การพัฒนาต้นแบบระบบแจ้งเตือนการล้มด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งแบบสมาร์ท

ธนภัทร เนตรสว่าง[1], ไพศาล สิมาเลาเต่า[1] และ อุบลรัตน์ ศิริสุขโภคา[1*]

[1]สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
*ubonrat76@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาต้นแบบระบบแจ้งเตือนการล้มด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งแบบสมาร์ท และ 2) หาประสิทธิภาพของต้นแบบระบบแจ้งเตือนการล้มด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งแบบสมาร์ท เครื่องมือในการวิจัย ประกอบด้วย เครื่องมือในการทดลอง คือ ต้นแบบระบบแจ้งเตือนการล้มด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งแบบสมาร์ทที่พัฒนาด้วยภาษา HTML, CSS, PHP เชื่อมต่อกับฐานข้อมูล MySQL และภาษา C++ ในการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ และเครื่องมือในการรวบรวมข้อมูล คือ แบบประเมินประสิทธิภาพระบบ วิธีดำเนินการวิจัย ประกอบด้วย 1) วิเคราะห์ปัญหาและความต้องการ 2) ออกแบบระบบ 3) พัฒนาระบบ 4) ทดสอบระบบ และ 5) ประเมินผลโดยผู้เชี่ยวชาญที่ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง จำนวน 3 คน

ผลการวิจัยพบว่า 1) ต้นแบบระบบแจ้งเตือนการล้มด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งแบบสมาร์ทสามารถใช้งานได้เป็นอย่างดี โดยผู้ใช้งานต้นแบบระบบสามารถดูผลการแจ้งเตือนการล้มผ่านแอปพลิคชันไลน์ได้ และ 2) ผลการประเมินประสิทธิภาพต้นแบบระบบแจ้งเตือนการล้มด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งแบบสมาร์ทโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน อยู่ในระดับดีมาก ($\overline{X}$=4.54, S.D.=0.53)

คำสำคัญ: เว็บเซิร์ฟเวอร์ ระบบแจ้งเตือนการล้ม อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

Development a Prototype of a Fall Notification System with Smart Internet of Things

Thanapath Nedsawang[1], Paisan Simalaotao[1] and Ubonrat Sirisukpoca[1*]

[1]Computer Science, Faculty of Science and Technology, Nakhon Pathom Rajabhat University
*ubonrat76@gmail.com

Abstract

The objectives of this research are: 1) to develop a prototype of a fall notification system with smart internet of things, and 2) to determine the effectiveness of a prototype of a fall notification system with smart internet of things. The research tools consisted of experimental tool and data collecting tool. Experimental tool is a prototype of a fall notification system with smart internet of things developed with HTML, CSS, PHP, connecting to MySQL database, and C++ language to control device operation. Data collecting tool is system efficiency evaluation form. Research methodology can be classified into 5 steps: 1) problem and requirement analysis, 2) system design, 3) system development, 4) system testing, and 5) system evaluation by three purposively selected experts.

The findings from this research are: 1) fall notification system with smart internet of things was highly usable, users of the system can view the results of falling alerts through the LINE application, and 2) the efficiency of the proposed system evaluated by three experts is in highest level ($\overline{X}$=4.54, S.D.=0.53).

Keywords: Web Server, Fall Alarm System, Internet of Things (IoT)

1. บทนำ

ปัจจุบันปัญหาที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับอุบัติเหตุมีจำนวนมาก ไม่ว่าจะเกิดกับเด็ก ผู้ใหญ่ และผู้สูงอายุ ซึ่งส่วนใหญ่จะเกิดกับผู้สูงอายุที่ไม่ได้รับการดูแลอย่างทั่วถึง เนื่องจากลูก ๆ หรือคนดูแลมีภาระหน้าที่ที่ต้องรับผิดชอบ เพื่อที่จะได้มีค่าใช้จ่ายในครอบครัว ซึ่งบางครั้งผู้สูงอายุก็ต้องอยู่เพียงลำพัง ทำให้เสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุได้ง่าย หรือบางครั้งแม้จะมีคนคอยดูแล แต่หากเกิดอุบัติเหตุขึ้นแล้ว ก็อาจจะช่วยได้ไม่ทันท่วงที ซึ่งอาจเกิดจากปัจจัยหลาย ๆ อย่าง เช่น ดูแลผู้สูงอายุเพียงคนเดียวไม่มีคนอื่นมาช่วย หรือบางครั้งไปทำธุระส่วนตัว แล้วคลาดสายตาจากผู้สูงอายุ ซึ่งอุบัติเหตุอาจเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา ดังนั้นหากมีเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่สามารถป้องกัน หรือช่วยเหลือผู้สูงอายุได้ทันเวลาจึงเป็นสิ่งที่ดี

จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงพัฒนาต้นแบบระบบแจ้งเตือนการล้มด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งแบบสมาร์ท โดยประยุกต์ใช้เซนเซอร์ไร้สายเพื่อวิเคราะห์พฤติกรรมและลักษณะการเคลื่อนที่ของผู้สูงอายุ ว่าในขณะนั้นผู้สูงอายุกำลังมีพฤติกรรมอย่างไร เช่น ยืน วิ่ง เดิน นอน นั่ง หรือหกล้ม ซึ่งหากมีการล้มก็จะสามารถช่วยเหลือผู้ที่ประสบอุบัติเหตุได้ทันท่วงที อีกทั้งยังอาจช่วยลดปัญหาการสูญเสียได้อีกด้วย หากสามารถตรวจจับพฤติกรรมเหล่านี้ได้ ก็จะมีประโยชน์อย่างยิ่งในการลดอุบัติเหตุที่อาจจะเกิดขึ้นกับผู้สูงอายุ หรือมีการแจ้งเตือนหากเกิดอุบัติเหตุขึ้นทำให้สามารถช่วยเหลือได้ทันเวลา

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อพัฒนาต้นแบบระบบแจ้งเตือนการล้มด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งแบบสมาร์ท

2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของต้นแบบระบบแจ้งเตือนการล้มด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งแบบสมาร์ท

3. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3.1.1 อุบัติเหตุ [1] หมายถึง เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างไม่คาดหวังและไม่ตั้งใจในเวลาและสถานที่แห่งหนึ่ง เกิดขึ้นโดยไม่มีสิ่งบอกเหตุล่วงหน้าแต่มีสาเหตุและส่งผลกระทบที่สามารถชี้วัดได้ อุบัติเหตุเป็นผลเชิงลบของความเป็นไปได้อย่างหนึ่ง ซึ่งควรจะหลีกเลี่ยงหรือป้องกันไว้แต่แรก โดยพิจารณาจากปัจจัยสาเหตุต่าง ๆ อันที่จะนำไปสู่การเกิดอุบัติเหตุ

3.1.2 Arduino IDE ส่วน IDE ย่อมาจาก (Integrated Development Environment) [2] คือ ส่วนเสริมของระบบการพัฒนา หรือตัวช่วยต่าง ๆ ที่จะคอยช่วยเหลือ Developer หรือช่วยเหลือคนที่พัฒนาแอปพลิเคชัน เพื่อเสริมให้เกิดความรวดเร็ว ถูกต้อง แม่นยำ ตรวจสอบระบบที่จัดทำได้ ทำให้การพัฒนางานต่าง ๆ เร็วมากขึ้น Arduino IDE เป็นโปรแกรมที่มีการใช้งานลักษณะ Open source ซึ่ง Arduino IDE จะทำหน้าที่ ติดต่อระหว่างคอมพิวเตอร์ ไม่ว่าจะเป็นระบบ Windows, Mac OS X หรือ Linux กับบอร์ด Arduino ซึ่งโปรแกรมนี้ออกแบบให้ง่ายต่อการเขียนโค้ดและอัปโหลดโปรแกรมที่เขียนเข้าสู่บอร์ด Arduino

3.1.3 LINE Notify [3] คือ บริการที่ทาง Line ได้เตรียมไว้ให้ในรูปแบบของ API ให้กับเหล่านักพัฒนานั้นสามารถนำไปใช้ต่อยอด พัฒนาโปรเจคที่มีความต้องการส่งข้อความในการแจ้งเตือนเข้าไปยังกลุ่ม หรือบัญชีส่วนตัวของเราได้ ซึ่งบริการหลัก ๆ ที่สามารถเชื่อมต่อได้แก่ GitHub, IFTTT หรือ Mackerel เป็นต้น

3.1.4 PHP [4] คือ ภาษาคอมพิวเตอร์ Server-Side Script ซึ่งใช้ในการจัดทำเว็บไซต์และสามารถประมวลผลออกมาในรูปแบบ HTML โดยมีรากฐานโครงสร้างคำสั่งมาจากภาษาซี ภาษาจาวา และภาษาเพิร์ล เป้าหมายหลักของภาษา PHP คือให้นักพัฒนาเว็บไซต์สามารถเขียนเว็บเพจที่มีความตอบโต้ได้อย่างรวดเร็ว

3.1.5 ภาษา C++ [5] เป็นภาษาคอมพิวเตอร์เพื่อวัตถุประสงค์ทั่วไป ซึ่งสามารถเขียนโปรแกรมได้ทั้งแบบออบเจ็ค และการเขียนแบบปกติทั่วไป และยังมีเครื่องมืออำนวยความสะดวกในการจัดการและเข้าถึงระดับหน่วยความจำ นอกจากนี้ยังถูกนำไปใช้ในการเขียนโปรแกรมแบบต่าง ๆ มากมาย เช่น โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ระบบฝังตัว (Embedded) เว็บเซิร์ฟเวอร์ การพัฒนาเกม และแอปพลิเคชันที่ต้องการประสิทธิภาพอย่างสูง

3.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชนินท์ และคณะ [6] ทำวิจัย เรื่อง การพัฒนาระบบการตรวจจับการล้มโดยใช้สายรัดข้อมือ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบการตรวจจับการล้มแบบสายรัดข้อมือและวิเคราะห์การล้มด้วยเทคนิคการตัดสินจากเกณฑ์ระดับความเร่ง โดยใช้ข้อมูลการเคลื่อนไหวจากบริเวณข้อมือ วิธีการตรวจจับการล้มที่มีการใช้งานอยู่ในปัจจุบัน จะตรวจสอบได้จากอุปกรณ์ที่ติดอยู่ในระดับเอว แต่เนื่องจากบริเวณดังกล่าวไม่ใช่ตำแหน่งที่เหมาะสมกับการเป็นอุปกรณ์ติดตัว ดังนั้นในงานวิจัยนี้ใช้อุปกรณ์ตรวจจับการล้มในรูปแบบสายรัดข้อมือและพัฒนาวิธีการตรวจจับการล้มให้รองรับการเคลื่อนไหวจากข้อมือ โดยใช้ข้อมูลจากเซนเซอร์ตรวจจับความเร่ง มาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการตัดสินจากเกณฑ์ระดับความเร่ง เพื่อแยกระหว่างการเคลื่อนไหวปกติในชีวิตประจำวันและการล้ม โดยทดสอบด้วยรูปแบบการเคลื่อนไหวปกติ 8 รูปแบบ และการล้ม 5 รูปแบบ จากการทดสอบการล้มจากผู้ทดสอบจำนวน 5 คน ที่มีความแตกต่างด้านความสูงและน้ำหนัก พบว่าวิธีการตัดสินจากเกณฑ์ระดับความเร่ง สามารถแยกความแตกต่างได้ถูกต้อง 93.1%

เกียรติสิน และคณะ [7] ทำวิจัย เรื่อง ระบบเฝ้าติดตามและแจ้งเตือนสำหรับผู้สูงอายุโดยทางเครือข่ายวายฟาย มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างระบบเฝ้าติดตามและแจ้งเตือนสำหรับผู้สูงอายุ เมื่อผู้สูงอายุประสบอุบัติเหตุหรือเจ็บป่วย และพัฒนาเครือข่ายวายฟายภายในที่อยู่อาศัย ซึ่งทำหน้าที่เชื่อมต่อการส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ตรวจจับไร้สาย ไปยังบอร์ด Raspberry Pi ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวประมวลผลหลัก อุปกรณ์ตรวจจับไร้สายที่ใช้ในการตรวจจับสถานการณ์ผิดปกติและฉุกเฉิน ได้แก่ ชุดตรวจจับการล้มด้วยเซนเซอร์วัดความเร่ง ชุดตรวจจับการเคลื่อนไหวด้วยกล้องและเซนเซอร์วัดระยะทาง และชุดปุ่มฉุกเฉิน หากเกิดเหตุการณ์ตามเงื่อนไขที่กำหนด นั่นคือ การล้ม หรือการกดปุ่มฉุกเฉิน หรือไม่มีการเคลื่อนไหวภายในช่วงเวลาที่กำหนด บอร์ด Raspberry Pi จะส่งข้อความแจ้งเตือนในรูปแบบข้อความสั้นทางโทรศัพท์ไปยังผู้ดูแลอย่างอัตโนมัติ ผลการทดลอง พบว่า ระบบเฝ้าติดตามและแจ้งเตือน ทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ทั้งในกรณีจำลองสถานการณ์และใช้งานจริง

ณัฏฐ์ และพูลพงษ์ [8] ทำวิจัย เรื่อง ระบบการตรวจจับก่อนการหกล้มกระแทกแบบอ้างอิงด้วยฟัซซี่เป็นฐานโดยเกณฑ์แบบไดนามิก การวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นพัฒนารูปแบบการกำหนดเกณฑ์แบบไดนามิกเพื่อตรวจจับก่อนการหกล้มแบบเวลาจริง โดยบูรณาการคุณสมบัติด้านความเร็วการเคลื่อนที่ของศีรษะและหน้าอก ร่วมกับจุดศูนย์ถ่วงของร่างกาย ด้วยกฎฟัซซี่ลอจิก 14 ข้อแบบ Sugeno เพื่อการกำหนดท่าทางหกล้ม การเปลี่ยนแปลงท่าทาง และการเคลื่อนที่ รวมทั้งการเปรียบเทียบการใช้อุปกรณ์แบบผสมผสานแบบต่าง ๆ เพื่อการตัดสินใจขั้นสุดท้ายว่าเกิดการหกล้ม ด้วยวิธีนี้ทำให้สามารถตรวจจับก่อนการหกล้ม โดยอาสาสมัครใส่เซนเซอร์ที่มีขนาดเล็กเท่าเหรียญ ทำงานร่วมกับ คินเน็กท์ทำหน้าที่ตรวจจับด้วยภาพ โดยไม่บันทึกข้อมูลเพื่อความเป็นส่วนตัว การประยุกต์เกณฑ์แบบไดนามิกที่มีแบบแผนเหมาะกับปัจเจกบุคคล ทำให้ระยะเวลาการแยกแยะตรวจจับการล้มและไม่ล้มแบบเวลาจริงมากที่สุด และได้เปรียบเทียบผลบูรณาการอุปกรณ์หลากหลาย ทั้งคินเน็กท์ตัวเดียว สองและสามตัว ร่วมกับการใช้และไม่ใช้อุปกรณ์สวมใส่ ผลทดลองพบว่าระยะเวลาที่สามารถตรวจจับก่อนการหกล้มได้ คือ 549.83 มิลลิวินาที ด้วยบูรณาการแบบคินเน็กท์สองตัวร่วมกับอุปกรณ์สวมใส่ สามารถลดปัญหาการทับซ้อนคลาดเคลื่อนของมุมกล้อง ด้วยความแม่นยำการตรวจจับ ร้อยละ 98.09 กลับกันการตรวจจับด้วยคินเน็กท์เพียงสองตัว ตรวจจับได้ด้วยอัตราความแม่นยำต่ำกว่าเพียง ร้อยละ 93.00

สุพัตรา [9] ทำวิจัย เรื่อง การประมวลผลภาพ 3 มิติ เพื่อตรวจจับการหกล้มภายในบ้านของผู้สูงอายุ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทบทวนทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประมวลผลภาพ 3 มิติ เพื่อตรวจจับการหกล้มภายในบ้านของผู้สูงอายุซึ่งไม่ต้องสวมใส่อุปกรณ์ใด ๆ ให้เกิดความรำคาญ การพัฒนาระบบการตรวจจับการล้มในรูปแบบการวิเคราะห์ผลจากภาพจะระบุสถานะของการล้มได้เมื่อผู้สูงอายุล้มลงไปที่พื้น จากการทบทวนวรรณกรรมสามารถวิเคราะห์ส่วนต่าง ๆ บนร่างกายได้ถึง 20 จุดโดยไม่ต้องติดตั้งอุปกรณ์เสริมใด ๆ และนอกจากนี้ยังเป็นอุปกรณ์ที่รองรับการตรวจจับการเคลื่อนไหว เสียง และท่าทาง ดังนั้น ผู้พัฒนาเทคโนโลยีการตรวจจับการล้มของผู้สูงอายุควรศึกษาฟังก์ชันของกล้องไคเนคต์ การพัฒนาโปรแกรมเพื่ออ่านค่าจากการประมวลผลภาพ การจำลองสถานการณ์การล้ม เพื่อพัฒนาอัลกอริทึมหลากหลายรูปแบบเพื่อรองรับกับลักษณะการเคลื่อนไหวของร่างกาย ลักษณะการล้ม วิธีการประมวลผลภาพดิจิทัลการตรวจจับการเคลื่อนไหว และระบุตำแหน่งของกล้องไคเนย์ วิธีการท่าทางมนุษย์แบบ 2 มิติและ 3 มิติจุดศูนย์กลางมวลของร่างกายมนุษย์ และเทคนิควิธีการวัดประสิทธิภาพ เป็นต้น

จากการศึกษาและค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า มีการใช้เทคโนโลยีในการตรวจจับการล้มหลายด้าน เช่น การตรวจจับการล้มโดยใช้สายรัดข้อมือ การเฝ้าติดตามและแจ้งเตือนสำหรับผู้สูงอายุโดยทางเครือข่ายวายฟาย การตรวจจับก่อนการหกล้มกระแทกแบบอ้างอิงด้วยฟัซซี่ และการตรวจจับการหกล้มภายในบ้านของผู้สูงอายุด้วยการประมวลผลภาพ 3 มิติ เป็นต้น โดยเป็นการใช้เทคโนโลยีที่ต้องใช้อุปกรณ์ติดตามร่างกาย หรือเป็นเทคโนโลยีที่ใช้อุปกรณ์เฉพาะทางที่มีราคาสูง ซึ่งหากมีการนำเทคโนโลยีที่มีราคาถูกมาใช้ตรวจจับบริเวณจุดเกิดเหตุหรือบริเวณพื้นที่ที่เป็นจุดล้ม จะทำช่วยให้ลดต้นทุนในการพัฒนาและช่วยแจ้งเตือนการล้มไปยังผู้เกี่ยวข้องได้อย่างรวดเร็ว

4. วิธีดำเนินการวิจัย

ในการพัฒนาต้นแบบระบบแจ้งเตือนการล้มด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งแบบสมาร์ท มีขั้นตอนวิธีในการดำเนินการวิจัยตามแนวคิดวงจรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle : SDLC) ดังนี้

4.1 การศึกษาเบื้องต้น

ผู้วิจัยศึกษาค้นคว้าทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และข้อมูลจากเว็บไซต์ต่าง ๆ เพื่อนำมาพัฒนาระบบการแจ้งเตือนการล้มด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งแบบสมาร์ท พบว่า หากมีการนำเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ที่มีราคาถูกมาใช้ตรวจจับค่าแรงสั่นสะเทือนในบริเวณพื้นที่ที่เป็นจุดล้ม จะทำช่วยให้ลดต้นทุนในการพัฒนา และใช้เทคโนโลยีการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันด้วยภาษา HTML, CSS, PHP เพื่อบันทึกข้อมูลการล้มเข้าสู่ฐานข้อมูล MySQL และใช้ภาษา C++ ร่วมกับโปรแกรม Arduino IDE ในการพัฒนาชุดคำสั่งเพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับค่าแรงสั่นสะเทือนด้วยอินเทอร์เน็ตจของสรรพสิ่ง ทำให้ช่วยแจ้งเตือนการล้มไปยังผู้เกี่ยวข้องทางแอปพลิเคชันไลน์ได้อย่างรวดเร็ว

4.2 การกำหนดความต้องการของระบบ

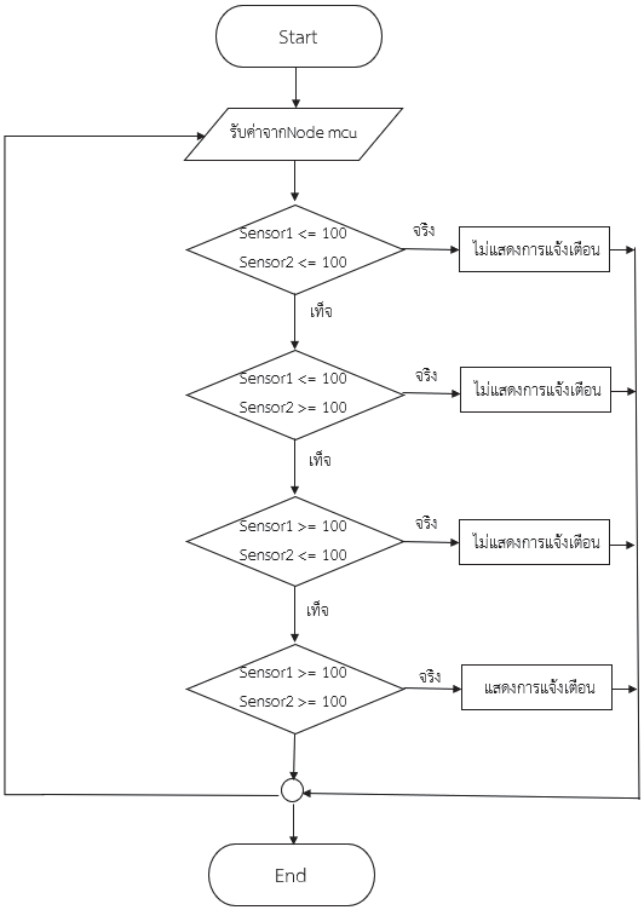
ผู้วิจัยได้กำหนดความต้องการของระบบ เซนเซอร์ตรวจจับแรงสั่นสะเทือนที่ต้องการนำมาใช้งาน โดยชุดอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้น สามารถติดตั้งเข้าวัสดุพื้นผิวที่สามารถรับน้ำหนักและตรวจวัดแรงสั่นสะเทือนของการล้มได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีความถูกต้องและแม่นยำในเรื่องของการตรวจจับการล้มและการแจ้งเตือนเพื่อขอความช่วยเหลือ

4.3 การออกแบบระบบ

การออกแบบระบบแจ้งเตือนการล้มด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งแบบสมาร์ท มีการออกแบบส่วนต่าง ๆ ดังนี้

4.3.1 การออกแบบส่วนผังงานของระบบ (System Flowchart)

ส่วนการทำงานของระบบแจ้งเตือนการล้มด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งแบบสมาร์ท ซึ่งมีการใช้เซนเซอร์ตรวจจับแรงสั่นสะเทือนเพื่อรองรับการตรวจจับแรงสั่นสะเทือนเพื่อเปรียบเทียบและวิเคราะห์ผล อย่างน้อย 2 ตัว โดยมีขั้นตอนการทำงาน คือ รับค่าจากที่ได้จากเซนเซอร์ที่เชื่อมต่อกับ NodeMCU มาตรวจสอบเงื่อนไข ถ้า Sensor1 <= 100 และ Sensor2 <= 100 หรือ Sensor มีผลลัพธ์ที่ต่างกัน ตัว NodeMCU จะไม่ทำการส่งการแจ้งเตือนว่าเกิดการล้ม แต่ถ้า Sensor1 >= 100 และ Sensor2 >= 100 ตัว NodeMCU จะทำการส่งการแจ้งเตือนว่าเกิดการล้ม (ตัวเลขที่กำหนดในเงื่อนไขได้จากการทดลองการตกกระทบของวัตถุที่มีน้ำหนักใกล้เคียงกับร่างกายมนุษย์) ดังภาพที่ 1

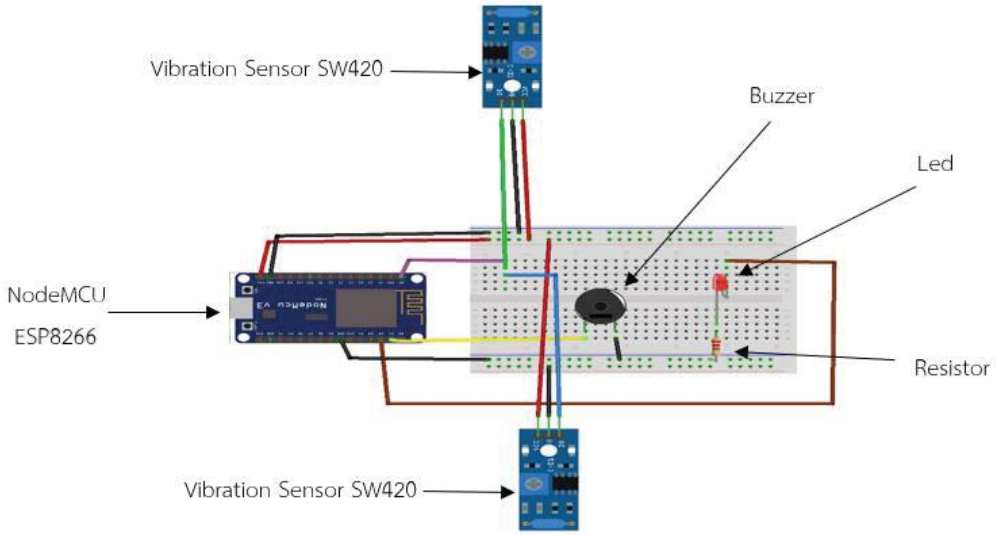


ภาพที่ 1 Flowchart ขั้นตอนการทำงานของระบบ

จากภาพที่ 1 พบว่า มีการใช้ค่าของ sensor จำนวน 2 ตัว ในการตรวจสอบเงื่อนไขเพื่อแจ้งเตือนการล้ม เนื่องจากพื้นที่ของวัสดุที่ใช้ในการทดลองมีขนาดเล็ก ประมาณ 30 x 30 เซนติเมตร ทำให้การตรวจสอบค่าโดยใช้ sensor เพียงตัวเดียวจะไม่ครอบคลุมพื้นที่ตามขนาดของร่างกายมนุษย์เมื่อเกิดการล้ม และแรงสั่นสะเทือนจากพื้นที่ขนาดเล็กจาก sensor เพียงจุดเดียว อาจเกิดจากการกระโดดมากกว่าการล้มได้

4.3.2 การออกแบบวงจร

การออกแบบระบบตรวจจับการล้มและการแจ้งเตือน กรณีศึกษาเซนเซอร์ จำนวน 2 ตัว จะใช้ NodeMCU ESP8266, Vibration Sensor SW420, Buzzer, Led, Register (ตัวต้านทาน) ขา VIN และขา GND ของ NodeMCU ESP8266 ต่อเข้ากับช่อง + , - ของแผ่น Protoboard และขา A0 ต่อลง Protoboard ขาของ Vibration Sensor SW420 ขา VCC ต่อเข้ากับ Protoboard ช่อง + ขา - ต่อเข้ากับ Protoboard ช่อง – และขา D0 ต่อเข้ากับขา A0 ของ Protoboard Buzzer ขา + ต่อเข้ากับขา D1 ของ NodeMCU ESP8266 ขาลบต่อลงช่อง - ของ Protoboard Led ขา + ต่อเข้าขา D2 ของ NodeMCU ESP8266 และขา - ต่อเข้ากับตัว Resistor ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 การเชื่อมต่อระบบตรวจจับการล้ม

4.4 การพัฒนาระบบ

การพัฒนาต้นแบบระบบแจ้งเตือนการล้มด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งแบบสมาร์ท แบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

4.4.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการพัฒนาต้นแบบระบบแจ้งเตือนการล้มด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งแบบสมาร์ท ประกอบด้วย NodeMCU ESP8266, Vibration sensor SW420, สาย Jumper, Buzzer และ Resistor และผู้วิจัยเลือกใช้โปรแกรม Arduino IDE ในการเขียนคำสั่งควบคุมการทำงาน ดังตารางที่ 1

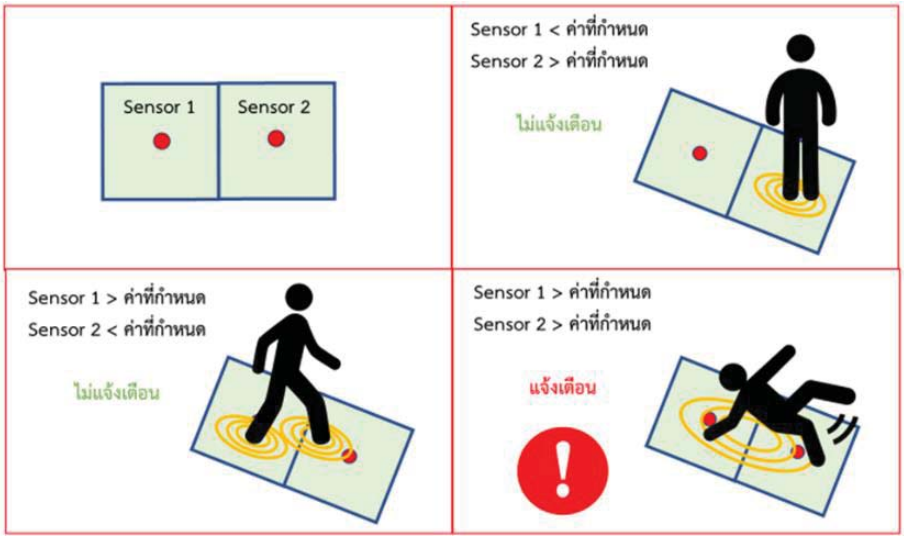
ตารางที่ 1 แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการพัฒนา

ชื่ออุปกรณ์	จำนวน	หน่วย	ชื่ออุปกรณ์	จำนวน	หน่วย
1. NodeMCU ESP8266	1	ชิ้น	4. Buzzer	1	ชิ้น
2. Vibration sensor SW420	4	ชิ้น	5. LED red	1	ดวง
3. สาย Jumper	18	เส้น	6. Resistor	1	ชิ้น

4.4.2 การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันเพื่อเชื่อมต่อฐานข้อมูล MySQL เพื่อบันทึกประวัติการล้มหรือประวัติการแจ้งเตือนการล้มเข้าสู่ฐานข้อมูลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ผู้วิจัยเลือกใช้โปรแกรม visual studio code ในการออกแบบและพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน ด้วยภาษา HTML, CSS และ PHP

4.5 การทดสอบระบบ

เมื่อได้รูปแบบระบบอุปกรณ์ตรวจจับการล้มตามที่ต้องการแล้ว ผู้พัฒนาระบบจึงได้ทำการทดลองอุปกรณ์ โดยการนำไปทดลองกับน้ำหนักหรือความแรงของการล้มว่าแรงสั่นสะเทือนเท่าใดจึงจะสามารถตรวจจับได้ โดยการทดลองนี้ได้ทดลองกับวัตถุที่มีน้ำหนักใกล้เคียงกับบุคคลที่มีน้ำหนักอยู่ระหว่าง 50–100 กิโลกรัม และทดลองกับบุคคลด้วยการทิ้งน้ำหนักตัวลงบนพื้นรับน้ำหนัก โดยต้นแบบระบบแจ้งเตือนการล้มด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งแบบสมาร์ท ใช้เซนเซอร์ที่วัดแรงสั่นสะเทือน ไม่ได้วัดแรงกดทับระหว่างจุด ซึ่งถ้าเป็นการเดินปกติ ค่าสั่นสะเทือนก็จะน้อย เซนเซอร์ก็ไม่แจ้งเตือน และได้ทำการทดลองโดยการเดินปกติและการกระโดด ซึ่งได้ค่าแรงสั่นสะเทือน 100 มาจากการกระโดด เมื่อได้ทำการทดลองก็จะได้รู้ถึงข้อบกพร่อง ซึ่งผู้วิจัยจะสามารถนำผลการทดลองมาเปรียบเทียบข้อผิดพลาดได้ จึงนำไปสู่การปรับปรุงเปลี่ยนแปลงระบบให้ดีและเหมาะสมมากยิ่งขึ้น โดยทำการทดลองติดตั้งชุดอุปกรณ์รับแรงสั่นสะเทือนด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งไว้ที่พื้นรับแรงสั่นสะเทือน 1 แผ่น เพื่อทดสอบการทำงานของชุดอุปกรณ์ จากนั้นทำการทดลองติดตั้งชุดอุปกรณ์กับพื้นเพิ่มเป็น 2 แผ่น และทำการทดลองเพื่อรับแรงสั่นสะเทือนของพื้นทั้ง 2 จุด และวิเคราะห์สถานการณ์ล้ม ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 การทดสอบระบบ

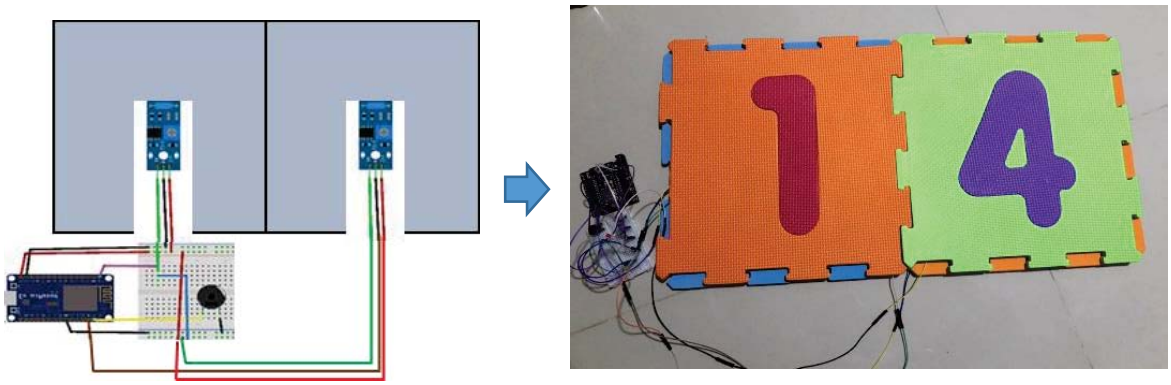
จากภาพที่ 3 วัสดุที่ใช้ในการทดลอง เป็นแผ่นโฟมขนาดประมาณ 30 x 30 เซนติเมตร และมีความหนาประมาณ 1 เซนติเมตร โดยทำติดตั้ง sensor วัดแรงสั่นสะเทือนไว้ที่บริเวณกึ่งกลางของแผ่นวัสดุ จากการทดลอง พบว่า Vibration sensor SW-420 ที่เลือกใช้ในการวิจัย สามารถรับแรงสั่นสะเทือนได้ดี โดยระหว่างการทดสอบได้มีการเพิ่มความหนาของแผ่นวัสดุ พบว่าแรงสั่นสะเทือนที่ส่งมายัง sensor มีค่าลดลง จึงสรุปได้ว่า ระยะห่างของ sensor ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติ ขนาดและความหนาของวัสดุที่ใช้ ตลอดจนความความสามารถในการตรวจจับแรงสั่นสะเทือนของ sensor ที่เลือกใช้ด้วย

5. ผลการวิจัย

5.1 ผลการพัฒนาระบบ

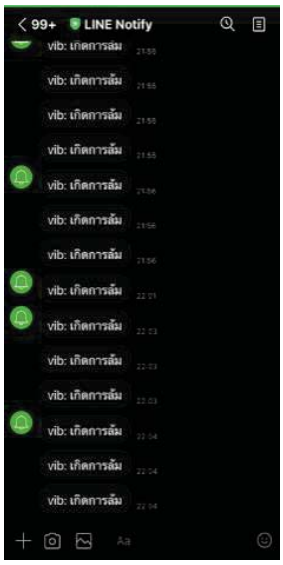
การพัฒนาต้นแบบระบบแจ้งเตือนการล้มด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งแบบสมาร์ท มีการทำงานของระบบแยกเป็น 2 ส่วน โดยในแต่ละส่วนมีรายละเอียดดังนี้

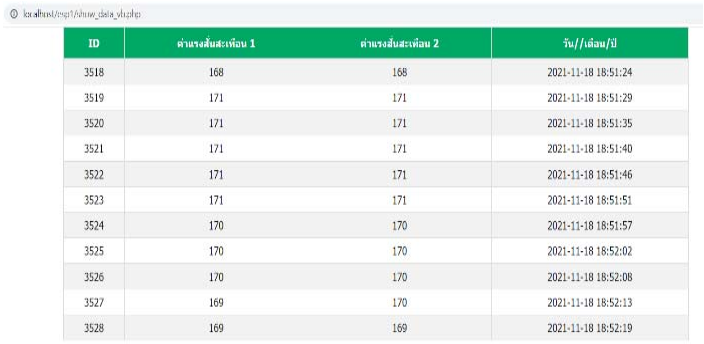
5.1.1 ผลการพัฒนาต้นแบบชุดอุปกรณ์ตรวจจับแรงสั่นสะเทือนจากการล้ม ผู้วิจัยได้จัดวางอุปกรณ์ต่าง ๆ ตามที่ได้ออกแบบวงจรไว้ในขั้นต้นของการดำเนินงาน และใช้ NodeMCU ESP8266 ควบคุมหลอดไฟ บัซเซอร์ใช้ในการส่งสัญญาณเสียง และส่งการแจ้งเตือนไปที่แอปพลิเคชันไลน์ โดยได้จัดวางตัวควบคุมวงจร (NodeMCU) ไว้ด้านข้าง และติดตั้งเซนเซอร์แรงสั่นสะเทือน (Vibration sensor SW-420) ไว้ที่ด้านล่างตรงกึ่งกลางของแผ่นรับน้ำหนัก ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ผลการพัฒนาชุดอุปกรณ์

5.1.2 ผลการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน ในส่วนนี้ มีการตรวจสอบค่าแรงสั่นสะเทือนจาก Sensor1 และ Sensor2 ว่ามีค่ามากกว่าหรือเท่ากับเงื่อนไขที่กำหนดไว้หรือไม่ หากค่าแรงสั่นสะเทือนจากเซนเซอร์ทั้ง 2 ตัว มีค่ามากกว่าเงื่อนไขที่กำหนด ระบบจะส่งการแจ้งเตือนไปที่แอปพลิเคชันไลน์ของผู้ใช้ที่ลงทะเบียนไว้ในระบบ (ในกรณีของการนำไปพัฒนาเพื่อใช้งานจริงจะเป็นการแจ้งเตือนไปยังญาติหรือเจ้าหน้าที่ทางการแพทย์) และบันทึกข้อมูลการล้มและการแจ้งเตือนไปยังฐานข้อมูล MySQL ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ดังภาพที่ 5 (ก) และในส่วนของเว็บแอปพลิเคชันที่ทำงานบนเครื่องเซิร์ฟเวอร์ จะทำหน้าที่เรียกใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูล MySQL ด้วยภาษา PHP ดังภาพที่ 5 (ข)





ID	ค่าแรงสั่นสะเทือน 1	ค่าแรงสั่นสะเทือน 2	วัน//เดือน/ปี
3518	168	168	2021-11-18 18:51:24
3519	171	171	2021-11-18 18:51:29
3520	171	171	2021-11-18 18:51:35
3521	171	171	2021-11-18 18:51:40
3522	171	171	2021-11-18 18:51:46
3523	171	171	2021-11-18 18:51:51
3524	170	170	2021-11-18 18:51:57
3525	170	170	2021-11-18 18:52:02
3526	170	170	2021-11-18 18:52:08
3527	169	170	2021-11-18 18:52:13
3528	169	169	2021-11-18 18:52:19

(ก) การแจ้งเตือนการล้มผ่านแอปพลิเคชันไลน์ (ข) การส่งค่าแรงสั่นสะเทือนบันทึกเข้าฐานข้อมูล

ภาพที่ 5 ผลการพัฒนาแอปพลิเคชัน

5.2 ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบ

ผลการประเมินประสิทธิภาพของต้นแบบระบบแจ้งเตือนการล้มด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งแบบสมาร์ท โดยผู้เชี่ยวชาญที่ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง จำนวน 3 คน แสดงได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบ

ประเด็นประสิทธิภาพ	$\bar{X}$	S.D.	ประสิทธิภาพ
1. ประสิทธิภาพของระบบด้านตรงตามความต้องการ (Function Requirement)	4.53	0.58	ดีมาก
1.1 ความสามารถในการเรียกใช้งานในระบบฐานข้อมูล	4.67	0.58	ดีมาก
1.2 ความสามารถของระบบในการเพิ่ม ปรับปรุง และนำเสนอข้อมูล	4.33	0.58	ดี
1.3 ความสามารถของโมดูลในระบบอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง	4.67	0.58	ดีมาก
1.4 ความสามารถของการประยุกต์ใช้ชุดอุปกรณ์	4.67	0.58	ดีมาก
1.5 4 ความสามารถของระบบในภาพรวม	4.33	0.58	ดี
2. ประสิทธิภาพของระบบด้านสามารถทำงานได้ตามหน้าที่ (Function)	4.53	0.58	ดีมาก
2.1 ความถูกต้องในการจัดประเภทข้อมูล	4.67	0.58	ดีมาก
2.2 ความถูกต้องของระบบในการเพิ่ม ปรับปรุง และนำเสนอข้อมูล	4.33	0.58	ดี
2.3 ความถูกต้องของข้อมูลในระบบอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง	4.67	0.58	ดีมาก
2.4 ความถูกต้องของการประยุกต์ใช้ชุดอุปกรณ์	4.33	0.58	ดี
2.5 ความถูกต้องของการทำงานระบบในภาพรวม	4.67	0.58	ดีมาก
3. ประสิทธิภาพของระบบด้านความง่ายต่อการใช้งาน (Usability)	4.53	0.58	ดีมาก
3.1 ความง่ายในการเรียกใช้ระบบ	4.67	0.58	ดีมาก
3.2 ความเหมาะสมในการออกแบบหน้าจอโดยภาพรวม	4.67	0.58	ดีมาก
3.3 ความชัดเจนของข้อความที่แสดงบนจอภาพ	4.67	0.58	ดีมาก
3.4 ความสะดวกในการเข้าใช้ระบบ	4.33	0.58	ดี
3.5 ความน่าใช้ของระบบในภาพรวม	4.33	0.58	ดี
4. ประสิทธิภาพของระบบด้านความเร็ว (Performance)	4.60	0.58	ดีมาก
4.1 ความเร็วในการแสดงผลจากการเชื่อมโยงข้อมูลส่วนต่าง ๆ	4.67	0.58	ดีมาก
4.2 ความเร็วในการติดต่อกับระบบออนไลน์	4.67	0.58	ดีมาก
4.3 ความเร็วในการบันทึก ปรับปรุงข้อมูลผ่านระบบ	4.67	0.58	ดีมาก
4.4 ความเร็วในการนำเสนอข้อมูล	4.33	0.58	ดี
4.5 ความเร็วในการทำงานของระบบในภาพรวม	4.67	0.58	ดีมาก
5. ประสิทธิภาพของระบบ ด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูล (Security)	4.50	0.56	ดีมาก
5.1 การกำหนดสิทธิ์เข้าใช้ระบบมีความปลอดภัยในการใช้งาน	4.67	0.58	ดีมาก
5.2 ความปลอดภัยของระบบเครือข่าย	4.67	0.58	ดีมาก
5.3 ความปลอดภัยของการเข้าถึงข้อมูล	4.33	0.58	ดี
5.4 การควบคุมให้ใช้งานตามสิทธิ์ผู้ใช้ได้อย่างถูกต้อง	4.33	0.58	ดี
5.5 การตรวจสอบสิทธิ์ก่อนใช้งานของผู้ใช้ระบบในระดับต่าง ๆ	4.67	0.58	ดีมาก
5.6 มีระบบป้องกันภัยจากไวรัส หรือผู้บุกรุก	4.33	0.58	ดี
5.7 รองรับข้อมูลที่ตรงกับความต้องการ นำไปใช้ประโยชน์ได้	4.67	0.58	ดีมาก
5.8 การให้คำปรึกษาและแก้ปัญหาสำหรับการใช้งาน	4.33	0.58	ดี
ผลการประเมินประสิทธิภาพรวมทุกด้าน	4.54	0.53	ดีมาก

จากตารางที่ 2 ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบ พบว่า ผลการประเมินประสิทธิภาพรวมทุกด้าน มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}$=4.54, S.D.=0.53) ประกอบด้วย 1) ประสิทธิภาพของระบบด้านตรงตามความต้องการ (Function

Requirement) มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\overline{X}$=4.53, S.D.=0.58) 2) ประสิทธิภาพของระบบด้านสามารถทำงานได้ตามหน้าที่ (Function) มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\overline{X}$=4.53, S.D.=0.58) 3) ประสิทธิภาพของระบบด้านความง่ายต่อการใช้งาน (Usability) มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\overline{X}$=4.53, S.D.=0.58) 4) ประสิทธิภาพของระบบด้านความเร็ว (Performance) มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\overline{X}$=4.60, S.D.=0.58) และ 5) ประสิทธิภาพของระบบ ด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูล (Security) มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\overline{X}$=4.50, S.D.=0.56)

6. สรุปผลการวิจัย

6.1 การพัฒนาต้นแบบระบบแจ้งเตือนการล้มด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งแบบสมาร์ท สามารถใช้งานได้ดี โดยระบบสามารถตรวจจับแรงสั่นสะเทือนจากการล้มของผู้สูงอายุและแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันไลน์ได้เป็นอย่างดี ทำให้สามารถเข้าช่วยเหลือผู้สูงอายุที่ล้มได้ทันท่วงที

6.2 การพัฒนาต้นแบบระบบแจ้งเตือนการล้มด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งแบบสมาร์ท มีผลการประเมินประสิทธิภาพรวมทุกด้าน อยู่ในระดับดีมาก ($\overline{X}$=4.54, S.D.=0.53)

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 ควรใช้เซนเซอร์วัดแรงสั่นสะเทือน ควบคู่กับเซนเซอร์อื่น ๆ เพื่อการตรวจจับการหกล้มที่แม่นยำมากขึ้น

7.2 สามารถพัฒนาอุปกรณ์ให้ตรวจจับพฤติกรรมต่าง ๆ ได้ดีกว่านี้ เช่น การหกล้มเบา ๆ หรือสะดุดล้ม และมีการลุกขึ้นมาได้ไม่ให้แจ้งเตือนว่าเกิดพฤติกรรมการหกล้มที่รุนแรง

7.3 ในการทดลองระบบ ควรทดลองทิ้งน้ำหนักตัวในระยะที่ไกลจากเซนเซอร์ เพื่อให้ทราบว่าเซนเซอร์สามารถรับค่าแรงสั่นสะเทือนในระยะไกลได้

7.4 ควรมีการทดลองกับวัสดุพื้นหลายชนิดและเพิ่มจำนวนเซนเซอร์ในการตรวจจับให้มากขึ้น เพื่อเปรียบเทียบความถูกต้องและเหมาะสมของการวัดแรงสั่นสะเทือนจากการล้ม

เอกสารอ้างอิง

[1] วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. (2562). **อุบัติเหตุ.** ค้นเมื่อ 20 เมษายน 2565 จาก https://th.wikipedia.org/wiki/อุบัติเหตุ

[2] The Invention. (2564). **ทำความรู้จักกับ Arduino IDE.** ค้นเมื่อ 20 เมษายน 2565 จาก https://www.ai-corporation.net/2021/11/18/what-is-arduino-ide/

[3] สุวัฒน์ นาคชูแก้ว. (2561). **สร้างการแจ้งเตือนด้วย Line Notify.** ค้นเมื่อ 20 เมษายน 2565 จาก https://engineering.thinknet.co.th/สร้างการแจ้งเตือนด้วย-line-notify-670f9b20ac27

[4] มานพ กองอุ่น. (2557). **ภาษาพีเอชพี (PHP) คืออะไร.** ค้นเมื่อ 20 เมษายน 2565 จาก https://www.programmerthailand.com/blog/view/4/ภาษาพีเอชพี(php)-คืออะไร

[5] MarcusCode. (2558). **ภาษา C++ คืออะไร.** ค้นเมื่อ 20 เมษายน 2565 จาก http://marcuscode.com/lang/cpp/introduction

[6] ชนินท์ วงษ์ใหญ่, อภิรักษ์ ภักดีวงษ์ และสมหมาย บัวแย้มแสง. (2563). การพัฒนาระบบการตรวจจับการล้มโดยใช้สายรัดข้อมือ. **งานประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยรังสิต ประจำปี 2563.** 249-257.

[7] เกียรติสิน กาญจนวนิชกุล, กนกวรรณ บุญก้อน, นวพร ลาดแก้ว และนพชัย คงเจริญ. (2562). ระบบเฝ้าติดตามและแจ้งเตือนสำหรับผู้สูงอายุโดยทางเครือข่ายวายฟาย. **วารสารสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น : วิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี.** 7 (1), 15-21.

[8] ณัฏฐ์ โอธนาทรัพย์ และพูลพงษ์ บุญพราหมณ์. (2562). ระบบการตรวจจับก่อนการหกล้มกระแทกแบบอ้างอิงด้วยฟัซซี่เป็นฐานโดยเกณฑ์แบบไดนามิก. **วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ.** 22 (2), 44-52.

[9] สุพัตรา วะยะลุน. (2560). การประมวลผลภาพ 3 มิติ เพื่อตรวจจับการหกล้มภายในบ้านของผู้สูงอายุ. **วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยเพชรบุรี.** 7 (2), 108-118.