การพัฒนาอุปกรณ์ไอโอทีเพื่อดักจับหนู

อิสระพงศ์ อินไผ่
กัลยา เย็นใจ

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีสารสนเทศ)
สาขาวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ประยุกต์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์
พ.ศ. 2565

การพัฒนาอุปกรณ์ไอโอทีเพื่อดักจับหนู

อิสระพงศ์ อินไผ่
กัลยา เย็นใจ

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีสารสนเทศ)
สาขาวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ประยุกต์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์
พ.ศ. 2565

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
เรื่อง การพัฒนาอุปกรณ์ไอโอทีเพื่อดักจับหนู

นามผู้จัดทำโครงการ อิสระพงศ์ อินไผ่ และกัลยา เย็นใจ
ได้พิจารณาเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของรายวิชาโครงงานด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีสารสนเทศ)
ของมหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์

ลงชื่อ.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นฤพนธ์ พนาวงศ์)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ลงชื่อ.....
(ดร.สมพร พูลพงษ์)
หัวหน้าสาขาวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ
วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

กิตติกรรมประกาศ

การพัฒนาอุปกรณ์ไอโอทีเพื่อดักจับหนูนี้ สามารถดำเนินการจนประสบความสำเร็จลุล่วงไปด้วยดีเนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์และสนับสนุนเป็นอย่างดียิ่งจากหลาย ๆ ท่านผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุกท่านที่มีส่วนร่วมในความสำเร็จครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นฤพนธ์ พนาวงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ให้คำแนะนำว่ากล่าวตักเตือน แนะนำแนวทางในการพัฒนา ชี้นำแนวทางแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น อบรมสั่งสอนให้ความรู้ตั้งแต่พื้นฐานการใช้งานเซนเซอร์ การเขียนโค้ดคำสั่ง ตรวจสอบความถูกต้องของเอกสารต่าง ๆ ให้คำปรึกษาเกี่ยวกับการประชุมวิชาการระดับปริญญาตรีด้านคอมพิวเตอร์ภูมิภาคเอเชีย และชี้แนะแนวทางที่เป็นประโยชน์จนทำให้โครงงานนี้ดำเนินต่อเนื่องไปได้ด้วยดี ซึ่งสามารถนำมาพัฒนาโครงงานนี้จนสำเร็จ

ขอขอบคุณ ร้อยเอกหญิง อารีรักษ์ ศรีวราพงศ์ อาจารย์ประจำสาขาวิชาภาษาต่างประเทศ และนางวัฒนา วนิชนพรัตน์ศึกษานิเทศก์ ศธจ.นครสวรรค์ที่กรุณาตรวจทานบทคัดย่อภาษาอังกฤษและแก้ไขในส่วนที่ผิด พร้อมให้ความรู้เกี่ยวกับการเขียนบทความภาษาอังกฤษจนทำให้โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

และสุดท้ายนี้ขอขอบคุณบุคคลสำคัญที่สุดในชีวิตที่ทำให้ผู้วิจัยได้มีวันนี้คือ บิดา มารดา และบุคคลในครอบครัวอันเป็นที่เคารพรักซึ่งได้ให้การอบรมเลี้ยงดูผู้วิจัยมาเป็นอย่างดี พร้อมทั้งส่งเสียดูแล ให้ความรักและกำลังใจที่ดีเสมอมา ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ด้วย สุดท้ายนี้คุณค่าและประโยชน์อันที่ได้มาจากโครงงานวิจัยฉบับนี้ ผู้ศึกษาขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

อิสระพงศ์ อินไผ่

กัลยา เย็นใจ

บทคัดย่อ

หนูเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่ชอบกัดแทะทำลายสิ่งของและเป็นพาหะนำโรคที่สามารถแพร่กระจายเชื้อมายังมนุษย์และสัตว์เลี้ยงได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาอุปกรณ์ไอโอทีเพื่อดักจับหนู โดยการนำเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งมาประยุกต์ใช้ ภายในอุปกรณ์ประยุกต์ใช้เซนเซอร์อยู่ 2 รูปแบบ คือ เซนเซอร์อัลตราโซนิกและเซนเซอร์อินฟาเรด ถ้ามีหนูเข้ามาในอุปกรณ์ดักจับหนู เซนเซอร์ทั้ง 2 รูปแบบจะส่งสัญญานไปยังบอร์ด ESP32 DevKit V1 เพื่อสั่งให้เซอร์โวมอเตอร์ปิดประตูอุปกรณ์ จากนั้นบอร์ดจะส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันไลน์ของผู้ใช้ รวมถึงผู้ใช้สามารถควบคุมการทำงานเปิด-ปิดอุปกรณ์ผ่านแอปพลิเคชัน Blynk ได้ จากผลการทดสอบความถูกต้องในการทำงานของอุปกรณ์ดักจับหนูพบว่า มีค่าความถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 95.5 ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจร้อยละ 90.2 และเมื่อการเปรียบเทียบการทำงานของทั้งสองอุปกรณ์พบว่า อุปกรณ์ที่ใช้เซนเซอร์อินฟาเรดจะมีประสิทธิภาพดีกว่าอุปกรณ์ที่เซนเซอร์อัลตราโซนิก

ABSTRACT

Mice are mammals that always gnaw and destroy belongings and they can transmit diseases rapidly to humans and pets. This research aims to develop an IOT device to trap a mouse by using applied internet technology of things. There are two types of applied sensors in the device that are Ultrasonic Sensors and IR Sensors. If a mouse is into a mousetrap device, both sensors will send a signal to ESP32 DevKit V1 board to order the Servo Motor to close the device door. The board then sends a notification message to the user's LINE application. The user can also control an on-off module through the Blynk application. From the results of testing the accuracy of the mousetrap device's operation, it was found that the average accuracy was 95.5%, the users' satisfaction was 90.2%. And the results of comparison of the two devices found that devices using infrared sensors would perform better than devices with ultrasonic sensors.

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ.....ก

บทคัดย่อ.....ข

ABSTRACT.....ค

สารบัญ.....ง

สารบัญภาพ.....ฉ

สารบัญตาราง.....ช

บทที่ 1.....1

1.1 ความเป็นมาและปัญหาของระบบงานเดิม.....1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน.....2

1.3 ขอบเขตของระบบงาน.....2

1.4 ระเบียบวิธีการดำเนินโครงงาน.....3

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....3

1.6 ระยะเวลาการดำเนินงาน (Gantt Chart).....4

บทที่ 2.....5

2.1 ความรู้เกี่ยวกับหนูและกรงดักหนู.....5

2.2 อินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง.....7

2.3 โปรแกรม Fritzing.....13

2.4 โปรแกรม Arduino IDE.....14

2.5 แอปพลิเคชัน Blynk.....15

2.6 การทำงานของ Line Notify.....16

2.7 หลักการเขียนภาษาซีสำหรับ Arduino.....17

2.8 เอกสารหรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....18

สารบัญต่อ

หน้า

บทที่ 3.....21

3.1 การวิเคราะห์ความต้องการของระบบ.....21

3.2 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ.....21

3.3 หลักการทำงานของระบบ.....24

3.4 การออกแบบแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์.....26

3.5 การออกแบบหน้าจอของผู้ใช้ผ่านโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ทโฟน.....27

บทที่ 4.....29

4.1 การทดลองอุปกรณ์ดักจับหนู.....29

4.2 การทดสอบคำสั่งงานเปิด-ปิดอุปกรณ์ผ่านโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ทโฟน.....31

4.3 ผลจากการออกแบบอุปกรณ์.....32

4.4 ผลการสำรวจความพึงพอใจระบบ.....32

บทที่ 5.....35

5.1 อภิปรายและสรุปผลการดำเนินโครงงาน.....35

5.2 ประโยชน์ที่ได้จากการศึกษาเอกเทศ.....36

5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางในการพัฒนา.....37

บรรณานุกรม.....38

ภาคผนวก.....40

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 2.1 หนูทั้ง 4 ชนิดในประเทศไทย.....6

ภาพที่ 2.2 กรงตาแมว.....7

ภาพที่ 2.3 การทำงานของอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง.....8

ภาพที่2.4 ข้อมูลขาวงจรของบอร์ด ESP32 DEVKIT V1.....9

ภาพที่ 2.5 เซนเซอร์อินฟาเรด.....10

ภาพที่ 2.6 หลักการทำงานของเซนเซอร์อินฟาเรด.....10

ภาพที่ 2.7 การทำงานของ Ultrasonic sensor.....11

ภาพที่ 2.8 เซอร์โวมอเตอร์.....12

ภาพที่ 2.9 การทำงานของมอเตอร์เซอร์โว.....13

ภาพที่ 2.10 ตัวอย่างการออกแบบวงจรด้วยโปรแกรม Fritzing.....13

ภาพที่ 2.11 หน้าโปรแกรม Arduino IDE.....14

ภาพที่ 2.12 ฟังก์ชันในแอปพลิเคชัน Blynk.....16

ภาพที่ 2.13 ตัวอย่างการทำงานของ Line Notify.....17

ภาพที่ 2.14 ตัวอย่างภาษาซีสำหรับ Arduino.....18

ภาพที่ 3.1 กรอบแนวคิดในการจัดทำโครงงาน.....22

ภาพที่ 3.2 Use case Diagram ส่วนของแอปพลิเคชัน.....23

ภาพที่ 3.3 Sequence Diagram ส่วนของแอปพลิเคชัน.....23

ภาพที่ 3.4 Activity Diagram ส่วนของแอปพลิเคชัน.....24

ภาพที่ 3.5 ผังงานส่วนอุปกรณ์ดักจับหนู.....24

ภาพที่ 3.6 ผังงานส่วนแอปพลิเคชัน.....25

ภาพที่ 3.7 การออกแบบระบบที่ใช้เซนเซอร์อินฟาเรด.....26

ภาพที่ 3.8 การออกแบบระบบที่ใช้เซนเซอร์อัลตราโซนิก.....26

ภาพที่ 3.9 การออกแบบหน้าจอส่วนควบคุมอุปกรณ์.....27

สารบัญภาพต่อ

หน้า

ภาพที่ 3.10 หน้าจอแจ้งเตือนในแอปพลิเคชันไลน์.....28

ภาพที่ 4.1 อุปกรณ์ดักจับหนูด้วยเซนเซอร์อินฟาเรด กรณีหนูเข้ามาในอุปกรณ์.....29

ภาพที่ 4.2 อุปกรณ์ดักจับหนูด้วยเซนเซอร์อัลตราโซนิก กรณีหนูเข้ามาในอุปกรณ์.....30

ภาพที่ 4.3 การแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์.....30

ภาพที่ 4.4 อุปกรณ์ดักจับหนูด้วยเซนเซอร์อินฟาเรด กรณีวัตถุอื่น ๆ เข้ามาในอุปกรณ์.....30

ภาพที่ 4.5 อุปกรณ์ดักจับหนูด้วยเซนเซอร์อัลตราโซนิกกรณีวัตถุอื่น ๆ เข้ามาในอุปกรณ์.....31

ภาพที่ 4.6 ผลการออกแบบหน้าจอควบคุมในแอปพลิเคชัน blynk.....31

ภาพที่ 4.7 ผลการออกแบบอุปกรณ์ดักจับหนูด้วยเซนเซอร์อินฟาเรด.....32

ภาพที่ 4.8 แสดงผลการออกแบบอุปกรณ์ดักจับหนูด้วยเซนเซอร์อัลตราโซนิก.....32

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 ระยะเวลาขั้นตอนการดำเนินงานของการพัฒนาอุปกรณ์ไอโอทีเพื่อดักจับหนู.....4

ตาราง 2 ผลทดสอบความเสถียรภาพและการทำงานตามฟังก์ชัน.....33

ตาราง 3 เกณฑ์ระดับความพึงพอใจ.....34

ตาราง 4 ผลค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานความพึงพอใจของผู้ใช้งาน.....34

บทที่ 1
บทนำ

ชื่อระบบงาน การพัฒนาอุปกรณ์ไอโอทีเพื่อดักจับหนู
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นฤพนธ์ พนาวงศ์
ผู้จัดทำ นายอิสระพงศ์ อินไผ่ รหัสนักศึกษา 61113602017
นางสาวกัลยา เย็นใจ รหัสนักศึกษา 61113602018

1.1 ความเป็นมาและปัญหาของระบบงานเดิม

ปัจจุบันเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งหรือไอโอที (IoT) ได้เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของมนุษย์มากขึ้นจนเรียกได้ว่าเป็นสิ่งอำนวยความสะดวกที่สำคัญมากอย่างหนึ่ง อีกทั้งยังเป็นเทคโนโลยีพื้นฐานในการดำรงชีวิตของมนุษย์และมีการนำมาประยุกต์ใช้งานด้านต่าง ๆ อย่างแพร่หลาย เนื่องจากอุปกรณ์ราคาไม่แพงและง่ายต่อการพัฒนา เช่น การประยุกต์ในระบบรดน้ำต้นไม้แบบอัตโนมัติ การควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนเพาะเห็ด การเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านผ่านโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ทโฟน การดูสถานะของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน การตรวจจับผู้บุกรุก เป็นต้น ซึ่งการทำงานจะถูกประมวลผลผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตทำให้มีความเสถียรสูง ช่วยลดเวลา ลดภาระในการทำงานและอำนวยความสะดวกให้มนุษย์ได้เป็นอย่างดี

หนูเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมมีวงจรชีวิตประมาณ 3-4 เดือนมีลำตัวยาวประมาณ 35-45 เซนติเมตร มีฟันแหลมคม 2 คู่ ทั้งบนและล่างที่มีความแข็งแรงเป็นพิเศษและคม มีลักษณะโค้งยื่น เพื่อใช้สำหรับกัดหรือแทะสิ่งต่าง ๆ ฟันของหนูสามารถเจริญงอกได้ตลอดชีวิต หนูเป็นศัตรูที่สำคัญของมนุษย์นำความเสียหายแก่เศรษฐกิจจำนวนมหาศาลในทางตรง คือ การกัดกินพืชผลทางการเกษตร เครื่องอุปโภคและบริโภค และหนูยังเป็นสัตว์พาหะสำคัญที่นำโรคหลายชนิดมาสู่คนและสัตว์เลี้ยง เช่น โรคฉี่หนู กาฬโรค เยื่อหุ้มสมองและไขสันหลังอักเสบ และโรคภูมิแพ้ เป็นต้น ส่วนในทางอ้อม คือ การกัดแทะตามสิ่งก่อสร้าง อาคารบ้านเรือน สายไฟ และอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในอาคารทำให้เกิดไฟฟ้าลัดวงจร ซึ่งเป็นอันตรายต่อชีวิตและทรัพย์สิน หนูที่มีความสำคัญทางด้านสาธารณสุขโดยเฉพาะหนูที่อาศัยทำรังและหากินอยู่ในบ้านหรือบริเวณรอบ ๆ บ้าน ซึ่งสามารถพบเห็นได้ มี 4 ชนิด ได้แก่ หนูนอร์เว หนูท้องขาวบ้าน หนูจี๊ดและหนูหริ่งบ้าน (บริษัท บี เอ็ม แลนด์ แอนด์ เฮ้าส์ จำกัด, 2564) โดยทั่วไปมักจะพบหนูจำนวนมากในตลาดที่ขายอาหารสด ยิ่งปล่อยไว้นานวันยิ่งพบเห็นประชากรหนูเพิ่มมากขึ้นในทุกวัน ซึ่งหนูจะกินอาหารและเศษอาหารแล้วทิ้งเชื้อโรคไว้ และเชื้อโรคดังกล่าวอาจแพร่เชื้อโรคกระจายไปสู่มนุษย์ได้ นอกจากนี้หนูยังทำลายทรัพย์สินต่าง ๆ ภายในตลาดทำให้เกิดความเสียหายต่อทรัพย์สินและทำให้แม่ค้าในตลาดเกิดความเดือดร้อนจากภัยที่เกิดจากหนู สำหรับการดักหนูโดยทั่วไปนั้นจะใช้กาวดักหนู หรือกับดักหนูหรือกรงดักหนู ซึ่งผู้ใช้ไม่สามารถรู้ได้ว่าหนูมาติดกับดักแล้วหรือยัง ผู้ใช้จะต้องคอยวนเวียนมาตรวจกับดักบ่อยครั้ง ทำให้เสียเวลาและในบางครั้งหนูมาติดกับดักเป็น

เวลานานแล้วตายจนส่งกลิ่นเหม็น รวมถึงกับดักหนูโดยทั่วไปนั้นอาจเป็นอันตรายต่อผู้ใช้ได้หากไม่ระมัดระวัง เช่น ทำให้บาดเจ็บ ทำให้เปรอะเปื้อน เป็นต้น

จากปัญหาที่กล่าวมานั้น ผู้จัดทำโครงงานจึงมีแนวคิดในการนำเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งหรือไอโอทีมาสร้างอุปกรณ์ดักจับหนูเพื่อใช้อำนวยความสะดวกในการกำจัดหนูตามบริเวณที่พบเห็นหนูเป็นจำนวนมากและลดการแพร่เชื้อโรคที่เกิดจากหนู โดยเฉพาะในตลาดสดที่มักจะมีหนูอาศัยอยู่จำนวนมาก ซึ่งภายในอุปกรณ์จะใช้เซนเซอร์สำหรับตรวจจับสิ่งกีดขวาง 2 รูปแบบ คือ เซนเซอร์อัลตราโซนิกและเซนเซอร์อินฟาเรด รวมถึงผู้จัดทำโครงงานได้ทำการเปรียบเทียบการทำงานของอุปกรณ์ทั้งสองเซนเซอร์เพื่อดูประสิทธิภาพในการดักจับหนู อีกทั้งผู้ใช้ยังสามารถควบคุมการเปิด-ปิดประตูของอุปกรณ์ดักจับหนูและดูสถานะของอุปกรณ์ดักจับหนูผ่านโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ทโฟนได้อีกด้วย เมื่อมีหนูมาติดกับดัก ระบบจะส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันไลน์ของผู้ใช้เพื่อให้ผู้ใช้นำหนูไปจัดการ

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อการพัฒนาอุปกรณ์ไอโอทีเพื่อดักจับหนู

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบการทำงานระหว่างเซนเซอร์อัลตราโซนิกและเซนเซอร์อินฟาเรด

1.2.3 เพื่อส่งข้อความแจ้งเตือนเมื่อมีหนูมาติดกับดักไปยังแอปพลิเคชันไลน์ของผู้ใช้งานได้

1.2.4 เพื่อให้ผู้ใช้สามารถควบคุมอุปกรณ์ดักจับหนูและสามารถดูสถานะกับดักหนูผ่านโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ทโฟนได้

1.3 ขอบเขตของระบบงาน

1.3.1 ส่วนของเทคโนโลยี Internet of Things (IoT)

1.3.1.1 ใช้แผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ควบคุมการทำงานแบบอัตโนมัติ

1.3.1.1.1 ควบคุมการทำงานการเปิด-ปิดอุปกรณ์ดักหนูโดยอัตโนมัติ

1.3.1.1.2 สามารถส่งข้อความแจ้งเตือนการทำงานผ่านแอปพลิเคชันไลน์ของผู้ใช้

1.3.1.2 เซนเซอร์อัลตราโซนิกและเซนเซอร์อินฟาเรดตรวจจับว่าหนูเข้ามาในอุปกรณ์

1.3.2 ส่วนของผู้ใช้

1.3.2.1 สามารถควบคุมการเปิด-ปิดอุปกรณ์ดักหนูผ่านโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ทโฟนที่รองรับWiFi/3G/4G/5G

1.3.2.2 สามารถดูสถานะของอุปกรณ์ดักหนูได้

1.3.2.3 ได้รับข้อความแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์

13.3 ส่วนของโมเดลอุปกรณ์ไอโอทีเพื่อดักจับหนู

1.3.3.1 อุปกรณ์ไอโอทีเพื่อดักจับหนู 2 ชุด ขนาด 20*40*15 เซนติเมตร

1.3.3.2 แผ่นอะคริลิกในการสร้างโมเดลอุปกรณ์ไอโอทีเพื่อดักจับหนู

1.4 ระเบียบวิธีการดำเนินโครงงาน

สำหรับวิธีการดำเนินงานโครงงานการพัฒนาอุปกรณ์ไอโอทีเพื่อดักจับหนู ผู้พัฒนาได้ลำดับการดำเนินงานของโครงงานตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1.4.1 ศึกษาค้นคว้าผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.4.2 ศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับอุปกรณ์ดักจับหนูทั่วไป วงจรชีวิตของหนูและการประดิษฐ์อุปกรณ์ไอโอทีเพื่อดักจับหนู

1.4.3 เตรียมอุปกรณ์ในการประดิษฐ์อุปกรณ์ไอโอทีเพื่อดักจับหนู

1.4.4 วิเคราะห์และออกแบบการทำงานของระบบ

1.4.5 ออกแบบและติดตั้งแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์กับเซนเซอร์ต่าง ๆ

1.4.6 สร้างอุปกรณ์ไอโอทีเพื่อดักจับหนูและพัฒนาโปรแกรมเพื่อควบคุมแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์

1.4.7 ทดสอบอุปกรณ์ไอโอทีเพื่อดักจับหนู

1.4.8 ประเมินผลการทำงานของอุปกรณ์ไอโอทีเพื่อดักจับหนู

1.4.9 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ รวบรวมทั้งจัดจัดทำรูปเล่มรายงาน

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ได้อุปกรณ์ไอโอทีเพื่อดักจับหนู

1.5.2 ลดจำนวนหนูในตลาดสด

1.5.3 ลดเชื้อโรคที่เกิดจากหนู

1.5.4 ลดการเกิดความเสียหายที่เกิดจากหนู

1.6 ระยะเวลาการดำเนินงาน (Gantt Chart)

ตาราง 1 ระยะเวลาขั้นตอนการดำเนินงานของการพัฒนาอุปกรณ์ไอโอทีเพื่อดักจับหนู

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ระยะเวลาดำเนินงาน															
	พ.ศ. 2564												พ.ศ. 2565			
	ม.ค	ก.พ	มี.ค	เม.ย	พ.ค	มิ.ย	ก.ค	ส.ค	ก.ย	ต.ค	พ.ย	ธ.ค	ม.ค	ก.พ	มี.ค	เม.ย
1. ทำการศึกษาระบบงาน	←	→														
2. จัดทำโครงการนำเสนอ อาจารย์ที่ปรึกษา		←	→													
3. วิเคราะห์ข้อมูลและออกแบบระบบ			←	→												
4. พัฒนาและการนำไปใช้					←								→			
5. ทดสอบและประมวลผล					←								→			
6. แก้ไขข้อผิดพลาดของระบบ							←						→			
7. จัดทำเอกสารประกอบการดำเนินการ											←					→

บทที่ 2
ทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

แนวคิดและทฤษฎีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาอุปกรณ์ไอโอทีเพื่อดักจับหนู ประกอบด้วยแนวคิดและหลักการดังนี้

2.1 ความรู้เกี่ยวกับหนูและกรงดักหนู

2.2 อินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง (Internet of Things)

2.3 โปรแกรม Fritzing

2.4 โปรแกรม Arduino IDE

2.5 แอปพลิเคชัน Blynk

2.6 การทำงานของ Line Notify

2.7 หลักการเขียนภาษาซีสำหรับ Arduino

2.8 เอกสารหรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความรู้เกี่ยวกับหนูและกรงดักหนู

บริษัท บี เอ็ม แลนด์ แอนด์ เฮ้าส์ จำกัด (2564) ได้กล่าวว่าหนูเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม มีวงจรชีวิตประมาณ 3-4 เดือน มีลำตัวยาวประมาณ 35-45 เซนติเมตร มีฟันแหลมคม 2 คู่ ทั้งบนและล่าง ที่มีความแข็งแรงเป็นพิเศษและคม มีลักษณะโค้งยื่น เพื่อใช้สำหรับกัดหรือแทะสิ่งต่าง ๆ ฟันของหนูสามารถเจริญงอกได้ตลอดชีวิต หนูเป็นศัตรูที่สำคัญของมนุษย์นำความเสียหายแก่เศรษฐกิจจำนวนมหาศาล ในทางตรง คือ การกัดกินพืชผลทางการเกษตร เครื่องอุปโภคและบริโภค และ หนูยังเป็นสัตว์พาหะสำคัญที่นำโรคหลายชนิดมาสู่คนและสัตว์เลี้ยง เช่น โรคฉี่หนู กาฬโรค เยื่อหุ้มสมองและไขสันหลังอักเสบ และโรคภูมิแพ้ เป็นต้น ส่วนในทางอ้อม คือ การกัดแทะตามสิ่งก่อสร้าง อาคาร บ้านเรือน สายไฟ และอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ภายในอาคาร ทำให้เกิดไฟฟ้าลัดวงจร ซึ่งเป็นอันตรายต่อชีวิตและทรัพย์สิน หนูที่มีความสำคัญทางด้านสาธารณสุขโดยเฉพาะหนูที่อาศัยทำรังและหากินอยู่ในบ้านหรือบริเวณรอบ ๆ บ้าน ซึ่งสามารถพบเห็นได้ มี 4 ชนิด ได้แก่ หนูนอร์เว หนูท้องขาวบ้าน หนูจี๊ดและหนูหริ่งบ้าน ดังในภาพที่ 2.1

ภาพที่ 2.1 หนูทั้ง 4 ชนิดในประเทศไทย

ในส่วนของกรงดักหนูนั้นจะใช้กรงตาแมวเป็นเครื่องมือดักหนู ใช้กระดานหกเป็นกลไกหลักในการทำงาน จับได้หนูมีชีวิตโดยจับได้ครั้งละหลายตัวในเวลาอันรวดเร็ว และคัดเลือกหนูขนาดที่ต้องการ กรงตาแมวเป็นเครื่องมือที่แสดงชั้นเชิงงานช่างพื้นบ้านอย่างโดดเด่น นอกจากเรียกกรงตาแมว ยังเรียกกล่องตาแมวหรือกรอกตาแมว ซึ่งตั้งชื่อจากคุณลักษณะของเครื่องมือที่เป็น “กรง” หรือ “กล่อง” ใช้ดักหนู และมีทางเข้าเป็นช่องกลมคล้ายตา มีแผ่นไม้กลมขยับคล้ายดวงตากลอกกลิ้งไปมา กล่องไม้ ช่องกลม และแผ่นไม้กลมเปรียบได้กับตัวแมวและนัยน์ตาแมว ซึ่งแมวจับหนูกินเป็นอาหาร กรงตาแมวเป็นกล่องไม้รูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาดกว้างประมาณ 30 เซนติเมตร ยาวประมาณ 50 เซนติเมตร สูงประมาณ 20 เซนติเมตร ด้านบนทำฝาไม้ปิด โดยทำรางเลื่อนดึงเข้าดึงออกได้ กล่องไม้มีฝากั้นแบ่งเป็น 2 ห้อง คือ ห้องด้านหน้า (กลไกดักหนู) และห้องด้านใน (ห้องกักหนู) ห้องด้านหน้าเป็นทางเข้า มีขนาดเล็กกว่าห้องด้านในที่ใช้กักหนู ที่ห้องด้านหน้าซึ่งเป็น กลไกดักหนูนี้ เจาะช่องปากทางเข้าเป็นช่องกลม ๆ 2 ช่อง ภายในห้องด้านหน้านี้กั้นห้องแบ่งครึ่งอีกเพื่อกักหนูที่เดินผ่านช่องกลมเข้ามา ไม้แผ่นหน้าที่เจาะช่องวงกลมต้องทำ 2 ชิ้น ตีคู่กันมีช่องว่างระหว่างกัน ใช้เป็นที่วางไม้วงกลมซึ่งทำหน้าที่เหมือนฝาประตู ไม้วงกลมทำงานสัมพันธ์กับกระดานหกเพราะเชื่อมโยงอยู่กับกระดานหกโดยจะกลิ้งไปอยู่กับด้านที่ต่ำ ส่วนห้องด้านในเป็นที่ใส่เหยื่อ “ล่อ” หนู และกักขังหนู ข้างฝาห้องส่วนนี้เจาะเหมือนช่องหน้าต่าง ใช้เหล็กเส้นเล็ก ๆ กันทำเป็นซี่กรง เมื่อใส่เหยื่อทำให้หนูเห็นเหยื่อได้กลิ่นเหยื่อชัดเจน และช่องหน้าต่างนี้ยังเป็นช่องระบายลมเมื่อมีหนูเข้าไปติดเครื่องมือด้วย ระหว่างห้องด้านหน้าและห้องด้านในมีฝากั้น โดยฝากั้นนี้เจาะช่องเป็นประตูเล็ก ๆ ประตูทำเป็นซี่กรง วางประกบกับฝากั้นของห้องด้านใน เมื่อหนูผ่านประตูซี่กรงเข้าไปห้องด้านในแล้วจะดันประตูออกมาไม่ได้ เพราะซี่กรงใหญ่กว่าช่องประตู พูดง่าย ๆ ก็คือประตูซี่กรงทำหน้าที่คล้าย “งา” ที่พบในเครื่องมือจับสัตว์จำนวนมาก โดยที่สัตว์จะผ่านเข้าไปแล้วกลับออกมาไม่ได้ จึงทำให้กรงตาแมวมีรูปแบบดังภาพที่ 2.2

ภาพที่ 2.2 กรงตาแมว

2.2 อินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง (Internet of Things)

อินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง (Internet of Things) หรือ ไอโอที (IoT) หมายถึงเครือข่ายของวัตถุ อุปกรณ์ พาหนะ สิ่งปลูกสร้าง และสิ่งของอื่น ๆ ที่มีวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ซอฟต์แวร์ เซนเซอร์ และการเชื่อมต่อกับเครือข่าย ฝังตัวอยู่ และทำให้วัตถุเหล่านั้นสามารถเก็บบันทึกและแลกเปลี่ยนข้อมูลได้ อินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งทำให้วัตถุสามารถรับรู้สภาพแวดล้อมและถูกควบคุมได้จากระยะไกลผ่านโครงสร้างพื้นฐานเครือข่ายที่มีอยู่แล้วทำให้เราสามารถผสานโลกกายภาพกับระบบคอมพิวเตอร์ได้แนบแน่นมากขึ้น ผลที่ตามมาคือประสิทธิภาพ ความแม่นยำ และประโยชน์ทางเศรษฐกิจที่เพิ่มมากขึ้น เมื่อ IoT ถูกเสริมด้วยเซนเซอร์และแอคชูเอเตอร์ซึ่งสามารถเปลี่ยนลักษณะทางกลได้ตามการกระตุ้น ก็จะกลายเป็นระบบที่ถูกจัดประเภทโดยทั่วไปว่าระบบไซเบอร์-กายภาพ (cyber-physical system) ซึ่งรวมถึงเทคโนโลยีอย่าง กริดไฟฟ้าอัจฉริยะ (สมาร์ตกริด) บ้านอัจฉริยะ (สมาร์ตโฮม) ระบบขนส่งอัจฉริยะ (อินเทลลิเจนต์ทรานสปอร์ต) และเมืองอัจฉริยะ (สมาร์ตซิตี้) วัตถุแต่ละชิ้นสามารถถูกระบุได้โดยไม่ซ้ำกันผ่านระบบคอมพิวเตอร์ฝังตัว และสามารถทำงานร่วมกันได้บนโครงสร้างพื้นฐาน อินเทอร์เน็ตที่มีอยู่แล้วในปัจจุบัน ผู้เชี่ยวชาญประเมินว่าเครือข่ายของสรรพสิ่งจะมีวัตถุเกือบ 50,000 ล้านชิ้นภายในปี 2020 มูลค่าตลาดคาดการณ์ไว้ที่ 80 พันล้านเหรียญ

คำว่า "Internet of Things" ประกาศเกียรติคุณจากผู้ประกอบการ Kevin Ashton หนึ่งในผู้ก่อตั้ง Auto-ID Center ของ MIT แอชตันเป็นส่วนหนึ่งของทีมที่ค้นพบวิธีเชื่อมโยงวัตถุกับอินเทอร์เน็ตผ่านแท็ก RFID เขาใช้วลี“ Internet of Things” เป็นครั้งแรกในการนำเสนอในปี 1999 และนับตั้งแต่นั้นเป็นต้นมา

การแบ่งกลุ่ม Internet of Things ปัจจุบันมีการแบ่งกลุ่ม Internet of Things ออกตามตลาดการใช้งานเป็น 2 กลุ่มได้แก่

Industrial IoT คือแบ่งจาก local network ที่มีหลายเทคโนโลยีที่แตกต่างกันในโครงข่าย Sensor nodes โดยตัวอุปกรณ์ IoT Device ในกลุ่มนี้จะเชื่อมต่อแบบ IP network เพื่อเข้าสู่อินเตอร์เน็ต

Commercial IoT คือแบ่งจาก local communication ที่เป็น Bluetooth หรือ Ethernet (wired or wireless) โดยตัวอุปกรณ์ IoT Device ในกลุ่มนี้จะสื่อสารภายในกลุ่ม Sensor nodes เดียวกันเท่านั้นหรือเป็นแบบ local devices เพียงอย่างเดียวอาจไม่ได้เชื่อมสู่อินเตอร์เน็ต

"สรรพสิ่ง" ในความหมายของ IoT สามารถหมายถึงอุปกรณ์ที่แตกต่างหลากหลาย เช่น อุปกรณ์วัดอัตราหัวใจแบบฝังในร่างกาย แท็กไบโอชิปที่ติดกับปศุสัตว์ ยานยนต์ที่มีเซนเซอร์ในตัว อุปกรณ์วิเคราะห์ดีเอ็นเอในสิ่งแวดล้อมหรืออาหาร หรืออุปกรณ์ภาคสนามที่ช่วยในการทำงานของนักผจญเพลิงในภารกิจค้นหาและช่วยเหลือ อุปกรณ์เหล่านี้จะจัดเก็บข้อมูลที่เป็นประโยชน์ด้วยการใช้เทคโนโลยีหลากหลายชนิดและจากส่งต่อข้อมูลระหว่างอุปกรณ์อื่น ๆ โดยอัตโนมัติ ตัวอย่างในตลาดขณะนี้ เช่น เทอร์โมสตัตอัจฉริยะ และเครื่องซักผ้า-อบผ้าที่ต่อกับเครือข่ายไวไฟเพื่อให้สามารถดูสถานะจากระยะไกลได้ อินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งจึงมีการทำงานดังภาพที่ 2.3

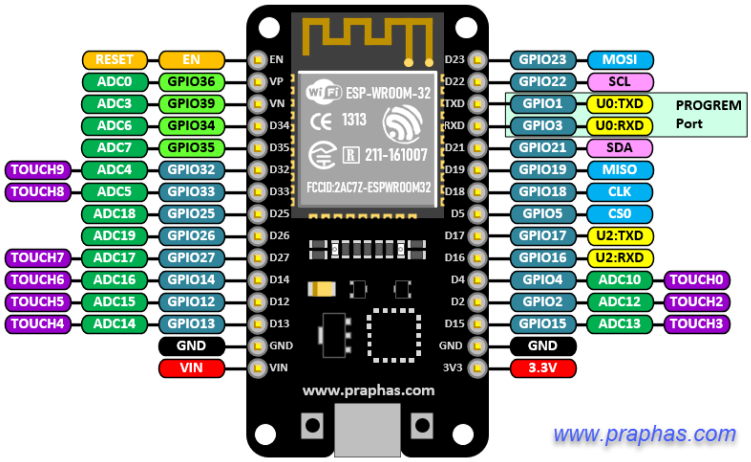
ภาพที่ 2.3 การทำงานของอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง

สำหรับโครงงานศึกษาเอกเทศนี้ได้ใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ซึ่งมีอุปกรณ์และเซนเซอร์ต่าง ๆ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.2.1 บอร์ด ESP32 DEVKIT V1

ESP32 DevKit V1 Development Board พัฒนาโดยบริษัท DOIT มีขาต่อใช้งานทั้งหมด 30 ขา เรียงขาแบบเดียวกับบอร์ด ESP32 DevKit V1 โมดูล Wifi ESP-32 รุ่น ESP-WROOM-32 โมดูล Wifi + Bluetooth 4.2 + Touch/Temp Sensorทำงานแบบ Dual Core ที่ความเร็ว 160Mhz มี SRAM 512K หน่วยความจำ Flash สำหรับอัพโหลดโปรแกรมขนาด 16M มีขา GPIO 30 ขา ความละเอียดในการอ่านค่า ADC 12Bit สามารถเขียนโปรแกรม ผ่าน Arduino IDE เหมือนเขียน Arduino ได้

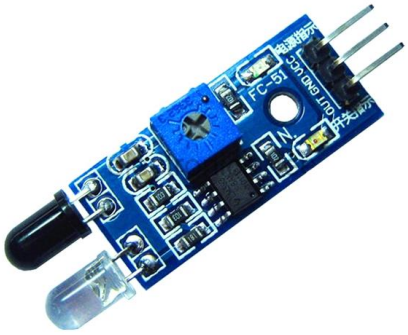
โมดูลรวม USB TTL และ ESP-32 ไว้ในตัวแล้วคล้ายกับ NodeMCU จึงไม่ต้องบัดกรีหรือต่อวงจรเพิ่ม ติดตั้งบอร์ดใน Arduino IDE แล้วเสียบสาย USB โปรแกรมได้เลย และใช้ชิปไอซีแปลง USB เป็น UART เบอร์ CP2102 จาก Silicon Labs สามารถเข้าโหมดอัพโหลดโปรแกรมแบบอัตโนมัติโดยใช้วงจรแบบ nodemcu มีรอม 4MB (หรือ 32Mbit) ที่ขา VIN ใช้ไอซีเรกกูเลเตอร์แบบ LDO เบอร์ AMS1117-3.3 รองรับแรงดันไฟฟ้าอินพุต 7-12V จ่ายกระแสได้สูงสุด 700mA และใช้พลังงานไฟฟ้าและสื่อสารผ่านพอร์ต MicroUSB ได้ดังภาพที่ 2.4



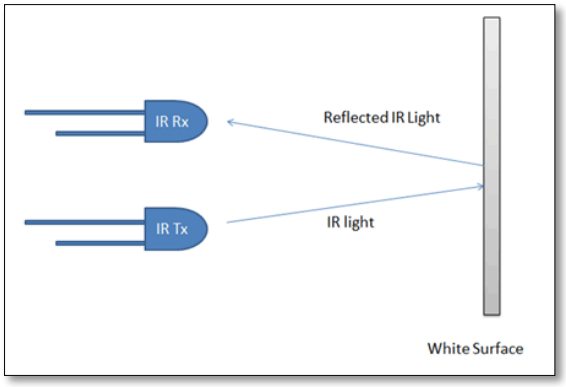
ภาพที่ 2.4 ข้อมูลขาวงจรของบอร์ด ESP32 DEVKIT V1

2.2.2 เซนเซอร์แสง โมดูลเซนเซอร์แสงสำหรับตรวจจับวัตถุกีดขวาง IR Infrared Obstacle Avoidance Sensor Module โดยโมดูลนี้ จะมีตัวรับและตัวส่ง infrared ในตัว ตัวสัญญาณ (สีขาว) infrared จะส่งสัญญาณออกมา และเมื่อมีวัตถุมาบัง คลื่นสัญญาณ infrared ที่ถูกสั่งออกมาจะสะท้องกลับไปเข้าตัวรับสัญญาณ (สีดำ) สามารถนำมาใช้ตรวจจับวัตถุที่อยู่ตรงหน้าได้ และสามารถปรับความไว ระยะการตรวจจับ ใกล้หรือไกลได้ ภายตัวเซนเซอร์แบบนี้จะมีตัวส่ง Emitter และ ตัวรับ Receiver ติดตั้งภายในตัวเดียวกัน ทำให้ไม่จำเป็นต้องเดินสายไฟทั้งสองฝั่ง เหมือนแบบ Opposed Mode ทำให้การติดตั้งใช้งานได้ง่ายกว่า แต่อย่างไรก็ตามจำเป็นต้องติดตั้งตัวแผ่นสะท้อนหรือ Reflector ไว้ตรงข้ามกับตัวเซนเซอร์เอง โดยโฟโต้เซนเซอร์แบบที่ใช้แผ่นสะท้อนแบบนี้จะเหมาะสำหรับชิ้นงานที่มีลักษณะทึบแสงไม่เป็นมันวาว เนื่องจากอาจทำให้ตัวเซนเซอร์เข้าใจผิดว่าเป็นตัวแผ่นสะท้อน และ ทำให้ทำงานผิดพลาดได้ เซนเซอร์แบบนี้จะมีช่วงในการทำงาน หรือ ระยะในการตรวจจับจะได้ใกล้กว่าแบบ Opposed mode ซึ่งในสภาวะการทำงานปกติตัวรับ Receiver จะสามารถรับสัญญาณแสงจากตัวส่ง Emitter ได้ตลอดเวลา เนื่องจากลำแสงจะสะท้อนกับแผ่นสะท้อน Reflector อยู่ตลอดเวลา จะแสดงค่า เป็น 0 หน้าที่หลักของเซนเซอร์ชนิดนี้ จะคอยตรวจจับวัตถุที่เคลื่อนที่ตัดผ่านหน้าเซนเซอร์ เมื่อวัตถุ หรือ ชิ้นงานผ่านเข้ามาที่หน้าเซนเซอร์ แล้วจะการขวางลำแสงที่ส่งจากตัวส่ง Emitter ที่ส่งไปยังแผ่นสะท้อน จึงทำให้ตัวรับ Receiver ไม่สามารถรับลำแสงที่จะสะท้อนกลับมาได้ จะแสดงค่า เป็น 1 ซึ่งจะทำให้วงจรภายในรับรู้ได้ว่า มีวัตถุหรือชิ้นงานขวางอยู่

ทำให้สถานะของเอาท์พุตของตัวรับเปลี่ยนแปลงไป โดยเราเรียกลักษณะการทำงานแบบนี้ว่า Dark On หรือ Dark Operate ดังภาพที่ 2.5 และ 2.6 ที่แสดงลักษณะเซนเซอร์และการทำงานของเซนเซอร์



ภาพที่ 2.5 เซนเซอร์อินฟาเรด



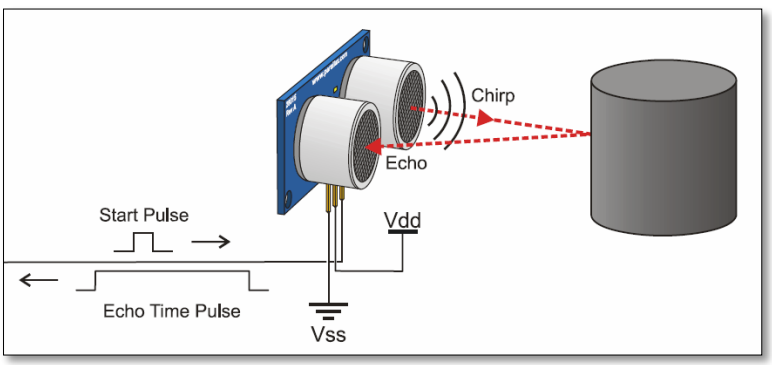
ภาพที่ 2.6 หลักการทำงานของเซนเซอร์อินฟาเรด

2.2.3 เซนเซอร์วัดระดับ ประเภท Ultrasonic เซนเซอร์วัดระดับ ประเภท Ultrasonic หรือ Ultrasonic sensor เป็นเซนเซอร์ที่ต้องอาศัยหลักการของการสะท้อนคลื่นความถี่ Ultrasonic ในการตรวจจับวัตถุต่าง ๆ Ultrasonic sensor นั้นจำเป็นต้องอาศัยตัวกลางในการเดินทาง เช่น อากาศ แก๊ส หรือของเหลว จึงทำให้ Ultrasonic sensor สามารถใช้งานตรวจจับวัตุได้หลากหลายชนิด ซึ่งวัตถุที่มีสถานะของเหลวโดยที่เป็นสารเคมีหรือมีความหนืดก็สามารถใช้ Ultrasonic sensor ในการตรวจจับได้ และ Ultrasonic sensor มีความถี่ไปตั้งแต่ 20000Hz ขึ้นไปซึ่งเป็นความถี่ที่สูงเกินกว่ามนุษย์จะสามารถรับรู้ได้ โดยทั่วไปนิยมใช้อัลตราโซนิกเซนเซอร์สำหรับการวัดระยะทางของวัตถุหรือการวัดระดับของเหลว สามารถใช้งานกับวัตถุทั้งชนิดโลหะและอโลหะทุกเฉดสี โปร่งใส โปร่งแสงหรือทึบแสง ตรวจจับวัตถุได้หลายขนาด ไม่เหมาะกับวัตถุที่มีคุณสมบัติการยืดหยุ่นหรือคุณสมบัติการดูดซับเสียง เช่น ผ้า ฝุ่นผง โฟมหรือฟองน้ำ ซึ่งจะดูดซับคลื่นเสียงไม่ให้สะท้อนกลับมายังตัวรับสัญญาณ และเนื่องจากลักษณะการสะท้อนกลับของเสียงขึ้นอยู่กับมุมตกกระทบที่ทำให้เสียงกระจายไปใน

ทิศทางต่าง ๆ จึงไม่เหมาะกับวัตถุที่มีลักษณะเป็นก้อนๆไม่สม่ำเสมอ ผลที่ได้จากการสะท้อนกลับของคลื่นอัลตราโซนิกที่ใช้กับวัตถุลักษณะนี้จะมีความเที่ยงตรงต่ำ สำหรับวัตถุที่มีผิวเรียบคลื่นเสียงที่มาตกกระทบส่วนใหญ่จะสะท้อนออกจากพื้นผิวนั้นอย่างมีระเบียบ ค่าความเที่ยงตรงที่ได้จากการวัดจะมีค่าสูงมากกว่า โดยตำแหน่งของเซนเซอร์ที่ตั้งฉากกับพื้นผิวของวัตถุจะให้ประสิทธิภาพในการสะท้อนคลื่นกลับมายังตัวรับมากที่สุด ในสภาวะแวดล้อมที่มีฝุ่นละอองหรือมีไอน้ำในอากาศ เสียงอาจถูกดูดซึมไปบ้างและสูญเสียพลังงานไปในรูปของพลังงานความร้อน อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบกับเซนเซอร์ชนิดแสง เซนเซอร์ชนิดนี้ได้รับผลกระทบจากละอองไอน้ำที่น้อยกว่า เมื่อพิจารณาอุณหภูมิที่พื้นผิวของวัตถุ พบว่าวัตถุที่มีอุณหภูมิสูงจะทำให้เกิดความผิดเพี้ยนของการวัดขึ้น โดยทำให้ระยะการตรวจจับสั้นลง ผลที่ได้จะไม่แน่นอน เนื่องจากเสียงที่เดินทางผ่านอากาศที่มีอุณหภูมิสูงมีความเร็วสูงกว่าเสียงที่เดินทางผ่านอากาศที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า การติดตั้งเซนเซอร์ชนิดใช้เสียงตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป ต้องระวังการสอดแทรกหรือการกวนกันของคลื่นเสียงความถี่สูงที่เกิดขึ้นจากเซนเซอร์แต่ละตัว โดยระยะห่างระหว่างตัวเซนเซอร์พิจารณาจากรัศมีของการแผ่กระจายคลื่นความถี่ที่ส่งออกไป และในการติดตั้งเซนเซอร์ต้องระวังมุมอับที่สัญญาณเสียงไม่สามารถเดินทางผ่านไปได้ หรือเรียกว่า บริเวณ "blind zone หรือ dead zone"

Ultrasonic Sensor ทำงานโดยใช้หลักการสะท้อนคลื่นเสียงในช่วง Ultrasound เราจึงจำเป็นต้องทราบปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการตรวจจับเพื่อให้สามารถใช้งานเซ็นเซอร์ชนิดนี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และจำเป็นต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับคุณลักษณะของคลื่นชนิดนี้ก่อน โดยสามารถอธิบายเพิ่มเติมได้ดังนี้

ความยาวคลื่นและการแพร่กระจายคลื่น (Wavelength and Radiation)ความเร็วในการเดินทางของคลื่นนั้นขึ้นอยู่กับความความถี่ และความยาวคลื่น โดยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้านั้นจะมีความเร็วอยู่ที่ 3x108m/s แต่สำหรับคลื่นเสียงนั้น จะช้ากว่าของคลื่นแม่เล็กไฟฟ้ามาก โดยในอากาศจะมีความเร็วอยู่ที่ประมาณ 344m/s ที่อุณหภูมิ 20°C โดยที่อ้างอิงเรื่องอุณหภูมินั้น เนื่องจากว่าอุณหภูมิมีผลต่อการเดินทางของคลื่นเสียงด้วย โดยที่ความเร็วต่ำ ๆ นี้ ความยาวคลื่นจะสั้น ซึ่งหมายความว่าจะมีความละเอียดในการวัดค่าระยะทาง และการกำหนดทิศทาง เพราะว่าที่ความละเอียดสูง สามารถวัดค่าได้แม่นยำมากยิ่งขึ้น ดังภาพที่ 2.7 แสดงการทำงานของ Ultrasonic sensor



ภาพที่ 2.7 การทำงานของ Ultrasonic sensor

2.2.4 เซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor) เป็นการรวมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC Motor) เข้ากับวงจรควบคุม โดยความแตกต่างที่สำคัญของเซอร์โวมอเตอร์กับมอเตอร์แบบอื่น ๆ คือเซอร์โวมอเตอร์จะรู้ตำแหน่งที่ตัวเองอยู่ และสั่งเปลี่ยนตำแหน่งโดยการเปลี่ยนองศาได้ นิยมใช้งานในเครื่องบินบังคับ เรือบังคับ โดยใช้กำหนดทิศทางของหางเสือเป็นองศา เซอร์โวมอเตอร์ประกอบด้วย 4 ส่วนหลัก คือ มอเตอร์กระแสตรง (DC Motor) ชุดเฟืองทดรอบ (Gear system) วอลุ่ม (Potentiometer หรือ VR) และวงจรควบคุม (Control Electronics)

หลักการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์เริ่มที่วงจรควบคุม เมื่อวงจรควบคุมได้รับข้อมูลองศาที่ต้องการมาแล้ว วงจรควบคุมจะคำนวณว่ามอเตอร์จะต้องหมุนในทิศทางตามเข็มนาฬิกา หรือทวนเข็มนาฬิกา เพื่อให้ไปสู่องศาที่ต้องการได้ เมื่อมอเตอร์เริ่มหมุน ตัววอลุ่มที่ติดอยู่กับชุดเฟืองมอเตอร์จะตรวจสอบตำแหน่งที่มอเตอร์หมุนไป โดยหากวอลุ่มตรวจพบว่าตำแหน่งที่มอเตอร์หมุนเริ่มใกล้กับองศาที่ผู้ใช้กำหนด วงจรส่วนควบคุมจะเริ่มสั่งให้มอเตอร์หมุนช้าลงเพื่อให้หมุนเข้าใกล้องศาที่กำหนดได้มากที่สุด เมื่อมอเตอร์หมุนได้ตำแหน่งองศาที่ถูกต้องแล้ว วงจรส่วนควบคุมจะตรวจสอบตำแหน่งของมอเตอร์เป็นระยะ ๆ โดยอ่านค่าจากวอลุ่ม หากตรวจพบว่าตำแหน่งผิดเพี้ยนไปจากค่าที่ตั้งไว้ (อันอาจเกิดจากผู้ใช้เอามือไปหมุนเล่น หรือภาระส่งผลให้ตำแหน่งเคลื่อน) วงจรควบคุมก็จะสั่งให้มอเตอร์หมุนกลับมาให้ได้ตำแหน่งเป็นระยะ ๆ เซอร์โวมอเตอร์มีสาย 3 เส้น ประกอบด้วย

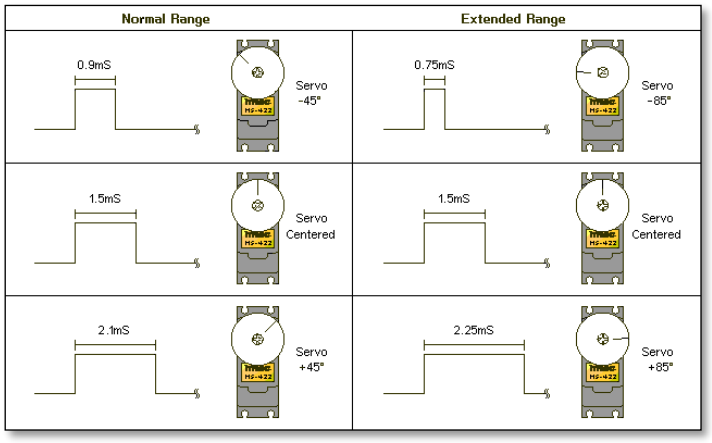
Signal (สีส้ม หรือ สีขาว) - สายสัญญาณควบคุมการหมุนแบบ PWM

VCC (สีแดง) - สายสำหรับจ่ายไฟบวก 5V

GND (สีน้ำตาล หรือ สีดำ) - สายสำหรับจ่ายไฟลบ หรือกราว์ด (GND)

การควบคุมการหมุนของเซอร์โวมอเตอร์จะทำที่สาย Signal โดยป้อนสัญญาณ PWM ความถี่ 50Hz เข้าไป โดยมีความกว้างพัสล์บวกที่ 0.5mS (ค่าต่ำสุด) ถึง 2.5mS (ค่าสูงสุด) หรือ 1mS (ค่าต่ำสุด) ถึง 2mS (ค่าสูงสุด) ตามแต่รุ่นของเซอร์โวมอเตอร์ โดยหากป้อนสัญญาณ PWM ที่มีความกว้างช่วงบวกเข้าไปเท่าค่าต่ำสุด เซอร์โวมอเตอร์จะหมุนไปที่ 0 องศา หากป้อนสัญญาณ PWM เข้าไปเท่าค่าสูงสุด เซอร์โวมอเตอร์จะหมุนไปที่ 180 องศา ดังในภาพที่ 2.8 และ 2.9 แสดงลักษณะและการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์

ภาพที่ 2.8 เซอร์โวมอเตอร์

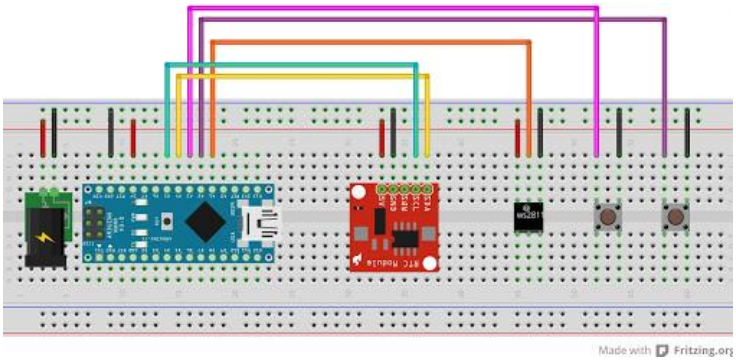


ภาพที่ 2.9 การทำงานของมอเตอร์เซอร์โว

2.3 โปรแกรม Fritzing

โปรแกรม Fritzing เป็นโปรแกรมที่ช่วยในการออกแบบวงจรสำหรับบอร์ดต่าง ๆ เช่น RaspberryPi ,Arduino รุ่นต่าง ๆ ช่วยให้วางในตำแหน่งที่เหมาะสม ที่สำคัญยังเป็นโปรแกรมฟรี (ซอฟต์แวร์โอเพนซอร์ส) ช่วยในการออกแบบวงจรลงบน BreadBoard วาดวงจร Schemetic การออกแบบแผ่นปริ้น (PCB) ออกแบบวงจรไฟฟ้า โดยมีจุดเด่นในเรื่องของฟีเจอร์อันหลากหลายที่ใช้งานง่าย เช่น ภาพกราฟฟิคของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆที่สวยงาม และเสมือนจริง สามารถออกแบบหรือแก้ไข พาร์ทชิ้นส่วนของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้ สามารถเขียนโค้ดและอัพโหลดลงบนบอร์ด Arduino ได้

คุณสมบัติพื้นฐานการทำงานของตัวโปรแกรม จำลองการสร้างวงจรจริง ขึ้นบน Breadboard สามารถทำการ Rebuild วงจรที่สร้างในโปรแกรม Fritzing แก้ไขลายวงจรให้ถูกต้อง เปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของอุปกรณ์เช่น ค่าของตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ เบอร์ของ ทรานซิสเตอร์ สามารถออกแบบ Design PCB โดยการลากวางอุปกรณ์ลงไปในตามตำแหน่งที่ต้องการบน PCB สามารถนำโปรเจคของเราไปแชร์บน Internet ได้ทันที ดังภาพที่ 2.10



ภาพที่ 2.10 ตัวอย่างการออกแบบวงจรด้วยโปรแกรม Fritzing

2.4 โปรแกรม Arduino IDE

Arduino Integrated Development Environment (IDE) เป็นโปรแกรมที่ออกแบบมาเพื่อให้ง่ายต่อการเขียนซอฟต์แวร์สำหรับแพลตฟอร์มโอเพ่นซอร์สนี้ แพลตฟอร์ม Arduino เป็นแพลตฟอร์มอิเล็กทรอนิกส์ยอดนิยมที่ออกแบบมาเพื่อลดความซับซ้อนของกระบวนการออกแบบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ การใช้งานทั่วไป ได้แก่ หุ่นยนต์เทคโนโลยีการปรับปรุงบ้านคอมพิวเตอร์ที่สวมใส่ได้และแอปพลิเคชันอิเล็กทรอนิกส์ที่แปลกใหม่ สิ่งประดิษฐ์ Arduino ส่วนใหญ่ได้รับการพัฒนาโดยใช้Arduino IDE

IDE มักใช้โดยโปรแกรมเมอร์เพื่อเร่งกระบวนการเขียนโปรแกรม คุณสมบัติทั่วไปของ IDE รวมถึงการกำหนดหมายเลขบรรทัดอัตโนมัติการเน้นไวยากรณ์และการรวบรวมแบบรวม แม้ว่าจะเป็นไปได้ในทางเทคนิคที่จะเขียนซอฟต์แวร์โดยใช้โปรแกรมแก้ไขข้อความอย่างง่าย แต่กระบวนการนั้นง่ายกว่ามากเมื่อเขียนโค้ดใน IDE ภาษาการเขียนโปรแกรมจำนวนมากมี IDEs ของตนเองและมีการพัฒนา IDE สำหรับวัตถุประสงค์ทั่วไปหลายอย่าง IDE วัตถุประสงค์ทั่วไปเหล่านี้สามารถใช้กับภาษาการเขียนโปรแกรมที่รองรับได้หลากหลาย Arduino IDE มีสภาพแวดล้อมที่อนุญาตให้โปรแกรมเมอร์ใช้โปรแกรมเดี่ยวตั้งแต่ต้นจนจบ มันสามารถติดตามไฟล์หลาย ๆ ไฟล์ในโครงการซึ่งช่วยให้โปรแกรมเมอร์เขียนโปรแกรมที่ซับซ้อนมากขึ้นหรือโมดูลาร์เพื่อจัดการโครงการของพวกเขา IDE ยังรวบรวมรหัสตัวเองทำการดีบักพื้นฐานและส่งรหัสโดยตรงไปยังบอร์ด Arduino ซึ่งจะใช้ bootloader เพื่อเขียนโปรแกรมใหม่ลงในหน่วยความจำ แม้จะมีคุณสมบัติเพิ่มเติมเหล่านี้โปรแกรมเมอร์บางคนก็บ่นว่าArduino IDE นั้นขาดความแจ่มใสเมื่อเทียบกับ IDE อื่น ๆ ที่ก้าวหน้ากว่า นี่เป็นเพราะมันขาดคุณสมบัติทั่วไปหลายประการรวมถึงการกำหนดหมายเลขบรรทัดที่มองเห็นโดยอัตโนมัติซึ่งจะช่วยให้โปรแกรมเมอร์สามารถอ้างถึงส่วนที่เฉพาะเจาะจงของซอร์สโค้ดได้ง่ายเมื่อประเมินข้อความแสดงข้อผิดพลาดหรือการสื่อสารกับโปรแกรมเมอร์อื่น ๆ คุณลักษณะที่ขาดหายไปอื่น ๆ ได้แก่ ข้อความแสดงข้อผิดพลาดโดยละเอียดซึ่งมีประโยชน์สำหรับการวินิจฉัยและแก้ไขข้อผิดพลาดในการเขียนโค้ดและการพับโค้ดซึ่งทำให้โปรแกรมเมอร์สามารถตรวจสอบเฉพาะบางส่วนของซอร์สโค้ดที่เกี่ยวข้องโดยการซ่อน pars ซึ่งไม่ได้รับผลกระทบ ดังภาพที่ 2.11 แสดงหน้าโปรแกรม Arduno IDE

ภาพที่ 2.11 หน้าโปรแกรม Arduino IDE

2.5 แอปพลิเคชัน Blynk

Blynk คือ application สำเร็จรูปสำหรับงาน IoT มีความน่าสนใจคือการเขียนโปรกรมที่ง่าย ไม่ต้องเขียน App เองสามารถใช้งานได้อย่าง Real time สามารถเชื่อมต่อ Device ต่าง ๆ เข้ากับอินเทอร์เน็ตได้อย่างง่ายดาย ไม่ว่าจะเป็น Arduino, Esp8266 ,Esp32, Nodemcu, Raspberrypi นำมาแสดงบนแอปพลิเคชันได้อย่างง่ายดาย และที่สำคัญ Application Blynk ยังรองรับในระบบ IOS และ Android และในยุคสมัยก่อนการเขียนโปรแกรมเชื่อมต่อกันระหว่างอุปกรณ์ 2 ชิ้นเข้าด้วยกันมักจะใช้งานในลักษณะของ Server >>> Client ทำให้เกิดข้อจำกัดต่าง ๆ มากมาย ยกตัวอย่างเราต้องการเปิด-ปิดไฟผ่านหน้าเว็บเราก็จะให้ Arduino เป็น Server และเครื่องคอมพิวเตอร์เป็น Client เครื่องลูก ข้อจำกัดที่เกิดขึ้นคือทรัพยากร เช่น CPU, RAM ,Rom ของเราอาจจะไม่พอมักจะเจอปัญหา Error บ่อยหรือค้างไปดื้อ ๆ ก็มีทำให้การเขียนโปรแกรมเป็นไปได้ยาก ต้องประหยัดทรัพยากรให้ได้มากที่สุดเพื่อจะให้สามารถทำงานได้และการเช็คเครือข่ายเป็นได้ยากส่วนใหญ่มักจะใช้งานในวง LAN หรือถ้าต้องการควบคุมผ่าน WAN จะต้อง Forward set ระบบเครือข่ายที่ยุ่งยาก ต่อมาเป็นยุคของ Cloud บวกกับมีชิพไวฟายราคาถูก ESP8266 ถูกผลิตขึ้นมาแต่ด้วยข้อจำกัดทางด้านทรัพยากรจึงมีวิธีการคิดว่า ถ้านำข้อมูลไปใส่ลง Server เลยแล้วให้ device ของเราเรียกเข้าไปแก้ไข หรืออ่านข้อมูลโดยตรง ทำให้ความฉลาดของอุปกรณ์ของเราไม่มีวันสิ้นสุด หมดข้อจำกัดหลายอย่าง device กลายเป็นแค่ตัวรับข้อมูลและส่งข้อมูลมาแสดงเท่านั้น ทำให้ชิพ ESP8266 จึงได้รับความนิยมในปัจจุบันและในส่วนของแอปพลิเคชัน Blynk เป็นแพลตฟอร์มที่ช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถเชื่อมต่อบอร์ดชนิดต่าง ๆ ที่เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้แล้วสามารถควบคุมการทำงานได้ง่ายขึ้น บริการของ Blynk มี 3 ส่วนหลัก ๆ คือ

1.Mobile App สำหรับควบคุมหรือดูข้อมูล

2.Cloud Service สำหรับเก็บข้อมูลจากอุปกรณ์

3.Library สำหรับเขียนโค้ดเชื่อมต่อกับ Cloud Service

ในส่วน Blynk Server ถือว่าเป็น IoT Cloud จะคอยรับการติดต่อจาก IoT Node และ Blynk Server ยังถูกพัฒนามาจากภาษาจาวามันสามารถทำงานภายใต้ระบบปฏิบัติการอะไรก็ได้ไม่ว่าจะเป็น Windows/MAC/Linux และ Blynk Server เป็นโปรแกรมเปิดแบบ GNU General Public License ที่สามารถนำไปใช้งานได้จริงและสามารถนำไปต่อยอดเชิงธุรกิจได้ ดังภาพที่ 2.12 แสดงฟังก์ชันในแอปพลิเคชัน Blynk

ภาพที่ 2.12 ฟังก์ชันในแอปพลิเคชัน Blynk

2.6 การทำงานของ Line Notify

การแจ้งเตือนผ่านโปรแกรมไลน์เรียกว่า LINE Notify เป็นบริการส่งข้อความอัตโนมัติไปยังผู้ใช้ เพื่อช่วยแจ้งเตือนเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่สำคัญให้กับผู้ใช้ด้วยการส่งข้อความบโทรศัพท์มือถือผ่านระบบอินเตอร์เน็ต ซึ่งสามารถส่งข้อความได้หลากหลายภาษา แต่จำนวนตัวอักษรต้องไม่เกิน 160 ตัวอักษรผ่านทาง API ของ Line ไปยังผู้รับโดยผ่านทาง อินเทอร์เน็ตไม่ต้องกังวลว่าในพื้นที่นั้นจะมีสัญญาณหรือไม่ในขณะที่ปลายทางที่ยังไม่มีสัญญาณระบบไลน์นอทิไฟจะเก็บข้อความจนกว่าปลายทางจะมีสัญญาณแล้วจึงส่งข้อความทั้งหมดไปยังผู้ใช้งานพบว่าในปัจจุบันโทรศัพท์มือถือ มักเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตตลอดเวลาก่อให้เกิดการพัฒนาให้สามารถส่งข้อความรายละเอียดข้อมูลของการแจ้งเตือนระดับน้ำผ่านอินเทอร์เน็ตด้วยระบบไลน์นอทิไฟ

ไลน์แจ้งเตือน (LINE Notify) เป็นบริการรับการแจ้งเตือนจากบัญชีทางการในรูปแบบ API สำหรับโปรแกรมเมอร์ นักพัฒนาซอฟต์แวร์ นำไปใช้ต่อยอดพัฒนาโปรเจคต่างๆ เชื่อมต่อกับเว็บเซอร์วิส เช่น Github IFTTT และ Mackerl สร้างการแจ้งเตือนแบบข้อความไปยังกลุ่มหรือบัญชีส่วนตัวได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย ยกเว้นกรณีที่เชื่อมต่อกับเว็บเซอร์วิสอื่นๆ ซึ่งอาจมีบางบริการที่ใช้ได้เฉพาะบัญชีแบบเสียค่าบริการเท่านั้น

ก่อนที่จะเปิดใช้งานบริการ API จะต้องเพิ่ม LINE Notify เป็นเพื่อนก่อน ในการใช้งานบริการ API จะต้องมีโทเค่นสำหรับการขอเข้าใช้(Access Token) เพื่อเป็นรหัสสำหรับเข้าใช้งานบริการ API โดยโทเค่น เป็นข้อความแทนอีเมล์และรหัสผ่านเมื่อได้โทเค่นแล้วให้เข้าไปที่หน้าเว็บ https://notifybot.line.me/my/ จากนั้นให้เข้าสู่ระบบด้วยชื่อผู้ใช้งานไลน์แอปพลิเคชันโดยกรอกอีเมล์และรหัสผ่านลงไป ดังภาพที่ 2.13 แสดงการทำงานของ Line Notify

ภาพที่ 2.13 ตัวอย่างการทำงานของ Line Notify

2.7 หลักการเขียนภาษาซีสำหรับ Arduino

ในการเขียนโปรแกรมสำหรับบอร์ด Arduino จะต้องเขียนโปรแกรมโดยใช้ภาษาของ Arduino (Arduino Programming Language) ซึ่งตัวภาษาของ Arduino ก็นำเอาโอเพ่นซอร์สโปรเจ็กต์ชื่อ Wiring มาพัฒนาต่อ ภาษาของ Arduino แบ่งได้เป็น 2 ส่วนหลักคือโครงสร้างภาษา (Structure) ตัวแปรค่าคงที่และฟังก์ชั่น (Function) ภาษาของ Arduino จะอ้างอิงตามภาษา C/C++ จึงอาจกล่าวได้ว่าการเขียนโปรแกรมสำหรับ Arduino (ซึ่งก็รวมถึง บอร์ด Arduino) ก็คือการเขียนโปรแกรมภาษา C โดยเรียกใช้ฟังก์ชั่นและไลบรารีที่ทาง Arduino ได้เตรียมไว้ให้แล้ว

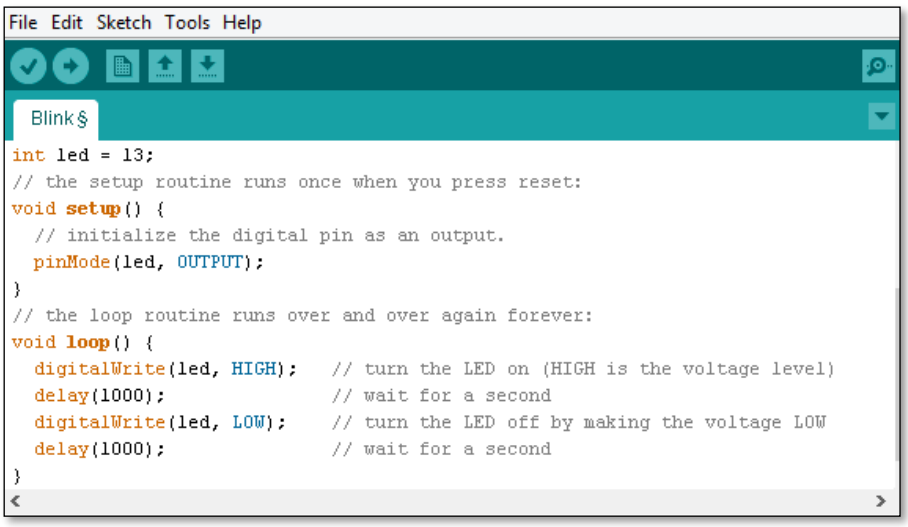
ภาษาซีของ Arduino จะจัดรูปแบบโครงสร้างของการเขียนโปรแกรมออกเป็นส่วนย่อย ๆ หลายๆส่วน โดยเรียกแต่ละส่วนว่าฟังก์ชั่นและเมื่อนำฟังก์ชั่น มารวมเข้าด้วยกันก็จะเรียกว่าโปรแกรม โดยโครงสร้างการเขียนโปรแกรมของ Arduino นั้นทุก ๆ โปรแกรมจะต้องประกอบไปด้วยฟังก์ชั่นจำนวนเท่าใดก็ได้ แต่อย่างน้อยที่สุดต้องมีฟังก์ชั่น จำนวน 2 ฟังก์ชั่น คือ setup() และ loop() จะได้เห็นได้โครงสร้างพื้นฐานของภาษาซีที่ใช้กับ Arduino นั้นจะประกอบไปด้วย 3 ส่วนใหญ่ๆด้วยกัน คือ

Header ในส่วนนี้จะมีหรือไม่มีก็ได้ ถ้ามีต้องกำหนดไว้ในส่วนเริ่มต้นของโปรแกรม ซึ่งส่วนของ Header ได้แก่ ส่วนที่เป็น Compiler Directive ต่าง ๆ รวมไปถึงส่วนของการประกาศตัวแปรและค่าคงที่ต่าง ๆ ที่จะใช้ในโปรแกรม

setup() ในส่วนนี้เป็นฟังก์ชั่นบังคับที่ต้องกำหนดให้มีในทุก ๆ โปรแกรม ถึงแม้ว่าในบางโปรแกรมจะไม่ต้องการใช้งานก็ยังจำเป็นต้องประกาศไว้ด้วยเสมอ เพียงแต่ไม่ต้องเขียนคำสั่งใด ๆ ไว้ในระหว่างวงเล็บปีกกา {} ที่ใช้เป็นตัวกำหนดของเขตของฟังก์ชั่น โดยฟังก์ชั่นนี้จะใช้สำหรับบรรจุคำสั่งในส่วนที่ต้องกาให้โปรแกรมทำงานเพียงรอบเดียวตอนเริ่มต้นทำงานของโปรแกรมครั้งแรกเท่านั้น ซึ่งได้แก่คำสั่งเกี่ยวกับการ Setup ค่าการทำงานต่าง ๆ เช่น การกำหนดหน้าที่การใช้งานของ PinMode และการกำหนดค่า Baudrate สำหรับใช้งานพอร์ตสื่อสารอนุกรม เป็นต้น

loop() เป็นส่วนฟังก์ชั่นบังคับที่ต้องกำหนดให้มีในทุก ๆ โปรแกรมเช่นเดียวกันกับฟังก์ชั่น setup() โดยฟังก์ชั่น loop() นี้จะใช้บรรจุคำสั่งที่ต้องการให้โปรแกรมทำงานเป็นวงรอลซ้ำ ๆ กันไปไม่

รู้จบ ซึ่งถ้าเปรียบเทียบกับรูปแบบของ ANSI-C ส่วนนี้ก็คือ ฟังก์ชั่น main() ดังภาพที่ 2.14 แสดงตัวอย่างภาษาซีสำหรับ Arduino



ภาพที่ 2.14 ตัวอย่างภาษาซีสำหรับ Arduino

2.8 เอกสารหรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

โครงการศึกษาเอกเทศนี้ได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจำนวน 5 งานวิจัยซึ่งงานวิจัยต่าง ๆ มีวัตถุประสงค์และเนื้อหาที่สอดคล้อง ผู้จัดทำจึงศึกษาและนำความรู้ต่าง ๆ ที่ได้รับจากงานวิจัยเหล่านี้มาใช้ต่อยอดกับโครงงานวิจัยเล่มนี้ เพื่อให้เกิดความสมบูรณ์มากที่สุด

ปนัสดา อวิคุณประเสริฐ และคณะ (2560) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับประสิทธิภาพเซนเซอร์อินฟราเรดและอัลตราโซนิกในการประยุกต์ใช้งาน การนำอาร์ดุยโนไมโครคอนโทรลเลอร์มาใช้งานร่วมกับเซนเซอร์อินฟราเรดหรือเซนเซอร์อัลตราโซนิก ทำให้สามารถสร้างอุปกรณ์วัดระยะทางที่แสดงข้อมูลแบบดิจิทัล ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้งาน เพื่อความสะดวก รวดเร็ว วัดค่าได้โดยไม่ต้องมีการสัมผัสตัวผู้ป่วย งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะทดสอบประสิทธิภาพของเซนเซอร์ทั้งสองชนิดในการวัดระยะทาง โดยใช้วัตถุสะท้อนคลื่นต่างชนิดกัน และมีสีต่างกัน ผลการศึกษา พบว่า พิสัยในการวัดระยะทางของเซนเซอร์อินฟราเรด อยู่ในช่วง 40-100 เซนติเมตร การทำงานของเซนเซอร์ไม่ขึ้นกับอุณหภูมิ ความชื้น และความหนาแน่นหรือชนิดของพื้นผิวที่สะท้อนคลื่นอินฟราเรด แต่สีของวัตถุและสภาวะแสงรอบมีผลต่อความถูกต้องในการวัดระยะทาง สำหรับเซนเซอร์อัลตราโซนิก มีพิสัยในการวัดระยะทาง 2-300 เซนติเมตร ประสิทธิภาพของเซนเซอร์ขึ้นกับอุณหภูมิ ความชื้น และความหนาแน่นของพื้นผิวที่สะท้อนเสียงอัลตราโซนิก แต่ไม่ขึ้นกับสีของวัตถุ ในการวัดระยะทางในทางการแพทย์สามารถนำเซนเซอร์ทั้งสองมาใช้งานได้ เช่น การวัดความหนาและความสูงของผู้ป่วย การวัดระยะห่างของหลอดเอกซเรย์กับผู้ป่วย โดยเซนเซอร์อินฟราเรด เหมาะที่จะนำไปใช้ในการวัดความหนาของผู้ป่วย และเซนเซอร์อัลตราโซนิกเหมาะที่จะนำไปใช้การวัดความสูงของผู้ป่วย อย่างไรก็ตาม ในการใช้งานต้องคำนึงถึงพื้นผิว ชนิดและสีของวัตถุ ตำแหน่งของเซนเซอร์ สภาวะแวดล้อม

วิทวัส จันพิทักษ์ (2561) เครื่องมือตรวจจับพฤติกรรมสัตว์ทดลองสำหรับใช้กับหนูทดลอง (Rat)ซึ่งประยุกต์ใช้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) จากนั้นทำการอ่านและประมวลผลข้อมูลจากเซนเซอร์ ซึ่งโครงงานนี้มีการทดลองกับเซนเซอร์อยู่ทั้งหมด 2 ประเภท ได้แก่ 1.เซนเซอร์พาสซีฟอินฟราเรดดีเท็กเตอร์ (Passive Infrared detector-PIR)จะทำการตรวจจับความเคลื่อนไหวของหนูทดลอง (Rat)ซึ่งจะตรวจจับเป็นเวลาและทิศทางการเคลื่อนที่ของหนูทดลอง (Rat) 2. Photodiode จะใช้เป็นอุปกรณ์ในการตรวจจับแสง และจะใช้ควบคู่กับ NIR LED เพื่อเป็นแหล่งกำเนิดแสงให้กับ Photodiodeและจะทำการตรวจจับเวลาและทิศทางการเคลื่อนที่ของหนูทดลอง (Rat)เช่นกันซึ่งข้อมูลที่ได้จากเซนเซอร์ทั้ง2 ประเภท ผู้ใช้สามารถนำมาวิเคราะห์พฤติกรรมหนูทดลอง (Rat)ได้ เครื่องมือที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนและการวิจัยด้านพฤติกรรมสัตว์ได้

ธีรพงษ์ เจ๊กวงษ์ และนฤพนธ์ พนาวงศ์ (2562) ได้พัฒนาระบบควบคุมการเปิด-ปิดโรงรถอัตโนมัติโดยใช้อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง โดยทำการจำลองเป็นโมเดลโรงรถขนาดเล็ก ซึ่งงานวิจัยนี้ใช้บอร์ด ESP8266 เชื่อมต่อโมดูลตรวจจับความเคลื่อนไหว โมดูล RFID และเซอร์โวมอเตอร์ที่ใช้สำหรับเปิด-ปิดโรงรถ เมื่อรถเคลื่อนที่ผ่านจุดรับสัญญาณ RFID และตรวจสอบรหัส RFID ตรงกัน บอร์ดจะสั่งเซอร์โวมอเตอร์ให้ทำการเปิดประตูอย่างอัตโนมัติ จากนั้นประตูก็จะปิดอย่างอัตโนมัติเช่นกัน แต่หากพบการเคลื่อนไหวในขณะที่ประตูโรงรถกำลังปิดนั้น ประตูจะหยุดชั่วคราวทั้งนี้เพื่อป้องกันอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นได้ รวมถึงผู้ใช้งานสามารถควบคุมการทำงานเปิด-ปิดประตูโรงรถได้เองผ่านโทรศัพท์มือถือสมาร์ทโฟน จากการทดลองพบว่าผู้ใช้สามารถใช้งานได้อย่างง่ายและควบคุมการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่วนการทำงานของระบบนั้นสามารถตอบสนองต่อการทำงานได้ตามเป้าหมายที่ตั้งไว้การพัฒนาเครื่องแจ้งเตือนสิ่งกีดขวางเพื่อผู้พิการทางสายตา

กาญจนา จันทร์ประเสริฐ (2563) การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องแจ้งเตือนสิ่งกีดขวางเพื่อผู้พิการทางสายตาที่ช่วยให้ผู้พิการทางสายตามีความปลอดภัยในการใช้ชีวิตประจำวันตามปกติ ผลการพัฒนาได้เครื่องแจ้งเตือนสิ่งกีดขวางเพื่อผู้พิการทางสายตาที่ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ส่วนศีรษะ ส่วนลำตัว และส่วนขา อาศัยหลักการทำงานของการสะท้อนของคลื่น โดยประยุกต์ใช้เซนเซอร์แบบอัลตราโซนิค SRF05 และ HC-SR04 เซนเซอร์ PIR เป็นตัวตรวจจับสิ่งกีดขวางและควบคุมการทำงานโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ARDUINO#ATMEGA 2560 ทำหน้าที่ประมวลผลกลาง โดยการทำงานของเครื่องแจ้งเตือนสิ่งกีดขวางเพื่อผู้พิการทางสายตาที่พัฒนานี้เป็นการทำงานแบบไร้สายเพื่อสะดวกต่อการใช้งาน การแสดงสัญญาณเตือนผู้พิการทางสายตาให้รับรู้ว่ามีสิ่งกีดขวางมี 2 ลักษณะ คือ การสั่นของมอเตอร์และเสียง 3 แบบ คือ “โปรดระวังศีรษะค่ะ” “โปรดระวังผู้คนพลุกพล่านค่ะ” และ“โปรดระวังขาค่ะ” กำหนดโปรแกรมควบคุมเครื่องแจ้งเตือนสิ่งกีดขวางเพื่อผู้พิการทางสายตาจะเริ่มเตือนเมื่อสิ่งกีดขวางอยู่ห่างจากผู้พิการทางสายตา 40-60 เซนติเมตร

จิราภรณ์ วาสนาเชิดชู และคณะ (2564) ได้พัฒนาระบบแจ้งเตือนผู้บุกรุกภายในที่พักอาศัยผ่าน Line Notify โดยใช้บอร์ด Raspberry Pi 4 เชื่อมต่อกับเซนเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว กล้อง Raspberry Pi Camera V2 และลำโพง Buzzer เขียนโปรแกรมด้วยภาษา Python เมื่อพบความเคลื่อนไหวระบบส่งเสียงแจ้งเตือนเจ้าของบ้านผ่านลำโพง Buzzer จากนั้นจะถ่ายภาพและส่งข้อความพร้อมรูปภาพแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันไลน์ของผู้ใช้ ซึ่งจากการทดลองพบว่าสามารถส่ง

ข้อความไปยังแอปพลิเคชันไลน์ได้ตรงตามความต้องการ แต่ยังไม่สามารถแยกประเภทได้ว่าเป็นบุคคลภายในบ้านหรือบุคคลภายนอกได้

จากงานวิจัยนี้ที่ได้กล่าวมานั้น ผู้จัดทำโครงงานได้ศึกษาแนวคิดเรื่องการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเซนเซอร์อินฟาเรดและอัลตราโซนิกจากงานวิจัยของของปนัสดา อวิคุณประเสริฐ และคณะ (2560) โดยศึกษาวงจรชีวิต วิเคราะห์การเคลื่อนที่และพฤติกรรมของหนูเมื่อติดกับดักจากงานวิจัยของ วิทวัส จันพิทักษ์ (2561) รวมถึงนำแนวคิดการใช้เซอร์โวมอเตอร์จากงานวิจัยของธีรพงษ์ เจ๊กวงษ์ และนฤพนธ์ พนาวงศ์ (2562) มาประยุกต์ใช้กับการเปิด-ปิดประตูของอุปกรณ์ไอโอทีเพื่อดักจับหนู อีกทั้งนำแนวคิดจากงานวิจัยของกาญจนา จันทร์ประเสริฐ (2563) ในการประยุกต์ใช้เขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ดักจับหนูที่ใช้เซนเซอร์อัลตราโซนิกและเซนเซอร์อินฟาเรด รวมถึงการเปรียบเทียบการทำงานของอุปกรณ์ดักจับหนูที่เซนเซอร์อัลตราโซนิกและเซนเซอร์อินฟาเรด และนำแนวคิดจากงานวิจัยของจิราภรณ์ วาสนาเชิดชู และคณะ (2564) มาประยุกต์ใช้ในการส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันไลน์ของผู้ใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินโครงงาน

ในบทนี้จะกล่าวถึงส่วนของการดำเนินงานและการออกแบบการพัฒนาอุปกรณ์ไอโอทีเพื่อดักจับหนูในส่วนของขั้นตอนการดำเนินงาน มีดังต่อไปนี้

3.1 การวิเคราะห์ความต้องการของระบบ

3.2 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

3.3 หลักการทำงานของระบบ

3.4 การออกแบบแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์

3.5 การออกแบบหน้าจอของผู้ใช้ผ่านโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ทโฟน

3.1 การวิเคราะห์ความต้องการของระบบ

การพัฒนาอุปกรณ์ไอโอทีเพื่อดักจับหนูระบบสามารถเชื่อมต่อ WiFi 3G 4G 5G เพราะเมื่อมีหนูเข้ามาในอุปกรณ์ระบบจะส่งข้อความแจ้งเตือนมายังแอปพลิเคชันไลน์ของผู้ใช้ โดยโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ทโฟนของผู้ใช้งานจะต้องเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตหรือ WiFi เพื่อดูสถานะและควบคุมอุปกรณ์ดักจับหนู

3.2 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

3.2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

3.2.1.1 ใช้โปรแกรม Arduino IDE เวอร์ชัน 1.8.13 ในการเขียนชุดคำสั่งด้วยภาษาซีลงบนแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์

3.2.1.2 ใช้แอปพลิเคชัน Blynk เวอร์ชัน 2.26.5(1) เป็น Cloud IoT และ ส่วนของการแสดงผลบนโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ทโฟน

3.2.1.3 ใช้โปรแกรม Fritzing เวอร์ชัน 0.9.3 ในการจำลองการต่อแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์

3.2.1.4 ใช้แอปพลิเคชันไลน์ในการส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้

3.2.1.5 ใช้บอร์ด ESP32 ในการเป็นแผงวงจรหลักเพื่อรับชุดคำสั่ง ควบคุมเซนเซอร์ต่าง ๆ และส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันไลน์ของผู้ใช้งาน

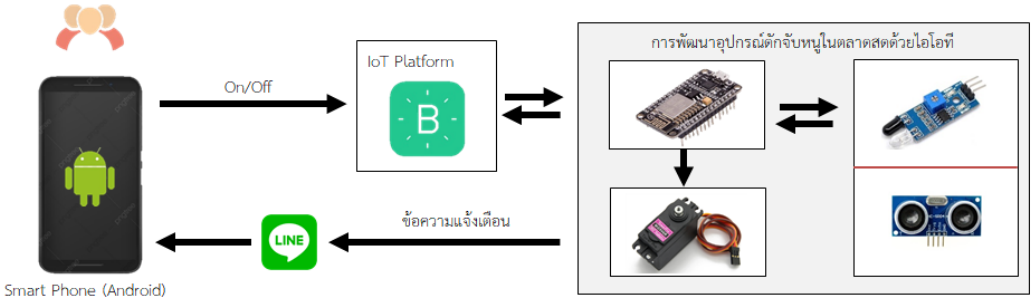
3.2.1.6 ใช้เซนเซอร์อัลตราโซนิกและเซนเซอร์อินฟาเรดในการตรวจจับวัตถุที่เข้ามาในอุปกรณ์ดักจับหนูและส่งสัญญาณไปยังแผงวงจรหลัก

3.2.1.7 ใช้มอเตอร์เซอร์โวในการควบคุมการปิด-เปิดประตูอุปกรณ์ดักจับหนู

3.2.1.8 ใช้ Power Bank ในการเป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

3.2.1.9 ใช้แผ่นอะคริลิกใสความหนา 3 mm. ในการประดิษฐ์เป็นโครงสร้างอุปกรณ์ดักจับหนู

3.2.2 กรอบแนวคิด



ภาพที่ 3.1 กรอบแนวคิดในการจัดทำโครงงาน

จากภาพที่ 3.1 ผู้จัดทำโครงงานได้แสดงกรอบแนวคิดในการจัดทำโครงงาน ซึ่งมีขั้นตอนการทำงานดังต่อไปนี้

3.2.2.1 ส่วนอุปกรณ์ไอโอทีเพื่อดักจับหนู

3.2.2.1.1 เมื่อมีหนูวิ่งเข้าในกล่องเซนเซอร์อัลตราโซนิกและเซนเซอร์อินฟาเรดจะส่งสัญญาณไปยังบอร์ด

3.2.2.1.2 บอร์ดจะสั่งการให้มอเตอร์เซอร์โวปิดอุปกรณ์ดักจับหนูจากนั้นจะส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันไลน์ของผู้ใช้

3.2.2.2 ส่วนของผู้ใช้งาน

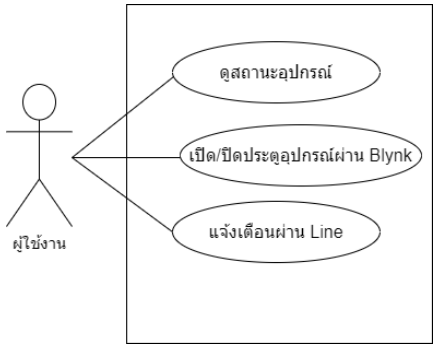
3.2.2.2.1 ผู้ใช้งานสามารถสั่งเปิด-ปิดอุปกรณ์ดักจับหนูผ่านโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ทโฟนได้

3.2.2.2.2 ได้รับข้อความแจ้งเตือนมายังแอปพลิเคชันไลน์ของผู้ใช้ได้

3.2.3 Use case Diagram

Use case Diagram ของระบบผู้จัดทำได้อธิบายส่วนของแอปพลิเคชัน จะมีการทำงานต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

3.2.3.1 ส่วนของแอปพลิเคชัน



ภาพที่ 3.2 Use case Diagram ส่วนของแอปพลิเคชัน

จากภาพที่ 3.2 ผู้จัดทำโครงงานได้แสดง Use case Diagram ส่วนของแอปพลิเคชันในการจัดทำโครงงาน ซึ่งมีขั้นตอนการทำงานดังต่อไปนี้

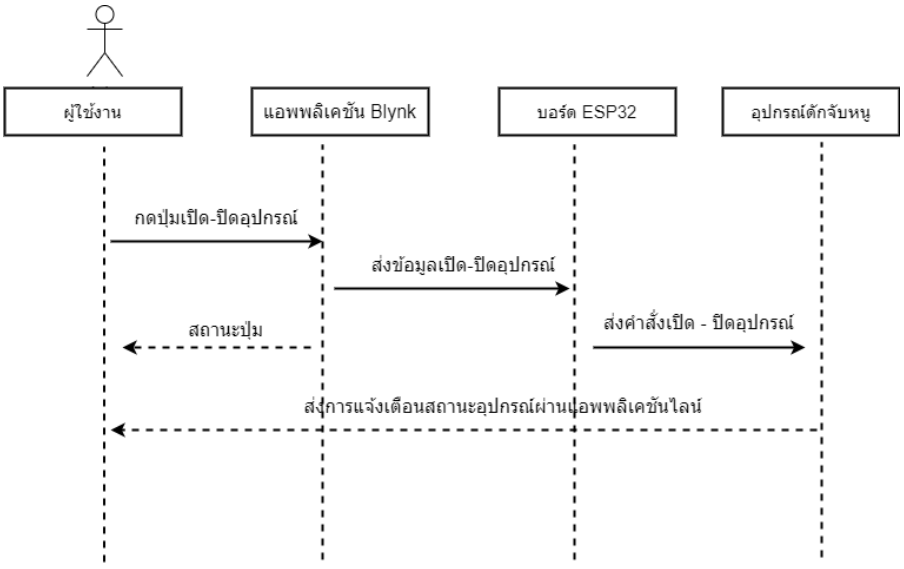
3.2.3.1 ผู้ใช้งานสามารถดูสถานะอุปกรณ์ผ่านโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ทโฟน

3.2.3.2 ผู้ใช้งานสามารถสั่งเปิด-ปิดอุปกรณ์ได้ผ่านโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ทโฟน

3.2.3.3 ผู้ใช้งานจะได้รับข้อความแจ้งเตือนมายังแอปพลิเคชันไลน์

3.2.4 Sequence Diagram

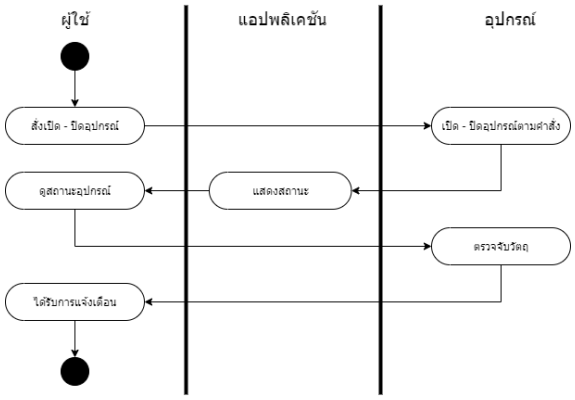
Sequence Diagram ของระบบผู้จัดทำได้อธิบายการปฏิสัมพันธ์ต่าง ๆ ของการพัฒนาอุปกรณ์ไอโอทีเพื่อดักจับหนู ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 3.3 Sequence Diagram ส่วนของแอปพลิเคชัน

3.2.5 Activity Diagram

Activity Diagram ของระบบผู้จัดทำได้อธิบายส่วนของแอปพลิเคชัน จะมีลำดับการดำเนินกิจกรรมดังต่อไปนี้

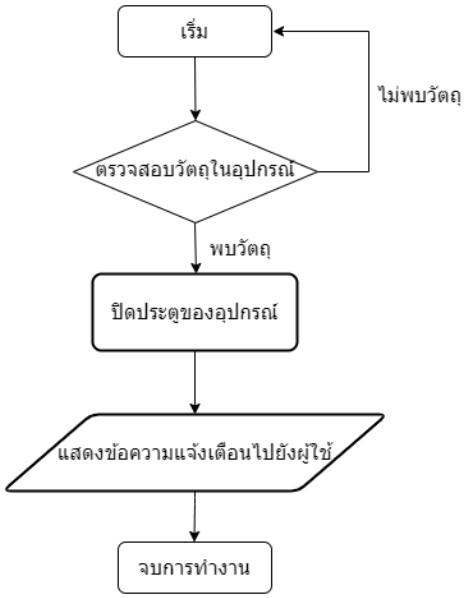


ภาพที่ 3.4 Activity Diagram ส่วนของแอปพลิเคชัน

3.3 หลักการทำงานของระบบ

หลักการทำงานของระบบผู้จัดทำได้แบ่งเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนของอุปกรณ์และส่วนของแอปพลิเคชัน แต่ละส่วนจะมีการทำงานที่ต่างกัน ดังต่อไปนี้

3.3.1 ส่วนของอุปกรณ์



ภาพที่ 3.5 ผังงานส่วนอุปกรณ์ดักจับหนู

จากภาพที่ 3.5 แสดงผังงานส่วนอุปกรณ์ดักจับหนู ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

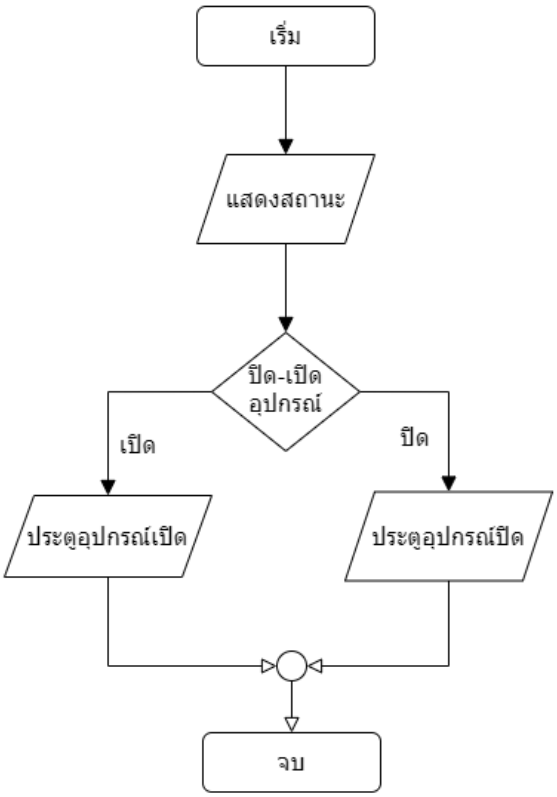
3.3.1.1 เริ่มเซนเซอร์จะตรวจสอบหาวัตถุภายในอุปกรณ์หากไม่พบวัตถุใด ๆ อุปกรณ์จะไม่เกิดการทำงาน

3.3.1.2 หากเซนเซอร์พบวัตถุภายในอุปกรณ์ อุปกรณ์จะปิดประตูอัตโนมัติ

3.3.1.3 บอร์ดจะส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้จึงจะจบการทำงาน

3.3.2 ส่วนของแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ทโฟน

3.3.2 ส่วนแอปพลิเคชัน



ภาพที่ 3.6 ผังงานส่วนแอปพลิเคชัน

จากภาพที่ 3.6 แสดงผังงานส่วนแอปพลิเคชัน ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

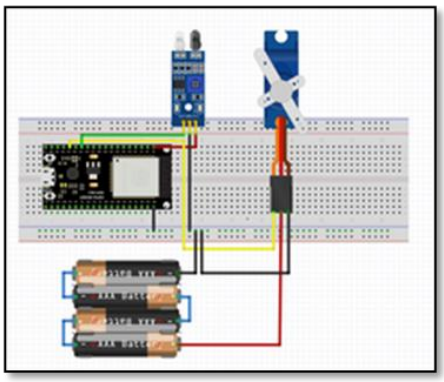
3.3.2.1 เมื่อเริ่มแอปพลิเคชันจะเห็นสถานะการเปิดปิดของอุปกรณ์

3.3.2.2 ผู้ใช้งานจะสามารถเลือกว่าจะเปิดหรือปิดอุปกรณ์

3.3.2.3 หากเปิดอุปกรณ์ไฟสถานะก็จะแสดงการเปิดอุปกรณ์และจบการทำงาน

3.3.2.4 หากปิดอุปกรณ์ไฟสถานะก็จะแสดงการปิดอุปกรณ์และจบการทำงาน

3.4 การออกแบบแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์



ภาพที่ 3.7 การออกแบบระบบที่ใช้เซนเซอร์อินฟาเรด

จากภาพที่ 3.7 แสดงการออกแบบวงจรกล่องดักหนูที่ใช้เซนเซอร์อินฟาเรด ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.ต่อขา GND ของบอร์ดESP32 ขาใดก็ได้ลงบอร์ดทดลองในทางไฟลบ เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน GND ร่วมกันของอุปกรณ์

2.ต่อขา GND ของเซนเซอร์อินฟาเรดและมอเตอร์เซอร์โว เข้ากับทางไฟลบของบอร์ดทดลองที่ต่อกับขา GND ของบอร์ดESP32 ไว้

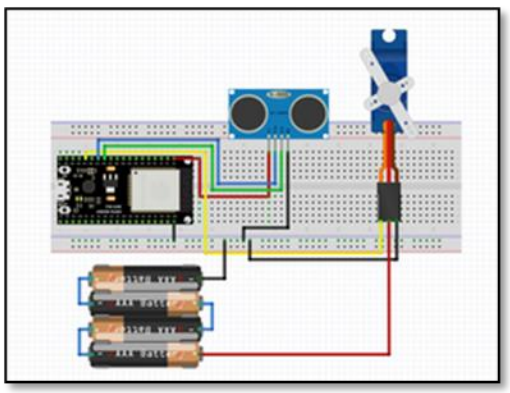
3.ต่อขา Vin จากบอร์ดESP32 เข้ากับขาไฟ(สีแดง)ของมอเตอร์เซอร์โว

4.ต่อขา D2 จากบอร์ดESP32 เข้ากับขาข้อมูล(สีส้ม)ของมอเตอร์เซอร์โว

5.ต่อขา 3v3 ของบอร์ดESP32 ขาใดก็ได้ลงบอร์ดทดลองในทางไฟบวก

6.ต่อขา VCC ของบอร์ดเซนเซอร์อินฟาเรด ลงบอร์ดทดลองในทางไฟบวก ที่ต่อกับขา 3v3 ของบอร์ดESP32 ไว้

7.ต่อขา D1 จากบอร์ดESP32 เข้ากับขาOUTของเซนเซอร์อินฟาเรด



ภาพที่ 3.8 การออกแบบระบบที่ใช้เซนเซอร์อัลตราโซนิก

จากภาพที่ 3.8 แสดงการออกแบบวงจรกล่องดักหนูที่ใช้เซนเซอร์อัลตราโซนิก ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.ต่อขา GND ของบอร์ดESP32 ขาใดก็ได้ลงบอร์ดทดลองในทางไฟลบ เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน GND ร่วมกันของอุปกรณ์

2.ต่อขา GND ของเซนเซอร์อัลตราโซนิกและมอเตอร์เซอร์โว เข้ากับทางไฟลบของบอร์ดทดลองที่ต่อกับขา GND ของบอร์ดESP32 ไว้

3.ต่อขา Vin จากบอร์ดESP32 เข้ากับขาไฟ(สีส้ม)ของมอเตอร์เซอร์โว

4.ต่อขา D3 จากบอร์ดESP32 เข้ากับขาข้อมูล(สีส้ม)ของมอเตอร์เซอร์โว

5.ต่อขา 3v3 ของบอร์ดESP32 ขาใดก็ได้ลงบอร์ดทดลองในทางไฟบวก

6.ต่อขา VCC ของบอร์ดเซนเซอร์อัลตราโซนิกลงบอร์ดทดลองในทางไฟบวก ที่ต่อกับขา 3v3 ของบอร์ดESP32 ไว้

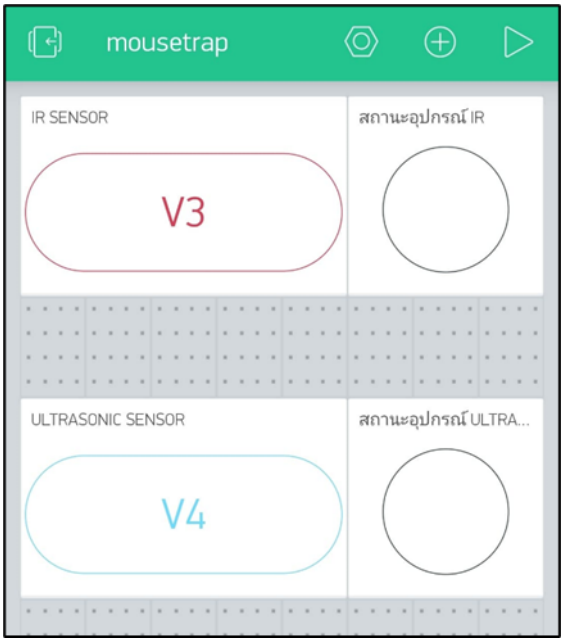
7.ต่อขา D1 จากบอร์ดESP32 เข้ากับขาTrigของเซนเซอร์อัลตราโซนิก

8.ต่อขา D2 จากบอร์ดESP32 เข้ากับขาechoของเซนเซอร์อัลตราโซนิก

3.5 การออกแบบหน้าจอแสดงผลบนโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ทโฟน

ผู้จัดทำได้ออกแบบหน้าจอแสดงผลบนโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ทโฟน แบ่งการแสดงผลเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของหน้าจอส่วนควบคุมอุปกรณ์ และ หน้าจอแจ้งเตือนในแอปพลิเคชันไลน์ เพื่อให้ง่ายต่อการจัดการ

3.5.1 หน้าจอแจ้งเตือนในแอปพลิเคชันไลน์



ภาพที่ 3.9 การออกแบบหน้าจอส่วนควบคุมอุปกรณ์

3.5.2 หน้าจอแจ้งเตือนในแอปพลิเคชันไลน์

ภาพที่ 3.10 หน้าจอแจ้งเตือนในแอปพลิเคชันไลน์

ภาคผนวก ก

(งานวิจัยนำเสนอที่งาน การประชุมวิชาการระดับปริญญาตรีด้านคอมพิวเตอร์ภูมิภาคเอเชีย ครั้งที่ 10) (วันที่ 25 กุมภาพันธ์ พ.ศ 2565)

การพัฒนาอุปกรณ์ดักจับหนูในตลาดสดด้วยไอโอที
Development of IoT-based mousetrap device

อิสระพงศ์ อินไผ่[1] ,กัลยา เย็นใจ[2] และนฤพนธ์ พนาวงศ์[3*]

[1,2,3]สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์

Emails: isarapong.i@nsru.ac.th, kanlaya.ya@nsru.ac.th, naruepon.p@nsru.ac.th

บทคัดย่อ

หนูเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่ชอบกัดแทะทำลายสิ่งของและเป็นพาหะนำโรคที่สามารถแพร่กระจายเชื้อมายังมนุษย์และสัตว์เลี้ยงได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาอุปกรณ์ไอโอทีเพื่อดักจับหนู โดยการนำเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งมาประยุกต์ใช้ ภายในอุปกรณ์ประยุกต์ใช้เซนเซอร์อยู่ 2 รูปแบบ คือ เซนเซอร์อัลตราโซนิกและเซนเซอร์อินฟาเรด ถ้ามีหนูเข้ามาในอุปกรณ์ดักจับหนู เซนเซอร์ทั้ง 2 รูปแบบจะส่งสัญญานไปยังบอร์ด ESP32 DevKit V1 เพื่อสั่งให้เซอร์โวมอเตอร์ปิดประตูอุปกรณ์ จากนั้นบอร์ดจะส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันไลน์ของผู้ใช้ รวมถึงผู้ใช้สามารถควบคุมการทำงานเปิด-ปิดอุปกรณ์ผ่านแอปพลิเคชัน Blynk ได้ จากผลการทดสอบความถูกต้องในการทำงานของอุปกรณ์ดักจับหนูพบว่า มีค่าความถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 95.5 ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจร้อยละ 90.2 และเมื่อการเปรียบเทียบการทำงานของทั้งสองอุปกรณ์ พบว่าอุปกรณ์ที่ใช้เซนเซอร์อินฟาเรดจะมีประสิทธิภาพดีกว่าอุปกรณ์ที่เซนเซอร์อัลตราโซนิก

คำสำคัญ -- อุปกรณ์ดักจับหนู, อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง, หนู, เซนเซอร์อัลตราโซนิก, เซนเซอร์อินฟาเรด

ABSTRACT

Mice are mammals that always gnaw and destroy belongings and they can transmit diseases rapidly to humans and pets. This research aims to develop an IOT device to trap a mouse by using applied internet technology of things. There are two types of applied sensors in the device that are Ultrasonic Sensors and IR Sensors. If a mouse is into a mousetrap device, both sensors will send a signal to ESP32 DevKit V1 board to order the Servo Motor to close the device door. The board then sends a notification message to the user's LINE application. The user can also control an on-off module through the Blynk application. From the results of testing the accuracy of the mousetrap device's operation, it was found that the average accuracy was 95.5%, the users' satisfaction was 90.2%. And the results of comparison of the two devices found that devices using infrared sensors would perform better than devices with ultrasonic sensors.

Keywords **–** Mousetrap, Internet of Things, Mouse, Ultrasonic Sensor, IR Sensor

1. บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งหรือไอโอที (IoT) ได้เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของมนุษย์มากขึ้นจนเรียกได้ว่าเป็นสิ่งอำนวยความสะดวกที่สำคัญมากอย่างหนึ่ง อีกทั้งยังเป็นเทคโนโลยีพื้นฐานในการดำรงชีวิตของมนุษย์และมีการนำมาประยุกต์ใช้งานด้านต่าง ๆ อย่างแพร่หลาย เนื่องจากอุปกรณ์ราคาไม่แพงและง่ายต่อการพัฒนา เช่น การประยุกต์ในระบบรดน้ำต้นไม้แบบอัตโนมัติ การควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนเพาะเห็ด การเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านผ่านโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ทโฟน การดูสถานะของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน การตรวจจับผู้บุกรุก เป็นต้น ซึ่งการทำงานจะถูกประมวลผลผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตทำให้มีความเสถียรสูง ช่วยลดเวลา ลดภาระในการทำงานและอำนวยความสะดวกให้มนุษย์ได้เป็นอย่างดี

หนูเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมมีวงจรชีวิตประมาณ 3-4 เดือนมีลำตัวยาวประมาณ 35-45 เซนติเมตร มีฟันแหลมคม 2 คู่ ทั้งบนและล่างที่มีความแข็งแรงเป็นพิเศษและคม มีลักษณะโค้งยื่น เพื่อใช้สำหรับกัดหรือแทะสิ่งต่าง ๆ ฟันของหนูสามารถเจริญงอกได้ตลอดชีวิต หนูเป็นศัตรูที่สำคัญของมนุษย์นำความเสียหายแก่เศรษฐกิจจำนวนมหาศาลในทางตรง คือ การกัดกินพืชผลทางการเกษตร เครื่องอุปโภคและบริโภค และหนูยังเป็นสัตว์พาหะสำคัญที่นำโรคหลายชนิดมาสู่คนและสัตว์เลี้ยง เช่น โรคฉี่หนู กาฬโรค เยื่อหุ้มสมองและไขสันหลังอักเสบ และโรคภูมิแพ้ เป็นต้น ส่วนในทางอ้อม คือ การกัดแทะตามสิ่งก่อสร้าง อาคาร

บ้านเรือน สายไฟ และอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในอาคารทำให้เกิดไฟฟ้าลัดวงจร ซึ่งเป็นอันตรายต่อชีวิตและทรัพย์สิน หนูที่มีความสำคัญทางด้านสาธารณสุขโดยเฉพาะหนูที่อาศัยทำรังและหากินอยู่ในบ้านหรือบริเวณรอบ ๆ บ้าน ซึ่งสามารถพบเห็นได้ มี 4 ชนิด ได้แก่ หนูนอร์เว หนูท้องขาวบ้าน หนูจี๊ดและหนูหริ่งบ้าน (บริษัท บี เอ็ม แลนด์ แอนด์ เฮ้าส์ จำกัด, 2564) โดยทั่วไปมักจะพบหนูจำนวนมากในตลาดที่ขายอาหารสด ยิ่งปล่อยไว้นานวันยิ่งพบเห็นประชากรหนูเพิ่มมากขึ้นในทุกวัน ซึ่งหนูจะกินอาหารและเศษอาหารแล้วทิ้งเชื้อโรคไว้ และเชื้อโรคดังกล่าวอาจแพร่เชื้อโรคกระจายไปสู่มนุษย์ได้ นอกจากนี้หนูยังทำลายทรัพย์สินต่าง ๆ ภายในตลาดทำให้เกิดความเสียหายต่อทรัพย์สินและทำให้แม่ค้าในตลาดเกิดความเดือดร้อนจากภัยที่เกิดจากหนู สำหรับการดักหนูโดยทั่วไปนั้นจะใช้กาวดักหนู หรือกับดักหนูหรือกรงดักหนู ซึ่งผู้ใช้ไม่สามารถรู้ได้ว่าหนูมาติดกับดักแล้วหรือยัง ผู้ใช้จะต้องคอยวนเวียนมาตรวจกับดักบ่อยครั้ง ทำให้เสียเวลาและในบางครั้งหนูมาติดกับดักเป็นเวลานานแล้วตายจนส่งกลิ่นเหม็น รวมถึงกับดักหนูโดยทั่วไปนั้นอาจเป็นอันตรายต่อผู้ใช้ได้หากไม่ระมัดระวัง เช่น ทำให้บาดเจ็บ ทำให้เปรอะเปื้อน เป็นต้น

จากปัญหาที่กล่าวมานั้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการนำเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งหรือไอโอทีมาสร้างอุปกรณ์ดักจับหนูเพื่อใช้อำนวยความสะดวกในการกำจัดหนูตามบริเวณที่พบเห็นหนูเป็นจำนวนมากและลดการแพร่เชื้อโรคที่เกิดจากหนู โดยเฉพาะในตลาดสดที่มักจะมีหนูอาศัยอยู่จำนวนมาก ซึ่งภายในอุปกรณ์จะใช้เซนเซอร์สำหรับตรวจจับสิ่งกีดขวาง 2 รูปแบบ คือ เซนเซอร์อัลตราโซนิกและเซนเซอร์อินฟาเรด รวมถึงผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบการทำงานของอุปกรณ์ทั้งสองเซนเซอร์เพื่อดูประสิทธิภาพในการดักจับหนู อีกทั้งผู้ใช้ยังสามารถควบคุมการเปิด-ปิดประตูของอุปกรณ์ดักจับหนูและดูสถานะของอุปกรณ์ดักจับหนูผ่านโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ทโฟนได้อีกด้วย เมื่อมีหนูมาติดกับดัก ระบบจะส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันไลน์ของผู้ใช้เพื่อให้ผู้ใช้นำหนูไปจัดการ

2. ทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.1 เอกสารที่เกี่ยวข้อง

ในการทำวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ปนัสดา อวิคุณประเสริฐ และคณะ (2560) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับประสิทธิภาพของเซนเซอร์อินฟาเรดและเซนเซอร์อัลตราโซนิกในการประยุกต์ใช้งาน โดยนำอาร์ดุยโนไมโครคอนโทรลเลอร์มาใช้งานร่วมกับเซนเซอร์อินฟาเรดหรือเซนเซอร์อัลตราโซนิกในการสร้างอุปกรณ์วัดระยะทางที่แสดงข้อมูลแบบดิจิทัลและสามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้อย่างความสะดวกและรวดเร็ว วัดค่าได้โดยไม่ต้องมีการสัมผัสตัวผู้ป่วย ผลการศึกษาพบว่าพิสัยในการวัดระยะทางของเซนเซอร์อินฟาเรดอยู่ในช่วง 40-100 เซนติเมตร การทำงานของเซนเซอร์ไม่ขึ้นกับอุณหภูมิ ความชื้น และความหนาแน่นหรือชนิดของพื้นผิวที่สะท้อนคลื่นอินฟาเรด แต่สีของวัตถุและสภาวะแสงรอบมีผลต่อความถูกต้องในการวัดระยะทาง สำหรับเซนเซอร์อัลตราโซนิกมีพิสัยในการวัดระยะทาง 2-300 เซนติเมตร ประสิทธิภาพของเซนเซอร์ขึ้นกับอุณหภูมิ ความชื้น และความหนาแน่นของพื้นผิวที่สะท้อนเสียงอัลตราโซนิก แต่ไม่ขึ้นกับสีของวัตถุ ในการวัดระยะทางในทางการแพทย์สามารถนำเซนเซอร์ทั้งสองมาใช้งานได้ เช่น การวัดความหนาและความสูงของผู้ป่วย โดยเซนเซอร์อินฟาเรด เหมาะที่จะนำไปใช้ในการวัดความหนาของผู้ป่วย และเซนเซอร์อัลตราโซนิกเหมาะที่จะนำไปใช้การวัดความสูงของผู้ป่วย อย่างไรก็ตามในการใช้งานต้องคำนึงถึงพื้นผิว ชนิดและสีของวัตถุ ตำแหน่งของเซนเซอร์ สภาวะแวดล้อม

วิทวัส จันพิทักษ์ (2561) ได้สร้างเครื่องมือตรวจจับพฤติกรรมสัตว์ทดลองสำหรับใช้กับหนูทดลอง โดยประยุกต์ใช้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ จากนั้นทำการอ่านและประมวลผลข้อมูลจากเซนเซอร์ ซึ่งโครงงานนี้มีการทดลองกับเซนเซอร์อยู่ทั้งหมด 2 ประเภท ได้แก่ 1) เซนเซอร์พาสซีฟอินฟาเรดดีเท็กเตอร์ ทำการตรวจจับความเคลื่อนไหวของหนูทดลอง ซึ่งจะตรวจจับเป็นเวลาและทิศทางการเคลื่อนที่ของหนูทดลอง และ 2) Photodiode จะใช้เป็นอุปกรณ์ในการตรวจจับแสง และจะใช้ควบคู่กับ NIR LED เพื่อเป็นแหล่งกำเนิดแสงให้กับ Photodiode และจะทำการตรวจจับเวลาและทิศทางการเคลื่อนที่ของหนูทดลองเช่นกัน ผู้ใช้สามารถนำมาวิเคราะห์พฤติกรรมหนูทดลองได้ เครื่องมือที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนและการวิจัยด้านพฤติกรรมสัตว์ได้

ธีรพงษ์ เจ๊กวงษ์ และนฤพนธ์ พนาวงศ์ (2562) ได้พัฒนาระบบควบคุมการเปิด-ปิดโรงรถอัตโนมัติโดยใช้อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง โดยทำการจำลองเป็นโมเดลโรงรถขนาดเล็ก ซึ่งงานวิจัยนี้ใช้บอร์ด ESP8266 เชื่อมต่อโมดูลตรวจจับความเคลื่อนไหว โมดูล RFID และเซอร์โวมอเตอร์ที่ใช้สำหรับเปิด-ปิดโรงรถ เมื่อรถเคลื่อนที่ผ่านจุดรับสัญญาณ RFID และตรวจสอบรหัส RFID ตรงกัน บอร์ดจะสั่งเซอร์โวมอเตอร์ให้ทำการเปิดประตูอย่างอัตโนมัติ จากนั้นประตูก็จะปิดอย่างอัตโนมัติเช่นกัน แต่หากพบการเคลื่อนไหวในขณะที่ประตูโรงรถกำลังปิดนั้น ประตูจะหยุดชั่วคราวทั้งนี้เพื่อป้องกันอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นได้ รวมถึงผู้ใช้งานสามารถควบคุมการทำงานเปิด-ปิดประตูโรงรถได้เองผ่านโทรศัพท์มือถือสมาร์ทโฟน จากการทดลองพบว่าผู้ใช้สามารถใช้งานได้อย่างง่ายและควบคุมการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่วนการทำงานของระบบนั้นสามารถตอบสนองต่อการทำงานได้ตามเป้าหมายที่ตั้งไว้

กาญจนา จันทร์ประเสริฐ (2563) ได้พัฒนาเครื่องแจ้งเตือนสิ่งกีดขวางสำหรับผู้พิการทางสายตาเพื่อช่วยให้ผู้พิการทางสายตามีความปลอดภัยในการใช้ชีวิตประจำวันตามปกติ ผลการพัฒนาคือได้เครื่องแจ้งเตือนสิ่งกีดขวางเพื่อผู้พิการทางสายตาที่ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ส่วนศีรษะ ส่วนลำตัว และส่วนขา อาศัยหลักการทำงานของการสะท้อนของคลื่น โดยประยุกต์ใช้เซนเซอร์แบบอัลตราโซนิก SRF05 และ HC-SR04 เซนเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหวเป็นตัวตรวจจับสิ่งกีดขวางและควบคุมการทำงานโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Mega2560 ที่ทำหน้าที่ตัวประมวลผล โดยการทำงานของเครื่องแจ้งเตือนสิ่งกีดขวางเพื่อผู้พิการทางสายตาที่พัฒนานี้เป็นการทำงานแบบไร้สายเพื่อให้สะดวกต่อการใช้งาน การแสดงสัญญาณเตือนผู้พิการทางสายตาให้รับรู้ว่ามีสิ่งกีดขวางมี 2 ลักษณะ คือ การสั่นของมอเตอร์และเสียง 3 แบบ คือ “โปรดระวังศีรษะค่ะ”, “โปรดระวังผู้คนพลุกพล่านค่ะ” และ “โปรดระวังขาค่ะ” ซึ่งโปรแกรมควบคุมเครื่องแจ้งเตือนสิ่งกีดขวางเพื่อผู้พิการทางสายตาจะเริ่มเตือนเมื่อสิ่งกีดขวางอยู่ห่างจากผู้พิการทางสายตา 40-60 เซนติเมตร

จิราภรณ์ วาสนาเชิดชู และคณะ (2564) ได้พัฒนาระบบแจ้งเตือนผู้บุกรุกภายในที่พักอาศัยผ่าน Line Notify โดยใช้บอร์ด Raspberry Pi 4 เชื่อมต่อกับเซนเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว กล้อง Raspberry Pi Camera V2 และลำโพง Buzzer เขียนโปรแกรมด้วยภาษา Python เมื่อพบความเคลื่อนไหวระบบส่งเสียงแจ้งเตือนเจ้าของบ้านผ่านลำโพง Buzzer จากนั้นจะถ่ายภาพและส่งข้อความพร้อมรูปภาพแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันไลน์ของผู้ใช้ ซึ่งจากการทดลองพบว่าสามารถส่งข้อความไปยังแอปพลิเคชันไลน์ได้ตรงตามความต้องการ แต่ยังไม่สามารถแยกประเภทได้ว่าเป็นบุคคลภายในบ้านหรือบุคคลภายนอกได้

จากงานวิจัยนี้ที่ได้กล่าวมานั้น ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดเรื่องการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเซนเซอร์อินฟาเรดและอัลตราโซนิกจากงานวิจัยของของปนัสดา อวิคุณประเสริฐ และคณะ (2560) โดยศึกษาวงจรชีวิต วิเคราะห์การเคลื่อนที่และพฤติกรรมของหนูเมื่อติดกับดักจากงานวิจัยของ วิทวัส จันพิทักษ์ (2561) รวมถึงนำแนวคิดการใช้เซอร์โวมอเตอร์จากงานวิจัยของธีรพงษ์ เจ๊กวงษ์ และนฤพนธ์ พนาวงศ์ (2562) มาประยุกต์ใช้กับการเปิด-ปิดประตูของอุปกรณ์ไอโอทีเพื่อดักจับหนู อีกทั้งนำแนวคิดจากงานวิจัยของกาญจนา จันทร์ประเสริฐ (2563) ในการประยุกต์ใช้เขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ดักจับหนูที่ใช้เซนเซอร์อัลตราโซนิกและเซนเซอร์อินฟาเรด รวมถึงการเปรียบเทียบการทำงานของอุปกรณ์ดักจับหนูที่เซนเซอร์อัลตราโซนิกและเซนเซอร์อินฟาเรด และนำแนวคิดจากงานวิจัยของจิราภรณ์ วาสนาเชิดชู และคณะ (2564) มาประยุกต์ใช้ในการส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันไลน์ของผู้ใช้ โครงงานนี้ได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ ซึ่งได้ศึกษาแนวคิดเรื่องการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเซนเซอร์อินฟราเรดและอัลตราโซนิกจากงานวิจัยของของปนัสดา อวิคุณประเสริฐ (2560) ศึกษาวงจรชีวิต วิเคราะห์การเคลื่อนที่และพฤติกรรมของหนูเมื่อติดกับดักจากงานวิจัยของ วิทวัส จันพิทักษ์ (2561) และกาญจนา จันทร์ประเสริฐ (2563) เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการโค้ดในกับอัลตร้าโซนิกเซนเซอร์และศึกษาการสะท้อนคลื่นของอัลตร้าโซนิกเซนเซอร์ ซึ่งโครงงานได้เปรียบเทียบการทำงานระหว่าง 2 เซนเซอร์คือเซนเซอร์อินฟราเรดหรือเซนเซอร์อัลตราโซนิก

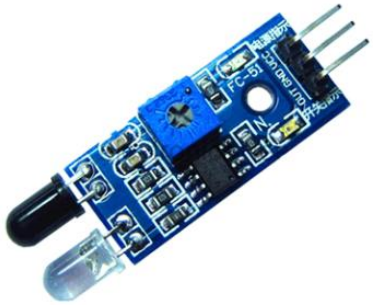
2.2 ฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

2.2.1 ESP32 DevKit V1 Development Board พัฒนาโดยบริษัท DOIT มีขาต่อใช้งานทั้งหมด 30 ขา เรียงขาแบบเดียวกับบอร์ด ESP32 DevKit V1 โมดูล Wifi ESP-32 รุ่น ESP-WROOM-32โมดูลWifi + Bluetooth 4.2+ Touch/Temp Sensor ทำงานแบบ Dual Core ที่ความเร็ว 160 Mhz มี SRAM 512K หน่วยความจำ Flash สำหรับอัพโหลดโปรแกรมขนาด 16M มีขา GPIO 30 ขา ความละเอียดในการอ่านค่า ADC 12Bit [4] สามารถเขียนโปรแกรม ผ่าน Arduino IDE เหมือนเขียน Arduino ดังภาพ 1

ภาพ 1 แสดงบอร์ด ESP32 DevKit V1
ที่มา : https://grobotronics.com/images/detailed/119/hs0204.jpg

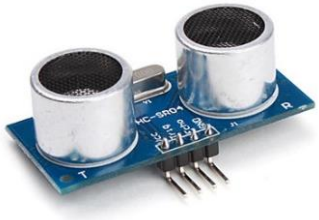
2.2.2 เซนเซอร์แสงโมดูลเซนเซอร์แสงใช้สำหรับตรวจจับวัตถุกีดขวาง (IR Infrared Obstacle Avoidance Sensor Module) โดยโมดูลนี้ จะมีตัวรับและตัวส่ง infrared ในตัว ตัวสัญญาณ (สีขาว) infrared จะส่งสัญญาณออกมา และเมื่อมีวัตถุมาบัง คลื่นสัญญาณ infrared ที่ถูกสั่งออกมาจะสะท้อนกลับไปเข้าตัวรับสัญญาณ (สีดำ) สามารถนำมาใช้ตรวจจับวัตถุที่อยู่ตรงหน้าได้ และสามารถปรับความไว ระยะการตรวจจับ ใกล้หรือไกลได้ ภายตัวเซนเซอร์แบบนี้จะมีตัวส่ง Emitter และตัวรับ Receiver ติดตั้งภายในตัวเดียวกัน ทำให้ไม่จำเป็นต้องเดินสายไฟทั้งสองฝั่ง เหมือนแบบ Opposed Mode ทำให้การติดตั้งใช้งานได้ง่ายกว่า แต่อย่างไรก็ตามจำเป็นต้องติดตั้งตัวแผ่นสะท้อนหรือ Reflector ไว้ตรงข้ามกับตัวเซนเซอร์เอง โดยโฟโต้เซนเซอร์แบบที่ใช้แผ่นสะท้อนแบบนี้จะเหมาะสำหรับชิ้นงานที่มี

ลักษณะทึบแสงไม่เป็นมันวาว เนื่องจากอาจทำให้ตัวเซนเซอร์เข้าใจผิดว่าเป็นตัวแผ่นสะท้อน และ ทำให้ทำงานผิดพลาดได้ ดังภาพ 2 [5]



ภาพ 2 แสดงเซนเซอร์แสง
ที่มา : https://oa1web.net/wp-content/uploads.jpg

2.2.3 เซนเซอร์ตรวจจับวัตถุ ประเภท Ultrasonic หรือ Ultrasonic sensor เป็นเซนเซอร์ที่ต้องอาศัยหลักการของการสะท้อนคลื่นความถี่ อัลตร้าโซนิกในการตรวจจับวัตถุต่าง ๆ เซนเซอร์อัลตร้าโซนิกนั้นจำเป็นต้องอาศัยตัวกลางในการเดินทาง เช่น อากาศ แก๊ส หรือของเหลว จึงทำให้ เซนเซอร์อัลตร้าโซนิกสามารถใช้งานตรวจจับวัตถุได้หลากหลายชนิด ซึ่งวัตถุที่มีสถานะของเหลวโดยที่เป็นสารเคมีหรือมีความหนืดก็สามารถใช้เซนเซอร์อัลตร้าโซนิกในการตรวจจับได้ และ เซนเซอร์อัลตร้าโซนิกมีความถี่ไปตั้งแต่ 20000Hz ขึ้นไปซึ่งเป็นความถี่ที่สูงเกินกว่ามนุษย์จะสามารถรับรู้ได้ ดังภาพ 3 [6]



ภาพ 3 เซนเซอร์ตรวจจับวัตถุ ประเภท Ultrasonic
ที่มา : https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q.jpg

2.2.4 เซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor) เป็นการรวมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC Motor) เข้ากับวงจรควบคุม โดยความแตกต่างที่สำคัญของเซอร์โวมอเตอร์กับมอเตอร์แบบอื่น ๆ คือเซอร์โวมอเตอร์จะรู้ตำแหน่งที่ตัวเองอยู่ และสั่งเปลี่ยนตำแหน่งโดยการเปลี่ยนองศาได้ นิยมใช้งานในเครื่องบินบังคับ เรือบังคับ โดยใช้กำหนดทิศทางของหางเสือเป็นองศา เซอร์โวมอเตอร์ประกอบด้วย 4 ส่วนหลัก [7] คือ มอเตอร์กระแสตรง (DC Motor) ชุดเฟืองทดรอบวอลุ่ม (Potentiometer หรือ VR) และวงจรควบคุม (Control Electronics) การควบคุมการหมุนของเซอร์โวมอเตอร์จะทำที่สาย Signal โดยป้อนสัญญาณ PWM ความถี่ 50Hz เข้าไป โดยมีความกว้างพัสล์บวกที่ 0.5mS (ค่าต่ำสุด) ถึง 2.5mS (ค่าสูงสุด) หรือ 1mS (ค่าต่ำสุด) ถึง 2mS (ค่าสูงสุด) ตามแต่รุ่นของเซอร์โวมอเตอร์ โดยหากป้อนสัญญาณ PWM ที่มีความกว้างช่วงบวกเข้าไปเท่าค่าต่ำสุด เซอร์โวมอเตอร์จะหมุนไปที่ 0 องศา หากป้อนสัญญาณ PWM เข้าไปเท่าค่าสูงสุด เซอร์โวมอเตอร์จะหมุนไปที่ 180 องศา ดังภาพ 4

ภาพ 4 เซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor)
ที่มา : https://encrypted.com/images?q=e6iel-U& =CAU

3. วิธีการดำเนินโครงงาน

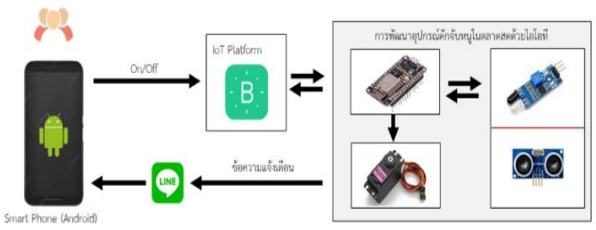
ในส่วนนี้จะกล่าวถึงการดำเนินงานและการออกแบบการพัฒนาอุปกรณ์ดักจับหนูในตลาดสดด้วยไอโอทีซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินงานดังต่อไปนี้

3.1 การวิเคราะห์ความต้องการของระบบ

ระบบสามารถเชื่อมต่อ WiFi/3G/4G/5G เพราะเมื่อมีหนูเข้ามาในอุปกรณ์ระบบจะส่งข้อความแจ้งเตือนมายังแอปพลิเคชันไลน์ของผู้ใช้ โดยโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ทโฟนของผู้ใช้งานจะต้องเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตผ่าน WiFi เพื่อดูสถานะ

3.2 สถาปัตยกรรมของระบบ

ในการพัฒนาอุปกรณ์จำเป็นต้องมีการวิเคราะห์และออกแบบระบบต่าง ๆ เพื่อให้เข้าใจง่ายขึ้น โดยผู้จัดทำโครงงานได้ออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้ดังภาพ 5



ภาพ 5 สถาปัตยกรรมของระบบ

จากภาพ 5 ผู้จัดทำโครงงานได้แสดงกรอบแนวคิดในการจัดทำโครงงาน ซึ่งมีขั้นตอนการทำงานดังต่อไปนี้

1. ส่วนอุปกรณ์ไอโอทีเพื่อดักจับหนู

1.1 เมื่อมีหนูวิ่งเข้าในกล่องเซนเซอร์อัลตราโซนิกหรือเซนเซอร์อินฟาเรดจะส่งสัญญาณไปยังบอร์ด

1.2 บอร์ดจะสั่งการให้มอเตอร์เซอร์โวปิดอุปกรณ์ดักจับหนู จากนั้นจะส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันไลน์ของผู้ใช้

2. ส่วนของผู้ใช้งาน

2.1 ผู้ใช้งานสามารถสั่งเปิด-ปิดอุปกรณ์ดักจับหนูผ่านโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ทโฟนได้

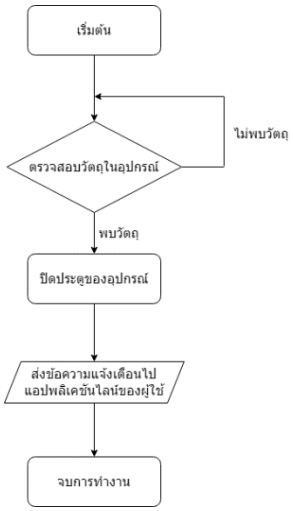
2.2 ได้รับข้อความแจ้งเตือนมายังแอปพลิเคชันไลน์ของผู้ใช้ได้

3.3 แผนผังการทำงานของแอปพลิเคชัน

ในการพัฒนาอุปกรณ์ดักจับหนูในตลาดสดด้วยไอโอที ได้จำแนกขั้นตอนการพัฒนาระบบงานต่าง ๆ ออกเป็นดังนี้

3.3.1 Flowchart Diagram ผู้จัดทำได้แบ่งเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนของกระบวนการดักจับหนูและส่วนการทำงานของแอปพลิเคชัน ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ส่วนของกระบวนการดักจับหนู

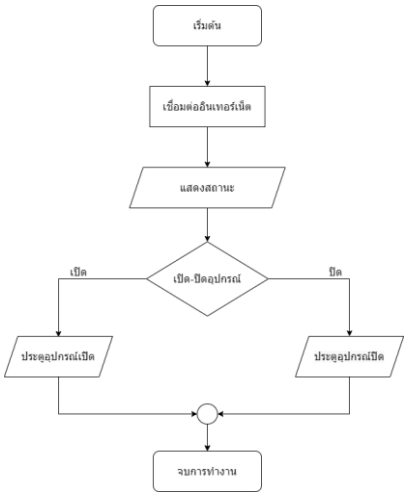


ภาพ 6 ผังงานส่วนของกระบวนการดักจับหนู

จากภาพ 6 แสดงผังงานส่วนของกระบวนการดักจับหนู ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

เริ่มต้นเซนเซอร์จะตรวจสอบหาวัตถุภายในอุปกรณ์หากไม่พบวัตถุใด ๆ อุปกรณ์จะไม่เกิดการทำงาน หากเซนเซอร์พบวัตถุภายในอุปกรณ์ อุปกรณ์จะปิดประตูอัตโนมัติ บอร์ดจะส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันไลน์ของผู้ใช้จึงจะจบการทำงาน

2. ส่วนการทำงานของแอปพลิเคชัน

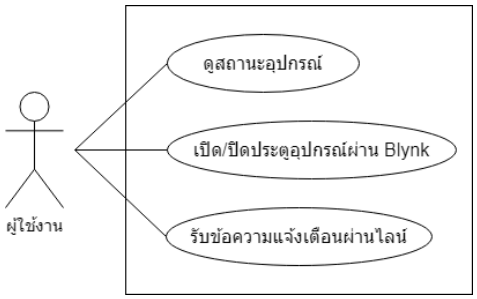


ภาพ 7 ผังงานการทำงานของแอปพลิเคชัน

จากภาพ 7 แสดงผังงานการทำงานของแอปพลิเคชัน ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

เมื่อเริ่มแอปพลิเคชันจะทำการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตเมื่อสำเร็จจะแสดงสถานะการเปิดปิดของอุปกรณ์ ผู้ใช้งานจะสามารถเลือกว่าจะเปิดหรือปิดอุปกรณ์ หากเปิดอุปกรณ์ไฟสถานะก็จะแสดงการเปิดอุปกรณ์และจบการทำงาน หากปิดอุปกรณ์ไฟสถานะก็จะแสดงการปิดอุปกรณ์และจบการทำงาน

3.3.2 Use Case Diagram



ภาพ 8 Use case Diagram ส่วนของแอปพลิเคชัน

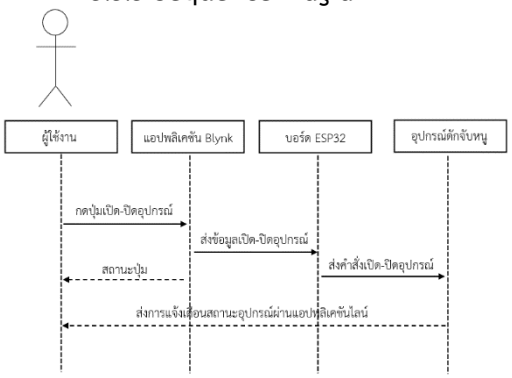
จากภาพ 8 ผู้จัดทำโครงงานได้แสดง Use case Diagram ส่วนของแอปพลิเคชันในการจัดทำโครงงาน ซึ่งมีขั้นตอนการทำงานดังต่อไปนี้

1. ผู้ใช้งานสามารถดูสถานะอุปกรณ์ผ่านโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ทโฟน

2. ผู้ใช้งานสามารถสั่งเปิด-ปิดอุปกรณ์ได้ผ่านโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ทโฟน

3. ผู้ใช้งานจะได้รับข้อความแจ้งเตือนมายังแอพพลิเคชันไลน์

3.3.3 Sequence Diagram



ภาพ 9 Sequence Diagram ส่วนของแอปพลิเคชัน

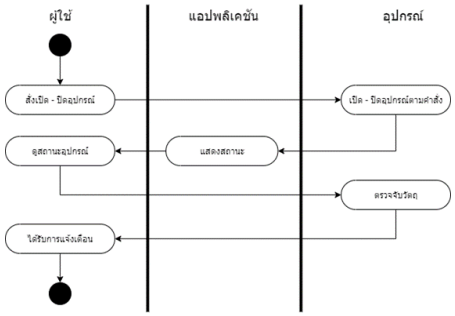
จากภาพ 9 ผู้จัดทำโครงงานได้แสดง Sequence Diagram ส่วนของแอปพลิเคชันในการจัดทำโครงงาน ซึ่งมีขั้นตอนการทำงานดังต่อไปนี้

1.ผู้ใช้งานสามารถกดปุ่มเปิด-ปิดอุปกรณ์ในแอปพลิเคชัน Blynk และสถานะของปุ่มก็จะแสดงขึ้น

2.แอปพลิเคชัน Blynk จะส่งข้อมูลการเปิด-ปิดอุปกรณ์ไปที่บอร์ด ESP32

3.บอร์ด ESP32 ส่งคำสั่งเปิด-ปิดไปที่อุปกรณ์ แล้วอุปกรณ์จะส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้งานผ่านแอปพลิเคชันไลน์

3.3.4 Activity Diagram



ภาพ 10 Activity Diagram ส่วนของแอปพลิเคชัน

จากภาพ 10 ผู้จัดทำโครงงานได้แสดง Activity Diagram ส่วนของแอปพลิเคชันในการจัดทำโครงงาน ซึ่งมีขั้นตอนการทำงานดังต่อไปนี้

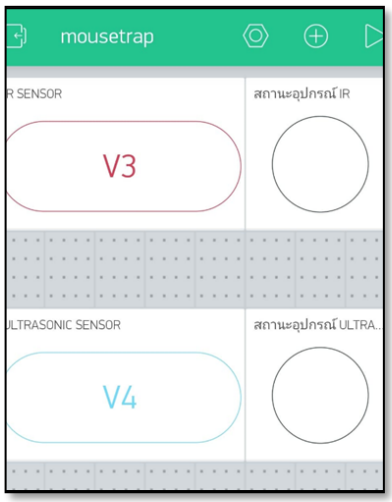
1.ผู้ใช้งานสามารถสั่งเปิด-ปิดอุปกรณ์ผ่านแอปพลิเคชัน อุปกรณ์จะทำงานทำคำสั่ง

2.อุปกรณ์จะส่งสถานะไปที่แอปพลิเคชันเพื่อแสดงต่อผู้ใช้งาน

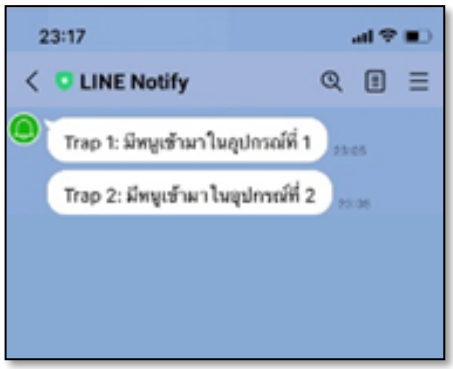
3.เมื่อตรวจพบวัตถุผู้ใช้จะได้รับข้อความแจ้งเตือนไปที่แอปพลิเคชันไลน์

3.4 การออกแบบหน้าจอแสดงผลบนโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ทโฟน

ผู้จัดทำได้ออกแบบหน้าจอแสดงผลบนโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ทโฟน แบ่งการแสดงผลเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของหน้าจอส่วนควบคุมอุปกรณ์ และ หน้าจอแจ้งเตือนในแอปพลิเคชันไลน์ เพื่อให้ง่ายต่อการจัดการ ซึ่งผู้จัดทำได้ออกแบบดังภาพ 11 และภาพ 12



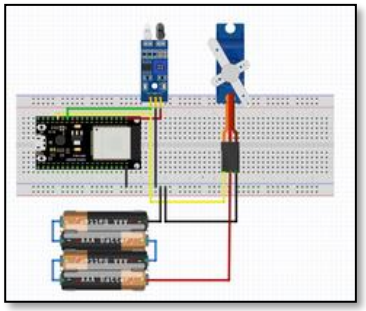
ภาพ 11 การออกแบบหน้าจอส่วนควบคุมอุปกรณ์



ภาพ 12 หน้าจอแจ้งเตือนในแอปพลิเคชันไลน์

3.5 การออกแบบแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์

ผู้จัดทำได้ออกแบบการต่อแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้โปรแกรม Fritzing ในการออกแบบต่อแผงวงจรสำหรับอุปกรณ์ที่ใช้เซนเซอร์อินฟาเรดแสดงดังภาพ 13 และสำหรับอุปกรณ์ที่ใช้เซนเซอร์อัลตราโซนิกแสดงดังภาพ 14



ภาพ 13 การออกแบบระบบที่ใช้เซนเซอร์อินฟาเรด

จากภาพ 13 แสดงการออกแบบวงจรกล่องดักหนูที่ใช้เซนเซอร์ไออาร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.ต่อขา GND ของบอร์ด ESP32 ขาใดก็ได้ลงบอร์ดทดลองในทางไฟลบ เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน GND ร่วมกันของอุปกรณ์

2.ต่อขา GND ของเซนเซอร์อินฟาเรดและมอเตอร์เซอร์โว เข้ากับทางไฟลบของบอร์ดทดลองที่ต่อกับขา GND ของบอร์ด ESP32 ไว้

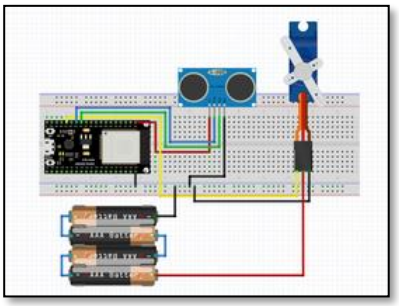
3.ต่อขาสีแดงจากแหล่งจ่ายเข้ากับขาไฟ (สีแดง) ของมอเตอร์เซอร์โว

4.ต่อขา 13 จากบอร์ด ESP32 เข้ากับขาข้อมูล (สีส้ม)ของมอเตอร์เซอร์โว

5.ต่อขา 3v3 ของบอร์ด ESP32 ขาใดก็ได้ลงบอร์ดทดลองในทางไฟบวก

6.ต่อขา VCC ของบอร์ดเซนเซอร์อินฟาเรด ลงบอร์ดทดลองในทางไฟบวก ที่ต่อกับขา 3v3 ของบอร์ด ESP32 ไว้

7.ต่อขา 12 จากบอร์ด ESP32 เข้ากับขา OUT ของเซนเซอร์อินฟาเรด



ภาพ 14 การออกแบบระบบที่ใช้เซนเซอร์อัลตร้าโซนิก

จากภาพ 14 แสดงการออกแบบวงจรกล่องดักหนูที่ใช้เซนเซอร์อัลตราโซนิก ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.ต่อขา GND ของบอร์ด ESP32 ขาใดก็ได้ลงบอร์ดทดลองในทางไฟลบ เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน GND ร่วมกันของอุปกรณ์

2.ต่อขา GND ของเซนเซอร์อัลตราโซนิกและมอเตอร์เซอร์โว เข้ากับทางไฟลบของบอร์ดทดลองที่ต่อกับขา GND ของบอร์ด ESP32 ไว้

3.ต่อขาสีแดงจากแหล่งจ่ายเข้ากับขาไฟ (สีส้ม) ของมอเตอร์เซอร์โว

4.ต่อขา 13 จากบอร์ด ESP32 เข้ากับขาข้อมูล (สีส้ม)ของมอเตอร์เซอร์โว

5.ต่อขา 3v3 ของบอร์ด ESP32 ขาใดก็ได้ลงบอร์ดทดลองในทางไฟบวก

6.ต่อขา VCC ของบอร์ดเซนเซอร์อัลตราโซนิกลงบอร์ดทดลองในทางไฟบวก ที่ต่อกับขา 3v3 ของบอร์ด ESP32 ไว้

7.ต่อขา 12 จากบอร์ด ESP32 เข้ากับขา Trig ของเซนเซอร์อัลตราโซนิก

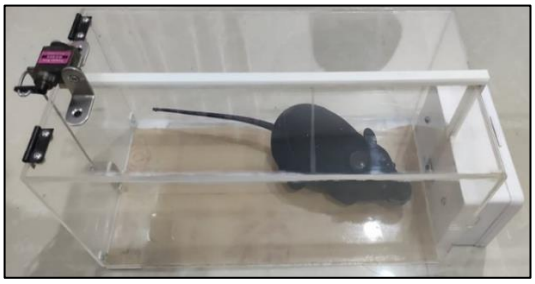
8.ต่อขา 14 จากบอร์ด ESP32 เข้ากับขา echo ของเซนเซอร์อัลตราโซนิก

4. ผลการดำเนินงานโครงงาน

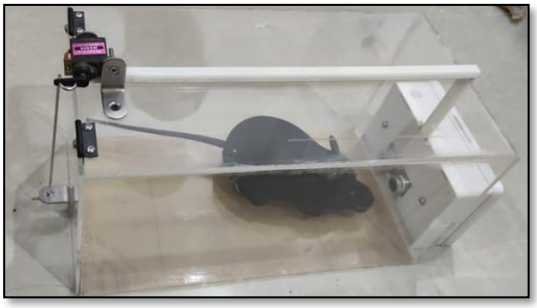
ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้แหล่งจ่ายไฟ DC 5V จ่ายไฟให้กับอุปกรณ์ไอโอทีเพื่อดักจับหนูทั้ง 2 อุปกรณ์ โดยทำการติดตั้งและเดินสายไฟให้ปลอดภัยจากการทำลายของหนู โดยแบ่งส่วนการทำการทดสอบการทำงานของระบบเป็น 2 ส่วน ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 การทดลองอุปกรณ์ดักจับหนู

เมื่อมีวัตถุเคลื่อนไหวเข้ามาในอุปกรณ์ดักจับหนู ระบบจะทำการปิดประตูอุปกรณ์ และระบบจะทำการส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันไลน์ว่า “IR Sensor : หนูติดกับแล้ว”หรือ “Ultrasonic Sensor : หนูติดกับแล้ว” ดังแสดงภาพ 15,16 และ 17 ตามลำดับ



ภาพ 15 แสดงการทำงานของอุปกรณ์ด้วยเซนเซอร์อินฟาเรด

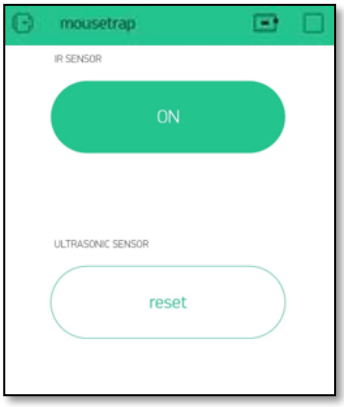


ภาพ 16 แสดงการทำงานของอุปกรณ์ด้วยเซนเซอร์อัลตราโซนิก

ภาพ 17 แสดงการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์

4.2 การทดสอบคำสั่งงานเปิด-ปิดอุปกรณ์ผ่านโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ทโฟน

ผู้ใช้สามารถใช้คำสั่งเปิด – ปิดอุปกรณ์ดักจับหนูในแอปพลิเคชัน blynk เมื่อผู้ใช้กดปุ่ม reset อุปกรณ์ดักจับหนูจะเปิดประตูขึ้นดังภาพ 18



ภาพ 18 แสดงหน้าจอควบคุมผ่านแอปพลิเคชัน blynk

นอกจากนี้ผู้จัดทำโครงงานยังได้ทำการทดสอบถูกต้องจากการทำงานตามฟังก์ชันต่าง ๆ จำนวน 50 ครั้ง คิดเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีผลการทดลองสรุปได้ดังแสดงตามตาราง 1

ตาราง 1 ผลทดสอบความเสถียรภาพและการทำงานตามฟังก์ชัน

หัวข้อประเมิน	ทำงานถูกต้อง (%)	ทำงานไม่ถูกต้อง (%)
1. การดักจับหนูด้วยเซนเซอร์อินฟาเรด	96%	4%
2. การดักจับหนูด้วยเซนเซอร์อัลตราโซนิก	94%	6%
3. การสั่งเปิด-ปิดอุปกรณ์	96%	4%
4. การแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์	96%	4%
ค่าเฉลี่ย	95.5%	4.5%

จากตาราง 1 แสดงให้เห็นว่าความเสถียรภาพและการทำงานตามฟังก์ชัน การดักจับหนูด้วยเซนเซอร์อินฟาเรดทำงานถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 96 การดักจับหนูด้วย เซนเซอร์อัลตราโซนิกทำงานถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 94 การสั่งเปิด-ปิดอุปกรณ์ทำงานถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 96 และการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์ทำงานถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 96 สำหรับการใช้เซนเซอร์อินฟาเรดนั้นจะสามารถดักจับหนูได้แม่นยำกว่า เซนเซอร์อัลตราโซนิก เพราะ เซนเซอร์อัลตราโซนิกจะตรวจสอบวัตถุได้ก็ต่อเมื่อหนูเข้าในระยะตามที่โปรแกรมกำหนดไว้ก่อนอุปกรณ์จึงจะทำงาน เมื่อหนูมีการขยับไปมาหรือยังไม่เข้ามาในระยะของเซนเซอร์อุปกรณ์จึงไม่ทำงาน แต่เซนเซอร์อินฟาเรดใช้ตรวจจับวัตถุโดยใช้หลักการสะท้อนของแสงไปชนวัตถุ เมื่อหนูขยับไปมาก็ยังสามารถทำงานได้ตามปกติ

4.3. ผลการสำรวจความพึงพอใจระบบ

ในโครงงานนี้ผู้จัดทำโครงงานได้ใช้การวิเคราะห์โดยการหาค่าเฉลี่ย $\bar{x}$ และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ซึ่งแยกวิเคราะห์ตามรูปแบบความพึงพอใจ โดยใช้เกณฑ์ระดับความพึงพอใจตามตาราง 2

ตาราง 2 เกณฑ์ระดับความพึงพอใจ

ระดับความพึงพอใจ	ผลความพึงพอใจ
ค่าเฉลี่ยของคะแนน 4.50 - 5.00	ระดับมากที่สุด
ค่าเฉลี่ยของคะแนน 3.51 – 4.50	ระดับมาก
ค่าเฉลี่ยของคะแนน 2.51 – 3.50	ระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ยของคะแนน 1.51 – 2.50	ระดับน้อย
ค่าเฉลี่ยของคะแนน 1.00 – 1.50	ระดับน้อยที่สุด

จากการสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้งานอุปกรณ์ดักจับหนูในตลาดสดด้วยไอโอที โดยมีผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด 30 คน มีหัวข้อการประเมิน ดังตาราง 3

ตาราง 3 ผลค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานความพึงพอใจของผู้ใช้งาน

หัวข้อประเมิน	$\bar{x}$	(S.D)
1. การออกแบบหน้าจอได้เหมาะสม	4.40	0.56
2. ความเหมาะสมของขนาดของอุปกรณ์	4.63	0.49

3. การทำงานของอุปกรณ์และการแจ้งเตือน	4.40	0.67
4. แอปพลิเคชันสามารถใช้งานได้ง่าย	4.50	0.63
5. ความเหมาะสมของวัสดุโครงสร้างอุปกรณ์	4.60	0.50
ค่าเฉลี่ย	**4.51**	**0.57**

จากตาราง 3 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานอุปกรณ์ไอโอทีเพื่อดักจับหนู พบว่าผู้ใช้งานมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด คิดเป็นค่าเฉลี่ย 4.51

5. สรุปผลการศึกษาและแนวทางการพัฒนา

5.1. สรุปผลการศึกษา

จากการทดสอบอุปกรณ์ไอโอทีเพื่อดักจับหนู ผู้จัดทำได้ใช้บอร์ด ESP32 DevKit V1 ในการอ่านค่าจากอุปกรณ์ เซนเซอร์ไออาร์ และเซนเซอร์อัลตร้าโซนิกโดยผู้ใช้สามารถควบคุมการทำงาน ได้รับการแจ้งเตือนผ่านโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ทโฟน ส่วนของการควบคุมการทำงานสามารถควบคุมการเปิด-ปิดอุปกรณ์ผ่านแอพพลิเคชัน Blynk ได้ ส่วนของการแจ้งเตือนจะได้รับข้อความผ่านทางแอปพลิเคชันไลน์ เมื่อมีวัตถุเข้ามาในอุปกรณ์ดักจับหนู

จากการทดสอบความถูกต้องในการทำงานตามฟังก์ชันต่าง ๆ พบว่าการทำงานอุปกรณ์ไอโอทีเพื่อดักจับหนู ทำงานได้ถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 95.5 ความพึงพอใจของผู้ใช้จำนวน 30 คน มีความพึงพอใจของผู้ใช้อยู่ในระดับมากที่สุด (4.51) และการใช้งานเซนเซอร์อินฟาเรดจะมีประสิทธิภาพดีกว่าการใช้งานเซนเซอร์อัลตราโซนิก

5.2. แนวทางในการพัฒนา

ในอนาคตผู้วิจัยจะมีการเพิ่มกล้องส่วนในอุปกรณ์ไอโอทีเพื่อดักจับหนู เพื่อให้กล้องถ่ายภาพภายในอุปกรณ์แล้วส่งรูปภาพภายในอุปกรณ์ไปยังแอปพลิเคชันไลน์ของผู้ใช้งาน เพราะอาจมีสัตว์อื่นที่เป็นอันตราย หรือวัตถุอื่น ๆ เข้าไปในอุปกรณ์ที่ไม่ใช่หนู หากผู้ใช้งานพบว่าเป็นสัตว์อื่น ๆ ผู้ใช้งานจะได้สั่งเปิดอุปกรณ์โดยไม่ต้องเดินมาดูที่อุปกรณ์ อีกทั้งจะเพิ่มโมดูล GPS เพื่อให้ทราบถึงตำแหน่งของอุปกรณ์จับหนูได้ รวมถึงการเก็บสถิติของจำนวนหนูที่ดักจับได้ในแต่ละพื้นที่ เพื่อใช้วิเคราะห์จำนวนของหนูว่าลดลงหรือไม่ อีกทั้งจะทำการทดสอบความแข็งแรงของอุปกรณ์ในกรณีดักจับหนูที่มีขนาดใหญ่และมีแรงดันหรือแรงชนสูง ซึ่งจะทำให้อุปกรณ์มีประสิทธิภาพในการดักจับหนูได้มากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] กาญจนา จันทร์ประเสริฐ (2563). **การพัฒนาเครื่องแจ้งเตือนสิ่งกีดขวางเพื่อผู้พิการทางสายตา.** วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 25(1), 137-147

[2] จิราภรณ์ วาสนาเชิดชู, ช่อผกา ลิงประโคน, กนกพร มูลสุวรรณ, ปเนต หมายมั่น และนิพัฒน์ มานะกิจภิญโญ. (2564). ระบบแจ้งเตือนผู้บุกรุกภายในที่พักอาศัยผ่าน Line Notify. ใน **การประชุมวิชาการระดับปริญญาตรีด้านคอมพิวเตอร์ภูมิภาคอาเซียน ครั้งที่ 9** (หน้า 918-923). นครปฐม: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์.

[3] ฉัตรชัย ริบรวมทรัพยา. [ออนไลน์] (2563). **เซอร์โวมอเตอร์ (SERVO MOTOR).** [สืบค้นวันที่ 14 กันยายน 2564]. จาก http://www.advanceelectronic.com/blog/detil/th

[4] ไซเบอร์ไทซ์. [ออนไลน์] (2563). **หลักการทำงานของเซนเซอร์แสง.** [สืบค้นวันที่ 14 กันยายน 2564]. จาก https://www.cybertice.com/product/infrared-photoelec-sensor-module

[5] ธีรพงษ์ เจ๊กวงษ์ และนฤพนธ์ พนาวงศ์. (2562). การพัฒนาระบบควบคุมการเปิด-ปิดโรงรถอัตโนมัติโดยใช้อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง. ใน **การประชุมวิชาการระดับปริญญาตรีด้านคอมพิวเตอร์ภูมิภาคอาเซียน ครั้งที่ 7** (หน้า 1478-1485). เชียงราย: มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย.

[6] บริษัท บี เอ็ม แลนด์ แอนด์ เฮ้าส์ จำกัด. [ออนไลน์] (2564). **ความรู้เกี่ยวกับหนู**. [สืบค้นวันที่ 14 กันยายน 2564]. จาก https://www.doctorplouk.com/archives/1172

[7] ปนัสดา อวิคุณประเสริฐ, อรอุมา วาโยพัด, ธัญญารัตน์ วงศ์เก๋, ธีรยุทธ ชาญนุวงศ์, เพชรากร หาญพานิชย์ และชยานนท์ อวิประเสริฐ (2560). ประสิทธิภาพเซนเซอร์อินฟาเรดและอัลตราโซนิกในการประยุกต์ใช้งานทางการแพทย์. **วารสารวิทยาศาสตร์ มศว.**, 33(1), 135-145.

[8] โรบอทสยาม. [ออนไลน์] (2563). **ข้อมูลการใช้งาน DOIT ESP32 DevKit V1.** [สืบค้นวันที่ 14 กันยายน 2564]. จาก http://www.robotsiam.com/product/119/doit-esp32-devkit-v1-development-board

[9] ลัดดาวัลย์ เพชรโรจน์ และอัจฉรา ชำนิประศาสน์. (2547). **ระเบียบวิธีการวิจัย**. กรุงเทพฯ: พิมพ์ดีการพิมพ์.

[10] วิทวัส จันพิทักษ์. **เครื่องมือตรวจจับพฤติกรรมสัตว์.** [ออนไลน์] (2561). [สืบค้นวันที่ 14 กันยายน 2564]. จาก http://sutir.sut.ac.th:8080/sutir/bitstream/123456789/7237/2/Fulltext.pdf

[11] อดิศร แซ่ฉั่ว. [ออนไลน์] (2563). **การใช้งานข้อควรระวังของ ULTRASONIC SENSOR**. [สืบค้นวันที่ 14 กันยายน

2564]. จาก https://www.omi.co.th/th/arti/ultrasonic-sensor
[12] AB-Maker. [ออนไลน์] (2564). **Fritzing ซอฟต์แวร์ออกแบบวงจรและแผ่นปริ้นให้กับ Arduino**. [สืบค้นวันที่ 14 กันยายน 2564]. จาก https://www.ab.in.th/article/34/fritzing-ซอฟต์แวร์ออกแบบวงจรและแผ่นปริ้นให้กับ-arduino