วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (Print): 1686-9869, ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2022.06.002

บทความวิจัย

ไม้เท้าอัจฉริยะสำหรับช่วยเหลือผู้พิการทางสายตา

โสภิดา ท้วมมี* หทัยรัตน์ เกตุมณีชัยรัตน์ ฌัลลิกา เพชรมณีนิลใส และ พศวัต พันธ์โสตถี

ภาควิชาการจัดการเทคโนโลยีการผลิตและสารสนเทศ, วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม,
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
* ผู้ประสานงานเผยแพร่ (Corresponding Author), E-mail: sopida.t@cit.kmutnb.ac.th

วันที่รับบทความ: 14 กันยายน 2564; วันที่ทบทวนบทความ: 31 พฤษภาคม 2565; วันที่ตอบรับบทความ: 1 มิถุนายน 2565
วันที่เผยแพร่ออนไลน์: 11 มิถุนายน 2565

บทคัดย่อ: งานวิจัยฉบับนี้จัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาไม้เท้าอัจฉริยะสำหรับช่วยเหลือผู้พิการทางสายตา และเพื่อหาประสิทธิภาพของไม้เท้าอัจฉริยะสำหรับช่วยเหลือผู้พิการทางสายตา โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา ได้แก่ บอร์ดอะดูอีโน่ (Arduino Broad) เซ็นเซอร์อัลตราโซนิกส์ (Ultrasonic Sensor) เซ็นเซอร์วัดความชื้น (Humidity Sensor) บลูทูธ (Bluetooth) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC Motor) จีพีเอส (GPS) แอปพลิเคชัน (Application) ระบบ Text to Speech โปรแกรม Android Studio ภาษา C++ และภาษา Java ผลการทดสอบการทำงานของไม้เท้าอัจฉริยะสำหรับช่วยเหลือผู้พิการทางสายตา พบว่า ไม้เท้าอัจฉริยะสำหรับช่วยเหลือผู้พิการทางสายตาสามารถแจ้งเตือนสิ่งกีดขวางในระยะ 2 เมตร และสามารถแจ้งเตือนว่ามีแอ่งน้ำอยู่ข้างหน้าที่ปลายไม้เท้าตรวจจับได้ โดยการสั่นเตือนและส่งข้อความเสียงแจ้งเตือน อีกทั้งผู้ใช้สามารถส่งข้อความขอความช่วยเหลือไปยังผู้ติดต่อที่มีการบันทึกไว้ในโทรศัพท์ได้ด้วยการกดปุ่มขอความช่วยเหลือที่ติดตั้งบนไม้เท้าได้ และมีประสิทธิภาพการทำงานของไม้เท้าเท่ากับ 95.72% ของระบบงานจริงที่ได้ตั้งวัตถุประสงค์ไว้

คำสำคัญ: ผู้พิการทางสายตา; ไม้เท้าอัจฉริยะ; การส่งข้อความแจ้งเตือน; แอปพลิเคชัน

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (Print): 1686-9869, ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2022.06.002

บทความวิจัย

Smart Cane for Helping Blind People

Sopida Tuammee*, Hathairat Ketmaneechairat, Chanlika Phetmaneeninsai and Podsawath Phansodte

Department of Information and Production Technology Management, College of Industrial Technology, King Mongkut's University of Technology North Bangkok
*Corresponding author, E-mail: sopida.t@cit.kmutnb.ac.th

Received: 14 September 2021; Revised: 31 May 2022; Accepted: 1 June 2022
Online Published: 11 June 2022

Abstract: The purpose of this research was to develop and test the performance of a smart cane for helping blind people. In this research, we used an Arduino broad, Ultrasonic Sensor, Humidity Sensor, Bluetooth, a DC motor, a GPS application with a text-to-speech function, Arduino IDE and Android Studio with C++ and Java language to build and develop the smart cane for help blind people. After testing our smart cane for helping blind people, we found that it can alert blind people about obstructions within a radius of two meters and when the cane's tip detects puddles in front, there is a vibration alert and a voice message to notify users as needed. Furthermore, the cane can send messages to contacts saved on their phones to ask for help by pressing the button on the cane to ask for help. The efficiency of the work of the cane's functions can be considered 95.72% of the actual work system according to the set objectives.

Keywords: Blind people; Smart cane; SMS alert; Application

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (Print): 1686-9869, ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2022.06.002

1. บทนำ

ในปัจจุบันเป็นยุคแห่งการใช้เทคโนโลยีและการนำนวัตกรรมมาใช้ในอุตสาหกรรมและชีวิตประจำวันมากขึ้น มีการคิดค้นเทคโนโลยีใหม่ๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์ในยุค 4.0 ไม่ว่าจะเป็นการนำหุ่นยนต์มาใช้ในอุตสาหกรรม การพัฒนารถยนต์ที่ใช้ไฟฟ้าหรือ EV การพัฒนาระบบการขนส่งที่รวดเร็วและติดตามสินค้าได้ รวมถึงมีการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการติดต่อสื่อสารกันอย่างแพร่หลาย นอกจากนี้ในการดำเนินชีวิตของผู้คนก็มีการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการช่วยเหลือมนุษย์มากขึ้น และอีกหนึ่งด้านที่น่าสนใจก็คือ ด้านการอำนวยความสะดวกในการใช้ชีวิตประจำวัน ซึ่งเทคโนโลยีและนวัตกรรมสามารถช่วยในการพัฒนาอุปกรณ์ต่างๆ โดยสามารถอำนวยความสะดวกได้หลากหลายรูปแบบ และสนองตอบต่อความต้องการของบุคคลหลากหลายกลุ่ม ยกตัวอย่าง เช่น รถเข็นผู้ป่วยไฟฟ้า ซึ่งพัฒนาขึ้นมาจากรถเข็นผู้ป่วยที่จำเป็นต้องมีผู้เข็นให้แก่ผู้ป่วยหรือผู้พิการที่โดยสารด้วยรถเข็นให้เป็นรถเข็นที่มีปุ่ม หรือรีโมทคอนโทรล เพื่อสั่งการให้รถเข็นเคลื่อนที่ และยังสามารถตรวจสอบสถานะของผู้ป่วยได้ด้วย ซึ่งทำให้ผู้ป่วยหรือผู้พิการสามารถช่วยเหลือตัวเองได้มากขึ้น และด้วยการพัฒนาของอุปกรณ์พกพาอย่างสมาร์ทโฟน และการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ไร้สายที่ก้าวหน้ามากขึ้น ทำให้เทคโนโลยีเหล่านี้เข้ามามีบทบาทในนวัตกรรมเหล่านี้ด้วย ยกตัวอย่างจากรถเข็นผู้ป่วยไฟฟ้านอกจากการติดรีโมทแล้วยังสามารถเปลี่ยนเป็นใส่ระบบการติดต่อแอปพลิเคชันการสั่งการรถเข็นของสมาร์ทโฟนผ่านบลูทูธได้ด้วย เป็นต้น [1]

จากสถิติการสำรวจโดยกรมส่งเสริมและพัฒนาชีวิตผู้พิการวันที่ 31 มีนาคม พ.ศ. 2562 พบว่า “ในประเทศไทยมีผู้พิการตาบอดมากถึง 196,081 คน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 9.82 ของผู้พิการที่ออกบัตรคนพิการ ซึ่งมีจำนวนมากเป็นอันดับ 3 จากผู้ที่ออกบัตรคนพิการทั้งหมด 1,995,767 คน” [2] ทำให้ไม้เท้าเข้ามามีบทบาทในการอำนวยความสะดวกแก่คนตาบอด โดยมีการระบุถึงประเภทความพิการทางสายตาตามสีของไม้เท้า เช่น หากไม้เท้าเป็นสีขาวล้วนแสดงว่าผู้ใช้เป็นคนตาบอดแบบมืดสนิท หากบริเวณปลายไม้เท้าเป็นสีแดงนั้นหมายความว่า ผู้ใช้เป็นคนตาบอดแบบยังพอเห็นแบบลางๆ บ้างหรือมีระยะการมองเห็นที่จำกัดมากจนเกือบมืดสนิท หากไม้เท้ามีแทบสีแดงทั้งหัวและปลายของไม้เท้า หมายความว่าผู้ใช้เป็นคนตาบอดที่หูหนวกด้วยเช่นกัน ปัจจุบันถึงแม้ว่าเทคโนโลยีเหล่านี้จะพัฒนาอุปกรณ์ไปมากเท่าไหร่ ก็ยังมีอุปกรณ์การอำนวยความสะดวกบางอย่างที่ไม่ได้รับการพัฒนา เช่น ไม้เท้าสีขาว หรือไม้เท้าพลาสติกสีขาว อันเป็นสัญลักษณ์และอุปกรณ์คู่ชีวิตของคนตาบอดนั้นมีการพัฒนาเพียงแค่พับเก็บได้ เพื่อสะดวกต่อการพกพาเท่านั้น และในปัจจุบันถึงแม้ว่าจะมีการพัฒนาไม้เท้าที่มีระบบเซ็นเซอร์เพื่อตรวจจับสิ่งกีดขวางและส่งสัญญาณเตือนในรูปแบบสั่นเตือน หรือการส่งเสียงสัญญาณเตือน สามารถทำได้เพียงแค่แจ้งเตือนว่าข้างหน้ามีสิ่งกีดขวางหรือไม่

จากการทบทวนงานวิจัยและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ พบว่ามีการพัฒนาไม้เท้าสำหรับผู้พิการทางสายตามากมาย ซึ่งแต่ละงานวิจัยมีการออกแบบฟังก์ชันการใช้งานที่แตกต่างกันออกไป และเลือกใช้เทคโนโลยีที่หลากหลายรูปแบบ เช่น

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (Print): 1686-9869, ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2022.06.002

งานวิจัยในต่างประเทศ ในปี ค.ศ. 2017 A. Anwar และ S. Aljahdali [3] ได้ทำการออกแบบสมาร์ทสติ๊ก (Smart Stick) สำหรับช่วยเหลือคนตาบอด โดยสมาร์ทสติ๊กสามารถช่วยคนตาบอดตรวจพบสิ่งกีดขวางหรืออันตรายที่อยู่ข้างหน้าระหว่างการเดิน และเพื่อให้สามารถจำแนกแยกแยะสิ่งรอบตัวได้ระบบดังกล่าวได้ถูกออกแบบมาให้ทำหน้าที่เหมือนวิสัยทัศน์เทียมและหน่วยแจ้งเตือนภัย ประกอบด้วยเซ็นเซอร์ 5 ประเภท คือ Ultrasonic Sensor, IR Sensor, Water Sensor, Fire Sensor และ Light (LDR) Sensor โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Arduino Uno R3) ในการรับสัญญาณจากเซ็นเซอร์ต่างๆ และทำการประมวลผลสัญญาณพัลส์ (Pulses) สั้นๆ ไปยังขาของ Arduino ที่เชื่อมต่อกับบลัซเซอร์ (Buzzers) ไวเบรเตอร์ (Vibrator) และระบบเตือนภัยด้วยเสียง โดยมีการประยุกต์ใช้ GPS Navigation ในโทรศัพท์เคลื่อนที่ เพื่อนำทางคนตาบอดไปยังสถานที่ใหม่และสถานที่ที่ไม่คุ้นเคย และใช้หูฟังในการฟังระบบนำทางด้วยเสียงและฟังสัญญาณเตือนต่างๆ ต่อมาในปี ค.ศ. 2018 D. Sathya และคณะ [4] ได้กล่าวไว้ว่า ไม้เท้าปกติทั่วไปไม่ได้ทำการแจ้งเตือนเมื่อมีสิ่งกีดขวางและไม่มีประสิทธิภาพสำหรับผู้พิการทางสายตา เนื่องจากผู้พิการทางสายตาไม่สามารถรับรู้ได้ว่าวัตถุที่อยู่ข้างหน้าคือสิ่งใด ผู้พิการทางสายตาไม่สามารถจำแนกขนาดวัตถุที่อยู่ข้างหน้าหรือไม่สามารถทราบถึงระยะห่างระหว่างตัวบุคคลกับวัตถุได้ ซึ่งทำให้ยากต่อการเคลื่อนที่ของผู้พิการทางสายตา ดังนั้นจึงได้ทำการออกแบบไม้เท้าอัจฉริยะ (Smart Walking Stick) สำหรับคนตาบอด เพื่อทำหน้าที่ในการนำทางและช่วยให้การใช้ชีวิตประจำวันสะดวกและง่ายยิ่งขึ้น ไม้เท้าอัจฉริยะที่ได้ออกแบบมานั้นสามารถตรวจจับวัตถุและวัดระยะห่างระหว่างวัตถุได้ด้วย Ultrasonic Sensor เมื่อมีสิ่งกีดขวางเข้ามาใกล้ทางด้านหน้าของผู้พิการทางสายตา ผู้พิการทางสายตาสามารถรู้เกี่ยวกับสิ่งกีดขวางดังกล่าวได้ด้วยการได้ยินเสียงจากหูฟังแบบเรียลไทม์ (Real Time) ซึ่งระบบประกอบด้วย USB Camera, RF Module, Rain Sensor, Ultrasonic Sensor, Raspberry pi และหูฟัง งานวิจัยนี้ได้ประยุกต์ใช้ Raspberry pi เป็นศูนย์กลางควบคุมระบบ ในปี ค.ศ. 2020 Y. Alex และคณะ [5] ได้กล่าวไว้ว่าการตาบอดเป็นสภาวะที่ขาดการรับรู้ทางสายตา ซึ่งทำให้มองไม่เห็นสิ่งใดๆ รวมทั้งแสงด้วย คนตาบอดหรือผู้พิการทางสายตาจึงต้องการความช่วยเหลือบางอย่างเพื่อให้รู้สึกปลอดภัยขณะนำทาง ซึ่งมีการใช้ไม้ค้ำยันแบบธรรมดากันอย่างแพร่หลายในการช่วยเหลือ แต่มีข้อจำกัดมากเกินไป ดังนั้นสถานการณ์ปัจจุบันจึงต้องการไม้เท้าที่ได้รับการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยี หนึ่งในเทคโนโลยีเหล่านั้น คือ ไม้เท้าอัจฉริยะ (Smart Cane) ซึ่งเป็นวิธีแก้ปัญหาสำหรับผู้พิการทางสายตาได้ Y. Alex และคณะ [5] จึงได้ทำการออกแบบไม้เท้าอัจฉริยะสำหรับคนตาบอดและผู้พิการทางสายตา ในงานทดลองนี้ได้ฝังระบบการนำทางคนตาบอดอัจฉริยะที่เรียบง่าย ประหยัด และเป็นมิตรกับผู้ใช้ ระบบนี้ได้ออกแบบมาเพื่อช่วยให้ทั้งผู้พิการทางสายตาและคนตาบอดมีความคล่องตัวมากขึ้น เพื่อให้สามารถพึ่งพาตนเองในการทำกิจวัตรประจำวันได้ ไม้เท้าอัจฉริยะนี้ได้ออกแบบให้ไม้เท้าสีขาวสามารถปรับระดับได้ มีน้ำหนักเบา พร้อมเซ็นเซอร์หลายตัวที่เชื่อมต่อกับบอร์ด Arduino เช่น มีการติดตั้ง Ultrasonic และ

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (Print): 1686-9869, ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2022.06.002

Infrared Sensors ในตำแหน่งที่เหมาะสมเพื่อตรวจจับสิ่งกีดขวางและสามารถสแกนพื้นที่ที่กำหนดไว้ล่วงหน้าทั้งตำแหน่งที่รู้จักและไม่รู้จักรอบตัวคนตาบอดโดยการปล่อยคลื่นสะท้อน เซ็นเซอร์ที่ติดตั้งจะส่งสัญญาณไปยัง Arduino ที่ตั้งโปรแกรมไว้ แล้วทำการแจ้งเตือนผ่านบลัซเซอร์ (Buzzers) และไวเบรเตอร์ (Vibrator) และส่งสัญญาณเสียงเพื่อนำทางคนตาบอดได้อย่างปลอดภัย ในปีเดียวกัน M.D. Messaoudi และคณะ [6] ได้ทำการวิจัยเรื่อง ระบบนำทางไม้เท้าอัจฉริยะอัตโนมัติสำหรับการใช้งานในร่ม เป็นระบบที่ออกแบบมาโดยมีจุดมุ่งหมายเพื่ออำนวยความสะดวกในการนำทางในร่ม โดยใช้คลาวด์คอมพิวติ้ง (Cloud Computing) และเครื่องสแกนไร้สาย Internet of Things (IoT) ระบบนี้ประกอบไปด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ กล้อง เครื่องมือวัดความเร่ง (Accelerometers) และสามารถส่งข้อความเสียงได้ ต่อมาในปี ค.ศ. 2021 M.H.A. Wahab และคณะ [7] ได้ทำวิจัยเรื่อง ไม้เท้าอัจฉริยะ (Smart Cane): ไม้เท้าช่วยเหลือสำหรับผู้พิการทางสายตา โดยวัตถุประสงค์หลักของการศึกษานี้คือ การสร้างต้นแบบที่สามารถตรวจจับวัตถุหรือสิ่งกีดขวางข้างหน้าผู้ใช้งานและทำการแจ้งเตือนกลับในรูปแบบของข้อความเสียงและการสั่นไปยังผู้ใช้งาน งานวิจัยนี้ได้ประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์ MPLAB ในการพัฒนา Source Code ของ PIC Microcontroller ส่วนฮาร์ดแวร์ประกอบด้วย (1) ใช้ Ultrasonic Sensor สร้างคลื่นเสียงความถี่สูงและประเมินเสียงสะท้อนที่ได้รับกลับมาโดย (2) ไมโครคอนโทรลเลอร์ ใช้สำหรับควบคุมระบบ เนื่องจากไมโครคอนโทรลเลอร์มีความสามารถในการจัดเก็บและสามารถเรียกใช้งานที่ไม่ซ้ำกันทำให้ใช้งานได้หลากหลายมากขึ้น และ (3) เครื่องตรวจจับน้ำ (Water Detector) เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็กที่ออกแบบมาเพื่อตรวจจับน้ำที่ขังอยู่ในแอ่งน้ำ สำหรับในประเทศไทย มีการพัฒนาไม้เท้าสำหรับผู้พิการทางสายตามาอย่างต่อเนื่องเช่นกัน เช่น ในปี ค.ศ. 2013 W. Tiyapatanakul และ W. Puangsaijai [8] ได้ทำการออกแบบไม้เท้าอัจฉริยะสำหรับคนตาบอด โดยมี 3 ฟังก์ชันการใช้งานหลัก คือ (1) การบอกสถานที่ที่คนพิการทางสายตาอยู่ในขณะนั้น โดยใช้โมดูลเสียงส่งเสียงบอกสถานที่ (2) สามารถส่งข้อความไปยังบุคคลใกล้ชิด หรือผู้ดูแลผ่านโมดูล จีเอสเอ็ม และ (3) สามารถตรวจจับสิ่งกีดขวางโดยใช้โมดูลตรวจจับด้วยอัลตราโซนิกส์ ต่อมาในปี ค.ศ. 2016 W. Sukmanee และ A. Chanklang [9] ได้ออกแบบและสร้างไม้เท้าอัจฉริยะ ซึ่งมีความสามารถในการสั่นแจ้งเตือนเมื่อพบสิ่งกีดขวางอยู่บริเวณข้างหน้าของผู้ใช้งาน เสียงแจ้งเตือนขอความช่วยเหลือเมื่อผู้ใช้งานเกิดอุบัติเหตุ และยังสามารถปรับระดับความสูงของไม้เท้าให้เหมาะกับผู้ใช้งานได้ โดยใช้หลักการทำงานของ Infrared Proximity Sensor และ Accelerometer นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยของ K. Chanprasert (ค.ศ. 2017) [10] ได้ทำงานวิจัยเรื่อง “การพัฒนาเครื่องแจ้งเตือนสิ่งกีดขวางเพื่อผู้พิการทางสายตา” ตัวเครื่องประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ส่วนศีรษะ ส่วนลำตัว และส่วนขา ซึ่งอาศัยหลักการทำงานของการสะท้อนของคลื่น โดยประยุกต์ใช้เซ็นเซอร์แบบ อัลตราโซนิกส์ในการตรวจจับสิ่งกีดขวาง การทำงานของเครื่องดังกล่าวเป็นการทำงานแบบไร้สายเพื่อความสะดวกต่อการใช้งานการแสดงสัญญาณเตือนผู้พิการทางสายตาให้รับรู้ว่ามีสิ่งกีด

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (Print): 1686-9869, ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2022.06.002

ขวางมี 2 ลักษณะ คือ การสั่นของมอเตอร์และเสียง 3 แบบ เครื่องจะเริ่มเตือนเมื่อสิ่งกีดขวางอยู่ห่างจากผู้พิการทางการเห็น 40-60 เซนติเมตร ในปีเดียวกัน N. Phatphakiti และคณะ [11] ได้สร้างหมวกแจ้งเตือนสิ่งกีดขวางด้วยอัลตราโซนิกส์สำหรับผู้พิการทางสายตาขึ้นมา โดยจุดเด่นของผลงาน คือ มีโครงสร้างที่ติดตั้งง่าย สะดวก ใช้เซ็นเซอร์อัลตราโซนิกส์เป็นตัวตรวจจับระยะทาง และใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ที่มีราคาถูกเป็นตัวประมวลผล ใช้งานง่ายไม่ซับซ้อน มีระบบแจ้งเตือนทั้งในรูปแบบเสียงหรือระบบสั่นเมื่อระยะทางเข้าใกล้จะมีเสียงเตือนที่ดังถี่ขึ้นหรือสั่นรุนแรงขึ้น ทำให้ทราบถึงความใกล้ไกลของระยะเพื่อให้ผู้พิการทางสายตา เตรียมป้องกันอันตรายที่จะเกิดการชนกับสิ่งกีดขวาง นอกจากนี้ระยะการแจ้งเตือนผู้พิการทางสายตายังสามารถปรับระยะของการแจ้งเตือนได้ด้วยตัวเองอีกด้วย ต่อมาในปี ค.ศ. 2018 R. Jaisuthi และคณะวิจัย [12] ได้มีการนำเสนอ “ไม้เท้าอัจฉริยะโฉมใหม่” เพื่อป้องกันอันตรายสำหรับผู้พิการทางสายตาที่มาพร้อมเซ็นเซอร์บอกจุดอันตราย 3 ระดับ พร้อมส่งสัญญาณเตือนในรูปแบบของ “เสียง-สั่น” แบบเรียลไทม์ คือ แนวดิ่งระยะ 50, 120 และแนวดิ่ง 100 ซม. โดยมีต้นทุนในการพัฒนาตัวต้นแบบประมาณ 1,800 บาท เป็นต้น

จากงานวิจัยที่ผ่านมาในอดีตข้างต้น จะพบว่าอุปกรณ์ช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกแก่ผู้พิการทางการเห็นส่วนใหญ่ มีระบบแจ้งเตือนที่ยังไม่เชื่อมต่อกับโทรศัพท์สมาร์ทโฟนผ่านแอปพลิเคชันที่ทำให้สะดวกต่อการใช้งานและเข้ากับลักษณะไลฟ์สไตล์ในการใช้ชีวิตของผู้พิการทางการมองเห็นในปัจจุบัน ดังนั้น คณะผู้วิจัยทำจึงเล็งเห็นความสำคัญในการพัฒนาระบบแจ้งเตือนรูปแบบข้อความให้มีประสิทธิภาพที่ดีกว่าเดิม โดยจะมีการระบุถึงรูปแบบระยะและระดับความสูงของสิ่งกีดขวางให้มีความสามารถมากยิ่งขึ้น และสามารถเชื่อมต่อกับโทรศัพท์สมาร์ทโฟนผ่านแอปพลิเคชันที่ได้พัฒนาขึ้นมาควบคู่กันกับไม้เท้าอัจฉริยะ ซึ่งแอปพลิเคชันที่ได้ทำการพัฒนาขึ้นมานั้นจะสามารถรับคำสั่งจากไม้เท้าเพื่อมาแปลงเป็นข้อความและใช้ระบบการอ่านข้อความที่ได้รับผ่านหูฟังให้แก่ผู้พิการทางการเห็นเพื่อแจ้งเตือน อีกทั้งยังสามารถส่งข้อความไปหาผู้ ติดต่อที่มีการบันทึกรายชื่อไว้ได้ เพื่อขอความช่วยเหลือในกรณีที่เกิดอุบัติเหตุ หรือเกิดเหตุการณ์ที่ไม่คาดคิดขึ้น ซึ่งคณะผู้วิจัยคาดหวังว่า การพัฒนาไม้เท้าอัจฉริยะสำหรับช่วยเหลือผู้พิการทางสายตาจะสามารถช่วยให้เกิดการพัฒนาคุณภาพชีวิตของผู้พิการทางการมองเห็นให้มีชีวิตความเป็นอยู่ที่ดีขึ้นและมีความสะดวกในการใช้อุปกรณ์ดังกล่าวในการดำรงชีวิตประจำวัน

2. วิธีการดำเนินงานวิจัย

2.1 การวิเคราะห์ (Analysis)

คณะผู้วิจัยได้ทำการแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วนหลัก คือ (1) ส่วนของฮาร์ดแวร์ (Hardware) และ (2) ส่วนของซอฟต์แวร์ (Software) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ในส่วนของฮาร์ดแวร์ (Hardware) นั้นประกอบไปด้วยการศึกษาวิธีการใช้งานอุปกรณ์ต่างๆ ที่นำมาใช้ในไม้เท้าอัจฉริยะสำหรับผู้พิการทางสายตา และการศึกษาถึงความต้องการของผู้พิการทางสายตาร่วมกัน เพื่อใช้ในการกำหนด ออกแบบระบบและวงจร

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (Print): 1686-9869, ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2022.06.002

ในการพัฒนาไม้เท้าอัจฉริยะสำหรับช่วยเหลือผู้พิการทางสายตา ซึ่งจากการศึกษาความต้องการ พบว่าผู้พิการทางสายตาต้องการที่จะทราบถึงสิ่งกีดขวางที่อยู่บริเวณด้านหน้าและต้องการที่หลีกเลี่ยงจากการชนกระแทกสิ่งกีดขวาง หรือการลื่นล้มจากการเหยียบแอ่งน้ำ และจากการศึกษางานวิจัยในอดีตเป็นต้นแบบจึงทำให้เกิดแนวคิดการใช้งานอัลตราโซนิกส์เซ็นเซอร์ในการตรวจจับวัตถุหรือสิ่งกีดขวาง โดยใช้หลักการของการวัดระยะด้วยการวัดระยะเวลาการสะท้อนของเสียง และเพื่อที่จะพัฒนาต่อยอดจากงานวิจัยต้นแบบจึงเกิดแนวคิดที่จะระบุถึงสิ่งกีดขวางที่อยู่เหนือศีรษะ และระบุถึงพื้นต่างระดับด้วยวิธีการติดตั้งอัลตราโซนิกส์ในองศาที่แตกต่างกัน และเพื่อลดอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นจากการลื่นล้มจากแอ่งน้ำ จึงมีแนวคิดในการติดตั้งเซ็นเซอร์วัดความชื้น เพื่อการวัดพื้นทางข้างหน้ามีว่าแอ่งน้ำหรือไม่ และยังเพิ่มระบบของการขอความช่วยเหลือในกรณีฉุกเฉินเพื่อติดต่อขอความช่วยเหลือไปยังผู้ติดต่อที่ได้บันทึกไว้ จากที่กล่าวข้างต้นทำให้มีอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ที่ต้องใช้ประกอบไปด้วยอัลตราโซนิกส์เซ็นเซอร์ 4 ตัว เซ็นเซอร์วัดความชื้น 1 ตัว โมดูลบลูทูธ มอเตอร์แบบสั่น และรีเลย์โมดูล ซึ่งใช้จำนวนช่องขา I/O จำนวนมาก จึงทำให้บอร์ด Arduino ที่เลือกใช้เป็นรุ่น MEGA 2560 เพื่อรองรับจำนวนอุปกรณ์และโมดูลที่ติดตั้งด้วย ดังนั้น ในการทำงานของไม้เท้าจะแบ่งเป็น 5 ส่วน คือ (1) การวัดระยะวัตถุด้านหน้า (2) การตรวจจับสิ่งกีดขวางเหนือศีรษะ (3) การวัดพื้นที่ทางต่างระดับ (4) การตรวจจับแอ่งน้ำ และ (5) ระบบการส่งข้อความขอความช่วยเหลือ

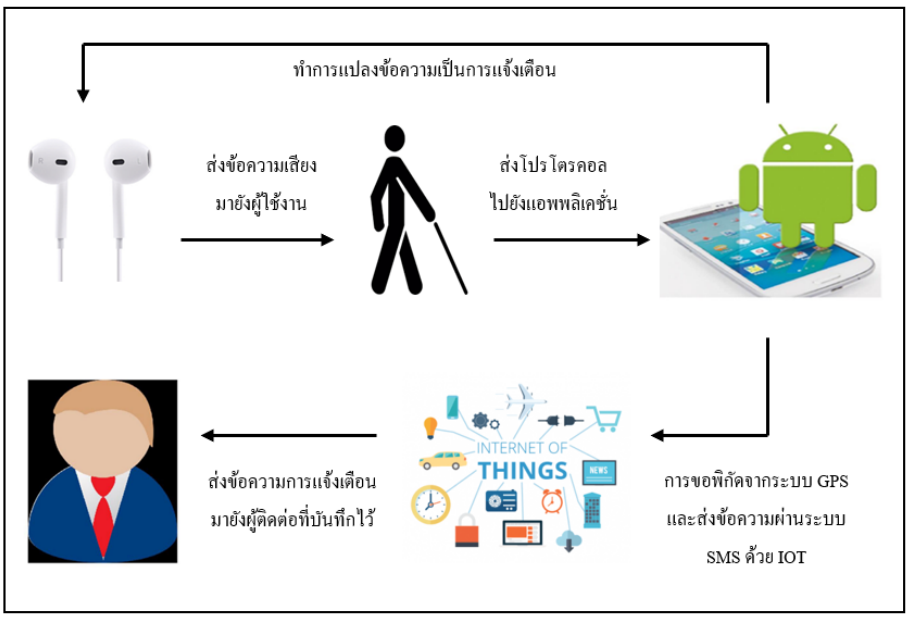
ในส่วนของซอฟต์แวร์ (Software) นั้น ไม้เท้าอัจฉริยะสำหรับผู้พิการทางสายตา มีซอฟต์แวร์ที่ใช้ทั้งหมด 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนของระบบควบคุม และส่วนของแอปพลิเคชัน ส่วนของระบบควบคุมเป็นการควบคุมอุปกรณ์ จำเป็นต้องมีโปรแกรมระบบติดตั้งที่บอร์ด Arduino เพื่อที่จะใช้ควบคุมการทำงานของบอร์ด และอุปกรณ์โมดูลที่ติดตั้ง ซึ่งในการพัฒนาระบบนั้น จะใช้ Arduino IDE และเขียนโปรแกรมด้วยภาษา C++ เพื่อให้มีการทำงานได้หลายๆ อย่างในเวลาที่ใกล้กัน โดยลดการรอเวลาประมวลผลให้มากที่สุด กับบอร์ด Arduino MEGA ซึ่งเป็นบอร์ดที่ทำงานในรูปแบบการประมวลผลทีละคำสั่ง ซึ่งทำให้เกิดสถานการณ์ที่ต้องรอการประมวลผลที่นานเกินไปในการแจ้งเตือนแต่ละครั้งนั้น คณะผู้วิจัยจึงใช้วิธีการสร้างโปรแกรมจับเวลาในการจับเวลา เพื่อสั่งการทำงานของอุปกรณ์ เพื่อลดระยะเวลาในการประมวลผล และการรอคิวของการทำงานของอุปกรณ์แต่ละตัว อีกทั้งยังลดปัญหาในการเกิดสัญญาณรบกวนกันในเซ็นเซอร์แต่ละตัวอีกด้วย ส่วนของแอปพลิเคชัน จะใช้สำหรับระบบการแจ้งเตือนด้วยเสียง โดยทำการเขียนโปรแกรมเพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันบนระบบแอนดรอยด์ โดยการรับส่งคำสั่งระหว่างแอปพลิเคชันและไม้เท้า เพื่อมาแปลงเป็นข้อความและใช้ระบบการอ่านข้อความที่ได้รับผ่านหูฟังให้แก่ผู้พิการทางสายตาเพื่อแจ้งเตือน อีกทั้งยังสามารถส่งข้อความไปหาผู้ติดต่อที่บันทึกไว้ได้ เพื่อการขอความช่วยเหลือผ่านการกดปุ่มขอความช่วยเหลือ

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (Print): 1686-9869, ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2022.06.002

จากการศึกษาระบบต้นแบบ ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง และการศึกษาความต้องการของผู้พิการทางสายตาต่อไม้เท้า สามารถสรุปแนวคิดในการพัฒนาฟังก์ชันการทำงานของไม้เท้าอัจฉริยะและอุปกรณ์ที่ต้องใช้ได้ดังตารางที่ 1 ดังนั้น กรอบแนวคิดการทำงานของไม้เท้าอัจฉริยะสำหรับช่วยเหลือผู้พิการทางสายตา สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 1

ตารางที่ 1 สรุปฟังก์ชันการทำงานของไม้เท้าอัจฉริยะและอุปกรณ์ที่ใช้ในการพัฒนาไม้เท้าอัจฉริยะ

อุปกรณ์ที่ใช้	ฟังก์ชันการทำงานของไม้เท้าอัจฉริยะ	
	ส่วนของไม้เท้าอัจฉริยะ	ส่วนของแอพเซอร์วิส
1. ไม้เท้าสำหรับผู้พิการทางสายตา เป็นพลาสติก สามารถปรับขนาดความยาวได้ระหว่าง 70-110 เซนติเมตร 2. Arduino MEGA 3. อัลตราโซนิกส์เซ็นเซอร์จำนวน 4 ตัว 4. เซ็นเซอร์วัดความชื้น จำนวน 1 ตัว 5. มอเตอร์ไฟฟ้าแบบสั่น 6. บลูทูธ 7. พาวเวอร์แบงค์ขนาด 40,000 mAh	1. สามารถตรวจจับตำแหน่งของวัตถุได้ในระยะประมาณ 3 เมตร ด้วยการบอกเป็นระยะห่างโดยประมาณ 2. สามารถตรวจจับทางลาดชันพร้อมแจ้งเตือนได้ 3. สามารถตรวจจับความชื้น เพื่อบอกตำแหน่งของพื้นที่เปียกหรือมีน้ำขังได้	1. สามารถทำงานได้ในสมาร์ทโฟนที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ 2. สามารถใช้งานระบบ GPS ในการจับตำแหน่งจากสมาร์ทโฟนได้ 3. สามารถแปลงโปรโตคอลเป็นคำสั่งในการส่งข้อความการเตือนสิ่งกีดขวางที่รับจากไม้เท้า 4. สามารถเข้าถึงการส่งข้อความในการแจ้งเตือน



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดการทำงานของไม้เท้าอัจฉริยะสำหรับช่วยเหลือผู้พิการทางสายตา

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (Print): 1686-9869, ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2022.06.002

2.2 การออกแบบ (Design)

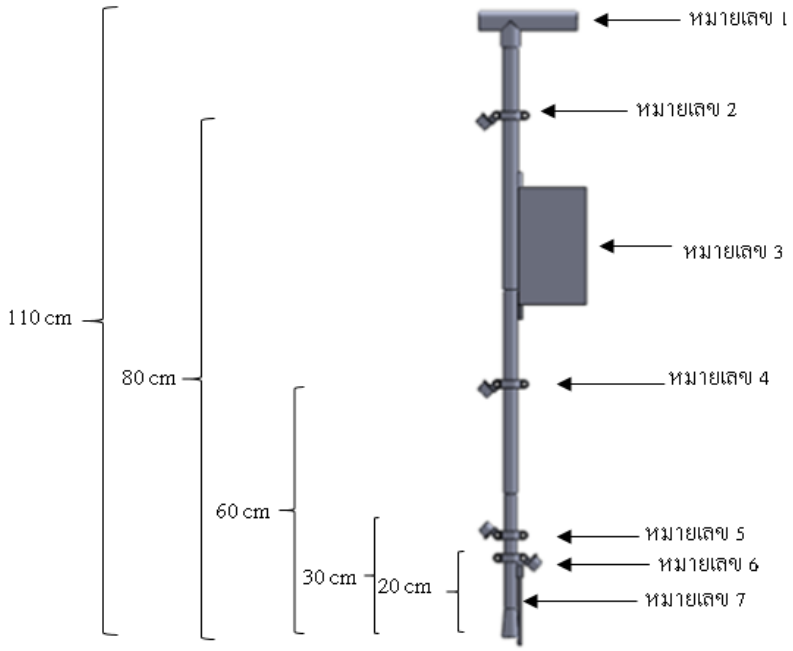
การออกแบบไม้เท้าอัจฉริยะ จะประกอบด้วยอุปกรณ์ที่ติดตั้งบนด้ามของไม้เท้า ได้แก่ ด้ามจับไม้เท้า (หมายเลข 1) เซ็นเซอร์อัลตราโซนิกส์ จำนวน 4 ตัว เป็นโมดูลวัดระยะและตรวจจับสิ่งกีดขวาง โดยติดตั้งทั้งหมด 4 ตำแหน่ง ได้แก่ ตำแหน่งบริเวณด้ามไม้เท้า จำนวน 1 ตัว (หมายเลข 2) ใช้สำหรับวัดระยะและตรวจจับสิ่งกีดขวางบริเวณเหนือศีรษะ ตำแหน่งบริเวณกลางไม้เท้า จำนวน 1 ตัว (หมายเลข 4) ใช้วัดระยะและตรวจจับสิ่งกีดขวางบริเวณทางด้านหน้า และตำแหน่งบริเวณปลายไม้เท้า ใช้วัดระยะและตรวจจับสิ่งกีดขวางบริเวณด้านหน้าและด้านหลังจำนวน 2 ตัว (หมายเลข 5 และ 6) โดยเซ็นเซอร์ตัวที่ 1 เป็นเซ็นเซอร์วัดระยะเหนือศีรษะ ติดตั้งที่ระยะ 80 เซนติเมตร เซ็นเซอร์ตัวที่ 2 และ 3 เป็นเซ็นเซอร์วัดระยะวัตถุด้านหน้า ติดตั้งในระยะ 60 เซนติเมตร และ 30 เซนติเมตร ตามลำดับ และเซ็นเซอร์ตัวที่ 4 เป็นเซ็นเซอร์วัดระยะทางลาดชัน ติดตั้งในระยะ 20 เซนติเมตร การวัดระยะติดตั้งเซ็นเซอร์นี้ วัดจากตำแหน่งปลายไม้เท้าจนถึงตัวเซ็นเซอร์เป็นหลัก โดยตำแหน่งการติดตั้งเซ็นเซอร์ได้มาจากการแบ่งไม้เท้าออกเป็น 3 ส่วน เพื่อหาจุดติดตั้งเซ็นเซอร์ ยกเว้นเซ็นเซอร์ตัวที่ 1 (หมายเลข 2) ที่ต้องติดตั้งห่างจากเซ็นเซอร์ตัวที่ 4 (หมายเลข 6) ในระยะ 60 เซนติเมตร ใช้วัดระยะและตรวจจับสิ่งกีดขวางบริเวณทางด้านหน้าและด้านหลัง ส่วนปลายไม้เท้าจะติดเซ็นเซอร์วัดความชื้นจำนวน 1 ตัว (หมายเลข 7) ใช้สำหรับวัดระดับความชื้นของพื้น โดยการทำงานถูกออกแบบให้ตรวจจับวัตถุด้านหน้า ทางต่างระดับ และแอ่งน้ำทุกๆ 5 วินาที เพราะเป็นข้อมูลหลักที่ควรได้รับการตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง ส่วนการตรวจจับสิ่งกีดขวางเหนือศีรษะจะทำการตรวจจับทุกๆ 8 วินาที เพื่อแยกการวัดสิ่งกีดขวางเหนือศีรษะให้ไม่ซ้ำกับการทำงานตรวจจับในระยะอื่นๆ สำหรับในกล่องควบคุม (หมายเลข 3) จะมีบอร์ด Arduino กับโมดูลบลูทูธติดตั้งข้างในกล่องควบคุมและบริเวณด้ามจับของไม้เท้าจะติดตั้งปุ่มกดทั้ง 3 ปุ่ม เพื่อใช้ในการควบคุมไม้เท้าอัจฉริยะ การออกแบบไม้เท้าอัจฉริยะสำหรับช่วยเหลือผู้พิการทางสายตา แสดงดังรูปที่ 2

การออกแบบส่วนของระบบควบคุม เพื่อที่จะใช้ควบคุมการทำงานของบอร์ด และอุปกรณ์โมดูลที่ติดตั้ง สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3

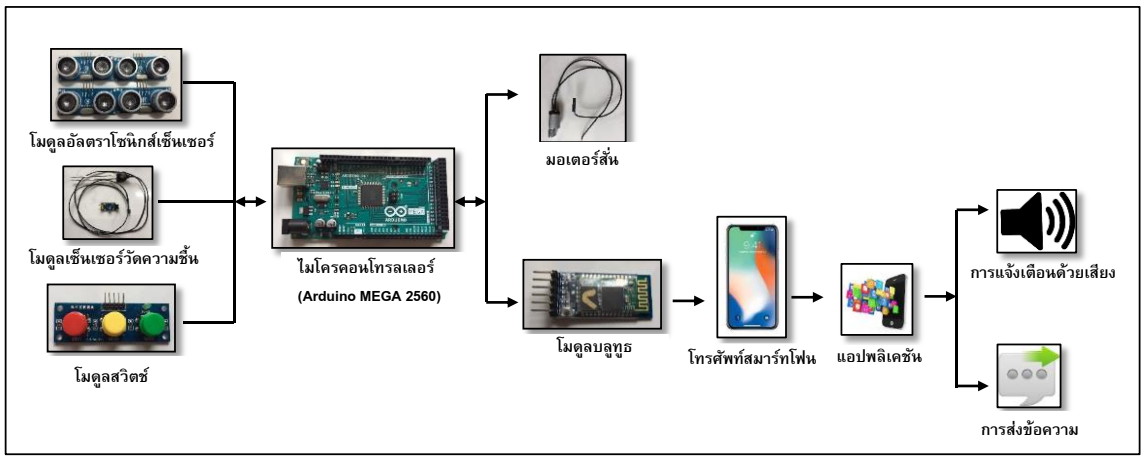
การออกแบบแอปพลิเคชัน คณะผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมข้อมูลเพื่อศึกษาความต้องการของระบบ โดยสามารถออกแบบแอปพลิเคชันสำหรับใช้งานร่วมกับไม้เท้าอัจฉริยะสำหรับช่วยเหลือผู้พิการทางสายตา ทั้งนี้สามารถทำงานได้บนสมาร์ทโฟนระบบปฏิบัติการ แอนดรอยด์เท่านั้น มีการใช้งานระบบ GPS ในการจับตำแหน่งจากสมาร์ทโฟนได้ ทำการแปลงโปรโตคอลเป็นคำสั่งในการส่งข้อความการเตือนสิ่งกีดขวางที่รับจากไม้เท้า ซึ่งแอปพลิเคชันจะสามารถเชื่อมต่อกับไม้เท้าผ่านบลูทูธ เพื่อรับค่าที่สั่งการจากไม้เท้ามา แล้วทำการแจ้งเตือนหรือรับค่าที่ส่งมาจากปุ่มขอความช่วยเหลือ โดยการออกแบบหน้าตาของแอปพลิเคชัน สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4 และแผนภาพแสดงการทำงานของระบบสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 5

บทความวิจัย

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (Print): 1686-9869, ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2022.06.002

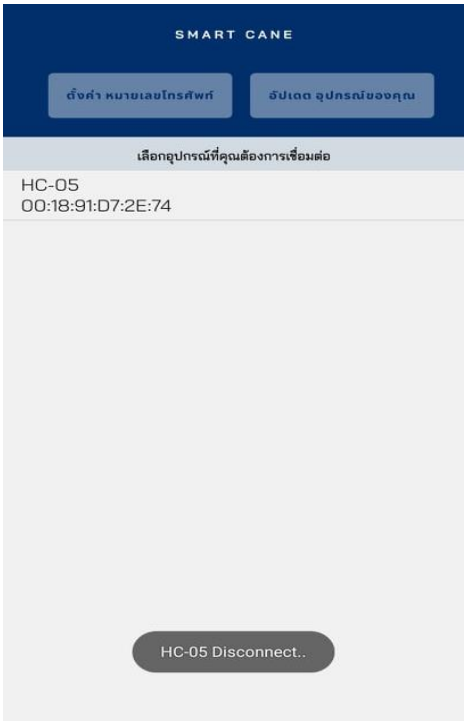


รูปที่ 2 การออกแบบไม้เท้าอัจฉริยะ

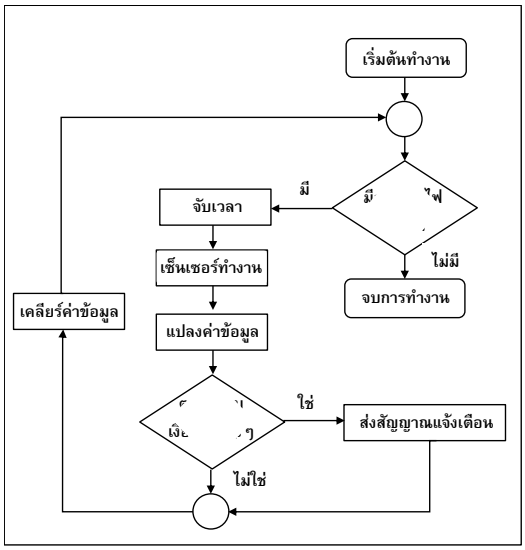


รูปที่ 3 ภาพรวมของระบบควบคุมที่ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (Print): 1686-9869, ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2022.06.002



รูปที่ 4 การออกแบบแอปพลิเคชัน



รูปที่ 5 แผนภาพแสดงการทำงานของระบบ

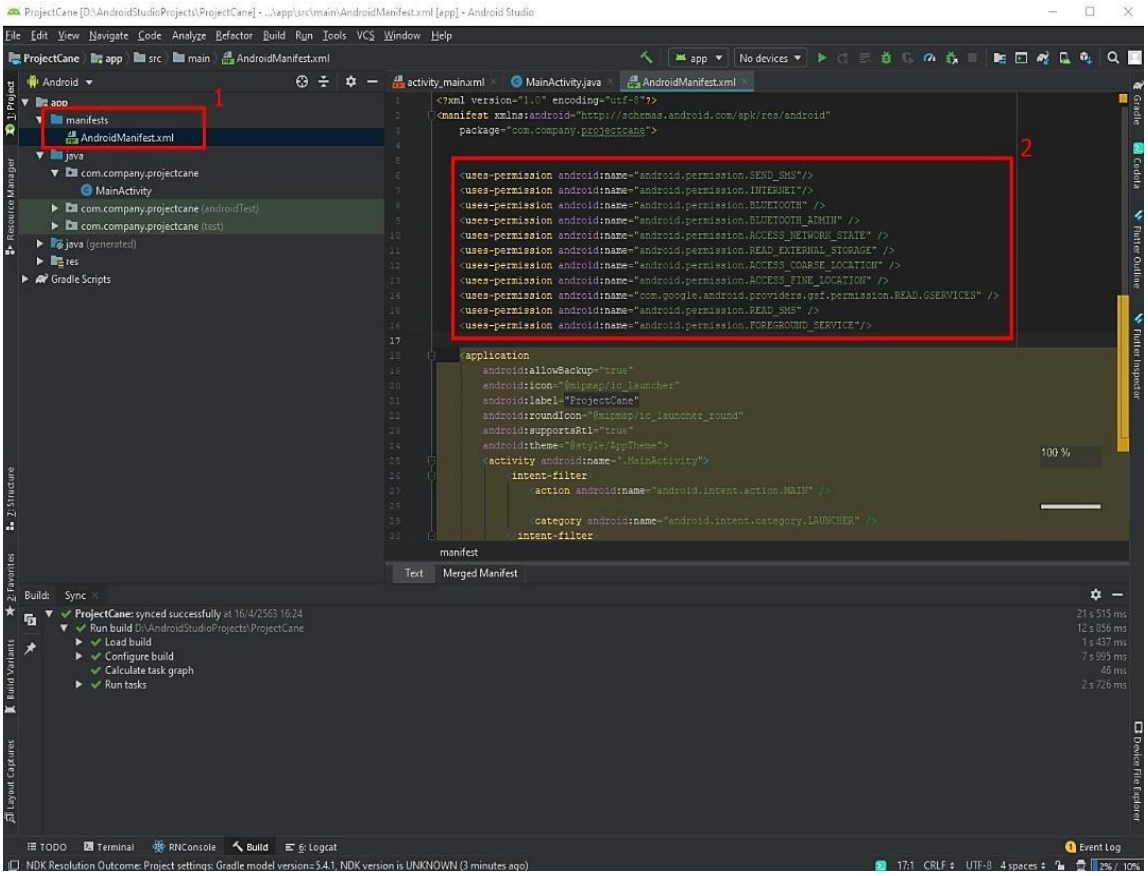
2.3 การพัฒนาระบบ (Development)

การพัฒนาไม้เท้าอัจฉริยะ เริ่มจากการนำไม้เท้ามาทำการติดตั้งอัลตราโซนิกส์เซ็นเซอร์ จำนวน 4 ตัวใช้เป็นโมดูลวัดระยะและตรวจจับสิ่งกีดขวาง โดยทำการติดตั้งเซ็นเซอร์วัดความชื้นจำนวน 1 ตัว บริเวณปลายไม้เท้า ใช้สำหรับวัดระดับความชื้นของพื้นว่ามีน้ำขังหรือไม่ ติดตั้งตัวกล่องควบคุมสำหรับใส่อุปกรณ์ที่บริเวณกลางไม้เท้า ติดตั้งบอร์ด Arduino ลงในกล่องควบคุมเป็นไมโครคอนโทลเลอร์ที่ใช้สำหรับการประมวลผลของโปรแกรมการทำงานของไม้เท้า ติดตั้งโมดูลบลูทูธลงในกล่องควบคุมใช้สำหรับเชื่อมต่อกับแอปพลิเคชันบนสมาร์ทโฟน มอเตอร์ไฟฟ้าแบบสั่น ใช้สำหรับแจ้งเตือนการทำงานของไม้เท้าในพื้นที่ที่มีพื้นเปียกหรือน้ำขัง และสวิตซ์เปิด/ปิดบริเวณด้ามจับของไม้เท้า จากนั้นทำการติดตั้งสายไฟของอุปกรณ์ทุกตัวมาที่ตัวบอร์ด Arduino และบลูทูธเมื่อทำการติดตั้งและเชื่อมต่ออุปกรณ์ทั้งหมดเรียบร้อยแล้ว ทำให้ได้ไม้เท้าอัจฉริยะ ดังรูปที่ 6

รูปที่ 6 ไม้เท้าอัจฉริยะ

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (Print): 1686-9869, ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2022.06.002

คณะผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาแอปพลิเคชันโดยการใช้โปรแกรม Android Studio ซึ่งเป็นโปรแกรมสำหรับสร้างแอปพลิเคชันของระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ที่มีฟังก์ชันในการออกแบบ Interface และพัฒนาแอปพลิเคชันให้มีฟังก์ชันการทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ โดยเมื่อเริ่มเข้าแอปพลิเคชันจะพบกับหน้าจอการเชื่อมต่ออุปกรณ์ผ่านระบบบลูทูธ และสามารถเพิ่มรายชื่อผู้ติดต่อเพื่อส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังรายชื่อที่มีการบันทึกไว้ได้ ในกรณีที่มีการหกล้มเกิดขึ้น อีกทั้งยังมีระบบในการ Preview และแสดงการทำงานของตัว แอปพลิเคชันที่สามารถรัน (Run) ใน Device ของระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ที่แตกต่างกันในแต่ละรุ่นได้ ซึ่งการพัฒนาแอปพลิเคชันโดยการใช้โปรแกรม Android Studio แสดงดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 การพัฒนาแอปพลิเคชัน

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (Print): 1686-9869, ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2022.06.002

2.4 การหาประสิทธิภาพของระบบ (Performance Testing)

ในการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของไม้เท้าอัจฉริยะ คณะผู้วิจัยได้ทำการแบ่งวิธีการทดสอบออกเป็น 4 รูปแบบ ได้แก่ (1) การทดสอบการตรวจจับวัตถุด้านหน้า โดยระยะห่างระหว่างไม้เท้ากับวัตถุมีค่าเท่ากับ 1 เมตร, 2 เมตร และ 3 เมตร (2) การทดสอบสิ่งกีดขวางเหนือศีรษะ โดยระยะห่างระหว่างไม้เท้ากับวัตถุมีค่าดังนี้คือ ต่ำกว่า 170 เซนติเมตร และสูงกว่า 170 เซนติเมตร (ในการออกแบบไม้เท้าอัจฉริยะ ได้ใช้ความสูงเฉลี่ยของชายไทยเป็นหลัก คือ 170 เซนติเมตร) (3) การทดสอบทางต่างระดับ พื้นที่สูงกว่าระดับ และพื้นที่ต่ำกว่าระดับ สำหรับงานวิจัยนี้ คณะผู้วิจัยได้นำไม้เท้าไปตรวจจับเส้นทางต่างระดับที่เนินความสูง 50 เซนติเมตร และ (4) การทดสอบตรวจสอบแอ่งน้ำ โดยทดสอบการจุ่มที่พื้นที่เปียกกับพื้นที่แห้ง

ในการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของแอปพลิเคชันสำหรับไม้เท้าอัจฉริยะ คณะผู้วิจัยได้ทำการแบ่งวิธีการทดสอบออกเป็น 2 รูปแบบ ได้แก่ (1) การทดสอบการแจ้งเตือนด้วยเสียง ทดสอบการแจ้งเตือนด้วยเสียง เมื่อมีวัตถุอยู่ด้านหน้า เมื่อมีสิ่งกีดขวางเหนือศีรษะ เมื่อมีทางต่างระดับ เมื่อมีแอ่งน้ำ และ (2) การทดสอบการส่งข้อความขอความช่วยเหลือ โดยมีการทดสอบการส่งข้อความและการรับข้อความ

ในการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพของระบบจะทำการทดสอบดังนี้ คือ (1) ตรวจจับวัตถุด้านหน้า (2) สิ่งกีดขวางเหนือศีรษะ (3) ทางต่างระดับ (4) ตรวจสอบแอ่งน้ำ (5) การแจ้งเตือนด้วยเสียง และ (6) การทดสอบการส่งข้อความข้อความช่วยเหลือ โดยแบ่งการทดสอบของแต่ละฟังก์ชันการทำงานออกเป็นสถานการณ์ย่อย ซึ่งจะทำการทดสอบสถานการณ์ละ 50 ครั้ง เพื่อนำผลการทดสอบไปหาค่าเฉลี่ยความผิดพลาด และหาประสิทธิภาพ โดยการคำนวณค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด และค่าเปอร์เซ็นต์ผิดพลาดเฉลี่ย ดังสมการที่ดังสมการที่ (1) และสมการที่ (2) ตามลำดับ

$$\%\ \text{ความผิดพลาด} = \frac{\text{ค่าผิดพลาด x 100}}{\text{จำนวนครั้งทั้งหมดที่ทดลอง}} \quad (1)$$

$$\%\ \text{ผิดพลาดเฉลี่ย} = \frac{\text{ผลรวม ค่า \% ความผิดพลาดทั้งหมด}}{\text{จำนวนหัวข้อที่ทดลอง}} \quad (2)$$

3. ผลการดำเนินงานวิจัย

การทดสอบการทำงานในส่วนของไม้เท้าอัจฉริยะ คณะผู้วิจัยได้นำไม้เท้าอัจฉริยะไปทำการทดสอบการใช้งานกับสถานการณ์ต่างๆ ที่จำลองขึ้นมา โดยสามารถสรุปผลการทดสอบการทำงานได้ดังนี้

3.1 ผลการทดสอบการทำงานในส่วนของไม้เท้าอัจฉริยะ

3.1.1 ผลการทดสอบการตรวจจับวัตถุด้านหน้า

การทดสอบตรวจจับระยะห่างของวัตถุด้านหน้า 3 ระยะ คือ 1 เมตร 2 เมตร และ 3 เมตร แสดงดังรูปที่ 8 พบว่า ไม้เท้าอัจฉริยะมีความผิดพลาดในการตรวจจับวัตถุเฉลี่ยที่ 8.67% โดยที่ความผิดพลาดในการจับวัตถุที่เกิน 3 เมตร มากถึง 20% เมื่อทำการวิเคราะห์หาสาเหตุความผิดพลาดดังกล่าวจากการทดลอง รวมถึงการศึกษาคู่มือของตัวเซ็นเซอร์ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง [13] พบว่า

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (Print): 1686-9869, ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2022.06.002

รูปที่ 8 การทดสอบการตรวจจับวัตถุด้านหน้า

อาจเกิดจากสาเหตุดังต่อไปนี้ คือ (1) เกิดจากความยาวของสายไฟที่ใช้ในการจ่ายไฟไปยังอุปกรณ์อัลตราโซนิกส์เซ็นเซอร์ที่มีความยาวมากเกินไปจนเกิดแรงต้านในการจ่ายไฟ ส่งผลให้ไม่สามารถจ่ายไฟไปยังอุปกรณ์อัลตราโซนิกส์เซ็นเซอร์ได้เพียงพอ จึงไม่สามารถส่งสัญญาณได้แรงพอถึงระยะ 3 เมตร (2) ระยะจำกัดของการตรวจจับของอัลตราโซนิกส์เซ็นเซอร์ ซึ่งจะทำให้เซ็นเซอร์ตรวจจับไม่ได้ (3) ผลกระทบด้านอุณหภูมิ (Effect of Temperature) ในระหว่างการทดสอบ โดยอุณหภูมิจะส่งผลต่อคลื่นอัลตราโซนิกส์ ดังนั้นในการใช้งานของอัลตราโซนิกส์เซ็นเซอร์จะต้องมีอุณหภูมิที่เหมาะสม ซึ่งจะช่วยเพิ่มความแม่นยำ และ (4) มุมตกกระทบของวัตถุ การใช้งานของอัลตราโซนิกส์เซ็นเซอร์ได้ดีที่สุดนั้น วัตถุที่กระทบต้องมีลักษณะตั้งฉากกับอัลตราโซนิกส์เซ็นเซอร์ ดังนั้นถ้ามุมของวัตถุมีองศาเพิ่มขึ้นจะทำให้ประสิทธิภาพของการใช้งานอัลตราโซนิกส์เซ็นเซอร์ลดลง ผลการทดสอบการตรวจจับวัตถุด้านหน้าแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การทดสอบการตรวจจับวัตถุด้านหน้า

รูปแบบการทดสอบ	ผลการทดสอบ (ทดสอบทั้งหมด 50 ครั้ง)	
	ความถูกต้อง	ความผิดพลาด
1. วัตถุระยะ 1 เมตร	98% (49 ครั้ง)	2% (1 ครั้ง)
2. วัตถุระยะ 2 เมตร	96% (48 ครั้ง)	4% (2 ครั้ง)
3. วัตถุระยะ 3 เมตร	90% (40 ครั้ง)	20% (10 ครั้ง)
ค่าเฉลี่ย	**91.33%**	**8.67%**

3.1.2 ผลการทดสอบสิ่งกีดขวางเหนือศีรษะ

การทดสอบตรวจจับสิ่งกีดขวางเหนือศีรษะ แสดงดังรูปที่ 9 พบว่า การตรวจจับสิ่งกีดขวางเหนือศีรษะนั้นสามารถทำได้ดี โดยมีความผิดพลาดเฉลี่ยเพียง 5% ซึ่งเกิดขึ้นจากวัตถุที่ทำการทดสอบในบางครั้งมีการสั่นหรือตรวจจับเจอในจุดที่เป็นมุมทำให้ค่าสะท้อนทำให้เกิดความผิดพลาดขึ้น ผลการทดสอบสิ่งกีดขวางเหนือศีรษะ แสดงดังตารางที่ 3

3.1.3 ผลการทดสอบทางต่างระดับ

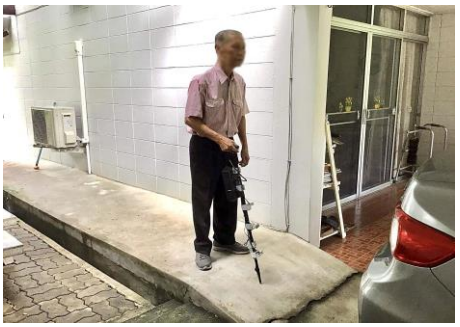
การทดสอบทางต่างระดับ แสดงดังรูปที่ 10 พบว่า ไม้เท้าสามารถตรวจจับพื้นต่างระดับสูงมีความผิดพลาดที่ 4% แตกต่างจากการตรวจจับพื้นที่ต่างระดับต่ำ ที่มีความผิดพลาดสูงถึง 20% ไม่สามารถตรวจจับพื้นที่ต่างระดับต่ำหรือเนินต่ำได้ ซึ่งเกิดจากเนินที่เตี้ยเล็กน้อยจนระยะการตรวจจับของเซ็นเซอร์อัลตราโซนิกส์ตรวจจับไม่พบความเปลี่ยนแปลงของระยะห่างจากพื้น จึงทำให้ตรวจพบไม่เจอพื้นต่างระดับต่ำหรือเนินเตี้ย ซึ่งปัญหานี้อาจเกิดขึ้นได้จากความเคยชินของผู้ใช้งานที่เมื่อเจอเนินเตี้ยก็จะโน้มตัวตาม จนตำแหน่งเซ็นเซอร์ของไม้เท้าเคลื่อนได้เช่นกัน ผลการทดสอบทางต่างระดับ แสดงดังตารางที่ 4

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (Print): 1686-9869, ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2022.06.002

3.1.4 ผลการทดสอบตรวจจับแอ่งน้ำ

การทดสอบตรวจจับแอ่งน้ำ แสดงดังรูปที่ 11 พบว่าไม้เท้าสามารถตรวจจับแอ่งน้ำ โดยไม่มีความผิดพลาดเกิดขึ้นเลย ผลการทดสอบตรวจจับแอ่งน้ำแสดงดังตารางที่ 5

รูปที่ 9 การทดสอบสิ่งกีดขวางเหนือศีรษะ



รูปที่ 10 การทดสอบทางต่างระดับ

รูปที่ 11 การทดสอบตรวจจับแอ่งน้ำ

ตารางที่ 3 การทดสอบสิ่งกีดขวางเหนือศีรษะ

รูปแบบการทดสอบ	ผลการทดสอบ (ทดสอบทั้งหมด 50 ครั้ง)	
	ความถูกต้อง	ความผิดพลาด
1. วัตถุระยะต่ำกว่า 170 เซนติเมตร	96% (48 ครั้ง)	4% (2 ครั้ง)
2. วัตถุระยะสูงกว่า 170 เซนติเมตร	94% (47 ครั้ง)	6% (3 ครั้ง)
ค่าเฉลี่ย	**95 %**	**5 %**

ตารางที่ 4 การทดสอบทางต่างระดับ

รูปแบบการทดสอบ	ผลการทดสอบ (ทดสอบทั้งหมด 50 ครั้ง)	
	ความถูกต้อง	ความผิดพลาด
1. พื้นที่สูงกว่าระดับ	96% (48 ครั้ง)	4% (2 ครั้ง)
2. พื้นที่ต่ำกว่าระดับ	80% (40 ครั้ง)	20% (10 ครั้ง)
ค่าเฉลี่ย	**88 %**	**12 %**

ตารางที่ 5 การทดสอบตรวจสอบแอ่งน้ำ

รูปแบบการทดสอบ	ผลการทดสอบ (ทดสอบทั้งหมด 50 ครั้ง)	
	ความถูกต้อง	ความผิดพลาด
1. จุ่มแอ่งน้ำ	100% (50 ครั้ง)	0% (0 ครั้ง)
2. แตะพื้นแห้ง	100% (50 ครั้ง)	0% (0 ครั้ง)
ค่าเฉลี่ย	**100%**	**0%**

3.2 ผลการทดสอบการทำงานในส่วนของแอปพลิเคชัน

ผลการทดสอบการทำงานของแอปพลิเคชันสามารถแบ่งการทดสอบการทำงานออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

3.2.1 ผลการทดสอบการแจ้งเตือนด้วยเสียง

ในการทดสอบการทำงานของการแจ้งเตือนด้วยเสียงผ่านแอปพลิเคชัน โดยการนำไม้เท้า

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (Print): 1686-9869, ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2022.06.002

อัจฉริยะมาเชื่อมต่อกับแอปพลิเคชัน แล้วนำไปทดสอบกับสถานการณ์เดียวกันกับการทดสอบการทำงานในส่วนของไม้เท้าอัจฉริยะ เพื่อทดสอบการแจ้งเตือนด้วยเสียงของแต่ละฟังก์ชัน โดยทำการทดสอบแต่ละฟังก์ชัน จำนวน 50 ครั้ง พบว่าแอปพลิเคชันสามารถเล่นเสียงแจ้งเตือนได้โดยไม่มีความผิดพลาด แสดงผลการทดสอบได้ดังตารางที่ 6

3.2.2 ผลการทดสอบการส่งข้อความขอความช่วยเหลือ

ในการทดสอบการส่งข้อความขอความช่วยเหลือ ซึ่งทำงานผ่านปุ่มขอความช่วยเหลือที่ติดตั้งไว้บริเวณด้ามจับไม้เท้า เมื่อปุ่มถูกกด ระบบจะทำการส่งคำสั่งในการขอความช่วยเหลือไปยังแอปพลิเคชันที่เชื่อมต่ออยู่ และแอปพลิเคชันจะทำการส่งข้อความขอความช่วยเหลือไปยังผู้ติดต่อที่ได้บันทึกไว้ในแอปพลิเคชัน ผลการทดสอบพบว่า ระบบขอความช่วยเหลือไม่มีความผิดพลาดเกิดขึ้น สามารถแสดงผลได้ดังตารางที่ 7 และหน้าจอแสดงข้อความขอความช่วยเหลือ โดยเบอร์โทรติดต่อที่ได้บันทึกไว้อยู่แล้วนั้น เมื่อมีการใช้งานระบบขอความช่วยเหลือ ระบบจะทำการดึงข้อมูลที่อยู่หรือ GPS จากสมาร์ทโฟนของผู้ใช้งานส่งไปพร้อมข้อความ SMS ไปยังเบอร์โทรที่ได้บันทึกไว้ ดังรูปที่ 12-13

3.3 สรุปภาพรวมของผลการทดสอบประสิทธิภาพของไม้เท้าอัจฉริยะ

จากการทดสอบประสิทธิภาพของไม้เท้าอัจฉริยะและแอปพลิเคชัน ในด้านการตรวจจับวัตถุด้านหน้า สิ่งกีดขวางเหนือศีรษะ ทางต่างระดับ ตรวจจับแอ่งน้ำ การแจ้งเตือนด้วยเสียง รวมถึงการทดสอบการส่งข้อความขอความช่วยเหลือ สามารถสรุปเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดได้ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 6 ผลการทดสอบการแจ้งเตือนด้วยเสียง

รูปแบบการทดสอบ	ผลการทดสอบ (ทดสอบทั้งหมด 50 ครั้ง)	
	ความถูกต้อง	ความผิดพลาด
1. เมื่อมีวัตถุอยู่ด้านหน้า	100% (50 ครั้ง)	0% (0 ครั้ง)
2. เมื่อมีสิ่งกีดขวางเหนือศีรษะ	100% (50 ครั้ง)	0% (0 ครั้ง)
3. เมื่อมีทางต่างระดับ	100% (50 ครั้ง)	0% (0 ครั้ง)
4. เมื่อมีแอ่งน้ำ	100% (50 ครั้ง)	0% (0 ครั้ง)
ค่าเฉลี่ย	**100%**	**0%**

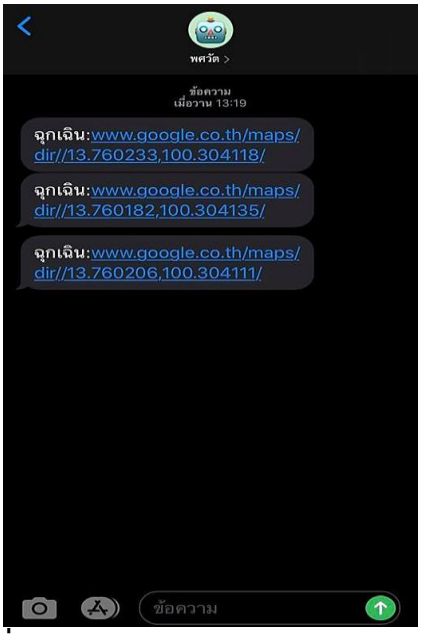
ตารางที่ 7 ผลการทดสอบการส่งข้อความขอความช่วยเหลือ

รูปแบบการทดสอบ	ผลการทดสอบ (ทดสอบทั้งหมด 50 ครั้ง)	
	ความถูกต้อง	ความผิดพลาด
1. การส่งข้อความ	100% (50 ครั้ง)	0% (0 ครั้ง)
2. การรับข้อความ	100% (50 ครั้ง)	0% (0 ครั้ง)
ค่าเฉลี่ย	**100%**	**0%**

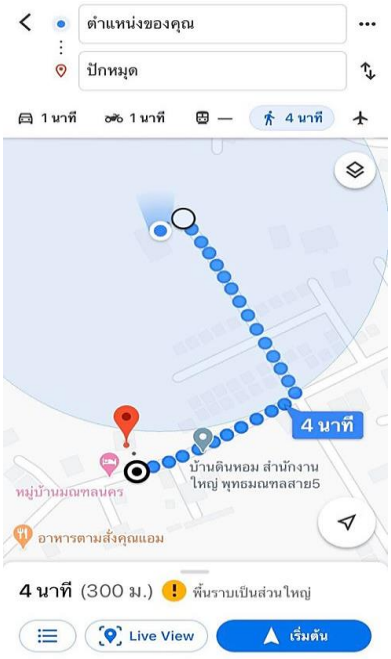
ตารางที่ 8 ผลสรุปค่าความผิดพลาดของไม้เท้าอัจฉริยะ

การทดสอบ	ค่าความผิดพลาดเฉลี่ย (%)
การตรวจจับวัตถุด้านหน้า	8.67%
สิ่งกีดขวางเหนือศีรษะ	5%
ทางต่างระดับ	12%
ตรวจจับแอ่งน้ำ	0%
การแจ้งเตือนด้วยเสียง	0%
การส่งข้อความขอความช่วยเหลือ	0%
สรุปผลค่าความผิดพลาดเฉลี่ย	**4.28%**

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (Print): 1686-9869, ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2022.06.002



รูปที่ 12 หน้าจอแสดงข้อความขอความช่วยเหลือ



รูปที่ 13 หน้าจอแสดงตำแหน่งของผู้ใช้งาน

จากการทดสอบไม้เท้าอัจฉริยะทั้งหมด 750 ครั้ง (วัตถุด้านหน้า 150 ครั้ง สิ่งกีดขวางเหนือศีรษะ 100 ครั้ง ทางต่างระดับ 100 ครั้ง ตรวจสอบแอ่งน้ำ 100 ครั้ง การแจ้งเตือนด้วยเสียง 200 ครั้ง และการส่งข้อความขอความช่วยเหลือ 100 ครั้ง) พบว่าการทดสอบทางต่างระดับมีความผิดพลาด 12% การทดสอบตรวจจับวัตถุด้านหน้ามีความผิดพลาดถึง 8.67% และการทดสอบสิ่งกีดขวางเหนือศีรษะมีความผิดพลาดถึง 5% ซึ่งสาเหตุหลักเกิดจากอุปกรณ์มีความแม่นยำไม่มากพอจึงทำให้เกิดผลลัพธ์ดังกล่าวขึ้น

จากข้อมูลข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า ไม้เท้าอัจฉริยะมีประสิทธิภาพการทำงานเท่ากับ 95.72% ของระบบงานจริงที่ได้กำหนดขอบเขตการทำวิจัยไว้

4. สรุปผลการวิจัย

ไม้เท้าอัจฉริยะสำหรับช่วยเหลือผู้พิการทางสายตาและแอปพลิเคชันสำหรับไม้เท้าอัจฉริยะสำหรับช่วยเหลือผู้พิการทางสายตาบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ สามารถทำงานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยสามารถแจ้งเตือนการใช้งานตามฟังก์ชันต่างๆ เช่น เมื่อวัตถุอยู่ด้านหน้า เมื่อมีสิ่งกีดขวางเหนือศีรษะ ทางต่างระดับ และตรวจจับแอ่งน้ำเป็นต้น และสามารถขอความช่วยเหลือไปยังผู้ติดต่อที่ได้บันทึกไว้ในแอปพลิเคชัน โดยมีการส่งข้อความ SMS และตำแหน่งที่สามารถแสดงใน Google Map ได้

5. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ควรมีการปรับขนาดของไม้เท้าให้มีน้ำหนักที่เบา ลดขนาดของกล่องควบคุม และควรมีการพัฒนาให้พกพาและใช้งานได้ง่าย โดยสามารถพับเก็บได้

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (Print): 1686-9869, ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2022.06.002

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากวิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ (สัญญาเลขที่ Res-CIT420/2020)

7. เอกสารอ้างอิง

[1] www.teched.rmutt.ac.th/?p=21516. (Accessed on 1 December 2019)

[2] http://dep.go.th/Content/View/4232/1. (Accessed on 1 December 2019)

[3] A. Anwar and S. Aljahdali, A smart stick for assisting blind people, IOSR Journal of Computer Engineering, 2017, 19(3), 86-90.

[4] D. Sathya, S. Nithyaroopa, P. Betty, G. Santhoshni, S. Sabharinath and M.J. Ahanaa, Smart walking stick for blind person, International Journal of Pure and Applied Mathematics, 2018, 118(20), 4531-4536.

[5] A. Yohannan and S. Shyam, Smart cane for blind and visually impaired persons, International Journal of Creative Research Thoughts, 2020, 8(5), 2513-2517.

[6] M.D. Messaoudi, B.A.J. Menelas and H. Mcheick, Autonomous smart white cane navigation system for indoor usage, Technologies, 2020, 8(3), 37.

[7] M.H.A. Wahab, A.A. Talib, H.A. Kadir, A. Johari, A. Noraziah, R.M. Sidek and A.A. Mutalib, Smart cane: Assistive cane for visually-impaired people, International Journal of Computer Science, 2011, 8(4), 21-27.

[8] W. Tiyapatanakul and W. Puangsaijai, Intelligent cane for the blind, Thesis, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Thailand, 2013.

[9] W. Sukmanee and A. Chanklang, Smart cane, The 8th Rajamangala Surin Conference, Proceeding, 2016, 108-111. (in Thai)

[10] K. Chanprasert, Development of the obstacle warning instruments, Thai Science and Technology Journal, 2017, 25(1), 137-147. (in Thai)

[11] N. Phatphakiti, A. Yodjaipetch, T. Panyanon and T. Pongkeaw, Obstruction warning cap by ultrasonic sensor for blind people, The 4th Conference on Research and Creative Innovations and The 2nd International symposium on Application of High-voltage, Plasma & Micro/Nano Bubble to Agriculture and Aquaculture, Proceeding, 2017, 20-21.

[12] https://phys.sci.tu.ac.th/post-1-th/. (Accessed on 1 December 2019)

[13] www.omi.co.th/th/article/ultrasonic-sensor. (Accessed on 1 February 2022)