

โปรแกรมตรวจจับและประมวลผลอักษรภาพของป้ายทะเบียน
รถยนต์ด้วยกล้องติดหน้ารถ

License Plate Detecting and Processing System via
Dashboard Camera



ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วิทยาการคอมพิวเตอร์)

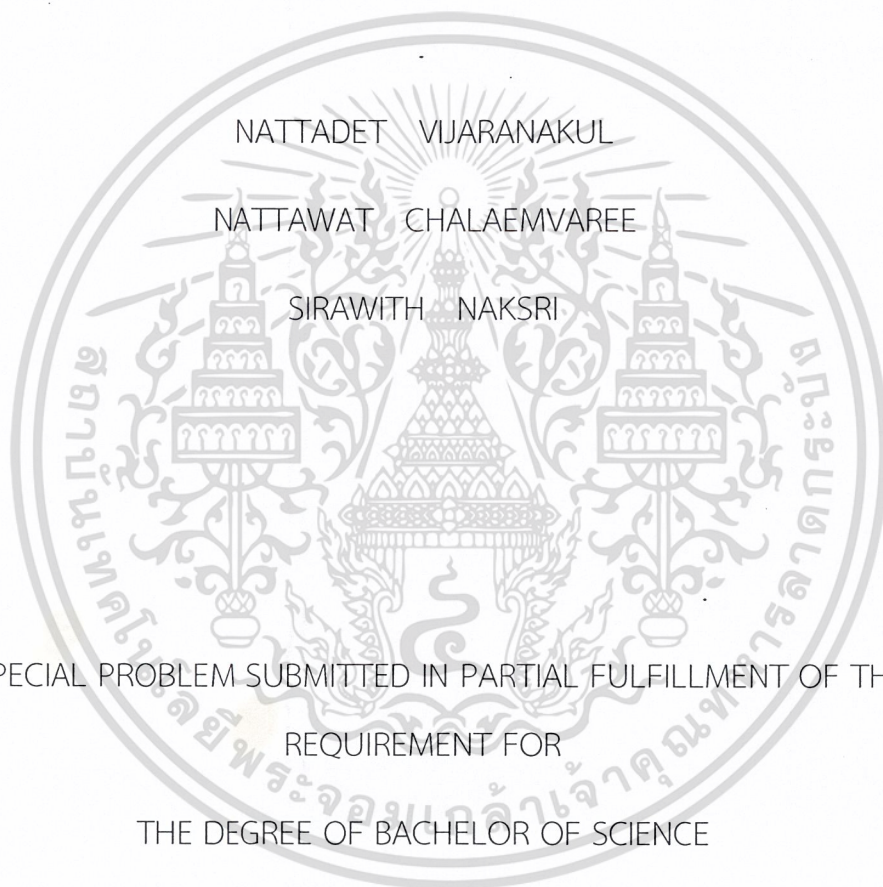
ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LICENSE PLATE DETECTING AND PROCESSING SYSTEM
VIA DASHBOARD CAMERA



A SPECIAL PROBLEM SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE
REQUIREMENT FOR
THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE

DEPATRMENT OF COMPUTER SCIENCE, FACULTY OF SCIENCE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ โปรแกรมตรวจจับและประมวลผลอักษรของป้ายทะเบียนรถยนต์ด้วยกล้อง
 ตัดหน้ารถ

ปริญญา วิทยาศาสตร์บัณฑิต วิทยาการคอมพิวเตอร์

ภาควิชา วิทยาการคอมพิวเตอร์

ปีการศึกษา 2560

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร. ธีระ ศิริธีรารกุล

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) อนุมัติให้
 ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิตวิทยาการคอมพิวเตอร์
 ประจำปีการศึกษา 2560

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ดร. ประพจน์ ศรีนุกิตติวงศ์ ประธานกรรมการ	
ดร. วิชัญ ต่อบวงศ์ไพชยนต์ กรรมการ	
ผศ.ดร. ธีระ ศิริธีรารกุล อาจารย์ที่ปรึกษา	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	โปรแกรมตรวจจับและประมวลผลอักษรของป้ายทะเบียนรถยนต์ด้วยกล้อง ติดหน้ารถ	
ชื่อนักศึกษา	ณัฐเดช วิจารณกุล รหัสนักศึกษา 57050221	ณัฐวัฒน์ แฉล้มวาริ รหัสนักศึกษา 57050227
	ศิววิทย์ นาคศรี รหัสนักศึกษา 57050332	
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต วิทยาการคอมพิวเตอร์	
ภาควิชา	วิทยาการคอมพิวเตอร์	
คณะ	วิทยาศาสตร์	
มหาวิทยาลัย	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)	
ปีการศึกษา	2560	
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.ธีระ ศิริธีรากล	

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาประสิทธิภาพในการตรวจจับหาป้ายทะเบียนในรูปแบบ โดยใช้การเรียนรู้เชิงลึก ซึ่งใช้ Tensorflow เป็น framework และ Keras เป็น API และมีการเลือกใช้วิธีทางคอมพิวเตอร์วิทัศน์ คือ Threshold และ Morphology มาช่วยในส่วนนี้ เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการทำการประมวลผลอักษรจากภาพ ป้ายทะเบียน ให้สามารถอ่านตัวอักษรในป้ายทะเบียนรถยนต์ให้ถูกต้องมากที่สุด ในขณะที่มีข้อมูลอยู่จำกัด และกล้องที่มีความคมชัดอยู่ที่ 1920 x 1080 พิกเซล โดยการเลือกใช้โปรแกรม Tesseract-OCR เป็นตัวประมวลผลตัวอักษร ซึ่งผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า โปรแกรมสามารถประมวลผลได้มีความเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้นเมื่อมีจำนวนข้อมูลภาพในการประมวลผลมากขึ้น โดยมีความแม่นยำในการทำนายตำแหน่งป้ายทะเบียนในรูปแบบอยู่ที่ร้อยละ 30 แต่ระบบยังเกิดความผิดพลาดในการอ่านตัวอักษรจากภาพของป้ายทะเบียน ซึ่งอาจเกิดจากการที่ตำแหน่งของป้ายทะเบียนในภาพที่ส่งไปทำการประมวลผลนั้นยังมีความเบ้ความเอียงอยู่พอสมควร และกระบวนการประมวลผลรูปภาพก่อนส่งเข้าประมวลผลการรู้จำตัวอักษรยังมีขั้นตอนที่น้อยเกินไป

คำสำคัญ : ป้ายทะเบียนรถยนต์ การตรวจจับ การเรียนรู้เชิงลึก การอ่านตัวอักษรจากภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	License Plate Detecting and Processing System via Dashboard Camera
Students	Nattadat Vijaranakul Nattawat Charlaemvaree Sirawith Naksri
Degree	Bachelor of Science (Computer Science)
Department	Computer Science
Faculty	Science
University	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)
Academic Year	2560
Advisor	Asst. Prof. Teera Siriteerakul , Ph.D.

Abstract

This special problem studied efficiency of license plate detection using deep learning by adapting the TensorFlow™ framework and Keras API in our study. The computer vision techniques (e.g. Thresholding and Morphology) were also used to preprocess and prepare the detected license plate images of the size 1920x1080 for character recognition in order to improve detection accuracy. After that the preprocessed images were fed to the Tesseract for the character recognition procedures. Our experiment showed that efficiency of deep learning-based detection could be improved as there had been more training data. The accuracy of license plate detection was at 30 percent. Nonetheless, the detected images required further processing in order to efficiently detect plate's characters.

Keyword : License Plate , Detection , Deep Learning , Optical Character Recognition

(OCR)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ต้องขอกราบขอบพระคุณท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีระ ศิริธีรารกุล อาจารย์ที่ปรึกษาที่คอยแนะนำถึงวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา รวมถึงคอยแนะนำถึงการค้นคว้าเอกสารต่างๆ ให้มาใช้งานกันเพื่อให้คณะของข้าพเจ้าในแก้ไขปัญหาย่างสะดวกขึ้นกว่าเดิม

ขอกราบขอบพระคุณดร.ประพจน์ ศรีนิวัดติวงศ์ และดร.วิชญา ต่อบงศ์ไพชยนต์ ที่คอยเสนอแนะถึงแนวทางต่างๆในการทำปัญหาพิเศษนี้ และคอยท้วงติงถึงข้อบกพร่องต่างๆให้คณะของข้าพเจ้าเห็นถึงจุดบกพร่องของงานเพิ่มเติม

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณถึงคุณพ่อและคุณแม่ของผู้จัดทำ ที่คอยสนับสนุนด้านทุนทรัพย์ในการจัดหาอุปกรณ์และด้านการจัดหาข้อมูล รวมถึงคอยเป็นกำลังใจให้ต่อสู้กับปัญหาที่เผชิญจากการทำปัญหาพิเศษนี้

ณัฐเดช วิจารณกุล

ณัฐวัฒน์ แฉล้มวารี

ศิริวิทย์ นาคศรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญรูป.....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	2
1.3 ขอบเขตการทำงาน.....	2
1.4 สมมติฐานการทดลอง.....	3
1.5 ข้อยกเว้น.....	3
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
1.7 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	4
1.8 อุปกรณ์ที่ใช้.....	4
1.8.1 Hardware.....	4
1.8.2 Software.....	5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2 ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	6
2.1.1 Deep learning.....	6
2.1.1.1 ความหมายของ Deep Learning.....	6
2.1.1.2 หลักการทำงานของ Deep learning.....	8
1) Input.....	8
2) Weight.....	8
3) Summation Function.....	8
4) Transformation Function.....	9
5) Output.....	9
2.1.1.3 ประโยชน์ของ Deep learning.....	9
2.1.1.4 ความหมายของ Convolution Neural Networks (CNNs).....	10
2.1.1.5 Deep Learning Framework.....	10
2.1.2 Computer Vision.....	11
1.) Threshold.....	11
2.) Morphology.....	11
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	13
2.2.1 Automatic License Plate Recognition.....	13
1.) หาตำแหน่งของป้ายทะเบียน.....	13
1.1.) Color Edge detection.....	13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

1.2.) Color model transform.....	13
2.2.2. Tesseract – OCR.....	15
1.) Line and Word Finding.....	15
1.1.) Line finding.....	15
1.2.) Baseline Fitting.....	15
1.3.) Fixed Pitch Detection and Chopping.....	16
1.4.) Proportional Word Finding.....	16
2.) Word Recognition.....	16
2.1.) Chopping Jointed Character.....	17
2.2.) Associating Broken Characters.....	17
3.) Static Character Classifier.....	17
3.1.) Features.....	17
3.2.) Classification.....	18
3.3.) Training Data.....	18
4.) Adaptive Classifier.....	18
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	19
3.1 วิเคราะห์ความต้องการระบบ.....	19
3.1.1 Functional Requirement.....	19
3.1.2 Non-Function Requirement.....	19
3.2 ออกแบบระบบ.....	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	หน้า
3.2.1 Process flow diagram.....	20
3.2.2 Use case diagram.....	21
3.2.3 Activity diagram.....	25
3.2.4 Sequence diagram.....	27
3.3 ทดสอบระบบ.....	29
3.4 นำระบบไปใช้จริง.....	31
3.5 นำระบบมาแก้ไขข้อบกพร่อง.....	31
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล.....	32
4.1 การเรียนรู้เชิงลึกของคอมพิวเตอร์.....	32
4.2 ผลลัพธ์การทำนายตำแหน่งป้ายทะเบียนของคอมพิวเตอร์.....	34
4.3 ผลลัพธ์การอ่านอักษรป้ายทะเบียนรถยนต์.....	37
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	40
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	40
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	41
บรรณานุกรม.....	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1.1 ตารางแสดงผลการทำนายป้ายทะเบียนรถยนต์.....	35
ตารางที่ 1.2 ตารางแสดงลักษณะของรูปภาพป้ายทะเบียนที่ได้จากการทำนายป้ายทะเบียนรถยนต์.....	36
ตารางที่ 1.3 ตารางเปรียบเทียบความถูกต้องจากการอ่านตัวอักษรจากป้ายทะเบียน.....	39



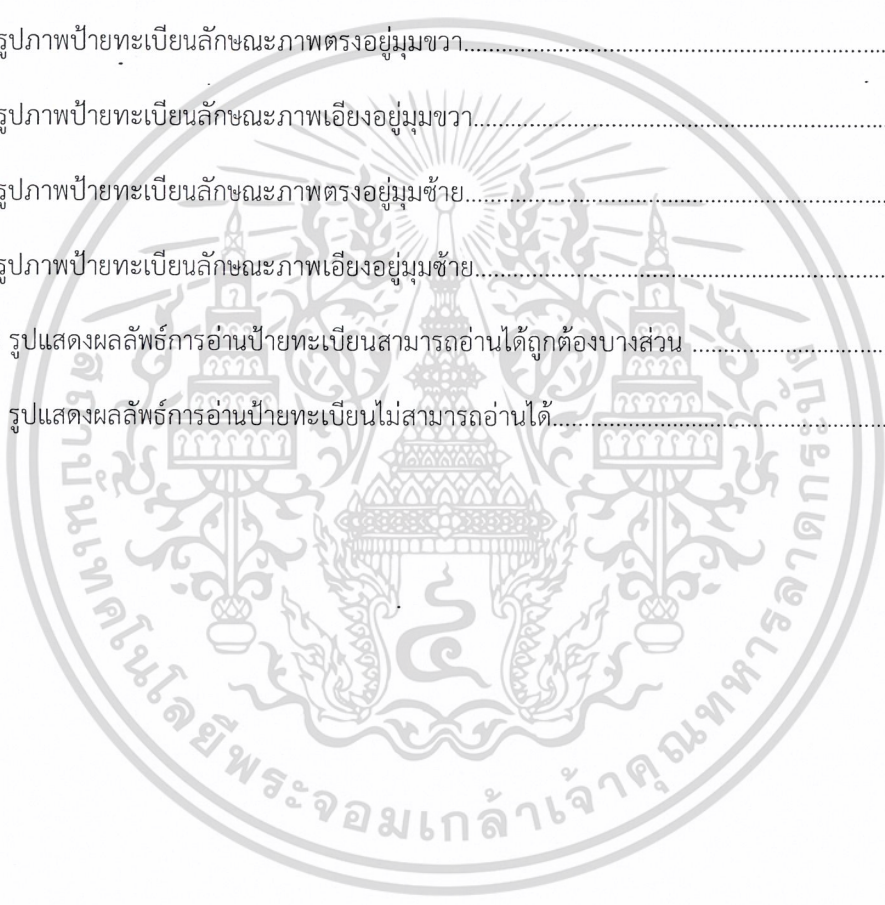
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 2.1 โครงสร้างของ Deep Neural Network.....	6
รูปที่ 2.2 โครงสร้างของ Neuron แต่ละอันใน Deep learning.....	7
รูปที่ 2.3 การสุมรูปด้วย-Structuring element.....	11
รูปที่ 2.4 ตัวอย่างของ Structuring element ที่นิยมใช้กัน.....	12
รูปที่ 2.5 Workflow Diagram หาตำแหน่งป้ายทะเบียน.....	13
รูปที่ 2.6 Workflow Diagram อ่านตัวอักษรบนป้ายทะเบียน.....	14
รูปที่ 2.7 ตัวอย่างการทำแปลงจากไฟล์ภาพที่ได้ เป็นไฟล์ข้อความ.....	15
รูปที่ 2.8 ตัวอย่างการทำ Baseline จากเส้นเอียง.....	16
รูปที่ 2.9 คำที่ถูกแบ่งแยกคำออกมา.....	16
รูปที่ 2.10 ตัวอย่างปัญหาที่ทำงานได้ยาก.....	16
รูปที่ 2.11 (ก) ตัวอักษรดั้งเดิม (ข) ตัวอักษรมีการแตกหัก (ค) มีการจับคู่กับตัวอักษรแบบ.....	17
รูปที่ 3.1 Process Flow Diagram ของระบบประมวลผลป้ายทะเบียน.....	20
รูปที่ 3.2 Use case diagram โปรแกรมตรวจจับและประมวลผลอักษรของทะเบียนรถยนต์.....	21
รูปที่ 3.3 Activity diagram ของการตรวจจับป้ายทะเบียนรถยนต์.....	25
รูปที่ 3.4 Activity diagram ของการประมวลผลตัวอักษรป้ายทะเบียน.....	26
รูปที่ 3.5 Sequence Diagram ของการประมวลผลป้ายทะเบียนรถยนต์.....	27
รูปที่ 3.6 Sequence Diagram ของการประมวลผลอ่านตัวอักษรป้ายทะเบียนรถยนต์.....	28
รูปที่ 4.1 รูปภาพการรันโปรแกรมเพื่อปรับค่าน้ำหนัก(Weight) ของโมเดล.....	33
รูปที่ 4.2 รูปภาพการรันโปรแกรมตรวจจับป้ายทะเบียน.....	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.3 รูปผลลัพธ์ป้ายทะเบียนผิดพลาดแบบหาป้ายทะเบียนไม่เจอ.....	35
รูปที่ 4.4 รูปภาพป้ายทะเบียนลักษณะภาพตรงอยู่ตรงกลาง.....	36
รูปที่ 4.5 รูปภาพป้ายทะเบียนลักษณะภาพเอียงอยู่ตรงกลาง.....	36
รูปที่ 4.6 รูปภาพป้ายทะเบียนลักษณะภาพตรงอยู่มุมขวา.....	36
รูปที่ 4.7 รูปภาพป้ายทะเบียนลักษณะภาพเอียงอยู่มุมขวา.....	37
รูปที่ 4.8 รูปภาพป้ายทะเบียนลักษณะภาพตรงอยู่มุมซ้าย.....	37
รูปที่ 4.9 รูปภาพป้ายทะเบียนลักษณะภาพเอียงอยู่มุมซ้าย.....	37
รูปที่ 4.10 รูปแสดงผลลัพธ์การอ่านป้ายทะเบียนสามารถอ่านได้ถูกต้องบางส่วน	38
รูปที่ 4.11 รูปแสดงผลลัพธ์การอ่านป้ายทะเบียนไม่สามารถอ่านได้.....	38



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ในปัจจุบันมีอัลกอริทึมที่ใช้ในการตรวจจับ และทำการประมวลผลอักษรจากภาพป้ายทะเบียนรถยนต์ ซึ่งในปัจจุบันนั้นมีหลากหลายขั้นตอนวิธี และหลากหลายภาษามาก แต่ในทางกลับกันข้อมูลสำหรับการประมวลผลป้ายทะเบียนของประเทศไทยนั้นมีอยู่ไม่มาก หรือมีตัวต้นแบบเพื่อการพัฒนา รวมทั้งขั้นตอนวิธีที่มีอยู่ในปัจจุบันยังมีความคลาดเคลื่อนอย่างพอสมควรทำให้ไม่สามารถตรวจจับจุดที่เป็นแผ่นป้ายทะเบียน หรือการตรวจจับนั้นคลาดเคลื่อนออกไปอีก นอกจากนี้การประมวลผลข้อมูลของจังหวัดบนแผ่นป้ายทะเบียนนั้นยังมีความคลาดเคลื่อนพอสมควร รวมถึงมีอุปสรรคต่อฟังก์ชันรถยนต์ที่มีความสามารถในการถ่ายภาพให้มีความละเอียดมากขึ้นซึ่งหากเราสามารถใช้ประโยชน์จากการมีกล้องติดหน้ารถยนต์ได้ เราก็จะสามารถพัฒนาอุปกรณ์ที่ต่อฟังก์ชันรถยนต์ให้มีประโยชน์ใช้สอยได้มากตามขั้นตามไปด้วย

โครงการนี้จัดทำขึ้นเพื่อที่แก้ไขปัญหาในด้านการประมวลผลในการตรวจจับแผ่นป้ายทะเบียนของรถยนต์ โดยที่จะใช้กระบวนการที่เรียกว่าการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) เข้ามาร่วมประมวลผลในการตรวจจับ และแยกแยะวัตถุบนภาพจะทำให้มีความแม่นยำมากขึ้น ซึ่งเราจะใช้กระบวนการนี้ในการมาประมวลผลการตรวจจับแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ร่วมกับขั้นตอนวิธีที่มีอยู่ในปัจจุบัน ส่วนการทำการรู้จำอักษรจากภาพนั้นเราจะใช้ขั้นตอนที่มีอยู่และความแม่นยำมากที่สุดในการประมวลผลในปัจจุบันเข้ามาร่วมทำงานด้วยรวมถึงการทดลองแก้ปัญหาด้านการคลาดเคลื่อนของการประมวลผลข้อมูลจังหวัดบนแผ่นป้ายทะเบียนด้วยวิธีทางด้านคอมพิวเตอร์วิทัศน์ (Computer Vision) และการนำอุปกรณ์ต่อฟังก์ชันรถยนต์เข้ามาร่วมประมวลผลกับระบบนี้ด้วย

เมื่อโครงการนี้สำเร็จ เราจะได้ตัวต้นแบบมาไว้ประมวลผล และการรู้จำแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ที่มีความแม่นยำมากขึ้น ซึ่งสามารถนำไปต่อยอดในการใช้ประโยชน์ของอุปกรณ์ต่อฟังก์ชันของรถยนต์ให้เหมาะสมกับความสามารถในปัจจุบันได้มากขึ้นด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ที่จะนำกล้องติดรถยนต์มาใช้ร่วมกับระบบประมวลผลตรวจจับแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์
2. เพื่อศึกษาความแม่นยำที่เพิ่มขึ้นเมื่อนำเอาวิธีการ Deep learning เข้ามาช่วยในการประมวลผลการตรวจจับแผ่นป้ายทะเบียน

1.3 ขอบเขตการทำงาน

1. ใช้กล้องหน้ารถเป็นตัวถ่ายภาพ โดยภาพที่ได้เป็นภาพรถ และป้ายทะเบียนของรถจากมุมด้านหลังเท่านั้น แล้วนำภาพที่ได้ไปประมวลผลในคอมพิวเตอร์
2. ป้ายทะเบียนที่จะตรวจจับจะต้องมีระยะห่างจากกล้องไม่เกิน 5 เมตร และรถควรอยู่ในช่องทางเดียวกัน
3. รูปป้ายทะเบียนที่นำมาเทรนเป็นป้ายทะเบียนที่เป็นแบบฟอร์มตามกรมขนส่งทางบก คือ
 - 3.1 ประเภทของป้ายทะเบียน ซึ่งจะใช้เพียงป้ายทะเบียนที่ใช้กับรถประเภท 4 ล้อเท่านั้น
 - 3.2 มีตัวอักษร 2 ตัวแรก และเลข 4 ตัวหลัง และมีชื่อจังหวัดอยู่ส่วนล่างของป้ายทะเบียนรถ หรือ อาจมีตัวเลขอยู่ด้านหน้าตัวอักษรก็ได้
 - 3.3 อักษรที่ใช้ในป้ายทะเบียนมีทั้งหมด 35 ตัวอักษรได้แก่ ก ข ค ง จ ฉ ช ฎ ฏ ฐ ฒ ณ ด ต ถ ท ธ น บ ผ พ ภ ม ย ร ล ว ศ ษ ส ห อ ฮ ยกเว้น ชื่อจังหวัดที่สามรถใช้ได้ตามปกติ
4. ทำการตรวจจับป้ายทะเบียนรถโดยใช้ Deep Learning Framework
5. อ่านตัวอักษร และเลขบนป้ายทะเบียนโดยใช้ Tesseract-OCR Engine
6. นำโมเดลสำหรับตรวจจับและโมเดลสำหรับการรู้จำตัวอักษรมาสร้างเป็นไลบรารีสำหรับภาษา Python เพื่อพัฒนาต่อได้
7. รถที่ระบบสามารถตรวจจับป้ายทะเบียนได้นั้น ได้แก่ รถเก๋ง รถกระบะ รถ SUV รถตู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 สมมติฐานการทดลอง

1. ระบบสามารถทำงานได้ทุกระบบปฏิบัติการที่รองรับภาษา Python
2. ระบบสามารถทำงานได้ทุกระบบปฏิบัติการที่รองรับ การเรียนรู้เชิงลึก
3. ระบบนี้จะสามารถทำงานได้เมื่อเป็นภาพจากกล้องดิจิทัล
4. ระบบสามารถทำงานได้ทุกระบบปฏิบัติการที่รองรับคอมพิวเตอร์วิทัศน์
5. ระบบนี้สามารถทำงานได้เมื่อรูปภาพป้ายทะเบียนชัดเจนหรือไม่มีสิ่งบดบังป้ายทะเบียน
6. ระบบนี้ทำงานได้ดีเมื่อในรูปภาพไม่วัตถุคล้ายกับป้ายทะเบียนเช่นรูปป้ายชี้ทางหลวงหรือมีน้อย
7. ระบบนี้ทำงานได้ดีเมื่อในรูปภาพมีสภาพอากาศแจ่มใส

1.5 ข้อจำกัด

1. ระบบทำงานได้บนสภาพแวดล้อมของ Python ร่วมกับ Tensorflow เท่านั้น
2. การประมวลผลการเรียนรู้จำตัวอักษรจะต้องใช้ภาพที่มีสิ่งรบกวนน้อย
3. Tesseract-OCR Engine ที่ใช้งานได้แก่ Tesseract-OCR 3.05
4. ระบบใช้กล้องติดหน้ารถเป็นกล้องยี่ห้อ HD tachograph หรือกล้องที่มีสเปคใกล้เคียง
5. คอมพิวเตอร์ที่นำมาใช้ทดสอบได้แก่ Laptop Lenovo Z5070
6. Deep Learning Framework ที่ใช้งานได้แก่ Tensorflow 1.7.0 ร่วมกับ Keras API 2.1.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ระบบการประมวลผลแผ่นป้ายทะเบียนของประเทศไทยที่มีความแม่นยำสูง
2. เพิ่มประโยชน์จากการมีอุปกรณ์ต่อพ่วงรถยนต์

1.7 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ศึกษาสิ่งที่จะต้องใช้ทั้ง Hardware และ Software
2. วางแผนการทำงาน รวมถึงเก็บข้อมูลสำหรับรู้จำของระบบ
3. ออกแบบการทำงานของระบบ
4. พัฒนาระบบ
5. ทดสอบความแม่นยำในการตรวจจับและประมวลผลของระบบ
6. แก้ไขปัญหาที่พบ สรุปผล และจัดทำเอกสารสำหรับปัญหาพิเศษ

1.8 อุปกรณ์ที่ใช้

Hardware

1. กล้องติดหน้ารถยนต์ HD tachograph ราคา 1,500 บาท
 - Resolution 1920x1080 pixels
2. Laptop Lenovo รุ่น Z5070 ราคาประมาณ 21,600 บาท
 - CPU Core I7-4510U
 - VGA NVIDIA GT840M (Support CUDA 9.0+)
 - RAM 12 GB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Software

1. ระบบปฏิบัติการ Windows10 Pro 64bit
2. Tensorflow Framework 1.7.0 (Deep learning Framework)
3. Keras API 2.1.4 เป็น API ที่ใช้ร่วมกับ Tensorflow เพื่อให้สะดวกในการเรียกใช้งาน Tensorflow มากขึ้น
4. OpenCV 3.1.0 Library สำหรับการทำงานด้านคอมพิวเตอร์วิทัศน์ (Computer Vision)
5. CUDA 9.0+ และ CUDNN 7+ (Requirement Software สำหรับจัดการ GPU ในการทำงาน Tensorflow)
6. Python 3.6 สำหรับเขียนโปรแกรมภาษา Python ในการจัดการด้านการประมวลผล
7. Visual Studio 2017 community สำหรับเขียน Program และจัดการ Environment สำหรับการ Run Program
8. โปรแกรม Tesseract-OCR v3.05 เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการประมวลผลการรู้จำตัวอักษรบนป้ายทะเบียนรถยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

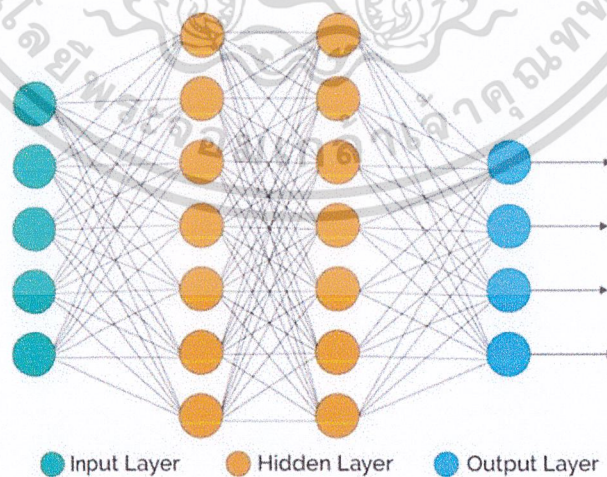
ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 Deep learning [1]

2.1.1.1 ความหมายของ Deep learning

เป็นศาสตร์แขนงหนึ่งของ Machine Learning คือ Neuron Network ที่เป็นการจำลองมาจากสมอง ซึ่งประกอบไปด้วย หน่วยประมวลผลขนาดเล็กอยู่จำนวนมาก เรียกว่า Neuron และเชื่อมโยงกันด้วยโครงข่ายประสาทจำนวนมาก ซึ่งในแต่ละครั้งก็จะมีการเชื่อมต่อกันเป็นชั้นต่างๆ เรียกว่า layer ช่วยให้เรียนรู้และคิดวิเคราะห์ได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งในคอมพิวเตอร์นั้น มีหน้าที่เพียงรันโปรแกรมตามคำสั่งเท่านั้น จึงเกิดการจำลองแนวทางการเรียนรู้ของมนุษย์ไปสู่คอมพิวเตอร์ด้วยวิธีนี้ นอกจากนี้ยังสามารถรับและจดจำสารสนเทศในรูปแบบที่เป็นประสบการณ์ได้ ทำให้สามารถเชื่อมโยงข้อเท็จจริงทั้งหลายเข้าด้วยกันเพื่อหาข้อสรุป และใช้ประสบการณ์ที่จัดเก็บไว้มาเรียนรู้และทำความเข้าใจว่า ข้อเท็จจริงใหม่ที่ได้รับเข้ามามีความเกี่ยวข้องกันอย่างไร เพื่อทำการปรับปรุงองค์ความรู้ให้มีความทันสมัยเพื่อประโยชน์ในอนาคต โดยมีส่วนประกอบดังนี้



รูปที่ 2.1 – โครงสร้างของ Deep Neural Network

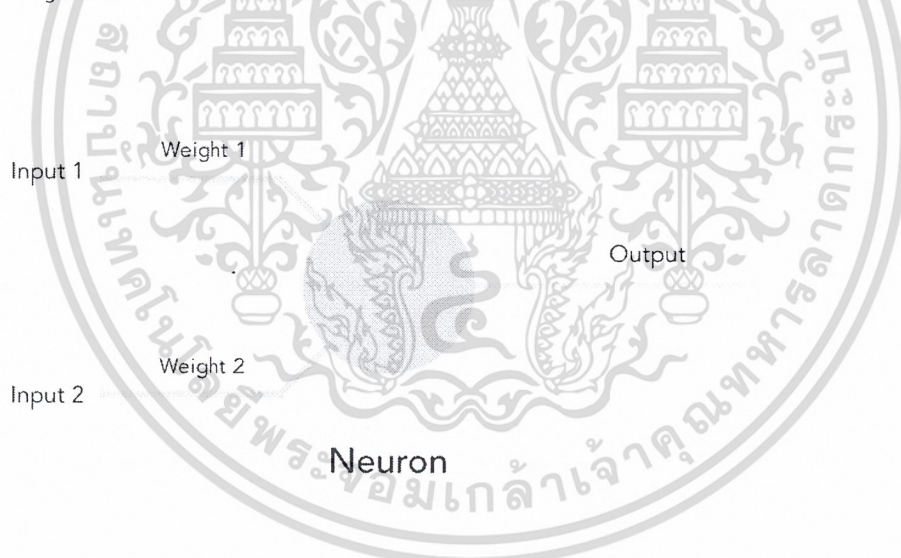
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) Input layer เป็นข้อมูลนำเข้า ตัวอย่างเช่น สมมุติว่าสิ่งที่ต้องการคือ การหาป้ายทะเบียนรถ จากภาพ จะได้ว่า Input คือรูปภาพ เป็นต้น โดย Input layer จะทำการส่งข้อมูลให้ Neuron ใน hidden layer ชั้นแรก

2) Hidden layer เป็นการคำนวณข้อมูลที่รับมาจาก Input layer โดยวิธีการทางคณิตศาสตร์ และส่งไปยัง layer ชั้นต่อมา ซึ่ง Deep learning จะแตกต่างกับ Neuron Network ปกติ ที่ส่วนของจำนวนชั้น ใน Hidden layer มากกว่า 1

3) Output layer เป็นการแสดงผลลัพธ์ของการทำนายออกมา จากตัวอย่าง จะได้ว่า Output คือ รูปป้ายทะเบียนที่จับได้ เป็นต้น

ซึ่งความแตกต่างระหว่าง NN กับ Deep learning คือ Hidden Layer ที่มากกว่า 1 ของ Deep learning ทำให้ทำงานได้มีประสิทธิภาพมากกว่านั่นเอง



รูปที่ 2.2 – โครงสร้างของ Neuron แต่ละอันใน Deep learning

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1.2 หลักการทำงานของ Deep learning

ใน Deep Neural Network มีส่วนประกอบที่สำคัญที่เรียกว่า Neuron ซึ่งเป็นส่วนที่เล็กที่สุดของ Neural Network ทำหน้าที่ต่างกัน ขึ้นอยู่กับตำแหน่ง Layer ของ Neuron นั้น โดยมีส่วนประกอบหลักดังนี้

1.) Input

เป็นค่าที่ส่งเข้าไปที่ Neuron โดยจะถูกจำแนกตามคุณลักษณะ (Attribute) เช่น เพศ อายุ เป็นต้น โดยที่ข้อมูลที่น่าเข้ามาสามารถเป็นได้ทั้ง ข้อความ รูปภาพ หรือเสียง แต่ต้องแปลงให้เป็นสัญลักษณ์ หรือตัวเลข ให้เครื่องทำความเข้าใจ แล้วนำข้อมูลเข้ามาให้น้ำหนัก (weight) ของความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล เนื่องจากเป็นส่วนที่ใช้หาน้ำหนักของความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล นำเข้า ว่าข้อมูลนำเข้าใดมีความสัมพันธ์กับข้อมูลนำเข้าอื่นในระดับใด ซึ่งจะทำให้สามารถเชื่อมโยงไปหาข้อสรุปได้ ด้วยการลองผิดลองถูกในความสัมพันธ์แต่ละแบบ และเก็บไว้เป็นแบบแผนหรือรูปแบบ (pattern) ของประสบการณ์เพื่อการเรียนรู้ของโครงข่าย

2.) Weight

เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของระบบโครงข่ายประสาท เนื่องจากเป็นส่วนที่ใช้หาน้ำหนักของความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลนำเข้า ว่าข้อมูลนำเข้าใดมีความสัมพันธ์กับข้อมูลนำเข้าอื่นในระดับใด ซึ่งจะทำให้สามารถเชื่อมโยงไปหาข้อสรุปได้ ด้วยการลองผิดลองถูกในความสัมพันธ์แต่ละแบบ และเก็บไว้เป็นแบบแผนหรือรูปแบบ (pattern) ของประสบการณ์เพื่อการเรียนรู้ของโครงข่าย

3.) Summation Function

เป็นโครงข่ายที่ทำหน้าที่ในการรวมค่าน้ำหนักที่ได้จากโครงข่ายใน input layer เพื่อสรุปผลความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลนำเข้า รอกการแปลงเป็นข้อมูลใน layer ต่อไป ซึ่งเราเรียกว่า Activation function

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่ง function ที่นำมาใช้มีลักษณะที่หลากหลายมาก แต่สำหรับการทำ Deep learning ในงานของเรา มี function ที่นำมาใช้ได้อยู่ 3 ตัว คือ Logistic(Sigmoid), hyperbolic tangent และ ReLU (Rectified Linear Unit) มีความแตกต่างกันที่

- Sigmoid มีค่าอยู่ระหว่าง (0,1) กราฟเป็นลักษณะ S-shape
- Hyperbolic Tangent มีลักษณะคล้าย Sigmoid แต่มีค่าอยู่ระหว่าง (-1,1)
- ReLU มีค่าอยู่ระหว่าง [0,infinity)

4.) Transformation Function

เป็นโครงข่ายที่ทำหน้าที่ในการประสาน (integrate) สารสนเทศที่ผ่านการประมวลผลจากโครงข่ายในเลเยอร์ต่างๆ แล้วทำการแปลง (Transform) ให้กลายเป็นสารสนเทศที่สื่อความหมาย และเป็นประโยชน์ต่อการนำไปใช้ได้เพื่อส่งออกไปเป็นผลลัพธ์ (Output) โดยการใช้ Bias Input เพื่อให้ Function เปลี่ยนไป ซึ่งเรียกช่วงนี้ว่า Backpropagation

5.) Output

ผลลัพธ์ที่ได้จากโครงข่ายใยประสาทเสมือน หมายถึงแนวทางในการแก้ไขปัญหา ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จากโครงข่ายหนึ่ง สามารถเป็นข้อมูลนำเข้า (input) ของอีกโครงข่ายหนึ่งได้ ซึ่ง (เรียกว่า Dense ใน Keras) ทั้งนี้ เพื่อเป็นข้อมูลนำเข้าของการตัดสินใจแก้ไขปัญหาอื่น

2.1.1.3 ประโยชน์ของ Deep learning

1.) เกิดข้อผิดพลาดได้ยาก

หากระบบโครงข่ายใยประสาทเสมือนประกอบไปด้วยโครงข่ายที่ใช้ในการประมวลผลมากมายหลายโครงข่ายความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากเพียงหนึ่งหรือสองโครงข่ายจะไม่ทำให้ทั้งระบบเกิดข้อผิดพลาดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.) ความสามารถในการหาเหตุผล

เมื่อระบบโครงข่ายประสาทเสมือนได้รับข้อมูลนำเข้าที่ไม่ครบถ้วนหรือไม่เพียงพอต่อการหาข้อสรุป หรือได้รับข้อเท็จจริงที่ไม่เคยได้รับมาก่อน ระบบจะสามารถลำดับการ-เชื่อมโยงข้อเท็จจริงจนสามารถให้ข้อสรุป และเหตุผลได้

3.) ความสามารถในการปรับเปลี่ยน

โครงข่ายประสาทเสมือนสามารถเรียนรู้สภาพแวดล้อมใหม่ได้ตั้งนั้น เมื่อมีเหตุการณ์ใหม่เข้าสู่ระบบก็จะสามารถปรับเปลี่ยนหรือปรับปรุงองค์ความรู้ให้ทันสมัย

4.) ความสามารถในการพยากรณ์

โครงข่ายประสาทเสมือนสามารถนำข้อมูลทางสถิติเดิมที่มีอยู่ในระบบ มาใช้คาดการณ์หรือพยากรณ์ข้อมูลในอนาคตได้

2.1.1.4 ความหมายของ Convolution Neural Networks (CNNs) [2]

เป็น Deep learning ประเภทหนึ่ง ที่มีโครงสร้างที่คล้ายกับตาราง (grid-like topology) โดยตัวอย่างที่เก็บมาเป็นแบบ time-series ซึ่งถูกเรียงมาเป็น 1-D grid และ รูปภาพ ซึ่งถูกเรียงเป็น 2-D grid คือ pixel พิกัดที่ (x,y) ซึ่งจะมี filter (ตาราง Matrix ในการทำ image processing ต่างๆ ที่ Network สามารถหา filter ที่ optimal ได้เอง) ตรวจจับ feature ของรูปภาพที่ใส่เข้าไป แล้วนำมาเลื่อนอ่านจนครบซึ่งในขณะที่กำลังอ่าน จะนำค่าที่อ่านได้เก็บไว้ใน Dense layer แล้วนำค่านี้ปรับเปลี่ยนขนาดของ Vector ของภาพ ซึ่งจะได้รับการอัปเดต ในช่วง Backpropagation

2.1.1.5 Deep Learning Framework[3] [4]

ในปัจจุบันมี Deep learning Framework ให้เลือกมากมาย แต่เราขอพูดถึง Framework ที่เราเลือกใช้ คือ Tensorflow ที่เราเลือกใช้ Tensorflow และ Keras โดยเขียนเป็น API เพราะความสะดวกในการเขียนติดต่อกับ interface โดยตรง และในปัจจุบัน Tensorflow เป็น Deep learning Framework ที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดในบรรดา Deep learning Framework อื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

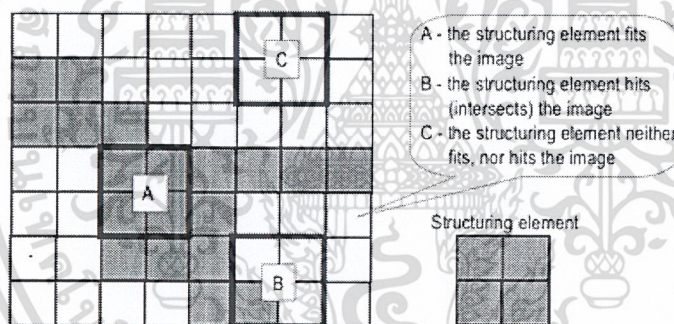
2.1.2 Computer Vision

จะเป็นการยกตัวอย่าง Algorithm ที่ใช้ในงานครั้งนี้ ได้แก่

1.) Threshold [5]

ถ้าค่า pixel ของรูป มากกว่า ค่า Threshold กำหนดค่าหนึ่ง ถ้าน้อยกว่า กำหนดอีกค่าหนึ่ง (ขาว/ดำ) ซึ่งเป็นการมองแบบ Global กล่าวคือ Threshold นี้ใช้กับทั้งภาพ แต่ทำให้เกิดปัญหาที่ว่า ภาพบางภาพมีแสงไม่เท่ากัน อาจทำให้ threshold ที่ได้เกิดเพี้ยนขึ้น จึงต้องมีการให้ ในแต่ละส่วนของรูปภาพ มีการใช้ threshold ที่ต่างกัน หรือที่เรียกว่า Adaptive threshold ซึ่งงานของเรามีการใช้วิธีนี้ในการ จำแนกป้ายทะเบียนในภาพเช่นกัน

2.) Morphology [6]

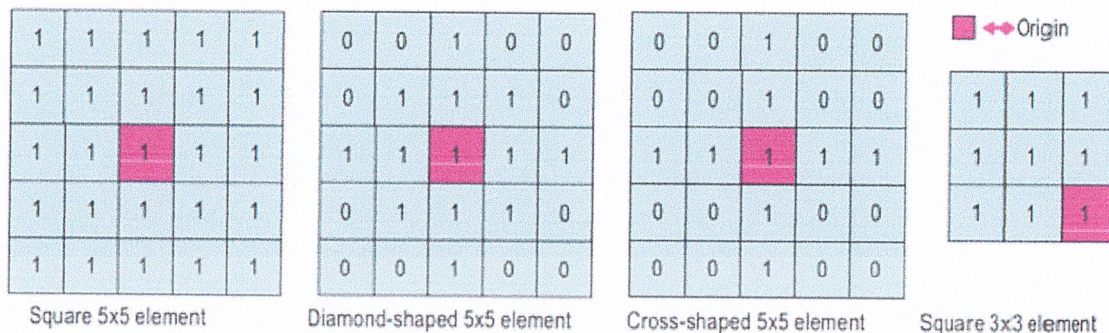


รูปที่ 2.3 การส่มรูปด้วย Structuring element

เป็นการสังเกต pixel จากภาพแบบเรียงลำดับของ pixel value โดยวิธีนี้จะเป็นการส่มภาพขนาดเล็กที่เรียกว่า Structure element ในทุกๆ บริเวณที่ภาพนี้ และเทียบกับพื้นที่ใกล้เคียง pixel ที่อยู่ใ้ภาพนั้น และภาพที่ได้นั้นจะไม่มี pixel ที่มีค่าเป็น 0

ซึ่ง Structuring element คือ ตาราง pixel ขนาดเล็กที่เป็น binary ซึ่งมีได้หลายรูปแบบ ขึ้นอยู่กับกำหนดอย่างไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 ตัวอย่างของ Structuring element ที่นิยมใช้กัน

เราจึงนำวิธีนี้มาใช้ในส่วนของการทำภาพให้ smooth ในส่วนที่ไม่ชัด แล้วนำไปใช้ในกระบวนการต่อไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

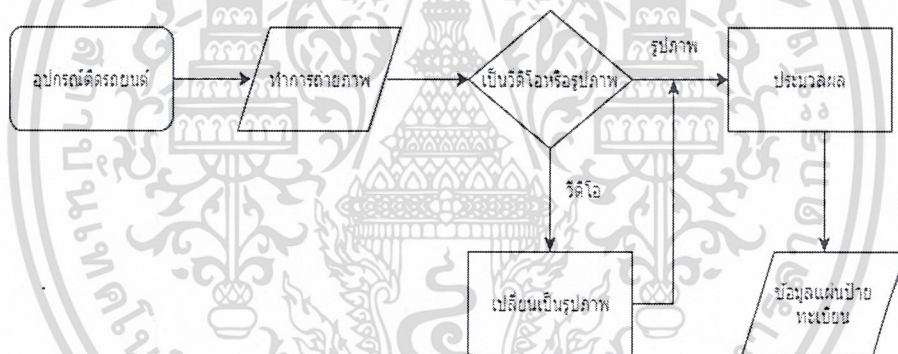
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 Automatic License Plate Recognition [7]

หรือ ALPR คือเทคโนโลยีที่ใช้ OCR มาอ่านป้ายตัวอักษร โดยมีกระบวนการหลักอยู่ 2 ช่วงคือ

1.) หาดำแหน่งของป้ายทะเบียน

มีรูปแบบป้ายทะเบียนที่เราต้องการ กำหนด feature ของภาพเป็นแบบฟอร์มป้ายทะเบียนรถ และแบบฟอร์มตัวเลขตัวอักษรที่ปรากฏในป้าย ซึ่ง feature ของป้ายทะเบียน ประกอบไปด้วย รูปร่าง ความสมมาตร สัดส่วน ความกว้าง ความยาว สี และ feature ของตัวอักษรประกอบไปด้วย เส้นตรง การเปลี่ยนแปลงของระดับสี อัตราส่วนของตัวอักษร ช่องว่างระหว่างตัวอักษร และการจัด แถวของตัวอักษร และสิ่งที่สามารถตรวจจับได้ง่าย



รูปที่ 2.5 Workflow Diagram หาดำแหน่งป้ายทะเบียน

ในส่วนของการประมวลผล นั้นจะแบ่งออกเป็น 2 กระบวนการ คือ

1.1.) Color Edge detection

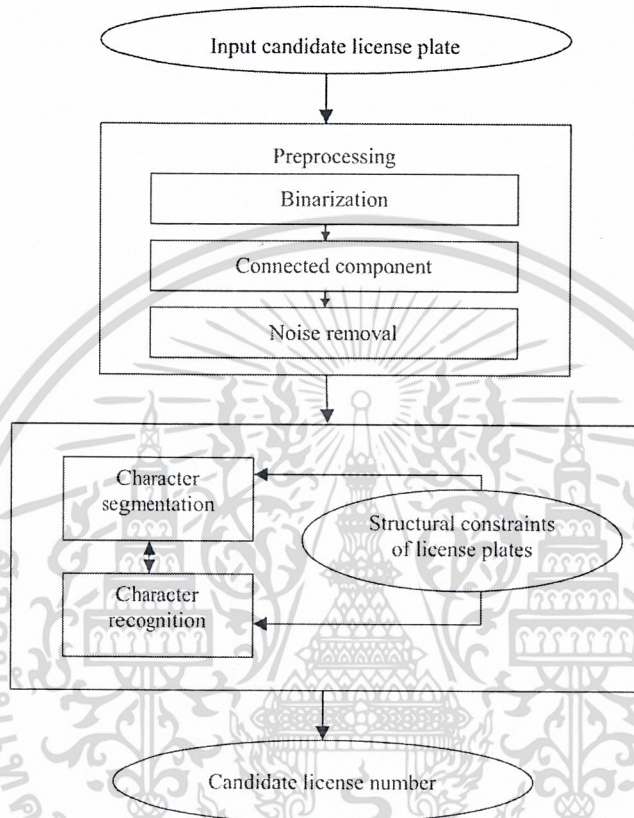
เป็นการเปลี่ยนเป็นการเปลี่ยนสีของภาพธรรมชาติที่เราถ่ายมา เป็นภาพขาวอย่างแท้จริงคือ ไม่สีขาว ก็เป็นสีดำ ทำให้สามารถบอกขอบของภาพ

1.2.) Color model transform

เป็นการเปลี่ยนสีของภาพธรรมชาติที่เราถ่ายมา เป็นภาพขาวดำที่สามารถบอก feature ต่างๆ ได้แก่ โทนสี ความอึมตัว ความหนาแน่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.) ระบุตัวอักษรหรือเลขที่แสดงในป้ายทะเบียนนั้น

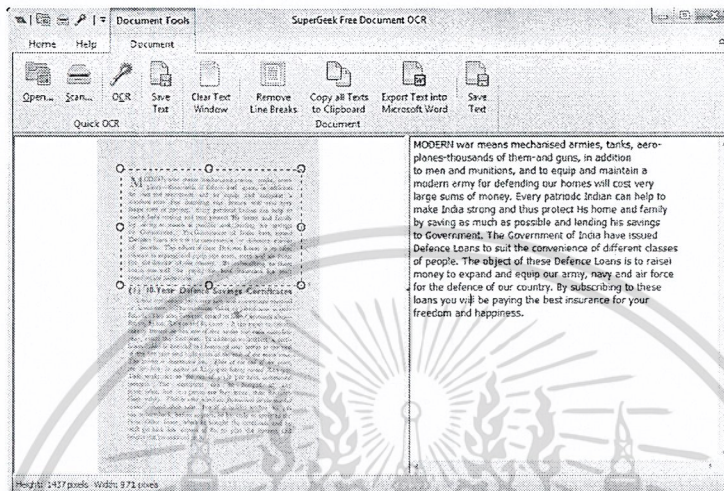


รูปที่ 2.6 Workflow Diagram อ่านตัวอักษรบนป้ายทะเบียน

จะแบ่งการทำงานออกเป็น 2 กลุ่มคือ Preprocessing และ Recognition โดยที่ Preprocess แบ่งออกเป็น 3 อย่าง ได้แก่ Binarization , Connected component และ Noise removal ตามลำดับ และ Recognition แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ Character segmentation และ Character recognition ซึ่งทั้งสองขั้นตอนนี้ อาจจะทำสลับกันก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 Tesseract – OCR [8]



รูปที่ 2.7 ตัวอย่างการทำแปลงจากไฟล์ภาพที่ได้ เป็นไฟล์ข้อความ

Tesseract-OCR เป็น Open-Source Engine ที่ใช้สำหรับรู้จำอักขระทางภาพ (character recognition) จากภาพที่ปรากฏขึ้น โดยแบ่งการทำงานออกเป็น 5 ส่วน ได้แก่

1.) Line and Word Finding

1.1.) Line finding

เป็นขั้นตอนในการหาแถวของตัวอักษรในภาพ เพราะบางทีภาพอาจเอียง และทำให้สามารถรู้จำภาพนั้นโดยที่ไม่ต้องปรับภาพนั้นให้ตรง เพราะการปรับภาพนั้นเป็นสิ่งทำให้ภาพนั้นอาจสูญเสียคุณภาพของภาพนั้นลง โดยใช้หลักการ Blob filtering และ Line construction

1.2.) Baseline Fitting

หลังจากที่ทำการหาเส้นแถวของตัวอักษรได้แล้ว กระบวนการนี้เป็นการเพิ่มความเที่ยงตรงของแถวตัวอักษรโดยการหาเส้นได้ และเป็นวิธีจัดการเส้นแถวตัวอักษรที่เอียง โดยการใช้การแบ่ง Blob เป็น Groups

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Volume 69, pages 872-879,

รูปที่ 2.8 ตัวอย่างการทำ Baseline จากเส้นเอียง

1.3.) Fixed Pitch Detection and Chopping

เป็นขั้นตอนที่ทำการแบ่งแยกคำออกเป็นแต่ละตัวอักษร โดยการนำเส้นคั่นช่องมาแบ่งจากคำเป็นตัวอักษร และทำการนำตัวคั่นออก หากว่าจะทำกระบวนการ Word recognition หัวข้อถัดไป



รูปที่ 2.9 คำที่ถูกแบ่งแยกคำออกมา

1.4.) Proportional Word Finding

เป็นการเว้นวรรคในแต่ละคำของประโยค ซึ่งเป็นงานที่ยุ่งยากมากยกตัวอย่างเช่น

of 9.5% annually while the Fed-erated junk fund returned 11.9%

รูปที่ 2.10 ตัวอย่างปัญหาที่ทำงานได้ยาก

จะสังเกตเห็นว่า ช่องว่างของช่วง '11.9%' มีขนาดเท่ากับช่องเว้นวรรคคำ และมีขนาดกว้างกว่าช่องว่างระหว่าง 'erated' กับ 'junk' ทำให้เกิดความสับสน ซึ่งโปรแกรมสามารถแก้ปัญหานี้ได้โดยการวัดช่วงตามแนวตั้งระหว่าง baseline กับ meanline

2.) Word Recognition

หลังจากที่ทำการแยกคำเป็นอักษรแล้ว ก็นำมาแยกประเภท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.) Chopping Jointed Character

เป็นการตัดตัวอักษร โดยตัดจากจุดเว้าตามตัวอักษรที่มีอยู่ใน ASCII

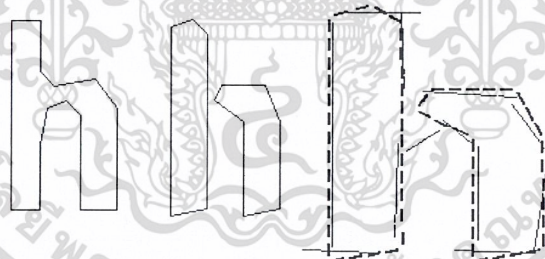
2.2.) Associating Broken Characters

เมื่อทำการตัดตัวอักษรเสร็จแล้วแต่ตัวอักษรที่ได้ยังไม่ดีพอ จึงต้องนำข้อมูลที่ได้เข้า associator โดยใช้ A* algorithms เข้ามาจับคู่ระหว่างเส้นที่เป็นไปได้กับข้อมูลของตัวอักษรที่ได้มา โดยจะใช้วิธีการเปลี่ยนสถานะ โดยการดึงข้อมูลที่มาเปรียบเทียบกับนั้นมาเรียงลำดับความสำคัญ แล้วนำมาประเมินผลด้วยการจำแนกชั้นส่วนที่ยังไม่ได้จำแนกแล้วเอามารวมกัน

3.) Static Character Classifier

3.1.) Features

ในสมัยก่อน Features เป็นลักษณะที่เรียกว่า Topology (ซึ่งสามารถแปลงรูปร่างได้แบบต่อเนื่อง) เพื่อนำมาเป็นรูปแบบของตัวอักษร แต่วิธีนี้ไม่ทนต่อลักษณะตัวอักษรผิดๆ เช่น



รูปที่ 2.11 (ก) ตัวอักษรดั้งเดิม (ข) ตัวอักษรมีการแตกหัก (ค) มีการจับคู่กับตัวอักษรแบบ

จากตัวอักษรตัว 'h' ซ้ายสุดคือตัวอักษรปกติ ส่วนตรงกลางมีส่วนที่ผิดปกติ ซึ่งมีผลทำให้เกิดการดึง feature มาไม่ถูกต้องตรงตัวอักษรขวาสุด

ดังนั้น จึงได้มีการเพิ่มวิธีการกระประมวลผลเข้าไปคือหากรูปแบบของตัวอักษรที่เสียหายไม่สามารถจับคู่กับรูปแบบที่มีอยู่ในข้อมูลฝึกหัดแล้ว จะมีการเพิ่มการประมวลผลโดยในตอนฝึกหัดข้อมูลรู้จำนั้น จะใช้การประมาณค่าของรูปหลายเหลี่ยม แต่เมื่อนำมาประมวลผลการรู้จำนั้น จะมีการนำรูปแบบมาสกัดเค้าโครง แล้วนำมาจับคู่กับกลุ่มตัวต้นแบบของข้อมูลฝึกหัดกันแบบ Many-to-one เช่น จากรูปตัว 'h' ที่เสียหายหาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำไปจับคู่กับ รูปแบบของข้อมูลฝึกหัดโดยตรงจะไม่สามารถหาข้อมูลใดมาเปรียบเทียบได้ จึงต้องเอาข้อมูลฝึกหัดมาทำเป็นตัวต้นแบบอีกครั้ง แล้วนำมาจับคู่อีกครั้งหนึ่ง

3.2.) Classification มีขั้นตอนดังนี้ คือ

ขั้นแรก Class pruner เป็นการทำการสร้างกลุ่มของตัวอักษรที่น่าจะเป็นไปได้ของข้อมูลที่น่ามาประมวลผล โดยแต่ละรูปแบบจะถูกดึงข้อมูลออกมาจากรายการค้นหามูลค่าแล้วนำมาเปรียบเทียบกันโดยเปรียบเทียบเป็น bit-vector แล้วจากนั้นเก็บผลจำนวนมาทั้งหมดแล้ว มาเลือกเอาตัวที่ได้ค่ามากที่สุดมาทำเป็นกลุ่มของการประมวลผลสำหรับขั้นต่อไป ส่วนขั้นต่อมา รูปแบบของข้อมูลที่น่าเข้าประมวลผลจะถูกค้นหาด้วย bit-vector ของตัวต้นแบบในกลุ่มที่คาดว่าจะตรงกัน ระหว่างนั้นเมื่อตัวที่มีความตรงกันมากที่สุดถูกประมวลผล ตัวต้นแบบแต่ละตัวจะถูกแทนค่าด้วยตัวดำเนินการตรรกศาสตร์ของ sum-of-product ซึ่งค่าแต่ละตัวจะเรียกว่า “Configuration” โดยจะเลือกการประมวลผลจับคู่ กับตัวที่ดีที่สุดของระยะทางตัวต้นแบบ

3.3.) Training Data

ถ้า classifier ของเราสามารถเรียนรู้ตัวอักษรที่ผิดปกติได้ดี ทำให้ไม่จำเป็นที่จะต้อง trained ตัวอักษรที่ผิดปกติให้กับ classifier ในส่วนนี้จะมีการดึง deep learning เข้ามาช่วยในส่วนนี้

4.) Adaptive Classifier

Tesseract ไม่ได้ใช้งานการแบ่งแยกรูปแบบ แต่ใช้การเทียบความเหมือนกันของรูปแบบ และใช้การแบ่งกลุ่มแบบคงที่ในการช่วยแบ่งแยก ซึ่งวิธีนี้จะช่วยให้แบ่งแยกตัวอักษรใหญ่-เล็กได้ง่ายขึ้น รวมถึงการปรับให้ตัวจัดกลุ่มสามารถตรวจสอบถึงตัวอักษรเดียวกัน และบรรทัดเดียวกัน

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยนี้จะแบ่งขั้นตอนหลักตามแผนผังพัฒนาซอฟต์แวร์แบบน้ำตก (Waterfall model)

ซึ่งแบ่งขั้นตอนใหญ่ๆ เป็น 5 ขั้นตอนใหญ่ดังนี้

1. วิเคราะห์ความต้องการระบบ

Functional Requirements

1. ระบบจะต้องตรวจจับป้ายทะเบียนรถยนต์ที่อยู่ในช่องทางเดียวกันระยะห่างไม่เกิน 5 เมตร ได้
2. ระบบจะต้องสามารถอ่านตัวอักษรที่ได้จากป้ายทะเบียนได้
3. ผู้ใช้ระบบสามารถเรียกฟังก์ชันเดียวเพื่อให้ระบบทำงานครบวงจรได้
4. ผู้ใช้ระบบสามารถแยกการเรียกใช้งานฟังก์ชันในระบบได้
5. ระบบจะต้องมีการจัดการรูปป้ายทะเบียนก่อนประมวลผล (Pre-Processing)
6. ระบบจะต้องมีโปรแกรมตรวจจับรูปป้ายทะเบียนโดยรับค่าเข้าเป็นรูปทำยารลได้
7. ระบบจะต้องมีโมเดลสำหรับทำนายจุดที่เป็นป้ายทะเบียนได้

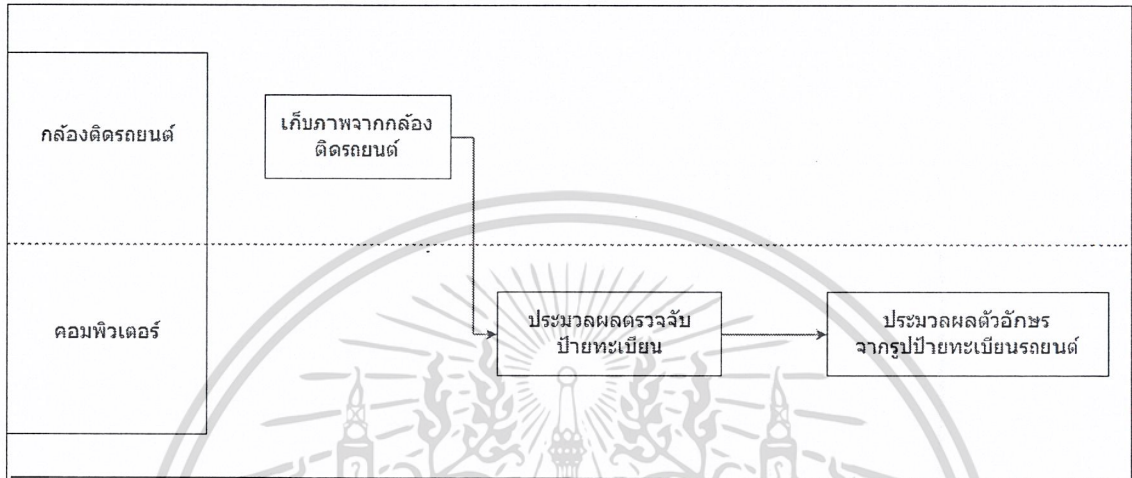
Non-function Requirements

1. ระบบต้องการผลลัพธ์จากการประมวลผลที่มีความแม่นยำสูง สามารถตรวจจับป้ายทะเบียนได้อย่างน้อย 80 เปอร์เซ็นต์ จากจำนวน ชุดทดสอบ
2. ระบบจะต้องไม่ใช้เวลาในการประมวลผลนานเกิน 5 นาที
3. ระบบจะต้องไม่มีความซับซ้อนในการเรียกใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ออกแบบระบบ

2.1 Process Flow Diagram



รูปที่ 3.1 Process Flow Diagram ของระบบประมวลผลป้ายทะเบียน

ระบบประมวลผลตัวอักษรจากป้ายทะเบียนรถยนต์จะดำเนินการตามรูป 3.1 โดยเริ่มจากกระบวนการเก็บภาพจากกล้องติดรถยนต์ซึ่งนำภาพรถยนต์ที่ได้จากกระบวนการดังกล่าวจะนำไปประมวลผล ในกระบวนการจับป้ายทะเบียนโดยตรวจจับโดยใช้วิธีการเรียนรู้เชิงลึกเพื่อแยกรูปป้ายทะเบียนออกมาเมื่อได้รูปป้ายทะเบียนรถยนต์ก็จะนำไปเข้ากระบวนการประมวลผลตัวอักษรจากรูปป้ายทะเบียนรถยนต์โดยใช้วิธี Tesseract-OCR จะได้หมายเลขป้ายทะเบียนที่ประมวลผลออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 USE CASE

2.2.1 USE CASE Diagram



รูปที่ 3.2 Use case diagram โปรแกรมตรวจจับและประมวลผลอักษรของทะเบียนรถยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 Use case Narrative ของตรวจจับป้ายทะเบียนรถยนต์

Autor (s) : Sirawith Naksri		Date: 9 July 2561
		Version: 1.1
Use-Case Name	ตรวจจับป้ายทะเบียน	Use Case Type: Function Requirement
Use-Case ID	DTUC-1	
Priority	High	
Primary Actor	Program Developer	
Other Interested Stakeholder	-	
Description	โมดูลที่ใช้ในการประมวลผลการตรวจจับป้ายทะเบียน	
Precondition	ผู้ใช้งานต้องเตรียมรูปภาพสำหรับเข้าทำงานไว้ใน Directory เดียวกับโปรแกรมก่อน	
Trigger	-	
Typical Course of Events	Actor action	System Response
	Step 1 เรียกโมดูลขึ้นทำงานโดยส่งรูปถ่ายรถเข้าไปเป็น input ของ Module	Step 2 ระบบบันทึกรูปแผ่นป้ายทะเบียน หรือรูปที่คล้ายคลึงกับแผ่นป้ายทะเบียน ไว้ใน directory เดียวกับโปรแกรม
Alternate Course	-	
Conclusion	เป็นโมดูลสำหรับตรวจจับป้ายทะเบียนจากรูปโดยให้ผู้ใช้งานนำภาพเข้าเป็นค่านำเข้าของโมดูล	
Postcondition	ผู้ใช้ได้รูปแผ่นป้ายทะเบียนสำหรับเข้าประมวลผลการรู้จำตัวอักษรเป็นไฟล์ภาพนามสกุล jpg อยู่ใน Directory ที่กำหนดไว้	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Business Rule	ผู้ใช้สามารถให้ระบบทำงานแบบอัตโนมัติแทนการทำงานด้วยมือ
Implementation Constraints and Specification	ผู้ใช้งานอาจจะสร้างฟังก์ชันขึ้นมาเรียกทำงานโมดูลโดยการเขียนการเรียกภาพที่จะเป็นภาพนำเข้าได้แบบยืดหยุ่นได้ (เช่น การเลือกเส้นทางของ directory ซึ่งปัจจุบันยังเป็นการกำหนดที่อยู่ให้อยู่ที่เดียวกับโปรแกรม)
Exceptional Case	ผู้ใช้ใส่รูปถ่ายรถของรถชนิดอื่นลงไปที่ไม่ใช่รถประเภท 4 ล้อ
Assumption	ระบบสามารถตรวจจับป้ายทะเบียนรถยนต์ประเภท 4 ล้อของประเทศไทยได้
Open Issues	ระบบอาจบันทึกรูปภาพที่ไม่ใช่แผ่นป้ายทะเบียน แต่มีลักษณะใกล้เคียงแผ่นป้ายทะเบียน และระบบยังตรวจจับให้ป้ายทะเบียนอยู่ตรงกลางภาพได้ไม่ทุกภาพ

2.2.3 Use case Narrative ของประมวลผลตัวอักษรป้ายทะเบียนรถยนต์

Autor (s) : Sirawith Naksri		Date: 9 July 2561
		Version: 1.1
Use-Case Name	ตรวจจับป้ายทะเบียน	Use Case Type:
Use-Case ID	OCRUC-1	Function Requirement
Priority	High	
Primary Actor	Program Developer	
Other Interested Stakeholder	-	
Description	โมดูลที่ใช้ในการประมวลผลการรู้จำตัวอักษรจากภาพ	
Precondition	ผู้ใช้งานต้องมีรูปป้ายทะเบียนที่ได้จากการตรวจจับโดยกรณีใดก็ได้	
Trigger	-	

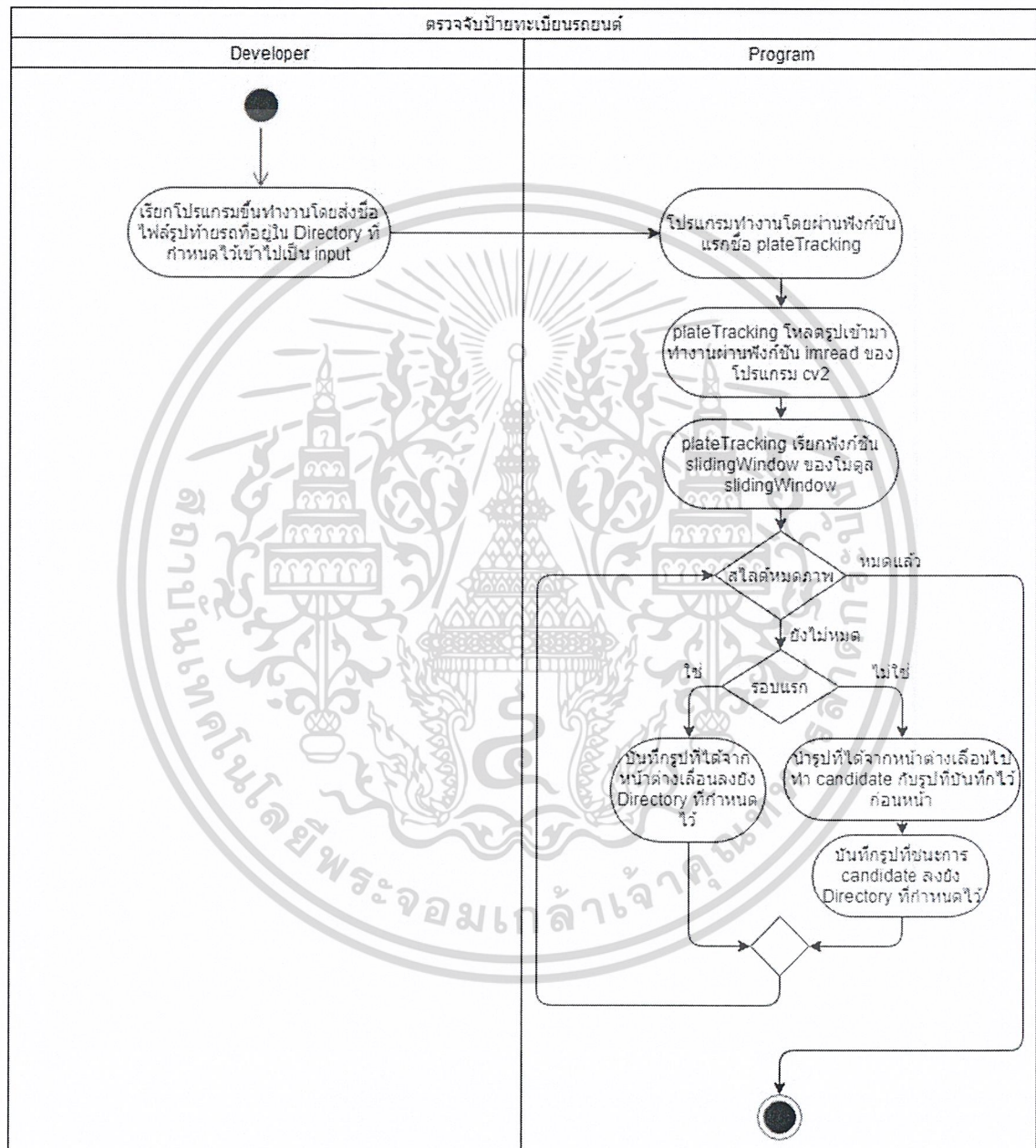
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Course of Events	Actor action	System Response
	Step 1 เรียกโมดูลขึ้นทำงานโดยส่งรูปแผ่นป้ายทะเบียนเป็นค่านำเข้าสำหรับโมดูล	Step 2 ระบบจะทำการบันทึกค่าตัวอักษรที่ประมวลผลได้เป็นไฟล์อักษรเก็บไว้ใน directory เดียวกับโปรแกรม
Alternate Course	-	
Conclusion	เป็นโมดูลสำหรับประมวลผลการรู้จำตัวอักษรจากภาพโดยนำภาพแผ่นป้ายทะเบียนเป็นค่ารับเข้า	
Postcondition	ผู้ใช้ได้ไฟล์ตัวอักษร เป็น ไฟล์นามสกุล txt โดยเก็บไว้ที่ Directory ที่กำหนด	
Business Rule	ผู้ใช้สามารถให้ระบบทำงานแบบอัตโนมัติแทนการทำงานด้วยมือ	
Implementation Constraints and Specification	ผู้ใช้สามารถเขียนฟังก์ชันสำหรับประมวลผลทางคอมพิวเตอร์วิทัศน์ เพื่อเพิ่มความแม่นยำของการอ่านตัวอักษร ก่อนจะส่งค่าเป็นค่าเข้าโมดูลได้	
Exceptional Case	ผู้ใช้ใส่รูปอื่นนอกจากป้ายทะเบียนแต่มีลักษณะคล้ายป้ายทะเบียนเข้าไปในระบบ	
Assumption	ระบบจะอ่านค่าออกมาเป็นภาษาไทย ตัวเลขไทย และตัวเลขอารบิก เท่านั้น	
Open Issues	ระบบอาจอ่านค่าเพี้ยนไปตามสิ่งรบกวนต่างๆหลังจากที่ทำ Preprocessing แล้ว	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 Activity diagram

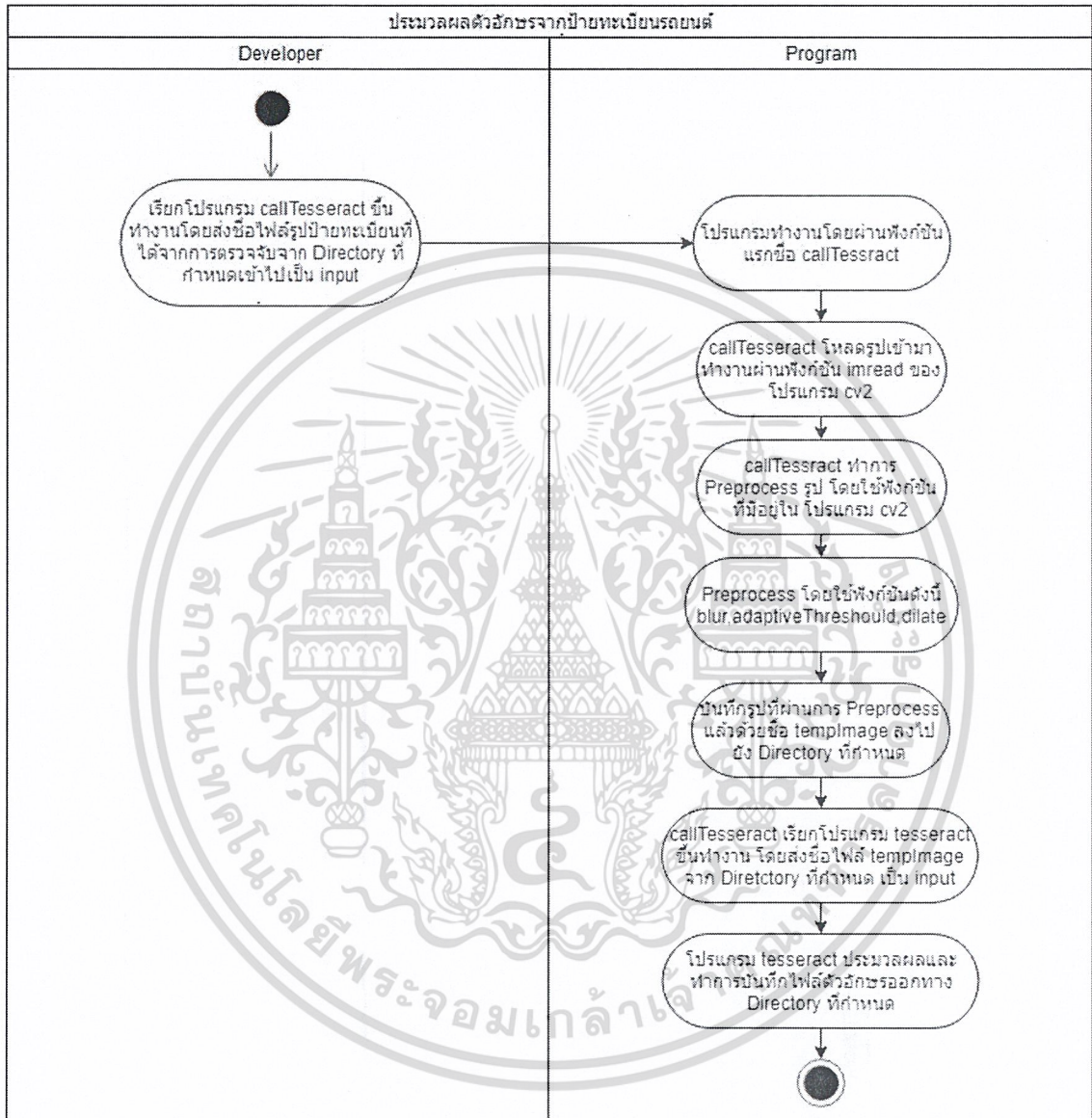
2.3.1 Activity diagram ของการตรวจจับป้ายทะเบียนรถยนต์



รูปที่ 3.3 Activity diagram ของการตรวจจับป้ายทะเบียนรถยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 Activity diagram ของการประมวลผลตัวอักษรป้ายทะเบียน

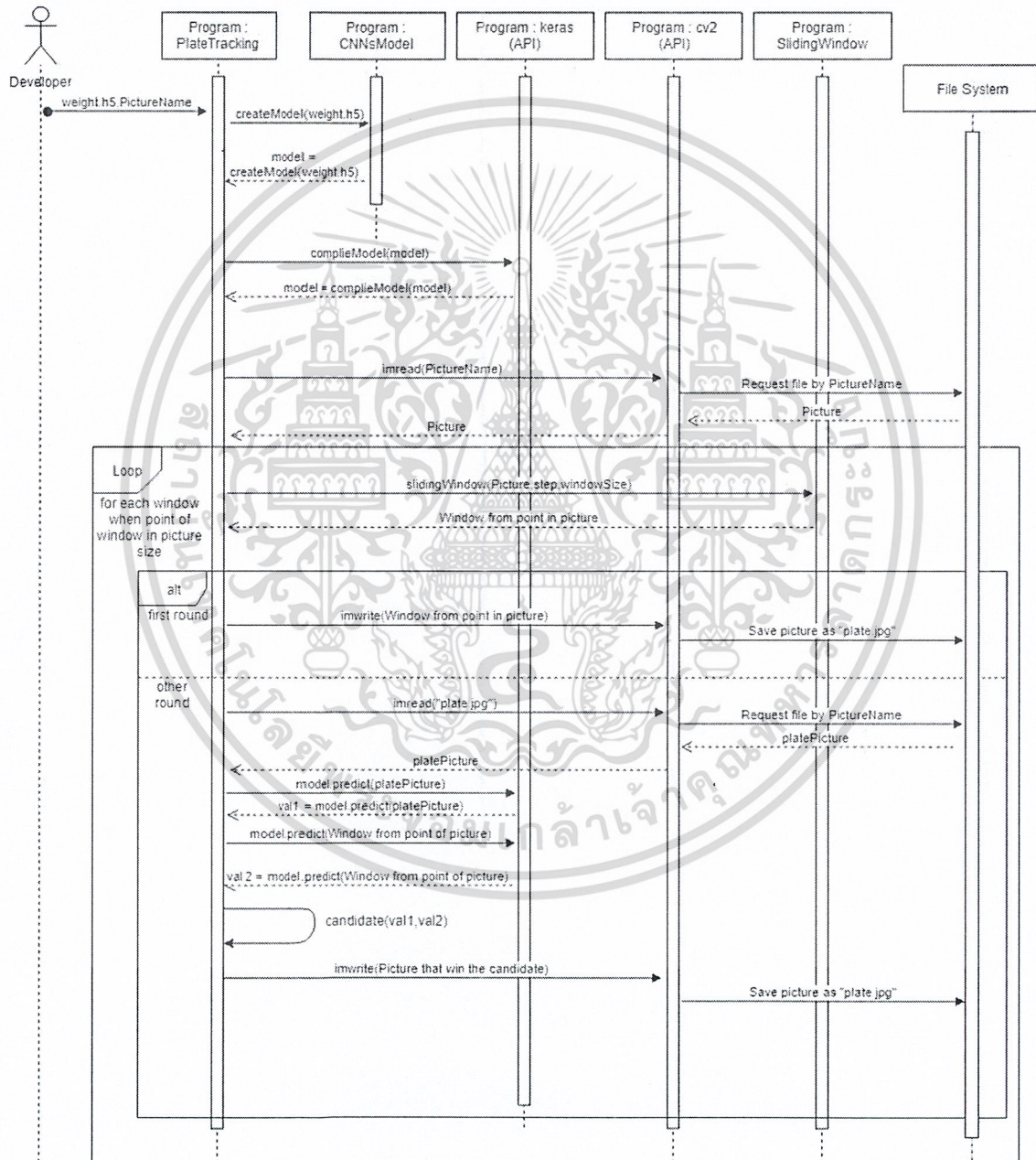


รูปที่ 3.4 Activity diagram ของการประมวลผลตัวอักษรป้ายทะเบียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 Sequence diagram

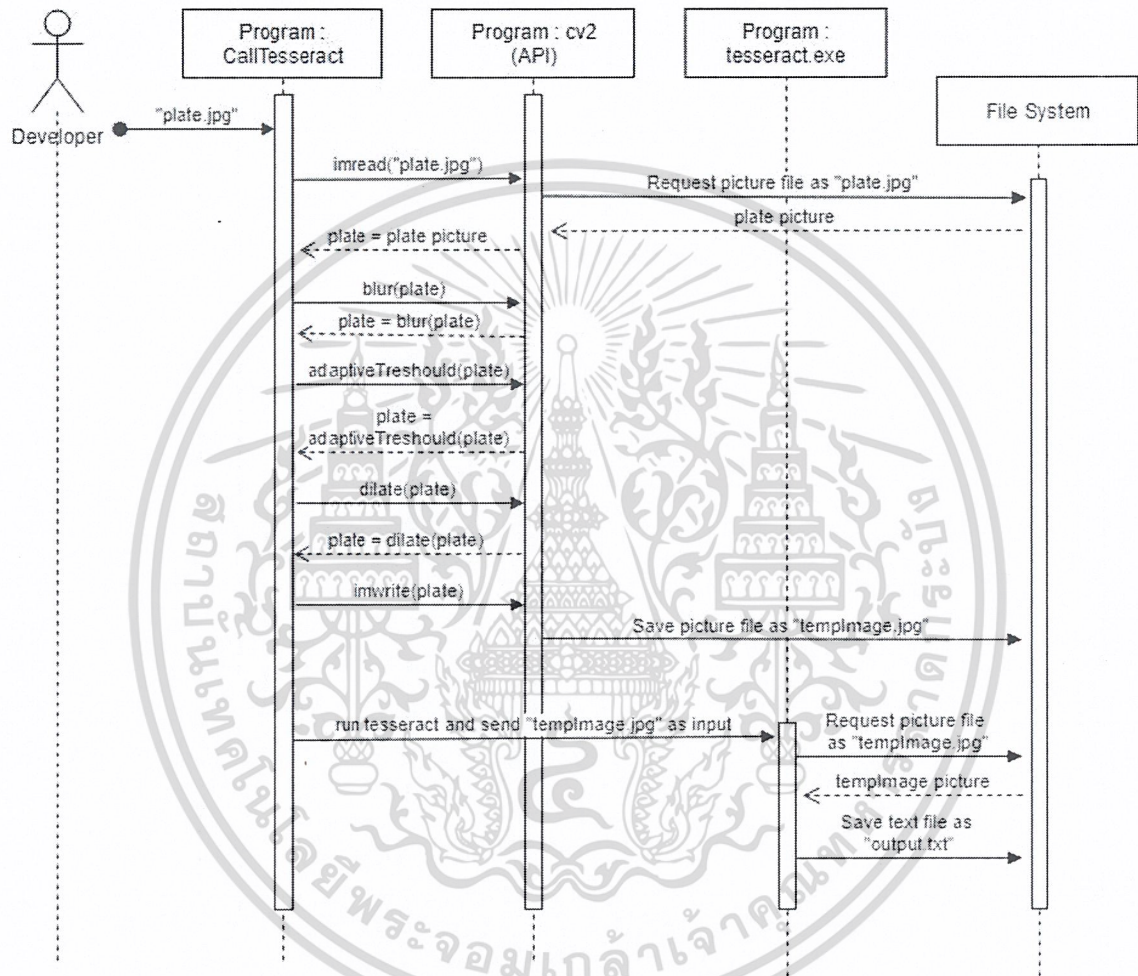
2.4.1 การประมวลผลหารูปป้ายทะเบียนรถยนต์



รูปที่ 3.5 Sequence Diagram ของการประมวลผลป้ายทะเบียนรถยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 การประมวลผลอ่านตัวอักษรจากรูปป้ายทะเบียน



รูปที่ 3.6 Sequence Diagram ของการประมวลผลอ่านตัวอักษรป้ายทะเบียนรถยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ทดสอบระบบ

Test ID : PTK-0					
Module Name : plateTracking					
Test Case : Plate tracking					
Descriptions : นำรูปที่ได้จากกล้องมาหาส่วนที่เป็นแผ่นป้ายทะเบียนจากนั้นตัดเอาเฉพาะส่วนที่เป็นแผ่นป้ายทะเบียน					
Pre - condition : -					
Step	Test Step	Test data	Expect Result	Actual Result	Status
1	ส่งรูปที่ได้จาก directory ที่เก็บไว้เข้าประมวลผล	รูปของรถที่ได้จากกล้องติดหน้ารถจำนวน 50 รูป จาก directory ที่เก็บไว้ในที่อยู่เดียวกับตัวโปรแกรม	รูปป้ายทะเบียนรถยนต์	รูปป้ายทะเบียนรถยนต์	Pass
2	ทำการเลื่อนแต่ละจุดของภาพแล้วนำมาทำนายด้วยโมเดลที่สร้างไว้			รูปที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับป้ายทะเบียนรถยนต์	
3	ทำการเปรียบเทียบกับภาพที่ได้จากหน้าต่างเลื่อนอันเก๋ว่าอันไหนน่าจะเป็นแผ่นป้ายทะเบียนมากกว่ากัน				
4	วนรอบทำซ้ำใน step ที่ 3 จนกว่าหน้าต่างเลื่อนจะทำการเลื่อนจนหมดภาพ				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Test ID : TOCR-0					
Module Name : callTesseract					
Test Case : Call Tesseract					
Descriptions : นำรูปแผ่นป้ายทะเบียนเข้ามาทำการประมวลผลด้วยวิธีทางคอมพิวเตอร์วิทัศน์แล้วเข้าโปรแกรม Tesseract-OCR เพื่อประมวลผลการรู้จำตัวอักษรบนแผ่นป้ายทะเบียน					
Pre - condition : ต้องมีรูปแผ่นป้ายทะเบียนที่ได้จากการตรวจจับ					
Step	Test Step	Test data	Expect Result	Actual Result	Status
1	นำรูปแผ่นป้ายทะเบียนที่ได้จากการตรวจจับจาก directory เดียวกันกับโปรแกรมมาทำการประมวลผลทางคอมพิวเตอร์วิทัศน์	รูปแผ่นป้ายทะเบียนที่ได้จากการตรวจจับจำนวน 15 รูป เก็บไว้ที่ directory เดียวกับตัวโปรแกรม	ไฟล์ตัวอักษรที่มีตัวอักษรตามบนแผ่นป้ายทะเบียน	ไฟล์ตัวอักษรที่มีอักษรบางส่วนตามบนแผ่นป้ายทะเบียนและไฟล์ที่ไม่มีตัวอักษรเลย	Fail
2	นำรูปแผ่นป้ายทะเบียนที่ผ่านการประมวลผลทางคอมพิวเตอร์วิทัศน์ส่งเข้าไปประมวลผลยังโปรแกรม Tesseract-OCR				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. นำระบบไปใช้จริง

1. นำกล้องติดหน้ารถไปติดตั้งรถแล้วนำรถออกขับตามปกติแล้วให้เปิดการใช้งานกล้องไปด้วยในตัว โดยให้บันทึกวิดีโอไว้ในหน่วยความจำของกล้อง โดยที่กล้องติดอยู่บริเวณกระจกหน้ารถแล้วตอนเก็บข้อมูลจะเก็บในช่วงเวลากลางวัน
2. นำวิดีโอที่บันทึกไว้ในทำการคัดเฟรมที่มีรถอยู่ในเลนเดียวกันและป้ายทะเบียนอยู่ห่างจากรถไม่เกิน 5 เมตร
3. นำรูปที่ได้มาเข้าโมเดลสำหรับตรวจจับแผ่นป้ายทะเบียน
4. นำรูปแผ่นป้ายทะเบียนที่ได้ไปเข้าโปรแกรม Tesseract-OCR

5. นำระบบมาแก้ไขข้อบกพร่อง

นำข้อผิดพลาดมาจดบันทึกไว้แล้วมาปรับปรุงแก้ไขเท่าที่จะแก้ไขได้ โดยการนำรูปที่ผ่านกระบวนการการทำงานมาแล้วผิดพลาด (เกิด False positive) นำกลับเข้าไปทำการเทรนใหม่แล้วนำค่าที่ได้จากการเทรนมาใหม่มาใช้แทนของเดิม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

จากการที่เราได้ทดลองนำรูปภาพรถยนต์ที่ไปได้ไปถ่ายรูปมานำมาประมวลผลเพื่ออ่านทะเบียนรถยนต์พวกเราได้นำรูปภาพจำนวนทั้งหมด 2,198 รูป ซึ่งแบ่งเป็น Positive set 1,012 รูป และ Negative set 1,186 รูปมาฝึกสอนคอมพิวเตอร์หรือเรียกว่าการเทรนนิ่งเพื่อทำการปรับค่าน้ำหนักในโมเดลสำหรับการทำนายจุดที่เป็นป้ายทะเบียน จากนั้นเมื่อทำการปรับน้ำหนักเสร็จทำการบันทึกเก็บไว้เป็นไฟล์ .h5 เพื่อการทำงานครั้งถัดๆไปจะไม่ต้องทำการปรับน้ำหนักอีกสามารถทำการโหลดค่าน้ำหนักมาใช้ได้เลย จากนั้นนำโมเดลที่ได้มาทำนายทะเบียนและส่งป้ายทะเบียนเข้าประมวลผลการรู้จำตัวอักษรจากภาพ

4.1 การเรียนรู้เชิงลึกของคอมพิวเตอร์

4.1.1 ส่วนประกอบของผลการทดลอง

จากการนำรูป Positive set 1,012 รูป และ Negative set 1,186 รูป เข้าทำการปรับค่าน้ำหนักสำหรับโมเดล โดยโมเดลมีทั้งหมด 8 ชั้นรับค่าเข้าเป็นรูปที่มีขนาด 250*130 pixels และมีส่วนประกอบดังนี้

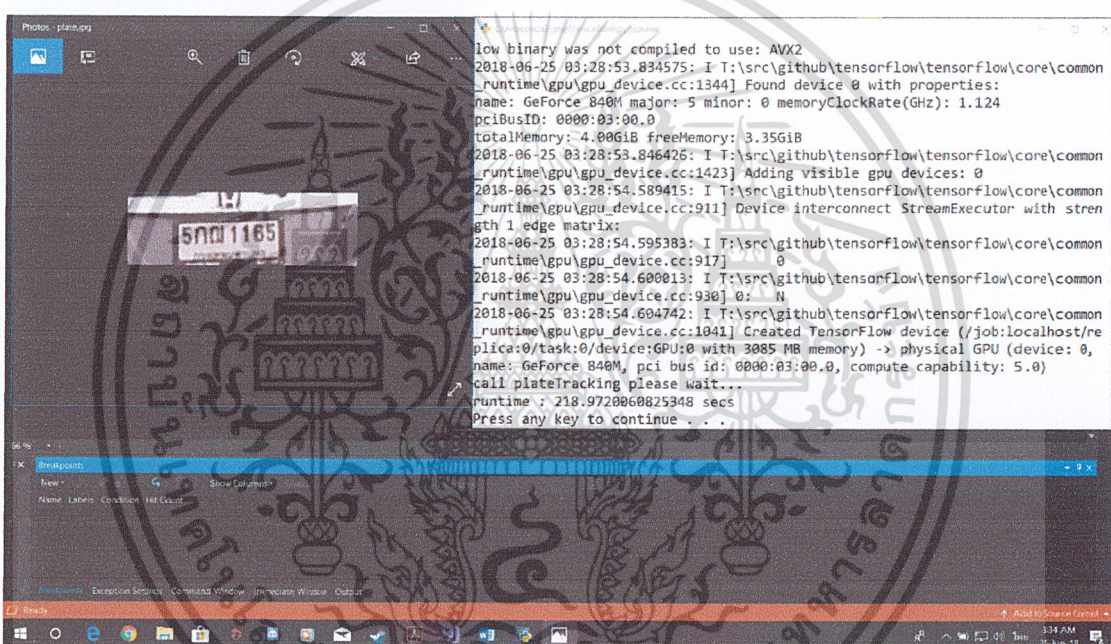
1. ชั้นที่ 1 และ ชั้นที่ 2 เป็นชั้น CNNs สำหรับประมวลผล มีจำนวนมิติเท่ากับ 32 มิติ และใช้ฟังก์ชันกระตุ้น Hyperbolic Tangent*
2. ชั้นที่ 3 และ ชั้นที่ 4 เป็นชั้น CNNs สำหรับประมวลผล มีจำนวนมิติเท่ากับ 64 มิติ และใช้ฟังก์ชันกระตุ้น Hyperbolic Tangent*
3. ชั้นที่ 5 และ ชั้นที่ 6 เป็นชั้น CNNs สำหรับประมวลผล มีจำนวนมิติเท่ากับ 128 มิติ และใช้ฟังก์ชันกระตุ้น Hyperbolic Tangent*
4. ชั้นที่ 7 เป็นชั้นแกนสำหรับประมวลผล มีจำนวนมิติเท่ากับ 256 มิติ และใช้ฟังก์ชันกระตุ้น Hyperbolic Tangent*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลลัพธ์การทำนายตำแหน่งป้ายทะเบียนของคอมพิวเตอร์

จากการนำรูปเข้าทดลองประมวลผลการตรวจจับจำนวน 50 รูป ซึ่งเป็นกรณีของรถยนต์ประเภท 4 ล้อ และ แบ่งออกเป็น รถเก๋ง รถกระบะ รถ SUV และรถตู้ ได้ผลลัพธ์ออกมา 2 กรณี คือ

4.2.1 สามารถตรวจจับป้ายทะเบียนได้ซึ่งได้มาทั้งหมด 15 รูป จาก 50 รูป คิดเป็นร้อยละ 30 ตัวอย่างผลการตรวจจับสามารถดูได้ที่รูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 รูปภาพการรันโปรแกรมตรวจจับป้ายทะเบียน

ซึ่งลักษณะแผ่นป้ายทะเบียนในภาพที่ตรวจจับได้ยังแบ่งลักษณะออกเป็น ภาพที่แผ่นป้ายทะเบียนเบ้ซ้าย ภาพที่แผ่นป้ายทะเบียนอยู่ตรงกลางภาพ และภาพที่แผ่นป้ายทะเบียนเบ้ขวา รวมถึงภาพที่ตรวจจับได้ แผ่นป้ายทะเบียนยังมีการเอียงหรือไม่เอียง

4.2.2 ไม่สามารถตรวจจับป้ายทะเบียนได้ซึ่งได้มาทั้งหมด 35 รูปจาก 50 รูปคิดเป็นร้อยละ 70 เหตุเพราะรูปที่ถูกตรวจจับได้คอมพิวเตอร์มองเห็นว่ามีความใกล้เคียงกับป้ายทะเบียนเป็นอย่างมากซึ่งคอมพิวเตอร์อาจเห็นสภาพแวดล้อมในภาพเป็นตัวอักษรจึงทำให้การทำนายค่ามีความคลาดเคลื่อนไปสามารถดูตัวอย่างได้ที่รูปที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

model.add(Convolution2D(128, 3, 3))
2018-06-25 03:40:49.368911: I T:\src\github\tensorflow\tensorflow\core\platform\cpu_feature_guard.cc:140] Your CPU supports instructions that this TensorFlow binary was not compiled to use: AVX2
2018-06-25 03:40:49.894396: I T:\src\github\tensorflow\tensorflow\core\common_runtime\gpu\gpu_device.cc:1344] Found device 0 with properties:
name: GeForce 840M major: 5 minor: 0 memoryClockRate(GHz): 1.124
pciBusID: 0000:03:00:0
totalMemory: 4.00GiB freeMemory: 3.35GiB
2018-06-25 03:40:49.892387: I T:\src\github\tensorflow\tensorflow\core\common_runtime\gpu\gpu_device.cc:1423] Adding visible gpu devices: 0
2018-06-25 03:40:50.660951: I T:\src\github\tensorflow\tensorflow\core\common_runtime\gpu\gpu_device.cc:930] 0:  N
2018-06-25 03:40:50.673677: I T:\src\github\tensorflow\tensorflow\core\common_runtime\gpu\gpu_device.cc:917] 0
2018-06-25 03:40:50.676552: I T:\src\github\tensorflow\tensorflow\core\common_runtime\gpu\gpu_device.cc:930] 0:  N
2018-06-25 03:40:50.685378: I I:\src\github\tensorflow\tensorflow\core\common_runtime\gpu\gpu_device.cc:1041] Created TensorFlow device (/job:localhost/replica:0/task:0/device:GPU:0 with 3085 MB memory) -> physical GPU (device: 0, name: GeForce 840M, pci bus id: 0000:03:00:0, compute capability: 5.0)
call plateTracking please wait...
runtime: 215.07342147927148 secs
Press any key to continue . . .

```

รูปที่ 4.3 รูปผลลัพธ์ป้ายทะเบียนผิดพลาดแบบหาป้ายทะเบียนไม่เจอ

สรุปผลการตรวจจับแผ่นป้ายทะเบียนโดยการแบ่งแยกตามรุ่นของรถ

ตารางที่ 1.1 ตารางแสดงผลการทำนายป้ายทะเบียนรถยนต์

รูปรถ	จำนวน (คัน)*	ผลการทดสอบหาป้ายทะเบียน	
		จำนวนการเดาป้าย ทะเบียนเจอ (คัน)	จำนวนการเดาป้าย ทะเบียนไม่เจอ (คัน)
รถเก๋ง	26	9	17
รถกระบะ	10	2	8
รถ SUV	10	4	6
รถตู้	4	-	4
รวม	50	15	35

*นับ 1 คันเป็นหนึ่งรูปนับเฉพาะคันที่อยู่ข้างหน้ารถที่ติดกล้องเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปลักษณะของแผ่นป้ายทะเบียนที่ตรวจจับได้

ตารางที่ 1.2 ตารางแสดงลักษณะของรูปภาพป้ายทะเบียนที่ได้จากการทำนายป้ายทะเบียนรถยนต์

ลักษณะรูปภาพ (จำนวน)	ภาพมุมซ้าย	อยู่ตรงกลาง	ภาพมุมขวา
ภาพเอียง	2	5	3
ภาพตรง	1	2	2
รวมทั้งหมด		15	

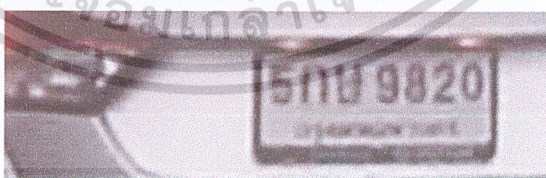
โดยสามารถดูตัวอย่างของลักษณะต่างๆได้ตามรูปที่ 4.4 – 4.9



รูปที่ 4.4 รูปภาพป้ายทะเบียนลักษณะภาพตรงอยู่ตรงกลาง

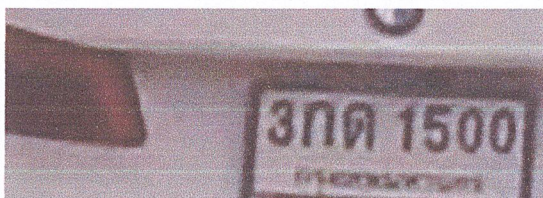


รูปที่ 4.5 รูปภาพป้ายทะเบียนลักษณะภาพเอียงอยู่ตรงกลาง



รูปที่ 4.6 รูปภาพป้ายทะเบียนลักษณะภาพตรงอยู่มุมขวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 รูปภาพป้ายทะเบียนลักษณะภาพเอียงอยู่มุมขวา



รูปที่ 4.8 รูปภาพป้ายทะเบียนลักษณะภาพตรงอยู่มุมซ้าย



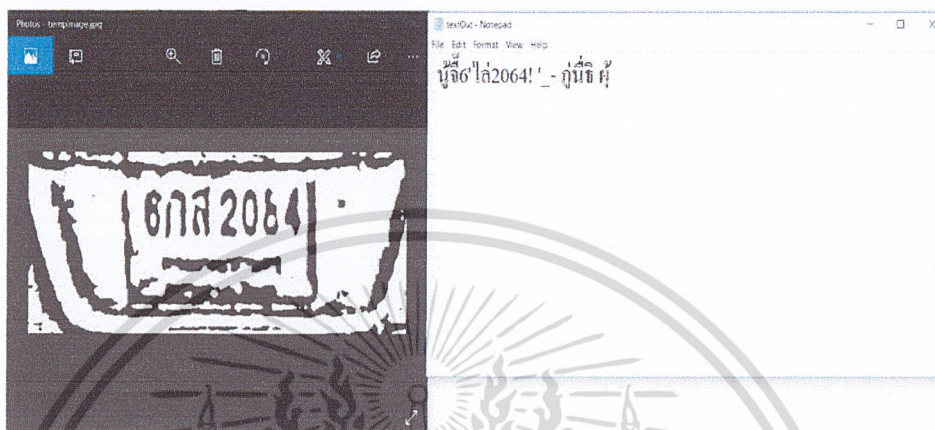
รูปที่ 4.9 รูปภาพป้ายทะเบียนลักษณะภาพเอียงอยู่มุมซ้าย

4.3 ผลลัพธ์การอ่านอักษรป้ายทะเบียนรถยนต์

หลังจากได้ทำการประมวลผลการตรวจจับแล้วจึงนำผลลัพธ์ที่ได้เฉพาะภาพที่สามารถตรวจจับป้ายทะเบียนได้ซึ่งมีอยู่ 15 รูปเข้าทำการประมวลผลการตรวจจับ ซึ่งได้ผลลัพธ์ออกมา 2 กรณี ได้แก่ 1. อ่านได้ถูกต้องบางส่วน และ 2. ไม่สามารถอ่านได้ ซึ่งแต่ละกรณีได้ผลลัพธ์ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.1 สามารถอ่านได้ถูกต้องบางส่วนซึ่งได้มาทั้งหมด 1 รูปจาก 15 รูปคิดเป็นร้อยละ 6.67 ดูตัวอย่างได้ตามรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 รูปแสดงผลลัพธ์การอ่านป้ายทะเบียนสามารถอ่านได้ถูกต้องบางส่วน

4.3.2 ไม่สามารถอ่านได้ซึ่งได้มาทั้งหมด 14 รูปจาก 15 รูปคิดเป็นร้อยละ 94.43 ดูตัวอย่างได้ตามรูปที่ 4.11



รูปที่ 4.11 รูปแสดงผลลัพธ์การอ่านป้ายทะเบียนไม่สามารถอ่านได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปข้อมูลการอ่าน

ตารางที่ 1.3 ตารางเปรียบเทียบความถูกต้องจากการอ่านตัวอักษรจากป้ายทะเบียน

จำนวนรูป	อ่านค่าถูกบางส่วน (รูป)	อ่านค่าไม่ได้ (รูป)
15	1	14



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการวิจัยนี้จะสรุปได้เป็นเรื่องดังต่อไปนี้

1. กล้องจากรถยนต์ที่มีความละเอียด 1920 x 1080 pixels สามารถนำมาประมวลผลตรวจจับป้ายทะเบียนได้
2. จำนวนรอบ 50 รอบ (Epochs) เป็นจำนวนที่เหมาะสมพอที่จะทำให้การปรับค่าน้ำหนัก (Weight) ในโมเดลได้ค่าความแม่นยำสูงสุดในการตรวจจับป้ายทะเบียน
3. โมเดลจำนวน 8 ชั้นและจำนวน Positive set 1,012 รูป และ จำนวน Negative set 2,198 รูป ทำให้ได้ความแม่นยำในการทำนายจุดที่เป็นป้ายทะเบียนประมาณร้อยละ 30
4. การตรวจจับที่ผิดพลาดเกิดจากคอมพิวเตอร์ให้ค่าจุดที่ผิดพลาดว่าเป็นป้ายทะเบียนเนื่องจากคอมพิวเตอร์อาจเห็นรูปแบบของฟิกเชลในภาพที่ตรวจจับได้คล้ายคลึงกับรูปแบบของฟิกเชลในภาพของป้ายทะเบียน
5. มุมที่ตรวจจับป้ายทะเบียนได้มีผลต่อการประมวลผลการรู้จำตัวอักษรบนป้ายทะเบียน (มีผลต่อการเบ้ของป้ายในภาพ)
6. ลักษณะการตั้งกล้องภายในตัวรถมีผลต่อการประมวลผลการรู้จำตัวอักษรบนป้ายทะเบียน (มีผลต่อการเอียงของรูปภาพ)
7. โปรแกรม Tesseract-OCR v3.05 ไม่สามารถประมวลผลการรู้จำตัวอักษรที่มีลักษณะเบ้ไปทางซ้ายหรือเบ้ไปทางขวาของภาพได้หรือภาพป้ายทะเบียนที่เอียงได้
8. แสงยังเป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อการทำคอมพิวเตอร์วิทัศน์ (Computer Vision)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. หากมีคอมพิวเตอร์ที่มีกำลังในการประมวลผลสูงมาก ๆ หรือมี GPU จาก VGA มาช่วยประมวลผล เพื่อกระบวนการเรียนรู้เชิงลึกก็จะสามารถเพิ่มความเร็วในการประมวลผลเร็วยิ่งขึ้น เนื่องจากการเรียนรู้เชิงลึกมีความซับซ้อนในการประมวลผล (Complexity) สูง ทำให้ใช้เวลาในการประมวลผลนานหากใช้ CPU ปกติ
2. ในการเทรนนิ่งรูปภาพ ในกรณีที่ภาพคล้ายกันเช่น ป้ายทะเบียน กับ ป้ายทางหลวง เป็นต้น ควรจะแบ่งเป็นเซตที่ให้คอมพิวเตอร์เป็นมองว่าเป็นภาพที่ถูกต้อง (Positive set) และมองเป็นภาพไม่ถูกต้องแยกจากกัน (Negative set)
3. การเพิ่มตัวอย่างข้อมูลสำหรับการเทรนนิ่งเพื่อทำการปรับค่าน้ำหนักให้โมเดล จะทำให้ผลการทำนายมีค่าแม่นยำมากขึ้น (ยิ่งจำนวนรูปสำหรับเทรนมากขึ้น ยิ่งแม่นยำ)
4. การตั้งกล้องในรถเพื่อเก็บตัวอย่างสำหรับทดสอบ ควรตั้งกล้องให้อยู่ในให้ตรงเพื่อผลการตรวจจับแผ่นป้ายทะเบียนจะไม่มีลักษณะที่ได้แผ่นป้ายทะเบียนที่เอียง
5. การเก็บภาพตัวอย่างสำหรับเทรน ควรให้ในภาพมีแสงอย่างเพียงพอไม่มากเกินไปหรือน้อยเกินไป ช่วงเวลาที่ควรเก็บควรเป็นช่วงเวลากลางวัน
6. การเพิ่มขึ้นขั้นตอนทางคอมพิวเตอร์วิทัศน์ (Computer Vision) สามารถช่วยการประมวลผลตัวอักษร โดยการทำให้ภาพอยู่ในลักษณะของ Binarization และทำการลบ Noise บางตัวออกด้วยการทำ Morphology และการนำกระบวนการทำ Connected Component เพื่อมาช่วยหาจุดที่เป็นป้ายทะเบียนหลังจากการตรวจจับจะช่วยให้การประมวลผลการรู้จำตัวอักษรมีความผิดพลาดน้อยลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. Jason Brownlee. (2016). What is Deep Learning ?. Available online:
<https://machinelearningmastery.com/what-is-deep-learning> [24 April 2018]
2. Ian Goodfellow, Yoshua Bengio and Aaron Courville. (2016). Deep learning. MIT Press.
Available online: <http://www.deeplearningbook.org/contents/convnets.html> [1 May 2018]
3. Mart'ın Abadi, Ashish Agarwa and others. (2015). TensorFlow: Large-Scale Machine Learning on Heterogeneous Distributed Systems. Available online:
<https://static.googleusercontent.com/media/research.google.com/en//pubs/archive/45166.pdf> [20 February 2018]
4. François Chollet and others. (2015). Keras. Available oneline: <http://keras.io> [20 February 2018]
5. Bradski, G. (2000). Image Thresholding. Available online:
https://docs.opencv.org/3.4/d7/d4d/tutorial_py_thresholding.html [2 May 2018]
6. Bradski, G. (2000). Morphological Transformations. Available online:
https://docs.opencv.org/trunk/d9/d61/tutorial_py_morphological_ops.html [2 May 2018]
7. Shyang-Lih Chang, Li-Shien Chen, Yun-Chung Chung, and Sei-Wan Chen. (2004). Automatic License Plate Recognition. IEEE TRANSACTIONS ON INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEMS (Volumn:5, Issue:1, March 2004). IEEE
8. Ray Smith. (2007). An Overview of the Tesseract OCR Engine. Document Analysis and Recognition, 2007 ICDAR 2007 Ninth International Conference on

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้