ระบบเฝ้าระวังอัจฉริยะภายในที่พักอาศัยสำหรับผู้สูงอายุ

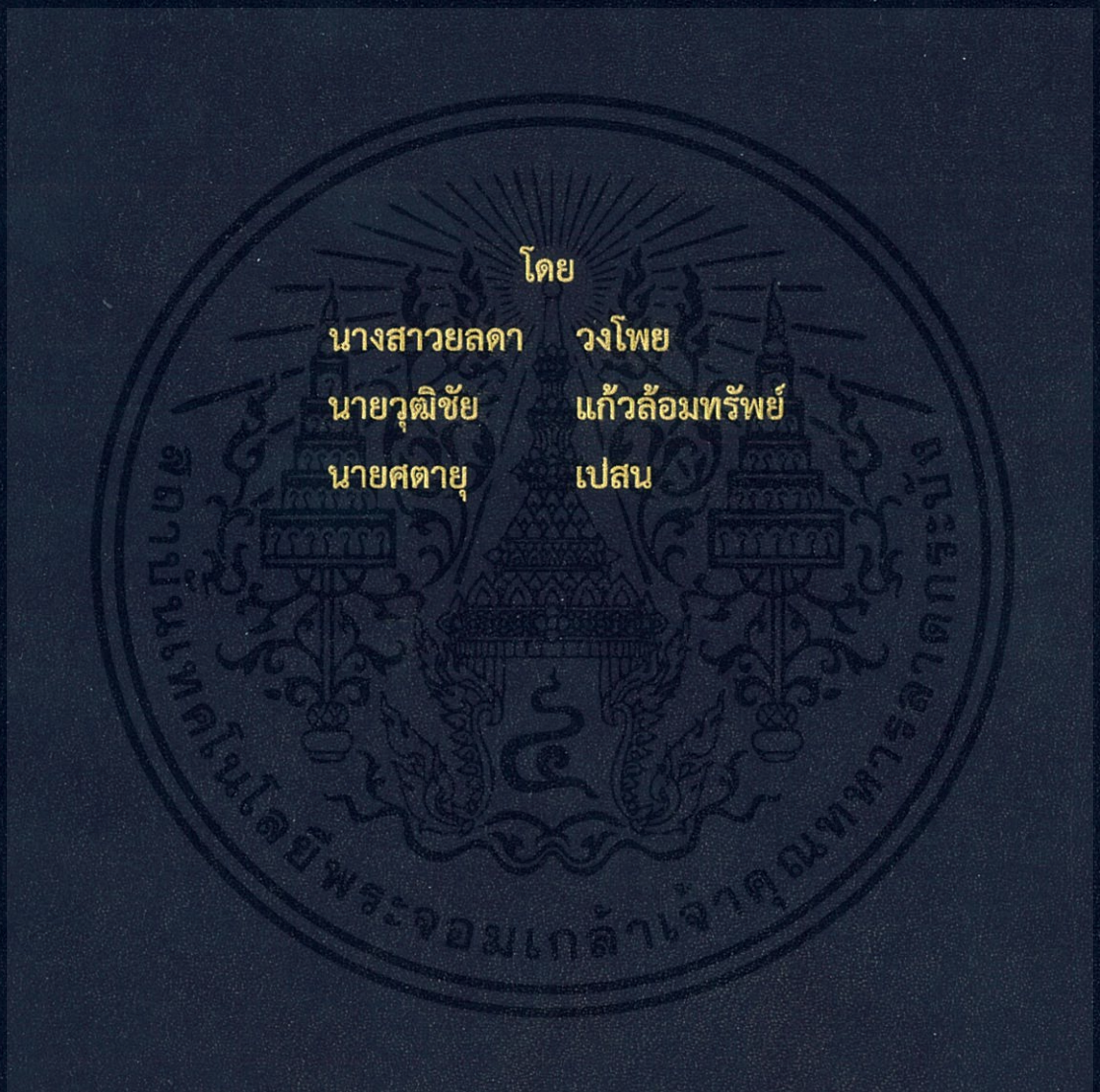
SMART IN-HOME MONITORING SYSTEM FOR ELDERLY

โดย

นางสาวยลดา วงโพย

นายวุฒิชัย แก้วล้อมทรัพย์

นายศตายุ เปสน



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

ระบบเฝ้าระวังอัจฉริยะภายในที่พักอาศัยสำหรับผู้สูงอายุ

SMART IN-HOME MONITORING SYSTEM FOR ELDERLY

โดย

นางสาวยลดา	วงโพย	58011026
นายวุฒิชัย	แก้วล้อมทรัพย์	58011183
นายศตายุ	เปสน	58011186

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ. ดร.ณัฐกานต์ พุทธรักษ์

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

รศ. ดร.จีรสุดา โกษียาภรณ์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2561

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบเฝ้าระวังอัจฉริยะภายในที่พักอาศัยสำหรับผู้สูงอายุ

SMART IN-HOME MONITORING SYSTEM FOR ELDERLY

ผู้จัดทำ

1. นางสาวยลดา วงโพย 58011026
2. นายวุฒิชัย แก้วล้อมทรัพย์ 58011183
3. นายศตายุ เปสน 58011186

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ. ดร.ณัฐกานต์ พุทธรักษ์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(รศ. ดร.จีรสุดา โกษียาภรณ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การดำเนินปริญญานิพนธ์เรื่อง “ระบบเฝ้าระวังอัจฉริยะภายในที่พักอาศัยสำหรับผู้สูงอายุ” จะไม่สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ หากไม่ได้รับความอนุเคราะห์อย่างดียิ่งจากอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ คือ ผศ. ดร.ณัฐกานต์ พุทธรักษ์, รศ. ดร.จีรสุดา โกษียาภรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม และ ผศ. ดร.ตุลยา ลิมปิติ ที่กรุณาให้คำแนะนำสั่งสอน และแนวทางการแก้ไขปัญหาตลอดระยะเวลาในการจัดทำปริญญานิพนธ์นี้ รวมทั้งสนับสนุนสถานที่ เครื่องมือ และอุปกรณ์ต่างๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในระหว่างการจัดทำปริญญานิพนธ์ ขอขอบพระคุณท่านในความห่วงใยและความหวังดีที่ให้แก่คณะผู้จัดทำเป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบคุณท่านอาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอนและประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้แก่คณะผู้จัดทำ

ขอขอบคุณผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านอาทิ เช่น บิดา มารดา และเพื่อนนักศึกษา ที่คอยสนับสนุน แนะนำช่วยเหลือ และให้กำลังใจแก่คณะผู้จัดทำเสมอมา จนกระทั่งปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

นางสาวยลดา วงโพย
นายวุฒิชัย แก้วล้อมทรัพย์
นายศตายุ เปสน
ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบเฝ้าระวังอัจฉริยะภายในที่พักอาศัยสำหรับผู้สูงอายุ
SMART IN-HOME MONITORING SYSTEM FOR ELDERLY

โดย นางสาวยลดา วงโพย 58011026
นายวุฒิชัย แก้วล้อมทรัพย์ 58011183
นายศตายุ เปสน 58011186

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ. ดร.ณัฐกานต์ พุทธรักษ์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม รศ. ดร.จีรสุดา โกษียาภรณ์

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้ต้องการออกแบบและพัฒนาระบบติดตามอัจฉริยะสำหรับผู้สูงอายุแบบรายบุคคล เพื่อใช้ภายในที่พักอาศัย ระบบประกอบด้วยอุปกรณ์ตรวจวัดชีพจรแบบพกพา เซนเซอร์วัดการเคลื่อนไหวเพื่อตรวจจับลักษณะท่าทางของผู้สูงอายุว่ามีความผิดปกติหรือไม่ และกล้องวงจรปิดซึ่งหมุนไปตามตำแหน่งของผู้สูงอายุและบันทึกภาพไปแสดงผลผ่านแอปพลิเคชันระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ หากระบบพบความผิดปกติ ระบบจะทำการแจ้งเตือนไปยังผู้ดูแลผ่านแอปพลิเคชันเพื่อให้ผู้ดูแลรับทราบและดำเนินการต่อไป

ABSTRACT

This project proposes the design and development of an intelligent in-home tracking system for the elderly. The system includes a wearable device for measuring heart rate and detecting movements of the elderly. A camera is used for tracking position of the elderly and capturing video. All information are displayed on an Android application. The system will also send out an alarm to the caretaker through the Android application when an accident is detected.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	I
บทคัดย่อ	II
สารบัญ	III
สารบัญรูป	VIII
สารบัญตาราง	XIV
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ไมโครคอมพิวเตอร์	3
2.1.1 Raspberry Pi Model B+	4
2.1.2 โมดูลไวไฟ ESP8266	5
2.2 Accelerometers and Gyroscope	7
2.2.1 Accelerometer sensor	7
2.2.2 Gyroscope	7
2.2.3 โมดูล GY-521	8
2.3 อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (Resting Heart Rate; RHR)	10
2.4 ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์	11
2.5 Android Studio	14
2.5.1 Java SDK	14
2.5.2 Emulator	15
2.6 Firebase	15
2.7 การเข้ารหัสวิดีโอ	17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
	2.8 การประมวลผลภาพแบบดิจิทัล (Digital Image Processing)	20
	2.8.1 การปรับคุณภาพของภาพก่อนทำการประมวลผล (Pre-processing)	20
	2.8.2 การแยกลักษณะเฉพาะของภาพ (Feature Extraction)	20
	2.8.3 การจำแนกประเภทของข้อมูล (Classification)	23
	2.8.4 การหาตำแหน่งของเทมเพลตในรูปภาพใหญ่ (Template matching)	25
	2.9 OneSignal	27
	2.10 Node.js	27
บทที่ 3	**การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์**	
	3.1 การออกแบบ	28
	3.1.1 การออกแบบระบบ	28
	3.1.2 การออกแบบระบบตรวจสอบอิริยาบถ	29
	3.1.3 การออกแบบระบบตรวจสอบอัตราการเต้นของหัวใจ	29
	3.1.4 การออกแบบแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์	32
	3.1.5 การออกแบบระบบการจัดการฐานข้อมูล	37
	3.1.6 การออกแบบการจัดการข้อมูลไฟล์วิดีโอ	41
	3.1.7 การออกแบบโปรแกรมสำหรับการประมวลผลภาพ	43
	3.1.8 การออกแบบการควบคุมกล้องติดตามตำแหน่งของคนในห้อง	45
	3.1.9 การออกแบบฐานติดตั้งกล้อง	46
	3.1.10 การออกแบบอุปกรณ์สวมใส่สำหรับผู้สูงอายุ	48
	3.1.11 การออกแบบและสร้างการแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์	51
	3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	53
	3.2.1 NodeMCU	53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.2.2 โมดูล GY-521	53
3.2.3 กล้องเว็บแคม Logitech C170	54
3.2.4 Raspberry pi B+	54
3.2.5 Stepper motor 28BYJ-48 และ Driver module ULN2003	54
3.2.6 Servo futaba s3003	55
3.2.7 Relay module KY-019	55
3.2.8 ภาษา Python	56
3.2.9 โปรแกรม Android Studio	56
3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง	56
3.3.1 การทดสอบการทำงานของโมดูล GY-521 กับไมโครคอนโทรลเลอร์	56
3.3.2 การทดสอบการทำงานของโมดูล MAX30100 กับไมโครคอนโทรลเลอร์	57
3.3.3 การทดสอบการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์กับฐานข้อมูล	57
3.3.4 การทดสอบการทำงานของแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์กับฐานข้อมูล	57
3.3.5 การทดสอบการประมวลผลภาพ	58
3.3.6 การทดสอบการทำงานของระบบโดยรวม	58
บทที่ 4 ผลการทดลอง	
4.1 การทดสอบการทำงานของโมดูล GY-521 กับไมโครคอนโทรลเลอร์	59
4.1.1 การทดสอบโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์อ่านข้อมูลดิบที่ได้จากโมดูล GY-521	59
4.1.2 การทดสอบการอ่านค่าความเร่งจากโมดูล GY-521	61
4.1.3 การทดสอบการอ่านค่าความเร็วเชิงมุมจากโมดูล GY-521	65
4.1.4 การทดสอบบันทึกข้อมูลจากโมดูล GY-521 ลงบน EEPROM ของไมโครคอนโทรลเลอร์	66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.1.5 การทดสอบอ่านข้อมูลจาก EEPROM ของไมโครคอนโทรลเลอร์	67
4.1.6 การศึกษาลักษณะเฉพาะของแต่ละอิริยาบถจากข้อมูลที่ได้จากโมดูล GY-521	68
4.1.7 การทดสอบระบบตรวจสอบอิริยาบถ	79
4.2 การทดสอบการทำงานของโมดูล MAX30100 กับไมโครคอนโทรลเลอร์	82
4.2.1 การทดสอบโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์อ่านข้อมูลที่ได้จากโมดูล MAX30100	82
4.2.2 การทดสอบเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลและนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความคลาดเคลื่อนและค่าความแปรปรวนของโมดูล MAX30100	83
4.2.3 การทดสอบเพื่อศึกษาแนวโน้มอัตราการเต้นของหัวใจของแต่ละอิริยาบถ	86
4.3 การทดสอบการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์กับฐานข้อมูล	87
4.3.1 การทดสอบการส่งค่าจากโมดูล GY-521 มายัง Realtime Database	87
4.3.2 การทดสอบการส่งค่าจากโมดูล MAX30100 มายัง Realtime Database	90
4.4 ผลการทดสอบการทำงานของแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์กับฐานข้อมูล	91
4.4.1 การทดสอบระบบลงชื่อเข้าใช้งานแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์	91
4.4.2 การทดสอบการทำงานของแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์กับฐานข้อมูลของอุปกรณ์สวมใส่	95
4.4.3 การทดสอบการทำงานของแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์กับวิดีโอที่จัดเก็บในฐานข้อมูล	97
4.4.4 การทดสอบการทำงานของระบบแจ้งเตือนอัตโนมัติและการโทรออกฉุกเฉินผ่านแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์	100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
	4.5 การทดสอบการประมวลผลภาพ	102
	4.5.1 ผลลัพธ์ที่ได้จากแต่ละขั้นตอนของการประมวลผล	102
	4.5.2 ความถูกต้องของการตัดสินใจแยกคนและการปรับพารามิเตอร์	107
	4.5.3 การทดลองหาตำแหน่งของบุคคลในภาพและการตัดสินใจแยกคน	113
	4.5.4 การทดลองหมุนกล้องติดตามคน	116
	4.6 การทดสอบระบบเฝ้าระวังอัจฉริยะภายในที่พักอาศัยสำหรับผู้สูงอายุ	117
บทที่ 5	**สรุปผลและข้อเสนอแนะ**	
	5.1 สรุปผล	121
	5.2 ข้อเสนอแนะ	121
บรรณานุกรม		**122**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1.1	แผนภูมิแสดงอัตราการเสียชีวิตจากการพลัดตกหกล้มในผู้สูงอายุ 60 ปีขึ้นไป	1
2.1	ตำแหน่งของอุปกรณ์บน Raspberry Pi 3 Model B+	4
2.2	ขาของโมดูล ESP8266	5
2.3	การเทียบความเร่งแต่ละแกนของอุปกรณ์กับแรงโน้มถ่วงโลก	7
2.4	โมดูล GY-521	8
2.5	ค่าสูงสุดและต่ำสุดของข้อมูลดิบ	9
2.6	ค่า sensitivity scale factor	9
2.7	คำสั่งที่ใช้ในการตั้งช่วงการวัดของเซนเซอร์	10
2.8	Heart rate module MAX30100	11
2.9	โครงสร้างของระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์	12
2.10	แบบจำลอง SVM แบบเชิงเส้นที่แบ่งข้อมูลเป็น 2 กลุ่ม	24
3.1	แผนภาพของระบบที่นำเสนอ	28
3.2	แผนผังการระบุอิริยาบถ	30
3.3	การติดตั้งอุปกรณ์สวมใส่บริเวณต้นขาข้างขวา	31
3.4	แผนผังการตรวจสอบอัตราการเต้นของหัวใจ	31
3.5	การติดตั้งอุปกรณ์วัดอัตราการเต้นของหัวใจ	32
3.6	หน้าต่างเข้าสู่ระบบสำหรับผู้ใช้งาน	33
3.7	หน้าต่างลงทะเบียนผู้ใช้งาน	33
3.8	ผู้ใช้งานกรอก e-mail หรือ password ไม่ถูกต้อง	34
3.9	หน้าต่างเมนูแอปพลิเคชัน	35
3.10	หน้าต่าง Live	36
3.11	หน้าต่าง View Recorded Video	36
3.12	เมนู Emergency	37
3.13	Authentication	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.14	ข้อมูลส่วนแรกที่จัดเก็บใน Realtime Database	38
3.15	ข้อมูลส่วนที่สองที่จัดเก็บใน Realtime Database	39
3.16	ข้อมูลส่วนที่สามที่จัดเก็บใน Realtime Database	40
3.17	ข้อจำกัดสำหรับบริการ Database ของ Cloud Firestore	40
3.18	ข้อมูลไฟล์วิดีโอที่จัดเก็บใน Storage	41
3.19	ข้อจำกัดของ Storage ของ Cloud Firestore	41
3.20	คุณสมบัติของไฟล์วิดีโอ	42
3.21	ความคมชัดของภาพขนาด 352x288 พิกเซล	43
3.22	แผนผังการเขียนโปรแกรมประมวลผลภาพ	44
3.23	แผนผังการเขียนโปรแกรมควบคุมกล้องติดตามตำแหน่งของคนในห้อง	45
3.24	การออกแบบส่วนฐานยึดกับตัวกล้อง	46
3.25	การออกแบบส่วน stepper motor	46
3.26	การออกแบบส่วนควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ตัวขับมอเตอร์ และโมดูลบอร์ดรีเลย์	46
3.27	การออกแบบอุปกรณ์กล้องวงจรปิดสำหรับบันทึกวิดีโอ	47
3.28	อุปกรณ์สำหรับชุดควบคุม	48
3.29	การออกแบบอุปกรณ์สำหรับตรวจจับการล้มและระบุอิริยาบถ	49
3.30	อุปกรณ์สวมใส่สำหรับตรวจสอบอิริยาบถ	49
3.31	การออกแบบอุปกรณ์สำหรับวัดอัตราการเต้นของหัวใจ	50
3.32	อุปกรณ์สำหรับวัดอัตราการเต้นของหัวใจ	51
3.33	ตัวแปร sw มีค่าเป็น 0 ระบบจะส่งการแจ้งเตือน	52
3.34	การแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์	52
3.35	NodeMCU	53
3.36	โมดูล GY-521	53
3.37	กล้องเว็บแคม Logitech C170	54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.38	Raspberry pi B+	54
3.39	Stepper motor 28BYJ-48 และ Driver module ULN2003	55
3.40	Servo futaba s3003	55
3.41	Relay module KY-019	56
4.1	การเชื่อมต่อของไมโครคอนโทรลเลอร์กับโมดูล GY-521	59
4.2	การวางอุปกรณ์ให้แกน Z ที่ตั้งฉากกับพื้นโลก	60
4.3	ผลที่ได้จากการสั่งให้โปรแกรมทำงาน	60
4.4	การเชื่อมต่อของไมโครคอนโทรลเลอร์กับโมดูล GY-521	61
4.5	ลักษณะการวางอุปกรณ์ทดสอบ	62
4.6	ความเร่งที่อ่านได้เมื่อวางแกน ±X ให้อยู่ในทิศทางเดียวกับแรงโน้มถ่วง	63
4.7	ความเร่งที่อ่านได้เมื่อวางแกน ±Y ให้อยู่ในทิศทางเดียวกับแรงโน้มถ่วง	63
4.8	ความเร่งที่อ่านได้เมื่อวางแกน ±Z ให้อยู่ในทิศทางเดียวกับแรงโน้มถ่วง	64
4.9	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร่งกับเวลา	64
4.10	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมกับเวลา	65
4.11	การเชื่อมต่อโมดูล GY-521 และสวิตช์กับไมโครคอนโทรลเลอร์	66
4.12	ข้อมูลที่อ่านได้จากโมดูล GY-521	67
4.13	ข้อมูลที่อ่านได้จาก EEPROM ของไมโครคอนโทรลเลอร์	68
4.14	การติดตั้งอุปกรณ์ทดสอบบริเวณเอว	69
4.15	ข้อมูลความเร่งและความเร็วเชิงมุมของการนั่งและยืน	70
4.16	ข้อมูลความเร่งและความเร็วเชิงมุมของการนั่งและนอน	71
4.17	ข้อมูลความเร่งและความเร็วเชิงมุมของการเดิน	72
4.18	ข้อมูลความเร่งและความเร็วเชิงมุมของการล้ม	73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.19	การติดตั้งอุปกรณ์ทดสอบบริเวณต้นขา	74
4.20	ข้อมูลความเร่งและความเร็วเชิงมุมของการนั่งและยืน	75
4.21	ข้อมูลความเร่งและความเร็วเชิงมุมของการเดิน	76
4.22	ข้อมูลความเร่งและความเร็วเชิงมุมของการนั่งและนอน	77
4.23	ข้อมูลความเร่งและความเร็วเชิงมุมของการล้ม	78
4.24	แผนผังการตรวจสอบอิริยาบถ	79
4.25	ผลที่ได้จากอิริยาบถนั่งหรือนอน	80
4.26	ผลที่ได้จากอิริยาบถยืน	80
4.27	ผลที่ได้จากอิริยาบถเดิน	80
4.28	ผลที่ได้เมื่อเกิดการล้ม	81
4.29	การทดสอบอ่านค่าอัตราการเต้นของหัวใจโดยวัดบริเวณที่นิ้วมือ	82
4.30	การเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์กับโมดูล MAX30100	82
4.31	ผลที่ได้จากการอ่านค่าอัตราการเต้นของหัวใจ	83
4.32	schematic การเชื่อมต่อระหว่าง MAX30100 กับไมโครคอนโทรลเลอร์	84
4.33	การเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์กับโมดูล MAX30100	85
4.34	กราฟอัตราการเต้นของหัวใจเฉลี่ยในแต่ละบุคคล	86
4.35	อุปกรณ์ที่ใช้ในระบบ	87
4.36	การส่งข้อมูลอิริยาบถต่างๆ ไปยัง Firebase Realtime Database	88
4.37	การส่งข้อมูลอิริยาบถต่างๆ ไปยัง Firebase Realtime Database เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงอิริยาบถ	89
4.38	การส่งข้อมูลอัตราการเต้นของหัวใจไปยัง Firebase Realtime Database	90
4.39	หน้าจอเข้าสู่ระบบสำหรับผู้ใช้งาน	92
4.40	หน้าจอสำหรับการลงทะเบียนข้อมูลของผู้ใช้งาน	92
4.41	ข้อมูลของผู้ใช้งานในฐานข้อมูล	93

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.42	การเข้าสู่ระบบด้วย e-mail และ password	93
4.43	หน้าเมนูแอปพลิเคชัน	94
4.44	ผู้ใช้งานกรอก e-mail หรือ password ไม่ถูกต้อง	94
4.45	ข้อมูลอิริยาบถที่จัดเก็บใน Realtime Database	95
4.46	ข้อมูลอัตราการเต้นของหัวใจที่จัดเก็บใน Realtime Database	96
4.47	หน้าต่าง Live	97
4.48	ไฟล์วิดีโอที่จัดเก็บใน Storage	98
4.49	ชื่อและ URL ของวิดีโอที่บันทึกใน Realtime Database	98
4.50	หน้าต่าง View Recorded Video	99
4.51	ตัวแปร sw มีค่าเป็น 1 ระบบจะไม่มีการแจ้งเตือน	100
4.52	ตัวแปร sw มีค่าเป็น 0 ระบบจะส่งการแจ้งเตือน	101
4.53	การแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์	101
4.54	เมนู Emergency	102
4.55	การปรับคุณภาพของภาพ	103
4.56	การทำนอร์มัลไลซ์	103
4.57	การปรับความสว่างของภาพ	104
4.58	การหาขอบภาพ	104
4.59	การหาขนาดและมุมของขอบภาพ	105
4.60	การหาฮิสโทแกรมของทิศทาง (Orientation Histogram)	105
4.61	HOG ภายหลังการถ่วงน้ำหนักด้วยขนาดของขอบภาพ	106
4.62	การนอร์มัลไลซ์	106
4.63	ตัวอย่างรูปภาพสำหรับทำการฝึกสอนการตัดสินใจแยกคน เมื่อมีคนอยู่ในภาพ	107
4.64	ตัวอย่างรูปภาพสำหรับทำการฝึกสอนการตัดสินใจแยกคน เมื่อไม่มีคนอยู่ในภาพ	108

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.65	ตัวอย่างรูปภาพสำหรับทำการทดสอบการตัดสินใจแยกคน เมื่อมีคนอยู่ในภาพ	108
4.66	ตัวอย่างรูปภาพสำหรับทำการทดสอบการตัดสินใจแยกคน เมื่อไม่มีคนอยู่ในภาพ	109
4.67	ภาพที่ต้องการหาในภาพต้นแบบ	113
4.68	ภาพจากกล้องที่ต้องการระบุตำแหน่งของคนภายในภาพ	114
4.69	ตำแหน่งที่พบคนในภาพ แสดงบน HOG ของภาพต้นแบบ	114
4.70	การหาตำแหน่งของคน	115
4.71	พื้นที่ในการตัดสินใจหมุนกล้องที่แบ่งเป็น 3 ส่วน	116
4.72	การหมุนกล้องเว็บแคม	116
4.73	การเปลี่ยนแปลงสถานะของตัวแปร sw ที่จัดเก็บใน Realtime Database	117
4.74	อุปกรณ์บันทึกภาพ	118
4.75	Firebase Storage	118
4.76	Realtime Database	119
4.77	การแจ้งเตือนไปยังผู้ดูแลผ่านแอปพลิเคชันแอนดรอยด์	120

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
4.1	การเชื่อมต่อของไมโครคอนโทรลเลอร์กับโมดูล GY-521	59
4.2	การเชื่อมต่อของไมโครคอนโทรลเลอร์กับโมดูล GY-521	62
4.3	ผลการทดสอบความแม่นยำการระบุอิริยาบถ	81
4.4	การเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์กับโมดูล MAX30100	83
4.5	การเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์กับโมดูล MAX30100	84
4.6	อัตราการเต้นของหัวใจจากการทดลอง	85
4.7	ผล F1-score การตัดสินใจแยกคนด้วยวิธี linear-SVM	110
4.8	ผล F1-score จากการตัดสินใจแยกคนด้วยวิธี RBF-SVM รอบที่ 1	111
4.9	ผล F1-score จากการตัดสินใจแยกคนด้วยวิธี RBF-SVM รอบที่ 2	111
4.10	ผล F1-score จากการตัดสินใจแยกคนด้วยวิธี RBF-SVM รอบที่ 3	112
4.11	ผล F1-score จากการตัดสินใจแยกคนด้วยวิธี RBF-SVM รอบที่ 4	112
4.12	การหาตำแหน่งด้วย Sum of squared differences	115
4.13	การตัดสินใจด้วย RBF-SVM หลังจากหาตำแหน่งด้วย Sum of squared differences	115

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

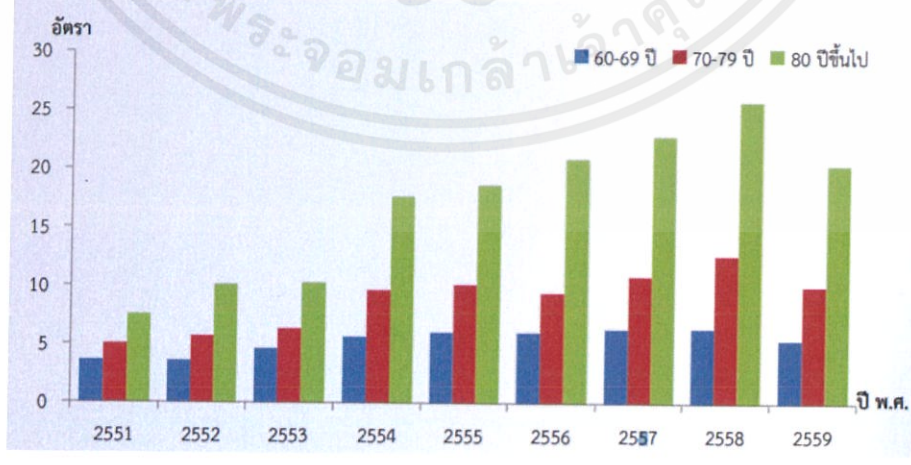
บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันประเทศไทยกำลังก้าวเข้าสู่สังคมของผู้สูงอายุ เนื่องจากแนวโน้มของจำนวนประชากรผู้สูงอายุเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยสำนักโรคไม่ติดต่อ กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข ได้มีการเปิดเผยข้อมูลสถิติอัตราการเสียชีวิตจากการหกล้มในผู้สูงอายุ 60 ปีขึ้นไป ต่อประชากรแสนคน จำแนกตามกลุ่มอายุปี พ.ศ.2551–2559 สำหรับอุบัติเหตุที่พบบ่อยที่สุดในผู้สูงอายุก็คือ การหกล้ม เช่น ลื่นล้มในห้องน้ำ การตกเตียง ตกบันได เป็นต้น แสดงดังรูปที่ 1.1 จากข้อมูลดังกล่าวพบว่าทุกๆ ปี มีประชากรผู้สูงอายุเสียชีวิตจากอุบัติเหตุหกล้มเป็นจำนวนมาก สาเหตุเกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางร่างกายและความเสื่อมตามวัยทำให้มีปัญหาทั้งโรคไม่ติดต่อและการบาดเจ็บ โดยเฉพาะการบาดเจ็บจากการหกล้มในผู้สูงอายุ ส่วนใหญ่เป็นผู้สูงอายุที่ต้องอยู่เพียงลำพัง และไม่มีผู้ดูแล

จากปัญหานี้คณะผู้จัดทำจึงได้พัฒนาระบบเฝ้าระวังผู้สูงอายุแบบรายบุคคล ภายในที่พักอาศัย โดยพัฒนากล้องเว็บแคมให้กลายเป็นกล้องวงจรปิดอัจฉริยะ ซึ่งแตกต่างจากกล้องวงจรปิดทั่วไป คือ สามารถควบคุมทิศทางการหมุนของกล้องวงจรปิดให้หมุนไปตามตำแหน่งของผู้สูงอายุได้อัตโนมัติ และใช้อุปกรณ์ตรวจวัดอัตราการเต้นของหัวใจแบบพกพาและเซนเซอร์วัดการเคลื่อนไหวเพื่อตรวจจับลักษณะท่าทางของผู้สูงอายุว่ามีความผิดปกติหรือไม่ หากระบบพบความผิดปกติจะทำการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ไปยังผู้ดูแล



รูปที่ 1.1 แผนภูมิแสดงอัตราการเสียชีวิตจากการพลัดตกหกล้มในผู้สูงอายุ 60 ปีขึ้นไป [1]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์

1) เขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมอุปกรณ์สำหรับตรวจวัดอัตราการเต้นของหัวใจและตรวจจับอิริยาบถของผู้สูงอายุ
2) ศึกษากระบวนการเก็บภาพจากกล้อง การส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายไร้สาย และการจัดเก็บข้อมูลลงในฐานข้อมูล
3) ศึกษาและพัฒนาอัลกอริทึมการประมวลผลภาพ สำหรับการระบุตำแหน่งของผู้สูงอายุ และใช้ในการควบคุมการหมุนของกล้อง
4) ศึกษาการเขียนแอปพลิเคชันระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ สำหรับการแสดงผลและระบบการแจ้งเตือน
5) พัฒนาระบบติดตามผู้สูงอายุจากข้อมูลภาพจากกล้อง และอัตราการเต้นของหัวใจ

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

ปริญญานิพนธ์นี้ออกแบบและพัฒนาระบบติดตามอัจฉริยะสำหรับผู้สูงอายุรายบุคคลเพื่อใช้ภายในที่พักอาศัย โดยแบ่งการทำงานออกเป็น 3 ส่วนคือ 1) ฮาร์ดแวร์ของอุปกรณ์กล้องวงจรปิด และอุปกรณ์ตรวจวัดอัตราการเต้นของหัวใจแบบพกพาและตรวจจับอิริยาบถของผู้สูงอายุ 2) กระบวนการประมวลผลภาพ ซึ่งระบบจะนำภาพที่ได้จากกล้องวงจรปิดมาประมวลผลเพื่อใช้ในการระบุตำแหน่งของผู้สูงอายุและควบคุมทิศทางการหมุนของกล้องวงจรปิดให้หมุนไปตามตำแหน่งของผู้สูงอายุ และ 3) แอปพลิเคชันระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ที่ใช้ในการนำวิดีโอที่บันทึกจากกล้องวงจรปิดมาแสดงผลบนหน้าจอแอปพลิเคชัน และสามารถดูวิดีโอย้อนหลังที่บันทึกไว้ในฐานข้อมูลได้ หากระบบพบความผิดปกติ ระบบจะทำการแจ้งเตือนไปยังผู้ดูแลผ่านแอปพลิเคชัน เพื่อให้ผู้ดูแลรับทราบและดำเนินการต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 ไมโครคอมพิวเตอร์

ไมโครคอมพิวเตอร์ (Microcomputer) คือ อุปกรณ์ที่คล้ายกับระบบคอมพิวเตอร์ที่ย่อขนาดให้เล็กลง และมีความสามารถในการทำงานต่างๆ คล้ายกับคอมพิวเตอร์ ภายในไมโครคอมพิวเตอร์ประกอบด้วย หน่วยประมวลผลกลาง หน่วยความจำ และพอร์ต ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของระบบคอมพิวเตอร์ไว้ด้วยกัน โครงสร้างโดยทั่วไปของไมโครคอมพิวเตอร์ [2] สามารถแบ่งเป็น 5 ส่วนหลักๆ ดังต่อไปนี้

1. หน่วยประมวลผลกลาง หรือซีพียู (CPU: Central Processing Unit) ทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางควบคุมการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์ทั้งหมด โดยนำข้อมูลจากอุปกรณ์รับข้อมูลมาประมวลผลข้อมูลตามคำสั่งของโปรแกรม และส่งผลลัพธ์ออกไปหน่วยแสดงผล

2. หน่วยความจำ (Memory) สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ หน่วยความจำที่มีไว้สำหรับเก็บโปรแกรมหลัก (Program Memory) ข้อมูลใดๆ จะถูกเก็บไว้ในนี้ และจะไม่สูญหายไปแม้ไม่มีไฟเลี้ยง อีกส่วนคือ หน่วยความจำข้อมูล (Data Memory) เป็นที่พักข้อมูลชั่วคราวขณะทำงาน ถ้าไม่มีไฟเลี้ยงข้อมูลก็จะหายไปคล้ายกับหน่วยความจำแรม (RAM)

3. ส่วนติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก หรือพอร์ต (Port) มี 2 ลักษณะคือ พอร์ตอินพุต (Input Port) และพอร์ตเอาต์พุต (Output Port) เป็นส่วนที่สำคัญในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก พอร์ตอินพุตใช้ในการรับสัญญาณเพื่อนำไปประมวลผลและส่งไปพอร์ตเอาต์พุตเพื่อแสดงผล

4. ช่องทางเดินของสัญญาณ หรือบัส (BUS) คือ เส้นทางการแลกเปลี่ยนสัญญาณข้อมูลระหว่างซีพียู หน่วยความจำ และพอร์ตเป็นลักษณะของสายสัญญาณจำนวนมากอยู่ภายในตัวไมโครคอมพิวเตอร์ โดยแบ่งเป็นบัสข้อมูล (Data Bus), บัสแอดเดรส (Address Bus) และบัสควบคุม (Control Bus)

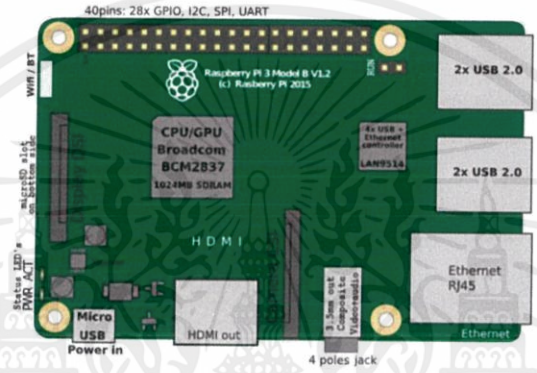
5. วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา ถือเป็นส่วนที่สำคัญมากอีกส่วนหนึ่ง เนื่องจากการทำงานที่เกิดขึ้นภายในไมโครคอมพิวเตอร์จะขึ้นอยู่กับการกำหนดจังหวะ หากสัญญาณนาฬิกามีความถี่สูงจังหวะการทำงานก็จะสามารถทำได้ถี่ขึ้นทำให้ไมโครคอมพิวเตอร์มีความเร็วในการประมวลผลสูงตามไปด้วย ซึ่งในการทำปริญญานิพนธ์นี้ผู้จัดทำเลือกใช้ Raspberry Pi 3 Model B+

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาใช้ในการควบคุมกล้อง และใช้ NodeMCU ESP8266 มาใช้ในการประมวลผล ส่งข้อมูลอัตราการเต้นของหัวใจ และการตรวจจับท่าทางการเคลื่อนไหว

2.1.1 Raspberry Pi Model B+

ราสเบอร์รี่พาย (Raspberry Pi) [3] แสดงดังรูปที่ 2.1 เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่มีขนาดเท่ากับบัตรเครดิต และมีราคาถูกสามารถซื้อมาเพื่อศึกษาการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์พร้อมทั้งเขียนโปรแกรมง่ายๆ ได้ทันที



รูปที่ 2.1 ตำแหน่งของอุปกรณ์บน Raspberry Pi 3 Model B+ [3]

Specification ของ Raspberry Pi 3 Model B+ ประกอบไปด้วย

Processor:	Broadcom BCM2837B0, Cortex-A53 64-bit SoC @ 1.4 GHz
Memory:	1 GB LPDDR2 SDRAM
Connectivity:	2.4 GHz and 5 GHz IEEE 802.11.b/g/n/ac wireless LAN, Bluetooth 4.2, BLE Gigabit, Ethernet over USB 2.0 (maximum throughput 300 Mbps), 4 × USB 2.0 ports
Access:	Extended 40-pin GPIO header
Video & sound:	1 × full size HDMI MIPI DSI display port, MIPI CSI camera port 4 pole stereo output and composite video port
SD card support:	Micro SD format for loading operating system and data storage

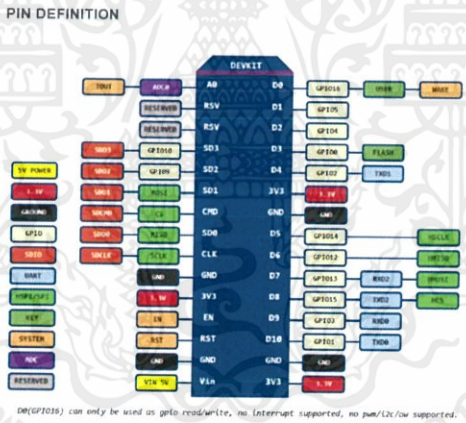
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Input power: 5 V/2.5 A DC via micro USB connector
5 V DC via GPIO header
Power over Ethernet (PoE)–enabled
(requires separate PoE HAT)

2.1.2 โมดูลไวไฟ ESP8266

ESP8266 เป็นชื่อของชิปไอซีบนบอร์ดของโมดูล ซึ่งไอซี ESP8266 ไม่มีพื้นที่โปรแกรม (flash memory) ในตัว ทำให้ต้องใช้ไอซีภายนอก (external flash memory) ในการเก็บโปรแกรม ที่ใช้การเชื่อมต่อผ่านโปรโตคอล SPI ซึ่งสาเหตุนี้เองทำให้โมดูล ESP8266 มีพื้นที่โปรแกรมมากกว่าไอซีไมโครคอมพิวเตอร์เบอร์อื่นๆ

ESP8266 ทำงานที่แรงดันไฟฟ้า 3.3-3.6 V การนำไปใช้งานร่วมกับเซนเซอร์อื่นๆ ที่ใช้แรงดัน 5 V ต้องใช้วงจรแบ่งแรงดันมาช่วยเพื่อไม่ให้โมดูลพังเสียหาย กระแสที่โมดูลใช้งานสูงสุดคือ 200 mA ขาของโมดูล ESP8266 แสดงดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 ขาของโมดูล ESP8266 [4]

โดยมีขาของโมดูล ดังนี้

- VCC เป็นขาสำหรับจ่ายไฟเข้าเพื่อให้โมดูลทำงานได้ ซึ่งแรงดันที่ใช้งานได้คือ 3.3-3.6 V, GND
- Reset และ CH_PD (หรือ EN) เป็นขาที่ต้องต่อเข้าไฟบวก เพื่อให้โมดูลสามารถทำงานได้ ทั้ง 2 ขานี้สามารถนำมาใช้รีเซ็ตโมดูลได้เหมือนกัน แตกต่างตรงที่ขา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Reset สามารถลอยไว้ได้ แต่ขา CH_PD (หรือ EN) จำเป็นต้องต่อเข้าไฟบวกเท่านั้น เมื่อขานี้ไม่ต่อเข้าไฟบวกโมดูลจะไม่ทำงานทันที

- GPIO เป็นขาดิจิทัลอินพุต / เอาต์พุต ทำงานที่แรงดัน 3.3 V
- GPIO15 เป็นขาที่ต้องต่อลง GND เท่านั้นเพื่อให้โมดูลทำงานได้
- GPIO0 เป็นขาสำหรับการเลือกโหมดทำงาน หากนำขานี้ลง GND จะเข้าโหมดโปรแกรม หากลอยไว้หรือนำเข้าไฟบวกจะเข้าโหมดการทำงานปกติ
- ADC เป็นขาอนาล็อกอินพุตรับแรงดันได้สูงสุดที่ 1 V ขนาด 10 บิต การนำไปใช้งานกับแรงดันที่สูงกว่าต้องใช้วงจรแบ่งแรงดันเข้าช่วย

Specification ของ ESP 8266 [4] มีดังต่อไปนี้

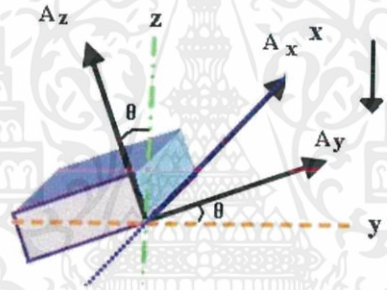
- Voltage: 3.3 V
- Wi-Fi Direct (P2P), soft-AP
- Current consumption: 10 uA~170 mA
- Flash memory attachable: 16 MB max (512 K normal)
- Integrated TCP/IP protocol stack
- Processor: Tensilica L106 32-bit
- Processor speed: 80~160 MHz
- RAM: 32+80 K.
- GPIOs: 17 (multiplexed with other functions)
- Analog to Digital: 1 input with 1024 step resolution
- +19.5 dBm output power in 802.11b mode
- 802.11 support: b/g/n
- Maximum concurrent TCP connections: 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 Accelerometers and Gyroscope

2.2.1 Accelerometer sensor

Accelerometer คือ เซนเซอร์ที่มีไว้สำหรับตรวจจับความเร่งจากการเคลื่อนไหว โดยเป็นการตรวจจับแบบ 3 แกน (3-Axes) ประโยชน์ในการใช้งานที่เห็นกันอยู่เป็นประจำก็คือ การบอกความเอียงเป็นองศา ณ ตำแหน่งนั้นๆ ซึ่งจริงๆ แล้ว Accelerometer วัดได้เฉพาะความเร่งเชิงเส้นไม่สามารถวัดความเร็วเชิงมุมได้ แต่การที่ Accelerometer สามารถอ่านค่าความเอียงได้เพราะว่าทุกครั้งที่มีการหมุน หรือเอียงตำแหน่งของชิปก็จะเปลี่ยนส่งผลให้จุดต่างๆ บนตัวเซนเซอร์มีความเร่งเชิงเส้นขึ้นอยู่กับองศาความเอียง ซึ่งความเร่งเชิงเส้นเป็นค่าที่เอาไว้เทียบกับค่าแรงดึงดูด (g) ของโลก ทำให้สามารถบอกได้ว่าเซนเซอร์เอียงกี่องศา โดยเทียบกับค่า g ของโลก [5] แสดงดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 การเทียบความเร่งแต่ละแกนของอุปกรณ์กับแรงโน้มถ่วงโลก [5]

จากรูปที่ 2.3 สามารถคำนวณค่ามุมการเอียงของเซนเซอร์ได้จากสมการ

$$\theta = \arctan\left(\frac{A_y}{\sqrt{A_x^2 + A_z^2}}\right) \tag{2.1}$$

2.2.2 Gyroscope

Gyroscope หรือ Gyro sensor คือ เซนเซอร์ที่มีไว้สำหรับตรวจจับลักษณะการหมุน โดยเป็นการตรวจจับแบบ 3 แกน (3-Axes) เช่นเดียวกันกับ Accelerator แต่จะมีความถูกต้องและแม่นยำมากกว่า ซึ่งการที่มี Gyro sensor มาเสริมจะทำให้การควบคุมมีความถูกต้องแม่นยำมากขึ้น

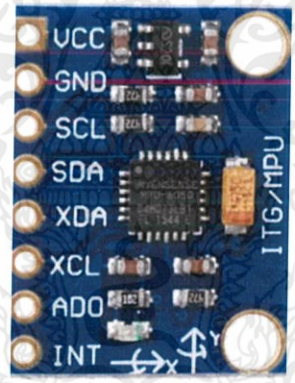
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Gyroscope ประกอบด้วย g_x, g_y และ g_z เป็นค่าที่จะเปลี่ยนแปลงก็ต่อเมื่อมีการหมุนเซนเซอร์ในแกน x, y และ z ตามลำดับ และค่าจะกลับมาเหมือนเดิมเมื่อหยุดหมุน ซึ่งจะไม่ได้ค้างค่าตำแหน่งไว้เหมือนกับ Accelerometer เนื่องจาก Gyroscope ทำงานโดยการวัดความเร็วเชิงมุมที่หมุนรอบแกนต่างๆ ของ Gyro sensor

Gyro sensor ไม่มีความเกี่ยวข้องกับค่า g จึงทำงานเฉพาะช่วงเวลามีการหมุน ในส่วนของการตรวจจับการล้มและการเคลื่อนไหวจำเป็นต้องใช้ทั้ง Accelerometer และ Gyro sensor ผู้จัดทำจึงเลือกใช้โมดูล GY-521 เนื่องจากโมดูลนี้มีทั้ง Accelerometer และ Gyro sensor อยู่ภายในตัว [6]

2.2.3 โมดูล GY-521

โมดูล GY-521 แสดงดังรูปที่ 2.4 เป็นโมดูล Accelerometers และ Gyroscope ซึ่งสามารถทำงานได้ทั้ง 2 รูปแบบในเวลาเดียวกัน ใช้ในการตรวจสอบทิศทางการเคลื่อนที่ และสามารถใช้ในการตรวจสอบความเร็วในการเปลี่ยนแปลงทิศทางของแกน XYZ ได้



รูปที่ 2.4 โมดูล GY-521

จาก data sheet โมดูลให้ความละเอียดข้อมูล 16 บิต ดังนั้นจะแสดงค่าได้ 65536 ระดับ ข้อมูลที่อ่านได้เป็นข้อมูลดิบมีค่าตั้งแต่ -32768 ถึง 32767 แสดงดังรูปที่ 2.5 โดยสามารถปรับช่วงของข้อมูลได้ จะต้องนำข้อมูลดิบไปคำนวณด้วยสมการที่ (2.2) เพื่อปรับช่วงข้อมูลสูงสุด ค่าที่ได้หลังการคำนวณของ Accelerometer จะมีหน่วยเป็น m/s^2 และหน่วยของ Gyro sensor จะมีหน่วยเป็น degree/sec

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Xraw = 21468.00 Yraw = 20452.00 Zraw = -23524.00
Xraw = 10728.00 Yraw = 27204.00 Zraw = 32767.00
Xraw = 19052.00 Yraw = 32156.00 Zraw = 32184.00
Xraw = 17720.00 Yraw = 28384.00 Zraw = -4376.00
Xraw = 22748.00 Yraw = 32767.00 Zraw = 32767.00
Xraw = 28924.00 Yraw = 32767.00 Zraw = -32768.00
```

รูปที่ 2.5 ค่าสูงสุดและต่ำสุดของข้อมูลดิบ

$$\text{required_value} = \frac{\text{raw_value}}{\text{proper_sensitivity}} \tag{2.2}$$

โดยค่า proper_sensitivity ของ Gyro sensor และ Accelerometer จะใช้ค่าสูงสุดและต่ำสุด ซึ่งค่า sensitivity scale factor ของ Gyro Sensor และ Accelerometer แสดงดังรูปที่ 2.6

6.1 Gyroscope Specifications

VDD = 2.375V-3.46V, VLOGIC (MPU-6050 only) = 1.8V±5% or VDD, T_A = 25°C

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	NOTES
GYROSCOPE SENSITIVITY						
Full-Scale Range	FS_SEL=0		±250		°/s	
	FS_SEL=1		±500		°/s	
	FS_SEL=2		±1000		°/s	
	FS_SEL=3		±2000		°/s	
Gyroscope ADC Word Length			16		bits	
Sensitivity Scale Factor	FS_SEL=0		131		LSB/(°/s)	
	FS_SEL=1		65.5		LSB/(°/s)	
	FS_SEL=2		32.8		LSB/(°/s)	
	FS_SEL=3		16.4		LSB/(°/s)	

(ก)

6.2 Accelerometer Specifications

VDD = 2.375V-3.46V, VLOGIC (MPU-6050 only) = 1.8V±5% or VDD, T_A = 25°C

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	NOTES
ACCELEROMETER SENSITIVITY						
Full-Scale Range	AFS_SEL=0		±2		*g*	
	AFS_SEL=1		±4		*g*	
	AFS_SEL=2		±8		*g*	
	AFS_SEL=3		±16		*g*	
ADC Word Length	Output in two's complement format		16		bits	
Sensitivity Scale Factor	AFS_SEL=0		16,384		LSB/*g*	
	AFS_SEL=1		8,192		LSB/*g*	
	AFS_SEL=2		4,096		LSB/*g*	
	AFS_SEL=3		2,048		LSB/*g*	

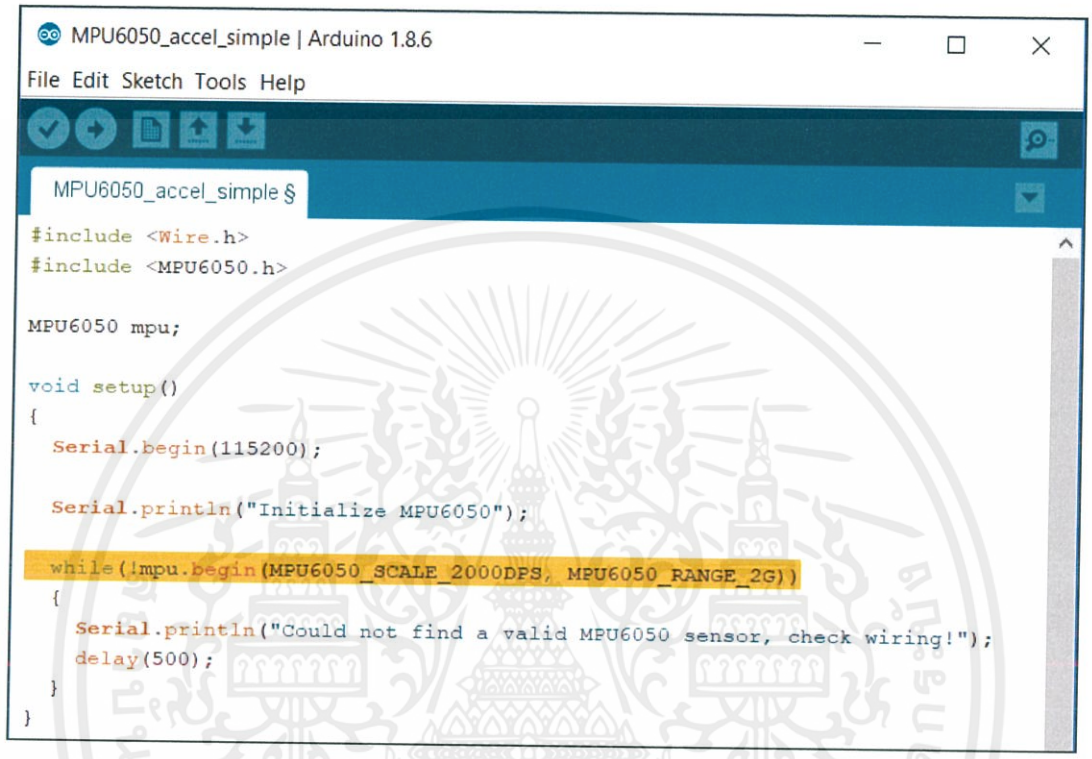
(ข)

รูปที่ 2.6 ค่า sensitivity scale factor

(ก) Gyro sensor (ข) Accelerometer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตั้งช่วงการวัดของเซนเซอร์สามารถทำได้โดยใช้คำสั่ง แสดงดังรูปที่ 2.7 โดยอุปกรณ์สามารถตั้งค่าได้ 4 ช่วง คือ ±2g, ±4g, ±8g และ±16g ซึ่งในที่นี้ตั้งค่าเป็น ±2g



รูปที่ 2.7 คำสั่งที่ใช้ในการตั้งช่วงการวัดของเซนเซอร์

2.3 อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (Resting Heart Rate; RHR)

อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก หมายถึง จำนวนครั้งที่หัวใจเต้นในหนึ่งนาทีขณะที่ไม่ได้ทำกิจกรรม ซึ่งอัตราการเต้นจำนวนนี้สามารถบอกได้ถึงระดับของสมรรถภาพทางกาย เพราะการมีสุขภาพที่ดีจะทำให้อัตราการเต้นของหัวใจลดลง อัตราการเต้นของหัวใจสามารถได้รับอิทธิพลจากองค์ประกอบของร่างกาย ยาเสพติด ยารักษาโรค แอลกอฮอล์ และคาเฟอีนด้วยเช่นกัน โดยปกติอัตราการเต้นของหัวใจอยู่ที่ประมาณช่วง 60 ถึง 100 ครั้งต่อนาที ซึ่งมนุษย์แต่ละช่วงวัยมีอัตราการเต้นของหัวใจที่ไม่เท่ากัน โดยทาง American College of Sports Medicine หรือ ACSM ได้ระบุถึงอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดต่อนาที (Maximum Heart Rate หรือ MHR) ไว้ดังนี้

อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดของแต่ละคนจะเท่ากับ 220–อายุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเห็นได้ว่าอัตราการเต้นของหัวใจดังกล่าว ยิ่งมีอายุที่มากขึ้นหัวใจก็จะทำงานได้ช้าลงตามไปด้วย และหากหัวใจเต้นเกือบถึงอัตราสูงสุด หรือเทียบเท่าก็มีโอกาสที่จะเสียชีวิตได้ เนื่องจากหัวใจบีบเลือดไปหล่อเลี้ยงร่างกายไม่ทันและอาจเกิดอาการช็อคได้ [6] โดยปริญญานิพนธ์นี้ผู้จัดทำได้เลือกใช้โมดูลสำหรับการวัดอัตราการเต้นของหัวใจคือ MAX30100 ซึ่งเป็นเซนเซอร์แบบ photodetectors แสดงดังรูปที่ 2.8 โดยการนับอัตราการเต้นของหัวใจจะนับผ่านการเต้นของหลอดเลือดแดงที่ไหลผ่านอวัยวะส่วนต่างๆ ในระยะเวลา 1 นาที

รูปที่ 2.8 Heart rate module MAX30100

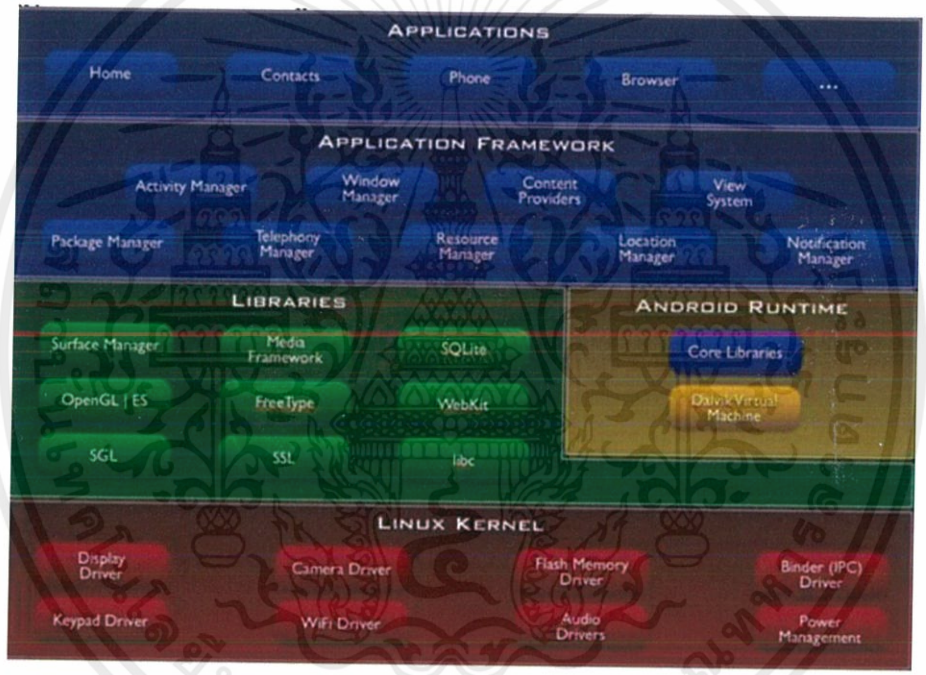
2.4 ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

แอนดรอยด์ (Android) คือ ระบบปฏิบัติการแบบเปิดเผยซอฟต์แวร์ต้นฉบับ (Open Source) โดยบริษัทกูเกิล (Google Inc.) ที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างสูง เนื่องจากอุปกรณ์ที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์มีจำนวนมาก อุปกรณ์มีหลากหลายระดับ หลายราคา รวมทั้งสามารถทำงานบนอุปกรณ์ที่มีขนาดหน้าจอและความละเอียดแตกต่างกันได้ ทำให้ผู้บริโภคสามารถเลือกได้ตามต้องการ และหากมองในทิศทางสำหรับนักพัฒนาโปรแกรม (Programmer) แล้วนั้น การพัฒนาโปรแกรมเพื่อใช้งานบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ จึงไม่ใช่เรื่องที่ยากเพราะมีข้อมูลในการพัฒนารวมทั้ง Android SDK (Software Development Kit) เตรียมไว้ให้กับนักพัฒนาได้เรียนรู้ และเมื่อนักพัฒนาต้องการจะเผยแพร่หรือจำหน่ายโปรแกรมที่พัฒนาแล้ว แอนดรอยด์ก็ยังมีตลาดในการเผยแพร่โปรแกรมผ่าน Android Market แต่หากจะกล่าวถึงโครงสร้างภาษาที่ใช้ในการพัฒนานั้น สำหรับ Android SDK จะยึดโครงสร้างของภาษาจาวา (Java language) ในการเขียนโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพราะโปรแกรมที่พัฒนามาได้จะต้องทำงานอยู่ภายใต้ Dalvik Virtual Machine เช่นเดียวกับโปรแกรมจาวาที่ต้องทำงานอยู่ภายใต้ Java Virtual Machine (Virtual Machine เปรียบได้กับสภาพแวดล้อมที่โปรแกรมทำงานอยู่)

การทำความเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้างของระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ถือว่าเป็นสิ่งสำคัญเพราะถ้าหากนักพัฒนาโปรแกรมสามารถมองภาพโดยรวมของระบบได้ทั้งหมดจะทำให้สามารถเข้าใจถึงกระบวนการทำงานได้ดียิ่งขึ้น และสามารถนำไปช่วยในการออกแบบโปรแกรมที่ต้องการพัฒนาได้ เพื่อก่อให้เกิดประสิทธิภาพในการทำงานมากยิ่งขึ้น โดยโครงสร้างของระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ แสดงดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 โครงสร้างของระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ [7]

จากรูปที่ 2.9 จะสังเกตได้ว่ามีการแบ่งโครงสร้างของระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ออกเป็นส่วนๆ ที่มีความเกี่ยวเนื่องกัน โดยส่วนบนสุดจะเป็นส่วนที่ผู้ใช้งานทำการติดต่อโดยตรงซึ่งก็คือ ส่วนของ แอปพลิเคชัน จากนั้นก็จะลำดับลงมาเป็นองค์ประกอบอื่นๆ ตามลำดับ และสุดท้ายจะเป็นส่วนที่ติดต่อกับอุปกรณ์โดยผ่านทาง Linux Kernel โครงสร้างของแอนดรอยด์สามารถอธิบายเป็นส่วนๆ ได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) Applications เป็นส่วนของโปรแกรมที่มีควบคู่มากับระบบปฏิบัติการ หรือเป็นกลุ่มของโปรแกรมที่ผู้ใช้งานได้ทำการติดตั้งไว้ โดยผู้ใช้งานสามารถเรียกใช้โปรแกรมต่างๆ ได้โดยตรง ซึ่งการทำงานของแต่ละโปรแกรมจะเป็นไปตามที่ผู้พัฒนาโปรแกรมได้ออกแบบและเขียนโปรแกรมเอาไว้

2) Application Framework เป็นส่วนที่มีการพัฒนาขึ้นเพื่อให้นักพัฒนาสามารถพัฒนาโปรแกรมได้สะดวก และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยนักพัฒนาไม่จำเป็นต้องพัฒนาในส่วนที่มีความยุ่งยากมากๆ เพียงแค่ทำการศึกษาถึงวิธีการเรียกใช้งาน Application Framework ในส่วนที่ต้องการใช้งานแล้วนำมาใช้งาน ซึ่งมีหลายกลุ่มด้วยกัน ตัวอย่างเช่น

- Activities Manager เป็นกลุ่มของชุดคำสั่งที่จัดการเกี่ยวกับวงจรการทำงานของหน้าต่างโปรแกรม (Activity)
- Content Providers เป็นกลุ่มของชุดคำสั่งที่ใช้ในการเข้าถึงข้อมูลของโปรแกรมอื่น และสามารถแบ่งปันข้อมูลให้โปรแกรมอื่นเข้าถึงได้
- View System เป็นกลุ่มของชุดคำสั่งที่เกี่ยวกับการจัดการโครงสร้างของหน้าจอที่แสดงผลในส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งาน (User Interface)
- Telephony Manager เป็นกลุ่มของชุดคำสั่งที่ใช้ในการเข้าถึงข้อมูลด้านโทรศัพท์ เช่น หมายเลขโทรศัพท์ เป็นต้น
- Resource Manager เป็นกลุ่มของชุดคำสั่งในการเข้าถึงข้อมูลที่เป็นข้อความหรือรูปภาพ
- Location Manager เป็นกลุ่มของชุดคำสั่งที่เกี่ยวกับตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ที่ระบบปฏิบัติการได้รับค่าจากอุปกรณ์
- Notification Manager เป็นกลุ่มของชุดคำสั่งที่จะถูกเรียกใช้เมื่อโปรแกรมต้องการแสดงผลให้กับผู้ใช้งานผ่านทางแถบสถานะ (Status Bar) ของหน้าจอ

3) Libraries เป็นส่วนของชุดคำสั่งที่พัฒนาด้วยภาษา C/C++ โดยแบ่งชุดคำสั่งออกเป็นกลุ่มตามวัตถุประสงค์ของการใช้งาน เช่น Surface Manage จัดการเกี่ยวกับการแสดงผล, Media Framework จัดการเกี่ยวกับการแสดงภาพและเสียง, Open GL | ES และ SGL จัดการเกี่ยวกับภาพ 3 มิติ และ 2 มิติ, SQLlite จัดการเกี่ยวกับระบบฐานข้อมูล เป็นต้น

4) Android Runtime จะมี Darvik Virtual Machine ที่ถูกออกแบบมา เพื่อให้ทำงานบนอุปกรณ์ที่มีหน่วยความจำ (Memory), หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) และพลังงาน (Battery) ที่จำกัด ซึ่งการทำงานของ Darvik Virtual Machine จะทำการแปลงไฟล์ที่ต้องการทำงานเป็นไฟล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEX ก่อนการทำงาน ก็เพื่อให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นเมื่อใช้งานกับหน่วยประมวลผลกลางที่มีความเร็วไม่มาก ส่วนต่อมาคือ Core Libraries ที่เป็นส่วนรวบรวมคำสั่งและชุดคำสั่งสำคัญ โดยถูกเขียนด้วยภาษาจาวา

5) Linux Kernel เป็นส่วนที่ทำหน้าที่หัวใจสำคัญในการจัดการกับบริการหลักของระบบปฏิบัติการ เช่น เรื่องหน่วยความจำ พลังงาน ติดต่อกับอุปกรณ์ต่างๆ ความปลอดภัย เครือข่าย โดยแอนดรอยด์ได้นำเอาส่วนนี้มาจากระบบปฏิบัติการลินุกซ์ รุ่น 2.6 (Linux 26. Kernel) ซึ่งได้มีการออกแบบมาเป็นอย่างดี [7]

2.5 Android Studio

Android Studio เป็น Official IDE Tool จาก Google ไว้สำหรับพัฒนา Android จากแนวคิดพื้นฐาน IntelIJ IDEA ซึ่งคล้ายๆ กับการทำงานของ Eclipse หรือ Netbean และ Android ADT Plugin โดยวัตถุประสงค์ของ Android Studio คือ ต้องการพัฒนาเครื่องมือ IDE ที่สามารถพัฒนาแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เพื่อให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ทั้งด้านการออกแบบ GUI ที่ช่วยให้สามารถ Preview ตัวแอปพลิเคชัน มุมมองที่แตกต่างกันบน Smart Phone แต่ละรุ่น สามารถแสดงผล Preview ได้ทันทีโดยไม่ต้องทำการรันแอปพลิเคชันบน Emulator รวมทั้งยังสามารถแก้ไขปรับปรุงความเร็วของ Emulator ที่พบปัญหาอยู่ในปัจจุบัน [8]

การเขียน Android บน Android Studio จะประกอบด้วย 2 ขั้นตอนคือ 1) การติดตั้ง Java SDK และ 2) การดาวน์โหลด Android Studio มาติดตั้งก็จะสามารถใช้งานได้ทันที และรวมไปถึง Emulator อย่างเช่น Genymotion ที่ต้องทำการดาวน์โหลดมาติดตั้งเพื่อช่วยในการทดสอบแอปพลิเคชัน

2.5.1 Java SDK

SDK ซึ่งย่อมาจาก Software Development Kit คือ เครื่องมือที่เอาไว้สำหรับพัฒนาโปรแกรม หรือแอปพลิเคชันบนระบบ Android OS ซึ่งทาง Google พัฒนามาเผยแพร่ให้นักพัฒนาแอปพลิเคชัน หรือผู้สนใจทั่วไปดาวน์โหลดไปใช้งานโดยไม่มีค่าใช้จ่ายใดๆ ซึ่งเป็นหนึ่งในปัจจัยที่ทำให้แอปพลิเคชันบนแอนดรอยด์นั้นเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว SDK นั้นจะมีโปรแกรมและไลบรารีต่างๆ ที่จำเป็นต่อการพัฒนาแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ อย่างเช่น Emulator ซึ่งทำให้ผู้ใช้สามารถสร้างแอปพลิเคชันและนำมาทดลองใช้บน Emulator ก่อน โดยมีสภาวะแวดล้อมเหมือนมือถือที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์จริงๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 Emulator

Emulator คือ โปรแกรมจำลองเครื่องจักรเสมือน เป็นโปรแกรมที่จะจำลองการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ บน PC Computer เช่น Emulator ที่ใช้จำลองเครื่องเล่นเกมอย่าง Play station ให้เล่นได้บน PC computer หรือ Emulator ที่ใช้จำลองการทำงานของมือถือบน PC computer [9]

2.6 Firebase

Firebase คือ Platform ที่รวบรวมเครื่องมือต่างๆ สำหรับการจัดการในส่วนของ Backend หรือ Server side ซึ่งทำให้สามารถพัฒนาแอปพลิเคชันได้อย่างมีประสิทธิภาพ และช่วยลดระยะเวลาในการทำงานให้สะดวกรวดเร็วมากยิ่งขึ้น รวมทั้งประหยัดค่าใช้จ่ายในการทำ Server side หรือการวิเคราะห์ข้อมูล โดยมีทั้งบริการที่ให้ใช้งานฟรี และบริการที่มีค่าใช้จ่าย Firebase มีบริการสำหรับการใช้งานมากมาย ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่

1. ส่วนสนับสนุนการเขียนแอปพลิเคชัน

- Database คือ บริการที่มีลักษณะเป็น NoSQL และจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบของ JSON ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 2 บริการคือ 1) Firebase Realtime Database บริการที่มีการซิงค์ข้อมูลแบบเรียลไทม์กับทุกๆ อุปกรณ์ที่มีการเชื่อมต่อแบบอัตโนมัติ และรองรับการทำงานเมื่อ Offline รวมทั้งมี Security Rules ซึ่งนักพัฒนาระบบแอปพลิเคชันสามารถออกแบบเงื่อนไขการเข้าถึงข้อมูลของผู้ใช้งานได้ และ 2) Cloud Firestore เป็นการนำเอาข้อดีของบริการ Realtime Database มาพัฒนาเพื่อให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และใช้ในการจัดเก็บข้อมูลต่างๆ เช่น ข้อมูลของผู้ใช้งานแอปพลิเคชัน
- ML Kit คือ SDK สำหรับ Machine Learning บนระบบปฏิบัติการ Android และ iOS ซึ่งประกอบไปด้วยสองส่วนหลักๆ คือ Base APIs และ Custom model ซึ่ง ML Kit นั้นสามารถใช้งานได้ทั้งแบบ Offline และ Online โดยแบบ Offline นั้นสามารถใช้ได้ฟรี แต่ยังคงมีขีดจำกัดความสามารถในการใช้บริการอยู่ ดังนั้นนักพัฒนาควรศึกษาข้อจำกัดต่างๆ ให้ดีเสียก่อนการตัดสินใจใช้บริการ
- Cloud Functions for Firebase บริการที่ทำงานอยู่ทางด้านฝั่ง Server เพื่อตอบรับการ trigger จากบริการต่างๆ ใน Firebase โดยฟังก์ชันที่เขียนขึ้นมาทั้งหมดจะถูกจัดเก็บไว้ที่ Google Cloud ซึ่งจะดูแลในเรื่องความปลอดภัย ความเสถียร และการปรับแต่งขนาด (scalable)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Cloud Storage คือ บริการสำหรับผู้ใช้งานที่ต้องการอัพโหลด หรือดาวน์โหลดไฟล์ข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ และปลอดภัย พร้อมทั้งรองรับบริการการขยายขนาดไฟล์ข้อมูลอัตโนมัติระดับ petabyte ซึ่งผู้ใช้งานสามารถอัพโหลด รูปภาพ, ไฟล์เสียง, วิดีโอ และไฟล์อื่นๆ ได้ เป็นบริการที่รองรับทั้งระบบปฏิบัติการ Android, iOS และ Web

- Authentication คือ บริการที่จัดการเกี่ยวกับข้อมูลของผู้ใช้งานที่จะนำมาใช้ในการเชื่อมต่อแอปพลิเคชัน ซึ่งครอบคลุมทั้ง email-password, phone รวมถึง facebook, twitter, github สำหรับการเชื่อมต่อเข้าใช้งานแอปพลิเคชัน

- Hosting คือ hosting สำหรับ single-page web app, landing page website ซึ่งจัดการเกี่ยวกับการนำมาปรับใช้บนแอปพลิเคชัน และในส่วนของ Custom Domain จะเป็นบริการที่มีค่าใช้จ่าย และผู้ใช้งานต้องมีการติดตั้ง SSL ด้วย

2. การเพิ่มประสิทธิภาพให้กับแอปพลิเคชัน

- Crashlytics คือ บริการที่จัดการเกี่ยวกับปัญหาต่างๆ และสามารถตรวจจับ Crash ได้ว่าเกิดขึ้นที่การทำงานส่วนใดบนแอปพลิเคชัน

- Performance Monitoring คือ บริการสำหรับนักพัฒนาระบบแอปพลิเคชัน ในกรณีที่นักพัฒนาต้องการทราบถึง Performance ของโค้ดโปรแกรมคำสั่ง และเครือข่ายที่ใช้ในการทำงาน

- Test Lab คือ บริการทดสอบแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์จริง

3. การขยายเครือข่ายการใช้งาน

- In App Messaging คือ บริการสำหรับนักพัฒนาระบบแอปพลิเคชัน เพื่อทำการออกแบบและพัฒนาการส่งข้อความป็อปอัพ (pop-up) ในแอปพลิเคชัน นักพัฒนาสามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบข้อความ สี และภาพได้ตามต้องการ

- Google Analytics คือ บริการเกี่ยวกับการวิเคราะห์ข้อมูล โดยผู้ใช้งานสามารถเลือกใช้เทคโนโลยีที่มาจาก Google Analytics ได้ฟรี และไม่จำกัดปริมาณข้อมูลใดๆ

- Predictions คือ บริการที่ช่วยให้นักพัฒนาระบบแอปพลิเคชันสามารถกำหนดและทำนายกลุ่มผู้ใช้งานได้ โดยอ้างอิงข้อมูลจากพฤติกรรมการใช้งานแอปพลิเคชันของผู้ใช้งาน และนำมาสร้างเป็น Machine Learning Model โดยมีเบื้องหลังเป็น Google Machine Learning ซึ่งจะช่วยให้สามารถทำนายพฤติกรรมของผู้ใช้งาน และตัดสินใจได้อย่างมีประสิทธิภาพ

- A/B Testing คือ บริการที่ทำให้สามารถแบ่งกลุ่มผู้ใช้ได้ เพื่อทำการทดสอบฟีเจอร์ (feature) ใดฟีเจอร์หนึ่งก่อนที่จะปล่อยฟีเจอร์นั้นออกไปให้ผู้ใช้ทั้งหมดได้ใช้งาน กลุ่มแรกให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดสอบรูปแบบ A กลุ่มที่สองให้ทดสอบรูปแบบ B หรือบางครั้งอาจมีการทดสอบมากกว่า 2 รูปแบบก็ได้ จากนั้นทำการเปรียบเทียบดูว่ารูปแบบไหนได้ผลลัพธ์ตามที่คาดหวังไว้มากกว่ากัน

- Remote Config บริการเกี่ยวกับการจัดการรูปแบบของแอปพลิเคชัน เช่น ถ้าหากผู้ใช้งานต้องการเปลี่ยนภาพพื้นหลังบนหน้าจอแอปพลิเคชัน ก็สามารถเปลี่ยนได้ที่ Remote Config นี้ โดยไม่ต้องไปแก้ไขที่โค้ดโปรแกรมคำสั่งของแอปพลิเคชัน
- Cloud Messaging บริการที่จะทำให้แอปพลิเคชันสามารถรับ Notification ได้โดยส่ง Message ไปหาได้ทุก Platform ทั้ง iOS และ Android รวมไปถึง Web ด้วย [10]

2.7 การเข้ารหัสวิดีโอ

รูปแบบการเข้ารหัสวิดีโอ หรือเรียกว่ารูปแบบการบีบอัดวิดีโอ เป็นรูปแบบการแสดงเนื้อหาสำหรับการจัดเก็บ หรือการส่งเนื้อหาวิดีโอดิจิทัล ตัวอย่างรูปแบบการเข้ารหัสวิดีโอ ได้แก่ MPEG-2 Part 2, MPEG-4 Part 2, H.264 (MPEG-4 Part 10), HEVC, Theora, RealVideo RV40, VP9 และ AV1 ซอฟต์แวร์ หรือฮาร์ดแวร์ที่มีความสามารถในการบีบอัดวิดีโอจากรูปแบบการเข้ารหัสวิดีโอเฉพาะ เรียกว่าตัวแปลงสัญญาณวิดีโอ ตัวอย่างของตัวแปลงสัญญาณวิดีโอคือ Xvid ซึ่งเป็นหนึ่งในตัวแปลงสัญญาณที่แตกต่างกัน ซึ่งใช้เข้ารหัสและถอดรหัสวิดีโอในรูปแบบการเข้ารหัสวิดีโอ MPEG-4 Part 2 ในซอฟต์แวร์

เนื้อหาวิดีโอที่เข้ารหัสโดยใช้รูปแบบการเข้ารหัสวิดีโอโดยเฉพาะมักมาพร้อมกับรูปแบบการเข้ารหัสเสียง ภายในรูปแบบคอนเทนเนอร์มัลติมีเดีย เช่น AVI, MP4, FLV, RealMedia หรือ Matroska ดังนั้นผู้ใช้ปกติจึงไม่มีไฟล์ H.264 แต่จะมีไฟล์วิดีโอ .mp4 ซึ่งเป็นคอนเทนเนอร์ MP4 ที่มีวิดีโอที่เข้ารหัสด้วย H.264 ซึ่งปกติจะใช้กับเสียงที่เข้ารหัส AAC รูปแบบคอนเทนเนอร์มัลติมีเดียสามารถมีรูปแบบการเข้ารหัสวิดีโอได้หลายรูปแบบ ตัวอย่างเช่น รูปแบบคอนเทนเนอร์ MP4 อาจประกอบด้วยวิดีโอในรูปแบบ MPEG-2 Part 2 หรือรูปแบบการเข้ารหัสวิดีโอ H.264 และอื่นๆ อีกตัวอย่างหนึ่งคือ ข้อกำหนดเบื้องต้นสำหรับชนิดไฟล์ WebM ซึ่งระบุรูปแบบคอนเทนเนอร์ (Matroska) แต่ยังรวมถึงรูปแบบการบีบอัดวิดีโอ (VP8) และเสียง (Vorbis) ที่ใช้ในคอนเทนเนอร์ Matroska ถึงแม้ว่ารูปแบบ Matroska container จะมีอยู่ แต่ยังมีความสามารถในการใส่รูปแบบการเข้ารหัสวิดีโออื่นๆ [11]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบของไฟล์วิดีโอ

1. MPEG (Motion Picture Experts Group)

เป็นไฟล์มาตรฐานในการบีบอัดไฟล์วิดีโอ ซึ่งเป็นรูปแบบของวิดีโอที่มีคุณภาพสูงและนิยมนำมาใช้กับงานวิดีโอหลายประเภท ไฟล์ MPEG ยังสามารถแบ่งออกตามคุณสมบัติต่างๆ ได้ดังนี้

- MPEG-1 เป็นรูปแบบไฟล์ที่เข้ารหัสด้วยการบีบอัดไฟล์ให้มีขนาดเล็ก เพื่อสร้างไฟล์วิดีโอในรูปแบบ VCD ซึ่งจะมีขนาดสูงสุดอยู่ที่ 352X288 และมีการบีบอัดที่สูง มีค่าบิตเรทอยู่ที่ 1.5 Mb/s 2 ช่องสัญญาณเสียง
- MPEG-2 เป็นรูปแบบการเข้ารหัสไฟล์ที่สร้างมาเพื่อภาพยนตร์โดยเฉพาะ โดยจะสร้างเป็น SVCD หรือ DVD ซึ่งจะมีขนาดสูงสุดอยู่ที่ 1920X1080 ซึ่งอัตราการบีบอัดจะน้อยกว่ารูปแบบ MPEG-1 ไฟล์ที่ได้จึงมีขนาดใหญ่กว่าและมีคุณภาพที่ดีกว่า ซึ่งรูปแบบ MPEG-2 สามารถที่จะบีบอัดข้อมูลตามที่ต้องการเองได้
- MPEG-4 เป็นรูปแบบการเข้ารหัสไฟล์ที่ดีกว่า MPEG-1 และ MPEG-2 เป็นไฟล์วิดีโอบีบอัดที่มีคุณภาพสูง ซึ่งมีขนาดสูงสุดอยู่ที่ 720x576 รองรับสื่อวิดีโอดิจิทัลในปัจจุบัน เช่น Mobile Phone, PSP, PDA และ iPod

2. AVI (Audio Video Interleaved)

เป็นรูปแบบของไฟล์มัลติมีเดียบน Windows สำหรับเสียงและภาพเคลื่อนไหวที่ใช้คุณสมบัติของ RIFF (Resource Interchange File Format) ของ Windows เป็นไฟล์วิดีโอที่มีความละเอียดสูง เหมาะสมกับการนำมาใช้ในงานตัดต่อวิดีโอ แต่ไม่นิยมนำมาใช้ในสื่อดิจิทัลอื่นๆ เพราะไฟล์มีขนาดใหญ่มาก

3. DAT

เป็นระบบของไฟล์ภาพยนตร์ หรือไฟล์คาราโอเกะจากแผ่น VCD ที่อยู่ในรูปแบบไฟล์ MPEG-1 สามารถเปิดเล่นด้วยโปรแกรมดูหนัง เช่น Power DVD หรือโปรแกรม Windows Media Player มีการเข้ารหัสบีบอัดไฟล์คล้ายกับไฟล์ MPEG สามารถเล่นได้บนเครื่องเล่น VCD หรือ DVD ทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. WMV (Windows Media Video)

เป็นไฟล์วิดีโอของบริษัทไมโครซอฟต์ สร้างขึ้นมาจากโปรแกรม Windows Movie Maker เป็นไฟล์ที่ได้รับความนิยมในปัจจุบันจากสื่ออินเทอร์เน็ต มีจุดประสงค์ที่สร้างขึ้นมาเพื่อการชมวิดีโอแบบ Movie on Demand ด้วยคุณภาพที่ดีและมีขนาดไฟล์ที่เล็ก สามารถที่จะ Upload ขึ้นเว็บไซต์ได้ง่ายและสะดวกรวดเร็ว

5. MOV (QuickTime Movie)

เป็นไฟล์ของโปรแกรม QuickTime จากบริษัท Apple ซึ่งมีความนิยมสูงในเครื่องตระกูล Macintosh สามารถใช้ได้กับเครื่องที่ใช้ระบบ Windows แต่จำเป็นต้องติดตั้งโปรแกรม QuickTime ก่อน

6 VOB (Voice of Barbados)

ไฟล์ที่มีการเข้ารหัส หรือการบีบอัดข้อมูลคุณภาพสูงทั้งระบบภาพและเสียง สามารถเล่นได้จากเครื่องเล่น DVD หรือไดรฟ์ DVD ในเครื่องคอมพิวเตอร์

7. DV (Digital Video)

ไฟล์เป็นประเภท AVI เช่นเดียวกันแต่แตกต่างกันที่มีการกำหนดขนาดความละเอียดของภาพที่ต่างกัน และอัตราการส่งข้อมูลต่างกัน ไฟล์ประเภทนี้เหมาะสำหรับใช้เป็นไฟล์ต้นฉบับในการนำไปแปลงเป็น VCD/DVD ที่รู้จักกันเป็นอย่างดี ไฟล์ประเภทนี้มักถ่ายมาจากกล้องดิจิทัลที่บันทึกลงในเทป DV, MiniDV

8. RM (Streaming RealVideo)

พัฒนาโดยบริษัท Real Network เป็นไฟล์วิดีโออีกรูปแบบหนึ่งที่นิยมใช้สำหรับการเผยแพร่ทางอินเตอร์เน็ต ในรูปแบบ “Streaming” ซึ่งมีความคมชัดของภาพและเสียงค่อนข้างต่ำ แต่เหมาะสำหรับการเผยแพร่ทางอินเตอร์เน็ต ปัจจุบันไฟล์ FLV เป็นอีกหนึ่งที่นิยมใช้เผยแพร่ทางอินเตอร์เน็ต

9. DixV

ไฟล์วีดีโดรูปแบบใหม่ที่นิยมใช้งานกันมาก เนื่องจากมีคุณภาพสูงในขณะที่ไฟล์มีขนาดเล็กลง เรียกว่าคุณภาพระดับ DVD เป็นไฟล์ประเภทเดียวกับ MPEG-4

10. XviD

ไฟล์วิดีโอมีความใกล้เคียงกับ DixV แต่เป็นไฟล์ประเภท Open Source [12]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 การประมวลผลภาพแบบดิจิทัล (Digital Image Processing)

การประมวลผลภาพแบบดิจิทัลเป็นการประยุกต์ใช้งานการประมวลผลสัญญาณดิจิทัล 2 มิติ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ต้องการ เช่น การเพิ่มความคมชัดของภาพ การกำจัดสัญญาณรบกวนออกจากภาพ รวมไปถึงการหาวัตถุที่สนใจในภาพ เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบของข้อมูลที่สำคัญภายในภาพ เพื่อใช้ประโยชน์ในงานด้านต่างๆ

2.8.1 การปรับคุณภาพของภาพก่อนทำการประมวลผล (Pre-processing)

การปรับคุณภาพของภาพก่อนทำการประมวลผลเป็นขั้นตอนเริ่มแรกของการประมวลผลภาพ เพื่อให้ได้ภาพที่มีคุณภาพและขนาดของภาพที่เหมาะสมสำหรับการประมวลผลในขั้นตอนถัดไป

2.8.1.1 การนอร์มัลไลซ์ (Normalization) ด้วย largest-norm

การนอร์มัลไลซ์ คือ กระบวนการแปลงข้อมูลจากรูปแบบที่มีความซ้ำซ้อนให้อยู่ในรูปแบบที่ใช้งานได้ง่าย โดยที่ภาพที่รับเข้ามาจะอยู่ในระบบสี RGB ซึ่งประกอบไปด้วยเลเยอร์สีแดง (R), เลเยอร์สีเขียว (G) และเลเยอร์สีฟ้า (B) เพื่อลดปริมาณของข้อมูลภาพให้เหลือเพียงเลเยอร์เดียว วิธี largest-norm จะแปลงรูปภาพหลายเลเยอร์ให้เป็นเลเยอร์เดียวด้วยการใช้ค่าที่มากที่สุดที่ตำแหน่งพิกเซลเดียวกันของแต่ละเลเยอร์ของภาพ

2.8.1.2 การปรับความสว่างของภาพด้วย gamma correction

การปรับความสว่างของภาพด้วย gamma correction หรือ power-law เป็นการปรับความสว่างของภาพแบบไม่เป็นเชิงเส้น โดยข้อมูลรูปภาพอินพุต V_{in} อยู่ในรูปทศนิยมที่อยู่ในช่วง 0 ถึง 1 ยกกำลังด้วย γ และคูณด้วยค่าคงที่ A สามารถหาข้อมูลรูปภาพเอาต์พุตได้จากสมการที่ (2.3)

$$V_{out} = AV_{in}^{\gamma} \tag{2.3}$$

2.8.2 การแยกคุณลักษณะของภาพ (Feature Extraction)

การแยกคุณลักษณะของภาพเป็นการวิเคราะห์คุณลักษณะของตัวแทนข้อมูลที่ใช้แสดงถึงภาพนั้นๆ โดยทั่วไปที่นิยมใช้คือ คุณสมบัติของสี (color) ลักษณะพื้นผิว (texture) รูปร่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(shape) และคุณลักษณะที่ได้จากการกระจายตัวของเส้นขอบ (histograms of oriented gradient) [13]

2.8.2.1 คุณลักษณะเกี่ยวกับสี (Color-based features)

วิธีนี้เป็นคุณลักษณะที่มนุษย์สามารถมองเห็นได้ชัดเจนที่สุด แบบจำลองสี คือ โครงสร้างที่กำหนดขึ้นเพื่อจัดระบบสีให้เป็นระเบียบ เพื่อช่วยให้จำแนก และควบคุมการเปลี่ยนแปลงสีให้ง่ายขึ้น โดยแบบจำลองสีที่นิยมใช้ ได้แก่ แบบจำลองสี RGB ซึ่งเป็นรูปแบบสำหรับใช้ในงานแสดงผลทางหน้าจอแสดงผล (Monitor) ของกล้องถ่ายภาพ แบบจำลองสี HSV เป็นแบบจำลองสีที่สามารถแยกองค์ประกอบสีออกจากค่าความเข้มแสง จึงใกล้เคียงกับการรับรู้และแปลความหมายสีของมนุษย์มากที่สุด

2.8.2.2 คุณลักษณะเกี่ยวกับพื้นผิว (Texture-based features)

ลักษณะเด่นของการเป็นพื้นผิว คือ การมีรูปแบบที่ซ้ำกันในบริเวณหนึ่งๆ อย่างไรก็ตามแม้ว่าพื้นผิวนั้นจะเป็นพื้นผิวสี แต่ในการวิเคราะห์พื้นผิวจะเน้นการทำกับพื้นผิวที่เป็นระดับสีเทา Tamura และคณะผู้จัดทำ [14] ได้ค้นพบความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้ทางการมองเห็นของมนุษย์ และการคำนวณหาความแตกต่างระหว่างพื้นผิว 6 คุณลักษณะ ได้แก่ ความหยาบ (coarseness) ความตรงกันข้าม (contrast) ทิศทาง (directionality) ความเหมือนกันของเส้น (line-likeness) ความสม่ำเสมอ (regularity) และความขรุขระ (roughness)

2.8.2.3 คุณลักษณะเกี่ยวกับรูปร่าง (Shape–based features)

วิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์รูปร่างของวัตถุที่ปรากฏในภาพนั้น มีการใช้อยู่ 2 วิธี [15] วิธีแรกคือ แบบขอบเขต (boundary-based) และวิธีที่สองคือ แบบบริเวณ (region-based) ซึ่งทั้งสองวิธีนี้จะใช้หลักการเข้ารหัสภาพ (image coding scheme) เพื่อแทนเนื้อหาของภาพ

2.8.2.4 คุณลักษณะการกระจายตัวของเส้นขอบ (Histograms of Oriented Gradient: HOG)

การกระจายตัวของเส้นขอบ เป็นวิธีการดึงคุณลักษณะของวัตถุซึ่งสามารถดึงรูปร่างภายในภาพโดยใช้การกระจายตัวของความเข้มเกรเดียนท์ หรือทิศทางของเส้นขอบ การดึงคุณลักษณะของ HOG จะทำได้โดยการแบ่งภาพออกเป็นส่วนย่อยขนาดเล็ก หรือเรียกว่าเซลล์ (cells) โดยแต่ละเซลล์จะรวบรวมฮิสโทแกรมของทิศทางเกรเดียนท์ หรือทิศทางของขอบภาพในเซลล์ เพื่อให้มีประสิทธิภาพของความถูกต้องเพิ่มมากขึ้น สามารถนำฮิสโทแกรมมาทำการนอร์มัลไลซ์ด้วยการคำนวณตัวชี้วัดของค่าความเข้มทั่วทั้งพื้นที่ขนาดของภาพ หรือเรียกว่าบล็อก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(block) ผลจากการทำนอร์มัลไลซ์จะทำให้ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของแสงสว่างและเงาน้อยลง และสามารถหาคุณลักษณะเฉพาะของวัตถุได้ดีมากขึ้น โดยขั้นตอนของ HOG มีดังนี้ [16]

1. คำนวณหาขอบภาพจากสมการอนุพันธ์อันดับที่หนึ่ง โดยที่ f(m, n) เป็นภาพต้นฉบับ และ (m,n) เป็นดัชนีของตำแหน่งพิกเซลในภาพ หาขอบภาพแนวตั้ง $g_y(m,n)$ โดยใช้สมการที่ (2.4) และขอบภาพแนวนอน $g_x(m,n)$ โดยใช้สมการที่ (2.5) หาขนาดของขอบภาพในแต่ละพิกเซล โดยใช้สมการที่ (2.6) และมุมของแต่ละพิกเซลโดยใช้สมการที่ (2.7)

$$g_Y(m,n) = f(m+1,n) + f(m-1,n) \tag{2.4}$$

$$g_X(m,n) = f(m,n+1) + f(m,n-1) \tag{2.5}$$

$$g(m,n) = \sqrt{g_X^2(m,n) + g_Y^2(m,n)} \tag{2.6}$$

$$\theta(m.n) = \tan^{-1}\frac{g_Y(m,n)}{g_X(m,n)} \tag{2.7}$$

2. กำหนดขนาดของเซลล์ และแบ่งช่วงมุมของรูปภาพเป็นหลายๆ bin แต่ละ bin จะเก็บค่าทิศทางของมุม ซึ่งแต่ละพิกเซลภายใน bin จะเป็นสัมประสิทธิ์ของมุมนั้นๆ มีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 1 ทำการถ่วงน้ำหนักด้วยการคูณขนาดของขอบภาพไปยังแต่ละ bin และทำการรวมข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบของเซลล์

3. กำหนดขนาดของบล็อก และนอร์มัลไลซ์บล็อก (block normalization) f เป็นค่าหลังจากการทำนอร์มัลไลซ์ด้วย L2-hys สามารถคำนวณได้จากสมการที่ (2.8) [17]

$$f = \frac{v}{\sqrt{\|v\|_2^2 + e^2}} \tag{2.8}$$

เมื่อ v เป็นค่าก่อนการทำนอร์มัลไลซ์ $\|v\|_2$ คือ 2-norm และ e เป็นค่าคงที่สำหรับป้องกันข้อผิดพลาดจากการหารด้วยศูนย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.3 การจำแนกประเภทของข้อมูล (Classification)

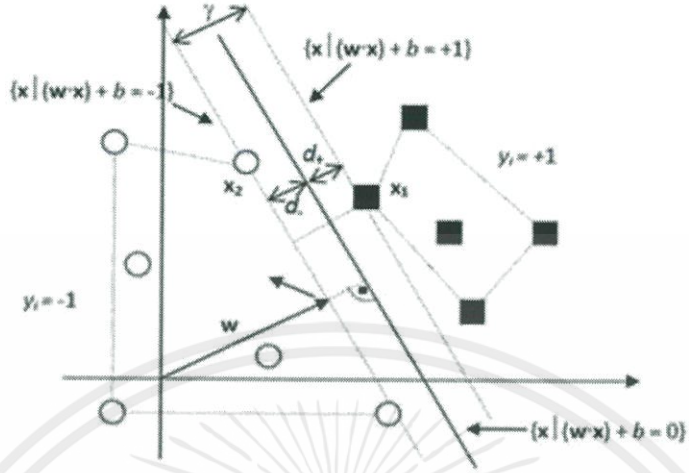
การจำแนกประเภทของข้อมูลเป็นการวิเคราะห์อัตโนมัติหลังจากการแยกลักษณะเฉพาะของภาพออกมาแล้ว จะนำข้อมูลเหล่านั้นมาเป็นข้อมูลในการจำแนก เพื่อให้ระบบทำนายว่าภาพนั้นควรจัดอยู่ในประเภทใด ตัวจำแนกข้อมูลมีหลายรูปแบบ เช่น การจำแนกแบบต้นไม้ตัดสินใจ (Decision tree) การจำแนกแบบเครือข่ายใยประสาท (Neural network) การจำแนกแบบเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด k ตัว (k-Nearest neighbors) และการจำแนกโดยใช้ซัพพอร์ทเวคเตอร์แมชชีน (Support vector machine) เป็นต้น การสร้างแบบจำลองการจำแนกประเภทข้อมูลจะพยายามให้เกิดความผิดพลาดในการจำแนกน้อยที่สุดผ่านข้อมูลเรียนรู้ (Training data) เมื่อนำแบบจำลองจากการเรียนรู้นี้ไปใช้ในการจำแนกประเภทข้อมูลที่ไม่เคยเห็นมาก่อน แบบจำลองจะจำแนกข้อมูลได้ไม่ดีเท่ากับการใช้ข้อมูลเรียนรู้ จึงต้องมีการใช้ข้อมูลอีกชุดหนึ่งเพื่อใช้ในการตรวจสอบ เรียกข้อมูลชุดนี้ว่า ข้อมูลทดสอบ (Testing data)

2.8.3.1 การจำแนกโดยใช้ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน

ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน หรือ SVM เป็นวิธีการที่ใช้ในการจำแนกค่าคุณลักษณะของชุดข้อมูลออกจากกันโดยการสร้างเส้นแบ่ง (hyperplane) โดยมีวิธีการแบ่งอยู่ 2 วิธี วิธีแรกคือ แบ่งแบบเส้นตรง และวิธีที่สองคือ แบบไม่เป็นเส้นตรง

1. การแบ่งแบบเส้นตรง เป็นการจำแนกข้อมูลด้วย hyperplane ที่เป็นเส้นตรง ให้มีระยะห่างระหว่างสองจุดข้อมูลที่มากที่สุดสองด้าน (Margin) คือ d+ และ d- แสดงดังรูปที่ 2.10 ข้อมูลที่อยู่บนขอบของระยะห่างมากที่สุดนี้เรียกว่า support vector สำหรับข้อมูลที่มาจาก 2 คลาส {1, -1} สามารถคำนวณหาผลลัพธ์จากจำแนกข้อมูลได้จากเงื่อนไขของสมการที่ (2.9) และ (2.10) โดยที่ $\mathbf{w}$ คือ เวกเตอร์ที่ตั้งฉากกับ hyperplane และ b คือ ค่าคงที่ซึ่งกำหนดตำแหน่งของเวกเตอร์ [18] โดยที่ hyperplane ดังกล่าวจะถูกกำหนดโดยพารามิเตอร์ $\mathbf{w}$ และ b ซึ่ง hyperplane ที่เหมาะสมที่สุดคือ hyperplane ที่ให้ค่า margin มากที่สุด โดยพิจารณาจากค่า d ซึ่งคำนวณได้จากสมการที่ (2.11) [19]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 แบบจำลอง SVM แบบเชิงเส้นที่แบ่งข้อมูลเป็น 2 กลุ่ม [18]

$$\mathbf{w}^{\mathrm{T}}\mathbf{x}+\mathrm{b}\geq+1\ ;\mathrm{y}=+1 \tag{2.9}$$

$$\mathbf{w}^{\mathrm{T}}\mathbf{x}+\mathrm{b}\leq\text{-}1\ ;\mathrm{y}=\text{-}1 \tag{2.10}$$

$$\mathrm{d}=\frac{1}{\|\mathbf{w}\|} \tag{2.11}$$

เพื่อให้ได้ระยะห่าง d ที่มากที่สุดภายใต้เงื่อนไขการแบ่งกลุ่มข้อมูลจากสมการที่ (2.9) และ (2.10) สามารถคำนวณจากสมการ optimization ดังสมการที่ (2.12) โดยที่ ξ คือ การยอมให้เกิดการทำนายผิดพลาด

$$\underset{\mathbf{w},b,\xi}{Minimize}\ \frac{1}{2}\|\mathbf{w}\|^2+C\sum_{i=1}^{\mathrm{N}}\xi_i \tag{2.12}$$

จากสมการจะเห็นได้ว่าค่าเมื่อ C เพิ่มมากขึ้นความผิดพลาดในการแบ่งข้อมูลจะน้อยลง ในทางตรงกันข้ามค่าเมื่อ C น้อยลงความผิดพลาดในการแบ่งข้อมูลจะมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การแบ่งแบบไม่เป็นเส้นตรง เพื่อให้สามารถแบ่งกลุ่มข้อมูลที่มีลักษณะไม่เป็นเชิงเส้น จะทำการแปลงกลุ่มข้อมูลไปสู่ปริภูมิที่สูงขึ้น ซึ่งถูกเรียกว่า feature space โดยกระทำผ่านฟังก์ชันเคอร์นัล (kernel function) โดยทั่วไปนิยมใช้ radial basis function kernel (RBF) ในการคำนวณค่า hyperplane ที่ไม่เป็นเชิงเส้น ดังสมการที่ (2.13) โดยที่ $K(\mathbf{x}_i, \mathbf{x}_j)$ คือ kernel function และ γ คือ kernel parameter ซึ่ง RBF kernel จะมีพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่าอยู่ 2 พารามิเตอร์ คือ C และ γ เป้าหมายของการแบ่งกลุ่มคือ หาค่า C และ γ ที่สามารถทำนายการจำแนกกลุ่มข้อมูลได้ดีที่สุด

$$K(\mathbf{x}_i, \mathbf{x}_j) = \exp(-\gamma \left\| \mathbf{x}_i - \mathbf{x}_j \right\|^2); \gamma > 0 \tag{2.13}$$

2.8.4 การหาตำแหน่งของเทมเพลตในรูปภาพใหญ่ (Template matching)

การตรวจสอบชนิดของวัตถุที่เราทราบในภาพ $T(x', y')$ ในภาพแม่แบบ $I(x, y)$ ซึ่งรูปวัตถุที่เราทราบในภาพจะเก็บค่าและกำหนดคุณลักษณะที่สำคัญต่างๆ เพื่อแยกความแตกต่างของแต่ละจุดของภาพได้โดยนำตำแหน่งที่เป็นไปได้ทั้งหมดของภาพแม่แบบมาเทียบกับภาพที่ต้องการค้นหาโดยทำการคำนวณดัชนีตัวเลขที่บ่งชี้ตำแหน่งที่ตรงกับภาพแม่แบบ สามารถคำนวณดัชนีเลขบ่งชี้ตำแหน่งได้ 6 วิธี ดังนี้

1. Sum of squared differences

$$R(x, y) = \sum_{x', y', z} (T(x', y', z) - I(x + x', y + y', z))^2 \tag{2.14}$$

2. Normalized sum of squared differences

$$R(x, y) = \frac{\sum_{x', y', z} (T(x', y', z) - I(x + x', y + y', z))^2}{\sqrt{\sum_{x', y', z} T(x', y', z)^2 \cdot \sum_{x', y', z} I(x + x', y + y', z)^2}} \tag{2.15}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. Cross correlation

$$R(x,y) = \sum_{x',y',z} (T(x',y',z) \cdot I(x+x',y+y',z)) \quad (2.16)$$

4. Normalized cross correlation

$$R(x,y) = \frac{\sum_{x',y',z} (T(x',y',z) \cdot I(x+x',y+y',z))}{\sqrt{\sum_{x',y',z} T(x',y',z)^2 \cdot \sum_{x',y',z} I(x+x',y+y',z)^2}} \quad (2.17)$$

5. Cross correlation coefficients

$$R(x,y) = \sum_{x',y',z} (T'(x',y',z) \cdot I'(x+x',y+y',z)) \quad (2.18)$$

โดยที่ $T'(x',y',z) = T(x',y',z) - 1/(w \cdot h) \cdot \sum_{x'',y'',z} T(x'',y'',z)$ และ

$I'(x+x',y+y',z) = I'(x+x',y+y',z) - 1/(w \times h) \cdot \sum_{x'',y'',z} I(x+x'',y+y'',z)$

6. Normalized cross correlation coefficients

$$R(x,y) = \frac{\sum_{x',y',z} (T'(x',y',z) \cdot I'(x+x',y+y',z))}{\sqrt{\sum_{x',y',z} T'(x',y',z)^2 \cdot \sum_{x',y',z} I'(x+x',y+y',z)^2}} \quad (2.19)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 OneSignal

Push Notification คือ รูปแบบการส่งข้อความแบบ Remote Message ไปที่แอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือ ที่ถูกติดตั้งไว้บนโทรศัพท์มือถือของผู้ใช้งาน ซึ่งข้อความสามารถทำได้หลาย platform ทั้ง iOS, Android หรือ Window Phone รูปแบบการส่งข้อความแบบนี้ เป็นจุดเด่น มีประโยชน์และมีความสำคัญเป็นอย่างมาก

OneSignal คือ บริการ Push Notification ที่สามารถทำงานได้ทั้งบนแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือ และ เว็บบราวเซอร์ หมายความว่า นักพัฒนาแอปพลิเคชันสามารถใช้งาน OneSignal SDK เพื่อส่ง Push Notification ไปยังผู้ใช้งานได้ทั้งในขณะเข้าสู่ระบบผ่านแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือ หรือเข้าสู่ระบบผ่านบราวเซอร์

การใช้งาน OneSignal หรือการ Push Notification ด้วยการเชื่อมต่อ OneSignal กับบัญชี Firebase จะทำให้การส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้งานผ่านแอปพลิเคชันนั้นง่ายและสะดวกมากยิ่งขึ้น และสิ่งสำคัญที่สุดคือ จะรองรับทั้งระบบ Native และ Hybrid รวมถึงแอปพลิเคชันบนหน้าเว็บด้วย

2.10 Node.js

Node.js คือ แพลตฟอร์มฝั่งเซิร์ฟเวอร์ สร้างขึ้นจาก JavaScript Engine ของ Google Chrome (V8 Engine) Node.js ได้รับการพัฒนาโดย Ryan Dahl ในปี 2009 เป็นแบบ open source และเป็นแพลตฟอร์มที่สร้างขึ้นจากรันไทม์ JavaScript ของ Chrome เพื่อให้สามารถสร้างแอปพลิเคชันเครือข่ายที่รวดเร็วและสามารถปรับขนาดได้ โดยใช้ event-driven, non-blocking I/O model ซึ่งทำให้มีน้ำหนักเบาและมีประสิทธิภาพสูง

Node.js สามารถนำไปรันทำงานได้ทุกระบบปฏิบัติการ ตัวอย่างเช่น OS X, Window, Linux และอื่นๆ เขียนด้วยภาษา JavaScript อีกทั้งยังมี Library ที่เป็นส่วนเสริมจำนวนมาก แยกเป็น JavaScript module ต่างๆ สำหรับทำงานเฉพาะในแต่ละเรื่อง สามารถติดตั้งเพิ่มเติมได้ง่ายผ่าน Npm (Node Package Manager) ซึ่งเป็นตัวจัดการ package ของ JavaScript เมื่อนำ runtime environment มาบวกกับ JavaScript Library จะทำให้นักพัฒนาสามารถนำมาประยุกต์สร้างแอปพลิเคชันต่างๆ เช่น ระบบ streaming, online chat, web, web service, IoT และอื่นๆ ได้อีกมากมาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

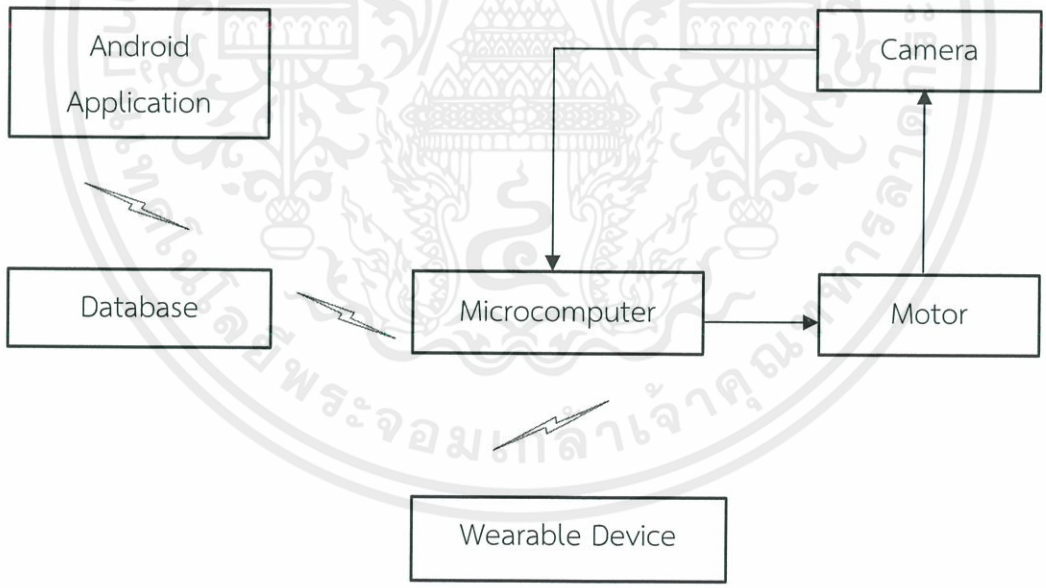
บทที่ 3

การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์

3.1 การออกแบบ

3.1.1 การออกแบบระบบ

ปริญญานิพนธ์นี้ต้องการออกแบบและพัฒนาระบบติดตามอัจฉริยะสำหรับผู้สูงอายุแบบรายบุคคล เพื่อใช้ภายในที่พักอาศัย ระบบประกอบด้วยอุปกรณ์ตรวจวัดอัตราการเต้นของหัวใจแบบพกพาและเซนเซอร์วัดการเคลื่อนไหวเพื่อตรวจจับลักษณะท่าทางของผู้สูงอายุว่ามีความผิดปกติหรือไม่ และกล้องวงจรปิดซึ่งหมุนไปตามตำแหน่งของผู้สูงอายุและบันทึกภาพไปแสดงผลผ่านแอปพลิเคชันระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ หากระบบพบความผิดปกติ ระบบจะทำการแจ้งเตือนไปยังผู้ดูแลผ่านแอปพลิเคชัน เพื่อให้ผู้ดูแลรับทราบและดำเนินการต่อไป โดยแผนภาพของปริญญานิพนธ์แสดงได้ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แผนภาพของระบบที่นำเสนอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

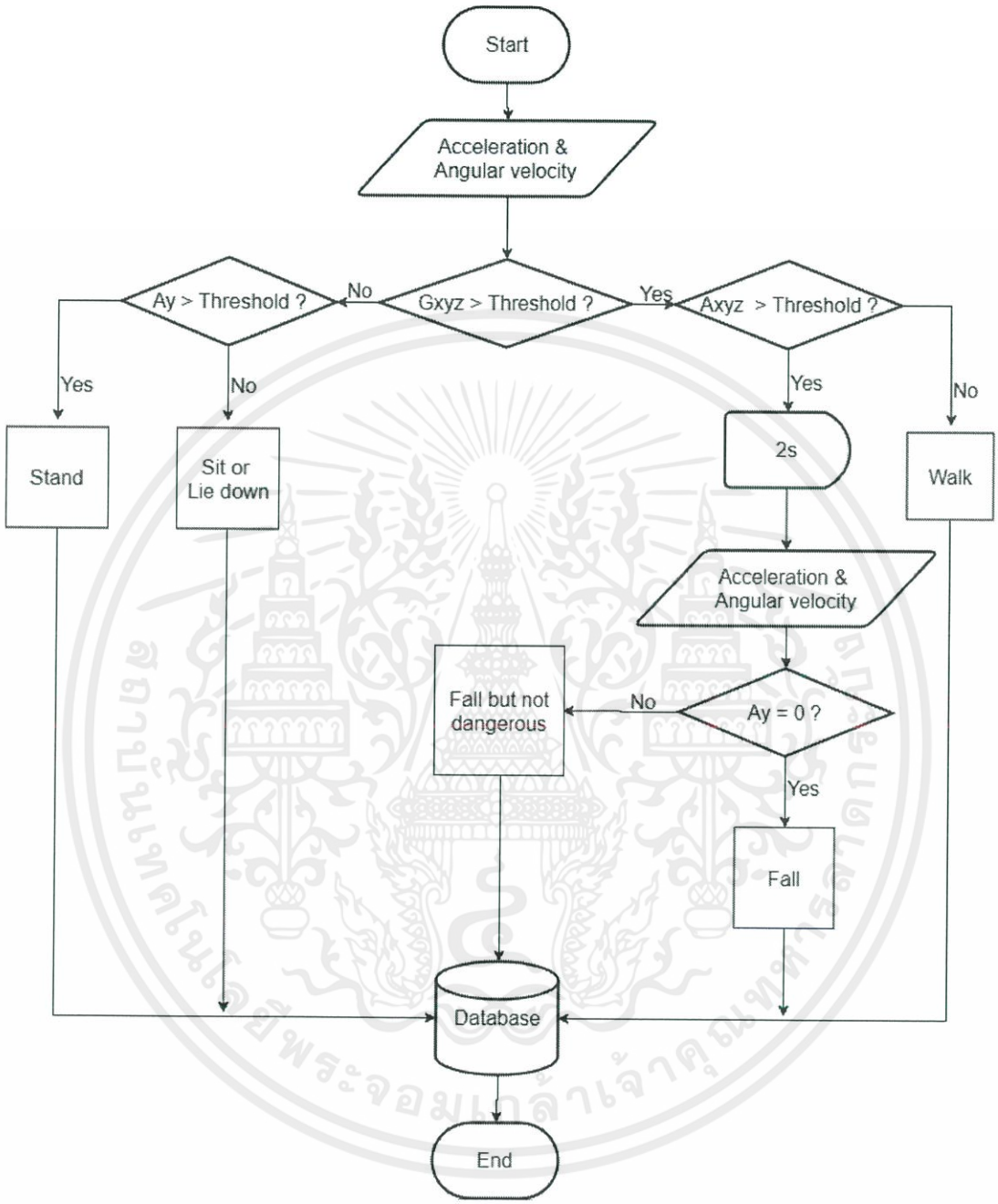
3.1.2 การออกแบบระบบตรวจสอบอิริยาบถ

แผนผังการทำงานของการระบุอิริยาบถ แสดงดังรูปที่ 3.2 เมื่อชุดคำสั่งทำงานจะอ่านค่าจากโมดูล GY-521 ซึ่งติดอยู่บริเวณต้นขาข้างขวาของผู้สูงอายุ แสดงดังรูปที่ 3.3 โดยมีระนาบ XZ ขนานกับพื้น และแกน Y ตั้งฉากกับพื้น การระบุอิริยาบถในเบื้องต้นจะจำแนกอิริยาบถที่มีการเคลื่อนไหวออกจากอิริยาบถที่อยู่นิ่ง โดยพิจารณาจากขนาดของความเร็วเชิงมุม ถ้าขนาดของความเร็วเชิงมุมมีค่ามากกว่าเกณฑ์ที่ผู้จัดทำกำหนดจะตัดสินใจว่ามีการเคลื่อนไหว จากนั้นจะตรวจจับการล้ม โดยพิจารณาจากขนาดของความเร่ง หากขนาดของความเร่งเกินเกณฑ์ที่กำหนดจะตรวจสอบว่าผู้สูงอายุนอนลงกับพื้น หรือลุกขึ้นมาได้ตามระยะเวลาที่กำหนดหรือไม่ ถ้ายังคงนอนอยู่จะถือว่าผู้สูงอายุไม่สามารถลุกขึ้นมาได้ ระบบจะตัดสินใจว่าเกิดการล้ม แต่ถ้าขนาดของความเร่งไม่ถึงเกณฑ์ที่กำหนด จะตรวจสอบว่าความเร็วเชิงมุมที่แกน Z มีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องหรือไม่ ถ้ามีการเคลื่อนไหวอย่างต่อเนื่องจะสามารถระบุได้ว่ากำลังเดินอยู่ หากพิจารณาแล้วว่าไม่มีการเคลื่อนไหว จะตรวจสอบว่าความเร่งในแกน Y มีค่าเข้าใกล้ 0 หรือไม่ ถ้าความเร่งในแกน Y เข้าใกล้ 0 จะตัดสินใจว่าผู้สูงอายุกำลังนั่งหรือนอนอยู่ แต่ถ้าความเร่งในแกน Y มีค่ามากจะสามารถระบุได้ว่าผู้สูงอายุกำลังยืนอยู่ เมื่อตัดสินใจอิริยาบถได้แล้วจะจัดเก็บลงใน Realtime Database

3.1.3 การออกแบบระบบตรวจสอบอัตราการเต้นของหัวใจ

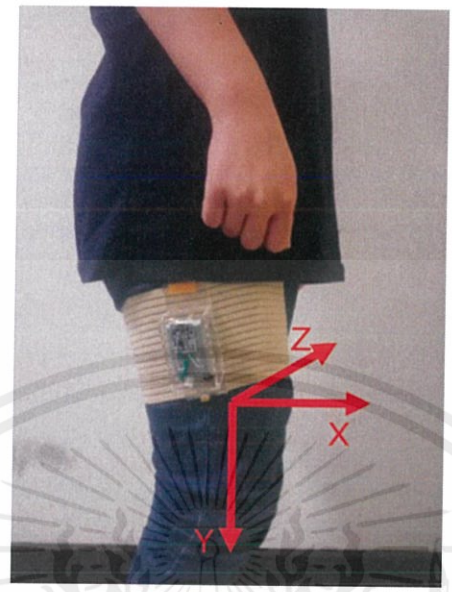
ผังการทำงานของระบบตรวจสอบอัตราการเต้นของหัวใจ แสดงดังรูปที่ 3.4 เมื่อชุดคำสั่งทำงานจะอ่านค่าจากโมดูล MAX30100 ซึ่งติดอยู่บริเวณนิ้วมือของผู้สูงอายุ แสดงดังรูปที่ 3.5 โดยจะวัดอัตราการเต้นของหัวใจของผู้สูงอายุ และส่งค่าไปยัง Realtime Database

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

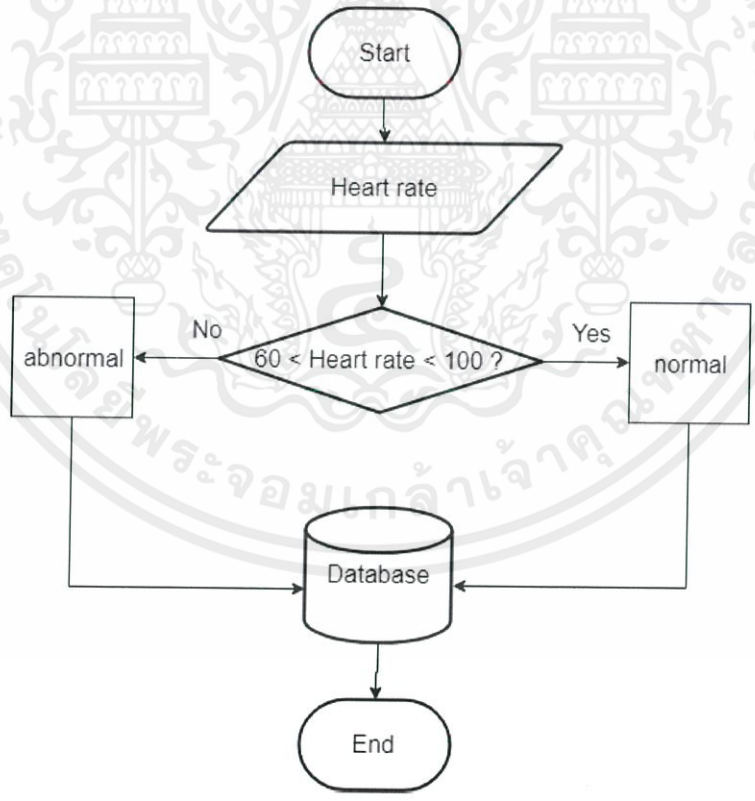


รูปที่ 3.2 แผนผังการระบุอิริยาบถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 การติดตั้งอุปกรณ์สวมใส่บริเวณต้นขาข้างขวา



รูปที่ 3.4 แผนผังการตรวจสอบอัตราการเต้นของหัวใจ

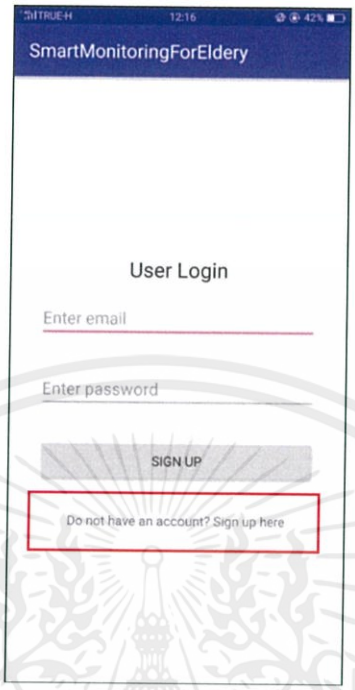
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.5 การติดตั้งอุปกรณ์วัดอัตราการเต้นของหัวใจ

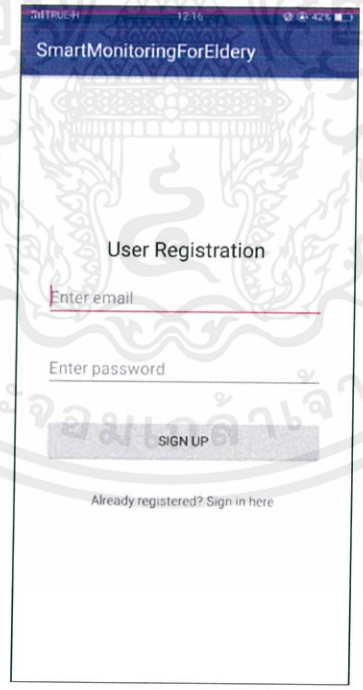
3.1.4 การออกแบบแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

เมื่อเข้าสู่แอปพลิเคชัน ผู้ใช้งานจะพบหน้าต่างหลักคือ หน้าต่างเข้าสู่ระบบสำหรับผู้ใช้งาน แสดงดังรูปที่ 3.6 โดยผู้ใช้งานจะต้องกรอก e-mail และ password ให้ถูกต้องตรงกับข้อมูลที่บันทึกไว้ในฐานข้อมูล สำหรับผู้ใช้งานที่ยังไม่ได้ลงทะเบียนสำหรับเข้าใช้งานแอปพลิเคชัน ผู้ใช้งานจะต้องกดปุ่ม Do not have an account? Sign up here ระบบจะสลับหน้าต่างไปยังหน้าต่างลงทะเบียนข้อมูลของผู้ใช้งาน ซึ่งผู้ใช้งานจะต้องกรอก e-mail และ password เพื่อนำไปใช้ในการเข้าสู่ระบบครั้งต่อไป แสดงดังรูปที่ 3.7 และในกรณีที่ผู้ใช้งานกรอก e-mail หรือ password ไม่ถูกต้องในการเข้าสู่ระบบเพื่อใช้งานแอปพลิเคชัน ระบบจะแสดงข้อความแจ้งเตือนเพื่อให้ผู้ใช้งานกรอกข้อมูลใหม่ให้ถูกต้อง แสดงดังรูปที่ 3.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

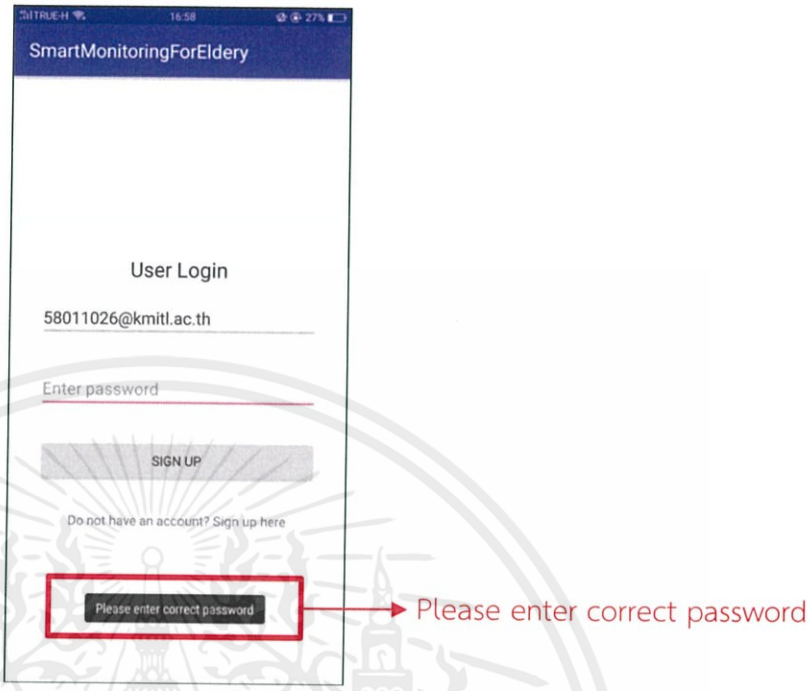


รูปที่ 3.6 หน้าต่างเข้าสู่ระบบสำหรับผู้ใช้งาน



รูปที่ 3.7 หน้าต่างลงทะเบียนผู้ใช้งาน

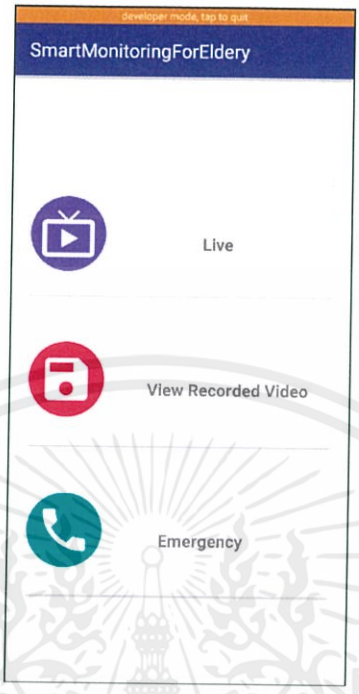
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 ผู้ใช้งานกรอก e-mail หรือ password ไม่ถูกต้อง

เมื่อผู้ใช้งานกรอก e-mail และ password ที่ถูกต้องจะสามารถเข้าสู่ระบบได้สำเร็จ [21] และระบบจะมายังหน้าเมนูแอปพลิเคชัน ซึ่งจะแสดงเมนูต่างๆ ของแอปพลิเคชัน ได้แก่ Live, View Recorded Video และ Emergency แสดงดังรูปที่ 3.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 หน้าต่างเมนูแอปพลิเคชัน

จากหน้าต่างเมนูแอปพลิเคชันในรูปที่ 3.9 เมื่อผู้ใช้งานกดที่เมนู Live ระบบจะเปลี่ยนหน้าต่างไปยังหน้าต่าง Live ซึ่งเป็นหน้าต่างสำหรับดูวิดีโอแบบเรียลไทม์ และแสดงอัตราการเต้นของหัวใจและอิริยาบถของผู้สูงอายุในขณะนั้น แสดงดังรูปที่ 3.10 แต่ถ้าหากกดที่เมนู View Recorded Video หรือหน้าต่างสำหรับเลือกดูวิดีโอย้อนหลังที่ถูกบันทึกไว้ แสดงดังรูปที่ 3.11 (ก) ระบบจะแสดงชื่อไฟล์วิดีโอทั้งหมดที่บันทึกอยู่ในฐานข้อมูล นอกจากนั้นยังสามารถค้นหาเฉพาะไฟล์วิดีโอที่ต้องการดูได้ โดยค้นหาจากชื่อของไฟล์วิดีโอนั้นๆ แสดงดังรูปที่ 3.11 (ข) ใช้ในกรณีที่มีไฟล์วิดีโอหลายๆ ไฟล์จะช่วยให้สะดวกและรวดเร็วยิ่งขึ้น และเมื่อผู้ใช้งานกดเลือกชื่อไฟล์วิดีโอที่ต้องการดูแล้ว ระบบจะแสดงวิดีโอที่ผู้ใช้งานต้องการดูในหน้าต่างถัดไป แสดงดังรูปที่ 3.11 (ค) สำหรับเมนู Emergency เป็นการโทรออกไปยังหน่วยบริการการแพทย์ฉุกเฉินในกรณีเร่งด่วน แสดงดังรูปที่ 3.12 (ก) และ (ข) ตามลำดับ

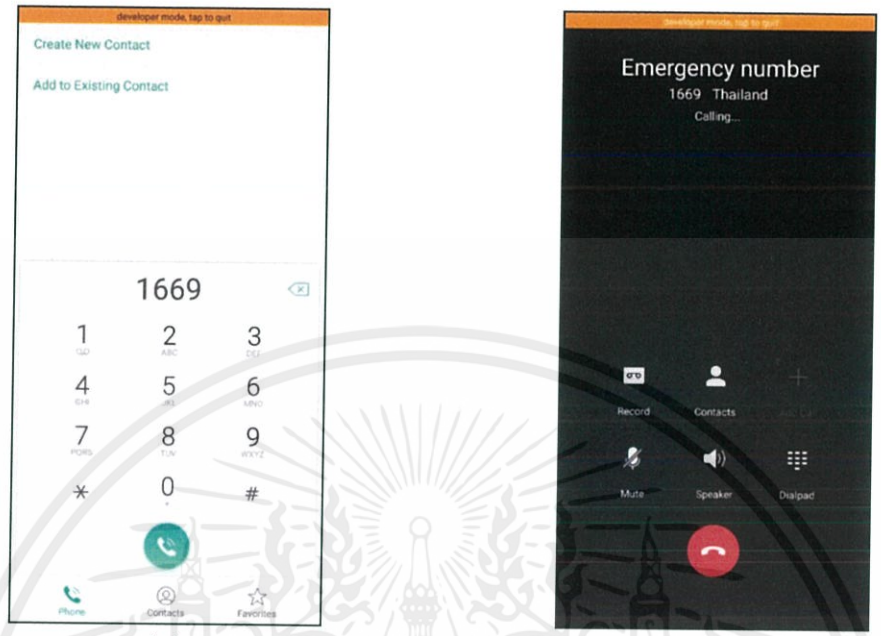
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.10 หน้าต่าง Live

(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 3.11 หน้าต่าง View Recorded Video
(ก) ชื่อไฟล์วิดีโอทั้งหมดที่บันทึกอยู่ในฐานข้อมูล (ข) การค้นหาชื่อไฟล์วิดีโอ (ค) วิดีโอที่ต้องการดู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) (ข)

รูปที่ 3.12 เมนู Emergency

(ก) หน้าต่างสำหรับการโทร (ข) การโทรออกไปยังหน่วยบริการการแพทย์ฉุกเฉิน 1669

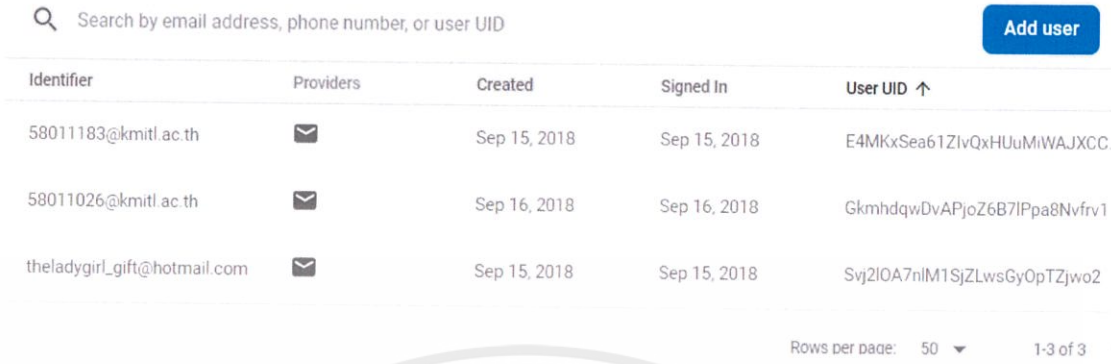
3.1.5 การออกแบบระบบการจัดการฐานข้อมูล

การออกแบบฐานข้อมูลต้องสอดคล้องกับข้อมูลที่ต้องการจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูล ซึ่งข้อมูลส่วนใหญ่เป็นข้อมูลเกี่ยวกับไฟล์วิดีโอที่บันทึกจากกล้องวงจรปิด ซึ่งต้องบันทึกเก็บไว้เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถดูวิดีโอย้อนหลังได้, ข้อมูลของผู้ใช้งาน และการรับและแสดงผลแบบเรียลไทม์จากเซนเซอร์

ในปริญญานิพนธ์นี้ ผู้จัดทำเลือกใช้ระบบการจัดการฐานข้อมูลคือ Firebase ซึ่งให้บริการ Storage, Database และ Authentication สำหรับนำมาใช้งาน แต่ละบริการล้วนมีข้อจำกัดในการใช้งาน ดังนั้นการออกแบบระบบการจัดการฐานข้อมูลถือเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างมาก ผู้จัดทำออกแบบระบบการจัดการฐานข้อมูลออกเป็น 3 ส่วนหลักๆ คือ

1) Authentication เป็นการจัดการเกี่ยวข้อมูลของผู้ใช้งานในการเข้าสู่ระบบบนแอปพลิเคชัน เช่น email, password และอื่นๆ แสดงดังรูปที่ 3.13

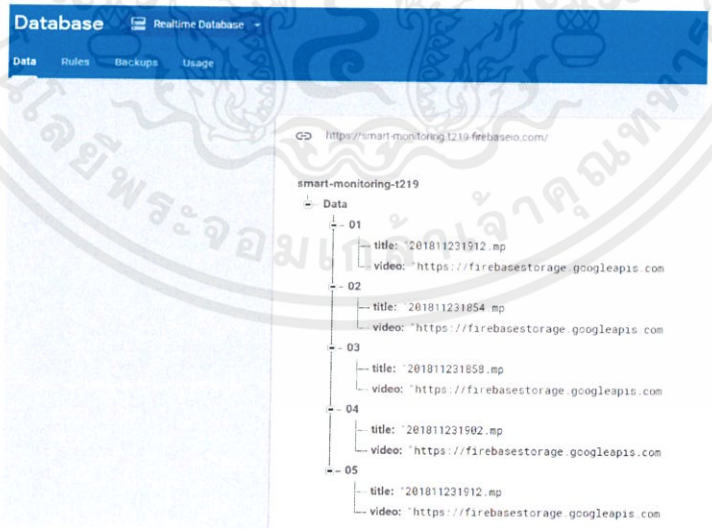
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.13 Authentication

2) Database ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ Cloud Firestore และ Realtime Database ผู้จัดทำเลือกใช้บริการของ Realtime Database ซึ่งเป็น Database แบบ NoSQL และเป็น JSON database ที่มีโครงสร้างที่เป็น Key และ Value จัดเก็บข้อมูลที่เป็นตัวอักษรหรือตัวเลข ผู้จัดทำสามารถแบ่งการใช้งาน Realtime Database ออกเป็น 3 ส่วนดังนี้

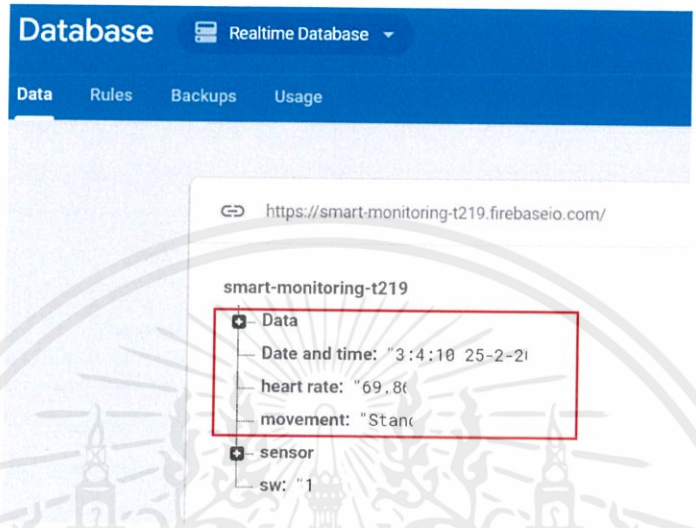
ส่วนแรกคือ การจัดเก็บชื่อไฟล์วิดีโอ และ URL ของไฟล์วิดีโอนั้นๆ ตามลำดับ เพื่อใช้สำหรับแสดงข้อมูลบนหน้าต่าง View Recorded Video โดยสร้าง Data ซึ่งเปรียบเสมือนเป็น Table และ 01 ถึง 05 ก็เปรียบเสมือน Primary Key ที่จะไม่ซ้ำกัน จากนั้นเพิ่ม field ของ title สำหรับจัดเก็บชื่อไฟล์ และ video สำหรับจัดเก็บ URL แสดงดังรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.14 ข้อมูลส่วนแรกที่จัดเก็บใน Realtime Database

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

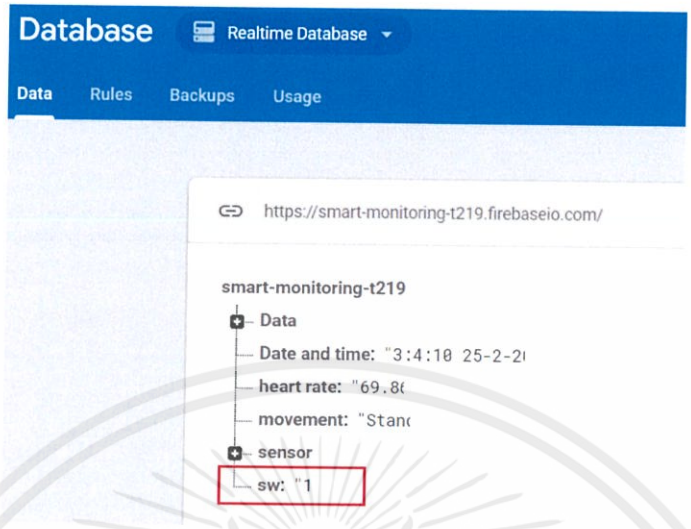
ส่วนที่สองคือ การจัดเก็บข้อมูลอัตราการเต้นของหัวใจและอิริยาบถของผู้สูงอายุ เพื่อใช้แสดงบนหน้าต่าง Live แสดงดังรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 ข้อมูลส่วนที่สองที่จัดเก็บใน Realtime Database

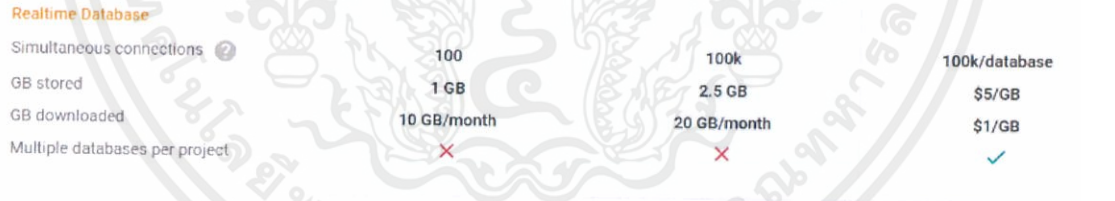
ส่วนที่สามคือ การจัดเก็บค่าจากอุปกรณ์ตรวจจับความผิดปกติ แสดงดังรูปที่ 3.16 หากระบบไม่พบความผิดปกติตัวแปร sw จะมีค่าเป็น 1 แต่ถ้าระบบตรวจพบความผิดปกติจะมีค่าเป็น 0 จากนั้นจะส่งการแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้งานแอปพลิเคชันทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.16 ข้อมูลส่วนที่สามที่จัดเก็บใน Realtime Database

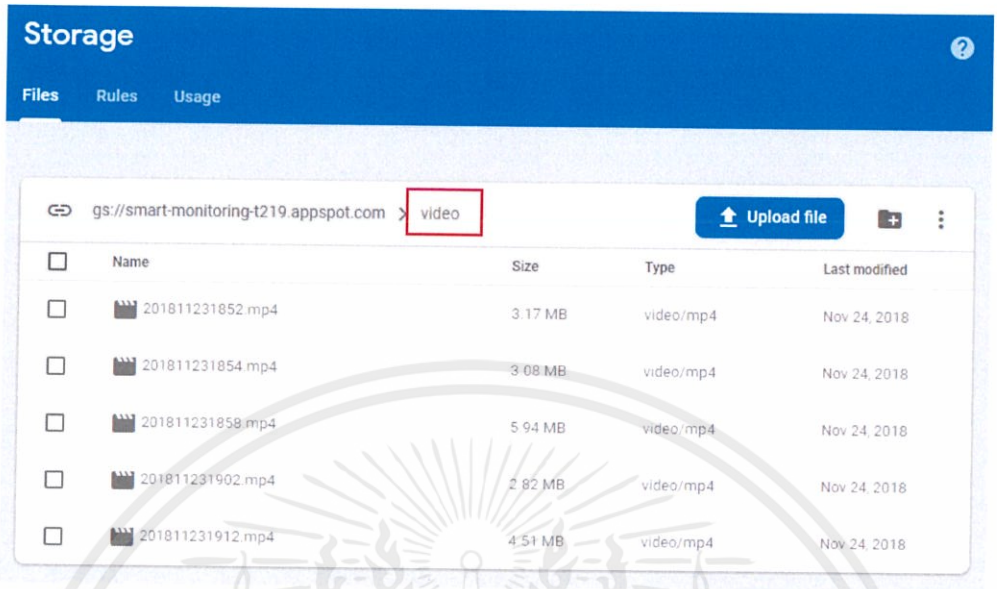
ข้อจำกัดสำหรับบริการ Database คือ มีพื้นที่สำหรับจัดเก็บข้อมูลทั้งหมด 1 GB โดย Realtime Database กำหนดการดาวน์โหลด 10 GB ต่อเดือน และ Cloud Firestore จำกัดการอ่านและเขียนข้อมูลจำนวน 50,000 ครั้งต่อวัน และ 20,000 ครั้งต่อวันตามลำดับ [22] แสดงดังรูปที่ 3.17



รูปที่ 3.17 ข้อจำกัดสำหรับบริการ Database ของ Cloud Firestore

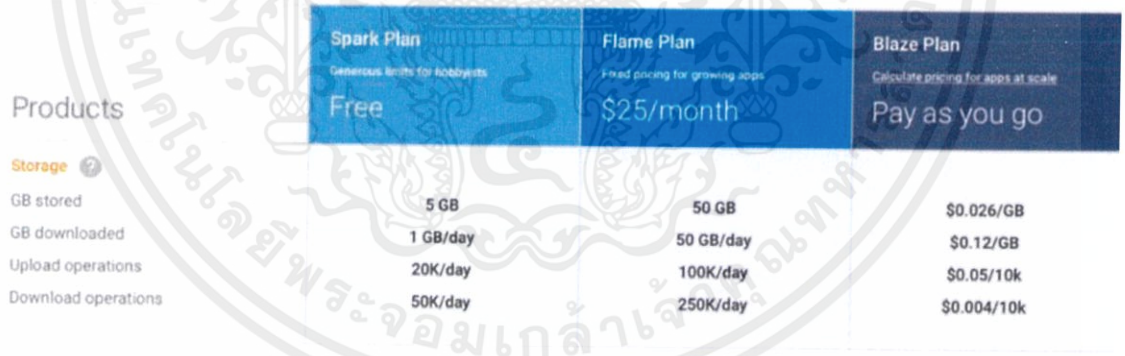
3) Storage ใช้สำหรับจัดเก็บข้อมูลไฟล์วิดีโอที่บันทึกจากกล้องวงจรปิด โดยสร้างโฟล์เดอร์ชื่อ video ซึ่งจะประกอบด้วย ชื่อไฟล์วิดีโอ, ขนาดของวิดีโอ, ประเภทของไฟล์วิดีโอ และวันที่ที่บันทึกไฟล์วิดีโอลงในฐานข้อมูล แสดงดังรูปที่ 3.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.18 ข้อมูลไฟล์วิดีโอที่จัดเก็บใน Storage

ข้อจำกัดของ Storage ที่มีพื้นที่ในการจัดเก็บ 5 GB สามารถอัพโหลดและดาวน์โหลดข้อมูลได้ 20,000 ครั้งต่อวัน และ 50,000 ครั้งต่อวันตามลำดับแสดงดังรูปที่ 3.19 [22]



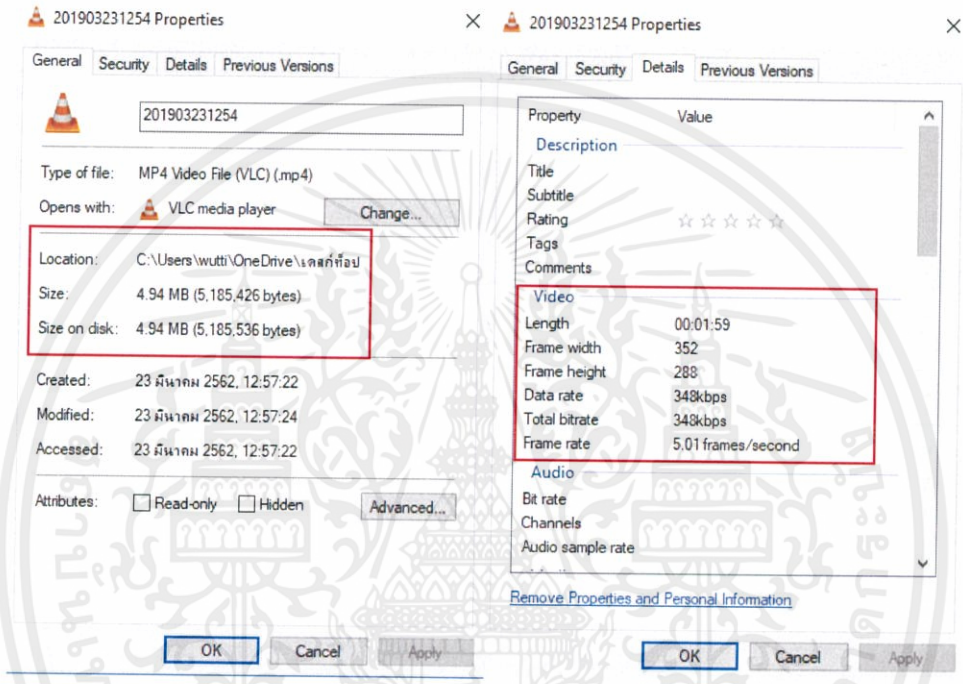
รูปที่ 3.19 ข้อจำกัดของ Storage ของ Cloud Firestore

3.1.6 การออกแบบการจัดการข้อมูลไฟล์วิดีโอ

ปริญญานิพนธ์นี้ผู้จัดทำได้ออกแบบแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ให้สามารถรับชมวิดีโอย้อนหลังได้ ซึ่งไฟล์วิดีโอจะถูกเก็บบันทึกไว้ในฐานข้อมูล ดังนั้นผู้จัดทำจะต้องเลือกใช้ไฟล์วิดีโอให้เหมาะสมกับลักษณะของการทำงานและมีขนาดไฟล์วิดีโอที่พอเหมาะสำหรับ

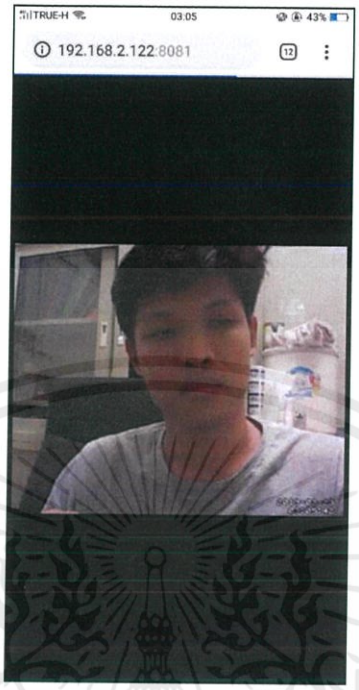
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จัดเก็บในฐานข้อมูล ผู้จัดทำได้เลือกออกแบบการบันทึกไฟล์วิดีโอที่มีความละเอียดหรืออัตราส่วนการแสดงผลของหน้าจอที่ขนาด 352x288 พิกเซล มีความเร็วของเฟรมประมาณ 5 เฟรมต่อวินาที และกำหนดให้ไฟล์วิดีโอที่บันทึกมีความยาว 2 นาทีต่อหนึ่งไฟล์ แสดงดังรูปที่ 3.20 ภาพความคมชัดของวิดีโอ แสดงดังรูปที่ 3.21



รูปที่ 3.20 คุณสมบัติของไฟล์วิดีโอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.21 ความคมชัดของภาพขนาด 352x288 พิกเซล

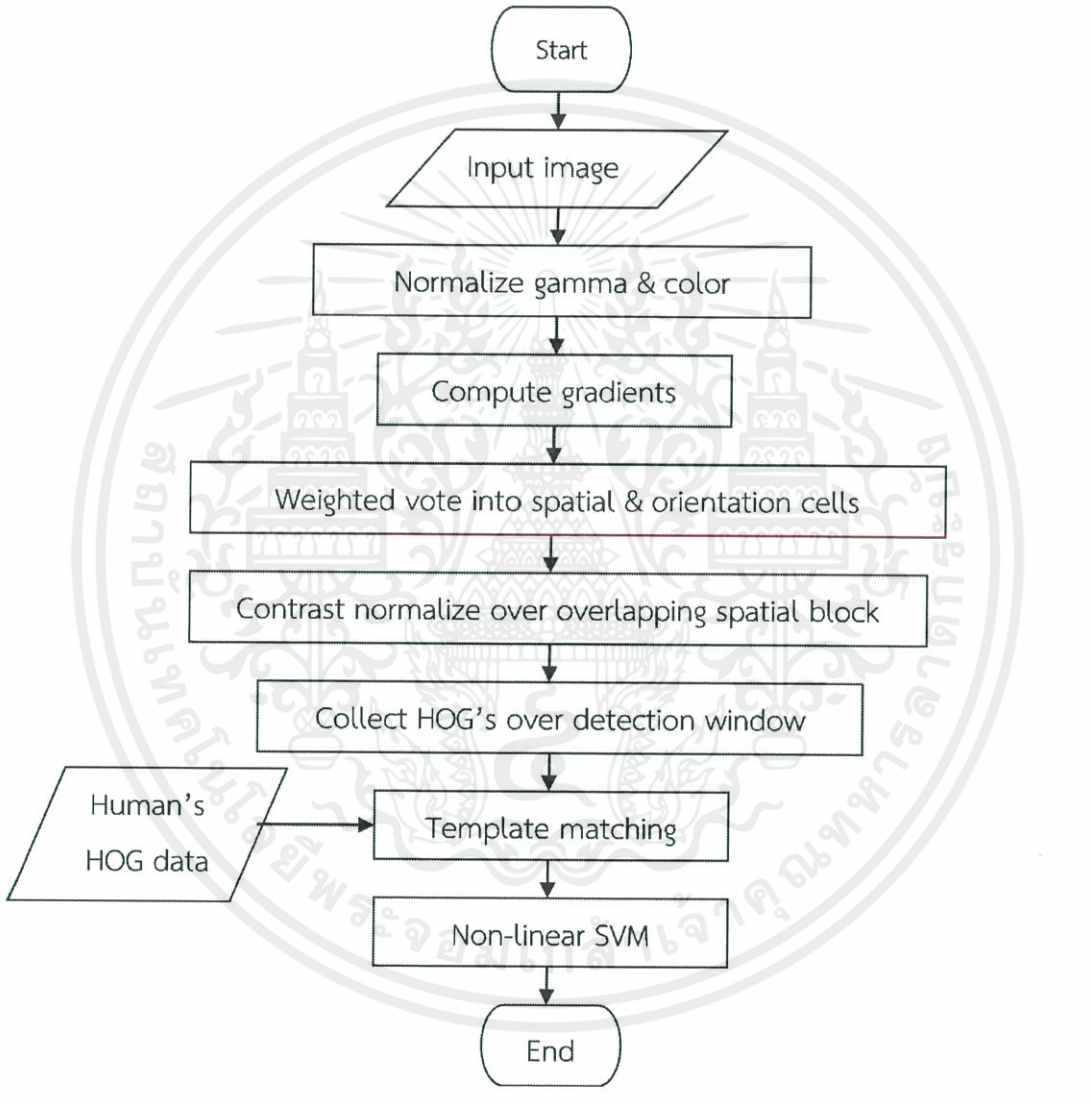
จากรูปที่ 3.20 ขนาดของไฟล์วิดีโอที่บันทึกมีขนาดประมาณ 5 MB ดังนั้นผู้จัดทำจึงออกแบบรูปแบบการจัดส่งไฟล์วิดีโอไปยังฐานข้อมูลคือ เมื่อผู้สูงอายุเกิดอุบัติเหตุ ระบบจะเลือกชื่อไฟล์วิดีโอในช่วงเวลาก่อนเกิดอุบัติเหตุ 2 นาทีและหลังเกิดอุบัติ 2 นาที ไปบันทึกยังฐานข้อมูลเพื่อให้สามารถเลือกดูวิดีโอย้อนหลังบนหน้าจอแอปพลิเคชันได้ ดังนั้นระบบจะส่งไฟล์วิดีโอไปยังฐานข้อมูลก็ต่อเมื่อตรวจพบว่าผู้สูงอายุเกิดอุบัติเหตุและส่งไฟล์วิดีโอจำนวน 2 ไฟล์ ซึ่งมีขนาดประมาณ 10 MB จากข้อจำกัดของ Storage ซึ่งใช้สำหรับจัดเก็บไฟล์วิดีโอดังที่กล่าวมาแล้วในเบื้องต้น จะส่งผลให้สามารถจัดเก็บไฟล์วิดีโอได้สูงสุดประมาณ 1024 ไฟล์

3.1.7 การออกแบบโปรแกรมสำหรับการประมวลผลภาพ

ในการตรวจจับและหาตำแหน่งของคนในภาพจากกล้องเว็บแคม มีขั้นตอนการประมวลผลโดยสรุป ซึ่งอธิบายได้ดังรูปที่ 3.22 เริ่มจากการเขียนโปรแกรมภาษาไพธอนรับภาพเข้ามาเพื่อทำการปรับคุณภาพของภาพก่อนทำการประมวลผล โดยเริ่มจากการนอร์มัลไลซ์ด้วย largest-norm เพื่อลดปริมาณข้อมูลของภาพให้เหลือเพียงเลเยอร์เดียว จากนั้นทำการหาคุณลักษณะของภาพ โดยในปริญญานิพนธ์นี้ เลือกใช้ Histogram of oriented gradient (HOG) เป็นคุณลักษณะของภาพ การคำนวณหา HOG เริ่มต้นจากการหาขอบภาพ ขนาด และมุมของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขอบภาพ ทำการถ่วงน้ำหนักด้วยขนาดของขอบภาพและหาทิศทางของเซลล์ ทำการนอร์มัลไลซ์บล็อก จะได้ข้อมูล HOG เพื่อนำไปใช้ในการเปรียบเทียบกับข้อมูล HOG ของภาพคน และจำแนกระหว่างคนกับวัตถุอื่นโดยใช้ SVM แบบไม่เป็นเชิงเส้น

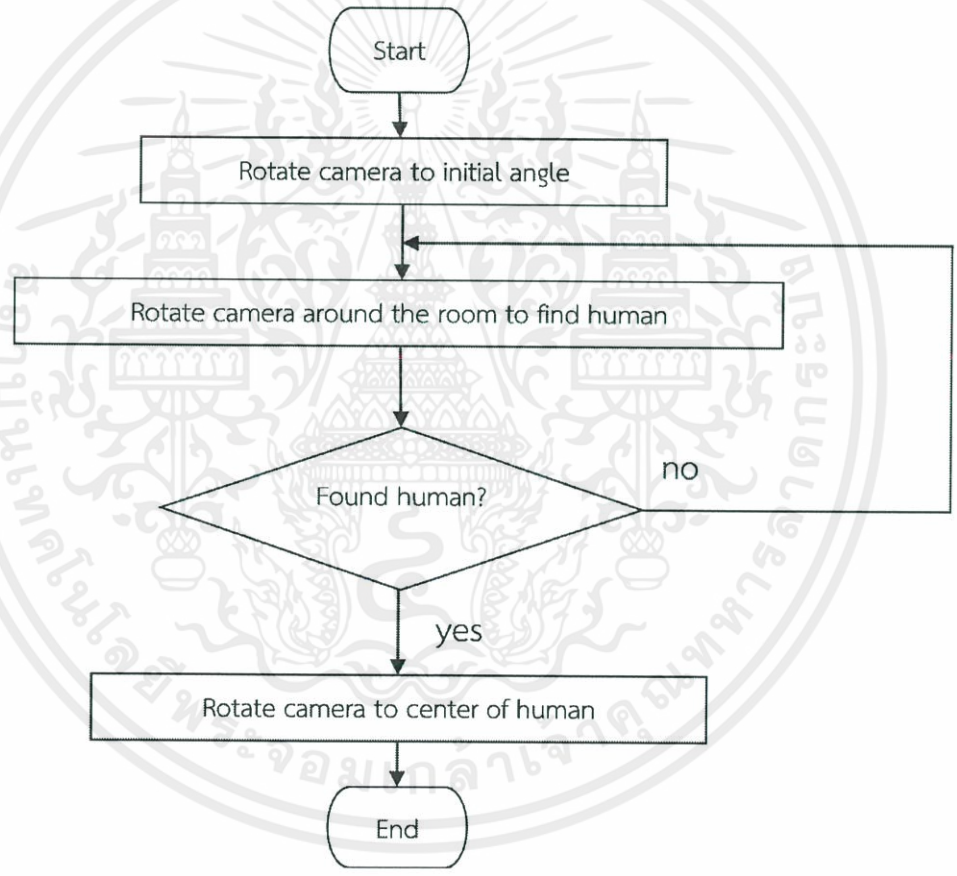


รูปที่ 3.22 แผนผังการเขียนโปรแกรมประมวลผลภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.8 การออกแบบการควบคุมกล้องติดตามตำแหน่งของคนในห้อง

ในการควบคุมกล้องติดตามตำแหน่งของคนในห้อง มีขั้นตอนการควบคุมโดยสรุป ซึ่งอธิบายได้ดังรูปที่ 3.23 เริ่มจากการเขียนโปรแกรมภาษาไพธอนควบคุมการกล้องหมุนไปยังตำแหน่งอ้างอิงเริ่มต้น หาตำแหน่งของคนในห้องโดยการหมุนกล้องไปทั่วบริเวณห้อง เมื่อพบคนในภาพ จะทำการติดตามคนโดยทำการประมวลผลภาพ หากพบว่าคนเคลื่อนที่ไปในทิศทางใด กล้องจะทำการหมุนไปยังทิศทางเดียวกันกับตำแหน่งของคน เพื่อให้คนเป็นศูนย์กลางภาพเสมอ

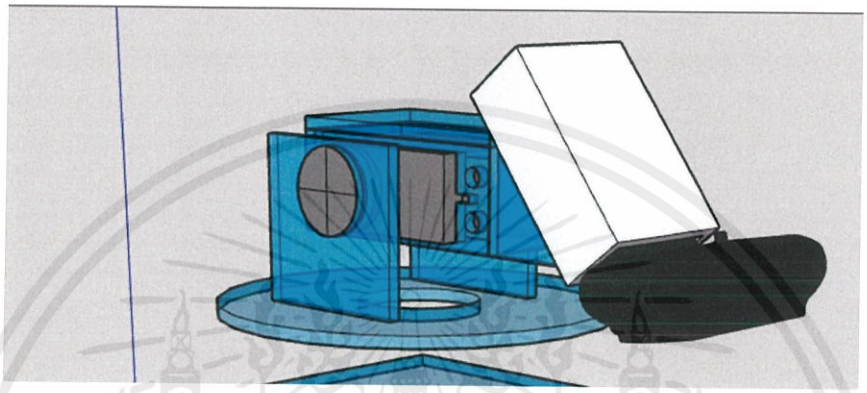


รูปที่ 3.23 แผนผังการเขียนโปรแกรมควบคุมกล้องติดตามตำแหน่งของคนในห้อง

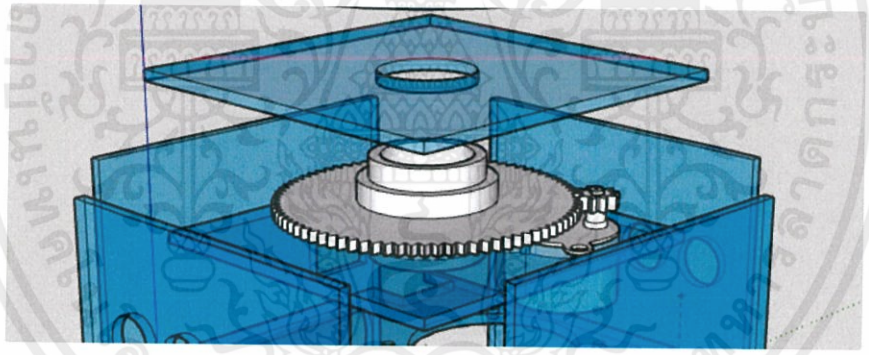
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.9 การออกแบบฐานติดตั้งกล้อง

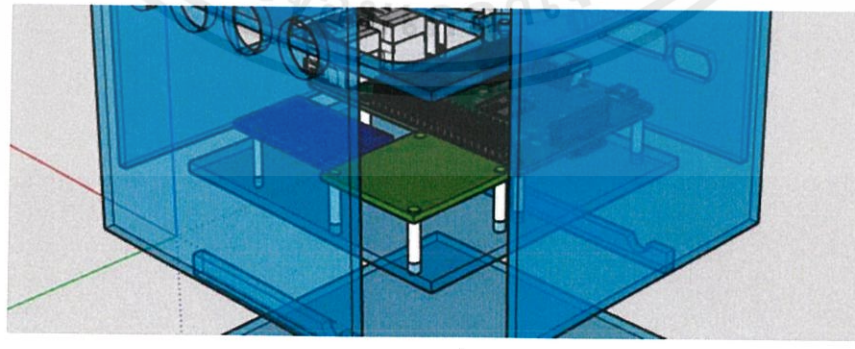
การออกแบบฐานตั้งกล้องทั้ง 3 ชั้นได้แก่ 1) ส่วนฐานยึดกับตัวกล้อง 2) ส่วน stepper motor และ 3) ส่วนควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์และตัวขับมอเตอร์ แสดงดังรูปที่ 3.24, 3.25 และ 3.26 ตามลำดับ



รูปที่ 3.24 การออกแบบส่วนฐานยึดกับตัวกล้อง



รูปที่ 3.25 การออกแบบส่วน stepper motor



รูปที่ 3.26 การออกแบบส่วนควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ตัวขับมอเตอร์ และโมดูลบอร์ดรีเลย์

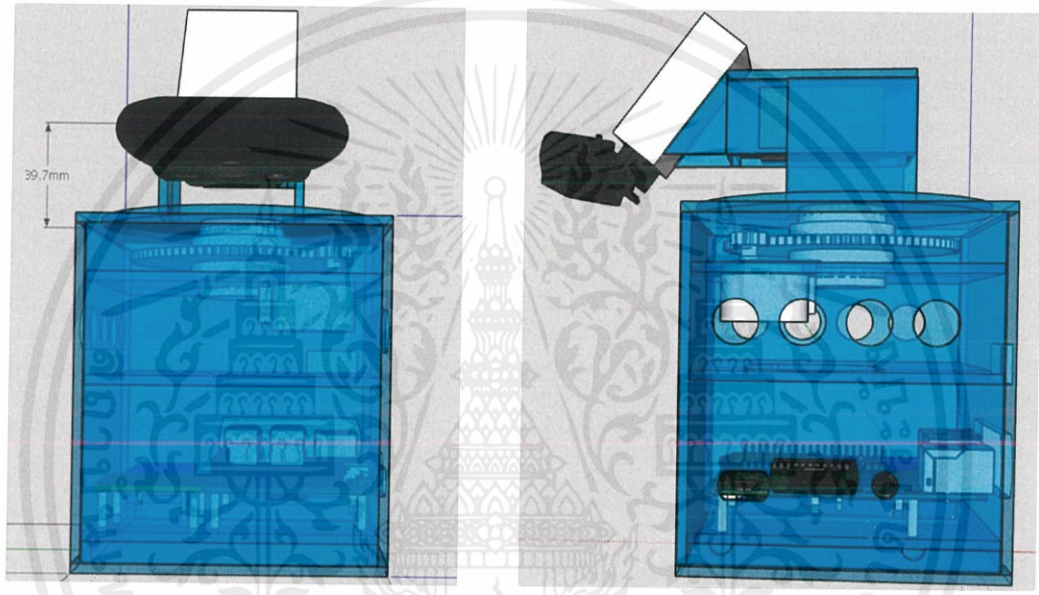
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบฐานสำหรับติดตั้งกล้องมีรายละเอียดดังนี้

รูปที่ 3.24 ชั้นบน เป็นส่วนฐานยึดกับกล้อง โดยตัวยึดกล้องจะต่อกับเซอร์โวมอเตอร์เพื่อใช้ปรับมุมกล้องขึ้น-ลง

รูปที่ 3.25 ชั้นกลาง เป็นส่วนที่มี Stepper motor เพื่อควบคุมให้กล้องหมุนซ้าย-ขวา และการทดรอบเฟือง เพื่อไม่ให้ Stepper motor รับภาระมากจนเกินไป

รูปที่ 3.26 ชั้นล่าง เป็นส่วนเก็บ Raspberry Pi และวงจรขับมอเตอร์

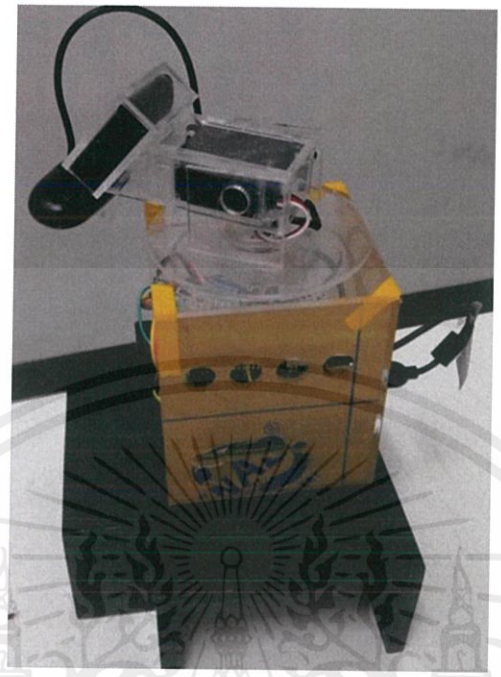


(ก) (ข)

รูปที่ 3.27 การออกแบบอุปกรณ์กล้องวงจรปิดสำหรับบันทึกวิดีโอ
(ก) ด้านหน้าของอุปกรณ์ (ข) ด้านข้างของอุปกรณ์

หลังจากทำการออกแบบฐานสำหรับติดตั้งกล้องเสร็จเรียบร้อยแล้วแสดงในรูปที่ 3.27 ผู้จัดทำจึงทำการสร้างอุปกรณ์กล้องวงจรปิดสำหรับติดตามบุคคลที่ได้มีการออกแบบไว้ โดยส่วนฐานจะมีความกว้าง 10 เซนติเมตร ยาว 10 เซนติเมตร และสูง 16 เซนติเมตร แสดงดังรูปที่ 3.28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



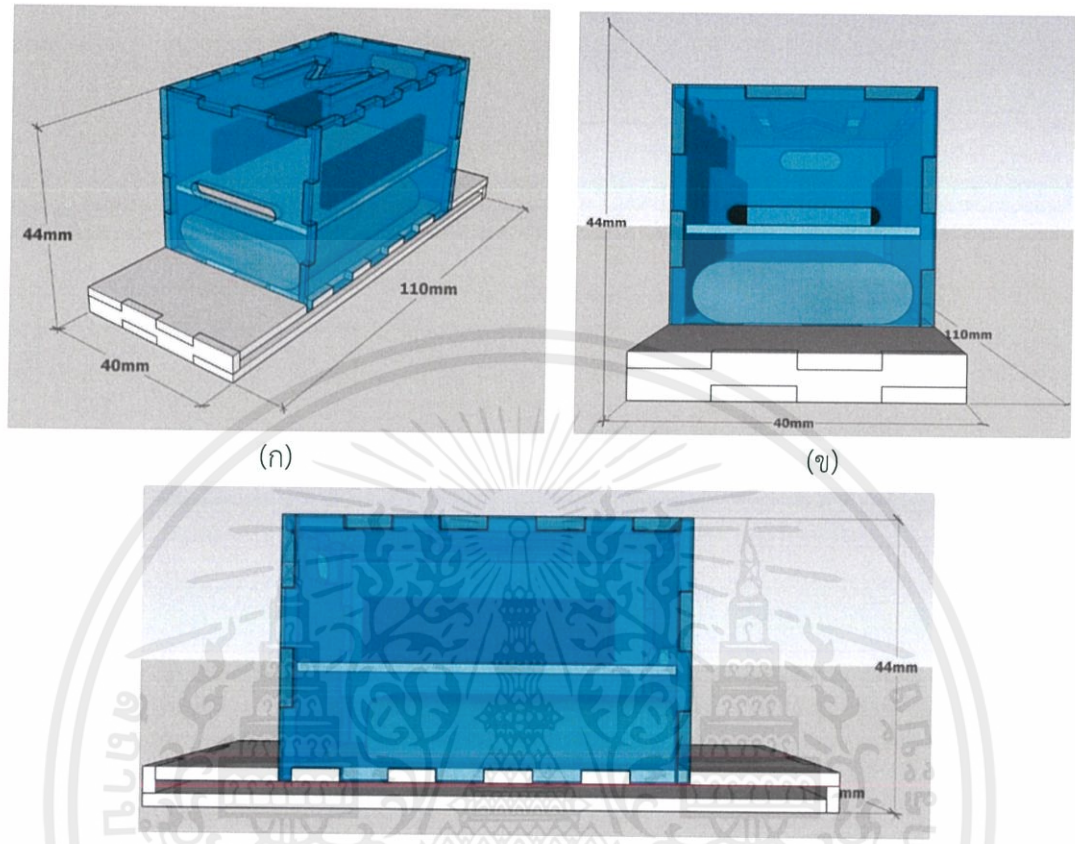
รูปที่ 3.28 อุปกรณ์สำหรับชุดควบคุมที่จัดทำขึ้น

3.1.10 การออกแบบอุปกรณ์สวมใส่สำหรับผู้สูงอายุ

การออกแบบอุปกรณ์สำหรับสวมใส่แบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

ส่วนแรกคือ อุปกรณ์ตรวจจับการล้มและระบุอิริยาบถของผู้สูงอายุ ซึ่งออกแบบเป็นกล่องขนาด 65 มิลลิเมตร x 40 มิลลิเมตร x 40 มิลลิเมตรดังรูปที่ 3.29 ภายในประกอบด้วย NodeMCU, Module GY-521 และแบตเตอรี โดยตัวอุปกรณ์ถูกออกแบบเพื่อติดตั้งและใช้งานบนต้นขาขวา และได้จัดทำอุปกรณ์ดังรูปที่ 3.30

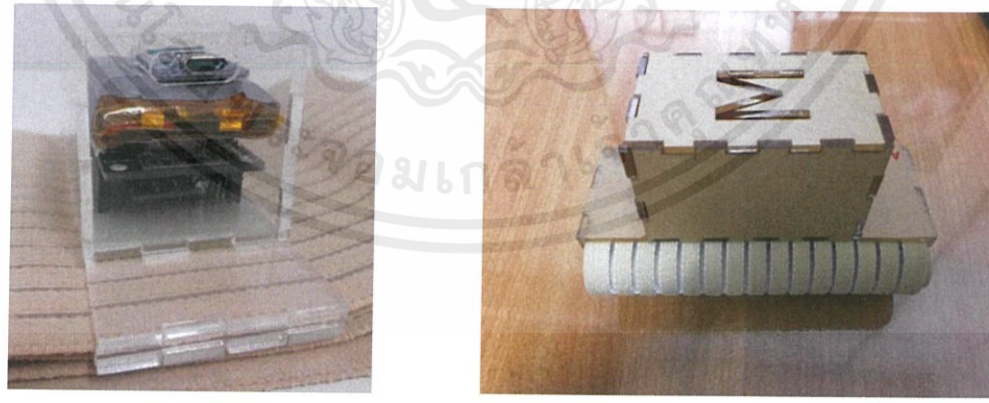
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) (ข)

(ค)

รูปที่ 3.29 การออกแบบอุปกรณ์สำหรับตรวจจับการล้มและระบุอิริยาบถ (ก) ภาพรวมของอุปกรณ์ (ข) ด้านหน้าของอุปกรณ์ (Front view) (ค) ด้านข้างของอุปกรณ์ (Side view)



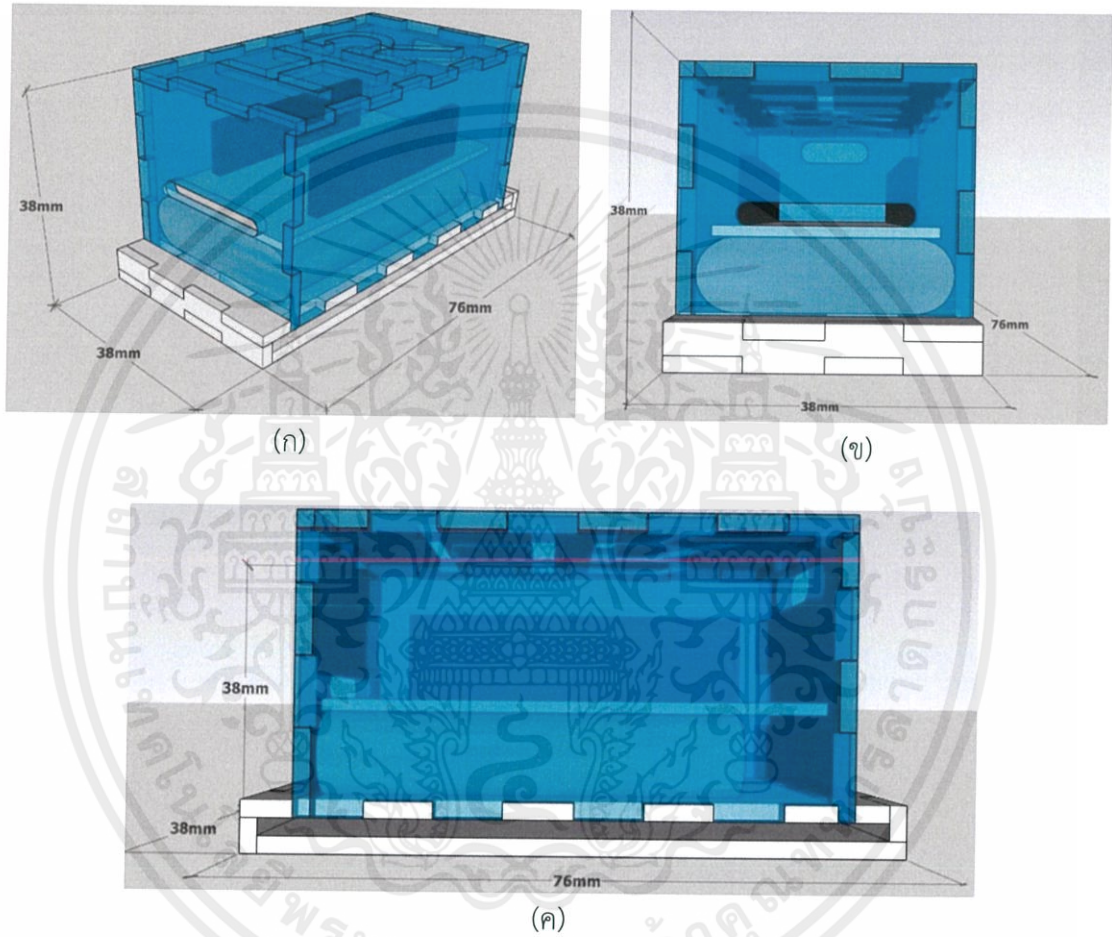
(ก) (ข)

รูปที่ 3.30 อุปกรณ์สวมใส่สำหรับตรวจสอบอิริยาบถ

(ก) ภายใน (ข) ภายนอก

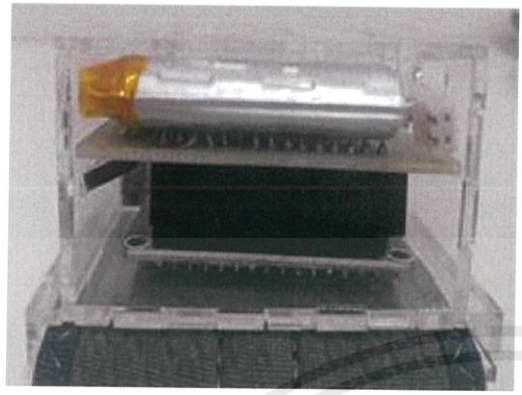
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่ 2 อุปกรณ์การวัดอัตราการเต้นของหัวใจ ออกแบบเป็นกล่องขนาด 64 มิลลิเมตร x 38 มิลลิเมตร x 34 มิลลิเมตร ภายในประกอบด้วย NodeMCU, Module MAX30100 และแบตเตอรี โดยอุปกรณ์ถูกออกแบบเพื่อติดตั้งบนข้อมือและวัดอัตราการเต้นของหัวใจที่บริเวณปลายนิ้วมือของผู้สูงอายุ แสดงดังรูปที่ 3.31 และจัดทำอุปกรณ์ดังรูปที่ 3.32



รูปที่ 3.31 การออกแบบอุปกรณ์สำหรับวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (ก) ภาพรวมของอุปกรณ์ (ข) ด้านหน้าของอุปกรณ์ (Front view) (ค) ด้านข้างของอุปกรณ์ (Side view)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)

(ข)

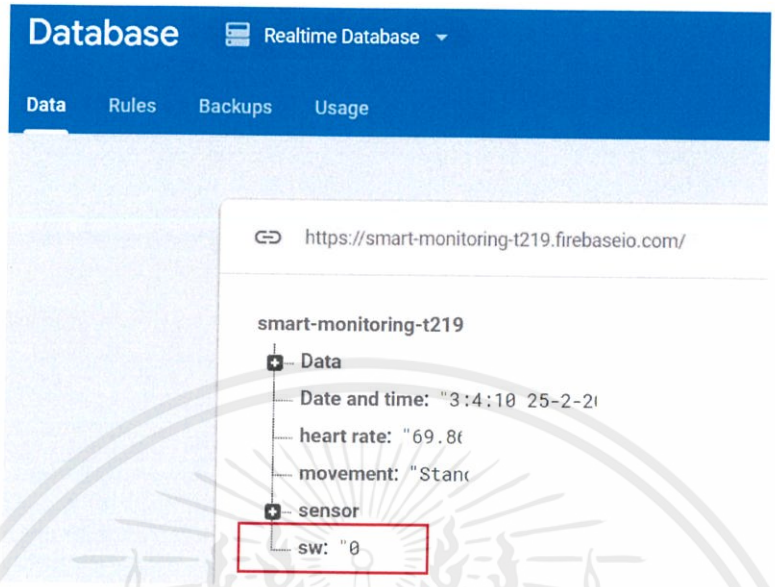
รูปที่ 3.32 อุปกรณ์สำหรับวัดอัตราการเต้นของหัวใจ

(ก) ภายใน (ข) ภายนอก

3.1.11 การออกแบบระบบแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

ผู้จัดทำได้ออกแบบและพัฒนาระบบการแจ้งเตือนแบบอัตโนมัติไปยังแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดย Firebase Realtime Database จะรับค่าตัวแปร sw จากอุปกรณ์ตรวจจับความผิดปกติ หากระบบไม่พบความผิดปกติตัวแปร sw จะมีค่าเป็น 1 แต่ถ้าระบบตรวจพบความผิดปกติตัวแปร sw จะมีค่าเป็น 0 แสดงดังรูปที่ 3.33 ระบบจะส่งการแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้งานผ่านแอปพลิเคชันทันที แสดงดังรูปที่ 3.34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.33 ตัวแปร sw มีค่าเป็น 0 ระบบจะส่งการแจ้งเตือน

รูปที่ 3.34 การแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

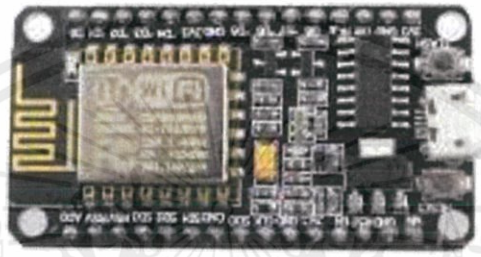
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

ปริญญานิพนธ์นี้ มีอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ดังนี้

3.2.1 NodeMCU

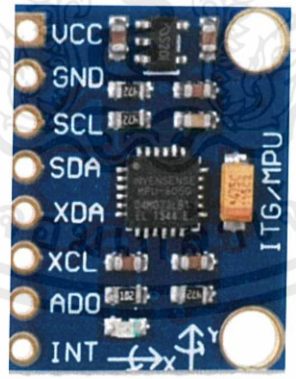
ผู้จัดทำได้เลือกใช้ NodeMCU ดังรูปที่ 3.35 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้รับค่าจากโมดูล GY-521 และนำข้อมูลมาตัดสินใจว่าผู้สวมใส่อุปกรณ์อยู่ในอิริยาบถใด



รูปที่ 3.35 NodeMCU

3.2.2 โมดูล GY-521

ในปริญญานิพนธ์นี้ ผู้จัดทำได้เลือกใช้โมดูล GY-521 ดังรูปที่ 3.36 ในการอ่านค่าความเร่งและความเร็วเชิงมุมที่เกิดขึ้นในอิริยาบถต่างๆ



รูปที่ 3.36 โมดูล GY-521

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 กล้องเว็บแคม Logitech C170

ผู้จัดทำได้เลือกใช้กล้องเว็บแคม Logitech C170 ดังรูปที่ 3.37 ในการรับภาพ

รูปที่ 3.37 กล้องเว็บแคม Logitech C170

3.2.4 Raspberry pi B+

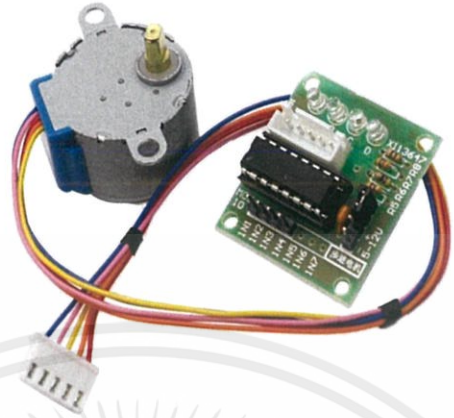
ผู้จัดทำได้เลือกใช้ Raspberry pi B+ ดังรูปที่ 3.38 ในการรับภาพจากกล้องเว็บแคม และประมวลผลภาพเพื่อหาตำแหน่งของบุคคลในรูปภาพ

รูปที่ 3.38 Raspberry pi B+

3.2.5 Stepper motor 28BYJ-48 และ Driver module ULN2003

ผู้จัดทำได้เลือกใช้ Stepper motor 28BYJ-48 ร่วมกับ Driver module ULN2003 ดังรูปที่ 3.39 ในการหมุนกล้องไปยังตำแหน่งที่มีบุคคลในทิศทางซ้าย-ขวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.39 Stepper motor 28BYJ-48 และ Driver module ULN2003

3.2.6 Servo futaba s3003

ผู้จัดทำได้เลือกใช้ Servo futaba s3003 ดังรูปที่ 3.40 เพื่อหมุนกล้องไปยังตำแหน่งที่มีบุคคลในทิศทางขึ้น-ลง

รูปที่ 3.40 Servo futaba s3003

3.2.7 Relay module KY-019

ผู้จัดทำได้เลือกใช้ Relay module KY-019 ดังรูปที่ 3.41 เพื่อควบคุมเปิดปิดการทำงานของ servo

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.41 Relay module KY-019

3.2.8 ภาษา Python

ผู้จัดทำได้ใช้ภาษา Python ในการประมวลผลภาพที่ได้จากกล้องวงจรปิด เพื่อระบุตำแหน่งของผู้สูงอายุ และกำหนดทิศทางการหมุนของกล้องวงจรปิดให้หมุนตามตำแหน่งของผู้สูงอายุ

3.2.9 โปรแกรม Android Studio

นอกจากจะมีอุปกรณ์ตรวจวัดอัตราการเต้นของหัวใจแบบพกพาและเซนเซอร์วัดการเคลื่อนไหวเพื่อตรวจจับลักษณะท่าทางของผู้สูงอายุแล้วยังมีแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ที่ใช้ในการแสดงผล และแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้งานกรณีที่ระบบตรวจพบความผิดปกติ ผู้จัดทำได้เลือกใช้โปรแกรม Android Studio เป็นตัวช่วยในการพัฒนา

3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง

3.3.1 การทดสอบการทำงานของโมดูล GY-521 กับไมโครคอนโทรลเลอร์

3.3.1.1 การทดสอบโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์อ่านข้อมูลดิบที่ได้จากโมดูล GY-521

3.3.1.2 การทดสอบการอ่านค่าความเร่งจากโมดูล GY-521

3.3.1.3 การทดสอบการอ่านค่าความเร็วเชิงมุมจากโมดูล GY-521

3.3.1.4 การทดสอบบันทึกข้อมูลจากโมดูล GY-521 ลงบน EEPROM ของไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1.5 การทดสอบอ่านข้อมูลจาก EEPROM ของไมโครคอนโทรลเลอร์

3.3.1.6 การศึกษาลักษณะเฉพาะของแต่ละอิริยาบถจากข้อมูลที่ได้จากโมดูล GY-521

3.3.1.7 การทดสอบระบบตรวจสอบอิริยาบถ

3.3.2 การทดสอบการทำงานของโมดูล MAX30100 กับไมโครคอนโทรลเลอร์

3.3.2.1 การทดสอบโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์อ่านข้อมูลที่ได้จากโมดูล MAX30100

3.3.2.2 การทดสอบเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลและนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความคลาดเคลื่อนและค่าความแปรปรวนของโมดูล MAX30100

3.3.2.3 การทดสอบเพื่อศึกษาแนวโน้มอัตราการเต้นของหัวใจของแต่ละอิริยาบถ

3.3.3 การทดสอบการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์กับฐานข้อมูล

3.3.3.1 การทดสอบการส่งค่าจากโมดูล GY-521 มายัง Realtime Database

3.3.3.2 การทดสอบการส่งค่าจากโมดูล MAX30100 มายัง Realtime Database

3.3.4 การทดสอบการทำงานของแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์กับฐานข้อมูล

3.3.4.1 การทดสอบระบบลงชื่อเข้าใช้งานแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

3.3.4.2 การทดสอบการทำงานของแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์กับฐานข้อมูลของอุปกรณ์สวมใส่

3.3.4.3 การทดสอบการทำงานของแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์กับวิดีโอที่จัดเก็บในฐานข้อมูล

3.3.4.4 การทดสอบการทำงานของระบบแจ้งเตือนอัตโนมัติและการโทรออกฉุกเฉินผ่านแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.5 การทดสอบการประมวลผลภาพ

3.3.5.1 การทดสอบผลที่ได้จากแต่ละขั้นตอนของการประมวลผล

3.3.5.2 การทดสอบความถูกต้องของการตัดสินใจแยกคนและการปรับพารามิเตอร์

3.3.5.3 การทดสอบหาตำแหน่งของบุคคลในภาพและการตัดสินใจแยกบุคคล

3.3.5.4 การทดสอบหมุนกล้องติดตามบุคคล

3.3.6 การทดสอบการทำงานของระบบโดยรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

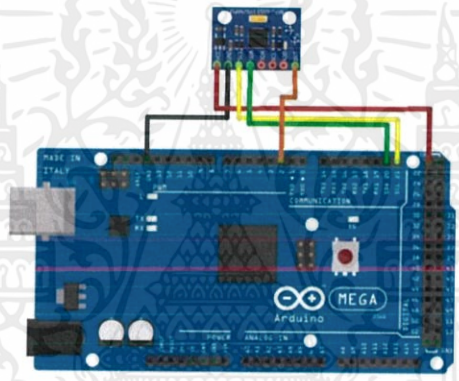
บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 การทดสอบการทำงานของโมดูล GY-521 กับไมโครคอนโทรลเลอร์

4.1.1 การทดสอบโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์อ่านข้อมูลดิบที่ได้จากโมดูล GY-521

ทดสอบโมดูล GY-521 เพื่ออ่านความเร่งที่โลกกระทำต่ออุปกรณ์ที่เปลี่ยนแปลงไป โดยทำการเชื่อมต่อโมดูล GY-521 กับไมโครคอนโทรลเลอร์ [10] ตามรูปที่ 4.1 การเชื่อมต่อแสดงดังตารางที่ 4.1



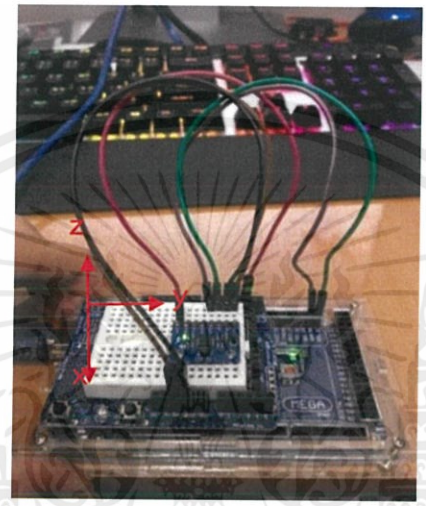
รูปที่ 4.1 การเชื่อมต่อของไมโครคอนโทรลเลอร์กับโมดูล GY-521 [10]

ตารางที่ 4.1 การเชื่อมต่อของไมโครคอนโทรลเลอร์กับโมดูล GY-521

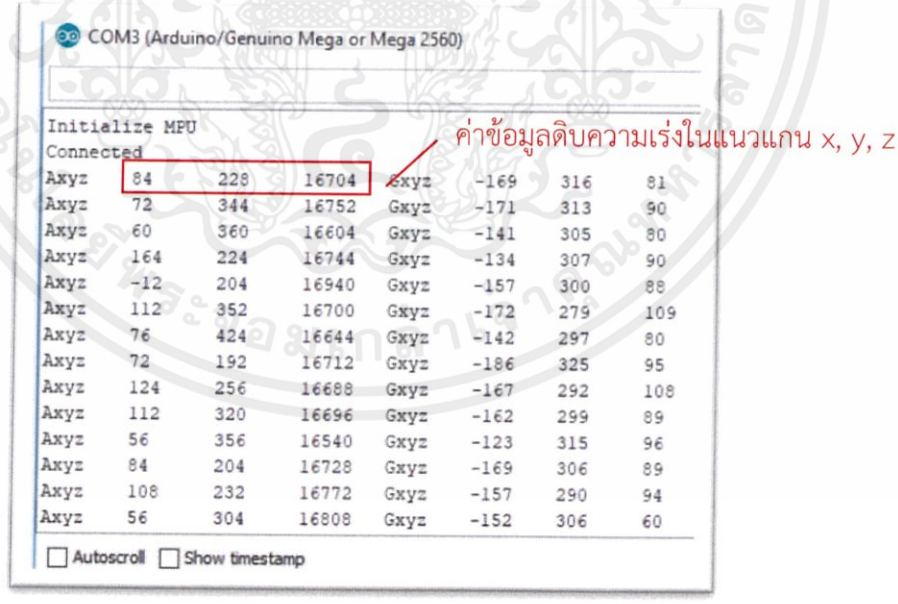
ไมโครคอนโทรลเลอร์	GY-521
5 V	Vcc
GND	GND
SDL	Digital 21
SDA	Digital 20
INT	Digital 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำการทดลองอ่านค่าความเร่งของข้อมูลดิบด้วยโมดูล GY-521 โดยเทียบกับแรงโน้มถ่วงที่โลกกระทำต่ออุปกรณ์ แสดงดังรูปที่ 4.2 โดยให้แกน Z ตั้งฉากกับพื้นโลก และสังเกตผลของความเร่งที่โลกกระทำต่ออุปกรณ์ว่ามีค่าตรงกันหรือไม่ ผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมชุดคำสั่งมีค่าแสดงดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.2 การวางอุปกรณ์ให้แกน Z ที่ตั้งฉากกับพื้นโลก



รูปที่ 4.3 ผลที่ได้จากการสั่งให้โปรแกรมทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

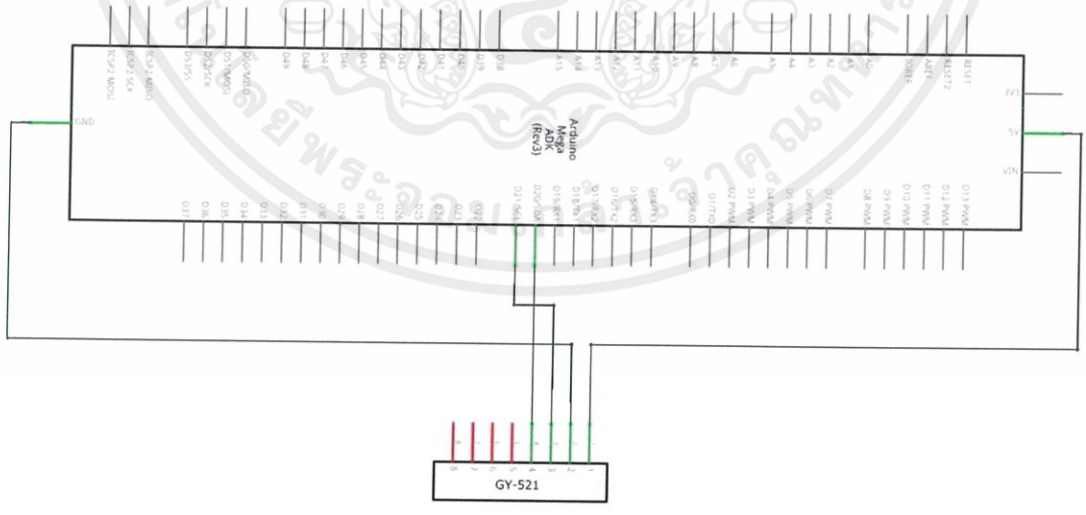
จากผลการทดลองพบว่าข้อมูลที่อ่านได้จากโมดูล GY-521 เป็นค่าข้อมูลดิบ และนำค่าความเร่งที่ได้มาทำการคำนวณโดยอ้างอิงจาก data sheet ของโมดูล GY-521 โดยการแปลงค่าข้อมูลดิบให้เป็นความเร่งโดยนำข้อมูลดิบที่อ่านได้หารด้วยค่า factor ในการทดลองได้ตั้งค่าโมดูลให้อ่านความเร่งในช่วง ±2g และมีค่า factor คือ 16384/g ดังนั้น

- ความเร่งในแกน $x = \frac{84}{16384} g = 0.005g = 0.049 m/s^2$
- ความเร่งในแกน $y = \frac{228}{16384} g = 0.013g = 0.014 m/s^2$
- ความเร่งในแกน $z = \frac{16704}{16384} g = 1.02g = 10.000 m/s^2$

ค่าที่ได้จากการคำนวณความเร่งของแกน Z คือ 10.000 m/s² ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับแรงโน้มถ่วงของโลก (9.807 m/s²)

4.1.2 การทดสอบการอ่านค่าความเร่งจากโมดูล GY-521

ทำการทดลองโดยวางแกน X, Y, Z ของอุปกรณ์ให้ตั้งฉากกับพื้นโลก หรืออยู่ในทิศทางเดียวกับแรงโน้มถ่วง รูปการทดลองแสดงดังรูปที่ 4.5 (ก)–4.5 (ฉ) ตามลำดับ โดยทำการเชื่อมต่อโมดูล GY-521 กับไมโครคอนโทรลเลอร์ ตามรูปที่ 4.4 การเชื่อมต่อแสดงดังตารางที่ 4.2 ถ้าข้อมูลถูกต้องค่าที่อ่านได้ของแกน X, Y, Z จะต้องมีค่าใกล้เคียงหรือเท่ากับ 9.807 m/s²

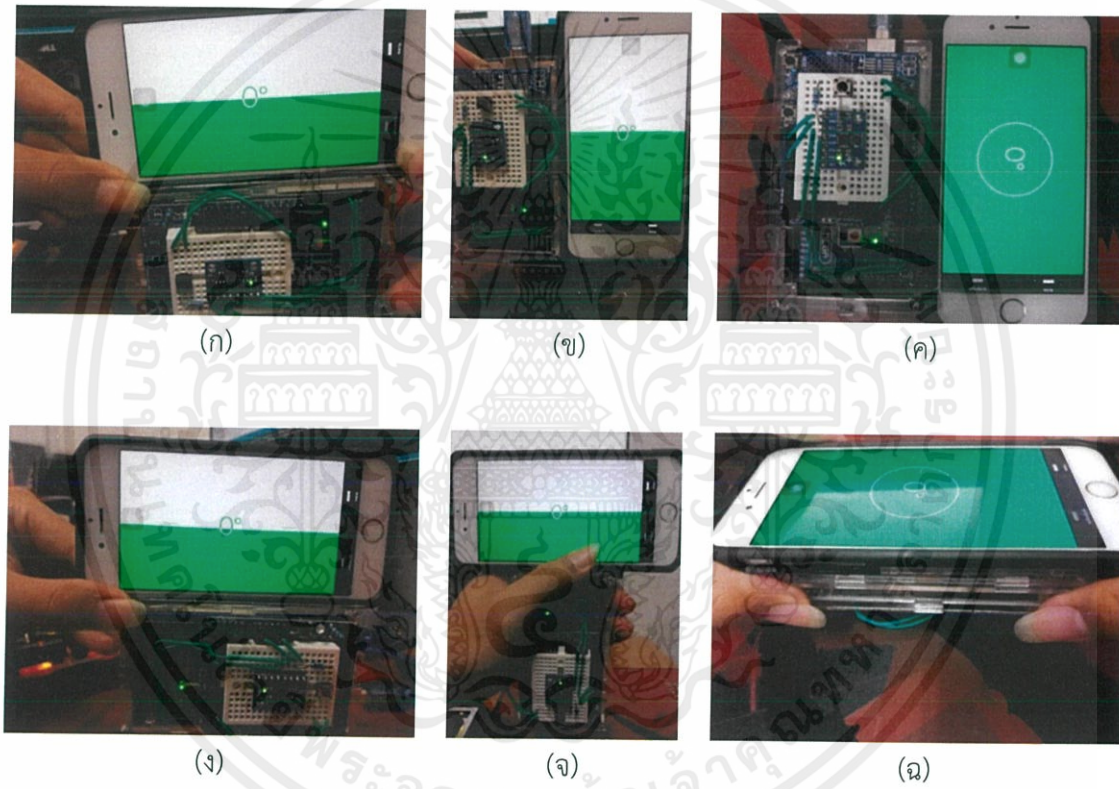


รูปที่ 4.4 การเชื่อมต่อของไมโครคอนโทรลเลอร์กับโมดูล GY-521

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 การเชื่อมต่อของไมโครคอนโทรลเลอร์กับโมดูล GY-521

ไมโครคอนโทรลเลอร์	GY-521
5 V	Vcc
GND	GND
SDL	Digital 21
SDA	Digital 20



(ก) (ข) (ค)

(ง) (จ) (ฉ)

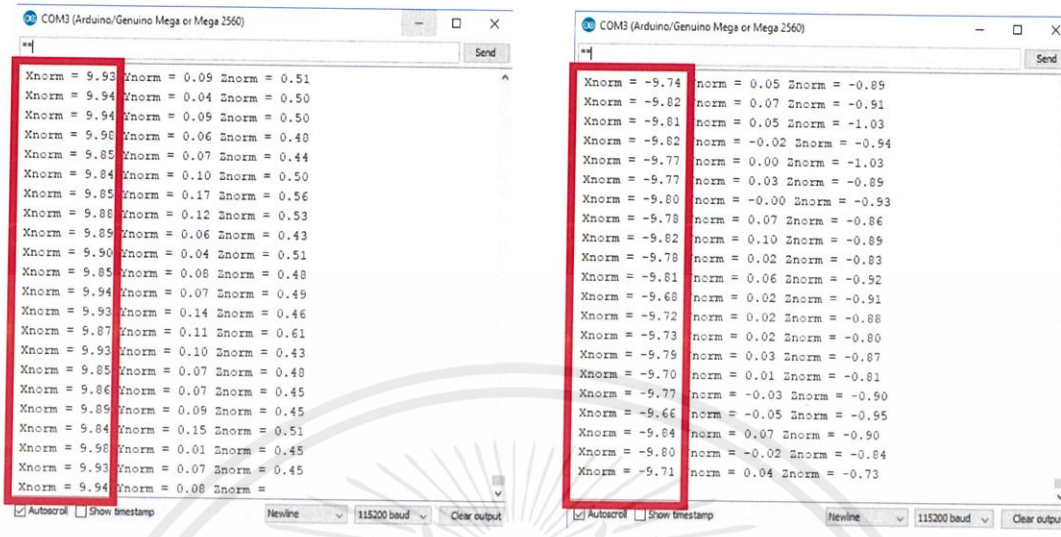
รูปที่ 4.5 ลักษณะการวางอุปกรณ์ทดสอบ

(ก) แกน +X ตั้งฉากกับพื้นโลก (ข) แกน +Y ตั้งฉากกับพื้นโลก (ค) แกน +Z ตั้งฉากกับพื้นโลก

(ง) แกน -X ตั้งฉากกับพื้นโลก (จ) แกน -Y ตั้งฉากกับพื้นโลก (ฉ) แกน -Z ตั้งฉากกับพื้นโลก

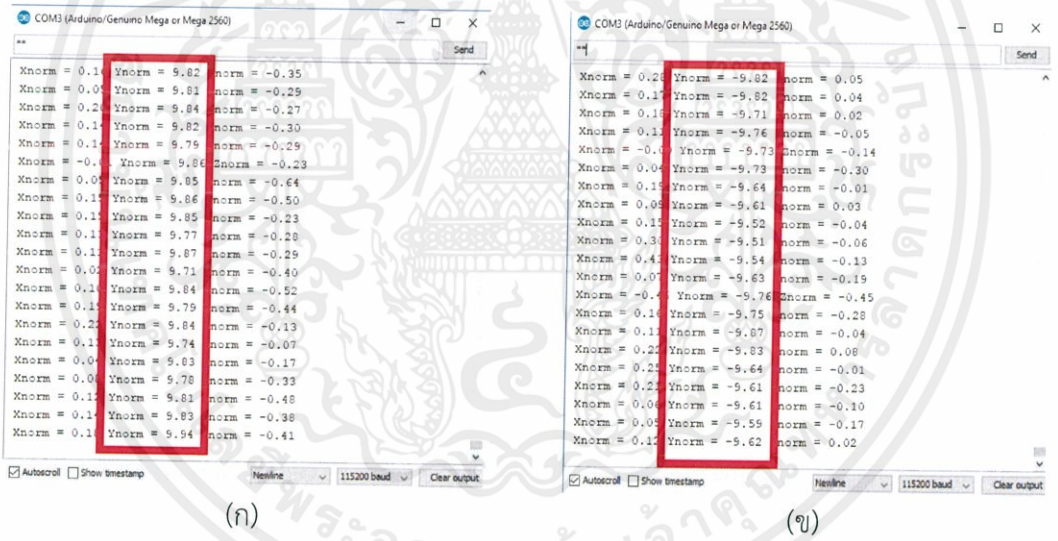
ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลอง เมื่อวางเซนเซอร์ให้แกน ±X, ±Y, ±Z อยู่ในทิศทางเดียวกับแรงโน้มถ่วง ข้อมูลที่อ่านได้แสดงดังรูปที่ 4.6-4.8 ตามลำดับ ค่าที่อ่านได้มีค่าใกล้เคียงหรือเท่ากับ ±9.807 m/s^2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) (ข)

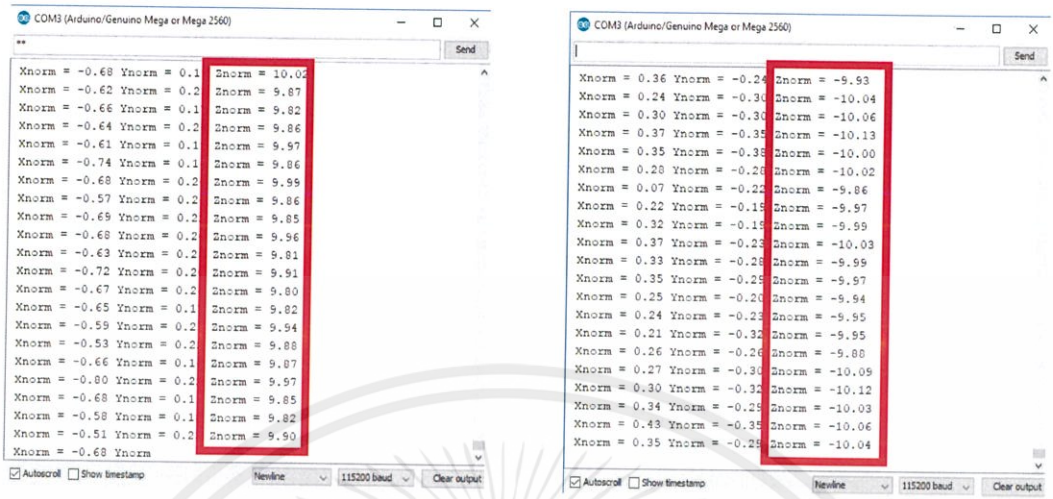
รูปที่ 4.6 ความเร่งที่อ่านได้เมื่อวางแกน ±X ให้อยู่ในทิศทางเดียวกับแรงโน้มถ่วง (ก) +X (ข) –X



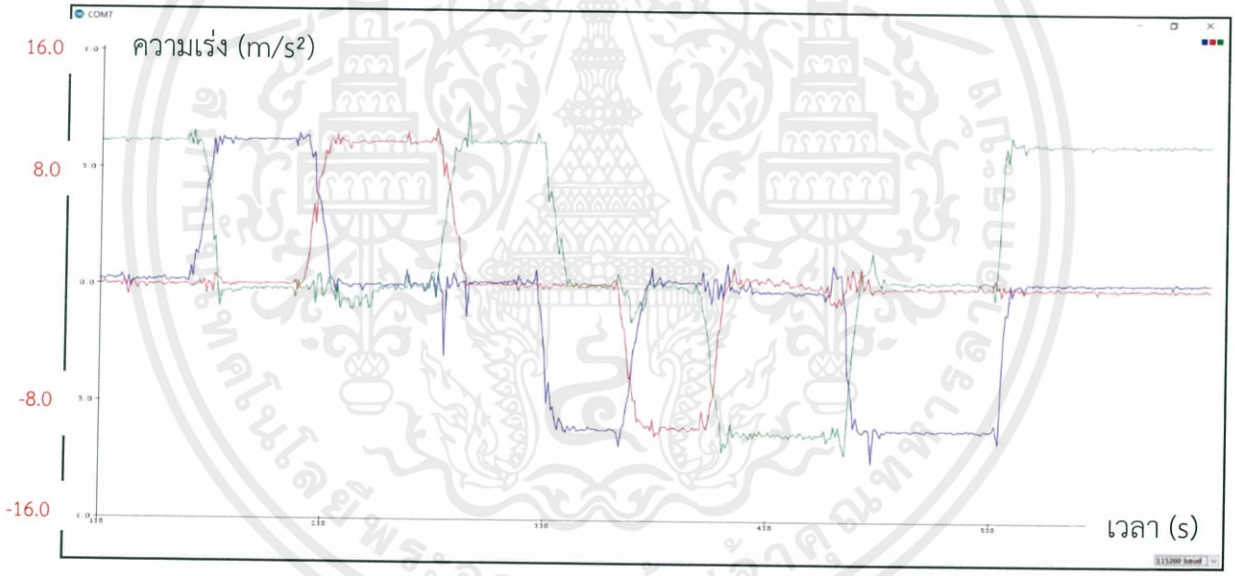
(ก) (ข)

รูปที่ 4.7 ความเร่งที่อ่านได้เมื่อวางแกน ±Y ให้อยู่ในทิศทางเดียวกับแรงโน้มถ่วง (ก) +Y (ข) –Y

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 ความเร่งที่อ่านได้เมื่อวางแกน ±Z ให้อยู่ในทิศทางเดียวกับแรงโน้มถ่วง (ก) +Z (ข) -Z



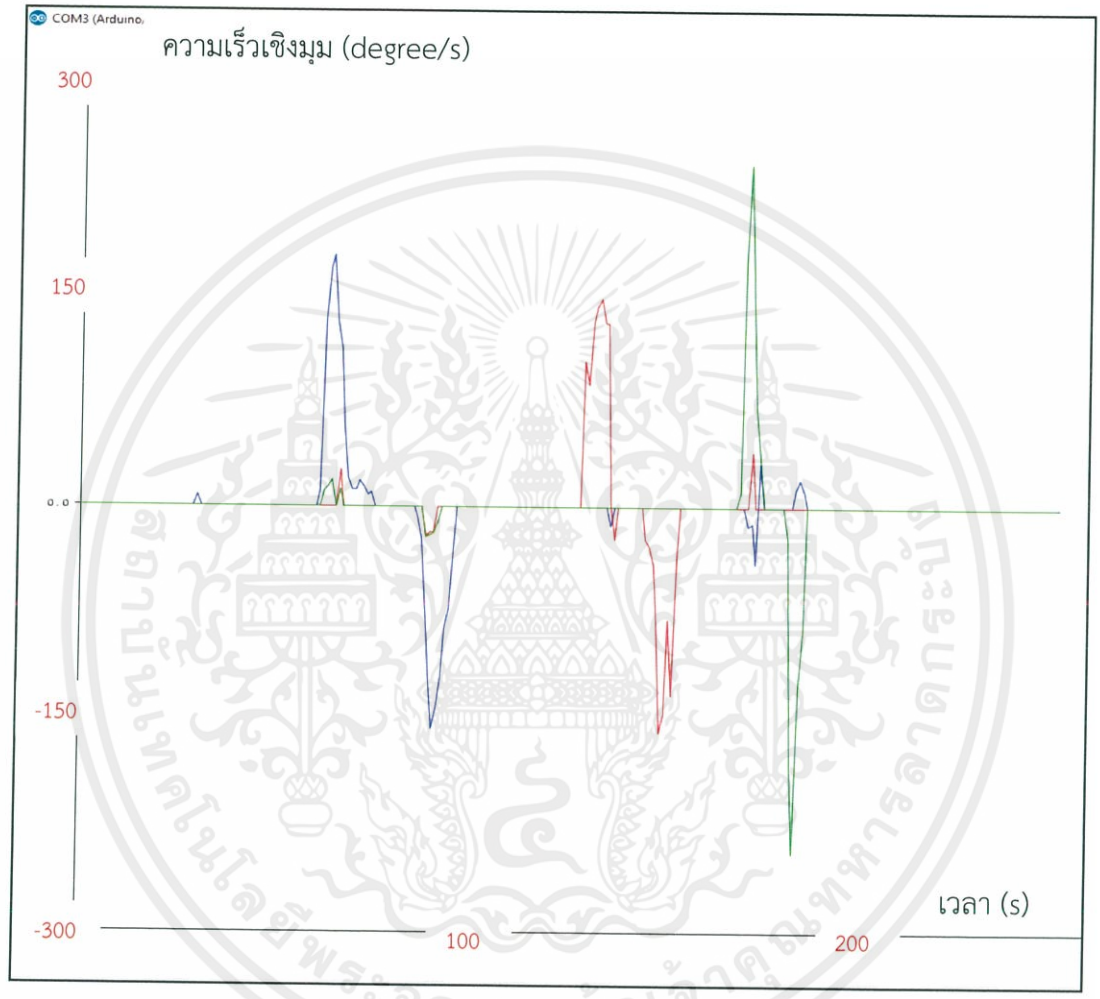
รูปที่ 4.9 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร่งกับเวลา
(สีน้ำเงิน : X, สีแดง : Y, สีเขียว : Z)

รูปที่ 4.9 แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของความเร่งที่อ่านได้จากเซนเซอร์ในแนวแกน X, Y, Z เมื่อเปลี่ยนให้แต่ละแกนของเซนเซอร์วางในแนวเดียวกันกับแรงโน้มถ่วงโลก โดยเปลี่ยนการวางดังนี้ +X→+Y→+Z→-X→-Y→-Z ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 การทดสอบการอ่านค่าความเร็วเชิงมุมจากโมดูล GY-521

ทำการทดลองโดยนำเซนเซอร์มาหมุนรอบแกนของแต่ละแกน ส่งผลทำให้เกิดความเร็วเชิงมุมในแต่ละแกน จากนั้นทำการอ่านค่าที่ได้จากกราฟ



รูปที่ 4.10 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมกับเวลา
(สีน้ำเงิน : X, สีแดง : Y, สีเขียว : Z)

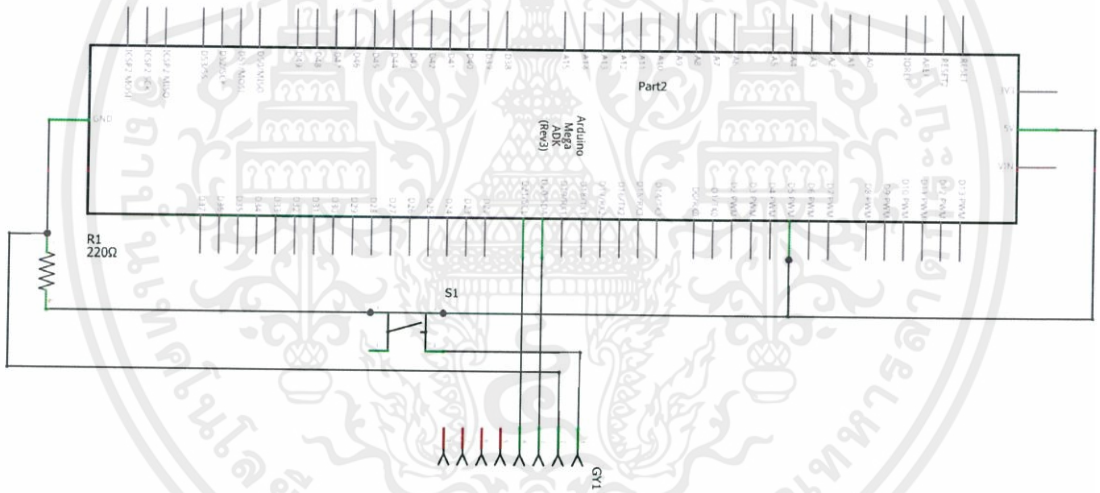
จากรูปที่ 4.10 จะสังเกตได้ว่า เมื่อหมุนเซนเซอร์รอบแกน X จะเกิดความเร็วเชิงมุมที่แกน X เท่านั้น ถ้าหมุนเซนเซอร์รอบแกน Y จะเกิดความเร็วเชิงมุมที่แกน Y เท่านั้นและถ้าหมุนเซนเซอร์รอบแกน Z จะเกิดความเร็วเชิงมุมที่แกน Z เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.4 การทดสอบบันทึกข้อมูลจากโมดูล GY-521 ลงบน EEPROM ของไมโครคอนโทรลเลอร์

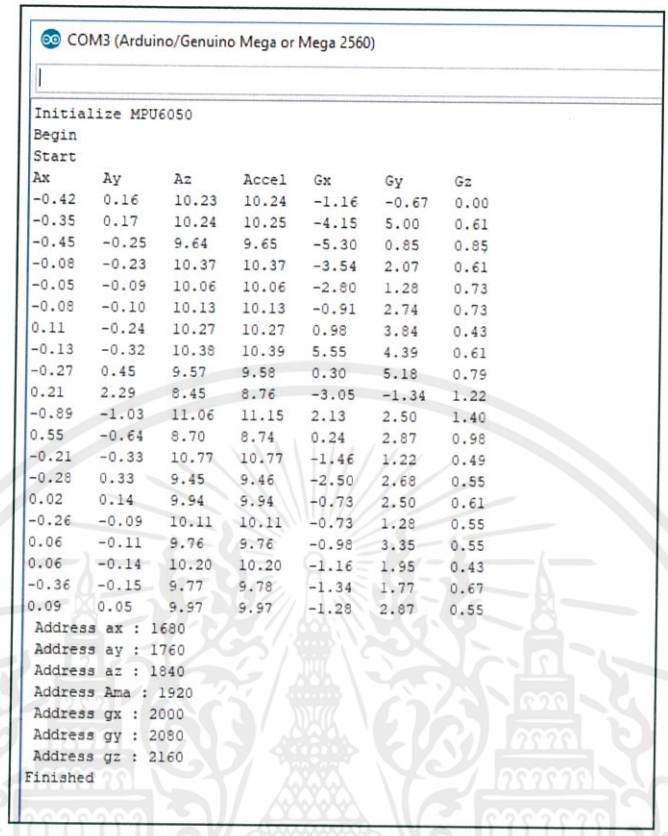
ในกระบวนการตรวจจับการล้มของผู้สูงอายุ ข้อมูลที่จำเป็นจะต้องรู้คือ ขนาดของความเร่งและองศาการเอียงของลำตัว จึงจำเป็นต้องหาค่าที่บ่งบอกถึงการแสดงอิริยาบถต่างๆ แต่เนื่องจากการอ่านข้อมูลผ่าน Serial monitor ยากต่อการทดสอบอิริยาบถต่างๆ จึงทำการบันทึกข้อมูลลงใน EEPROM ของไมโครคอนโทรลเลอร์

ในขั้นตอนการทดสอบการบันทึกข้อมูลที่ได้จากโมดูลลงบน EEPROM ของไมโครคอนโทรลเลอร์ และทำการเชื่อมต่อดังรูปที่ 4.11 โดยใช้คำสั่ง EEPROM.put (Address, value) เพื่อบันทึกค่าจากโมดูลลงบน EEPROM โค้ดโปรแกรมคำสั่งจะเริ่มบันทึกค่าเมื่อกดสวิตช์ ข้อมูลที่อ่านได้จากโมดูลแสดงดังรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.11 การเชื่อมต่อโมดูล GY-521 และสวิตช์กับไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.12 ข้อมูลที่อ่านได้จากโมดูล GY-521

4.1.5 การทดสอบอ่านค่าข้อมูลจาก EEPROM ของไมโครคอนโทรลเลอร์

การอ่านค่าจาก EEPROM สามารถใช้คำสั่ง EEPROM.get (Address, variable) เพื่อรับค่าที่อ่านได้จาก EEPROM ของไมโครคอนโทรลเลอร์มาทำการเก็บค่าในตัวแปรอาร์เรย์ จากนั้นนำมาแสดงผล โดยผลที่อ่านได้จาก EEPROM แสดงดังรูปที่ 4.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COM3 (Arduino/Genuino Mega or Mega 2560)

```
Address ax : 1680
Address ay : 1760
Address az : 1840
Address Ama : 1920
Address gx : 2000
Address gy : 2080
Address gz : 2160
```

Ax	Ay	Az	Accel	Gx	Gy	Gz
-0.42	0.16	10.23	10.24	-1.16	-0.67	0.00
-0.35	0.17	10.24	10.25	-4.15	5.00	0.61
-0.45	-0.25	9.64	9.65	-5.30	0.85	0.85
-0.08	-0.23	10.37	10.37	-3.54	2.07	0.61
-0.05	-0.09	10.06	10.06	-2.80	1.28	0.73
-0.08	-0.10	10.13	10.13	-0.91	2.74	0.73
0.11	-0.24	10.27	10.27	0.98	3.84	0.43
-0.13	-0.32	10.38	10.39	5.55	4.39	0.61
-0.27	0.45	9.57	9.58	0.30	5.18	0.79
0.21	2.29	8.45	8.76	-3.05	-1.34	1.22
-0.89	-1.03	11.06	11.15	2.13	2.50	1.40
0.55	-0.64	8.70	8.74	0.24	2.87	0.98
-0.21	-0.33	10.77	10.77	-1.46	1.22	0.49
-0.28	0.33	9.45	9.46	-2.50	2.68	0.55
0.02	0.14	9.94	9.94	-0.73	2.50	0.61
-0.26	-0.09	10.11	10.11	-0.73	1.28	0.55
0.06	-0.11	9.76	9.76	-0.98	3.35	0.55
0.06	-0.14	10.20	10.20	-1.16	1.95	0.43
-0.36	-0.15	9.77	9.78	-1.34	1.77	0.67
0.09	0.05	9.97	9.97	-1.28	2.87	0.55

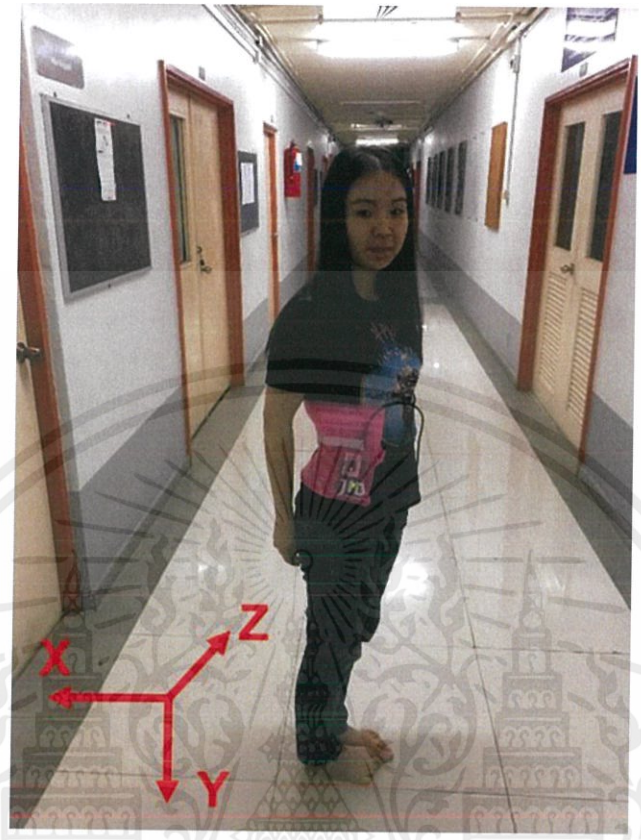
รูปที่ 4.13 ข้อมูลที่อ่านได้จาก EEPROM ของไมโครคอนโทรลเลอร์

จะเห็นว่าข้อมูลที่บันทึกลงบน EEPROM จากรูปที่ 4.12 ตรงกับข้อมูลที่แสดงผลได้จากไมโครคอนโทรลเลอร์ในรูปที่ 4.13

4.1.6 การศึกษาลักษณะเฉพาะของแต่ละอิริยาบถจากข้อมูลที่ได้จากโมดูล GY-521

ผู้จัดทำได้ทำการทดสอบโดยเลือกจุดที่ติดตั้งอุปกรณ์ 2 จุดคือ เอวและต้นขา ซึ่งการติดตั้งอุปกรณ์ทดสอบบริเวณเอว และทิศทางของเซนเซอร์แสดงดังรูปที่ 4.14

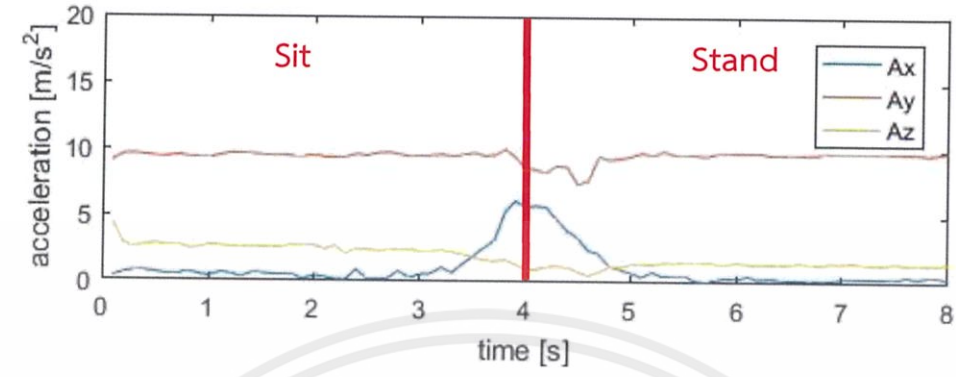
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



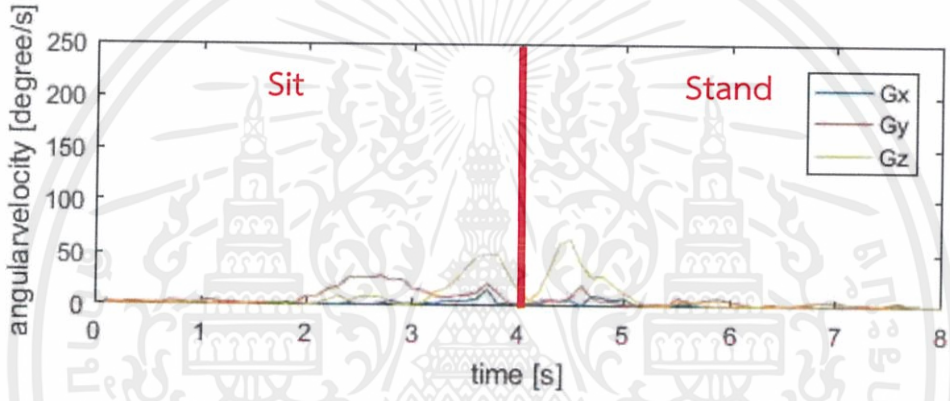
รูปที่ 4.14 การติดตั้งอุปกรณ์ทดสอบบริเวณเอว

ข้อมูลที่อ่านได้จากโมดูล GY-521 ของการนั่งและยืน แสดงดังรูปที่ 4.15 โดยรูปที่ 4.15 (ก) แสดงค่าความเร่งของข้อมูล และรูปที่ 4.15 (ข) แสดงค่าความเร็วเชิงมุมของข้อมูล จากกราฟที่ได้จะสังเกตเห็นว่าข้อมูลของการนั่งและยืนมีค่าใกล้เคียงกัน เนื่องจากการวางแนวแกนที่เหมือนกันทำให้ยากต่อการจำแนก 2 อิริยาบถนี้ออกจากกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)

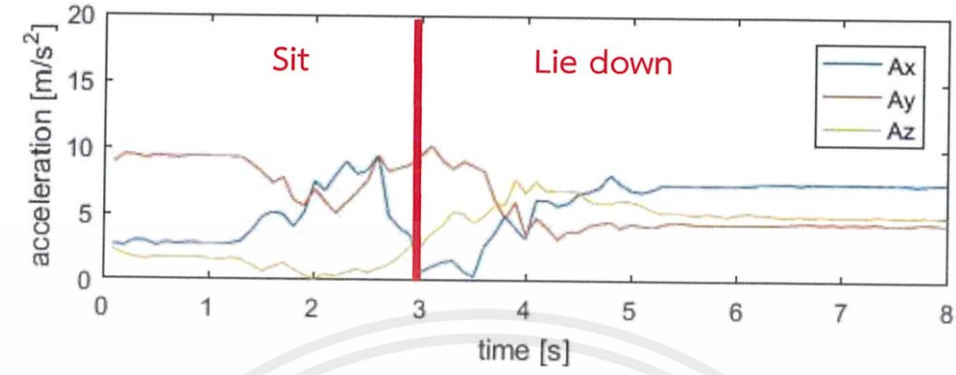


(ข)

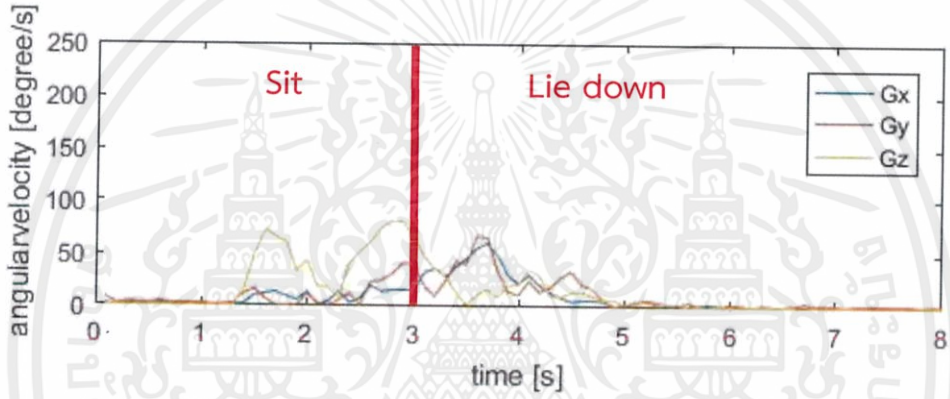
รูปที่ 4.15 ข้อมูลความเร่งและความเร็วเชิงมุมของการนั่งและยืน
(ก) ความเร่ง (ข) ความเร็วเชิงมุม

จากรูปที่ 4.16 แสดงให้เห็นข้อมูลของการนั่งและนอน โดยรูปที่ 4.16 (ก) แสดงข้อมูลความเร่ง และรูปที่ 4.16 (ข) แสดงค่าความเร็วเชิงมุมของข้อมูล โดยกราฟที่ได้จะสังเกตเห็นว่าข้อมูลของการนอนมีการเปลี่ยนแปลงความเร่งของแกน X และแกน Y เนื่องจากการเปลี่ยนองศาของลำตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)



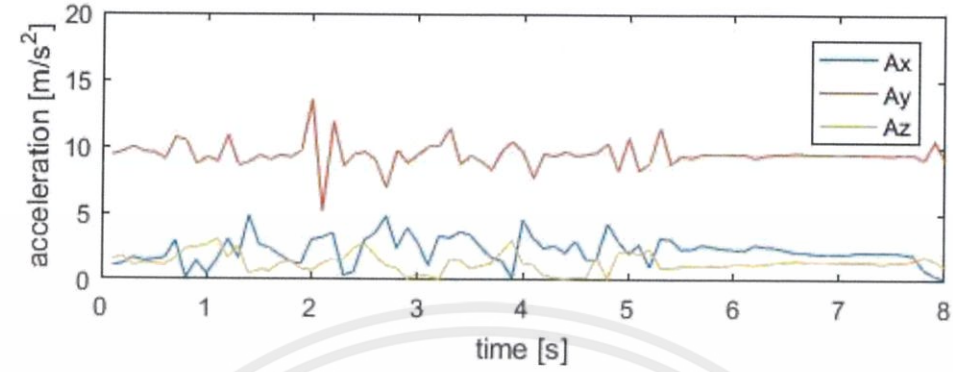
(ข)

รูปที่ 4.16 ข้อมูลความเร่งและความเร็วเชิงมุมของการนั่งและนอน

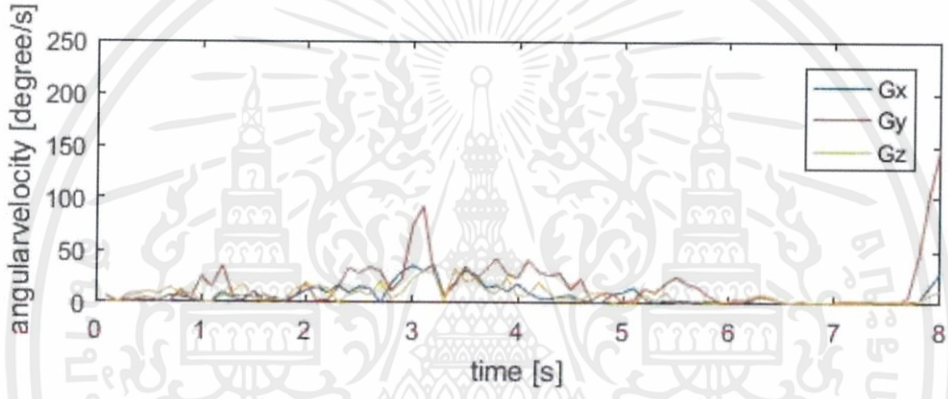
(ก) ความเร่ง (ข) ความเร็วเชิงมุม

จากรูปที่ 4.17 แสดงข้อมูลของการเดิน โดยรูปที่ 4.17 (ก) แสดงค่าความเร่งของข้อมูล และรูปที่ 4.17 (ข) แสดงค่าความเร็วเชิงมุมของข้อมูล โดยกราฟที่ได้จะสังเกตเห็นว่าข้อมูลของการเดินจะมีค่าความแปรปรวนของความเร่งสูงกว่าการอยู่นิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)

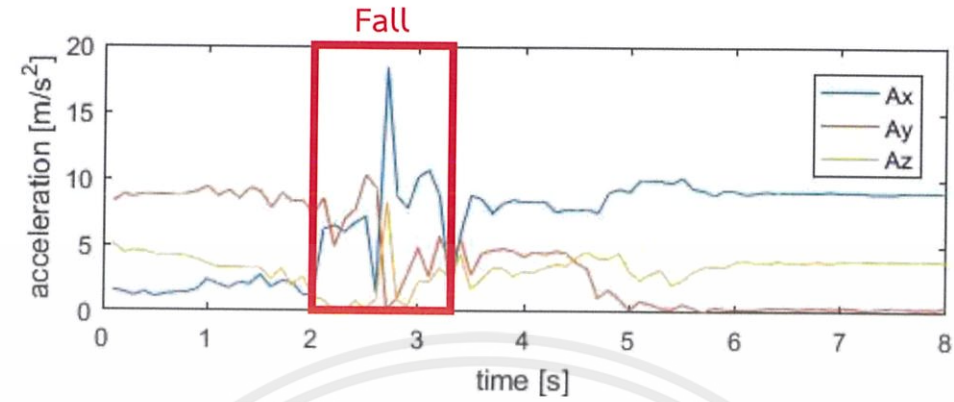


(ข)

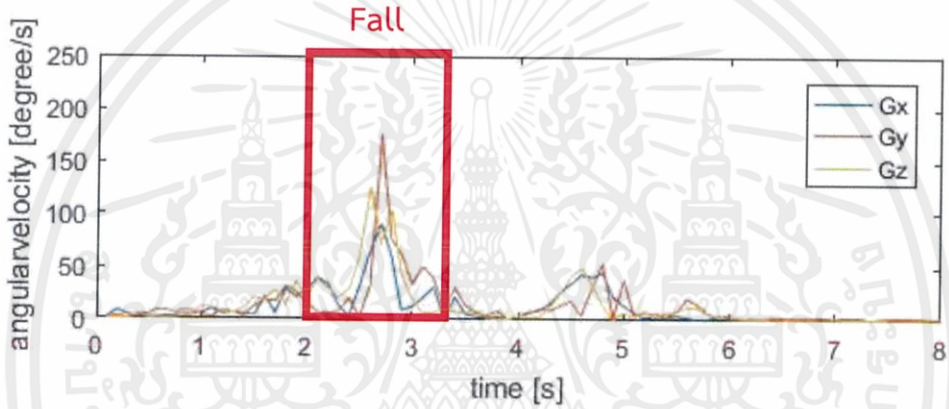
รูปที่ 4.17 ข้อมูลความเร่งและความเร็วเชิงมุมของการเดิน
(ก) ความเร่ง (ข) ความเร็วเชิงมุม

จากรูปที่ 4.18 แสดงข้อมูลของการล้ม โดยรูปที่ 4.18 (ก) แสดงข้อมูลความเร่ง และรูปที่ 4.18 (ข) แสดงค่าความเร็วเชิงมุมของข้อมูล โดยกราฟที่ได้จะสังเกตเห็นว่าเมื่อมีการล้มขนาดของความเร่ง และขนาดของความเร็วเชิงมุมจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยขนาดของความเร่งจะมีค่ามากสุดที่ประมาณ 20 m/s² และขนาดของความเร็วเชิงมุมจะมีค่ามากสุดที่ประมาณ 200 degree/s

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)



(ข)

รูปที่ 4.18 ข้อมูลความเร่งและความเร็วเชิงมุมของการล้ม

(ก) ความเร่ง (ข) ความเร็วเชิงมุม

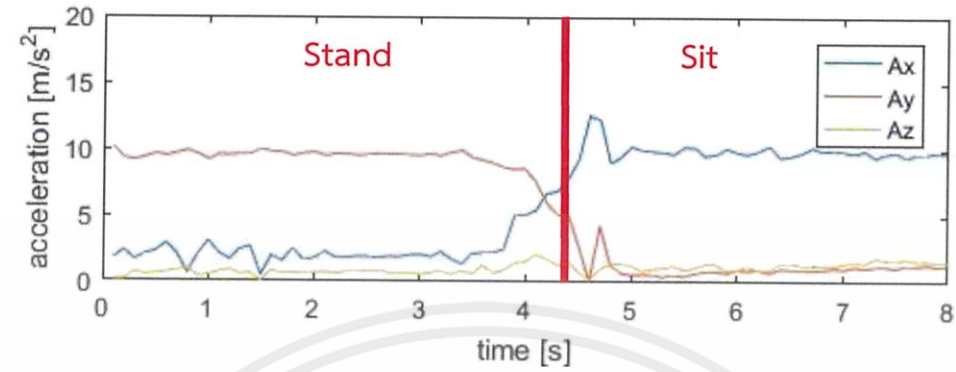
เนื่องจากผลของสัญญาณที่ได้จากการติดตั้งอุปกรณ์บริเวณเอวนั้น ยังไม่สามารถเห็นความเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจนของการเดิน ผู้จัดทำจึงได้ทำการทดสอบการติดตั้งอุปกรณ์ที่ต้นขา แสดงดังรูปที่ 4.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

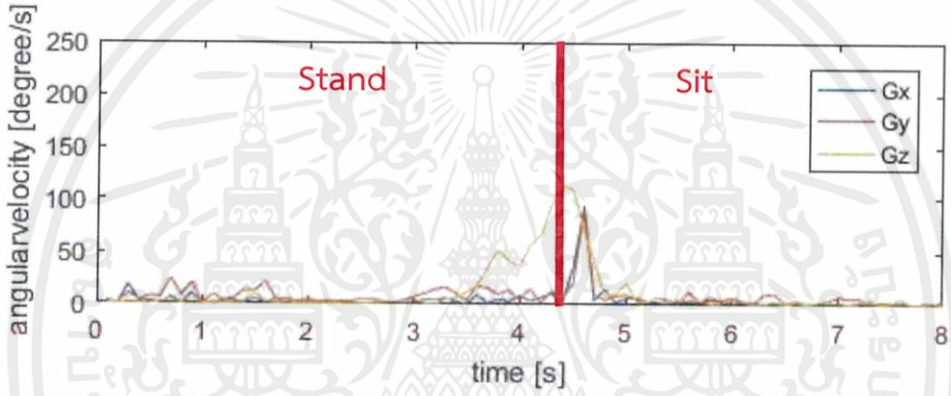
รูปที่ 4.19 การติดตั้งอุปกรณ์ทดสอบบริเวณต้นขา

รูปที่ 4.20 แสดงข้อมูลของการนั่งและยืน โดยรูปที่ 4.20 (ก) แสดงข้อมูลความเร่ง และรูปที่ 4.20 (ข) แสดงข้อมูลความเร็วเชิงมุม โดยกราฟที่ได้จะสังเกตเห็นว่าขณะยืน แกน Y จะมีความเร่งมากกว่าแกน X เนื่องจากแกน Y อยู่ในแนวแรงเดียวกับแรงโน้มถ่วง แต่การนั่งแกน X จะอยู่ในแนวแรงโน้มถ่วงแทน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)



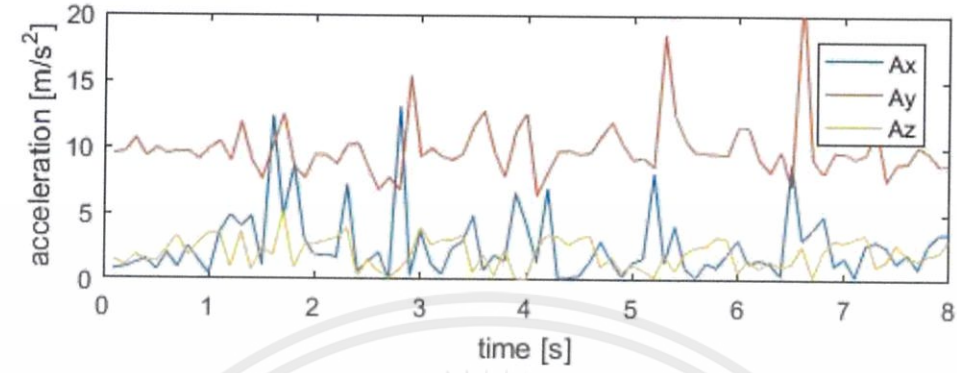
(ข)

รูปที่ 4.20 ข้อมูลความเร่งและความเร็วเชิงมุมของการนั่งและยืน

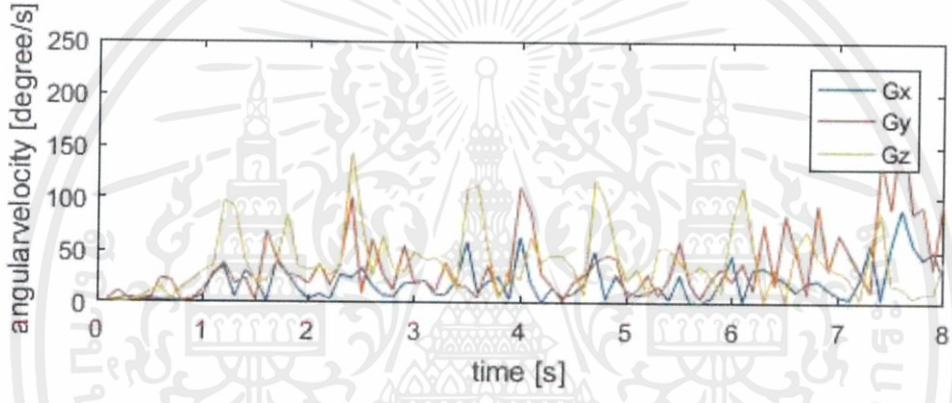
(ก) ความเร่ง (ข) ความเร็วเชิงมุม

จากรูปที่ 4.21 แสดงข้อมูลของการเดิน โดยรูปที่ 4.21 (ก) แสดงค่าความเร่งของข้อมูล และรูปที่ 4.21 (ข) แสดงค่าความเร็วเชิงมุมของข้อมูล โดยกราฟที่ได้จะสังเกตเห็นว่าข้อมูลของการเดินจะมีค่าความเร่งที่แกน X มีการเปลี่ยนแปลงสูงกว่าแกนอื่นๆ เนื่องจากแกน X อยู่ในแนวเดียวกับการเคลื่อนที่ นอกจากนั้นขณะที่ก้าวเท้าจะเกิดความเร็วเชิงมุมที่แกน Z

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)



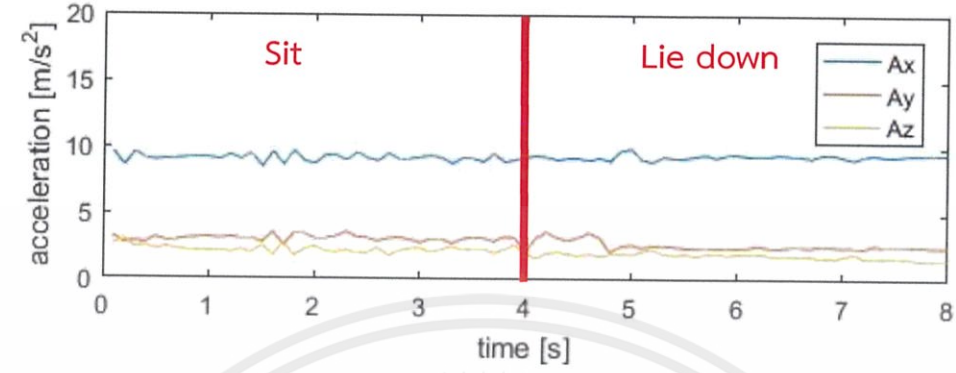
(ข)

รูปที่ 4.21 ข้อมูลความเร่งและความเร็วเชิงมุมของการเดิน

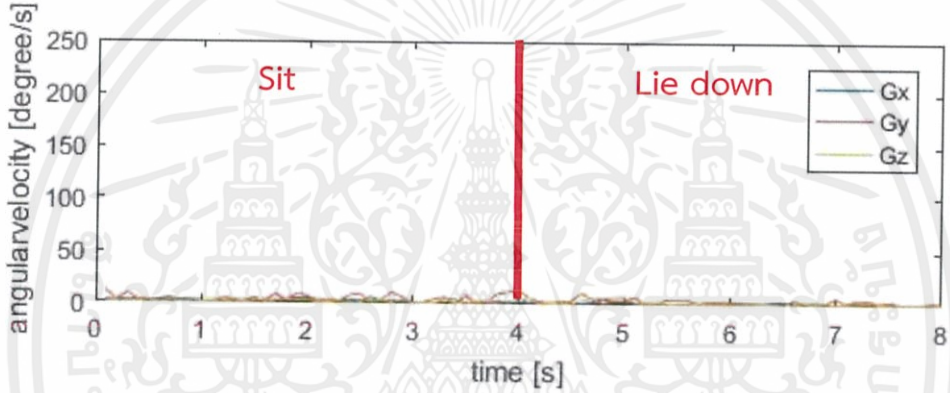
(ก) ความเร่ง (ข) ความเร็วเชิงมุม

รูปที่ 4.22 แสดงข้อมูลของการนั่งและนอน โดยรูปที่ 4.22 (ก) แสดงค่าความเร่งของข้อมูล และรูปที่ 4.22 (ข) แสดงค่าความเร็วเชิงมุมของข้อมูล โดยกราฟที่ได้จะสังเกตเห็นว่าข้อมูลของการนั่งและนอนไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง เนื่องจากการนั่งและการนอนมีการวางแนวแกนแบบเดียวกัน ทางผู้จัดทำจึงได้จัดหมวดหมู่ให้นั่งและนอนอยู่ในกลุ่มเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)



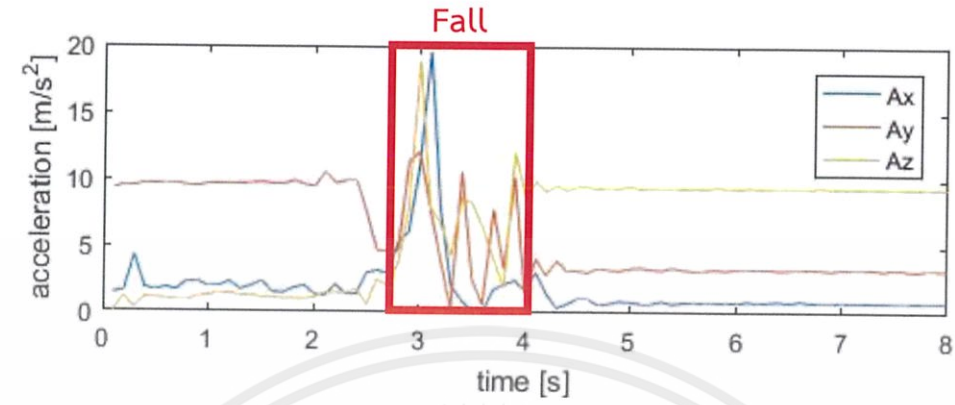
(ข)

รูปที่ 4.22 ข้อมูลความเร่งและความเร็วเชิงมุมของการนั่งและนอน

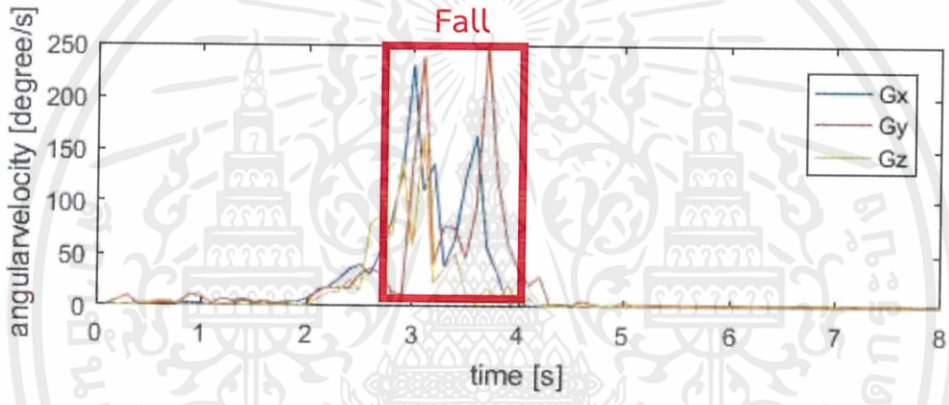
(ก) ความเร่ง (ข) ความเร็วเชิงมุม

รูปที่ 4.23 แสดงข้อมูลของการล้ม โดยรูปที่ 4.23 (ก) แสดงค่าความเร่งของข้อมูล และรูปที่ 4.23 (ข) แสดงค่าความเร็วเชิงมุมของข้อมูล โดยที่ได้กราฟจะสังเกตเห็นว่าเมื่อมีการล้ม ขนาดของความเร่ง และขนาดของความเร็วเชิงมุมเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยขนาดของความเร่งจะมีค่ามากสุดที่ประมาณ 25 m/s² และขนาดของความเร็วเชิงมุมจะมีค่ามากสุดที่ประมาณ 300 degree/s

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)



(ข)

รูปที่ 4.23 ข้อมูลความเร่งและความเร็วเชิงมุมของการล้ม

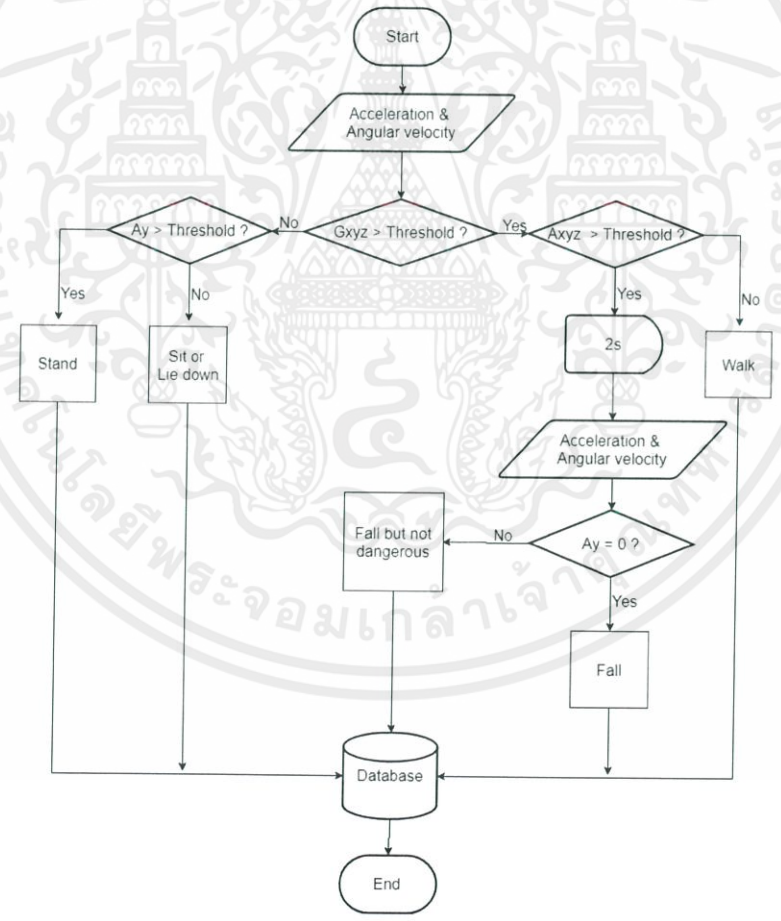
(ก) ความเร่ง (ข) ความเร็วเชิงมุม

จากการทดสอบติดตั้งอุปกรณ์ทั้ง 2 จุด สังเกตได้ว่าการติดตั้งอุปกรณ์บริเวณเอวไม่สามารถระบุอิริยาบถการเดินได้ ดังนั้นผู้จัดทำการติดตั้งอุปกรณ์ที่บริเวณต้นขา เนื่องจากบริเวณต้นขาจะมีการเปลี่ยนแปลงความเร่งในแนวแกน X และความเร็วเชิงมุมในแนวแกน Z ตลอดเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

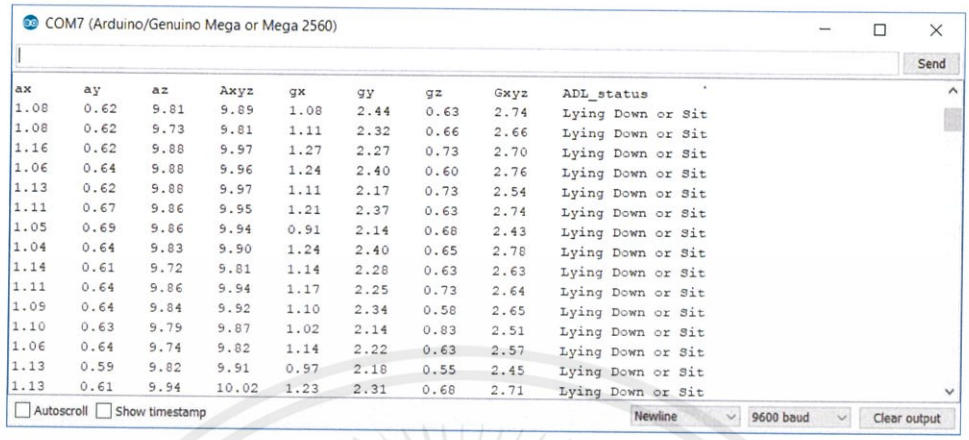
4.1.7 การทดสอบระบบตรวจสอบอิริยาบถ

หลังจากที่ผู้จัดทำได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลและทำการวิเคราะห์ความเร่งและความเร็วเชิงมุมในแกน X, Y และ Z และนำข้อมูลที่ได้มาทำการออกแบบเงื่อนไข เพื่อจำแนกอิริยาบถของผู้สวมใส่อุปกรณ์และตรวจจับว่าเกิดการล้มหรือไม่ โดยโปรแกรมชุดคำสั่งที่มีเงื่อนไขเบื้องต้นเป็นไปดังแผนผังการตรวจสอบอิริยาบถดังรูปที่ 4.24 ผู้จัดทำได้ทำการทดสอบอัลกอริทึมในการตรวจสอบอิริยาบถจากบุคคลที่นำมาทดสอบจำนวน 6 คน มีอายุระหว่าง 22-25 ปี เป็นผู้ชายจำนวน 2 คน และผู้หญิงจำนวน 4 คน ซึ่งแต่ละคนจะทดสอบอิริยาบถนั่ง นอน และยืน จำนวนอิริยาบถละ 25 ครั้งต่อคน สำหรับทดสอบอิริยาบถในการล้มจะทดสอบจำนวน 15 ครั้งต่อคน โดยทำการแสดงผลการตรวจสอบอิริยาบถผ่าน Serial monitor ผลที่ได้แสดงดังรูปที่ 4.25-4.28 และสรุปประสิทธิภาพของระบบได้ดังตารางที่ 4.3

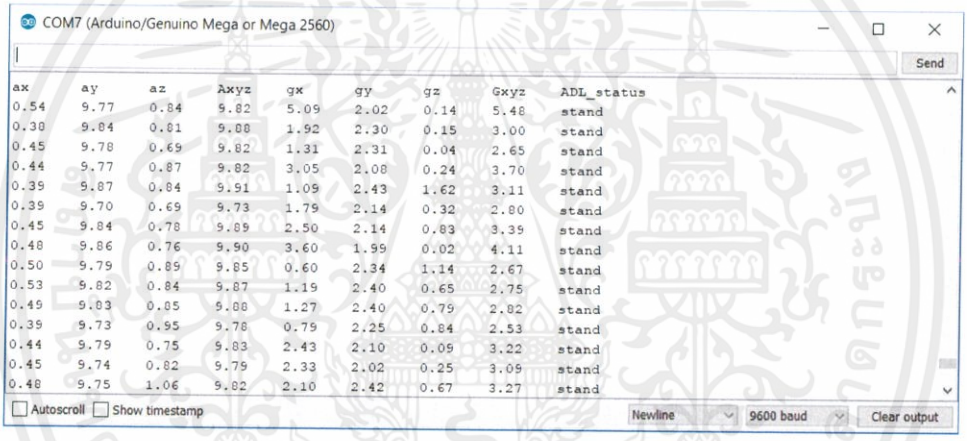


รูปที่ 4.24 แผนผังการตรวจสอบอิริยาบถ

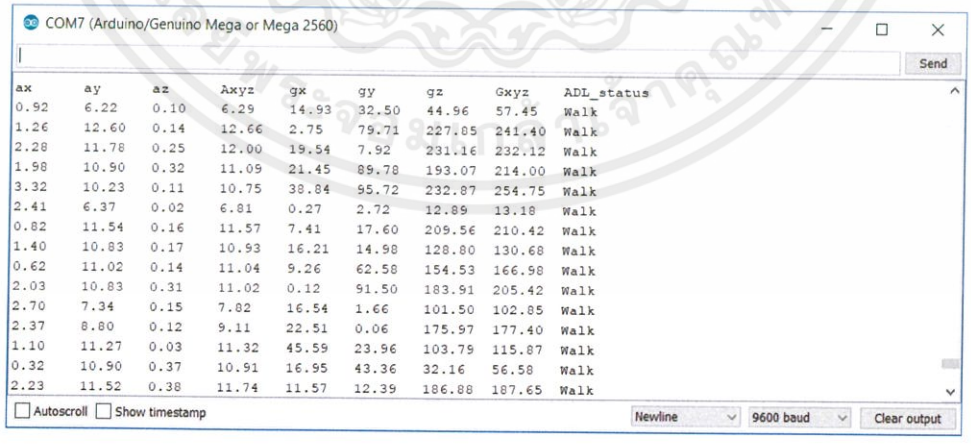
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.25 ผลที่ได้จากอิริยาบถนั่งหรือนอน

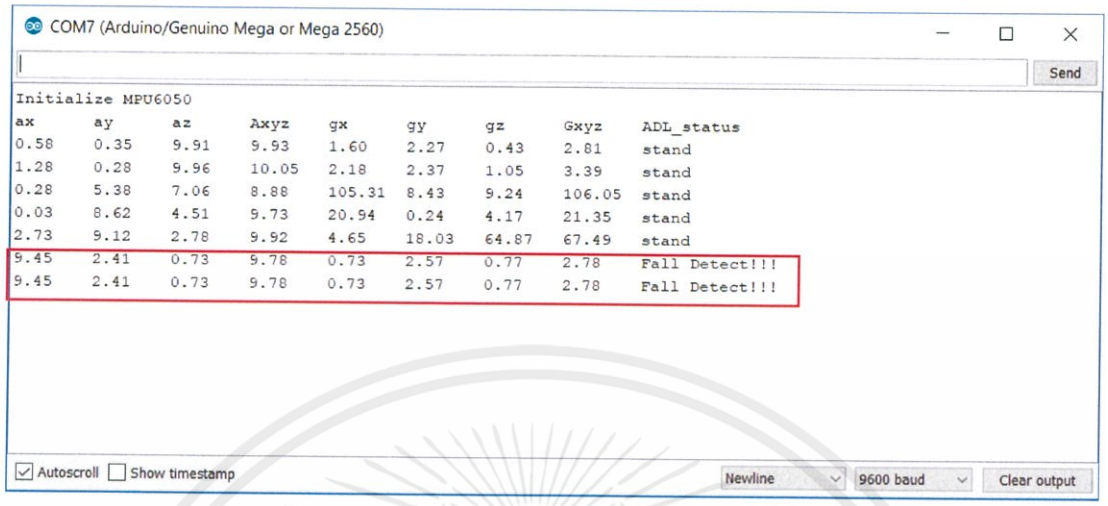


รูปที่ 4.26 ผลที่ได้จากอิริยาบถยืน



รูปที่ 4.27 ผลที่ได้จากอิริยาบถเดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.28 ผลที่ได้เมื่อเกิดการล้ม

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบความแม่นยำในการตรวจสอบอิริยาบถ

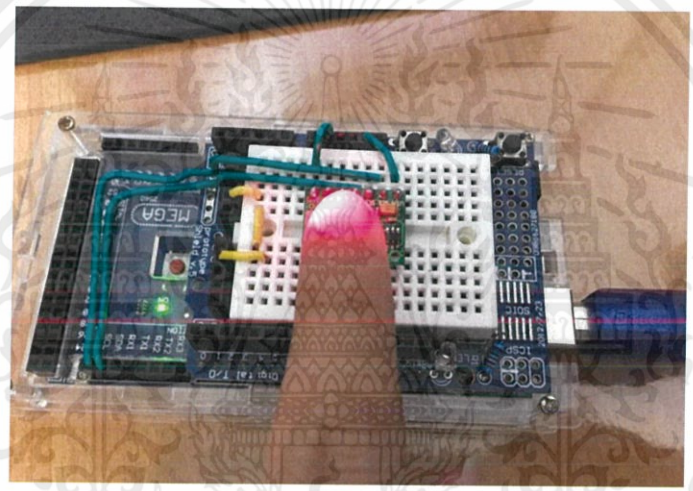
อิริยาบถที่ทดสอบ		ผลที่ได้ (ถูก / จำนวนครั้งที่ทดสอบ)	% ความถูกต้อง
การล้ม	จากการนั่งบนเก้าอี้	66/80	82.5
	จากการยืน	70/80	87.5
นั่งหรือนอน		100/100	100
ยืน		100/100	100
เดิน		88/100	88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

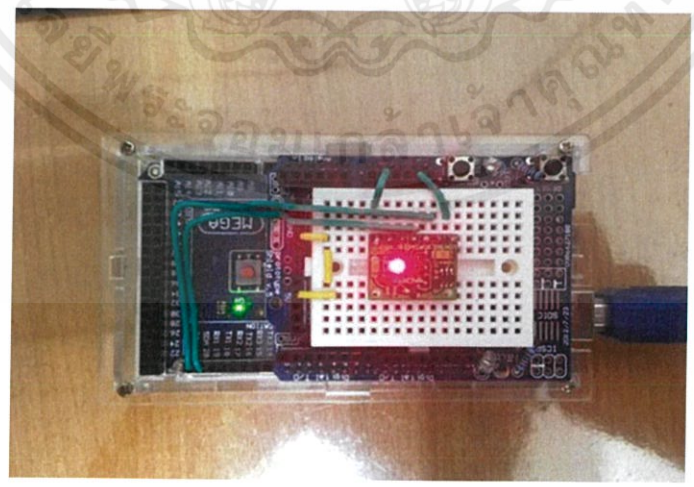
4.2 การทดสอบการทำงานของโมดูล MAX30100 กับไมโครคอนโทรลเลอร์

4.2.1 การทดสอบโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์อ่านข้อมูลที่ได้จากโมดูล MAX30100

การทดสอบโมดูล MAX30100 เพื่ออ่านค่าอัตราการเต้นของหัวใจโดยทำการวัดบริเวณนิ้วมือ แสดงดังรูปที่ 4.29 การเชื่อมต่อโมดูล MAX30100 กับไมโครคอนโทรลเลอร์ แสดงดังรูปที่ 4.30 และตารางที่ 4.4 ตามลำดับ โดยมีการแสดงผลลัพธ์ค่าอัตราการเต้นของหัวใจที่สามารถวัดได้ผ่านทาง Serial monitor แสดงดังรูปที่ 4.31



รูปที่ 4.29 การทดสอบอ่านค่าอัตราการเต้นของหัวใจโดยวัดบริเวณที่นิ้วมือ

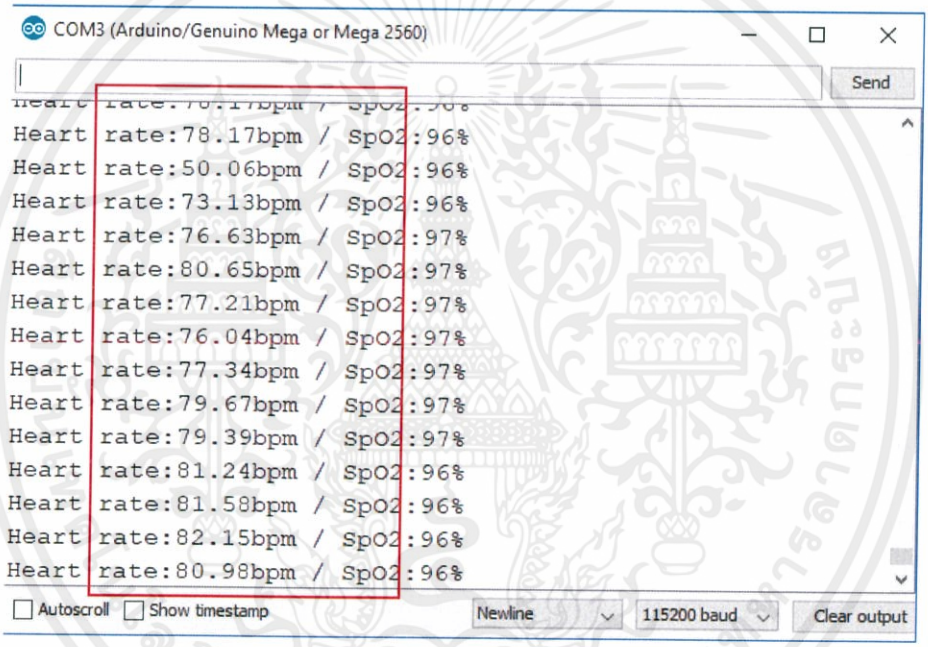


รูปที่ 4.30 การเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์กับโมดูล MAX30100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 การเชื่อมต่อของไมโครคอนโทรลเลอร์กับโมดูล MAX30100

ไมโครคอนโทรลเลอร์	โมดูล MAX30100
5V	Vin
GND	GND
Digital 21	SCL
Digital 20	SDA
Digital 2	INT



รูปที่ 4.31 ผลที่ได้จากการอ่านค่าอัตราการเต้นของหัวใจ

4.2.2 การทดสอบเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลและนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความคลาดเคลื่อนและค่าความแปรปรวนของโมดูล MAX30100

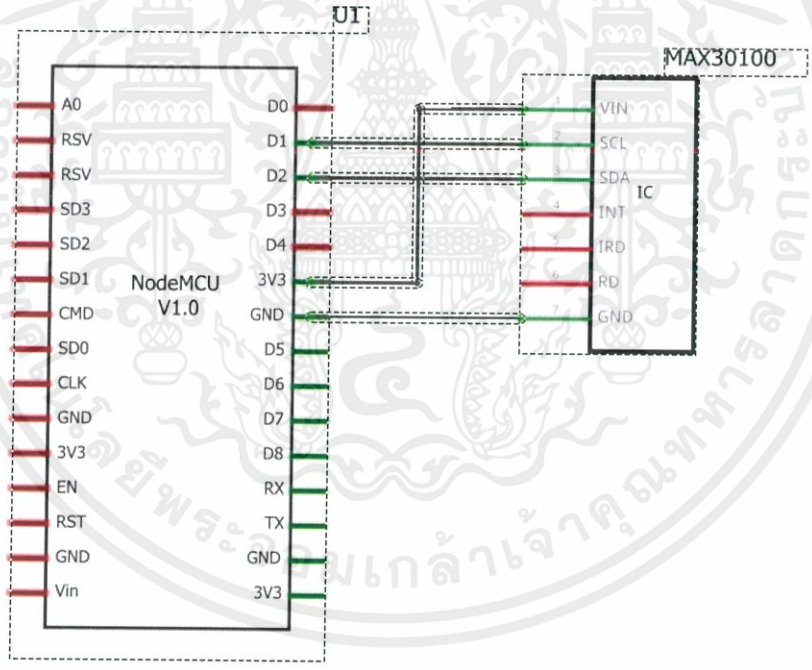
ผู้จัดทำได้ทำการทดสอบการทำงานของโมดูล MAX30100 โดยวัดอัตราการเต้นของหัวใจจากโมดูล MAX30100 เทียบกับ Smart watch ยี่ห้อ Xiaomi Mi Band โดยทำการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์กับโมดูล MAX30100 เพื่อใช้ในการทดสอบ สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 4.5 และรูปที่ 4.32 และ 4.33 ตามลำดับ ถ้าหากผลการทดสอบค่าอัตราการเต้นของหัวใจที่อ่านได้จาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โมดูล MAX30100 มีค่าใกล้เคียง หรือค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ในเกณฑ์ที่ผู้จัดทำกำหนดไว้ ก็จะสามารถนำมาใช้งานได้

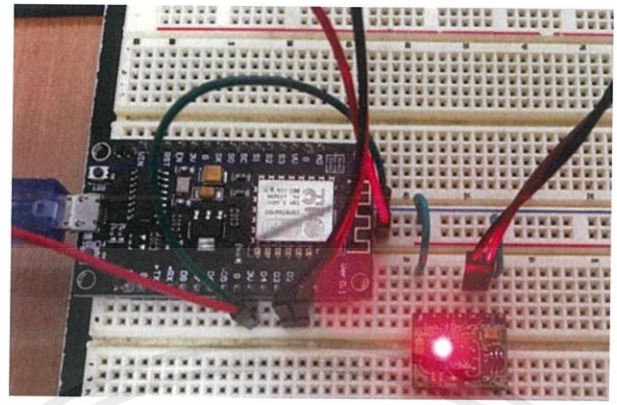
ตารางที่ 4.5 การเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์กับโมดูล MAX30100

ไมโครคอนโทรลเลอร์	MAX30100
5V	VIN
GND	GND
D1	SCL
D2	SDA



รูปที่ 4.32 schematic การเชื่อมต่อระหว่าง MAX30100 กับไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.33 การเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์กับโมดูล MAX30100

จากตารางที่ 4.6 แสดงข้อมูลที่อ่านค่าได้จากโมดูล MAX30100 และ Smart watch ยี่ห้อ Xiaomi Mi Band โดยทำการวัดอัตราการเต้นของหัวใจที่บริเวณปลายนิ้วมือ จากบุคคลที่ร่วมทำการทดสอบจำนวน 5 คน ที่มีอายุระหว่าง 20-22 ปี ประกอบด้วยเพศหญิงจำนวน 3 คน และเพศชายจำนวน 2 คน ซึ่งแต่ละคนจะวัดอัตราการเต้นของหัวใจในแต่ละอิริยาบถจำนวน 20 ครั้งต่อคน เพื่อทดสอบความแม่นยำของอุปกรณ์ และหาแนวโน้มการเต้นของหัวใจในแต่ละอิริยาบถ

จากการทดสอบเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลและนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความคลาดเคลื่อนและค่าความแปรปรวนของโมดูล MAX30100 และอัตราการเต้นของหัวใจเฉลี่ยในแต่ละอิริยาบถ แสดงดังตารางที่ 4.6 จากตาราง สรุปว่าความผิดพลาด (Error) มีค่าประมาณ 5-6 เปอร์เซนต์ ซึ่งผู้จัดทำถือว่ามีค่าน้อย เป็นค่าที่สามารถยอมรับและนำไปใช้งานได้

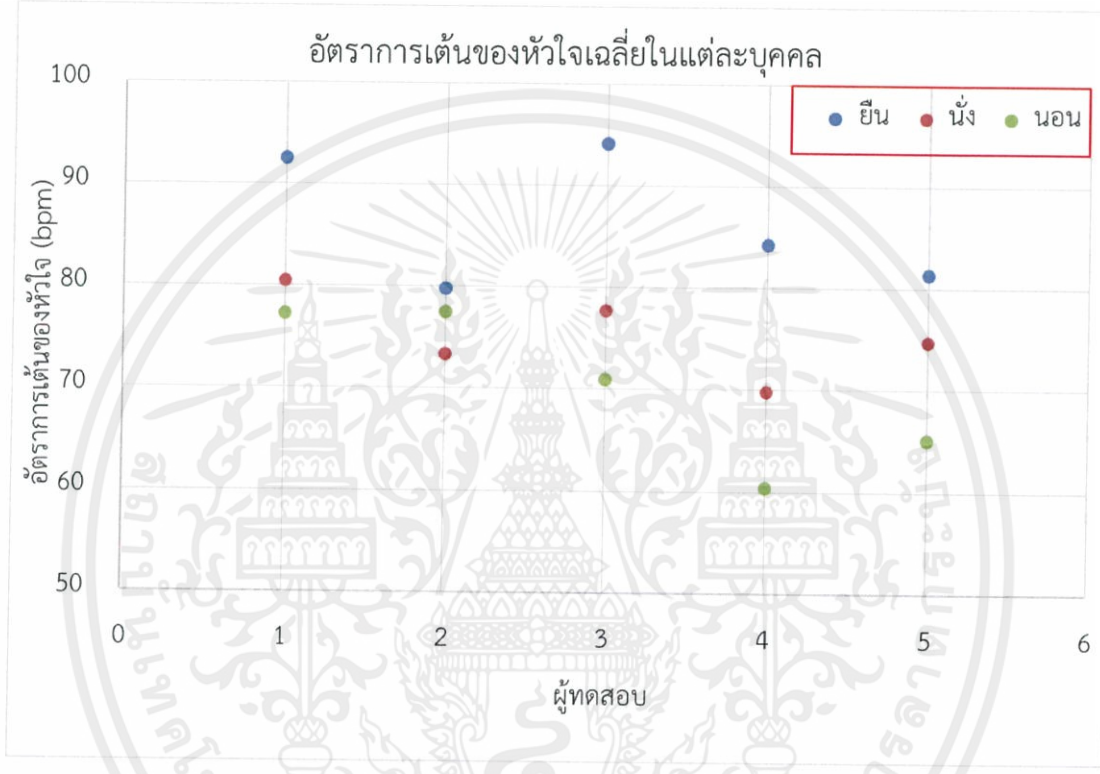
ตารางที่ 4.6 อัตราการเต้นของหัวใจจากการทดลอง

	อุปกรณ์	ยืน	นั่ง	นอน	เดิน
Max (bpm)	Smart watch	100	91	85	107
	MAX30100	99.5	95	83.71	106.53
Min (bpm)	Smart watch	45	59	51	82
	MAX30100	47.71	58.65	50.07	84.5
Average (bpm)	Smart watch	87.28	75.53	70.18	94.475
	MAX30100	86.0376	75.2114	70.214	95.1355
Error (%)		5.5567	5.4573	5.4596	5.0938
Variance		65.7893	30.8556	57.3203	25.6556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 การทดสอบเพื่อศึกษาแนวโน้มอัตราการเต้นของหัวใจของแต่ละอิริยาบถ

นำข้อมูลจากตารางที่ 4.6 มาสร้างกราฟเพื่อวิเคราะห์และดูแนวโน้มอัตราการเต้นของหัวใจในแต่ละอิริยาบถแสดงดังรูปที่ 4.34



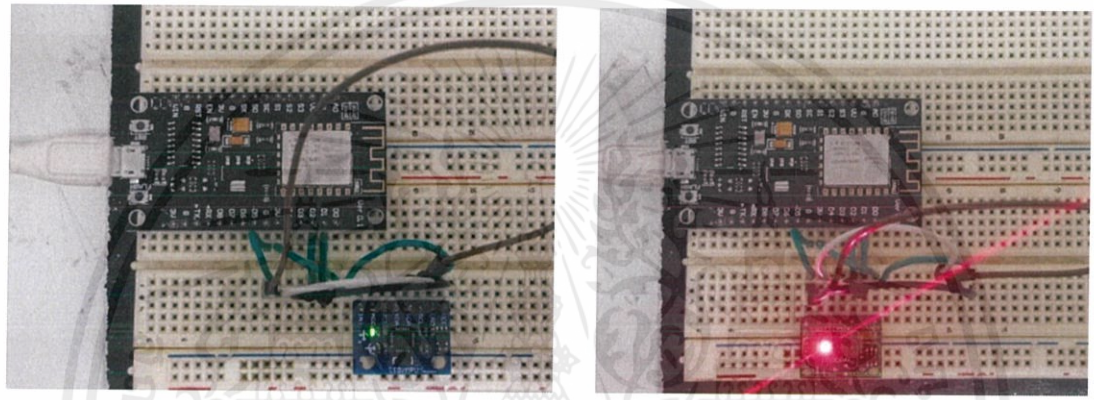
รูปที่ 4.34 กราฟอัตราการเต้นของหัวใจเฉลี่ยในแต่ละบุคคล

จากรูปที่ 4.34 สามารถสรุปได้ว่า แต่ละอิริยาบถมีผลต่ออัตราการเต้นของหัวใจ โดยแนวโน้มอัตราการเต้นของหัวใจในขณะที่นอนอยู่จะมีค่าน้อยกว่าในขณะที่นั่ง และยืนตามลำดับ เนื่องจากผลของแรงโน้มถ่วงในร่างกายจะลดลง ทำให้เลือดไหลเวียนกลับไปที่หัวใจมากขึ้นผ่านทางเส้นเลือด และร่างกายสามารถสูบฉีดเลือดได้มากขึ้น ซึ่งหมายความว่าจะต้องมีการเต้นของหัวใจน้อยลงต่อนาที เพื่อตอบสนองความต้องการของร่างกาย [1] แต่จากกราฟจะสังเกตเห็นว่าผู้ทดสอบคนที่ 2 นั้นมีอัตราการเต้นของหัวใจเฉลี่ยในขณะที่นั่งน้อยกว่าขณะที่นอน สาเหตุอาจเกิดจากอารมณ์ อุณหภูมิของร่างกาย การพักผ่อนไม่เพียงพอ และการรับประทานยา ซึ่งล้วนส่งผลต่ออัตราการเต้นของหัวใจ จึงอาจทำให้เกิดแนวโน้มที่ผิดปกติไปจากบุคคลอื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การทดสอบการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์กับฐานข้อมูล

โครงงานนี้ผู้จัดทำเลือกใช้ระบบการจัดการฐานข้อมูลคือ Firebase ซึ่งจะจัดเก็บข้อมูลไฟล์วิดีโอที่บันทึกจากกล้องวงจรปิดและรับค่าจากอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบ ซึ่งอุปกรณ์ประกอบด้วย Raspberry Pi และไมโครคอนโทรลเลอร์ที่เชื่อมต่อกับเซนเซอร์วัดอัตราการเต้นของหัวใจ (โมดูล MAX30100) และเซนเซอร์ตรวจสอบอิริยาบถ (โมดูล GY-521) แสดงดังรูปที่ 4.35 (ก) และ (ข) ตามลำดับ



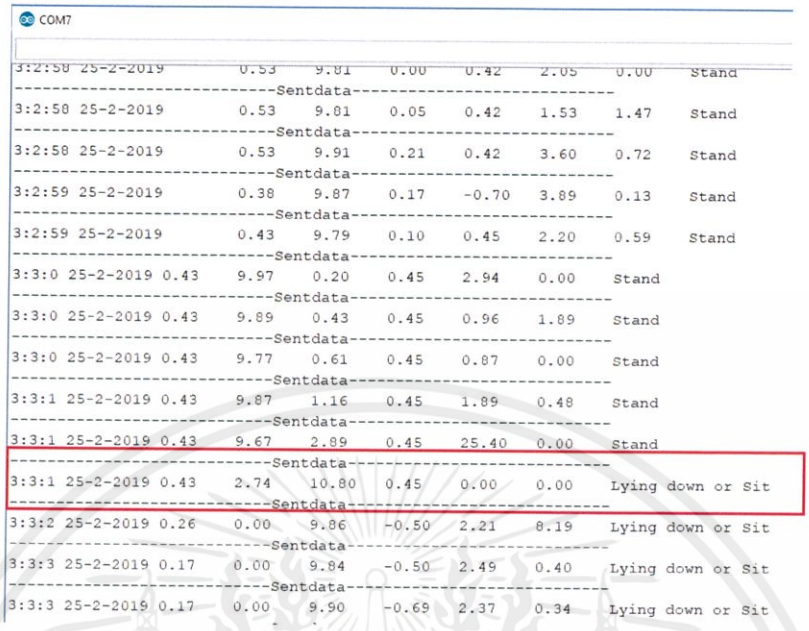
(ก) (ข)

รูปที่ 4.35 อุปกรณ์ที่ใช้ในระบบ
(ก) โมดูล MAX30100 (ข) โมดูล GY-521

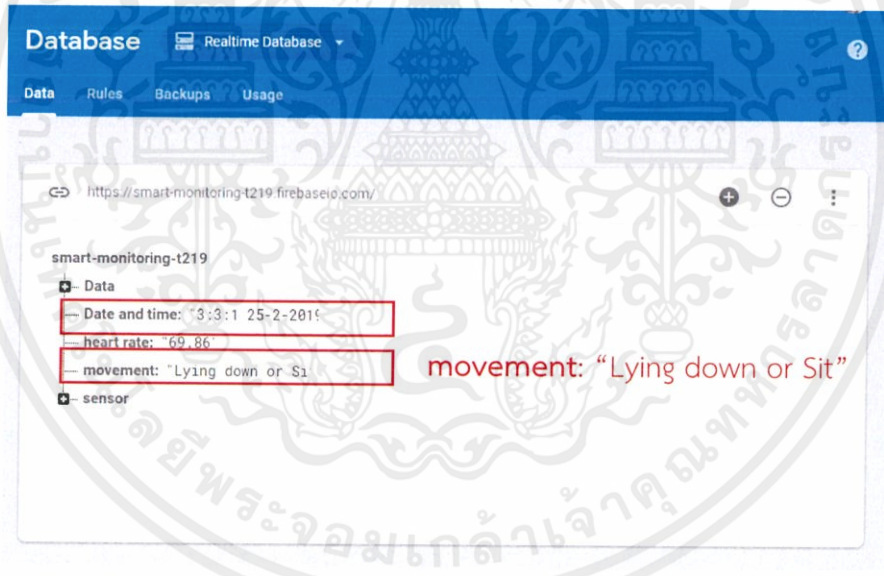
4.3.1 การทดสอบการส่งค่าจากโมดูล GY-521 มายัง Realtime Database

ผู้จัดทำทดสอบการส่งข้อมูลจากอุปกรณ์ไปยัง Firebase Realtime Database โดยเริ่มต้นจากส่งข้อมูลอิริยาบถต่างๆ จากอุปกรณ์ไปยัง Firebase Realtime Database แสดงดังรูปที่ 4.36 (ก) และ (ข) ตามลำดับ โดยผู้จัดทำกำหนดให้มีการส่งข้อมูลอิริยาบถต่างๆ ของผู้ที่สวมใส่อุปกรณ์ไปยัง Firebase Realtime Database ก็ต่อเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอิริยาบถเท่านั้น ถ้าหากอุปกรณ์ตรวจสอบพบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงอิริยาบถก็จะไม่มีการส่งข้อมูลไปยัง Firebase Realtime Database แสดงดังรูปที่ 4.37 (ก) และ (ข) ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



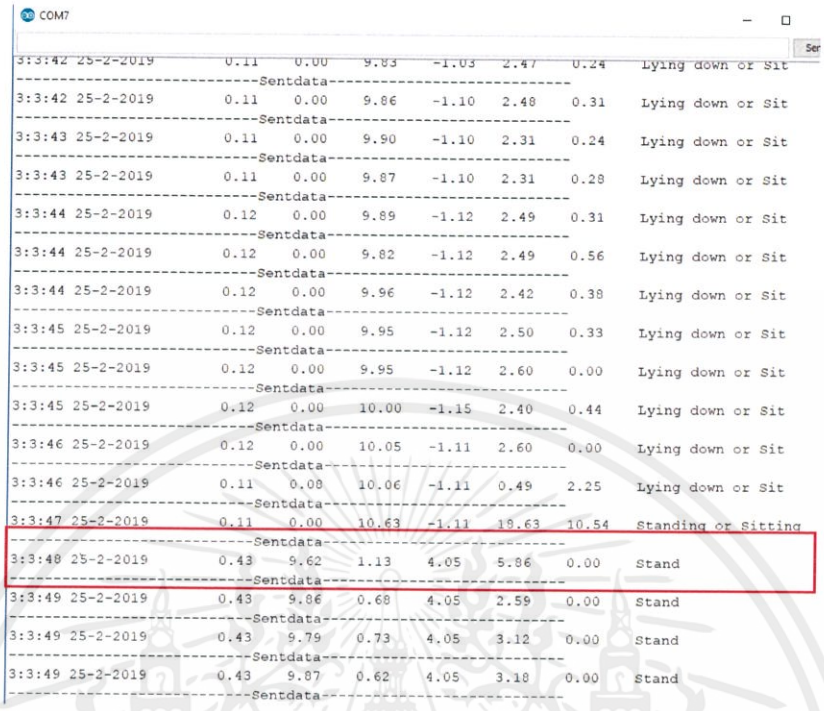
(ก)



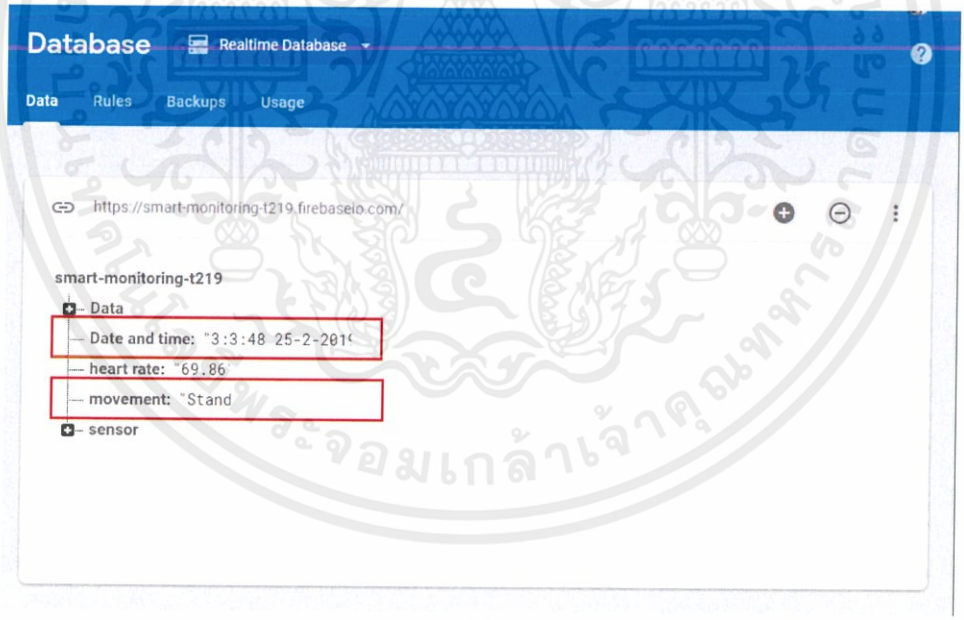
(ข)

รูปที่ 4.36 การส่งข้อมูลอิริยาบถต่างๆ ไปยัง Firebase Realtime Database
(ก) ผลที่ได้จากการอ่านค่าอิริยาบถ (ข) การรับค่าอิริยาบถจากอุปกรณ์บน Firebase

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)



(ข)

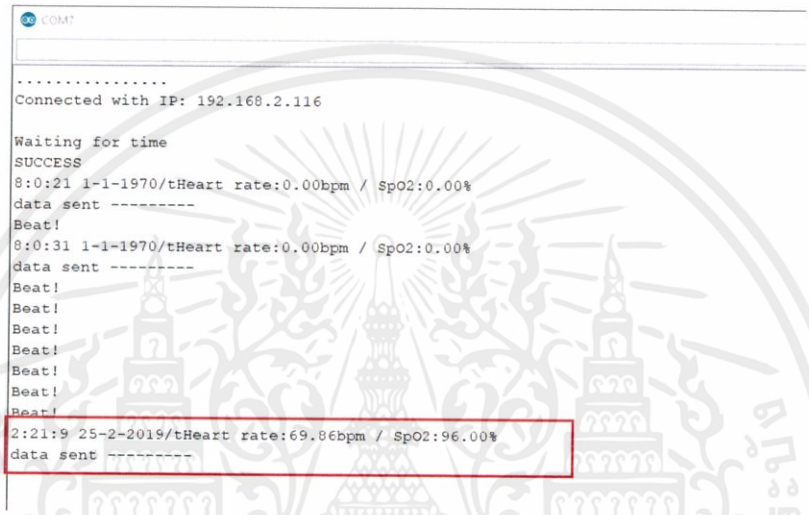
รูปที่ 4.37 การส่งข้อมูลอิริยาบถต่างๆ ไปยัง Firebase Realtime Database เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงอิริยาบถ

(ก) ผลที่ได้จากการอ่านค่าอิริยาบถต่างๆ (ข) การรับค่าจากอุปกรณ์บน Firebase

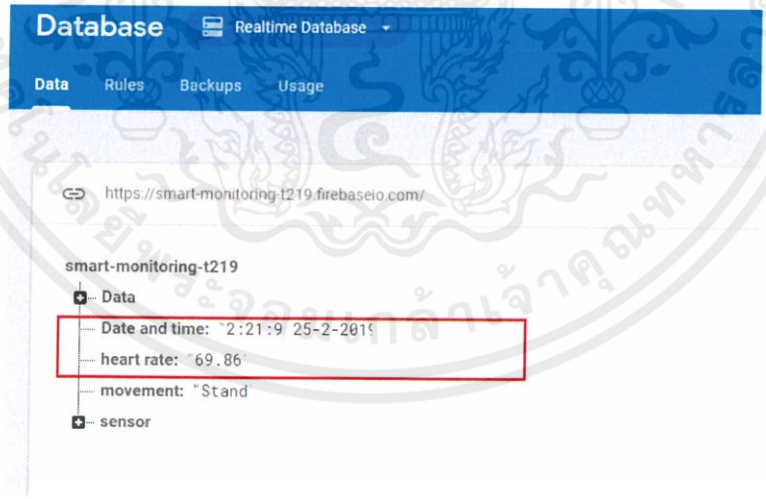
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 การทดสอบการส่งค่าจากโมดูล MAX30100 มายัง Realtime Database

หลังจากนั้นทำการวัดอัตราการเต้นของหัวใจและส่งข้อมูลอัตราการเต้นของหัวใจที่อ่านค่าได้ไปยัง Firebase Realtime Database แสดงดังรูปที่ 4.38 (ก) และ (ข) ตามลำดับ ซึ่งกำหนดให้มีการส่งค่าข้อมูลไปทุกๆ 1 นาที ดังนั้นใน 1 วัน จะมีการส่งค่าอัตราการเต้นของหัวใจไปยัง Firebase Realtime Database ทั้งหมด 1440 ครั้ง



(ก)



(ข)

รูปที่ 4.38 การส่งข้อมูลอัตราการเต้นของหัวใจไปยัง Firebase Realtime Database (ก) ผลที่ได้จากการอ่านค่าอัตราการเต้นของหัวใจ (ข) การรับค่าอัตราการเต้นของหัวใจจากอุปกรณ์บน Firebase

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

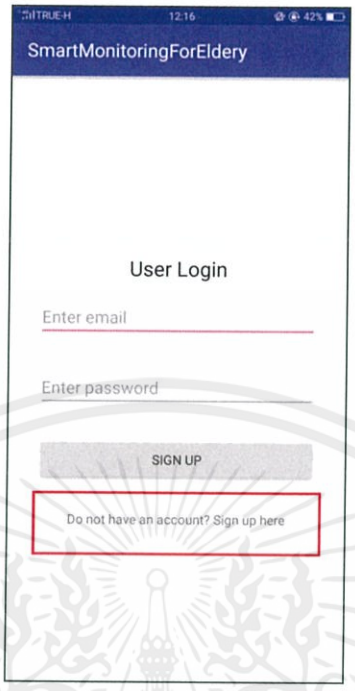
4.4 การทดสอบการทำงานของแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์กับฐานข้อมูล

4.4.1 การทดสอบระบบลงชื่อเข้าใช้งานแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

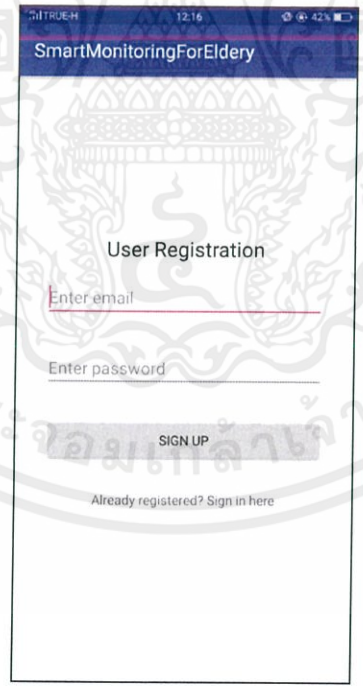
เมื่อผู้ใช้งานเข้าสู่แอปพลิเคชันจะพบหน้าจอหลักคือ หน้าจอเข้าสู่ระบบสำหรับผู้ใช้งาน แสดงดังรูปที่ 4.39 โดยผู้ใช้งานจะต้องกรอก e-mail และ password ให้ถูกต้องตรงกับข้อมูลที่บันทึกไว้ในฐานข้อมูล สำหรับผู้ใช้งานที่ยังไม่ได้ลงทะเบียนสำหรับเข้าใช้งานแอปพลิเคชัน ผู้ใช้งานจะต้องกดปุ่ม Do not have an account? Sign up here ระบบจะสลับหน้าจอไปยังหน้าลงทะเบียนข้อมูลของผู้ใช้งาน โดยผู้ใช้งานจะต้องกรอก e-mail และ password เพื่อนำไปใช้ในการเข้าสู่ระบบครั้งต่อไป แสดงดังรูปที่ 4.40 สำหรับผู้ใช้งานที่ลงทะเบียนเรียบร้อยแล้ว ข้อมูลจะถูกบันทึกไว้ในฐานข้อมูล แสดงดังรูปที่ 4.41

หลังจากนั้นถ้าหากต้องการจะเข้าสู่ระบบเพื่อใช้งานแอปพลิเคชัน ผู้ใช้งานจะต้องกรอก e-mail และ password ให้ถูกต้องตรงกับข้อมูลที่บันทึกไว้ในฐานข้อมูลแสดงดังรูปที่ 4.42 เมื่อผู้ใช้งานกรอก e-mail และ password ที่ถูกต้องจะสามารถเข้าสู่ระบบได้สำเร็จและระบบจะมายังหน้าเมนูแอปพลิเคชัน ซึ่งจะแสดงเมนูต่างๆ ของแอปพลิเคชัน แสดงดังรูปที่ 4.43 และในกรณีที่ผู้ใช้งานกรอก e-mail หรือ password ไม่ถูกต้องในการเข้าสู่ระบบเพื่อใช้งานแอปพลิเคชัน ระบบจะแสดงข้อความแจ้งเตือนเพื่อให้ผู้ใช้งานกรอกข้อมูลใหม่ให้ถูกต้อง แสดงดังรูปที่ 4.44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.39 หน้าจอเข้าสู่ระบบสำหรับผู้ใช้งาน



รูปที่ 4.40 หน้าจอสำหรับการลงทะเบียนข้อมูลของผู้ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

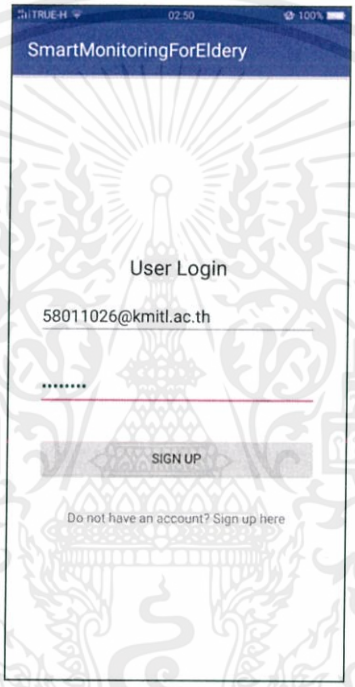
Search by email address, phone number, or user UID

Add user

Identifier	Providers	Created	Signed In	User UID
58011183@kmitl.ac.th		Sep 15, 2018	Sep 15, 2018	E4MKxSea61ZIvQxHUuMiWAJXCC...
58011026@kmitl.ac.th		Sep 16, 2018	Nov 20, 2018	GkmhdqwDvAPjoZ6B7lPpa8Nvfrv1

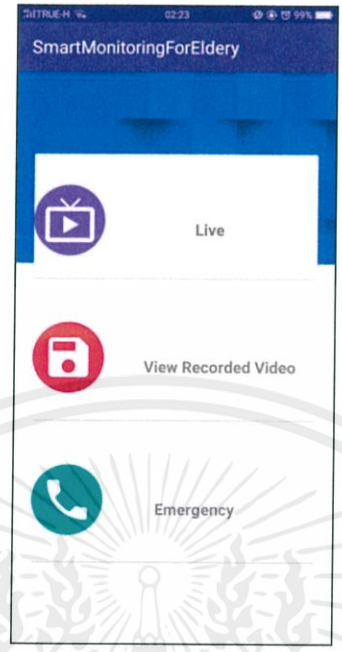
Rows per page: 50 1-2 of 2

รูปที่ 4.41 ข้อมูลของผู้ใช้งานในฐานข้อมูล

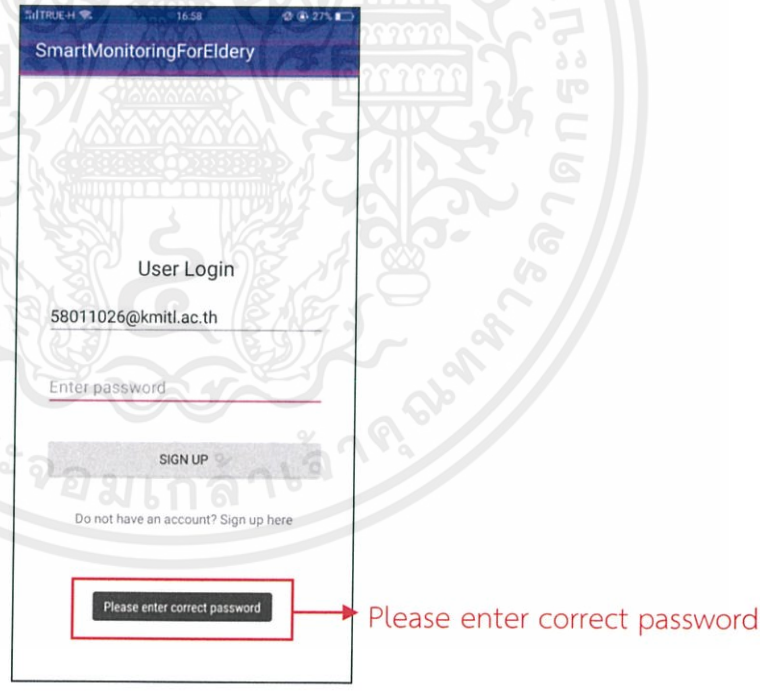


รูปที่ 4.42 การเข้าสู่ระบบด้วย e-mail และ password

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.43 หน้าเมนูแอปพลิเคชัน

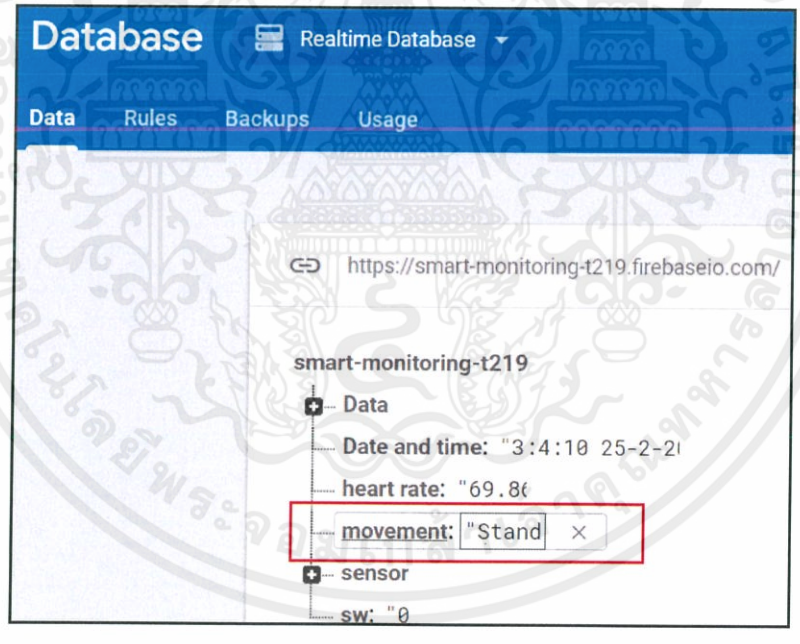


รูปที่ 4.44 ผู้ใช้งานกรอก e-mail หรือ password ไม่ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

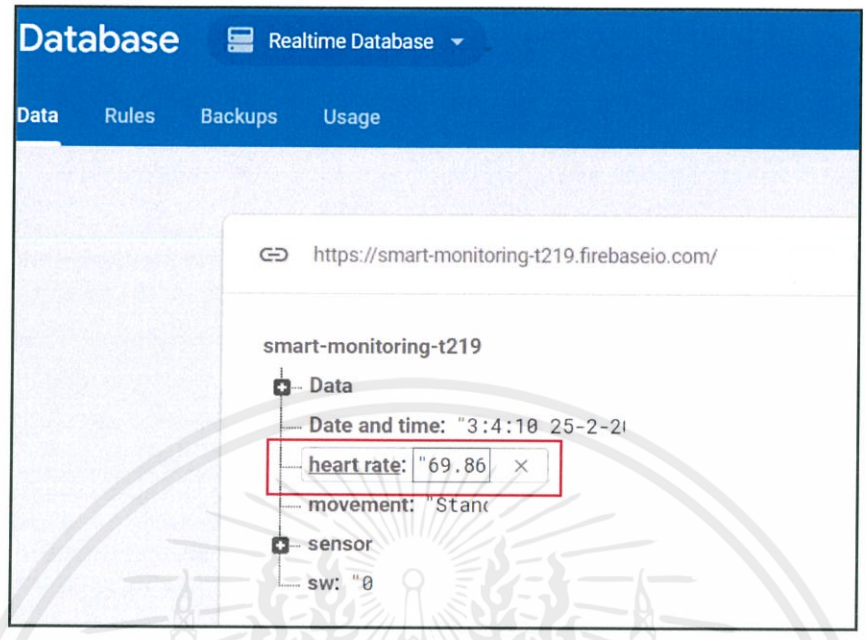
4.4.2 การทดสอบการทำงานของแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์กับฐานข้อมูลของอุปกรณ์สวมใส่

สำหรับการทดสอบการทำงานของแอปพลิเคชันกับฐานข้อมูลของอุปกรณ์สวมใส่ ผู้จัดทำใช้ระบบการจัดการฐานข้อมูลคือ Firebase และใช้บริการ Firebase Realtime Database สำหรับเก็บข้อมูลของอุปกรณ์สวมใส่ โดยอุปกรณ์สวมใส่ในระบบประกอบด้วย 2 ส่วนคือ อุปกรณ์ตรวจสอบอิริยาบถ ซึ่งติดอยู่บริเวณต้นขาข้างขวาของผู้สวมใส่อุปกรณ์เพื่อตรวจสอบอิริยาบถต่างๆ และส่งค่าอิริยาบถต่างๆ ไปยัง Realtime Database แสดงดังรูปที่ 4.45 และอุปกรณ์ตรวจวัดอัตราการเต้นของหัวใจ เป็นอุปกรณ์เสริมที่พัฒนาขึ้นเพื่อให้ระบบสามารถตรวจสอบความผิดปกติของผู้สูงอายุได้แม่นยำมากขึ้น เนื่องจากในบางกรณีอุปกรณ์ตรวจสอบอิริยาบถอาจไม่เพียงพอต่อการตัดสินใจว่าผู้สูงอายุเกิดความผิดปกติหรือไม่ เช่น นอนหลับแล้วหยุดหายใจ ดังนั้นอุปกรณ์จะตรวจวัดอัตราการเต้นของหัวใจของผู้สวมใส่อุปกรณ์ ณ ขณะนั้น และส่งค่าไปยัง Firebase Realtime Database แสดงดังรูปที่ 4.46



รูปที่ 4.45 ข้อมูลอิริยาบถที่จัดเก็บใน Realtime Database

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

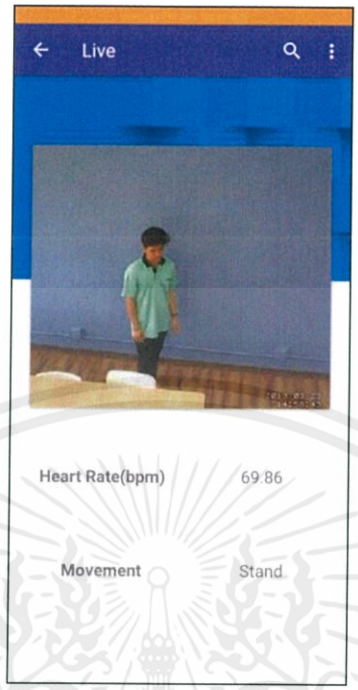


รูปที่ 4.46 ข้อมูลอัตราการเต้นของหัวใจที่จัดเก็บใน Realtime Database

สำหรับแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ที่ผ่านการเชื่อมต่อและจัดการฐานข้อมูลด้วย Firebase โดยใช้บริการ Realtime Database ผู้จัดทำได้ออกแบบและสร้างหน้าต่าง Live ซึ่งเป็นหน้าต่างสำหรับดูวิดีโอแบบเรียลไทม์ และแสดงอิริยาบถและอัตราการเต้นของหัวใจของผู้สวมใส่ที่รับค่าจากอุปกรณ์แบบเรียลไทม์ แสดงดังรูปที่ 4.47 ดังนั้นการเขียนโค้ดโปรแกรมคำสั่งเพื่อดึงข้อมูลอิริยาบถและอัตราการเต้นของหัวใจจาก Realtime Database มาแสดงบนหน้าต่าง Live จะใช้เมธอด onDatachange พร้อมกับข้อมูลที่เป็น DataSnapshot และดึงค่าที่เป็น String จาก DataSnapshot เพื่อนำมาแสดงผล

จากนั้นทดสอบดึงวิดีโอแบบเรียลไทม์จากกล้องเว็บแคมที่เชื่อมต่อกับ Raspberry Pi มาแสดงบนหน้าต่าง Live เนื่องจากกล้องเว็บแคมที่เชื่อมต่อกับ Raspberry Pi นั้นจะแสดงผลบนหน้าเว็บไซต์ ผู้จัดทำจึงใช้ WebView หรือ View ที่ใช้สำหรับดึงหน้าเว็บไซต์มาแสดงบนแอปพลิเคชัน ซึ่งเป็นการแสดงผล Uniform Resource Locator (URL) ของเว็บไซต์นั้นบนแอปพลิเคชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

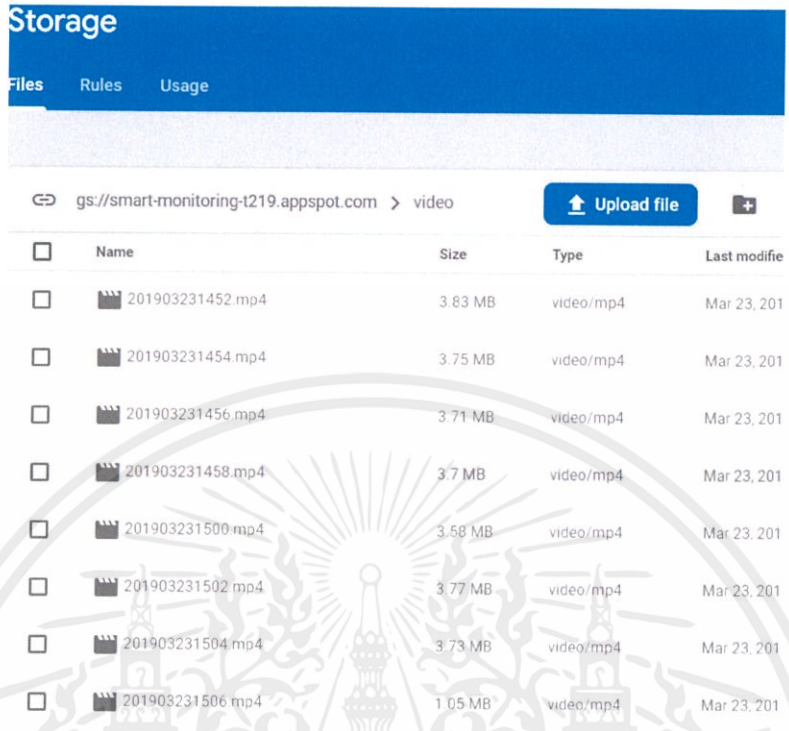


รูปที่ 4.47 หน้าต่าง Live

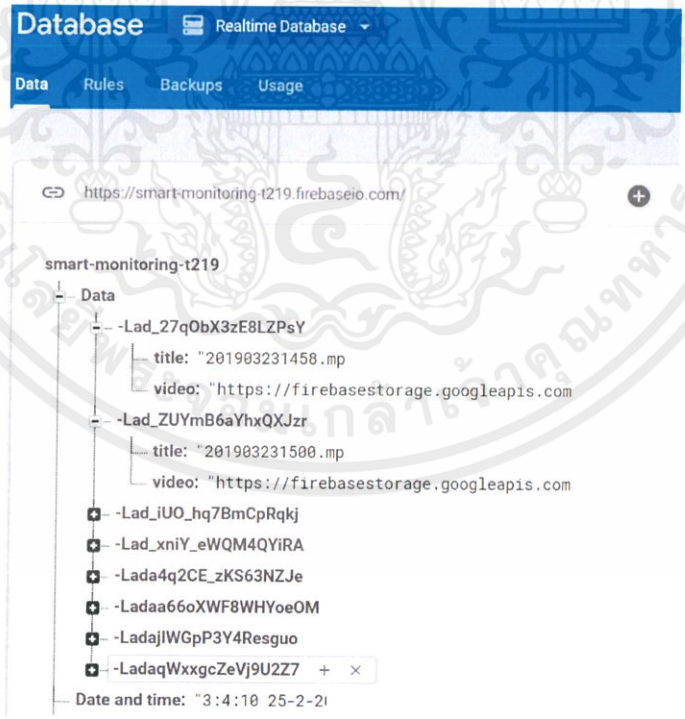
4.4.3 การทดสอบการทำงานของแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์กับวิดีโอที่จัดเก็บในฐานข้อมูล

สำหรับการทดสอบการทำงานของแอปพลิเคชันกับวิดีโอที่จัดเก็บในฐานข้อมูล ซึ่งใช้จัดการฐานข้อมูลด้วย Firebase โดยไฟล์วิดีโอที่บันทึกจากระบบจะถูกจัดเก็บบน Storage แสดงดังรูปที่ 4.48 นอกจากนี้จะมีการจัดเก็บชื่อและ URL ของวิดีโอไว้ใน Realtime Database ด้วย แสดงดังรูปที่ 4.49 เพื่อใช้ในการดึงวิดีโอย้อนหลังที่บันทึกอยู่ในฐานข้อมูลมาแสดงผลบนแอปพลิเคชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



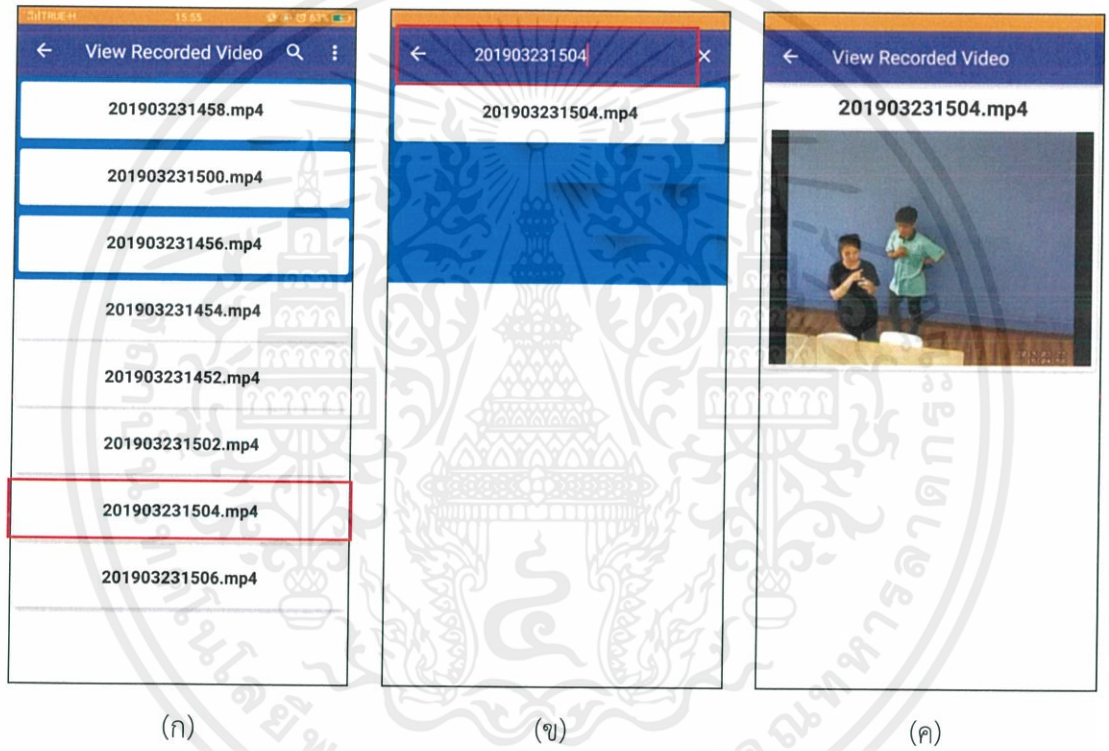
รูปที่ 4.48 ไฟล์วิดีโอที่จัดเก็บใน Storage



รูปที่ 4.49 ชื่อและ URL ของวิดีโอที่บันทึกใน Realtime Database

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นผู้จัดทำได้ทำการเขียนโค้ดโปรแกรมคำสั่งเพื่อดึงชื่อและ URL ของวิดีโอทั้งหมดที่บันทึกอยู่ใน Realtime Database มาบนแอปพลิเคชัน และออกแบบให้แสดงเฉพาะชื่อวิดีโอเท่านั้นบนหน้าต่างสำหรับดูวิดีโอย้อนหลัง แสดงดังรูปที่ 4.50 (ก) นอกจากนั้นผู้ใช้งานยังสามารถค้นหาเฉพาะไฟล์วิดีโอที่ต้องการดูได้ โดยค้นหาจากชื่อของไฟล์วิดีโอนั้นๆ แสดงดังรูปที่ 4.50 (ข) ใช้ในกรณีที่มีไฟล์วิดีโอหลายๆ ไฟล์จะช่วยให้สะดวกและรวดเร็วยิ่งขึ้น และเมื่อผู้ใช้งานกดเลือกชื่อไฟล์วิดีโอที่ต้องการดูแล้ว ระบบจะแสดงวิดีโอที่เลือกในหน้าต่างถัดไป แสดงดังรูปที่ 4.50 (ค) ผ่าน URL ของวิดีโอนั้นๆ



(ก) (ข) (ค)

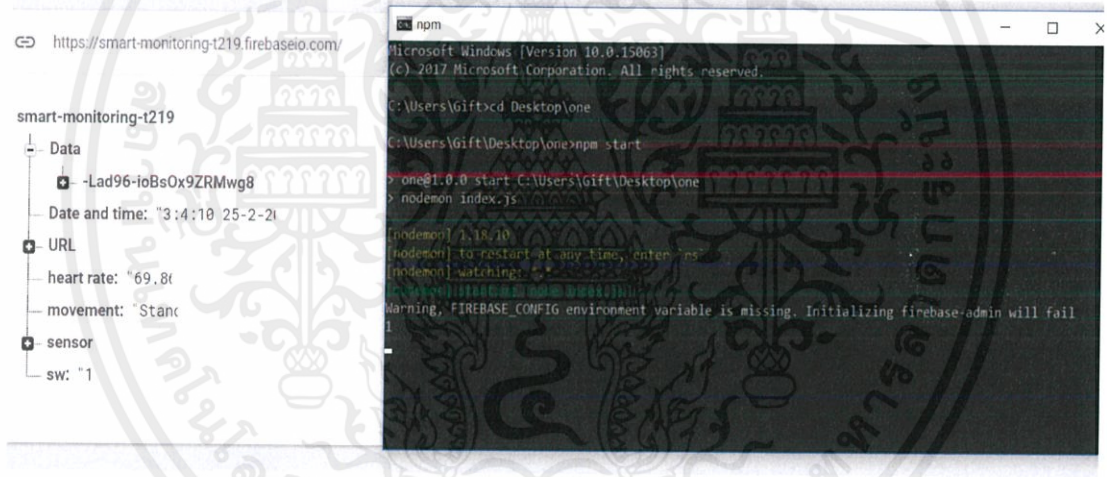
รูปที่ 4.50 หน้าต่าง View Recorded Video
(ก) ชื่อไฟล์วิดีโอทั้งหมดที่บันทึกอยู่ในฐานข้อมูล (ข) การค้นหาชื่อไฟล์วิดีโอ (ค) วิดีโอที่ต้องการดู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.4 การทดสอบการทำงานของระบบแจ้งเตือนอัตโนมัติและการโทรออกฉุกเฉินผ่านแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

สำหรับการแจ้งเตือนของระบบอุปกรณ์สวมใส่ เมื่อตรวจสอบพบความผิดปกติของผู้สูงอายุจะส่งการแจ้งเตือนแบบอัตโนมัติไปยังผู้ใช้งานผ่านแอปพลิเคชันเพื่อให้ผู้ใช้งานรับทราบและดำเนินการต่อไป

ระบบการแจ้งเตือนจะใช้ Node js ในการควบคุมให้มีการแจ้งเตือนอัตโนมัติไปยังผู้ใช้งานผ่านแอปพลิเคชัน โดยจะเขียนโค้ดโปรแกรมคำสั่งที่ Node js และเชื่อมต่อเข้ากับฐานข้อมูลเพื่อดึงค่าตัวแปร sw จาก Realtime Database มาเป็นเงื่อนไขในการส่งการแจ้งเตือนคือ ถ้าหากค่าของตัวแปร sw ที่ดึงมาจากฐานข้อมูลเป็น 1 จะไม่มีการส่งการแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้งาน แสดงดังรูปที่ 4.51 แต่ถ้าเป็น 0 จะส่งการแจ้งเตือนแบบอัตโนมัติไปยังผู้ใช้ผ่านแอปพลิเคชันนั่นแสดงว่าระบบอุปกรณ์สวมใส่ตรวจสอบพบความผิดปกติ แสดงดังรูปที่ 4.52 และ 4.53 ตามลำดับ



รูปที่ 4.51 ตัวแปร sw มีค่าเป็น 1 ระบบจะไม่มีการแจ้งเตือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

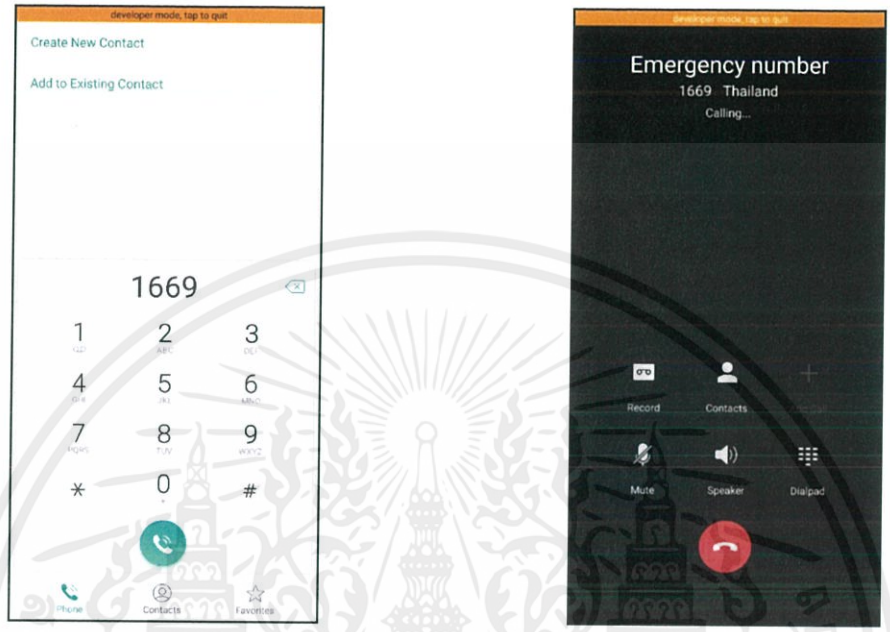
รูปที่ 4.52 ตัวแปร sw มีค่าเป็น 0 ระบบจะส่งการแจ้งเตือน

รูปที่ 4.53 การแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

นอกจากนี้ ผู้จัดทำได้สร้างเมนู Emergency บนแอปพลิเคชัน เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถโทรออกไปยังหน่วยบริการการแพทย์ฉุกเฉินในกรณีเร่งด่วนได้สะดวกมากยิ่งขึ้น เมื่อพบว่าผู้สูงอายุเกิดอุบัติเหตุ สำหรับการสร้างเมนู Emergency บนแอปพลิเคชันคือ เขียนโค้ดโปรแกรมคำสั่งโดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้เมธอด Intent.ACTION_CALL เพื่อทำการโทรออกไปยังหน่วยบริการการแพทย์ฉุกเฉิน แสดงดังรูปที่ 4.54 (ก) และ (ข) ตามลำดับ



(ก) (ข)

รูปที่ 4.54 เมนู Emergency

(ก) หน้าต่างสำหรับการโทร (ข) การโทรออกไปยังหน่วยบริการการแพทย์ฉุกเฉิน 1669

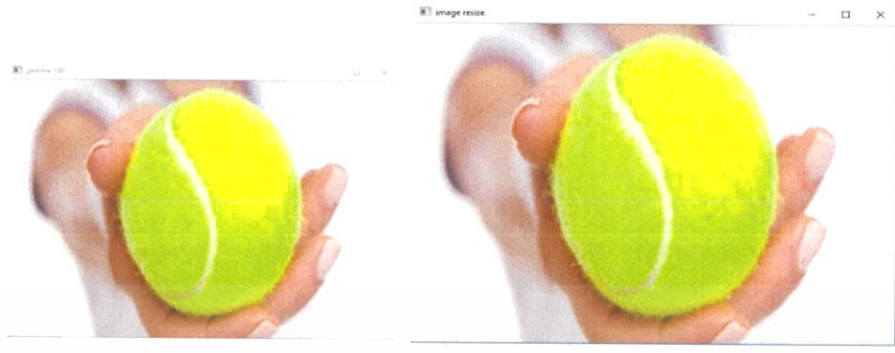
4.5 การทดสอบการประมวลผลภาพ

4.5.1 การทดสอบผลที่ได้จากแต่ละขั้นตอนของการประมวลผล

4.5.1.1 ผลการปรับคุณภาพของภาพก่อนทำการประมวลผล

การปรับคุณภาพของภาพก่อนทำการประมวลผลประกอบด้วย 3 ส่วนที่สำคัญ ส่วนแรกคือ การปรับขนาดของภาพ โดยรูปที่ 4.55 (ก) แสดงภาพต้นฉบับซึ่งผู้จัดทำได้นำมาใช้ในการทดสอบการประมวลผลภาพซึ่งมีขนาด 476x249 พิกเซล เมื่อปรับขนาดของภาพแล้วได้ภาพขนาด 640x480 พิกเซล แสดงดังรูปที่ 4.55 (ข)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) (ข)

รูปที่ 4.55 การปรับคุณภาพของภาพ

(ก) ภาพต้นฉบับขนาด 476x249 พิกเซล (ข) ภาพหลังจากเปลี่ยนขนาดภาพเป็น 640x480 พิกเซล

ส่วนที่สอง คือการทำนอร์มัลไลซ์ด้วย largest-norm ภาพที่รับเข้ามาจะอยู่ในระบบสี RGB แสดงดังรูปที่ 4.56 (ก) ทำการแปลง largest-norm ผลลัพธ์ที่ได้แสดงดังรูปที่ 4.56 (ข) ในรูปแบบ gray-scale

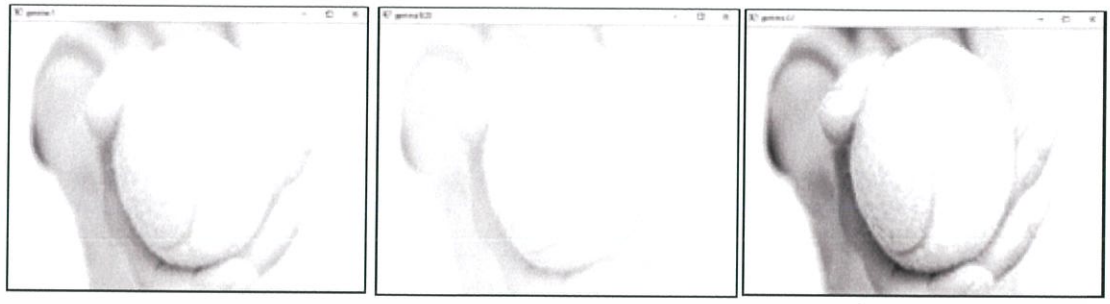
(ก) (ข)

รูปที่ 4.56 การทำนอร์มัลไลซ์

(ก) ภาพในระบบสี RGB (ข) ภาพหลังจากการทำนอร์มัลไลซ์ด้วย largest-norm แสดงในรูปแบบ gray-scale

ส่วนสุดท้ายคือ การปรับความสว่างของภาพ รูปที่ 4.57 (ก) แสดงภาพที่ไม่มีการปรับความสว่าง ส่วนภาพที่ปรับความสว่างด้วยค่า γ = 0.35 และ 2.2 แสดงดังรูปที่ 4.57 (ข) และ (ค) ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) (ข) (ค)

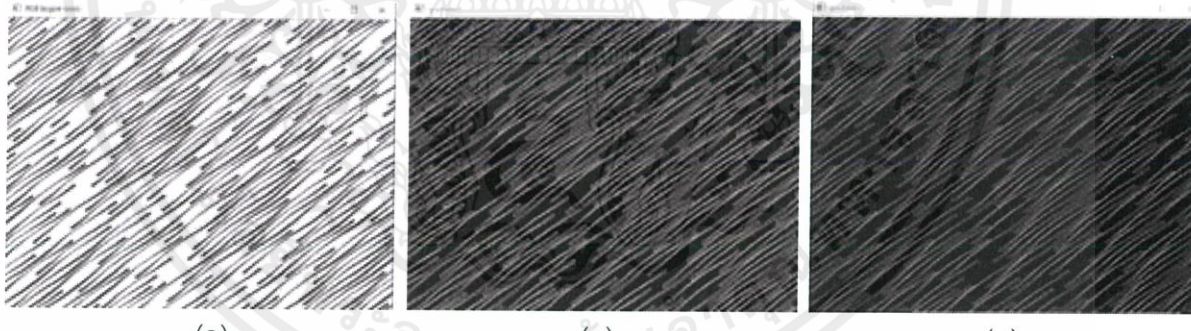
รูปที่ 4.57 การปรับความสว่างของภาพ

(ก) ภาพต้นฉบับ (ข) ภาพที่ปรับความสว่างด้วยค่า γ = 0.35

(ค) ภาพที่ปรับความสว่างด้วยค่า γ = 2.2

4.5.1.2 การหาขอบภาพ ขนาด และมุมของขอบภาพ

รูปที่ 4.58 (ก) เป็นภาพต้นฉบับที่ผู้จัดทำนำมาทดสอบการหาขอบภาพแนวตั้งและขอบภาพแนวนอน แสดงดังรูปที่ 4.58 (ข) และ (ค) ตามลำดับ จากนั้นทำการหาขนาดของขอบภาพในแต่ละพิกเซลและมุมของแต่ละพิกเซล ผลลัพธ์แสดงดังรูปที่ 4.59 (ก) และ (ข) ตามลำดับ

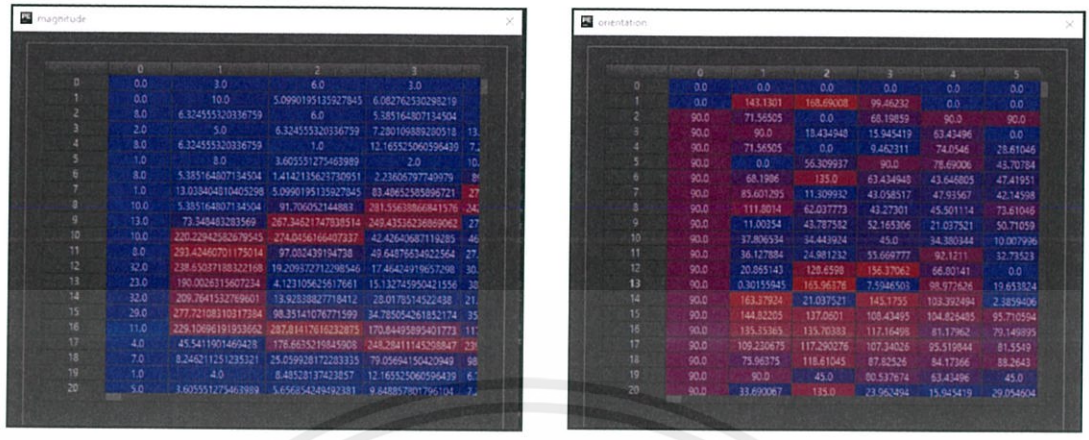


(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 4.58 การหาขอบภาพ

(ก) ภาพต้นฉบับ (ข) ขอบภาพแนวตั้ง (ค) ขอบภาพแนวนอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

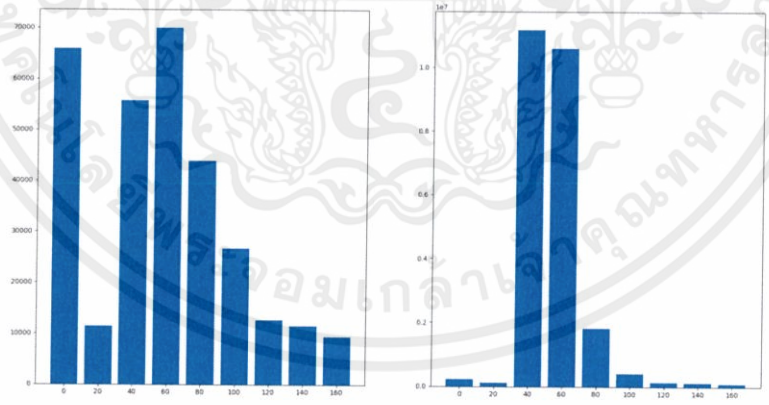


(ก) (ข)

รูปที่ 4.59 การหาขนาดและมุมของขอบภาพ
(ก) ขนาดของขอบภาพ (ข) มุมของขอบภาพ

4.5.1.3 การถ่วงน้ำหนักด้วยขนาดของขอบภาพและหาทิศทางของเซลล์

ทำการแบ่งมุมออกเป็น 9 ช่วง ช่วงละ 20 องศา และคำนวณหาฮิสโทแกรมของทิศทาง แสดงดังรูปที่ 4.60 (ก) ทำการถ่วงน้ำหนักด้วยขนาดของขอบภาพแสดงดังรูปที่ 4.60 (ข) ผลลัพธ์ที่ได้หลังจากการถ่วงน้ำหนักด้วยขนาดของขอบภาพได้ผลลัพธ์ในช่วง 40 ถึง 60 องศา จากภาพต้นฉบับซึ่งมีความเอียงประมาณ 45 องศา



(ก) (ข)

รูปที่ 4.60 การหาฮิสโทแกรมของทิศทาง (Orientation Histogram)
(ก) ฮิสโทแกรมเริ่มต้น (ข) ฮิสโทแกรมที่ผ่านการถ่วงน้ำหนักด้วยขนาดของขอบภาพ

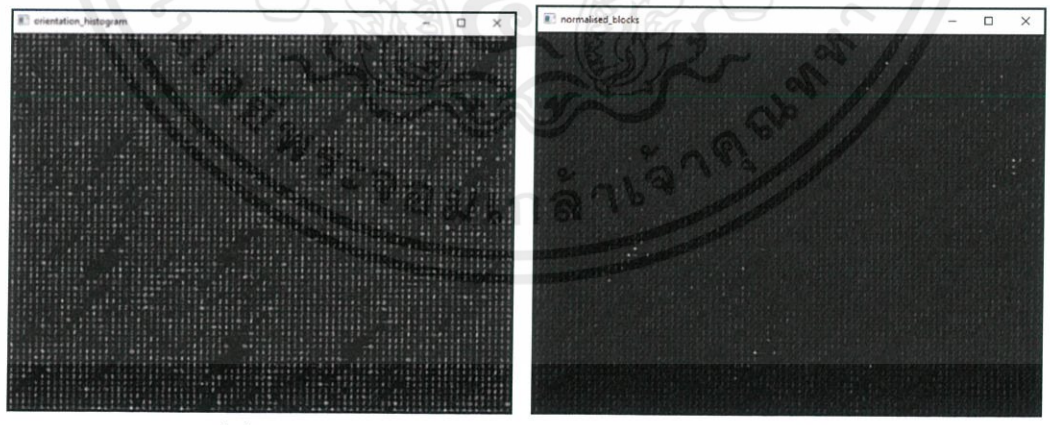
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำการรวมข้อมูลในแต่ละช่วงมุมให้เป็นรูปแบบของเซลล์ การทดลองนี้ใช้ขนาดเซลล์ขนาด 8x8 พิกเซล สามารถแสดงผลลัพธ์การหา Histogram of Oriented Gradients (HOG) ดังรูปที่ 4.61

รูปที่ 4.61 HOG ภายหลังการถ่วงน้ำหนักด้วยขนาดของขอบภาพ

4.5.1.4 การนอร์มัลไลซ์ (Normalization) ด้วย L2-hys

ข้อมูลของขอบภาพที่ได้หลังจากการหาอนุพันธ์อันดับที่หนึ่ง แสดงดังรูปที่ 4.62 (ก) ภาพหลังการนอร์มัลไลซ์ด้วย L2-hys แสดงดังรูปที่ 4.62 (ข) การทดลองนี้ใช้ 2x2 เซลล์ต่อบล็อก และเลือกขอบเขตของ L2-hys ที่ 0.2



(ก) (ข)

รูปที่ 4.62 การนอร์มัลไลซ์

(ก) ภาพก่อนการนอร์มัลไลซ์ (ข) ภาพหลังการนอร์มัลไลซ์

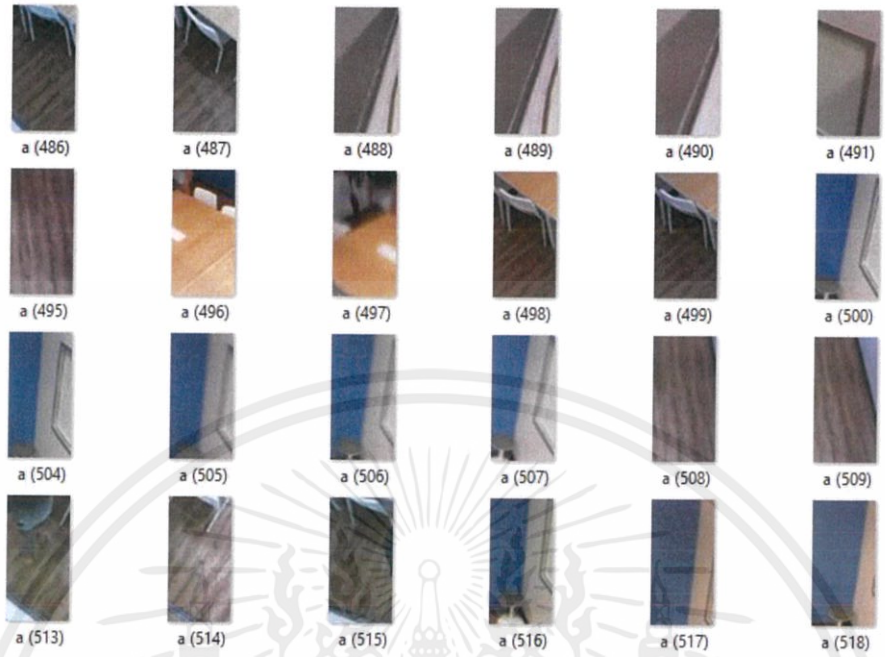
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.2 การทดสอบความถูกต้องของการตัดสินใจแยกคนและการปรับพารามิเตอร

การตัดสินใจแยกคนด้วย SVM ใช้ชุดภาพการฝึกสอนเป็นรูปภาพที่มีคนจำนวน 1155 รูป แสดงตัวอย่างดังรูปที่ 4.63 และรูปภาพที่ไม่มีคนจำนวน 1869 รูป แสดงดังรูปที่ 4.64 ชุดภาพทดสอบเป็นรูปภาพที่มีคนจำนวน 385 รูป แสดงดังรูปที่ 4.65 และรูปภาพที่ไม่มีคนจำนวน 623 รูป แสดงดังรูปที่ 4.66 โดยทดสอบด้วย SVM ทั้งแบบ Linear-SVM และ RBF-SVM ทดสอบประสิทธิภาพแบบจำลองด้วยวิธี Cross-validation โดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 4 กลุ่ม จะได้ผลการแยกคนด้วย Linear-SVM แสดงดังตารางที่ 4.7 พบว่าค่า F1-score มากที่สุดคือ 75% ที่รอบที่ 2 ค่า C เท่ากับ 100, 500 และ 1000 สำหรับผลการแยกคนด้วย SVM แบบไม่เป็นเชิงเส้นทั้ง 4 รอบ แสดงดังตารางที่ 4.8–4.11 พบว่าค่า F1-score มากที่สุดคือ 88% ที่รอบที่ 1 ค่า Gamma เท่ากับ 1 และ C เท่ากับ 5, 10 และ 50 ดังนั้นผู้จัดทำจึงเลือกใช้ SVM แบบไม่เป็นเชิงเส้น (RBF-SVM) เพื่อให้มีความถูกต้องของการตัดสินใจแยกคนสูงที่สุด และใช้ค่า Gamma = 1, C = 5 ในอัลกอริทึม

รูปที่ 4.63 ตัวอย่างรูปภาพสำหรับทำการฝึกสอนการตัดสินใจแยกคน เมื่อมีคนอยู่ในภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.64 ตัวอย่างรูปภาพสำหรับทำการฝึกสอนการตัดสินใจแยกคน เมื่อไม่มีคนอยู่ในภาพ

รูปที่ 4.65 ตัวอย่างรูปภาพสำหรับทำการทดสอบการตัดสินใจแยกคน เมื่อมีคนอยู่ในภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.66 ตัวอย่างรูปภาพสำหรับทำการทดสอบการตัดสินใจแยกคน เมื่อไม่มีคนอยู่ในภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 ผล F1-score การตัดสินใจแยกคนด้วยวิธี linear-SVM

C	รอบที่			
	1	2	3	4
0.01	0%	0%	0%	0%
0.05	45%	43%	44%	46%
0.1	58%	57%	57%	53%
0.5	69%	68%	66%	65%
1	71%	73%	**70%**	65%
5	70%	71%	**70%**	64%
10	71%	74%	69%	64%
50	73%	73%	68%	65%
100	**74%**	**75%**	66%	**68%**
500	73%	**75%**	69%	65%
1000	73%	**75%**	69%	65%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 ผล F1-score จากการตัดสินใจแยกคนด้วยวิธี RBF-SVM รอบที่ 1

Gamma	C					
	0.1	0.5	1	5	10	50
0.008	0%	0%	0%	57%	63%	71%
0.03	0%	24%	50%	67%	70%	72%
0.07	0%	53%	60%	72%	74%	79%
0.1	0%	59%	64%	73%	75%	81%
1	54%	79%	84%	**88%**	**88%**	**88%**
10	0%	9%	47%	48%	48%	48%
100	0%	6%	33%	33%	33%	33%
1000	0%	6%	33%	33%	33%	33%

ตารางที่ 4.9 ผล F1-score จากการตัดสินใจแยกคนด้วยวิธี RBF-SVM รอบที่ 2

Gamma	C					
	0.1	0.5	1	5	10	50%
0.008	0%	0%	0%	53%	62%	72%
0.03	0%	19%	45%	66%	71%	73%
0.07	0%	50%	61%	73%	75%	80%
0.1	0%	56%	63%	74%	77%	82%
1	49%	78%	82%	**85%**	**85%**	**85%**
10	0%	11%	45%	49%	49%	49%
100	0%	6%	33%	33%	33%	33%
1000	0%	6%	33%	33%	33%	33%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.10 ผล F1-score จากการตัดสินใจแยกคนด้วยวิธี RBF-SVM รอบที่ 3

Gamma	C					
	0.1	0.5	1	5	10	50
0.008	0%	0%	0%	53%	62%	69%
0.03	0%	23%	47%	64%	67%	71%
0.07	0%	49%	62%	69%	71%	76%
0.1	0%	56%	64%	72%	74%	80%
1	48%	77%	84%	**87%**	**87%**	**87%**
10	0%	32%	42%	44%	44%	44%
100	0%	7%	30%	30%	30%	30%
1000	0%	7%	30%	30%	30%	30%

ตารางที่ 4.11 ผล F1-score จากการตัดสินใจแยกคนด้วยวิธี RBF-SVM รอบที่ 4

Gamma	C					
	0.1	0.5	1	5	10	50
0.008	0%	0%	1%	52%	56%	65%
0.03	0%	16%	48%	65%	65%	66%
0.07	0%	50%	54%	66%	67%	73%
0.1	2%	52%	58%	69%	71%	73%
1	43%	72%	78%	**82%**	**82%**	81%
10	0%	11%	42%	45%	45%	45%
100	0%	7%	33%	33%	33%	33%
1000	0%	7%	33%	33%	33%	33%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.3 การทดลองหาตำแหน่งของบุคคลในภาพและการตัดสินใจแยกคน

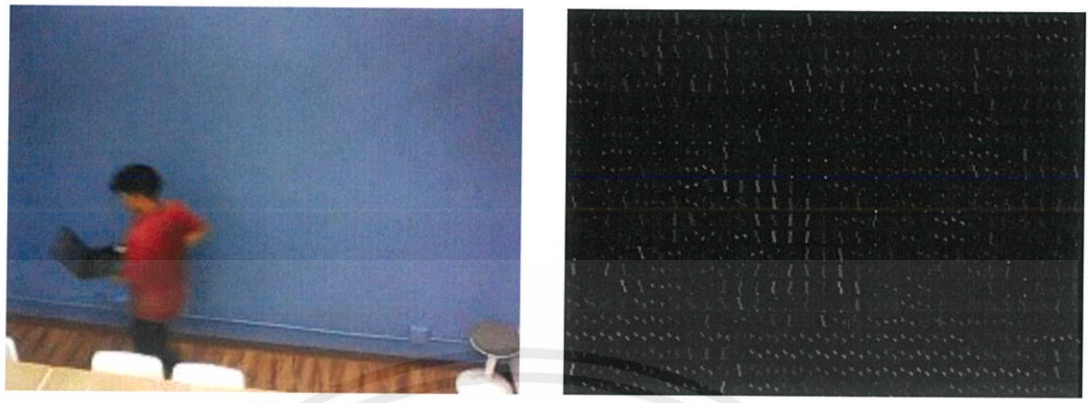
การหาตำแหน่งของคนในรูปภาพจะใช้วิธีการ Template matching เริ่มต้นจากนำภาพที่ต้องการหาในภาพต้นแบบคือ ภาพคนที่ขนาด 64x128 pixel แสดงดังรูปที่ 4.67 (ก) มาทำการหา HOG แสดงดังรูปที่ 4.67 (ข) และภาพจากกล้อง (ซึ่งมีคนที่ต้องการหาในภาพ) ขนาด 256x192 pixel แสดงดังรูปที่ 4.68 (ก) มาทำการหา HOG เช่นกัน แสดงดังรูปที่ 4.68 (ข) จากนั้นสแกนภาพคนต้นแบบ และทำการคำนวณ Sum of squared differences ระหว่าง HOG ของทั้ง 2 ภาพ และเลือกตำแหน่งที่มีค่าความแตกต่างน้อยที่สุดเป็นตำแหน่งที่น่าจะมีภาพคน แสดงดังรูปที่ 4.69 ตำแหน่งดังกล่าวบนภาพต้นแบบ แสดงดังรูปที่ 4.70 (ก) จากนั้นระบบจะทำการตัดสินใจเพื่อยืนยันว่าเป็นภาพคนด้วย RBF-SVM อีกครั้งหนึ่ง แสดงดังรูปที่ 4.70 (ข) กรณีที่เกิดการหาตำแหน่งคนผิดพลาด เช่นในรูปที่ 4.70 (ค) เมื่อระบบใช้ SVM ยืนยันแล้วพบว่าไม่ใช่คน ระบบจะแสดงตำแหน่งที่ตัดสินใจว่าเป็นคนครั้งก่อนหน้าแทน แสดงดังรูปที่ 4.70 (ง)

ผลการหาตำแหน่งด้วย Template matching จำนวน 300 ครั้ง สามารถหาตำแหน่งของคนถูกต้องจำนวน 131 ครั้ง และผิดพลาดจำนวน 169 ครั้ง แสดงดังตารางที่ 4.12 จากนั้นนำผลที่ได้ไปตัดสินใจแยกคนด้วย RBF-SVM สามารถยืนยันความถูกต้อง จากจำนวน 131 ครั้ง ได้จำนวน 123 ครั้ง เมื่อ Template matching ระบุตำแหน่งผิดพลาด สามารถใช้ SVM แก้ไขความผิดพลาดจากการหาตำแหน่งจากจำนวน 169 ครั้ง เหลือจำนวน 122 ครั้ง ดังตารางที่ 4.13 จะเห็นได้ว่าการใช้ RBF-SVM ร่วมด้วย สามารถลดข้อผิดพลาดจากการหาตำแหน่งของ Template matching ได้ ซึ่งส่งผลให้ประสิทธิภาพในการหาตำแหน่งคนมีความแม่นยำมากขึ้น 21.89% เมื่อเทียบกับการใช้ Template matching เพียงอย่างเดียว

(ก) (ข)

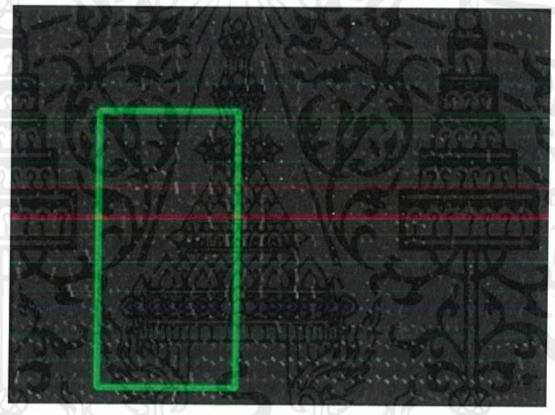
รูปที่ 4.67 ภาพที่ต้องการหาในภาพต้นแบบ
(ก) ภาพคนที่ขนาด 64x128 pixel (ข) HOG ของภาพคน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) (ข)

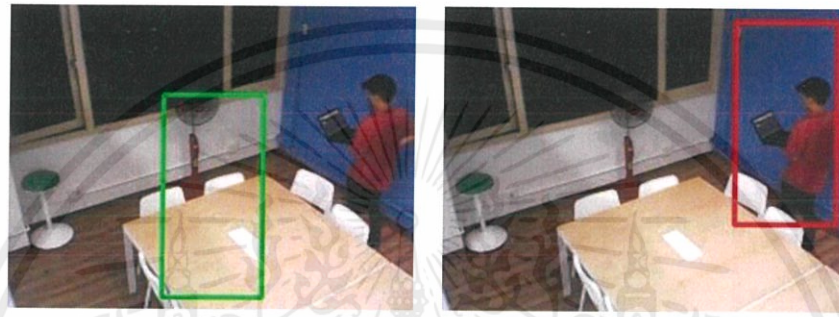
รูปที่ 4.68 ภาพจากกล้องที่ต้องการระบุตำแหน่งของคนภายในภาพ
(ก) ภาพต้นแบบ (ข) HOG ของภาพต้นแบบ



รูปที่ 4.69 ตำแหน่งที่พบคนในภาพ แสดงบน HOG ของภาพต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ก) (ข)



(ค) (ง)

รูปที่ 4.70 การหาตำแหน่งของคน (ก) Template matching หาตำแหน่งได้ถูกต้อง (ข) SVM ตัดสินใจว่าเป็นตำแหน่งคน (ค) Template matching ตัดสินใจว่าเป็นตำแหน่งคนผิด (ง) SVM ตัดสินใจว่าไม่ใช่ตำแหน่งคน แสดงตำแหน่งที่ตัดสินใจว่าเป็นคนครั้งก่อนหน้า

ตารางที่ 4.12 การหาตำแหน่งด้วย Sum of squared differences

Template matching	ระบุตำแหน่งได้ถูกต้อง	ระบุตำแหน่งผิด
sum of squared differences	131	169

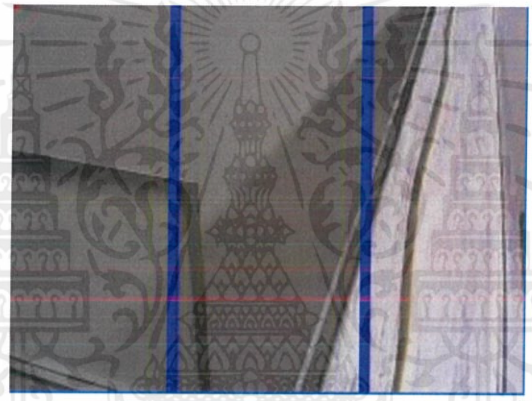
ตารางที่ 4.13 การตัดสินใจด้วย RBF-SVM หลังจากหาตำแหน่งด้วย Sum of squared differences

Classifier	ยืนยันตำแหน่งได้ถูกต้อง	ยืนยันตำแหน่งที่ถูกต้องผิดพลาด	แก้ไขการระบุตำแหน่งผิดพลาดไม่สำเร็จ	แก้ไขการระบุตำแหน่งให้ถูกต้อง
RBF-SVM	123	8	122	37

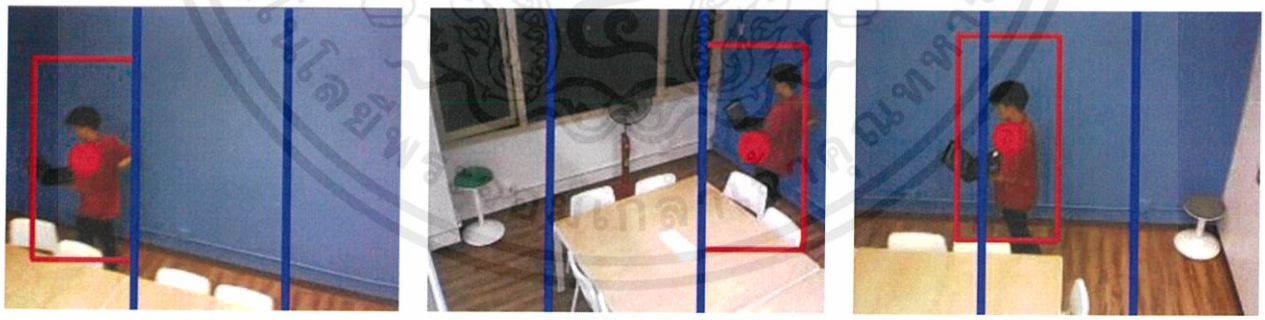
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.4 การทดลองหมุนกล้องติดตามคน

มอเตอร์จะได้รับคำสั่งจาก Raspberry Pi ให้ควบคุมการหมุนของกล้องเว็บแคมไปยังทุกๆ ตำแหน่งของห้องผู้ใช้งาน กล้องเว็บแคมทำการรับภาพภายในห้อง หาตำแหน่งของคนด้วยการใช้วิธี Template matching และยืนยันความถูกต้องว่าเป็นภาพคนด้วย RBF-SVM จะได้ตำแหน่งของคนเมื่อมีคนอยู่ในภาพ ระบบแบ่งพื้นที่ในการตัดสินใจหมุนกล้องออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ พื้นที่ทางด้านซ้าย, พื้นที่ทางด้านขวาและพื้นที่ตรงกลาง แสดงดังรูปที่ 4.71 เมื่อตำแหน่งของคนอยู่ในพื้นที่ทางด้านซ้าย ระบบจะหมุนกล้องไปทางซ้าย แสดงดังรูปที่ 4.72 (ก) เมื่อตำแหน่งของคนอยู่ในพื้นที่ทางขวา ระบบจะหมุนกล้องไปทางขวา แสดงดังรูปที่ 4.72 (ข) เพื่อให้ได้ภาพที่ตำแหน่งของคนอยู่ตรงกลางของภาพเสมอ แสดงดังรูปที่ 4.72 (ค)



รูปที่ 4.71 พื้นที่ในการตัดสินใจหมุนกล้องที่แบ่งเป็น 3 ส่วน



(ก) (ข) (ค)

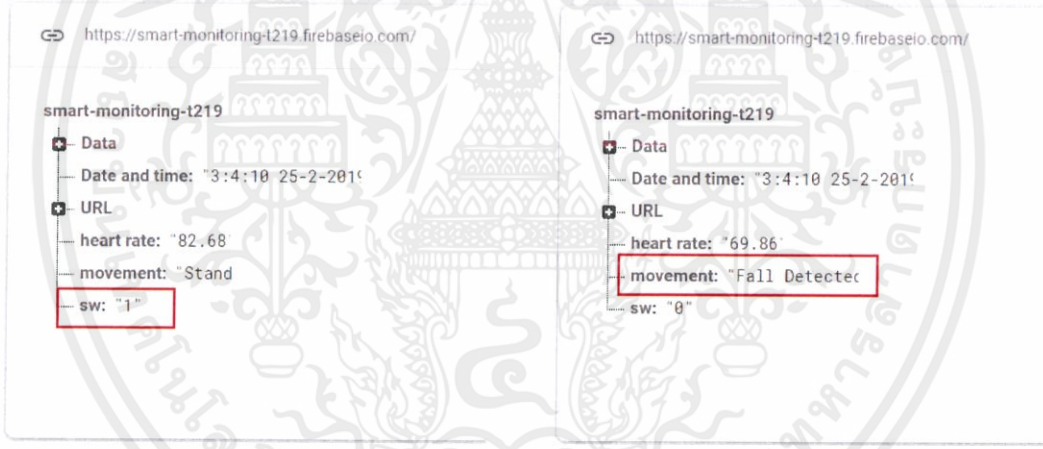
รูปที่ 4.72 การหมุนกล้องเว็บแคม (ก) ตำแหน่งของคนอยู่ในพื้นที่ทางด้านซ้าย หมุนกล้องไปทางซ้าย (ข) ตำแหน่งของคนอยู่ในพื้นที่ทางขวา หมุนกล้องไปทางขวา (ค) ภาพที่ตำแหน่งของคนอยู่ตรงกลางของภาพภายหลังการหมุนกล้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 การทดสอบระบบเฝ้าระวังอัจฉริยะภายในที่พักอาศัยสำหรับผู้สูงอายุ

ในการทดสอบระบบเฝ้าระวังอัจฉริยะภายในที่พักอาศัยสำหรับผู้สูงอายุ สามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วนที่สำคัญ ได้แก่ อุปกรณ์สวมใส่สำหรับผู้สูงอายุ อุปกรณ์บันทึกภาพ และส่วนของการแจ้งเตือนและแสดงผล ระบบจะทำหน้าที่ตรวจสอบอิริยาบทและตรวจวัดอัตราการเต้นของหัวใจของผู้สูงอายุว่ามีความผิดปกติหรือไม่ หากพบความผิดปกติจะแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ และบันทึกภาพผู้สูงอายุตลอดเวลา

ส่วนที่ 1 อุปกรณ์สวมใส่สำหรับผู้สูงอายุ เมื่ออุปกรณ์ตรวจพบความผิดปกติของผู้สูงอายุ อุปกรณ์จะทำการอัพเดทสถานะที่ Realtime Database ก่อนเกิดความผิดปกติของผู้สูงอายุ มีค่า sw เป็น 1 แสดงดังรูปที่ 4.73 (ก) หลังเกิดความผิดปกติของผู้สูงอายุ มีค่า sw เป็น 0 แสดงดังรูปที่ 4.73 (ข) เพื่อระบุว่าผู้สูงอายุเกิดการล้ม หรืออัตราการเต้นของหัวใจมีค่าสูงกว่าเกณฑ์หรือต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด



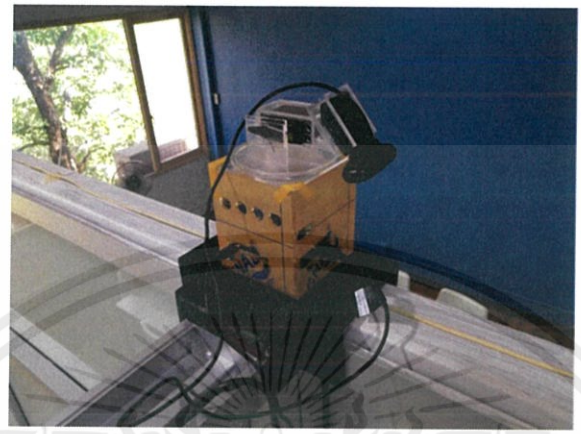
(ก) (ข)

รูปที่ 4.73 การเปลี่ยนแปลงสถานะของตัวแปร sw ที่จัดเก็บใน Realtime Database
(ก) ก่อนเกิดความผิดปกติของผู้สูงอายุ (ข) หลังเกิดความผิดปกติของผู้สูงอายุ

ส่วนที่ 2 อุปกรณ์บันทึกภาพถูกติดตั้งไว้ด้านบนผนังกั้นห้อง ดังรูปที่ 4.74 ทำหน้าที่รับภาพและประมวลผลภาพ เพื่อหาตำแหน่งของคนในภาพ ควบคุมการหมุนของกล้องให้ติดตามการเคลื่อนที่ของผู้สูงอายุ รับสถานะ sw จาก Realtime Database บันทึกภาพแบบ Realtime และบันทึกวิดีโอ เมื่อเกิดความผิดปกติของผู้สูงอายุ อุปกรณ์บันทึกภาพจะทำการส่งวิดีโอก่อนและหลัง

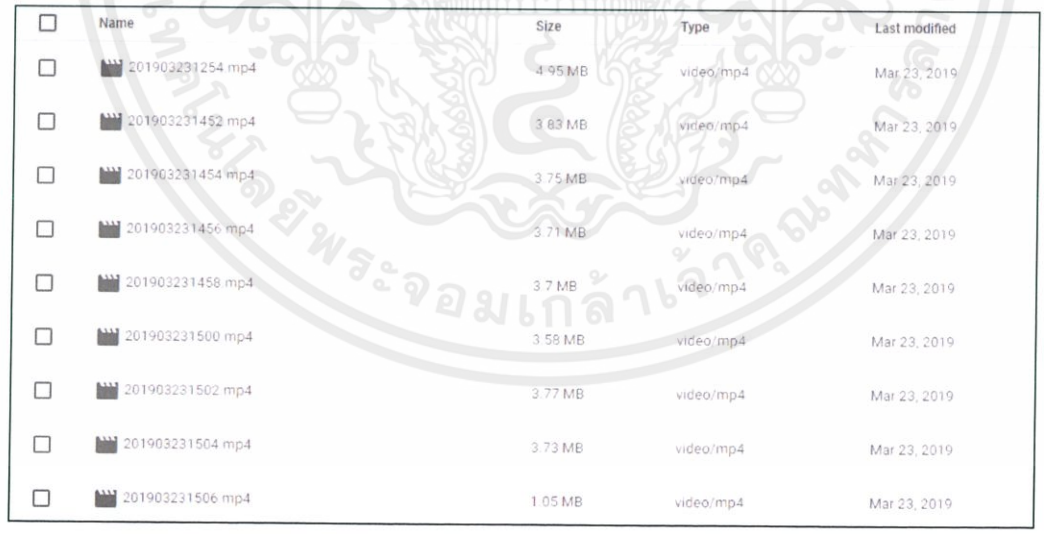
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกิดเหตุการณ์ อย่างละ 2 นาที แสดงดังรูปที่ 4.75 ไปยัง Firebase Storage และทำการส่งชื่อวิดีโอ และ URL ไปยัง Realtime Database แสดงดังรูปที่ 4.76



รูปที่ 4.74 อุปกรณ์บันทึกภาพ

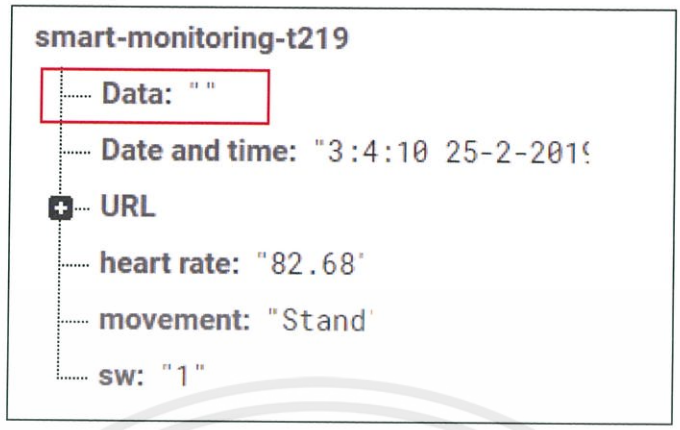
(ก)



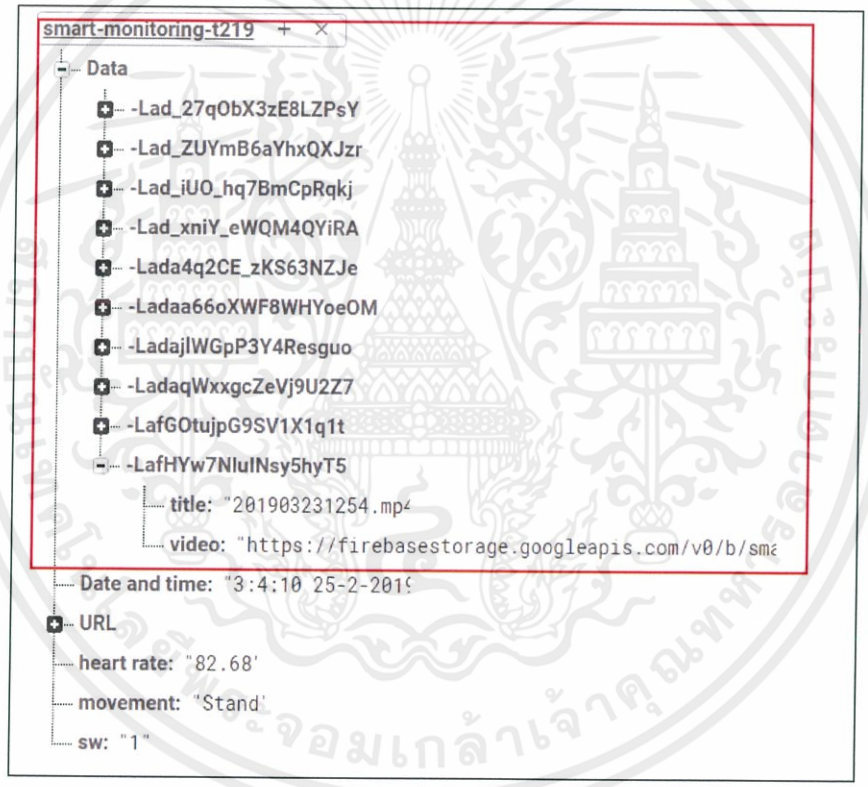
(ข)

รูปที่ 4.75 Firebase Storage
(ก) ก่อนการส่งวิดีโอ (ข) หลังการส่งวิดีโอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)



(ข)

รูปที่ 4.76 Realtime Database

(ก) ก่อนการส่งชื่อและ URL ของวิดีโอ (ข) หลังการส่งชื่อและ URL ของวิดีโอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่ 3 การแจ้งเตือนและแสดงผล เป็นส่วนที่ติดตั้งบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยการใช้งานผ่านแอปพลิเคชัน สามารถรับสถานะความผิดปกติได้จากค่าตัวแปร sw เมื่อระบบตรวจพบความผิดปกติของผู้สูงอายุจะทำการแจ้งเตือนผู้ใช้งานทันที ดังรูปที่ 4.77

รูปที่ 4.77 การแจ้งเตือนไปยังผู้ดูแลผ่านแอปพลิเคชันแอนดรอยด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

ปริญญานิพนธ์นี้ประสบความสำเร็จในการพัฒนาระบบเฝ้าระวังอัจฉริยะภายในที่พักอาศัยสำหรับผู้สูงอายุ ผู้จัดทำได้ออกแบบและสร้างอุปกรณ์ต้นแบบ ซึ่งประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่ 1) อุปกรณ์ตรวจสอบอิริยาบถของผู้สูงอายุ ซึ่งติดอยู่บริเวณต้นขาของผู้สูงอายุ ภายในอุปกรณ์ประกอบด้วยโมดูล GY-521 และ ใช้ NodeMCU ในการประมวลผล 2) อุปกรณ์ตรวจวัดอัตราการเต้นของหัวใจของผู้สูงอายุ เป็นอุปกรณ์เสริมที่พัฒนาขึ้นเพื่อให้ระบบสามารถตรวจสอบความผิดปกติของผู้สูงอายุได้แม่นยำมากขึ้น เนื่องจากบางกรณีอุปกรณ์ตรวจสอบอิริยาบถอาจไม่เพียงพอต่อการตัดสินใจว่าผู้สูงอายุเกิดความผิดปกติหรือไม่ เช่น นอนหลับแล้วหยุดหายใจ โดยอุปกรณ์ประกอบด้วยโมดูล MAX30100 และใช้ NodeMCU ในการประมวลผล 3) อุปกรณ์บันทึกภาพ หาตำแหน่งของผู้สูงอายุด้วยวิธีการ Template matching โดยใช้ HOG ของภาพ เป็นคุณลักษณะของภาพ และตัดสินใจความถูกต้องด้วย RBF-SVM เพื่อควบคุมการหมุนของกล้องไปยังตำแหน่งผู้สูงอายุแบบอัตโนมัติ นอกจากนี้ได้ออกแบบและพัฒนาแอปพลิเคชัน โดยระบบสามารถบันทึกวิดีโอและสถานะของผู้สูงอายุไปแสดงผลบนแอปพลิเคชันได้แบบเรียลไทม์ รวมถึงสามารถเลือกดูวิดีโอย้อนหลังได้ ทำให้ผู้ใช้งานสามารถเฝ้าดูพฤติกรรมต่างๆ ของผู้สูงอายุได้จากระยะไกล หากระบบตรวจพบว่าผู้สูงอายุมีความผิดปกติ เช่น ลื่นล้ม หรือเป็นลมหมดสติระบบจะส่งการแจ้งเตือนไปยังผู้ดูแลผ่านแอปพลิเคชันเพื่อให้ผู้ดูแลรับทราบและดำเนินการต่อไป

5.2 ข้อเสนอแนะ

ระบบเฝ้าระวังอัจฉริยะภายในที่พักอาศัยสำหรับผู้สูงอายุนี้สามารถนำไปปรับปรุงและพัฒนาในอนาคตให้มีความเหมาะสมและใช้ได้จริงโดยมีข้อบกพร่องน้อยที่สุด ซึ่งในขณะนี้ระบบเฝ้าระวังอัจฉริยะภายในที่พักอาศัยสำหรับผู้สูงอายุยังมีข้อบกพร่องอยู่หลายประการ เช่น ความแม่นยำในการหาตำแหน่งของคน ระยะเวลาในการประมวลผลภาพ ขนาด และวัสดุของอุปกรณ์สวมใส่ รวมไปถึงข้อจำกัดของตำแหน่งในการติดตั้งอุปกรณ์บันทึกภาพ ที่ใช้ได้เฉพาะกับพื้นที่ๆ ได้ออกแบบไว้เท่านั้น ทั้งนี้ระบบจะมีประสิทธิภาพมากขึ้นหากใช้อุปกรณ์ประมวลผลที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้นและมีความหลากหลายของข้อมูลในการสอนแบบจำลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] สำนักโรคไม่ติดต่อ. “การพลัดตกหกล้มในผู้สูงอายุ.”
http://www.thaincd.com/2016/mission/documents.php?tid=39&gid=1-027.

[2] jump startinnovation. “ไมโครคอนโทรลเลอร์ .....มันคืออะไร?.”
http://jumpstartinnovation.blogspot.com/2013/07/blog-post.html.

[3] RASPBERRY PI FOUNDATION. “Raspberry Pi 3 Model B+.”
https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b-plus/.

[4] ไกรสร สืบบุญ. “NodeMCU ESP8266 / ESP8285.” https://www.arduinoall.com.

[5] thaimobilecenter.com. “รู้จักเหล่าเซ็นเซอร์อัจฉริยะบนสมาร์ทโฟน เบื้องหลังการทำงานอันไร้ขีดจำกัดของสมาร์ทโฟนยุคใหม่.” https://www.thaimobilecenter.com/article-2557/understanding-sensors-on-mobile-phone-and-smartphone.asp.

[6] honestdocs. “อัตราการเต้นของหัวใจขณะที่คุณพัก”
https://www.honestdocs.co/about-your-resting-heart-rate.

[7] นายทศพล ต้นสมบัติ. “ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์.”
https://beerkung.wordpress.com/ระบบปฏิบัติการรุ่นล่าส/ระบบปฏิบัติการ - android/.

[8] archai. “Android Studio.”
https://www.arctech.in.th/articles/125.

[9] สารานุกรม IT. “แอนดรอยด์ สตูดิโอ คืออะไร.”
http://mindphp.comคู่มือ/73-คืออะไร/3505-android-studio.html.

[10] Jedsada Saengow. “[Firebase] คืออะไร มาดูวิธีสร้าง Project และทำความรู้จักกับ Firebase.”
http://mindphp.comคู่มือ/73-คืออะไร/3505-android-studio.html.

[11] Mingquan Pan. “การเข้ารหัสวิดีโอ.”
http://th.dibvision.asia/info/video-encoding-22871512.html.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม (ต่อ)

[12] นายอุทิศ แจ้งถิ่นป่า. "รูปแบบของไฟล์วิดีโอ." https://kruuthit.wordpress.com/2013/09/30/รูปแบบของไฟล์วิดีโอ/.

[13] นางสาวอรวรรณ เลียบศิริ. "การจำแนกอารมณ์ตัวการ์ตูนด้วยฮิสโทแกรมของทิศทางตามค่าเกรเดียนท์." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2559

[14] Tamura, Hideyuki., Mori, Shunji., & Yamawaki, Takashi. Textural Features Corresponding to Visual Perception. Electrotechnical Laboratory, 2-6-1 Nagata-cho, Chiyoda-ku, Tokyo 100, Japan, 1978.

[15] Watt, Alan., Policarpo, Fabio. The Computer Image. Harlow, England; Reading, Mass.: Addison-Wesley, 1998.

[16] Dalal, N. and Triggs, B., Histograms of Oriented Gradients for Human Detection, IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, San Diego, CA, USA, 2005.

[17] Jason Brownlee. "Gentle Introduction to Vector Norms in Machine Learning." https://machinelearningmastery.com/vector-norms-machine-learning/.

[18] Inform. "Support vector machines." https://informy.tumblr.com/post/17937920903/support-vector-machines.

[19] Phyblas. "การวิเคราะห์จำแนกประเภทข้อมูลด้วยเครื่องเวกเตอร์ค้ำยัน (SVM)." https://phyblas.hinaboshi.com/20180709?fbclid=IwAR3BcRYIliveybf_mH1gPmKcrnKpOZeOY5KdWSFGM84HpGC_It1mHWEYeuI.

[20] Navneet Dalal, Finding People in Images and Videos, Human-computer Interaction, Institut National Polytechnique de Grenoble-INPG, English, 2006

[21] Belal Khan. "Android Firebase Tutorial - User Registration with Authentication." https://www.simplifiedcoding.net/android-firebase-tutorial-1/.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม (ต่อ)

[22] Chris Sevilleja. “A Look at the New Firebase: A Powerful GooglePlatform.” https://scotch.io/bar-talk/a-look-at-the-new-firebase-a-powerful-google-platform.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้