

## ระบบแจ้งเตือนการล้มและประมาณตำแหน่งภายในอาคารชั้นเดียว

### Fall warning system and estimate the location within a single floor building

#### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการสร้างระบบแจ้งเตือนการล้มและประมาณตำแหน่งภายในอาคารชั้นเดียว มีวัตถุประสงค์เพื่อแจ้งเตือนเมื่อเกิดการหกล้มพร้อมกับการประมาณตำแหน่งของผู้สวมใส่เพื่อแจ้งให้ผู้ดูแลทราบถึงตำแหน่งภายในอาคารผ่านสมาร์ตโฟน โดยใช้วิธีประมาณการนับก้าวจากความเร่งและทิศทางการเดินเพื่อใช้สำหรับการระบุตำแหน่งภายในอาคาร นอกจากนี้ยังมีระบบตรวจจับการล้มโดยใช้ข้อมูลจากเซ็นเซอร์ตรวจจับความเร่งทั้งสามแกน การประยุกต์ใช้กับผู้สูงอายุหรือผู้ป่วยที่เสี่ยงต่อการล้มได้ง่ายเป็นเป้าหมายหลักโดยใช้พฤติกรรมที่สนใจมีทั้งหมด 7 กลุ่มได้แก่ การนั่ง, การยืน, การยืนแล้วนั่ง, การนั่งแล้วยืน, การนั่งแล้ว, การเดินและการนอน ซึ่งพฤติกรรมเหล่านี้จะถูกเก็บเป็นฐานข้อมูลเพื่อให้ระบบทำการตรวจสอบและประมวลผล ในการแจ้งเตือนให้กับผู้ดูแล

**คำสำคัญ:** การหกล้ม ความเร่ง แจ้งเตือน ระบบตำแหน่ง ภายในอาคารชั้นเดียว

#### Abstract

This research is to create a falling warning system and estimate the position within a single floor building. It is intended to provide an alert when a fall occurs, along with an approximation of the wearer's position, to notify the caregiver of the location inside the building via smartphone. Using the method of estimating the step count from the acceleration and walking direction to be used for determining the location inside the building. It also

has a fall detection system using data from all three axes of acceleration sensors. It was applied to the elderly or patients at risk of falling easily as the main goal by using 7 groups of interested behaviors: sitting, standing, standing and sitting, sitting and standing, sitting in a chair, walking and sleeping. The behaviors will be stored as a database for the system to be reviewed and processed in notification to the caretaker.

**Keywords:** The fall, acceleration alert, identifies the location within the one-story building

#### 1. บทนำ

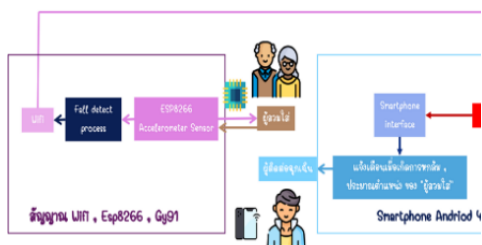
ในปัจจุบันแนวโน้มของประชากรผู้สูงอายุทั่วโลกได้เพิ่มขึ้นสูงรวมถึงในประเทศไทยเป็นผลจากการที่มนุษย์มีอายุขัยที่ยืนยาวร่วมกับมีการลดลงของอัตราการเกิดของประชากร การเปลี่ยนแปลงทางร่างกายของคนสูงอายุ ส่งผลให้ประสิทธิภาพการทำหน้าที่ของระบบต่างๆของร่างกายลดลง รวมถึงความสามารถในการเคลื่อนไหวของร่างกายเพื่อทำกิจวัตรประจำวัน โดยพบว่าผู้สูงอายุส่วนใหญ่มีปัญหาการทรงตัว ซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการเกิดการล้ม โดยเฉพาะในผู้สูงอายุเพศหญิง

การล้มเป็นสาเหตุสำคัญของการบาดเจ็บและการเสียชีวิตในอันดับต้นๆของผู้สูงอายุ ปัญหา

จากภาวะล้มส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตทั้งทางด้านร่างกาย จิตใจ เศรษฐกิจ ต่อตัวผู้สูงอายุ และครอบครัวอย่างไรก็ตาม เนื่องจากการล้มเป็น ภาวะที่สามารถป้องกันได้ การประเมินความเสี่ยงต่อการล้มของผู้สูงอายุจึงเป็นข้อมูลที่สำคัญที่สามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในการแจ้งเตือนเมื่อมีการล้มของผู้สูงอายุได้และได้รับการช่วยเหลือหากเป็นเหตุที่อันตรายจึงต้องรู้ตำแหน่งของผู้ล้มด้วย แต่การระบุตำแหน่งภายในอาคารไม่สามารถใช้ GPS ในการระบุตำแหน่งภายในได้ เพราะสัญญาณดาวเทียมของ GPS ไม่สามารถทะลุผ่านวัสดุที่กั้นขวางได้

งานวิจัยนี้จึงได้จัดสร้างระบบการแจ้งเตือนเมื่อเกิดการล้มพร้อมทั้งการประมาณตำแหน่งภายในอาคารชั้นเดียว โดยได้ทำการออกแบบและใช้วิธีการประมวลผลเพื่อให้ทราบตำแหน่งและแจ้งเตือนเมื่อมีการล้มโดยผู้สวมใส่อุปกรณ์ตัวนี้ระบบจะแจ้งเตือนไปยังมือถือของผู้ดูแลให้รับทราบและทำการช่วยเหลือได้ทันเวลา

## 2. วิธีการดำเนินงาน



รูปที่ 1 แสดงระบบภาพรวมของระบบ

**Fall detector process** ว่าเกิดการหกล้มขึ้นหรือไม่ ผู้สวมใส่เดินไปในทิศทางใด เมื่อทราบค่าของความเร่งแล้ว ระบบจะส่งข้อมูล

ไปเก็บที่ **firebase** เพื่อเก็บข้อมูลสถานะการล้ม ความเร่ง จำนวนก้าว พิกัดตำแหน่ง

**x , y** ค่าความเอียง และแสดงข้อความแจ้งเตือนการล้มที่ **Smartphone interface** ส่วนที่สอง คือ **Wifi Esp8266 Gy91** ประกอบไปด้วยเซนเซอร์วัดความเร่ง วัดค่าความเร่งแกน **X, Y, Z** ส่งข้อมูลไปประมวลผลที่ **Esp8266** โดยเข้าสู่ **Fall detector process** และส่งต่อข้อมูลในรูปแบบการสื่อสารไร้สายไปยังสมาร์ทโฟนด้วย **Wifi**



รูปที่2 แสดงการทำงานของระบบ

การทำงานของระบบดังกล่าวที่ 3.2 เริ่มโดยติดตั้ง **Esp8266** และ **Gy91** บริเวณเอวด้านขวา เปิดโปรแกรมเชื่อมต่อกับสัญญาณ **wifi** หรือ **hotspot** ที่กำหนดไว้ **Esp8266** จะเริ่มรับค่าความเร่ง 3 แกน จาก **Gy91** มาทำการประมวลผลเมื่อมีการล้มเป็นไปตามที่โปรแกรมกำหนดจะส่งค่าสถานะการล้มตำแหน่งพิกัด

**x , y** จำนวนก้าว ค่าความเร่ง ความเอียง ไปเก็บไว้ที่ **firebase** พร้อมแสดงผลที่แอปพลิเคชัน ส่งเสียงแจ้งเตือนที่สมาร์ทโฟนของผู้ดูแล หรือผู้ติดต่อฉุกเฉินเพื่อขอความช่วยเหลือ และส่งการแจ้งเตือนว่ามีการล้ม กับพิกัดระบุ

ตำแหน่งของผู้สวมใส่ ให้ผู้ดูแลหรือผู้ติดต่อ  
ถูกเงินรับทราบ และทำการช่วยเหลือ ผู้ดูแล  
หรือผู้ติดต่อถูกเงินเมื่อมาดูที่หน้าจอก็จะ  
ทราบสถานะการล้ม ตำแหน่งพิกัด x , y ที่ล้ม

### 3. ผลการทดลอง

การทดลองจะให้ผู้ที่ทดลองสวมใส่  
อุปกรณ์ที่ตำแหน่งต่างๆเพื่อสังเกตว่า อุปกรณ์จะ  
ได้รับค่าต่างๆดีที่สุดที่ตำแหน่งที่กำหนดไว้จากนั้น  
จำแนกค่าต่างๆออกจากกัน ซึ่งตัวอุปกรณ์จะรับค่า  
ความเร็วเชิงมุมความเร็วเชิงเส้นและทิศทาง ซึ่งจะ  
แบ่งสถานะต่างๆตามค่าที่ได้ความเร็วจะแบ่งค่าที่ได้  
เป็นความเร็ว ต่ำ-กลาง-สูง ทิศทางที่รับมาจะแบ่งเป็น  
8 ทิศ ได้แก่ ทิศเหนือ ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ทิศ  
ตะวันออก ทิศตะวันออกเฉียงใต้ ทิศใต้ ทิศตะวันตก  
เฉียงใต้ ทิศตะวันตก ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ

สำหรับการพัฒนาโปรแกรมเพื่อการเก็บ  
ข้อมูล การรวมสัญญาณการสื่อสารข้อมูลระหว่าง  
Arduino และ notebook ใช้ภาษา C ใน Arduino IDE  
package ซึ่ง binary code จะถูก download และ  
ทำงานอยู่บน Arduino board ส่วนการสร้างและ

$T_n$  แทน จำนวนก้าวที่เครื่องนับได้

$W_s$  แทน จำนวนก้าวของผู้สวมใส่

$N$  แทน จำนวนการทดสอบ

$$A_f = \frac{T_f}{N} \times 100 \quad (2)$$

$A_f$  แทน ค่าเฉลี่ยความถูกต้องในการตรวจล้ม(%)

ผลการทดสอบความแม่นยำในการนับก้าวเพื่อ  
ประมาณตำแหน่งของผู้สวมใส่เวลาเกิดอุบัติเหตุล้ม  
โดยการทดสอบนี้เป็นการทดสอบที่ค่า Threshold =  
0.8

แสดงกราฟฟิค ใช้ Android studio ในการออกแบบ  
Application เพื่อแสดงค่าที่ส่งมาจาก Arduino IDE  
ที่รับมาจากอุปกรณ์ผ่าน Cloud

การทดลองจะให้ผู้ที่ทดลองสวมใส่อุปกรณ์ กำหนด  
จุดเริ่มต้น โดยการเปิดใช้งานหรือกดรีเซ็ตบนตัว  
แอปพลิเคชัน ในการทดสอบการเดินจะทำการสอบ  
เดินเป็นวงกลมหรือกลับมาตำแหน่งเพื่อเช็คค่า  
ตำแหน่งที่ถูกต้องและจำนวนก้าวเดินโดยจะทำการ  
ทดสอบอย่างละ 10 ครั้งในการติดตั้งอุปกรณ์ข้าง  
ซ้ายและขวา ความเร็วในการเดิน และการทดสอบ  
การล้มจะใช้คนทดสอบล้มลงบนเบาะรองพื้นเพื่อ  
ไม่ให้เกิดอันตรายกับผู้ทดสอบ

ผลการทดสอบความถูกต้องการล้มและความถูก  
ต้องการนับก้าวหาค่าได้จากสมการ

$$A_n = \frac{|T_n - W_s| / W_s}{N} \times 100 \quad (1)$$

$A_n$  แทน ค่าเฉลี่ยความถูกต้องในการนับก้าวของ  
อุปกรณ์ (%)

$T_f$  แทน จำนวนล้มที่เครื่องตรวจสอบได้

$N$  แทน จำนวนการทดสอบล้ม

ค่า Threshold คือ ค่าไว้กำหนดการเดินเป็นสเต็ป  
โดยจะปรับให้เข้ากับตัวใช้งาน

ลักษณะการเดินคือ เดินทำทางปกติ เกิดจาก  
ระยะก้าวในแต่ละก้าวมีความไม่เท่ากัน และความยาว  
ก้าวของแต่ละคนไม่เท่ากัน ดังนั้นจึงต้องเป็นการ

ประมาณตำแหน่ง ไม่สามารถวัดให้ได้แม่นยำ 100%

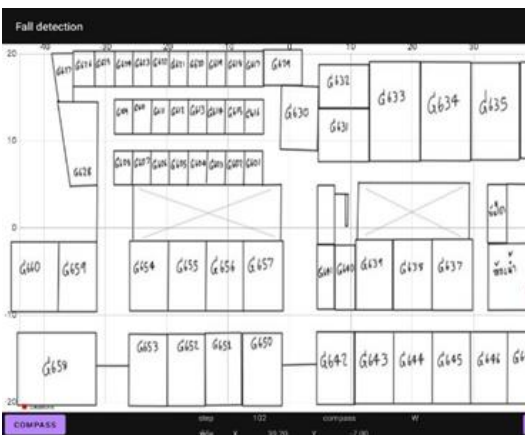
ข้อมูลที่ได้จากเซ็นเซอร์เพื่อใช้สำหรับการแจ้งเตือนดังนี้



รูปที่ 3 ข้อมูล Gyroscope กรณีล้มหายหลัง



รูปที่ 4 ข้อมูล Accelerometer กรณีล้มหายหลัง การแสดงตำแหน่งที่ได้จากการตรวจสอบการล้มภายในอาคาร



รูปที่ 5 แสดงตำแหน่งเกิดการล้ม(จุดแดง)

โดยมีการทดสอบทั้งหมด 60 ครั้ง ดังตาราง

ตารางที่ 1 แสดงผลการทดสอบ

ลำดับที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
การแจ้งเตือน	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ลำดับที่	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
การแจ้งเตือน	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	x	✓	✓	✓
ลำดับที่	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
การแจ้งเตือน	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	x	✓
ลำดับที่	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
การแจ้งเตือน	✓	x	✓	x	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓

ผลการทดสอบปรากฏตามข้อมูลในเบื้องต้น โดยความคลาดเคลื่อนนั้นเกิดจากการก้าวที่ไม่เท่ากันในแต่ละก้าว สำหรับการทดสอบโดยเฉพาะอย่างยิ่งการเปลี่ยนคนทดสอบขนาดในการก้าวต้องมีการปรับเปลี่ยนขนาดการก้าวให้เหมาะสมในแต่ละคน จึงจะมีผลการทดสอบที่แม่นยำมากขึ้น

#### 4. สรุป

โครงการระบบติดตามและประมาณตำแหน่งในอาคารขึ้นเดียวด้วยการประมาณการนับก้าวและแจ้งเตือนเมื่อมีการล้มสำหรับผู้สูงอายุ ทำให้ผู้ดูแลไปหายังตำแหน่งของผู้สวมใส่ที่เกิดการล้ม จากผลการลองการเดินปกติแบบซ้ำพบว่าการระบุจำนวนก้าวเดินสามารถระบุด้านที่ติดอุปกรณ์ซึ่งสามารถตรวจจับความถูกต้องในการนับก้าวอยู่ในระดับค่าคลาดเคลื่อนเฉลี่ย 16.93 % ตำแหน่ง การตรวจจับการล้มสามารถตรวจจับการล้มลงได้ 81.7 % และไม่แจ้งเตือนเมื่อทำกิจกรรมประจำวัน เช่น นั่งลงลุกขึ้นยืน การแสดงพิกัดในแอปพลิเคชันมีค่าความคลาดเคลื่อนห่างจากที่ยืนอยู่ 1-10 เมตรค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนการแสดงพิกัด 5.76 เมตร

เอกสารอ้างอิง

- [1] ชนินท์ วงษ์ใหญ่, สมหมาย บัวแย้มแสง, อภิรักษ์ ภัคดีวงษ์, และจตุพล ศรีวิลาส (2562) การพัฒนาระบบตรวจสอบการ ล้มในกรณีล้มแบบกระทันหันไม่รุนแรง ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต ปทุมธานี 12000.
- [2] พงษ์พันธ์ สมแพง (2561) ระบบตรวจจับการล้มแบบ 2 มิติด้วย Bluetooth Accelerometer Sensor วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์และโทรคมนาคม วิทยาลัยวิศวกรรม ด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรม ศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต
- [3] จันทนิภา กาญจนนพวงศ์ และ กรชนก พุทธะ (2556) ระบบตรวจจับพฤติกรรมการหกล้มโดยใช้เซ็นเซอร์วัดความเร่งแบบ 3 แกน โดย FiO Std Board วิศวกรรมโทรคมนาคมหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิตสาขาวิชาวิศวกรรม โทรคมนาคม หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2546 สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีสุรนารี
- [4] ทิวานนท์ศรีสอาด, ณัฐพล นัตรรวาติ, สุพัฒน์ คาโชติพันธ์และ พรสุรีย์แจ่มศรี (2562) ก้าว อัจฉริยะ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบังลาดกระบังกรุงเทพมหานคร 10520
- [5] Ashish Choudhary. (2019). DIY Arduino Pedometer - Counting Steps using Arduino and Accelerometer 20 ธันวาคม 2563 จาก <https://circuitdigest.com/users/ashish-cho>
- [6] เอลดีคลินิกกายภาพบำบัด (2562) ผู้สูงอายุเดินช้าเป็นเรื้อรังปกติจริงหรือ? 31 ธันวาคม 2563 จาก <https://eldeptclinic.com/walking-speed/>
- [7] Wikipedia (2021) Conversion between quaternions and Euler angles 10 พฤศจิกายน 2563 จาก Conversion between quaternions and Euler angles - Wikipedia