



ออกแบบและพัฒนาเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกาย
Design and Development of Body Mass Index Machine

ทัศนะ แก้ววันทา
นราพัฒน์ อินท๊ะสุวรรณ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
พ.ศ. 2563
ลิขสิทธิ์คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

ออกแบบและพัฒนาเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกาย

ทัศนะ แก้ววันทา

นราพัฒน์ อินตะสุวรรณ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น

พ.ศ. 2563

ลิขสิทธิ์คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

Design and Development of Body Mass Index Machine

Thatsana Kaewwanta

Naraphat Intasuwan

A Report Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for
the Degree of Bachelor of Engineering
Department of Computer Engineering
Faculty of Engineering
Rajamangala University of Technology Isan, Khon Kaen Campus
2020

© Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Isan



ใบรับรองปริญญาานิพนธ์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น

หัวข้อปริญญาานิพนธ์ : ออกแบบและพัฒนาเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกาย

จัดทำโดย : ทศนะ แก้ววันทา และนราพัฒน์ อินต๊ะสุวรรณ

สาขาวิชา : วิศวกรรมคอมพิวเตอร์

ประธานที่ปรึกษา : อาจารย์ ดร.เสวช หงษ์ประสิทธิ์

ได้รับอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(นายปริญญา นาชัยสิทธิ์) วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

คณะกรรมการสอบปริญญาานิพนธ์

.....ประธานกรรมการสอบ ประธานที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชีระพันธ์ วรรณรัมย์) (อาจารย์ ดร.เสวช หงษ์ประสิทธิ์)

.....กรรมการ
(อาจารย์นาวา งามวิทยานนท์)

| | |
|---------------------|---|
| หัวข้อปริญญานิพนธ์ | ออกแบบและพัฒนาเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกาย |
| จัดทำโดย | ทัศนะ แก้ววันทา และนราพัฒน์ อินตะสุวรรณ |
| ปีที่สำเร็จการศึกษา | พุทธศักราช 2563 |
| สาขาวิชา | วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ |
| ที่ปรึกษา | อาจารย์ ดร.เสวช หงษ์ประสิทธิ์ |

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้มีจุดประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกาย ให้สามารถอ่านค่าน้ำหนักและส่วนสูงจากเซ็นเซอร์แล้วนำค่าเหล่านี้มาคำนวณหาค่าดัชนีมวลกายเพื่อเปรียบเทียบเกณฑ์ของร่างกายจากค่าดัชนีมวลกายที่คำนวณได้ พร้อมแสดงผลลัพธ์ในหน้าจอระบบสัมผัสให้ผู้ใช้งานตรวจสอบและส่งข้อมูลการใช้งานไปยังเซิร์ฟเวอร์เพื่อบันทึกในฐานข้อมูลให้ผู้ใช้งานสามารถเรียกดูประวัติการใช้งานได้ในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชัน

การออกแบบและพัฒนาเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกายแบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนแรก คือส่วนของเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกายที่ทำหน้าที่ชั่งน้ำหนัก, วัดส่วนสูง และคำนวณค่าดัชนีมวลกายเพื่อเปรียบเทียบเกณฑ์ของร่างกาย มีระบบการทำงานกับหน้าจอแบบสัมผัสและระบบเสียงขั้นตอนการทำงาน อีกทั้งยังมีระบบสมาชิกในการเข้าสู่ระบบเพื่อเก็บประวัติการใช้งานสำหรับดูย้อนหลัง ส่วนที่ 2 คือส่วนระบบบันทึกค่าดัชนีมวลกายเป็นการจัดการข้อมูลในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชันที่ผู้ใช้งานสามารถสมัครสมาชิกเพื่อเป็นสมาชิกและเข้าสู่ระบบเพื่อเข้าดูประวัติการใช้งานที่ได้ใช้งานบนเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกาย

สรุปผลการดำเนินงานได้ทำการทดสอบการใช้งานเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกายกับผู้ใช้งานจำนวน 10 คน ทดสอบคนละ 10 รอบ เพื่อหาค่าเฉลี่ยของผู้ใช้งานแต่ละคน จากนั้นนำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบหาเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดของเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกายโดยเปรียบเทียบกับเครื่องมือชั่งน้ำหนักและวัดส่วนสูงแบบมาตรฐาน จากผลการทดสอบได้ค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดเฉลี่ยของน้ำหนัก 0.22 เปอร์เซ็นต์ ส่วนสูง 0.25 เปอร์เซ็นต์ และค่าดัชนีมวลกาย 0.61 เปอร์เซ็นต์ ในการทดสอบการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันสามารถสมัครสมาชิก, เข้าสู่ระบบ, เรียกดูประวัติการใช้งาน และแก้ไขข้อมูลส่วนตัว พบว่าเว็บแอปพลิเคชันมีการแจ้งเตือนและทำงานได้ถูกต้องทุกประการ

| | |
|-----------------|--|
| Project Title | Design and Development of Body Mass Index System |
| Proposed by | Thatsana Kaewwanta and Naraphat Intasuwan |
| Year | 2020 |
| Department | Computer Engineering |
| Project Advisor | Dr. Saweth Hongprasit |

Abstract

The purposes of the study were to design and development of body mass index machine. This system can read the weight and height from the sensor and then use these values to calculate the body mass index to compare the criteria of the body from the calculated body mass index. Ready to display the results in the touch screen for users to check and send usage data to the server to save in the database for users to view their usage history in the form of web application.

The design and development of the body mass index machine is divided into two parts. The first part is the body mass index machine that is used to weigh, measure height and calculate the body mass index to compare the body's criteria. Operation system with touch screen and sound system. There is also a membership system for logging in to store historical usage history. Part 2 is the body mass index recording system. Data management in the form of a web application that users can subscribe to. To become a member and login to view the history of usage that has been used on the body mass index machine.

In testing the use of the body mass index machine, was tested with 10 users, 10 cycles each to find the average of each user. The values were then compared to find the percentage of errors of the body mass index meter by comparing it with a standard weighing and height measuring instrument. Based on the test results, the average error percentage of 0.22 percent weight, 0.25 percent height and 0.61 percent body mass index. In the web application test can be subscribed, logged in, view their usage history and edit personal information. That the web application is notified and works correctly in all respects.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก อาจารย์ ดร.เศวช หงส์ประสิทธิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ซึ่งกรุณาให้คำแนะนำและถ่ายทอดความรู้ ตลอดจนควบคุมการทำโครงการจนประสบความสำเร็จ ผู้ทำโครงการขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ คณาจารย์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น ที่ได้ประสิทธิประสาทความรู้และคณะตลอดเวลาที่ศึกษาเล่าเรียน

ขอขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่และครอบครัวที่ข้าพเจ้ารักที่คอยเป็นกำลังใจให้ข้าพเจ้าและสนับสนุนส่งเสริมการศึกษามาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณทุกท่านที่มีได้เอื้อนนามเป็นอย่างยิ่ง ในความกรุณาและความช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ ที่ทำให้โครงการนี้สำเร็จได้

ประโยชน์และคุณค่าอันพึงมีจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้ทำโครงการขอมอบเป็นกตัญญูตาบูชาแด่ บิดามารดา ครูอาจารย์ตลอดผู้มีพระคุณทุกท่าน

ทศนะ แก้ววันทา

นราพัฒน์ อินตะสุวรรณ

สารบัญ

| | หน้า |
|--|------|
| บทคัดย่อ | ค |
| กิตติกรรมประกาศ | ง |
| สารบัญตาราง | ญ |
| สารบัญรูป | ฎ |
| บทที่ | |
| 1 บทนำ | 1 |
| 1.1 หลักการและเหตุผล | 1 |
| 1.2 วัตถุประสงค์ | 2 |
| 1.3 ขอบเขตและข้อจำกัดของปริญญานิพนธ์ | 2 |
| 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ | 3 |
| 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง | 4 |
| 2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง | 4 |
| 2.1.1 ค่าดัชนีมวลกาย | 4 |
| 2.1.2 อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง | 6 |
| 2.1.2.1 Heltec WiFi LoRa 32 | 6 |
| 2.1.2.2 Load Cell (โหลดเซลล์) | 7 |
| 2.1.2.3 Ultrasonic Sensor (Hc-SR04) | 8 |
| 2.1.2.4 Touch Screen (HMI TFT LCD Touch) | 9 |
| 2.1.2.5 DFPlayer Mini | 9 |
| 2.1.2.6 Mini 298N | 10 |
| 2.1.2.7 มอเตอร์เกียร์ | 10 |
| 2.1.2.8 เฟืองเดี่ยว | 11 |
| 2.1.3 ระบบฐานข้อมูล | 11 |
| 2.1.3.1 นิยามและคำศัพท์พื้นฐานเกี่ยวกับระบบฐานข้อมูล | 12 |
| 2.1.3.2 ประโยชน์เมื่อจัดเก็บข้อมูลรวมเป็นฐานข้อมูล | 12 |
| 2.1.3.3 รูปแบบของระบบฐานข้อมูล | 13 |

สารบัญ (ต่อ)

| บทที่ | หน้า |
|---|------|
| 2.1.4 Angular 8 | 13 |
| 2.1.5 Spring | 14 |
| 2.1.6 ภาษาที่เกี่ยวข้อง | 14 |
| 2.1.6.1 TypeScript | 14 |
| 2.1.6.2 SQL | 15 |
| 2.1.6.3 Java | 16 |
| 2.1.7 โปรแกรมที่เกี่ยวข้อง | 18 |
| 2.1.7.1 Arduino IDE | 18 |
| 2.1.7.2 IntelliJ IDEA | 18 |
| 2.1.7.3 Visual Studio Code | 18 |
| 2.1.7.4 Circuit Wizard | 18 |
| 2.1.7.5 Nextion editor | 19 |
| 2.1.7.6 SketchUp | 19 |
| 2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง | 19 |
| 2.2.1 กชกรณ์ (2560) | 19 |
| 2.2.2 เครื่องชั่งน้ำหนัก วัดส่วนสูง NAGATA รุ่น BW-1122H | 20 |
| 2.2.3 เครื่องชั่งน้ำหนัก Digital scales รุ่น scml | 20 |
| 2.2.4 เครื่องชั่งน้ำหนัก วัดส่วนสูงอัตโนมัติ ADAM รุ่น MUW 300L | 20 |
| 2.2.5 เครื่องชั่งน้ำหนัก วัดส่วนสูงอัตโนมัติ Shengyuan รุ่น HGM-601 | 20 |
| 3 วิธีดำเนินงาน | 21 |
| 3.1 การศึกษาและวิเคราะห์ระบบ | 22 |
| 3.1.1 การวิเคราะห์ระบบเดิม | 22 |
| 3.1.2 หลักการทำงานของระบบเดิม | 22 |
| 3.1.3 หลักการทำงานของระบบใหม่ | 23 |
| 3.2 การออกแบบเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกาย | 24 |
| 3.2.1 ภาพรวมการทำงานของเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกาย | 24 |
| 3.2.2 การเชื่อมต่ออุปกรณ์และโปรแกรมสำหรับควบคุมฮาร์ดแวร์ | 27 |

สารบัญ (ต่อ)

| บทที่ | หน้า |
|--|------|
| 3.2.2.1 การเชื่อมต่อโหนดเซลล์กับไมโครคอนโทรลเลอร์ | 27 |
| 3.2.2.2 การเชื่อมต่ออัลตราโซนิกกับไมโครคอนโทรลเลอร์ | 29 |
| 3.2.2.3 การเชื่อมต่อหน้าจอสัมผัสกับไมโครคอนโทรลเลอร์ | 30 |
| 3.2.2.4 การเชื่อมต่อโมดูลเล่นเสียงกับไมโครคอนโทรลเลอร์ | 32 |
| 3.2.2.5 การเชื่อมมอเตอร์กับไมโครคอนโทรลเลอร์ | 33 |
| 3.2.2.6 การเชื่อมต่อสวิตช์กับไมโครคอนโทรลเลอร์ | 35 |
| 3.2.3 การออกแบบวงจรสำหรับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ | 36 |
| 3.2.4 การออกแบบหน้าจอสัมผัส (Touch Screen) | 37 |
| 3.2.4.1 หน้าจอยินดีต้อนรับ (welcome) | 37 |
| 3.2.4.2 หน้าจอเมนู (menu) | 38 |
| 3.2.4.3 หน้าจอเริ่มต้น (start) | 39 |
| 3.2.4.4 หน้าจอเข้าสู่ระบบ (login) | 39 |
| 3.2.4.5 หน้าจอกรอกหมายเลขโทรศัพท์ (input_username) | 40 |
| 3.2.4.6 หน้าจอกรอกรหัสผ่าน (input_password) | 41 |
| 3.2.4.7 หน้าจอกำลังเข้าสู่ระบบ (onlogin) | 41 |
| 3.2.4.8 หน้าจอไม่มีผู้ใช้ในระบบ (status_nouser) | 42 |
| 3.2.4.9 หน้าจอรหัสผ่านไม่ถูกต้อง (status_nopass) | 43 |
| 3.2.4.10 หน้าจอฐานข้อมูลยังไม่เปิดให้บริการ (status_noapi) | 43 |
| 3.2.4.11 หน้าจอคำนวณ (calculate) | 44 |
| 3.2.4.12 หน้าจอแสดงข้อมูลของผู้ใช้ทั่วไป (nouser_show) | 45 |
| 3.2.4.13 หน้าจอแสดงข้อมูลของสมาชิก (user_show) | 45 |
| 3.2.4.14 หน้าจอกำลังบันทึกข้อมูล (onseve) | 46 |
| 3.2.4.15 หน้าจอบันทึกข้อมูลเสร็จสิ้น (save_success) | 47 |
| 3.2.4.16 หน้าจอกำลังเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต (connected) | 47 |
| 3.2.4.17 หน้าจอกรุณาใส่ SD Card (sdcard) | 48 |
| 3.2.5 การออกแบบตัวเครื่อง | 48 |

สารบัญ (ต่อ)

| บทที่ | หน้า |
|---|------|
| 3.3 การออกแบบเว็บแอปพลิเคชัน | 50 |
| 3.3.1 การวิเคราะห์ระบบ | 50 |
| 3.3.2 ภาพรวมระบบ | 50 |
| 3.3.2.1 สมัครสมาชิก | 51 |
| 3.3.2.1 เข้าสู่ระบบ | 51 |
| 3.3.2.3 ดูข้อมูลส่วนตัว | 51 |
| 3.3.2.4 ดูประวัติการใช้งานเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกาย | 51 |
| 3.3.2.5 แก้ไขข้อมูลส่วนตัว | 51 |
| 3.3.2.6 ออกจากระบบ | 51 |
| 3.3.3 การออกแบบหน้าจอ | 54 |
| 3.3.3.1 หน้าแรก (auth/home) | 54 |
| 3.3.3.2 หน้าสมาชิก (auth/registration) | 55 |
| 3.3.3.3 หน้าเข้าสู่ระบบ (auth/login) | 56 |
| 3.3.3.4 หน้าหลัก (home-page) | 56 |
| 3.3.3.5 หน้าแก้ไขข้อมูลส่วนตัว (edit-page) | 57 |
| 3.4 การออกแบบฐานข้อมูล | 58 |
| 3.4.1 การออกแบบตารางเก็บข้อมูล | 58 |
| 3.4.2 การเขียนโปรแกรมเชื่อมต่อฐานข้อมูล | 60 |
| 3.4.2.1 การสร้างตารางผู้ใช้ (user) | 60 |
| 3.4.2.2 การสร้างตารางข้อมูล(data) ในฐานข้อมูลด้วย Spring Framework | 62 |
| 3.5 การออกแบบ API ด้วย Spring Framework | 64 |
| 3.5.1 การออกแบบ API ส่วนของ ข้อมูลผู้ใช้งาน | 64 |
| 3.5.1.1 ฟังก์ชันการสมัครสมาชิก | 64 |
| 3.5.1.2 ฟังก์ชันการเข้าสู่ระบบ | 65 |
| 3.5.1.3 ฟังก์ชันการเข้าสู่ระบบ ของไมโครคอนโทรลเลอร์ | 66 |
| 3.5.1.4 ฟังก์ชันการแก้ไขข้อมูล | 67 |
| 3.5.1.5 ฟังก์ชันแสดงรายละเอียด | 68 |

สารบัญ (ต่อ)

| บทที่ | หน้า |
|---|------|
| 3.5.2 การออกแบบ API ส่วนของ ประวัติการใช้งาน | 69 |
| 3.5.2.1 ฟังก์ชันการบันทึกข้อมูล | 69 |
| 3.5.2.2 ฟังก์ชันการเรียกดูประวัติการใช้งาน | 70 |
| 4 ผลการดำเนินงาน | 71 |
| 4.1 ผลการทดสอบเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกาย | 71 |
| 4.1.1 ผลการทดสอบวัดค่าน้ำหนัก ส่วนสูง และคำนวณค่าดัชนีมวลกาย | 72 |
| 4.1.2 ผลการประเมินการทำงานของเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกาย | 82 |
| 4.2 ผลการทดสอบระบบบันทึกค่าดัชนีมวลกาย | 82 |
| 4.2.1 ผลการทดสอบการสมัครสมาชิก | 83 |
| 4.2.1.1 ทดสอบกรอกข้อมูลไม่ครบ | 83 |
| 4.2.1.2 ทดสอบการกรอกเบอร์โทรศัพท์และรหัสผ่าน | 83 |
| 4.2.1.3 ทดสอบการสมัครสมาชิกซ้ำ | 84 |
| 4.2.2 ผลการทดสอบการเข้าสู่ระบบ | 85 |
| 4.2.2.1 ทดสอบกรอกชื่อผู้ใช้ | 85 |
| 4.2.2.2 ทดสอบกรอกรหัสผ่าน | 85 |
| 4.2.3 ผลการทดสอบการดูประวัติการใช้งานเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกาย | 86 |
| 4.2.4 ผลการทดสอบการแก้ไขข้อมูลส่วนตัว | 87 |
| 4.2.4.1 ทดสอบการกรอกรหัสผ่านก่อนการแก้ไขข้อมูล | 87 |
| 5 สรุปผลโครงการ | 89 |
| 5.1 สรุปผล | 89 |
| 5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข | 89 |
| 5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนา | 90 |
| บรรณานุกรม | 91 |
| ภาคผนวก | 94 |
| ภาคผนวก ก คู่มือการใช้งาน | 95 |
| ประวัติผู้เขียน | 104 |

สารบัญตาราง

| ตารางที่ | หน้า |
|---|------|
| 3.1 แสดง Use Case Description ในส่วน สมัครสมาชิก | 52 |
| 3.2 แสดง Use Case Description ในส่วน เข้าสู่ระบบ | 53 |
| 3.3 แสดง Use Case Description ในส่วน ดูข้อมูลส่วนตัว | 53 |
| 3.4 แสดง Use Case Description ในส่วน ดูประวัติการใช้งาน เครื่องวัดค่าดัชนีมวลกาย | 53 |
| 3.5 แสดง Use Case Description ในส่วน แก้ไขข้อมูลส่วนตัว | 54 |
| 3.6 แสดง Use Case Description ในส่วน ออกจากระบบ | 54 |
| 3.7 Data Dictionary users | 59 |
| 3.5 Data Dictionary data | 59 |
| 4.1 การทดสอบกับคนที่ 1 จำนวน 10 ครั้ง | 73 |
| 4.2 การทดสอบกับคนที่ 2 จำนวน 10 ครั้ง | 74 |
| 4.3 การทดสอบกับคนที่ 3 จำนวน 10 ครั้ง | 74 |
| 4.4 การทดสอบกับคนที่ 3 จำนวน 10 ครั้ง (ต่อ) | 75 |
| 4.5 การทดสอบกับคนที่ 4 จำนวน 10 ครั้ง | 75 |
| 4.6 การทดสอบกับคนที่ 4 จำนวน 10 ครั้ง (ต่อ) | 76 |
| 4.7 การทดสอบกับคนที่ 5 จำนวน 10 ครั้ง | 76 |
| 4.8 การทดสอบกับคนที่ 6 จำนวน 10 ครั้ง | 77 |
| 4.9 การทดสอบกับคนที่ 7 จำนวน 10 ครั้ง | 77 |
| 4.10 การทดสอบกับคนที่ 7 จำนวน 10 ครั้ง (ต่อ) | 78 |
| 4.11 การทดสอบกับคนที่ 8 จำนวน 10 ครั้ง | 78 |
| 4.12 การทดสอบกับคนที่ 9 จำนวน 10 ครั้ง | 79 |
| 4.13 การทดสอบกับคนที่ 10 จำนวน 10 ครั้ง | 79 |
| 4.14 การทดสอบกับคนที่ 10 จำนวน 10 ครั้ง (ต่อ) | 80 |
| 4.15 ผลการทดสอบเปรียบเทียบเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกายกับเครื่องมือวัดทั่วไป | 81 |
| 4.16 ผลการประเมินการทำงานของเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกาย | 82 |
| 4.17 สรุปผลการทดสอบระบบบันทึกค่าดัชนีมวลกาย | 88 |

สารบัญรูป

| รูปที่ | หน้า |
|--|------|
| 2.1 เครื่องคำนวณค่าดัชนีมวลกายแบบซึ่งได้แค่น้ำหนักกับเครื่องที่ซึ่งน้ำหนักและ วัดส่วนสูงได้ | 5 |
| 2.2 Heltec WiFi LoRa 32 หรือ NodeMCU (ESP32 + LoRa SX1278) | 6 |
| 2.3 Load Cell (โหลดเซลล์) | 7 |
| 2.4 แสดงบอร์ด (HX711) | 7 |
| 2.5 Ultrasonic Sensor (HC-SR04) | 8 |
| 2.6 การติดต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับโมดูล HC-SR04 เพื่อวัดระยะทาง | 8 |
| 2.7 Touch Screen (HMI TFT LCD Touch) | 9 |
| 2.8 DFPlayer Mini | 9 |
| 2.9 Mini 298N | 10 |
| 2.10 มอเตอร์เกียร์ | 10 |
| 2.11 เฟืองเดี่ยว | 11 |
| 2.12 แสดงสัญลักษณ์ระบบฐานข้อมูล | 11 |
| 2.13 แสดงสัญลักษณ์ ANGULAR | 13 |
| 2.14 แสดงสัญลักษณ์ Spring Boot Framework | 14 |
| 2.15 แสดงสัญลักษณ์ TypeScript | 14 |
| 2.16 แสดงสัญลักษณ์ SQL | 15 |
| 3.1 บล็อกไดอะแกรมหลักการทำงานของระบบเดิม | 23 |
| 3.2 บล็อกไดอะแกรมหลักการทำงานของระบบใหม่ | 24 |
| 3.3 Flow Chart แสดงหลักการทำงานของโปรแกรมที่ใช้ควบคุม เครื่องวัดค่าดัชนีมวลกาย | 25 |
| 3.4 Flow Chart แสดงหลักการทำงานของโปรแกรมที่ใช้ควบคุม เครื่องวัดค่าดัชนีมวลกาย (ต่อ) | 26 |
| 3.5 การเชื่อมต่อโหลดเซลล์กับไมโครคอนโทรลเลอร์ | 28 |
| 3.6 โปรแกรมการอ่านค่าจากโหลดเซลล์ | 28 |
| 3.7 การเชื่อมต่ออัลตราโซนิกกับไมโครคอนโทรลเลอร์ | 29 |
| 3.8 โปรแกรมการอ่านค่าจากอัลตราโซนิก | 30 |

สารบัญรูป (ต่อ)

| รูปที่ | หน้า |
|---|------|
| 3.9 การเชื่อมต่อหน้าจอสัมผัสกับไมโครคอนโทรลเลอร์ | 31 |
| 3.10 โปรแกรมสื่อสารข้อมูลกับหน้าจอสัมผัส | 31 |
| 3.11 การเชื่อมต่อโมดูลเล่นเสียงกับไมโครคอนโทรลเลอร์ | 32 |
| 3.12 โปรแกรมควบคุมโมดูลเล่นเสียง | 33 |
| 3.13 การเชื่อมต่อมอเตอร์กับไมโครคอนโทรลเลอร์ | 34 |
| 3.14 โปรแกรมควบคุมมอเตอร์ | 34 |
| 3.15 การเชื่อมต่อสวิตช์กับไมโครคอนโทรลเลอร์ | 35 |
| 3.16 โปรแกรมอ่านค่าสวิตช์ | 36 |
| 3.17 ลายวงจรอิเล็กทรอนิกส์ | 37 |
| 3.18 แสดงหน้า “ยินดีต้อนรับ” บนหน้าจอสัมผัส | 38 |
| 3.19 แสดงหน้า “เมนู” บนหน้าจอสัมผัส | 38 |
| 3.20 แสดงหน้า “เริ่มต้น” บนหน้าจอสัมผัส | 39 |
| 3.21 แสดงหน้า “เข้าสู่ระบบ” บนหน้าจอสัมผัส | 40 |
| 3.22 แสดงหน้า “กรอกหมายเลขโทรศัพท์” บนหน้าจอสัมผัส | 40 |
| 3.23 แสดงหน้า “กรอกรหัสผ่าน” บนหน้าจอสัมผัส | 41 |
| 3.24 แสดงหน้า “กำลังเข้าสู่ระบบ” บนหน้าจอสัมผัส | 42 |
| 3.25 แสดงหน้า “ไม่มีผู้ใช้ในระบบ” บนหน้าจอสัมผัส | 42 |
| 3.26 แสดงหน้า “รหัสผ่านไม่ถูกต้อง” บนหน้าจอสัมผัส | 43 |
| 3.27 แสดงหน้า “ฐานข้อมูลยังไม่เปิดให้บริการ” บนหน้าจอสัมผัส | 44 |
| 3.28 แสดงหน้า “คำนวณ” บนหน้าจอสัมผัส | 44 |
| 3.29 แสดงหน้า “แสดงข้อมูลของผู้ใช้ทั่วไป” บนหน้าจอสัมผัส | 45 |
| 3.30 แสดงหน้า “แสดงข้อมูลของสมาชิก” บนหน้าจอสัมผัส | 46 |
| 3.31 แสดงหน้า “กำลังบันทึกข้อมูล” บนหน้าจอสัมผัส | 46 |
| 3.32 แสดงหน้า “บันทึกข้อมูลเสร็จสิ้น” บนหน้าจอสัมผัส | 47 |
| 3.33 แสดงหน้า “กำลังเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต” บนหน้าจอสัมผัส | 47 |
| 3.34 แสดงหน้า “กรุณาใส่ SD Card” บนหน้าจอสัมผัส | 48 |
| 3.35 แสดงแบบตัวเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกายด้านหน้า | 49 |
| 3.36 แสดงแบบตัวเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกายด้านข้าง | 49 |

สารบัญรูป (ต่อ)

| รูปที่ | หน้า |
|--|------|
| 3.37 แสดงแบบตัวเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกายด้านหลัง | 50 |
| 3.38 แสดง Use Case Diagram ระบบบันทึกค่าดัชนีมวลกาย | 52 |
| 3.39 แสดงหน้าแรกของระบบบันทึกค่าดัชนีมวลกาย | 55 |
| 3.40 แสดงหน้าสมัครสมาชิกของระบบบันทึกค่าดัชนีมวลกาย | 55 |
| 3.41 แสดงหน้าเข้าสู่ระบบของระบบบันทึกค่าดัชนีมวลกาย | 56 |
| 3.42 แสดงหน้าหลักของระบบบันทึกค่าดัชนีมวลกาย | 57 |
| 3.43 แสดงหน้าแก้ไขข้อมูลส่วนตัวของระบบบันทึกค่าดัชนีมวลกาย | 57 |
| 3.44 แสดง ER-Diagram ของฐานข้อมูลในระบบบันทึกค่าดัชนีมวลกาย | 58 |
| 3.45 แสดง การสร้างตารางผู้ใช้ (users) ในฐานข้อมูลด้วย Spring Framework | 61 |
| 3.46 แสดง การเขียนอินเตอร์เฟซกับตารางผู้ใช้ (users) ในฐานข้อมูลด้วย Spring Framework | 62 |
| 3.47 แสดง การสร้างตารางข้อมูล (data) ในฐานข้อมูลด้วย Spring Framework | 63 |
| 3.48 แสดง การเขียนอินเตอร์เฟซกับตารางข้อมูล (data) ในฐานข้อมูลด้วย Spring Framework | 64 |
| 3.49 แสดง ฟังก์ชันการสมัครสมาชิก | 65 |
| 3.50 แสดง ฟังก์ชันการเข้าสู่ระบบ | 66 |
| 3.51 แสดง ฟังก์ชันการเข้าสู่ระบบ ของไมโครคอนโทรลเลอร์ | 67 |
| 3.52 แสดง ฟังก์ชันการแก้ไขข้อมูล | 68 |
| 3.53 แสดง ฟังก์ชันแสดงรายละเอียด | 69 |
| 3.54 แสดง ฟังก์ชันการบันทึกข้อมูล | 69 |
| 3.55 แสดง ฟังก์ชันการเรียกดูประวัติการใช้งาน | 70 |
| 4.1 เครื่องวัดค่าดัชนีมวลกาย | 72 |
| 4.2 หน้าจอแสดงผลเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกาย | 73 |
| 4.3 การแจ้งเตือนเมื่อกรอกข้อมูลไม่ครบถ้วน | 83 |
| 4.4 การแจ้งเตือนเมื่อกรอกเบอร์โทรศัพท์และรหัสผ่านในรูปแบบที่ไม่ถูกต้อง | 84 |
| 4.5 การแจ้งเตือนเมื่อกรอกเบอร์โทรศัพท์ที่เคยลงทะเบียนแล้ว | 84 |
| 4.6 การแจ้งเตือนเมื่อเข้าสู่ระบบด้วยเบอร์โทรศัพท์ที่ไม่มีในระบบ | 85 |
| 4.7 การแจ้งเตือนเมื่อเข้าสู่ระบบด้วยรหัสผ่านที่ไม่ถูกต้อง | 86 |

สารบัญรูป (ต่อ)

| รูปที่ | หน้า |
|--|------|
| 4.8 แสดงประวัติการใช้งานบนเว็บแอปพลิเคชัน | 86 |
| 4.9 การแจ้งเตือนเมื่อกรอกรหัสผ่านยืนยันไม่ถูกต้อง | 87 |
| 4.10 การแจ้งเตือนเมื่อกรอกรหัสผ่านยืนยันถูกต้อง | 87 |
| ก.1 หน้ายินดีต้อนรับของเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกาย | 84 |
| ก.2 หน้า เมนู ของเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกาย | 85 |
| ก.3 หน้า เข้าสู่ระบบ ของเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกาย | 86 |
| ก.4 หน้า กรอกเบอร์โทรศัพท์ ของเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกาย | 87 |
| ก.5 หน้า กรอกรหัสผ่าน ของเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกาย | 88 |
| ก.6 หน้า เริ่มต้น ของเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกาย | 89 |
| ก.7 ทำใช้งานเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกาย | 90 |
| ก.8 หน้า อ่านค่า ของเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกาย | 92 |
| ก.9 หน้า แสดงผล ของเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกาย | 95 |
| ก.10 หน้าแรก ของระบบบันทึกค่าดัชนีมวลกาย | 95 |
| ก.11 หน้าสมัครสมาชิก ของระบบบันทึกค่าดัชนีมวลกาย | 96 |
| ก.12 หน้าเข้าสู่ระบบ ของระบบบันทึกค่าดัชนีมวลกาย | 97 |
| ก.13 หน้าหลัก ของระบบบันทึกค่าดัชนีมวลกาย | 97 |
| ก.10 หน้าแรก ของระบบบันทึกค่าดัชนีมวลกาย | 136 |
| ก.11 หน้าสมัครสมาชิก ของระบบบันทึกค่าดัชนีมวลกาย | 137 |
| ก.12 หน้าเข้าสู่ระบบ ของระบบบันทึกค่าดัชนีมวลกาย | 137 |
| ก.13 หน้าหลัก ของระบบบันทึกค่าดัชนีมวลกาย | 138 |

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ข้อมูลทางด้านน้ำหนักและส่วนสูง มีความสำคัญเป็นอย่างมาก เนื่องด้วยในทางการแพทย์นั้นได้นำข้อมูลเหล่านี้ไปคำนวณหาค่าดัชนีมวลกาย (Body Mass Index : BMI) เพื่อใช้ในการประเมินผลทางด้านสุขภาพ ซึ่งทางการแพทย์จะนำค่าดัชนีมวลกาย ไปวิเคราะห์และวินิจฉัยสุขภาพของคนไข้ โดยค่าดัชนีมวลกายนั้นเป็นตัวชี้วัดความเสี่ยงในการเกิดโรคต่าง ๆ เช่น โรคอ้วน โรคผอม การไม่สมส่วน หรือร่างกายไม่ได้มาตรฐานตามที่องค์การอนามัยโลกได้กำหนดไว้ ดังนั้นอุปกรณ์ในการวัดน้ำหนักและส่วนสูง จึงมีความสำคัญเป็นอย่างมาก เพื่อให้ได้ค่าดัชนีมวลกายไปทำการประเมินภาวะความเสี่ยงต่อการเกิดโรคต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้น

เครื่องมือที่ใช้ในการวัดเพื่อหาค่าดัชนีมวลกายที่มีอยู่ในปัจจุบันสามารถทำได้หลายอย่าง ไม่ว่าจะเป็นเครื่องคำนวณดัชนีมวลกายที่สามารถชั่งน้ำหนักได้ แต่ผู้ใช้ต้องกรอกข้อมูลส่วนสูงเอง หรือบางเครื่องสามารถชั่งทั้งน้ำหนักและวัดส่วนสูง เพื่อให้เครื่องทำการคำนวณค่าดัชนีมวลกาย เมื่อมีการใช้งาน เครื่องสามารถบอกน้ำหนัก ส่วนสูง คำนวณค่าดัชนีมวลกายจากเครื่อง และสามารถบอกได้ว่าผู้ใช้งานมีค่าดัชนีมวลกายอยู่ในเกณฑ์ใด โดยเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกายหรือเครื่องชั่งน้ำหนักและวัดส่วนสูงทั่ว ๆ ไปนั้นไม่สามารถเก็บประวัติการใช้งานในแต่ละครั้งได้ ถ้าหากผู้ใช้งานต้องการที่จะดูแลสุขภาพและติดตามการเปลี่ยนแปลงของร่างกายที่เกิดขึ้น ผู้ใช้งานจะต้องจดจำประวัติการใช้งานของตน

ในปี พ.ศ. 2560 ได้มีผู้คิดค้นระบบคำนวณค่าดัชนีมวลกายอัตโนมัติ ซึ่งจัดทำเป็นปริญญานิพนธ์เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตขอนแก่น มีเนื้อหาเกี่ยวกับการออกแบบระบบคำนวณค่าดัชนีมวลกายอัตโนมัติ ที่สามารถบันทึกข้อมูลการใช้งานย้อนหลังได้ และได้สร้างต้นแบบเครื่องคำนวณค่าดัชนีมวลกายอัตโนมัติขึ้นมา แต่เครื่องคำนวณค่าดัชนีมวลกายที่สร้างขึ้นมานั้นยังมีข้อบกพร่องในด้านการออกแบบลักษณะความสวยงามของเครื่อง ความคงทนของเครื่อง และเครื่องยังต้องเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตตลอดเวลาเพื่อที่จะให้สามารถบันทึกข้อมูลการใช้งานไปที่ฐานข้อมูลได้

ด้วยเหตุผลดังที่กล่าวมา จึงทำให้เกิดความคิดที่จะพัฒนาเครื่องคำนวณค่าดัชนีมวลกายอัตโนมัติจากเครื่องต้นแบบเดิมที่มีอยู่ เพื่อให้สามารถชั่งน้ำหนัก วัดส่วนสูง คำนวณค่าดัชนีมวลกาย ปรับปรุงลักษณะความสวยงามของเครื่องใหม่ ปรับปรุงคุณภาพของเครื่องให้มีความคงทน พร้อมทั้งยังเพิ่มระบบเสียงบอกขั้นตอนการทำงานต่างๆของเครื่องด้วย นอกจากนี้ยังได้ทำการพัฒนาระบบฐานข้อมูลของผู้ใช้งาน เพื่อบันทึกข้อมูลน้ำหนัก ส่วนสูง และค่าดัชนีมวลกาย เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถติดตามผลการเปลี่ยนแปลงของร่างกายได้อย่างต่อเนื่อง โดยการระบุตัวตนแต่ละบุคคลด้วยหมายเลขโทรศัพท์มือถือ ทั้งยังมองไปถึงอนาคตที่จะสามารถพัฒนาเครื่องโดยไม่ต้องเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตทุกเครื่อง ในกรณีที่มีมากกว่าหนึ่งเครื่อง จึงเลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่สามารถใช้คลื่นความถี่แบบไร้สายส่งข้อมูลระหว่างกันได้ เพื่อที่จะให้ผู้ที่จะพัฒนาโครงการต่อได้ศึกษาค้นคว้าและพัฒนาเครื่องมือต่อไปโดยยังคงรูปแบบเดิมไว้ได้

1.2 วัตถุประสงค์

- 1.2.1 เพื่อพัฒนาและออกแบบให้เครื่องสามารถชั่งน้ำหนัก วัดส่วนสูง และคำนวณค่าดัชนีมวลกาย
- 1.2.2 เพื่อพัฒนาและออกแบบให้เครื่องสามารถทำงานกับระบบหน้าจอแบบสัมผัส
- 1.2.3 เพื่อพัฒนาระบบเสียงบอกขั้นตอนการใช้งานสำหรับตอบสนองกับผู้ใช้งาน
- 1.2.4 เพื่อส่งข้อมูลประวัติการใช้งานผ่านเครือข่ายไร้สายไปยังเซิร์ฟเวอร์และบันทึกลงในฐานข้อมูล
- 1.2.5 เพื่อเพิ่มความสะดวกสำหรับผู้ใช้งานในการติดตามดูข้อมูลย้อนหลังในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชัน

1.3 ขอบเขตและข้อจำกัดของปริญญานิพนธ์

- 1.3.1 สามารถคำนวณค่าดัชนีมวลกายและนำค่าดัชนีมวลกายไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ได้อัตโนมัติ
- 1.3.2 สามารถส่งข้อมูลประวัติการใช้งานไปยังเซิร์ฟเวอร์แล้วบันทึกลงในฐานข้อมูล
- 1.3.3 สามารถเรียกดูข้อมูลการใช้งานย้อนหลังในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชัน
- 1.3.4 เลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่สามารถนำไปพัฒนาในเรื่องของการส่งสัญญาณไร้สายโดยไม่ต้องเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต
- 1.3.5 ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถทำงานร่วมกับหน้าจอสัมผัสและโมดูลเล่นเสียงในขั้นตอนการทำงาน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ได้รับความรู้ในการออกแบบระบบการทำงานของโปรแกรมควบคุมฮาร์ดแวร์อย่างเป็นขั้นตอน

1.4.2 ได้นำความรู้ที่ได้ศึกษาทั้งในด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์มาประยุกต์ใช้ในการทำงาน

1.4.3 ได้รับความรู้ในการออกแบบและใช้งานหน้าจอสัมผัสกับไมโครคอนโทรลเลอร์

1.4.4 มีความรู้ในการเขียนโปรแกรมเพื่อจัดการข้อมูลเพิ่มมากขึ้น

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการจัดทำโครงการ การออกแบบและพัฒนาเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกาย ผู้จัดทำโครงการได้ศึกษาเอกสารจากเว็บไซต์ต่าง ๆ และงานวิจัยต่าง ๆ ที่ใช้ในการประกอบการดำเนินงาน ในที่นี้ผู้จัดทำได้แบ่งเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงาน ดังต่อไปนี้

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

- 2.1.1 ค่าดัชนีมวลกาย
- 2.1.2 อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง
- 2.1.3 ระบบฐานข้อมูล
- 2.1.4 Angular 8
- 2.1.5 Spring
- 2.1.6 ภาษาที่เกี่ยวข้อง
- 2.1.7 โปรแกรมที่เกี่ยวข้อง

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

- 2.2.1 ออกแบบระบบคำนวณค่าดัชนีมวลกายอัตโนมัติ
- 2.2.2 เครื่องชั่งน้ำหนัก วัดส่วนสูง NAGATA รุ่น BW-1122H
- 2.2.3 เครื่องชั่งน้ำหนัก Digital scales รุ่น scml
- 2.2.4 เครื่องชั่งน้ำหนัก วัดส่วนสูงอัตโนมัติ ADAM รุ่น MUW 300
- 2.2.5 เครื่องชั่งน้ำหนัก วัดส่วนสูงอัตโนมัติ Shengyuan รุ่น HGM-601

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 ค่าดัชนีมวลกาย

ค่าดัชนีมวลกาย (Body Mass Index) หรือค่า BMI คืออัตราส่วนระหว่างน้ำหนักต่อส่วนสูงที่ใช้บ่งบอกว่าอ้วนหรือผอม ความสำคัญของการรู้ค่าดัชนีมวลกายเพื่อดูอัตราการเสี่ยงต่อการเกิดโรคต่าง ๆ ถ้าค่าที่คำนวณได้มากหรือน้อยเกินไป เพราะถ้าเป็นโรคอ้วนแล้ว จะมีภาวะเสี่ยงต่อการเป็นโรคความดันโลหิตสูง โรคเบาหวาน โรคหัวใจขาดเลือด และโรคนี้ในถุงน้ำดี แต่ในขณะเดียวกันผู้ที่ผอมเกินไป ก็เสี่ยงต่อการติดเชื้อ ประสิทธิภาพในการทำงานของร่างกายลดลง ดังนั้นควรรักษาระดับน้ำหนักให้อยู่ในเกณฑ์ปกติ [1]

สูตรคำนวณดัชนีมวลกายคือ ดัชนีมวลกาย = (น้ำหนักตัว(กิโลกรัม)) / (ความสูง(เมตร) ยกกำลังสอง)

ค่าดัชนีมวลกายเป็นตัวชี้วัดที่บ่งบอกบอกว่าร่างกายของเราอยู่ในเกณฑ์ไหน โดยเกณฑ์ของการชี้วัดถูกแบ่งออกเป็น 4 ช่วง ดังต่อไปนี้

BMI น้อยกว่า 18.5 หมายถึง คุณมีน้ำหนักตัวที่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน

BMI อยู่ระหว่าง 18.5 ถึง 24.9 หมายถึง คุณมีน้ำหนักตัวที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

BMI อยู่ระหว่าง 25 ถึง 29.9 หมายถึง คุณเริ่มมีน้ำหนักตัวที่เกินมาตรฐานแล้วนะ

BMI เกิน 30 หมายถึง ตอนนี้น้ำหนักตัวของคุณอยู่ในภาวะอ้วนรับลดน้ำหนักโดยด่วน

แม้ว่าค่าดัชนีมวลกาย (Body Mass Index : BMI) จะเคยโด่งดังมากในยุคก่อน แต่ในปัจจุบันค่าดัชนีมวลกาย เป็นเพียงดัชนีตัวหนึ่งที่สามารถบอกว่าเราอาจจะมีปัญหาเรื่องน้ำหนักตัวแบบคร่าว ๆ โดยไม่จำเป็นต้องไปใช้เครื่องมือทางการแพทย์อื่น ๆ และทุกวันนี้มีเครื่องคำนวณค่าดัชนีมวลกายมากมายที่ถูกสร้างขึ้นมา มีทั้งเครื่องที่เป็นแบบชั่งได้แค่เพียงน้ำหนักแล้วให้กรอกข้อมูลส่วนสูงเพื่อคำนวณค่าดัชนีมวลกายและเครื่องที่เป็นแบบชั่งน้ำหนักพร้อมกับวัดส่วนสูงแล้วคำนวณค่าดัชนีมวลกายออกมาให้อัตโนมัติ ซึ่งผู้จัดทำโครงการนี้ได้นำมาเพื่อดูเป็นตัวอย่าง ดังรูปที่ 2.1

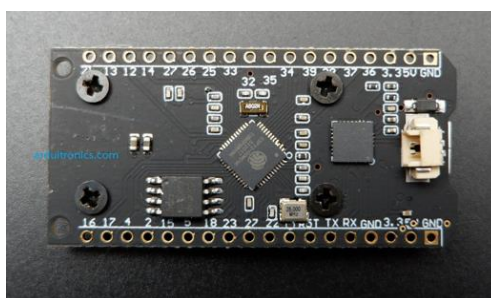


รูปที่ 2.1 เครื่องคำนวณค่าดัชนีมวลกายแบบชั่งได้แค่น้ำหนักกับเครื่องที่ชั่งน้ำหนักและวัดส่วนสูงได้

2.1.2 อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง

2.1.2.1 Heltec WiFi LoRa 32

Heltec WiFi LoRa 32 หรือ NodeMCU (ESP32 + LoRa SX1278) เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ถูกพัฒนามาจาก (ESP32) โดยมีชิพของ (SX1278) หรือที่เรียกว่า (LoRa) ประกอบรวมเป็น (NodeMCU) ที่สามารถส่งสัญญาณวิทยุโดยใช้คลื่นความถี่ 433-470 MHz มีระยะทางในการส่งคลื่นความถี่ได้ไกล มีประสิทธิภาพและความน่าเชื่อถือสูง [2]

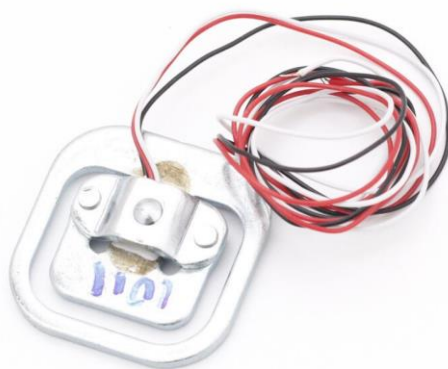


รูปที่ 2.2 Heltec WiFi LoRa 32 หรือ NodeMCU (ESP32 + LoRa SX1278)

มีความสามารถทั้งการรับและการส่งข้อมูลเหมาะสำหรับนำไปพัฒนาโครงการที่มีการสื่อสารระยะไกลโดยไม่ต้องใช้แพ็คเกจอินเทอร์เน็ต ระยะทางในการรับส่งข้อมูลนั้นโดยประมาณอยู่ที่ระยะทาง 10 กิโลเมตร อีกทั้งไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวนี้ยังรองรับการใช้งาน (WiFi) ด้วย

2.1.2.2 Load Cell (โหลดเซลล์)

Load Cell (โหลดเซลล์) อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถใช้ตรวจวัดแรงกดที่มากระทำกับอุปกรณ์ โหลดเซลล์จะเป็นตัวแปลงค่าแรงกด หรือ แรงดึงให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้า โหลดเซลล์เหมาะสำหรับการทดสอบคุณสมบัติทางกลของชิ้นงาน โดยโหลดเซลล์ถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมหลากหลายประเภท ได้แก่ การชั่งน้ำหนัก การทดสอบแรงกดของชิ้นงาน การทดสอบความแข็งแรงของชิ้นงาน การทดสอบการเข้ารูปชิ้นงาน เป็นต้น [3]



รูปที่ 2.3 Load Cell (โหลดเซลล์)

การทำงานของโหลดเซลล์จะต้องอาศัยบอร์ด (HX711) ช่วยแปลงแรงที่กระทำต่อโหลดเซลล์เป็นค่าน้ำหนักที่ทำการชั่งได้ โดยลักษณะโครงสร้างภายในของบอร์ด HX711 จะมีวงจรกำหนดแรงดันคงที่ โดยจะใช้แรงดันตั้งแต่ 2.7 โวลต์ ถึง 5.5 โวลต์ เพื่อป้อนไปยังขา E+ และ E- ให้กับโหลดเซลล์ และวงจรรับสัญญาณจากโหลดเซลล์เข้าที่ขา INA+ และ INA- เพื่อส่งสัญญาณให้กับวงจรขยาย (Input MUX) ที่อยู่ภายใน ตรงส่วนนี้จะเลือกอัตราขยายสัญญาณ (Gain) ได้ 3 ค่า คือ 32, 64 และ 128 เท่า จากนั้นจะทำการส่งสัญญาณไปที่วงจรแปลงสัญญาณ (ADC) เพื่อทำการแปลงสัญญาณจากสัญญาณอนาล็อก ไปเป็นสัญญาณดิจิทัล โดยจะมีสัญญาณดิจิทัลขนาด 24 บิต เมื่อทำการแปลงสัญญาณเสร็จสิ้น สัญญาณจะถูกส่งไปยังวงจร Digital Interface เพื่อทำการเชื่อมต่อข้อมูลกับไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยจะมีสายสัญญาณทั้งหมด 2 สาย คือสายสำหรับการรับส่งข้อมูล (DOUT) และสายสัญญาณนาฬิกา (PD_SCK) เพื่อให้จังหวะการรับส่งข้อมูลให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์



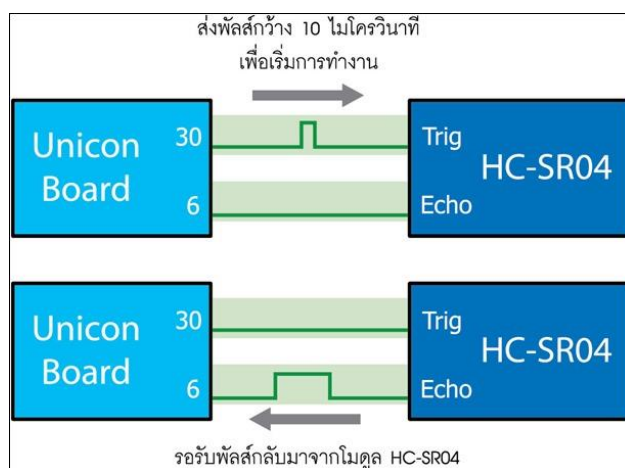
รูปที่ 2.4 แสดงบอร์ด (HX711)

2.1.2.3 Ultrasonic Sensor (HC-SR04)



รูปที่ 2.5 Ultrasonic Sensor (HC-SR04)

HC-SR04 เป็นโมดูลที่ใช้หลักการสะท้อนของคลื่นอัลตราโซนิกในการวัดระยะทาง โดยการส่งคลื่นอัลตราโซนิกไปกระทบกับวัตถุที่อยู่ข้างหน้าแล้วสะท้อนกลับมายังตัวรับ เมื่อรู้ระยะเวลาในการเดินทางของคลื่นแล้วจึงสามารถนำมาคำนวณเป็นระยะทางได้ ซึ่งโมดูล HC-SR04 จะวัดระยะทางได้ในช่วง 2 ถึง 500 ซม. มีความละเอียดอยู่ที่ 0.3 ซม. ใช้ไฟเลี้ยง +5V โดยโมดูล HC-SR04 จะมีขาสัญญาณ 2 ขา คือ Trigger และ Echo โดยขา Trigger จะเป็นตัวส่งสัญญาณออกไป และขา Echo จะทำหน้าที่รับสัญญาณ [4]



รูปที่ 2.6 การติดต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับโมดูล HC-SR04 เพื่อวัดระยะทาง

เมื่อวัดความกว้างของสัญญาณพัลส์จากขา Echo ในหน่วยไมโครวินาที แล้วนำไปคำนวณเป็นระยะทางในหน่วยเซนติเมตรหรือนิ้วได้ดังนี้

$$\text{ระยะทาง (เซนติเมตร)} = (\text{ระยะเวลาในหน่วยไมโครวินาที} / 29) / 2$$

$$\text{ระยะทาง (นิ้ว)} = (\text{ระยะเวลาในหน่วยไมโครวินาที} / 74) / 2$$

2.1.2.4 Touch Screen (HMI TFT LCD Touch)

Touch Screen หรือหน้าจอแบบสัมผัส เป็นหน้าจอแสดงผลที่ใช้งานเป็นทั้งหน้าแสดงผลและหน้าจอควบคุม สามารถควบคุมได้โดยการสัมผัสหน้าจอและยังกำหนดรูปแบบหน้าจอที่จะแสดงผลได้โดยใช้งานร่วมกับโปรแกรม (Nextion Editor) เป็นโปรแกรมสำหรับออกแบบหน้าจอ Touch Screen นั้นเอง สำหรับหน้าจอสัมผัสนี้ถูกผลิตโดยบริษัท (Nextion) ที่ออกแบบการสื่อสารข้อมูลโดยใช้ (Serial Port) เมื่อเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ ใช้ไฟเลี้ยงได้ทั้ง 3.3 V และ 5 V มี Socket mini SD Card เพื่อไว้ทำ Data log และมีขั้วต่อสำหรับอัปโหลดโปรแกรม [5]



รูปที่ 2.7 Touch Screen (HMI TFT LCD Touch)

2.1.2.5 DFPlayer Mini

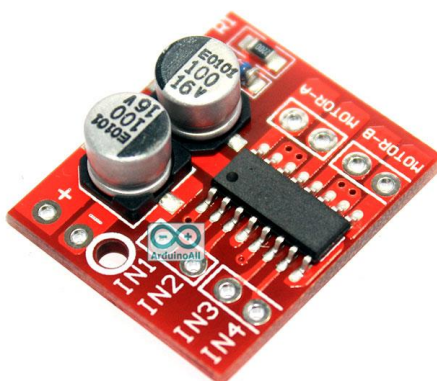
โมดูลเล่นไฟล์ MP3 ขนาดเล็ก รองรับการควบคุมผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ ผ่าน UART สามารถต่อออกลำโพงได้โดยตรง หรือสามารถนำไปต่อผ่านวงจรขยายด้วยขา DAC_R และ DAC_L ให้เอาต์พุตแบบสเตอริโอ ทำงานที่แรงดัน 3.2 โวลต์ ถึง 5 โวลต์ และรองรับ Micro SD Card ความจุสูงสุด 32GB [6]



รูปที่ 2.8 DFPlayer Mini

2.1.2.6 Mini 298N

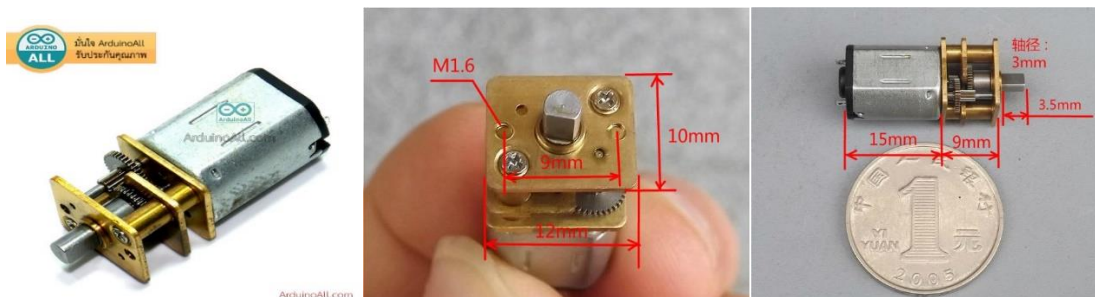
Mini 298N เป็นบอร์ดที่ใช้สำหรับขับมอเตอร์ที่มีขนาดเล็ก ใช้ไฟเลี้ยง 2-10 โวลต์ สามารถขับมอเตอร์ได้ทั้งหมด 2 ช่องสัญญาณ โดยมีรูปแบบสัญญาณเป็น PWM ขับกระแส 1.5 แอมป์ แบบต่อเนื่อง และขับกระแสสูงสุดได้ 2.5 แอมป์ [7]



รูปที่ 2.9 Mini 298N

2.1.2.7 มอเตอร์เกียร์

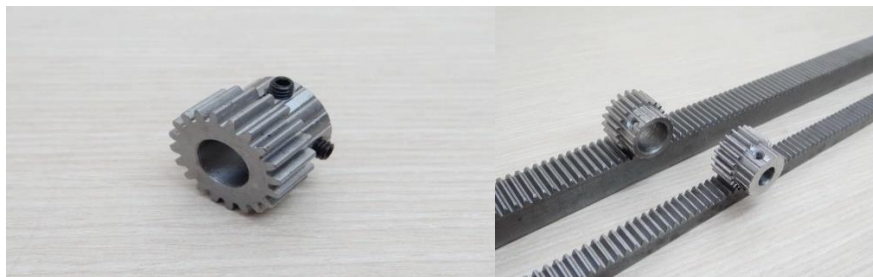
มอเตอร์เกียร์ เป็นอุปกรณ์สำหรับขับเคลื่อนโหลดที่ใช้เฟืองในการเพิ่มกำลังในการขับเคลื่อน ใช้งานร่วมกับบอร์ด Mini 298N ที่มีไว้สำหรับขับมอเตอร์โดยตรง สามารถใช้งานร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์สำหรับควบคุมการหมุนและการสั่งให้หยุดทำงานได้ แรงดันไฟฟ้าที่เหมาะสมคือ 3 โวลต์ ถึง 6 โวลต์ [8]



รูปที่ 2.10 มอเตอร์เกียร์

2.1.2.8 เฟืองเดี่ยว

อุปกรณ์สำหรับขับเคลื่อนวัตถุที่เคลื่อนที่ด้วยการหมุนไปบนรางในทิศทางที่เป็นเส้นตรง สามารถใช้งานร่วมกับมอเตอร์และเคลื่อนที่ไปตามทิศทางของราง โดยเฟืองเดี่ยวที่ใช้ มีฟันทั้งหมด 20 ร่อง [9]



รูปที่ 2.11 เฟืองเดี่ยว

2.1.3 ระบบฐานข้อมูล



รูปที่ 2.12 แสดงสัญลักษณ์ระบบฐานข้อมูล

ฐานข้อมูล (Database) หมายถึง กลุ่มของข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กัน นำมาเก็บรวบรวมเข้าไว้ด้วยกันอย่างมีระบบและข้อมูลที่ประกอบกันเป็นฐานข้อมูลนั้น ต้องตรงตามวัตถุประสงค์การใช้งานขององค์กรด้วยเช่นกัน เช่น ในสำนักงานก็รวบรวมข้อมูล ตั้งแต่หมายเลขโทรศัพท์ของผู้ที่มาติดต่อจนถึงการเก็บเอกสารทุกอย่างของสำนักงาน ซึ่งข้อมูลส่วนนี้จะมีส่วนที่สัมพันธ์กันและเป็นที่ต้องการนำออกมาใช้ประโยชน์ต่อไปภายหลัง ข้อมูลนั้นอาจจะเกี่ยวกับบุคคล สิ่งของสถานที่ หรือเหตุการณ์ใด ๆ ก็ได้ที่เราสนใจศึกษาหรืออาจได้มาจากการสังเกต การนับหรือการวัดก็ได้ รวมทั้ง

ข้อมูลที่เป็นตัวเลข ข้อความ และรูปภาพต่าง ๆ ก็สามารถนำมาจัดเก็บเป็นฐานข้อมูลได้ และที่สำคัญข้อมูลทุกอย่างต้องมีความสัมพันธ์กัน เพราะเราต้องการนำมาใช้ประโยชน์ต่อไปในอนาคต [10]

2.1.3.1 นิยามและคำศัพท์พื้นฐานเกี่ยวกับระบบฐานข้อมูล

- 1) บิต (bit) หมายถึง หน่วยของข้อมูลที่มีขนาดเล็กที่สุด
- 2) ไบต์ (Byte) หมายถึง หน่วยของข้อมูลที่เกิดจากการนำบิตมารวมกันเป็นตัวอักษร (Character)
- 3) เขตข้อมูล (Field) หมายถึง หน่วยของข้อมูลที่ประกอบขึ้นจากตัวอักขระตั้งแต่หนึ่งตัวขึ้นไปมารวมกันแล้ว ได้ความหมายของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เช่น ชื่อ ที่อยู่ เป็นต้น
- 4) ระเบียบ (Record) หมายถึง หน่วยของข้อมูลที่เกิดจากการนำเอาเขตข้อมูลหลาย ๆ เขตข้อมูลมารวมกัน เพื่อเกิดเป็นข้อมูลเรื่องใดเรื่องหนึ่ง เช่น ข้อมูลนักศึกษา 1 ระเบียบ (1 คน) จะประกอบด้วย รหัสประจำตัวนักศึกษา 1 เขตข้อมูล ชื่อนักศึกษา 1 เขตข้อมูล ที่อยู่ 1 เขตข้อมูล
- 5) แฟ้มข้อมูล (File) หมายถึง หน่วยของข้อมูลที่เกิดจากการนำข้อมูลหลาย ๆ ชนิดระเบียบที่เป็นเรื่องเดียวกันมารวมกัน เช่น แฟ้มข้อมูลนักศึกษา แฟ้มข้อมูลลูกค้า แฟ้มข้อมูลพนักงาน
- 6) เอนทิตี (Entity) หมายถึง ชื่อของสิ่งใดสิ่งหนึ่งซึ่ง ได้แก่ คน สถานที่ สิ่งของ การกระทำซึ่งต้องการจัดเก็บข้อมูลไว้ เช่น เอนทิตีลูกค้า เอนทิตีพนักงาน
- 7) แอททริบิวต์ (Attribute) หมายถึง ข้อมูลที่แสดงคุณสมบัติหรือคุณลักษณะของเอนทิตีหรือความสัมพันธ์ใน อี-อาร์ไดอะแกรม ใช้สัญลักษณ์วงรีที่มีชื่อของ Attribute นั้นกำกับอยู่ภายในแทนหนึ่ง Attribute และเชื่อมกับเอนทิตีที่มี Attribute นั้นด้วยเส้นตรง Attribute
- 8) ความสัมพันธ์ (Relationships) หมายถึง ความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตีอย่างเช่น ความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตีนักศึกษาและเอนทิตีคณะวิชา เป็นลักษณะว่านักศึกษาแต่ละคนเรียนอยู่คณะวิชาใดคณะวิชาหนึ่ง ในการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตี เราจะใช้หัวลูกศรเพื่อแสดงความสัมพันธ์

2.1.3.2 ประโยชน์เมื่อจัดเก็บข้อมูลรวมเป็นฐานข้อมูล

- 1) สามารถลดความซ้ำซ้อนของข้อมูลได้
- 2) หลีกเลี่ยงความขัดแย้งของข้อมูล
- 3) สามารถใช้ข้อมูลร่วมกันได้
- 4) สามารถรักษาความถูกต้องเชื่อถือได้ของข้อมูล
- 5) สามารถกำหนดความเป็นมาตรฐานเดียวกันของข้อมูลได้
- 6) สามารถกำหนดระบบความปลอดภัยของข้อมูลได้

7) เกิดความเป็นอิสระของข้อมูล

2.1.3.3 รูปแบบของระบบฐานข้อมูล

1) ฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational Database) เป็นการเก็บข้อมูลในรูปแบบที่เป็นตาราง (Table) หรือเรียกว่า รีเลชัน (Relation) มีลักษณะเป็น 2 มิติ คือเป็นแถว (Row) และเป็นคอลัมน์ (Column) การเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างตารางจะเชื่อมโยงโดยใช้แอตทริบิวต์ (Attribute) หรือคอลัมน์ที่เหมือนกันทั้งสองตารางเป็นตัวเชื่อมโยงข้อมูล

2) ฐานข้อมูลแบบเครือข่าย (Network Database) ฐานข้อมูลแบบเครือข่าย จะเป็นการรวมระเบียบต่าง ๆ และความสัมพันธ์ระหว่างระเบียบแต่ละต่างกับฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์คือในฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์จะแฝงความสัมพันธ์เอาไว้ โดยระเบียบที่มีความสัมพันธ์กัน จะต้องมีความของข้อมูลในแอตทริบิวต์หนึ่งเหมือนกัน แต่ในฐานข้อมูลแบบเครือข่าย จะแสดงความสัมพันธ์อย่างชัดเจนโดยแสดงไว้ในโครงสร้าง

3) ฐานข้อมูลแบบลำดับชั้น (Hierarchical Database) ฐานข้อมูลแบบลำดับชั้นเป็นโครงสร้างที่จัดเก็บข้อมูลในลักษณะความสัมพันธ์แบบ Parent-Child Relationship Type หรือเป็นโครงสร้างรูปแบบต้นไม้ (Tree) ข้อมูลที่จัดเก็บในที่นี้ คือ ระเบียบ (Record) ซึ่งประกอบด้วยค่าของเขตข้อมูล (Field) ของเอนทิตีหนึ่ง ๆ นั่นเอง ฐานข้อมูลแบบลำดับชั้นนี้คล้ายคลึงกับฐานข้อมูลแบบเครือข่าย ต่างกันที่ฐานข้อมูลแบบลำดับชั้นมีกฎเพิ่มขึ้นมาหนึ่งประการ คือในแต่ละกรอบจะมีลูกศรวิ่งเข้าหาได้ไม่เกิน 1 หัวลูกศร

2.1.4 Angular 8

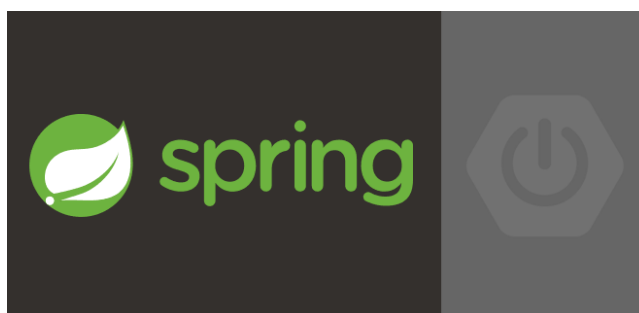


รูปที่ 2.13 แสดงสัญลักษณ์ ANGULAR

Angular คือ เฟรมเวิร์ก (framework) สำหรับสร้างแอปพลิเคชันในฝั่งไคลเอนต์ในรูปแบบของ HTML, CSS และ JavaScript/TypeScript ซึ่ง TypeScript จะถูก compile ไปเป็น JavaScript ที่ทำงานบนฝั่ง Client ที่เรานำไปสร้าง Reactive Single Page Applications (SPA) ซึ่งก็คือทุก ๆ หน้าจะถูกโหลดมารวมอยู่ในหน้าเดียว การคลิกเปลี่ยนหน้าหรือการคลิกปุ่มต่าง ๆ จะทำ

ให้เราารู้สึกเหมือนเป็น Desktop Application ที่ไม่มีการโหลดเปลี่ยนหน้า Angular เป็น Model-View-Controller (MCV) และยังเป็น Model-View-ViewModel (MVVM) อีกด้วย มีการเชื่อมการทำงานระหว่าง JavaScript เข้ากับ DOM Element ของ HTML ใช้การทำงาน client-side template สามารถสร้าง template ไปใส่ไว้ในที่ที่เรากำหนดไว้ได้ และเป็น 2-way data binding เพื่อ sync Model กับ View [11]

2.1.5 Spring



รูปที่ 2.14 แสดงสัญลักษณ์ Spring Boot Framework

Spring Boot Framework เป็นเครื่องมือที่ทำให้ Developer สามารถใช้งาน Spring Framework ได้ง่ายและรวดเร็วและยังลดขั้นตอนการ configuration ด้วยวิธีการทำ Auto Configuration ตัว Spring Boot ได้เพิ่ม Annotation ใหม่ ๆ เข้ามา การทำงานของ Spring Boot ยังทำงานอยู่บน Spring Framework แต่ทำ Interface ให้สามารถใช้งานง่าย ๆ [12]

2.1.6 ภาษาที่เกี่ยวข้อง

2.1.6.1 TypeScript



รูปที่ 2.15 แสดงสัญลักษณ์ TypeScript

TypeScript เป็นภาษาโปรแกรมที่รวมความสามารถที่ ES2015 เองมีอยู่ สิ่ง que เพิ่มขึ้นมาคือสนับสนุน Type System รวมถึงคุณสมบัติอื่น ๆ ที่เพิ่มมากขึ้น เช่น Enum และความสามารถที่เพิ่มขึ้นของการโปรแกรมเชิงวัตถุ TypeScript นั้นเป็น transpiler เหมือน Babel นั้นหมายความว่าตัวแปลภาษาของ TypeScript จะแปลโค้ดที่เราเขียนให้เป็น JavaScript อีกทีหนึ่ง จึงมั่นใจได้ว่าผลลัพธ์สุดท้ายจะสามารถใช้งานได้บนเว็บเบราว์เซอร์ทั่วไป [13]

1) ข้อดีของการใช้ TypeScript

- TypeScript ทำให้คุณใช้ JavaScript สมัยใหม่ได้ในปัจจุบัน ความสามารถของ ES2015 และอื่น ๆ ได้รวมไว้แล้วใน TypeScript
- ตัวแปรที่คุณประกาศแล้วใน TypeScript จะเปลี่ยนชนิดข้อมูลไม่ได้อีกต่อไป ข้อผิดพลาดในโปรแกรมคุณจะน้อยลงเพราะคุณไม่มีโอกาสพลาดในการใส่ข้อมูลผิดชนิดเป็นแน่
- TypeScript มีการตรวจสอบโค้ดในช่วง compile time ทำให้คุณดักจับข้อผิดพลาดได้แต่ต้นไม่ปล่อยให้ข้อผิดพลาดไปโผล่ในตอนทำงานจริง (runtime)
- IDE และ Text Editor ที่ดีเยี่ยมสนับสนุนให้คุณใช้งาน TypeScript ได้อย่างสมบูรณ์

2.1.6.2 SQL



รูปที่ 2.16 แสดงสัญลักษณ์ SQL

SQL ย่อมาจาก structured query language คือ ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมเพื่อจัดการกับฐานข้อมูล นอกจากนี้แล้ว SQL ยังเป็นชื่อโปรแกรมฐานข้อมูลซึ่งโปรแกรม SQL เป็นโปรแกรมที่มีโครงสร้างภาษาที่เข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน มีประสิทธิภาพการทำงานสูง ทำงานที่ซับซ้อนได้โดยใช้คำสั่งเพียงไม่กี่คำสั่งและภาษา SQL ยังเป็นมาตรฐานบนระบบฐานข้อมูลและเป็นภาษาแบบระบบเปิด (open system) หมายถึงเราสามารถใชัคำสั่ง SQL กับฐานข้อมูลใดก็ได้ แม้จะเป็นระบบฐานข้อมูลที่แตกต่างกันจะได้ผลลัพธ์เหมือนกัน ทำให้เราเลือกใช้ฐานข้อมูลชนิดใดก็ได้ [14]

1) การทำงานของภาษา SQL

- Select query ใช้สำหรับดึงข้อมูลที่ต้องการ
- Update query ใช้สำหรับแก้ไขข้อมูล
- Insert query ใช้สำหรับการเพิ่มข้อมูล
- Delete query ใช้สำหรับลบข้อมูล

2) ประโยชน์ของภาษา SQL

- สร้างฐานข้อมูลและตาราง
- สนับสนุนการจัดการฐานข้อมูล ซึ่งประกอบไปด้วย การเพิ่ม การปรับปรุง และการลบข้อมูล
- สนับสนุนการเรียกใช้หรือค้นหาข้อมูล

3) ประเภทของคำสั่งภาษา SQL

- ภาษานิยามข้อมูล (Data Definition Language) เป็นคำสั่งที่ใช้ในการสร้างฐานข้อมูล
- ภาษาจัดการข้อมูล (Data Manipulation Language) เป็นคำสั่งที่ใช้ในการเรียกใช้ เพิ่ม ลบ และเปลี่ยนแปลงข้อมูลในตาราง
- ภาษาควบคุมข้อมูล (Data Control Language) เป็นคำสั่งที่ใช้ในการกำหนดสิทธิการอนุญาตหรือยกเลิกการเข้าถึงฐานข้อมูล

2.1.6.3 Java

Java หรือ Java programming language คือภาษาโปรแกรมเชิงวัตถุ พัฒนาโดย เจมส์ กอสลิง และวิศวกรคนอื่น ๆ ที่บริษัท ซัน ไมโครซิสเต็มส์ ภาษานี้มีจุดประสงค์เพื่อใช้แทนภาษาซีพลัสพลัส C++ โดยรูปแบบที่เพิ่มเติมขึ้นคล้ายกับภาษาอ็อบเจกต์ทีฟซี (Objective-C) แต่เดิมภาษานี้เรียกว่า ภาษาโอ๊ก (Oak) ซึ่งตั้งชื่อตามต้นโอ๊กใกล้ที่ทำงานของ เจมส์ กอสลิง แล้วภายหลังจึงเปลี่ยนไปใช้ชื่อ "จาวา" ซึ่งเป็นชื่อกาแฟแทน จุดเด่นของภาษา Java อยู่ที่ผู้เขียนโปรแกรมสามารถใช้หลักการของ Object-Oriented Programming มาพัฒนาโปรแกรมของตนด้วย Java ได้ [15]

1) ข้อดีของ ภาษา Java

ก) ภาษา Java เป็นภาษาที่สนับสนุนการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุแบบสมบูรณ์ ซึ่งเหมาะสำหรับพัฒนาระบบที่มีความซับซ้อน การพัฒนาโปรแกรมแบบวัตถุจะช่วยให้เราสามารถใช้อำนาจหรือชื่อ ต่าง ๆ ที่มีอยู่ในระบบงานนั้นมาใช้ในการออกแบบโปรแกรมได้ ทำให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น

ข) โปรแกรมที่เขียนขึ้นโดยใช้ภาษา Java จะมีความสามารถทำงานได้ในระบบปฏิบัติการที่แตกต่างกัน ไม่จำเป็นต้องดัดแปลงแก้ไขโปรแกรม เช่น หากเขียนโปรแกรมบนเครื่อง Sun โปรแกรมนั้นก็สามารถูก compile และ run บนเครื่องพีซีธรรมดาได้

ค) ภาษาจาวามีการตรวจสอบข้อผิดพลาดทั้งตอน compile time และ runtime ทำให้ลดข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นในโปรแกรม และช่วยให้ debug โปรแกรมได้ง่าย

ง) ภาษาจาวามีความซับซ้อนน้อยกว่าภาษา C++ เมื่อเปรียบเทียบ code ของโปรแกรมที่เขียนขึ้นโดยภาษา Java กับ C++ พบว่า โปรแกรมที่เขียนโดยภาษา Java จะมีจำนวน code น้อยกว่าโปรแกรมที่เขียนโดยภาษา C++ ทำให้ใช้งานได้ง่ายกว่าและลดความผิดพลาดได้มากขึ้น

จ) ภาษาจาวาถูกออกแบบมาให้มีความปลอดภัยสูงตั้งแต่แรก ทำให้โปรแกรมที่เขียนขึ้นด้วยจาวามีความปลอดภัยมากกว่าโปรแกรมที่เขียนขึ้น ด้วยภาษาอื่น เพราะ Java มี security ทั้ง low level และ high level ได้แก่ electronic signature, public and private key management, access control และ certificates ของ

ฉ) มี IDE, application server, และ library ต่าง ๆ มากมายสำหรับจาวาที่เราสามารถใช้งานได้โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย ทำให้เราสามารถลดค่าใช้จ่ายที่ต้องเสียไปกับการซื้อ tool และ s/w ต่าง ๆ

2) ข้อเสียของ ภาษา Java

ก) ทำงานได้ช้ากว่า native code (โปรแกรมที่ compile ให้อยู่ในรูปของภาษาเครื่อง) หรือโปรแกรมที่เขียนขึ้นด้วยภาษาอื่น อย่างเช่น C หรือ C++ ทั้งนี้ก็เพราะว่าโปรแกรมที่เขียนขึ้นด้วยภาษาจาวาจะถูกแปลงเป็นภาษากลาง ก่อน แล้วเมื่อโปรแกรมทำงานคำสั่งของภาษากลางนี้จะถูกเปลี่ยนเป็นภาษาเครื่องอีกทีหนึ่ง ทีละคำสั่ง (หรือกลุ่มของคำสั่ง) ณ runtime ทำให้ทำงานช้ากว่า native code ซึ่งอยู่ในรูปของภาษาเครื่องแล้วตั้งแต่ compile โปรแกรมที่ต้องการความเร็วในการทำงานจึงไม่นิยมเขียนด้วยจาวา

ข) tool ที่มีในการใช้พัฒนาโปรแกรมจาวามักไม่ค่อยเก่ง ทำให้หลายอย่างโปรแกรมเมอร์จะต้องเป็นคนทำเอง ทำให้ต้องเสียเวลาทำงานในส่วนที่ tool ทำไม่ได้ ถ้าเราดู tool ของ MS จะใช้งานได้ง่ายกว่า และพัฒนาได้เร็วกว่า (แต่เราต้องซื้อ tool ของ MS และก็ต้องรันบน platform ของ MS)

2.1.7 โปรแกรมที่เกี่ยวข้อง

2.1.7.1 Arduino IDE

Arduino IDE คือซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนางานสำหรับบอร์ด Arduino ในการเขียนโปรแกรมและคอมไพล์ลงบอร์ด IDE ย่อมาจาก (Integrated Development Environment) คือ ส่วนเสริมของ ระบบการพัฒนาหรือตัวช่วยต่าง ๆ ที่จะคอยช่วยเหลือ Developer หรือช่วยเหลือคนที่พัฒนา Application เพื่อเสริมให้เกิดความรวดเร็ว ถูกต้อง แม่นยำ ตรวจสอบระบบที่จัดทำได้ ทำให้การพัฒนางานต่าง ๆ เร็วมากขึ้น [16]

2.1.7.2 IntelliJ IDEA

IntelliJ IDEA คือโปรแกรมที่ใช้ในเขียน Javaสำหรับการพัฒนาซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ มันได้รับการพัฒนาโดยJetBrains และเปิดตัวในเดือนมกราคม 2544 และเป็นหนึ่งใน Java IDEs แรกที่มีพร้อมด้วยการนำทางโค้ดขั้นสูงและความสามารถในการปรับโค้ดให้ใหม่ ในปี 2010 IntelliJ ได้รับการทดสอบด้วยคะแนนสูงสุดจากทั้งสี่ด้าน ของเครื่องมือการเขียนโปรแกรม Java : Eclipse , IntelliJ IDEA, NetBeansและJDeveloper ในเดือนธันวาคม 2014 Google ได้ประกาศAndroid Studioเวอร์ชัน 1.0 ซึ่งเป็นโอเพ่นซอร์ส IDE สำหรับแอป Android โดยพัฒนาได้จาก IntelliJ IDEA [17]

2.1.7.3 Visual Studio Code

Visual Studio Code หรือ VSCode (Vscod , 2561) เป็นโปรแกรม Code Editor ที่ใช้ในการแก้ไขและปรับแต่งโค้ด จากค่ายไมโครซอฟท์ มีการพัฒนาออกมาในรูปแบบของ OpenSource จึงสามารถนำมาใช้งานได้แบบฟรี ๆ ที่ต้องการความเป็นมืออาชีพ

ซึ่ง Visual Studio Code นั้น เหมาะสำหรับนักพัฒนาโปรแกรมที่ต้องการใช้งานข้ามแพลตฟอร์ม รองรับการใช้งานทั้งบน Windows, macOS และ Linux สนับสนุนทั้งภาษา JavaScript, TypeScript และ Node.js สามารถเชื่อมต่อกับ Git ได้ นำมาใช้งานได้ง่ายไม่ซับซ้อน มีเครื่องมือส่วนขยายต่าง ๆ ให้เลือกใช้อย่างมากมาย [18]

2.1.7.4 Circuit Wizard

Circuit Wizard เป็นโปรแกรมที่ใช้ออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ และสามารถแสดงผลการทำงานของวงจรได้ด้วย ซึ่งภายในโปรแกรมจะมีอุปกรณ์ที่น่าสนใจคือ อุปกรณ์ที่เสมือนกับอุปกรณ์จริง ที่ทำให้ผลของการจำลองวงจรออกมาสวยงามมาก ซึ่งเป็นจุดเด่นของโปรแกรม

นี้ อธิบายเป็นขั้นเป็นตอนอย่างละเอียดให้ทำตามได้จริง ใช้งานง่ายไม่ยุ่งยากเหมาะสำหรับมือใหม่และผู้สนใจทั่วไป [19]

2.1.7.5 Nextion editor

Nextion editor คือโปรแกรมที่ใช้ออกแบบ nextion touch screen เป็นหน้าจอที่รองรับกับโปรแกรม Nextion editor หรือเรียกอีกอย่างว่า Nextion Display

Nextion Display คือ HMI สำหรับ Microcontroller และ Arduino โดยเฉพาะ ออกแบบมาให้ใช้งานง่าย แบบ HMI, เขียนกราฟฟิกในแบบHMI [20]

2.1.7.6 SketchUp

SketchUp เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการออกแบบงาน 3 มิติ ที่มีประสิทธิภาพ ใช้งานง่าย เป็นโปรแกรมขนาดเล็กจึงทำให้การประมวลผลมีความรวดเร็ว คนส่วนใหญ่คิดว่าเดิมที่ถูกสร้างขึ้นโดย Google แต่จริง ๆ แล้ว คือ บริษัท @last Software โดย Brad Schell และคณะ เป็นผู้ริเริ่มในการสร้างและพัฒนาโปรแกรม และได้เผยแพร่โปรแกรมนี้นในเดือนสิงหาคม ปี คศ.2000

ต่อมา บริษัท Google ได้พัฒนา Google Maps และ Google Earth ขึ้น และต้องการให้มีโมเดล 3 มิติ อยู่ใน Google Maps และ Google Earth จึงเห็นความสำคัญของโปรแกรม SketchUp และซื้อลิขสิทธิ์ ในปี ค.ศ.2006 และเปลี่ยนชื่อเป็น Google SketchUp ให้บริการดาวน์โหลดโปรแกรมฟรีสำหรับทุกคน เมื่อวันที่ 14 ธันวาคม 2550

ในปี ค.ศ.2012 Google ประกาศขาย Sketchup ให้กับบริษัท TRIMBLE บริษัทนี้เป็น ผู้สร้าง 3d street view ให้กับ Google ได้พัฒนาโปรแกรม Sketchup สำหรับงานวิศวกรรมและธุรกิจ AEC มากขึ้น [21]

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 กชกรณ (2560) ได้ทำการออกแบบระบบคำนวณค่าดัชนีมวลกายอัตโนมัติ ให้การทำงานของระบบแบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือส่วนที่ควบคุมการทำงานทางด้านฮาร์ดแวร์ ซึ่งเป็นส่วนของการชั่งน้ำหนัก, วัดส่วนสูง และค่าดัชนีมวลกายของผู้ใช้งาน อีกทั้งเป็นส่วนที่ผู้ใช้งานจะทำการลงทะเบียน เพื่อสมัครสมาชิก ส่วนที่ 2 คือส่วนการจัดการข้อมูลสมาชิกผ่านหน้าเว็บเบราว์เซอร์ เป็นส่วนที่ผู้ใช้งานสามารถเรียกดูประวัติการชั่งน้ำหนัก, วัดส่วนสูง และค่าดัชนีมวลกายของผู้ใช้งานย้อนหลัง พร้อมทั้งจะแสดงคำแนะนำเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถควบคุมค่าดัชนีมวลกายให้อยู่ในเกณฑ์ปกติ [22]

2.2.2 เครื่องชั่งน้ำหนัก วัดส่วนสูง NAGATA รุ่น BW-1122H ผลิตโดยบริษัท AP.DD SCALE (2560) เป็นเครื่องชั่งน้ำหนักที่ถูกแบบให้ทำงานอัตโนมัติเฉพาะการชั่งน้ำหนักเท่านั้น ส่วนการวัดส่วนสูงจำเป็นต้องใช้ฉากวัดโดยการเลื่อนฉากวัดเอง และวัดค่าดัชนีมวลกายได้โดยการกรอกค่าส่วนสูงที่วัดได้จากฉากวัด แสดงผลผ่านจอแสดงผล LDC [23]

2.2.3 เครื่องชั่งน้ำหนัก Digital scales รุ่น scml ผลิตโดยบริษัท KROTRON (2557) เป็นเครื่องชั่งน้ำหนักแบบหยอดเหรียญ ทำงานโดยอัตโนมัติ แสดงค่าน้ำหนักผ่านจอแสดงผล LCD มีตารางเปรียบเทียบค่าBMI โดยเปรียบเทียบกับส่วนสูงที่เราทราบ ซึ่งสามารถพบเห็นได้ตามซูเปอร์มาร์เก็ตทั่วไป [24]

2.2.4 เครื่องชั่งน้ำหนัก วัดส่วนสูงอัตโนมัติ ADAM รุ่น MUW 300L ผลิตโดยบริษัท Adam Equipment (2555) เป็นเครื่องชั่งน้ำหนัก วัดส่วนสูงอัตโนมัติ และคำนวณค่าดัชนีมวลกายได้อัตโนมัติ แสดงผลผ่านจอแสดงผล LCD มี Keypad ที่ใช้ในการกดเลือกฟังก์ชันต่าง ๆ [25]

2.2.5 เครื่องชั่งน้ำหนัก วัดส่วนสูงอัตโนมัติ Shengyuan รุ่น HGM-601 ผลิตโดยบริษัท Henan Shengyuan Industry (2558) เป็นเครื่องชั่งน้ำหนัก วัดส่วนสูง และคำนวณค่าดัชนีมวลกายอัตโนมัติ แสดงผลผ่านจอแสดงผล LCD รวมทั้งการปริ้นกระดานสลิปขนาดเล็กที่สรุปค่าน้ำหนัก ส่วนสูง และค่าดัชนีมวลกาย พร้อมการพับเก็บและล้อเลื่อนที่ค่อนข้างสะดวกในการเก็บหลังจากที่ไม่ได้ใช้งาน [26]

บทที่ 3

วิธีดำเนินงาน

ในวิธีการดำเนินงานโครงงาน ออกแบบและพัฒนาเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกาย ได้นำหลักการ
ทำงานของงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง กชกรณ (2560) มาศึกษาและได้ทำการออกแบบและพัฒนา โดยจะมี
หัวข้อ ดังต่อไปนี้

3.1 การศึกษาและวิเคราะห์ระบบ

3.1.1 การวิเคราะห์ระบบเดิม

3.1.2 หลักการทำงานของระบบเดิม

3.1.3 หลักการทำงานของระบบใหม่

3.2 การออกแบบเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกาย

3.2.1 ภาพรวมการทำงานของเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกาย

3.2.2 การเชื่อมต่ออุปกรณ์และโปรแกรมสำหรับควบคุมฮาร์ดแวร์

3.2.3 การออกแบบวงจรสำหรับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

3.2.4 การออกแบบหน้าจอสัมผัส (Touch Screen)

3.2.5 การออกแบบตัวเครื่อง

3.3 การออกแบบเว็บแอปพลิเคชัน

3.3.1 การวิเคราะห์ระบบ

3.3.2 ภาพรวมระบบ

3.3.3 การออกแบบหน้าจอ

3.4 การออกแบบฐานข้อมูล

3.4.1 การออกแบบตารางเก็บข้อมูล

3.4.2 การเขียนโปรแกรมเชื่อมต่อฐานข้อมูล

3.5 การออกแบบ API ด้วย Spring Framework

3.5.1 การออกแบบ API ส่วนของ ข้อมูลผู้ใช้งาน

3.5.2 การออกแบบ API ส่วนของ ประวัติการใช้งาน

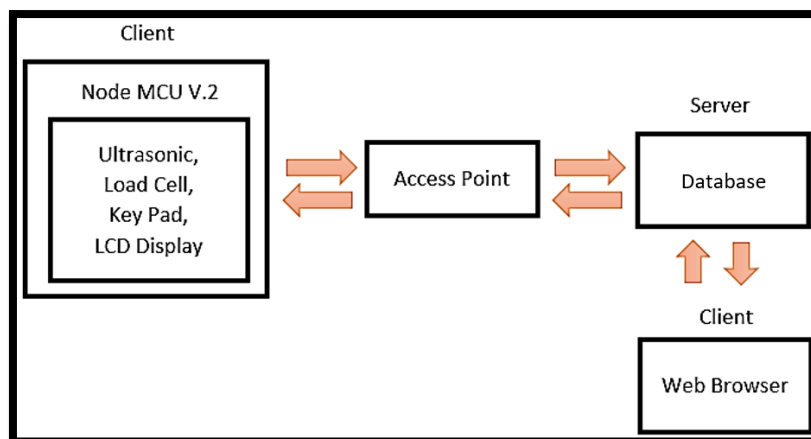
3.1 การศึกษาและวิเคราะห์ระบบ

3.1.1 การวิเคราะห์ระบบเดิม

เครื่องวัดค่าดัชนีมวลกายนี้ ถูกออกแบบให้สามารถชั่งน้ำหนัก วัดความสูง และ แสดงค่าดัชนีมวลกายได้แบบอัตโนมัติ โดยมีจุดเด่นตรงที่สามารถวัดความสูงได้ตั้งแต่ 50-200 cm และสามารถชั่งน้ำหนักได้สูงถึง 200 กิโลกรัม หลักการคือ ผู้ใช้งานที่ต้องการชั่งน้ำหนัก วัดความสูง และ หาค่าดัชนีมวลกาย จะต้องขึ้นไปยืนอยู่บนแท่นโหลดเซลล์ และยืนอยู่ภายใต้กล้องเซนเซอร์ที่ติดไว้ โดยโหลดเซลล์ที่รับน้ำหนักจะแปลงค่าการถูกกด แปลงเป็นสัญญาณทางไฟฟ้า และส่งเข้าไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อแปลงเป็นค่าน้ำหนัก ซึ่งมีหน่วยเป็น กิโลกรัม (Kg) และจะมีเซนเซอร์วัดระยะทางอัลตราโซนิก HC-SRF04 ปล่อยคลื่นเสียงอัลตราโซนิกมายังผู้ใช้งาน โดยจะใช้เวลาในการเดินทางของคลื่นเสียง จากตัวส่งตกกระทบยังวัตถุ แล้วสะท้อนกลับมายังตัวรับแล้วนำค่าเวลามา คำนวณหาระยะทาง หรือความสูงของผู้ใช้งานมีหน่วยเป็น เซนติเมตร (cm) จากนั้นจะนำค่าน้ำหนัก และความสูง ของผู้ใช้งานที่ได้นำไปเปรียบเทียบกับ เกณฑ์ดัชนีมวลกาย (BMI) ของคนไทย เมื่อได้ค่าของน้ำหนัก, ความสูง และค่าดัชนีมวลกายของผู้ใช้งานแล้ว จะบันทึกข้อมูลทั้งหมดลงบนฐานข้อมูล (Database) เพื่อช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถติดตามผลการเปลี่ยนแปลงได้ โดยสามารถเรียกดูข้อมูลผ่านหน้าเว็บเบราว์เซอร์ได้

3.1.2 หลักการทำงานของระบบเดิม

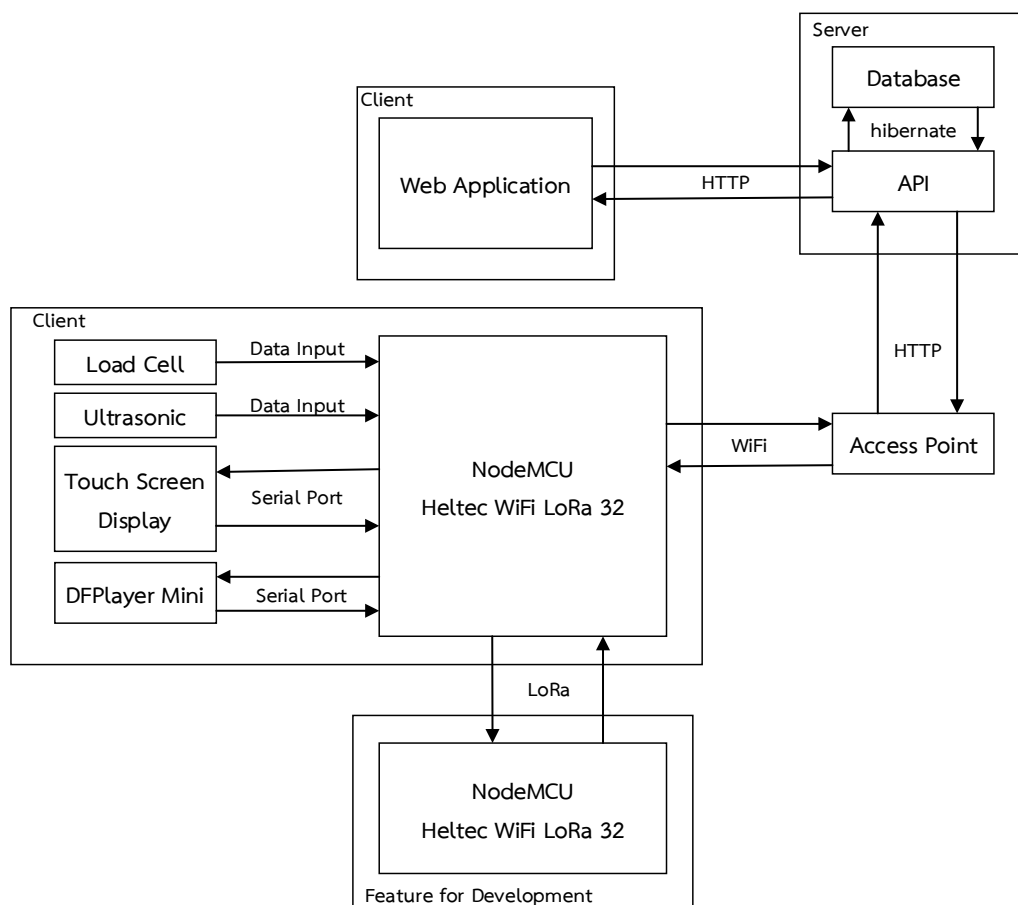
จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมา การทำงานของระบบโดยรวมจะมีการใช้อัลตราโซนิก (Ultrasonic), โหลดเซลล์ (Load Cell), คีย์แพด (Keypad) ทำการส่งสัญญาณมาที่ NodeMCU เพื่อทำการประมวลผล และทำการส่งข้อมูลเพื่อเก็บลงบนฐานข้อมูล (Database) ผ่าน Access Point ซึ่งเป็นตัวกลางในการรับ-ส่งข้อมูล ระหว่าง NodeMCU กับ Server โดย NodeMCU จะส่งค่าต่าง ๆ ไปยัง Server โดยใช้โปรโตคอล HTTP ในการส่งข้อมูลเพื่อทำการเก็บข้อมูลลงในฐานข้อมูล และเมื่อมีการร้องขอจาก Web Server จะเป็นตัวกลางที่จะนำข้อมูลจากฐานข้อมูลออกมาแสดงบนเว็บเบราว์เซอร์ ของผู้ใช้โดยสามารถเรียกดูค่าที่บันทึกไว้ผ่านทางเว็บเบราว์เซอร์ (Web Browser) ได้ ซึ่ง จะแสดงบล็อกไดอะแกรมหลักการทำงานของระบบเดิมตาม รูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมหลักการทำงานของระบบเดิม

3.1.3 หลักการทำงานของระบบใหม่

ในการทำงานของระบบจะเริ่มต้นด้วยการเลือกเมนูบนหน้าจอสัมผัส (Touch Screen) เมื่อถึงขั้นตอนการวัดค่า NodeMCU (Heltec WiFi LoRa 32) จะอ่านค่าจากโหลดเซลล์ (Load Cell) และ อัลตราโซนิก (Ultrasonic) เพื่อนำค่าที่ได้มาคำนวณค่าดัชนีมวลกายแล้วแสดงผลการคำนวณบนหน้าจอสัมผัส (Touch Screen) หากมีการกดปุ่มบันทึกค่าบนหน้าจอ NodeMCU (Heltec WiFi LoRa 32) จะส่งข้อมูลไปยัง API (Application Programming Interface) โดยใช้โปรโตคอล HTTP แล้วทำการบันทึกข้อมูลไว้ในฐานข้อมูล และหากเราใช้งานเว็บแอปพลิเคชันจะสามารถเรียกดูประวัติการใช้งานได้ นอกจากนี้ NodeMCU (Heltec WiFi LoRa 32) ยังสามารถสื่อสารข้อมูลแบบ LoRa ระหว่างกันและกันได้เป็นคุณสมบัติที่สามารถทำไปพัฒนาในอนาคตได้ หากมีการผลิตเครื่องหรือพัฒนาเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกายขึ้นมามากกว่า 1 เครื่อง ซึ่งจะแสดงบล็อกไดอะแกรมหลักการทำงานของระบบใหม่ตาม รูปที่ 3.2

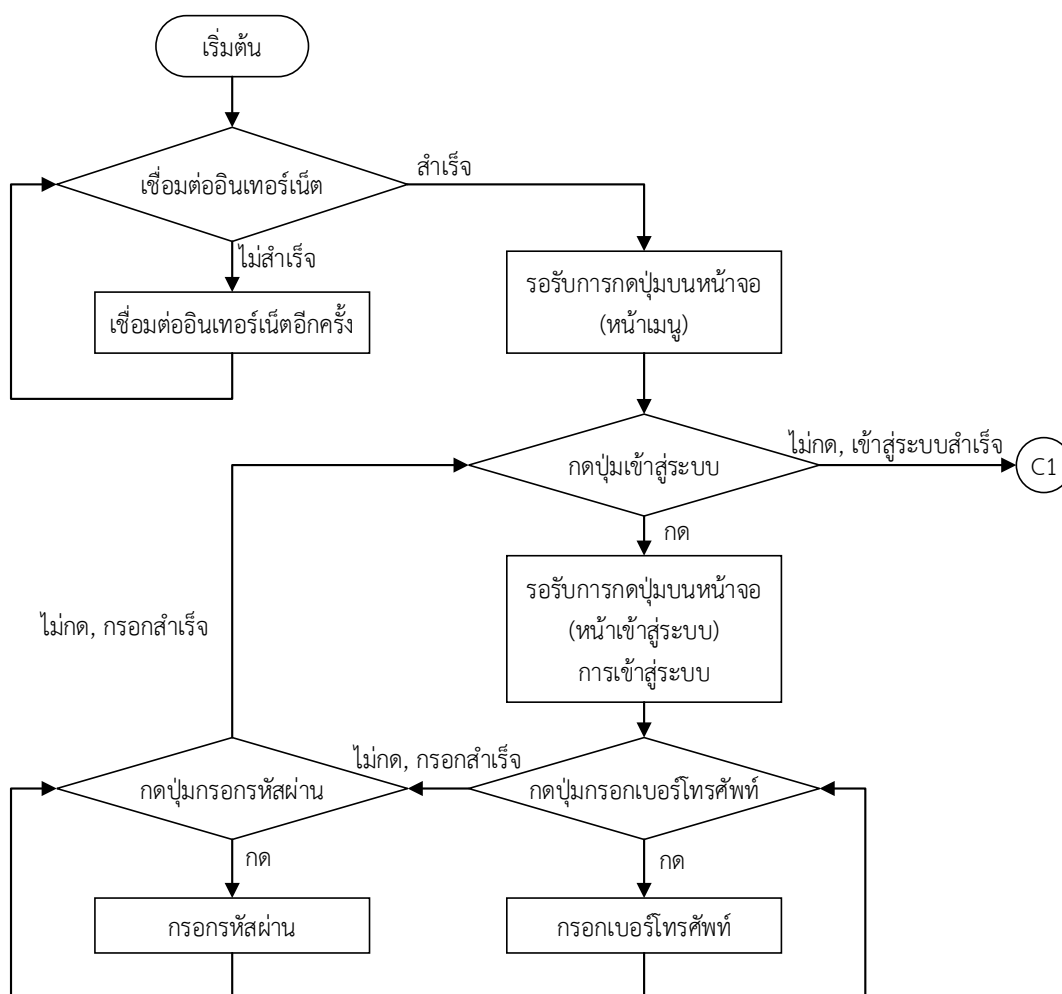


รูปที่ 3.2 บล็อกไดอะแกรมหลักการทำงานของระบบใหม่

3.2 การออกแบบเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกาย

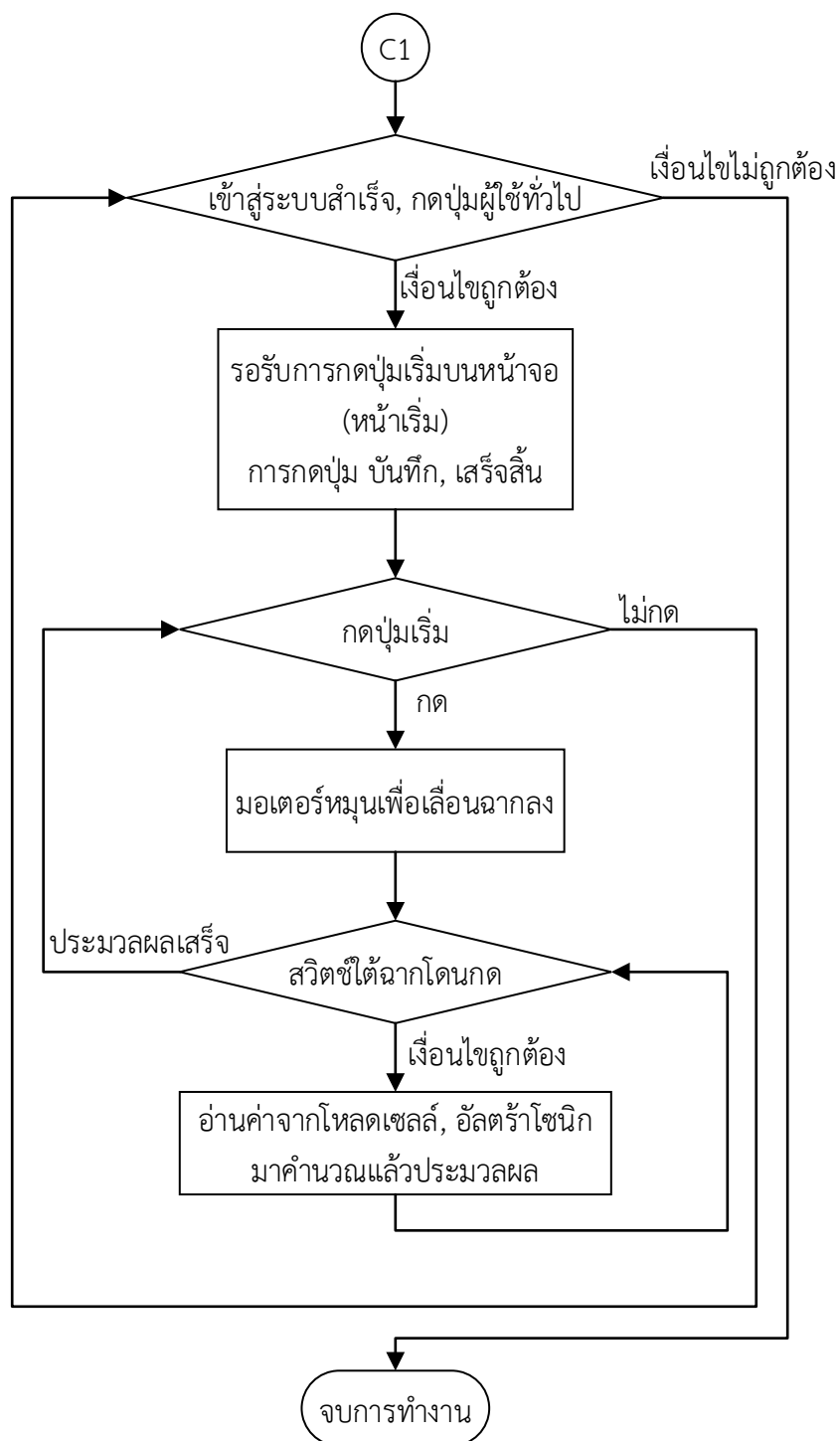
3.2.1 ภาพรวมการทำงานของเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกาย

ในการทำงานของเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกายจะมีโปรแกรมที่ใช้สำหรับการควบคุมการทำงานในส่วนต่าง ๆ ที่มีในระบบของเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกายโดยมีรูปแบบการทำงานหลัก ๆ ซึ่งจะแสดง Flow Chart การทำงานของโปรแกรมโดยรวม ดังรูปที่ 3.3 และรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.3 Flow Chart แสดงหลักการทำงานของโปรแกรมที่ใช้ควบคุมเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกาย

จากรูปที่ 3.3 เริ่มต้นโปรแกรมจะทำการตรวจสอบการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต หากเชื่อมต่อไม่สำเร็จโปรแกรมจะพยายามทำการเชื่อมต่ออีกครั้งจนสำเร็จ เมื่อเชื่อมต่อสำเร็จแล้วโปรแกรมจะรอรับค่าเมื่อมีการกดปุ่มบนหน้าจอสัมผัสในหน้าเมนู ถ้าผู้ใช้กดปุ่มเข้าสู่ระบบโปรแกรมจะรอรับค่าการกดปุ่มในหน้าเข้าสู่ระบบ หากกดช่องสำหรับกรอกเบอร์โทรศัพท์โปรแกรมจะทำงานในส่วนของการกรอกข้อมูลเบอร์โทรศัพท์เพื่อให้ผู้ใช้งานกรอกเบอร์โทรศัพท์จนครบแล้วกดตกลง หรือหากกดช่องสำหรับกรอกรหัสผ่านโปรแกรมจะทำงานในส่วนการกรอกรหัสผ่านเพื่อให้ผู้ใช้งานกรอกรหัสผ่านจนครบแล้วกดตกลง เมื่อกรอกข้อมูลครบแล้วผู้ใช้ทำการเข้าสู่ระบบจนสำเร็จโปรแกรมจะไปทำงานในส่วนถัดไป ในจุดเชื่อมต่อที่ 1 ของ Flow Chart ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 Flow Chart แสดงหลักการทำงานของโปรแกรมที่ใช้ควบคุมเครื่องวัดค่าดัชนีมลภาวะ (ต่อ)

จากรูปที่ 3.4 หากมีการกดปุ่มใช้งานผู้ใช้ทั่วไปหรือมีการเข้าสู่ระบบมาสำเร็จจากหน้าเข้าสู่ระบบ โปรแกรมจะรอรับการกดปุ่ม เริ่ม ในหน้าเริ่ม หากมีการกดปุ่มโปรแกรมจะสั่งงานให้มอเตอร์

หมุนเพื่อเลื่อนฉากวัดส่วนสูงลงมาเรื่อย ๆ จะกระทั่งฉากลื่อนมาโตรศีระยะแล้วทำให้สวิตซ์ที่ติดตั้งอยู่ใต้ฉาโกโดนกด เมื่อสวิตซ์โดนกดโปรแกรมจะทำการอ่านค่าจากโหนดเซลล์และอัลตราโซนิกมาคำนวณจนเสร็จสิ้นแล้วแสดงผลทางหน้าจอ เมื่อผู้ใช้งานกดปุ่มบันทึกข้อมูลหรือกดปุ่มเสร็จสิ้นโปรแกรมจะออกนอกกลุ่มแล้วจบการทำงาน

3.2.2 การเชื่อมต่ออุปกรณ์และโปรแกรมสำหรับควบคุมฮาร์ดแวร์

ในการทำงานของทั้งระบบจำเป็นต้องมีการเชื่อมต่อสัญญาณของอุปกรณ์ต่าง ๆ เข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถอ่านค่า ประมวลผลและแสดงผลข้อมูลที่ตรงตามความต้องการ ในหัวข้อนี้จะแสดงรายละเอียดการเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ และหลักการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมอุปกรณ์แต่ละชนิด มีดังนี้

3.2.2.1 การเชื่อมต่อโหนดเซลล์กับไมโครคอนโทรลเลอร์

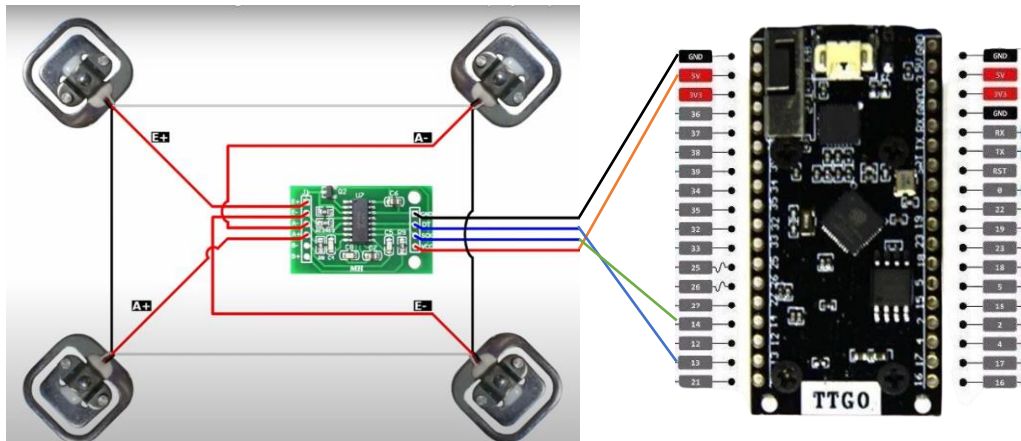
ในการเชื่อมต่อโหนดเซลล์กับไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่ออ่านค่าน้ำหนักจะอาศัยโมดูล HX711 ในการอ่านค่า โดยการต่อจะแสดงดังรูปที่ 3.5

1) การต่อโหนดเซลล์กับโมดูล HX711

| | | |
|----|--------|----|
| E+ | ต่อกับ | E+ |
| E- | ต่อกับ | E- |
| A- | ต่อกับ | A- |
| A+ | ต่อกับ | A+ |

2) การต่อโมดูล HX711 กับไมโครคอนโทรลเลอร์

| | | |
|-----|--------|-----|
| VCC | ต่อกับ | 5V |
| GND | ต่อกับ | GND |
| DT | ต่อกับ | 13 |
| SCK | ต่อกับ | 14 |



รูปที่ 3.5 การเชื่อมต่อโหลดเซลล์กับไมโครคอนโทรลเลอร์

3) โปรแกรมอ่านค่าจากโหลดเซลล์

สำหรับโปรแกรมอ่านค่าจากโหลดเซลล์จะเรียกใช้ไลบรารี HX711 กำหนดค่า DOUT ที่ขา 13 ค่า CLK ที่ขา 14 ค่า zero_factor เท่ากับ 120819 ค่า calibration_factor เท่ากับ 10740.00 และในฟังก์ชัน setup จะเซตค่าต่าง ๆ ที่ใช้ เมื่อมีการอ่านค่าจะเรียกใช้ฟังก์ชัน get_units_kg() เพื่ออ่านค่าน้ำหนักในหน่วยกิโลกรัม แสดงดังรูปที่ 3.6

```

1 #include <HX711.h>
2
3 HX711 scale;
4 #define DOUT 13
5 #define CLK 14
6 #define zero_factor 120819
7 float calibration_factor = 10740.00;
8 float get_units_kg();
9
10 void setup() {
11     Serial.begin(9600);
12     scale.begin(DOUT, CLK);
13     scale.set_scale(calibration_factor);
14     scale.set_offset(zero_factor);
15 }
16
17 void loop() {
18     float weight = get_units_kg();
19 }
20
21 float get_units_kg()
22 {
23     return (scale.get_units() * 0.45359237);
24 }

```

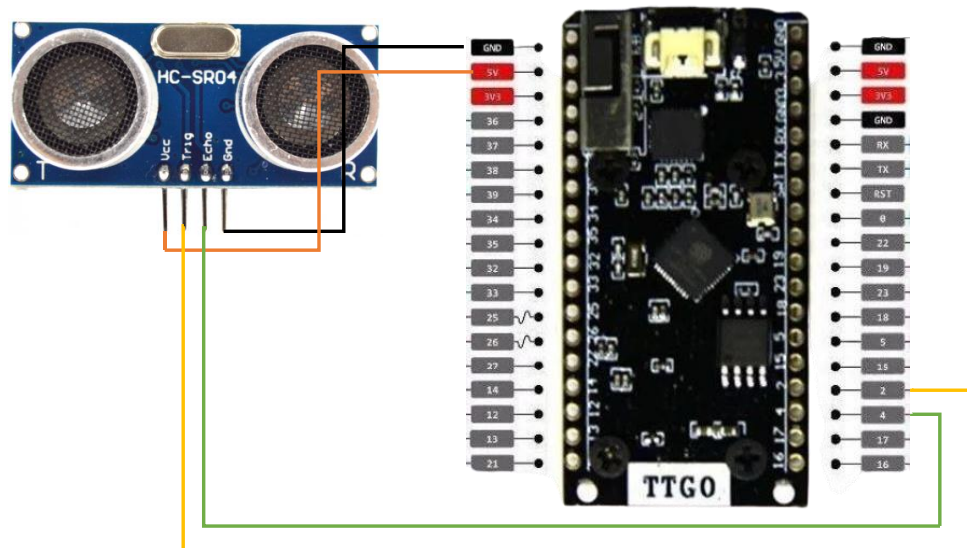
รูปที่ 3.6 โปรแกรมการอ่านค่าจากโหลดเซลล์

3.2.2.2 การเชื่อมต่ออัลตราโซนิกกับไมโครคอนโทรลเลอร์

การเชื่อมต่ออัลตราโซนิกกับไมโครคอนโทรลเลอร์ จะเชื่อมต่อโดยใช้ขาต่าง ๆ แสดงดังรูปที่ 3.7 พร้อมทั้งใช้โปรแกรมในการอ่านค่าจากอัลตราโซนิก มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) การต่ออัลตราโซนิกกับไมโครคอนโทรลเลอร์

| | | |
|------|--------|-----|
| Vcc | ต่อกับ | 5V |
| Gnd | ต่อกับ | GND |
| Trig | ต่อกับ | 2 |
| Echo | ต่อกับ | 4 |



รูปที่ 3.7 การเชื่อมต่ออัลตราโซนิกกับไมโครคอนโทรลเลอร์

2) โปรแกรมอ่านค่าจากอัลตราโซนิก

โปรแกรมอ่านค่าจากอัลตราโซนิกเริ่มจากการนำเข้าไลบรารี Ultrasonic จากนั้นกำหนดตัวแปร TRIG ให้ใช้ขา 2 ของไมโครคอนโทรลเลอร์และ ECHO ให้ใช้ขา 4 ในส่วนลูปจะเรียกใช้ Ranging(CM) ในการอ่านระยะทางในหน่วยเซนติเมตร แสดงดังรูปที่ 3.8

```

1 #include <Ultrasonic.h>
2
3 #define TRIG  2
4 #define ECHO  4
5
6 Ultrasonic distance(TRIG, ECHO);
7
8 void setup() {
9
10 }
11
12 void loop() {
13     float height = distance.Ranging(CM);
14 }

```

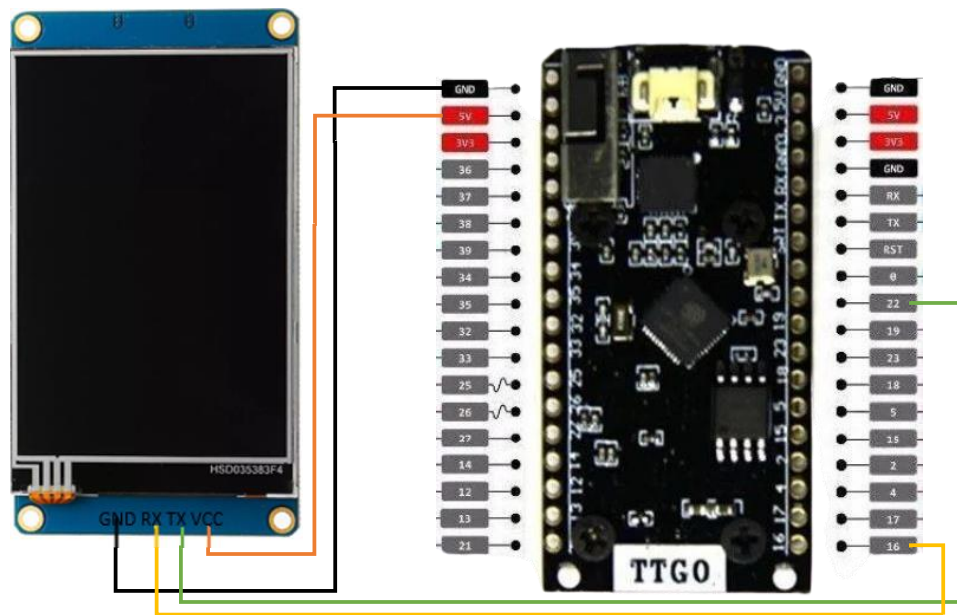
รูปที่ 3.8 โปรแกรมการอ่านค่าจากอัลตราโซนิก

3.2.2.3 การเชื่อมต่อหน้าจอสัมผัสกับไมโครคอนโทรลเลอร์

การเชื่อมต่อหน้าจอสัมผัสกับไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นจะเป็นการสื่อสารแบบใช้ Serial Port เชื่อมต่อกับหน้าจอสัมผัส แสดงดังรูปที่ 3.9 โดยจะกำหนด Serial Port ที่จะเชื่อมต่อได้ว่าใช้ขาไหน แสดงรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) การต่อหน้าจอสัมผัสกับไมโครคอนโทรลเลอร์

| | | |
|-----|--------|-----|
| VCC | ต่อกับ | 5V |
| GND | ต่อกับ | GND |
| RX | ต่อกับ | 16 |
| TX | ต่อกับ | 22 |



รูปที่ 3.9 การเชื่อมต่อหน้าจอสัมผัสกับไมโครคอนโทรลเลอร์

2) โปรแกรมสื่อสารข้อมูลกับหน้าจอสัมผัส

การสื่อสารข้อมูลกับหน้าจอสัมผัสนั้นมีการส่งและรับข้อมูล โดยโปรแกรมเริ่มต้นจากการนำเข้าไลบรารี Nextion จากนั้นในฟังก์ชัน setup จะกำหนดขาที่ใช้เชื่อมต่อแบบ Serial Port และในฟังก์ชัน loop จะแสดงตัวอย่าง การรอ่านค่าจากหน้าจอสัมผัสในบรรทัดที่ 11 การส่งคำสั่งเปลี่ยนหน้าจอในบรรทัดที่ 12 และคำสั่งแสดงผลในบรรทัดที่ 13 แสดงดังรูปที่ 3.10

```

1 #include <Nextion.h>
2
3 Nextion myNextion(Serial2, 9600);
4
5 void setup() {
6     Serial2.begin(9600, SERIAL_8N1, 22, 16);
7     myNextion.init();
8 }
9
10 void loop() {
11     String message = myNextion.listen();
12     myNextion.sendCommand("page welcome");
13     myNextion.setComponentText("t0", "Hello World!");
14 }

```

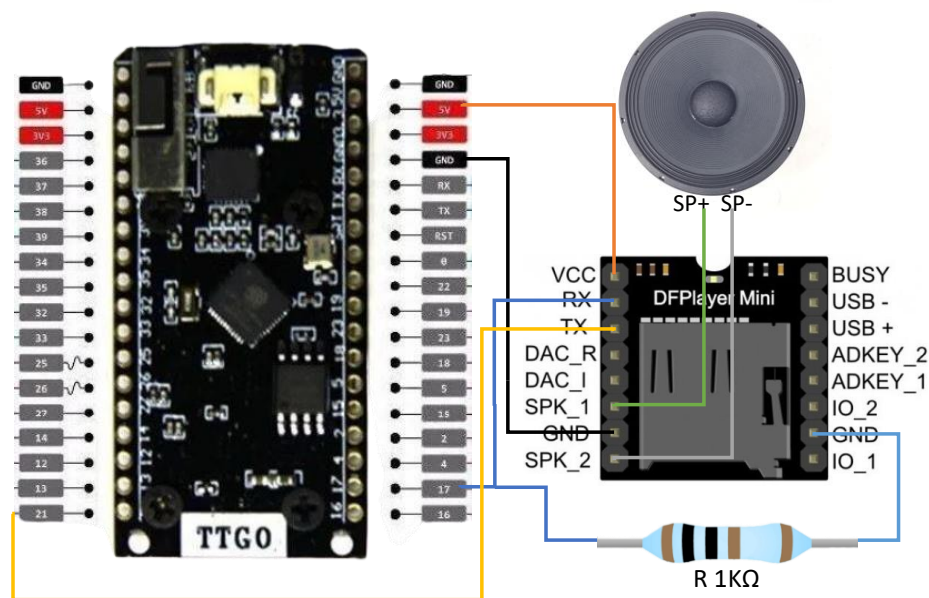
รูปที่ 3.10 โปรแกรมสื่อสารข้อมูลกับหน้าจอสัมผัส

3.2.2.4 การเชื่อมต่อโมดูลเล่นเสียงกับไมโครคอนโทรลเลอร์

โมดูลเล่นเสียง DFPlayer Mini สื่อสารกับไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้ Serial Port ที่กำหนดค่าเอง แสดงดังรูปที่ 3.11 โดยการเชื่อมต่อจะมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) การต่อโมดูลเล่นเสียงกับไมโครคอนโทรลเลอร์

| | | |
|-----|--------|-----|
| VCC | ต่อกับ | 5V |
| GND | ต่อกับ | GND |
| RX | ต่อกับ | 17 |
| TX | ต่อกับ | 21 |



รูปที่ 3.11 การเชื่อมต่อโมดูลเล่นเสียงกับไมโครคอนโทรลเลอร์

นอกจากจะต่อโมดูลเล่นเสียงกับไมโครคอนโทรลเลอร์แล้วยังต้องต่อตัวต้านทานค่า 1K โอห์ม ค่อมระหว่างขา RX และ GND ของโมดูลเล่นเสียง พร้อมกับต่อเข้ากับ Speaker จากขา SPK_1 และ SPK_2 ด้วย

2) โปรแกรมควบคุมโมดูลเล่นเสียง

ในการควบคุมการเล่นเสียงของโมดูล DFPlayer Mini ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ จะเริ่มต้นจากการนำเข้าไลบรารี DFRobotDFPlayerMini จากนั้นกำหนดชื่อออบเจกต์ของโมดูลและ

Serial Port ส่วนในฟังก์ชัน setup จะกำหนดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่จะใช้สื่อสารแบบ Serial Port และในฟังก์ชัน loop เป็นตัวอย่างการสั่งเล่นเสียง แสดงดังรูปที่ 3.12

```

1 #include <DFRobotDFPlayerMini.h>
2
3 DFRobotDFPlayerMini myDFPlayer;
4 HardwareSerial dfSerial(1);
5
6 void setup() {
7   dfSerial.begin(9600, SERIAL_8N1, 21, 17);
8 }
9
10 void loop() {
11   myDFPlayer.play(1);
12 }

```

รูปที่ 3.12 โปรแกรมควบคุมโมดูลเล่นเสียง

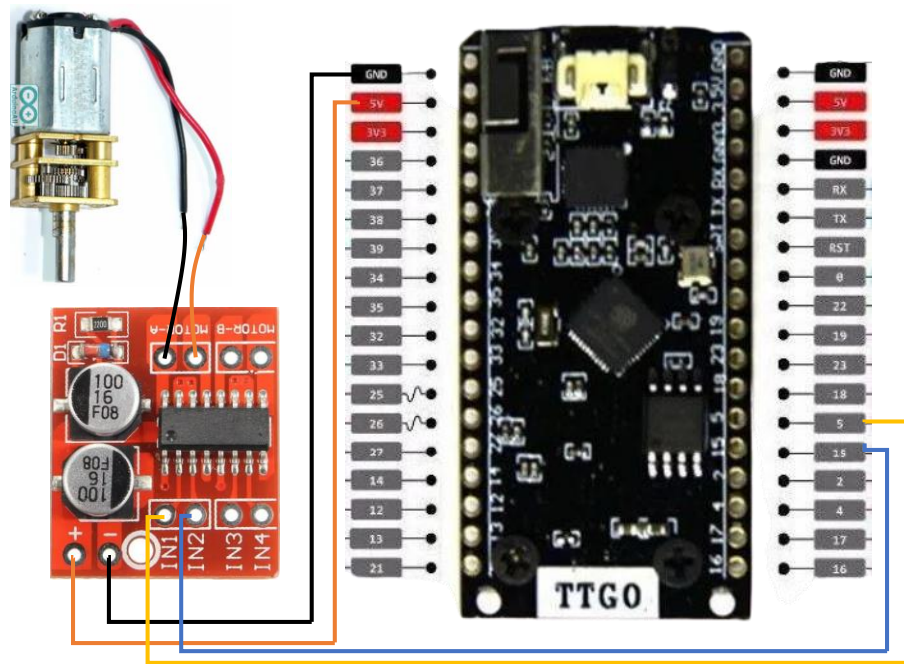
3.2.2.5 การเชื่อมต่อมอเตอร์กับไมโครคอนโทรลเลอร์

ในการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์กับมอเตอร์จะอาศัยโมดูล Mini298N ในการขับมอเตอร์ แสดงดังรูปที่ 3.13 โดยการเชื่อมต่อขาต่าง ๆ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) การต่อโมดูล Mini298N กับไมโครคอนโทรลเลอร์

| | | |
|------|--------|-----|
| VCC | ต่อกับ | 5V |
| GND | ต่อกับ | GND |
| INT1 | ต่อกับ | 5 |
| INT2 | ต่อกับ | 15 |

ในส่วนของการต่อมอเตอร์กับโมดูล Mini298N นั้น จะต่อที่ช่องสัญญาณขาออก MOTOR-A เนื่องจากสัญญาณขาเข้าเป็น INT1 และ INT2



รูปที่ 3.13 การเชื่อมต่อมอเตอร์กับไมโครคอนโทรลเลอร์

2) โปรแกรมควบคุมมอเตอร์

ในการควบคุมมอเตอร์ให้หมุนตามที่ต้องการนั้น จะประกาศตัวแปรเพื่อระบุขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่เชื่อมต่อกับมอเตอร์ จากนั้นในฟังก์ชัน setup จะกำหนดให้ขาที่ระบุเป็นสัญญาณขอกและในฟังก์ชัน loop จะเป็นตัวอย่างการสั่งให้มอเตอร์หมุน แสดงดังรูปที่ 3.14

```

1 const int slide_up = 5;
2 const int slide_do = 15;
3
4 void setup() {
5     pinMode(slide_up, OUTPUT);
6     pinMode(slide_do, OUTPUT);
7 }
8
9 void loop() {
10    digitalWrite(slide_do, HIGH);
11    digitalWrite(slide_up, LOW);
12 }

```

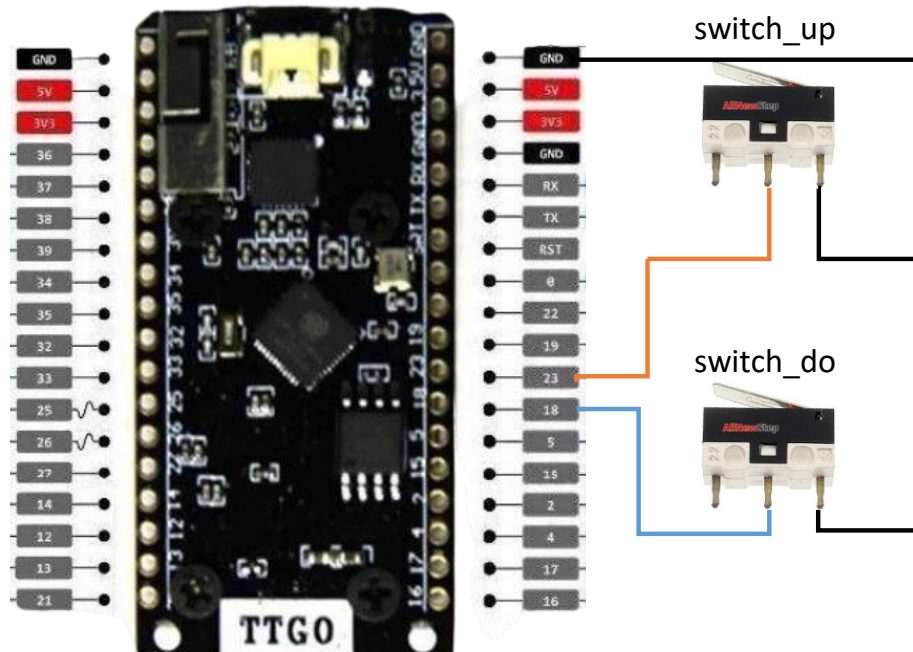
รูปที่ 3.14 โปรแกรมควบคุมมอเตอร์

3.2.2.6 การเชื่อมต่อสวิตช์กับไมโครคอนโทรลเลอร์

การเชื่อมต่อสวิตช์กับไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่ออ่านค่าสัญญาณขาเข้าจากสวิตช์นั้นจะต่อแบบคร่อม GND ให้สวิตช์คั่นระหว่าง GND และช่องสัญญาณขาเข้าของไมโครคอนโทรลเลอร์แสดงดังรูปที่ 3.15

1) การต่อสวิตช์กับไมโครคอนโทรลเลอร์

| | | |
|-----------|--------|----|
| switch_up | ต่อกับ | 23 |
| switch_do | ต่อกับ | 18 |



รูปที่ 3.15 การเชื่อมต่อสวิตช์กับไมโครคอนโทรลเลอร์

2) โปรแกรมอ่านค่าจากสวิตช์

ในการอ่านค่าจากสวิตช์นั้นจะกำหนดตัวแปรเพื่อทำการเชื่อมต่อเข้ากับขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ จากนั้นในฟังก์ชัน setup จะกำหนดให้โหมดให้เป็น INPUT_PULLUP เพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์อ่านสัญญาณเป็น HIGH ตลอด จนกว่าจะมีการกดสวิตช์ค่อยจะอ่านสัญญาณจาก GND เป็น LOW และในฟังก์ชัน loop จะเป็นการอ่านค่าจากสวิตช์ แสดงดังรูปที่ 3.16

```

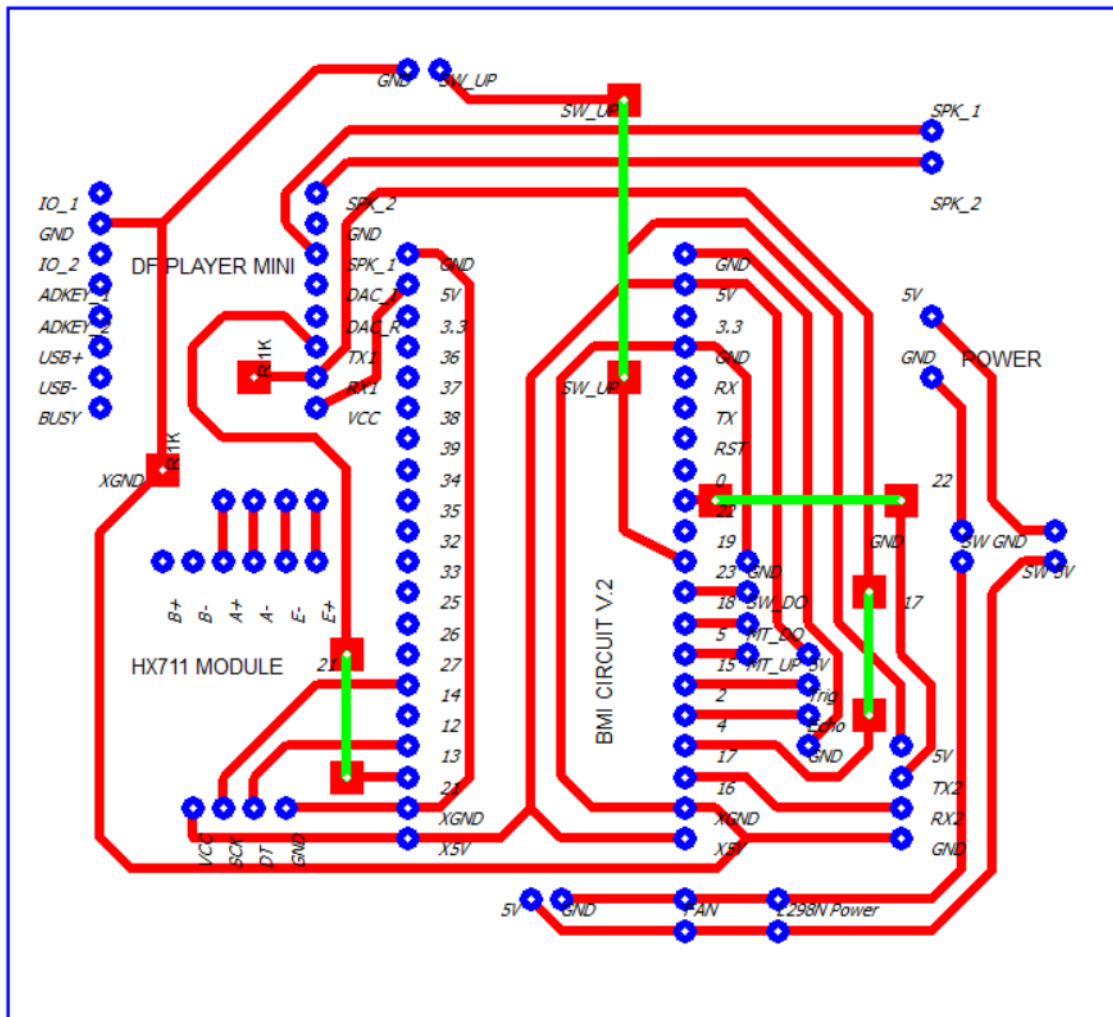
1 const int switch_up = 23;
2 const int switch_do = 18;
3
4 void setup() {
5   pinMode(switch_up, INPUT_PULLUP);
6   pinMode(switch_do, INPUT_PULLUP);
7 }
8
9 void loop() {
10  int sw_up = digitalRead(switch_up);
11  int sw_do = digitalRead(switch_do);
12 }

```

รูปที่ 3.16 โปรแกรมอ่านค่าสวิตช์

3.2.3 การออกแบบวงจรสำหรับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

เมื่อมีการทดสอบเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ เข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์แล้ว จากนั้นก็เขียนโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์และทดสอบจนโปรแกรมและอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ทำงานสอดคล้องกันมากที่สุด แต่ในการเชื่อมต่ออุปกรณ์หลาย ๆ ตัวเข้าด้วยกันจำเป็นต้องมีการโยงสายไฟจำนวนมาก ทำดูไม่เป็นระเบียบและดูไม่สวยงาม จึงได้ออกแบบลายวงจรอิเล็กทรอนิกส์ไว้สำหรับติดตั้งอุปกรณ์ทุก ๆ ตัวไว้ในบอร์ดแผ่นเดียว โดยจุดสีน้ำเงินที่เป็นวงกลมเป็นจุดสำหรับเสียบขาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แต่ละตัว จุดสีแดงที่เป็นสี่เหลี่ยมเป็นจุดสำหรับใช้สายไฟเชื่อมโยงข้ามลายวงจร เนื่องจากการลากวงจรมีจุดที่เส้นทองแดงข้ามไปหากันไม่ได้ เส้นสีแดงหมายถึงเส้นทองแดงที่เชื่อมต่ออุปกรณ์แต่ละตัวเข้าหากัน และเส้นสีเขียวหมายถึงสายไฟที่ใช้สำหรับโยงข้ามลายวงจร แสดงดังรูปที่ 3.17



รูปที่ 3.17 ลายวงจรอิเล็กทรอนิกส์

3.2.4 การออกแบบหน้าจอสัมผัส (Touch Screen)

ในระบบของเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกายนั้นเรียกได้ว่าการควบคุมจากหน้าจอสัมผัสเป็นส่วนมากทั้งการกดปุ่มต่าง ๆ และแสดงผลข้อมูล จึงได้ออกแบบหน้าจอให้มีความเหมาะสมต่อการใช้งาน โดยใช้โปรแกรม Nextion Editor ในการออกแบบ ซึ่งรายละเอียดของจอในหน้าต่าง ๆ มีดังนี้

3.2.4.1 หน้าจอยินดีต้อนรับ (welcome)

ในหน้าจอ “ยินดีต้อนรับ” จะแสดงข้อความบอกผู้ใช้งานว่า “แตะเพื่อใช้งาน” และแสดงรูปภาพมือที่มืนิ้วชี้แตะบนหน้าจอ เมื่อผู้ใช้งานทำการแตะที่หน้าจอสัมผัสแล้ว หน้าจอสัมผัสจะเปลี่ยนไปยังหน้า “เมนู” ตามรูปที่ 3.19 แสดงภาพประกอบหน้าจอสัมผัสในหน้า “ยินดีต้อนรับ” ดังรูปที่ 3.18



รูปที่ 3.18 แสดงหน้า “ยินดีต้อนรับ” บนหน้าจอสัมผัส

3.2.4.2 หน้าจอเมนู (menu)

ในหน้า “เมนู” เป็นหน้าสำหรับเลือกเมนูว่าจะใช้งานเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกายในฐานะผู้ใช้ทั่วไปหรือสมาชิก โดยจะแสดงผลเป็นปุ่มกดคำว่า “ผู้ใช้ทั่วไป” และอีกปุ่มเป็นคำว่า “เข้าสู่ระบบ” และในกรณีที่ยังไม่ได้เป็นสมาชิก จะแสดงข้อความว่า “สแกนเพื่อสมัครสมาชิก” อยู่บนคิวอาร์โค้ดที่สามารถเชื่อมโยงกับเว็บแอปพลิเคชัน ระบบบันทึกค่าดัชนีมวลกาย และด้านล่างของคิวอาร์โค้ดจะแสดงข้อความ เป็น URL ของ “www.ecpbmi.in.th” เพื่อไปยังระบบบันทึกค่าดัชนีมวลกาย เช่นเดียวกัน ในกรณีที่เข้าเว็บไซต์โดยไม่ได้สแกนคิวอาร์โค้ด แสดงดังรูปที่ 3.19



รูปที่ 3.19 แสดงหน้า “เมนู” บนหน้าจอสัมผัส

3.2.4.3 หน้าจอเริ่มต้น (start)

เมื่อมีการกดปุ่ม “ผู้ใช้ทั่วไป” บนหน้าเมนู หน้าจอสัมผัสจะถูกเปลี่ยนมายังหน้าจอเริ่มต้น หรือเมื่อมีการเข้าสู่ระบบสำเร็จก็จะมายังหน้าจอเริ่มต้นนี้เหมือนกัน โดยการออกแบบจะเป็นปุ่มกดรูปทรงวงกลมที่มีข้อความคำว่า “เริ่ม” แสดงอยู่สำหรับให้ผู้ใช้งานกดปุ่มเริ่มเพื่อทำการวัดค่าบนเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกาย และมีปุ่มกลับสู่หน้าหลักที่แสดงข้อความคำว่า “หน้าแรก” อยู่ด้านล่างปุ่ม “เริ่ม” แสดงดังรูปที่ 3.20



รูปที่ 3.20 แสดงหน้า “เริ่มต้น” บนหน้าจอสัมผัส

3.2.4.4 หน้าจอเข้าสู่ระบบ (login)

เมื่อมีการกดปุ่ม “เข้าสู่ระบบ” บนหน้าเมนู หน้าจอสัมผัสจะถูกเปลี่ยนมายังหน้าจอเข้าสู่ระบบ เพื่อรอการกรอกข้อมูลหมายเลขโทรศัพท์และรหัสผ่านในการเข้าสู่ระบบ โดยการออกแบบหน้าจอสัมผัสจะแสดงข้อความว่า “หมายเลขโทรศัพท์” บนช่องแสดงผลหมายเลขโทรศัพท์ และคำว่า “รหัสผ่าน” บนช่องแสดงผลรหัสผ่าน จากนั้นจะมีปุ่ม “เข้าสู่ระบบ” เพื่อกดเข้าสู่ระบบ และปุ่ม “ย้อนกลับ” เพื่อย้อนกลับไปยังหน้าเมนู แสดงดังรูปที่ 3.21

หมายเลขโทรศัพท์

รหัสผ่าน

เข้าสู่ระบบ

ย้อนกลับ

รูปที่ 3.21 แสดงหน้า “เข้าสู่ระบบ” บนหน้าจอสัมผัส

3.2.4.5 หน้าจอกรอกหมายเลขโทรศัพท์ (input_username)

ในหน้าจอ “กรอกหมายเลขโทรศัพท์” การออกแบบหน้าจอสัมผัสจะแสดงข้อความว่า “หมายเลขโทรศัพท์” บนช่องแสดงผลหมายเลขโทรศัพท์ และจะมีปุ่มกดหมายเลขตั้งแต่เลข 0 ถึง เลข 9 พร้อมกับปุ่มแก้ไขข้อมูลและปุ่มตกลง เมื่อมีการกดตัวเลขหน้าจอจะแสดงผลตัวเลขที่กด ขึ้นมาบนช่องแสดงผล หากมีการกดปุ่ม “แก้ไข” จะล้างข้อมูลทั้งหมดออกไปเพื่อให้กรอกข้อมูลใหม่ และกดปุ่ม “ตกลง” เพื่อยืนยัน แสดงดังรูปที่ 3.22

หมายเลขโทรศัพท์

1 2 3

4 5 6

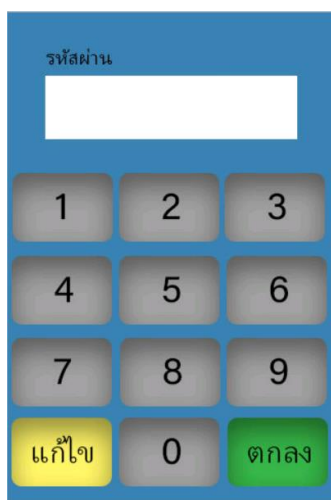
7 8 9

แก้ไข 0 ตกลง

รูปที่ 3.22 แสดงหน้า “กรอกหมายเลขโทรศัพท์” บนหน้าจอสัมผัส

3.2.4.6 หน้าจกรอกรหัสผ่าน (input_password)

ในหน้าจอ “กรอกรหัสผ่าน” การออกแบบหน้าจอสัมผัสจะแสดงข้อความว่า “รหัสผ่าน” บนช่องแสดงผลรหัสผ่าน และจะมีปุ่มกดหมายเลขตั้งแต่เลข 0 ถึง เลข 9 พร้อมกับปุ่มแก้ไขข้อมูลและปุ่มตกลง เมื่อมีการกดตัวเลขหน้าจอจะแสดงผลตัวเลขที่กด ขึ้นมาบนช่องแสดงผล หากมีการกดปุ่ม “แก้ไข” จะล้างข้อมูลทั้งหมดออกไปเพื่อให้กรอกข้อมูลใหม่ และกดปุ่ม “ตกลง” เพื่อยืนยัน แสดงดังรูปที่ 3.23



รูปที่ 3.23 แสดงหน้า “กรอกรหัสผ่าน” บนหน้าจอสัมผัส

3.2.4.7 หน้าจอกำลังเข้าสู่ระบบ (onlogin)

เมื่อมีการกดปุ่ม เข้าสู่ระบบ บนหน้าเข้าสู่ระบบ หน้าจอสัมผัสจะแสดงหน้า กำลังเข้าสู่ระบบ เป็นหน้าจอที่มีข้อความบอกเป็นคำว่า “กำลังเข้าสู่ระบบ” และมีไอคอนเป็นรูปภาพที่มีลักษณะเหมือนการหมุน แสดงดังรูปที่ 3.24



รูปที่ 3.24 แสดงหน้า “กำลังเข้าสู่ระบบ” บนหน้าจอสัมผัส

3.2.4.8 หน้าจอไม่มีผู้ใช้ในระบบ (status_nouser)

หลังจากระบบตรวจสอบข้อมูลชื่อผู้ใช้และรหัสผ่าน หากไม่เจอข้อมูลชื่อผู้ใช้ในฐานข้อมูล หน้าจอสัมผัสจะแสดงหน้า “ไม่มีผู้ใช้ในระบบ” โดยการออกแบบหน้าจอนี้จะแสดงข้อความว่า “ไม่มีผู้ใช้ในระบบ” มีไอคอนรูปคนและแว่นขยายที่มีเครื่องหมายคำถาม บ่งบอกว่าหาบุคคลไม่เจอ และมีปุ่มกด “ย้อนกลับ” เพื่อกดกลับไปหน้าเข้าสู่ระบบ แสดงดังรูปที่ 3.25



รูปที่ 3.25 แสดงหน้า “ไม่มีผู้ใช้ในระบบ” บนหน้าจอสัมผัส

3.2.4.9 หน้าจอรหัสผ่านไม่ถูกต้อง (status_nopass)

หลังจากระบบตรวจสอบข้อมูลชื่อผู้ใช้และรหัสผ่าน หากเจอข้อมูลชื่อผู้ใช้ในฐานข้อมูล แต่ตรวจสอบไม่เจอรหัสผ่าน หน้าจอสัมผัสจะแสดงหน้า “รหัสผ่านไม่ถูกต้อง” โดยการออกแบบหน้าจอนี้จะแสดงข้อความว่า “รหัสผ่านไม่ถูกต้อง” มีไอคอนรูปวงกลมมีกากบาทอยู่ตรงกลาง บ่งบอกถึงความผิดพลาด และมีปุ่มกด “ย้อนกลับ” เพื่อกดกลับไปหน้าเข้าสู่ระบบ แสดงดังรูปที่ 3.26



รูปที่ 3.26 แสดงหน้า “รหัสผ่านไม่ถูกต้อง” บนหน้าจอสัมผัส

3.2.4.10 หน้าจอฐานข้อมูลยังไม่เปิดให้บริการ (status_noapi)

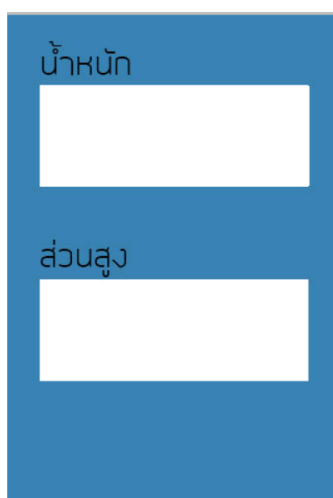
เมื่อมีการกด เข้าสู่ระบบ แล้วระบบไม่สามารถเรียกไปยัง API ได้ หน้าจอสัมผัสจะแสดงหน้า “ฐานข้อมูลยังไม่เปิดให้บริการ” โดยการออกแบบหน้าจอนี้จะแสดงข้อความว่า “ระบบฐานข้อมูลยังไม่เปิดให้บริการ” มีไอคอนรูปฐานข้อมูลและเครื่องหมายเตือน บ่งบอกถึงความผิดพลาด และมีปุ่มกด “ย้อนกลับ” เพื่อกดกลับไปหน้าเข้าสู่ระบบ แสดงดังรูปที่ 3.27



รูปที่ 3.27 แสดงหน้า “ฐานข้อมูลยังไม่เปิดให้บริการ” บนหน้าจอสัมผัส

3.2.4.11 หน้าจอคำนวณ (calculate)

เมื่อมีการกดปุ่มเริ่มต้นจากหน้า เริ่มต้น หน้าจอสัมผัสจะมายังหน้า คำนวณ ในหน้านี้การออกแบบหน้าจอจะมีช่องแสดงผลข้อมูล 2 ช่อง คือช่องแสดงค่าน้ำหนักที่อ่านได้จากโหลดเซลล์ และบนช่องแสดงค่าน้ำหนักจะมีข้อความบอกว่า “น้ำหนัก” เพื่อบ่งบอกว่าช่องนี้แสดงผลเป็นตัวเลขของค่าน้ำหนักที่อ่านได้ และมีช่องแสดงค่าส่วนสูงที่อ่านได้จากอัลตราโซนิก และบนช่องแสดงค่าส่วนสูงจะมีข้อความบอกว่า “ส่วนสูง” เพื่อบ่งบอกว่าช่องนี้แสดงผลเป็นตัวเลขของค่าส่วนสูงที่อ่านได้ แสดงดังรูปที่ 3.28



รูปที่ 3.28 แสดงหน้า “คำนวณ” บนหน้าจอสัมผัส

3.2.4.12 หน้าจอแสดงข้อมูลของผู้ใช้ทั่วไป (nouser_show)

เมื่อมีการชั่งน้ำหนักและวัดส่วนสูงในหน้าคำนวณเสร็จแล้ว จะสรุปข้อมูลทั้งหมดที่วัดได้ พร้อมทั้งแสดงค่าดัชนีมวลกายและเกณฑ์ที่วัดได้ โดยจะมีช่องแสดงผลข้อมูลจำนวน 4 ช่อง คือช่อง น้ำหนัก ส่วนสูง BMI และเกณฑ์ โดยเกณฑ์ต่าง ๆ จะแบ่งออกเป็นตัวเลขคือ 1 2 3 และ 4 บ่งบอกว่าเกณฑ์ 1 คือ ผอม เกณฑ์ 2 คือ ปกติ เกณฑ์ 3 คือ อ้วน และเกณฑ์ 4 คืออ้วนมาก ส่วนล่างสุดของหน้าจอสัมผัสจะเป็นปุ่มกด “เสร็จสิ้น” เพื่อสิ้นสุดการทำงาน แสดงดังรูปที่ 3.29

รูปที่ 3.29 แสดงหน้า “แสดงข้อมูลของผู้ใช้ทั่วไป” บนหน้าจอสัมผัส

3.2.4.13 หน้าจอแสดงข้อมูลของสมาชิก (user_show)

เมื่อมีการชั่งน้ำหนักและวัดส่วนสูงในหน้าคำนวณเสร็จแล้ว จะสรุปข้อมูลทั้งหมดที่วัดได้ พร้อมทั้งแสดงค่าดัชนีมวลกายและเกณฑ์ที่วัดได้ โดยจะมีช่องแสดงผลข้อมูลจำนวน 4 ช่อง คือช่อง น้ำหนัก ส่วนสูง BMI และเกณฑ์ โดยเกณฑ์ต่าง ๆ จะแบ่งออกเป็นตัวเลขคือ 1 2 3 และ 4 บ่งบอกว่าเกณฑ์ 1 คือ ผอม เกณฑ์ 2 คือ ปกติ เกณฑ์ 3 คือ อ้วน และเกณฑ์ 4 คืออ้วนมาก ส่วนล่างสุดของหน้าจอสัมผัสจะเป็นปุ่มกด “เสร็จสิ้น” เพื่อสิ้นสุดการทำงาน และปุ่มบันทึกสำหรับบันทึกข้อมูลไปยังฐานข้อมูล แสดงดังรูปที่ 3.30

รูปที่ 3.30 แสดงหน้า “แสดงข้อมูลของสมาชิก” บนหน้าจอสัมผัส

3.2.4.14 หน้าจอกำลังบันทึกข้อมูล (onsave)

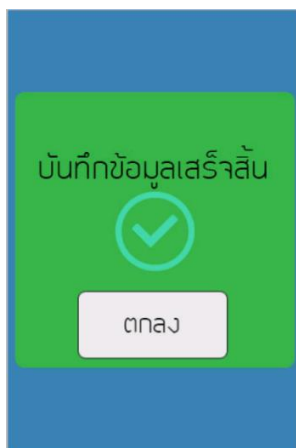
เมื่อมีการกดปุ่ม บันทึก บนหน้าแสดงข้อมูลสมาชิก หน้าจอสัมผัสจะแสดงหน้าจอ กำลังบันทึกข้อมูล เป็นหน้าจอที่มีข้อความบอกเป็นคำว่า “กำลังบันทึกข้อมูล” และมีไอคอนเป็นรูปภาพที่มีลักษณะเหมือนการหมุน แสดงดังรูปที่ 3.31



รูปที่ 3.31 แสดงหน้า “กำลังบันทึกข้อมูล” บนหน้าจอสัมผัส

3.2.4.15 หน้าจอบันทึกข้อมูลเสร็จสิ้น (save_success)

หากทำการบันทึกข้อมูลลงไปในฐานะข้อมูลสำเร็จ หน้าจอสัมผัสจะแสดงหน้าบันทึกข้อมูลเสร็จสิ้น โดยหน้าจอจะแสดงเป็นข้อความที่มีคำว่า “บันทึกข้อมูลเสร็จสิ้น” พร้อมกับไอคอนที่เป็นรูปเครื่องหมาย ถูกต้อง และมีปุ่มกด “ตกลง” เพื่อสิ้นสุดการทำงาน แสดงดังรูปที่ 3.32



รูปที่ 3.32 แสดงหน้า “บันทึกข้อมูลเสร็จสิ้น” บนหน้าจอสัมผัส

3.2.4.16 หน้าจอกำลังเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต (connected)

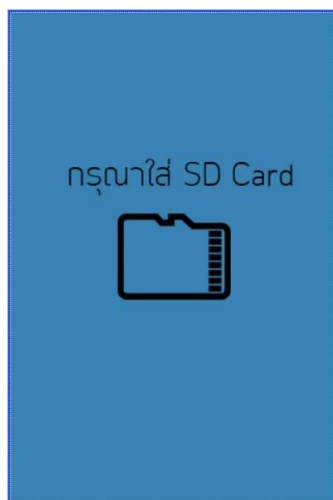
หน้าจอ กำลังเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต เป็นแสดงข้อความว่า “กำลังเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต” พร้อมไอคอนประกอบเป็นรูปสัญญาณ โดยหน้านี้จะแสดงเมื่อเริ่มต้นการเปิดเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกายและเมื่ออินเทอร์เน็ตขาดการเชื่อมต่อระหว่างการทำงาน แสดงดังรูปที่ 3.33



รูปที่ 3.33 แสดงหน้า “กำลังเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต” บนหน้าจอสัมผัส

3.2.4.17 หน้าจอกรุณาใส่ SD Card (sdcard)

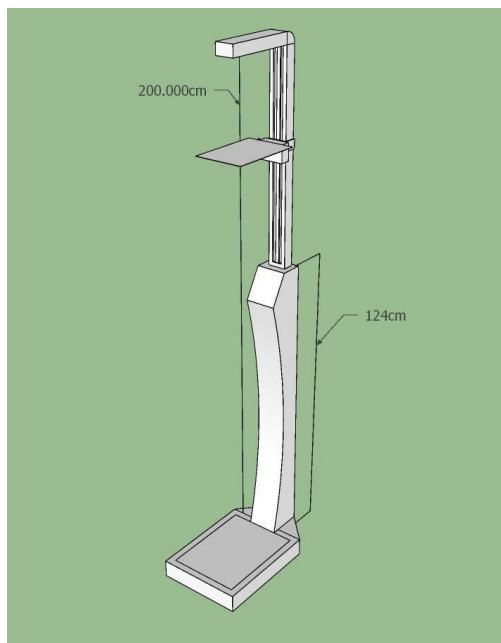
หน้าจอกรุณาใส่ SD Card เป็นหน้าที่จะแสดงเมื่อเปิดเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกายแล้วไม่ได้ใส่ SD Card เข้าไปในโมดูลเล่นเสียง โดยการแสดงหน้าจอจะมีคำว่า “กรุณาใส่ SD Card” และมีไอคอนรูป SD Card แสดงอยู่ ดังรูปที่ 3.34



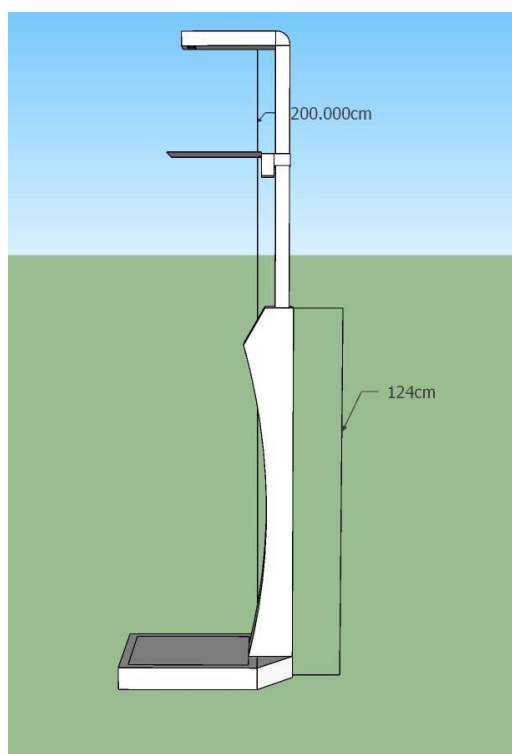
รูปที่ 3.34 แสดงหน้า “กรุณาใส่ SD Card” บนหน้าจอสัมผัส

3.2.5 การออกแบบตัวเครื่อง

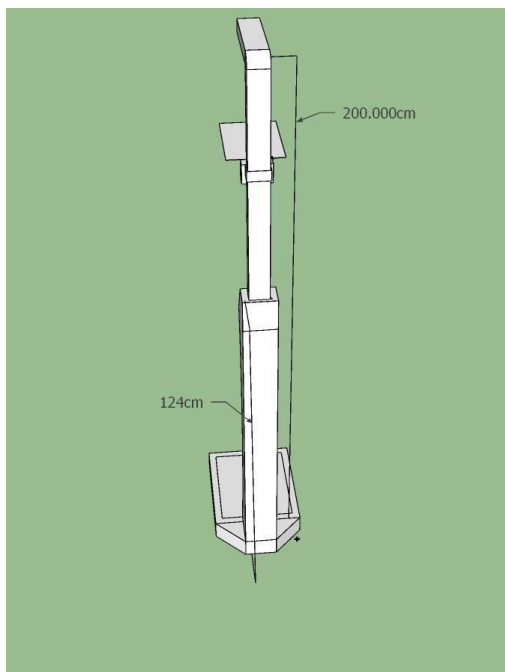
ในการออกแบบตัวเครื่อง ของเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกายจะออกแบบโดยใช้โครงสร้างพื้นฐานเป็นหลักตั้งแต่ฐานกรอบตัวโพลดเซลล์ เสาดตรงกลาง ไปจนถึงเหล็กที่ยื่นออกมาสำหรับติดอัลตราโซนิก ในส่วนของเค้าโครงจะใช้ไฟเบอร์กลาสในการออกแบบในส่วนโค้งต่าง ๆ เพื่อให้ตัวเครื่องมีความสวยงาม และตรงกลางของเสาส่วนบนจะติดรางสำหรับเฟืองเพื่อให้กล่องของฉากวัดส่วนสูงเลื่อนขึ้นลงได้ โดยแผ่นที่ใช้เป็นฉากจะเป็นพลาสติกแบบอ่อนและบางเพื่อให้มีน้ำหนักเบาที่สุดและไม่ทำให้ฉากเลื่อนลงมาเอง แสดงรูปการออกแบบตัวเครื่อง ของเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกาย ดังรูปที่ 3.35 รูปที่ 3.36 และรูปที่ 3.37



รูปที่ 3.35 แสดงแบบตัวเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกายด้านหน้า



รูปที่ 3.36 แสดงแบบตัวเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกายด้านข้าง



รูปที่ 3.37 แสดงแบบตัวเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกายด้านหลัง

3.3 การออกแบบเว็บแอปพลิเคชัน

3.3.1 การวิเคราะห์ระบบ

ระบบบันทึกค่าดัชนีมวลกาย เป็นระบบที่ใช้สำหรับบันทึกค่า น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย สถานที่ของเครื่อง วันที่วัดค่า และเกณฑ์ ที่วัดได้จากเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกายลงในฐานข้อมูล โดยระบบจะสามารถให้ผู้ใช้งานกรอกข้อมูลเพื่อสมัครสมาชิกแล้วนำชื่อผู้ใช้ (หมายเลขโทรศัพท์) และรหัสผ่านไปทำการเข้าสู่ระบบบนเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกายเพื่อเก็บประวัติการใช้งาน จากนั้นจะสามารถเข้าสู่ระบบบนเว็บเบราว์เซอร์เพื่อดูประวัติการใช้งานย้อนหลังได้ โดยจะแสดงค่าของข้อมูลที่วัดได้ในหน้าหลัก (home-page) โดยการแสดงจะแสดงข้อมูลการวัดค่าครั้งล่าสุดก่อนและเรียงค่าในครั้งก่อนมาเรื่อย ๆ และในหน้านี้ยังแสดงข้อมูลส่วนตัวของผู้ใช้ อีกทั้งระบบนี้ยังมีหน้าแก้ไขข้อมูลส่วนตัว (edit-page) สำหรับให้ผู้ใช้งานแก้ไขข้อมูลส่วนตัว

3.3.2 ภาพรวมระบบ

การใช้งานระบบบันทึกค่าดัชนีมวลกายเป็นระบบสำหรับผู้ใช้งาน แสดงดังรูปที่ 3.38 โดยผู้ใช้งานมีบทบาทที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานระบบดังนี้

3.3.2.1 สมัครสมาชิก

ผู้ใช้งานสามารถสมัครสมาชิกได้โดยการกรอกข้อมูลส่วนตัวให้ครบทุกช่องและใช้เบอร์โทรศัพท์เป็น ชื่อผู้ใช้ สำหรับการใช้งานระบบ

3.3.2.2 เข้าสู่ระบบ

เมื่อสมัครสมาชิกแล้วผู้ใช้งานสามารถเข้าสู่ระบบได้โดยกรอกเบอร์โทรศัพท์ที่ได้สมัครและรหัสผ่านในการเข้าสู่ระบบ

3.3.2.3 ดูข้อมูลส่วนตัว

ผู้ใช้งานสามารถดูข้อมูลส่วนตัวได้ในหน้าหลักของเว็บแอปพลิเคชันหลังจากการเข้าสู่ระบบแล้ว

3.3.2.4 ดูประวัติการใช้งานเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกาย

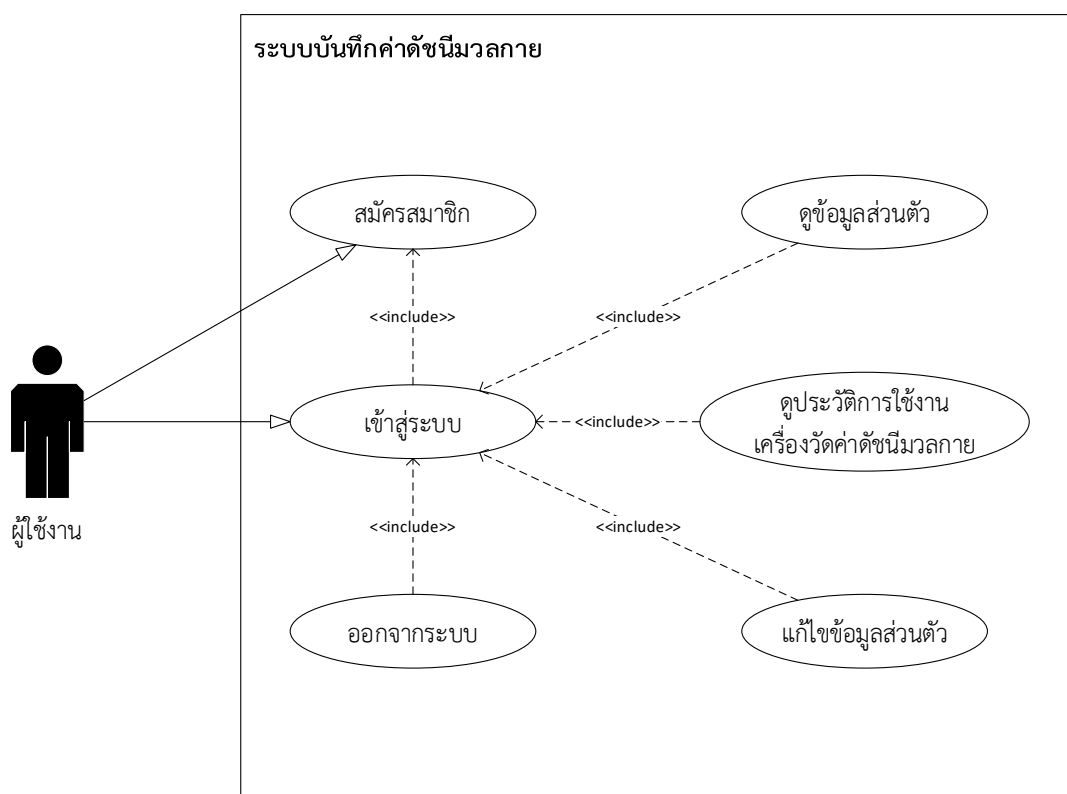
ผู้ใช้งานสามารถดูประวัติการใช้งานเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกายได้ในหน้าหลักของเว็บแอปพลิเคชันหลังจากการเข้าสู่ระบบแล้ว

3.3.2.5 แก้ไขข้อมูลส่วนตัว

ผู้ใช้งานสามารถแก้ไขข้อมูลส่วนตัวได้หลังจากเข้าสู่ระบบแล้ว โดยการแก้ไขข้อมูลส่วนตัวจะทำในหน้า แก้ไขข้อมูลส่วนตัว

3.3.2.6 ออกจากระบบ

หลังจากการเข้าสู่ระบบและใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน ผู้ใช้งานสามารถทำการออกจากระบบได้โดยการกดปุ่ม ออกจากระบบ



รูปที่ 3.38 แสดง Use Case Diagram ระบบบันทึกค่าดัชนีมวลกาย

ตารางที่ 3.1 แสดง Use Case Description ในส่วน สมัครสมาชิก

| | |
|------------------|--|
| Use Case ID | 1 |
| Use Case Title | สมัครสมาชิก |
| Primary Actor | ผู้ใช้งาน |
| Main Flow | กรอกข้อมูลส่วนตัวเพื่อทำการสมัครสมาชิก |
| Exceptional Flow | หากกรอก เบอร์โทรศัพท์ ซ้ำ จะแจ้งเตือน “หมายเลขนี้ถูกลงทะเบียนแล้ว” |

ตารางที่ 3.2 แสดง Use Case Description ในส่วน เข้าสู่ระบบ

| | |
|------------------|--|
| Use Case ID | 2 |
| Use Case Title | เข้าสู่ระบบ |
| Primary Actor | ผู้ใช้งาน |
| Main Flow | กรอกเบอร์โทรศัพท์และรหัสผ่านเพื่อเข้าสู่ระบบ |
| Exceptional Flow | หากไม่ได้ลงทะเบียนไว้ จะแจ้ง “ไม่มีผู้ใช้” และรหัสผ่านผิดจะแจ้ง “รหัสผ่านไม่ถูกต้อง” |

ตารางที่ 3.3 แสดง Use Case Description ในส่วน ดูข้อมูลส่วนตัว

| | |
|------------------|---------------------------|
| Use Case ID | 3 |
| Use Case Title | ดูข้อมูลส่วนตัว |
| Primary Actor | ผู้ใช้งาน |
| Main Flow | ดูข้อมูลส่วนตัวในหน้าหลัก |
| Exceptional Flow | |

ตารางที่ 3.4 แสดง Use Case Description ในส่วน ดูประวัติการใช้งานเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกาย

| | |
|------------------|--|
| Use Case ID | 4 |
| Use Case Title | ดูประวัติการใช้งานเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกาย |
| Primary Actor | ผู้ใช้งาน |
| Main Flow | ดูประวัติค่าน้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย สถานที่ใช้งาน วันที่ใช้งาน และ เกณฑ์ของร่างกาย ในหน้าหลัก |
| Exceptional Flow | |

ตารางที่ 3.5 แสดง Use Case Description ในส่วน แก้ไขข้อมูลส่วนตัว

| | |
|------------------|--|
| Use Case ID | 5 |
| Use Case Title | แก้ไขข้อมูลส่วนตัว |
| Primary Actor | ผู้ใช้งาน |
| Main Flow | แก้ไขข้อมูลส่วนตัว โดยการกรอกรหัสผ่านยืนยันในการแก้ไข |
| Exceptional Flow | หากรหัสไม่ถูกต้องจะแจ้ง “รหัสผ่านไม่ถูกต้อง” และระบบจะไม่แก้ไขข้อมูล |

ตารางที่ 3.6 แสดง Use Case Description ในส่วน ออกจากระบบ

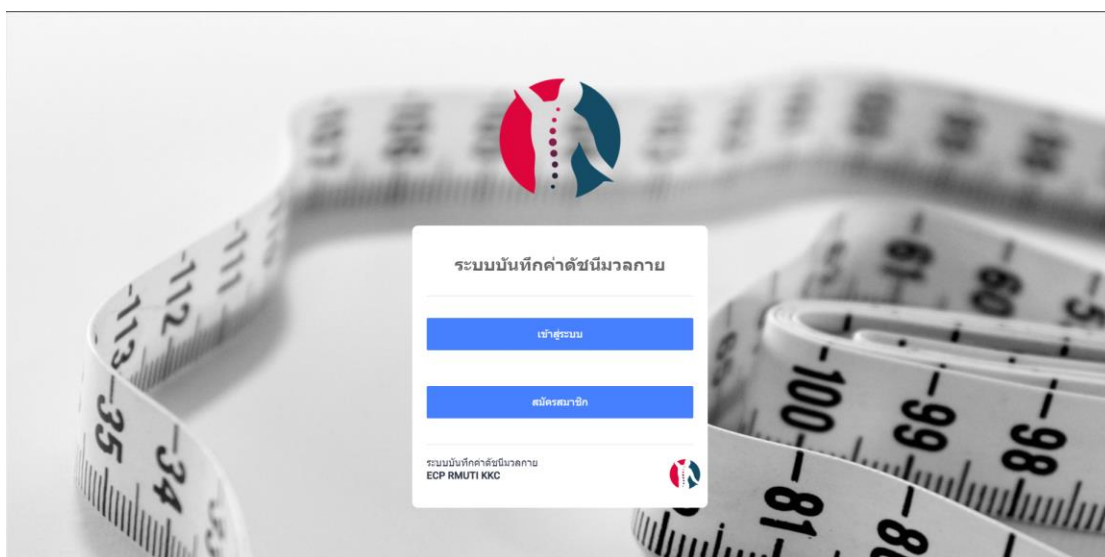
| | |
|------------------|------------|
| Use Case ID | 6 |
| Use Case Title | ออกจากระบบ |
| Primary Actor | ผู้ใช้งาน |
| Main Flow | ออกจากระบบ |
| Exceptional Flow | |

3.3.3 การออกแบบหน้าจอ

เว็บแอปพลิเคชันที่ออกแบบให้สามารถใช้งานได้กับเว็บเบราว์เซอร์ Google Chrome และ Microsoft Edge โดยหน้าเว็บแอปพลิเคชันต่าง ๆ จะมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.3.3.1 หน้าแรก (auth/home)

ในหน้าแรกของเว็บแอปพลิเคชันจะมีปุ่ม 2 ปุ่ม คือปุ่มเข้าสู่ระบบและปุ่มสมัครสมาชิกเมื่อทำการกดแต่ละปุ่มก็จะเปลี่ยนหน้าไปยังหน้าที่กำหนด แสดงดังรูปที่ 3.39



รูปที่ 3.39 แสดงหน้าแรกของระบบบันทึกค่าดัชนีมวลกาย

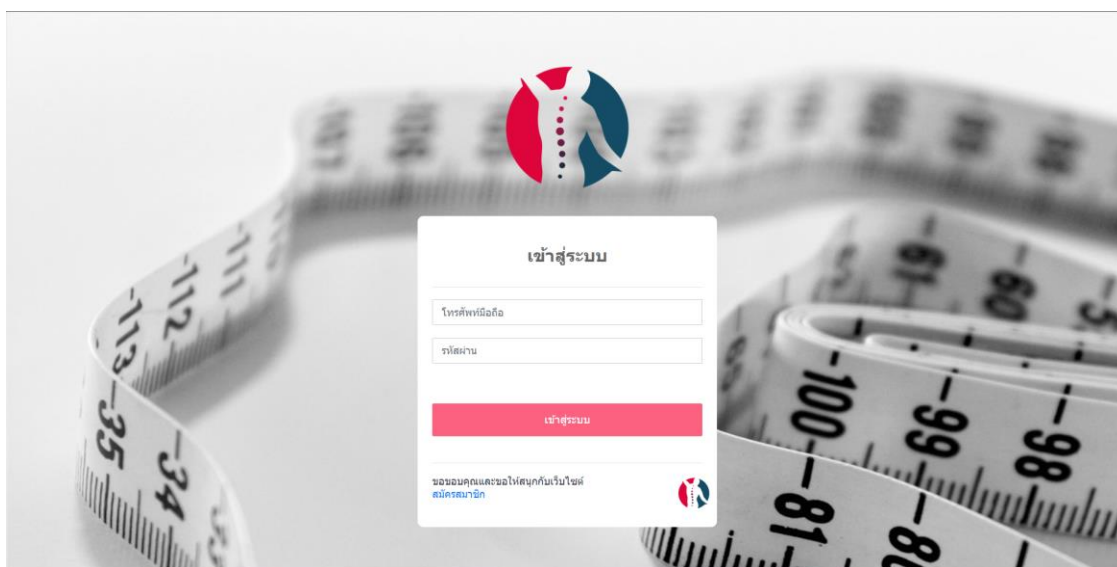
3.3.3.2 หน้าสมัครสมาชิก (auth/registration)

ในหน้าสมัครสมาชิกจะเป็นหน้าสำหรับกรอกข้อมูลต่าง ๆ ตั้งแต่คำนำหน้าเป็นแบบเลือก ชื่อและนามสกุลเป็นช่องให้กรอกข้อมูล เพศเป็นแบบเลือก วันเกิดเป็นแบบเลือกในรูปแบบวันที่ เบอร์โทรศัพท์เป็นช่องให้กรอกได้เฉพาะตัวเลข 10 หลักเท่านั้น และรหัสผ่านต้องกรอกเป็นตัวเลข 4-6 หลักเท่านั้น แล้วมีปุ่มสำหรับกดสมัครสมาชิก แสดงดังรูปที่ 3.40

รูปที่ 3.40 แสดงหน้าสมัครสมาชิกของระบบบันทึกค่าดัชนีมวลกาย

3.3.3.3 หน้าเข้าสู่ระบบ (auth/login)

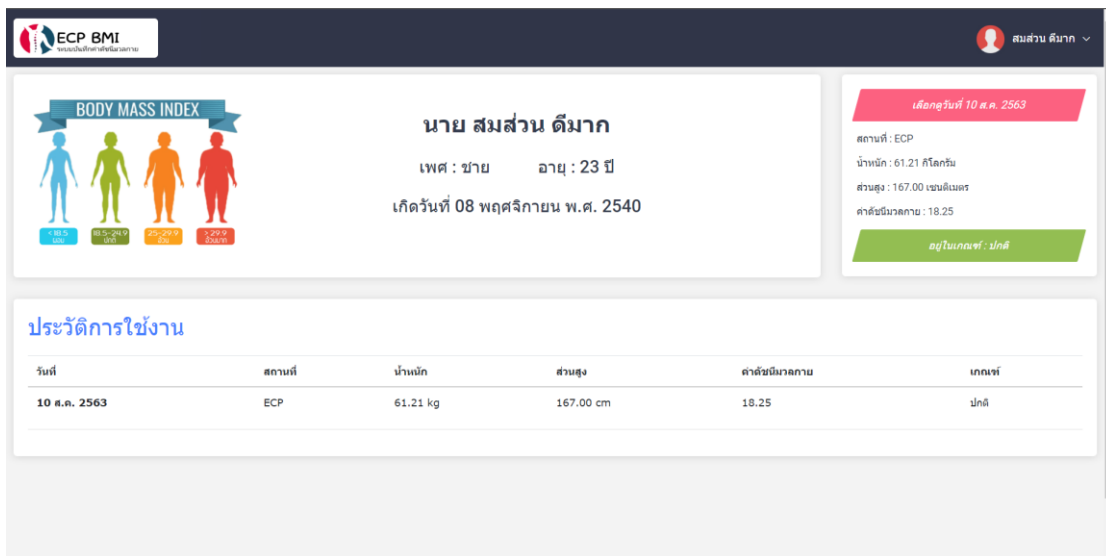
ในหน้าเข้าสู่ระบบจะมีช่องให้กรอกข้อมูล 2 ช่อง คือช่องชื่อผู้ใช้หรือหมายเลขโทรศัพท์และช่องรหัสผ่าน แล้วมีปุ่มเข้าสู่ระบบเพื่อให้กดเพื่อทำการเข้าสู่ระบบ แสดงหน้าเข้าสู่ระบบ ดังรูปที่ 3.41



รูปที่ 3.41 แสดงหน้าเข้าสู่ระบบของระบบบันทึกค่าดัชนีมวลกาย

3.3.3.4 หน้าหลัก (home-page)

ในหน้าหลักจะแสดงรูปเกนต์ต่าง ๆ ของค่าดัชนีมวลกาย ข้อมูลส่วนตัวที่มีการคำนวณอายุจากวัน เดือน ปี ตามวันเกิดที่เราสมัครสมาชิกเข้ามา และแสดงรายละเอียดข้อมูลล่าสุดแล้วในส่วนล่างจะแสดงประวัติการใช้งานเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกายเรียงลำดับจากวันที่ล่าสุดลงไป แสดงดังรูปที่ 3.42



รูปที่ 3.42 แสดงหน้าหลักของระบบบันทึกค่าดัชนีมวลกาย

3.3.3.5 หน้าแก้ไขข้อมูลส่วนตัว (edit-page)

หน้าแก้ไขข้อมูลจะแสดงข้อมูลเดิมของผู้ใช้ สามารถเลือกแก้ไขข้อมูลตรงไหนก็ได้ และกรอกรหัสผ่านแล้วกดปุ่มแก้ไข เพื่อแก้ไขข้อมูลส่วนตัว แสดงดังรูปที่ 3.43

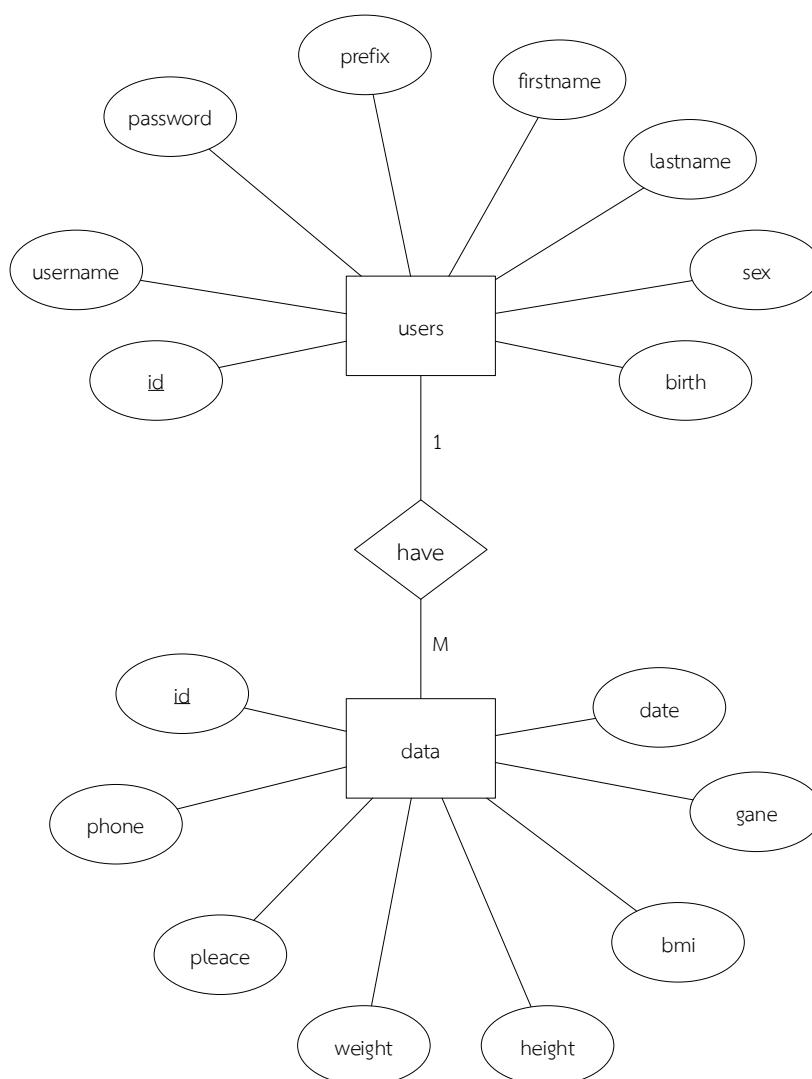
The screenshot shows the 'แก้ไขข้อมูลส่วนตัว' (Edit Profile) page. At the top, there's a red circular icon with a pencil. Below it, the title 'แก้ไขข้อมูลส่วนตัว' is displayed. The user's ID 'ชื่อผู้ใช้ : 0891234567' is shown in red. The form contains several input fields: 'ตำแหน่ง' (Position) with a dropdown menu showing 'นาย', 'ชื่อ' (Name) with 'สมส่วน', 'นามสกุล' (Surname) with 'ดีมาก', 'เพศ' (Gender) with a dropdown menu showing 'ชาย', 'วันเกิด' (Date of Birth) with '11/08/1997', and 'ยืนยันรหัสผ่าน' (Confirm Password) with 'รหัสผ่าน'. A red warning message at the bottom says '** เปลี่ยนเฉพาะข้อมูลที่ต้องการแก้ไข **'. A blue button labeled 'แก้ไข' (Edit) is at the bottom.

รูปที่ 3.43 แสดงหน้าแก้ไขข้อมูลส่วนตัวของระบบบันทึกค่าดัชนีมวลกาย

3.4 การออกแบบฐานข้อมูล

3.4.1 การออกแบบตารางเก็บข้อมูล

ในการเก็บข้อมูลส่วนต่าง ๆ ลงในฐานข้อมูล จะเก็บเป็น 2 ตาราง คือตาราง ผู้ใช้ (users) และตาราง ข้อมูล (data) โดยตารางผู้ใช้จะเก็บ รหัส (id), ชื่อผู้ใช้ (username), รหัสผ่าน (password), คำนำหน้า (prefix), ชื่อ (firstname), นามสกุล (lastname), เพศ (sex) และวันเกิด (birth) โดยมีรหัส (id) เป็นคีย์หลัก และตารางข้อมูลจะเก็บ รหัส (id), เบอร์โทรศัพท์ (phone), สถานที่ (pleace), น้ำหนัก (weight), ส่วนสูง (height), ค่าดัชนีมวลกาย (bmi), เกณฑ์ (gane) และวันที่ (date) โดยมีรหัส (id) เป็นคีย์หลัก แสดง ER-Diagram ของฐานข้อมูลในระบบบันทึกค่าดัชนีมวลกาย ดังรูปที่ 3.44



รูปที่ 3.44 แสดง ER-Diagram ของฐานข้อมูลในระบบบันทึกค่าดัชนีมวลกาย

ตารางที่ 3.7 Data Dictionary users

| ชื่อตาราง | ชื่อแอตทริบิวต์ | รายละเอียด | ชนิด | รูปแบบ | คีย์ |
|----------------|-----------------|------------|---------|------------|------|
| users (ผู้ใช้) | id | รหัส | int | 1 | PK |
| | username | ชื่อผู้ใช้ | varchar | 0868582713 | |
| | password | รหัสผ่าน | varchar | 1159 | |
| | prefix | คำนำหน้า | varchar | นาย | |
| | firstname | ชื่อ | varchar | สมส่วน | |
| | lastname | นามสกุล | varchar | ดีมาก | |
| | sex | เพศ | varchar | ชาย | |
| | birth | วันเกิด | varchar | 1997-11-08 | |

ตารางที่ 3.8 Data Dictionary data

| ชื่อตาราง | ชื่อแอตทริบิวต์ | รายละเอียด | ชนิด | รูปแบบ | คีย์ |
|---------------|-----------------|----------------|----------|---------------------|------|
| data (ข้อมูล) | id | รหัส | int | 1 | PK |
| | phone | เบอร์โทรศัพท์ | varchar | 0868582713 | |
| | pleace | สถานที่ | varchar | ECP KKC | |
| | weight | น้ำหนัก | varchar | 61.50 | |
| | height | ส่วนสูง | varchar | 166.00 | |
| | bmi | ค่าดัชนีมวลกาย | varchar | 18.25 | |
| | gane | เกณฑ์ | varchar | 2 | |
| | date | วัน เดือน ปี | datetime | 2020-08-10 12:28:46 | |

3.4.2 การเขียนโปรแกรมเชื่อมต่อฐานข้อมูล

ในการเขียนโปรแกรมเพื่อให้ระบบติดต่อกับฐานข้อมูล โดยใช้ Spring Framework ในการเขียนโปรแกรม โดยตัว Spring Framework จะทำหน้าที่สร้างตารางในฐานข้อมูลให้เองโดยไม่ต้องใช้คำสั่งของภาษา SQL แสดงรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.4.2.1 การสร้างตารางผู้ใช้ (users) ในฐานข้อมูลด้วย Spring Framework

ในการสร้างตารางผู้ใช้จะใช้คำสั่ง `@Entity(name = "users")` ในระดับคลาส Spring Framework จะทำการสร้างตารางให้เองอัตโนมัติ และในระดับเมธอดจะประกาศตัวแปรแต่ละชนิดที่ต้องการใช้งาน จากนั้นใช้คำสั่ง `@Column` บนตัวแปรนั้น ๆ Spring Framework จะทำการสร้างแอตทริบิวต์ตามชื่อตัวแปรที่ได้ประกาศ หรือหากต้องการกำหนดชื่อแอตทริบิวต์ในตารางเองให้ใช้คำสั่ง `@Column(name = "ชื่อแอตทริบิวต์ที่ต้องการ")` ในที่นี้จะมีแอตทริบิวต์ที่ต้องการคือ id, username, password, prefix, firstname, lastname, sex และ birth จึงประกาศชื่อตัวแปรตามข้างต้นและใส่ `@Column` บนหัวตัวแปรแต่ละตัวไปเลย แสดงดังรูปที่ 3.45

เมื่อสร้างตารางแล้วต่อไปเป็นการเขียนอินเตอร์เฟสเพื่อให้สามารถเขียนโปรแกรมติดต่อกับฐานข้อมูลได้โดยการสร้างฟังก์ชันในอินเตอร์เฟส แสดงดังรูปที่ 3.46

1) ฟังก์ชันที่ใช้ในระบบสำหรับตารางผู้ใช้

- `findByUsername()` เป็นฟังก์ชันสำหรับ Query ข้อมูลในตารางทุกอย่างด้วยค่า username ที่กำหนด
- `findByUsernameAndPassword()` เป็นฟังก์ชันสำหรับ Query ข้อมูลในตารางทุกอย่างด้วยค่า username และ password ที่กำหนด
- `updateByUsername()` Update เป็นฟังก์ชันสำหรับแก้ไขข้อมูลในตารางด้วยค่า username ที่กำหนด
- `findPasswordByUsername()` เป็นฟังก์ชันสำหรับค้นหาค่า password ในตาราง ด้วยค่า username ที่กำหนด

```

3  import lombok.Data;
4  import javax.persistence.*;
5
6  @Data
7  @Entity(name = "users")
8  public class UserTable {
9      @Id
10     @GeneratedValue(strategy = GenerationType.AUTO)
11     private int id;
12
13     @Column
14     private String username;
15
16     @Column
17     private String password;
18
19     @Column
20     private String prefix;
21
22     @Column
23     private String firstname;
24
25     @Column
26     private String lastname;
27
28     @Column
29     private String sex;
30
31     @Column
32     private String birth;
33 }

```

รูปที่ 3.45 แสดง การสร้างตารางผู้ใช้ (users) ในฐานข้อมูลด้วย Spring Framework

```

3  import org.springframework.data.jpa.repository.JpaRepository;
4  import org.springframework.data.jpa.repository.Modifying;
5  import org.springframework.data.jpa.repository.Query;
6  import org.springframework.data.repository.query.Param;
7  import com.api.bmi.model.table.UserTable;
8  import javax.transaction.Transactional;
9
10 public interface UserRepository extends JpaRepository<UserTable, Integer> {
11     public UserTable findByUsername(String username);
12     public UserTable findByUsernameAndPassword(String username, String password);
13
14     @Transactional
15     @Modifying(clearAutomatically = true)
16     @Query(value = "UPDATE users SET prefix = :prefix, " +
17         "firstname = :firstname, " +
18         "lastname = :lastname, " +
19         "sex = :sex, " +
20         "birth = :birth " +
21         "WHERE username = :username")
22     public Integer updateByUsername(@Param("prefix") String prefix,
23         @Param("firstname") String firstname,
24         @Param("lastname") String lastname,
25         @Param("sex") String sex,
26         @Param("birth") String birth,
27         @Param("username") String username);
28
29     @Query(value = "SELECT password FROM users WHERE username = :username")
30     public String findPasswordByUsername(@Param("username") String username);
31

```

รูปที่ 3.46 แสดง การเขียนอินเตอร์เฟสกับตารางผู้ใช้ (users) ในฐานข้อมูลด้วย Spring Framework

3.4.2.2 การสร้างตารางข้อมูล (data) ในฐานข้อมูลด้วย Spring Framework

การสร้างตารางข้อมูลจะมีขั้นตอนการสร้างที่เหมือนกันกับตารางผู้ใช้ข้างต้นนี้ มีการกำหนดตัวแปรที่ต้องการเพื่อทำการสร้างแอตทริบิวต์ในตาราง และมีการเขียนอินเตอร์เฟส โดยฟังก์ชันในการอินเตอร์เฟสกับตารางข้อมูลจะมีแค่ฟังก์ชัน `findByPhone()` เป็นฟังก์ชันสำหรับการ Query ข้อมูลทุกอย่างในตารางโดยค่า `phone` แสดงการสร้างตารางข้อมูลและการอินเตอร์เฟสดังรูปที่ 3.47 และรูปที่ 3.48

```

5      import javax.persistence.*;
6      import java.time.LocalDateTime;
7
8      @Data
9      @Entity(name = "data")
10     public class DataTable {
11
12         @Id
13         @GeneratedValue(strategy = GenerationType.AUTO)
14         private int id;
15
16         @Column
17         private String phone;
18
19         @Column
20         private String pleace;
21
22         @Column
23         private String weight;
24
25         @Column
26         private String height;
27
28         @Column
29         private String bmi;
30
31         @Column
32         private String gane;
33
34         @Column
35         private LocalDateTime date = LocalDateTime.now();
36     }

```

รูปที่ 3.47 แสดง การสร้างตารางข้อมูล (data) ในฐานข้อมูลด้วย Spring Framwork


```

1 package com.api.bmi.model.service;
2
3 import org.springframework.data.jpa.repository.JpaRepository;
4 import org.springframework.data.jpa.repository.Query;
5 import org.springframework.data.repository.query.Param;
6 import com.api.bmi.model.table.DataTable;
7 import java.util.List;
8
9 public interface DataRepository extends JpaRepository<DataTable, Integer> {
10
11     @Query(value = "SELECT * FROM data WHERE phone = :phone ORDER BY id DESC", nativeQuery = true)
12     public List<DataTable> findByPhone(@Param("phone") String phone);
13 }
14

```

รูปที่ 3.48 แสดง การเขียนอินเทอร์เฟซกับตารางข้อมูล (data) ในฐานข้อมูลด้วย Spring Framework

3.5 การออกแบบ API ด้วย Spring Framework

การออกแบบ API ที่ใช้สำหรับติดต่อกับอุปกรณ์และเว็บแอปพลิเคชัน แล้วทำการติดต่อกับฐานข้อมูล จะใช้ Spring boot Framework ที่เขียนด้วยภาษา Java ในการเขียน API จะแบ่งข้อมูลออกแบบ 2 ส่วน คือ ข้อมูลผู้ใช้งาน และข้อมูลประวัติการใช้งาน

3.5.1 การออกแบบ API ส่วนของ ข้อมูลผู้ใช้งาน

สำหรับข้อมูลผู้ใช้งานจะออกแบบฟังก์ชันต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานจะมีฟังก์ชัน การสมัครสมาชิก การเข้าสู่ระบบด้วยเว็บแอปพลิเคชันและไมโครคอนโทรลเลอร์ การแก้ไขข้อมูลผู้ใช้ และการเรียกดูรายละเอียดข้อมูลของผู้ใช้ แสดงการเขียนฟังก์ชันต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

3.5.1.1 ฟังก์ชันการสมัครสมาชิก

ในการสมัครสมาชิกจะเขียนโปรแกรมเพื่อรับข้อมูลผู้ใช้จากเว็บแอปพลิเคชัน แล้วนำค่าชื่อผู้ใช้ที่ทำการสมัครมาตรวจสอบว่ามีชื่อผู้ใช้ซ้ำกันไหม ถ้าหากชื่อผู้ยังไม่ซ้ำระบบจะบันทึกข้อมูลแล้วตอบกลับไปด้วยข้อความ “save user” แต่หากมีชื่อผู้ใช้ซ้ำระบบจะไม่บันทึกข้อมูลและตอบกลับไปด้วยข้อความ “repeat user” แสดงดังรูปที่ 3.49

```

17      @PostMapping("/save")
18      public Object save(UserTable userForm){
19          APIResponse res = new APIResponse();
20          try {
21              UserTable dbUser = userRepository.findByUsername(userForm.getUsername());
22              if(dbUser == null){
23                  userRepository.save(userForm);
24                  res.setStatus(1);
25                  res.setMessage("save user");
26                  res.setData(userForm);
27              }else {
28                  res.setStatus(0);
29                  res.setMessage("repeat user");
30                  res.setData(dbUser);
31              }
32          }catch (Exception err){
33              res.setStatus(-1);
34              res.setMessage("ERROR : " + err.toString());
35          }
36          return res;
37      }

```

รูปที่ 3.49 แสดง ฟังก์ชันการสมัครสมาชิก

3.5.1.2 ฟังก์ชันการเข้าสู่ระบบ

ในการเข้าสู่ระบบ จะเขียนโปรแกรมเพื่อรับค่าชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านจากเว็บแอปพลิเคชันเพื่อตรวจสอบในฐานข้อมูล โดยการตรวจสอบจะตรวจสอบชื่อผู้ใช้อีก่อน หากไม่มีชื่อผู้ใช้ระบบจะตอบกลับเป็นข้อความ “no user” แต่ถ้ามีชื่อผู้ใช้แต่ไม่มีรหัสผ่านระบบจะตอบกลับด้วยข้อความว่า “password incorrect” และถ้ามีทั้งชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านระบบจะตอบกลับด้วยข้อความว่า “login” แสดงดังรูปที่ 3.50

```

54      @PostMapping("/login")
55      public Object login(UserTable userForm){
56          APIResponse res = new APIResponse();
57          try{
58              UserTable dbUser = userRepository.findByUsername(userForm.getUsername());
59              if(dbUser == null){
60                  res.setStatus(0);
61                  res.setMessage("no user");
62              }else {
63                  UserTable checkPassword = userRepository.findByUsernameAndPassword(
64                      userForm.getUsername(),
65                      userForm.getPassword());
66                  if(checkPassword == null){
67                      res.setStatus(2);
68                      res.setMessage("password incorrect");
69                  }else {
70                      res.setStatus(1);
71                      res.setMessage("login");
72                      res.setData(dbUser);
73                  }
74              }
75          }catch (Exception err){
76              res.setStatus(-1);
77              res.setMessage("ERROR : " + err.toString());
78          }
79          return res;
80      }

```

รูปที่ 3.50 แสดง ฟังก์ชันการเข้าสู่ระบบ

3.5.1.3 ฟังก์ชันการเข้าสู่ระบบ ของไมโครคอนโทรลเลอร์

การเข้าสู่ระบบด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ระบบจะรอรับค่าชื่อผู้ใช้และรหัสผ่าน เช่นเดียวกับการเข้าสู่ระบบด้วยเว็บแอปพลิเคชัน โดยการตรวจสอบจะตรวจสอบชื่อผู้ใ้ก่อน หากไม่มีชื่อผู้ใ้ระบบจะตอบกลับเป็นข้อความ “NO USER” แต่ถ้ามีชื่อผู้ใ้แต่ไม่มีรหัสผ่านระบบจะตอบกลับด้วยข้อความว่า “NO PASSWORD” และถ้ามีทั้งชื่อผู้ใ้และรหัสผ่านระบบจะตอบกลับด้วยข้อความว่า “LOGIN” แสดงดังรูปที่ 3.51

```

82  @GetMapping("/esp_login")
83  public String espLogin(UserTable userForm){
84      try{
85          UserTable dbUser = userRepository.findByUsername(userForm.getUsername());
86          if(dbUser == null){
87              return "NO USER";
88          }else {
89              UserTable checkPassword = userRepository.findByUsernameAndPassword(
90                  userForm.getUsername(),
91                  userForm.getPassword());
92              if(checkPassword == null){
93                  return "NO PASSWORD";
94              }else {
95                  return "LOGIN";
96              }
97          }
98      }catch (Exception err){
99          return "ERROR";
100     }
101 }

```

รูปที่ 3.51 แสดง ฟังก์ชันการเข้าสู่ระบบ ของไมโครคอนโทรลเลอร์

3.5.1.4 ฟังก์ชันการแก้ไขข้อมูล

สำหรับการแก้ไขข้อมูลระบบจะรับค่าที่ต้องการแก้ไขจากเว็บแอปพลิเคชันมาเพื่อส่งค่าเหล่านั้นไปแก้ไขในฐานข้อมูลโดยอิงจากชื่อผู้ใช้ หากการแก้ไขสำเร็จระบบจะตอบกลับด้วยข้อความว่า “update” และส่งข้อมูลที่แก้ไขได้กลับไปด้วย แต่ถ้าแก้ไขข้อมูลไม่สำเร็จระบบจะตอบกลับด้วยข้อความว่า “no update” แสดงดังรูปที่ 3.52

```

118     @PostMapping("/update")
119     public Object update(UserTable userForm){
120         APIResponse res = new APIResponse();
121         try {
122             Integer result = userRepository.updateByUsername(
123                 userForm.getPrefix(),
124                 userForm.getFirstname(),
125                 userForm.getLastname(),
126                 userForm.getSex(),
127                 userForm.getBirth(),
128                 userForm.getUsername());
129             if(result == 1){
130                 res.setStatus(1);
131                 res.setMessage("update");
132                 res.setData(userRepository.findByUsername(userForm.getUsername()));
133             }else {
134                 res.setStatus(0);
135                 res.setMessage("no update");
136             }
137         }catch (Exception err){
138             res.setStatus(-1);
139             res.setMessage("ERROR : " + err.toString());
140         }
141         return res;
142     }

```

รูปที่ 3.52 แสดง ฟังก์ชันการแก้ไขข้อมูล

3.5.1.5 ฟังก์ชันแสดงรายละเอียด

ในฟังก์ชันแสดงรายละเอียดระบบจะรับค่าชื่อผู้ใช้จากเว็บแอปพลิเคชันเพื่อส่งไปค้นหาข้อมูลในฐานข้อมูลจากนั้นจะส่งข้อมูลที่ได้ออกกลับไปยังเว็บแอปพลิเคชันพร้อมกับแสดงข้อความว่า “detail for user : ชื่อผู้ใช้ที่ส่งมา” แสดงดังรูปที่ 3.53

```

103     @PostMapping("/detail")
104     public Object detail(UserTable userForm){
105         APIResponse res = new APIResponse();
106         try{
107             UserTable dbUser = userRepository.findByUsername(userForm.getUsername());
108             res.setStatus(1);
109             res.setMessage("detail for user : " + userForm.getUsername());
110             res.setData(dbUser);
111         }catch (Exception err){
112             res.setStatus(-1);
113             res.setMessage("ERROR : " + err.toString());
114         }
115         return res;
116     }
117

```

รูปที่ 3.53 แสดง ฟังก์ชันแสดงรายละเอียด

3.5.2 การออกแบบ API ส่วนของ ประวัติการใช้งาน

ข้อมูลประวัติการใช้งานจะมีฟังก์ชันการใช้งานที่กระทำกับข้อมูลประวัติการใช้งานบนฐานข้อมูล คือ ฟังก์ชันการบันทึกข้อมูลการใช้งาน และฟังก์ชันเรียกดูประวัติการใช้งาน แสดงดังต่อไปนี้

3.5.2.1 ฟังก์ชันการบันทึกข้อมูล

การบันทึกข้อมูลประวัติการใช้งานเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกาย ระบบจะรับข้อมูลที่จะบันทึกจากไมโครคอนโทรลเลอร์ แล้วนำข้อมูลเหล่านั้นบันทึกลงในฐานข้อมูลและส่งข้อความตอบกลับว่า “SAVE DATA” แสดงดังรูปที่ 3.54

```

17     @GetMapping("/save")
18     public String save(DataTable dataTable){
19         try{
20             dataRepository.save(dataTable);
21             return "SAVE DATA";
22         }catch (Exception err){
23             return "ERROR";
24         }
25     }

```

รูปที่ 3.54 แสดง ฟังก์ชันการบันทึกข้อมูล

3.5.2.2 ฟังก์ชันการเรียกดูประวัติการใช้งาน

การเรียกดูประวัติการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันจะส่งค่าเบอร์โทรศัพท์มายังระบบ แล้วระบบจะไปเรียกข้อมูลทั้งหมดในฐานข้อมูลที่ตรงกับเบอร์โทรศัพท์แล้วลิสต์ข้อมูลทั้งหมดตอบกลับไปยังเว็บแอปพลิเคชันพร้อมกับข้อความว่า “ok” แต่หากไม่มีข้อมูลระบบจะตอบกลับด้วยข้อความว่า “no data” แสดงดังรูปที่ 3.55

```

27      @PostMapping("/list")
28      public Object list(DataTable dataForm){
29          APIResponse res = new APIResponse();
30
31          try {
32              List lstData = dataRepository.findByPhone(dataForm.getPhone());
33              if(lstData == null){
34                  res.setStatus(0);
35                  res.setMessage("no data");
36              }else {
37                  res.setStatus(1);
38                  res.setMessage("ok");
39                  res.setData(lstData);
40              }
41          }catch (Exception err){
42              res.setStatus(-1);
43              res.setMessage("ERROR : " + err.toString());
44          }
45
46          return res;
47      }
48  }

```

รูปที่ 3.55 แสดง ฟังก์ชันการเรียกดูประวัติการใช้งาน

บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

จากการดำเนินงานตามวิธีดำเนินงานใน บทที่ 3 ได้ทำการทดสอบระบบในส่วนของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ เพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งเป้าหมายไว้ ในการทดสอบระบบจะมีหัวข้อดังต่อไปนี้

4.1 ผลการทดสอบเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกาย

4.1.1 ผลการทดสอบวัดค่าน้ำหนัก ส่วนสูง และคำนวณค่าดัชนีมวลกาย

4.1.2 ผลการประเมินการทำงานของเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกาย

4.2 ผลการทดสอบระบบบันทึกค่าดัชนีมวลกาย

4.2.1 ผลการทดสอบการสมัครสมาชิก

4.2.2 ผลการทดสอบการเข้าสู่ระบบ

4.2.3 ผลการทดสอบการดูประวัติการใช้งานเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกาย

4.2.4 ผลการทดสอบการแก้ไขข้อมูลส่วนตัว

4.1 ผลการทดสอบเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกาย

จากการทำงานเราได้เครื่องวัดค่าดัชนีมวลกายที่พร้อมสำหรับการทดสอบและใช้งาน โดยมีไมโครคอนโทรลเลอร์ที่สามารถส่งข้อมูลระหว่างกันและกันได้โดยไม่ต้องอาศัยการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต คือบอร์ด Heltec WiFi LoRa 32 เป็นตัวกลางในการควบคุม ซึ่งสามารถนำไปพัฒนาต่อหากมีการสร้างเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกายเครื่องต่อไป แสดงเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกายที่ได้จากการดำเนินงาน ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 เครื่องวัดค่าดัชนีมวลกาย

จากรูปที่ 4.1 เครื่องวัดค่าดัชนีมวลกาย การทดสอบการใช้งานจะรับค่าส่วนสูงจากอัลตราโซนิก และค่าน้ำหนักจากโหลดเซลล์มาคำนวณหาค่าดัชนีมวลกาย ในการประมวลผลด้วย ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Heltec WiFi LoRa 32) ตามที่ได้เขียนโปรแกรมควบคุมไว้ ซึ่ง ไมโครคอนโทรลเลอร์เชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตไว้หากผู้ใช้งานต้องการจะบันทึกประวัติการใช้งาน ระบบจะส่งข้อมูลไปยังเซิร์ฟเวอร์และบันทึกข้อมูลลงในฐานข้อมูล

4.1.1 ผลการทดสอบวัดค่าน้ำหนัก ส่วนสูง และคำนวณค่าดัชนีมวลกาย

การทดสอบนี้จะทำโดยใช้เครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิตอลและวัดส่วนสูงด้วยตลับเมตรเป็นเครื่องมือสำหรับเปรียบเทียบกับเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกาย โดยทำการทดสอบกับคน จำนวน 10 คน เพื่อหาค่าเฉลี่ยของแต่ละคนโดยการทดสอบคนละ 10 ครั้ง จากนั้นจะนำค่าเฉลี่ยที่ได้มาเปรียบเทียบกับค่าเปอร์เซ็นต์ค่าความผิดพลาดของเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกาย โดยการนำเอาค่าที่ประมวลผลได้จากหน้าจอเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกายที่วัดได้มาทำการเปรียบเทียบกับเครื่องชั่งดิจิตอลและตลับเมตร แสดงหน้าจอแสดงผลของเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกายดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 หน้าจอแสดงผลเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกาย

ตารางที่ 4.1 การทดสอบกับคนที่ 1 จำนวน 10 ครั้ง

| ครั้งที่ | น้ำหนัก (กิโลกรัม) | ส่วนสูง (เซนติเมตร) | ค่าดัชนีมวลกาย |
|----------|--------------------|---------------------|----------------|
| 1 | 59.29 | 168 | 21.01 |
| 2 | 59.28 | 168 | 21.00 |
| 3 | 59.30 | 168 | 21.01 |
| 4 | 59.23 | 167 | 21.24 |
| 5 | 59.27 | 168 | 21.00 |
| 6 | 59.30 | 167 | 21.26 |
| 7 | 59.30 | 167 | 21.26 |
| 8 | 59.28 | 168 | 21.00 |
| 9 | 59.26 | 167 | 21.25 |
| 10 | 59.27 | 168 | 21.00 |
| เฉลี่ย | 59.28 | 167.6 | 21.10 |

จากตารางที่ 4.1 การทดสอบโดยผู้ใช้น้ำคนที่ 1 ทำการทดสอบจำนวน 10 ครั้ง จากนั้นนำค่าที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยแล้วได้ค่าเฉลี่ยของน้ำหนัก เท่ากับ 59.28 กิโลกรัม ค่าเฉลี่ยของส่วนสูง เท่ากับ 167.6 เซนติเมตร และค่าเฉลี่ยของค่าดัชนีมวลกาย เท่ากับ 21.10

ตารางที่ 4.2 การทดสอบกับคนที่ 2 จำนวน 10 ครั้ง

| ครั้งที่ | น้ำหนัก (กิโลกรัม) | ส่วนสูง (เซนติเมตร) | ค่าดัชนีมวลกาย |
|----------|--------------------|---------------------|----------------|
| 1 | 53.42 | 164 | 19.86 |
| 2 | 53.29 | 164 | 19.81 |
| 3 | 53.34 | 164 | 19.83 |
| 4 | 53.35 | 164 | 19.84 |
| 5 | 53.42 | 164 | 19.86 |
| 6 | 53.31 | 164 | 19.82 |
| 7 | 53.34 | 164 | 19.83 |
| 8 | 53.31 | 164 | 19.82 |
| 9 | 53.40 | 164 | 19.86 |
| 10 | 53.32 | 163 | 20.07 |
| เฉลี่ย | 53.35 | 163.9 | 19.86 |

จากตารางที่ 4.2 การทดสอบโดยผู้ใช้น้ำคนที่ 2 ทำการทดสอบจำนวน 10 ครั้ง จากนั้นนำค่าที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยแล้วได้ค่าเฉลี่ยของน้ำหนัก เท่ากับ 53.35 กิโลกรัม ค่าเฉลี่ยของส่วนสูง เท่ากับ 163.9 เซนติเมตร และค่าเฉลี่ยของค่าดัชนีมวลกาย เท่ากับ 19.86

ตารางที่ 4.3 การทดสอบกับคนที่ 3 จำนวน 10 ครั้ง

| ครั้งที่ | น้ำหนัก (กิโลกรัม) | ส่วนสูง (เซนติเมตร) | ค่าดัชนีมวลกาย |
|----------|--------------------|---------------------|----------------|
| 1 | 69.47 | 173 | 23.21 |
| 2 | 69.49 | 172 | 23.49 |
| 3 | 69.55 | 173 | 23.24 |

ตารางที่ 4.4 การทดสอบกับคนที่ 3 จำนวน 10 ครั้ง (ต่อ)

| ครั้งที่ | น้ำหนัก (กิโลกรัม) | ส่วนสูง (เซนติเมตร) | ค่าดัชนีมวลกาย |
|----------|--------------------|---------------------|----------------|
| 4 | 69.47 | 172 | 23.48 |
| 5 | 69.60 | 173 | 23.25 |
| 6 | 69.42 | 173 | 23.20 |
| 7 | 69.50 | 172 | 23.49 |
| 8 | 69.50 | 173 | 23.22 |
| 9 | 69.57 | 172 | 23.52 |
| 10 | 69.49 | 173 | 23.22 |
| เฉลี่ย | 69.51 | 172.6 | 23.33 |

จากตารางที่ 4.3 และ 4.4 การทดสอบโดยผู้ใช้นี้คนที่ 3 ทำการทดสอบจำนวน 10 ครั้ง จากนั้นนำค่าที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยแล้วได้ค่าเฉลี่ยของน้ำหนัก เท่ากับ 69.51 กิโลกรัม ค่าเฉลี่ยของส่วนสูง เท่ากับ 172.6 เซนติเมตร และค่าเฉลี่ยของค่าดัชนีมวลกาย เท่ากับ 23.33

ตารางที่ 4.5 การทดสอบกับคนที่ 4 จำนวน 10 ครั้ง

| ครั้งที่ | น้ำหนัก (กิโลกรัม) | ส่วนสูง (เซนติเมตร) | ค่าดัชนีมวลกาย |
|----------|--------------------|---------------------|----------------|
| 1 | 51.01 | 159 | 20.18 |
| 2 | 51.02 | 159 | 20.18 |
| 3 | 51.04 | 159 | 20.19 |
| 4 | 51.04 | 159 | 20.19 |
| 5 | 51.04 | 159 | 20.19 |
| 6 | 51.04 | 159 | 20.19 |
| 7 | 51.11 | 159 | 20.22 |
| 8 | 51.10 | 158 | 20.47 |

ตารางที่ 4.6 การทดสอบกับคนที่ 4 จำนวน 10 ครั้ง (ต่อ)

| ครั้งที่ | น้ำหนัก (กิโลกรัม) | ส่วนสูง (เซนติเมตร) | ค่าดัชนีมวลกาย |
|----------|--------------------|---------------------|----------------|
| 9 | 51.10 | 158 | 20.47 |
| 10 | 51.11 | 159 | 20.22 |
| เฉลี่ย | 51.06 | 158.8 | 20.25 |

จากตารางที่ 4.5 และ 4.6 การทดสอบโดยผู้ใช้น้ำหนักที่ 4 ทำการทดสอบจำนวน 10 ครั้ง จากนั้นนำค่าที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยแล้วได้ค่าเฉลี่ยของน้ำหนัก เท่ากับ 51.06 กิโลกรัม ค่าเฉลี่ยของส่วนสูง เท่ากับ 158.8 เซนติเมตร และค่าเฉลี่ยของค่าดัชนีมวลกาย เท่ากับ 20.25

ตารางที่ 4.7 การทดสอบกับคนที่ 5 จำนวน 10 ครั้ง

| ครั้งที่ | น้ำหนัก (กิโลกรัม) | ส่วนสูง (เซนติเมตร) | ค่าดัชนีมวลกาย |
|----------|--------------------|---------------------|----------------|
| 1 | 65.08 | 169 | 22.79 |
| 2 | 64.98 | 170 | 22.49 |
| 3 | 64.99 | 170 | 22.49 |
| 4 | 65.03 | 169 | 22.77 |
| 5 | 65.00 | 170 | 22.49 |
| 6 | 65.02 | 169 | 22.77 |
| 7 | 65.09 | 169 | 22.79 |
| 8 | 64.86 | 170 | 22.44 |
| 9 | 64.98 | 170 | 22.48 |
| 10 | 64.94 | 170 | 22.47 |
| เฉลี่ย | 65.00 | 169.6 | 22.60 |

จากตารางที่ 4.7 การทดสอบโดยผู้ใช้น้ำหนักที่ 5 ทำการทดสอบจำนวน 10 ครั้ง จากนั้นนำค่าที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยแล้วได้ค่าเฉลี่ยของน้ำหนัก เท่ากับ 65.00 กิโลกรัม ค่าเฉลี่ยของส่วนสูง เท่ากับ 169.6 เซนติเมตร และค่าเฉลี่ยของค่าดัชนีมวลกาย เท่ากับ 22.60

ตารางที่ 4.8 การทดสอบกับคนที่ 6 จำนวน 10 ครั้ง

| ครั้งที่ | น้ำหนัก (กิโลกรัม) | ส่วนสูง (เซนติเมตร) | ค่าดัชนีมวลกาย |
|----------|--------------------|---------------------|----------------|
| 1 | 40.58 | 153 | 17.33 |
| 2 | 40.39 | 153 | 17.25 |
| 3 | 40.37 | 153 | 17.25 |
| 4 | 40.30 | 153 | 17.22 |
| 5 | 40.38 | 153 | 17.25 |
| 6 | 40.34 | 153 | 17.23 |
| 7 | 40.39 | 153 | 17.26 |
| 8 | 40.39 | 153 | 17.25 |
| 9 | 40.34 | 154 | 17.01 |
| 10 | 40.35 | 154 | 17.01 |
| เฉลี่ย | 40.38 | 153.2 | 17.21 |

จากตารางที่ 4.8 การทดสอบโดยผู้ใช้คนที่ 6 ทำการทดสอบจำนวน 10 ครั้ง จากนั้นนำค่าที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยแล้วได้ค่าเฉลี่ยของน้ำหนัก เท่ากับ 40.38 กิโลกรัม ค่าเฉลี่ยของส่วนสูง เท่ากับ 153.2 เซนติเมตร และค่าเฉลี่ยของค่าดัชนีมวลกาย เท่ากับ 17.21

ตารางที่ 4.9 การทดสอบกับคนที่ 7 จำนวน 10 ครั้ง

| ครั้งที่ | น้ำหนัก (กิโลกรัม) | ส่วนสูง (เซนติเมตร) | ค่าดัชนีมวลกาย |
|----------|--------------------|---------------------|----------------|
| 1 | 60.66 | 161 | 23.40 |
| 2 | 60.67 | 162 | 23.12 |
| 3 | 60.60 | 162 | 23.09 |
| 4 | 60.62 | 162 | 23.10 |
| 5 | 60.55 | 162 | 23.07 |
| 6 | 60.67 | 162 | 23.12 |
| 7 | 60.60 | 162 | 23.09 |

ตารางที่ 4.10 การทดสอบกับคนที่ 7 จำนวน 10 ครั้ง (ต่อ)

| ครั้งที่ | น้ำหนัก (กิโลกรัม) | ส่วนสูง (เซนติเมตร) | ค่าดัชนีมวลกาย |
|----------|--------------------|---------------------|----------------|
| 8 | 60.60 | 162 | 23.09 |
| 9 | 60.59 | 162 | 23.09 |
| 10 | 60.59 | 162 | 23.09 |
| เฉลี่ย | 60.62 | 161.9 | 23.13 |

จากตารางที่ 4.9 และ 4.10 การทดสอบโดยผู้ใช้น้ำหนัก 7 ทำการทดสอบจำนวน 10 ครั้ง จากนั้นนำค่าที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยแล้วได้ค่าเฉลี่ยของน้ำหนัก เท่ากับ 60.62 กิโลกรัม ค่าเฉลี่ยของส่วนสูง เท่ากับ 161.9 เซนติเมตร และค่าเฉลี่ยของค่าดัชนีมวลกาย เท่ากับ 23.13

ตารางที่ 4.11 การทดสอบกับคนที่ 8 จำนวน 10 ครั้ง

| ครั้งที่ | น้ำหนัก (กิโลกรัม) | ส่วนสูง (เซนติเมตร) | ค่าดัชนีมวลกาย |
|----------|--------------------|---------------------|----------------|
| 1 | 62.40 | 172 | 21.09 |
| 2 | 63.00 | 172 | 21.30 |
| 3 | 63.00 | 171 | 21.54 |
| 4 | 62.62 | 172 | 21.17 |
| 5 | 62.72 | 172 | 21.22 |
| 6 | 62.44 | 172 | 21.10 |
| 7 | 62.68 | 172 | 21.19 |
| 8 | 62.67 | 172 | 21.18 |
| 9 | 62.41 | 172 | 21.10 |
| 10 | 62.59 | 172 | 21.16 |
| เฉลี่ย | 62.65 | 171.9 | 21.21 |

จากตารางที่ 4.11 การทดสอบโดยผู้ใช้น้ำคนที่ 8 ทำการทดสอบจำนวน 10 ครั้ง จากนั้นนำค่าที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยแล้วได้ค่าเฉลี่ยของน้ำหนัก เท่ากับ 62.65 กิโลกรัม ค่าเฉลี่ยของส่วนสูง เท่ากับ 171.9 เซนติเมตร และค่าเฉลี่ยของค่าดัชนีมวลกาย เท่ากับ 21.21

ตารางที่ 4.12 การทดสอบกับคนที่ 9 จำนวน 10 ครั้ง

| ครั้งที่ | น้ำหนัก (กิโลกรัม) | ส่วนสูง (เซนติเมตร) | ค่าดัชนีมวลกาย |
|----------|--------------------|---------------------|----------------|
| 1 | 49.26 | 162 | 18.77 |
| 2 | 49.31 | 161 | 19.02 |
| 3 | 49.27 | 161 | 19.01 |
| 4 | 49.25 | 161 | 19.00 |
| 5 | 49.34 | 161 | 19.03 |
| 6 | 49.23 | 161 | 18.99 |
| 7 | 49.20 | 162 | 18.72 |
| 8 | 49.32 | 161 | 19.03 |
| 9 | 49.25 | 162 | 18.77 |
| 10 | 49.30 | 161 | 19.02 |
| เฉลี่ย | 49.27 | 161.3 | 18.94 |

จากตารางที่ 4.12 การทดสอบโดยผู้ใช้น้ำคนที่ 9 ทำการทดสอบจำนวน 10 ครั้ง จากนั้นนำค่าที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยแล้วได้ค่าเฉลี่ยของน้ำหนัก เท่ากับ 49.27 กิโลกรัม ค่าเฉลี่ยของส่วนสูง เท่ากับ 161.3 เซนติเมตร และค่าเฉลี่ยของค่าดัชนีมวลกาย เท่ากับ 18.94

ตารางที่ 4.13 การทดสอบกับคนที่ 10 จำนวน 10 ครั้ง

| ครั้งที่ | น้ำหนัก (กิโลกรัม) | ส่วนสูง (เซนติเมตร) | ค่าดัชนีมวลกาย |
|----------|--------------------|---------------------|----------------|
| 1 | 86.20 | 182 | 26.20 |
| 2 | 86.00 | 182 | 25.96 |
| 3 | 86.26 | 181 | 26.33 |

ตารางที่ 4.14 การทดสอบกับคนที่ 10 จำนวน 10 ครั้ง (ต่อ)

| ครั้งที่ | น้ำหนัก (กิโลกรัม) | ส่วนสูง (เซนติเมตร) | ค่าดัชนีมวลกาย |
|----------|--------------------|---------------------|----------------|
| 4 | 86.33 | 182 | 26.06 |
| 5 | 86.31 | 183 | 25.77 |
| 6 | 86.36 | 182 | 26.07 |
| 7 | 86.14 | 182 | 26.01 |
| 8 | 86.18 | 182 | 26.02 |
| 9 | 85.88 | 183 | 25.64 |
| 10 | 86.25 | 182 | 26.04 |
| เฉลี่ย | 86.19 | 182.1 | 26.01 |

จากตารางที่ 4.13 และ 4.14 การทดสอบโดยผู้ใช้น้ำหนัก 10 ทำการทดสอบจำนวน 10 ครั้ง จากนั้นนำค่าที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยแล้วได้ค่าเฉลี่ยของน้ำหนัก เท่ากับ 86.19 กิโลกรัม ค่าเฉลี่ยของส่วนสูง เท่ากับ 182.1 เซนติเมตร และค่าเฉลี่ยของค่าดัชนีมวลกาย เท่ากับ 26.01

จากการทดสอบกับคนจำนวน 10 คน แล้วได้ค่าเฉลี่ยของน้ำหนัก ส่วนสูง และค่าดัชนีมวลกายของแต่ละคน แล้วจะนำค่าเฉลี่ยที่ได้ไปเปรียบเทียบกับค่าที่วัดได้จากเครื่องชั่งดิจิตอลและตลับเมตรเพื่อค่าค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดเฉลี่ยของเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกาย ซึ่งได้ผลการเปรียบเทียบดังตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 ผลการทดสอบเปรียบเทียบเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกายกับเครื่องมือวัดทั่วไป

| คนที่ | เครื่องวัด ค่าดัชนีมวลกาย | | | เครื่องมือวัดทั่วไป | | | เปอร์เซ็นต์ความ ผิดพลาด | | |
|--------|------------------------------|-----------------|---------------------|---------------------|-----------------|---------------------|----------------------------|--------------------|----------------------------|
| | | | | เครื่องชั่ง | ตลับ เมตร | - | | | |
| | น้ำหนัก (kg) | ส่วนสูง (cm) | ดัชนี มวล กาย | น้ำหนัก (kg) | ส่วนสูง (cm) | ดัชนี มวล กาย | น้ำหนัก (%) | ส่วน สูง (%) | ดัชนี มวล กาย (%) |
| 1 | 59.28 | 167.6 | 21.10 | 59.15 | 168.0 | 20.95 | 0.22 | 0.24 | 0.72 |
| 2 | 53.35 | 163.9 | 19.86 | 53.25 | 164.0 | 19.80 | 0.19 | 0.06 | 0.30 |
| 3 | 69.51 | 172.6 | 23.33 | 69.30 | 172.0 | 23.42 | 0.30 | 0.35 | 0.38 |
| 4 | 51.06 | 158.8 | 20.25 | 51.10 | 158.0 | 20.47 | 0.08 | 0.51 | 1.07 |
| 5 | 65.00 | 169.6 | 22.60 | 65.05 | 169.0 | 22.78 | 0.08 | 0.36 | 0.79 |
| 6 | 40.38 | 153.2 | 17.21 | 40.50 | 153.0 | 17.30 | 0.30 | 0.13 | 0.52 |
| 7 | 60.62 | 161.9 | 23.13 | 60.85 | 161.0 | 23.48 | 0.38 | 0.56 | 1.49 |
| 8 | 62.65 | 171.9 | 21.21 | 62.85 | 172.0 | 21.24 | 0.32 | 0.06 | 0.14 |
| 9 | 49.27 | 161.3 | 18.94 | 49.30 | 161.0 | 19.02 | 0.06 | 0.19 | 0.42 |
| 10 | 86.19 | 182.1 | 26.01 | 85.95 | 182.0 | 25.95 | 0.28 | 0.05 | 0.23 |
| เฉลี่ย | 59.73 | 166.3 | 21.36 | 59.73 | 166.0 | 21.44 | 0.22 | 0.25 | 0.61 |

การหาเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดหาได้จากสมการที่ (4.1)

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด} = \frac{|Y-X|}{Y} \times 100 \quad (4.1)$$

โดย Y = ค่าที่วัดได้จากเครื่องชั่งน้ำหนักทั่วไป

X = ค่าที่วัดได้จากเครื่องคำนวณค่าดัชนีมวลกายอัตโนมัติ

จากการทดสอบค่าต่าง ๆ และนำมาเปรียบเทียบหาค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดเฉลี่ยพบว่าค่าความผิดพลาดที่เกิดจากการวัดน้ำหนักจำนวน 10 ครั้ง เมื่อนำมาทำการเฉลี่ยแล้วมีค่าเท่ากับ 0.22 เปอร์เซ็นต์ ส่วนความผิดพลาดของส่วนสูงจำนวน 10 ครั้ง เมื่อนำมาเฉลี่ยแล้วพบว่ามีค่าเท่ากับ 0.25 เปอร์เซ็นต์ และค่าดัชนีมวลกายเฉลี่ยมีค่าความผิดพลาด เท่ากับ 0.61 เปอร์เซ็นต์

4.1.2 ผลการประเมินการทำงานของเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกาย

การประเมินการทำงานในส่วนต่าง ๆ ของเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกาย จะประเมินโดยผู้พัฒนาระบบ จะประเมินตั้งแต่การอ่านค่าน้ำหนักจากโหลดเซลล์ การอ่านค่าส่วนสูงจากอัลตราโซนิก การคำนวณค่าดัชนีมวลกายและแบ่งเกณฑ์ การกรอกข้อมูลชื่อผู้ใช้รหัสผ่านในการเข้าสู่ระบบ การแจ้งเตือนหากเข้าสู่ระบบไม่สำเร็จ การบันทึกประวัติการใช้งานไปยังฐานข้อมูล เสียงประกอบขั้นตอนการทำงาน และการส่งข้อมูลไปยังเซิร์ฟเวอร์แล้วบันทึกข้อมูลลงในฐานข้อมูล ผลการประเมินคือการทำงานแต่ละส่วนที่ประเมินสามารถทำงานได้จริง แสดงดังตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.16 ผลการประเมินการทำงานของเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกาย

| ลำดับ | การทำงาน | ทำงานได้ | ทำงานไม่ได้ | หมายเหตุ |
|-------|---|----------|-------------|----------|
| 1 | การชั่งน้ำหนัก | ✓ | | |
| 2 | การวัดส่วนสูง | ✓ | | |
| 3 | การคำนวณค่าดัชนีมวลกาย | ✓ | | |
| 4 | การแบ่งแยกเกณฑ์จากค่าดัชนีมวลกาย | ✓ | | |
| 5 | การกรอกข้อมูลชื่อผู้ใช้ | ✓ | | |
| 6 | การกรอกข้อมูลรหัสผ่าน | ✓ | | |
| 7 | การเข้าสู่ระบบ | ✓ | | |
| 8 | การแจ้งเตือนเมื่อเข้าสู่ระบบผิดพลาด | ✓ | | |
| 9 | การบันทึกข้อมูล | ✓ | | |
| 10 | เสียงประกอบขั้นตอนการทำงาน | ✓ | | |
| 11 | ส่งข้อมูลไปยังเซิร์ฟเวอร์และบันทึกลงฐานข้อมูล | ✓ | | |

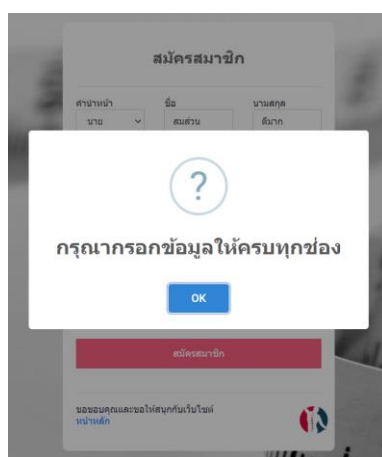
4.2 ผลการทดสอบระบบบันทึกค่าดัชนีมวลกาย

จากการดำเนินงานเราได้ระบบบันทึกค่าดัชนีมวลกายที่อยู่ในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชันที่เสร็จสิ้นพร้อมสำหรับการทดสอบการทำงานในส่วนต่าง ๆ การทดสอบจะทำการทดสอบฟังก์ชันในแต่ละหน้าจอที่มีการทำงานร่วมกับฐานข้อมูลที่อยู่บนเซิร์ฟเวอร์ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.2.1 ผลการทดสอบการสมัครสมาชิก

4.2.1.1 ทดสอบกรอกข้อมูลไม่ครบ

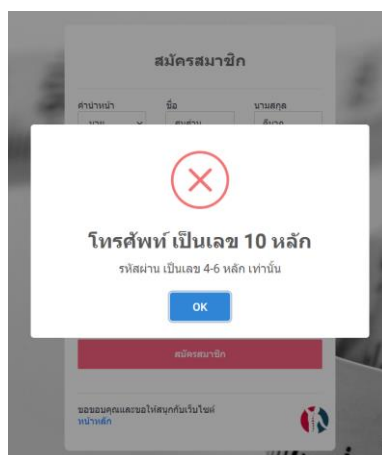
เป็นการทดสอบฟังก์ชันการกรอกข้อมูลให้ครบถ้วนเมื่อสมัครสมาชิกเพื่อใช้งานระบบหากมีการกรอกข้อมูลไม่ครบทุกช่อง ระบบจะแจ้งเตือนว่า “กรุณากรอกข้อมูลให้ครบทุกช่อง” ตามที่ได้เขียนโปรแกรมไว้ แสดงการแจ้งเตือนดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 การแจ้งเตือนเมื่อกรอกข้อมูลไม่ครบถ้วน

4.2.1.2 ทดสอบการกรอกเบอร์โทรศัพท์และรหัสผ่าน

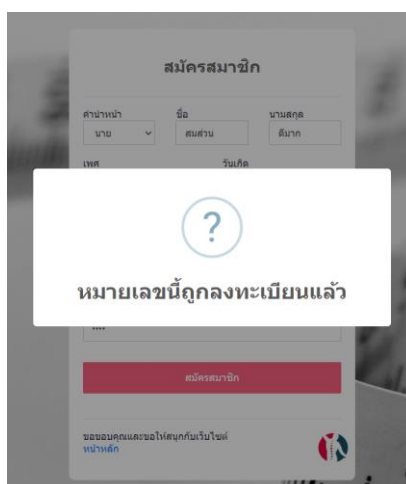
เป็นการทดสอบฟังก์ชันการกรอกเบอร์โทรศัพท์และรหัสผ่านโดยการกรอกเบอร์โทรศัพท์ต้องกรอกเป็นตัวเลขจำนวน 10 หลักเท่านั้น หากกรอกเป็นตัวอักษรหรือหรือกรอกไม่ครบ 10 หลักระบบจะแจ้งเตือน และการกรอกรหัสผ่านต้องเป็นตัวเลข 4-6 หลักเท่านั้น หากกรอกไม่ถูกต้องระบบจะแจ้งเตือน แสดงการแจ้งเตือนดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 การแจ้งเตือนเมื่อกรอกเบอร์โทรศัพท์และรหัสผ่านในรูปแบบที่ไม่ถูกต้อง

4.2.1.3 ทดสอบการสมัครสมาชิกซ้ำ

เป็นการทดสอบฟังก์ชันการกรอกชื่อผู้ใช้ (เบอร์โทรศัพท์) ที่เคยสมัครเป็นสมาชิกแล้ว หากมีการกรอกชื่อผู้ใช้เดิมในการสมัครสมาชิกระบบจะแจ้งเตือนตามที่ได้เขียนโปรแกรมไว้ แสดงการแจ้งเตือนดังรูปที่ 4.5

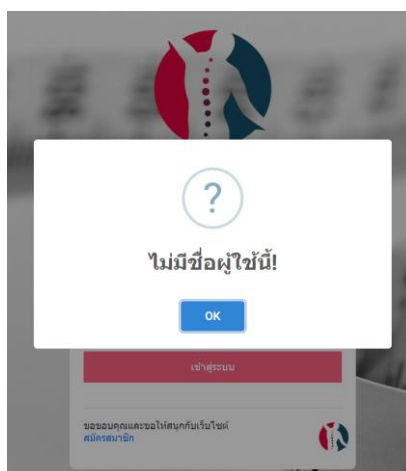


รูปที่ 4.5 การแจ้งเตือนเมื่อกรอกเบอร์โทรศัพท์ที่เคยลงทะเบียนแล้ว

4.2.2 ผลการทดสอบการเข้าสู่ระบบ

4.2.2.1 ทดสอบกรอกชื่อผู้ใช้

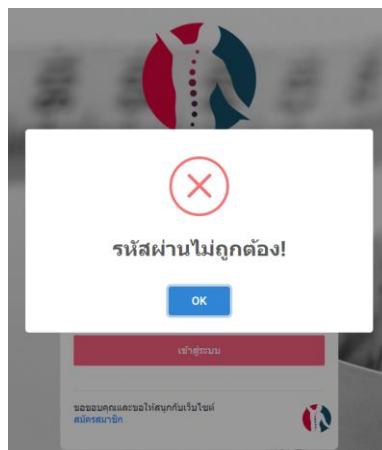
เป็นการทดสอบฟังก์ชันการกรอกชื่อผู้ใช้ (เบอร์โทรศัพท์) ที่ไม่ได้สมัครสมาชิกแล้ว ทำการเข้าสู่ระบบ ระบบจะตรวจสอบข้อมูลผู้ใช้ในฐานข้อมูลแล้วแจ้งเตือนตามโปรแกรมที่ได้เขียนไว้ แสดงการแจ้งเตือนดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 การแจ้งเตือนเมื่อเข้าสู่ระบบด้วยเบอร์โทรศัพท์ที่ไม่มีในระบบ

4.2.2.2 ทดสอบกรอกรหัสผ่าน

เป็นการทดสอบฟังก์ชันการกรอกชื่อผู้ใช้ (เบอร์โทรศัพท์) ที่มีในระบบกรอกรหัสผ่านที่ไม่ถูกต้อง ระบบจะตรวจสอบชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านในฐานข้อมูลว่าชื่อผู้ใช้นี้มีรหัสผ่านตามที่ได้กรอกเข้ามาหรือไม่ หากรหัสผ่านไม่ตรง ระบบจะแจ้งเตือนตามที่ได้เขียนโปรแกรมไว้ แสดงการแจ้งเตือนดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 การแจ้งเตือนเมื่อเข้าสู่ระบบด้วยรหัสผ่านที่ไม่ถูกต้อง

4.2.3 ผลการทดสอบการดูประวัติการใช้งานเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกาย

เป็นการเข้าสู่ระบบเพื่อสำเร็จแล้วระบบจะนำทางมายังหน้าหลักที่มีข้อมูลส่วนตัว รวมถึงประวัติการใช้งานเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกายที่ผู้ใช้ได้ใช้งานแล้วกดบันทึกข้อมูลไว้ แสดงดังรูปที่ 4.8

ECP BMI | Not secure | ecpbmi.in.th/#/home-page

นาย นราพัฒน์ อินตะสุวรรณ
เพศ: ชาย อายุ: 23 ปี
เกิดวันที่ 08 พฤศจิกายน พ.ศ. 2540

เลือกดูวันที่ 17 ต.ค. 2563

สถานที่: ECP-KKC
น้ำหนัก: 61.24 กิโลกรัม
ส่วนสูง: 168.00 เซนติเมตร
ค่าดัชนีมวลกาย: 21.70

อยู่ในเกณฑ์: ปกติ

ประวัติการใช้งาน

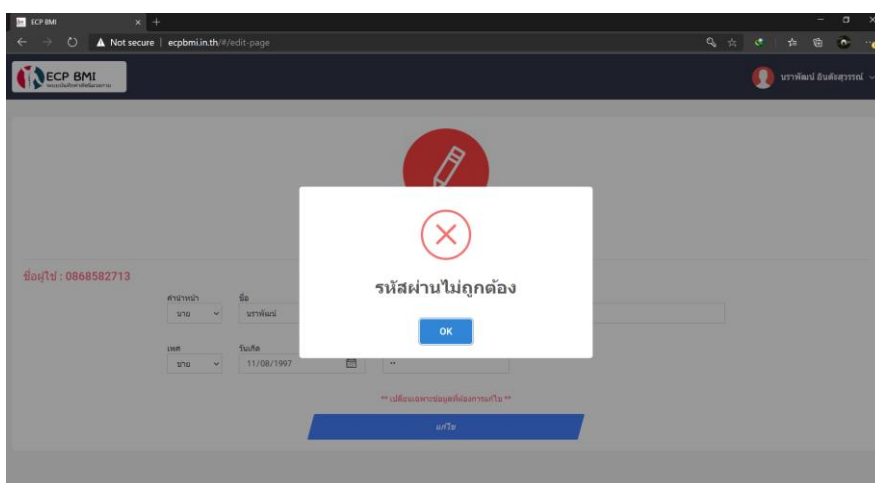
| วันที่ | สถานที่ | น้ำหนัก | ส่วนสูง | ค่าดัชนีมวลกาย | เกณฑ์ |
|--------------|---------|----------|-----------|----------------|---------|
| 17 ต.ค. 2563 | ECP-KKC | 61.24 kg | 168.00 cm | 21.70 | ปกติ |
| 14 ต.ค. 2563 | ECP-KKC | 61.21 kg | 167.00 cm | 21.95 | ปกติ |
| 13 ต.ค. 2563 | ECP | 60.87 kg | 168.00 cm | 21.57 | ปกติ |
| 12 ต.ค. 2563 | ECP | 61.52 kg | 172.00 cm | 20.79 | ปกติ |
| 11 ต.ค. 2563 | ECP | 61.60 kg | 171.00 cm | 21.07 | ปกติ |
| 11 ต.ค. 2563 | ECP KKC | 61.21 kg | 167.00 cm | 18.25 | ส่วนมาก |

รูปที่ 4.8 แสดงประวัติการใช้งานบนเว็บแอปพลิเคชัน

4.2.4 ผลการทดสอบการแก้ไขข้อมูลส่วนตัว

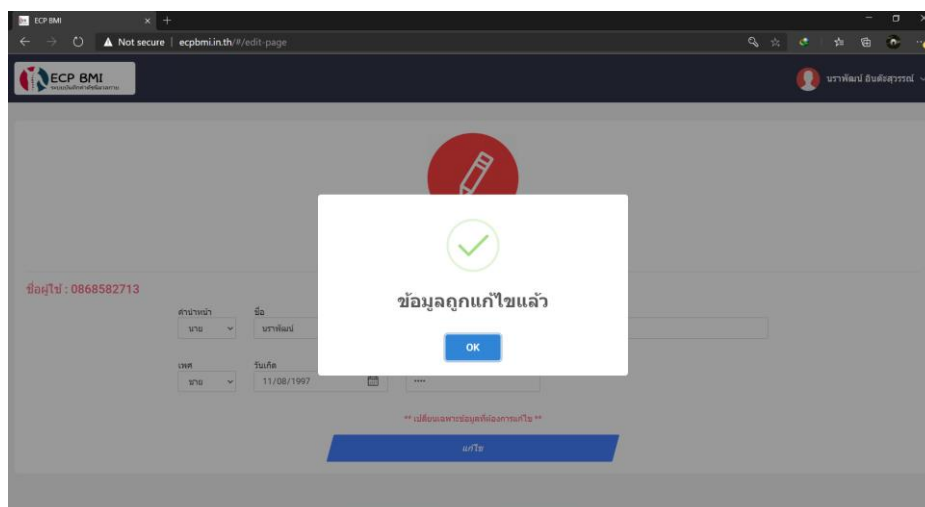
4.2.4.1 ทดสอบการกรอกรหัสผ่านก่อนการแก้ไขข้อมูล

1) กรอกรหัสผ่านไม่ถูกต้อง ในหน้าแก้ไขข้อมูลเมื่อผู้ใช้งานแก้ไขข้อมูลส่วนตัว จำเป็นจะต้องกรอกรหัสผ่านยืนยันเพื่อแก้ไขข้อมูลแล้วกดปุ่ม แก้ไข จากนั้นระบบจะตรวจสอบว่ารหัสผ่านถูกต้องหรือไม่ หากกรอกรหัสผ่านไม่ถูกต้อง ระบบจะแจ้งเตือนดังรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 การแจ้งเตือนเมื่อกรอกรหัสผ่านยืนยันไม่ถูกต้อง

2) กรอกรหัสผ่านที่ถูกต้อง ในกรณีที่กรอกรหัสผ่านถูกต้อง จะแจ้งเตือน ดังรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 การแจ้งเตือนเมื่อกรอกรหัสผ่านยืนยันถูกต้อง

ตารางที่ 4.17 สรุปผลการทดสอบระบบบันทึกค่าดัชนีมวลกาย

| ลำดับ | การทดสอบ | ทำงานได้ | ทำงานไม่ได้ | หมายเหตุ |
|-------|---|----------|-------------|----------|
| 1 | แจ้งเตือนเมื่อกรอกข้อมูลสมัครสมาชิกไม่ครบ | ✓ | | |
| 2 | แจ้งเตือนเมื่อกรอกชื่อผู้ใช้ผิดรูปแบบ | ✓ | | |
| 3 | แจ้งเตือนเมื่อกรอกรหัสผ่านผิดรูปแบบ | ✓ | | |
| 4 | แจ้งเตือนเมื่อสมัครสมาชิกซ้ำ | ✓ | | |
| 5 | สามารถสมัครสมาชิกได้ | ✓ | | |
| 6 | ตรวจสอบชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านในระบบ | ✓ | | |
| 7 | สามารถเข้าสู่ระบบได้ | ✓ | | |
| 8 | สามารถแสดงข้อมูลส่วนตัวและประวัติการใช้งานเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกายได้ | ✓ | | |
| 9 | สามารถตรวจสอบรหัสผ่านก่อนแก้ไขข้อมูลได้ | ✓ | | |
| 10 | ออกจากระบบได้ | ✓ | | |

บทที่ 5

สรุปผลการดำเนินงาน

5.1 สรุปผล

จากผลการทดลอง การออกแบบและพัฒนาเครื่องวัดค่าดัชนีมลภาวะ ผู้จัดทำได้เขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมอุปกรณ์ โหมดเซลล์, อัลตราโซนิก, หน้าจอสัมผัส, โมดูลเล่นเสียง, สวิตช์, และมอเตอร์บนไมโครคอนโทรลเลอร์ (Heltec WiFi LoRa 32) โดยทำการออกแบบให้รับค่าจากโหมดเซลล์และอัลตราโซนิกมาคำนวณหาค่าดัชนีมลภาวะ จากนั้นส่งประวัติการใช้งานเครื่องวัดค่าดัชนีมลภาวะไปยังไปเซิร์ฟเวอร์เพื่อบันทึกไว้ในฐานข้อมูล และนำค่าเหล่านั้นไปแสดงบนเว็บแอปพลิเคชัน คือระบบบันทึกค่าดัชนีมลภาวะ เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเรียกดูประวัติการใช้งานย้อนหลัง และเครื่องวัดค่าดัชนีมลภาวะที่ออกแบบนั้นยังสามารถทำงานกับหน้าจอสัมผัสและเล่นเสียงขั้นตอนต่าง ๆ ทำให้สามารถตอบสนองกับผู้ใช้งานในขั้นตอนการใช้งานได้

การทดสอบความถูกต้องของค่าที่วัดได้จากเครื่องวัดค่าดัชนีมลภาวะ ได้ทำการทดสอบใช้งานเครื่องวัดค่าดัชนีมลภาวะกับผู้ใช้งานจำนวน 10 คน โดยทำการทดสอบคนละ 10 ครั้ง เพื่อนำค่าเฉลี่ยที่ได้จากแต่ละคนไปเปรียบเทียบค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด โดยทำการเปรียบเทียบน้ำหนักกับค่าที่ได้จากเครื่องชั่งแบบดิจิตอลและทำการเปรียบเทียบส่วนสูงจากค่าที่ได้จากตลับเมตร จากการทดสอบค่าต่าง ๆ และนำมาหาค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดเฉลี่ย พบว่าค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดที่เกิดจากการชั่งน้ำหนัก มีค่าความผิดพลาด เท่ากับ 0.22 เปอร์เซ็นต์ ค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดที่เกิดจากการวัดส่วนสูงมีค่า เท่ากับ 0.25 เปอร์เซ็นต์ และค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดที่ของค่าดัชนีมลภาวะมีค่า เท่ากับ 0.61 เปอร์เซ็นต์

การออกแบบระบบบันทึกค่าดัชนีมลภาวะที่อยู่ในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชัน โดยมีส่วนต่าง ๆ ดังนี้ หน้าสมัครสมาชิก, หน้าเข้าสู่ระบบ, หน้าแสดงข้อมูลส่วนตัวผู้ใช้งานและแสดงประวัติการใช้งาน, และหน้าแก้ไขข้อมูลส่วนตัว โดยการทดสอบการทำงานของระบบในแต่ละหน้าพบว่า ระบบนั้นสามารถทำงานและแจ้งเตือนพร้อมทั้งแสดงประวัติการใช้งานได้อย่างถูกต้อง

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

5.2.1 การทำระบบจากเลื่อนที่เป็นแบบรางนั้นทำให้การเลื่อนขึ้นลงมีความติดขัดในบางจังหวะ เนื่องจากการติดตั้งอุปกรณ์ค่อนข้างมีความลำบาก จึงอยากเสนอให้ทำจากเลื่อนที่มีความมั่นคงและมีความเร็วในการเลื่อนขึ้นลงมากขึ้น โดยการเลือกใช้อุปกรณ์ที่ดีขึ้น

5.2.2 หน้าจอสัมผัสมีขนาดเล็กเกินไป ในการออกแบบจะต้องคำนึงถึงส่วนต่าง ๆ ของหน้าจอ หากสามารถเปลี่ยนหน้าจอที่มีขนาดใหญ่ขึ้นได้ จะส่งผลดีต่อการออกแบบหน้าจอและความพึงพอใจต่อผู้ใช้งานมากขึ้น

5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนา

5.3.1 ปริญญาบัตรนี้สามารถพัฒนาต่อได้โดยการสร้างเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกายแบบเดิมขึ้นมา และเพิ่มฟังก์ชันการรับส่งข้อมูลโดยใช้สัญญาณแบบ LoRa ระหว่างเครื่องเดิมนี้และเครื่องใหม่ เนื่องจากไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ในปัจจุบันสามารถรับส่งข้อมูลแบบ LoRa ได้ แต่ยังไม่ได้ใช้ส่วนนั้นในงานวิจัยชิ้นนี้

5.3.2 ปริญญาบัตรนี้มีข้อจำกัดในการเข้าถึงข้อมูลได้เพียงเว็บเบราว์เซอร์ สามารถเปลี่ยนรูปแบบจากเว็บแอปพลิเคชันไปเป็นแอปพลิเคชันที่รองรับการทำงานบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เนื่องจากผู้คนส่วนมากใช้สมาร์ทโฟนเป็นหลัก จะทำให้สะดวกต่อการใช้งานมากขึ้น

บรรณานุกรม

- [1] กองบรรณาธิการ HD. (2560). **คำนวณค่า BMI ดัชนีมวลกาย** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก URL: <https://www.honestdocs.co/bmi-body-mass-index-calculator> (9 มีนาคม 2561)
- [2] LoRa [นามแฝง]. (2556). **LoRa 433MHz** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก URL: <https://www.arduitronics.com/product/2199>. (8 ตุลาคม 2562)
- [3] DegrawSt [นามแฝง]. (2563). **Arduino Bathroom Scale With 50 Kg Load Cells and HX711 Amplifier** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก URL: <https://www.instructables.com/Arduino-Bathroom-Scale-With-50-Kg-Load-Cells-and-H/>. (10 ตุลาคม 2562)
- [4] Kritsada Jaiyen. (2557). **[UNICON] [HC-SR04] วัดระยะทางด้วยคลื่นอัลตราโซนิก** [ออนไลน์]. Innovative Experiment Co.,Ltd. เข้าถึงได้จาก URL: <http://doc.inex.co.th/hc-sr04-ultrasonic-unicon>. (8 ตุลาคม 2562)
- [5] Saravut Konglampan. (2559). **จอ Touch Screen** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก URL: https://www.kkmakerclub.com/2016/03/02/?fbclid=IwAR3DYbcrGDCHftxVF74ZnZslzATUFqjTWUv_dZx_DYPQo30hxX_MLOQY0WM. (19 กรกฎาคม 2563)
- [6] IOXhop [นามแฝง]. (2563). **DFPlayer Mini - mini MP3 player module** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก URL: <https://www.ioxhop.com/product/219>. (19 กรกฎาคม 2563)
- [7] IOXhop [นามแฝง]. (2563). **Mini 298N 2 Way PWM Motor Driver MX1508 บอร์ดขับมอเตอร์ 2 ช่อง 1.5A ขนาดเล็ก สำหรับ smart car robot** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก URL: <https://www.allnewstep.com/product/1116>. (19 กรกฎาคม 2563)
- [8] IOXhop [นามแฝง]. (2563). **เกียร์มอเตอร์ N20 Gear Motor 3-6V ทดรอบความเร็ว 180-360 rpm** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก URL: <https://www.allnewstep.com/-product/3474>. (19 กรกฎาคม 2563)
- [9] IOXhop [นามแฝง]. (2563). **Spur Gear Pinion 1.0 Mod 20Teeth Bore 12.7mm (straightteeth - เฟืองตรง)** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก URL: <https://www.zonemaker.com/product/1982>. (19 กรกฎาคม 2563)

บรรณานุกรม (ต่อ)

- [10] Y.Jaruwan [นามแฝง]. (2544). **ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับระบบฐานข้อมูล** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : URL: <http://www3.chandra.ac.th/office/ict/document/it/it04/page01.html>. (9 ตุลาคม 2562)
- [11] A FMIS [นามแฝง]. (2560) **รู้จัก Angular กันดีกว่า** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก URL: <https://sysadmin.psu.ac.th/2018/05/22>. (9 มีนาคม 2563)
- [12] ASSANAI MANURAT. (2559). **เริ่มต้นทำความรู้จักกับ Spring Boot** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก URL: <http://assanai.com/getting-started-spring-boot/>. (19 กรกฎาคม 2563)
- [13] Nuttavut Thongjor. (2559). **TypeScript คืออะไร** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก URL: <https://www.babelcoder.com/blog/posts/typescript-data-types>. (19 กรกฎาคม 2563)
- [14] Mindphp [นามแฝง]. (2560). **SQL คืออะไร** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: URL: <https://www.mindphp.com/คู่มือ/73-คืออะไร/2088-sql-คืออะไร.html>. (9 มีนาคม 2563)
- [15] Mindphp [นามแฝง]. (2560). **Java คืออะไร จาวา คือภาษาคอมพิวเตอร์ สำหรับเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก URL: <https://www.mindphp.com/คู่มือ/73-คืออะไร/2185-java-คืออะไร.html>. (20 กรกฎาคม 2563)
- [16] ทันพงษ์ ภูรักษ์. (2563). **ซอฟต์แวร์สำหรับโปรแกรมภาษา C** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก URL: [www.sbt.ac.th > new > sites > default > files > TNP_Unit_2](http://www.sbt.ac.th/new/sites/default/files/TNP_Unit_2). (20 กรกฎาคม 2563)
- [17] Wikipedia [นามแฝง]. (2563). **IntelliJ IDEA** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก URL: https://en.wikipedia.org/wiki/IntelliJ_IDEA. (19 กรกฎาคม 2563)
- [18] Mindphp [นามแฝง]. (2560). **รู้จักกับ Visual Studio Code (วิซวล สตูดิโอ โค้ด) โปรแกรมฟรีจากค่ายไมโครซอฟท์** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก URL: <https://www.mindphp.com/บทความ/microsoft/4829-visual-studio-code.html>. (19 กรกฎาคม 2563)
- [19] SE-ED inspiration starts here [นามแฝง]. (2563). **จำลองการทำงานและออกแบบลายวงจรพิมพ์ด้วย Circuit Wizard** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก URL: <https://bit.ly/32DHJAn>. (19 กรกฎาคม 2563)

บรรณานุกรม (ต่อ)

- [20] Quick ERP TV [นามแฝง]. (2560). **NEXTION DISPLAY** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก URL: https://www.youtube.com/watch?v=_fJO5rBiAP4. (19 กรกฎาคม 2563)
- [21] พัชรินทร์ สุภายอง. (2560). **หน่วยที่-1-ความเป็นมาของโปรแกรม-SketchUp** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก URL: <https://bit.ly/3dnWv1O>. (19 กรกฎาคม 2563)
- [22] กชกรณ สิงห์กล่อม และ นิติธร มียิ่ง. 2560. “ออกแบบระบบคำนวณค่าดัชนีมวลกายอัตโนมัติ”. ภาคนิพนธ์ สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น.
- [23] lnw Shop [นามแฝง]. (2563). **เครื่องชั่งน้ำหนัก วัดส่วนสูง NAGATA รุ่น BW-1122H** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก URL: <http://www.apddscale.com/product/372/>. (26 กันยายน 2563)
- [24] Krotron [นามแฝง]. (2557). **เครื่องชั่งน้ำหนัก Digital scales รุ่น scml** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก URL: <http://krotron.com/เครื่องชั่งหยอดเหรียญ/เครื่องชั่งหยอดเหรียญ-scml>. (26 กันยายน 2563)
- [25] lnw Shop [นามแฝง]. (2562). **เครื่องชั่งน้ำหนัก วัดส่วนสูงอัตโนมัติ ADAM รุ่น MUW 300L** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก URL: <http://www.apddscale.com/product/372/>. (26 กันยายน 2563)
- [26] Xiaohui Yang [นามแฝง]. (2558). **เครื่องชั่งน้ำหนัก วัดส่วนสูงอัตโนมัติ Shengyuan รุ่น HGM-601** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก URL: <http://www.tamada-scale.com/product/315/adam-model-muw-300l-300-kg-x-0-05-kg>. (26 กันยายน 2563)

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

คู่มือการใช้งาน

คู่มือการใช้งาน



1. การใช้งานเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกาย

ขั้นตอนที่ 1 เมื่อเราเปิดใช้งานเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกายแล้ว หากเครื่องพร้อมใช้งานจะขึ้นหน้าจอ ดังรูปที่ ก.1 ให้เราแตะที่หน้าจอเพื่อใช้งาน



รูปที่ ก.1 หน้ายินดีต้อนรับของเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกาย

ขั้นตอนที่ 2 หลังจากที่เราแตะหน้าจอในหน้ายินดีต้อนรับแล้ว หน้าจอจะเปลี่ยนมายังหน้าเลือกเมนู ดังรูปที่ ก.2 ให้เราเลือกตามที่ต้องการ การเลือกผู้ใช้ทั่วไปจะเข้าสู่ขั้นตอนการเริ่มใช้งาน หากเลือกเข้าสู่ระบบจะไปยังหน้าเข้าสู่ระบบสำหรับคนที่ต้องการบันทึกการใช้งาน โดยก่อนจะเข้าสู่ระบบจำเป็นต้องสมัครสมาชิกผ่าน QR-Code หรือ www.ecpbmi.in.th ก่อนถึงจะใช้งานในส่วนนี้ได้



รูปที่ ก.2 หน้า เมนู ของเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกาย

ขั้นตอนที่ 3 หากเลือกเมนูเข้าสู่ระบบ จะมายังหน้าจอเข้าสู่ระบบ ดังรูปที่ ก.3 เพื่อให้เรากรอกข้อมูลเบอร์โทรศัพท์และรหัสผ่านที่ได้สมัครสมาชิกไว้ เมื่อเรากดตรงช่องหมายเลขโทรศัพท์ หน้าจอจะไปยังหน้ากรอกเบอร์โทรศัพท์ ดังรูปที่ ก.4 และเมื่อเรากดตรงช่องรหัสผ่าน หน้าจอจะไปยังหน้ากรอกรหัสผ่าน เมื่อกรอกข้อมูลจนครบให้กดปุ่ม เข้าสู่ระบบ ในหน้าเข้าสู่ระบบ

รูปที่ ก.3 หน้า เข้าสู่ระบบ ของเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกาย

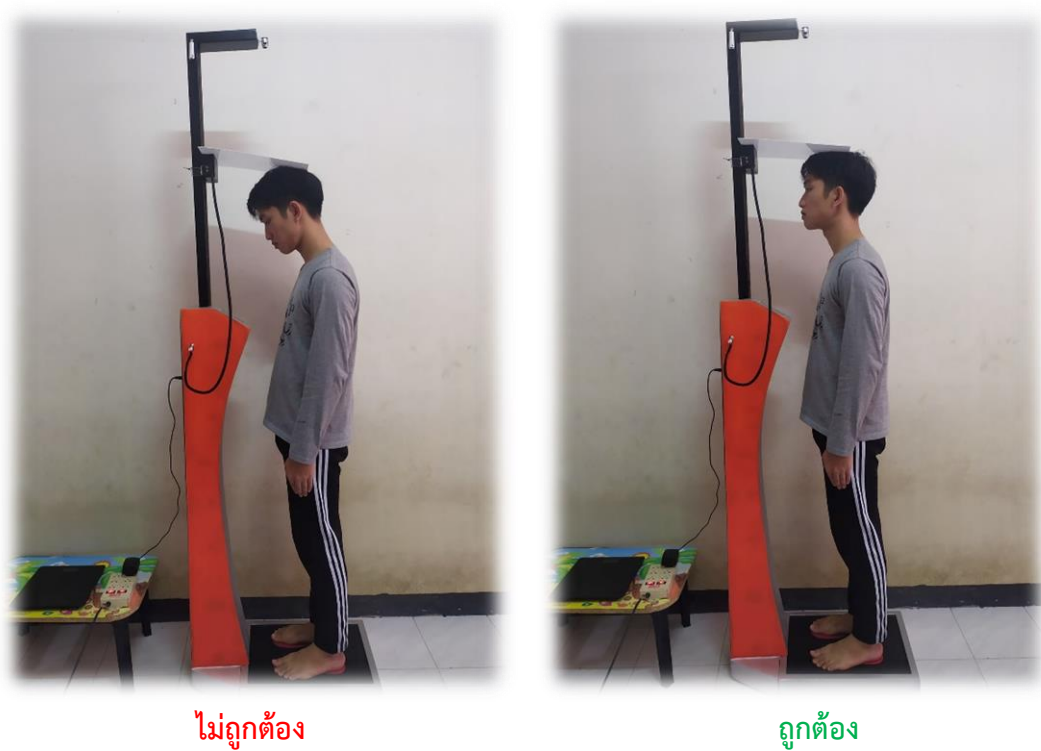
รูปที่ ก.4 หน้า กรอกเบอร์โทรศัพท์ ของเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกาย

รูปที่ ก.5 หน้า กรอกรหัสผ่าน ของเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกาย

ขั้นตอนที่ 4 เมื่อเราเลือกผู้ทั่วไปใน หน้าเมนู หรือเข้าสู่ระบบสำเร็จ จะมายังหน้า เริ่มต้น ดังรูปที่ ก.6 ให้เรากดปุ่ม เริ่ม เพื่อทำการวัดค่า โดยก่อนการกดปุ่มต้องยืนยันบนเครื่องวัดค่าดัชนี มวลกายในท่าที่ถูกต้องด้วย แสดงทำยีนที่ถูกต้อง ดังรูปที่ ก.7



รูปที่ ก.6 หน้า เริ่มต้น ของเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกาย



รูปที่ ก.7 ทำใช้งานเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกาย

ขั้นตอนที่ 5 เมื่อมีการกดปุ่มเริ่มแล้วหน้าจอจะไปยังหน้า อ่านค่า ดังรูปที่ ก.8 ให้รอจนกว่าจะมีเสียงบอกว่า “ประมวลผลเสร็จสิ้น” แล้วค่อยก้มหน้ามามองที่หน้าจอได้

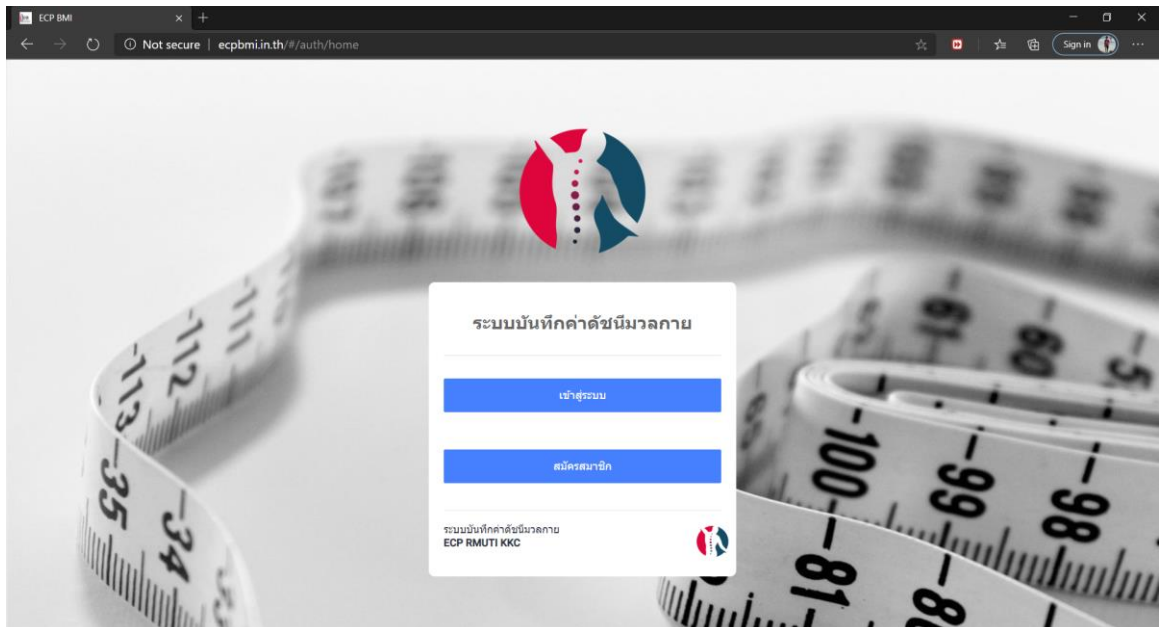
รูปที่ ก.8 หน้า อ่านค่า ของเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกาย

ขั้นตอนที่ 6 หลังจากอ่านค่าและประมวลผลเสร็จสิ้น หน้าจอจะมายังหน้าแสดงผล เราสามารถดูข้อมูลการใช้งานได้บนหน้าจอแสดงผล แสดงหน้าแสดงผล ดังรูปที่ ก.9 โดยในหน้าแสดงผลของสมาชิกจะสามารถกดปุ่ม บันทึก เพื่อบันทึกข้อมูลไว้ดูย้อนหลังได้

รูปที่ ก.9 หน้า แสดงผล ของเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกาย

2. การใช้งานระบบบันทึกค่าดัชนีมวลกาย

ขั้นตอนที่ 1 เข้าไปที่ www.ecpbmi.in.th จะมายังหน้าแรกของ ระบบบันทึกค่าดัชนีมวลกาย ดังรูปที่ ก.10 สามารถเลือกเข้าสู่ระบบหรือสมัครสมาชิกได้



รูปที่ ก.10 หน้าแรก ของระบบบันทึกค่าดัชนีมวลกาย

ขั้นตอนที่ 2 หากเลือกสมัครสมาชิกใน หน้าแรก ระบบจะมายัง หน้าสมัครสมาชิก ดังรูปที่ ก.11 ให้กรอกข้อมูลให้ครบแล้วกดปุ่มสมัครสมาชิก

หน้าสมัครสมาชิก

ลำดับนำ ชื่อ นามสกุล
 เพศ วันเกิด
 โทรศัพท์
 รหัสผ่าน
 อีเมล
 สมัครสมาชิก

ขอขอบคุณและขอให้สนุกกับเว็บไซต์
หน้าหลัก

รูปที่ ก.11 หน้าสมัครสมาชิก ของระบบบันทึกค่าดัชนีมวลกาย

ขั้นตอนที่ 3 เมื่อเลือกเข้าสู่ระบบจาก หน้าแรก ระบบจะมายัง หน้าเข้าสู่ระบบ ดังรูปที่ ก.12 ให้กรอกเบอร์โทรศัพท์และรหัสผ่านที่ได้สมัครสมาชิกให้ครบแล้วกดปุ่มเข้าสู่ระบบ

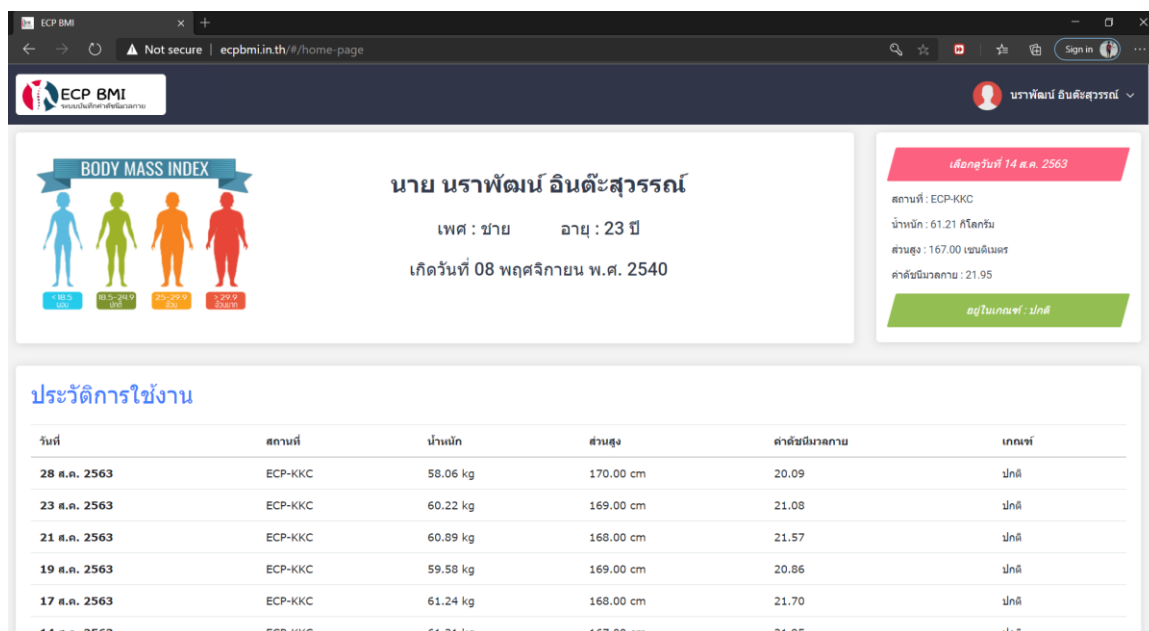
หน้าเข้าสู่ระบบ

โทรศัพท์มือถือ
 รหัสผ่าน
 เข้าสู่ระบบ

ขอขอบคุณและขอให้สนุกกับเว็บไซต์
สมัครสมาชิก

รูปที่ ก.12 หน้าเข้าสู่ระบบ ของระบบบันทึกค่าดัชนีมวลกาย

ขั้นตอนที่ 4 เมื่อเข้าสู่ระบบสำเร็จ ระบบจะไปยัง หน้าหลัก คือหน้าแสดงประวัติการใช้งานเครื่องวัดค่าดัชนีมวลกายย้อนหลัง แสดงหน้าหลัก ดังรูปที่ ก.13



รูปที่ ก.13 หน้าหลัก ของระบบบันทึกค่าดัชนีมวลกาย

ประวัติผู้เขียน

ประวัติผู้เขียน



| | |
|------------------|--|
| ชื่อ-นามสกุล | นายทัศนะ แก้ววันทา |
| วัน-เดือน-ปีเกิด | 26 กุมภาพันธ์ 2541 |
| ที่อยู่ | 196 หมู่ 3 ตำบลหนองเรือ อำเภอนองเรือ จังหวัดขอนแก่น 40210 |
| อีเมล | Thatsana.ka@rmuti.ac.th |
| เบอร์โทรศัพท์ | 0629077447 |

ประวัติการศึกษา

| | |
|------------------------|--|
| ระดับประถมศึกษา | โรงเรียนอนุบาลสุภณ ปีการศึกษา 2553 |
| ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น | โรงเรียนหนองเรือวิทยา ปีการศึกษา 2556 |
| ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย | โรงเรียนหนองเรือวิทยา ปีการศึกษา 2559 |

ประวัติผู้เขียน



| | |
|------------------|--|
| ชื่อ-นามสกุล | นายณราพัฒน์ อินตะสุวรรณ |
| วัน-เดือน-ปีเกิด | 8 พฤศจิกายน 2540 |
| ที่อยู่ | 37 หมู่ 5 ตำบลบ้านกง อำเภอนองเรือ จังหวัดขอนแก่น 40240 |
| อีเมล | Naraphat.in@rmuti.ac.th |
| เบอร์โทรศัพท์ | 0868582713 |

ประวัติการศึกษา

| | |
|------------------------|--|
| ระดับประถมศึกษา | โรงเรียนบ้านหนองเม็กหนองทุ่มโนนศิลาประชาสรรค์ ปีการศึกษา 2553 |
| ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น | โรงเรียนจระเข้วิทยายน ปีการศึกษา 2556 |
| ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย | โรงเรียนจระเข้วิทยายน ปีการศึกษา 2559 |