


คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองการส่งปริญญาานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์

.....

หัวข้อปริญญาานิพนธ์ ระบบจดจำป้ายทะเบียนสำหรับที่จอดรถและพื้นที่ส่วนบุคคล
Thesis Title License Plate Recognition for Parking and Personal Space
นักศึกษา นายธนวัฒน์ จิตต์ไมตรี รหัสนักศึกษา 60010407
นายสิริวัชร สุขะประดิษฐ์ รหัสนักศึกษา 60011074
ระดับปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา วิศวกรรมสารสนเทศ
ภาควิชา วิศวกรรมวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา 2563

1. การตรวจและแก้ไขรูปเล่ม	ผ่าน	ไม่ผ่าน
2. การตรวจความซ้ำซ้อน (ไม่เกิน 30%)	ผ่าน _____ %	ไม่ผ่าน _____ %
3. การคืนอุปกรณ์ต่าง ๆ	เรียบร้อย	ไม่เรียบร้อย
4. การส่งชิ้นงาน ปริญญาานิพนธ์	เรียบร้อย	ไม่เรียบร้อย
5. การส่ง File ปริญญาานิพนธ์	เรียบร้อย	ไม่เรียบร้อย
6. การส่งรูปเล่มปริญญาานิพนธ์	เรียบร้อย	ไม่เรียบร้อย


(.....)

รศ.ดร.อรรณสิทธิ์ หล้าสกุล
อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาานิพนธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 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.

ระบบจดจำป้ายทะเบียนสำหรับที่จอดรถและพื้นที่ส่วนบุคคล

License Plate Recognition for Parking and Personal Space



ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ปีการศึกษา 2563

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.

License Plate Recognition for Parking and Personal Space



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN INFORMATION ENGINEERING
DEPARTMENT OF COMPUTER ENGINEERING
SCHOOL OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาหรือข้อมูลใดๆในเอกสารนี้ และเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญาานิพนธ์

.....

หัวข้อปริญญาานิพนธ์

ระบบจดจำป้ายทะเบียนสำหรับที่จอดรถและพื้นที่ส่วนบุคคล

Thesis Title

License Plate Recognition for Parking and Personal Space

นักศึกษา

นายธนวัฒน์ จิตต์ไมตรี

รหัสนักศึกษา

60010407

นายสิริวัชร สุขะประดิษฐ์

รหัสนักศึกษา

60011074

ระดับปริญญา

วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา

วิศวกรรมสารสนเทศ

ภาควิชา

วิศวกรรมวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

ปีการศึกษา

2563



(.....)

รศ.ดร.อรรถสิทธิ์ หล้าสกุล

อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาานิพนธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 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.

หัวข้อปริญญาานิพนธ์	ระบบจดจำป้ายทะเบียนสำหรับที่จอดรถและพื้นที่ส่วนบุคคล		
นักศึกษา	นายธนวัฒน์ จิตต์ไธตรี	รหัสนักศึกษา	60010407
	นายสิริวัชร สุขะประดิษฐ์	รหัสนักศึกษา	60011074
ระดับปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต		
สาขาวิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ		
ภาควิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์		
ปีการศึกษา	2563		
อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาานิพนธ์	รศ.ดร.อรรถสิทธิ์ หล้าสกุล		

บทคัดย่อ

ปริญญาานิพนธ์เรื่องระบบจดจำป้ายทะเบียนสำหรับที่จอดรถและพื้นที่ส่วนบุคคลนี้ จัดทำขึ้นเพื่อจุดประสงค์ในการจดจำป้ายทะเบียนของรถยนต์และจัดเก็บในรูปแบบของตัวอักษรพร้อมวันและเวลาในการเข้าออกสถานที่นั้น ๆ เพื่อลดระยะเวลาในการค้นหาข้อมูลของทะเบียนรถที่เข้าออกสถานที่ และลดค่าใช้จ่ายและความยุ่งยากในการติดตั้ง โดยในปัจจุบันระบบกล้องวงจรปิดที่ใช้งาน มีการติดตั้งที่ยุ่งยากและมีราคาค่อนข้างสูง เนื่องจากจำเป็นต้องมี Server ในการจัดเก็บข้อมูลภายนอก ทำให้ในการติดตั้งจำเป็นต้องมีสายไฟและสายเคเบิล (Cable) มากมาย เมื่อเกิดเหตุจำเป็นต้องการข้อมูลรถที่เข้าออก ต้องเสียเวลาจำนวนมากเพื่อค้นหาด้วยวิดีโอ (Video) ปริญญาานิพนธ์ระบบจดจำป้ายทะเบียนสำหรับที่จอดรถและพื้นที่ส่วนบุคคลจึงถูกคิดค้นขึ้น โดยเป็นการสร้างชิ้นงานที่มีความสามารถในการอ่านป้ายทะเบียนของรถยนต์เมื่อเข้าออกสถานที่ด้วย Deep Learning ที่ถูกติดตั้งในคอมพิวเตอร์ (Computer) ขนาดเล็ก Raspberry Pi ซึ่งใช้ในการประมวลผล และมีความสามารถในการสื่อสารระหว่างโมดูล (Module) โดยใช้ NRF24L01 เป็นโมดูลในการสื่อสารไร้สายผ่านคลื่นความถี่วิทยุ 2.4 GHz ซึ่งทำให้สามารถสื่อสารได้โดยไม่ต้องใช้อินเทอร์เน็ต (Internet) และสาย LAN ข้อมูลที่จัดเก็บอยู่ในฐานข้อมูลจะถูกแสดงผลและสามารถค้นหาได้ด้วย Local Website โดยเข้าถึงได้จากการเชื่อมต่อ WIFI ที่กระจายออกมาจาก Raspberry Pi

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.

Thesis Title	License Plate Recognition for Parking and Personal Space		
Student	Thanawat Jitmaitre	Student ID.	60010407
	Siriwat Sukhapradit	Student ID	60011074
Degree	Bachelor of Engineering		
Program	Information Engineering		
Department	Computer Engineering		
Academic Year	2020		
Thesis Advisor	Assoc.Prof.Dr. Attasit Lhasakul		

ABSTRACT

Thesis License Plate Recognition for Parking and Personal space had created for purpose of recognizing the license plate of the vehicle and storing it in the form of letters with the date and time of the entry and exit of the location to reduce the time to search for information of the vehicle, who entry or exit and reduce installation costs and complexities. At present, The closed-circuit camera system has quite expensive costs and complexities installation because there is a need for an external server for data storage. Make it necessary to install a lot of wires in the installation. When there is an accident, it needs information about the vehicle entry and exits It takes a lot of time to search with videos. So that why thesis License Plate Recognition for Parking and Personal Space had been invented. This thesis is a workpiece capable of Recognition the vehicle's license plate when entering and exiting the facility with Deep Learning. That was installed in the Raspberry Pi mini-computer, Which is used to process. It is capable of inter-module communication using the NRF24L01 as a 2.4 GHz radio frequency wireless communication module, Which makes it possible to communicate without the need for internet and LAN cables. The data stored in the database will be displayed and searchable by the local website, accessible via a WIFI connection spread out from the Raspberry Pi.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

II

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

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดีต้องขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร. อรรถสิทธิ์ หล้าสกุล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่มอบความกรุณาอย่างสูงในการสนับสนุนและให้ความช่วยเหลือทั้งคำปรึกษาและคำแนะนำทางด้านวิชาการ รวมทั้งปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการทำปริญญานิพนธ์ด้วยความตั้งใจจริงและความเอาใจใส่ รวมถึงคอยให้กำลังใจแก่ผู้ทำวิจัยเสมอ ผู้ทำปริญญานิพนธ์ตระหนักถึงความเมตตาอันดีและกราบขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ที่ให้ความรู้และประสบการณ์ที่ดีแก่ข้าพเจ้า

ขอขอบพระคุณอาจารย์ รุ่นพี่และเพื่อน ๆ ท่านอื่น ๆ ที่ไม่ได้กล่าวนาม ที่มีส่วนร่วมเกี่ยวข้องในการช่วยเหลือ คอยให้คำปรึกษาในเรื่องการทำงาน การแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ทั้งทางตรงและทางอ้อม ตั้งแต่เริ่มทำงานสำเร็จปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ไปได้ด้วยดี ขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้

สำหรับคุณงามความดีอันใดที่เกิดจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบให้กับบิดามารดา ซึ่งเป็นที่รับและเคารพยิ่งตลอดจนถึงครูอาจารย์ที่เคารพทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้และถ่ายทอดประสบการณ์ที่ดีให้แก่ข้าพเจ้า

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

สารบัญ

บทคัดย่อ.....	I
ABSTRACT.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญรูป.....	VI
สารบัญตาราง.....	IX
บทที่ 1.....	1
1.1 แนวคิดและที่มาของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	1
1.3 ขอบเขตของปริญญาานิพนธ์.....	1
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
1.5 อุปกรณ์ที่ต้องใช้.....	2
1.6 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	3
บทที่ 2.....	4
2.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับ Deep Learning.....	4
2.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับภาษาคอมพิวเตอร์.....	10
2.3 ทฤษฎีเกี่ยวกับระบบฐานข้อมูล.....	12
2.4 ทฤษฎีเกี่ยวกับฮาร์ดแวร์.....	13
บทที่ 3.....	20
3.1 บทนำ.....	20
3.2 ภาพรวมของระบบ.....	21
3.3 ขั้นตอนการดำเนินงานโดยละเอียด.....	23
บทที่ 4.....	37
4.1 ภาพรวมของระบบ.....	37
4.2 ความสามารถของระบบตรวจจับและอ่านป้ายทะเบียนรถยนต์.....	38
4.3 ความสามารถในการส่งข้อมูลระหว่างโมดูล.....	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ไม่เอื้อนุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์อื่นใด การค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

สารบัญ (ต่อ)

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน	45
5.2 ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงาน.....	45
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	45
เอกสารอ้างอิง.....	46
ภาคผนวก	48
ภาคผนวก ก	49



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

สารบัญรูป

รูปที่ 2.1 Neural Network.....	4
รูปที่ 2.2 Convolution Neural Network Architecture.....	5
รูปที่ 2.3 Filter และ Feature Map.....	6
รูปที่ 2.4 Filter และ Feature Map (ต่อ).....	6
รูปที่ 2.5 ตัวอย่างของ Filter.....	7
รูปที่ 2.6 Pooling.....	8
รูปที่ 2.7 YOLO Grid Box.....	9
รูปที่ 2.8 YOLO Network Design.....	9
รูปที่ 2.9 โครงสร้างแบบจำลอง YOLO v2.....	9
รูปที่ 2.10 ประสิทธิภาพของ YOLO.....	10
รูปที่ 2.11 โครงสร้างภาษา HTML.....	11
รูปที่ 2.12 รูปแบบการเก็บข้อมูลของ MongoDB.....	12
รูปที่ 2.13 รูปแบบการเก็บข้อมูลของ MongoDB แบบ Schemaless.....	12
รูปที่ 2.14 การเปรียบเทียบ MongoDB และ MySQL เบื้องต้น.....	12
รูปที่ 2.15 Raspberry Pi 4 Model B.....	14
รูปที่ 2.16 Raspberry Pi GPIO Pins.....	14
รูปที่ 2.17 หลักการตรวจจับและวัดระยะห่างระหว่างวัตถุด้วยคลื่นเสียง.....	15
รูปที่ 2.18 HC-SR04 Module.....	16
รูปที่ 2.19 สัญญาณ Trig และ Echo ของ HC-SR04 Module.....	16
รูปที่ 2.20 NRF24L01+PA+LNA+Antenna 2.4 GHz Wireless.....	17
รูปที่ 2.21 Network Topology.....	18
รูปที่ 2.22 Star Topology.....	18
รูปที่ 2.23 Tree Topology.....	18
รูปที่ 2.24 SPI Protocol.....	19
รูปที่ 2.25 NRF24L01 Pinout.....	19
รูปที่ 3.1 แนวทางการดำเนินงาน.....	20
รูปที่ 3.2 Diagram แสดงการทำงานของโมดูลหลัก (Main Server).....	21
รูปที่ 3.3 Diagram แสดงการทำงานของโมดูลย่อย (Sub Module).....	22
รูปที่ 3.4 มุมและระยะห่างในการภาพ.....	23
รูปที่ 3.5 Dataset สำหรับ License Plate Detection.....	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ 3.6 ตัวอย่าง Dataset License Plate Detection (ต่อ).....	24
รูปที่ 3.7 ตัวอย่างการทำ Label Image ด้วย Labellmg-Master สำหรับ Plate Detection.....	25
รูปที่ 3.8 ตัวอย่างไฟล์จาก Labellmg-Master.....	25
รูปที่ 3.9 ตัวอย่างโปรแกรม Python ที่เรียกใช้งาน Detection Model.....	26
รูปที่ 3.9 ตัวอย่างผลลัพธ์การตรวจจับป้ายทะเบียนรถยนต์.....	26
รูปที่ 3.10 ตัวอย่างป้ายทะเบียนที่ Crop โดยโปรแกรม Python.....	27
รูปที่ 3.11 ตัวอย่างการทำ Label Image ด้วย Labellmg-Master สำหรับ Plate Recognition.....	28
รูปที่ 3.12 Dataset สำหรับ Recognition Model.....	28
รูปที่ 3.13 การเทรน Recognition Model by YOLO.....	29
รูปที่ 3.14 ตัวอย่างผลลัพธ์จาก Recognition Model.....	30
รูปที่ 3.15 การต่อฮาร์ดแวร์เข้ากับ Raspberry Pi.....	30
รูปที่ 3.16 ตัวอย่างโปรแกรมภาษา Python (Main Program).....	32
รูปที่ 3.17 ตัวอย่างโปรแกรมภาษา Python (Main Program) (ต่อ).....	32
รูปที่ 3.18 ตัวอย่างโปรแกรมภาษา Python ควบคุมการส่งข้อมูลด้วย NRF24L01.....	33
รูปที่ 3.19 ตัวอย่าง Database.....	33
รูปที่ 3.20 Login Page.....	34
รูปที่ 3.21 Home Page (Desktop Size).....	35
รูปที่ 3.22 Home Page (Mobile Size).....	35
รูปที่ 3.23 ตัวอย่างโปรแกรมภาษา Python ส่วนหลังบ้าน.....	36
รูปที่ 3.24 License Plate Recognition Module.....	36
รูปที่ 4.1 การทำงานของระบบโดยรวม.....	37
รูปที่ 4.2 การทดสอบใช้งานโมดูล License Plate Recognition.....	38
รูปที่ 4.3 มุมและระยะห่างในการติดตั้งโมดูล License Plate Recognition.....	39
รูปที่ 4.4 ตัวอย่างการอ่านป้ายทะเบียนรถยนต์ที่ถูกต้อง.....	39
รูปที่ 4.5 ตัวอย่างการอ่านป้ายทะเบียนรถยนต์ที่ผิดพลาด.....	40
รูปที่ 4.6 ตัวอย่างการทำงานในการส่งข้อมูลด้วย NRF24L01.....	41
รูปที่ 4.7 ตัวอย่างการทำงานในการรับข้อมูลด้วย NRF24L01.....	42
รูปที่ 4.8 WIFI ที่กระจายจาก Raspberry Pi.....	42
รูปที่ 4.9 Login Page.....	43
รูปที่ 4.10 Home Page.....	43

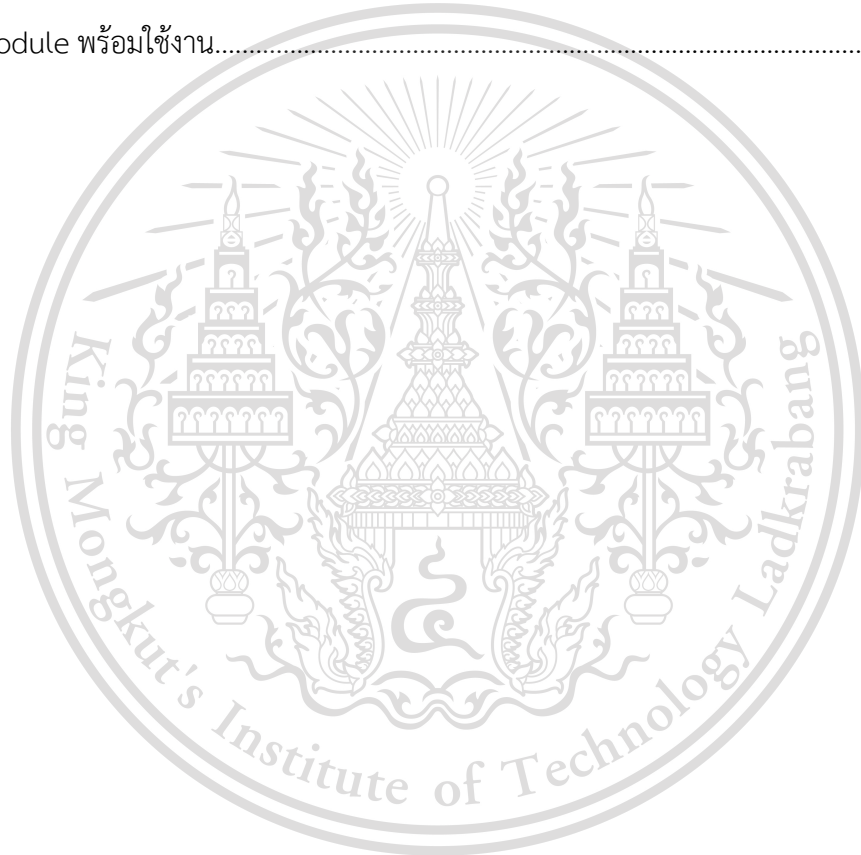
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆก็ตาม ลิขสิทธิ์นี้ให้มีให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ 4.11 การค้นหาด้วยแถบค้นหา.....	43
รูปที่ 4.12 ผลลัพธ์การค้นหา.....	44
รูปที่ ก.1 การติดตั้ง Module.....	49
รูปที่ ก.2 การติดตั้ง Module (ต่อ).....	49
รูปที่ ก.3 การติดตั้ง Module (ต่อ).....	50
รูปที่ ก.4 การติดตั้ง Module (ต่อ).....	50
รูปที่ ก.5 การติดตั้ง Module (ต่อ).....	51
รูปที่ ก.6 Module พร้อมใช้งาน.....	51



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน.....	3
ตารางที่ 3.1 Dictionary for Class Name.....	27
ตารางที่ 4.1 การทดสอบระยะเวลาในการสื่อสารของ NRF24L01.....	40
ตารางที่ 4.2 การทดสอบระยะเวลาในการสื่อสารของ NRF24L01 (ต่อ).....	41



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

IX

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

บทที่ 1

บทนำ

1.1 แนวคิดและที่มาของปัญหา

ในปัจจุบันระบบรักษาความปลอดภัยในพื้นที่จอดรถและพื้นที่ส่วนบุคคลมีราคาค่อนข้างสูง มีความยุ่งยากในการติดตั้งและมีความยากต่อการใช้งานเมื่อเกิดปัญหาต่าง ๆ ทางด้านกฎหมาย เช่นการโจรกรรมและอาชญากรรม เมื่อเกิดเหตุไม่คาดคิดขึ้น เจ้าหน้าที่ต้องทำการย้อนดูภาพจากกล้องวงจรปิดเท่านั้น จึงทำให้เกิดความล่าช้าในการค้นหาและติดตามรถยนต์ ดังนั้นจึงเกิดแนวความคิดที่เราจะทำระบบเก็บข้อมูลรถยนต์ที่เข้าออกสถานที่ในรูปแบบของข้อความ โดยการใช้ Deep Learning อ่านตัวอักษรจากป้ายทะเบียนรถยนต์ จากนั้นนำไปเก็บในฐานข้อมูล และแสดงผลในรูปแบบของเว็บไซต์ (Website) พร้อมระบบค้นหา ซึ่งทำให้มีความสะดวกสบายและลดระยะเวลาที่ใช้ในการค้นหาข้อมูลรถยนต์ที่เข้าออกสถานที่ ระบบนี้เป็นระบบปิด ซึ่งไม่มีความจำเป็นต้องเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต โมดูลแต่ละตัวส่งข้อมูลหากันโดยใช้คลื่นความถี่วิทยุ จึงทำให้มีความสะดวกติดตั้งเพียงแค่เสียบปลั๊กและทำให้ระบบมีต้นทุนที่ต่ำ

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อลดระยะเวลาการค้นหาข้อมูลของรถยนต์ที่เข้าออก
2. เพื่อเพิ่มความสะดวกสบายในการดูข้อมูล
3. เพื่อลดความยุ่งยากและค่าใช้จ่ายในการติดตั้งระบบรักษาความปลอดภัย
4. เพื่อเพิ่มความสะดวกสบายในการจัดเก็บข้อมูล

1.3 ขอบเขตของปริญญาานิพนธ์

1. มีระบบอ่านป้ายทะเบียนรถยนต์ และจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบของตัวอักษร
2. มีระบบบันทึกเวลาเข้าออก
3. มีโมดูลที่สามารถถ่ายภาพและอ่านป้ายทะเบียนอัตโนมัติ ในสภาพแวดล้อมที่กำหนด
4. มีระบบส่งข้อมูลระหว่างโมดูลโดยการสื่อสารไร้สายโดยไม่ใช้อินเทอร์เน็ต
5. มีระบบแสดงผลข้อมูลในรูปแบบของเว็บไซต์ ที่แสดงข้อมูลเวลาเข้าออก ทะเบียนรถยนต์ และชื่อทางเข้าออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น 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.

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ระบบรักษาความปลอดภัย สามารถติดตั้งได้ง่ายไม่จำเป็นต้องใช้สายและสามารถค้นหาข้อมูลรถยนต์ที่เข้าออกได้อย่างรวดเร็ว เหมาะสำหรับที่จอดรถและพื้นที่ส่วนบุคคล เช่น หมู่บ้าน
2. สามารถนำระบบนี้ไปต่อยอดได้ เพื่อเพิ่มความแม่นยำและลดต้นทุนการใช้แรงงาน
3. ผู้ทำปริญญาโทได้รับความรู้เพิ่มเติมในการพัฒนาระบบ AI ระบบการสื่อสารไร้สาย ระบบอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic) ระบบฐานข้อมูลและระบบ Web application

1.5 อุปกรณ์ที่ต้องใช้

1.5.1 ฮาร์ดแวร์ (Hardware)

- เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับพัฒนาโปรแกรมที่มีการเชื่อมต่อเน็ตเวิร์ค จำนวน 1 เครื่อง
- Raspberry Pi 4 จำนวน 2 เครื่อง
- Power Adapter จำนวน 2 เครื่อง
- Raspberry Pi Camera จำนวน 2 อัน
- Micro SD Card จำนวน 2 อัน
- Ultrasonic Sensor Module จำนวน 2 อัน
- NRF24L01 Module จำนวน 2 อัน
- LED Module จำนวน 2 อัน

1.5.2 ซอฟต์แวร์ (Software)

- Python 3.8
- MongoDB

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.

1.6 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน

ID	หัวข้อ	2563						2564			
		Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar
1	กำหนดปัญหาและรับความต้องการ	↔									
2	วิเคราะห์ปัญหาและออกแบบ		↔								
3	พัฒนาระบบ License Plate Recognition			↔	↔	↔					
4	พัฒนา ส่วนHardware					↔	↔				
5	ติดตั้งระบบเข้ากับ Module						↔	↔			
6	พัฒนา Web GUI							↔	↔		
7	ทดสอบและแก้ไขข้อบกพร่อง							↔		↔	
8	เอกสารปริญญานิพนธ์			↔							↔

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

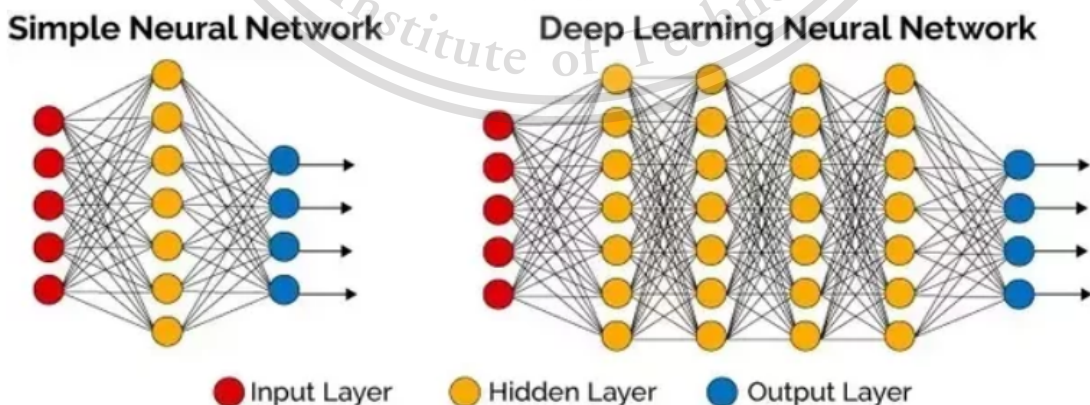
หลักการทฤษฎี

2.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับ Deep Learning

Deep Learning คือซอฟต์แวร์ที่เลียนแบบการทำงานของระบบโครงข่ายประสาท (Neurons) ในสมองของมนุษย์ ถือเป็นส่วนหนึ่งของ Machine Learning และ AI ซึ่งทำหน้าที่เรียนรู้, ประมวลผลและแสดงผลข้อมูลตามที่เราได้สอนไว้ ในปริยญาณิพนธ์ฉบับนี้ ได้ใช้ Deep Learning ในการเรียนรู้และจำแนกตัวอักษรบนป้ายทะเบียนรถยนต์

Algorithm ของ Deep Learning ถูกสร้างขึ้นโดยการนำ Neural Network หลาย ๆ Layer มาต่อกัน โดย Layer แรกสุดจะทำหน้าที่ในการรับข้อมูลและ Layer สุดท้ายจะทำหน้าที่ส่งผลลัพธ์การประมวลผลออกมา Layer ระหว่างกลางเรียกว่า Hidden layer โดย Hidden Layer ของแต่ละ Layer เปรียบเสมือนว่าประกอบด้วยเซลล์ประสาทจำนวนมาก ซึ่งมีหน้าที่รับการประมวลผล รับข้อมูลจาก Layer ที่อยู่เหนือกว่า และส่งข้อมูลที่ประมวลผลเสร็จแล้วไปยัง Layer ที่อยู่ล่างกว่า ข้อดีของการส่งข้อมูลแบบนี้คือแต่ละ Layer จะมีค่าถ่วงน้ำหนัก (Weight), ค่าความเอนเอียงของแต่ละข้อมูล (Bias) และวิธีประมวลผลทางคณิตศาสตร์ (Activation Function) ที่เป็นอิสระต่อกัน

กระบวนการทำงานของ Deep Learning โมเดลที่ใช้ Deep Learning ให้ความแม่นยำที่สูง (Accuracy) ที่สูงในหลายๆปัญหา ตั้งแต่การตรวจจับวัตถุ (Object Detection) ไปจนถึงการเรียนรู้เสียงพูด (Speech Recognition) โดยไม่จำเป็นต้องให้ความรู้พื้นฐานล่วงหน้า เพียงแค่ให้ข้อมูลตัวอย่าง (Input Data) Deep Learning จะทำการเรียนรู้จากข้อมูลและสังเคราะห์เป็นองค์ความรู้ออกมาได้อย่างอัตโนมัติ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ **รูปที่ 2.1 Neural Network** ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

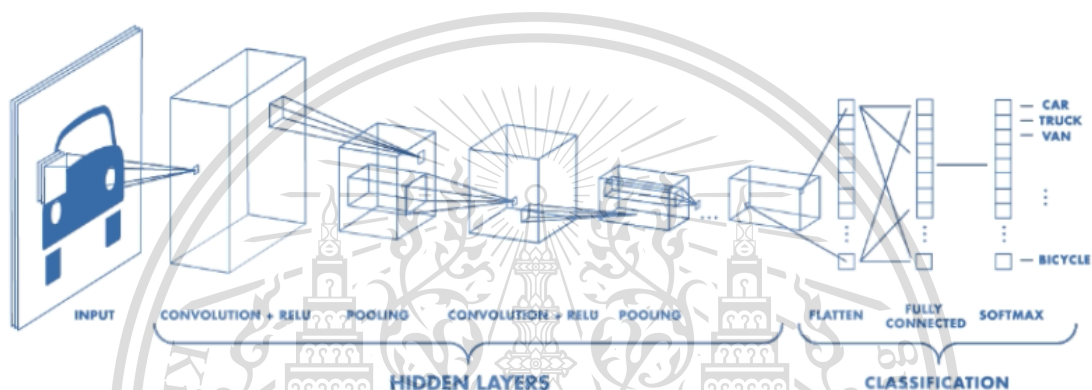
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

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

2.1.1 Convolution Neural Network (CNN)

โครงข่ายประสาทแบบคอนโวลูชัน (CNN) คือ Neural Network หลาย Layer ที่มีโครงสร้างเฉพาะตัว โดยถูกออกแบบมาเพื่อการเพิ่มความสามารถในการสกัด Feature ที่มีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น

CNN เป็นโครงข่ายประสาทเทียมหนึ่งในกลุ่ม bio-inspired โดยที่ CNN จะจำลองการมองเห็นของมนุษย์ที่มองพื้นที่เป็นย่อย ๆ และนำกลุ่มของพื้นที่ย่อย ๆ มาพาสานกัน เพื่อนวิเคราะห์ว่าสิ่งที่เห็นคืออะไร การมองพื้นที่ย่อย ๆ ของมนุษย์จะมีการแยกคุณลักษณะ (Feature) ของพื้นที่ย่อยนั้น เช่น ลายเส้น และการตัดกันของสี ซึ่งการที่มนุษย์จะรู้ว่าพื้นที่ตรงนั้นเป็นเส้นตรงหรือสีตัดกัน เพราะมนุษย์ดูทั้งจุดที่น่าสนใจและบริเวณรอบ ๆ ประกอบกัน



รูปที่ 2.2 Convolution Neural Network Architecture

การคำนวณเริ่มจากการกำหนดค่าในตัวกรอง (Filter) หรือ Kernel ที่ช่วยดึงดูคุณลักษณะที่ใช้ในการเรียนรู้วัตถุ โดยปกติตัวกรองอันหนึ่งจะดึงคุณลักษณะที่สนใจออกมาได้หนึ่งอย่าง จึงจำเป็นต้องมีหลายตัวกรอง เพื่อหาคุณลักษณะทางพื้นที่หลายอย่างประกอบกัน

ในส่วนของ Hidden Layer แบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลัก

- 1) Convolution State คือส่วนที่ทำหน้าที่แยกองค์ประกอบของรูป เช่น ขอบ สี รูปทรง เป็นต้น โดย CNN จะมีตัวกรอง (Filter) ในการตรวจสอบเพื่อแยกองค์ประกอบของรูป โดย Filter จะเลื่อนไปในส่วนของ Pixel เรื่อย ๆ จนครบภาพ และจะได้ ผังคุณลักษณะ (Feature Map) โดยที่มี Stride เป็นตัวกำหนด Step ในการเลื่อนตัวกรอง (Filter)

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	1	1x1	0x0	0x1
0	1	1x0	1x1	0x0
0	0	1x1	1x0	1x1
0	0	1	1	0
0	1	1	0	0

4	3	4

รูปที่ 2.3 Filter และ Feature Map

1	1	1	0	0
0x1	1x0	1x1	1	0
0x0	0x1	1x0	1	1
0x1	0x0	1x1	1	0
0	1	1	0	0



4	3	4
2		

รูปที่ 2.4 Filter และ Feature Map (ต่อ)

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.

Operation	Filter	Convolved Image
Identity	$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	
Edge detection	$\begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$	
	$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & -4 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$	
	$\begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 8 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$	
Sharpen	$\begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 5 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix}$	
Box blur (normalized)	$\frac{1}{9} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$	
Gaussian blur (approximation)	$\frac{1}{16} \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$	

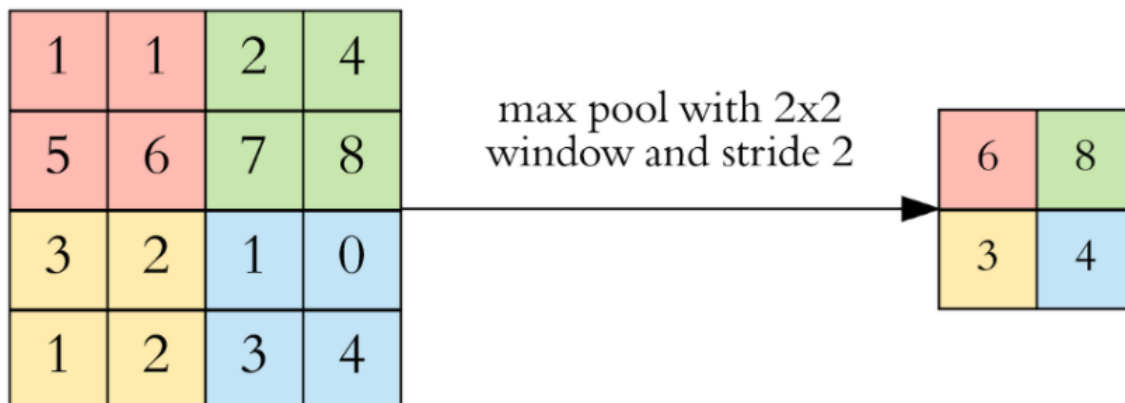
รูปที่ 2.5 ตัวอย่างของ Filter

- 2) Detector Stage คือส่วนที่รับ Output มาจาก Convolution State และแปลงให้อยู่ในรูปของ Non-Linear และเป็นส่วนที่ต้องระบุ Algorithm ที่จะใช้ในการจำแนกคุณลักษณะของข้อมูล เช่น Rectified Linear Units (ReLU) เป็นต้น
- 3) Pooling State คือตัวกรองแบบหนึ่งที่หาค่าสูงสุดในบริเวณที่ตัวกรองทาบอยู่บนข้อมูล และทำการเลือกค่าที่สูงที่สุดบนตัวกรองมาเป็นผลลัพธ์ใหม่ และจะเลื่อนตัวกรองไปตาม Stride ที่กำหนดไว้ โดยขนาดตัวกรองของการทำ Max Pooling นิยมเรียกว่า Pool Size ในบางครั้งจำเป็นต้องมีตัวกรองที่มีขนาดหลากหลายเพื่อรองรับ Input ที่มีขนาดที่หลากหลาย Pooling มีความสามารถในการย่อรูป แต่ยังคงคุณลักษณะเด่นของข้อมูลไว้ได้ ต่างจากการปรับขนาดรูปซึ่งมีสองประเภทหลักที่นิยมใช้คือ Max Pooling และ Mean Pooling

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ผู้ใดเห็นนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น 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 Pooling

ส่วนสุดท้ายของ CNN คือ Fully Connected Layer โดยทำการแผ่ Matrix ออกเป็น Vector เหมือนกับ Neural Network ใน Layer นี้จะทำการรวมคุณสมบัติ (Feature) เหล่านี้เข้าด้วยกัน เพื่อสร้างแบบจำลอง (Model) และสุดท้ายทำการเปิด Function เพื่อหาความใกล้เคียงและจำแนกผลลัพธ์ออกมา (Classify) เช่น Soft Max หรือ Sigmoid

2.1.2 YOLO (You Only Look Once)

YOLO (You Only Look Once) เป็น Algorithm ที่นำแนวความคิดของการทำนายตำแหน่งและขนาดของกล่อง จากความน่าจะเป็นที่กล่องนั้นจะเป็นกรอบล้อมวัตถุ มีพื้นฐาน Algorithm มาจาก CNN (Convolution Neural Network) แต่สิ่งที่ YOLO มีความสามารถและความเร็วเหนือกว่า Algorithm อื่น เช่น Faster R-CNN ที่มีการทำงานลักษณะที่จะทายตำแหน่งของกรอบล้อมรอบวัตถุและค่อยนำวัตถุในกล่องนั้น ไปผ่านแบบจำลองเพื่อทำนายวัตถุในกล่อง แต่ YOLO นั้นจะทำนายทั้งกรอบล้อมวัตถุ และความน่าจะเป็นของวัตถุบางส่วนที่อยู่ในกรอบออกมาพร้อมกันทีเดียว

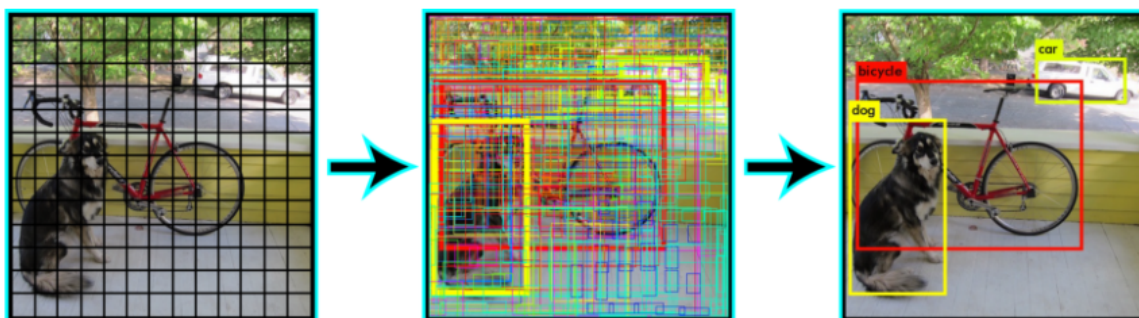
YOLO จัดว่าเป็นเทคนิคการตรวจจับวัตถุในภาพซึ่งเป็นซอฟต์แวร์เปิดสำหรับงานปัญญาประดิษฐ์แบบโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) ที่พัฒนาด้วยโปรแกรมภาษา C++ และสามารถทำงานบนหน่วยประมวลผล CUDA ของ GPU ได้เป็นอย่างดี เหมาะกับการประมวลผลภาพแบบ Real Time ภาพจากกล้องหรือวิดีโอ

ปัจจุบัน YOLO มีการพัฒนามาแล้วถึง 3 Version คือ YOLO, YOLO v2, YOLO v3 โครงสร้างโครงข่ายประสาทเทียมของ YOLO แต่ละ Version จะมี Convolution Box ที่แตกต่างกัน แต่หลักการโดยทั่วไปแล้ว YOLO จะแบ่งภาพออกเป็น Grid Cell เล็ก ๆ แต่ละ Grid Cell จะถูกทำนายผ่านแบบจำลองเพื่อหาตำแหน่งจุดกึ่งกลางของวัตถุ และความน่าจะเป็นที่จะมีวัตถุใดใน Grid Cell

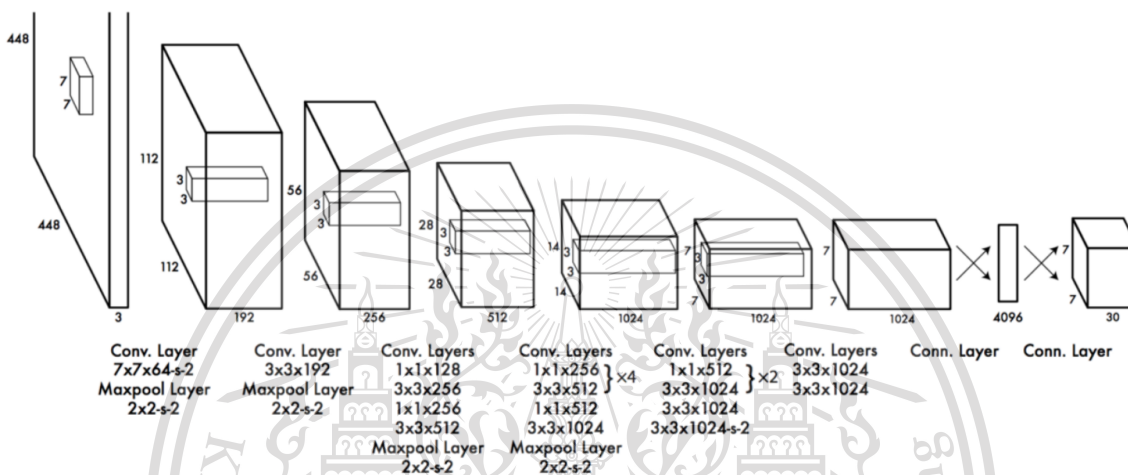
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 2.7 YOLO Grid Box



รูปที่ 2.8 YOLO Network Design

Type	Filters	Size/Stride	Output
Convolutional	32	3 × 3	224 × 224
Maxpool		2 × 2/2	112 × 112
Convolutional	64	3 × 3	112 × 112
Maxpool		2 × 2/2	56 × 56
Convolutional	128	3 × 3	56 × 56
Convolutional	64	1 × 1	56 × 56
Convolutional	128	3 × 3	56 × 56
Maxpool		2 × 2/2	28 × 28
Convolutional	256	3 × 3	28 × 28
Convolutional	128	1 × 1	28 × 28
Convolutional	256	3 × 3	28 × 28
Maxpool		2 × 2/2	14 × 14
Convolutional	512	3 × 3	14 × 14
Convolutional	256	1 × 1	14 × 14
Convolutional	512	3 × 3	14 × 14
Convolutional	256	1 × 1	14 × 14
Convolutional	512	3 × 3	14 × 14
Maxpool		2 × 2/2	7 × 7
Convolutional	1024	3 × 3	7 × 7
Convolutional	512	1 × 1	7 × 7
Convolutional	1024	3 × 3	7 × 7
Convolutional	512	1 × 1	7 × 7
Convolutional	1024	3 × 3	7 × 7
Convolutional	1000	1 × 1	7 × 7
Avgpool		Global	1000
Softmax			

รูปที่ 2.9 โครงสร้างแบบจำลอง YOLO v2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับ...
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น 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.

Model	Train	Test	mAP	FLOPS	FPS	Cfg	Weights
SSD300	COCO trainval	test-dev	41.2	-	46		link
SSD500	COCO trainval	test-dev	46.5	-	19		link
YOLOv2 608x608	COCO trainval	test-dev	48.1	62.94 Bn	40	cfg	weights
Tiny YOLO	COCO trainval	test-dev	23.7	5.41 Bn	244	cfg	weights
<hr/>							
SSD321	COCO trainval	test-dev	45.4	-	16		link
DSSD321	COCO trainval	test-dev	46.1	-	12		link
R-FCN	COCO trainval	test-dev	51.9	-	12		link
SSD513	COCO trainval	test-dev	50.4	-	8		link
DSSD513	COCO trainval	test-dev	53.3	-	6		link
FPN FRCN	COCO trainval	test-dev	59.1	-	6		link
Retinanet-50-500	COCO trainval	test-dev	50.9	-	14		link
Retinanet-101-500	COCO trainval	test-dev	53.1	-	11		link
Retinanet-101-800	COCO trainval	test-dev	57.5	-	5		link
YOLOv3-320	COCO trainval	test-dev	51.5	38.97 Bn	45	cfg	weights
YOLOv3-416	COCO trainval	test-dev	55.3	65.86 Bn	35	cfg	weights
YOLOv3-608	COCO trainval	test-dev	57.9	140.69 Bn	20	cfg	weights
YOLOv3-tiny	COCO trainval	test-dev	33.1	5.56 Bn	220	cfg	weights
YOLOv3-spp	COCO trainval	test-dev	60.6	141.45 Bn	20	cfg	weights

รูปที่ 2.10 ประสิทธิภาพของ YOLO

ในปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้ ใช้ YOLO v2 608x608 เมื่อเทียบกับ YOLO v3-608 ที่มีความแม่นยำเฉลี่ย (mAP) มากกว่า 9.8% แต่มีความเร็วการประมวลผลน้อยกว่า 25 FPS จึงทำการเลือก Model ที่มีความเหมาะสมมากที่สุดในการทำ LPR (License Plate Recognition)

2.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับภาษาคอมพิวเตอร์

2.2.1 Python

Python เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ระดับสูง ที่ถูกออกแบบมาให้เป็นภาษาสคริปต์ (Script) ที่อ่านง่าย โดยตัดความซับซ้อนของโครงสร้างและไวยากรณ์ของภาษาออกไป ในส่วนของการแปลงชุดคำสั่งให้เป็นภาษาเครื่อง Python มีการทำงานแบบ Interpreter คือการแปลชุดคำสั่งทีละบรรทัด เพื่อป้อนเข้าสู่หน่วยประมวลผลให้คอมพิวเตอร์ทำงานตามคำสั่ง Python สามารถนำไปใช้ได้ในการเขียนโปรแกรมได้หลากหลายประเภท โดยไม่จำกัดอยู่ที่งานเฉพาะทางด้านใดด้านหนึ่ง จึงทำให้มีการนำไปใช้อย่างแพร่หลาย ในปฏิญานิพนธ์นี้ ใช้ภาษา Python ในการเขียนชุดคำสั่งควบคุมฮาร์ดแวร์และใช้ทำในส่วนของ Web Service

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 JavaScript

JavaScript เป็นภาษาประเภท Interpreted Language ไม่ต้องมีการ Compile ก่อน กล่าวคือ คอมพิวเตอร์จะแปลและทำงานตามคำสั่งแบบที่ละบรรทัด

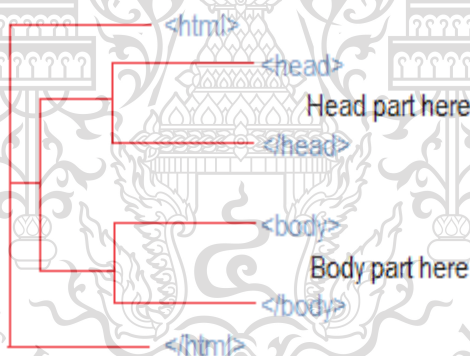
JavaScript เป็นภาษาสคริปต์เชิงวัตถุ ที่เรียกกันว่า “สคริปต์” ซึ่งใช้ในการสร้างและพัฒนา รูปแบบ (Template) ของ SMS และอื่น ๆ ผ่านช่องทางต่าง ๆ ใน Adobe Campaign โดยใช้ร่วมกับภาษา HTML เพื่อให้สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้มากขึ้น

2.2.3 HTML

HTML (Hypertext Markup Language) คือ ภาษาหลักที่ใช้ในการเขียนเว็บเพจ (Front-end) โดยใช้ Tag ในการกำหนดการแสดงผลที่ต่างก็เชื่อมถึงกันใน Hyperspace ผ่าน Hyperlink

HTML จะประกอบด้วยส่วนประกอบ 2 ส่วน ดังนี้

- 1) ส่วน Head คือส่วนที่จะเป็นหัว (Header) ของหน้าเอกสารทั่วไป หรือส่วนชื่อเรื่อง (Title) ของหน้าต่างการทำงานในระบบ Windows
- 2) ส่วน Body จะเป็นส่วนเนื้อหาของเอกสารนั้น ๆ ซึ่งจะประกอบด้วย Tag คำสั่งในการ จัดรูปแบบ หรือตกแต่งเอกสาร HTML



รูปที่ 2.11 โครงสร้างภาษา HTML

2.2.4 CSS (Cascading Style Sheets)

CSS เป็นภาษาที่ใช้สำหรับตกแต่งเอกสาร HTML ให้มีหน้าตา สี สัน ระยะห่าง พื้นหลัง ฯลฯ ตามที่ต้องการ มีลักษณะเป็นภาษาที่มีรูปแบบเฉพาะในการเขียน ได้ถูกกำหนดมาตรฐานโดย W3C เป็นภาษาที่ใช้ในการตกแต่งเว็บไซต์ ได้รับความนิยมน้อยแต่แพร่หลาย

2.2.5 Bootstrap Framework

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้ภายในเท่านั้น การนำเอกสารนี้ไปเผยแพร่หรือใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตถือว่าผิดกฎหมาย

Bootstrap เป็น Front-end Framework คือชุดคำสั่งที่ประกอบด้วยภาษา CSS, HTML และ การค้า

ไม่ว่าการ Javascript เป็นชุดคำสั่งที่ถูกพัฒนาเพื่อกำหนดกรอบหรือรูปแบบการพัฒนาเว็บไซต์ในส่วนของการใช้

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

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

ปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้งานบนเว็บไซต์ (User Interface) ใช้สำหรับพัฒนาเว็บไซต์ส่วนของการแสดงผล ซึ่งแตกต่างจากภาษาประเภท Server Side Script เช่น PHP, Python หรือภาษาอื่น ๆ

2.3 ทฤษฎีเกี่ยวกับระบบฐานข้อมูล

2.3.1 MongoDB

MongoDB เป็น Open-source document database โดยเป็นฐานข้อมูลแบบNoSQL คือไม่มีความสัมพันธ์ของตารางแบบ SQL แต่จะเก็บข้อมูลในรูปแบบของ JSON (JavaScript Object Notation) การบันทึกทุก ๆ Record ใน MongoDB เรียกว่า Document ซึ่งจะเก็บค่าเป็น Key และ Value

```
{
  "_id": ObjectId("554b8ee746e04bc5503aef47"),
  "name": "Chai"
}
```

รูปที่ 2.12 รูปแบบการเก็บข้อมูลของ MongoDB

การเก็บข้อมูล Document ใน MongoDB จะถูกเก็บไว้ใน Collection ไม่จำเป็นต้องมี Schema Collection เปรียบเทียบได้กับ Table ใน Relational Database ทั่วไป โดยในแต่ละ Collection จะมีคีย์ (Key) _id ที่ทำหน้าที่เปรียบเสมือน Primary Key อยู่ด้วย

MongoDB เป็น Database แบบ Schemaless ไม่ต้องกำหนดโครงสร้างใด ๆ ในการเก็บข้อมูล สามารถเพิ่ม Attribute เพิ่มได้ในทันที ในทางกลับกัน MongoDB ไม่รองรับการ Join หรือ SQL

```
{ "name": "Chai" }
{ "name": "Chai", "position": "Developer" }
```

รูปที่ 2.13 รูปแบบการเก็บข้อมูลของ MongoDB แบบ Schemaless

MySQL	MongoDB
Table	Collection
Row	Document
Column	Field

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามให้ตัดแปดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.14 การเปรียบเทียบ MongoDB และ MySQL เบื้องต้น

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

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

2.4 ทฤษฎีเกี่ยวกับฮาร์ดแวร์

2.4.1 Raspberry Pi

Raspberry Pi คือคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่พัฒนาขึ้นโดยมูลนิธิ Raspberry Pi ซึ่งเป็นองค์กรการกุศลของสหราชอาณาจักร ที่ทำงานเพื่อนำพลังด้านดิจิทัล (Digital) เข้าสู่ผู้ใช้งานทั่วโลก ดังนั้นผู้ใช้งานจึงสามารถทำความเข้าใจและสร้างโลกดิจิทัลขึ้นได้โดยง่าย สามารถแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่สำคัญได้และเตรียมพร้อมสำหรับงานในอนาคต ซึ่ง Raspberry Pi เป็นคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูง ราคาประหยัด และมีประสิทธิภาพสูงที่ผู้คนใช้เพื่อการเรียนรู้ในการแก้ปัญหา อีกทั้งมีชุมชนออนไลน์ (Online) ที่พัฒนาแหล่งข้อมูลฟรี เช่น บทความ, ตัวอย่างโครงการ เพื่อช่วยให้ผู้คนที่ได้เรียนรู้เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์และวิธีการทำสิ่งต่าง ๆ กับคอมพิวเตอร์ ไม่ว่าจะใช้งานด้านทั่วไปหรือทักษะการเขียนโปรแกรม ซึ่งสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในการเรียนรู้โดยเฉพาะการเขียนโปรแกรม

Raspberry Pi สามารถเชื่อมต่อระบบเครือข่ายแบบใช้สายหรือไร้สายได้ ทำให้กลายเป็นอุปกรณ์ Internet of Things โดยสมบูรณ์ ช่วยให้นักวิจัยและผู้สนใจ สามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อเชื่อมต่อกับตัวตรวจจับ (Sensor) ในการเก็บข้อมูลตามต้องการ รวมถึงสามารถเชื่อมต่อเมาส์ และแป้นพิมพ์ได้ง่ายอีกด้วย โดยระบบปฏิบัติการที่ใช้นั้นคือ Raspbian ซึ่งเป็นระบบปฏิบัติการ Linux เป็นฐานถูกปรับแต่งมาใช้กับ Raspberry Pi โดยเฉพาะและระบบปฏิบัติการติดตั้งผ่าน Micro SD Card สามารถตั้งค่าเป็นเครื่องแม่ข่ายและใช้งานบริการต่าง ๆ เช่น Web Server, FTP Server ได้เป็นต้น

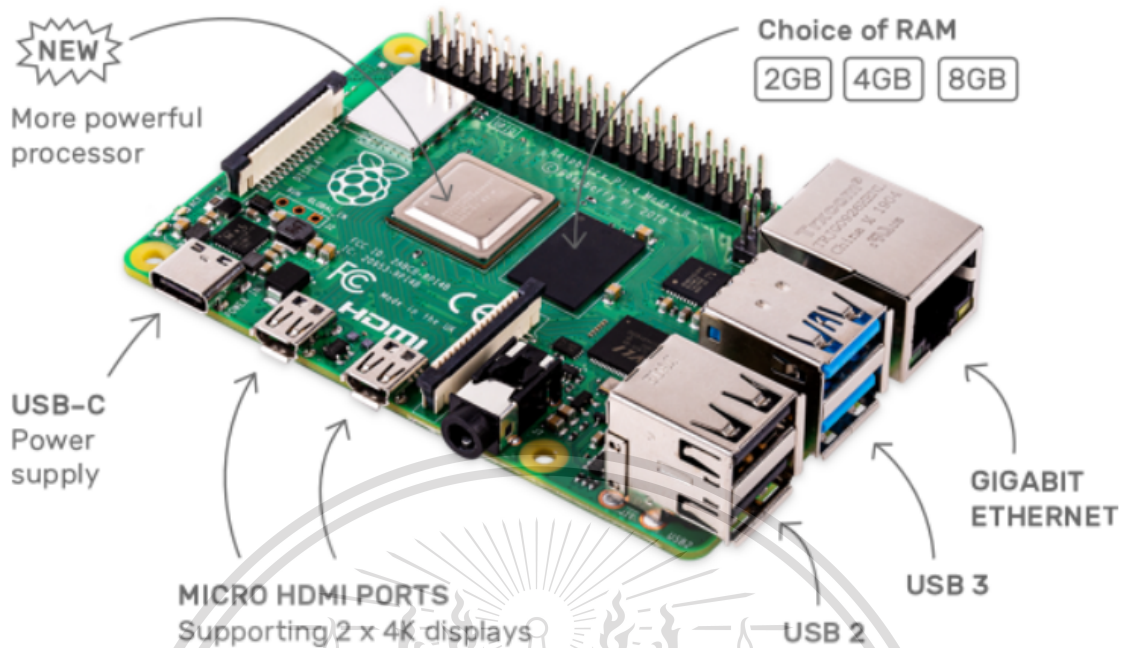
การใช้งาน Raspberry Pi ในการควบคุมโปรแกรมและ Sensor ต่าง ๆ ที่เชื่อมต่อผ่าน GPIO (General-Purpose Input/Output) ทำได้โดยการใช้ภาษา Python

นอกจากความสามารถด้านการเขียนโปรแกรมภาษา Python แล้ว สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานในรูปแบบของโครงการต่าง ๆ ได้เหมือนบอร์ด (Board) Micro Controller ทั่วไป โดยสามารถสร้างสิ่งประดิษฐ์ให้อุปกรณ์เดิมและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เช่น ระบบเปิด/ปิดไฟอัตโนมัติ, อุปกรณ์วัดความเอียง, ระบบตรวจสอบอุณหภูมิห้อง ฯลฯ และสามารถเชื่อมต่อกับระบบฐานข้อมูลเพื่อจัดเก็บข้อมูลได้อย่างไรก็ตามจำเป็นต้องมีการซื้อตัวตรวจจับ (Sensor) เพิ่มเติมเหมือนกับการใช้งานด้วย Arduino Platform

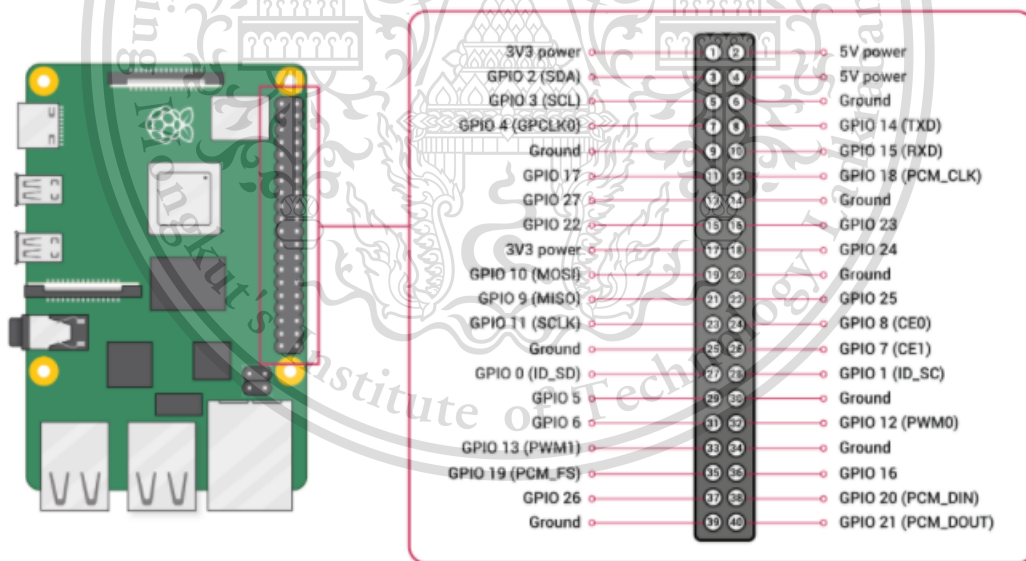
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 2.15 Raspberry Pi 4 Model B



รูปที่ 2.16 Raspberry Pi GPIO Pins

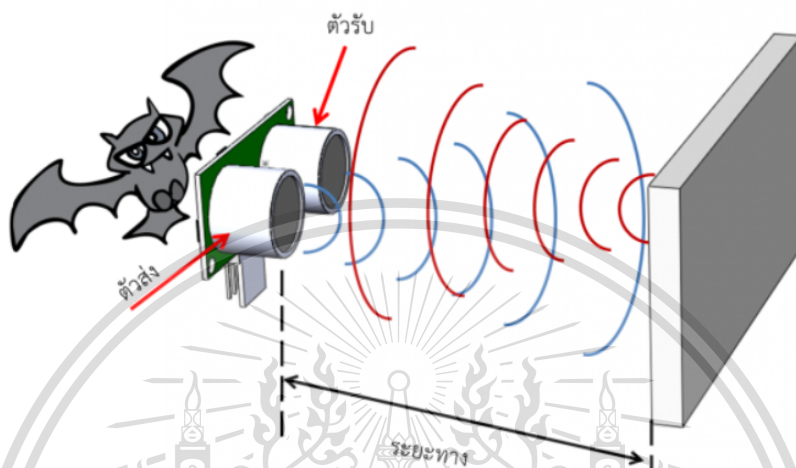
2.4.2 HC-SR04

HC-SR04 คือ Sensor Module สำหรับตรวจจับวัตถุและวัดระยะทางแบบไม่สัมผัส โดยใช้คลื่น Ultrasound ซึ่งเป็นคลื่นเสียงความถี่สูงเกินกว่าการได้ยินของมนุษย์ วัดระยะได้ตั้งแต่ 2-400 เซนติเมตร หรือ 1-156 นิ้ว สามารถต่อใช้งานกับ Microcontroller ได้ง่าย ใช้พลังงานต่ำเหมาะกับการนำไปใช้

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

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

ประยุกต์ใช้งานด้านระบบควบคุมอัตโนมัติหรือทำงานด้านหุ่นยนต์ หลักการทำงานจะเหมือนกับการตรวจจับวัตถุด้วยเสียงของค้างคาว โดยจะประกอบด้วย ตัวรับและส่ง Ultrasonic ตัวส่งจะส่งคลื่นความถี่ 50 kHz ออกไปในอากาศด้วยความเร็วประมาณ 346 เมตรต่อวินาที และตัวรับจะคอยรับสัญญาณที่สะท้อนกลับมาจากวัตถุ เมื่อทราบความเร็วในการเคลื่อนที่ของคลื่น, เวลาที่ใช้เดินทางไปกลับ (t) ก็จะสามารถคำนวณหาระยะห่างของวัตถุ (S) ได้จากสมการ $S = 0.5t$



รูปที่ 2.17 หลักการตรวจจับและวัดระยะห่างระหว่างวัตถุด้วยคลื่นเสียง

เพื่อให้การคำนวณหาระยะเป็นไปได้อย่างง่ายดาย โมดูลเซนเซอร์นี้จึงได้ประมวลผลให้เรียบร้อยแล้ว และส่งผลลัพธ์ของการคำนวณว่าเป็นสัญญาณ Pulse ที่มีความกว้างสัมพันธ์กับระยะทางที่วัดได้

คุณสมบัติของ HC-SR04

แรงดันที่ใช้ในการทำงาน	3.3V, 5V
กระแสไฟฟ้าที่ใช้	15mA
คลื่นความถี่ในการทำงาน	40kHz
ระยะสูงสุดที่วัดได้	4 m (400 cm)
ระยะต่ำสุดที่วัดได้	0.02 m (2 cm)
ความแม่นยำ	±3 mm
องศาในการวัด	15 องศา
Trigger Input Signal	10 μS TTL Pulse

การใช้งาน HC-SR04 Module

1) ขา VCC สำหรับต่อแรงดันไฟเลี้ยงไม่เกิน 5V

2) ขา Trig เป็นขา Input รับสัญญาณ Pulse ความกว้าง 10 μs เพื่อกระตุ้นการสร้างคลื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำออกจำหน่ายหรือทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อี: Ultrasonic ความถี่ 40 kHz ออกสู่อากาศจากตัวส่งเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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) ขา Echo เป็นขา Output สำหรับส่งสัญญาณ Pulse ออกจากโมดูลไปยัง Micro Controller เพื่อตรวจจับความกว้างของสัญญาณ Pulse และคำนวณเป็นระยะทาง
- 4) ขา GND สำหรับต่อ Ground



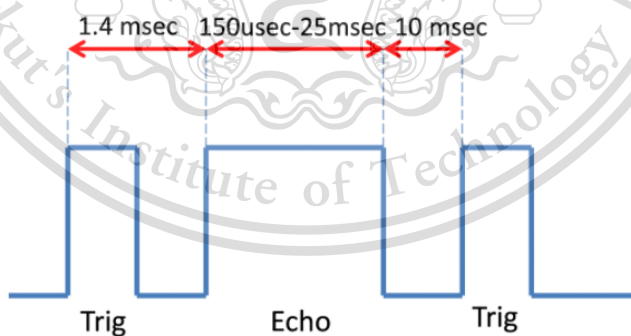
รูปที่ 2.18 HC-SR04 Module

ตามคุณลักษณะของเซนเซอร์ (Sensor) จะต้องสร้างสัญญาณ Pulse ความกว้างไม่น้อยกว่า 10 ms ป้อนเข้าที่ขา Trig หลังจากนั้นประมาณ 1.5 ms จึงจะเริ่มมีสัญญาณ Pulse เกิดขึ้นที่ขา Echo มีความกว้างของสัญญาณตั้งแต่ 150 μ s – 25 ms ซึ่งถ้าหากกว้างกว่านี้จะถือว่าตรวจไม่พบวัตถุ หลังจากนั้นควรหน่วยเวลาออกไปอีก 10 ms จึงจะส่งสัญญาณ Trig ออกไปอีกครั้ง

การตรวจจับความกว้างของสัญญาณที่ใช้โมดูล PWM Capture ซึ่งให้ Output ออกมาเป็นเวลาในหน่วยวินาทีและใช้สมการดังนี้ ในการคำนวณหาระยะทางระหว่างวัตถุที่ตรวจพบ

$$\text{ระยะทาง (cm)} = \text{ความกว้างของสัญญาณ Echo} * 10^6 / 58$$

$$\text{ระยะทาง (inch)} = \text{ความกว้างของสัญญาณ Echo} * 10^6 / 148$$



รูปที่ 2.19 สัญญาณ Trig และ Echo ของ HC-SR04 Module

2.4.3 NRF24L01

NRF24L01 คือ Module รับส่งสื่อสารไร้สายที่คลื่นความถี่ 2.4 GHz ที่รวมโมดูลต่าง ๆ ที่ใช้ในการเอกสการนี้รับส่งข้อมูลและแปลง Interface ไว้ด้วยกันโดย Output ของ Module นี้เป็นการติดต่อแบบ SPI ใช้ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น 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.

พลังงานต่ำที่มีระบบจัดการข้อมูล เช่น การเข้าคิวและการแก้ไขความผิดพลาดของข้อมูล ฯลฯ ใช้ไฟเลี้ยงได้ตั้งแต่ 1.9V – 3.6V แต่สามารถใช้ระดับแรงดันในการติดต่อได้ถึง 5V



รูปที่ 2.20 NRF24L01+PA+LNA + Antenna 2.4 GHz Wireless

คุณสมบัติของ NRF24L01

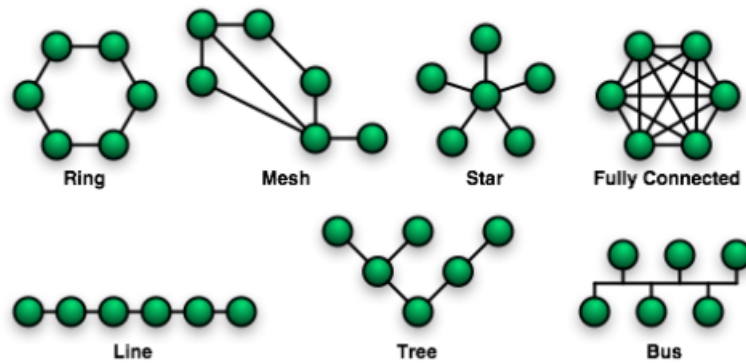
- 1) ความถี่ 2.4 GHz ISM
- 2) อัตราการส่งข้อมูล 250kbps, 1Mbps และ 2Mbps
- 3) ใช้พลังงานต่ำ
- 4) 11.3 mA ฆ่าส่ง ที่กำลัง 0 dBm
- 5) 13.5 mA ฆ่ารับ ที่ 2 Mbps
- 6) 900 nA เมื่อปิดเครื่อง
- 7) 26 μ A เมื่อสแตนด์บาย
- 8) แรงดันไฟที่ต้องการ 1.9 ถึง 3.6V
- 9) 6 ท่อข้อมูล Multi-Ceiver
- 10) ราคาถูก
- 11) NRF24L01+PA (Power Amplifier)+LNA (Low Noise Amplifier)+Antenna สามารถสื่อสารได้ในระยะ 800-1000 m ในสภาพแวดล้อมที่ไม่มีสิ่งกีดขวาง (Free-Space Path Loss)

โครงสร้างเครือข่าย (Network Topology) คือรูปแบบการเชื่อมโยงระหว่างอุปกรณ์หรือ Node ต่าง ๆ ในข่ายงานสื่อสาร ได้แก่รูปแบบ Point-to-Point เป็นรูปแบบที่ง่ายที่สุด เป็นการสื่อสารระหว่าง 2 Node , Bus, Star, Ring, Tree และ Mesh ด้วยรูปแบบการสื่อสารเหล่านี้ที่ NRF24L01 รองรับ ช่วยให้ Micro Controller สามารถสื่อสารกันได้หลากหลายรูปแบบมากขึ้น ยกเว้นรูปแบบ Fully Mesh ซึ่งรองรับใน Zigbee

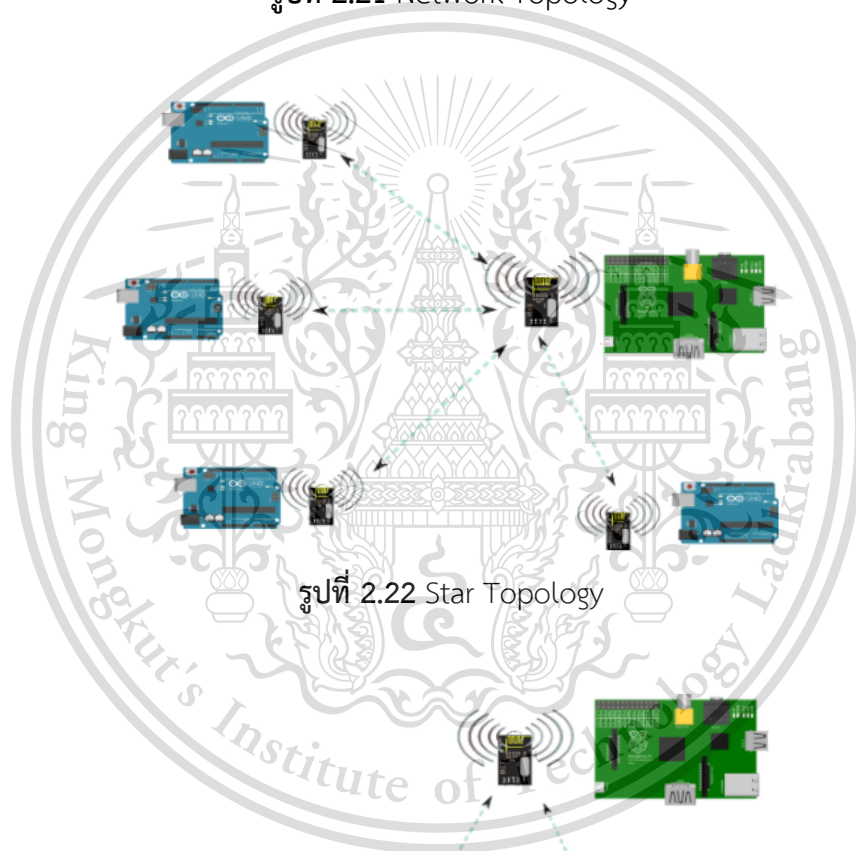
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

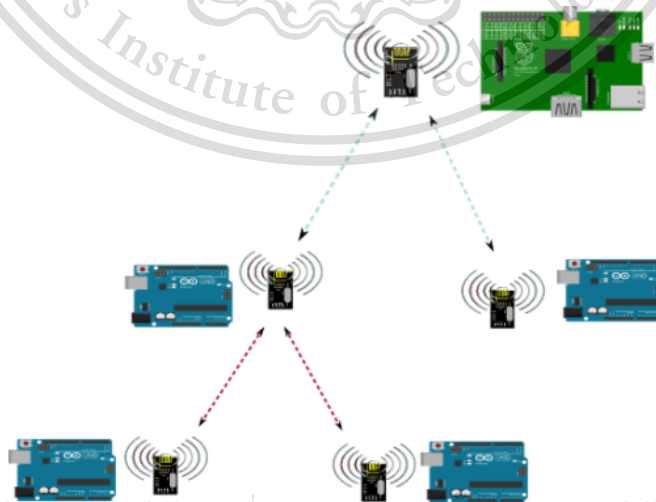
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.21 Network Topology



รูปที่ 2.22 Star Topology



รูปที่ 2.23 Tree Topology

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.

SPI (Serial Peripheral Interface คือ Communication Protocol ที่ Arduino และ Raspberry Pi ใช้สื่อสารกับ NRF20L01 การสื่อสารผ่าน SPI นี้อุปกรณ์จะมี 2 บทบาทคือ Master ซึ่งจะเป็น Arduino หรือ Raspberry Pi และ Slave คือ NRF24L01 และต้องอาศัยเส้นทางเดินของสัญญาณหลักอย่างน้อย 3 เส้นทางคือ

- 1) MOSI (Master Out Slave In) นำข้อมูลจาก Master ไปสู่ Slave
- 2) MISO (Master In Slave Out) นำข้อมูลจาก Slave ไปสู่ Master
- 3) SCLK (Serial Clock) เป็นสัญญาณนาฬิกาที่ Master เป็นผู้สร้างเพื่อกำกับเวลาในการสื่อสาร

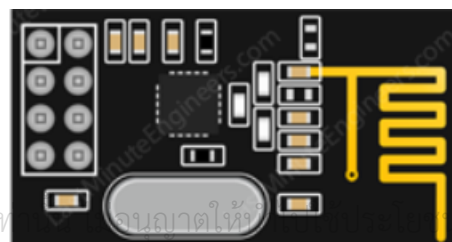
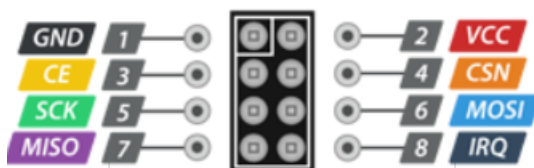
สำหรับ SS (Slave Select) ไม่ได้เกี่ยวข้องกับการสื่อสารแต่เป็นตัวใช้สำหรับการควบคุมเส้นทางสื่อสาร



รูปที่ 2.24 SPI Protocol

การเชื่อมต่อระหว่าง NRF24L01 กับ Raspberry Pi

- 1) VCC 3.3V (Pin 1)
- 2) GRD GRD (Pin 6)
- 3) CE GPIO 25 (Pin 22)
- 4) CSN GPIO 8 (Pin 24)
- 5) SCK GPIO 11 (Pin 23)
- 6) MOSI GPIO 10 (Pin 19)
- 7) MISO GPIO 9 (Pin 21)
- 8) IRQ GPIO 18 (Pin 12)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น

ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาเอกสารนี้ส่งถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.25 NRF24L01 Pinout

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

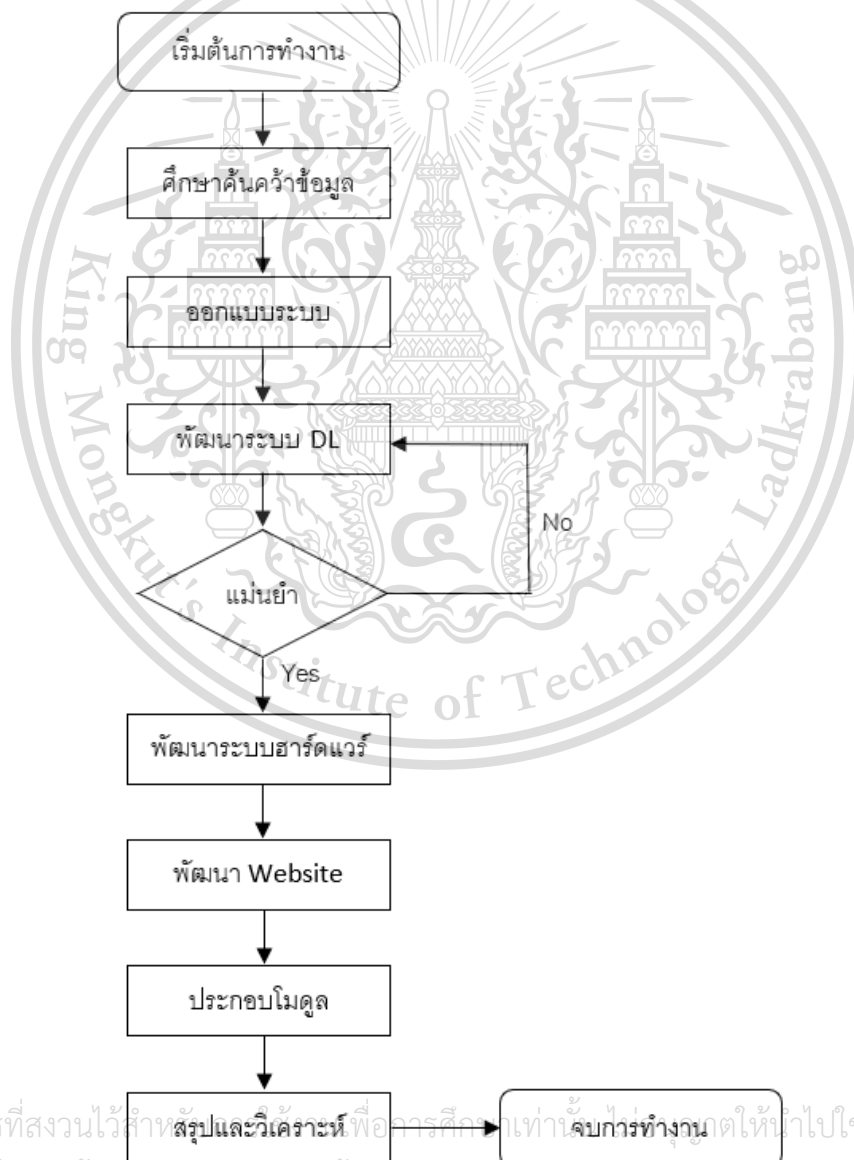
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 3

การออกแบบและพัฒนา

3.1 บทนำ

ปริญญาบัตรนี้ได้ออกแบบและพัฒนาการทำงานเพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์และขอบเขตของปริญญาบัตรข้างต้น โดยเลือกให้หลักการต่าง ๆ และออกแบบโครงสร้างเพื่อให้เหมาะสมกับการทำงานจริง ในการทำระบบจดจำป้ายทะเบียนสำหรับที่จอดรถและพื้นที่ส่วนบุคคล จะมีการวางแผนโครงการเกี่ยวกับแนวทางการดำเนินงานให้ทันตามระยะเวลาที่กำหนดดังนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับและวิเคราะห์เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.1 แนวทางการดำเนินงาน

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 ภาพรวมของระบบ

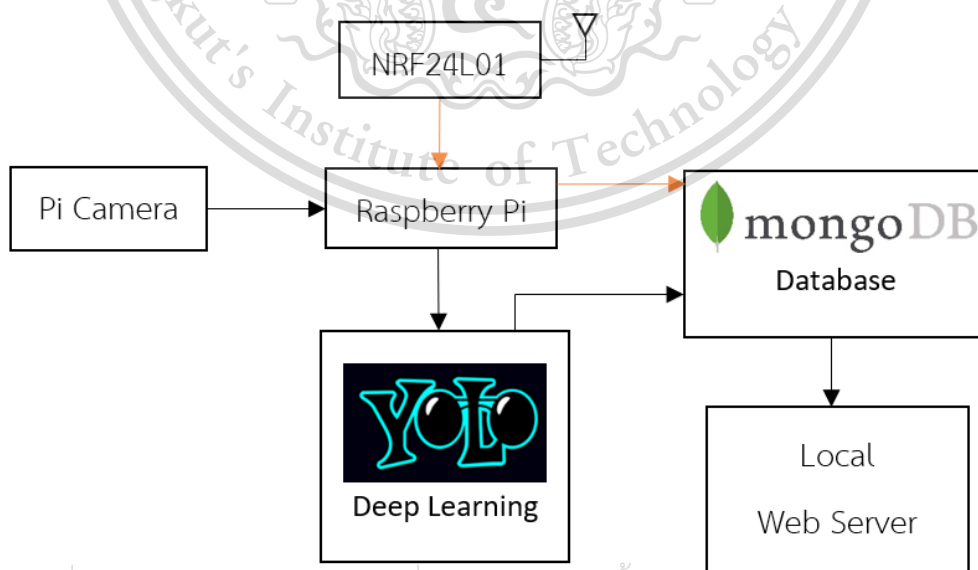
ปริญญาานิพนธ์นี้เป็นการออกแบบและสร้างระบบตรวจจับป้ายทะเบียนรถยนต์อัตโนมัติ ที่มีความสามารถในการตรวจจับและอ่านป้ายทะเบียนของรถยนต์ โดยเก็บข้อมูลเป็นตัวอักษรไว้ภายใน Database สามารถแสดงผลและค้นหาข้อมูลได้ด้วย Web GUI ซึ่งจะมีด้วยกัน 2 Module ตัวแรกเป็น Main Server หรือเรียกว่า โมดูลหลัก ตัวที่สองเป็น Sub Module หรือเรียกว่าโมดูลย่อย

ระบบนี้ถูกออกแบบมาให้เป็นระบบแบบ Stand Alone ซึ่งไม่มีการเชื่อมต่อ Internet หรือเชื่อมต่อกับ Server ภายนอก ภายในโมดูลหลักจะทำการกระจาย WIFI Hotspot ออกมา และเปิด Web Server ภายในตัวโมดูล เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเชื่อมต่อเข้าไปยัง LAN (Local Area Network) ของโมดูล และเปิดดูข้อมูลผ่านตัว Web GUI ได้ ซึ่งเป็น Local Website ที่สามารถเข้าถึงได้ภายใน LAN เท่านั้น

ระบบนี้ออกแบบมาเป็นระบบปิดและลดความยุ่งยากในการในการติดตั้ง โดยการติดตั้งแบบไม่ใช้สาย จึงไม่สามารถทำให้โมดูลหลักและโมดูลย่อย สามารถสื่อสารกันได้ด้วย Internet Protocol ดังนั้นจึงมี NRF24L01 Module ซึ่งเป็นโมดูลสื่อสารไร้สายผ่านคลื่นความถี่วิทยุ 2.4 GHz ที่มีความสามารถในการส่งข้อมูลได้ในระยะ 800–1000 เมตร ในสภาพแวดล้อมที่ไม่มีสิ่งกีดขวาง ในโมดูลย่อยนั้น เมื่อทำการตรวจจับและอ่านป้ายทะเบียนแล้วจะทำการเก็บข้อมูลที่ Database ของตัวเอง จากนั้นจะทำการส่งข้อมูลผ่านคลื่นความถี่วิทยุไปยังโมดูลหลักและเก็บข้อมูลลงใน Database ของโมดูลหลัก เพื่อแสดงผลสู่ Local Website

ระบบจะเริ่มทำงานเมื่อรถยนต์เข้าสู่ระยะที่กำหนด โดยตรวจวัดด้วย Ultrasonic Sensor และรถยนต์จะต้องหยุดนิ่ง โปรแกรมจะสั่งการให้กล้องถ่ายภาพและเข้าสู่กระบวนการประมวลผลต่อไป

ด้วยระบบนี้ หากมีทางเข้าออกสถานที่หลายทางหรือมีหลายประตู สามารถเพิ่ม Sub Module ได้ตามต้องการ

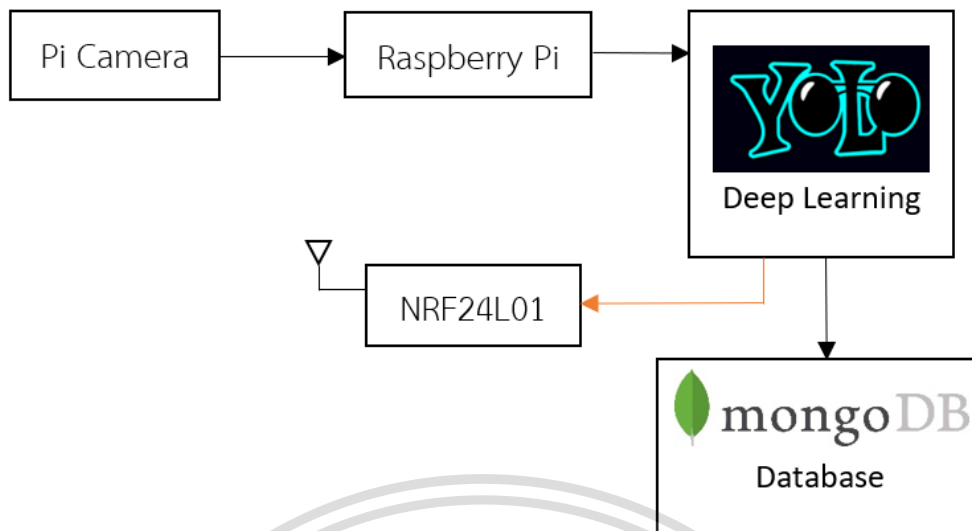


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีสิทธิ์ที่จะเปลี่ยนแปลงเนื้อหาและข้อมูลต่างๆได้โดยไม่ต้องแจ้งให้ทราบล่วงหน้า

รูปที่ 3.2 Diagram แสดงการทำงานของโมดูลหลัก (Main Server)

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 Diagram แสดงการทำงานของโมดูลย่อย (Sub Module)

แบ่งการทำงานออกเป็น 3 ส่วนใหญ่ ดังนี้

1. Deep Learning (DL)
 - 1.1 รวบรวม Dataset
 - 1.2 Train Model
 - 1.3 Test
2. Hardware
 - 2.1 ติดตั้งระบบปฏิบัติการ, โปรแกรมและ Library ที่จำเป็นสำหรับ Raspberry Pi
 - 2.2 ติดตั้ง HC-SR04 Ultrasonic Sensor
 - 2.3 ติดตั้ง Pi Camera
 - 2.4 ติดตั้ง NRF24L01 Wireless Module
 - 2.5 ติดตั้ง ไฟ LED เพื่อบ่งบอกสถานะ
 - 2.6 ประกอบโมดูล
3. Web GUI
 - 3.1 พัฒนาระบบฐานข้อมูล
 - 3.2 พัฒนาระบบ Web Server
 - 3.3 พัฒนาระบบ Website

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

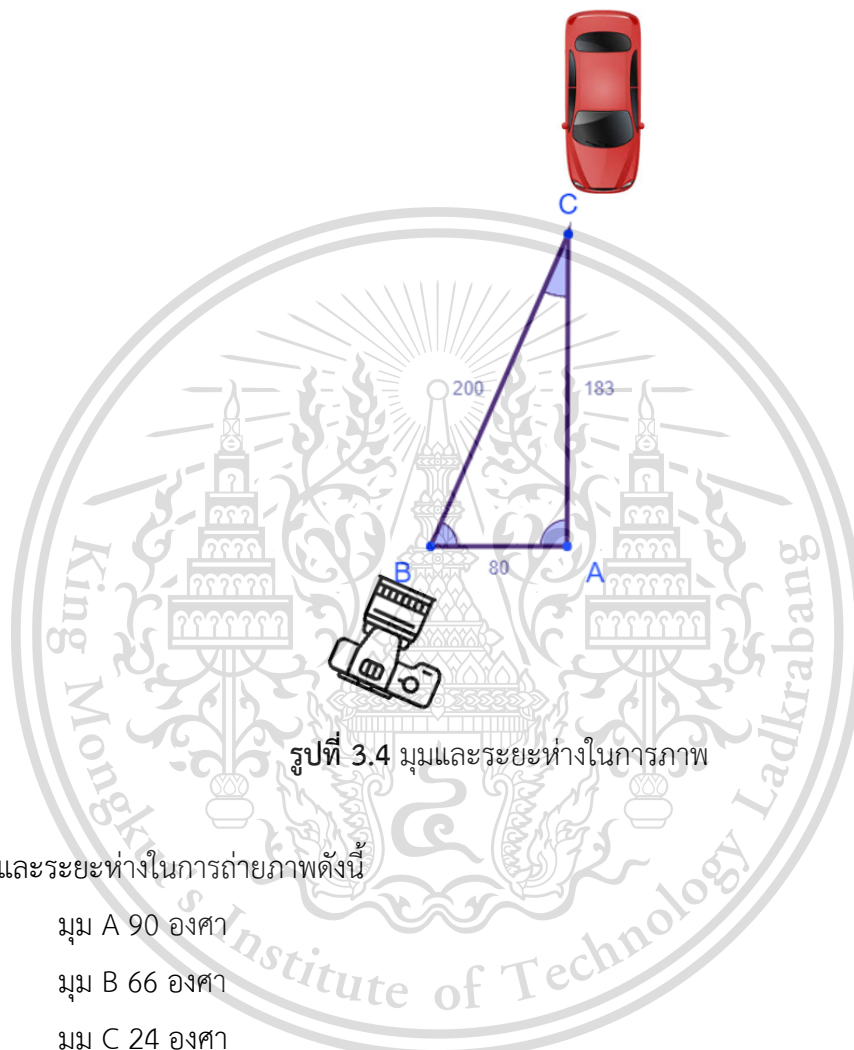
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

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

3.3 ขั้นตอนการดำเนินงานโดยละเอียด

3.3.1 รวบรวมและเตรียม Dataset เพื่อทำ License Plate Detection

License Plate Detection คือการตรวจจับป้ายทะเบียนจากรถยนต์ โดยถ่ายรูปรถยนต์ ในความสูงและมุมที่กำหนด เป็นจำนวน 200 รูป



รูปที่ 3.4 มุมและระยะห่างในการภาพ

มุมและระยะห่างในการถ่ายภาพดังนี้

- มุม A 90 องศา
- มุม B 66 องศา
- มุม C 24 องศา
- ด้าน AB 80 cm
- ด้าน BC 200 cm
- ด้าน AC 183 cm
- ความสูงกล้อง 125 cm
- มุมกล้องกดลง 30 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 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 3.5 Dataset สำหรับ License Plate Detection

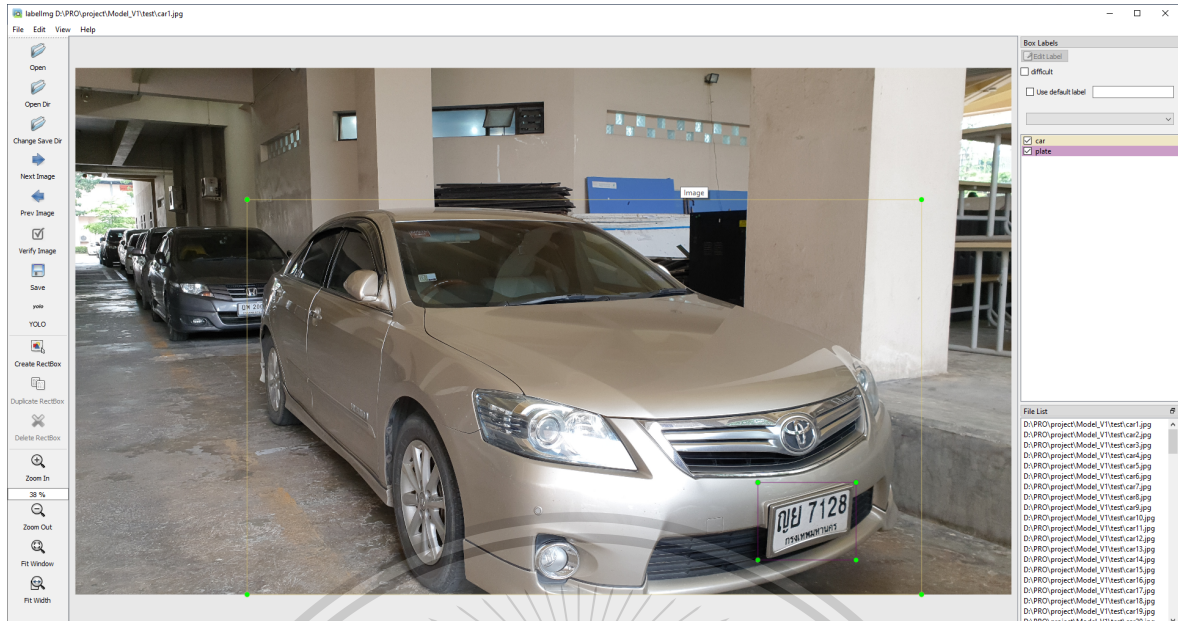


รูปที่ 3.6 ตัวอย่าง Dataset License Plate Detection (ต่อ)

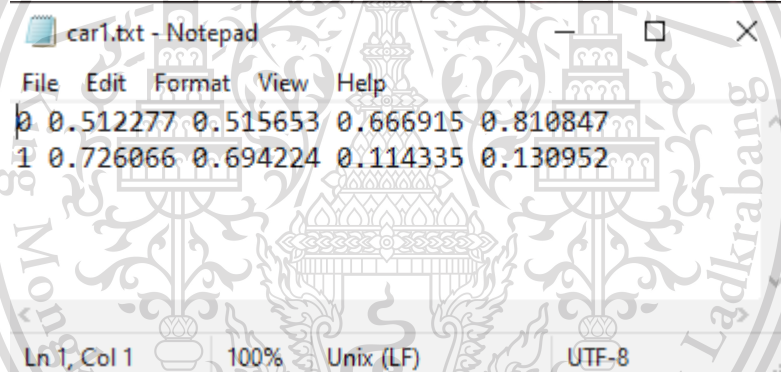
หลังจากถ่ายรูปเรียบร้อยแล้ว ทำการเตรียม Dataset สำหรับเทรนโมเดล YOLO โดยการทำให้ Label Image คือการติดกรอบให้สิ่งที่ต้องการตรวจจับ ด้วยโปรแกรม LabelImg-Master เป็นโปรแกรมเอกสารถึงเป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานที่เอกรศึกษาเท่านั้น ไม่อนฉลาดใหม่ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ภาษา Python และมี Output ออกมาเป็นไฟล์ Text ที่เก็บข้อมูล Class และตำแหน่งของกรอบไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น 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 ตัวอย่างการทำ Label Image ด้วย LabelImg-Master สำหรับ Plate Detection



รูปที่ 3.8 ตัวอย่างไฟล์จาก LabelImg-Master

3.3.2 Train โมเดลสำหรับตรวจจับป้ายทะเบียนจากรูปรถยนต์

Train โมเดลด้วย YOLO Algorithm หลังจากเตรียม Dataset เรียบร้อยแล้วทำการเทรน YOLO เพื่อให้ได้ Model สำหรับการทำนายออกมา โดยใช้ YOLO v2 Train จำนวน 80,000 ครั้ง มีค่า Loss อยู่ที่ 0.001 หรือ 0.1%

หลังจากได้ Detection Model แล้ว ทำการ Test โดยการเขียนโปรแกรม Python ในการเรียกใช้ การทำนายและใส่รูปภาพที่ไม่ได้อยู่ใน Dataset ลงไป ผลลัพธ์คือในสภาพปกติที่ไม่มีติดจนเกินไป สามารถตรวจจับป้ายทะเบียนได้ทั้งหมด หลังจากตรวจจับป้ายทะเบียน โปรแกรมจะทำการ Crop เฉพาะป้ายทะเบียน และ Save เก็บไว้เพื่อรอเข้าการประมวลผลถัดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น 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 argparse
import time
import cv2
import os.path
import sys
from PIL import Image, ImageDraw, ImageFont

def detection(imageName):

    # load class name
    labelsPath = "obj.names";
    LABELS = open(labelsPath).read().strip().split("\n")
    #check labels names in file
    print("Labels is:")
    print(LABELS[0])
    print(LABELS[1])
    # initialize a list of colors to represent each possible class label
    np.random.seed(42)
    COLORS = np.random.randint(0, 255, size=(len(LABELS), 3), dtype="uint8")
    # derive the paths to the YOLO weights and model configuration
    weightsPath = "Detection.weights";
    configPath = "Detection.cfg";

    confThreshold = 0.5 #Confidence threshold
    nmsThreshold = 0.4 #Non-maximum suppression threshold

    # load YOLO Model
    print("[INFO] loading YOLO from disk...")
    net = cv2.dnn.readNetFromDarknet(configPath, weightsPath)

    # load our input image
    src = cv2.imread(imageName, cv2.IMREAD_UNCHANGED) #####INPUT IMAGE#####
    #resize
    #percent by which the image is resized
    scalePercent = 50
    #calculate the 50 percent of original dimensions
    width = int(src.shape[1] * scalePercent / 100)
    height = int(src.shape[0] * scalePercent / 100)
    # dsize
    dsize = (width, height)
    # resize image
    image = cv2.resize(src, dsize)
    (H, W) = image.shape[:2]

```

รูปที่ 3.9 ตัวอย่างโปรแกรม Python ที่เรียกใช้งาน Detection Model



รูปที่ 3.9 ตัวอย่างผลลัพธ์การตรวจจับป้ายทะเบียนรถยนต์

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 3.10 ตัวอย่างป้ายทะเบียนที่ Crop โดยโปรแกรม Python

3.3.3 เตรียม Dataset สำหรับทำการทำ License Plate Recognition

License Plate Recognition หรือการอ่านค่าจากป้ายทะเบียน โดยการนำรูปป้ายทะเบียนที่ Crop จาก Detection Model มาทำ Label Image เพื่อเตรียมการ Train YOLO Model โดยชื่อ Class แต่ละ Class จะแทนด้วยตัวเลข 0-53 มี Dictionary ดังนี้

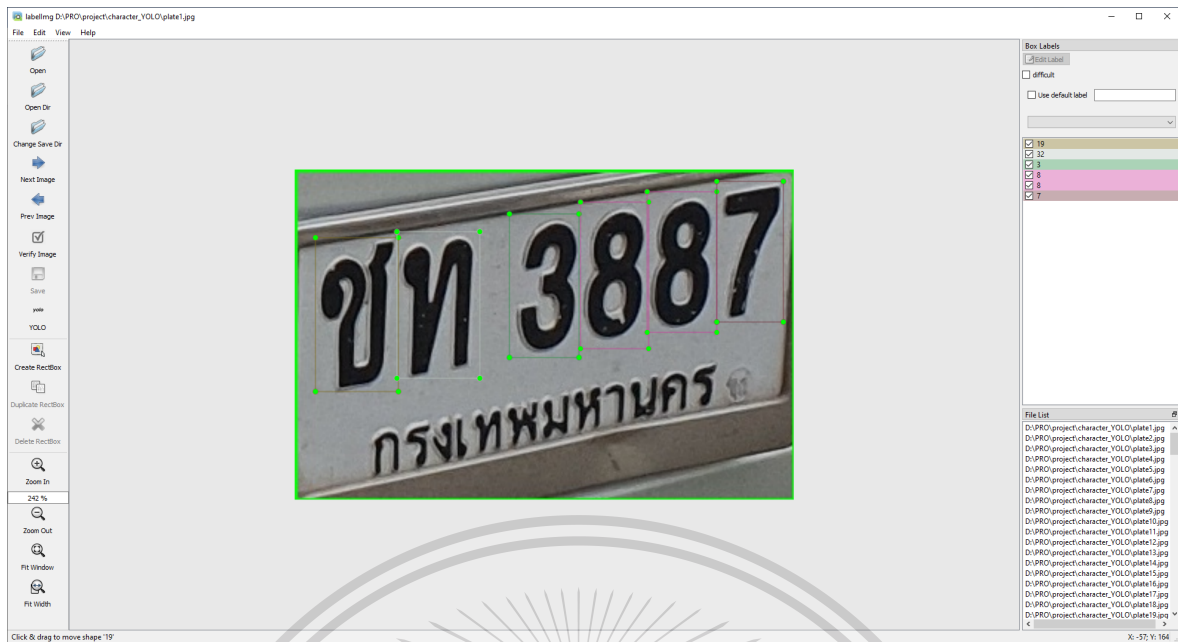
ตารางที่ 3.1 Dictionary for Class Name

Class Name	Dictionary	Class Name	Dictionary	Class Name	Dictionary
0	0	20	ซ	40	ฟ
1	1	21	ฌ	41	ภ
2	2	22	ญ	42	ม
3	3	23	ฎ	43	ย
4	4	24	ฏ	44	ร
5	5	25	ฐ	45	ล
6	6	26	ฑ	46	ว
7	7	27	ฒ	47	ศ
8	8	28	ณ	48	ช
9	9	29	ด	49	ส
10	ก	30	ต	50	ท
11	ข	31	ถ	51	ฬ
12	ช	32	ท	52	อ
13	ค	33	ธ	53	ฮ
14	ค	34	น		
15	ฌ	35	บ		
16	ง	36	ป		
17	จ	37	ผ		
18	ฉ	38	ฝ		
19	ช	39	พ		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานี้เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 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 3.11 ตัวอย่างการทำ Label Image ด้วย Labelmg-Master สำหรับ Plate Recognition



รูปที่ 3.12 Dataset สำหรับ Recognition Model

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการใช้งานเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ขงจะเขยชนด้านการค้า
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 Train โมเดลสำหรับทำนายตัวอักษรจากป้ายทะเบียน

เทรนโมเดลด้วย YOLO Algorithm หลังจากเตรียม Dataset เรียบร้อยแล้วทำการเทรน YOLO เพื่อให้ได้ Model สำหรับการทำนายออกมา โดยใช้ YOLO v2 Train จำนวน 97,900 ครั้ง มีค่า Loss อยู่ที่ 0.054 หรือ 5.4%

```

97888: 0.061586, 0.061141 avg loss, 0.000002 rate, 1.253436 seconds, 6264832 images
Loaded: 0.000048 seconds

97889: 0.031274, 0.058154 avg loss, 0.000002 rate, 1.253981 seconds, 6264896 images
Loaded: 0.000039 seconds

97890: 0.049406, 0.057279 avg loss, 0.000002 rate, 1.263086 seconds, 6264960 images
Loaded: 0.000044 seconds

97891: 0.039738, 0.055525 avg loss, 0.000002 rate, 1.246646 seconds, 6265024 images
Loaded: 0.000062 seconds

97892: 0.034238, 0.053396 avg loss, 0.000002 rate, 1.253338 seconds, 6265088 images
Loaded: 0.000073 seconds

97893: 0.044816, 0.052538 avg loss, 0.000002 rate, 1.256624 seconds, 6265152 images
Loaded: 0.000033 seconds

97894: 0.058713, 0.053156 avg loss, 0.000002 rate, 1.249408 seconds, 6265216 images
Loaded: 0.000105 seconds

97895: 0.035881, 0.051428 avg loss, 0.000002 rate, 1.251779 seconds, 6265280 images
Loaded: 0.000075 seconds

97896: 0.067449, 0.053030 avg loss, 0.000002 rate, 1.263781 seconds, 6265344 images
Loaded: 0.000067 seconds

97897: 0.030656, 0.050793 avg loss, 0.000002 rate, 1.254466 seconds, 6265408 images
Loaded: 0.000031 seconds

97898: 0.082967, 0.054010 avg loss, 0.000002 rate, 1.245211 seconds, 6265472 images
Loaded: 0.000039 seconds

97899: 0.047152, 0.053325 avg loss, 0.000002 rate, 1.255365 seconds, 6265536 images
Loaded: 0.000071 seconds

97900: 0.060515, 0.054044 avg loss, 0.000002 rate, 1.250811 seconds, 6265600 images
Saving weights to /content/gdrive/My Drive/darknet/OCR_Model12/yolo_last.weights

```

รูปที่ 3.13 การเทรน Recognition Model by YOLO

หลังจากได้ Recognition Model แล้ว ทำการ Test โดยการเขียนโปรแกรม Python ในการเรียกใช้การทำนายและใส่รูปภาพที่ไม่ได้อยู่ใน Dataset ลงไป ผลลัพธ์คือ ในสภาพปกติที่ไม่มีจดจนเกินไปสามารถอ่านค่าตัวอักษรได้ประมาณ 90% เนื่องจากตัวอักษรภาษาไทยมีความคล้ายกัน จึงทำให้คอมพิวเตอร์สับสนได้ เช่น (ข, ช), (ฏ, ฐ) (ณ, ณ, ณ) เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 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.

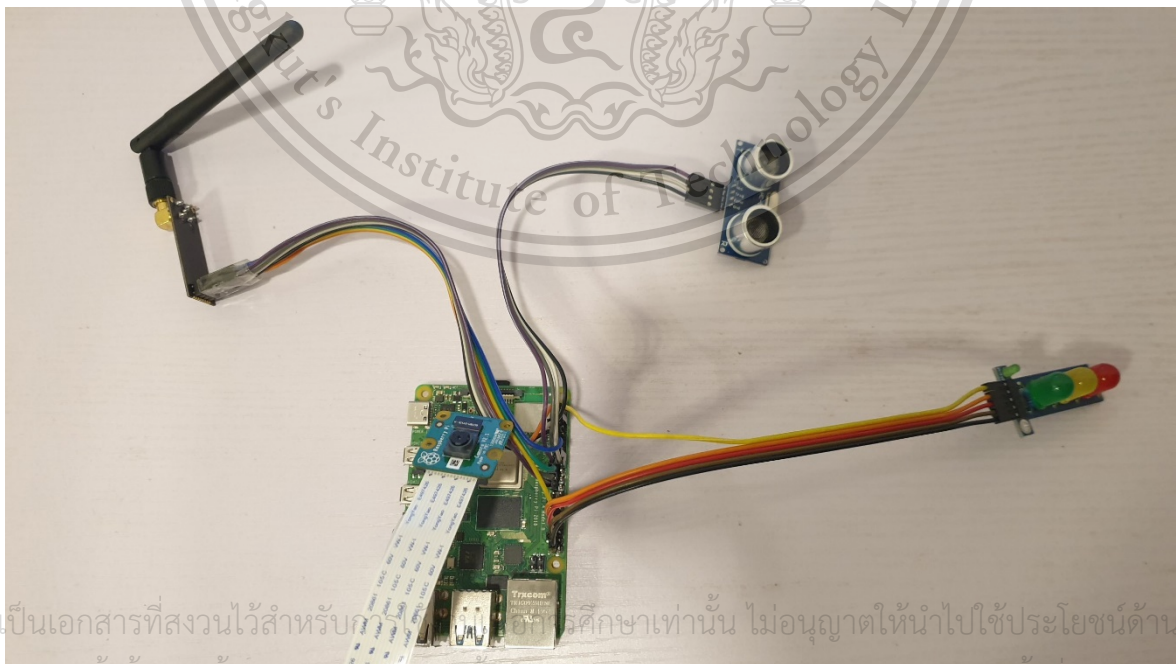


รูปที่ 3.14 ตัวอย่างผลลัพธ์จาก Recognition Model

3.3.5 พัฒนา Module ส่วน Hardware

นำอุปกรณ์ติดตั้งเข้ากับ Raspberry Pi โดยมีฮาร์ดแวร์ที่ต้องใช้ดังนี้

- 1) Pi Camera
- 2) HC-SR04 Ultrasonic Sensor
- 3) NRF24L01
- 4) LED



รูปที่ 3.15 การต่อฮาร์ดแวร์เข้ากับ Raspberry Pi

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับภา... ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้... เอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

มีวิธีการติดตั้งดังนี้

1) HC-SR04 Ultrasonic Sensor

ขา VCC	Pin 17 (3V3)
ขา GND	Pin 6 (GND)
ขา TRIG	Pin 16 (GPIO 23)
ขา ECHO	Pin 18 (GPIO 24)

2) NRF24L01 Wireless Module

ขา 1 (GND)	Pin 9 (GND)
ขา 2 (VCC)	Pin 1 (3V3)
ขา 3 (CE)	Pin 7 (GPIO 4, GPCLK0)
ขา 4 (CSN)	Pin 29 (GPIO 5)
ขา 5 (SCK)	Pin 23 (GPIO 11, SCLK)
ขา 6 (MOSI)	Pin 19 (GPIO 10, MOSI)
ขา 7 (MISO)	Pin 21 (GPIO9, MISO)
ขา 8 (IRQ)	Pin 12 (GPIO 18, PCM_CLK)

3) LED

ขา GND	Pin 39 (GND)
ขา VCC	Pin 4 (5V)
ขา RD	Pin 37 (GPIO 26)
ขา YL	Pin 35 (GPIO 19)
ขา GN	Pin 33 (GPIO 13)

4) Pi Camera

Camera Interface

เมื่อติดตั้งเรียบร้อยแล้ว ทำการเขียนโปรแกรมภาษา Python ใน Raspberry Pi เพื่อสั่งให้อุปกรณ์ทำงานตามต้องการ โดยมี Library สำหรับฮาร์ดแวร์ดังนี้

- 1) Picamera
- 2) RPi.GPIO
- 3) Circuitpython_nrf24l01

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.

```

6 import numpy as np
7 import argparse
8 import time
9 import cv2
10 import os.path
11 import sys
12 import RPi.GPIO as GPIO
13 import picamera
14 import datetime
15 from time import sleep
16 from PIL import Image, ImageDraw, ImageFont
17 from def_char_recognition import CharRecognition
18 from def_obj_detection import detection
19 from def_database import insert_DB
20

```

```

21 GPIO.setmode(GPIO.BOARD)
22 GPIO.setwarnings(False)
23
24 TRIG = 16 #ultrasonic
25 ECHO = 18 #ultrasonic
26 RD = 26 #LED
27 YL = 19 #LED
28 GN = 13 #LED
29 #set LED
30 GPIO.setup(RD, GPIO.OUT)
31 GPIO.setup(YL, GPIO.OUT)
32 GPIO.setup(GN, GPIO.OUT)
33 GPIO.output(RD, True)
34 GPIO.output(YL, True)
35 GPIO.output(GN, True)
36 #set ultrasonic
37 print ("Distance Measurement In Progress")
38
39 GPIO.setup(TRIG,GPIO.OUT)
40 GPIO.setup(ECHO,GPIO.IN)
41
42 GPIO.output(TRIG,False)
43 print ("Waiting For Sensor To Settle")
44
45 time.sleep(0.5)
46

```

รูปที่ 3.16 ตัวอย่างโปรแกรมภาษา Python (Main Program)

```

47 while(True):
48     GPIO.output(TRIG,True)
49     time.sleep(0.00001)
50     GPIO.output(TRIG,False)
51     GPIO.output(RD, False) #turn on Red LED
52
53     while GPIO.input(ECHO)==0:
54         pulse_start = time.time()
55
56     while GPIO.input(ECHO) ==1:
57         pulse_end = time.time()
58
59     pulse_duration = pulse_end - pulse_start
60
61     distance = pulse_duration * 17150
62     distance = round(distance, 2)
63
64     print ("Distance %.2f cm"%distance)
65     time.sleep(0.5)
66
67     if distance > 195 and distance <205 :
68         GPIO.output(RD, True) #turn off red LED
69         GPIO.output(YL, False) #turn on yello LED
70         time.sleep(2)
71         # Setup thecamera such that it closes
72         # when we are done with it.
73         with picamera.PiCamera() as camera:
74             camera.resolution = (3280,2464)
75             camera.exposure_mode = 'auto'
76             sleep(2)
77             camera.capture("image.jpg")
78             print("Picture taken.")
79             detection('image.jpg')
80             License_Plate = CharRecognition('plate.jpg')
81             print("Character: ", License_Plate)
82             #set datetime
83             dt = datetime.datetime.now()
84             Location = "Gatel"
85             #insert to DB
86             insert_DB(dt, License_Plate, Location)
87             GPIO.output(YL, True) #turn off yello LED
88             GPIO.output(GN, False) #turn on Green LED
89             time.sleep(2)
90             GPIO.output(GN, True) #turn off Green LED
91

```

รูปที่ 3.17 ตัวอย่างโปรแกรมภาษา Python (Main Program) (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานภายในเท่านั้น มิใช่เพื่อเผยแพร่ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังห้ามเผยแพร่ข้อมูล และข้อมูลข้างต้นไปยังบุคคลอื่นโดยไม่ได้รับอนุญาต

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

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

NRF24L01 เขียนโปรแกรมแบบมีการตอบรับเมื่อส่งข้อมูล หากไม่มี ACK ตอบกลับมาจะทำการส่งอีกครั้ง

```
def SendNRF24(dt, License, Location):
    count=9 # count = 9 will only transmit 8 packets
    ce = dio.DigitalInOut(board.D4)
    csn = dio.DigitalInOut(board.D5)
    spi = board.SPI()
    nrf = RF24(spi, csn, ce)
    nrf.ack = True
    address = b'LPRpj'
    ACK = b'ok'
    """Transmits a dummy payload every second and prints the ACK payload"""
    # recommended behavior is to keep in TX mode while idle
    nrf.listen = False # put radio in TX mode
    #set data for send
    tx = ["" for x in range(9)]
    tx[0] = bytearray(dt.strftime("%Y"), 'utf-8')
    tx[1] = bytearray(dt.strftime("%m"), 'utf-8')
    tx[2] = bytearray(dt.strftime("%d"), 'utf-8')
    tx[3] = bytearray(dt.strftime("%H"), 'utf-8')
    tx[4] = bytearray(dt.strftime("%M"), 'utf-8')
    tx[5] = bytearray(dt.strftime("%S"), 'utf-8')
    tx[6] = bytearray(dt.strftime("%f"), 'utf-8')
    tx[7] = bytearray(License, 'utf-8')
    tx[8] = bytearray(Location, 'utf-8')
```

รูปที่ 3.18 ตัวอย่างโปรแกรมภาษา Python ควบคุมการส่งข้อมูลด้วย NRF24L01

3.3.6 ติดตั้ง Database และเขียนโปรแกรม Python สำหรับเก็บข้อมูลลงใน Database

ในกรณีงานนี้ เลือกใช้ฐานข้อมูลของ MongoDB ซึ่งเป็นการทำงานแบบ No SQL มีความง่ายต่อการใช้งาน และหลีกเลี่ยง SQL Injection ได้

มี Library ที่ต้องการได้แก่ Pymongo

```
> use LPR
switched to db LPR
> db.myCollection.find().pretty()
{
  "_id" : ObjectId("5f5f8426f7edb7fa76530662"),
  "DateTime" : ISODate("2020-09-10T08:30:15Z"),
  "Date" : "10-09-2020",
  "Time" : "08:30:15",
  "License" : "วร1382",
  "Location" : "Gate1"
}
{
  "_id" : ObjectId("5f5f84370d38fe9785004694"),
  "DateTime" : ISODate("2020-09-10T16:57:24Z"),
  "Date" : "10-09-2020",
  "Time" : "16:57:24",
  "License" : "วร1382",
  "Location" : "Gate2"
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานที่เอกรศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.19 ตัวอย่าง Database

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

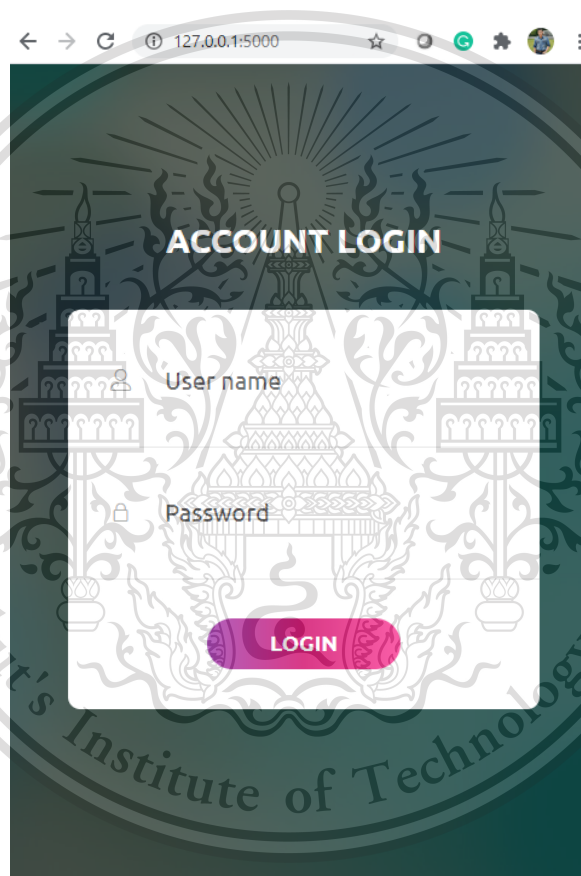
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.3.7 พัฒนา Web Server และ Web GUI สำหรับแสดงและค้นหาข้อมูล

ทำการออกแบบและพัฒนา Web GUI และ Web Server ซึ่งเป็น Local Server ทำงานอยู่บน Raspberry Pi ซึ่งในการแสดงผล Web GUI จำเป็นต้องมี Server โดยปริยญาณิพนธ์นี้ได้เลือกใช้ FLASK Server ซึ่งเป็นสามารถใช้ภาษา Python ในการทำส่วนของ Backend ได้

Library ที่ต้องการมีดังนี้

- 1) Flask
- 2) Flask_bootstrap
- 3) Flask_pymongo

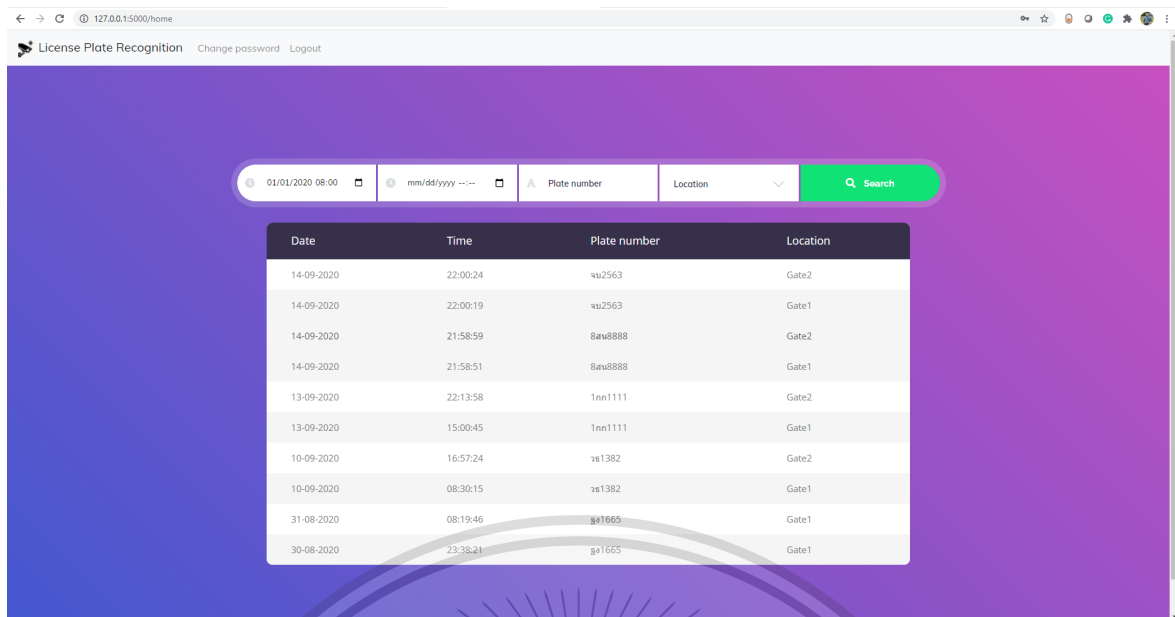


รูปที่ 3.20 Login Page

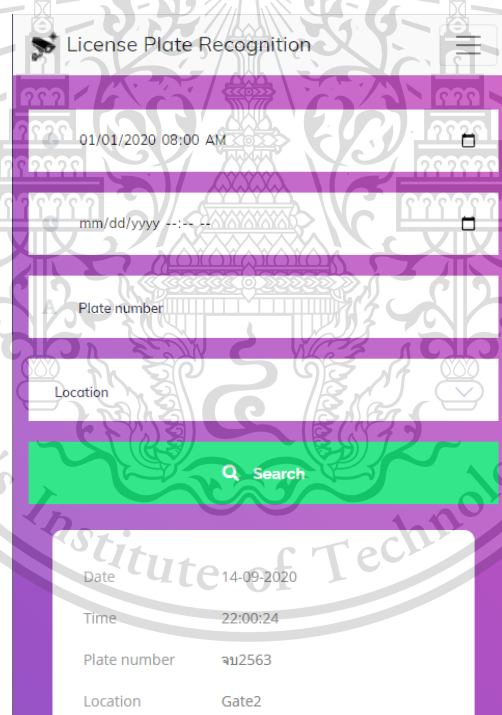
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 3.21 Home Page (Desktop Size)



รูปที่ 3.22 Home Page (Mobile Size)

เมื่อออกแบบหน้าบ้านเรียบร้อยแล้ว ทำการเขียนโปรแกรมฝั่งหลังบ้าน ซึ่งที่ทำหน้าที่ในการ Get Page ต่าง ๆ และทำระบบค้นหา ซึ่งจะใส่ข้อมูลก็ช่องก็ได้ ซึ่งการจะทำระบบค้นหา ต้องเขียนโปรแกรมเอกสการนี้สำหรับ Query ข้อมูล จาก Database ซึ่งในปฏิญญาฉบับนี้ใช้การ Get Request แบบ SSR (Server Side Rendering) คือการที่ Client Request และ Server Get ข้อมูลกลับเป็น HTML

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 from flask import Flask, render_template, url_for, request, redirect, session
2 from flask_bootstrap import Bootstrap
3 from flask_pymongo import PyMongo
4 from datetime import timedelta
5 import datetime
6
7 app = Flask(__name__)
8 Bootstrap(app)
9 app.config['BOOTSTRAP_SERVE_LOCAL'] = True
10 app.config["MONGO_URI"] = "mongodb://localhost:27017/LPR"
11 app.secret_key = 'LPRKMIL'
12 app.permanent_session_lifetime = timedelta(minutes=60)
13 mongo = PyMongo(app)
14 changepassError = 0
15
16
17
18 @app.route('/')
19 def index():
20     if "state" in session:
21         return redirect(url_for('home'))
22     else :
23         return render_template('login.html')
24
25 @app.route('/home')
26 def home():
27     global changepassError
28     changepassError = 0
29     query = mongo.db.myCollection.find().sort("DateTime", -1)
30     if "state" in session :
31         return render_template('main.html', query = query)
32     else :
33         return redirect(url_for('index'))
34
35 @app.route('/login',methods=['POST'])
36 def login():
37     user = request.form['username']
38     password = request.form['pass']

```

รูปที่ 3.23 ตัวอย่างโปรแกรมภาษา Python ส่วนหลังบ้าน

3.3.8 การประกอบ License Plate Recognition Module

ขั้นตอนสุดท้ายของการทำงานคือการนำฮาร์ดแวร์ทั้งหมดใส่ลงในกล่องรวมเป็น License Plate Recognition Module ที่มีความสวยงาม, เรียบร้อยและพร้อมใช้งาน



รูปที่ 3.24 License Plate Recognition Module

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับครูผู้ใช้งานเพื่อการศึกษาระดับชั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 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

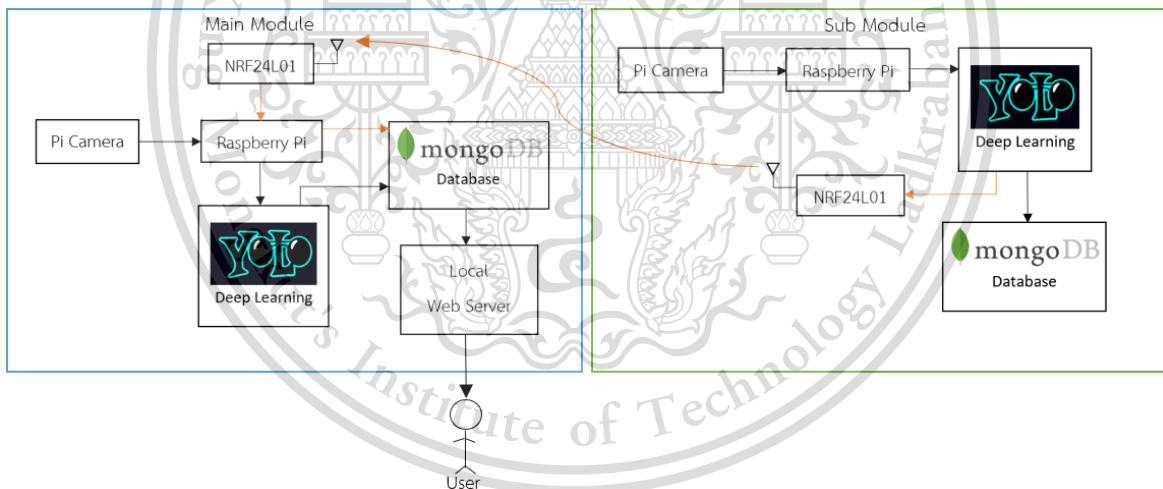
ผลการดำเนินการ

4.1 ภาพรวมของระบบ

ระบบจะแบ่งโมดูลออกเป็น 2 แบบ ได้แก่ โมดูลหลักและโมดูลย่อย โดยมีพื้นฐานเดียวกันคือการตรวจจับและอ่านป้ายทะเบียนรถยนต์ โดยระบบจะเริ่มทำงานเมื่อ รถเข้าสู่ระยะตรวจจับของ Ultrasonic Sensor รถจะต้องหยุดนิ่งและระบบจะทำการถ่ายภาพ เพื่อนำเข้าสู่กระบวนการประมวลผลด้วย Deep Learning และเก็บข้อมูลลงสู่ฐานข้อมูล โดยระบบจะมีไฟ LED แสดงสถานะ สีแดงคือห้ามผ่าน, สีเหลืองคือเริ่มประมวลผลจอดรอให้สนิทและสีเขียวคือผ่านได้

สิ่งที่แตกต่างกันระหว่าง โมดูลหลัก และโมดูลย่อยคือ โมดูลหลักจะทำการรับข้อมูลจากโมดูลย่อยผ่านคลื่นความถี่วิทยุและแสดงผลข้อมูลทั้งหมดผ่าน Local Website เปรียบเสมือนเป็น Server หลัก

โมดูลย่อย หลังจากการประมวลผลป้ายทะเบียนรถยนต์เรียบร้อยแล้ว จะทำการเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูลและส่งข้อมูลผ่านคลื่นความถี่วิทยุให้กับโมดูลหลัก ภายในโมดูลย่อยไม่มีระบบแสดงผลข้อมูลเหมือนกับโมดูลหลัก



รูปที่ 4.1 การทำงานของระบบโดยรวม

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 การทดสอบใช้งานโมดูล License Plate Recognition

4.2 ความสามารถของระบบตรวจจับและอ่านป้ายทะเบียนรถยนต์

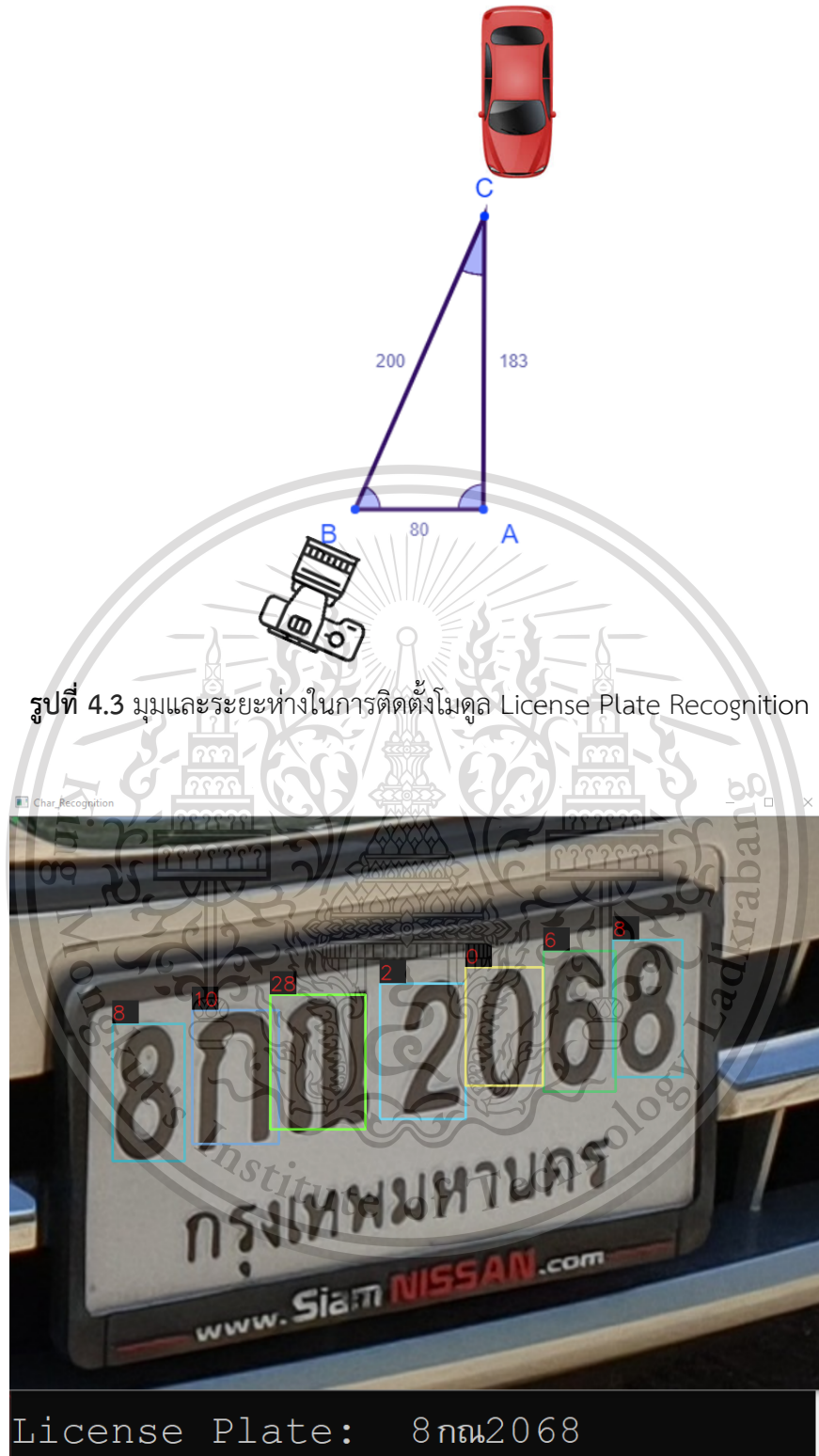
ระบบตรวจจับป้ายและอ่านป้ายทะเบียนรถยนต์ จะต้องติดตั้งในมุมและความสูงที่กำหนดและในสภาพแวดล้อมที่มีแสงสว่างเพียงพอ โดยมีความสูงที่ 125 cm และทำมุมกดลง 30 องศา ในตอนกลางคืนจำเป็นต้องมีไฟ Spotlight อย่างน้อย 1 ดวงเพื่อให้มองเห็นเลขทะเบียนที่ชัดเจน ในกรณีที่ป้ายทะเบียนไม่ชัดเจนเช่น สีของตัวอักษรลอก มีผลต่อการทำนายของคอมพิวเตอร์

จากการทดสอบระบบตรวจจับและอ่านป้ายทะเบียนรถยนต์ ทดสอบโดยการทำนายรถยนต์จำนวน 100 คัน สามารถอ่านค่าของป้ายทะเบียนได้ถูกต้อง 90 คัน สามารถคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ได้ 90 % ซึ่งตัวอักษรที่ผิดพลาดมักจะเป็นตัวอักษรที่มีความคล้ายคลึงกัน เช่น “ซ” อ่านเป็น “ช”, “ณ” อ่านเป็น “ฒ”, “พ” อ่านเป็น ”พ”, “ป” อ่านเป็น ”บ”

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 ตัวอย่างการอ่านป้ายทะเบียนรถยนต์ที่ถูกต้อง

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 4.5 ตัวอย่างการอ่านป้ายทะเบียนรถยนต์ที่ผิดพลาด

4.3 ความสามารถในการส่งข้อมูลระหว่างโมดูล

ระบบรับส่งข้อมูลระหว่างโมดูลจากการทดสอบในสภาพแวดล้อมที่ไม่มีสิ่งกีดขวาง สามารถรับส่งข้อมูลได้ในระยะ 800 เมตร ถ้าหากมีสิ่งกีดขวางระยะจะลดลง โดยเฉพาะกำแพงจะกีดขวางสัญญาณอย่างมาก ทำให้โมดูลนี้มีความเหมาะสมที่จะติดตั้งในที่โล่งแจ้ง และไม่มีสิ่งกีดขวางมากนัก เช่นหมู่บ้านที่ไม่ใหญ่มาก หรือ ลานจอดรถกลางแจ้ง ไม่เหมาะสมกับลานจอดรถใต้ดิน

ตารางที่ 4.1 การทดสอบระยะในการสื่อสารของ NRF24L01

ระยะทาง	สิ่งกีดขวาง	ผลลัพธ์
100 m	no	yes
200 m	no	yes
300 m	no	yes
400 m	no	yes
500 m	no	yes
600 m	no	yes
700 m	no	yes
800 m	no	yes
900 m	no	no

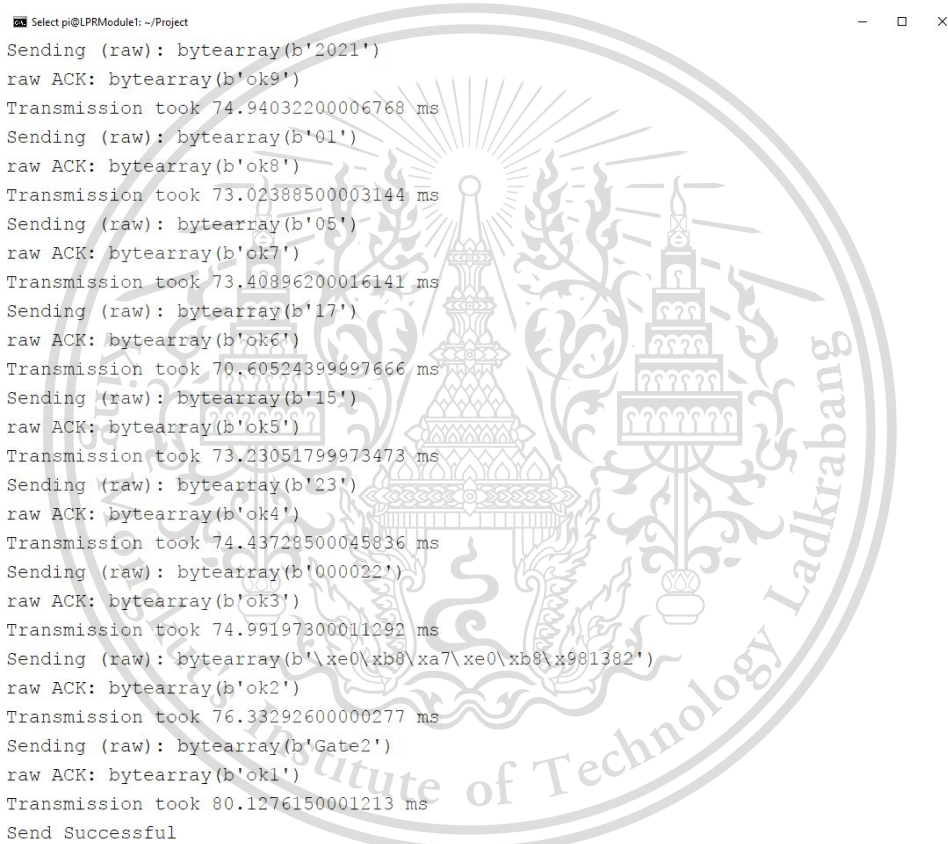
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 การทดสอบระยะในการสื่อสารของ NRF24L01 (ต่อ)

ระยะทาง	สิ่งกีดขวาง	ผลลัพธ์
100 m	กำแพง1ชั้น	Yes
200 m	กำแพง1ชั้น	Yes
300 m	กำแพง1ชั้น	Yes
400 m	กำแพง1ชั้น	Yes
500 m	กำแพง1ชั้น	No



```

Select pi@LPRModule1: ~/Project
Sending (raw): bytearray(b'2021')
raw ACK: bytearray(b'ok9')
Transmission took 74.94032200006768 ms
Sending (raw): bytearray(b'01')
raw ACK: bytearray(b'ok8')
Transmission took 73.02388500003144 ms
Sending (raw): bytearray(b'05')
raw ACK: bytearray(b'ok7')
Transmission took 73.40896200016141 ms
Sending (raw): bytearray(b'17')
raw ACK: bytearray(b'ok6')
Transmission took 70.60524399997666 ms
Sending (raw): bytearray(b'15')
raw ACK: bytearray(b'ok5')
Transmission took 73.23051799973473 ms
Sending (raw): bytearray(b'23')
raw ACK: bytearray(b'ok4')
Transmission took 74.43728500045836 ms
Sending (raw): bytearray(b'00022')
raw ACK: bytearray(b'ok3')
Transmission took 74.99197300011292 ms
Sending (raw): bytearray(b'\xe0\xb8\xa7\xe0\xb8\x981382')
raw ACK: bytearray(b'ok2')
Transmission took 76.33292600000277 ms
Sending (raw): bytearray(b'Gate2')
raw ACK: bytearray(b'ok1')
Transmission took 80.1276150001213 ms
Send Successful

```

รูปที่ 4.6 ตัวอย่างการทำงานในการส่งข้อมูลด้วย NRF24L01

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.

```

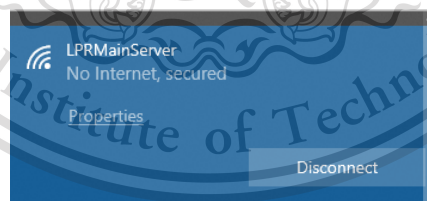
pi@LPRMainServer: ~/Project
Waiting for Transmitter
Found 4 bytes on pipe 0
Received (raw): bytearray(b'2021')
Found 2 bytes on pipe 0
Received (raw): bytearray(b'01')
Found 2 bytes on pipe 0
Received (raw): bytearray(b'05')
Found 2 bytes on pipe 0
Received (raw): bytearray(b'17')
Found 2 bytes on pipe 0
Received (raw): bytearray(b'15')
Found 2 bytes on pipe 0
Received (raw): bytearray(b'23')
Found 6 bytes on pipe 0
Received (raw): bytearray(b'000022')
Found 10 bytes on pipe 0
Received (raw): bytearray(b'\xe0\xb8\xa7\xe0\xb8\x981382')
Found 5 bytes on pipe 0
Received (raw): bytearray(b'Gate2')
['2021', '01', '05', '17', '15', '23', '000022', '\u0e1382', 'Gate2']
Insert Successful
Waiting for Transmitter

```

รูปที่ 4.7 ตัวอย่างการทำงานในการรับข้อมูลด้วย NRF24L01

4.4 ความสามารถในการแสดงและค้นหาข้อมูล

สำหรับผู้ใช้งานที่เป็น User หรือ Admin สามารถดูข้อมูลและค้นหาข้อมูลผ่าน Local Website ได้โดยการเชื่อมต่อกับ WIFI ได้ที่โมดูลหลัก โดยมี SSID: LPRMainServer Password: 55555555 และ สามารถเข้าสู่ Website ได้โดยการใช้ Browser ไปยัง URL: 10.10.10.10:5000



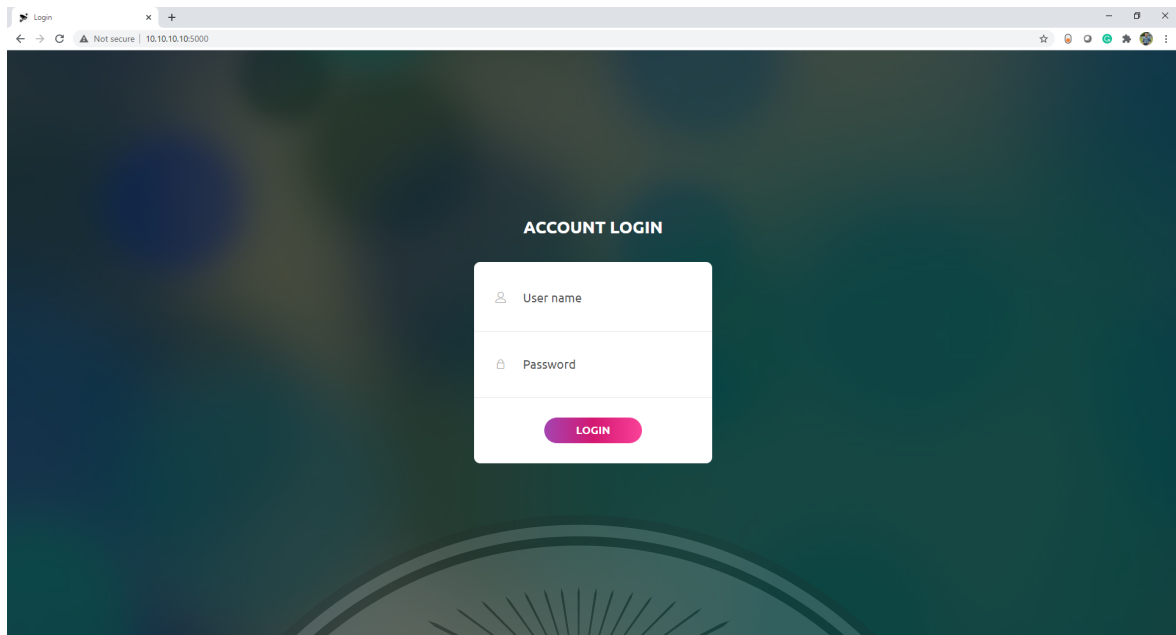
รูปที่ 4.8 WIFI ที่กระจายจาก Raspberry Pi

เมื่อเข้าสู่หน้า Website แล้ว จะพบกับหน้า Login โดย Username และ Password มี Default ดังนี้ Username: Admin Password: P@ssw0rd ซึ่งเมื่อ Login แล้ว สามารถเปลี่ยน Password ได้ตามต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

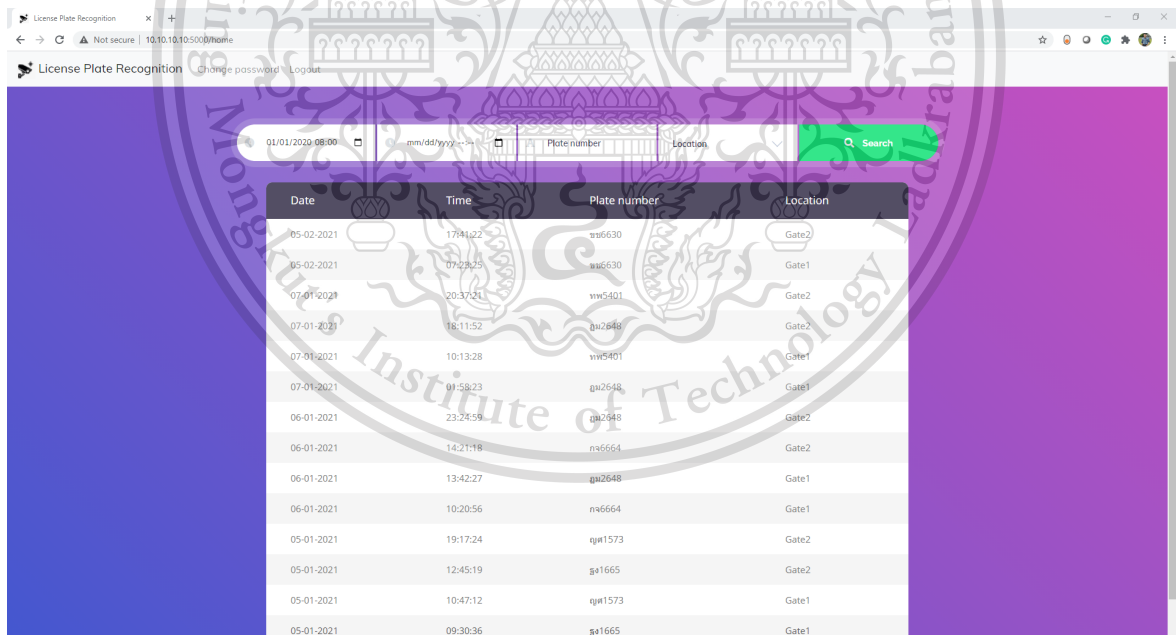
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

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



รูปที่ 4.9 Login Page

เมื่อเข้าสู่หน้า Home Page จะแสดงข้อมูลทั้งหมดที่อยู่ใน Database โดยเรียงจากวันที่และเวลาล่าสุด ผู้ใช้สามารถใช้แถบค้นหาเพื่อกรองข้อมูลตามที่ต้องการได้โดยใส่ข้อมูล วันเวลาที่เริ่มค้นหา, วันเวลาที่สิ้นสุดการค้นหา, เลขทะเบียนรถยนต์และชื่อสถานที่ ใส่ข้อมูลกี่ชนิดก็ได้



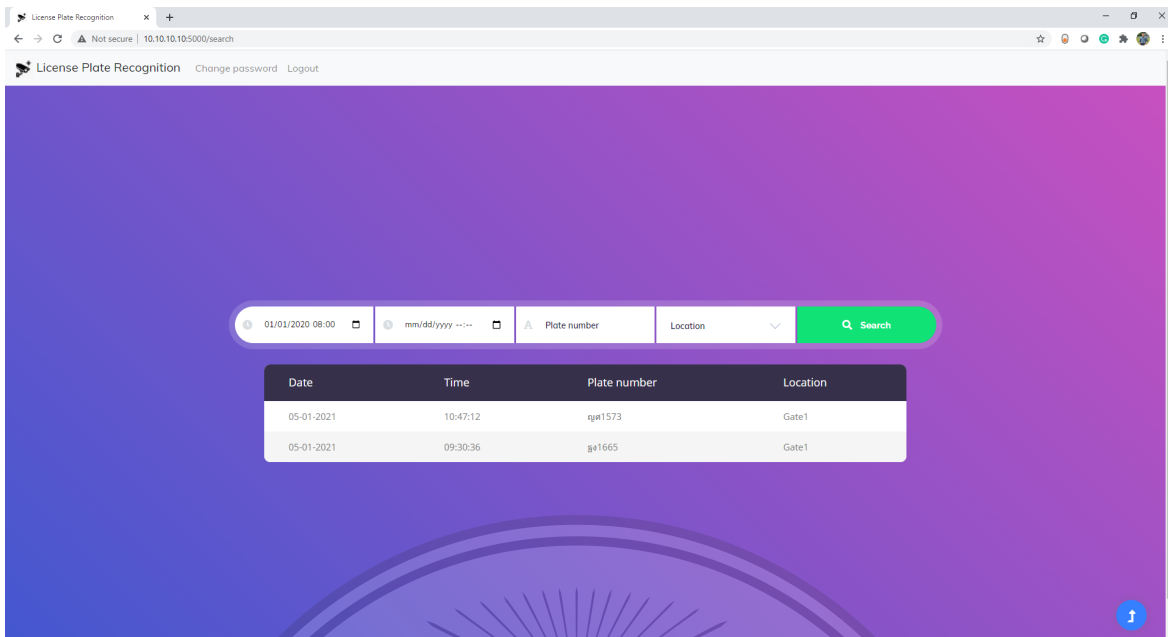
รูปที่ 4.10 Home Page

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งาน เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดรูปที่ 4.11 การค้นหาด้วยแถบค้นหาของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 4.12 ผลลัพธ์การค้นหา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 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

สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

ตลอดระยะเวลาการดำเนินงานวิเคราะห์รูปแบบการทำงานไปจนถึงการปรับปรุงกระบวนการต่าง ๆ จนกระทั่งสิ้นสุดปริญญาโท สามารถสรุปผลการดำเนินงาน ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงาน วิธีการแก้ปัญหา และข้อเสนอแนะ ในอนาคตได้ดังต่อไปนี้

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

จากผลการดำเนินงานสามารถสรุปผลได้ดังนี้ จากการทดลองใช้งานระบบจดจำป้ายทะเบียนสำหรับที่จอดรถและพื้นที่ส่วนบุคคล ได้ทำการทดสอบด้วยรถยนต์จำนวน 100 คัน สามารถอ่านค่าได้ถูกต้อง 90 คัน ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่รับได้ โดยการใช้งานนั้นจะต้องอยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีแสงสว่างเพียงพอ, ติดตั้งโมดูลในความสูงและมุมที่ถูกต้อง สำหรับการส่งข้อมูลแบบไร้สายด้วย NRF24L01 นั้นจากการทดสอบสามารถสื่อสารได้สูงสุดที่ 800-900 เมตร ในสภาพแวดล้อมที่ไม่มีสิ่งกีดขวาง ในส่วนของการแสดงผลและค้นหาด้วย Web GUI สามารถใช้งานได้ดี สามารถค้นหาข้อมูลได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ มี Interface ที่ใช้งานง่าย

ปริญญาโทระบบจดจำป้ายทะเบียนสำหรับที่จอดรถและพื้นที่ส่วนบุคคล สามารถอ่านค่าของป้ายทะเบียน ส่งข้อมูลระหว่างโมดูลได้ และสามารถนำข้อมูลมาแสดงและค้นหบบน Local Website ได้ จึงสามารถนำไปใช้งานจริงได้ และสำเร็จตามจุดประสงค์และผลที่คาดว่าจะได้รับ

5.2 ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงาน

1. ตัวอักษรภาษาไทยมีความคล้ายคลึงกันสูงแตกต่างจากภาษาอังกฤษ ซึ่งทำให้การอ่านตัวอักษรจากป้ายทะเบียนมีความผิดพลาดอยู่บ้าง เช่น ช, ซ, ณ, ณ, ณ , พ, ฟ , ป, บ
2. ถ้าหากระหว่างโมดูลมีสิ่งกีดขวางอยู่ จะทำให้มีระยะส่งข้อมูลที่สั้นลง
3. การประมวลผลต่อรถยนต์ 1 คัน อยู่ที่ 12 วินาที ซึ่งต้องรอนานพอสมควร

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. เพิ่ม Dataset ในการ Train model เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการอ่านตัวอักษรจากป้ายทะเบียน
2. เพิ่มประสิทธิภาพของ Hardware ที่ใช้ประมวลผล จะทำให้ประมวลผลเร็วยิ่งขึ้น
3. เพิ่มระบบตรวจจับสีและชนิดของรถ ทำให้สามารถค้นหาซื้อได้ละเอียดยิ่งขึ้น
4. เพิ่มระบบอื่น ๆ เพิ่มเติม เช่น ระบบควบคุมไม้กั้นอัตโนมัติ

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.

เอกสารอ้างอิง

- [1] Deep Learning. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:
<https://www.thaiprogrammer.org/2018/12/deep-learning-คืออะไร>.(วันที่ค้นข้อมูล: 25 กันยายน 2563)
- [2] Convolution Neural Network. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:
<https://medium.com/@pasu.jnk/ยีนดีที่ได้รู้จัก-cnn-convolutional-neural-network-816772eee18c>.
<https://medium.com/@RaghavPrabhu/understanding-of-convolutional-neural-network-cnn-deep-learning-99760835f148>.(วันที่ค้นข้อมูล: 25 กันยายน 2563)
- [3] YOLO Algorithm. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:
https://medium.com/@jonathan_hui/real-time-object-detection-with-yolo-yolov2-28b1b93e2088.
<https://pjreddie.com/darknet/yolo/>.(วันที่ค้นข้อมูล: 25 กันยายน 2563)
- [4] Python. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:
<https://www.9experttraining.com/articles/python-คืออะไร>.(วันที่ค้นข้อมูล: 25 กันยายน 2563)
- [5] JavaScript. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:
<https://www.seibottech.co.th/news/javascript-คืออะไร>.(วันที่ค้นข้อมูล: 25 กันยายน 2563)
- [6] CSS. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:
<https://blog.sogoodweb.com/Article/Detail/79237>.(วันที่ค้นข้อมูล: 25 กันยายน 2563)
- [7] Bootstrap. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:
<https://www.codebee.co.th/labs/bootstrap-คืออะไร>.(วันที่ค้นข้อมูล: 25 กันยายน 2563)
- [8] MongoDB. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:
<https://devahoy.com/blog/2015/08/getting-started-with-mongodb>.(วันที่ค้นข้อมูล: 25 กันยายน 2563)
- [9] Raspberry Pi. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:
<https://www.scimath.org/article-technology/item/9104-raspberry-pi>.(วันที่ค้นข้อมูล: 25 กันยายน 2563)

[10] HC-SR04. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:
<http://aimagin.com/blog/อัลตราโซนิก-hc-sr04>. (วันที่ค้นข้อมูล: 25 กันยายน 2563)

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

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

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- [11] NRF24L01. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:
<http://tosakunmeeting.blogspot.com/2014/11/raspberry-pi-arduino-nrf24l01-module.html>. (วันที่ค้นข้อมูล: 25 กันยายน 2563)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 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.

ภาคผนวก ก ขั้นตอนการติดตั้งอุปกรณ์

ขั้นตอนการติดตั้งอุปกรณ์ License Plate Recognition เพื่อเริ่มใช้งานมีดังนี้

1. ตั้งอุปกรณ์ให้ตรงกับล้อรถยนต์ด้านคนขับ ตามรูป ก.1



รูปที่ ก.1 การติดตั้ง Module

2. วัดระยะห่างระหว่าง Module กับไฟหน้าของรถยนต์ 180 cm ตามรูป ก.2



รูปที่ ก.2 การติดตั้ง Module (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นไว้สำหรับใช้ภายในหน่วยงานราชการเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่ข้อมูลที่เป็นลิขสิทธิ์ของเอกสารนี้ไปยังบุคคลอื่นโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกรณีนำไปใช้

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. เลื่อนทางซ้าย 80 cm ตามรูป ก.3



รูปที่ ก.3 การติดตั้ง Module (ต่อ)

4. หันหน้า Module เข้าหาไฟหน้าของรถยนต์ ตามรูป ก.4



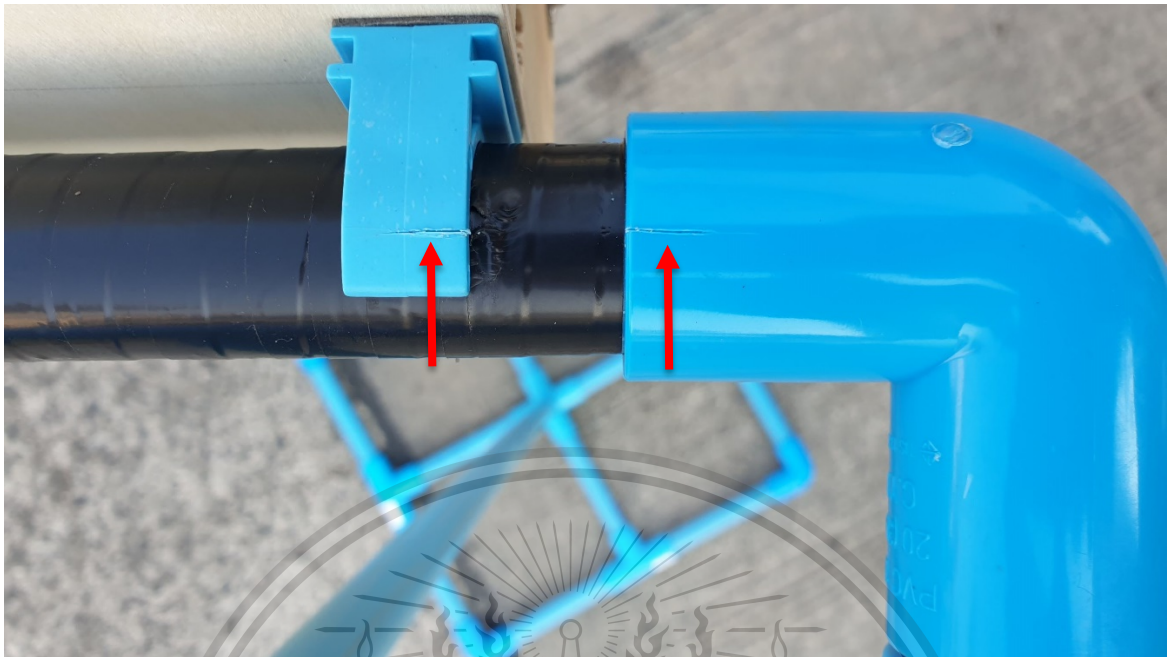
รูปที่ ก.4 การติดตั้ง Module (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเขตติดต่อที่... ชาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลง... ของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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. กัด Module ลงให้สัญลักษณ์ตรงกัน ตามรูป ก.5



รูปที่ ก.5 การติดตั้ง Module (ต่อ)

6. เสียบปลั๊กพร้อมใช้งาน



รูปที่ ก.6 Module พร้อมใช้งาน

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.