

การประเมินความเสี่ยงต่อการล้มในผู้สูงอายุจากท่าทางการเดิน โดยการสกัดคุณลักษณะเฉพาะของข้อต่อ

Fall Risk Assessment in Older Persons via Gait Patterns

Utilizing Joint-Specific Feature Extraction

เดชัชฐ์ พิลาคลักษณ์^{1a} สุรีย์ พุมรินทร์^{1b*} และ เขวฤทธิ์ เงินไธสง²

¹ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย tted.phk@gmail.com^a suree.p@chula.ac.th^{b*}

²ศูนย์ส่งเสริมสุขภาพผู้สูงอายุ คณะพยาบาลศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย chaowarit.n@chula.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้เสนอแนวทางการประเมินความเสี่ยงต่อการหกล้มในการก้าวเดินของผู้สูงอายุ โดยการวิเคราะห์ลักษณะการเดินจากสัญญาณวิดีโอที่บันทึกจากกล้อง ด้วยการให้ผู้สูงอายุกระทำการทดสอบลุกขึ้นเดิน (Time Up and Go) โดยที่ระบบจะประเมินความเร็วช่วงก้าว ความยาวก้าว และความถี่ในการก้าว เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการดูแลผู้สูงอายุและลดความเสี่ยงของการหกล้มในชีวิตประจำวัน การทดลองใช้แบบจำลอง YOLOv11-Pose ในการตรวจจับจุดเฉพาะของข้อต่อจากข้อมูลการบันทึกสัญญาณวิดีโอที่บันทึกจากกล้อง ในการทดสอบลุกขึ้นเดินของผู้สูงอายุ และนำข้อมูลมาเรียบเรียงและแปลงเป็นสัญญาณเชิงเวลาและความถี่ เพื่อนำมาวิเคราะห์ลักษณะการเดิน โดยการวิเคราะห์ที่ได้ผลคือความเร็วช่วงก้าว และความยาวก้าวเดิน แต่การวิเคราะห์ยังได้ผลไม่แม่นยำพอที่ส่วนการวิเคราะห์ความถี่ของการก้าวเดิน ผลจากการวิเคราะห์สามารถแบ่งระดับความเสี่ยงในการล้มได้ 3 ระดับ คือ ต่ำ ปานกลาง และสูง ซึ่งสอดคล้องกับการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ และสามารถใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการคัดกรองประเมินความเสี่ยงในการหกล้มของผู้สูงอายุในเบื้องต้นก่อนการวินิจฉัยเชิงลึกได้ต่อไป

คำสำคัญ: การวิเคราะห์ท่าทางการเดิน ความเสี่ยงในการล้ม ผู้สูงอายุ YOLOv11-Pose การทดสอบลุกขึ้นเดิน

Abstract

This paper presents a method for assessing the risk of falls in the gait of older persons. This is accomplished by analyzing gait traits obtained from Timed Up and Go (TUG) test video signals captured by the camera. The system evaluates gait parameters, specifically stride velocity, stride length, and stride frequency, to facilitate geriatric care and mitigate fall-related risks in daily living activities. An experimental investigation of the YOLOv11-Pose model for joint keypoint localization utilizing camera-captured video signal data. The data were then processed and transformed into time-frequency signals for gait analysis. The analysis yielded favorable results for gait speed

and stride length but showed limited accuracy in stride frequency analysis. The analysis results were used to classify fall risk into three levels: low, moderate, and high, which aligned with expert assessments. This method can serve as a preliminary screening tool for assessing fall risk in older persons prior to in-depth diagnosis.

Keywords: Gait Analysis, Fall Risk, Older Persons, YOLOv11-Pose, Time Up and Go

1. บทนำ

การหกล้มในผู้สูงอายุ เป็นอีกหนึ่งปัญหาใหญ่ที่ส่งผลถึงการเสียชีวิต [1-3] ตัวอย่างเช่น เมื่อผู้สูงอายุหกล้มแล้วมีอาการกระดูกสะโพกหักจะมีโอกาสเสียชีวิตภายในระยะเวลาไม่กี่ปี การหกล้มยังส่งผลอีกมากมาย เช่น การฟกช้ำ ปวดหลัง กระดูกหัก อีกทั้งยังอาจส่งผลให้ผู้สูงอายุกลายเป็นผู้ป่วยติดเตียงหรือพิการ ไม่สามารถเดินได้ตามปกติอีก เทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทสำคัญในการวิเคราะห์และป้องกันการล้มของผู้สูงอายุ การวิเคราะห์ลักษณะการเดิน (gait analysis) [4-5] ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการคาดการณ์ความเสี่ยงต่อการพลัดตกหกล้ม (fall risk) ในกลุ่มประชากรผู้สูงอายุ [6-7] โดยระบบที่พัฒนาขึ้นจะใช้การวิเคราะห์ความเร็วช่วงก้าวเดิน ระยะก้าว และความถี่ในการก้าวเดิน และประเมินความเสี่ยงในการล้มของผู้สูงอายุจากสัญญาณวิดีโอที่บันทึกการเดินของผู้สูงอายุ ที่บันทึกจากกล้อง

จากการทบทวนวรรณกรรม พบว่า ปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยีมาช่วยในการประเมินความเสี่ยงการหกล้มในผู้สูงอายุที่บ้านมากขึ้น แต่ยังคงต้องใช้ร่วมกับการประเมินจากบุคลากร เพื่อให้ได้การประเมินที่ครอบคลุม [8] อย่างไรก็ตามยังมีข้อจำกัดของจำนวนบุคลากรทางการแพทย์ในการไปประเมินผู้สูงอายุที่บ้านไม่เพียงพอ [9] ดังนั้นจึงต้องการเครื่องมือที่ช่วยประเมินความเสี่ยงการหกล้มจากการก้าวเดินของผู้สูงอายุที่มีความแม่นยำ สดวก ปลอดภัย รวมถึงเหมาะสมกับบริบทของแต่ละพื้นที่ [10]

บทความนี้เสนอการนำแบบจำลองที่ถูกฝึกฝนมาแล้ว ได้แก่ You Only Look Once (YOLO) [11-12] มาใช้ในงานระบุตำแหน่งข้อต่อเพื่อใช้ในการเตรียมข้อมูลไปวิเคราะห์แบบเป็นขั้นตอน ซึ่งแบบจำลอง YOLO เป็นหนึ่งในแบบจำลองการเรียนรู้เชิงลึกที่มีประสิทธิภาพสูงในการตรวจจับ

วัตถุในภาพและสัญญาณวิดีโอที่ส่งผลจากการวิเคราะห์ทำให้สามารถคาดการณ์การเดินที่มีความเสี่ยงในการล้มของผู้สูงอายุ ซึ่งถือเป็นการประยุกต์ใช้งานที่มีประสิทธิภาพในด้านการตรวจจับวัตถุแบบเวลาจริง ทำให้สามารถนำมาใช้งานในการระบุและวิเคราะห์ท่าทางการเดินของผู้สูงอายุได้อย่างแม่นยำ

โดยที่ขั้นตอนวิธีที่นำเสนอจะนำข้อมูลจากการเรียนรู้ของเครื่องมาวิเคราะห์เพื่อใช้ในการคาดการณ์การความเสี่ยงในการล้ม ของผู้สูงอายุ เป็น 3 ระดับ คือ ต่ำ ปานกลาง และสูง ขณะทำแบบทดสอบลุกขึ้นเดิน (Time Up and Go) โดยการคาดการณ์จากขั้นตอนวิธีนี้เป็นการคาดการณ์ขั้นต้นซึ่งจะช่วยให้พยาบาลหรือผู้ช่วยพยาบาลสามารถนำมาประเมินได้อย่างรวดเร็วและเฉพาะเจาะจงมากขึ้น ก่อนที่จะให้ผู้เชี่ยวชาญเข้ามาตรวจสอบ การคัดกรองเบื้องต้นจะช่วยลดภาระงานของผู้เชี่ยวชาญและการให้บริการดูแลผู้สูงอายุได้อย่างทั่วถึง

2. การประเมินความเสี่ยงในการล้มของผู้สูงอายุ

2.1 แบบทดสอบการลุกขึ้นเดิน (Time Up and Go Test)

แบบทดสอบการลุกขึ้นเดิน[13] เป็นเครื่องมือที่ใช้ทดสอบความสมดุลของร่างกาย การทดสอบจะวิเคราะห์ความสามารถในการเคลื่อนที่ โดยการทดสอบจะใช้เก้าอี้หนึ่งตัวที่มีที่เท้าแขนที่จุดเริ่มต้น ในพื้นที่โล่ง ไม่มีสิ่งกีดขวาง วัดระยะทาง 3 เมตร เพื่อกำหนดจุดกลับตัว เริ่มการทดสอบโดยให้ผู้ทดสอบนั่งบนเก้าอี้ ผู้ควบคุมการทดสอบเริ่มจับเวลาเมื่อผู้ทดสอบเริ่มลุกจากเก้าอี้ ผู้ทดสอบจะเดินไปข้างหน้าด้วยความเร็วปกติและสามารถใช้อุปกรณ์ช่วยเดินที่ใช้ในชีวิตประจำวันได้ จากนั้นกลับหลังหันและเดินกลับมานั่งที่เก้าอี้ ผู้ควบคุมการทดสอบจะหยุดเวลาเมื่อผู้ทดสอบนั่งลงบนเก้าอี้ ซึ่งหากใช้เวลามากกว่าหรือเท่ากับ 12 วินาที หรือทำไม่ได้ จะถือว่ามีความเสี่ยงในการล้ม

2.2 ความเร็วช่วงก้าว (Gait Speed)

ความเร็วช่วงก้าวหรือความเร็วเฉลี่ยของการเดิน[14] คือระยะทางที่เดินได้ในหนึ่งหน่วยเวลา ซึ่งในกรณีนี้เราจะใช้การคำนวณจากการตรวจจับการเคลื่อนไหวของข้อเท้า จากการตรวจจับตำแหน่งของจุดเฉพาะ (keypoints) บนข้อเท้า ด้วย YOLOv11 จะได้ข้อมูลออกมาเป็นตำแหน่ง (x, y) ของข้อเท้าซ้ายและขวา และนำข้อมูลที่บันทึกมาวิเคราะห์จากการเดินในแบบทดสอบการลุกขึ้นเดินโดยมีวิธีคำนวณดัง สมการที่ (1)

$$Gait\ Speed = \frac{Distance\ Walked}{Time\ Taken} \quad (1)$$

โดยในสมการที่ (1) Gait Speed คือ ความเร็วในการเดิน มีหน่วยเป็น เมตรต่อวินาที Distance Walked หมายถึง ระยะทางการเดิน โดยการศึกษาที่ใช้แบบทดสอบการลุกขึ้นเดินโดยระยะทางเดินไปกลับจะเท่ากับ 6 เมตร ส่วน Time Taken หมายถึง ระยะเวลาที่ใช้ในการเดินในการทดสอบแบบทดสอบการลุกขึ้นเดิน มีหน่วยเป็น วินาที

2.3 ความถี่ในการก้าวเดิน (Stride Frequency)

ความถี่ในการก้าวเดิน (stride length) หมายถึงจำนวนก้าวที่ครบวงจรที่เกิดขึ้นใน 1 วินาที จำนวนก้าวเดินที่เกิดขึ้นต่อหน่วยเวลา ซึ่งสามารถคำนวณได้จาก การตรวจจับตำแหน่ง (x, y) ของข้อเท้าและข้อเท้าและนำมาคำนวณต่อโดยวิธีการคำนวณมี 4 ขั้นตอนดังนี้ คือ

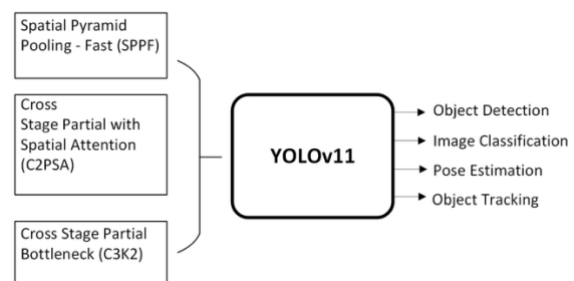
- 2.3.1 ตรวจจับตำแหน่ง: โดยใช้ YOLOv11 ในการตรวจจับตำแหน่งของร่างกายเช่นตำแหน่งของข้อเท้า ข้อ และสะโพกในแต่ละเฟรมของสัญญาณวิดีโอ
- 2.3.2 ติดตามการเคลื่อนไหว: โดยการติดตามการเคลื่อนไหวของข้อเท้าในแต่ละเฟรมโดยเฉพาะการยกข้อเท้าขึ้นและลง
- 2.3.3 นับจำนวนรอบการเดิน: แต่ละรอบการเดิน (หนึ่งรอบคือการยกขาขึ้นและนำขาลง) จะเกิดขึ้นเมื่อข้อเท้าหรือเขมมีการเคลื่อนไหวเป็นวงจร ซึ่งอาจจะนับจำนวนรอบจากการที่ขาด้านหลังหนึ่งเริ่มจากการยกขึ้นและลงจนกลับสู่ตำแหน่งเริ่มต้น
- 2.3.4 คำนวณความถี่: ความถี่ในการเดินสามารถคำนวณได้จากจำนวนก้าวที่นับได้ในหนึ่งวินาที

2.4 ความยาวการก้าวเดิน (Stride Length)

ความยาวการก้าวเดินคือ ระยะที่ร่างกายเคลื่อนที่ได้ในการทำหนึ่งวงรอบก้าวเดิน (gait cycle) ซึ่งเริ่มต้นตั้งแต่จังหวะที่เท้าหนึ่งข้างสัมผัสพื้น (เช่น ส้นเท้าขวาแตะพื้น) จนกลับมาแตะพื้นอีกครั้งที่เท้าเดิม (ส้นเท้าขวากลับมาแตะพื้น) โดยผ่านช่วงการเหยียดขาไปด้านหน้าและด้านหลังครบหนึ่งรอบ ทั้งนี้หนึ่งวงรอบก้าวเดินประกอบด้วย ความยาวการก้าวเดิน 2 ครั้ง (ระยะจากเท้าซ้ายไปขวา รวมกับเท้าขวาไปซ้าย) ดังนั้นเราสามารถหาระยะการก้าวเดินได้

2.5 แบบจำลอง YOU ONLY LOOK ONCE (YOLOv11) [11]

YOLOv11 พัฒนาต่อยอดจากตระกูล YOLO (You Only Look Once) โดยนำเสนอสถาปัตยกรรมที่ได้รับการปรับปรุงเพื่อการตรวจจับวัตถุ ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 สถาปัตยกรรม YOLOv11 [11]

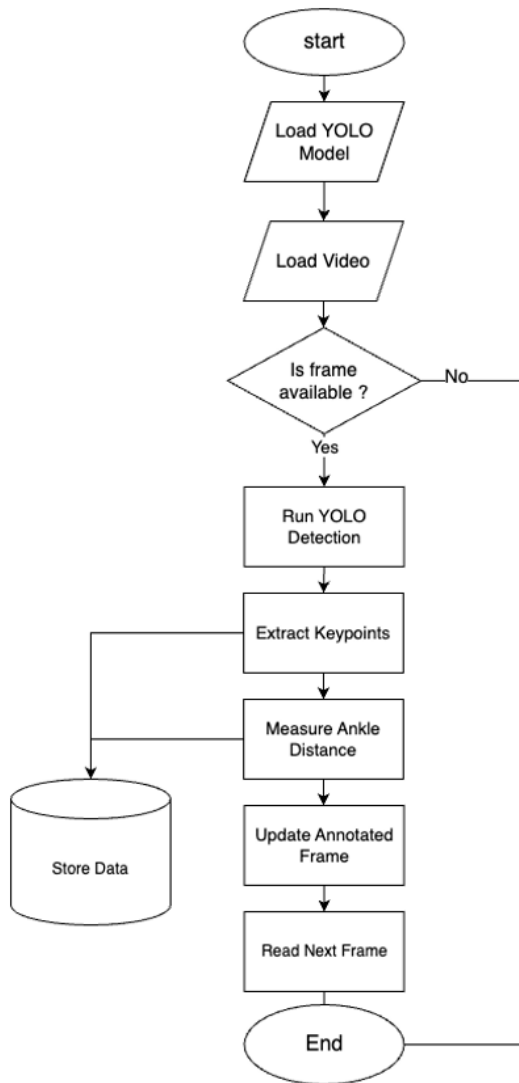
สะท้อนถึงการสูญเสียการควบคุมทางกล้ามเนื้อ ประสาทสัมผัส และความมั่นคงของการเคลื่อนไหว

กระบวนการวิเคราะห์ที่เริ่มต้นด้วยการประมวลผลสัญญาณวิดีโอที่ใช้แบบจำลอง YOLOv11-pose เพื่อตรวจจับและอ่านค่าจุดเฉพาะ (keypoints) ตามที่ระบุในตารางที่ 1 โดยจะเน้นการเก็บข้อมูลตำแหน่ง (x, y) ของข้อเท้าซ้าย (left ankle) และข้อเท้าขวา (right ankle) จากนั้นจึงคำนวณระยะห่างระหว่างข้อเท้าทั้งสองข้าง และบันทึกค่าที่ได้ในรูปแบบรายการข้อมูล (list) ซึ่งภาพรวมของฟังก์การทำงานแสดงในรูปที่ 2 และผลลัพธ์ที่ได้จากการดำเนินการแสดงในรูปที่ 3

ลำดับ	Keypoints
0	Nose
1	Left Eye
2	Right Eye
3	Left Ear
4	Right Ear
5	Left Shoulder
6	Right Shoulder
7	Left Elbow
8	Right Elbow
9	Left Wrist
10	Right Wrist
11	Left Hip
12	Wrist Hip
13	Left Knee
14	Right Knee
15	Left Ankle
16	Right Ankle

3. ขั้นตอนวิธีการวิเคราะห์ทำเดิน

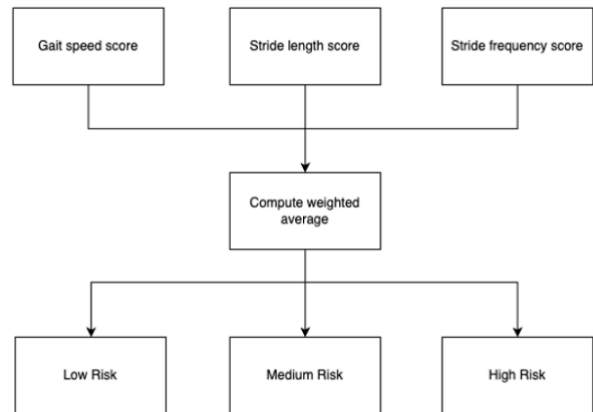
การเปลี่ยนแปลงลักษณะการเดินสามารถเป็นสัญญาณบ่งชี้ถึงปัญหาสุขภาพที่อาจนำไปสู่ความเสี่ยงในการพลัดตกหกล้ม โดยเฉพาะในผู้สูงอายุ ลักษณะการเดินที่ควรสังเกตและอาจเป็นสัญญาณเตือน ได้แก่ ความเร็วในการเดินที่ลดลง ซึ่งอาจสะท้อนถึงการเสื่อมของระบบกล้ามเนื้อหรือสมอง ส่วนที่ควบคุมการเคลื่อนไหว ผู้ที่เดินช้ากว่าปกติมักมีความเสี่ยงในการล้มสูงขึ้น เนื่องจากการเคลื่อนไหวที่ไม่มั่นคง ความถี่ของการก้าวเดิน การเดินที่มีความถี่ต่ำหรือไม่สม่ำเสมออาจบ่งบอกถึงการเสียสมดุลในการเคลื่อนไหว ซึ่งเพิ่มโอกาสในการสะดุดหรือล้ม ความถี่ที่ผิดปกติอาจเป็นผลมาจากความอ่อนแอของกล้ามเนื้อ หรือความไม่สัมพันธ์กันของระบบประสาท และระยะการก้าวเดิน ระยะก้าวเดินที่สั้นลงมีความสัมพันธ์กับความเสี่ยงในการล้มที่สูงขึ้นในผู้สูงอายุ เนื่องจากระยะก้าวที่สั้นลงจะ



รูปที่ 2 ภาพรวมผังการเตรียมข้อมูล



รูปที่ 3 ตัวอย่างภาพที่ใช้เก็บข้อมูล



รูปที่ 4 การคัดแยกความเสี่ยงในการล้ม

โดยการคัดแยกความเสี่ยงในการล้ม มีขั้นตอนวิธี แสดงดังรูปที่ 4 โดยเริ่มจากการกำหนดคะแนนค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละด้าน ได้แก่ ความเร็วช่วงก้าว ความยาวในการก้าวเดิน และ ความถี่ในการก้าวเดิน โดยแต่ละด้านจะได้รับคะแนนตามเกณฑ์การกระจายแบบเกาส์เซียน (Gaussian distribution) จากการแปลงค่าทางสถิติให้เป็นผลคะแนน (output score) ในช่วง 0 ถึง 1 เพื่อให้สามารถใช้เป็นเกณฑ์เตือนหรือการคัดแยกระดับความเสี่ยงต่อการล้มได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยตัวอย่างการแสดงผลการประเมินความเสี่ยงการล้ม แสดงที่ตารางที่ 2 และผลลัพธ์การคัดแยกระดับความเสี่ยงระดับต่ำ และ ระดับสูง ดังแสดงที่ รูปที่ 5 และ 6 ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความเสี่ยงการล้ม

วัตถุที่ค้น	ความเร็วช่วงก้าว	ระยะก้าว	ความถี่ในการก้าว	ระดับความเสี่ยง
Parent_01	เดินช้า (>12 วินาที)	สม่ำเสมอและสมดุล	สม่ำเสมอ ยกเว้นจังหวะหมุนตัว 360 องศา	สูง
Parent_02	เดินช้า (>12 วินาที)	ไม่ค่อยสม่ำเสมอ (รูปร่างท้วม)	ค่อนข้างสม่ำเสมอ ยกเว้นจังหวะหมุนตัว 360 องศาดูขยับ จังหวะเท้าถี่ ไม่ค่อยมั่นคง	สูง
Parent_03	เดินช้า (>12 วินาที)	สม่ำเสมอและสมดุล	สม่ำเสมอ ยกเว้นจังหวะหมุนตัว 360 องศา	สูง



รูปที่ 5 ผลการคัดแยกความเสี่ยงการล้มในระดับต่ำ



รูปที่ 6 ผลการคัดแยกความเสี่ยงการล้มในระดับสูง

4. สรุป

บทความนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความเสี่ยงการหกล้มของผู้สูงอายุผ่านการวิเคราะห์ท่าทางการเดิน โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) ด้วยแบบจำลองการเรียนรู้เชิงลึกร่วมกับการประมวลผลภาพและสัญญาณวิดีโอจากกล้อง ขณะที่ผู้ทดสอบกระทำแบบทดสอบลุกขึ้นเดิน ซึ่งแบ่งความเสี่ยงออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ต่ำ ปานกลาง และสูง โดยใช้แบบจำลอง YOLOv11-Pose ในการตรวจจับตำแหน่งข้อเท้า และนำข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์พารามิเตอร์สำคัญ ได้แก่ ความเร็วช่วงก้าว ความยาวของการก้าวเดิน และความถี่ของการก้าวเดิน

ผลการทดสอบ พบว่า ขั้นตอนวิธีการวิเคราะห์สามารถจำแนกความแตกต่างของลักษณะการเดินที่สัมพันธ์กับระดับความเสี่ยงได้อย่างมีนัยสำคัญ แม้ว่าความแม่นยำของแบบจำลองยังต้องมีการปรับปรุงเพิ่มเติม แต่ระบบนี้สามารถเป็นเครื่องมือช่วยคัดกรองความเสี่ยงเบื้องต้นได้ ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการช่วยลดภาระงานของบุคลากรทางการแพทย์ที่มีอยู่อย่างจำกัดในปัจจุบัน

เอกสารอ้างอิง

- [1] คุณจิราณี สุนทรกุล ณ ชลบุรี, หกล้มในผู้สูงอายุ อันตรายกว่าวัยอื่นหลายเท่าตัว ปัญหาที่ต้องระวัง, คณะแพทยศาสตร์ โรงพยาบาลรามาธิบดี, คั่นหาวันที่ 12 พฤศจิกายน 2567 จาก www.rama.mahidol.ac.th/ramachannel/article/หกล้มในผู้สูงอายุ-อันตราย/

- [2] กรมควบคุมโรค, ข้อมูลการพลัดตกหกล้ม(woo-w19) ในผู้สูงอายุ 60 ปีขึ้นไป, ddc.moph.go.th/dip/news.php?news=23567&deptcode=
- [3] วณิดา ราชมณี, ปัจจัยที่ส่งผลต่อการพลัดตกหกล้มของผู้สูงอายุเขตสุขภาพที่ 6 (ศูนย์อนามัยที่ 6 ชลบุรี กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข 9 มกราคม 2565), หน้า 1
- [4] CONTEMPLAS GmbH, "Understanding video-based Gait Analysis: Biomechanics in Focus," Aug. 27, 2024
- [5] A. Aggarwal, R. Gupta, and R. Agarwal, "Design and Development of Integrated Insole System for Gait Analysis"
- [6] S. Jia, Y. Si, C. Guo, P. Wang, S. Li, J. Wang, and X. Wang, "The prediction model of fall risk for the elderly based on gait analysis," *BMC Public Health*
- [7] S.Gillain, et al 2008, The value of instrumental gait analysis in elderly healthy, MCI or Alzheimer's disease subjects and a comparison with other clinical tests used in single and dual-task conditions
- [8] Yeoh Lui CX, Yang N, Tang A, Tam WWS. Effectiveness Evaluation of Smart Home Technology in Preventing and Detecting Falls in Community and Residential Care Settings for Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Am Med Dir Assoc.* 2025 Jan;26(1):105347. doi: 10.1016/j.jamda.2024.105347. Epub 2024 Nov 6. PMID: 39521020.
- [9] Hasegawa A, Yamaga T, Tamaki S, Kimata C, Morita T. Preventing Falls Among Older Adults Through Technology-Based Home Safety Assessment. *Cureus.* 2025 Jul 29;17(7):e89005. doi: 10.7759/cureus.89005. PMID: 40895879; PMCID: PMC12393894.
- [10] Lai, W.X., Koh, V., Goh, J.W. et al. Steps to Avoid Falls in the Elderly – a TECHnology Enhanced Intervention (SAFE-TECH) study: randomized controlled trial protocol for a community-based, multi-component fall prevention program. *BMC Public Health* **24**, 3464 (2024). <https://doi.org/10.1186/s12889-024-20947-2>
- [11] R. Khanam and M. Hussain, "YOLOv11: An Overview of the Key Architectural Enhancements," Oct. 2024, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2410.17725>
- [12] "Ultralytics YOLO11 - Ultralytics YOLO Docs." Accessed: Aug. 01, 2025. [Online]. Available: <https://docs.ultralytics.com/models/yolo11/>
- [13] คณะกรรมการพัฒนาเครื่องมือคัดกรองและประเมินสุขภาพผู้สูงอายุ กระทรวงสาธารณสุข. คู่มือคัดกรองและประเมินสุขภาพผู้สูงอายุ

การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 48

The 48th Electrical Engineering Conference (EECON-48)

วันที่ 19-21 พฤศจิกายน 2568 ณ โรงแรมฟูรามา จังหวัดเชียงใหม่



พ.ศ. 2564. ออนไลน์

<https://ddc.moph.go.th/uploads/ckeditor2/files/คู่มือการคัด>

กรองและประเมินสุขภาพผู้สูงอายุ%20พ.ศ.%

202564.pdf สืบค้น 23 มิ.ย. 2567

[14] ความเร็วในการเดิน ,www.sralab.org/rehabilitation-measures/gait-speed