

Prototype development of falling tracking system of patient or elderly people using internet of things

Keeratiya Chaiyakote¹, Wiraphon Manatarenart², Panjai Tantatsanawong¹

¹Department of Computing, Faculty of Science, Silpakorn University

²Faculty of Medicine Siriraj Hospital, Mahidol University

Abstract

At present, it was found that the number of older people has increased due to the advanced in medicine and care for the health of the elderly. With this changing trend, preparing for effective healthcare of the elderly in terms of health and safety is essential. The researcher has an idea to develop a system that can support the safety of patients or the elderly by detecting falls in patients or the elderly who living alone or sick elderly who need to take care using the Internet of Things (IoT) that can detect an effective fall by installing the developed device to the patient or the elderly. The developed device uses sensors Accelerometer together with Gyroscope for accurate measurement of X, Y and Z axes and connect to Arduino UNO R3 board. When all sensors obtain the data, the program will process the values of the X, Y and Z axes that the resulting value is actually a fall or not. The condition was examined by using the particular patient's threshold, which is the value obtained from the 4 falling types scenarios including: left-hand fall, right fall, forward fall and behind fall. In addition, it also

detected the daily use behavior such as lying to sleep, sitting or walking. The AIS NB-IoT connected to the Arduino UNO R3 board will send the received data to Magellan and use Magellan's Dweet API to connect to Node-red to retrieve data to a database and send notifications to users' smartphones using the administrator's Line application when a fall occurs. Based on experiments to determine the accuracy of 4 types of falls and daily life, the accuracy of each of the 20 events were obtained as follows: the left-hand, fall was 90%, right-hand fall was 85%, behind fall was 85% and forward fall was 90%. The accuracy of daily use behavior: was lying to sleep was 100%, sitting was 100% and walking was 100%.

Keywords: Falling Tracking System, Internet of Things

Received 10 August 2021, Revise: 25 October 2021,

Accepted: 1 December 2021

Correspondence: Panjai Tantatsanawong, Department of Computing, Faculty of Science, Silpakorn University, Sanam Chandra Palace Campus, Rajamunka-nai Rd., Muang District, Nakhon Pathom 73000, E-mail: p.keeratiya@gmail.com

การพัฒนาต้นแบบระบบตรวจจับการหกล้มของผู้ป่วยหรือผู้สูงอายุ ด้วยอินเทอร์เน็ตประสาทรพpling

กฤษฎา ไชยโกฏ¹, วิมล นนัสอรินภัก², ปานใจ ธารทัศน์วงศ์¹

¹ภาควิชาคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ ม.ศิลปากร

²คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล ม.มหิดล

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันพบว่าจำนวนผู้สูงอายุเพิ่มขึ้นเนื่องมาจากความเจริญก้าวหน้าทางการแพทย์และความใส่ใจในสุขภาพของผู้สูงอายุ ด้วยแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวการเตรียมความพร้อมในการดูแลผู้สูงอายุทั้งด้านสุขภาพและความปลอดภัยอย่างมีประสิทธิภาพจึงเป็นสิ่งสำคัญ ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาระบบที่สามารถสนับสนุนการดูแลความปลอดภัยของผู้ป่วยหรือผู้สูงอายุ ด้วยการตรวจจับการหกล้มในผู้ป่วยหรือผู้สูงอายุที่อาศัยอยู่บ้านเพียงลำพังไปจนถึงผู้สูงอายุที่มีผู้ดูแลด้วยอินเทอร์เน็ตประสาทรพpling (IoT) ที่สามารถตรวจจับการหกล้มที่มีประสิทธิภาพ โดยนำอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นติดตั้งไว้กับตัวของผู้ป่วยหรือผู้สูงอายุ อุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นใช้เซ็นเซอร์ Accelerometer ร่วมกับ Gyroscope เพื่อความแม่นยำในการทำหน้าที่วัดค่าแกน X Y และ Z และเชื่อมต่อกับบอร์ด Arduino UNO R3 เมื่อได้ค่าจากเซ็นเซอร์ทั้งหมด โปรแกรมจะทำการประมวลผลค่าแกน X Y และ Z ว่าค่าที่ได้นั้นเป็นการหกล้มจริงหรือไม่ โดยตรวจสอบจากการสร้างเงื่อนไขโดยใช้ค่า Threshold ของผู้ป่วย ซึ่งเป็นค่าที่ได้จากการทดลองเก็บค่าใน 4 ลักษณะ คือ การหกล้มไปข้างหน้า การหกล้มไปด้านขวา การหกล้มไปด้านหลัง การหกล้มไปข้างซ้าย การหกล้มไปด้านหน้า การหกล้มไปด้านหลัง รวมทั้งการใช้ชีวิตประจำวัน คือ การล้มตัวลงนอน การนั่ง

การเดิน จากนั้น AIS NB – IoT ที่เชื่อมต่อกับ บอร์ด Arduino UNO R3 จะทำหน้าที่ส่งค่าข้อมูลที่ได้ไปที่ Magellan และใช้ API Dweet ของ Magellan ในการเชื่อมต่อกับ Node-red เพื่อการดึงข้อมูลไปเก็บไว้ที่ฐานข้อมูลและทำการแจ้งเตือนไปยังสมารท์โฟน โดยใช้แอปพลิเคชัน Line ของผู้ดูแลที่กำหนดไว้เมื่อมีการหกล้มเกิดขึ้น จากการจากการทดลองหาค่าความถูกต้องจากการหกล้ม 4 แบบ และการใช้ชีวิตประจำวัน โดยเก็บค่าจากการทดลองแต่ละเหตุการณ์ 20 ครั้ง ได้ค่าดังนี้ การทดลองหกล้มไปด้านซ้าย ได้ค่าความถูกต้องอยู่ที่ 90% การทดลองหกล้มไปด้านขวาได้ค่าความถูกต้อง 85% การทดลองหกล้มไปด้านหลังได้ค่าความถูกต้องอยู่ที่ 85% การทดลองหกล้มไปด้านหน้าได้ค่าความถูกต้องอยู่ที่ 90% การทดลองนอนได้ค่าความถูกต้องอยู่ที่ 100% การทดลองนั่งได้ค่าความถูกต้องอยู่ที่ 100% การทดลองเดินได้ค่าความถูกต้องอยู่ที่ 100%

คำสำคัญ: ระบบตรวจจับการหกล้ม, อินเทอร์เน็ตประสาทรพpling

วันที่รับต้นฉบับ 10 สิงหาคม 2564, วันที่แก้ไข: 25 ตุลาคม 2564, วันที่ตอบรับ: 1 ธันวาคม 2564

บทนำ

ในปัจจุบันพบว่าจำนวนผู้สูงอายุเพิ่มขึ้น อันเนื่องมาจากความเจริญก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีทางการแพทย์และความใส่ใจในสุขภาพของประชากรผู้สูงอายุ โดยสัดส่วนของประชากรผู้สูงอายุเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและต่อเนื่องแสดงถึงการก้าวเข้าสู่สังคมผู้สูงวัย (Aging Society) ดังนั้นการเตรียมความพร้อมในการดูแลผู้สูงอายุทั้งด้านสุขภาพและความปลอดภัยอย่างมี

ประสิทธิภาพจึงเป็นสิ่งจำเป็น เพื่อนำไปสู่การพัฒนาคุณภาพชีวิตในด้านต่าง ๆ ของประชากรผู้สูงอายุอย่างยั่งยืนในอนาคต ปัญหาที่พบมากในผู้สูงอายุ ส่วนใหญ่มีผลมาจากความเสื่อมโทรมของร่างกายอันเนื่องมาจากความชราที่เพิ่มขึ้น หนึ่งในปัญหาสำคัญได้แก่ ภาวะหกล้ม ซึ่งเกิดจากการเคลื่อนไหวที่ไม่มีประสิทธิภาพ การสูญเสียความสามารถในการเดินและการทรงตัวเนื่องจากความชรา ผลกระทบของภาวะหกล้มนำไปสู่ความเจ็บปวดด้านอื่นๆ เช่น ภาวะกระดูกหัก ความพิการทางร่างกาย สูญเสียความสามารถในการใช้ชีวิตประจำวัน ไปจนถึงการเป็นอันตรายต่อชีวิต ด้วยปัญหาข้างต้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาระบบที่สามารถดูแลความปลอดภัยของผู้ป่วยหรือผู้สูงอายุ โดยการตรวจจับการหกล้มของผู้ป่วยหรือผู้สูงอายุที่อาศัยอยู่บ้านเพียง

ผู้ประสานงาน : ปานใจ ธารทัศน์วงศ์, ภาควิชาคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยศิลปากรวิทยาเขต พระราชมังคลาภิเษก ถนน ราชมรรคาใน อำเภอ เมือง จังหวัด นครปฐม 73000 E-mail: p.keeratiya@gmail.com

ลำพังไปจนถึงผู้ป่วยหรือผู้สูงอายุที่มีผู้ดูแล ให้สามารถดำเนินชีวิตได้อิสระและได้รับการช่วยเหลืออย่างทันท่วงทีเมื่อเกิดเหตุการณ์ผิดปกติจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง ผู้วิจัยคาดหวังว่าระบบที่พัฒนาขึ้นจะเป็นต้นแบบและแนวทางในการวิจัยการตรวจจับการล้มในอนาคตที่จะพัฒนาระบบดังกล่าวให้มีประสิทธิภาพและช่วยให้คุณภาพชีวิตของผู้ป่วย ผู้สูงอายุและครอบครัวดีขึ้นได้ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาและพัฒนาระบบตรวจจับการล้มของผู้ป่วยหรือผู้สูงอายุโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสาทรพวง (Internet of Things, IoT)

บทบทวนวรรณกรรม

พงษ์พันธ์ สมแพง และคณะ [6] ได้ออกแบบวิธีการตรวจจับการล้มแบบ 2 มิติ ด้วยเซ็นเซอร์ Bluetooth Accelerometer และใช้หลักการต้นไม้ตัดสินใจ โดยรับค่าเริ่มต้นคือความเร่งจากการยืน การเดินที่ร่างกายตั้งฉากกับพื้นโลก ระบบจะเริ่มการตรวจจับการล้มตามที่โปรแกรมไว้ โปรแกรมมีความสามารถตรวจสอบความแตกต่างระหว่างการนอนลงในด้านต่างๆ ในสภาวะปกติกับการล้มเนื่อง จากอุบัติเหตุ ซึ่งถ้าเป็นการนอนลงปกติจะไม่เกิดการแจ้งเตือนโดยเปรียบเทียบเงื่อนไขที่ได้กำหนดไว้คือ หกเหลี่ยมไปด้านหน้าทางซ้าย ด้านหน้าทางขวา ด้านหลังทางซ้าย ด้านหลังทางขวา จะทำการเก็บค่าการล้มส่งเสียงแจ้งเตือนพร้อมส่ง ข้อความลักษณะการล้ม ตำแหน่งที่อยู่ที่มีการล้มไปยังผู้ติดต่อฉุกเฉิน หลังเกิดเหตุการณ์ล้มขึ้นแล้วยังรู้สึกตัวเคลื่อนไหวได้สามครั้งจะส่งข้อความ แจ้งเตือนอีกครั้งว่ารู้สึกตัวเคลื่อนไหวได้ในลักษณะนอนอยู่หรือสามารถลุกขึ้นนั่งหรือยืนได้ หรือถ้าหลังเกิดเหตุการณ์ล้มขึ้นแล้วไม่มีการแจ้งเตือนเลยแสดงว่าผู้ล้มไม่มีความรู้สึกตัวหรือหมดสติ ในขณะที่งานวิจัยของวัชรพันธ์ ทาต่อมวงศ์ และคณะ [7] ได้ใช้บอร์ดของ STM32StarterKit ซึ่งเป็นบอร์ดที่มีเซ็นเซอร์หลากหลายชนิด เช่น ความชื้น (Humidity) อุณหภูมิ (Temperature), ความเร่งตามแนวแกน XYZ (Accelerometer), ความเร่งเชิงมุมของแกน XYZ (Gyroscope) ความดันอากาศ (Barometer) สถานะหลอดไฟ LED (Digital Input/Output) เป็นต้น โดยบอร์ดดังกล่าวมีชิพเซตของ LoRa Module จึงทำให้สามารถรับ-ส่งข้อมูลผ่าน โครงข่ายของ LoRa ได้ งานวิจัยนี้ใช้เซ็นเซอร์ Gyroscope ซึ่งเป็นเซ็นเซอร์ที่ใช้วัดความเร่งเชิงมุมของแกน XYZ มาประยุกต์ใช้กับการตรวจสอบการล้มของวัตถุโดยโปรแกรมที่ใช้สำหรับพัฒนาบอร์ด STM32 Starter Kit นี้คือ Keiluvision 5 พัฒนาด้วยภาษาซี โดยดึงค่าจากเซ็นเซอร์ Gyroscope ที่ใช้ในการตรวจจับการเปลี่ยนทิศทางของแกน X, Y และ Z แล้วทำการสร้างฟังก์ชันเพื่อใช้ในการตรวจสอบการล้มลงของวัตถุ โดยพิจารณาจากทิศทางของแกน X เพียงแกนเดียวในการคำนวณว่าเกิดการล้มจริงหรือไม่ เพื่อให้ประมวลผลได้เร็วและสามารถแจ้งเตือนได้อย่างทันท่วงที นอกจากนี้งานวิจัยของจันทินภา กาญจนพวงศ์ และคณะ [4] ได้พัฒนาโปรแกรมควบคุม

และการทำงานของ FiO Std Board และเซ็นเซอร์วัดความเร่ง 3 แกน, X-bee โดยใช้โปรแกรม MATLAB และโปรแกรม X-CTU เพื่อคำนวณค่า Threshold ในแต่ละท่าการหกล้ม จากนั้นได้ใช้ภาครับจะรับโดยอุปกรณ์ X-bee หาตำแหน่ง Coordinator และนำมาเปรียบเทียบกับค่า threshold เพื่อวิเคราะห์การหกล้ม ข้อจำกัดของงานวิจัยนี้คือยังไม่ได้มีการเชื่อมต่อกับเครื่องแม่ข่ายและเว็บแอปพลิเคชัน งานวิจัยที่ได้กล่าวมา ยังมีการใช้เซ็นเซอร์ Gyroscope หรือ Accelerometer อย่างใดอย่างหนึ่ง งานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดที่จะนำเซ็นเซอร์ทั้งสองชนิดมาทำงานร่วมกัน อีกทั้งยังไม่สามารถใช้งานร่วมกับแอปพลิเคชัน Line และมีการพัฒนาให้สามารถแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชัน Line ของผู้ที่เกี่ยวข้อง

วิธีดำเนินงานวิจัย

ระบบตรวจจับการล้มของผู้ป่วยหรือผู้สูงอายุสามารถตรวจจับการล้มในลักษณะต่างๆ ได้ โดยใช้ฮาร์ดแวร์ประกอบด้วย เครื่องแม่ข่ายเว็บ บอร์ด Arduino UNO R3 ที่ติดตั้งเซ็นเซอร์ GY-521 MPU6050 Accelerometer และ Gyroscope ดังแสดงในรูปที่ 1 และ 2 ในการส่งข้อมูลใช้ AIS NB-IoT ในส่วนซอฟต์แวร์ใช้ Magellan, Dweet.io, Node-red (Node.js), XAMPP โดยใช้ฐานข้อมูล MySQL ในส่วนติดต่อกับผู้ใช้ Atom (HTML PHP CSS JavaScript) และ Arduino IDE v.1.8.9 สำหรับการโปรแกรมบอร์ด Arduino ระบบที่พัฒนาขึ้นมีการทำงาน 3 ส่วนดังนี้

1. ส่วนของ Input บอร์ด Arduino จะรับข้อมูลเข้าทั้งหมด 3 ค่า (ค่าแกน x, y และ z) จากเซ็นเซอร์ GY-521 MPU6050 Accelerometer และ Gyroscope [10]

2. ส่วนของ Process มีการนำเอาค่าส่งไปประมวลผลในหลายๆ ซึ่งมีตัวประมวลผลดังนี้

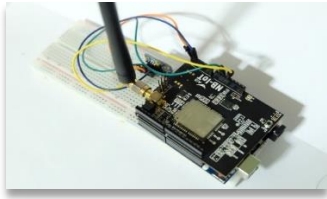
- 2.1) บอร์ด Arduino UNO R3 [2] ทำการประมวลผลค่าแกน x y z ที่ได้จากเซ็นเซอร์ GY-521 MPU6050 Accelerometer and Gyroscope Sensor ประมวลผลว่าเกิดการล้มเกิดขึ้นหรือไม่ โดยประมวลผลผ่านคำสั่งในโปรแกรม Arduino IDE

- 2.2) AIS Magellan [1] ประมวลผลข้อมูลที่ได้มาจากบอร์ด Arduino ให้ข้อมูลมีความพร้อมนำไปใช้ต่อ

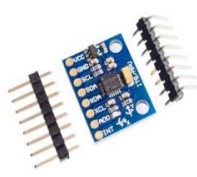
- 2.3) Node-red (Node.js) ประมวลผลข้อมูลที่ได้มาจาก AIS Magellan เพื่อนำข้อมูลไปจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูลและส่งแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชัน Line

- 2.4) Atom ประมวลผลข้อมูลที่ได้จากฐานข้อมูลและนำมาแสดงผล โดยใช้ HTML, PHP และ CSS JavaScript

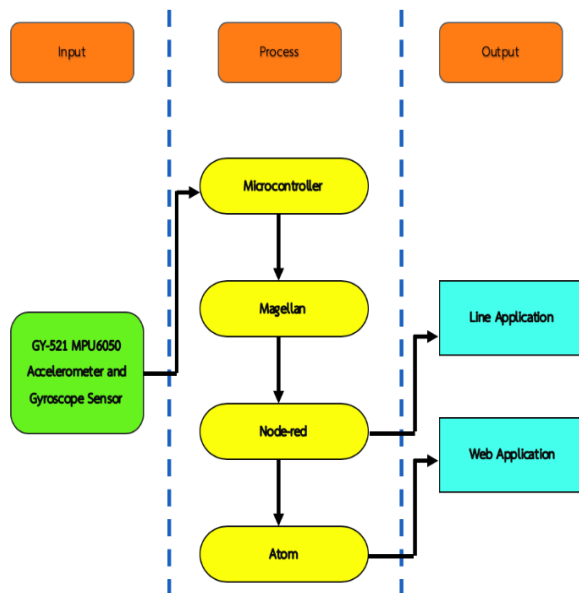
3. การแสดงข้อมูลการล้มที่รับมาจากบอร์ด Arduino ผ่านทางหน้าเว็บแอปพลิเคชัน และส่งการแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชัน Line ของญาติผู้ป่วยหรือผู้ที่เกี่ยวข้อง



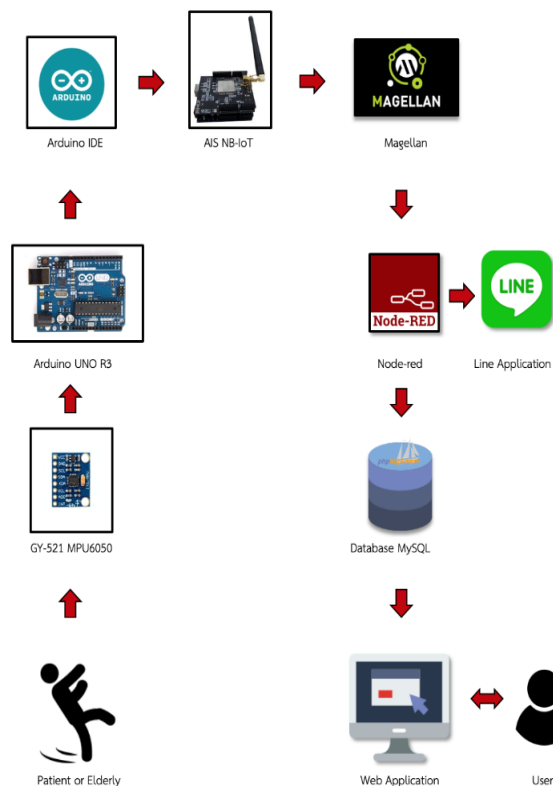
รูปที่ 1 บอร์ด Arduino UNO R3 ที่ติดตั้ง AIS NB-IoT



รูปที่ 2 โมดูล GY-521 MPU6050



รูปที่ 3. แสดงแผนผังการทำงานของระบบ

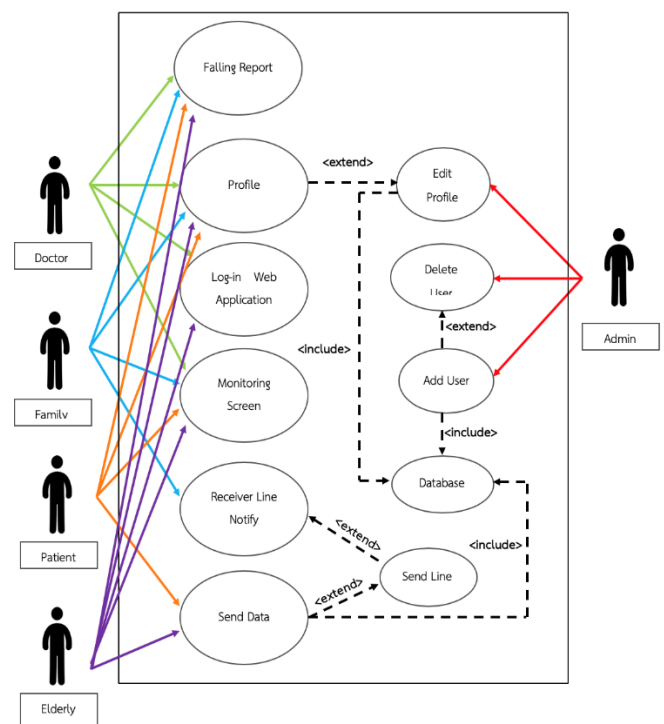


รูปที่ 4. โครงสร้างการทำงานของระบบ

ผลการวิจัย

A. การทำงานของระบบทั้งหมด

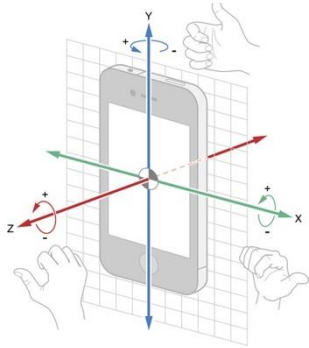
การทำงานของระบบตรวจจับการหกล้มของผู้ป่วยหรือผู้สูงอายุ โดยติดตั้งตัวอุปกรณ์ไว้ที่ตัวผู้ป่วยหรือผู้สูงอายุ เมื่อผู้ป่วยหรือผู้สูงอายุมีการเคลื่อนไหวจะได้ค่าแกน x y z จากอุปกรณ์มาวิเคราะห์ว่าผู้ป่วยหรือผู้สูงอายุเกิดการหกล้มขึ้นหรือไม่ เมื่อวิเคราะห์ค่าแล้วเกิดเหตุการณ์การหกล้มเกิดขึ้นจริงจะส่งค่าไปที่ Magellan และดึงข้อมูลโดยใช้ API Dweet.io เชื่อมต่อกับ Node-red (Node.js) ใช้ Flow, Node ใน Node-red ส่งข้อมูลไปเก็บไว้ที่ฐานข้อมูลให้สามารถดึงข้อมูลไปแสดงผลบนหน้าเว็บแอปพลิเคชัน และส่งข้อมูลแจ้งเตือนไปที่แอปพลิเคชัน Line เมื่อมีการหกล้มเกิดขึ้น เพื่อให้ผู้ที่เกี่ยวข้องกับผู้ป่วยหรือผู้สูงอายุสามารถช่วยเหลือได้อย่างทันท่วงที ดังแสดงในรูปที่ 5



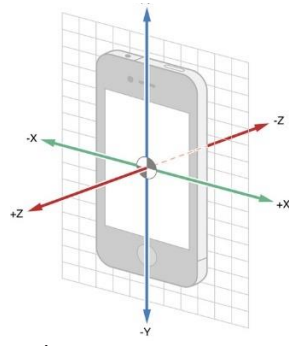
รูปที่ 5. แสดงแผนภาพ Use Case ของระบบ

B. การตรวจสอบการหกล้ม

การตรวจสอบการหกล้มในงานวิจัยใช้เซ็นเซอร์ Gyroscope ที่มีไว้สำหรับตรวจจับลักษณะการหมุนของอุปกรณ์ต่างๆ โดยเป็นการตรวจจับแบบ 3 แกน (3-Axes) ควบคู่กับการใช้เซ็นเซอร์ Accelerometer สำหรับตรวจจับลักษณะการเคลื่อนไหวของวัตถุ การใช้เซ็นเซอร์ทั้งสองแบบนี้เพื่อความแม่นยำไม่ว่าผู้ใช้จะอยู่ในอิริยาบถแบบใดก็ตาม



รูปที่ 6. แสดงหลักการหมุนของ เซ็นเซอร์ Gyroscope [9]



รูปที่ 7. แสดงหลักการของ เซ็นเซอร์ Accelerometer [9]

ในการคำนวณค่าการหกล้มจะใช้การปรับค่าของเซ็นเซอร์ Accelerometer และ Gyroscope ก่อน เพื่อให้สามารถนำไปใช้คำนวณได้โดยง่าย การคำนวณจะใช้การหาค่าของขนาดและทิศทางจากแกน x y z โดยใช้สมการดังนี้ [1][5][9]

Sum Vector Magnitude of Acceleration (SVM)

$$SVM-A = \sqrt{ax^2 + ay^2 + az^2} \quad (1)$$

$$SVM-G = \sqrt{Gx^2 + Gy^2 + Gz^2} \quad (2)$$

โดยที่ (1) เป็นค่าขนาดและทิศทางที่ได้จากเซ็นเซอร์ Accelerometer

(2) เป็นค่าขนาดและทิศทางค่าที่ได้จากเซ็นเซอร์ Gyroscope

การหาค่า Pitch Roll Yaw เพื่อให้เกิดความแม่นยำในการหาค่าการหกล้มมากขึ้นโดยใช้สมการ

$$\text{Pitch} = \left(\frac{180}{\pi}\right) * \text{atan} \left(\frac{ax}{\sqrt{ay^2 + az^2}}\right) \quad (3)$$

$$\text{Roll} = \left(\frac{180}{\pi}\right) * \text{atan} \left(\frac{ay}{\sqrt{ax^2 + az^2}}\right) \quad (4)$$

$$\text{Yaw} = \left(\frac{180}{\pi}\right) * \text{atan} \left(\frac{az}{\sqrt{ax^2 + ay^2}}\right) \quad (5)$$

โดยที่ ax, ay, az เป็นค่าที่ได้จากเซ็นเซอร์ Accelerometer

การทดลองโดยติดตั้งอุปกรณ์กับผู้ทำการทดลองดังรูปที่ 8 จากนั้นจัดเก็บข้อมูลการหกล้มด้วยการเก็บลักษณะการหกล้ม 4 แบบ คือ การหกล้มไปด้านหน้า การหกล้มไปด้านหลัง การหกล้มไปด้านซ้าย การหกล้มไปด้านขวา โดยทำการติดตั้งอุปกรณ์ที่มีเซ็นเซอร์ Accelerometer และ Gyroscope sensor, Arduino UNO R3 Board, AIS NB-IoT ไว้กับตัวผู้ทดลอง และทำการเก็บค่าขนาดทิศทางที่ได้จากเซ็นเซอร์ Accelerometer และ Gyroscope ในช่วงที่เกิดการหกล้มมาวิเคราะห์หาค่าต่ำสุดสูงสุด และค่าเฉลี่ย เพื่อที่จะนำข้อมูลมาใช้ในการกำหนดเงื่อนไขการการหกล้มให้กับระบบ



รูปที่ 8 การติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับการหกล้ม

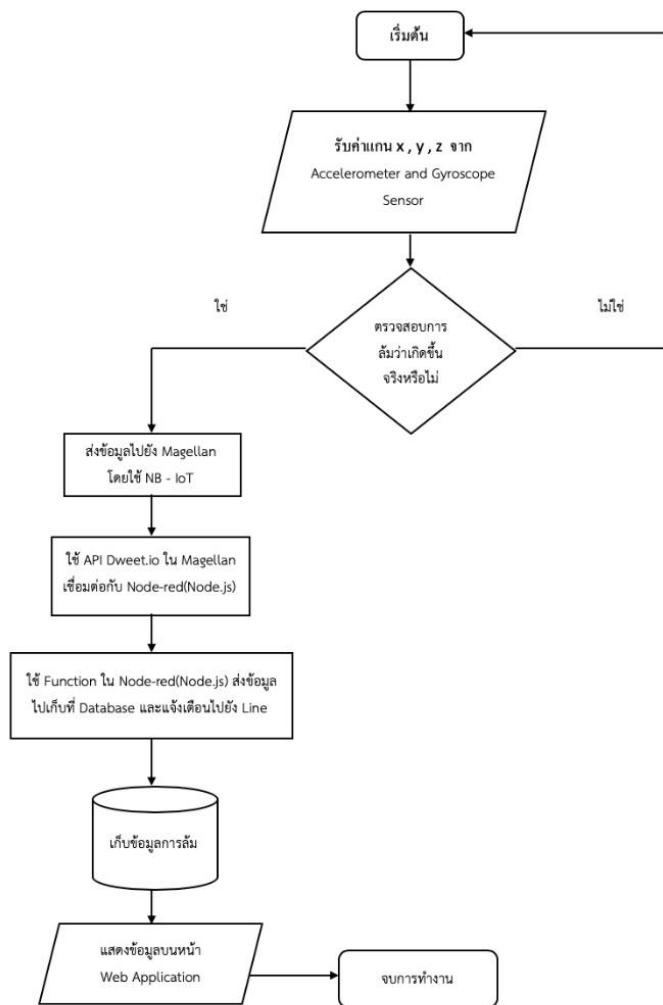
ตารางที่ 1. Accuracy Test

กิจกรรม	จำนวนที่ทดลอง	จำนวนที่ถูกต้อง	Accuracy
การหกล้มไปด้านซ้าย	20	18	90%
การหกล้มไปด้านขวา	20	17	85%
การหกล้มไปด้านหลัง	20	17	85%
การหกล้มไปด้านหน้า	20	18	90%
การล้มตัวลงนอน	20	20	100%
การนั่ง	20	20	100%
การเดิน	20	20	100%

จากการจากการทดลองหาค่าความถูกต้องจากการหกล้ม 4 แบบ คือ การหกล้มไปข้างซ้าย การหกล้มไปด้านขวา การหกล้มไปข้างหน้า การหกล้มไปด้านหลัง และการใช้ชีวิตประจำวัน คือ การนอน การเดิน การนั่ง โดยเก็บค่าจากการทดลองแต่ละเหตุการณ์ 20 ครั้ง ได้ค่าดังนี้ การทดลองหกล้มไปด้านซ้ายได้ค่าความถูกต้องอยู่ที่ 90% การทดลองหกล้มไปด้านขวาได้ค่าความถูกต้อง 85% การทดลองหกล้มไปด้านหลังได้ค่าความถูกต้องอยู่ที่ 85% การทดลองหกล้มไปด้านหน้าได้ค่าความถูกต้องอยู่ที่ 90% การทดลองนอนได้ค่าความถูกต้องอยู่ที่ 100% การทดลองนั่งได้ค่าความถูกต้องอยู่ที่ 100% การทดลองเดินได้ค่าความถูกต้องอยู่ที่ 100% ความผิดพลาด

ที่เกิดขึ้นจากการทดลองอาจจะเกิดจากการติดตั้งอุปกรณ์ต้นแบบ ทั้งนี้เนื่องจากงานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาต้นแบบ (Prototype) เพื่อพิสูจน์แนวคิด (Proof of concept) หากจะนำไปใช้จริงยังต้องมีการพัฒนาให้มีความเที่ยงตรงแม่นยำ 100% เพราะหากมีความผิดพลาดอาจจะส่งผลเสียถึงผู้ใช้งานได้

การพัฒนากระบวนการตรวจจับการหกล้มของผู้ป่วยหรือผู้สูงอายุ การส่งข้อมูลจากอุปกรณ์ที่ติดอยู่กับตัวผู้ป่วยหรือผู้สูงอายุ ไปยัง Magellan ซึ่งเป็น platform ของ AIS ที่ใช้ในการแสดงผลข้อมูล โดยมีการส่งข้อมูลในรูปแบบ JSON ได้แก่ หมายเลขอุปกรณ์ และสถานะหกล้มเป็นตัวเลข "1" ซึ่งหมายความว่ามีการหกล้มเกิดขึ้น สามารถส่งค่าข้อมูลไปได้จริง และเวลาที่ใช้ในการประมวลผลข้อมูลมีผลต่อจำนวนชุดข้อมูลที่จะส่งไปยัง Magellan ดังแสดงในรูปที่ 9

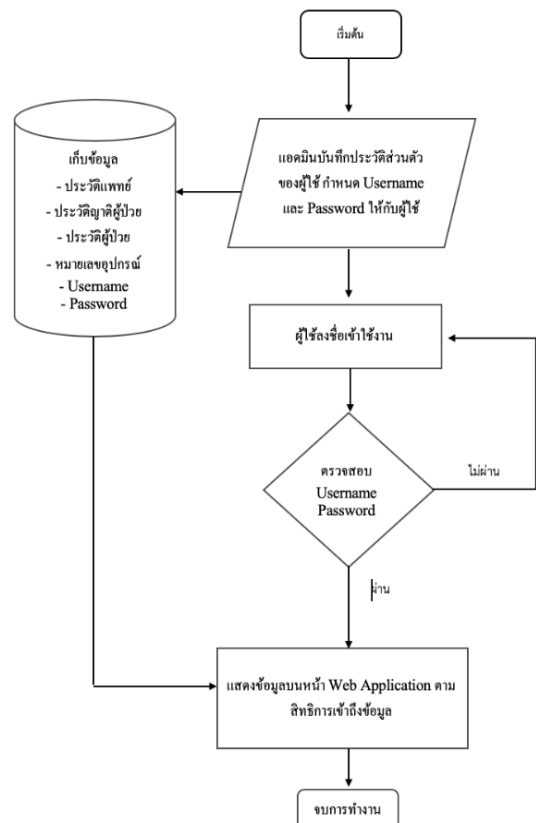


รูปที่ 9. แผนผังการทำงานของระบบ

C. การทำงานส่วนเว็บแอปพลิเคชัน

การทำงานในส่วนของเว็บแอปพลิเคชันดังแสดงในรูปที่ 10 ผู้ดูแลระบบจะทำหน้าที่จัดการทั้งหมด โดยจะบันทึกประวัติส่วนตัวของผู้ใช้ ได้แก่ แพทย์ ญาติผู้ป่วย ผู้ป่วย และหมายเลขอุปกรณ์ กำหนด Username และ Password สำหรับเข้าใช้งานให้กับผู้ใช้ทุกคน เมื่อผู้ใช้งานต้องการเข้าใช้งานจะต้องใส่ Username และ Password ที่กำหนดให้ก่อนจึงจะสามารถเข้าใช้งานได้ และเมื่อผู้ใช้เข้าใช้งานได้แล้วหน้าเว็บจะแสดงข้อมูลการหกล้มของผู้ป่วยหรือผู้สูงอายุโดยมีรายละเอียดดังนี้

- 1) ญาติผู้ป่วยสามารถดูการแสดงผลสถานะการหกล้มและข้อมูลการติดต่อแพทย์
- 2) แพทย์สามารถดูการแสดงผลสถานะการหกล้มของผู้ป่วย ข้อมูลการติดต่อผู้ป่วยและญาติผู้ป่วย
- 3) ผู้ป่วยสามารถลงทะเบียนอุปกรณ์ตรวจจับการหกล้ม ปรับปรุงข้อมูลการติดต่อแพทย์ และอุปกรณ์จะส่งข้อมูลการหกล้มไปยัง server ได้
- 4) ผู้ดูแลระบบสามารถเข้าถึงข้อมูลทั้งหมดของระบบ ข้อมูลผู้ป่วย ข้อมูลแพทย์ ข้อมูลสถานะการหกล้ม เวลา วันที่ หมายเลขอุปกรณ์ กำหนดรหัสผ่านและสิทธิในการใช้ ให้กับผู้ป่วย ญาติผู้ป่วยและแพทย์



รูปที่ 10. แผนผังการทำงานของส่วนเว็บแอปพลิเคชัน

สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาอุปกรณ์ต้นแบบเพื่อสนับสนุนการดูแลความปลอดภัยในผู้ป่วยหรือผู้สูงอายุ โดยประยุกต์หลักการทำงานของอินเทอร์เน็ตประสานสรรพลังด้วยการใช้เซ็นเซอร์ Accelerometer และ Gyroscope ทำงานร่วมกันเพื่อเพิ่มความแม่นยำในการตรวจจับการล้ม รวมทั้งการใช้เครือข่ายแบบ NB-IoT ที่ใช้พลังงานต่ำ โดยอุปกรณ์ที่ผู้พัฒนาทำการพัฒนาขึ้นมาชิ้นนี้จะต้องสามารถตรวจจับการหกล้มของผู้ป่วยหรือผู้สูงอายุได้ 4 รูปแบบ คือ การหกล้มไปข้างซ้าย การหกล้มไปด้านขวา การหกล้มไปข้างหน้า การหกล้มไปด้านหลัง และสามารถแยกออกจากการหกล้มเนื่องจากการใช้ชีวิตประจำวัน คือ การล้มตัวลงนอน การเดิน การนั่งได้ อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาต้นแบบซึ่งมีข้อจำกัดดังนี้

- 1) อุปกรณ์ 1 ชุดสามารถใช้ได้กับ 1 บุคคลเท่านั้น
- 2) ลักษณะการนอนของผู้ป่วยอาจทำให้ตัวอุปกรณ์ไม่สามารถแยกได้ว่าเป็นการนอนหรือการหกล้ม
- 3) การทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับการหกล้ม หากมีการหกล้มที่ไม่มีความเร่งมากพออุปกรณ์จะไม่สามารถตรวจจับการหกล้มได้
- 5) ค่าที่ส่งมาจากอุปกรณ์ อาจจะมีการส่งมาหลายค่าติดกันในบางครั้งขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการประมวลผลของตัวอุปกรณ์
- 6) เนื่องจากการทดลองโดยใช้ผู้ทดลองเพียงคนเดียว หากมีการใช้กับผู้อื่นอาจมีความคลาดเคลื่อนได้จำเป็นที่จะต้องมีการปรับเทียบ (Calibrate) ให้เข้ากับแต่ละบุคคล

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยในอนาคต

ควรพัฒนาอุปกรณ์ให้มีขนาดเล็กลงเพื่อให้สามารถติดตั้งที่ผู้ป่วยได้จริง และควรวิจัยเพื่อหาตำแหน่งที่เหมาะสมในการติดตั้งอุปกรณ์ รวมทั้งการเพิ่มจำนวนการทดลองให้มีความครอบคลุมการใช้งานจริงของผู้ใช้ เพื่อให้ได้ค่าความถูกต้อง 100%

เอกสารอ้างอิง

- [1.] AIS Magellan, 2562, "AIS Magellan", [ออนไลน์], เข้าถึงได้: <https://เว็บ.aismagellan.io/userguide-platform>.
- [2.] Arduino IDE, 2559, "Arduino IDE", [ออนไลน์], เข้าถึงได้: <http://เว็บ.dekcomcr.com/blog/?p=104>
- [3.] NB-IoT, 2561, "NB-IoT", [ออนไลน์], เข้าถึงได้: <https://เว็บ.techmoblog.com/nb-iot/>.
- [4.] จันทนิภา กาญจนนพวงศ์, กรชนก พุทธะ, 2556, "ระบบตรวจจับพฤติกรรมกรรมการหกล้มโดยใช้เซ็นเซอร์วัดความเร่งแบบ 3 แกน โดย FiO Std Board", โครงการวิศวกรรมโทรคมนาคม หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- [5.] ทนพงษ์ ภูริรักษ์, "ความรู้เกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น", เอกสารประกอบการสอนวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น รหัสวิชา 2127-2107 ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาวิชาเมคคาทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี.
- [6.] พงษ์พันธ์ สมแพง, ธัญญ จารุวิทย์โกวิท, 2562, "ระบบตรวจจับการหกล้มแบบ 2 มิติด้วย Bluetooth Accelerometer Sensor", โครงการปริญญานิพนธ์ สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์และโทรคมนาคม วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.
- [7.] วัชรพันธ์ ทาต่อมวงศ์, อารยา พุดตาล, 2561, "ระบบตรวจจับอาการหกล้มของผู้ป่วยหรือผู้สูงอายุ", โครงการประกวดนวัตกรรม LoRa IoT สำหรับพนักงาน.
- [8.] 2561, "ส่งข้อมูลผ่านเครือข่าย NB-IoT", [ออนไลน์], เข้าถึงได้: <https://medium.com/chiang-mai-maker-club/ais-magellan-iot-platform-nb-iot-b6d8683be904>.
- [9.] 2557, รู้จักเหล่าเซ็นเซอร์อัจฉริยะบนสมาร์ตโฟน เบื้องหลังการทำงานอันไร้ขีดจำกัดของสมาร์ตโฟนยุคใหม่, [ออนไลน์], เข้าถึงได้: <https://www.thaimobilecenter.com/article-2557/understanding-sensors-on-mobile-phone-and-smart-phone.asp>.
- [10.] 2560. MPU6050) กับ arduino", [ออนไลน์], เข้าถึงได้: <https://www.myarduino.net/article/42/สอนใช้งาน-gy-521-imu-3-axis-accelerometer-gyro-module-mpu6050-กับ-arduino>.