

ระบบติดตามท่าลุกยืนสำหรับผู้สูงอายุ Standing Posture Monitoring System for the Elderly

พัชรพร แสนแก้ว, ชัชฎาพร พุ่มทุเรียน, จิราพร บุญสพ, นันทมนัส วริษฐานิชย์,
ธนภัทร ตาคทอง และ กฤตคม ศรีจิรานนท์*

*Pacharaporn Saenkaew, Chatchadaporn Pumthurean, Jiraporn Boonsob, Nanmanat Varisthanist,
Thanapat Tardtong and Krittakom Srijiranont**

หน่วยวิจัยด้านนวัตกรรมข้อมูลและปัญญาประดิษฐ์แห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ สาขาวิชาวิทยาการ
คอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

*Thammasat University Research Unit in Data Innovation and Artificial Intelligence,
Department of Computer Science, Faculty of Science and Technology, Thammasat University*

Received: March 30, 2024; Revised: December 21, 2024; Accepted: December 24, 2024; Published: December 28, 2024

ABSTRACT – The elderly population is increasing rapidly in Thailand, with the majority of seniors living alone at home. Statistics reveal that, on average, four elderly individuals die each day due to falls. This research develops a standing up notification system for the elderly using Raspberry Pi to transmit motion image when they rise from bed. The image is processed using keypoint extraction, and the extracted points are used to verify the correctness of the standing posture by calculating suitable angles from various body parts. The comparison of the detection accuracy of standing postures between two libraries, MediaPipe and OpenPose, using the Root Mean Square Error (RMSE) and Mean Absolute Error (MAE) shows that MediaPipe has lower errors at 25.19 and 20.35, respectively. The accuracy of standing posture detection is further validated by calculating angles in various degrees, revealing an overall highest average accuracy of 74.55%.

KEYWORDS: Elderly, Raspberry Pi, MediaPipe, OpenPose

บทคัดย่อ -- ผู้สูงอายุกำลังเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในประเทศไทย ผู้สูงอายุส่วนใหญ่ต้องอยู่บ้านเพียงลำพัง จากสถิติพบว่า ผู้สูงอายุมีอัตราการเสียชีวิตจากการล้มเฉลี่ย 4 คนต่อวัน งานวิจัยนี้จึงพัฒนาระบบแจ้งเตือนการลุกยืนสำหรับผู้สูงอายุ โดยใช้ Raspberry Pi ในการรับส่งข้อมูลการเคลื่อนไหวของผู้สูงอายุขณะลุกยืนจากเตียง ประมวลผลด้วยการใช้ไลบรารีสกัดจุดสำคัญในภาพมนุษย์และนำจุดที่ได้มาตรวจสอบการลุกยืนว่ามีท่าการลุกที่ถูกต้องจากสูตรการคำนวณหามุมที่เหมาะสมจากส่วนต่างๆ ในร่างกาย ผลจากการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนของการตรวจจับท่าทางการลุกยืนระหว่างสองไลบรารีได้แก่ มีเดียไปป์ และโอเพ่นโพส โดยใช้ค่าอาร์เอ็มเอสอี และเอ็มเออี พบว่าไลบรารีมีเดียไปป์มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าอยู่ที่ 25.19 และ 20.35 ตามลำดับ และมีการตรวจสอบความแม่นยำของท่าทางการลุกยืน จากการใช้สูตรการคำนวณหามุมที่เหมาะสมในองศาต่างๆ สรุปได้ว่าค่าเฉลี่ยของความแม่นยำที่สูงที่สุดในการตรวจจับท่าการลุกยืนคือ 74.55%

คำสำคัญ: ผู้สูงอายุ, Raspberry Pi, มีเดียไปป์, โอเพ่นโพส

*Corresponding Author: non_krit@tu.ac.th

1. บทนำ

ประเทศไทยกำลังเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุอย่างรวดเร็ว จากข้อมูล [1] แสดงให้เห็นว่าภายในปี 2566 จำนวนผู้สูงอายุจะเพิ่มขึ้นเป็น 12 ล้านคน และสัดส่วนประชากรผู้สูงอายุในเดือนมิถุนายน 2566 เพิ่มขึ้นมากถึง 2.36% เมื่อเทียบกับสัดส่วนประชากรผู้สูงอายุในปี 2565 นอกจากนี้ยังคาดการณ์ได้ว่าในอีก 20 ปีข้างหน้า ประชากรสูงอายุจะมีถึง 20 ล้านคน หรืออาจกล่าวได้ว่า 31% ของประชากรทั้งประเทศเป็นผู้สูงอายุ

ร่างกายของผู้สูงอายุจะเสื่อมโทรมไปตามกาลเวลา โดยจะเสื่อมโทรมมากหรือน้อยขึ้นกับปัจจัยต่าง ๆ การทำกิจกรรมต่าง ๆ จึงมีความเสี่ยงสูงที่จะเกิดการล้มได้ ในขณะเดียวกัน การล้มจะส่งผลให้ผู้สูงอายุบาดเจ็บและใช้เวลานานในการหายเป็นปกติ หากรุนแรงอาจต้องเข้ารักษาที่โรงพยาบาล หรืออาจเสียชีวิตได้ จากสถิติพบว่าผู้สูงอายุล้มมากถึง 3 ล้านคนในแต่ละปี โดยในจำนวนนี้ต้องได้รับการรักษาในสถานพยาบาล 60,000 คนต่อปี และในขณะเดียวกันมีผู้สูงอายุเสียชีวิตจากการล้มเฉลี่ย 4 คนต่อวัน [2] ผู้สูงอายุส่วนใหญ่ต้องอยู่ตามลำพังหรือหากมีผู้ดูแลก็ไม่สามารถดูแลได้ตลอดเวลา ทำให้เมื่อเกิดเหตุผู้สูงอายุล้มขึ้นในที่พักอาศัย ผู้สูงอายุจะไม่สามารถช่วยเหลือตัวเองได้ จนกว่าจะมีคนมาพบก็ใช้เวลานาน ซึ่งอาจเป็นอันตรายถึงชีวิตได้ ปัญหาดังกล่าวสามารถแก้ไขได้ด้วยการนำกล้องวงจรปิดมาติดตั้ง ซึ่งช่วยลดสถิติการเสียชีวิตจากการล้มได้ อย่างไรก็ตาม ก็ยังไม่มีเครื่องไปยังผู้ดูแลของผู้สูงอายุหรือคนอื่น ๆ ในปีพ.ศ. 2564 บริษัทแมกเวลล์ (Maxwell) ได้พัฒนาและเปิดตัวระบบแจ้งเตือนการล้มสำหรับผู้สูงอายุที่เรียกว่าเวย์ยาร์ โฮม (Vayyar Home) โดยสามารถแจ้งเตือนผู้ดูแลผู้สูงอายุเกี่ยวกับการล้มของผู้สูงอายุได้ผ่านแอปพลิเคชัน [3] อย่างไรก็ตามระบบดังกล่าวสามารถแจ้งเตือนเมื่อผู้สูงอายุล้มเท่านั้น ไม่สามารถแจ้งเตือนถึงกิจกรรมที่เสี่ยงต่อการล้มได้ การลุกขึ้นจากเตียงนอนสามารถทำให้เกิดอาการหน้ามืดและล้มหมดสติได้เช่นกัน [4] ผู้สูงอายุที่อยู่คนเดียวจำเป็นต้องมีความระมัดระวังมากขึ้น หรือหากมีผู้ดูแลก็ต้องดูแลอยู่อย่างใกล้ชิดก็จะสามารถช่วยป้องกันการล้มและช่วยเหลือผู้สูงอายุหากเกิดการล้ม

งานวิจัยนี้จึงพัฒนาระบบแจ้งเตือนการลุกขึ้นสำหรับผู้สูงอายุขึ้น โดยการประยุกต์ใช้ราสป์เบอร์รี่พาย (Raspberry Pi) เพื่อรับส่งข้อมูลระหว่างกล้องที่ใช้ตรวจจับความเคลื่อนไหวของผู้สูงอายุขณะลุกขึ้นจากเตียง การประมวลผลจะนำรูปที่

ได้มาใช้ไลบรารีสก็คจุดสำคัญในภาพมนุษย์ (Human Key Point Information) จากนั้นนำจุดที่ได้มาตรวจสอบการลุกขึ้นว่ามีท่าการลุกถูกต้องและตามขั้นตอนหรือไม่โดยอ้างอิงจาก [5] หากผู้สูงอายุลุกขึ้นผิดท่าหรือลุกขึ้นเร็วเกินไปจะมีเสียงแจ้งเตือนผ่านลำโพงที่เชื่อมต่อกับราสป์เบอร์รี่พาย

2. ทบทวนวรรณกรรม

จากการค้นคว้าของทีมวิจัยเพื่อออกแบบและพัฒนาระบบที่เกี่ยวข้องกับการใช้กล้องเพื่อตรวจจับและแยกแยะท่าทางต่าง ๆ จำนวนห้างานวิจัยดังนี้

งานวิจัยแรกเสนอโดยแดนนี่ โคเวอร์โก้ และคณะ [6] งานวิจัยนี้ได้เลือกใช้โอเพ่นโพส (Openpose) [7] ใช้เพื่อสร้างจุดต่าง ๆ บนร่างกายมนุษย์โดยใช้โครงข่ายประสาทแบบคอนโวลูชัน (Convolutional Neural Network) โดยได้ทำการทดลองด้วยชุดข้อมูล 2 ชุด ได้แก่ชุดข้อมูลภาพที่ถ่ายในสตูดิโอ และชุดข้อมูลจริงจากฟลิคอา (FlickrR) ซึ่งการทดลองด้วยชุดข้อมูลภาพที่ถ่ายในสตูดิโอมีความแม่นยำสูงกว่า 70% แต่การทดลองด้วยชุดข้อมูลจริงจากฟลิคอาจะมีความแม่นยำที่ลดลงจากการทดลองแรกเนื่องจากมีคนอยู่ในภาพจำนวนมากและเสื้อผ้าที่สวมใส่มีความหลากหลาย

งานวิจัยที่สองเสนอโดยพิทยานุส อัคร์ และคณะ [8] งานวิจัยนี้ได้พัฒนาระบบตรวจความผิดปกติของไหล่และเข้าโดยการวัดการเอียงของไหล่และระยะห่างของเข่า เพื่อตรวจสอบโรคขาโก่งและขาโค้ง ซึ่งงานวิจัย นี้เลือกใช้เบลซโพส (BlazePose) [9] สำหรับสร้างจุดต่าง ๆ ที่กำหนดบนร่างกายมนุษย์ และใช้ค่าอาร์กแทนเจนต์สำหรับการวัดความเอียงของไหล่และการวัดระยะของเข่า โดยการวัดความเอียงของไหล่และการวัดระยะของเข่ามีความคลาดเคลื่อนน้อยกว่า 10% แต่ระบบนี้จะสามารถวัดและให้คำตอบได้แม่นยำกับความจริงที่สุดในระยะ 2 เมตรเท่านั้น

งานวิจัยที่สามเสนอโดยซาจิง ดง และคณะ [10] งานวิจัยนี้ได้นำเสนอโครงสร้างวายเอชโพส (YH-Pose) ที่ใช้ตรวจจับท่าทางของคนงานในเหมืองถ่านหินจากคลิปวิดีโอเพื่อเพิ่มความปลอดภัยให้กับคนงานในเหมืองถ่านหิน โดยจะรวบรวมภาพจากเฟรมข้างเคียงเพื่อนำมาประมวลผล ซึ่งโครงสร้างนี้จะแบ่งเป็นสามขั้นตอนได้แก่ การตรวจจับมนุษย์เพื่อหาตำแหน่งของมนุษย์โดยใช้โยโลวีเซเวน (YOLOv7) [11] การใช้แผนที่ความร้อนเพื่อยืนยันว่าเป็นมนุษย์จริงจากความ

รื้อน และการใช้โมดูลสเปเชียลโรด (SRM ย่อมาจาก Spatial Road Module) ในการคาดการณ์ตำแหน่งของจุดในเฟรมถัดไป จากผลการทดลองรวม 3,600 วิดีโอสรุปได้ว่าโครงสร้างนี้มีความแม่นยำอยู่ที่ 80% และ ความแม่นยำของการสร้างจุดต่าง ๆ ที่กำหนดบนร่างกายมนุษย์ 94.2%

งานวิจัยที่เสนอโดยแอนเดรีย โลโบ และคณะ [12] งานวิจัยนี้ได้พัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของท่าโยคะจากกล้องเว็บแคม โดยในงานวิจัยนี้ได้เลือกมีเดียไปป์ (MediaPipe) [13] สำหรับสร้างจุดบนร่างกายมนุษย์ และสมการเชิงเส้นในการตรวจสอบความถูกต้องของท่าโยคะในแต่ละท่า โดยการคำนวณมุมจากจุดที่อยู่บนร่างกาย และจะแสดงผลความผิดพลาดของจุด บนหน้าจอเพื่อให้ผู้ใช้สามารถปรับให้ถูกต้องได้

งานวิจัยที่นำเสนอโดยเมิ่งฉี เกา และคณะ [14] งานวิจัยนี้ได้เสนอระบบเพื่อตรวจจับการล้มของผู้สูงอายุด้วยกล้องเว็บแคม ซึ่งโอเพ่นโพสถูกใช้เพื่อสร้างจุดต่าง ๆ บนร่างกายมนุษย์ เพราะสามารถทำงานได้อย่างรวดเร็ว และใช้โมบายเน็ตวีทู (MobileNetV2) เพื่อตรวจจับการล้มของผู้สูงอายุ โดยทดลองการทำงานกับชุดข้อมูลเปิด 2 ชุด ซึ่งผลการทดลองระบบที่เสนอพบว่า มีความแม่นยำที่ 98.6% และ 99.75%

3. วิธีดำเนินงาน

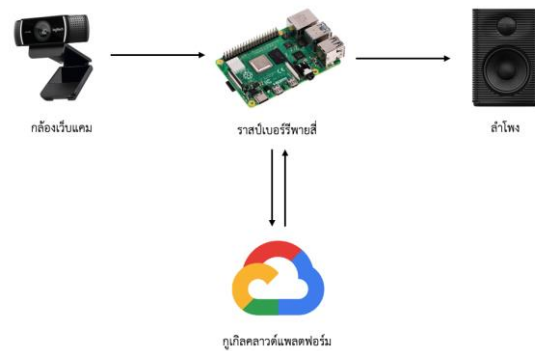
3.1 สถาปัตยกรรมระบบ

งานวิจัยนี้ใช้อุปกรณ์จำนวนสามรายการคือ ราสป์เบอร์รี่พายสี่โมเดลบี (Raspberry Pi4 model B) กล้องเว็บแคม (Web Cam) และลำโพง (Speaker) โดยราสป์เบอร์รี่พายสี่ทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อกล้องเว็บแคม ลำโพง และใช้ในการรับส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ทั้งสอง สำหรับกล้องเว็บแคมจะใช้เพื่อบันทึกภาพผู้สูงอายุตลอดเวลาโดยมีการใช้ไลบรารีเอฟเอชเว็บแคม (Fsw webcam) สำหรับรูปแบบการติดตั้งระบบแสดงตามรูปที่ 2 โดยจะต้องวางกล้องไว้ในตำแหน่งขอบเตียงด้านใดด้านหนึ่งเพื่อให้กล้องเห็นภาพของผู้สูงอายุขณะลุกขึ้น

การทำงานของระบบมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1

ราสป์เบอร์รี่พายสี่ให้กล้องเว็บแคมบันทึกภาพและส่งภาพที่บันทึกไปยังกูเกิลคลาวด์แพลตฟอร์ม (Google Cloud Platform) ตามรูปที่ 1



รูปที่ 1. สถาปัตยกรรมซอฟต์แวร์ของระบบ

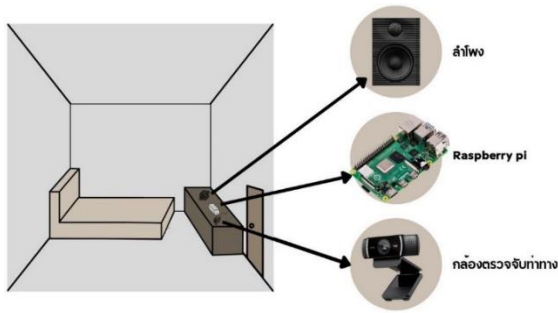
ขั้นตอนที่ 2

มีเดียไปป์ [13] ถูกใช้เพื่อหาจุดสำคัญในภาพ ซึ่งใช้เทคนิคที่เรียกว่าการประมาณท่า (Pose Estimation) เพื่อตรวจจับและสร้างโครงสร้างโครงกระดูกจากรูปภาพหรือวิดีโอ โดยมีสองขั้นตอนย่อยคือ

- การตรวจจับจุดสำคัญ (Key Point Detection) ในขั้นตอนนี้ไลบรารีตรวจจับจุดสำคัญบนร่างกาย เช่น ข้อต่อ และบริเวณอื่น ๆ ของร่างกาย อย่างไรก็ตามสำหรับผู้สูงอายุที่มีอาการหลังค่อมอาจมีความคลาดเคลื่อนในการตรวจจับจุดสำคัญ
- การสร้างโครงสร้างโครงกระดูก (Skeletonization) จากจุดสำคัญที่ตรวจจับได้ไลบรารีจะเชื่อมต่อจุดนี้เข้าด้วยกันเพื่อสร้างโครงสร้างโครงกระดูกของร่างกาย

ผลลัพธ์ที่ได้เป็นข้อมูลที่แสดงตำแหน่งของจุดสำคัญบนร่างกาย ซึ่งงานวิจัยนี้เลือกจุดสำคัญทั้งหมด 10 จุดตามรูปที่ 3 ดังนี้

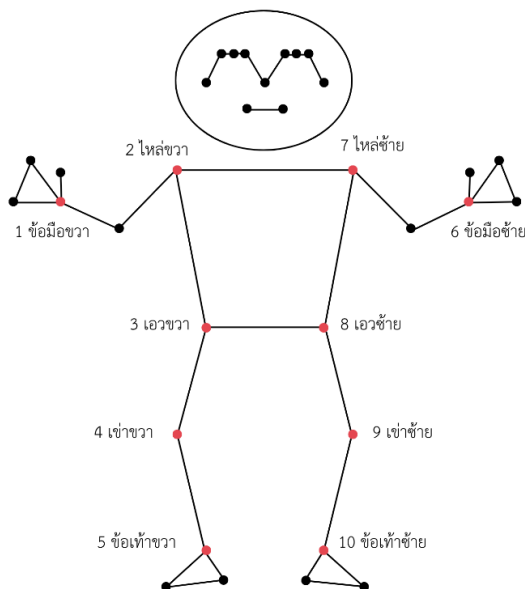
- จุดที่ 1 ข้อมือขวา
- จุดที่ 2 ไหล่ขวา
- จุดที่ 3 เอวขวา
- จุดที่ 4 เข่าขวา
- จุดที่ 5 ข้อเท้าขวา
- จุดที่ 6 ข้อมือซ้าย
- จุดที่ 7 ไหล่ซ้าย
- จุดที่ 8 เอวซ้าย
- จุดที่ 9 เข่าซ้าย
- จุดที่ 10 ข้อเท้าซ้าย



รูปที่ 2. ตัวอย่างการติดตั้งระบบ

ขั้นตอนที่ 3

จากนั้นนำข้อมูลแต่ละจุดที่ได้ซึ่งเก็บจุดในระบบพิกัด (x, y) ไปใช้ในการวิเคราะห์ท่าลุกขึ้นต่อไปว่าผู้สูงอายุกำลังลุกขึ้นด้วยท่าอะไร และเป็นตามขั้นตอนท่าที่ 1 ถึง 4 ตามลำดับหรือไม่ เมื่อตรวจสอบแล้วพบว่าผู้สูงอายุลุกขึ้นผิดท่าหรือลุกขึ้นเร็วเกินไป ระบบจะส่งข้อมูลกลับไปให้ราสป์เบอร์รี่พายเพื่อเปิดคำแนะนำในการยืนผ่านลำโพง



รูปที่ 3. ตำแหน่งจุดสำคัญที่เลือกพร้อมหมายเลข

3.2 ท่าลุกขึ้น

การตรวจจับการลุกขึ้นของผู้สูงอายุจะมีการตรวจสอบท่าลุกขึ้นทั้งหมด 4 ท่า สำหรับการตรวจสอบท่าการลุกขึ้นแต่ละท่าจะทำการคำนวณหามุมที่เหมาะสมจากส่วนต่าง ๆ ในร่างกาย โดยอาศัยเวกเตอร์สองเวกเตอร์ การทำงานเริ่มจากสร้างเวกเตอร์แรกโดยการเลือกจุดที่ต้องการสองจุดเป็นจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุด ซึ่งแต่ละจุดเก็บค่าพิกัด (x, y) ระหว่างจุดสองจุด

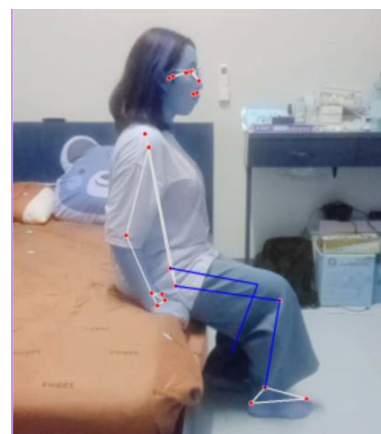
ดังกล่าว จากนั้นสร้างเวกเตอร์ที่สองในลักษณะเดียวกับเวกเตอร์ หลังจากนั้นหามุมระหว่างสองเวกเตอร์ดังกล่าวด้วยผลคูณเชิงสเกลาร์ (Dot Product) ตามสมการที่ 1 เมื่อ A คือเวกเตอร์ที่เกิดจากจุด (x_1, y_1) กับ (x_2, y_2) และ B คือเวกเตอร์ที่เกิดจากจุด (x_3, y_3) กับ (x_4, y_4) โดยสามารถแปลงให้อยู่การคำนวณได้ตามสมการที่ 2 เนื่องจากมุมที่ได้เป็นหน่วยเรเดียน (Radian) จึงต้องแปลงเป็นองศา (D) ด้วยสมการที่ 3 ซึ่งการตรวจสอบท่าการลุกขึ้นแต่ละท่าจะใช้จุดต่างกันดังนี้

$$\cos \theta = \frac{A \cdot B}{\|A\| \|B\|} \quad (1)$$

$$\cos \theta = \frac{(x_2 - x_1)(x_4 - x_3) + (y_2 - y_1)(y_4 - y_3)}{\sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} \sqrt{(x_4 - x_3)^2 + (y_4 - y_3)^2}} \quad (2)$$

$$D = \cos^{-1}(\theta) \cdot \frac{180}{\pi} \quad (3)$$

ท่าที่ 1 เป็นท่านั่ง สามารถทำนี้โดยให้ระดับเข่าอยู่ในระดับเดียวกันและถอยเท้าข้างที่ถนัดไปด้านหลัง การตรวจสอบท่านี้จะใช้มุมบริเวณเข่าสองข้าง มุมบริเวณเข่าข้างซ้ายจะประกอบไปด้วยเวกเตอร์สองเวกเตอร์ เวกเตอร์แรกสร้างจากจุดที่ 4 ถึงจุดที่ 3 กับเวกเตอร์ที่สองสร้างจากจุดที่ 4 ถึงจุดที่ 5 และมุมบริเวณเข่าข้างซ้ายจะประกอบไปด้วยเวกเตอร์สองเวกเตอร์ เวกเตอร์แรกสร้างจากจุดที่ 7 ถึงจุดที่ 6 กับเวกเตอร์ที่สองสร้างจากจุดที่ 7 ถึงจุดที่ 8 และทำการหาระยะห่างระหว่างองศาของมุมบริเวณเข่าข้างซ้ายและข้างขวา สำหรับช่วงองศาที่ถูกต้องจะอยู่ในช่วง 12 ถึง 50 องศา ตามรูปที่ 4



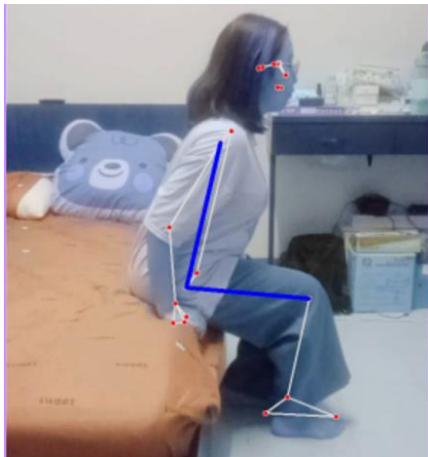
รูปที่ 4. ท่านั่ง

ท่าที่ 2 เป็นท่าโน้มลำตัวไปข้างหน้าเพื่อใช้น้ำหนักในการช่วยลุกขึ้น การตรวจสอบท่านี้จะใช้มุมระหว่างลำตัว

และคันทา ซึ่งประกอบไปด้วยเวกเตอร์สองเวกเตอร์ และสามารถคำนวณได้สองรูปแบบ

- เวกเตอร์แรกสร้างจากจุดที่ 3 ถึงจุดที่ 2 กับเวกเตอร์ที่สองสร้างจากจุดที่ 3 ถึงจุดที่ 4
- เวกเตอร์แรกสร้างจากจุดที่ 8 ถึงจุดที่ 7 กับเวกเตอร์ที่สองสร้างจากจุดที่ 8 ถึงจุดที่ 9

สำหรับช่วงองศาการโน้มตัวที่ถูกต้องจะอยู่ในช่วง 45 ถึง 80 องศาตามรูปที่ 5



รูปที่ 5. ท่าค้ำยัน

ท่าที่ 3 เป็นท่าค้ำยัน สามารถทำนี้โดยใช้แขนข้างที่ถนัดหรือทั้งสองข้างค้ำยันบนเตียงเพื่อช่วยพยุงตัว การตรวจสอบท่านี้จะใช้มุมระหว่างแขนและลำตัว ซึ่งประกอบไปด้วยเวกเตอร์สองเวกเตอร์ และสามารถคำนวณได้สองรูปแบบ

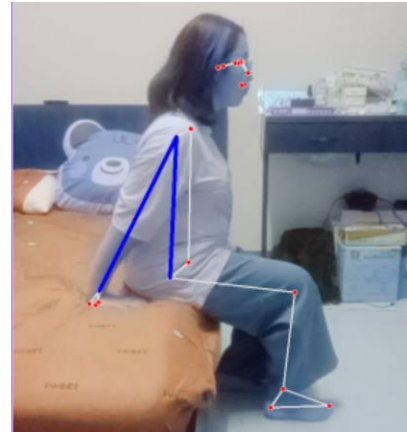
- เวกเตอร์แรกสร้างจากจุดที่ 2 ถึงจุดที่ 1 กับเวกเตอร์ที่สองสร้างจากจุดที่ 2 ถึงจุดที่ 3
- เวกเตอร์แรกสร้างจากจุดที่ 7 ถึงจุดที่ 6 กับเวกเตอร์ที่สองสร้างจากจุดที่ 7 ถึงจุดที่ 8

สำหรับช่วงองศาการค้ำยันเตียงที่ถูกต้องจะอยู่ในช่วง 25 ถึง 45 องศาตามรูปที่ 6

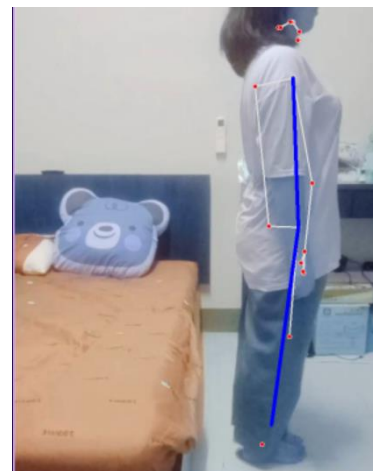
ท่าที่ 4 เป็นท่ายืนตรง การตรวจสอบท่านี้จะใช้มุมลำตัว ซึ่งประกอบไปด้วยเวกเตอร์สองเวกเตอร์ และสามารถคำนวณได้สองรูปแบบ

- เวกเตอร์แรกสร้างจากจุดที่ 3 ถึงจุดที่ 2 กับเวกเตอร์ที่สองสร้างจากจุดที่ 3 ถึงจุดที่ 5
- เวกเตอร์แรกสร้างจากจุดที่ 8 ถึงจุดที่ 7 กับเวกเตอร์ที่สองสร้างจากจุดที่ 8 ถึงจุดที่ 10

สำหรับช่วงองศาการยืนตรงที่ถูกต้องจะอยู่ในช่วง 170 ถึง 190 องศาตามรูปที่ 7



รูปที่ 6. ทำนั้งเอียงที่ถนัดหรือทั้งสองข้างค้ำยันบนเตียง



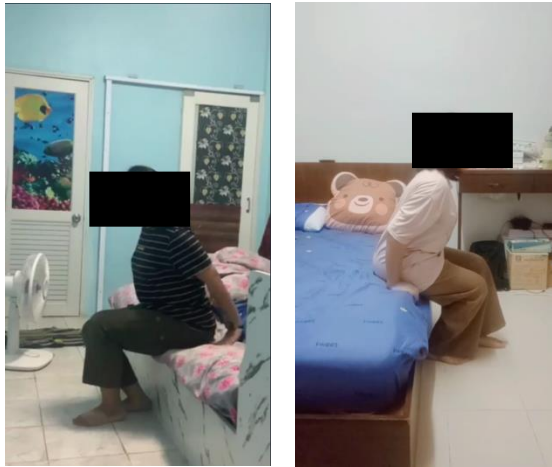
รูปที่ 7. ท่ายืนตรง

4. การทดลองและผลการทดลอง

งานวิจัยนี้จะทำการทดลองทั้งหมด 2 การทดลองคือ การทดลองเพื่อหาไคบลาที่ที่ดีที่สุดในการสกัดจุดสำคัญในภาพมนุษย์ และการทดลองเพื่อวัดความแม่นยำของสมการเชิงเส้นว่ามีความแม่นยำในการแยกแยะท่าต่างๆ ได้ดีเพียงใด

4.1 การเตรียมข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในการทดลองเป็นรูปภาพขนาด 720 x 1280 พิกเซล โดยเก็บข้อมูลจาก 2 ภาพวาดล้อมดังรูปที่ 8 (ก) และ (ข) รวมทั้งหมด 312 รูป ซึ่งรูปทั้งหมดจะเป็นรูปที่ถ่ายจากมุมข้างโดยจะมีทั้งหัวเตียงและปลายเตียง และกล้องจะถูกต้องอยู่ในระดับเดียวกับเตียง



(ก)

(ข)

รูปที่ 8. ตัวอย่างข้อมูลสภาพแวดล้อมที่ 1 (ก) และสภาพแวดล้อมที่ 2 (ข)

4.2 ไลบรารี

งานวิจัยนี้จะทำการทดลองกับไลบรารี 2 ไลบรารีได้แก่ มีเดียไปป์ และโอเพ่นโพส โดยจะนำรูปจากข้อมูลที่เตรียมมาทำการสกัดจุดสำคัญต่าง ๆ จากภาพด้วยมือดังรูปที่ 9 และนำพิกัดจากจุดต่าง ๆ มาเทียบกับพิกัดที่ไลบรารีสามารถสกัดจุดสำคัญในภาพได้ โดยใช้ค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย หรือ อาร์เอ็มเอสอี (Root Mean Square Error : RMSE) และค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย หรือ เอ็มเออี (Mean Absolute Error : MAE) เพื่อหาว่าไลบรารีไหนมีค่าทั้งสองน้อยที่สุด



รูปที่ 9. โปรแกรมบันทึกจุดสำคัญต่าง

ตารางที่ 1. ค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย และค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย

ไลบรารี	อาร์เอ็มเอสอี	เอ็มเออี
มีเดียไปป์	25.19	20.35
โอเพ่นโพส	109.48	61.20

จากตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่าไลบรารีมีเดียไปป์จะมีค่าอาร์เอ็มเอสอีอยู่ที่ 25.19 และเอ็มเออีอยู่ที่ 20.35 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าไลบรารีโอเพ่นโพสที่มีค่าอาร์เอ็มเอสอี และเอ็มเออีที่ 109.48 และ 61.20 ตามลำดับ จึงทำให้ไลบรารีมีเดียไปป์ถูกเลือกใช้เพื่อสกัดจุดสำคัญในภาพมนุษย์ในงานวิจัยนี้

4.3 ความแม่นยำในการทำนายท่าทาง

ในการทดลองความแม่นยำโดยใช้คุณสมบัติของเวกเตอร์เพื่อตรวจสอบท่าทางการลุกขึ้นจากการใช้ไลบรารีมีเดียไปป์ โดยใช้สูตรการคำนวณหามุมที่เหมาะสมจากส่วนต่าง ๆ ในร่างกายพบว่าค่าที่เหมาะสมในท่าต่าง ๆ ได้แก่ แบบที่ 3 โดยที่ ท่าที่ 1 ที่ใช้ช่วงระยะห่างระหว่างองศาที่ถูกต้องอยู่ที่ 12 ถึง 50 องศา มีความแม่นยำ 78.51% ท่าที่ 2 ที่ใช้ช่วงขององศาที่ถูกต้องอยู่ที่ 45 ถึง 80 องศา มีความแม่นยำ 69.86% ท่าที่ 3 ที่ใช้ช่วงขององศาที่ถูกต้องอยู่ที่ 25 ถึง 45 องศา มีความแม่นยำอยู่ที่ 72.05% และท่าที่ 4 ที่ใช้ช่วงองศาที่ถูกต้องอยู่ที่ 170 ถึง 190 องศา มีความแม่นยำอยู่ที่ 77.78% สรุปได้ว่าของสมการเชิงเส้นนี้สามารถทำนายท่าทางการลุกขึ้นได้ความเฉลี่ยอยู่ที่ 74.55% รองลงคือแบบที่ 1 และ 2 ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากันอยู่ที่ 73.91% แต่ในแบบที่ 1 จะมีความแม่นยำในท่าที่ 1 มากกว่า ในขณะที่แบบที่ 2 ความแม่นยำในท่าที่ 3 มากกว่า และตามด้วยแบบที่ 4 5 และ 6 มีค่าเฉลี่ยแต่ละท่าอยู่ที่ 70.76% 68.68% และ 64.89% ตามลำดับจากตารางที่ 2 ซึ่งในแต่ละแบบจะมีการปรับค่าองศาในแต่ละท่าที่ไม่แตกต่างกัน ดังต่อไปนี้

- แบบที่ 1 ท่าที่ 1 มืองศาอยู่ในช่วง 11 – 50 องศา และท่าที่ 3 มืองศาอยู่ในช่วง 30 – 45 องศา
- แบบที่ 2 ท่าที่ 1 มืองศาอยู่ในช่วง 12 – 50 องศา และท่าที่ 3 มืองศาอยู่ในช่วง 20 – 45 องศา
- แบบที่ 3 ท่าที่ 1 มืองศาอยู่ในช่วง 12 – 50 องศา และท่าที่ 3 มืองศาอยู่ในช่วง 25 – 45 องศา
- แบบที่ 4 ท่าที่ 1 มืองศาอยู่ในช่วง 12 – 50 องศา และท่าที่

- 3 เมืองสาอยู่ในช่วง 30 – 45 องศา
- แบบที่ 5 ทำที่ 1 เมืองสาอยู่ในช่วง 17 – 50 องศา และทำที่ 3 เมืองสาอยู่ในช่วง 25 – 45 องศา
- แบบที่ 6 ทำที่ 1 เมืองสาอยู่ในช่วง 17 – 50 องศา และทำที่ 3 เมืองสาอยู่ในช่วง 30 – 45 องศา

ตารางที่ 2. ค่าความแม่นยำของสมการเชิงเส้นในการทำนายค่า

แบบ	ทำที่ 1	ทำที่ 2	ทำที่ 3	ทำที่ 4	รวม
1	89.29%	73.03%	55.56%	77.78%	73.91%
2	74.80%	63.56%	79.12%	77.78%	73.91%
3	78.51%	69.86%	72.05%	77.78%	74.55%
4	76.65%	73.03%	55.56%	77.78%	70.76%
5	53.17%	69.86%	72.05%	79.63%	68.68%
6	53.17%	73.03%	55.56%	77.78%	64.89%

5. สรุปผลการดำเนินงาน

การพัฒนาระบบแจ้งเตือนการลุกขึ้นสำหรับผู้สูงอายุจากการใช้รหัสบาร์โค้ด ในการรับส่งข้อมูลระหว่างกล้องที่ใช้ในการตรวจจับความเคลื่อนไหวของผู้สูงอายุขณะลุกขึ้นจากเตียง และประมวลผลด้วยการใช้ไลบรารีที่ติดตั้งในภาพมนุษย์ในการตรวจจับท่าทางและนำจุดที่ได้มาตรวจสอบการลุกขึ้นว่ามีการลุกขึ้นที่ถูกต้องจากสูตรการคำนวณหามุมที่เหมาะสมจากส่วนต่าง ๆ ในร่างกาย โดยมีการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนของการตรวจจับท่าทางการลุกขึ้นระหว่างสองไลบรารีได้แก่มีเดียไปป์ และโอเพ่นโพส ด้วยวิธีการหาค่าอาร์เอ็มเอสอี และเอ็มเออี พบว่าไลบรารีมีเดียไปป์มีค่าของอาร์เอ็มเอสอีและเอ็มเออีอยู่ที่ 25.19 และ 20.35 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าไลบรารีโอเพ่นโพสที่มีค่าอาร์เอ็มเอสอีและเอ็มเออีอยู่ที่ 109.48 และ 61.20 ตามลำดับ นั่นหมายถึงไลบรารีมีเดียไปป์มีประสิทธิภาพมากกว่าไลบรารีโอเพ่นโพสในการตรวจจับท่าทางการลุกขึ้น จึงเลือกใช้ไลบรารีมีเดียไปป์ในการสกัดจุดสำคัญในภาพมนุษย์ และมีการตรวจสอบความแม่นยำในการตรวจสอบท่าทางการลุกขึ้นจากการใช้ไลบรารีมีเดียไปป์โดยใช้สูตรการคำนวณหามุมที่เหมาะสมในองศาต่าง ๆ สรุปได้

ว่าไลบรารีมีเดียไปป์มีค่าเฉลี่ยของความแม่นยำที่สูงที่สุดในการตรวจจับท่าทางการลุกขึ้นได้แก่แบบที่ 3 คือ 74.55%

จากการทดลองในงานวิจัยนี้ การพัฒนาระบบแจ้งเตือนการลุกขึ้นสำหรับผู้สูงอายุในอนาคตจะมีการพัฒนาสามารถในการคำนวณมุมต่าง ๆ เพื่อเพิ่มความแม่นยำของการตรวจจับท่าทางเพิ่มความหลากหลายในการทดลองมากขึ้นเพื่อให้สามารถรองรับการทำงานได้ในหลายสถานการณ์ และอาจมีการนำไปประยุกต์ใช้กับกลุ่มเป้าหมายอื่นที่ไม่ใช่แค่ผู้สูงอายุ เช่น ผู้มีปัญหาทางการเคลื่อนไหว หรือเด็กที่ต้องการการดูแลอย่างใกล้ชิด

เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมกิจการผู้สูงอายุ, “สถิติผู้สูงอายุ มิถุนายน 2566 by Looker Studio,” [ออนไลน์] 2566. สืบค้นวันที่ 18 พฤศจิกายน 2566, <https://www.dop.go.th/th/known/side/1/1/2449>
- [2] กรมควบคุมโรค, “กรมควบคุมโรค ห่วงผู้สูงอายุพลัดตกหกล้มในช่วงฤดูฝน แนะนำใส่รองเท้าที่พื้นมีดอกยาง และประเมินความเสี่ยงการหกล้มอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง ที่สถานพยาบาลใกล้บ้าน,” [ออนไลน์] 2565. สืบค้นวันที่ 18 พฤศจิกายน 2566, <https://ddc.moph.go.th/odpc7/news.php?news=26077&deptcode=odpc7>
- [3] Maxwell, Vayyar Home. ระบบตรวจจับการล้ม หดกังวลกับเหตุการณ์ผู้สูงอายุล้มแล้วไม่มีใครรู้. สืบค้นเมื่อ 18 พฤศจิกายน 2566, <https://www.maxwell.co.th/vayyar-home>
- [4] Pobpad. ลูกแล้วหน้ามีด อาการที่คุณไม่ควรเพิกเฉย. สืบค้นวันที่ 18 พฤศจิกายน 2566, <https://www.pobpad.com/ลูกแล้วหน้ามีด-อาการที่>
- [5] La-Z-boy of Thailand. การลุกขึ้นอย่างปลอดภัย...ในผู้สูงอายุ, La-Z-boy of Thailand. สืบค้นวันที่ 21 ธันวาคม 2567, <https://www.lazboythailand.com/th/inspiration/21/sanding-safely-...-in-the-elderly>
- [6] D. Kowerko, D. Richter, M. Heinzig, S. Kahl, S. Helmert, and G. Brunnett, “Evaluation of CNN-based algorithms

- for human pose analysis of persons in red carpet scenarios," in Gesellschaft für Informatik, Bonn, pp. 2201–2209, 2017.
- [7] Z. Cao, G. Hidalgo, T. Simon, S. -E. Wei and Y. Sheikh, "OpenPose: Realtime Multi-Person 2D Pose Estimation Using Part Affinity Fields," in IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 43 (1): 172-186, 2021.
- [8] F. Akhyar et al., "Shoulder and Knee Abnormality Examination Based on Artificial Landmark Estimation," in 2023 Sixth International Symposium on Computer, Consumer and Control (IS3C), Taichung, Taiwan, pp. 36-39, 2023.
- [9] V. Bazarevsky, Y. Kartynnik, K. Raveendran, M. Grundmann, and A. Vakunov, "BlazePose: On-device Real-time Body Pose tracking," arXiv:2006.10204v1 [cs.CV], Jun. 2020.
- [10] X. Dong et al., "Yh-Pose: Human pose estimation in complex coal mine scenarios," Engineering Applications of Artificial Intelligence, 127: 107338, 2024.
- [11] C. -Y. Wang, A. Bochkovskiy and H. -Y. M. Liao, "YOLOv7: Trainable Bag-of-Freebies Sets New State-of-the-Art for Real-Time Object Detectors," in 2023 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), Vancouver, BC, Canada, pp. 7464-7475, 2023.
- [12] A. Lobo, J. Lobo, A. Joy and I. A. Mirza, "Yoga Correction Using Machine Learning," in 2022 2nd Asian Conference on Innovation in Technology (ASIANCON), Ravet, India, pp. 1-6, 2022.
- [13] C. Lugaresi et al., "MediaPipe: A Framework for Building Perception Pipelines," arXiv:1906.08172 [cs.DC], Jun. 2019.
- [14] M. Gao et al., "Fall detection based on OpenPose and mobilenetv2 network," IET Image Processing, 17(3): 722–732, 2022.