

การตรวจจับเหตุการณ์หกล้ม
ของผู้สูงอายุจากกล้องวงจรปิดด้วยการประมวลผลภาพ
Fall Detection for Elderly using Image Processing

สาขา
คอมพิวเตอร์ (Computer)

ผู้พัฒนา
นายธีรศักดิ์ ขอบุทธพรชัย
Email: tkroputa@gmail.com

ที่ปรึกษา
ดร.นิคม สุวรรณวร
ภาควิชาคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
วิทยาเขตหาดใหญ่
Email: kom@coe.psu.ac.th

สารบัญ

	หน้า
1. บทคัดย่อ	4
2. บทนำ	5
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	
วัตถุประสงค์/เป้าหมายของโครงการ	
ผลที่คาดว่าจะได้รับ	
3. ทฤษฎีและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง	6
4. เนื้อเรื่อง	8
ขั้นตอน/หรือแผนการดำเนินงาน	
วิธีการดำเนินงาน	
ผลการดำเนินงาน	
5. บทสรุป	16
สรุปผลการดำเนินงาน	
ปัญหา/อุปสรรค/ข้อเสนอแนะ	
แนวทางการดำเนินงานต่อเนื่อง	
6. เอกสารอ้างอิงและภาคผนวก	18

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันพบว่ามีจำนวนผู้สูงอายุมากขึ้น อันเนื่องมาจากความเจริญก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีทางการแพทย์และความใส่ใจในสุขภาพที่มีมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตามเหตุการณ์หกล้มหรือหมดสติยังสามารถเกิดขึ้นได้กับทุกคน ซึ่งนอกจากจะก่อให้เกิดอาการปวดเจ็บทางร่างกายแล้ว ยังสามารถบ่งชี้ถึงความผิดปกติภายในร่างกายได้อีกด้วย

การตรวจจับเหตุการณ์การหกล้มโดยทั่วไปนั้นจะใช้ Sensor ประกอบกับวงจรถ่ายภาพอิเล็กทรอนิกส์ โดยผู้สูงอายุจำเป็นต้องสวมใส่ติดตัวตลอดเวลา ซึ่งไม่ค่อยสะดวกสบายนักสำหรับผู้สูงอายุ แต่ในปัจจุบันเนื่องมาจากความเจริญก้าวหน้าของเทคโนโลยี computer vision ที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น และกล้องวงจรปิดที่มีความแพร่หลายและมีราคาถูกลง จึงได้นำเทคโนโลยี computer vision และกล้องวงจรปิด มาประยุกต์ใช้ในการตรวจจับเหตุการณ์หกล้มเพื่อให้ผู้สูงอายุสามารถดำเนินชีวิตประจำวันได้โดยอิสระ

โครงการชิ้นนี้สามารถตรวจจับเหตุการณ์หกล้มได้โดยอาศัยข้อมูลความกว้าง, ความยาว, แกน และความเร็วจากการประมวลผลภาพ ซึ่งสามารถตรวจจับเหตุการณ์หกล้มได้ถูกต้อง 66.67% โดยพบว่ามีปัญหาในส่วนของ การ Detect & tracking ของบุคคลที่มีคุณลักษณะเด่นไม่ชัดเจน แต่สำหรับบุคคลที่มีคุณลักษณะเด่นชัดเจนจะมีความถูกต้อง 80%

Keyword: computer vision, human motion analysis, fall detection

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันด้วยความเจริญก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีทางการแพทย์ ทำให้อายุเฉลี่ยของประชากรเพิ่มสูงขึ้น พบว่ามีจำนวนของผู้สูงอายุสูงถึง 10 % ของจำนวนประชากรในประเทศ และจำนวนของผู้สูงอายุที่ถูกทิ้งให้อยู่อย่างโดดเดี่ยวมีเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ อันเนื่องมาจากสภาวะเศรษฐกิจและสังคมที่เปลี่ยนแปลงไป ทำให้ครอบครัวกลายเป็นครอบครัวเดี่ยวมากขึ้น ผู้สูงอายุมักทิ้งให้อยู่บ้านตามลำพัง หรือ ถูกส่งไปอยู่ตามบ้านพักคนชรา ซึ่งสาเหตุส่วนใหญ่มาจากบุตรหลานมักมีรายได้ไม่พอลี้ยงดู

สำหรับผู้สูงอายุที่ถูกทิ้งให้อยู่บ้านเพียงลำพังนั้น การดำเนินชีวิตโดยอิสระและได้รับการช่วยเหลืออย่างทันถ่วงทีเมื่อเกิดเหตุการณ์ผิดปกติต่างๆ จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง กรณีของการหกล้มหรือหมดสติเป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นบ่อยสำหรับผู้สูงอายุ หากไม่สามารถได้รับช่วยเหลือในทันทีก็อาจจะส่งผลร้ายเป็นอย่างมาก โดยพบว่า 30% ของผู้สูงอายุหกล้มอย่างน้อยหนึ่งครั้งต่อปี และสำหรับผู้สูงอายุที่มีอายุ 75 ปีขึ้นไป มีสาเหตุการตายจากเหตุการณ์หกล้มสูงถึง 70%

จากปัญหาดังกล่าวจึงได้นำเทคโนโลยี Computer Vision และกล้องวงจรปิด มาประยุกต์ใช้ในการตรวจจับเหตุการณ์หกล้มเพื่อให้ผู้สูงอายุสามารถดำเนินชีวิตประจำวันได้โดยอิสระ

วัตถุประสงค์ของโครงการ

เพื่อพัฒนาระบบการตรวจจับเหตุการณ์การหกล้มจากกล้องวิดีโอวงจรปิดด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ผลภาพ

ผลที่คาดว่าจะได้รับ

ระบบการตรวจจับเหตุการณ์การหกล้มที่พัฒนานั้นขึ้นมานั้นมีความถูกต้องอยู่ในอัตราที่สามารถยอมรับได้ และสามารถประมวลผลได้แบบ real-time

ขอบเขตโครงการ:

1. กล้องวงจรปิดที่ใช้ไม่มีระบบ zoom, pan และมีมุมกล้องตายตัว
2. ใช้กล้องวงจรปิดเพียงตัวเดียวในการประมวลผล
3. เหตุการณ์ที่ใช้วิเคราะห์ต้องมีสถานะแสงที่ไม่น้อยหรือมากจนเกินไป (ไม่มีมืดหรือสว่างจนวัตถุในภาพลางเลือน)
4. เหตุการณ์ที่ใช้วิเคราะห์ต้องไม่มีสัญญาณรบกวนหรือคลื่นแทรกที่จะทำภาพผิดเพี้ยนออกไป
5. ระบบสามารถติดตามบุคคลได้เพียง 1 คน และไม่สามารถจดจำข้อมูลลักษณะของบุคคลได้

ทฤษฎีและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

1. Background Subtraction

Background subtraction is a commonly used class of techniques for segmenting out objects of interest in a scene for applications such as surveillance [7]. It involves comparing an observed image with an estimate of the image if it contained no objects of interest. The areas of the image plane where there is a significant difference between the observed and estimated images indicate the location of the objects of interest. The name "background subtraction" comes from the simple technique of subtracting the observed image from the estimated image and thresholding the result to generate the objects of interest.

2. Morphological Filters

The field of mathematical morphology contributes a wide range of operators to image processing, all based around a few simple mathematical concepts from set theory. The operators are particularly useful for the analysis of binary images and common usages include edge detection, noise removal, image enhancement and image segmentation. ImgX offers a Morphological Filter that takes advantage of this cutting edge technology [8].

2.1 Dilation

Grayscale dilation is used to smooth small dark regions. It is defined as the maximum of the sum of a local region of an image and a grayscale mask. The shape of the input mask (known as the structuring element, or SE) is generally chosen to emphasize or de-emphasize elements in the image.

The general effects of performing dilation on a grayscale image are:

- If all the values in the structuring element are positive, the output image tends to be brighter than the input.
- Dark elements within the image are reduced or eliminated, depending on how their shapes relate to the structuring element used.

The degree of these effects depends greatly on the shape and values within the structuring element and by the details within the image itself.

2.2 Erosion

Grayscale erosion is used to smooth small light regions. It is defined as the minimum of the difference of a local region of an image and a grayscale mask. The shape of the input mask (known as the structuring element, or SE) is generally chosen to emphasize or de-emphasize elements in the image.

The general effects of performing erosion on a grayscale image are:

- If all the values in the structuring element are positive, the output image tends to be darker than the input.
- Light elements within the image are reduced or eliminated, depending on how their shapes relate to the structuring element used.

The degree of these effects depends greatly on the shape and values within the structuring element and by the details within the image itself.

2.3 Opening

Grayscale morphological opening of an image is defined as the dilation of the erosion of the image. The result is the reduction of small positive regions within the image.

2.4 Closing

Grayscale morphological closing of an image is defined as the erosion of the dilation of the image. The result is the reduction of small negative regions within the image.

3. CAMSHIFT

The Continuously Adaptive Mean SHIFT (CAMSHIFT) algorithm (Bradski, 1998), is based on the mean shift algorithm (Comaniciu and Meer, 1997), a robust non-parametric iterative technique for finding the mode of probability distributions [9].

Given a color image and a color histogram, the image produced from the original color image by using the histogram as a look-up table is called back-projection image. If the histogram is a model density distribution, then the back projection image is a probability distribution of the model in the color image. CAMSHIFT detects the mode in the probability distribution image by applying mean shift while dynamically adjusting the parameters of the target distribution. In a single image, the process is iterated until convergence (or until an upper bound on the number of iterations is reached).

A detection algorithm can be applied to successive frames of a video sequence to track a single target. The search area can be restricted around the last known position of the target, resulting in possibly large computational savings. This type of scheme introduces a feed-back loop, in which the result of the

detection is used as input to the next detection process. The version of CAMSHIFT applying these concepts to tracking of a single target in a video stream is called Coupled CAMSHIFT.

4. Low-pass filter

A low-pass filter is a filter that passes low-frequency signals but attenuates (reduces the amplitude of) signals with frequencies higher than the cutoff frequency [10]. The actual amount of attenuation for each frequency varies from filter to filter. It is sometimes called a high-cut filter, or treble cut filter when used in audio applications.

The concept of a low-pass filter exists in many different forms, including electronic circuits (like a hiss filter used in audio), digital algorithms for smoothing sets of data, acoustic barriers, blurring of images, and so on. Low-pass filters play the same role in signal processing that moving averages do in some other fields, such as finance; both tools provide a smoother form of a signal which removes the short-term oscillations, leaving only the long-term trend.

เนื้อเรื่อง

ขั้นตอนการดำเนินงาน :

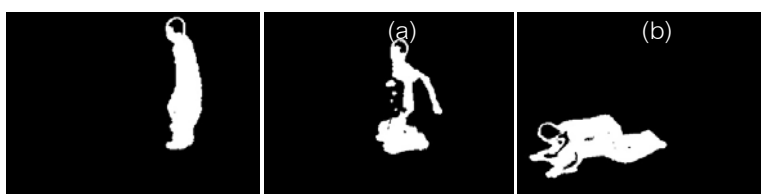
1. ทำการค้นคว้าและศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ Computer Vision และ Human Motion Analysis
2. ทำการศึกษาแนวคิดและอัลกอริทึมที่เกี่ยวข้องกับ Computer Vision และ Human Motion Analysis
3. ทำการศึกษา Function ต่างๆ ของ Open Computer Vision Library (openCV) สำหรับภาษา C/C++
4. ทำการออกแบบ algorithm ที่ใช้ในการตรวจหาและติดตามบุคคล เพื่อทำการศึกษาหาปัจจัยที่เกิดขึ้นจากเหตุการณ์หกล้มต่อไป
5. ทำการศึกษาหาปัจจัยที่เกิดขึ้นจากเหตุการณ์หกล้ม และออกแบบ algorithm เพื่อใช้ในการตรวจจับ
6. ทำการทดสอบประสิทธิภาพของ algorithm กับชุดข้อมูลทดลอง พร้อมทั้งหาข้อผิดพลาดต่างๆ
7. ทำการปรับปรุงแก้ไขข้อผิดพลาดต่างๆ และออกแบบ algorithm ใหม่เพื่อให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

วิธีดำเนินงาน:

1. ทำการจัดเก็บชุดข้อมูลสำหรับทดสอบประสิทธิภาพ
2. ออกแบบอัลกอริทึม (Algorithmic Design)
3. ทำการทดสอบประสิทธิภาพและทำการปรับปรุงอัลกอริทึม

1. ทำการจัดเก็บชุดข้อมูลสำหรับทดสอบประสิทธิภาพ

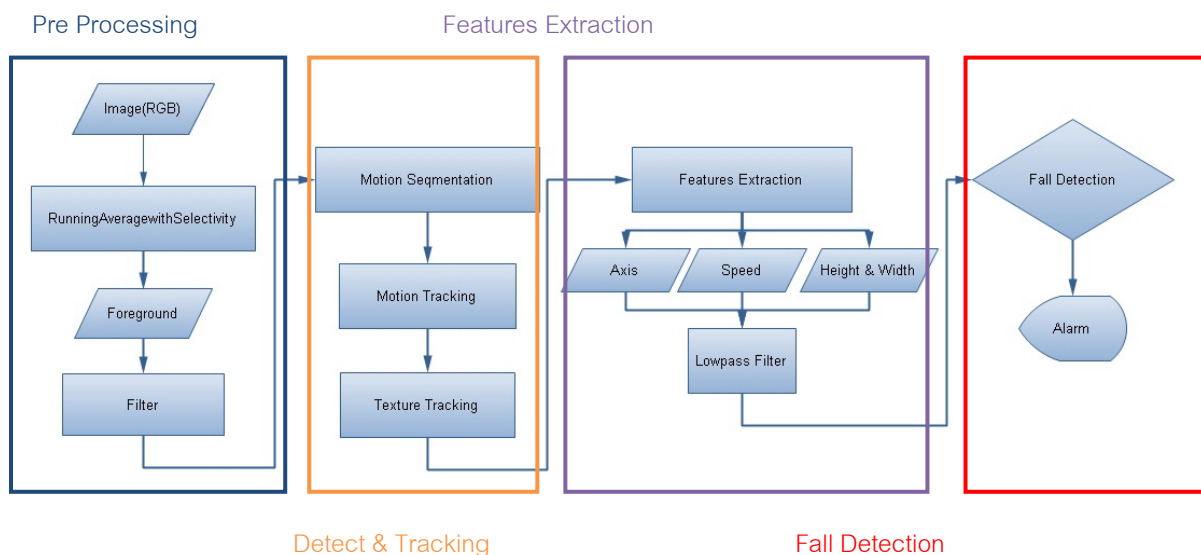
โดยชุดข้อมูลทดลองนั้นกล่าว ได้ทำการจำลองเหตุการณ์หกล้มซึ่งมีลักษณะท่าทางที่ลำตัวพุ่งไปด้านหน้า จากนั้นบริเวณหัวเข่าจะกระทบกับพื้น ก่อนที่ส่วนของลำตัวจะพุ่งไปตามแรงที่เกิดขึ้น ดังรูปที่ 1 การจำลองเหตุการณ์หกล้มนี้ได้จำลองขึ้นภายในสภาพแวดล้อมที่มีสิ่งรบกวนน้อย ด้วยกล้อง Microsoft LifeCam VX-1000 และทำการ Convert ให้อยู่ใน format .avi เพื่อให้โปรแกรมสามารถประมวลผลได้



(a) ก่อนหกล้ม (b) หัวเข่ากระทบกับพื้น (c) ส่วนของลำตัวพุ่งไปตามแรงที่เกิดขึ้น
รูปที่ 1 แสดงลักษณะท่าทางหกล้มที่จำลองขึ้น

2. ออกแบบอัลกอริทึม (Algorithmic Design)

โดยสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ส่วนหลักๆ คือ การเตรียมและปรับปรุงคุณภาพของภาพ (Pre Processing), การตรวจหาและติดตามความเคลื่อนไหว (Detect & Tracking), การดึงและปรับปรุงคุณสมบัติเด่นที่เกิดขึ้นจากเหตุการณ์หกล้ม (Features Extraction), การวิเคราะห์เหตุการณ์หกล้ม (Fall Detection) ดังรูปที่ 2



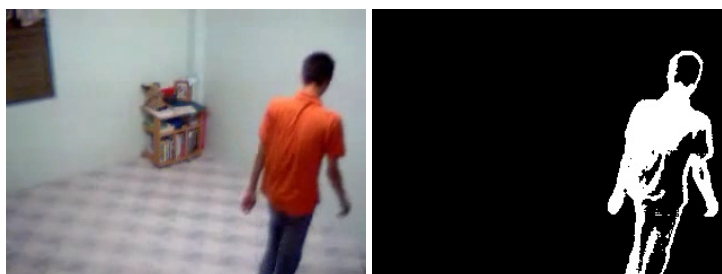
รูปที่ 2 แสดงแผนผังการทำงานของระบบ

2.1 การเตรียมและปรับปรุงคุณภาพของภาพ (Pre Processing)

จากข้อมูลของภาพที่เข้ามาในรูปแบบของ RGB จะถูกนำมาแปลงให้อยู่ในรูปแบบของ Gray scale ก่อนที่จะใช้วิธี Background Subtraction โดยได้ใช้เทคนิค Running average with selectivity ดังสมการที่ (1) เพื่อที่จะสามารถหา Foreground ได้ดังสมการที่ (2)

$$B_{t+1} = \begin{cases} \alpha I_t + (1 - \alpha)B_t & \text{if } F_t \text{ background} \\ B_t & \text{if } F_t \text{ foreground} \end{cases} \quad (1)$$

$$|I_t - B_t| > T \quad (2)$$

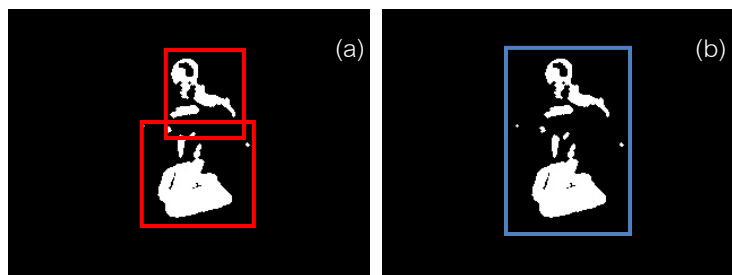


รูปที่ 3 แสดงข้อมูลภาพที่เข้ามาและ Foreground

Foreground ที่ได้มานั้นส่วนใหญ่จะมี noise ติดตามด้วย จึงได้ใช้ Morphological Filters ซึ่งประกอบไปด้วย Dilation, Erosion, Opening, Closing ซึ่งสามารถลด noise บางส่วนออกไปได้

2.2 การตรวจหาและติดตามความเคลื่อนไหว (Detect & Tracking)

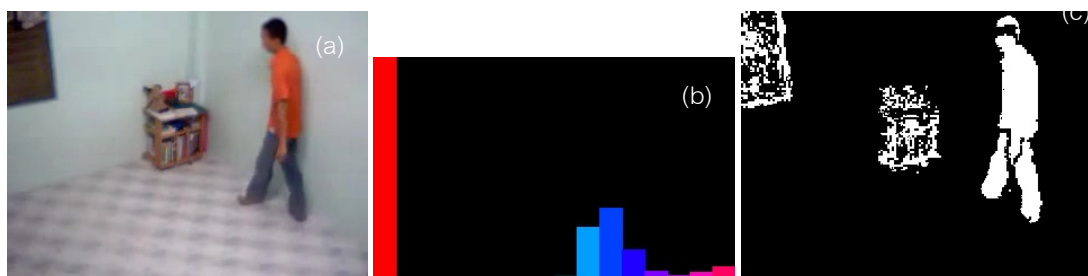
จาก Foreground ที่ได้ในข้อ 2.1 นั้นจะนำไปตรวจหา (Detect) บริเวณของ Foreground ซึ่งบางครั้งนั้นบริเวณที่ได้จะถูกแบ่งแยกย่อยตามการเกาะกลุ่มของข้อมูลภายใน Foreground จึงได้ทำการหาบริเวณของข้อมูลทั้งหมดด้วยการตรวจหาพื้นที่ที่ทับซ้อนกันของบริเวณของกลุ่มข้อมูลย่อย (Motion Tracking) ดังรูปที่ 4



(a) บริเวณของกลุ่มข้อมูลย่อย (b) บริเวณของกลุ่มข้อมูลทั้งหมด

รูปที่ 4 แสดงการตรวจหาบริเวณของ Foreground

เมื่อสามารถหาบริเวณของข้อมูลทั้งหมดได้แล้วนั้น จะทำการกำหนดพื้นที่ตามบริเวณที่ได้จาก Motion Tracking เพื่อทำการติดตามข้อมูลอีกครั้งด้วย CamShift Tracking ซึ่งเทคนิคนี้จะคำนวณหาคุณลักษณะเด่นของสี (Color Histogram) ของภาพ จากนั้นจะทำการคำนวณผลลัพธ์ของภาพจากคุณลักษณะเด่นของสี (back-projection image) ซึ่งบริเวณที่มีความสว่างมากจะมีความน่าจะเป็นของข้อมูลที่ทำกรติดตามมากที่สุด และได้ทำการตัดส่วนของสีขาวและดำ (ความสว่าง) ออก เพื่อให้ CamShift สามารถแยกเนื้อแท้ของสีได้ทำให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น แต่ก็มีจุดบกพร่องที่ไม่สามารถติดตามสีขาวและดำที่ตัดออกไปได้



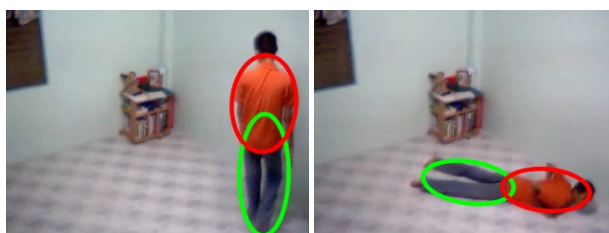
(a) ข้อมูลภาพที่เข้ามา

(b) Color Histogram

(c) back-projection image

รูปที่ 5 แสดงขั้นตอนการติดตามด้วย CamShift Tracking

ซึ่งได้ทำการแบ่งส่วนในการติดตามออกเป็น 2 ส่วนย่อย ดังรูปที่ 6 เพื่อใช้ติดตามคุณลักษณะเด่นของสีเสื้อ (บริเวณพื้นที่ของเส้นสีแดง) และสีกางเกง (บริเวณพื้นที่ของเส้นสีเขียว)



รูปที่ 6 แสดงผลลัพธ์การติดตามด้วย CamShift Tracking

2.3 การดึงและปรับปรุงคุณสมบัติเด่นที่เกิดขึ้นจากเหตุการณ์หกล้ม (Features Extraction)

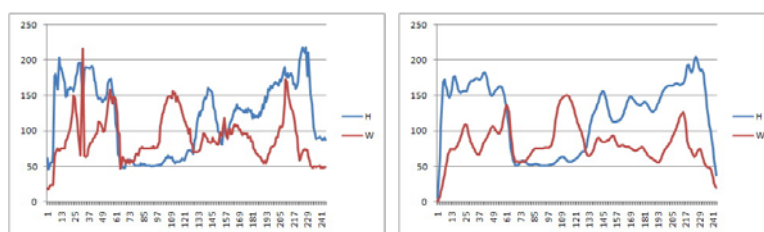
จากการดึงข้อมูลที่เป็นคุณลักษณะเด่นของเหตุการณ์หกล้ม ซึ่งประกอบไปด้วยความกว้าง, ความยาว, มุม ซึ่งหาได้จากมุมที่น้อยที่สุดระหว่างแกนตั้งของบุคคล (เส้นสีเขียว) และแกนนอนของภาพ (เส้นสีแดง) ดังรูปที่ 7 และความเร็วที่ได้จากการคำนวณระยะทางที่เปลี่ยนไปของจุดศูนย์กลางของวงรีที่เกิดจากผลลัพธ์การติดตามดังรูปที่ 6



รูปที่ 7 แสดงข้อมูลของแกน และความกว้าง, ความยาว

พบว่าข้อมูลที่ได้มานั้นบางส่วนประกอบไปด้วย Noise ซึ่งเป็นผลมาจากประสิทธิภาพในส่วนของ การ Detect & Tracking ซึ่งบางครั้งเกิดความคลาดเคลื่อน จึงได้ทำการลด Noise เหล่านั้นด้วยการ Convolution โดยใช้ Low-pass Filters ซึ่งได้ทำการ Design Filter โดยเลือกใช้ Butterworth Low-pass Filter โดยมีขนาด 1×7 , cut frequency ที่ 2 และ order ที่ 2 ได้ค่าดังนี้

$$\text{BLPF} = \frac{1}{4.22} \times \left\{ \frac{1}{6}, \frac{1}{2}, \frac{1}{1.06}, 1, \frac{1}{1.06}, \frac{1}{2}, \frac{1}{6} \right\}$$

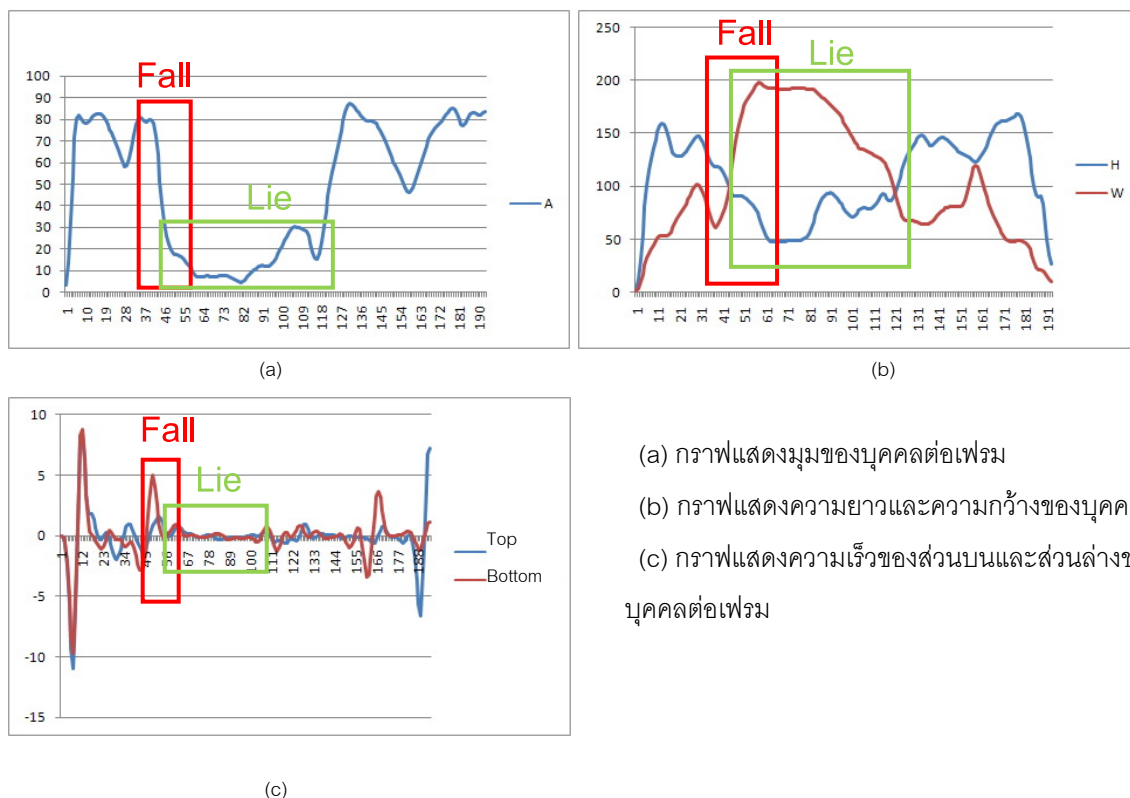


รูปที่ 8 แสดงกราฟของความยาวและความกว้างก่อนและหลังการลด Noise ด้วย BLPF

2.4 การวิเคราะห์เหตุการณ์หกล้ม (Fall Detection)

จากการศึกษาข้อมูลพบว่าเหตุการณ์หกล้มนั้นจะมีการเปลี่ยนแปลงของความกว้าง, ความยาวของบุคคล, มุมระหว่างตัวบุคคลกับแกนนอนของภาพ และจะไม่มีความเร็วเกิดขึ้นเมื่อเหตุการณ์หกล้มเสร็จสิ้น และช่วงเวลาของการเกิดเหตุการณ์หกล้มจะอยู่ในช่วง 0.4 – 0.8 วินาที

กราฟของมุมในรูปที่ 9 (a) สามารถพิจารณาคุณลักษณะเด่นได้ชัดเจน คือ มุม (θ) เกิดการลดลงอย่างรวดเร็ว โดยมีค่าเฉลี่ยประมาณ 6 องศาต่อเฟรม จนถึงช่วงเวลาหนึ่งจะหยุดนิ่ง ซึ่งคาดว่าน่าจะเป็นการเกิดเหตุการณ์หกล้มขึ้น และในช่วงที่หยุดนิ่งนั้นน่าจะเป็นการนอนหลังจากเกิดการหกล้มขึ้น

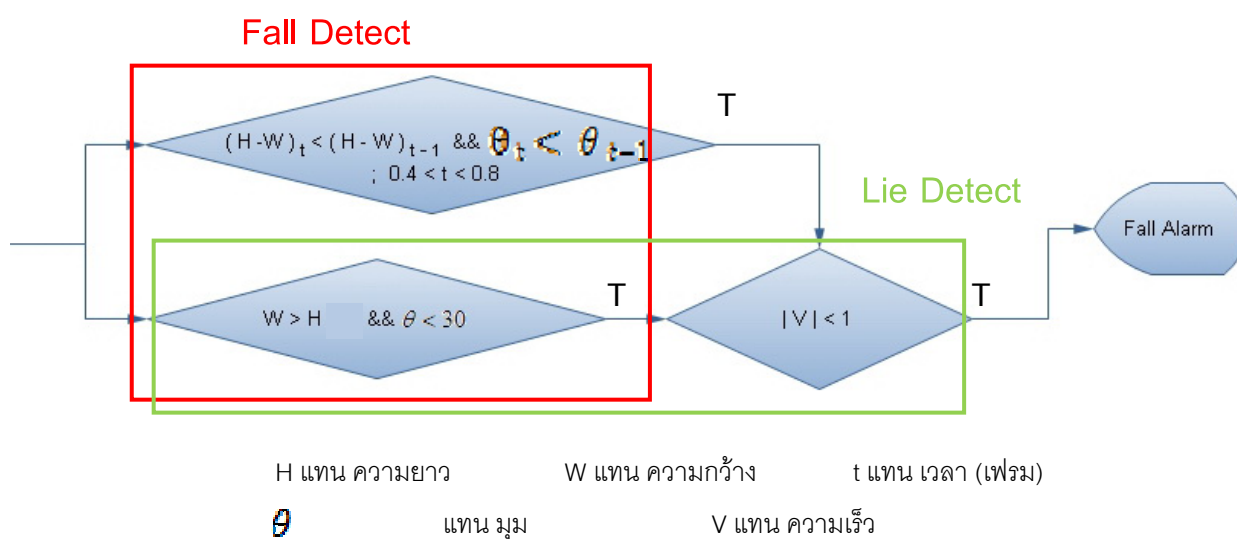


รูปที่ 9 แสดงช่วงเวลาของเหตุการณ์หกล้มและนอนที่เกิดขึ้น

กราฟของความยาวและความกว้าง (b) สามารถพิจารณาคุณลักษณะเด่นได้ดังนี้ คือ จะเกิดความเปลี่ยนแปลงของความยาว (H) และความกว้าง (W) ในลักษณะตรงกันข้ามขึ้น โดยที่ค่าของ H จะลดต่ำลง ในขณะที่ค่าของ W จะเพิ่มสูงขึ้น จนถึงช่วงเวลานึงจะหยุดนิ่ง ซึ่งคาดว่าน่าจะเป็นเหตุการณ์หกล้มขึ้นและในช่วงที่หยุดนิ่งนั้นน่าจะเป็นการนอนหลังจากเกิดการหกล้มขึ้น

กราฟของความเร็วของส่วนบนและส่วนล่างของลำตัว (c) สามารถพิจารณาคุณลักษณะเด่นได้ คือ ความเร็วของทั้ง 2 ส่วน จะเพิ่มขึ้น และลดลงอย่างรวดเร็ว (v) จากนั้นจะเกิดความเร็วที่น้อยมากๆ ซึ่งคาดว่าช่วงที่เกิดความเร็วเพิ่มขึ้นและลดลงอย่างรวดเร็ว นั้นน่าจะเป็นเหตุการณ์หกล้ม และในช่วงที่เกิดความเร็วที่น้อยมากๆ เป็นการนอนหลังจากเกิดการหกล้มขึ้น

จากคุณลักษณะเด่นของกราฟทั้ง 3 ที่ได้กล่าวไปแล้วนั้น ได้ทำการออกแบบอัลกอริทึมสำหรับการวิเคราะห์เหตุการณ์หกล้มขึ้น ดังรูปที่ 10



รูปที่ 10 แสดงอัลกอริธึมที่ใช้ในการวิเคราะห์เหตุการณ์หกล้ม

3. ทำการทดสอบประสิทธิภาพของอัลกอริธึม และทำการปรับปรุงคุณภาพให้มีความถูกต้องและรวดเร็วมากขึ้น

ผลการดำเนินงาน

Datasets ที่ใช้ในการทดลองนี้ ได้จำลองเหตุการณ์หกล้มขึ้นในลักษณะท่าทางที่ลำตัวพุ่งไปด้านหน้า จากนั้นบริเวณหัวเข่าจะกระแทกกับพื้น ก่อนที่ส่วนของลำตัวจะพุ่งไปตามแรงที่เกิดขึ้น ดังรูปที่ 1 โดยมีตัวแปรที่แตกต่างกันคือสีของเสื้อ และกางเกง เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของการวิเคราะห์ในกรณีที่ผลจากการ Detect & Tracking ที่มีความคลาดเคลื่อนสูง โดยได้ทดสอบกับไฟล์วิดีโอ 15 ไฟล์ ซึ่งแบ่งได้เป็น 3 กรณีตามลักษณะของสีเสื้อ และ กางเกง กรณีละ 5 ไฟล์ โดยในแต่ละไฟล์จะมีเหตุการณ์หกล้มเพียง 1 ครั้งเท่านั้น ซึ่งได้ผลการทดลองดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงผลการวัดประสิทธิภาพของ Algorithm

ลักษณะของบุคคล	จำนวนวิดีโอที่ทดสอบ	เหตุการณ์หกล้ม		อัตราความถูกต้อง
		ตรวจจับได้	เกิดขึ้นจริง	
เสื้อส้ม + กางเกงน้ำเงิน	5	4	5	80%
เสื้อขาว + กางเกงน้ำเงิน	5	2	5	40%
เสื้อเขียว + กางเกงขาว	5	4*	5	80%
ทั้งหมด	15	10	15	66.67%

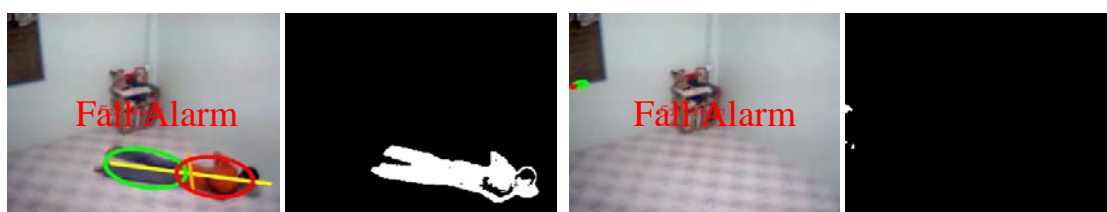
หมายเหตุ การแจ้งเตือนล่าช้า

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากข้อมูลการทดลองและกระบวนการข้างต้น สามารถสรุปผลการทดลองได้เป็นหัวข้อ ดังนี้

-**ความถูกต้อง** พบว่าในกรณีของเสื้อส้ม + กางเกงน้ำเงินนั้นมีความถูกต้อง 80% ซึ่งมีคุณลักษณะเด่นที่ชัดเจน ส่วนอีก 2 กรณีที่เหลือนั้นมีความลักษณะเป็นสีขาว ซึ่งระบบไม่สามารถจะประมวลผลได้ เนื่องจากมองว่าสีขาวและดำนั้นเป็นความสว่าง จึงมีความถูกต้องต่ำ

-**การแจ้งเตือนผิดพลาด** พบการแจ้งเตือนผิดพลาด 6.67 % ซึ่งเกิดขึ้นเมื่อบุคคลเดินออกไปนอกห้องแล้วเกิดการ Detect t & Tracking ที่ไปทำการติดตามส่วนของแสงเงาที่เปลี่ยนแปลง ซึ่งระบบยังไม่สามารถแยกแยะว่าเป็นบุคคลหรือวัตถุได้



(a) แจ้งเตือนถูกต้อง

(b) แจ้งเตือนผิดพลาด (Error)

รูปที่ 11 แสดงการผลลัพธ์ของการแจ้งเตือน

-**ปัญหาการ Detect & Tracking**

-**ปัญหาของการ Detect**

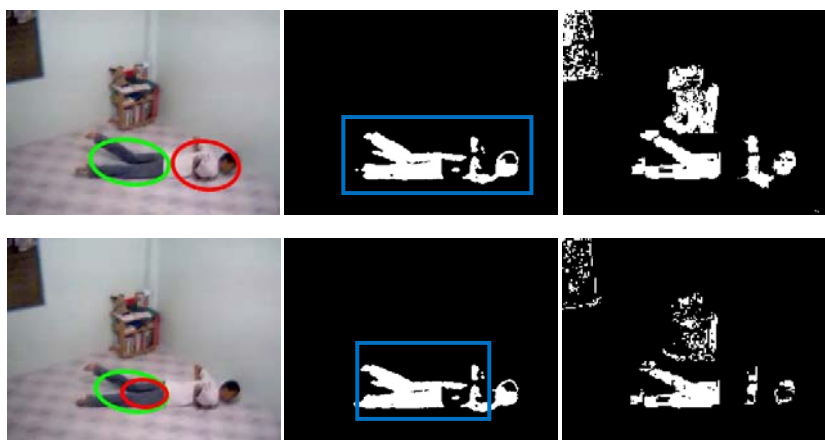
ส่วนใหญ่เกิดจากเงาหรือการขาดหายของข้อมูลบางส่วนเนื่องจากข้อมูลเหล่านั้นมีความใกล้เคียงกับพื้นหลังมากเกินไปจนระบบไม่สามารถแยกออกได้ ทำให้การตรวจหาบริเวณของข้อมูลนั้นมีขนาดเล็กหรือใหญ่เกินความเป็นจริง

-**ปัญหาของการ Tracking** ซึ่งสามารถแบ่งได้ออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. ส่วนของ Motion Tracking ซึ่งเกิดจากกลุ่มของข้อมูลที่ไม่มีส่วนที่ทับซ้อนกัน ทำให้ในการตรวจหาบริเวณของข้อมูลนั้นเล็กกว่าปกติ และไม่ครอบคลุมกลุ่มข้อมูลทั้งหมด

2. ส่วนของ CamShift Tracking ซึ่งเกิดจากการตัดสีขาวและดำทิ้งเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการติดตามให้ดีขึ้น ทำให้เกิดการติดตามบริเวณที่ไม่แน่นอน ทำให้ระบบมองว่ามีความเร็วเกิดขึ้น

ตัวอย่างที่ผิดพลาดของกรณี “เสื้อขาว + กางเกงน้ำเงิน”



(บน) เฟรมที่ 216

(ล่าง) เฟรมที่ 217

รูปที่ 12 แสดงความผิดพลาดของการ Detect & Tracking

ณ เฟรมที่ 216 ส่วนของ Motion Tracking จะสามารถตรวจหาบริเวณของกลุ่มข้อมูลได้ถูกต้อง ทำให้ในส่วน
ของ CamShift Tracking ซึ่งไม่ประมวลผลสีขาวยังไปทำการติดตามบริเวณศีรษะแทน

ณ เฟรมที่ 217 ส่วนของ Motion Tracking สามารถตรวจหาบริเวณของลำตัวได้เท่านั้น ขาดข้อมูลบริเวณศีรษะ
ไป ทำให้ในส่วนของ CamShift Tracking ซึ่งเดิมติดตาม ณ บริเวณศีรษะ เปลี่ยนไปติดตามบริเวณกางเกงแทน ทำให้
ระบบมองว่ามีความเคลื่อนไหว จึงเกิดความเร็วขึ้น ทำให้ algorithm ที่ใช้ในการตรวจจับเหตุการณ์หกล้มนี้ไม่ทำการแจ้ง
เตือน

บทสรุป

สรุปผลการปฏิบัติงาน :

ระบบการตรวจจับเหตุการณ์หลักของผู้สูงอายุจากกล้องวงจรปิดด้วยการประมวลผลภาพนี้สามารถวิเคราะห์เหตุการณ์หลักได้จากข้อมูลความกว้าง, ความยาว, แกน และความเร็ว ซึ่งได้มาจากการประมวลผลภาพ และสามารถประมวลผลได้แบบ real-time ซึ่งจำเป็นมากสำหรับเหตุการณ์หลักเพื่อให้ระบบสามารถแจ้งเตือนได้อย่างทันถ่วงที

จากการทดลองระบบกับตัวอย่าง Datasets พบว่ามีความถูกต้องเฉลี่ยประมาณ 66.67 % เนื่องการปัญหาในส่วนของการ Detect & Tracking ที่มีความคลาดเคลื่อนสูง แต่สำหรับกรณีที่คุณคนั้นมีคุณลักษณะสีเด่นชัดเจนนั้นมีความถูกต้องมากถึง 80 % ถ้าหากปรับปรุงแก้ไขในส่วนของการ Detect & Tracking ให้มีสิทธิภาพมากขึ้น และมีความคลาดเคลื่อนต่ำแล้วคาดว่าความถูกต้องในการวิเคราะห์เหตุการณ์หลักนั้นน่าจะมีมากขึ้น

ปัญหา/อุปสรรค/ข้อเสนอแนะ:

ระบบไม่สามารถวิเคราะห์เหตุการณ์หลักในลักษณะที่ล้มพุ่งเข้าหาหรือพุ่งออกจากกล้องได้ เนื่องจากเป็นข้อจำกัดของการมองเห็นจากกล้องเพียงตัวเดียว และในการทดลองนั้นไม่สามารถหาตัวอย่าง Datasets ที่เหมาะสมได้ เนื่องจากยังไม่ได้มีการเก็บรวบรวม Datasets ของเหตุการณ์หลักกันอย่างจริงจัง ซึ่ง Datasets ของงานวิจัยอื่น ๆ นั้นจะทำการจำลองเหตุการณ์หลักขึ้นในลักษณะที่เอื้ออำนวยต่อเทคนิควิธีการที่งานวิจัยนั้นใช้

แนวทางการดำเนินการต่อเนื่อง :

ในส่วนของการ Detect & Tracking ของระบบนั้นยังมีความคลาดเคลื่อนสูงซึ่งก่อให้เกิดการวิเคราะห์เหตุการณ์หลักนั้นผิดพลาด คาดว่าน่าจะมีการปรับปรุงในส่วนนั้นให้มีความถูกต้องมากขึ้น และทำการเพิ่มเติมความสามารถอื่นๆ ของระบบเช่น การจดจำบุคคล, การแบ่งแยกบุคคลกับวัตถุ เป็นต้น และเพิ่มจำนวนกล้องที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์ผล เนื่องจากข้อจำกัดของกล้องตัวเดียวนั้นไม่สามารถวิเคราะห์เหตุการณ์หลักในลักษณะพุ่งเข้าหาหรือพุ่งออกจากกล้องได้

เอกสารอ้างอิง

1. G. Perolle, P. Fraise, M. Mavros and I. Etxeberria. , “Automatic Fall Detection and Activity Monitoring for Elderly,” *In Proceedings of MEDETEL*, 2006.
2. Chia-Wen Lin and Zhi-Hong Ling., “Automatic Fall Incident Detection in Compressed Video for Intelligent Homecare,” *Computer Communications and Networks 2007*, pp.1172 – 1177,2007.
3. R. C. Gonzalez and R. E. Woods, *Digital Image Processing*, Prentice Hall, (2nd Edition) 2002.
4. W. Hu, T. Tan, L. Wang, and S. Maybank, “A survey on visual surveillance of object motion and behavior,” *IEEE trans. Systems, Man, and Cybernetics- Part C: Applications and Reviews*, vol. 38, no. 3, pp.334-352, Aug. 2004.
5. R. Cucchiara, A. Prati and R. Vezzani “A Multi-Camera Vision system for Fall Detection and Alarm Generation,” *Expert Systems Journal* , vol. 5 , Blackwell Publishing. 2007.
6. J. K. Aggarwai, Q. Cai, “Human Motion Analysis: A review,” *Computer Vision and Image Understanding*, Vol. 73, pp.428-440,1999
7. M. Piccardi, “Background subtraction techniques: a review”, in Proc. of IEEE SMC 2004 International Conference on Systems, Man and Cybernetics, The Hague, The Netherlands, October 2004.
8. <http://www.atalasoftware.com/Products/imgxcontrols/docs/MorphologicalFilters.html>
9. http://mfsm.sourceforge.net/MFSM_0.7/tutorials/Camshift.html
10. http://en.wikipedia.org/wiki/Low_pass_filter