

การพัฒนาระบบการแจ้งเตือนการหกล้มในผู้สูงอายุ  
development of a fall detection system in the elderly



นายชัยรินทร์ โพธิ์ไทรย์  
นายอนุศักดิ์ น้อยยะ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปี การศึกษา 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาานิพนธ์ปี การศึกษา 2565

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การพัฒนาระบบการแจ้งเตือนการหกล้มในผู้สูงอายุ

development of a fall detection system in the elderly

ผู้จัดทำ

1. นาย ชัยนรินทร์ โพธิ์ไทรย์ รหัสนักศึกษา 63015036

2. นาย อนุศักดิ์ น้อยยะ รหัสนักศึกษา 63015202



อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ. เกียรติณรงค์ ทองประเสริฐ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# การพัฒนากระบวนการแจ้งเตือนการหกล้มในผู้สูงอายุ

นาย ชัยนรินทร์ โพธิ์ไทรย์ 63015036  
นาย อนุศักดิ์ น้อยยะ 63015202  
ผศ. เกียรติณรงค์ ทองประเสริฐ อาจารย์ที่ปรึกษา  
ปีการศึกษา 2565

## บทคัดย่อ

ในปัจจุบันนี้ ประเทศไทยกำลังเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุอย่างสมบูรณ์ โดยจะมีสัดส่วนประชากรอายุ 60 ปีขึ้นไป ในอัตราร้อยละ 20 ของประชากรทั้งหมดในวัยผู้สูงอายุมีการเปลี่ยนแปลงทางด้านร่างกายและจิตใจ ก่อให้เกิดความเสี่ยงทางด้านสุขภาพมากมาย เช่น ภูมิคุ้มกันที่ลดลงระบบอวัยวะที่เสื่อมลงตามอายุ ทำให้ร่างกายไม่แข็งแรงและทรงตัวได้ไม่ดี จึงมีโอกาสที่จะเกิดการล้มได้มากกว่าวัยอื่นการหกล้มเกิดจากการสูญเสียการทรงตัว ซึ่งเกิดขึ้นโดยไม่ได้ตั้งใจ ทำให้อวัยวะต่าง ๆ เช่น แขน ขา ศีรษะ ฯลฯ เกิดการกระทบ และมีอาการบาดเจ็บตามมา อาจบาดเจ็บเพียงเล็กน้อยไปจนถึงบาดเจ็บรุนแรง และรุนแรงที่สุดคือเสียชีวิต โดยในผู้สูงอายุนั้นเมื่อมีการหกล้มเกิดขึ้น อาจจะมี 2 กรณี คือ กรณีที่ 1 ล้มแล้วช่วยเหลือตัวเองได้ และกรณีที่ 2 ล้มแล้วช่วยเหลือตัวเองไม่ได้ ซึ่งการล้มแล้วช่วยเหลือตัวเองไม่ได้นั้น หมายถึงว่าไม่สามารถขยับร่างกายได้หรือหมดสติ มีความเสี่ยงที่จะเกิดการเสียชีวิตสูงมาก จึงควรได้รับการช่วยเหลือให้เร็วที่สุด

โครงการนี้การพัฒนากระบวนการแจ้งเตือนการหกล้มในผู้สูงอายุ ทางคณะผู้จัดทำจึงคิดวิธีเพื่อแก้ปัญหาขึ้น โดยการพัฒนาระบบการตรวจจับการหกล้มในผู้สูงอายุบนนาฬิกา Smart Watch เพื่อแจ้งเตือนการหกล้มให้กับผู้ที่เกี่ยวข้องได้รับรู้

# development of fall detection system in the elderly

Mr. Chainarin Phosai

63015036

Mr. Anusak Noiya

63015202

Asst.Prof. Kiatnarong Tongprasert Advisor

Academic Year 2022

## Abstract

Nowadays Thailand is entering a completely aging society. There will be a proportion of the population aged 60 years and over in the rate of 20 percent of the total population in the elderly with physical and mental changes. causing many health risks such as reduced immunity, deteriorating organ systems with age causing the body to be weak and unable to balance well For example, decreased immunity, deteriorated organ systems with age causing the body to be weak and unable to balance well Therefore, there is a greater chance of falling than other ages. Falling is caused by loss of balance. which happened unintentionally causing various organs such as arms, legs, head, etc. and had subsequent injuries May cause minor injury to severe injury and most severely, death In the elderly, when a fall occurs, there may be 2 cases: case 1 falls and can help himself, and case 2 falls and cannot help himself. which falling and then unable to help himself Means unable to move or losing consciousness. Very high risk of death therefore should receive help as soon as possible

This project is to develop a fall alert system in the elderly. The organizers therefore came up with a way to solve this problem. By developing a fall detection system in the elderly on Smart Watches to alert those involved in falling.

## กิตติกรรมประกาศ

โครงการพัฒนาระบบการแจ้งเตือนการหกล้มในผู้สูงอายุนี้ ทางคณะผู้จัดทำขอขอบคุณครูที่ปรึกษาโครงการอาจารย์ เกียรติณรงค์ ทองประเสริฐ ที่ช่วยแก้ไขปัญหาต่างๆ ตลอดจนให้ความรู้และคำปรึกษาต่างๆ ที่เกี่ยวกับแนวทางในการดำเนินโครงการชิ้นนี้ จนกระทั่งโครงการนี้เสร็จสมบูรณ์และขอขอบพระคุณทางภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง สำหรับสถานที่ในการทำงาน และอำนวยความสะดวกในการทำโครงการครั้งนี้

ขอขอบคุณเพื่อนๆ ภายในภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่คอยให้คำปรึกษา คำแนะนำ และกำลังใจตลอดการทำงานชิ้นนี้

นายชัยรินทร์ โพธิ์ไทรย์

นายอนุศักดิ์ น้อยยะ

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญรูป.....	VI
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตการวิจัย.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ.....	2
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 เอกสารที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	5

## สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 การออกแบบและการพัฒนา	
3.1 องค์ประกอบของระบบทั้งหมด .....	8
3.2 จำนวนผู้ใช้ทั้งหมด 2 User.....	8
3.3 ขั้นตอนการทำงานของระบบ.....	8
3.4 แผนผังงาน Flow Chart.....	8
บทที่ 4 การทดลอง / ความก้าวหน้า .....	10
4.1 การทำงานของระบบ .....	12
4.2 วิธีการทดลอง .....	14
4.3 ผลการทดลอง .....	15
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	22
5.1 สรุปผลที่ได้จากโครงการ .....	22
5.2 ส่วนที่ได้ทำไปแล้ว .....	22
5.3 ปัญหาและอุปสรรค.....	22
5.3 แนวทางการแก้ไข .....	22
บรรณานุกรม .....	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 การเปลี่ยนไปของความเร่งรวมระหว่างการหกล้ม .....	3
รูปที่ 2.2 ตำแหน่งแกนของเซ็นเซอร์ในลักษณะธรรมชาติของร่างกายมนุษย์.....	4
รูปที่ 2.3 สูตรหาความเร่งรวม ณ เวลา t.....	4
รูปที่ 2.4 สูตรหามุมเอียง .....	4
รูปที่ 2.5 การเปรียบเทียบความเร่งกับเกณฑ์.....	5
รูปที่ 2.7 สถาปัตยกรรมของระบบ SmartFall .....	7
รูปที่ 4.1 Ticwatch C2.....	10
รูปที่ 4.2 ตัวอย่างแอปพลิเคชัน.....	11
รูปที่ 4.3 กราฟแสดงผลการหกล้ม .....	12
รูปที่ 4.4 กราฟแสดงผลการหกล้ม .....	13
รูปที่ 4.5 การหกล้ม.....	15
รูปที่ 4.6 การหกล้ม.....	16
รูปที่ 4.7 แอปพลิเคชันบนนาฬิกา .....	17
รูปที่ 4.8 แอปพลิเคชันบนนาฬิกา .....	18
รูปที่ 4.9 แอปพลิเคชันบนมือถือ .....	19
รูปที่ 4.10 แอปพลิเคชันบนมือถือ .....	19
รูปที่ 4.11 แอปพลิเคชันบนมือถือ .....	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

จากงานวิจัยพบว่าในปี 2565 ประเทศไทยจะเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุอย่างสมบูรณ์ โดยจะมีสัดส่วนประชากรอายุ 60 ปีขึ้นไป ในอัตราร้อยละ 20 ของประชากรทั้งหมด มีแนวโน้มว่าประชากรที่เป็นผู้สูงอายุจะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ในวัยผู้สูงอายุมีการเปลี่ยนแปลงทางด้านร่างกายและจิตใจ ก่อให้เกิดความเสี่ยงทางด้านสุขภาพมากมาย เช่น ภูมิคุ้มกันที่ลดลง ระบบอวัยวะที่เสื่อมลงตามอายุ ทำให้ร่างกายไม่แข็งแรงและทรงตัวได้ไม่ดี จึงมีโอกาสที่จะเกิดการล้มได้มากกว่าวัยอื่น ภาวะการล้มเป็นความเสี่ยงที่จะก่อให้เกิดอันตราย และพบบ่อยในผู้สูงอายุโดยแต่ละปี 1 ใน 3 ของผู้สูงอายุมักประสบกับการล้มล้ม โดยในผู้ที่มีอายุ 65 ปีขึ้นไปมีความเสี่ยงต่อการหกล้มประมาณ 28 - 35% ส่วนในผู้ที่มีอายุ 70 ปีขึ้นไปมีความเสี่ยงต่อการหกล้มเพิ่มขึ้นเป็น 32 - 42% ปัญหาการหกล้มในผู้สูงอายุมีความอันตรายกว่าวัยอื่นหลายเท่าตัว จากสถิติเกี่ยวกับการบาดเจ็บของกรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข ยังพบว่ามีอัตราการเสียชีวิตจากการหกล้มสูงเป็นอันดับ 2 รองจากการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุบนท้องถนน

การหกล้มเกิดจากการสูญเสียการทรงตัว ซึ่งเกิดขึ้นโดยไม่ได้ตั้งใจ ทำให้อวัยวะต่าง ๆ เช่น แขน ขา ศีรษะ ฯลฯ เกิดการกระแทก และมีอาการบาดเจ็บตามมา อาจบาดเจ็บเพียงเล็กน้อยไปจนถึงบาดเจ็บรุนแรง และรุนแรงที่สุดคือเสียชีวิต โดยในผู้สูงอายุนั้นเมื่อมีการหกล้มเกิดขึ้น อาจจะมี 2 กรณี คือ กรณีที่ 1 ล้มแล้วช่วยเหลือตัวเองได้ และกรณีที่ 2 ล้มแล้วช่วยเหลือตัวเองไม่ได้ ซึ่งการล้มแล้วช่วยเหลือตัวเองไม่ได้นั้น หมายถึงว่าไม่สามารถขยับร่างกายได้หรือหมดสติ มีความเสี่ยงที่จะเกิดการเสียชีวิตสูงมาก จึงควรได้รับการช่วยเหลือให้เร็วที่สุด

ทางผู้จัดทำจึงคิดวิธีเพื่อแก้ปัญหานี้ โดยการพัฒนาระบบการตรวจจับการหกล้มในผู้สูงอายุบนนาฬิกา Smart Watch เพื่อแจ้งเตือนการหกล้มให้กับผู้ที่เกี่ยวข้องได้รับรู้

## 1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

- 1) เพื่อศึกษาการตรวจจับการหกล้มของผู้สูงอายุ
- 2) เพื่อศึกษาการแจ้งเตือนจากอุปกรณ์ Smart Watch ไปยังอุปกรณ์อื่น ๆ
- 3) เพื่อพัฒนาโปรแกรมบนอุปกรณ์ Smart Watch

## 1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) ได้รับความรู้จากการศึกษาการเขียนโปรแกรมบน Smart Watch
- 2) ได้แนวทางในการตรวจจับลักษณะการล้มของผู้สูงอายุ
- 3) สามารถนำไปใช้เพื่อช่วยเหลือผู้สูงอายุ ไม่ให้ผู้สูงอายุเสียชีวิตหรือบาดเจ็บรุนแรงเมื่อมีการหกล้มได้

## 1.4 ขอบเขตการวิจัย

- 1) ดำเนินการพัฒนาบนชุดอุปกรณ์เซนเซอร์ที่ติดตั้งอยู่กับอุปกรณ์ smart watch
- 2) ซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นจะติดตั้งอยู่บน smart watch ตามที่กำหนด

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาเกี่ยวกับการตรวจจับการหกล้มในผู้สูงอายุด้วยนาฬิกา Smart Watch ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและรายงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

#### 2.1 เอกสารที่เกี่ยวข้อง

ART: Adaptive and Real-time Fall Detection Using COTS Smart Watch

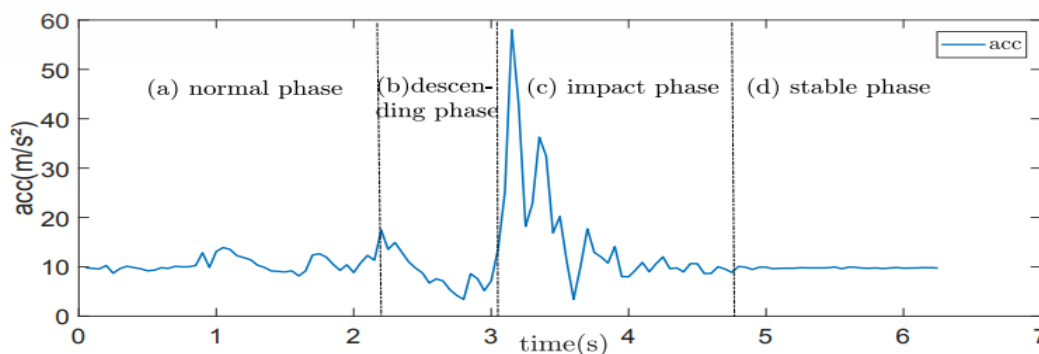
การศึกษาเกี่ยวกับการตรวจจับการหกล้มในเอกสารงานวิจัยนี้ เป็นการตรวจจับการหกล้มก่อนที่ร่างกายจะกระทบกับพื้น ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้มีการใช้ตัวเซ็นเซอร์เพียงหนึ่งตัวคือ เซ็นเซอร์ตรวจจับความเร่ง (acceleration sensors) แบบ 3 แกน คือ x, y, z เพื่อตรวจจับความเร่งของร่างกายมนุษย์และตรวจจับมุมเอียงของร่างกาย โดยลักษณะในการตรวจจับการหกล้มจะแบ่งเป็น 4 ระยะ ดังนี้

2.1.1 ระยะที่ 1 ปกติ เป็นระยะที่ยังไม่มีการหกล้ม ความเร่งของเซ็นเซอร์จะอยู่ใกล้เคียงกับแรงโน้มถ่วงของโลก (แรง  $g = 9.8$  เมตรต่อวินาทีกำลังสอง)

2.1.2 ระยะที่ 2 ขาลง เป็นระยะที่กำลังหกล้มแต่ยังไม่กระทบพื้น ความเร่งของระยะนี้จะน้อยกว่าแรงโน้มถ่วงของโลก เมื่อเกิดระยะขาลงจะทำให้ความเร่งลดลงและจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วทำให้เกิดระยะที่ 3

2.1.3 ระยะที่ 3 กระทบ เป็นระยะที่มีการหกล้มกระทบกับพื้น ความเร่งในระยะนี้จะสูงขึ้นอย่างรวดเร็วและลดลงเรื่อย ไปสู่ระยะที่ 4

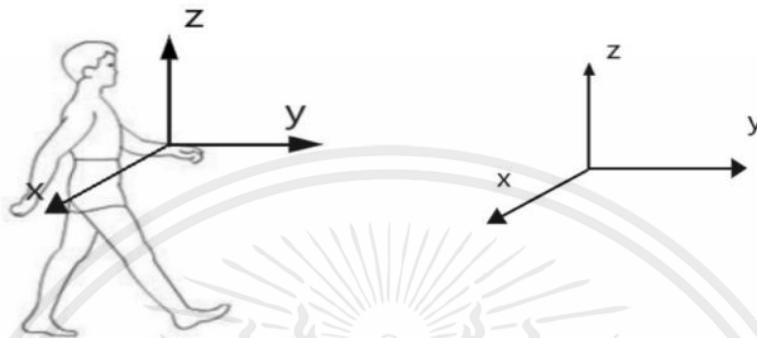
2.1.4 ระยะที่ 4 เสถียร เป็นระยะหลังจากมีการหกล้มกระทบกับพื้น ความเร่งจะเริ่มคงที่ประมาณ 10 เมตรต่อวินาทีกำลังสอง



รูปที่ 2.1 การเปลี่ยนแปลงของความเร่งรวมระหว่างการหกล้ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อที่จะตรวจจับการหกล้ม ได้อย่างแม่นยำมากขึ้นจึงนำมุมจากเซ็นเซอร์มาวิเคราะห์ด้วย โดยใช้ตำแหน่งในการสวมใส่เป็นจุดเริ่มต้นในการพิจารณาแกน ให้แกนที่ขนานกับลำตัวเป็นแกน  $z$ , แกนที่ตั้งฉากกับลำตัวเป็นแกน  $y$  และแกนที่ชี้ไปทางด้านขวาของลำตัวเป็นแกน  $x$  ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 ตำแหน่งแกนของเซ็นเซอร์ในลักษณะธรรมชาติของร่างกายมนุษย์

ลักษณะในการหกล้มนั้นจะมีทิศทางที่ต่างกันไปทั้งล้มไปด้านหน้า ด้านหลัง และด้านข้าง ในเอกสารวิจัยนี้ใช้การตรวจจับความเร่งแบบรวม และใช้  $acc(t)$  เพื่อบันทึกค่าของความเร่งรวม ณ เวลา  $t$  ลักษณะการยื่นปกติความเร่งรวมอยู่ใกล้  $g$  และทำมุมกับพื้นประมาณ 90 องศา

$$acc(t) = \sqrt{a_x^2(t) + a_y^2(t) + a_z^2(t)}$$

รูปที่ 2.3 สูตรหาความเร่งรวม ณ เวลา  $t$

$$\varphi(t) = \frac{\arccos(a_y(t)/acc(t))}{\pi} * 180$$

รูปที่ 2.4 สูตรหามุมเอียง

จากเอกสารการวิจัยนี้ต้องการที่จะตรวจจับการหกล้มก่อนที่จะกระทบกับพื้นจึงต้องวิเคราะห์ความเร่งในระยะที่ 1 และระยะที่ 2 เป็นหลัก โดยจะมีเกณฑ์สำหรับความเร่งคือ  $T_{acc}$  และเกณฑ์สำหรับมุมเอียงคือ  $T_{iacc}$  ในการตรวจจับการหกล้ม ถ้าความเร่งน้อยกว่า  $T_{acc}$  แล้วเปรียบเทียบว่า ถ้ามุมเอียงมากกว่า  $T_{iacc}$  แสดงว่าร่างกายกำลังอยู่ในช่วงขาลงก่อนตกกระทบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$t = \begin{cases} 1, \min(\text{acc}(t_1), \dots, \text{acc}(t_m)) \leq T_{\text{cacc}} \\ 0, \min(\text{acc}(t_1), \dots, \text{acc}(t_m)) > T_{\text{cacc}} \end{cases}$$

รูปที่ 2.5 การเปรียบเทียบความเร่งกับเกณฑ์

$$\theta = \begin{cases} 1, \min(\varphi(t_1), \dots, \varphi(t_m)) \geq T_{\text{iacc}} \\ 0, \min(\varphi(t_1), \dots, \varphi(t_m)) < T_{\text{iacc}} \end{cases}$$

รูปที่ 2.6 การเปรียบเทียบมุมเอียงกับเกณฑ์

จากรูปที่ 2.5 และ 2.6 ในสมการนี้  $m$  คือจำนวนชุดตัวอย่างที่รวบรวม,  $t$  คือ แฟล็กสถานะ และ  $t = 1$  แสดงว่าอยู่ในสถานะของระยะที่ 2 ขาลง เมื่อสถานะของ  $t = 1$  จะมาเปรียบเทียบมุมเอียงกับเกณฑ์ โดยถ้า

$\theta = 1$  บ่งชี้ว่าอยู่ในช่วงขาลงก่อนเกิดเหตุการณ์กระทบ และถ้า  $\theta = 0$  แสดงว่าไม่อยู่ในช่วงขาลง

จากการศึกษาเอกสารการวิจัยนี้ เป็นอัลกอริทึมที่มีความแม่นยำสูงมาก แต่ยังมีความผิดพลาดบ้างเล็กน้อย เป็นเพราะว่าใช้ SVM (Support Vector Machines) เป็น Machine Learning ซึ่งในเอกสารการวิจัยนี้ได้ทำการฝึกฝน SVM ยังไม่เยอะพอ จึงทำให้มีความผิดพลาด เพื่อที่จะตรวจจับให้แม่นยำมากขึ้นจึงควรฝึกฝน SVM มากขึ้นโดยนำคนจำนวนมากมาทดลอง

## 2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

### Transfer Learning on Small Datasets for Improved Fall Detection

การหกล้มในผู้สูงอายุเกี่ยวข้องกับการเจ็บป่วยและเสียชีวิตอย่างมีนัยสำคัญ แม้ว่าอุปกรณ์ตรวจจับการล้มจำนวนมากที่รวมเอา AI และอัลกอริทึมการเรียนรู้ของเครื่องได้รับการพัฒนาขึ้น แต่ไม่มีระบบที่ใช้สมาร์ทวอทช์ที่รู้จักโคที่ประสบความสำเร็จในแบบเรียลไทม์เพื่อตรวจจับการล้มของผู้สูงอายุ เราได้พัฒนาและปรับใช้ระบบ SmartFall บนสมาร์ทวอทช์ที่ใช้สินค้าโภคภัณฑ์ ซึ่งได้ทดลองใช้โดยผู้สูงอายุแก่คน แม้ว่าระบบจะใช้งานได้และได้รับการต้อนรับจากผู้เข้าร่วมการทดลองของเรา แต่ก็มีข้อจำกัดร้ายแรงสองประการ ข้อจำกัดประการแรกคือการไม่สามารถรวบรวมข้อมูลส่วนบุคคลจำนวนมากสำหรับการฝึกอบรมได้ เมื่อมีการใช้แบบจำลองการตรวจจับการล้มซึ่งได้รับการฝึกฝนด้วยข้อมูลไม่เพียงพอในโลกแห่งความเป็นจริง จะทำให้เกิดผลบวกลวงจำนวนมาก ข้อ จำกัด ประการที่สองคือปัญหาการเบี่ยงเบนของแบบจำลอง ซึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายความว่าโมเดลที่ถูกต้องซึ่งฝึกฝนโดยใช้ข้อมูลที่รวบรวมจากอุปกรณ์เฉพาะจะทำงานได้ต่ำกว่ามาตรฐานเมื่อใช้ในอุปกรณ์อื่น ดังนั้น การสร้างแบบจำลองสำหรับอุปกรณ์/นาฬิกาแต่ละประเภทจึงไม่ใช่แนวทางที่ปรับขนาดได้สำหรับการพัฒนาระบบตรวจจับการตกจากสมาร์ทวอตช์ เพื่อจัดการกับปัญหาเหล่านั้น ก่อนอื่นเราได้รวบรวมชุดข้อมูล 3 ชุด ซึ่งรวมถึงข้อมูลมาตรวัดความเร่งสำหรับปัญหาการตรวจจับการล้มจากอุปกรณ์ต่างๆ: นาฬิกา Microsoft (MSBAND), นาฬิกา Huawei และอุปกรณ์เซ็นเซอร์เมตา หลังจากนั้น กลยุทธ์การเรียนรู้การถ่ายโอนถูกนำมาใช้เพื่อสำรวจการใช้การเรียนรู้การถ่ายโอนเพื่อเอาชนะปัญหาการฝึกอบรมชุดข้อมูลขนาดเล็กสำหรับการตรวจจับการล้ม เรายังแสดงให้เห็นถึงการเรียนรู้การถ่ายโอนเพื่อสรุปโมเดลในอุปกรณ์ที่แตกต่างกัน

#### สถาปัตยกรรมระบบ SmartFall

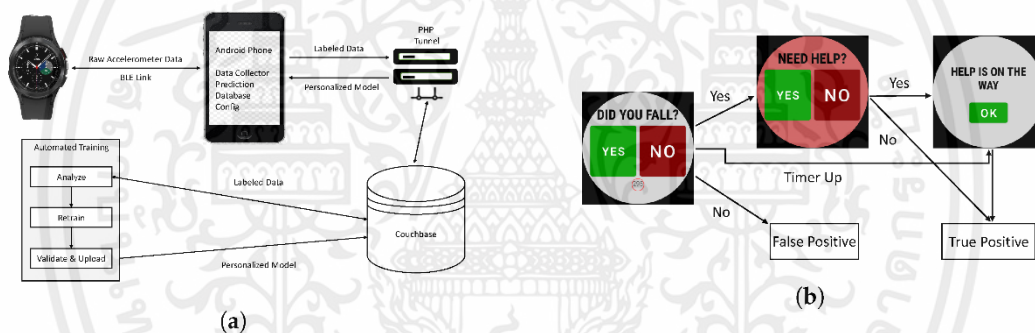
เราใช้สถาปัตยกรรมสามชั้นซึ่งมีสมาร์ทวอตช์อยู่ที่ขอบ สมาร์ทโฟนอยู่ชั้นกลาง และเซิร์ฟเวอร์คลาวด์อยู่ชั้นในสุด นี่เป็นหนึ่งในสถาปัตยกรรมที่ยืดหยุ่นที่สุดสำหรับแอปพลิเคชัน IoT ตามที่กล่าวไว้ใน [39] และเป็นทางเลือกที่ใช้งานได้จริงสำหรับต้นแบบของเรา Microservice เป็นการใช้งานเฉพาะของสถาปัตยกรรมเชิงบริการ (SOA) ที่ช่วยให้สามารถปรับใช้บริการบนอินเทอร์เน็ตได้อย่างอิสระ ยืดหยุ่น และกระจาย แอปพลิเคชันที่ออกแบบด้วยไมโครเซอร์วิสประกอบด้วยบริการขนาดเล็ก แบบโมดูลาร์ และเป็นอิสระ ซึ่งสื่อสารผ่าน API ที่กำหนดไว้อย่างดี เมื่อเปรียบเทียบกับสถาปัตยกรรมสามเลเยอร์ของ SmartFall แล้ว ไมโครเซอร์วิสนั้นคล่องตัว ยืดหยุ่น และยืดหยุ่นได้มากกว่า อย่างไรก็ตาม ไมโครเซอร์วิสแต่ละรายการต้องโฮสต์ในคอนเทนเนอร์และเชื่อมต่อกับเฟรมเวิร์กระบบคลาวด์ นอกจากนี้ ความสามารถในการพกพาของคอนเทนเนอร์ขอายังไม่ได้รับการพิสูจน์ ปัจจุบันไม่มีคอนเทนเนอร์ที่เข้ากันได้กับ Docker ที่สามารถทำงานบนอุปกรณ์ Edge เช่น โทรศัพท์ Android40 ] .

รูปที่ 2 a แสดงภาพรวมของระบบตรวจจับการล้ม SmartFall ส่วนประกอบซอฟต์แวร์หลักที่พัฒนาบนสมาร์ทโฟนคือ (a) โมดูล Config ซึ่งจัดการพารามิเตอร์ เวอร์ชันของโมเดลการเรียนรู้เชิงลึกที่ใช้โดยผู้ใช้เฉพาะ กลยุทธ์การฝึกอบรมส่วนบุคคลที่เลือก และเซิร์ฟเวอร์คลาวด์ที่เลือกสำหรับการจัดเก็บข้อมูลและการฝึกอบรมซ้ำ ; (b) โมดูล ฐานข้อมูลที่จัดการข้อมูลทั้งหมดที่ตรวจจับ การอัปโหลดข้อมูลที่รวบรวมไปยังคลาวด์ และการดาวน์โหลดโมเดลที่ได้รับการฝึกฝนใหม่ที่ดีที่สุดสำหรับผู้ใช้ (c) ผู้รวบรวมข้อมูล โมดูลที่จัดการการถ่ายโอนข้อมูลที่รับรู้บนสมาร์ท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วอทซ์ไปยังสมาร์ทโฟนโดยใช้โปรโตคอลการสื่อสารที่แตกต่างกัน สมาร์ทวอทซ์และสมาร์ทโฟนของเราสื่อสารโดยใช้ BLE สมาร์ทวอทซ์และเซิร์ฟเวอร์สื่อสารกันโดยใช้ HTTP ระบบของเราออกแบบมาเพื่อใช้ประโยชน์จากโปรโตคอลการสื่อสารหลายตัว และ (d) โมเดล การทำนายซึ่งจัดการโมเดลการเรียนรู้ของเครื่องต่างๆ ที่ใช้สำหรับการตรวจจับการล้ม ตัวอย่างเช่น ระบบสามารถกำหนดค่าให้เรียกใช้เครือข่ายประสาทแบบวนซ้ำทั้งชุด (RNN) หรือแบบจำลอง RNN เดียว บนระบบคลาวด์ มีการใช้ส่วนประกอบซอฟต์แวร์เพิ่มเติมสำหรับการวิเคราะห์ การฝึกอบรมซ้ำ และการตรวจสอบความถูกต้องของโมเดลที่ได้รับการฝึกอบรมซ้ำ ระบบของเราได้รับการออกแบบมาเพื่อความยืดหยุ่นสำหรับการใช้กลยุทธ์ส่วนบุคคลที่แตกต่างกันและเมื่อพร้อมใช้งาน

อ้างอิงจากรูปต่อไปนี้



รูปที่ 2.7 สถาปัตยกรรมของระบบ SmartFall (ก) ภาพรวมของระบบ SmartFall (b) อินเทอร์เฟซผู้ใช้ของนาฬิกาแสดงขึ้นหลังจากตรวจพบการล้ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3

### การออกแบบและการพัฒนา

การออกแบบและพัฒนาระบบ เป็นการออกแบบจากการที่ได้รับข้อมูลความต้องการของผู้ที่จะใช้คือ สำนักผู้สูงอายุกรมอนามัยกระทรวงสาธารณสุข ดังนี้

#### 3.1) องค์ประกอบของระบบทั้งหมด

- 1) นาฬิกา Smart Watch ที่เป็นระบบปฏิบัติการ Wear OS
- 2) Application ตรวจจับการหกล้ม
- 3) มือถือที่เป็นระบบปฏิบัติการ Android
- 4) เซ็นเซอร์ Gyroscope
- 5) เซ็นเซอร์ Accelerometer
- 6) เซ็นเซอร์ Heart Rate

#### 3.2) จำนวนผู้ใช้ทั้งหมด 2 User

- 1) ผู้สูงอายุที่สวมนาฬิกาที่มีแอปติดตั้ง
- 2)ญาติของผู้สูงอายุหรือผู้ดูแล

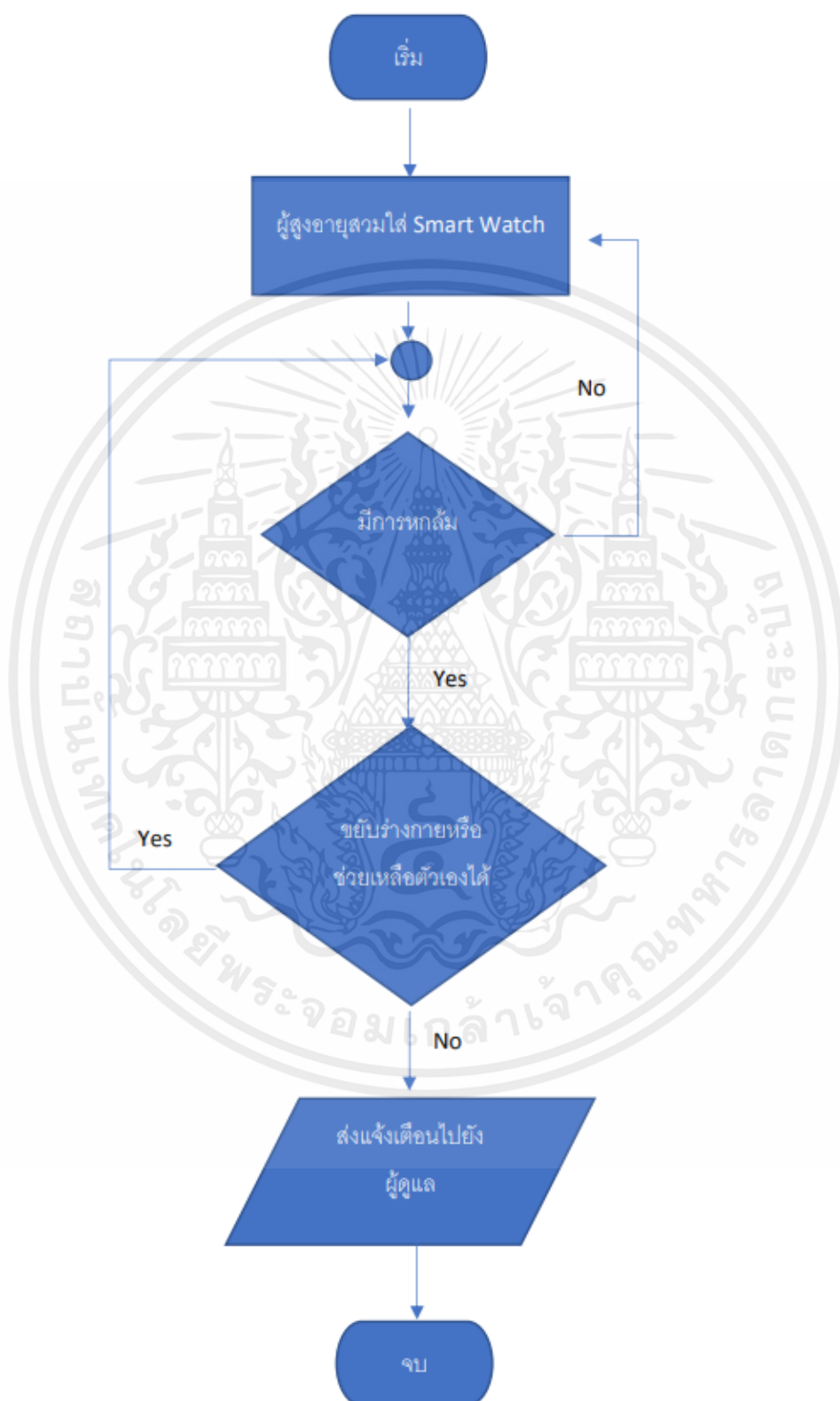
#### 3.3) ขั้นตอนการทำงานของระบบ

- 1) ผู้สูงอายุสวมใส่นาฬิกา Smart Watch ที่ติดตั้งแอป
- 2) จะทำการตรวจสอบมีการล้มหรือไม่
- 3) เมื่อมีการล้มจะทำการตรวจสอบว่าช่วยเหลือตัวเองได้หรือไม่ หากไม่ได้จะทำการแจ้งเตือนทันที

#### 3.4) แผนผังงาน Flow Chart

แผนผังงานจะเป็นส่วนของการทำงานหลัก โดยเริ่มต้นจะให้ผู้สูงอายุสวมใส่ Smart Watch บนข้อมือ โปรแกรมจะทำการตรวจจับว่ามีการล้มเกิดขึ้นหรือไม่ หากมีการหกล้มจะทำ

การตรวจสอบว่า ผู้สูงอายุสามารถขยับร่างกายหรือช่วยเหลือตัวเองได้หรือไม่ หากไม่ได้จะทำการ  
 แจ่งเตือนไปยังแอปพลิเคชันบนมือถือของญาติผู้สูงอายุ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### การทดลอง / ความก้าวหน้า

การทดลองและความก้าวหน้า หลังจากเริ่มศึกษาบทความวิจัยเกี่ยวกับการตรวจจับการหกส้อมโดย Smart Watch พบว่าส่วนใหญ่บทความวิจัยจะเป็นการตรวจจับการหกส้อมโดยใช้เซ็นเซอร์ Accelerometer แบบมี 3 แกน ทางคณะผู้จัดทำจึงได้ทำการเลือกซื้อ Smart Watch ที่มีตัวเซ็นเซอร์นี้ และศึกษาเกี่ยวกับ Smart Watch ต่าง ๆ ที่จะสามารถเขียน โปรแกรมได้โดยตรง จึงเลือกซื้อรุ่นที่มีระบบปฏิบัติการเป็นระบบ Wear OS ซึ่งเป็นของ Google ในตัวนาฬิกาสามารถดาวน์โหลดโปรแกรมและติดตั้งได้โดยตรง คณะผู้จัดทำจึงทำการซื้อ Ticwatch C2 ในราคา 2,900 ลดจาก 7,900 บาท



รูปที่ 4.1 Ticwatch C2

หลังจากทำการเลือกซื้อนาฬิกาสำเร็จ จึงทำการศึกษาเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมบนอุปกรณ์โดยคณะผู้จัดทำเลือก Android Studio Dolphin

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

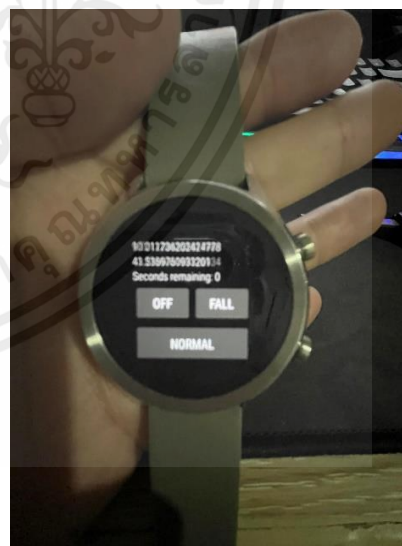


รูปที่ 4.1.1 Android Studio Dolphin

ทำการเขียนโค้ดเพื่อสร้าง dataset โดยทำการบันทึกค่าเซ็นเซอร์ความเร่งและมุมของ ตามสูตรที่ได้จาก paper

ในการบันทึกจะเขียน โปรแกรมที่มีปุ่มกด 3 ปุ่ม ดังนี้

1. ปุ่มที่ 1 จะเป็นการเปิดปิดโปรแกรม แสดง ON และ OFF เป็นสถานะ
2. ปุ่มที่ 2 จะเป็นการบันทึกเหตุการณ์ที่เป็นกิจกรรมตอนล้ม โดยจะนับถอยหลัง 5 วินาทีและเขียนลงในไฟล์บนนาฬิกา
3. ปุ่มที่ 3 จะเป็นการบันทึกเหตุการณ์การทำกิจกรรมปกติ เช่น การเดินขึ้นลงบันได เป็นต้น และจะนับถอยหลัง 5 วินาทีและเขียนลงในไฟล์บนนาฬิกา



รูปที่ 4.2 ตัวอย่างแอปพลิเคชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเขียนลงในไฟล์จะบันทึกค่า

สถานะ | เซ็นเซอร์ความเร็วรวม | มุม | ค่าแกน x | ค่าแกน y | ค่าแกน z | เวลา

โดยสถานะมี 0 และ 1

0 จะเป็นสถานะของกิจกรรมปกติ

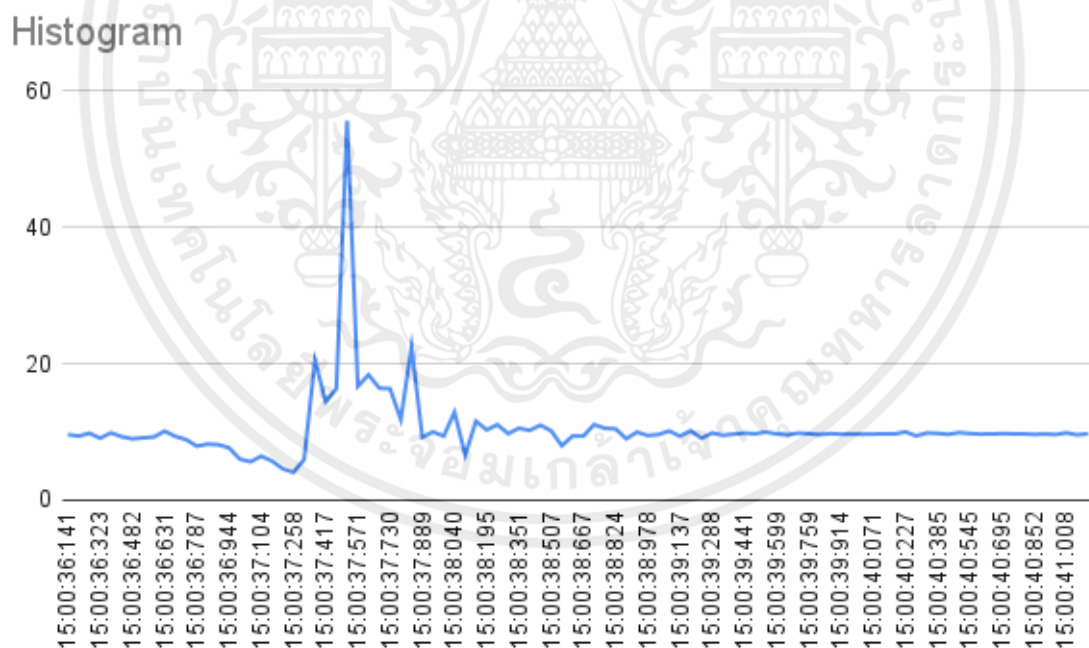
1 จะเป็นสถานะของการล้ม

## 4.1 การทำงานของระบบ

### 4.1.1 อุปกรณ์

4.1.1.1 นาฬิกาที่เป็น Smart Watch Wear OS

4.1.1.2 โทรศัพท์มือถือที่เป็นระบบปฏิบัติการ Android



ตัวอย่างที่ 4.3 กราฟแสดงผลการหกล้ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Histogram

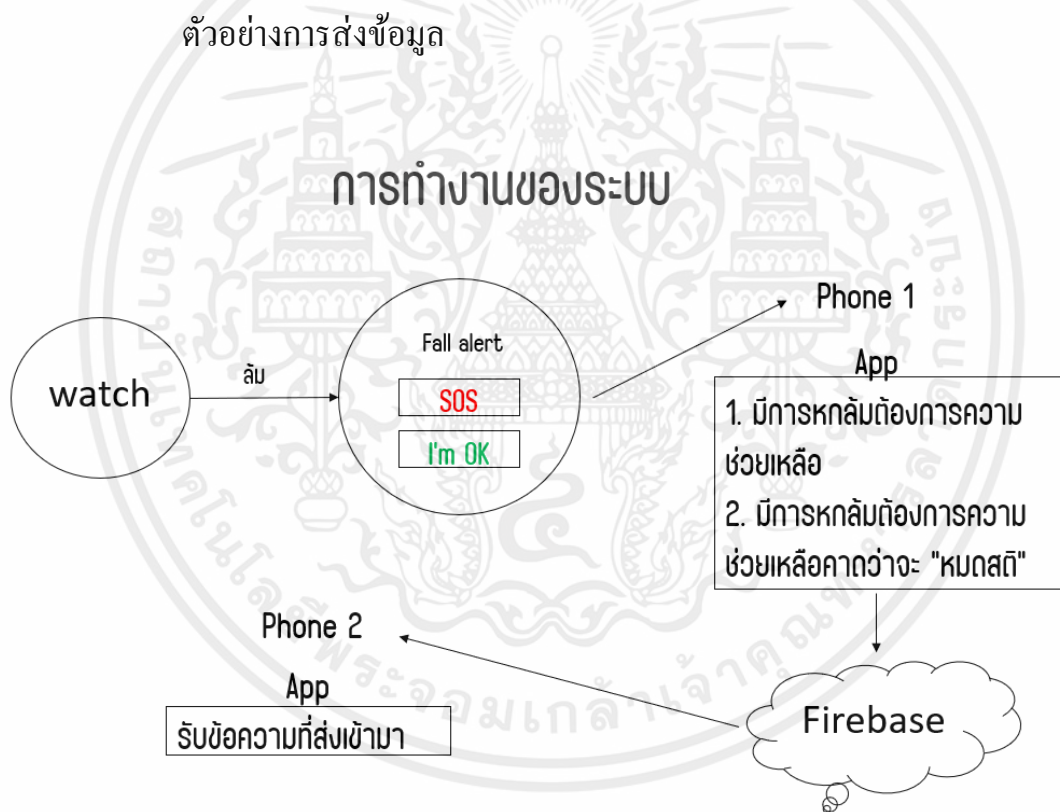


ตัวอย่างรูปที่ 4.4 กราฟแสดงผลการหกล้ม

หลังจากได้เก็บ dataset และนำไฟล์ .csv ที่ได้ไปพล็อตกราฟด้วยภาษา python ใน google colab จะแสดงให้เห็นว่า ช่วงที่ 1 จะเกิดความเร่งที่ต่ำลงหรือน้อยกว่าแรงโน้มถ่วงของโลกซึ่งอยู่ที่ 9.8 จะทำให้รู้ว่ากำลังจะมีการเกิดการหกล้มเกิดขึ้น ส่วนในช่วงที่ 2 นั้น จะแสดงให้เห็นว่ามีอัตราความเร่งที่สูงขึ้นจะแสดงจุดพีคและจะรู้ได้ว่ามีการกระทบหรือกระแทกกับพื้นแล้วนั่นเอง ช่วงที่ 3 แสดงให้เห็นว่ามีอัตราความเร่งนิ่งไปแล้วหรือมีการล้มเกิดขึ้นแล้วนั่นเอง

## 4.2 วิธีการทดลอง

ทดสอบโดยการสวมนาฬิกาให้ผู้ทดลองสวมใส่แล้วเปิดแอปพลิเคชันสำหรับแจ้งเตือนการหกล้มเอาไว้แล้วให้ผู้ทดสอบทำการล้มถ้าเกิดมีการล้มเกิดขึ้น โดยที่ยังสามารถช่วยเหลือตัวเองได้หรือไม่ได้เป็นอะไรมาสามารถกดปุ่มบนหน้าจอของนาฬิกา “I’m OK” หรือถ้าหากล้มแล้วมีอาการไม่ปกติ สามารถกดปุ่ม “SOS” บนนาฬิกาหรือถ้าหากว่าหกล้มแล้วไม่มีการตอบสนอง ประมาณ 20 วินาที นาฬิกา ก็จะข้อมูลไปยังแอปบนมือถือ ที่ทำการเชื่อมต่อบลูทูธกับนาฬิกาไว้ แล้วก็จะส่งไปยัง fire base ก็จะส่งต่อไปยังแอปบนมือถือผู้ดูแลหรือผู้ที่เกี่ยวข้อง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.3 ผลการทดลอง

เมื่อทดสอบสมมนาฬิกาแล้วได้ทดลองล้มจริงโดยการรันแอปบนนาฬิกาเรียบร้อยแล้ว ผลที่ได้ แสดงตามตัวอย่างต่อไปนี้



รูปที่ 4.5 การหล้ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 การหลอ้ม

แสดงให้เห็นถึงการหลอ้มจริงๆ โดยส่วนต่อไปจะเป็นการแสดงให้เห็นว่าเราทำงานอย่างไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 4.7 แอปพลิเคชันบนนาฬิกา

รูปนี้จะแสดงให้เห็นว่าต้องการขอความช่วยเหลือหรือไม่ ถ้าต้องการให้กด SOS ถ้าไม่ต้องการขอความช่วยเหลือจากผู้ดูแล ให้กด I AM OK ถ้าเกิดกด SOS จะได้ดังรูปต่อไปนี้

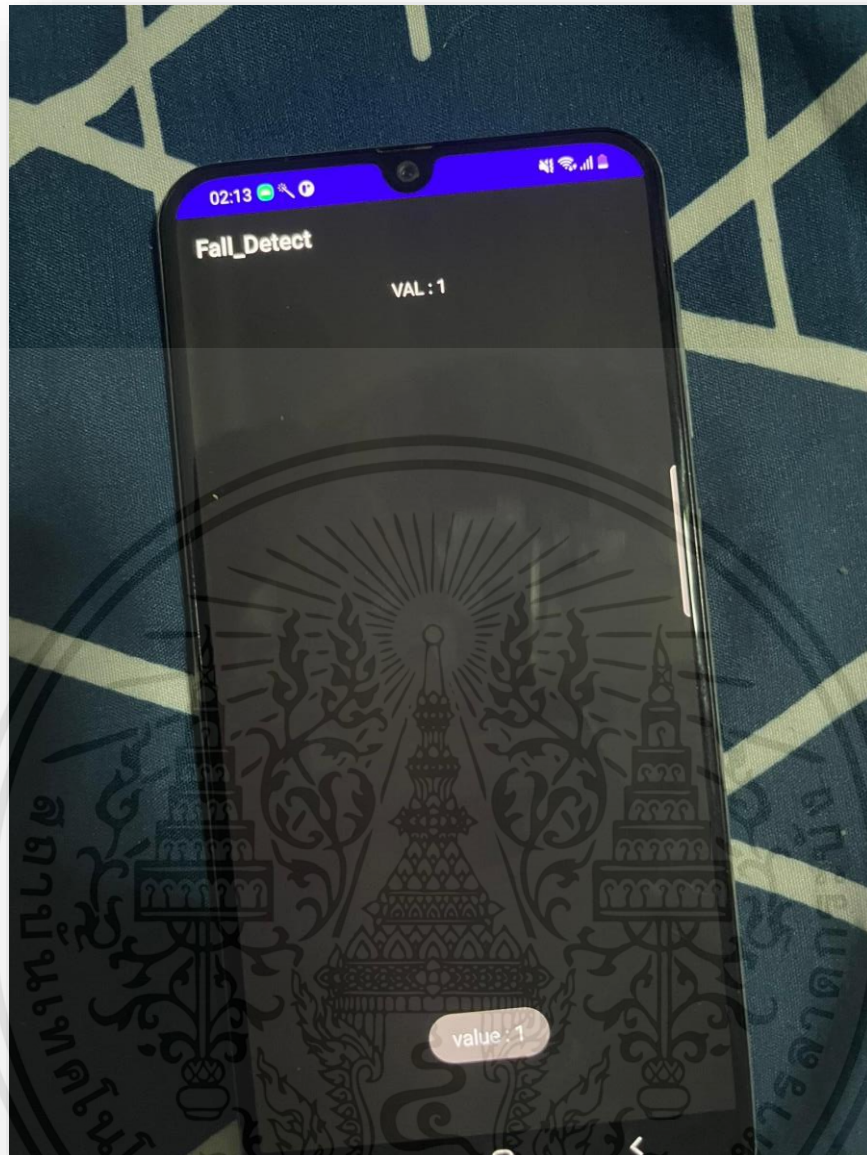
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 แอปพลิเคชันบนนาฬิกา

เกิดการกดขอความช่วยเหลือ “SOS” แล้วจะกลับมาหน้าแอปพลิเคชันแล้วก็จะส่งไปยังมือ  
ถือที่ทำการเชื่อมต่อบลูทูธอยู่

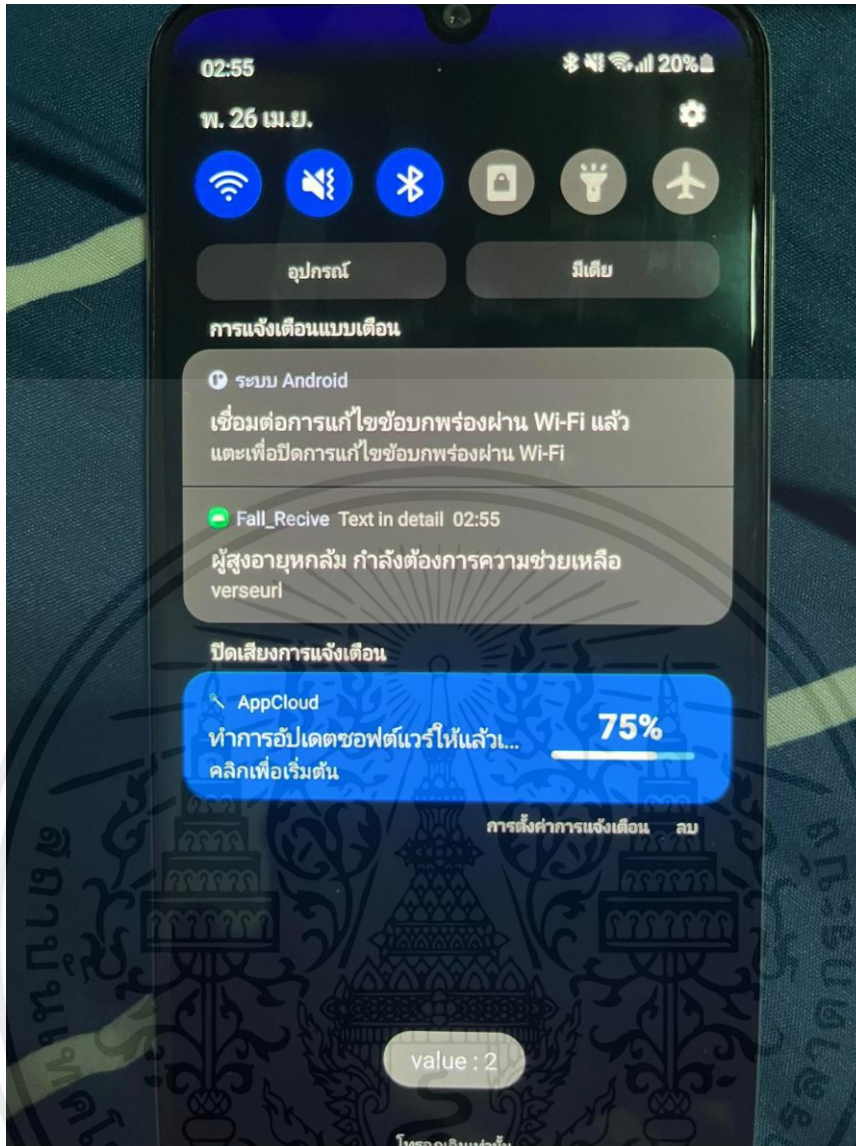
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 แอปพลิเคชันบนมือถือ

ส่งข้อมูลมายังเครื่องที่เชื่อมต่อบลูทูธและส่งต่อไปยังเครื่องผู้ดูแลดังรูปต่อไปนี้

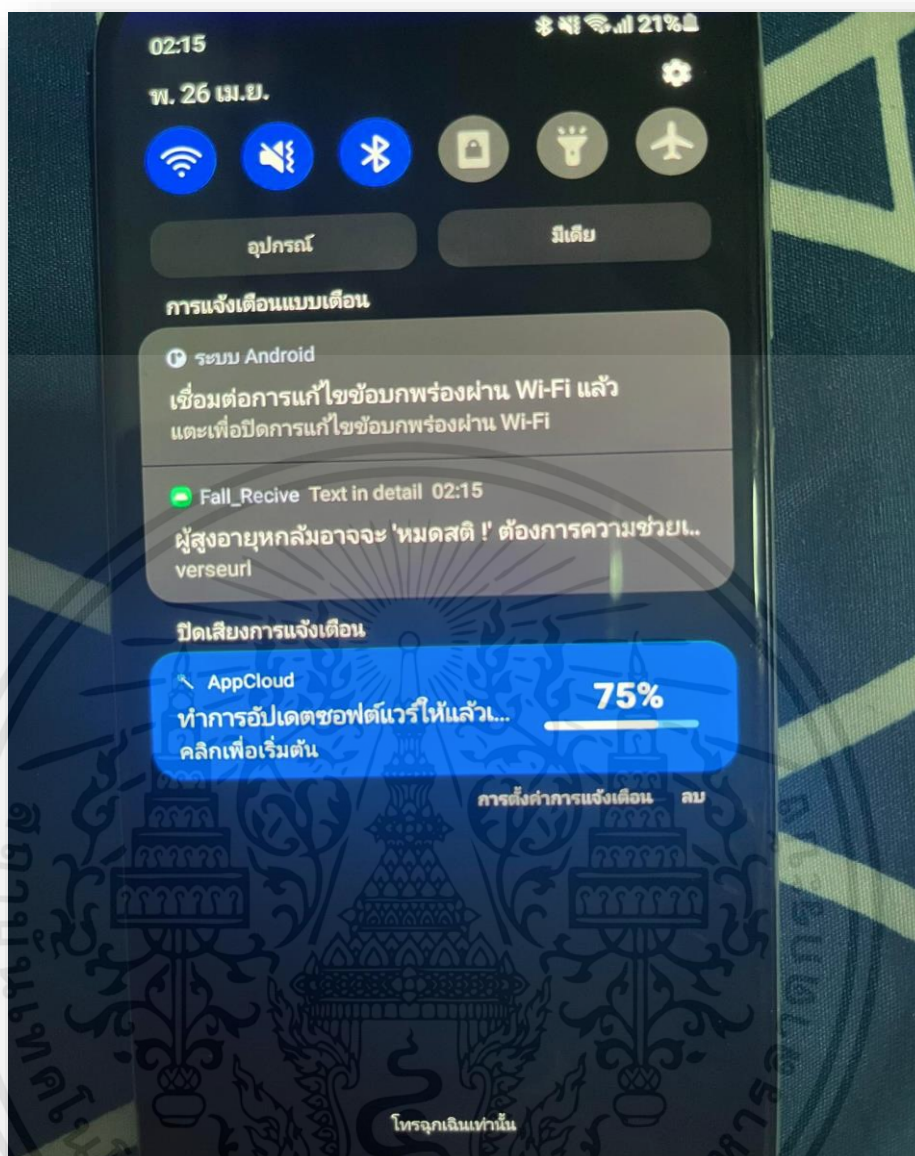
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 แอปพลิเคชันบนมือถือ

ได้รับข้อความขอความช่วยเหลือจากผู้สูงอายุ ถ้าหาก ผู้สูงอายุล้มแล้วไม่ได้กขอความช่วยเหลือหรือไม่ได้ทำอะไรใดๆ บนนาฬิกาภายใน 30 วินาที จะขึ้นดังรูปต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 แอปพลิเคชันบนมือถือ

หากผู้สูงอายุหมดสติหรือช่วยเหลือตัวเองไม่ได้ภายใน 30 วินาที จะทำการแจ้งเตือนไปยังผู้เกี่ยวข้องหรือผู้ดูแลทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### สรุปผลและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผลที่ได้จากโครงการ

หลังจากที่ได้ศึกษาจากบทความวิจัยเกี่ยวกับการล้มและนำมาวิเคราะห์เพื่อมาสร้างแอปพลิเคชันตรวจจับการล้มและแจ้งเตือนไปยังผู้ดูแลด้วยเงื่อนไข IF,Else ไม่ใช่ machine learning ผลที่ได้คือการตรวจจับการล้มและแจ้งเตือนไปยังผู้ดูแลนั้นเป็นไปได้ด้วยดีแต่การตรวจจับการล้มนั้นไม่สามารถแยกแยะระหว่างกิจกรรมปกติกับการล้มได้ เนื่องจากคณะผู้จัดทำมองที่การตรวจจับการล้มเพื่อสร้างเงื่อนไขแต่ไม่ได้สร้างเงื่อนไขในส่วนที่เป็นการแยกแยะระหว่างการล้มกับกิจกรรมปกติ

#### 5.2 ส่วนที่ได้ทำไปแล้ว

5.2.1 เขียนโปรแกรมตรวจจับการหกล้ม

5.2.2 เขียนโปรแกรมเพื่อสร้างแอปพลิเคชันบนนาฬิกา

5.2.3 เขียนโปรแกรมเพื่อสร้างแอปพลิเคชันบนมือถือเพื่อส่งการแจ้งเตือน

5.2.4 เขียนโปรแกรมเพื่อสร้างแอปพลิเคชันบนมือถือเพื่อรับการแจ้งเตือน

#### 5.3 ปัญหาและอุปสรรค

5.2.1 ในการตรวจจับการหกล้มไม่สามารถแยกแยะได้ว่าอันไหนเป็นการหกล้มอันไหน เป็นการทํากิจกรรมปกติ

#### 5.4 แนวทางการแก้ไข

5.3.1 หากต้องการตรวจจับการหกล้มด้วยเงื่อนไข IF , Else ควรศึกษาลักษณะของ sensor เมื่อทํากิจกรรมปกติ

5.3.2 ศึกษาการใช้ Machine leaning เพื่อตรวจจับการหกล้ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บรรณานุกรม

Transfer Learning on Small Datasets for Improved Fall Detection 2023

Available : [https://www.mdpi.com/1424-](https://www.mdpi.com/1424-8220/23/3/1105?fbclid=IwAR2fexlR10ONSdxB8c18znSScedS8qeF2O0AYQld3cQBsl-rOmN_AMWh0Gk)

[8220/23/3/1105?fbclid=IwAR2fexlR10ONSdxB8c18znSScedS8qeF2O0AYQld3cQ](https://www.mdpi.com/1424-8220/23/3/1105?fbclid=IwAR2fexlR10ONSdxB8c18znSScedS8qeF2O0AYQld3cQBsl-rOmN_AMWh0Gk)

[Bs1-rOmN\\_AMWh0Gk](https://www.mdpi.com/1424-8220/23/3/1105?fbclid=IwAR2fexlR10ONSdxB8c18znSScedS8qeF2O0AYQld3cQBsl-rOmN_AMWh0Gk)

Effectiveness of a Smartwatch App in Detecting Induced Falls: Observational Study 2010

Available : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35311686/>

ART: Adaptive and Real-time Fall Detection Using COTS Smart Watch 2020

Available : <https://ieeexplore.ieee.org/document/9160472>