราการเต้นของหัวใจการเดิน ครั้งที่ 2 จากอุปกรณ์ NodeMCU กับ Mi Band 3..... | 29 |
| รูปที่ 4-4 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าอัตราการเต้นของหัวใจการวิ่ง ครั้งที่ 2 จากอุปกรณ์ NodeMCU กับ Mi Band 3..... | 29 |

## สารบัญตาราง

|  |    |
|--|----|
| ตารางที่ 3-1 แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ.....   | 15 |
| ตารางที่ 4-1 แสดงค่าอัตราการเต้นของหัวใจจาก NodeMCU และจาก Mi Band 3 พร้อมแสดงอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด และ<br>โซนการเต้นของหัวใจ ..... | 27 |



# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ

อัตราการเต้นของหัวใจ เป็นตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพการทำงานของหัวใจ ซึ่งในทางการแพทย์ อัตราการเต้นของหัวใจจะสามารถบ่งบอกการทำงานของหัวใจได้ เนื่องจากอัตราการเต้นของหัวใจเป็นแรงสะท้อนของกระแสเลือด ซึ่งเกิดจากการบีบตัวของหัวใจห้องล่างซ้าย ทำให้ผนังของหลอดเลือดแดงขยายออกเป็นจังหวะ เป็นผลให้สามารถตรวจจับได้ตลอดเวลา และโดยปกติแล้วอัตราการเต้นของหัวใจจะอยู่ระหว่าง 60 – 80 ครั้งต่อนาที ซึ่งในขณะออกกำลังกายนั้นอัตราการเต้นของหัวใจจะเป็นตัวชี้วัดระดับความหนักของการออกกำลังกาย เราต้องมีความระมัดระวังในการออกกำลังกาย เพราะหากหักโหมมากเกินไปอาจเป็นอันตรายได้เราจึงต้องมีการคำนวณค่า Maximum Heart Rate (MHR) หรืออัตราการเต้นหัวใจสูงสุด เพื่อเป็นแนวทางในการออกกำลังกาย หากอัตราการเต้นของหัวใจเกินกว่า Maximum Heart Rate (MHR) ที่คำนวณออกมาได้อาจส่งผลให้เกิดอาการช็อค หรือหัวใจหยุดเต้นเฉียบพลันได้

ในปี 2013 Diab, Brome, Dichari และ Moslem ได้ออกแบบอุปกรณ์สำหรับสมาร์ทโฟน เพื่อตรวจวัดอัตราการเต้นของหัวใจซึ่งใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO ในการตรวจจับโดยวัดจากปลายนิ้วมือและแสดงผลที่สมาร์ทโฟน (Diab, Marak/Brome, Dichari, & Moslem, 2013) และในปัจจุบันมีนวัตกรรมใหม่ ที่ใช้ Fitbit (Smart Watch) หรือ Apple Watch ช่วยในการตรวจจับอัตราการเต้นของหัวใจ โดยอุปกรณ์เหล่านี้ในตลาดมีราคาค่อนข้างสูง

จากที่กล่าวมานี้ผู้วิจัยจึง มีความสนใจที่จะทำอุปกรณ์ที่ช่วยในการตรวจจับอัตราการเต้นของหัวใจในราคาที่ย่อมเยากว่า และจากงานวิจัยที่ได้ศึกษา ผู้วิจัยเห็นว่าการตรวจจับโดยวัดจากปลายนิ้วมือ มีข้อจำกัดในการใช้ เช่น ต้องถือคตำแหน่งของนิ้วและแขนให้อยู่กับที่ เพื่อไม่ให้ชุดอุปกรณ์ตรวจจับหลุดจากตำแหน่งที่พันบริเวณปลายนิ้วหลุดได้ ผู้ใช้สามารถใช้ตรวจจับได้เฉพาะในการออกอกอยู่กับที่ เช่น การกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า (Treadmills) แบบไม่ขยับแขน ซึ่งไม่สะดวกในการออกกำลังกายกลางแจ้งหรือการทำกิจกรรมในอิริยาบถต่างๆ และได้มองเห็นถึงปัญหาสำหรับผู้ออกกำลังกายที่ไม่รู้ขีดจำกัดของตนเองซึ่งอาจนำอันตรายมาได้ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาเครื่องตรวจจับอัตราการเต้นของหัวใจพร้อมบอกโซน

การเต้นของหัวใจ และแจ้งเตือนเมื่ออัตราการเต้นของหัวใจอยู่ในช่วงที่อาจเกิดอันตราย โดยใช้งานผ่าน LINE Notify เพื่อให้ผู้ใช้รู้ถึงอัตราการเต้นของหัวใจในช่วงขณะนั้น และขีดจำกัดในการออกกำลังกาย เพื่อไม่เกิดอันตรายต่อร่างกาย โดยใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU ในการตรวจจับอัตราการเต้นของหัวใจ และสามารถส่งค่าแบบไร้สายได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีความต่อเนื่อง ทั้งยังสามารถแสดงผลผ่าน LINE Notify บนสมาร์ตโฟนได้ จึงทำให้พกพาสะดวก และง่ายในการตรวจ

## 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 1.2.1 เพื่อศึกษาการตรวจจับอัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกาย และโซนการเต้นของหัวใจที่ก่อให้เกิดอันตรายกับผู้ใช้ได้
- 1.2.2 เพื่อศึกษาหลักการการทำงานของ Pulse Sensor และวิธีการติดต่อ เพื่อส่งค่าแบบไร้สายไปยังบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU
- 1.2.3 เพื่อช่วยลดความเสี่ยงจากอัตราการเต้นของหัวใจที่สูงเกินกว่าค่า Maximum Heart Rate (MHR) ซึ่งอาจเกิดอันตรายต่อผู้ใช้

## 1.3 ขอบเขตของโครงการ

- 1.3.1 ตรวจจับอัตราการเต้นของหัวใจด้วย Pulse Sensor และส่งค่าแบบไร้สายไปประมวลผลยังไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU
- 1.3.2 แสดงผลการตรวจจับอัตราการเต้นของหัวใจผ่าน LINE Notify บนสมาร์ตโฟน
- 1.3.3 แสดงโซนการเต้นของหัวใจระหว่างออกกำลังกาย และแจ้งเตือนเมื่ออัตราการเต้นของหัวใจอยู่ในช่วงที่อาจเกิดอันตราย

## 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.4.1 สามารถพัฒนาอุปกรณ์ตรวจจับอัตราการเต้นของหัวใจ โดยใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU รับค่าจาก Pulse Sensor ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และใช้งานได้จริง
- 1.4.2 สามารถกำหนดขีดจำกัดในการออกกำลังกายอย่างเหมาะสมสำหรับแต่ละบุคคล
- 1.4.3 ช่วยลดความเสี่ยงที่เกิดจากอัตราการเต้นของหัวใจที่สูงเกินกว่าค่า Maximum Heart Rate ซึ่งเป็นอันตรายต่อผู้ใช้
- 1.4.4 เข้าใจหลักการการทำงานของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU และ Pulse Sensor

## บทที่ 2

### องค์ความรู้ที่เกี่ยวข้อง

การดำเนินโครงการในครั้งนี้ ผู้จัดทำได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

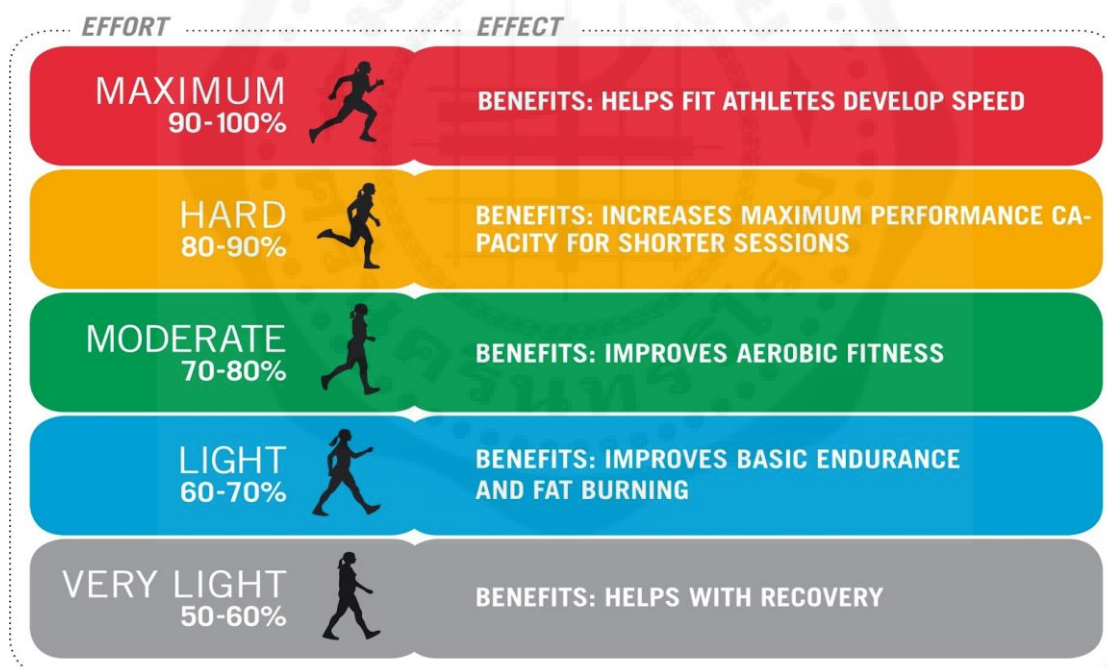
- 2.1 องค์ความรู้เกี่ยวกับอัตราการเต้นของหัวใจ
- 2.2 องค์ความรู้เกี่ยวกับโซนการเต้นของหัวใจ (Heart Rate Zone)
- 2.3 องค์ความรู้เกี่ยวกับ Photoplethysmography (PPG)
- 2.4 องค์ความรู้เกี่ยวกับ NodeMCU Development Kit 1.0 (V2)
- 2.5 งานวิจัยและบทความที่เกี่ยวข้อง
- 2.6 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินงาน

#### 2.1 องค์ความรู้เกี่ยวกับอัตราการเต้นของหัวใจ

- อัตราการเต้นหัวใจเป็นส่วนหนึ่ง que แสดงให้เห็นถึงความแข็งแรงของหัวใจ และช่วยในการประเมินสภาพของระบบหัวใจและหลอดเลือด (Landaeta, Casas, & Areny, 2008)
- การเต้นของหัวใจของมนุษย์เพื่อสูบฉีดเลือดที่อุดมด้วยออกซิเจนไปยังกล้ามเนื้อ และนำพาของเสียออกจากเซลล์เนื้อเยื่อ (WebMD, 2016)
- อัตราการเต้นหัวใจจะแตกต่างกัน โดยขึ้นอยู่กับ การดูดซับออกซิเจนของกล้ามเนื้อตามความต้องการและการขับถ่ายก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ สิ่งดังกล่าวเกิดขึ้นในระหว่างการออกกำลังกายหรือการนอนหลับ (Heart Rate During Exercise, 2016)(Pickut, 2016)(Griffith, 2009)
- การตรวจสอบอัตราการเต้นของหัวใจเป็นเรื่องที่ง่ายตาย เพียงมีอุปกรณ์ที่นำตัวอย่างของการเต้นของหัวใจ และคำนวณการเต้นของหัวใจเป็นจำนวนครั้งต่อนาที ซึ่งค่าที่ได้จะเป็นข้อมูลที่สามารถติดตามสถานะหัวใจในปัจจุบัน (Heart Rate Monitors, 2016)

## 2.2 องค์ความรู้เกี่ยวกับโซนการเต้นของหัวใจ (Heart Rate Zone)

- ความหนักของการออกกำลังกาย (Intensity of exercise) เป็นการกำหนดขนาดของการออกกำลังกาย ซึ่งแตกต่างกันขึ้นอยู่กับสภาพร่างกายและความสามารถเดิมของแต่ละบุคคล เนื่องจากอัตราการเต้นของหัวใจเป็นตัวบ่งชี้การทำงานของระบบหัวใจและหลอดเลือดระหว่างการออกกำลังกาย และเป็นค่าที่บ่งบอกความแรงของการออกกำลังกาย
- ในปี 2012 นักวิทยาศาสตร์จาก Norwegian University of Science and Technology ได้ทำการศึกษาและคิดสูตรการคำนวณหาอัตราการเต้นหัวใจสูงสุดที่ถูกต้องมากขึ้น โดยทำการทดลองกับผู้มีสุขภาพดีที่มีอายุระหว่าง 19-89 ปี จำนวน 3,320 คน สูตรการคำนวณ คือ อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด =  $211 - (0.64) \times \text{อายุ}$  (Nes, 2012)
- การออกกำลังกายนั้น มีการแบ่งโซนการเต้นของหัวใจออกเป็น 5 โซนด้วยกัน โดยที่แต่ละโซนจะมีวัตถุประสงค์ในการออกกำลังกายที่แตกต่างกัน (Pawinee, 2557)



รูปที่ 2-1 โซนการเต้นของหัวใจ

ที่มา : [ออนไลน์] <http://oorrynningblog.blogspot.com/2017/02/training-zone-by-kravonen-formula.html>

**โซนที่ 1 :** หัวใจเราเต้นในอัตรา 50 – 60% ของ Max Heart Rate ควรจะออกกำลังกายต่อเนื่องอย่างน้อย 20 – 40 นาที ประโยชน์ที่ได้คือ พัฒนาเรื่องของการซ่อมแซมส่วนต่างๆของร่างกาย เหนือซึ่มเล็กน้อย หายใจไม่หอบและยังมีแรงพูดได้อยู่

**โซนที่ 2 :** หัวใจเราเต้นในอัตรา 60 – 70% ของ Max Heart Rate และควรจะออกกำลังกายในโซนนี้ อย่างน้อย 40 – 80 นาทีเพื่อประสิทธิภาพที่ดีที่สุดโดยประโยชน์ที่ได้คือ จะเป็นการออกกำลังกายที่ร่างกายดึงพลังงานจากไขมันมาใช้ได้อย่างเต็มที่ที่สุด ทำให้การลดน้ำหนักเห็นผลอย่างมาก เหนือออกมาเยอะระดับนี้ หายใจหอบแต่ยังพูดได้

**โซนที่ 3 :** หัวใจเราเต้นในอัตรา 70 – 80% ของ Max Heart Rate การออกกำลังโซนนี้เรียกว่า แอโรบิคโซน ควรใช้เวลาไม่เกิน 10 – 30 นาที ประโยชน์ที่ได้จากการออกกำลังกายในโซนนี้จะทำให้ร่างกายมีการดูดซึ่มออกซิเจนอย่างเต็มที่ เพิ่มความอึดในร่างกาย ทำให้ร่างกายแข็งแรง เป็นโซนที่ออกกำลังกายแล้วเหงื่อท่วมที่สุด หายใจหอบ พูดเป็นคำๆพอได้ บางคนพูดไม่ได้เลย

**โซนที่ 4 :** หัวใจเราเต้นในระดับ 80 – 90% ของ Max Heart Rate คนทั่วไปที่ไม่ใช่ชนกกีฬาส่วนใหญ่ จะมาไม่ถึงโซนนี้กันเพราะค่อนข้างเหนื่อยมากและควรใช้เวลาไม่เกิน 10 นาที ประโยชน์ที่ได้ในระดับนี้ เป็นการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มศักยภาพของร่างกายโดยเฉพาะ จะมีการปวดกล้ามเนื้อและหายใจหอบมาก ถ้าไม่ใช่ชนกกีฬาก็ไม่ควรโหมออกกำลังกายในระดับนี้

**โซนที่ 5 :** หัวใจเราเต้นในระดับ 90 – 100% ของ Max Heart Rate โซนนี้เหมาะสำหรับพวกนักกีฬาที่ต้องทำความเร็วสูงในระยะสั้นๆ ไม่ควรให้หัวใจอยู่โซนนี้เกิน 5 นาที คนที่จะฝึกที่ระดับนี้ควรมีผู้ดูแลอย่างใกล้ชิด

- ค่าอัตราการเต้นของหัวใจมีความสำคัญเรามาก ถ้าเรารู้ขีดความสามารถของหัวใจของเราทำให้เราออกกำลังกายได้ปลอดภัยมากขึ้น ยิ่งเราออกกำลังกายบ่อย ค่าอัตราการเต้นของหัวใจของเราก็จะยิ่งลดลงหรือเรียกว่า แข็งแรงขึ้นนั่นเอง

### 2.3 องค์ความรู้เกี่ยวกับ Photoplethysmography (PPG)

- ในทุกๆ การเต้นของหัวใจนั้นล้วนเกี่ยวข้องกับการสูบฉีดของเลือดในเส้นเลือด แม้กระทั่งในเส้นเลือดฝอยที่ปลายนิ้วมือ (Photoplethysmogram, 2013)
- Photoplethysmography (PPG) เป็นวิธีการทางการแพทย์ที่รู้จักกันในการใช้สำหรับตรวจสอบอัตราการเต้นหัวใจ แบบ Non-invasive หรือ วัดชีพจรทางอ้อม ซึ่งเป็นการวัดภายนอกร่างกาย เป็นการตรวจแบบไม่มีอันตรายต่อร่างกาย
- หลักการทำงาน อาศัยการสะท้อนแสงจาก LED ทำหน้าที่ฉายแสงผ่านผิวหนังลงไปสู่เส้นเลือด ในขณะเดียวกัน Photodetector ก็จะวัดว่ามีแสงสะท้อนขึ้นมาอย่างน้อยเท่าใด ยิ่งเลือดในหลอดเลือดมีสีเข้มมาก แสงก็จะสะท้อนกลับมาน้อยลงเท่านั้น
- เมื่อนำค่าความเข้มแสงในช่วงเวลาหนึ่งไปประมวลผล จึงทำให้ทราบถึงจำนวนครั้งของการเต้นของหัวใจ (Photoplethysmogram, 2013)



รูปที่ 2-2 Pulse Sensor

ที่มา : [ออนไลน์] <https://www.arduitronics.com/product/358/pulse-sensor-amped-adafruit>

## 2.4 องค์ความรู้เกี่ยวกับ NodeMCU Development Kit 1.0 (V2)

- **NodeMCU (โนนด เอ็มซียู)** คือ บอร์ดที่มีชิป Microcontroller ใช้ในการควบคุมหรือรับค่าจากอุปกรณ์ต่างๆ ผ่านพอร์ต Input และ Output คล้าย Arduino ที่สามารถเชื่อมต่อกับ WiFi ได้, สามารถเขียนโปรแกรมด้วย Arduino IDE (Arduino Integrated Development Environment) คือ Software ที่ใช้สำหรับเขียนโค้ด และอัปโหลดโปรแกรมลงบอร์ด NodeMCU ได้เช่นเดียวกับ Arduino และบอร์ดมีราคา ย่อมเยา เหมาะแก่ผู้ที่คิดจะเริ่มต้นศึกษา หรือทดลองใช้งานเกี่ยวกับ Arduino, IoT, อิเล็กทรอนิกส์ หรือ แม้แต่การนำไปใช้จริงในโปรเจคต่างๆ ก็ตาม เนื่องจากมีราคาที่ย่อมเยา
- **NodeMCU Board** ประกอบไปด้วย ESP8266 (ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่สามารถเชื่อมต่อ WiFi ได้) พร้อมอุปกรณ์อำนวยความสะดวกต่างๆ เช่น พอร์ต micro USB สำหรับจ่ายไฟ/อัปโหลดโปรแกรม, ชิป สำหรับอัปโหลดโปรแกรมผ่านสาย USB, ชิพแปลงแรงดันไฟฟ้า และขาสำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอก เป็นต้น



รูปที่ 2-3 NodeMCU

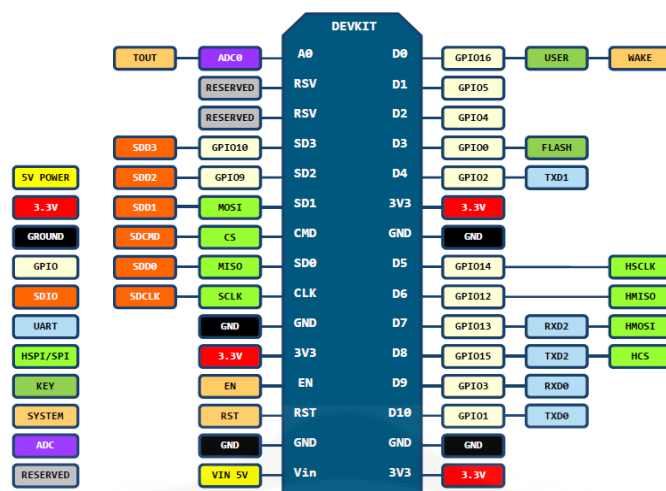
ที่มา : [ออนไลน์] <https://shop.pimoroni.com/products/nodemcu-v2-lua-based-esp8266-development-kit>

- **Arduino IDE (Arduino Integrated Development Environment)** คือ Software ที่ใช้สำหรับเขียนโค้ดคอมไพล์และอัปโหลดโปรแกรมลงบอร์ด NodeMCU ซึ่งเป็นการบอกกับ Microcontroller ว่าเราต้องการจะให้มันทำงานอย่างไร

### ข้อมูลสำคัญเชิงเทคนิคของบอร์ด NodeMCU V2 :

- ใช้โมดูล ESP-12E (ESP8266 SoC chip) ของบริษัท AI Thinker (ในขณะที่ NodeMCU v1 ใช้โมดูล ESP12) มีขาเพิ่มมาอีก 6 ขา เมื่อเปรียบเทียบกับ ESP-12
- ใช้ชิป Flash ความจุ 32 Mbits (4 MBytes)
- มีขนาดแคบกว่า NodeMCU v1 ดังนั้นเมื่อเสียบขาลงบนบอร์ดบอร์ด จะมีช่องเหลือด้านข้าง ทำให้สะดวกในการต่อวงจรบนบอร์ด
- มีวงจรควบคุมแรงดัน 3.3V (@800mA max.) บนบอร์ด ใช้ไอซีที่จ่ายกระแสได้มากกว่าบอร์ด NodeMCU v1
- ใช้ชิป CP2102 ของ Silabs ทำหน้าที่เป็นส่วนเชื่อมต่อ USB-to-Serial
- มีขาสำหรับ SPI สำหรับต่อกับการ์ด SD (เพิ่มจากเดิมที่มีขาสำหรับ HSPI)
- มีขา GPIO3/RXD0 และ GPIO1/TXD0 ที่ต่อกับขา TXD และ RXD ของชิป CP2102 ตามลำดับ
- มีขา GPIO13/RXD2 และ GPIO15/TXD2 (ใช้เป็นพอร์ต Serial เพิ่มอีกหนึ่งชุด)
- ใช้คอนเนกเตอร์แบบ micro-USB สำหรับจ่ายแรงดันไฟเลี้ยง (VUSB) เท่ากับ +5V และสำหรับดาวน์โหลดเฟิร์มแวร์ (แรงดัน VUSB ต่อผ่าน Schottky Diode 1N5819 ไปยัง VDD5V)
- สามารถจ่ายแรงดันไฟเลี้ยง +5V จากภายนอกได้ (ต่อเข้าที่ขา VDD5V)
- มีปุ่มกด RST (รีเซ็ตการทำงาน) และ Flash (สำหรับโปรแกรมเฟิร์มแวร์ใหม่)
- มีขา A0 รับอินพุตแรงดันแบบแอนะล็อกสำหรับวงจร ADC (ขนาด 10 บิต) ที่อยู่ภายในชิป ผ่านวงจรแบ่งแรงดันด้วยตัวต้านทาน 100k / 220k (ลดแรงดันอินพุตจาก 0..3.3V ลงมาให้อยู่ในช่วง 0V..1V)

## PIN DEFINITION



D0(GPIO16) can only be used as gpio read/write, no interrupt supported, no pwm/12c/i2c supported.

รูปที่ 2-4 แสดงตำแหน่งของขาต่างๆ (Pin Map) บนบอร์ด NodeMCU V2

ที่มา : [ออนไลน์] <http://www.ayarafun.com/2015/08/introduction-arduino-esp8266-nodemcu/>

## 2.5 งานวิจัยและบทความที่เกี่ยวข้อง

### 2.5.1 Smart Health Band using IoT

จากงานวิจัยโดย Siddharth A. Kokalki และคณะ

โดยงานวิจัยนี้เกี่ยวกับการทำระบบ Smart Health Band ซึ่งใช้ IoT ตัวระบบ Smart Health Band นั้นจะช่วยตรวจจับอัตราการเต้นของหัวใจ อุณหภูมิของร่างกาย ความดันโลหิต แล้วนำไปคำนวณเพื่อหาความเสี่ยงของการเกิดอันตรายต่อระบบภายในร่างกาย เช่น การเกิดหัวใจวายเฉียบพลัน หรือ การเพิ่มขึ้น / ลดลงอย่างมากอัตราชีพจร ซึ่งจะมีการส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังตัว Application และ ระบุตำแหน่งของผู้ใช้งาน โดยอุปกรณ์จะเป็นที่รัดข้อมือ ซึ่งภายในจะมีตัวเชื่อมต่อในการส่ง-รับค่า เพื่อนำมาใช้ คือ มีตัว Arduino Uno, Pulse Sensor, Temperature Sensor และใช้ Wi-Fi module ในการเชื่อมต่อ หลักการทำงานของระบบ มีอยู่ 4 ชั้น คือ

- ชั้นที่หนึ่ง Sensor module, Communication module, Cloud module and Android Application module ตัว Arduino Uno สำหรับการคำนวณและแปลงค่า

- ขั้นที่สอง คือ ระดับการติดต่อสื่อสาร ตัวโมดูลนี้เน้นการส่งเก็บค่าไปยังเครื่องที่ต้องการระบบ Cloud อุปกรณ์ในการ Computing ซึ่งจะใช้โมดูล Wi-Fi เพื่อเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตและสร้างการสื่อสารกับ Cloud แพลตฟอร์มที่ต้องการ
- ขั้นที่สาม เป็นโมดูล Cloud ประกอบด้วย Cloud ที่ใช้สำหรับจัดเก็บและแสดงข้อมูล
- ขั้นที่สี่ เป็นโมดูลแอปพลิเคชันแอนดรอยด์ ซึ่งจะแสดงข้อมูลที่อยู่บน Cloud และส่งข้อความแจ้งเตือนพร้อมกับระบุตำแหน่ง



รูปที่ 2-5 การสาธิตใช้อุปกรณ์ Smart Health Band

**ข้อดี** คือ ราคาถูก ผลที่ได้มีแม่นยำหากวัดอัตราการเต้นของหัวใจในอิริยาบถอยู่นิ่ง

**ข้อเสีย** คือ ไม่สะดวกในการตรวจจับในอิริยาบถที่มีการเคลื่อนไหว ขนาดของอุปกรณ์ค่อนข้างเทอะทะ

### 2.5.2 LilyPad and Pulse Sensors: the Other Body Experience

จากบทความ เป็นบทความที่เกี่ยวกับการใช้ LilyPad กับ Pulse Sensor เพื่อตรวจจับการเต้นของชีพจร ซึ่งเลือกตรวจจับตรงบริเวณอก โดยผู้เขียนได้ทำการ นำเสื้อชูชีพ (Life Jacket) มาทำการติดกับอุปกรณ์ เชื่อมต่อกับ LilyPad และหลอดไฟ LED เพื่อตรวจจับอัตราการเต้นของชีพจร ซึ่งวงจรไฟฟ้าขนาดเล็กจะถูกเชื่อมต่อกับตัวคอมพิวเตอร์ แล้วส่งค่าไป Arduino Amper Visualizer 1.1 ที่ทำการประมวลผลอยู่ จากนั้นตัวไฟ LED lights จะทำการจำลองกระพริบตามอัตราการเต้นของหัวใจที่จับได้



รูปที่ 2-6 เสื้อชูชีพ (Life Jacket) ที่เชื่อมต่อกับ LilyPad และไฟ LED

**ข้อดี** คือ สามารถตรวจจับชีพจรในอิริยาบถที่มีการเคลื่อนไหวได้

**ข้อเสีย** คือ ต้องวัดชีพจรที่หู ซึ่งเป็นตำแหน่งที่มีความแม่นยำน้อยกว่าข้อมือหรือปลายนิ้ว

## 2.6 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินงาน

ในการทำโครงการนี้ได้ดำเนินการโดยใช้เครื่องมือที่เป็นทั้งฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ดังต่อไปนี้

### 2.6.1 ฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในการพัฒนา

- NodeMCU ESP8266 2V จำนวน 1 ตัว
- Pulse Sensor จำนวน 1 ตัว
- USB Cable จำนวน 1 สาย
- Power Bank จำนวน 1 อัน
- Smartphone จำนวน 1 เครื่อง
- Smart Watch รุ่น Mi Band 3 ของ Xiaomi จำนวน 1 เครื่อง
- ถังมือ

## 2.6.2 ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนา

- โปรแกรม Arduino IDE 1.8.5

Arduino IDE 1.8.5 (Arduino Integrated Development Environment) คือ ซอฟต์แวร์ที่ใช้สำหรับเขียนโค้ด คอมไพล์และอัปโหลดโปรแกรมลงบอร์ด Arduino หรือบอร์ดอื่นๆ ซึ่งเป็นการบอกกับบอร์ดว่าเราต้องการจะให้มันทำงานอย่างไร



รูปที่ 2-7 รูปสัญลักษณ์โปรแกรม Arduino IDE 1.8.5

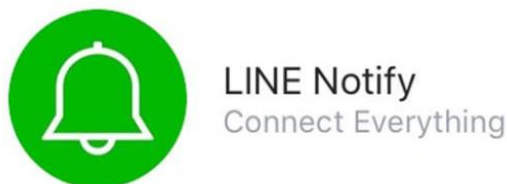
ที่มา : [ออนไลน์] <http://www.creatbot.com/arduino coding/642>

- LINE Notify

LINE Notify คือบริการที่คุณสามารถได้รับข้อความแจ้งเตือนจากเว็บเซอร์วิสต่าง ๆ ที่คุณสนใจได้ทาง LINE โดยหลังเสร็จสิ้นการเชื่อมต่อกับทางเว็บเซอร์วิสแล้ว คุณจะได้รับการแจ้งเตือนจากบัญชีทางการของ “LINE Notify” ซึ่งให้บริการโดย LINE นั้นเอง คุณสามารถเชื่อมต่อกับบริการที่หลากหลาย และยังสามารถรับการแจ้งเตือนทางกลุ่มได้อีกด้วย ซึ่งบริการหลักๆ ที่สามารถเชื่อมต่อได้แก่ GitHub, IFTTT หรือ Mackerel เป็นต้น

การใช้งาน LINE notify เพื่อแจ้งสถานะการออนไลน์ไปอีกระบบปลายทางได้ จึงทำให้เราสามารถส่งข้อความแจ้งเตือนจากบริการต่าง ๆ หรืออุปกรณ์ใด ๆ ก็ตาม ที่สามารถเชื่อมต่อกับ internet และสามารถเชื่อมด้วย http post มายัง Account ของผู้ใช้ได้ ซึ่งการใช้งานโดยรวมของ Line notify จะมีรูปแบบดังนี้ คือ เริ่มแรกเลยต้องไปสร้าง token ของ account ในระบบของ Line เสียก่อน จากนั้นเก็บ token นี้เอาไว้

แล้วเมื่อต้องการที่จะส่งข้อความแจ้งเตือนต่างๆ จะใช้ token นี้เพื่อส่งข้อความแจ้งเตือนผ่านทาง http post



รูปที่ 2-8 บริการ LINE Notify

ที่มา : [ออนไลน์] <https://www.tutor4dev.com/articles/2017-11-24-line-notify-service.html>

### 2.6.3 ภาษาโปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนา

- ภาษา C++ Programming

ภาษาซีพลัสพลัส (C++) เป็นภาษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่มีโครงสร้างภาษาเป็นการจัดชนิดข้อมูลแบบสแตติก (statically typed) และมีรูปแบบการเขียนโปรแกรมที่หลากหลาย (multi-paradigm language) ได้แก่ การโปรแกรมเชิงกระบวนการคำสั่ง, การนิยามข้อมูล, การโปรแกรมเชิงวัตถุ, และการโปรแกรมแบบเจเนริก (generic programming)



รูปที่ 2-9 สัญลักษณ์ภาษา C++ Programming

ที่มา : [ออนไลน์] <https://blog.sourcerer.io/building-a-website-with-c-db942c801aee>

## บทที่ 3

### วิธีการดำเนินโครงการ

การดำเนินโครงการในครั้งนี้ ผู้จัดทำได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าตามขั้นตอนดังนี้

3.1 แผนการดำเนินงาน

3.2 แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ

3.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

#### 3.1 แผนการดำเนินงาน

##### 3.1.1 เริ่มต้นและวางแผนโครงการ

การเริ่มต้นและวางแผนโครงการ เป็นขั้นตอนในการกำหนดหัวข้อโครงการที่น่าสนใจโดยดำเนินการศึกษาข้อมูล หลักการ รวบรวมทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้องจากนั้นนำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาวิเคราะห์เพื่อกำหนดหัวข้อโครงการ

##### 3.1.2 การวิเคราะห์ระบบ

การวิเคราะห์ระบบ เป็นการเขียนโปรแกรมเพื่อทดลองการอ่านค่าจาก Pulse Sensor หลังจากนั้นนำค่าที่อ่านได้จากเซ็นเซอร์มาวิเคราะห์ และแสดงค่าที่ถูกต้อง

##### 3.1.3 การออกแบบระบบ

การออกแบบระบบ เป็นขั้นตอนในการศึกษาวิธีการเชื่อมต่ออุปกรณ์ Pulse Sensor เข้ากับ NodeMCU หลังจากนั้นทำการเชื่อมต่อ NodeMCU กับ Pulse Sensor และทดสอบการส่งค่าแจ้งเตือนไปยัง LINE Notify

##### 3.1.4 การพัฒนาและทดสอบ

การพัฒนาและทดสอบ เป็นการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ให้เหมาะสำหรับการใช้งาน และทำการทดสอบอุปกรณ์และการแจ้งเตือนให้ถูกต้องสามารถใช้งานได้จริง รวมถึงหาข้อผิดพลาดและปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้องสมบูรณ์

##### 3.1.5 สรุปและเผยแพร่งานวิจัย

ดำเนินการสรุปผลและประเมินผลลัพท์การทำงาน จัดทำรูปเล่มรายงานและเอกสารสำหรับการนำเสนอเอกสารการเผยแพร่ผลงาน และการนำเสนอโครงการ

## 3.2 แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ

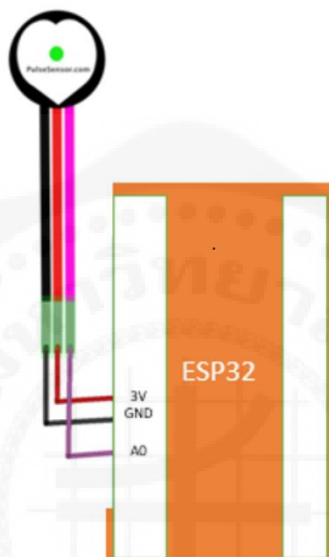
| ขั้นตอนการดำเนินการ                                      | 2561 |      |      | 2562 |      |       |       |      |
|--|------|------|------|------|------|-------|-------|------|
|  | ต.ค. | พ.ย. | ธ.ค. | ม.ค. | ก.พ. | มี.ค. | เม.ย. | พ.ค. |
| <b>1. เริ่มต้นและวางแผนโครงการ</b>                       |      |      |      |      |      |       |       |      |
| วางแผนจัดทำโครงการ                                       |      |      |      |      |      |       |       |      |
| หาข้อมูลศึกษาแนวคิดและทฤษฎี                              |      |      |      |      |      |       |       |      |
| ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง                               |      |      |      |      |      |       |       |      |
| เลือกเครื่องมือ  |      |      |      |      |      |       |       |      |
| <b>2. การวิเคราะห์ระบบ</b>                               |      |      |      |      |      |       |       |      |
| เขียนโปรแกรมเพื่อทดลองการอ่านค่าจาก Pulse Sensor         |      |      |      |      |      |       |       |      |
| วิเคราะห์ค่าที่อ่านได้จากเซ็นเซอร์                       |      |      |      |      |      |       |       |      |
| ทำการแสดงค่าที่ถูกต้อง                                   |      |      |      |      |      |       |       |      |
| <b>3. การออกแบบระบบ</b>                                  |      |      |      |      |      |       |       |      |
| ศึกษาวิธีการเชื่อมต่อNodeMCU เข้ากับ Pulse Sensor        |      |      |      |      |      |       |       |      |
| ทำการเชื่อมต่ออุปกรณ์                                    |      |      |      |      |      |       |       |      |
| ทดลองส่งการแจ้งเตือนไปยัง LINE Notify                    |      |      |      |      |      |       |       |      |
| กำหนดเงื่อนไขของการแจ้งเตือน                             |      |      |      |      |      |       |       |      |
| <b>4. การพัฒนาและทดสอบ</b>                               |      |      |      |      |      |       |       |      |
| ออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ให้เหมาะสำหรับการใช้งาน             |      |      |      |      |      |       |       |      |
| ทดสอบอุปกรณ์และการแจ้งเตือนให้ถูกต้องสามารถใช้งานได้จริง |      |      |      |      |      |       |       |      |
| หาข้อผิดพลาดและแก้ไขปรับปรุง                             |      |      |      |      |      |       |       |      |
| <b>5. สรุปและเผยแพร่ผลงานวิจัย</b>                       |      |      |      |      |      |       |       |      |

ตารางที่ 3-1 แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ

### 3.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน

#### 3.3.1 วิธีการเชื่อมต่อ NodeMCU กับ Pulse Sensor

- ขาSignal (สายสีม่วง) ของ Pulse Sensor เชื่อมกับพิน A0 ของ NodeMCU
- ขาขั้วบวก (สายสีแดง) ของ Pulse Sensor เชื่อมกับพิน 3v3 ของ NodeMCU
- ขาขั้วลบ (สายสีดำ) ของ Pulse Sensor เชื่อมกับพิน GND ของ NodeMCU



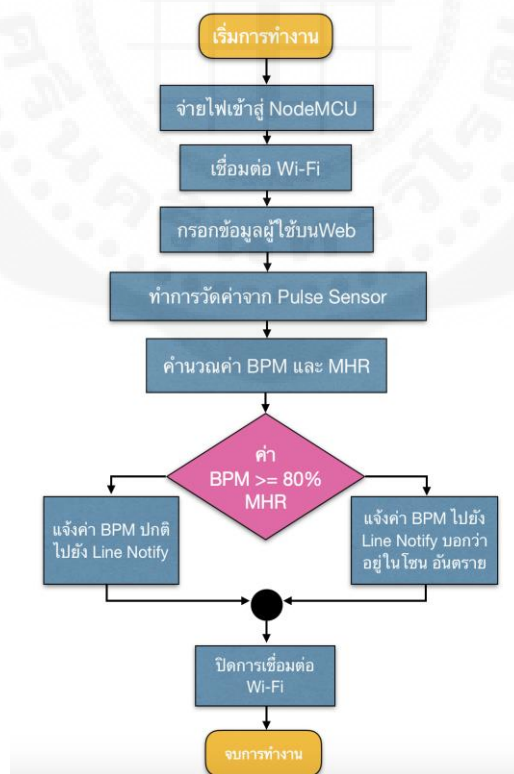
รูปที่ 3-1 วงจรการเชื่อมต่อ NodeMCU กับ Pulse Sensor



รูปที่ 3-2 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ NodeMCU และ Pulse Sensor

### 3.3.2 หลักการทำงานของอุปกรณ์

- ❖ ทำการจ่ายไฟเข้าสู่ NodeMCU โดยทำต่อกับ Power Bank
- ❖ เปิด Hotspot ของ Smart Phone เพื่อการเชื่อมต่อ Wi-Fi ของ NodeMCU
- ❖ กรอกข้อมูลชื่อและอายุบนเว็บไซต์
- ❖ ทำการตรวจวัดชีพจร จาก Pulse Sensor แล้วส่งค่าไปยัง NodeMCU
- ❖ ทำการคำนวณค่าอัตราการเต้นของหัวใจที่ได้จาก Pulse Sensor และ หาค่า Maximum Heart Rate จากอายุของผู้ใช้จากสูตร  $211 - (0.64) \times \text{อายุ}$
- ❖ หากค่าอัตราการเต้นของหัวใจที่คำนวณได้มากกว่าหรือเท่ากับ 80% ของ Maximum Heart Rate ถ้าค่าเกิน 80% ของ Maximum Heart Rate จะทำการแจ้งค่าอัตราการเต้นของหัวใจ ในขณะนั้นพร้อมบอกว่ายู่ในโซนอันตราย และ ถ้าค่าไม่เกิน 80% ของ Maximum Heart Rate จะทำการแจ้งค่าอัตราการเต้นของหัวใจ ในขณะนั้นตามปกติ
- ❖ ปิดการเชื่อมต่อ Wi-Fi เมื่อผู้ใช้ไม่ต้องการใช้งาน
- ❖ จบการทำงานของอุปกรณ์



รูปที่ 3-3 แสดงการทำงานของเครื่องตรวจวัดชีพจร

### 3.3.3 วิธีการทดสอบ

- **ขั้นตอนที่ 1** นำ Power Bank ซึ่งเป็นตัวในการจ่ายไฟเข้าเพื่อให้อุปกรณ์ทำงาน โดยใช้สาย USB ในการต่อกับ NodeMCU เมื่อทำการจ่ายไฟแล้วตัว Pulse Sensor จะทำงานมีแสงสีเขียวขึ้น



รูปที่ 3-4 การทดสอบขั้นตอนที่ 1

- **ขั้นตอนที่ 2** สวมถุงมือแล้วนำอุปกรณ์ใส่เข้าไปในช่องซิปเพื่อเก็บให้เรียบร้อย แล้วนำตัว Pulse Sensor มาพันไว้ที่ปลายนิ้วชี้ให้หนาแน่น



รูปที่ 3-5 การทดสอบขั้นตอนที่ 2

- **ขั้นตอนที่ 3** เปิด Hotspot บน Smartphone เพื่อทำการเชื่อมต่อ Wi-Fi และ ส่งค่าแบบไร้สายไปยัง LINE Notify เพื่อทำการแจ้งเตือน



รูปที่ 3-6 การทดสอบขั้นตอนที่ 3

- **ขั้นตอนที่ 4** ให้ผู้ใช้ทำการเปิด VPN เพื่อเชื่อมต่อกับ Server 202.28.62.33



รูปที่ 3-7 การทดสอบขั้นตอนที่ 4

- **ขั้นตอนที่ 5** ทำการเปิดเว็บไซต์ 10.1.30.40/heartrate/ หลังจากนั้นให้ผู้ใช้ทำการกรอกข้อมูลชื่อ และ อายุ ลงในฟอร์ม ซึ่งข้อมูลจะถูกจัดเก็บลงในฐานข้อมูล Firebase

dtac-T 16:55 100% 10.1.3.40

### Maximum Heart Rate

Please enter your infomation below .

Username:

Please fill out this field.

Age:

Please fill out this field.

Submit

Heart rate icon

รูปที่ 3-8 การทดสอบขั้นตอนที่ 5 ฟอร์มกรอกข้อมูลผู้ใช้

dtac-T 16:55 100% 10.1.3.40

### Maximum Heart Rate

Please enter your infomation below .

Username:

Valid.

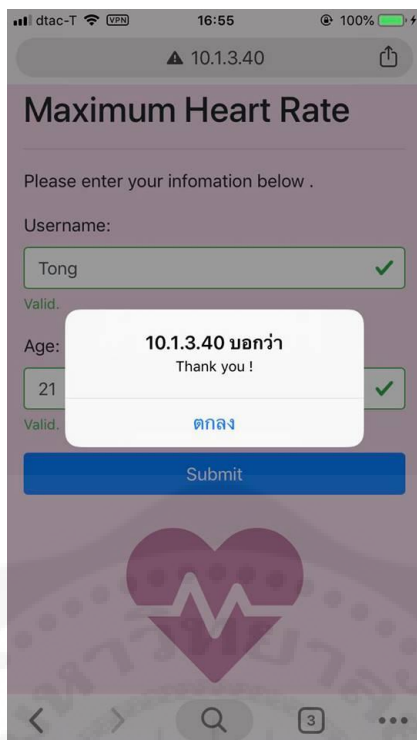
Age:

Valid.

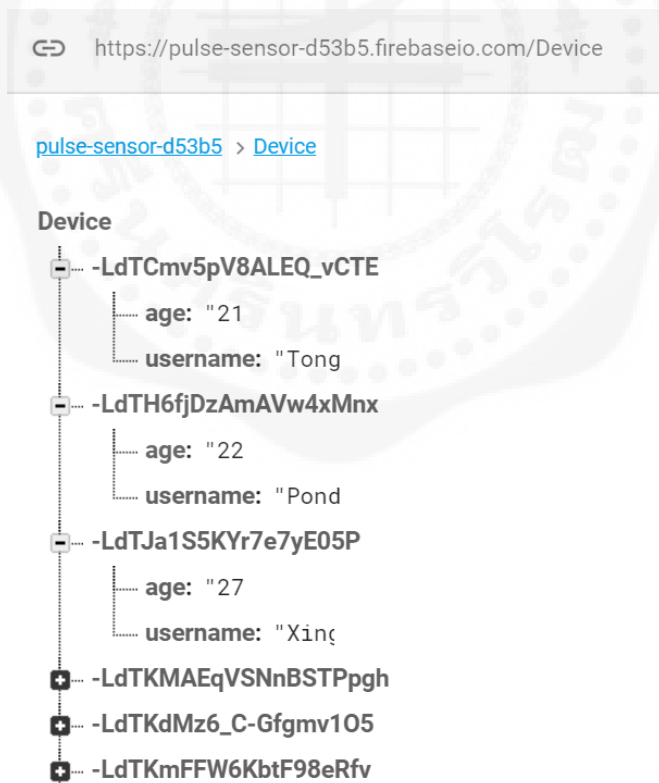
Submit

Heart rate icon

รูปที่ 3-9 การทดสอบขั้นตอนที่ 5 ผู้ใช้กรอกข้อมูล



รูปที่ 3-10 การทดสอบขั้นตอนที่ 5 เมื่อผู้ใช้กรอกข้อมูลสำเร็จ จะมีการแจ้งเตือน



รูปที่ 3-11 การทดสอบขั้นตอนที่ 5 แสดงข้อมูลของผู้ใช้งานใน Firebase

- **ขั้นตอนที่ 6** อุปกรณ์จะส่งค่าอัตราการเต้นของหัวใจ ไปแจ้งเตือนใน LINE Notify โดยการทำงานครั้งแรกหลังการเชื่อมต่อ Wi-Fi จะทำการส่งแจ้ง อายุ ค่า Maximum Heart Rate จากนั้นจะส่งค่าอัตราการเต้นของหัวใจ ตามอัตราการเต้นของชีพจร
  - ในกรณีที่ค่าอัตราการเต้นของหัวใจ มีค่าน้อยกว่า 80% ของ Maximum Heart Rate จะทำการส่งแค่ค่าอัตราการเต้นของหัวใจตามปกติ



รูปที่ 3-12 การทดสอบขั้นตอนที่ 6 ในกรณี น้อยกว่า 80% ของ Maximum Heart Rate

- ในกรณี เมื่อค่าอัตราการเต้นของหัวใจ มีค่าเท่ากับหรือมากกว่า 80% ของ Maximum Heart Rate จะทำการส่งค่าอัตราการเต้นของหัวใจ และแจ้งเตือนบอกว่าอยู่ในโซนอันตราย



รูปที่ 3-13 การทดสอบขั้นตอนที่ 6 ในกรณี เท่ากับหรือมากกว่า 80% ของ Maximum Heart Rate

### 3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลใช้ iPhone 7 ส่งค่าผ่าน LINE Notify สำหรับแสดงค่าอัตราการเต้นของหัวใจที่รับมาจาก NodeMCU และใช้ Smart Watch รุ่น Mi Band 3 ของ Xiaomi เปรียบเทียบค่าความแม่นยำ

#### 3.4.1 กลุ่มตัวอย่าง

ผู้ทดสอบจำนวน 15 คน นิสิตชั้นปีที่ 3 - 4 สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ รวมเป็นเพศชายจำนวน 6 คน และเพศหญิงจำนวน 9 คน อายุระหว่าง 21 - 27 ปี

### 3.4.2 วิธีการเก็บข้อมูล

ให้ผู้ทดสอบสวมถุงมืออุปกรณ์ และพันนิ้วชี้ข้างขวา กับ Pulse Sensor และให้ผู้ทดสอบทดสอบที่บริเวณสนามฟุตบอล โดยทำการทดสอบทั้งหมด 4 รอบ แบ่งเป็น เดิน 2 รอบ และวิ่ง 2 รอบ รอบละ 3 นาที ดังนี้

- ครั้งที่ 1 ให้ผู้ทดสอบเดินรอบสนามเป็นเวลา 3 นาที เมื่อครบรอบ 3 นาที จะทำการบันทึกข้อมูลที่ได้ จากอุปกรณ์ Pulse Sensor และ Mi Band 3
- ครั้งที่ 1 ให้ผู้ทดสอบวิ่งรอบสนามเป็นเวลา 3 นาที เมื่อครบรอบ 3 นาที จะทำการบันทึกข้อมูลที่ได้ จากอุปกรณ์ Pulse Sensor และ Mi Band 3
- จากนั้นให้ผู้ทดสอบพักเป็นเวลา 10 นาที หลังจากนั้นเริ่มทำการทดสอบใหม่อีกครั้ง
- ครั้งที่ 2 ให้ผู้ทดสอบเดินรอบสนามเป็นเวลา 3 นาที เมื่อครบรอบ 3 นาที จะทำการบันทึกข้อมูลที่ได้ จากอุปกรณ์ Pulse Sensor และ Mi Band 3
- ครั้งที่ 2 ให้ผู้ทดสอบเดินรอบสนามเป็นเวลา 3 นาที เมื่อครบรอบ 3 นาที จะทำการบันทึกข้อมูลที่ได้ จากอุปกรณ์ Pulse Sensor และ Mi Band 3



รูปที่ 3-14 วิธีการเก็บข้อมูล

## บทที่ 4

### ผลการดำเนินโครงการ

การดำเนินโครงการในครั้งนี้นำผู้จัดทำได้เสนอผลการดำเนินโครงการ โดยแสดงผลลัพธ์ดังต่อไปนี้

4.1 แสดงค่าอัตราการเต้นของหัวใจที่ได้จาก NodeMCU และจาก Smart Watch รุ่น Mi Band 3

4.2 แสดงค่าอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด

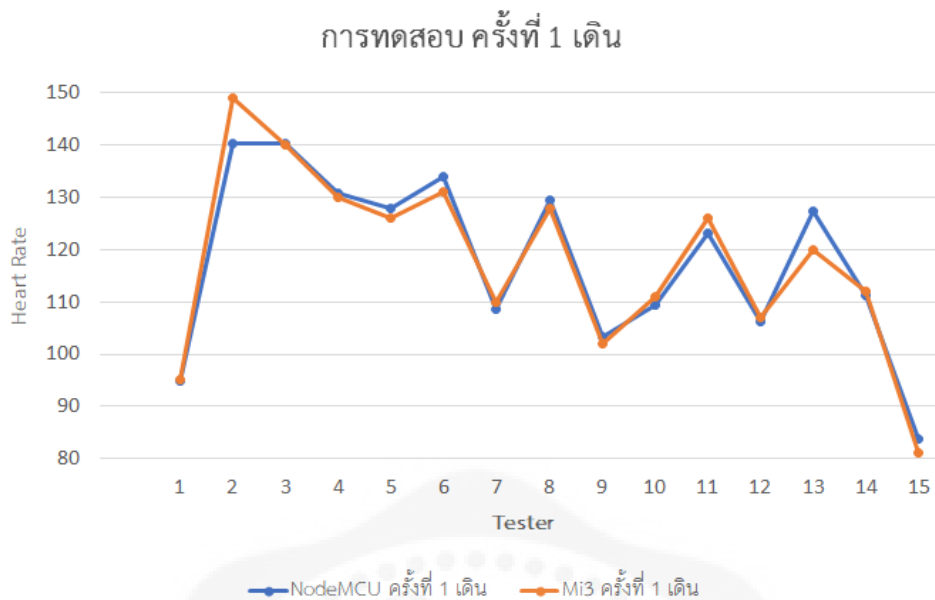
4.3 แสดงโซนการเต้นของหัวใจ

| ผู้ทดสอบ | เพศ  | อายุ | ครั้งที่ | รูปแบบ | การตรวจจับอัตราการเต้นของหัวใจ |     | MHR    | โซนการเต้นของหัวใจ | Percent Error |
|----------|------|------|----------|--------|--------------------------------|-----|--------|--------------------|---------------|
|          |      |      |          |        | NodeMCU                        | Mi3 |        |                    |               |
| 1        | ชาย  | 27   | 1        | เดิน   | 94.75                          | 95  | 193.72 | NORMAL             | 0.26          |
|          |      |      | 1        | วิ่ง   | 119                            | 112 |        | LIGHT              | 6.25          |
|          |      |      | 2        | เดิน   | 117.4                          | 116 |        | LIGHT              | 1.2           |
|          |      |      | 2        | วิ่ง   | 128.5                          | 130 |        | LIGHT              | 1.15          |
| 2        | หญิง | 22   | 1        | เดิน   | 140.4                          | 149 | 196.92 | MODERATE           | 5.77          |
|          |      |      | 1        | วิ่ง   | 166.75                         | 165 |        | HARD               | 1.06          |
|          |      |      | 2        | เดิน   | 128.33                         | 133 |        | LIGHT              | 3.51          |
|          |      |      | 2        | วิ่ง   | 180.5                          | 175 |        | MAXIMUM            | 3.14          |
| 3        | หญิง | 22   | 1        | เดิน   | 140.33                         | 140 | 196.92 | MODERATE           | 0.23          |
|          |      |      | 1        | วิ่ง   | 149.2                          | 147 |        | MODERATE           | 1.49          |
|          |      |      | 2        | เดิน   | 144.8                          | 145 |        | MODERATE           | 1.36          |
|          |      |      | 2        | วิ่ง   | 177.33                         | 178 |        | MAXIMUM            | 0.37          |
| 4        | ชาย  | 22   | 1        | เดิน   | 130.75                         | 130 | 196.92 | LIGHT              | 0.57          |
|          |      |      | 1        | วิ่ง   | 170.75                         | 174 |        | HARD               | 1.86          |
|          |      |      | 2        | เดิน   | 152.75                         | 152 |        | MODERATE           | 0.49          |
|          |      |      | 2        | วิ่ง   | 159.25                         | 173 |        | HARD               | 7.94          |

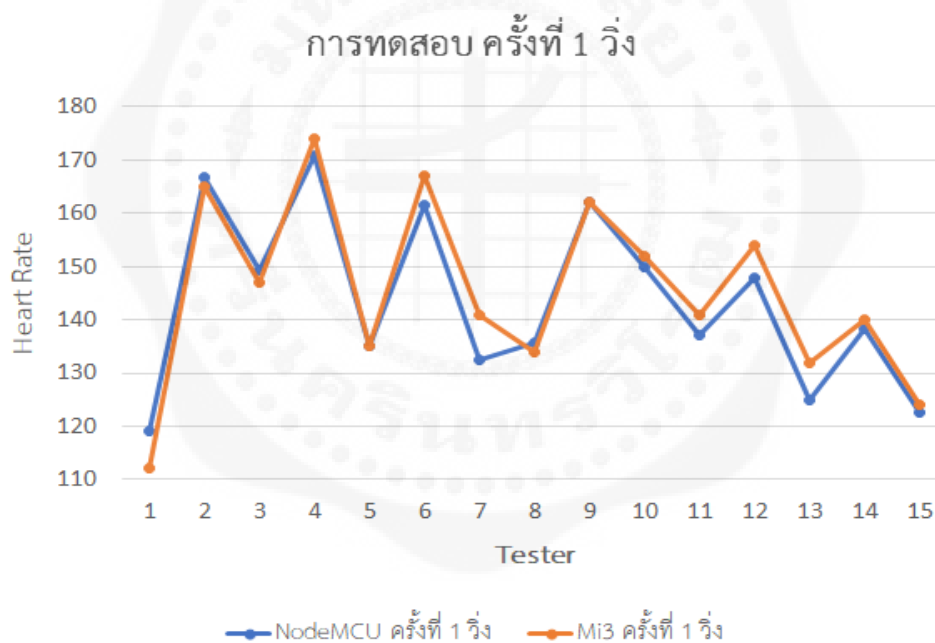
| ผู้ทดสอบ | เพศ  | อายุ | ครั้งที่ | รูปแบบ | การตรวจจับอัตราการเต้นของหัวใจ |     | MHR    | โซนการเต้นของหัวใจ | Percent Error |
|----------|------|------|----------|--------|--------------------------------|-----|--------|--------------------|---------------|
|          |      |      |          |        | NodeMCU                        | Mi3 |        |                    |               |
| 5        | หญิง | 22   | 1        | เดิน   | 127.8                          | 126 | 196.92 | LIGHT              | 1.42          |
|          |      |      | 1        | วิ่ง   | 135.17                         | 135 |        | LIGHT              | 0.12          |
|          |      |      | 2        | เดิน   | 123.25                         | 122 |        | LIGHT              | 1.02          |
|          |      |      | 2        | วิ่ง   | 137.25                         | 133 |        | LIGHT              | 3.19          |
| 6        | หญิง | 22   | 1        | เดิน   | 134                            | 131 | 196.92 | LIGHT              | 2.29          |
|          |      |      | 1        | วิ่ง   | 161.5                          | 167 |        | HARD               | 3.29          |
|          |      |      | 2        | เดิน   | 142                            | 143 |        | MODERATE           | 0.69          |
|          |      |      | 2        | วิ่ง   | 135                            | 139 |        | LIGHT              | 2.87          |
| 7        | หญิง | 22   | 1        | เดิน   | 108.67                         | 110 | 196.92 | VERY LIGHT         | 1.2           |
|          |      |      | 1        | วิ่ง   | 132.5                          | 141 |        | LIGHT              | 6.02          |
|          |      |      | 2        | เดิน   | 99.33                          | 98  |        | VERY LIGHT         | 1.35          |
|          |      |      | 2        | วิ่ง   | 125                            | 122 |        | LIGHT              | 2.45          |
| 8        | หญิง | 22   | 1        | เดิน   | 129.5                          | 128 | 196.92 | LIGHT              | 1.17          |
|          |      |      | 1        | วิ่ง   | 135.67                         | 134 |        | LIGHT              | 1.24          |
|          |      |      | 2        | เดิน   | 116.16                         | 114 |        | VERY LIGHT         | 1.89          |
|          |      |      | 2        | วิ่ง   | 149                            | 155 |        | MODERATE           | 3.87          |
| 9        | หญิง | 21   | 1        | เดิน   | 103.25                         | 102 | 197.56 | VERY LIGHT         | 1.22          |
|          |      |      | 1        | วิ่ง   | 162.2                          | 162 |        | HARD               | 0.12          |
|          |      |      | 2        | เดิน   | 133                            | 131 |        | LIGHT              | 1.52          |
|          |      |      | 2        | วิ่ง   | 157                            | 165 |        | MODERATE           | 4.84          |
| 10       | หญิง | 21   | 1        | เดิน   | 109.5                          | 111 | 197.56 | VERY LIGHT         | 1.35          |
|          |      |      | 1        | วิ่ง   | 149.8                          | 152 |        | MODERATE           | 1.44          |
|          |      |      | 2        | เดิน   | 118.5                          | 119 |        | VERY LIGHT         | 0.42          |
|          |      |      | 2        | วิ่ง   | 125.67                         | 134 |        | LIGHT              | 6.12          |

| ผู้ทดสอบ                           | เพศ  | อายุ | ครั้งที่ | รูปแบบ | การตรวจจับอัตราการเต้นของหัวใจ |     | MHR    | โซนการเต้นของหัวใจ | Percent Error |
|------------------------------------|------|------|----------|--------|--------------------------------|-----|--------|--------------------|---------------|
|                                    |      |      |          |        | NodeMCU                        | Mi3 |        |                    |               |
| 11                                 | ชาย  | 21   | 1        | เดิน   | 123.2                          | 126 | 197.56 | LIGHT              | 2.22          |
|                                    |      |      | 1        | วิ่ง   | 137.2                          | 141 |        | LIGHT              | 2.69          |
|                                    |      |      | 2        | เดิน   | 111                            | 109 |        | VERY LIGHT         | 1.83          |
|                                    |      |      | 2        | วิ่ง   | 130                            | 127 |        | LIGHT              | 2.36          |
| 12                                 | ชาย  | 21   | 1        | เดิน   | 106.16                         | 107 | 197.56 | VERY LIGHT         | 0.78          |
|                                    |      |      | 1        | วิ่ง   | 147.75                         | 154 |        | MODERATE           | 4.05          |
|                                    |      |      | 2        | เดิน   | 100.11                         | 97  |        | VERY LIGHT         | 3.2           |
|                                    |      |      | 2        | วิ่ง   | 125.83                         | 118 |        | LIGHT              | 6.63          |
| 13                                 | หญิง | 21   | 1        | เดิน   | 127.4                          | 120 | 197.56 | LIGHT              | 6.16          |
|                                    |      |      | 1        | วิ่ง   | 125                            | 132 |        | LIGHT              | 5.3           |
|                                    |      |      | 2        | เดิน   | 163.67                         | 161 |        | HARD               | 1.65          |
|                                    |      |      | 2        | วิ่ง   | 162.5                          | 146 |        | HARD               | 11.3          |
| 14                                 | ชาย  | 21   | 1        | เดิน   | 111.2                          | 112 | 197.56 | VERY LIGHT         | 0.71          |
|                                    |      |      | 1        | วิ่ง   | 138.37                         | 140 |        | MODERATE           | 1.16          |
|                                    |      |      | 2        | เดิน   | 104.62                         | 113 |        | VERY LIGHT         | 7.41          |
|                                    |      |      | 2        | วิ่ง   | 145                            | 147 |        | MODERATE           | 1.36          |
| 15                                 | ชาย  | 21   | 1        | เดิน   | 83.8                           | 81  | 197.56 | NORMAL             | 3.45          |
|                                    |      |      | 1        | วิ่ง   | 122.57                         | 124 |        | LIGHT              | 1.15          |
|                                    |      |      | 2        | เดิน   | 118.67                         | 113 |        | LIGHT              | 5.01          |
|                                    |      |      | 2        | วิ่ง   | 121                            | 126 |        | LIGHT              | 3.96          |
| <b>ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย(%)</b> |      |      |          |        |                                |     |        |                    | <b>2.67</b>   |

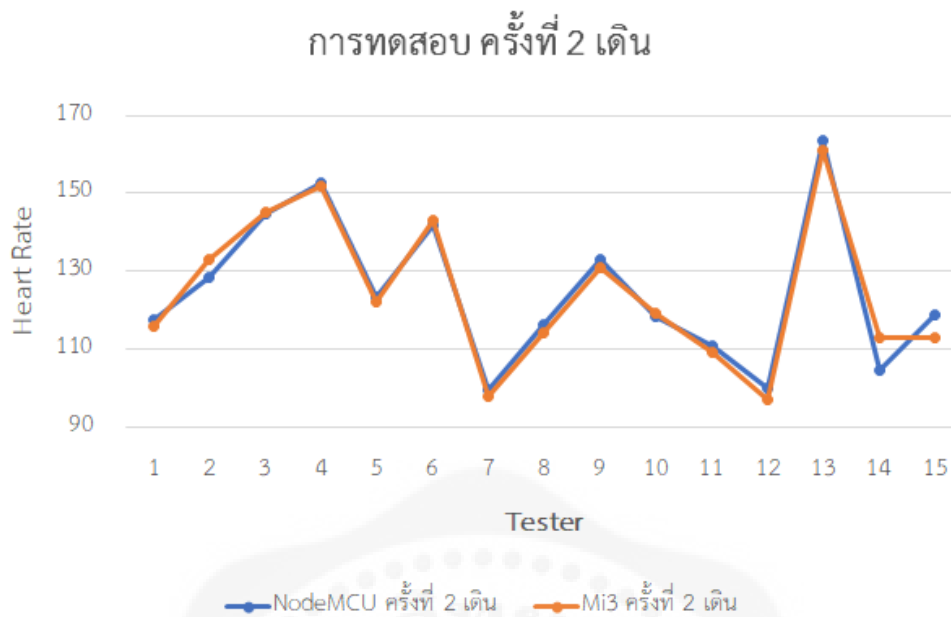
ตารางที่ 4-1 แสดงค่าอัตราการเต้นของหัวใจจาก NodeMCU และจาก Mi Band 3 พร้อมแสดงอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด และโซนการเต้นของหัวใจ



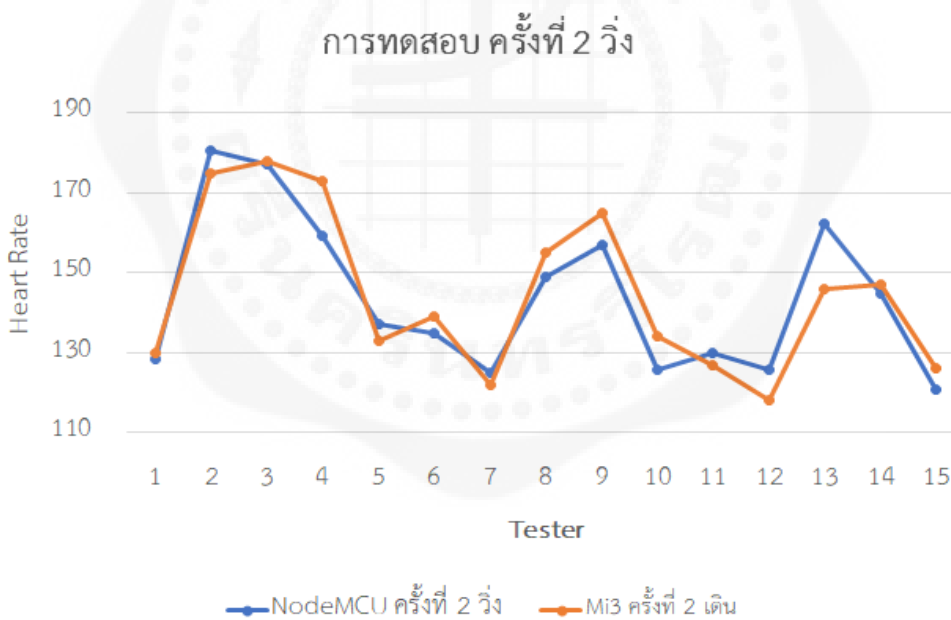
รูปที่ 4-1 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าอัตราการเต้นของหัวใจการเดิน ครั้งที่ 1 จากอุปกรณ์ NodeMCU กับ Mi Band 3



รูปที่ 4-2 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าอัตราการเต้นของหัวใจการวิ่ง ครั้งที่ 1 จากอุปกรณ์ NodeMCU กับ Mi Band 3



รูปที่ 4-3 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าอัตราการเต้นของหัวใจการเดิน ครั้งที่ 2 จากอุปกรณ์ NodeMCU กับ Mi Band 3



รูปที่ 4-4 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าอัตราการเต้นของหัวใจการวิ่ง ครั้งที่ 2 จากอุปกรณ์ NodeMCU กับ Mi Band 3

## บทที่ 5

### สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผลการดำเนินโครงการ

จากการศึกษาค้นคว้า และดำเนินโครงการ การพัฒนาอุปกรณ์ตรวจจับอัตราการเต้นของหัวใจ และแจ้งเตือนโซนการเต้นของหัวใจ ( A Development of Heart Rate Monitoring and Heart Rate Zone Alerting Device ) โดยอาศัยอุปกรณ์หลัก 2 อย่าง ได้แก่ ไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU และ Pulse Sensor ในการตรวจจับวัดอัตราการเต้นของหัวใจ มีการพัฒนาอุปกรณ์โดยเป็นอุปกรณ์แบบพกพา โดยกระบวนการการทำงานของอุปกรณ์แบบพกพานั้นจะเป็นแบบถ่วงมือสวมใส่ที่มือด้านขวา มีตัว Pulse Sensor พับที่ปลายนิ้วชี้เพื่อวัดอัตราการเต้นของหัวใจจะมีการส่งข้อความแจ้งเตือนค่าอายุของผู้ใช้งาน และ ค่า Maximum Heart Rate ( MHR ) ในครั้งแรกและจากนั้นจะแจ้งเตือนค่าอัตราการเต้นของหัวใจตลอดระยะเวลาการใช้งาน ถ้าหากค่าอัตราการเต้นของหัวใจของผู้ใช้งานมากกว่าค่า Maximum Heart Rate จะทำการแจ้งเตือนว่าอยู่ในโซนอันตราย ไปยัง LINE ของผู้ใช้ผ่านทาง LINE Notify

วิธีการทดสอบ คือ มีผู้ทดสอบทั้งหมดจำนวน 15 คน จากนั้นให้ผู้ใช้งานแต่ละคน ทำการเดิน และ วิ่ง อย่างละ 3 นาที จากนั้นหยุดพัก 10 นาที และ ทำการเดินและวิ่งใหม่อีก 1 รอบ อย่างละ 3 นาที โดยผู้ใช้งานสวมอุปกรณ์ถ่วงมือด้านขวาที่ใช้ในการทดสอบและทำการพับปลายนิ้วชี้เพื่อตรวจจับค่าอัตราการเต้นของหัวใจ พร้อมกับ สวมใส่ Smart Watch รุ่น Mi Band 3 ของ Xiaomi เป็นอุปกรณ์การวัดค่าอัตราการเต้นของหัวใจที่ได้มาตรฐาน และนำมาเปรียบเทียบกันเพื่อหาค่าความคลาดเคลื่อนของอุปกรณ์ และนำค่าทั้งหมดมาหาค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย

#### 5.2 อภิปรายผล

จากการดำเนินโครงการการพัฒนาอุปกรณ์ตรวจจับอัตราการเต้นของหัวใจ และแจ้งเตือนโซนการเต้นของหัวใจ โดยใช้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU ร่วมกับ Pulse Sensor (เซ็นเซอร์ตรวจจับวัดอัตราการเต้นของหัวใจ) จากการทดลองโดย ใช้ผู้ทดสอบอุปกรณ์ จำนวนทั้งหมด 15 คน พบว่า อุปกรณ์มีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเพียงร้อยละ 2.67 ซึ่งเป็นค่าที่สามารถยอมรับได้ สรุปได้ว่าอุปกรณ์นี้สามารถใช้วัดหาค่าอัตราการเต้นของหัวใจได้แม่นยำในระดับหนึ่ง

### 5.3 ปัญหาและอุปสรรค

- 5.3.1 ส่วนของการพันนิ้วกับ Pulse Sensor หากพันไม่แน่นพออาจจะทำให้มีความคลาดเคลื่อนจึงควรพันนิ้วให้แน่นและกระชับ
- 5.3.2 ในส่วน Wi-Fi หากมีการเปลี่ยนโทรศัพท์มือถือที่ใช้แสดงผล จะยังไม่สามารถเชื่อมต่อกับ Wi-Fi เครื่องใหม่ได้ และกำหนดค่า config ของ Wi-Fi ใหม่ทุกครั้ง
- 5.3.3 การเชื่อมต่อฐานข้อมูล Firebase ยังไม่เสถียร ทำให้ในการทดสอบบางครั้งไม่สามารถติดต่อฐานข้อมูล เพื่อแจ้งผลผ่าน LINE Notify ได้

### 5.4 ข้อเสนอแนะ

- 5.4.1 ควรหาอุปกรณ์สำหรับพันนิ้วเพื่อให้ sensor สัมผัสกับปลายนิ้วได้กระชับมากขึ้น
- 5.4.2 แก้ไขให้ทำการเชื่อมต่อ auto connect กับ Wi-Fi ใดๆ ก็ได้แบบอัตโนมัติ
- 5.4.3 เปลี่ยนไปใช้ฐานข้อมูลอื่นเช่น SQLite หรือ MySQL

### บรรณานุกรม

- Diab, Mohamad O, Marak/Brome, Reem Abou, Dichari, Mustapha. (2013, Jan). The smartphone accessory heart rate monitor. Computer Medical Applications (ICCMA). 2013: Retrieved November 21, 2018, from <http://ieeexplore.ieee.org/document/6506185/>
- Pulse (ชีพจร). (2557). สืบค้นเมื่อ 21 พฤศจิกายน 2561, จาก <http://thainurseclub.blogspot.com/2014/06/p-u-l-s-e.html>
- Landaeta, Rafael G, Casas, Oscar, Pallas-Areny, & Ramon. (2008, Feb). Heart Rate Detection From Plantar Bioimpedance Measurements. IEEE Transactions on Biomedical Engineering. 55(3): 1163 - 1167. Retrieved November 21, 2018, from <http://ieeexplore.ieee.org/document/4360132/>
- WebMD. (2016). How the Heart Works. Retrieved November 21, 2018, from <http://www.webmd.com/heart-disease/guide/how-heart-works>
- Reference. (2016). Heart Rate During Exercise. Retrieved November 21, 2018, from <https://www.reference.com/health/heart-rate-increase-exercise-3c40485852200ec>
- Livestrong. (2016). Heart Rate Variability During Sleep. Retrieved November 21, 2018, from <http://www.livestrong.com/article/134189heart-ratevariability-during-sleep>
- Health and Age. (2016). Heart Rate Should Slow During Sleep. Retrieved November 21, 2018, from <http://healthandage.com/your-heart-rate-should-slow-during-sleep.html>
- Walmart. (2016). Heart Rate Monitors. Retrieved November 21, 2018, from <http://www.walmart.com/browser/sportsoutdoors/heartmonitors/4125413410781041078145>
- Nes, Bjarne M.; et al. (2012). Age-predicted maximal heart rate in healthy subjects: The HUNT Fitness Study. Retrieved November 21, 2018, from [https://www.researchgate.net/publication/221872127\\_Age-predicted\\_maximal\\_heart\\_rate\\_in\\_healthy\\_subjects\\_The\\_HUNT\\_Fitness\\_Study](https://www.researchgate.net/publication/221872127_Age-predicted_maximal_heart_rate_in_healthy_subjects_The_HUNT_Fitness_Study)

pawinee. (2557). Zone ของการออกกำลังกาย. สืบค้นเมื่อ 21 พฤศจิกายน 2561, จาก

<https://www.hsri.or.th/people/media/exercise/detail/5435>

Photoplethysmogram. (2013). Retrieved November 23, 2018 from

<https://en.wikipedia.org/wiki/Photoplethysmogram>

PoundXI. (2561). NodeMCU คืออะไร. สืบค้นเมื่อ 22 พฤศจิกายน 2561, จาก <https://wp.me/p7OfTN-hN>

Siddharth A. Kokalki, Akshay R. Mali, Pawan A. Mundada, & Ritesh H. Sontakke. (2017, Sep). Smart

health band using IoT. IEEE International Conference on Power, Control, Signals and

Instrumentation Engineering (ICPCSI). 2017: Retrieved November 22, 2018, from

<https://ieeexplore.ieee.org/document/8392000>

MarianaP9. (2016). Lilypad and Pulse Sensors: the Other Body Experience. Retrieved November

22, 2018, from [https://www.instructables.com/id/Lilypad-and-Pulse-Sensors-the-Other-](https://www.instructables.com/id/Lilypad-and-Pulse-Sensors-the-Other-Body-Experienc/)

[Body-Experienc/](https://www.instructables.com/id/Lilypad-and-Pulse-Sensors-the-Other-Body-Experienc/)

Flame Sillawat. (2561). ทดลองเล่น Pulse Heart Rate Sensor กับ Board ESP8266. สืบค้นเมื่อ 21

มกราคม 2562, จาก

<https://medium.com/@flame.zaxaou/%E0%B8%97%E0%B8%94%E0%B8%A5%E0%B8%AD%E0%B8%87%E0%B9%80%E0%B8%A5%E0%B9%88%E0%B8%99-pulse-heart-rate-sensor-%E0%B8%81%E0%B8%B1%E0%B8%9A-board-esp8266-c3bdb6ba8c8b?fbclid=IwAR2BRmw8ZbPRJKoVnK6dzrFHHVhfP7bSDzfcQ29neb1voaCi3H-V3NDdw4M>

Getting (Calculating) BPM. (2011). Retrieved January 21, 2019 from

<https://pulsesensor.com/pages/getting-advanced>

tzapu. (2018). WiFiManager. Retrieved January 21, 2019 from

<https://github.com/tzapu/WiFiManager?fbclid=IwAR1c9nuDz8MWBR-jEmRHDoh42i5WZp3X8luNLP90b2QYjLaFdtZe1d2ry6k>

WorldFamousElectronics. (2018). PulseSensorPlayground. Retrieved January 21, 2019 from

[https://github.com/WorldFamousElectronics/PulseSensorPlayground?fbclid=IwAR31YNE\\_XZ2Kc\\_TI3BYKGWToAVzL5bixuvXXLnOQh0YzSQfi\\_zbKw6DCW14](https://github.com/WorldFamousElectronics/PulseSensorPlayground?fbclid=IwAR31YNE_XZ2Kc_TI3BYKGWToAVzL5bixuvXXLnOQh0YzSQfi_zbKw6DCW14)

ภาษาซีพลัสพลัส. สืบค้นเมื่อ 22 มกราคม 2562, จาก

<https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B8%A0%E0%B8%B2%E0%B8%A9%E0%B8%B2%E0%B8%8B%E0%B8%B5%E0%B8%9E%E0%B8%A5%E0%B8%B1%E0%B8%AA%E0%B8%9E%E0%B8%A5%E0%B8%B1%E0%B8%AA>

wisdomgoody. (2558). รู้จักกับ Arduino ESP8266 (NodeMCU). สืบค้นเมื่อ 22 พฤศจิกายน 2561, จาก

<http://www.ayarafun.com/2015/08/introduction-arduino-esp8266-nodemcu/>

ไกรสร สืบบุญ. (2559). คอร์สสอน Arduino ESP8266 IoT. สืบค้นเมื่อ 7 มกราคม 2562, จาก

<https://www.arduinoall.net/arduino-tutor/courses/arduino-esp8266-สอน/>

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วิศวกรรมคอมพิวเตอร์. (2558). การใช้งานบอร์ด

NodeMCU v2. สืบค้นเมื่อ 28 กุมภาพันธ์ 2562, จาก

[http://cpre.kmutnb.ac.th/esl/learning/index.php?article=nodemcu\\_v2](http://cpre.kmutnb.ac.th/esl/learning/index.php?article=nodemcu_v2)

การติดตั้งและใช้งาน VPN บน iOS. สืบค้นเมื่อ 11 เมษายน 2562, จาก

<https://docs.google.com/document/d/1cf2049nGMr4RPsjJHyGTHOgTtZ6bxINOLRZPizBXhd/c/edit>



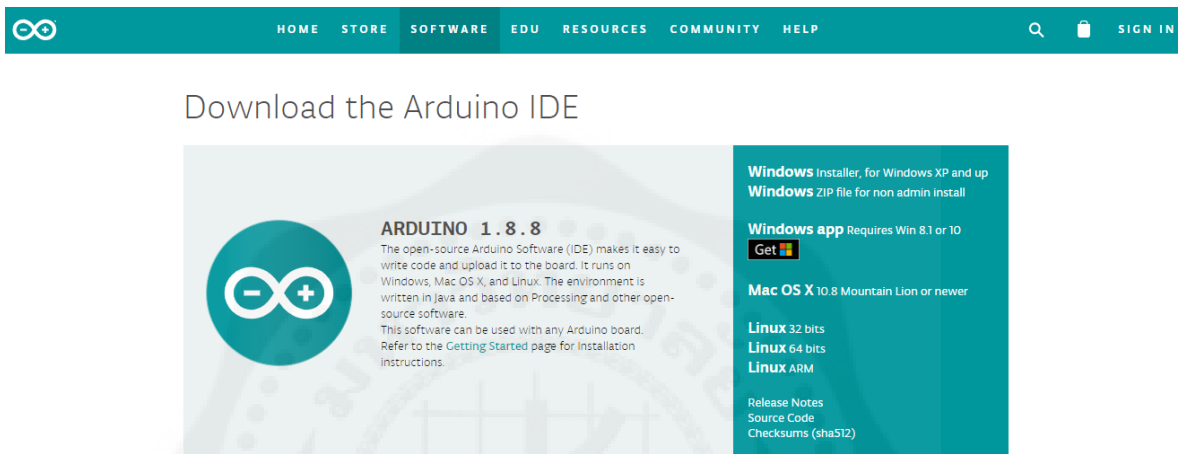
# ภาคผนวก

## ภาคผนวก ก

### วิธีการติดตั้งโปรแกรม Arduino IDE และ Library

#### 1. การติดตั้ง Arduino IDE

- 1.1 ทำการดาวน์โหลด Arduino IDE จากเว็บไซต์ <https://www.arduino.cc/en/main/software> เลือกระบบปฏิบัติการของเครื่องที่ต้องการติดตั้ง



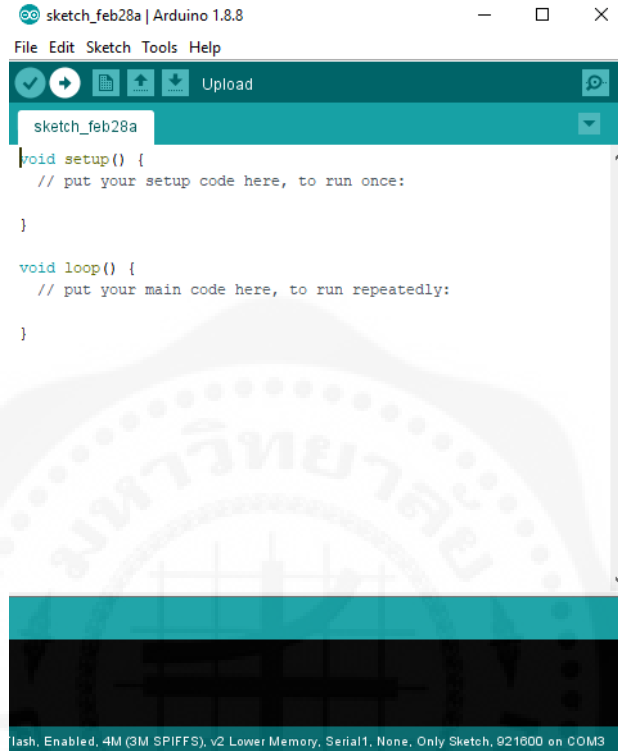
รูปที่ ก-1 เว็บไซต์ ArduinoIDE

#### 1.2 เลือกที่ Just Download เพื่อทำการดาวน์โหลดโปรแกรม



รูปที่ ก-2 หน้าเว็บไซต์สำหรับดาวน์โหลด

- 1.3 เมื่อดาวน์โหลดเสร็จสิ้น ทำการ Extract file และเริ่มการใช้งานโปรแกรมโดยคลิกที่ arduino.exe



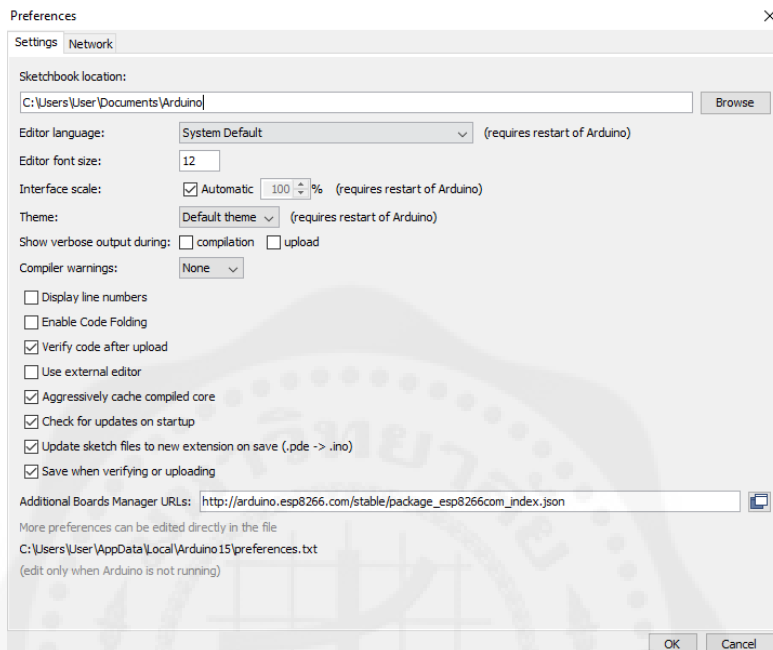
The screenshot shows the Arduino IDE interface. The title bar reads "sketch\_feb28a | Arduino 1.8.8". The menu bar includes "File", "Edit", "Sketch", "Tools", and "Help". The toolbar contains icons for "Check", "Run", "Upload", and "Download". The file name "sketch\_feb28a" is displayed in the editor's title bar. The code editor contains the following C++ code:

```
void setup() {  
  // put your setup code here, to run once:  
}  
  
void loop() {  
  // put your main code here, to run repeatedly:  
}
```

At the bottom, a terminal window is visible with the text: "Flash. Enabled. 4M (3M SPIFFS), v2 Lower Memory, Serial1, None, Only Sketch, 921600 on COM3".

รูปที่ ก-3 หน้าจอโปรแกรม Arduino IDE

- 1.4 เลือกที่ File -> Preferences เพื่อติดตั้งบอร์ด NodeMCU/ESP8266 แบบออนไลน์ ทำการเพิ่ม [http://arduino.esp8266.com/stable/package\\_esp8266com\\_index.json](http://arduino.esp8266.com/stable/package_esp8266com_index.json) ลงในช่อง Additional Boards Manager URLs ดังภาพ



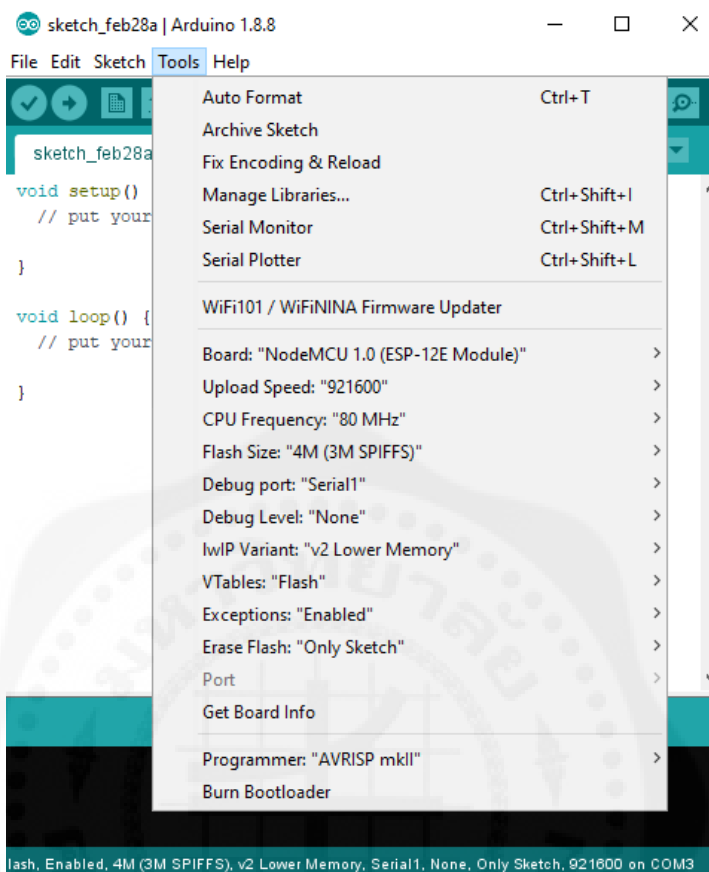
รูปที่ ก-4 การตั้งค่าบอร์ดใน Arduino IDE I

- 1.5 คลิกเลือกที่เมนู Tools -> Board -> Board Manager พิมพ์คำว่า ESP8266 ลงในช่องค้นหา เพื่อเริ่มต้นติดตั้ง



รูปที่ ก-5 การตั้งค่าบอร์ดใน Arduino IDE II

## 1.6 ไปที่เมนู Tools เพื่อตั้งบอร์ดและหมายเลขพอร์ต



รูปที่ ก-6 การตั้งค่าบอร์ดใน Arduino IDE III

## 2. การติดตั้ง Library

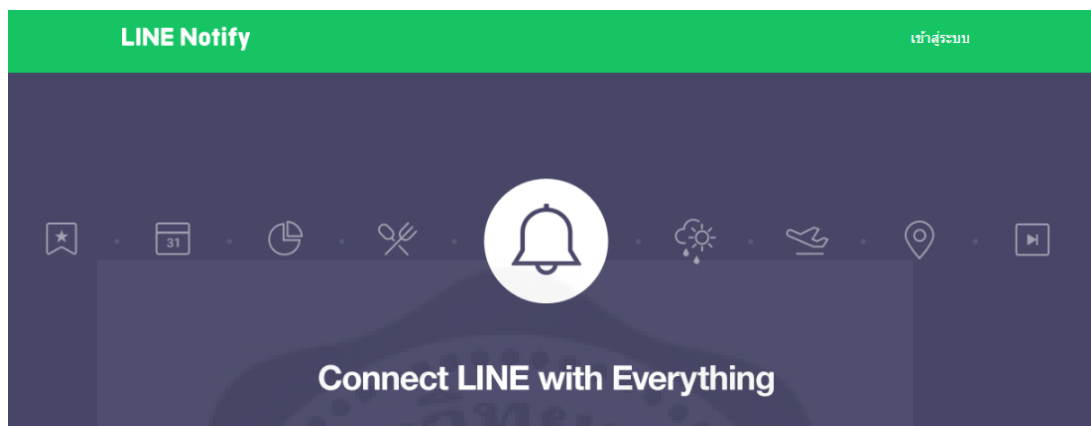
### 2.1 ทำการติดตั้ง Libraries ดังนี้ (หากค้นหาแล้วไม่มี ทำการค้นหาจากเว็บไซต์)

- TridentTD\_LineNotify สำหรับการเชื่อมต่อ Line Notify

## ภาคผนวก ข

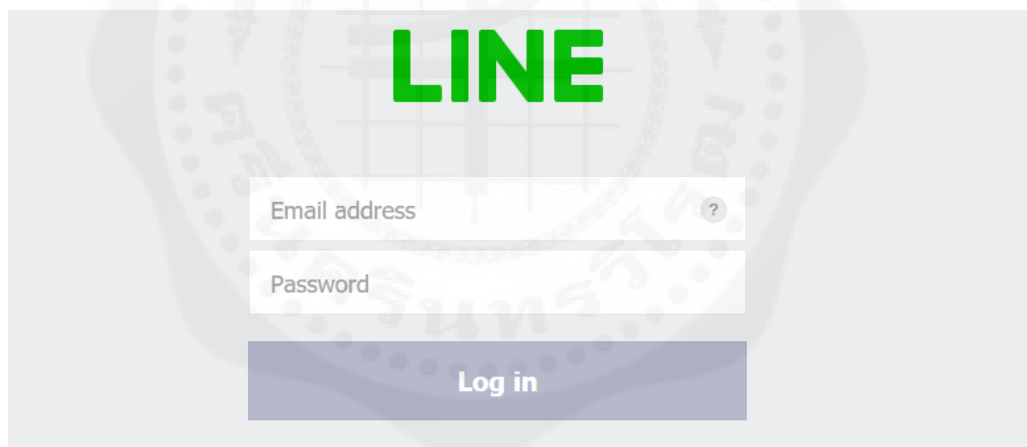
### วิธีการใช้งาน LINE Notify

1. เข้าไปที่เว็บไซต์ <https://notify-bot.line.me/th/>



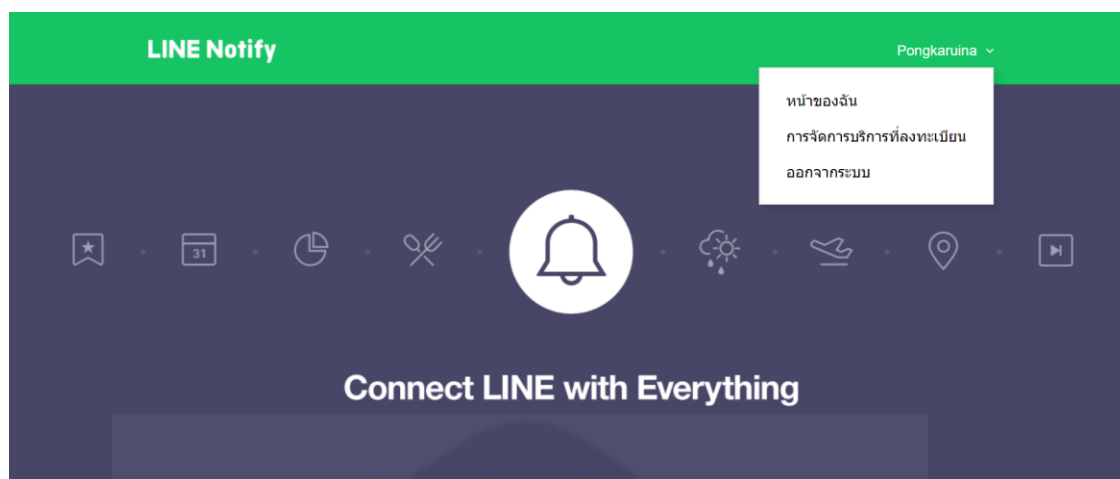
รูปที่ ข-1 การสมัครใช้บริการ LINE Notify

2. ทำการ Login เข้าสู่ระบบ เพื่อเข้าใช้งาน



รูปที่ ข-2 การสมัครใช้บริการ LINE Notify

3. เมื่อ Login เสร็จให้คลิกที่ชื่อของบัญชีผู้ใช้ที่มุมขวาตั้งรูป แล้วเลือก “หน้าของฉัน”

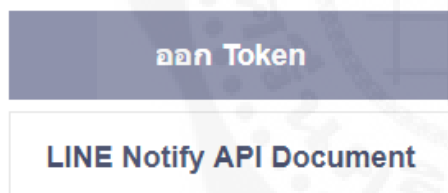


รูปที่ ข-3 การสมัครใช้บริการ LINE Notify

4. เลือก “ออก Token” เพื่อสร้าง Token

## ออก Access Token (สำหรับผู้พัฒนา)

เมื่อใช้ Access Token แบบบุคคล จะสามารถตั้งค่าการแจ้งเตือนได้โดยไม่ต้องลงทะเบียนกับเว็บเซอร์วิส



รูปที่ ข-4 การสมัครใช้บริการ LINE Notify

5. ทำการใส่ชื่อ Token (จะแสดงเมื่อมีการแจ้งเตือน) และเลือกบัญชีที่จะทำการแสดงการแจ้งเตือน

## ออก Token ✕

โปรดใส่ชื่อ Token (จะแสดงเมื่อมีการแจ้งเตือน)

**Pulse Sensor**

โปรดเลือกห้องแชทที่ต้องการส่งข้อความแจ้งเตือน

- รับการแจ้งเตือนแบบตัวต่อตัวจาก LINE Notify**
- #Project Web
- 6/4 Sci-Maths
- CP381 Sem 2/60
- CP461-1/61-ComVision

\* เมื่อเปิดเผยแพร่ Personal Access Token จะทำให้บุคคลที่สามารถรับข้อมูลชื่อห้องแชทที่เชื่อมต่อและชื่อโปรไฟล์ได้

**ออก Token**

รูปที่ ข-5 การสมัครใช้บริการ LINE Notify

6. หลังจากนั้นคลิก “ออก Token” จะปรากฏ Token ที่ออกดังภาพ

### Token ที่ออก

**gmgs6Pjuzp2B3mK2P5wtEnWw2jJM4QhqvnIV5**

ถ้าออกจากหน้านี้ ระบบจะไม่แสดง Token ที่ออกใหม่อีกต่อไป โปรดคัดลอก Token ก่อนออกจากหน้านี้

คัดลอก

ปิด

รูปที่ ข-6 การสมัครใช้บริการ LINE Notify

7. เมื่อกดปิดหน้า “Token ที่ออก” จะแสดงบริการที่เชื่อมต่อดังรูป



2019.02.28 18:29  
From: **Pulse Sensor**  
To: **Pongkaruina**

ยกเลิก

รูปที่ ข-7 การสมัครใช้บริการ LINE Notify

8. เมื่อทำการออก Token แล้วจะมีการแจ้งเตือนไปยัง LINE ดังรูป



รูปที่ ข-8 การสมัครใช้บริการ LINE Notify

การใช้งาน LINE Notify หากมีการตรวจจับอัตราการเต้นของหัวใจ อุปกรณ์จะทำการประมวลผลและระบบจะทำการส่งการแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านทาง LINE Notify



รูปที่ ข-9 การสมัครใช้บริการ LINE Notify

## ภาคผนวก ค

### วิธีการติดตั้งและใช้งาน VPN บน iOS

1. เข้าที่ Settings จากนั้นเลือก General



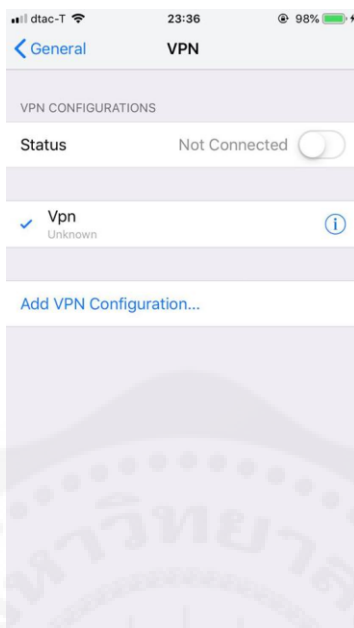
รูปที่ ค-1 การติดตั้ง และใช้งาน vpn บน iOS

2. เลือกเมนู VPN



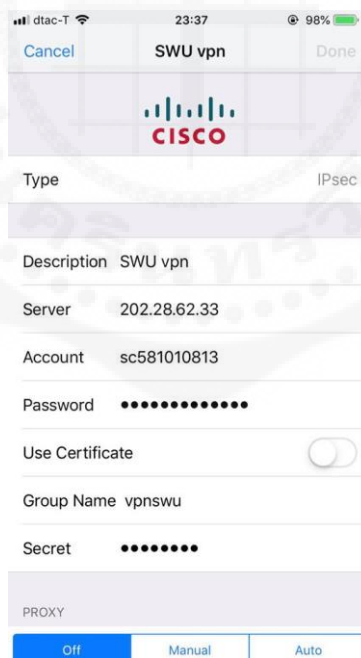
รูปที่ ค-2 การติดตั้ง และใช้งาน vpn บน iOS

3. ในครั้งแรกให้ทำการตั้งค่า VPN โดยเลือก Add VPN Configuration...



รูปที่ ค-3 การติดตั้ง และใช้งาน vpn บน iOS

4. Type เลือก IPsec



รูปที่ ค-4 การติดตั้ง และใช้งาน vpn บน iOS

## 5. จากนั้นใส่ข้อมูล ดังนี้

- Description : ชื่อเรียก VPN
- Server : 202.28.62.33
- Account : บัณฑิตไอที
- Password : รหัสผ่านของบัณฑิตไอที
- Group Name : vpnswu
- Secret : swucc123

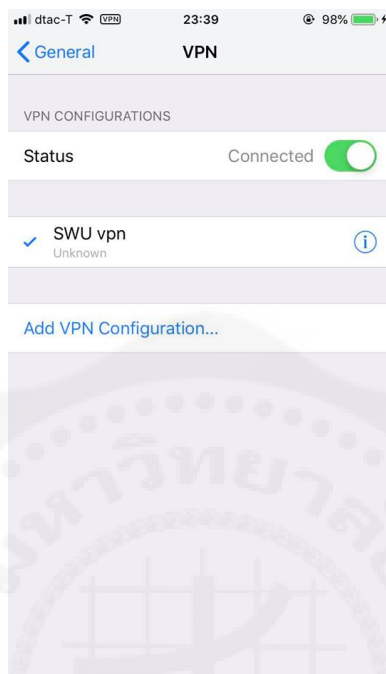
เมื่อใส่ข้อมูลเรียบร้อยแล้ว Done



รูปที่ ค-5 การติดตั้ง และใช้งาน vpn บน iOS

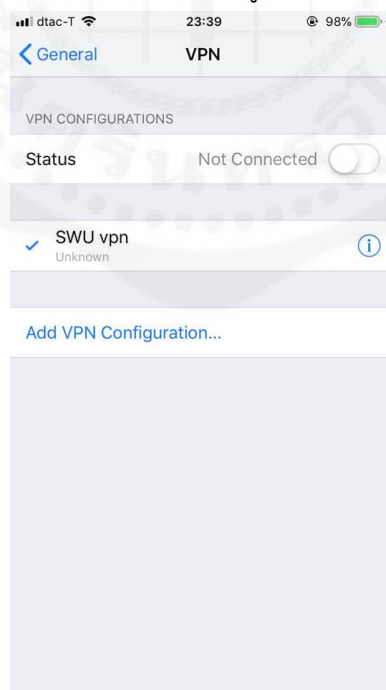
6. แตะที่เมนู VPN เพื่อเปิดการใช้งาน VPN

เมื่อ Status ขึ้นว่า Connected และสัญลักษณ์ **VPN** ที่แถบด้านบนของจอปรากฏ แสดงว่าการเชื่อมต่อเสร็จสมบูรณ์แล้ว



รูปที่ ค-6 การติดตั้ง และใช้งาน vpn บน iOS

7. หากต้องการ "ยกเลิก" การเชื่อมต่อ vpn ให้แตะเมนู VPN Status เพื่อทำการยกเลิกการเชื่อมต่อ



รูปที่ ค-7 การติดตั้ง และใช้งาน vpn บน iOS