

ระบบวิเคราะห์สถานะแมงควบคุมด้วย 3;
5A@FDA>B3@7>EF3FGE 3@3>KE:E EKEF7? | ;F: 3;



ปริญญาบัตรนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา ๒๕๖๕

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบวิเคราะห์สถานะแผงควบคุมด้วย AI
CONTROL PANEL STATUS ANALYSIS SYSTEM WITH AI

โดย

นายชนกานต์	หลอมทอง	63010181
นายฐณพัชร	ศรีนุต	63010254
นายทัศนัท	น้อยสุวรรณา	63010378

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ดร.สมปอง วิเศษพานิชกิจ

ผศ.ดร.ธเนศ พัฒนธาดาพงษ์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2566

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2566

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบวิเคราะห์สถานะแผงควบคุมด้วย AI


CONTROL PANEL STATUS ANALYSIS SYSTEM WITH AI

ผู้จัดทำ

1. นายชนกานต์ หลอมทอง 63010181
2. นายฐณพัชร ศรีนุต 63010254
3. นายทัศนัท น้อยสุวรรณ 63010378


.....
(ผศ.ดร.สมปอง วิเศษพานิชกิจ)

อาจารย์ที่ปรึกษา


.....
(ผศ.ดร.ธเนศ พัฒนธาดาพงษ์)

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การดำเนินปริญญานิพนธ์เรื่อง “ระบบวิเคราะห์สถานะแมงควบคุมด้วย AI” จะไม่สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี หากไม่ได้รับความช่วยเหลือ และความอนุเคราะห์อย่างดียิ่งจากคณะอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ คือ ผศ.ดร.สมปอง วิเศษพานิชกิจ และ ผศ.ดร.ธเนศ พัฒนธาดาพงษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่กรุณาให้คำแนะนำ คำปรึกษา และแนวทางการแก้ไขปัญหาที่เป็นประโยชน์ต่อการศึกษา ค้นคว้าวิจัยให้ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จสมบูรณ์ยิ่งขึ้น รวมถึงสนับสนุนสถานที่ เครื่องมือ และอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ระหว่างการจัดทำโครงการ

ขอขอบคุณคณะอาจารย์และเจ้าหน้าที่ประจำภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอน ประสิทธิ์ประสาทวิชา ความรู้ และประสบการณ์ให้แก่ผู้จัดทำ

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัว ที่ให้ความรัก ความห่วงใย และเป็นกำลังใจที่สำคัญเสมอมาและที่สำคัญคือสนับสนุนให้โอกาสทางด้านการศึกษามีค่ายิ่งแก่ผู้จัดทำ

นายชนกานต์ หลอมทอง

นายฐณพัชร ศรีนุต

นายทัศนัท น้อยสุวรรณ

ผู้จัดทำ

ระบบวิเคราะห์สถานะแผงควบคุมด้วย AI
CONTROL PANEL STATUS ANALYSIS SYSTEM WITH AI

โดย	นายชนกานต์	หลอมทอง	63010181
	นายธัญพัชร	ศรีนุต	63010254
	นายทัศนนท์	น้อยสุวรรณ	63010378

อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.สมปอง	วิเศษพานิชกิจ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผศ.ดร.ธเนศ	พัฒนธาดาวงษ์

บทคัดย่อ

เป็นปริญาานิพนธ์ที่เป็นการทำระบบที่ไว้ใช้ในการประมวลผลข้อมูลของอุปกรณ์ใดๆ ผ่านบอร์ด RASPBERRY PI 4 ร่วมกับโมดูลกล้องถ่ายภาพในการทำการเก็บข้อมูลต่างๆของอุปกรณ์ที่เราต้องการและนำข้อมูลที่ได้มาประมวลผลต่อบอร์ด RASPBERRY PI 4 และเก็บข้อมูลไว้ใน SD CARD จากนั้นก็ทำการดึงข้อมูลจากบอร์ด RASPBERRY PI 4 มาแสดงผลที่หน้าต่างผู้ใช้งาน (USER INTERFACE) ที่ได้ทำการออกแบบไว้ โดยผู้ใช้งานสามารถเลือกข้อมูลที่จะนำมาแสดงผลได้เองโดยที่ตัวของผู้ใช้งานไม่จำเป็นต้องไปยืนอยู่หน้าเครื่องใช้ไฟฟ้านั้นๆด้วยตัวเองก็สามารถรู้สถานะของเครื่องใช้ไฟฟ้านั้นๆได้จากระยะไกล

ABSTRACT

This system is used to process data from any device through the Raspberry PI 4 board with camera module to collect data of the equipment you need and process the data on the Raspberry PI 4 board SD card, then extract data from Raspberry PI 4 board and display it on the designed user interface. Users can choose the information they want to display without having to stand in front of the appliance themselves. Users can remotely know the status of electrical appliances.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	I
บทคัดย่อ	II
สารบัญ	IV
สารบัญรูป	VIII
บทที่ 1	บทนำ
	1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
	1.2 วัตถุประสงค์ 1
	1.3 ขอบเขตของโครงการ 2
บทที่ 2	ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง
	2.1 โมดูลกล้อง (CAMERA MODULE) 3
	2.2 VISUAL STUDIO CODE 4
	2.3 PYCHARM 5
	2.4 GOOGLE COLABORATORY 5
	2.5 PYTHON 6
	2.6 OPENCV 6
	2.7 ปัญญาประดิษฐ์ (ARTIFICIAL INTELLIGENCE : AI) 7
	2.8 ชุดข้อมูล (DATASET) 10
	2.9 YOLO ALGORITHM 16
	2.10 ROBOFLOW 20
	2.11 XAMPP 20
	2.12 DATABASE 21
	2.13 MARIADB 22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.14 HTML (HYPER TEXT MARKUP LANGUAGE)	23
2.15 CSS (CASCADING STYLE SHEETS)	23
2.16 PHP (PHP HYPERTEXT PREPROCESSOR)	24
บทที่ 3 การออกแบบและการจัดทำปฏิญานินพธ์	
3.1 การออกแบบ	25
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	32
3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง	37
บทที่ 4 ผลการทดลอง	
4.1 ทดสอบการทำงานของกล้องในการจับภาพ	42
4.2 ทดสอบการทำชุดข้อมูล	43
4.3 ทดสอบการให้อัลกอริทึมเรียนรู้ในการทำนายผลลัพธ์	49
4.4 ทดสอบความแม่นยำของอัลกอริทึมของผลลัพธ์จากการทำนาย	55
4.5 ทดสอบการตรวจจับสถานะของสวิตซ์ชนิดแบบกระดก (ROCKER SWITCH) จำนวน 1 ตัว	66
4.6 ทดสอบการตรวจจับสถานะของสวิตซ์ชนิดแบบกระดก (ROCKER SWITCH) จำนวน 2 ตัว	67
4.7 ทดสอบการตรวจจับสถานะของสวิตซ์ชนิดแบบหมุน (ROTATE SWITCH) จำนวน 1 ตัว	69
4.8 ทดสอบการตรวจจับสถานะของสวิตซ์ชนิดแบบหมุน (ROTATE SWITCH) จำนวน 2 ตัว	70
4.9 ทดสอบการตรวจจับสถานะของสวิตซ์ชนิดแบบกด (PUSH BUTTON SWITCH) จำนวน 1 ตัว	72
4.10 ทดสอบการตรวจจับสถานะของสวิตซ์ชนิดแบบกด (PUSH BUTTON SWITCH) จำนวน 2 ตัว	73

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.11 ทดสอบการตรวจจับสถานะของสวิตช์ชนิดแบบก้านยาว (TOGGLE SWITCH) จำนวน 1 ตัว	75
4.12 ทดสอบการตรวจจับสถานะของสวิตช์ชนิดแบบก้านยาว (TOGGLE SWITCH) จำนวน 2 ตัว	76
4.13 ทดสอบการตรวจจับสถานะของสวิตช์ชนิดแบบเลื่อน (SLIDE SWITCH) จำนวน 1 ตัว	78
4.14 ทดสอบการตรวจจับสถานะของสวิตช์ชนิดแบบเลื่อน (SLIDE SWITCH) จำนวน 2 ตัว	79
4.15 ทดสอบการตรวจจับสถานะของสวิตช์ในระยะต่างๆ	80
4.16 ทดสอบการส่งค่าผลลัพธ์ที่ได้หลังจากการตรวจสอบสถานะของ สวิตช์แล้วส่งไปยังฐานข้อมูล	110
4.17 ทดสอบการดึงค่าผลลัพธ์ที่เก็บไว้ในฐานข้อมูลมาแสดงบน หน้าตาผู้ใช้งาน	110
4.18 ทดสอบการทำงานภาพรวมของระบบ	111
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผล	113
5.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ	113
บรรณานุกรม	114
ภาคผนวก ก คำสั่งควบคุมการทำงานของกล้องในการบันทึกภาพ	119
ภาคผนวก ข คำสั่งควบคุมการทำงานของอัลกอริทึมของ YOLO V8	121
ภาคผนวก ค คำสั่งควบคุมการตรวจจับและการส่งข้อมูลไปยังฐานข้อมูล	124

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
ภาคผนวก ง	คำสั่งควบคุมหน้าตาผู้ใช้งาน	143
ภาคผนวก จ	คำสั่งสร้างหน้าตาผู้ใช้งาน	153



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 RAPOO WEBCAM – C200	3
2.2 ตัวอย่างการใช้โปรแกรม VSCODE	4
2.3 ตัวอย่างการใช้โปรแกรม PYCHARM	5
2.4 ตัวอย่างการใช้เว็บไซต์ GOOGLE COLABORATORY	5
2.5 โครงสร้างของ ARTIFICIAL INTELLIGENCE (AI)	7
2.6 ประเภทของ MACHINE LEARNING	8
2.7 ตัวอย่างข้อมูลพร้อม LABEL ของ ML แบบ SUPERVISED LEARNING	8
2.8 การเรียนรู้แบบ UNSUPERVISED LEARNING	9
2.9 ดอกไม้สายพันธุ์ VERSICOLOR, SETOSA และ VIRGINICA	11
2.10 กลีบใบ SEPAL และ PETAL ของดอกไม้สายพันธุ์ VERSICOLOR และ SETOSA, VIRGINICA	11
2.11 ตัวอย่างการเก็บชุดข้อมูลดอกไม้	12
2.12 ข้อมูลลายมือตัวเลขอารบิกเลข 0–9	12
2.13 สัดส่วนระหว่างชุดเรียนรู้และข้อมูลชุดทดสอบ	13
2.14 เส้น HYPERPLANE แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน	14
2.15 ตาราง CONFUSION MATRIX	15
2.16 การแบ่งช่องขนาด N*N ของ YOLO ALGORITHM	17
2.17 YOLOV8 MODEL	17
2.18 YOLOV8 MODEL ARCHITECTURE	19
2.19 การสร้าง DATASET บนเว็บไซต์ ROBOFLOW	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.20 ตัวอย่างการใช้โปรแกรม XAMPP	20
2.21 ตัวอย่างการใช้ตัวจัดการฐานข้อมูล MARIADB	22
3.1 บล็อกไดอะแกรมแสดงภาพรวมการทำงานของระบบวิเคราะห์สถานะแผงควบคุมด้วย AI	25
3.2 บล็อกไดอะแกรมแสดงการทำงานของระบบการตรวจสอบสถานะของสวิตช์ด้วย AI	26
3.3 รูปแสดงการทำงานของระบบการรับ-ส่งรูปภาพเพื่อนำไปให้อัลกอริทึมประมวลผล	27
3.4 การออกแบบการทำงานของอัลกอริทึม YOLO V8 MODEL	27
3.5 การจัดเก็บข้อมูลลงในฐานข้อมูล	28
3.6 บล็อกไดอะแกรมแสดงขั้นตอนการส่ง-รับข้อมูลในฐานข้อมูล	29
3.7 รูปภาพแสดงลำดับการทำงานของหน้าตาต่างผู้ใช้งาน	30
3.8 การแสดงค่าสถานะของสวิตช์แต่ละชนิดบนหน้าตาต่างผู้ใช้งาน	30
3.9 แผนผังแสดงการทำงานของระบบวิเคราะห์สถานะแผงควบคุมด้วย AI	31
3.10 กล้องรุ่น RAPOO WEBCAM – C200	32
3.11 โปรแกรม ROBOFLOW	33
3.12 โปรแกรม VISUAL STUDIO CODE	34
3.13 โปรแกรม XAMPP	34
3.14 ระบบจัดการฐานข้อมูล MARIADB	35
3.15 แพลตฟอร์ม GOOGLE COLAB	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.1 การจับภาพของกล้องเมื่อเปิดสวิตช์	42
4.2 การทำชุดข้อมูลสำหรับสวิตช์แบบกระดกรูปแบบที่ 1	43
4.3 การทำชุดข้อมูลสำหรับสวิตช์แบบกระดกรูปแบบที่ 2	44
4.4 การทำชุดข้อมูลสำหรับสวิตช์แบบหมุนรูปแบบที่ 1	45
4.5 การทำชุดข้อมูลสำหรับสวิตช์แบบหมุนรูปแบบที่ 2	45
4.6 การทำชุดข้อมูลสำหรับสวิตช์แบบหมุนรูปแบบที่ 3	46
4.7 การทำชุดข้อมูลสำหรับสวิตช์แบบกดรูปแบบที่ 1	46
4.8 การทำชุดข้อมูลสำหรับสวิตช์แบบกดรูปแบบที่ 2	47
4.9 การทำชุดข้อมูลสำหรับสวิตช์แบบก้านยาวรูปแบบที่ 1	47
4.10 การทำชุดข้อมูลสำหรับสวิตช์แบบก้านยาวรูปแบบที่ 2	48
4.11 การทำชุดข้อมูลสำหรับสวิตช์แบบเลื่อนรูปแบบที่ 1	48
4.12 การทำชุดข้อมูลสำหรับสวิตช์แบบเลื่อนรูปแบบที่ 2	49
4.13 การทำนายผลลัพธ์สำหรับสวิตช์แบบกระดกรูปแบบที่ 1	49
4.14 การทำนายผลลัพธ์สำหรับสวิตช์แบบกระดกรูปแบบที่ 2	50
4.15 การทำนายผลลัพธ์สำหรับสวิตช์แบบหมุนรูปแบบที่ 1	50
4.16 การทำนายผลลัพธ์สำหรับสวิตช์แบบหมุนรูปแบบที่ 2	51
4.17 การทำนายผลลัพธ์สำหรับสวิตช์แบบหมุนรูปแบบที่ 3	51
4.18 การทำนายผลลัพธ์สำหรับสวิตช์แบบกดรูปแบบที่ 1	52
4.19 การทำนายผลลัพธ์สำหรับสวิตช์แบบกดรูปแบบที่ 2	52
4.20 การทำนายผลลัพธ์สำหรับสวิตช์แบบก้านยาวรูปแบบที่ 1	53
4.21 การทำนายผลลัพธ์สำหรับสวิตช์แบบก้านยาวรูปแบบที่ 2	53
4.22 การทำนายผลลัพธ์สำหรับสวิตช์แบบเลื่อนรูปแบบที่ 1	54
4.23 การทำนายผลลัพธ์สำหรับสวิตช์แบบเลื่อนรูปแบบที่ 2	54
4.24 ตัวอย่างแผนภาพแสดงความแม่นยำและความผิดพลาดของโมเดลตรวจจับสวิตช์	55
4.25 CONFUSION MATRIX ของสวิตช์แบบกระดก (ROCKER)	61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.26	แผนภาพแสดงความแม่นยำและความผิดพลาดของโมเดลตรวจจับสวิตช์แบบกระดก (ROCKER)	61
4.27	CONFUSION MATRIX ของโมเดลตรวจจับสวิตช์แบบหมุน (ROTATE)	62
4.28	แผนภาพแสดงความแม่นยำและความผิดพลาดของโมเดลตรวจจับสวิตช์แบบหมุน (ROTATE)	62
4.29	CONFUSION MATRIX ของโมเดลตรวจจับสวิตช์แบบก้านยาว (TOGGLE)	63
4.30	แผนภาพแสดงความแม่นยำและความผิดพลาดของโมเดลตรวจจับสวิตช์แบบก้านยาว (TOGGLE)	63
4.31	CONFUSION MATRIX ของโมเดลตรวจจับสวิตช์แบบเลื่อน (SLIDE)	64
4.32	แผนภาพแสดงความแม่นยำและความผิดพลาดของโมเดลตรวจจับสวิตช์แบบเลื่อน (SLIDE)	64
4.33	CONFUSION MATRIX ของโมเดลตรวจจับสวิตช์แบบปุ่มกด (PUSH BUTTON)	65
4.34	แผนภาพแสดงความแม่นยำและความผิดพลาดของโมเดลตรวจจับสวิตช์แบบปุ่มกด (PUSH BUTTON)	65
4.35	สถานะปิดของสวิตช์แบบกระดกจำนวน 1 ตัว	66
4.36	สถานะเปิดของสวิตช์แบบกระดกจำนวน 1 ตัว	67
4.37	สถานะปิดของสวิตช์แบบกระดกจำนวน 2 ตัว	68
4.38	สถานะปิดและเปิดของสวิตช์แบบกระดกจำนวน 2 ตัว	68
4.39	สถานะ 0% ของสวิตช์แบบหมุนจำนวน 1 ตัว	69
4.40	สถานะ 50% ของสวิตช์แบบหมุนจำนวน 1 ตัว	70
4.41	สถานะ 0% ของสวิตช์แบบหมุนจำนวน 2 ตัว	71
4.42	สถานะ 50% ของสวิตช์แบบหมุนจำนวน 2 ตัว	71
4.43	สถานะปิดของสวิตช์แบบกดจำนวน 1 ตัว	72
4.44	สถานะเปิดของสวิตช์แบบกดจำนวน 1 ตัว	73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.45	สถานะเปิดของสวิตช์แบบกดจำนวน 2 ตัว	74
4.46	สถานะปิดของสวิตช์แบบกดจำนวน 2 ตัว	74
4.47	สถานะเปิดของสวิตช์แบบก้านยาวจำนวน 1 ตัว	75
4.48	สถานะปิดของสวิตช์แบบก้านยาวจำนวน 1 ตัว	76
4.49	สถานะเปิดของสวิตช์แบบก้านยาวจำนวน 2 ตัว	77
4.50	สถานะปิดและเปิดของสวิตช์แบบก้านยาวจำนวน 2 ตัว	77
4.51	สถานะ LOW ของสวิตช์แบบเลื่อนจำนวน 1 ตัว	78
4.52	สถานะ HIGH ของสวิตช์แบบเลื่อนจำนวน 1 ตัว	78
4.53	สถานะ LOW ของสวิตช์แบบเลื่อนจำนวน 2 ตัว	79
4.54	สถานะ HIGH ของสวิตช์แบบเลื่อนจำนวน 2 ตัว	80
4.55	การวัดระยะในการตรวจจับสถานะของสวิตช์ก้านยาว	81
4.56	การตรวจจับสถานะ ON ของสวิตช์ก้านยาวในระยะ 10 เซนติเมตร	81
4.57	การตรวจจับสถานะ OFF ของสวิตช์ก้านยาวในระยะ 10 เซนติเมตร	82
4.58	การตรวจจับสถานะ ON ของสวิตช์ก้านยาวในระยะ 20 เซนติเมตร	82
4.59	การตรวจจับสถานะ OFF ของสวิตช์ก้านยาวในระยะ 20 เซนติเมตร	83
4.60	การตรวจจับสถานะ ON ของสวิตช์ก้านยาวในระยะ 30 เซนติเมตร	83
4.61	การตรวจจับสถานะ OFF ของสวิตช์ก้านยาวในระยะ 30 เซนติเมตร	84
4.62	การตรวจจับสถานะ ON ของสวิตช์ก้านยาวในระยะ 40 เซนติเมตร	84
4.63	การตรวจจับสถานะ OFF ของสวิตช์ก้านยาวในระยะ 40 เซนติเมตร	85
4.64	การตรวจจับสถานะ ON ของสวิตช์ก้านยาวในระยะ 50 เซนติเมตร	85
4.65	การตรวจจับสถานะ OFF ของสวิตช์ก้านยาวในระยะ 50 เซนติเมตร	86
4.66	การวัดระยะในการตรวจจับสถานะของสวิตช์แบบหมุน	87
4.67	การตรวจจับสถานะ OFF ของสวิตช์แบบหมุนในระยะ 10 เซนติเมตร	87
4.68	การตรวจจับสถานะ ON ของสวิตช์แบบหมุนในระยะ 10 เซนติเมตร	88
4.69	การตรวจจับสถานะ OFF ของสวิตช์แบบหมุนในระยะ 20 เซนติเมตร	88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
4.70 การตรวจจับสถานะ ON ของสวิตช์แบบหมุนในระยะ 20 เซนติเมตร	89
4.71 การตรวจจับสถานะ OFF ของสวิตช์แบบหมุนในระยะ 30 เซนติเมตร	89
4.72 การตรวจจับสถานะ ON ของสวิตช์แบบหมุนในระยะ 30 เซนติเมตร	90
4.73 การตรวจจับสถานะ OFF ของสวิตช์แบบหมุนในระยะ 40 เซนติเมตร	90
4.74 การตรวจจับสถานะ ON ของสวิตช์แบบหมุนในระยะ 40 เซนติเมตร	91
4.75 การตรวจจับสถานะ OFF ของสวิตช์แบบหมุนในระยะ 50 เซนติเมตร	91
4.76 การตรวจจับสถานะ ON ของสวิตช์แบบหมุนในระยะ 50 เซนติเมตร	92
4.77 การวัดระยะในการตรวจจับสถานะของสวิตช์แบบกระดก	93
4.78 การตรวจจับสถานะ ON ของสวิตช์แบบกระดกในระยะ 10 เซนติเมตร	93
4.79 การตรวจจับสถานะ OFF ของสวิตช์แบบกระดกในระยะ 10 เซนติเมตร	94
4.80 การตรวจจับสถานะ ON ของสวิตช์แบบกระดกในระยะ 20 เซนติเมตร	94
4.81 การตรวจจับสถานะ OFF ของสวิตช์แบบกระดกในระยะ 20 เซนติเมตร	95
4.82 การตรวจจับสถานะ ON ของสวิตช์แบบกระดกในระยะ 30 เซนติเมตร	95
4.83 การตรวจจับสถานะ OFF ของสวิตช์แบบกระดกในระยะ 30 เซนติเมตร	96
4.84 การตรวจจับสถานะ ON ของสวิตช์แบบกระดกในระยะ 40 เซนติเมตร	96
4.85 การตรวจจับสถานะ OFF ของสวิตช์แบบกระดกในระยะ 40 เซนติเมตร	97
4.86 การตรวจจับสถานะ ON ของสวิตช์แบบกระดกในระยะ 50 เซนติเมตร	97
4.87 การตรวจจับสถานะ OFF ของสวิตช์แบบกระดกในระยะ 50 เซนติเมตร	98
4.88 การวัดระยะในการตรวจจับสถานะของสวิตช์แบบเลื่อน	99
4.89 การตรวจจับสถานะ LOW ของสวิตช์แบบเลื่อนในระยะ 10 เซนติเมตร	99
4.90 การตรวจจับสถานะ HIGH ของสวิตช์แบบเลื่อนในระยะ 10 เซนติเมตร	100
4.91 การตรวจจับสถานะ LOW ของสวิตช์แบบเลื่อนในระยะ 20 เซนติเมตร	100
4.92 การตรวจจับสถานะ HIGH ของสวิตช์แบบเลื่อนในระยะ 20 เซนติเมตร	101
4.93 การตรวจจับสถานะ LOW ของสวิตช์แบบเลื่อนในระยะ 30 เซนติเมตร	101
4.94 การตรวจจับสถานะ HIGH ของสวิตช์แบบเลื่อนในระยะ 30 เซนติเมตร	102
4.95 การตรวจจับสถานะ LOW ของสวิตช์แบบเลื่อนในระยะ 40 เซนติเมตร	102

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญญรูป (ต่อ)

	หน้า
4.96 การตรวจจับสถานะ HIGH ของสวิตช์แบบเลื่อนในระยะ 40 เซนติเมตร	103
4.97 การตรวจจับสถานะ LOW ของสวิตช์แบบเลื่อนในระยะ 50 เซนติเมตร	103
4.98 การตรวจจับสถานะ HIGH ของสวิตช์แบบเลื่อนในระยะ 50 เซนติเมตร	104
4.99 การวัดระยะในการตรวจจับสถานะของสวิตช์แบบกด	104
4.100 การตรวจจับสถานะ OFF ของสวิตช์แบบกดในระยะ 10 เซนติเมตร	105
4.101 การตรวจจับสถานะ ON ของสวิตช์แบบกดในระยะ 10 เซนติเมตร	105
4.102 การตรวจจับสถานะ OFF ของสวิตช์แบบกดในระยะ 20 เซนติเมตร	106
4.103 การตรวจจับสถานะ ON ของสวิตช์แบบกดในระยะ 20 เซนติเมตร	106
4.104 การตรวจจับสถานะ OFF ของสวิตช์แบบกดในระยะ 30 เซนติเมตร	107
4.105 การตรวจจับสถานะ ON ของสวิตช์แบบกดในระยะ 30 เซนติเมตร	107
4.106 การตรวจจับสถานะ OFF ของสวิตช์แบบกดในระยะ 40 เซนติเมตร	108
4.107 การตรวจจับสถานะ ON ของสวิตช์แบบกดในระยะ 40 เซนติเมตร	108
4.108 การตรวจจับสถานะ OFF ของสวิตช์แบบกดในระยะ 50 เซนติเมตร	109
4.109 การตรวจจับสถานะ ON ของสวิตช์แบบกดในระยะ 50 เซนติเมตร	109
4.110 การจัดเก็บผลลัพธ์ลงในฐานข้อมูล	110
4.111 หน้าต่างผู้ใช้งานแสดงสถานะของสวิตช์แต่ละชนิด	111
4.112 ฐานข้อมูลที่ได้เก็บค่าผลลัพธ์ของสวิตช์	111
4.113 หน้าต่างผู้ใช้งานที่ได้ทำการดึงค่าจากฐานข้อมูลจากในรูปที่ 4.112 มา แสดง	112

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปรัชญาวิพจน์นี้มีต้นแบบมาจากความต้องการในการพัฒนาระบบที่ช่วยให้ผู้ใช้สามารถตรวจสอบสถานะของสวิตช์แต่ละชนิดที่แตกต่างกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยระบบนี้จะรวมการตรวจสอบสถานะของสวิตช์ต่าง ๆ ที่ถูกกล่าวถึง ได้แก่ สวิตช์แบบกด สวิตช์แบบหมุน สวิตช์แบบก้านยาว สวิตช์แบบกระดก และสวิตช์แบบเลื่อน ผู้ใช้สามารถเข้าถึงข้อมูลสถานะของสวิตช์เหล่านี้ได้จากระยะทางไกลผ่านทางหน้าต่างผู้ใช้ที่ถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้อย่างง่ายดาย โดยปรัชญาวิพจน์นี้จะมุ่งเน้นการพัฒนาระบบที่มีการตรวจสอบสถานะแบบเรียลไทม์ ทำให้ผู้ใช้สามารถทราบสถานะปัจจุบันของแต่ละสวิตช์ที่ต้องการตรวจสอบ ผ่านหน้าต่างผู้ใช้งานที่มีการออกแบบมาให้ใช้งานได้อย่างเรียบง่าย ไม่ว่าจะเป็นผ่านอุปกรณ์เคลื่อนที่ เช่น สมาร์ทโฟน หรือผ่านทางคอมพิวเตอร์ ทำให้ผู้ใช้สามารถตรวจสอบสถานะของสวิตช์ได้อย่างง่ายดายแม้จะอยู่ห่างจากอุปกรณ์เอง ดังนั้นความสำเร็จของโครงการนี้จะอยู่ที่การพัฒนาระบบที่มีประสิทธิภาพ และเป็นมาตรฐานสำหรับการตรวจสอบและควบคุมสถานะของสวิตช์ที่หลากหลาย ทำให้ผู้ใช้สามารถจัดการและควบคุมสวิตช์ได้อย่างมีประสิทธิภาพและง่ายดาย แม้จะต้องทำการตรวจสอบผ่านทางหน้าต่างผู้ใช้งานที่ถูกออกแบบมาเพื่อความสะดวกสบายและความง่ายในการใช้งาน

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อตรวจสอบสถานะการทำงานของอุปกรณ์ที่ผู้ใช้งานต้องการจะตรวจสอบได้ด้วยวิธีการที่ง่ายขึ้น
2. เพื่อให้การเก็บค่าสถานะของอุปกรณ์ใดๆที่มีสวิตช์เป็นตัวบอกสถานะของอุปกรณ์นั้นมีความสะดวกสบายมากขึ้น และลดความผิดพลาดที่เกิดจากมนุษย์ในการเก็บค่า
3. เพื่อให้การทำงานในสายงานที่ต้องการตรวจสอบสถานะของอุปกรณ์หลายๆตัวพร้อมกันมีความง่ายและสะดวกสบายมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของโครงการ

ปริญญาโทฉบับนี้มุ่งเน้นการพัฒนาระบบที่ทำให้ผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบสถานะของสวิทช์ที่แตกต่างกันในเวลาเดียวกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ระบบนี้จะรวบรวมการตรวจสอบสถานะของสวิทช์ทั้งหมดที่ได้กล่าวถึง เช่น สวิทช์แบบกด สวิทช์แบบหมุน สวิทช์แบบก้านยาว และสวิทช์แบบกระดก รวมถึงสวิทช์ชนิดอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงข้อมูลสถานะของสวิทช์เหล่านี้จากระยะไกลผ่านทางหน้าต่างผู้ใช้งานที่เป็นมิตรและใช้งานง่ายที่ถูกออกแบบมาให้ผู้ใช้งานสามารถปรับแต่งหน้าต่างผู้ใช้งานได้เองว่าจะต้องการตรวจสอบสถานะของสวิทช์ทั้งหมดเลย หรือ ตรวจสอบสถานะเพียงแค่อุปกรณ์บางตัว โดยจะเป็นการทำงานร่วมกันกับ Raspberry pi 4 เป็นหน่วยประมวลผลซึ่งในภาคเรียนที่ 1 ทางผู้จัดทำได้วางขอบเขตไว้ว่า จะทำในส่วนของการตรวจสอบสถานะสวิทช์ที่อุปกรณ์ใดอุปกรณ์หนึ่งก่อนและทำการก็ส่งผลลัพธ์เข้าไปเก็บไว้ยังฐานข้อมูล จากนั้นให้ทำการดึงข้อมูลผลลัพธ์จากฐานข้อมูลมาแสดงบนหน้าต่างผู้ใช้งาน ซึ่งส่วนของหน้าต่างผู้ใช้งานในภาคเรียนที่ 1 นั้นจะยังไม่สามารถปรับแต่งได้เองตามความต้องการของผู้ใช้งาน โดยในส่วนของภาคเรียนที่ 2 นั้นทางผู้จัดทำได้ทำการวางแผนไว้ว่าจะทำการเพิ่มจำนวนของอุปกรณ์และชนิดของสวิทช์ในการตรวจสอบให้มากขึ้น เพื่อให้รองรับการทำงานในหลากหลายรูปแบบ อีกทั้งยังจะทำการปรับแต่งในส่วน of หน้าต่างผู้ใช้งานให้มีการใช้งานที่ง่ายและสวยงามมากขึ้น และยังสามารถให้ผู้ใช้งานสามารถเลือกดูสถานะของสวิทช์ในแต่ละชนิดได้ตามที่ต้องการได้ง่ายมากขึ้นโดยการแบ่งเป็นหน้าต่างตามชนิดของสวิทช์ โดยสามารถรองรับชนิดและจำนวนของสวิทช์ได้มากขึ้น

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

ปริญญานิพนธ์เรื่อง “ระบบวิเคราะห์สถานะแผงควบคุมด้วย AI” ได้ทำการออกแบบระบบตรวจจับสวิตช์ของอุปกรณ์ไฟฟ้า ผู้ใช้งานสามารถทราบถึงสถานะของอุปกรณ์นั้นได้ ดังนั้นโครงการที่นำเสนอจึงมีหลักการที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

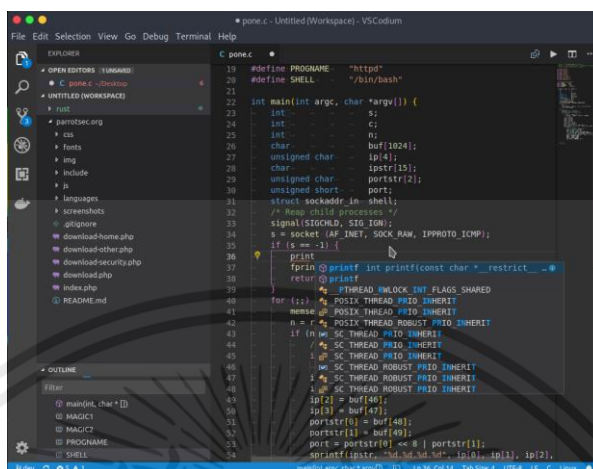
2.1 โมดูลกล้อง (Camera Module)



รูปที่ 2.1 RAPOO WEBCAM – C200

Rapoo QCAM-C200 Webcam เป็นกล้องเว็บแคมสำหรับการสนทนาออนไลน์ในรูปแบบของวิดีโอคอล Rapoo C200 สามารถตอบโต้ภัยการใช้งานได้ครบถ้วน จุดเด่นของกล้องรุ่นนี้คือติดตั้งกล้องความละเอียดสูงที่ระดับ HD 720P จึงให้รายละเอียดของภาพที่คมชัด พร้อมเลนส์มุมกว้างแบบพิเศษ ติดตั้งไมโครโฟนแบบรอบทิศทางในตัว เพื่อการสนทนาที่ชัดเจน สามารถตัดเสียงรบกวนจากภายนอกได้ ตัวอุปกรณ์มีขนาดเล็ก ใช้งานง่าย พกพาสะดวก นำมาใช้เป็นโมดูลกล้องในการนำภาพของสวิตช์ที่ถ่ายได้มาตรวจจับสถานะของสวิตช์ ณ ขณะนั้น

2.2 Visual Studio Code



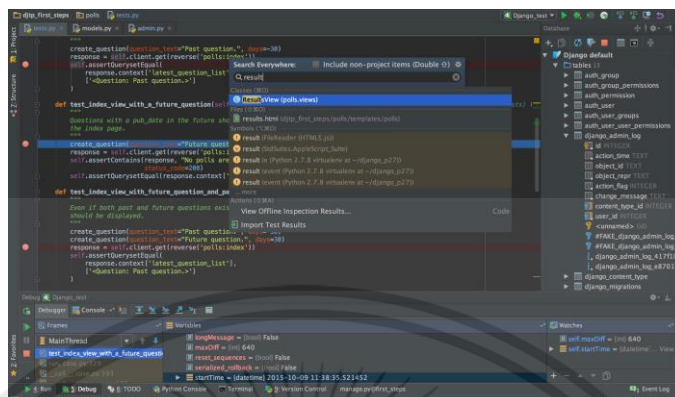
รูปที่ 2.2 ตัวอย่างการใช้โปรแกรม VSCode

Visual Studio Code หรือ VSCode เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการแก้ไขและปรับแต่งโค้ด ซึ่ง Visual Studio Code นั้น เหมาะสำหรับการใช้งานข้ามแพลตฟอร์ม รองรับการใช้งานทั้งบน Windows, macOS และ Linux โดยมีภาษา JavaScript, TypeScript และ Node.js สามารถเชื่อมต่อกับ Git ได้ มีเครื่องมือส่วนขยายต่าง ๆ ให้เลือกใช้ไม่ว่าจะเป็น

- 1) การเปิดใช้งานภาษาอื่น ๆ เช่น ภาษา C/C++, Java, Python, PHP
- 2) Themes
- 3) Debugger
- 4) Commands

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 PyCharm



รูปที่ 2.3 ตัวอย่างการใช้โปรแกรม PyCharm

PyCharm คือ โปรแกรมสำหรับเขียนโค้ดสำหรับภาษาไพธอน มีรุ่นฟรี (EDU) สำหรับการฝึกเรียนรู้ (Learners) ที่เปิดให้ดาวน์โหลดได้ฟรีที่ [Jetbrains.com](https://www.jetbrains.com/pycharm-edu/) นำไปติดตั้งบนเครื่องคอมพิวเตอร์ ได้ทั้งบนระบบปฏิบัติการ Windows, MacOS และ Linux สำหรับโปรแกรมตัวเต็มมีเครื่องมือสนับสนุนการพัฒนาโปรแกรมด้วยภาษาไพธอนแบบครบสมบูรณ์สำหรับผู้พัฒนามืออาชีพ (Professional Developers) ทั้งแบบพัฒนาคนเดียว (Individual Use) หรือพัฒนาเป็นทีม (Team and Organizations)

2.4 Google colaboratory



รูปที่ 2.4 ตัวอย่างการใช้เว็บไซต์ Google colaboratory

Google Colab เป็นแพลตฟอร์มที่พัฒนาโดย Google บน Cloud Computing ซึ่งให้บริการในรูปแบบของ Jupyter Notebook ซึ่งเป็นไฟล์ที่มีนามสกุล .ipynb และสามารถเขียนโค้ด Python ในเซลล์ (cell) ต่างๆ ได้ โดยแต่ละเซลล์จะสามารถรันโค้ดได้โดยอิสระกัน และให้สิทธิ์การเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เข้าถึง GPU และ TPU (Tensor Processing Unit) เป็นโปรแกรมสำหรับเขียนโค้ดและสามารถรันโค้ดได้โดยตรงบนเว็บเบราว์เซอร์ โดยไม่ต้องติดตั้งโปรแกรมใดๆ ลงบนเครื่องของตนเอง ที่สำคัญไม่เสียค่าใช้จ่าย เป็นเครื่องมือที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาและการทดสอบโมเดล Machine Learning หรือ Deep Learning โดยเฉพาะอย่างยิ่ง นอกจากนี้ Google Colab ยังมีความสามารถในการแชร์โค้ด (Jupyter notebook) ร่วมกับผู้อื่น ซึ่งทำให้ผู้ใช้งานสามารถทำงานร่วมกันและแก้ปัญหาต่างๆ ได้อย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ยังสามารถส่งลิงก์ (link) ของสมุดบันทึกไปยังผู้อื่นได้ เพื่อให้เขาสามารถดูโค้ดและผลลัพธ์การทดสอบได้อย่างง่ายดาย

2.5 Python

ภาษาไพธอน (Python) เป็นภาษาการเขียนโปรแกรมระดับสูง ที่นำข้อดีของภาษาต่างๆ มารวมไว้ด้วยกัน ถูกออกแบบมาให้เรียนรู้ได้ง่าย และมีไวยากรณ์ที่ช่วยให้เขียนโค้ดสั้นกว่าภาษาอื่น ๆ มีความสามารถใช้ชนิดข้อมูลแบบไดนามิก จัดการหน่วยความจำอัตโนมัติ สนับสนุนกระบวนทัศน์การเขียนโปรแกรม (Programming paradigms) ประกอบด้วย การเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ (OOP : Object Oriented Programming) การเขียนโปรแกรมเชิงคำสั่ง (Imperative Programming) การเขียนโปรแกรมเชิงฟังก์ชัน (Functional) และการเขียนโปรแกรมเชิงกระบวนการ มีลักษณะเป็นภาษาสคริปต์ที่ทำงานร่วมกับภาษาอื่นได้ มีไลบรารีมาตรฐานมากมาย และใช้อินเตอร์พรีเตอร์แปลภาษาโปรแกรมให้ทำงานบนระบบปฏิบัติการได้หลากหลาย ทั้งบน Windows, MAC, Linux และ Unix นอกจากนี้ยังเป็นโปรแกรมแบบ Open source ที่นำใช้ได้ฟรี เหมาะสำหรับโปรแกรมทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ เช่น การสร้างเกม เฟรมเวิร์คพัฒนาเว็บ โปรแกรมที่ใช้กราฟิกติดต่อกับผู้ใช้งาน (GUI) งานคำนวณทางวิทยาศาสตร์และสถิติ งานพัฒนาซอฟต์แวร์ และซอฟต์แวร์ควบคุมระบบ เป็นต้น

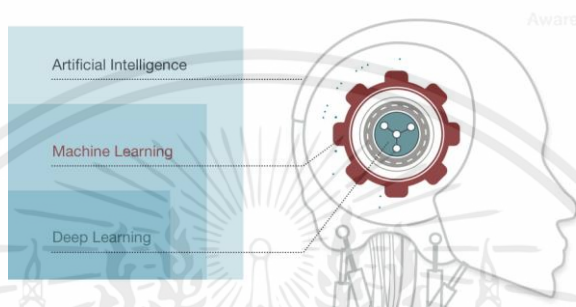
2.6 OpenCV

OpenCV (Opensource Computer Vision) หรือก็คือ Computer Vision ไลบรารีที่ให้เราสามารถใช้ฟรี OpenCV คือ Library ฟังก์ชันการเขียนโปรแกรม โดยจะมีเป้าหมายไปที่การแสดงผลด้วยคอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ (Real - Time) OpenCV ถูกพัฒนาขึ้นโดย Intel เป็นไลบรารีแบบข้ามแพลตฟอร์ม ลิขสิทธิ์ของ BSD ตัว OpenCV ยังรองรับ Frame Work การเรียนรู้เชิงลึก Deep Learning Frameworks เช่น TensorFlow, Torch, PyTorch เป็นต้น OpenCV ถูกเขียนขึ้นมาโดยภาษา C++ อีกทั้งยังมีการรองรับภาษา Python, Java และ Matlab โดยอินเทอร์เฟซเหล่านี้สามารถพบได้ในเอกสารออนไลน์ ซึ่งได้มีการรวบรวมไว้หลากหลายภาษา อาทิ C#, Perl, Ch, Haskell และ Ruby ได้รับการพัฒนาเพื่อส่งเสริมการนำมาใช้งานโดยผู้ใช้ที่มีเพิ่มขึ้น ความสามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักของ OpenCV คือสามารถช่วยจัดการวิดีโอหรือรูปภาพ เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงกับรูปภาพ อย่างเช่น ทำให้ภาพชัดขึ้น ทำให้เบลอ ลดสัญญาณรบกวน (noise) ในรูปภาพ จากแหล่งที่มาของรูปภาพต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น webcam ภาพถ่าย วิดีโอ หรือกล้องวงจรปิด

2.7 ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence : AI)



รูปที่ 2.5 โครงสร้างของ Artificial Intelligence (AI)

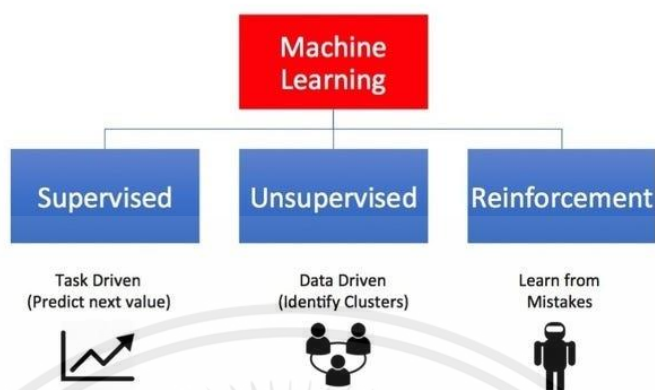
ปัญญาประดิษฐ์ (AI) เป็นสาขาด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ที่มุ่งเน้นแก้ไขปัญหาความรู้ ความเข้าใจที่ปกติเชื่อมโยงกับความฉลาดของมนุษย์ เช่น การเรียนรู้ การสร้าง และการจดจำภาพ องค์กรรมใหม่รวบรวมข้อมูลจำนวนมากจากแหล่งที่มาหลากหลาย เช่น เซ็นเซอร์อัจฉริยะ เนื้อหาที่มนุษย์สร้างขึ้น เครื่องมือตรวจติดตาม และข้อมูลบันทึกในระบบ เป้าหมายของ AI คือการสร้างระบบการเรียนรู้ด้วยตนเองซึ่งต่อยอดความหมายที่ได้จากข้อมูล จากนั้น AI จะสามารถใช้ความรู้นั้นเพื่อแก้ปัญหาใหม่ๆ ในรูปแบบที่คล้ายคลึงกับมนุษย์ได้ ตัวอย่างเช่น เทคโนโลยี AI สามารถตอบสนองต่อการสนทนาของมนุษย์โดยมีความหมายเข้าใจได้ สร้างภาพและข้อความต้นฉบับ และตัดสินใจตามอินพุตข้อมูลได้แบบเรียลไทม์ องค์กรของต่างๆสามารถผสานความสามารถของ AI ในแอปพลิเคชันของตนเองเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการทางธุรกิจ ยกกระดับประสบการณ์ของลูกค้า และเร่งการสร้างนวัตกรรม

2.7.1 Machine learning (ML)

Machine Learning คือ การทำให้คอมพิวเตอร์ สามารถเรียนรู้สิ่งต่างๆ และพัฒนาการทำงานให้ดีขึ้นได้ด้วยตัวเองจากข้อมูลและสภาพแวดล้อมที่ได้รับจากการเรียนรู้ของระบบ โดยไม่ต้องมีมนุษย์คอยกำกับหรือเขียนโปรแกรมเพิ่มเติม และไม่ว่าในอนาคตมันจะมีข้อมูลรูปแบบใหม่ๆ ที่เกิดขึ้นมา มนุษย์ก็ไม่จำเป็นต้องไปนั่งเขียนโปรแกรมใหม่ เพราะคอมพิวเตอร์สามารถตีความและตอบสนองได้ด้วยตัวเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Types of Machine Learning



รูปที่ 2.6 ประเภทของ Machine learning

2.7.1.1 Supervised Learning

การเรียนรู้แบบ supervised คือการที่ machine จะถูกสอนจาก data ที่มาพร้อมเฉลย โดยที่กล่าวมานั้นจะอยู่ในรูปแบบของ Label (คำกำกับ) ยกตัวอย่างเวลาเราป้อนข้อมูลให้กับ คอมพิวเตอร์ (Input) เช่น รูปปากกา เบื้องต้นคอมพิวเตอร์จะยังไม่รู้ว่ารูปที่เราป้อนเข้าไป คือ รูปปากกา เราจึงต้องสอนให้คอมพิวเตอร์รู้จักเพื่อนำไปวิเคราะห์ (Feature Extraction) ว่า ปากกาจะมี ปลายด้ามเป็นปุ่ม มีหัวแหลม ลักษณะเป็นแท่งยาว เป็นต้น จากนั้นคอมพิวเตอร์ก็นำข้อมูลดังกล่าวไป ประมวลผล/จัดหมวดหมู่ (Classification) เพื่อให้หลังจากนี้มันสามารถแยกออกได้ว่าอะไรคือปากกา อะไรไม่ใช่ปากกา

สูง cm	นน. kg	ขนยาวcm	ตัวไร?
20	4	1	แมว
25	7	1.5	แมว
60	20	3	หมา
..

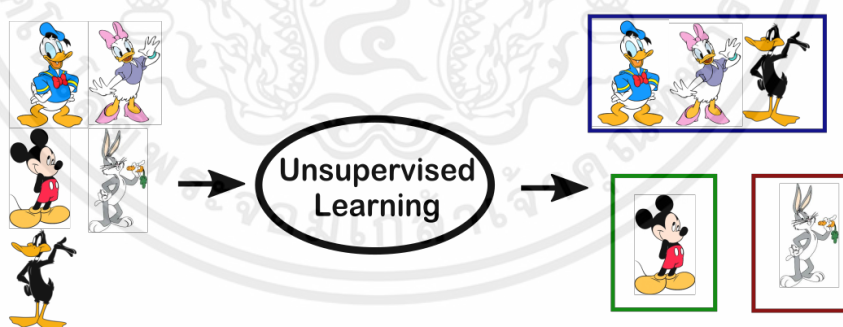
รูปที่ 2.7 ตัวอย่างข้อมูลพร้อม label ของ ML แบบ Supervised learning

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.1.2 Unsupervised learning

การเรียนรู้แบบ unsupervised learning เป็นกระบวนการที่ระบบคอมพิวเตอร์เรียนรู้ โดยการหาความสัมพันธ์และโครงสร้างภายในข้อมูลโดยไม่ต้องมีการให้ข้อมูลตัวอย่างที่มีป้ายชื่อ (label) กำกับไว้ล่วงหน้า ในขณะที่ใน supervised learning จะมีการให้ข้อมูลตัวอย่างที่มีป้ายชื่อ เพื่อให้ระบบได้เรียนรู้จากตัวอย่างนั้น

ใน unsupervised learning ระบบจะพยายามหาโครงสร้างและความสัมพันธ์ในข้อมูล โดยตรง ซึ่งสามารถประยุกต์ใช้ในหลายๆ งาน เช่น การจัดกลุ่มข้อมูล (clustering) เพื่อแบ่งข้อมูล ออกเป็นกลุ่มที่มีความคล้ายคลึงกัน การลดมิติข้อมูล (dimensionality reduction) เพื่อลดจำนวนตัวแปรหรือคุณลักษณะของข้อมูล หรือการค้นหาโครงแบบ (pattern discovery) ในข้อมูลเพื่อให้เรา เข้าใจโครงสร้างของข้อมูลได้ดีขึ้น unsupervised learning เป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์ในการ วิเคราะห์ข้อมูลที่มีปริมาณมากหรือซับซ้อนโดยไม่ต้องอาศัยความช่วยเหลือจากมนุษย์ในการประมวลผล และการจัดหมวดหมู่ข้อมูล ตัวอย่างเช่น การที่เราป้อนข้อมูล (input) รูปปากกาเข้าไปแต่ไม่ได้บอกว่า รูปที่ป้อนเข้าไปเป็นรูปปากกา เมื่อคอมพิวเตอร์นำไปวิเคราะห์ (Feature Extraction) ก็ยังสามารถ วิเคราะห์ได้ว่ารูปที่ใส่เข้าไปมีลักษณะอย่างไร แต่คราวนี้มันไม่สามารถเอาไปประมวล/จัดหมวดหมู่ (Classification) ได้แล้ว มันจะใช้วิธีการแบ่งกลุ่มแทน (Clustering) ซึ่งคอมพิวเตอร์ก็อาจเอารูป ปากกาไปจัดกลุ่มกับปากกาไฮไลต์ หรือเครื่องเขียนอื่นๆ ที่มี ปลายด้ามเป็นปุ่ม เป็นเครื่องเขียนใน ลักษณะที่เหมือนกัน เป็นต้น



รูปที่ 2.8 การเรียนรู้แบบ Unsupervised learning

2.7.1.3 Reinforcement Learning

การเรียนรู้แบบเสริมกำลังเป็นวิธีการเรียนรู้แบบหนึ่งที่ใช้การเรียนรู้เกิดมาจากการปฏิสัมพันธ์ (interaction) ระหว่างผู้เรียนรู้ (agent) กับสิ่งแวดล้อม (environment) ที่มีการเรียนรู้สิ่งต่างๆ จาก Agent ภายใต้การเลือกกระทำสิ่งต่างๆ ให้ได้ผลลัพธ์ที่มากที่สุด ผ่านการลองผิดลองถูก ภายใต้สถานการณ์หรือระบบจำลอง ที่พัฒนาระบบการตัดสินใจให้ดีขึ้น หรือพูดให้ง่ายขึ้น มันคือการศึกษา เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรากำหนดเงื่อนไขบางอย่างให้กับคอมพิวเตอร์ แล้วทำให้คอมพิวเตอร์บรรลุหรือทำตามเงื่อนไขนั้นให้ได้ ผ่านการลองผิดลองถูก โดยผู้พัฒนาอาจตั้งเป้าหมาย Feedback Loop และเงื่อนไขในการได้รับรางวัล ยกตัวอย่างเช่น Alpha Go เงื่อนไขของการเล่นเกมหมากรุกคือ ใช้หมากของตนล้อมพื้นที่บนกระดาน ให้ครอบครองดินแดนมากกว่าคู่ต่อสู้ ที่นี้ Alpha Go ก็จะเรียนรู้ว่าหากคู่ต่อสู้เดินหมากนี้ ตัวมันเองจะเดินหมากไหนเพื่อให้บรรลุเงื่อนไขที่กำหนดไว้ให้ นั่นคือการยึดพื้นที่บนกระดานให้ได้มากที่สุด

2.7.2 Deep Learning (DL)

อัลกอริทึมแบบระบบเรียนรู้เชิงลึก (Deep learning) ต้องใช้ 'โครงข่ายประสาทเทียม' (Artificial Neural Networks (ANN)) ซึ่งก็เหมือนวิธีการทำงานของระบบประสาทในสมองมนุษย์ โครงข่ายเหล่านี้มี 'เซลล์ประสาท' ที่เชื่อมต่อกันเป็น 'ระบบประสาท' และสื่อสารกัน โดยใช้วิธีประมวลผลแบบขนาน (parallel processing) เพื่อให้มันสามารถเข้าใจและเรียนรู้จากข้อมูลจำนวนมากที่ได้รับอย่างต่อเนื่อง สมองคนเรามักจะพยายามถอดรหัสข้อมูลที่ได้รับ อีกทั้งมักจะตีความ และการกำหนดสิ่งต่างๆ แบ่งแยกเป็นหมวดหมู่ เมื่อใดก็ตามที่เราได้รับข้อมูลใหม่สมองจะพยายามเปรียบเทียบกับสิ่งที่เรารู้ก่อนหน้า ก่อนที่จะทำความเข้าใจกับมัน เช่นเดียวกัน DL ก็สามารถถูกสอนให้ทำงานในลักษณะเดียวกันให้สำเร็จได้

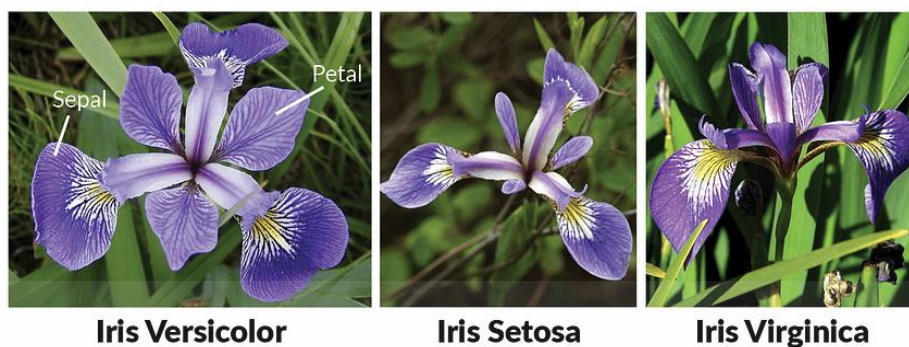
2.8 ชุดข้อมูล (Dataset)

ชุดข้อมูล คือ การนำข้อมูลที่มีคุณสมบัติเหมือนกันมาจัดเป็นชุดให้ถูกต้องตามลักษณะโครงสร้างข้อมูล ในกรณีตารางข้อมูล ชุดข้อมูลอาจจะมีเพียงหนึ่งตารางหรือมากกว่านั้น โดยที่ทุกคอลัมน์ของตารางแสดงถึงตัวแปรเฉพาะ ข้อมูลของทุก ๆ แถวจะสอดคล้องกับเอกสารที่กำหนดรายละเอียดของชุดข้อมูล โดยชุดข้อมูลแสดงรายการตามค่าของตัวแปรแต่ละตัว เช่น ความสูงและน้ำหนักของคุณสมบัติสมาชิกของชุดข้อมูลแต่ละตัว นอกจากนั้น ชุดข้อมูลยังสามารถประกอบด้วยชุดของเอกสารหรือไฟล์ โดยชุดข้อมูลพื้นฐานที่ใช้กันอย่างแพร่หลายทางด้าน Machine Learning ได้แก่ ชุดข้อมูลดอกไม้ (Iris Dataset) กับ ชุดข้อมูลลายมือตัวเลขอารบิก (MNSIT Dataset)

2.8.1 ชุดข้อมูลดอกไม้ (Iris Dataset)

เป็นชุดข้อมูลพื้นฐานที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในด้านสถิติและ Machine Learning โดยชุดข้อมูลดอกไม้ประกอบไปด้วยดอกไม้ 3 สายพันธุ์ได้แก่ Versicolor, Setosa และ Virginica ดังภาพประกอบด้านล่าง

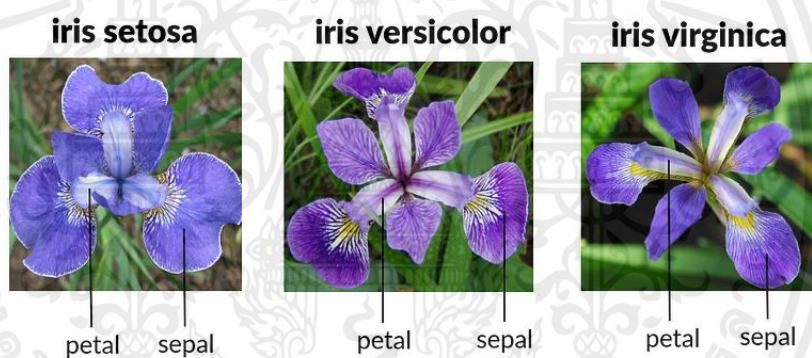
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 ดอกไม้สายพันธุ์ Versicolor, Setosa และ Virginica

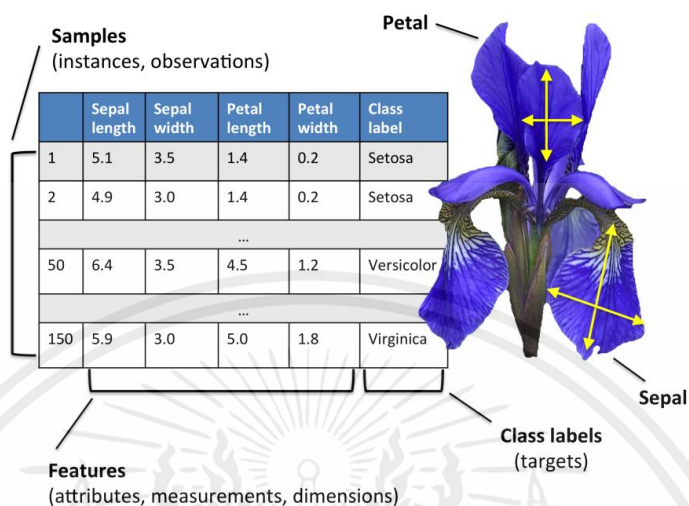
คุณสมบัติหรือ Feature ในชุดข้อมูลดอกไม้

คือการวัดความกว้างและความยาวของกลีบใบที่เรียกว่า Sepal และ Petal มีหน่วยเป็นเซนติเมตร



รูปที่ 2.10 กลีบใบ Sepal และ Petal ของดอกไม้สายพันธุ์ Versicolor, Setosa และ Virginica

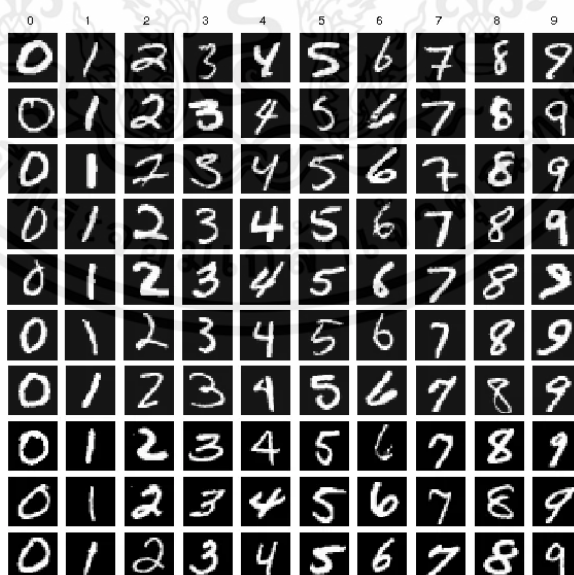
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 ตัวอย่างการเก็บชุดข้อมูลดอกไม้

2.8.2 ชุดข้อมูลลายมือตัวเลขอารบิก (MNIST Dataset)

ชุดข้อมูลลายมือตัวเลขอารบิกเลข 0-9 มีขนาดรูปภาพ 28 x 28 Pixels มีข้อมูลในชุดเรียนรู้จำนวน 60,000 รูปภาพและข้อมูลชุดทดสอบจำนวน 10,000 รูปภาพ ดังภาพประกอบด้านล่าง



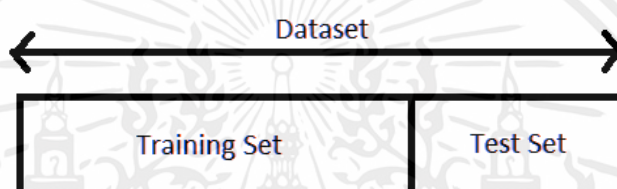
รูปที่ 2.12 ข้อมูลลายมือตัวเลขอารบิกเลข 0-9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Class Label / Target คือ ชื่อข้อมูลที่ต้องการทราบเป็นผลลัพธ์ (Output) คือตัวเลข 0-9
- Attribute / Features คือ ภาพวาดลายมือตัวเลขอารบิกแต่ละตัว

ชุดเรียนรู้และข้อมูลชุดทดสอบ

กระบวนการ Machine Learning จะแบ่งข้อมูลสำคัญๆ ออกเป็น 2 ส่วน คือ ข้อมูลชุดเรียนรู้ (Training Set) ถูกนำไปเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนรู้เครื่องจักรเพื่อสร้างเป็นโมเดล (Model) จะประกอบไปด้วย label / class เพื่อบอกว่าข้อมูลชุดนี้คืออะไร เช่น ชุดข้อมูลตัวเลข 0-9 , ข้อมูลสายพันธ์สุนัข เป็นต้น ข้อมูลชุดทดสอบ (Test Set) ใช้ทดสอบโมเดลที่สร้างขึ้น หากโมเดลที่ทดสอบมีประสิทธิภาพดีจึงจะนำไปใช้งานจริง

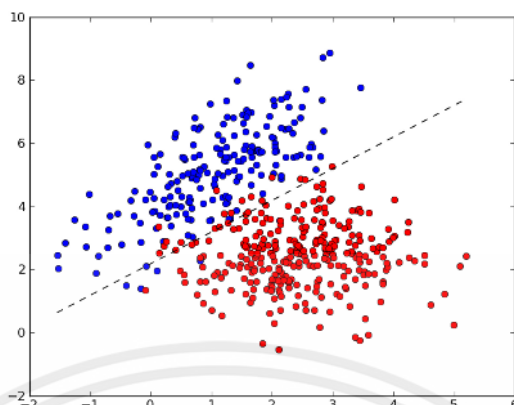


รูปที่ 2.13 สัดส่วนระหว่างชุดเรียนรู้และข้อมูลชุดทดสอบ

2.8.3 ตัวจำแนกแบบไบนารี (Binary Classifier)

ตัวจำแนกแบบไบนารี (Binary Classifier) เป็นวิธีการแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 กลุ่ม (Binary Class) จากรูปที่ 2.14 จะแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มสีแดงและกลุ่มสีน้ำเงิน (Class สีแดง และ Class สีน้ำเงิน) ด้วยการใช้เส้น Hyperplane (เส้นสมมุติหรือเส้น Linear Regression) แบ่งกลุ่มข้อมูลทั้ง 2 กลุ่มแยกออกจากกัน ซึ่งแกน x และแกน y จะแทนคุณลักษณะ (features) ของข้อมูลที่ใช้ในการจำแนกประเภทหรืออาจแทนค่าของตัวแปรต้น (independent variables) ที่ใช้ในการตัดสินใจว่าข้อมูลเป็นประเภทใด แกน x และแกน y มักจะแทนคุณลักษณะที่สำคัญที่สุดสองอย่างของข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์และจำแนกประเภท ถ้าคุณลักษณะไม่ใช่ตัวเลข เช่น สถานะของสวิทช์ที่มีสถานะเปิดและปิด เราสามารถใช้การแปลง (encoding) เพื่อแทนค่าคุณลักษณะเหล่านั้นให้กลายเป็นตัวเลขก่อนที่จะนำมาใช้ใน binary classifier แกน x และแกน y อาจถูกใช้เพื่อแสดงค่าที่ถูกแปลงมาจากคุณลักษณะเหล่านั้น เช่น การใช้ค่าที่เป็นตัวเลขแทนสถานะของสวิทช์ เช่น 0 แทนสถานะปิด และ 1 แทนสถานะเปิด ซึ่งจะช่วยให้เราสามารถใช้อำนาจเหล่านี้ในการวิเคราะห์และสร้าง binary classifier ได้ในที่สุด ตัวจำแนกแบบไบนารีนั้นนำมาใช้ในการแยกแยะความถูกต้องของภาพที่กล้องจับได้กับภาพที่อยู่ในชุดข้อมูล เพื่อทำการทำนายผลลัพธ์ออกมา ในปริภูมิจำนวนหนึ่งนี้ ใช้หลักการตัวจำแนกแบบไบนารีในกรณีที่สวิทช์มีแค่ 2 สถานะ คือสถานะเปิด และสถานะปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.14 เส้น Hyperplane แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน

2.8.4 การจำแนกประเภทหลายคลาส (Multi-Class Classification)

Multi-class classification คือการแบ่งข้อมูลออกเป็นกลุ่มหลายๆ กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มหรือคลาสจะมีค่าตัวแปรที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน และการแบ่งคลาสใน multi-class classification นั้นสามารถทำได้หลายวิธี ยกตัวอย่างเช่น หากเรามีหมวดหมู่สีอยู่ 3 หมวดคือ สีแดง สีเขียว และสีฟ้า

- One-vs-All (One-vs-Rest): วิธีการนี้เป็นวิธีที่ใช้งานง่ายและเป็นที่ยอมรับ โดยการแบ่งข้อมูลเป็นกลุ่มคลาสที่เป็นไปได้และกลุ่มหนึ่งอื่นๆ โดยสำหรับแต่ละกลุ่มคลาส จะมีโมเดลที่เรียนรู้เพื่อแยกแยะกลุ่มนั้นๆ จากกลุ่มคลาสอื่นๆ เราจะแบ่งปัญหาการจำแนกแบบไบนารีเป็น 3 ปัญหาคือ 1. จำแนกสีแดงออกจากทั้งหมด 2. จำแนกสีเขียวจากทั้งหมด และ 3. จำแนกสีฟ้าจากทั้งหมด ซึ่งแต่ละโมเดลจะถูกเรียนรู้ด้วยข้อมูลที่มีคลาสนั้นๆ เป็นคลาสบวกและคลาสนที่เหลือทั้งหมดเป็นคลาสลบ
- One-vs-One: วิธีการนี้จะสร้างโมเดลสำหรับแยกแยะแต่ละคู่ของคลาสที่เป็นไปได้ ซึ่งหลักการทำงานคือสร้างโมเดลสำหรับแยกแยะคลาสที่หนึ่งกับคลาสนอื่นๆ ยกตัวอย่างเช่น หมวดหมู่สี 3 หมวด คือ สีแดง สีเขียว และสีฟ้า ก็คือแบ่งปัญหาเป็น 1. จำแนกระหว่างสีแดงกับสีเขียว 2. จำแนกระหว่างสีแดงกับสีฟ้า 3. จำแนกระหว่าง สีเขียวกับสีฟ้า และหลังจากนั้นรวมผลลัพธ์จากโมเดลทุกตัวเพื่อตัดสินใจว่าข้อมูลอยู่ในคลาสใด
- Multi-class Neural Networks: โมเดล neural network สามารถถูกออกแบบให้สามารถจัดการกับงาน multi-class classification โดยตรง โดยใช้ output layer ที่มีจำนวนเซลล์เท่ากับจำนวนคลาสนทั้งหมด และใช้ activation function เช่น Softmax เพื่อให้ผลลัพธ์มีค่าระหว่าง 0 ถึง 1 ซึ่งแสดงถึงความน่าจะเป็นของแต่ละคลาส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Decision Trees: วิธีการนี้ใช้โครงสร้างของต้นไม้การตัดสินใจเพื่อแบ่งข้อมูลออกเป็นคลาสต่างๆ โดยตรง
- Support Vector Machines (SVM): SVM สามารถใช้ในงาน multi-class classification ได้โดยใช้หลักการการแบ่งของ hyperplane เพื่อแบ่งข้อมูลออกเป็นกลุ่มต่างๆ โดยพิจารณา margin ระหว่างข้อมูลแต่ละคลาส

2.8.5 การวัดประสิทธิภาพ

2.8.5.1 การประเมินประสิทธิภาพด้วยอัลกอริทึม Confusion Matrix

Confusion Matrix ถือเป็นเครื่องมือสำคัญในการประเมินผลลัพธ์ของการทำนาย หรือ Prediction ที่ทำนายจากโมเดลที่เราสร้างขึ้น ใน Machine learning โดยมีไอเดียจากการวัดว่า สิ่งที่เราคิด (Model ทำนาย) กับ สิ่งที่เกิดขึ้นจริง มีสัดส่วนเป็นอย่างไร

Confusion Matrix

	Actually Positive (1)	Actually Negative (0)
Predicted Positive (1)	True Positives (TPs)	False Positives (FPs)
Predicted Negative (0)	False Negatives (FNs)	True Negatives (TNs)

รูปที่ 2.15 ตาราง Confusion Matrix

จากตาราง Confusion Matrix

- True Positive (TP) = สิ่งที่ทำนาย ตรงกับสิ่งที่เกิดขึ้นจริง ในกรณี ทำนายว่าจริง และสิ่งที่เกิดขึ้น ก็คือ จริง
- True Negative (TN) = สิ่งที่ทำนายตรงกับสิ่งที่เกิดขึ้น ในกรณี ทำนายว่า ไม่จริง และสิ่งที่เกิดขึ้น ก็คือ ไม่จริง
- False Positive (FP) = สิ่งที่ทำนายไม่ตรงกับสิ่งที่เกิดขึ้น คือทำนายว่า จริง แต่สิ่งที่เกิดขึ้น คือ ไม่จริง
- False Negative (FN) = สิ่งที่ทำนายไม่ตรงกับที่ที่เกิดขึ้นจริง คือทำนายว่าไม่จริง แต่สิ่งที่เกิดขึ้น คือ จริง

โดย TP, TN, FP, FN ในตารางจะแทนด้วยค่าความถี่ เราสามารถใช้ Confusion Matrix มาคำนวณ การประเมินประสิทธิภาพของการทำนายด้วยโมเดลของเราในรูปแบบค่าต่างๆได้หลายค่า ได้แก่ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Accuracy (ความถูกต้องที่เราทายได้ตรงกับสิ่งที่เกิดขึ้นจริง)

$$\text{Accuracy (ความถูกต้อง)} = (TPs + TNs) / (TPs+TNs+FPs + FNs) \quad (2.1)$$

โดยความเป็นจริงแล้ว Confusion matrix ไม่จำเป็นต้องเป็นแบบ 2x2 หรือมีผลลัพธ์แค่ 2 แบบ เสมอไป โดยอาจเป็น 3x3, 4x4, nxn ก็ได้ โดยวิธีการหา Accuracy ก็ใช้แบบเดิม คือ ผลรวมของตัวเลขบนเส้นทแยงมุมในตาราง Confusion Matrix / จำนวน observations ทั้งหมด

- Precision (ค่าความแม่นยำ)

$$\text{Precision} = TPs / (TPs + FPs) \quad (2.2)$$

เป็นการเปรียบเทียบ การทำนายที่ถูกต้องว่า จริง และเกิดขึ้นจริง (TP) กับ การทำนายว่า จริง แต่สิ่งที่เกิดขึ้น คือ ไม่จริง (FP)

- Recall

$$\text{Recall} = TPs / (TPs + FNs) \quad (2.3)$$

ความถูกต้องของการทำนายว่าจะเป็น “จริง” เทียบกับ จำนวนครั้งของเหตุการณ์ทั้งทำนาย และ เกิดขึ้น ว่า “เป็นจริง”

- F1 score

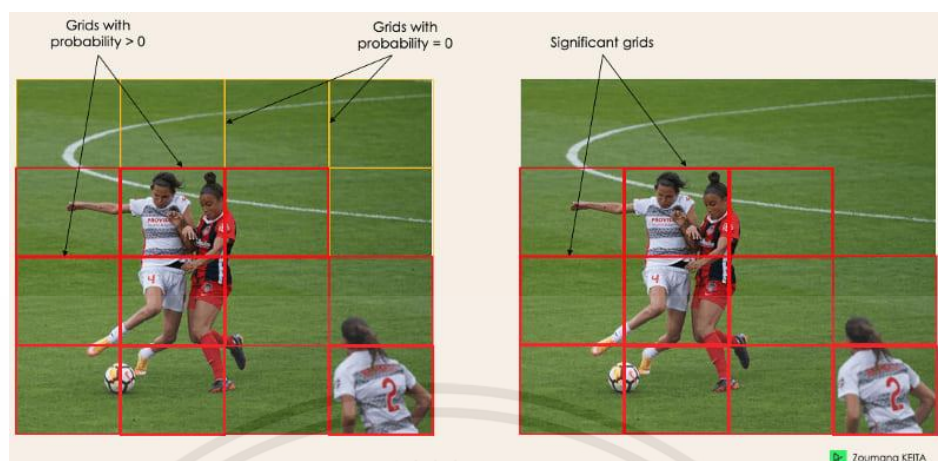
$$\text{F1} = 2 \times (\text{Precision} \times \text{Recall}) / (\text{Precision} + \text{Recall}) \quad (2.4)$$

F1-Score เป็นค่าเฉลี่ยแบบ harmonic mean ระหว่าง precision และ recall จุดประสงค์ของการสร้าง F1 ขึ้นมา คือ เพื่อเป็น single metric ที่วัดความสามารถของโมเดล

2.9 YOLO algorithm

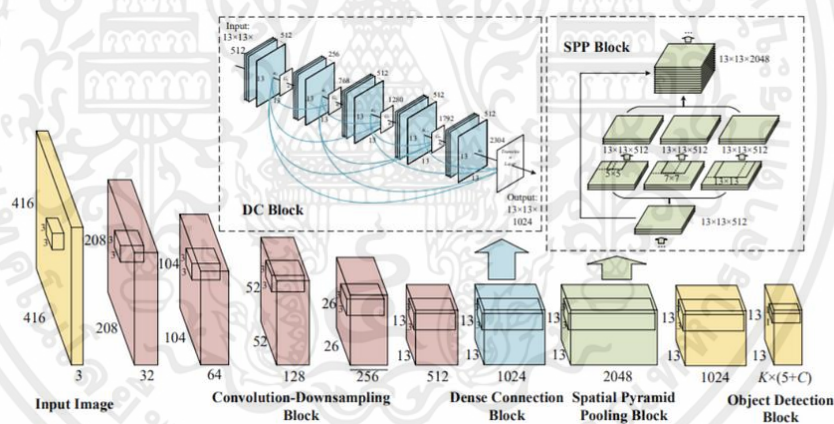
YOLO (“You Only Look Once”) โยโล หรือ “คุณมองเพียงครั้งเดียว” YOLO คือ Realtime Object Detection Model เปิดตัวครั้งแรกในปี ค.ศ.2016 โดย Joseph Redmon มีความโดดเด่นเรื่อง ความเร็วและความถูกต้อง สามารถตรวจจับได้แม้กระทั่งวัตถุที่มันซ้อนกันได้ด้วย หลักการทำงานของ YOLO คือการแบ่งภาพออกเป็นช่องขนาด N*N และจะใช้อัลกอริทึมคำนวณค่าความเป็นไปได้ของช่องนั้นๆ ว่าจะเป็นวัตถุที่อยู่ใน dataset หรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.16 การแบ่งช่องขนาด $N \times N$ ของ YOLO algorithm

โดยมีโครงสร้างของ YOLO ที่เป็นชั้นๆ แบบ neural network (แต่ละชั้นจะมามีการทำงานหลายกระบวนการ) grid จะถี่ขึ้น $3 > 32 > 64 > 128 > 256 \dots$ จนได้ผลลัพธ์ที่ดี



รูปที่ 2.17 YOLOv8 Model

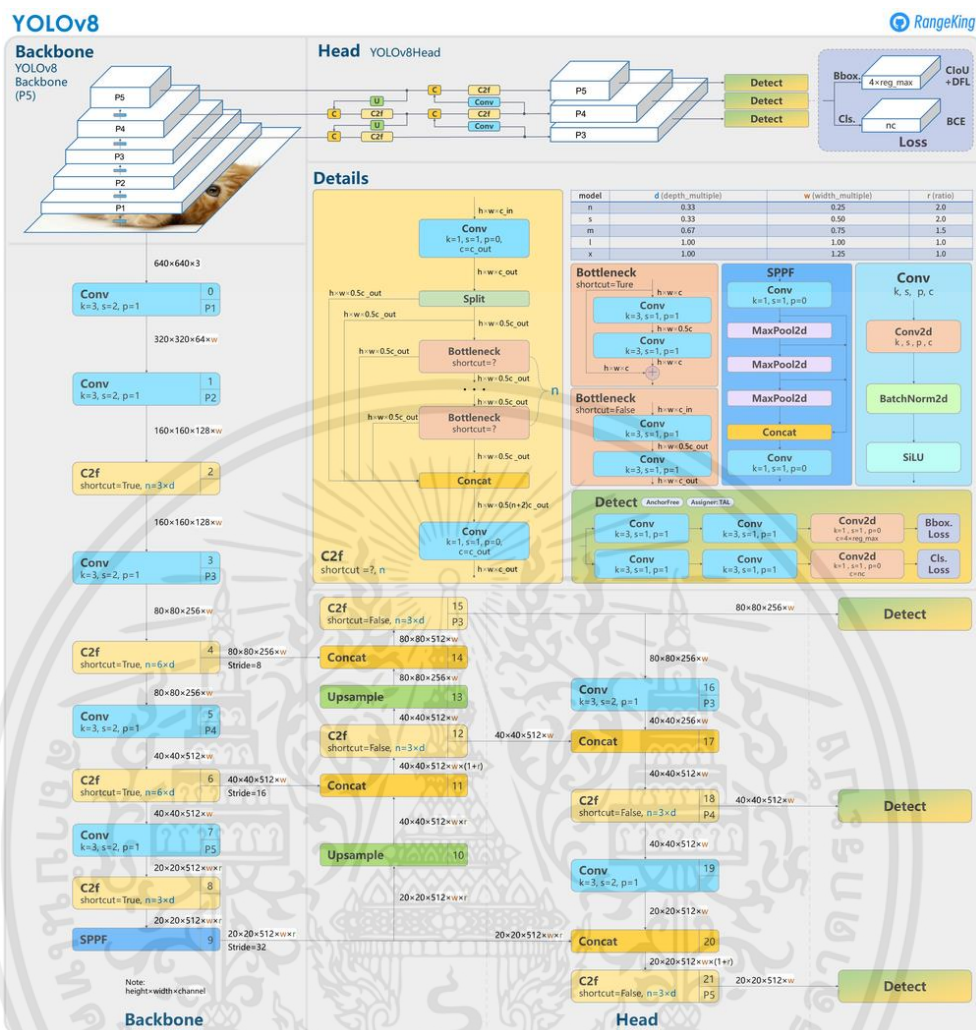
YOLOv8 Model

YOLOv8 เป็นโมเดล YOLO ใหม่ล่าสุด สามารถใช้สำหรับการตรวจจับวัตถุ การจำแนกภาพ การระบุและแยกวัตถุแต่ละชิ้นภายในรูปภาพ รวมถึงการตรวจจับขอบเขตของวัตถุแต่ละชิ้นและการกำหนดป้ายกำกับเฉพาะให้กับวัตถุแต่ละชิ้น YOLOv8 ได้รับการพัฒนาโดย Ultralytics ซึ่งเป็นผู้สร้างโมเดล YOLOv5 ชื่อเสียงของ YOLO นั้นมีสาเหตุมาจากความแม่นยำอย่างมากในขณะที่ยังคงรักษาขนาดโมเดลที่เล็กไว้ โมเดล YOLO สามารถฝึกได้บน GPU ตัวเดียว ทำให้สามารถเข้าถึงนักพัฒนาได้หลากหลาย ผู้ปฏิบัติงานด้าน Machine Learning สามารถปรับใช้กับฮาร์ดแวร์หรือคลาวด์ที่มีต้นทุนต่ำได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

YOLOv8 Architecture

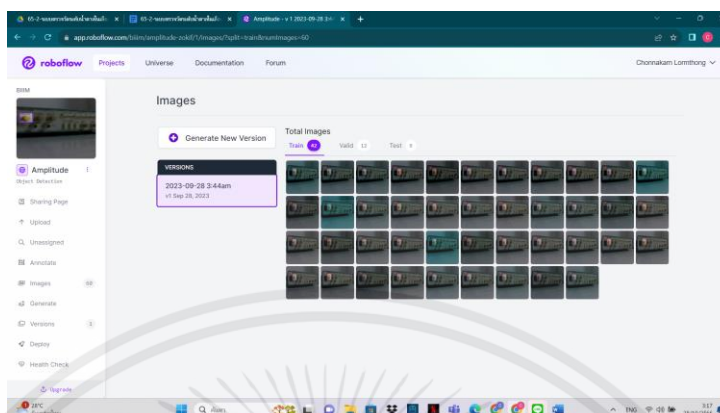
สถาปัตยกรรมของ YOLOv8 สร้างขึ้นจากอัลกอริทึม YOLO เวอร์ชันก่อนหน้า YOLOv8 ใช้โครงข่ายประสาทเทียมที่สามารถแบ่งออกเป็นสองส่วนหลัก คือ backbone และ head สถาปัตยกรรม CSPDarknet53 เวอร์ชันแก้ไขเป็นแกนหลักของ YOLOv8 สถาปัตยกรรมนี้ประกอบด้วย 53 เลเยอร์แบบหมุนวน และใช้การเชื่อมต่อแบบข้ามชั้นตอนบางส่วนเพื่อปรับปรุงการไหลของข้อมูลระหว่างเลเยอร์ต่างๆ ส่วนหัวของ YOLOv8 ประกอบด้วยเลเยอร์แบบบิดหลายชั้น ตามด้วยชุดของเลเยอร์ที่เชื่อมต่อกันอย่างสมบูรณ์ เลเยอร์เหล่านี้มีหน้าที่ในการทำนายกรอบขอบเขต คະแนนความเป็นวัตถุ และความน่าจะเป็นของคลาสสำหรับวัตถุที่ตรวจพบในรูปภาพ หนึ่งในคุณสมบัติที่สำคัญของ YOLOv8 คือการใช้กลไกการดูแลตนเองที่ head ของเครือข่าย กลไกนี้ช่วยให้โมเดลสามารถโฟกัสไปที่ส่วนต่างๆ ของภาพ และปรับความสำคัญของคุณสมบัติต่างๆ ตามความเกี่ยวข้องกับงาน คุณสมบัติที่สำคัญอีกประการหนึ่งของ YOLOv8 คือความสามารถในการตรวจจับวัตถุหลายขนาด แบบจำลองนี้ใช้เครือข่ายพีระมิดเพื่อตรวจจับวัตถุที่มีขนาดและขนาดต่างกันภายในภาพ เครือข่ายพีระมิดคุณลักษณะนี้ประกอบด้วยหลายเลเยอร์ที่ตรวจจับวัตถุที่มีขนาดต่างกัน ช่วยให้แบบจำลองสามารถตรวจจับวัตถุขนาดใหญ่และเล็กภายในภาพได้



รูปที่ 2.18 YOLOv8 Model Architecture

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

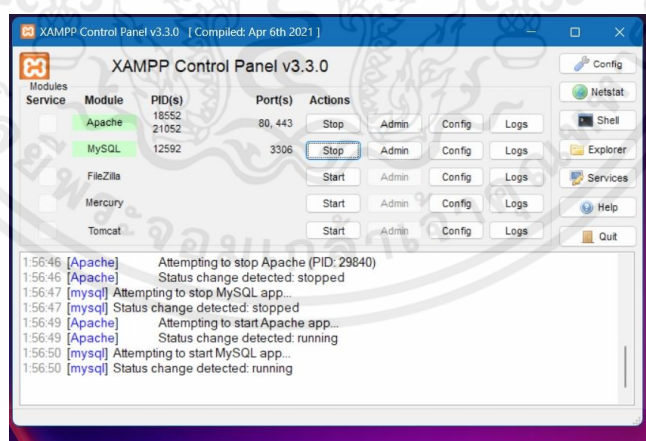
2.10 Roboflow



รูป 2.19 การสร้าง dataset บนเว็บไซต์ Roboflow

Roboflow เป็นเว็บไซต์ เครื่องมือสำหรับการทำ Labelling ที่เราสามารถแบ่งงานกับคนในทีม เพื่อมาเตรียม dataset ของงานในกลุ่ม Computer vision ได้พร้อมกันหลายคน (collaborative) นอกจากนี้มีฟีเจอร์ในการทำงานร่วมกันแล้ว Roboflow ยังมีฟีเจอร์ในการทำ image augmentation และ tool ที่ใช้ export dataset ความสะดวกและใช้งานได้ง่าย

2.11 XAMPP



รูปที่ 2.20 ตัวอย่างการใช้โปรแกรม XAMPP

Xampp เป็นโปรแกรม Apache web server ไว้จำลอง web server เพื่อไว้ทดสอบสคริปหรือเว็บไซต์ในเครื่องของเรา โดยที่ไม่ต้องเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตและไม่ต้องมีค่าใช้จ่ายใดๆ ง่ายต่อการติดตั้งและใช้งานโปรแกรม Xampp จะมาพร้อมกับ PHP ภาษาสำหรับพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นที่นิยม, MySQL ฐานข้อมูล, Apache จะทำหน้าที่เป็นเว็บ เซิร์ฟเวอร์, Perl อีกทั้งยังมาพร้อมกับ OpenSSL, phpMyadmin (ระบบบริหารฐานข้อมูลที่พัฒนาโดย PHP เพื่อใช้เชื่อมต่อไปยังฐานข้อมูล สนับสนุนฐานข้อมูล MySQL และ SQLite โปรแกรม Xampp จะอยู่ในรูปแบบของไฟล์ Zip, tar, 7z หรือ exe โปรแกรม Xampp อยู่ภายใต้ใบอนุญาตของ GNU General Public License แต่บางครั้ง อาจจะมีการเปลี่ยนแปลงเรื่องของลิขสิทธิ์ในการใช้งาน จึงควรติดตามและตรวจสอบโปรแกรมด้วย

2.12 Database

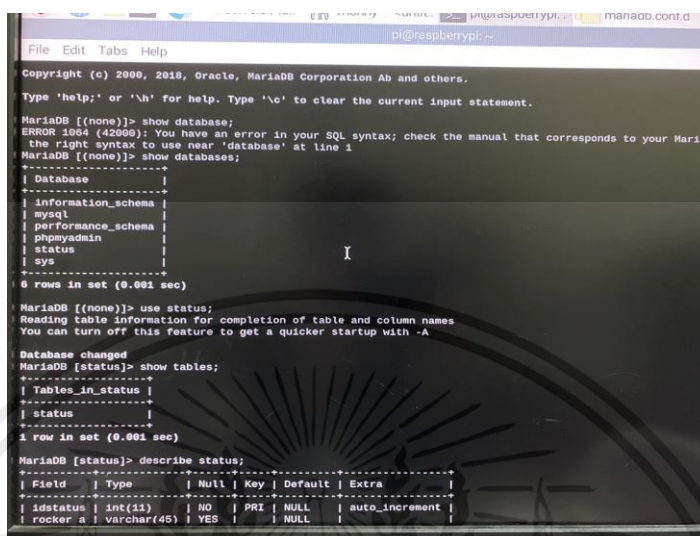
Database หรือ ฐานข้อมูล คือ กลุ่มของข้อมูลที่ถูกเก็บรวบรวมไว้ โดยมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน โดยไม่ได้บังคับว่าข้อมูลทั้งหมดนี้จะต้องเก็บไว้ในแฟ้มข้อมูลเดียวกันหรือแยกเก็บหลายๆ แฟ้มข้อมูล ซึ่งถูกจัดเก็บอย่างเป็นระบบ โดยมีซอฟต์แวร์เข้ามาควบคุมกระบวนการใช้งาน การทำงาน หรือการประมวลผล ทำให้ผู้ใช้สามารถใช้ข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังมีหลายภาษาที่สามารถทำงานร่วมกับฐานข้อมูลได้ อาทิ C, C++, Python, Java และอื่นๆอีกมากมาย

คุณสมบัติฐานข้อมูลที่มีประสิทธิภาพ

- Performance Database ที่มีประสิทธิภาพการทำงานสูง เพื่อรองรับงานได้หลากหลายรูปแบบภายในระบบเดียว
- Security มีความมั่นคงปลอดภัย ซึ่งสามารถปกป้องข้อมูลที่สำคัญได้ตลอดเวลา
- Availability มั่นคงและมีเสถียรภาพ มี Downtime ที่ต่ำ ซึ่งจะลดโอกาสที่ระบบจะหยุดทำงาน อีกทั้งต้องมีการอัปเดตระบบทั้งในระดับของ Software และ Hardware ตลอดเวลา
- Manageability บริหารจัดการและบำรุงรักษาได้ง่าย เพื่อช่วยลดระยะเวลาในการทำงานลง
- Storage จัดเก็บข้อมูลได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ สามารถลดหรือเพิ่มขยายได้ทั้งในระยะสั้นและระยะยาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.13 MariaDB



```

File Edit Tabs Help
pi@raspberrypi:~$ mariadb --user=root --host=localhost --port=3306 --database=manadb.cont.d
Copyright (c) 2000, 2018, Oracle, MariaDB Corporation Ab and others.
Type 'help;' or '\h' for help. Type '\c' to clear the current input statement.
MariaDB [(none)]> show database;
ERROR 1064 (42000): You have an error in your SQL syntax; check the manual that corresponds to your MariaDB
server version for the right syntax to use near 'database' at line 1
MariaDB [(none)]> show databases;
+-----+
| Database |
+-----+
| information_schema |
| mysql |
| performance_schema |
| phpmyadmin |
| status |
| sys |
+-----+
6 rows in set (0.001 sec)

MariaDB [(none)]> use status;
Reading table information for completion of table and column names
You can turn off this feature to get a quicker startup with -A

Database changed
MariaDB [status]> show tables;
+-----+
| Tables_in_status |
+-----+
| status |
+-----+
1 row in set (0.001 sec)

MariaDB [status]> describe status;
+-----+
| Field | Type | Null | Key | Default | Extra |
+-----+
| idstatus | int(11) | NO | PRI | NULL | auto_increment |
| rocker_a | varchar(45) | YES | | NULL | |
+-----+

```

รูปที่ 2.21 ตัวอย่างการใช้ตัวจัดการฐานข้อมูล MariaDB

ระบบจัดการฐานข้อมูล หรือ Database Management System (DBMS) แบบข้อมูลเชิงสัมพันธ์ หรือ Relational Database Management System (RDBMS) ซึ่งเป็นระบบฐานข้อมูลที่จัดเก็บรวบรวมข้อมูลในรูปแบบตาราง โดยมีการแบ่งข้อมูลออกเป็นแถว (Row) และในแต่ละแถวแบ่งออกเป็นคอลัมน์ (Column) เพื่อเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลในตารางกับข้อมูลในคอลัมน์ที่กำหนด แทนการเก็บข้อมูลที่แยกออกจากกัน โดยไม่มีความเชื่อมโยงกัน ซึ่งประกอบด้วยข้อมูล (Attribute) ที่มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกัน (Relation) โดยใช้ RDBMS Tools สำหรับการควบคุมและจัดเก็บฐานข้อมูลที่จำเป็น ทำให้นำไปประยุกต์ใช้งานได้ง่าย ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานให้มีความยืดหยุ่นและรวดเร็วได้มากยิ่งขึ้น รวมถึงเชื่อมโยงข้อมูล ที่จัดแบ่งกลุ่มข้อมูลแต่ละประเภทได้ตามต้องการ จึงทำให้ MariaDB เป็นโปรแกรมระบบจัดการฐานข้อมูลที่มีความนิยมสูง MariaDB มีหน้าที่จัดเก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบ รองรับคำสั่งภาษา Structured Query Language หรือ SQL เพื่อจัดการกับฐานข้อมูลโดยเฉพาะ เป็นภาษามาตรฐานบนระบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์และเป็นระบบเปิด (Open System) ที่มีโครงสร้างของภาษาที่เข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน และนิยมใช้งานร่วมกับภาษาโปรแกรม PHP รวมถึงภาษาอื่น ๆ ที่สามารถทำงานร่วมกันกับฐานข้อมูล MariaDB ได้หลากหลาย เช่น C, C++, Python, Java เป็นต้น อีกทั้ง MariaDB ยังได้รับการออกแบบและปรับให้มีความเหมาะสมสำหรับการพัฒนา Website และ Web Application ทำให้สามารถรองรับการทำงานได้ทุกแพลตฟอร์ม รวมถึงการอนุญาตให้ผู้ใช้งานหลายคนสามารถใช้งานพร้อมกันได้ (Multi-user) นอกจากนี้ยังสามารถจัดการและสร้างฐานข้อมูลจำนวนมาก รวมถึงประมวลผลหลาย ๆ งานได้พร้อมกัน (Multi-threaded) อย่างสมบูรณ์ จึงทำให้ MariaDB เป็นตัวเลือกยอดนิยมสำหรับธุรกิจการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ หรือ Electronic Commerce (E-Commerce) และเหมาะสำหรับการนำไปใช้งานสร้างเว็บไซต์ทั่วไป เพราะมีความแม่นยำ ครบครัน ช่วยให้เข้าถึงข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว

2.14 HTML (Hyper Text Markup Language)

HTML ย่อมาจาก Hyper Text Markup Language คือภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการแสดงผลของเอกสารบน website หรือที่เราเรียกกันว่าเว็บเพจ ถูกพัฒนาและกำหนดมาตรฐานโดยองค์กร World Wide Web Consortium (W3C) และจากการพัฒนาทางด้าน Software ของ Microsoft ทำให้ภาษา HTML เป็นอีกภาษาหนึ่งที่ใช้เขียนโปรแกรมได้ หรือที่เรียกว่า HTML Application HTML เป็นภาษาประเภท Markup สำหรับการการสร้างเว็บเพจ โดยใช้ภาษา HTML สามารถทำโดยใช้โปรแกรม Text Editor ต่างๆ เช่น Notepad, Editplus หรือจะอาศัยโปรแกรมที่เป็นเครื่องมือช่วยสร้างเว็บเพจ เช่น Microsoft FrontPage, Dream Weaver ซึ่งอำนวยความสะดวกในการสร้างหน้า HTML ส่วนการเรียกใช้งานหรือทดสอบการทำงานของเอกสาร HTML จะใช้โปรแกรม web browser เช่น Google Chrome, Mozilla Firefox, Safari, Opera, และ Netscape Navigator เป็นต้น

2.15 CSS (Cascading Style Sheets)

CSS คือ ภาษาที่ใช้สำหรับตกแต่งเอกสาร HTML/XHTML ให้มีหน้าตา สี สัน ระยะเวลาห่างพื้นหลัง เส้นขอบและอื่นๆ ตามที่ต้องการ CSS ย่อมาจาก Cascading Style Sheets มีลักษณะเป็นภาษาที่มีรูปแบบในการเขียน Syntax แบบเฉพาะและได้ถูกกำหนดมาตรฐานโดย W3C เป็นภาษาหนึ่งในการตกแต่งเว็บไซต์ ได้รับความนิยมน้อยแต่แพร่หลาย

ประโยชน์ของ CSS

1. ช่วยให้เนื้อหาภายในเอกสาร HTML มีความเข้าใจได้ง่ายขึ้นและในการแก้ไขเอกสารก็สามารถทำได้ง่ายกว่าเดิม เพราะการใช้ CSS จะช่วยลดการใช้ภาษา HTML ลงได้ในระดับหนึ่ง และแยกระหว่างเนื้อหาที่รูปแบบในการแสดงผลได้อย่างชัดเจน
2. ทำให้สามารถดาวน์โหลดไฟล์ได้เร็ว เนื่องจาก code ในเอกสาร HTML ลดลง จึงทำให้ไฟล์มีขนาดเล็กลง
3. สามารถกำหนดรูปแบบการแสดงผลจากคำสั่ง style sheet ชุดเดียวกัน ให้มีการแสดงผลในเอกสารแบบเดียวกันทั้งหน้าหรือในทุกๆหน้าได้ ช่วยลดเวลาในการปรับปรุงและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำให้การสร้างเอกสารบนเว็บมีความรวดเร็วยิ่งขึ้นนอกจากนี้ยังสามารถควบคุมการแสดงผล ให้คล้ายหรือเหมือนกันได้ในหลาย Web Browser

2.16 PHP (PHP Hypertext Preprocessor)

PHP ย่อมาจากคำว่า PHP Hypertext Preprocessor หรืออีกชื่อคือ Personal Home Page เป็นโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ระดับสูง ประเภท Scripting Language ซึ่งภาษาประเภทนี้เก็บคำสั่งต่างๆ ในไฟล์ที่เรียกว่า Script และเวลาใช้งานต้องอาศัยตัวแปรชุดคำสั่ง โดยมีรากฐานโครงสร้างคำสั่งมาจากภาษาซี (C Programming Language) ภาษาจาวาสคริปต์ (JavaScript) และภาษาเพิร์ล (Practical Extraction and Report Language) โดย PHP สามารถใช้งานได้ผ่านอินเทอร์เน็ต มีความสามารถสูง และมีผู้นิยมใช้เป็นจำนวนมาก อีกทั้งยังสามารถดาวน์โหลดมาใช้งานได้ฟรี จากเว็บไซต์ <http://php.net/> ลักษณะของ PHP แตกต่างจากภาษาสคริปต์แบบอื่นๆ เพราะ PHP ได้รับการพัฒนาและออกแบบมาเพื่อใช้งานในการสร้างเอกสารแบบ HTML สามารถสอดแทรกหรือแก้ไขเนื้อหาได้อัตโนมัติ ดังนั้น PHP จึงเป็นภาษาที่เรียกว่า Server-Side หรือ HTML-Embedded Scripting Language สามารถประมวลผลตามคำสั่งและแสดงผลลัพธ์เป็นเว็บเพจตามที่ต้องการ ถือได้ว่า PHP เป็นเครื่องมือที่สำคัญชนิดหนึ่งซึ่งช่วยให้เราสามารถสร้าง Dynamic Web Pages (เว็บเพจที่มีการโต้ตอบกับผู้ใช้) ได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีลูกเล่นมากขึ้น PHP เกิดขึ้นมาจากกลุ่มนักพัฒนาที่มีการเปิดเผยโค้ดต้นฉบับ ดังนั้น PHP จึงมีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็วและแพร่หลายโดยเฉพาะอย่างยิ่ง เมื่อใช้ร่วมกับ Apache Web Server, ระบบปฏิบัติการ เช่น Linux หรือ FreeBSD เป็นต้น ในปัจจุบัน PHP สามารถใช้ร่วมกับ Web Server ได้หลากหลายตัวบนระบบปฏิบัติการต่างๆ PHP เป็นภาษาสคริปต์ (Scripting Language) คำสั่งต่างๆ จะเก็บในรูปแบบของข้อความ (Text) อาจเขียนแทรกอยู่ในภาษา HTML หรือถูกเขียนอย่างอิสระ แต่ในการใช้งานจริงมักใช้งานร่วมกับภาษา HTML ดังนั้นการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา PHP ต้องมีความรู้ด้านภาษา HTML เป็นอย่างดีจึงสามารถเขียนโปรแกรมได้สมบูรณ์แบบ ใดๆก็ตามเราสามารถใส่โปรแกรมประยุกต์มาช่วยอำนวยความสะดวกในการสร้างงานได้เช่นกัน เช่น Macromedia, Dreamweaver หรือโปรแกรมประเภท Editor ต่าง ๆ เช่น EditPlus เป็นต้น ซึ่งโปรแกรมเหล่านี้จะช่วยจำแนกคำสั่งต่างๆ ด้วยสีที่แตกต่างกันออกไป เช่น คำสั่ง คำทั่วไป ตัวแปร ฯลฯ เพื่อความสะดวกในการสังเกตและยังมีตัวเลขบอกบรรทัดทำให้สะดวกในการแก้ไขมากขึ้นอีกด้วย PHP จึงเหมาะสำหรับการจัดทำเว็บไซต์

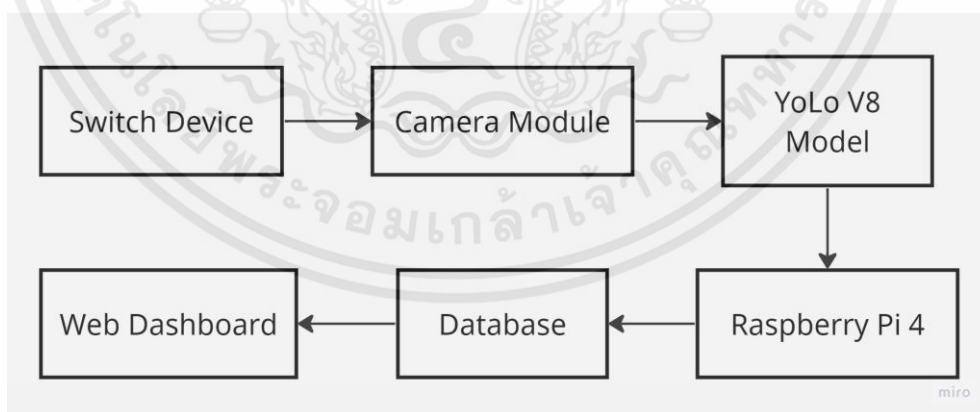
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์

3.1 การออกแบบ

จากในภาคเรียนที่ 1 ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอเกี่ยวกับการออกแบบระบบวิเคราะห์สถานะแผงควบคุมด้วย AI โดยจะเน้นไปที่การทำระบบที่ไว้ใช้ตรวจสอบสถานะของสวิทช์ชนิดต่างๆที่มีอยู่บนอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ทางผู้ใช้งานต้องการโดยจะใช้กล้องในการตรวจสอบสถานะของสวิทช์ โดยจะใช้ปัญญาประดิษฐ์ (AI) ที่ผ่านการกระบวนกรเรียนรู้มาแล้วมาในการตรวจสอบจากนั้นจะทำการเก็บผลของข้อมูลที่ทำกรตรวจสอบเสร็จแล้ว มาเก็บไว้ในฐานข้อมูลและทำการดึงผลลัพธ์จากรฐานข้อมูลมาแสดงบนหน้าตาผู้ใช้งานโดยหน้าตาผู้ใช้งานจะยังไม่สามารถปรับแต่งได้เองตามความต้องการของผู้ใช้งานได้และจะยังไม่นำ Raspberry pi 4 มาเป็นหน่วยประมวลผล ส่วนในภาคกรเรียนที่ 2 ทางผู้จัดทำจะทำการเพิ่มรูปแบบของสวิทช์ที่ระบบสามารถทำการตรวจจับได้มากขึ้น และจะให้ Raspberry pi 4 เป็นหน่วยประมวลผลและเป็นเซิร์ฟเวอร์ที่ใช้สำหรับเก็บค่าสถานะของสวิทช์ที่ตรวจจับได้ จากนั้นก็ทำการใช้คอมพิวเตอร์อีกเครื่องทำการดึงข้อมูลสถานะของสวิทช์ที่ตรวจจับได้จากฐานข้อมูลเพื่อนำมาแสดงที่หน้าเว็บที่ทางผู้จัดทำได้ทำการสร้างไว้ โดยผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงได้จากอุปกรณ์ต่างๆ เช่น คอมพิวเตอร์ แท็บเล็ต และโทรศัพท์

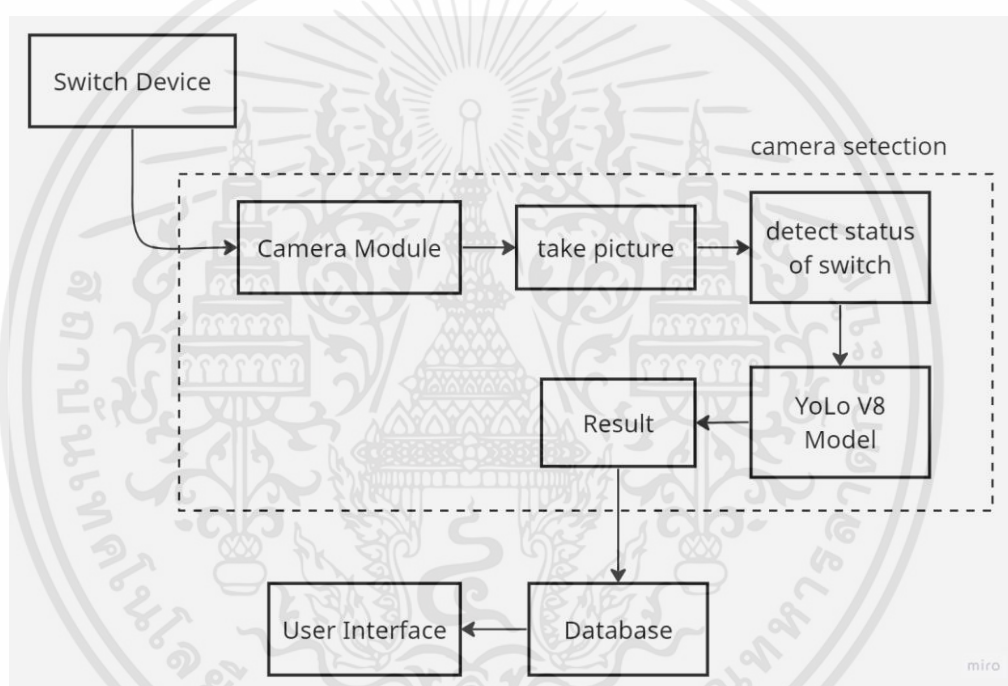


รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมแสดงภาพรวมการทำงานของระบบวิเคราะห์สถานะแผงควบคุมด้วย AI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1 การออกแบบการทำงานของระบบตรวจสอบสถานะของสวิตช์

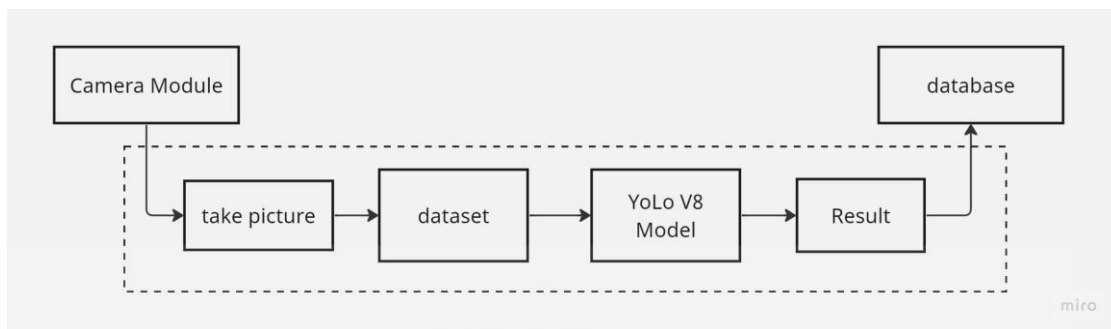
ในส่วนนี้จะเป็นการออกแบบการทำงานในส่วนของระบบการตรวจสอบสถานะของสวิตช์ โดยจะให้ปัญญาประดิษฐ์ (AI) ใช้อัลกอริทึม Yolo V8 ในการเรียนรู้และประมวลผลข้อมูล ร่วมกับการทำ deep learning โดยจะทำการนำข้อมูลรูปภาพของสวิตช์ทั้งในสถานะเปิดอยู่และปิดอยู่ของสวิตช์ในหลายๆชนิด จากนั้นส่งไปให้ AI ทำการเรียนรู้ซ้ำๆ เพื่อให้ AI สามารถจำแนกชนิดของสวิตช์และแยกแยะสถานะของสวิตช์อย่างถูกต้องมากที่สุด ซึ่งการออกแบบการทำงานต่างๆของระบบแสดงตามลำดับต่อไปนี้



รูปที่ 3.2 บล็อกไดอะแกรมแสดงการทำงานการตรวจสอบสถานะของสวิตช์ด้วย AI

3.1.1.1 การออกแบบการส่งข้อมูลรูปภาพไปยังอัลกอริทึม

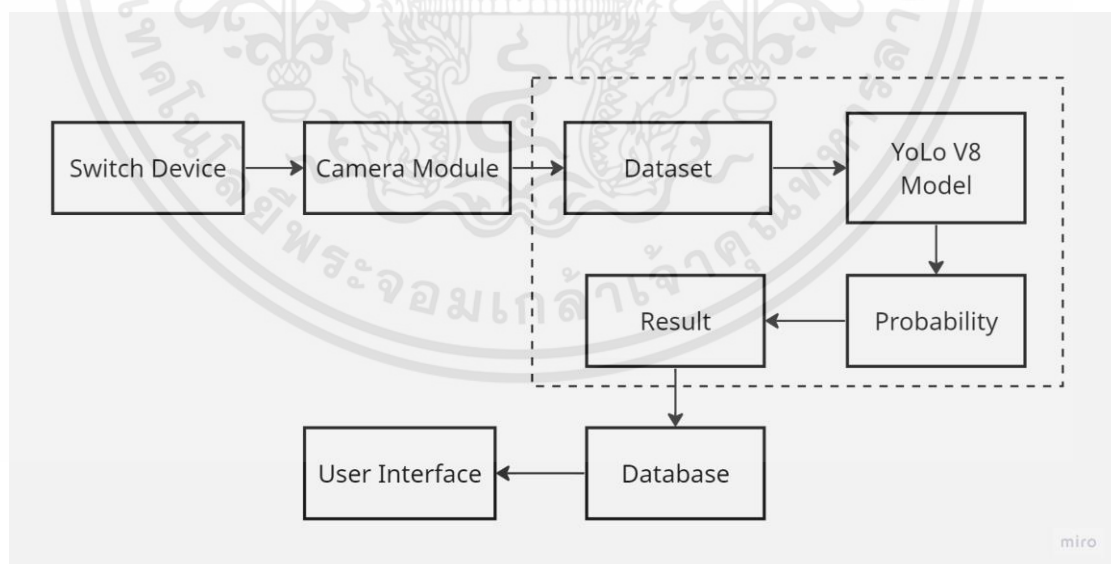
ในส่วนนี้จะเป็นการนำรูปภาพจำนวนหลายๆไฟล์ที่ได้เตรียมไว้ส่งเข้าไปเก็บไว้ยังฐานข้อมูลและรวมไฟล์รูปภาพเหล่านั้นให้เป็นข้อมูลชุดเดียว จากนั้นจะทำการดึงไฟล์ภาพมาจากรฐานข้อมูลเพื่อนำมาประมวลผลความเป็นไปได้ของสถานะของสวิตช์นั้นๆต่อ และส่งผลลัพธ์เข้าเก็บยังฐานข้อมูลต่อไป



รูปที่ 3.3 การทำงานของการรับ-ส่งรูปภาพเพื่อนำไปให้อัลกอริทึมประมวลผล

3.1.2 การออกแบบการใช้งานอัลกอริทึม Yolo V8 Model

ทางผู้จัดทำได้ทำการใช้อัลกอริทึม Yolo V8 Model มาใช้เป็นตัวประมวลผล ซึ่งมีโครงสร้างเป็น Convolution Box โดยจะทำการกำหนดขนาดของภาพของสวิตช์ในสถานะนั้นๆกับภาพโมเดล และแบ่งภาพออกเป็น Grid Cell ขนาดเล็ก จากนั้นก็จะนำไปเปรียบเทียบกับภาพโมเดลที่ต้องการจะเปรียบเทียบซึ่งก็คือภาพของสวิตช์ในแต่ละชนิดและในแต่ละสถานะ โดยค่าใน Grid จะเป็น Probability ของแต่ละโมเดลในฐานข้อมูล



รูปที่ 3.4 การออกแบบการทำงานของอัลกอริทึม YoLo V8 Model

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 การออกแบบการเก็บข้อมูลในฐานข้อมูล

ในส่วนนี้เป็นการทำการออกแบบการส่ง-รับข้อมูลของฐานข้อมูล โดยเมื่อได้ผลลัพธ์จากการตรวจสอบสถานะของสวิตช์จากหัวข้อ 3.1.1 มาแล้ว ในส่วนนี้จะทำเก็บข้อมูลนั้นในรูปแบบของข้อมูลสตริง โดยจะใช้โปรแกรม MariaDB ในการทำให้ Raspberry Pi 4 เป็นเครื่องเซิร์ฟเวอร์เพื่อทำการเก็บข้อมูลผลลัพธ์

ผู้จัดทำได้ทำการเก็บข้อมูลในฐานข้อมูลโดยแบ่งเป็นข้อมูลของสวิตช์แต่ละชนิดโดยมีทั้งหมด 5 ชนิดได้แก่ Toggle Switch, Rotate Switch, Rocker Switch, Push button Switch และ Slide Switch ดังรูปที่ 3.5

```

Database changed
MariaDB [status]> show tables;
+-----+
| Tables_in_status |
+-----+
| status           |
+-----+
1 row in set (0.001 sec)

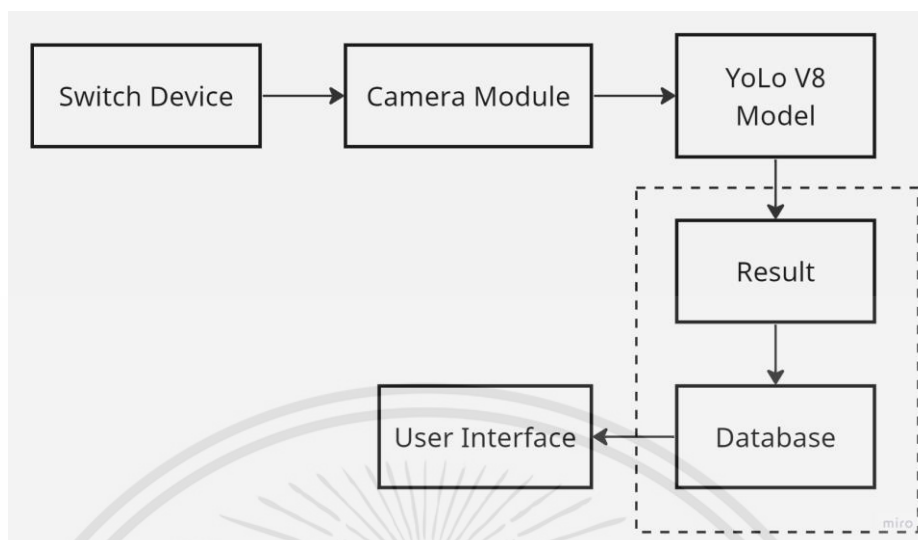
MariaDB [status]> describe status;
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| Field | Type | Null | Key | Default | Extra |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| idstatus | int(11) | NO | PRI | NULL | auto_increment |
| rocker_a | varchar(45) | YES | | NULL | |
| rocker_b | varchar(45) | YES | | NULL | |
| rotate_a | varchar(45) | YES | | NULL | |
| rotate_b | varchar(45) | YES | | NULL | |
| toggle_a | varchar(45) | YES | | NULL | |
| toggle_b | varchar(45) | YES | | NULL | |
| push_a | varchar(45) | YES | | NULL | |
| push_b | varchar(45) | YES | | NULL | |
| slide_a | varchar(45) | YES | | NULL | |
| slide_b | varchar(45) | YES | | NULL | |
| rocker | varchar(45) | YES | | NULL | |
| toggle | varchar(45) | YES | | NULL | |
| rotate | varchar(45) | YES | | NULL | |
| push | varchar(45) | YES | | NULL | |
| slide | varchar(45) | YES | | NULL | |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
16 rows in set (0.003 sec)

MariaDB [status]>

```

รูปที่ 3.5 การจัดเก็บข้อมูลลงในฐานข้อมูล

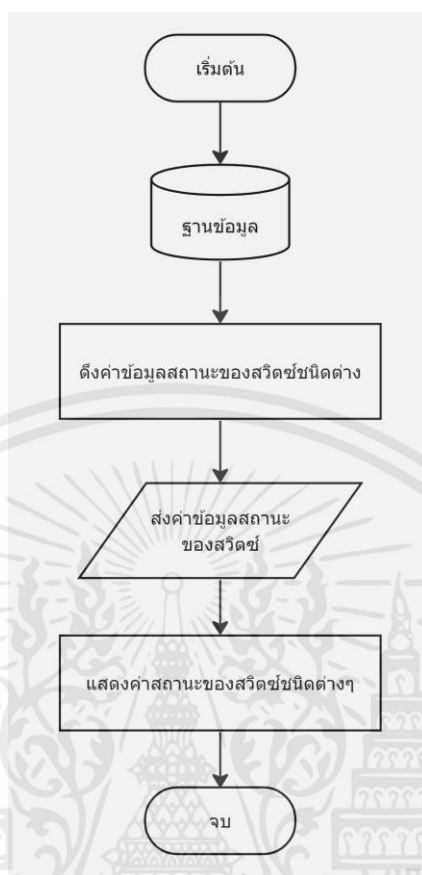
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



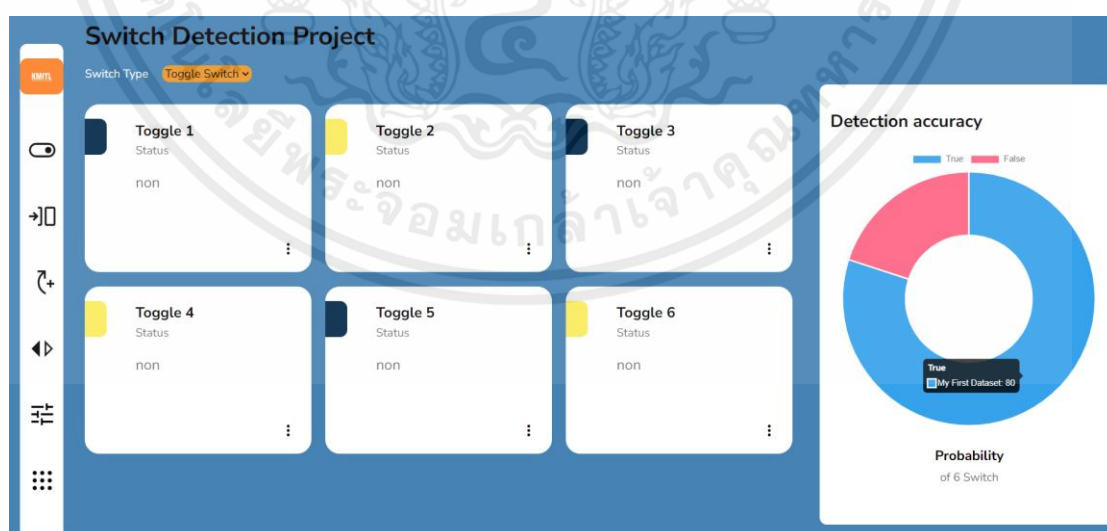
รูปที่ 3.6 บล็อกไดอะแกรมแสดงขั้นตอนการส่ง-รับข้อมูลในฐานข้อมูล

3.1.4 การออกแบบหน้าต่างผู้ใช้งาน

ในการออกแบบหน้าต่างผู้ใช้งานสำหรับนำไว้ใช้ในการตรวจสอบสถานะของสวิตช์ โดยทางผู้จัดทำจะทำการดึงค่าข้อมูลของสวิตช์ที่ถูกจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูลนำมาแสดงบนหน้าต่างผู้ใช้งาน โดยจะมีชนิดของสวิตช์และสถานะของสวิตช์ที่จะนำมาแสดง ได้แก่ Toggle Switch, Rotate Switch, Rocker Switch, Push button Switch และ Slide Switch ดังในรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 รูปภาพแสดงลำดับการทำงานของหน้าตาผู้ใช้งาน

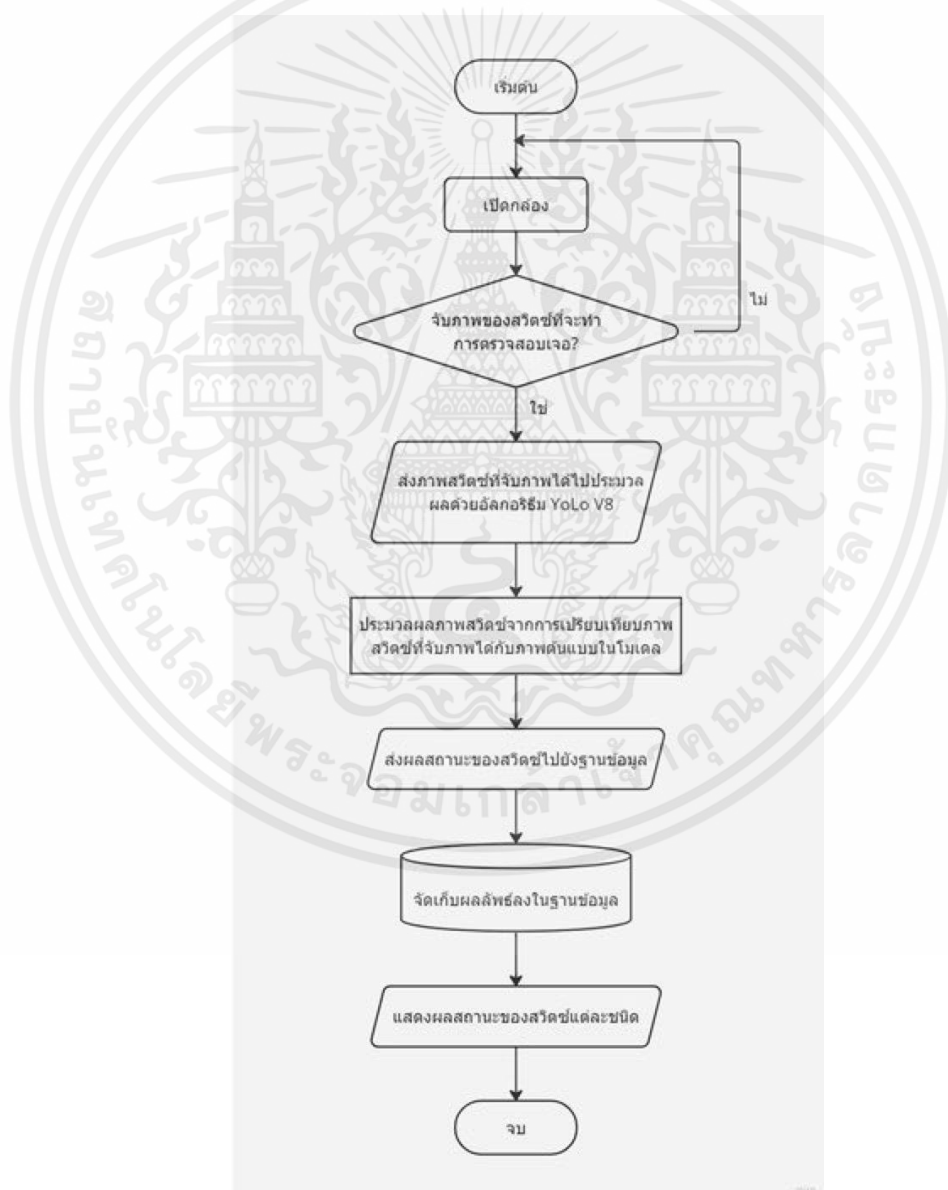


รูปที่ 3.8 การแสดงค่าสถานะของสวิตช์แต่ละชนิดบนหน้าตาผู้ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.5 สรุปภาพรวมการทำงานทั้งหมดของระบบ

ผู้จัดทำได้ทำการออกแบบขั้นตอนการทำงานของระบบ โดยมีรายละเอียดดังนี้ โดยเมื่อทำการเปิดกล้องขึ้นมาเพื่อทำการจับภาพสวิตช์ที่เจอ เมื่อกล้องเจอสวิตช์แล้วระบบจะทำการเปรียบเทียบภาพสวิตช์ที่จับได้กับรูปภาพสวิตช์ต้นแบบใน dataset ที่จัดเก็บไว้ Roboflow และนำข้อมูลที่ได้มาประมวลต่อโดยใช้อัลกอริทึม Yolo V8 Model แล้วจึงส่งผลลัพธ์ซึ่งก็คือสถานะของสวิตช์แต่ละชนิดเข้าไปเก็บไว้ในฐานข้อมูล จากนั้นระบบจะทำการดึงค่าผลลัพธ์ที่ได้จากในฐานข้อมูลขึ้นมาแสดงบนหน้าต่างผู้ใช้งานโดยจะแสดงสถานะของสวิตช์ในแต่ละชนิด



รูปที่ 3.9 แผนผังแสดงการทำงานของระบบวิเคราะห์สถานะแผงควบคุมด้วย AI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

ในปฏิญานิพนธ์นี้ มีอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองดังต่อไปนี้

3.2.1 กล้อง

ในปฏิญานิพนธ์นี้ใช้อุปกรณ์รุ่น RAPOO WEBCAM – C200 เพื่อใช้ในการตรวจจับภาพของสวิตช์บนอุปกรณ์ที่ต้องการจะตรวจสอบสถานะของสวิตช์ เพื่อนำภาพของสวิตช์มาประมวลต่อในระบบ ซึ่งมีระบบ Image Sensor CMOS และมีขนาดเลนส์เป็น Wide-angle มีค่า Resolution อยู่ที่ 720P ซึ่งมีเฟรมเรท 30 fps โดยจะเชื่อมต่อกับอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ด้วย USB แสดงดังรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 กล้องรุ่น RAPOO WEBCAM – C200

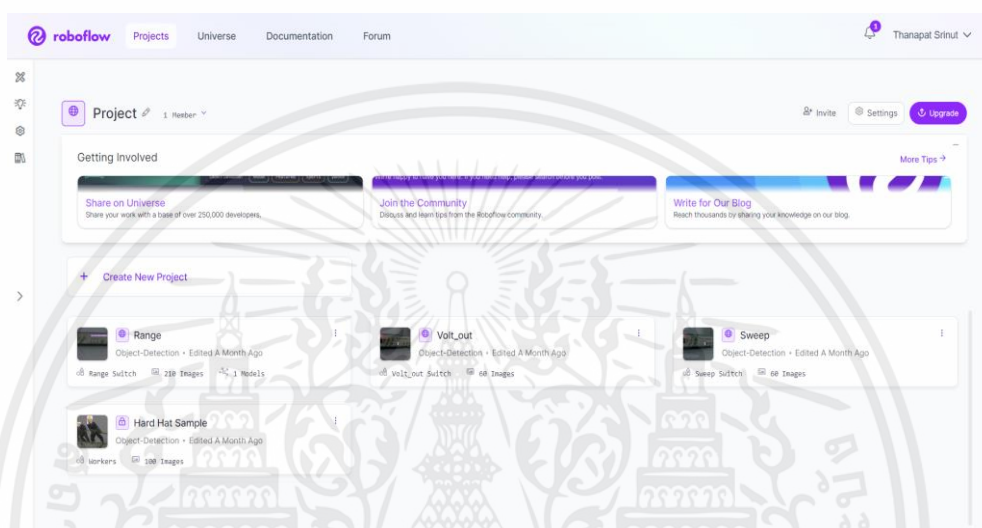
3.2.2 คอมพิวเตอร์

สำหรับคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการทำปฏิญานิพนธ์นี้มีคุณสมบัติ ดังนี้

- หน่วยประมวลผลกลาง Intel® Core(TM) i5-9750H CPU @ 2.6GHz
- หน่วยประมวลผลกราฟิก NVIDIA GeForce GTX 1050 Ti
- หน่วยความจำ 16.0 GB

3.2.3 โปรแกรม Roboflow

โปรแกรม Roboflow เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาและฝึกโมเดล Computer Vision โดยให้ความสำคัญกับการสร้างชุดข้อมูลภาพเพื่อใช้ในการฝึกโมเดล ในกรณีนี้เรานำจะรูปภาพของ สวิตซ์ชนิดแต่ละชนิดมาใช้เป็นชุดข้อมูลสำหรับการฝึกโมเดล

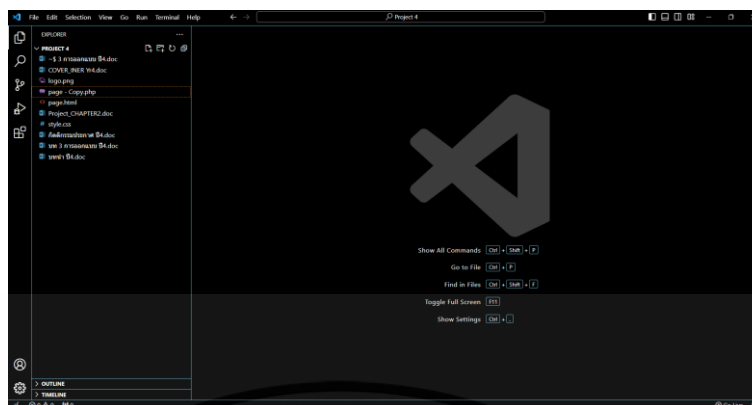


รูปที่ 3.11 โปรแกรม Roboflow

3.2.4 VSCode (Visual Studio Code)

Visual Studio Code หรือ VSCode เป็นโปรแกรม Code Editor ที่ใช้ในการแก้ไข และปรับแต่งโค้ด จากค่ายไมโครซอฟท์ มีการพัฒนาออกมาในรูปแบบของ OpenSource จึงสามารถ นำมาใช้งานได้แบบฟรี ๆ ที่ต้องการความเป็นมืออาชีพ ซึ่ง Visual Studio Code นั้น เหมาะสำหรับ นักพัฒนาโปรแกรมที่ต้องการใช้งานข้ามแพลตฟอร์ม รองรับการใช้งานทั้งบน Windows, macOS และ Linux สนับสนุนทั้งภาษา JavaScript, TypeScript และ Node.js สามารถเชื่อมต่อกับ Git ได้ นำมาใช้งานได้ง่ายไม่ซับซ้อน มีเครื่องมือส่วนขยายต่าง ๆ ให้เลือกใช้อย่างมากมาย ไม่ว่าจะเป็น 1.การ เปิดใช้งานภาษาอื่น ๆ ทั้ง ภาษา C++, C#, Java, Python, PHP หรือ Go 2.Themes 3.Debugger 4.Commands เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

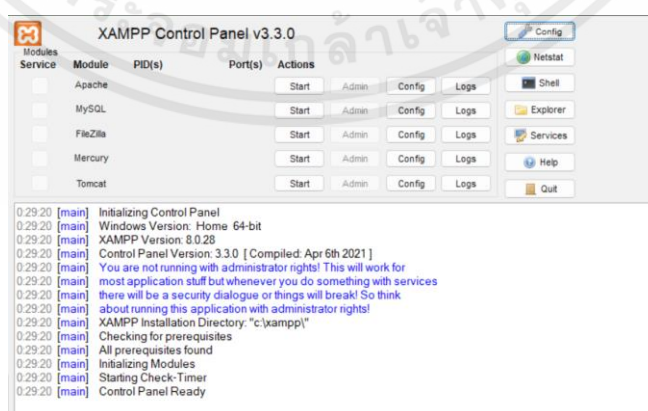


รูปที่ 3.12 โปรแกรม Visual Studio Code

3.2.5 โปรแกรม Xampp

โปรแกรม Xampp คือโปรแกรมสำหรับจำลองเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลของเราให้ทำงานในลักษณะของ WebServer นั่นคือเครื่องคอมพิวเตอร์ของเราจะเป็นทั้งเครื่องแม่ และเครื่องลูกในเครื่องเดียวกัน ทำให้ไม่ต้องเชื่อมต่อกับ Internet คุณก็สามารถทดสอบเว็บไซต์ที่คุณสร้างขึ้นได้ทันทีทุกเวลา ปัจจุบันได้รับความนิยมจากผู้ใช้งาน CMS ในการสร้างเว็บไซต์

XAMPP ประกอบด้วย Apache, PHP, MySQL, PHP MyAdmin และ Perl ซึ่งเป็นโปรแกรมพื้นฐานที่รองรับการทำงาน CMS ซึ่งเป็นชุดโปรแกรมสำหรับออกแบบเว็บไซต์ที่ได้รับความนิยมในปัจจุบัน ไฟล์สำหรับติดตั้ง Xampp นั้นอาจมีขนาดใหญ่สักหน่อย เนื่องจาก มีชุดควบคุมการทำงานที่ช่วยให้การปรับแต่งส่วนต่าง ๆ ง่ายขึ้น XAMPP นั้นรองรับระบบปฏิบัติการหลายตัว เช่น Windows, Linux, Apple ทำงานได้ทั้งบนระบบปฏิบัติการแบบ 32 bit และ 64 bit

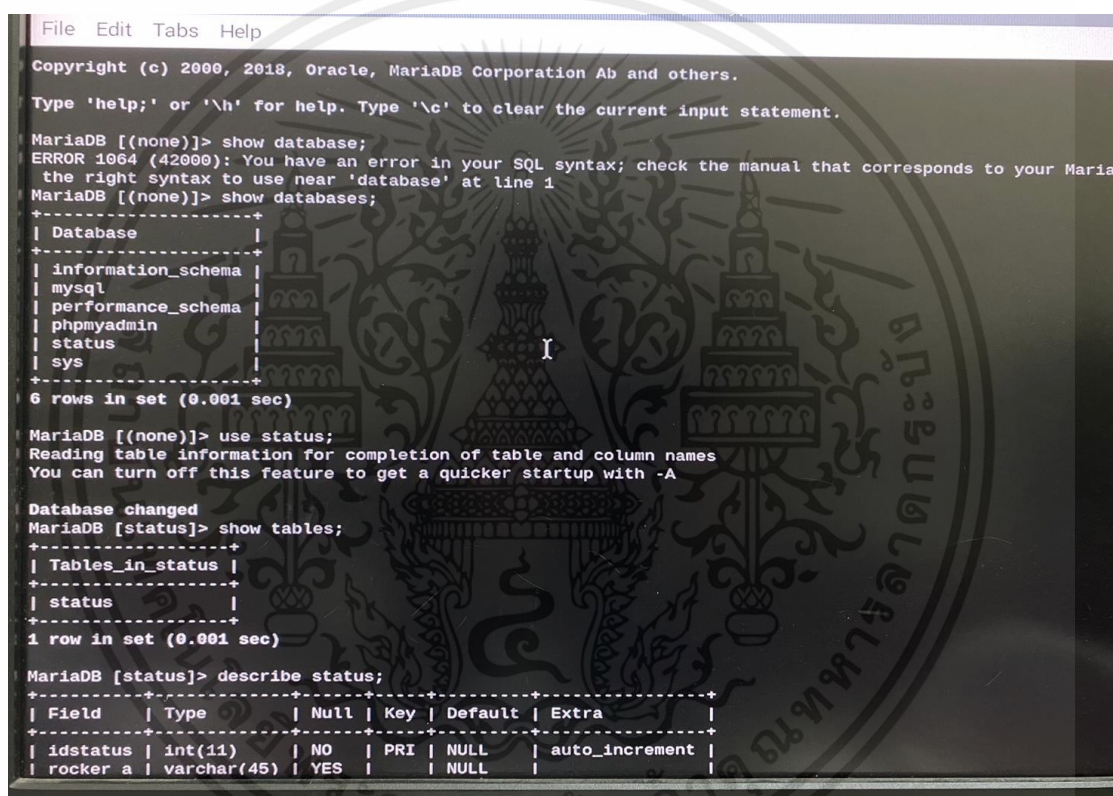


รูปที่ 3.13 โปรแกรม Xampp

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.6 ระบบจัดการฐานข้อมูล MariaDB

MariaDB คือ ฟรีซอฟต์แวร์แบบโอเพนซอร์สสำหรับจัดการกับฐานข้อมูล MariaDB เป็นหนึ่งในฐานข้อมูลที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในโลก MariaDB ถูกพัฒนาขึ้นโดยนักพัฒนาเดิมของ MySQL เนื่องจากความกังวลที่เกิดขึ้นเมื่อ MySQL ถูกซื้อโดย Oracle Corporation ในปี 2009 ตอนนี้นักพัฒนาและผู้ดูแลของ MariaDB ได้รวมระบบปฏิบัติการกับฐานรหัส MySQL เพื่อให้แน่ใจว่า MariaDB มีการแก้ไขข้อบกพร่องที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติมลงใน MySQL



```
File Edit Tabs Help
Copyright (c) 2000, 2018, Oracle, MariaDB Corporation Ab and others.
Type 'help;' or '\h' for help. Type '\c' to clear the current input statement.
MariaDB [(none)]> show database;
ERROR 1064 (42000): You have an error in your SQL syntax; check the manual that corresponds to your MariaDB
the right syntax to use near 'database' at line 1
MariaDB [(none)]> show databases;
+-----+
| Database |
+-----+
| information_schema |
| mysql |
| performance_schema |
| phpmyadmin |
| status |
| sys |
+-----+
6 rows in set (0.001 sec)

MariaDB [(none)]> use status;
Reading table information for completion of table and column names
You can turn off this feature to get a quicker startup with -A

Database changed
MariaDB [status]> show tables;
+-----+
| Tables_in_status |
+-----+
| status |
+-----+
1 row in set (0.001 sec)

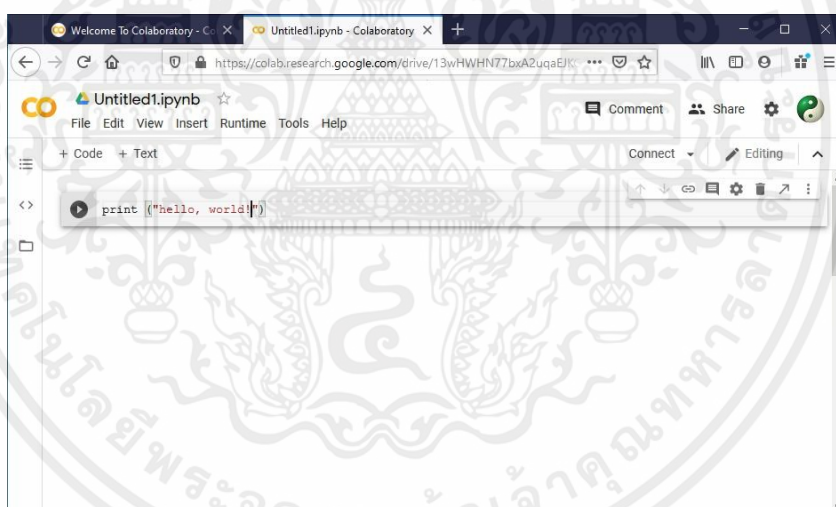
MariaDB [status]> describe status;
+-----+
| Field | Type | Null | Key | Default | Extra |
+-----+
| idstatus | int(11) | NO | PRI | NULL | auto_increment |
| rocker a | varchar(45) | YES | | NULL | |
+-----+
```

รูปที่ 3.14 ระบบจัดการฐานข้อมูล MariaDB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.7 แพลตฟอร์ม Google Colaboratory

Google Colab เป็นแพลตฟอร์มที่พัฒนาโดย Google บน Cloud Computing ซึ่งให้บริการในรูปแบบของ Jupyter Notebook ซึ่งเป็นไฟล์ที่มีนามสกุล .ipynb และสามารถเขียนโค้ด Python ในเซลล์ (cell) ต่างๆ ได้ โดยแต่ละเซลล์จะสามารถรันโค้ดได้โดยอิสระกัน และให้สิทธิ์การเข้าถึง GPU และ TPU (Tensor Processing Unit) เป็นโปรแกรมสำหรับเขียนโค้ดและสามารถรันโค้ดได้โดยตรงบนเว็บเบราว์เซอร์ โดยไม่ต้องติดตั้งโปรแกรมใดๆ ลงบนเครื่องของตนเอง ที่สำคัญไม่เสียค่าใช้จ่าย เป็นเครื่องมือที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาและการทดสอบโมเดล Machine Learning หรือ Deep Learning นอกจากนี้ Google Colab ยังมีความสามารถในการแชร์โค้ด (Jupyter notebook) ร่วมกับผู้อื่น ซึ่งทำให้ผู้ใช้งานสามารถทำงานร่วมกันและแก้ปัญหาต่างๆ ได้อย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ยังสามารถส่งลิงก์ (link) ของสมุดบันทึกไปยังผู้อื่นได้ เพื่อให้เขาสามารถดูโค้ดและผลลัพธ์การทดสอบได้อย่างง่ายดาย



รูปที่ 3.15 แพลตฟอร์ม Google Colab

3.2.8 Raspberry pi 4

Raspberry Pi 4 มีโปรเซสเซอร์ที่เร็วขึ้น หน่วยความจำมากขึ้น และพอร์ต USB เพิ่มเติมเมื่อเทียบกับรุ่นก่อนหน้า โปรเซสเซอร์ของ Raspberry Pi 4 คือ Broadcom BCM2711 ซึ่งทำงานที่ความเร็ว 1.5 GHz หน่วยความจำเริ่มต้นคือ 2 GB แต่สามารถอัปเกรดเป็น 4 GB หรือ 8 GB ได้ พอร์ต USB ของ Raspberry Pi 4 มีจำนวน 4 พอร์ต ซึ่งรวมถึงสองพอร์ต USB 3.0 Raspberry Pi 4 มาพร้อมกับระบบปฏิบัติการ Linux ซึ่งสามารถติดตั้งซอฟต์แวร์ต่างๆ ได้มากมาย ซอฟต์แวร์ยอดนิยมสำหรับ Raspberry Pi 4 ได้แก่ 1.)Raspbian ระบบปฏิบัติการ Linux อย่างเป็นทางการสำหรับเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Raspberry Pi 2.)Ubuntu Server ระบบปฏิบัติการ Linux ยอดนิยมสำหรับเซิร์ฟเวอร์ 3.)Windows 11 IoT Core ระบบปฏิบัติการ Windows 11 สำหรับอุปกรณ์ IoT ซึ่งในปฏิญยานิพนธ์นี้จะนำ Raspberry Pi 4 มาเป็นหน่วยประมวลและฐานข้อมูลของระบบวิเคราะห์สถานะแผงควบคุมด้วย AI

3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง

3.3.1 ทดสอบการทำงานของกล้องในการจับภาพ

ทดสอบการทำงานของกล้องว่ามีความละเอียดของภาพเพียงพอหรือไม่ในการจะตรวจจับภาพของสวิตช์ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่แม่นยำในการเทรนตัวโมเดลของอัลกอริทึม โดยถ้ารูปภาพที่กล้องถ่ายได้มีความละเอียดของภาพไม่เพียงพอจะทำให้การเทรนอัลกอริทึม มีผลลัพธ์ที่คลาดเคลื่อนได้

3.3.2 ทดสอบการทำชุดข้อมูล

การทดสอบการชุดข้อมูลใน Roboflow เพื่อนำชุดข้อมูลซึ่งก็คือรูปของสถานะของสวิตช์ แต่ละชนิดในแต่ละสถานะที่แตกต่างกันไป เพื่อนำชุดข้อมูลไปทำการเทรนในอัลกอริทึมต่อไป

- 1.) ทำชุดข้อมูลสำหรับสวิตช์ชนิดแบบกระดก(Rocker Switch)
- 2.) ทำชุดข้อมูลสำหรับสวิตช์ชนิดแบบหมุน(Rotate Switch)
- 3.) ทำชุดข้อมูลสำหรับสวิตช์ชนิดแบบกด(Push Botton Switch)
- 4.) ทำชุดข้อมูลสำหรับสวิตช์ชนิดแบบก้านยาว(Toggle Switch)
- 5.) ทำชุดข้อมูลสำหรับสวิตช์ชนิดแบบเลื่อน(Slide Switch)

3.3.3 ทดสอบการให้อัลกอริทึมเรียนรู้ในการทำนายผลลัพธ์

ทดสอบนำชุดข้อมูลที่ได้ทำการเก็บรวบรวมมา นำมาให้อัลกอริทึมเรียนความเป็นไปได้ของผลลัพธ์โดยการทำนายผลลัพธ์ออกมา จากรูปภาพที่จับได้ในชุดข้อมูล

3.3.4 ทดสอบความแม่นยำของอัลกอริทึมของผลลัพธ์จากการทำนาย

ทดสอบความแม่นยำของผลลัพธ์ที่ออกมาของสวิตช์ตัวอย่าง เพื่อนำมาวิเคราะห์การทำงานของอัลกอริทึมว่าถ้าผลลัพธ์ออกมามีความคลาดเคลื่อนมาก จะสามารถแก้ปัญหาอย่างไรให้ผลลัพธ์ออกมามีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ซึ่งจะสามารถทราบได้หลังจากการเรียนรู้ของ AI เสร็จสิ้น

3.3.5 ทดสอบการตรวจจับสถานะของสวิตช์ชนิดแบบหมุน (Rotate Switch)

จำนวน 1 ตัว

ทดสอบความแม่นยำของผลลัพธ์เมื่อเปลี่ยนชนิดของสวิตช์เป็นชนิดแบบหมุนจำนวน 1 ตัว เพื่อตรวจสอบความสามารถในการทำนายผลลัพธ์ และตรวจสอบความถูกต้องและความคลาดเคลื่อนของผลลัพธ์

3.3.6 ทดสอบการตรวจจับสถานะของสวิตช์ชนิดแบบหมุน (Rotate Switch) เมื่อ

เพิ่มเป็นจำนวน 2 ตัวและมีลักษณะที่ต่างกัน

ทดสอบความแม่นยำของผลลัพธ์ของสวิตช์ชนิดแบบหมุนเมื่อเพิ่มเป็นจำนวน 2 ตัวและมีลักษณะที่ต่างกัน เพื่อตรวจสอบความสามารถในการทำนายผลลัพธ์ และตรวจสอบความถูกต้องและความคลาดเคลื่อนของผลลัพธ์ เมื่อเพิ่มจำนวนของสวิตช์เป็น 2 ตัวและมีลักษณะที่ต่างกันแล้วระบบยังจะทำงานได้อยู่หรือไม่

3.3.7 ทดสอบการตรวจจับสถานะของสวิตช์ชนิดแบบหมุน (Rotate Switch) เมื่อ

เพิ่มเป็นจำนวน 3 ตัวและมีลักษณะที่ต่างกัน

ทดสอบความแม่นยำของผลลัพธ์ของสวิตช์ชนิดแบบหมุนเมื่อเพิ่มเป็นจำนวน 3 ตัวและมีลักษณะที่ต่างกัน เพื่อตรวจสอบความสามารถในการทำนายผลลัพธ์ และตรวจสอบความถูกต้องและความคลาดเคลื่อนของผลลัพธ์ เมื่อเพิ่มจำนวนของสวิตช์เป็น 3 ตัวและมีลักษณะที่ต่างกันแล้วระบบยังจะทำงานได้อยู่หรือไม่

3.3.8 ทดสอบการตรวจจับสถานะของสวิตช์ชนิดแบบก้านยาว (Toggle Switch)

จำนวน 1 ตัว

ทดสอบความแม่นยำของผลลัพธ์ของสวิตช์ชนิดแบบก้านยาวจำนวน 1 ตัว เพื่อตรวจสอบความสามารถในการทำนายผลลัพธ์ และตรวจสอบความถูกต้องและความคลาดเคลื่อนของผลลัพธ์ของสวิตช์ว่าตรงตามที่ถูกจัดทำการหรือไม่

3.3.9 ทดสอบการตรวจจับสถานะของสวิตช์ชนิดแบบก้านยาว (Toggle Switch) เมื่อเพิ่มเป็นจำนวน 2 ตัวและมีลักษณะที่ต่างกัน

ทดสอบความแม่นยำของผลลัพธ์ของสวิตช์ชนิดแบบก้านยาวเมื่อเพิ่มเป็นจำนวน 2 ตัว และมีลักษณะที่ต่างกัน เพื่อตรวจสอบความสามารถในการทำนายผลลัพธ์ และตรวจสอบความถูกต้อง และความคลาดเคลื่อนของผลลัพธ์ เมื่อเพิ่มจำนวนของสวิตช์เป็น 2 ตัวและมีลักษณะที่ต่างกันแล้ว ระบบยังจะทำงานได้อยู่หรือไม่

3.3.10 ทดสอบการตรวจจับสถานะของสวิตช์ชนิดแบบกด (Push Button Switch) จำนวน 1 ตัว

ทดสอบความแม่นยำของผลลัพธ์เมื่อเปลี่ยนชนิดของสวิตช์เป็นชนิดแบบกดจำนวน 1 ตัว เพื่อตรวจสอบความสามารถในการทำนายผลลัพธ์ และตรวจสอบความถูกต้องและความคลาดเคลื่อนของผลลัพธ์ที่ออกมา

3.3.11 ทดสอบการตรวจจับสถานะของสวิตช์ชนิดแบบกด (Push Button Switch) เมื่อเพิ่มเป็นจำนวน 2 ตัวและมีลักษณะที่ต่างกัน

ทดสอบความแม่นยำของผลลัพธ์เมื่อเปลี่ยนชนิดของสวิตช์เป็นชนิดแบบกดจำนวน 2 ตัว และมีลักษณะที่ต่างกัน เพื่อตรวจสอบความสามารถในการทำนายผลลัพธ์ และตรวจสอบความถูกต้อง และความคลาดเคลื่อนของผลลัพธ์ที่ออกมา เมื่อมีจำนวนสวิตช์เป็น 2 ตัวและมีลักษณะที่ต่างกัน

3.3.12 ทดสอบการตรวจจับสถานะของสวิตช์ชนิดแบบกระดก (Rocker Switch) จำนวน 1 ตัว

ทดสอบความแม่นยำของผลลัพธ์เมื่อเปลี่ยนชนิดของสวิตช์เป็นชนิดแบบกระดกจำนวน 1 ตัว เพื่อตรวจสอบความสามารถในการทำนายผลลัพธ์ และตรวจสอบความถูกต้องและความคลาดเคลื่อนของผลลัพธ์ที่ออกมา

3.3.13 ทดสอบการตรวจจับสถานะของสวิตช์ชนิดแบบกระดก (Rocker Switch)

เมื่อเพิ่มจำนวนเป็น 2 ตัวและมีลักษณะที่ต่างกัน

ทดสอบความแม่นยำของผลลัพธ์เมื่อเปลี่ยนชนิดของสวิตช์เป็นชนิดแบบกระดกจำนวน 2 ตัว และมีลักษณะที่ต่างกัน เพื่อตรวจสอบความสามารถในการทำนายผลลัพธ์ และตรวจสอบความถูกต้องและความคลาดเคลื่อนของผลลัพธ์ที่ออกมา เมื่อมีจำนวนสวิตช์เป็น 2 ตัวและมีลักษณะที่ต่างกัน

3.3.14 ทดสอบการตรวจจับสถานะของสวิตช์ชนิดแบบเลื่อน (Slide Switch)

จำนวน 1 ตัว

ทดสอบความแม่นยำของผลลัพธ์เมื่อเปลี่ยนชนิดของสวิตช์เป็นชนิดแบบเลื่อนจำนวน 1 ตัว เพื่อตรวจสอบความสามารถในการทำนายผลลัพธ์ และตรวจสอบความถูกต้องและความคลาดเคลื่อนของผลลัพธ์ที่ออกมา

3.3.15 ทดสอบการตรวจจับสถานะของสวิตช์ชนิดแบบเลื่อน (Slide Switch) เมื่อ

เพิ่มจำนวนเป็น 2 ตัวและมีลักษณะที่ต่างกัน

ทดสอบความแม่นยำของผลลัพธ์เมื่อเปลี่ยนชนิดของสวิตช์เป็นชนิดแบบเลื่อนจำนวน 2 ตัว และมีลักษณะที่ต่างกัน เพื่อตรวจสอบความสามารถในการทำนายผลลัพธ์ และตรวจสอบความถูกต้องและความคลาดเคลื่อนของผลลัพธ์ที่ออกมา เมื่อมีจำนวนสวิตช์เป็น 2 ตัวและมีลักษณะที่ต่างกัน

3.3.16 ทดสอบการตรวจจับสถานะของสวิตช์ทั้งหมดพร้อมกัน

ทดสอบความแม่นยำของผลลัพธ์เมื่อทำตรวจจับสถานะของสวิตช์ทุกชนิดพร้อมกัน และมีลักษณะที่ต่างกัน เพื่อตรวจสอบความสามารถในการทำนายผลลัพธ์ และตรวจสอบความถูกต้องและความคลาดเคลื่อนของผลลัพธ์ที่ออกมา เมื่อมีจำนวนสวิตช์ที่เพิ่มขึ้นและสวิตช์ทุกตัวมีลักษณะที่ต่างกัน

3.3.17 ทดสอบการเปลี่ยน Raspberry Pi 4 ให้กลายเป็นเครื่องเซิร์ฟเวอร์

ทดสอบการเปลี่ยนคอมพิวเตอร์ให้กลายเป็นเครื่องเซิร์ฟเวอร์ โดยใช้โปรแกรม MariaDB

3.3.18 ทดสอบการส่งค่าผลลัพธ์ที่ได้หลังจากการตรวจสอบสถานะของสวิตช์แล้วส่งไปยังฐานข้อมูล

ทดสอบการส่งค่าผลลัพธ์หลังจากการตรวจสอบสถานะของสวิตช์แล้วส่งค่าผลลัพธ์นั้นไปเก็บไว้ในฐานข้อมูลโดยแบ่งเป็นข้อมูลของสวิตช์ในแต่ละชนิด โดยจะทำการแยกเป็นหนึ่งชนิดต่อหนึ่งข้อมูล

3.3.19 ทดสอบการดึงค่าผลลัพธ์ที่เก็บไว้ในฐานข้อมูลมาแสดงบนหน้าต่างผู้ใช้งาน

ทดสอบการดึงค่าผลลัพธ์จากฐานข้อมูลมาแสดงบนหน้าต่างผู้ใช้งาน โดยจะดึงข้อมูลมาจากฐานข้อมูล โดยทางผู้จัดทำเลือกใช้โปรแกรม MySQL มาจัดเก็บข้อมูล โดยหน้าต่างผู้ใช้งานจะมีชนิดของสวิตช์ในแต่ละชนิดแยกกัน และจะมีสถานะของสวิตช์ชนิดนั้นแสดงอยู่ตามค่าสถานะที่ตรวจสอบได้

3.3.20 ทดสอบการตรวจจับสถานะของสวิตช์ในระยะห่างต่างๆ

ทำการทดสอบการตรวจจับสถานะของสวิตช์ในระยะตั้งแต่ 10 เซนติเมตร ถึง 50 เซนติเมตร เพื่อตรวจสอบความแม่นยำว่าในระยะต่างๆมีการตรวจจับสถานะเป็นอย่างไรบ้าง และเพื่อทำการหาระยะห่างที่เหมาะสมที่สุดระหว่างกล้องกับแผงควบคุม เพื่อให้ได้การตรวจจับที่แม่นยำที่สุด

3.3.21 ทดสอบการทำงานภาพรวมของระบบ

ทดสอบการทำงานภาพรวมของระบบโดยเริ่มตั้งแต่การใช้กล้องจับภาพอุปกรณ์ที่มีสวิตช์อยู่และทำชุดข้อมูล ไปจนถึงการดึงค่าสถานะของสวิตช์ที่ตรวจจับได้ที่ถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูลมาแสดงบนหน้าต่างผู้ใช้งาน

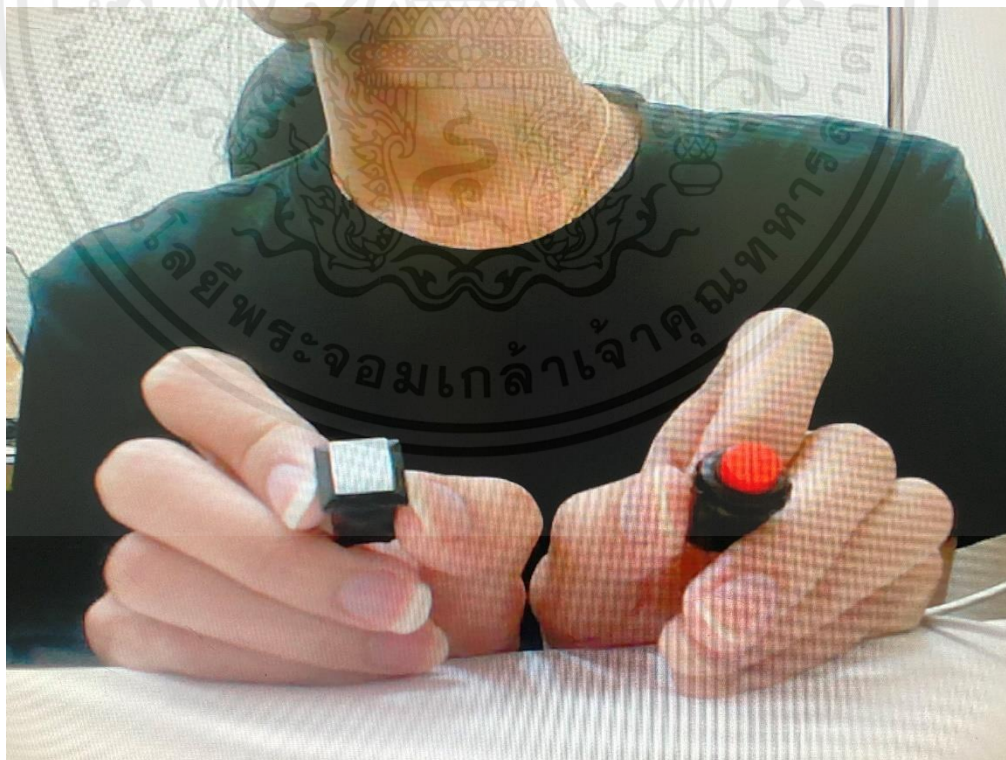
บทที่ 4

ผลการทดลอง

ผู้จัดทำได้ทำการเก็บผลการทำงานของระบบ โดยแบ่งการทดลองและจัดเก็บผลการทดลองเป็นส่วนๆ ดังต่อไปนี้

4.1 ทดสอบการทำงานของกล้องในการจับภาพ

ทดสอบการทำงานของกล้องว่ามีความละเอียดของภาพเพียงพอหรือไม่ในการจะตรวจจับภาพของสวิตช์ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่แม่นยำในการเทรนตัวโมเดลของอัลกอริทึม โดยถ้ารูปภาพที่กล้องจับได้มีระยะห่างหรือมีลักษณะที่แตกต่างกับรูปภาพที่อยู่ในชุดข้อมูล จะทำให้การอัลกอริทึมมีผลลัพธ์ที่คลาดเคลื่อนได้



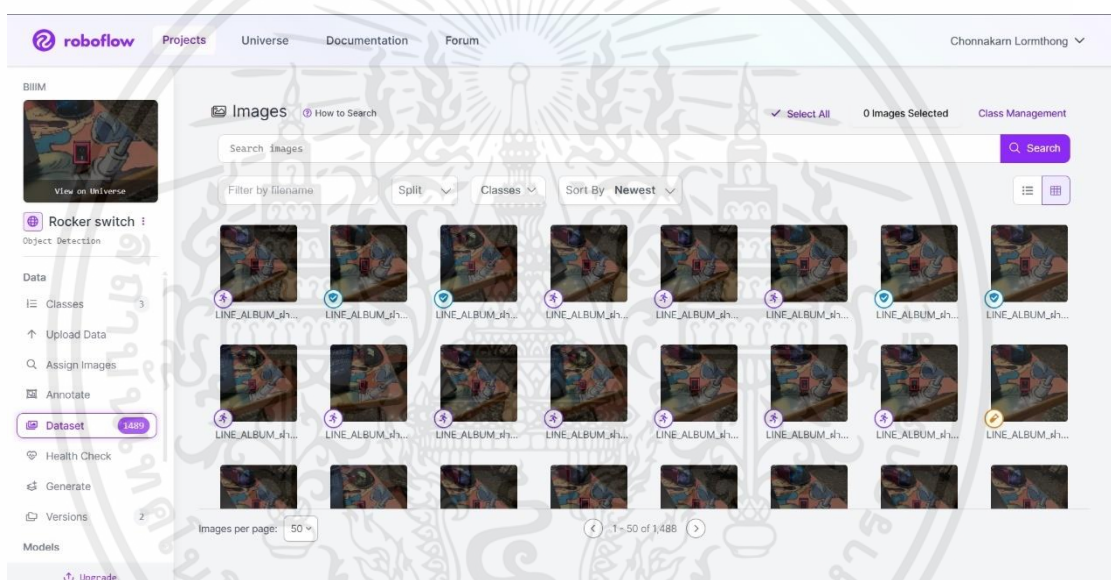
รูปที่ 4.1 การจับภาพของกล้องเมื่อเปิดสวิตช์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ทดสอบการทำชุดข้อมูล

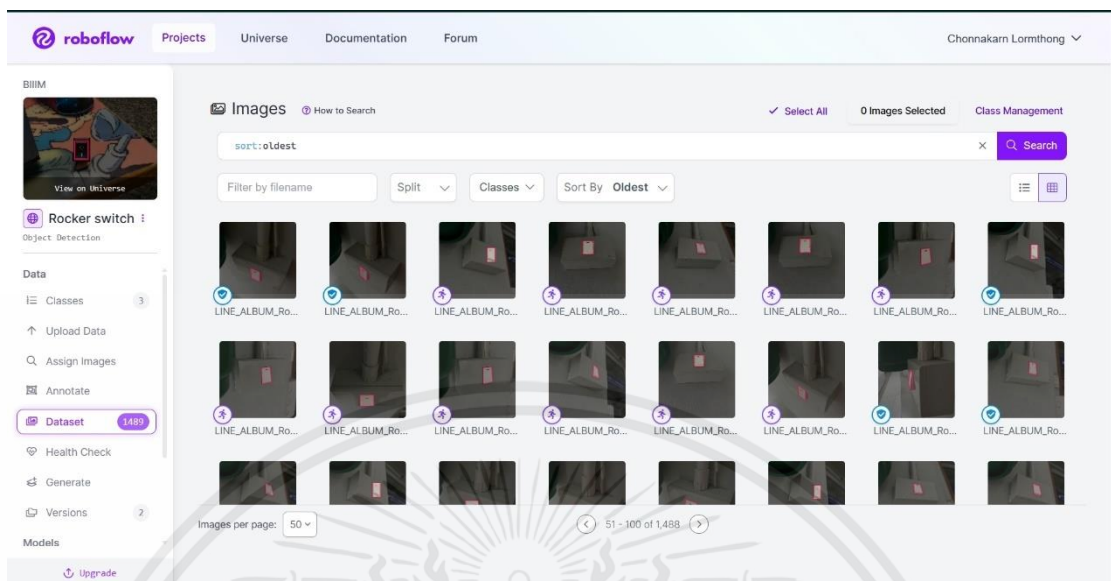
4.2.1 ทดสอบการทำชุดข้อมูลสำหรับสวิตช์ชนิดแบบกระดก (Rocker Switch)

ทดสอบการทำชุดข้อมูลสำหรับสวิตช์ชนิดแบบกระดก (Rocker Switch) ที่มีลักษณะแตกต่างกัน โดยการกำหนดสถานะของสวิตช์เป็น 2 สถานะ ได้แก่ สถานะเปิด (ON) และสถานะปิด (OFF) โดยการใส่ภาพของสวิตช์แบบกระดกในสถานะเปิด (ON) และในสถานะปิด (OFF) ในจำนวนที่มากพอ



รูปที่ 4.2 การทำชุดข้อมูลสำหรับสวิตช์แบบกระดกรูปแบบที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

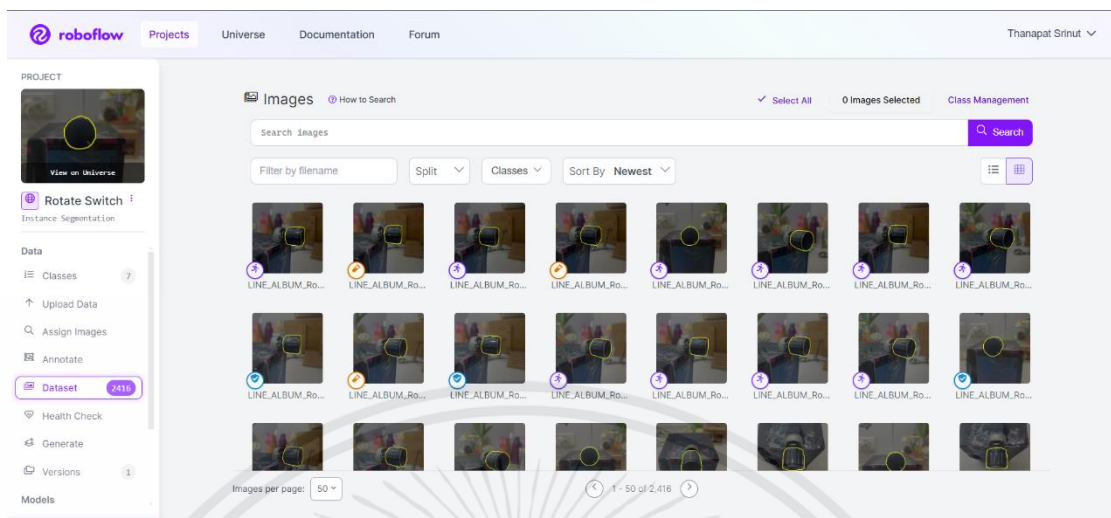


รูปที่ 4.3 การทำชุดข้อมูลสำหรับสวิตช์แบบกระดกรูปแบบที่ 2

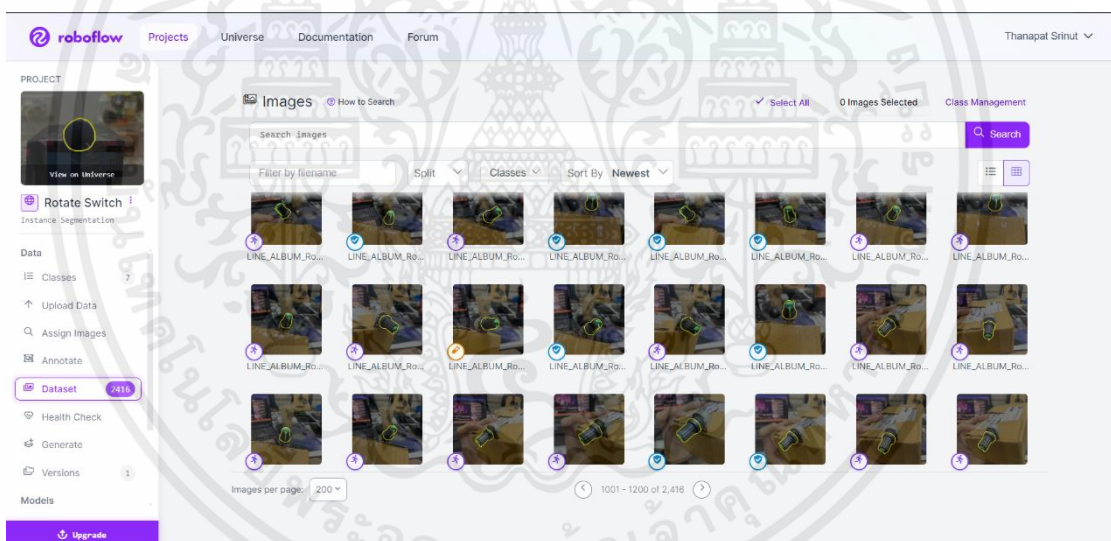
4.2.2 ทดสอบการทำชุดข้อมูลสำหรับสวิตช์ชนิดแบบหมุนทั้งหมด (Rotate Switch)

ทดสอบการทำชุดข้อมูลสำหรับสวิตช์ชนิดแบบหมุน (Rotate Switch) 2 ลักษณะ โดยการกำหนดสถานะของสวิตช์ลักษณะแรกมี 2 สถานะคือ เปิด (ON) และ ปิด (OFF) และ สวิตช์ในลักษณะที่สองจะกำหนดสถานะให้คือ 0% ,25% ,50% ,75% และ 100% โดยแบ่งตามลักษณะการใช้งานของสวิตช์ในลักษณะนั้นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

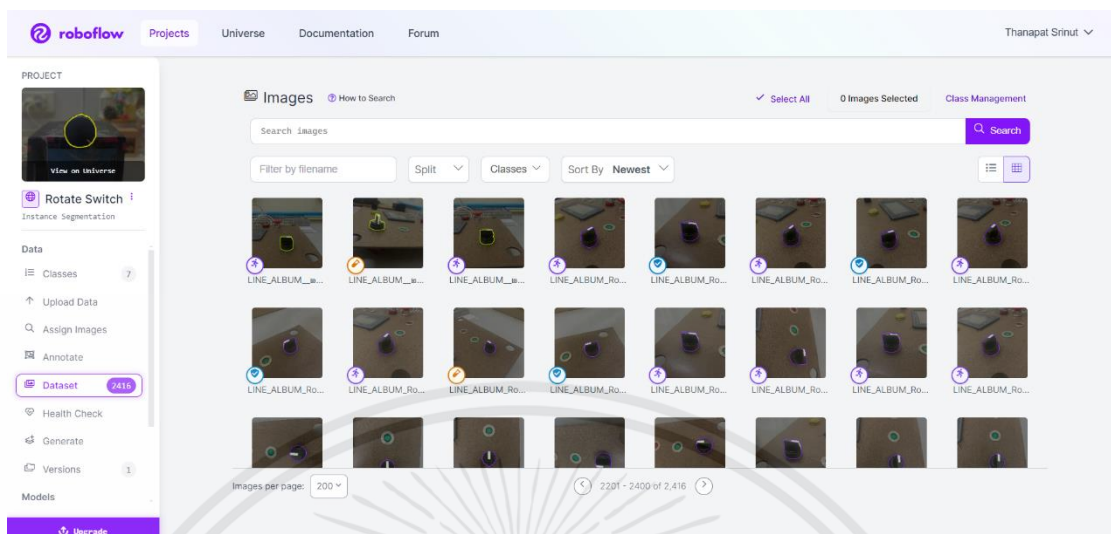


รูปที่ 4.4 การทำชุดข้อมูลสำหรับสวิตช์แบบหมุนรูปแบบที่ 1



รูปที่ 4.5 การทำชุดข้อมูลสำหรับสวิตช์แบบหมุนรูปแบบที่ 2

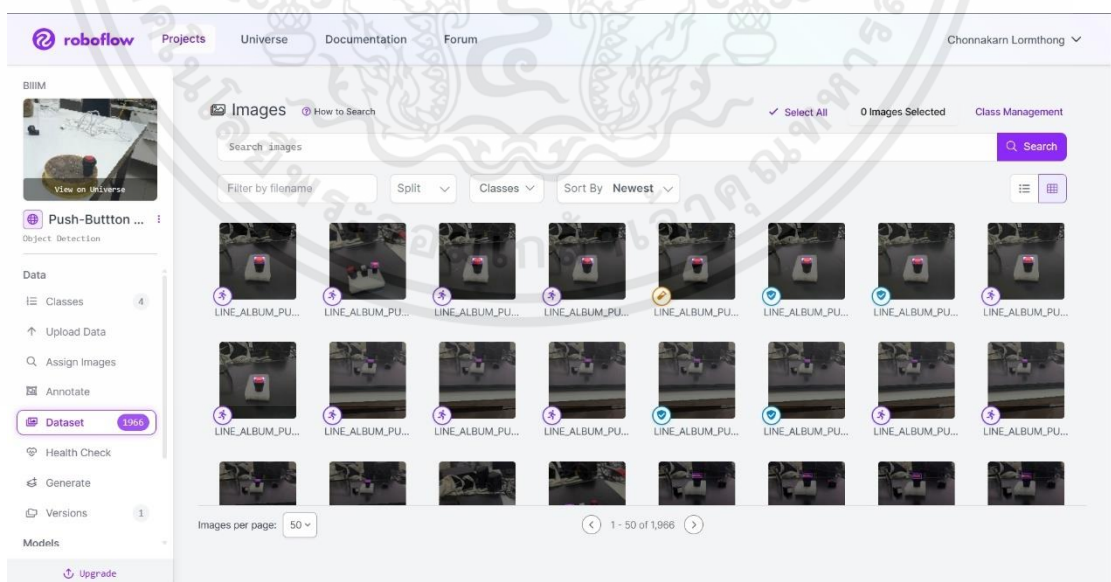
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 การทำชุดข้อมูลสำหรับสวิตช์แบบหมุนรูปแบบที่ 3

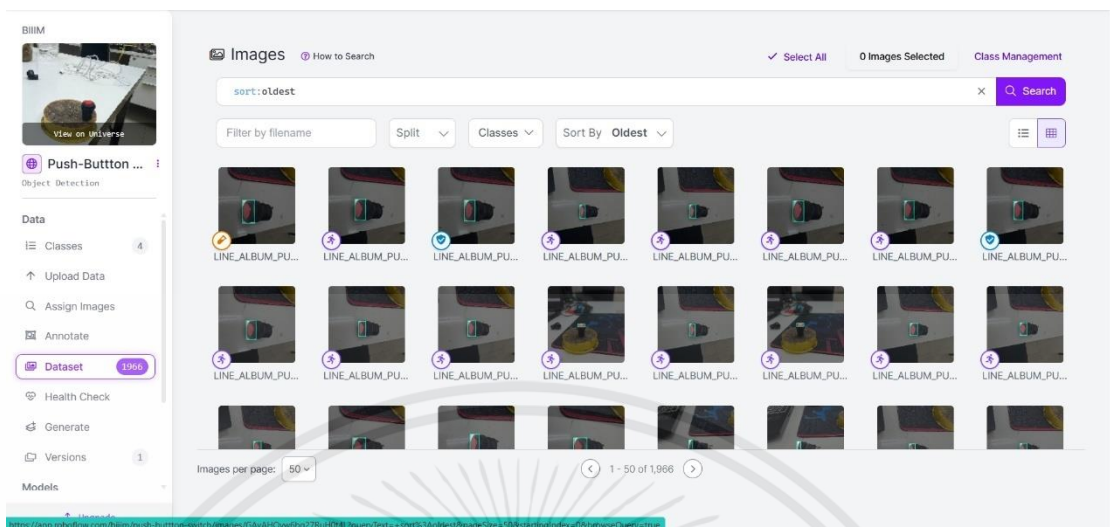
4.2.3 ทดสอบการทำชุดข้อมูลสำหรับสวิตช์ชนิดแบบกด (Push Button Switch)

ทดสอบการทำชุดข้อมูลสำหรับสวิตช์ชนิดแบบกด (Push Button Switch) ที่มีลักษณะแตกต่างกัน โดยการกำหนดสถานะของสวิตช์ชนิดนี้จะกำหนดไว้ 2 สถานะคือ เปิด (ON) และ ปิด (OFF) ของสวิตช์แบบกดในลักษณะต่างๆ



รูปที่ 4.7 การทำชุดข้อมูลสำหรับสวิตช์แบบกดรูปแบบที่ 1

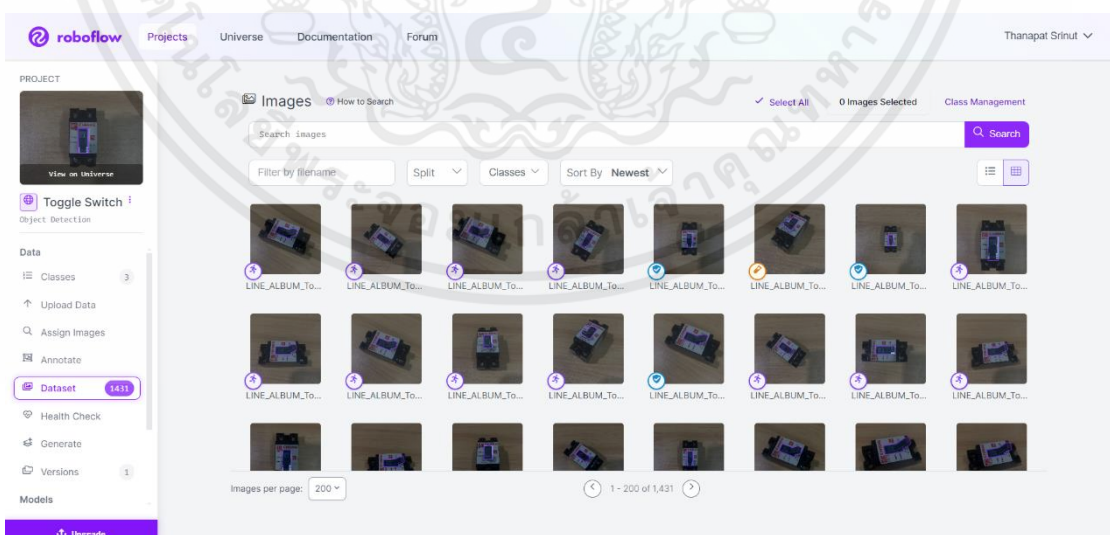
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 การทำชุดข้อมูลสำหรับสวิตช์แบบกดรูปแบบที่ 2

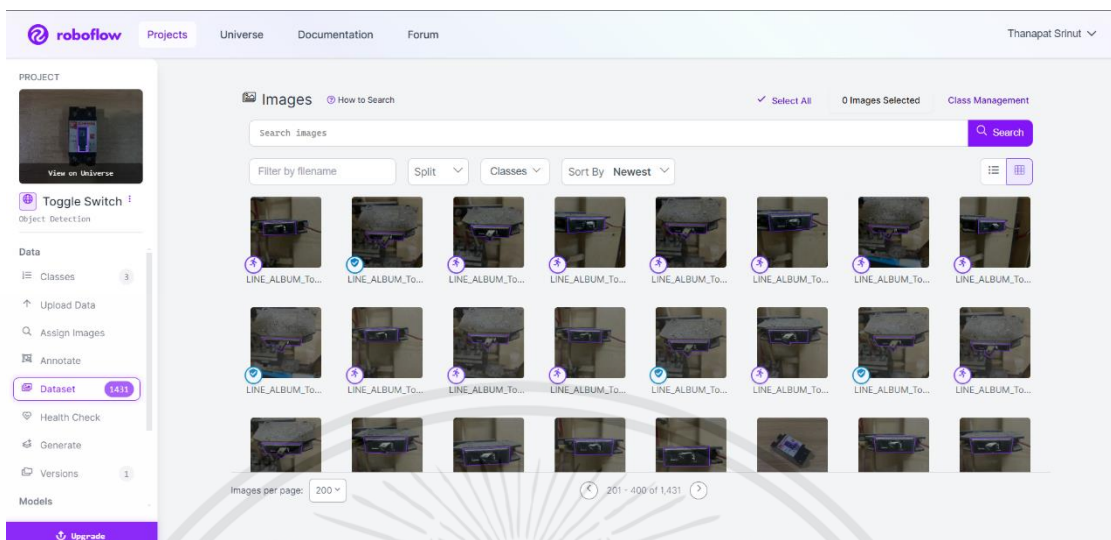
4.2.4 ทดสอบการทำชุดข้อมูลสำหรับสวิตช์ชนิดก้านยาว (Toggle Switch)

ทดสอบการทำชุดข้อมูลสำหรับสวิตช์ชนิดก้านยาว (Toggle Switch) ที่มีลักษณะแตกต่างกัน โดยการกำหนดสถานะของสวิตช์ชนิดนี้จะกำหนดไว้ 2 สถานะคือ เปิด (ON) และ ปิด (OFF) ของสวิตช์แบบก้านยาวในลักษณะต่างๆ



รูปที่ 4.9 การทำชุดข้อมูลสำหรับสวิตช์แบบก้านยาวรูปแบบที่ 1

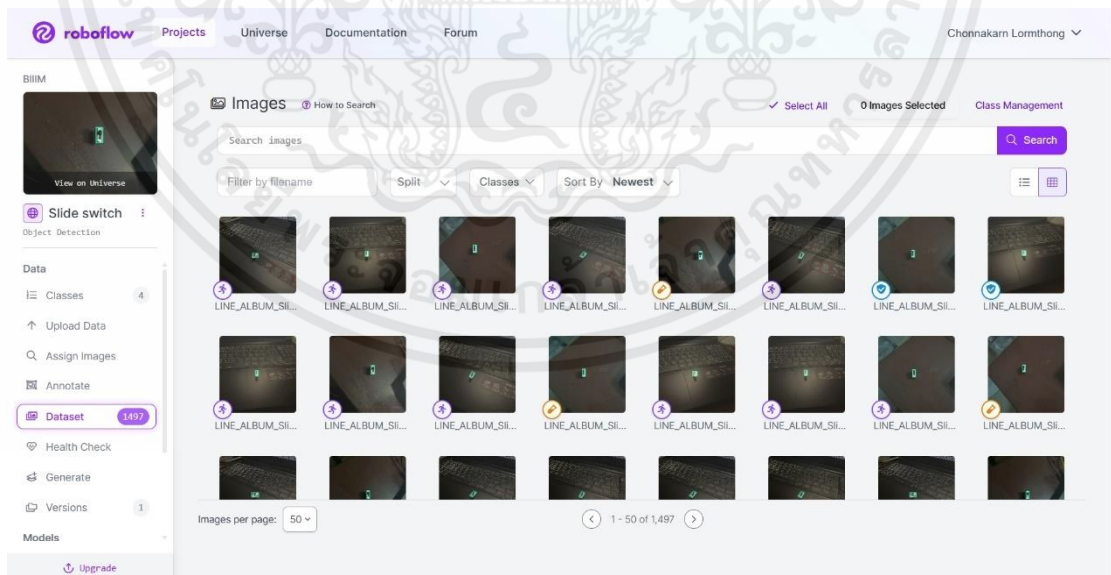
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 การทำชุดข้อมูลสำหรับสวิตช์แบบก้านยาวรูปแบบที่ 2

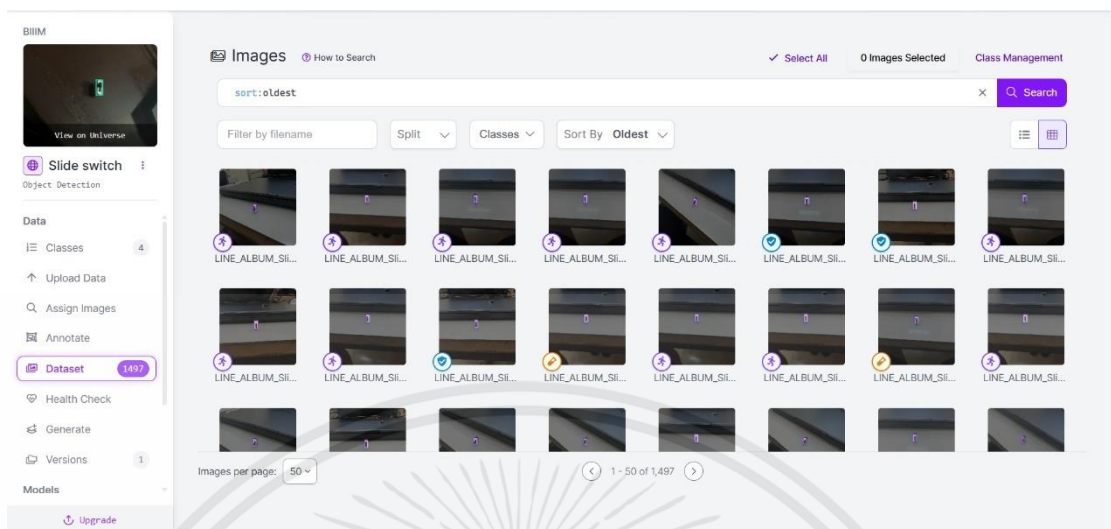
4.2.5 ทดสอบการทำชุดข้อมูลสำหรับสวิตช์ชนิดแบบเลื่อน (Slide Switch)

ทดสอบการทำชุดข้อมูลสำหรับสวิตช์ชนิดแบบเลื่อน (Slide Switch) ที่มีลักษณะแตกต่างกัน โดยการกำหนดสถานะของสวิตช์ชนิดนี้จะกำหนดไว้ 3 สถานะคือ LOW , MID และ HIGH ของสวิตช์แบบเลื่อนในลักษณะต่างๆ



รูปที่ 4.11 การทำชุดข้อมูลสำหรับสวิตช์แบบเลื่อนรูปแบบที่ 1

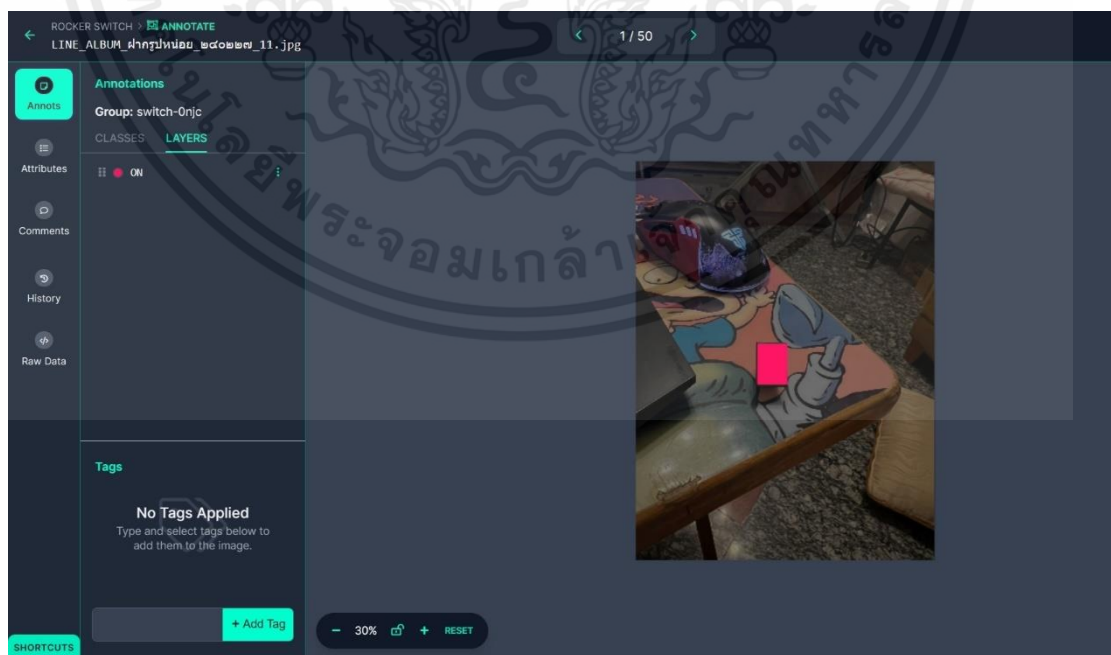
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.12 การทำชุดข้อมูลสำหรับสวิตช์แบบเลื่อนรูปแบบที่ 2

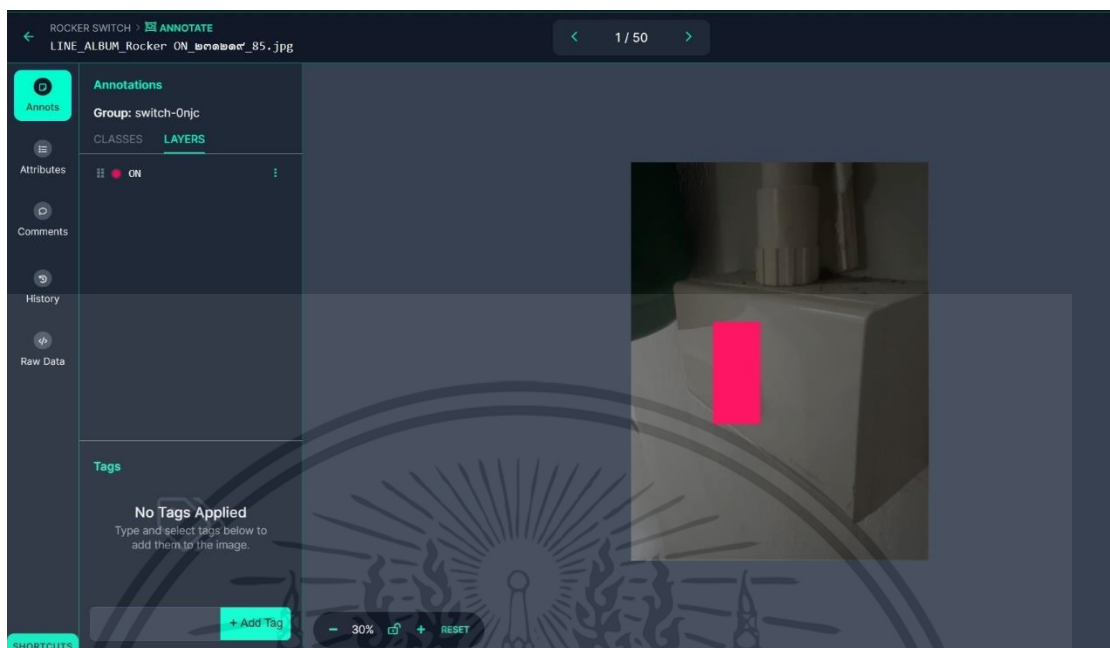
4.3 ทดสอบการให้อัลกอริทึมเรียนรู้ในการทำนายผลลัพธ์

ทำการทดลองทำนายผลลัพธ์โดยทำนายจากชุดข้อมูลของสวิตช์ในแต่ละชนิดและแต่ละสถานะออกตามชนิดของสวิตช์ที่จะมีค่าผลลัพธ์ของสถานะที่ออกมาในรูปแบบที่ต่างกัน

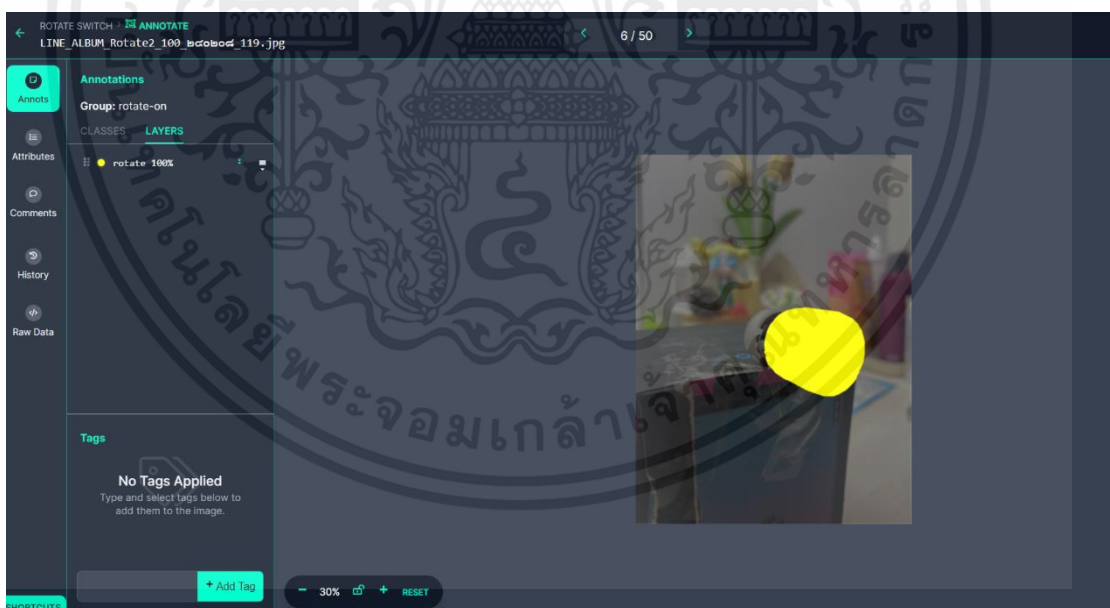


รูปที่ 4.13 การทำนายผลลัพธ์สำหรับสวิตช์แบบกระดกรูปแบบที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

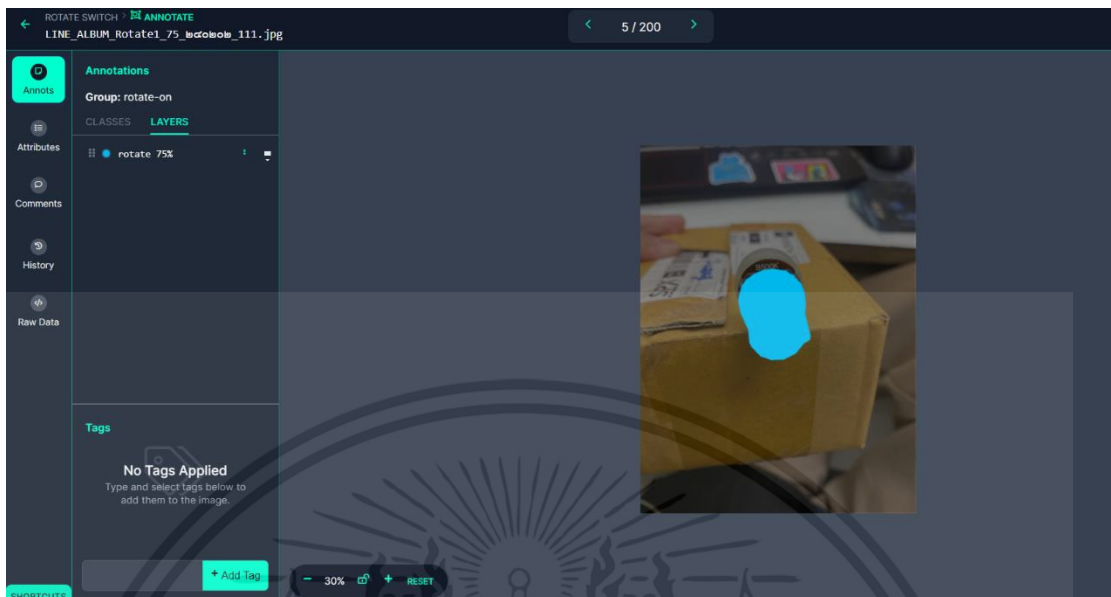


รูปที่ 4.14 การทำนายผลลัพธ์สำหรับสวิตช์แบบกระดกรูปแบบที่ 2

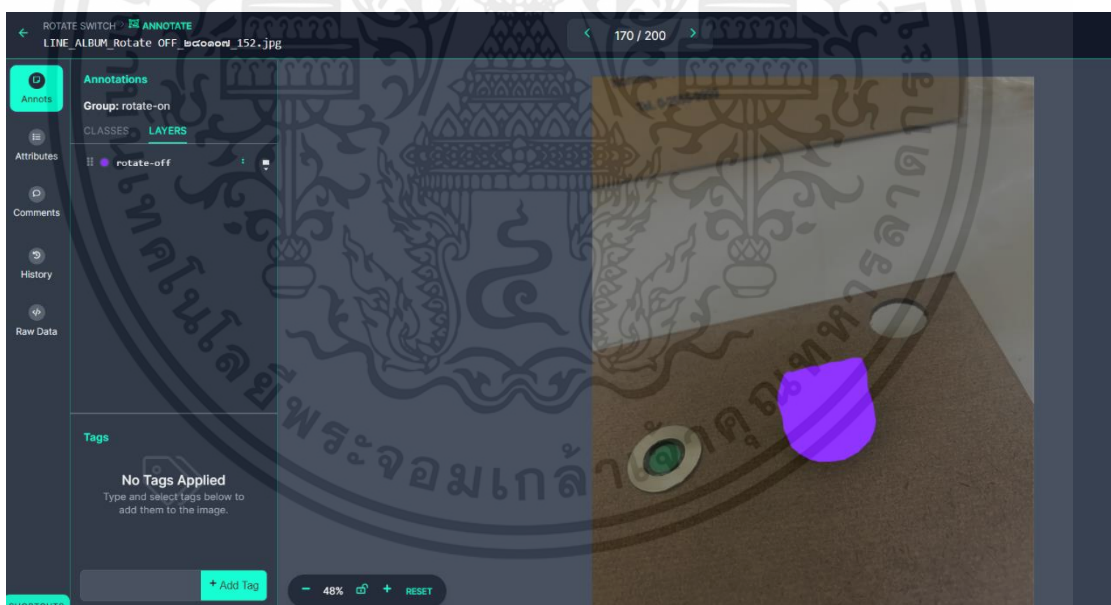


รูปที่ 4.15 การทำนายผลลัพธ์สำหรับสวิตช์แบบหมุนรูปแบบที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

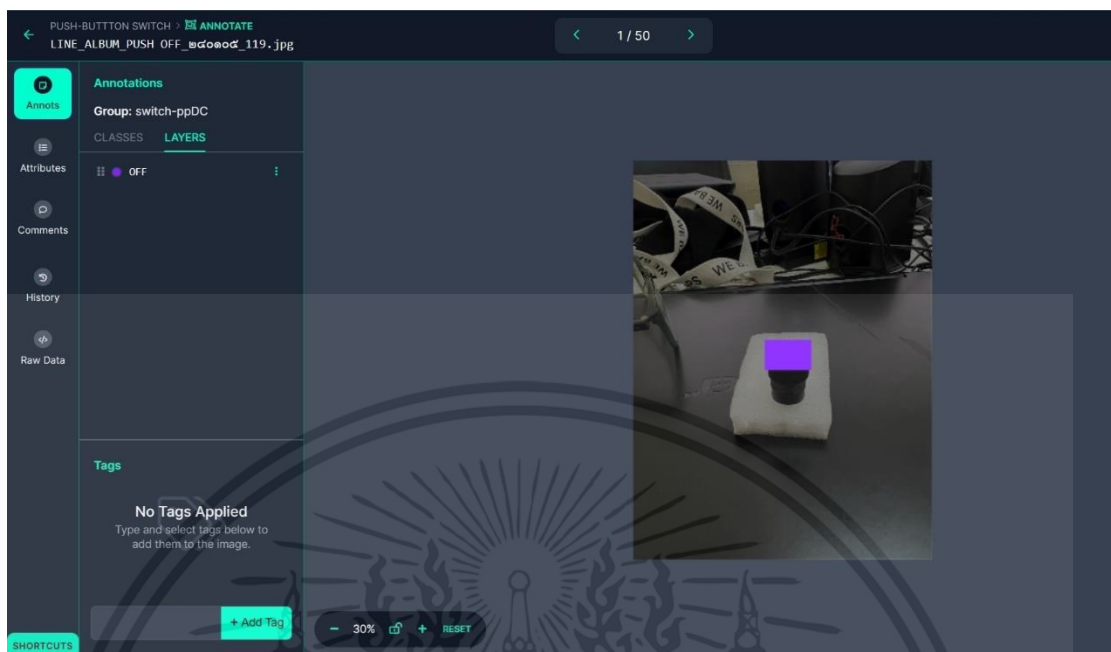


รูปที่ 4.16 การทำนายผลลัพธ์สำหรับสวิตช์แบบหมุนรูปแบบที่ 2

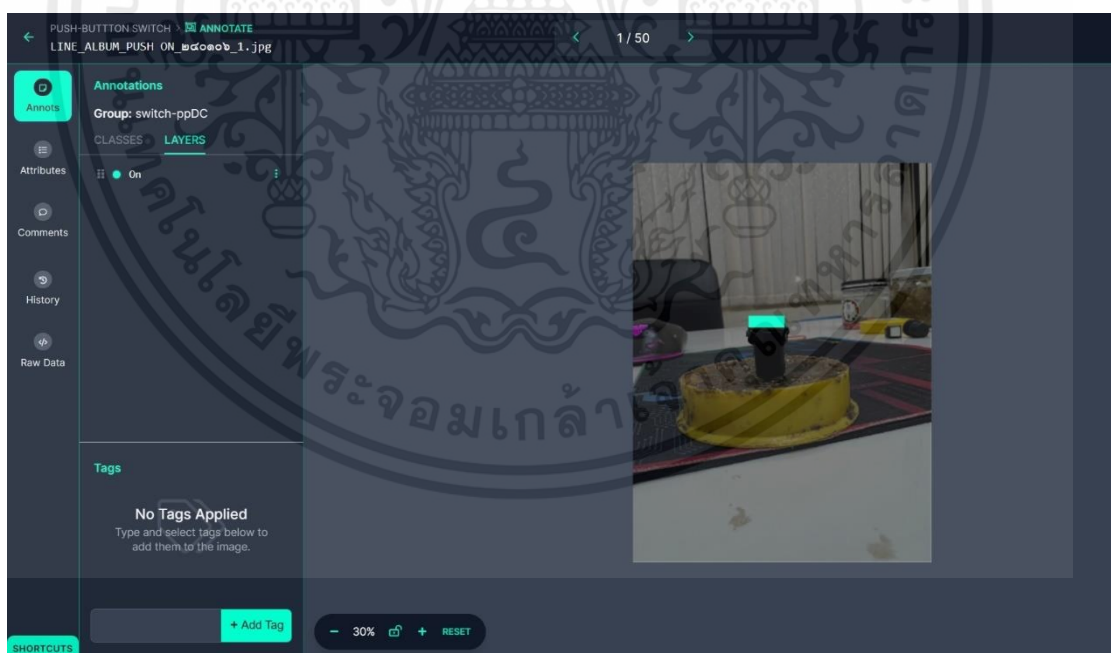


รูปที่ 4.17 การทำนายผลลัพธ์สำหรับสวิตช์แบบหมุนรูปแบบที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

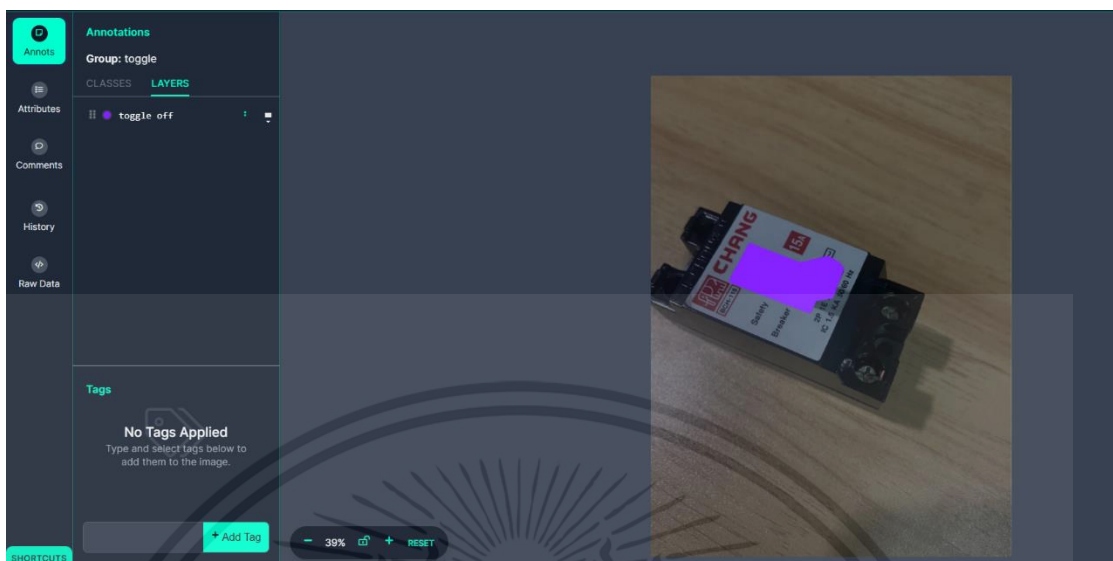


รูปที่ 4.18 การทำนายผลลัพธ์สำหรับสวิตช์แบบกดรูปแบบที่ 1

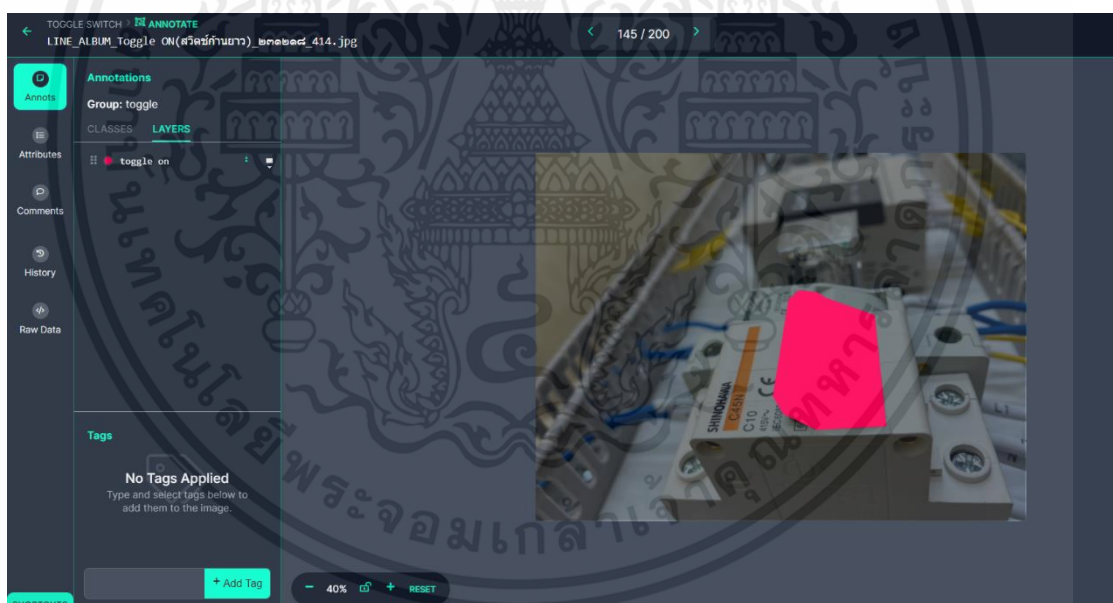


รูปที่ 4.19 การทำนายผลลัพธ์สำหรับสวิตช์แบบกดรูปแบบที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

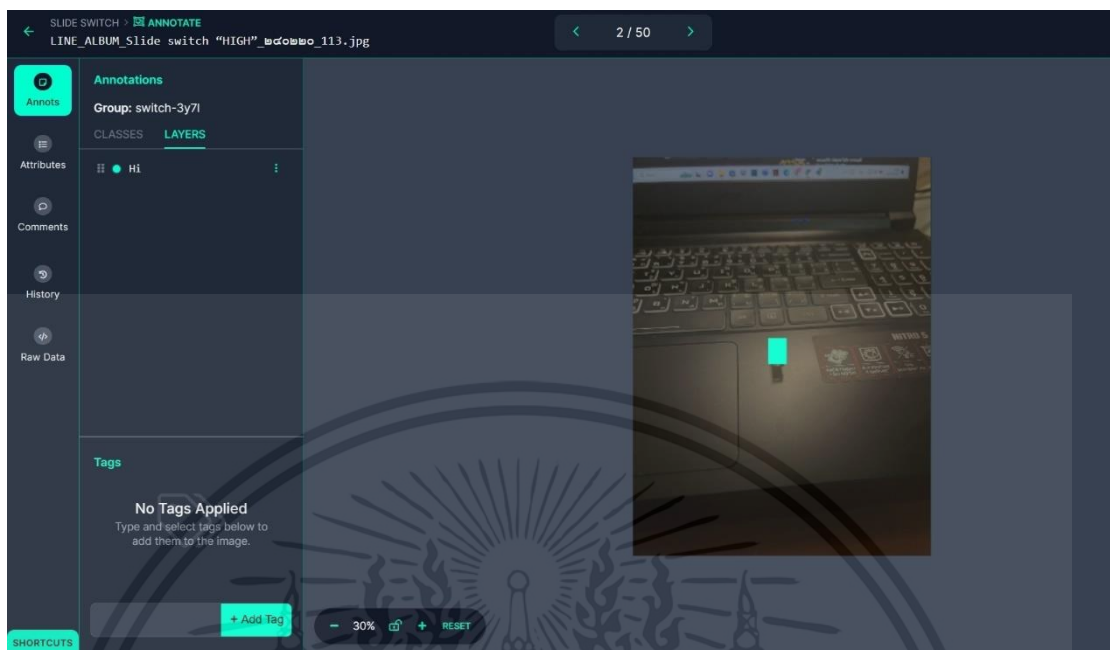


รูปที่ 4.20 การทำนายผลลัพธ์สำหรับสวิตช์แบบก้านยาวรูปแบบที่ 1

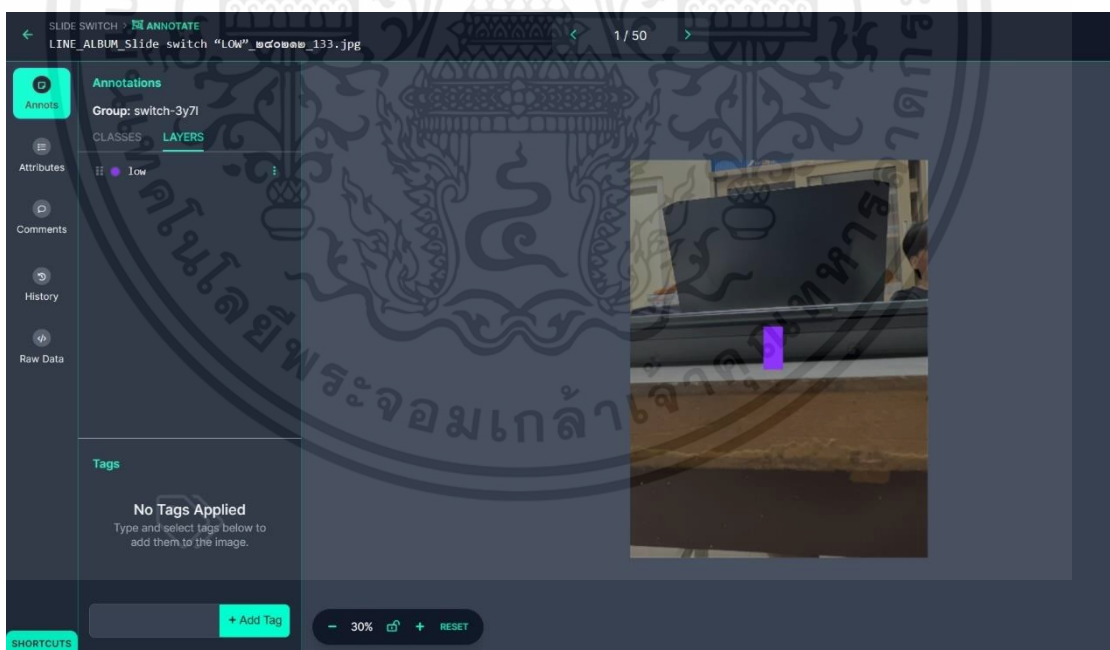


รูปที่ 4.21 การทำนายผลลัพธ์สำหรับสวิตช์แบบก้านยาวรูปแบบที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.22 การทำนายผลลัพธ์สำหรับสวิตช์แบบเลื่อนรูปแบบที่ 1

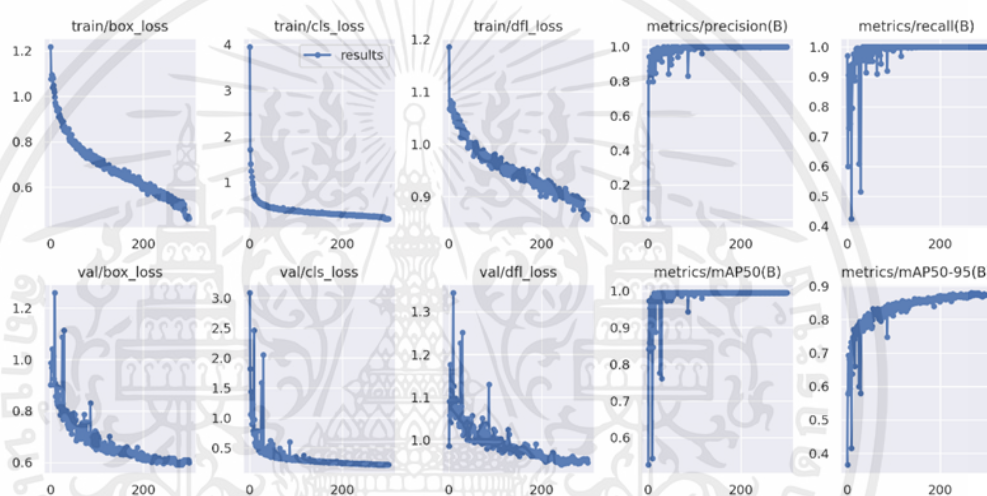


รูปที่ 4.23 การทำนายผลลัพธ์สำหรับสวิตช์แบบเลื่อนรูปแบบที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ทดสอบความแม่นยำของอัลกอริทึมของผลลัพธ์จากการทำนาย

ทดสอบความแม่นยำของผลลัพธ์ที่ออกมาของสวิตช์แต่ละชนิด เพื่อนำมาวิเคราะห์การทำงานของอัลกอริทึมว่าถ้าผลลัพธ์ออกมามีความคลาดเคลื่อนมาก จะสามารถแก้ปัญหาอย่างไรให้ผลลัพธ์ออกมามีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ซึ่งจะสามารถตรวจสอบได้จากกราฟ โดยค่า background คือค่าที่มีส่วนในการทำนายผลลัพธ์สถานะของสวิตช์ ซึ่งเป็นค่าที่บ่งบอกภาพพื้นหลังในขณะที่กำลังจับภาพอยู่ โดยหลังจากการฝึกฝนโมเดลตรวจจับสถานะของสวิตช์แต่ละชนิดจะได้แผนภาพที่แสดงความผิดและความแม่นยำของโมเดล 10 แผนภาพ ดังนี้



รูปที่ 4.24 ตัวอย่างแผนภาพแสดงความแม่นยำและความผิดพลาดของโมเดลตรวจจับสวิตช์

4.4.1 train/box_loss

กราฟนี้แสดงค่าของฟังก์ชันสูญเสียหรือค่าความผิดพลาด (loss) สำหรับตำแหน่งของกรอบวัตถุที่ต้องการตรวจจับ (bounding box) ในชุดข้อมูลการเทรน (training set) ตลอดระยะเวลาของการเทรน โดยแกน x จะแสดงจำนวนขั้นตอนการเทรน (epochs) และแกน y จะแสดงค่าของความสูญเสีย (loss) ที่เกิดขึ้นในแต่ละ epoch โดย Loss ที่เกิดจากการทำนายตำแหน่งของ bounding box (x, y, width, height) ของ object ในภาพ เมื่อเทียบกับตำแหน่งจริงของ bounding box และความแตกต่างนี้จะถูกคำนวณโดยใช้ฟังก์ชันสูญเสีย เช่น Smooth L1 Loss ดังสมการที่ 4.1 โดยที่ x (หรืออาจเป็นตัวแปรอื่น) คือความแตกต่างระหว่างค่าทำนายและค่าจริง ในกรณีที่ $|x|$ น้อยกว่า 1 จะใช้สมการ $0.5x^2$ เพื่อลดผลกระทบจาก outliers และในกรณีที่ $|x|$ มากกว่าหรือเท่ากับ 1 จะใช้สมการ $|x|-0.5$ เพื่อให้ loss มีค่าเป็นไปในแบบ linear ในช่วงนั้น ซึ่ง Smooth L1 Loss จึงเป็นฟังก์ชันที่สามารถลดผลกระทบจากค่าผิดปกติได้อย่างมีประสิทธิภาพในการเทรนโมเดล Object Detection

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\text{smooth}_{L_1}(x) = \begin{cases} 0.5x^2 & \text{if } |x| < 1 \\ |x| - 0.5 & \text{otherwise,} \end{cases} \quad (4.1)$$

$$L_{\text{loc}}(t^u, v) = \sum_{i \in \{x, y, w, h\}} \text{smooth}_{L_1}(t_i^u - v_i), \quad (4.2)$$

หลังจากการคำนวณ loss ของการทำนายตำแหน่งแต่ละตำแหน่งของ bounding box (x, y, width, height) ของ object ในภาพก็จะทำการนำ loss ทั้งหมดมาทำ summation ดังสมการที่ 4.2 จากนั้นนำค่าที่ได้ไปพล็อตกราฟ ทำแบบนี้ทุกครั้งของการฝึกฝนโมเดล (epoch) ผลลัพธ์ที่ได้จะออกมาเป็นกราฟ train/box_loss ดังรูปที่ 4.24 จะเห็นได้ว่าการฝึกฝนโมเดลแต่ละครั้งค่า loss จะลดลงเรื่อยๆ

4.4.2 train/cls_loss

กราฟนี้แสดงค่าของความสูญเสียหรือค่าความผิดพลาดจากการจำแนกหมวดหมู่ (classification loss) ในขั้นตอนการเทรน โดยแกน x แสดงจำนวนขั้นตอนการเทรน (epochs) และแกน y แสดงค่าของความสูญเสียหรือค่าความผิดพลาดจากการจำแนกหมวดหมู่ที่เกิดขึ้นในแต่ละ epoch สามารถคำนวณได้โดยใช้ Cross-Entropy Loss ซึ่งเป็นฟังก์ชันสูญเสียที่ใช้ในการคำนวณความแตกต่างระหว่างค่าทำนายและค่าจริงของประเภทของวัตถุในงานการจำแนกประเภท (classification) ดังสมการที่ 4.4 และ 4.5 โดยปกติแล้วจะถูกใช้ร่วมกับฟังก์ชัน Softmax Activation Function เป็นฟังก์ชันที่ใช้ในการแปลงค่าใดๆเป็นค่าความน่าจะเป็น (probability distribution) ดังสมการที่ 4.3 การคำนวณ Cross-Entropy Loss ในแต่ละ epoch จะประมวลผลผลลัพธ์ที่ได้จากโมเดลที่ถูกเทรนด้วยข้อมูลการเรียนรู้ โดยที่ผลลัพธ์นั้นเป็นค่าความน่าจะเป็นที่ทำนายโดยโมเดลสำหรับแต่ละหมวดหมู่ของวัตถุในชุดข้อมูลทดสอบ และเปรียบเทียบกับค่าจริงของหมวดหมู่ที่ให้ไว้ในชุดข้อมูล

$$\text{softmax}(z_j) = \frac{e^{z_j}}{\sum_{k=1}^K e^{z_k}} \text{ for } j = 1, \dots, K \quad (4.3)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- $\text{Softmax}(z_j)$ คือค่าของ Softmax สำหรับองค์ประกอบที่ j ของเวกเตอร์ output
- e คือค่าคงที่เออร์เลอร์ (Euler's number) ซึ่งมีค่าประมาณเท่ากับ 2.71828
- z_j คือค่าขององค์ประกอบที่ j ในเวกเตอร์ input
- $\sum_{k=1}^K e^{z_k}$ คือผลรวมของ exponential ของทุก ๆ องค์ประกอบในเวกเตอร์ input Z

สมการของ Cross-Entropy Loss สำหรับกรณีที่มี 2 ประเภทของวัตถุ (binary classification) แสดงได้ดังนี้ :

$$\text{Cross-Entropy Loss} = -(y \log(p) + (1 - y) \log(1 - p)) \quad (4.4)$$

- y คือค่าจริงของประเภทของวัตถุ (0 หรือ 1)
- p คือความน่าจะเป็นที่คำนวณจากการใช้ Softmax Activation Function สำหรับกรณีที่มีมากกว่า 2 ประเภทของวัตถุ (multiclass classification) สมการของ Cross-Entropy Loss จะมีการปรับเปลี่ยนเล็กน้อย โดยใช้เป็นการรวมค่าสูญเสียของทุก ๆ ประเภทด้วยความน่าจะเป็นของแต่ละประเภท ดังนี้ :

$$\text{Cross-Entropy Loss} = - \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^C y_{ij} \log(p_{ij}) \quad (4.5)$$

- N คือจำนวนข้อมูลในชุดข้อมูล
- C คือจำนวนของประเภท
- y_{ij} คือค่าจริงของประเภทของวัตถุที่ i ในชุดข้อมูลและประเภทที่ j
- p_{ij} คือความน่าจะเป็นที่คำนวณจากการใช้ Softmax Activation Function สำหรับประเภทที่ j ของวัตถุที่ i

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.3 train/dfl_loss

กราฟนี้แสดงค่าของฟังก์ชันสูญเสียหรือค่าความผิดพลาด (loss) สำหรับการปรับปรุงขนาดและองค์ประกอบของกรอบรอบวัตถุที่ต้องการตรวจจับ (box regression) ในชุดข้อมูลการเทรนตลอดระยะเวลาของการเทรนในกระบวนการ box regression นั้น โมเดลจะพยายามปรับปรุงตำแหน่งและขนาดของ bounding boxes เพื่อให้คำนวณหาตำแหน่งและขนาดของวัตถุในภาพที่แม่นยำที่สุด โดยแกน x แสดงจำนวนขั้นตอนการเทรน (epochs) และแกน y แสดงค่าของความสูญเสียจากการปรับพิกเซลในกล่องขอบที่เกิดขึ้นในแต่ละ epoch วิธีการปรับพิกเซลในกล่องขอบ (bounding box) มักจะใช้ Gradient Descent หรือวิธีการปรับพิกเซลอื่น ๆ ที่ใช้โครงข่ายประสาทเทียม (neural network) เพื่อปรับค่าพิกเซลใน bounding box ให้มีความเป็นไปได้สูงสุดในการตรวจจับวัตถุ เช่นใน YOLO การปรับพิกเซลใน bounding box สามารถทำได้โดยการคำนวณ Gradient ของค่าสูญเสียที่เกิดขึ้นในการตรวจจับวัตถุ และใช้ Gradient Descent ในการปรับพิกเซลเพื่อลดค่าสูญเสียนั้นลงในแต่ละรอบการเทรน (epoch)

4.4.4 val/box_loss

กราฟนี้แสดงค่าของฟังก์ชันสูญเสียหรือค่าความผิดพลาด (loss) สำหรับการตำแหน่งของกล่อง (bounding box) ในชุดข้อมูลตรวจสอบ (validation set) ตลอดระยะเวลาของการเทรน เพื่อวัดประสิทธิภาพของโมเดลในการตรวจจับวัตถุ จึงถูกใช้ในขั้นตอนการทดสอบโมเดลหลังจากการเทรนเสร็จสิ้น แตกต่างจาก train/box_loss ที่เป็นค่าของฟังก์ชันสูญเสียที่คำนวณจากชุดข้อมูลการเทรน (training dataset) เพื่อใช้ในการปรับปรุงโมเดลในแต่ละรอบการเทรน แต่มีวิธีการคำนวณ loss ที่เหมือนกัน โดยแกน x แสดงจำนวนขั้นตอนการเทรน (epochs) และแกน y แสดงค่าของความสูญเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละ epoch ในขั้นตอนการตรวจสอบ

4.4.5 val/cls_loss

กราฟนี้แสดงค่าของความสูญเสียจากการจำแนกหมวดหมู่ (classification loss) ในชุดข้อมูลตรวจสอบ (validation set) ตลอดระยะเวลาของการเทรน เพื่อวัดประสิทธิภาพของโมเดลในการตรวจจับวัตถุ จึงถูกใช้ในขั้นตอนการทดสอบโมเดลหลังจากการเทรนเสร็จสิ้น แตกต่างจาก train/cls_loss ที่เป็นค่าของฟังก์ชันสูญเสียที่คำนวณจากชุดข้อมูลการเทรน (training dataset) เพื่อใช้ในการปรับปรุงโมเดลในแต่ละรอบการเทรน แต่มีวิธีการคำนวณ loss ที่เหมือนกัน โดยแกน x แสดงจำนวนขั้นตอนการเทรน (epochs) และแกน y แสดงค่าของความสูญเสียจากการจำแนกหมวดหมู่ที่เกิดขึ้นในแต่ละ epoch ในขั้นตอนการตรวจสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.6 val/df_l_loss

กราฟนี้แสดงค่าของฟังก์ชันสูญเสียสำหรับการปรับปรุงขนาดและองค์ประกอบของกล่อง (box regression) ในชุดข้อมูลตรวจสอบ (validation set) ตลอดระยะเวลาของการเทรน เพื่อวัดประสิทธิภาพของโมเดลในการตรวจจับวัตถุ จึงถูกใช้ในขั้นตอนการทดสอบโมเดลหลังจากการเทรนเสร็จสิ้น แตกต่างจาก train/df_l_loss ที่เป็นค่าของฟังก์ชันสูญเสียที่คำนวณจากชุดข้อมูลการเทรน (training dataset) เพื่อใช้ในการปรับปรุงโมเดลในแต่ละรอบการเทรน แต่มีวิธีการคำนวณ loss ที่เหมือนกัน โดยแกน x แสดงจำนวนขั้นตอนการเทรน (epochs) และแกน y แสดงค่าของความสูญเสียจากการปรับพิกเซลในกล่องขอบที่เกิดขึ้นในแต่ละ epoch ในขั้นตอนการตรวจสอบ

4.4.7 metrics/recall(B)

กราฟนี้แสดงค่าของการเรียกคืน (recall) หรือก็คือ sensitivity และ B ย่อมาจาก Bounding boxes เป็นค่าที่บอกความแม่นยำของโมเดลที่สามารถตรวจจับ class สนใจได้อัตราส่วนเจอใดสำหรับวัตถุที่ตรวจจับขึ้นในขั้นตอนการตรวจสอบ โดยแกน x แสดงจำนวนขั้นตอนการเทรน (epochs) และแกน y แสดงค่าการเรียกคืนสำหรับวัตถุที่ตรวจจับขึ้นในแต่ละ epoch ในขั้นตอนการตรวจสอบ

4.4.8 metrics/precision(B)

กราฟนี้แสดงค่าของความแม่นยำ (precision) และ B ย่อมาจาก Bounding boxes สำหรับวัตถุที่ตรวจจับขึ้นในขั้นตอนการตรวจสอบ โดยแกน x แสดงจำนวนขั้นตอนการเทรน (epochs) และแกน y แสดงค่าความแม่นยำสำหรับวัตถุที่ตรวจจับขึ้นในแต่ละ epoch ในขั้นตอนการตรวจสอบ

4.4.9 metrics/mAP50(B)

กราฟนี้แสดงค่าความแม่นยำเฉลี่ย (mAP) สำหรับวัตถุที่ตรวจจับได้ในชุดข้อมูลการตรวจจับที่มี threshold การตรวจจับอยู่ที่ 50%

แกน x แสดงค่า Threshold หมายถึงค่าที่ใช้ในการตัดสินใจว่าการตรวจจับของระบบจะถือว่าเป็นวัตถุหรือไม่ เมื่อค่าความคงเหลือของคะแนนความเชื่อมั่น (confidence score) ของวัตถุที่ตรวจจับมากกว่าหรือเท่ากับ Threshold นี้ โมเดลจะตัดสินใจว่าวัตถุนั้นๆ เป็นวัตถุและทำการตรวจจับ

แกน y แสดงค่า mAP50(B) หมายถึง mean Average Precision ระหว่าง 50% intersection over union (IoU) และ B ย่อมาจาก Bounding boxes ซึ่งเป็นวิธีการวัดประสิทธิภาพของการตรวจจับวัตถุโดยวัดความเชื่อมั่นในการตรวจจับของโมเดล โดยอ้างอิงจาก IoU ระหว่าง 50%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของ bounding box ที่เป็น ground truth ที่ถูกติดตั้งไว้ เมื่อค่า mAP50(B) สูงขึ้นแสดงว่าโมเดลมีประสิทธิภาพในการตรวจจับและคาดการณ์วัตถุในภาพในระดับต่างๆ ที่มีความคงเหลือของคะแนนความเชื่อมั่นเท่ากับ 50% IoU ที่สูงมากขึ้น

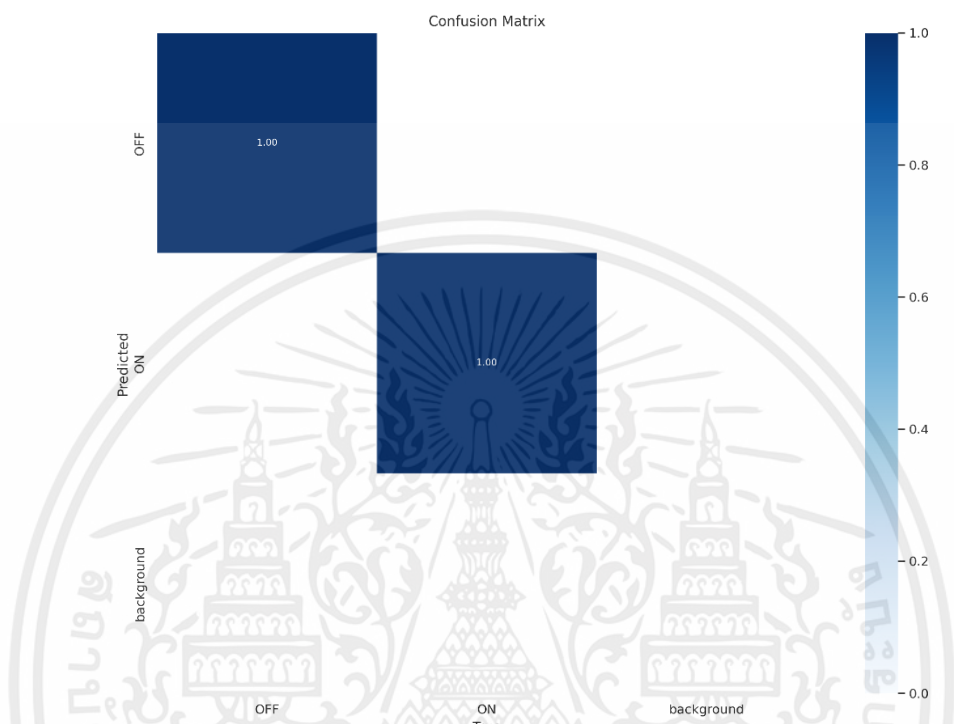
4.4.10 metrics/mAP50-95(B)

กราฟ metrics/mAP50-95(B) เป็นกราฟที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของโมเดลที่ถูกรับรองด้วยการตรวจจับวัตถุ โดยธรรมชาติของ YOLO คือการทำการตรวจจับวัตถุและการคาดการณ์คลาสของวัตถุพร้อมกันในขั้นตอนเดียว ดังนั้น metrics/mAP50-95(B) เป็นหนึ่งในวิธีการประเมินความแม่นยำของโมเดลในการตรวจจับวัตถุที่สำคัญที่มีความสำคัญในการวัดประสิทธิภาพของโมเดล

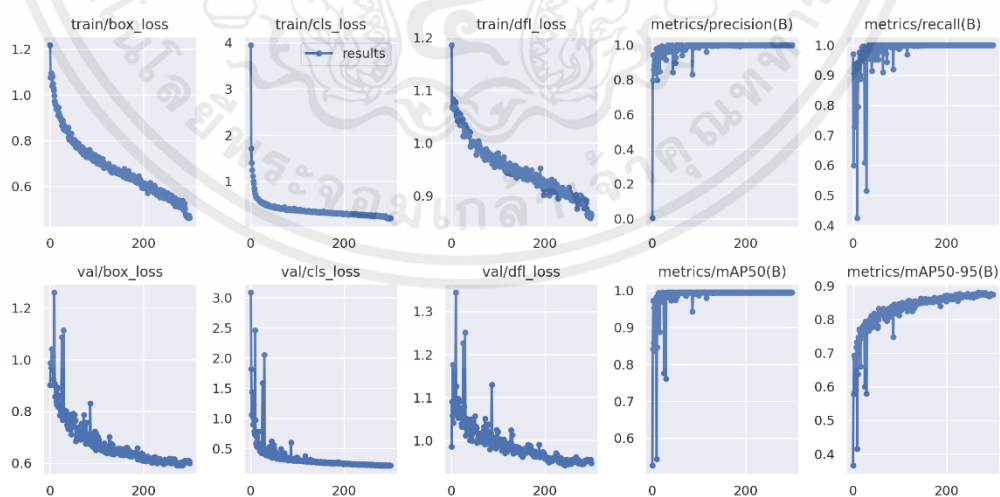
แกน x แสดงค่า Threshold ในการตรวจจับวัตถุด้วย YOLO, Threshold หมายถึงค่าที่ใช้ในการตัดสินใจว่าการตรวจจับของระบบจะถือว่าเป็นวัตถุหรือไม่ เมื่อค่าความคงเหลือของคะแนนความเชื่อมั่น (confidence score) ของวัตถุที่ตรวจจับมากกว่าหรือเท่ากับ Threshold นี้ โมเดลจะตัดสินใจว่าวัตถุนั้นๆ เป็นวัตถุและทำการตรวจจับ

แกน y แสดงค่า mAP50-95(B) หมายถึง mean Average Precision ระหว่าง 50% ถึง 95% intersection over union (IoU) และ B ย่อมาจาก Bounding boxes ซึ่งเป็นวิธีการวัดประสิทธิภาพของการตรวจจับวัตถุโดยวัดความเชื่อมั่นในการตรวจจับของโมเดล โดยอ้างอิงจาก IoU ระหว่าง 50% ถึง 95% ของ bounding box ที่เป็น ground truth ที่ถูกติดตั้งไว้ เมื่อค่า mAP50-95(B) สูงขึ้นแสดงว่าโมเดลมีประสิทธิภาพในการตรวจจับและคาดการณ์วัตถุในภาพในระดับต่างๆ ของความคงเหลือของคะแนนความเชื่อมั่น

4.4.11. ค่าความแม่นยำและค่าความผิดพลาดในการตรวจจับสวิตช์แบบกระดก (Rocker)



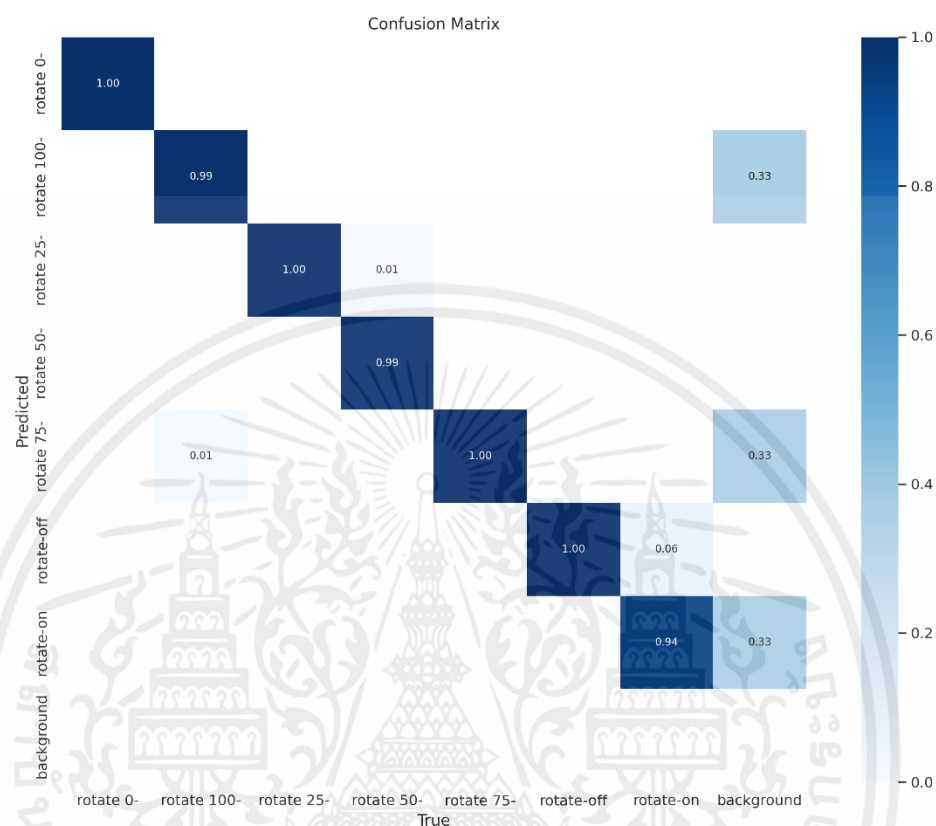
รูปที่ 4.25 Confusion Matrix ของสวิตช์แบบกระดก (Rocker)



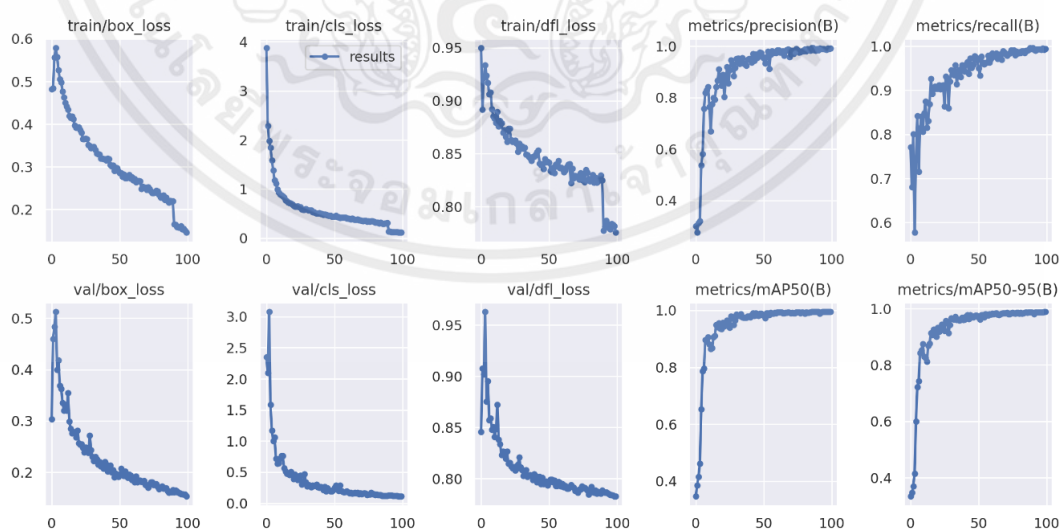
รูปที่ 4.26 แผนภาพแสดงความแม่นยำและความผิดพลาดของโมเดลตรวจจับสวิตช์แบบกระดก (Rocker)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.12. ค่าความแม่นยำและค่าความผิดพลาดในการตรวจจับสวิตช์แบบหมุน (Rotate)



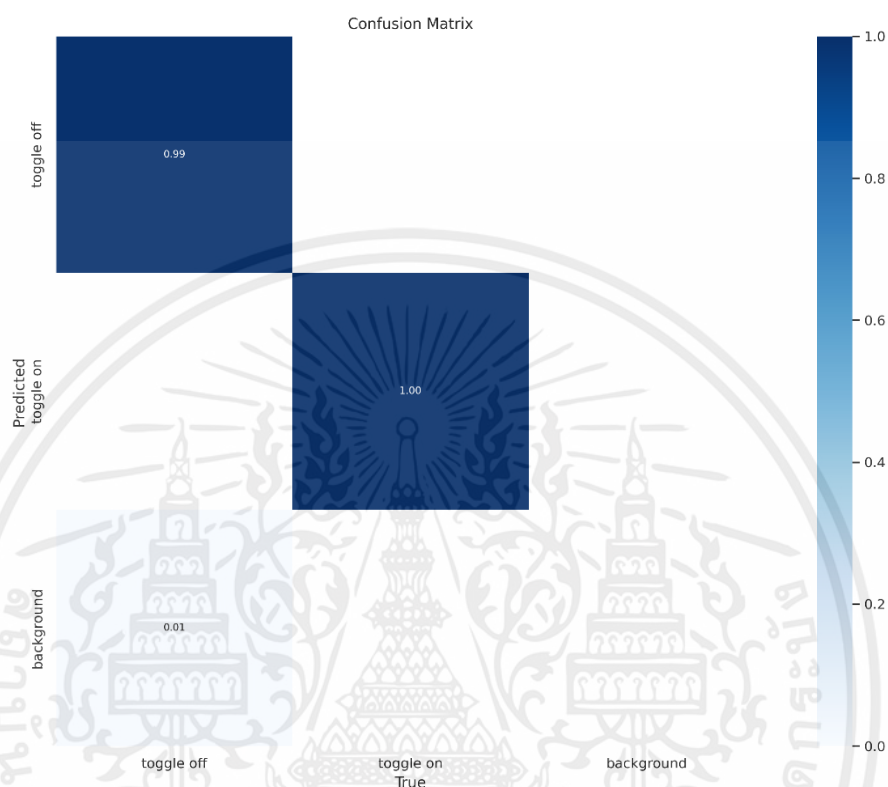
รูปที่ 4.27 Confusion Matrix ของโมเดลตรวจจับสวิตช์แบบหมุน (Rotate)



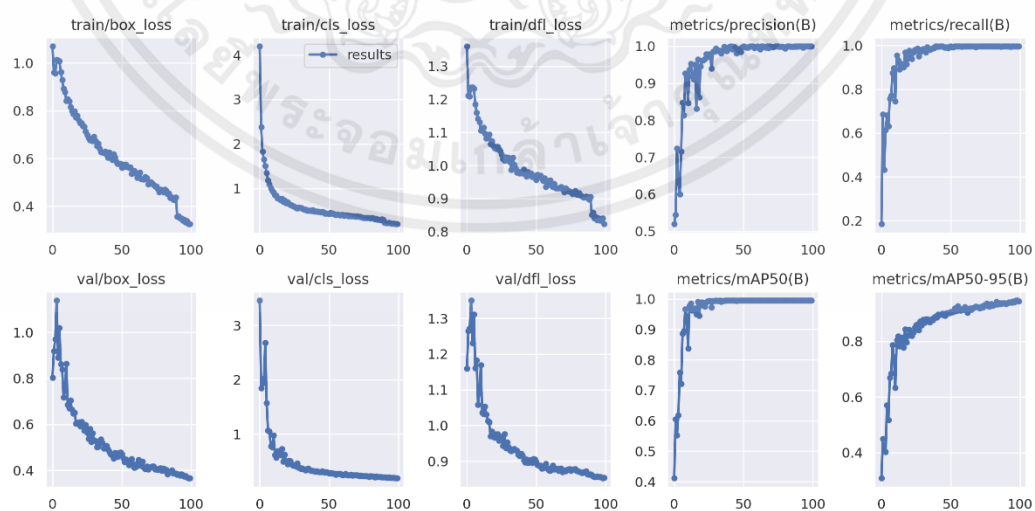
รูปที่ 4.28 แผนภาพแสดงความแม่นยำและความผิดพลาดของโมเดลตรวจจับสวิตช์แบบหมุน (Rotate)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.13. ค่าความแม่นยำและค่าความผิดพลาดในการตรวจจับสวิตช์แบบก้านยาว (Toggle)



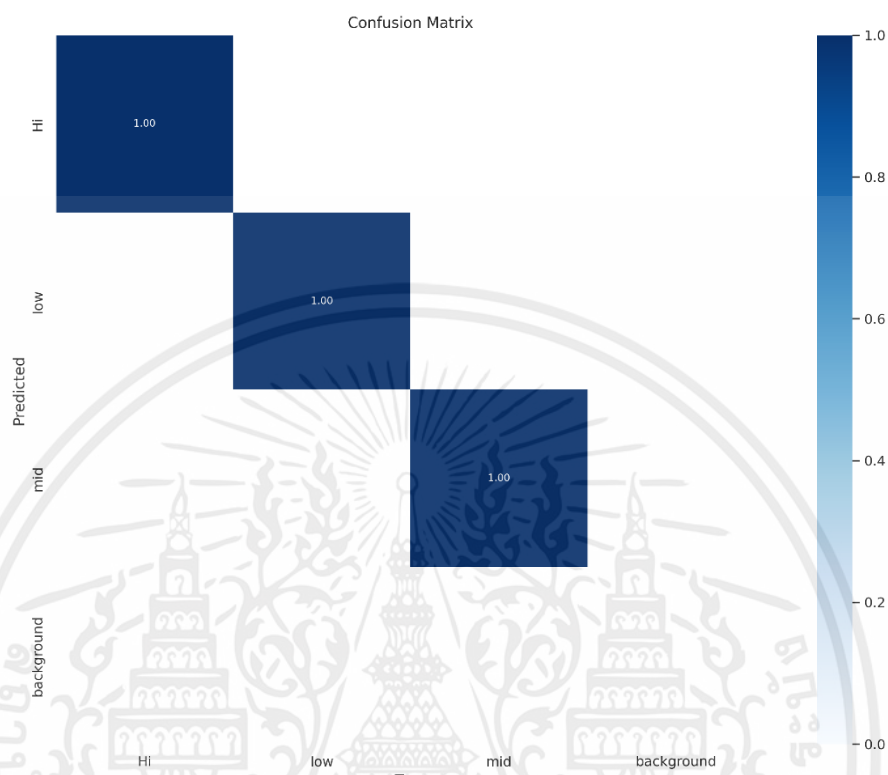
รูปที่ 4.29 Confusion Matrix ของโมเดลตรวจจับสวิตช์แบบก้านยาว (Toggle)



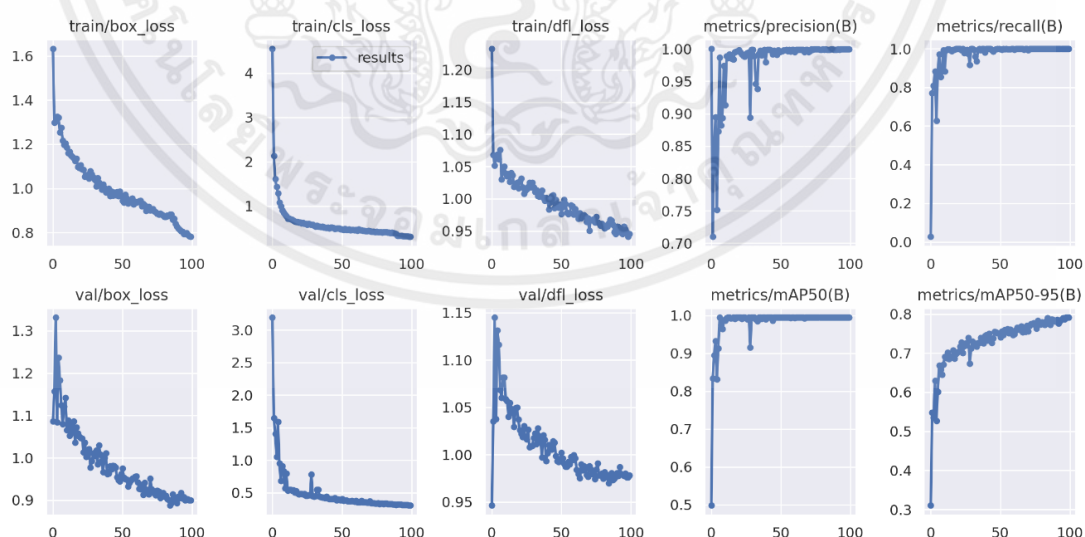
รูปที่ 4.30 แผนภาพแสดงความแม่นยำและความผิดพลาดของโมเดลตรวจจับสวิตช์แบบก้านยาว (Toggle)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.14. ค่าความแม่นยำและค่าความผิดพลาดในการตรวจจับสวิตช์แบบเลื่อน (Slide)



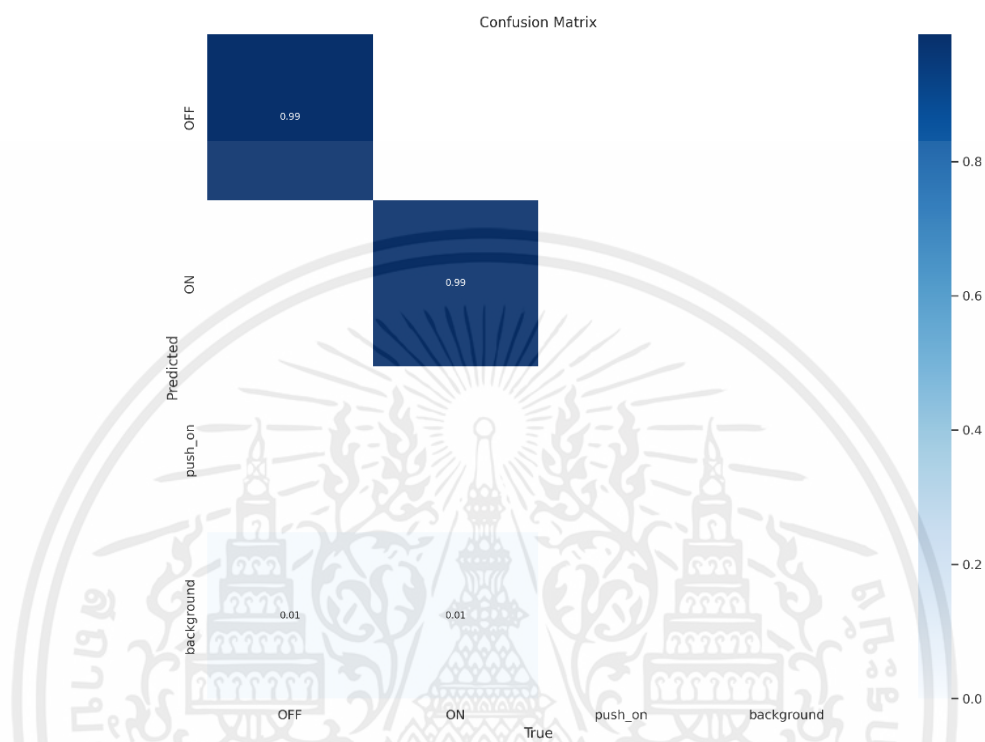
รูปที่ 4.31 Confusion Matrix ของโมเดลตรวจจับสวิตช์แบบเลื่อน (Slide)



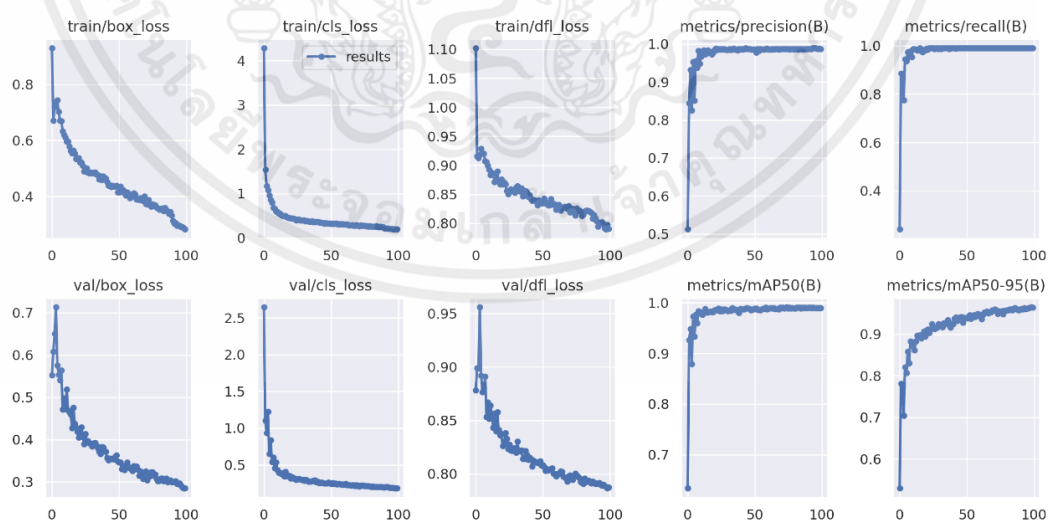
รูปที่ 4.32 แผนภาพแสดงความแม่นยำและค่าความผิดพลาดของโมเดลตรวจจับสวิตช์แบบเลื่อน (Slide)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.14. ค่าความแม่นยำและค่าความผิดพลาดในการตรวจจับสวิตช์แบบปุ่มกด (Push button)



รูปที่ 4.33 Confusion Matrix ของโมเดลตรวจจับสวิตช์แบบปุ่มกด (Push button)

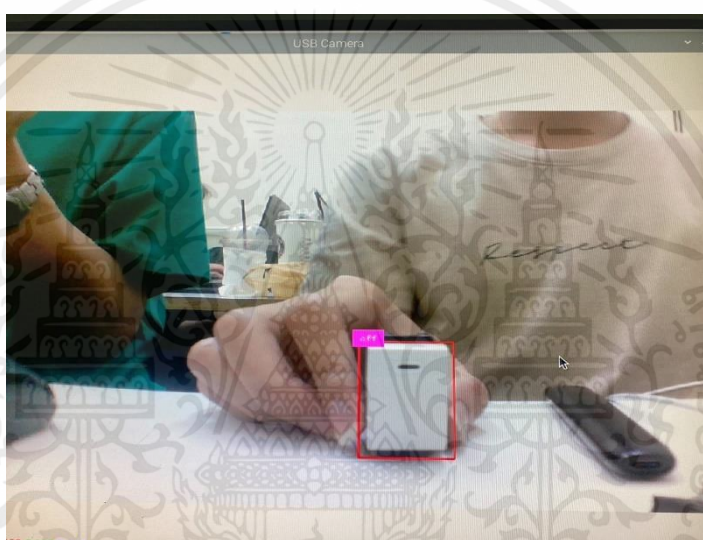


รูปที่ 4.34 แผนภาพแสดงความแม่นยำและความผิดพลาดของโมเดลตรวจจับสวิตช์แบบปุ่มกด (Push button)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

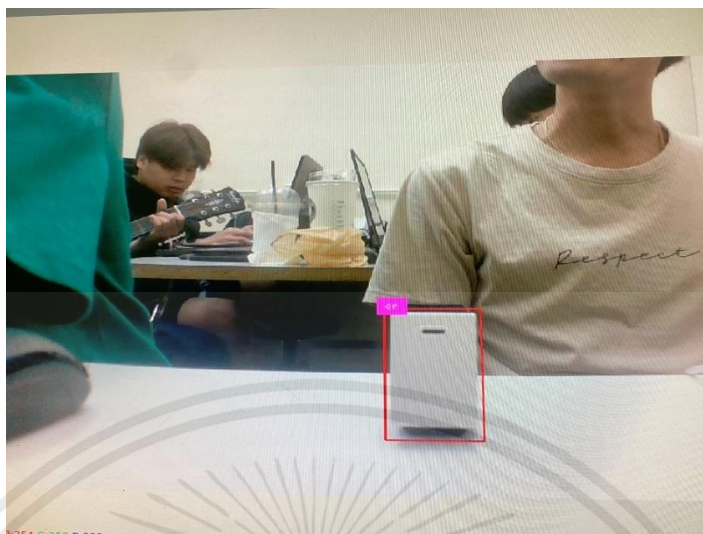
4.5 ทดสอบการตรวจจับสถานะของสวิตช์แบบกระดก (Rocker Switch) จำนวน 1 ตัว

ทดสอบความแม่นยำผลลัพธ์ของสวิตช์ชนิดกระดกเพียงแบบเดียว เพื่อตรวจสอบผลลัพธ์ของสวิตช์ชนิดนี้ และตรวจสอบดูว่าผลลัพธ์สถานะของสวิตช์ที่ออกมา มีผลลัพธ์สถานะของสวิตช์ที่ออกมา มีความตรงกับภาพที่กล้องจับภาพได้หรือไม่ โดยมีสถานะทั้งหมด 2 สถานะ ได้แก่ สถานะเปิดและสถานะปิด



รูปที่ 4.35 การตรวจจับสถานะปิดของสวิตช์แบบกระดกจำนวน 1 ตัว

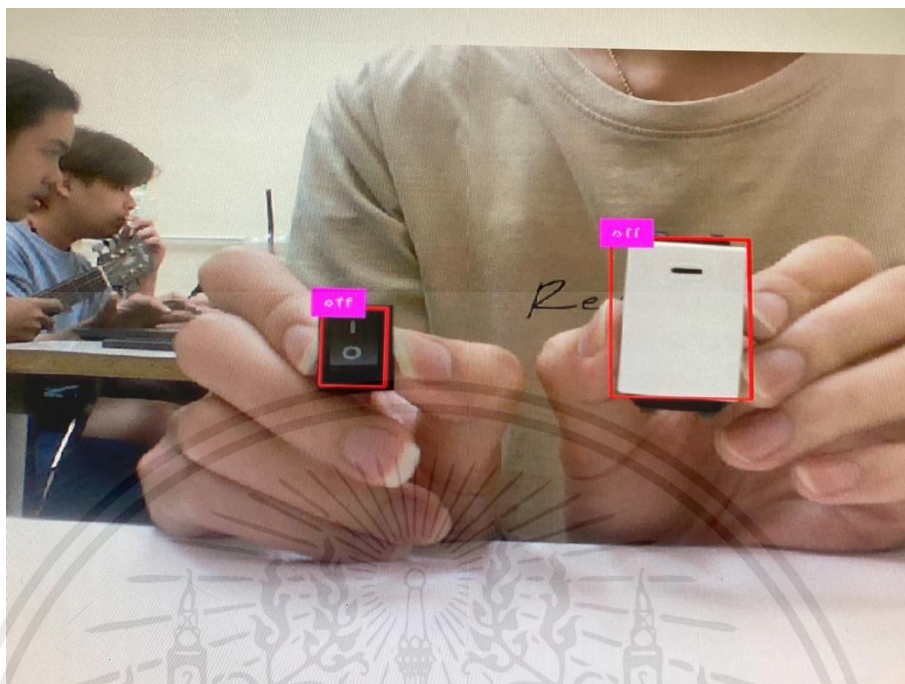
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



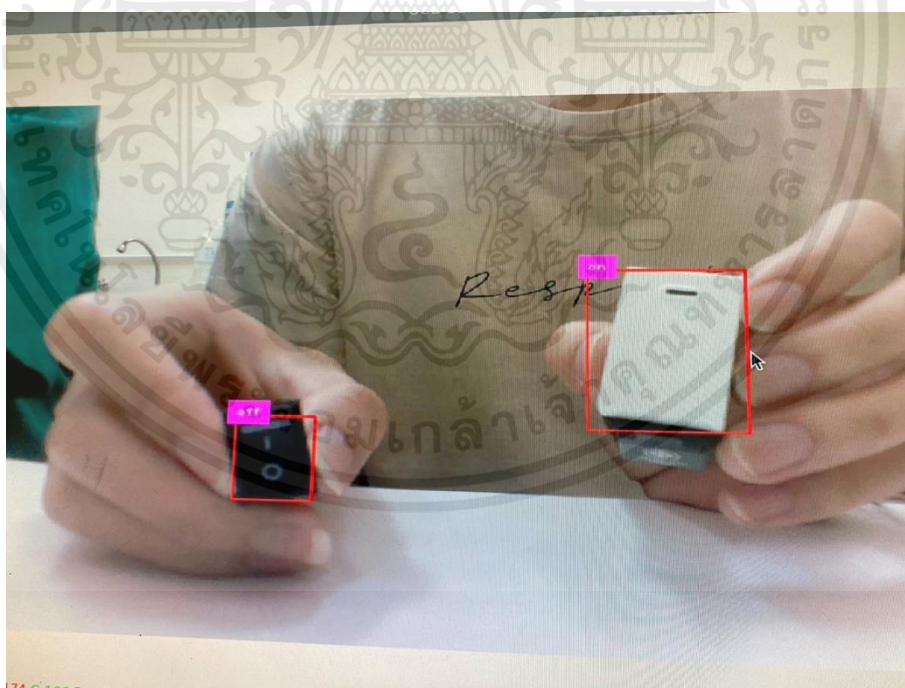
รูปที่ 4.36 การตรวจจับสถานะเปิดของสวิตช์แบบกระดกจำนวน 1 ตัว

4.6 ทดสอบการตรวจจับสถานะของสวิตช์ชนิดแบบกระดก (Rocker Switch) จำนวน 2 ตัว

ทดสอบความแม่นยำผลลัพธ์ของสวิตช์ชนิดกระดกเพียงแบบเดียวจำนวน 2 ตัว เพื่อตรวจสอบผลลัพธ์ของสวิตช์ชนิดนี้ และตรวจสอบดูว่าผลลัพธ์สถานะของสวิตช์ที่ออกมา มีผลลัพธ์สถานะของสวิตช์ที่ออกมามีความตรงกับภาพที่กล้องจับภาพได้หรือไม่ โดยมีสถานะทั้งหมด 2 สถานะ ได้แก่ สถานะเปิดและสถานะปิด



รูปที่ 4.37 สถานะปิดของสวิตช์แบบกระดกจำนวน 2 ตัว

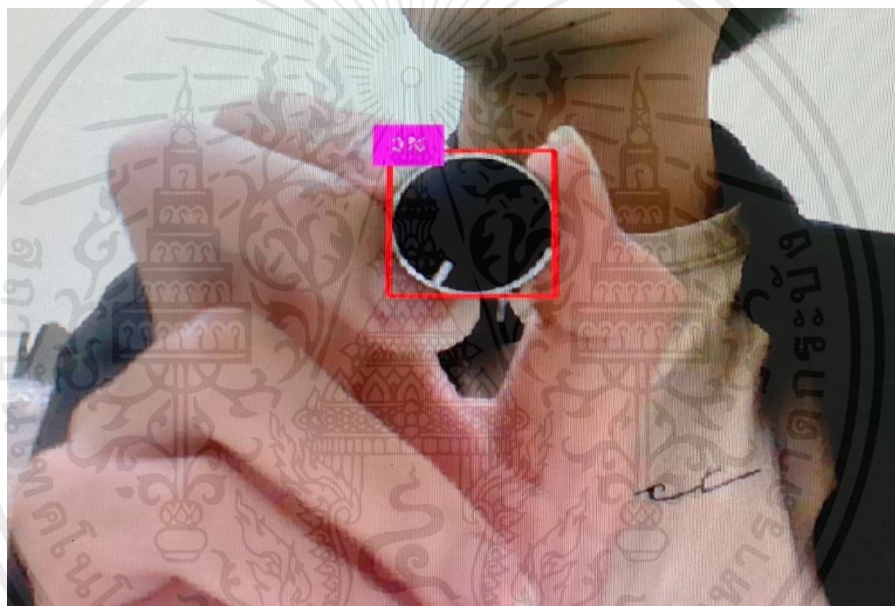


รูปที่ 4.38 สถานะปิดและเปิดของสวิตช์แบบกระดกจำนวน 2 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

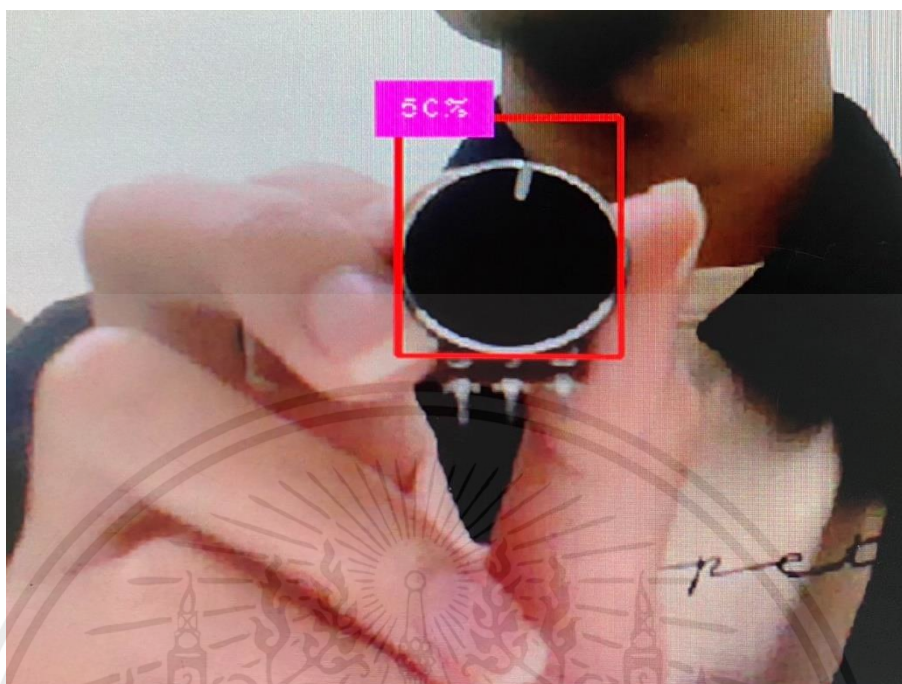
4.7 ทดสอบการตรวจจับสถานะของสวิตช์ชนิดแบบหมุน (Rotate Switch) จำนวน 1 ตัว

ทดสอบความแม่นยำของผลลัพธ์เมื่อเปลี่ยนชนิดของสวิตช์เป็นชนิดแบบหมุนจำนวน 1 ตัว เพื่อตรวจสอบความสามารถในการทำนายผลลัพธ์ และตรวจสอบความถูกต้องและความคลาดเคลื่อนของผลลัพธ์ โดยทำการทดสอบการตรวจจับทั้งหมด 2 สถานะ ได้แก่ สถานะ 0% และ สถานะ 50%



รูปที่ 4.39 สถานะ 0% ของสวิตช์แบบหมุนจำนวน 1 ตัว

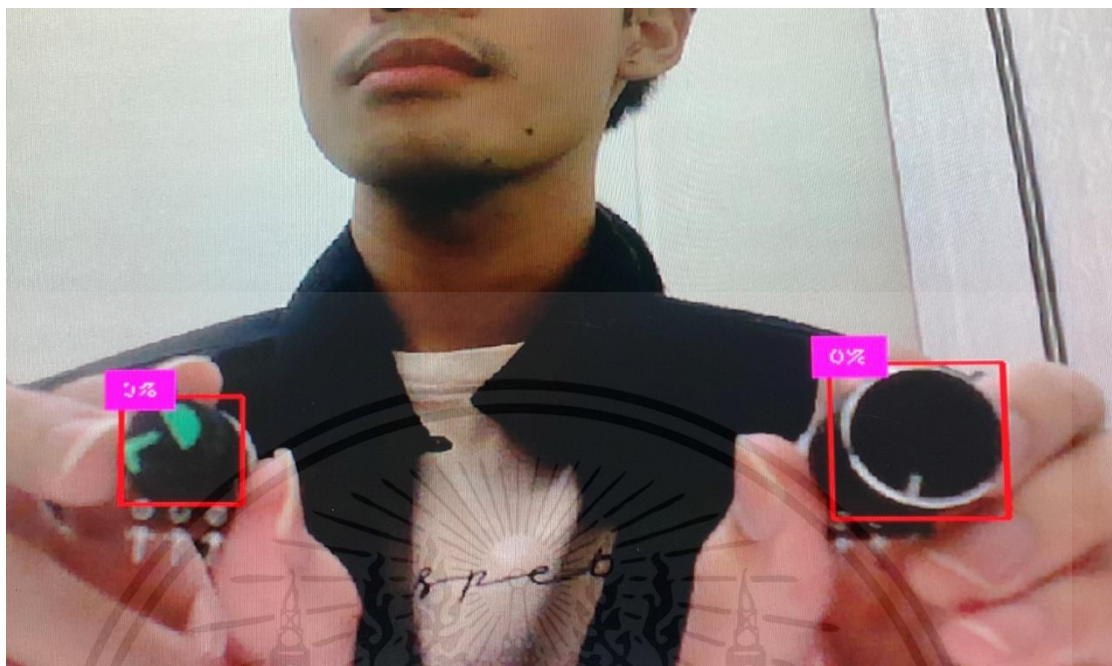
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.40 สถานะ 50% ของสวิตช์แบบหมุนจำนวน 1 ตัว

4.8 ทดสอบการตรวจจับสถานะของสวิตช์ชนิดแบบหมุน (Rotate Switch) จำนวน 2 ตัว

ทดสอบความแม่นยำของผลลัพธ์ของสวิตช์ชนิดแบบหมุนเมื่อเพิ่มเป็นจำนวน 2 ตัว เพื่อตรวจสอบความสามารถในการทำนายผลลัพธ์ และตรวจสอบความถูกต้องและความคลาดเคลื่อนของผลลัพธ์ เมื่อเพิ่มจำนวนของสวิตช์เป็น 2 ตัวแล้วระบบยังจะทำงานได้อยู่หรือไม่ โดยมีสถานะของสวิตช์แบบหมุนมีทั้งหมด 5 สถานะ ได้แก่ สถานะ 0% ,25% ,50% ,75% และ 100% ในการทดสอบนี้จะทำการทดสอบตรวจจับสถานะ 2 สถานะ ได้แก่ สถานะ 0% และสถานะ 50%



รูปที่ 4.41 สถานะ 0% ของสวิตช์แบบหมุนจำนวน 2 ตัว



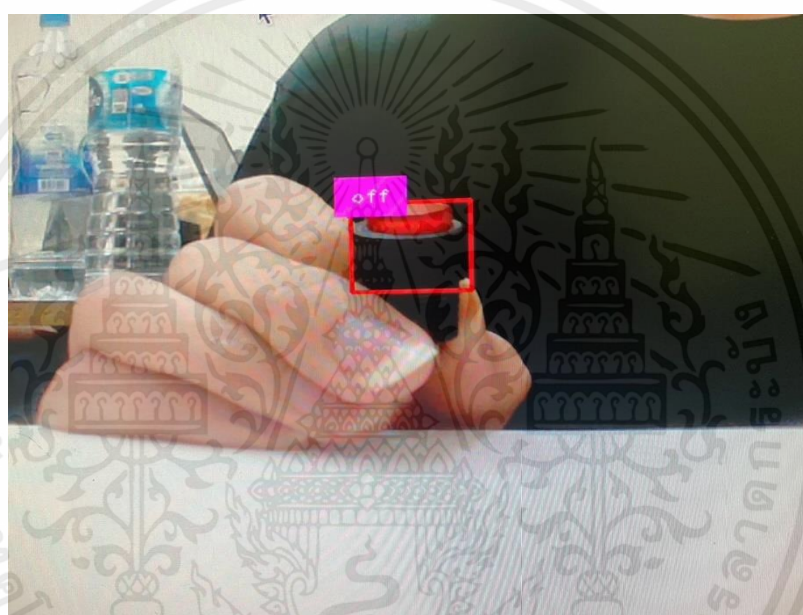
รูปที่ 4.42 สถานะ 50% ของสวิตช์แบบหมุนจำนวน 2 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.9 ทดสอบการตรวจจับสถานะของสวิตช์ชนิดแบบกด(Push Button Switch)

จำนวน 1 ตัว

ทดสอบความแม่นยำของผลลัพธ์ของสวิตช์ชนิดแบบกดจำนวน 1 ตัว เพื่อตรวจสอบความสามารถในการทำนายผลลัพธ์ และตรวจสอบความถูกต้องและความคลาดเคลื่อนของผลลัพธ์ เมื่อเพิ่มจำนวนของสวิตช์เป็น 1 ตัวแล้วระบบยังจะทำงานได้อยู่หรือไม่ โดยมีสถานะทั้งหมด 2 สถานะ ได้แก่ สถานะเปิด (ON) และสถานะปิด (OFF)



รูปที่ 4.43 สถานะปิดของสวิตช์แบบกดจำนวน 1 ตัว

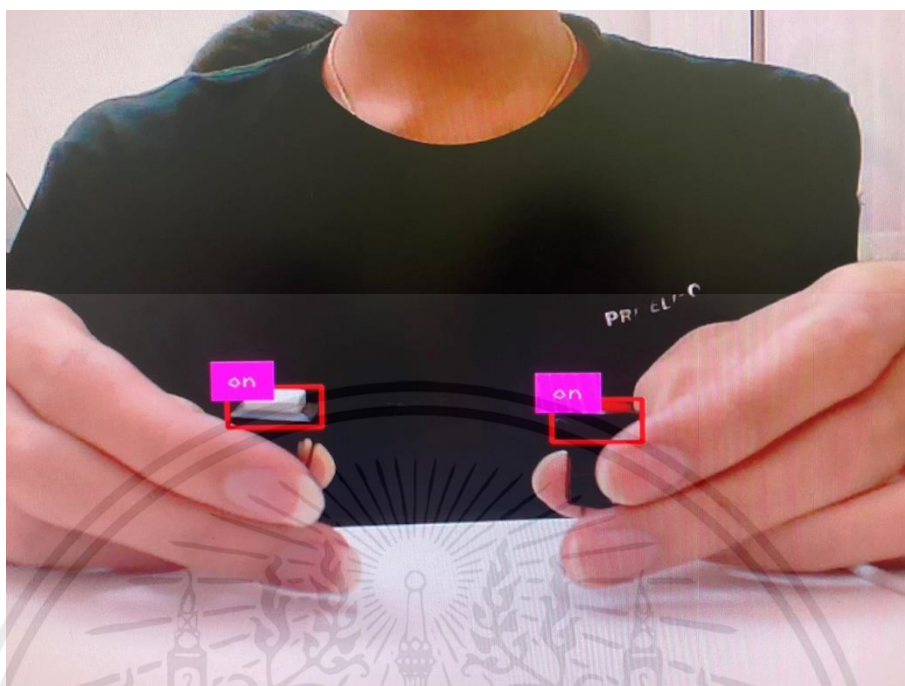
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



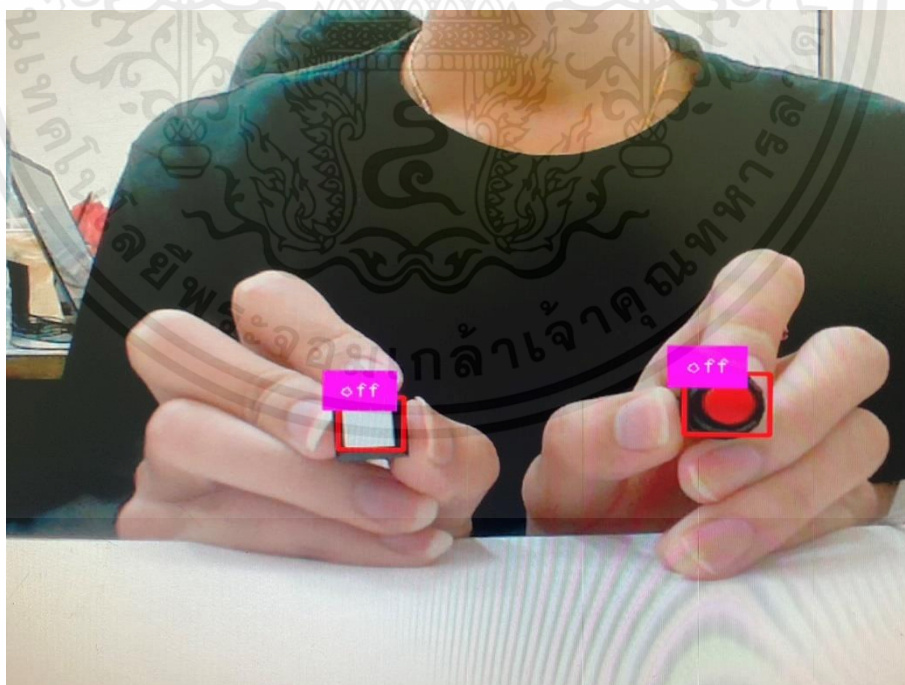
รูปที่ 4.44 สถานะเปิดของสวิตช์แบบกดจำนวน 1 ตัว

4.10 ทดสอบการตรวจจับสถานะของสวิตช์ชนิดแบบกด (Push Button Switch) จำนวน 2 ตัว

ทดสอบความแม่นยำของผลลัพธ์ของสวิตช์ชนิดแบบกดจำนวน 2 ตัว เพื่อตรวจสอบความสามารถในการทำนายผลลัพธ์ และตรวจสอบความถูกต้องและความคลาดเคลื่อนของผลลัพธ์ เมื่อเพิ่มจำนวนของสวิตช์เป็น 2 ตัวแล้วระบบยังจะทำงานได้อยู่หรือไม่ โดยมีสถานะทั้งหมด 2 สถานะ ได้แก่ สถานะเปิด (ON) และสถานะปิด (OFF)



รูปที่ 4.45 สถานะเปิดของสวิตช์แบบกดจำนวน 2 ตัว



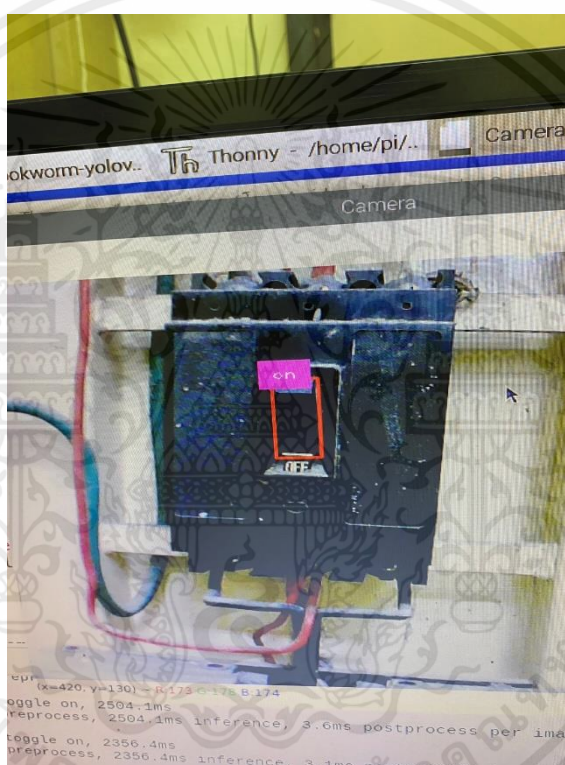
รูปที่ 4.46 สถานะปิดของสวิตช์แบบกดจำนวน 2 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.11 ทดสอบการตรวจจับสถานะของสวิตช์ชนิดแบบก้านยาว (Toggle Switch)

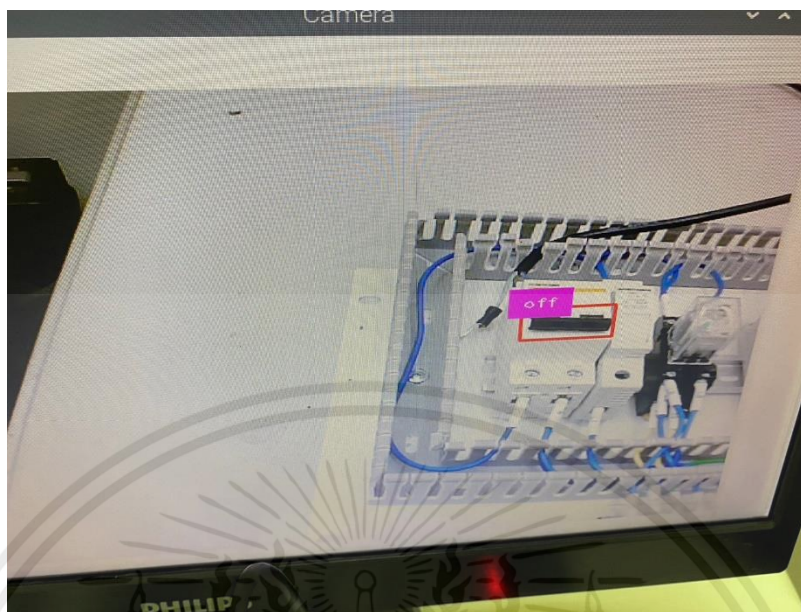
จำนวน 1 ตัว

ทดสอบความแม่นยำของผลลัพธ์ของสวิตช์ชนิดแบบก้านยาวเมื่อเพิ่มเป็นจำนวน 1 ตัว เพื่อตรวจสอบความสามารถในการทำนายผลลัพธ์ และตรวจสอบความถูกต้องและความคลาดเคลื่อนของผลลัพธ์ของสวิตช์ 1 ตัวแล้วระบบยังจะทำงานได้อยู่หรือไม่ โดยมีสถานะทั้งหมด 1 สถานะ ได้แก่ สถานะเปิด (ON) และสถานะปิด (OFF)



รูปที่ 4.47 สถานะเปิดของสวิตช์แบบก้านยาวจำนวน 1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



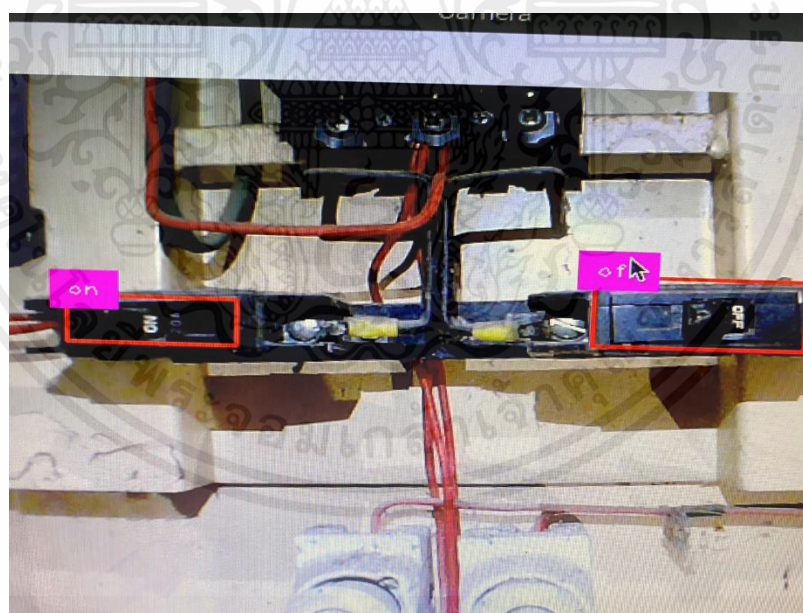
รูปที่ 4.48 สถานะปิดของสวิตช์แบบก้านยาวจำนวน 1 ตัว

4.12 ทดสอบการตรวจจับสถานะของสวิตช์ชนิดแบบก้านยาว (Toggle Switch) จำนวน 2 ตัว

ทดสอบความแม่นยำของผลลัพธ์ของสวิตช์ชนิดแบบก้านยาวจำนวน 2 ตัว เพื่อตรวจสอบความสามารถในการทำนายผลลัพธ์ และตรวจสอบความถูกต้องและความคลาดเคลื่อนของผลลัพธ์ เมื่อเพิ่มจำนวนของสวิตช์เป็น 2 ตัวแล้วระบบยังจะทำงานได้อยู่หรือไม่ โดยมีสถานะทั้งหมด 2 สถานะ ได้แก่ สถานะเปิด (ON) และสถานะปิด (OFF)



รูปที่ 4.49 สถานะเปิดของสวิตช์แบบก้านยาวจำนวน 2 ตัว



รูปที่ 4.50 สถานะปิดและเปิดของสวิตช์แบบก้านยาวจำนวน 2 ตัว

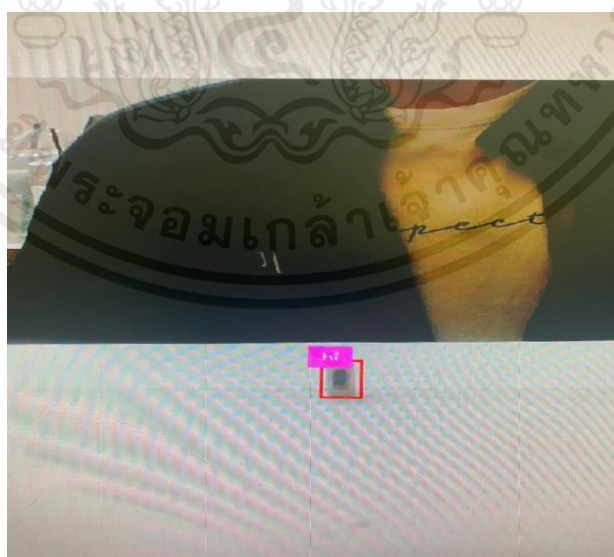
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.13 ทดสอบการตรวจจับสถานะของสวิตช์ชนิดแบบเลื่อน (Slide Switch) จำนวน 1 ตัว

ทดสอบความแม่นยำของผลลัพธ์เมื่อเปลี่ยนชนิดของสวิตช์เป็นชนิดแบบเลื่อนจำนวน 1 ตัวเพื่อตรวจสอบความสามารถในการทำนายผลลัพธ์ และตรวจสอบความถูกต้องและความคลาดเคลื่อนของผลลัพธ์ที่ออกมา โดยทำการทดสอบตรวจจับ 2 สถานะ ได้แก่ สถานะ HIGH และ สถานะ LOW



รูปที่ 4.51 สถานะ LOW ของสวิตช์แบบเลื่อนจำนวน 1 ตัว



รูปที่ 4.52 สถานะ HIGH ของสวิตช์เลื่อนจำนวน 1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

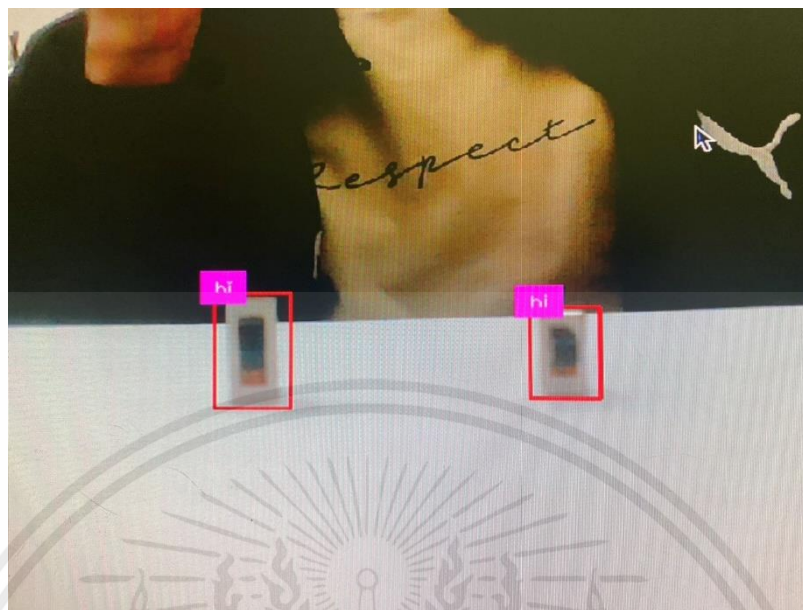
4.14 ทดสอบการตรวจจับสถานะของสวิตช์ชนิดแบบเลื่อน (Slide Switch) จำนวน 2 ตัว

ทดสอบความแม่นยำของผลลัพธ์ของสวิตช์ชนิดแบบเลื่อนจำนวน 2 ตัว เพื่อตรวจสอบความสามารถในการทำนายผลลัพธ์ และตรวจสอบความถูกต้องและความคลาดเคลื่อนของผลลัพธ์ เมื่อเพิ่มจำนวนของสวิตช์เป็น 2 ตัวแล้วระบบยังจะทำงานได้อยู่หรือไม่ โดยทำการทดสอบตรวจจับ 2 สถานะ ได้แก่ สถานะ HIGH และสถานะ LOW



รูปที่ 4.53 สถานะ LOW ของสวิตช์แบบเลื่อนจำนวน 2 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.54 สถานะ HIGH ของสวิตช์แบบเลื่อนจำนวน 2 ตัว

4.15 ทดสอบการตรวจจับสถานะของสวิตช์ในระยะต่างๆ

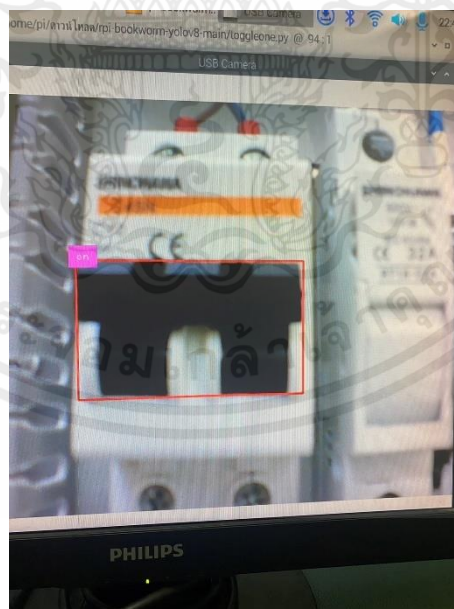
ทำการทดสอบการตรวจจับสถานะของสวิตช์ในระยะตั้งแต่ 10 เซนติเมตร ถึง 50 เซนติเมตร เพื่อตรวจสอบความแม่นยำว่าในระยะต่างๆมีการตรวจจับสถานะเป็นอย่างไรบ้าง และเพื่อทำการหาระยะห่างที่เหมาะสมที่สุดระหว่างกล้องกับแผงควบคุม เพื่อให้ได้การตรวจจับที่แม่นยำที่สุด

4.15.1 ทดสอบการตรวจจับสถานะของสวิตช์ก้านยาว (Toggle) ในระยะต่างๆ

ทดสอบการตรวจจับสถานะของสวิตช์ก้านยาวในระยะ 10 เซนติเมตร ถึง 50 เซนติเมตร โดยการนำอุปกรณ์วัดระยะมาใช้ในการวัดและนำกล้องมาวางไว้ในตำแหน่งตามระยะตั้งแต่ 10 เซนติเมตร ถึง 50 เซนติเมตร เพื่อตรวจสอบความแม่นยำของระบบในการตรวจจับสถานะของสวิตช์ก้านยาว

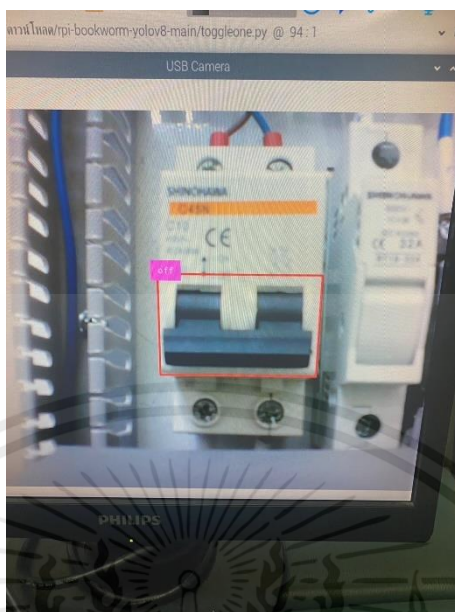


รูปที่ 4.55 การวัดระยะในการตรวจจับสถานะของสวิทช์ก้านยาว



รูปที่ 4.56 การตรวจจับสถานะ ON ของสวิทช์ก้านยาวในระยะ 10 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.57 การตรวจจับสถานะ OFF ของสวิตช์ก้านยาวในระยะ 10 เซนติเมตร

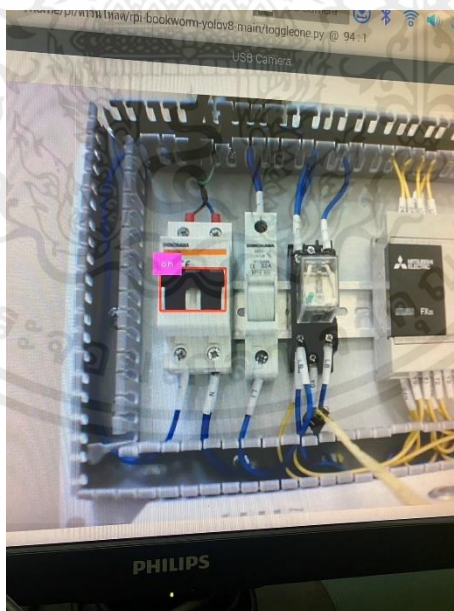


รูปที่ 4.58 การตรวจจับสถานะ ON ของสวิตช์ก้านยาวในระยะ 20 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

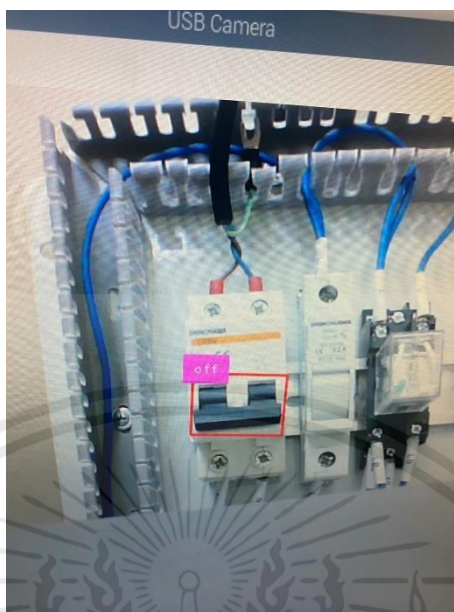


รูปที่ 4.59 การตรวจจับสถานะ OFF ของสวิตช์ก้านยาวในระยะ 20 เซนติเมตร

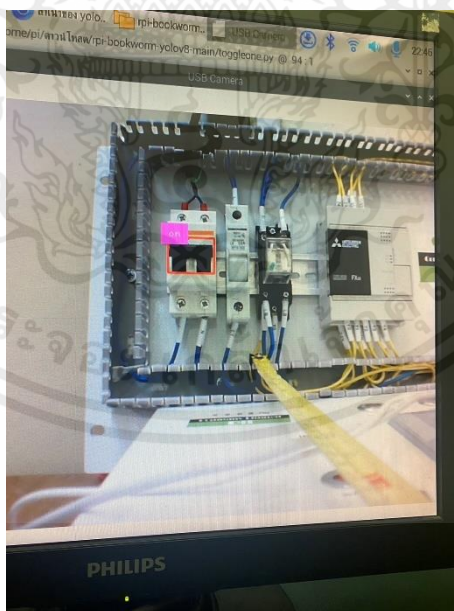


รูปที่ 4.60 การตรวจจับสถานะ ON ของสวิตช์ก้านยาวในระยะ 30 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.61 การตรวจจับสถานะ OFF ของสวิตช์ก้านยาวในระยะ 30 เซนติเมตร

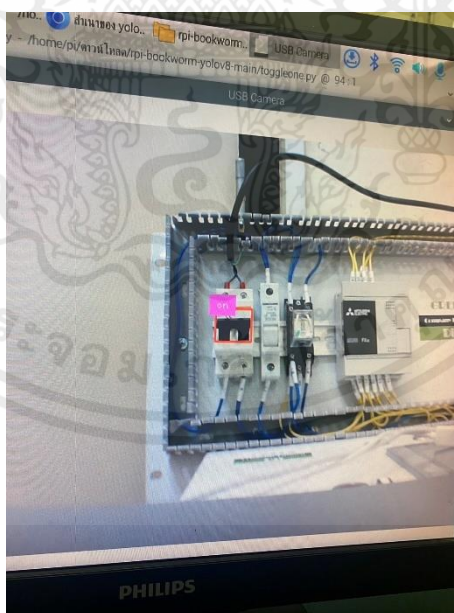


รูปที่ 4.62 การตรวจจับสถานะ ON ของสวิตช์ก้านยาวในระยะ 40 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

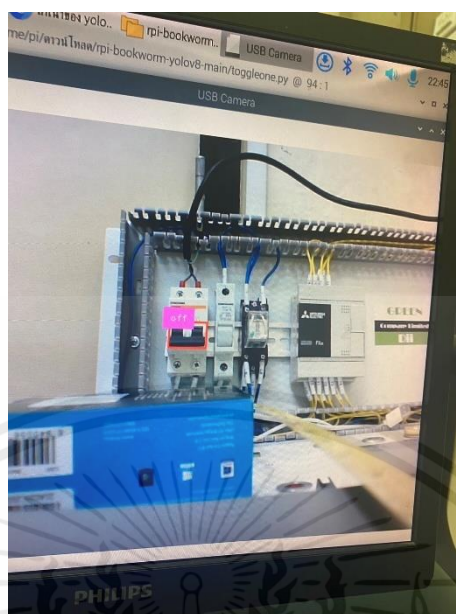


รูปที่ 4.63 การตรวจจับสถานะ OFF ของสวิตช์ก้านยาวในระยะ 40 เซนติเมตร



รูปที่ 4.64 การตรวจจับสถานะ ON ของสวิตช์ก้านยาวในระยะ 50 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.65 การตรวจจับสถานะ OFF ของสวิตช์ก้านยาวในระยะ 50 เซนติเมตร

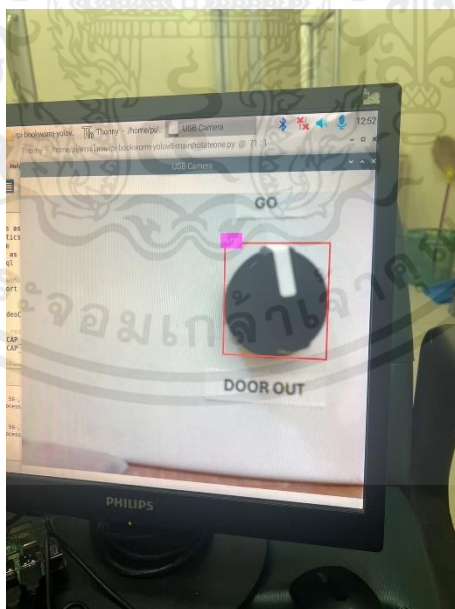
4.15.2 ทดสอบการตรวจจับสถานะของสวิตช์แบบหมุน (Rotate) ในระยะต่างๆ

ทดสอบการตรวจจับสถานะของสวิตช์หมุนในระยะ 10 เซนติเมตร ถึง 50 เซนติเมตร โดยการนำอุปกรณ์วัดระยะมาใช้ในการวัดและนำกล้องมาวางไว้ในตำแหน่งตามระยะตั้งแต่ 10 เซนติเมตร ถึง 50 เซนติเมตร เพื่อตรวจสอบความแม่นยำของระบบในการตรวจจับสถานะของสวิตช์แบบหมุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

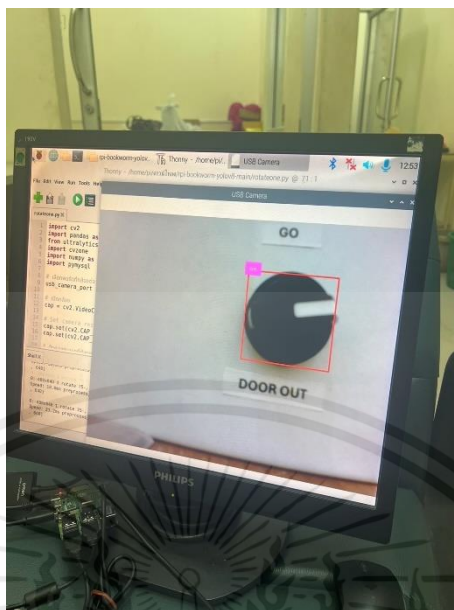


รูปที่ 4.66 การวัดระยะในการตรวจจับสถานะของสวิตช์แบบหมุน

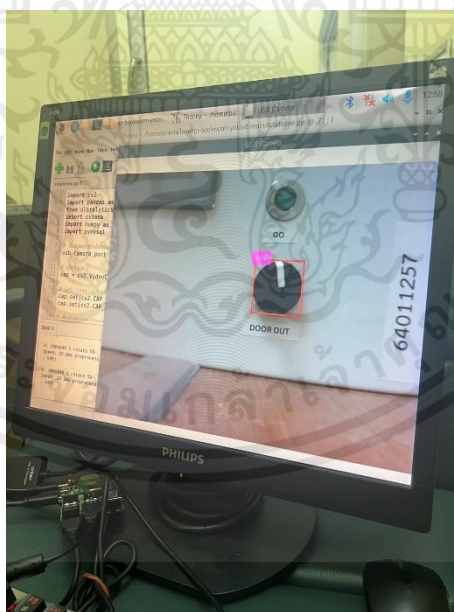


รูปที่ 4.67 การตรวจจับสถานะ OFF ของสวิตช์แบบหมุนในระยะ 10 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

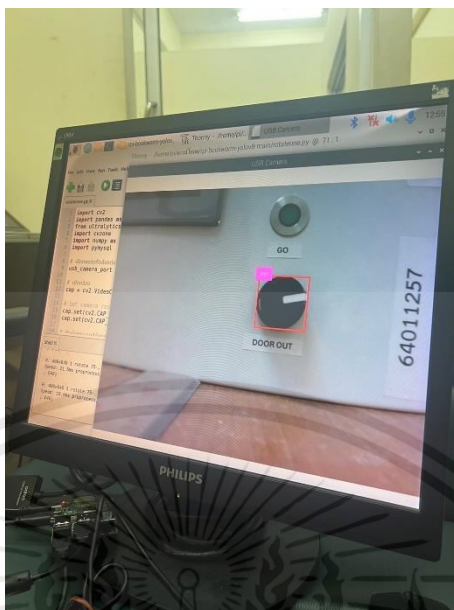


รูปที่ 4.68 การตรวจจับสถานะ ON ของสวิตช์แบบหมุนในระยะ 10 เซนติเมตร

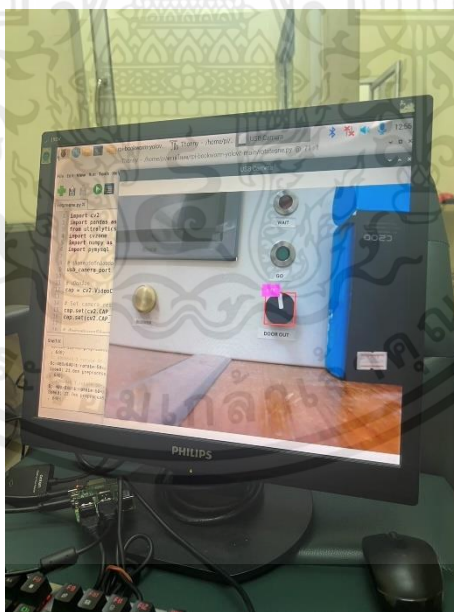


รูปที่ 4.69 การตรวจจับสถานะ OFF ของสวิตช์แบบหมุนในระยะ 20 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

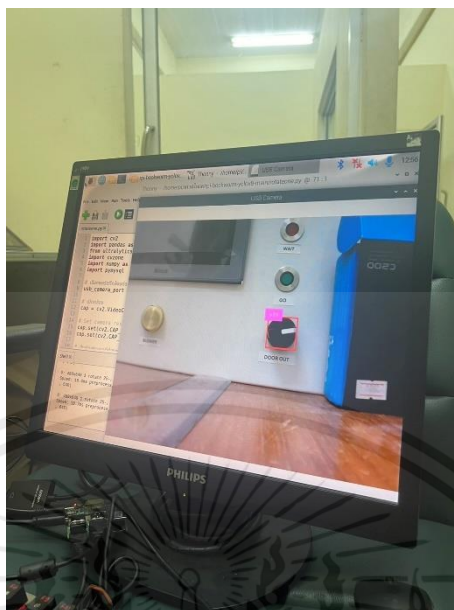


รูปที่ 4.70 การตรวจจับสถานะ ON ของสวิตช์แบบหมุนในระยะ 20 เซนติเมตร

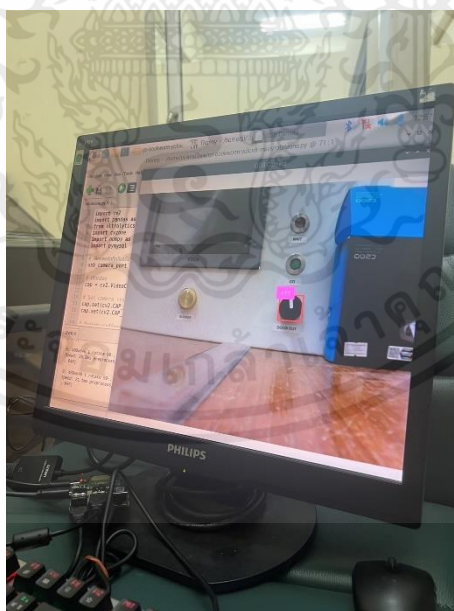


รูปที่ 4.71 การตรวจจับสถานะ OFF ของสวิตช์แบบหมุนในระยะ 30 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

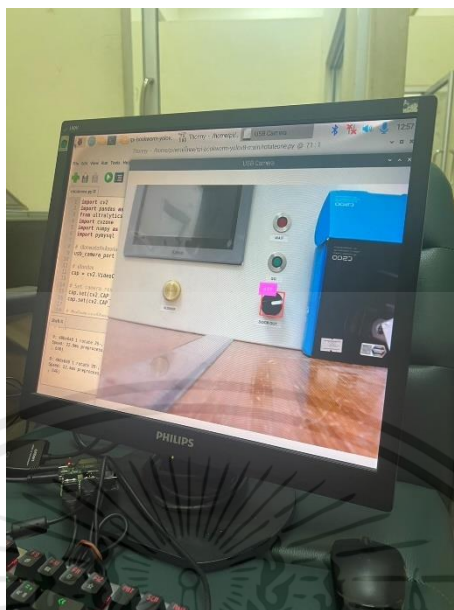


รูปที่ 4.72 การตรวจจับสถานะ ON ของสวิตช์แบบหมุนในระยะ 30 เซนติเมตร

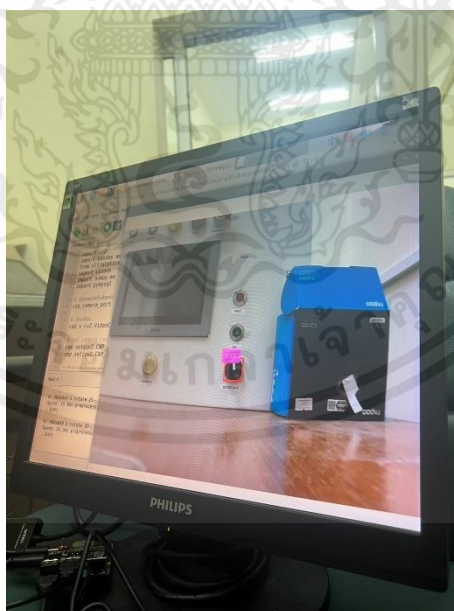


รูปที่ 4.73 การตรวจจับสถานะ OFF ของสวิตช์แบบหมุนในระยะ 40 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

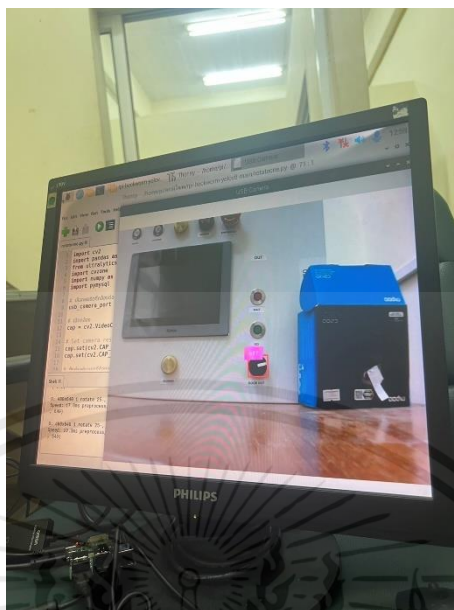


รูปที่ 4.74 การตรวจจับสถานะ ON ของสวิตช์แบบหมุนในระยะ 40 เซนติเมตร



รูปที่ 4.75 การตรวจจับสถานะ OFF ของสวิตช์แบบหมุนในระยะ 50 เซนติเมตร

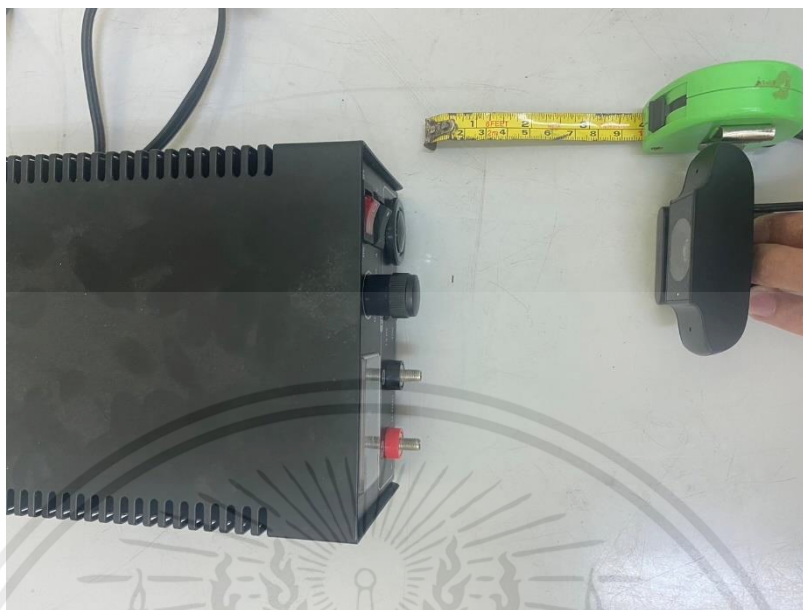
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



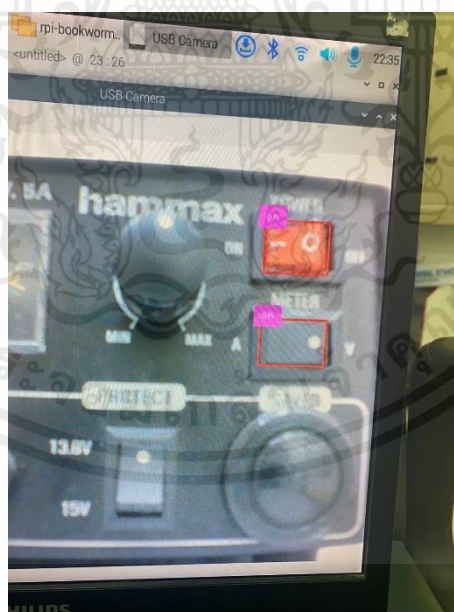
รูปที่ 4.76 การตรวจจับสถานะ ON ของสวิตช์แบบหมุนในระยะ 50 เซนติเมตร

4.15.3 ทดสอบการตรวจจับสถานะของสวิตช์แบบกระดก (Rocker) ในระยะต่างๆ

ทดสอบการตรวจจับสถานะของสวิตช์แบบกระดกในระยะ 10 เซนติเมตร ถึง 50 เซนติเมตร โดยการนำอุปกรณ์วัดระยะมาใช้ในการวัดและนำกล้องมาวางไว้ในตำแหน่งตามระยะตั้งแต่ 10 เซนติเมตร ถึง 50 เซนติเมตร เพื่อตรวจสอบความแม่นยำของระบบในการตรวจจับสถานะของสวิตช์แบบกระดก



รูปที่ 4.77 การวัดระยะในการตรวจจับสถานะของสวิตช์แบบกระดก

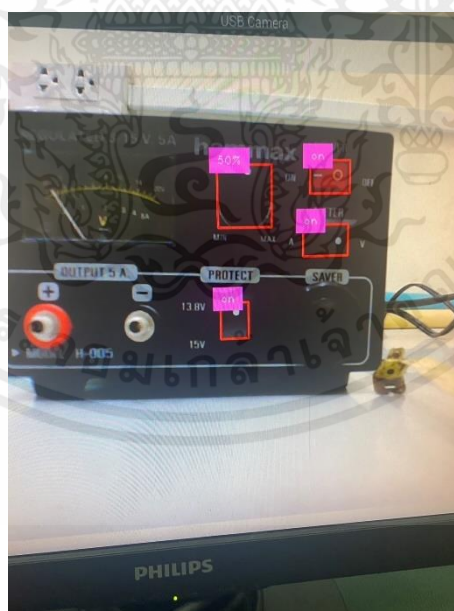


รูปที่ 4.78 การตรวจจับสถานะ ON ของสวิตช์แบบกระดกในระยะ 10 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

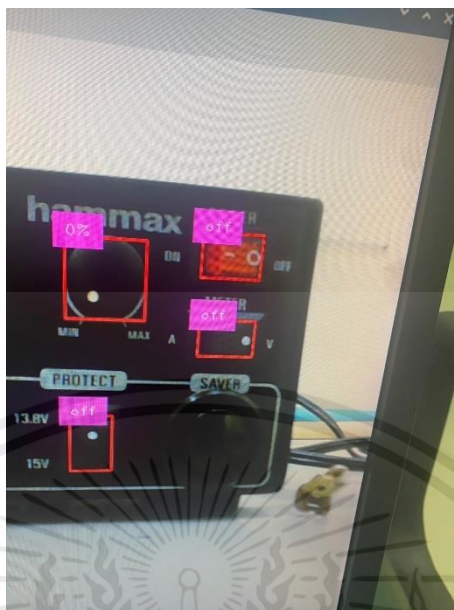


รูปที่ 4.79 การตรวจจับสถานะ OFF ของสวิตช์แบบกระดกในระยะ 10 เซนติเมตร

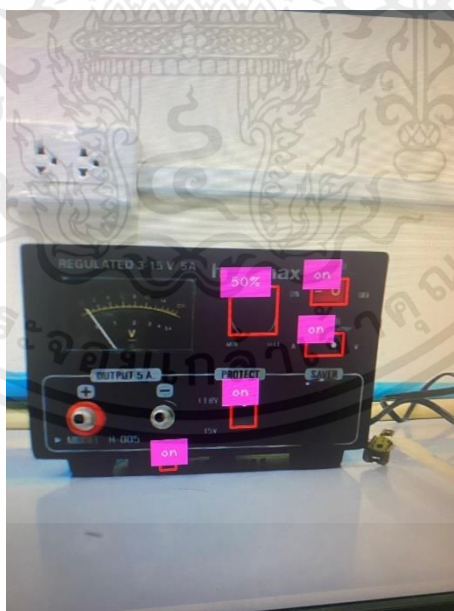


รูปที่ 4.80 การตรวจจับสถานะ ON ของสวิตช์แบบกระดกในระยะ 20 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

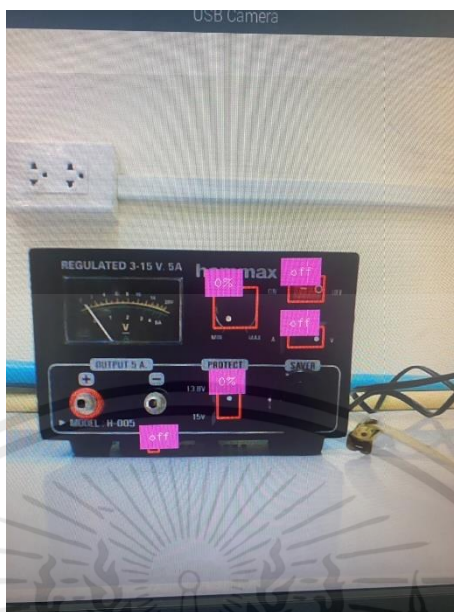


รูปที่ 4.81 การตรวจจับสถานะ OFF ของสวิตช์แบบกระดกในระยะ 20 เซนติเมตร



รูปที่ 4.82 การตรวจจับสถานะ ON ของสวิตช์แบบกระดกในระยะ 30 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

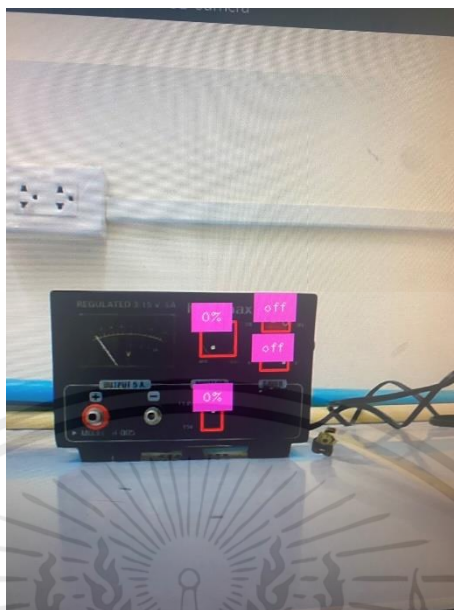


รูปที่ 4.83 การตรวจจับสถานะ OFF ของสวิตช์แบบกระดกในระยะ 30 เซนติเมตร



รูปที่ 4.84 การตรวจจับสถานะ ON ของสวิตช์แบบกระดกในระยะ 40 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.85 การตรวจจับสถานะ OFF ของสวิตช์แบบกระดกในระยะ 40 เซนติเมตร



รูปที่ 4.86 การตรวจจับสถานะ ON ของสวิตช์แบบกระดกในระยะ 50 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



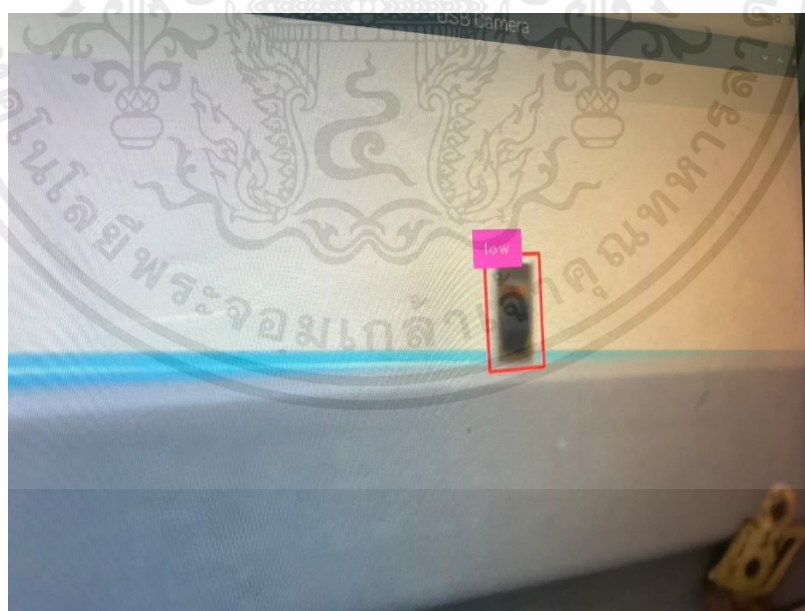
รูปที่ 4.87 การตรวจจับสถานะ OFF ของสวิตช์แบบกระดกในระยะ 50 เซนติเมตร

4.15.4 ทดสอบการตรวจจับสถานะของสวิตช์แบบเลื่อน (Slide) ในระยะต่างๆ

ทดสอบการตรวจจับสถานะของสวิตช์แบบเลื่อนในระยะ 10 เซนติเมตร ถึง 50 เซนติเมตร โดยให้นำอุปกรณ์วัดระยะมาใช้ในการวัดและนำกล้องมาวางไว้ในตำแหน่งตามระยะตั้งแต่ 10 เซนติเมตร ถึง 50 เซนติเมตร เพื่อตรวจสอบความแม่นยำของระบบในการตรวจจับสถานะของสวิตช์แบบเลื่อน

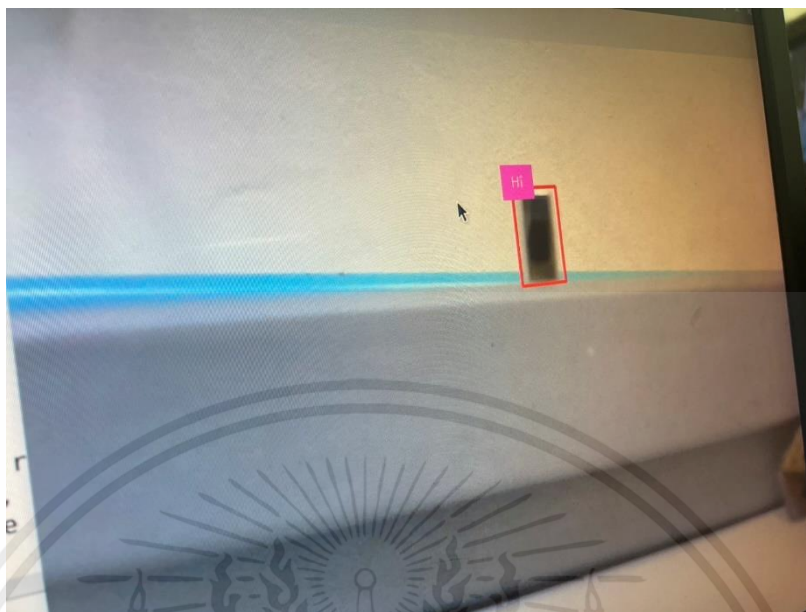


รูปที่ 4.88 การวัดระยะในการตรวจจับสถานะของสวิตช์แบบเลื่อน

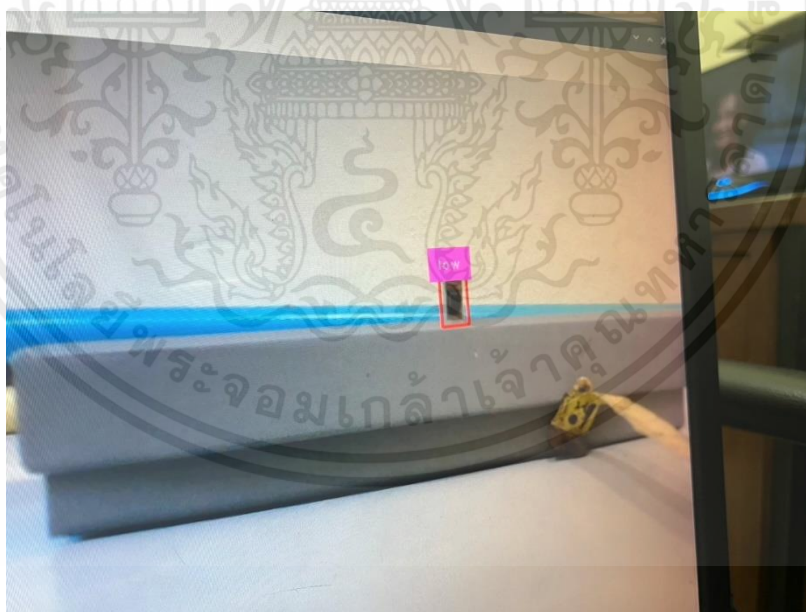


รูปที่ 4.89 การตรวจจับสถานะ LOW ของสวิตช์แบบเลื่อนในระยะ 10 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

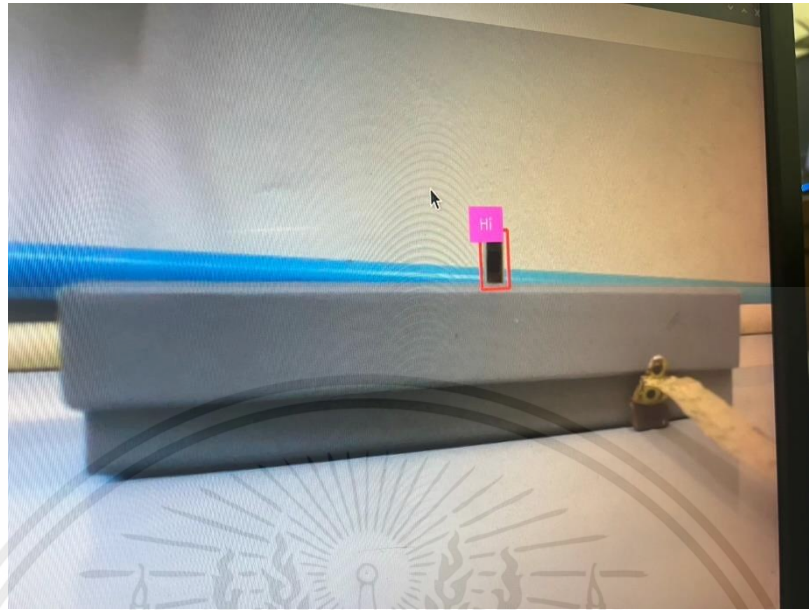


รูปที่ 4.90 การตรวจจับสถานะ HIGH ของสวิตช์แบบเลื่อนในระยะ 10 เซนติเมตร

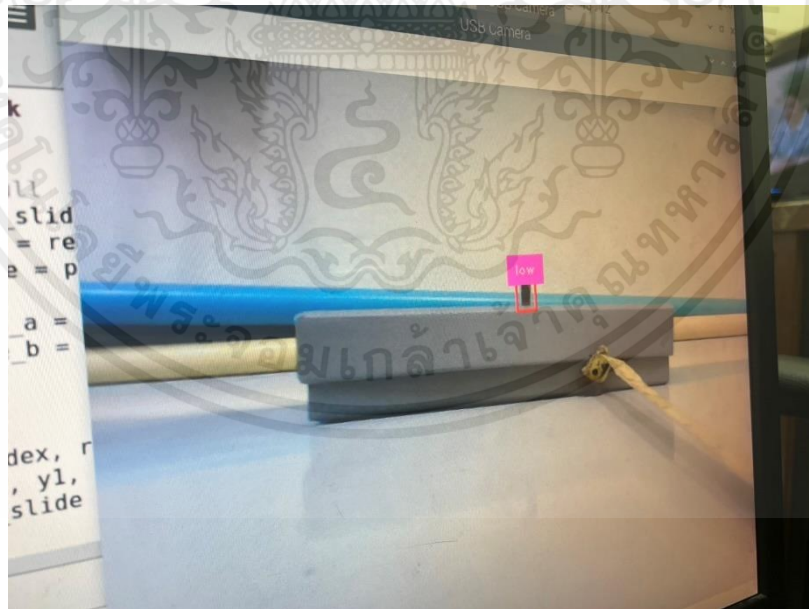


รูปที่ 4.91 การตรวจจับสถานะ LOW ของสวิตช์แบบเลื่อนในระยะ 20 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

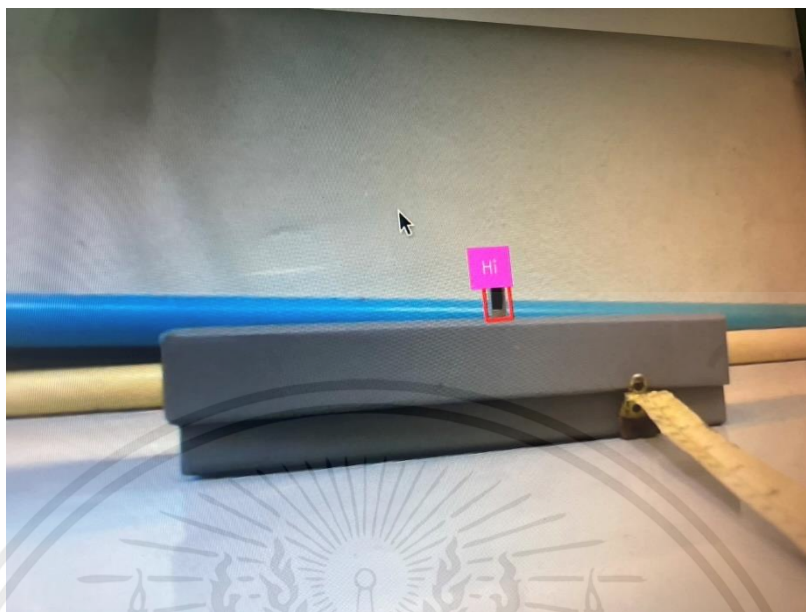


รูปที่ 4.92 การตรวจจับสถานะ HIGH ของสวิตช์แบบเลื่อนในระยะ 20 เซนติเมตร

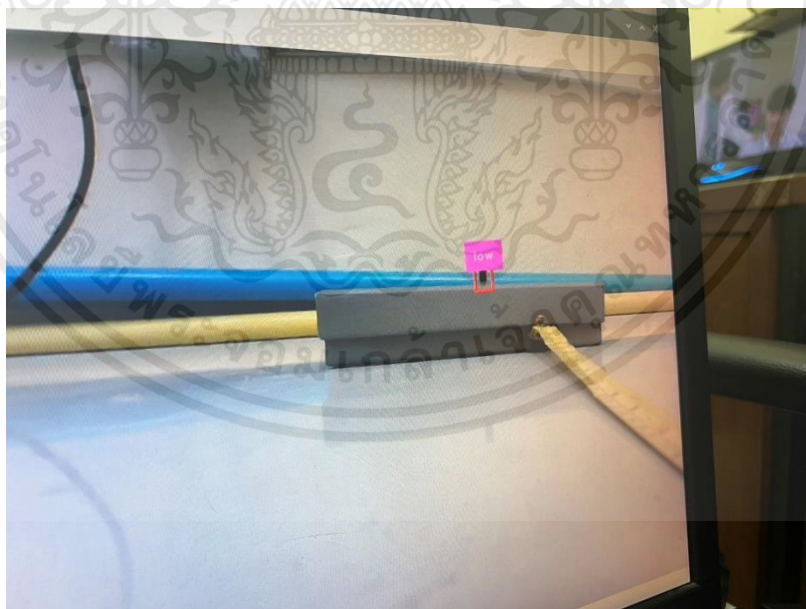


รูปที่ 4.93 การตรวจจับสถานะ LOW ของสวิตช์แบบเลื่อนในระยะ 30 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

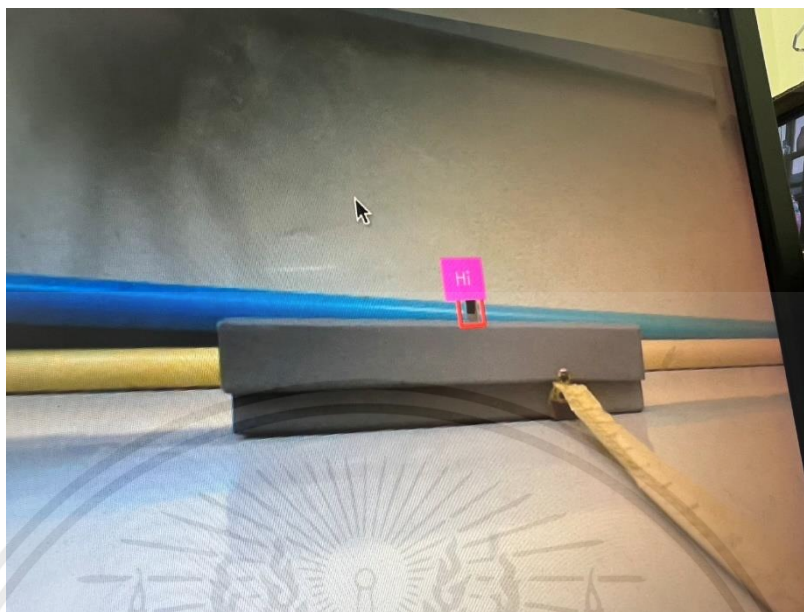


รูปที่ 4.94 การตรวจจับสถานะ HIGH ของสวิตช์แบบเลื่อนในระยะ 30 เซนติเมตร

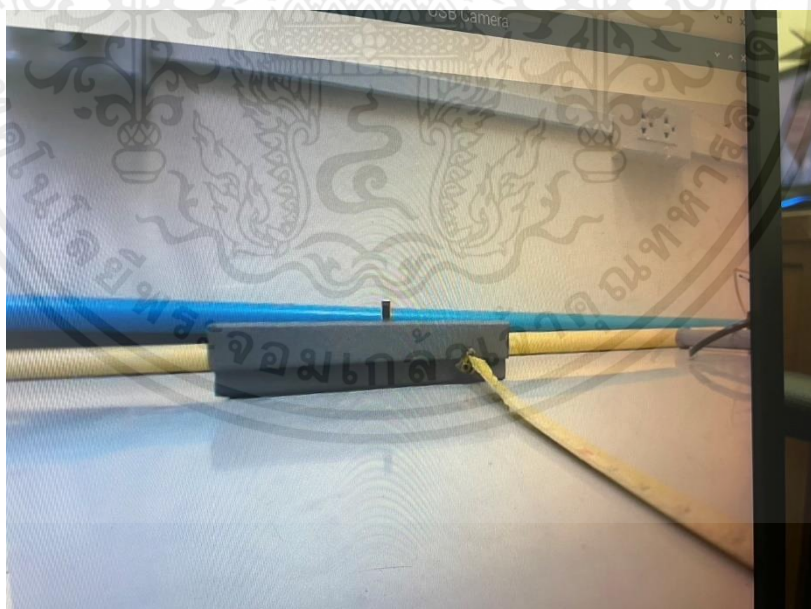


รูปที่ 4.95 การตรวจจับสถานะ LOW ของสวิตช์แบบเลื่อนในระยะ 40 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

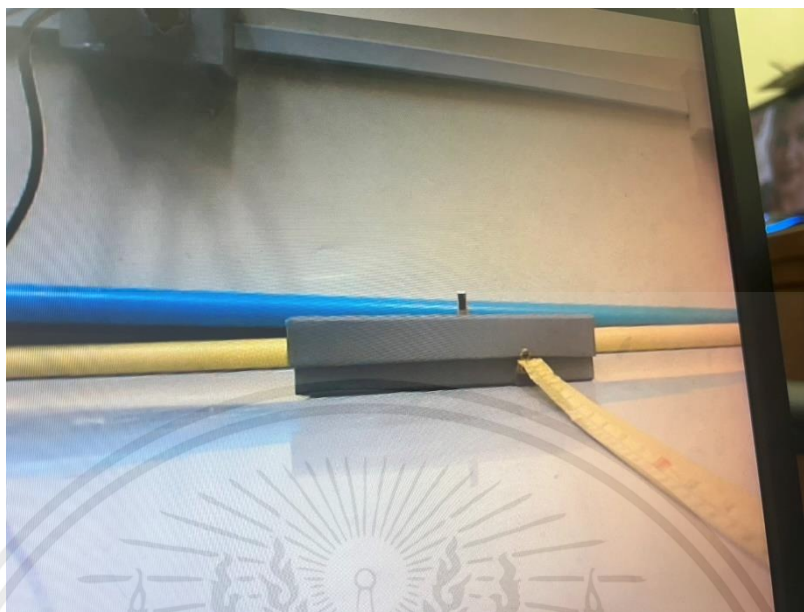


รูปที่ 4.96 การตรวจจับสถานะ HIGH ของสวิตช์แบบเลื่อนในระยะ 40 เซนติเมตร



รูปที่ 4.97 การตรวจจับสถานะ LOW ของสวิตช์แบบเลื่อนในระยะ 50 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.98 การตรวจจับสถานะ HIGH ของสวิตช์แบบเลื่อนในระยะ 50 เซนติเมตร

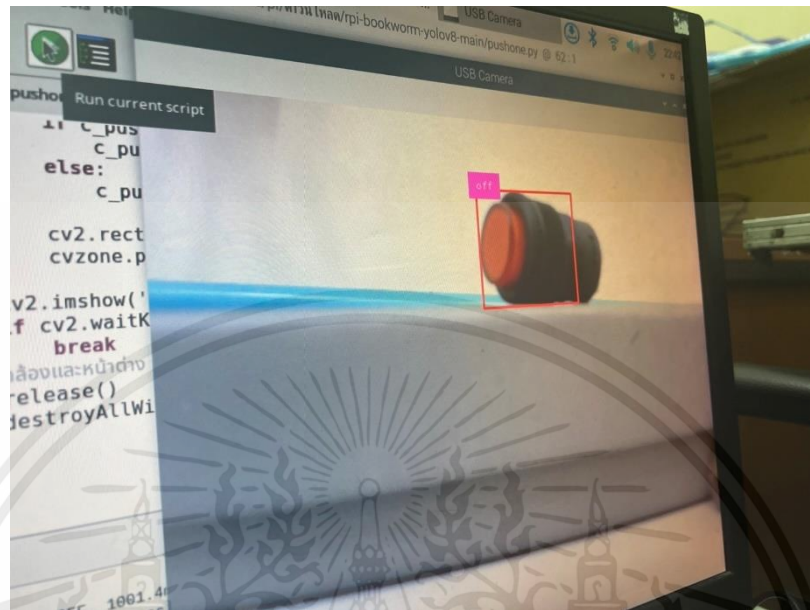
4.15.5 ทดสอบการตรวจจับสถานะของสวิตช์แบบกด (Push button) ในระยะ ต่างๆ

ทดสอบการตรวจจับสถานะของสวิตช์แบบกดในระยะ 10 เซนติเมตร ถึง 50 เซนติเมตร โดยการนำอุปกรณ์วัดระยะมาใช้ในการวัดและนำกล้องมาวางไว้ในตำแหน่งตามระยะตั้งแต่ 10 เซนติเมตร ถึง 50 เซนติเมตร เพื่อตรวจสอบความแม่นยำของระบบในการตรวจจับสถานะของสวิตช์แบบกด

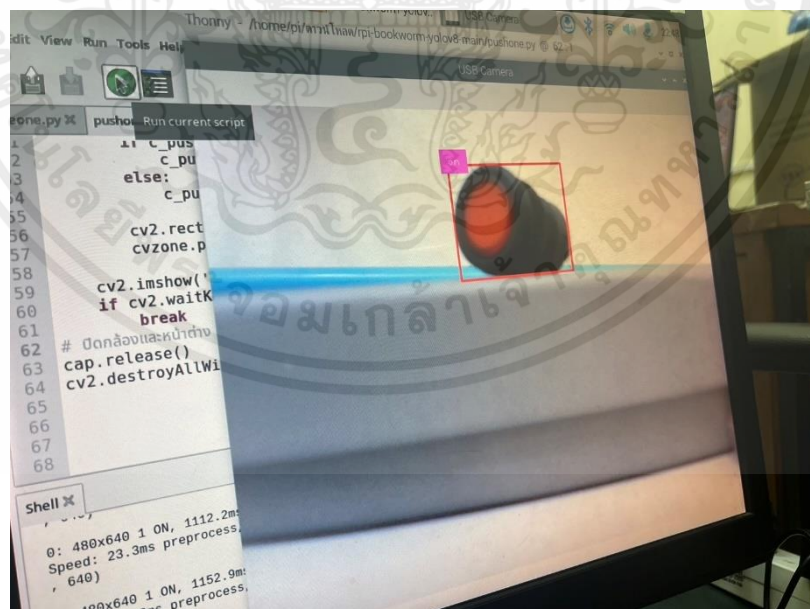


รูปที่ 4.99 การวัดระยะในการตรวจจับสถานะของสวิตช์แบบกด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

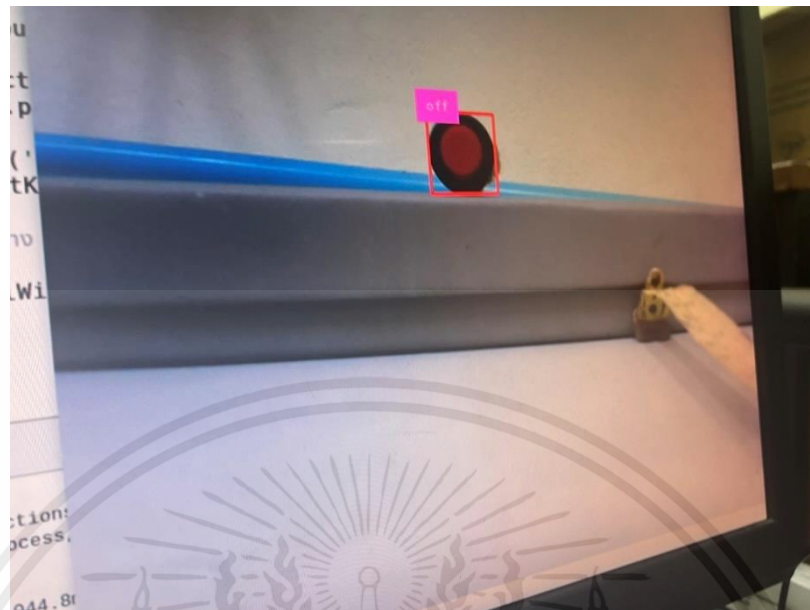


รูปที่ 4.100 การตรวจจับสถานะ OFF ของสวิตช์แบบกดในระยะ 10 เซนติเมตร

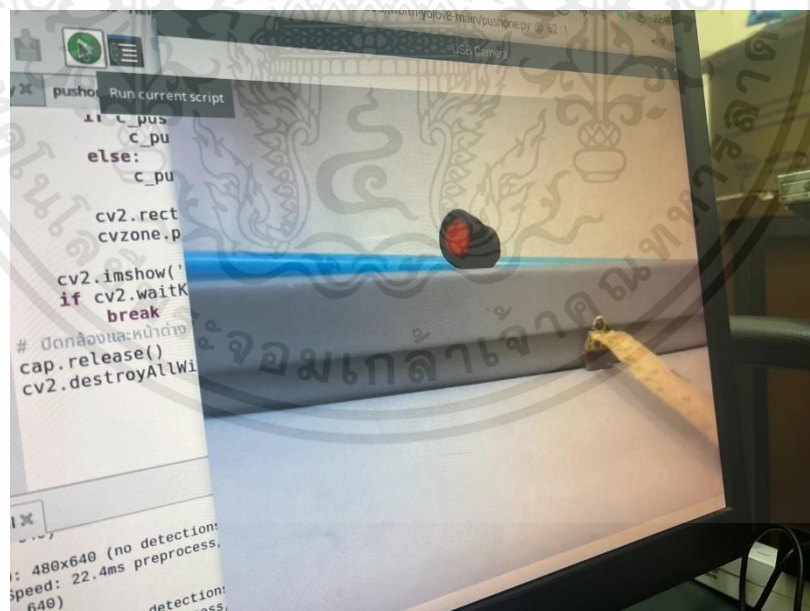


รูปที่ 4.101 การตรวจจับสถานะ ON ของสวิตช์แบบกดในระยะ 10 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

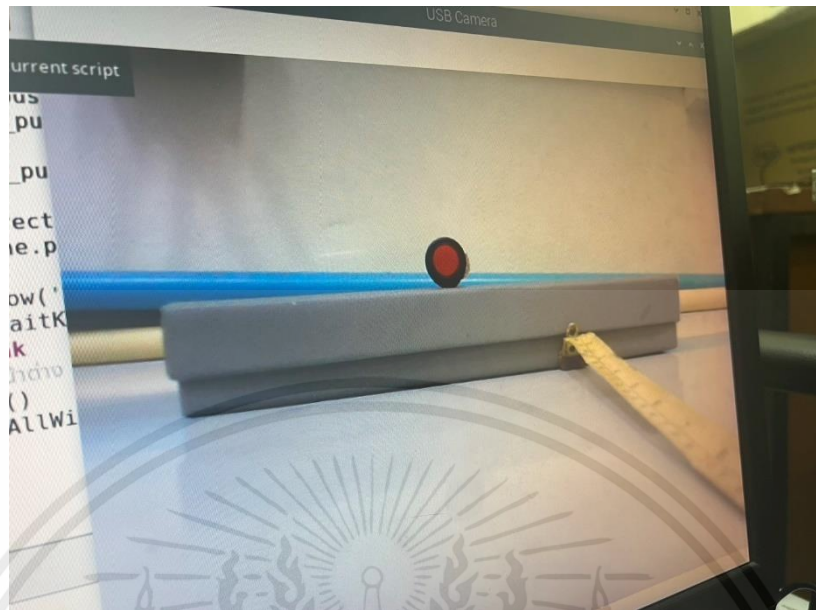


รูปที่ 4.102 การตรวจจับสถานะ OFF ของสวิตช์แบบกดในระยะ 20 เซนติเมตร

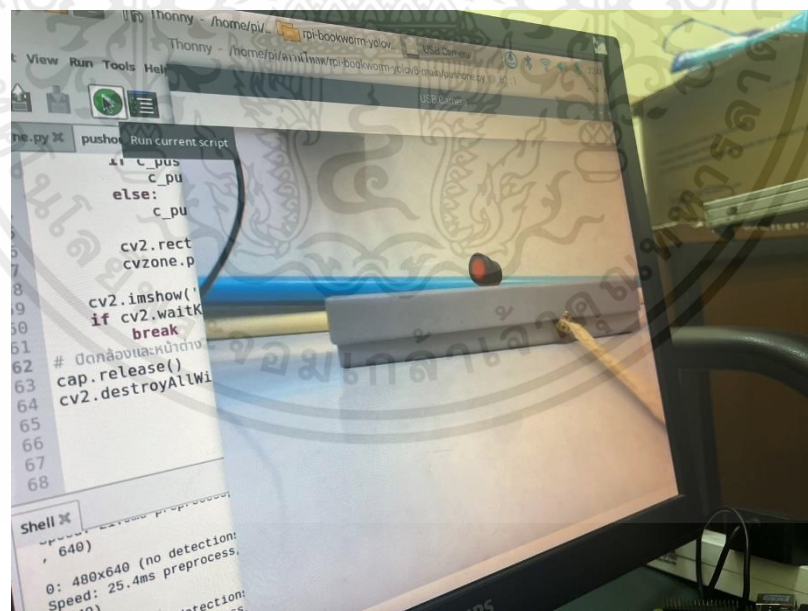


รูปที่ 4.103 การตรวจจับสถานะ ON ของสวิตช์แบบกดในระยะ 20 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

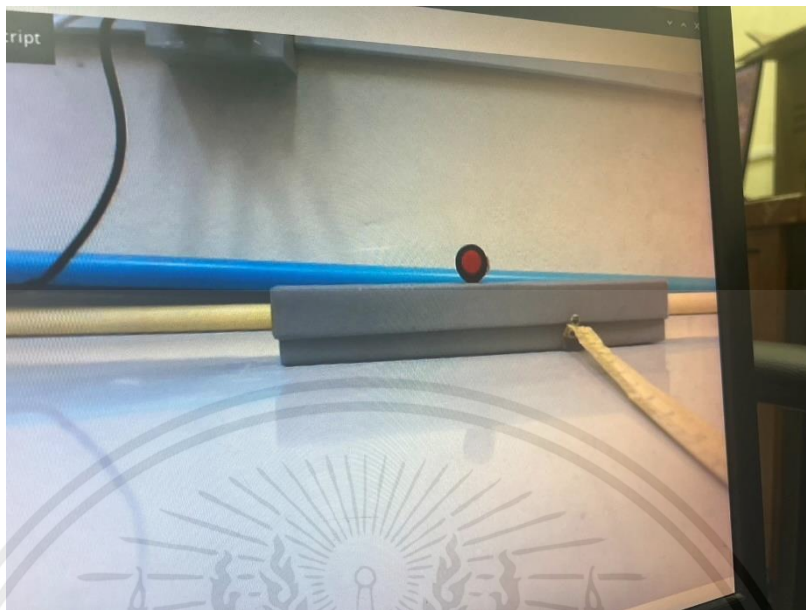


รูปที่ 4.104 การตรวจจับสถานะ OFF ของสวิตช์แบบกดในระยะ 30 เซนติเมตร

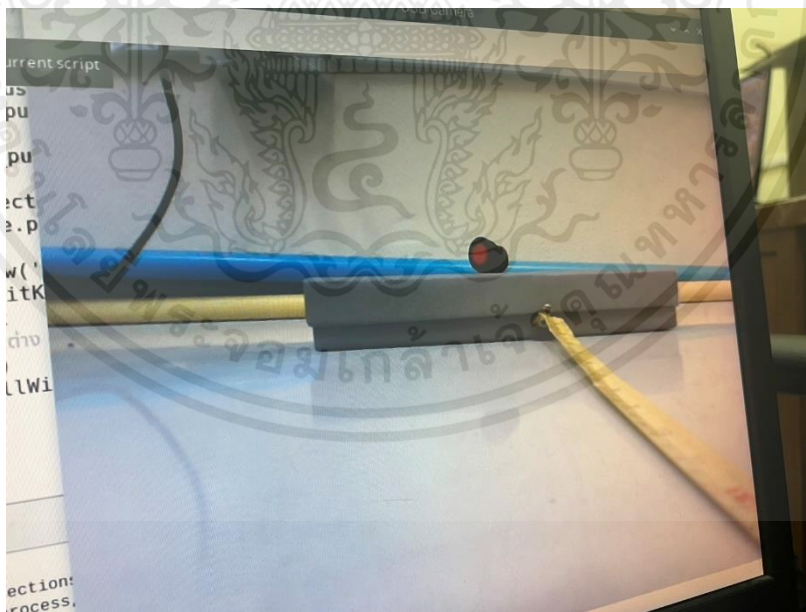


รูปที่ 4.105 การตรวจจับสถานะ ON ของสวิตช์แบบกดในระยะ 30 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

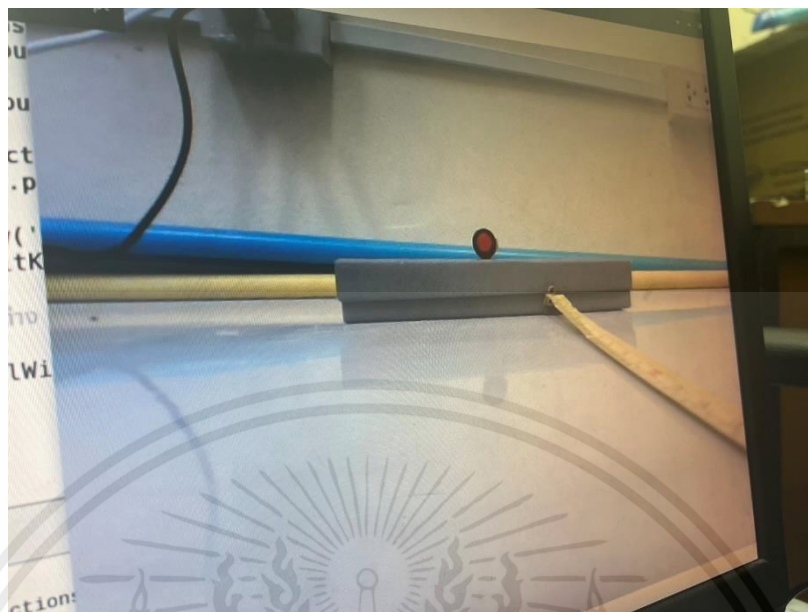


รูปที่ 4.106 การตรวจจับสถานะ OFF ของสวิตช์แบบกดในระยะ 40 เซนติเมตร

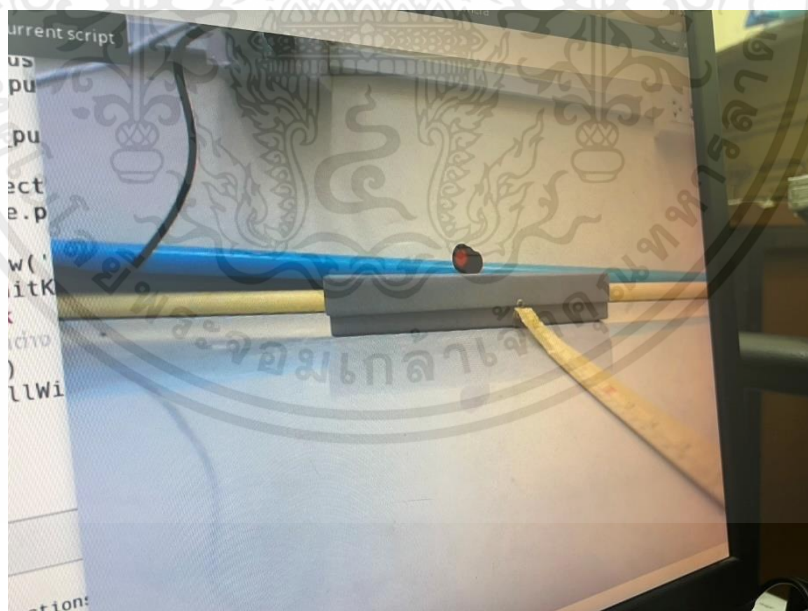


รูปที่ 4.107 การตรวจจับสถานะ ON ของสวิตช์แบบกดในระยะ 40 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.108 การตรวจจับสถานะ OFF ของสวิตช์แบบกดในระยะ 50 เซนติเมตร



รูปที่ 4.109 การตรวจจับสถานะ ON ของสวิตช์แบบกดในระยะ 50 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.16 ทดสอบการส่งค่าผลลัพธ์ที่ได้หลังจากการตรวจสอบสถานะของสวิตช์แล้วส่งไปยังฐานข้อมูล

ทดสอบการส่งค่าผลลัพธ์หลังจากการตรวจสอบสถานะของสวิตช์แล้วส่งค่าผลลัพธ์นั้นไปเก็บไว้ในฐานข้อมูลโดยแบ่งเป็นข้อมูลของสวิตช์ในแต่ละชนิด โดยจะทำการแยกเป็นหนึ่งชนิดต่อหนึ่งข้อมูลโดยจะขึ้นหน้าตาดังรูปที่ 4.109

```

Database changed
MariaDB [status]> show tables;
+-----+
| Tables_in_status |
+-----+
| status           |
+-----+
1 row in set (0.001 sec)

MariaDB [status]> describe status;
+-----+
| Field | Type | Null | Key | Default | Extra |
+-----+
| idstatus | int(11) | NO | PRI | NULL | auto_increment |
| rocker_a | varchar(45) | YES | | NULL | |
| rocker_b | varchar(45) | YES | | NULL | |
| rotate_a | varchar(45) | YES | | NULL | |
| rotate_b | varchar(45) | YES | | NULL | |
| toggle_a | varchar(45) | YES | | NULL | |
| toggle_b | varchar(45) | YES | | NULL | |
| push_a | varchar(45) | YES | | NULL | |
| push_b | varchar(45) | YES | | NULL | |
| slide_a | varchar(45) | YES | | NULL | |
| slide_b | varchar(45) | YES | | NULL | |
| rocker | varchar(45) | YES | | NULL | |
| toggle | varchar(45) | YES | | NULL | |
| rotate | varchar(45) | YES | | NULL | |
| push | varchar(45) | YES | | NULL | |
| slide | varchar(45) | YES | | NULL | |
+-----+
16 rows in set (0.003 sec)

MariaDB [status]>

```

รูปที่ 4.110 การจัดเก็บผลลัพธ์ลงในฐานข้อมูล

4.17 ทดสอบการดึงค่าผลลัพธ์ที่เก็บไว้ในฐานข้อมูลมาแสดงบนหน้าต่างผู้ใช้งาน

ทดสอบการดึงค่าผลลัพธ์จากฐานข้อมูลมาแสดงบนหน้าต่างผู้ใช้งาน โดยจะดึงข้อมูลมาจากฐานข้อมูล โดยทางผู้จัดทำเลือกใช้โปรแกรม MariaDB มาจัดเก็บข้อมูล โดยหน้าต่างผู้ใช้งานจะมีชนิดของสวิตช์ในแต่ละชนิดแยกกัน และจะมีสถานะของสวิตช์ชนิดนั้นแสดงอยู่ตามค่าสถานะที่ตรวจสอบได้

จากรูปที่ 4.110 จะเห็นได้ว่าในหน้าต่างผู้ใช้งานทางผู้จัดทำได้แบ่งคอลัมน์แต่ละคอลัมน์เป็นสวิตช์ในแต่ละชนิด โดยในแต่ละชนิดก็จะมีสถานะของสวิตช์นั้นๆบอกไว้ในทางด้านข้าง โดยสถานะของสวิตช์นั้นจะทำการดึงค่าข้อมูลมาจากฐานข้อมูลที่ได้อีกจัดเก็บไว้



รูปที่ 4.111 หน้าต่างผู้ใช้งานแสดงสถานะของสวิตช์แต่ละชนิด

4.18 ทดสอบการทำงานภาพรวมของระบบ

ทดสอบการทำงานภาพรวมของระบบโดยเริ่มตั้งแต่การใ้กล้องจับภาพอุปกรณ์ที่มีสวิตช์อยู่ จากนั้นทำชุดข้อมูลของสวิตช์แต่ละชนิด และทำการทำนายค่าผลลัพธ์ของสถานะของสวิตช์ในแต่ละตัวออกมาแล้วนำผลลัพธ์นั้นไปจัดเก็บในฐานข้อมูล จากนั้นทำการดึงค่าข้อมูลผลลัพธ์ของสถานะของสวิตช์ที่ถูกจัดเก็บในฐานข้อมูลออกแสดงที่หน้าต่างผู้ใช้งาน

โดยในรูปที่ 4.111 จะเป็นการนำค่าผลลัพธ์ที่ได้หลังจากทำการตรวจสอบสวิตช์บนอุปกรณ์ที่เราต้องการทำการตรวจสอบมาแล้วนั้น นำมาเก็บไว้ในฐานข้อมูล

```

Database changed
MariaDB [status]> show tables;
+-----+
| Tables_in_status |
+-----+
| status            |
+-----+
1 row in set (0.001 sec)

MariaDB [status]> describe status;
+-----+
| Field | Type | Null | Key | Default | Extra |
+-----+
| idstatus | int(11) | NO | PRI | NULL | auto_increment |
| rocker_a | varchar(45) | YES | | NULL | |
| rocker_b | varchar(45) | YES | | NULL | |
| rotate_a | varchar(45) | YES | | NULL | |
| rotate_b | varchar(45) | YES | | NULL | |
| toggle_a | varchar(45) | YES | | NULL | |
| toggle_b | varchar(45) | YES | | NULL | |
| push_a | varchar(45) | YES | | NULL | |
| push_b | varchar(45) | YES | | NULL | |
| slide_a | varchar(45) | YES | | NULL | |
| slide_b | varchar(45) | YES | | NULL | |
| rocker | varchar(45) | YES | | NULL | |
| toggle | varchar(45) | YES | | NULL | |
| rotate | varchar(45) | YES | | NULL | |
| push | varchar(45) | YES | | NULL | |
| slide | varchar(45) | YES | | NULL | |
+-----+
16 rows in set (0.002 sec)

MariaDB [status]>

```

รูปที่ 4.112 ฐานข้อมูลที่ได้เก็บค่าผลลัพธ์ของสวิตช์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.113 หน้าต่างผู้ใช้งานที่ได้ทำการดึงค่าจากฐานข้อมูลจากในรูปที่ 4.112 มาแสดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ประสบความสำเร็จในการศึกษาการออกแบบและสร้างระบบวิเคราะห์สถานะแผงควบคุมด้วย AI เป็นการสร้างระบบที่เอาไว้ตรวจสอบและติดตามสถานะสวิตช์ควบคุมของเครื่องใช้ไฟฟ้าหรือแผง control ชนิดต่างๆที่มีสวิตช์หลายรูปแบบ โดยไม่มีการรบกวนการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า ด้วยการใช้กล้อง webcam ถ่ายภาพเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการติดตามสถานะแบบ Realtime จากนั้นประมวลผลภาพที่ได้ด้วย Machine learning ที่สร้างขึ้นมาจากมีพื้นฐานมาจากโมเดล YOLOv8 ซึ่งเป็นอัลกอริทึมที่ใช้ในการตรวจจับวัตถุ นำมาดัดแปลงและต่อยอดให้สามารถบอกสถานะสวิตช์ชนิดต่างๆได้ เมื่อ Machine learning ทำการประมวลผลเสร็จ ก็ทำการส่งค่าสถานะสวิตช์ที่ได้ไปยังฐานข้อมูล โดยฐานข้อมูลดังกล่าวจะเชื่อมต่อกับเว็บ แดชบอร์ดซึ่งผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบและติดตามสถานะของสวิตช์ได้จากเว็บบอร์ดที่สร้างขึ้นนี้ผ่านอุปกรณ์ต่างๆในระยะทางไกล เช่น คอมพิวเตอร์ และแท็บเล็ต

5.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ

ในปริญญานิพนธ์นี้เป็นการทำการตรวจสอบสถานะของสวิตช์โดยใช้อัลกอริทึมในการประมวลผลออกมาเป็นผลลัพธ์สถานะของสวิตช์ ซึ่งอัลกอริทึมในขณะนี้อาจยังไม่เสถียรพอในการตรวจสอบสถานะอาจจะมีความคลาดเคลื่อนบ้าง อีกทั้งยังมีปัจจัยอื่นที่ทำให้ผลลัพธ์ในการตรวจสอบสถานะของสวิตช์มีความผิดพลาดคือ เรื่องของมุมกล้องที่วาง ซึ่งถ้ามุมกล้องที่วางไม่ตรงกับรูปภาพของสวิตช์ที่ป้อนให้อัลกอริทึมเรียนรู้ ผลลัพธ์ที่ออกมาก็อาจมีความคลาดเคลื่อนได้รวมไปถึงเรื่องของแสงตกกระทบอีกด้วยที่ทำให้ผลลัพธ์คลาดเคลื่อน ซึ่งควรปรับปรุงให้ระบบสามารถตรวจจับสถานะของสวิตช์ได้ในทุกมุมที่กล้องวาง

บรรณานุกรม

- [1] Introduction Use Roboflow to build powerful computer vision models [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://docs.roboflow.com/>
- [2] Thaiall. การออกแบบฐานข้อมูล [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://www.thaiall.com/learn/sader.htm>
- [3] มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. การออกแบบฐานข้อมูลในระดับแนวคิด <http://std.bus.tu.ac.th/web04/images/DBMS/dbms5.pdf>
- [4] มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี. การออกแบบฐานข้อมูล <https://freebsd.sru.ac.th/course/4012305-Web-Programming/ER.pdf>
- [5] Rapidminer. Creating a MySQL Database Schema. https://docs.rapidminer.com/7.6/server/installation/creating_mysql_db.html
- [6] Glenn Jocher. How to use YoLo V8 Model. <https://github.com/ultralytics/ultralytics>
- [7] freedomwebtech. How to use YoLo V8 Model. <https://github.com/freedomwebtech/yolov8custom-obj-count>
- [8] Mind php.com. HTML คืออะไร เอชทีเอ็มแอล ภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการสร้างเว็บเพจ ใช้เขียนโปรแกรม ย่อมาจากอะไร <https://www.mindphp.com/%E0%B8%84%E0%B8%B9%E0%B9%88%E0%B8>

บรรณานุกรม (ต่อ)

- [9] So goodweb. CSS คืออะไร มีประโยชน์ อย่างไร
<https://blog.sogoodweb.com/Article/Detail/79237/CSS->
- [10] Openland scape. PHP คืออะไร ? มาทำความรู้จักภาษาคอมพิวเตอร์ที่ได้รับความนิยม
 และวิธีติดตั้งบน Ubuntu
<https://blog.openlandscape.cloud/php-ubuntu>
- [11] JIB. วิธีการใช้งาน WEBCAM (เว็บแคม) RAPOO C200 WEB CAMERA FULL HD 720P
<https://www.jib.co.th/web/product/readProduct/48330>
- [12] Thaiall. ไพชาม (pycharm) ใช้เขียนไพทอน (python)
<https://www.thaiall.com/pycharm/>
- [13] Mindphp. Database คืออะไร ระบบฐานข้อมูล คือ การเก็บรวบรวมข้อมูลไว้ด้วยกัน
 อย่างมีระบบ
<https://www.mindphp.com/%E0%B8%84%E0%B8%B9%E0%B9%88%E0%B8.html>
- [14] novelbiz. Google Colab คืออะไร
<https://www.novelbiz.co.th/google-colab/>
- [15] kongruksiam. สรุป Machine Learning(EP.1)- ว่าด้วยเรื่องชุดข้อมูล (DataSet)
<https://kongruksiam.medium.com/%E0%B8%AA%E0%B8%A3%E0%B8%B8%E>

บรรณานุกรม (ต่อ)

- [16] kongruksiam. สรุป Machine Learning(EP.2)- รู้จักกับข้อมูลชุดเรียนรู้และข้อมูลชุดทดสอบ
<https://kongruksiam.medium.com/%E0%B8%AA%E0%B8%A3%E0%B8%B8%E0%B8%9B-machine-learning-ep-2->
- [17] kongruksiam. สรุป Machine Learning(EP.3)- การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression)
<https://kongruksiam.medium.com/%E0%B8%AA%E0%B8%A3%E0%B8%B8%E0%B8%9B-machine-learning-ep-3->
- [18] cyberelite. Machine Learning เทคโนโลยีประโยชน์ครบจักรวาล
<https://www.cyberelite.co.th/blog/machine-learning/>
- [19] techsauce. ทำความรู้จัก AI, Machine learning, Deep learning
<https://techsauce.co/tech-and-biz/ai-machine-learning-deep-learning->
- [20] Raspberrypi. “Raspberry Pi Documentation”
https://www.raspberrypi.com/documentation/computers/camera_software.html
- [21] unite. YOLO คืออะไร?
<https://www.unite.ai/th/yolov7/#:~:text=YOLO%20%E0%B8%AB%E0%B8%A3%E0%B8%9B-machine-learning-ep-3->
- [22] Raspberry Pi Foundation. “Installing Python modules with pip”
<https://projects.raspberrypi.org/en/projects/generic-python-installing-with-pip>

บรรณานุกรม (ต่อ)

- [23] Raspberrytips. “How to Install and Use Python Packages on Raspberry Pi?”
<https://raspberrytips.com/install-python-packages-on-raspberry-pi/>
- [24] mindphp. Xampp คืออะไร เอ็กซ์เอเอ็มพีพีคือ โปรแกรมจำลองเครื่องคอมพิวเตอร์เป็น web server
<https://www.mindphp.com/%E0%B8%84%E0%B8%B9%E0%B9%88%E0%B8%A1%E0%B8%B7%E0%B8%AD/73-%E0%B8%84%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%AD%E0%B8%B0%E0%B9%84%E0%B8%A3/2637-xampp>
- [25] roboflow. YOLOv8 Architecture: A Deep Dive
<https://blog.roboflow.com/whats-new-in-yolov8/#yolov8-architecture-a-deep-dive>
- [26] labellerr. Understanding YOLOv8 Architecture, Applications & Features
<https://www.labellerr.com/blog/understanding-yolov8-architecture-applications-features/>

บรรณานุกรม (ต่อ)

- [27] grassrootengineer. YOLO คืออะไร ?? ในงาน object detection
<https://grassrootengineer.medium.com/yolo-%E0%B8%84%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%AD%E0%B8%B0%E0%B9%84%E0%B8%A3-%E0%B9%83%E0%B8%99%E0%B8%87%E0%B8%B2%E0%B8%99-object-detection-83b3a7461114>
- [28] dev. การใช้ YOLO อัลกอริทึมในการตรวจจับวัตถุ (Object detection)
<https://dev.to/gfstealer666/kaarai-ch-yolo-alkrithu-main-kaart-rw-cch-cchab-watthu-object-detection-3lef>



ภาคผนวก ก

คำสังคอบคุณมการทำงานของกล้องในการบันทึกภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

import cv2

cpt = 0
maxFrames = 5 # 5 frames
home_path = "/home/pi/data/" # ตั้งค่าที่อยู่โฟลเดอร์ของรูปภาพ

cap = cv2.VideoCapture(0)

while cpt < maxFrames:
    ret, frame = cap.read()
    frame = cv2.resize(frame, (1020, 500))
    cv2.imshow("test window", frame) # show image in window
    cv2.imwrite(home_path + "Sr_max4%d.jpg" % cpt, frame)
    cpt += 1
    if cv2.waitKey(500) & 0xFF == 27: # หยุดโปรแกรมเมื่อกด ESC
        break

cap.release()
cv2.destroyAllWindows()

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ข

คำสั่งควบคุมการทำงานของอัลกอริทึมของ Yolo v8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
import os

HOME = os.getcwd()

print(HOME)

from google.colab import drive

drive.mount('/content/drive')

!pip install ultralytics==8.0.20

from IPython import display

display.clear_output()

import ultralytics

ultralytics.checks()

from ultralytics import YOLO

from IPython.display import display, Image

!mkdir {HOME}/datasets

%cd {HOME}/datasets
```

```
!pip install roboflow
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
from roboflow import Roboflow

rf = Roboflow(api_key="NmjFDsDxmEJuXFopwfzl")

project = rf.workspace("project04").project("sr-mexyv")

dataset = project.version(1).download("yolov8")

%cd {HOME}

!yolo task=detect mode=train model=yolov8s.pt
data={dataset.location}/data.yaml epochs=70 imgsz=800 plots=True
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
import cv2

import pandas as pd

from ultralytics import YOLO

import requests

import time

import pymysql

# Load the YOLOv8 models

model_power = YOLO('power.pt')

model_range = YOLO('rangess.pt')

model_function = YOLO('functions.pt')

model_sweep = YOLO('sweep.pt')

model_volt = YOLO('volt.pt')

model_symmetry = YOLO('symmetry.pt')

model_amplitude = YOLO('amplitudex.pt')

model_dc = YOLO('dc.pt')

model_cal = YOLO('cal.pt')

model_sr = YOLO('srr.pt')

c = 'non'

m = 'non'
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

n = 'non'

cal = 'non'

ss = 'non'

g = 'non'

sw = 'non'

k = 'non'

h = 'non'

def RGB(event, x, y, flags, param):
    if event == cv2.EVENT_MOUSEMOVE:
        colorsBGR = [x, y]
        print(colorsBGR)

cv2.namedWindow('RGB')

cv2.setMouseCallback('RGB', RGB)

cap = cv2.VideoCapture(0)

my_file = open("name.txt", "r")

myy_file = open("range.txt", "r")

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
function_file = open("function.txt", "r")

sweep_file = open("sweep.txt", "r")

volt_file = open("volt.txt", "r")

symmetry_file = open("symmetry.txt", "r")

amplitude_file = open('amplitude.txt', "r")

datadc_file = open('dc.txt', "r")

datacal_file = open('cal.txt', "r")

datasr_file = open('sr.txt', "r")

data = my_file.read()

dataa = myy_file.read()

datafunction = function_file.read()

datasweep = sweep_file.read()

datasvolt = volt_file.read()

datasymmetry = symmetry_file.read()

dataamplitude = amplitude_file.read()

datadc = datadc_file.read()

datacal = datacal_file.read()

datasr = datasr_file.read()
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
datasw = datasr_file.read()
```

```
class_listsw = datasw.split("\n")
```

```
class_listsr = datasr.split("\n")
```

```
class_listcal = datacal.split("\n")
```

```
class_listdc = datadc.split("\n")
```

```
class_listamplitude = dataamplitude.split("\n")
```

```
class_listsymmetry = datasymmetry.split("\n")
```

```
class_listvolt = datasvolt.split("\n")
```

```
class_listsweep = datasweep.split("\n")
```

```
class_listfunction = datafunction.split("\n")
```

```
class_listt = dataa.split("\n")
```

```
class_list = data.split("\n")
```

```
count = 0
```

```
while True:
```

```
    ret, frame = cap.read()
```

```
    count += 1
```

```
    if count % 3 != 0:
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
continue
```

```
frame = cv2.resize(frame, (1020, 500))
```

```
# Predict using the 'power.pt' model
```

```
results_power = model_power.predict(frame)
```

```
a_power = results_power[0].boxes.boxes
```

```
px_power = pd.DataFrame(a_power).astype("float")
```

```
# Predict using the 'range.pt' model
```

```
results_range = model_range.predict(frame)
```

```
a_range = results_range[0].boxes.boxes
```

```
px_range = pd.DataFrame(a_range).astype("float")
```

```
# Predict using the 'function.pt' model
```

```
results_function = model_function.predict(frame)
```

```
a_function = results_function[0].boxes.boxes
```

```
px_function = pd.DataFrame(a_function).astype("float")
```

```
# Predict using the 'sweep.pt' model
```

```
results_sweep = model_sweep.predict(frame)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

a_sweep = results_sweep[0].boxes.boxes

px_sweep = pd.DataFrame(a_sweep).astype("float")

# Predict using the 'volt.pt' model

results_volt = model_volt.predict(frame)

a_volt = results_volt[0].boxes.boxes

px_volt = pd.DataFrame(a_volt).astype("float")

# Predict using the 'symmetry.pt' model

results_symmetry = model_symmetry.predict(frame)

a_symmetry = results_symmetry[0].boxes.boxes

px_symmetry = pd.DataFrame(a_symmetry).astype("float")

# Predict using the 'amplitude.pt' model

results_amplitude = model_amplitude.predict(frame)

a_amplitude = results_amplitude[0].boxes.boxes

px_amplitude = pd.DataFrame(a_amplitude).astype("float")

# Predict using the 'dc.pt' model

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
results_dc = model_dc.predict(frame)
```

```
a_dc = results_dc[0].boxes.boxes
```

```
px_dc = pd.DataFrame(a_dc).astype("float")
```

```
# Predict using the 'cal.pt' model
```

```
results_cal = model_cal.predict(frame)
```

```
a_cal = results_cal[0].boxes.boxes
```

```
px_cal = pd.DataFrame(a_cal).astype("float")
```

```
# Predict using the 'sr.pt' model
```

```
results_sr = model_sr.predict(frame)
```

```
a_sr = results_sr[0].boxes.boxes
```

```
px_sr = pd.DataFrame(a_sr).astype("float")
```

```
# Predict using the 'sr.pt' model
```

```
results_sw = model_sr.predict(frame)
```

```
a_sw = results_sw[0].boxes.boxes
```

```
px_sw = pd.DataFrame(a_sw).astype("float")
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

for index, row in px_power.iterrows():

    x1 = int(row[0])

    y1 = int(row[1])

    x2 = int(row[2])

    y2 = int(row[3])

    d = int(row[5])

    if 0 <= d < len(class_list): # Check if d is a valid index

        c = class_list[d]

        cv2.rectangle(frame, (x1, y1), (x2, y2), (0, 255, 0), 1)

        cv2.putText(frame, str(c), (x1, y1), cv2.FONT_HERSHEY_COMPLEX, 0.5,

(255, 0, 0), 1)

    else:

        print(f"Invalid index: {d}")

```

```

for index, row in px_range.iterrows():

```

```

    x1 = int(row[0])

```

```

    y1 = int(row[1])

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

x2 = int(row[2])

y2 = int(row[3])

d = int(row[5])

if 0 <= d < len(class_listt): # Check if d is a valid index

    ran = class_listt[d]

    cv2.rectangle(frame, (x1, y1), (x2, y2), (0, 255, 0), 2)

    cv2.putText(frame, str(ran), (x1, y1), cv2.FONT_HERSHEY_COMPLEX,
0.5, (255, 0, 0), 1)
else:
    print(f"Invalid index: {d}")

for index, row in px_function.iterrows():

    x1 = int(row[0])

    y1 = int(row[1])

    x2 = int(row[2])

    y2 = int(row[3])

    d = int(row[5])

    if 0 <= d < len(class_listfunction): # Check if d is a valid index

        f = class_listfunction[d]

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

cv2.rectangle(frame, (x1, y1), (x2, y2), (0, 255, 0), 2)

cv2.putText(frame, str(f), (x1, y1), cv2.FONT_HERSHEY_COMPLEX, 0.5,
(255, 0, 0), 1)

```

else:

```
print(f"Invalid index: {d}")
```

```
for index, row in px_sweep.iterrows():
```

```
x1 = int(row[0])
```

```
y1 = int(row[1])
```

```
x2 = int(row[2])
```

```
y2 = int(row[3])
```

```
d = int(row[5])
```

```
if 0 <= d < len(class_listsweep): # Check if d is a valid index
```

```
g = class_listsweep[d]
```

```
cv2.rectangle(frame, (x1, y1), (x2, y2), (0, 255, 0), 2)
```

```
cv2.putText(frame, str(g), (x1, y1), cv2.FONT_HERSHEY_COMPLEX, 0.5,
```

```
(255, 0, 0), 1)
```

else:

```
print(f"Invalid index: {d}")
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

#volt

for index, row in px_volt.iterrows():

    x1 = int(row[0])

    y1 = int(row[1])

    x2 = int(row[2])

    y2 = int(row[3])

    d = int(row[5])
    if 0 <= d < len(class_listvolt): # Check if d is a valid index
        h = class_listvolt[d]
        cv2.rectangle(frame, (x1, y1), (x2, y2), (0, 255, 0), 2)
        cv2.putText(frame, str(h), (x1, y1), cv2.FONT_HERSHEY_COMPLEX, 0.5,
(255, 0, 0), 1)
    else:

        print(f"Invalid index: {d}")

# symmetry

for index, row in px_symmetry.iterrows():

    x1 = int(row[0])

    y1 = int(row[1])

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

x2 = int(row[2])

y2 = int(row[3])

d = int(row[5])

if 0 <= d < len(class_listsymmentry): # Check if d is a valid index

    k = class_listsymmentry[d]

    cv2.rectangle(frame, (x1, y1), (x2, y2), (0, 255, 0), 2)

    cv2.putText(frame, str(k), (x1, y1), cv2.FONT_HERSHEY_COMPLEX, 0.5,
(255, 0, 0), 1)
else:
    print(f"Invalid index: {d}")

# amplitude variable
for index, row in px_amplitude.iterrows():

    x1 = int(row[0])

    y1 = int(row[1])

    x2 = int(row[2])

    y2 = int(row[3])

    d = int(row[5])

    if 0 <= d < len(class_listamplitude): # Check if d is a valid index

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

m = class_listamplitude[d]

cv2.rectangle(frame, (x1, y1), (x2, y2), (0, 255, 0), 2)

cv2.putText(frame, str(m), (x1, y1), cv2.FONT_HERSHEY_COMPLEX,
0.5, (255, 0, 0), 1)

else:

    print(f"Invalid index: {d}")

for index, row in px_dc.iterrows():
    x1 = int(row[0])
    y1 = int(row[1])
    x2 = int(row[2])
    y2 = int(row[3])
    d = int(row[5])

    if 0 <= d < len(class_listdc): # Check if d is a valid index

        n = class_listdc[d]

        cv2.rectangle(frame, (x1, y1), (x2, y2), (0, 255, 0), 2)

        cv2.putText(frame, str(n), (x1, y1), cv2.FONT_HERSHEY_COMPLEX, 0.5,
(255, 0, 0), 1)

else:

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
print(f"Invalid index: {d}")
```

```
for index, row in px_cal.iterrows():
```

```
    x1 = int(row[0])
```

```
    y1 = int(row[1])
```

```
    x2 = int(row[2])
```

```
    y2 = int(row[3])
```

```
    d = int(row[5])
```

```
    if 0 <= d < len(class_listcal): # Check if d is a valid index
```

```
        cal = class_listcal[d]
```

```
        cv2.rectangle(frame, (x1, y1), (x2, y2), (0, 255, 0), 2)
```

```
        cv2.putText(frame, str(cal), (x1, y1), cv2.FONT_HERSHEY_COMPLEX,
0.5, (255, 0, 0), 1)
```

```
    else:
```

```
        print(f"Invalid index: {d}")
```

```
for index, row in px_sr.iterrows():
```

```
    x1 = int(row[0])
```

```
    y1 = int(row[1])
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

x2 = int(row[2])

y2 = int(row[3])

d = int(row[5])

if 0 <= d < len(class_listsr): # Check if d is a valid index

    ss = class_listsr[d]

    cv2.rectangle(frame, (x1, y1), (x2, y2), (0, 255, 0), 2)

    cv2.putText(frame, str(ss), (x1, y1), cv2.FONT_HERSHEY_COMPLEX,
0.5, (255, 0, 0), 1)
else:
    print(f"Invalid index: {d}")
for index, row in px_sw.iterrows():
    x1 = int(row[0])

    y1 = int(row[1])

    x2 = int(row[2])

    y2 = int(row[3])

    d = int(row[5])

    if 0 <= d < len(class_listsr): # Check if d is a valid index

        sw= class_listsr[d]

        cv2.rectangle(frame, (x1, y1), (x2, y2), (0, 255, 0), 2)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

cv2.putText(

    frame, str(sw), (x1, y1), cv2.FONT_HERSHEY_COMPLEX, 0.5, (255, 0,

0), 1

    )

else:

    print(f"Invalid index: {d}")

# Define your data to be inserted
power_data = str(c)
amplitude_data = str(m)
dcoeff_data = str(n)
calsym_data = str(cal)
sweep_data = str(g)

sr_data = str(ss)

sw_data = str(sw)

symmetry_data = str(k)

volt_data = str(h)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

# Create the connection and cursor

mydb = pymysql.connect(

    host="localhost",

    port=3306,

    user="root",

    password="root",

    database="status"
)

cursor = mydb.cursor()

# SQL query with renamed column and placeholders for the values

sql = "INSERT INTO status (power, amplitude, dc_offset, cal_symmetry,
sweep, sweep_rate, sweep_width, symetry, volt_out) VALUES (%s, %s, %s,
%s, %s, %s, %s, %s, %s)"

values = (power_data, amplitude_data, dcoff_data, calsym_data,
sweep_data, sr_data, sw_data, symmemtry_data, volt_data,)

# Execute the query

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
cursor.execute(sql, values)

# Commit the changes to the database

mydb.commit()

cv2.imshow("RGB", frame)

if cv2.waitKey(1) & 0xFF == 27:

    break

cap.release()
cv2.destroyAllWindows()
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

<?php
// เชื่อมต่อ MySQL database
$servername = "172.20.10.3"; #hostname
$username = "root";
$password = "root";
$dbname = "status";
$port = 3306;
$conn = mysqli_connect($servername, $username, $password, $dbname,
$port);
if (!$conn) {
die("Connection failed: " . mysqli_connect_error());
}
// ดึงข้อมูลจากตาราง
$sql = "SELECT * FROM status ORDER BY idstatus DESC LIMIT 1";
$result = mysqli_query($conn, $sql);
$result2 = mysqli_query($conn, $sql);
$result3 = mysqli_query($conn, $sql);
$result4 = mysqli_query($conn, $sql);
$result5 = mysqli_query($conn, $sql);
$result6 = mysqli_query($conn, $sql);
$result7 = mysqli_query($conn, $sql);
$result8 = mysqli_query($conn, $sql);
$result9 = mysqli_query($conn, $sql);
$result10 = mysqli_query($conn, $sql);
$result11 = mysqli_query($conn, $sql);
$result12 = mysqli_query($conn, $sql);
?>

<!DOCTYPE html>

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

<html lang="en">
<head>
  <meta charset="UTF-8">
  <meta http-equiv="X-UA-Compatible" content="IE=edge">
  <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">

  <!--===== Css ===== -->
  <link rel="stylesheet" href="style.css">

  <!--===== Boxicon =====>
  <link href='https://unpkg.com/boxicons@2.1.4/css/boxicons.min.css'
rel='stylesheet'>

  <title>Dashboard Sidebar Menu | Dark-Light Mode</title>
</head>
<body>
  <nav class="sidebar">
    <header>
      <div class="image-text">
        <span class="image">
          
        </span>

        <div class="text header-text">
          <span class="name">Status Of Switch</span>
          <span class="profession">Check Your Switch</span>

        </div>

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
</div>
```

```
</header>
```

```
<div class="menu-bar">
```

```
<div class="menu">
```

```
<ul class="menu-links">
```

```
<li class="nav-link">
```

```
<a href="#">
```

```
<i class='bx bx-home-alt icon' ></i>
```

```
<span class="text nav-text">Switch Status</span>
```

```
</a>
```

```
</li>
```

```
</ul>
```

```
</div>
```

```
</div>
```

```
</nav>
```

```
<div class="switches_1">
```

```
<div class="switch type">
```

```
<div class="status">Power</div>
```

```
</div>
```

```
<div class="switch">
```

```
<div class="status">
```

```
<?php
```

```
while ($row = mysqli_fetch_assoc($result)) {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        echo "<p>" . $row["power"] . "<br />";
        "</p>";
    }
    ?>
</div>
</div>

<div class="switch type">
    <div class="status">Amplitude</div>
</div>
<div class="switch">
    <div class="status">
        <?php
        while ($row = mysqli_fetch_assoc($result2)) {
            echo "<p>" . $row["amplitude"] . "</p>";
        }
        ?>
    </div>
</div>

</div>

<div class="switches_2">
    <div class="switch type">
        <div class="status">dc_offset</div>
    </div>
    <div class="switch">
        <div class="status">

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

<?php
while ($row = mysqli_fetch_assoc($result3)) {
    echo "<p>" . $row["dc_offset"] . "<br />";
    "</p>";
}
?>
</div>
</div>
<div class="switch type">
    <div class="status">cal_symmetry</div>
</div>
<div class="switch">
    <div class="status">
        <?php
        while ($row = mysqli_fetch_assoc($result4)) {
            echo "<p>" . $row["cal_symmetry"] . "<br />";
            "</p>";
        }
        ?>
    </div>
</div>
</div>
</div>

<div class="switches_3">
    <div class="switch type">
        <div class="status">range</div>
    </div>
    <div class="switch">

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

<div class="status">
    <?php
        while ($row = mysqli_fetch_assoc($result5)) {
            echo "<p>" . $row["range"] . "<br />";
            "</p>";
        }
    ?>
</div>
</div>
<div class="switch type">
    <div class="status">function</div>
</div>
<div class="switch">
    <div class="status">
        <?php
            while ($row = mysqli_fetch_assoc($result6)) {
                echo "<p>" . $row["function"] . "<br />";
                "</p>";
            }
        ?>
    </div>
</div>
</div>
</div>

```

```

<div class="switches_4">
    <div class="switch type">
        <div class="status">volt_out</div>
    </div>

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

<div class="switch">
  <div class="status">
    <?php
      while ($row = mysqli_fetch_assoc($result7)) {
        echo "<p>" . $row["volt_out"] . "<br />";
      }
    ?>
  </div>
</div>
<div class="switch type">
  <div class="status">symetry</div>
</div>
<div class="switch">
  <div class="status">
    <?php
      while ($row = mysqli_fetch_assoc($result8)) {
        echo "<p>" . $row["symetry"] . "<br />";
      }
    ?>
  </div>
</div>
</div>

```

```

<div class="switches_5">
  <div class="switch type">
    <div class="status">sweep</div>

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

</div>
<div class="switch">
  <div class="status">
    <?php
    while ($row = mysqli_fetch_assoc($result9)) {
      echo "<p>" . $row["sweep"] . "<br />";
    }
  <?>
</div>
</div>
<div class="switch type">
  <div class="status">sweep_rate</div>
</div>
<div class="switch">
  <div class="status">
    <?php
    while ($row = mysqli_fetch_assoc($result10)) {
      echo "<p>" . $row["sweep_rate"] . "<br />";
    }
  <?>
</div>
</div>
</div>
<div class="switches_6">
  <div class="switch type">

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    <div class="status">sweep_width</div>
</div>
<div class="switch">
    <div class="status">
        <?php
            while ($row = mysqli_fetch_assoc($result11)) {
                echo "<p>" . $row["sweep_width"] . "<br />";
            }
        ?>
    </div>
</div>
<div class="switch type">
    <div class="status">frequency</div>
</div>
<div class="switch">
    <div class="status">
        <?php
            while ($row = mysqli_fetch_assoc($result12)) {
                echo "<p>" . $row["frequency"] . "<br />";
            }
        ?>
    </div>
</div>
</div>
</body>
</html>

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

@import
url('https://fonts.googleapis.com/css2?family=Poppins:wght@300;400;500;600
;700&display=swap');

*{
  font-family: 'Poppins', sans-serif;
  margin: 0;
  padding: 0;
  box-sizing: border-box;
}
:root{
  /*==== Colour ====*/
  --body-color: #E4E9F7;
  --sidebar-color: #FFF;
  --primary-color: #FF6600;
  --toggle-color: #DDD;
  --text-color: #707070;
  --image-color: #707070;
  /*==== Transition ====*/
  --tran-03: all 0.2s ease;
  --tran-04: all 0.3s ease;
  --tran-05: all 0.4s ease;
}

body{
  height: 100vh;
  background: gray;
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

/*=== Resuable ===*/
.sidebar .text{
    font-size: 20px;
    font-weight: 600;
}

.sidebar .image{
    min-width: 170px;
    display: flex;
    align-items: center;
}
/*===== Sidebar ===== */
.sidebar{
    position: fixed;
    top: 0;
    left: 0;
    height: 100%;
    width: 400px;
    padding: 14px 14px;
    background: var(--sidebar-color);
}

.sidebar li{
    height: 50px;
    margin-top: 10px;
    list-style: none;
    display: flex;
    align-items: center;
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

.sidebar li .icon{
  display: flex;
  align-items: center;
  justify-content: center;
  min-width: 100px;
  font-size: 25px;
  color:#FF6600
}
.sidebar li .text{
  color: black
}
.sidebar header {
  position: relative;
}
.sidebar .image-text img{
  width: 150px;
  border-radius: 30px;
}
.sidebar header .image-text{
  display: flex;
  align-items: center;
}
header .image-text .header-text{
  display: flex;
  flex-direction: column;
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
.header-text .name{
  font-weight: 800;
  color:black;
}
```

```
.header-text .profession{
  font-size: 18px;
  font-weight: 500;
  margin-top: -2px;
  color:#707070;
}
```

```
.sidebar header .toggle{
  position: absolute;
  top: 50%;
  right: -25px;
  transform: translateY(-50%);
  height: 25px;
  width: 25px;
  background: var(--primary-color);
  display: flex;
  align-items: center;
  justify-content: center;
  border-radius: 50%;
  color: var(--body-color);
  font-size: 18px;
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
.sidebar .search-box{
  background:gainsboro;
}
```

```
.search-box input{
  height: 100%;
  width: 100%;
  outline: none;
  border: none;
  background:gainsboro;
}
```

```
.sidebar li a{
  height: 100%;
  display: flex;
  align-items: center;
  text-decoration: none;
}
```

```
.switches_1 {
  display: flex;
  flex-wrap: wrap;
  gap: 20px;
  margin-top: 40px;
  margin-left: 600px;
}
```

```
.switches_2 {
  display: flex;
  flex-wrap: wrap;
  gap: 20px;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
margin-top: 40px;
margin-left: 600px;
}
```

```
.switches_3 {
display: flex;
flex-wrap: wrap;
gap: 20px;
margin-top: 40px;
margin-left: 600px;
}
```

```
.switches_4 {
display: flex;
flex-wrap: wrap;
gap: 20px;
margin-top: 40px;
margin-left: 600px;
}
```

```
.switches_5 {
display: flex;
flex-wrap: wrap;
gap: 20px;
margin-top: 40px;
margin-left: 600px;
}
```

```
.switches_6 {
display: flex;
flex-wrap: wrap;
gap: 20px;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

margin-top: 40px;
margin-left: 600px;
}
.switch {
width: 100px;
height: 100px;
display: flex;
align-items: center;
justify-content: center;
border: 2px solid var(--primary-color);
border-radius: 50%;
font-weight: bold;
font-size: 24px;
color: var(--primary-color);
}
.switch .status {
text-transform: uppercase;
}
.switch.type {
border-radius: 5px;
background-color: var(--toggle-color);
color: black;
border: 2px solid var(--toggle-color);
padding: 10px;
width : 230px;
height: 100px;
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้