

ระบบการแจ้งเตือนการล้มอัจฉริยะเพื่อการระบุตัวตนและท่าทางการล้ม Intelligent Fall Alert System for Identification and Fall Detection

นโรตม์ นิลสุขุม¹, วียดา ยะไวทย์^{1,*}

Narote Nilsukhum¹, Wiyada Yawai¹

¹ หลักสูตรวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา นครราชสีมา 30000 ประเทศไทย

¹ Computer Science, Faculty of Science and Technology, Nakhon Ratchasima Rajabhat University, Nakhon Ratchasima 30000, Thailand

* Corresponding Author: Wiyada Yawai, wiyada.y@nrru.ac.th

Received:

5 March 2023

Revised:

2 June 2023

Accepted:

17 June 2023

คำสำคัญ:

ตรวจจับการหกล้ม, กล้อง IP, LBPH, กล่องแสดงขอบเขต, มีเดียไปป์

Keywords:

Fall detect, IP camera, LBPH, Bounding Box, MediaPipe

บทคัดย่อ: อุบัติเหตุที่เกิดจากการหกล้มในผู้สูงอายุและผู้ที่อยู่อาศัยอยู่คนเดียว อาจทำให้เกิดการบาดเจ็บ โดยเฉพาะการหกล้มของผู้สูงอายุที่น่าอันตรายกว่าบุคคลในวัยอื่นหลายเท่าตัว หากไม่ได้รับการรักษาที่ทันเวลาอาจทำให้เกิดการสูญเสียถึงขั้นพิการหรือเสียชีวิต ในงานวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยได้นำเสนอระบบการแจ้งเตือนการล้มอัจฉริยะเพื่อการระบุตัวตนและท่าทางการล้ม โดยนำภาพที่ได้จากกล้องไอพีส่งต่อไปยังโปรแกรมมีเดียไปป์ ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่ใช้สำหรับการตรวจจับจุดสำคัญบนร่างกาย จากนั้นโปรแกรมจะตรวจสอบบริเวณที่เป็นตัวบุคคลและจะแสดงขอบเขตของบุคคลให้ชัดเจน เพื่อนำบริเวณที่เป็นบุคคลนั้นไปตรวจจับการหกล้มและท่าทางการหกล้ม ทั้งนี้ระบบการแจ้งเตือนการล้มยังสามารถระบุตัวตนของผู้ที่ประสบเหตุได้โดยใช้เทคนิค LBPH ในการสกัดคุณลักษณะพิเศษจากใบหน้าของบุคคลและนำไปเปรียบเทียบกับใบหน้าที่จัดเก็บไว้ในฐานข้อมูลเพื่อให้สามารถทราบได้ว่าผู้ที่ประสบอุบัติเหตุคือใคร ส่วนการแจ้งเตือนจะใช้การแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์เพื่อให้ผู้ใช้โปรแกรมสามารถเข้าถึงการแจ้งเตือนได้ง่าย สะดวก และรวดเร็ว ในงานวิจัยนี้ มีผลการทดสอบความแม่นยำในการระบุใบหน้าร้อยละ 93.1 และตรวจจับท่าทางการล้มร้อยละ 90.5

Abstract: Accidental falls in elderly and those living alone can cause injury, particularly among the elderly, who are considered much more dangerous than in individuals of other ages. If not treated in time, it may cause loss to the point of disability or death. In this research, we presented an intelligent fall alert system for identification and fall detection. In the proposed system, the IP

camera images are processed by MediaPipe, which identifies key points in the human body. By clearly identifying the area of the body, the system then detects falls and falling postures. The fall notification system can also identify the victims by using LBPH techniques to extract special features from a person's face and compare them with faces stored in a database to identify the victim. For the notification part, the system uses notifications through the LINE application to allow users to access notifications easily, conveniently, and swiftly. This research showed that the accuracy in facial recognition is 93.1%, and the rate of detecting falling postures is 90.5%.

1. บทนำ

อุบัติเหตุที่มักพบได้บ่อยกับผู้สูงอายุมักจะเป็นการเกิดอันตรายที่เกี่ยวข้องกับการล้ม ซึ่งจะเกิดกับผู้สูงอายุที่จัดอยู่ในช่วงอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป (Rama Channel, 2018) และผู้สูงอายุยังมีความเสี่ยงต่อการหกล้มได้ง่าย เนื่องจากสุขภาพและความเสื่อมของร่างกายอาจเป็นผลให้เกิดปัญหาการทรงตัวและการเคลื่อนไหวที่ไม่มีประสิทธิภาพ มีหลายอุบัติเหตุจากสุขภาพร่างกายที่อาจทำให้เกิดการล้ม ไม่ว่าจะเป็นท่าทางของการลุก การนั่ง การยืน และการก้าวเดิน เป็นต้น (Srenual & Kanokthet, 2021) ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นอุบัติเหตุภัยใกล้ตัวที่ทำให้เกิดอันตรายถึงชีวิตหากไม่ได้รับการช่วยเหลือที่ทันเวลา ในปัจจุบันมีอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับตรวจจับการหกล้มและประเมินความเสี่ยงของการหกล้มจากระยะไกลแบบทันทีที่สามารถส่งการแจ้งเตือนการหกล้มไปยังบุคคลที่ทำการติดตั้งอุปกรณ์หรือแอปพลิเคชันเหล่านั้น (Buabok *et al.*, 2016) แต่ว่าอุปกรณ์ดังกล่าวมีราคาค่อนข้างสูงและจำเป็นจะต้องสวมใส่อุปกรณ์ไว้ตลอดเวลา ซึ่งในผู้สูงอายุอาจเกิดความไม่สะดวกในการใช้ชีวิตประจำวันและรู้สึกไม่สบายตัวเมื่อต้องสวมใส่อุปกรณ์ติดตัวตลอดเวลา หรือผู้ที่มีอาการแพ้ต่อผิวหนัง อุปกรณ์ที่ใช้ต้องไม่ไปทำให้เกิดความระคายเคืองที่ทำให้เกิดอาการแดงหรือคันกับผิวหนังส่วนที่ต้องสัมผัสกับอุปกรณ์ตลอดเวลา (Bumrungrad International Hospital, 2022)

การตรวจจับการล้มของผู้สูงอายุจะต้องเป็นเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่สามารถดูแลทางด้านสุขภาพของผู้สูงอายุได้อย่างใกล้ชิดเพื่อจะสามารถหลีกเลี่ยงอันตรายที่จะเกิดขึ้น อุปกรณ์ที่ใช้ต้องสามารถติดตามกิจกรรมในชีวิตประจำวันและการเคลื่อนไหวในอิริยาบถต่างๆ ที่อาจทำให้เกิดความเสี่ยงต่อการหกล้มได้ อุปกรณ์หรือเครื่องมือที่ถูกนำมาใช้เพื่อสร้างเป็นอุปกรณ์การตรวจจับการล้มมีหลายแบบ เช่น ใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสรรพสิ่ง (Internet of Things: IoT) เข้ามาใช้สำหรับจำแนกข้อมูลกิจกรรมการเคลื่อนไหวของผู้สูงอายุเพื่อติดตามความเสี่ยงและโอกาสที่จะเกิดการล้ม (Wuttisit, 2020) นอกจากนี้ยังมีการตรวจจับการล้มโดยใช้สายรัดข้อมือที่รองรับการเคลื่อนไหวจากข้อมือขณะเกิดการล้มโดยใช้ข้อมูลจากเซ็นเซอร์เพื่อแยกแยะระหว่างการเคลื่อนไหวปกติในชีวิตประจำวันและลักษณะอาการที่เกิดจากการล้ม (Wongyai, Puckdeevongs, & Buayamsang, 2020) ความรุนแรงอีกอย่างหนึ่งของการล้มเกิดจากลักษณะของทิศทางการล้ม เช่น ลักษณะการล้มไป

โดยขั้นตอนการพัฒนาระบบตรวจจับใบหน้าแบบ LBPH แบ่งการทำงานด้านหน้า ด้านหลัง หรือด้านข้าง เป็นต้น จึงต้องมีการตรวจจับลักษณะของทิศทางการล้มและการเคลื่อนไหวหลังเกิดการล้มด้วยจะทำให้ผู้ที่ช่วยเหลือสามารถประเมินความรุนแรงของการล้มได้ (Somphaeng & Jaruvitayakovit, 2017) นอกจากการตรวจจับลักษณะของการล้มแล้วงานวิจัยที่เกี่ยวกับการล้มอัจฉริยะยังมีระบบ

การแจ้งเตือนภัยการล้มสำหรับผู้สูงอายุ เช่น มีการใช้ระบบแจ้งเตือนภัยการล้มสำหรับผู้สูงอายุผ่านแอปพลิเคชันที่เหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุที่ต้องอยู่บ้านเพียงคนเดียว โดยตรวจจับการหกล้มผ่านกล้องไอพี (IP Camera) แบบเรียลไทม์ เมื่อตรวจจับและประมวลผลว่าเป็นการหกล้ม ระบบจะทำการแจ้งเตือนโดยส่งภาพการหกล้มผ่านแอปพลิเคชันไลน์ของผู้ใช้งานที่ได้ตั้งไว้ (Tayanupap & Yawai, 2022)

จากการศึกษาเกี่ยวกับปัญหาที่จะเกิดขึ้นเมื่อผู้สูงอายุเกิดอันตรายที่เกี่ยวข้องกับการล้ม และเทคโนโลยีสำหรับการพัฒนาที่จะใช้แก้ปัญหาการตรวจจับการล้มของผู้สูงอายุ ทางผู้พัฒนาจึงได้มีแนวคิดต่อยอดในการทำระบบตรวจจับการหกล้ม ด้วยกล้องไอพี ด้วยการนำข้อมูลภาพมาวิเคราะห์ด้วยระบบตรวจจับใบหน้าและท่าทางการล้มในรูปแบบต่างๆ กัน และหากพบการเคลื่อนไหวที่เข้าข่ายการหกล้ม จะส่งการแจ้งเตือนทั้งชื่อผู้ล้มและท่าทางการล้มไปยังการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์ (Line Notification) ของสมาชิกภายในบ้านโดยทันที

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยของณัฐวุฒิ ถาวรวงษ์ และคณะ (Thawornwong, Akarasathung, & Makasorn, 2011) ได้พัฒนาการออกแบบชุดตรวจจับการล้มของผู้สูงอายุด้วยเซ็นเซอร์การเอียง งานวิจัยนี้พัฒนาชุดตรวจจับการหกล้มสำหรับผู้สูงอายุโดยใช้เซ็นเซอร์ตรวจจับการเอียง GP1S036HEZ ติดตั้งที่เอวของผู้สูงอายุ ชุดนี้จะตรวจจับความเปลี่ยนแปลงของมุมตามแรงโน้มถ่วงเมื่อผู้สูงอายุหกล้ม หากมีการเปลี่ยนแปลงสภาพจากแนวตั้ง/ตั้งเป็นแนวนอน ชุดแจ้งเตือนภัยจะส่งสัญญาณเสียงโทนต่อเนื่องดัง 85 dB ที่ความถี่ 2,400 Hz ผ่านลำโพงบัสเซอร์ จากการทดสอบกับผู้ทดสอบจำนวน 10 คน โดยใช้แบตเตอรี่ 1.5 V ขนาด AA 4 ก้อน ให้แรงดันไฟฟ้า 6 V ซึ่งงานวิจัย

นี้มีข้อเสียคือ ผู้สูงอายุต้องสวมใส่อุปกรณ์เซ็นเซอร์ตลอดเวลาเพื่อตรวจจับการล้ม ทำให้ไม่สะดวกต่อการเคลื่อนไหว และได้ค่าความแม่นยำอยู่ที่ 81.5% เท่านั้น

งานวิจัยของสุพัตรา วยะลุน (Wayalun, 2017) เรื่องการประมวลผลภาพ 3 มิติเพื่อตรวจจับการหกล้มภายในบ้านของผู้สูงอายุ การพลัดตกเป็นปัญหาสำคัญในผู้สูงอายุที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพและชีวิต งานวิจัยค้นหาวิธีการตรวจจับการหกล้มโดยใช้การประมวลผลแบบ 3 มิติ โดยไม่ต้องสวมใส่อุปกรณ์เสริม ผู้พัฒนาได้ศึกษากล้องไคเนคต์ (Kinect) พัฒนาโปรแกรมประมวลผลภาพ และอัลกอริทึมหลากหลายรูปแบบเพื่อรองรับการเคลื่อนไหวของร่างกายทั้งหมด 20 จุด ลักษณะการหกล้ม และวิธีการประมวลผลภาพดิจิทัล การตรวจจับการเคลื่อนไหวและระบุตำแหน่งของกล้องไคเนคต์ ซึ่งจำนวนจุดของร่างกายมีเพียง 20 จุด และไม่ได้จำแนกท่าทางการล้มในรูปแบบต่าง ๆ ได้ชัดเจน

ส่วนงานวิจัยของชัยวุฒิ วุทธิสิทธิ์ (Wuttisit, 2020) ในเรื่องการตรวจจับการล้มสำหรับผู้สูงอายุและจำแนกข้อมูลกิจกรรมการเคลื่อนไหว บทความนี้พัฒนาอุปกรณ์ตรวจจับการล้มและกิจกรรมการเคลื่อนไหวของผู้สูงอายุโดยใช้เทคโนโลยี IoT เพื่อช่วยบุคลากรทางการแพทย์ติดตามผู้สูงอายุที่มีความเสี่ยงในการล้ม ระบบนี้ทำนายโอกาสการล้มด้วยวิธี Weight K-Nearest Neighbor และส่งข้อมูลผ่านเว็บคลาวด์ IoT อุปกรณ์มีความถูกต้องในการตรวจจับการล้ม 85.80% และความแม่นยำ 92.48% นอกจากนี้ยังสามารถจำแนกข้อมูลผู้ที่มีความเสี่ยงในการล้มด้วยค่าความไวเฉลี่ย 90.91% และผู้ที่ไม่มีความเสี่ยงด้วยค่าจำเพาะเฉลี่ย 98.98% วิจัยนี้มีจุดประสงค์ให้อุปกรณ์ช่วยเหลือเบื้องต้นในฉุกเฉินและเป็นข้อมูลอ้างอิงสำหรับบุคลากรทางการแพทย์ในการวินิจฉัยการล้มของผู้สูงอายุต่อไป แต่อย่างไรก็ตาม การใช้อุปกรณ์ IoT มีผลต่อการเคลื่อนไหวร่างกายของผู้สูงอายุทำให้ไม่สามารถเคลื่อนไหวร่างกายได้สะดวก ยุ่งยากต่อการทำกิจวัตรประจำวัน

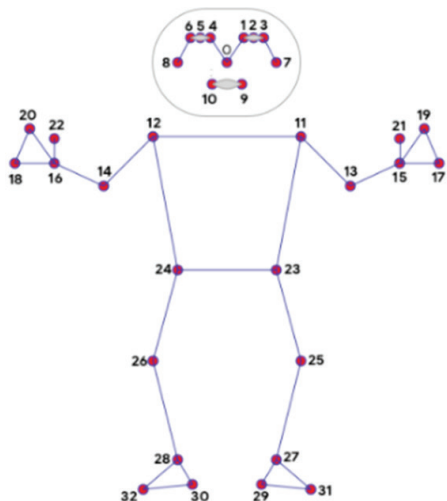
นอกจากนี้ ยังมีการพัฒนาการตรวจจับการล้มโดยใช้การตรวจจับภาพแบบเรียลไทม์ผ่านกล้องไอพี ซึ่งพัฒนาโดย อนุชา ทยาอนุภาพ และวิดา ยะไวทย์ (Tayanupap & Yawai, 2022) เรื่องระบบตรวจจับการหกล้มสำหรับผู้สูงอายุ โดยใช้กล้องแสดงขอบเขตในการตรวจจับการหกล้ม และแจ้งเตือนด้วยรูปภาพผ่านการแจ้งเตือนผ่านระบบไลน์ ซึ่งกล้องแสดงขอบเขตเมื่อจับวัตถุได้จะติกรอบรูปร่าง ความกว้างความยาวเพื่อวิเคราะห์ภาพในแต่ละเฟรม เมื่อเข้าข่ายเงื่อนไขการหกล้มจะทำการส่งรูปภาพแจ้งเตือนไปยังการแจ้งเตือนผ่านระบบไลน์ทันที ระบบสามารถทำงานได้แบบเรียลไทม์ ข้อผิดพลาดระบบยังไม่สามารถตรวจจับการหกล้มที่เป็นการพุ่งลงหน้ากล้อง ยังไม่สามารถตรวจจับได้ชัดเจน จึงเป็นข้อจำกัดของระบบนี้

จากงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดการพัฒนาการตรวจจับการล้มโดยใช้มีเดียไปป์ (MediaPipe) ของกูเกิล (Google) เพื่อตรวจจับจุดสำคัญบนร่างกายมนุษย์ ร่วมกับการใช้ Bounding box เพื่อตรวจจับร่างกายมนุษย์และตรวจจับการล้ม ทั้งนี้ยังได้พัฒนาวิธีการระบุตัวของผู้ล้มโดยใช้วิธีการจดจำใบหน้าแบบ Local Binary

Pattern Histograms (LBPH) ซึ่งรายละเอียดจะกล่าวในหัวข้อถัดไป

2.2 มีเดียไปป์ (MediaPipe)

MediaPipe (Grishchenko & Bazarevsky, 2020) เป็นโทโปลยี Pipeline ที่ล้ำสมัยที่สามารถตรวจจับจุดบนร่างกาย อีกทั้งยังสามารถจับจุดบนใบหน้าและมือได้อีกด้วย โดยใช้การโอนหน่วยความจำระหว่าง Interference Backend การเรียกใช้งานได้สะดวกและสามารถนำไปวิเคราะห์ที่ใช้งานได้หลากหลายรูปแบบ เช่น การออกกำลังกายและการตรวจจับภาษากายต่าง ๆ เป็นต้น สำหรับการติดตามท่าทางของร่างกายที่แม่นยำจะมาจากการอนุมานจุดสังเกต 3 มิติ 33 จุด ดังภาพประกอบ 1 ในการกำหนดท่าทางต่างๆ จะนำจุดดังกล่าวมากำหนดตามแนวแกน X และแกน Y รวมถึงการคำนวณมุมหรือระยะผ่านสูตรคณิตศาสตร์ เพื่อกำหนดท่าทางในรูปแบบที่ต้องการ เนื่องจากการนำไปใช้งานค่อนข้างจะมีอิสระ จึงสามารถจำแนกใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย อย่าง เช่น การตรวจจับท่าทางการหกล้ม ในงานนี้ผู้พัฒนาได้ใช้การคำนวณมุมและการเทียบจุดมาร์คตามแนวแกน X และแกน Y ในการพัฒนาเงื่อนไขการตรวจจับท่าทางการหกล้ม



- | | |
|--------------------|----------------------|
| 0. nose | 17. left_pinky |
| 1. left_eye_inner | 18. right_pinky |
| 2. left_eye | 19. left_index |
| 3. left_eye_outer | 20. right_index |
| 4. right_eye_inner | 21. left_thumb |
| 5. right_eye | 22. right_thumb |
| 6. right_eye_outer | 23. left_hip |
| 7. left_ear | 24. right_hip |
| 8. right_ear | 25. left_knee |
| 9. mouth_left | 26. right_knee |
| 10. mouth_right | 27. left_ankle |
| 11. left_shoulder | 28. right_ankle |
| 12. right_shoulder | 29. left_heel |
| 13. left_elbow | 30. right_heel |
| 14. right_elbow | 31. left_foot_index |
| 15. left_wrist | 32. right_foot_index |
| 16. right_wrist | |

ภาพประกอบ 1 ภาพแสดงจุดและเส้นบนร่างกายของ MediaPipe

2.3 เทคนิค Local Binary Pattern Histograms (LBPH)

การจัดจำแนกใบหน้าแบบ LBPH (Treeprapin, Naudom, & Kongchai, 2018) เป็นการระบุตัวตนโดยใช้การแยกแยะลักษณะพิเศษบนใบหน้า ซึ่งนำค่า LBP ที่คำนวณจากแต่ละพิกเซลมาทำ Histogram เพื่อการระบุจุดพิเศษบนใบหน้า ด้วยคุณสมบัติของเทคนิคนี้จึงสามารถทำงานได้ในภาวะที่มีแสงน้อย จึงนิยมนำมาใช้ในการตรวจสอบใบหน้าในเทคโนโลยีต่างๆ

LBPH เป็นวิธีการแปลงรูปภาพใบหน้าเป็นลักษณะเด่น (Features) เพื่อนำไปใช้ในการจำแนกหรือรู้จำใบหน้าของบุคคลต่าง ๆ โดยอ้างอิงจากแนวคิดของ Local Binary Patterns (LBP) และการสร้างฮิสโตแกรม (Histograms) เพื่อสร้างลักษณะเด่นของรูปภาพใบหน้าโดยมีกระบวนการทำงานของ LBPH สามารถสรุปได้เป็นขั้นตอนดังนี้

1) แปลงรูปภาพใบหน้าเป็นรูปแบบสีเทา (Grayscale)

2) แบ่งรูปภาพใบหน้าเป็นเซลล์เล็กๆ หรือเรียกว่าพื้นที่สกัด (Local Regions) โดยใช้ตัวเลื่อนหน้าต่าง (Sliding Window) ที่เลื่อนไปที่ละพิกเซล

3) สำหรับแต่ละพื้นที่ที่สกัด จะสร้างลักษณะเด่นโดยใช้ Local Binary Patterns (LBP) โดยการเปรียบเทียบค่าความเข้มของพิกเซลกับพิกเซลที่อยู่รอบๆ พื้นที่นั้น แล้วกำหนดค่าไบนารี (binary) ตามผลลัพธ์ที่ได้

4) นับความถี่ของลักษณะเด่นที่ได้จากขั้นตอนที่ 3 ในแต่ละพื้นที่ที่สกัด และรวมความถี่ทั้งหมดเข้าด้วยกันในรูปของเวกเตอร์เชิงปริมาณ (Quantized Histogram Vector)

5) นำเวกเตอร์เชิงปริมาณที่ได้จากขั้นตอนที่ 4 เป็นลักษณะเด่นสำหรับรูปภาพใบหน้านั้นๆ LBPH

มีความสามารถในการจับคู่ลักษณะเด่นของรูปภาพใบหน้าอย่างเป็นเนื้อเป็นตัว และเหมาะสำหรับการจำแนกใบหน้าในระดับงานที่มีความซับซ้อนต่ำ เช่น การรู้จำใบหน้าของบุคคลในรูปภาพหรือการตรวจจับใบหน้าในระบบการเข้าระบบด้วยใบหน้า

ข้อดีของ LBPH มีดังนี้

1) ง่ายต่อการทำงานและการนำไปใช้งาน เนื่องจากมีความเรียบง่ายและเป็นที่นิยมในงานทางด้านการจำแนกใบหน้า

2) มีประสิทธิภาพในการจำแนกใบหน้าที่มีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยเนื่องจากสามารถจับความแตกต่างระหว่างพื้นที่ที่ใบหน้าได้ดี

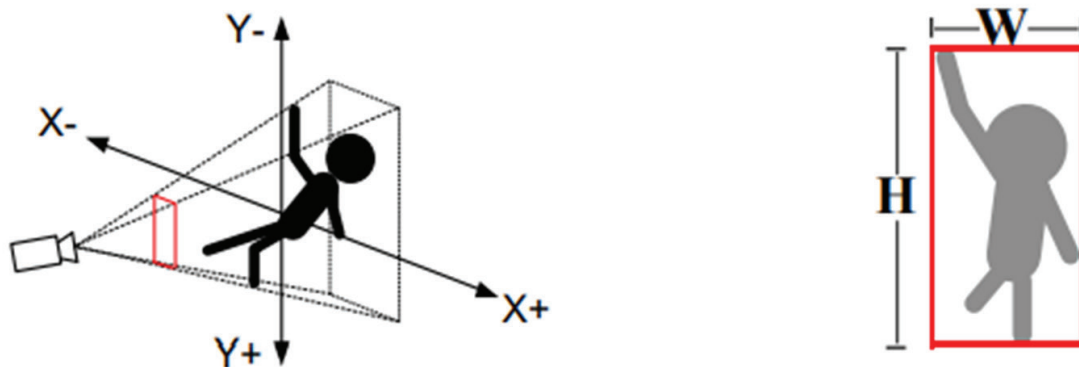
3) คำนวณและสร้างลักษณะเด่นใบหน้าอย่างรวดเร็วเนื่องจากใช้งานข้อมูลพิกเซลในพื้นที่สกัดเท่านั้น

4) ไม่ต้องการข้อมูลการเรียนรู้จากข้อมูลใบหน้านานัก เนื่องจากใช้เทคนิคเชิงลำดับภาพและการคำนวณสถิติเบื้องต้น

5) สามารถระบุใบหน้าได้ดีในสถานการณ์ที่มีความแปลกตา เช่น การมีรอยแผลบนใบหน้า ความแตกต่างในลักษณะทางกายภาพของแต่ละบุคคล เป็นต้น และการเปลี่ยนแปลงแบบธรรมชาติของใบหน้า ไม่ว่าจะเป็นการเปลี่ยนแปลงในแสงสว่างหรือลักษณะพื้นที่ของใบหน้า

2.4 กล่องแสดงขอบเขต (Bounding Box)

กล่องแสดงขอบเขต (Bounding Box) เป็นกล่องที่มีลักษณะสี่เหลี่ยมอยู่ล้อมรอบกรอบวัตถุที่ต้องการจะวิเคราะห์ โดยการกำหนดค่าตามความกว้างความสูงของวัตถุตามพิกัดแกน X, Y ของมุมบนซ้าย อย่างการตรวจจับการเคลื่อนไหวต่างๆ กล่องแสดงขอบเขตจะถูกใช้เพื่อค้นขอบเขตของวัตถุที่สนใจตั้งอยู่ (Yajai *et al.*, 2015) ดังนั้น กล่องแสดง



ภาพประกอบ 2 ภาพแสดงหลักการวิเคราะห์ขอบเขต



ภาพประกอบ 3 กล้องไอพี (IP camera) ยี่ห้อ TP-Link รุ่น Tapo c200 ที่ใช้ในการทดลอง

ขอบเขตสามารถตรวจจับได้อย่างแม่นยำ จึงมีการประยุกต์ใช้กล้องแสดงขอบเขตร่วมกับการตรวจจับการเคลื่อนไหวหลากหลายรูปแบบดังภาพประกอบ 2

เคลื่อนไหว ซึ่งเหมาะสำหรับการใช้งานทั่วไปภายในบ้านและในอาคาร ตัวอย่างกล้องรุ่น Tapo c200 แสดงดังภาพประกอบ 3

3. การพัฒนาระบบ

เพื่อพัฒนาโปรแกรมที่สามารถตรวจจับการหกล้มและยืนยันบุคคลได้ในรูปแบบเรียลไทม์ ด้วยอุปกรณ์กล้อง IP และแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา

3.1.1 ฮาร์ดแวร์

1) โน้ตบุ๊ก: AMD Ryzen 7 5700U
1.80 GHz 8 Core-16 Thread, การ์ดจอ GTX 1650
4 GB DDR6

2) กล้องไอพี (IP Camera) ยี่ห้อ TP-Link
รุ่น Tapo c200 ความละเอียดแบบ Full HD (1920
x 1080) รองรับโหมดกลางคืน และการติดตามการ

3.1.2 ซอฟต์แวร์

- 1) โปรแกรม: Visual Studio Code
- 2) ภาษา: Python 3
- 3) ไลบรารี: OpenCV, MediaPipe, LBPH, LINE

3.2 ขอบเขตของงาน

3.2.1 ความสามารถของโปรแกรม

- 1) ระบบสามารถตรวจจับและรู้จำใบหน้าได้
- 2) ระบบสามารถตรวจจับการล้มได้
- 3) ระบบสามารถบอกท่าทางการล้มได้

4) ระบบสามารถส่งข้อความแจ้งเตือนการหกล้มและระบุใบหน้าได้

3.2.2 ข้อจำกัดของโปรแกรม

1) ระบบตรวจจับใบหน้าการล้มและท่าทางอาจทำงานได้ไม่เต็มที่และแสดงผลที่ผิดพลาดในสภาวะแสงน้อยหรือระยะห่างที่มากเกินไป (ระยะห่างที่ผู้พัฒนาได้ทำการทดสอบระยะห่างจากตัวกล้องที่ระบบสามารถทำงานได้แม่นยำ คือ 3 เมตร โดยกล้องติดตั้งสูงจากพื้น 2.30 เมตรและมุมกล้อง 45 องศา) และมีลักษณะการนั่ง ก้ม นอน

2) การแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์จำเป็นต้องเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตตลอดเวลา

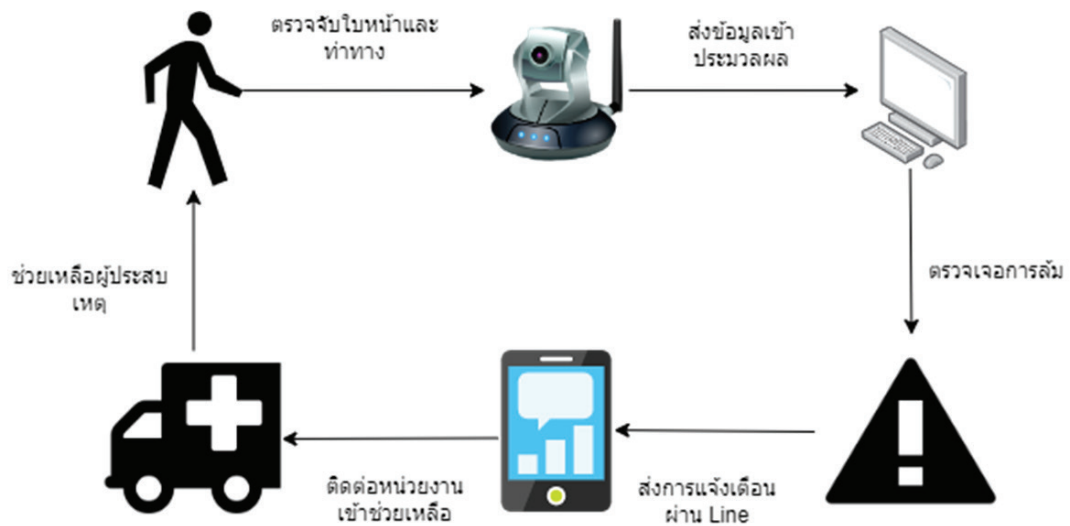
3.3 กลุ่มเป้าหมาย

เนื่องจากนวัตกรรมนี้มีการติดตั้งค่อนข้างง่ายและมีค่าใช้จ่ายที่ค่อนข้างต่ำ จึงมีจุดมุ่งหมายใน

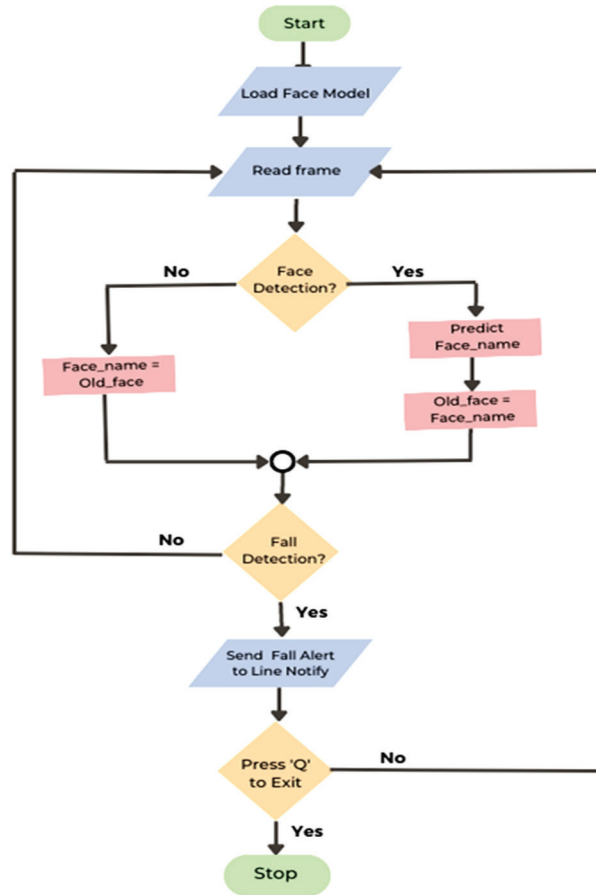
การพัฒนาเพื่อนำไปใช้ในสังคม ชุมชนหรือทุกคนที่สนใจ เช่น ครอบครัวที่มีเด็กเล็ก ผู้สูงอายุ หรือผู้ป่วยและอาจต่อยอดเพื่อนำไปใช้กับสถานสงเคราะห์หรือบ้านพักคนชราได้ในอนาคต

3.4 ขั้นตอนการทำงานของระบบ

ขั้นตอนการทำงานของระบบการตรวจจับท่าทางการล้มและการระบุตัวตนโดยใช้ใบหน้า โดยการติดตั้งกล้องไอพีไว้ในห้องบริเวณมุมห้องและเชื่อมต่อเข้ากับระบบ จากนั้นอ่านภาพจากกล้องไอแบบเรียลไทม์ แล้วนำภาพโดยนำภาพเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์เพื่อตรวจจับท่าทางการล้มและใบหน้าของบุคคล จากนั้นระบบจะทำการตรวจสอบเงื่อนไขว่าใบหน้านี้ของใครและล้มแบบใด หลังจากนั้นจะส่งการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์ด้วยชื่อบุคคลและท่าทางการหกล้มและภาพการหกล้ม โดยภาพประกอบ 4 แสดงขั้นตอนลำดับขั้นตอนการทำงานของระบบ



ภาพประกอบ 4 แสดงลำดับขั้นตอนการทำงานของระบบ (Workflow Diagram)



ภาพประกอบ 5 ภาพแสดงลำดับการทำงานของส่วนการตรวจจับใบหน้าและการล้ม

ลำดับการทำงานของส่วนการตรวจจับใบหน้า และการล้มจากภาพประกอบ 5 เริ่มต้นด้วยการตรวจสอบการเคลื่อนไหวภายในเฟรมของภาพที่ดึงมาจากกล้องไอพีทำการตรวจสอบใบหน้าที่เข้ามาในเฟรม ด้วยเทคนิค LBPH (Treeprapin, Naudom, & Kongchai, 2018) เมื่อได้ข้อมูลของใบหน้า ระบบจะทำการเก็บข้อมูลของใบหน้าไว้ในตัวแปร Old_face เพื่อหาว่าเกิดการหกล้มขึ้นในตำแหน่งที่กล้องไม่เห็นใบหน้า ก็ยังสามารถระบุตัวบุคคลที่ล้มได้แม่นยำในระดับหนึ่ง และการตรวจจับการหกล้ม จะใช้เทคนิค Bounding box และ MediaPipe มาช่วยในการตรวจสอบการหกล้มให้มีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น

โดยเมื่อตรวจเจอการเคลื่อนไหวในเฟรมของ Bounding Box จะสร้างกรอบครอบวัตถุไว้เพื่อ

ตรวจจับการหกล้ม พร้อมกับ MediaPipe จะสร้างเส้นเชื่อมต่อดูจุดบนร่างกาย เช่น หัวไหล่ สะโพก เข่า และข้อเท้า เป็นต้น ในการตรวจจับการหกล้มเช่นกัน เมื่อเกิดการหกล้ม กรอบความกว้างของ Bounding Box (Yajai *et al.*, 2015) จะมีค่ามากกว่ากรอบความสูงและนับค่าเฟรมเพิ่มขึ้น $j = j+1$ (j แทนค่าของเฟรมเมื่อเกิดการล้ม) เมื่อค่า j เพิ่มขึ้นมากกว่า 20 จะมีข้อความขึ้นในระบบว่า “Fall” และระบบก็จะส่งข้อความแจ้งเตือนว่าล้มไปยังการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์ ทั้งนี้เพื่อป้องกันการแสดงผลที่ผิดพลาดในเบื้องต้น เนื่องจากกล้องตรวจได้ว่ามีลักษณะท่าทางการล้ม การนั่ง การนอนเข้ามาในเฟรม

การคำนวณหามุม (องศา) คำนวนจากการพบตัวช่วงสะโพก ซึ่งได้จากการเทียบจุดหัวไหล่

สะโพกและหัวเข่า เพื่อกำหนดตัวชี้แจงเงื่อนไขการล้ม และการกำหนดตำแหน่งจุดมาร์คต่าง ๆ ตามแนวแกน X, Y เพื่อชี้แจงเงื่อนไขท่าทางการหกล้มในแบบต่าง ๆ โดยใช้ MediaPipe โดยระบบจะคำนวณการหกล้มได้จากมุมของเอว (มุมของเอวเกิดจากการนำจุดของ หัวไหล่ เอว และหัวเข่า) เมื่อมุมของเอว งอเล็กน้อยกว่า 60 องศา (ที่ผู้พัฒนากำหนดมุมการล้มไว้ที่ 60 องศาเนื่องจากผู้พัฒนาได้ทดสอบว่าค่ามุมดังกล่าวเป็นค่าที่จำแนกได้ดีที่สุดระหว่างการเดิน ยืนกับการหกล้ม) และค่าระยะทางระหว่างหัวไหล่กับข้อเท้าน้อยกว่า 0.2 ระบบจะแจ้งเตือนว่า “Fall” และตรวจหาท่าทางโดยคำนวณจากจุดบนร่างกายทั้ง 33 จุด จากภาพประกอบ 3 เมื่อเข้าเงื่อนไขท่าทางการล้มในรูปแบบที่ตั้งไว้ ระบบจะทำการแจ้งเตือนชื่อและท่าทางการล้มไปยังการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์ทันที

4. รายละเอียดการพัฒนาระบบ

รายละเอียดการพัฒนาระบบแบ่งส่วนประกอบสำคัญเป็น 4 ส่วน ประกอบด้วยส่วนของการพัฒนาระบบตรวจจับใบหน้า การตรวจจับด้วย Bounding Box การตรวจจับท่าทางด้วย MediaPipe และการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1 การพัฒนาระบบตรวจจับใบหน้า

ผู้พัฒนาใช้เทคนิค Local Binary Patterns Histogram (LBPH) ในการจดจำใบหน้าเนื่องจากต้องทำการตรวจจับใบหน้าผ่านกล้องไอพีแบบเรียลไทม์ และต้องการความเร็วในการประมวลผล ใช้ภายในบ้านหรือในอาคารตลอด 24 ชั่วโมง ทั้งกลางวันและกลางคืน โดยวิธีนี้มีข้อดี ดังนี้

1) มีความแม่นยำในการตรวจจับและจำแนกใบหน้าที่สูง โดยสามารถระบุและแยกแยะรายละเอียดของใบหน้าที่ซับซ้อนและมีความแปลกตาได้

อย่างถูกต้องแม้ว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงในแสงสว่างหรือลักษณะทางกายภาพบนใบหน้า

2) มีความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงสามารถทำงานได้ดีกับข้อมูลใบหน้าที่มีความแตกต่างในสภาพแวดล้อมแตกต่างกัน เช่น การเปลี่ยนแปลงในแสงสว่างที่แตกต่างกันหรือการเปลี่ยนแปลงแบบธรรมชาติของใบหน้า เนื่องจากวิธีการนี้ใช้การสกัดและเปรียบเทียบคุณลักษณะต่าง ๆ ของภาพใบหน้า

3) มีประสิทธิภาพในเรื่องของการคำนวณและประมวลผล ทำให้เหมาะสมสำหรับการใช้งานในเวลาจำกัดและรวดเร็ว เช่น ในการตรวจจับใบหน้าแบบเรียลไทม์เป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

4.1.2 การฝึกสอนเพื่อสร้างโมเดลมีขั้นตอนดังนี้

1) รวบรวมรูปภาพใบหน้าที่ใช้ในการฝึกสอน โดยอ่านไฟล์จากไดเรกทอรีที่กำหนดในเส้นทางที่เก็บรูปภาพ (path)

2) สร้างตัวแปร faces เพื่อเก็บรูปภาพใบหน้าที่จะใช้ในการฝึกสอนโมเดลและ ids เพื่อเก็บค่า id ของแต่ละรูปภาพ

3) วนลูปอ่านรูปภาพใบหน้าทั้งหมดใน path โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1) อ่านภาพใบหน้าและปรับขนาดให้มีขนาด 64x64 พิกเซล

3.2) แปลงภาพให้อยู่ในรูปแบบสีเทา

3.3) เพิ่มรูปใบหน้าที่ลงใน faces และเพิ่ม id ลงใน ids โดยจากชื่อไฟล์ภาพใบหน้า

4) สร้างตัวแปร clf เป็นตัวจำแนกใบหน้าแบบ LBPH

5) ทำการฝึกสอนโมเดลโดยใช้ faces และ ids ใน clf

6) บันทึกโมเดลที่ได้เป็นไฟล์ trainer.xml

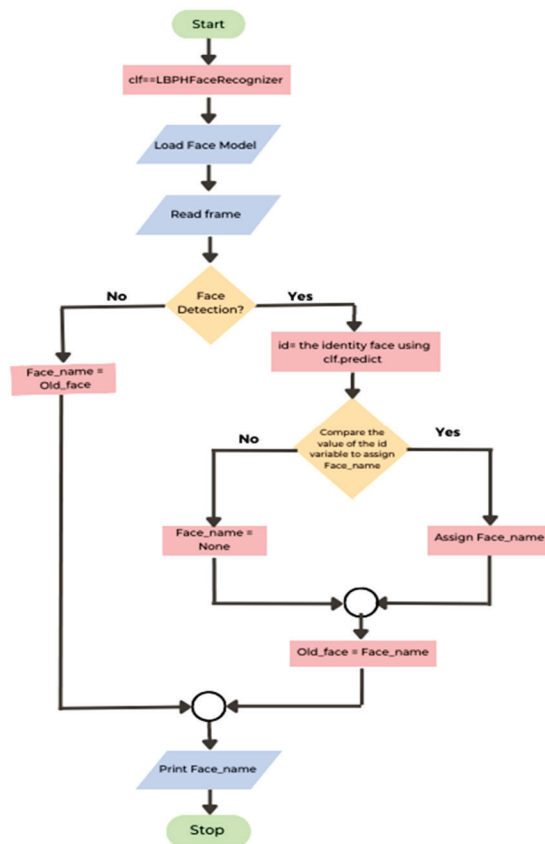
4.1.3 การทำนายใบหน้า มีขั้นตอนดังนี้

- 1) สร้างตัวแปร clf เป็นตัวจำแนกใบหน้าแบบ LBPH
- 2) อ่านโมเดล trainer.xml ที่เก็บไว้ใน clf
- 3) ทำการตรวจจับใบหน้าในภาพที่กำหนด โดยใช้พิกัด (x, y, w, h) ของกรอบสี่เหลี่ยมที่ตรวจจับได้
- 4) ทำการทำนาย id ของใบหน้าที่ตรวจจับได้ โดยใช้คำสั่ง clf.predict กับภาพใบหน้าที่อยู่ในกรอบสี่เหลี่ยมที่ตรวจจับได้
- 5) รับผลลัพธ์ id และค่าความเชื่อมั่น (confidence) จากการทำนายใบหน้า

6) ใช้ค่า id เพื่อเปรียบเทียบกับเลขที่กำหนดในเงื่อนไขต่างๆ เพื่อกำหนดชื่อใบหน้าที่ตรงกับ id ที่ทำนายได้

7) เก็บชื่อใบหน้าที่ตรงกับ id ลงในตัวแปร old_face เช่น ถ้า id เท่ากับ 1 ตัวแปร old_face แสดงผลเป็น “Narote Nilsukhum” หรือ ถ้า id เท่ากับ 2 ตัวแปร old_face แสดงผลเป็น “Theptiwa Songkroh” เป็นต้น

สรุปการทำงานในส่วนของการตรวจจับใบหน้า ทำการฝึกฝนโดยการระบุใบหน้าในภาพเพื่อให้ได้โมเดล trainer.xml (ในการนำรูปภาพไปฝึกเพื่อความแม่นยำที่มากขึ้น ควรใส่รูปภาพไปหลายๆรูปในลักษณะที่แตกต่างกัน) หลังจากนั้นจะทำการทำนายผล เพื่อให้ได้ค่า id แล้วเปรียบเทียบกับค่า id ว่าตรงกับชื่อใดของแต่ละบุคคล เพื่อให้ระบบสามารถ



ภาพประกอบ 6 ภาพแสดงผังงานการตรวจจับใบหน้า



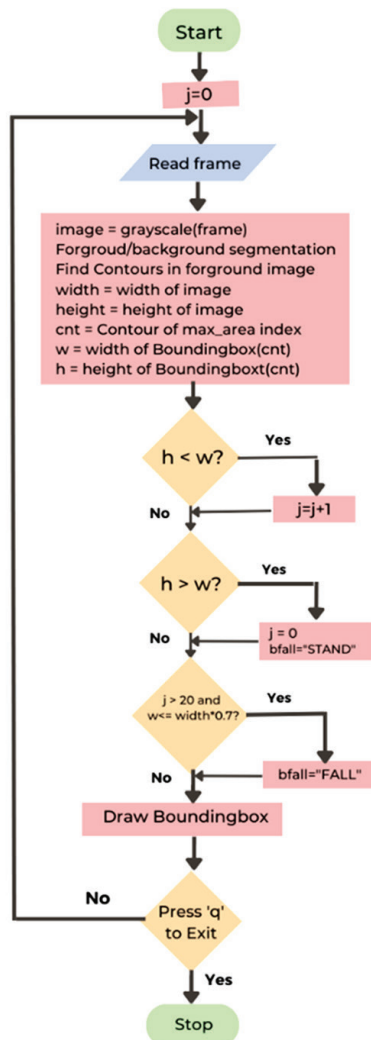
ภาพประกอบ 7 แสดงผลการตรวจจับใบหน้า

แจ้งเตือนชื่อได้ และเมื่อระบบตรวจจับใบหน้าได้ จะเก็บข้อมูลไว้ในตัวแปร `old_face` ถ้าหากบุคคลที่เดินผ่านกล้องไปเกิดหกล้มตรงจุดที่กล้องไม่สามารถตรวจจับใบหน้าได้ ก็จะมีข้อมูลใบหน้าที่ยังเก็บไว้ในตัวแปร `old_face` มาแสดงผลแจ้งเตือนได้ ดังแสดงขั้นตอนการทำงานดังภาพประกอบ 6 และแสดงภาพตัวอย่างผลการทดสอบเมื่อสามารถตรวจจับใบหน้าได้ แสดงชื่อเป็น “Narote Nilsukhum” ดังภาพประกอบ 7

4.2 การพัฒนาระบบ Bounding Box

การทำงานของ Bounding Box ในงานวิจัยนี้เป็นการสร้างกล่องแสดงขอบเขตของบุคคลที่ตรวจจับจากกล้องไอพีแบบเรียลไทม์ โดยทำการตีกรอบบุคคลที่ตรวจพบ ด้วยมีขั้นตอนการทำงานแสดงดังภาพประกอบ 8 แสดงผังงานการพัฒนา Bounding Box ซึ่งจะมีการกำหนดตัวแปรเพื่อใช้ในการสร้างเงื่อนไขการตรวจจับการหกล้ม โดยตัวแปรที่สำคัญคือ ตัวแปร h แทนความสูงของกรอบ ตัวแปร w แทนความกว้าง

ของกรอบ และตัวแปร j ไว้สำหรับการลึ้มแบบต่อเนื่องกัน เงื่อนไขที่ใช้ตรวจจับการลึ้ม ถ้าค่า h จะมีค่ามากกว่า w ระบบจะขึ้นสถานะว่า “STAND” และค่า j จะมีค่าเท่ากับ 0 ถ้า h จะมีค่าน้อยกว่า w จะส่งผลต่อค่า j ทำให้ค่า $j=j+1$ (เพิ่มขึ้นทีละหนึ่ง) เพื่อนับรอบการลึ้มแบบต่อเนื่องไปเรื่อย ๆ เมื่อค่า $j > 20$ ระบบจะขึ้นสถานะว่า “FALL” และระบบจะแจ้งเตือนว่า ลึ้มผ่านการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์ทันที แต่หากว่าค่า h มากกว่า w ระบบจะรีเซ็ตค่า j ให้เป็น 0 อีกครั้ง เพื่อป้องกันการแจ้งเตือนที่ผิดพลาดและไม่แจ้งเตือนมากเกินไปจึงกำหนดช่วงเวลาการแจ้งเตือนโดยใช้ค่า j เป็นตัวแปรที่ใช้นับ frame การลึ้มนั่นเอง ซึ่งการพัฒนากล่องแสดงขอบเขตเพื่อตรวจจับการลึ้มนั้น ได้พัฒนาต่อยอดจากอัลกอริทึมการทำกล่องแสดงขอบเขตมาจากผลงานของ “ระบบแจ้งเตือนภัยการลึ้มสำหรับผู้สูงอายุผ่านไลน์” (Tayanupap & Yawai, 2022) เพื่อการตรวจจับการลึ้มข้อดีของวิธีนี้จะช่วยกรณีไม่สามารถตรวจจับการลึ้มในการใช้ MediaPipe ของ Google ได้



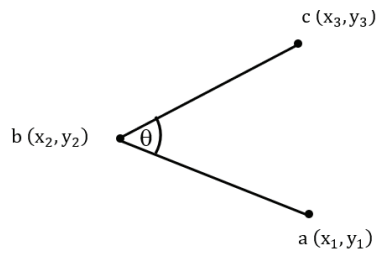
ภาพประกอบ 8 แสดงผังงานการพัฒนากล่องแสดงขอบเขต

4.3 การพัฒนาระบบตรวจจับท่าทาง MediaPipe

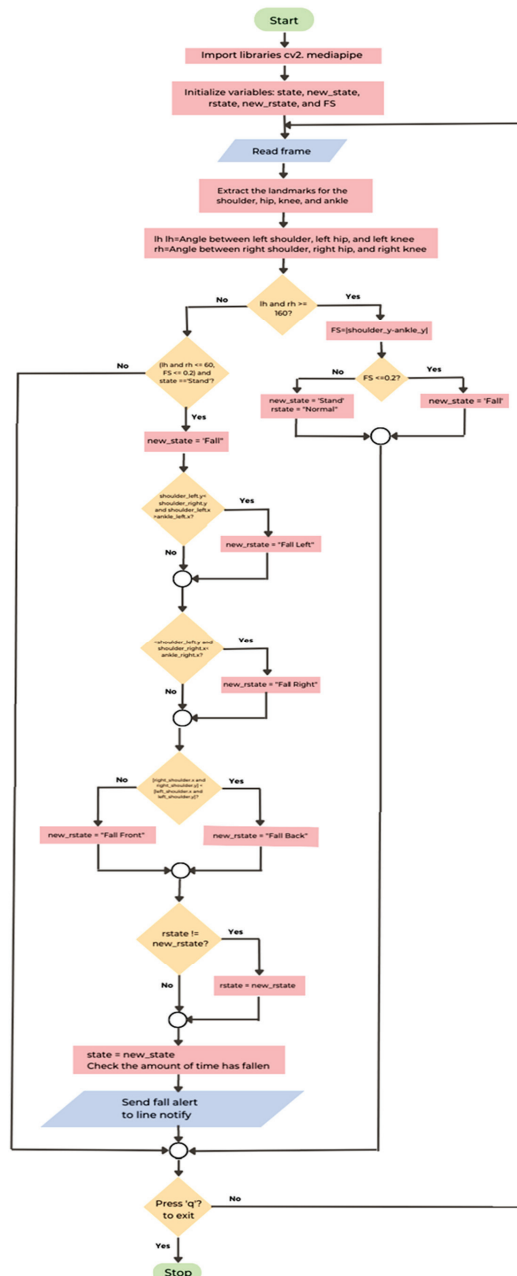
การทำงานของส่วนตรวจจับท่าทางการล้มด้วย MediaPipe ระบบจะทำการหาจุดบนร่างกาย โดยที่ระบบจะสามารถตรวจจับการหกล้มได้โดยคำนวณมุมของเอว ซึ่งหาได้จากการนำจุดของหัวไหล่เอว และหัวเข่ามาคำนวณด้วยสมการ 1 เป็นการหามุม

ระหว่างเวกเตอร์ 2 เวกเตอร์ คือ เวกเตอร์ $\overrightarrow{BC}$ และ เวกเตอร์ $\overrightarrow{BA}$ โดย r เป็นมุม θ ของจุด B ที่อยู่ระหว่าง 2 เวกเตอร์ (iTecNote, 2022) คำนวณดังสมการ 1 และภาพประกอบ 9 แสดงการคำนวณหามุม θ

$$\theta = \text{atan2}(y_3 - y_2, x_3 - x_2) - \text{atan2}(y_1 - y_2, x_1 - x_2) \quad (1)$$



ภาพประกอบ 9 แสดงแสดงการคำนวณหามุม θ

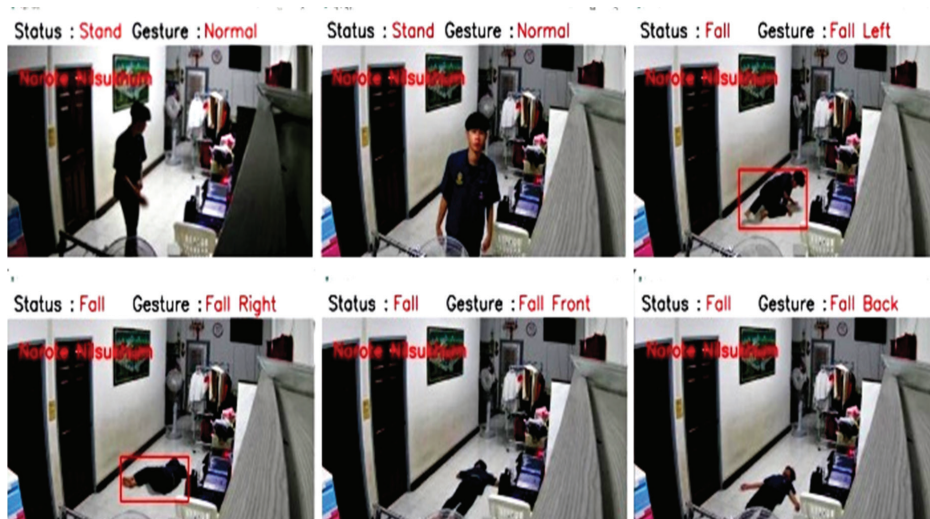


ภาพประกอบ 10 ภาพแสดงผังงานตรวจจับการล้ม

จากภาพประกอบ 10 อธิบายการทำงานของฝังกงานในส่วนของการตรวจจับท่าทางด้วย MediaPipe คือ เมื่ออ่านเฟรมภาพขึ้นมา ระบบจะเรียกใช้ฟังก์ชันของกล่องแสดงขอบเขตมาทำการตรวจจับร่างกายเพื่อเช็คเงื่อนไขการหกล้ม และมีส่วนของการดึงข้อมูลใบหน้าทีตรวจจับได้เข้ามาใช้งานในเงื่อนไขถัดมา ระบบจะทำการตรวจจับท่าทางของร่างกายด้วย MediaPipe เนื่องจาก MediaPipe จะสามารถตรวจจับวัตถุได้ต้องทำการกลับค่าสีในภาพจาก BGR เป็น RGB และแสดงผลทางหน้าจอ

ต่อมาเป็นการเรียกใช้งานจุดมาร์คบนร่างกาย 33 จุด จากภาพจะเลือกใช้เฉพาะจุดที่เกี่ยวข้องกับการหกล้มมาคำนวณด้วยสูตรทางคณิตศาสตร์ โดยกำหนดจุดมาร์คตามแนวแกน X, Y และตั้งค่าเงื่อนไขในการเช็คการหกล้ม ซึ่งอธิบายเงื่อนไขได้ คือ เมื่อ MediaPipe ตรวจจับร่างกายได้ จะให้เช็คเงื่อนไขการยืนเดินเป็นอันดับแรก เงื่อนไขหลักคือ เมื่อมุมของสะโพกมีมากกว่า 60 องศา และระยะห่างของจุดบนหัวไหล่และข้อเท้าเมื่อเทียบจากแกน Y มีค่ามากกว่า 0.2 จะเข้าเงื่อนไขการแสดงผลว่ายืนหรือสถานการณ์ปกติ และเงื่อนไขการล้มเช็คเงื่อนไขหลักคือ มุมของสะโพกมีค่าน้อยกว่า 60 องศาและระยะห่างของจุดบนหัวไหล่กับข้อเท้าน้อยกว่า 0.2 เมื่อเทียบจาก

แกน Y จะเข้าเงื่อนไขการหกล้มและจะเช็คท่าทางต่อไปดังภาพประกอบ 12 เมื่อเกิดการหกล้ม ระบบจะเช็คเงื่อนไขในการระบุท่าทางว่าได้หันหน้ามาทางกล้องหรือไม่โดยใช้ตำแหน่งจุดมาร์คของหัวไหล่เทียบแกน X ถ้าหากจุดของหัวไหล่ขวาตามแนวแกน X มีค่าน้อยกว่าจุดของหัวไหล่ซ้ายตามแนวแกน X จะแสดงว่าหันหน้าเข้าหากล้อง แต่ถ้ามากกว่าก็แสดงผลว่าหันหลัง จากนั้นเมื่อเช็คได้แล้วว่าหันหน้าหรือหันหลังจะเช็คเงื่อนไขท่าทางการล้มซ้าย (Fall Left) ล้มขวา (Fall Right) คว่ำหน้า (Fall Front) และหงายหลัง (Fall Back) ด้วยตำแหน่งจุดมาร์คบนร่างกายตามแนวแกน X กรณีจะเช็คล้มขวาจะเช็คจากจุดมาร์คของหัวไหล่ขวาตามแนวแกน X เทียบกับจุดมาร์คของข้อเท้าขวา นำค่าของแกน X จากจุดมาร์คทั้งสองมาลบกัน หากผลลัพธ์ของค่าที่ลบกันได้น้อยกว่า -0.1 (ค่า -0.1 ได้จากการทดลอง) จะแสดงข้อความว่าล้มขวา (Fall Right) ถ้าหากว่าไม่ใช่ก็จะแสดงข้อความว่าล้มด้านซ้าย (Fall Left) ในกรณีการเช็คคว่ำหน้ากับหงายหลัง โดยการเช็คค่าความแตกต่างระหว่างตำแหน่ง Y ของหัวไหล่ซ้าย และตำแหน่ง Y ของข้อเท้าซ้าย ถ้าค่าความต่าง > 0.1 ล้มแบบคว่ำหน้า (Fall Front) ถ้าไม่ใช่ก็หงายหลัง (Fall Back) ตัวอย่างผลลัพธ์ของการตรวจจับการล้มแสดงดังภาพประกอบ 11

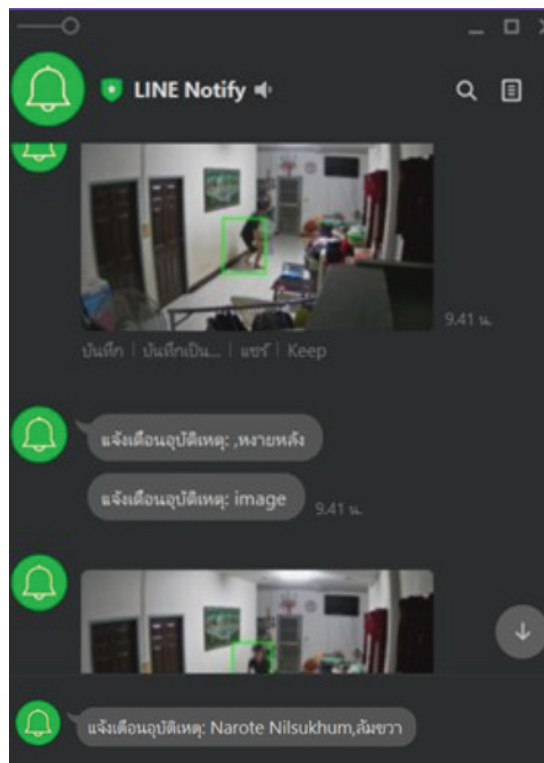


ภาพประกอบ 11 การแสดงผลในท่าทางยืน การล้มซ้าย ล้มขวา ล้มคว่ำหน้า และล้มหงายหลัง


```
url = 'https://notify-api.line.me/api/notify'  
line = LINE('p5SCoostNFQsdFU7S8sZPd0BAG3DFEozT9kg8bgF4r')  
token = 'p5SCoostNFQsdFU7S8sZPd0BAG3DFEozT9kg8bgF4r'  
headers = {'content-type': 'application/x-www-form-urlencoded', 'Authorization': 'Bearer '+token}
```

```
if j >= 22:  
    r = requests.post(url, headers = headers, data = {'message':msg})  
    line.sendimage(image[:, :, ::-1])  
    line.post(id)  
    time.sleep(2)
```

ภาพประกอบ 12 ฟังก์ชันการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์



ภาพประกอบ 13 ผลการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์

4.4 การแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์ (Line Notification)

การแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์จะแจ้งเตือนกรณีที่เกิดการล้มตามระยะรอบ $j > 20$ จึงจะแจ้งเตือนเพื่อแก้ปัญหาการแจ้งเตือนบ่อยเกินไปทำให้ระบบค้าง ดังโปรแกรมตามภาพประกอบ 12 แสดงถึงส่วนของการเชื่อมต่อกับแอปพลิเคชันไลน์โดยใช้ Token ซึ่งในส่วน Token ผู้พัฒนา

ต้องทำการขอ Token กับทางเซอร์วิสการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์ก่อนการการเขียนโปรแกรมติดต่อผ่านแอปพลิเคชันไลน์ โดยการนำมาใส่ไว้ในโปรแกรม (Phiphatkamtorn, Naowarat, & Khruahong, 2023) เมื่อเกิดการล้มตามเงื่อนไขในการหกล้มที่กำหนด จะแจ้งเตือนทั้งภาพการล้มและข้อความแสดงชื่อผู้ล้มและท่าทางการล้มว่าล้มลักษณะใด เช่น หงายหลัง เป็นต้น แสดงดังภาพประกอบ 13

5. ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

ผลการทดลองตรวจจับใบหน้าทั้งหมด 10 คน แสดงดังตาราง 1 โดยมีผลการทดสอบการตรวจพบ ใบหน้าถูกต้องแม่นยำโดยเฉลี่ย 93.1 เปอร์เซ็นต์ และตาราง 2 แสดงผลการทดลองตรวจจับการล้ม โดยทดสอบกับคน 3 คน มีความแม่นยำโดยเฉลี่ย ที่ 90.5 เปอร์เซ็นต์ ออกเป็น 4 แบบ คือ ล้มขวา ล้มซ้าย หายหลัง และคว่ำหน้า

จากตาราง 1 แสดงผลทดสอบความแม่นยำ ในการตรวจจับใบหน้า ซึ่งมีผู้ทดสอบเป็นชายและหญิง ทดสอบโดยการเทรนรูปภาพใบหน้าคนละ 100 รูป เข้าระบบ และทำการตรวจจับใบหน้า โดยที่มีระยะ ห่างจากตัวกล้องและผู้ทำการทดสอบ 3 เมตรและ

ความสูงจากพื้นของตัวกล้อง 2.3 เมตร ผลออกมา รวมความแม่นยำโดยเฉลี่ยคือร้อยละ 93.1

จากตาราง 2 แสดงผลทดสอบความแม่นยำ ในการตรวจจับท่าทางการล้มซึ่งผู้ทดสอบเป็นเพศชาย จำนวน 3 คน สูงประมาณ 170 ซม. โดยที่มีระยะห่าง ในการทดสอบจากตัวกล้องและผู้ทำการทดสอบ 3 เมตรและความสูงจากพื้นของตัวกล้อง 2.3 เมตร ผลการทดสอบความแม่นยำโดยเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 90.50

6. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ผลการทดสอบของเทคนิคใหม่ ซึ่งเป็นการ ผสมผสานระหว่างวิธีการใช้เทคนิค MediaPipe การ ใช้เทคนิค Bounding Box และการใช้เทคนิค LBPH

ตาราง 1 ผลการทดสอบการตรวจจับใบหน้าของ 10 คน

คนที่	ผลการทดสอบ (%)
1	96
2	91
3	92
4	90
5	94
6	90
7	90
8	97
9	95
10	96
ค่าเฉลี่ย	93.1

ตาราง 2 ผลการทดลองตรวจจับการหกล้ม

หัวข้อ/100 ครั้ง	แม่นยำ/ครั้ง	ไม่แม่นยำ/ครั้ง
ล้มซ้าย	93	7
ล้มขวา	88	12
หายหลัง	91	9
คว่ำหน้า	90	10
ค่าเฉลี่ย	90.50	9.50

(Treeprapin, Naudom, & Kongchai, 2018) ในการจำแนกบุคคลโดยใช้การจดจำใบหน้า สำหรับระบบการแจ้งเตือนการล้มอัจฉริยะเพื่อการระบุตัวตนและท่าทางการล้ม มีผลการทดสอบความแม่นยำในการตรวจจับใบหน้าเฉลี่ยร้อยละ 93.1 ส่วนการตรวจจับท่าทางการหกล้มแม่นยำเฉลี่ยร้อยละ 90.5

6.1 จุดอ่อนของงานและวิธีที่น่าจะใช้ในการแก้ปัญหาจุดอ่อนดังกล่าว

ระบบยังมีข้อผิดพลาดในส่วนของการจับท่าทางการนอน โดยโปรแกรมนี้ใช้การตรวจจับการล้มโดยการคำนวณมุมต่างๆ ของข้อต่อในร่างกายและจุดบนร่างกายเมื่อเทียบกับแกน X และ Y รวมทั้งค่าความสูงและความกว้างของกล่องแสดงขอบเขตซึ่งท่าทางการนอนหลับ มีลักษณะที่คล้ายกับการล้ม เมื่อทำการแก้ไขและทดลองในส่วนของโปรแกรมแล้ว ก็ยังเกิดข้อผิดพลาดในการตรวจจับอยู่ ดังนั้นจากผลการทดลองที่ผ่านมาจึงสรุปได้ว่าโปรแกรมสามารถใช้งานได้เต็มประสิทธิภาพกับสถานที่อื่นๆ และมีข้อจำกัดในเรื่องของการใช้ระบบนี้ในห้องนอนหรือห้องส่วนตัว รวมทั้งการทำงานของระบบในสถานะที่มีแสงสว่างน้อยก็ยังมีผลทำให้ระบบแสดงผลผิดพลาดได้

และในส่วนของการจำใบหน้า จากการทดลองที่ผ่านมา การประมวลผลภาพผ่านกล้องไอพีหากผู้ทดลองอยู่ไกลจากกล้องเกินไปจะทำให้ระบบการจำใบหน้าไม่แสดงผล หรือหากอยู่ในที่มืดก็จะมีผลการแสดงผลที่ผิดพลาดเนื่องจากความคมชัดของภาพจากกล้องไม่พอ ทั้งนี้ทั้งนั้นก็สามารถแก้ไขได้ด้วยการเลือกใช้กล้องไอพี ที่มีประสิทธิภาพสูงมาใช้งาน

6.2 ปัญหาและอุปสรรค

เนื่องจากระบบนี้เป็นการคำนวณมุมของข้อต่อร่างกายและจุดบนร่างกายตามแนวแกน X และ Y จึงทำให้บางท่าทางที่ผิดปกติจากการเดินยืนหรือนั่ง ส่งผลให้โปรแกรมแสดงผลผิด เช่น

การก้มเก็บของ การนั่งยอง หรืออื่นๆ (อ้างอิงท่าทางตามผลการทดลอง)

6.3 ข้อเสนอแนะ

การทำระบบจดจำใบหน้าและการคำนวณท่าทางยังมีความคลาดเคลื่อน ซึ่งก่อให้เกิดการแสดงผลที่ผิดพลาด คาดว่าจะปรับปรุงในสองส่วนนี้ให้มีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น และอาจจะเพิ่มระบบอื่นๆ เช่น การแยกแยะระหว่างการนอน การนั่งและการล้ม การทำแอปพลิเคชันในโทรศัพท์มือถือเพื่อที่สามารถเพิ่มการรู้จำใบหน้าของบุคคลอื่นๆ ได้

ในส่วนของการติดตั้งกล้องเพื่อใช้งาน แนะนำว่าหากต้องการให้มีการใช้กล้องมากกว่า 1 ตัวขึ้นไปต่อการใช้งานในอาคารบ้านเรือน เพราะมีลักษณะที่บางส่วนของตัวบ้านหรือมุมใต้ถุนจะเป็นมุมอับซึ่งกล้องไม่สามารถเข้าถึงได้ และการติดตั้งกล้องให้ติดตั้งสูงจากพื้นประมาณ 2-3 เมตรโดยประมาณ ซึ่งจะทำให้ได้ภาพที่นำมาประมวลผลมีมุมมองที่กว้างขึ้นส่งผลให้การแสดงผลมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- Buabok, K., Chinbunmee, S., Sansrimahachai, W., & Toahchoodee, M. (2016). A real-time mobility-related activity tracking system for mobility and fall risk assessment in elderly people. *Journal of Information Science and Technology*, 6(1), 16-24. <https://doi.org/10.14456/jist.2016.3> [In Thai]
- Bumrungrad International Hospital. (2022). *ผื่นแพ้สัมผัส [Allergic contact dermatitis]*. Retrieved 12 January 2023. Retrieved from <https://www.bumrungrad.com/th/conditions/allergic-contact-dermatitis> [In Thai]

- Grishchenko, I. & Bazarevsky, V. (2020). *MediaPipe holistic - Simultaneous face, hand and pose prediction, on device*. Retrieved 10 January 2023. Retrieved from <https://blog.research.google/2020/12/mediapipe-holistic-simultaneous-face.html?m=1>.
- iTecNote. (2022). *Using atan2 to find the angle between two vectors*. Retrieved 20 February 2023. Retrieved from <https://itecnote.com/tecnote/r-using-atan2-to-find-angle-between-two-vectors/>
- Phiphatkamtorn, P., Naowarat, J., & Khruahong, S. (2023). Developing a system for notification of forgetting to close the dormitory door with mobile application using internet of things. *Journal of Applied Informatics and Technology*, 5(1), 36–50. <https://doi.org/10.14456/jait.2023.3>
- Rama Channel. (2018). *หกล้มในผู้สูงอายุ [Falls in the elderly]*. Retrieved 5 February 2023. Retrieved from <https://www.rama.mahidol.ac.th/ramachannel/article/หกล้มในผู้สูงอายุ-อันตราย/> [In Thai]
- Somphaeng, P. & Jaruvitayakovit, T. (2017). 2D fall detection system with Bluetooth accelerometer sensor. *Proceedings of the 9th National Conference on Information Technology (NCIT)*, Mahidol University, Thailand. <https://cite.dpu.ac.th/ct/upload/content/files/พงษ์พันธ์%20%20สมแพ้ง%20CT58.pdf> [In Thai]
- Srenual, P. & Kanokthet, T. (2021) Accidental fall in elderly: Thai elderly confidence dangers. *Journal of the Royal Thai Army Nurses*, 22(2), 65-70. <https://he01.tci-thaijo.org/index.php/JRTAN/article/view/240232> [In Thai]
- Tayanupap, A. & Yawai, W. (2022). *Fall alarm notification system for the elderly via Line. Proceedings of The Asia Undergraduate Conference on Computing (AUCC)*, Chonburi, Thailand, Online, 2537. [In Thai]
- Thawornwong, N., Akarasatthung, A., & Makasorn, P. (2011). Designing of falls detection for elderly by using tilt sensor. *Naresuan University Journal: Science and Technology*, 43-46. <https://www.journal.nu.ac.th/NUJST/article/view/363> [In Thai]
- Treeprapin, K., Naudom, P., & Kongchai, P. (2018). Attendance monitoring system with face recognition technologies. *Journal of Science and Technology, Ubon Ratchathani University*, 20(2), 92-105. https://li01.tci-thaijo.org/index.php/sci_ubu/article/view/182603 [In Thai]
- Wayalun, S. (2017). 3D image processing for indoor fall detection of elderly. *Academic Journal of Phetchaburi Rajabhat university*, 7(2), 108-118. <https://journal.pbru.ac.th/admin/upload/article/5914-2019-06-25.pdf> [In Thai]

- Wongyai, C., Puckdeevongs, A., & Buayamsang, S. (2020). A development of fall detection systems using wristband. Proceedings of RSU International Research Conference, Bangkok, Thailand, 249-257. <https://rsucon.rsu.ac.th/files/proceedings/nation2020/NA20-083.pdf> [In Thai]
- Wuttisit, C. (2020). Fall detection for elderly and data classification movement activity using weighted K-nearest neighbor algorithm on a IoT-based portable embedded system. *Journal of Engineering, RMUTT*, 18(1), 45-56. <https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/jermutt/article/view/241883> [In Thai]
- Yajai, A., Rodtook, A., Chinnasarn, K., & Rasmequan, S. (2015). Fall detection using directional bounding box. *Proceedings of 12th International Joint Conference on Computer Science and Software Engineering (JCSSE)*, Songkhla, Thailand, July 22-24, 2015, 52-57. <https://doi.org/10.1109/JCSSE.2015.7219769>