

ก้าวอัจฉริยะ

ทิวานนท์ ศรีสะอาด, ณัฐพล จัตวาราวัณ*, สุพัฒน์ดา โชติพันธ์ และ พรสุรีย์ แจ่มศรี

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520

*58070049@it.kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

ในปัจจุบัน มีผู้สูงอายุจำนวนมากอาศัยอยู่ที่บ้านคนเดียวตามลำพัง ระหว่างที่ญาติไปทำงานในแต่ละวัน เมื่อเกิดอุบัติเหตุขึ้นกับผู้สูงอายุ จึงมีความเสี่ยงสูงต่อที่ผู้สูงอายุจะได้รับความช่วยเหลือที่ล่าช้า อาจเป็นเหตุให้อาการบาดเจ็บมีอาการรุนแรงเพิ่มขึ้นหรืออาจทำให้เสียชีวิตได้ บทความนี้จะได้นำเสนอ “ก้าวอัจฉริยะ” (Smart Steps) เพื่อช่วยแจ้งเตือนคนในครอบครัว เมื่อผู้สูงอายุพลัดตกหกล้มหรือเกิดอุบัติเหตุ นำไปสู่การช่วยเหลืออย่างทันท่วงที โครงการ “ก้าวอัจฉริยะ” นี้ ประกอบด้วยอุปกรณ์ตรวจจับการล้มและแอปพลิเคชันมาช่วยเตือนเบื้องต้น โดยผู้สูงอายุต้องสวมใส่ชุดอุปกรณ์ติดตัวไว้เสมอ อุปกรณ์นี้จะมีเซ็นเซอร์คอยรับค่าองศาและความเร่งในการเคลื่อนไหวของผู้สูงอายุ ส่งไปยังแอปพลิเคชันเพื่อตรวจสอบว่าผู้สูงอายุพลัดตกหกล้มหรือไม่ หากตรวจจับได้ว่าการล้ม แอปพลิเคชันจะทำการส่งการแจ้งเตือนไปยังญาติของผู้สูงอายุ อีกทั้งยังส่งเสียงสัญญาณจากโทรศัพท์ของผู้สูงอายุ เพื่อขอความช่วยเหลือจากคนในบริเวณใกล้เคียงอีกด้วย วัตถุประสงค์ของโครงการนี้ คือ ประเมินผลความแม่นยำของชุดอุปกรณ์ ในการตรวจจับการล้ม และสามารถช่วยผู้สูงอายุได้ทันเวลาและสร้างความเชื่อมั่นให้กับญาติของผู้สูงอายุ นอกจากนี้ ผู้สูงอายุมีความคล่องตัวในการใช้ชีวิตไม่ว่าจะอยู่ภายในบ้านหรือนอกบ้าน ชุดอุปกรณ์และแอปพลิเคชันก้าวอัจฉริยะนี้ยังช่วยให้ผู้สูงอายุดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างอิสระอย่างมีความสุข

คำสำคัญ: ตรวจจับการล้ม ผู้สูงอายุ แอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือ Gyroscope Accelerometer

บทนำ

เนื่องจากในปัจจุบันมีผู้สูงอายุจำนวนมากอาศัยอยู่ที่บ้านคนเดียวและไม่สามารถช่วยตัวเองได้เมื่อเกิดการหกล้ม โดยสถิติการเกิดอุบัติเหตุในประเทศไทยตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2550 - 2559 พบว่าอุบัติเหตุหรือปัญหาสำคัญของผู้สูงอายุ คือการบาดเจ็บและเสียชีวิตจากการพลัดตกหกล้มและยังมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉลี่ยมากกว่า 800 คนต่อปี หรือมากกว่า 3 คนต่อวัน โดยในปี 2559 ได้มีผู้สูงอายุที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไป เสียชีวิตจากการพลัดตกหกล้มสูงถึง 1,049 คน (มูลนิธิสถาบันวิจัยและพัฒนาผู้สูงอายุไทย, 2559) การที่ผู้สูงอายุต้องอยู่ด้วยตนเองตามลำพัง หรือขณะที่ญาติไปทำงานระหว่างวัน ทำให้มีความเสี่ยงสูงต่อการได้รับความช่วยเหลือล่าช้าและไม่ทันที่

ด้วยเหตุนี้ ผู้พัฒนาจึงได้พัฒนาแอปพลิเคชันก้าวอัจฉริยะ เพื่อทำหน้าที่ในการแจ้งเตือนครอบครัวของผู้สูงอายุเมื่อเกิดการล้ม โดยอุปกรณ์ตรวจจับการล้มของผู้สูงอายุ คือ อุปกรณ์ BWT61CL ที่ถูกสวมใส่ที่บริเวณขาของผู้สูงอายุ ทำหน้าที่ตรวจจับองศาที่เปลี่ยนแปลงด้วยเซ็นเซอร์ Gyroscope, ตรวจจับความเร่งที่เปลี่ยนแปลงด้วยเซ็นเซอร์ Accelerometer และยังส่งข้อมูลไปยังสมาร์ตโฟนของผู้สูงอายุผ่านทางบลูทูธ ในบทความนี้ได้ใช้เทคโนโลยีเพื่อช่วยในการทำงาน คือ เซ็นเซอร์ความเร่งและเซ็นเซอร์วัดองศา เพื่อตรวจสอบว่าผู้สวมใส่เกิดการล้มหรือไม่ หากเกิดการล้มลง ระบบจะส่งคำร้องขอความช่วยเหลือไปยังผู้ดูแลผู้สูงอายุทันที

วิธีดำเนินการวิจัย

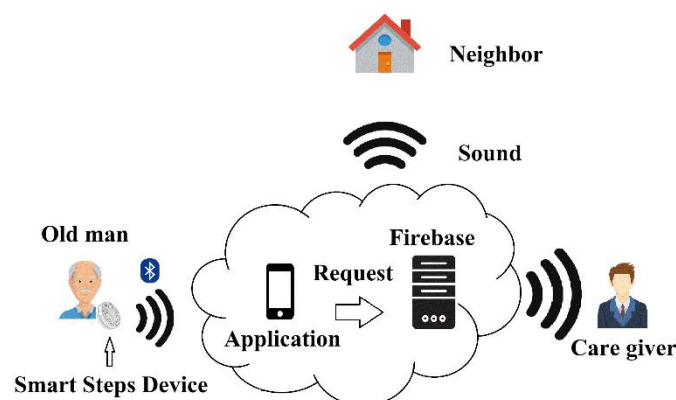
ปัญหาและงานวิจัยเกี่ยวข้อง

ในแต่ละรอบครั้นนั้นจะใช้โทรศัพท์เพื่อร้องขอความช่วยเหลือที่ต่างกัน ตัวอย่างเช่น โทรไปที่ศูนย์กู้ชีพบนรถ โดยผู้ใช้สามารถร้องขอความช่วยเหลือผ่านทางโทรศัพท์ หรือไม่ว่าจะเป็นการโทรไปแจ้งที่โรงพยาบาลที่รักษาอยู่ก่อนแล้ว และเมื่อโทรไปร้องขอความช่วยเหลือจะต้องแจ้งเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นเหตุ สถานที่เกิดเหตุ หรือรายละเอียดอื่นๆ เพิ่มเติมให้กับทางเจ้าหน้าที่ และรอจนกระทั่งเจ้าหน้าที่ของหน่วยงานที่แจ้งดำเนินการช่วยเหลือ

ปัญหาที่พบ คือ หากคนที่ประสบอุบัติเหตุเกิดหมดสติหรือไม่สามารถร้องขอความช่วยเหลือได้ ก็จะทำให้ไม่ได้รับการช่วยเหลือหรือได้รับการช่วยเหลือที่ช้า โดยปกติ หากเกิดเหตุการณ์แบบนี้ ผู้พบเห็นจะทำการโทรร้องขอความช่วยเหลือให้ แต่หากเกิดอุบัติเหตุขึ้นในบ้านหรือในพื้นที่ที่ไม่มีใครพบเห็นก็จะไม่มีใครแจ้งร้องขอความช่วยเหลือให้ อีกปัญหาที่พบคือ การที่จำนวนคู่สายของหน่วยงานที่เราต้องการร้องขอความช่วยเหลือนั้นไม่เพียงพอต่อการให้บริการ ทำให้ไม่สามารถติดต่อเพื่อร้องขอความช่วยเหลือได้ อีกทั้งบางครั้งการแจ้งรายละเอียดไม่ชัดเจน เนื่องจากการสื่อสารที่ไม่เข้าใจหรือผู้ที่แจ้งนั้นไม่รู้จักสถานที่ที่เกิดอุบัติเหตุขึ้นจึงทำให้ต้องใช้เวลานานในการสื่อสาร หรือ สถานที่ที่เกิดอุบัติเหตุมีเส้นทางในการช่วยเหลือที่ลำบาก หรือเป็นช่วงเวลาเร่งด่วนที่การจราจรนั้นติดขัด จึงทำให้ต้องใช้เวลานานในการช่วยเหลือ

ในปัจจุบัน ได้มีแอปพลิเคชันและอุปกรณ์ตรวจจับการล้มอยู่แล้วบ้าง เช่น อุปกรณ์ตรวจจับการล้มโดยใช้เซ็นเซอร์ 2 มิติ เป็นอุปกรณ์ Bluetooth Accelerometer Sensor ที่ติดอยู่กับผู้สูงอายุ แต่อุปกรณ์นั้นมีขนาดใหญ่และใช้งานได้ยาก เมื่อเกิดการล้มจะมีการส่งเสียงเพื่อขอความช่วยเหลือเท่านั้น (พงษ์พันธ์ สมแพง และ ธนัญ จารุวิทย์โกวิท, 2560), การประมวลผลภาพ 3 มิติเพื่อตรวจจับการล้มภายในบ้านของผู้สูงอายุ เป็นระบบที่ช่วยในการตรวจจับการล้มโดยใช้กล้อง Kinect ตรวจจับการเคลื่อนไหวของผู้สูงอายุ ซึ่งถ้าหากผู้สูงอายุหายไปจากระยะที่อุปกรณ์สามารถตรวจจับได้ ก็จะไม่สามารถขอความช่วยเหลือได้ และการใช้กล้อง Kinect นั้นยังมีราคาที่สูงกว่าแพงอีกด้วยถ้าหากต้องการให้ครอบคลุมการดูแลทั่วทั้งพื้นที่ภายในบ้าน (สุพัตรา วัชรยุณ, 2560) แอปเปิ้ลวอช มีเซ็นเซอร์ในการตรวจจับทั้งองศาและความเร่ง พร้อมทั้งสามารถส่งคำร้องขอความช่วยเหลือได้ โดยที่อุปกรณ์มีขนาดเล็กพกพาสะดวก แต่แอปเปิ้ลวอชนั้นมีราคาแพง และจำเป็นจะต้องใช้ iPhone เพื่อใช้งานฟังก์ชันต่างๆ ของแอปเปิ้ลวอช

แผนภาพการทำงานของระบบ



รูปที่ 1 แผนภาพการทำงานของระบบ

รูปที่ 1 แสดงหลักการทำงานของระบบนี้ อุปกรณ์ตรวจจับการล้มจะถูกเชื่อมต่อกับผู้สูงอายุและส่งข้อมูลผ่านบลูทูธ ไปยังสมาร์ทโฟน หากสมาร์ทโฟนสามารถวิเคราะห์ได้ว่าผู้สวมใส่เกิดการล้ม จะมีรูปแบบการแจ้งเตือน 2 รูปแบบดังนี้

1. เสียงขอความช่วยเหลือ โดยอุปกรณ์สมาร์ทโฟนจะส่งเสียงร้องขอความช่วยเหลือออกมาเพื่อให้ผู้ที่อยู่ใกล้เคียงได้ยินและรีบเข้ามาให้การช่วยเหลือ

2. ส่งคำร้องขอความช่วยเหลือ โดยอุปกรณ์สมาร์ทโฟนจะส่งคำขอไปยัง Firebase เพื่ออนุญาตให้ Firebase ส่งการแจ้งเตือนไปยังผู้ที่เกี่ยวข้อง และภายในการแจ้งเตือนจะมีข้อมูลต่างๆของผู้สูงอายุ และตำแหน่งปัจจุบันของผู้สูงอายุแสดงอยู่ด้วย

เมื่อเกิดการแจ้งเตือนที่ผิดพลาด เช่น ผู้สูงอายุไม่ได้เกิดการล้มแต่แอปพลิเคชันตรวจจับว่าเป็นการล้ม ในหน้าจอแอปพลิเคชันจะมีเวลาให้ผู้สูงอายุ 15 วินาทีในการยกเลิกการแจ้งเตือน ผู้สูงอายุเกิดการล้มขึ้นแต่แอปพลิเคชันไม่สามารถตรวจจับได้ ภายในแอปพลิเคชันจะมีปุ่มที่ทำหน้าที่ร้องขอความช่วยเหลือจากผู้ที่เกี่ยวข้อง

ขั้นตอนการทำงานของระบบ

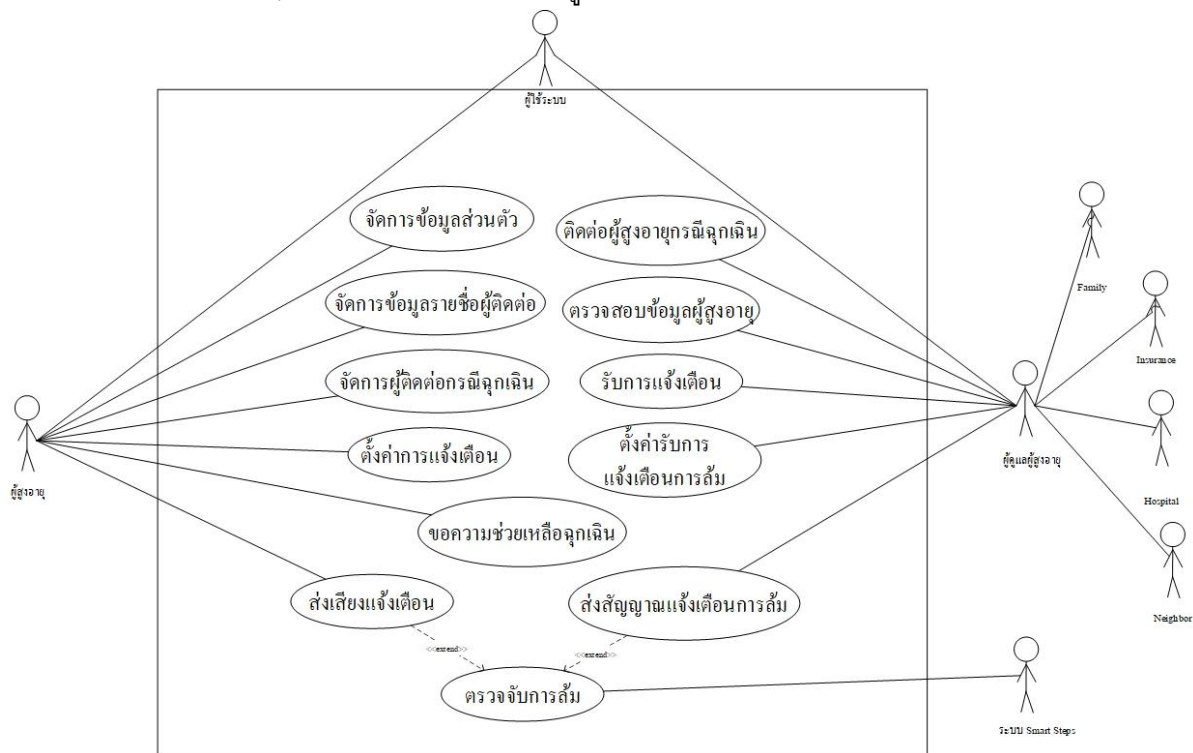
1. ผู้สูงอายุได้รับการตรวจจับการเคลื่อนไหวจากอุปกรณ์ที่สวมใส่โดยผู้สูงอายุ ด้วยการส่งข้อมูลลงดาและข้อมูลความเร่งไปที่แอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือของผู้สูงอายุผ่านทางบลูทูธ เพื่อสำหรับตรวจจับการล้ม

2. ในกรณีที่ตรวจพบว่าผู้สูงอายุเกิดการล้ม

- เหตุการณ์ 1: ระบบจะส่งข้อความคำขอผ่าน Firebase ไปยังผู้ดูแลผู้สูงอายุ
- เหตุการณ์ 2: ส่งการแจ้งเตือนเพื่อขอความช่วยเหลือ
- เหตุการณ์ 3: ผู้ดูแลผู้สูงอายุจะได้รับการแจ้งการหกล้มของผู้สูงอายุโดยการทราบชื่อสถานะความช่วยเหลือและสถานที่ที่ผู้สูงอายุที่หกล้ม

ความต้องการของระบบ

จากข้อจำกัดข้างต้น ผู้พัฒนาจึงได้พัฒนาแอปพลิเคชัน ก้าวอัจฉริยะ สำหรับร้องขอความช่วยเหลือเมื่อผู้สูงอายุเกิดหกล้ม การพัฒนาแอปพลิเคชันดังกล่าวพัฒนาด้วยภาษา Java และสามารถใช้งานด้วยระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android) เท่านั้น อีกทั้งต้องเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตตลอดเวลา เนื่องจากแอปพลิเคชันจำเป็นต้องเชื่อมต่อและจัดการฐานข้อมูลด้วย ไฟร์เบสเรียลไทม์ดาต้าเบส (Firebase Realtime Database) และมีฟังก์ชันการทำงานดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 แผนภาพยูสเคสหลักของระบบ

แอปพลิเคชันแบ่งการทำงานออกเป็นทั้ง 3 มั่ง ได้แก่ ผู้สูงอายุ ผู้ดูแลผู้สูงอายุ และระบบตรวจจับการล้ม

1. ผู้สูงอายุ

ผู้สูงอายุได้ติดตั้งชุดอุปกรณ์เพื่อตรวจจับการล้มด้วยฟังก์ชันต่อไปนี้

- จัดการข้อมูลต่างๆ ได้แก่ ข้อมูลส่วนตัวของผู้สูงอายุ เช่น โรคประจำตัว ยาที่ต้องรับประทานเป็นประจำ ข้อมูลรายชื่อผู้ติดต่อที่ผู้สูงอายุได้ทำการตั้งค่าไว้เช่น เบอร์โทรบริษัทประกัน เบอร์โทรโรงพยาบาลที่ใกล้ที่พักอาศัย จัดการข้อมูลสำหรับติดต่อหากเกิดการหกล้มกับผู้สูงอายุ
- ตั้งค่าการแจ้งเตือน คือ ยูสเคสในการจัดการแจ้งเตือนของผู้สูงอายุ เช่น ปฏิเสธการแจ้งเตือนเนื่องมาจากอุปกรณ์มีการทำงานที่ผิดพลาด จัดการสถานะ
- ขอความช่วยเหลือฉุกเฉิน คือ ยูสเคสที่ผู้สูงอายุสามารถส่งสัญญาณแจ้งเตือนการล้มได้ด้วยตนเอง ในกรณีที่ผู้สูงอายุเกิดการล้มแต่อุปกรณ์ไม่สามารถตรวจจับได้

2. ผู้ดูแลผู้สูงอายุ

ผู้ดูแลผู้สูงอายุจะได้รับสัญญาณร้องขอความช่วยเหลือจากผู้สูงอายุที่มีอุปกรณ์ตรวจจับการล้ม เมื่อผู้สูงอายุต้องการความช่วยเหลือด้วยฟังก์ชันต่อไปนี้

- ติดต่อผู้สูงอายุกรณีฉุกเฉิน คือ ยูสเคสในการโทรหาผู้สูงอายุและโทรตามข้อมูลรายชื่อผู้ติดต่อที่ผู้สูงอายุได้ทำการตั้งค่าไว้
- ตรวจสอบข้อมูลผู้สูงอายุ คือ ยูสเคสผู้ได้รับการแจ้งเตือนสามารถตรวจสอบข้อมูลของผู้สูงอายุได้
- รับการแจ้งเตือน คือ ยูสเคสที่ผู้รับการแจ้งจัดการการรับสัญญาณแจ้งเตือนจากการตรวจจับการล้มของผู้สูงอายุ
- ตั้งค่าการรับการแจ้งเตือนการล้ม คือ ยูสเคสที่ผู้ได้รับการแจ้งเตือนตั้งค่าเปิดหรือปิดรับการแจ้งเตือนกรณีที่ไม่สะดวกในการได้รับการแจ้งเตือน เช่น มีประชุมสำคัญไม่สามารถใช้โทรศัพท์ได้ เป็นต้น

3. ระบบตรวจจับการล้ม

ระบบตรวจจับการล้มจะทำการรับค่าจากอุปกรณ์และตรวจสอบค่าที่ได้ว่าเกิดการล้มหรือไม่ หากเกิดการล้มจะทำการส่งสัญญาณร้องขอความช่วยเหลือไปให้แก่ผู้ดูแลผู้สูงอายุจากผู้สูงอายุ โดยมีฟังก์ชันต่อไปนี้

- ตรวจจับการล้ม คือ ยูสเคสในการตรวจจับการล้มจับการล้มของผู้สูงอายุ
- ส่งสัญญาณแจ้งเตือนการล้ม คือ ยูสเคสที่จะส่งสัญญาณแจ้งเตือนการล้มไปที่ผู้รับการแจ้งเตือนหากผู้สูงอายุเกิดหกล้ม
- ส่งเสียงแจ้งเตือน คือ ยูสเคสในการส่งเสียงแจ้งเตือนหากผู้สูงอายุเกิดอุบัติเหตุหกล้ม

การตรวจจับการล้ม

1. รูปแบบการล้ม

ในบทความนี้ ผู้พัฒนาได้เก็บรวบรวมผลการวิจัยโดยมุ่งเน้นไปที่รูปแบบของการล้ม 3 รูปแบบ คือการหกล้มอยู่ในตำแหน่งแนวตั้ง การหกล้มจากสิ่งกีดขวาง และการหกล้มจากพื้นผิวที่ลื่น

1. การหกล้มอยู่ในตำแหน่งแนวตั้ง คือการหกล้มที่มีรูปแบบของการทรุดตัวลงไป โดยมีทิศทางในแนวตั้ง เช่น ผู้สูงอายุเกิดเป็นลมล้มลงบนพื้น หรือ มีอาการหัวใจวาย ร่างกายอ่อนแอและไม่สามารถเคลื่อนที่ได้

2. การหกล้มจากสิ่งกีดขวาง คือ การหกล้มที่มีรูปแบบของการล้มไปทางด้านหน้าและผู้สูงอายุโดยส่วนมากมักใช้มือดันพื้น ตัวอย่างเช่นผู้สูงอายุสะดุดหกล้มเพราะไม่เท่า หรือ สิ่งกีดขวางอื่นๆ และใช้มือดันพื้น จึงทำให้บ่อยครั้งที่การหกล้มแบบนี้ทำให้เกิดจากการบาดเจ็บที่ปลายแขน ต้นแขน กระดูกและกระดูกข้อมือ ฯลฯ

3. การหกล้มจากพื้นผิวที่ลื่น คือ การล้มที่มีรูปแบบของการล้มลงด้านหลังทำให้เกิดการบาดเจ็บที่บริเวณ สะโพกหรือหัว จนทำให้อาจสามารถนำไปสู่ความตาย เช่น ผู้สูงอายุลื่นในห้องน้ำจากการที่พื้นห้องน้ำเปียก

2. ตัวแปรสำหรับตรวจจับการล้ม

สิ่งที่ต้องการประเมิน คือ ต้องการทราบว่าผู้สูงอายุเกิดการล้มหรือไม่ โดยการนำค่าองศาและความเร่งที่ได้รับมาจากเซ็นเซอร์มาทำการประมวลผลค่าความต่างขององศาและความเร่งในแต่ละช่วงเวลา

กระบวนการประเมิน

สำหรับการตรวจจับการล้มของผู้สูงอายุในบทความนี้ ผู้พัฒนาได้พิจารณาจากการเปลี่ยนแปลงขององศาและความเร่งในการเคลื่อนไหวของผู้สูงอายุ ซึ่งค่าเหล่านี้ได้รับจากอุปกรณ์ที่ผู้สูงอายุสวมใส่ที่บริเวณขา

1) ตัวแปรของการเปลี่ยนแปลงขององศาการเคลื่อนไหว

ข้อมูลองศาการเคลื่อนไหวที่วัดได้จากอุปกรณ์ จะเป็นองศาของอุปกรณ์ในแนวแกน x, y และ z ซึ่งในการตรวจจับการล้มนั้น จะพิจารณาค่าความเปลี่ยนแปลงขององศาของอุปกรณ์ระหว่างวินาทีที่ $t-1$ และเวลา t ในแนวแกนต่างๆ ดังแสดงในสมการ (1) – (3) โดย X_t, Y_t และ Z_t แทนองศา ณ วินาทีที่ t ของอุปกรณ์ในแนวแกน x, y และ z ตามลำดับ และ $\Delta X_t, \Delta Y_t$ และ ΔZ_t แทนการเปลี่ยนแปลงขององศา ณ วินาทีที่ t ในแนวแกน x, y และ z ตามลำดับ และค่าที่ได้รับจากเซ็นเซอร์จะเป็นค่าที่อยู่ในช่วง -180 ถึง 180

$$\Delta X_t = ||X_t| - |X_{t-1}|| \quad (1)$$

$$\Delta Y_t = ||Y_t| - |Y_{t-1}|| \quad (2)$$

$$\Delta Z_t = ||Z_t| - |Z_{t-1}|| \quad (3)$$

2) ตัวแปรของการเปลี่ยนแปลงของความเร่งการเคลื่อนไหว

ข้อมูลความเร่งที่วัดได้จากอุปกรณ์ จะเป็นความเร่งของอุปกรณ์ในแนวแกน x, y และ z ซึ่งในการตรวจจับการล้มนั้นจะพิจารณาค่าความเปลี่ยนแปลงของความเร่งของอุปกรณ์ระหว่างวินาทีที่ $t-1$ และเวลา t ในแนวแกนต่างๆ ดังแสดงในสมการ (4) – (6) โดย AX_t, AY_t และ AZ_t แทนองศา ณ วินาทีที่ t ของอุปกรณ์ในแนวแกน x, y และ z ตามลำดับ และ $\Delta AX_t, \Delta AY_t$ และ ΔAZ_t แทนการเปลี่ยนแปลงขององศา ณ วินาทีที่ t ในแนวแกน x, y และ z ตามลำดับ

$$\Delta AX_t = ||\Delta AX_t| - |\Delta AX_{t-1}|| \quad (4)$$

$$\Delta AY_t = ||\Delta AY_t| - |\Delta AY_{t-1}|| \quad (5)$$

$$\Delta AZ_t = ||\Delta AZ_t| - |\Delta AZ_{t-1}|| \quad (6)$$

3. แนวคิดในการตรวจจับการล้ม

เมื่อแอปพลิเคชันได้รับค่าตัวแปรของการเปลี่ยนแปลงองศาและความเร่งของอุปกรณ์ตามแนวแกนต่างๆ แล้ว แอปพลิเคชันต้องทำการพิจารณาว่าผู้สูงอายุหกล้มหรือไม่ โดยแนวคิดหลักที่ใช้ในบทความนี้ คือการเปรียบเทียบค่าตัวแปรข้างต้นกับค่ามาตรฐาน (Threshold) ที่กำหนดไว้ และหากมีตัวแปรตัวใดตัวหนึ่งที่มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่ามาตรฐาน แอปพลิเคชันจะสรุปว่าผู้สูงอายุเกิดการล้ม

ค่ามาตรฐาน (Threshold) สำหรับการตรวจจับล้ม

การกำหนดค่ามาตรฐานที่ใช้สำหรับตรวจจับที่เหมาะสมนั้น ผู้พัฒนาได้พิจารณาจากค่าที่ได้จากการเก็บผลการทดลอง โดยได้รวบรวมข้อมูลการจำลองการล้มด้วยวิธีการติดเซ็นเซอร์ไว้ที่ขาเทียมแล้วทำการแกว่งไปมาและมีการกระทบกับพื้นให้มีลักษณะที่เหมือนกับการเดินของมนุษย์มากที่สุด โดยการล้มแบ่งเป็น 3 รูปแบบได้แก่ ลื่นล้ม สะดุดล้ม และเป็นลมล้ม ทั้งหมดจำนวน 90 ครั้ง โดยแบ่งการทดลองออกเป็นรูปแบบละ 30 ครั้ง และในแต่ละรูปแบบจะมีการจำลองตำแหน่งของเซ็นเซอร์ 3 ตำแหน่ง คือ ส่วนขาด้านใน ส่วนขาด้านนอก และ ส่วนขาด้านหลัง ตามลำดับ

จากข้อมูลการล้มที่รวบรวมทั้งหมด ผู้พัฒนาได้พิจารณาค่าการเปลี่ยนแปลงองศาและความเร่งของอุปกรณ์ที่มากที่สุดในแต่ละรอบการทดสอบ เนื่องจากค่าดังกล่าวสะท้อนถึงการล้มซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงองศาและความเร่งอย่างรวดเร็ว และจากค่าความเปลี่ยนแปลงในการทดสอบแต่ละรอบนั้น ผู้พัฒนาได้เลือกค่าการเปลี่ยนแปลงที่น้อยที่สุดมาเป็นค่ามาตรฐาน เพราะในการจำลองเหตุการณ์การล้มแต่ละครั้ง ค่าที่ได้รับจากเซ็นเซอร์จะมีองศาการล้มที่ไม่เท่ากัน ในบางครั้งค่าที่รับได้ก็จะมาก และในบางครั้งค่าที่รับได้น้อย แต่ค่าที่ได้รับทั้งหมดนั้นก็คือค่าที่ได้จากการล้มทั้งหมด สมการในการคำนวณค่ามาตรฐานสำหรับตรวจจับการล้ม แสดงตาม

สมการ (7) โดยที่ var แทนตัวแปรของการเปลี่ยนแปลงองศาและความเร่งตามแนวแกนต่างๆ ซึ่งประกอบด้วย ตัวแปร $\Delta X_t, \Delta Y_t, \Delta Z_t, \Delta AX_t, \Delta AY_t$ และ ΔAZ_t จากการใช้สมการดังกล่าวกับข้อมูลจำลองการล้ม สามารถสรุปค่ามาตรฐานเพื่อใช้ตรวจจับการล้มของตัวแปรต่างๆ ได้ดังแสดงในตารางที่ 1

$$Threshold (var) = \min_{test.no = 1}^m \left(\max_{t=1}^n (var_t) \right) \quad (7)$$

ตารางที่ 1 ค่าองศาการล้มและเกณฑ์การล้ม

ตัวแปร	ค่ามาตรฐานสำหรับตรวจจับการล้ม (Threshold)
ΔX_t	0.7
ΔY_t	0.4
ΔZ_t	1.0
ΔAX_t	1.5
ΔAY_t	2.4
ΔAZ_t	2.0

จากแนวคิดที่ใช้ในการตรวจจับการล้มและค่ามาตรฐานที่คำนวณได้จากการจำลองการล้มข้างต้น จึงสามารถสรุปได้ว่า หากตัวแปรของการเปลี่ยนแปลงองศาและความเร่งในแนวแกนต่างๆ มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่ามาตรฐาน แสดงว่าผู้สูงอายุเกิดการหกล้ม ตัวอย่างเช่น หาก ณ เวลาหนึ่งๆ แอปพลิเคชันได้รับค่าตัวแปร $\Delta X_t, \Delta Y_t, \Delta Z_t, \Delta AX_t, \Delta AY_t$ และ ΔAZ_t เป็น 0.6, 0.3, 1.3, 1, 2 และ 2.3 ตามลำดับ แอปพลิเคชันจะสรุปว่าผู้สูงอายุอยู่ในภาวะหกล้ม เนื่องจากตัวแปร ΔZ_t และ ΔAZ_t มีค่ามากกว่า 1.0 และ 2.0 ซึ่งเป็นค่ามาตรฐานของตัวแปรดังกล่าวตามลำดับ

ผลและอภิปรายผล

ผู้จัดทำได้ทำการวิเคราะห์ผล โดยการนำข้อมูลที่ได้จากการทำการจำลองเหตุการณ์การล้ม มาคำนวณหาค่าที่ต่ำที่สุดเมื่อเกิดการล้มของแต่ละแกนองศา ทั้งของเซนเซอร์วัดความเร่ง และ เซนเซอร์วัดองศา เหตุผลที่เลือกค่าที่ต่ำที่สุดเพราะว่า ในบางครั้งที่ทำการจำลองเหตุการณ์การล้ม ค่าองศาต่างๆ ของการจำลองแต่ละครั้งจะไม่เท่ากันหรือไม่ใกล้เคียงกัน จึงเป็นเหตุผลที่จำเป็นจะต้องใช้ค่าเฉลี่ยของแต่ละแกนองศา และวิธีที่ใช้ในการตรวจความถูกต้อง คือ ใช้การเก็บข้อมูลใหม่เพิ่มและนำไปรวมกับข้อมูลที่มีอยู่แล้วนำข้อมูลทั้งหมดมาทดลองเข้าสมการที่ทางผู้พัฒนาได้คิดค้นขึ้นมา แล้วทำการสรุปผลความแม่นยำออกมา

ตารางที่ 2 ค่าความแม่นยำในการล้ม

TYPE	องศา	ความเร่ง	รวม
ล้มล้ม	68%	91%	79.5%
สะดุดล้ม	68%	90%	79%
เป็นลมล้ม	70%	72%	71%

จากการจำลองการล้ม 3 รูปแบบ ได้แก่ ล้มล้ม สะดุดล้ม และเป็นลมล้ม โดยใช้เซนเซอร์ 2 ชนิดในการวิเคราะห์ คือ เซนเซอร์วัดองศาหมุน และ เซนเซอร์วัดอัตราเร่ง โดยในคอลัมน์ขององศา จะพิจารณาเฉพาะตัวแปรองศาและความแม่นยำในการตรวจจับการล้มของลักษณะ ล้มล้ม สะดุดล้ม และเป็นลมล้ม อยู่ที่ 68% 68% และ 70% ตามลำดับ คอลัมน์ความเร่ง จะพิจารณาเฉพาะตัวแปรความเร่งและความแม่นยำในการตรวจจับการล้มของลักษณะ ล้มล้ม สะดุดล้ม และเป็นลมล้ม อยู่ที่ 91% 90% และ 72% ตามลำดับ

และคอลัมน์รวม จะพิจารณาทั้งองค์และความแข็งแรงและมีความแม่นยำในการตรวจจับการล้มของลักษณะ ลื่นล้ม สะดุดล้ม และเป็นลมนล้ม อยู่ที่ 79.5% 79% และ 71% ตามลำดับ เช่นเซอร์วัดความเร่งนั้นมีผลต่อการตรวจจับการล้มมากที่สุดเนื่องจาก หากใช้แค่เซ็นเซอร์วัดองค์เพียงอย่างเดียว ในบางครั้งการเคลื่อนไหวของผู้สูงอายุอาจจะคล้ายกับท่าทางปกติที่ไม่ได้เกิดการล้มขึ้นอย่างเช่นการนั่งบนเก้าอี้และพาเข้าไปที่โต๊ะหรือเก้าอี้อื่นๆ ทำให้องค์มีความใกล้เคียงกับการล้ม

จากตารางจะเห็นได้ว่า การตรวจจับการลื่นลมนั้นมีความแม่นยำมากที่สุด เนื่องจาก การลื่นลมนั้นค่าองค์และความแข็งแรงจะมีความเปลี่ยนแปลงมากที่สุด ทำให้เซ็นเซอร์สามารถตรวจจับได้ง่าย และ เป็นลมนล้ม นั้นมีอัตราความแม่นยำน้อยที่สุด เพราะว่า การเป็นลมนลมนั้นค่าองค์และความแข็งแรงจะเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด ทำให้สามารถตรวจจับได้ยาก จึงทำให้มีอัตราความแม่นยำน้อย การตรวจจับการล้มที่ผิดพลาด อาจมีสาเหตุมาจากชุดอุปกรณ์มีการทำงานที่ผิดพลาด เช่น การอ่านค่าที่ผิดพลาด หรือ ชุดอุปกรณ์เกิดการหน่วงเวลาในการส่งข้อมูล เป็นต้น

สรุปผลการวิจัย

แอปพลิเคชัน Smart Steps เป็นแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นเพื่อช่วยเหลือผู้สูงอายุที่เกิดอุบัติเหตุจากการหกล้ม และไม่สามารถช่วยเหลือตนเองได้ ชุดอุปกรณ์ตรวจจับการหกล้ม คือ ชุดของอุปกรณ์ที่แนบติดกับบริเวณข้อเท้าของผู้สูงอายุ เพื่อตรวจจับองค์และความเร่ง โดยการส่งข้อมูลจากเซ็นเซอร์ไปยังโทรศัพท์ของผู้สูงอายุ และแอปพลิเคชันมือถือ Smart Steps เป็นแอปพลิเคชันที่ทำหน้าที่คอยรับข้อมูลองค์และข้อมูลความเร่งจากอุปกรณ์ จากนั้นนำข้อมูลดังกล่าวไปวิเคราะห์สถานะของผู้สูงอายุว่าเกิดการล้มหรือไม่ ถ้าหากผู้สูงอายุเกิดการล้ม ทางแอปพลิเคชันก็จะส่งคำร้องขอความช่วยเหลือไปยังผู้ที่เกี่ยวข้อง และถ้าหากผู้สูงอายุเกิดการล้มแต่แอปพลิเคชันไม่สามารถตรวจจับได้ ผู้สูงอายุสามารถกดปุ่มร้องขอความช่วยเหลือได้ด้วยตนเอง และสามารถแอปพลิเคชัน Smart Steps สามารถพัฒนาต่อยอดได้โดยการใช้ Machine Learning เข้ามาช่วยในการเรียนรู้ลักษณะของการล้มเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจจับการล้มให้เพิ่มขึ้น

บรรณานุกรม

- แก้วสัมฤทธิ์, น. (2559). “เผยสถิติผู้สูงอายุไทยลื่นล้ม ตายรองอุบัติเหตุ”. Retrieved from <https://siamrath.co.th/n/36489>.
- คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี. (2560). “<https://med.mahidol.ac.th/ramachannel/home/>,”. Retrieved from <https://med.mahidol.ac.th/ramachannel/home/article/หกล้มในผู้สูงอายุ-อันตราย/>.
- พงษ์พันธ์ สมแพง และ ธัญญ จารุวิทย์โกวิท. (2560). “<http://www.dpu.ac.th/>,”. Retrieved from <http://www.dpu.ac.th/mect/upload/content/files/61/พงษ์พันธ์ สมแพง CT58.pdf>.
- มูลนิธิสถาบันวิจัยและพัฒนาผู้สูงอายุไทย. (2559). Retrieved from http://www.dop.go.th/download/knowledge/th1512367202-108_0.pdf.
- วิฑูรเมธา, ผ. (2561). “<http://haamor.com/>,”. Retrieved from <http://haamor.com/th/การป้องกันการล้มในผู้สูงอายุ/>.
- ศูนย์กู้ชีพเรนทร. (2559). “<https://www.narenthorn.or.th/>,”. Retrieved from <https://www.narenthorn.or.th/sites/default/files/Narenthorn%202559%20AR.pdf>.
- สุพัทธา ะยะสุน. (2560). “<http://journal.pbru.ac.th/>,”. Retrieved from <http://journal.pbru.ac.th/admin/upload/article/2885-2019-02-27.pdf>.
- โสภณธรรมรักษ์, อ. (2561). “<http://www.thaihealth.or.th/>,”. Retrieved from <http://www.thaihealth.or.th/Content/41790-'สูงวัย'20เดินดีไม่มีล้ม.html>.