ระบบรู้จำยานพาหนะอัตโนมัติและการประยุกต์ใช้งาน

AUTOMATIC VEHICLE RECOGNITION SYSTEM DESIGN AND ITS APPLICATION

โดย

นางสาวเกวลิน มั่นสอน

นางสาวนงนภัส สมใจหมาย

นางสาวปวริศา ติ้นซุ่ย

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use. Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ระบบรู้จำยานพาหนะอัตโนมัติและการประยุกต์ใช้งาน

AUTOMATIC VEHICLE RECOGNITION SYSTEM DESIGN AND ITS APPLICATION

โดย

นางสาวเกวลิน	มั่นสอน	60010098
นางสาวนงนภัส	สมใจหมาย	60010487
นางสาวปวริศา	ติ้นซุ่ย	60010596

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ. อัครพล ตรีรัตน์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use. Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2563

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบรู้จำยานพาหนะอัตโนมัติและการประยุกต์ใช้งาน

AUTOMATIC VEHICLE RECOGNITION SYSTEM DESIGN AND ITS APPLICATION

ผู้จัดทำ

1.	นางสาวเกวลิน	มั่นสอน	60010098
2.	นางสาวนงนภัส	สมใจหมาย	60010487
3.	นางสาวปวริศา	ติ้นซุ่ย	60010596

..... **อาจารย์ที่ปรึกษา**

(ผศ. อัครพล ตรีรัตน์)

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

กิตติกรรมประกาศ

การดำเนินปริญญานิพนธ์เรื่อง “ระบบรู้จำยานพาหนะอัตโนมัติและการประยุกต์ใช้งาน” จะไม่สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ หากไม่ได้รับความอนุเคราะห์และสนับสนุนอย่างดียิ่งจาก อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ผศ. อัครพล ตรีรัตน์ ที่กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำสั่งสอนและแนะแนวทางในการแก้ไขปัญหามาโดยตลอดระยะเวลาที่จัดทำปริญญานิพนธ์นี้ รวมทั้งสนับสนุนสถานที่ เครื่องมือ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการจัดทำปริญญานิพนธ์

ขอขอบคุณคณาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอน ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ต่าง ๆ และรุ่นพี่ในภาควิชาฯ สำหรับคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ในการจัดทำปริญญานิพนธ์ให้แก่คณะผู้จัดทำ

ขอขอบคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ครอบครัว และ เพื่อน ๆ ที่คอยห่วงใยในยามที่เกิดปัญหาและให้กำลังใจแก่คณะผู้จัดทำเสมอมา จนกระทั่งปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

นางสาวเกวลิน มั่นสอน
นางสาวนงนภัส สมใจหมาย
นางสาวปวริศา ติ้นซุ่ย
ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ระบบรู้จำยานพาหนะอัตโนมัติและการประยุกต์ใช้งาน
AUTOMATIC VEHICLE RECOGNITION SYSTEM DESIGN
AND ITS APPLICATION

โดย นางสาวเกวลิน มั่นสอน 60010098
นางสาวนงนภัส สมใจหมาย 60010487
นางสาวปวริศา ติ้นซุ่ย 60010596

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.อัครพล ตรีรัตน์

บทคัดย่อ

ปัจจุบันปริมาณรถยนต์บนท้องถนนมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นในทุก ๆ ปี ทำให้การจัดการทางด้านคมนาคมและการจราจรเป็นไปอย่างลำบาก หากใช้แรงงานมนุษย์ในการจัดการจะทำให้ต้องใช้เวลา และพลังงานมาก อีกทั้งยังเกิดความคลาดเคลื่อนได้ ซึ่งเทคโนโลยีในปัจจุบันมีการพัฒนาซอฟต์แวร์ให้สามารถทำงานแทนมนุษย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ปริญญานิพนธ์นี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาและพัฒนาระบบการเรียนรู้เชิงลึกเพื่อการรู้จำยานพาหนะ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้งาน โดยระบบดังกล่าวแบ่งเป็น 3 ส่วน ส่วนแรกคือส่วนการเรียนรู้ โดยจะใช้ข้อมูลเป็นรูปภาพด้านหน้ารถยนต์ เพื่อให้อัลกอริทึมได้เรียนรู้ออกมาเป็นค่าถ่วงน้ำหนัก ซึ่งจะถูกนำไปประมวลผลร่วมกับอัลกอริทึมในส่วนที่ 2 ที่เป็นการตรวจจับตราสัญลักษณ์ ตัวอักษรและตัวเลขบนแผ่นป้ายทะเบียนนำไปสู่การระบุยี่ห้อและทะเบียนของยานพาหนะ โดยจะรับข้อมูลเข้าเป็นวิดีโอแล้วจึงประมวลผลบนไมโครคอมพิวเตอร์แบบทันที ส่วนสุดท้ายนำผลลัพธ์ที่ได้จัดเก็บในฐานข้อมูลออนไลน์ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในด้านการจัดการข้อมูลสำหรับการเข้าออกรถยนต์ภายในอาคารหรือสถานที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ABSTRACT

Nowadays, the number of cars on Thailand's roads increases every year. It makes transport and traffic management are difficult. If human labor is used to manage these, it will take a lot of time, energy and has a discrepancy. Today's technology has developed software that can effective achievable goal. This thesis aims to study and develop the deep learning for vehicle recognition, and it can be applied in applications. The system consists of 3 parts. First, using images as the front of the car for training an algorithm to create the weight which will be processed in the algorithm in the second part. That is the detection of logo letters and numbers on the license plate led to the car brand the vehicle registration number. The camera receives video as input to real-time processed on microcomputer. Finally, the results are stored in an online database to be utilized in data management for cars entry and exit the building or place.

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use. Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญ

		หน้า
กิตติกรรมประกาศ		I
บทคัดย่อ		II
สารบัญ		IV
สารบัญรูป		VII
สารบัญตาราง		XIII
บทที่ 1	**บทนำ**	
	1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
	1.2 วัตถุประสงค์	2
	1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์	2
บทที่ 2	**ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง**	
	2.1 ไมโครคอมพิวเตอร์	3
	2.2 กล้องวงจรปิด IP Camera	7
	2.3 TensorFlow	11
	2.4 การเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning))	11
	2.5 Activation Function	17
	2.6 อัลกอริทึมที่ใช้ในการฝึกฝนเพื่อการตรวจจับวัตถุ	18
	2.7 การวัดประสิทธิภาพของการทำนาย	24
	2.8 ฐานข้อมูล Firebase	25
	2.9 เว็บแอปพลิเคชัน	27
	2.10 Microsoft Visual Studio	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
บทที่ 3	**การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์**	
	3.1 การออกแบบ	30
	3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	46
	3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง	48
บทที่ 4	**ผลการทดลอง**	
	4.1 ทดสอบการทำงานของอัลกอริทึมในการตรวจจับและจำแนกประเภท	50
	4.2 ทดสอบการทำงานของอัลกอริทึมในการตรวจจับป้ายทะเบียนจากภาพที่รับมาจากกล้องวงจรปิดระบบไอพี	58
	4.3 ทดสอบการทำงานของไมโครคอมพิวเตอร์กับกล้องวงจรปิดระบบไอพี	64
	4.4 ทดสอบการทำงานของไมโครคอมพิวเตอร์กับฐานข้อมูล	66
	4.5 ทดสอบการทำงานของระบบรวม	67
บทที่ 5	**สรุปผลและข้อเสนอแนะ**	
	5.1 สรุปผล	74
	5.2 ข้อเสนอแนะ	74
บรรณานุกรม		75
ภาคผนวก ก	โค้ดการตั้งค่าพารามิเตอร์ของอัลกอริทึม YOLO V3	78
ภาคผนวก ข	โค้ดการทำงานของอัลกอริทึม YOLO V3	82
ภาคผนวก ค	โค้ดการตั้งค่าพารามิเตอร์ของอัลกอริทึม FASTER R-CNN	96
ภาคผนวก ง	โค้ดการตั้งค่าพารามิเตอร์ของอัลกอริทึม SSD	102
ภาคผนวก จ	โค้ดการจำแนกตัวอักษรและตัวเลขบนแผ่นป้ายทะเบียน	110
ภาคผนวก ฉ	โค้ดการส่งข้อมูลไปยังฐานข้อมูลออนไลน์	118

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
ภาคผนวก ช	โค้ดการจำแนกยี่ห้อรถยนต์และแผ่นป้ายทะเบียน	120

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1.1	จำนวนรถจดทะเบียนสะสมปี 2552-2562	1
2.1	ภาพด้านบนของ NVIDIA Jetson Nano Developer Kit	3
2.2	ภาพด้านล่างของ NVIDIA Jetson Nano Developer Kit	4
2.3	สถาปัตยกรรม ARM Cortex A57	4
2.4	ชิปของ ARM Cortex A57	5
2.5	GPIO จำนวน 40 pin	5
2.6	microSD ที่ความจุต่าง ๆ	6
2.7	Ethernet port ของ NVIDIA Jetson Nano Developer Kit	6
2.8	HDMI port และ Display port ของ NVIDIA Jetson Nano Developer Kit	7
2.9	พอร์ต USB 3.0 และ USB 2.0 Micro-B ของ NVIDIA Jetson Nano Developer Kit	7
2.10	การเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning)	12
2.11	ขั้นตอนการทำคอนโวลูชัน ระหว่าง ภาพนำเข้า	13
2.12	การทำพูลลิงแบบหาค่ามากที่สุด (Max Pooling) และ การทำพูลลิงแบบหาค่าเฉลี่ย (Average Pooling)	14
2.13	ตัวอย่างโครงข่ายประสาทเทียมชั้นการเชื่อมโยงเต็มรูปแบบแบบ Feedforward Back-Propagation	14
2.14	กราฟ ReLU Function	17
2.15	แองเคอร์ที่มีสเกลและอัตราส่วนแตกต่าง	18
2.16	พื้นที่จริงและพื้นที่ที่ถูกทำนาย	19
2.17	การทำ Intersection over Union (IoU)	19
2.18	Non max suppression	20
2.19	แบบจำลอง Two stage object detection	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่

2.20	โครงสร้างของ RCNN	21
2.21	แบบจำลอง Single stage object detection	22
2.22	แบบจำลอง single shot detection	23
2.23	แบบจำลอง You only look once version 3	24
2.24	ตาราง Confusion matrix	24
3.1	แผนภาพของปริญญานิพนธ์	30
3.2	หน้าต่างโปรแกรม Labelimg	31
3.3	การติดป้ายกำกับขอบเขตของวัตถุสำหรับด้านหน้ารถยนต์	32
3.4	การติดป้ายกำกับขอบเขตของวัตถุสำหรับแผ่นป้ายทะเบียน	32
3.5	ตัวอย่างเฟรมของวิดีโอหลังปรับความละเอียด	33
3.6	ความแตกต่างของอัตราส่วนแองเคอร์	34
3.7	ความเป็นวัตถุภายในรูปภาพ	35
3.8	โครงสร้างของอัลกอริทึม Faster R-CNN	35
3.9	โครงสร้างของอัลกอริทึม SSD	36
3.10	โครงสร้างของอัลกอริทึม YOLO v3	37
3.11	รูปภาพด้านหน้ารถยนต์ที่มีหมายเลขป้ายทะเบียนจาง	38
3.12	รูปภาพด้านหน้ารถยนต์ที่ไม่มีตราสัญลักษณ์	38
3.13	ตัวอย่างแผ่นป้ายทะเบียนที่ไม่สามารถตรวจจับตัวอักษรและตัวเลขได้	39
3.14	ตัวอย่างรถยนต์ที่มีตราสัญลักษณ์อยู่บริเวณฝากระโปรงหน้า	39
3.15	แผ่นป้ายทะเบียนที่มีตัวอักษร “ก” กับ “ถ	40
3.16	แผ่นป้ายทะเบียนที่มีตัวอักษร “ข” และแผ่นป้ายทะเบียนที่มีตัวอักษร “ช”	40
3.17	แผ่นป้ายทะเบียนที่มีตัวอักษร “ณ” และแผ่นป้ายทะเบียนที่มีตัวอักษร “ฌ”	40
3.18	บล็อกไดอะแกรมของการติดตั้งอุปกรณ์	41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.19	ขนาดของกล้องวงจรปิดระบบไอพีในหน่วยมิลลิเมตรและนิ้ว (ก) Side View (ข) Front View	41
3.20	ความกว้าง ความยาวของขาตั้งในหน่วยมิลลิเมตรสาหรับกล้องวงจรปิดระบบไอพี (ก) Top View (ข) Front View	42
3.21	ขนาดอุปกรณ์ไมโครคอมพิวเตอร์ในหน่วยมิลลิเมตร	42
3.22	Cloud Firestore	43
3.23	ข้อจำกัดการใช้บริการ Cloud Firestore	44
3.24	หน้าต่างเข้าสู่ระบบสำหรับผู้ใช้งาน	44
3.25	หน้าต่างแสดงข้อมูลรถยนต์	45
3.26	หน้าต่างแสดงข้อมูลรถยนต์ตามวันที่ที่ผู้ใช้งานเลือก	45
3.27	หน้าต่างแสดงข้อมูลรถยนต์ทั้งหมดในฐานข้อมูล	46
3.28	NVIDIA Jetson Nano Developer Kit	47
3.29	กล้องวงจรปิดระบบไอพี WIP267	47
3.30	สาย LAN ประเภท Category 5 (CAT-5e)	47
3.31	ตัวแปลงสัญญาณเครือข่ายไร้สาย	48
4.1	ผลการทดสอบกับวิดีโอด้านหน้ารถยนต์ ด้วยอัลกอริทึม Faster R-CNN	50
4.2	ผลการทดสอบกับวิดีโอด้านหน้ารถยนต์ ด้วยอัลกอริทึม Faster R-CNN	51
4.3	ผลการทดสอบกับวิดีโอด้านหน้ารถยนต์ ด้วยอัลกอริทึม Faster R-CNN	51
4.4	ผลการทดสอบกับวิดีโอด้านหน้ารถยนต์ ด้วยอัลกอริทึม SSD	52
4.5	ผลการทดสอบกับวิดีโอด้านหน้ารถยนต์ ด้วยอัลกอริทึม SSD	52
4.6	ผลการทดสอบกับวิดีโอด้านหน้ารถยนต์ ด้วยอัลกอริทึม SSD	53
4.7	ผลการทดสอบกับวิดีโอด้านหน้ารถยนต์ ด้วยอัลกอริทึม Yolov3	53
4.8	ผลการทดสอบกับวิดีโอด้านหน้ารถยนต์ ด้วยอัลกอริทึม Yolov3	54
4.9	ผลการทดสอบกับวิดีโอด้านหน้ารถยนต์ ด้วยอัลกอริทึม Yolov3	54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.10	ตัวอย่างเฟรมรูปภาพจากวิดีโอทดสอบ	55
4.11	ภาพด้านหน้ารถจากกล้องวงจรปิดที่มีการส่งข้อมูลอัตราเร็วบิต 256 กิโลบิตต่อวินาที	59
4.12	การนำภาพด้านหน้ารถมาทดสอบกับโปรแกรม (ก) ภาพที่ผ่านกระบวนการตรวจจับแผ่นป้ายทะเบียน (ข) ภาพที่ผ่านกระบวนการตรวจจับตัวอักษรและตัวเลข	59
4.13	ภาพด้านหน้ารถจากกล้องวงจรปิดที่มีการส่งข้อมูลอัตราเร็วบิต 512 กิโลบิตต่อวินาที	60
4.14	การนำภาพด้านหน้ารถมาทดสอบกับโปรแกรม (ก) ภาพที่ผ่านกระบวนการตรวจจับแผ่นป้ายทะเบียน (ข) ภาพที่ผ่านกระบวนการตรวจจับตัวอักษรและตัวเลข	60
4.15	ภาพด้านหน้ารถจากกล้องวงจรปิดที่มีการส่งข้อมูลอัตราเร็วบิต 1024 กิโลบิตต่อวินาที	61
4.16	การนำภาพด้านหน้ารถมาทดสอบกับโปรแกรม (ก) ภาพที่ผ่านกระบวนการตรวจจับแผ่นป้ายทะเบียน (ข) ภาพที่ผ่านกระบวนการตรวจจับตัวอักษรและตัวเลข	61
4.17	ภาพด้านหน้ารถจากกล้องวงจรปิดที่มี Exposure time เท่ากับ 1/10000 วินาที	62
4.18	การนำภาพด้านหน้ารถมาทดสอบกับโปรแกรม (ก) ภาพที่ผ่านกระบวนการตรวจจับแผ่นป้ายทะเบียน (ข) ภาพที่ผ่านกระบวนการตรวจจับตัวอักษรและตัวเลข	62
4.19	ภาพด้านหน้ารถจากกล้องวงจรปิดที่มี Exposure time เท่ากับ 1/2000 วินาที	63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.20	การนำภาพด้านหน้ารถมาทดสอบกับโปรแกรม (ก) ภาพที่ผ่านกระบวนการตรวจจับแผ่นป้ายทะเบียน (ข) ภาพที่ผ่านกระบวนการตรวจจับตัวอักษรและตัวเลข	63
4.21	ภาพด้านหน้ารถจากกล้องวงจรปิดที่มี Exposure time เท่ากับ 1/500 วินาที	64
4.22	ภาพจากกล้องวงจรปิดระบบไอพีที่แสดงบนเว็บเบราว์เซอร์	65
4.23	ภาพจากกล้องวงจรปิดระบบไอพีที่แสดงบนหน้าต่างของไมโครคอมพิวเตอร์	66
4.24	การสร้างไฟล์ Comma-separated values เพื่อจำลองการเก็บข้อมูลรถยนต์	66
4.25	ข้อมูลใน Cloud Firestore ที่ได้รับจากไฟล์ Comma-separated values	67
4.26	ตัวอย่างข้อมูลรถยนต์ที่ได้รับจากการเพิ่มส่วนเชื่อมต่อกับ Cloud Firestore	67
4.27	ตัวอย่างภาพด้านหน้ารถยนต์ที่ได้จากกล้องวงจรปิดระบบไอพี	68
4.28	ชุดรูปภาพด้านหน้ารถยนต์ที่ได้จากกล้องวงจรปิดระบบไอพี	68
4.29	เปรียบเทียบแนวโน้มของประสิทธิภาพในการทำนายส่วนของยี่ห้อรถยนต์	70
4.30	เปรียบเทียบแนวโน้มของประสิทธิภาพในการทำนายส่วนของแผ่นป้ายทะเบียน	70
4.31	เปรียบเทียบแนวโน้มของประสิทธิภาพในการทำนายส่วนของตัวอักษรบนแผ่นป้ายทะเบียน	71
4.32	เปรียบเทียบแนวโน้มของประสิทธิภาพในการทำนายส่วนของตัวเลขบนแผ่นป้ายทะเบียน	71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่

4.33 ตัวอย่างภาพด้านหน้ารถยนต์จากการติดตั้งอุปกรณ์บริเวณทางเข้าบริษัท โตโยต้า ทูโช (ไทยแลนด์) จำกัด 72

4.34 แผนภูมิแท่งแสดงประสิทธิภาพของแบบจำลองจากการติดตั้งอุปกรณ์บริเวณทางเข้าบริษัท โตโยต้า ทูโช (ไทยแลนด์) จำกัด 73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	รายละเอียดทางเทคนิคของกล้อง IP WIP267	9
4.1	ผลการทำนายส่วนแผ่นป้ายทะเบียนของอัลกอริทึม Faster R-CNN	55
4.2	ผลการทำนายส่วนยี่ห้อรถยนต์ของอัลกอริทึม Faster R-CNN	56
4.3	ผลการทำนายส่วนแผ่นป้ายทะเบียนของอัลกอริทึม SSD	56
4.4	ผลการทำนายส่วนยี่ห้อรถยนต์ของอัลกอริทึม SSD	56
4.5	ผลการทำนายส่วนแผ่นป้ายทะเบียนของอัลกอริทึม Yolo v3	56
4.6	ผลการทำนายส่วนยี่ห้อรถยนต์ของอัลกอริทึม Yolo v3	57
4.7	เปรียบเทียบประสิทธิภาพของอัลกอริทึม Faster R-CNN, SSD และ YOLO v3 จากการทดสอบด้วยวิดีโอด้านหน้ารถยนต์	57
4.8	ผลลัพธ์การทำนายและการวัดประสิทธิภาพส่วนของยี่ห้อรถยนต์	69
4.9	ผลลัพธ์การทำนายและการวัดประสิทธิภาพส่วนของแผ่นป้ายทะเบียน	69
4.10	ผลลัพธ์การทำนายและการวัดประสิทธิภาพส่วนของตัวอักษรบนแผ่นป้ายทะเบียน	69
4.11	ผลลัพธ์การทำนายและการวัดประสิทธิภาพส่วนของตัวเลขบนแผ่นป้ายทะเบียน	70
4.12	ผลลัพธ์การทำนายและการวัดประสิทธิภาพจากการติดตั้งอุปกรณ์บริเวณทางเข้าบริษัท โตโยต้า ทูโช (ไทยแลนด์) จำกัด	73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

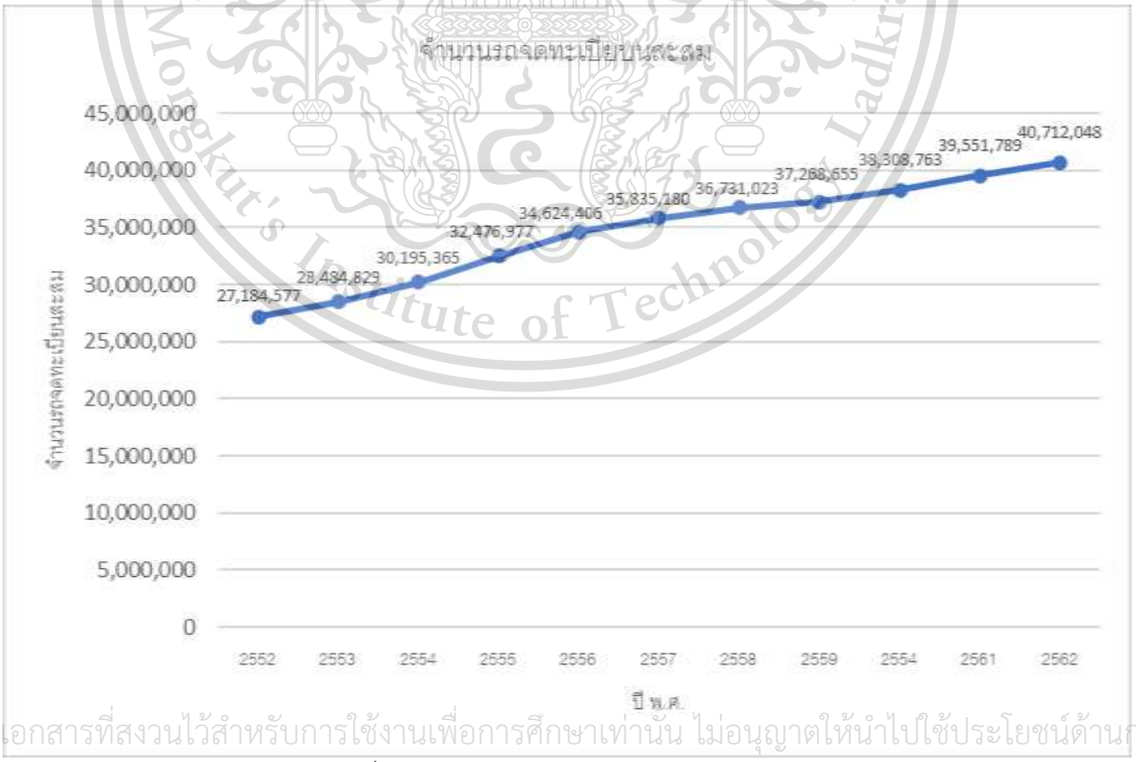
บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันประเทศไทยมีการใช้รถใช้ถนนในปริมาณมาก ดังแสดงในรูปที่ 1.1 แสดงปริมาณรถที่ถูกจดทะเบียนสะสมเพิ่มขึ้นในแต่ละปี จึงเป็นปัญหาในการเก็บข้อมูลรถยนต์จำนวนมาก ไม่ว่าจะสำหรับการเข้าใช้บริการในสถานที่ต่าง ๆ เช่น อาคารจอดรถ และห้างสรรพสินค้า เป็นต้น รวมไปถึงการเก็บข้อมูลเพื่อนำมาระบุตัวตนเจ้าของรถนั้น ๆ ซึ่งการใช้พนักงานในการเก็บข้อมูล อาจทำให้เกิดความล่าช้า และอาจเกิดข้อผิดพลาดในการบริการ

จากปัญหาที่กล่าวมาคณะผู้จัดทำจึงได้ออกแบบและพัฒนาระบบรู้จำยานพาหนะโดยใช้เทคนิค Neural Network ร่วมกับการประมวลผลภาพที่อาศัยวิธีการทางปัญญาประดิษฐ์ เพื่อสามารถตรวจจับแผ่นป้ายทะเบียนและตราสัญลักษณ์ ซึ่งนำไปสู่การระบุเป็นตัวอักษรและตัวเลขบนแผ่นป้ายทะเบียนและสามารถระบุยี่ห้อรถยนต์จากตราสัญลักษณ์ได้ ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้หลากหลายรูปแบบ เช่น การเก็บข้อมูลสำหรับระบบจอดรถในห้างสรรพสินค้า และการระบุผู้กระทำผิดวินัยจราจร เป็นต้น



รูปที่ 1.1 จำนวนรถจดทะเบียนสะสมปี 2552-2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

1.2 วัตถุประสงค์

1) เพื่อสร้างและพัฒนาระบบรู้จำยานพาหนะ และการนำไปประยุกต์ใช้งาน
2) เพื่อศึกษา และนำเทคนิค Neural Network ไปใช้งาน
3) เพื่อศึกษาการเขียนโปรแกรมโดยเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) ที่ใช้งานบนพื้นฐานของภาษา Python

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

1) ศึกษา และสร้างระบบรู้จำยานพาหนะโดยอาศัยวิธีการทางปัญญาประดิษฐ์
2) ศึกษาการใช้งาน และติดตั้งอุปกรณ์สำหรับระบบรู้จำยานพาหนะอัตโนมัติ
3) ศึกษาการจัดการฐานข้อมูลออนไลน์เพื่อนำมาประยุกต์ใช้กับการจัดการข้อมูลที่ได้จากระบบรู้จำยานพาหนะอัตโนมัติ

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 ไมโครคอมพิวเตอร์

ไมโครคอมพิวเตอร์ เป็นอุปกรณ์ที่มีระบบคล้ายกับคอมพิวเตอร์ แต่มีขนาดเล็กกว่า ภายในไมโครคอมพิวเตอร์ประกอบไปด้วย 5 ส่วนหลัก ได้แก่

- หน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit) เป็นศูนย์กลางในการควบคุมการทำงานของระบบทั้งหมด ประมวลผลข้อมูลจากคำสั่งของโปรแกรม

- หน่วยความจำ (Memory) สำหรับเก็บสถานะข้อมูล (Data Memory) และชุดคำสั่ง (Program Memory) แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ หน่วยความจำถาวร และ หน่วยความจำชั่วคราว

- พอร์ต (Port) ใช้ในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก ใช้ร่วมกันระหว่างอินพุตพอร์ต (Input Port) เพื่อรับสัญญาณ และ เอาต์พุตพอร์ต (Output Port) เพื่อแสดงผล

- บัส (Bus) ช่องทางเดินของสัญญาณเพื่อแลกเปลี่ยนสัญญาณข้อมูลระหว่างหน่วยประมวลผลกลาง หน่วยความจำ และพอร์ตต่าง ๆ

- วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา การทำงานที่เกิดขึ้นทั้งหมดขึ้นอยู่กับการกำหนดจังหวะสัญญาณหากสัญญาณนาฬิกามีความถี่สูง ก็จะมีความเร็วในการประมวลผลสูงตามไปด้วย

2.1.1 NVIDIA Jetson Nano Developer Kit

NVIDIA Jetson Nano Developer Kit คือ ชุดคิทสำหรับพัฒนาปัญญาประดิษฐ์ (AI) และ Machine Learning โดย Jetson Nano เปรียบเสมือนเครื่องคอมพ์พิวเตอร์ขนาดเล็กที่มีพลังการประมวลผลมหาศาลผ่าน GPU ของค่าย Nvidia สามารถรัน neural networks ได้หลาย ๆ ตัวพร้อมกัน เหมาะกับการทำงานประเภท image classification, object detection, speech processing ดังรูปที่ 2.1 และ รูปที่ 2.2

รูปที่ 2.1 ภาพด้านบนของ NVIDIA Jetson Nano Developer Kit [1]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

รูปที่ 2.2 ภาพด้านล่างของ NVIDIA Jetson Nano Developer Kit [1]

Specification of NVIDIA Jetson Nano Developer Kit

1) ซีพียู (Central Processing Unit: CPU) หรือ ไมโครโปรเซสเซอร์ (Microprocessor)

CPU ที่ใช้คือ ARM (Advanced RISC Machine) ในการผลิต CPU จะใช้สถาปัตยกรรม RISC (Reduced Instruction Set Computer) ที่สามารถลดชุดคำสั่งภายในคอมพิวเตอร์ หรือ ทำให้ CPU ทำงานทีละคำสั่ง จะมีเพียงคำสั่ง Load และ Store ที่ติดต่อกับ RAM ส่วนชุดคำสั่งอื่นจะติดต่อกับ Register ความจำภายในของ CPU เท่านั้น หน่วยประมวลผล ที่ใช้การออกแบบด้วย สถาปัตยกรรม RISC จะใช้ทรัพยากรน้อยกว่า มีขนาดเล็ก คุณสมบัติเหล่านี้จึงเหมาะกับการนำไปใช้ในอุปกรณ์พกพา โดย CPU ที่ใช้คือรุ่น ARM Cortex A57 เป็นตัวที่เน้นในแง่ของประสิทธิภาพ โดยจะมีประสิทธิภาพดีกว่าชิป ระดับไฮเอนด์ที่ใช้ทุกวันนี้ประมาณ 3 เท่า โดยจะรองรับการทำงานแบบ 64-bit ทำงานที่สัญญาณนาฬิกา 1.43 GHz ดังรูปที่ 2.3 และ รูปที่ 2.4

รูปที่ 2.3 สถาปัตยกรรม ARM Cortex A57 [2]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

รูปที่ 2.4 ชิปของ ARM Cortex A57 [2]

2) จีพียู (Graphics Processing unit: GPU)

GPU ขนาด 128-core Maxwell ที่ถูกพัฒนาโดย NVIDIA เพื่อนำเทคนิคในอดีตผสมผสานกับเทคนิคปัจจุบัน ให้สามารถนำไปใช้กับอุปกรณ์พกพา หรือคอมพิวเตอร์ ที่ต้องการใช้งานจำพวก Deep Learning Neural Networks หรือ cuDNN libraries

3) พอร์ตเอนกประสงค์ (General Purpose Input/Output : GPIO)

ประกอบไปด้วย GPIO จำนวน 40 pin โดยสามารถควบคุมค่าต่าง ๆ และกำหนดค่า INPUT หรือ OUTPUT ดังรูปที่ 2.5

รูปที่ 2.5 GPIO จำนวน 40 pin [4]

4) หน่วยความจำ (Memory)

ประกอบไปด้วยหน่วยความจำขนาด 4 GB รองรับการทำงานแบบ 64-bit และหน่วยความจำเข้าถึงแบบสุ่ม (Random Access Memory : RAM) ประเภท LPDDR4 ที่ความเร็วบัส 1600 MHz, อัตราการส่งข้อมูล 3200 MT/s และอัตราการใช้พลังงาน 1.1 V ความจุ 25.6 GB/s

5) พื้นที่จัดเก็บข้อมูล (Storage)

ใช้การจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบของ microSD โดยสามารถเพิ่มพื้นที่จัดเก็บได้ตามการใช้งาน เช่น 32 GB /64 GB /128 GB /256 GB /1 TB ดังรูปที่ 2.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

รูปที่ 2.6 microSD ที่ความจุต่าง ๆ

6) การเข้ารหัสวิดีโอ (Video Encode)

มีการเข้ารหัสวีดีโอโดยจะแสดงผลในรูปแบบ UHD (Ultra High-Definition : 4K @ 30) , Full HD (Full High-Definition : 4x 1080p @ 30), HD (High-Definition : 9x 720p @ 30) ที่การเข้ารหัสขั้นสูง แบบมาตรฐาน H.264 หรือ H.265

7) การถอดรหัสวีดีโอ (Video Decode)

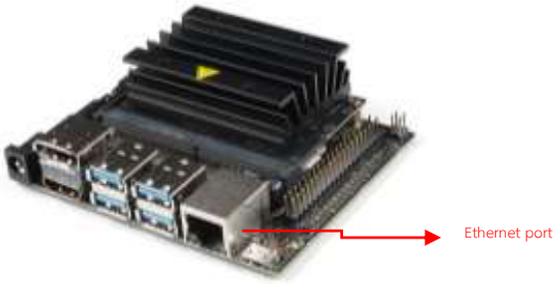
มีการถอดรหัสวีดีโอโดยจะแสดงผลในรูปแบบ UHD (Ultra High-Definition : 4K @ 60 | 2x 4K @ 30) , Full HD (Full High-Definition : 8x 1080p @ 30), HD (High-Definition : 18x 720p @ 30) ที่การถอดรหัสขั้นสูง แบบมาตรฐาน H.264 หรือ H.265

8) พอร์ตวิดีโอดิจิตอล

ประกอบไปด้วยพอร์ต Camera ชนิด MIPI CSI-2 DPHY lanes จำนวน 2 พอร์ต

9) การเชื่อมต่อ (Connectivity)

ใช้เทคโนโลยี Gigabit Ethernet สำหรับการแลกเปลี่ยนข้อมูลที่ความเร็วสูงถึง 1 Gbps/s สามารถเชื่อมต่อกับเซิร์ฟเวอร์เพื่อเชื่อมต่อกับเราเตอร์สวิตช์และเครือข่ายพื้นที่เก็บข้อมูล โดยรองรับ M.2 Key E ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 Ethernet port ของ NVIDIA Jetson Nano Developer Kit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

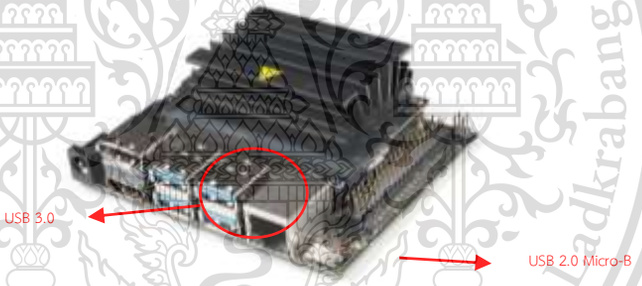
10) การแสดงผล (Display)

รองรับการแสดงผลผ่าน HDMI และ display port ดังรูปที่ 2.8

รูปที่ 2.8 HDMI port และ Display port ของ NVIDIA Jetson Nano Developer Kit

11) พอร์ตเชื่อมต่อ (Port)

ประกอบด้วย พอร์ต USB (Universal Serial Bus) ประเภท USB 3.0 จำนวน 4 พอร์ต และ USB 2.0 Micro-B จำนวน 1 พอร์ต ดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 พอร์ต USB 3.0 และ USB 2.0 Micro-B ของ NVIDIA Jetson Nano Developer Kit

12) ขนาดของบอร์ด NVIDIA Jetson Nano Developer Kit

บอร์ดมีขนาด 100 mm x 80 mm x 29 mm

2.2 กล้องวงจรปิด IP Camera

กล้องวงจรปิด IP Camera คือ ระบบกล้องวงจรปิดรูปแบบหนึ่ง “IP” ย่อมาจาก Internet Protocol เป็นระบบกล้องวงจรปิดที่สามารถเชื่อมต่อเทคโนโลยีใหม่ ๆ หลายรูปแบบเข้าไว้ด้วยกัน เน้นเรื่องการวิเคราะห์ข้อมูลภาพ การเฝ้าระวัง แจ้งเตือน โดยสามารถนำข้อมูลภาพไปประยุกต์ใช้งานรวมกับปัญญาประดิษฐ์ (AI) เช่น การแจ้งเตือนเมื่อมีผู้บุกรุก การตรวจจับใบหน้า การเชื่อมกับระบบเข้า-ออกประตู การนับจำนวนคน การจับป้ายทะเบียนรถยนต์ เป็นต้น มีความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ละเอียดสูง สามารถเชื่อมต่อกับ Server สามารถดูภาพสดบนระบบอินเทอร์เน็ตและระบบเครือข่ายได้อย่างง่ายดาย โดยผู้ใช้งานสามารถจัดการควบคุมและตรวจดูภาพจากกล้องวงจรปิดระยะไกลเพื่อรักษาความปลอดภัยเฝ้าระวังจากบ้าน สำนักงาน ห้างสรรพสินค้า โรงแรม หรือแม้แต่โรงงาน และยังสามารถขยายจำนวนกล้องได้อย่างไร้ขีดจำกัด โดยควบคุมกล้องวงจรปิดทั้งหมดได้จากศูนย์ควบคุมแห่งเดียว แม้ติดตั้งอยู่คนละพื้นที่ก็สามารถเชื่อมต่อข้อมูลผ่านอินเทอร์เน็ตได้ [6] กล้องวงจรปิด IP Camera จำแนกได้เป็น 2 ประเภท

1) ทำงานและบันทึกภาพได้ด้วยตัวเอง (Stand Alone) กล้องวงจรปิด IP Camera แบบนี้มักมีรูปแบบคล้ายกล้อง Webcam สามารถเชื่อมต่อกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ต Wi-Fi บันทึกภาพในตัวเองผ่านหน่วยความจำภายใน ส่วนใหญ่ในรูปแบบของ Micro SD Card แค่ต่ออินเทอร์เน็ตก็สามารถดูภาพออนไลน์ได้ทันที เหมาะสำหรับ บ้าน ออฟฟิศ คอนโด ที่ต้องการไว้ดูพนักงาน ลูก หรือสัตว์เลี้ยง

2) ทำงานร่วมกับ Server เพื่อบันทึกภาพ กล้องวงจรปิด IP Camera แบบนี้ต้องทำงานร่วมกับเครื่องบันทึกภาพ Network Video Recorder (NVR) หรือเชื่อมต่อกับ Server โดยบันทึกภาพผ่านหน่วยความจำฮาร์ดดิสที่มีขนาดใหญ่ บ้าน หรือ องค์กร ที่เน้นเรื่องการรักษาความปลอดภัย ต้องการเก็บข้อมูลภาพย้อนหลังได้ระยะเวลานาน มีจำนวนกล้องเยอะ หรือต้องการใช้งานร่วมกับปัญญาประดิษฐ์ (AI) เพื่อเอาข้อมูลภาพไปวิเคราะห์

2.2.1 การทำงานของกล้องวงจรปิด IP Camera

1) เดินสายสัญญาณ: โดยใช้สายเชื่อมต่อกับโมเด็มหรือเราเตอร์ผ่านสายอีเธอร์เน็ต (CAT5, CAT6) เป็นวิธีที่เร็วและปลอดภัยที่สุดในการเชื่อมต่อขจัดโอกาสของการสกัดกั้นสัญญาณและการรบกวน

2) Wi-Fi: แบบนี้จะส่งข้อมูลในอัตราที่ช้ากว่าเครือข่ายแบบใช้สายและมีความเสี่ยงเพิ่มขึ้นในการเข้าถึงที่ไม่ได้รับอนุญาต ความปลอดภัยที่ลดลงนั้นแลกมาด้วยความง่ายในการติดตั้งและปรับแต่งเครือข่ายไร้สาย แต่สัญญาณจะถูกรบกวนได้ง่ายกว่าการเดินสาย

3) เครือข่ายมือถือ: มีแนวโน้มที่จะช้าที่สุดในสามเครือข่าย แต่มีความปลอดภัยมากกว่า Wi-Fi หากกล้องมีการติดตั้งเครื่องส่งสัญญาณแบบเซลลูลาร์ ก็ไม่จำเป็นต้องใช้ LAN ดังนั้นจึงไม่จำเป็นต้องติดตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.2.2 รายละเอียดทางเทคนิคของกล้อง IP WIP267

กล้อง IP WIP267 คือ การนำเทคโนโลยีการเข้ารหัส H.265 มีความสามารถทำให้การเข้ารหัสวิดีโอมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ช่วยประหยัดแบนด์วิดท์ โดยกล้องชนิดนี้ได้ใช้เทคโนโลยี Starlight เพื่อให้ภาพออกมามีสีสันที่ดีขึ้น แม้ในสภาพแวดล้อมที่แสงเข้าถึงต่ำ [7]

ตารางที่ 2.1 แสดงรายละเอียดทางเทคนิคของกล้อง IP WIP267

Camera	
Image Sensor	1/2.7"2Megapixel progressive CMOS
Effective Pixels	1920 (H) x 1080 (V)
ROM	128 MB
RAM	128 MB
Electronic Shutter Speed	Auto/Manual 1/3s-1/100000s
Pan/Tilt/Rotation Range	Pan: 0-360˚ Tilt: 0˚-90˚ Rotation: 0˚-360˚
Lens	
Lens Type	Fixed-focal
Mount Type	M12
Focal Length	3.6 mm
Max. Aperture	F1.6
Field of View	3.6 mm: Pan: 91.0˚ Tilt: 48.0˚ Diagonal: 109.0˚
Close Focus Distance	3.6 mm: 1.1 m (3.61 ft)
Video	
Video Compression	H. 265; H.264; H.264B; MJPEG
Smart Codec	Yes

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Video Frame Rate	Main stream: 1920 x 1080 (1 fps ~ 25/30 fps) Sub stream: 704 x 576 (1 fps ~ 25 fps) 704 x 480 (1 fps ~ 30 fps)
Stream Capability	2 streams
Resolution	1080p (1920 x 1080); 13M (1280 x 960); 720p (1280 x 720); D1 (704 x 576/704 x 480); VGA (640 x 480); CIF (352 x 288/352 x 240)
Bit Rate Control	CBR/VBR
Video Bit Rate	H.264: 32 Kbps ~ 6144 Kbps H.265: 12 Kbps ~ 6144 Kbps
BLC	Yes
HLC	Yes
WDR	DWDR
White Balance	Auto/natural/streetlamp/outdoor/manual/regional custom
Gain Control	Auto/Manual
Motion Detection	OFF/ON (4 areas, rectangular)
Region of Interest (Rol)	Yes (4 areas)
Image Rotation	0˚/90˚/180˚/270˚ (Supports 90˚/270˚ with 1080p resolution and lower.)
Mirror	Yes
Certification	
Certification	CE-LVD: EN60950-1 CE-EMC: Electrom agnetic Compatibility Directive 2014/30/EU FCC: 47 CFR FCC Part 15, Subpart B UL/CUL: UL60950-1 CAN/CSA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Certification	C22.2 No.60950-1-07
Power	
Power Supply	12V DC/PoE (802.3af)
Power Consumption	< 4.6W

2.3 TensorFlow

TensorFlow เป็นไลบรารีที่ใช้ในการพัฒนา Machine Learning ได้รับการพัฒนาโดยบริษัท Google ซึ่ง TensorFlow นั้นจะเป็นซอฟต์แวร์ที่สามารถนำไปใช้งาน ศึกษา แก้ไข และเผยแพร่ได้อย่างเสรี จะใช้ Python ในการเขียน รองรับเวอร์ชั่นทั้ง Python2 และ Python3 โดย TensorFlow สามารถทำงานบน CPU และ GPUs รองรับระบบปฏิบัติการ Linux, macOS, Windows และ Android [8]

2.3.1 สถาปัตยกรรม TensorFlow

ด้านสถาปัตยกรรมแบ่งเป็น 3 ส่วน

- การเตรียมประมวลผลข้อมูล
- การสร้างแบบจำลอง
- ฝึกและประเมินแบบจำลอง

ชื่อของ TensorFlow มาจากการที่ TensorFlow รับข้อมูลเป็นอาร์เรย์หลายมิติหรือที่เรียกกันว่า Tensor และมีหน้าที่จัดเรียงลำดับการประมวลผลเป็นโฟลวชาร์ต ข้อมูลที่ถูกป้อนไปก็จะผ่านกระบวนการ จนกระทั่งออกมาเป็นผลลัพธ์

2.4 การเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning)

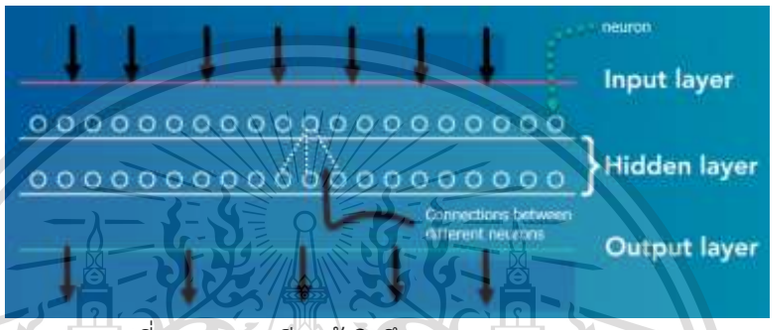
อัลกอริทึมของการเรียนรู้เชิงลึกถูกสร้างขึ้นจากการนำเอาโครงข่ายประสาทเทียมหลายๆ ชั้นมาต่อกัน โดยในชั้นแรกจะทำหน้าที่ในการรับข้อมูลเรียกว่า ชั้นอินพุต (Input layer) ชั้นสุดท้ายจะทำหน้าที่ส่งผลลัพธ์การประมวลผลออกมาเรียกว่า ชั้นเอาต์พุต (Output layerและชั้นระว่างชั้นแรกสุด กับชั้นสุดท้ายเรียกว่า ชั้นซ่อน (Hidden layer) แสดงดังรูปที่ 2.1

คำว่าการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) มีที่มาจากการนำชั้นของโครงข่ายประสาทเทียมหลายๆ ชั้นมาต่อกัน โดยถ้ามีชั้นซ่อนมากกว่า 2 ชั้น จะถือเป็นการเรียนรู้เชิงลึกเหมือนกัน เนื่องจากชั้นเหล่านี้เป็นโครงสร้างที่ถูกจัดเก็บแบบเป็นกองซ้อน (stack) จึงเปรียบได้ว่าชั้นที่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จำนวนเยอะ ๆ จะทำให้มีโครงสร้างที่ลึก (deep) ยิ่งขึ้น โดยชั้นซ่อนของแต่ละชั้น จะเสมือนการประกอบของ เซลล์ประสาท (neural) จำนวนมาก ซึ่งมีหน้าที่ในการประมวลผลรับข้อมูลจากชั้นที่อยู่สูงกว่า และส่งข้อมูลที่ประมวลผลเสร็จแล้วไปยังชั้นที่อยู่ล่างกว่า

ข้อดีของการส่งข้อมูลแบบการเรียนรู้เชิงลึก คือ ชั้นแต่ละชั้น จะมีค่าถ่วงน้ำหนัก (Weight) ค่าความเอนเอียงของข้อมูล (Bias) และ วิธีการประมวลผลทางคณิตศาสตร์ (Activation Function) ที่เป็นอิสระต่อกัน [9]



รูปที่ 2.10 การเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) [9]

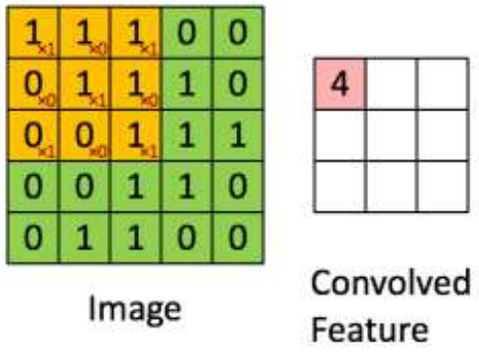
2.4.1 โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน (Convolutional Neural Network : CNN)

โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน คือ โครงข่ายประสาทเทียมหนึ่งในกลุ่ม Bio-Inspired โดยที่จำลองการมองเห็นของมนุษย์ที่มองพื้นที่เป็นที่ย่อย ๆ และนำกลุ่มของพื้นที่ย่อย ๆ มาผสานกัน เพื่อวิเคราะห์ว่าสิ่งที่เห็นคืออะไร การมองพื้นที่ย่อยของมนุษย์จะมีการแยกคุณลักษณะ (Feature) ของพื้นที่ย่อยนั้น เช่น ลายเส้น และการตัดกันของสี ซึ่งการที่มนุษย์รู้ว่าพื้นที่ตรงนี้เป็นเส้นตรงหรือสีตัดกัน เพราะมนุษย์ดูทั้งจุดที่สนใจและบริเวณรอบ ๆ ประกอบกัน โครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียมแบบ CNN [10] มีรายละเอียดดังนี้

2.4.1.1 ชั้นคอนโวลูชัน (Convolutional Layer)

ชั้นคอนโวลูชัน ประกอบด้วย เคอร์เนลฟิลเตอร์ (Kernel Filter) ซึ่งแต่ละเคอร์เนล จะถูกกำหนดโดยการสุ่มในขั้นตอนการเรียนรู้เริ่มต้น หลังจากนั้นจะปรับค่า โดยการเรียนรู้แบบแพร่กระจายย้อนกลับ จะได้จำนวนผลลัพธ์ที่ได้จากชั้นคอนโวลูชันเท่ากับจำนวนของเคอร์เนลฟิลเตอร์ เรียกว่า ฟีเจอร์แมพ (Feature map) ในชั้นของคอนโวลูชันมักจะตามด้วยฟังก์ชันกระตุ้น ซึ่งเป็นฟังก์ชันแบบไม่เชิงเส้น (Non-linear Function) แสดงดังรูปที่ 2.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.11 ขั้นตอนการทำคอนโวลูชัน ระหว่าง ภาพนำเข้า [11]

การคอนโวลูชัน (Convolutional) เป็นการคำนวณแบบ dot product ระหว่างพื้นที่ส่วนย่อยของรูปภาพ (subregion) กับเคอร์เนล (Kernel) เพื่อดึงลักษณะเด่น (Feature Extraction) ออกมาจากรูปภาพ โดยเคอร์เนล (Kernel) ที่นำมาคำนวณจะมีขนาดเล็กกว่าพื้นที่ส่วนย่อยของรูปภาพ โดยกำหนดเป็น เมทริกซ์จัตุรัส (Square Matrix) การคำนวณ Convolutional [12] สามารถทำได้ดังสมการต่อไปนี้

$$G = h * F \tag{2.1}$$

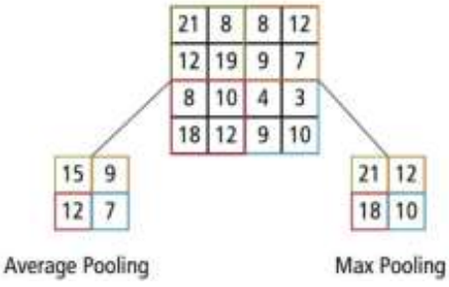
2.4.1.2 ชั้นพูลลิง (Pooling Layer หรือ Subsampling Layer)

ชั้นพูลลิง คือ ชั้นที่มีการลดขนาดของข้อมูลที่ผ่านการคอนโวลูชันมาแล้ว นิยมนำมาทำต่อจากชั้นคอนโวลูชัน แต่ก็อาจไม่จำเป็นต้องนำมาต่อกันเสมอไป ซึ่งจะขึ้นอยู่กับการออกแบบ การพูลลิงที่เป็นที่นิยมมีสองวิธีคือ

1) การทำพูลลิงแบบหาค่ามากที่สุด (Max Pooling) คือ วิธีที่นิยมแพร่หลายมาก ในงานวิจัยด้านคอนโวลูชันแนลโครงข่ายประสาทเทียมในปัจจุบัน

2) การทำพูลลิงแบบหาค่าเฉลี่ย (Average Pooling) คือ วิธีจะเหมือนกับการทำพูลลิงแบบหาค่ามากที่สุด แต่ผลลัพธ์ที่ได้จากการพูลลิงจะเป็นค่าเฉลี่ย แสดงดังรูปที่ 2.11 โดยบอกถึงการเปรียบเทียบกันของการทำพูลลิงทั้งสองแบบ

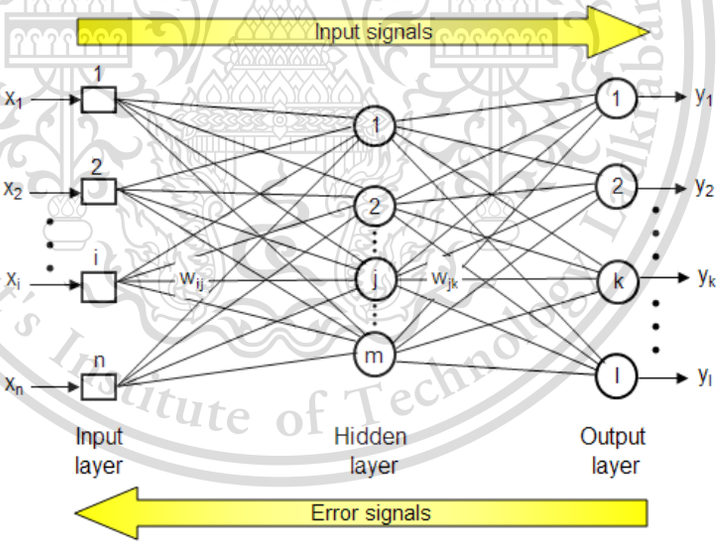
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.12 การทำพูลลิงแบบหาค่ามากที่สุด (Max Pooling) และ การทำพูลลิงแบบหาค่าเฉลี่ย (Average Pooling) [12]

2.4.1.3 ชั้นการเชื่อมโยงเต็มรูปแบบ (Fully Connected Layer)

ชั้นการเชื่อมโยงเต็มรูปแบบ คือ ชั้นสุดท้ายของโครงข่ายประสาทเทียมคอนโวลูชัน (CNN) จะเป็นการเชื่อมโยงเต็มรูปแบบ หลังจากการประกอบกันของชั้นคอนโวลูชันและชั้นพูลลิง โดยในชั้นนี้ประกอบด้วยชั้นย่อย ๆ ที่มีเพอร์เซปตรอน อยู่จำนวนหนึ่ง ซึ่งเพอร์เซปตรอนแต่ละตัวจะมีเส้นเชื่อมกับเพอร์เซปตรอนทุกตัวในชั้นก่อนหน้าและเพอร์เซปตรอนทุกตัวในชั้นถัดไป ทำให้การคำนวณแบบป้อนไปข้างหน้า และการแพร่กระจายย้อนกลับสามารถทำได้ด้วยวิธีการปกติ [13]



รูปที่ 2.13 ตัวอย่างโครงข่ายประสาทเทียมชั้นการเชื่อมโยงเต็มรูปแบบ แบบ Feed forward Back-Propagation

เพอร์เซปตรอนมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 : Initialization คือ การกำหนดค่า initial weights $\mathbf{w_1}, \mathbf{w_2}, \ldots, \mathbf{w_n}$ และค่า เทรชโชลด์ (Threshold) $\boldsymbol{\theta}$ ให้มีค่าแบบสุ่ม (Random) ในช่วง [-0.5,0.5]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ขั้นตอนที่ 2 : Activation คือ การทำ Activate เพอร์เซปตรอนโดยการ apply inputs $x_1(p), x_2(p), \ldots, x_n(p)$ และ desired output $y_{d,1}(p), y_{d,2}(p), \ldots, y_{d,n}(p)$ จากนั้นทำการคำนวณค่า actual output ที่ iteration $p = 1$ ของเซลล์ประสาทเทียมหรือนิวรอนที่ชั้นซ่อน โดยใช้สมการดังนี้

$$y_j(p) = step\left[\sum_{i=1}^{n} x_i(p) w_{ij}(p) - \theta_j\right] \quad (2.2)$$

ค่า n คือ จำนวนของเพอร์เซปตรอน inputs ของนิวรอน j

step คือ step activation function

จากนั้นทำการคำนวณค่า actual output ของเซลล์ประสาทเทียมหรือนิวรอนที่ชั้นเอาต์พุต โดยใช้สมการดังนี้

$$y_k(p) = step\left[\sum_{i=1}^{m} y_j(p) w_{jk}(p) - \theta_k\right] \quad (2.3)$$

ค่า m คือ จำนวนของเพอร์เซปตรอน inputs ของนิวรอน k

ขั้นตอนที่ 3 : Weight Training คือ การ update ค่า weights ของ Perceptron โดยอาศัยหลักการโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับ (Back Propagation) ซึ่งใช้ความผิดพลาดจากเอาต์พุตในการปรับแก้ไข weights

การ update ค่า weights ของเพอร์เซปตรอนที่ชั้นเอาต์พุตดังสมการ

$$w_{ik}(p+1) = w_{ik}(p) + \Delta w_{ik}(p) \quad (2.4)$$

ค่า $\Delta w_{ik}(p)$ คือ ค่า weight correction factor ของชั้นเอาต์พุตที่ iteration p สามารถที่จะหาค่าได้โดยกฎที่เรียกว่า delta rule ดังนี้

$$\Delta w_{ik}(p) = \alpha \times y_j(p) \times \delta_k(p) \quad (2.5)$$

ค่า α คือ ค่า Learning Rate และเป็นค่าคงที่ มีค่าบวก และมีขนาดน้อยกว่า 1

$\delta_k(p)$ คือ ค่า error gradient สำหรับนิวรอนที่ชั้นซ่อน สามารถหาค่าได้ดังนี้

$$\delta_k(p) = y_k(p) \times [1 - y_k(p)] \times e_k(p) \quad (2.6)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ค่า $e_k(p)$ คือ ค่าerror signal สามารถหาค่าได้ดังนี้

$$e_k(p) = y_{d,k}(p) - y_k(p) \quad (2.7)$$

ค่า $y_{d,k}(p)$ คือ desired output

$y_k(p)$ คือ actual output

การ update ค่า weights ของ Perceptron ที่ชั้นซ่อนดังสมการ

$$w_{ij}(p+1) = w_{ij}(p) + \Delta w_{ij}(p) \quad (2.8)$$

ค่า $\Delta w_{ij}(p)$ คือ ค่า weight correction factor ของชั้นซ่อนที่ iteration p สามารถที่จะหาค่าได้โดยกฎที่เรียกว่า delta rule ดังนี้

$$\Delta w_{ij}(p) = \alpha \times x_i(p) \times \delta_j(p) \quad (2.9)$$

ค่า α คือ ค่า Learning Rate และเป็นค่าคงที่ มีค่าบวก และมีขนาดน้อยกว่า 1

$\delta_j(p)$ คือ ค่า error gradient สำหรับนิวรอนที่ชั้นซ่อน สามารถหาค่าได้ดังนี้

$$\delta_j(p) = y_j(p) \times [1 - y_j(p)] \times \sum_{k=1}^{l} \delta_k(p) w_{jk}(p) \quad (2.10)$$

ค่า $Y_d(p)$ คือ desired output

$Y(p)$ คือ actual output

ขั้นตอนที่ 4 : Iteration คือ การเพิ่ม iteration p ไปอีก 1 จากนั้นกลับไปทำในขั้นตอนที่ 2 และ repeat process ทั้งหมดจนกระทั่งระบบเข้าสู่สภาวะ convergence

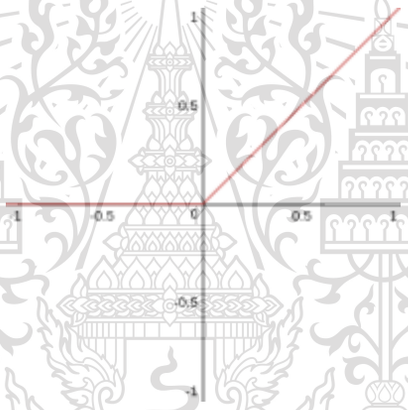
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.5 Activation Function

Activation Function คือ ฟังก์ชันที่รับผลรวมการประมวลผลทั้งหมด จากทุกอินพุต ภายใน 1 นิวรอน แล้วพิจารณาว่าจะส่งต่อเป็นเอาต์พุตเท่าไร ใช้เปรียบเทียบกับความถี่ของสัญญาณประสาทเอาต์พุตในใยประสาท (Axon)

2.5.1 Rectified Linear Unit (ReLU)

Rectified Linear Unit (ReLU) คือ ฟังก์ชันเส้นตรงที่ถูกปรับแก้ Rectified โดยจะไม่ได้เป็นรูปตัว S เหมือน sigmoid function โดย ReLU เป็นฟังก์ชันที่เรียบง่ายกว่าทุก Activation Function เนื่องจากถ้า Input เป็นค่าบวก ทำให้ค่า Slope จะเท่ากับ 1 ตลอด ทำให้ค่า Gradient ไม่หาย (ไม่เกิด Vanishing Gradient) ส่งผลให้เทรนโมเดลได้เร็วขึ้นมาก แสดงดังรูปที่ 2.13 มีสมการดังนี้



รูปที่ 2.14 กราฟ ReLU Function [11]

$$f(x) = \max(0, x) = \begin{cases} 0 ; x \leq 0 \\ x ; x > 0 \end{cases} \tag{2.11}$$

Derivative ของ ReLU Function ถ้า x เป็นบวก Derivative ของ ReLU Function เท่ากับ 1 กุญแจสำคัญที่ช่วยให้การเทรน Deep Neural Network ทำได้รวดเร็วมากขึ้น

$$f'(x) = \begin{cases} 0 ; x \leq 0 \\ 1 ; x > 0 \end{cases} \tag{2.12}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ข้อดีของ ReLU Function

1. ค่าความชัน (Slope) เป็น 1 ทำให้ Gradient ไม่หาย ลดปัญหาการเกิด Vanishing Gradient ช่วยให้เทรนได้อย่างรวดเร็ว

2. คำนวณหาค่า Derivative ไม่ยาก Derivative อาจมีค่าเท่ากับ 0 หรือ 1 ขึ้นอยู่กับกับค่าอินพุต

3. มีการลู่เข้าที่ไวขึ้น

ข้อเสียของ ReLU Function

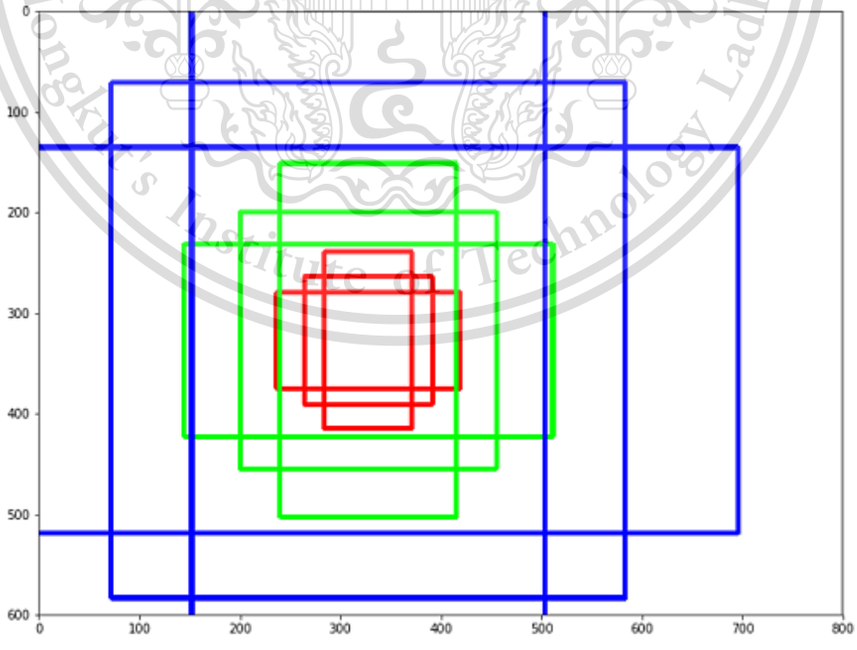
1. ค่าเอาท์พุตไม่สมดุลมีค่าเฉลี่ยนไม่เท่ากับ 0 เพราะมีแต่ค่าที่เป็นบวก ทำให้การเพิ่มประสิทธิภาพ (optimize) ใช้ยากขึ้น

2. ค่าเอาท์พุตอยู่ในช่วงระหว่าง $0 - \infty$ ไม่มีค่าจำกัด จึงทำให้ยากในการใช้งาน

3. ถ้าค่าอินพุตมีค่าติดลบ ค่าเอาท์พุตจะมีค่าเท่ากับ 0 เสมอ ทำให้ยากต่อการแปลงค่ากลับ

2.6 อัลกอริทึมที่ใช้ในการฝึกฝนเพื่อการตรวจจับวัตถุ

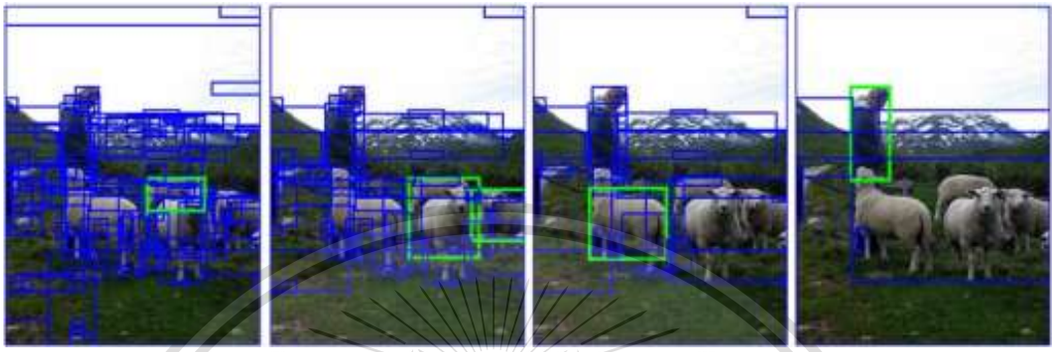
การทำงานของอัลกอริทึม เริ่มด้วยการกำหนดแองเคอร์หลาย ๆ แองเคอร์ซึ่งเป็นกรอบที่มีสเกลและอัตราส่วนแตกต่างกันไว้ทั่ว ๆ ภาพ



รูปที่ 2.15 แองเคอร์ที่มีสเกลและอัตราส่วนแตกต่าง

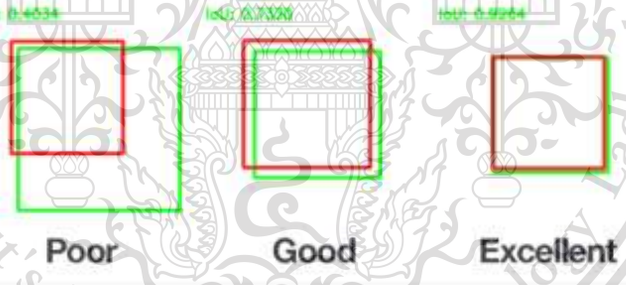
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากนั้นทำการเปรียบเทียบแองเคอร์กับพื้นที่จริง (ground truth) โดยพื้นที่จริงคือข้อมูลที่มาจากชุดข้อมูลรูปภาพที่ใช้ในการฝึกฝนโมเดล แล้วจึงปรับตำแหน่งแองเคอร์เพื่อให้ได้เป็นกรอบล้อมรอบวัตถุที่สนใจซึ่งจะเรียกว่า พื้นที่ที่ทำนาย



รูปที่ 2.16 พื้นที่จริงและพื้นที่ที่ถูกทำนาย

ต่อมาทำการคำนวณค่า Intersect over Union (IoU) ระหว่างพื้นที่ที่ทำนายและพื้นที่จริง ซึ่งคำนวณจากอัตราส่วนของพื้นที่ซ้อนทับ (ของพื้นที่ที่ทำนายกับพื้นที่จริง) กับพื้นที่รวม (ของพื้นที่ที่ทำนายกับพื้นที่จริง) และเก็บกรอบพื้นที่ที่ทำนายที่มีค่า IoU มากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้



รูปที่ 2.17 การทำ Intersection over Union (IoU) [16]

ในบางครั้งอาจมีพื้นที่ที่โมเดลทำนายออกมาได้มากกว่า 1 พื้นที่ ซึ่งซ้อนทับกันอยู่ จึงต้องนำไปผ่านกระบวนการ Non max suppression (NMS) ซึ่งเป็นกระบวนการที่ช่วยลดจำนวนกรอบของพื้นที่การทำนายที่ซ้อนทับกันอยู่ให้เหลือเพียงกรอบเดียวเท่านั้น โดยกระบวนการ NMS จะถูกแบ่งเป็น 4 ขั้นตอน

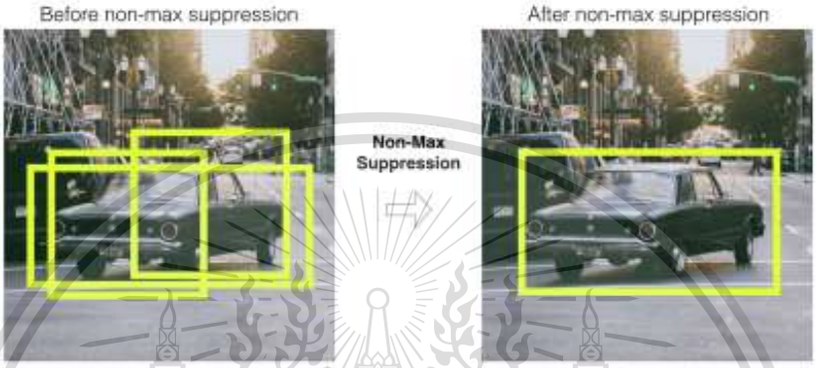
1. คำนวณค่าความเชื่อมั่นของกรอบพื้นที่ที่ถูกทำนายจากพื้นที่จริงที่ใช้ในการฝึกฝนโมเดล

2. เก็บเฉพาะกรอบพื้นที่ที่ถูกทำนายที่มีค่าความเชื่อมั่นมากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

3. เลือกกรอบพื้นที่ที่ถูกทำนายที่มีค่าความเชื่อมั่นสูงที่สุดเป็นกรอบหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4. คำนวณค่า Intersect Over Union (IOU) ระหว่างกรอบหลักและกรอบอื่น ๆ ที่เก็บไว้ ถ้าหากค่า IOU มากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้แสดงว่ามีพื้นที่ที่ซ้อนทับกับกรอบหลักมาก จึงทำการละทิ้งกรอบที่มีค่า IOU มากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ แต่ถ้าหากมีค่า IOU น้อยกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้จะถูกจัดเป็นกรอบหลักอันใหม่ของวัตถุอื่น (จะเกิดขึ้นในกรณีที่ภายในภาพมีวัตถุที่สนใจมากกว่า 1 วัตถุ) เมื่อผ่านกระบวนการ NMS แล้วก็จะแสดงภาพพร้อมกับการทำนายวัตถุที่สนใจ



รูปที่ 2.18 Non max suppression

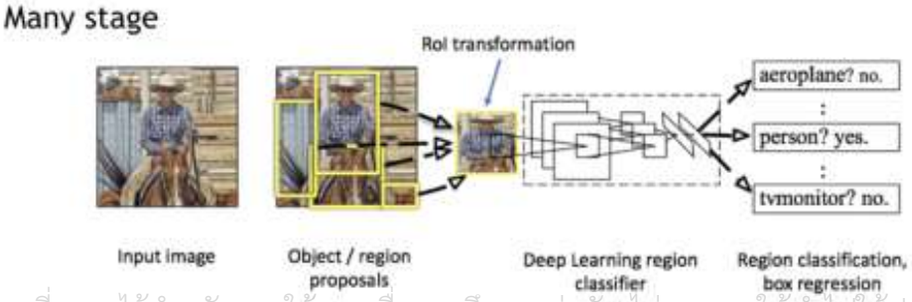
กระบวนการ object detection ที่ใช้กระบวนการ CNN สามารถแบ่งออกได้หลัก ๆ เป็น 2 ประเภท คือ Two stage object detection และ Single stage object detection

2.6.1 Two stage object detection

การตรวจจับเกิดขึ้นใน 2 ขั้นตอน คือ

1. แบบจำลองเสนอชุดของพื้นที่ที่สนใจ โดยใช้อัลกอริทึม select search or regional proposal พื้นที่ที่เสนอจะเบาบางลง เนื่องจากพื้นที่ที่ได้รับเลือกเป็นกรอบขอบเขตอาจไม่มีที่สิ้นสุด

2. จากนั้นตัวจำแนกประเภทจะประมวลผลเฉพาะพื้นที่ที่เสนอเท่านั้น



รูปที่ 2.19 แบบจำลอง Two stage object detection

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

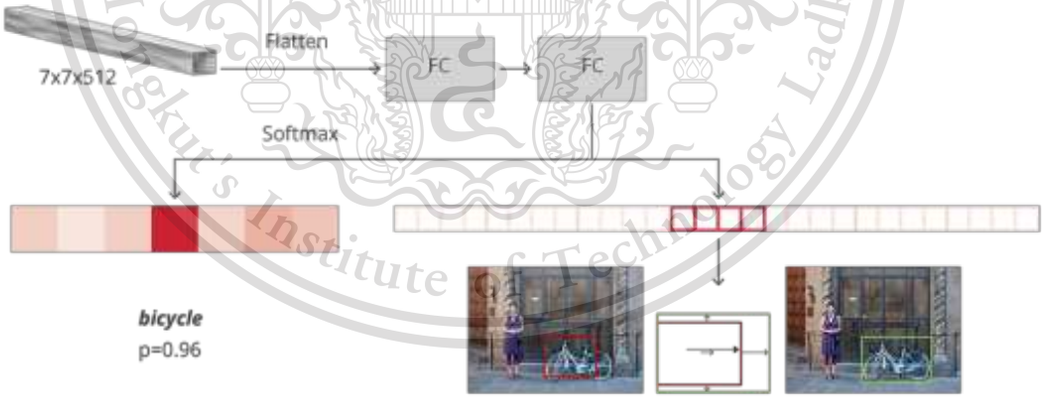
อัลกอริทึมที่ถูกจัดเป็น Two stage object detection คือ อัลกอริทึมตระกูล R-CNN ได้แก่ R-CNN Fast R-CNN, Mask R-CNN และ Faster R-CNN เป็นตัวล่าสุดที่ถูกพัฒนาขึ้น

2.6.1.1 Faster Recurrent Convolution Neural Network (Faster R-CNN) Faster R-CNN เป็นการทำซ้ำครั้งที่สามของงานวิจัย R-CNN ซึ่งใช้อัลกอริทึมที่เรียกว่า Selective Search เพื่อเสนอขอบเขตที่น่าสนใจและใช้ Convolutional Neural Network (CNN) เพื่อจัดประเภทและปรับปรุงให้เหมาะสม จากนั้นได้รับการพัฒนาจนกลายเป็น Fast R-CNN ซึ่งใช้เทคนิคที่เรียกว่า Region of Interest Pooling (RoIPool) ซึ่งทำให้โมเดลเร็วขึ้นมาก จากนั้นก็ถูกพัฒนาต่อมาจนเป็น Faster R-CNN ซึ่งแตกต่างจากรุ่นก่อนหน้านั้นอย่างสิ้นเชิง [14] สิ่งที่อัลกอริทึมต้องการมีดังนี้

- รายการของกรอบขอบเขต (Bounding boxes)
- ป้ายกำกับที่กำหนดให้กับแต่ละกรอบ
- ความน่าจะเป็นสำหรับแต่ละป้ายกำกับและกรอบขอบเขต

เป้าหมายของ R-CNN แบ่งเป็น 2 ประการดังนี้

- จัดประเภทพื้นที่เสนอวัตถุเป็นหนึ่งในคลาส รวมทั้งคลาสพื้นหลัง (สำหรับการลบพื้นที่เสนอวัตถุที่ไม่ถูกต้อง)
- ปรับกรอบขอบเขตสำหรับพื้นที่เสนอวัตถุให้ดีขึ้นตามประเภทที่ทำนายไว้



รูปที่ 2.20 โครงสร้างของ RCNN [14]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.6.2 Single stage object detection

อัลกอริทึมในประเภทนี้ จะข้ามขั้นตอนข้อเสนอพื้นที่ และเรียกใช้การตรวจจับโดยตรงผ่านการสุ่มตัวอย่างจำนวนมากของพื้นที่ที่เป็นไปได้ นี่คือวิธีการทำงานของอัลกอริทึมการตรวจจับวัตถุขั้นตอนเดียว ซึ่งเร็วกว่าและง่ายกว่า แต่อาจทำให้ประสิทธิภาพลดลงเล็กน้อย

รูปที่ 2.21 แบบจำลอง Single stage object detection

อัลกอริทึมที่ถูกจัดเป็น Single stage object detection คือ Single Shot MultiBox Detector (SSD) และ You only look once (YOLO)

2.6.2.1 Single Shot MultiBox Detector (SSD)

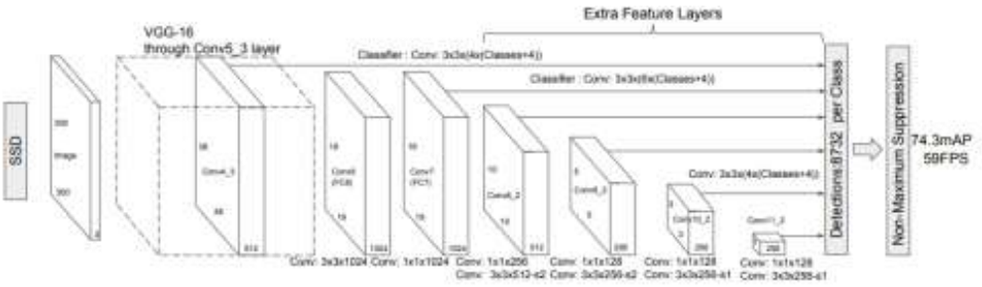
SSD ออกแบบมาสำหรับการตรวจจับวัตถุแบบเรียลไทม์ ซึ่งลดเวลาประมวลผลโดยไม่ต้องใช้ RPN สำหรับปัญหาเรื่องความแม่นยำที่ลดลง SSD ใช้การปรับปรุงคุณสมบัติหลายมาตราส่วนและกรอบเริ่มต้นในการแก้ปัญหาส่วนนี้ [15]

การตรวจจับวัตถุ SSD ประกอบด้วย 2 ส่วน

- แยก Feature map
- ใช้ตัวกรองคอนโวลูชันเพื่อตรวจจับวัตถุ

SSD จะเพิ่ม Convolutional feature layer แบบหลายสเกลพิเศษ เลเยอร์เหล่านี้มีบทบาทสำคัญคือ พวกมันจะมีขนาดลดลงเรื่อย ๆ ดังนั้นจึงอนุญาตให้คาดคะเนการตรวจจับที่หลายสเกลได้ ซึ่งหมายความว่าสามารถใช้ feature map ที่มีความละเอียดสูงกว่าเพื่อตรวจจับวัตถุขนาดเล็กและ feature map ความละเอียดต่ำเพื่อตรวจจับวัตถุขนาดใหญ่ ดังนั้น SSD สามารถให้ความแม่นยำสูงโดยใช้อินพุตที่มีความละเอียดต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.22 แบบจำลอง single shot detection [15]

2.6.2.2 You only look once version 3 (YOLOv3)

YOLO v3 ทำการทำนายที่สามระดับ การตรวจจับทำได้โดยการใช้เคอร์เนลตรวจจับ 1 x 1 บนแผนที่คุณลักษณะที่มีขนาดแตกต่างกันสามขนาดที่ตำแหน่งต่าง ๆ ในเครือข่าย

การตรวจจับครั้งแรกทำโดยชั้นที่ 82 สำหรับ 81 ชั้นแรกรูปภาพจะถูกสุ่มตัวอย่าง (Down sampling) โดยโครงข่าย ดังนั้นชั้นที่ 81 มีการขยับเท่ากับ 32 หากเรามีรูปภาพขนาด 416 x 416 ผลลัพธ์ของ Feature map จะมีขนาด 13 x 13 การตรวจจับระดับที่หนึ่งสร้างโดยใช้เคอร์เนลการตรวจจับ 1 x 1 ทำให้เรามี Feature map การตรวจจับ 13 x 13 x 255

จากนั้น Feature map จากชั้น 79 จะอยู่ภายใต้ชั้นคอนโวลูชันสองสามชั้นก่อนที่จะถูกสุ่มตัวอย่างโดย 2x เป็นขนาด 26 x 26 จากนั้น Feature map นี้จะเชื่อมต่อกับ Feature map จากชั้น 61 จากนั้น Feature map ที่รวมกันจะกลับมาอีกครั้ง อยู่ภายใต้ชั้นคอนโวลูชัน 1 x 1 สองสามชั้นเพื่อรวมคุณสมบัติจากชั้นก่อนหน้า (61) จากนั้นการตรวจจับระดับที่สองจะทำโดยชั้นที่ 94 โดยใช้ Feature map ขนาด 26 x 26 x 255

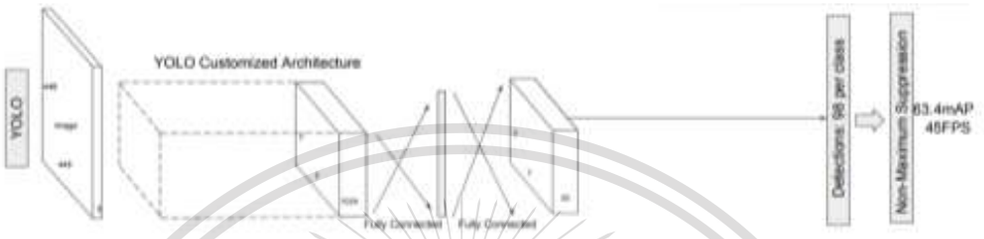
มีทำตามขั้นตอนที่คล้ายกันอีกครั้งโดยที่ Feature map จากชั้น 91 อยู่ภายใต้ชั้นคอนโวลูชันเพียงไม่กี่ชั้นก่อนที่จะมีการเชื่อมต่อความลึกกับ Feature map จากชั้น 36 เช่นเดิมชั้นคอนโวลูชัน 1 x 1 สองสามชั้นตามมาเพื่อรวมข้อมูลจากชั้นก่อนหน้า (36) จากนั้นจะสร้างขั้นสุดท้ายของการตรวจจับระดับที่สามที่ชั้น 106 โดยให้ Feature map ขนาด 52 x 52 x 255

การตรวจจับในชั้นต่าง ๆ ช่วยแก้ปัญหาการตรวจจับวัตถุขนาดเล็กซึ่งเป็นปัญหาที่พบบ่อยกับ YOLO v2 โดยใน YOLO v3 ชั้น 13 x 13 ทำหน้าที่ตรวจจับวัตถุขนาดใหญ่ในขณะที่ชั้น 52 x 52 ตรวจจับวัตถุขนาดเล็ก และชั้น 26 x 26 จะตรวจจับวัตถุขนาดกลาง [17]

YOLO v3 ใช้แองเคอร์ทั้งหมด 9 จุด โดยแบ่งเป็น 3 จุดสำหรับการตรวจจับแต่ละระดับ จากนั้นจัดเรียงแองเคอร์ตามลำดับ กำหนดแองเคอร์ที่ใหญ่ที่สุด 3 จุดสำหรับระดับแรก 3 จุดถัดไปสำหรับระดับที่สอง และ 3 จุดสุดท้ายสำหรับระดับที่สาม [17]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

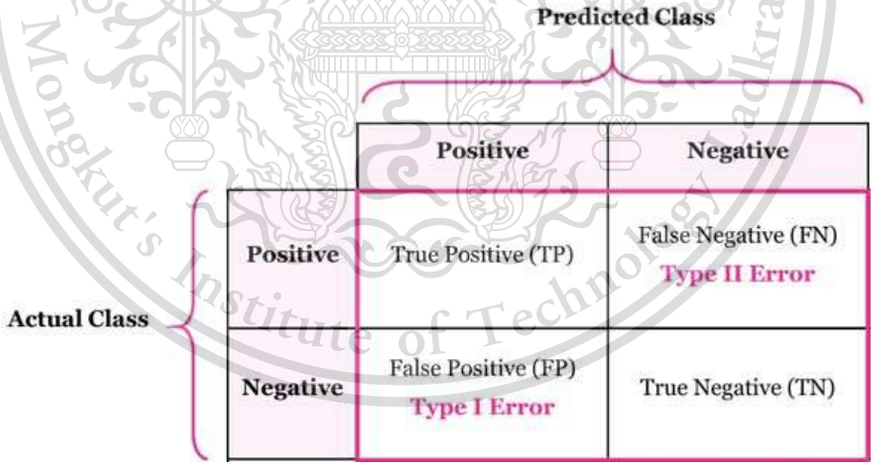
YOLO v3 ใช้ฟังก์ชันการสูญเสีย (Loss function) ที่เรียกว่า cross-entropy error ซึ่งค่าความเชื่อมั่นของวัตถุและการทำนายคลาสใน YOLO v3 ถูกทำนายผ่านการถดถอยโลจิสติกส์ (Logistic regression) ในขณะที่โมเดลกำลังฝึกฝนเพื่อตรวจจับวัตถุสำหรับแต่ละ ground truth โมเดลจะกำหนดกรอบขอบเขตซึ่งแองเคอร์มีความทับซ้อนกับ ground truth มากที่สุด [17]



รูปที่ 2.23 แบบจำลอง You only look once version 3 [16]

2.7 การวัดประสิทธิภาพของการทำนาย

ค่าที่ใช้ในการคำนวณเพื่อวัดประสิทธิภาพของการทำนายคือ False Positive, True Positive, False Negative และ True Negative ซึ่งค่าเหล่านี้จะได้มาจากการสร้างตาราง Confusion matrix



รูปที่ 2.24 ตาราง Confusion matrix [18]

- True Positive (TP) คือจำนวนที่ทำนายตรงกับข้อมูลจริงในคลาสที่กำลังพิจารณา
- False Positive (FP) คือจำนวนที่ทำนายผิดเป็นคลาสที่กำลังพิจารณา
- False Negative (FN) คือจำนวนที่ทำนายผิดเป็นคลาสที่ไม่ได้พิจารณา
- True Negative (TN) คือจำนวนที่ทำนายตรงกับข้อมูลจริงในคลาสที่ไม่ได้พิจารณา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

การวัดประสิทธิภาพของการทำนายแบ่งเป็น 3 ส่วนดังนี้

1) ค่าความถูกต้อง (Accuracy) คือความถูกต้องที่แบบจำลองทำนายได้ตรงกับสิ่งที่เกิดขึ้นจริง

$$\text{ค่าความถูกต้อง} = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \quad (2.13)$$

2) ค่าความแม่นยำ (Precision) หรือ Positive Predictive Value (PPV) คือการวัดความถูกต้องของแบบจำลอง โดยพิจารณาเปรียบเทียบการทำนายที่ถูกต้องว่า “จริง” และเกิดขึ้นจริง (TP) กับการทำนายว่า “จริง” แต่สิ่งที่เกิดขึ้นคือไม่จริง (FP) ใช้สูตรการคำนวณดังนี้

$$\text{ความแม่นยำ} = \frac{TP}{TP+FP} \quad (2.14)$$

3) ค่า Recall คือการวัดความถูกต้องของแบบจำลอง โดยพิจารณาความถูกต้องของการทำนายว่าจะเป็น “จริง” เทียบกับจำนวนครั้งของเหตุการณ์ทั้งทำนายและเกิดขึ้นนจริง ใช้สูตรการคำนวณดังนี้

$$\text{Recall} = \frac{TP}{TP+FN} \quad (2.15)$$

2.8 ฐานข้อมูล Firebase

Firebase เป็นบริการฐานข้อมูลออนไลน์ที่มีบริการหลักเป็น Realtime Database เกิดขึ้นจากแนวคิดในการทำเว็บแอปพลิเคชันโดยไม่จำเป็นต้องตั้งเซิร์ฟเวอร์เอง มีการพัฒนาจากบริการ backend จากการเก็บข้อมูลอย่างเดียวมาเป็นแพลตฟอร์ม ที่สามารถรองรับได้ 3 แพลตฟอร์ม คือ IOS Application, Android Application และ Web Application มีบริการสำหรับการใช้งานแบ่งเป็น 3 ส่วนดังนี้

2.8.1 ส่วนสนับสนุนการเขียนแอปพลิเคชัน

- Realtime Database คือบริการฐานข้อมูล ใช้วิธีการเก็บข้อมูลในรูปแบบของ JSON รองรับการทำงานทั้งแบบออนไลน์และออฟไลน์ มีการซิงค์ข้อมูลแบบเรียลไทม์กับทุก ๆ อุปกรณ์มีการเชื่อมต่อกันอัตโนมัติ

- Authentication คือบริการตรวจสอบผู้ใช้ โดยรองรับการเข้าสู่ระบบในการใช้งานแอปพลิเคชันได้หลายรูปแบบเช่น Email/Password, เบอร์โทรศัพท์, Facebook, Twitter, บัญชี Google เป็นต้น รวมถึงการเข้าใช้งานแบบไม่ระบุตัวตน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

- Cloud Functions คือบริการที่อยู่ในฝั่งของ server สำหรับ Deploy Function เพื่อทำงานตามเหตุการณ์ ที่เกิดขึ้นบน Firebase

- Hosting คือบริการฝากไฟล์ Static เช่น HTML, CSS, JS, JPG เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าใช้งานเว็บที่สร้างขึ้นได้

- Cloud Storage คือบริการที่ผู้ใช้งานสามารถอัพโหลดหรือดาวน์โหลดไฟล์รูปภาพ, ไฟล์เสียง, วิดีโอ ได้อย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัย พร้อมรองรับการขยายขนาดอัตโนมัติในระดับ petabyte

- Cloud Fire store คือบริการที่พัฒนามาจาก Realtime Database พร้อมการค้นหาและการปรับขนาดอัตโนมัติที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น ปรับปรุงวิธีการเก็บข้อมูลใหม่เป็น Collections

- ML Kit (Beta) คือMachine Learning SDK ที่ช่วยให้แอปพลิเคชันสามารถใช้ความสามารถของ ML ได้ง่ายยิ่งขึ้น สามารถทำงานได้ทั้งแบบออนไลน์และออฟไลน์

2.8.2 ส่วนเพิ่มประสิทธิภาพให้กับแอปพลิเคชัน

- Crashlytics คือบริการตรวจจับหากแอปพลิเคชันเกิดข้อผิดพลาด โดยจะแจ้งเตือนแบบเรียลไทม์ ผ่านทาง E-mail และ Firebase Console เพื่อให้สามารถพัฒนาแอปพลิเคชันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

- Performance Monitoring คือ บริการตรวจสอบคุณภาพของแอปพลิเคชัน เพื่อให้แอปพลิเคชันตอบสนองได้เร็ว สามารถตรวจสอบเวลาและรายละเอียดการทำงานต่าง ๆ

- Test Lab คือ บริการทดสอบแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์จริง

2.8.3 ส่วนขยายการทำงานให้กับแอปพลิเคชัน

- In-App Messaging คือ บริการแสดงข้อความ pop-up ในแอปพลิเคชัน

- Firebase Storage คือ เป็นบริการพื้นที่เก็บข้อมูล ในการเก็บภาพ วิดีโอ หรือไฟล์ขนาดใหญ่จากแอปพลิเคชันของผู้ใช้งาน

- Google Analytics คือ บริการแสดงข้อมูลสถิติต่าง ๆ ของแอปพลิเคชัน เพื่อวิเคราะห์กลุ่มเป้าหมาย หรือรับทราบพฤติกรรมของผู้ใช้งานต่าง ๆ

- Predictions คือบริการวิเคราะห์ข้อมูลการใช้งานแอปพลิเคชัน ช่วยให้ทราบว่าผู้ใช้ใช้งานส่วนใดในแอปพลิเคชัน ส่วนใดควรปรับปรุง และเพื่อใช้ในการคาดการณ์พฤติกรรมในอนาคตของผู้ใช้งานแอปพลิเคชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

- Cloud Messaging คือบริการส่งการแจ้งเตือน โดยสามารถส่งข้อความไปได้ทุกแพลตฟอร์ม

- Remote Config คือบริการที่มีความสามารถที่จะเปลี่ยนลักษณะการทำงานและลักษณะที่ปรากฏของแอปพลิเคชันได้ทันทีจากหน้าเว็บ Firebase เช่น การเปลี่ยนรูปแบบตามเทศกาล เป็นต้น

- Dynamic Links คือ ลิงค์เชื่อมโยงไปยังแอปพลิเคชันบนมือถือ ใช้สำหรับแสดงบนหน้าเว็บเพื่อให้ผู้ใช้งานติดตั้งแอปพลิเคชันมือถือผ่านลิงค์ได้

- App Indexing คือ การปรับแต่งแอปพลิเคชันให้แสดงผลข้อมูลภายในแอปพลิเคชันบน Google Search

- A/B Testing (Beta) คือ ความสามารถในการแสดงผลแอปพลิเคชันหลายรูปแบบเพื่อทดสอบการแสดงผลหรือการทำงาน

2.9 เว็บแอปพลิเคชัน

เว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) คือ การพัฒนาระบบงานในเว็บไซต์ เป็นการนำโปรแกรมประยุกต์ (Application) บนเว็บที่สามารถเข้าถึงด้วยโปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ (Web browser) ผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Computer Network) มารวมภายในเว็บโดยใช้ภาษาคอมพิวเตอร์ มีการเชื่อมต่อกับฐานข้อมูล เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลภายในฐานข้อมูลจะสามารถแสดงผลข้อมูล เหมาะสำหรับงานที่ต้องการข้อมูลแบบเรียลไทม์ (real-time) การทำงานของเว็บแอปพลิเคชันประกอบด้วย 2 ส่วน คือ เทคโนโลยีฝั่งผู้ใช้งาน (client-side technology) และ เทคโนโลยีฝั่งเซิร์ฟเวอร์ (server-side technology)

2.9.1 ส่วนประกอบฝั่งผู้ใช้งาน (Client-side Technology)

2.9.1.1 เว็บเบราว์เซอร์ (Web Browser)

เว็บเบราว์เซอร์เป็นซอฟต์แวร์ที่ผู้ใช้งานใช้ในการเข้าถึงเว็บแอปพลิเคชันเมื่อผู้ใช้งานทำการใส่ URL หรือชื่อของเว็บไซต์ที่ต้องการเข้าใช้งาน จะทำการแปลงจากชื่อของเว็บไซต์เป็น IP address หลังจากนั้นจะทำการสร้าง HTTP request เพื่อส่งคำร้องไปยังเว็บเซิร์ฟเวอร์ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เมื่อได้รับ HTTP response จากเว็บเซิร์ฟเวอร์ เว็บเบราว์เซอร์จะทำหน้าที่ในการอ่าน และแปลง HTTP response ให้เป็นข้อมูลที่ใช้ในการแสดงผลให้กับผู้ใช้งาน

2.9.1.2 ส่วนต่อความสามารถเว็บและเบราว์เซอร์ (Web Plugin และ Browser Add-on/Extension)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

- Web Plugin คือ โปรแกรมที่ถูกเขียนให้ทำงานร่วมกับเว็บเบราว์เซอร์จะถูกเบราว์เซอร์เรียกใช้เมื่อเข้าใช้งานในเว็บไซต์ที่เนื้อหาต้องแสดงผลโดย Plugin

- Browser Add-one/Extension เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการเพิ่มความสามารถให้กับเบราว์เซอร์

2.9.1.3 ระบบปฏิบัติการ (Operating System)

ระบบปฏิบัติการ ทำหน้าที่ในการจัดการกับทรัพยากรของเครื่องคอมพิวเตอร์ เมื่อรับ HTTP request จากเบราว์เซอร์และส่งต่อไปให้กับอินเทอร์เน็ต DNS ในระบบปฏิบัติการทำหน้าที่ในการแปลง URL ให้เป็น IP Address เพื่อค้นหาเครื่องเว็บเซิร์ฟเวอร์ สร้างการเชื่อมต่อระหว่างเครื่องผู้ใช้งานและเครื่องเซิร์ฟเวอร์

2.9.2 ส่วนประกอบฝั่งเซิร์ฟเวอร์ (Server-side Technology)

ซอฟต์แวร์หลักที่ใช้ในการให้บริการของเว็บเซิร์ฟเวอร์ประกอบไปด้วย 4 ส่วน

2.9.2.1 เว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) เว็บแอปพลิเคชัน เป็นส่วนในการติดต่อกับผู้ใช้งาน รับและแสดงผลข้อมูล ประมวลผลข้อมูล จัดการข้อมูลในฐานข้อมูล

2.9.2.2 เว็บเซิร์ฟเวอร์ซอฟต์แวร์ (web server software) เว็บเซิร์ฟเวอร์ซอฟต์แวร์ มีหน้าที่ในการประมวลผล HTTP request ที่ได้รับมาและตอบกลับด้วย HTTP response ให้กับผู้ใช้งาน

2.9.2.3 ระบบปฏิบัติการ (operating system) ระบบปฏิบัติการบนฝั่งของเซิร์ฟเวอร์ มีหน้าที่ในการจัดการกับทรัพยากรของเครื่องเซิร์ฟเวอร์

2.10 Microsoft Visual Studio

Microsoft Visual Studio เป็นโปรแกรม code editor ใช้ในการแก้ไขและปรับแต่งโค้ด เหมาะสำหรับนักพัฒนาโปรแกรมที่ต้องการใช้งานข้ามแพลตฟอร์ม รองรับการทำงานทั้งบนระบบปฏิบัติการ Windows, macOS และ Linux สนับสนุนทั้งภาษา TypeScript, JavaScript และ Node.js

2.10.1 ภาษา HTML

ภาษา HTML (Hypertext Markup Language) เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ประเภทมาร์คอัปมาตรฐานสำหรับการสร้างเว็บเพจ โครงสร้างของภาษา HTML จะเริ่มด้วย <html> และปิดด้วย </html> โดยมีชุดคำสั่ง 2 ส่วน คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

1. head คำสั่งในส่วนนี้จะเกี่ยวกับรายละเอียดของเว็บเพจ ซึ่งส่วนนี้ไม่ได้แสดงผลบนหน้าเว็บโดยตรง

2. body คำสั่งในส่วนนี้ใช้ในการออกแบบหน้าเว็บเพจโดยตรง เป็นส่วนที่จะแสดงผลบนหน้าเว็บเพจ

2.10.2 ภาษา JavaScript

JavaScript เป็นภาษาคอมพิวเตอร์สำหรับเขียนโปรแกรมบนระบบอินเทอร์เน็ต ในการสร้างและพัฒนาเว็บไซต์จะใช้งานร่วมกับภาษา HTML ช่วยให้เว็บสามารถตอบสนองต่อผู้ใช้งานได้มากขึ้น ส่วนมากจะใช้ในการเขียนฟังก์ชันสำหรับการทำงานต่าง ๆ ภาษา JavaScript จะทำงานบนเบราว์เซอร์ ซึ่งเป็นภาษาประเภท Interpreted Language ซึ่งคอมพิวเตอร์จะแปลและทำงานตามคำสั่งทีละบรรทัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

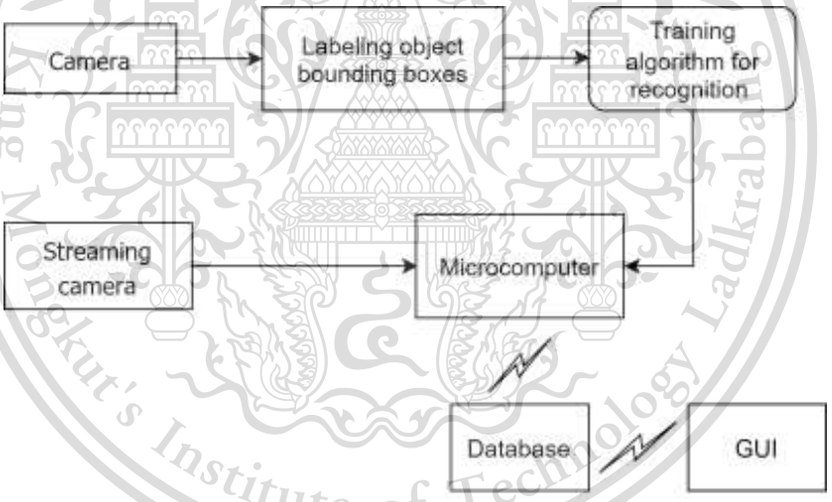
บทที่ 3

การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์

3.1 การออกแบบ

3.1.1 การออกแบบระบบ

ปริญญานิพนธ์นี้ต้องการออกแบบและพัฒนาระบบระบบรู้จำยานพาหนะอัตโนมัติ ระบบประกอบไปด้วย การออกแบบและสร้างระบบรู้จำยานพาหนะโดยใช้การประมวลผลภาพดิจิตอลเพื่อการแยกประเภทวัตถุภายในรูปภาพ โดยระบบจะนำภาพที่ได้จากกล้องมาประมวลผลร่วมกับค่าน้ำหนักที่ได้จากการฝึกฝนแบบจำลองของโครงข่ายประสาทเทียม จากนั้นแสดงผลยี่ห้อรถยนต์จากตราสัญลักษณ์และเลขทะเบียนจากแผ่นป้ายทะเบียนเพื่อนำไปประยุกต์ใช้งาน โดยแผนภาพของปริญญานิพนธ์แสดงดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แผนภาพของปริญญานิพนธ์

3.1.2 การเตรียมข้อมูลชุดรูปภาพและวิดีโอ

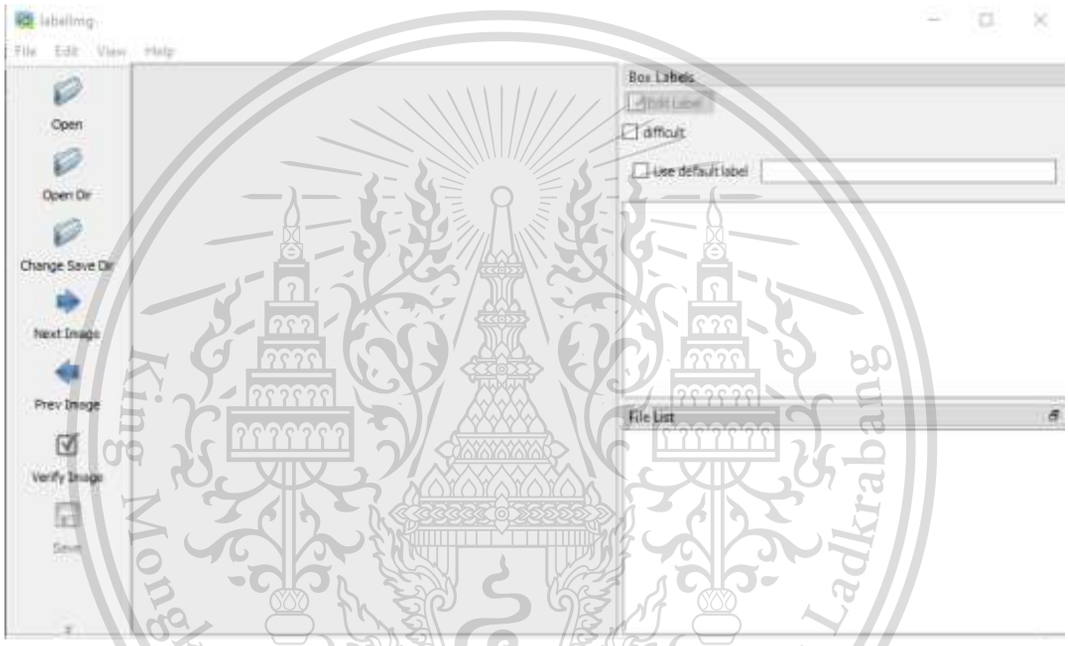
ในการเตรียมรูปภาพก่อนนำไปประมวลผล จะเลือกใช้ชุดรูปภาพที่เป็นภาพด้านหน้ารถยนต์จำนวน 20,000 ภาพ ซึ่งที่มาของรูปภาพในการศึกษาเพื่อการทำปริญญานิพนธ์ครั้งนี้ได้รับความช่วยเหลือจากทางบริษัท เวริลี วิชั่น จำกัด ทางผู้จัดทำได้นำรูปภาพด้านหน้ารถยนต์มาทำการติดป้ายกำกับขอบเขตวัตถุทั้งหมด 4,824 ภาพ แบ่งเป็นใช้เพื่อฝึกฝนค่าน้ำหนัก 4,430 ภาพ และเป็นรูปเป้าหมาย 394 ภาพ โดยยี่ห้อรถยนต์ที่ใช้ในการศึกษามีจำนวน 20 ยี่ห้อคือ เกีย เชฟโรเลต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ซูซูกิ ซูบารุ โตโยต้า นิสสัน บีเอ็มดับเบิลยู โปรตอนโฮลดิงส์ ฟ็อลคส์วาเกิน มาสด้า มิตซูบิชิ มอร์เซเดส-เบนซ์ วอลโว่ อีซูซุ เอ็มจีคาส์ ฮอนด้า ฮุนได ฟอร์ด เล็กซัส และพอร์เชอ

3.1.2.1 การติดป้ายกำกับขอบเขตของวัตถุ (object bounding boxes)

ในการติดป้ายกำกับขอบเขตของวัตถุจะใช้โปรแกรม Labelimg ซึ่งเป็นเครื่องมือใส่คำอธิบายประกอบภาพกราฟิก ถูกเขียนด้วย Python และใช้ Qt สำหรับการอินเทอร์เฟซแบบกราฟิก คำอธิบายประกอบจะถูกบันทึกเป็นไฟล์ประเภท XML ในรูปแบบ PASCAL VOC ซึ่งเป็นรูปแบบที่ ImageNet ใช้ นอกจากนี้ยังรองรับรูปแบบ YOLO



รูปที่ 3.2 หน้าต่างโปรแกรม Labelimg

เปิดโปรแกรม labelimg จากรูปที่ 3.2 เลือก Open Dir เพื่อเลือกที่อยู่แฟ้มข้อมูลของรูปภาพที่ต้องการ และเลือก Open Save Dir เพื่อเลือกที่อยู่แฟ้มข้อมูลสำหรับการบันทึกไฟล์หลังการติดป้ายกำกับขอบเขตของวัตถุ

ทำการกำหนดรูปแบบเป็น PASCAL VOC และเลือก Create RectBox เพื่อทำการติดป้ายกำกับขอบเขตของวัตถุที่ต้องการตรวจจับ กำหนดประเภทให้กับวัตถุ จากนั้นกดบันทึกเพื่อให้ได้ไฟล์ .xml ทำจนครบทุกภาพที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

รูปที่ 3.3 การติดป้ายกำกับขอบเขตของวัตถุสำหรับด้านหน้ารถยนต์

ในการติดป้ายกำกับขอบเขตของตราสัญลักษณ์และแผ่นป้ายทะเบียน จะทำการสร้างกรอบขอบเขตให้ครอบคลุมกับพื้นที่ส่วนที่เป็นตราสัญลักษณ์และแผ่นป้ายทะเบียน โดยในส่วนของตราสัญลักษณ์จะทำการกำหนดป้ายกำกับให้เป็นยี่ห้อของรถยนต์ด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กทั้งหมด เช่น “benz” และในส่วนของแผ่นป้ายทะเบียน จะกำหนดป้ายกำกับเป็นคำว่า “plate” ดังรูปที่ 3.3

การติดป้ายกำกับขอบเขตของเลขทะเบียนภายในแผ่นป้ายทะเบียน ทำได้โดยทำการครอบตัดส่วนที่เป็นแผ่นป้ายทะเบียนของแต่ละภาพ หลังจากที่ทำการติดป้ายกำกับขอบเขตของตราสัญลักษณ์และแผ่นป้ายทะเบียนภายในภาพด้านหน้ารถยนต์เสร็จสิ้นแล้ว มาทำการกำหนดป้ายกำกับโดยสร้างกรอบขอบเขตให้ครอบคลุมกับพื้นที่ตัวเลขและตัวอักษร แบ่งเป็นตัวเลข 0-9 และตัวอักษรภาษาไทย สำหรับตัวอักษรภาษาไทยนั้น ป้ายกำกับจะเป็นเลขฐาน 16 ของรหัสแอสกีตัวอักษรภาษาไทย เช่น ตัว ข คือ “A2” หรือ ฉ คือ “A9” ดังรูปที่ 3.4 จะได้ทั้งหมด 53 แบบ โดยเป็นอักษรภาษาไทยจำนวน 42 ตัว (ตัดอักษร ฃ กับ ฅ) ตัวเลข 0-9 จำนวน 10 ตัว และตัว - จำนวน 1 ตัว

รูปที่ 3.4 การติดป้ายกำกับขอบเขตของวัตถุสำหรับแผ่นป้ายทะเบียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.1.2.2 การเตรียมวิดีโอสำหรับการทดสอบ

ในการเตรียมวิดีโอหน้ารถใช้รูปแบบไฟล์ MPEG-4 ความละเอียดในการแสดงผล 720p อัตราการแสดงผลภาพ 25 fps ขนาดเฟรม 1920×1080 พิกเซล

รูปที่ 3.5 ตัวอย่างเฟรมของวิดีโอหลังปรับความละเอียด

3.1.3 การออกแบบและตั้งค่าอัลกอริทึมเพื่อรู้จำรูปภาพ

เครื่องมือที่ใช้ในการประมวลผลภาพคือ TensorFlow ซึ่งเป็นไลบรารีสำหรับใช้พัฒนาการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine learning) เป็นโอเพนซอร์ส (Open source) เขียนด้วยภาษา Python ที่พัฒนาโดยกูเกิล สามารถดำเนินการทางคณิตศาสตร์แบบการเรียนรู้เชิงลึกโดยเฉพาะได้ เช่น ประมวลผลอนุพันธ์ในทางคณิตศาสตร์ขนาดใหญ่ ในงานด้านการเรียนรู้ของเครื่องจะทำงานด้วยเวกเตอร์เป็นหลัก ซึ่งเทนเซอร์สามารถแปลงเป็นเวกเตอร์ได้

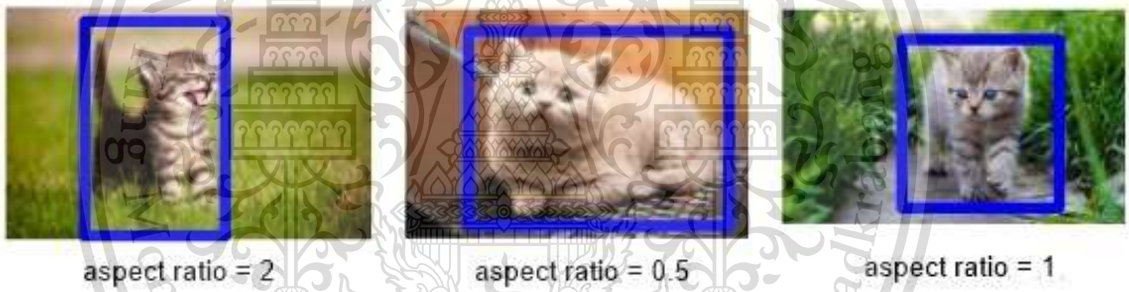
วิธีการตรวจจับและรู้จำวัตถุในรูปภาพโดยยึดตามทฤษฎีของ Convolutional Neural Networks ในปัจจุบัน แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ การตรวจจับวัตถุแบบ 2 ขั้นและการตรวจจับวัตถุแบบ 1 ขั้น ซึ่งการตรวจจับวัตถุแบบ 2 ขั้น อัลกอริทึมที่นิยมใช้ในช่วงแรกคือ RCNN ต่อมาได้พัฒนาเป็นอัลกอริทึม Fast RCNN และสุดท้ายพัฒนามาเป็นอัลกอริทึม Faster RCNN และการการตรวจจับวัตถุแบบ 1 ขั้น มีอัลกอริทึมที่ถูกนำมาใช้คืออัลกอริทึม SSD และ YOLO ผู้จัดทำจึงเลือกอัลกอริทึม Faster RCNN, SSD และ YOLO ในการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.1.3.1 อัลกอริทึม Faster R-CNN

การออกแบบแบบจำลองเริ่มจากเปลี่ยนขนาดของรูปภาพที่จะใช้ในการฝึกฝน ซึ่งในอัลกอริทึม Faster R-CNN กำหนดให้ด้านกว้างมีขนาดน้อยที่สุดคือ 600 พิกเซล และด้านยาวมีขนาดมากที่สุดคือ 1024 พิกเซล หากด้านกว้างของภาพมีขนาด 600 พิกเซล แต่ด้านยาวมีขนาดมากกว่า 1024 พิกเซล ขนาดของด้านยาวถูกเปลี่ยนให้เท่ากับ 1024 โดยที่ด้านกว้างจะลดลงเช่นกันตามอัตราส่วนของภาพเดิม

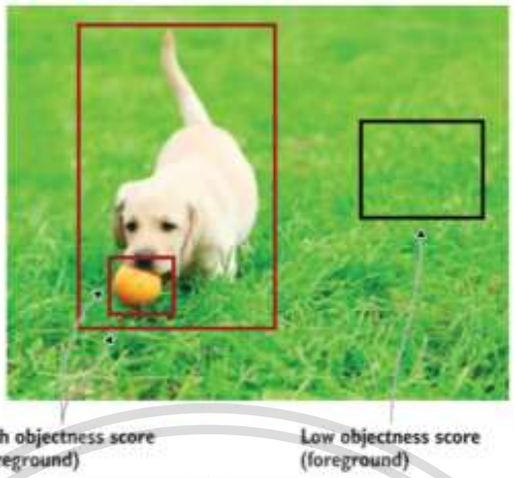
หลังจากนั้นกำหนดขนาดของแองเคอร์ (Anchor) อัตราส่วนแองเคอร์ (Aspect ratio) และขนาดของก้าว (Stride) โดยพื้นฐานขนาดของแองเคอร์จะเท่ากับ 255 × 255 พิกเซล อัตราส่วนของแองเคอร์จะถูกคูณด้วยมิติ x และหารด้วยมิติ y ดังนั้นหากอัตราส่วนแองเคอร์เท่ากับ 0.5 ขนาดแองเคอร์จะเป็น 128 x 510 พิกเซล อัตราส่วนในรายการจะถูกนำไปใช้ การก้าวจะใช้กำหนดการเลื่อนของตัวกรอง โดยตัวกรองจะทาบบนภาพทีละส่วน และเลื่อนไปพิกเซลต่อไปเรื่อย ๆ จนครบทั้งภาพ จากนั้นผลลัพธ์จะถูกคูณด้วยมาตราส่วน (Scale)



รูปที่ 3.6 ความแตกต่างของอัตราส่วนแองเคอร์ [22]

การกำหนดพารามิเตอร์ของขั้นที่ 1 เพื่อการทำนายกรอบขอบเขต Non max suppression (NMS) เกณฑ์คะแนนและเกณฑ์ IOU เป็นเกณฑ์การเสนอพื้นที่ RPN ของขั้นแรก โดยเกณฑ์คะแนนกำหนดให้เป็นค่าเริ่มต้นคือ 0.0 และ เกณฑ์ IOU กำหนดให้เป็นค่าเริ่มต้นคือ 0.7 จำนวนการเสนอพื้นที่สูงสุดที่เก็บไว้หลังจากหลังการประมวลผล กำหนดให้เป็นค่าเริ่มต้นคือ 300

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

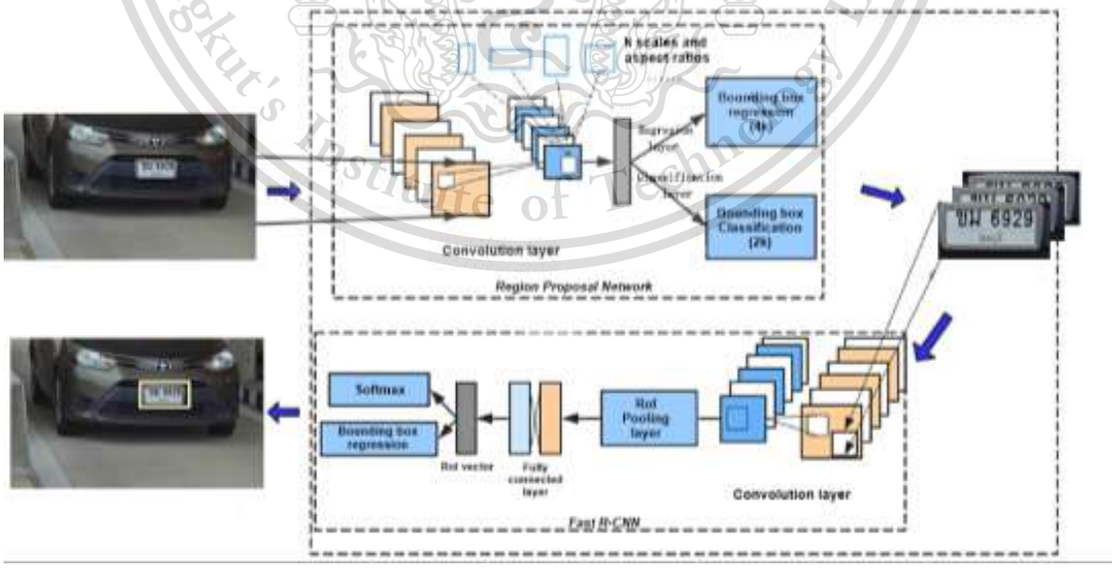


รูปที่ 3.7 ความเป็นวัตถุภายในรูปภาพ [23]

การกำหนดค่าพารามิเตอร์ของขั้นที่ 2 สำหรับดำเนินการ Non max suppression (NMS) ในการตรวจจับวัตถุ

เกณฑ์คะแนนกำหนดให้เป็นค่าเริ่มต้นคือ 0.7 ซึ่งกรอบขอบเขตที่คะแนนต่ำกว่าจะถูกลบออกและ เกณฑ์ IOUกำหนดให้เป็นค่าเริ่มต้นคือ 0.6 กรอบขอบเขตที่ทับซ้อนกับกรอบที่เลือกก่อนหน้านี้และมีค่า IOU สูงจะถูกลบออก และตัวแปลงคะแนนจะใช้ฟังก์ชัน Softmax

พารามิเตอร์สำหรับการฝึกฝนแบบจำลอง ค่าสำหรับอัตราการเรียนรู้ โดยเริ่มแรกจะกำหนดให้ค่าเท่ากับ 0.0001



รูปที่ 3.8 โครงสร้างของอัลกอริทึม Faster R-CNN [21]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

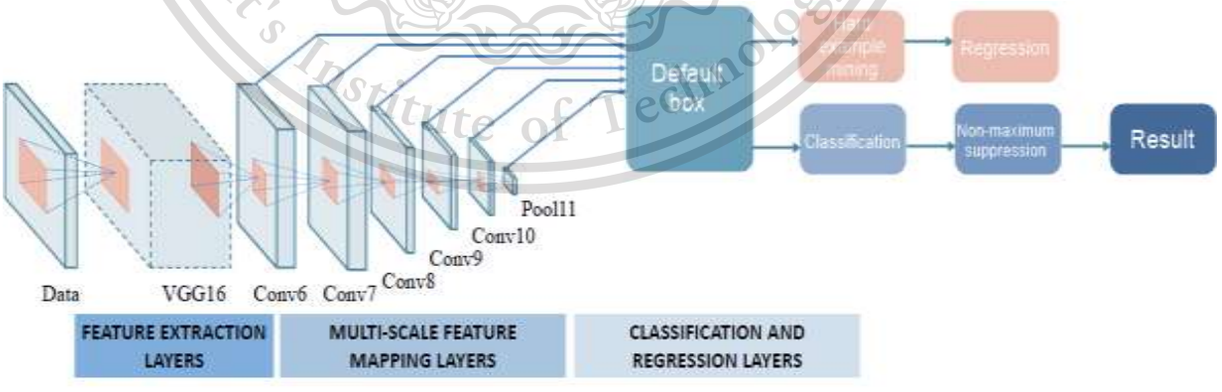
3.1.3.2 อัลกอริทึม SSD

การกำหนดพารามิเตอร์ในส่วนของการสร้างแองเคอร์เริ่มจากกำหนดจำนวนชั้นกริดที่ต้องการสร้างแองเคอร์คือ 6 ชั้น ขนาดแองเคอร์ที่มีความละเอียดมากที่สุดเท่ากับ 0.2 ขนาดแองเคอร์ที่มีความละเอียดที่หยาบที่สุดเท่ากับ 0.95 และอัตราส่วนของแองเคอร์ที่จุดกริดแต่ละจุด ซึ่งมีทั้งหมด 5 ค่า

จากนั้นปรับขนาดรูปภาพเป็นค่าคงที่ กำหนดให้เป็นค่าเริ่มต้นคือ ความกว้าง 300 พิกเซล และความยาว 300 พิกเซล จากนั้นทำการเลือก Hard example miner คือการเลือกกรอบขอบเขตที่มีค่าการสูญเสียมากที่สุด (ส่วนที่ไม่ใช่วัตถุ) เพื่อนำมาพิจารณาในส่วนการถดถอย (Regression) โดยจำนวนสูงสุดของ Hard example ที่ต้องการเลือกต่อรูปภาพ ก่อนใช้อัตราส่วนกรอบขอบเขตเชิงลบต่อกรอบขอบเขตเชิงบวก มีค่าเท่ากับ 3000 (ค่าเริ่มต้นคือ 64) หากตั้งค่าเป็น 0 จะมีการพิจารณาตัวอย่างทั้งหมดที่ได้รับ

การกำหนดค่าสำหรับดำเนินการ Non max suppression (NMS) ในการตรวจจับวัตถุ เกณฑ์คะแนนกำหนดให้เป็นค่าเริ่มต้นคือ 0.7 ซึ่งกรอบขอบเขตที่คะแนนต่ำกว่าจะถูกลบออก และเกณฑ์ IOUกำหนดให้เป็นค่าเริ่มต้นคือ 0.6 กรอบขอบเขตที่ทับซ้อนกับกรอบที่เลือกก่อนหน้านี้และมีค่า IOU สูงจะถูกลบออก จำนวนสูงสุดของการตรวจจับวัตถุแต่ละประเภทกำหนดให้เป็นค่าเริ่มต้นคือ 100 จำนวนสูงสุดของการตรวจจับวัตถุทุกประเภทกำหนดให้เป็นค่าเริ่มต้นคือ 100 และตัวแปลงคะแนนใช้ฟังก์ชัน Softmax

พารามิเตอร์สำหรับการฝึกฝนแบบจำลอง ค่าสำหรับอัตราการเรียนรู้ โดยเริ่มแรกจะกำหนดให้ค่าเท่ากับ 0.0001



รูปที่ 3.9 โครงสร้างของอัลกอริทึม SSD [24]

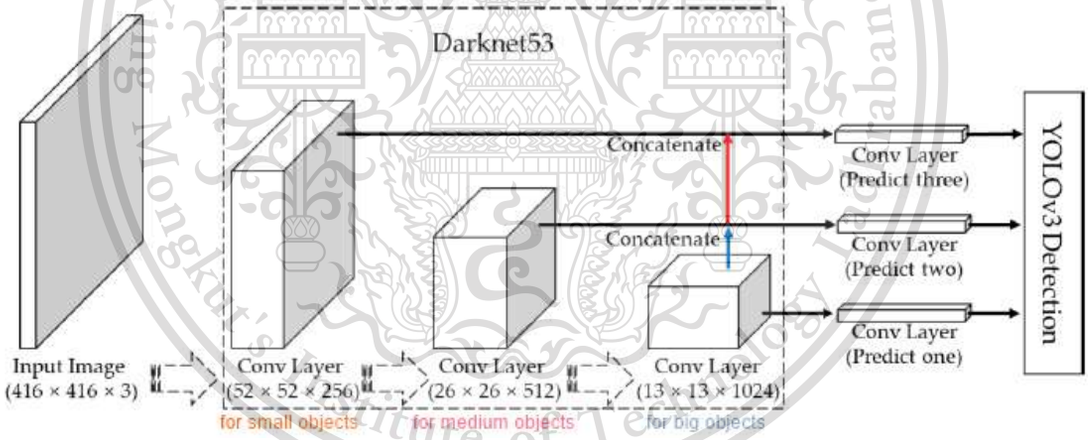
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.1.3.3 อัลกอริทึม YOLO v3

ในการตรวจจับวัตถุอัลกอริทึม YOLO v3 จะทำนายวัตถุใน 3 ขนาดที่แตกต่างกัน ซึ่งมาจากขนาดก้าว 32 16 และ 8 หมายความว่าด้วยขนาดรูปภาพอินพุต 416 × 416 ขนาดที่สามารถทำการตรวจจับได้คือ 13 × 13, 26 × 26 และ 52 × 52 ในแต่ละขนาดจะใช้ 3 แองเคอร์ ทำให้จำนวนแองเคอร์ที่ใช้ทั้งหมด 9 อัน โดยแองเคอร์แตกต่างกัน 3 แองเคอร์สำหรับขนาดที่ต่างกัน 3 ขนาด

เกณฑ์สำหรับค่า IOU ที่เปรียบเทียบระหว่างกรอบที่ถูกทำนายกับ Ground truth มีค่าเท่ากับ 0.5 เกณฑ์คะแนนมีค่าเท่ากับ 0.7 ซึ่งกรอบขอบเขตที่คะแนนต่ำกว่าจะถูกลบออก และ เกณฑ์ IOUกำหนดให้เป็นค่าเริ่มต้นคือ 0.6 กรอบขอบเขตที่ทับซ้อนกับกรอบที่เลือกก่อนหน้านี้และมีค่า IOU สูงจะถูกลบออก และจำนวนมากที่สุดของกรอบที่ถูกทำนายสำหรับแต่ละขนาดมีค่าเท่ากับ 100 และขนาดรูปภาพอินพุตที่จะนำมาฝึกฝนมีค่าเท่ากับ 416 × 416 พิกเซล

การกำหนดพารามิเตอร์สำหรับการฝึกฝนแบบจำลอง ค่าสำหรับอัตราการเรียนรู้โดยเริ่มต้นจะกำหนดให้ค่าเท่ากับ 0.0001



รูปที่ 3.10 โครงสร้างของอัลกอริทึม YOLO v3 [25]

3.1.4 ข้อจำกัดของแบบจำลอง

ชุดข้อมูลของรูปภาพรถยนต์เป็นการถ่ายภาพบนถนนจริง จึงมีข้อจำกัดเกิดขึ้นเช่น รถยนต์ไม่มีแผ่นป้ายทะเบียน แผ่นป้ายทะเบียนสีจาง หรือไม่มีตราสัญลักษณ์ ทำให้เมื่อทดสอบแล้วแบบจำลองไม่สามารถตรวจจับหมายเลขป้ายทะเบียน หรือยี่ห้อรถยนต์ได้ ดังรูปที่ 3.11 และ 3.12

ในกรณีที่รูปภาพด้านหน้ารถยนต์มีหมายเลขป้ายทะเบียนจางหรือขาดหาย ทำให้ไม่สามารถตรวจจับหมายเลขป้ายทะเบียนรถ ซึ่งจะทำให้เมื่อนำไปใช้งานจริงจะไม่สามารถเก็บข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ของรถยนต์คันดังกล่าวได้ และในกรณีที่รูปภาพด้านหน้ารถยนต์ไม่มีตราสัญลักษณ์ ทำให้ไม่สามารถตรวจจับยี่ห้อรถยนต์ได้ เนื่องจากการตรวจจับยี่ห้อรถยนต์ที่ได้กำหนดไว้ จะมาจากการตรวจจับจากตราสัญลักษณ์เท่านั้น

รูปที่ 3.11 รูปภาพด้านหน้ารถยนต์ที่มีหมายเลขป้ายทะเบียนจาง

รูปที่ 3.12 รูปภาพด้านหน้ารถยนต์ที่ไม่มีตราสัญลักษณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

รูปที่ 3.13 ตัวอย่างแผ่นป้ายทะเบียนที่ไม่สามารถตรวจจับตัวอักษรและตัวเลขได้

โดยส่วนใหญ่ตราสัญลักษณ์ของรถยนต์อยู่บริเวณกระจังหน้า แต่ในกรณีที่ตราสัญลักษณ์ของรถยนต์บางยี่ห้ออยู่บริเวณฝากระโปรงหน้า จะทำให้การตรวจจับยี่ห้อรถยนต์มีความผิดพลาดได้ เนื่องจากไม่อยู่ในมุมมองของกล้องวงจรปิด อาจทำให้ไม่สามารถเก็บยี่ห้อรถยนต์ดังกล่าวได้

รูปที่ 3.14 ตัวอย่างรถยนต์ที่มีตราสัญลักษณ์อยู่บริเวณฝากระโปรงหน้า

ในกรณีที่ตัวอักษรบางตัวมีลักษณะคล้ายคลึงกันเช่น “ก” กับ “ถ”, “ณ” กับ “ฌ” หรือ “ข” กับ “ช” เปรียบเทียบตัวอักษรที่คล้ายคลึงกันดังรูปที่ 3.15, 3.16 และ 3.17 ด้วยมุมมองของกล้อง การตกกระทบของแสง หรือการเบลอของภาพเมื่อรถยนต์เคลื่อนผ่านกล้อง ทำให้ผลลัพธ์เกิดความคลาดเคลื่อนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

รูปที่ 3.15 แผ่นป้ายทะเบียนที่มีตัวอักษร “ก” กับ “ถ

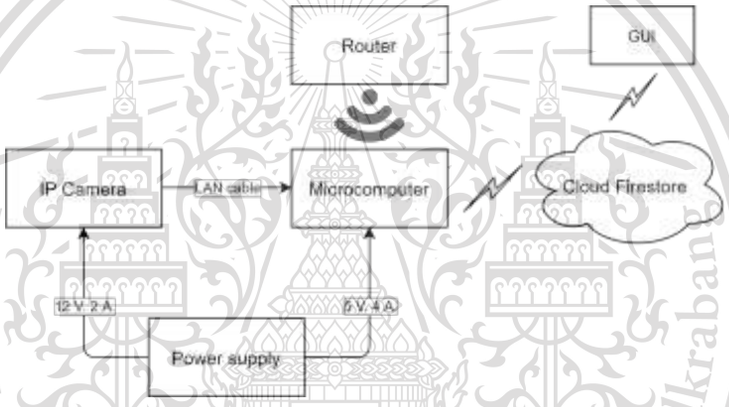
รูปที่ 3.16 แผ่นป้ายทะเบียนที่มีตัวอักษร “ข” และแผ่นป้ายทะเบียนที่มีตัวอักษร “ช”

รูปที่ 3.17 แผ่นป้ายทะเบียนที่มีตัวอักษร “ฌ” และแผ่นป้ายทะเบียนที่มีตัวอักษร “ฌ”

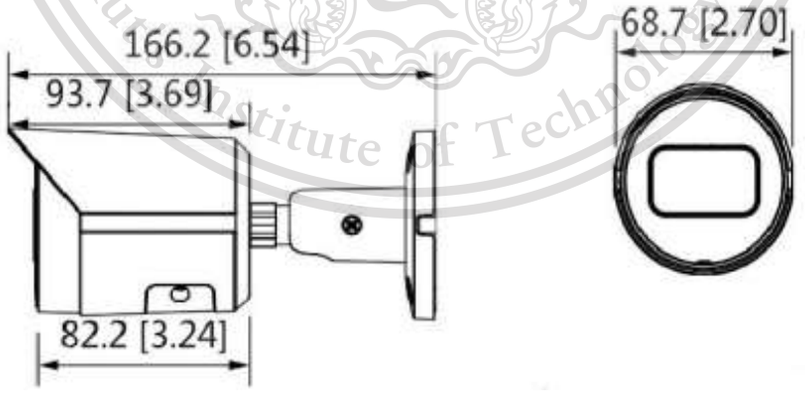
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.1.5 การออกแบบอุปกรณ์ในการรับภาพเพื่อนำไปประมวลผล

ในการติดตั้งอุปกรณ์จะใช้กล้องวงจรปิดระบบไอพีในการเก็บข้อมูล โดยรับไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าเท่ากับ 12 โวลต์ 2 แอมแปร์ จากนั้นจะส่งข้อมูลผ่านสาย LAN CAT5E ไปยังไมโครคอมพิวเตอร์ในการประมวลผล ซึ่งที่เลือกใช้การส่งข้อมูลผ่านสาย LAN เพราะเป็นวิธีการส่งข้อมูลที่เร็วที่สุดและป้องกันการรบกวนหรือสกัดกั้นสัญญาณ ไมโครคอมพิวเตอร์ที่ใช้คือ NVIDIA Jetson Nano Developer Kit ซึ่งรับไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟเท่ากับ 5 โวลต์ 4 แอมแปร์ และรับสัญญาณไร้สาย (Wi-Fi) จากเราเตอร์ที่มาตรฐานสัญญาณ IEEE 802.11b, IEEE 802.11g หรือ IEEE 802.11n เมื่อประมวลผลข้อมูลจากกล้องแล้ว ข้อมูลที่ได้คือเวลาที่รถยนต์เข้าอาคาร เลขทะเบียนรถยนต์ และยี่ห้อของรถยนต์ จากนั้นจึงส่งข้อมูลไปยังฐานข้อมูลออนไลน์



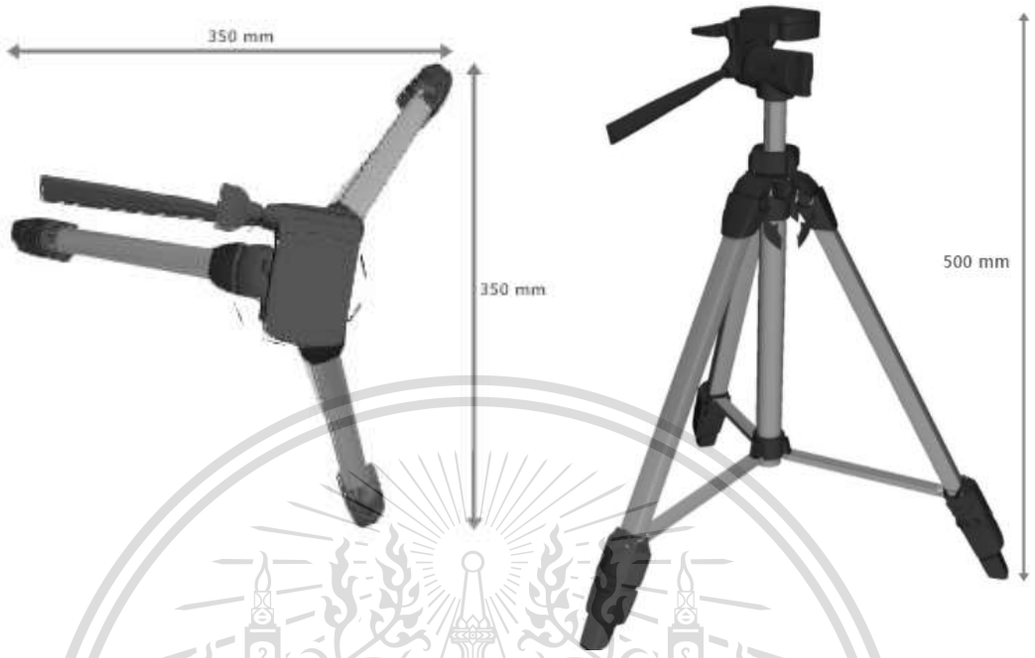
รูปที่ 3.18 บล็อกไดอะแกรมของการติดตั้งอุปกรณ์



(ก) (ข)

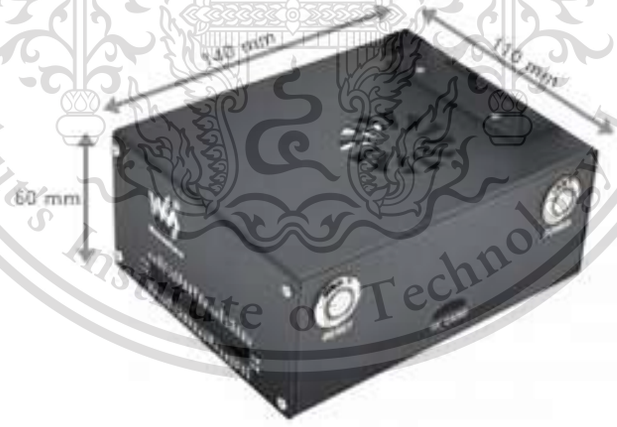
รูปที่ 3.19 ขนาดของกล้องวงจรปิดระบบไอพีในหน่วยมิลลิเมตรและนิ้ว
(ก) Side View (ข) Front View

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



(ก) (ข)

รูปที่ 3.20 ความกว้าง ความยาวของขาตั้งในหน่วยมิลลิเมตรสำหรับกล้องวงจรปิดระบบไอพี
(ก) Top View (ข) Front View



รูปที่ 3.21 ขนาดอุปกรณ์ไมโครคอมพิวเตอร์ในหน่วยมิลลิเมตร

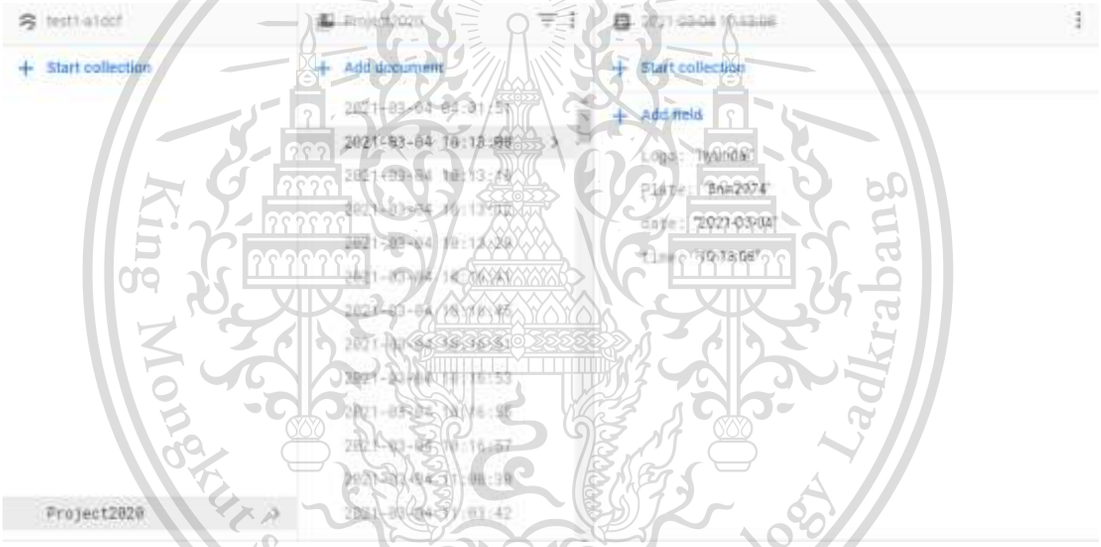
3.1.6 การออกแบบระบบจัดการฐานข้อมูล

ในปริญญานิพนธ์นี้ ผู้จัดทำเลือกใช้ระบบจัดการฐานข้อมูล Google Firebase และเลือกใช้บริการ Database

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Firebase database ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ Cloud Firestore และ Realtime Database ผู้จัดทำเลือกใช้ Cloud Firestore เป็นบริการของระบบฐานข้อมูลของ Firebase ซึ่งเป็น NoSQL cloud database ที่เก็บข้อมูลในรูปแบบของคอลเล็กชันและเอกสาร และมีการซิงค์ข้อมูลแบบเรียลไทม์กับทุกอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อแบบอัตโนมัติในเสี้ยววินาที รองรับการทำงานเมื่อไม่ได้เชื่อมต่อกับเครือข่ายอินเตอร์เน็ต (ข้อมูลจะถูกเก็บไว้ใน local จนกระทั่งกลับมาเชื่อมต่อกับเครือข่ายอินเตอร์เน็ต ก็จะทำการซิงค์ข้อมูลให้อัตโนมัติ) รวมถึงสามารถตั้งข้อกำหนดความปลอดภัยโดยออกแบบเงื่อนไขการเข้าถึงข้อมูลทั้งการอ่านและเขียนได้

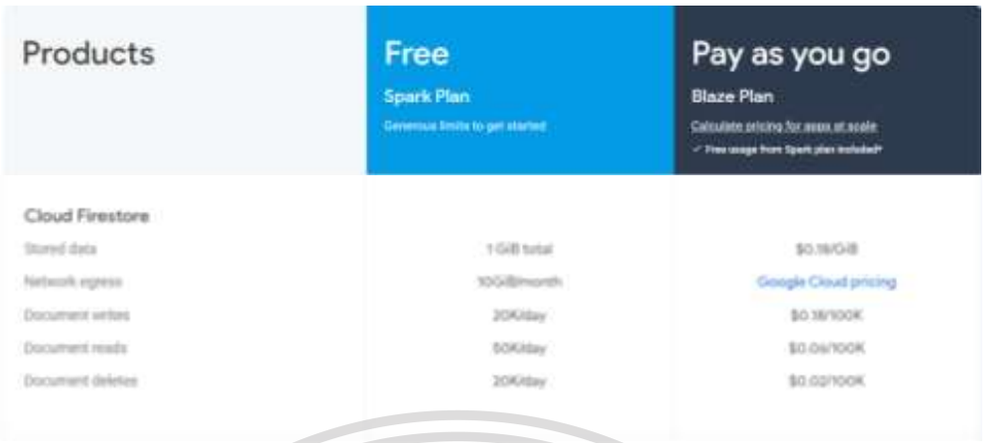
ใน Cloud Firestore ดังรูปที่ 3.22 ได้จัดเก็บข้อมูลเลขทะเบียน, ยี่ห้อรถยนต์, วันที่และเวลาเข้าใช้บริการของรถยนต์ที่เข้ามาทางด้านหน้าคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



รูปที่ 3.22 Cloud Firestore

ข้อจำกัดของ Cloud Firestore คือพื้นที่ให้บริการ 1 GB สามารถเขียนและลบข้อมูลได้ 20,000 ครั้งต่อเดือน และสามารถอ่านข้อมูลได้ 50,000 ครั้งต่อเดือน แสดงดังรูปที่ 3.23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.23 ข้อจำกัดการใช้บริการ Cloud Firestore

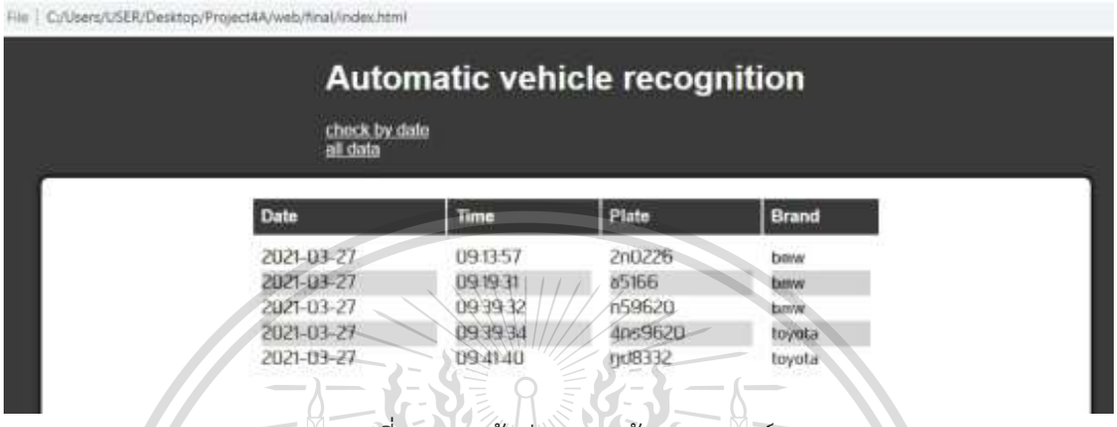
3.1.7 การออกแบบเว็บไซต์สำหรับการเข้าถึงข้อมูล

หน้าเว็บไซต์ที่ได้ออกแบบไว้ จะแสดงหน้าต่างเข้าสู่ระบบผู้ใช้งาน แสดงดังรูปที่ 3.24 ในการเข้าสู่ระบบได้กำหนดให้ username คือ “admin” ในการเข้าสู่ระบบ โดยการเข้าถึงข้อมูลจะกำหนดให้เฉพาะผู้ดูแลระบบสามารถเข้าถึงได้ เพื่อป้องกันไม่ให้บุคคลทั่วไปล่วงละเมิดข้อมูลของผู้ใช้รถยนต์

รูปที่ 3.24 หน้าต่างเข้าสู่ระบบสำหรับผู้ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ในการเข้าสู่ระบบเพื่อเข้าถึงข้อมูล เมื่อกรอก username และ password ถูกต้องจะสามารถเข้าสู่ระบบได้สำเร็จ จากนั้นจะเข้ามายังหน้าต่างแสดงข้อมูลรถยนต์ที่เข้าอาคาร แสดงดังรูปที่ 3.25 โดยจะแสดงข้อมูลของวันปัจจุบันที่เข้าใช้งานเว็บไซต์ และมีการอัพเดตข้อมูลแบบเรียลไทม์



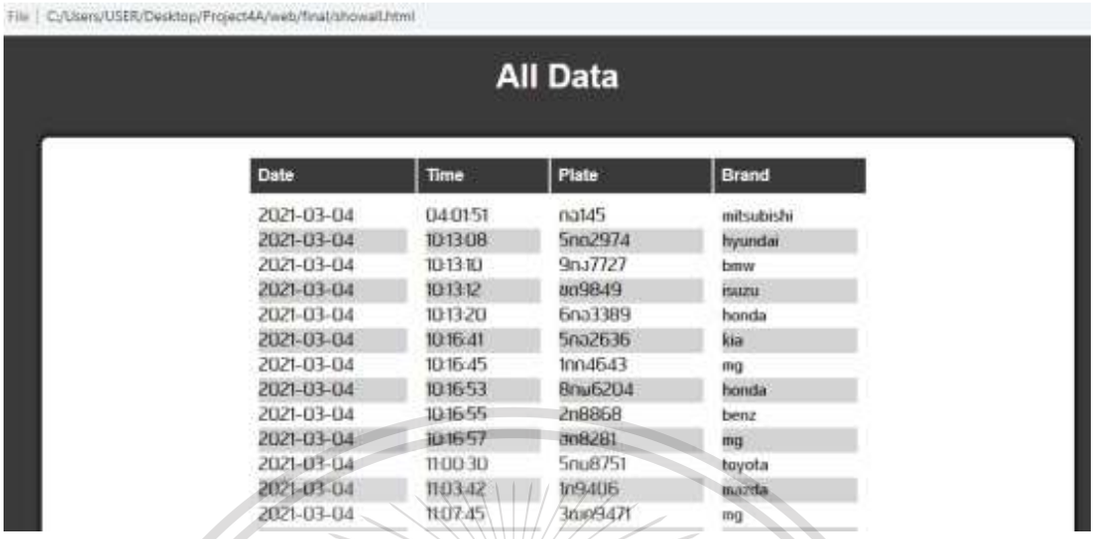
รูปที่ 3.25 หน้าต่างแสดงข้อมูลรถยนต์

เมื่อเข้าไปในเมนู “check by date” จะเป็นส่วนที่ผู้ใช้งานสามารถเลือกเข้าถึงข้อมูลรถยนต์โดยเลือกจากวันที่ จากนั้นกดปุ่ม “select” หน้าต่างจะแสดงข้อมูลรถยนต์ของวันที่ที่ผู้ใช้งานได้เลือก แสดงดังรูปที่ 3.26 และปุ่ม “clear” เพื่อให้ผู้ใช้งานเลือกวันที่ต่อไปที่ต้องการเข้าถึง

รูปที่ 3.26 หน้าต่างแสดงข้อมูลรถยนต์ตามวันที่ที่ผู้ใช้งานเลือก

เมื่อเข้าไปในเมนู “all data” จะเป็นส่วนที่ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงข้อมูลรถยนต์ทั้งหมดที่ถูกจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูล แสดงดังรูปที่ 3.27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.27 หน้าต่างแสดงข้อมูลรถยนต์ทั้งหมดในฐานข้อมูล

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

3.2.1 ภาษา Python

การเขียนโปรแกรมผู้จัดทำเลือกใช้ภาษา Python ในแสดงคำสั่งทั้งหมด ได้แก่ การประมวลผลภาพ และแสดงประสิทธิภาพของแต่ละอัลกอริทึม

3.2.2 โปรแกรม Anaconda

ผู้จัดทำเลือกใช้โปรแกรม Anaconda ในการติดตั้งและเรียกใช้เครื่องมือในการคำนวณและประมวลผลแต่ละอัลกอริทึม

3.2.3 เครื่องซีพียู INTEL Core i9-10980XE

ผู้จัดทำได้เลือกซีพียู INTEL Core i9-10980XE ในการประมวลผลของแต่ละอัลกอริทึมทั้งทางด้านการฝึกฝนค่าถ่วงน้ำหนัก และการทดสอบก่อนนำไปประมวลผลนอกสถานที่

3.2.4 ไมโครคอมพิวเตอร์

ผู้จัดทำได้เลือกใช้ Nvidia Jetson Nano Developer kit เพื่อใช้ในการประมวลผลของระบบและการทดสอบนอกสถานที่ แสดงดังรูปที่ 3.28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

รูปที่ 3.28 NVIDIA Jetson Nano Developer Kit

3.2.5 กล้องวงจรปิดระบบไอพี

ผู้จัดทำได้เลือกใช้กล้องวงจรปิดระบบไอพีรุ่น WIP267 ความละเอียด 2 เมกะพิกเซล เพื่อใช้ในการจับภาพด้านหนเของรถยนต์ แสดงดังรูปที่ 3.29

รูปที่ 3.29 กล้องวงจรปิดระบบไอพี WIP267

3.2.6 สาย LAN ประเภท Category 5 (CAT-5e) ความถี่ 350 MHz

ผู้จัดทำเลือกใช้การส่งสัญญาณภาพจากกล้องวงจรปิดระบบไอพีไปสู่ไมโครคอมพิวเตอร์ โดยส่งผ่านสาย LAN ประเภท Category 5 (CAT-5e) แสดงดังรูปที่ 3.30

รูปที่ 3.30 สาย LAN ประเภท Category 5 (CAT-5e)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.2.7 ตัวแปลงสัญญาณเครือข่ายไร้สาย (USB WI-FI Adapter)

ผู้จัดทำได้เลือกใช้ตัวแปลงสัญญาณเครือข่ายไร้สายดังรูปที่ 3.31 โดยเสียบกับพอร์ต USB เพื่อรับส่งสัญญาณไร้สายจากไมโครคอมพิวเตอร์กับฐานข้อมูลออนไลน์ รองรับความเร็วของการส่งข้อมูล150 Mbps และรองรับมาตรฐาน IEEE 802.11n/g/b

รูปที่ 3.31 ตัวแปลงสัญญาณเครือข่ายไร้สาย

3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง

3.3.1 ทดสอบการทำงานของอัลกอริทึมในการตรวจจับและจำแนกประเภท

เปรียบเทียบ 3 อัลกอริทึม จากการทดสอบการจำแนกยี่ห้อรถยนต์จากตราสัญลักษณ์และการจำแนกตัวอักษรและตัวเลขบนแผ่นป้ายทะเบียน จากวิดีโอด้านหน้าของรถยนต์

3.3.2 ทดสอบการทำงานของอัลกอริทึมในการตรวจจับป้ายทะเบียนจากภาพที่รับมาจากกล้องวงจรปิดระบบไอพี

ทำการเชื่อมต่อกล้องวงจรปิดระบบไอพีกับคอมพิวเตอร์ด้วยการส่งสัญญาณภาพผ่านสาย LAN และใช้อัลกอริทึมในการตรวจจับป้ายทะเบียนโดยกล้องจะถูกตั้งค่าอัตราเฟรมภาพเท่ากับ 25 เฟรมต่อวินาที ความละเอียด 2 เมกะพิกเซล และกำหนดการส่งข้อมูลสัญญาณภาพที่อัตราเร็วบิต และ Exposure time แตกต่างกัน

3.3.3 ทดสอบการทำงานของไมโครคอมพิวเตอร์กับกล้องวงจรปิดระบบไอพี

- ทำการเชื่อมต่อกล้องวงจรปิดระบบไอพีกับไมโครคอมพิวเตอร์ด้วยการเชื่อมต่อผ่านสาย LAN และแสดงผลผ่านเว็บเบราว์เซอร์

- ทำการเขียนโปรแกรมเพื่อดึงภาพจากกล้องวงจรปิดระบบไอพีมาแสดงในหน้าต่างบนไมโครคอมพิวเตอร์ โดยอาศัย Real Time Streaming Protocol (RTSP)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.3.4 ทดสอบการทำงานของไมโครคอมพิวเตอร์กับฐานข้อมูล

- ทดสอบการส่งข้อมูลจากไฟล์ Comma-separated values (csv) ไปยัง Cloud Firestore

- ทดสอบการส่งข้อมูลจากระบบการจำแนกยี่ห้อรถยนต์จากตราสัญลักษณ์ และการจำแนกตัวอักษรและตัวเลขบนแผ่นป้ายทะเบียน ไปยัง Cloud Firestore

3.3.5 ทดสอบการทำงานของระบบรวม

ส่วนนี้เป็นการทดสอบการทำงานของระบบโดยภาพรวม กล่าวคือจะทำการทดสอบระบบเมื่อมีรถยนต์ผ่านเข้ามาในเฟรมภาพ เพื่อตรวจสอบว่าระบบสามารถตรวจจับตราสัญลักษณ์และป้ายทะเบียน และสามารถจำแนกยี่ห้อรถยนต์จากตราสัญลักษณ์และจำแนกตัวอักษรและตัวเลขบนแผ่นป้ายทะเบียนได้ถูกต้องหรือไม่ ข้อมูลในฐานข้อมูลมีการปรับเปลี่ยนข้อมูล และการแสดงผลของยี่ห้อและเลขทะเบียนถูกต้องตรงกับข้อมูลที่ประมวลผลออกมาได้

- ทดสอบระบบบริเวณทางเข้าคณะวิศวกรรมศาสตร์ โดยกำหนดให้ตัวกล้องสูงจากพื้นดิน 66 เซนติเมตร อุปกรณ์ห่างจากบริเวณหน้ารถประมาณ 150 เซนติเมตร และทดสอบในช่วงเวลา 9.00 – 12.00 น.

- ทดสอบระบบบริเวณทางเข้าบริษัท โตโยต้า ทูโช (ไทยแลนด์) จำกัด โดยกำหนดให้ตัวกล้องสูงจากพื้นดิน 110 เซนติเมตร อุปกรณ์ห่างจากบริเวณหน้ารถประมาณ 350 เซนติเมตร และทดสอบในช่วงเวลา 13.00 – 16.00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 4

ผลการทดลอง

ผู้จัดทำได้ทำการเก็บผลการทำงานของระบบ โดยแบ่งการทดลองและจัดเก็บผลการทดลองเป็นส่วนๆ ดังต่อไปนี้

4.1 ทดสอบการทำงานของอัลกอริทึมในการตรวจจับและจำแนกประเภท

ทำการเปรียบเทียบ 3 อัลกอริทึมคือ อัลกอริทึม Faster R-CNN อัลกอริทึม SSD และอัลกอริทึม Yolo v3 จากการทดสอบการจำแนกยี่ห้อรถยนต์จากตราสัญลักษณ์ และการจำแนกตัวอักษรและตัวเลขบนแผ่นป้ายทะเบียน จากวิดีโอด้านหน้าของรถยนต์

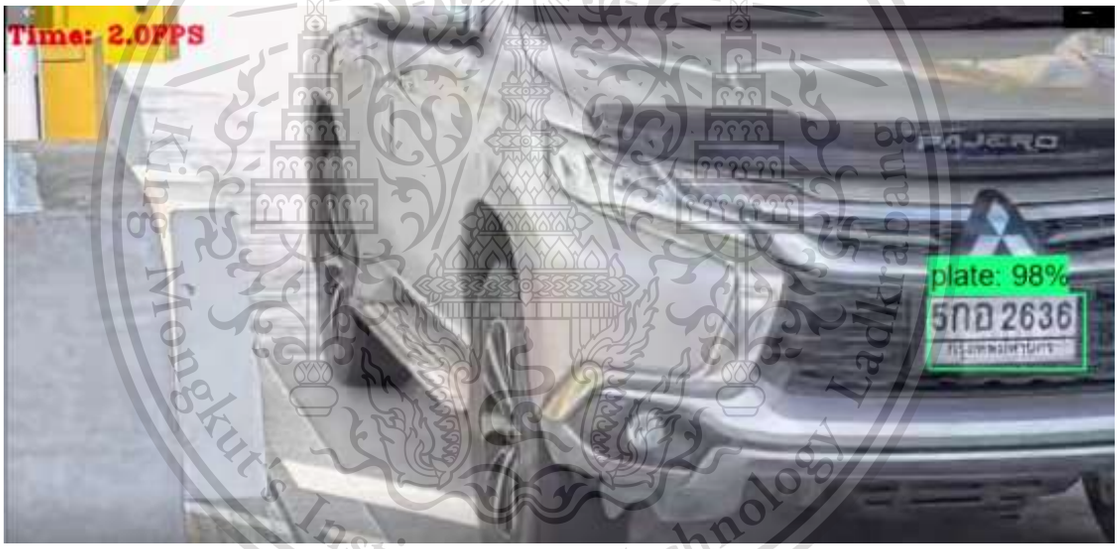
4.1.1 อัลกอริทึม Faster R-CNN

ผลการทดสอบการแยกประเภทยี่ห้อรถยนต์และแผ่นป้ายทะเบียนจากวิดีโอด้านหน้ารถยนต์ พบว่าในแต่ละเฟรมสามารถตรวจจับแผ่นป้ายทะเบียนได้ แต่สามารถตรวจจับตราสัญลักษณ์ได้น้อย หรือในรถยนต์บางคันไม่สามารถตรวจจับตราสัญลักษณ์ได้ ดังรูปที่ 4.1 4.2 และ 4.3

รูปที่ 4.1 ผลการทดสอบกับวิดีโอด้านหน้ารถยนต์ ด้วยอัลกอริทึม Faster R-CNN

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

รูปที่ 4.2 ผลการทดสอบกับวิดีโอด้านหน้ารถยนต์ ด้วยอัลกอริทึม Faster R-CNN



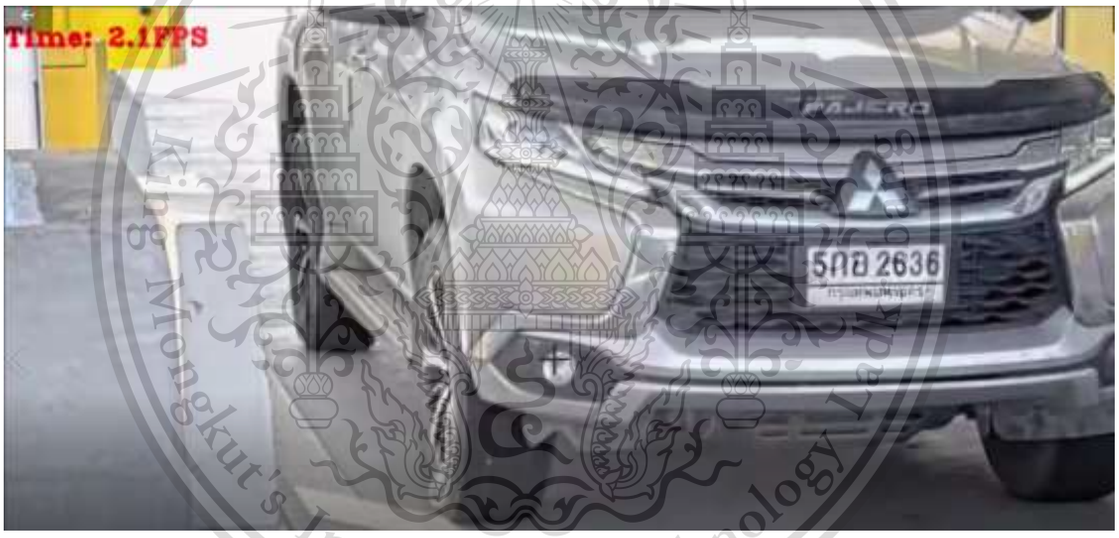
รูปที่ 4.3 ผลการทดสอบกับวิดีโอด้านหน้ารถยนต์ ด้วยอัลกอริทึม Faster R-CNN

4.1.2 อัลกอริทึม SSD

ผลการทดสอบการแยกประเภทยี่ห้อรถยนต์และแผ่นป้ายทะเบียนจากวิดีโอด้านหน้ารถยนต์ พบว่าในแต่ละเฟรมไม่สามารถตรวจจับแผ่นป้ายทะเบียนและตราสัญลักษณ์พร้อมกัน และส่วนใหญ่มีการจำแนกยี่ห้อรถยนต์ผิดพลาด ดังรูปที่ 4.4 4.5 และ 4.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

รูปที่ 4.4 ผลการทดสอบกับวิดีโอด้านหน้ารถยนต์ ด้วยอัลกอริทึม SSD



รูปที่ 4.5 ผลการทดสอบกับวิดีโอด้านหน้ารถยนต์ ด้วยอัลกอริทึม SSD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

รูปที่ 4.6 ผลการทดสอบกับวิดีโอด้านหน้ารถยนต์ ด้วยอัลกอริทึม SSD

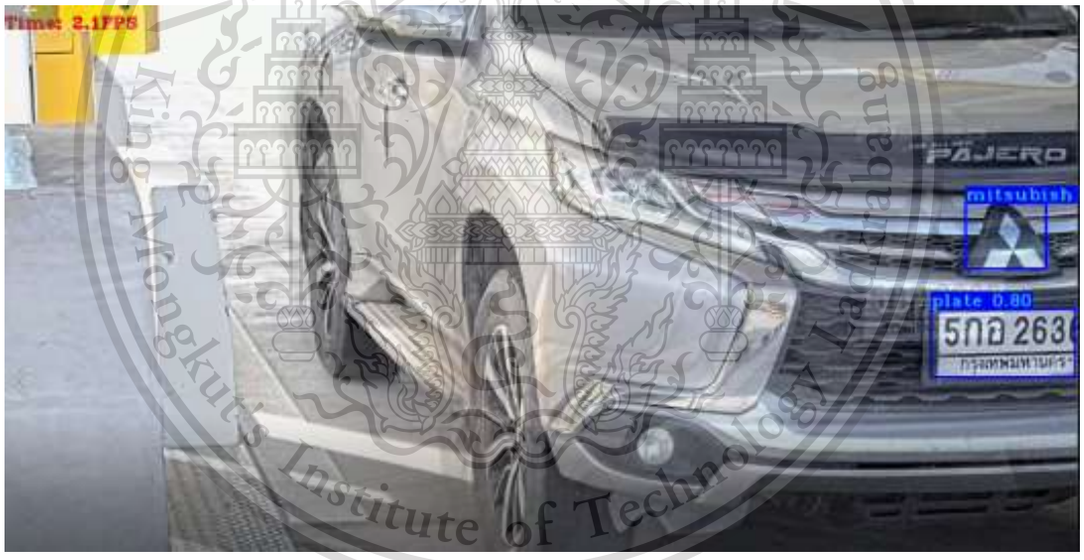
4.1.3 อัลกอริทึม Yolov3

ผลการทดสอบการแยกประเภทยี่ห้อรถยนต์และแผ่นป้ายทะเบียนจากวิดีโอด้านหน้ารถยนต์ พบว่าส่วนใหญ่สามารถตรวจจับแผ่นป้ายทะเบียนและตราสัญลักษณ์พร้อมกันในเฟรมเดียวได้ ดังรูปที่ 4.7 4.8 และ 4.9

รูปที่ 4.7 ผลการทดสอบกับวิดีโอด้านหน้ารถยนต์ ด้วยอัลกอริทึม Yolov3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

รูปที่ 4.8 ผลการทดสอบกับวิดีโอด้านหน้ารถยนต์ ด้วยอัลกอริทึม Yolov3

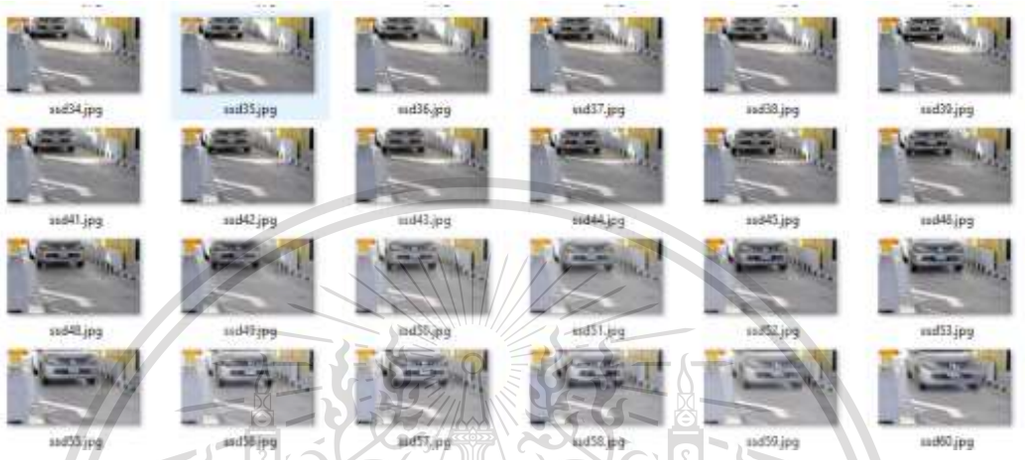


รูปที่ 4.9 ผลการทดสอบกับวิดีโอด้านหน้ารถยนต์ ด้วยอัลกอริทึม Yolov3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.1.4 เปรียบเทียบแต่ละอัลกอริทึมจากการทดสอบด้วยรูปภาพด้านหน้าของรถยนต์

การวัดประสิทธิภาพของแต่ละอัลกอริทึม จะทำการแบ่งเฟรมรูปภาพจากวิดีโอทดสอบ โดยเลือกใช้เฉพาะที่มีรถยนต์เข้ามาในเฟรมเท่านั้น โดยแต่ละอัลกอริทึมจะใช้เฟรมรูปภาพทั้งหมด 200 รูป แสดงดังรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 ตัวอย่างเฟรมรูปภาพจากวิดีโอทดสอบ

ทำการแบ่งการทดสอบเป็น 2 ส่วนคือส่วนของแผ่นป้ายทะเบียนและส่วนของยี่ห้อรถยนต์ ซึ่งเกณฑ์การวัดค่าประสิทธิภาพของอัลกอริทึมมีดังนี้

- ค่าความถูกต้องคือ ค่าที่แบบจำลองทำนายถูกทั้งหมดหารด้วยค่าทั้งหมด
- ค่าความแม่นยำคือ ค่าที่แบบจำลองทำนายเป็นประเภทที่กำลังพิจารณาถูกหารด้วยค่าที่แบบจำลองทำนายเป็นประเภทที่กำลังพิจารณาทั้งถูกและผิด
- ค่า Recall คือ ค่าที่แบบจำลองทำนายเป็นประเภทที่กำลังพิจารณาถูกหารด้วยค่าเหตุการณ์จริงเป็นประเภทที่กำลังพิจารณาทั้งถูกและผิด

4.1.4.1 ผลการทำนายของอัลกอริทึม Faster R-CNN

แสดงผลการทำนายในรูปแบบ Confusion Matrix เพื่อนำไปใช้ในการคำนวณค่าการวัดประสิทธิภาพของอัลกอริทึม

ตารางที่ 4.1 ผลการทำนายส่วนแผ่นป้ายทะเบียนของอัลกอริทึม Faster R-CNN

Actual / Predicted	Positive	Negative
Positive	95	0
Negative	97	8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 4.2 ผลการทำนายส่วนยี่ห้อรถยนต์ของอัลกอริทึม Faster R-CNN

Actual / Predicted	Positive	Negative
Positive	20	0
Negative	147	33

4.1.4.2 ผลการทำนายของอัลกอริทึม SSD

แสดงผลการทำนายในรูปแบบ Confusion Matrix เพื่อนำไปใช้ในการคำนวณค่าการวัดประสิทธิภาพของอัลกอริทึม

ตารางที่ 4.3 ผลการทำนายส่วนแผ่นป้ายทะเบียนของอัลกอริทึม SSD

Actual / Predicted	Positive	Negative
Positive	25	0
Negative	170	5

ตารางที่ 4.4 ผลการทำนายส่วนยี่ห้อรถยนต์ของอัลกอริทึม SSD

Actual / Predicted	Positive	Negative
Positive	12	2
Negative	153	33

4.1.4.3 ผลการทำนายของอัลกอริทึม Yolo v3

แสดงผลการทำนายในรูปแบบ Confusion Matrix เพื่อนำไปใช้ในการคำนวณค่าการวัดประสิทธิภาพของอัลกอริทึม

ตารางที่ 4.5 ผลการทำนายส่วนแผ่นป้ายทะเบียนของอัลกอริทึม Yolo v3

Actual / Predicted	Positive	Negative
Positive	129	0
Negative	63	8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 4.6 ผลการทำนายส่วนยี่ห้อรถยนต์ของอัลกอริทึม Yolo v3

Actual / Predicted	Positive	Negative
Positive	64	0
Negative	134	2

จากตาราง Confusion Matrix ของทั้ง 3 อัลกอริทึม สามารถนำมาคำนวณค่าความถูกต้อง ค่าความแม่นยำ ค่า Recall เพื่อใช้เปรียบเทียบประสิทธิภาพได้ดังนี้

ตารางที่ 4.7 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของอัลกอริทึม Faster R-CNN, SSD และ YOLO v3 จากการทดสอบด้วยวิดีโอด้านหน้ารถยนต์

อัลกอริทึม	ค่าความถูกต้อง		ค่าความแม่นยำ		ค่า Recall	
	แผ่นป้ายทะเบียน	ยี่ห้อรถยนต์	แผ่นป้ายทะเบียน	ยี่ห้อรถยนต์	แผ่นป้ายทะเบียน	ยี่ห้อรถยนต์
Faster R-CNN	0.515	0.265	1	1	0.495	0.120
SSD	0.150	0.225	1	0.857	0.128	0.073
Yolov3	0.685	0.330	1	1	0.671	0.323

จากผลการคำนวณค่าความถูกต้อง พบว่าค่าความถูกต้องในการทำนายส่วนแผ่นป้ายทะเบียนและยี่ห้อรถยนต์ของอัลกอริทึม Yolo v3 มากกว่าอัลกอริทึม Faster R-CNN และ SSD ซึ่งค่าที่คำนวณออกมาใช้สำหรับประเมินความถูกต้องโดยรวมของแบบจำลองในการทำนายผลลัพธ์ หมายความว่าอัลกอริทึม Yolo v3 สามารถทำนายผลลัพธ์ได้ถูกต้องมากที่สุด

จากผลการคำนวณค่าความแม่นยำ พบว่าความแม่นยำในการทำนายส่วนแผ่นป้ายทะเบียนและยี่ห้อรถยนต์ของอัลกอริทึม Faster R-CNN และ Yolov3 มากกว่า SSD ซึ่งค่าที่คำนวณออกมาใช้สำหรับวัดความแม่นยำที่แบบจำลองทำนายคลาสที่กำลังพิจารณาว่า “จริง” หมายความว่าอัลกอริทึม Faster R-CNN และ Yolo v3 มีความแม่นยำในการทำนายคลาส “จริง” ได้ถูกต้องกับความเป็นจริง

จากผลการคำนวณค่า Recall พบว่าค่า Recall ในการทำนายส่วนแผ่นป้ายทะเบียนและยี่ห้อรถยนต์ของอัลกอริทึม Yolov3 มากกว่าอัลกอริทึม Faster R-CNN และ SSD โดยค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Recall จะพิจารณาจากเหตุการณ์ความเป็นจริง หมายความว่าอัลกอริทึม Yolov3 มีความถูกต้องของการทำนายว่าจะเป็น “จริง” เทียบกับการทำนายและผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจริงทั้งหมดที่เป็น “จริง”

จากการเปรียบเทียบทั้ง 3 อัลกอริทึม พบว่าอัลกอริทึม Yolov3 มีค่าความถูกต้องโดยรวมมากที่สุด เนื่องจากเป็นประเภท Single stage object detection ซึ่งเป็นการตรวจจับและรู้จำวัตถุไปพร้อมๆกัน ทำให้มีความเร็วในการประมวลผลแบบทันที (Real-time) มากกว่าอัลกอริทึม Faster R-CNN ที่เป็นประเภท Two stage object detection และนอกจากนี้อัลกอริทึม Yolov3 มีชั้นคอนโวลูชันเพียง 2 ชั้น ซึ่งน้อยกว่า อัลกอริทึม SSD ที่มีชั้นคอนโวลูชันหลายขนาดซ้อนกัน จึงได้ทำการเลือกอัลกอริทึม Yolo v3 ในการศึกษาและพัฒนาแบบจำลองให้เหมาะกับงานและมีประสิทธิภาพมากขึ้น

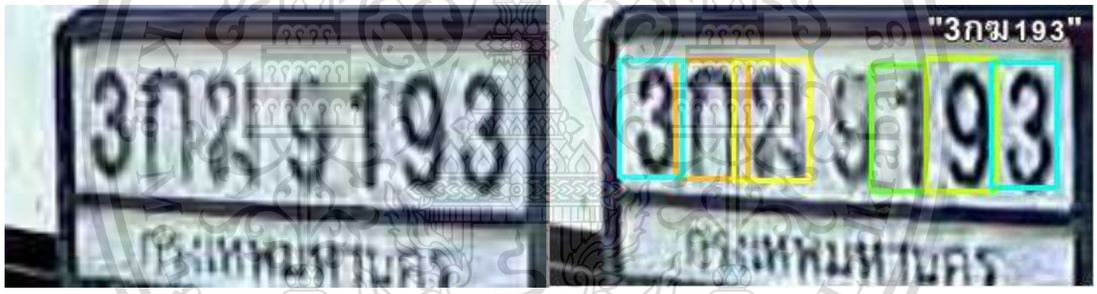
4.2 ทดสอบการทำงานของอัลกอริทึมในการตรวจจับป้ายทะเบียนจากภาพที่รับมาจากกล้องวงจรปิดระบบไอพี

ทำการเชื่อมต่อกล้องวงจรปิดระบบไอพีกับคอมพิวเตอร์ด้วยการส่งสัญญาณภาพผ่านสาย LAN และใช้อัลกอริทึมในการตรวจจับป้ายทะเบียนโดยกล้องจะถูกตั้งค่าอัตราเฟรมภาพเท่ากับ 25 เฟรมต่อวินาที ความละเอียด 2 เมกะพิกเซล และกำหนดการส่งข้อมูลสัญญาณภาพที่อัตราเร็วบิต และ Exposure time แตกต่างกันดังนี้

1) ที่อัตราเฟรมภาพเท่ากับ 25 เฟรมต่อวินาที ความละเอียด 2 เมกะพิกเซล และ Exposure time เท่ากับ 1/500 วินาที กำหนดให้การส่งข้อมูลสัญญาณภาพมีอัตราเร็วบิต 256, 512 และ 1024 กิโลบิตต่อวินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

รูปที่ 4.11 ภาพด้านหน้ารถจากกล้องวงจรปิดที่มีการส่งข้อมูลอัตราเร็วบิต 256 กิโลบิตต่อวินาที

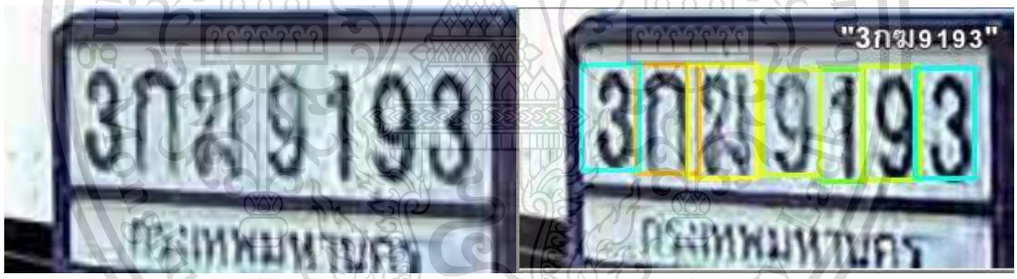


(ก) (ข)

รูปที่ 4.12 การนำภาพด้านหน้ารถมาทดสอบกับโปรแกรม (ก) ภาพที่ผ่านกระบวนการตรวจจับแผ่นป้ายทะเบียน (ข) ภาพที่ผ่านกระบวนการตรวจจับตัวอักษรและตัวเลข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

รูปที่ 4.13 ภาพด้านหน้ารถจากกล้องวงจรปิดที่มีการส่งข้อมูลอัตราเร็วบิต 512 กิโลบิตต่อวินาที



(ก) (ข)

รูปที่ 4.14 การนำภาพด้านหน้ารถมาทดสอบกับโปรแกรม (ก) ภาพที่ผ่านกระบวนการตรวจจับแผ่นป้ายทะเบียน (ข) ภาพที่ผ่านกระบวนการตรวจจับตัวอักษรและตัวเลข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

รูปที่ 4.15 ภาพด้านหน้ารถจากกล้องวงจรปิดที่มีการส่งข้อมูลอัตราเร็วบิต 1024 กิโลบิตต่อวินาที

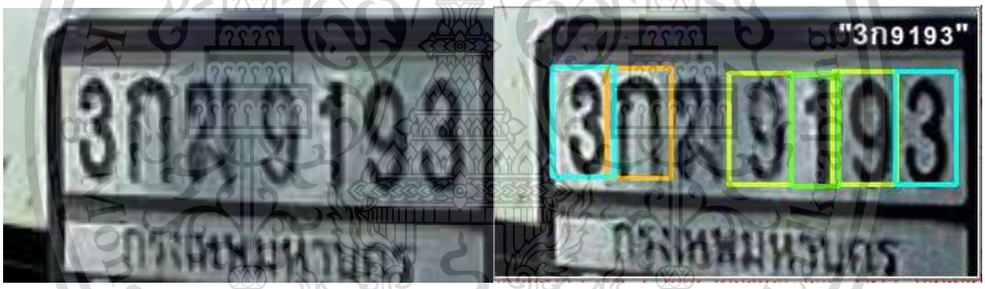
(ก) (ข)

รูปที่ 4.16 การนำภาพด้านหน้ารถมาทดสอบกับโปรแกรม (ก) ภาพที่ผ่านกระบวนการตรวจจับแผ่นป้ายทะเบียน (ข) ภาพที่ผ่านกระบวนการตรวจจับตัวอักษรและตัวเลข

2) ที่อัตราเฟรมภาพเท่ากับ 25 เฟรมต่อวินาที ความละเอียด 2 เมกะพิกเซล และความเร็วบิตเท่ากับ 512 กิโลบิตต่อวินาที กำหนดให้ Exposure time เท่ากับ 1/2500, 1/500 และ 1/25 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

รูปที่ 4.17 ภาพด้านหน้ารถจากกล้องวงจรปิดที่มี Exposure time เท่ากับ 1/10000 วินาที

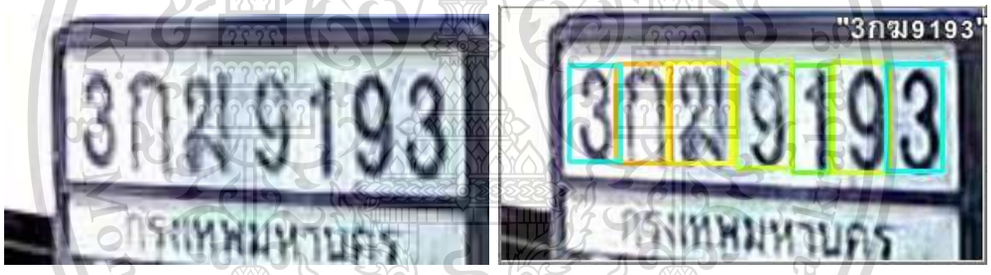


(ก) (ข)

รูปที่ 4.18 การนำภาพด้านหน้ารถมาทดสอบกับโปรแกรม (ก) ภาพที่ผ่านกระบวนการตรวจจับแผ่นป้ายทะเบียน (ข) ภาพที่ผ่านกระบวนการตรวจจับตัวอักษรและตัวเลข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

รูปที่ 4.19 ภาพด้านหน้ารถจากกล้องวงจรปิดที่มี Exposure time เท่ากับ 1/2000 วินาที



(ก) (ข)

รูปที่ 4.20 การนำภาพด้านหน้ารถมาทดสอบกับโปรแกรม (ก) ภาพที่ผ่านกระบวนการตรวจจับแผ่นป้ายทะเบียน (ข) ภาพที่ผ่านกระบวนการตรวจจับตัวอักษรและตัวเลข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

รูปที่ 4.21 ภาพด้านหน้ารถจากกล้องวงจรปิดที่มี Exposure time เท่ากับ 1/500 วินาที

จากการทดสอบส่งข้อมูลสัญญาณภาพโดยกำหนดอัตราเร็วบิต 256, 512 และ 1024 กิโลบิตต่อวินาทีพบว่าที่ การส่งข้อมูลอัตราเร็วบิตทั้ง 3 ค่า ภาพที่ได้รับมีความละเอียดมากพอที่แบบจำลองสามารถตรวจจับแผ่นป้ายทะเบียนได้ แต่ที่อัตราเร็วบิต 512 และ 1024 กิโลบิตต่อวินาที แบบจำลองสามารถตรวจจับตัวอักษรและตัวเลขได้ถูกต้องทั้งหมด

จากการทดสอบภาพด้านหน้ารถที่มี Exposure time เท่ากับ 1/10000 วินาที, 1/4000 วินาที และ 1/500 วินาที พบว่าที่ Exposure time เท่ากับ 1/500 วินาทีแบบจำลองไม่สามารถตรวจจับแผ่นป้ายทะเบียนได้ และที่ Exposure time เท่ากับ 1/10000 วินาที และ 1/4000 วินาที แบบจำลองสามารถตรวจจับแผ่นป้ายทะเบียนได้ แต่มีเพียงที่ Exposure time เท่ากับ 1/4000 วินาที แบบจำลองสามารถตรวจจับตัวอักษรและตัวเลขได้ถูกต้องทั้งหมด

4.3 ทดสอบการทำงานของไมโครคอมพิวเตอร์กับกล้องวงจรปิดระบบไอพี

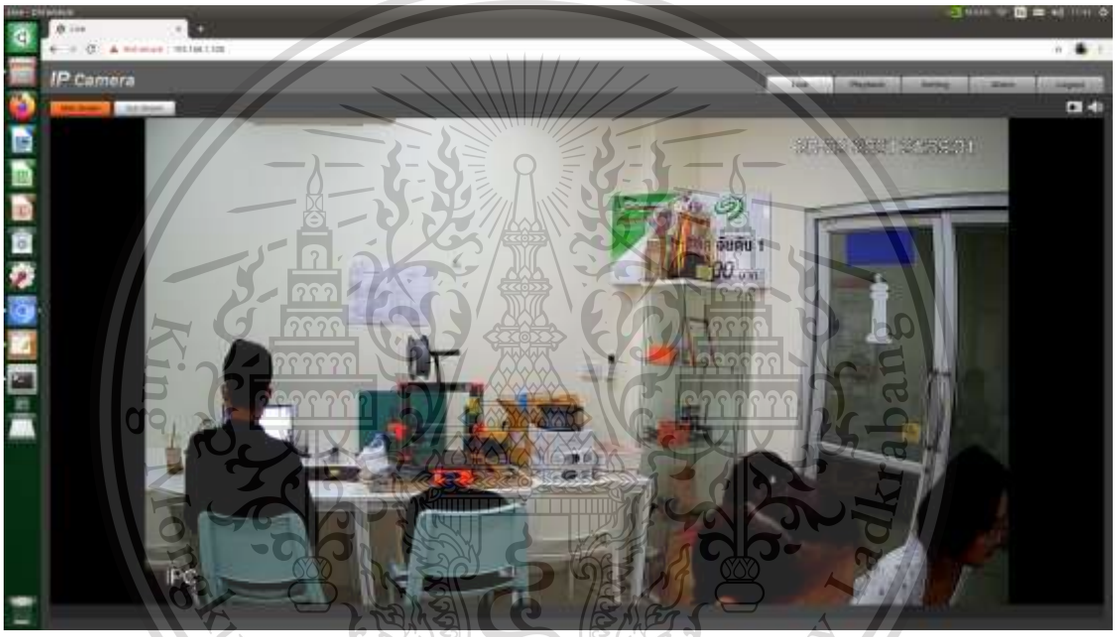
4.3.1 การทดสอบการเชื่อมต่อกล้องวงจรปิดระบบไอพีกับไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อแสดงผลผ่านเว็บเบราว์เซอร์ (web browser)

ผู้จัดทำทดสอบการเชื่อมต่อกล้องวงจรปิดระบบไอพีกับไมโครคอมพิวเตอร์โดยเริ่มจากการกำหนดค่าเครื่องข่ายเพื่อทำการเชื่อมต่อ โดยเริ่มต้นอุปกรณ์จะสามารถใช้งานได้ต่อเมื่อ IP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

address ของอุปกรณ์ (ค่าเริ่มต้นคือ 192.168.1.108) และเครื่องคอมพิวเตอร์อยู่ในส่วนเครือข่ายเดียวกัน

ผู้จัดทำจึงตังค่า IPv4 ของไมโครคอมพิวเตอร์เป็นแบบ Manual แล้วตั้งค่า IP address เป็น 192.168.1.55, Netmark เป็น 255.255.255.0 และ Gateway เป็น 192.168.1.1 จากนั้นทำการเข้าใช้งานเว็บเบราว์เซอร์ (web browser) โดยใส่ IP address ของกล้องที่แอดเดรสบาร์ (Address bar) แล้วจึงทำการใส่ชื่อผู้ใช้และรหัสผ่าน จึงจะสามารถดูภาพที่ถ่ายทอดสดจาก IP Camera ได้

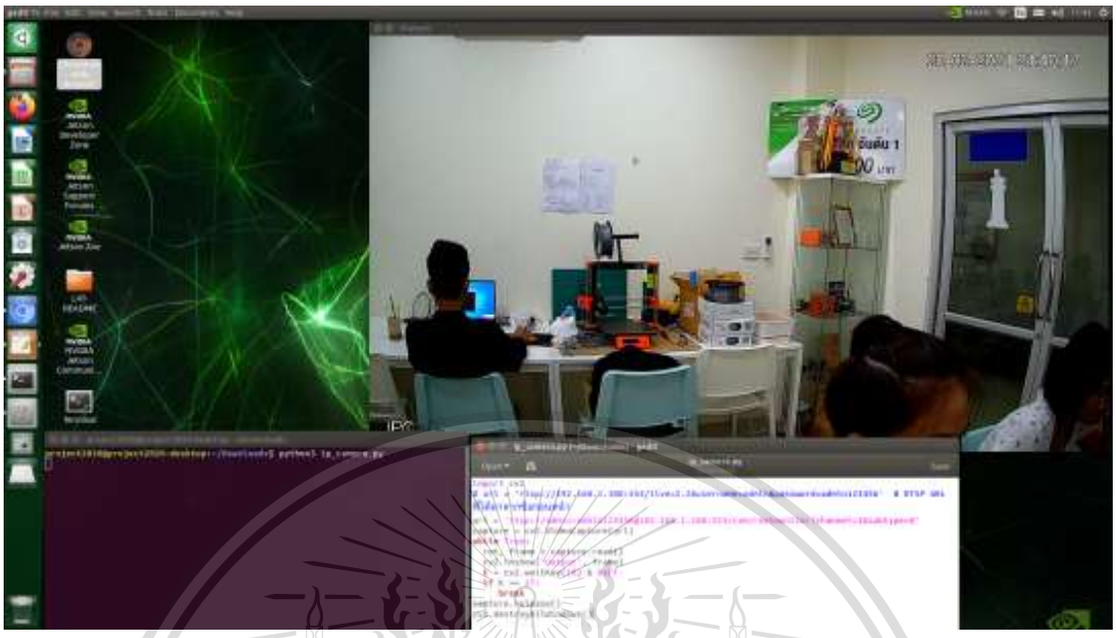


รูปที่ 4.22 ภาพจากกล้องวงจรปิดระบบไอพีที่แสดงบนเว็บเบราว์เซอร์

4.3.2 การทดสอบการเชื่อมต่อกล้องวงจรปิดระบบไอพีกับไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อแสดงผลบนหน้าต่างบนไมโครคอมพิวเตอร์

ในการทดสอบจะใช้การตั้งค่าเครือข่ายเช่นเดียวกับการทดสอบในข้อ 4.3.1 จากนั้นผู้จัดทำได้ทำการทดสอบการแสดงผลบนหน้าต่างของไมโครคอมพิวเตอร์ ด้วยการเขียนโปรแกรมภาษา Python เพื่อดึงภาพที่บันทึกผ่านกล้องวงจรปิดระบบไอพี โดยอาศัยการส่งข้อมูลจากกล้องด้วย Real Time Streaming Protocol (RTSP)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.23 ภาพจากกล้องวงจรปิดระบบไอพีที่แสดงบนหน้าต่างของไมโครคอมพิวเตอร์

4.4 ทดสอบการทำงานของไมโครคอมพิวเตอร์กับฐานข้อมูล

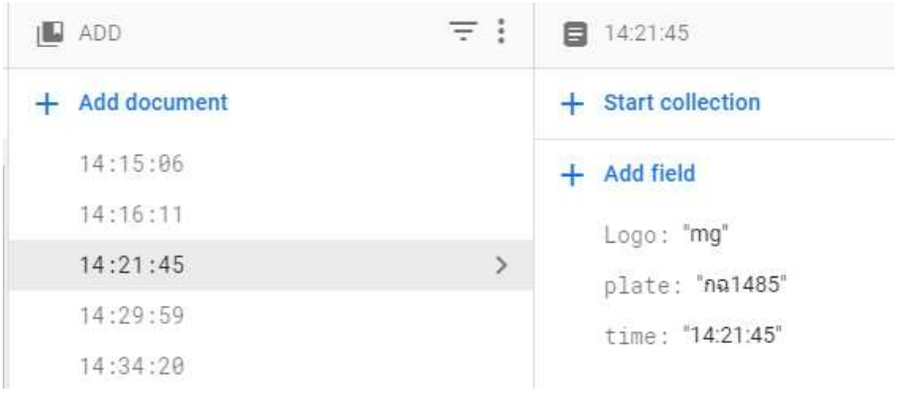
4.4.1 ทดสอบการส่งข้อมูลจากไฟล์ Comma-separated values (csv) ไปยัง Cloud Firestore

ทำการสร้างไฟล์ Comma-separated values ดังรูปที่ 4.24 เพื่อเป็นการจำลองผลลัพธ์จากการจำแนกยี่ห้อรถยนต์จากตราสัญลักษณ์ จากนั้นทำการเขียนโปรแกรมโดยใช้ภาษา Python เพื่อส่งข้อมูลรถยนต์ไปยัง Cloud Firestore ดังรูปที่ 4.25

Column1	Column2	Column3
time	Logo	plate
14:15:06	mg	ก1652
14:16:11	kia	กบ563
14:21:45	mg	กฉ1485
14:29:59	volkswagen	ฒ403
14:34:20	mg	บ6462

รูปที่ 4.24 การสร้างไฟล์ Comma-separated values เพื่อจำลองการเก็บข้อมูลรถยนต์

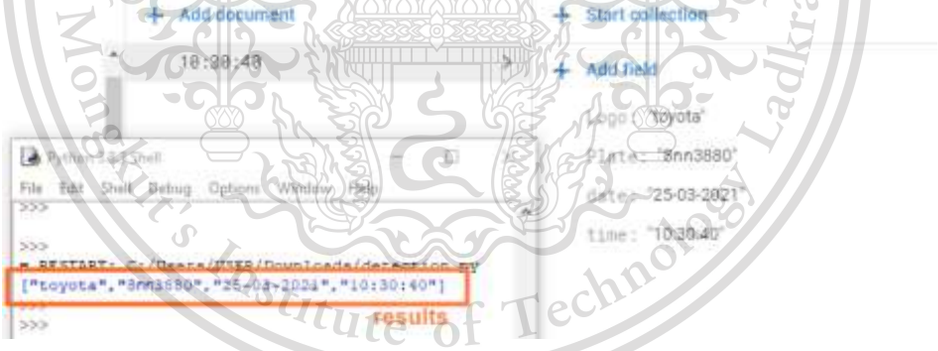
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.25 ข้อมูลใน Cloud Firestore ที่ได้รับจากไฟล์ Comma-separated values

4.4.2 ทดสอบการส่งข้อมูลจากระบบการจำแนกยี่ห้อรถยนต์จากตราสัญลักษณ์ และการจำแนกตัวอักษรและตัวเลขบนแผ่นป้ายทะเบียน ไปยัง Cloud Firestore

นำภาพด้านหน้ารถยนต์มาทดสอบกับโปรแกรมการจำแนกยี่ห้อรถยนต์จากตราสัญลักษณ์ และการจำแนกตัวอักษรและตัวเลขบนแผ่นป้ายทะเบียน จากนั้นเขียนโปรแกรมเพื่อเพิ่มส่วนการเชื่อมต่อกับ Cloud Firestore ลงในโปรแกรม สำหรับส่งผลลัพธ์ที่ได้ไปยัง Cloud Firestore โดยตรงดังรูปที่ 4.26



รูปที่ 4.26 ตัวอย่างข้อมูลรถยนต์ที่ได้รับจากการเพิ่มส่วนเชื่อมต่อกับ Cloud Firestore

4.5 ทดสอบการทำงานของระบบรวม

ส่วนนี้เป็นการทดสอบการทำงานของระบบโดยภาพรวม กล่าวคือจะทำการทดสอบระบบเมื่อมีรถยนต์ผ่านเข้ามาในเฟรมภาพ เพื่อตรวจสอบว่าระบบสามารถตรวจจับตราสัญลักษณ์และป้ายทะเบียน และสามารถจำแนกยี่ห้อรถยนต์จากตราสัญลักษณ์และจำแนกตัวอักษรและตัวเลขบนแผ่นป้ายทะเบียนได้ถูกต้องหรือไม่ ข้อมูลในฐานข้อมูลมีการปรับเปลี่ยนข้อมูล และการแสดงผลของยี่ห้อและเลขทะเบียนถูกต้องตรงกับข้อมูลที่ประมวลผลออกมาได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.5.1 ทำการติดตั้งกล้องวงจรปิดระบบไอพี

ติดตั้งกล้องวงจรปิดระบบไอพีบริเวณทางเข้าคณะวิศวกรรมศาสตร์เพื่อเก็บข้อมูลรูปภาพเพิ่มเติม จากนั้นนำชุดข้อมูลที่ได้มาฝึกฝนกับแบบจำลองที่มีอยู่

รูปที่ 4.27 ตัวอย่างภาพด้านหน้ารถยนต์ที่ได้จากกล้องวงจรปิดระบบไอพี

รูปที่ 4.28 ชุดรูปภาพด้านหน้ารถยนต์ที่ได้จากกล้องวงจรปิดระบบไอพี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.5.2 การทดสอบระบบบริเวณทางเข้าคณะวิศวกรรมศาสตร์

นำค่าถ่วงน้ำหนักจากการฝึกฝนแบบจำลองย้ายเข้าไปในในหน่วยจัดเก็บข้อมูลของบอร์ดไมโครคอมพิวเตอร์ จากนั้นทำการติดตั้งอุปกรณ์ทั้งหมดบริเวณทางเข้าคณะวิศวกรรมศาสตร์เพื่อเก็บผลการทดสอบ โดยการทดสอบจะเป็นการจำแนกยี่ห้อรถยนต์จากตราสัญลักษณ์ การจำแนกตัวอักษรและตัวเลขบนแผ่นป้ายทะเบียนจากรถยนต์ 50 คัน และส่งข้อมูลไปยัง Cloud Firestore แบบเรียลไทม์ เมื่อทดสอบแล้วรูปภาพที่ได้จะถูกนำมาฝึกฝนเพิ่มเติมสำหรับการทดสอบครั้งถัดไป ซึ่งผลลัพธ์จะแบ่งการวัดประสิทธิภาพของแบบจำลองเป็น 3 ค่าคือค่าความถูกต้อง ค่าความแม่นยำ และค่า Recall ซึ่งแยกการเก็บผลลัพธ์เป็นยี่ห้อรถยนต์ ตัวอักษรและตัวเลข ดังตารางที่ 4.8, 4.9 4.10 และ 4.11

ตารางที่ 4.8 ผลลัพธ์การทำนายและการวัดประสิทธิภาพส่วนของยี่ห้อรถยนต์

ครั้งที่	TP	FP	FN	TN	ค่าความถูกต้อง	ค่าความแม่นยำ	ค่า Recall
1	11	18	21	0	0.2200	0.3793	0.3438
2	33	14	3	0	0.6600	0.7021	0.9167
3	43	7	0	0	0.9000	0.9000	1.0000

ตารางที่ 4.9 ผลลัพธ์การทำนายและการวัดประสิทธิภาพส่วนของแผ่นป้ายทะเบียน

ครั้งที่	TP	FP	FN	TN	ค่าความถูกต้อง	ค่าความแม่นยำ	ค่า Recall
1	9	41	0	0	0.1800	0.1800	1.0000
2	26	24	0	0	0.5200	0.5200	1.0000
3	32	18	0	0	0.6400	0.6400	1.0000

ตารางที่ 4.10 ผลลัพธ์การทำนายและการวัดประสิทธิภาพส่วนของตัวอักษรบนแผ่นป้ายทะเบียน

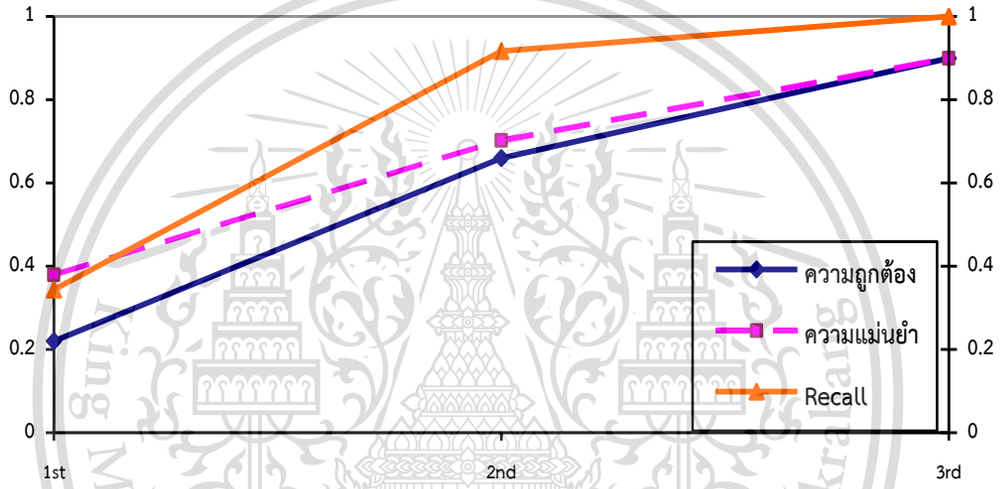
ครั้งที่	TP	FP	FN	TN	ค่าความถูกต้อง	ค่าความแม่นยำ	ค่า Recall
1	66	16	28	0	0.6600	0.8049	0.7021
2	85	9	6	0	0.8500	0.9043	0.9341
3	88	7	5	0	0.8800	0.9263	0.9462

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

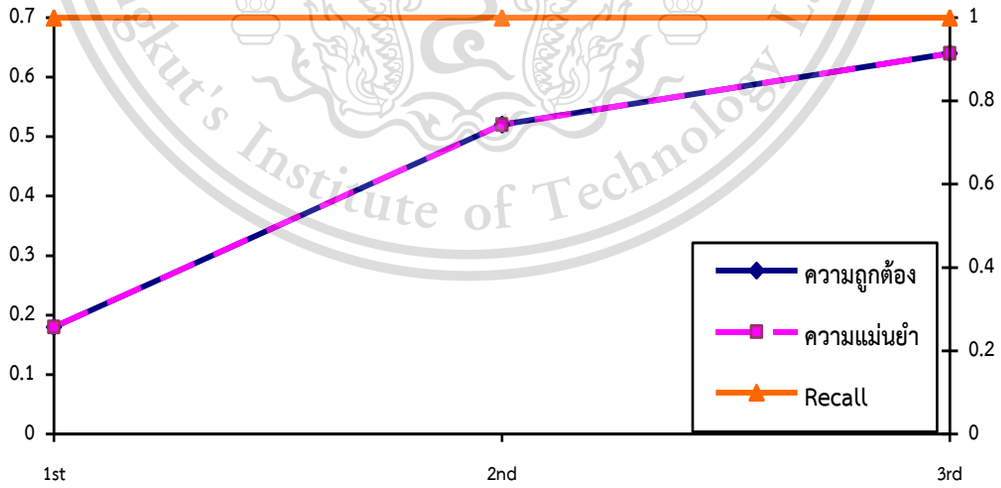
ตารางที่ 4.11 ผลลัพธ์การทำนายและการวัดประสิทธิภาพส่วนของตัวเลขบนแผ่นป้ายทะเบียน

ครั้งที่	TP	FP	FN	TN	ค่าความถูกต้อง	ค่าความแม่นยำ	ค่า Recall
1	175	16	28	0	0.7990	0.9162	0.8627
2	211	7	6	0	0.9420	0.9679	0.9724
3	215	9	1	0	0.9556	0.9598	0.9954

จากตารางการทำนายและการวัดประสิทธิภาพของแบบจำลองทั้ง 3 ส่วน สามารถแสดงเป็นกราฟ ดังรูปที่ 4.29 4.30 4.31 และ 4.32

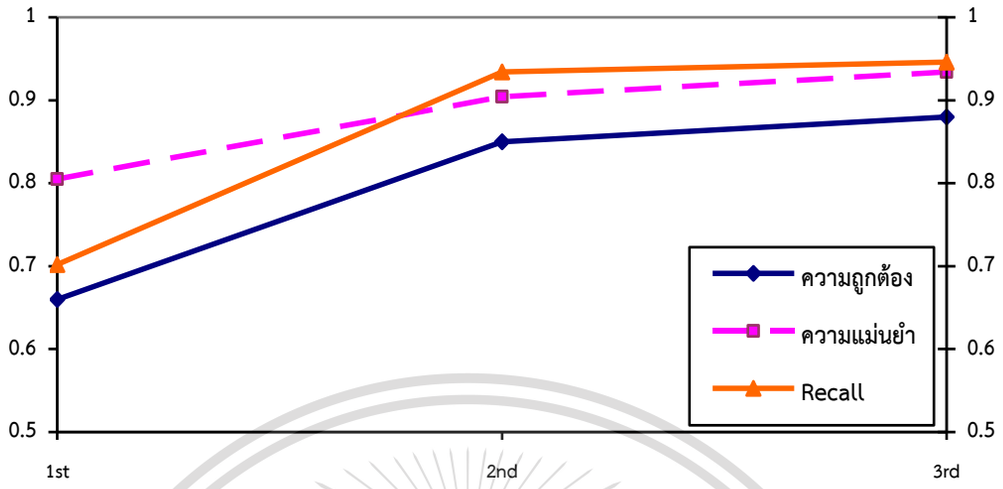


รูปที่ 4.29 เปรียบเทียบแนวโน้มของประสิทธิภาพในการทำนายส่วนของยี่ห้อรถยนต์

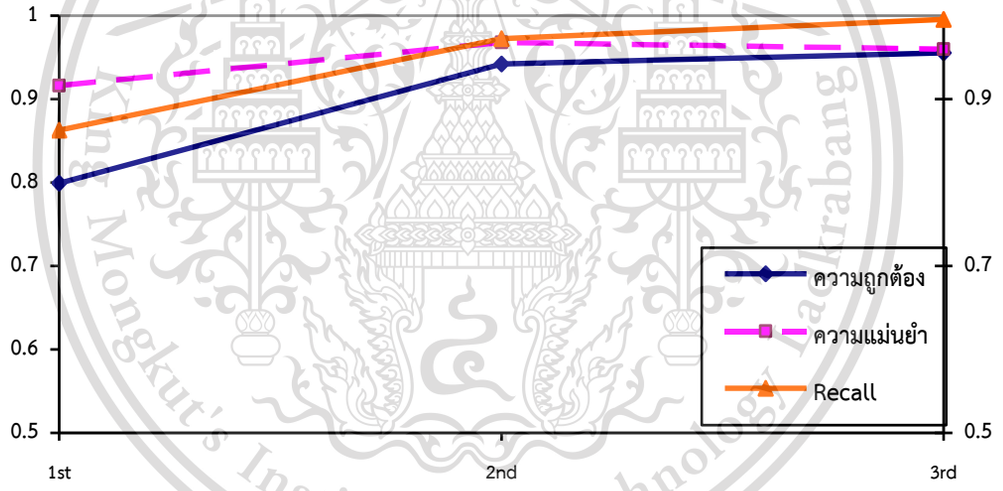


รูปที่ 4.30 เปรียบเทียบแนวโน้มของประสิทธิภาพในการทำนายส่วนของแผ่นป้ายทะเบียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.31 เปรียบเทียบแนวโน้มของประสิทธิภาพในการทำนายส่วนของตัวอักษรบนแผ่นป้ายทะเบียน



รูปที่ 4.32 เปรียบเทียบแนวโน้มของประสิทธิภาพในการทำนายส่วนของตัวเลขบนแผ่นป้ายทะเบียน

จากกราฟแสดงแนวโน้มของผลลัพธ์ประสิทธิภาพในการทำนายของแบบจำลอง พบว่าส่วนของยี่ห้อรถยนต์มีความถูกต้องและแม่นยำต่ำในการทดสอบช่วงแรก และจากค่า Recall ที่ต่ำแสดงถึงการทำนายยี่ห้อรถยนต์ผิดพลาด แต่เมื่อชุดข้อมูลที่ได้จากการทดสอบครั้งก่อนหน้ามาทำการฝึกฝนเพิ่มเติม พบว่าค่าความถูกต้องเพิ่มขึ้น 68% ค่าความแม่นยำเพิ่มขึ้น 52.07% และค่า Recall เพิ่มขึ้น 65.62%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ในส่วนของแผ่นป้ายทะเบียน เมื่อฝึกฝนแบบจำลองจากชุดข้อมูลที่ได้จากการทดสอบครั้งก่อนหน้า พบว่าค่าความถูกต้องเพิ่มขึ้น 46% ค่าความแม่นยำเพิ่มขึ้น 46% และค่า Recall คงที่

ในส่วนของตัวอักษรบนแผ่นป้ายทะเบียน เมื่อฝึกฝนแบบจำลองจากชุดข้อมูลที่ได้จากการทดสอบครั้งก่อนหน้า พบว่าค่าความถูกต้องเพิ่มขึ้น 22% ค่าความแม่นยำเพิ่มขึ้น 12.14% และค่า Recall เพิ่มขึ้น 24.41%

ในส่วนของตัวเลขบนแผ่นป้ายทะเบียน มีความถูกต้องและแม่นยำสูงตั้งแต่ครั้งแรกของการทดสอบ เมื่อฝึกฝนแบบจำลองจากชุดข้อมูลที่ได้จากการทดสอบครั้งก่อนหน้า พบว่าค่าความถูกต้องเพิ่มขึ้น 15.66% ค่าความแม่นยำเพิ่มขึ้น 4.36% และค่า Recall เพิ่มขึ้น 13.27%

4.5.3 การทดสอบระบบบริเวณทางเข้าบริษัท โตโยต้า ทูโช (ไทยแลนด์) จำกัด

เมื่อทดสอบระบบและฝึกฝนแบบจำลองจนได้ค่าถ่วงน้ำหนักสุดท้าย จึงนำอุปกรณ์ไปติดตั้งบริเวณทางเข้าบริษัท โตโยต้า ทูโช (ไทยแลนด์) จำกัด ซึ่งมีสภาพแวดล้อมและมุมกล้องวงจรปิดแตกต่างจากชุดข้อมูลที่ได้ทดสอบบริเวณทางเข้าคณะวิศวกรรมศาสตร์ ดังรูปที่ 4.32

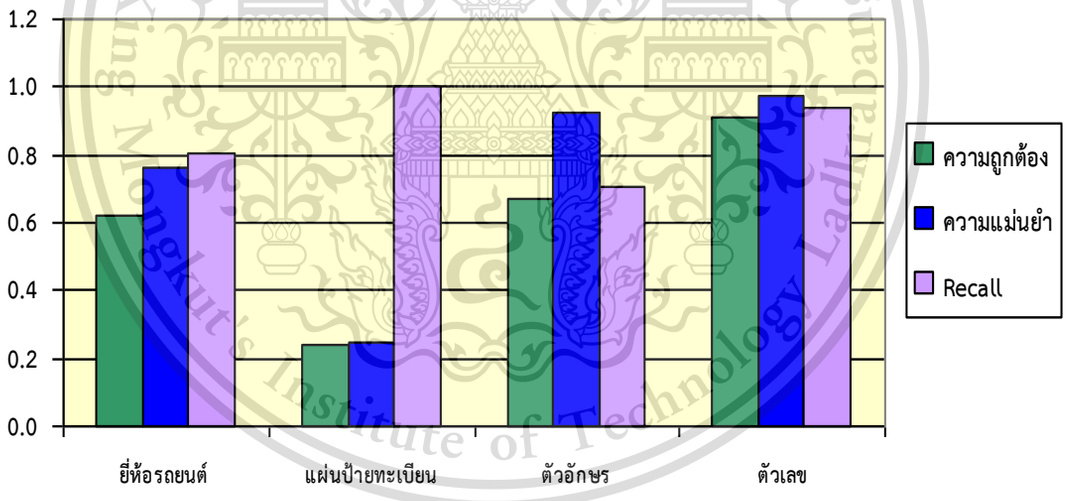
รูปที่ 4.33 ตัวอย่างภาพด้านหน้ารถยนต์จากการติดตั้งอุปกรณ์บริเวณทางเข้าบริษัท โตโยต้า ทูโช (ไทยแลนด์) จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เมื่อทดสอบการจำแนกยี่ห้อรถยนต์จากตราสัญลักษณ์ การจำแนกตัวอักษรและตัวเลขบนแผ่นป้ายทะเบียนจากรถยนต์ 140 คัน และส่งข้อมูลไปยัง Cloud Firestore แบบเรียลไทม์ ซึ่งผลลัพธ์จะแบ่งการวัดประสิทธิภาพของแบบจำลองเป็น 3 ค่าคือค่าความถูกต้อง ค่าความแม่นยำ และค่า Recall ซึ่งแยกการเก็บผลลัพธ์เป็นยี่ห้อรถยนต์ ตัวอักษรและตัวเลข ดังตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 ผลลัพธ์การทำนายและการวัดประสิทธิภาพจากการติดตั้งอุปกรณ์บริเวณทางเข้าบริษัท โตโยต้า ทูโช (ไทยแลนด์) จำกัด

ประเภท	TP	FP	FN	TN	ความถูกต้อง	ความแม่นยำ	ค่า Recall
ยี่ห้อรถยนต์	87	27	21	5	0.6214	0.7632	0.8056
แผ่นป้ายทะเบียน	34	102	0	4	0.2429	0.2500	1.0000
ตัวอักษร	187	16	77	0	0.6679	0.9212	0.7083
ตัวเลข	620	18	42	0	0.9118	0.9718	0.9366



รูปที่ 4.34 แผนภูมิแท่งแสดงประสิทธิภาพของแบบจำลองจากการติดตั้งอุปกรณ์บริเวณทางเข้าบริษัท โตโยต้า ทูโช (ไทยแลนด์) จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

ปริญญานิพนธ์นี้มีเป้าหมายเพื่อจัดทำระบบรู้จำยานพาหนะ เพื่อให้การจัดการข้อมูลของรถยนต์เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ง่ายต่อการบันทึกและตรวจสอบรถยนต์ที่เข้าใช้บริการย้อนหลัง โดยระบบที่ออกแบบพัฒนาขึ้นนั้นประกอบไปด้วย ส่วนของระบบที่สามารถจำแนกยี่ห้อรถยนต์จากตราสัญลักษณ์ และเลขทะเบียนจากป้ายทะเบียน โดยใช้การรู้จำผ่านโครงข่ายประสาทเทียมร่วมกับการตรวจจับวัตถุภายในภาพโดยรับภาพด้านหน้าของรถยนต์มาจากกล้องวงจรปิดระบบไอพี ในส่วนของการประมวลผลภาพจะพิจารณาใช้คุณลักษณะเด่นของภาพร่วมกับการวิเคราะห์จำแนกประเภท ซึ่งทั้งสองส่วนจะสั่งการและประมวลผลโดยใช้ NVIDIA Jetson Nano Developer Kit ในส่วนของการเก็บบันทึกข้อมูลและแสดงผล จะแสดงข้อมูลยี่ห้อและเลขทะเบียนของรถยนต์ รวมไปถึงวันที่และเวลาที่ระบบสามารถตรวจจับรถยนต์ได้

5.2 ข้อเสนอแนะ

ระบบรู้จำยานพาหนะได้ออกแบบและจัดทำขึ้นในปริญญานิพนธ์นี้ ในส่วนของการจำแนกยี่ห้อรถยนต์และเลขทะเบียนนั้นยังสามารถนำไปปรับปรุงและพัฒนาให้มีความเหมาะสมกับการใช้งานจริง แต่อย่างไรก็ตามยังมีหลายส่วนที่สามารถนำไปพัฒนาต่อได้อีกหลายประการ เช่น ความแม่นยำในการจำแนก ซึ่งอาจเป็นผลเนื่องจากคุณภาพของภาพ มุมมองและตำแหน่งของกล้องบันทึกภาพ สภาพแวดล้อมขณะจับภาพ และการจำแนกยี่ห้อรถยนต์ยังจำกัดอยู่เพียง 20 ยี่ห้อเท่านั้น จากการทดสอบพบว่าข้อจำกัดของอุปกรณ์คือตัวกล้องควรสูงจากพื้นประมาณ 66 เซนติเมตร และระยะห่างของอุปกรณ์กับบริเวณด้านหน้ารถประมาณ 2 - 3 เมตร รถยนต์มีความเร็วในการเคลื่อนที่บริเวณที่ทำการตรวจจับประมาณ 5 – 15 กิโลเมตรต่อชั่วโมงหรือหยุดนิ่ง และสภาพแวดล้อมต้องเป็นบริเวณที่มีแสงสว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บรรณานุกรม

[1] Kittisak Phormraksa. “มาลองใช้ NVIDIA Jetson Nano Developer Kit พร้อมวิธีการติดตั้ง OS แบบละเอียด.” https://dnjooiopa.medium.com/มาลองใช้-nvdia-jetson-nano-developer-kit-พร้อมการติดตั้ง-os-แบบละเอียด-4508462d3aa1/

[2] “ARM เปิดตัวแปลน Cortex A57 และ A53 รองรับ 64 บิท ใช้ได้ตั้งแต่โน้ตบุ๊กจนถึงเซิฟเวอร์.” https://specphone.com/web/arm-เปิดตัวแปลน-cortex-a57-และ-a53-รอง/49391

[3] “ใหม่ Maxwell GPUs ปฏิวัติเกมพีซี.” https://th.christianlifeag.org/nvidia-maxwell-gpu-pc-gaming-7805

[4] “GPIO หรือ general purpose input/output คืออะไร.” https://www.mindphp.com/คู่มือ/73-คืออะไร/3614-gpio-จีพีไอโอ-หรือ-general-purpose-input-output-เจนเนเริล-เพอเพิส-อินพุท-เอาท์พุท-คืออะไร.html

[5] GJ Tech Co., LTD. “Nvidia Jetson Nano Dev. Kit V.3 (สำหรับพัฒนา AI / Machine Learning / Deep Learning).” https://www.arduitronics.com/product/3204/new-ver-kit-b01-nvidia-jetson-nano-dev-kit-v-3-สำหรับพัฒนา-ai-machine-learning-deep-learning

[6] IOT CONNECT CO., LTD. “กล้องวงจรปิด IP Camera คืออะไร มีข้อดีข้อเสียอย่างไร คุ้มค่าไหม?.” https://iotconnect.co.th/what-is-ip-camera/

[7] บริษัท ศุฐิศา จำกัด. “กล้องวงจรปิด รุ่น WIP267.” https://www.watashiproduct.com/product/34588- 33365/wip267

[8] “สิ่งที่ต้องเรียนรู้ก่อนใช้งาน TenserFlow - หัดเขียน AI.” https://www.mindphp.com/บทเรียนออนไลน์/python-tensorflow /7242-b-tensorflow.html

[9] Thai Programmer Association. “Deep learning คือ อะไร”. https://www.thaiprogrammer.org/2018/12/deep-learning-คืออะไร/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บรรณานุกรม (ต่อ)

[10] มนัสกานต์ เสน่หา. “การทำนายอายุการใช้งานคงเหลือของเครื่องจักรด้วยเน็ตเวิร์กคอนโวลูชันเชิงลึกที่เพิ่มประสิทธิภาพ.” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2559.

[11] “TensorFlow Image Classification: CNN (Convolutional Neural Network).” https://www.guru99.com/convnet-tensorflow-image-classification.html

[12] Olarik Surinta. “โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน.” https://medium.com/olarik/โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน-4e9e3a7a39bf

[13] “Machine Learning Image Classification.” https://github.com/AMoazeni/Machine-Learning-Image-Classification

[14] “Faster R-CNN.” https://tryolabs.com/blog/2018/01/18/faster-r-cnn-down-the-rabbit-hole-of-modern-object-detection/

[15] Jonathan Hui. “SSD object detection: Single Shot MultiBox Detector for real-time processing.” https://medium.com/@jonathan_hui/ssd-object-detection-single-shot-multibox-detector-for-real-time-processing-9bd8deac0e06

[16] “Intersection over Union (IoU) for object detection.” https://www.pyimagesearch.com/2016/11/07/intersection-over-union-iou-for-object-detection/

[17] Ayoosh Kathuria. “What’s new in YOLO v3?.” https://towardsdatascience.com/yolo-v3-object-detection-53fb7d3bfe6b

[18] Nisit Sirimarnkit. “ทำความเข้าใจ accuracy, precision, recall, f1-score.” http://www.ninenox.com/2020/09/24/ทำความเข้าใจ-accuracyprecisionrecallf1-score/

[19] Firebase. “pricing plans.” https://firebase.google.com/pricing?authuser=0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บรรณานุกรม (ต่อ)

[20] Sirawit. “ทำความรู้จัก Firebase และผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ในช่วงต้นปี 2019 กัน.” https://medium.com/@sirawit/firebase-

[21] “รู้จักกับ Visual Studio Code (วิชวล สตูดิโอ โค้ด).” https://mindphp.com/

[22] Xueyun Zhao, Chaoju Hu “Research on Pedestrian Detection Technology Based on MSR and Faster R-CNN.” College of Control and Computer Engineering, North China Electric Power University, Baoding, China, 2018.

[23] Eddie Forson. “The Single Shot Detector (SSD).” https://medium.com/@Ed_Forson/p-g-magesh-you-choose-what-aspect-ratio-to-give-your-default-bounding-boxes-e51a21525ad7

[24] Dr. Mongkol Ekpanyapong. “Region Proposal Network.” http://www.esl.ait.ac.th/courses/AT81.XX%20DeepLearning/class11%20-%20ObjectDetection.pdf

[25] Junfei Yu, Jingwen Li, Bing Sun, Jie Chen and Chunsheng Li. “Multiclass Radio Frequency Interference Detection and Suppression for SAR Based on the Single Shot MultiBox Detector.” School of Electronics and Information Engineering, Beihang University, China, 2018.

[26] Haojie Ma, Yalan Liu, Yuhuan Ren, Jingxian Yu. “Detection of Collapsed Buildings in Post-Earthquake Remote Sensing Images Based on the Improved YOLOv3.” https://www.mdpi.com/2072-4292/12/1/44/html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ภาคผนวก ก

โค้ดการตั้งค่าพารามิเตอร์ของอัลกอริทึม YOLO V3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
from easydict import EasyDict as edict


#__C    = edict()
# Consumers can get config by: from config import cfg
#cfg      = __C
# YOLO options
YOLO_TYPE = "yolov3" # yolsov4 or yolov3
YOLO_FRAMEWORK = "tf" # "tf" or "trt"
YOLO_V3_WEIGHTS = "model_data/yolov3.weights"
YOLO_V4_WEIGHTS = "model_data/yolov4.weights"
YOLO_V3_TINY_WEIGHTS = "model_data/yolov3-tiny.weights"
YOLO_V4_TINY_WEIGHTS = "model_data/yolov4-tiny.weights"
YOLO_TRT_QUANTIZE_MODE = "INT8" # INT8, FP16, FP32
YOLO_CUSTOM_WEIGHTS = "checkpoints/yolov3_custom_Tiny"


# used in evaluate_mAP.py and custom model detection, if not using leave
#False
# YOLO_CUSTOM_WEIGHTS also used with TensorRT and custom model detection
YOLO_COCO_CLASSES = "model_data/coco/coco.names"
YOLO_STRIDES = [8, 16, 32]
YOLO_IOU_LOSS_THRESH = 0.5
YOLO_ANCHOR_PER_SCALE = 3
YOLO_MAX_BBOX_PER_SCALE = 100
YOLO_INPUT_SIZE = 416
if YOLO_TYPE == "yolov4":
        YOLO_ANCHORS = [[[12,   16], [19,    36], [40,    28]],
                        [[36,   75], [76,    55], [72,   146]],
                        [[142,110], [192, 243], [459, 401]]]
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
If YOLO_TYPE == "yolov3":
   YOLO_ANCHORS = [[[10,  13], [16,   30], [33,   23]],
                           [[30,  61], [62,   45], [59,  119]],
                           [[116, 90], [156, 198], [373, 326]]]

# Train options
TRAIN_YOLO_TINY = True
TRAIN_SAVE_BEST_ONLY = True

 # saves only best model according validation loss (True recommended)
TRAIN_SAVE_CHECKPOINT = False
 # saves all best validated checkpoints in training process (may require a lot
diskspace) (False recommended)
TRAIN_CLASSES = "./model_data/car4_names.txt"
TRAIN_ANNOT_PATH = "./model_data/car4_train.txt"
TRAIN_LOGDIR = "log"
TRAIN_CHECKPOINTS_FOLDER = "./checkpoints"
TRAIN_MODEL_NAME = f"{YOLO_TYPE}_custom_Tiny"
TRAIN_LOAD_IMAGES_TO_RAM = True

# With True faster training, but need more RAM
TRAIN_BATCH_SIZE = 4
TRAIN_INPUT_SIZE = 416
TRAIN_DATA_AUG = True
TRAIN_TRANSFER = True
TRAIN_FROM_CHECKPOINT = "./checkpoints/yolov3_custom"
TRAIN_LR_INIT = 1e-4
TRAIN_LR_END = 1e-6
TRAIN_WARMUP_EPOCHS = 2
TRAIN_EPOCHS = 100
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
# TEST options
TEST_ANNOT_PATH = "./model_data/car4_test.txt"
TEST_BATCH_SIZE = 4
TEST_INPUT_SIZE = 416
TEST_DATA_AUG = False
TEST_DECTECTED_IMAGE_PATH = " "
TEST_SCORE_THRESHOLD = 0.3
TEST_IOU_THRESHOLD = 0.45

#YOLOv3-TINY and YOLOv4-TINY WORKAROUND
if TRAIN_YOLO_TINY:
   YOLO_STRIDES = [16, 32, 64]
   YOLO_ANCHORS = [[[10,  14], [23,   27], [37,   58]],
                   [[81,  82], [135, 169], [344, 319]],
                   [[0,    0], [0,     0], [0,     0]]]
```

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ภาคผนวก ข

โค้ดการทำงานของอัลกอริทึม YOLO V3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
import numpy as np
import tensorflow as tf
from tensorflow.keras.layers import Conv2D, Input, LeakyReLU, ZeroPadding2D,
 BatchNormalization, MaxPool2D
from tensorflow.keras.regularizers import l2
from yolov3.utils import read_class_names
from yolov3.configs import *

STRIDES = np.array (YOLO_STRIDES)
ANCHORS = (np.array (YOLO_ANCHORS).T/STRIDES).T

class BatchNormalization (BatchNormalization):
def call (self, x, training=False):
if not training:
   training = tf.constant(False)
   training = tf.logical_and(training, self.trainable)
   return super().call(x, training)

def convolutional (input_layer, filters_shape, downsample=False, activate=True,
bn=True):
if downsample:
   input_layer = ZeroPadding2D(((1, 0), (1, 0)))(input_layer)
   padding = 'valid'
   strides = 2
else:
   strides = 1
   padding = 'same'

conv = Conv2D(filters=filters_shape[-1], kernel_size = filters_shape[0],
 strides=strides, padding=padding, use_bias=not bn,
kernel_regularizer=l2(0.0005),
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
                                kernel_initializer=tf.random_normal_initializer(stddev=0.01),
                                bias_initializer=tf.constant_initializer(0.))(input_layer)
        if bn:
            conv = BatchNormalization()(conv)
        if activate == True:
            conv = LeakyReLU(alpha=0.1)(conv)
        return conv

def residual_block(input_layer, input_channel, filter_num1, filter_num2):
        short_cut = input_layer
        conv = convolutional(input_layer, filters_shape=(1, 1, input_channel,
filter_num1))
        conv = convolutional(conv       , filters_shape=(3, 3, filter_num1,
filter_num2))

        residual_output = short_cut + conv
        return residual_output

def upsample(input_layer):
        return tf.image.resize(input_layer, (input_layer.shape[1] * 2,
                                             input_layer.shape[2] * 2), method='nearest')

def darknet53(input_data):
        input_data = convolutional(input_data, (3, 3,  3,  32))
        input_data = convolutional(input_data, (3, 3, 32,  64), downsample=True)

        for i in range(1):
            input_data = residual_block(input_data,  64,  32, 64)
            input_data = convolutional(input_data, (3, 3,  64, 128),
            downsample=True)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
        for i in range(2):
            input_data = residual_block(input_data, 128,  64, 128)
            input_data = convolutional(input_data, (3, 3, 128, 256),
            downsample=True)

        for i in range(8):
            input_data = residual_block(input_data, 256, 128, 256)
            route_1 = input_data
            input_data = convolutional(input_data, (3, 3, 256, 512),
            downsample=True)

        for i in range(8):
            input_data = residual_block(input_data, 512, 256, 512)
            route_2 = input_data
            input_data = convolutional(input_data, (3, 3, 512, 1024),
            downsample=True)

        for i in range(4):
        input_data = residual_block(input_data, 1024, 512, 1024)

        return route_1, route_2, input_data

def darknet19_tiny(input_data):
        input_data = convolutional(input_data, (3, 3, 3, 16))
    I   nput_data = MaxPool2D(2, 2, 'same')(input_data)
        input_data = convolutional(input_data, (3, 3, 16, 32))
        input_data = MaxPool2D(2, 2, 'same')(input_data)
        input_data = convolutional(input_data, (3, 3, 32, 64))
        input_data = MaxPool2D(2, 2, 'same')(input_data)
        input_data = convolutional(input_data, (3, 3, 64, 128))
        input_data = MaxPool2D(2, 2, 'same')(input_data)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
        input_data = convolutional(input_data, (3, 3, 128, 256))
        route_1 = input_data
        input_data = MaxPool2D(2, 2, 'same')(input_data)
        input_data = convolutional(input_data, (3, 3, 256, 512))
        input_data = MaxPool2D(2, 1, 'same')(input_data)
        input_data = convolutional(input_data, (3, 3, 512, 1024))

        return route_1, input_data
def YOLOv3(input_layer, NUM_CLASS):
#After the input layer enters the Darknet-53 network, we get three branches
        route_1, route_2, conv = darknet53(input_layer)
#See the orange module (DBL) in the figure above, a total of 5 Subconvolution
operation
        conv = convolutional(conv, (1, 1, 1024,  512))
        conv = convolutional(conv, (3, 3,  512, 1024))
        conv = convolutional(conv, (1, 1, 1024,  512))
        conv = convolutional(conv, (3, 3,  512, 1024))
        conv = convolutional(conv, (1, 1, 1024,  512))
        conv_lobj_branch = convolutional(conv, (3, 3, 512, 1024))

#conv_lbbox is used to predict large-sized objects , Shape = [None, 13, 13, 255]
        conv_lbbox = convolutional (conv_lobj_branch,
                        (1, 1, 1024, 3*(NUM_CLASS + 5)), activate=False, bn=False)

        conv = convolutional(conv, (1, 1,  512,  256))
#upsample here uses the nearest neighbor interpolation method, which has the
advantage that the
#upsampling process does not need to learn, thereby reducing the network
parameter
        conv = upsample(conv)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
            conv = tf.concat([conv, route_2], axis=-1)
            conv = convolutional(conv, (1, 1, 768, 256))
            conv = convolutional(conv, (3, 3, 256, 512))
            conv = convolutional(conv, (1, 1, 512, 256))
            conv = convolutional(conv, (3, 3, 256, 512))
            conv = convolutional(conv, (1, 1, 512, 256))
            conv_mobj_branch = convolutional(conv, (3, 3, 256, 512))

    #conv_mbbox is used to predict medium-sized objects, shape = [None, 26, 26, 255]
            conv_mbbox = convolutional(conv_mobj_branch,
                                       (1, 1, 512, 3*(NUM_CLASS + 5)), activate=False, bn=False)

            conv = convolutional(conv, (1, 1, 256, 128))
            conv = upsample(conv)

            conv = tf.concat([conv, route_1], axis=-1)
            conv = convolutional(conv, (1, 1, 384, 128))
            conv = convolutional(conv, (3, 3, 128, 256))
            conv = convolutional(conv, (1, 1, 256, 128))
            conv = convolutional(conv, (3, 3, 128, 256))
            conv = convolutional(conv, (1, 1, 256, 128))
            conv_sobj_branch = convolutional(conv, (3, 3, 128, 256))

    #conv_sbbox is used to predict small size objects, shape = [None, 52, 52, 255]
            conv_sbbox = convolutional(conv_sobj_branch,
                                       (1, 1, 256, 3*(NUM_CLASS +5)), activate=False, bn=False)

            return [conv_sbbox, conv_mbbox, conv_lbbox]
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
def YOLOv3_tiny(input_layer, NUM_CLASS):
```

```
#After the input layer enters the Darknet-53 network, we get three branches
        route_1, conv = darknet19_tiny(input_layer)

        conv = convolutional(conv, (1, 1, 1024, 256))
        conv_lobj_branch = convolutional(conv, (3, 3, 256, 512))

#conv_lbbox is used to predict large-sized objects , Shape = [None, 26, 26, 255]
        conv_lbbox = convolutional(conv_lobj_branch, (1, 1, 512,
                        3*(NUM_CLASS+5)), activate=False, bn=False)

        conv = convolutional(conv, (1, 1, 256, 128))
#upsample here uses the nearest neighbor interpolation method, which has the
advantage that the
#upsampling process does not need to learn, thereby reducing the network
parameter
        conv = upsample(conv)

        conv = tf.concat([conv, route_1], axis=-1)
        conv_mobj_branch = convolutional(conv, (3, 3, 128, 256))
#conv_mbbox is used to predict medium size objects, shape = [None, 13, 13, 255]
        conv_mbbox = convolutional(conv_mobj_branch, (1, 1, 256, 3 *
                        (NUM_CLASS + 5)), activate=False, bn=False)

        return [conv_mbbox, conv_lbbox]

def Create_Yolov3(input_size=416, channels=3, training=False,
                        CLASSES=YOLO_COCO_CLASSES):
        NUM_CLASS = len(read_class_names(CLASSES))
        input_layer  = Input([input_size, input_size, channels])

        if TRAIN_YOLO_TINY:
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
        conv_tensors = YOLOv3_tiny(input_layer, NUM_CLASS)
    else:
        conv_tensors = YOLOv3(input_layer, NUM_CLASS)

    output_tensors = []
    for i, conv_tensor in enumerate(conv_tensors):
        pred_tensor = decode(conv_tensor, NUM_CLASS, i)
    if training: output_tensors.append(conv_tensor)
        output_tensors.append(pred_tensor)

    YoloV3 = tf.keras.Model(input_layer, output_tensors)
    return YoloV3

def decode(conv_output, NUM_CLASS, i=0):
#where i = 0, 1 or 2 to correspond to the three grid scales
    conv_shape = tf.shape(conv_output)
    batch_size = conv_shape[0]
    output_size = conv_shape[1]

    conv_output = tf.reshape(conv_output, (batch_size, output_size,
                             output_size, 3, 5 + NUM_CLASS))

    conv_raw_dxdy = conv_output[:, :, :, :, 0:2] # offset of center position
    conv_raw_dwdh = conv_output[:, :, :, :, 2:4] # Prediction box length and
                                                   width offset
    conv_raw_conf = conv_output[:, :, :, :, 4:5] # confidence of the prediction
                                                   box
    conv_raw_prob = conv_output[:, :, :, :, 5: ] # category probability of the
                                                   prediction box
#next need Draw the grid. Where output_size is equal to 13, 26 or 52
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
            y = tf.range(output_size, dtype=tf.int32)
            y = tf.expand_dims(y, -1)
            y = tf.tile(y, [1, output_size])
            x = tf.range(output_size,dtype=tf.int32)
            x = tf.expand_dims(x, 0)
            x = tf.tile(x, [output_size, 1])

            xy_grid = tf.concat([x[:, :, tf.newaxis], y[:, :, tf.newaxis]], axis=-1)
            xy_grid = tf.tile(xy_grid[tf.newaxis, :, :, tf.newaxis, :], [batch_size, 1, 1, 3, 1])
            xy_grid = tf.cast(xy_grid, tf.float32)

#Calculate the center position of the prediction box:
            pred_xy = (tf.sigmoid(conv_raw_dxdy) + xy_grid) * STRIDES[i]
#Calculate the length and width of the prediction box:
            pred_wh = (tf.exp(conv_raw_dwdh) * ANCHORS[i]) * STRIDES[i]

            pred_xywh = tf.concat([pred_xy, pred_wh], axis=-1)
            pred_conf = tf.sigmoid(conv_raw_conf) # object box calculates the
                        predicted confidence
            pred_prob = tf.sigmoid(conv_raw_prob) # calculating the predicted
                        probability category box object

#calculating the predicted probability category box object
            return tf.concat([pred_xywh, pred_conf, pred_prob], axis=-1)

def bbox_iou(boxes1, boxes2):
            boxes1_area = boxes1[..., 2] * boxes1[..., 3]
            boxes2_area = boxes2[..., 2] * boxes2[..., 3]
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
            boxes1 = tf.concat([boxes1[..., :2] - boxes1[..., 2:] * 0.5,
```

```
                                boxes1[..., :2] + boxes1[..., 2:] * 0.5], axis=-1)
        boxes2 = tf.concat([boxes2[..., :2] - boxes2[..., 2:] * 0.5,
                                boxes2[..., :2] + boxes2[..., 2:] * 0.5], axis=-1)

        left_up = tf.maximum(boxes1[..., :2], boxes2[..., :2])
        right_down = tf.minimum(boxes1[..., 2:], boxes2[..., 2:])

        inter_section = tf.maximum(right_down - left_up, 0.0)
        inter_area = inter_section[..., 0] * inter_section[..., 1]
        union_area = boxes1_area + boxes2_area - inter_area

        return 1.0 * inter_area / union_area

def bbox_giou(boxes1, boxes2):
        boxes1 = tf.concat([boxes1[..., :2] - boxes1[..., 2:] * 0.5,
                                boxes1[..., :2] + boxes1[..., 2:] * 0.5], axis=-1)
        boxes2 = tf.concat([boxes2[..., :2] - boxes2[..., 2:] * 0.5,
                                boxes2[..., :2] + boxes2[..., 2:] * 0.5], axis=-1)

        boxes1 = tf.concat([tf.minimum(boxes1[..., :2], boxes1[..., 2:]),
                                tf.maximum(boxes1[..., :2], boxes1[..., 2:])], axis=-1)
        boxes2 = tf.concat([tf.minimum(boxes2[..., :2], boxes2[..., 2:]),
                                tf.maximum(boxes2[..., :2], boxes2[..., 2:])], axis=-1)

        boxes1_area = (boxes1[..., 2] - boxes1[..., 0]) * (boxes1[..., 3] - boxes1[..., 1])
        boxes2_area = (boxes2[..., 2] - boxes2[..., 0]) * (boxes2[..., 3] - boxes2[..., 1])

        left_up = tf.maximum(boxes1[..., :2], boxes2[..., :2])
        right_down = tf.minimum(boxes1[..., 2:], boxes2[..., 2:])

        inter_section = tf.maximum(right_down - left_up, 0.0)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
        inter_area = inter_section[..., 0] * inter_section[..., 1]
        union_area = boxes1_area + boxes2_area - inter_area

#Calculate the iou value between the two bounding boxes
        iou = inter_area / union_area

#Calculate the coordinates of the upper left corner and the lower right corner of the
smallest closed convex surface
        enclose_left_up = tf.minimum(boxes1[..., :2], boxes2[..., :2])
        enclose_right_down = tf.maximum(boxes1[..., 2:], boxes2[..., 2:])
        enclose = tf.maximum(enclose_right_down - enclose_left_up, 0.0)

#Calculate the area of the smallest closed convex surface C
        enclose_area = enclose[..., 0] * enclose[..., 1]

#Calculate the GIoU value according to the GioU formula
        giou = iou - 1.0 * (enclose_area - union_area) / enclose_area

        return giou

#testing (should be better than giou)
def bbox_ciou(boxes1, boxes2):
        boxes1_coor = tf.concat([boxes1[..., :2] - boxes1[..., 2:] * 0.5,
                                 boxes1[..., :2] + boxes1[..., 2:] * 0.5], axis=-1)
        boxes2_coor = tf.concat([boxes2[..., :2] - boxes2[..., 2:] * 0.5,
                                 boxes2[..., :2] + boxes2[..., 2:] * 0.5], axis=-1)

        left = tf.maximum(boxes1_coor[..., 0], boxes2_coor[..., 0])
        up = tf.maximum(boxes1_coor[..., 1], boxes2_coor[..., 1])
        right = tf.maximum(boxes1_coor[..., 2], boxes2_coor[..., 2])
        down = tf.maximum(boxes1_coor[..., 3], boxes2_coor[..., 3])
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
        c = (right - left) * (right - left) + (up - down) * (up - down)
        iou = bbox_iou(boxes1, boxes2)

        u = (boxes1[..., 0] - boxes2[..., 0]) * (boxes1[..., 0] - boxes2[..., 0]) +
            (boxes1[..., 1] - boxes2[..., 1]) * (boxes1[..., 1] - boxes2[..., 1])
        d = u / c

        ar_gt = boxes2[..., 2] / boxes2[..., 3]
        ar_pred = boxes1[..., 2] / boxes1[..., 3]

        ar_loss = 4 / (np.pi * np.pi) * (tf.atan(ar_gt) - tf.atan(ar_pred)) *
                  (tf.atan(ar_gt) - tf.atan(ar_pred))
        alpha = ar_loss / (1 - iou + ar_loss + 0.000001)
        ciou_term = d + alpha * ar_loss

        return iou - ciou_term

def compute_loss(pred, conv, label, bboxes, i=0, CLASSES=YOLO_COCO_CLASSES):
        NUM_CLASS = len(read_class_names(CLASSES))
        conv_shape  = tf.shape(conv)
        batch_size  = conv_shape[0]
        output_size = conv_shape[1]
        input_size  = STRIDES[i] * output_size
        conv = tf.reshape(conv, (batch_size, output_size, output_size, 3, 5 +
                  NUM_CLASS))

        conv_raw_conf = conv[:, :, :, :, 4:5]
        conv_raw_prob = conv[:, :, :, :, 5:]
        pred_xywh     = pred[:, :, :, :, 0:4]
        pred_conf     = pred[:, :, :, :, 4:5]
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
label_xywh    = label[:, :, :, :, 0:4]
respond_bbox  = label[:, :, :, :, 4:5]
label_prob    = label[:, :, :, :, 5:]

giou = tf.expand_dims(bbox_giou(pred_xywh, label_xywh), axis=-1)
input_size = tf.cast(input_size, tf.float32)

bbox_loss_scale = 2.0 - 1.0 * label_xywh[:, :, :, :, 2:3] *
                        label_xywh[:, :, :, :, 3:4] / (input_size ** 2)
giou_loss = respond_bbox * bbox_loss_scale * (1 - giou)

iou = bbox_iou(pred_xywh[:, :, :, :, np.newaxis, :], bboxes[:, np.newaxis,
      np.newaxis, np.newaxis, :, :])
#Find the value of IoU with the real box The largest prediction box
max_iou = tf.expand_dims(tf.reduce_max(iou, axis=-1), axis=-1)

#If the largest iou is less than the threshold, it is considered that the prediction box
contains no objects, then the background box
respond_bgd = (1.0 - respond_bbox) * tf.cast( max_iou <
                    YOLO_IOU_LOSS_THRESH, tf.float32 )

conf_focal = tf.pow(respond_bbox - pred_conf, 2)

#Calculate the loss of confidence
#we hope that if the grid contains objects, then the network output prediction box
has a confidence of 1 and 0 when there is no object.

conf_loss = conf_focal * (respond_bbox *
                    tf.nn.sigmoid_cross_entropy_with_logits (labels=respond_bbox,
                    logits=conv_raw_conf) +respond_bgd *
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
                tf.nn.sigmoid_cross_entropy_with_logits (labels=respond_bbox,
                logits=conv_raw_conf))

prob_loss = respond_bbox *
                tf.nn.sigmoid_cross_entropy_with_logits (labels=label_prob,
                logits=conv_raw_prob)

giou_loss = tf.reduce_mean(tf.reduce_sum(giou_loss, axis=[1,2,3,4]))
conf_loss = tf.reduce_mean(tf.reduce_sum(conf_loss, axis=[1,2,3,4]))
prob_loss = tf.reduce_mean(tf.reduce_sum(prob_loss, axis=[1,2,3,4]))

return giou_loss, conf_loss, prob_loss
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ภาคผนวก ค

โค้ดการตั้งค่าพารามิเตอร์ของอัลกอริทึม Faster R-CNN

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
#Faster R-CNN with Inception v2, configured for Oxford-IIIT Pets Dataset.
#Users should configure the fine_tune_checkpoint field in the train config as
#well as the label_map_path and input_path fields in the train_input_reader and
#eval_input_reader. Search for "PATH_TO_BE_CONFIGURED" to find the fields that
#should be configured.

model {
    faster_rcnn {
        num_classes: 24
        image_resizer {
            keep_aspect_ratio_resizer {
                min_dimension: 600
                max_dimension: 1024
            }
        }
        feature_extractor {
            type: 'faster_rcnn_inception_v2'
            first_stage_features_stride: 16
        }
        first_stage_anchor_generator {
            grid_anchor_generator {
                scales: [0.25, 0.5, 1.0, 2.0]
                aspect_ratios: [0.5, 1.0, 2.0]
                height_stride: 16
                 width_stride: 16
            }
        }
        first_stage_box_predictor_conv_hyperparams {
            op: CONV
            regularizer {
                l2_regularizer {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
                weight: 0.0
            }
        }
        initializer {
            truncated_normal_initializer {
                stddev: 0.01
            }
        }
    }
    first_stage_nms_score_threshold: 0.0
    first_stage_nms_iou_threshold: 0.7
    first_stage_max_proposals: 300
    first_stage_localization_loss_weight: 2.0
    first_stage_objectness_loss_weight: 1.0
    initial_crop_size: 14
    maxpool_kernel_size: 2
    maxpool_stride: 2
    second_stage_box_predictor {
      mask_rcnn_box_predictor {
            use_dropout: false
            dropout_keep_probability: 1.0
            fc_hyperparams {
                op: FC
                    regularizer {
                  l2_regularizer {
                    weight: 0.0
                  }
                }
                initializer {
                  variance_scaling_initializer {
                    factor: 1.0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
                                uniform: true
                                mode: FAN_AVG
                            }
                        }
                    }
                }
            }
            second_stage_post_processing {
                batch_non_max_suppression {
                    score_threshold: 0.0
                    iou_threshold: 0.6
                    max_detections_per_class: 100
                    max_total_detections: 300
                }
                score_converter: SOFTMAX
            }
            second_stage_localization_loss_weight: 2.0
            second_stage_classification_loss_weight: 1.0
        }
}

train_config: {
        batch_size: 4
        optimizer {
            momentum_optimizer: {
                learning_rate: {
                    manual_step_learning_rate {
                        initial_learning_rate: 0.0001
                        schedule {
                        step: 900000
                        learning_rate: .00001
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
                    }
                    schedule {
                    step: 1200000
                    learning_rate: .000001
                    }
                }
            }
            momentum_optimizer_value: 0.9
        }
        use_moving_average: false
    }
    gradient_clipping_by_norm: 10.0
    fine_tune_checkpoint:
    "C:/tensorflow1/models/research/object_detection/faster_rcnn_inception_v2_c
oco_2018_0 1_28/model.ckpt"
    from_detection_checkpoint: true
    load_all_detection_checkpoint_vars: true
#Note: The below line limits the training process to 200K steps, which we
#empirically found to be sufficient enough to train the pets dataset. This
#effectively bypasses the learning rate schedule (the learning rate will
#never decay). Remove the below line to train indefinitely.
    num_steps: 200000
    data_augmentation_options {
        random_horizontal_flip {
        }
    }
}

train_input_reader: {
    tf_record_input_reader {
        input_path: "C:/tensorflow1/models/research/object_detection/train.record"
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
        }
        label_map_path:
        "C:/tensorflow1/models/research/object_detection/training/labelmap.pbtxt"
}

eval_config: {
        metrics_set: "coco_detection_metrics"
        num_examples: 312
}

eval_input_reader: {
        tf_record_input_reader {
        input_path: "C:/tensorflow1/models/research/object_detection/test.record"
        }
        label_map_path:
        "C:/tensorflow1/models/research/object_detection/training/labelmap.pbtxt"
        shuffle: false
        num_readers: 1
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ภาคผนวก ง

โค้ดการตั้งค่าพารามิเตอร์ของอัลกอริทึม SSD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
#SSD with Mobilenet v1, configured for the Raccoon dataset.
#Users should configure the fine_tune_checkpoint field in the train config as
#well as the label_map_path and input_path fields in the train_input_reader and
#eval_input_reader. Search for "${YOUR_GCS_BUCKET}" to find the fields that
#should be configured.

model {
        ssd {
                num_classes: 24
                box_coder {
                        faster_rcnn_box_coder {
                                y_scale: 10.0
                                x_scale: 10.0
                                height_scale: 5.0
                                width_scale: 5.0
                        }
                }
                matcher {
                        argmax_matcher {
                                matched_threshold: 0.5
                                unmatched_threshold: 0.5
                                ignore_thresholds: false
                                negatives_lower_than_unmatched: true
                                force_match_for_each_row: true
                        }
                }
                similarity_calculator {
                        iou_similarity {
                        }
                }
                anchor_generator {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
            ssd_anchor_generator {
                num_layers: 6
                min_scale: 0.2
                max_scale: 0.95
                aspect_ratios: 1.0
                aspect_ratios: 2.0
                aspect_ratios: 0.5
                aspect_ratios: 3.0
                aspect_ratios: 0.3333
            }
    }
    image_resizer {
            fixed_shape_resizer {
                height: 300
                width: 300
            }
    }
    box_predictor {
            convolutional_box_predictor {
                min_depth: 0
                max_depth: 0
                num_layers_before_predictor: 0
                use_dropout: false
                dropout_keep_probability: 0.8
                kernel_size: 1
                box_code_size: 4
                apply_sigmoid_to_scores: false
                conv_hyperparams {
                    activation: RELU_6,
                    regularizer {
                        l2_regularizer {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
                    weight: 0.00004
                }
            }
            initializer {
                truncated_normal_initializer {
                    stddev: 0.03
                    mean: 0.0
                }
            }
            batch_norm {
                train: true,
                scale: true,
                center: true,
                decay: 0.9997,
                epsilon: 0.001,
            }
        }
    }
    feature_extractor {
        type: 'ssd_mobilenet_v1'
        min_depth: 16
        depth_multiplier: 1.0
        conv_hyperparams {
            activation: RELU_6,
            regularizer {
                l2_regularizer {
                    weight: 0.00004
                }
            }
            initializer {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
                truncated_normal_initializer {
                    stddev: 0.03
                    mean: 0.0
                }
            }
            batch_norm {
                train: true,
                scale: true,
                center: true,
                decay: 0.9997,
                epsilon: 0.001,
            }
        }
    }
    loss {
        classification_loss {
            weighted_sigmoid {
                anchorwise_output: true
            }
        }
        localization_loss {
            weighted_smooth_l1 {
                anchorwise_output: true
            }
        }
        hard_example_miner {
            num_hard_examples: 3000
            iou_threshold: 0.9
            loss_type: CLASSIFICATION
            max_negatives_per_positive: 3
            min_negatives_per_image: 0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
                }
            classification_weight: 1.0
            localization_weight: 1.0
            }
            normalize_loss_by_num_matches: true
            post_processing {
                batch_non_max_suppression {
                    score_threshold: 0.7
                    iou_threshold: 0.6
                    max_detections_per_class: 100
                    max_total_detections: 100
                }
                score_converter: SIGMOID
            }
        }
}

train_config: {
    batch_size: 24
    optimizer {
        rms_prop_optimizer: {
            learning_rate: {
                exponential_decay_learning_rate {
                    initial_learning_rate: 0.0001
                    decay_steps: 800720
                    decay_factor: 0.95
                }
            }
            momentum_optimizer_value: 0.9
            decay: 0.9
            epsilon: 1.0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
            }
        }

        fine_tune_checkpoint:
        "C:/tensorflow1/models/research/object_detection/ssd_mobilenet_v1_coco_2
        017_11_17/model.ckpt"
        from_detection_checkpoint: true
        data_augmentation_options {
            random_horizontal_flip {
            }
        }
        data_augmentation_options {
            ssd_random_crop {
            }
        }
}

train_input_reader: {
        tf_record_input_reader {
            input_path:
        "C:/tensorflow1/models/research/object_detection/train.record"
        }
        label_map_path:
        "C:/tensorflow1/models/research/object_detection/training/labelmap.pbtxt"
}

eval_config: {
        num_examples: 394
}
eval_input_reader: {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
    tf_record_input_reader {
        input_path:
    "C:/tensorflow1/models/research/object_detection/test.record"
    }
    label_map_path:
    "C:/tensorflow1/models/research/object_detection/training/object-
detection.pbtxt"
    shuffle: false
    num_readers: 1
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ภาคผนวก จ

โค้ดการจำแนกตัวอักษรและตัวเลขบนแผ่นป้ายทะเบียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
from multiprocessing import Process, Queue, Pipe
import cv2
import time
import random
import colorsys
import numpy as np
import tensorflow as tf
from yolov3.configs import *
from yolov3.yolov4 import *
from tensorflow.python.saved_model import tag_constants
from tools.Detection_to_XML import CreateXMLfile
import PIL.ImageFont as ImageFont
from datetime import datetime
import os
import glob
import os.path
import time
from time import strftime
from tools.firebase import connect_database
import threading

def     image_preprocess(image, target_size, gt_boxes=None):
        ih, iw = target_size
        h, w, _ = image.shape

        scale = min(iw/w, ih/h)
        nw, nh = int(scale * w), int(scale * h)
        image_resized = cv2.resize(image, (nw, nh))
        image_paded = np.full(shape=[ih, iw, 3], fill_value=128.0)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
        dw, dh = (iw - nw) // 2, (ih-nh) // 2
        image_paded[dh:nh+dh, dw:nw+dw, :] = image_resized
        image_paded = image_paded / 255.

        if      gt_boxes is None:
                return image_paded

        else:
                gt_boxes[:, [0, 2]] = gt_boxes[:, [0, 2]] * scale + dw
                gt_boxes[:, [1, 3]] = gt_boxes[:, [1, 3]] * scale + dh
        return image_paded, gt_boxes

def     postprocess_boxes(pred_bbox, original_image, input_size, score_threshold):
        valid_scale = [0, np.inf]
        pred_bbox = np.array(pred_bbox)

        pred_xywh = pred_bbox[:, 0:4]
        pred_conf = pred_bbox[:, 4]
        pred_prob = pred_bbox[:, 5:]

# 1. (x, y, w, h) --> (xmin, ymin, xmax, ymax)
        pred_coor = np.concatenate([pred_xywh[:, :2] -          pred_xywh[:, 2:] *
0.5,pred_xywh[:, :2] + pred_xywh[:, 2:] * 0.5],  axis=-1)

# 2. (xmin, ymin, xmax, ymax) -> (xmin_org, ymin_org, xmax_org, ymax_org)
        org_h, org_w = original_image.shape[:2]
        resize_ratio = min(input_size / org_w, input_size / org_h)

        dw = (input_size - resize_ratio * org_w) / 2
        dh = (input_size - resize_ratio * org_h) / 2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
        pred_coor[:, 0::2] = 1.0 * (pred_coor[:, 0::2] - dw) / resize_ratio
        pred_coor[:, 1::2] = 1.0 * (pred_coor[:, 1::2] - dh) / resize_ratio

# 3. clip some boxes those are out of range
        pred_coor = np.concatenate([np.maximum(pred_coor[:, :2], 0, 0]),
np.minimum(pred_coor[:, 2:], [org_w - 1, org_h - 1])], axis=-1)
        invalid_mask = np.logical_or((pred_coor[:, 0] > pred_coor[:, 2]), pred_coor[:, 1]
> pred_coor[:, 3]))
        pred_coor[invalid_mask] = 0

# 4. discard some invalid boxes
        bboxes_scale = np.sqrt(np.multiply.reduce(pred_coor[:, 2:4] - pred_coor[:, 0:2],
axis=-1))
        scale_mask = np.logical_and((valid_scale[0] < bboxes_scale), (bboxes_scale <
valid_scale[1]))

# 5. discard boxes with low scores
        classes = np.argmax(pred_prob, axis=-1)
        scores  = pred_conf *
 pred_prob[np.arange(len(pred_coor)), classes]
        score_mask = scores > score_threshold
        mask = np.logical_and(scale_mask, score_mask)
        coors, scores, classes  = pred_coor[mask], scores[mask], classes[mask]

        return np.concatenate([coors, scores[:, np.newaxis], classes[:, np.newaxis]],
axis=-1)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
def     bboxes_iou(boxes1, boxes2):
        boxes1 = np.array(boxes1)
        boxes2 = np.array(boxes2)

        boxes1_area = (boxes1[..., 2] - boxes1[..., 0]) * (boxes1[..., 3] - boxes1[..., 1])
        boxes2_area = (boxes2[..., 2] - boxes2[..., 0]) * (boxes2[..., 3] - boxes2[..., 1])

        left_up = np.maximum(boxes1[..., :2], boxes2[..., :2])
        right_down = np.minimum(boxes1[..., 2:], boxes2[..., 2:])

        inter_section = np.maximum(right_down - left_up, 0.0)
        inter_area = inter_section[..., 0] * inter_section[..., 1]
        union_area = boxes1_area + boxes2_area - inter_area
        ious = np.maximum(1.0 * inter_area / union_area, np.finfo(np.float32).eps)

         return ious

def     nms(bboxes, iou_threshold, sigma=0.3, method='nms'):
        """
        :param bboxes: (xmin, ymin, xmax, ymax, score, class)

        Note: soft-nms, https://arxiv.org/pdf/1704.04503.pdf
        https://github.com/bharatsingh430/soft-nms
        """
        classes_in_img = list(set(bboxes[:, 5]))
        best_bboxes = []

        for     cls in classes_in_img:
                cls_mask = (bboxes[:, 5] == cls)
                cls_bboxes = bboxes[cls_mask]
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
# Process 1: Determine whether the number of bounding boxes is greater than 0
        while len(cls_bboxes) > 0:

# Process 2: Select the bounding box with the highest score according to score order A
                                max_ind = np.argmax(cls_bboxes[:, 4])
                                best_bbox = cls_bboxes[max_ind]
                                best_bboxes.append(best_bbox)
                                cls_bboxes = np.concatenate([cls_bboxes[: max_ind], cls_bboxes[max_ind + 1:]])

# Process 3: Calculate this bounding box A and
# Remain all iou of the bounding box and remove those bounding boxes whose iou value is higher than the threshold
                        iou = bboxes_iou(best_bbox[np.newaxis, :4], cls_bboxes[:, :4])
                        weight = np.ones((len(iou),), dtype=np.float32)

                        assert method in ['nms', 'soft-nms']

                        if      method == 'nms':
                                iou_mask = iou > iou_threshold
                                weight[iou_mask] = 0.0

                        if      method == 'soft-nms':
                                weight = np.exp(-(1.0 * iou ** 2 / sigma))

                        cls_bboxes[:, 4] = cls_bboxes[:, 4] * weight
                        score_mask = cls_bboxes[:, 4] > 0.
                        cls_bboxes = cls_bboxes[score_mask]
        return best_bboxes
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
def      detect_plate(original_image,logo, input_size=416, show=False,
CLASSES ="./model_data/plate4_names.txt",
score_threshold = 0.35, iou_threshold=0.45, rectangle_colors=''):

        yolo = Create_Yolo(input_size=YOLO_INPUT_SIZE,
        CLASSES ="./model_data/plate4_names.txt")
        yolo.load_weights(f"./checkpoints/number/yolov3_custom_Tiny_Tiny")
# use custom weights
        Yolo=yolo

        original_image = cv2.cvtColor(original_image, cv2.COLOR_BGR2RGB)
        original_image = cv2.cvtColor(original_image, cv2.COLOR_BGR2RGB)
        image_data     = image_preprocess(np.copy(original_image), [input_size,
input_size])
        image_data = image_data[np.newaxis, ...].astype(np.float32)

        if       YOLO_FRAMEWORK == "tf":
                        pred_bbox = Yolo.predict(image_data)
        elif     YOLO_FRAMEWORK == "trt":
                        batched_input = tf.constant(image_data)
                        result   = Yolo(batched_input)
                        pred_bbox = []
                for     key, value in result.items():
                                value = value.numpy()
                                pred_bbox.append(value)

        pred_bbox = [tf.reshape(x, (-1, tf.shape(x)[-1])) for x in pred_bbox]
        pred_bbox = tf.concat(pred_bbox, axis=0)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
        bboxes = postprocess_boxes(pred_bbox, original_image, input_size,
score_threshold)
        bboxes = nms(bboxes, iou_threshold, method='nms')
        NUM_CLASS = read_class_names(CLASSES)
        di_x = []

        for     i, bbox in enumerate(bboxes):
                        coor = np.array(bbox[:4], dtype=np.int32)
                        score = bbox[4]
                        class_ind = int(bbox[5])
                        (x1, y1), (x2, y2) = (coor[0], coor[1]), (coor[2], coor[3])

                        di_x.append([x1,NUM_CLASS[class_ind]])

    di_x.sort()
    di_x = np.array(di_x)
    read = di_x[:,1]
    print(read)
    time_p = time.strftime('%H:%M:%S', time.localtime())
    date = time.strftime("%Y-%m-%d")
    print(date,time_p)
    fire = threading.Thread(target=connect_database,
    args = (read,logo,time_p,date,))
    fire.start()
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ภาคผนวก ฉ

โค้ดการส่งข้อมูลไปยังฐานข้อมูลออนไลน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
import firebase_admin
from firebase_admin import credentials
from firebase_admin import firestore
from time import strftime
import time
from tools.cv2thai import cv2th
cred = credentials.Certificate('./test1.json')
app = firebase_admin.initialize_app(cred)
db = firestore.client()
def connect_database(char,logo,time,date):
        char = cv2th(char)
        plate = listToString(char)
        doc = date+time
        doc_ref = db.collection('Project2020').document(f'{date}'+' '+f'{time}')
        doc_ref.set({
                        u'Plate': f'{plate}',
                        u'Logo': f'{logo}',
                        u'date': f'{date}',
                        u'time': f'{time}'
        })
        print('success')
def     listToString(s):

        char_str = ""
        for     ele in s:
                        char_str += ele
        return char_str
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ภาคผนวก ช

โค้ดการจำแนกยี่ห้อรถยนต์และแผ่นป้ายทะเบียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
from multiprocessing import Process, Queue, freeze_support

import cv2
import time
import random
import colorsys
import numpy as np
import tensorflow as tf
from yolov3.configs import *
from yolov3.yolov4 import *
from tensorflow.python.saved_model import tag_constants
from tools.Detection_to_XML import CreateXMLfile
import PIL.ImageFont as ImageFont
from datetime import datetime
import threading
from yolov3.detect_plate import detect_plate
from imutils import paths
from yolov3.blur_detect import variance_of_laplacian,blur_detect,cleanpath
from yolov3.LPR import LPR
import itertools
import operator
import os,os.path

count_p = 0
logo_p = []

path_n = 'C:/TensorFlow-2.x-YOLOv3-master/IMAGES/plate_test/'
plate_s = []
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
def     load_yolo_weights(model, weights_file):
        tf.keras.backend.clear_session()
# used to reset layer names
# load Darknet original weights to TensorFlow model
        if      YOLO_TYPE == "yolov3":
                range1 = 75 if not TRAIN_YOLO_TINY else 13
                range2 = [58, 66, 74] if not TRAIN_YOLO_TINY
        else    [9, 12]
        if      YOLO_TYPE == "yolov4":
                range1 = 110 if not TRAIN_YOLO_TINY else 21
                range2 = [93, 101, 109] if not TRAIN_YOLO_TINY
        else    [17, 20]

        with open(weights_file, 'rb') as wf:
                major, minor, revision, seen, _ = np.fromfile(wf, dtype=np.int32,
count=5)

         j = 0
        for i in range(range1):
                if i > 0:
                        conv_layer_name = 'conv2d_%d' %i
                else:
                        conv_layer_name = 'conv2d'


                if j > 0:
                        bn_layer_name = 'batch_normalization_%d' %j
                else:
                        bn_layer_name = 'batch_normalization'
                        conv_layer = model.get_layer(conv_layer_name)
                        filters = conv_layer.filters
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
                    k_size = conv_layer.kernel_size[0]
                    in_dim = conv_layer.input_shape[-1]


                if i not in range2:
# darknet weights: [beta, gamma, mean, variance]
                    bn_weights = np.fromfile(wf, dtype=np.float32, count=4 *
                    filters)
# tf weights: [gamma, beta, mean, variance]
                    bn_weights = bn_weights.reshape((4, filters))[[1, 0, 2, 3]]
                    bn_layer = model.get_layer(bn_layer_name)
                    j += 1
                else:
                    conv_bias = np.fromfile(wf, dtype=np.float32, count=filters)

# darknet shape (out_dim, in_dim, height, width)
                    conv_shape = (filters, in_dim, k_size, k_size)
                    conv_weights = np.fromfile(wf, dtype=np.float32,
count=np.product(conv_shape))
# tf shape (height, width, in_dim, out_dim)
                    conv_weights = conv_weights.reshape(conv_shape).transpose
                    ([2, 3, 1, 0])


                if i not in range2:
                    conv_layer.set_weights([conv_weights])
                    bn_layer.set_weights(bn_weights)
                else:
                    conv_layer.set_weights([conv_weights, conv_bias])

        assert len(wf.read()) == 0, 'failed to read all data'

def Load_Yolo_model():
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
        gpus = tf.config.experimental.list_physical_devices('GPU')
        if len(gpus) > 0:
                print(f'GPUs {gpus}')
                try: tf.config.experimental.set_memory_growth(gpus[0], True)
                except RuntimeError: pass

        if YOLO_FRAMEWORK == "tf": # TensorFlow detection
                if YOLO_TYPE == "yolov4":
                        Darknet_weights = YOLO_V4_TINY_WEIGHTS if
                        TRAIN_YOLO_TINY else YOLO_V4_WEIGHTS
                        if YOLO_TYPE == "yolov3":
                                Darknet_weights = YOLO_V3_TINY_WEIGHTS if
TRAIN_YOLO_TINY else YOLO_V3_WEIGHTS

                        if YOLO_CUSTOM_WEIGHTS == False:
                                yolo = Create_Yolo(input_size=YOLO_INPUT_SIZE,
                                CLASSES=YOLO_COCO_CLASSES)
                                load_yolo_weights(yolo, Darknet_weights)
# use Darknet weights
                        else:
                                yolo = Create_Yolo(input_size=YOLO_INPUT_SIZE,
                                CLASSES=TRAIN_CLASSES)
                yolo.load_weights(f"./checkpoints/{TRAIN_MODEL_NAME}")
# use custom weights

        elif YOLO_FRAMEWORK == "trt":
# TensorRT detection
                saved_model_loaded = tf.saved_model.load(YOLO_CUSTOM_WEIGHTS,
tags=[tag_constants.SERVING])
        signature_keys = list(saved_model_loaded.signatures.keys())
        yolo = saved_model_loaded.signatures ['serving_default']
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
        return yolo

def     image_preprocess(image, target_size, gt_boxes=None):
        ih, iw = target_size
        h, w, _ = image.shape

        scale = min(iw/w, ih/h)
        nw, nh = int(scale * w), int(scale * h)
        image_resized = cv2.resize(image, (nw, nh))

        image_paded = np.full(shape=[ih, iw, 3], fill_value=128.0)
        dw, dh = (iw - nw) // 2, (ih-nh) // 2
        image_paded[dh:nh+dh, dw:nw+dw, :] = image_resized
        image_paded = image_paded / 255.

        if gt_boxes is None:
                return image_paded

        else:
                gt_boxes[:, [0, 2]] = gt_boxes[:, [0, 2]] * scale + dw
                gt_boxes[:, [1, 3]] = gt_boxes[:, [1, 3]] * scale + dh
                return image_paded, gt_boxes
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
def     most_common(L):
# get an iterable of (item, iterable) pairs
        SL = sorted((x, i) for i, x in enumerate(L))
# print 'SL:', SL
        groups = itertools.groupby(SL, key=operator.itemgetter(0))
# auxiliary function to get "quality" for an item
        def _auxfun(g):
                item, iterable = g
                count = 0
                min_index = len(L)
                for _, where in iterable:
                        count       += 1
                        min_index   = min(min_index, where)
# print 'item %r, count %r, minind %r' % (item, count, min_index)
        return count, -min_index
# pick the highest-count/earliest item
        return max(groups, key=_auxfun)[0]



def     bboxes_iou(boxes1, boxes2):
        boxes1 = np.array(boxes1)
        boxes2 = np.array(boxes2)

        boxes1_area = (boxes1[..., 2] - boxes1[..., 0]) * (boxes1[..., 3] - boxes1[..., 1])
        boxes2_area = (boxes2[..., 2] - boxes2[..., 0]) * (boxes2[..., 3] - boxes2[..., 1])

        left_up = np.maximum(boxes1[..., :2], boxes2[..., :2])
        right_down = np.minimum(boxes1[..., 2:], boxes2[..., 2:])

        inter_section = np.maximum(right_down - left_up, 0.0)
        inter_area = inter_section[..., 0] * inter_section[..., 1]
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
        union_area = boxes1_area + boxes2_area - inter_area
        ious = np.maximum(1.0 * inter_area / union_area, np.finfo(np.float32).eps)

        return ious

def     nms(bboxes, iou_threshold, sigma=0.3, method='nms'):
        """
        :param bboxes: (xmin, ymin, xmax, ymax, score, class)

        Note: soft-nms, https://arxiv.org/pdf/1704.04503.pdf
                        https://github.com/bharatsingh430/soft-nms
        """

        #bboxes =bboxes[2]
        classes_in_img = list(set(bboxes[:, 5]))
        best_bboxes = []

        for cls in classes_in_img:
                cls_mask = (bboxes[:, 5] == cls)
                cls_bboxes = bboxes[cls_mask]

# Process 1: Determine whether the number of bounding boxes is greater than 0
                while len(cls_bboxes) > 0:

# Process 2: Select the bounding box with the highest score according to socre order
A
                        max_ind = np.argmax(cls_bboxes[:, 4])
                        best_bbox = cls_bboxes[max_ind]
                        best_bboxes.append(best_bbox)
                        cls_bboxes = np.concatenate([cls_bboxes[: max_ind],
                        cls_bboxes[max_ind + 1:]])
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
# Process 3: Calculate this bounding box A and
# Remain all iou of the bounding box and remove those bounding boxes whose iou value is higher than the threshold
        iou = bboxes_iou(best_bbox[np.newaxis, :4], cls_bboxes[:, :4])
            weight  = np.ones((len(iou),), dtype=np.float32)

            assert method in ['nms', 'soft-nms']

            if      method == 'nms':
                    iou_mask = iou > iou_threshold
                    weight[iou_mask] = 0.0

            if      method == 'soft-nms':
                    weight = np.exp(-(1.0 * iou ** 2 / sigma))

            cls_bboxes[:, 4] = cls_bboxes[:, 4] * weight
            score_mask = cls_bboxes[:, 4] > 0.
            cls_bboxes = cls_bboxes[score_mask]

    return best_bboxes

def     postprocess_boxes(pred_bbox, original_image,input_size, score_threshold):
        valid_scale = [0, np.inf]
        pred_bbox = np.array(pred_bbox)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
        pred_xywh = pred_bbox[:, 0:4]
        pred_conf = pred_bbox[:, 4]
        pred_prob = pred_bbox[:, 5:]

# 1. (x, y, w, h) --> (xmin, ymin, xmax, ymax)
        pred_coor = np.concatenate([pred_xywh[:, :2] - pred_xywh[:, 2:] * 0.5,
pred_xywh[:, :2] + pred_xywh[:, 2:] * 0.5], axis=-1)

# 2. (xmin, ymin, xmax, ymax) -> (xmin_org, ymin_org, xmax_org, ymax_org)
        org_h, org_w = original_image.shape[:2]
        resize_ratio = min(input_size / org_w, input_size / org_h)

        dw = (input_size - resize_ratio * org_w) / 2
        dh = (input_size - resize_ratio * org_h) / 2

        pred_coor[:, 0::2] = 1.0 * (pred_coor[:, 0::2] - dw) / resize_ratio
        pred_coor[:, 1::2] = 1.0 * (pred_coor[:, 1::2] - dh) / resize_ratio

# 3. clip some boxes those are out of range
        pred_coor = np.concatenate([np.maximum(pred_coor[:, :2], [0, 0]),
np.minimum(pred_coor[:, 2:], [org_w - 1, org_h - 1])], axis=-1)
        invalid_mask = np.logical_or((pred_coor[:, 0] > pred_coor[:, 2]), (pred_coor[:, 1]
> pred_coor[:, 3]))
        pred_coor[invalid_mask] = 0

# 4. discard some invalid boxes
        bboxes_scale = np.sqrt(np.multiply.reduce(pred_coor[:, 2:4] - pred_coor[:, 0:2],
axis=-1))
        scale_mask = np.logical_and((valid_scale[0] < bboxes_scale), (bboxes_scale <
valid_scale[1]))
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
# 5. discard boxes with low scores
        classes = np.argmax(pred_prob, axis=-1)
        scores = pred_conf * pred_prob[np.arange(len(pred_coor)), classes]
        score_mask = scores > score_threshold
        mask = np.logical_and(scale_mask, score_mask)
        coors, scores, classes = pred_coor[mask], scores[mask], classes[mask]

        bboxes_post = np.concatenate([coors, scores[:, np.newaxis], classes[:,
np.newaxis]], axis=-1)

        return bboxes_post

def     detect_1(Yolo,video_path, output_path, input_size=416, show=True,
CLASSES=YOLO_COCO_CLASSES, score_threshold=0.3, iou_threshold=0.45,
rectangle_colors=''):
        from imutils.video import FileVideoStream,FPS,VideoStream
        times = []
        global path_n
        global logo_p
        vid = VideoStream(src='rtsp from ip camera').start()

    while True:
            frame = vid.read()

            try:
                original_frame = cv2.cvtColor(frame, cv2.COLOR_BGR2RGB)
                original_frame = cv2.cvtColor(original_frame,
cv2.COLOR_BGR2RGB)
            except:
                break
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
        image_data = image_preprocess(np.copy(original_frame), [input_size,
input_size])
        image_data = image_data[np.newaxis, ...].astype(np.float32)


        t1 = time.time()
        if YOLO_FRAMEWORK == "tf":
                        pred_bbox = Yolo.predict(image_data)
        elif YOLO_FRAMEWORK == "trt":
                        batched_input = tf.constant(image_data)
                        result = Yolo(batched_input)
                        pred_bbox = []
                        for key, value in result.items():
                                value = value.numpy()
                                pred_bbox.append(value)

        t2 = time.time()


        pred_bbox = [tf.reshape(x, (-1, tf.shape(x)[-1])) for x in pred_bbox]
        pred_bbox = tf.concat(pred_bbox, axis=0)
        global plate_s
        bboxes = postprocess_boxes(pred_bbox, original_frame, input_size,
score_threshold)
        bboxes = nms(bboxes, iou_threshold, method='nms')
        NUM_CLASS = read_class_names(CLASSES)
        for i, bbox in enumerate(bboxes):
                        coor = np.array(bbox[:4], dtype=np.int32)
                                score   = bbox[4]
                                class_ind = int(bbox[5])
                                (x1, y1), (x2, y2) = (coor[0], coor[1]), (coor[2], coor[3])
                                if          NUM_CLASS[class_ind]=='plate':
                                plate_s.append([score,frame,coor])
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
                    print("plate")
                    else:
                    logo_p.append(NUM_CLASS[class_ind])

        if      bboxes == [] and len(plate_s)>=8:
                plate_s.sort(key=lambda plate_s:plate_s[0],reverse=True)

                    plate_s  = np.array(plate_s)
                    read  = plate_s[0,1]

cv2.imwrite('./IMAGES/plate_test/'+str(int(t1))+'.jpg',read)
                    cor = np.asarray(plate_s[0,2])

                    (x1, y1), (x2, y2) = (cor[0], cor[1]), (cor[2], cor[3])
                    PLATE = read[y1:y2 , x1:x2]

                    if logo_p       == []:
                        logo_p1= 'NO LOGO'
                        print(logo_p1)
                    else:
                        logo_p1=most_common(logo_p)
                        print(logo_p1)
                        logo_p = []

                        t = threading.Thread(target=detect_plate,
args=(PLATE,logo_p1,))
                        t.start()
                        plate_s  = []
        elseif   bboxes == [] and len(plate_s) < 8:
                    plate_s       = []
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
        if show:
                cv2.imshow('output', frame )

                if cv2.waitKey(25) & 0xFF == ord("q"):
                        cv2.destroyAllWindows()
                        break

cv2.destroyAllWindows()
 vid.stop()
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.