

การพัฒนาอุปกรณ์ไอโอทีเพื่อดักจับหนู Developing IoT Devices to Catch Mouse

อิสระพงษ์ อินไผ่¹, กัลยา เย็นใจ¹, นฤพนธ์ พนาวงศ์^{1,*}
Isarapong Inphai¹, Kanlaya Yenjai¹, Naruepon Panawong^{1,*}

¹ สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ นครสวรรค์ 60000 ประเทศไทย

¹ Department of Information Technology, Faculty of Science and Technology, Nakhon Sawan Rajabhat University, Nakhon Sawan 60000, Thailand

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

Received:

2 March 2022

Revised:

20 March 2022

Accepted:

27 April 2022

คำสำคัญ:

อุปกรณ์ดักจับหนู, อินเทอร์เน็ต
ของสรรพสิ่ง, เซนเซอร์อัลตรา
โซนิก, เซนเซอร์อินฟราเรด

Keywords:

Mousetrap, Internet of Things,
Ultrasonic Sensor, IR Sensor

บทคัดย่อ: หนูเป็นสัตว์เลื้อยคลานที่ชอบกัดแทะทำลายสิ่งของและเป็นพาหะนำโรคที่สามารถแพร่กระจายเชื้อมายังมนุษย์และสัตว์เลี้ยงได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาอุปกรณ์ไอโอทีเพื่อดักจับหนูโดยการนำเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งมาประยุกต์ใช้ ภายในอุปกรณ์ประยุกต์ใช้เซนเซอร์อยู่ 2 รูปแบบ คือ เซนเซอร์อัลตราโซนิกและเซนเซอร์อินฟราเรด ถ้ามีหนูเข้ามาในอุปกรณ์ดักจับหนู เซนเซอร์ทั้ง 2 รูปแบบจะส่งสัญญาณไปยังบอร์ด ESP32 DevKit V1 เพื่อสั่งให้เซอร์โวมอเตอร์ปิดประตูอุปกรณ์ จากนั้นบอร์ดจะส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันไลน์ของผู้ใช้ รวมถึงผู้ใช้สามารถควบคุมการทำงานเปิด-ปิดอุปกรณ์ผ่านแอปพลิเคชัน Blynk ได้ จากผลการทดสอบความถูกต้องในการทำงานของอุปกรณ์ดักจับหนู พบว่ามีค่าความถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 95.5 ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจร้อยละ 90.2 และเมื่อการเปรียบเทียบการทำงานของทั้งสองอุปกรณ์ พบว่า อุปกรณ์ที่ใช้เซนเซอร์อินฟราเรดจะมีประสิทธิภาพดีกว่าอุปกรณ์ที่ใช้เซนเซอร์อัลตราโซนิก

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 การดูแลสุขภาพของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน การตรวจจับผู้บุกรุก เป็นต้น ซึ่งการทำงานจะถูกประมวลผลผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตทำให้มีความเสถียรสูง ช่วยลดเวลา ลดภาระในการทำงานและอำนวยความสะดวกให้มนุษย์ได้เป็นอย่างดี

หนูเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมมีวงจรชีวิตประมาณ 3-4 เดือนมีลำตัวยาวประมาณ 35-45 เซนติเมตร มีฟันแหลมคม 2 คู่ ทั้งบนและล่างที่มีความแข็งแรงเป็นพิเศษและคม มีลักษณะโค้งยื่น เพื่อใช้สำหรับกัดหรือแทะสิ่งต่างๆ ฟันของหนูสามารถเจริญงอกได้ตลอดชีวิต หนูเป็นศัตรูที่สำคัญของมนุษย์นำความเสียหายแก่เศรษฐกิจจำนวนมากในทางตรง คือ การกัดกินพืชผลทางการเกษตร เครื่องอุปโภคและบริโภค และหนูยังเป็นสัตว์พาหะสำคัญที่นำโรคหลายชนิดมาสู่คนและสัตว์เลี้ยง เช่น โรคฉี่หนู กาฬโรค เยื่อหุ้มสมองและไขสันหลังอักเสบ และโรคภูมิแพ้ เป็นต้น ส่วนในทางอ้อม คือ การกัดแทะตามสิ่งก่อสร้าง อาคารบ้านเรือน สายไฟ และอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในอาคารทำให้เกิดไฟฟ้าลัดวงจรซึ่งเป็นอันตรายต่อชีวิตและทรัพย์สิน หนูที่มีความสำคัญทางด้านสาธารณสุขโดยเฉพาะหนูที่อาศัยทำรัง

และหากินอยู่ในบ้านหรือบริเวณรอบๆ บ้าน ซึ่งสามารถพบเห็นได้ มี 4 ชนิด ได้แก่ หนูนอร์เว หนูท้องขาวบ้าน หนูจิ้งจอกและหนูหริ่งบ้าน (บริษัท บี เอ็ม แลนด์ แอนด์ เฮาส์ จำกัด, 2564) โดยทั่วไปมักจะพบหนูจำนวนมากในตลาดที่ขายอาหารสด ยิ่งปล่อยไว้นานวันยิ่งพบเห็นประชากรหนูเพิ่มมากขึ้นในทุกวัน ซึ่งหนูจะกินอาหารและเศษอาหารแล้วทิ้งเชื้อโรคไว้ และเชื้อโรคงดงกล่าวอาจแพร่เชื้อโรคกระจายไปสู่มนุษย์ได้ นอกจากนี้ หนูยังทำลายทรัพย์สินต่างๆ ภายในตลาดทำให้เกิดความเสียหายต่อทรัพย์สินและทำให้แม่ค้าในตลาดเกิดความเดือดร้อนจากภัยที่เกิดจากหนู สำหรับการดักหนูโดยทั่วไปนั้นจะใช้กาวดักหนู หรือกับดักหนูหรือกรงดักหนู ซึ่งผู้ใช้ไม่สามารถรู้ได้ว่าหนูมาติดกับดักแล้วหรือยัง ผู้ใช้จะต้องคอยวนเวียนมาตรวจกับดักบ่อยครั้ง ทำให้เสียเวลาและในบางครั้งหนูมาติดกับดักเป็นเวลานานแล้วตายจนส่งกลิ่นเหม็น รวมถึงกับดักหนูโดยทั่วไปนั้นอาจเป็นอันตรายต่อผู้ใช้ได้หากไม่ระมัดระวัง เช่น ทำให้บาดเจ็บ ทำให้เปื้อน เป็นต้น

จากปัญหาที่กล่าวนั้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการนำเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งหรือไอโอทีมาสร้างอุปกรณ์ดักจับหนูเพื่อใช้อำนวยความสะดวกในการกำจัดหนูตามบริเวณที่พบเห็นหนูเป็นจำนวนมากและลดการแพร่เชื้อโรคที่เกิดจากหนู โดยเฉพาะในตลาดสดที่มักจะมีหนูอาศัยอยู่จำนวนมาก ซึ่งภายในอุปกรณ์จะใช้เซนเซอร์สำหรับตรวจจับสิ่งกีดขวาง 2 รูปแบบ คือ เซนเซอร์อัลตราโซนิกและเซนเซอร์อินฟราเรด รวมถึงผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบการทำงานของอุปกรณ์ทั้งสองเซนเซอร์เพื่อดูประสิทธิภาพในการดักจับหนู อีกทั้งผู้วิจัยยังสามารถควบคุมการเปิด-ปิดประตูของอุปกรณ์ดักจับหนูและ

ดูสถานะของอุปกรณ์ตรวจจับหนูผ่านโทรศัพท์มือถือแบบ
สมาร์ทโฟนได้อีกด้วย เมื่อมีหนูมาติดกับดัก ระบบจะ
ส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันไลน์ของผู้ใช้
เพื่อให้ผู้ใช้นำหนูไปจัดการ

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการทำวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษา
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ปณิสตา อวิคุณประเสริฐ และคณะ (2560)
ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับประสิทธิภาพของเซนเซอร์
อินฟราเรดและเซนเซอร์อัลตราโซนิกในการประยุกต์
ใช้งาน โดยนำอาร์ดยูโนไมโครคอนโทรลเลอร์มาใช้งาน
ร่วมกับเซนเซอร์อินฟราเรดหรือเซนเซอร์อัลตราโซนิกใน
การสร้างอุปกรณ์วัดระยะทางที่แสดงข้อมูลแบบดิจิทัล
และสามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้ด้วยความสะดวก
และรวดเร็ว วัดค่าได้โดยไม่ต้องมีการสัมผัสตัวผู้ป่วย
ผลการศึกษาพบว่าพิสัยในการวัดระยะทางของเซนเซอร์
อินฟราเรดอยู่ในช่วง 40-100 เซนติเมตร การทำงานของ
เซนเซอร์ไม่ขึ้นกับอุณหภูมิ ความชื้น และความหนาแน่น
หรือชนิดของพื้นผิวที่สะท้อนคลื่นอินฟราเรด แต่สี
ของวัตถุและสภาวะแสงรอบมีผลต่อความถูกต้องใน
การวัดระยะทาง สำหรับเซนเซอร์อัลตราโซนิกมีพิสัย
ในการวัดระยะทาง 2-300 เซนติเมตร ประสิทธิภาพ
ของเซนเซอร์ขึ้นกับอุณหภูมิ ความชื้น และความหนา
แน่นของพื้นผิวที่สะท้อนเสียงอัลตราโซนิก แต่ไม่ขึ้น
กับสีของวัตถุ ในการวัดระยะทางในทางการแพทย์
สามารถนำเซนเซอร์ทั้งสองมาใช้งานได้ เช่น การวัด
ความหนาและความสูงของผู้ป่วย โดยเซนเซอร์
อินฟราเรด เหมาะที่จะนำไปใช้ในการวัดความหนาของ
ผู้ป่วย และเซนเซอร์อัลตราโซนิกเหมาะที่จะนำไปใช้
การวัดความสูงของผู้ป่วย อย่างไรก็ตามในการใช้งาน
ต้องคำนึงถึงพื้นผิว ชนิดและสีของวัตถุ ตำแหน่งของ
เซนเซอร์ สภาวะแวดล้อม

วิทวัส จันทพิทักษ์ (2561) ได้สร้างเครื่องมือ
ตรวจจับพฤติกรรมสัตว์ทดลองสำหรับใช้กับหนูทดลอง

โดยประยุกต์ใช้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ จากนั้นทำการ
อ่านและประมวลผลข้อมูลจากเซนเซอร์ ซึ่งโครงการนี้
มีการทดลองกับเซนเซอร์อยู่ทั้งหมด 2 ประเภท ได้แก่
1) เซนเซอร์พาสซีฟอินฟราเรดที่เก็ทเตอร์ ทำการตรวจจับ
ความเคลื่อนไหวของหนูทดลอง ซึ่งจะตรวจจับเป็น
เวลาและทิศทางการเคลื่อนที่ของหนูทดลอง และ
2) Photodiode จะใช้เป็นอุปกรณ์ในการตรวจจับแสง
และจะใช้ควบคู่กับ NIR LED เพื่อเป็นแหล่งกำเนิด
แสงให้กับ Photodiode และจะทำการตรวจจับ
เวลาและทิศทางการเคลื่อนที่ของหนูทดลองเช่นกัน
ผู้ใช้นำมาวิเคราะห์พฤติกรรมหนูทดลองได้
เครื่องมือที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ในการเรียนการ
สอนและการวิจัยด้านพฤติกรรมสัตว์ได้

ธีรพงษ์ เจ็กวงษ์ และนฤพนธ์ พนาวงศ์ (2562)
ได้พัฒนาระบบควบคุมการเปิด-ปิดโรงรถอัตโนมัติ
โดยใช้อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง โดยทำการจำลองเป็น
โมเดลโรงรถขนาดเล็ก ซึ่งงานวิจัยนี้ใช้บอร์ด ESP8266
เชื่อมต่อโมดูลตรวจจับความเคลื่อนไหว โมดูล RFID
และเซอร์โวมอเตอร์ที่ใช้สำหรับเปิด-ปิดโรงรถ เมื่อรถ
เคลื่อนที่ผ่านจุดรับสัญญาณ RFID และตรวจสอบรหัส
RFID ตรงกัน บอร์ดจะสั่งเซอร์โวมอเตอร์ให้ทำการ
เปิดประตูอย่างอัตโนมัติ จากนั้นประตูก็จะปิดอย่าง
อัตโนมัติเช่นกัน แต่หากพบการเคลื่อนไหวในขณะที่
ประตูโรงรถกำลังปิดนั้น ประตูจะหยุดชั่วคราวทั้งนี้
เพื่อป้องกันอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นได้ รวมถึงผู้
ใช้งานสามารถควบคุมการทำงานเปิด-ปิดประตูโรงรถ
ได้เองผ่านโทรศัพท์มือถือสมาร์ทโฟน จากการทดลอง
พบว่าผู้ใช้งานสามารถใช้งานได้สะดวกและควบคุมการ
ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่วนการทำงานของ
ระบบนั้นสามารถตอบสนองต่อการทำงานได้ตาม
เป้าหมายที่ตั้งไว้

กาญจนา จันทรประเสริฐ (2563) ได้พัฒนา
เครื่องแจ้งเตือนสิ่งกีดขวางสำหรับผู้พิการทางสายตา
เพื่อช่วยให้ผู้พิการทางสายตามีความปลอดภัยในการ
ใช้ชีวิตประจำวันตามปกติ ผลการพัฒนาคือได้เครื่อง
แจ้งเตือนสิ่งกีดขวางสำหรับผู้พิการทางสายตาที่ประกอบ

ด้วย 3 ส่วน คือ ส่วนศีรษะ ส่วนลำตัว และส่วนขา อาศัยหลักการทำงานของการทำงานของคลื่น โดยประยุกต์ใช้เซนเซอร์แบบอัลตราโซนิก SRF05 และ HC-SR04 เซนเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหวเป็นตัวตรวจจับสิ่งกีดขวางและควบคุมการทำงานโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Mega2560 ที่ทำหน้าที่ตัวประมวลผล โดยการทำงานของเครื่องแจ้งเตือนสิ่งกีดขวางเพื่อผู้พิการทางสายตาที่พัฒนานี้เป็นการทำงานแบบไร้สายเพื่อให้สะดวกต่อการใช้งาน การแสดงสัญญาณเตือนผู้พิการทางสายตาให้รับรู้ว่ามีสิ่งกีดขวางมี 2 ลักษณะ คือ การสั่นของมอเตอร์และเสียง 3 แบบ คือ “โปรดระวังศีรษะคะ”, “โปรดระวังผู้คนพลุกพล่านคะ” และ “โปรดระวังขาคะ” ซึ่งโปรแกรมควบคุมเครื่องแจ้งเตือนสิ่งกีดขวางเพื่อผู้พิการทางสายตาจะเริ่มเตือนเมื่อสิ่งกีดขวางอยู่ห่างจากผู้พิการทางสายตา 40-60 เซนติเมตร

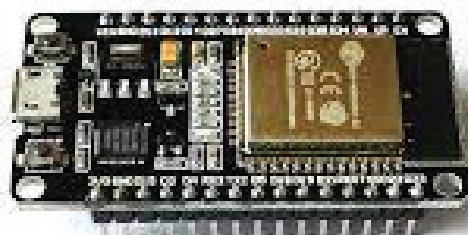
จิราภรณ์ วาสนาเชิดชู และคณะ (2564) ได้พัฒนาระบบแจ้งเตือนผู้บุกรุกภายในที่พักอาศัยผ่าน Line Notify โดยใช้บอร์ด Raspberry Pi 4 เชื่อมต่อกับเซนเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว กล้อง Raspberry Pi Camera V2 และลำโพง Buzzer เขียนโปรแกรมด้วยภาษา Python เมื่อพบความเคลื่อนไหวระบบส่งเสียงแจ้งเตือนเจ้าของบ้านผ่านลำโพง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

จากงานวิจัยนี้ที่ได้กล่าวมานั้น ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดเรื่องการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเซนเซอร์อินฟราเรดและอัลตราโซนิกจากงานวิจัยของของ ปณัสตา อวิคุณประเสริฐ และคณะ (2560) โดยศึกษา วงจรชีวิต วิเคราะห์การเคลื่อนที่และพฤติกรรมของหนูเมื่อติดกับดักจากงานวิจัยของ วิทวัส จันทิภักย์ (2561) รวมถึงนำแนวคิดการใช้เซอร์โวมอเตอร์จาก

งานวิจัยของธีรพงษ์ เจ็กวงษ์ และนฤพนธ์ พนมวงศ์ (2562) มาประยุกต์ใช้กับการเปิด-ปิดประตูของอุปกรณ์ไอโอทีเพื่อดักจับหนู อีกทั้งนำแนวคิดจากงานวิจัยของ กาญจนา จันทรประเสริฐ (2563) ในการประยุกต์ใช้เขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ดักจับหนูที่ใช้เซนเซอร์อัลตราโซนิกและเซนเซอร์อินฟราเรด รวมถึงการเปรียบเทียบการทำงานของอุปกรณ์ดักจับหนูที่ใช้เซนเซอร์อัลตราโซนิกและเซนเซอร์อินฟราเรด และนำแนวคิดจากงานวิจัยของจิราภรณ์ วาสนาเชิดชู และคณะ (2564) มาประยุกต์ใช้ในการส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันไลน์ของผู้ใช้

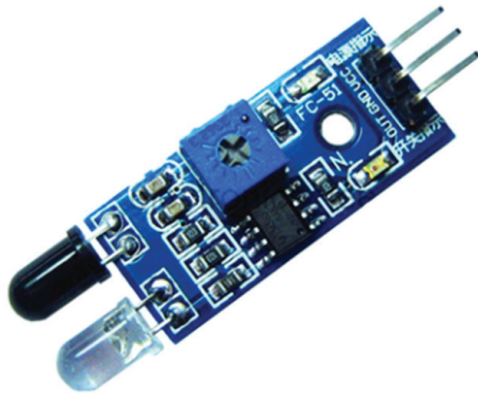
3. ฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในการพัฒนาอุปกรณ์ไอโอที

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

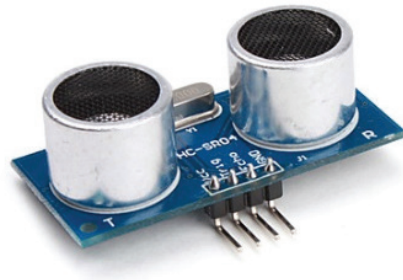
ที่มา: <https://grobotronics.com/images/detailed/119/hs0204.jpg>



ภาพประกอบ 2 แสดงเซนเซอร์แสง
ที่มา: [https://oa1web.net/wp-content/
uploads.jpg](https://oa1web.net/wp-content/uploads.jpg)

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

3.3 เซนเซอร์ตรวจจับวัตถุ ประเภท Ultrasonic หรือ เซนเซอร์อัลตราโซนิก เป็นเซนเซอร์ที่ต้องอาศัยหลักการของการสะท้อนคลื่นความถี่ ใช้ในการตรวจจับวัตถุต่างๆ เซนเซอร์อัลตราโซนิกนั้นจำเป็น



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

ต้องอาศัยตัวกลางในการเดินทาง เช่น อากาศ แก๊ส หรือของเหลว จึงทำให้เซนเซอร์อัลตราโซนิกสามารถใช้งานตรวจจับวัตถุได้หลากหลายชนิด ซึ่งวัตถุที่มีสถานะของเหลวโดยที่เป็นสารเคมีหรือมีความหนืดก็สามารถใช้ เซนเซอร์อัลตราโซนิกในการตรวจจับได้ และ เซนเซอร์อัลตราโซนิกมีความถี่ไปตั้งแต่ 20000Hz ขึ้นไปซึ่งเป็นความถี่ที่สูงเกินกว่ามนุษย์จะสามารถรับรู้ได้ (อดิสร 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 โดยมีความกว้างพัลส์บวกที่ 0.5ms (ค่าต่ำสุด) ถึง 2.5ms (ค่าสูงสุด) หรือ 1ms



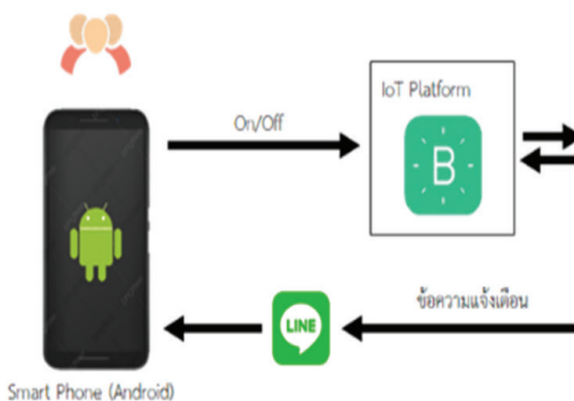
ภาพประกอบ 4 เซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor)
ที่มา: [https://encrypted.com/
images?q=e6iel-U&=CAU](https://encrypted.com/images?q=e6iel-U&=CAU)

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

4. วิธีพัฒนาโครงงาน

ในส่วนนี้จะกล่าวถึงการดำเนินงานและการออกแบบซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินงานดังต่อไปนี้

4.1 การวิเคราะห์ความต้องการของระบบ



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

4.2 สถาปัตยกรรมของระบบ

ในการพัฒนาอุปกรณ์จำเป็นต้องมีการวิเคราะห์และออกแบบระบบต่างๆ เพื่อให้เข้าใจง่ายขึ้น โดยผู้วิจัยได้ออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบซึ่งมีรายละเอียดดังภาพประกอบ 5

จากภาพประกอบ 5 ผู้วิจัยได้แสดงกรอบแนวคิดในการจัดทำโครงงาน ซึ่งมีขั้นตอนการทำงานดังต่อไปนี้

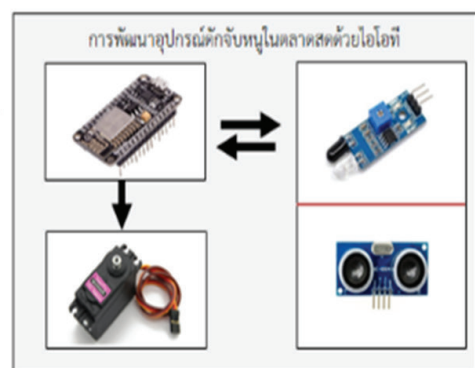
1. ส่วนอุปกรณ์ไอโอทีเพื่อดักจับหนู

1.1 เมื่อมีหนูวิ่งเข้าในกล่องเซนเซอร์อัลตราโซนิกหรือเซนเซอร์อินฟราเรดจะส่งสัญญาณไปยังบอร์ด

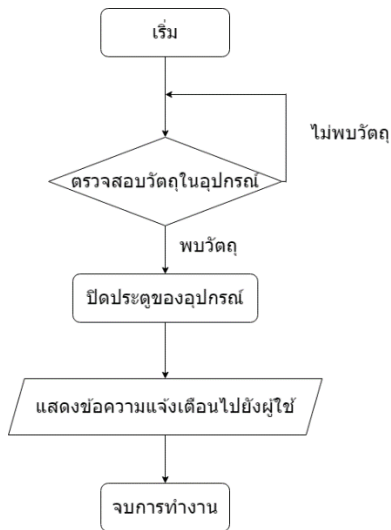
1.2 บอร์ดจะส่งการให้มอเตอร์เซอร์โวปิดอุปกรณ์ดักจับหนูจากนั้นจะส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันไลน์ของผู้ใช้

2. ส่วนของผู้ใช้งาน

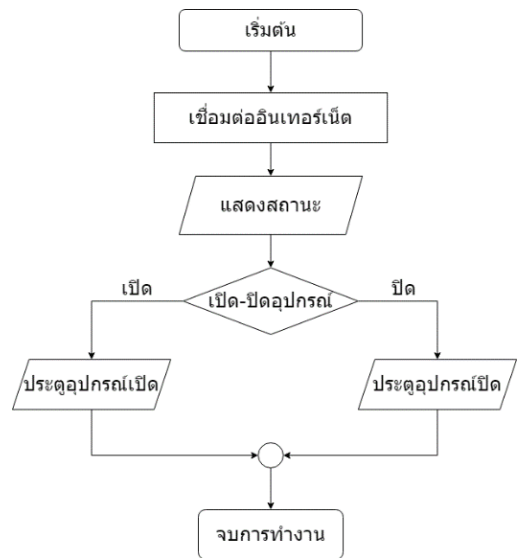
2.1 ผู้ใช้งานสามารถสั่งเปิด-ปิดอุปกรณ์ดักจับหนูผ่านโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ตโฟนได้



ภาพประกอบ 5 สถาปัตยกรรมของระบบ



ภาพประกอบ 6 ผังงานส่วนของกระบวนการดักจับหนู



ภาพประกอบ 7 ผังงานการทำงานของแอปพลิเคชัน

2.2 ได้รับข้อความแจ้งเตือนมายังแอปพลิเคชันไลน์ของผู้ใช้ได้

4.3 แผนผังการทำงานของแอปพลิเคชัน

ในการพัฒนาอุปกรณ์ไอโอทีเพื่อดักจับหนู ผู้วิจัยได้แบ่งขั้นตอนการพัฒนากระบวนการต่าง ๆ ออกเป็นดังนี้

4.3.1 Flowchart Diagram ผู้วิจัยได้แบ่งเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนของกระบวนการดักจับหนูและส่วนการทำงานของแอปพลิเคชัน ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ส่วนของกระบวนการดักจับหนู

จากภาพประกอบ 6 แสดงผังงานส่วนของกระบวนการดักจับหนู ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

เริ่มต้นเซนเซอร์จะตรวจสอบหาวัตถุภายในอุปกรณ์หากไม่พบวัตถุใดๆ อุปกรณ์จะไม่เกิดการทำงาน หากเซนเซอร์พบวัตถุภายในอุปกรณ์ อุปกรณ์จะปิดประตูอัตโนมัติ บอร์ดจะส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันไลน์ของผู้ใช้จึงจะจบการทำงาน

2. ส่วนการทำงานของแอปพลิเคชัน

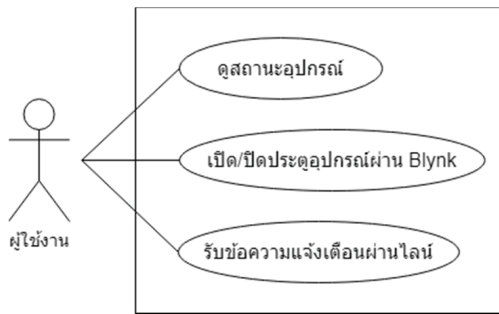
จากภาพประกอบ 7 แสดงผังงานการทำงานของแอปพลิเคชัน ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

เมื่อเริ่มแอปพลิเคชันจะทำการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตเมื่อสำเร็จจะแสดงสถานะการเปิดปิดของอุปกรณ์ ผู้ใช้งานจะสามารถเลือกว่าจะเปิดหรือปิดอุปกรณ์ หากเปิดอุปกรณ์ไฟสถานะก็จะแสดงการเปิดอุปกรณ์และจบการทำงาน หากปิดอุปกรณ์ไฟสถานะก็จะแสดงการปิดอุปกรณ์และจบการทำงาน

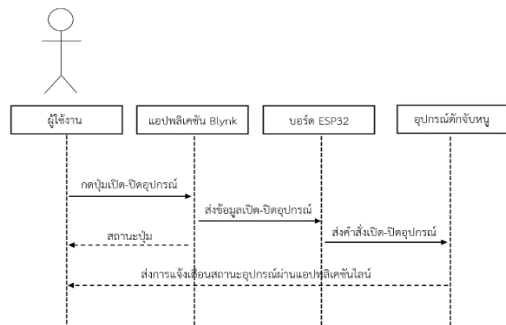
4.3.2 Use Case Diagram

จากภาพประกอบ 8 ผู้วิจัยได้แสดง Use case Diagram ส่วนของแอปพลิเคชันในการจัดการงานวิจัย ซึ่งมีขั้นตอนการทำงานดังต่อไปนี้

1. ผู้ใช้งานสามารถดูสถานะอุปกรณ์ผ่านโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ทโฟน
2. ผู้ใช้งานสามารถสั่งเปิด-ปิดอุปกรณ์ได้ผ่านโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ทโฟน
3. ผู้ใช้งานจะได้รับข้อความแจ้งเตือนมายังแอปพลิเคชันไลน์



ภาพประกอบ 8 Use case Diagram
ส่วนของแอปพลิเคชัน

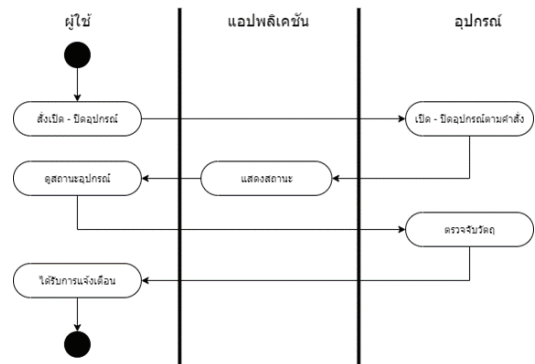


ภาพประกอบ 9 Sequence Diagram
ส่วนของแอปพลิเคชัน

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

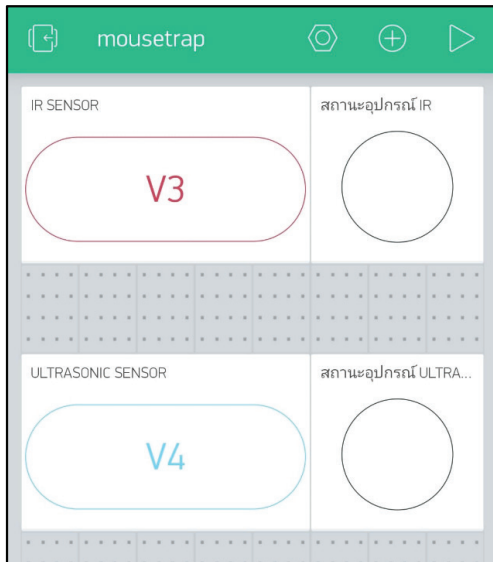
4.3.4 Activity Diagram

จากภาพประกอบ 10 ผู้วิจัยได้แสดง Activity Diagram ส่วนของแอปพลิเคชันในการจัดทำวิจัย ซึ่งมีขั้นตอนการทำงานดังต่อไปนี้

1. ผู้ใช้งานสามารถสั่งเปิด-ปิดอุปกรณ์ผ่านแอปพลิเคชัน อุปกรณ์จะทำงานตามคำสั่ง
2. อุปกรณ์จะส่งสถานะไปที่แอปพลิเคชัน เพื่อแสดงต่อผู้ใช้งาน
3. เมื่อตรวจพบวัตถุผู้ใช้งานจะได้รับข้อความแจ้งเตือนไปที่แอปพลิเคชันไลน์

4.4 การออกแบบหน้าจอแสดงผลบนโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ตโฟน

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



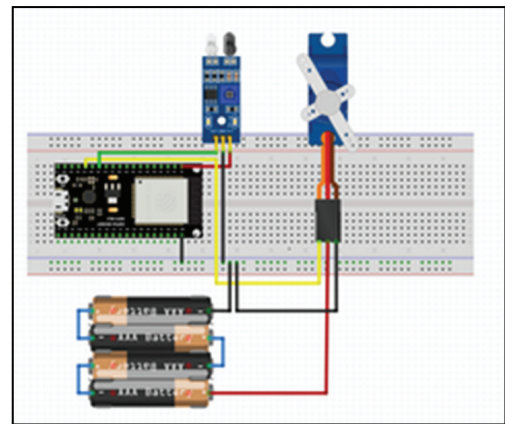
ภาพประกอบ 11 การออกแบบหน้าจอ
ส่วนควบคุมอุปกรณ์

4.5 การออกแบบแผงวงจร อิเล็กทรอนิกส์

ในการทำวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ออกแบบการ
ต่อแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้โปรแกรม Fritzing
ในการออกแบบต่อแผงวงจรสำหรับอุปกรณ์ที่ใช้
เซนเซอร์อินฟราเรดแสดงดังภาพประกอบ 13 และ
สำหรับอุปกรณ์ที่ใช้เซนเซอร์อัลตราโซนิกแสดงดังภาพ
ประกอบ 14 ซึ่งโปรแกรม Fritzing นั้นเป็นโปรแกรม
ฟรีที่ช่วยในการออกแบบวงจรสำหรับบอร์ดต่างๆ เช่น
Raspberry Pi, Arduino, ESP8266, ESP32 เป็นต้น
ช่วยในการออกแบบวงจรลงบน Breadboard วาด
วงจร Schematic การออกแบบแผ่นปริ้น (PCB)
โดยมีจุดเด่นในเรื่องการใช้งานง่ายด้วยการลากวาง
อุปกรณ์ลงไปไปตามตำแหน่งที่ต้องการบน PCB
รวมถึงมีภาพกราฟฟิกของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์
ต่างๆ ที่สวยงาม และเสมือนจริง สามารถออกแบบ
หรือแก้ไขส่วนของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้ สามารถ
เขียนโปรแกรมและอัปโหลดลงบนบอร์ด Arduino
ได้ นอกจากนี้ยังสามารถเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของ
อุปกรณ์ เช่น ค่าของตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ เบอร์
ของทรานซิสเตอร์ เป็นต้น อีกทั้งยังสามารถแบ่ง



ภาพประกอบ 12 หน้าจอแจ้งเตือน
ในแอปพลิเคชันไลน์

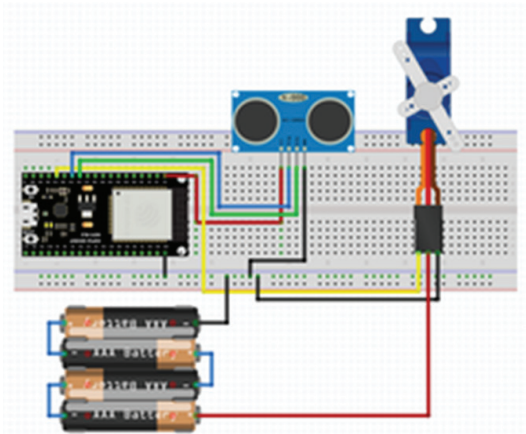


ภาพประกอบ 13 การออกแบบระบบ
ที่ใช้เซนเซอร์อินฟราเรด

ปันผลงานด้วยการแชร์บนอินเทอร์เน็ตได้อีกด้วย
(AB-Maker, 2564)

จากภาพประกอบ 13 แสดงการออกแบบ
วงจรกล่องดำหนูที่ใช้เซนเซอร์อินฟราเรด ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ต่อขา GND ของบอร์ด ESP32 ขาใดก็ได้
ลงบอร์ดทดลองในทางโพลบ เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน
GND ร่วมกันของอุปกรณ์
2. ต่อขา GND ของเซนเซอร์อินฟราเรดและ
มอเตอร์เซอร์โว เข้ากับทางโพลบของบอร์ดทดลอง
ที่ต่อกับขา GND ของบอร์ด ESP32 ไว้



ภาพประกอบ 14 การออกแบบระบบ
ที่ใช้เซนเซอร์อัลตราโซนิก

3. ต่อขาสีแดงจากแหล่งจ่ายเข้ากับขาไฟ
(สีแดง) ของมอเตอร์เซอร์โว

4. ต่อขา 13 จากบอร์ด ESP32 เข้ากับ
ขาข้อมูล (สีส้ม) ของมอเตอร์เซอร์โว

5. ต่อขา 3v3 ของบอร์ด ESP32 ขาใดก็ได้
ลงบอร์ดทดลองในทางไฟบวก

6. ต่อขา VCC ของบอร์ดเซนเซอร์อินฟราเรด
ลงบอร์ดทดลองในทางไฟบวก ที่ต่อกับขา 3v3 ของ
บอร์ด ESP32 ไว้

7. ต่อขา 12 จากบอร์ด ESP32 เข้ากับขา
OUT ของเซนเซอร์อินฟราเรด

จากภาพประกอบ 14 แสดงการออกแบบ
วงจรกล่องตรวจจับที่ใช้เซนเซอร์อัลตราโซนิก ซึ่งมี
รายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ต่อขา GND ของบอร์ด ESP32 ขาใดก็ได้
ลงบอร์ดทดลองในทางไฟลบ เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน
GND ร่วมกันของอุปกรณ์

2. ต่อขา GND ของเซนเซอร์อัลตราโซนิก

และมอเตอร์เซอร์โว เข้ากับไฟลบของบอร์ดทดลอง
ที่ต่อกับขา GND ของบอร์ด ESP32 ไว้

3. ต่อขาสีแดงจากแหล่งจ่ายเข้ากับขาไฟ
(สีส้ม) ของมอเตอร์เซอร์โว

4. ต่อขา 13 จากบอร์ด ESP32 เข้ากับ
ขาข้อมูล (สีส้ม) ของมอเตอร์เซอร์โว

5. ต่อขา 3v3 ของบอร์ด ESP32 ขาใดก็ได้
ลงบอร์ดทดลองในทางไฟบวก

6. ต่อขา VCC ของบอร์ดเซนเซอร์อัลตรา
โซนิกลงบอร์ดทดลองในทางไฟบวก ที่ต่อกับขา 3v3
ของบอร์ด ESP32 ไว้

7. ต่อขา 12 จากบอร์ด ESP32 เข้ากับ
ขา Trig ของเซนเซอร์อัลตราโซนิก

8. ต่อขา 14 จากบอร์ด ESP32 เข้ากับ
ขา echo ของเซนเซอร์อัลตราโซนิก

5. ผลการดำเนินงานโครงการ

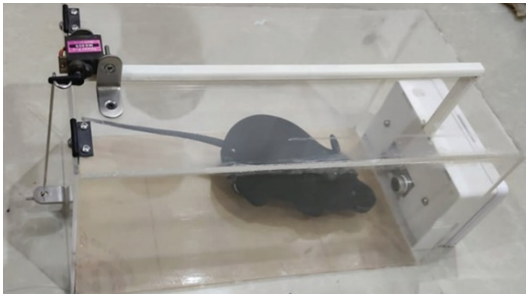
ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้แหล่งจ่ายไฟ DC
5V จ่ายไฟให้กับอุปกรณ์ไอโอเพื่อตรวจจับหนูทั้ง 2
อุปกรณ์ โดยทำการติดตั้งและเดินสายไฟให้ปลอดภัย
จากการทำลายของหนู โดยแบ่งส่วนการทำงานทดสอบ
การทำงานของระบบเป็น 2 ส่วน ซึ่งมีรายละเอียด
ดังต่อไปนี้

5.1 การทดลองอุปกรณ์ตรวจจับหนู

เมื่อมีวัตถุเคลื่อนไหวเข้ามาในอุปกรณ์ตรวจจับ
หนู ระบบจะทำการปิดประตูอุปกรณ์ และระบบจะ
ทำการส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันไลน์
ว่า “IR Sensor: หนูติดกับแล้ว” หรือ “Ultrasonic
Sensor: หนูติดกับแล้ว” ดังแสดงภาพประกอบ 15,
16 และ 17 ตามลำดับ



ภาพประกอบ 15 แสดงการทำงานของอุปกรณ์
ด้วยเซนเซอร์อินฟราเรด



ภาพประกอบ 16 แสดงการทำงานของอุปกรณ์
ด้วยเซนเซอร์อัลตราโซนิก



ภาพประกอบ 17 แสดงการแจ้งเตือนผ่าน
แอปพลิเคชันไลน์



IR SENSOR

สถานะอุปกรณ์ IR

ON

ULTRASONIC SENSOR

สถานะอุปกรณ์ ULTRA...

OFF

ภาพประกอบ 18 แสดงหน้าจอควบคุม
ผ่านแอปพลิเคชัน Blynk

5.2 การทดสอบคำสั่งงานเปิด-ปิด อุปกรณ์ผ่านโทรศัพท์มือถือแบบ สมาร์ทโฟน

ผู้ใช้สามารถใช้คำสั่งเปิด-ปิดอุปกรณ์ดัก
จับหนูในแอปพลิเคชัน Blynk เมื่อผู้ใช้กดปุ่ม reset
อุปกรณ์ดักจับหนูจะเปิดประตูขึ้นดังภาพประกอบ 18

นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้ทำการทดสอบถูกต้อง
จากการทำงานตามฟังก์ชันต่างๆ จำนวน 50 ครั้ง
คิดเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีผลการทดลองสรุปได้
ดังแสดงตามตาราง 1

ตาราง 1 ผลทดสอบความเสถียรภาพและการทำงานตามฟังก์ชัน

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

จากตาราง 1 แสดงให้เห็นว่าความเสถียรภาพ และการทำงานตามฟังก์ชัน การดักจับหนูด้วย เซนเซอร์อินฟราเรดทำงานถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 96 การดักจับหนูด้วยเซนเซอร์อัลตราโซนิกทำงานถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ 94 การสั่งเปิด-ปิดอุปกรณ์ทำงาน ถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 96 และการแจ้งเตือนผ่าน แอปพลิเคชันไลน์ทำงานถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 96 สำหรับการใช้เซนเซอร์อินฟราเรดนั้นจะสามารถดัก จับหนูได้แม่นยำกว่าเซนเซอร์อัลตราโซนิก เพราะ เซนเซอร์อัลตราโซนิกจะตรวจสอบวัตถุได้ก็ต่อเมื่อหนู เข้าในระยะตามที่โปรแกรมกำหนดไว้ก่อนอุปกรณ์จึง จะทำงาน เมื่อหนูมีการขยับไปมาหรือยังไม่เข้ามาใน ระยะของเซนเซอร์อุปกรณ์จึงไม่ทำงาน แต่เซนเซอร์ อินฟราเรดใช้ตรวจจับวัตถุโดยใช้หลักการสะท้อนของ แสงไปชนวัตถุ เมื่อหนูขยับไปมาก็ยังสามารถทำงาน ได้ตามปกติ

5.3. ผลการสำรวจความพึงพอใจระบบ

ลัดดาวัลย์ เพชรโรจน์ และอัจฉรา ขำนิประศาสน์ (2547) ได้อธิบายการเลือกใช้สถิติ สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล มี 2 ประเภทที่นิยมใช้ใน

การวิเคราะห์ข้อมูลทางการวิจัย คือ สถิติเชิงพรรณนา และสถิติเชิงเส้น โดยสถิติเชิงพรรณนาเป็นสถิติ ที่บรรยายลักษณะของข้อมูลที่เก็บมาได้ เช่น ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ฐานนิยม มัธยฐาน เป็นต้น ส่วนสถิติ เชิงอ้างอิง คือ สถิติที่คำนวณจากกลุ่มตัวอย่างที่ได้มา จากการสุ่มหรือการเลือกแล้วอ้างอิงไปยังประชากร โดยประมาณค่าจากค่าสถิติของกลุ่มตัวอย่างไป ประมาณค่าพารามิเตอร์ของประชากร สำหรับการ ประเมินความพึงพอใจของระบบนี้ ผู้วิจัยได้สถิติเชิง พรรณนาโดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนเชิงปริมาณ เป็นแบบประเมินแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ชนิด 5 ระดับ ซึ่งวิเคราะห์โดยการหาค่าเฉลี่ย (X) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) แยกวิเคราะห์ ตามรูปแบบความพึงพอใจ โดยมีรายละเอียดในการ กำหนดระดับคะแนนและขอบเขตน้าหนักความพึง พอใจที่มีต่อระบบตามตาราง 2

จากการสอบถามความพึงพอใจของผู้ ใช้งานอุปกรณ์ไอทีเพื่อดักจับหนู โดยมีผู้ตอบ แบบสอบถามทั้งหมด 30 คน มีหัวข้อการประเมิน ดังตาราง 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 ในการอ่านค่าจากอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกับเซนเซอร์อินฟราเรดและเซนเซอร์อัลตราโซนิก โดยผู้ใช้สามารถควบคุมการเปิด-ปิดอุปกรณ์ผ่านแอปพลิเคชัน Blynk ได้ และสามารถดูข้อมูลการทำงานของอุปกรณ์ผ่านแอปพลิเคชัน Blynk เมื่อมีหนูมาติดกับดักระบบจะทำการส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันไลน์ของผู้ใช้อีกด้วย ซึ่งจะทำให้ผู้ใช้สามารถจัดการกับหนูได้อย่างทันที ไม่เสียเวลารอจนทำให้หนูตายและส่งกลิ่นเหม็นเน่า

จากการทดสอบความถูกต้องในการทำงานตามฟังก์ชันต่างๆ พบว่าการทำงานของอุปกรณ์ไอโอทีเพื่อดักจับหนูทำงานได้ถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 95.5 ความพึงพอใจของผู้ใช้จำนวน 30 คน มีความพึงพอใจของผู้ใช้อยู่ในระดับมากที่สุด (4.51) และการใช้งาน

เซนเซอร์อินฟราเรดจะมีประสิทธิภาพดีกว่าการใช้งานเซนเซอร์อัลตราโซนิก

6.2 แนวทางการพัฒนา

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

7. เอกสารอ้างอิง

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

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

ฉัตรชัย ธิบริรวมทรัพย์. (2563). *เซอร์โวมอเตอร์ (SERVO MOTOR)*. สืบค้น 14 กันยายน 2564, สืบค้นจาก <http://www.advance-electronic.com/blog/detail/th>

ไซเบอร์ไทซ์. (2563). *หลักการทํางานของเซนเซอร์แสง*. สืบค้น 14 กันยายน 2564, สืบค้นจาก <https://www.cybertice.com/product/infrared-photoelec-sensor-module>

ธีรพงษ์ เจ็กวงษ์ และนฤพนธ์ พนาวงค์. (2562). การพัฒนาระบบควบคุมการเปิด-ปิดโรงรถอัตโนมัติโดยใช้อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง. ใน *การประชุมวิชาการระดับปริญญาตรีด้านคอมพิวเตอร์ภูมิภาคอาเซียน ครั้งที่ 7* (หน้า 1478-1485). มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย.

บริษัท พี เอ็ม แลนด์ แอนด์ เฮาส์ จำกัด. (2564). *ความรู้เกี่ยวกับหนู*. สืบค้น 14 กันยายน 2564, สืบค้นจาก <https://www.doctorplouk.com/archives/1172>

ปณัสดา อวิคุณประเสริฐ, อรุมา วาโยพัฑฒ, ธิญญารัตน์ วงศ์เก้, ธิรุตท ชาญวงค์, เพชรกร หาญพานิชย์ และชยานนท์ อวิประเสริฐ. (2560). ประสิทธิภาพเซนเซอร์อินฟราเรดและอัลตราโซนิกในการประยุกต์ใช้งานทางการแพทย์. *วารสารวิทยาศาสตร์ มศว.*, 33(1), 135-145.

โรบอทสยาม. (2563). *ข้อมูลการใช้งาน DOIT ESP32 DevKit V1*. สืบค้น 14 กันยายน 2564, สืบค้นจาก <http://www.robotsiam.com/product/119/doit-esp32-devkit-v1-development-board>

ลัดดาวัลย์ เพชรโรจน์ และอัจฉรา ขำนิประศาสน์. (2547). *ระเบียบวิธีการวิจัย*. พิมพ์ดีการพิมพ์.

วิทวัส จันพิทักษ์ และกัญญา หาญมนต์ (2561). *เครื่องมือตรวจจับพฤติกรรมสัตว์*. สืบค้น 14 กันยายน 2564, สืบค้นจาก <http://sutir.sut.ac.th:8080/sutir/bitstream/123456789/7237/2/Fulltext.pdf>

อดิสร แซ่ฉั่ว. (2563). *การใช้งานข้อควรระวังของ ULTRASONIC SENSOR*. สืบค้น 14 กันยายน 2564, สืบค้นจาก <https://www.omi.co.th/th/arti/ultrasonic-sensor>

AB-Maker. (2564). *Fritzing ซอฟต์แวร์ออกแบบวงจรและแผ่นปริ้นท์ให้กับ Arduino*. สืบค้น 14 กันยายน 2564, สืบค้นจาก <https://www.ab.in.th/article/34/fritzing-ซอฟต์แวร์ออกแบบวงจรและแผ่นปริ้นท์ให้กับ-arduino>