ระบบสารสนเทศของธุรกิจเฝ้าระวังการหกล้มผ่านกล้องวงจรปิด

นายทรนงชัย นนทภา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศทางธุรกิจ
คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2566

INFORMATION SYSTEM OF MONITORING FALL THROUGH SURVEILLANCE CAMERA BUSINESS

Mr. Thoranongchai Nontapa

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

An Independent Study Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Information Technology in Business
Faculty of Commerce and Accountancy
Chulalongkorn University
Academic Year 2023

หัวข้อสารนิพนธ์	ระบบสารสนเทศของธุรกิจเฝ้าระวังการหกล้มผ่านกล้องวงจรปิด
โดย	นายทรนงชัย นนทภา
สาขาวิชา	เทคโนโลยีสารสนเทศทางธุรกิจ
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.จันทร์เจ้า มงคลนาวิน

คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับสารนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

คณะกรรมการสอบสารนิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.อัษฎาพร ทรัพย์สมบูรณ์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.จันทร์เจ้า มงคลนาวิน)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.สาวิตรี บุญพัชรนนท์)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ทรนงชัย นนทภา : ระบบสารสนเทศของธุรกิจเฝ้าระวังการหกล้มผ่านกล้องวงจรปิด. (INFORMATION SYSTEM OF MONITORING FALL THROUGH SURVEILLANCE CAMERA BUSINESS) อ.ที่ปรึกษาหลัก : รศ. ดร.จันทร์เจ้า มงคลนาวิน

ณ ปัจจุบัน ประเทศไทยกำลังเข้าสู่สังคมผู้สูงวัย ส่งผลให้เกิดสถานการณ์ที่ครอบครัวที่มีผู้สูงอายุอาจต้องเผชิญ คือ การที่ผู้สูงอายุต้องพักอาศัยอยู่เพียงลำพังโดยไม่มีผู้ดูแลในบางช่วงเวลา ในเวลาที่ผ่านมา การเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) ซึ่งเป็นหนึ่งในเทคนิคที่สำคัญของปัญญาประดิษฐ์ (AI) ที่ได้รับความนิยมนำมาใช้ในการวิเคราะห์รูปภาพ เนื่องจากสามารถฝึกให้เรียนรู้จำลักษณะของวัตถุได้ดี ทำให้ปัญญาประดิษฐ์มีความสามารถเป็นเสมือน"ตา" ให้กับระบบที่ต้องการวิเคราะห์วัตถุจากรูปภาพ

โครงการ “ระบบสารสนเทศของธุรกิจเฝ้าระวังการหกล้มผ่านกล้องวงจรปิด” ได้นำเสนอระบบตรวจจับการหกล้มของผู้สูงอายุ โดยประยุกต์การเรียนรู้เชิงลึกในการสร้างเครื่องมือเฝ้าระวังการหกล้มของผู้สูงอายุผ่านภาพจากกล้องวงจรปิด ระบบดังกล่าวประกอบด้วย 5 ระบบย่อย ได้แก่ (1) ระบบตรวจจับการหกล้มผ่านกล้องวงจรปิดด้วยการเรียนรู้เชิงลึก (2) ระบบแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านไลน์ (3) ระบบดูภาพวิดีโอแบบเรียลไทม์และดูภาพวิดีโอที่บันทึกย้อนหลัง (4) ระบบบันทึกและเก็บข้อมูลรายงานสถิติ และ (5) ระบบการจัดการผู้ใช้โครงการนี้พัฒนาโดยใช้ Google Cloud SQL เป็นระบบจัดการฐานข้อมูล และ Django framework เป็นเครื่องมือออกแบบการแสดงผลบนเว็บไซต์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สาขาวิชา	เทคโนโลยีสารสนเทศทางธุรกิจ	ลายมือชื่อนิสิต .....
ปีการศึกษา	2566	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

6482047026 : MAJOR INFORMATION TECHNOLOGY IN BUSINESS
KEYWORD:

Thoranongchai Nontapa : INFORMATION SYSTEM OF MONITORING FALL THROUGH SURVEILLANCE CAMERA BUSINESS. Advisor: Assoc. Prof. Janjao Mongkolnavin, Ph.D.

At present, Thailand is transitioning into an ageing society. This shift raises challenges for households with elderly members, especially during the time they are residing alone. Recently. Deep Learning, one of the essential techniques in artificial intelligence (AI), has dramatically benefited image analyses due to its exceptional object recognition capabilities. This capacity enables AI to function as an 'eye' of the object detection system.

In this light, the "Information System of Monitoring Fall through Surveillance Camera Business" project introduces a system applying Deep Learning to monitor falls among older people through images from surveillance cameras. The project is composed of five subsystems: (1) Fall Detection via Surveillance Camera using Deep Learning System (2) Automatic Notification via LINE System (3) Real-time Video Viewing & Video Playback System (4) Data Storage and Reporting System and (5) User Management System. The project was developed using Visual Studio Code, while Google Cloud SQL manages its data functions. On the front end, the web interface incorporates the Django framework design tool.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Field of Study:	Information Technology in Business	Student's Signature .....
Academic Year:	2023	Advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

โครงการ “ระบบสารสนเทศของธุรกิจเฝ้าระวังการหกล้มผ่านกล้องวงจรปิด” นี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเนื่องมาจากความช่วยเหลือและสนับสนุนจากหลายฝ่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง รอง ศาสตราจารย์ ดร. จันทร์เจ้า มงคลนาวิน อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ ที่ได้สละเวลาอันมีค่าในการให้คำแนะนำและแก้ไขจุดบกพร่องต่าง ๆ ตลอดมา ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศทางธุรกิจทุกท่านที่ได้ให้วิชาความรู้ต่าง ๆ ตลอดการศึกษา ทำให้สามารถนำความรู้ที่ได้มาประยุกต์ใช้เป็นผลทำให้โครงการพิเศษนี้สำเร็จได้

ขอขอบพระคุณบิดามารดา ที่สนับสนุนและให้กำลังใจจนงานวิจัยสำเร็จด้วยดีคุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากการศึกษาวิจัยนี้ผู้วิจัยขอน้อมบูชาพระคุณบิดามารดาและบูรพาจารย์ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอน และให้ความความรู้มาโดยตลอดทำให้การศึกษาวิจัยเล่มนี้สำเร็จลงได้

สุดท้ายนี้หากโครงการพิเศษนี้มีข้อผิดพลาดหรือบกพร่องประการใด ผู้จัดทำขออภัยมา ณ ที่นี้ และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าโครงการพิเศษนี้จะประโยชน์และแรงบันดาลใจแก่ผู้ที่สนใจต่อไป

ทรนงชัย นนทภา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญ

หน้า

..... ค

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญรูปภาพ ..... ญ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงการ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ 2

1.3 ขอบเขตของโครงการ 2

1.3.1 ระบบตรวจจับการหกล้มผ่านกล้องวงจรปิดด้วยการเรียนรู้เชิงลึก 3

1.3.2 ระบบแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านไลน์ 3

1.3.3 ระบบดูภาพวิดีโอแบบเรียลไทม์และดูภาพวิดีโอที่บันทึกย้อนหลัง 3

1.3.4 ระบบบันทึกและเก็บข้อมูลรายงานสถิติ 4

1.3.5 ระบบการจัดการผู้ใช้ 4

1.4 วิธีการดำเนินงานโครงการ 4

1.5 เทคโนโลยีที่ใช้ในโครงการ 7

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 7

บทที่ 2 แนวคิดและเหตุผล 9

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.1 แนวคิดการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning)..... 9
2.2 แนวคิดอัลกอริทึมในการตรวจจับวัตถุ (Object Detection Algorithms) 10
2.3 การตรวจจับการเคลื่อนไหวของมนุษย์ (Human Pose Estimation)..... 15
2.4 แนวคิดในการตรวจจับการหกล้ม (Fall Detection)..... 16
บทที่ 3 โครงสร้างขององค์กรและการดำเนินงาน 17
3.1 ประวัติองค์กร 17
3.2 โครงสร้างองค์กร..... 17
3.3 การดำเนินงานขององค์กร..... 18
3.4 ปัญหาที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน 19
บทที่ 4 การพัฒนาระบบ..... 20
4.1 คุณสมบัติระบบ 20
4.2 ความต้องการโดยละเอียดของระบบ..... 20
4.2.1 ระบบตรวจจับการหกล้มผ่านกล้องวงจรปิดด้วยการเรียนรู้เชิงลึก (Fall Detection via Surveillance Camera using Deep Learning System)..... 20
4.2.2 แจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านไลน์ (Automatic Notification via LINE System) 24
4.2.3 ระบบดูภาพวิดีโอแบบเรียลไทม์และดูภาพวิดีโอที่บันทึกย้อนหลัง (Real-time Video Viewing & Video Playback System)..... 27
4.2.4 ระบบการจัดเก็บข้อมูลและออกรายงาน (Data Storage and Reporting System) 30
4.2.5 ระบบการจัดการผู้ใช้ (User Management System)..... 33
4.3 การออกแบบระบบงาน..... 40
4.3.1 การออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้งาน 40
4.3.2 การออกแบบผลลัพธ์..... 41
4.3.3 การออกแบบการนำเข้าข้อมูล 43
4.3.4 การออกแบบฐานข้อมูล 48

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.3.5 การออกแบบการควบคุมและรักษาความปลอดภัย 48
4.3.6 การออกแบบกระบวนการ 49
4.4 การติดตั้งและพัฒนาระบบ 50
4.4.1 ระบบฐานข้อมูล 50
4.4.2 ระบบคลังจัดเก็บข้อมูล 50
4.4.3 ระบบ Back-End 52
4.4.4 ระบบ Front-End 58
บทที่ 5 บทสรุป ปัญหาและข้อเสนอแนะ 61
5.1 บทสรุป 61
5.2 ปัญหา 62
5.3 ข้อจำกัดของระบบ 63
5.4 ข้อเสนอแนะ 64
บรรณานุกรม 66
ประวัติผู้เขียน 68

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1: เทคโนโลยีที่ใช้ในการพัฒนาระบบ 7

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 1: ตัวอย่างโครงสร้างการเรียนรู้เชิงลึก Deep Learning 9

รูปที่ 2: ตัวอย่างโครงสร้างของโมเดล YOLO ที่เป็นชั้น ๆ แบบ Neural Network 10

รูปที่ 3: ผลลัพธ์ที่ได้จากตรวจจับตำแหน่งและคลาสของวัตถุรูปภาพด้วยโมเดล YOLO Algorithm 11

รูปที่ 4: ตัวอย่าง Bounding Box และการคำนวณค่า IoU..... 13

รูปที่ 5: ตัวอย่างภาพการตรวจจับ Human Pose การทำกิจกรรมอย่างอื่น ๆ เช่น เล่นสกี หรือขี่ม้า. 15

รูปที่ 6: ตัวอย่างร่างกายที่ยืนตรง และร่างกายที่นอนลงบนพื้น 16

รูปที่ 7: โครงสร้างองค์กรของ บริษัท Maxwell Integration CO., LTD. 17

รูปที่ 8: Use Case Diagram ของระบบตรวจจับการหกล้มผ่านกล้องวงจรปิดด้วยการเรียนรู้เชิงลึก21

รูปที่ 9: Sequence Diagram ของ UC01 เชื่อมต่อกล้องวงจรปิด 23

รูปที่ 10: Sequence Diagram ของ UC02 ประมวลผลภาพวิดีโอเพื่อตรวจจับการหกล้ม..... 23

รูปที่ 11: Use Case Diagram ของระบบแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านไลน์..... 24

รูปที่ 12: Sequence Diagram ของ UC03 ตรวจสอบ Token Line Notify 26

รูปที่ 13: Sequence Diagram ของ UC04 ส่งข้อความแจ้งเตือนเมื่อตรวจพบการหกล้ม..... 26

รูปที่ 14: Use Case Diagram ระบบดูภาพวิดีโอแบบเรียลไทม์และดูภาพวิดีโอที่บันทึกย้อนหลัง ... 27

รูปที่ 15: Sequence Diagram ของ UC05 ดูภาพวิดีโอแบบเรียลไทม์ 29

รูปที่ 16: Sequence Diagram ของ UC06 ดูภาพวิดีโอที่บันทึกย้อนหลัง 29

รูปที่ 17: Use Case Diagram ของระบบการจัดเก็บข้อมูลและออกรายงาน..... 30

รูปที่ 18: Sequence Diagram ของ UC07 บันทึกภาพวิดีโอการหกล้มใน Google Cloud..... 32

รูปที่ 19: Sequence Diagram ของ UC08 ข้อมูลสถิติและแสดงกราฟการตรวจจับการหกล้ม 33

รูปที่ 20: Use Case Diagram ของระบบการจัดการผู้ใช้..... 34

รูปที่ 21: Sequence Diagram ของ UC09 การเข้าสู่ระบบ 38

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 22: Sequence Diagram ของ UC10 การออกจากระบบ 38
รูปที่ 23: Sequence Diagram ของ UC11 การลงทะเบียนผู้ใช้งาน 39
รูปที่ 24: Sequence Diagram ของ UC12 การจัดการสิทธิ์ผู้ใช้งาน 39
รูปที่ 25: ตัวอย่างเว็บแอปพลิเคชันเมนูหลัก 40
รูปที่ 26: การแสดงผลการตรวจจับการหกล้ม 41
รูปที่ 27: การแสดงผลการแจ้งเตือนผ่านไลน์ 41
รูปที่ 28: การแสดงผลการบันทึกภาพวิดีโอ 42
รูปที่ 29: การแสดงผลข้อมูลสถิติ 42
รูปที่ 30: ภาพบางส่วนจากการชุดข้อมูล 43
รูปที่ 31: ส่วนของ Code ในการบันทึกรูปภาพจากไฟล์วิดีโอ 43
รูปที่ 32: ตัวอย่างรูปภาพจากไฟล์วิดีโอ 44
รูปที่ 33: ตัวอย่างการแบ่งชุดข้อมูลออกเป็น 3 ส่วน 44
รูปที่ 34: การดาวน์โหลดโมเดล และ Weight โมเดล 45
รูปที่ 35: การนำเข้าชุดข้อมูลจาก Roboflow 45
รูปที่ 36: การฝึกฝนโมเดล 46
รูปที่ 37: การประเมินโมเดล 46
รูปที่ 38: การสมัครสมาชิกเข้าสู่ระบบ 47
รูปที่ 39: ฐานข้อมูลบน Google Cloud SQL 48
รูปที่ 40: ตัวอย่างระบบจัดการผู้ใช้งาน 48
รูปที่ 41: ภาพรวมของระบบ (System Architecture) 49
รูปที่ 42: การสร้าง MySQL บน Google Cloud SQL 50
รูปที่ 43: การสร้าง Storage Bucket 51
รูปที่ 44: การสร้าง Service Account 51
รูปที่ 45: ตัวอย่างเงื่อนไขในการคัดแยกภาพ Standing และ Falling 52

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 46: ส่วนของ Code สำหรับระบบตรวจจับการหกล้มผ่านกล้องวงจรปิด 53
รูปที่ 47: ตัวอย่างการตรวจจับการหกล้ม ในเวลาปกติ 54
รูปที่ 48: ตัวอย่างการตรวจจับการหกล้ม เมื่อเกิดเหตุการณ์หกล้ม 54
รูปที่ 49: ส่วนของ Code สำหรับระบบแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านไลน์ 55
รูปที่ 50: ตัวอย่างรายละเอียดการแจ้งเตือนผ่านไลน์ 55
รูปที่ 51: ส่วนของ Code สำหรับระบบดูภาพวิดีโอแบบเรียลไทม์ 56
รูปที่ 52: ส่วนของ Code สำหรับการบันทึกภาพวิดีโอขึ้นบน Google Cloud Storage 57
รูปที่ 53: ตัวอย่างภาพวิดีโอแบบเรียลไทม์ 57
รูปที่ 54: ตัวอย่างไฟล์ภาพวิดีโอบน Google Cloud Storage 58
รูปที่ 55: ส่วนของ Code สำหรับการสร้างกราฟข้อมูล 59
รูปที่ 56: ตัวอย่างกราฟข้อมูล 59
รูปที่ 57: ส่วนของ Code สำหรับการสร้างระบบการจัดการผู้ใช้ 60
รูปที่ 58: ตัวอย่างการแสดงผลระบบการจัดการผู้ใช้ 60
รูปที่ 59: ตัวอย่างรูปภาพบุคคลหกล้ม ที่มีค่า Confidence ต่ำ 64
รูปที่ 60: ตัวอย่างรูปภาพบุคคลไม่หกล้ม ที่มีค่า Confidence ต่ำ 64

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงการ

จากการศึกษาของ สมจินตนา เอี่ยมสรรพางค์ (ม.ป.ป.) ในปัจจุบัน 1 ใน 3 ของผู้สูงอายุมักประสบกับการหกล้ม โดยครึ่งหนึ่งลื่นล้มมากกว่า 1 ครั้ง ร้อยละ 10 ของการหกล้มทำให้กระดูกสะโพกหักและร้อยละ 25 ของการบาดเจ็บกระดูกสะโพกเกี่ยวข้องกับการเสียชีวิต การหกล้มมักเกิดขึ้นในที่อยู่อาศัย โดยเฉพาะผู้สูงอายุที่อยู่เพียงลำพัง โดยสาเหตุของการลื่นล้ม แบ่งออกเป็น 2 สาเหตุ คือ

1) สาเหตุทางกาย เช่น การทรงตัวไม่ดี ขาอ่อนแรง ชา อ่อนเพลีย หน้ามืด มีปัญหาด้านสายตาและการได้ยิน การรับยาที่มีผลต่อระบบไหลเวียนโลหิต โรคกระดูกพรุน

2) สาเหตุจากสิ่งแวดล้อม เช่น พื้นลื่น เปียก มีหยดน้ำ พื้นผิวขรุขระ มีขั้นสูงต่ำ ขอบไม่เรียบ แสงสว่างไม่เพียงพอ อุปกรณ์ของใช้ไม่มั่นคง ชำรุด ใช้อุปกรณ์ช่วยเดินไม่เหมาะสม สวมใส่เสื้อผ้ารองเท้าไม่พอดี

โดยตามข้อมูลจากกรมควบคุมโรค สำนักโรคไม่ติดต่อ (2560) ได้มีการเผยแพร่ข้อมูลการพยากรณ์การพลัดตกหกล้มของผู้สูงอายุ (อายุ 60 ปีขึ้นไป) ในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2560 – 2564 พบว่าการพลัดตกหกล้มมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ในปี พ.ศ. 2545 ทั่วโลกมีผู้เสียชีวิตจากการพลัดตกหกล้ม ประมาณ 391,000 คน และเพิ่มขึ้นเป็น 424,000 คน ในปี พ.ศ. 2555 (เฉลี่ยวันละ 1,160 คน) สำหรับประเทศไทยมีผู้สูงอายุเสียชีวิตจากการพลัดตกหกล้มกว่า 1,000 คน หรือเฉลี่ยวันละ 3 คน โดยเพศชายมีอัตราการเสียชีวิตสูงกว่าเพศหญิงกว่า 3 เท่า ความเสี่ยงต่อการพลัดตกหกล้มเพิ่มสูงขึ้นตามอายุ ประกอบกับปัจจุบันประเทศไทย ก้าวเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ (Aging Society) โดยมีประชากรอายุ 60 ปีขึ้นไปมากกว่าร้อยละ 10 และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งในระยะ 10 ปี ที่ผ่านมามีผู้สูงอายุเพิ่มขึ้นถึง 2,500,000 คน และคาดการณ์ว่าจะสูงถึงร้อยละ 20 ของประชากร ในปี พ.ศ. 2568

ความรุนแรงในการหกล้มไม่เพียงแต่ส่งผลต่อสุขภาพร่างกายของผู้สูงอายุเท่านั้น แต่ยังสร้างผลกระทบทางจิตใจ ทำให้ผู้สูงอายุรู้สึกหวาดกลัวและขาดความมั่นใจในการทำกิจวัตรประจำวัน นอกจากนี้ ค่าใช้จ่ายในการรักษาหลังการหกล้มก็เป็นภาระเพิ่มเติมให้กับครอบครัว ทำให้การสร้างระบบที่สามารถตรวจจับและแจ้งเตือนการหกล้มโดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มผู้สูงอายุมีความจำเป็น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

อย่างยิ่ง ด้วยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีของการเรียนรู้ของเครื่องในการวิเคราะห์ข้อมูลจากกล้องวงจรปิดแบบเรียลไทม์ และแจ้งเตือนเหตุการณ์ผิดปกติเช่น การหกล้ม ให้กับคนในครอบครัวและผู้ดูแลทราบ เพื่อดำเนินการแก้ไขปัญหาได้ทันท่วงที และเก็บรวบรวมข้อมูลไว้ เพื่อประเมินและปรับปรุงสภาพแวดล้อมในการดูแลผู้สูงอายุที่อยู่ในบ้านให้มีประสิทธิภาพที่ดียิ่งขึ้น ทำให้ผู้สูงอายุมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น รู้สึกมั่นใจและปลอดภัยเมื่ออยู่เพียงลำพังที่บ้าน

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1) เพื่อพัฒนาระบบตรวจจับการหกล้มของผู้สูงอายุ ด้วยระบบที่มีความสามารถในการตรวจจับการหกล้มของผู้สูงอายุ และแจ้งเตือนเหตุการณ์หกล้มที่เกิดขึ้นให้แก่คนในครอบครัว
2) เพื่อพัฒนาให้ระบบมีความสามารถในแสดงภาพวิดีโอเหตุการณ์ก่อนเกิดการหกล้มและหลังเกิดการหกล้มของผู้สูงอายุ ซึ่งจะช่วยให้ผู้ดูแลผู้สูงอายุหรือคนในครอบครัวที่ใช้งานระบบดังกล่าว สามารถเห็นเหตุการณ์ก่อนการหกล้มของผู้สูงอายุที่อาจเป็นสาเหตุที่ส่งผลให้ผู้สูงอายุหกล้มได้
3) เพื่อพัฒนาระบบให้สามารถรวบรวมข้อมูลและออกรายงานการวิเคราะห์เกี่ยวกับเหตุการณ์หกล้มที่เกิดขึ้น เพื่อประโยชน์ในการพัฒนาแนวทางการดูแลผู้สูงอายุอย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

1.3 ขอบเขตของโครงการ

ขอบเขตของโครงการ “ระบบสารสนเทศของธุรกิจเฝ้าระวังการหกล้มผ่านกล้องวงจรปิด” จะมุ่งเน้นการพัฒนาระบบตรวจจับการหกล้มของผู้สูงอายุให้กับผู้สูงอายุที่อยู่บ้านคนเดียวเพียงลำพังโดยไม่มีผู้ดูแลหรือมีผู้ดูแล แต่ไม่สามารถดูแลใกล้ชิดได้ตลอดเวลา ซึ่งจะต้องมีการติดตั้งกล้องวงจรปิดภายในบ้าน เพื่อเชื่อมต่อกับระบบการตรวจจับการหกล้มของผู้สูงอายุ และเมื่อเกิดเหตุการณ์หกล้มของผู้สูงอายุในบริเวณที่ติดตั้งกล้องวงจรปิดไว้ ระบบจะแจ้งเตือนไปยังผู้ดูแลทันที เพื่อให้การช่วยเหลือได้อย่างรวดเร็ว โครงการนี้จะเน้นที่ไปที่การสร้างความสะดวกสบายและความปลอดภัยของผู้สูงอายุที่อาจต้องการการดูแลตลอดเวลา โดยระบบดังกล่าว ประกอบไปด้วยระบบย่อย 5 ระบบดังต่อไปนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.3.1 ระบบตรวจจับการหกล้มผ่านกล้องวงจรปิดด้วยการเรียนรู้เชิงลึก

พัฒนาระบบตรวจจับการหกล้มจากภาพวิดีโอของกล้องวงจรปิดที่ติดตั้งภายในบ้านด้วยเทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) โดยเริ่มจากการนำโมเดล YOLO Algorithm มาทำการวิเคราะห์วิดีโอแต่ละเฟรมเพื่อตรวจจับการเปลี่ยนแปลงในท่าทางและการเคลื่อนไหวของบุคคล โดยเฉพาะในงานตรวจจับบุคคลเฉพาะอย่างผู้สูงอายุ เมื่อตรวจพบการเคลื่อนไหว การประยุกต์ใช้การตรวจจับการเคลื่อนไหวของมนุษย์ (Human Pose Estimation) จะเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของระบบตรวจจับการหกล้ม โดยจะประมาณท่าทางหรือทิศทางการเคลื่อนไหวของร่างกายมนุษย์ในภาพวิดีโอ โดยเฉพาะที่ข้อต่อ เมื่อได้ผลลัพธ์จากการประมาณท่าทางแล้ว จะนำมาใช้ระบุลักษณะการเคลื่อนไหวของบุคคล ว่าเป็น การนั่ง การนอนหรือการยืนของมนุษย์ เพื่อนำมาประกอบการตรวจจับการหกล้มต่อไป

เมื่อระบบสามารถตรวจจับข้อมูลตรงกับรูปแบบการหกล้ม ระบบจะส่งข้อความเตือนเพื่อแจ้งให้ผู้ดูแลทราบว่ามีการหกล้มเกิดขึ้น ระบบนี้จะช่วยให้เราสามารถตรวจจับและรับมือกับเหตุการณ์หกล้มได้อย่างทันท่วงที

1.3.2 ระบบแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านไลน์

ระบบการแจ้งเตือนจะส่งข้อความอัตโนมัติผ่านไลน์เมื่อมีการตรวจจับการหกล้มจากภาพวิดีโอกล้องวงจรปิด โดยระบบจะสร้างข้อความแจ้งเตือน และส่งข้อความเตือนผ่าน API ของระบบไลน์ไปยังบัญชีไลน์ที่ได้บันทึกไว้ในระบบ ทำให้ผู้ดูแลหรือคนในครอบครัว สามารถรับรู้เกี่ยวกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็วและสามารถให้การดูแลได้ทันท่วงที

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.3.3 ระบบดูภาพวิดีโอแบบเรียลไทม์และดูภาพวิดีโอที่บันทึกย้อนหลัง

ระบบดูภาพวิดีโอจากกล้องวงจรปิดแบบเรียลไทม์และมีฟังก์ชันดูภาพวิดีโอย้อนหลัง เพื่อให้ผู้ใช้สามารถดูภาพย้อนหลังได้นั้น เป็นการผสมผสานระหว่างการสตรีมวิดีโอกับการเก็บข้อมูลวิดีโอในฐานข้อมูลหรือ Google Cloud ในส่วนภาพวิดีโอแบบเรียลไทม์ ระบบจะต้องรับข้อมูลวิดีโอจากกล้องวงจรปิดผ่านการสตรีมข้อมูลผ่าน RTSP (Real-Time Streaming Protocol) สำหรับกล้องวงจรปิดอย่าง เช่น กล้องวงจรปิดแบบ IP Camera ส่วนในเรื่องของ ดูภาพวิดีโอย้อนหลัง ภาพวิดีโอที่ได้รับจากกล้องจะถูกบันทึกและเก็บไว้บนฐานข้อมูลหรือ Google Cloud ที่ตั้งค่าไว้ และเมื่อผู้ใช้ต้องการดูภาพวิดีโอย้อนหลัง ระบบจะทำการเรียกวิดีโอนั้นมาแสดงผลให้กับผู้ดูแลผู้สูงอายุตามที่ต้องการ

1.3.4 ระบบบันทึกและเก็บข้อมูลรายงานสถิติ

ระบบบันทึกและเก็บข้อมูลเหตุการณ์หกล้มที่ระบบตรวจจับการหกล้มจากกล้องวงจรปิด เมื่อตรวจพบเหตุการณ์หกล้ม โดยระบบจะทำการบันทึกเฟรมหรือคลิปวิดีโอนั้นไว้ พร้อมทั้งเก็บข้อมูลเชิงสถิติเกี่ยวกับเหตุการณ์ดังกล่าว เช่น วันที่ เวลาที่เกิดเหตุการณ์ และรายละเอียดอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง นอกจากนี้ ระบบยังสามารถสรุปสถิติเกี่ยวกับความถี่ของเหตุการณ์หกล้ม และนำเสนอข้อมูลเหล่านี้ผ่านกราฟแท่ง เพื่อให้ผู้ดูแลใช้วิเคราะห์ และวางแผนดูแลผู้สูงอายุอย่างเหมาะสม

1.3.5 ระบบการจัดการผู้ใช้

สำหรับการตรวจจับการหกล้มจะต้องมีการแบ่งบทบาทและการกำหนดสิทธิ์ที่ชัดเจน เพื่อความปลอดภัยของข้อมูลและความเหมาะสมสำหรับผู้ใช้แต่ละประเภท ผู้ดูแลระบบ (Administrator) มีสิทธิ์เต็มรูปแบบที่จะตั้งค่าระบบ เพิ่มหรือลบผู้ใช้ และตรวจสอบรายงานต่าง ๆ ในขณะที่ผู้ใช้งานทั่วไป (User) จะมีสิทธิ์เข้าถึงระบบเฉพาะในส่วนที่เกี่ยวข้องกับของตน เช่น การดูภาพวิดีโอจากกล้องวงจรปิดที่ลงทะเบียนไว้ในระบบ โดยระบบสามารถควบคุมสิทธิ์ในการเข้าถึงและใช้งานกล้องที่ให้สิทธิ์ผู้ใช้งานแต่ละคนในการเข้าดู เผื่อป้องกันการเข้าถึงข้อมูลส่วนตัวของผู้ใช้งานคนอื่น

1.4 วิธีการดำเนินงานโครงการ

โครงการ “ระบบสารสนเทศของธุรกิจเฝ้าระวังการหกล้มผ่านกล้องวงจรปิด” มีวิธีการดำเนินงานโครงการ ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1.4.1 การวิเคราะห์ระบบ (System Analysis)

1) เก็บข้อมูลและความต้องการของผู้ใช้ โดยการสำรวจความต้องการจากครอบครัวที่ผู้ดูแลต้องให้ผู้สูงอายุอยู่บ้านเพียงลำพัง และรวบรวมข้อมูลการอุบัติเหตุของเหตุการณ์หกล้มของผู้สูงอายุในปัจจุบัน
2) วิเคราะห์ความต้องการของระบบ โดยการทำความเข้าใจในกระบวนการทำงานของระบบเฝ้าระวังการหกล้ม วิเคราะห์และแยกแยะฟังก์ชันหลักและฟังก์ชันรองในระบบ ระบุข้อกำหนดทางเทคนิคและการใช้งานของตัวระบบเพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์หรือประโยชน์ที่จะได้จากการพัฒนาระบบ

1.4.2 การออกแบบระบบ (System Design)

1) การออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ เริ่มจากการพิจารณาความสะดวกสบายและความง่ายต่อผู้ใช้งาน การจัดเตรียมข้อมูลแสดงผลที่ชัดเจน การแจ้งเตือนที่มีประสิทธิภาพ รวมถึงการนำเสนอข้อมูลการใช้งานเพื่อให้ผู้ใช้สามารถตัดสินใจและปฏิบัติตามข้อมูลได้ง่ายการทำให้ระบบมีความเป็นมิตร จะช่วยให้ผู้ใช้มีประสบการณ์ที่ดีในการใช้งานระบบ
2) การออกแบบผลลัพธ์ของระบบตรวจจับการหกล้ม ระบบจะต้องสามารถแจ้งเตือนการหกล้มอย่างรวดเร็วและแม่นยำผ่านไลน์แอปพลิเคชัน สามารถแสดงผลลัพธ์เป็นภาพหรือวิดีโอที่บันทึกจากกล้องวงจรปิด รวมถึงข้อมูลทางสถิติ และรายงานการวิเคราะห์ในรูปแบบที่สามารถปรับปรุงและดำเนินการต่อยอดได้โดยง่าย
3) การออกแบบการนำเข้าข้อมูลสำหรับระบบตรวจจับการหกล้มผ่านกล้องวงจรปิด ซึ่งเป็นภาพหรือวิดีโอที่ถ่ายทอดสดหรือบันทึกจากกล้องวงจรปิด โดยระบบต้องสามารถรองรับภาพที่มีคุณภาพและขนาดต่าง ๆ และยังต้องสามารถเชื่อมต่อกับกล้องวงจรปิดที่มีหลาย ๆ ยี่ห้อและรุ่นได้
4) การออกแบบฐานข้อมูลสำหรับระบบตรวจจับการหกล้มต้องสามารถจัดเก็บและจัดการข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยความยืดหยุ่นในเรียกใช้ข้อมูลเป็นสิ่งสำคัญ ฐานข้อมูลควรถูกออกแบบให้สามารถจัดเก็บข้อมูลจากวิดีโอ ค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ และผลลัพธ์จากการประมวลผลที่มาจากการทำงานร่วมกับระบบการเรียนรู้เชิงลึก
5) การออกแบบกระบวนการ เริ่มจากการนำข้อมูลภาพวิดีโอจากกล้องวงจรปิดเข้ามาในระบบในรูปแบบการสตรีมวิดีโอ หลังจากนั้นจะทำการประมวลผลและวิเคราะห์ด้วยโมเดลการเรียนรู้เชิงลึกที่ได้รับการฝึกแล้ว ระบบจะตรวจจับการเคลื่อนไหวและท่าทางของบุคคลในวิดีโอ และจำแนกว่ามีการหกล้มหรือไม่ หากตรวจพบการหกล้ม ระบบจะส่งการแจ้งเตือนไปยังผู้ดูแลหรือญาติผ่านช่องทางการแจ้งเตือนที่ตั้งไว้ในไลน์แอปพลิเคชัน
6) การออกแบบการควบคุมและรักษาความปลอดภัย จะให้ความสำคัญในการปกป้องข้อมูล และป้องกันการเข้าถึงระบบในส่วนที่ไม่ได้รับอนุญาต โดยระบบจะมีผู้ดูแลระบบที่มีสิทธิพิเศษในการควบคุมและจัดการข้อมูล รวมไปถึงสามารถตั้งค่าการเข้าถึงระบบในส่วนต่าง ๆ ของผู้ใช้งานที่ลงทะเบียนกับระบบ

1.4.3 การพัฒนาระบบ (System Development)

1) การเลือกเครื่องมือพัฒนา ตัดสินใจเลือกซอฟต์แวร์และภาษาการเขียนโปรแกรมที่ตรงกับความต้องการของระบบ ได้แก่ โปรแกรม Visual Studio Code, Anaconda และ Google Colaboratory โดยภาษาที่ใช้ คือ Python
2) เลือกฐานข้อมูล Database ของระบบ Backend ที่เหมาะสมกับขนาดและฟังก์ชันของระบบ อย่าง Google Cloud SQL และเลือกใช้ Google Cloud Storage ในการจัดเก็บข้อมูลภาพวิดีโอ
3) ขั้นตอนการเขียนโปรแกรมสำหรับระบบการตรวจจับการหกล้ม จะต้องเริ่มจากการเตรียมข้อมูลชุดฝึก เช่น รูปภาพหรือภาพวิดีโอการหกล้มของมนุษย์ และโมเดล Deep Learning อย่าง Yolo Algorithm นำมาฝึกสอนโมเดลเรียนรู้ภาพการหกล้ม หลังจากฝึกเสร็จสิ้น ตัวแบบจะมีการปรับปรุงพารามิเตอร์ของโมเดลและตรวจสอบประสิทธิภาพของโมเดลด้วยข้อมูลชุดตรวจสอบ และท้ายที่สุดโมเดลจะต้องถูกประเมินประสิทธิภาพของโมเดลที่ได้รับการฝึกและปรับแต่งมาด้วยข้อมูลชุดทดสอบ และปรับปรุงตัวแบบจนกว่าจะได้ผลลัพธ์ที่พอใจ

1.4.4 การทดสอบระบบ (System Testing)

การทดสอบระบบตรวจจับการหกล้มจะใช้หลักการ System Testing ในการทดสอบดังต่อไปนี้

1) ทดสอบการรับข้อมูลจากกล้องวงจรปิด โดยทดสอบการรับข้อมูลภาพแบบเรียลไทม์จากกล้องวงจรปิด ว่าสามารถทำได้ตามที่คาดหวังหรือไม่ และข้อมูลที่ได้มีคุณภาพดีเพียงพอสำหรับการประมวลผลต่อไป
2) ทดสอบการประมวลผลจากภาพวิดีโอ ตรวจสอบความสามารถในการประมวลผลภาพวิดีโอจากการใช้งานร่วมกับโมเดล Yolo Algorithm เช่น การตรวจจับความเคลื่อนไหวของบุคคล และการตรวจจับการหกล้มของบุคคล
3) ทดสอบการแจ้งเตือน ทดสอบการแจ้งเตือนของระบบ ควรมีการตอบสนองอย่างรวดเร็วเมื่อเกิดการหกล้มของบุคคลในภาพวิดีโอ ทดสอบการส่งข้อความแจ้งเตือน รวมถึงความถูกต้องของข้อมูลที่ส่งไปยังผู้ดูแลผู้สูงอายุ
4) ทดสอบการบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูล ทดสอบการเก็บข้อมูลในช่วงที่มีเหตุการณ์การหกล้ม เกิดขึ้น รวมไปถึงข้อมูลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยการทดสอบในส่วนนี้จะต้องตรวจสอบความถูกต้องในการบันทึก การอ่าน และการจัดการข้อมูลของระบบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.4.5 การจัดทำคู่มือการใช้งาน (User Document)

การจัดทำคู่มือการใช้งานของระบบ เพื่อทำให้ผู้ใช้งานสามารถใช้งานระบบได้อย่างถูกต้องมีการจัดเรียงหัวข้อและสารบัญให้เป็นระเบียบเพื่อความสะดวกในการค้นหา การจัดทำคู่มือที่มีคุณภาพจะช่วยลดเวลาและความเสียหายที่อาจเกิดจากการใช้งานระบบอย่างไม่ถูกต้อง

1.5 เทคโนโลยีที่ใช้ในโครงการ

เทคโนโลยีที่ใช้สำหรับการพัฒนาโครงการ “ระบบสารสนเทศของธุรกิจเฝ้าระวังการหกล้มผ่านกล้องวงจรปิด” มีรายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1: เทคโนโลยีที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

ด้าน Software	
ระบบปฏิบัติการ	Microsoft windows 11 64-bit
ระบบจัดการฐานข้อมูล	MySQL 1.3.3, Google Cloud SQL
เครื่องมือที่ใช้ในการออกแบบระบบ	Django 4.2.6, Streamlit 1.23.0
เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบ	Google Colab, Google Cloud SDK, CUDA 12.1, PyTorch 2.1.0, Visual Studio Code 1.83, Python3.11, ANACONDA 23.7.4
ภาษาที่ใช้ในการพัฒนาระบบ	Python

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการพัฒนาโครงการ “ระบบสารสนเทศของธุรกิจเฝ้าระวังการหกล้มผ่านกล้องวงจรปิด” มีดังนี้

1) เพิ่มความปลอดภัยให้กับผู้สูงอายุและกลุ่มเสี่ยง การที่ระบบสามารถตรวจจับการหกล้มได้อัตโนมัติจะช่วยเร่งการให้ความช่วยเหลือให้กับบุคคลที่ตกหรือหกล้ม โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้สูงอายุที่ต้องอยู่บ้านเพียงลำพัง
2) ช่วยเพิ่มความมั่นใจให้กับผู้ดูแลในการดูแลผู้สูงอายุ ทำให้ผู้ดูแลที่อาศัยอยู่ห่างไกลหรือไม่สามารถดูแลได้ตลอดเวลา เชื่อมั่นว่าจะได้รับแจ้งเตือนทันที เมื่อมีเหตุการณ์หกล้มเกิดขึ้น นอกจากนี้ ผู้สูงอายุเองก็จะมีความรู้สึกมั่นใจและปลอดภัยมากขึ้น เมื่อต้องอยู่บ้านเพียงลำพัง โดยไม่ต้องกังวลว่าจะไม่มีใครทราบเมื่อหกล้ม

3) ลดความเสี่ยงที่จะเกิดการบาดเจ็บรุนแรงหรือการเสียชีวิต การได้รับการช่วยเหลืออย่างรวดเร็วหลังจากหกล้มสามารถลดความรุณแรงของผลกระทบที่เกิดจากการหกล้มได้
4) การเก็บข้อมูลสถิติและรายงานผล ระบบนี้จะช่วยเก็บข้อมูลสถิติของการหกล้มทั้งหมดที่เกิดขึ้นของผู้สูงอายุ สามารถใช้เป็นข้อมูลประกอบในการปรับปรุงและพัฒนาสภาพแวดล้อมหรือพื้นที่ภายในบ้านเพื่อลดความเสี่ยงในการหกล้มในอนาคต

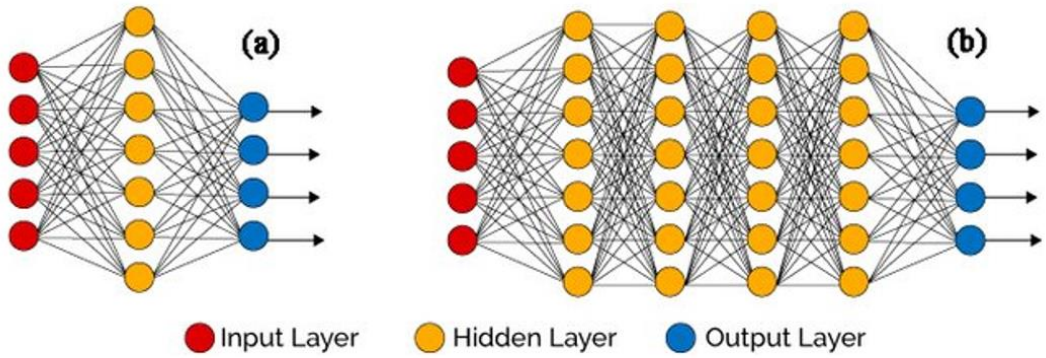
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 2
แนวคิดและเหตุผล

ในบทนี้จะกล่าวถึงแนวคิดและเทคโนโลยีสำคัญที่นำมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาโครงการ “ระบบสารสนเทศของธุรกิจเฝ้าระวังการหกล้มผ่านกล้องวงจรปิด” ได้แก่ แนวคิดการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) แนวคิดอัลกอริทึมในการตรวจจับวัตถุ (Object Detection Algorithms) แนวคิดการตรวจจับการเคลื่อนไหวของมนุษย์ (Human Pose Estimation) และแนวคิดในการตรวจจับการหกล้ม (Fall Detection)

2.1 แนวคิดการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning)

การเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) เป็นแขนงหนึ่งของการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) ที่เลียนแบบการทำงานจากระบบเซลล์ประสาทในสมองของมนุษย์ โดยโครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียม มีลักษณะเหมือนเซลล์ประสาทหลาย ๆ เซลล์เชื่อมต่อกันเป็นโหนด โหนดถูกเรียกว่า เพอร์เซปตรอน และยังเชื่อมต่อกับเส้นประสาทและเซลล์อื่นอีกหลายเส้น เปรียบเหมือนระบบเซลล์ประสาทที่เชื่อมต่อระหว่างชั้นรับข้อมูลและชั้นส่งออกข้อมูล แต่ในชีวิตจริงสมองของมนุษย์ซับซ้อนกว่าที่เห็นมาก เพื่อที่จะทำให้โครงข่ายประสาทเทียมสามารถคิดและประมวลผลที่ซับซ้อนได้เหมือนกับสมองมนุษย์ ชั้นระบบเซลล์ประสาทจึงต้องมีหลายชั้นเพื่อให้ส่งข้อมูลประมวลผลต่อกันไป ซึ่งทำให้สามารถคำนวณได้ซับซ้อนและหลากหลายขึ้น เรียกกระบวนการนี้ว่าการเรียนรู้เชิงลึก แสดงดังรูปที่ 1 (Dhanoop Karunakaran, 2018)



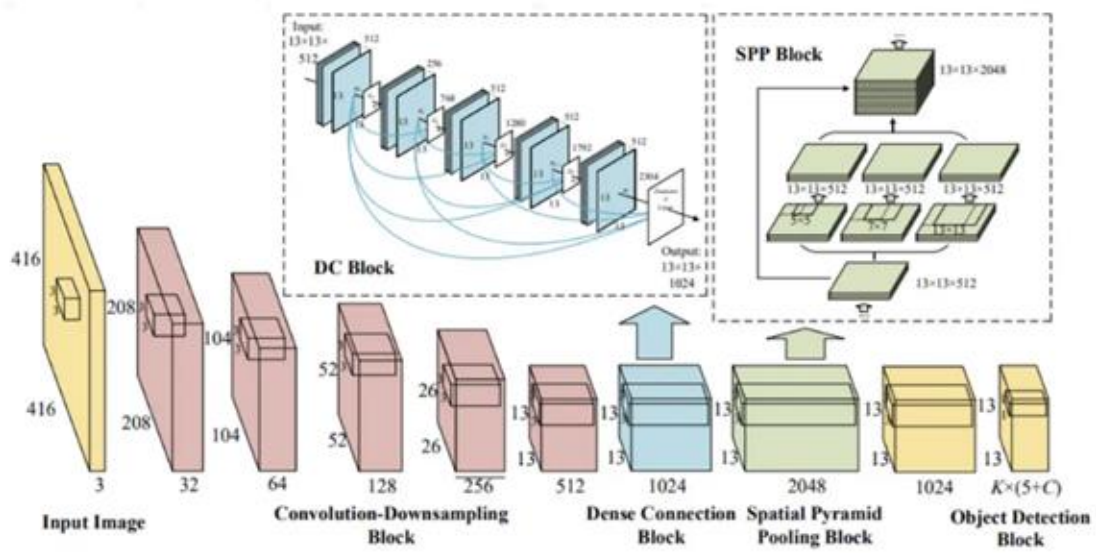
(a.) Neural Network Architecture (b.) Deep Neural Network Architecture

รูปที่ 1: ตัวอย่างโครงสร้างการเรียนรู้เชิงลึก Deep Learning

(ที่มา: https://www.global-engage.com/life-science/deep-learning-in-digital-pathology)

2.2 แนวคิดอัลกอริทึมในการตรวจจับวัตถุ (Object Detection Algorithms)

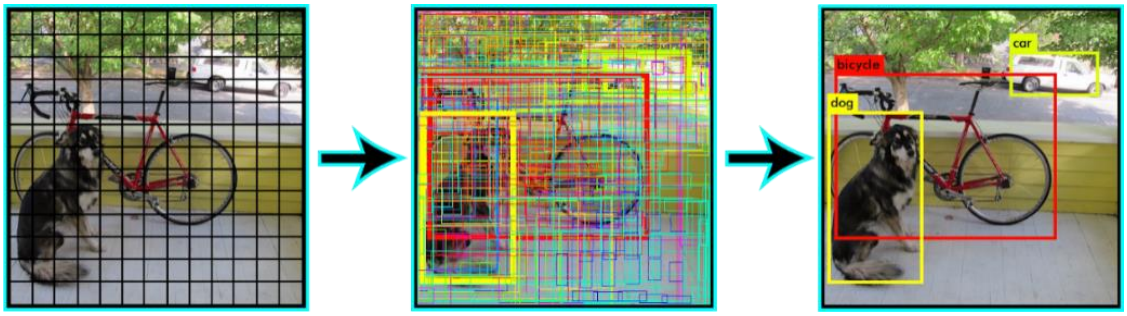
YOLO Algorithm เป็นเฟรมเวิร์คที่มีโครงสร้างพื้นฐานมาจากโครงข่ายประสาทเทียม Convolutional Neural Network (CNN) ใช้ในการทำงานด้าน Object Detection คล้าย ๆ กับเฟรมเวิร์คอื่น ๆ เช่น RetinaNet, RCNN, Fast-RCNN และ Mask RCNN โดยโมเดล YOLO จะมีโครงสร้างสถาปัตยกรรมแสดงดังรูปที่ 2 (Ani Aggarwal, 2020)



รูปที่ 2: ตัวอย่างโครงสร้างของโมเดล YOLO ที่เป็นชั้น ๆ แบบ Neural Network
(ที่มา: https://medium.com/@poruchan2312/object-detection-dfcb2746c0a2)

หลักการในการตรวจจับของโมเดล YOLO (Joseph Redmon, 2017) คือ การทำนายกรอบวัตถุไปพร้อมกับจำแนกประเภทวัตถุ และการแบ่งภาพทั้งภาพออกเป็นส่วน ๆ หรือเรียกว่ากริด (Gird) จากนั้นทำการคำนวณโดยการเลื่อนไปทีละตำแหน่งตามส่วนที่แบ่งไว้ พร้อมกับคำนวณหาว่ามีวัตถุอยู่จริงหรือไม่ จากการคำนวณหาพื้นที่ทับซ้อนของวัตถุกับพื้นที่รวมด้วยกระบวนการ Intersection Over Union (IoU) ซึ่งแต่ละส่วนจะมีการทำนายกรอบของวัตถุและคลาส ซึ่งสามารถนำมารวมกันเพื่อเลือกคู่กรอบวัตถุและคลาสที่มีความแม่นยำได้ ในการทำนายกรอบล้อมวัตถุจะได้ข้อมูลเป็นชุดข้อมูลประเภทอาร์เรย์ ประกอบด้วยข้อมูลการมีอยู่จริงของวัตถุ ตำแหน่ง และขนาดของกรอบล้อมวัตถุ และชนิดของวัตถุ ดังที่แสดงในรูปที่ 3

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 3: ผลลัพธ์ที่ได้จากตรวจจับตำแหน่งและคลาสของวัตถุรูปภาพด้วยโมเดล YOLO Algorithm (ที่มา: https://www.labellerr.com/blog/why-is-the-yolo-algorithm-important)

การปรับพารามิเตอร์อื่น ๆ เพิ่มเติมในโมเดล YOLO เป็นส่วนสำคัญที่จะกำหนดถึงประสิทธิภาพและความแม่นยำในการตรวจจับวัตถุ โดยมีพารามิเตอร์ดังต่อไปนี้ (Sovit Rath, 2022)

1) ค่า Threshold พารามิเตอร์นี้กำหนดระดับความน่าจะเป็น (Probability) ขั้นต่ำที่ต้องการเพื่อพิจารณา Bounding Box ว่าเป็นวัตถุหรือไม่ หากความน่าจะเป็นของ Bounding Box ต่ำกว่าค่า Threshold แสดงว่า Bounding Box นั้นจะไม่ถูกพิจารณา การเพิ่มค่า Threshold จะลดจำนวนของ Bounding Box ที่ไม่แม่นยำ ทำให้การเพิ่มค่า Threshold จะช่วยแยกวัตถุที่เป็นบุคคล โดยเฉพาะบุคคลอย่าง ผู้สูงอายุ ที่ระบบต้องการตรวจจับการหกล้ม
2) Non-Maximum Suppression (NMS) เมื่อโมเดล YOLO ทำการตรวจจับวัตถุ อาจมีหลาย Bounding Box ที่ซ้อนทับกันและทำนายว่าเป็นวัตถุเดียวกัน วิธี NMS มีหน้าที่กรองและเลือก Bounding Box ที่ดีที่สุดจากกลุ่มของ Box ที่ซ้อนทับ หากมี Bounding Box ที่มี IoU (Intersection over Union) สูงกว่าค่า Threshold ที่กำหนด Bounding Box ที่มีความน่าจะเป็นต่ำสุดจะถูกตัดออก การปรับค่า Threshold สำหรับ NMS จะกำหนดว่า Bounding Box ไหนจะถูกพิจารณาว่าซ้อนทับกันเกินไปและควรถูกตัดทิ้ง เพื่อป้องกันการทำนายที่ผิดพลาด เมื่อมีวัตถุทับซ้อนกัน ในกรณีของภาพกล้องวงจรปิดที่บุคคลภายในภาพอาจที่วัตถุขวางหรือซ้อนทับกับตัวบุคคล ทำให้ระบบไม่สามารถทำนายได้ถูกต้อง
3) ค่า Anchor Boxes เป็นพารามิเตอร์ที่ใช้บอกขนาดและรูปร่างของวัตถุ การปรับพารามิเตอร์ดังกล่าว จะขึ้นอยู่กับขนาดและรูปร่างของบุคคลที่เหมาะสม ที่ต้องการตรวจจับในภาพวิดีโอ

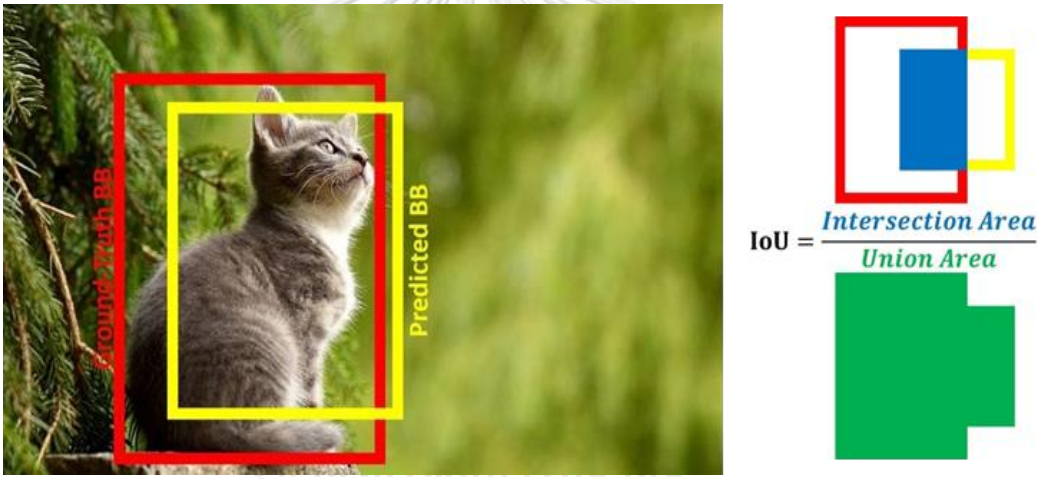
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

4) ใช้การเรียนรู้แบบ "Transfer Learning" คือ การเลือกโมเดล YOLO ที่ถูกฝึกสอนด้วยชุดข้อมูลใหญ่แล้ว อย่างเช่น โมเดล YOLO ที่ฝึกสอนบน Microsoft COCO แล้วนำไปปรับใช้กับชุดข้อมูล UR Fall Detection ที่เกี่ยวข้องกับการตรวจจับการหกล้ม โดยเฉพาะในบุคคลที่มีความเสี่ยง เช่น ผู้สูงอายุ ชุดข้อมูลนี้มักจะประกอบด้วยภาพวิดีโอหรือข้อมูลจากเซ็นเซอร์ที่บันทึกการเคลื่อนไหวของบุคคลในสถานการณ์หลาย ๆ ประเภท เช่น การเดิน การนั่ง และการหกล้ม ซึ่งมีทั้งแบบที่คาดการณ์ได้และไม่สามารถคาดการณ์ได้ การใช้เทคนิค Transfer Learning ในกรณีนี้ คือการนำชุดข้อมูล UR Fall Detection มาฝึกโมเดล YOLO ต่อ เนื่องจากโมเดลได้เรียนรู้ไปแล้วจากชุดข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ การฝึกต่อเป็นการปรับปรุงโมเดล เพื่อให้ตรงกับจุดประสงค์ที่ต้องการตรวจจับการหกล้มของผู้สูงอายุ ซึ่งจะช่วยให้โมเดล YOLO ที่ได้มีความแม่นยำและศักยภาพดีขึ้นในการตรวจจับการหกล้ม
5) ทำการ Fine-tuning เพื่อปรับปรุงโมเดล YOLO ให้ทำงานได้ดีกับชุดข้อมูล UR Fall Detection สำหรับการตรวจจับการหกล้มของผู้สูงอายุ สิ่งสำคัญคือการฝึกโมเดลให้สามารถระบุและทำนาย Bounding Box ได้อย่างแม่นยำสำหรับสถานการณ์ต่าง ๆ เช่น คนเดิน คนนั่ง และคนหกล้ม การทำนาย Bounding Box หมายถึงการระบุพื้นที่สี่เหลี่ยมบนภาพที่เกี่ยวข้องกับวัตถุที่กำลังตรวจจับ โดยในบริบทนี้คือ ท่าทางและการเคลื่อนไหวของผู้สูงอายุ การปรับปรุงโมเดลต้องมุ่งเน้นที่การฝึกฝนโมเดลให้รู้จักและแยกแยะท่าทางเหล่านี้ได้อย่างชัดเจน ตั้งแต่การเดินอย่างมีสมดุลไปจนถึงการสูญเสียสมดุลที่อาจนำไปสู่การหกล้ม ด้วยการทำนายที่แม่นยำของ Bounding Box สำหรับแต่ละท่าทางและสถานการณ์ เช่น การนั่งหรือการหกล้ม โมเดลจะสามารถทำงานได้ดีขึ้นในการตรวจจับและส่งสัญญาณเตือนในกรณีที่มีความเสี่ยงต่อการหกล้ม ซึ่งจะช่วยเพิ่มความรวดเร็วและความแม่นยำในการตอบสนองต่อสถานการณ์ดังกล่าว
6) การปรับค่า Hyperparameters อาจจะต้องปรับค่าให้เหมาะสมกับชุดข้อมูล เช่น Input Size, Learning Rate, Batch Size, Epoch, Number of Anchors, Number of Classes และอื่น ๆ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การวัดประสิทธิภาพของระบบเป็นขั้นตอนที่สำคัญในการพัฒนาระบบ (Ahmed Gad, 2021) โดยเฉพาะระบบที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยและสุขภาพของผู้ใช้งาน อย่างเช่น การวัดประสิทธิภาพของระบบตรวจจับการหกล้มด้วยเทคนิค Deep Learning และโมเดล YOLO ซึ่งการวัดประสิทธิภาพจะช่วยให้เราทราบถึงความแม่นยำ และความน่าเชื่อถือของระบบ นอกจากนี้ การวัดประสิทธิภาพยังเป็นข้อมูลที่มีค่าในการตัดสินใจหากต้องการขยายระบบ ปรับปรุงระบบ หรือนำระบบไปประยุกต์ใช้ในบริบทอื่น ๆ ดังนั้นในระบบตรวจจับการหกล้มจะใช้เมตริกส์ที่เฉพาะเจาะจงสำหรับงานนี้ดังนี้ คือ

1) ค่า IoU หรือ Intersection Over Union เป็นหนึ่งในเมตริกส์ที่ใช้ในการประเมินคุณภาพของระบบตรวจจับวัตถุ (Object Detection) โดยเฉพาะในกรอบ (Bounding Box) ที่ได้จากการตรวจจับวัตถุ ค่า IoU จะอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ซึ่งค่าที่ใกล้เคียง 1 หมายถึงระบบตรวจจับวัตถุทำงานได้ดี ค่าที่ใกล้เคียง 0 หมายถึงระบบตรวจจับวัตถุไม่แม่นยำ ยกตัวอย่างดังรูปที่ 4



รูปที่ 4: ตัวอย่าง Bounding Box และการคำนวณค่า IoU

(ที่มา: https://www.kdnuggets.com/2021/03/evaluating-object-detection-models-using-mean-average-precision.html)

สูตรการคำนวณ IoU คือ

$$IoU = \frac{Area\ of\ Intersection}{Area\ of\ Union}$$

Area of Intersection พื้นที่ที่กรอบของการตรวจจับ และกรอบของข้อมูลจริงทับซ้อนกัน

Area of Union พื้นที่ที่รวมกันของการตรวจจับและกรอบของข้อมูลจริง

2) Mean Average Precision (mAP) เป็นหนึ่งในเมตริกส์ที่ถูกใช้บ่อยในการประเมินประสิทธิภาพของระบบตรวจจับวัตถุ (Object Detection) หรือระบบคัดแยกประเภทของวัตถุ (Object Classification) ในข้อมูลที่มีหลายประเภท (Multiple classes) โดยเป็นค่าเฉลี่ยของ Average Precision (AP) ของทุกประเภทวัตถุที่อยู่ในข้อมูลประกอบไปด้วย

Precision คือสัดส่วนระหว่างจำนวนการตรวจจับที่ถูกต้อง (True Positive) และจำนวนการตรวจจับทั้งหมด (True Positive + False Positive)

$$Precision = \frac{True\ Positive}{True\ Positive\ +\ False\ Positive}$$

Recall คือสัดส่วนระหว่างจำนวนการตรวจจับที่ถูกต้อง (True Positive) และจำนวนข้อมูลจริงที่เป็นบวกทั้งหมด (True Positive + False Negative)

$$Recall = \frac{True\ Positive}{True\ Positive\ +\ False\ Negative}$$

Average Precision (AP) ในการคำนวณค่า AP จากกราฟ Precision-Recall curve จากนั้นหาพื้นที่ใต้กราฟ (Area Under Curve; AUC) ของ Precision-Recall curve ซึ่งคือค่า AP ของระบบ นั่นคือ ค่าเฉลี่ยของ Precision ที่ได้จากข้อมูลทดสอบทั้งหมด ณ ค่า Recall ที่ต่างกัน

$$AP = \sum_{n} (R_n - R_{n-1}) P_n$$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ในสูตรด้านบน R_n คือค่า Recall และ P_n คือค่า Precision ณ จุด n ใน Precision-Recall curve

Mean Average Precision (mAP) คือ ค่าเฉลี่ย Average Precision (AP) ของแต่ละประเภทวัตถุหรือประเภทที่ระบบต้องจำแนกหรือตรวจจับ

$$mAP = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N} AP_i$$

โดยที่ AP_i คือ Average Precision ของประเภท i และ Nคือจำนวนของประเภททั้งหมดที่ต้องการวัด

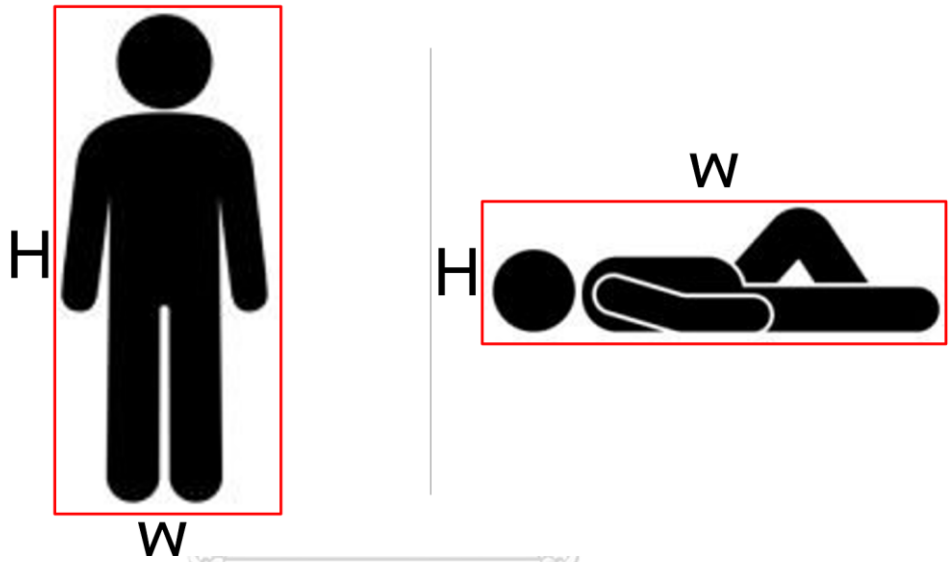
2.3 การตรวจจับการเคลื่อนไหวของมนุษย์ (Human Pose Estimation)

Human Pose Estimation (Ayush Gupta, 2021) คือกระบวนการที่ใช้เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) ในการตรวจจับและประมาณตำแหน่งของข้อต่าง ๆ ของร่างกายมนุษย์ในภาพหรือวิดีโอ โดยจะสนใจการตรวจจับส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย เช่น ข้อศอก ข้อเท้า หัวเข่า และอื่น ๆ เพื่อแสดงโครงสร้างของร่างกายในภาพตัวอย่าง เช่น การตรวจสอบตำแหน่งของข้อต่าง ๆ บนร่างกาย หรือการประมาณว่าแขนหรือขาของคนนั้นกำลังทำท่าอย่างไร เมื่อเปรียบเทียบ Human Pose Estimation ที่มุ่งเน้นไปที่การตรวจจับโครงสร้างของร่างกายของมนุษย์ และโมเดล YOLO ที่มุ่งเน้นไปที่การตรวจจับวัตถุและติดตามบุคคลในวิดีโอ การนำ Human Pose Estimation มาใช้ทำงานร่วมกับโมเดล YOLO จะช่วยการตรวจจับวัตถุและติดตามบุคคลในวิดีโอ โดยตรวจจับท่าทางการเคลื่อนไหวของวัตถุหรือบุคคลไปพร้อมกัน ณ เวลาเดียวกัน ยกตัวอย่างดังรูปที่ 5

รูปที่ 5: ตัวอย่างภาพการตรวจจับ Human Pose การทำกิจกรรมอย่างอื่น ๆ เช่น เล่นสกี หรือขี่ม้า (ที่มา: https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/2204/2204.06806.pdf)

2.4 แนวคิดในการตรวจจับการหกล้ม (Fall Detection)

เป็นแนวคิดในการระบุความเปลี่ยนแปลงของรูปร่างด้วยความกว้างและความสูงของ Bounding Box โดยสามารถช่วยบ่งบอกถึงทิศทางและลักษณะการเคลื่อนไหวของวัตถุ เมื่อบุคคลยืนตัวตรงเทียบกับเวลาที่บุคคลล้ม สามารถนำไปใช้ในการพิจารณาว่าบุคคลนั้นล้มหรือไม่ โดยใช้ความกว้างและความสูงของบุคคลจากแบบจำลองการประมาณท่าทาง โดยเมื่อร่างกายบุคคลนั้นยืนตรง (Hความสูง – Wความกว้าง) > 0 และเมื่อร่างกายอยู่บนพื้น (Hความสูง – Wความกว้าง) < 0 ดังตัวอย่างรูปที่ 6



รูปที่ 6: ตัวอย่างร่างกายที่ยืนตรง และร่างกายที่นอนลงบนพื้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 3
โครงสร้างขององค์กรและการดำเนินงาน

ใบบทนี้จะกล่าวถึงประวัติองค์กรหรือบริษัทที่นำมาเป็นต้นแบบในการพัฒนาโครงการ “ระบบสารสนเทศของธุรกิจเฝ้าระวังการหกล้มผ่านกล้องวงจรปิด” โครงสร้างองค์กร การดำเนินงานขององค์กร และปัญหาที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน

3.1 ประวัติองค์กร

บริษัทที่เป็นต้นแบบในการดำเนินโครงการ คือ บริษัท Maxwell Integration CO., LTD บริการออกแบบและติดตั้งระบบความปลอดภัยแบบครบวงจร เช่น ระบบกันขโมย, ระบบกล้อง AI, Smart CCTV, Smart Fire Alarm, Smart Home, ระบบดูแลผู้สูงอายุ

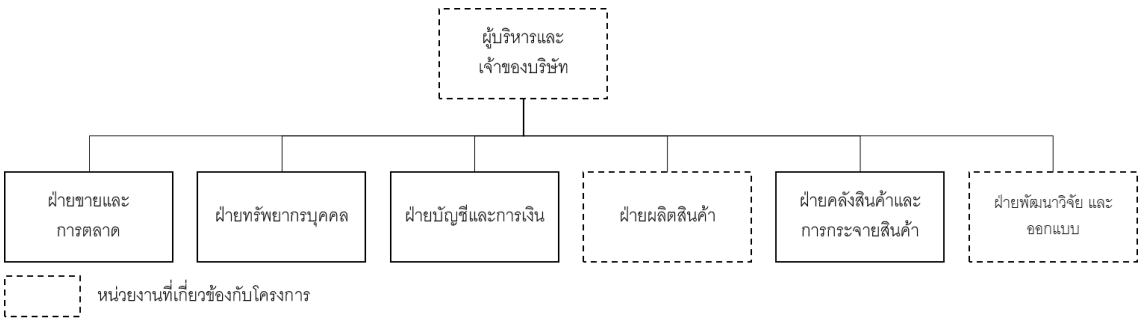
ด้วยประสบการณ์มากกว่า 20 ปี พร้อมด้วยทีมงานที่มีความเชี่ยวชาญ Maxwell จึงเป็นแนวหน้าในการวางระบบรักษาความปลอดภัย สำหรับที่อยู่อาศัย อาคาร โรงงาน ตลอดจนธุรกิจขนาดใหญ่แบบครบวงจร สามารถตอบสนองความต้องการที่แตกต่างได้อย่างลงตัว ด้วยผลิตภัณฑ์ที่หลากหลาย คุณภาพระดับพรีเมี่ยม นำเข้าจากประเทศอิสราเอล ที่ผ่านการรับรองมาตรฐานถึง 12 สถาบันทั่วโลก

เริ่มต้นขึ้นในปี พ.ศ. 2545 เปิดตัวด้วยสินค้าระบบสัญญาณกันขโมย Maxguard 2 จากนั้นจึงเพิ่มความหลากหลายของสินค้าในแต่ละปี ทำให้ในปัจจุบันบริษัทมีสินค้าครอบคลุมทั้งที่เป็นสัญญาณกันขโมย (Burglar Alarm System) ระบบกล้องวงจรปิด (CCTV & IP Camera) ระบบบ้านอัจฉริยะ (Home Automation & Smart Home) และ ระบบตรวจจับการล้ม (Vayyar Care)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3.2 โครงสร้างองค์กร

โครงสร้างองค์กรของ บริษัท Maxwell Integration CO., LTD. แสดงดังรูปที่ 7



รูปที่ 7: โครงสร้างองค์กรของ บริษัท Maxwell Integration CO., LTD.

3.3 การดำเนินงานขององค์กร

บริษัท *Maxwell* เป็นผู้แทนจำหน่ายแต่งตั้งอย่างเป็นทางการ ของ *Risco Group* (ประเทศอิสราเอล) แต่เพียงผู้เดียว บริษัท *Maxwell* ยังมีสายการผลิตของตนเองภายใต้ชื่อ *Maxwell Security* และสินค้าอื่น ๆ คัดเกรดเฉพาะสินค้าคุณภาพดี เช่น

1) ผลิตภัณฑ์กล้องวงจรปิดรุ่นแรก คือ *Maxwell CCTV* รุ่น *Hi End CCTV Solution with 600 TVL* ผลิตจากโรงงานระดับคุณภาพในประเทศเกาหลีใต้
2) นวัตกรรม *Risco Application* ซึ่งเป็นแอปพลิเคชัน ที่ทำงานร่วมกับโทรศัพท์มือถือ โดยผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบภาพจากกล้องวงจรปิด ทำให้ทราบความเคลื่อนไหวของสถานที่ติดตั้งกล้องวงจรปิดได้ตลอดเวลา และยังมีผลิตภัณฑ์แจ้งเตือนและช่วยเหลือ สำหรับผู้สูงอายุและผู้ป่วยที่ช่วยเหลือตัวเองไม่ได้ ซึ่งระบบจะแจ้งเตือนไปที่ญาติ หรือแจ้งเตือนไปยังศูนย์เพื่อประสานงานหน่วยพยาบาลเข้าไปช่วยเหลือได้ทันที
3) พัฒนาระบบ *Smart Fire Alarm* ให้สามารถใช้งานร่วมกับสัญญาณกันขโมยเดิม ได้ระบบ *Smart Fire Alarm* เหมาะสำหรับโรงงาน โกดัง ตึกสำนักงาน และอาคารที่มีขนาดใหญ่ เป็นระบบที่สามารถแจ้งเตือนเจ้าหน้าที่ผู้ดูแลได้ตลอดเวลา ผ่านทางแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟน ซึ่งสามารถบอกได้ว่าโซนไหนบริเวณใดที่กำลังเกิดเหตุไฟไหม้ นอกจากนี้ยังสามารถควบคุมสั่งการระบบได้ทุกที่ทุกเวลา เพิ่มความปลอดภัยและป้องกันความเสียหายให้แก่ผู้ประกอบการได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ
4) ผลิตภัณฑ์ *AI Smart Detection Camera* นวัตกรรมกล้องตรวจจับด้วยระบบ *AI* แยกแยะการตรวจจับได้อย่างชาญฉลาด วิเคราะห์รูปแบบสิ่งที่ตรวจจับ วัตถุสิ่งของ ยานพาหนะ ตรวจจับการอำพรางตัว ตรวจจับสัตว์ เช่น นก สุนัข แมว และโหมด *Starlight Technology* ให้ภาพสีในตอนกลางคืนโดยอาศัยแสงสว่างเพียงเล็กน้อย เช่น แสงสะท้อนจากท้องฟ้า บันทึกภาพเหตุการณ์ย้อนหลัง ใช้งานร่วมกับเครื่องบันทึกวิดีโอวงจรปิดระบบเครือข่าย เพื่อบันทึกข้อมูล และสามารถดูย้อนหลังได้ตลอด 24 ชั่วโมง
5) ระบบดูแลผู้สูงอายุ มุ่งเน้นไปที่ระบบตรวจจับการหกล้มและปุ่มฉุกเฉิน โดยนำเซ็นเซอร์ *Vayyar* มาใช้งานร่วมกับตู้ควบคุม *Risco* การทำงานของเซ็นเซอร์ *Vayyar* คือ เมื่อผู้สูงอายุล้มช่วยเหลือตัวเองไม่ได้หรือหมดสติ ระบบจะใช้เวลาวิเคราะห์ประมาณ *90* วินาที หากไม่มีการลุกขึ้นจึงจะส่งสัญญาณแจ้งเตือนผ่านแอปไปยังผู้ดูแลหรือสมาชิกในครอบครัว และในกรณีที่ผู้สูงอายุมีสติอยู่ แต่ต้องการความช่วยเหลือ ผู้สูงอายุสามารถกดปุ่มแจ้งเหตุเกิดฉุกเฉินได้ เช่น ขณะอยู่ในห้องน้ำ หรือระหว่างนอนอยู่บนเตียงนอน หลังจากนั้นกล้องจะจับภาพเมื่อได้รับสัญญาณผ่านเซ็นเซอร์ และส่งภาพไปยังแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟนของผู้ดูแลหรือสมาชิกในครอบครัวเพื่อแจ้งขอความช่วยเหลือ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.4 ปัญหาที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน

1) ปัญหาการหกล้มของผู้สูงอายุในบ้านเป็นปัญหาที่มีความรุนแรงเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะกับกลุ่มผู้สูงอายุที่อาศัยอยู่คนเดียว หากเกิดเหตุการณ์หกล้ม นอกจากจะเป็นการเปิดโอกาสให้เกิดการบาดเจ็บหรืออาการรุนแรงของโรคที่สืบเนื่องมาจากการหกล้มแล้ว การที่ไม่มีใครมาช่วยเหลืออย่างทันท่วงที อาจทำให้เกิดภาวะที่เลวร้ายยิ่งขึ้น
2) ปัญหาผู้ดูแลผู้สูงอายุที่ไม่สามารถดูแลหรือเฝ้าระวังตลอดเวลา ผู้สูงอายุมักมีความต้องการในการดูแลและเอาใจใส่เมื่อพวกเขามีปัญหาสุขภาพหรือต้องการความช่วยเหลือในกิจวัตรประจำวัน เช่น การเดินไปมาภายในบ้านหรือภายนอกบ้าน เมื่อผู้ดูแลไม่สามารถดูแลผู้สูงอายุได้ตลอดเวลา เนื่องจากผู้ดูแลอาจต้องออกทำงานต่าง ๆ หรือไปซื้อของ ทำให้ไม่สามารถเฝ้าระวังผู้สูงอายุตลอดเวลาได้
3) ปัญหาระบบตรวจจับการหกล้มด้วย Sensor ในปัจจุบัน ที่มีความแม่นยำในการตรวจจับการเคลื่อนไหวหรือการเปลี่ยนแปลงในท่าทางของบุคคลสูง แต่ไม่สามารถบันทึกหรือแสดงภาพวิดีโอกับเหตุการณ์ก่อนหน้าการหกล้มได้ ทำให้ผู้ใช้งานระบบหรือผู้ดูแลผู้สูงอายุ ไม่สามารถรู้สาเหตุของการเกิดการหกล้มได้ เนื่องจากระบบตรวจจับการหกล้มด้วย Sensor ทำงานแค่ในส่วนของการตรวจจับเมื่อมีเหตุการณ์หกล้มเกิดขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 4
การพัฒนาระบบ

ในบทนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนต่าง ๆ ของการพัฒนาโครงการ “ระบบสารสนเทศของธุรกิจเฝ้าระวังการหกล้มผ่านกล้องวงจรปิด” โดยจะกล่าวถึงการออกแบบระบบ และการพัฒนาระบบ

4.1 คุณสมบัติระบบ

ระบบงานในการพัฒนาโครงการ “ระบบสารสนเทศของธุรกิจเฝ้าระวังการหกล้มผ่านกล้องวงจรปิด” มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

1) การตรวจจับการหกล้มจากกล้องวงจรปิด
   - ระบบสามารถตรวจจับการหกล้มของผู้สูงอายุภายในภาพวิดีโอผ่านกล้องวงจรปิด
   - ระบบสามารถแสดงผลการตรวจจับแบบเรียลไทม์
   - ระบบสามารถบันทึกภาพวิดีโอ เมื่อตรวจพบเหตุการณ์ผู้สูงอายุหกล้มได้
2) การเชื่อมโยงผู้ใช้งานหรือผู้ดูแลผู้สูงกับระบบ
   - ระบบสามารถส่งข้อความแจ้งเตือนผู้ดูแลผู้สูงอายุผ่านไลน์ เมื่อตรวจพบการหกล้ม
   - การแสดงข้อมูลภาพวิดีโอที่ถูกบันทึกไว้ใน Google Cloud Storage
   - การเก็บข้อมูลของผู้ดูแลผู้สูงอายุที่ลงทะเบียนในระบบไว้
   - การสร้างรายงานข้อมูลสถิติการหกล้มที่ระบบสามารถตรวจพบในแต่ละวัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.2 ความต้องการโดยละเอียดของระบบ

โครงการ “ระบบสารสนเทศของธุรกิจเฝ้าระวังการหกล้มผ่านกล้องวงจรปิด” ประกอบด้วย 5 ระบบย่อย มีรายละเอียดของแต่ละระบบย่อย ดังนี้

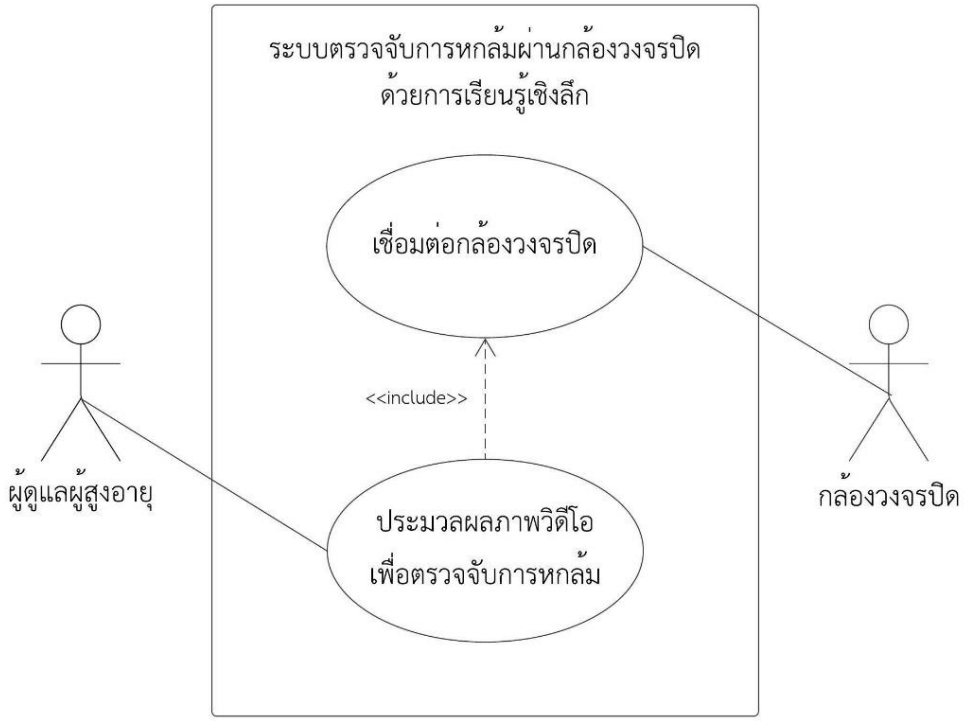
4.2.1 ระบบตรวจจับการหกล้มผ่านกล้องวงจรปิดด้วยการเรียนรู้เชิงลึก (Fall Detection via Surveillance Camera using Deep Learning System)

1) คุณสมบัติที่ต้องการโดยรวมของระบบ

ระบบตรวจจับการหกล้มเป็นระบบที่นำเอาเทคโนโลยีการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) และการประมวลผลภาพวิดีโอด้วย OpenCV ร่วมกับโมเดลการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) มาประยุกต์ใช้เพื่อตรวจจับการเคลื่อนไหวในภาพวิดีโอและทำการตรวจจับมนุษย์หรือบุคคลที่มีโอกาสหกล้มหรือได้หกล้มจริงจากกล้องวงจรปิด

2) ความต้องการอย่างละเอียดของระบบ

- Use Case Diagram



รูปที่ 8: Use Case Diagram ของระบบตรวจจับการหกล้มผ่านกล้องวงจรปิดด้วยการเรียนรู้เชิงลึก

- คำอธิบาย Use Case Diagram

Use Case: UC01 เชื่อมต่อกล้องวงจรปิด

หัวข้อ	รายละเอียด
Use Case Name	เชื่อมต่อกล้องวงจรปิด
Scope	ระบบตรวจจับการหกล้มผ่านกล้องวงจรปิดด้วยการเรียนรู้เชิงลึก
Level	User-goal
Primary Actor	ผู้ดูแลผู้สูงอายุ
Stakeholders and Their Interest	ผู้ดูแลผู้สูงอายุต้องการเชื่อมต่อกล้องวงจรปิดเพื่อเฝ้าดูและตรวจจับการหกล้ม
Pre-condition	กล้องวงจรปิดทำงานอยู่ในสถานะที่พร้อมให้ระบบดึงภาพวิดีโอ ระบบมีข้อมูล URL ของกล้องวงจรปิดอยู่ในระบบ
Success Guarantee	ภาพวิดีโอจากกล้องวงจรปิดถูกดึงมาแสดงบนระบบแบบเรียลไทม์โดยไม่มีสัญญาณขาดหาย

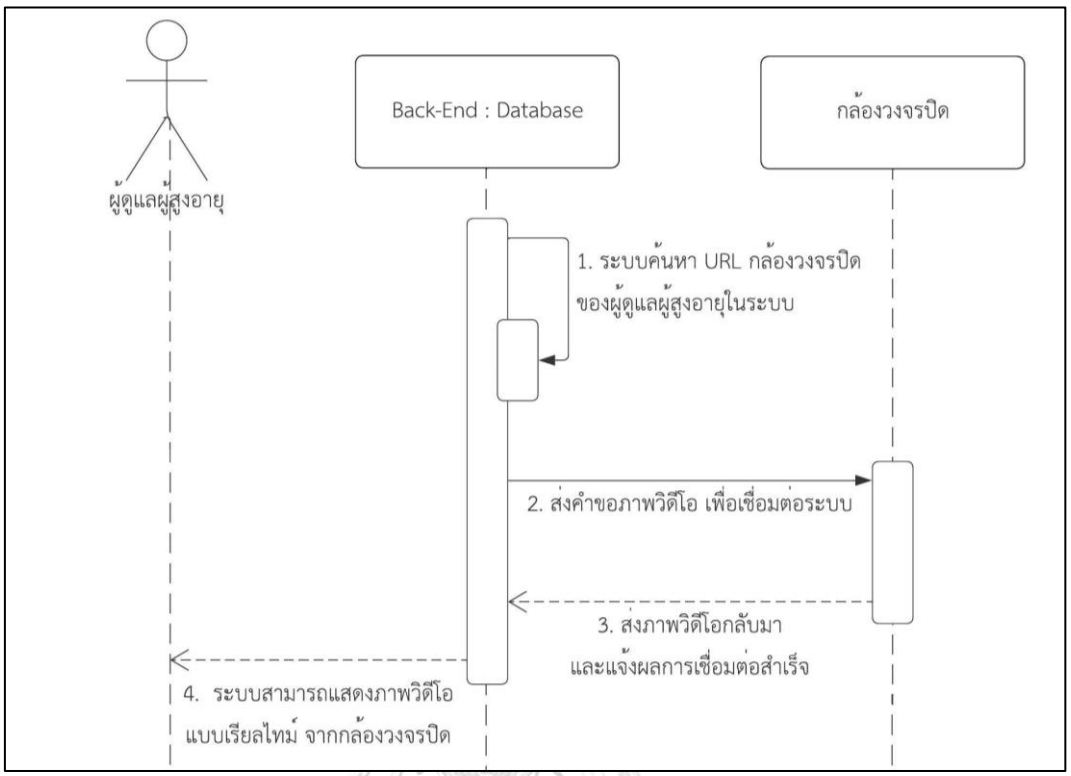
หัวข้อ	รายละเอียด
Main Success Scenario	1. ระบบค้นหาข้อมูล URL กล้องวงจรปิดของผู้ดูแลผู้สูงอายุ 2. ระบบเชื่อมต่อกับกล้องวงจรปิด 3. กล้องวงจรปิดส่งภาพวิดีโอไปยังระบบ 4. ระบบดึงภาพวิดีโอจากกล้องวงจรปิด
Extensions	2a. ถ้าระบบไม่สามารถเชื่อมต่อกับกล้องวงจรปิด 1. ระบบแจ้งเตือนผู้ดูแลผู้สูงอายุเกี่ยวกับปัญหาการเชื่อมต่อกับกล้องวงจรปิด

Use Case: UC02 ประมวลผลภาพวิดีโอเพื่อตรวจจับการหกล้ม

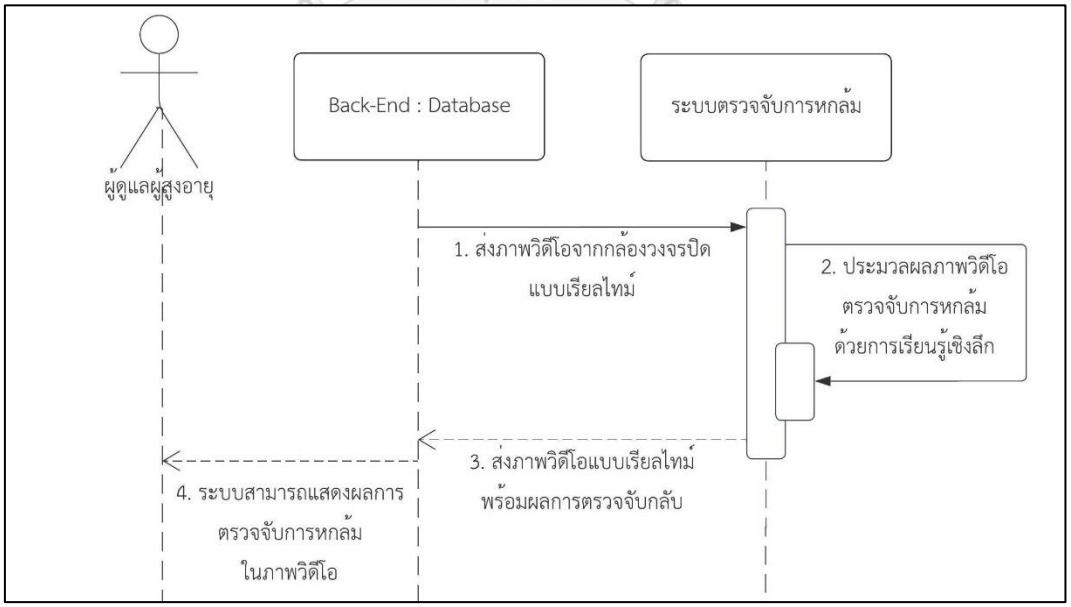
หัวข้อ	รายละเอียด
Use Case Name	ประมวลผลภาพวิดีโอเพื่อตรวจจับการหกล้ม
Scope	ระบบตรวจจับการหกล้มผ่านกล้องวงจรปิดด้วยการเรียนรู้เชิงลึก
Level	User-goal
Primary Actor	ระบบตรวจจับการหกล้ม
Stakeholders and Their Interest	ผู้ดูแลผู้สูงอายุต้องการให้การตรวจจับการหกล้มเป็นไปอย่างถูกต้องและรวดเร็ว
Pre-condition	ระบบได้รับภาพวิดีโอจากกล้องวงจรปิด
Success Guarantee	ระบบสามารถตรวจจับการหกล้ม และแสดงผลการตรวจจับการหกล้มได้อย่างถูกต้อง
Main Success Scenario	1. ระบบประมวลผลภาพวิดีโอจากกล้องวงจรปิดด้วยการเรียนรู้เชิงลึก 2. ระบบแสดงผลภาพวิดีโอในการตรวจจับการหกล้มให้ผู้ดูแลผู้สูงอายุ
Extensions	1a. ระบบไม่สามารถตรวจจับการหกล้มในภาพวิดีโอ 1. ระบบไม่แจ้งเตือนการหกล้ม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- Sequence Diagram



รูปที่ 9: Sequence Diagram ของ UC01 เชื่อมต่อกล้องวงจรปิด



รูปที่ 10: Sequence Diagram ของ UC02 ประมวลผลภาพวิดีโอเพื่อตรวจจับการหกล้ม

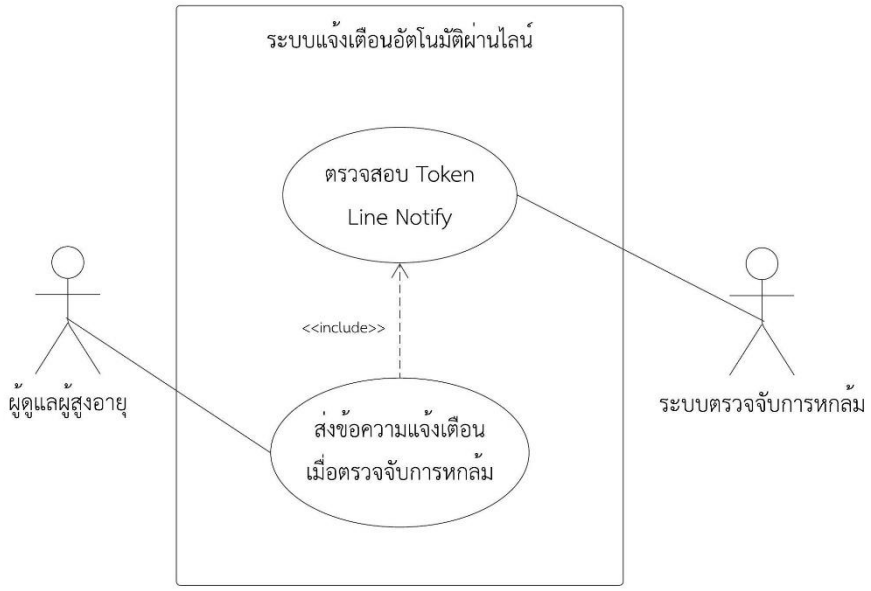
4.2.2 แจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านไลน์ (Automatic Notification via LINE System)

1. คุณสมบัติที่ต้องการโดยรวมของระบบ

ระบบสามารถตรวจจับการหกล้ม และส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังผู้ดูแลผู้สูงอายุผ่านช่องทางไลน์ทันที เมื่อตรวจพบเหตุการณ์หกล้ม นอกจากนี้ยังสามารถกำหนดรูปแบบข้อความที่แจ้งเตือนได้ เพื่อให้ผู้ดูแลผู้สูงอายุรับรู้ถึงสถานการณ์ได้อย่างรวดเร็ว

2. ความต้องการอย่างละเอียดของระบบ

- Use Case Diagram



รูปที่ 11: Use Case Diagram ของระบบแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านไลน์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- คำอธิบาย Use Case Diagram

Use Case: UC03 ตรวจสอบ Token Line Notify

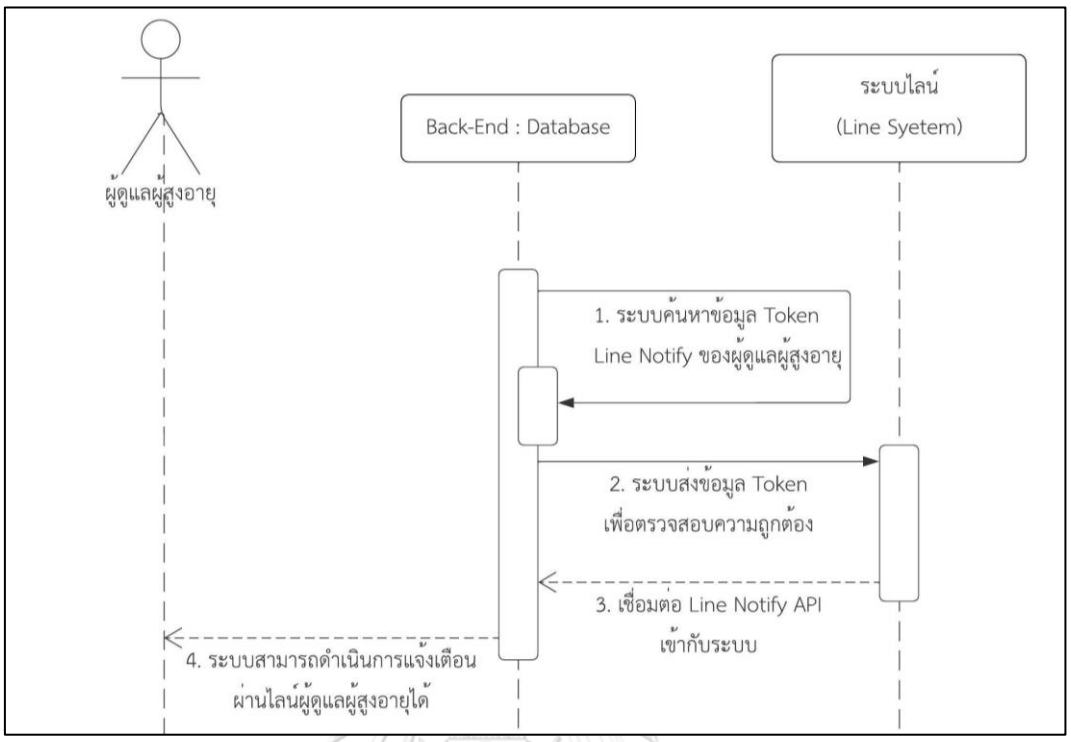
หัวข้อ	รายละเอียด
Use Case Name	ตรวจสอบ Token Line Notify
Scope	ระบบแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านไลน์
Level	User-goal level
Primary Actor	ระบบตรวจจับการหกล้ม
Stakeholders and Their Interest	ผู้ดูแลผู้สูงอายุต้องการรับข้อความแจ้งเตือนผ่านไลน์เมื่อตรวจพบการหกล้ม
Pre-condition	ผู้ดูแลผู้สูงอายุมีข้อมูล Token อยู่ในระบบอยู่แล้ว

หัวข้อ	รายละเอียด
Success Guarantee	ระบบสามารถตรวจสอบข้อมูล Token ของผู้ดูแลผู้สูงอายุได้ถูกต้องและส่งข้อความได้
Main Success Scenario	1. ระบบเรียกข้อมูล Token ที่เก็บไว้ 2. ระบบทำการตรวจสอบความถูกต้องของ Token ผ่าน Line Notify 3. ระบบได้รับการตอบกลับว่า Token ถูกต้อง 4. ระบบดำเนินการต่อเพื่อส่งการแจ้งเตือน
Extensions	2a. หาก Token ไม่ถูกต้อง หรือ Token นั้นหมดอายุ 1. ระบบแจ้งเตือนผู้ดูแลผู้สูงอายุถึงความผิดพลาดของข้อมูล Token

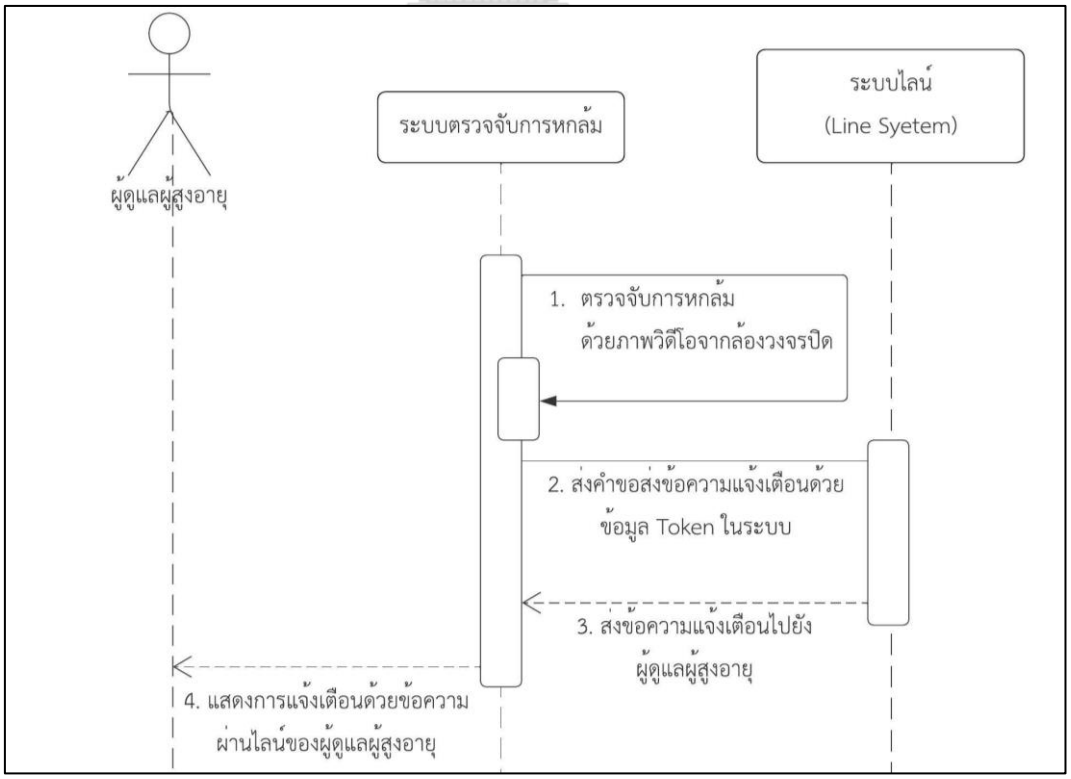
Use Case: UC04 ส่งข้อความแจ้งเตือนเมื่อตรวจพบการหกล้ม

หัวข้อ	รายละเอียด
Use Case Name	ส่งข้อความแจ้งเตือนเมื่อตรวจพบการหกล้ม
Scope	ระบบแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านไลน์
Level	User-goal level
Primary Actor	ระบบตรวจจับการหกล้ม
Stakeholders and Their Interest	ระบบตรวจจับการหกล้ม ต้องส่งแจ้งเตือนเมื่อตรวจพบการหกล้มได้ ผู้ดูแลผู้สูงอายุ ต้องการรับข้อความแจ้งเตือนผ่านไลน์ เมื่อมีเหตุการณ์หกล้มเกิดขึ้น
Pre-condition	ระบบตรวจจับการหกล้มกำลังทำงานอยู่ ผู้ดูแลผู้สูงอายุมีข้อมูล Token อยู่ในระบบอยู่แล้วและข้อมูลถูกต้อง
Success Guarantee	ผู้ดูแลผู้สูงอายุ ได้รับข้อความแจ้งเตือนผ่านไลน์ ว่าอาจมีเหตุการณ์หกล้มเกิดขึ้น
Main Success Scenario	1. ระบบตรวจจับการหกล้มตรวจพบเหตุการณ์หกล้ม 2. ระบบตรวจจับการหกล้มส่งคำขอส่งข้อความแจ้งเตือนผ่านไลน์ ด้วย Token ที่บันทึกไว้ 3. ระบบไลน์ รับคำขอและส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังผู้ดูแลผู้สูงอายุ 4. ผู้ดูแลผู้สูงอายุรับข้อความแจ้งเตือนเมื่อมีเหตุการณ์หกล้มเกิดขึ้น
Extensions	3a. การส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังระบบไลน์ เกิดข้อผิดพลาด 1. ระบบพบว่าการส่งข้อความไปยังระบบไลน์ไม่สำเร็จ เนื่องจากการเชื่อมต่อที่ขาดหายหรือมีปัญหา

- Sequence Diagram



รูปที่ 12: Sequence Diagram ของ UC03 ตรวจสอบ Token Line Notify



รูปที่ 13: Sequence Diagram ของ UC04 ส่งข้อความแจ้งเตือนเมื่อตรวจพบการหกล้ม

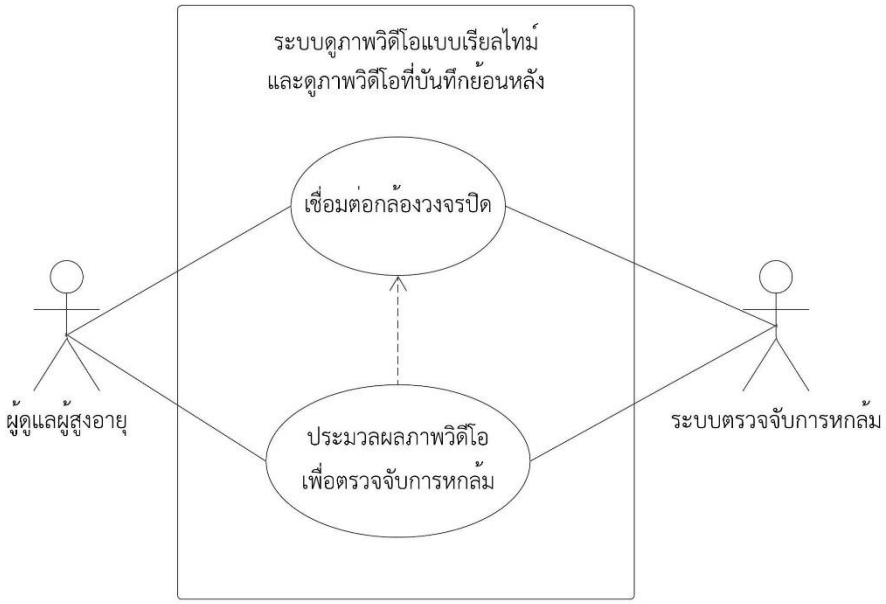
4.2.3 ระบบดูภาพวิดีโอแบบเรียลไทม์และดูภาพวิดีโอที่บันทึกย้อนหลัง (Real-time Video Viewing & Video Playback System)

1. คุณสมบัติที่ต้องการโดยรวมของระบบ

ระบบดูภาพวิดีโอต้องสามารถแสดงภาพวิดีโอแบบเรียลไทม์ และภาพวิดีโอที่บันทึกย้อนหลังได้โดยภาพวิดีโอแบบเรียลไทม์ จะแสดงภาพวิดีโอที่ตรวจจับการหกล้มได้ ระบบจะมีบันทึกภาพวิดีโอความยาวทั้งหมด 6 วินาที ประกอบไปด้วยภาพวิดีโอ 3 วินาที ก่อนตรวจพบเหตุการณ์หกล้มและภาพวิดีโอความยาว 3 วินาที หลังตรวจพบเหตุการณ์หกล้ม โดยเก็บข้อมูลไว้ในระบบ Google Cloud เพื่อให้ผู้ดูแลผู้สูงอายุเรียกดูภาพวิดีโอที่ระบบได้บันทึกเหตุการณ์หกล้มไว้

2. ความต้องการอย่างละเอียดของระบบ

- Use Case Diagram



รูปที่ 14: Use Case Diagram ระบบดูภาพวิดีโอแบบเรียลไทม์และดูภาพวิดีโอที่บันทึกย้อนหลัง

- คำอธิบาย Use Case Diagram

Use Case: UC05 ดูภาพวิดีโอแบบเรียลไทม์

หัวข้อ	รายละเอียด
Use Case Name	ดูภาพวิดีโอแบบเรียลไทม์
Scope	ระบบดูภาพวิดีโอแบบเรียลไทม์
Level	User-goal level

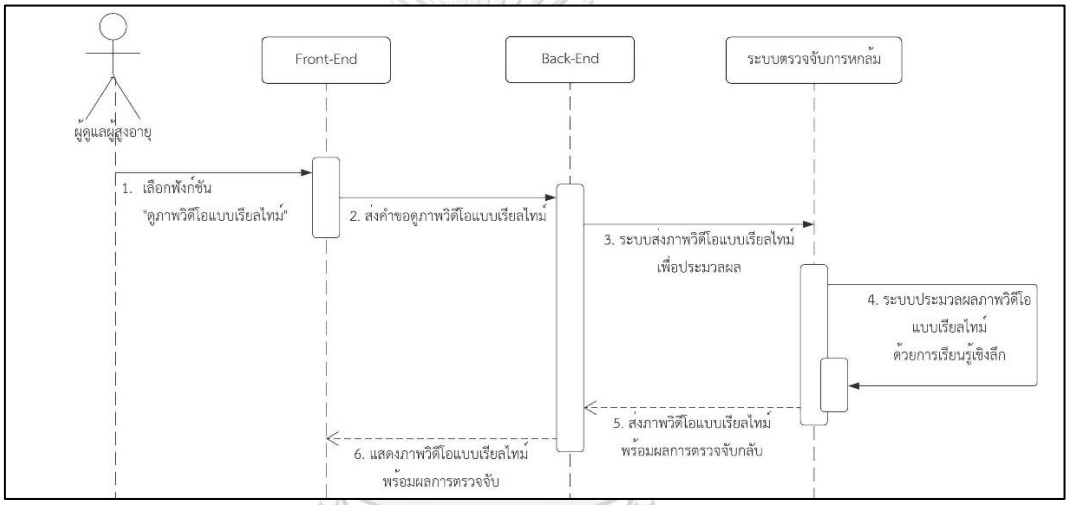
หัวข้อ	รายละเอียด
Primary Actor	ผู้ดูแลผู้สูงอายุ
Stakeholders and Their Interest	ผู้ดูแลผู้สูงอายุ ต้องการดูภาพวิดีโอแบบเรียลไทม์ เพื่อตรวจสอบภาพวิดีโอที่แสดงในปัจจุบัน
Pre-condition	กล้องวงจรปิดทำงานปกติ และเชื่อมต่อกับระบบ
Success Guarantee	ผู้ดูแลผู้สูงอายุ สามารถดูภาพวิดีโอแบบเรียลไทม์ จากกล้องวงจรปิดได้
Main Success Scenario	1. ผู้ดูแลผู้สูงอายุเลือกฟังก์ชัน "ดูภาพวิดีโอแบบเรียลไทม์" 2. ระบบส่งคำขอไปยังระบบเพื่อรับภาพวิดีโอ 3. ระบบส่งภาพวิดีโอต่อไปยังระบบตรวจจับการหกล้ม 4. ระบบประมวลผลตรวจจับและแสดงผลตรวจจับด้วยการเรียนรู้เชิงลึก 5. ระบบแสดงภาพวิดีโอแบบเรียลไทม์พร้อมผลการตรวจจับการหกล้มด้วยการเรียนรู้เชิงลึกให้ผู้ดูแลผู้สูงอายุได้ดู
Extensions	3a. กล้องวงจรปิดไม่สามารถส่งข้อมูลกลับมา 1. ระบบแจ้งเตือนผู้ดูแลผู้สูงอายุเรื่องปัญหาการเชื่อมต่อกล้องวงจรปิด 5a. ระบบตรวจจับว่ามีการหกล้ม 1. ระบบแสดงข้อความบนภาพวิดีโอและบันทึกเหตุการณ์หกล้มลงในระบบ

Use Case: UC06 ดูภาพวิดีโอที่บันทึกย้อนหลัง

หัวข้อ	รายละเอียด
Use Case Name	ดูภาพวิดีโอที่บันทึกย้อนหลัง
Scope	ระบบดูภาพวิดีโอที่บันทึกย้อนหลัง
Level	User-goal level
Primary Actor	ผู้ดูแลผู้สูงอายุ
Stakeholders and Their Interest	ผู้ดูแลผู้สูงอายุต้องการดูภาพวิดีโอที่บันทึกไว้ในระบบ
Pre-condition	มีภาพวิดีโอที่ถูกบันทึกไว้ในระบบ
Success Guarantee	ผู้ดูแลผู้สูงอายุ สามารถดูภาพวิดีโอที่บันทึกไว้ย้อนหลังได้ โดยวิดีโอที่ถูกบันทึกแต่ละวิดีโอ จะมีความยาวภาพวิดีโอ 10 วินาที เมื่อตรวจพบเหตุกาณ์ล้มขึ้น

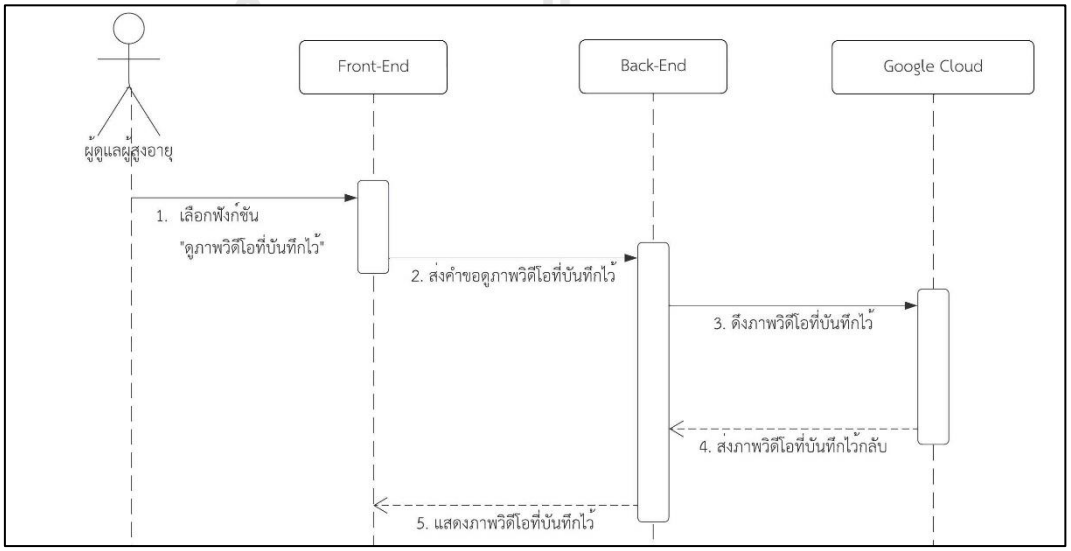
หัวข้อ	รายละเอียด
Main Success Scenario	1. ผู้ดูแลผู้สูงอายุเลือกฟังก์ชัน "ดูภาพวิดีโอที่บันทึกย้อนหลัง" 2. ระบบแสดงรายการของภาพวิดีโอที่บันทึกไว้ 3. ผู้ดูแลผู้สูงอายุเลือกภาพวิดีโอที่ต้องการดู 4. ระบบเรียกและแสดงภาพวิดีโอที่ผู้ดูแลผู้สูงอายุ
Extensions	4a. กล้องวงจรปิดไม่สามารถส่งข้อมูลกลับมา 1. ระบบแจ้งเตือนผู้ดูแลผู้สูงอายุเรื่องปัญหาการเชื่อมต่อกล้องวงจรปิด

- Sequence Diagram



รูปที่ 15: Sequence Diagram ของ UC05 ดูภาพวิดีโอแบบเรียลไทม์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 16: Sequence Diagram ของ UC06 ดูภาพวิดีโอที่บันทึกย้อนหลัง

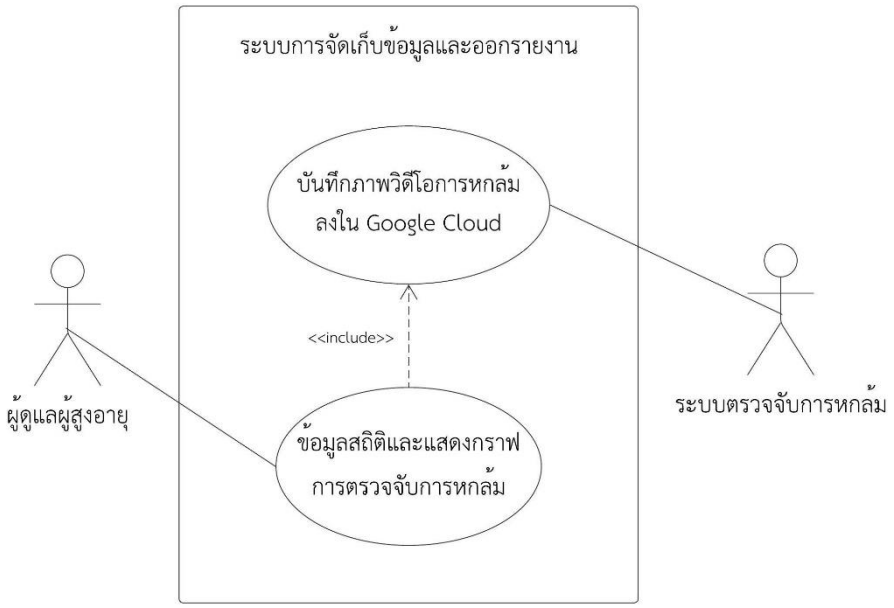
4.2.4 ระบบการจัดเก็บข้อมูลและออกรายงาน (Data Storage and Reporting System)

1. คุณสมบัติที่ต้องการโดยรวมของระบบ

ระบบจะเก็บข้อมูลวิดีโอทั้งหมด บันทึกเก็บไว้บน Google Cloud Storage ที่ผู้ดูแลระบบได้จัดเตรียมไว้ โดยแยกข้อมูลดังกล่าวตามบัญชีผู้ดูแลผู้สูงอายุที่ได้มีการลงทะเบียนไว้ในระบบ และระบบยังมีฟังก์ชันในการแสดงสถิติรายงานข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนการตรวจจับการหกล้มที่ได้มีการตรวจจับเหตุการณ์หกล้มได้ในแต่ละวัน สร้างเป็นกราฟแท่งขึ้นมา เพื่อให้ผู้ดูแลผู้สูงอายุ สามารถเข้าใจรายงานเหตุการณ์การหกล้มของผู้สูงอายุได้ง่าย และเลือกดูข้อมูลรายงานดังกล่าวย้อนหลัง ตามแต่ละเดือนได้ เป็นต้น

2. ความต้องการอย่างละเอียดของระบบ

- Use Case Diagram



รูปที่ 17: Use Case Diagram ของระบบการจัดเก็บข้อมูลและออกรายงาน

- คำอธิบาย Use Case Diagram

Use Case: UC07 บันทึกภาพวิดีโอการหกล้มลงใน Google Cloud

หัวข้อ	รายละเอียด
Use Case Name	บันทึกภาพวิดีโอการหกล้มลงใน Google Cloud
Scope	ระบบการจัดเก็บข้อมูลและออกรายงาน
Level	User-goal level
Primary Actor	ระบบตรวจจับการหกล้ม
Stakeholders and	ผู้ดูแลระบบต้องการให้วิดีโอที่ตรวจพบการหกล้มถูกจัดเก็บไว้ใน Google

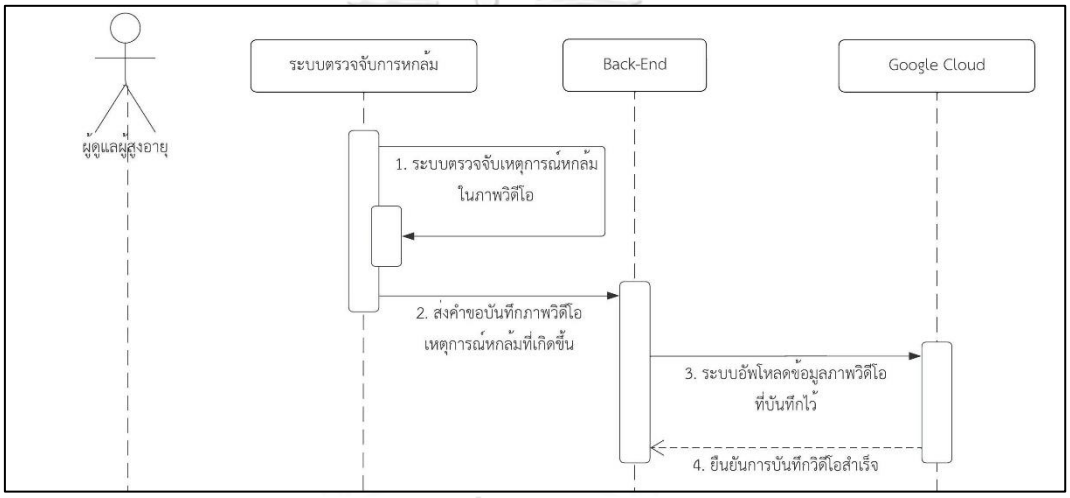
หัวข้อ	รายละเอียด
Their Interest	Cloud เพื่อเก็บประวัติและใช้สำหรับให้ผู้ดูแลผู้สูงอายุได้วิเคราะห์ภาพวิดีโอที่บันทึกเหตุการณ์หกล้มไว้
Pre-condition	ระบบตรวจจับการหกล้มกำลังทำงานอยู่
Success Guarantee	ระบบบันทึกภาพวิดีโอเหตุการณ์หกล้มและเก็บลงบน Google Cloud แล้วสามารถเข้าถึงได้โดยผู้ดูแลผู้สูงอายุ
Main Success Scenario	1. ระบบตรวจจับการหกล้มตรวจพบเหตุการณ์หกล้มได้ 2. ระบบตรวจจับการหกล้มทำการบันทึกวิดีโอทั้งหมด 1 นาที 3. เริ่มกระบวนการอัปโหลดวิดีโอไปยัง Google Cloud 3. Google Cloud บันทึกวิดีโอเสร็จสิ้น 4. ระบบตรวจจับการหกล้มยืนยันว่าวิดีโอได้รับและบันทึกลงใน Google Cloud เรียบร้อย
Extensions	2a. ระบบไม่สามารถบันทึกวิดีโอ 1. ระบบแจ้งเตือนผู้ดูแลผู้สูงอายุเกี่ยวกับปัญหาการบันทึกข้อมูลที่ไม่สำเร็จ 3a. ระบบไม่สามารถเชื่อมต่อกับ Google Cloud ได้ 1. ระบบแจ้งเตือนผู้ดูแลผู้สูงอายุเรื่องปัญหาการเชื่อมต่อกับ Google Cloud

Use Case: UC08 ข้อมูลสถิติและแสดงกราฟการตรวจจับการหกล้ม

หัวข้อ	รายละเอียด
Use Case Name	ข้อมูลสถิติและแสดงกราฟการตรวจจับการหกล้ม
Scope	ระบบการจัดเก็บข้อมูลและออกรายงาน
Level	User-goal level
Primary Actor	ผู้ดูแลผู้สูงอายุ
Stakeholders and Their Interest	ผู้ดูแลผู้สูงอายุต้องการเข้าถึงสถิติและดูกราฟที่แสดงการตรวจจับการหกล้มเพื่อวิเคราะห์และติดตามสถานะ ผู้ดูแลระบบต้องการให้ระบบสามารถแสดงข้อมูลสถิติและกราฟสรุปข้อมูลจากระบบการตรวจจับ
Pre-condition	ระบบมีข้อมูลบันทึกการตรวจจับการหกล้มแล้ว
Success Guarantee	ผู้ดูแลผู้สูงอายุสามารถดูรายงานข้อมูลสถิติและกราฟการตรวจจับการ

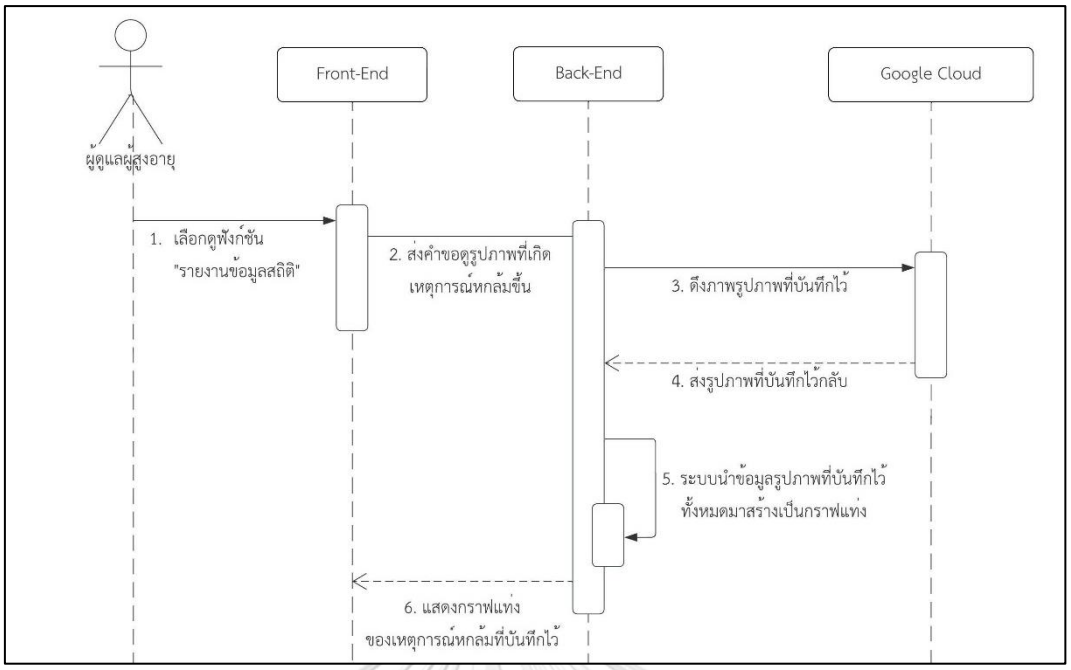
หัวข้อ	รายละเอียด
	หกล้มได้
Main Success Scenario	1. ผู้ดูแลผู้สูงอายุเลือกฟังก์ชัน “รายงานข้อมูลสถิติ” 2. ระบบดึงข้อมูลการตรวจพบการหกล้มที่บันทึกไว้ 3. ระบบนำข้อมูลการตรวจพบการหกล้มมาสร้างกราฟแท่งขึ้นมา 4. ผู้ดูแลผู้สูงอายุได้รับข้อมูลสถิติและกราฟการตรวจจับการหกล้มได้
Extensions	2a. ระบบไม่สามารถดึงข้อมูลการตรวจจับการหกล้มได้ 1. ระบบแจ้งเตือนผู้ดูแลผู้สูงอายุเรื่องปัญหาการเชื่อมต่อระบบ

- Sequence Diagram



รูปที่ 18: Sequence Diagram ของ UC07 บันทึกภาพวิดีโอการหกล้มใน Google Cloud

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



รูปที่ 19: Sequence Diagram ของ UC08 ข้อมูลสถิติและแสดงกราฟการตรวจจับการหกล้ม

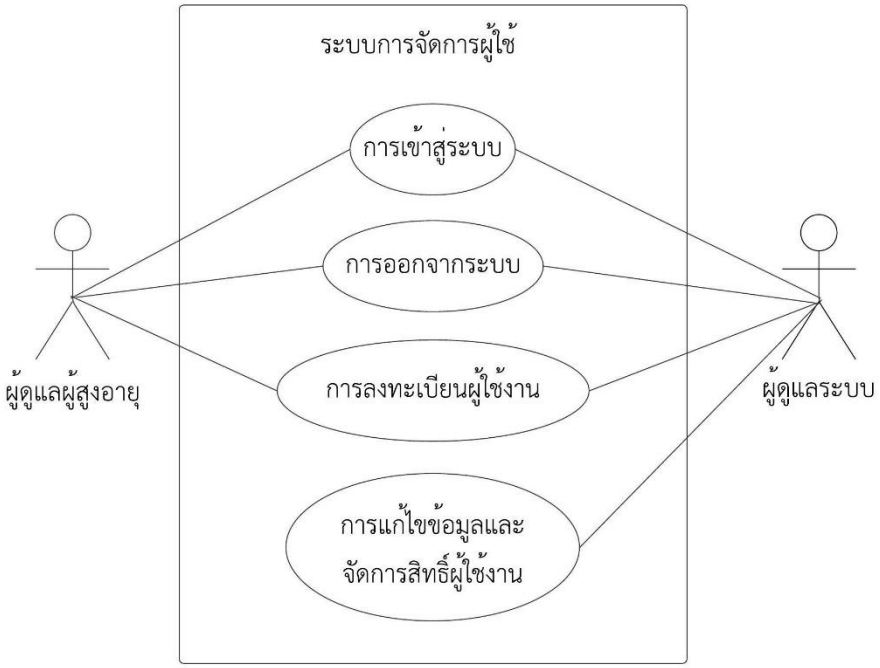
4.2.5 ระบบการจัดการผู้ใช้ (User Management System)

1. คุณสมบัติที่ต้องการโดยรวมของระบบ

ระบบการจัดการผู้ใช้งานและสิทธิ์การเข้าถึงเว็บไซต์ต้องมีความมั่นคงปลอดภัย และมีการแบ่งบทบาทผู้ใช้งานที่ชัดเจน เพื่อป้องกันการเข้าถึงหรือดำเนินการที่ไม่สมควร ระบบควรสามารถตรวจสอบสิทธิ์ของผู้ใช้งานในแต่ละการเข้าถึง และให้การตอบสนองที่รวดเร็ว เพื่อป้องกันการกระทำที่อาจก่อให้เกิดความเสียหายต่อข้อมูลหรือระบบการทำงาน นอกจากนี้ ระบบยังควรมีการสำรองข้อมูลและมีแผนการกู้คืนในกรณี ที่เกิดปัญหา เพื่อความมั่นใจในการใช้งานและความน่าเชื่อถือของระบบ

2. ความต้องการอย่างละเอียดของระบบ

- Use Case Diagram



รูปที่ 20: Use Case Diagram ของระบบการจัดการผู้ใช้

- คำอธิบาย Use Case Diagram

  Use Case: UC09 การเข้าสู่ระบบ

หัวข้อ	รายละเอียด
Use Case Name	การเข้าสู่ระบบ
Scope	ระบบการจัดการผู้ใช้
Level	User-goal level
Primary Actor	ผู้ดูแลผู้สูงอายุ
Stakeholders and Their Interest	ผู้ดูแลผู้สูงอายุต้องการเข้าสู่ระบบเพื่อใช้งานฟังก์ชันต่าง ๆ ของระบบ
Pre-condition	ผู้ดูแลผู้สูงอายุมีบัญชีผู้ใช้งานอยู่แล้วในระบบ
Success Guarantee	ผู้ดูแลผู้สูงอายุสามารถเข้าสู่ระบบและใช้งานฟังก์ชันต่าง ๆ ได้
Main Success Scenario	1. ระบบแสดงหน้าจอเพื่อกรอกข้อมูลเข้าสู่ระบบ 2. ผู้ดูแลผู้สูงอายุกรอกชื่อผู้ใช้งานและรหัสผ่าน 3. ผู้ดูแลผู้สูงอายุเลือก "ยืนยัน" 4. ระบบตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล 5. ระบบแสดงหน้าจอหลักของระบบและยืนยันการเข้าสู่ระบบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หัวข้อ	รายละเอียด
Extensions	2a. ไม่มีชื่อผู้ดูแลผู้สูงอายุในระบบ 1. ระบบแสดงการแจ้งเตือนว่าไม่มีข้อมูลชื่อผู้ดูแลผู้สูงอายุในระบบ 2b. ผู้ดูแลผู้สูงอายุกรอกข้อมูลไม่ครบถ้วน 1. ระบบแจ้งว่าต้องกรอกข้อมูลให้ครบถ้วน 4a. รหัสผ่านหรือชื่อผู้ดูแลผู้สูงอายุไม่ถูกต้อง 1. ระบบแจ้งว่ารหัสผ่านหรือชื่อผู้ดูแลผู้สูงอายุไม่ถูกต้อง

Use Case: UC10 การออกจากระบบ

หัวข้อ	รายละเอียด
Use Case Name	การออกจากระบบ
Scope	ระบบการจัดการผู้ใช้
Level	User-goal level
Primary Actor	ผู้ดูแลผู้สูงอายุ
Stakeholders and Their Interest	ผู้ดูแลผู้สูงอายุต้องการออกจากระบบ
Pre-condition	ผู้ดูแลผู้สูงอายุมีการใช้งานอยู่ในระบบ
Success Guarantee	ผู้ดูแลผู้สูงอายุออกจากระบบได้สำเร็จ
Main Success Scenario	1. ผู้ดูแลผู้สูงอายุเลือกฟังก์ชัน "ออกจากระบบ" 2. ระบบให้ผู้ดูแลผู้สูงอายุยืนยันว่าต้องการออกจากระบบหรือไม่ 3. ผู้ดูแลผู้สูงอายุยืนยันการออกจากระบบ 4. ระบบทำการปิดเซสชั่นการใช้งานของผู้ดูแลผู้สูงอายุ
Extensions	4a. ระบบมีปัญหาเวลาปิดเซสชั่น 1. ระบบแจ้งเตือนผู้ดูแลผู้สูงอายุเรื่องปัญหาในการออกจากระบบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Use Case: UC11 การลงทะเบียนผู้ใช้งาน

หัวข้อ	รายละเอียด
Use Case Name	การลงทะเบียนผู้ใช้งาน
Scope	ระบบการจัดการผู้ใช้
Level	User-goal level
Primary Actor	ผู้ดูแลผู้สูงอายุ
Stakeholders and Their Interest	ผู้ดูแลผู้สูงอายุต้องการสร้างบัญชีผู้ใช้งานเพื่อเข้าถึงและใช้งานระบบ
Pre-condition	ผู้ดูแลผู้สูงอายุยังไม่มีบัญชีผู้ใช้งานในระบบ
Success Guarantee	ผู้ดูแลผู้สูงอายุได้รับบัญชีผู้ใช้งานและสามารถเข้าสู่ระบบได้
Main Success Scenario	1. ผู้ดูแลผู้สูงอายุเลือก "ลงทะเบียน" 2. ระบบแสดงหน้ากรอกข้อมูลสำหรับการลงทะเบียน 3. ผู้ดูแลผู้สูงอายุกรอกข้อมูล ได้แก่ ชื่อผู้ใช้ รหัสผ่าน ข้อมูล URL ของกล้องวงจรปิด ข้อมูล Token Line Notify และอีเมล 4. ผู้ดูแลผู้สูงอายุเลือก "ยืนยัน" 5. ระบบตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล 6. ระบบส่งอีเมลยืนยันการลงทะเบียน 7. ผู้ดูแลผู้สูงอายุยืนยันจากลิงก์ในอีเมล 8. ระบบแสดงข้อความยืนยันว่าการลงทะเบียนเสร็จสมบูรณ์
Extensions	3a. ผู้ดูแลผู้สูงอายุกรอกข้อมูลไม่ครบหรือไม่ถูกต้อง 1. ระบบแสดงข้อความเตือนและข้อผิดพลาด 5a. ชื่อผู้ดูแลผู้สูงอายุมีอยู่แล้วในระบบ 1. ระบบแสดงข้อความเตือนว่า "ชื่อผู้ใช้งานนี้ถูกใช้งานแล้ว" 6a. ผู้ดูแลผู้สูงอายุไม่ได้ยืนยันจากลิงก์ในอีเมลภายในเวลาที่กำหนด 1. บัญชีผู้ใช้งานถูกปิดชั่วคราวและต้องกดยืนยันใหม่

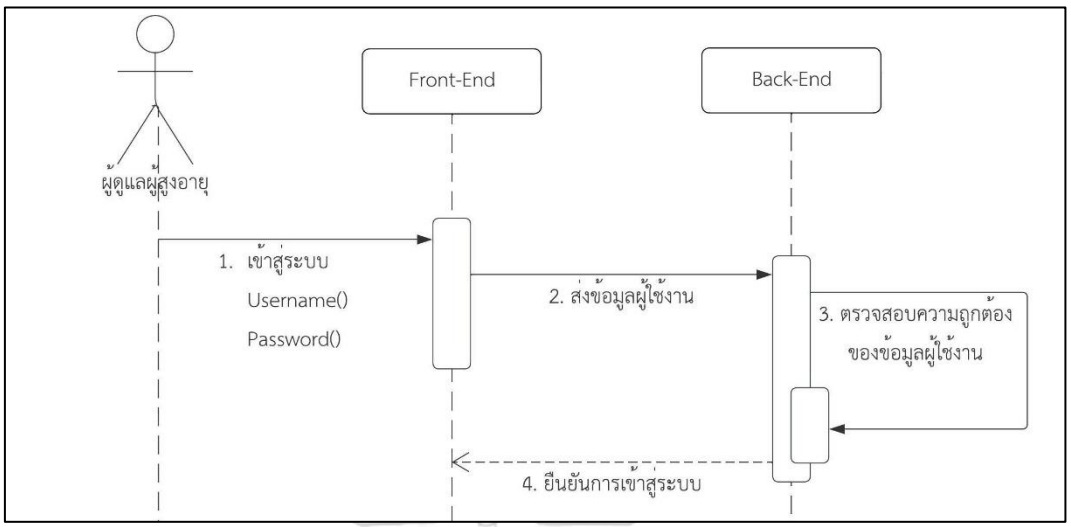
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Use Case: UC12 การจัดการสิทธิ์ผู้ใช้งาน

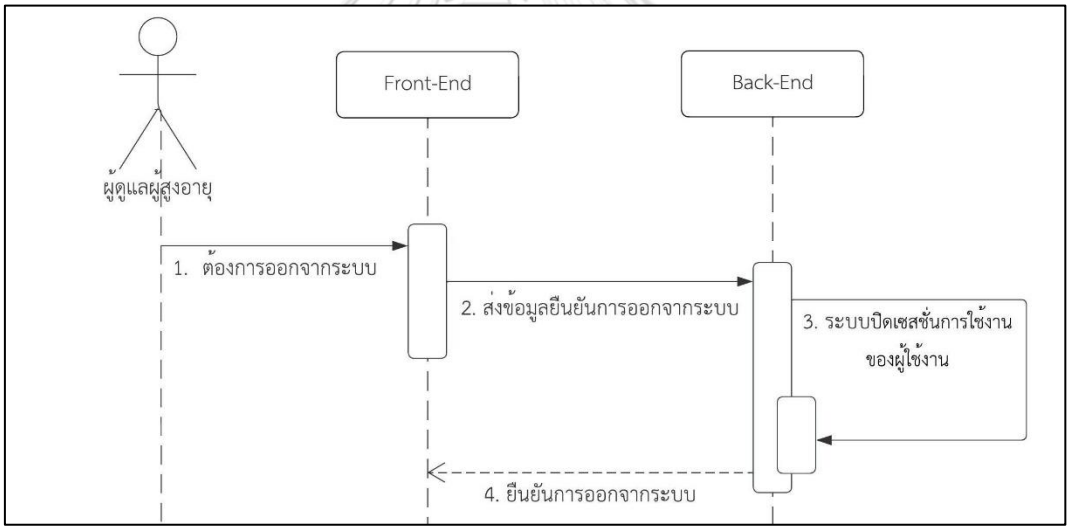
หัวข้อ	รายละเอียด
Use Case Name	การจัดการสิทธิ์ผู้ใช้งาน
Scope	ระบบการจัดการผู้ใช้
Level	User-goal level
Primary Actor	ผู้ดูแลระบบ
Stakeholders and Their Interest	ผู้ดูแลระบบต้องการแก้ไขข้อมูลผู้ใช้งานและกำหนดสิทธิ์ในการเข้าถึงของผู้ใช้งาน ผู้ใช้งานต้องการใช้งานระบบตามสิทธิ์ที่ได้รับ
Pre-condition	ผู้ดูแลระบบเข้าสู่ระบบและมีสิทธิ์ในการจัดการข้อมูลผู้ใช้งานในระบบ
Success Guarantee	ข้อมูลและสิทธิ์ของผู้ใช้งานถูกแก้ไขตามที่ผู้ดูแลระบบกำหนด
Main Success Scenario	1. ผู้ดูแลระบบเลือกฟังก์ชัน "แก้ไขข้อมูลและจัดการสิทธิ์ผู้ใช้งาน" 2. ระบบแสดงข้อมูลผู้ใช้งานและสิทธิ์ที่ผู้ใช้งานทั้งหมดในระบบ 3. ผู้ดูแลระบบเลือกผู้ใช้งานที่ต้องการจัดการ 4. ระบบแสดงรายละเอียดการแก้ไขและสิทธิ์ของผู้ใช้งานที่เลือก 5. ผู้ดูแลระบบแก้ไขข้อมูลและสิทธิ์ในการเข้าถึงของผู้ใช้งาน 6. ผู้ดูแลระบบเลือก "ยืนยัน" 7. ระบบบันทึกการเปลี่ยนแปลงและแสดงข้อความยืนยันการแก้ไขสิทธิ์เรียบร้อย
Extensions	2a. ไม่พบผู้ใช้งานในระบบ 1. ระบบแสดงข้อความแจ้งว่า "ไม่พบผู้ใช้งาน" 5a ผู้ดูแลระบบกรอกข้อมูลไม่ครบถ้วน 1. ระบบแจ้งว่าต้องกรอกข้อมูลให้ครบถ้วน 7a. ระบบไม่สามารถบันทึกข้อมูลได้สำเร็จ 1. ระบบแจ้งเตือนผู้ดูแลผู้สูงอายุเรื่องปัญหาการบันทึกข้อมูลที่ไม่สำเร็จ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

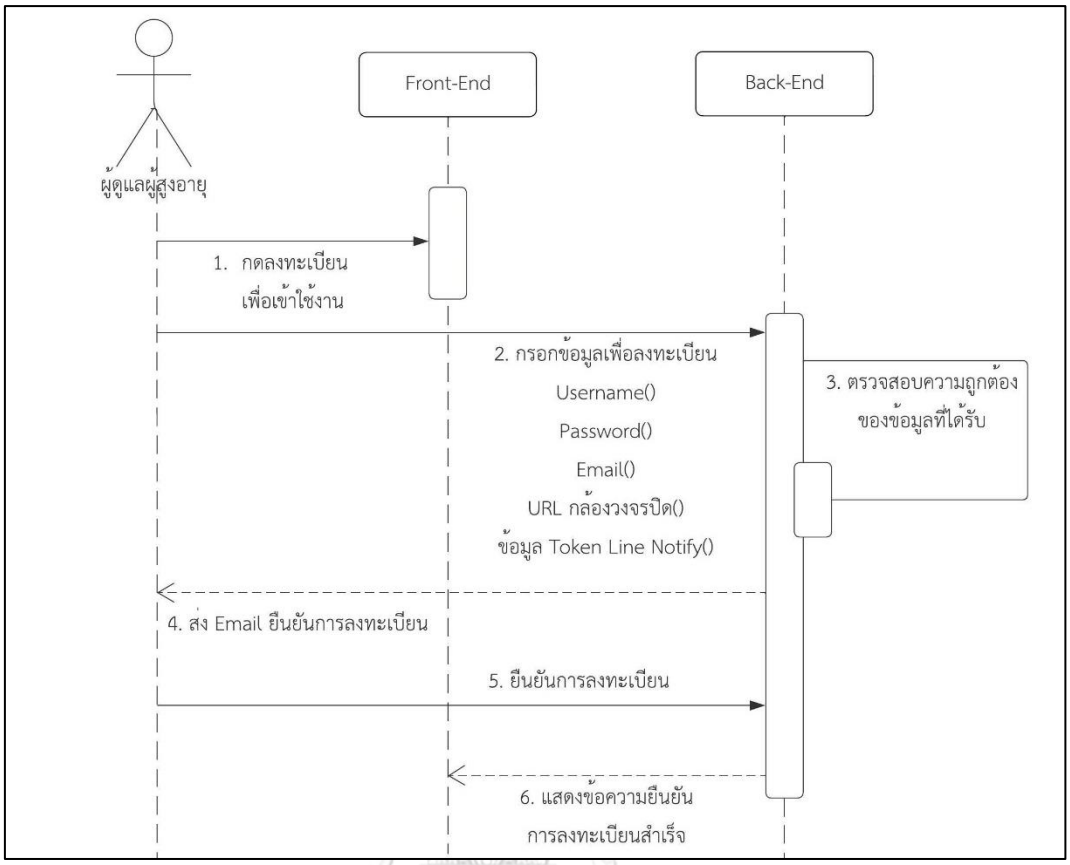
- Sequence Diagram



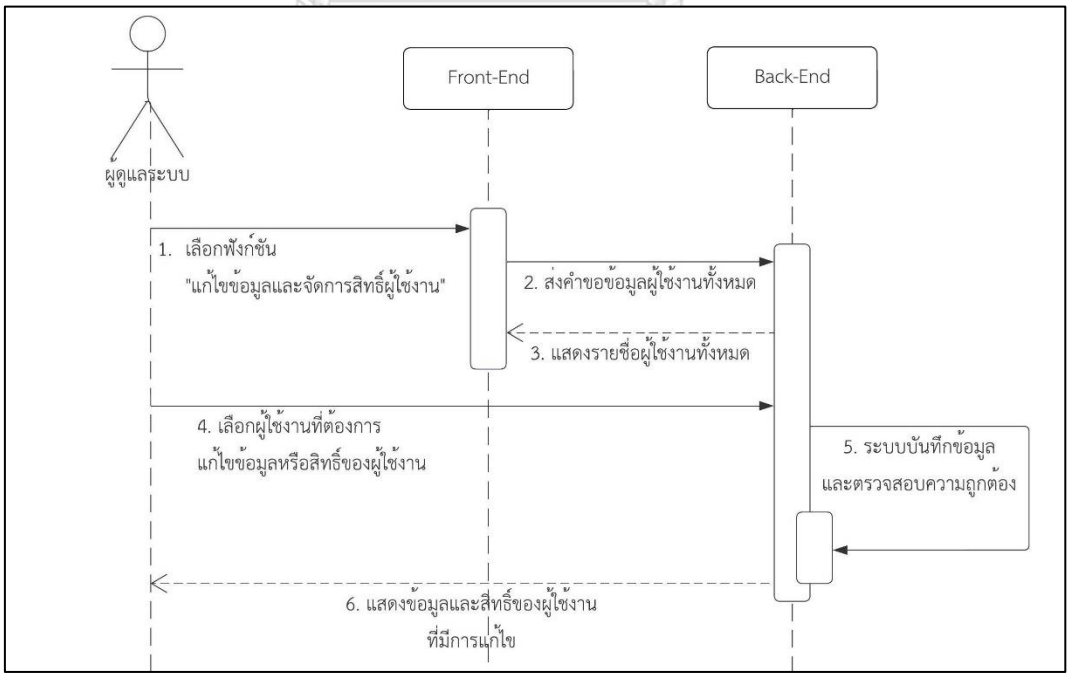
รูปที่ 21: Sequence Diagram ของ UC09 การเข้าสู่ระบบ



รูปที่ 22: Sequence Diagram ของ UC10 การออกจากระบบ



รูปที่ 23: Sequence Diagram ของ UC11 การลงทะเบียนผู้ใช้งาน



รูปที่ 24: Sequence Diagram ของ UC12 การจัดการสิทธิ์ผู้ใช้งาน

4.3 การออกแบบระบบงาน

โครงการ “ระบบสารสนเทศของธุรกิจเฝ้าระวังการหกล้มผ่านกล้องวงจรปิด” มีการออกแบบระบบ โดยแบ่งออกเป็นส่วนต่าง ๆ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

4.3.1 การออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้งาน

การออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ ใช้การออกแบบเว็บแอปพลิเคชันขึ้นมา เพื่อให้ผู้งานสามารถเข้ามาดูข้อมูลจากระบบ โดยแบ่งเป็น 4 ฟังก์ชันหลัก คือ

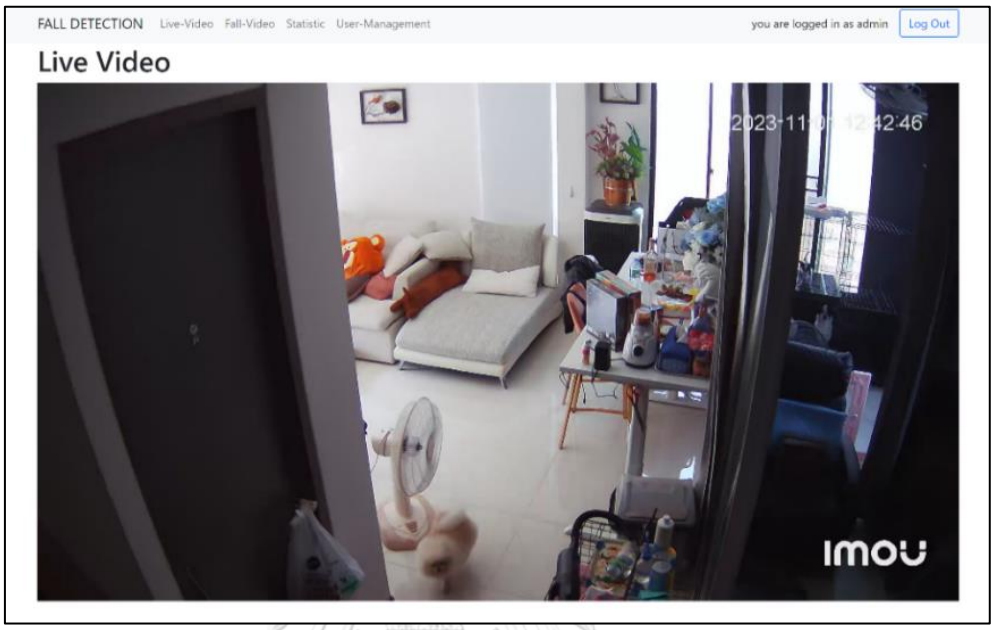
- เมนูหลัก (Home)
  เป็นแถบเมนูสำหรับผู้ใช้งาน เช่น ผู้ดูแลผู้สูงอายุ ที่ต้องการเข้าถึงฟังก์ชันอื่น ๆ ของระบบ รวมทั้งแสดงข้อมูลที่ผู้ใช้งานได้ลงทะเบียนไว้
- ฟังก์ชันดูภาพวิดีโอแบบเรียลไทม์ (Live-Video)
  เป็นฟังก์ชันสำหรับใช้แสดงภาพวิดีโอจากกล้องวงจรปิดที่ลงทะเบียนไว้แบบเรียลไทม์ และแสดงผลในส่วนของการตรวจจับภาพบุคคลภายในภาพวิดีโอด้วย
- ฟังก์ชันดูภาพวิดีโอที่บันทึกย้อนหลัง (Fall-Video)
  เป็นฟังก์ชันสำหรับใช้แสดงภาพวิดีโอที่บันทึกไว้ เมื่อตรวจพบการหกล้ม โดยผู้ใช้งานสามารถกดปุ่ม Download เพื่อบันทึกเก็บไว้ได้
- ฟังก์ชันรายงานข้อมูลสถิติ (Statistic)
  เป็นฟังก์ชันสำหรับใช้แสดงกราฟแท่งในการรายงานข้อมูลสถิติ โดยจะแสดงข้อมูลจำนวนเหตุการณ์หกล้มที่ตรวจพบในแต่ละวัน
- ฟังก์ชันแก้ไขข้อมูลและจัดการสิทธิ์ผู้ใช้งาน (User Management)
  เป็นฟังก์ชันสำหรับผู้ดูแลระบบโดยเฉพาะ ใช้สำหรับตรวจสอบข้อมูลของผู้ใช้งานและกำหนดสิทธิ์ในการเข้าถึงข้อมูลของผู้ใช้งานแต่ละคน

รูปที่ 25: ตัวอย่างเว็บแอปพลิเคชันเมนูหลัก

4.3.2 การออกแบบผลลัพธ์

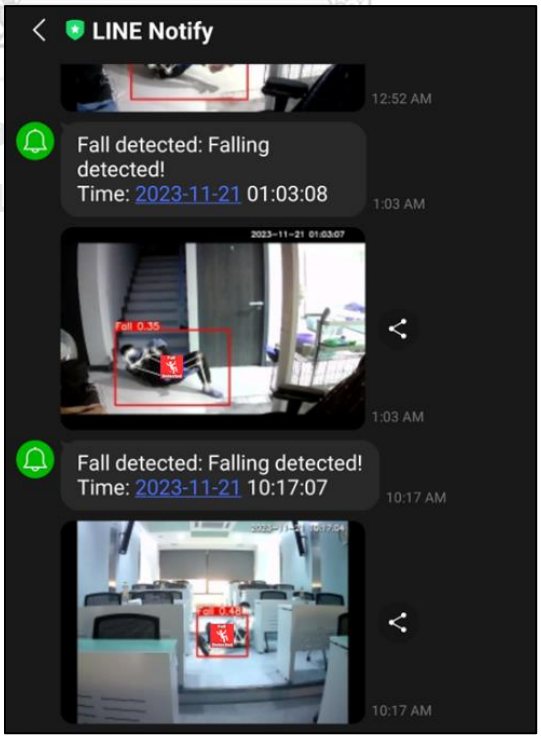
การออกแบบผลลัพธ์ ที่ได้จากการพัฒนาระบบการตรวจจับการหกล้ม คือ

1) การแสดงผลการตรวจจับการหกล้มจากภาพวิดีโอผ่านกล้องวงจรปิด



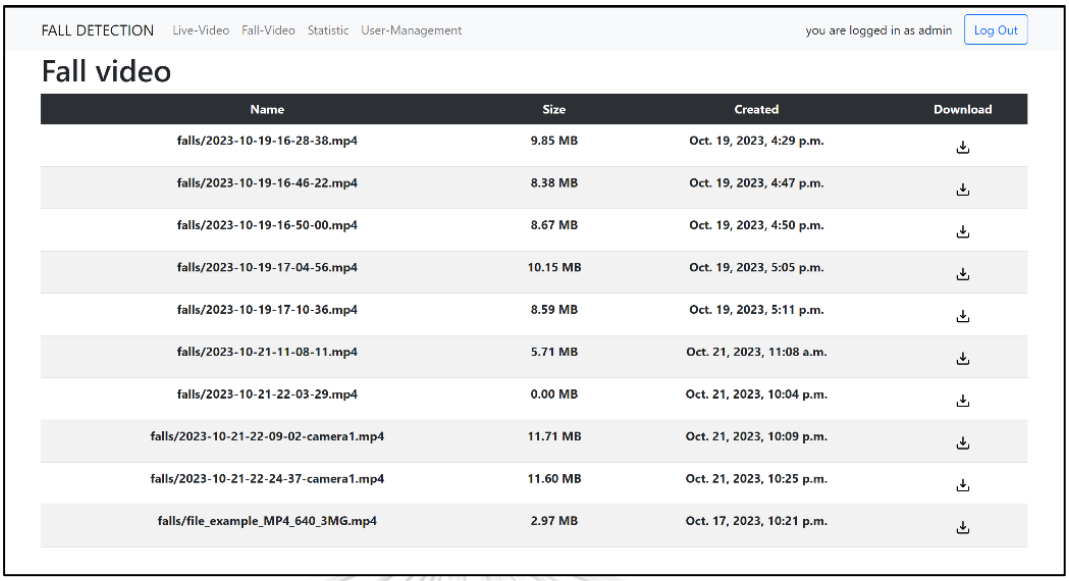
รูปที่ 26: การแสดงผลการตรวจจับการหกล้ม

2) การแสดงผลการแจ้งเตือนผ่านไลน์ของผู้ใช้งาน



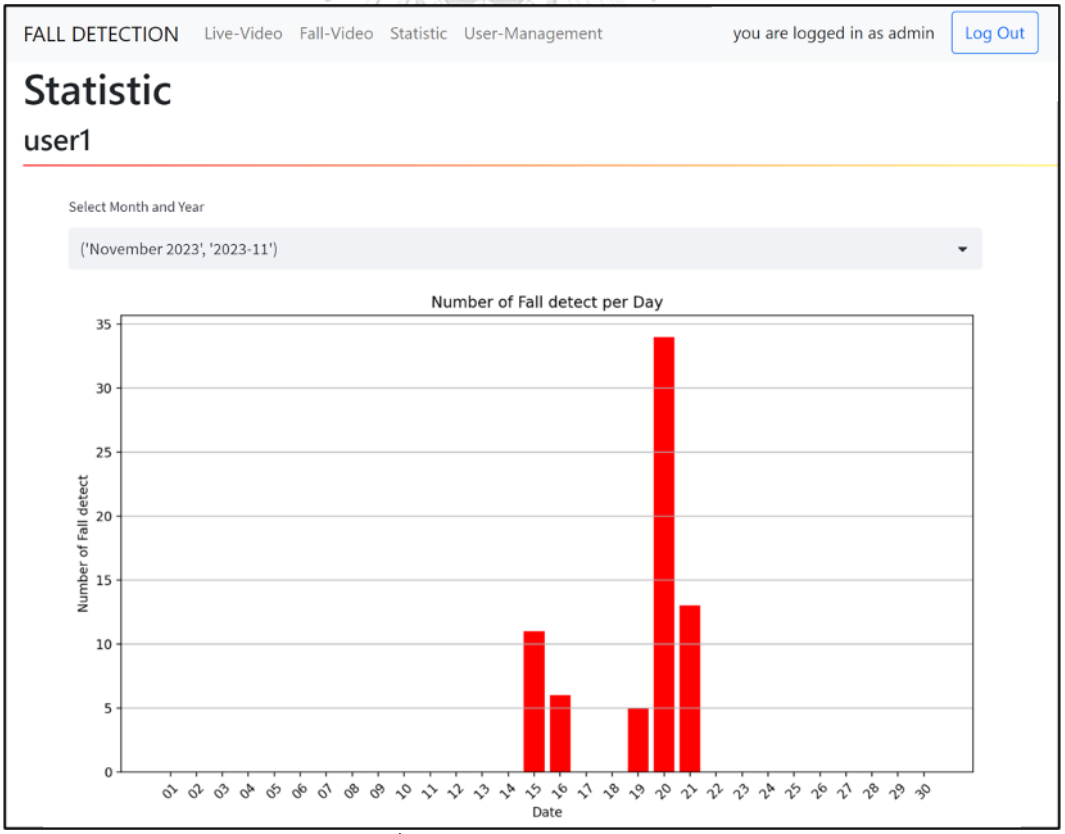
รูปที่ 27: การแสดงผลการแจ้งเตือนผ่านไลน์

3) การแสดงผลการบันทึกภาพวิดีโอจากกล้องวงจรปิดเมื่อตรวจจับการหกล้มได้



รูปที่ 28: การแสดงผลการบันทึกภาพวิดีโอ

4) การแสดงผลข้อมูลสถิติ



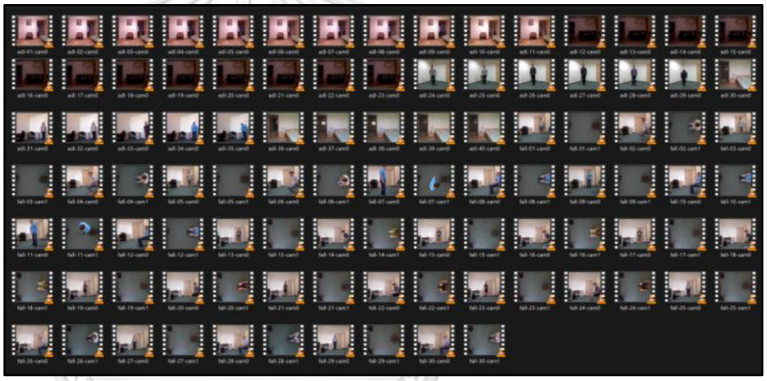
รูปที่ 29: การแสดงผลข้อมูลสถิติ

4.3.3 การออกแบบการนำเข้าข้อมูล

การออกแบบการนำเข้าข้อมูล จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

1. โมเดล Deep Learning ในการพัฒนาสร้างระบบตรวจจับการหกล้ม โมเดลที่จะนำมาใช้งานในการตรวจจับ จะถูกฝึกฝนผ่าน Google Colab ด้วยชุดข้อมูลที่ได้เตรียมไว้ คือ “UR Fall Detection Dataset” โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1.1) ชุดข้อมูลที่ใช้ทดสอบโมเดล "UR Fall Detection Dataset" เป็นชุดข้อมูลที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อใช้ในการวิจัยและพัฒนาเทคนิคการตรวจจับการหกล้มของคนไข้หรือผู้สูงอายุในสถานที่อยู่อาศัย โดยชุดข้อมูลนี้ประกอบด้วยภาพวิดีโอที่แสดงพฤติกรรมต่าง ๆ การหกล้มและไม่หกล้มของผู้สูงอายุ จำนวนทั้งหมด 100 ไฟล์ แบ่งเป็น ไฟล์วิดีโอหกล้ม 60 ไฟล์ และไฟล์วิดีโอไม่หกล้ม 40 ไฟล์ มีความยาวเฉลี่ยประมาณ 5-10 วินาทีต่อ 1 ไฟล์วิดีโอ



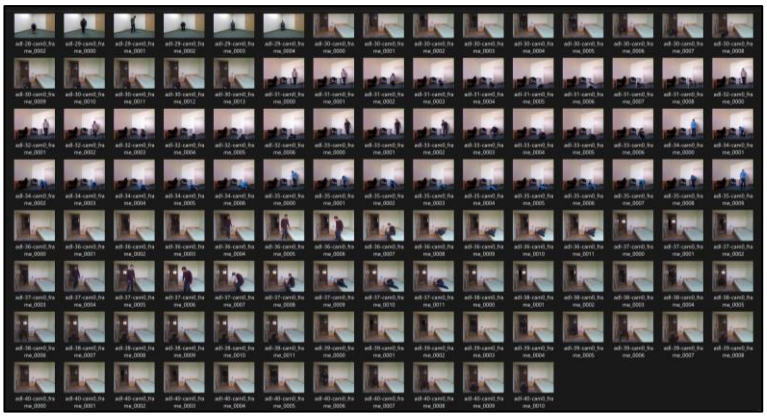
รูปที่ 30: ภาพบางส่วนจากการชุดข้อมูล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.2) เปลี่ยนชุดข้อมูลภาพวิดีโอให้เป็นรูปภาพ โดยเขียนโปรแกรมจาก Python เพื่อบันทึกรูปภาพจากไฟล์วิดีโอในทุก ๆ 1 วินาทีจากภาพวิดีโอทั้งหมด

```python
for source_dir, output_dir in zip(source_dirs, output_dirs):
    # Create output directory if it doesn't exist
    if not os.path.exists(output_dir):
        os.makedirs(output_dir)

    # List all video files in the source directory
    video_files = [f for f in os.listdir(source_dir) if f.endswith(('.mp4', '.avi', '.mov'))]  # Add more extensions if nee

    for video_file in video_files:
        # Full path to the video file
        video_path = os.path.join(source_dir, video_file)

        # Open the video using OpenCV
        cap = cv2.VideoCapture(video_path)
        fps = int(cap.get(cv2.CAP_PROP_FPS))

        count = 0
        while cap.isOpened():
            ret, frame = cap.read()
            if not ret:
                break
            if count % fps == 0:  # Extract every 1 second
                frame_file_name = os.path.join(output_dir, video_file.split('.')[0] + f"_frame_{count // fps:04}.jpg")
                cv2.imwrite(frame_file_name, frame)
            count += 1
```

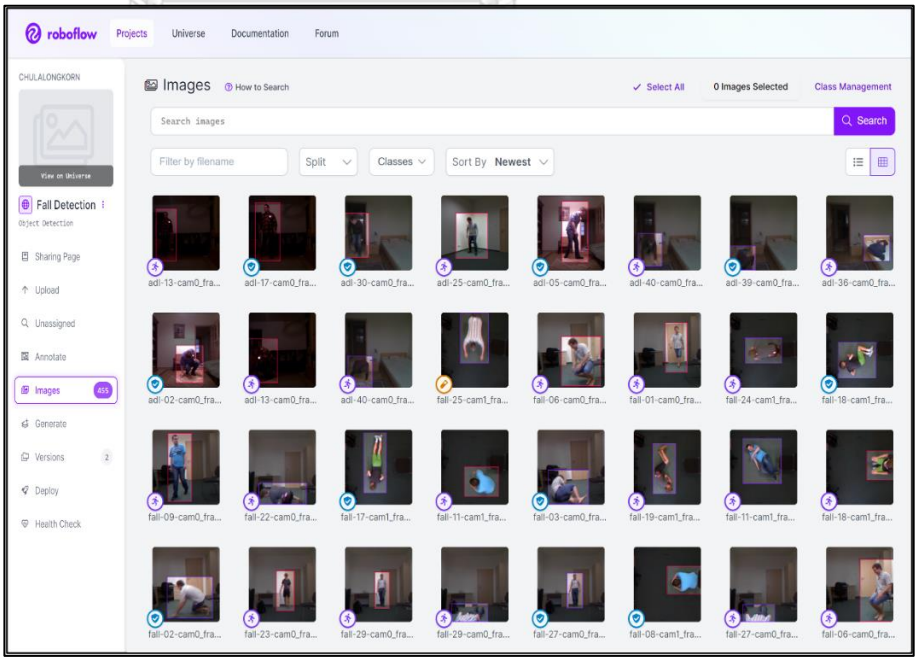
รูปที่ 31: ส่วนของ Code ในการบันทึกรูปภาพจากไฟล์วิดีโอ



รูปที่ 32: ตัวอย่างรูปภาพจากไฟล์วิดีโอ

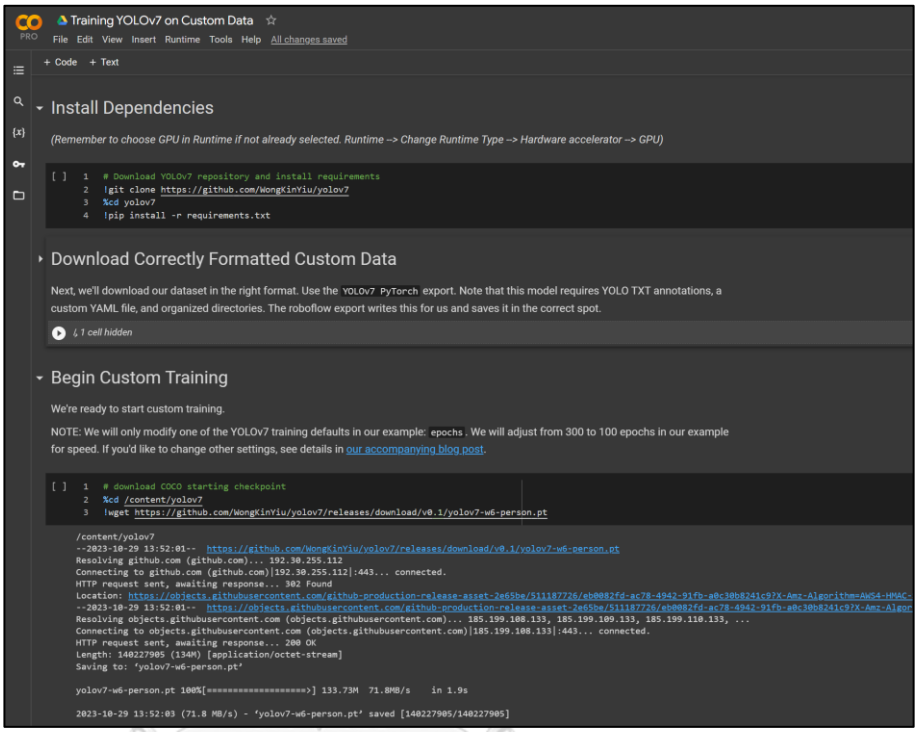
1.3) การเตรียมชุดข้อมูลสำหรับการฝึกฝนโมเดล โดยใช้เครื่องมือ Roboflow (https://app.roboflow.com/) ในการกำหนด Annotation บนภาพในชุดข้อมูล UR Fall Detection ให้มี 2 Class คือ ภาพหกล้ม (Fall) และภาพไม่หกล้ม (Not Fall) หลังจากนั้นทำการแบ่งชุดข้อมูลออกเป็น 3 ส่วน เพื่อเตรียมสำหรับการฝึกฝนโมเดล คือ

1. ชุดข้อมูลฝึกสอน (Train Set) 70%
2. ชุดข้อมูลตรวจสอบ (Validation Set) 20%
3. ชุดข้อมูลทดสอบ (Test Set) 10%



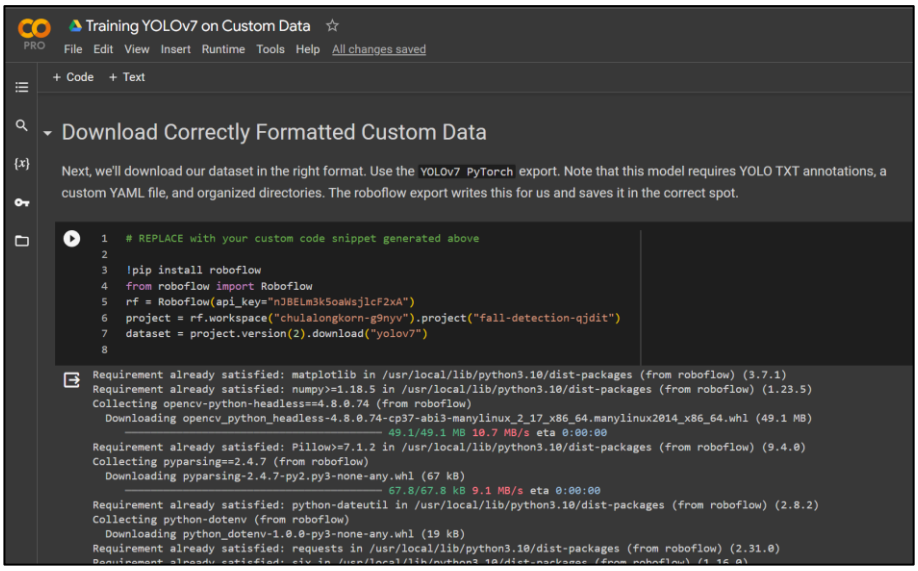
รูปที่ 33: ตัวอย่างการแบ่งชุดข้อมูลออกเป็น 3 ส่วน

1.4) เลือกโมเดลที่จะนำมาใช้งาน โดยทำการเลือกโมเดล YoloV7 พร้อมกับ Pose Estimation ที่เป็นโมเดล Pre-trained Model บน Github.com หลังจากนั้นการดาวน์โหลดโมเดล และดาวน์โหลด Weight ของโมเดลลงใน Google Colab



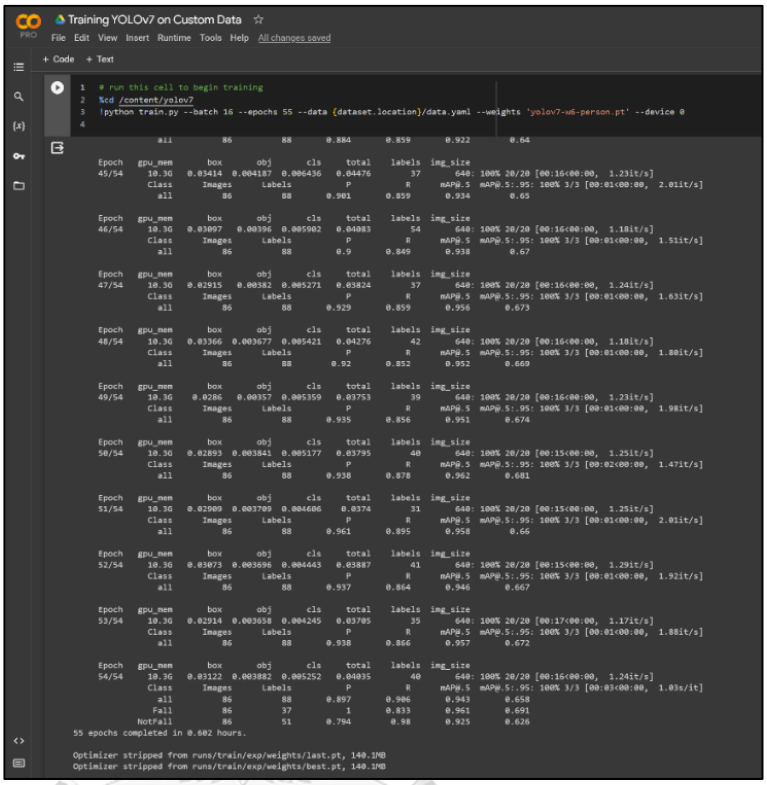
รูปที่ 34: การดาวน์โหลดโมเดล และ Weight โมเดล

1.5) นำชุดข้อมูลที่ได้มีการเตรียมไว้จาก Roboflow เข้ามาไว้ใน Google Colab



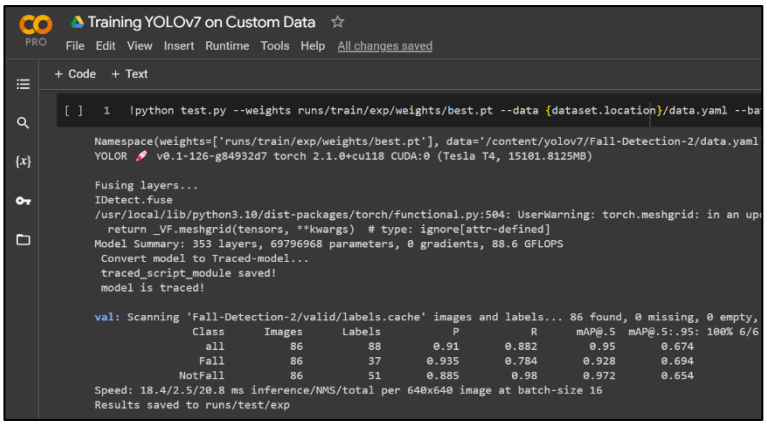
รูปที่ 35: การนำเข้าชุดข้อมูลจาก Roboflow

1.6) เริ่มการฝึกฝนโมเดล โดยใช้ไฟล์ Weight โมเดล คือ “yolov7-w6-person.pt และกำหนด Hyperparameters อย่างค่า Batch size ไว้ที่ 16 และค่า Epochs ไว้ที่ 55 สำหรับการฝึกฝนโมเดล



รูปที่ 36: การฝึกฝนโมเดล

1.7) ทำการประเมินโมเดลหลังจากการฝึกฝนโมเดลเสร็จสิ้น โดยผลลัพธ์ที่ได้จากการประเมินโมเดล คือ ค่า Precision = 91%, ค่า Recall = 88.2% และค่า mPA = 67.4%



รูปที่ 37: การประเมินโมเดล

2) ข้อมูลของผู้ใช้งาน

ระบบมีต้องการนำเข้าข้อมูลของผู้ใช้งานเข้าสู่ระบบ เพื่อให้ระบบสามารถดำเนินการใช้งานได้ โดยผู้ใช้งานจะกดสมัครสมาชิก (Click here to sign up) ซึ่งจะปรากฏอยู่ในเว็บแอปพลิเคชัน หน้าแรกของระบบ มีข้อมูลที่จะต้องกรอกดังต่อไปนี้

2.1) Username

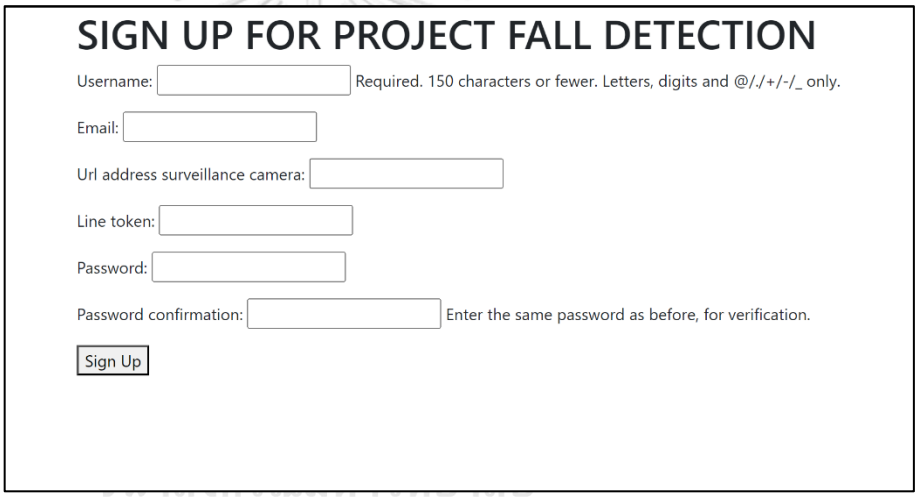
2.2) Email

2.3) URL Address Surveillance Camera

2.4) Line Token

2.5) Password

2.6) Password Confirmation



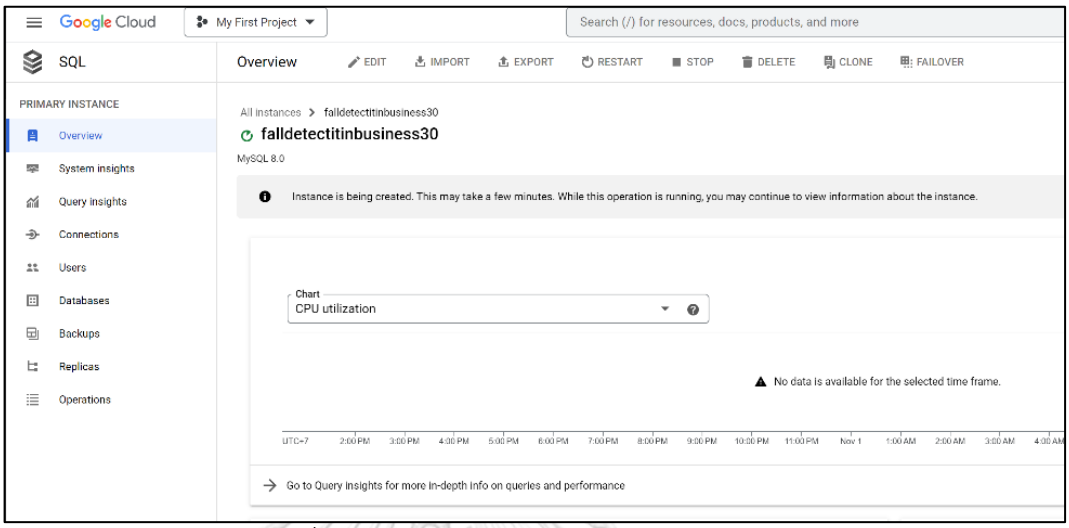
รูปที่ 38: การสมัครสมาชิกเข้าสู่ระบบ

Chulalongkorn University

โดยเมื่อผู้ใช้งานกรอกข้อมูลครบถ้วนและยืนยันการลงทะเบียนแล้ว หลังจากนั้น จะมีข้อความสำหรับยืนยันการใช้งานอีเมล ส่งเข้าไปในกล่องข้อความของอีเมลผู้ใช้งานที่ได้มีการกรอกข้อมูลไว้ก่อหน้านี้ เพื่อยืนยันความถูกต้องของอีเมลอีกครั้ง ก่อนที่จะมีสิทธิ์ลงทะเบียนและเข้าใช้งานระบบ

4.3.4 การออกแบบฐานข้อมูล

การออกแบบฐานข้อมูลจะใช้ MySQL ในการเก็บข้อมูลผู้ใช้งานระบบ โดยจะใช้ฟังก์ชัน Google Cloud SQL บนผู้ให้บริการอย่าง Google Cloud

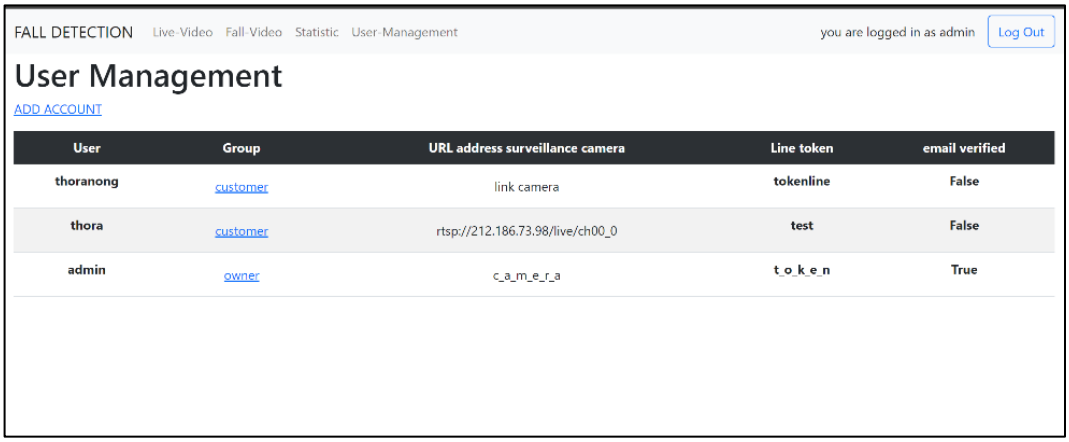


รูปที่ 39: ฐานข้อมูลบน Google Cloud SQL

4.3.5 การออกแบบการควบคุมและรักษาความปลอดภัย

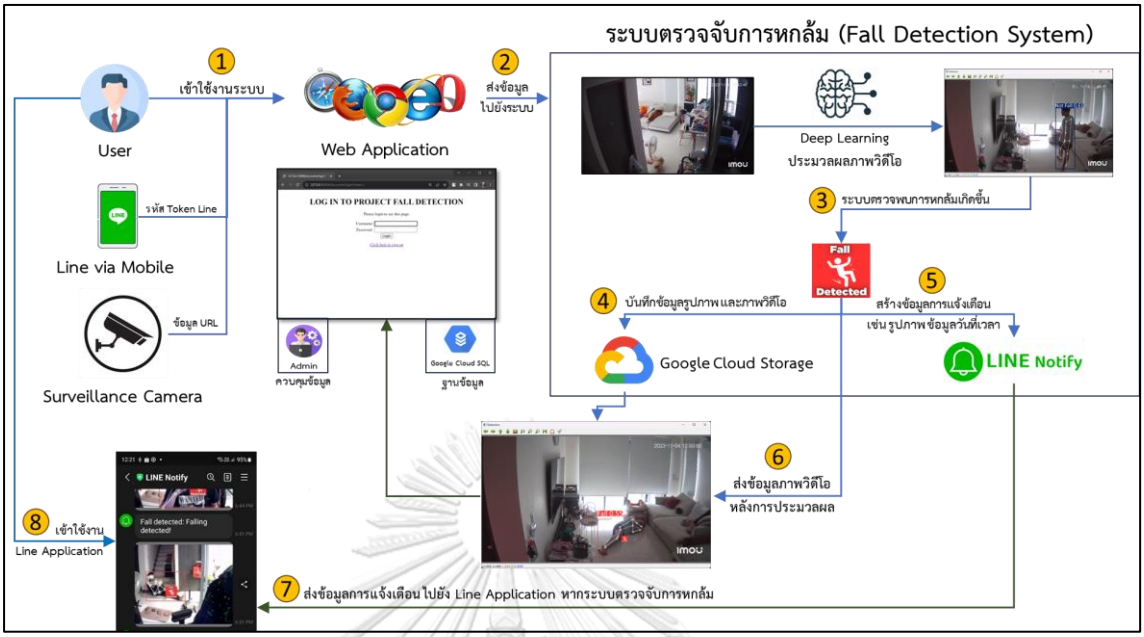
การออกแบบการควบคุมและรักษาความปลอดภัย จะมีระบบจัดการผู้ใช้งาน ที่ผู้ใช้งานจะต้องสร้าง User ในระบบขึ้นมา ผ่านการกรอกข้อมูลที่ประกอบไปด้วย ชื่อผู้ใช้งาน (Username) รหัสผ่าน (Password) อีเมล (Email) โดยเฉพาะอีเมลที่จะต้องมีการยืนยันความถูกต้องของอีเมลผ่านกล่องข้อความ โดยผู้ใช้งานแต่ละคน จะสามารถเข้าถึงได้เฉพาะข้อมูลของตนเองเท่านั้น ไม่สามารถเข้าถึงข้อมูลของผู้อื่นในระบบได้ ซึ่งจะมีผู้ดูแลระบบคอยควบคุมจำกัดสิทธิ์การใช้งาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 40: ตัวอย่างระบบจัดการผู้ใช้งาน

4.3.6 การออกแบบกระบวนการ



รูปที่ 41: ภาพรวมของระบบ (System Architecture)

ภาพรวมของระบบ มีขั้นตอนการดำเนินการดังต่อไปนี้

1) เริ่มจากผู้ใช้งาน เตรียมรหัส Token Line Notify และข้อมูล URL ของกล้องวงจรปิด เพื่อเข้างานระบบผ่านเว็บแอปพลิเคชัน
2) เว็บแอปพลิเคชัน ส่งข้อมูลที่ได้รับมาจากผู้ใช้งานไปยังระบบตรวจจับการหกล้ม
3) ระบบตรวจจับการหกล้ม ดึงภาพวิดีโอจาก URL ของกล้องวงจรปิด เข้ามาในระบบและประมวลผลภาพวิดีโอเพื่อตรวจจับการหกล้มด้วยโมเดล Deep Learning
4) เมื่อระบบตรวจจับการหกล้มได้ จะบันทึกข้อมูลรูปภาพ และภาพวิดีโอที่เกิดเหตุการณ์หกล้มบนภาพวิดีโอจากกล้องวงจรปิด โดยจะบันทึกลงใน Google Cloud Storage ของระบบ
5) ระบบตรวจจับการหกล้ม จะสร้างข้อความที่ใช้ในการแจ้งเตือน พร้อมทั้งนำรูปภาพเหตุการณ์หกล้ม และข้อมูลวันที่เวลา มาใช้ประกอบการแจ้งเตือนผ่านระบบ Line Notify
6) ระบบตรวจจับการหกล้ม จะแสดงผลข้อมูลต่าง ๆ ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน เช่น ภาพวิดีโอจากกล้องวงจรปิดแบบเรียลไทม์ พร้อมกับผลลัพธ์จากการประมวลผลการตรวจจับการหกล้ม และข้อมูลภาพวิดีโอที่บันทึกไว้ เป็นต้น
7) ระบบตรวจจับการหกล้ม จะส่งข้อมูลการแจ้งเตือนที่ได้สร้างไว้ ส่งไปยัง Line Application โดยส่งผ่านการเข้ารหัส Token Line Notify ที่ผู้ใช้งานบันทึกไว้ในระบบ
8) ผู้ใช้งาน เข้าใช้ Line Application ผ่านการแจ้งเตือนจากระบบตรวจจับการหกล้ม

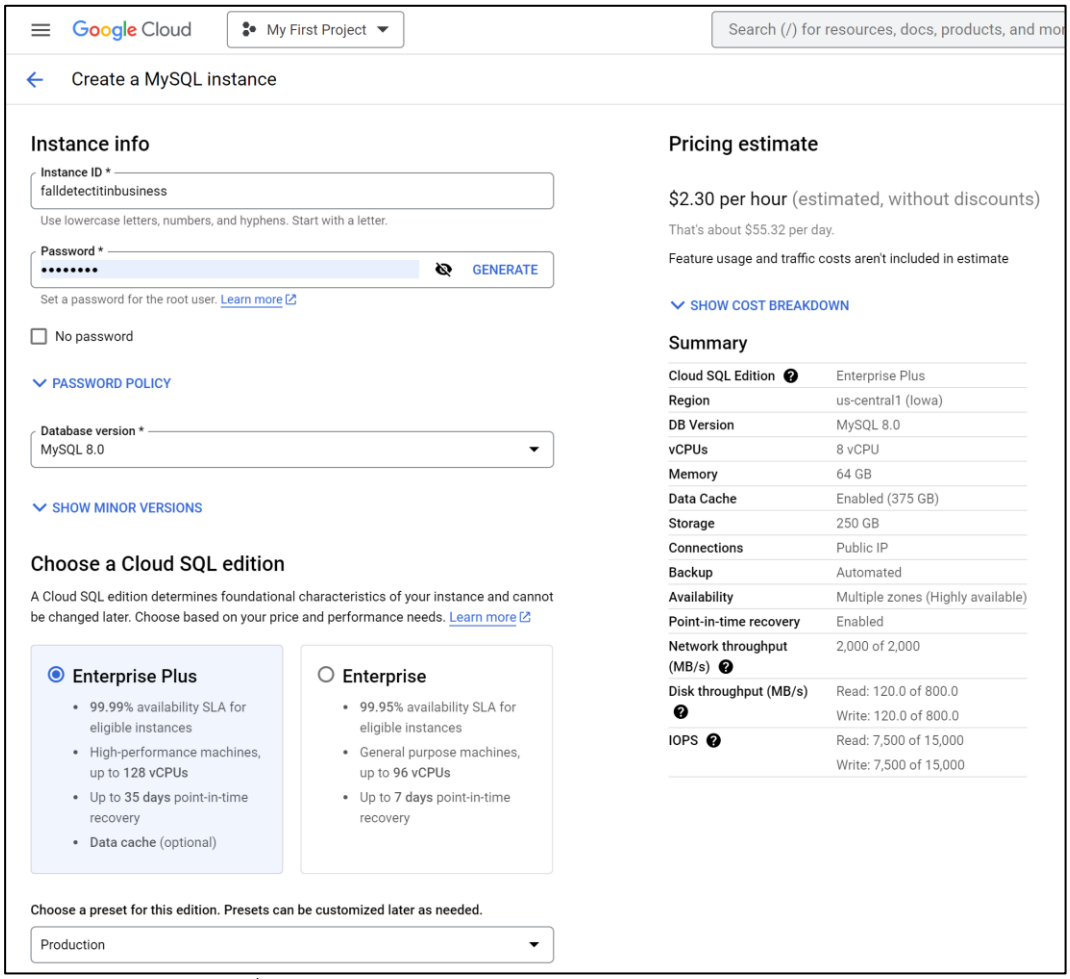
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.4 การติดตั้งและพัฒนาระบบ

โครงการ “ระบบสารสนเทศของธุรกิจเฝ้าระวังการหกล้มผ่านกล้องวงจรปิด” มีขั้นตอนการพัฒนาระบบในส่วนต่าง ๆ มีรายละเอียดดังนี้

4.4.1 ระบบฐานข้อมูล

สร้างระบบฐานข้อมูล MySQL โดยเลือกใช้ผู้ให้บริการอย่าง Google Cloud Storage ที่มีฟังก์ชันในส่วนของ Google Cloud SQL เปิดให้บริการอยู่ เพื่อทำการเก็บข้อมูลผู้ใช้งานที่ได้ลงทะเบียนไว้ในระบบ โดยจะเก็บข้อมูลต่าง ๆ เช่น ชื่อ-นามสกุล ผู้ใช้งาน ข้อมูล Token Line Notify ข้อมูล URL ของกล้องวงจรปิด เป็นต้น

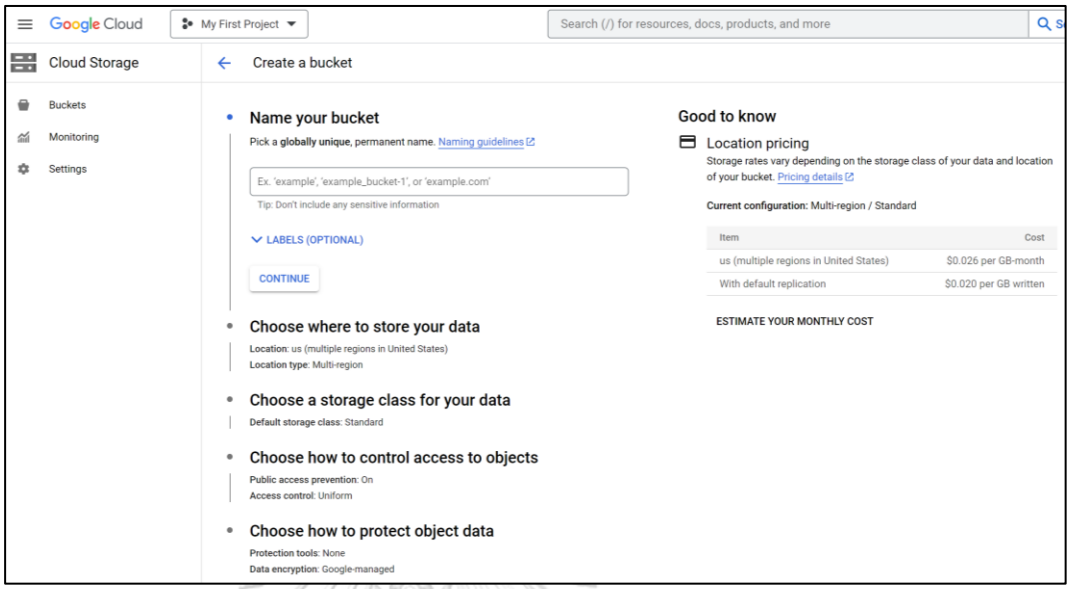


รูปที่ 42: การสร้าง MySQL บน Google Cloud SQL

4.4.2 ระบบคลังจัดเก็บข้อมูล

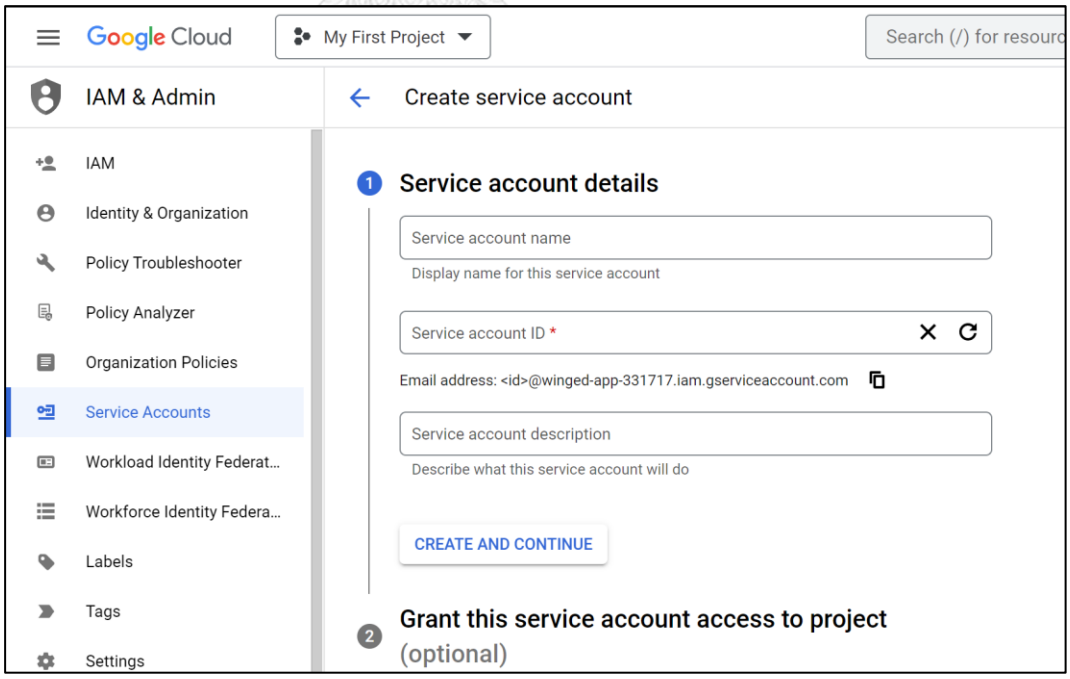
สร้างคลังจัดเก็บข้อมูลผ่านฟังก์ชัน Cloud Storage บน Google Cloud Storage เพื่อจัดเก็บไฟล์วิดีโอที่บันทึกได้เมื่อพบเหตุการณ์หกล้มของผู้สูงอายุ มีวิธีการดังต่อไปนี้

1) สร้าง Storage Bucket เป็นการสร้างพื้นที่จัดเก็บข้อมูลบน Google Cloud Storage ใช้เพื่อเก็บข้อมูลขนาดใหญ่ เช่น รูปภาพ วิดีโอ หรือไฟล์ข้อมูลอื่น ๆ



รูปที่ 43: การสร้าง Storage Bucket

2) สร้าง Service Account เป็นการสร้างบัญชี Service ที่เจ้าของบัญชีจะได้รับสิทธิ์ในการบันทึกไฟล์วิดีโอลง Storage Bucket ใน Google Cloud Storage



รูปที่ 44: การสร้าง Service Account

4.4.3 ระบบ Back-End

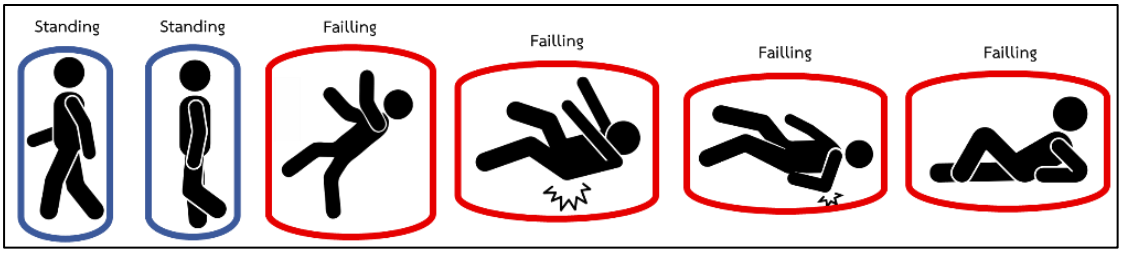
ระบบสารสนเทศของธุรกิจเฝ้าระวังการหกล้มผ่านกล้องวงจรปิด มีระบบ Back-End ที่ประกอบไปด้วย โมเดล Deep Learning อย่าง Yolo Algorithm ในการทำหน้าที่ตรวจจับการเคลื่อนไหวต่าง ๆ ของบุคคลในภาพวิดีโอ โดยจะใช้โปรแกรมอย่าง Visual Studio Code และ Anaconda Python ในการพัฒนาเป็นโปรแกรมขึ้นมา มีระบบย่อยอยู่ในระบบ Back-End อยู่ 3 ระบบ คือ

1) ระบบตรวจจับการหกล้มผ่านกล้องวงจรปิด

การตรวจจับการหกล้ม จะทำงานด้วยโมเดล YOLO ที่ผ่านการฝึกฝนแล้วเรียบร้อย ในการทำงาน โดยการโมเดล YOLO จะใช้ฟังก์ชัน Pose Estimation สร้างข้อต่อเป็นรูปโครงกระดูกบนตัวบุคคล เพื่อแยกเฉพาะวัตถุที่เป็นตัวบุคคลในภาพวิดีโอ เมื่อสามารถแยกเฉพาะบุคคลในภาพวิดีโอแล้ว โมเดล YOLO จะทำการตรวจจับบุคคลที่เคลื่อนไหวในแต่ละเฟรม และสร้าง Bounding Box ของคนขึ้นมา เพื่อนำ Bounding Box มาหาข้อสรุปว่าเป็นการหกล้มหรือไม่ หาโดยนำภาพวิดีโอมาเทียบกับชุดข้อมูลภาพการหกล้มที่โมเดลได้จดจำมาแล้วผ่านการฝึกฝนโมเดล

เงื่อนไขในการสรุปว่าเป็นการหกล้มหรือไม่ เริ่มต้นจากการที่ระบบตรวจจับสามารถบันทึกเฟรมภาพที่มีลักษณะเหมือนกับการหกล้มได้ หลังจากนั้นระบบจะบันทึกภาพวิดีโอก่อนหกล้ม 3 วินาที ด้วยฟังก์ชัน Buffering ในการเก็บภาพวิดีโอไว้ชั่วคราว และบันทึกภาพวิดีโอหลังการหกล้มอีก 3 วินาที โดยความยาวของภาพวิดีโอทั้งหมดรวมเป็น 6 วินาที

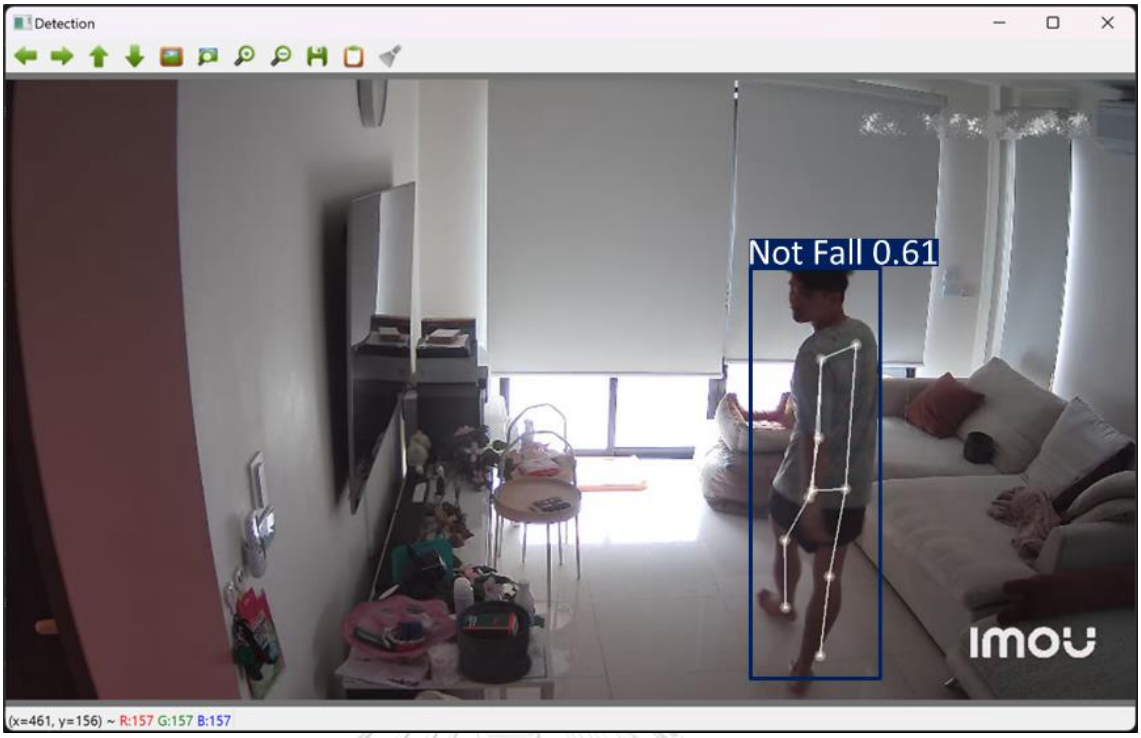
ในภาพวิดีโอการหกล้มที่บันทึกไว้ได้ 6 วินาที ระบบจะทำการคัดแยกภาพแต่ละเฟรมออกเป็น 2 ส่วนคือ Standing และ Falling โดยสร้างเงื่อนไขขึ้นมาถ้าหากจำนวนเฟรม Falling มีมากกว่าจำนวนเฟรม Standing ระบบจะตัดสินใจว่าเป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นเป็นการหกล้ม หากไม่ใช่ ระบบจะย้อนกลับมาเริ่มต้นกลับมาทำการตรวจจับการหกล้มใหม่อีกครั้ง เพื่อตรวจหาเหตุการณ์หกล้มในครั้งถัดไป



รูปที่ 45: ตัวอย่างเงื่อนไขในการคัดแยกภาพ Standing และ Falling

```
            if save_img or view_img:  # Add bbox to image
                label = f'{names[int(cls)]} {conf:.2f}'
                plot_one_box(xyxy, im0s, label=label, color=colors[int(cls)], line_thickness=3)

            # Classify as standing or falling based on bounding box
            if names[int(cls)] == 'person':  # Adjust this class name if necessary
                x1, y1, x2, y2 = xyxy
                box_h, box_w = y2 - y1, x2 - x1
                if box_h > box_w:
                    standing_count += 1
                else:
                    falling_count += 1

    # Stream results
    if view_img:
        cv2.imshow(str(path), im0s)
        cv2.waitKey(1)

    # Save results (image with detections)
    if save_img:
        if dataset.mode == 'images':
            cv2.imwrite(save_path, im0s)
        else:
            if vid_path != save_path:  # New video
                vid_path = save_path
                if isinstance(vid_writer, cv2.VideoWriter):
                    vid_writer.release()  # Release previous video writer
                fps = vid_cap.get(cv2.CAP_PROP_FPS)
                w = int(vid_cap.get(cv2.CAP_PROP_FRAME_WIDTH))
                h = int(vid_cap.get(cv2.CAP_PROP_FRAME_HEIGHT))
                vid_writer = cv2.VideoWriter(save_path, cv2.VideoWriter_fourcc(*'mp4v'), fps, (w, h))
            vid_writer.write(im0s)

# Add frame information to the buffer
frame_buffer.append((im0s, standing_count, falling_count))

# Reset counters and analyze the buffer every 6 seconds
if len(frame_buffer) == 180:
    total_standing = sum(f[1] for f in frame_buffer)
    total_falling = sum(f[2] for f in frame_buffer)
    # Determine if it's a fall event
    if total_falling > total_standing:
        print('Fall detected in the last 6 seconds.')
    else:
        print('No fall detected in the last 6 seconds.')
    frame_buffer.clear()
    standing_count = falling_count = 0
```

รูปที่ 46: ส่วนของ Code สำหรับระบบตรวจจับการหกล้มผ่านกล้องวงจรปิด



รูปที่ 47: ตัวอย่างการตรวจจับการหกล้ม ในเวลาปกติ

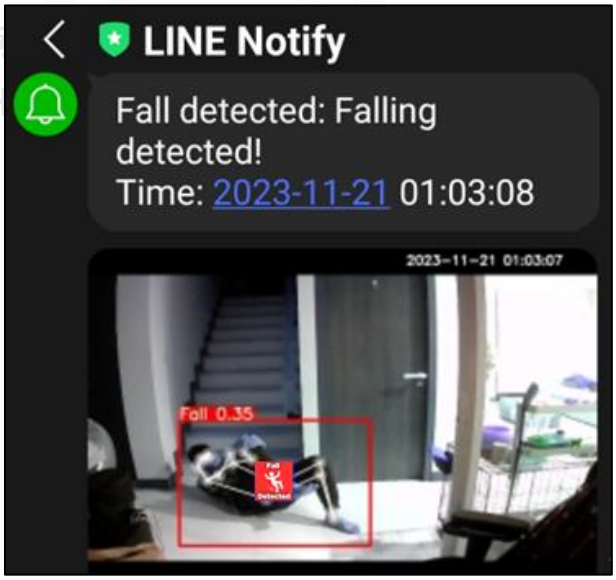
รูปที่ 48: ตัวอย่างการตรวจจับการหกล้ม เมื่อเกิดเหตุการณ์หกล้ม

2) ระบบแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านไลน์

เมื่อระบบตรวจจับการหกล้มได้แล้ว ระบบจะทำการตรวจสอบเพื่อยืนยันเหตุการณ์หกล้มได้เกิดขึ้นและบันทึกไฟล์รูปภาพและไฟล์วิดีโอขึ้นบน Google Cloud Storage หลังจากบันทึกเสร็จสิ้น ไฟล์รูปภาพที่ได้จากการบันทึกจะถูกส่งต่อไปให้ระบบ Line Notify พร้อมข้อความแจ้งเตือนการหกล้ม โดยมี Token Line Notify ของผู้ดูแลผู้สูงอายุที่ลงทะเบียนไว้ในระบบ ใช้ระบุเส้นทางการแจ้งเตือน

```python
#Line Notify
def send_line_notify(notification_message, image_path):
    """
    Send a notification message and image via LINE Notify.
    """
    line_notify_token = [redacted]
    headers = {'Authorization': f'Bearer {line_notify_token}'}
    data = {'message': notification_message}
    files = {'imageFile': open(image_path, 'rb')}

    response = requests.post(
        'https://notify-api.line.me/api/notify',
        headers=headers,
        data=data,
        files=files
    )
    return response.status_code
```

รูปที่ 49: ส่วนของ Code สำหรับระบบแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านไลน์



รูปที่ 50: ตัวอย่างรายละเอียดการแจ้งเตือนผ่านไลน์

3) ระบบดูภาพวิดีโอแบบเรียลไทม์และดูภาพวิดีโอที่บันทึกย้อนหลัง

ระบบดูภาพวิดีโอแบบเรียลไทม์ จะแสดงภาพวิดีโอจากกล้องวงจรปิดผ่านเว็บแอปพลิเคชัน โดยที่การทำงานของระบบตรวจจับการหกล้ม จะแสดงผลลัพธ์แบบเรียลไทม์ในการตรวจจับบุคคลที่เคลื่อนไหวอยู่ในภาพวิดีโอ เพื่อให้ผู้ใช้งานได้เห็นว่าระบบตรวจจับทำงานอยู่จริง

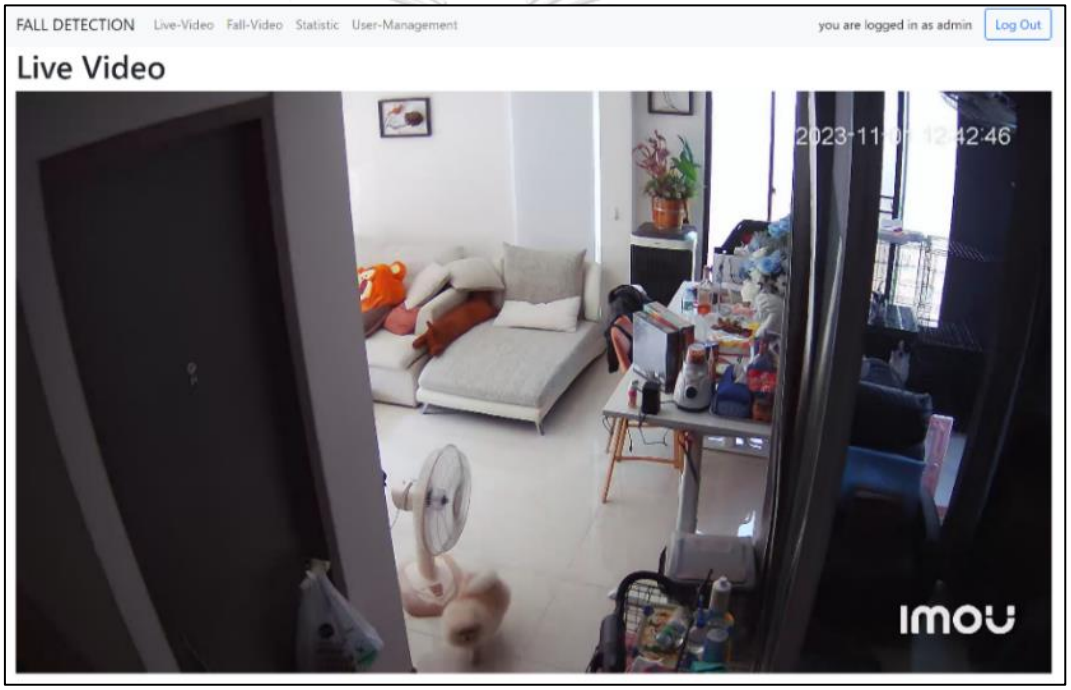
เมื่อระบบตรวจจับการหกล้มสามารถตรวจจับเหตุการณ์การหกล้มขึ้นได้ ระบบจะยืนยันเหตุการณ์หกล้มที่เกิดขึ้น และเมื่อยืนยันว่าเกิดเหตุการณ์หกล้มขึ้นจริง ระบบจะเริ่มบันทึกไฟล์วิดีโอไปยัง Google Cloud Storage เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถดูภาพบันทึกย้อนหลังได้ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน

```
while cap.isOpened():

    print(f"Frame {frame_count} Processing")
    ret, frame = cap.read()
    if ret:
        orig_image = frame
        frame_buffer.append(frame.copy())
        #preprocess frame
        image = cv2.cvtColor(orig_image, cv2.COLOR_BGR2RGB)
        image = letterbox(image, (frame_width), stride=64, auto=True)[0]
        image = transforms.ToTensor()(image)
        image = torch.tensor(np.array([image.numpy()]))
        image = image.to(device)
        image = image.float()
        start_time = time.time()
        with torch.no_grad():
            output, _ = model(image)
        output = non_max_suppression_kpt(
            output, 0.5, 0.65, nc=model.yaml['nc'], nkpt=model.yaml['nkpt'], kpt_label=True)
        output = output_to_keypoint(output)
        img = image[0].permute(1, 2, 0) * 255
        img = img.cpu().numpy().astype(np.uint8)
        img = cv2.cvtColor(img, cv2.COLOR_RGB2BGR)
        #Load fall icon
        icon = cv2.imread("icon1.png")
        #Fall detection
        thre = (frame_height//2)+100
        for idx in range(output.shape[0]):
            kpts = output[idx, 7:].T
            plot_skeleton_kpts(img, kpts, 3)
            xmin, ymin = (output[idx, 2]-output[idx, 4] /
                          2), (output[idx, 3]-output[idx, 5]/2)
            xmax, ymax = (output[idx, 2]+output[idx, 4] /
                          2), (output[idx, 3]+output[idx, 5]/2)
```

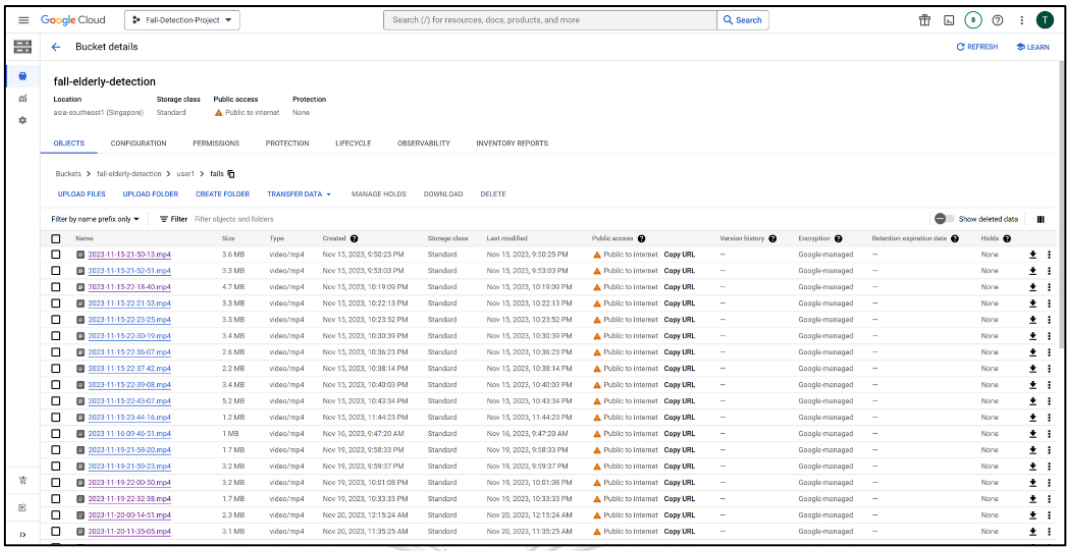
รูปที่ 51: ส่วนของ Code สำหรับระบบดูภาพวิดีโอแบบเรียลไทม์

```python
#Set Google Cloud credentials
os.environ["GOOGLE_APPLICATION_CREDENTIALS"] =

#Upload cloud
def upload_blob(bucket_name, source_file_name, destination_blob_name):
    """Uploads a file to the bucket."""
    storage_client = storage.Client()
    bucket = storage_client.bucket(bucket_name)
    blob = bucket.blob(destination_blob_name)
    blob.upload_from_filename(source_file_name)
    print(f"File {source_file_name} uploaded to {destination_blob_name}.")
```

รูปที่ 52: ส่วนของ Code สำหรับการบันทึกภาพวิดีโอขึ้นบน Google Cloud Storage



รูปที่ 53: ตัวอย่างภาพวิดีโอแบบเรียลไทม์



รูปที่ 54: ตัวอย่างไฟล์ภาพวิดีโอบน Google Cloud Storage

4.4.4 ระบบ Front-End

ระบบสารสนเทศของธุรกิจเฝ้าระวังการหกล้มผ่านกล้องวงจรปิด มีระบบ Front-End ที่ทำหน้าที่แสดงผลการประมวลภาพวิดีโอจากการใช้โมเดล Yolo ในการตรวจจับการหกล้ม และข้อมูลระบบอื่น ๆ ซึ่งพัฒนาด้วย Django Framework และการสร้างข้อมูลสถิติที่แสดงกราฟแท่ง จะใช้ Streamlit Library ในการพัฒนา โดยมีระบบย่อยอยู่ในระบบ Front-End อยู่ 2 ระบบ คือ

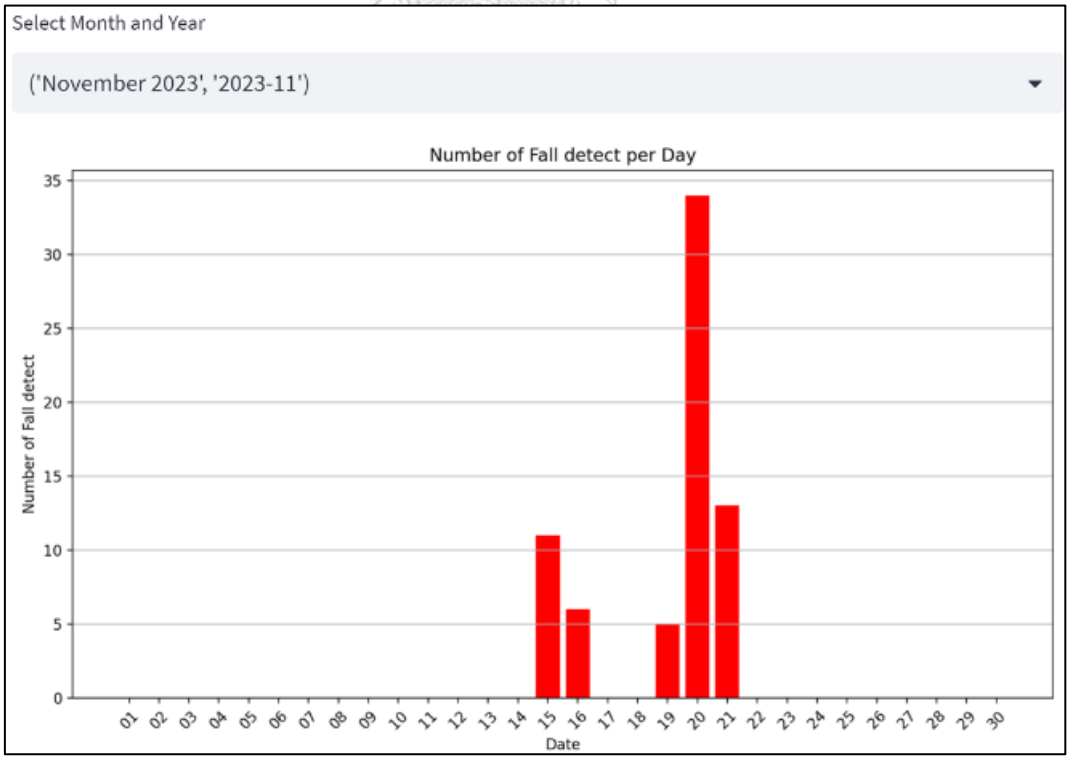
1) ระบบการจัดเก็บข้อมูลและออกรายงาน

ระบบทำงานด้วยการรวบรวมข้อมูลจัดเก็บไว้มาแสดงเป็นกราฟแท่ง โดยการนำข้อมูลไฟล์รูปภาพการหกล้มที่ได้บันทึกไว้ในแต่ละครั้งที่เกิดเหตุการณ์หกล้ม นำมาสร้างเป็นกราฟแท่ง เพื่อแสดงจำนวนการเกิดเหตุการณ์หกล้มของผู้สูงอายุที่ระบบตรวจจับสามารถตรวจจับการหกล้มได้ในแต่ละวัน ข้อมูลบนกราฟประกอบไปด้วย แกน Y ที่แสดงข้อมูลจำนวนครั้งของการหกล้มที่เกิดขึ้น ส่วนแกน X จะแสดงข้อมูลจำนวนวันที่ในแต่ละเดือนที่ผู้ใช้งานสามารถกดเลือกดูในแต่ละเดือน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

```python
bucket_name = 'fall_detect_elderly'
storage_client = storage.Client()
blob = storage_client.list_blobs(bucket_name)
blobs = list(storage_client.list_blobs(bucket_name))

current_month = datetime.now().strftime("%Y-%m")
current_month = datetime.now().replace(day=1)  # set to the first day of the current month
next_month = (current_month + pd.DateOffset(months=1))  # get the next month

#create dropdown for month
months = [(date.strftime("%B %Y"), date.strftime("%Y-%m"))
          for date in pd.date_range(start="2020-01-01", end=next_month, freq='M').sort_values(ascending=False)]

#month in dropdwon
selected_month = st.selectbox("Select Month and Year", months, index=0)
date_pattern = re.compile(r"fallsnapshot/(\d{4}-\d{2}-\d{2})-\d{2}-\d{2}-\d{2}\.png")
filtered_dates = [date_pattern.match(blob.name).group(1) for blob in blobs
                  if date_pattern.match(blob.name) and selected_month[1] in blob.name]

date_counts = Counter(filtered_dates)
all_dates = [f"{selected_month[1]}-{day:02d}" for day in range(1, 32)]
all_counts = [date_counts[date] for date in all_dates if date[:7] == selected_month[1]]

#create graph
fig, ax = plt.subplots(figsize=(10,6))
ax.bar([date[-2:] for date in all_dates if date[:7] == selected_month[1]], all_counts, color='red')
ax.set_xticklabels([date[-2:] for date in all_dates if date[:7] == selected_month[1]], rotation=45)
ax.set_xlabel('Date')
ax.set_ylabel('Number of Fall detect')
ax.set_title(f'Number of Fall detect per Day in {selected_month[0]}')
ax.grid(True, axis='y')
plt.tight_layout()
st.pyplot(fig)
```

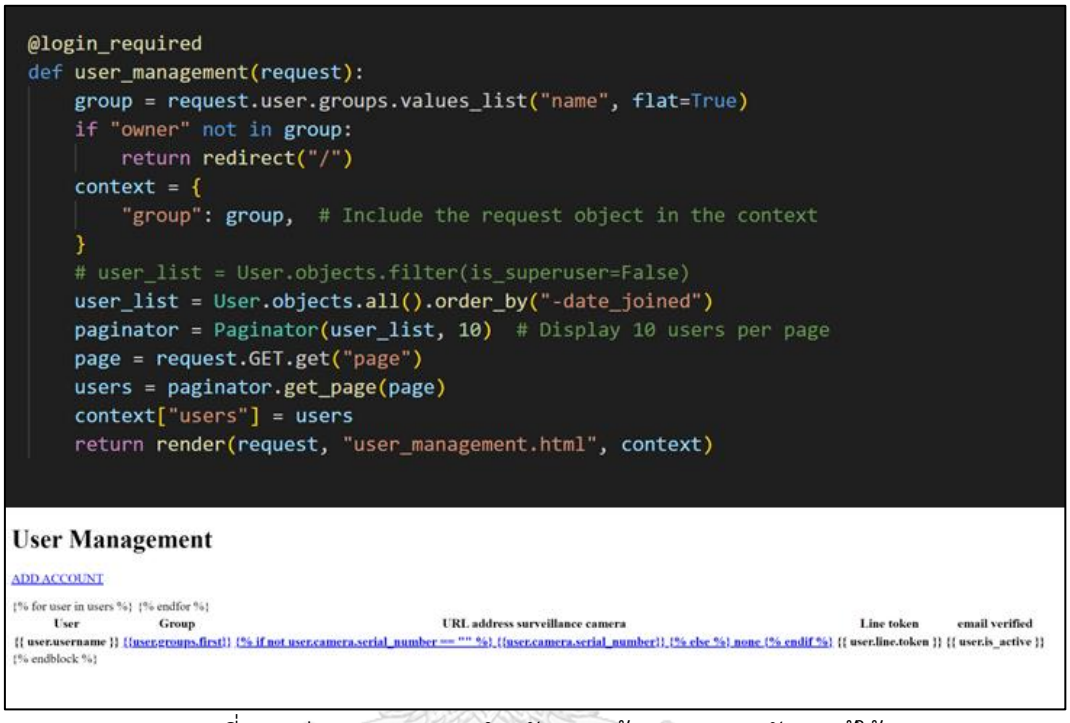
รูปที่ 55: ส่วนของ Code สำหรับการสร้างกราฟข้อมูล



รูปที่ 56: ตัวอย่างกราฟข้อมูล

2) ระบบการจัดการผู้ใช้

ระบบการจัดการผู้ใช้งาน จะทำงานโดยการให้อำนาจแก่บัญชีผู้ดูแลระบบในการควบคุมสิทธิ์ของสมาชิกแต่ละคนที่ลงทะเบียนกับระบบไว้ ซึ่งบัญชีผู้ดูแลระบบ จะเป็นเพียงบัญชีเดียวเท่านั้น ที่สามารถเข้าไปที่ระบบการจัดการผู้ใช้ได้



```
@login_required
def user_management(request):
    group = request.user.groups.values_list("name", flat=True)
    if "owner" not in group:
        return redirect("/")
    context = {
        "group": group,  # Include the request object in the context
    }
    # user_list = User.objects.filter(is_superuser=False)
    user_list = User.objects.all().order_by("-date_joined")
    paginator = Paginator(user_list, 10)  # Display 10 users per page
    page = request.GET.get("page")
    users = paginator.get_page(page)
    context["users"] = users
    return render(request, "user_management.html", context)
```

User Management

ADD ACCOUNT

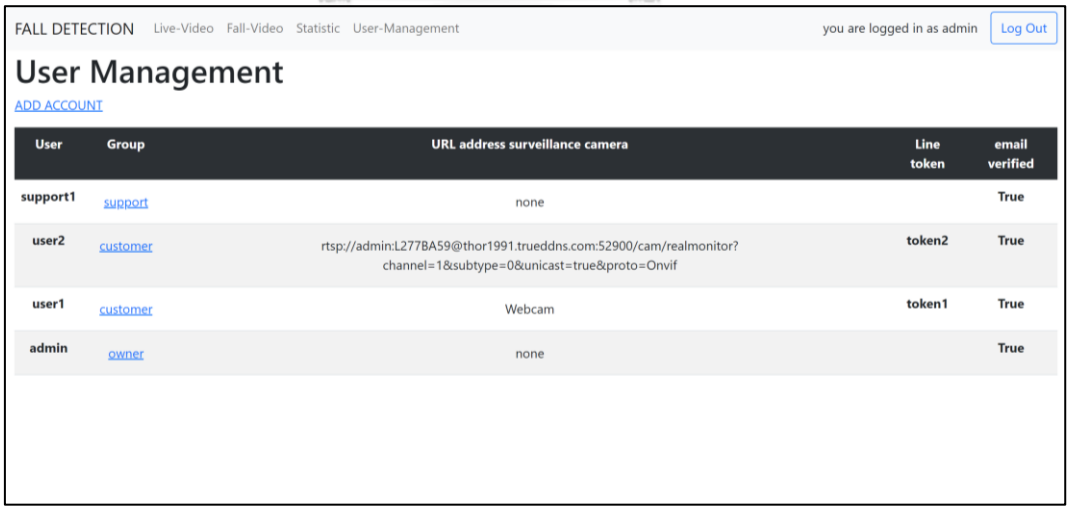
{% for user in users %} {% endfor %}

User	Group	URL address surveillance camera	Line token	email verified

{{ user.username }} {{user.groups.first}} {% if not user.camera.serial_number == "" %} {{user.camera.serial_number}} {% else %} none {% endif %} {{ user.line.token }} {{ user.is_active }}

{% endblock %}

รูปที่ 57: ส่วนของ Code สำหรับการสร้างระบบการจัดการผู้ใช้



FALL DETECTION Live-Video Fall-Video Statistic User-Management you are logged in as admin Log Out

User Management

ADD ACCOUNT

User	Group	URL address surveillance camera	Line token	email verified
support1	support	none		True
user2	customer	rtsp://admin:L277BA59@thor1991.trueddns.com:52900/cam/realmonitor?channel=1&subtype=0&unicast=true&proto=Onvif	token2	True
user1	customer	Webcam	token1	True
admin	owner	none		True

รูปที่ 58: ตัวอย่างการแสดงผลระบบการจัดการผู้ใช้

บทที่ 5 บทสรุป
ปัญหาและข้อเสนอแนะ

ในบทนี้จะกล่าวถึงบทสรุป ปัญหา และข้อเสนอแนะ ของการพัฒนาโครงการ “ระบบสารสนเทศของธุรกิจเฝ้าระวังการหกล้มผ่านกล้องวงจรปิด” สำหรับใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาระบบสารสนเทศอื่น ๆ ต่อไป

5.1 บทสรุป

การพัฒนาโครงการ “ระบบสารสนเทศของธุรกิจเฝ้าระวังการหกล้มผ่านกล้องวงจรปิด” เริ่มต้นจากการรับรู้ถึงความจำเป็นในการตรวจจับการหกล้มของผู้สูงอายุในบริบทที่เป็นไปได้ เพื่อป้องกันและแก้ไขสถานการณ์ที่อาจนำไปสู่การบาดเจ็บหรือผลกระทบต่อสุขภาพร่างกายและจิตใจในระยะยาว โดยการใช้กล้องวงจรปิดเป็นเครื่องมือหลักในการจับภาพเหตุการณ์ และประยุกต์ใช้เทคนิค Deep Learning พร้อมกับโมเดล YOLO เพื่อประมวลผลและตรวจจับการหกล้ม ซึ่งผลลัพธ์จากโครงการนี้จะช่วยบันทึกภาพเหตุการณ์ก่อนหกล้มและหลังหกล้ม พร้อมทั้งส่งการแจ้งเตือนไปยังผู้ดูแลผู้สูงอายุหรือคนในครอบครัว เพื่อให้การต่อยอดการดูแลและการป้องกันได้เหมาะสมและรวดเร็วยิ่งขึ้น

โดยสรุป โครงการ “ระบบสารสนเทศของธุรกิจเฝ้าระวังการหกล้มผ่านกล้องวงจรปิด” นี้สามารถบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ ดังต่อไปนี้

1) เพื่อพัฒนาระบบติดตามการหกล้มของผู้สูงอายุ ด้วยระบบที่สามารถตรวจจับและแจ้งเตือนการหกล้มของผู้สูงอายุให้แก่คนในครอบครัว

   สำหรับวัตถุประสงค์ข้อนี้ ทางโครงการได้พัฒนาระบบตรวจจับการหกล้มของผู้สูงอายุ ให้สามารถดูภาพวิดีโอจากกล้องวงจรปิดได้แบบเรียลไทม์ พร้อมทั้งแสดงผลการตรวจจับการหกล้ม เพื่อให้ผู้ดูแลผู้สูงอายุสามารถติดตามภาพเหตุการณ์ได้ตลอดเวลา

2) เพื่อพัฒนาให้ระบบมีความสามารถในการแสดงภาพวิดีโอเหตุการณ์ก่อนเกิดการหกล้มและหลังเกิดการหกล้มของผู้สูงอายุ ซึ่งจะช่วยให้ผู้ดูแลผู้สูงอายุหรือคนในครอบครัวที่ใช้งานระบบดังกล่าว สามารถเห็นเหตุการณ์ก่อนการหกล้มของผู้สูงอายุที่อาจเป็นสาเหตุที่ส่งผลให้ผู้สูงอายุหกล้มได้

   สำหรับวัตถุประสงค์ข้อนี้ ทางโครงการได้พัฒนาให้ระบบสามารถบันทึกภาพวิดีโอเหตุการณ์ก่อนเกิดการหกล้ม และหลังเกิดการหกล้มได้ ทำให้ผู้ดูแลผู้สูงอายุหรือคนในครอบครัว สามารถรับรู้และเข้าใจเหตุการณ์ที่เกิดการหกล้มขึ้นได้

3) เพื่อพัฒนาระบบให้สามารถรวบรวมข้อมูลและออกรายงานการวิเคราะห์เกี่ยวกับเหตุการณ์หกล้มที่เกิดขึ้น เพื่อประโยชน์ในการพัฒนาแนวทางการดูแลผู้สูงอายุอย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

สำหรับวัตถุประสงค์ข้อนี้ ทางโครงการได้เก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อทำออกมาเป็นรายงานสถิติอย่างเช่น กราฟแท่ง ในการสรุปจำนวนเหตุการณ์การหกล้มของผู้สูงอายุในแต่ละวัน โดยผู้ใช้งานสามารถเลือกดูเป็นข้อมูลที่สรุปในแต่ละเดือน เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้ในการวิเคราะห์สาเหตุและความเป็นไปได้ของเหตุการณ์การหกล้ม ผู้ดูแลผู้อายุเองสามารถเข้าถึงข้อมูลดังกล่าว ผ่านเว็บไซต์ที่โครงการได้มีการพัฒนาไว้

5.2 ปัญหา

ปัญหาที่พบในการพัฒนาโครงการ “ระบบสารสนเทศของธุรกิจเฝ้าระวังการหกล้มผ่านกล้องวงจรปิด” แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังต่อไปนี้

1) ปัญหาด้านการจัดเตรียมชุดข้อมูลสำหรับฝึกฝนโมเดล
   - การเตรียมชุดข้อมูลสำหรับฝึกฝนโมเดล ในขั้นตอนการทำ Annotation ให้กับชุดข้อมูล อาจมีปัญหาในเรื่องการสร้างขนาด Bounding Box เพื่อระบุประเภทหรือ Class ในรูปภาพ ที่มีขนาดที่ไม่เหมาะสม ไม่ครอบคลุมลักษณะที่สำคัญของวัตถุที่ต้องการตรวจจับ และความไม่ถูกต้องของการสร้าง Bounding Box ไม่ตรงกับประเภทหรือ Class ของวัตถุ
   - แนวทางการแก้ไข ในขั้นตอนการสร้าง Bounding Box อาจเปลี่ยนวิธีให้โมเดลสร้าง Bounding Box ตามขนาดที่ผู้พัฒนากำหนด เพื่อหลีกเลี่ยงขนาดที่ไม่เท่ากันในแต่ละรูปภาพ หลังจากนั้น ผู้พัฒนาจึงทำการกำหนดประเภทหรือ Class ในรูปภาพและชุดข้อมูลสำหรับการฝึกฝนโมเดลครั้งต่อไป
2) ปัญหาด้านการพัฒนาระบบ
   - การตรวจจับการหกล้มของผู้สูงอายุด้วยโมเดล Deep Learning อย่าง YOLO อาจมีข้อบกพร่องในเรื่องความแม่นยำสำหรับบางเหตุการณ์ เนื่องจากชุดข้อมูลที่ใช้ในการฝึกฝนโมเดลมีขนาดเล็กหรือไม่หลากหลายเพียงพอในการเรียนรู้ลักษณะพิเศษของการหกล้มในสภาพแวดล้อมและสถานการณ์ที่แตกต่างกัน
   - แนวทางการแก้ไข มุ่งเน้นไปที่วิธีการจัดเตรียมชุดข้อมูลที่ละเอียดและถูกต้อง รวมไปถึงการเพิ่มชุดข้อมูลให้มากขึ้น หรืออาจพิจารณาในการเปลี่ยนโมเดลที่มีการอัปเดตความสามารถในเรื่องความแม่นยำและประสิทธิภาพในการใช้งานที่ดีขึ้นตามเทคโนโลยีที่มีการเปลี่ยนแปลงไป

3) ปัญหาด้านการเชื่อมต่อระบบกับกล้องวงจรปิดของผู้ใช้งาน
   - การเชื่อมต่อระหว่างระบบกับกล้องวงจรปิดของผู้ใช้งานผ่านอินเทอร์เน็ต สามารถพบปัญหาการเชื่อมต่อที่ไม่เสถียรอาจส่งผลให้เกิดการขาดการติดต่อกับกล้องอย่างไม่คาดคิด ซึ่งทำให้ระบบไม่สามารถประมวลผลข้อมูลได้
   - แนวทางการแก้ไข อาจจะต้องมีการเพิ่มเงื่อนไขในการคัดกรองผู้ใช้งานที่ต้องการใช้งานระบบ ในเรื่องความเร็วอินเทอร์เน็ตที่จะต้องอยู่ในระดับปานกลาง ถึงสูง เป็นต้น

5.3 ข้อจำกัดของระบบ

ข้อจำกัดของระบบในการโครงการ “ระบบสารสนเทศของธุรกิจเฝ้าระวังการหกล้มผ่านกล้องวงจรปิด”

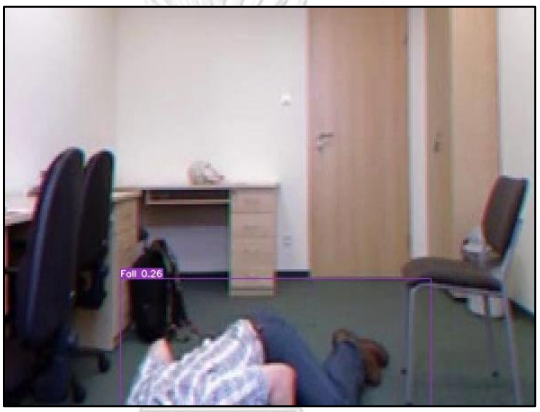
1) สถานที่หรือจุดที่ติดตั้งกล้องวงจรปิด ไม่แนะนำให้ใช้กับสถานที่หรือบริเวณที่ผู้สูงอายุใช้สำหรับนอนพักผ่อน เนื่องจากระบบการตรวจจับอาจทำงานผิดพลาดหากผู้สูงอายุตั้งใจก้มลงในท่าทางนอน ซึ่งมีท่าทางนอนมีความคล้ายคลึงกับท่าทางการล้ม จึงแนะนำให้สถานที่หรือบริเวณที่ผู้สูงอายุมีโอกาสหกล้ม เช่น บริเวณบันไดบ้าน บริเวณที่พื้นที่การยกระดับ บริเวณที่พื้นเปียกหรือหน้าห้องน้ำ และบริเวณที่มีธรณีประตู เป็นต้น เพื่อให้ระบบสามารถตรวจจับเหตุการณ์การหกล้ม โดยควบคุมปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดการหกล้มดังตัวอย่างสถานที่หรือบริเวณที่กล่าวมา
2) ระบบตรวจจับการหกล้มของผู้สูงอายุ ต้องการมุ่งเน้นไปที่ผู้สูงอายุที่อาศัยอยู่เพียงคนเดียวภายในบ้าน ทำให้หากมีบุคคลปรากฏในภาพวิดีโอที่ระบบกำลังทำงานอยู่ อาจเกิดข้อผิดพลาดในการตรวจจับได้ เนื่องจากขอบเขตของโครงการ ยังไม่ครอบคลุมสำหรับการตรวจจับการหกล้ม ในกรณีที่มีบุคคลมากกว่า 1 คนในภาพวิดีโอ
3) ระบบตรวจจับการหกล้มของผู้สูงอายุ มีการใช้งานโมเดล Deep Learning ในการตรวจจับการหกล้ม ที่ต้องการการคำนวณที่แม่นยำและตอบสนองได้อย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะการคำนวณกับภาพวิดีโอแบบเรียลไทม์ ทำให้อาจมีข้อจำกัดในการใช้อุปกรณ์อย่างเช่น GPU (Graphics Processing Unit) หรือ TPU (Tensor Processing Unit) ซึ่งอาจเพิ่มต้นทุนการลงทุนด้วยการซื้ออุปกรณ์มาเพิ่ม เพื่อรองรับการใช้งานที่มากขึ้นในอนาคต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.4 ข้อเสนอแนะ

จากการพัฒนาโครงการ “ระบบสารสนเทศของธุรกิจเฝ้าระวังการหกล้มผ่านกล้องวงจรปิด” ผู้พัฒนาได้พบปัญหาต่าง ๆ ดังที่กล่าวไว้ในข้างต้น ดังนั้นจึงข้อเสนอแนวทางในการพัฒนาโครงการสำหรับผู้ที่สนใจทำโครงการลักษณะเดียวกัน ดังต่อไปนี้

1) เพิ่มชุดข้อมูลในการฝึกฝนโมเดลให้มากขึ้น เพื่อแก้ไขการตรวจจับที่มีค่า Confidence ต่ำ ในการตรวจจับเป็นการหกล้ม ที่มีค่า Confidence ต่ำกว่า 0.5 อาจแสดงได้ว่า โมเดลไม่มั่นใจว่าเป็นการหกล้มจริงหรือไม่ นั่นหมายความว่ามีโอกาสที่สูงการตรวจจับนี้ อาจจะไม่ถูกต้อง หรือรูปภาพนั้น ๆ ไม่ได้มีลักษณะที่ชัดเจนมากพอที่จะบอกได้ว่าเป็นการหกล้ม ยกตัวอย่างดังรูปภาพที่ 59-60



รูปที่ 59: ตัวอย่างรูปภาพบุคคลหกล้ม ที่มีค่า Confidence ต่ำ

รูปที่ 60: ตัวอย่างรูปภาพบุคคลไม่หกล้ม ที่มีค่า Confidence ต่ำ

2) การเพิ่มชุดข้อมูลที่มีรายละเอียดมากขึ้น โดยเฉพาะการแสดงมุมกล้องในทิศทางต่าง ๆ เนื่องจากโมเดลต้องการความแม่นยำในการตรวจจับที่สูงในการตรวจจับการหกล้ม จึงจำเป็นจะต้องเพิ่มชุดข้อมูลที่แสดงลักษณะของบุคคลในหลายมุมมอง เช่น มุมมองด้านข้างบุคคล มุมมองด้านหลังบุคคล เป็นต้น เพื่อให้โมเดลสามารถจดจำลักษณะบุคคลได้ทุกเหตุการณ์ที่อาจนำไปสู่การหกล้มขึ้นได้
3) การสร้างลิงก์เว็บแอปพลิเคชันเข้าถึงข้อมูลภาพวิดีโอย้อนหลัง เมื่อมีการแจ้งเตือนผ่านไลน์เมื่อมีเหตุการณ์หกล้มของผู้สูงอายุเกิดขึ้น และผู้ดูแลผู้สูงอายุได้รับการแจ้งเตือนด้วยรูปเหตุการณ์หกล้มและรายละเอียดวันเวลาที่เกิดเหตุการณ์แล้ว ระบบจะมีฟังก์ชันที่สามารถสร้างลิงก์เว็บแอปพลิเคชันขึ้น และส่งข้อมูลดังกล่าวไปพร้อมกับการแจ้งเตือน เพื่อให้ผู้ดูแลผู้สูงอายุสามารถเข้าถึงข้อมูลภาพวิดีโอย้อนหลังได้ทันที ซึ่งจะช่วยในการอำนวยความสะดวกและเพิ่มความรวดเร็วในการเข้าถึงเว็บแอปพลิเคชันที่มากขึ้น
4) การปรับปรุง User Interface ของระบบ Front-End ให้มีฟังก์ชันในการอำนวยความสะดวกต่อการใช้งานเป็นสิ่งสำคัญ เช่น การดูภาพวิดีโอย้อนหลังแบบ Preview บนแอปพลิเคชัน หรือการบันทึกรายงานข้อมูลสถิติในรูปแบบ PDF หากผู้ใช้งานต้องการนำรายงานไปใช้ต่อ เป็นต้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บรรณานุกรม

Ahmed Gad. (2021). Evaluating Object Detection Models Using Mean Average *Precision*. https://www.kdnuggets.com/2021/03/evaluating-object-detection-models-using-mean-average-precision.html

Ani Aggarwal. (2020). YOLO Explained. https://medium.com/analytics-vidhya/yolo-explained-5b6f4564f31

Ayush Gupta. (2021). Human Pose Estimation Using Machine Learning in Python. https://www.analyticsvidhya.com/blog/2021/10/human-pose-estimation-using-machine-learning-in-python/

Dhanoop Karunakaran. (2018). Deep learning series 1: Intro to deep learning. https://medium.com/intro-to-artificial-intelligence/deep-learning-series-1-intro-to-deep-learning-abb1780ee20

Joseph Redmon. (2017). How computers learn to recognize objects instantly. https://www.ted.com/talks/joseph_redmon_how_computers_learn_to_recognize_objects_instantly/transcript?fbclid=IwAR2UyDOc0fz-JGOuBv2CEQLHxt4VcNJ1SUX7OOeN8kfwwpo36qD-mJ_fDJo

Sovit Rath. (2022). Fine Tuning YOLOv7 on Custom Dataset. https://learnopencv.com/fine-tuning-yolov7-on-custom-dataset/

กรมควบคุมโรค สำนักโรคไม่ติดต่อ. (2560). การพยากรณ์การพลัดตกหกล้มของผู้สูงอายุ (อายุ 60 ปีขึ้นไป) ในประเทศไทย ปี พ.ศ. *2560 - 2564*. http://www.thaincd.com/2016/mission/documents-detail.php?id=12095&tid=&gid=1-027

สมจินตนา เอี่ยมสรรพางค์. (ม.ป.ป.). ลดอุบัติเหตุพลัดตกหกล้มในผู้สูงอายุ. https://www.bangkokhospital.com/content/reduce-accidents-in-the-elderly-2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	ทรนงชัย นนทภา
วัน เดือน ปี เกิด	10 พฤศจิกายน 2534
สถานที่เกิด	นครราชสีมา
วุฒิการศึกษา	มหาวิทยาลัย ขอนแก่น
ที่อยู่ปัจจุบัน	45/64 หมู่ 4 หมู่บ้าน สัมมากรชัยพฤกษ์-แจ้งวัฒนะ ถ.ชัยพฤกษ์ ต.บางพลับ อ.ปากเกร็ด จ.นนทบุรี 11120

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University