การวิเคราะห์ประสิทธิภาพการตอบสนองของเข็มขัดแจ้งเตือนการล้มของผู้ป่วยผ่านแอปพลิเคชันไลน์

ประสงค์ศักดิ์ สองศรี[1,*] และธรรมราช อาษาสุวรรณ[2]
[1]สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าและระบบควบคุมอัตโนมัติ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี
วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม
[2]สาขาวิชาวิศวกรรมซ่อมบำรุงอากาศยาน คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี
วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม
[*]ผู้ประพันธ์บรรณกิจ อีเมล Prasongsuks@siamtechno.ac.th

วันที่รับต้นฉบับบทความ: *05 กันยายน 2567*
วันที่แก้ไขปรับปรุงบทความ: *07 กุมภาพันธ์ 2568*
วันที่ตอบรับตีพิมพ์บทความ: *20 กุมภาพันธ์ 2568*

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพการตอบสนองของระบบตรวจจับการหกล้มสำหรับผู้ป่วยที่ใช้เข็มขัดช่วยเดิน โดยมีการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชัน Line ระบบถูกออกแบบมาเพื่อแจ้งเตือนผู้ดูแลแบบเรียลไทม์เมื่อเกิดการหกล้ม เพื่อเพิ่มความปลอดภัยให้กับผู้ป่วย ในขั้นตอนการพัฒนา ได้มีการสร้างต้นแบบเข็มขัดช่วยเดินที่ติดตั้งเซ็นเซอร์ตรวจจับการหกล้มและโมดูล GPS เพื่อให้สามารถระบุตำแหน่งผู้ป่วยได้อย่างแม่นยำ ระบบถูกทดสอบในสภาพแวดล้อมจำลองที่มีหลายชั้น เพื่อประเมินความไวและความแม่นยำในการตรวจจับการหกล้มและการระบุตำแหน่ง ผลการวิจัยพบว่า ระบบสามารถตรวจจับการหกล้มได้อย่างเชื่อถือได้ และส่งการแจ้งเตือนถึงผู้ดูแลผ่านแอปพลิเคชัน Line ได้ทันเวลา นอกจากนี้ ระบบ GPS ยังสามารถระบุตำแหน่งของผู้ป่วยได้อย่างแม่นยำ โดยช่วงการตรวจจับที่ดีที่สุดคือ 3 เมตร ซึ่งเป็นผลที่แสดงถึงประสิทธิภาพของเทคโนโลยีนี้ในการเพิ่มความปลอดภัยให้แก่ผู้ป่วยและผู้ดูแล งานวิจัยในอนาคตควรขยายการทดสอบไปยังสถานการณ์จริง และพิจารณาการผนวกระบบเข้ากับอุปกรณ์ดูแลสุขภาพอื่นๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้ดียิ่งขึ้น

คำสำคัญ: ผู้ป่วย ประสิทธิภาพ แอปพลิเคชันไลน์

Analysis of the Response Efficiency of Patient Fall Alert Belt via the LINE Application

Prasongsuk Songsree[1, *] and Thammarat Arsasuwan[2]

[1]Technology Program in Electrical Technology and Automatic Control System, Faculty of Engineering and Technology, Siam Technology College

[2]Department Aircraft Maintenance Engineering Faculty of Engineering and Technology, Siam Technology College

[*]Corresponding Author Email: Prasongsuks@siamtechno.ac.th

Received: *September 05, 2024*

Revised: *February 07, 2025*

Accepted: *February 20, 2025*

Abstract

This research aimed to develop and evaluate the effectiveness of a fall detection system for patients using walking aids, with notifications sent via the Line application. The system was designed to alert caregivers in real-time when a fall occurs, improving patient safety. A prototype of a walking aid equipped with a fall detection sensor and a GPS module was developed. The device was tested in a simulated home environment with multiple floors to assess the system's sensitivity and accuracy in detecting falls and locating the patient. The findings indicated that the system was capable of reliably detecting falls and sending timely notifications to caregivers via the Line application. The system's GPS function accurately determined the patient's location. The optimal detection range was found to be 3 meters. These results demonstrate the potential of this technology to enhance patient safety and provide peace of mind for caregivers. Future research should focus on expanding the testing environment to include real-world settings and exploring additional features such as integrating the system with other healthcare devices.

Keywords: Patient, Efficiency, Line Application

บทนำ

ปัญหาการดูแลผู้สูงอายุเป็นประเด็นสำคัญที่สังคมทั่วโลกให้ความสนใจอย่างยิ่ง เนื่องจากการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของประชากรผู้สูงอายุทั่วโลก ซึ่งคาดว่าจะสูงถึง 16% ของประชากรทั้งหมดภายในปี 2050 การเปลี่ยนแปลงในโครงสร้างครอบครัว โดยเฉพาะในสังคมเมือง ส่งผลให้ผู้สูงอายุจำนวนมากขาดการดูแลอย่างใกล้ชิด ปัญหาดังกล่าวมีความรุนแรงมากขึ้นสำหรับผู้สูงอายุที่มีภาวะสุขภาพอ่อนแอ หรือมีความเสี่ยงสูงต่อการหกล้ม ซึ่งการหกล้มเป็นปัจจัยสำคัญที่กระทบต่อคุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุ นอกจากจะทำให้เกิดอาการบาดเจ็บแล้ว ยังอาจนำไปสู่ภาวะแทรกซ้อนที่รุนแรง เช่น กระดูกหักหรือเกิดความพิการถาวร นอกจากนี้ยังพบว่าการหกล้มในผู้สูงอายุมีความสัมพันธ์กับความเสี่ยงต่อการเสียชีวิตที่สูงขึ้นตามพระราชบัญญัติผู้สูงอายุ พ.ศ. 2546 ได้กำหนดแนวทางการดูแลผู้สูงอายุอย่างเป็นระบบ อย่างไรก็ตาม การดูแลผู้สูงอายุอย่างใกล้ชิดตลอดเวลาเป็นเรื่องท้าทายสำหรับผู้ดูแล เนื่องจากภาระงานในชีวิตประจำวัน เช่น การทำงาน การดูแลครอบครัว ทำให้ผู้ดูแลไม่สามารถอยู่กับผู้สูงอายุได้ตลอดเวลา ปัญหาดังกล่าวจึงต้องการการแก้ไขที่สามารถเพิ่มความปลอดภัยให้กับผู้สูงอายุในชีวิตประจำวัน และยังลดภาระผู้ดูแลได้

เทคโนโลยี Internet of Things (IoT) เข้ามามีบทบาทสำคัญในการช่วยแก้ไขปัญหานี้ โดย IoT คือการเชื่อมโยงอุปกรณ์ต่าง ๆ ผ่านอินเทอร์เน็ต เพื่อให้สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกันได้ ซึ่งมีประโยชน์ในด้านการดูแลสุขภาพผู้สูงอายุ ในงานวิจัยนี้ เราจะใช้เทคโนโลยี IoT เพื่อพัฒนา ระบบแจ้งเตือนการหกล้มของผู้สูงอายุ โดยใช้อุปกรณ์ตรวจจับที่ติดตั้งอยู่บนเข็มขัดช่วยเดินที่พัฒนาขึ้น และแอปพลิเคชัน LINE เป็นช่องทางในการแจ้งเตือนผู้ดูแล

LINE Notify เป็นบริการที่ช่วยให้สามารถส่งข้อความแจ้งเตือนจากเว็บเซอร์วิสต่าง ๆ เช่น GitHub, IFTTT, หรือ Mackerel ไปยังแอปพลิเคชัน LINE ได้ทันทีผ่านบัญชีทางการของ LINE Notify (Songsree et al.,2023) ทำให้สามารถเชื่อมต่อกับบริการที่หลากหลายและส่งการแจ้งเตือนไปยังกลุ่มหรือบุคคลได้อย่างสะดวก การใช้ LINE Notify ในงานวิจัยนี้เพื่อส่งการแจ้งเตือนการหกล้มของผู้สูงอายุจึงเป็นการผสานเทคโนโลยีที่ใช้งานได้ง่าย เข้าถึงได้ทุกที่ทุกเวลา และเป็นที่นิยมในหมู่ผู้ใช้ในประเทศไทย นอกจากนี้ ระบบยังติดตั้ง GPS (Global Positioning System) บนเข็มขัด เพื่อให้สามารถระบุตำแหน่งของผู้สูงอายุในเวลาที่เกิดเหตุการณ์หกล้มได้ ซึ่งจะช่วยให้ผู้ดูแลสามารถติดตามตำแหน่งของผู้สูงอายุได้อย่างแม่นยำและทันท่วงที

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่ามีการใช้เทคโนโลยี IoT และ LINE Notify ในการพัฒนาระบบแจ้งเตือนด้านสุขภาพอยู่แล้ว เช่นการตรวจจับการหกล้มของผู้สูงอายุการตรวจจับการหกล้มในผู้สูงอายุได้รับความสนใจอย่างมากในงานวิจัยด้านการดูแลสุขภาพ เช่น งานวิจัยโดย Mubashir et al. (2013) ที่พัฒนาอัลกอริธึมการตรวจจับการหกล้มด้วยการใช้เซ็นเซอร์และอุปกรณ์ติดตามการเคลื่อนไหวเพื่อช่วยให้สามารถตรวจจับการหกล้มได้อย่างแม่นยำในสถานการณ์ต่าง ๆ นอกจากนี้ยังมีการใช้เซ็นเซอร์แบบติดตัว เช่น การใช้ accelerometer และ gyroscope ในการตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของการเคลื่อนไหวของผู้สูงอายุที่มีความเสี่ยงต่อการล้ม (Bagala et al., 2012) งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าการใช้เซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหวสามารถช่วยป้องกันการล้มได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การสื่อสารข้อมูลระหว่างผู้ดูแลและผู้สูงอายุ งานวิจัยโดย Inoue and Kinoshita (2017) ได้กล่าวถึงการพัฒนาอุปกรณ์ติดตัวผู้สูงอายุที่สามารถแจ้งเตือนการหกล้มและส่งข้อมูลไปยังผู้ดูแลผ่านการสื่อสารแบบไร้สายได้ทันที ระบบดังกล่าวทำให้ผู้ดูแลสามารถรับรู้เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นและตอบสนองได้รวดเร็ว ช่วยลดความเสี่ยงจากการบาดเจ็บที่รุนแรง นอกจากนี้ การใช้แอปพลิเคชันที่ได้รับความนิยม เช่น LINE ยังเป็นแนวทางที่มีประสิทธิภาพในการเชื่อมต่อและส่งข้อมูลระหว่างผู้ดูแลกับผู้สูงอายุ เนื่องจากเป็นแอปพลิเคชันที่ผู้ใช้ทั่วไปคุ้นเคยและเข้าถึงได้ง่าย (Songsree et al., 2023)

การประยุกต์ใช้ IoT ในการดูแลสุขภาพ งานวิจัยที่นำเทคโนโลยี IoT มาประยุกต์ใช้ในระบบสุขภาพมีมากมาย เช่น งานของ Mukhopadhyay (2015) ที่พัฒนาอุปกรณ์ IoT เพื่อการตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลสุขภาพผู้สูงอายุแบบเรียลไทม์ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้สามารถส่งไปยังผู้ดูแลหรือแพทย์เพื่อการตรวจสอบและประเมินสภาพสุขภาพได้อย่างแม่นยำ การประยุกต์ใช้ IoT ในงานนี้ช่วยลดข้อจำกัดในการดูแลผู้สูงอายุแบบดั้งเดิมที่ต้องมีผู้ดูแลอย่างใกล้ชิด และช่วยให้ผู้สูงอายุสามารถใช้ชีวิตประจำวันได้อย่างอิสระมากขึ้น นอกจากนี้ยังมีการศึกษาของ Nguyen et al. (2021) ที่พัฒนาระบบตรวจสอบการหกล้มของผู้สูงอายุที่สามารถส่งการแจ้งเตือนไปยังอุปกรณ์เคลื่อนที่ผ่านแอปพลิเคชัน ทำให้ผู้ดูแลสามารถรับการแจ้งเตือนและเข้าช่วยเหลือได้ทันท่วงที งานวิจัยเหล่านี้มีความเกี่ยวข้องกับแนวคิดในการพัฒนาระบบต้นแบบที่ใช้ในงานวิจัยนี้ โดยเฉพาะการใช้เซ็นเซอร์ตรวจจับการหกล้ม และการสื่อสารผ่านแอปพลิเคชันอย่าง LINE ซึ่งเป็นแนวทางที่น่าสนใจในการเพิ่มความปลอดภัยให้กับผู้สูงอายุในชีวิตประจำวัน รวมถึงการใช้เทคโนโลยี IoT เพื่อเพิ่มความสะดวกในการตรวจสอบสุขภาพแบบเรียลไทม์ และลดภาระการดูแลที่ต้องทำอย่างใกล้ชิดตลอดเวลา

งานวิจัยนี้จึงมีการพัฒนาต่อยอดเพื่อสร้างระบบต้นแบบที่ใช้งานได้จริงโดยผสานเทคโนโลยีดังกล่าวกับเข็มขัดช่วยเดินผู้สูงอายุ ซึ่งจะช่วยลดปัญหาการหกล้มในผู้สูงอายุได้อย่างมีประสิทธิภาพและเพิ่มความปลอดภัยในชีวิตประจำวัน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อทดสอบประสิทธิภาพความไวของระบบในการตรวจจับการล้มของผู้สูงอายุในสภาพแวดล้อมที่จำลองสถานการณ์จริง
2. เพื่อหาความแม่นยำของระบบในการระบุตำแหน่งของผู้สูงอายุ

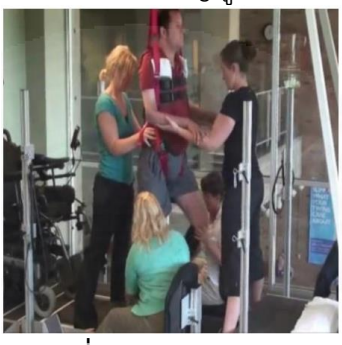
เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานค้นคว้าเรื่องระบบแจ้งเตือนการล้มของผู้ป่วยผ่านแอปพลิเคชันไลน์ ผู้วิจัยได้ ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้เป็นแนวทางในการดำเนินการดังนี้

ระบบแจ้งเตือนการล้มของผู้ป่วยผ่านแอปพลิเคชันไลน์ ที่ประกอบด้วยรูปแบบการเดินบนลู่วิ่ง ร่วมกับระบบยกและพยุงน้ำหนัก รูปแบบการยกตัวผู้ป่วย และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องของระบบแจ้งเตือนการล้มของผู้ป่วย ทั้งนี้ศึกษาอุปกรณ์ IoT และอุปกรณ์ใกล้เคียงที่มีอยู่ในท้องตลาด และเทคนิคอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

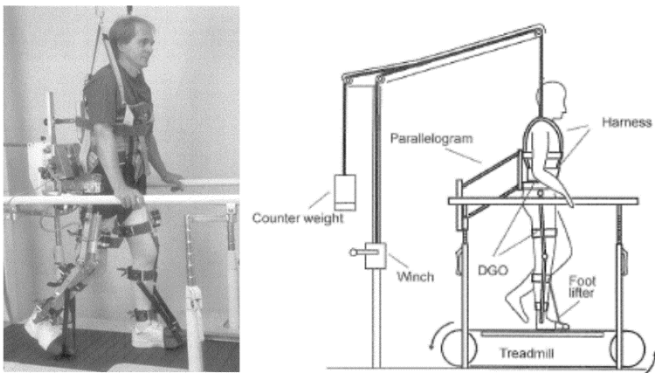
1.รูปแบบการเดินบนลู่วิ่ง ร่วมกับระบบยกและพยุงน้ำหนัก

เครื่องทำกายภาพบำบัดโดยให้ผู้ป่วยหัดเดินบนลู่วิ่ง โดยมีการพยุงน้ำหนัก ของร่ายกายขณะวิ่งบนลู่วิ่งที่ 50 % ของน้ำหนักตัวทั้งหมด โดยในขณะใช้งานผู้ป่วยจะไม่สามารถ ควบคุมความสามารถในการทรงตัวได้ในระหว่างการเดิน แต่สามารถตั้งสมาธิไปที่ขาได้ระหว่างการเดิน โดยจำเป็นต้องมีผู้ช่วยเหลือในการจัดท่าทางขณะเดิน โดยอุปกรณ์ประเภทนี้ได้แก่ Treadmill training รูปภาพที่ 1 (Sitlaothaworn, 2016)



รูปภาพที่ 1 Treadmill Training

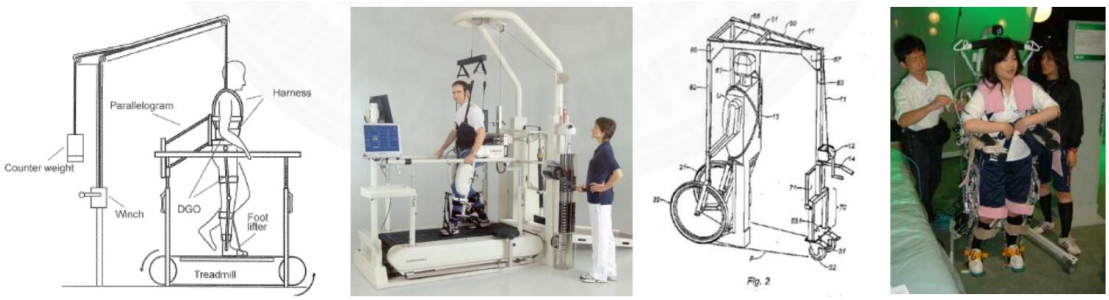
อุปกรณ์ชิ้นต่อมาเป็นเครื่องทำกายภาพบำบัดโดยใช้ลู่วิ่ง แต่มีระบบ robotic มา ช่วยในการจัดท่าทางการเดินของผู้ป่วยขณะใช้งาน โดยตัวเครื่องจะมีข้อพิเศษคือ ไม่ต้องมีผู้ช่วยใน การจัดสมดุลผู้ป่วยและจัดท่าทางการเดินขณะทำกายภาพบำบัด โดยอุปกรณ์ชิ้นนี้ ได้แก่ Treadmill training of paraplegic patients using a robotic orthosis ดังรูปภาพที่ 2



รูปภาพที่ 2 Treadmill Training of Paraplegic Patients Using a Robotic

2. รูปแบบการยกตัวผู้ป่วย

การยกตัวโดยใช้รอกดึงขึ้นในแนวตั้งฉากกับพื้นและใช้น้ำหนักถ่วงฝั่งตรง ข้าม แบบที่ใช้ในเครื่องที่เป็นลักษณะของลู่วิ่ง จากเครื่อง Treadmill training of paraplegic patients using a robotic orthosis Loko mat Walking aid แ ล ะ The Hart Walker แบบปรับปรุง ตามลำดับ ในรูปภาพที่ 3 (Sitlaothaworn, 2016)



รูปภาพที่ 3 การยกตัวโดยใช้รอกดึงขึ้นในแนวตั้งฉากกับพื้นและใช้น้ำหนักถ่วงฝั่งตรงข้าม

การยกตัวผู้ป่วยโดยใช้กลไก Actuator จะใช้ Linear Actuator หรือ ระบบ Hydrulic เป็นตัวยกผู้ป่วย โดยตัวผู้ป่วยจะแขวนไว้กับเครื่อง เช่น Lift Walker, Ormesa Grillo Gait Trainer ในรูปภาพที่ 4 (Sitlaothaworn, 2016)

รูปภาพที่ 4 การยกตัวผู้ป่วยโดยใช้กลไก Actuator

การยกตัวโดยใช้ระบบคานสปริง ใช้ค่าความแข็งของสปริงเป็นประโยชน์ ในการยกน้ำหนัก เพื่อให้ได้ค่าความนุ่มนวลในการยก และปรับระดับน้ำหนักได้ จากระยะทางที่ เปลี่ยนไป เช่น ระบบการพยุงนน้ำหนักของ Kid Walk - Dynamic Walking Aid ในรูปภาพที่ 5 (Sitlaothaworn, 2016)

รูปภาพที่ 5 การยกตัวโดยใช้ระบบคานสปริง

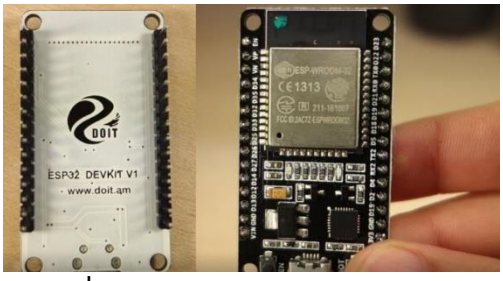
3. LINE Notify

LINE Notify คือบริการที่สามารถได้รับข้อความแจ้งเตือนจากเว็บเซอร์วิสต่าง ๆ ที่สนใจได้ทาง LINE โดยหลังเสร็จสิ้นการเชื่อมต่อกับทางเว็บเซอร์วิสแล้ว จะได้รับการแจ้งเตือนจากบัญชีทางการของ “LINE Notify” ซึ่งให้บริการโดย LINE นั่นเอง ทำให้สามารถเชื่อมต่อกับบริการที่หลากหลาย และยังสามารถรับการ แจ้งเตือนทางกลุ่มได้อีกด้วย ซึ่งบริการหลักๆ ที่สามารถเชื่อมต่อได้แก่ GitHub, IFTTT หรือ Mackerel เป็นต้น (Chalong et al., 2018)

รูปภาพที่ 6 LINE Notify

4. ESP32

ESP32 มักจะถูกใช้ในงาน IoT (Internet of Things) ซึ่งเป็นงานที่จะนำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ไปฝังลงในอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อทำให้อุปกรณ์เหล่านั้นฉลาดมากยิ่งขึ้น โดยส่วนใหญ่แล้วการจะทำให้อุปกรณ์เหล่านั้นฉลาดมากขึ้นจะต้องใช้งานเซ็นเซอร์ในการตรวจวัดเพื่อประมวลผลการทำงานต่าง ๆ รวมถึงในงาน Smart Farm Node MCU ESP-WROOM-32 โมดูล Wi-Fi ESP-32 รุ่น ESP-WROOM-32 โมดูล Wi-Fi + Bluetooth 4.2 + Touch/Temp Sensor ทำงานแบบ Dual Core ที่ความเร็ว 160MHz มี SRAM 512K หน่วยความจำ Flash สำหรับ อัพโหลด โปรแกรมขนาด 16M มีขา GPIO 36 ขา ความละเอียดในการอ่านค่า ADC 12 Bit สามารถเขียนโปรแกรม ผ่าน Arduino IDE เหมือนเขียน Arduino ได้ โดยมาตรฐานของการส่งสัญญาณของบาร์ด ESP32 อยู่ที่ 2 วินาที (Artronshop, 2021)



รูปภาพที่ 7 Node MCU ESP-WROOM-32

5. การใช้เกณฑ์ หรือการประมาณจากจำนวนประชากร

ตารางแสดงขนาดของกลุ่มตัวอย่างของ Krejcie and Morgan (1970) เป็นแนวทางสำคัญในการกำหนด ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง (Sample Size, n) ที่เหมาะสม โดยอ้างอิงจาก ขนาดของประชากรทั้งหมด (Population Size, N) เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่มีความแม่นยำทางสถิติ โดยทั่วไป ตารางนี้ถูกใช้ในงานวิจัยที่ต้องการความมั่นใจทางสถิติที่ ระดับ 95% และมี ค่าความคลาดเคลื่อน (Margin of Error) ±5%

ตารางที่ 1 ตารางแสดงขนาดของกลุ่มตัวอย่างของเครจซี่และมอร์แกน

ขนาดของประชากร	ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง	ขนาดของประชากร	ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง	ขนาดของประชากร	ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง
10	10	220	140	1,200	291
15	14	230	144	1,300	297
20	19	240	148	1,400	302
25	24	250	152	1,500	306
30	28	260	155	1,600	310
35	32	270	159	1,700	313
40	36	280	162	1,800	317
45	40	290	165	1,900	320
50	44	300	169	2,000	322
55	48	320	175	2,200	327
60	52	340	181	2,400	331
65	56	360	186	2,600	335
70	59	380	191	2,800	338
75	63	400	196	3,000	341

6. การใช้สูตรคำนวณ

Krejzie and Morgan (1970) พัฒนาตารางสำเร็จรูป เมื่อ กำหนดให้ s = ขนาดตัวอย่างที่ต้องการ N = ขนาดประชากร p = ความแปรปรวนของประชากรเมื่อตัวแปรเป็นตัวแปรทวินาม กำหนดให้=.50 χ^2= ค่าสถิติไค-สแควร์ที่องศาอิสระ

$$n = \frac{X^2 Np(1-p)}{e^2(N-1)+X^2\,p(1-p)}$$

การดำเนินการวิจัย

1.ขั้นตอนในการออกแบบโครงงาน

1.1 หาข้อมูลทั่วไปจากเว็บไซต์และสื่อต่างๆ

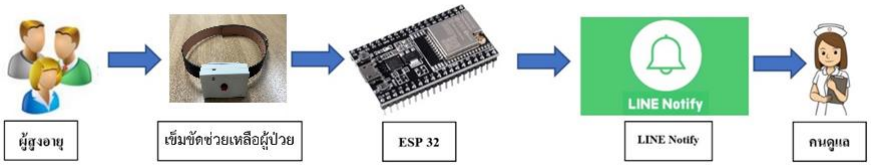
1.2 ศึกษาเกี่ยวกับหลักการทำงานทางไฟฟ้าของชิ้นงานที่จะทำ

1.3 ออกแบบวงจรทางไฟฟ้า

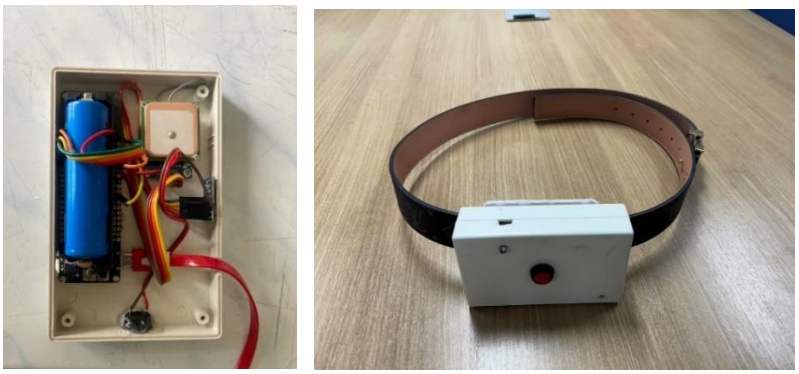
1.4 ลงมือสร้างชิ้นงานตามแผนงานที่วางไว้เป็นลำดับ

1.5 เมื่อเกิดข้อผิดพลาดรีบแก้ไขแล้วหาข้อบกพร่องเพื่อนำมาพัฒนาให้สมบูรณ์

ในการทำงานของระบบแจ้งเตือนการล้มของผู้ป่วยผ่านแอปพลิเคชันไลน์ โดยบอร์ด Arduino ESP32 และ อุปกรณ์สำรับตรวจจับสถานะความผิดปกติของผู้ป่วย ได้แก่ Gyro Sensor เพื่อตรวจสอบการล้มของผู้ป่วย ระบบ GPS สำหรับระบุตำแหน่งของอุปกรณ์ที่ผู้ป่วยใช้งาน เมื่อเซนเซอร์และอุปกรณ์เหล่านี้พบสิ่งผิดปกติของ ผู้ป่วย ส่งข้อมูลไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ บอร์ด Arduino ESP32 ที่ทำหน้าที่ประมวลผลและทำการแจ้งเตือนผ่านทางแอปพลิเค ชันไลน์ผู้ดูแลผู้ป่วย ดังรูปภาพที่ 11



รูปภาพที่ 11 ออกแบบวงจรทางไฟฟ้าของระบบ



รูปภาพที่ 12 ออกแบบวงจรทางไฟฟ้าของระบบและลักษณการทำงานของเข็มขัด

กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างเพื่อนำการหาประสิทธิภาพของตัวเครื่องโดยการหาความไวและระบบบอกตำแหน่งของ GPS โดยกำหนดให้ความคลาดเคลื่อนมากที่สุดที่ยอมรับได้เป็น 5/10 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชาการและระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ 0.05 จากประชากร

กำหนดให้ N= 10, e = 0.05, (X^2) =3.841, P = 0.5 ดังนั้น **S** = 10

แทนค่าสูตร (1) $$n = \frac{X^2 Np(1-p)}{e^2(N-1)+X^2\,p(1-p)}$$

= 9.77

≈ 10

จากการคำนวณขนาดข้อมูลของการทดลอง ได้เป็น 10 ครั้ง ตามการใช้เกณฑ์ (Krejcie & Morgan, 1970) ผู้วิจัยได้ทำการหาประสิทธิภาพของตัวเครื่องโดยการหาความไวในการส่งสัญญาณและระบบบอกตำแหน่งของ GPS ของตัวเครื่องระบบแจ้งเตือนการล้มของผู้ป่วยผ่านแอปพลิเคชันไลน์ โดยจากการศึกษาพบว่าผู้ป่วยส่วนใหญ่อาศัยอยู่ในที่พักอาศัยที่เป็นตึก อาคาร ผู้วิจัยได้จำลองเหตุการณ์ว่า ผู้ป่วยล้มจากตัวบ้านหรือสถานที่ในการดูแลผู้ป่วย โดยกำหนดจุดในการทดลองทั้งหมด 3 ชั้น ซึ่งแต่ละชั้นทำการทดลอง 5 ระยะ โดยทำการทดลอง 10 ครั้ง และได้ทดสอบความไวของตัวเครื่อง

ผลการทดลอง

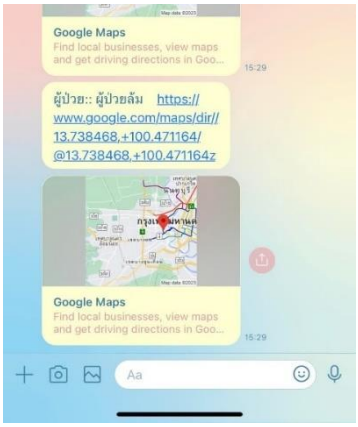
การวิจัยเรื่อง ระบบแจ้งเตือนการล้มของผู้ป่วยผ่านแอปพลิเคชันไลน์ เพื่อแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลและการออกแบบตัวเครื่อง ผู้วิจัยได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

1. ได้ตัวเข็มขัดและตัวระบบแจ้งเตือนการล้มของผู้ป่วยและผู้ป่วยผ่านแอปพลิเคชันไลน์

รูปภาพที่ 13 เข็มขัดและระบบแจ้งเตือนการล้มของผู้ป่วย

รูปภาพที่ 14 รูปแต่ละด้านของเข็มขัดแจ้งเตือนการล้มของผู้ป่วย

รูปภาพที่ 15 รูปผู้ป่วยหรือผู้ป่วยล้มขณะใช้เข็มขัดแจ้งเตือนการล้มของผู้ป่วย

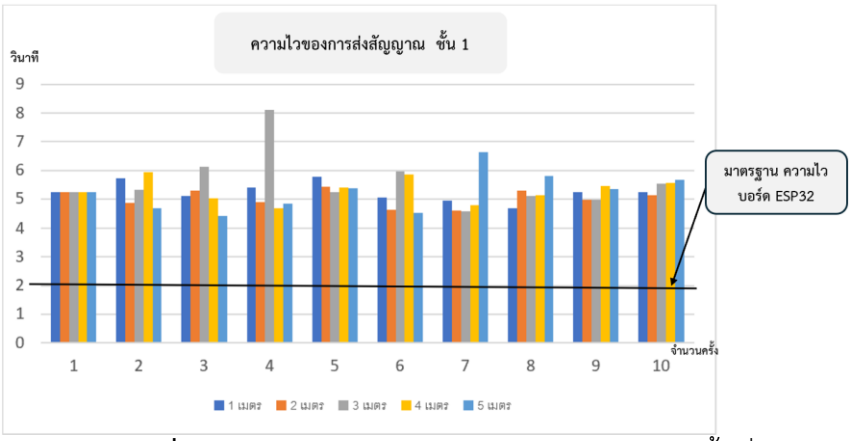


รูปภาพที่ 16 รูปการณ์ทำงานของระบบแจ้งเตือนการล้มของผู้ป่วยผ่านแอปพลิเคชันไลน์

2. คุณสมบัติของระบบแจ้งเตือนการล้มของผู้ป่วยผ่านแอปพลิเคชันไลน์

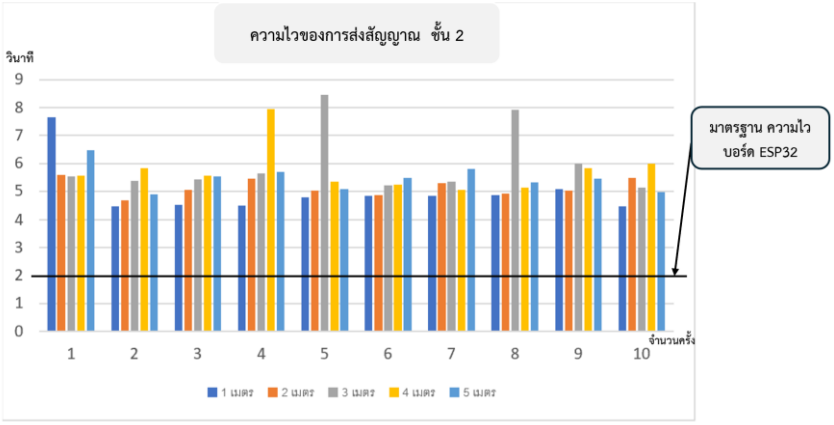
ผู้วิจัยได้จำลองเหตุการณ์ว่า ผู้ป่วยล้ม จากตัวบ้านหรือสถานที่ในการดูแลผู้ป่วย ทั้งหมด 3 ชั้น ซึ่งแต่ละชั้นทำการทดลอง 5 ระยะ โดยทำการทดลอง 10 ครั้ง และได้ทดสอบความไวของตัวเครื่อง ทั้ง 3 ดู

2.1 ผลการทดสอบความไวของการส่งสัญญาณ ระหว่างเครื่องกับระบบไลน์



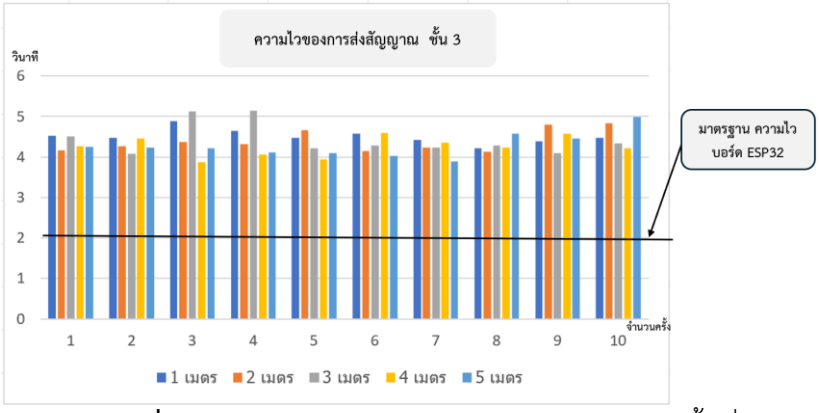
รูปภาพที่ 17 ผลการทดสอบความไวของการส่งสัญญาณ ชั้นที่ 1

ผลการทดสอบความไวของการส่งสัญญาณ ระหว่างเครื่องกับระบบไลน์ ชั้นที่ 1 ทำการทดลอง 5 ระยะ โดยทำการทดลอง 10 ครั้ง และได้ทดสอบความไวของตัวเครื่อง



รูปภาพที่ 18 ผลการทดสอบความไวของการส่งสัญญาณ ชั้นที่ 2

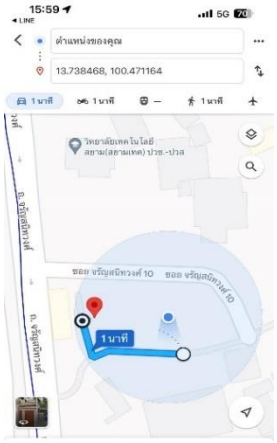
ผลการทดสอบความไวของการส่งสัญญาณ ระหว่างเครื่องกับระบบไลน์ ชั้นที่ 2 ทำการทดลอง 5 ระยะ โดยทำการทดลอง 10 ครั้ง และได้ทดสอบความไวของตัวเครื่อง



รูปภาพที่ 19 ผลการทดสอบความไวของการส่งสัญญาณ ชั้นที่ 3

ผลการทดสอบความไวของการส่งสัญญาณ ระหว่างเครื่องกับระบบไลน์ ชั้นที่ 3 ทำการทดลอง 5 ระยะ โดยทำการทดลอง 10 ครั้ง และได้ทดสอบความไวของตัวเครื่อง

2.2 ผลการทดสอบการบอกตำแหน่งของ GPS ของตัวเครื่อง



รูปภาพที่ 20 ผลการทดสอบบอกตำแหน่งของ GPS ของตัวเครื่อง

รูปภาพที่ 21 ลักษณการทำงานของระบบ GPS ของตัวเข็มขัด

ผลการทดสอบบอกตำแหน่งของ GPS ของตัวเครื่อง เมื่อโมดูล GPS ที่ตัวเครื่องติดตั้งกับเข็มขัด ระบบจะส่งสัญญาณไปที่ ESP32 จะส่งสัญญาณไปที่ Application line ที่ดูแลผู้ป่วยหรือผู้ป่วย และเมื่อดูแลผู้ป่วยหรือผู้ป่วย กดลิงค์จากระบบแจ้งเตือนการล้มของผู้ป่วยผ่านแอปพลิเคชันไลน์ระบบจะส่งสัญญาณไปที่ Google Maps เพื่อระบุตำแหน่ง ของตัวเครื่อง

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองระบบตรวจจับการหกล้มสำหรับผู้ป่วยที่ใช้เข็มขัดช่วยเดิน พบว่าระบบสามารถตรวจจับการหกล้มได้อย่างแม่นยำและเชื่อถือได้ในสภาพแวดล้อมจำลองที่มีหลายชั้น ระบบสามารถส่งการแจ้งเตือนไปยังผู้ดูแลผ่านแอปพลิเคชัน LINE ได้ทันทีเมื่อเกิดการหกล้ม โดยการทดลองของเครื่องจะส่งความไวในระยะดีที่สุดคือระยะของชั้น 3 มีค่าเฉลี่ยในการส่งสัญญาณอยู่ที่ 4 วินาที ซึ่งต่ำกว่ามาตรฐานของการส่งสัญญาณของบอร์ด ESP32 ในส่วนของระบบ GPS ระบุตำแหน่งของตัวเครื่องได้และมีความไวในการส่งสัญญาณอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานตามที่ -125 dBm ถึง -165 dBm (dBm: Decibel-milliwatts) นอกจากนี้ ระบบ GPS ที่ติดตั้งในเข็มขัดยังสามารถระบุตำแหน่งของผู้ป่วยได้อย่างแม่นยำ โดยช่วงการตรวจจับที่ดีที่สุดคือ 3 เมตร

อภิปรายผล

จากผลทดสอบระบบแจ้งเตือนการล้มผู้ป่วยผ่านแอปพลิเคชัน LINE พบว่า ระบบตรวจจับการหกล้มที่พัฒนาขึ้นนี้ ประสบความสำเร็จในการตรวจจับการหกล้มและส่งการแจ้งเตือนไปยังผู้ดูแลผ่านแอปพลิเคชัน Line ได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ โดยมีการจำลองสถานการณ์ผู้ป่วยล้มภายในอาคาร 3 ชั้น แต่ละชั้นมีจุดทดสอบ 5 ตำแหน่ง และทำการทดลองซ้ำ 10 ครั้งในแต่ละตำแหน่ง

นอกจากนี้ ระบบ GPS สามารถระบุตำแหน่งของอุปกรณ์ได้อย่างแม่นยำ โดยมีระดับความเข้มของสัญญาณอยู่ในช่วง -125 dBm ถึง -165 dBm ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานจริง ซึ่งช่วยให้ผู้ดูแลสามารถเข้าถึงผู้ป่วยได้อย่างรวดเร็วในกรณีฉุกเฉิน ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เช่น งานวิจัยโดย Mubashir et al. (2013) ที่แสดงให้เห็นถึงความสามารถของเซ็นเซอร์และอุปกรณ์ติดตามการเคลื่อนไหวในการตรวจจับการหกล้มได้อย่างแม่นยำ และงานวิจัยโดย Harari et al. (2021) ที่แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของการแจ้งเตือนการหกล้มและการส่งข้อมูลไปยังผู้ดูแลผ่านการสื่อสารแบบไร้สาย

อย่างไรก็ตาม การทดสอบระบบในสภาพแวดล้อมจำลองอาจไม่ได้สะท้อนถึงสถานการณ์จริงทั้งหมด ดังนั้น จึงควรมีการทดสอบเพิ่มเติมในสถานการณ์จริง เพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบในสภาพแวดล้อมที่หลากหลาย การพิจารณาเพิ่มฟังก์ชันอื่นๆ เช่น การวัดอัตราการเต้นของหัวใจ หรือการตรวจจับความผิดปกติอื่นๆ อาจช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของระบบให้ดียิ่งขึ้น นอกจากนี้ การบูรณาการระบบเข้ากับอุปกรณ์ดูแลสุขภาพอื่นๆ เช่น ระบบบันทึกข้อมูลสุขภาพ หรือระบบแจ้งเตือนฉุกเฉิน ก็เป็นอีกแนวทางหนึ่งที่น่าสนใจในการพัฒนาต่อไป

ข้อเสนอแนะในการพัฒนาเพิ่มเติม

1. ควรมีการทดสอบระบบในสถานการณ์จริง เพื่อประเมินประสิทธิภาพในสภาพแวดล้อมที่หลากหลาย
2. ควรพิจารณาการบูรณาการระบบเข้ากับอุปกรณ์ดูแลสุขภาพอื่นๆ เช่น ระบบบันทึกข้อมูลสุขภาพ หรือระบบแจ้งเตือนฉุกเฉิน
3. ควรปรับปรุงความแม่นยำของ GPS แม้ว่าผลการทดสอบจะระบุว่าระบบ GPS สามารถระบุตำแหน่งได้อย่างแม่นยำ แต่ควรพิจารณาการปรับปรุงความแม่นยำเพิ่มเติม โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีสัญญาณ GPS อ่อน เช่น ภายในอาคาร หรือพื้นที่ที่มีสิ่งกีดขวาง
4. ควรเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน ควรพิจารณาการใช้เทคนิคต่างๆ เพื่อลดการใช้พลังงานของอุปกรณ์ เช่น การใช้โหมด Sleep Mode หรือการปรับแต่งการทำงานของเซ็นเซอร์

5. ควรพัฒนาอัลกอริทึม ควรพัฒนาอัลกอริทึมการตรวจจับการหกล้มให้มีความซับซ้อนมากขึ้น เพื่อลดโอกาสในการแจ้งเตือนผิดพลาด

ข้อควรระวัง

1. การปรับใช้แอปพลิเคชันใหม่หรือเพิ่มเติมระบบอาจต้องมีการปรับแต่งซอฟต์แวร์ของอุปกรณ์เพื่อให้สอดคล้องกับแพลตฟอร์มที่เลือก

2. ความปลอดภัยของข้อมูลผู้ป่วยเป็นสิ่งสำคัญ ระบบควรได้รับการตรวจสอบให้มั่นใจว่าข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ป่วยได้รับการปกป้องอย่างเข้มงวด

3. การอัปเดตและบำรุงรักษาระบบควรดำเนินการอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้รองรับเทคโนโลยีและเงื่อนไขการใช้งานที่เปลี่ยนแปลงในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

Artronshop. (2021). *ESP32 Basics*. https://www.artronshop.co.th/b/51

Bagala, F., Becker, C., Cappello, A., Chiari, L., Aminian, K., Hausdorff, J. M., Zijlstra, W., & Klenk, J. (2012). Evaluation of accelerometer-based fall detection algorithms on real-world falls. *PloS One*, *7*(5), e37062.

Chalong, W., Pomoon, B.-O., & Petchamnan, W. (2018). *Instant messenger for elderly people by using Line system* [Master's thesis]. Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Burapha University.

Harari, Y., Shawen, N., Mummidisetty, C. K., Albert, M. V., Kording, K. P., & Jayaraman, A. (2021). A smartphone-based online system for fall detection with alert notifications and contextual information of real-life falls. *Journal of neuroengineering and rehabilitation, 18*(1), 124.

Inoue, S., & Kinoshita, T. (2017). Blue Light Regulation of Stomatal Opening and the Plasma Membrane H+-ATPase. *Plant Physiology, 174*(2), 531–538.

Krejcie, R.V., & Morgan, D.W. (1970). Determining sample size for research activities. *Educational and Psychological Measurement*, *30*(3), 607-610. https://doi.org/10.1177/001316447003000308

Mubashir, M., Shao, L., & Seed, L. (2013). A survey on fall detection: Principles and approaches. *Neurocomputing*, *100*(1), 144-152. https://doi.org/10.1016/j.neucom.2011.09.037

Mukhopadhyay, S. C. (2015). Wearable sensors for human activity monitoring: A review. *IEEE Sensors Journal*, *15*(3), 1321-1330. https://doi.org/10.1109/JSEN.2014.2371979

Nguyen, T. H., Pham, T. H., & Duong, N. K. (2021). An IoT-based fall detection and notification system for elderly people. *Journal of Sensors*, *2021*, 1-10. https://doi.org/10.1155/2021/5529764

Sitlaothaworn, W. (2016). *The design of a gait-assisted machine with partial weight support system* [Master's thesis]. Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Thammasat University.

Songsree, P., Choonprawat, S., & Vitsahamuni, T. (2023). Effective of fall detection and notification system for patient and elderly walking aid via Line Application. *Journal of Energy and Environment Technology of Graduate School Siam Technology College*, *10*(1), 86-96.