

Research article

การประเมินประสิทธิภาพและความพึงพอใจต่อเข็มขัดอัจฉริยะสำหรับแจ้งเตือนการล้ม

ร่วมกับแอปพลิเคชันไลน์สำหรับผู้สูงอายุ

Evaluation of the Efficiency and User Satisfaction of a Smart Belt Fall Detection System Integrated with the LINE Application for the Elderly

ปัญญภัตพร บุญพร้อม^{1*}, ประสงค์ศักดิ์ สองศรี²

Punpaphatporn Bunprom^{1*}, Prasongsuk Songsree²

¹คณะวิทยาศาสตร์สุขภาพ วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม

²คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม

¹ Faculty of Health Science, Siam Technology College

² Faculty of Engineering and Technology, Siam Technology College

*Corresponding Author, e-mail: punpaphatpornb@siamtechno.ac.th

Received: 9 February 2025; Revised: 17 June 2025; Accepted: 19 June 2025

บทคัดย่อ

การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างประชากรส่งผลให้ประเทศไทยเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุอย่างสมบูรณ์ ซึ่งทำให้ปัญหาการหกล้มในผู้สูงอายุเป็นประเด็นสำคัญที่ต้องได้รับการแก้ไข งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบประสิทธิภาพและประเมินความปลอดภัยของระบบตรวจจับการล้มในเข็มขัดอัจฉริยะร่วมกับแอปพลิเคชันไลน์ในการจำลองสถานการณ์จริง และศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้อุปกรณ์ดังกล่าว กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยผู้สูงอายุ 10 คน และผู้ดูแล 5 คน ที่อาศัยอยู่ในศูนย์ดูแลผู้สูงอายุ โดยใช้วิธีการสัมภาษณ์เชิงลึกและการทดสอบระบบในสถานการณ์จำลอง ผลการวิจัยพบว่า เข็มขัดอัจฉริยะมีประสิทธิภาพสูงในการตรวจจับการล้ม โดยมีความแม่นยำเฉลี่ย 92.3% และมีความเร็วในการตอบสนอง 2.1-2.3 วินาที ผู้สูงอายุส่วนใหญ่รู้สึกพึงพอใจในความสะดวกสบายและความปลอดภัยของอุปกรณ์ โดยระบุว่าอุปกรณ์มีความเหมาะสมต่อการใช้งานในชีวิตประจำวัน ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าเข็มขัดอัจฉริยะแจ้งเตือนการล้มมีแนวโน้มช่วยเสริมความมั่นใจให้ผู้สูงอายุ และลดภาระของผู้ดูแลในบริบทที่จำลองการใช้งานจริง ทั้งนี้ระบบดังกล่าวย่อมมีศักยภาพในการนำไปประยุกต์ใช้ในวงกว้าง โดยเฉพาะในบริบทของสังคมผู้สูงอายุที่กำลังเติบโต

คำสำคัญ: เข็มขัดอัจฉริยะ, ผู้สูงอายุ, การแจ้งเตือนการล้ม

Abstract

Demographic shifts have led Thailand to become a complete aged society, making falls among older adults a pressing issue requiring intervention. This study aimed to evaluate the effectiveness and safety of a fall detection system integrated into a smart belt connected to the LINE application under simulated real-life conditions, and to assess user satisfaction with the device. The sample consisted of 10 older adults and 5 caregivers residing in an elderly care facility. Data were collected through in-depth interviews and system testing in a controlled simulated environment. The results showed the smart belt demonstrated high performance in fall detection, with an average accuracy of 92.3% and a response time of 2.1–2.3 seconds. Most older adults reported satisfaction with the device's comfort and safety, stating it was suitable for daily use.

These findings suggest the smart belt has the potential to enhance user confidence and reduce caregiver burden in a simulated usage context. The system shows promise for broader application, particularly within a rapidly expanding aging society.

Keywords: Smart Belt, Elderly, Fall Detection Notification

บทนำ (Introduction)

การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างประชากร (Demographic Change) ถือเป็นหนึ่งในแนวโน้มโลก (Megatrend) ที่ส่งผลกระทบต่อหลายประเทศ โดยเฉพาะการเข้าสู่ “สังคมผู้สูงอายุ” (Aged Society) อย่างสมบูรณ์ ซึ่งเกิดจากวิวัฒนาการทางการแพทย์ที่ช่วยยืดอายุขัย ลดอัตราการเสียชีวิต และควบคุมกับอัตราการเกิดที่ลดลงอย่างต่อเนื่อง ประเทศไทยได้เข้าสู่สังคมผู้สูงอายุตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548 เมื่อมีประชากรอายุ 60 ปีขึ้นไปถึงร้อยละ 10.40 (ประมาณ 7.2 ล้านคน) และในปี พ.ศ. 2560 เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 15.45 (10,325,322 คน) โดยในปี พ.ศ. 2562 เป็นครั้งแรกที่มีผู้สูงอายุมากกว่าประชากรวัยเด็ก และในปี พ.ศ. 2564 ประเทศไทยได้ก้าวเข้าสู่ “สังคมผู้สูงอายุแบบสมบูรณ์” (Complete Aged Society) และคาดว่าจะกลายเป็น “สังคมสูงวัยระดับสุดยอด” (Super Aged Society) ในปี พ.ศ. 2570 โดยมีผู้สูงอายุคิดเป็นร้อยละ 28 ของประชากรทั้งหมด¹ ปรากฏการณ์นี้ส่งผลให้ผู้สูงอายุเป็นกลุ่มที่ใช้บริการสาธารณสุขมากที่สุดและมีอุบัติการณ์ของโรคสูงกว่าวัยอื่นถึง 4 เท่า โดยประมาณ 80% ของผู้สูงอายุมีโรคประจำตัวอย่างน้อย 1 โรค และมีเพียงร้อยละ 27.50 เท่านั้นที่มีสุขภาพดี² หนึ่งในปัญหาสำคัญที่มาพร้อมกับวัยสูงอายุคือการหกล้ม ซึ่งส่งผลกระทบต่อทั้งด้านร่างกายและเศรษฐกิจเนื่องจากภาวะเปราะบางของร่างกายทำให้เกิดการบาดเจ็บรุนแรง เช่น กระดูกสะโพกหัก ซึ่งข้อมูลจากกรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุขระบุว่า ผู้สูงอายุที่หกล้มมีถึงร้อยละ 20 ที่ต้องรักษาในโรงพยาบาล และอีกร้อยละ 10–15 ที่ได้รับบาดเจ็บรุนแรงและต้องการการดูแลเฉพาะทาง โดยผลกระทบทางเศรษฐกิจไม่เพียงจำกัดอยู่ที่การรักษาพยาบาล แต่ยังรวมถึงค่าใช้จ่ายในการดูแลระยะยาวและการสูญเสียความสามารถในการใช้ชีวิตประจำวันอย่างปกติ ซึ่งส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตทั้งของผู้สูงอายุ ครอบครัว และการของระบบสาธารณสุข³ กรอบยุทธศาสตร์ชาติด้านสาธารณสุข 20 ปี จึงกำหนดเป้าหมายเพื่อพัฒนาระบบสุขภาพให้รองรับการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างประชากร โดยมุ่งสู่ระบบสุขภาพที่ทันสมัย ครอบคลุมด้านการส่งเสริมสุขภาพ ป้องกันโรค รักษาพยาบาล และฟื้นฟูสุขภาพอย่างยั่งยืน⁴ นอกจากนี้งานวิจัยยังเน้นการใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมเพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตของประชาชน ซึ่งสอดคล้องกับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนของสหประชาชาติ (Sustainable Development Goals – SDGs) ทั้ง 17 เป้าหมาย⁵ โดยเกี่ยวข้องโดยตรงกับเป้าหมายที่ 3

ว่าด้วยการสร้างหลักประกันด้านสุขภาพและส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีในทุกช่วงวัยและเป้าหมายที่ 9 ซึ่งเน้นการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและนวัตกรรม เทคโนโลยีสุขภาพจึงมีบทบาทสำคัญในการยกระดับการดูแลผู้สูงอายุ โดยเฉพาะการลดความเสี่ยงจากการหกล้ม ซึ่งเป็นปัญหาหลักที่นำไปสู่การบาดเจ็บหรือเสียชีวิต เทคโนโลยีตรวจจับการล้มที่เชื่อมต่อกับแอปพลิเคชันไลน์แบบเรียลไทม์ ช่วยให้ผู้สูงอายุ โดยเฉพาะในพื้นที่ห่างไกล สามารถเข้าถึงการดูแลที่ปลอดภัยและมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ในปัจจุบัน แม้ว่าเทคโนโลยีจะเข้ามามีบทบาทมากขึ้นในการดูแลผู้สูงอายุ โดยเฉพาะในด้านการเฝ้าระวังและแจ้งเตือนการหกล้มผ่านอุปกรณ์อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things: IoT) และระบบตรวจจับต่าง ๆ แต่จากการสำรวจข้อมูลเบื้องต้นในศูนย์ดูแลผู้สูงอายุและสถานพยาบาลหลายแห่งยังพบว่า⁶ “การหกล้ม” ยังคงเป็นปัญหาสำคัญที่เกิดขึ้นบ่อยและส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้สูงอายุอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริบทของสังคมผู้สูงอายุที่มีแนวโน้มขยายตัวอย่างรวดเร็ว ปัญหาหนึ่งที่พบคืออัตราส่วนระหว่างผู้ดูแลกับผู้สูงอายุที่ไม่สมดุล ส่งผลให้พยาบาลหรือเจ้าหน้าที่ไม่สามารถเฝ้าระวังได้ตลอดเวลา เช่น ในกรณีที่ผู้สูงอายุเดินเข้าห้องน้ำตามลำพังแล้วล้มลง โดยไม่มีผู้พบเห็นหรือเข้าให้ความช่วยเหลือได้ทัน การบาดเจ็บที่เกิดขึ้นอาจรุนแรงถึงขั้นพิการหรือเสียชีวิต แม้ว่างานวิจัยก่อนหน้านี้จะมีการพัฒนาอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวหรือใช้เครือข่ายไร้สายในการส่งสัญญาณแจ้งเตือน⁶ แต่หลายระบบยังขาดการเชื่อมโยงกับช่องทางการสื่อสารที่ผู้ดูแลเข้าถึงและใช้งานได้ง่ายในชีวิตประจำวัน ซึ่งทำให้การตอบสนองต่อเหตุการณ์ฉุกเฉินยังล่าช้าและไม่ทั่วถึง

งานวิจัยนี้จึงพัฒนาระบบแจ้งเตือนการล้มที่เชื่อมต่อกับแอปพลิเคชันไลน์ซึ่งเป็นเครื่องมือสื่อสารที่ได้รับความนิยมและใช้งานแพร่หลายในสังคมไทย โดยออกแบบในรูปแบบเฝ้าระวังอัจฉริยะ ติดตั้งเซ็นเซอร์สำคัญ⁷ เพื่อตรวจจับความผิดปกติของการเคลื่อนไหว และระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก (Global Positioning System: GPS) สำหรับระบุตำแหน่งของผู้สวมใส่ เมื่อเซ็นเซอร์ตรวจพบการล้ม ข้อมูลจะถูกส่งไปยังบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ESP32⁸ ซึ่งประมวลผลและส่งสัญญาณแจ้งเตือนแบบเรียลไทม์ผ่านบริการ LINE Notify ไปยังผู้ดูแล พร้อมทั้งมีสัญญาณเสียงแจ้งเตือนในบริเวณใกล้เคียง ระบบนี้สามารถช่วยให้ผู้ดูแลรับทราบเหตุการณ์ได้ทันเวลาที่ลดระยะเวลาการตอบสนอง และเพิ่มโอกาสในการช่วยเหลืออย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังช่วยลดภาระในการเฝ้าระวังของเจ้าหน้าที่ และช่วยให้การจัดสรรเวลาและทรัพยากรเป็นไปอย่างเหมาะสมมากขึ้น ถือเป็นแนวทางหนึ่งที่ตอบโจทย์การดูแลผู้สูงอายุในยุคสังคมสูงวัยได้อย่างแท้จริง งานวิจัยจึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ทดสอบประสิทธิภาพและความปลอดภัยของระบบตรวจจับการล้มในสภาพแวดล้อมจำลองที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์จริง และ (2) ศึกษาความพึงพอใจและข้อเสนอแนะจากผู้ใช้งานซึ่งประกอบด้วยผู้สูงอายุและผู้ดูแล

วิธีการศึกษา (Method)

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาเชิงคุณภาพเชิงทดลองแบบนำร่อง (Pilot Study) ในสถานการณ์จำลอง โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อประเมินประสิทธิภาพและความปลอดภัย ของระบบตรวจจับการล้มในอุปกรณ์เสริมขัดอัจฉริยะที่เชื่อมต่อกับแอปพลิเคชันไลน์ ในสภาพแวดล้อมที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์จริง นอกจากนี้ยังมุ่งเน้นการศึกษาความพึงพอใจและข้อเสนอแนะจากผู้ใช้งาน ซึ่งประกอบด้วยผู้สูงอายุและผู้ดูแล

1) กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างและวิธีการคัดเลือก

งานวิจัยนี้ได้คัดเลือกผู้สูงอายุจำนวน 10 คน ที่อาศัยอยู่ในศูนย์ดูแลผู้สูงอายุ โดยใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) เพื่อให้ได้กลุ่มตัวอย่างที่มีคุณสมบัติตรงตามเกณฑ์ที่กำหนดอย่างเคร่งครัด เกณฑ์การคัดเลือกประกอบด้วย ผู้สูงอายุมีอายุ 60 ปีขึ้นไป, มีสุขภาพกายและจิตใจที่เหมาะสมสำหรับการเข้าร่วมการทดลอง, สามารถสวมใส่อุปกรณ์เสริมขัดอัจฉริยะได้, มีความสามารถในการสื่อสารและให้ข้อมูลได้อย่างชัดเจน, รวมถึงมีความสนใจในการเข้าร่วมโครงการ ทั้งนี้เพื่อความปลอดภัยของผู้สูงอายุการจำลองสถานการณ์การล้มจะดำเนินการโดยผู้ทดสอบหรือผู้วิจัยภายใต้การควบคุม ไม่ได้ให้ผู้สูงอายุหกล้มโดยตรง นอกจากนี้ยังพิจารณาเลือกศูนย์ดูแลที่มีสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการทดสอบเทคโนโลยีเพื่อให้การเก็บข้อมูลเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัยที่สุดสำหรับผู้ดูแลจำนวน 5 คน ที่ปฏิบัติงานในศูนย์ดูแลเดียวกัน ใช้วิธีการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง โดยพิจารณาจากอายุระหว่าง 20-60 ปี มีสุขภาพร่างกายแข็งแรง ไม่มีโรคประจำตัวที่อาจส่งผลต่อการดูแลผู้สูงอายุ และมีประสบการณ์หรือความรู้ในการดูแลผู้สูงอายุ เช่น การช่วยเหลือในกิจวัตรประจำวัน รวมถึงความสามารถในการใช้งานเทคโนโลยีพื้นฐาน เช่น สมาร์ทโฟนและแอปพลิเคชันไลน์ ทั้งนี้ ผู้ดูแลที่เลือกยังต้องสมัครใจเข้าร่วมโครงการเพื่อให้ข้อมูลที่สะท้อนสถานการณ์จริงของการดูแลในศูนย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

พื้นที่สำหรับการทดลองถูกจำลองให้มีลักษณะใกล้เคียงกับสภาพแวดล้อมจริงที่ผู้สูงอายุใช้ชีวิตประจำวัน โดยจำลองทั้งภายในศูนย์ดูแลผู้สูงอายุและบริเวณที่มีลักษณะคล้ายที่พักอาศัยของผู้สูงอายุ มีการจัดวางเฟอร์นิเจอร์ สิ่งกีดขวาง และกำหนดลักษณะของพื้นผิวให้หลากหลาย ทั้งพื้นเรียบภายในบ้าน พื้นปูพรม พื้นกระเบื้อง และพื้นคอนกรีตนอกบ้าน เพื่อให้ครอบคลุมสถานการณ์ที่อาจเกิดการหกล้มในชีวิตจริง การออกแบบสภาพแวดล้อมในลักษณะนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อประเมินการทำงานของระบบตรวจจับการล้มภายใต้เงื่อนไขที่หลากหลายและใกล้เคียงกับการใช้งานจริงมากที่สุด

2) การพิทักษ์กลุ่มตัวอย่าง การวิจัยนี้ได้ดำเนินการกับกลุ่มตัวอย่าง โดยผ่านการขอรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์จากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ วิทยาลัยการสาธารณสุขสิรินธร จังหวัดยะลา หมายเลขรับรอง SCPHYLIRB-2567/416

ลงวันที่ 16 ธันวาคม 2567 เพื่อให้มั่นใจว่ากระบวนการวิจัยดำเนินการภายใต้หลักจริยธรรมที่เหมาะสม กลุ่มตัวอย่างได้รับการชี้แจงถึงสิทธิในการปกปิดข้อมูลส่วนตัว พร้อมทั้งสิทธิในการถอนตัวจากการวิจัยได้ตลอดเวลาโดยไม่ต้องระบุเหตุผล และไม่มีผลกระทบต่อสิทธิของผู้เข้าร่วมวิจัยแต่อย่างใด

3) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth Interview) เป็นเครื่องมือหลักในการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อศึกษาประสิทธิภาพและความพึงพอใจของผู้สูงอายุและผู้ดูแลผู้สูงอายุต่อการใช้งานเสริมขัดอัจฉริยะแจ้งเตือนการล้มร่วมกับแอปพลิเคชันไลน์ โดยแบบสัมภาษณ์ได้รับการออกแบบอย่างรอบคอบ เพื่อให้ครอบคลุมประเด็นสำคัญ 4 ด้าน ได้แก่ ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบ ความสะดวกสบายในการใช้งาน ประสิทธิภาพของระบบแจ้งเตือน และความพึงพอใจในการใช้งาน

4) วิธีการรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำวงจรที่ออกแบบขึ้นติดตั้งในกล่องสำเร็จรูปขนาดกว้าง 8 เซนติเมตร ยาว 12 เซนติเมตร สูง 3.5 เซนติเมตร น้ำหนัก 120 กรัม ในการทำงานของระบบแจ้งเตือนการล้มของผู้ป่วยผ่านแอปพลิเคชันไลน์ โดยบอร์ดอาดูโน ESP32 และอุปกรณ์สำหรับตรวจจับสถานะความผิดปกติของผู้ป่วย ได้แก่ ใจโรเซนเซอร์ เพื่อตรวจสอบการล้มของผู้ป่วย ระบบ GPS สำหรับระบุตำแหน่งของอุปกรณ์ที่ผู้ป่วยใช้งาน เมื่อเซนเซอร์และอุปกรณ์เหล่านี้พบสิ่งผิดปกติของผู้สูงอายุ ส่งข้อมูลไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์บอร์ดอาดูโน ESP32 ที่ทำหน้าที่ประมวลผลและทำการแจ้งเตือนผ่านทางแอปพลิเคชันไลน์ผู้ดูแลผู้สูงอายุใช้สายรัดติดบริเวณฐานของกล่อง และนำไปติดตั้งบริเวณรอบเอวของผู้สูงอายุ ผู้วิจัยได้ทดสอบกับผู้สูงอายุจำนวน 10 คน ทำการทดสอบการทำงานของระบบแจ้งเตือนการล้มในการใช้เสริมขัดอัจฉริยะแจ้งเตือนการล้มของผู้สูงอายุ โดยการนำชุดตรวจจับการล้มของผู้สูงอายุติดตั้งบริเวณรอบเอวของผู้ทดสอบ และให้ผู้ทดสอบทดลองล้มในรูปแบบต่างๆ เมื่อผู้สูงอายุและผู้ดูแลได้ทดลองใช้อุปกรณ์เรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยจะดำเนินการสัมภาษณ์เพื่อสอบถามความคิดเห็นและความพึงพอใจของผู้ใช้งานเสริมขัดอัจฉริยะแจ้งเตือนการล้ม โดยจะเน้นการสำรวจประสบการณ์การใช้งาน ความสะดวกสบาย และความมั่นใจที่ได้รับจากการใช้ระบบแจ้งเตือนการล้ม นอกจากนี้ยังมีการเปิดโอกาสให้ผู้ผู้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับต้องการเพิ่มเติมหรือปัญหาที่พบเพื่อใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาระบบให้ตอบโจทย์ความต้องการของผู้สูงอายุอย่างแท้จริง

4.1) การติดตั้งและการทดสอบระบบ ผู้วิจัยได้ดำเนินการติดตั้งวงจรและอุปกรณ์ทั้งหมดในกล่องสำเร็จรูปที่มีขนาดกว้าง 8 เซนติเมตร ยาว 12 เซนติเมตร สูง 3.5 เซนติเมตร และน้ำหนัก 120 กรัม ซึ่งบรรจุอุปกรณ์ต่างๆ เช่น บอร์ดอาดูโน ESP32, ใจโรเซนเซอร์ และระบบ GPS โดยอุปกรณ์ทั้งหมดจะถูกติดตั้งในบริเวณรอบเอวของผู้สูงอายุผ่านสายรัดที่แน่นหนา เพื่อให้สามารถตรวจจับการล้มได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4.2) การทดสอบการทำงานของระบบ ผู้วิจัยได้เลือกผู้สูงอายุจำนวน 10 คน ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วมโครงการ โดยให้ผู้สูงอายุทดลองล้มในรูปแบบต่างๆ เช่น ล้มโดยการเดินสะดุด หรือล้มในท่าทางอื่นๆ ซึ่งการทดสอบนี้จะช่วยประเมินความแม่นยำในการตรวจจับการล้มและการแจ้งเตือน

4.3) การวิเคราะห์ผลจากการทดสอบ หลังจากการทดสอบการทำงานของระบบ ผู้วิจัยจะทำการเก็บข้อมูลจากผู้สูงอายุและผู้ดูแลผู้สูงอายุ โดยจะดำเนินการสัมภาษณ์เพื่อสำรวจความคิดเห็นและความพึงพอใจในการใช้เข็มขัดอัจฉริยะแจ้งเตือนการล้ม โดยเน้นไปที่ความสะดวกสบายในการใช้งาน การรับรู้ถึงความมั่นใจในระบบแจ้งเตือน และความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้งานอุปกรณ์

4.4) การรวบรวมข้อมูลด้านการตอบรับ ผู้วิจัยจะรวบรวมข้อมูลจากผู้ใช้งานเกี่ยวกับประสบการณ์การใช้งานอุปกรณ์การแจ้งเตือนจากแอปพลิเคชันไลน์ที่ส่งไปยังผู้ดูแลรวมถึงปัญหาที่พบระหว่างการใช้งาน เพื่อใช้ในการปรับปรุงและพัฒนา ระบบให้เหมาะสมกับความต้องการของผู้สูงอายุได้อย่างแท้จริง

4.5) การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ การสำรวจความคิดเห็นจะรวมถึงการประเมินความพึงพอใจในด้านต่างๆ เช่น การใช้งานง่าย ความแม่นยำในการแจ้งเตือน ความสะดวกสบายในการสวมใส่ และการตอบสนองของระบบ เพื่อให้ผู้วิจัยสามารถปรับปรุงและพัฒนา ระบบให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นในการช่วยป้องกันและลดอุบัติเหตุการล้มของผู้สูงอายุ

5) การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

1) อุปกรณ์ระบบแจ้งเตือนการล้มในการใช้เข็มขัดอัจฉริยะแจ้งเตือนการล้ม แสดงดังรูปที่ 1 ผู้วิจัยได้ทำการหาประสิทธิภาพของตัวเครื่องโดยการหาความไวและระบบบอกตำแหน่งของ GPS ของตัวเครื่องระบบแจ้งเตือนการล้มของผู้ป่วยผ่านแอปพลิเคชันไลน์ โดยผู้วิจัยได้จำลองเหตุการณ์ว่าผู้สูงอายุล้มจากตัวบ้านหรือสถานที่ในการดูแลผู้ป่วย ทั้งหมด 3 ชั้น ซึ่งแต่ละชั้นทำการทดลอง 5 ระยะเวลา โดยทำการทดลอง 10 ครั้ง และได้ทดสอบความไวของตัวเครื่อง พบว่าเครื่องจะส่งความไวในระยะดีที่สุดคือ ระยะ 3 เมตร ในส่วนของระบบ GPS ระบุตำแหน่งของตัวเครื่องมีความแม่นยำสามารถบอกตำแหน่งของตัวเครื่องได้และมีความไวในการส่งสัญญาณ



รูปที่ 1 ลักษณะการทำงานของระบบ GPS ของตัวเข็มขัด

ผลการทดสอบบอกตำแหน่งของ GPS ของตัวเครื่อง เมื่อโมดูล GPS ที่ตัวเครื่องติดตั้งกับเข็มขัด ระบบจะส่งสัญญาณไปที่ ESP32 จะส่งสัญญาณไปที่ Application line ของผมที่ดูแลผู้ป่วยหรือผู้ป่วย และเมื่อผู้ป่วยหรือผู้ป่วย กดลิคจากระบบแจ้งเตือนการล้มของผู้ป่วยผ่านแอปพลิเคชันไลน์ระบบจะส่งสัญญาณไปที่ Google Maps เพื่อระบุตำแหน่งของตัวเครื่อง

2) นักวิจัยได้นำแบบสัมภาษณ์เชิงลึกที่พัฒนาขึ้น ส่งให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่านพิจารณาเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ความครอบคลุม ความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย และความเหมาะสมของถ้อยคำและภาษา โดยผู้ทรงคุณวุฒิทั้งสามท่านประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านสาธารณสุขผู้สูงอายุ 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีเพื่อสุขภาพ 1 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านวิธีวิจัยทางสังคมศาสตร์ 1 ท่าน ทั้งหมดมีประสบการณ์การวิจัยในสาขาที่เกี่ยวข้องไม่ต่ำกว่า 10 ปี และมีผลงานวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์ในระดับชาติหรือระดับนานาชาติ จากนั้นนักวิจัยได้คำนวณค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อความ (Index of Item-Objective Congruence: IOC)⁹ ผลการประเมินพบว่าค่า IOC ของทุกข้ออยู่ในระดับที่ผ่านเกณฑ์ โดยมีค่ามากกว่า 0.5 แสดงถึงความตรงเชิงเนื้อหาในระดับที่น่าเชื่อถือ

6) สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) ใช้ร้อยละ (Percentage), ค่าเฉลี่ย (Mean) และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) ข้อมูลจากการสัมภาษณ์เชิงลึกถูกจัดหมวดหมู่เพื่อจับประเด็นสำคัญ เช่น ความสะดวกในการใช้อุปกรณ์ ความมั่นใจในการใช้งาน และปัญหาที่พบ สรุปแนวโน้มและความต้องการของผู้ใช้งาน

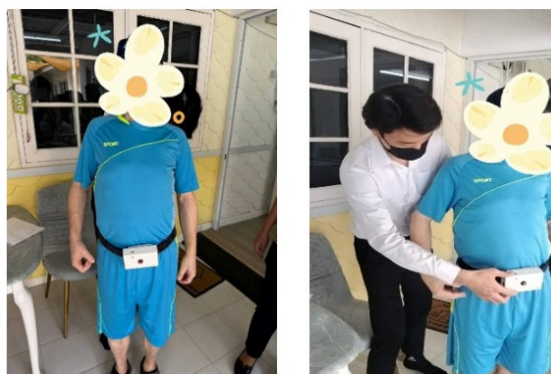
ผลการศึกษา (Results)

ข้อมูลทั่วไป

กลุ่มผู้สูงอายุที่เข้าร่วมวิจัยจำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 100 มีช่วงอายุระหว่าง 60-80 ปี โดยเป็นเพศชาย 5 คนและเพศหญิง 5 คน

คิดเป็นร้อยละ 50 เท่ากัน ผู้เข้าร่วมส่วนใหญ่มีสุขภาพร่างกายแข็งแรงดี 7 คน คิดเป็นร้อยละ 70 ขณะที่ 3 คน คิดเป็นร้อยละ 30 มีโรคประจำตัว ได้แก่ เบาหวาน ความดันโลหิตสูง จากจำนวนนี้ 6 คน คิดเป็นร้อยละ 60 เคยมีประวัติการหกล้ม 1-2 ครั้ง สำหรับความคุ้นเคยกับเทคโนโลยี 8 คน คิดเป็นร้อยละ 80 ใช้งานสมาร์ตโฟนและแอปพลิเคชันไลน์ได้อย่างคล่องตัว

ผู้ดูแลจำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 100 พบว่าผู้ดูแลมีอายุเฉลี่ยระหว่าง 30-55 ปี โดยเป็นเพศหญิง 3 คน คิดเป็นร้อยละ 60 และเพศชาย 2 คน คิดเป็นร้อยละ 40 มีระยะเวลาในการดูแลผู้สูงอายุเฉลี่ย 2-5 ปี ซึ่งผู้ดูแล 3 คน คิดเป็นร้อยละ 60 ด้านความคุ้นเคยกับแอปพลิเคชันไลน์ พบว่าผู้ดูแล 3 คน คิดเป็นร้อยละ 60 คุ้นเคยและใช้งานได้ดี นอกจากนี้ ผู้ดูแล 4 คน คิดเป็นร้อยละ 80 ใช้สมาร์ตโฟนในการรับการแจ้งเตือน แสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 แสดงตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์บนร่างกายผู้สูงอายุ

การทดสอบประสิทธิภาพและประเมินความปลอดภัยของระบบตรวจจับการล้มในอุปกรณ์เฝ้าระวังอัจฉริยะ ดำเนินการโดยติดตั้งอุปกรณ์ให้กับผู้สูงอายุในสภาพแวดล้อมจริง เพื่อตรวจสอบความแม่นยำและความเร็วในการแจ้งเตือนของระบบ แสดงดังตารางที่ 1 การทดสอบระบบตรวจจับการล้มในเฝ้าระวังอัจฉริยะ โดยพิจารณาลักษณะการล้ม 3 รูปแบบ ได้แก่ ล้มไปข้างหน้า ล้มไปด้านข้าง และล้มไปด้านหลัง ซึ่งทำการทดสอบลักษณะละ 20 ครั้ง พบว่าระบบมีความแม่นยำในการตรวจจับเฉลี่ยอยู่ที่ 92.3% โดยการล้มไปข้างหน้า มีความแม่นยำสูงสุดอยู่ที่ 95% ขณะที่การล้มไปด้านข้างมีความแม่นยำน้อยที่สุดที่ 90% ด้านความเร็วในการตอบสนองของระบบ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 2.1-2.3 วินาที ซึ่งแสดงถึงประสิทธิภาพในการตรวจจับและการส่งสัญญาณแจ้งเตือนในเวลาที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานในสถานการณ์จริง ด้านความปลอดภัยของระบบ ผลการทดลองชี้ให้เห็นว่าระบบตรวจจับการล้มสามารถลดความเสี่ยงที่ผู้สูงอายุจะไม่ได้การช่วยเหลืออย่างทันท่วงทีในกรณีเกิดอุบัติเหตุการล้ม การแจ้งเตือนที่รวดเร็วและแม่นยำช่วยให้ผู้ดูแลสามารถตอบสนองต่อเหตุการณ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งลดโอกาสของการเกิดอาการบาดเจ็บที่รุนแรงหรือภาวะแทรกซ้อนจากการล้มได้อย่างชัดเจน นอกจากนี้ระบบยังได้รับการประเมินว่าเหมาะสมสำหรับการใช้งานในชีวิตประจำวันของผู้สูงอายุ โดยการปรับปรุงเพิ่มเติมควรมุ่งเน้นไปที่การเพิ่มความสามารถของระบบในสภาพแวดล้อมที่มีข้อจำกัด เช่น พื้นที่ที่มีความลื่นหรือมีสิ่งกีดขวาง เพื่อเสริมสร้างความปลอดภัยและเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของระบบในทุกสภาพแวดล้อม

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบลักษณะการล้มและความเร็วในการตอบสนอง

ลักษณะการล้ม	จำนวนการทดสอบ (ครั้ง)	ความแม่นยำในการตรวจจับ (%)	ความเร็วในการตอบสนอง (วินาที)
ล้มไปข้างหน้า	20	95	2.1 ± 0.2
ล้มไปด้านข้าง	20	90	2.3 ± 0.5
ล้มไปด้านหลัง	20	92	2.2 ± 0.15

ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้สูงอายุที่ใช้อุปกรณ์เฝ้าระวังอัจฉริยะแจ้งเตือนการล้มร่วมกับแอปพลิเคชันไลน์ พบว่าผู้สูงอายุส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในด้านความสะดวก ปลอดภัย และความคุ้มค่าในการใช้งาน แสดงดังตารางที่ 2

1) ความสะดวกสบายในการใช้งาน

จากการสัมภาษณ์เชิงลึกผู้สูงอายุจำนวน 10 คน พบว่าผู้ใช้ส่วนใหญ่ (ร้อยละ 90) เห็นว่าเฝ้าระวังอัจฉริยะมีความสะดวกในการใช้งาน

เนื่องจากน้ำหนักเบา สวมใส่ง่าย และไม่รบกวนกิจกรรมประจำวัน อย่างไรก็ตาม ร้อยละ 10 ระบุว่ามีปัญหาเกี่ยวกับสายคาดที่อาจไม่กระชับเพียงพอ นอกจากนี้ ร้อยละ 80 ของผู้ใช้เห็นว่าอุปกรณ์ไม่มีปัญหาเรื่องน้ำหนักหรือการเคลื่อนไหว แต่เสนอแนะให้ปรับปรุงวัสดุของสายคาดให้มีความยืดหยุ่นและระบายอากาศได้ดีขึ้น ในส่วนของการใช้งานแอปพลิเคชันไลน์ ร้อยละ 70 พบว่าสามารถใช้งานได้ง่าย แต่ร้อยละ 30 ต้องการคำแนะนำเพิ่มเติมเกี่ยวกับการตั้งค่าการแจ้งเตือน

2) ประสิทธิภาพของระบบแจ้งเตือนการล้ม

ผลการสัมภาษณ์พบว่าผู้สูงอายุร้อยละ 90 เคยได้รับการแจ้งเตือนเมื่อเกิดการล้มจริง โดยระบุว่าการแจ้งเตือนมีความแม่นยำและช่วยให้ผู้ดูแลสามารถเข้าช่วยเหลือได้อย่างรวดเร็ว อย่างไรก็ตาม ร้อยละ 10 พบว่ามีการแจ้งเตือนที่ไม่จำเป็นในบางกรณี ความแม่นยำของระบบได้รับการยอมรับจากร้อยละ 85 ของผู้ใช้ ขณะที่ร้อยละ 15 เสนอแนะให้ปรับปรุงเซ็นเซอร์ให้สามารถตรวจจับการล้มในลักษณะต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

3) ความพึงพอใจและความคิดเห็นต่ออุปกรณ์

จากการสัมภาษณ์พบว่าผู้ใช้งานร้อยละ 90 มีความพึงพอใจต่ออุปกรณ์ โดยเห็นว่าอุปกรณ์ช่วยเพิ่มความปลอดภัยและลดความกังวลในการใช้ชีวิตเพียงลำพัง อย่างไรก็ตามผู้ใช้อุปกรณ์ร้อยละ 10 ระบุว่าประสิทธิภาพอาจขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม ร้อยละ 20 เสนอให้ปรับปรุงสายคาดให้กระชับและทนทานขึ้น รวมถึงพัฒนาเซ็นเซอร์ให้สามารถทำงานได้ในพื้นที่ที่มีข้อจำกัด เช่น พื้นลื่นหรือพื้นที่แคบ

4) ความคุ้มค่ากับค่าใช้จ่ายในการใช้งาน

ผู้สูงอายุร้อยละ 85 เห็นว่าราคาอุปกรณ์เหมาะสมกับประโยชน์ที่ได้รับ โดยเฉพาะในด้านความปลอดภัย อย่างไรก็ตาม ร้อยละ 15 เห็นว่าหากสามารถลดต้นทุนเพื่อให้เหมาะกับผู้มีรายได้น้อยจะช่วยให้เข้าถึงอุปกรณ์ได้มากขึ้น

5) ความพึงพอใจต่อการแนะนำผลิตภัณฑ์

ผู้สูงอายุร้อยละ 90 ยินดีแนะนำอุปกรณ์นี้ให้กับผู้อื่น เนื่องจากช่วยเพิ่มความมั่นใจในการใช้ชีวิตและลดความกังวลของครอบครัว อย่างไรก็ตาม ร้อยละ 10 แนะนำให้ปรับปรุงคุณสมบัติของระบบแจ้งเตือนให้ครอบคลุมมากขึ้น

ตารางที่ 2 สรุปผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้สูงอายุที่ใช้อุปกรณ์เฝ้าระวังและแจ้งเตือนการล้มร่วมกับแอปพลิเคชันไลน์

หัวข้อ	ผู้สูงอายุที่เห็นด้วย (%)	ผู้สูงอายุที่เห็นต่าง (%)
ความสะดวกสบายในการใช้งาน	90	10
การแจ้งเตือนการล้ม	90	10
ความพึงพอใจต่ออุปกรณ์	90	10
ความคุ้มค่ากับค่าใช้จ่าย	85	15
ความพึงพอใจต่อการแนะนำผลิตภัณฑ์	90	10

ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้ดูแลและผู้สูงอายุที่ใช้อุปกรณ์เฝ้าระวังและแจ้งเตือนการล้มร่วมกับแอปพลิเคชันไลน์ พบว่าผู้ดูแลส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในด้านความสะดวก ความปลอดภัย และความสามารถของระบบในการช่วยลดภาระในการดูแลผู้สูงอายุ แสดงดังตารางที่ 3

1) ความสะดวกและประสิทธิภาพในการใช้งาน

จากการสัมภาษณ์ผู้ดูแลผู้สูงอายุจำนวน 5 คน พบว่าผู้ดูแลทุกคน (ร้อยละ 100) เห็นว่าเฝ้าระวังและแจ้งเตือนการล้มร่วมกับแอปพลิเคชันไลน์ เนื่องจากน้ำหนักเบาและไม่รบกวนกิจกรรมของผู้สูงอายุ ด้านแอปพลิเคชันไลน์ ผู้ดูแลส่วนใหญ่ (ร้อยละ 80) ระบุว่าระบบแจ้งเตือนทำงานได้แม่นยำ อย่างไรก็ตาม ร้อยละ 20 พบว่ามีการแจ้งเตือนผิดพลาดในบางกรณี ปัญหาการใช้งานหลัก (ร้อยละ 40) ได้แก่ การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตในพื้นที่สัญญาณอ่อนและความซับซ้อนในการตั้งค่า

2) ความปลอดภัยและการตอบสนองต่อเหตุการณ์ล้ม

ผู้ดูแลส่วนใหญ่ (ร้อยละ 80) สามารถเข้าถึงและช่วยเหลือผู้สูงอายุภายใน 2-3 นาทีหลังได้รับแจ้งเตือน อย่างไรก็ตาม ร้อยละ 20 พบว่ามีความล่าช้าในพื้นที่สัญญาณอินเทอร์เน็ตต่ำ ผู้ดูแลทุกคน (ร้อยละ 100) เห็นว่าระบบช่วยเพิ่มความปลอดภัยของผู้สูงอายุ ข้อเสนอแนะที่สำคัญ (ร้อยละ 40) คือการพัฒนาให้สามารถแจ้งเตือนได้ในพื้นที่สัญญาณอ่อนผ่านระบบออฟไลน์หรือเครือข่ายโทรศัพท์

3) ความพึงพอใจและความคิดเห็นเกี่ยวกับเฝ้าระวังและแจ้งเตือน

ผู้ดูแลทุกคน (ร้อยละ 100) เห็นว่าระบบเหมาะสมกับการใช้งานระยะยาว โดยร้อยละ 80 เชื่อว่ามีความคุ้มค่าในการลงทุน อย่างไรก็ตาม ร้อยละ 20 เห็นว่าควรมีการปรับปรุงราคา ผู้ดูแลบางราย (ร้อยละ 40) แนะนำให้เพิ่มฟังก์ชัน เช่น การปรับปรุงสายคาดและการปรับแต่งการแจ้งเตือนให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมต่าง ๆ

4) ประสิทธิภาพในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน

ผู้ดูแลส่วนใหญ่ (ร้อยละ 80) เห็นว่าระบบมีความยืดหยุ่นและทำงานได้ดีในสถานที่ต่าง ๆ อย่างไรก็ตาม ร้อยละ 20 พบว่าการใช้งานในพื้นที่ลื่นหรือมีอุปสรรคอาจส่งผลกระทบต่อการทำงานของเซนเซอร์ ผู้ดูแลแนะนำให้พัฒนาเซนเซอร์ให้สามารถทำงานได้ในสภาพแวดล้อมที่ซับซ้อน เช่น พื้นเปียกหรือพื้นที่จำกัด

ตารางที่ 3 สรุปผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้ดูแลที่ใช้อุปกรณ์เข็มขัดอัจฉริยะแจ้งเตือนการล้มร่วมกับแอปพลิเคชันไลน์

หัวข้อ	ผู้ดูแลที่เห็นด้วย (%)	ผู้ดูแลที่เห็นต่าง (%)
ความสะดวกและประสิทธิภาพในการใช้	100	0
ความปลอดภัยและการตอบสนองต่อเหตุการณ์	100	0
ความพึงพอใจและความคิดเห็นเกี่ยวกับเข็มขัดอัจฉริยะ	100	0
ประสิทธิภาพในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน	80	20

อภิปรายผล (Discussion)

จากผลการวิจัย พบว่าเข็มขัดอัจฉริยะแจ้งเตือนการล้มร่วมกับแอปพลิเคชันไลน์มีประสิทธิภาพสูงในการตรวจจับการล้มของผู้สูงอายุในสถานการณ์จริง โดยมีความแม่นยำเฉลี่ย 92.3% และความเร็วในการตอบสนองเฉลี่ยอยู่ที่ 2.1-2.3 วินาที ที่ชี้ว่าการใช้เทคโนโลยีสมาร์ตโฟนในการตรวจจับการล้มสามารถช่วยลดความเสี่ยงจากการบาดเจ็บในผู้สูงอายุ และเพิ่มประสิทธิภาพในการตอบสนองของผู้ดูแลในสถานการณ์ฉุกเฉินได้อย่างมีนัยสำคัญนอกจากนี้ เทคโนโลยีเซนเซอร์สามารถเพิ่มความแม่นยำในการตรวจจับการล้ม และช่วยให้ระบบสามารถแยกแยะระหว่างการเคลื่อนไหวปกติและการล้มได้ดีขึ้น¹⁰ ดังนั้นการพัฒนาอุปกรณ์แจ้งเตือนการล้มควรคำนึงถึงการใช้เซนเซอร์ที่มีประสิทธิภาพสูงและสามารถปรับแต่งได้ตามลักษณะการเคลื่อนไหวของผู้สูงอายุ¹¹ การใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง และแอปพลิเคชันไลน์ ในการแจ้งเตือนยังเป็นการประยุกต์ใช้โครงสร้างพื้นฐานด้านดิจิทัลที่เข้าถึงได้ง่ายและเหมาะสมกับสังคมไทย ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางที่ระบุในกรอบยุทธศาสตร์ชาติด้านสาธารณสุข 20 ปี ที่เน้นการนำเทคโนโลยีมาช่วยในการดูแลผู้สูงอายุและสนับสนุนคุณภาพชีวิตของประชาชนทุกกลุ่มการสัมภาษณ์ผู้สูงอายุและผู้ดูแลสะท้อนให้เห็นว่าผู้ใช้งานส่วนใหญ่พึงพอใจกับความสะดวกในการใช้งาน ความปลอดภัย และความคุ้มค่าของอุปกรณ์ โดยเฉพาะความสามารถในการแจ้งเตือนที่รวดเร็วและแม่นยำ อย่างไรก็ตาม มีข้อเสนอแนะให้ปรับปรุงสายคาดและเซนเซอร์เพื่อตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมที่หลากหลาย เช่น พื้นลื่นหรือพื้นที่แคบ¹²

แม้ผลการศึกษานี้จะแสดงให้เห็นว่าเข็มขัดอัจฉริยะสามารถตรวจจับการล้มได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ยังคงมีข้อจำกัดบางประการของระบบที่ควรได้รับการพิจารณา เช่น ความผิดพลาดของเซนเซอร์ในบางกรณี โดยเฉพาะการแจ้งเตือนที่ผิดพลาดเมื่อผู้สวมใส่เคลื่อนไหวผิดปกติในลักษณะที่ไม่ใช่การล้ม เช่น การนั่งลงอย่างรวดเร็ว หรือความล้มเหลวในการตรวจจับการล้มจริง (false negatives) ในบางท่วงท่าที่ไม่กระตือรือร้นอย่างชัดเจน ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อความน่าเชื่อถือของระบบในการใช้งานจริง นอกจากนี้การทดลองในครั้งนี้ดำเนินการในสภาพแวดล้อมจำลองภายในศูนย์ดูแลผู้สูงอายุที่มีการควบคุมสภาพแวดล้อมในระดับหนึ่ง จึงอาจไม่สะท้อนบริบทที่หลากหลายในชีวิตประจำวันของผู้สูงอายุที่อาศัยอยู่ตามลำพังหรือในพื้นที่ห่างไกลที่มีข้อจำกัดด้านสัญญาณอินเทอร์เน็ต พื้นที่ผิวอาคาร หรือรูปแบบกิจกรรมที่หลากหลาย ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อความแม่นยำของระบบในการตรวจจับการล้มในบริบทจริงได้เช่นกัน งานวิจัยในระยะถัดไปควรดำเนินการศึกษาในบริบทที่หลากหลายมากขึ้น เพื่อประเมินความสามารถของอุปกรณ์ในสถานการณ์ที่ท้าทายและสอดคล้องกับการใช้งานจริงในระดับชุมชน

อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้มีข้อจำกัดบางประการ ได้แก่ ขนาคกลุ่มตัวอย่างที่ยังอยู่ในวงจำกัด การศึกษาภายใต้สภาพแวดล้อมควบคุมในศูนย์ดูแลผู้สูงอายุซึ่งอาจไม่สะท้อนความแปรปรวนของสถานการณ์จริงโดยสมบูรณ์ รวมถึงระยะเวลาทดสอบที่ค่อนข้างสั้น ทำให้ไม่สามารถประเมินความเสถียรของอุปกรณ์ในระยะยาวได้ นอกจากนี้ยังพบความท้าทายทางเทคนิค เช่น ความผิดพลาดในการแจ้งเตือนบางกรณี และปัญหาด้านความคุ้นเคยกับเทคโนโลยีของผู้ใช้อาวุโสบางราย ซึ่งควรนำไปปรับปรุงอุปกรณ์ในเวอร์ชันถัดไปเมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยของ Tsinganos และ Skodras (2017) ที่ใช้สมาร์ตโฟนในการตรวจจับการล้ม และ วรินทร์และคณะ⁵ (2023) ที่ออกแบบเครื่องช่วยเดินร่วมกับระบบแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์ พบว่าการบูรณาการเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งเข้ากับระบบสื่อสารที่คุ้นเคยในชีวิตประจำวัน สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการดูแลได้อย่างแท้จริง อย่างไรก็ตามระบบยังมีข้อจำกัดในด้านการแจ้งเตือนแบบเรียลไทม์หรือความยากในการติดตั้ง ซึ่งงานวิจัยนี้ได้เสนอแนวทางการแก้ไขผ่านอุปกรณ์ต้นแบบที่ใช้งานง่ายและสามารถตอบสนองได้อย่างรวดเร็ว

งานวิจัยนี้ตอบสนองต่อ SDG 3 (Good Health and Well-being) โดยเน้นการสร้างหลักประกันด้านสุขภาพที่ดีและความเป็นอยู่ที่ดีของผู้สูงอายุ และ SDG 9 (Industry, Innovation, and Infrastructure) โดยการพัฒนาเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง สำหรับการดูแลสุขภาพ ซึ่งเป็นตัวอย่างที่ดีของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีในการแก้ไขปัญหาสุขภาพและเพิ่มคุณภาพชีวิตในสังคมสูงวัย แม้ว่าผลการวิจัยจะแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพและความพึงพอใจของผู้ใช้งาน แต่ยังคงมีข้อจำกัดในด้านขอบเขตการทดสอบ เช่น การใช้งานในสภาพแวดล้อมที่มีข้อจำกัด เช่น พื้นที่เปียกหรือมีสัญญาณอินเทอร์เน็ตอ่อน ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของระบบในบางกรณี ข้อจำกัดนี้สภาพแวดล้อมมีผลต่อความเสี่ยงในการล้มของผู้สูงอายุงานวิจัยนี้เน้นย้ำถึงความสำคัญของเทคโนโลยีในการดูแลสุขภาพในยุคสังคมสูงวัย¹³ การพัฒนาเข็มขัดอัจฉริยะแจ้งเตือนการล้มร่วมกับแอปพลิเคชันไลน์ไม่เพียงแต่ช่วยเพิ่มความปลอดภัยและความมั่นใจในชีวิตประจำวันของผู้สูงอายุ แต่ยังลดภาระของผู้ดูแลและสนับสนุนระบบสาธารณสุขได้อย่างยั่งยืน การพัฒนาอุปกรณ์แจ้งเตือนการล้มในอนาคตควรมุ่งเน้นที่การเพิ่มความสามารถของเซ็นเซอร์ให้สามารถตรวจจับการล้มในสภาพแวดล้อมที่มีข้อจำกัดได้ดีขึ้น รวมถึงเพิ่มทางเลือกในการแจ้งเตือน เช่น การใช้เครือข่าย 4G/5G เป็นตัวสำรองเมื่อสัญญาณอินเทอร์เน็ตเครือข่ายไร้สาย (Wi-Fi) ไม่เสถียร เพื่อให้การแจ้งเตือนมีความแม่นยำและรวดเร็วมากขึ้น

โดยสรุป ระบบเข็มขัดอัจฉริยะมีศักยภาพในการพัฒนาเพื่อต่อยอดในระดับที่กว้างขึ้น ทั้งในศูนย์ดูแลผู้สูงอายุ โรงพยาบาล และในครัวเรือน โดยเฉพาะในสังคมผู้สูงอายุที่ยาวตัวอย่างรวดเร็วในประเทศไทย อย่างไรก็ตาม จำเป็นต้องมีการศึกษาต่อยอดในลักษณะ Real-World Implementation ในพื้นที่ห่างไกลหรือชุมชนชนบท เพื่อประเมินความเป็นไปได้ในการใช้งานจริง (feasibility) ทั้งในแง่ของโครงสร้างพื้นฐานด้านอินเทอร์เน็ต ความเสถียรของอุปกรณ์ และพฤติกรรมผู้ใช้ในชีวิตจริง นอกจากนี้ยังควรวางแผนจัดสิทธิบัตรเพื่อคุ้มครองทรัพย์สินทางปัญญา และเปิดโอกาสในการถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ภาคเอกชนหรือกิจการเพื่อสังคมในอนาคต

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะจากผลการวิจัย

(1) ปรับปรุงการออกแบบเพื่อเพิ่มความสะดวกและความสบายในการใช้งาน ควรพัฒนาสายคาดของเข็มขัดให้มีความกระชับมากขึ้นและระบายอากาศได้ดีเพื่อรองรับการใช้งานในระยะยาว นอกจากนี้ควรเลือกใช้วัสดุที่มีน้ำหนักเบา ไม่ก่อให้เกิดความระคายเคืองต่อผิวหนัง และสามารถรองรับการใช้งานของผู้สูงอายุที่มีสภาพร่างกายแตกต่างกัน

(2) พัฒนาแอปพลิเคชันให้ใช้งานง่ายและเพิ่มฟังก์ชันการแจ้งเตือน ควรปรับปรุงการออกแบบแอปพลิเคชันไลน์ให้สามารถตั้งค่าการแจ้งเตือนได้ง่ายขึ้น และเพิ่มฟังก์ชันสำรอง

ข้อมูลรวมถึงการแจ้งเตือนผ่านระบบออฟไลน์ เพื่อรองรับการใช้งานในพื้นที่ที่มีสัญญาณอินเทอร์เน็ตจำกัด

ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งถัดไป

(1) เพื่อยกระดับการประเมินการใช้งานให้สอดคล้องกับบริบทจริง ควรศึกษาต่อยอดในรูปแบบ Real-World Implementation โดยทดลองใช้อุปกรณ์กับผู้สูงอายุในพื้นที่ห่างไกลหรือชุมชนชนบท ซึ่งมีข้อจำกัดด้านการเข้าถึงบริการสุขภาพ การศึกษานี้จะช่วยประเมินความเป็นไปได้ในการใช้งานจริง (feasibility) ทั้งด้านความเสถียรของอุปกรณ์ ความสะดวกในการใช้งานและความพร้อมของโครงสร้างพื้นฐาน เช่น การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต ซึ่งล้วนส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของระบบแจ้งเตือนแบบเรียลไทม์ และเป็นก้าวสำคัญในการขยายผลนวัตกรรมสู่ระดับประเทศ

(2) การศึกษาด้านทุนการผลิตและความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ ควรวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตของเข็มขัดอัจฉริยะในด้านวัสดุ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และค่าแรงเพื่อหาแนวทางลดต้นทุนโดยไม่ลดคุณภาพของสินค้า นอกจากนี้ควรศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตในปริมาณมากและกำหนดราคาจำหน่ายที่เหมาะสมเพื่อให้สามารถเข้าถึงกลุ่มผู้สูงอายุที่มีรายได้จำกัดและเพิ่มโอกาสทางการตลาดของผลิตภัณฑ์

(3) ผลการศึกษาพบว่าอุปกรณ์เข็มขัดอัจฉริยะที่พัฒนาขึ้นสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพภายใต้สถานการณ์จำลอง และได้รับความพึงพอใจในระดับสูงจากกลุ่มผู้ใช้งาน แสดงถึงศักยภาพในการขยายผลเชิงพาณิชย์ โดยสามารถพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบสำหรับใช้งานในศูนย์ดูแลผู้สูงอายุ โรงพยาบาล หรือในครัวเรือน อีกทั้งควรมีการจัดสิทธิบัตรเพื่อคุ้มครองทรัพย์สินทางปัญญาทั้งในด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ของระบบ เพื่อลดความเสี่ยงจากการลอกเลียนแบบ และสนับสนุนการถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ภาคเอกชนหรือกิจการเพื่อสังคม ซึ่งจะช่วยส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีดูแลผู้สูงอายุให้แพร่หลายมากขึ้นในระดับประเทศ

กิตติกรรมประกาศ

ทีมผู้วิจัยขอขอบพระคุณศูนย์ดูแลผู้สูงอายุพญา เนอร์สซิงโฮม ที่ให้ความอนุเคราะห์และสนับสนุนสถานที่สำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูล รวมถึงให้ความร่วมมือจากผู้สูงอายุและผู้ดูแลในศูนย์ ที่มีส่วนสำคัญอย่างยิ่งต่อความสำเร็จของงานวิจัยนี้ ความกรุณาและการสนับสนุนที่ได้รับช่วยให้การศึกษานี้ดำเนินไปได้อย่างราบรื่นและสมบูรณ์ ข้อมูลและความคิดเห็นที่ได้จากศูนย์ดูแลผู้สูงอายุพญา เนอร์สซิงโฮม เป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยเสริมสร้างคุณภาพและความน่าเชื่อถือของผลงานวิจัยนี้อย่างยิ่ง ขอขอบพระคุณทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตกรรมเพื่อผู้สูงอายุในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

1. กรมการแพทย์. สถิติและสถานการณ์การพลัดตกหกล้มในผู้สูงอายุไทย ปี พ.ศ. 2566. กรุงเทพฯ: กระทรวง

- สาธารณสุข; 2566. <http://www.dms.moph.go.th> Accessed February 18, 2024.
2. กรมกิจการผู้สูงอายุ, กระทรวงการพัฒนาสังคมและความมั่นคงของมนุษย์. *มาตรการขับเคลื่อนระเบียบสาระแห่งชาติ เรื่อง สังคมสูงอายุ (ฉบับปรับปรุง)*. กรุงเทพฯ: กรมกิจการผู้สูงอายุ; 2562. http://www.dop.go.th/download/knowledge/th1551432930-155_0.pdf. Accessed February 13, 2024.
 3. ศูนย์วิจัยและสนับสนุนเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน. *Goal 3: Good Health and Well-being*. กรุงเทพฯ: ศูนย์วิจัยและสนับสนุนเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน; 2567. <https://www.sdgmovement.com/2016/10/06/goal-3-good-health-and-well-being/>. Accessed February 9, 2024.
 4. Yacchirema D, de Puga JS, Palau C, Esteve M. Fall detection system for elderly people using IoT and Big Data. *Procedia Comput Sci*. 2018;130:603-610. doi:10.1016/j.procs.2018.04.110
 5. วรินทร์ นวลทิม, ธาราดล ผิวละออง, นัทรพง วงศรี, อมรัตน์ คำบุญ. เครื่องช่วยเดินด้วยวิธีการตรวจจับใบหน้าและระบบแจ้งเตือนการล้มผ่านแอปพลิเคชันไลน์สำหรับผู้สูงอายุ. *วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มจร.อุตรธานี*. 2566;11(1):75-91.
 6. เกียรติสิน กาญจนวนิชกุล, กนกวรรณ บุญก้อน, นวพร ลาดแก้ว, นพชัย คงเจริญ. ระบบเฝ้าติดตามและแจ้งเตือนสำหรับผู้สูงอายุโดยทางเครือข่ายวายฟาย. *TNI J Eng Technol*. 2562;7(1):15-21.
 7. SongSri P, Chunprawat S, Wittayasamun T. Efficiency analysis of fall detection system for patients and the elderly from assistive devices via Line application. *J Energy Environ Technol*. 2023;10(1):86-96.
 8. Artronshop. *ESP32 เบื้องต้น*. Artronshop.2024. <https://www.artronshop.co.th/article/58/esp32>. Accessed February 9, 2024.
 9. Rovinelli RJ, Hambleton RK. On the use of content specialists in the assessment of criterion-referenced test item validity. *Dutch J Educ Res*. 1977;2(2):49-60.
 10. Tsinganos P, Skodras A. A smartphone-based fall detection system for the elderly. In: *Proceedings of the 10th International Symposium on Image and Signal Processing and Analysis (ISPA)*; 2017. p. 53-8. doi:10.1109/ISPA.2017.8073568.
 11. ณัฐฤดี ถาวรวงษ์, อภิรักษ์ อัครเศรษฐ์, ปัญญา มัฆะศร. การออกแบบชุดตรวจจับการล้มของผู้สูงอายุด้วยเซ็นเซอร์การเอียง. *วารสารมหาวิทยาลัยนเรศวร*. 2554; ฉบับพิเศษ:43-6.
 12. วนิดา ราชมัย. *ปัจจัยที่ส่งผลต่อการพลัดตกหกล้มของผู้สูงอายุ เขตสุขภาพที่ 6*. ชลบุรี: ศูนย์อนามัยที่ 6, กรมอนามัย, กระทรวงสาธารณสุข; 2565
 13. วารุณี สุขขี. ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความเสี่ยงในการพลัดตกหกล้มของผู้สูงอายุในเขตเทศบาลเมืองพิบูลมังสาหาร อำเภอพิบูลมังสาหาร จังหวัดอุบลราชธานี. ใน: *การประชุมวิชาการระดับชาติ มอ.วิจัย ครั้งที่ 17*; 2565. หน้า 67-77.

การอ้างอิง

ปัญจพัชรกร บุญพร้อม และประสงค์ศักดิ์ สองศรี.การประเมินประสิทธิภาพและความพึงพอใจต่อเฝ้าระวังอัจฉริยะสำหรับแจ้งเตือนการล้มร่วมกับแอปพลิเคชันไลน์สำหรับผู้สูงอายุ: *วารสารวิชาการราชวิทยาลัยจุฬาภรณ์*.2568;7(3):264-272. <https://he02.tci-thaijo.org/index.php/jcra/article/view/273573>

Bunprom P. and Songsree P. Evaluation of the Efficiency and User Satisfaction of a Smart Belt Fall Detection System Integrated with the LINE Application for the Elderly. *J Chulabhorn Royal Acad*. 2025; 7(3): 264-272. <https://he02.tci-thaijo.org/index.php/jcra/article/view/273573>

Online Access

<https://he02.tci-thaijo.org/index.php/jcra/article/view/273573>

