

อุปกรณ์ตรวจจับสิ่งกีดขวางเพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตของผู้พิการทางสายตา

ชนิษฐา วรรณคำ¹ ศรัณย์ ฉัตรธัญญกิจ² และ พรหมพักตร์ บุญรักษา^{2*}

¹สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

^{2*}สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

E-mail: ¹khanittha.w@rmutsb.ac.th, ²sarun.c@rmutsb.ac.th, ^{2*}promphak.b@rmutsb.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการพัฒนาอุปกรณ์ตรวจจับสิ่งกีดขวางเพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตของผู้พิการทางสายตา โดยออกแบบและสร้างอุปกรณ์ที่สามารถตรวจจับสิ่งกีดขวางได้ทั้งด้านซ้าย ด้านขวา และด้านหน้า พร้อมระบบแจ้งเตือนด้วยเสียงที่มีความถี่เพิ่มขึ้นตามระยะที่เข้าใกล้สิ่งกีดขวาง นอกจากนี้ยังมีระบบตรวจจับการล้มที่สามารถแจ้งเตือนผู้ดูแลผ่าน Line Notify เมื่อเกิดการล้มหรืออุบัติเหตุ การทดสอบพบว่า อุปกรณ์มีความแม่นยำในการตรวจจับสิ่งกีดขวางในทุกมิติ รวมถึงประสิทธิภาพในการตรวจจับวัตถุที่มีสีและขนาดแตกต่างกัน โดยเซนเซอร์สามารถทำงานได้ดีทั้งในระยะใกล้และไกล ระบบตรวจจับการล้มทั้งกรณีที่ล้มไปด้านหน้า ด้านหลัง ด้านซ้าย และด้านขวา ทดสอบจำนวนด้านละ 30 ครั้ง ระบบมีความแม่นยำคิดเป็น 95.83 เปอร์เซ็นต์ และค่าความผิดพลาดที่ 4.17 เปอร์เซ็นต์ ในการจำลองสถานการณ์ล้มในทิศทางต่าง ๆ พร้อมทั้งส่งการแจ้งเตือนทุกครั้ง การทดสอบความพึงพอใจจากกลุ่มผู้พิการทางสายตา 10 ราย พบว่า ค่าความพึงพอใจเฉลี่ยอยู่ในระดับ "พึงพอใจมากที่สุด" แสดงถึงศักยภาพของอุปกรณ์นี้ในการช่วยเพิ่มคุณภาพชีวิตของผู้ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: อุปกรณ์ตรวจจับสิ่งกีดขวาง ผู้พิการทางสายตา ระบบแจ้งเตือน การตรวจจับการล้ม

* Corresponding author, e-mail: promphak.b@rmutsb.ac.th

Obstacle Detection Device to Enhance the Quality of Life for the Visually Impaired

Khanittha Wannakam¹, Sarun Chattunyakit², and Promphak Boonraksa^{2*}

¹Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering and Architecture,
Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi

^{2*}Department of Mechatronics Engineering, Faculty of Engineering and Architecture,
Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi

E-mail: ¹khanittha.w@rmutsb.ac.th, ²sarun.c@rmutsb.ac.th, ^{2*}promphak.b@rmutsb.ac.th

Abstract

This paper presents the development of an obstacle detection device aimed at enhancing the quality of life for visually impaired individuals. The device was designed and constructed to detect obstacles in four directions, left, right, front, and back, incorporating an auditory alert system that increases in frequency as the user approaches an obstacle. Additionally, a fall detection system was integrated, enabling caregivers to automatically receive notifications via Line Notify in case of a fall or accident. Experimental evaluations demonstrated that the device exhibits high accuracy in obstacle detection across all directions and effectively identifies objects of varying colors and sizes. The sensors functioned reliably at both short and long distances. The fall detection system was tested by simulating falls in four directions: forward, backward, left, and right, with 30 trials per direction. The system achieved an accuracy rate of 95.83%, with an error margin of 4.17%, successfully sending notifications in every instance of a detected fall. A user satisfaction survey conducted with 10 visually impaired participants indicated an average satisfaction level categorized as "highest satisfaction." These findings highlight the potential of this device to significantly improve the safety and mobility of visually impaired individuals, offering a practical and effective assistive solution.

Keywords: Obstacle detection, Device visually, Impaired alert system, Fall detection

* Corresponding author, e-mail: promphak.b@rmutsb.ac.th

Received: 15 01 2025 / Revised: 13 03 2025 / Accepted: 25 03 2025

1. บทนำ

จากข้อมูลสถิติผู้พิการทางสายตาปี พ.ศ. 2566 ของประเทศไทย พบว่า มีผู้พิการทางสายตา จำนวน 184,622 คน โดยแบ่งเป็นช่วงปฐมวัย จำนวน 205 คน ช่วงวัยเรียน จำนวน 1,569 คน ช่วงวัยรุ่น จำนวน 2,587 คน ช่วงวัยทำงาน จำนวน 53,969 คน และช่วงสูงอายุ จำนวน 128,879 คน โดยคิดเป็นร้อยละ 8.47 ของผู้พิการทั้งหมด [1] จากพระราชบัญญัติการฟื้นฟูสมรรถภาพคนพิการ พ.ศ. 2554 มาตราที่ 4 และ 20 ได้ให้ความหมายของผู้พิการทางสายตาว่า เป็นบุคคลที่สูญเสียการมองเห็นตั้งแต่ระดับเล็กน้อย จนถึงตาบอดสนิท ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ คนเห็นเลือนราง และคนตาบอด โดยคนสายตาเลือนราง หมายถึง ผู้ที่ยังพอมองเห็นได้อยู่ โดยการมองเห็นที่บกพร่องจะส่งผลต่อการใช้ชีวิตประจำวันต่างกันตามความบกพร่องที่เกิดขึ้น ส่วนคนตาบอด หมายถึง คนที่มองเห็นได้น้อยมาก หรือยังพอมองเห็นแสงได้บ้าง ไปจนถึงผู้ที่ไม่เห็นเลย เมื่อการมองเห็นไม่มีประสิทธิภาพมากพอ จึงต้องใช้ประสาทสัมผัสอื่นแทนนั้นคือการสัมผัส [2] แม้ว่าผู้พิการทางสายตาจะมีความบกพร่องในการมองเห็นแต่ร่างกายส่วนอื่น ๆ ยังใช้งานได้ปกติ ทำให้สามารถช่วยเหลือตัวเองได้ในการใช้ชีวิตประจำวันและทำกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การทานอาหาร การพูดคุย การศึกษาหาความรู้ การประกอบอาชีพการทำงาน รวมถึงการเดินทางไปยังสถานที่ต่าง ๆ ด้วยตนเอง [3]

แต่อย่างไรก็ตาม จากงานวิจัยหลายฉบับได้ทำการศึกษาปัญหาและความต้องการของผู้พิการทางสายตา พบว่า ผู้พิการทางสายตามีความต้องการอุปกรณ์ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการเดินทางอย่างมาก [3-6] เนื่องจากผู้พิการทางสายตาหลายรายได้ประสบอุบัติเหตุในการเดินทางเท้าอยู่บ่อยครั้ง ยกตัวอย่างเช่น การเดินชนสิ่งกีดขวาง หรือการหกล้มตามที่สาธารณะ เป็นต้น ถึงแม้ว่าปัจจุบันจะมีทางเท้า (Footpath) สำหรับผู้พิการทางสายตา แต่ก็ไม่ได้รับความสะดวกเท่าที่ควร เพราะสภาพทางเดินเท้าในประเทศไทยนั้นมีร้านขายของตามทางเดินจำนวนมาก จึงเป็นสาเหตุให้เกิดอันตราย ส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยของผู้พิการทางสายตา อีกทั้งยังทำให้การเดินทางเป็นไปด้วยความยากลำบากและล่าช้า โดยปัจจุบันยังไม่มีอุปกรณ์ที่อำนวยความสะดวกมากพอให้แก่ผู้พิการทางสายตา ที่จะสามารถใช้ชีวิตให้เหมือนคนปกติทั่วไปได้

จากเหตุผลข้างต้นทางวิจัยได้เล็งเห็นถึงปัญหา จึงมีแนวคิดที่จะนำความรู้ทางด้านวิศวกรรมไฟฟ้ามาประยุกต์ใช้ในการสร้างนวัตกรรมอุปกรณ์ตรวจจับสิ่งกีดขวางเพื่ออำนวยความสะดวกในการเดินทางของผู้พิการทางสายตา และยกระดับคุณภาพชีวิตของผู้พิการทางสายตาให้สามารถใช้ชีวิตเหมือนคนปกติได้มากขึ้น สามารถทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้ โดยงานวิจัยนี้ได้มีการออกแบบและสร้างชิ้นงานให้มีความสมบูรณ์ให้ผู้พิการทางสายตาสามารถใช้งานได้จริงและเกิดประโยชน์สูงสุด

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

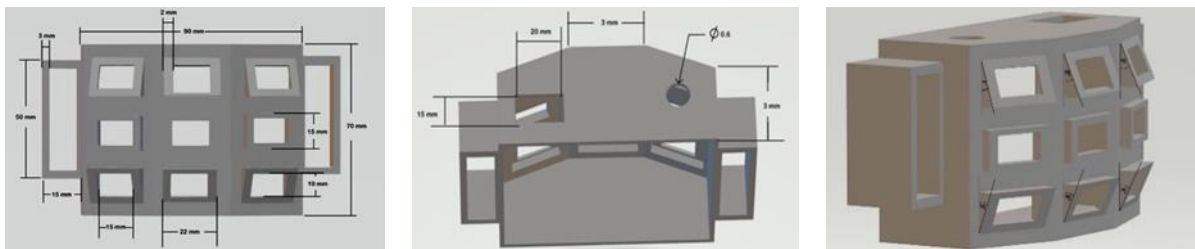
- 2.1. เพื่อนำความรู้ทางวิศวกรรมไฟฟ้ามาออกแบบและสร้างอุปกรณ์ตรวจจับสิ่งกีดขวางสำหรับผู้พิการทางสายตา
- 2.2. เพื่อลดอุบัติเหตุที่สามารถเกิดจากการเดินทางเท้าของผู้พิการทางสายตา
- 2.3. เพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตของผู้พิการทางสายตาให้สามารถใช้ชีวิตได้สะดวกสบายมากขึ้น

3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

วิธีการดำเนินการสร้างชิ้นงานอุปกรณ์ตรวจจับสิ่งกีดขวางเพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตของผู้พิการทางสายตา มีขั้นตอนการออกแบบและสร้างในส่วนต่าง ๆ โดยทางคณะผู้จัดทำได้ร่วมกันวางแผนในการปฏิบัติงาน และจัดแบ่งขั้นตอนการดำเนินงานสร้างชิ้นงานตามความเหมาะสม โดยขั้นตอนในการดำเนินการสร้างชิ้นงานสามารถแบ่งออกได้ ดังนี้

3.1. การออกแบบโครงสร้างอุปกรณ์สวมใส่สำหรับตรวจจับสิ่งกีดขวางของผู้พิการทางสายตา

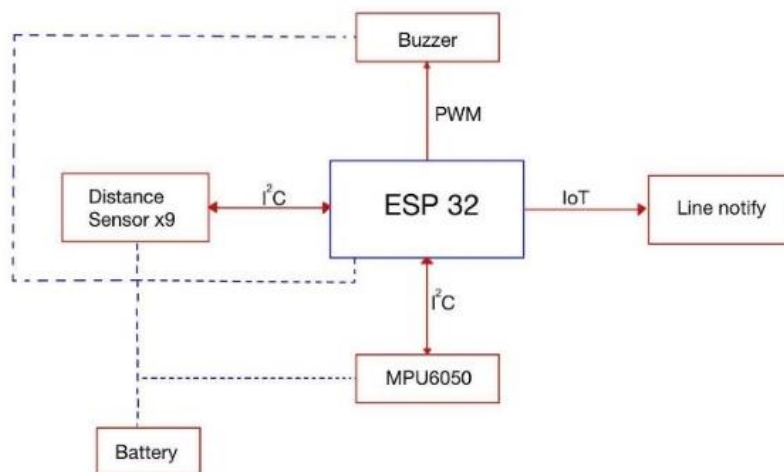
การออกแบบโครงสร้างของตัวชิ้นงานทางคณะผู้จัดทำได้ทำการออกแบบโดยใช้โปรแกรม AutoCAD ขั้นตอนแรกคือ ทำการวัดขนาดของเซนเซอร์หรือโมดูลต่าง ๆ ที่ใช้ในการจัดทำชิ้นงาน และจัดวางตำแหน่งที่จะติดตั้งอุปกรณ์แสดงดังรูปที่ 1 เมื่อออกแบบสำเร็จแล้วจะทำการขึ้นรูปตัวชิ้นงานโดยใช้เครื่อง 3D Print ซึ่งโครงสร้างของอุปกรณ์ผลิตจาก Acrylonitrile Butadiene Styrene Filament พลาสติกประเภทเทอร์โมพลาสติก เป็นวัสดุที่นิยมใช้กันทั่วไปสำหรับ 3D Printing ขึ้นรูปได้ง่ายเมื่อได้รับความร้อน และแข็งตัวเมื่อเกิดการเย็นตัวลง [7] สามารถนำไปใช้งานได้หลายรูปแบบและคงคุณภาพได้ดี



รูปที่ 1 รูปโดยรวมของตัวชิ้นงานที่ออกแบบด้วยโปรแกรม AutoCAD

3.2. การสร้างอุปกรณ์สวมใส่สำหรับตรวจจับสิ่งกีดขวางของผู้พิการทางสายตา

ในขั้นตอนการสร้างอุปกรณ์สวมใส่สำหรับผู้พิการทางสายตา มีวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้งานประกอบด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 เป็นตัวประมวลผลหลัก [8] และในส่วนของเซนเซอร์ตรวจจับสิ่งกีดขวาง (Displacement Sensor) คือ อุปกรณ์ตรวจจับตำแหน่ง ระยะทาง ขนาด รูปร่าง และระดับของชิ้นงาน สามารถตรวจจับวัตถุได้โดยที่ไม่จำเป็นต้องสัมผัสกับวัตถุโดยตรงในการป้องกันการเดินชน และเซนเซอร์ตรวจจับความเร็วเชิงมุมในการตรวจจับการล้ม และใช้ลำโพง Buzzer เพื่อส่งเสียงแจ้งเตือน ภาพรวมของอุปกรณ์สวมใส่สำหรับผู้พิการทางสายตาแสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 บล็อกไดอะแกรมการทำงานโดยรวมของชิ้นงาน

จากรูปที่ 2 เป็นภาพรวมของอุปกรณ์สวมใส่สำหรับผู้พิการทางสายตา ซึ่งอุปกรณ์ต่าง ๆ มีหลักการทำงานดังนี้

1. เซนเซอร์ตรวจจับระยะทาง ขา Vin ต่อเข้ากับ VCC 3.3 V ขา GND ต่อเข้ากับ GND ขาสัญญาณ SDA ต่อเข้ากับ D21 ขาสัญญาณ SCL ต่อเข้ากับ D22 ขา INT ต่อเข้ากับ D15 และขา SHUT ต่อเข้ากับขา I/O ซึ่งแต่ละเซนเซอร์แต่ละตัวจะต่อขานี้แตกต่างกัน
2. เซนเซอร์ตรวจจับความเร็วเชิงมุม ขา Vin ต่อเข้ากับ VCC 3.3 V ขา GND ต่อเข้ากับ GND ขาสัญญาณ SDA ต่อเข้ากับ D21 และขาสัญญาณ SCL
3. ลำโพง Buzzer ขา Vin ต่อเข้ากับ VCC 3.3 V ขา GND ต่อเข้ากับ GND และขา I/O ต่อเข้ากับ D1 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ทำหน้าที่เป็นตัวประมวลผลหลัก จะต่อใช้งานร่วมกับเซนเซอร์ตรวจจับระยะทาง TOF200C VL53L0X เซนเซอร์ตรวจจับความเร็วเชิงมุม MPU 6050[9] ทั้งสองอุปกรณ์จะต่อขาสัญญาณ SDA SCL ซึ่งจะแตกต่างกันที่เซนเซอร์ตรวจจับระยะทางเพิ่มการต่อขา I/O โดย ESP32 ยังมีการต่อขา ร่วมกับลำโพง Passive Buzzer ซึ่งจะมีการต่อขา I/O เช่นเดียวกัน
4. ในส่วนของแหล่งจ่ายพลังงาน มีแบตเตอรี่ Lithium polymer battery [10] เป็นแหล่งจ่ายพลังงาน จะต่อใช้งานร่วมกับโมดูลชาร์จแบตเตอรี่ TP4056 และสวิตช์ On-Off ซึ่งจะจ่ายพลังงานให้กับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 นำไปใช้งาน

3.3. การประกอบตัวชิ้นงาน

เมื่อทำการสร้างวงจรภายในและทดสอบวงจรการทำงานร่วมกันของตัวอุปกรณ์ต่าง ๆ เรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อมาผู้จัดทำจึงได้ทำการประกอบอุปกรณ์ต่าง ๆ เข้ากับตัวชิ้นงานที่ได้ออกแบบไว้ ดังรูปที่ 3 (ก) การประกอบต้องคำนึงถึงหลายปัจจัยดังต่อไปนี้

1. เซนเซอร์ตรวจวัดระยะทางต้องติดตั้งให้เซนเซอร์สามารถตรวจจับได้ตามมุมที่กำหนดไว้ โดยเซนเซอร์แต่ละตัวนั้นจะมุมในการติดตั้งไม่เหมือนกัน
2. ส่วนของเซนเซอร์ตรวจจับความเร็วเชิงมุมนั้นต้องติดตั้งให้ตัวโมดูลอยู่ในแนวตั้งฉากกับพื้น เพื่อให้เซนเซอร์มีความแม่นยำในการอ่านค่าเมื่อผู้ใช้งานเกิดการล้ม จากนั้นจะส่งการแจ้งเตือนผ่านไลน์
3. ในการเลือกใช้สายไฟ ต้องเลือกใช้สายที่ขนาดพอดีและทนทาน และการเดินสายต้องคำนึงถึงความยาวให้พอเหมาะ เพื่อจะได้ประหยัดพื้นที่ในการติดตั้งอุปกรณ์อีกด้วย



ก) อุปกรณ์ภายในตัวชิ้นงาน



ข) ชิ้นงานประกอบสมบูรณ์

รูปที่ 3 ลักษณะภายในและภายนอกของชิ้นงาน

จากภาพที่ 3 (ข) แสดงชิ้นงานที่ประกอบสมบูรณ์แล้ว สามารถใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ทั้ง 2 ระบบ คือ ระบบตรวจจับสิ่งกีดขวาง ระบบตรวจจับการล้มและการแจ้งเตือนผ่าน Line Notify [11-13] มีสวิตช์ On-Off เพื่อควบคุมการทำงาน และแหล่งจ่ายพลังงานสามารถจ่ายพลังงานให้อุปกรณ์สามารถทำงานได้ตามปกติ

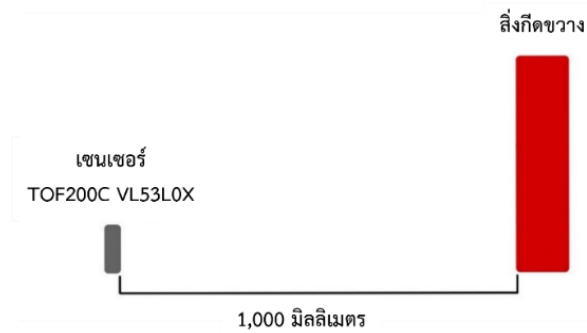
4. ผลการดำเนินงาน

ในหัวข้อผลการดำเนินงานผู้จัดทำได้แบ่งหัวข้อออกเป็น 2 ส่วน ประกอบด้วย ผลการทดสอบประสิทธิภาพของอุปกรณ์ และผลการนำอุปกรณ์ไปใช้งานจริงกับผู้พิการทางสายตา

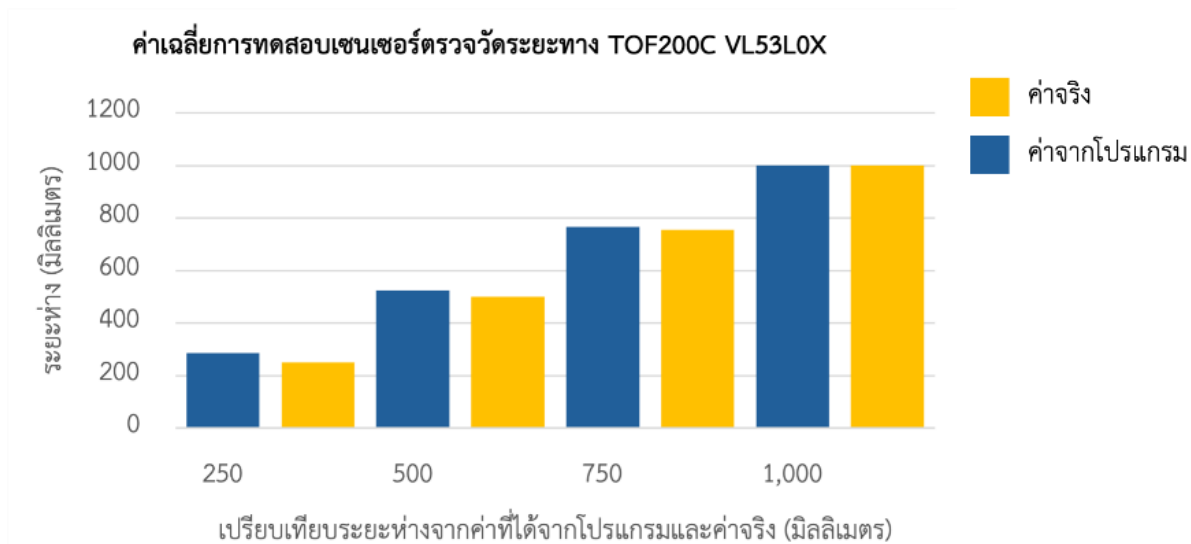
4.1. ผลการทดสอบประสิทธิภาพของอุปกรณ์

การทดสอบเซนเซอร์ตรวจวัดระยะทาง TOF200C VL53L0X [8]

การจำลองการทดสอบเซนเซอร์ตรวจวัดระยะทาง TOF200C VL53L0X โดยกำหนดระยะห่างของเซนเซอร์และสิ่งกีดขวางเป็นระยะ 1,000 มิลลิเมตร ในการทดสอบเซนเซอร์ตรวจวัดระยะทาง TOF200C VL53L0X ได้มีการต่อวงจรร่วมกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 โดยมีการทดลองเซนเซอร์ทั้งหมด 9 ตัว ซึ่งได้ทำการตรวจจับวัตถุเดียวกันตรวจวัดระยะทาง 4 ระยะ ประกอบด้วย 250, 500, 750 และ 1000 มิลลิเมตร การจำลองการทดสอบเซนเซอร์ตรวจวัดระยะทางแสดงดังรูปที่ 4 และสรุปผลการทดสอบเซนเซอร์ตรวจวัดระยะทางแสดงดังตารางที่ 1



รูปที่ 4 จำลองการทดสอบเซนเซอร์ตรวจจับระยะทาง TOF200C VL53L0X



รูปที่ 5 ผลการทดสอบเซนเซอร์ตรวจจับระยะทาง TOF200C VL53L0X

จากรูปที่ 5 ผลที่ได้จากการทดสอบเซนเซอร์ตรวจจับระยะทาง TOF200C VL53L0X คือ เซนเซอร์แต่ละตัว มีการอ่านค่าได้ไม่เท่ากัน หรืออาจแตกต่างกันเล็กน้อย และเมื่อเทียบค่าระยะทางที่อ่านได้จากโปรแกรมกับค่าระยะทางจริง ค่าจะคลาดเคลื่อนอยู่ในระยะ 20 - 50 มิลลิเมตร ซึ่งผิดพลาดไม่มากนัก และลองสังเกตการวัดในระยะ 1,000 มิลลิเมตร ค่าที่อ่านได้จากโปรแกรมกับระยะทางจริงมีค่าเท่ากัน ทางผู้จัดทำจึงได้นำค่านี้มาใช้ในการตรวจจับสิ่งกีดขวาง เพราะมีความแม่นยำ และเมื่อนำมาใช้งานจริงสามารถแจ้งเตือนได้ในระยะที่ปลอดภัย

การทดสอบเซนเซอร์ตรวจจับความเร็วเชิงมุม MPU 6050 [9]

การทดสอบเซนเซอร์ตรวจจับความเร็วเชิงมุม MPU 6050 ได้มีการต่อวงจรร่วมกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 เพื่อตรวจวัดค่าทั้ง 6 แกน คือ ความเร่งในแนวแกน $A \times y \times z$ ความเร็วเชิงมุม $G \times y \times z$ โดยทำการลองเอียงตัวเซนเซอร์ตามแนวแกนต่าง ๆ แล้วสังเกตค่าที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมที่เซนเซอร์อยู่ในมุม 0° หรืออยู่ในแนวขนานกับพื้น โดยวัดเทียบด้วยเครื่องมือที่ใช้ในการวัดมุมหรือการหมุน คือ โกนิโอมิเตอร์ แสดงผลการทดสอบเซนเซอร์ตรวจจับความเร็วเชิงมุม MPU 6050 บนแกน x และ แกน y ดังตารางที่ 2



รูปที่ 6 ตัวอย่างการทดสอบเซนเซอร์ที่ระดับอก

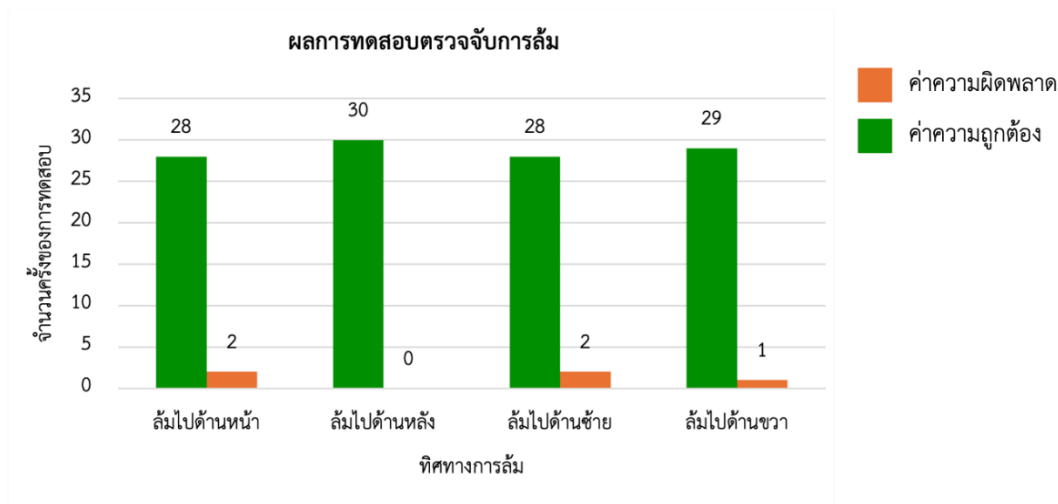
ตารางที่ 3 ผลการทดสอบตรวจจับสิ่งกีดขวางแต่ละด้านของผู้ใช้งาน

ตำแหน่งสิ่งกีดขวาง	ผลการทดสอบ (ทดสอบทั้งหมด 30 ครั้ง)					
	ด้านซ้ายของผู้ใช้งาน		ด้านขวาของผู้ใช้งาน		ด้านหน้าของผู้ใช้งาน	
	ความถูกต้อง	ความผิดพลาด	ความถูกต้อง	ความผิดพลาด	ความถูกต้อง	ความผิดพลาด
ระดับศีรษะ (ระยะสูงจากพื้น 180 cm)	26 ครั้ง	4 ครั้ง	25 ครั้ง	5 ครั้ง	30 ครั้ง	0 ครั้ง
ระดับหน้าอก (ระยะสูงจากพื้น 120 cm)	28 ครั้ง	2 ครั้ง	29 ครั้ง	1 ครั้ง	30 ครั้ง	0 ครั้ง
ระดับเท้า (ระยะสูงจากพื้น 60 cm)	26 ครั้ง	4 ครั้ง	28 ครั้ง	2 ครั้ง	27 ครั้ง	3 ครั้ง

จากตารางที่ 3 ผลที่ได้จากการทดสอบตรวจจับสิ่งกีดขวางทางด้านซ้าย ด้านขวา และด้านหน้าของผู้ใช้งาน ผลที่ได้ คือ การทดสอบแต่ละด้านจะตรวจจับสิ่งกีดขวางได้อย่างถูกต้องมากกว่าความผิดพลาด ซึ่งความผิดพลาดอาจเกิดจากตำแหน่งตัวเซ็นเซอร์ที่สวมใส่อยู่ไม่อยู่ในตำแหน่งเดิม หรืออาจเกิดจากผู้ใช้งานเดินเข้าหาวัตถุด้วยความเร็วไม่เท่ากัน แต่จะเห็นได้ว่าผลการทดสอบทางด้านหน้า จะมีความแม่นยำกว่าด้านอื่น ๆ ในที่นี้อาจหมายถึง ตำแหน่งการติดตั้งอยู่ในระดับที่สามารถตรวจจับวัตถุได้อย่างแม่นยำ

การทดสอบตรวจจับการล้มผู้ใช้งานและการแจ้งเตือนผ่าน Line Notify

ในการทดสอบนี้ จะจำลองท่าทางการล้มของผู้ใช้งาน แบ่งเป็นการล้มไปในทิศทางด้านหน้า ด้านหลัง ด้านซ้าย และด้านขวา โดยองศาที่ตั้งไว้ในการตรวจจับการล้มอยู่ที่มุม 80° ผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 7 ส่วนการทดสอบการแจ้งเตือนผ่าน Line Notify จะทดสอบจากเมื่อผู้ใช้งานเกิดการล้มแล้วจะมีข้อความแจ้งเตือนไปยังผู้ให้บริการหรือไม่ ผลการทดสอบแสดงดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 ผลการทดสอบตรวจจับการล้ม (ตรวจจับการล้มอยู่ที่มุม 80° จากแนวราบ)

ผลการทดสอบตรวจจับการล้ม (ตรวจจับการล้มอยู่ที่มุม 80° จากแนวราบ) จากรูปที่ 7 จะเห็นได้ว่า จากการทดสอบทั้งหมด 30 ครั้ง ในกรณีที่ล้มไปด้านหน้าระบบสามารถแจ้งเตือนได้ถูกต้อง 28 ครั้ง และผิดพลาดไป 2 ครั้ง คิดเป็นค่าความแม่นยำได้ที่ 93.33 เปอร์เซ็นต์ ค่าความผิดพลาดเท่ากับ 6.67 เปอร์เซ็นต์ ในกรณีที่ล้มไปด้านหลังระบบสามารถแจ้งเตือนได้ถูกต้อง 30 ครั้ง คิดเป็นค่าความแม่นยำได้ที่ 100 เปอร์เซ็นต์ ค่าความผิดพลาดเท่ากับ 0 เปอร์เซ็นต์ ในกรณีที่ล้มไปด้านซ้ายระบบสามารถแจ้งเตือนได้ถูกต้อง 28 ครั้ง และผิดพลาดไป 2 ครั้ง คิดเป็นค่าความแม่นยำได้ที่ 93.33 เปอร์เซ็นต์ ค่าความผิดพลาดเท่ากับ 6.67 เปอร์เซ็นต์ และในกรณีที่ล้มไปด้านขวาระบบสามารถแจ้งเตือนได้ถูกต้อง 29 ครั้งและผิดพลาดไป 1 ครั้ง คิดเป็นค่าความแม่นยำได้ที่ 96.67 เปอร์เซ็นต์ ค่าความผิดพลาดเท่ากับ 3.33 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบการแจ้งเตือนผ่าน Line Notify

การแจ้งเตือนผ่าน Line Notify	ผลการทดสอบ (ทดสอบทั้งหมด 30 ครั้ง)	
	ความถูกต้อง	ความผิดพลาด
การส่งข้อความ	30 ครั้ง	0 ครั้ง

จากตารางที่ 4 แสดงผลที่ได้จากการทดสอบตรวจจับการล้ม คือ ทิศทางที่ใช้ในการจำลองการล้มแต่ละทิศทาง อาจจะมีผลผิดพลาดเกิดขึ้นบ้าง สาเหตุอาจเกิดจากการล้มแต่ละครั้งมีองศาต่างกัน ซึ่งไม่อยู่ในระดับที่เซนเซอร์ตรวจจับความเร็วเชิงมุม MPU 6050 ตรวจจับค่าได้ สังเกตได้ว่าการล้มไปด้านหลังไม่มีความผิดพลาดเกิดขึ้นเลย อาจหมายถึงทิศทางการล้มไปด้านหลัง โดยทั่วไปเมื่อเกิดการล้มแล้วจะนอนราบไปกับพื้น ทำให้อยู่ในมุมที่ได้ตั้งไว้ในส่วนของผลการทดสอบการแจ้งเตือนผ่าน Line Notify เมื่อผู้ใช้เกิดการล้มก็จะแจ้งเตือนทุกครั้ง จะเห็นได้ว่าไม่เกิดความผิดพลาดเลย คิดเป็นค่าความแม่นยำได้ที่ 100 เปอร์เซ็นต์ ค่าความผิดพลาดเท่ากับ 0

ทดสอบการแจ้งเตือนด้วยเสียง

ในการทดสอบนี้ จะทดสอบเสียงโดยการแบ่งเสียงออกเป็น 3 เสียง แต่ละเสียงจะส่งเสียงเตือนต่างกันขึ้นอยู่กับตำแหน่งของฝั่งของเซนเซอร์เมื่อตรวจจับสิ่งกีดขวางได้ ในการปรับแต่งเสียงให้ต่างกัน ต้องทำการปรับความถี่ในขั้นตอนการสร้างคำสั่งโปรแกรม กำหนดเสียงได้ ดังนี้

1. เสียง A แจ้งเตือนเมื่อตรวจจับสิ่งกีดขวางทางด้านซ้ายของผู้ใช้งาน (ความถี่ 2500 Hz)
2. เสียง B แจ้งเตือนเมื่อตรวจจับสิ่งกีดขวางทางด้านขวาของผู้ใช้งาน (ความถี่ 700 Hz)
3. เสียง C แจ้งเตือนเมื่อตรวจจับสิ่งกีดขวางทางด้านหน้าของผู้ใช้งาน (ความถี่ 1,500 Hz)

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบการแจ้งเตือนด้วยเสียง (เครื่องหมาย ✓ แสดงว่ามีการแจ้งเตือนเกิดขึ้น)

ตำแหน่งสิ่งกีดขวาง	ผลการทดสอบเสียง		
	A	B	C
ด้านซ้าย	✓		
ด้านขวา		✓	
ด้านหน้า			✓

จากตารางที่ 5 ผลที่ได้จากการทดสอบการแจ้งเตือนด้วยเสียง ผลที่ได้คือ เมื่อเซนเซอร์ตรวจจับสิ่งกีดขวางด้านซ้ายของผู้ใช้งาน จะแจ้งเตือนด้วยเสียง A เมื่อเซนเซอร์ตรวจจับสิ่งกีดขวางด้านขวาของผู้ใช้งาน จะแจ้งเตือนด้วยเสียง B และเมื่อเซนเซอร์ตรวจจับสิ่งกีดขวางด้านหน้าของผู้ใช้งาน จะแจ้งเตือนด้วยเสียง C จะเห็นได้ว่าการแจ้งเตือนด้วยเสียงสามารถแบ่งเสียงการแจ้งเตือนได้อย่างถูกต้องเมื่อระบบตรวจจับวัตถุได้คนละด้าน จากผลการทดสอบเสียงคิดเป็นค่าความแม่นยำได้ที่ 100 เปอร์เซ็นต์ ค่าความผิดพลาดเท่ากับ 0

การทดสอบตรวจจับวัตถุที่มีสีแตกต่างกัน

ในการทดสอบนี้ จะทำการทดสอบโดยนำวัตถุที่มีสีแตกต่างกันมาจำลองเป็นสิ่งกีดขวาง เพื่อทดสอบว่าวัตถุที่มีสีแตกต่างกันมีผลในการทำงานของระบบตรวจจับสิ่งกีดขวางหรือไม่ การทดสอบจะกำหนดให้วัตถุมีระยะห่างจากผู้ใช้งาน 1 เมตร โดยสีของวัตถุที่นำมาทดสอบ มีสีขาว สีดำ สีแดง สีนํ้าเงิน สีเขียว และสีเหลือง

ตารางที่ 6 ผลการทดสอบตรวจจับวัตถุที่มีสีแตกต่างกัน (เครื่องหมาย ✓ แสดงการตรวจจับสิ่งกีดขวางได้)

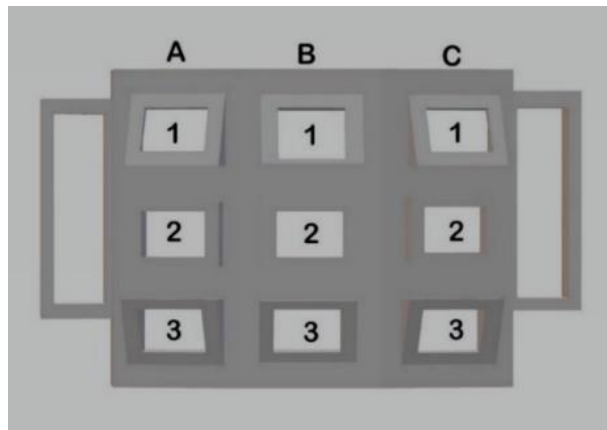
สีของวัตถุ	ผลการทดสอบ
สีขาว	✓
สีดำ	✓
สีแดง	✓
สีน้ำเงิน	✓
สีเขียว	✓
สีเหลือง	✓

จากตารางที่ 6 ผลที่ได้จากการทดสอบตรวจจับวัตถุที่มีสีแตกต่างกัน คือ วัตถุที่มีสีแตกต่างกัน ระบบตรวจจับสิ่งกีดขวางสามารถตรวจจับได้ แสดงได้ว่าหากนำไปใช้ในสถานการณ์จริง ระบบตรวจจับสิ่งกีดขวางมีความแม่นยำในการตรวจจับวัตถุทุกสีที่มีการทดสอบ คิดเป็นค่าความแม่นยำได้ที่ 100 เปอร์เซนต์ ค่าความผิดพลาดเท่ากับ 0

ทดสอบตรวจจับวัตถุที่มีขนาดแตกต่างกัน

ในการทดสอบนี้จะทำการทดสอบโดยนำวัตถุต่าง ๆ ที่มีขนาดแตกต่างกัน มาจำลองเป็นสิ่งกีดขวาง การทดสอบจะแบ่งระยะห่างสิ่งกีดขวางกับผู้ใช้งาน เป็น 2 ช่วง คือ ทดสอบในระยะ 50 เซนติเมตร และ 1 เมตร เพื่อเปรียบเทียบว่าระยะที่ต่างกันมีผลการทดสอบเป็นอย่างไร ซึ่งตำแหน่งของเซนเซอร์แสดงดังรูปที่ 8 โดยการทดสอบจะให้ชิ้นงานอยู่กึ่งกลางของวัตถุ จะแบ่งตำแหน่งของเซนเซอร์ ดังนี้

- แถว A ตรวจจับสิ่งกีดขวางด้านขวา หมายเลข 1 ระดับศีรษะ
แถว B ตรวจจับสิ่งกีดขวางด้านหน้า หมายเลข 2 ระดับหน้าอก
แถว C ตรวจจับสิ่งกีดขวางด้านซ้าย หมายเลข 3 ระดับเท้า



รูปที่ 8 ระบุตำแหน่งของเซนเซอร์

ตารางที่ 7 ผลการทดสอบตรวจจับวัตถุที่มีขนาดแตกต่างกันที่ระยะ 50 และ 100 เซนติเมตร (เครื่องหมาย ✓ แสดงตำแหน่งของเซนเซอร์ที่ตรวจจับได้)

ชนิดและขนาดของวัตถุ	ผลการทดสอบระยะ 50 เซนติเมตร									ผลการทดสอบระยะ 100 เซนติเมตร								
	A			B			C			A			B			C		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
ตู้ (90 × 185 เซนติเมตร)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓			✓			✓	
ป้าย (50 × 80 เซนติเมตร)		✓	✓		✓	✓		✓	✓		✓			✓				
ขวดน้ำ (1.5 ลิตร)					✓									✓				
หนังสือ (22 × 30 เซนติเมตร)					✓									✓				
โทรทัศน์ (65 × 113 เซนติเมตร)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓					✓				
ประตู (105 × 200 เซนติเมตร)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓			✓			✓	
พัดลม (18 นิ้ว)					✓									✓				

จากตารางที่ 7 แสดงผลการทดสอบการตรวจจับวัตถุที่มีขนาดแตกต่างกัน คือ การทดสอบในระยะ 50 เซนติเมตร จะเห็นได้ว่าวัตถุที่มีขนาดใหญ่ เซนเซอร์สามารถตรวจจับได้พร้อมกันหลายตำแหน่ง แตกต่างกับวัตถุที่มีขนาดเล็ก เซนเซอร์จะตรวจจับได้แม่นยำกว่า ส่วนการทดสอบในระยะ 1 เมตร จะเห็นได้ว่าวัตถุที่มีขนาดใหญ่ เซนเซอร์จะตรวจจับพร้อมกันน้อยกว่า หรือบางวัตถุเซนเซอร์สามารถจับได้ตัวเดียว เมื่อเทียบกับระยะ 50 เซนติเมตร แต่ในขณะที่วัตถุขนาดเล็กเซนเซอร์ก็ยังสามารถตรวจจับได้แม่นยำในระยะที่ห่างออกมา

4.2. ผลการนำอุปกรณ์ไปใช้งานจริงกับผู้พิการทางสายตา

ในหัวข้อนี้เป็นการทำแบบสอบถามความพึงพอใจในการใช้งานอุปกรณ์ตรวจจับสิ่งกีดขวางเพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตของผู้พิการทางสายตาของผู้ใช้งาน จำนวน 10 ราย วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) [14] การแปลผลค่าเฉลี่ยของแบบประเมินคุณภาพแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้งานโดยกำหนดช่วงคะแนนระดับคุณภาพและระดับความพึงพอใจที่ได้ ดังนี้ 0.00 - 1.00 หมายถึง ระดับคุณภาพ หรือระดับความพึงพอใจ น้อยที่สุด 1.01 - 2.00 หมายถึง ระดับคุณภาพ หรือระดับความพึงพอใจ น้อย 2.01 - 3.00 หมายถึง ระดับคุณภาพ หรือระดับความพึงพอใจ ปานกลาง 3.01 - 4.00 หมายถึง ระดับคุณภาพ หรือระดับความพึงพอใจ มาก และ 4.01 - 5.00 หมายถึง ระดับคุณภาพ หรือระดับความพึงพอใจ มากที่สุด ผลประเมินความพึงพอใจในการใช้งานอุปกรณ์ตรวจจับสิ่งกีดขวางเพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตของผู้พิการทางสายตาแสดงดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 ผลประเมินความพึงพอใจในการใช้งานอุปกรณ์ตรวจจับสิ่งกีดขวาง เพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตของผู้พิการทางสายตา

จากรูปที่ 9 แสดงผลประเมินความพึงพอใจในการใช้งานอุปกรณ์ตรวจจับสิ่งกีดขวางเพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตของผู้พิการทางสายตา โดยแบ่งออกเป็น 5 หัวข้อ ประกอบด้วย รูปลักษณะการออกแบบของอุปกรณ์, ช่วยลดอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นในการเดินทาง, เป็นประโยชน์, พกพาสะดวก และสามารถใช้งานได้ง่าย ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ย 4 คือ มีระดับความพึงพอใจมาก 4.75, 4.7, 4.5 และ 4.2 ตามลำดับ คือ มีระดับความพึงพอใจมากที่สุด

5. สรุปผล

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการพัฒนาอุปกรณ์ที่ช่วยเพิ่มความปลอดภัยและอำนวยความสะดวกให้กับผู้พิการทางสายตา โดยอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นสามารถตรวจจับสิ่งกีดขวางรอบตัวผู้ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผ่านการติดตั้งเซนเซอร์ตรวจจับระยะทางใน 3 ทิศทาง ได้แก่ ด้านซ้าย ด้านขวา และด้านหน้า นอกจากนี้ ยังมีระบบแจ้งเตือนด้วยเสียง โดยความถี่ของเสียงจะเพิ่มขึ้นเมื่อผู้ใช้งานเข้าใกล้สิ่งกีดขวางมากขึ้น อีกหนึ่งฟังก์ชันสำคัญของอุปกรณ์คือ ระบบตรวจจับการล้ม ซึ่งสามารถแจ้งเตือนไปยังผู้ดูแลผ่าน Line Notify ได้ทันทีเมื่อเกิดอุบัติเหตุ เพื่อให้สามารถเข้าช่วยเหลือได้อย่างรวดเร็ว อย่างไรก็ตาม ระบบจะต้องเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตก่อนใช้งานเสมอ จากการทดสอบอุปกรณ์ พบว่า ระบบตรวจจับสิ่งกีดขวางสามารถทำงานได้อย่างแม่นยำในทุกทิศทาง ไม่ได้รับผลกระทบจากสีของวัตถุ และสามารถตรวจจับวัตถุที่มีขนาดแตกต่างกันได้ดี ในการทดสอบระยะใกล้ วัตถุขนาดใหญ่จะถูกตรวจจับได้พร้อมกันทุกจุด ในขณะที่การทดสอบระยะไกลแสดงให้เห็นว่าการตรวจจับมีความแม่นยำมากขึ้น สำหรับวัตถุขนาดเล็ก อุปกรณ์สามารถตรวจจับได้แม่นยำทั้งระยะใกล้และไกล และระบบตรวจจับการล้มได้รับการทดสอบในหลายทิศทาง และพบว่ามีความแม่นยำสูง โดยสามารถแจ้งเตือนทุกครั้งที่มีการล้มเกิดขึ้น ส่งผลให้ผู้ดูแลสามารถรับรู้และเข้าช่วยเหลือได้อย่างทันท่วงที ในส่วนของผลการสำรวจความคิดเห็นจากผู้พิการทางสายตาที่เข้าร่วมการทดลอง พบว่า ผู้ใช้งานจำนวน 10 รายให้ค่าความพึงพอใจในระดับสูงสุด สะท้อนถึงประสิทธิภาพและความสามารถของอุปกรณ์ที่สามารถช่วยเหลือผู้พิการทางสายตาได้จริง งานวิจัยนี้จึงมีศักยภาพในการนำไปพัฒนาต่อและใช้งานจริงในอนาคต

6. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทดสอบและเก็บผลการทดสอบ และขอขอบพระคุณ นายพ.ภัทร ขาวยีน และนายณรงค์ศักดิ์ เทพณรงค์ ที่ช่วยดำเนินการในส่วนของการทดสอบอุปกรณ์ จนงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมส่งเสริมและพัฒนาคุณภาพชีวิตคนพิการ. (2566). *สถานการณ์คนพิการ 31 มีนาคม 2566 (รายได้รวม)*. สืบค้นจาก <https://shorturl.at/ccUmH>
- [2] สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ. (2562). *ภาวะสายตาเลือนราง VS ตาบอด*. สืบค้นจาก <https://www.thaihealth.or.th/ภาวะสายตาเลือนราง-vs-ตาบอด-2/>
- [3] รัชชนก ผิวคำ และ สุรัชชัย สุขสกุลชัย. (2560). การศึกษาปัญหาและความต้องการของผู้พิการทางสายตา ศูนย์ฝึกอาชีพหญิงตาบอดสามพราน จังหวัดนครปฐม. *วารสารสหศาสตร์ศรีปทุม ชลบุรี*, 3(2), 30.
- [4] ภัทรกิติ โกมลภิติ. (2554). *ชีวิตและข้อจำกัดด้านการเดินทางของผู้พิการไทย (ครั้งที่ 1)*. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- [5] กาญจนา จันทรประเสริฐ. (2559). การพัฒนาเครื่องแจ้งเตือนสิ่งกีดขวางสำหรับผู้พิการทางสายตา. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 25(1), 136-147.

- [6] โสภิตา ท้วมมี หทัยรัตน์ เกตุมนิชัยรัตน์ ฌัลลิกา เพชรมนิโนไล และ พศวัต พันธุ์โสทธิ. (2565). ไม่ทำอัจฉริยะ สำหรับช่วยเหลือผู้พิการทางสายตา. *วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)*, 18(2), 22-39
- [7] Fitrox Electronics. (2563). [ESP32 ตอนที่ 1] ทำความรู้จัก ESP32. สืบค้นจาก <http://fitrox.lnwshop.com/article/41/esp32>.
- [8] Arduitrronics. (2560). VL53L0X V2 Laser Ranging Distance Sensor เซนเซอร์วัดระยะทางด้วยแสงเลเซอร์ 0.3 - 120 เซนติเมตร + Free Pin Header (PCB ดำ). สืบค้นจาก <https://shorturl.at/oDFdN>.
- [9] Components 101. (2564). MPU6050 Accelerometer and Gyroscope Module. สืบค้นจาก <https://components101.com/sensors/mpu6050-module>
- [10] CyberTice. (2562). แบตเตอรี่ ลิเธียมโพลิเมอร์ 3.7V ความจุ 5000mAh 955465 lithium polymer battery. สืบค้นจาก <https://shorturl.at/w4yOz>
- [11] เสาวนีย์. (2566). “Pulse Width Modulation(PWM)” สืบค้นจาก <https://saowanee9560.blogspot.com/2010/08/pwm.html> 8 กุมภาพันธ์ 2566
- [12] Nitjaree Woraphu. (2566) “Internet of Things (IoT)” สืบค้นจาก <http://km.prd.go.th/iot-platform/>
- [13] S. Namkhun, C. Keawarsa, and W. Anantasirichai. (2022). “Development of Bed Exit Notification System via Long Range Wireless Sensors”, *JST-RMU*, 5(2), 43–58,
- [14] สุบิน ยุระรัช. (2565). ทำไมต้องลิเคิร์ต. *วารสารนวัตกรรมและการจัดการ วิทยาลัยนวัตกรรมและการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา*, 7(11), 152-165