

ระบบเก็บค่าผ่านทางโดยไม่ต้องหยุดรถ

MULTI-LANE FREE FLOW TOLL SYSTEM



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบเก็บค่าผ่านทางโดยไม่ต้องหยุดรถ

ปีการศึกษา 2562



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบเก็บค่าผ่านทางโดยไม่ต้องหยุดรถ

นายศิวกร	แต่สุวรรณ	59011302
นายสุรเชษฐ์	จีวโรสง	59011449
อาจารย์เกียรติณรงค์	ทองประเสริฐ	อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2562		

บทคัดย่อ

การใช้ชีวิตในยุคปัจจุบันนั้นมีความวุ่นวายและเร่งรีบตลอดเวลา เช่น ต้องรีบเข้าไปทำงานในตัวเมือง เป็นต้น ซึ่งนั่นทำให้เวลาเป็นปัจจัยสำคัญในยุคนี้ ซึ่งถึงแม้ว่าจะใช้ทางด่วนนั้นก็ยังคงประสบปัญหาการจราจรที่ติดขัดบริเวณช่องทางการชำระเงิน อันเนื่องมาจากการรอคิวเพื่อดำเนินการ ส่งผลให้ผู้ร่วมใช้เส้นทางนี้ไม่พอใจและสูญเสียเวลาในการเดินทาง

อย่างที่ทราบกันว่าในยุคนี้เทคโนโลยีเติบโตอย่างรวดเร็วและทราบกันดีว่า AI เริ่มจะเข้ามามีส่วนในการดำรงชีวิตร่วมกับมนุษย์มากยิ่งขึ้น ไม่ว่าจะทางด้านการนำมาแก้ปัญหาหรือเพื่อเพิ่มความสะดวกสบายก็ตาม ผู้พัฒนาจึงเล็งเห็นประโยชน์ของการนำ AI เข้ามาประยุกต์ร่วมเข้ากับเทคโนโลยี Image Processing อีกทั้งยังตระหนักถึงปัญหาที่ทำให้เกิดการจราจรติดขัด ณ ช่องทางการชำระเงินทางด่วน จึงได้พัฒนาระบบนี้ขึ้นมาเพื่อแก้ปัญหาด้วยการให้รถสามารถผ่านได้โดยไม่มีช่องทางใดๆ ก็อันอีกทั้งยังสามารถเก็บค่าผ่านทางย้อนหลังได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MULTI-LANE FREE FLOW TOLL SYSTEM

Mr. Sivakorn Taesuwan 59011302

Mr. Surachet Ngewtaisong 59011449

Mr. Kiatnarong Tongprasert Advisor

Academic Year 2019

ABSTRACT

Nowadays when lifestyle hasten day by day for example employee has to rush to the office every morning, time is a crucial factor. Even use expressway, It does not meet your needs because high traffic around checkpoint where people have to pay their charges and it causes people to upset for waiting.

We all know that technology has changed our lives for example using AI to solve a problem or to make life easier. For us, developers who have vision to combine Image Processing with AI that can solve the problem we have discussed. So we started development this system.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้ไม่อาจสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีหากไม่ได้รับการช่วยเหลือและการสนับสนุนจากหลายฝ่าย และขอขอบคุณ อาจารย์ เกียรติณรงค์ ทองประเสริฐ อาจารย์ที่ปรึกษา ปริญญาานิพนธ์ ที่คอยให้คำปรึกษาและมอบประสบการณ์ตลอดจนแนวทางการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น ระหว่างการทำปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้ ซึ่งทางคณะผู้จัดทำต้องขอขอบพระคุณอาจารย์เป็นอย่างสูง

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่มอบสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมแก่การเรียนรู้ อีกทั้งยังรายล้อมไปด้วยบุคคลที่มีคุณภาพ ทำให้ทางคณะผู้จัดทำได้มีโอกาสได้ศึกษาหาความรู้ได้อย่างเต็มที่

ศิวกร แต่สุวรรณ
สุรเชษฐ์ จิวไชสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญภาพ	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	2
1.3 ขอบเขตของโครงการ	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.5 ข้อจำกัดของโปรแกรม	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ทฤษฎี	4
2.1.1 Neural Network	4
2.1.2 Convolutional Neural Network	4
2.1.3 Convolutional Recurrent Neural Network	6
2.1.4 YOLO	9
2.1.5 XML	12
2.1.6 SQL	12
2.2 เทคโนโลยีที่นำมาใช้	12
2.2.1 ReactJS	12
2.2.2 NodeJS	12
2.2.3 ExpressJS	12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.2.4 Postman	13
2.2.5 Line API	13
2.2.6 Python	13
2.2.7 Keras	13
2.2.8 Google Sketchup 2020	13
บทที่ 3 การวิเคราะห์ ออกแบบและการพัฒนาระบบ	15
3.1 การออกแบบภาพรวมของระบบ	15
3.1.1 การออกแบบภาพรวมของระบบ	15
3.1.2 การออกแบบ Use case	16
3.1.3 การออกแบบ Sequence Diagram	22
3.1.4 การออกแบบฐานข้อมูล	28
3.1.5 การออกแบบส่วนของผู้ใช้	29
3.1.6 การออกแบบข้อมูล	40
3.2 การพัฒนา	44
3.2.1 การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน	44
3.2.2 การฝึกโมเดล	44
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	47
4.1 แบบจำลองที่ใช้ในการทดลอง	47
4.2 การทดสอบการตรวจจับป้ายทะเบียน	48
4.3 การทดสอบการตรวจจับตัวอักษรจากป้ายทะเบียน	50
4.4 การทดสอบการถอดความตัวอักษรจากป้ายทะเบียน	51
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ	54
5.1 บทสรุป	54
5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข	55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
3.1 สถานการณ์ของการเข้าสู่ระบบ	17
3.2 สถานการณ์ของการสมัครสมาชิก	18
3.3 สถานการณ์ของการแก้ไขข้อมูลส่วนตัว	18
3.4 สถานการณ์ของการแจ้งเตือนการผ่านด่าน	19
3.5 สถานการณ์ของการดูประวัติค่าธรรมเนียมย้อนหลัง	19
3.6 สถานการณ์ของการออกใบเสร็จ	19
3.7 สถานการณ์ของการปรับค่าธรรมเนียม	20
3.8 สถานการณ์ของการเพิ่มด่าน	20
3.9 สถานการณ์ของการจัดการบัญชีผู้ใช้	21
3.10 สถานการณ์ของการจัดการข้อมูลสูญหาย	21
3.11 ความสัมพันธ์ระหว่างอักษรไทยและอักษรอังกฤษ	42
4.1 การตรวจจับป้ายทะเบียนจากไฟลวีดีโอ	47
4.2 การตรวจจับตัวอักษรจากป้ายทะเบียนด้วย YOLOv3	50
4.3 การแปลงตัวอักษรจากป้ายทะเบียนโดยใช้การฝึก 50 รอบ (เพิ่มเฉพาะส่วนจังหวัด)	52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูป	หน้า
1.1 จำนวนผู้ใช้งานระบบเงินสดต่อระบบ EasyPass/M-Pass	2
2.1 โครงข่ายประสาท	4
2.2 ตัวอย่างขั้นตอนของ Convolutional Neural Network	5
2.3 โครงสร้าง CRNN	6
2.4 ลักษณะข้อมูลของลำดับ Feature ที่ได้จากการแบ่ง Feature map ทีละ column	7
2.5 คุณลักษณะของ LSTM	8
2.6 ตัวอย่างผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นหลังจากใช้ CTC	8
2.7 Bounding box ที่ได้โดยอิงจาก Anchor box	10
2.8 ก่อนและหลังการทำ Non-maximum suppression	10
2.9 ระบบการทำงานของ YOLO	11
2.10 Darknet-53	11
2.11 พารามิเตอร์ของกล้องที่สามารถปรับได้ใน SketchUp 2020	14
3.1 โครงสร้างโดยรวมของระบบ	15
3.2 Use case ของเว็บแอปพลิเคชัน	16
3.3 แผนผังลำดับการเข้าสู่ระบบของคนขับรถ	22
3.4 แผนผังลำดับการเข้าสู่ระบบของผู้ดูแลระบบ	22
3.5 แผนผังลำดับการสมัครสมาชิก	23
3.6 แผนผังลำดับการเพิ่มด่าน	23
3.7 แผนผังลำดับการปรับค่าธรรมเนียมผ่านด่าน	24
3.8 แผนผังลำดับการแจ้งเตือนเมื่อผ่านด่าน	24
3.9 แผนผังลำดับการแก้ไขข้อมูลส่วนตัว	25
3.10 แผนผังลำดับการดูประวัติค่าธรรมเนียมย้อนหลัง	25
3.11 แผนผังลำดับการจัดการบัญชีผู้ใช้	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
3.12 แผนผังลำดับการจัดการข้อมูลสูญหาย	27
3.13 ฐานข้อมูลที่นำมาใช้ในระบบ	28
3.14 หน้าเข้าสู่ระบบ	29
3.15 หน้าสมัครสมาชิก	30
3.16 หน้าลิ้มรสผ่าน	30
3.17 หน้าหลัก (ผู้ใช้ทั่วไป)	31
3.18 โบนัสราคาผ่านทาง	32
3.19 โบนัสราคาผ่านทางรายเดือน	32
3.20 หน้าโปรไฟล์	33
3.21 หน้าหลัก (ผู้ดูแลระบบ)	34
3.22 หน้าตาราง Account	34
3.23 หน้าตาราง Checkpoint	35
3.24 หน้าตาราง Charge	36
3.25 หน้าตาราง Invalid Transaction	37
3.26 หน้าต่างแก้ไข Invalid Transaction	37
3.27 การเพิ่มข้อมูลในตาราง	38
3.28 การแก้ไขข้อมูลในตาราง	38
3.29 หน้าต่างยืนยันการแก้ไข	39
3.30 หน้าต่างยืนยันการลบ	39
3.31 ป้ายทะเบียนทั้งสองชนิดที่ใช้ในการสร้าง Dataset	40
3.32 ป้ายทะเบียนที่มีความยาวส่วนของหมวดอักษรและตัวเลขเท่ากับ 6	40
3.33 ป้ายทะเบียนที่มีความยาวส่วนของหมวดอักษรและตัวเลขเท่ากับ 7	40
3.34 ตัวอย่างภาพที่ถูกปรับให้มีความเบลอ	41
3.35 ตัวอย่างภาพที่ถูกปรับความสว่างของภาพให้ต่ำลง	41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
3.36 ตัวอย่างป้ายทะเบียนที่ถูกปรับเปลี่ยนมุมมอง	42
3.37 ลักษณะชุด Dataset ที่จะนำไปใช้ในการฝึกฝน โมเดล	43
3.38 ขั้นตอนการฝึกฝน โมเดลตรวจจับป้ายทะเบียน	44
3.39 ขั้นตอนการฝึกฝน โมเดลตรวจจับอักษรในป้ายทะเบียน	45
3.40 ขั้นตอนการฝึกฝน โมเดลอ่านตัวอักษรในป้ายทะเบียน	46
4.1 การเปรียบเทียบ focal length	47
4.2 ตำแหน่งของกล้องในแบบจำลอง	47
4.3 ตัวอย่างภาพจากกล้องที่จับได้ในเลน	47
4.4 ผลการฝึกฝน โมเดล YOLOv3 จำนวน 27 รอบ สำหรับการตรวจจับป้ายทะเบียน	49
4.5 ผลการฝึกฝน โมเดล YOLOv3 จำนวน 13 รอบ สำหรับการตรวจจับตัวอักษร	50
4.6 Mean Average Precision ของ YOLOv3 สำหรับการตรวจจับตัวอักษรในป้ายทะเบียน	50
4.7 ค่า loss ขณะฝึก โมเดลอ่านป้ายทะเบียน (สีเขียว) และขณะตรวจสอบ (สีฟ้า) ของ Model จำนวน 30 รอบ	52
4.8 ค่า loss ขณะฝึก โมเดลอ่านป้ายทะเบียน (สีเขียว) และขณะตรวจสอบ (สีฟ้า) ของ Model จำนวน 50 รอบ	53

บทที่ 1

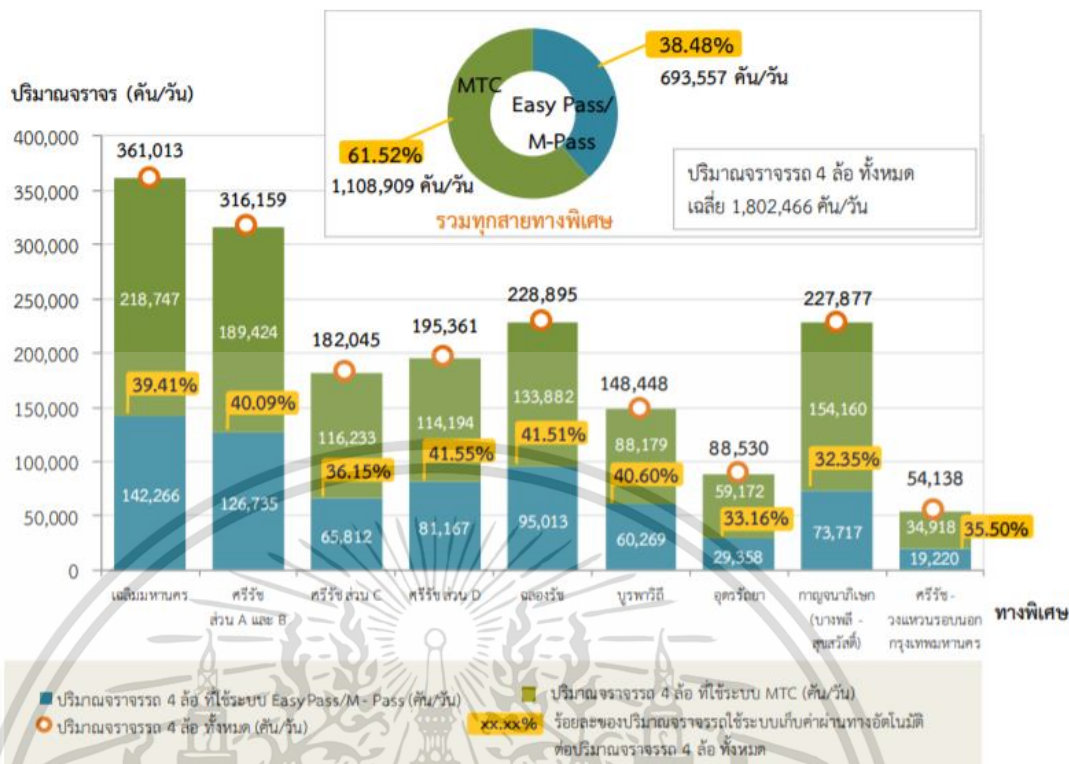
บทนำ

1.1 ความเป็นมาของปัญหา

ในปัจจุบันมีผู้ใช้ทางด่วนเป็นเส้นทางสัญจรไปมาเป็นจำนวนมาก ซึ่งทางด่วนก็มีวิธีการชำระเงินค่าผ่านทางหลายรูปแบบ เช่น ชำระด้วยเงินสด, ชำระด้วยระบบ Easy Pass หรือชำระด้วยระบบ M-Pass ซึ่งระบบที่ไม่ใช้เงินสดนั้นก็ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อให้การชำระเงินสะดวก รวดเร็วยิ่งขึ้น แต่จากผลสำรวจของการทางพิเศษแห่งประเทศไทยนั้นพบว่าจำนวนผู้ใช้ระบบอัตโนมัติก็ยังคมีน้อยกว่าผู้ใช้ระบบเงินสด อย่างไรก็ตามระบบอัตโนมัติก็ยังคงมีปัญหาตรงที่ว่าทุกการชำระเงินนั้นจำเป็นที่จะเข้าช่องทางตามที่ถูกกำหนดไว้ให้ถูกต้อง ถ้าหากมีผู้ใดเข้าช่องทางผิดก็จะยังทำให้การดำเนินการชำระเงินล่าช้า อีกทั้งการที่จะเข้าช่องทางได้ยังจำเป็นที่จะต้องชะลอรถหรือรอตต่อแถวเพื่อดำเนินการชำระเงินในขั้นตอนต่อไป ซึ่งเป็นเหตุทำให้การจราจรติดขัดกันบริเวณช่องทางชำระเงิน

ในทุกวันนี้ การเจริญเติบโตของเทคโนโลยีรวดเร็วมากยิ่งขึ้น โดยจะเห็นได้ว่า AI เริ่มเข้ามามีส่วนร่วมในการดำรงชีวิตของมนุษย์มากขึ้น อย่างเช่น การนำ AI มาใช้แยกกลุ่มวัตถุจากรูปภาพ หรือการให้ AI แปลงความตัวอักษร เป็นต้น นั่นหมายความว่าเราสามารถนำ AI มาประยุกต์ใช้กับปัญหานี้ได้ โดยนำความสามารถของ AI มาใช้ในการตรวจจับป้ายทะเบียนและการแปลงความตัวอักษร

ทางคณะผู้จัดทำจึงได้จัดทำระบบเก็บค่าผ่านทางโดยไม่ต้องหยุดรถขึ้นมา โดยคาดหวังว่าโครงการชิ้นนี้จะสามารถเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาการจราจรติดขัด ณ บริเวณช่องทางจ่ายเงินได้



รูป 1.1 จำนวนผู้ใช้งานระบบเงินสดต่อระบบ Easy Pass/M-Pass

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 1) เพื่อนำมาแก้ปัญหาการจราจรติดขัดบริเวณช่องจ่ายค่าธรรมเนียม
- 2) เพื่ออำนวยความสะดวกในการชำระค่าผ่านทาง
- 3) เพื่อศึกษาการทำงานของการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) และนำมาประยุกต์ใช้กับการประมวลผลภาพ (Image Processing) ที่ได้รับจากวิดีโอ

1.3 ขอบเขตของโครงการ

- 1) ออกแบบให้โปรแกรมสามารถอ่านป้ายทะเบียนจากวิดีโอที่มีความถี่ของสัญญาณภาพอยู่ที่ 30 เฟรมต่อวินาที และสามารถบันทึกลงในฐานข้อมูลได้
- 2) ออกแบบให้โปรแกรมสามารถบันทึกเวลาผ่านด่านของทะเบียนแต่ละบุคคลได้
- 3) สามารถสมัครใช้งานระบบได้ด้วย Line หรือ E-mail
- 4) สามารถออกไปเสร็จผ่านเว็บแอปพลิเคชันในรูปแบบไฟล์ PDF ได้
- 5) สามารถดูประวัติการชำระค่าธรรมเนียมย้อนหลังผ่านเว็บแอปพลิเคชันได้
- 6) สามารถแจ้งเตือนการผ่านเข้าออกด่านบนแอปพลิเคชัน Line ได้แบบ Near Real-time

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ในการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ผู้จัดทำเห็นว่าประโยชน์ของการค้าไม่คุ้มค่าหรือไม่ก็อาจมีการเปลี่ยนแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) เข้าใจหลักการการทำงานของ โมเดล Deep Learning ที่นำมาใช้กับงานประมวลผลภาพ
- 2) เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาการจราจรติดขัดขณะชำระค่าธรรมเนียมผ่านทาง
- 3) เข้าใจหลักการออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูลและหน้าส่วนของผู้ใช้ (User Interface)
- 4) สามารถพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันได้ด้วยหลักการ MVC (Model View Controller)

1.5 ข้อจำกัดของโปรแกรม

- 1) Input ที่ใช้ในโปรแกรมเป็นไฟล์วิดีโอที่ได้จากการทำแบบจำลอง ไม่ใช่การ Streaming ภาพจากกล้อง
- 2) โมเดลจะทำงานได้ดีกับภาพที่มีมุมมองที่คล้ายกับ Dataset ที่ใช้ในการฝึกโมเดล และจะต้องเห็นตัวอักษรชัดเจน เนื่องจาก Dataset ที่ใช้เป็นภาพป้ายทะเบียนที่ทำการสร้างขึ้นมาเองด้วยการใช้ภาพเลขทะเบียนและ Font ที่มีความคล้ายคลึงกับภาพจริง
- 3) โมเดลสามารถใช้งานได้กับทะเบียนรถยนต์เท่านั้น

บทที่ 2

ทฤษฎีและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎี

2.1.1 Neural Network

Neural Network (โครงข่ายประสาท) คือโมเดลทางคณิตศาสตร์โดยถูกสร้างเลียนแบบโครงสร้างเครือข่ายประสาทของสมองมนุษย์ที่ประมวลข้อมูลต่างๆ โครงข่ายประสาทจะประกอบด้วย Neurons และ Connection ที่เชื่อมแต่ละ Neuron เข้าด้วยกัน โดย Neuron คือฟังก์ชันที่รับอินพุต (input) จำนวนมากและให้เอาต์พุต (output) เพียงค่าเดียว และสิ่งที่เชื่อมโยงระหว่าง Neuron แต่ละตัวเข้าด้วยกัน ก็คือ Connection ซึ่งจะเชื่อมต่อจากเอาต์พุตของ Neuron ตัวหนึ่งไปยังอินพุตของ Neuron อีกตัวหนึ่ง Connection แต่ละเส้นจะมีค่าอยู่หนึ่งค่า คือ Weight ที่เป็นตัวบอกว่า Connection เส้นนั้นมีความสำคัญแค่ไหน



รูป 2.1 โครงข่ายประสาท

2.1.2 Convolutional Neural Network

Convolutional Neural Network (CNN) คือ Neural Network ประเภทหนึ่งที่ใช้ในการวิเคราะห์รูปภาพ เพื่อทำความเข้าใจว่ารูปภาพนั้นคือภาพอะไร โคน CNN จะเปลี่ยนรูปภาพให้อยู่ในรูปแบบที่ง่ายต่อการประมวลผลโดยที่ไม่สูญเสีย Features หรือคุณลักษณะของรูปภาพโดยจะแบ่งรูปภาพออกเป็นพื้นที่ย่อย ๆ เป็น Pixel โดย CNN จะประกอบด้วย 4 ชั้นตอนโดยชั้นตอนเหล่านี้ อาจจะมีการทำซ้ำมากกว่าหนึ่งครั้งแล้วแต่การออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2.1 Convolution

มีหน้าที่ในการตรวจจับ Low-level features เช่น เส้นขอบ, สี, การไล่ระดับสี โดยการใช้ Filters หรือ Kernels ในการดึงคุณลักษณะ(feature) ที่ต้องการจากรูปภาพ ซึ่ง Filter หนึ่งอันจะสามารถดึงคุณลักษณะที่สนใจได้เพียงหนึ่งอย่าง ทำให้ต้องมี Filter จำนวนมาก เพื่อหาคุณลักษณะต่าง ๆ ของรูปในหลายๆพื้นที่ที่ประกบกัน โดยวิธีการคำนวณจะต้องเริ่มจากมุมซ้ายบนของรูปภาพแล้วขยับไปทางขวาที่จนกระทั่งสุดขอบแล้วจึงเลื่อนลงและเริ่มต้นใหม่จากทางด้านซ้าย เมื่อทำงานครบทุก pixel จะได้สิ่งที่เรียกว่าฟังก์ชันคุณลักษณะ (feature map) ตัวอย่างเช่นหากมีภาพ Input และ Filter จะสามารถคำนวณได้โดยการคูณค่า Input กับ Filter แยกกันแต่ละตัว หลังจากนั้นให้หาผลรวมของค่าตอบที่ได้จากการคูณทั้งหมดแล้วหารด้วยจำนวน Pixel ใน Feature

2.1.2.2 Pooling

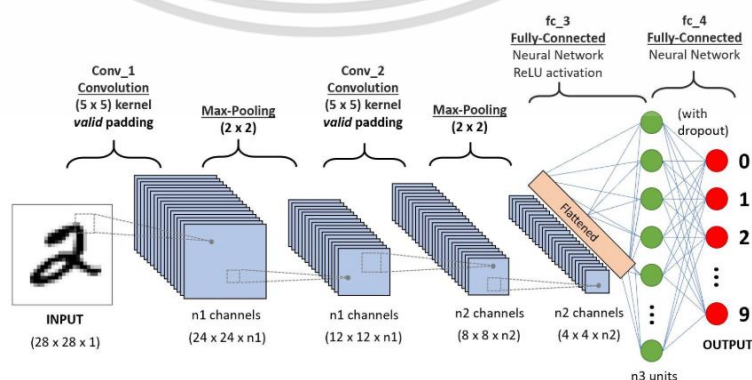
มีหน้าที่ในการลดขนาดของฟังก์ชันคุณลักษณะ แต่ยังเก็บข้อมูลสำคัญของฟังก์ชันคุณลักษณะไว้ โดยจะมีอยู่ 2 ประเภท คือ Max Pooling จะเป็น window แบบหนึ่งที่ทำค่าสูงสุดในบริเวณที่ตัว window ทาบอยู่เป็นผลลัพธ์ และ Average Pooling จะเป็น window แบบหนึ่งที่ทำค่าเฉลี่ยจากทุก pixel ในบริเวณที่ตัว window ทาบอยู่เป็นผลลัพธ์

2.1.2.3 Flatten

เป็นการนำผลลัพธ์ที่ได้จากข้อ 2 หรือ Pooling Feature Map มาทำการปรับขนาดให้เป็นคอลัมน์เดียว เพื่อให้ง่ายต่อการนำไปใช้งานในขั้นตอนต่อไป

2.1.2.4 Fully Connected

เป็นการนำผลลัพธ์ที่ได้จากข้อ 3 หรือ Flattened เข้าสู่ Neural Network เพื่อทำการจำแนกประเภทว่าภาพนั้นเป็นวัตถุประเภทใด

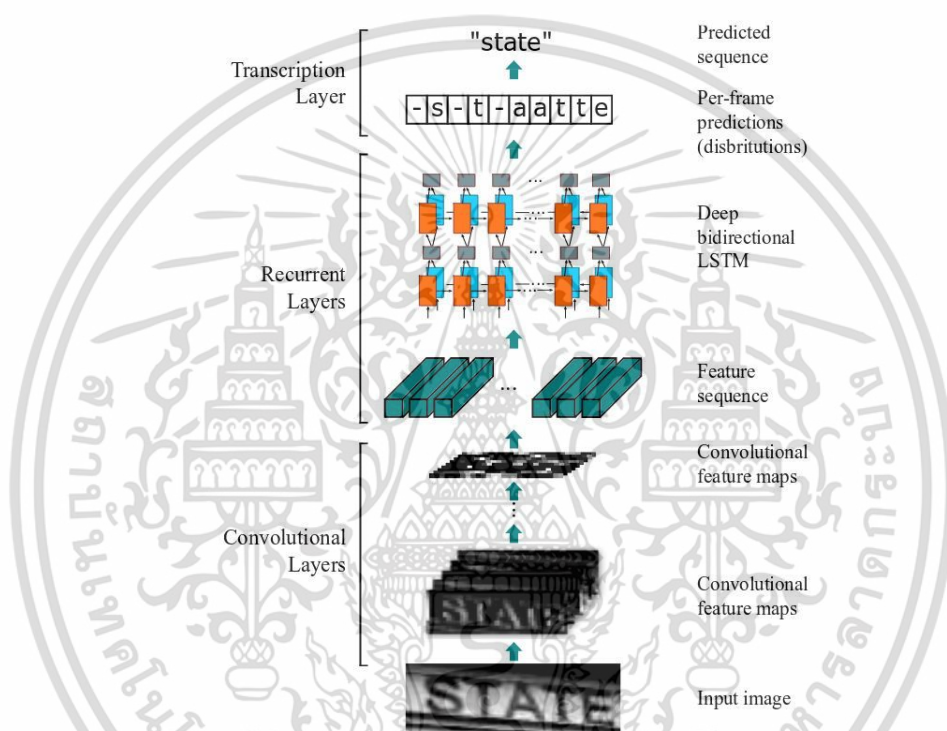


รูป 2.2 ตัวอย่างขั้นตอนของ Convolutional Neural Network

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 Convolutional Recurrent Neural Network

Convolutional Recurrent Neural Network (CRNN) เป็นงานวิจัยของ Baoguang Shi, Xiang Bai และ Cong Yao จากมหาวิทยาลัย Huazhong University of Science and Technology, Wuhan, China ที่ใช้ในหัวข้อการทำกรรฐจำข้อความในพื้นที่เปิด (Scene Text Recognition) โดยโครงสร้างจะมอดกั้ประกอบด้วย 3 ส่วน ประกอบด้วยส่วนของ Convolutional layers, Recurrent layers และ Transcription layer

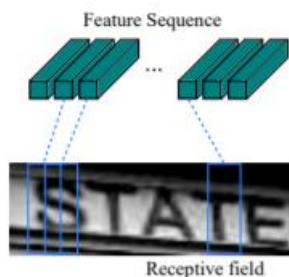


รูป 2.3 โครงสร้าง CRNN

2.1.3.1 ขั้นตอนการทำ Feature Sequence Extraction

ในโมเดล CRNN จะใช้ส่วนที่คล้ายคลึงกันกับ CNN ทั่วไปคือส่วน Convolution layer และส่วน Max-Pooling layer แต่จะตัดส่วน Fully connected layer ทิ้งไป ซึ่งขั้นตอนการแยกส่วนที่สนใจนี้จะเกิดขึ้นในชั้น Convolutional layer โดยหลักจากผ่านกระบวนการในแต่ละชั้นดังกล่าวแล้วจะได้เป็นลำดับ feature ชนิดเวกเตอร์ ซึ่งมาจาก feature maps โดยการแบ่งลำดับ feature นั้นจะทำการแบ่งจาก column ของ feature maps ที่ตำแหน่งจากซ้ายสุดไปขวาสุดทีละ column โดยความกว้างของ column นี้จะถูกกำหนดค่าไว้ที่ 1 pixel และมีจำนวน row เท่ากับความ

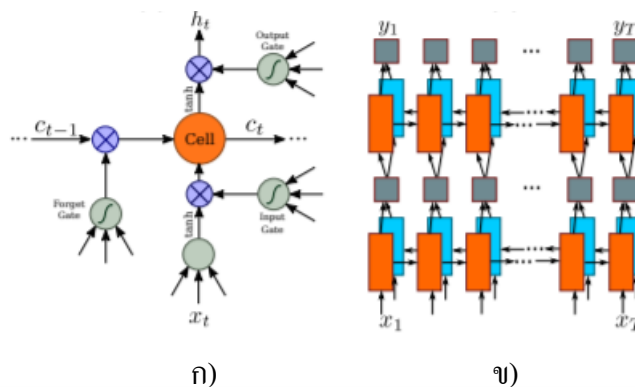
สูงของภาพที่ใช้เป็นอินพุต จากนั้นจะนำลำดับ feature ไปใช้เป็นอินพุตต่อใน Recurrent layer เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.4 ลักษณะข้อมูลของลำดับ Feature ที่ได้จากการแบ่ง Feature map ทีละ column

2.1.3.2 ขั้นตอนการทำ Sequence Labeling

ในขั้นตอนนี้จะนำลำดับ feature จากเอาต์พุตของ Convolutional layer มาใช้ โดยจะนำมาเข้าสู่ Recurrent layer ทีละลำดับ feature โดยเลือกใช้ LSTM (Long short-term memory) แทน RNN แบบดั้งเดิม ซึ่งประกอบไปด้วยส่วนของ Input gate, Output gate, Memory cell และ Forget gate โดยที่ตัว Memory cell ทำหน้าที่จำเอาต์พุตในลำดับก่อนหน้าและตัว Forget gate ทำหน้าที่ Reset การจำของตัว Memory cell สาเหตุที่ใช้ LSTM คือสามารถป้องกันการเกิด Vanishing Gradient ซึ่งเป็นการที่ gradient ในการปรับค่า weight มีค่าน้อยมากๆจนทำให้ไม่เกิดการปรับค่า weight หรือทำให้ layer ในชั้นต้นๆเกิดการเรียนรู้ที่ช้าทำให้มีผลต่อความแม่นยำของโมเดล ซึ่งปัญหานี้มักเกิดในโมเดลที่มี hidden layer จำนวนมาก โดยการทำงานของ LSTM จะทำการรับอินพุตซึ่งเป็นลำดับ feature ทีละลำดับและนำแต่ละ element ของลำดับ feature ซึ่งเป็นเวกเตอร์ไปใช้ทำการทำนายโดย LSTM จะทำการเก็บสถานะการทำนายก่อนหน้าของแต่ละ element เพื่อมาทำนาย element ปัจจุบันจนได้ผลลัพธ์สุดท้ายจะมีขนาดเท่ากับขนาดความสูงของลำดับ feature หรือเวกเตอร์โดยแต่ละ element ของเอาต์พุตจะมีความน่าจะเป็นของแต่ละ label ที่ทำการออกแบบไว้ ในส่วนของการทำ back propagation ของ LSTM จะใช้ bidirectional ซึ่งจะคืนค่า error กลับไปให้ Convolutional layer โดยปกติแล้ว RNN หรือ LSTM จะมีทิศทางเดียวคือการ forward ผลลัพธ์ก่อนหน้าไปให้กับอินพุตถัดไป ซึ่งการคืนค่านี้จะทำในรูปแบบตรงกันข้ามกับการทำการแบ่งลำดับ feature จาก feature map หรือก็คือการนำลำดับ feature แปลงกลับมาเป็น feature map เพื่อส่ง error กลับไปให้ Convolutional layer ใช้ในการปรับ weight



รูป 2.5 คุณลักษณะของ LSTM

ก) โครงสร้างของ LSTM

ข) ทิศทางการ propagation ของ

bidirectional LSTM

2.1.3.3 ขั้นตอนการ Transcription

นำเอาผลลัพธ์ที่ได้จาก Recurrent layer ไปใช้เป็นอินพุตของ Connectionist Temporal Classification (CTC) โดยตัว CTC นั้นจะทำการคำนวณหาความน่าจะเป็นที่มากที่สุดของแต่ละ label ในแต่ละ element ของอินพุต (อินพุตเป็นชนิดเวกเตอร์) แล้วทำการตัด label ที่เป็นตัวเดียวกันและอยู่ในลำดับติดกัน เช่น apple จะได้ผลลัพธ์ออกมาเป็น aple เป็นต้น จนได้ออกมาเป็นผลลัพธ์สุดท้าย



รูป 2.6 ตัวอย่างผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นหลังจากใช้ CTC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4 YOLO

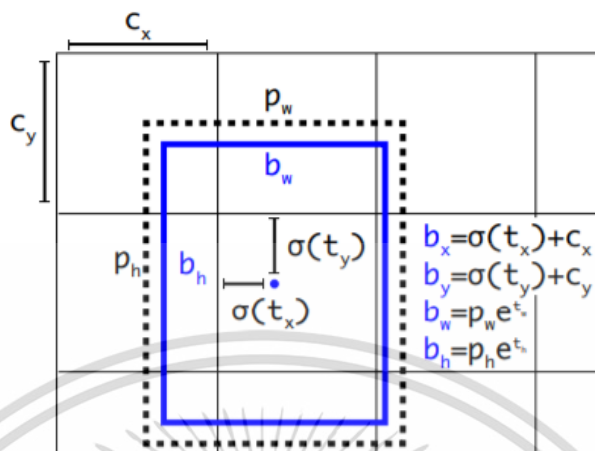
YOLO (You Only Look Once) คือ อัลกอริทึมที่ใช้ในการตรวจจับวัตถุ (Object Detection) ซึ่งจะเป็นการทำนายตำแหน่งของวัตถุในรูปภาพ รวมถึงการจำแนกประเภทของวัตถุ โดย YOLO จะมุ่งเน้นในการใช้งานการตรวจจับแบบ Real-time เนื่องจากมีความเร็วในการทำนายที่สูง เมื่อเทียบกับอัลกอริทึมที่ใช้ในการตรวจจับวัตถุอื่น ๆ YOLO จะมีความแตกต่างจากอัลกอริทึมแบบอื่น ๆ ตรงที่จะใช้ Neural network เพียงแค่ Network เดียว ในการทำนายตำแหน่งและประเภทของวัตถุ ซึ่งนี่ก็เป็นเหตุผลที่ทำให้ YOLO มีความเร็วสูงกว่าอัลกอริทึมแบบอื่น ๆ ที่ต้องใช้จำนวน Neural network มากกว่าหนึ่ง network ในการทำนายตำแหน่งและประเภทของวัตถุ

2.1.4.1 หลักการทำงาน

YOLO รวมส่วนต่าง ๆ ของการทำ Object Detection ไว้ใน Neural network เดียว โดย Network นี้ จะใช้ Features จากทั้งภาพในการทำนาย Bounding box แต่ละอันและทำนายประเภทของวัตถุในเวลาเดียวกัน โดยระบบของ YOLO จะแบ่งรูปอินพุตให้กลายเป็น $S \times S$ ช่อง โดยจะเรียกช่องเหล่านั้นว่า Grid Cell โดย Grid Cell แต่ละช่องจะรับผิดชอบในการตรวจจับวัตถุที่มีศูนย์กลางอยู่ในช่องนั้น โดยแต่ละ Grid cell จะทำนาย B (Bounding boxes) ซึ่งแต่ละ Bounding box จะประกอบไปด้วยค่า 5 ค่า คือ x, y, w, h และค่า confidence โดยที่ (x, y) คือ ตำแหน่งศูนย์กลางของ Bounding box โดยจะสัมพันธ์กับ Grid cell ที่ Bounding Box นั้นอยู่ และ w, h คือ ความกว้างและความสูงของ Bounding box โดยจะสัมพันธ์กับขนาดทั้งรูปภาพและค่า Confidence คือ ค่าความมั่นใจที่จะมีวัตถุอยู่ Bounding box ซึ่งค่า Confidence จะมีค่าเท่ากับ 0 หากไม่มีวัตถุภายใน box แต่ถ้าหากมีวัตถุอยู่ Confidence จะมีค่าเท่ากับ Intersection Over Union (IOU) ระหว่าง Bounding box ที่ทำนายได้ กับ Ground truth box (Bounding box จริง) นอกจากนี้แต่ละ Grid cell ยังได้ทำนายค่า C (Conditional class probabilities) ที่จะใช้เป็นตัวบอกว่าวัตถุที่อยู่ใน Bounding box เป็นวัตถุประเภทใด ในการที่จะทำนายตำแหน่งและขนาดของ Bounding Box ได้นั้น YOLO ใช้แนวคิดของ Anchor boxes (Anchor box คือ Bounding Box ที่มีการกำหนดค่าเริ่มต้นเอาไว้แล้ว) แต่ว่าแทนที่จะทำการกำหนดค่า Anchor boxes โดยตรง YOLO ใช้ k-means clustering กับ Bounding boxes ของ training set เพื่อหาขนาดและตำแหน่งรวมถึงจำนวนของ Anchor boxes ทำให้ในแต่ละ Grid cell จะมี Anchor boxes k กล่อง เท่ากับจำนวน k ที่ใช้คิดใน k-means clustering ซึ่ง Bounding Box ที่ได้จากการทำนายโดยอิงจาก Anchor Box โดย Network จะทำนาย

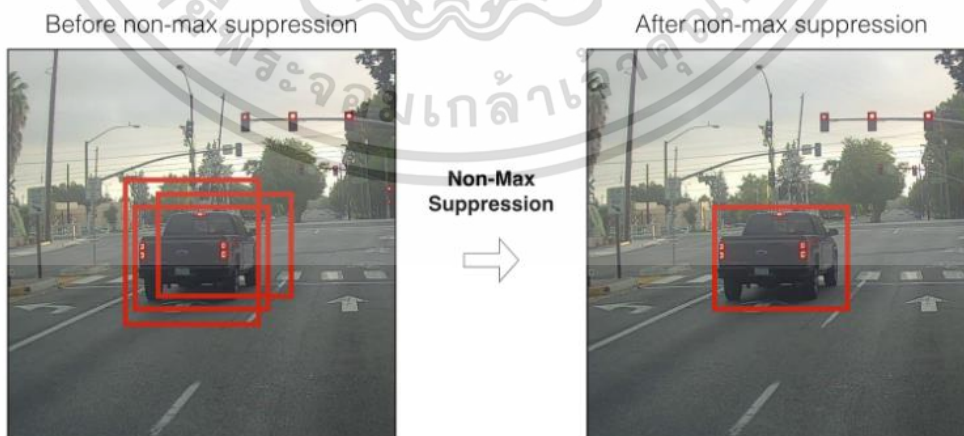
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5 ค่าสำหรับแต่ละ Bounding box คือ t_x , t_y , t_w , t_h และ t_0 ถ้า cell อยู่ที่ตำแหน่ง (c_x, c_y) นับจากมุมซ้ายบนของ Grid cell. Bounding Box จะมีค่าต่าง ๆ ดังรูป 2.3



รูป 2.7 Bounding box ที่ได้โดยอิงจาก Anchor box

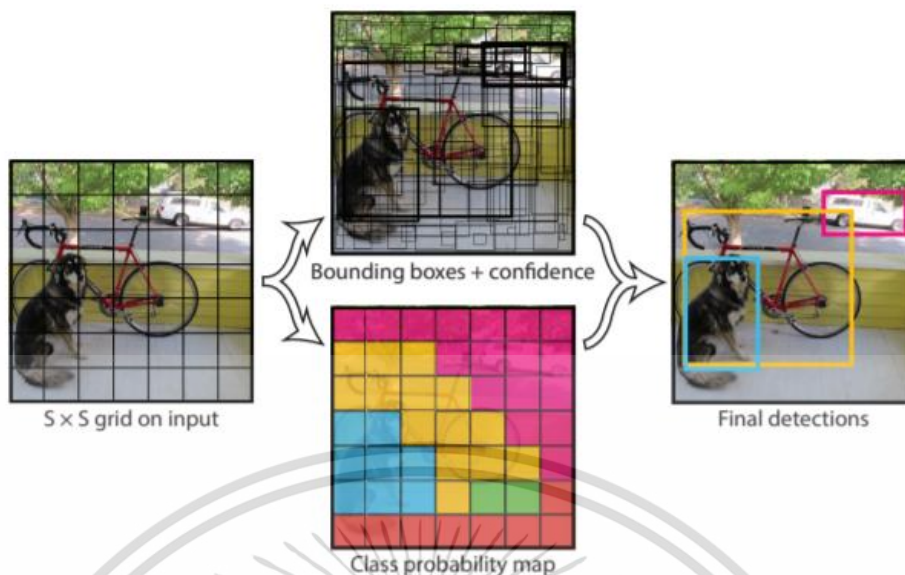
การทำนาย Bounding Box จะมีบ่อยครั้งที่มี Bounding Box มากกว่าหนึ่ง ที่ตรวจจับวัตถุซ้ำกัน เนื่องจาก Anchor boxes และวัตถุอาจจะมีขนาดใหญ่ครอบคลุมหลาย Grid cell ซึ่งการแก้ปัญหานี้ YOLO ได้ใช้เทคนิค Non-maximal suppression ในการเลือก Bounding Box ที่จะเหลือไว้ โดย Non-maximal suppression จะใช้วิธีการละทิ้ง Bounding box ทั้งหมด ที่มี Confident score น้อยกว่าค่า threshold ที่กำหนดไว้ สำหรับ Bounding box ที่เหลือ จะทำการเลือก box ที่มี Confident score สูงที่สุด แล้วทำการละทิ้ง Bounding อื่นที่มี IoU กับ Bounding box ที่เลือกมากกว่าค่า threshold ที่กำหนดไว้และทำนายคลาสเดียวกัน ทำแบบนี้ไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะตรวจครบ



รูป 2.8 ก่อนการทำ Non-maximum suppression (รูปซ้าย)

และหลังการทำ Non-maximum suppression (รูปขวา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.9 ระบบการทำงานของ YOLO

2.1.4.2 โมเดลของ YOLOv3 หรือ Darknet-53 มีโครงสร้างดังรูป 2.10

	Type	Filters	Size	Output
	Convolutional	32	3 × 3	256 × 256
	Convolutional	64	3 × 3 / 2	128 × 128
1x	Convolutional	32	1 × 1	
	Convolutional	64	3 × 3	
	Residual			128 × 128
	Convolutional	128	3 × 3 / 2	64 × 64
	Convolutional	64	1 × 1	
2x	Convolutional	128	3 × 3	
	Residual			64 × 64
	Convolutional	256	3 × 3 / 2	32 × 32
	Convolutional	128	1 × 1	
8x	Convolutional	256	3 × 3	
	Residual			32 × 32
	Convolutional	512	3 × 3 / 2	16 × 16
	Convolutional	256	1 × 1	
8x	Convolutional	512	3 × 3	
	Residual			16 × 16
	Convolutional	1024	3 × 3 / 2	8 × 8
	Convolutional	512	1 × 1	
4x	Convolutional	1024	3 × 3	
	Residual			8 × 8
	Avgpool		Global	
	Connected		1000	
	Softmax			

รูป 2.10 Darknet-53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4.3 Predictions Across Scales

ใน YOLOv3 จะมีการแบ่ง Grid cell เป็น 3 Scales โดยแต่ละ Scales จะทำนายได้ 3 Bounding box ต่อ cell ทำให้สามารถทำนายวัตถุที่มีขนาดเล็กได้ดีกว่า

2.1.5 XML (Extensible Markup Language)

เป็นภาษาที่ใช้สำหรับอธิบายข้อมูลในรูปแบบที่แยกไวยากรณ์อย่างชัดเจนด้วยข้อความ โดยสามารถอ่านได้ไม่ว่าจะเป็นมนุษย์หรือคอมพิวเตอร์ มีส่วนขยายคือ .xml

2.1.6 SQL (Structured Query Language)

เป็นภาษามาตรฐานที่ใช้ในการบริหารจัดการกับข้อมูลที่อยู่ในฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational database) ไม่ว่าจะเป็นการดึงข้อมูล, การเพิ่มหรือลบข้อมูล, การสืบค้นข้อมูล, การแก้ไขข้อมูล และอื่น ๆ

2.2 เทคโนโลยีที่นำมาใช้

2.2.1 ReactJS

เป็น JavaScript library ที่ใช้สำหรับสร้าง User Interface (UI) ซึ่งหมายถึง ส่วนติดต่อระหว่างผู้ใช้กับระบบ โดยเฉพาะ Single page web applications ReactJS ทำให้ผู้พัฒนาสามารถสร้างเว็บไซต์ที่สามารถเปลี่ยนข้อมูลได้ โดยไม่จำเป็นต้องรีโหลดหน้าเว็บไซต์ และยังสามารถสร้าง Component ที่นำไปใช้ซ้ำได้อีกด้วย

2.2.2 NodeJS

คือ JavaScript runtime สร้างบน Chrome's V8 JavaScript engine และมีลักษณะการทำงานเป็นแบบ Asynchronous ซึ่งการทำงานแบบนี้คือไม่จำเป็นที่จะต้องรอทำคำสั่งใดๆให้เสร็จก่อนแล้วจึงจะทำคำสั่งอื่นได้ แต่จะสามารถข้ามไปทำคำสั่งอื่นๆได้เลย โดยในตัว NodeJS จะมีคำสัญญา (Promise) ที่เมื่อคำสั่งใดๆที่ถูกรอข้ามไปทำงานเสร็จแล้วจะสามารถกลับมาทำงานในส่วนของคำสั่งเดิมต่อได้ โดย NodeJS นี้จะถูกใช้สำหรับพัฒนาโปรแกรมฝั่ง Server ด้วยภาษา JavaScript ซึ่งมีจุดเด่นคือมีความเร็วที่สูงและมี Library ให้เลือกใช้มากมาย ซึ่งทำให้การพัฒนาแอปพลิเคชันฝั่ง Server สะดวกยิ่งขึ้น

2.2.3 ExpressJS

เป็น Web Framework ที่สำคัญตัวหนึ่งที่ยอมรับใช้ใน NodeJS ซึ่งทำให้การทำ RestAPI, การทำ Routing และการสร้างหรือใช้งาน Middleware นั้นสะดวกยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4 Postman

เป็นโปรแกรมที่ไว้ใช้สำหรับการส่ง HTTP, HTTPS request ซึ่งสามารถใช้ในการทดสอบ API ที่อยู่ในระหว่างการพัฒนา โดยโปรแกรมจะสามารถแสดง response จาก API ที่เราทำการ request ได้

2.2.5 LINE API

2.2.5.1 LINE Login

เป็น API เชื่อมต่อทำให้สามารถ Login ในเว็บแอปพลิเคชันและแอปพลิเคชันในสมาร์ตโฟนที่สร้างขึ้นมา ด้วย LINE Account ได้

2.2.5.2 LINE Notification

เป็น API ที่ใช้ส่งการแจ้งเตือนผ่าน Line แพลตฟอร์ม โดย Request จะถูกส่งผ่าน HTTPS ในรูปแบบ JSON

2.2.6 Python

ถูกนำมาใช้ในการด้านการพัฒนาส่วนของการเรียนรู้เชิงลึก (Deep learning) ซึ่งเป็นภาษาที่ไม่ต้องคอมไพล์ก่อนทำการรัน และเป็นภาษาระดับสูงที่ถูกออกแบบมาให้ใช้ในการทำงานด้านโปรแกรมมิ่งโดยทั่วไป โดยภาษานี้ถูกสร้างขึ้นโดย Guido van Rossum โดยภาษานี้ถูกปล่อยเวอร์ชันแรกออกมาในปี 1991

2.2.7 Keras

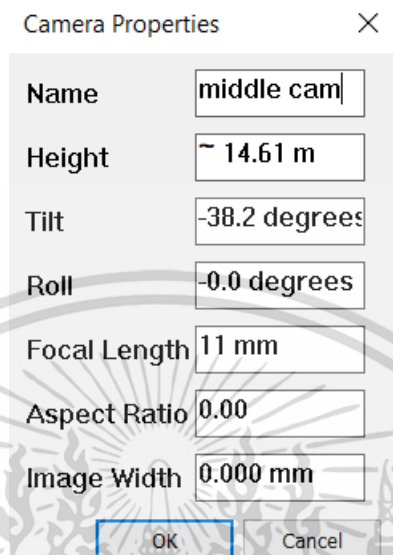
เป็น Library ที่ถูกเขียนโดยภาษา Python ซึ่งเป็น open-source neural network ที่สามารถรันบน TensorFlow, Microsoft Cognitive Toolkit, R, Theano, หรือ PlaidML ได้ โดยตัว Library นี้ถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย เพื่อให้ผู้ใช้ได้สัมผัสกับการทำการเรียนรู้เชิงลึกได้อย่างรวดเร็ว ซึ่ง Keras นั้นถูกพัฒนาขึ้นจากส่วนหนึ่งของงานวิจัย ONEIROS (Open-ended Neuro-Electronic Intelligent Robot Operating System) โดยมีผู้พัฒนาหลักคือ François Chollet ซึ่งเป็นวิศวกรของบริษัท Google

2.2.8 Google SketchUp 2020

เป็นโปรแกรมที่ใช้สร้างแบบจำลองในการทดสอบการทำงานของระบบที่พัฒนาขึ้น โดยตัวโปรแกรมสามารถกำหนดตำแหน่งกล้องที่ใช้จับภาพในแบบจำลองได้ โดยมีพารามิเตอร์เช่น มุมที่ทำกับแนวระนาบ, Focal length และ ความสูงจากแนวแกน Y เป็นต้น อีกทั้งยังมีส่วนขยายที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถทำให้วัตถุสามารถเคลื่อนไหวได้ โดยสามารถกำหนดความเร็วในการเคลื่อนที่ของวัตถุได้ในหน่วยเมตรต่อวินาที (m/s)



Property	Value
Name	middle cam
Height	~ 14.61 m
Tilt	-38.2 degrees
Roll	-0.0 degrees
Focal Length	11 mm
Aspect Ratio	0.00
Image Width	0.000 mm

รูป 2.11 พารามิเตอร์ของกล้องที่สามารถปรับได้ใน SketchUp 2020

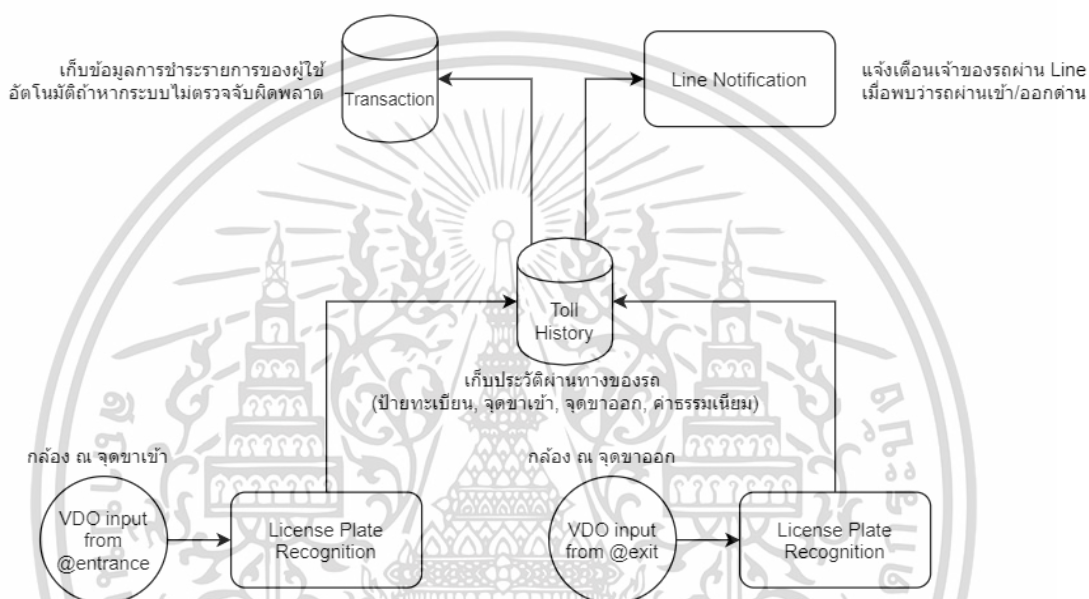
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบและการพัฒนา

3.1 การออกแบบ

3.1.1 การออกแบบภาพรวมของระบบ



รูป 3.1 โครงสร้างโดยรวมของระบบ

3.1.1.1 กระบวนการทำงานของระบบ

- 1) ได้รับ Input จากกล้องที่หน้าด่านซึ่งเป็นไฟล์วิดีโอ แล้วส่งต่อให้ Server ทำการประมวลผลในขั้นตอนต่อไป
- 2) Server ทำหน้าที่เป็นตัวรับข้อมูลวิดีโอที่บันทึกได้จากกล้องหน้าด่านแล้วนำมาทำการตรวจจับป้ายทะเบียนที่อยู่ในแต่ละเฟรม และนำภาพป้ายทะเบียนที่ตรวจจับได้ไปทำการถอดความ หลังจากนั้นจะนำข้อมูลที่ถอดความได้ไปเก็บไว้ในฐานข้อมูล
- 3) ฐานข้อมูล ทำหน้าที่เก็บข้อมูลที่ได้จาก Server และเก็บข้อมูลรายบุคคลของผู้ใช้รวมไปถึงประวัติการชำระค่าธรรมเนียม
- 4) เว็บแอปพลิเคชัน ทำหน้าที่เป็นตัวกลางแสดงผลต่างๆ รวมไปถึงการใช้งานแอปพลิเคชัน Line เพื่อเป็นช่องทางในการแจ้งเตือนการผ่านด่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 การออกแบบ Use case



รูป 3.2 Use case ของเว็บแอปพลิเคชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 3.1 สถานการณ์ของการเข้าสู่ระบบ

Use case	เข้าสู่ระบบ
Actor	ผู้ดูแลระบบ/คนขับรถ
Basic path	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้ดูแลระบบหรือคนขับรถทำการกดเข้าสู่ระบบ 2. หน้าเว็บแอปพลิเคชันแสดงแบบฟอร์มให้กรอก Username และ Password 3. ผู้ดูแลระบบหรือคนขับรถทำการกรอกข้อมูลแล้วส่งแบบฟอร์ม 4. เว็บแอปพลิเคชันแสดงหน้า index
Exception	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้ดูแลระบบหรือคนขับรถกรอกข้อมูล Username, Password ผิดอย่างใดอย่างหนึ่งหรือผิดทั้งหมด 2. เว็บแอปพลิเคชันแสดงการแจ้งเตือนว่า “Username หรือ Password ที่ผู้ใช้ป้อนเข้าสู่ระบบไม่ถูกต้อง”
Alternate	<ol style="list-style-type: none"> 1. คนขับรถเลือกการเข้าสู่ระบบผ่าน Line 2. หน้าเว็บแอปพลิเคชันของ Line แสดงแบบฟอร์มให้กรอก Username และ Password 3. คนขับรถทำการกรอกข้อมูลแล้วส่งแบบฟอร์ม 4. เว็บแอปพลิเคชัน Line จะเปลี่ยนมาที่หน้า index ของเว็บแอปพลิเคชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 3.2 สถานการณ์ของการสมัครสมาชิก

Use case	สมัครสมาชิก
Actor	คนขับรถ
Basic path	<ol style="list-style-type: none"> 1. คนขับรถทำการกดปุ่มสมัครสมาชิก 2. หน้าเว็บแอปพลิเคชันแสดงแบบฟอร์มให้กรอก Username, Password และข้อมูลส่วนตัวรวมถึง E-mail เพื่อใช้ในการยืนยันตัวตน คนขับรถทำการกรอกข้อมูลแล้วส่งแบบฟอร์ม 3. เว็บแอปพลิเคชันจะแสดงข้อความให้คนขับรถไปทำการยืนยัน E-mail ก่อนเข้าใช้งาน
Exception	<ol style="list-style-type: none"> 1. คนขับรถกรอกข้อมูลไม่ครบหรือใช้ Username/E-mail ที่ถูกใช้แล้ว 2. เว็บแอปพลิเคชันแสดงการแจ้งเตือนว่า “กรุณากรอกข้อมูลให้ครบถ้วน/ถูกต้อง”
Alternate	<ol style="list-style-type: none"> 1. คนขับรถสมัครสมาชิกด้วย Line โดยกดปุ่มเข้าสู่ระบบของ Line 2. หน้าเว็บแอปพลิเคชันของ Line แสดงแบบฟอร์มให้กรอก Username และ Password 3. คนขับรถทำการกรอกข้อมูลแล้วส่งแบบฟอร์ม 4. เว็บแอปพลิเคชัน Line จะเปลี่ยนมาที่หน้าแบบฟอร์มข้อมูลส่วนตัวของเว็บแอปพลิเคชันเพื่อให้คนขับรถกรอกข้อมูลให้ครบถ้วนในส่วนที่เหลือ 5. คนขับรถกรอกข้อมูลครบถ้วนแล้วทำการ Update ข้อมูลส่วนตัวจากนั้นเว็บแอปพลิเคชันจะย้ายมาที่หน้า index

ตาราง 3.3 สถานการณ์ของการแก้ไขข้อมูลส่วนตัว

Use case	แก้ไขข้อมูลส่วนตัว
Actor	คนขับรถ
Basic path	<ol style="list-style-type: none"> 1. คนขับรถกดปุ่มแก้ไขข้อมูลส่วนตัว 2. คนขับรถป้อนข้อมูลที่ต้องการเปลี่ยนแปลง 3. คนขับรถกดปุ่ม Update ข้อมูลส่วนตัวหลังจากป้อนข้อมูลเสร็จสิ้นแล้ว
Exception	-
Alternate	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 3.4 สถานการณ์ของการแจ้งเตือนการผ่านด่าน

Use case	การแจ้งเตือนการผ่านด่าน
Actor	คนขับรถ
Basic path	1. คนขับรถขับผ่านด่าน 2. คนขับรถได้รับการแจ้งเตือนการผ่านด่านบน Line Notification
Exception	-
Alternate	-

ตาราง 3.5 สถานการณ์ของการดูประวัติค่าธรรมเนียมย้อนหลัง

Use case	ดูประวัติค่าธรรมเนียมย้อนหลัง
Actor	คนขับรถ
Basic path	1. คนขับรถกดเข้าไปดูประวัติค่าธรรมเนียมย้อนหลัง 2. คนขับรถเลือกทะเบียนรถและช่วงเวลาที่ต้องการดูหรือแสดงทั้งหมด 3. คนขับรถกด submit จากนั้นเว็บแอปพลิเคชันแสดงผลใบเสร็จตามที่คนขับรถเลือกไว้
Exception	1. คนขับรถเลือกช่วงเวลาที่ไม่มีใบเสร็จ 2. หน้าเว็บแอปพลิเคชันแสดงผล “ไม่พบรายการ”
Alternate	-

ตาราง 3.6 สถานการณ์ของการออกใบเสร็จ

Use case	ออกใบเสร็จ
Actor	คนขับรถ
Basic path	1. คนขับรถเข้าไปที่หน้าคูประวัติเพื่อเลือกใบเสร็จที่ต้องการพิมพ์ 2. คนขับรถกดพิมพ์ใบเสร็จตามทะเบียนรถและเวลาที่เลือก 3. หน้าเว็บแอปพลิเคชันแสดงไฟล์ PDF ที่เป็นใบเสร็จ
Exception	-
Alternate	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 3.7 สถานการณ์ของการปรับค่าธรรมเนียม

Use case	ปรับค่าธรรมเนียม
Actor	ผู้ดูแลระบบ
Basic path	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้ดูแลระบบกดเข้าสู่การจัดการด้าน 2. เว็บแอปพลิเคชันแสดงรายชื่อด้าน ขาเข้า-ออก และค่าธรรมเนียมผ่านด้าน 3. ผู้ดูแลระบบกดปุ่มแก้ไขด้าน 4. ผู้ดูแลระบบใส่ราคาที่ต้องการเพิ่ม โดยสามารถเพิ่มทั้งหมดทุกรายการ หรือเพิ่มเฉพาะเจาะจงรายด้านได้ 5. ผู้ดูแลระบบบันทึกการเปลี่ยนแปลง 6. เว็บแอปพลิเคชันแสดง “บันทึกการเปลี่ยนแปลงสำเร็จ”
Exception	-
Alternate	-

ตาราง 3.8 สถานการณ์ของการเพิ่มด้าน

Use case	เพิ่มด้าน
Actor	ผู้ดูแลระบบ
Basic path	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้ดูแลระบบกดเข้าสู่การจัดการด้าน 2. เว็บแอปพลิเคชันแสดงรายชื่อด้าน ขาเข้า-ออก และค่าธรรมเนียมผ่านด้าน 3. ผู้ดูแลระบบกดปุ่มเพิ่มด้าน 4. ผู้ดูแลระบบใส่ชื่อด้าน ตำแหน่งละติจูดและลองจิจูดของด้านที่ต้องการเพิ่ม 5. ผู้ดูแลระบบบันทึกการเปลี่ยนแปลง 6. เว็บแอปพลิเคชันแสดง “บันทึกการเปลี่ยนแปลงสำเร็จ”
Exception	-
Alternate	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 3.9 สถานการณ์ของการจัดการบัญชีผู้ใช้

Use case	จัดการบัญชีผู้ใช้
Actor	ผู้ดูแลระบบ
Basic path	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้ดูแลระบบกดเข้าสู่หน้าจัดการบัญชี 2. เว็บแอปพลิเคชันแสดงรายชื่อบัญชีผู้ใช้ 3. ผู้ดูแลระบบปรับบทบาทผู้ใช้หรือทำการระงับบัญชีผู้ใช้ 4. ผู้ดูแลกดบันทึกการเปลี่ยนแปลง 5. เว็บแอปพลิเคชันแสดง “บันทึกการเปลี่ยนแปลงสำเร็จ”
Exception	-
Alternate	-

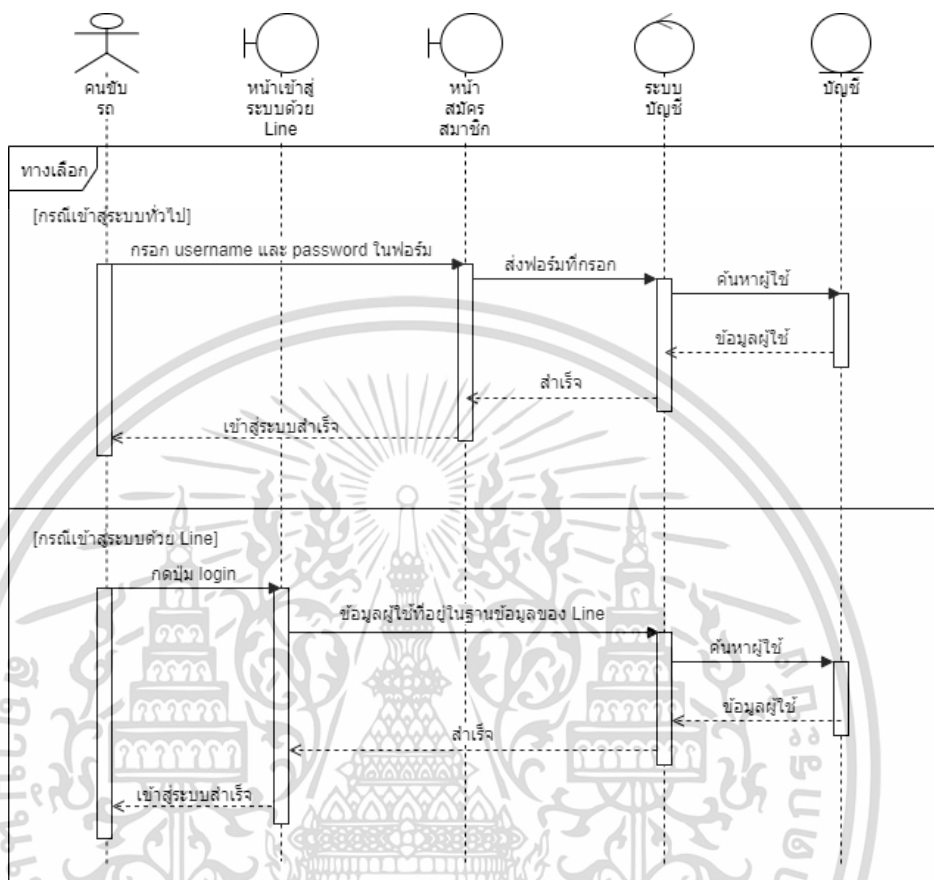
ตาราง 3.10 สถานการณ์ของการจัดการข้อมูลสูญหาย

Use case	จัดการข้อมูลสูญหาย
Actor	ผู้ดูแลระบบ
Basic path	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้ดูแลระบบกดเข้าสู่หน้าจัดการข้อมูลสูญหาย 2. เว็บแอปพลิเคชันแสดงรายการที่ระบบตรวจป้ายทะเบียนไม่พบเจ้าของรถ 3. ผู้ดูแลระบบทำการยืนยันความถูกต้องของข้อมูลด้วยการกรอกข้อมูลป้ายทะเบียน 4. ผู้ดูแลกดยืนยันรายการเพื่ออัปเดตข้อมูลจาก “สูญหาย” ให้เป็น “มีอยู่ในระบบ” และระบบจะทำการเพิ่มใบเสร็จให้กับเจ้าของข้อมูลที่สูญหายไป 5. เว็บแอปพลิเคชันแสดง “บันทึกการเปลี่ยนแปลงสำเร็จ”
Exception	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้ดูแลกรอกป้ายทะเบียนที่ไม่มีอยู่ในระบบ 2. ผู้ดูแลกดยืนยันรายการ 3. ระบบแสดง “ไม่พบป้ายทะเบียนที่ท่านกรอกในระบบ”
Alternate	-

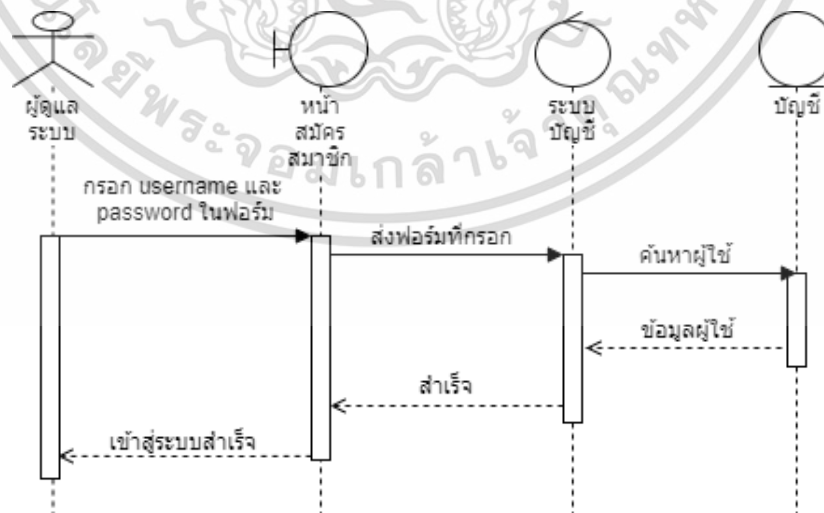
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 การออกแบบ Sequence Diagram

3.1.3.1 ลำดับการเข้าสู่ระบบ



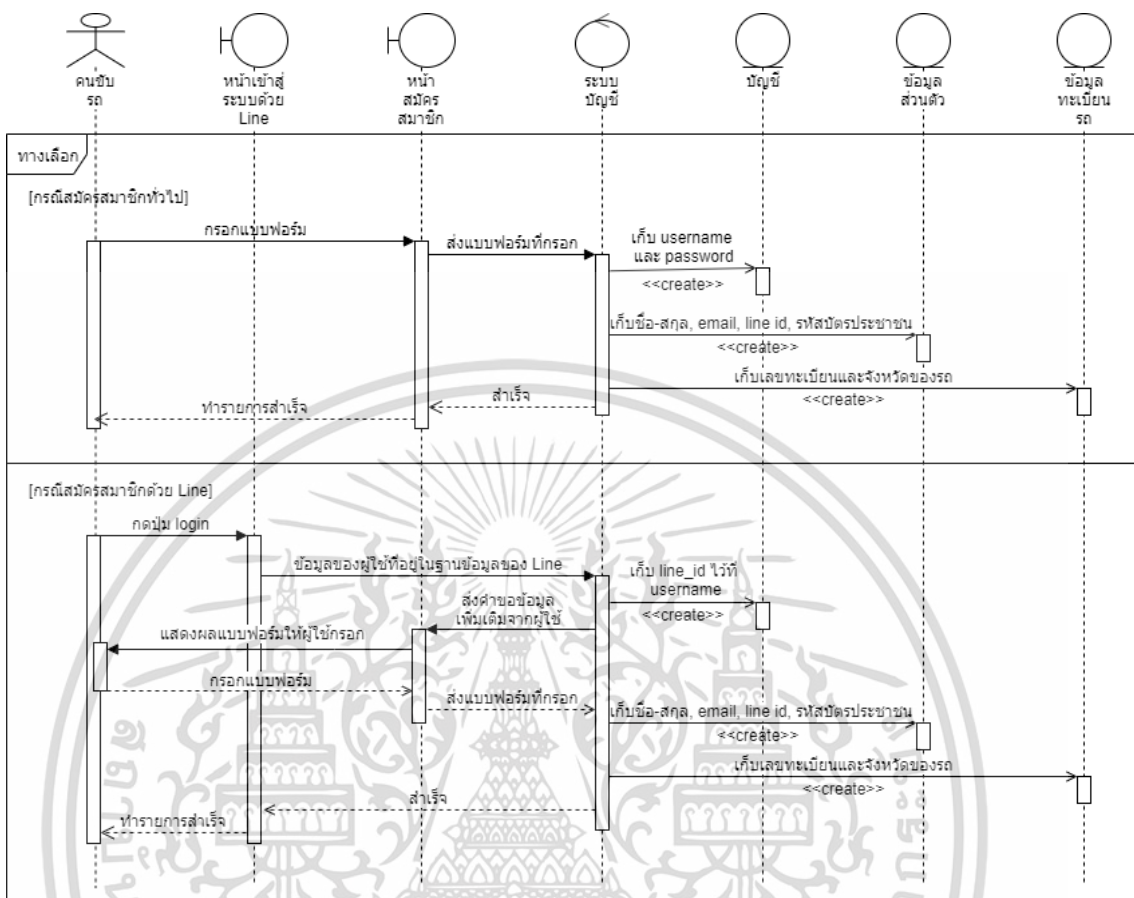
รูป 3.3 แผนผังลำดับการเข้าสู่ระบบของคนขับรถ



รูป 3.4 แผนผังลำดับการเข้าสู่ระบบของผู้ดูแลระบบ

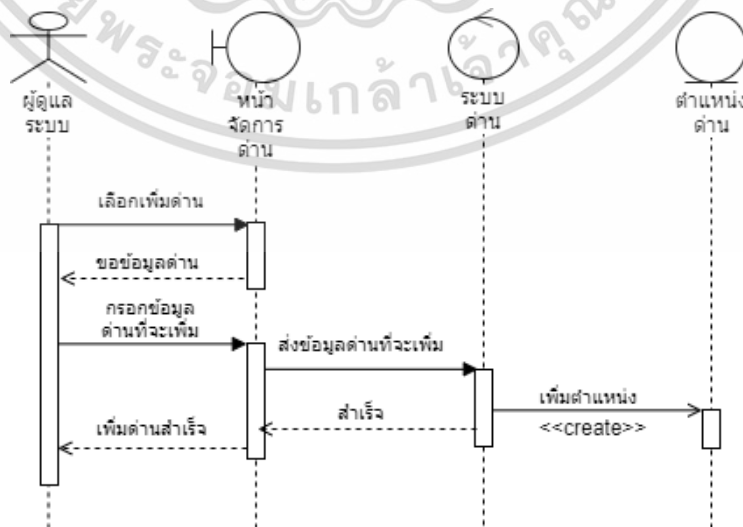
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3.2 ลำดับการสมัครสมาชิก



รูป 3.5 แผนผังลำดับการสมัครสมาชิก

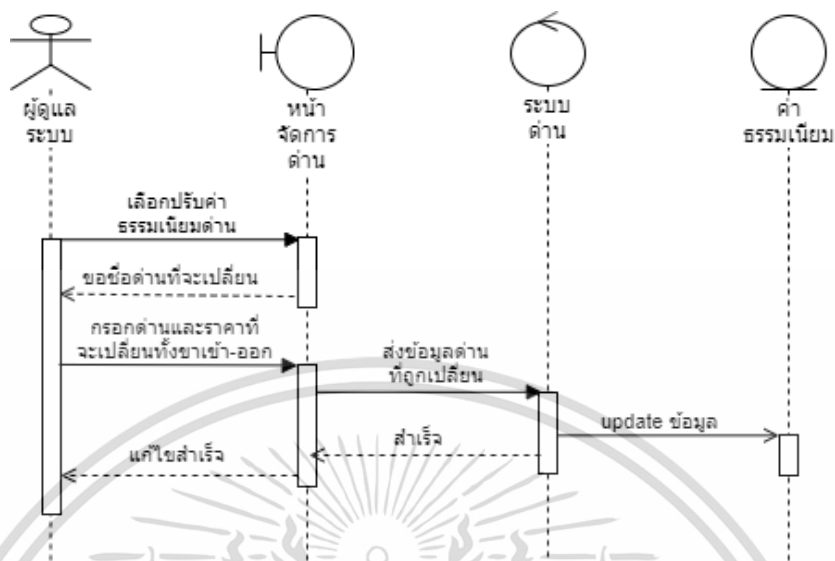
3.1.3.3 ลำดับการเพิ่มด่าน



รูป 3.6 แผนผังลำดับการเพิ่มด่าน

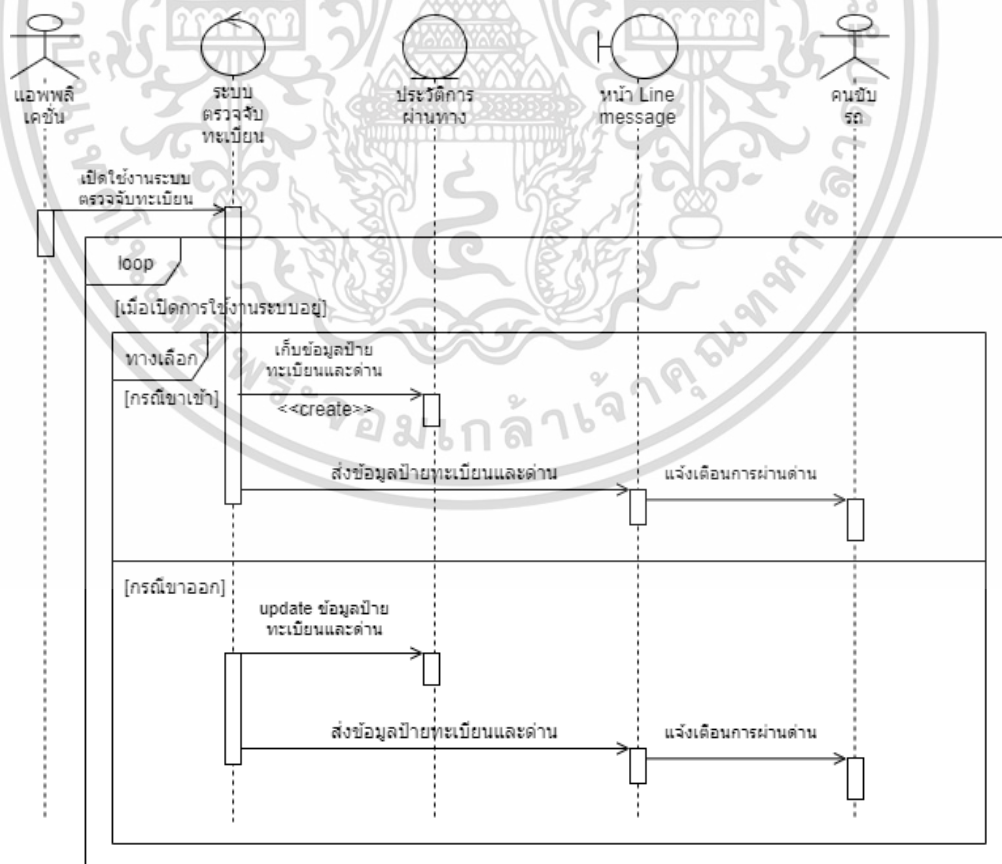
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3.4 ลำดับการปรับค่าธรรมเนียมผ่านด่าน



รูป 3.7 แผนผังลำดับการปรับค่าธรรมเนียมผ่านด่าน

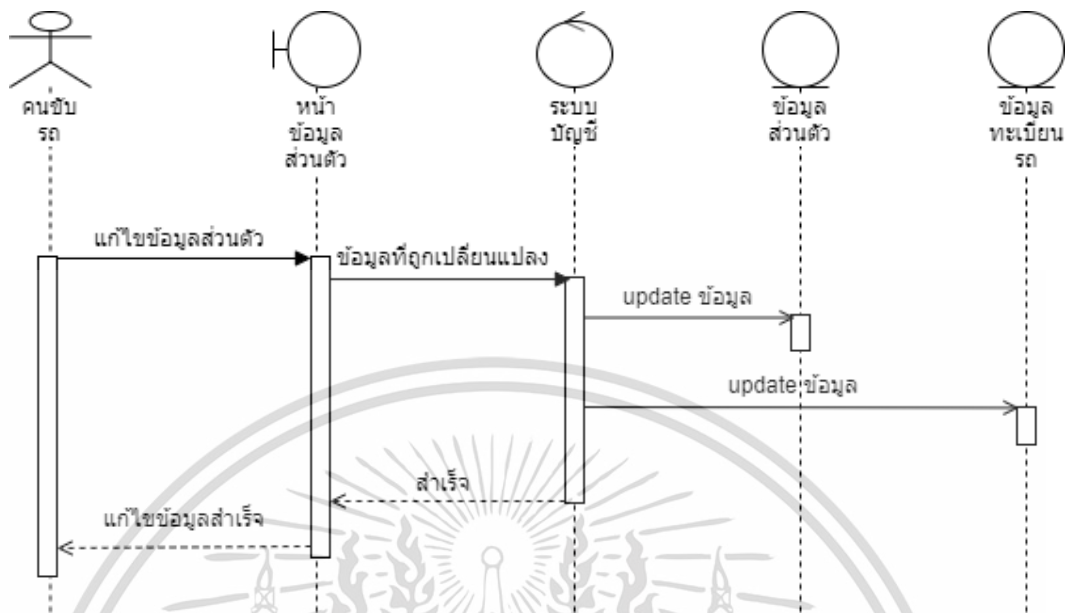
3.1.3.5 ลำดับการแจ้งเตือนเมื่อผ่านด่าน



รูป 3.8 แผนผังลำดับการแจ้งเตือนเมื่อผ่านด่าน

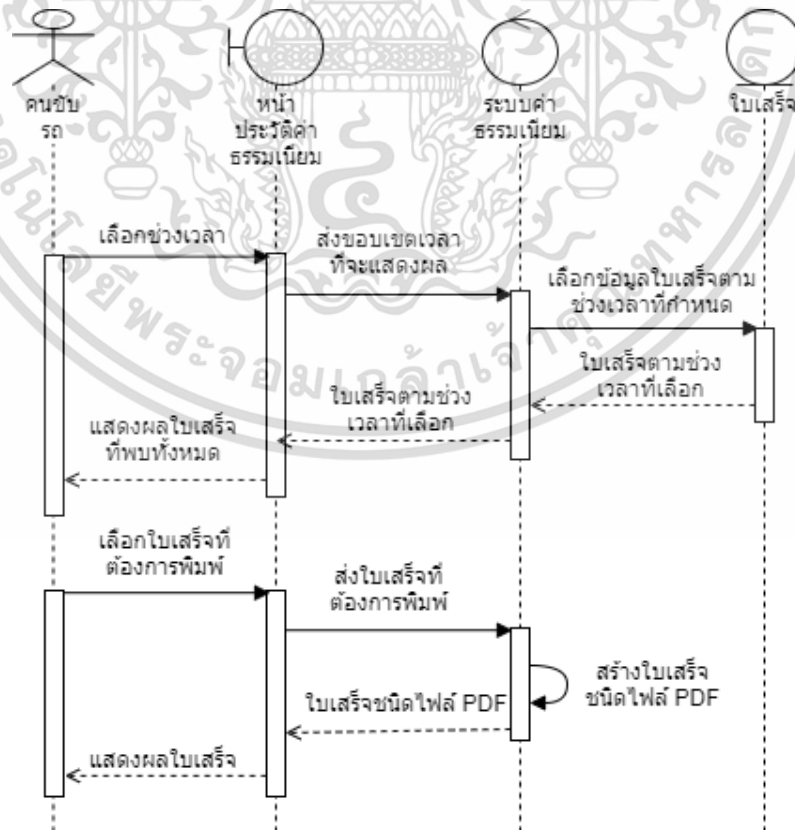
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3.6 ลำดับการแก้ไขข้อมูลส่วนตัว



รูป 3.9 แผนผังลำดับการแก้ไขข้อมูลส่วนตัว

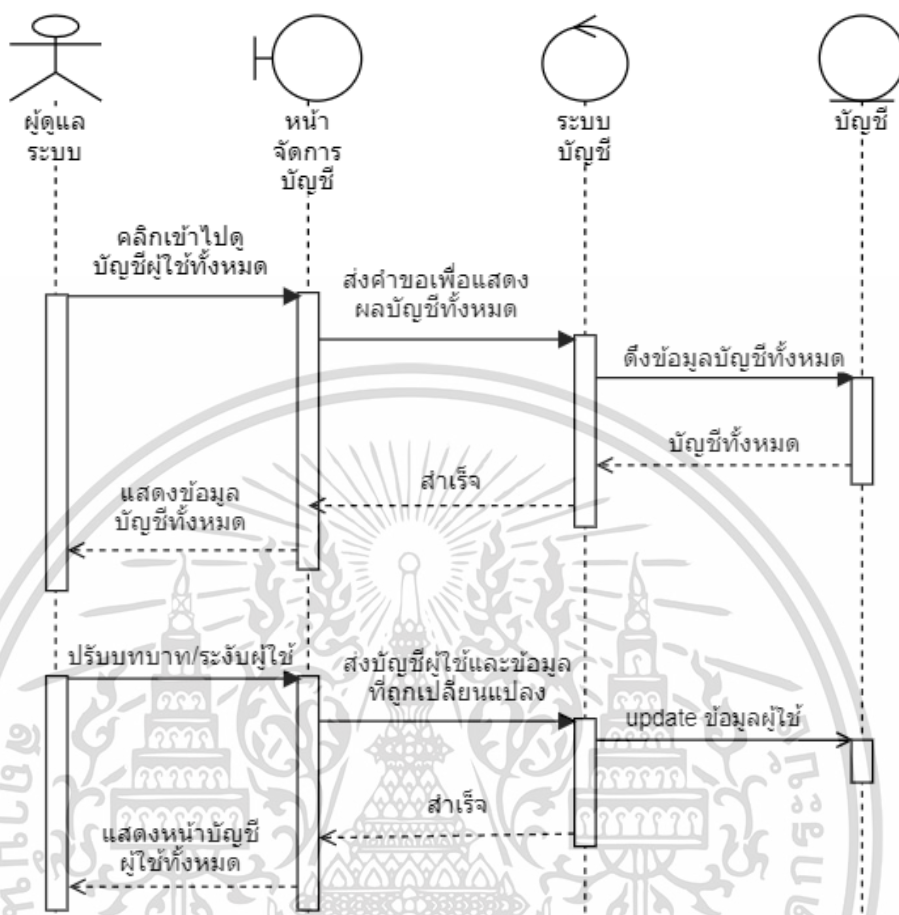
3.1.3.7 ลำดับการดูประวัติค่าธรรมเนียมย้อนหลัง



รูป 3.10 แผนผังลำดับการดูประวัติค่าธรรมเนียมย้อนหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

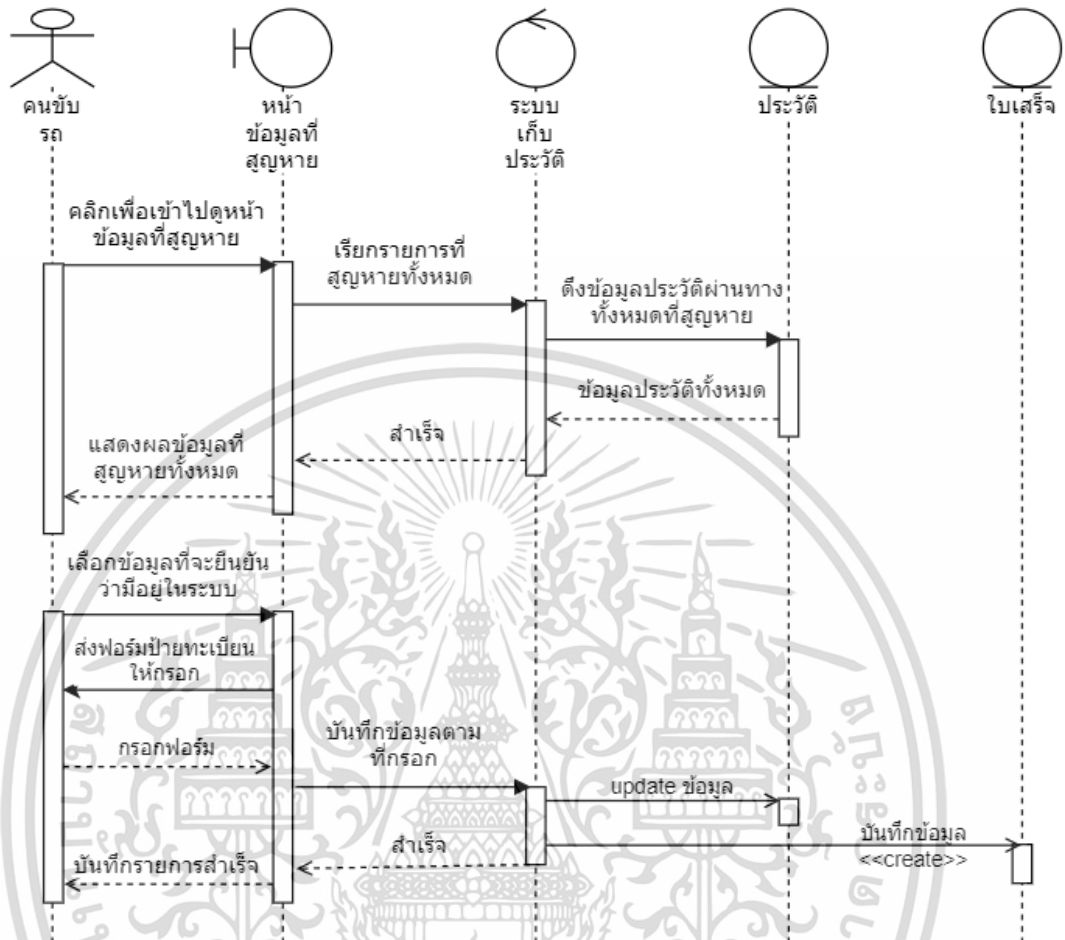
3.1.3.8 ลำดับการจัดการบัญชีผู้ใช้



รูป 3.11 แผนผังลำดับการจัดการบัญชีผู้ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

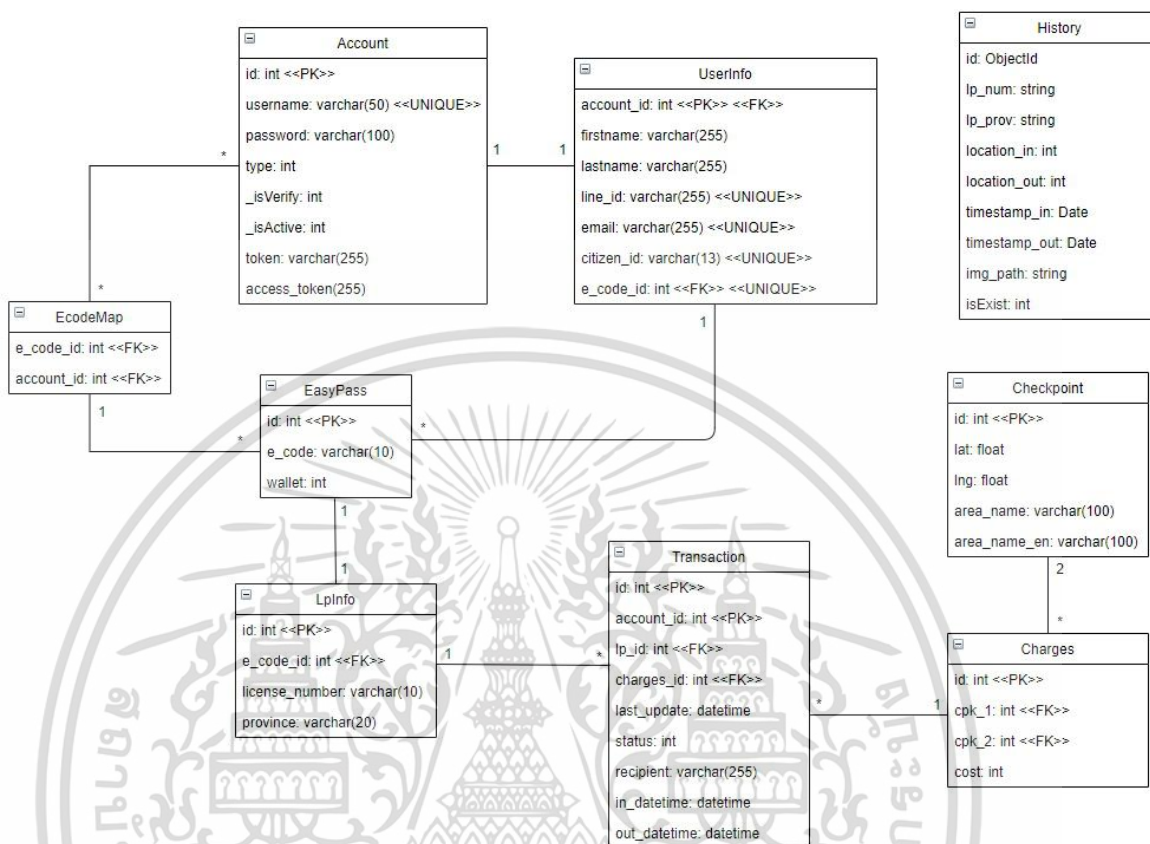
3.1.3.9 ลำดับการจัดการข้อมูลสูญหาย



รูป 3.12 แผนผังลำดับการจัดการข้อมูลสูญหาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.4 การออกแบบฐานข้อมูล



รูป 3.13 ฐานข้อมูลที่จะนำมาใช้ในระบบ

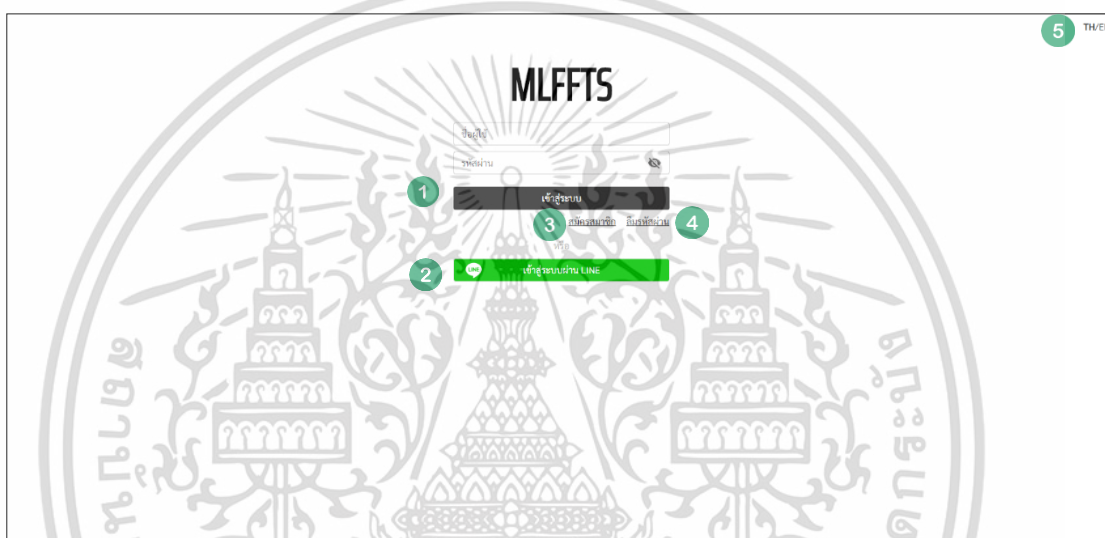
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.5 การออกแบบส่วนของผู้ใช้

3.1.5.1 หน้าเข้าสู่ระบบ

เมื่อเข้าสู่เว็บไซต์ จะแสดงหน้าแรกเป็นหน้าเข้าสู่ระบบซึ่งประกอบด้วย

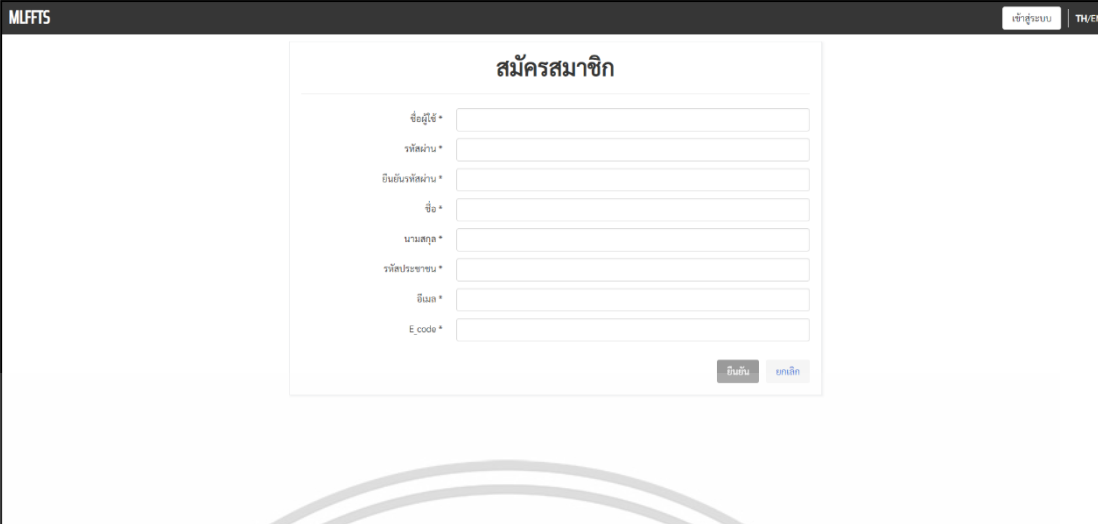
- 1) ส่วนที่เข้าสู่ระบบด้วยบัญชีที่สมัครผ่านเว็บ
- 2) ส่วนที่เข้าสู่ระบบผ่าน LINE
- 3) ปุ่มสมัครสมาชิก
- 4) ปุ่มลืมหัดผ่าน
- 5) ปุ่มที่ใช้สำหรับเปลี่ยนภาษาที่ใช้แสดงในหน้าเว็บแอปพลิเคชัน



รูป 3.14 หน้าเข้าสู่ระบบ

3.1.5.2 หน้าสมัครสมาชิก

ในการสมัครสมาชิก ผู้ใช้จำเป็นต้องกรอกข้อมูลให้ครบทุกช่องและถูกต้องตามรูปแบบ จึงจะสามารถกดยืนยันเพื่อสมัครสมาชิกได้



รูป 3.15 หน้าสมัครสมาชิก

3.1.5.3 หน้าลิ้มรหัสผ่าน

หากลิ้มรหัสผ่านจะขึ้นหน้าต่างเพื่อให้กรอกอีเมลที่ใช้สมัครเพื่อส่งให้ทำการตั้งรหัสผ่านใหม่



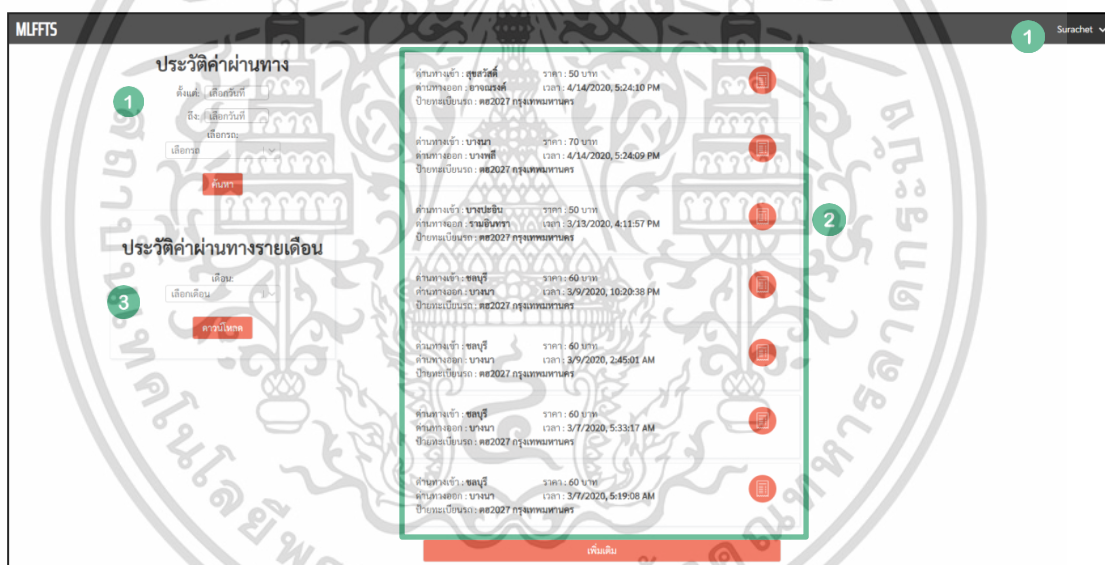
รูป 3.16 หน้าลิ้มรหัสผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.5.4 หน้าหลัก (ผู้ใช้ทั่วไป)

ในกรณีของผู้ใช้ทั่วไป เมื่อเข้าสู่ระบบสำเร็จ จะแสดงหน้าหลักดังรูป 3.17 โดยจะประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

- 1) ส่วนที่ใช้สำหรับค้นหา โดยสามารถค้นหาได้จากช่วงเวลากับรถที่ลงทะเบียน
- 2) ส่วนที่แสดงประวัติค่าผ่านทาง โดยเริ่มต้นจะแสดงประวัติทั้งหมด เรียงจากใหม่สุดอยู่ด้านบน โดยแต่ละอันจะมีปุ่มให้กดสำหรับเปิดใบเสร็จในรูปแบบไฟล์ PDF ดังรูป 3.18 และถ้าหากมีการค้นหา ข้อมูลส่วนนี้ก็จะเปลี่ยนเป็นแสดงข้อมูลที่ตรงกับที่ค้นหาแทน
- 3) ส่วนประวัติค่าผ่านทางรายเดือน ไว้สำหรับดาวน์โหลดยอดสรุปค่าผ่านทางในแต่ละเดือนในรูปแบบไฟล์ PDF ดังรูป 3.19
- 4) ส่วนบัญชีผู้ใช้ ไว้สำหรับเพื่อดูและแก้ไขโปรไฟล์ หรือสำหรับออกจากระบบ



รูป 3.17 หน้าหลัก (ผู้ใช้ทั่วไป)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Multi-lane Free Flow Toll System

ข้อมูลผู้ใช้

หมายเลข e-code: 0123456789 เลขบัตรประจำตัว: 1234567890666
 ชื่อเจ้าของบัตร: Surachet Ngewtaisong email: step_dek_lnw@hotmail.com
 เลขที่ใบอนุญาต: ๓๒2027 กรุงเทพมหานคร

ลำดับ	สถานที่	วันที่	จำนวนเงิน
1	สุขสวัสดิ์ -> อางนครศรี	Wed Dec 31 1969 17:00:00 GMT+0000 (Coordinated Universal Time) -> Wed Dec 31 1969 17:00:00 GMT+0000 (Coordinated Universal Time)	50
รวมทั้งสิ้น			50

รูป 3.18 ใบเสร็จค่าผ่านทาง

Multi-lane Free Flow Toll System

ข้อมูลผู้ใช้

หมายเลข e-code: 0123456789 เลขบัตรประจำตัว: 1234567890666
 ชื่อเจ้าของบัตร: Surachet Ngewtaisong email: step_dek_lnw@hotmail.com
 เลขที่ใบอนุญาต: ๓๒2027 กรุงเทพมหานคร

ลำดับ	สถานที่	วันที่	จำนวนเงิน
1	สุขสวัสดิ์ -> อางนครศรี	null -> null	50
2	บางนา -> บางพลี	null -> null	70
3	บางปะอิน -> ราชอินทรา	null -> null	50
4	ชลบุรี -> บางนา	null -> null	60
5	ชลบุรี -> บางนา	null -> null	60
6	ชลบุรี -> บางนา	null -> null	60
7	ชลบุรี -> บางนา	null -> null	60
รวมทั้งสิ้น			410

รูป 3.19 ใบเสร็จค่าผ่านทางรายเดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.5.5 หน้าโปรไฟล์

หน้าโปรไฟล์จะแสดงข้อมูลส่วนตัวของผู้ใช้ และปุ่มเพื่อจัดการแจ้งเตือนผ่าน LINE Notify

รูป 3.20 หน้าโปรไฟล์

3.1.5.6 หน้าหลัก (ผู้ดูแลระบบ)

ในกรณีของผู้ดูแลระบบ เมื่อเข้าสู่ระบบสำเร็จ จะแสดงหน้าหลักดังรูป 3.21 โดยจะมีส่วนต่างๆ ดังนี้

- 1) ส่วน Tabs ต่างๆ สำหรับเลือกตารางที่จะแสดง โดยจะมีทั้งหมด 4 ตาราง ประกอบด้วย Account, Checkpoint, Charge, Invalid Transaction
- 2) ตารางข้อมูลตาม Tab ที่เลือก
- 3) ส่วนบัญชีผู้ใช้ ไว้สำหรับออกจากระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ID	Username	Type	isVerify	isActivate
แก้ไข 41	doezaza12	0	1	1
แก้ไข 47	Ub1eb490850e92faa80d2d60b4162b6cf	0	1	1
แก้ไข 54	qweqwe	1	1	1
แก้ไข 55	kemakorn22	0	1	1
แก้ไข 56	yoyoza123	0	0	1
แก้ไข 57	chanapatza	0	0	1
แก้ไข 60	itsogood	0	0	1
แก้ไข 61	thanutch47	0	0	1
แก้ไข 62	cutegirl33	0	0	1
แก้ไข 63	supermanz	0	0	1

รูป 3.21 หน้าหลัก (ผู้ดูแลระบบ)

3.1.5.6.1 หน้าตาราง Account

ตาราง Account จะมีรายละเอียดตารางดังนี้

- 1) ID คือ ID ของ Account
- 2) Username คือ ชื่อบัญชีผู้ใช้ ของ Account
- 3) Type คือ ประเภทของผู้ใช้ โดย 0 จะเป็นผู้ใช้ทั่วไป, 1 เป็นผู้ดูแลระบบ
- 4) isVerify คือ Account มีการยืนยันอีเมลหรือยัง โดย 0 คือยังไม่ได้ยืนยัน, 1 เป็นยืนยันแล้ว
- 5) isActivate คือ Account ยังมีการใช้งานอยู่หรือไม่

ID	Username	Type	isVerify	isActivate
แก้ไข 41	doezaza12	0	1	1
แก้ไข 47	Ub1eb490850e92faa80d2d60b4162b6cf	0	1	1
แก้ไข 54	qweqwe	1	1	1
แก้ไข 55	kemakorn22	0	1	1
แก้ไข 56	yoyoza123	0	0	1
แก้ไข 57	chanapatza	0	0	1
แก้ไข 60	itsogood	0	0	1
แก้ไข 61	thanutch47	0	0	1
แก้ไข 62	cutegirl33	0	0	1
แก้ไข 63	supermanz	0	0	1

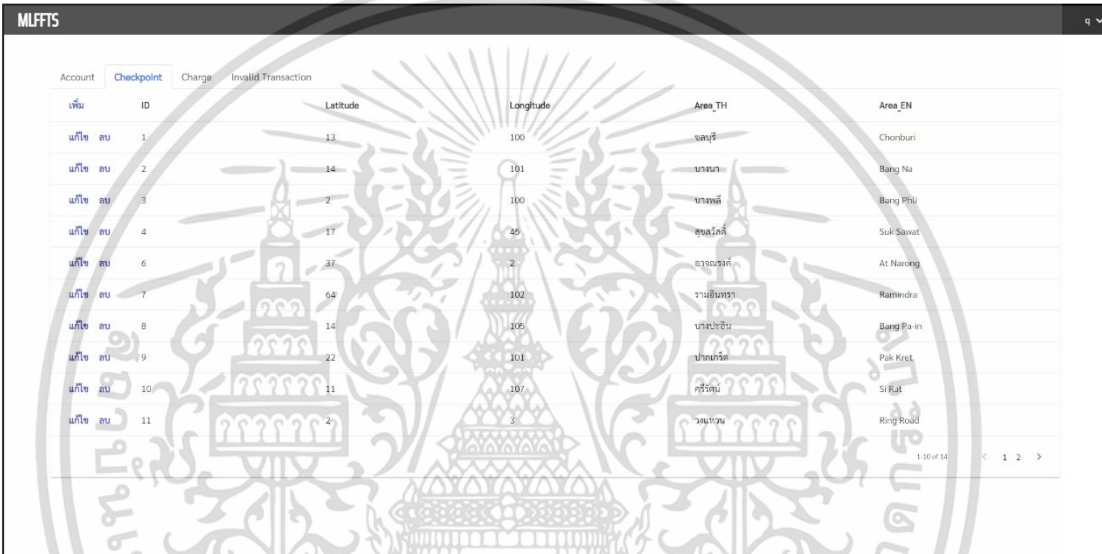
รูป 3.22 หน้าตาราง Account

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.5.6.2 หน้าตาราง Checkpoint

ตาราง Checkpoint เป็นตารางข้อมูลของด่านเก็บค่าผ่านทาง จะมีรายละเอียดตารางดังนี้

- 1) ID คือ ID ของ Checkpoint
- 2) Latitude คือ ตำแหน่งละติจูดของ Checkpoint
- 3) Longitude คือ ตำแหน่งลองจิจูดของ Checkpoint
- 4) Area_TH คือ ชื่อภาษาไทยของ Checkpoint
- 5) Area_EN คือ ชื่อภาษาไทยของ Checkpoint



Account	Checkpoint	Charge	Invalid Transaction	ID	Latitude	Longitude	Area_TH	Area_EN
เพิ่ม				1	13	100	ชลบุรี	Chonburi
แก้ไข	ลบ			2	14	101	บางนา	Bang Na
แก้ไข	ลบ			3	2	100	บางพลี	Bang Phli
แก้ไข	ลบ			4	17	26	สุขสวัสดิ์	Suk Sawet
แก้ไข	ลบ			6	37	7	อ่าวขวาง	Ai Narong
แก้ไข	ลบ			7	64	102	รามอินทรา	Ramindra
แก้ไข	ลบ			8	14	106	บางพระ	Bang Pa et
แก้ไข	ลบ			9	22	101	ปากเกร็ด	Pak Kret
แก้ไข	ลบ			10	11	107	ศรีบุญ	Si Bun
แก้ไข	ลบ			11	2	3	รังสิต	Ring Road

รูป 3.23 หน้าตาราง Checkpoint

3.1.5.6.3 หน้าตาราง Charge

ตาราง Charge เป็นตารางข้อมูลของค่าผ่านทาง จะมีรายละเอียดตารางดังนี้

- 1) ID คือ ID ของ Charge
- 2) CPK1 คือ ID ของ Checkpoint ที่จุดขาเข้า
- 3) CPK2 คือ ID ของ Checkpoint ที่จุดขาออก
- 4) Cost คือ ราคาผ่านทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพิ่ม	ID	CPK 1	CPK 2	Cost
แก้ไข ลบ	1	1	2	60
แก้ไข ลบ	2	2	3	70
แก้ไข ลบ	3	4	6	50
แก้ไข ลบ	4	8	7	50
แก้ไข ลบ	6	9	10	45
แก้ไข ลบ	7	9	11	50
แก้ไข ลบ	8	10	13	55

รูป 3.24 หน้าตาราง Charge

3.1.5.6.4 หน้าตาราง Invalid Transaction

ตาราง Invalid Transaction เป็นตารางที่ใช้จัดการ ในกรณีที่มีการตรวจสอบผิดพลาดได้ป้ายทะเบียนที่ไม่มีในระบบ โดยจะมีรายละเอียด

ตารางดังนี้

- 1) LP Number คือ เลขทะเบียนรถที่ระบบตรวจจับได้
- 2) LP Province คือ ชื่อจังหวัดทะเบียนรถที่ระบบตรวจจับได้
- 3) Location In คือ ID ของ Checkpoint ที่จุดขาเข้า
- 4) Location Out คือ ID ของ Checkpoint ที่จุดขาออก

โดยการแก้ไขข้อมูลให้ถูกต้อง สามารถกดได้ที่แต่ละแถวของข้อมูลในตาราง เมื่อกดแล้วจะแสดงหน้าต่างเพื่อให้ใส่ข้อมูลที่ต้องการ ดังรูป 3.25

LP Number	LP Province	Location In	Location Out
2กน3211	กรุงเทพมหานคร	1	2
1กน1237	กรุงเทพมหานคร	1	2

รูป 3.25 หน้าตาราง Invalid Transaction

รูป 3.26 หน้าต่างแก้ไข Invalid Transaction

3.1.5.6.5 การเพิ่มข้อมูล

การเพิ่มข้อมูลสามารถทำได้โดยการกดปุ่ม “เพิ่ม” จะมีแถวเพิ่มขึ้นมา เพื่อให้กรอกข้อมูลที่จะเพิ่มลงไป โดยจะสามารถเพิ่มได้เฉพาะตารางที่มีปุ่ม “เพิ่ม” เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Account	Checkpoint	Charge	Invalid Transaction	ID	Latitude	Longitude	Area
เพิ่ม	เช็คอิน ยกเลิก						
แก้ไข ลบ				1	13	100	ชลบุรี
แก้ไข ลบ				2	14	101	บางนา
แก้ไข ลบ				3	2	100	บางพลี
แก้ไข ลบ				4	17	45	สุขสวัสดิ์
แก้ไข ลบ				6	37	2	อาจณรงค์
แก้ไข ลบ				7	64	102	รามอินทรา
แก้ไข ลบ				8	14	105	บางพลีน้อย
แก้ไข ลบ				9	22	101	ปากเกร็ด
แก้ไข ลบ				10	11	107	ศรีษะเกษ
แก้ไข ลบ				11	2	3	วชิรพยาบาล

รูป 3.27 การเพิ่มข้อมูลในตาราง

3.1.5.6.6 การแก้ไขข้อมูล

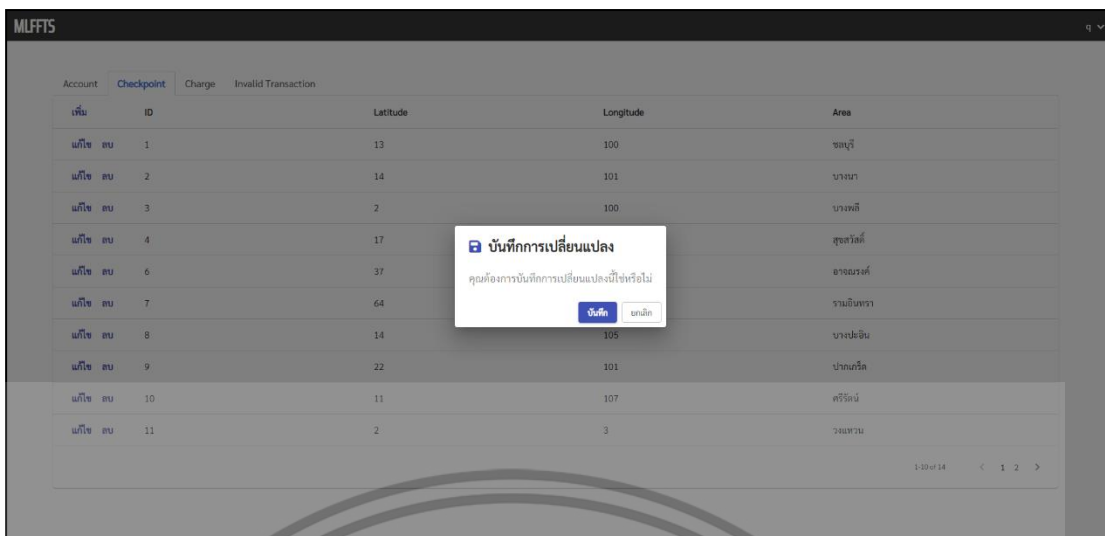
การแก้ไขข้อมูลสามารถทำได้โดยการกดปุ่ม “แก้ไข” ในแถวของข้อมูลที่ต้องการจะแก้ไข จากนั้นแถวของข้อมูลจะสามารถแก้ไขข้อมูลได้ และหากกด “ยืนยัน” เพื่อบันทึกจะขึ้นหน้าต่างเพื่อยืนยันการบันทึก ดังรูป

3.29

Account	Checkpoint	Charge	Invalid Transaction	ID	Latitude	Longitude	Area
เพิ่ม	เช็คอิน ยกเลิก						
แก้ไข ลบ				1	13	100	ชลบุรี
แก้ไข ลบ				2	14	101	บางนา
แก้ไข ลบ				3	2	100	บางพลี
แก้ไข ลบ				4	17	45	สุขสวัสดิ์
แก้ไข ลบ				6	37	2	อาจณรงค์
แก้ไข ลบ				7	64	102	รามอินทรา
แก้ไข ลบ				8	14	105	บางพลีน้อย
แก้ไข ลบ				9	22	101	ปากเกร็ด
แก้ไข ลบ				10	11	107	ศรีษะเกษ
แก้ไข ลบ				11	2	3	วชิรพยาบาล

รูป 3.28 การแก้ไขข้อมูลในตาราง

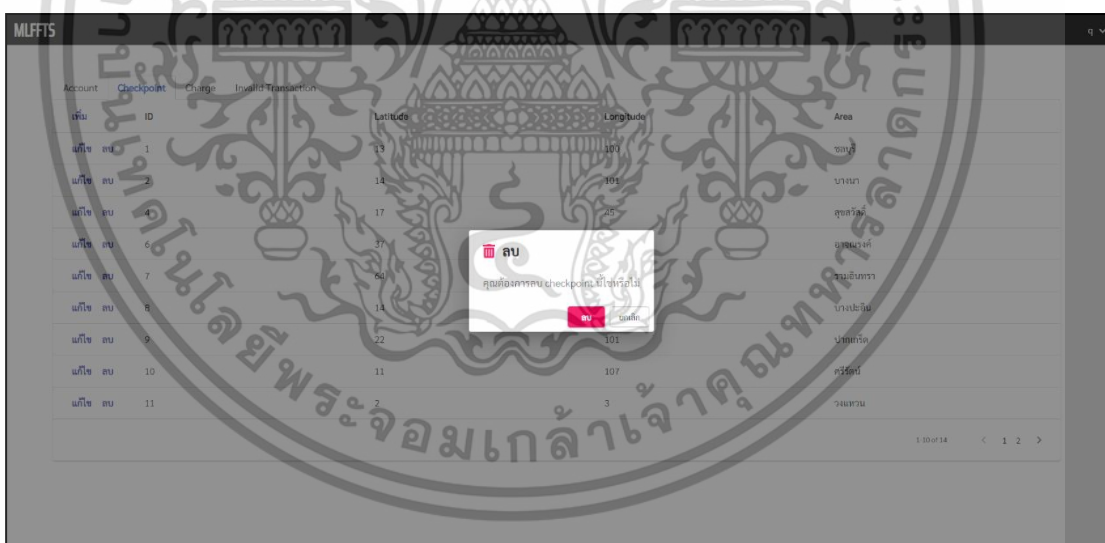
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 3.29 หน้าต่างยืนยันการแก้ไข

3.1.5.6.7 การลบข้อมูล

การลบข้อมูลสามารถทำได้โดยการกดปุ่ม “ลบ” ในแถวของข้อมูลที่ต้องการจะลบ จากนั้นขึ้นหน้าต่างเพื่อยืนยันการลบดังรูป 3.30



รูป 3.30 หน้าต่างยืนยันการลบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.6 การออกแบบข้อมูล

3.1.6.1 การสร้างตัวแผ่นป้ายทะเบียน

ออกแบบให้ตัวแผ่นป้ายมีขนาดความกว้าง 72 pixels ความยาว 162 pixels โดยป้ายจะมีทั้งหมดสองชนิดในชุด Dataset ที่สร้างขึ้นมาเอง ดังรูปภาพด้านล่าง



รูป 3.31 ป้ายทะเบียนทั้งสองชนิดที่ใช้ในการสร้าง Dataset

3.1.6.2 การวางหมวดอักษรและตัวเลข

ออกแบบให้มีความยาวในส่วนของหมวดอักษรและตัวเลขมีความยาวอยู่ในช่วง [6,7] โดยโปรแกรมจะสุ่มเลือกค่าใดค่าหนึ่งเมื่อทำการสร้างภาพป้ายทะเบียน ซึ่งตัวหมวดอักษรและตัวเลขในส่วนนี้จะนำมาจากรูปภาพป้ายทะเบียนจริงและนำมาปรับสัดส่วนให้มีความกว้าง 25 pixels ความยาว 17 pixels สำหรับทุกตัวอักษร

3.1.6.2.1 กรณีความยาวอักษรเท่ากับ 6

ในกรณีนี้ ป้ายทะเบียนจะมีรูปแบบคือ ตัวอักษรสองตัวแรกสุดจะเป็นส่วนของหมวดอักษรเสมอและตามด้วยตัวเลขทั้งหมดสี่ตัว ดังรูปตัวอย่างด้านล่าง



รูป 3.32 ป้ายทะเบียนที่มีความยาวส่วนของหมวดอักษรและตัวเลขเท่ากับ 6

3.1.6.2.2 กรณีความยาวอักษรเท่ากับ 7

ในกรณีนี้ ป้ายทะเบียนจะมีรูปแบบคือ ตัวอักษรตัวแรกสุดจะเป็นส่วนของตัวเลขและตามด้วยหมวดอักษรสองตัวจากนั้นจึงตามด้วยตัวเลขทั้งหมดสี่ตัว ดังรูปตัวอย่างด้านล่าง



รูป 3.33 ป้ายทะเบียนที่มีความยาวส่วนของหมวดอักษรและตัวเลขเท่ากับ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.6.3 การวางส่วนจังหวัด

ออกแบบโดยการใช้ Font ที่ชื่อว่า Sarun's ThangLuang ซึ่งเป็น Font ที่สามารถใช้ได้ฟรี และถูกนำมาใช้ในการสร้างชุดอักษรจังหวัดด้วยการพิมพ์โดยใช้ Font ดังกล่าวลงบนภาพป้ายทะเบียน

3.1.6.4 กระบวนการขยายข้อมูล (Image Augmentation)

ออกแบบโดยใช้หลักการประมวลผลภาพ (Image Processing) เพื่อเพิ่มความซับซ้อนของรูปภาพในขั้นตอนการฝึกโมเดล

3.1.6.5 การทำภาพให้เบลอโดยใช้ Gaussian Blur

ในการทำภาพเบลอนี้จะใช้ Kernel ของ Gaussian Blur โดยมีค่าอยู่ที่ 1×1 หรือ 3×3 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานแกน x อยู่ที่ 0.6 เพื่อให้ภาพไม่เบลอมากเกินไป



รูป 3.34 ตัวอย่างภาพที่ถูกปรับให้มีความเบลอ

3.1.6.6 การปรับแสงของภาพ

ในการปรับแสงภาพนี้จะแปลงภาพจาก RGB เป็น HSV โดยจะใช้ channel ของ HSV ที่เรียกกันว่า Value เป็น channel ที่ใช้ในการปรับความสว่างของภาพ ซึ่งจะนำไปคูณกับค่าแกมมา (γ) ที่ช่วง $[0,1]$ โดยจะทำการบวกด้วยค่าคงที่เท่ากับ 0.4 เพื่อไม่ให้มีความสว่างที่ต่ำจนเกินไป



รูป 3.35 ตัวอย่างภาพที่ถูกปรับความสว่างของภาพให้ต่ำลง

3.1.6.7 การปรับมุมมองภาพ

ในการปรับมุมมองภาพจะกำหนดการเปลี่ยนแปลงต่อจุดอยู่ที่ช่วง $[0,25]$ เพื่อให้ภาพเกิดการหมุนกลับ (flip) และไม่ให้มีลักษณะต่างไปจากมุมมองที่กล้องจะสามารถบันทึกได้ในวิดีโอจนเกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 3.36 ตัวอย่างป้ายทะเบียนที่ถูกปรับเปลี่ยนมุมมอง

3.1.6.8 การทำ Ground truth ให้กับข้อมูล

ทำโดยการใช้การ Encode ตัวอักษรภาษาไทยให้เป็นภาษาอังกฤษ เนื่องจากตัว Library ที่ใช้ฝึกข้อมูลไม่สามารถอ่านภาษาไทยออกได้ และจะทำการตัดสละยทั้งหมดทิ้งเพื่อลดจำนวน Class โดยจะแสดงความสัมพันธ์ดังตารางด้านล่าง

ตาราง 3.11 ความสัมพันธ์ระหว่างอักษรไทยและอักษรอังกฤษ

Encode	Decode	Encode	Decode	Encode	Decode
0	0	a	ก	k	ฎ
1	1	b	ข	l	ฐ
2	2	c	ค	m	ฒ
3	3	d	ฌ	n	ณ
4	4	e	ง	o	ด
5	5	f	จ	p	ต
6	6	g	ฉ	q	ถ
7	7	h	ช	r	ท
8	8	i	ฉ	s	ธ
9	9	j	ญ	t	น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 3.10 ความสัมพันธ์ระหว่างอักษรไทยและอักษรอังกฤษ (ต่อ)

Encode	Decode		Encode	Decode		Encode	Decode
u	บ		C	ร		K	อ
v	ป		D	ล		L	ช
w	ผ		E	ว		M	ะ
x	พ		F	ศ		N	า
y	ฟ		G	ษ		O	เ
z	ภ		H	ส		P	โ
A	ม		I	ห		Q	ใ
B	ย		J	พ		R	ำ



20,10,132,33,gy5058

48,36,87,46,CKBOKo

ก)

ข)

รูป 3.37 ลักษณะชุด Dataset ที่จะนำไปใช้ในการฝึกฝนโมเดล

ก) ตัวอย่างภาพที่ใช้ในการฝึกโมเดล

ข) ตัวอย่าง Ground Truth ของภาพโดยค่าตัวเลข

คือ x_{min} , y_{min} , x_{max} , y_{max} ตามลำดับ

ซึ่งเป็น Bounding Box ของตัวอักษรที่พบในภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การพัฒนา

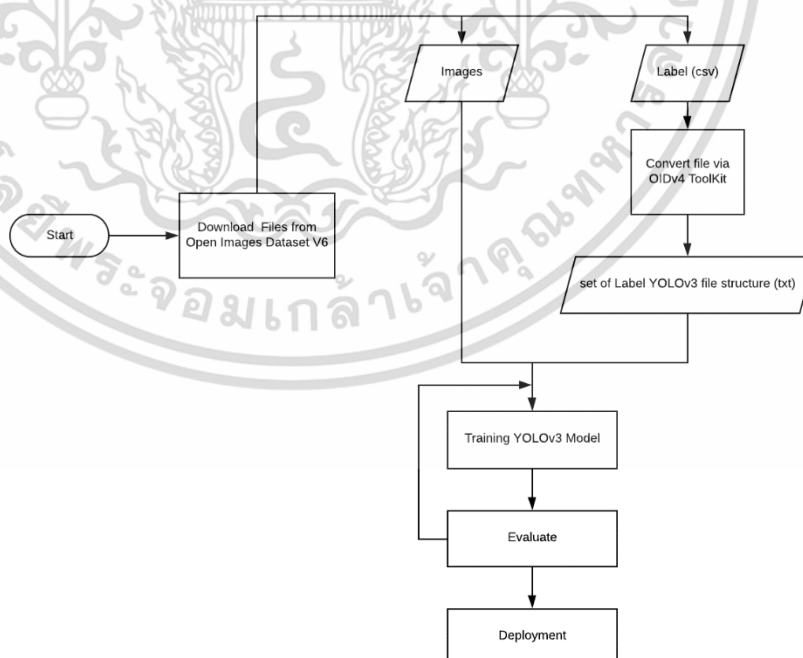
3.2.1 การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน

การส่งและรับข้อมูลระหว่าง Client และ Server จะใช้งานผ่าน RestAPI (Representational state transfer) ซึ่งเป็นการแยก Service ออกจากฝั่ง Client โดยในส่วนของ Back-end จะใช้ NodeJS ในการพัฒนาและใช้ Database ของ MariaDB ซึ่งมีลักษณะการใช้คำสั่ง SQL คล้ายคลึงกับ MySQL และตัว No SQL อย่าง MongoDB ในส่วนของ Front-end จะใช้ ReactJS ในการพัฒนา

3.2.2 การฝึกโมเดล

3.2.2.1 โมเดลตรวจจับป้ายทะเบียน

ในส่วนของการตรวจจับป้ายทะเบียน จะเลือกใช้โมเดล YOLOv3 โดยจะทำการเตรียมข้อมูลโดยดาวน์โหลดผ่านทาง Open Images Dataset V6 จะได้ไฟล์รูปกับไฟล์ Label เป็นชนิด CSV หลังจากนั้นทำการแปลงไฟล์ Label จาก CSV ให้กลายเป็น XML แล้วทำการแปลงจาก XML ให้กลายเป็นรูปแบบโครงสร้างของ YOLOv3 โดยการแปลงไฟล์ทั้งหมดจะใช้ OIDv4 ToolKit (https://github.com/pythonlessons/OIDv4_ToolKit) ในการแปลงไฟล์จากไฟล์ Label เริ่มต้น ให้อยู่ในรูปแบบโครงสร้างของ YOLOv3

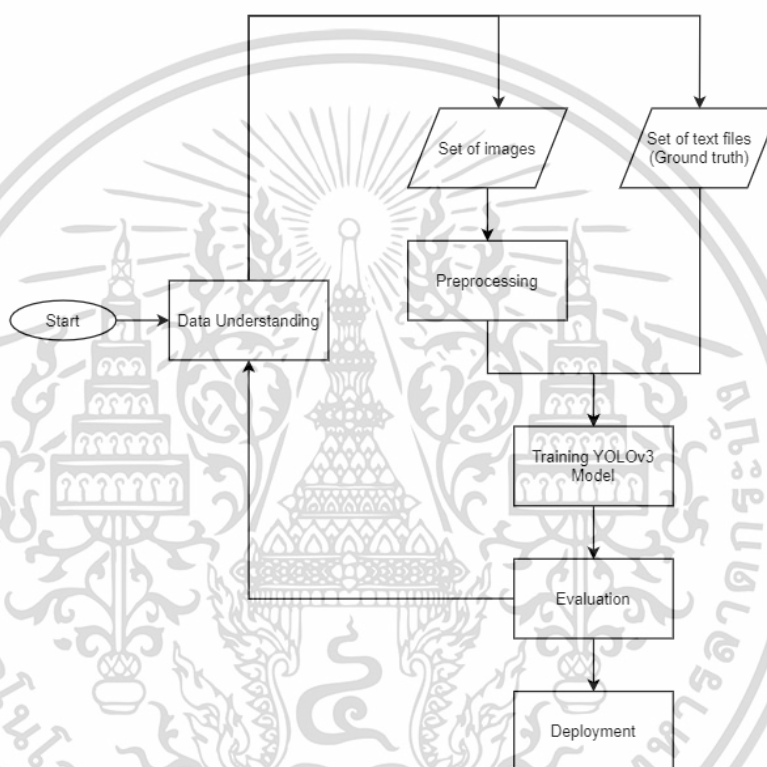


รูป 3.38 ขั้นตอนการฝึกฝนโมเดลตรวจจับป้ายทะเบียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2.2 โมเดลตรวจจับตัวอักษรในป้ายทะเบียน

ในส่วนของการตรวจจับตัวอักษร จะเลือกใช้โมเดล YOLOv3 เช่นเดียวกับโมเดลตรวจจับป้ายทะเบียน โดยจะทำการเตรียมข้อมูลเพื่อให้สามารถใช้เป็น Input ของโมเดลได้ ซึ่งการเตรียมข้อมูลจะทำปรับขนาดภาพให้เป็นขนาด 416x416 pixels ตามข้อกำหนดของโมเดลที่ใช้ และทำการ Normalize ข้อมูลภาพให้มีค่าอยู่ในช่วง [0,1] โดยการฝึกโมเดลนี้ จะใช้จำนวนประเภททั้งหมด 2 หมวดหมู่ คือ ส่วนของตัวเลขทะเบียนและส่วนของจังหวัด

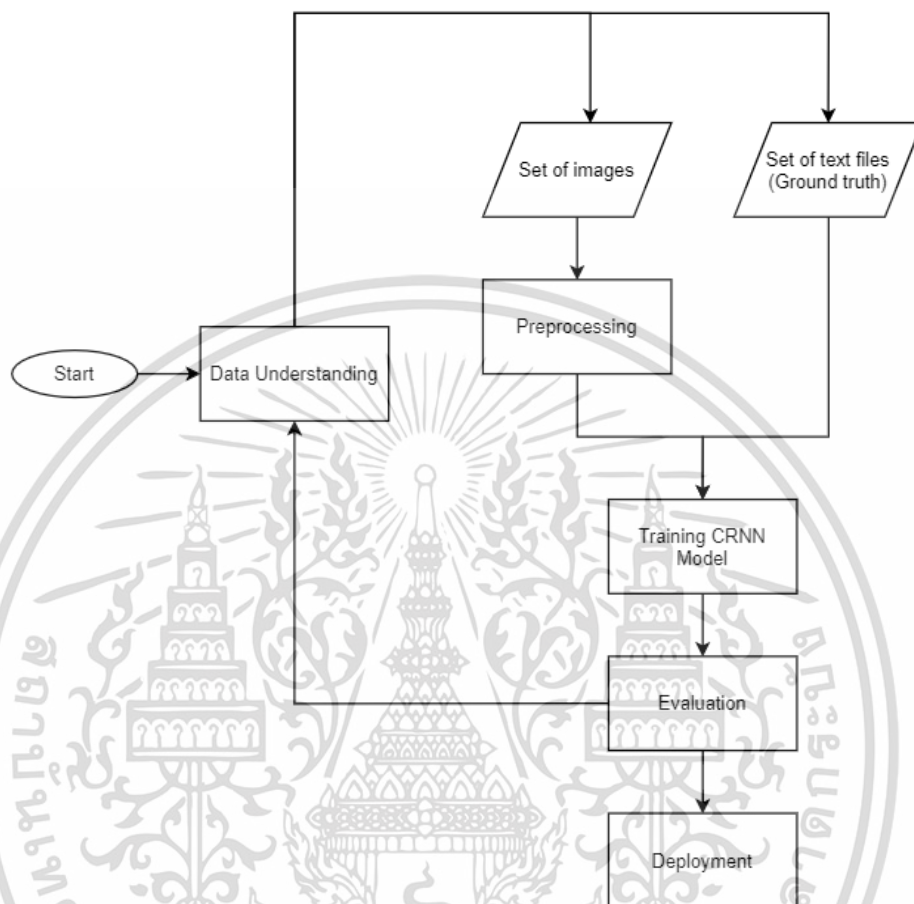


รูป 3.39 ขั้นตอนการฝึกฝนโมเดลตรวจจับอักษรในป้ายทะเบียน

3.2.2.3 โมเดลอ่านตัวอักษรในป้ายทะเบียน

ในส่วนของการอ่านตัวอักษร จะเลือกใช้โมเดล CRNN (Convolutional Recurrent Neural Network) เนื่องจากเป็น โมเดลที่ฝึกมาเพื่อใช้ในการอ่านตัวอักษรตามป้ายต่างๆ ซึ่งมีลักษณะคล้ายคลึงกับการอ่านป้ายทะเบียนรถ โดยมีขั้นตอนการเตรียมข้อมูลคือ การปรับขนาดภาพให้มีขนาดด้านกว้าง 32 pixels ด้านยาว 128 pixels และปรับโหมดสีจาก RGB ให้เป็นโหมดสีเทา (Grayscale) จากนั้นนำไปทำการ Normalize ให้ข้อมูลภาพมีค่าอยู่ในช่วง [0-1] และท้ายที่สุดต้องทำการเพิ่มมิติให้ข้อมูล เนื่องจาก Grayscale จะมีมิติลดลงจาก 3 มิติ (ความสูง,ความกว้าง,ช่องสี) เป็น 2 มิติ (ความสูง,ความกว้าง) ซึ่งต้องทำการเพิ่มมิติที่ตำแหน่งสุดท้ายของข้อมูลให้มีค่ามิติเท่าเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เดิมกับก่อนทำการปรับโหมคสี โดยโมเดลนี้จะมีประเภททั้งหมด $54 + 1$ หมวดหมู่ โดย 54 คือตัวอักษรที่ถูก Encode ดังตาราง 3.10 และตัวที่เพิ่มมาคืออักษระว่าง (“ ”)



รูป 3.40 ขั้นตอนการฝึกฝนโมเดลอ่านตัวอักษรในป้ายทะเบียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 แบบจำลองที่ใช้ในการทดลอง

ในการทดลองนี้จะใช้วิดีโอที่ทำการจำลองมาจากโปรแกรม Google SketchUp 2020 โดยจะทำการจำลองความสูงของกล้องให้อยู่ห่างจากพื้นถนนเป็นระยะ 5 เมตรและทำมุม 15 องศากับแนวระนาบ โดยมี focal length (ระยะห่างระหว่างเลนส์และเซ็นเซอร์ที่ทำให้ภาพของวัตถุจากระยะอนันต์ตกลงบนเซ็นเซอร์ได้พอดี) อยู่ที่ 200 มิลลิเมตร ซึ่งแบบจำลองนี้ถูกออกแบบให้มี 3 เลน โดยที่แต่ละเลนจะมีกล้องเป็นของตัวเอง



รูป 4.1 การเปรียบเทียบ focal length

รูป 4.2 ตำแหน่งของกล้องในแบบจำลอง





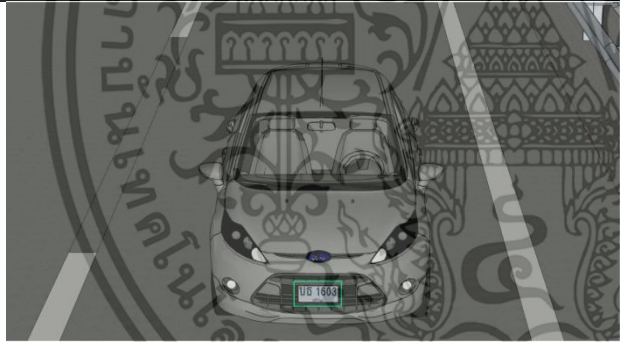


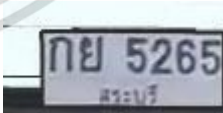
รูป 4.3 ตัวอย่างภาพจากกล้องที่จับได้ในเลน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดสอบการตรวจจับป้ายทะเบียน



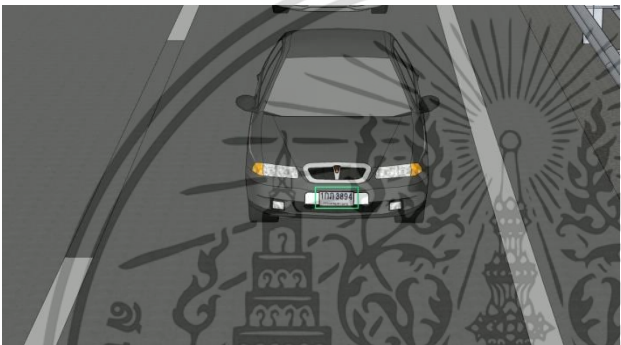

ใช้ Pre-trained model ของ YOLOv3 416x416 สามารถโหลดได้จากเว็บไซต์ pjreddie.com/darknet/yolo โดยข้อมูลที่นำมาใช้เป็นชุดข้อมูลป้ายทะเบียนรถยนต์ที่มีการระบุ Bounding box มาด้วยจำนวน 3,000 ภาพ จากเว็บไซต์ storage.googleapis.com/openimages/web/index.html

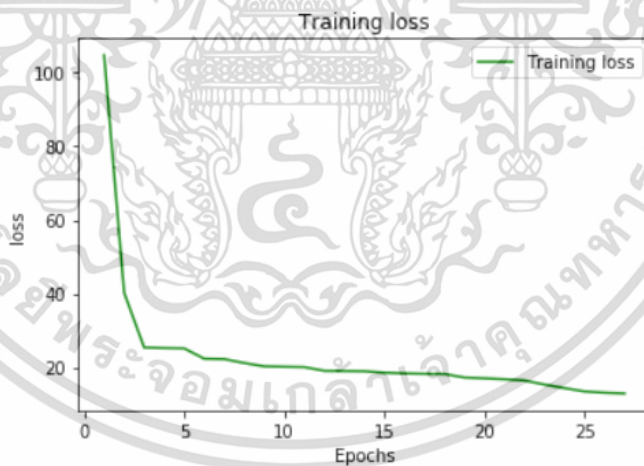
ตาราง 4.1 การตรวจจับป้ายทะเบียนจากไฟล์วิดีโอ

รูปภาพ	ผลลัพธ์	เวลาที่ใช้ (s)
		0.040166
		0.040390
		0.042618

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.1 การตรวจจับป้ายทะเบียนจากไฟล์วิดีโอ (ต่อ)

รูปภาพ	ผลลัพธ์	เวลาที่ใช้ (s)
		0.043510
		0.042547



รูป 4.4 ผลการฝึกฝนโมเดล YOLOv3 จำนวน 27 รอบ

สำหรับการตรวจจับป้ายทะเบียน (loss= 12.893)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

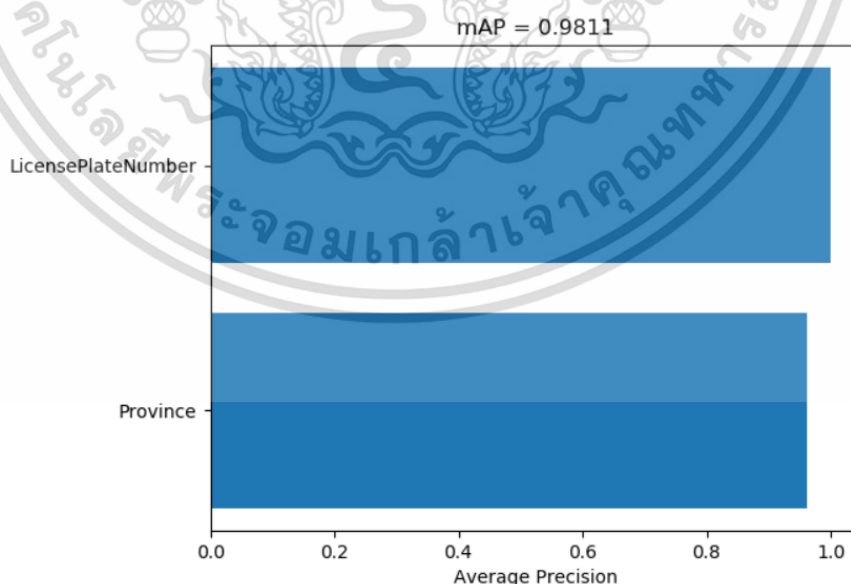
4.3 การทดสอบการตรวจจับตัวอักษรจากป้ายทะเบียน

ใช้โมเดล Pre-trained ของ YOLOv3 416x416 โดยไฟล์ weight ของโมเดลสามารถโหลดได้จากเว็บไซต์ pjreddie.com/darknet/yolo ข้อมูลที่นำมาใช้เป็นชุดข้อมูลป้ายทะเบียนรถยนต์ของประเทศไทยจำนวน 991 ภาพ แบ่งออกเป็นสองหมวดหมู่ คือ เลขทะเบียนและจังหวัด โดยจำนวนข้อมูลของเลขทะเบียนมีทั้งหมด 991 Bounding box และจำนวนข้อมูลของจังหวัดมีทั้งหมด 925 Bounding box



รูป 4.5 ผลการฝึกฝนโมเดล YOLOv3 จำนวน 13 รอบ

สำหรับการตรวจจับตัวอักษรในป้ายทะเบียน (loss=4.8077)


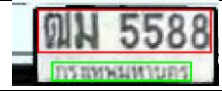

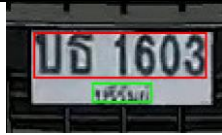





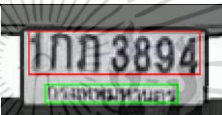


รูป 4.6 Mean Average Precision ของ YOLOv3

สำหรับการตรวจจับตัวอักษรในป้ายทะเบียน

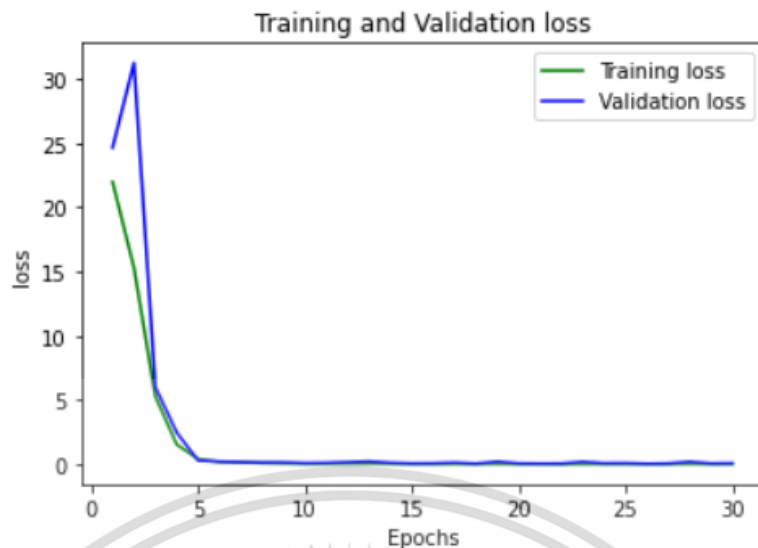
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.2 การตรวจจับตัวอักษรจากป้ายทะเบียนด้วย YOLOv3

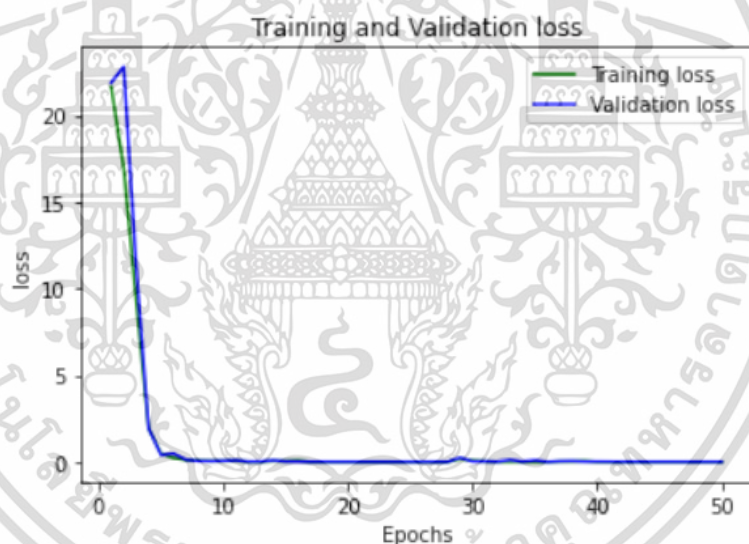
รูปภาพ	ผลลัพธ์	เวลาที่ใช้ (s)
		1.581984
		1.445864
		1.377729
		1.556093
		1.414275

4.4 การทดสอบการถอดความตัวอักษรจากป้ายทะเบียน

ข้อมูลที่ฝึกสอนเป็นข้อมูลตัวอักษรทั้งสิ้น 55 class แบ่งออกเป็นเลข 0-9, ตัวอักษรภาษาไทยที่ไม่รวม ข, ค, ซ, ญ, ฑ และ ฝ เนื่องจากไม่ถูกนำมาตั้งเป็นหมวดอักษร, สระประกอบไปด้วย อะ, อา, เอ, โอ, ไอ และอำ ส่วนตัวสุดท้ายก็คือช่องว่าง (“ ”) โดยการฝึกสอนนี้จะใช้โมเดล CRNN ในส่วนการอ่านเลขทะเบียนจะฝึกเป็นจำนวน 30 รอบและในส่วนการอ่านจังหวัดจะฝึกเพิ่มเป็นจำนวน 50 รอบ โดยข้อมูลที่ใช้จะแยกส่วนกัน นั่นหมายความว่า การฝึกโมเดลการอ่านส่วนเลขทะเบียนจะมีข้อมูลภาพที่ใช้ฝึกเฉพาะในส่วนของเลขทะเบียนและการฝึกในส่วนของจังหวัดจะมีข้อมูลภาพที่ใช้ฝึกเฉพาะในส่วนของจังหวัดเท่านั้น



รูป 4.7 ค่า loss ขณะฝึกโมเดลอ่านป้ายทะเบียน (สีเขียว)
และขณะตรวจสอบ (สีฟ้า) ของ Model จำนวน 30 รอบ



รูป 4.8 ค่า loss ขณะฝึกโมเดลอ่านจังหวัด (สีเขียว)
และขณะตรวจสอบ (สีฟ้า) ของ Model จำนวน 50 รอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.3 การแปลงตัวอักษรจากป้ายทะเบียนโดยใช้การฝึก 50 รอบ (เพิ่มเฉพาะส่วนจังหวัด)

ผลลัพธ์	Ground Truth	การทำนาย	ผลลัพธ์	เวลาที่ใช้ (s)
	ตม5588 กรุงเทพมหานคร	ตม5589 พระ นครพนมอยุธยา	ตม5589 พระนครศรีอยุธยา	0.7729945
	บธ1603 นูรีรัมย์	บธ1603 บรรมย	บธ1603 นูรีรัมย์	1.2815965
	กย5265 สระบุรี	กย5255 สระบร	กย5255 สระบุรี	1.190707
	มฎ8571 กรุงเทพมหานคร	มฎ8571 พระ นครนพมรยชยา	มฎ8571 พระนครศรีอยุธยา	0.891164
	1กภ3894 กรุงเทพมหานคร	1กภ3894 กรัง เทพมหานคร	1กภ3894 กรุงเทพมหานคร	0.835182

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 บทสรุป

ระบบเก็บค่าผ่านทางโดยไม่ต้องหยุดรถสามารถทำงานกับป้ายทะเบียนจริงได้แม้ว่าจะใช้ภาพที่สร้างขึ้นมาก็คล้ายกับป้ายทะเบียนของจริงในการฝึก แต่ระบบก็ยังคงมีข้อจำกัดตรงที่ไม่สามารถอ่านข้อความให้ถูกต้องสมบูรณ์ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับภาพที่มีความคมชัดที่ต่ำ แต่ระบบจะสามารถพินิจข้อมูลที่อ่านผิดพลาดได้โดยใช้แรงงานมนุษย์หรือระบบแมนนวล (Manual) โดยการเข้าออกจุดเก็บค่าธรรมเนียมนั้นจะถูกเก็บเป็นประวัติไว้ในระบบ ถ้าหากระบบเกิดข้อผิดพลาดในการทำนาย ในขั้นตอนการเก็บประวัติก็จะทำการเก็บภาพป้ายทะเบียนไว้บน Cloud เพื่อที่จะให้ผู้ดูแลระบบสามารถเช็ครายการระบบทำนายผิดพลาดย้อนหลังแล้วแก้ไขได้ ถ้าหากเป็นกรณีที่ระบบทำนายถูกต้อง ระบบก็จะทำการแจ้งเตือนผ่าน Line Notification และจะทำการบันทึกใบเสร็จลงในฐานข้อมูลอัตโนมัติซึ่งถ้าหากว่าเงินใน EasyPass ของผู้ที่มีจำนวนมากว่าหรือเท่ากับค่าธรรมเนียม ระบบก็จะตัดเงินอัตโนมัติ ถ้าหากเงินมีน้อยกว่าระบบจะบันทึกใบเสร็จโดยคิดแยกค่างชำระไว้ โดยรวมระบบยังคงมีดีเลย์การทำงานประมาณ 2-3 วินาทีต่อป้ายทะเบียนทำให้ยังไม่สามารถทำงานแบบ Real-time ได้

ในส่วนของเว็บแอปพลิเคชัน ผู้ใช้จะสามารถดูประวัติค่าธรรมเนียมย้อนหลัง รวมไปถึงการสร้างใบเสร็จโดยกำหนดขอบเขตระยะเวลา และสามารถแก้ไขข้อมูลส่วนตัวได้ ในส่วนของผู้ดูแลระบบจะมีความสามารถเหนือผู้ใช้ในส่วนของการเพิ่มด่าน ปรับค่าธรรมเนียมผ่านทาง รวมไปถึงจัดการบัญชีผู้ใช้ และสามารถเข้าถึงข้อมูลที่สูญหายจากการทำนายของระบบได้ เพื่อให้ผู้ดูแลทำการยืนยันความถูกต้องของป้ายทะเบียนให้ตรงกับที่อยู่ในระบบฐานข้อมูล เพื่อสร้างใบเสร็จให้กับผู้ใช้ในลำดับต่อไป

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

- 1) จากการทดลองใช้งานกล้องโทรศัพท์ ไม่สามารถเก็บมุมมองที่เห็นภาพป้ายทะเบียนให้ชัดเจนได้จากบนสะพานลอยอีกทั้งการยื่นเก็บภาพบนทางเท้าไม่สามารถเก็บรายละเอียดภาพป้ายทะเบียนได้ครบทุกเลน ทำให้เลือกนำการทำแบบจำลองเข้ามาแก้ปัญหาเพื่อให้ได้ภาพที่ชัดเจนและได้มุมมองตามต้องการเพื่อให้ใช้งานร่วมกับโมเดลแล้วมีประสิทธิภาพสูงที่สุด
- 2) ระบบยังคงไม่สามารถทำงานแบบ Real-time ได้ สาเหตุมาจากการทำงานแบบ synchronize เพื่อแก้ปัญหานี้จำเป็นที่จะต้องปรับเปลี่ยนการทำงานให้เป็นแบบ parallel เพื่อที่ระหว่างทำการอ่านตัวอักษรจะสามารถทำควบคู่ไปกับการตรวจป้ายทะเบียนอันถัดไปได้

บรรณานุกรม

- Mauricio Menegaz, 2018. **Understanding YOLO**. [Online].
Available : <https://hackernoon.com/understanding-yolo-f5a74bbc7967>
- Python Lessons. 2019. **YOLO v3 theory explained**. [Online].
Available : <https://medium.com/@pythonlessons0/yolo-v3-theory-explained-33100f6d193>
- Jonathan Hui. 2018. **Real-time Object Detection with YOLO, YOLOv2 and now YOLOv3**. [Online]. Available : https://medium.com/@jonathan_hui/real-time-object-detection-with-yolo-yolov2-28b1b93e2088
- Amro Kamal. 2019. **YOLO, YOLOv2 and YOLOv3: All You want to know**. [Online].
Available : https://medium.com/@amrokamal_47691/yolo-yolov2-and-yolov3-all-you-want-to-know-7e3e92dc4899
- Python Lessons. 2019. **Convolutional Neural Networks (CNN) explained step by step**. [Online]. Available : <https://medium.com/pylessons/convolutional-neural-networks-cnn-explained-step-by-step-69137a54e5e7>
- Sumit Saha. 2018. **A Comprehensive Guide to Convolutional Neural Networks**. [Online].
Available : <https://towardsdatascience.com/a-comprehensive-guide-to-convolutional-neural-networks-the-eli5-way-3bd2b1164a53>
- Kaushik Mani. 2019. **What is a Neural Network?**. [Online].
Available : <https://medium.com/datadriveninvestor/what-is-a-neural-network-9ca88b29f7cb>
- Ayoosh Kathuria. 2018. **What's new in YOLO v3?**. [Online].
Available : <https://towardsdatascience.com/yolo-v3-object-detection-53fb7d3bfe6b>
- Margaret Rouse. 2016. **SQL (Structured Query Language)**. [Online].
Available : <https://searchsqlserver.techtarget.com/definition/SQL>

Joseph Redmon, Santosh Divvala, Ross Girshick, Ali Farhadi. 2016. **You Only Look Once:**

Unified, Real-Time Object Detection. [Online]. Available :

<https://arxiv.org/abs/1506.02640>

Joseph Redmon, Ali Farhadi. 2016. **YOLO9000: Better, Faster, Stronger.** [Online].

Available : <https://arxiv.org/abs/1612.08242>

Joseph Redmon, Ali Farhadi. 2018. **YOLOv3: An Incremental Improvement.** [Online].

Available : <https://arxiv.org/abs/1804.02767>

การทางพิเศษแห่งประเทศไทย. 2019. รายงานสถิติปริมาณจราจร รายได้ค่าผ่านทางพิเศษ และ
อุบัติเหตุบนทางพิเศษ. [Online].

Available : <http://www.exat.co.th/images/733/2561/2561~1.pdf>

Baoguang Shi, Xiang Bai, Cong Yao. 2015. **An End-to-End Trainable Neural Network for
Image-based Sequence Recognition and Its Application to Scene Text Recognition.**

[Online]. Available : <https://arxiv.org/abs/1507.05717>

TheSketchUpEssentials. 2017. **Creating a MOVING ANIMATION IN SKETCHUP with
Animator - Step by Step Extension Tutorial.** [Online].

Available : <https://www.youtube.com/watch?v=Mk5LbqdUwIg>