JIT Mahasarakham University, Thailand
http://jit.it.msu.ac.th

Journal of Applied Informatics and Technology, *4*(2), 114-127

Research Article

การพัฒนาอุปกรณ์ไอโอทีเพื่อดักจับหนู

Developing IoT Devices to Catch Mouse

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

Isarapong Inphai[1], Kanlaya Yenjai[1] and Naruepon Panawong[1*]

[1] สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์

[1] Department of Information Technology, Faculty of Science and Technology, Nakhon Sawan Rajabhat University

* Corresponding Author: Naruepon Panawong, naruepon.p@nsru.ac.th

Received:
2 March 2022
Revised:
20 March 2022
Accepted:
27 April 2022

คำสำคัญ:

อุปกรณ์ดักจับหนู, อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง, เซนเซอร์อัลตราโซนิก, เซนเซอร์อินฟาเรด

Keywords:

Mousetrap, Internet of Things, Ultrasonic Sensor, IR Sensor

บทคัดย่อ: หนูเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่ชอบกัดแทะทำลายสิ่งของและเป็นพาหะนำโรคที่สามารถแพร่กระจายเชื้อมายังมนุษย์และสัตว์เลี้ยงได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาอุปกรณ์ไอโอทีเพื่อดักจับหนู โดยการนำเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งมาประยุกต์ใช้ ภายในอุปกรณ์ประยุกต์ใช้เซนเซอร์อยู่ 2 รูปแบบ คือ เซนเซอร์อัลตราโซนิกและเซนเซอร์อินฟาเรด ถ้ามีหนูเข้ามาในอุปกรณ์ดักจับหนู เซนเซอร์ทั้ง 2 รูปแบบจะส่งสัญญาณไปยังบอร์ด ESP32 DevKit V1 เพื่อสั่งให้เซอร์โวมอเตอร์ปิดประตูอุปกรณ์ จากนั้นบอร์ดจะส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันไลน์ของผู้ใช้ รวมถึงผู้ใช้สามารถควบคุมการทำงานเปิด-ปิดอุปกรณ์ผ่านแอปพลิเคชัน Blynk ได้ จากผลการทดสอบความถูกต้องในการทำงานของอุปกรณ์ดักจับหนู พบว่ามีค่าความถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 95.5 ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจร้อยละ 90.2 และเมื่อการเปรียบเทียบการทำงานของทั้งสองอุปกรณ์ พบว่า 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.

1. บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งหรือไอโอที (IoT) ได้เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของมนุษย์มากขึ้นจนเรียกได้ว่าเป็นสิ่งอำนวยความสะดวกที่สำคัญมากอย่างหนึ่ง อีกทั้งยังเป็นเทคโนโลยีพื้นฐานในการดำรงชีวิตของมนุษย์และมีการนำมาประยุกต์ใช้งานด้านต่างๆ 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 เพื่อใช้สำหรับกัดหรือแทะสิ่งต่างๆ ฟันของหนูสามารถเจริญงอกได้ตลอดชีวิต หนูเป็นศัตรูที่สำคัญของมนุษย์นำความเสียหายแก่เศรษฐกิจจำนวนมหาศาลในทางตรง คือ การกัดกินพืชผลทางการเกษตร เครื่องอุปโภคและบริโภค และหนูยังเป็นสัตว์พาหะสำคัญที่นำโรคหลายชนิดมาสู่คนและสัตว์เลี้ยง เช่น โรคฉี่หนู กาฬโรค เยื่อหุ้มสมองและไขสันหลังอักเสบ และโรคภูมิแพ้ เป็นต้น ส่วนในทางอ้อม คือ การกัดแทะตามสิ่งก่อสร้าง อาคารบ้านเรือน สายไฟและอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในอาคารทำให้เกิดไฟฟ้าลัดวงจร ซึ่งเป็นอันตรายต่อชีวิตและทรัพย์สิน หนูที่มีความสำคัญทางด้านสาธารณสุขโดยเฉพาะหนูที่อาศัยทำรังและหากินอยู่ในบ้านหรือบริเวณรอบๆ บ้าน ซึ่งสามารถพบเห็นได้ มี 4 ชนิด ได้แก่ หนูนอร์เว หนูท้องขาวบ้าน หนูจี๊ดและหนูหริ่งบ้าน (บริษัท บี เอ็ม แลนด์ แอนด์ เฮ้าส์ จำกัด, 2564) โดยทั่วไปมักจะพบหนูจำนวนมากในตลาดที่ขายอาหารสด ยิ่งปล่อยไว้นานวันยิ่งพบเห็นประชากรหนูเพิ่มมากขึ้นในทุกวัน ซึ่งหนูจะกินอาหารและเศษอาหารแล้วทิ้งเชื้อโรคไว้ และเชื้อโรคดังกล่าวอาจแพร่เชื้อโรคกระจายไปสู่มนุษย์ได้ นอกจากนี้หนูยังทำลายทรัพย์สินต่างๆ ภายในตลาดทำให้เกิดความเสียหายต่อทรัพย์สินและทำให้แม่ค้าในตลาดเกิดความเดือดร้อนจากภัยที่เกิดจากหนู สำหรับการดักหนูโดยทั่วไปนั้นจะใช้กาวดักหนู หรือกับดักหนูหรือกรงดักหนู ซึ่งผู้ใช้ไม่สามารถรู้ได้ว่าหนูมาติดกับดักแล้วหรือยัง ผู้ใช้จะต้องคอยวนเวียนมาตรวจกับดักบ่อยครั้ง ทำให้เสียเวลาและในบางครั้งหนูมาติดกับดักเป็นเวลานานแล้วตายจนส่งกลิ่นเหม็น รวมถึงกับดักหนูโดยทั่วไปนั้นอาจเป็นอันตรายต่อผู้ใช้ได้หากไม่ระมัดระวัง เช่น ทำให้บาดเจ็บ ทำให้เปรอะเปื้อน เป็นต้น

จากปัญหาที่กล่าวมานั้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการนำเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งหรือไอโอทีมาสร้างอุปกรณ์ดักจับหนูเพื่อใช้อำนวยความสะดวกในการกำจัดหนูตามบริเวณที่พบเห็นหนูเป็นจำนวนมากและลดการแพร่เชื้อโรคที่เกิดจากหนู โดยเฉพาะในตลาดสดที่มักจะมีหนูอาศัยอยู่จำนวนมาก ซึ่งภายในอุปกรณ์จะใช้เซนเซอร์สำหรับตรวจจับสิ่งกีดขวาง 2 รูปแบบ คือ เซนเซอร์อัลตราโซนิกและเซนเซอร์อินฟาเรด รวมถึงผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบการทำงานของอุปกรณ์ทั้งสองเซนเซอร์เพื่อดูประสิทธิภาพในการดักจับหนู อีกทั้งผู้ใช้ยังสามารถควบคุมการเปิด-ปิดประตูของอุปกรณ์ดักจับหนูและ

ดูสถานะของอุปกรณ์ดักจับหนูผ่านโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ทโฟนได้อีกด้วย เมื่อมีหนูมาติดกับดัก ระบบจะส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันไลน์ของผู้ใช้ เพื่อให้ผู้ใช้นำหนูไปจัดการ

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการทำวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ปนัสดา อวิคุณประเสริฐ และคณะ (2560) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับประสิทธิภาพของเซนเซอร์อินฟาเรดและเซนเซอร์อัลตราโซนิกในการประยุกต์ใช้งาน โดยนำอาร์ดุยโนไมโครคอนโทรลเลอร์มาใช้งานร่วมกับเซนเซอร์อินฟาเรดหรือเซนเซอร์อัลตราโซนิกในการสร้างอุปกรณ์วัดระยะทางที่แสดงข้อมูลแบบดิจิทัล และสามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้อย่างความสะดวกและรวดเร็ว 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 จะใช้เป็นอุปกรณ์ในการตรวจจับแสงและจะใช้ควบคู่กับ 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) ได้พัฒนาเครื่องแจ้งเตือนสิ่งกีดขวางสำหรับผู้พิการทางสายตา เพื่อช่วยให้ผู้พิการทางสายตามีความปลอดภัยในการใช้ชีวิตประจำวันตามปกติ ผลการพัฒนาคือได้เครื่องแจ้งเตือนสิ่งกีดขวางเพื่อผู้พิการทางสายตาที่ประกอบ

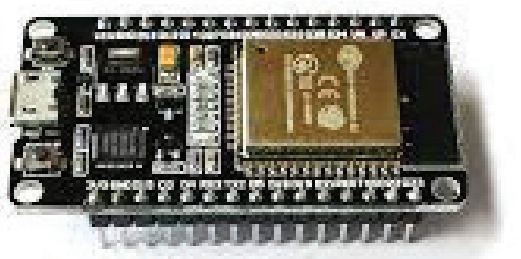
ด้วย 3 ส่วน คือ ส่วนศีรษะ ส่วนลำตัว และส่วนขา อาศัยหลักการทำงานของการสะท้อนของคลื่น โดยประยุกต์ใช้เซนเซอร์แบบอัลตราโซนิก SRF05 และ HC-SR04 เซนเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหวเป็นตัวตรวจจับสิ่งกีดขวางและควบคุมการทำงานโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Mega2560 ที่ทำหน้าที่ตัวประมวลผล โดยการทำงานของเครื่องแจ้งเตือนสิ่งกีดขวางเพื่อผู้พิการทางสายตาที่พัฒนานี้เป็นการทำงานแบบไร้สายเพื่อให้สะดวกต่อการใช้งาน 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

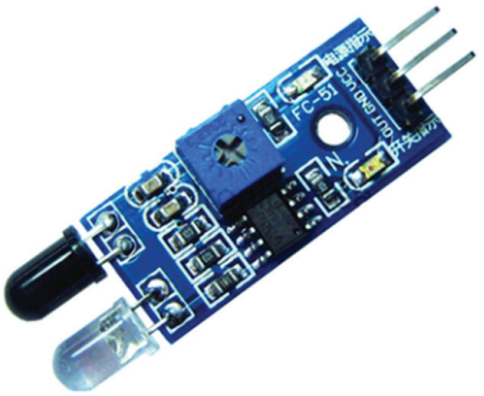
จากงานวิจัยนี้ที่ได้กล่าวมานั้น ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดเรื่องการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเซนเซอร์อินฟาเรดและอัลตราโซนิกจากงานวิจัยของของปนัสดา อวิคุณประเสริฐ และคณะ (2560) โดยศึกษาวงจรชีวิต วิเคราะห์การเคลื่อนที่และพฤติกรรมของหนูเมื่อติดกับดักจากงานวิจัยของ วิทวัส จันพิทักษ์ (2561) รวมถึงนำแนวคิดการใช้เซอร์โวมอเตอร์จากงานวิจัยของธีรพงษ์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

3. ฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในการพัฒนาอุปกรณ์ไอโอที

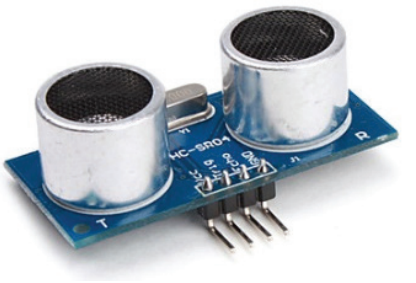
3.1 ESP32 DevKit V1 Development Board พัฒนาโดยบริษัท DOIT มีขาต่อใช้งานทั้งหมด 30 ขา เรียงขาแบบเดียวกับบอร์ด ESP32 DevKit V1 โมดูล Wifi ESP-32 รุ่น ESP-WROOM-32 โมดูล Wifi + Bluetooth 4.2+ Touch/Temp Sensor ทำงานแบบ Dual Core ที่ความเร็ว 160 MHz มี SRAM 512K หน่วยความจำ Flash สำหรับอัปโหลดโปรแกรมขนาด 16M มีขา GPIO 30 ขาความละเอียดในการอ่านค่า ADC 12Bit (โรบอทสยาม, 2563) สามารถเขียนโปรแกรมผ่าน Arduino IDE เหมือนเขียน Arduino ดังภาพประกอบ 1



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



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



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

3.2 เซนเซอร์แสง โมดูลเซนเซอร์แสงใช้สำหรับตรวจจับวัตถุกีดขวาง (IR Infrared Obstacle Avoidance Sensor Module) โดยโมดูลนี้ จะมีตัวรับและตัวส่งอินฟาเรดในตัว ตัวสัญญาณ (สีขาว) อินฟาเรดจะส่งสัญญาณออกมา และเมื่อมีวัตถุมาบัง คลื่นสัญญาณ อินฟาเรดที่ถูกสั่งออกมาจะสะท้อนกลับไปเข้าตัวรับสัญญาณ (สีดำ) สามารถนำมาใช้ตรวจจับวัตถุที่อยู่ตรงหน้าได้ และสามารถปรับความไว ระยะการตรวจจับ ใกล้หรือไกลได้ ภายตัวเซนเซอร์แบบนี้จะมีตัวส่งเรียกว่า Emitter และตัวรับเรียกว่า Receiver ติดตั้งภายในตัวเดียวกัน ทำให้ไม่จำเป็นต้องเดินสายไฟทั้งสองฝั่ง เหมือนแบบ Opposed Mode ทำให้การติดตั้งใช้งานได้ง่ายกว่า แต่อย่างไรก็ตามจำเป็นต้องติดตั้งตัวแผ่นสะท้อนหรือ Reflector ไว้ตรงข้ามกับตัวเซนเซอร์เอง โดยโฟโต้เซนเซอร์แบบที่ใช้แผ่นสะท้อนแบบนี้จะเหมาะสำหรับชิ้นงานที่มีลักษณะทึบแสงไม่เป็นมันวาว เนื่องจากอาจทำให้ตัวเซนเซอร์เข้าใจผิดว่าเป็นตัวแผ่นสะท้อน และทำให้ทำงานผิดพลาดได้ (ไซเบอร์ไทซ์, 2563) ดังภาพประกอบ 2

3.3 เซนเซอร์ตรวจจับวัตถุ ประเภท Ultrasonic หรือ เซนเซอร์อัลตราโซนิก เป็นเซนเซอร์ที่ต้องอาศัยหลักการของการสะท้อนคลื่นความถี่ ใช้ในการตรวจจับวัตถุต่างๆ เซนเซอร์อัลตราโซนิกนั้นจำเป็นต้องอาศัยตัวกลางในการเดินทาง เช่น อากาศ แก๊ส หรือของเหลว จึงทำให้เซนเซอร์อัลตราโซนิกสามารถใช้งานตรวจจับวัตถุได้หลากหลายชนิด ซึ่งวัตถุที่มีสถานะของเหลวโดยที่เป็นสารเคมีหรือมีความหนืดก็สามารถใช้ เซนเซอร์อัลตราโซนิกในการตรวจจับได้ และ เซนเซอร์อัลตราโซนิกมีความถี่ไปตั้งแต่ 20000Hz ขึ้นไปซึ่งเป็นความถี่ที่สูงเกินกว่ามนุษย์จะสามารถรับรู้ได้ (อดิศร แซ่ฉั่ว, 2563) ดังภาพประกอบ 3

3.4 เซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor) เป็นการรวมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC Motor) เข้ากับวงจรควบคุม โดยความแตกต่างที่สำคัญของเซอร์โวมอเตอร์กับมอเตอร์แบบอื่นๆ คือเซอร์โวมอเตอร์จะรู้ตำแหน่งที่ตัวเองอยู่ และสั่งเปลี่ยนตำแหน่งโดยการเปลี่ยนองศาได้ นิยมใช้งานในเครื่องบินบังคับ เรือบังคับ โดยใช้กำหนดทิศทางของหางเสือเป็นองศา เซอร์โวมอเตอร์ประกอบด้วย 4 ส่วนหลัก คือ มอเตอร์กระแสตรง (DC Motor) ชุดเฟืองทดรอบ วอลุ่ม (Potentiometer หรือ VR) และวงจรควบคุม (Control Electronics) การควบคุมการหมุนของเซอร์โวมอเตอร์จะทำที่สาย Signal โดยป้อนสัญญาณ PWM ความถี่ 50Hz เข้าไป โดยมีความกว้างพัสล์บวกที่ 0.5mS (ค่าต่ำสุด) ถึง 2.5mS (ค่าสูงสุด) หรือ 1mS

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

(ค่าต่ำสุด) ถึง 2mS (ค่าสูงสุด) ตามแต่รุ่นของเซอร์โวมอเตอร์ โดยหากป้อนสัญญาณ PWM ที่มีความกว้างช่วงบวกเข้าไปเท่าค่าต่ำสุด เซอร์โวมอเตอร์จะหมุนไปที่ 0 องศา หากป้อนสัญญาณ PWM เข้าไปเท่าค่าสูงสุด เซอร์โวมอเตอร์จะหมุนไปที่ 180 องศา (ฉัตรชัย ริบรวมทรัพยา, 2563) ดังภาพประกอบ 4

4. วิธีพัฒนาโครงงาน

ในส่วนนี้จะกล่าวถึงการดำเนินงานและการออกแบบซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินงานดังต่อไปนี้

4.1 การวิเคราะห์ความต้องการของระบบ

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

4.2 สถาปัตยกรรมของระบบ

ในการพัฒนาอุปกรณ์จำเป็นต้องมีการวิเคราะห์และออกแบบระบบต่างๆ เพื่อให้เข้าใจง่ายขึ้น โดยผู้วิจัยได้ออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบซึ่งมีรายละเอียดดังภาพประกอบ 5

จากภาพประกอบ 5 ผู้วิจัยได้แสดงกรอบแนวคิดในการจัดทำโครงงาน ซึ่งมีขั้นตอนการทำงานดังต่อไปนี้

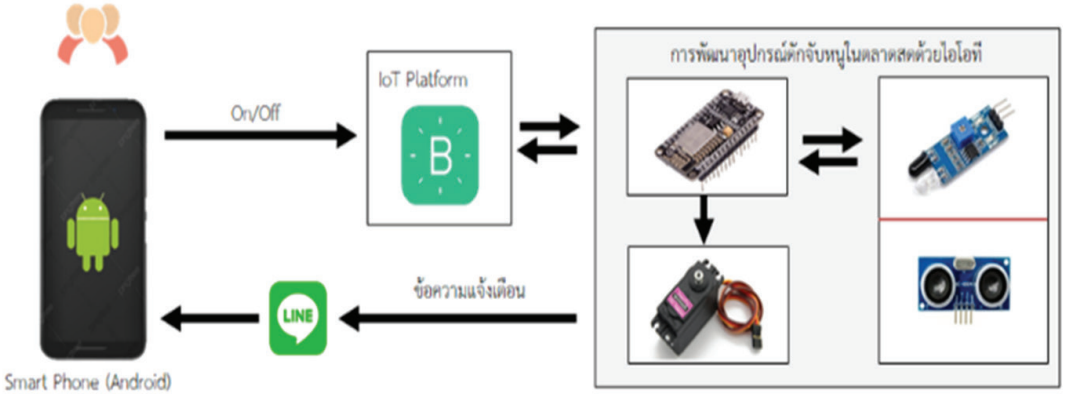
1. ส่วนอุปกรณ์ไอโอทีเพื่อดักจับหนู

1.1 เมื่อมีหนูวิ่งเข้าในกล่องเซนเซอร์อัลตราโซนิกหรือเซนเซอร์อินฟาเรดจะส่งสัญญาณไปยังบอร์ด

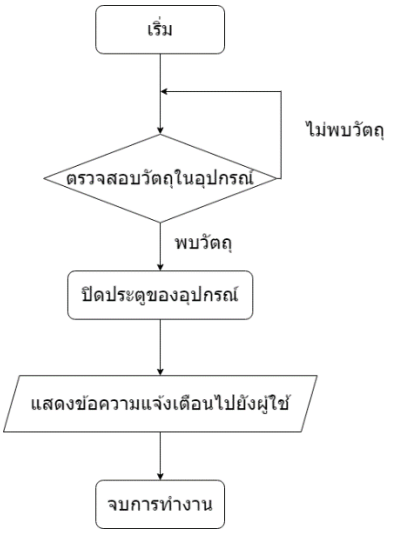
1.2 บอร์ดจะสั่งการให้มอเตอร์เซอร์โวปิดอุปกรณ์ดักจับหนูจากนั้นจะส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันไลน์ของผู้ใช้

2. ส่วนของผู้ใช้งาน

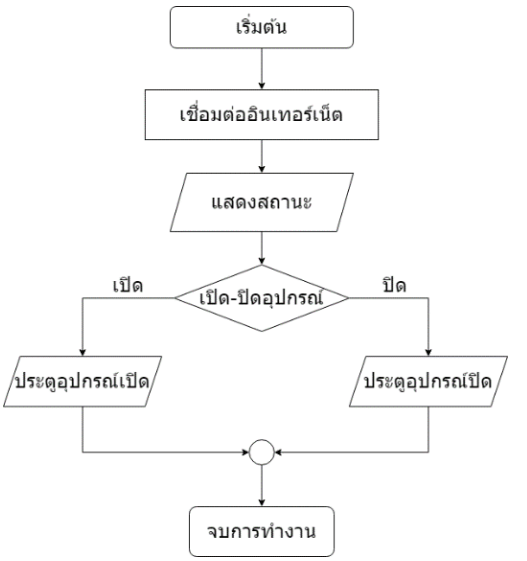
2.1 ผู้ใช้งานสามารถสั่งเปิด-ปิดอุปกรณ์ดักจับหนูผ่านโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ทโฟนได้



ภาพประกอบ 5 สถาปัตยกรรมของระบบ



ภาพประกอบ 6 ผังงานส่วนของกระบวนการดักจับหนู



ภาพประกอบ 7 ผังงานการทำงานของแอปพลิเคชัน

2.2 ได้รับข้อความแจ้งเตือนมายังแอปพลิเคชันไลน์ของผู้ใช้ได้

4.3 แผนผังการทำงานของแอปพลิเคชัน

ในการพัฒนาอุปกรณ์ไอโอทีเพื่อดักจับหนู ผู้วิจัยได้แบ่งขั้นตอนการพัฒนาระบบงานต่างๆ ออกเป็นดังนี้

4.3.1 Flowchart Diagram ผู้วิจัยได้แบ่งเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนของกระบวนการดักจับหนูและส่วนการทำงานของแอปพลิเคชัน ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ส่วนของกระบวนการดักจับหนู

จากภาพประกอบ 6 แสดงผังงานส่วนของกระบวนการดักจับหนู ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

เริ่มต้นเซนเซอร์จะตรวจสอบหาวัตถุภายในอุปกรณ์หากไม่พบวัตถุใดๆ อุปกรณ์จะไม่เกิดการทำงาน หากเซนเซอร์พบวัตถุภายในอุปกรณ์ อุปกรณ์จะปิดประตูอัตโนมัติ บอร์ดจะส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันไลน์ของผู้ใช้จึงจะจบการทำงาน

2. ส่วนการทำงานของแอปพลิเคชัน

จากภาพประกอบ 7 แสดงผังงานการทำงานของแอปพลิเคชัน ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

เมื่อเริ่มแอปพลิเคชันจะทำการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตเมื่อสำเร็จจะแสดงสถานะการเปิดปิดของอุปกรณ์ ผู้ใช้งานจะสามารถเลือกว่าจะเปิดหรือปิดอุปกรณ์ หากเปิดอุปกรณ์ไฟสถานะก็จะแสดงการเปิดอุปกรณ์และจบการทำงาน หากปิดอุปกรณ์ไฟสถานะก็จะแสดงการปิดอุปกรณ์และจบการทำงาน

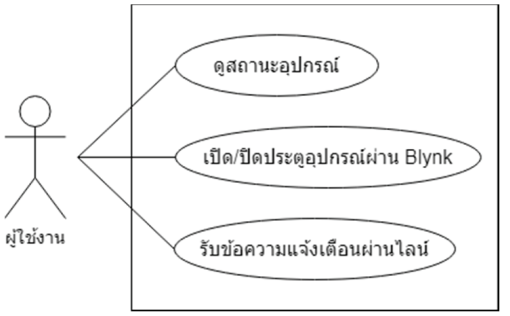
4.3.2 Use Case Diagram

จากภาพประกอบ 8 ผู้วิจัยได้แสดง Use case Diagram ส่วนของแอปพลิเคชันในการจัดทำงานวิจัย ซึ่งมีขั้นตอนการทำงานดังต่อไปนี้

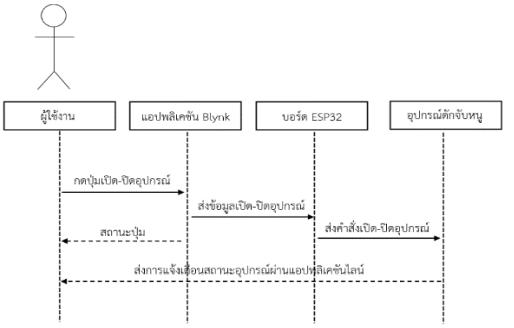
1. ผู้ใช้งานสามารถดูสถานะอุปกรณ์ผ่านโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ทโฟน

2. ผู้ใช้งานสามารถสั่งเปิด-ปิดอุปกรณ์ได้ผ่านโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ทโฟน

3. ผู้ใช้งานจะได้รับข้อความแจ้งเตือนมายังแอปพลิเคชันไลน์



ภาพประกอบ 8 Use case Diagram
ส่วนของแอปพลิเคชัน



ภาพประกอบ 9 Sequence Diagram
ส่วนของแอปพลิเคชัน

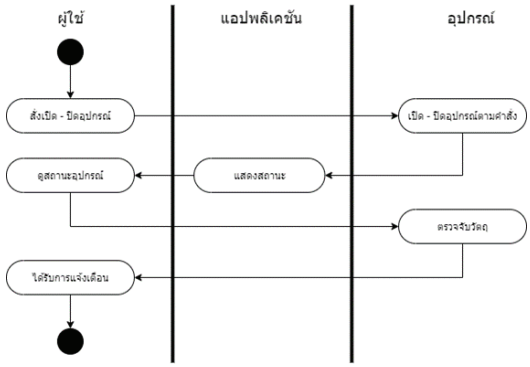
4.3.3 Sequence Diagram

จากภาพประกอบ 9 ผู้วิจัยได้แสดง Sequence Diagram ส่วนของแอปพลิเคชันในการจัดทำวิจัย ซึ่งมีขั้นตอนการทำงานดังต่อไปนี้

1. ผู้ใช้งานสามารถกดปุ่มเปิด-ปิดอุปกรณ์ในแอปพลิเคชัน Blynk และสถานะของปุ่มก็จะแสดงขึ้น

2. แอปพลิเคชัน Blynk จะส่งข้อมูลการเปิด-ปิดอุปกรณ์ไปที่บอร์ด ESP32

3. บอร์ด ESP32 ส่งคำสั่งเปิด-ปิดไปที่อุปกรณ์ แล้วอุปกรณ์จะส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้งานผ่านแอปพลิเคชันไลน์



ภาพประกอบ 10 Activity Diagram
ส่วนของแอปพลิเคชัน

4.3.4 Activity Diagram

จากภาพประกอบ 10 ผู้วิจัยได้แสดง Activity Diagram ส่วนของแอปพลิเคชันในการจัดทำวิจัย ซึ่งมีขั้นตอนการทำงานดังต่อไปนี้

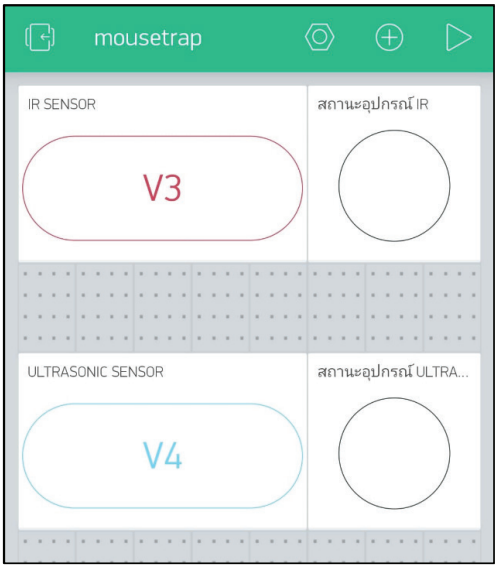
1. ผู้ใช้งานสามารถสั่งเปิด-ปิดอุปกรณ์ผ่านแอปพลิเคชัน อุปกรณ์จะทำงานตามคำสั่ง

2. อุปกรณ์จะส่งสถานะไปที่แอปพลิเคชันเพื่อแสดงต่อผู้ใช้งาน

3. เมื่อตรวจพบวัตถุผู้ใช้จะได้รับข้อความแจ้งเตือนไปที่แอปพลิเคชันไลน์

4.4 การออกแบบหน้าจอแสดงผลบนโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ทโฟน

ผู้วิจัยได้ออกแบบหน้าจอแสดงผลบนโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ทโฟน แบ่งการแสดงผลเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของหน้าจอส่วนควบคุมอุปกรณ์ แสดงสถานะของอุปกรณ์เมื่อมีหนูเข้ามาติดกับดัก และหน้าจอแจ้งเตือนในแอปพลิเคชันไลน์ เพื่อให้ง่ายต่อการจัดการ ดังแสดงตามภาพประกอบ 11 และภาพประกอบ 12

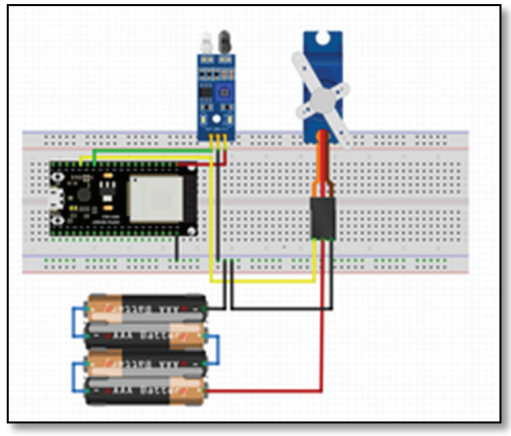


ภาพประกอบ 11 การออกแบบหน้าจอส่วนควบคุมอุปกรณ์

4.5 การออกแบบแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์

ในการทำวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ออกแบบการต่อแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้โปรแกรม Fritzing ในการออกแบบต่อแผงวงจรสำหรับอุปกรณ์ที่ใช้เซนเซอร์อินฟาเรดแสดงดังภาพประกอบ 13 และสำหรับอุปกรณ์ที่ใช้เซนเซ็นอัลตราโซนิกแสดงดังภาพประกอบ 14 ซึ่งโปรแกรม Fritzing นั้นเป็นโปรแกรมฟรีที่ช่วยในการออกแบบวงจรสำหรับบอร์ดต่างๆ เช่น Raspberry Pi, Arduino, ESP8266, ESP32 เป็นต้น ช่วยในการออกแบบวงจรลงบน Breadboard วาดวงจร Schemetic การออกแบบแผ่นปริ้น (PCB) โดยมีจุดเด่นในเรื่องการใช้งานง่ายด้วยการลากวางอุปกรณ์ลงไปในตามตำแหน่งที่ต้องการบน PCB รวมถึงมีภาพกราฟฟิกของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ที่สวยงาม และเสมือนจริง สามารถออกแบบหรือแก้ไขส่วนของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้ สามารถเขียนโปรแกรมและอัปโหลดลงบนบอร์ด Arduino ได้ นอกจากนี้ยังสามารถเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของอุปกรณ์ เช่น ค่าของตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ เบอร์ของทรานซิสเตอร์ เป็นต้น อีกทั้งยังสามารถแบ่งปันผลงานด้วยการแชร์บนอินเทอร์เน็ตได้อีกด้วย (AB-Maker, 2564)

ภาพประกอบ 12 หน้าจอแจ้งเตือนในแอปพลิเคชันไลน์

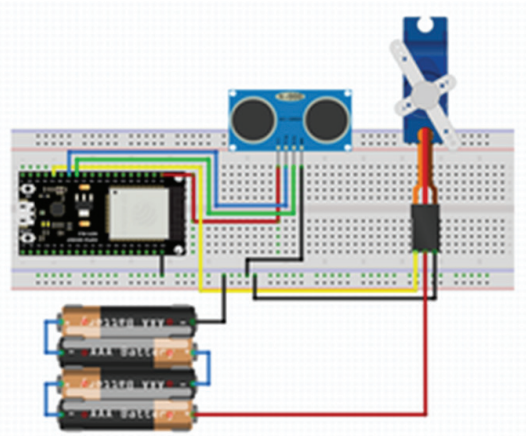


ภาพประกอบ 13 การออกแบบระบบที่ใช้เซนเซอร์อินฟาเรด

จากภาพประกอบ 13 แสดงการออกแบบวงจรกล่องดักหนูที่ใช้เซนเซอร์อินฟาเรด ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ต่อขา GND ของบอร์ด ESP32 ขาใดก็ได้ลงบอร์ดทดลองในทางไฟลบ เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน GND ร่วมกันของอุปกรณ์

2. ต่อขา GND ของเซนเซอร์อินฟาเรดและมอเตอร์เซอร์โว เข้ากับทางไฟลบของบอร์ดทดลองที่ต่อกับขา GND ของบอร์ดESP32 ไว้



ภาพประกอบ 14 การออกแบบระบบที่ใช้เซนเซอร์อัลตราโซนิก

3. ต่อขาสีแดงจากแหล่งจ่ายเข้ากับขาไฟ (สีแดง) ของมอเตอร์เซอร์โว

4. ต่อขา 13 จากบอร์ด ESP32 เข้ากับขาข้อมูล (สีส้ม) ของมอเตอร์เซอร์โว

5. ต่อขา 3v3 ของบอร์ด ESP32 ขาใดก็ได้ลงบอร์ดทดลองในทางไฟบวก

6. ต่อขา VCC ของบอร์ดเซนเซอร์อินฟาเรดลงบอร์ดทดลองในทางไฟบวก ที่ต่อกับขา 3v3 ของบอร์ด ESP32 ไว้

7. ต่อขา 12 จากบอร์ด ESP32 เข้ากับขา OUT ของเซนเซอร์อินฟาเรด

จากภาพประกอบ 14 แสดงการออกแบบวงจรกล่องดักหนูที่ใช้เซนเซอร์อัลตราโซนิก ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ต่อขา GND ของบอร์ด ESP32 ขาใดก็ได้ลงบอร์ดทดลองในทางไฟลบ เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน GND ร่วมกันของอุปกรณ์

2. ต่อขา GND ของเซนเซอร์อัลตราโซนิก และมอเตอร์เซอร์โว เข้ากับไฟลบของบอร์ดทดลองที่ต่อกับขา 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

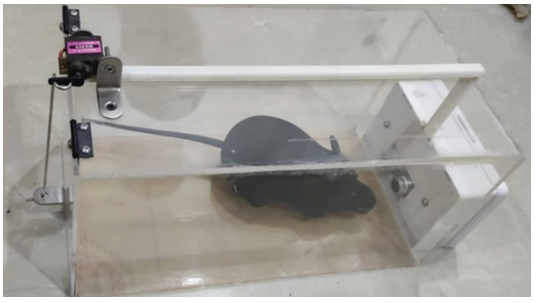
5. ผลการดำเนินงานโครงงาน

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

5.1 การทดลองอุปกรณ์ดักจับหนู

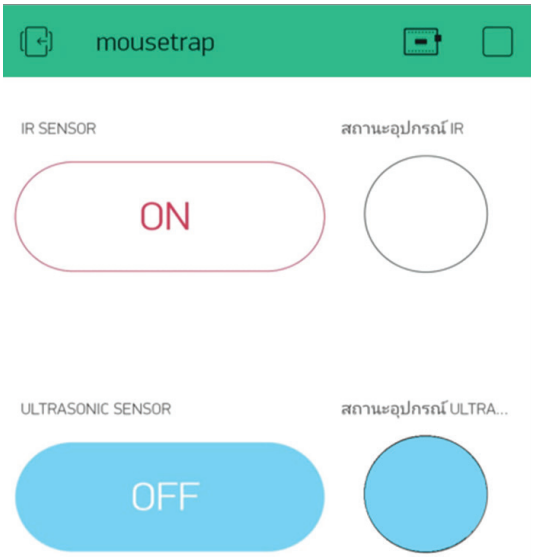
เมื่อมีวัตถุเคลื่อนไหวเข้ามาในอุปกรณ์ดักจับหนู ระบบจะทำการปิดประตูอุปกรณ์ และระบบจะทำการส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันไลน์ว่า “IR Sensor: หนูติดกับแล้ว”หรือ“Ultrasonic Sensor: หนูติดกับแล้ว” ดังแสดงภาพประกอบ 15, 16 และ 17 ตามลำดับ

ภาพประกอบ 15 แสดงการทำงานของอุปกรณ์ด้วยเซนเซอร์อินฟาเรด



ภาพประกอบ 16 แสดงการทำงานของอุปกรณ์ด้วยเซนเซอร์อัลตราโซนิก

ภาพประกอบ 17 แสดงการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์



ภาพประกอบ 18 แสดงหน้าจอควบคุมผ่านแอปพลิเคชัน Blynk

5.2 การทดสอบคำสั่งงานเปิด-ปิดอุปกรณ์ผ่านโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ทโฟน

ผู้ใช้สามารถใช้คำสั่งเปิด–ปิดอุปกรณ์ดักจับหนูในแอปพลิเคชัน Blynk เมื่อผู้ใช้กดปุ่ม reset อุปกรณ์ดักจับหนูจะเปิดประตูขึ้นดังภาพประกอบ 18

นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้ทำการทดสอบถูกต้องจากการทำงานตามฟังก์ชันต่างๆ 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 การดักจับหนูด้วยเซนเซอร์อัลตราโซนิกทำงานถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 94 การสั่งเปิด-ปิดอุปกรณ์ทำงานถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 96 และการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์ทำงานถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 96 สำหรับการใช้เซนเซอร์อินฟาเรดนั้นจะสามารถดักจับหนูได้แม่นยำกว่าเซนเซอร์อัลตราโซนิก เพราะเซนเซอร์อัลตราโซนิกจะตรวจสอบวัตถุได้ก็ต่อเมื่อหนูเข้าในระยะตามที่โปรแกรมกำหนดไว้ก่อนอุปกรณ์จึงจะทำงาน เมื่อหนูมีการขยับไปมาหรือยังไม่เข้ามาในระยะของเซนเซอร์อุปกรณ์จึงไม่ทำงาน แต่เซนเซอร์อินฟาเรดใช้ตรวจจับวัตถุโดยใช้หลักการสะท้อนของแสงไปชนวัตถุ เมื่อหนูขยับไปมาก็ยังสามารถทำงานได้ตามปกติ

5.3. ผลการสำรวจความพึงพอใจระบบ

ลัดดาวัลย์ เพชรโรจน์ และอัจฉรา ชำนิประศาสน์ (2547) ได้อธิบายการเลือกใช้สถิติสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล มี 2 ประเภทที่นิยมใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลทางการวิจัย คือ สถิติเชิงพรรณนาและสถิติเชิงเส้น โดยสถิติเชิงพรรณนาเป็นสถิติที่บรรยายลักษณะของข้อมูลที่เก็บมาได้ เช่น ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ฐานนิยม มัธยฐาน เป็นต้น ส่วนสถิติเชิงอ้างอิง คือ สถิติที่คำนวณจากกลุ่มตัวอย่างที่ได้มาจากการสุ่มหรือการเลือกแล้วอ้างอิงไปยังประชากร โดยประมาณค่าจากค่าสถิติของกลุ่มตัวอย่างไปประมาณค่าพารามิเตอร์ของประชากร สำหรับการประเมินความพึงพอใจของระบบนี้ ผู้วิจัยได้สถิติเชิงพรรณนาโดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนเชิงปริมาณเป็นแบบประเมินแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ชนิด 5 ระดับ ซึ่งวิเคราะห์โดยการหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) แยกวิเคราะห์ตามรูปแบบความพึงพอใจ โดยมีรายละเอียดในการกำหนดระดับคะแนนและขอบเขตน้ำหนักความพึงพอใจที่มีต่อระบบตามตาราง 2

จากการสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้งานอุปกรณ์ไอโอทีเพื่อดักจับหนู โดยมีผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด 30 คน มีหัวข้อการประเมินดังตาราง 3

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

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

6. สรุปผลการศึกษาและแนวทางการพัฒนา

6.1 สรุปผลการศึกษา

จากการทดสอบอุปกรณ์ไอโอทีเพื่อดักจับหนู ผู้วิจัยได้ใช้บอร์ด ESP32 DevKit V1 ในการอ่านค่าจากอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกับเซนเซอร์อินฟาเรดและเซนเซอร์อัลตราโซนิก โดยผู้ใช้สามารถควบคุมการเปิด-ปิดอุปกรณ์ผ่านแอปพลิเคชัน Blynk ได้ และสามารถดูข้อมูลการทำงานของอุปกรณ์ผ่านแอปพลิเคชัน Blynk เมื่อมีหนูมาติดกับดักระบบจะทำการส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันไลน์ของผู้ใช้อีกด้วย ซึ่งจะทำให้ผู้ใช้สามารถจัดการกับหนูได้อย่างทันที ไม่เสียเวลารอจนทำให้หนูตายและส่งกลิ่นเหม็นเน่า

จากการทดสอบความถูกต้องในการทำงานตามฟังก์ชันต่างๆ พบว่าการทำงานอุปกรณ์ไอโอทีเพื่อดักจับหนูทำงานได้ถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 95.5 ความพึงพอใจของผู้ใช้จำนวน 30 คน มีความพึงพอใจของผู้ใช้อยู่ในระดับมากที่สุด (4.51) และการใช้งานเซนเซอร์อินฟาเรดจะมีประสิทธิภาพดีกว่าการใช้งานเซนเซอร์อัลตราโซนิก

6.2 แนวทางในการพัฒนา

ในอนาคตผู้วิจัยจะมีการเพิ่มกล้องส่วนในอุปกรณ์ไอโอทีเพื่อดักจับหนู เพื่อให้กล้องถ่ายภาพภายในอุปกรณ์แล้วส่งรูปภาพภายในอุปกรณ์ไปยังแอปพลิเคชันไลน์ของผู้ใช้งาน เพราะอาจมีสัตว์อื่นที่เป็นอันตราย หรือวัตถุอื่นๆ เข้าไปในอุปกรณ์ที่ไม่ใช่หนู หากผู้ใช้งานพบว่าเป็นสัตว์อื่นๆ ผู้ใช้งานจะได้สั่งเปิดอุปกรณ์โดยไม่ต้องเดินมาดูที่อุปกรณ์ อีกทั้งจะเพิ่มโมดูล GPS เพื่อให้ทราบถึงตำแหน่งของอุปกรณ์จับหนูได้ รวมถึงการเก็บสถิติของจำนวนหนูที่ดักจับได้ในแต่ละพื้นที่ เพื่อใช้วิเคราะห์จำนวนของหนูว่าลดลงหรือไม่ อีกทั้งจะทำการทดสอบความแข็งแรงของอุปกรณ์ในกรณีดักจับหนูที่มีขนาดใหญ่และมีแรงดันหรือแรงชนสูง ซึ่งจะทำให้อุปกรณ์มีประสิทธิภาพในการดักจับหนูได้มากยิ่งขึ้น

7. เอกสารอ้างอิง

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

อดิศร แซ่ฉั่ว. [ออนไลน์] (2563). *การใช้งานข้อควรระวังของ ULTRASONIC SENSOR*. [สืบค้นวันที่ 14 กันยายน 2564]. จาก https://www.omi.co.th/th/arti/ultrasonic-sensor

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