

# ระบบเฝ้าติดตามและแจ้งเตือนสำหรับผู้สูงอายุโดยทางเครือข่ายวายฟาย

## An Alarm and Monitoring System for the Elderly via a WiFi Network

เกียรติสิน กาญจนวนิชกุล<sup>1</sup> กนกวรรณ บุญก้อน<sup>2</sup> นวพร ลาดแก้ว<sup>3</sup> นพชัย คงเจริญ<sup>4</sup>  
Kiattisin Kanjanawanishkul<sup>1</sup> Kanokwan Bunkon<sup>2</sup> Nawaporn Ladkeaw<sup>3</sup> Noppachai Khongcharern<sup>4</sup>

หน่วยวิจัยวิศวกรรมเมคาทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
Mechatronic Engineering Research Unit, Faculty of Engineering, Mahasarakham University

<sup>1</sup>kiattisin.k@msu.ac.th  
<sup>2</sup>kanokwan.bun@msu.ac.th  
<sup>3</sup>nawaporn.lad@msu.ac.th  
<sup>4</sup>59010350006@msu.ac.th

รับต้นฉบับ: 26 พฤศจิกายน 2561; รับบทความฉบับแก้ไข: 11 พฤษภาคม 2562; ตอรับบทความ: 13 พฤษภาคม 2562  
เผยแพร่ออนไลน์: 28 มิถุนายน 2562

### บทคัดย่อ

แนวโน้มของสัดส่วนอายุของประชากรทำให้ประเทศไทยกำลังก้าวเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุอย่างเต็มรูปแบบ ปัญหาที่สำคัญปัญหาหนึ่ง คือ ผู้สูงอายุถูกทิ้งให้อยู่ตามลำพัง ซึ่งนำไปสู่อุปสรรคในการดำรงชีวิตหลายอย่าง เช่น อุบัติเหตุในผู้สูงอายุที่เกิดจากการพลัดตกหกล้ม ดังนั้น วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัยนี้ คือ (1) สร้างระบบเฝ้าติดตามและแจ้งเตือนสำหรับผู้สูงอายุ เมื่อผู้สูงอายุประสบอุบัติเหตุหรือเจ็บป่วย และ (2) พัฒนาเครือข่ายวายฟายภายในที่อยู่อาศัย ซึ่งทำหน้าที่เชื่อมต่อการส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ตรวจจับไร้สาย ไปยังบอร์ด Raspberry Pi ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวประมวลผลหลัก อุปกรณ์ตรวจจับไร้สายที่ใช้ในการตรวจจับสถานการณ์ผิดปกติและฉุกเฉิน ได้แก่ ชุดตรวจจับการล้มด้วยเซ็นเซอร์วัดความเร่ง ชุดตรวจจับการเคลื่อนไหวด้วยกล้องและเซ็นเซอร์วัดระยะทาง และ ชุดปุ่มฉุกเฉิน หากเกิดเหตุการณ์ตามเงื่อนไขที่กำหนด นั่นคือ การล้ม หรือ การกดปุ่มฉุกเฉิน หรือ ไม่มีการเคลื่อนไหวภายในเวลาที่กำหนด บอร์ด Raspberry Pi จะส่งข้อความแจ้งเตือนในรูปแบบข้อความสั้นทางโทรศัพท์ไปยังผู้ดูแลอย่างอัตโนมัติ ผลการทดลองพบว่า ระบบเฝ้าติดตามและแจ้งเตือน ทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ในกรณีจำลองสถานการณ์และใช้งานจริง

**คำสำคัญ:** ระบบเฝ้าติดตาม, ระบบแจ้งเตือน, ผู้สูงอายุ, เครือข่ายสื่อสารไร้สาย, การหกล้ม

### Abstract

The trend of the age proportion of the Thai population is completely stepping into an aging society. One of the main problems is that the elderly being left alone spend their lives to do daily activities difficultly due to physical changes. For example, falls in the elderly are the most common accidents. Therefore the objectives of this research are (1) to develop an alarm and monitoring system for the elderly when the elderly have an accident or injury, and (2) to develop a WiFi network inside residences to bridge data communication between wireless sensing devices and the Raspberry Pi board used as a main controller. The

wireless sensing devices used to detect abnormal and emergency situations included a fall detector with an accelerometer, a motion detector with a camera and a distance sensor, and an emergency push button. When emergency situations were detected according to the pre-defined conditions, i.e., falling or pressing an emergency push button, or no motion within some time intervals, the Raspberry Pi board sent an SMS to a caregiver automatically. The experimental results showed that the intended objectives were achieved when the alarm and monitoring system was tested in both simulation scenarios and real-world situations.

**Keywords:** Monitoring systems, alarm systems, the elderly, wireless networks, falling

### 1) บทนำ

การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางอายุของประชากรแสดงด้วยสัดส่วนของประชากรในวัยต่างๆ เมื่อจำแนกประชากรออกเป็นกลุ่มอายุ 3 กลุ่มใหญ่ๆ คือ ประชากรวัยเด็ก (อายุน้อยกว่า 15 ปี) วัยแรงงาน (อายุ 15-59 ปี) และวัยสูงอายุ (อายุ 60 ปีขึ้นไป) จะเห็นได้ว่า ในระหว่างปี พ.ศ. 2553 - พ.ศ. 2583 สัดส่วนของประชากรวัยเด็ก และวัยแรงงาน มีแนวโน้มลดลง ในขณะที่สัดส่วนของประชากรสูงอายุ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และทำให้ประเทศไทยกลายเป็นสังคมผู้สูงอายุอย่างสมบูรณ์ [1] ผลจากการเปลี่ยนแปลงนี้ ทำให้เกิดปัญหาตามมาอีกมากมาย ซึ่งปัญหาที่พบมากที่สุดคือ ปัญหาผู้สูงอายุถูกทิ้งให้อยู่คนเดียว การที่ผู้สูงอายุอยู่เพียงลำพังจะมีอุปสรรคในการดำรงชีวิตหลายอย่างเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงทางร่างกาย อีกทั้งยังเป็นสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุในผู้สูงอายุ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง อุบัติเหตุในผู้สูงอายุที่เกิดจากการพลัดตกหกล้ม [2] การเปลี่ยนแปลงทางด้านร่างกายนี้ ยังทำให้มีโรคต่างๆ เช่น โรคความดันโลหิตสูง โรคเบาหวาน เป็นต้น แนวทางในการแก้ปัญหาจากภาครัฐ เช่น การออกตรวจโดยแพทย์ผู้เชี่ยวชาญเดือนละครั้ง และ การให้มีอาสาสมัคร (อสม.) หมู่บ้านเข้ามา

ดูแลตรวจสุขภาพของผู้สูงอายุ [3] แต่อาสาสมัครนั้นก็ไม่สามารถอยู่กับผู้สูงอายุได้ตลอดเวลาเพราะจำนวนผู้สูงอายุนั้นมีเป็นจำนวนมาก ทั้งนี้ตัวอาสาสมัครเองยังต้องปฏิบัติตามกิจวัตรประจำวันของตนเองอีกด้วย ดังนั้นการดูแลความปลอดภัยของผู้สูงอายุก็ยังไม่สมบูรณ์ ในกรณีเกิดเหตุฉุกเฉินในช่วงเวลาที่ผู้สูงอายุต้องอยู่บ้านเพียงลำพัง การช่วยเหลือได้อย่างทันท่วงทีจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง

Yu และคณะ [4] ได้ใช้เซ็นเซอร์วัดความเร่งสำหรับการตรวจจับการล้มและใช้เครือข่ายบลูทูธในการระบุตำแหน่งที่เกิดการล้ม Lee และคณะ [5] ได้สร้างระบบการตรวจจับการล้มด้วยเซ็นเซอร์วัดความเร่งของโทรศัพท์แบบสมาร์ทโฟนและแจ้งไปยังผู้ดูแล ทั้งยังสามารถระบุตำแหน่งที่เกิดการล้ม Ko และคณะ [6] ได้พัฒนาระบบเฝ้าติดตามผู้ป่วยสมองเสื่อมโดยใช้โทรศัพท์แบบสมาร์ทโฟน เพื่อบันทึกเส้นทางการเดินและตรวจจับการหกล้ม พร้อมทั้งแจ้งไปยังศูนย์บริการทางการแพทย์ ในกรณีที่เกิดเหตุฉุกเฉิน Xiang และ คณะ [7] นำเสนอระบบที่ใช้ omnidirectional vision เพื่อติดตามและจดจำท่าทางของผู้สูงอายุ พร้อมทั้งวิเคราะห์พฤติกรรม เพื่อประเมินความปลอดภัยของผู้สูงอายุ Juang และ Wu [8] ได้นำเสนอการตรวจสอบการหกล้มโดยใช้กล้อง ผู้สูงอายุไม่จำเป็นต้องสวมใส่อุปกรณ์ใดๆ Zhuang และ คณะ [9] ได้พัฒนาอุปกรณ์ขนาดเล็กที่ใช้เซ็นเซอร์วัดความเร่ง ติดบริเวณหน้าอก เพื่อตรวจจับการหกล้ม และ แจ้งเตือนผ่านโทรศัพท์แบบสมาร์ทโฟน

จากงานวิจัยที่ผ่านมา สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 1 ซึ่งจะพบว่าอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นนั้น เน้นเฉพาะด้านใดด้านหนึ่ง หรือ บางอุปกรณ์ มีข้อจำกัดในการติดตั้งใช้งาน ดังนั้น คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดจัดสร้างระบบเฝ้าติดตามและแจ้งเตือนสำหรับผู้สูงอายุขึ้น โดยมุ่งเน้นให้ครอบคลุมในทุกๆ ด้านตามความต้องการของผู้สูงอายุ และ ใช้อุปกรณ์หลายชนิดร่วมกันในการประเมินความปลอดภัยของผู้สูงอายุ อีกทั้งราคาต้องไม่สูงมากนัก กลุ่มเป้าหมาย คือ ผู้สูงอายุที่อยู่กันตามลำพัง อุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นในระบบเฝ้าติดตามและแจ้งเตือนนี้ จะเชื่อมต่อกันด้วยเครือข่ายไร้สายวายฟาย (WiFi) เมื่อเกิดสิ่งผิดปกติหรือเหตุฉุกเฉิน ตัวควบคุมหลักจะแจ้งเตือนไปยังผู้ดูแลผู้สูงอายุด้วยข้อความสั้นทางโทรศัพท์ (SMS) และ อินเทอร์เน็ต ในกรณีที่สามารรถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต โดยแจ้งผ่านแอปพลิเคชันบนสมาร์ทโฟนได้

## 2) ระเบียบวิธีวิจัย

แนวคิดในการออกแบบระบบเฝ้าติดตามและแจ้งเตือน คือ พิจารณาทั้งความปลอดภัยจากอุบัติเหตุ การเจ็บป่วย และ กรณีฉุกเฉิน โดยได้ทำการสำรวจความต้องการของผู้สูงอายุ ผู้ดูแล และพยาบาลประจำโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล จนได้ข้อสรุปของระบบเฝ้าติดตามและแจ้งเตือนสำหรับผู้สูงอายุ คือ

1) อุปกรณ์ที่ผู้สูงอายุต้องสวมใส่ติดตัว ต้องมีขนาดเล็กเพื่อให้พกพาได้สะดวกและกันน้ำได้ เช่น กรณีผู้สูงอายุพกพาเข้าห้องน้ำ เนื่องจาก ห้องน้ำ เป็นอีกสถานที่หนึ่ง ที่มีโอกาสเกิดอุบัติเหตุกับผู้สูงอายุได้

2) อุปกรณ์ต้องมีน้ำหนักเบาและสามารถวางในบริเวณต่างๆ ได้สะดวก

3) สามารถส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังผู้ดูแลได้อย่างอัตโนมัติ

4) ประหยัดพลังงาน

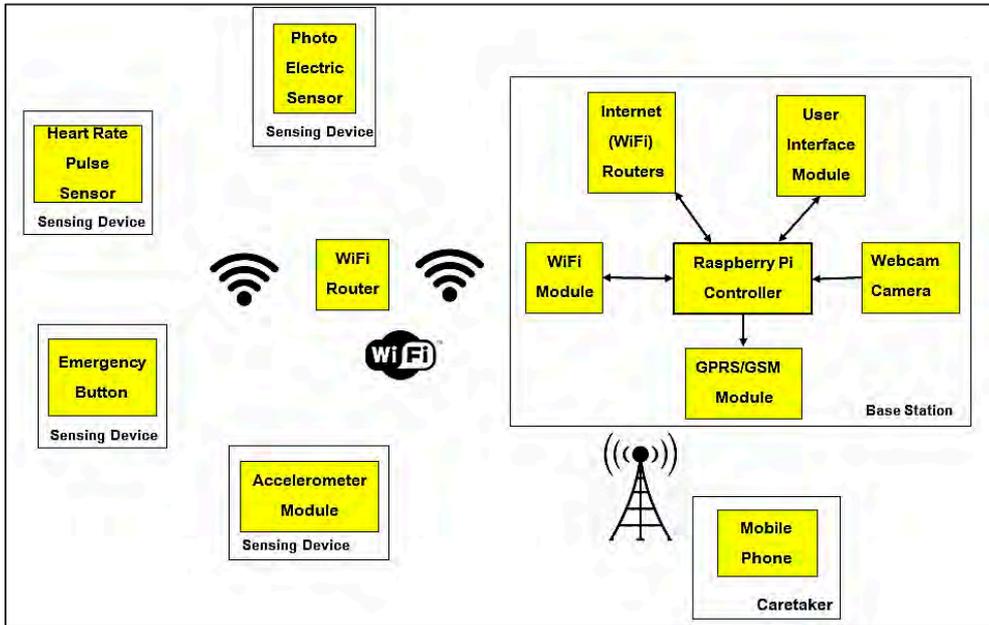
จากความต้องการข้างต้น คณะผู้วิจัยได้ออกแบบระบบเฝ้าติดตามและแจ้งเตือนเป็นดังรูปที่ 1 ซึ่งประกอบไปด้วย 2 ส่วนหลัก คือ อุปกรณ์ตรวจจับไร้สาย (wireless sensing devices) และ สถานีฐาน (base station) และมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 1: การเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของงานวิจัยที่ผ่านมา

งานวิจัย	ข้อดี	ข้อเสีย
Yu และคณะ [4]	1. ระบุตำแหน่งที่เกิดการล้มได้ 2. ใช้เครือข่ายไร้สายแบบ mesh	1. ต้องติดตั้ง relay nodes ให้ครอบคลุมพื้นที่ภายในบริเวณที่ต้องการตรวจจับ 2. ไม่ครอบคลุมหลายๆ กรณีที่อาจจะเกิดขึ้น 3. ไม่สามารถแจ้งเตือนผ่านโทรศัพท์แบบสมาร์ทโฟนได้
Lee และคณะ [5]	1. ระบุตำแหน่งที่เกิดการล้มได้ 2. ใช้อุปกรณ์เพียงโทรศัพท์แบบสมาร์ทโฟน	1. ต้องมีโทรศัพท์แบบสมาร์ทโฟน 2. ไม่ครอบคลุมหลายๆ กรณีที่อาจจะเกิดขึ้น
Ko และคณะ [6]	1. บันทึกเส้นทางการเดินและตรวจจับการหกล้มได้	1. ต้องมีโทรศัพท์แบบสมาร์ทโฟน 2. ไม่ครอบคลุมหลายๆ กรณีที่อาจจะเกิดขึ้น
Xiang และ คณะ [7]	1. ไม่ต้องสวมใส่อุปกรณ์ใดๆ กับผู้สูงอายุ	1. ไม่สามารถตรวจจับในพื้นที่ที่ไม่มีกล้องได้
Juang และ Wu [8]	1. ไม่ต้องสวมใส่อุปกรณ์ใดๆ กับผู้สูงอายุ	1. ไม่สามารถตรวจจับในพื้นที่ที่ไม่มีกล้องได้
Zhuang และ คณะ [9]	1. อุปกรณ์มีขนาดเล็กน้ำหนักเบา	1. ไม่ครอบคลุมหลายๆ กรณีที่อาจจะเกิดขึ้น 2. ไม่สามารถแจ้งเตือนผ่านโทรศัพท์แบบสมาร์ทโฟนได้

### 2.1) อุปกรณ์ตรวจจับไร้สาย

อุปกรณ์ตรวจจับไร้สายเป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่รับค่าจากเซ็นเซอร์หรืออุปกรณ์อินพุตแล้วส่งต่อไปยังสถานีฐานผ่านเครือข่ายสื่อสารไร้สาย หลักการในการออกแบบ คือ ใช้แบตเตอรี่ LiPo ชนิด 3.7 V จำนวน 2 ก้อน ยกเว้นสายรัดข้อมือตรวจจับการเคลื่อนไหวและหกล้มที่ใช้ขนาด 3.7 V จำนวน 1 ก้อน



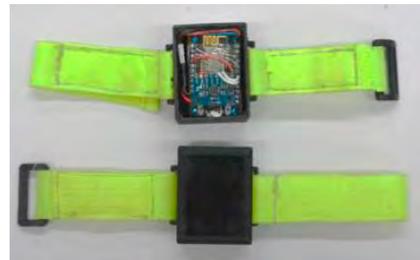
รูปที่ 1: ส่วนประกอบหลักของระบบเฝ้าติดตามและแจ้งเตือนสำหรับผู้สูงอายุโดยใช้เครือข่ายสาย

อุปกรณ์ตรวจจับไร้สาย ใช้ Node MCU (ESP8266) เป็นตัวประมวลผล และ จะทำงานในสถานะ sleep mode เพื่อให้ประหยัดพลังงาน ยกเว้นสายรัดข้อมือ เนื่องจากต้องตรวจจับการเคลื่อนไหวตลอดเวลา ข้อมูลต่างๆ ที่ตรวจวัดได้จะถูกส่งกลับมายังตัวประมวลผล โดยจะส่งเฉพาะข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ผิดปกติหรือฉุกเฉินไปยังสถานีฐานเท่านั้น เพื่อลดการใช้พลังงานของอุปกรณ์ตรวจจับไร้สายที่ใช้ในการส่งข้อมูล และ ช่วยลดภาระการประมวลผลที่สถานีฐาน

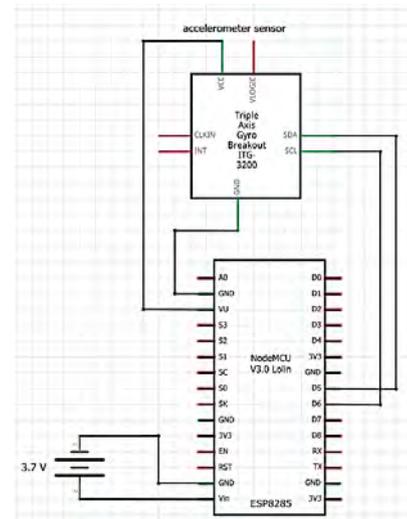
การเชื่อมต่อสื่อสารทั้งระบบเป็นลักษณะ ad hoc และ มี router เป็นตัวช่วยขยายสัญญาณ ทุกอุปกรณ์จะมีการกำหนด IP Address เฉพาะ และ มีการเชื่อมต่อกับสถานีฐานอัตโนมัติเมื่อเริ่มใช้งาน

เพื่อให้ครอบคลุมทั้งกรณีที่เกิดอุบัติเหตุ การเจ็บป่วย และ กรณีฉุกเฉิน อุปกรณ์ตรวจจับไร้สายในโครงการวิจัยนี้ จึงประกอบไปด้วย

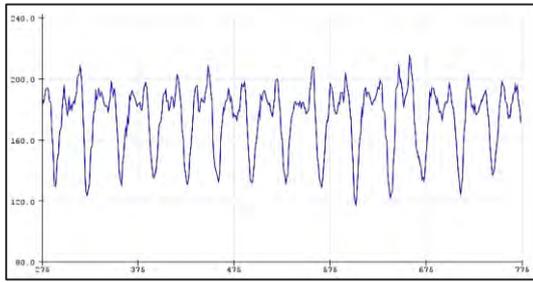
(1) สายรัดข้อมือตรวจจับการเคลื่อนไหวและหกล้ม ซึ่งจะสวมใส่ให้กับผู้สูงอายุ อุปกรณ์นี้ ทำหน้าที่ประเมินผู้สูงอายุว่ามีการหกล้มหรือไม่ อุปกรณ์ภายในที่สำคัญประกอบไปด้วย Node MCU และ เซ็นเซอร์วัดความเร่ง (ADXL-345) ดังแสดงในรูปที่ 2 และการเชื่อมต่อวงจรทางไฟฟ้าแสดงในรูปที่ 3 โดยที่เซ็นเซอร์วัดความเร่งจะส่งค่าความเร่งไปยัง Node MCU ผ่านช่องทางการสื่อสารแบบ I2C แล้ว Node MCU จะคำนวณขนาดของเวกเตอร์ 3 มิติ [10] จากความเร่งทั้ง 3 แกนและส่งข้อมูลไปยังสถานีฐาน ก็ต่อเมื่อมีความเป็นไปได้ที่ผู้สูงอายุจะหกล้ม ไม่ใช่การล้มตัวลงนั่งหรือนอนตามปกติ ตัวอย่างเช่น ผู้สูงอายุเดินแกว่งแขนปกติ ขนาดของเวกเตอร์ 3 มิติ เป็นดังรูปที่ 4 ซึ่ง จะเห็นได้ว่ามีค่าที่เปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง นั่นคือ ผู้สูงอายุยังมีการเคลื่อนไหวปกติ



รูปที่ 2: สายรัดข้อมือตรวจจับการเคลื่อนไหวและหกล้ม

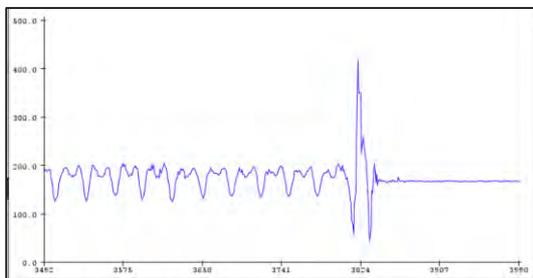


รูปที่ 3: วงจรทางไฟฟ้าของสายรัดข้อมือตรวจจับการเคลื่อนไหวและหกล้ม



รูปที่ 4: ขนาดของเวกเตอร์ความเร่ง เมื่อเดินแกว่งแขน

ส่วนกรณีลึมนั้น คณะผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลและพบว่า ค่าของขนาดของเวกเตอร์ที่เหมาะสมในการแยกระหว่างการเคลื่อนไหวปกติ และการหกล้มหรือล้มตัวลง คือ 310 และ ในการแยกระหว่างการหกล้ม และการล้มตัวลงหนึ่งหรือนอน จะตรวจจับค่าเวกเตอร์ความเร่งหลังจากผู้สูงอายุล้มตัวลงแล้ว ยังมีค่าสูงสุดย่อย (sub peak) บ่อยหรือไม่ ถ้าเกิดขึ้นบ่อย แสดงว่า ผู้สูงอายุล้มตัวลงหนึ่งหรือนอนปกติ แต่ถ้าเกิดขึ้นน้อย หรือ ไม่มีเลย แสดงว่า ผู้สูงอายุหกล้ม ดังนั้น ขั้นตอนการพิจารณาสรุปได้ดังต่อไปนี้ ขนาดของเวกเตอร์ความเร่งที่เกิน 310 มีจำนวน 1-2 ครั้ง หรือไม่ ถ้าใช่ จะมีการตรวจจับค่าสูงสุดย่อย (sub peak) ถ้าค่าสูงสุดย่อย เกิดขึ้นไม่เกิน 2 ครั้ง ภายใน 5 วินาที แจ้งการหกล้มไปยังสถานีฐาน ตัวอย่างขนาดของเวกเตอร์ความเร่ง 3 มิติในกรณีนี้ เป็นดังรูปที่ 5



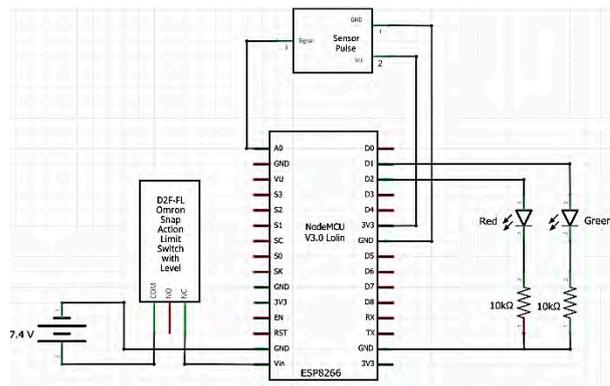
รูปที่ 5: ขนาดของเวกเตอร์ค่าความเร่งเมื่อผู้สูงอายุเดินแกว่งแขนแล้วล้มลงและหมดสติ

(2) อุปกรณ์วัดอัตราการเต้นของหัวใจ ทำหน้าที่วัดอัตราการเต้นของหัวใจ เพื่อประเมินสุขภาพของผู้สูงอายุ ซึ่งอุปกรณ์ภายในที่สำคัญประกอบไปด้วย Node MCU, snap action limit switch, หลอดไฟ LED และ pulse heart rate sensor ดังแสดงในรูปที่ 6 และการเชื่อมต่อวงจรทางไฟฟ้าแสดงในรูปที่ 7 โดยต่อ pulse heart rate sensor เข้ากับ Node MCU ผ่าน analog input และ ต่อ snap action limit switch สำหรับทำหน้าที่เป็นสวิทช์ของแหล่งจ่ายไฟให้กับ Node MCU ขั้นตอนในการทำงานของอุปกรณ์นี้ คือ snap action limit switch ตรวจจับการวางนี้ ถ้ามีการวางนี้ แบตเตอรี่ Lipo จะจ่ายไฟฟ้าให้กับ Node MCU แล้วหลอดไฟ LED สีแดงสว่าง pulse heart rate sensor ส่งค่าไปยัง Node MCU เมื่อเสร็จสิ้นแล้ว Node MCU ส่งค่าอัตราการเต้นของหัวใจไปยังสถานีฐาน แล้วหลอดไฟ LED สีเขียวสว่างแทนที่ LED สีแดง ผู้สูงอายุ สามารถเอาน้ำออกได้

ในการใช้งาน จะให้ผู้สูงอายุตรวจวัดอัตราการเต้นของหัวใจทุกวัน ระบบจะทำการบันทึกค่าไว้ เพื่อดูแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงอัตราการเต้นของหัวใจ ซึ่ง สามารถนำไปวิเคราะห์ถึงโอกาสที่ผู้สูงอายุจะเจ็บป่วยได้



รูปที่ 6: อุปกรณ์วัดอัตราการเต้นของหัวใจ

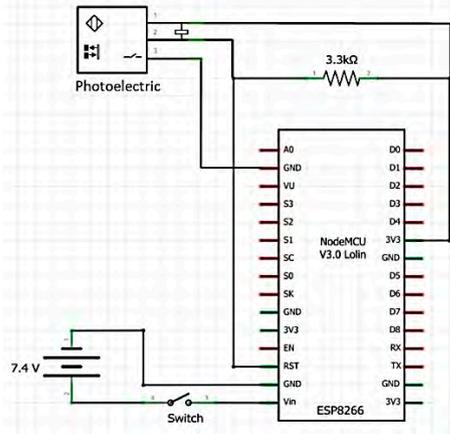


รูปที่ 7: วงจรทางไฟฟ้าของอุปกรณ์วัดอัตราการเต้นของหัวใจ

(3) อุปกรณ์ตรวจจับการผ่าน ทำหน้าที่ตรวจวัดการผ่านของผู้สูงอายุ ณ ตำแหน่งที่กำหนด เช่น ตำแหน่งหน้าห้องนอน ห้องครัว หน้าบ้าน ซึ่งเป็นบริเวณที่ผู้สูงอายุ ต้องเดินผ่านเป็นกิจวัตรประจำวัน ข้อมูลส่วนนี้ จะประเมินจากการใช้ชีวิตประจำวันของผู้สูงอายุเอง อุปกรณ์นี้ ประกอบไปด้วย Node MCU และ photoelectric sensor ดังแสดงในรูปที่ 8 และการเชื่อมต่อวงจรทางไฟฟ้าแสดงในรูปที่ 9 ขั้นตอนในการทำงานของอุปกรณ์นี้ คือ Node MCU ทำงานในสถานะ sleep mode เมื่อมีคนเดินผ่าน สัญญาณจาก photoelectric sensor จะถูกส่งไปยังขา reset ของ Node MCU แล้ว Node MCU จะส่งค่าว่ามีคนเดินผ่าน 1 ครั้ง ไปยังสถานีฐาน แล้วกลับสู่สถานะ sleep mode



รูปที่ 8: อุปกรณ์ตรวจจับการผ่าน

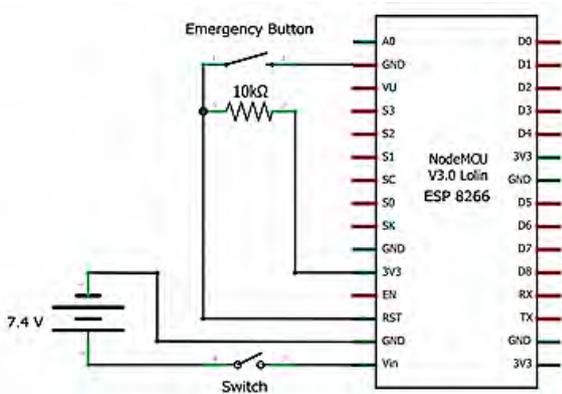


รูปที่ 9: วงจรทางไฟฟ้าของอุปกรณ์ตรวจจับการผ่าน

(4) ปุ่มกดฉุกเฉิน ทำหน้าที่รับการกดกรณีฉุกเฉิน สัญญาณการกดปุ่มฉุกเฉิน จะส่งไปยังสถานีฐานผ่านเครือข่ายวายวายวาย ปุ่มฉุกเฉินถูกออกแบบมาให้ผู้สูงอายุสามารถนำมาวางใกล้ๆ ตัวผู้สูงอายุ หรือ วาง ณ ตำแหน่งที่สำคัญ ได้สะดวก เช่น ห้องนอน ห้องน้ำ เพื่อให้ผู้สูงอายุจะสามารถกดได้สะดวกทันทีที่มีเหตุฉุกเฉินเกิดขึ้น อุปกรณ์นี้มีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ Node MCU และ ปุ่มฉุกเฉิน ดังแสดงในรูปที่ 10 และการเชื่อมต่อวงจรไฟฟ้าแสดงในรูปที่ 11 ขั้นตอนในการทำงานของอุปกรณ์นี้ คือ Node MCU ทำงานในสถานะ sleep mode เมื่อมีการกดปุ่มฉุกเฉิน สัญญาณจากปุ่มฉุกเฉิน จะถูกส่งไปยังขา reset ของ Node MCU แล้ว Node MCU จะส่งค่าว่ามีกรกดปุ่มฉุกเฉิน ไปยังสถานีฐาน แล้วกลับสู่สถานะ sleep mode



รูปที่ 10: ปุ่มกดฉุกเฉิน

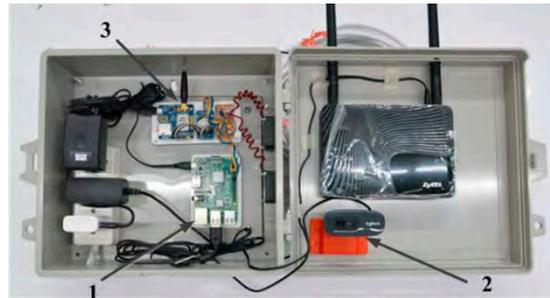


รูปที่ 11: วงจรทางไฟฟ้าของปุ่มกดฉุกเฉิน

## 2.2) สถานีฐาน

สถานีฐานใช้บอร์ด Raspberry Pi 3 (รูปที่ 12 หมายเลข 1) เป็นตัวควบคุมหลัก ทำหน้าที่รับค่าจากอุปกรณ์ตรวจจับไร้สายผ่านเครือข่ายวายวายวายแล้ว ทำหน้าที่ประมวลผลและแสดงผล พร้อมทั้งมีกล้อง (webcam Logitech c270h) สำหรับตรวจจับการเคลื่อนไหวของผู้สูงอายุ ดังรูปที่ 12 (หมายเลข 2) ส่วนการแจ้งเตือน จะส่งเป็นข้อความสั้นทางโทรศัพท์ (SMS) ด้วย GPRS/GSM module (Goouuu Tech Mini IOT-GA6 GPRS / GSM module) ดังรูปที่ 12 (หมายเลข 3) และสามารถแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟนได้ กรณีที่มีการเชื่อมต่อผ่านอินเทอร์เน็ตได้ โดยจะใช้คลาวด์แพลตฟอร์ม (Cloud Platform) ที่ชื่อว่า NETPIE (<http://www.netpie.io>) NETPIE เป็นตัวกลางที่ให้สิ่งต่างๆ (Things) สามารถติดต่อสื่อสารและทำงานร่วมกันผ่านวิธีการส่งข้อความแบบ publish/subscribe ทางด้านอุปกรณ์นั้น จะมี client library ที่ชื่อว่า Microgear ทำหน้าที่สร้างและดูแลช่องทางการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์กับ NETPIE นอกจากนี้ NETPIE ยังมีรูปแบบของ Dashboard ที่เรียกว่า Freeboard ซึ่งสามารถนำไปแสดงผลในรูปแบบของแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟนได้

การพัฒนาโปรแกรมสำหรับสถานีฐาน ใช้โปรแกรม Qt สำหรับสร้างส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งาน ดังรูปที่ 13 และใช้ OpenCV library สำหรับการประมวลผลภาพเพื่อตรวจจับเคลื่อนไหวของผู้สูงอายุ ในส่วนของฐานข้อมูลใช้ SQLite เพื่อเก็บข้อมูลทั้งจากกล้องและจากอุปกรณ์ตรวจจับไร้สายทุกตัว ข้อมูลดังกล่าว สามารถนำมาวิเคราะห์กิจกรรมประจำวันของผู้สูงอายุได้ เช่น เวลาเข้านอน และ เวลาตื่นนอน เป็นต้น และ วิเคราะห์แนวโน้มของอัตราการเต้นของหัวใจ ซึ่งสามารถบ่งบอกอาการป่วยได้



รูปที่ 12: สถานีฐาน



รูปที่ 13: โปรแกรมติดต่อกับผู้ใช้งาน

สถานการณ์ผิดปกติและฉุกเฉิน จะพิจารณาทั้งกรณีที่เกิดจากอุบัติเหตุ การเจ็บป่วย และฉุกเฉิน โดยแบ่งได้เป็น 4 กรณี ถ้าหากเป็นไปตามเงื่อนไขกรณีใดกรณีหนึ่ง ระบบจะส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังผู้ดูแลอย่างอัตโนมัติ ทั้ง 4 กรณีนี้ ได้แก่

- (1) ผู้สูงอายุไม่ได้เดินผ่านบริเวณที่กำหนดและกล้องตรวจจับไม่เจอ การเคลื่อนไหวในช่วงเวลาที่กำหนด และสายรัดข้อมือไม่ทำงาน
- (2) ผู้สูงอายุเกิดการล้มแบบล้มปัดล้ม
- (3) มีการกดปุ่มฉุกเฉิน
- (4) อัตราชีพจร มีแนวโน้มลดลงต่ำลงในแต่ละวัน

### 3) ผลการทดลองและอภิปรายผล

ผลการทดสอบแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ทดสอบแบบจำลองสถานการณ์ และทดสอบจริงในที่อยู่อาศัยของผู้สูงอายุ ในกรณีทดสอบแบบจำลองสถานการณ์ พบว่า การวัดอัตราการเต้นของหัวใจ, การกดปุ่มฉุกเฉิน และการตรวจจับการผ่านและเคลื่อนไหวทั้งแบบที่ใช้ photoelectric sensor และ กล้อง ทั้งหมดทำงานได้ถูกต้อง และ ในกรณีของสายรัดข้อมือตรวจจับการเคลื่อนไหวและหกล้มนั้น การจำลองแบ่งเป็น 3 ลักษณะ ดังตารางที่ 2 คือ การล้มแบบสะดุด (tripping), การล้มแบบลื่นไถล (slipping) และ การล้มเพราะหน้ามืด (fainting) ซึ่งการล้มทั้ง 3 ลักษณะมีความแตกต่างกัน คือ การล้มแบบสะดุด และการล้มแบบลื่นไถล จะเป็นการล้มแบบไม่ได้ตั้งใจ เป็นแบบทันทีทันใด แต่กรณี ล้มเพราะหน้ามืด เป็นการที่ร่างกายค่อยๆ ทรุดตัวลงมา อาจจะเร็วหรือช้า [9]

ตารางที่ 2: ความถูกต้องของสายรัดข้อมือตรวจจับการเคลื่อนไหวและหกล้ม จากการทดสอบ 20 ครั้ง

ลักษณะการล้ม	ความถูกต้องในการตรวจจับ (ครั้ง)	ร้อยละความถูกต้อง (%)
การล้มแบบสะดุด	17	85
การล้มแบบลื่นไถล	18	90
การล้มเพราะหน้ามืด	11	55

จากการทดลอง 20 ครั้ง พบว่าความถูกต้องเนื่องจาก การล้มเพราะหน้ามืด จะมีค่าต่ำสุด เพราะว่าเป็นการล้มที่ตรวจจับค่อนข้างยาก ต้องอาศัยเซ็นเซอร์ชนิดอื่นร่วมด้วย ส่วนในการแจ้งเตือน ผู้ดูแลจะได้รับข้อความผ่านโทรศัพท์มือถือ ดังตัวอย่างในรูปที่ 14

ในการติดตั้งทดสอบจริงในที่อยู่อาศัยของผู้สูงอายุนั้น คณะผู้วิจัยได้นำระบบเฝ้าติดตามและแจ้งเตือนสำหรับผู้สูงอายุติดตั้งจริงที่บ้านหนองเส็ง ตำบลเวียงนาง อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม โดยเลือกบ้าน 2 หลัง ที่มีลักษณะตรงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ นั่นคือ ผู้สูงอายุอยู่บ้านเพียงลำพัง เป็นเพศหญิง 1 ท่าน อายุ 73 ปี และ เพศชาย 1 ท่าน อายุ 68 ปี รูปที่ 15 แสดงตำแหน่งการวางปุ่มกดฉุกเฉิน ซึ่งเป็นบริเวณที่ผู้สูงอายุสามารถกดปุ่มได้สะดวก รูปที่ 16 แสดงการติดตั้งสายรัดข้อมือให้กับผู้สูงอายุ รูปที่ 17 แสดงตำแหน่งการติดตั้งสถานีฐาน กล้อง และ WiFi router โดยที่กล้องจะถูกติดตั้งให้มีมุมมองครอบคลุมบริเวณที่ผู้สูงอายุทำกิจกรรมต่างๆ ในชีวิตประจำวัน และ รูปที่ 18 แสดงตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับการผ่าน โดยตรวจจับ ณ ตำแหน่งประตู

ทางออกของห้องนอน ในการทดสอบนี้ ได้ติดตั้งเป็นเวลา 7 วัน โดยเก็บข้อมูล วัน, เวลา, สถานะการทำงานของอุปกรณ์ในระบบเฝ้าติดตาม และแจ้งเตือนสำหรับผู้สูงอายุ ลงในฐานข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์



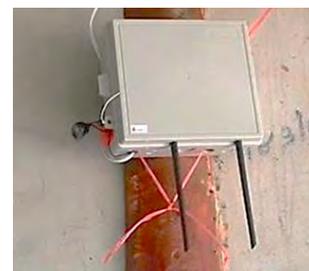
รูปที่ 14: ตัวอย่างข้อความแจ้งเตือนผ่านข้อความสั้นทางโทรศัพท์ (SMS)



รูปที่ 15: ตำแหน่งการวางปุ่มกดฉุกเฉิน



รูปที่ 16: การใช้สายรัดข้อมือตรวจจับการเคลื่อนไหวและหกล้ม



รูปที่ 17: การติดตั้งสถานีฐานและ router



รูปที่ 18: ตำแหน่งของอุปกรณ์ตรวจจบบการผ่าน

เมื่อทดสอบครบ 7 วัน คณะผู้วิจัยได้สอบถามผู้ใช้งานด้วยแบบประเมินความพึงพอใจหลังจากการใช้งาน พบว่า มีระดับความพึงพอใจในระดับดี ผู้สูงอายุมีความต้องการให้สายรัดข้อมือมีขนาดเล็กกลง และ มีความกังวลเรื่องการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบ

#### 4) สรุป

ระบบที่พัฒนาขึ้นนี้ มีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้างระบบเฝ้าติดตามและแจ้งเตือนสำหรับผู้สูงอายุ เมื่อผู้สูงอายุประสบอุบัติเหตุหรือเจ็บป่วย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในกรณีที่ผู้ปวยอยู่เพียงลำพัง และเพื่อพัฒนาระบบสื่อสารเซ็นเซอร์ไร้สายภายในที่อยู่อาศัย ส่วนประกอบหลัก คือ อุปกรณ์ตรวจจบบการไร้สาย ทำหน้าที่รับค่าต่างๆ จากเซ็นเซอร์หรืออุปกรณ์อินพุต แล้วส่งต่อไปยังสถานีฐาน ผ่านทางเครือข่ายวายฟาย สถานีฐานทำหน้าที่ประมวลผลและแสดงผล พร้อมทั้งตัดสินใจในการส่งแจ้งเตือนด้วยข้อความสั้นทางโทรศัพท์ (SMS) หรือ แจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟน ในกรณีที่มีการเชื่อมต่อผ่านอินเทอร์เน็ต ได้ ผลการทดลอง พบว่า ระบบที่พัฒนาขึ้นนี้ ทำงานได้ถูกต้องตามวัตถุประสงค์

งานวิจัยในอนาคต จะมุ่งเน้นไปที่ สายรัดข้อมือสำหรับตรวจจบบการล้ม โดยจะปรับแก้ให้มีกระบวนการเรียนรู้ เพื่อให้ได้การตัดสินใจที่ถูกต้องมากขึ้น ขนาดควรจะมีขนาดเล็กกลง และ มีการประจุไฟแบตเตอรี่ที่สะดวกมากขึ้น เช่น แบบไร้สาย

#### กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณ คือ คุณปราโมทย์ หามาลา ผู้อำนวยการโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านหนองแวง และ คุณสุกัญญา วัฒนประไพจิต พยาบาลวิชาชีพชำนาญการ โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านหนองแวง ตำบลแวงน่าง อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม ที่สละเวลาในการหาสถานที่ในการทดสอบและให้ข้อมูลเกี่ยวกับผู้สูงอายุ และ ขอขอบพระคุณ ผู้สูงอายุ ณ บ้านหนองเส็ง ตำบลแวงน่าง อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม ที่เป็นผู้ทดสอบการใช้งานระบบเฝ้าติดตามและแจ้งเตือน ทำให้คณะผู้วิจัยได้ข้อมูลในการใช้งานจริง

สุดท้ายนี้ คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัย วิศวกรรมศาสตร์ บริการ (สาขาวิศวกรรมเมคาทรอนิกส์) งบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2561

#### REFERENCES

- [1] Office of the National Economic and Social Development Council, *Population projection for Thailand 2010 – 2040. (In Thai)*. Bangkok : Office of the National Economic and Social Development Council, 2013.
- [2] Y.S. Delahoz and M.A. Labrador, "Survey on fall detection and fall prevention using wearable and external sensors," *Sensors*, vol. 14, no. 10, pp. 19806–19842, 2014.
- [3] S. Eamsamai, R. Mhuansit and C. Thongmag, "An elderly care model among caregiving volunteers at Phukrang municipality, Amphur Praputthabat, Saraburi province," (In Thai). *Nursing Journal of the Ministry of Public Health*, vol. 22, no. 3, pp. 77-87, 2012.
- [4] T. Yu, A. Stamm and R. Hartanto, "Design and implementation of a Bluetooth low energy-based local area network for fall detection," in *Proc. 12<sup>th</sup> Conference of the International Sports Engineering Association*, Queensland, Australia, March 26-29, 2018.
- [5] Y. Lee, H. Yeh, K. Kim and O. Choi, "A real-time fall detection system based on the acceleration sensor of smartphone," *International Journal of Engineering Business Management*, vol. 10, pp. 1–8, 2018.
- [6] C. Ko, F. Leu and I. Lin, "A wandering path tracking and fall detection system for people with dementia," in *Proc. 9<sup>th</sup> International Conference on Broadband and Wireless Computing, Communication and Applications*, Guangdong, China, November 8-10, 2014.
- [7] Y. Xiang, Y. Tang, B. Ma, H. Yan, J. Jiang and X. Tia, "Remote safety monitoring for elderly persons based on omni-vision analysis," *PLoS ONE*, vol. 10, no. 5, e0124068, 2015.
- [8] L.H. Juang and M.N. Wu, "Fall down detection under smart home system," *Journal of Medical Systems*, vol. 39, no. 10, pp. 1–12, 2015.
- [9] W. Zhuang, X. Sun, Y. Zhi, Y. Han and H. Mao. "A novel wearable smart button system for fall detection," in *Proc. the 1st International Conference on Materials Science, Energy Technology, Power Engineering (MEP 2017)*, Hangzhou, China, April 15-16, 2017, pp. 020075-1 - 020075-6.
- [10] V. Muenruekam, V. Sudkratok, S. Surarochprajak and T. Thongkrau, "Automatic accident alert system using multi-layer perceptron," (In Thai). *TNI Journal of Engineering and Technology*, vol. 5, no. 2, pp. 49 – 53, 2017.