การจำแนกประเภทและรู้จำป้ายทะเบียนรถยนต์ในประเทศไทย โดยใช้เทคนิคเคเนียเรสเนเบอร์

THAI CAR LICENSE PLATE CLASSIFICATION AND RECOGNITION USING K-NEAREST NEIGHBOR TECHNIQUE

พงศธร ครเกษม

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2560
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

การจำแนกประเภทและรู้จำป้ายทะเบียนรถยนต์ในประเทศไทย
โดยใช้เทคนิคเคเนียเรสเนเบอร์

พงศธร ครเกษม

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2560
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การจำแนกประเภทและรู้จำป้ายทะเบียนรถยนต์ในประเทศไทย
โดยใช้เทคนิคเคเนียเรสเนเบอร์
Thai Car License Plate Classification and Recognition Using
K-Nearest Neighbor Technique

ชื่อ - นามสกุล นายพงศธร ครเกษม

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ฉัตรชัย ศุภพิทักษ์สกุล, Ph.D.

ปีการศึกษา 2560

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณฐภัทร พันธ์คง, Ph.D.)

.... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์วันวิสา ชัชวงษ์, วศ.ด.)

.... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรินทร์ แหงมงาม, Ph.D.)

.... กรรมการ
(อาจารย์ฉัตรชัย ศุภพิทักษ์สกุล, Ph.D.)

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อนุมัติวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศิวกร อ่างทอง, Ph.D.)
วันที่ 22 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2561

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การจำแนกประเภทและรู้จำป้ายทะเบียนรถยนต์ในประเทศไทยโดยใช้เทคนิคเคเนียเรสเนเบอร์
ชื่อ -นามสกุล	นายพงศธร ครเกษม
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ฉัตรชัย ศุภพิทักษ์สกุล, Ph.D.
ปีการศึกษา	2560

บทคัดย่อ

ปัจจุบันระบบการรู้จำหมายเลขทะเบียนรถยนต์โดยอัตโนมัติถูกนำมาประยุกต์ใช้เพิ่มมากขึ้นในประเทศไทย ตัวอย่างเช่น การลดขั้นตอนในการต่อทะเบียนรถยนต์ การจัดการใช้งานที่จอดรถ การเพิ่มประสิทธิภาพระบบรักษาความปลอดภัย เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของจำนวนรถยนต์ทำให้มีรูปแบบของป้ายทะเบียนที่แตกต่างมากขึ้นตามไปด้วย จึงต้องมีการพัฒนาเทคนิคการรู้จำหมายเลขทะเบียนรถยนต์ให้มีความสามารถในการตรวจวัดอัตโนมัติให้ครอบคลุม

วิทยานิพนธ์นี้นำเสนอการจำแนกประเภทและการรู้จำตัวอักษรบนป้ายทะเบียนรถยนต์ในประเทศไทยโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ และเทคนิคเคเนียเรสเนเบอร์ ซึ่งประกอบไปด้วย การหาตำแหน่งตัวอักษรบนป้ายทะเบียนรถยนต์ ด้วยวิธีการกำหนดค่าขีดแบ่ง การรู้จำตัวอักษรบนป้ายทะเบียนรถยนต์ โดยใช้ตัวกรองค่ามัธยฐานและการกำหนดค่าขีดแบ่งในการแยกส่วนตัวอักษร และทำการรู้จำด้วยเทคนิคการกำหนดหมายเลขให้ส่วนที่เชื่อมกันและเทคนิคเคเนียเรสเนเบอร์ในการค้นหาเพื่อนบ้านใกล้สุด K ตัว ในส่วนการจำแนกชนิดป้ายทะเบียนรถยนต์ใช้การจำแนกจากสีของตัวอักษรและพื้นหลังของป้ายทะเบียน ด้วยวิธีการตรวจจับสีในโครงสร้าง HSV

จากผลการทดลองกับภาพทะเบียนรถยนต์ทั้งหมด 160 ภาพ พบว่าวิธีการที่นำเสนอสามารถจำแนกประเภท และรู้จำป้ายทะเบียนรถยนต์ได้ที่ความถูกต้องเฉลี่ย 98.67% และ 93.69% ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าวิธีการที่นำเสนอนั้นมีประสิทธิภาพที่ดี ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการจำแนกประเภทและรู้จำป้ายทะเบียนรถยนต์ต่อไปได้

คำสำคัญ: การรู้จำตัวอักษรบนป้ายทะเบียนรถยนต์ การจำแนกป้ายทะเบียนรถยนต์ เคเนียเรสเนเบอร์

Thesis Title	Thai Car License Plate Classification and Recognition Using K-Nearest Neighbor Technique
Name - Surname	Mr. Pongsatorn Kornkaseam
Program	Electrical Engineering
Thesis Advisor	Mr. Chatchai Suppitaksakul, Ph.D.
Academic Year	2017

ABSTRACT

Currently, the automated vehicle registration number recognition system has increasingly been applied in Thailand to improve the vehicle registration renewal process, parking management and security enhancement support. Due to an increasing number of cars, a variety of license plates have been introduced. Therefore, it is necessary to develop vehicle registration number recognition techniques to provide accurate and comprehensive measurement capabilities.

This thesis presents the classification and recognition of letters on car license plates in Thailand using image processing and K-nearest neighbor techniques. First, the threshold technique was used for finding letter position on car license plate image. Then the median filter and thresholding for letter segmentation were applied to recognize letters on car license plates. After that, a connected component label and the K-nearest neighbor technique were applied to recognize the letters. Finally, for car-license plate type classification, the HSV technique was used for color detection of the letters and background on the license plate images.

From the experiment carried on 160 images of car license plates, it was found that the proposed methods could be used to classify types of car license plates and recognize letters on the plates correctly with an average accuracy of 98.67% and 93.69%, respectively. Because of their efficiency, these two techniques could further be applied to classify types and recognize letters of car license plates.

Keywords: car letter recognition, car license plate classification, k-nearest neighbor

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์หัวข้อเรื่องการจำแนกประเภทและรู้จำป้ายทะเบียนรถยนต์ในประเทศไทยโดยใช้เทคนิคเคเนียเรสเนเบอร์ สำเร็จลุล่วงอย่างสมบูรณ์ได้ด้วยความเมตตากรุณาเป็นอย่างสูงจาก อาจารย์ ดร.ฉัตรชัย ศุภพิทักษ์สกุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำและความช่วยเหลือแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ เพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ ตลอดจนความเมตตาและความอดทนในการตรวจผลงานของข้าพเจ้า ได้แก่ โครงร่างวิทยานิพนธ์ ผลงานวิจัยภาษาไทยและภาษาอังกฤษ และวิทยานิพนธ์ ทำให้ผลงานทุกชิ้นสำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดี ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์เป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณฐภัทร พันธ์คง ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรินทร์ แหงมงาม กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันวิสา ชัชวงษ์ ผู้ทรงคุณวุฒิ ที่กรุณาตรวจสอบและให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ต่อการจัดทำวิทยานิพนธ์ให้สมบรูณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ บุคลากรทุกท่าน สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่ให้คำชี้แนะนำและคำปรึกษาเกี่ยวกับการออกแบบและขั้นตอนแต่ละกระบวนการในการทำวิทยานิพนธ์การจำแนกประเภทและรู้จำป้ายทะเบียนรถยนต์ในประเทศไทยโดยใช้เทคนิคเคเนียเรสเนเบอร์

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ของข้าพเจ้าที่สนับสนุนเป็นกำลังใจให้ข้าพเจ้ามีความพยายาม มุมานะในการทำวิทยานิพนธ์สมบูรณ์ด้วยดีตลอดมา คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

พงศธร ครเกษม

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... (3)

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... (4)

กิตติกรรมประกาศ ..... (5)

สารบัญ ..... (6)

สารบัญตาราง ..... (8)

สารบัญรูป ..... (9)

บทที่ 1 บทนำ 12

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 12

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย 13

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 13

1.4 วิธีการดำเนินงาน 14

1.5 ข้อจำกัดของการศึกษา 14

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 14

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 15

2.1 การประมวลผลภาพเบื้องต้น 15

2.2 ภาพและความหมายของพิกเซล 18

2.3 การแปลงภาพสีให้เป็นภาพระดับเทา (RGB to Grayscale) 19

2.4 การแปลงภาพระดับเทาให้เป็นภาพไบนารี่ (Grayscale to Binary) 21

2.5 การแปลงค่าสี RGB เป็น HSV 22

2.6 การแยกลักษณะเฉพาะของภาพ (Image Feature Extraction) 24

2.7 การเปลี่ยนแปลงลักษณะรูปร่างหรือโครงร่างของภาพ (Morphology) 25

2.8 การกรองข้อมูลภาพด้วยวิธีการกรองค่ามัธยฐาน (Median filtering) 27

2.9 การกำหนดขอบเขตบริเวณที่สนใจบนภาพ (Region-of-interest) 29

2.10 การกำหนดหมายเลขให้ส่วนที่เชื่อมกัน (Connected-component labeling) 29

2.11 เค-เนียร์เรสเนเบอร์ (K-Nearest Neighbor) 32

2.12 ประเภทของป้ายทะเบียนรถยนต์ไทย 34

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.13 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 36
2.14 สรุป 40
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย 41
3.1 โครงสร้างระบบการจำแนกประเภทป้ายทะเบียนรถยนต์ 41
3.2 กระบวนการตรวจหาตำแหน่งตัวอักษรบนป้ายทะเบียนรถยนต์ 42
3.3 กระบวนการรู้จำตัวอักษรบนป้ายทะเบียนรถยนต์ 44
3.4 กระบวนการจำแนกป้ายทะเบียนรถยนต์ 56
3.5 การออกแบบระบบ 60
3.6 สรุป 61
บทที่ 4 ผลการวิจัย 62
4.1 ข้อมูลภาพในการทดสอบ 62
4.2 การทดสอบและผลการทดสอบระบบกับรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน 63
4.3 การทดสอบและผลการทดสอบระบบกับรถยนต์บรรทุกส่วนบุคคล 73
4.4 การทดสอบและผลการทดสอบระบบกับรถยนต์รับจ้างโดยสารไม่เกิน 7 คน 78
4.5 สรุปผลการทดสอบระบบ 82
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย การอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 84
5.1 สรุปผลการวิจัย 84
5.2 การอภิปรายผลการวิจัย 84
5.3 ข้อเสนอแนะและแนวคิดเพื่อพัฒนาเพิ่มต่อในอนาคต 85
บรรณานุกรม 86
ภาคผนวก 89
ภาคผนวก ก พระราชบัญญัติรถยนต์ 90
ภาคผนวก ข ภาพที่ใช้ในการทดลอง 97
ภาคผนวก ค ผลงานตีพิมพ์เผยแพร่ 107
ประวัติผู้เขียน 135

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 3.1 การตัดสินใจตัวอักษรจังหวัด 50
ตารางที่ 3.2 การตัดสินใจตัวอักษรจังหวัด (วัดความยาว และรู้จำตัวอักษร) 56
ตารางที่ 4.1 ประเภทรถยนต์และจำนวนที่ใช้ทำการทดสอบ 62
ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบระบบกับป้ายทะเบียนรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน................ 64
ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบระบบกับป้ายทะเบียนรถยนต์บรรทุกส่วนบุคคล 73
ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบระบบกับป้ายทะเบียนรถยนต์รับจ้างโดยสารไม่เกิน 7 คน 79
ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบการรู้จำตัวอักษรและจำแนกป้ายทะเบียนรถยนต์ 82

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 การแปลงภาพอนาล็อกให้เป็นภาพดิจิตอล 16
รูปที่ 2.2 ตัวอย่างภาพไบนารี 17
รูปที่ 2.3 ตัวอย่างภาพระดับเทา 17
รูปที่ 2.4 ตัวอย่างภาพสี (RGB) 18
รูปที่ 2.5 ตำแหน่งของพิกเซล 19
รูปที่ 2.6 เมทริกซ์ของพิกเซลในภาพ 19
รูปที่ 2.7 ระดับสีของภาพระดับเทาตามขนาดข้อมูลที่เก็บค่าสี 20
รูปที่ 2.8 ตัวอย่างการแปลงภาพสีให้เป็นภาพระดับเทา 20
รูปที่ 2.9 ตัวอย่างหลังจากดึงพื้นหน้าออกจากพื้นหลัง 22
รูปที่ 2.10 ปริภูมิสี RGB 23
รูปที่ 2.11 ปริภูมิสี HSV 24
รูปที่ 2.12 การขยายภาพระหว่างเซต A กับ B 26
รูปที่ 2.13 ผลการทำการขยายภาพ 26
รูปที่ 2.14 การย่อภาพระหว่างเซต A กับ B 27
รูปที่ 2.15 ผลการทำการย่อภาพ 27
รูปที่ 2.16 ตัวอย่างการทำงานของตัวกรองมัธยฐาน 28
รูปที่ 2.17 ตัวอย่างตัวกรองมัธยฐาน 29
รูปที่ 2.18 ตัวอย่างการกำหนดขอบเขตบริเวณที่สนใจบนภาพ 29
รูปที่ 2.19 แบบจุด 4 จุด เชื่อมกันและแบบจุด 8 จุด เชื่อมกัน 30
รูปที่ 2.20 อักษรตำแหน่งจุดภาพ 31
รูปที่ 2.21 ตัวอย่างจุดภาพและตำแหน่ง 31
รูปที่ 2.22 หมายเลขของแต่ละจุดภาพตามขั้นที่ 1 32
รูปที่ 2.23 หมายเลขของแต่ละจุดภาพตามขั้นที่ 3 32
รูปที่ 2.24 แสดงตัวอย่างของเคเนียเรสเนเบอร์ 33
รูปที่ 2.25 ประเภทของป้ายทะเบียนรถยนต์ไทย 36
รูปที่ 3.1 ภาพรวมการออกแบบระบบ 41

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการตรวจจับตัวอักษรบนป้ายทะเบียนรถยนต์ 42
รูปที่ 3.3 การแปลงภาพจากภาพสีให้เป็นภาพระดับเทา..... 42
รูปที่ 3.4 ผลลัพธ์ของการปรับปรุงคุณภาพของภาพด้วยการกรองแบบเฉลี่ยกึ่งกลาง 43
รูปที่ 3.5 ภาพไบนารี่โดยผ่านกระบวนการทำขีดแบ่ง..... 44
รูปที่ 3.6 ขั้นตอนกระบวนการรู้จำตัวอักษรบนป้ายทะเบียนรถยนต์..... 44
รูปที่ 3.7 ผลลัพธ์การการแยกส่วนระหว่างเลขทะเบียนกับจังหวัด..... 45
รูปที่ 3.8 ผลลัพธ์การดึงตัวเลขและตัวอักษรออกมาทีละตัว 45
รูปที่ 3.9 ผลลัพธ์การปรับขนาดภาพให้เป็น 24 x 42 พิกเซล 46
รูปที่ 3.10 ภาพรวมของขั้นตอนการรู้จำตัวอักษรบนป้ายทะเบียน 46
รูปที่ 3.11 ฐานข้อมูลสำหรับการฝึกสอน 47
รูปที่ 3.12 ผลลัพธ์จากการฝึกสอนกับฐานข้อมูลที่ถูกจัดเก็บไว้ 54 ชุดข้อมูล 47
รูปที่ 3.13 การหาค่า VD และแสดงค่า VD ในฐานข้อมูล 48
รูปที่ 3.14 การหาระยะห่างใกล้เคียงที่สุดโดยเทียบกับฐานข้อมูล 48
รูปที่ 3.15 ผลการรู้จำโดยเรียงจากซ้ายมาขวา..... 49
รูปที่ 3.16 ขั้นตอนการตัดสินใจส่วนของตัวอักษรจังหวัด 49
รูปที่ 3.17 ขยายตัวอักษร วัดความยาวตัวอักษรทั้งหมดของตัวจังหวัด กรุงเทพมหานคร 53
รูปที่ 3.18 ขยายตัวอักษร วัดความยาวตัวอักษรทั้งหมดของตัวจังหวัด ปทุมธานี..... 53
รูปที่ 3.19 ขยายตัวอักษร วัดความยาวตัวอักษรทั้งหมดของตัวจังหวัด นนทบุรี 53
รูปที่ 3.20 ขยายตัวอักษร วัดความยาวตัวอักษรทั้งหมดของตัวจังหวัด นครปฐม..... 53
รูปที่ 3.21 ขยายตัวอักษร วัดความยาวตัวอักษรทั้งหมดของตัวจังหวัด สมุทรปราการ..... 54
รูปที่ 3.22 ขยายตัวอักษร วัดความยาวตัวอักษรทั้งหมดของตัวจังหวัด สมุทรสาคร 54
รูปที่ 3.23 ขยายตัวอักษร วัดความยาวตัวอักษรทั้งหมดของตัวจังหวัด ชลบุรี..... 54
รูปที่ 3.24 การดึงแต่ละตัวอักษร พิจารณาตัวอักษรตัวแรกและตัวสุดท้าย กรุงเทพมหานคร 55
รูปที่ 3.25 การดึงแต่ละตัวอักษร พิจารณาตัวอักษรตัวแรกและตัวสุดท้าย ปทุมธานี 55
รูปที่ 3.26 การดึงแต่ละตัวอักษร พิจารณาตัวอักษรตัวแรกและตัวสุดท้าย ปทุมธานี 55
รูปที่ 3.27 การดึงแต่ละตัวอักษร พิจารณาตัวอักษรตัวแรกและตัวสุดท้าย นครปฐม 55

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 3.28 การดึงแต่ละตัวอักษร พิจารณาตัวอักษรตัวแรกและตัวสุดท้าย สมุทรสาคร 55

รูปที่ 3.29 การดึงแต่ละตัวอักษร พิจารณาตัวอักษรตัวแรกและตัวสุดท้าย สมุทรปราการ 55

รูปที่ 3.30 การดึงแต่ละตัวอักษร พิจารณาตัวอักษรตัวแรกและตัวสุดท้าย ชลบุรี........................ 56

รูปที่ 3.31 ประเภทป้ายทะเบียนรถยนต์ที่ใช้ในงานวิจัย... 57

รูปที่ 3.32 การวิเคราะห์สีพื้นหลังและสีตัวอักษรบนป้ายทะเบียน 57

รูปที่ 3.33 การแยกส่วนประกอบของสีเป็นสามส่วนประกอบคือ H, S, V................................. 57

รูปที่ 3.34 การจับสีขาวในป้ายทะเบียนสีขาว.. 58

รูปที่ 3.35 การจับสีเหลืองในป้ายทะเบียนสีเหลือง 58

รูปที่ 3.36 การแยกส่วนประกอบของสีเป็นสามส่วนประกอบคือ H, S, V................................. 59

รูปที่ 3.37 การจับตัวอักษรสีเขียวในป้ายทะเบียนรถที่มีตัวอักษรสีเขียว 59

รูปที่ 3.38 การจับตัวอักษรสีเขียวในป้ายทะเบียนรถที่ไม่มีตัวอักษรสีเขียว 59

รูปที่ 3.39 การออกแบบระบบ... 60

รูปที่ 4.1 การออกแบบระบบและการทดสอบ.. 63

รูปที่ 4.2 ภาพการทดสอบระบบ และหน้าจอแสดงผล.. 83

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันเทคโนโลยีด้านการประมวลผลภาพมีความสนใจกันมากขึ้น มีการนำมาพัฒนาและประยุกต์ใช้ในงานหลายด้าน อาทิเช่นในทางอุตสาหกรรม ทางการแพทย์ และทางคมนาคมขนส่ง มีการพัฒนาออกแบบระบบตรวจสอบอัตโนมัติจากกล้องเพื่อประมวลผลภาพ ให้สามารถวิเคราะห์ ตัดสินใจและสั่งการกลไกระบบ ได้จากข้อมูลที่ได้รับการประมวลผลจากภาพ ให้เทียบเท่ากับระบบประสาทการมองเห็นด้วยสายตาของมนุษย์ เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของรถยนต์และระบบการขนส่งที่ไม่จำกัด มนุษย์ไม่สามารถจัดการและตรวจสอบป้ายทะเบียนรถได้อย่างสมบูรณ์ทั้งหมด ระบบการรู้จำหมายเลขทะเบียนรถยนต์โดยอัตโนมัติจึงช่วยให้การบริหารจัดการเรื่องการตรวจสอบรถมีประสิทธิภาพมากขึ้น ตัวอย่างมีมากมาย เช่น การตรวจจับรถที่ฝ่าฝืนกฎจราจร การจัดการระบบฐานข้อมูลที่จอดรถ การจัดการระบบเก็บค่าผ่านแบบทางอัตโนมัติ โดยปัจจุบันจะเริ่มเห็นระบบการบริหารจัดการและการตรวจสอบดังกล่าวเพิ่มขึ้นมาก ดังนั้นความถูกต้องในการรู้จำป้ายทะเบียนรถยนต์ รู้จำตัวเลข รู้จำตัวอักษร รวมไปถึงการจำแนกประเภทป้ายทะเบียนจึงมีความสำคัญมาก ทำให้การเรียนรู้และพัฒนาระบบการรู้จำป้ายทะเบียนรถยนต์ได้รับความสนใจโดยมีทั้งการศึกษาสำหรับงานวิจัยและการทำระบบในภาคเชิงธุรกิจ

ในประเทศไทยระบบการคมนาคมของไทยได้มีการพัฒนามาอย่างต่อเนื่องและมีรูปแบบที่หลากหลายมากขึ้น แต่ประชาชนส่วนใหญ่เลือกใช้รถยนต์ส่วนบุคคลเป็นยานพาหนะในการเดินทาง จึงทำให้มีจำนวนรถยนต์มากมายที่ใช้ในการเดินทางไปในแต่ละสถานที่ รถยนต์แต่ละคันจะมีป้ายทะเบียนติดอยู่บริเวณที่กฎหมายกำหนด ป้ายทะเบียนนั้นบ่งบอกว่ารถยนต์คันดังกล่าวเป็นรถยนต์ที่สามารถใช้งานได้ถูกต้องตามกฎหมาย ป้ายทะเบียนจะมีสีพื้นหลังสีตัวอักษรและความหมายที่แตกต่างกัน เป็นเครื่องหมายในการแยกประเภทการใช้งานของรถยนต์ ป้ายทะเบียนรถยนต์ประกอบด้วยตัวเลขจดทะเบียนและจังหวัดที่จดทะเบียน รถคันใดไม่มีป้ายทะเบียนติดอยู่บริเวณที่กฎหมายกำหนด ไม่ได้จดทะเบียน ไม่เสียภาษีประจำปี แล้วนำรถยนต์ออกมาขับบนท้องถนนจะถือว่าผิดกฎหมายจราจรของประเทศไทย ดังนั้นการตรวจสอบป้ายทะเบียนรถยนต์และประเภทของรถยนต์จึงมีความสำคัญอย่างมากในการช่วยตรวจสอบขั้นพื้นฐานแบบอัตโนมัติและสามารถนำไปพัฒนาประยุกต์ใช้ตรวจสอบกับฐานข้อมูลระบบ

งานวิจัยทางด้านการตรวจหาป้ายทะเบียน การแบ่งส่วนตัวอักษร การรู้จำตัวเลข และตัวอักษรของป้ายทะเบียนรถยนต์มีการศึกษากันอย่างมากมาย มีทฤษฎีที่หลากหลายแตกต่างกันออกไป โดยส่วนใหญ่มุ่งเน้นเรื่องการตรวจจับ การแบ่งส่วนตัวอักษร และการรู้จำ โดยทดสอบกับป้ายทะเบียนรถยนต์ประเภทรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คนเป็นหลัก ยังไม่มีการจำแนกแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ในประเภทอื่น สำหรับจำแนกประเภทการใช้งานของรถยนต์แต่ละคัน

ดังนั้นงานวิจัยนี้มีแนวคิดในการจัดทำวิทยานิพนธ์ โดยใช้การประมวลผลภาพ มาพัฒนาและประยุกต์ใช้ในการรู้จำตัวอักษรบนป้ายทะเบียนรถยนต์และจำแนกป้ายทะเบียนรถยนต์ในประเทศไทย เพื่อช่วยจำแนกประเภทการใช้งานของรถยนต์แต่ละคันบนท้องถนน และสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานในการจำแนกประเภทป้ายทะเบียนรถชนิดต่างๆเพิ่มเติมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาและประยุกต์ใช้เทคนิคการประมวลผลภาพดิจิตอล

1.2.2 เพื่อศึกษาเทคนิคต่างๆ ของการประมวลผลภาพดิจิตอลสำหรับการรู้จำตัวเลขและตัวอักษรบนป้ายทะเบียนรถยนต์ประเทศไทย

1.2.3 เพื่อศึกษาเทคนิคต่างๆ ของการประมวลผลภาพดิจิตอลเรื่องการแยกสีสำหรับการจำแนกป้ายทะเบียนรถยนต์

1.2.4 เพื่อออกแบบระบบการตรวจสอบป้ายและจำแนกชนิดป้ายทะเบียนรถยนต์ ทำการทดสอบระบบและประเมินผลเทคนิคของระบบที่นำเสนอ

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1.3.1 ออกแบบระบบการตรวจสอบป้ายทะเบียนรถยนต์สำหรับประเทศไทยถ่ายจากมุมตรง มีความชัดเจน และอยู่ในเงื่อนไขที่ไม่ถูกสภาพแวดล้อมบดบังได้ไม่น้อยกว่า 3 ประเภท คือ

- รถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน ป้ายสีขาวอักษรดำ
- รถยนต์รับจ้างบรรทุกคนโดยสารไม่เกิน 7 คน (แท็กซี่) ป้ายสีเหลืองอักษรสีดำ
- รถยนต์บรรทุกส่วนบุคคล ป้ายสีขาวอักษรสีเขียว

1.3.2 ออกแบบอัลกอริทึมสำหรับการรู้จำป้ายทะเบียนรถยนต์ และสามารถระบุจังหวัดได้

1.3.3 ออกแบบอัลกอริทึมในการแยกสีสำหรับการจำแนกชนิดป้ายทะเบียนรถยนต์

1.3.4 ทดสอบและประเมินผลเทคนิคที่นำเสนอ

1.4 วิธีการดำเนินงาน

1.4.1 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับชนิด ประเภท คุณลักษณะ ของแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์

1.4.2 ศึกษาเทคโนโลยีด้านการประมวลผลภาพ

1.4.3 ศึกษางานวิจัยที่ผ่านมาซึ่งเกี่ยวกับการตรวจจับป้ายทะเบียนรถยนต์ การรู้จำตัวเลขและตัวอักษรบนป้ายทะเบียนรถยนต์ และการจำแนกป้ายทะเบียนรถยนต์

1.4.4 วิเคราะห์และเลือกวิธีการที่เหมาะสมสำหรับที่จะใช้ในการออกแบบโปรแกรมต้นแบบในการรู้จำตัวเลข ตัวอักษร และการจำแนกป้ายทะเบียนรถยนต์

1.4.5 ออกแบบอัลกอริทึมและพัฒนาโปรแกรมเพื่อทำการทดลอง

1.4.6 ทดสอบด้วยการรับข้อมูล ตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้และวิเคราะห์ระบบเบื้องต้นเพื่อปรับปรุงแก้ไขให้สามารถทำงานได้ถูกต้องตามฟังก์ชั่นที่ต้องการ

1.4.7 ทำการทดสอบ วิเคราะห์ และเก็บข้อมูล เพื่อบันทึกผลการทดลอง

1.4.8 สรุปผลงานวิจัย

1.4.9 จัดทำวิทยานิพนธ์

1.5 ข้อจำกัดของการศึกษา

การศึกษาวิจัยนี้เป็นการนำเสนอวิธีการออกแบบอัลกอริทึมในการจำแนกประเภทและรู้จำป้ายทะเบียนรถยนต์ในประเทศไทย สำหรับภาพถ่ายที่ใช้ในการทดสอบเป็นภาพที่ถ่ายช่วงเวลากลางวัน ถ่ายจากมุมตรง มีความชัดเจน และอยู่ในเงื่อนไขที่ไม่ถูกสภาพแวดล้อมบดบัง

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 สามารถประยุกต์ใช้เทคนิคการประมวลผลภาพดิจิตอลในการรู้จำและจำแนกชนิดป้ายทะเบียนรถยนต์ได้

1.6.2 ได้วิธีการตรวจสอบและจำแนกชนิดป้ายทะเบียนรถยนต์ ซึ่งสามารถนำไปพัฒนาระบบที่ทำงานได้อย่างอัตโนมัติ

1.6.3 ได้โปรแกรมต้นแบบที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานที่เกี่ยวกับการตรวจสอบและจำแนกประเภทป้ายทะเบียนรถยนต์ต่อไป

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

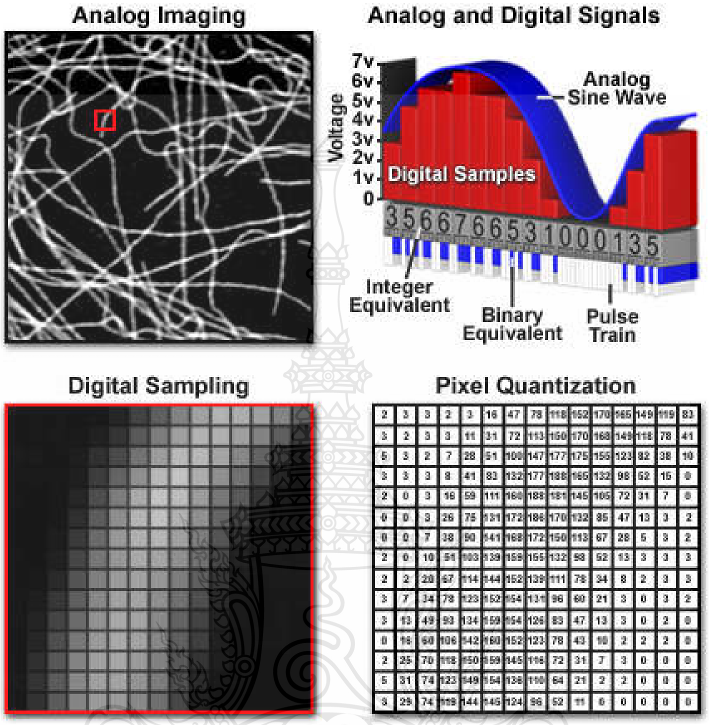
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยการจำแนกประเภทและรู้จำป้ายทะเบียนรถยนต์ ประกอบด้วย การประมวลผลภาพเบื้องต้น การเตรียมภาพก่อนการประมวลผลภาพ การกรองข้อมูลภาพด้วยวิธีการกรองค่ามัธยฐาน การกำหนดขอบเขตบริเวณที่สนใจบนภาพ การแปลงปริภูมิสี การตรวจจับสีในโครงสร้างของสีแบบ HSV สำหรับจำแนกประเภทรถยนต์ การกำหนดหมายเลขให้ส่วนที่เชื่อมกัน การรู้จำด้วยเทคนิคเคเนียร์เรสเนเบอร์ ประเภทของป้ายทะเบียนรถยนต์ในประเทศไทย ซึ่งแต่ละหัวข้อมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 การประมวลผลภาพเบื้องต้น

การประมวลผลภาพ (Image Processing) [1] การประมวลผลภาพเป็นการนำภาพมาประมวลผลโดยใช้คอมพิวเตอร์คิดคำนวณ ข้อมูลที่ได้จะอยู่ในเชิงคุณภาพและปริมาณ โดยมีกระบวนการหลายส่วนที่สำคัญ คือ การกำจัดสัญญาณรบกวนที่มีอยู่ออกจากภาพ การปรับปรุงภาพให้มีความคมชัดมากขึ้นกว่าภาพต้นฉบับ การแบ่งส่วนของวัตถุที่สนใจออกมาจากภาพ เพื่อนำภาพวัตถุที่ได้ไปวิเคราะห์หาข้อมูลเชิงปริมาณ สามารถนำข้อมูลเชิงปริมาณเหล่านี้ไปวิเคราะห์สร้างเป็นระบบเพื่อประยุกต์ใช้ในงานด้านต่างๆกับระบบที่มีการประมวลผลภาพจำนวนมาก และเป็นกระบวนการที่ต้องทำซ้ำกันและวิเคราะห์ในรูปแบบเดิม หากมนุษย์เป็นผู้วิเคราะห์ จะต้องใช้เวลาในการวิเคระห์มากและใช้แรงงานสูง อีกทั้งหากต้องวิเคราะห์ภาพเป็นจำนวนมากและใช้เวลาติดต่อกัน ผู้วิเคราะห์ภาพอาจเกิดอาการล้าของสายตาและร่างกาย ส่งผลให้เกิดความผิดพลาดในการวิเคราะห์ได้ ดังนั้นคอมพิวเตอร์จึงมีบทบาทสำคัญในการช่วยทำหน้าที่เหล่านี้แทนมนุษย์ อีกทั้งคอมพิวเตอร์มีความสามารถในการประมวลผลข้อมูลจำนวนมหาศาลได้ในเวลาอันสั้น สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการประมวลผลภาพและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากภาพ

การประมวลผลภาพดิจิตอลเป็นการแปลงข้อมูลภาพให้อยู่ในรูปแบบข้อมูลดิจิตอล ในการแปลงภาพให้เป็นสัญญาณดิจิตอล ระบบจะนำรูปที่รับเข้ามาไปคำนวณ โดยกระบวนการสุ่มสัญญาณ (Sampling) เป็นการเทียบข้อมูลของสัญญาณอนาล็อกกับสัญญาณดิจิตอล และการควอนไตเซชั่น (Quantization) เป็นการนำผลของการสุ่มค่ามาเทียบค่าของจุดในการสุ่มระดับสัญญาณ 1 ลูกคลื่น เมื่อผ่านกระบวนการสุ่มตัวอย่างและการการควอนไตเซชั่นแล้วจะได้มาภาพดิจิตอล เพื่อใช้ในการประมวลผลภาพต่อไป และส่งข้อมูลออกมาในรูปแบบดิจิตอล คอมพิวเตอร์จะเก็บข้อมูลภาพลง

หน่วยความจำ โดยการจองหน่วยความจำภายในเครื่องในรูปแบบของอาร์เรย์ โดยค่าในแต่ละช่องของอาร์เรย์แสดงถึงคุณสมบัติของรูปที่จุดพิกเซล และตำแหน่งของช่องอาร์เรย์เป็นตัวกำหนดตำแหน่งของจุดพิกเซลภายในภาพด้วย

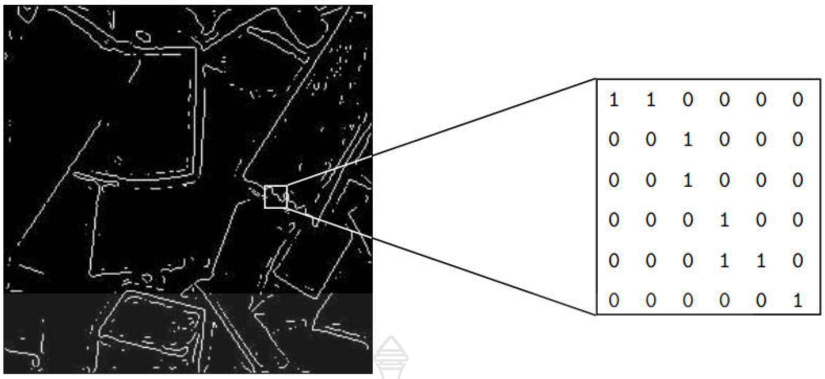


รูปที่ 2.1 การแปลงภาพอนาล็อกให้เป็นภาพดิจิตอล [1]

ภาพดิจิตอลจะมีรูปแบบการเก็บเป็นเมทริกซ์ (matrix) เชิงตัวเลข แสดงในลักษณะสองมิติ มีขนาดความกว้างและความสูงของภาพอยู่บนแนวแกน X และแนวแกน Y จุดใดๆ ที่อยู่บนระนาบ XY จะเรียกว่าพิกเซล (pixel) การจัดเก็บภาพแต่ละชนิดจะต่างกัน โดยขึ้นอยู่กับระบบสีของภาพ สามารถแบ่งชนิดของภาพได้ดังนี้

2.1.1 ภาพไบนารี่ (Binary image)

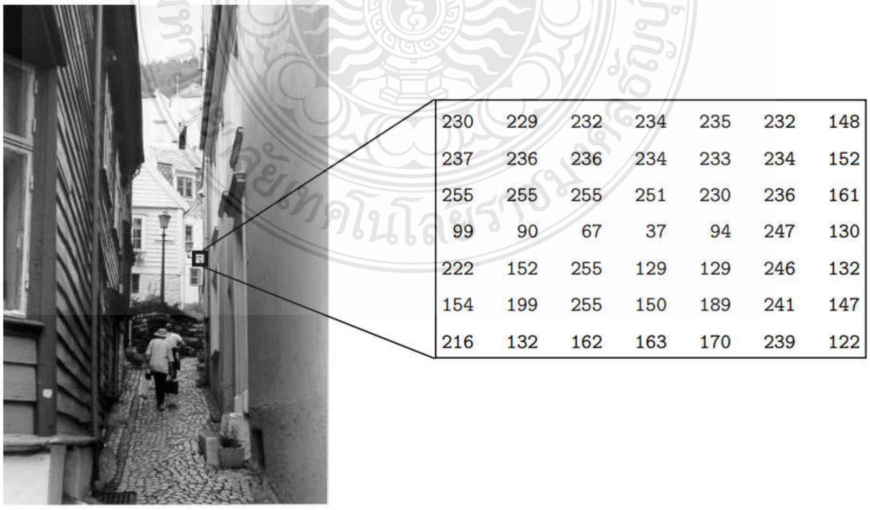
ภาพไบนารี (Binary image) [2] หรือภาพขาว-ดำ เป็นภาพดิจิตอลโดยแต่ละจุดภาพจะมีค่าเพียงแค่ 2 ค่าเท่านั้น เป็นรูปที่ใช้เนื้อที่เพียง 1 บิต ต่อจุดภาพ โดยค่าสีมีสองค่า คือ “0” หรือสีดำ และ “1” หรือสีขาว ภาพไบนารีจะถูกนำไปใช้กับการประมวลผลภาพดิจิตอลในรูปแบบของภาพที่เป็นผลลัพธ์ที่แน่นอน ใช้แยกระหว่างภาพกับพื้นหลัง ตัวอย่างเช่น การตัดแบ่งภาพ (Image Segmentation) การกำหนดค่าขีดแบ่ง (Thresholding) เป็นต้น



รูปที่ 2.2 ตัวอย่างภาพไบนารี [2]

2.1.2 ภาพระดับเทา (Grayscale Image)

ภาพระดับเทา (Grayscale Image) [2] เป็นภาพที่มีความเข้มเป็นปริมาณสเกลาร์ ในแต่ละพิกเซลจะมีค่าความเข้มแสงในระดับที่แตกต่างกัน โดยแบ่งระดับความเข้มแสงตั้งแต่ระดับสีเทาไปยังระดับสีขาว ภาพระดับสีเทาจะมีค่าความเข้มเท่ากับ 8 บิต ค่าความเข้มของแสงจึงถูกแบ่งออกเป็น 256 ระดับ เมื่อค่าความเข้มเทามีค่าเท่ากับ 0 แสดงว่าจุดภาพนั้นมีความเข้มของแสงต่ำ จุดภาพจะเป็นสีดำ หากค่าระดับความเข้มเทามีค่าเท่ากับ 1 แสดงว่าจุดภาพนั้นมีความเข้มของแสงสูง จุดภาพที่ได้จะเป็นสีขาว แสงสีขาวจะถูกแทนด้วยค่าความเข้มเท่ากับ 255 และสีดำจะถูกแทนค่าความเข้มเท่ากับ 0 ส่วนค่าความเข้มแสงระหว่างจุดภาพสีดำกับจุดภาพสีขาวจะมีเฉดสีไล่จาก 0 – 255 ในรูปที่ 2.3 แสดงตัวอย่างภาพระดับสีเทา



รูปที่ 2.3 ตัวอย่างภาพระดับเทา [2]

2.1.3 ภาพสี (RGB Image)

ภาพสี (RGB Image) [2] เกิดจากการรวมกันของ 3 สี คือสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน ในพิกเซลจะประกอบด้วยค่าของสีทั้ง 3 สี โดยแต่ละสีมีค่าแตกต่างกัน 256 ค่า คือตั้งแต่ 0-255 แต่ละพิกเซลใช้ 24 บิต สีละ 8 บิต รวมเป็น 24 บิตในการเก็บข้อมูล ดังนั้นภาพจึงมีระดับสีแตกต่างกัน 16,777,216 ระดับ ภาพสีเป็นรูปที่เก็บโดยใช้อาร์เรย์ 3 มิติ ขนาด M x N x 3 โดยที่ M คือความยาว และ N คือความกว้างของภาพในหน่วยพิกเซล ส่วนมิติสุดท้ายนั้น ในแต่ละมิติจะเก็บค่าสีแยกกัน คือ สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน รูปที่ 2.4 แสดงตัวอย่างภาพสี (RGB)

49	55	56	57	52	53
58	60	60	58	55	57
58	58	54	53	55	56
83	78	72	69	68	69
88	91	91	84	83	82
69	76	83	78	76	75
61	69	73	78	76	76

Red

64	76	82	79	78	78
93	93	91	91	86	86
88	82	88	90	88	89
125	119	113	108	111	110
137	136	132	128	126	120
105	108	114	114	118	113
96	103	112	108	111	107

Green

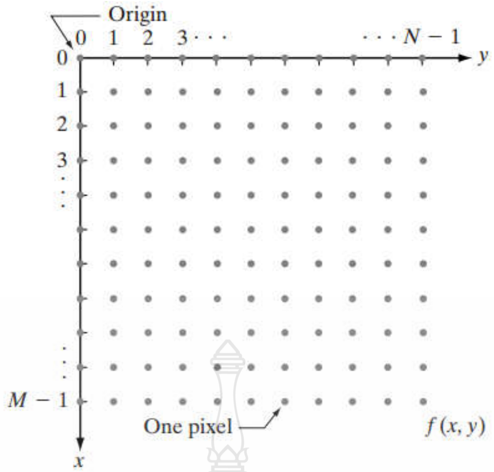
66	80	77	80	87	77
81	93	96	99	86	85
83	83	91	94	92	88
135	128	126	112	107	106
141	129	129	117	115	101
95	99	109	108	112	109
84	93	107	101	105	102

Blue

รูปที่ 2.4 ตัวอย่างภาพสี (RGB) [2]

2.2 ภาพและความหมายของพิกเซล

พิกเซล (Pixel) [3] เป็นคำผสมระหว่างคำว่า Picture กับคำว่า Element เป็นหน่วยพื้นฐานของภาพเทียบได้กับจุดภาพ 1 จุด แต่ละพิกเซลเปรียบเหมือนสี่เหลี่ยมเล็ก ๆ ที่บรรจุค่าสี ถูกกำหนดตำแหน่งไว้บนเส้นกริดของแนวแกน x และแนวแกน y ในตารางเมทริกซ์สี่เหลี่ยมพิกเซล คือความเข้มแสงที่รวมกันทำให้เกิดเป็นภาพ สำหรับภาพหนึ่ง ๆ จะประกอบด้วยพิกเซลมากมาย ภาพแต่ละภาพที่สร้างขึ้นจะมีความหนาแน่นของพิกเซลแตกต่างกันออกไป ความหนาแน่นนี้เป็นตัวบอกถึงความละเอียด (Resolution) ของภาพ มีหน่วยเป็น ppi (Pixel Per Inch) คือ จำนวนพิกเซลต่อนิ้ว เมื่อค่า ppi ยิ่งสูงขึ้น จำทำให้ภาพจะมีความละเอียดและคมชัดมากขึ้น



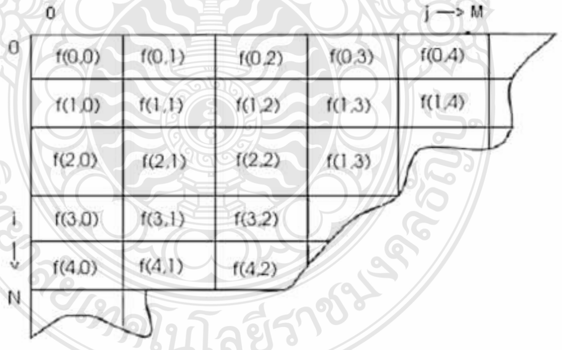
รูปที่ 2.5 ตำแหน่งของพิกเซล [3]

เมื่อ N = จำนวนพิกเซลที่มากที่สุดในแนวแกน y

M = จำนวนพิกเซลที่มากที่สุดในแนวแกน x

เมทริกซ์ของพิกเซลในภาพ ในภาพหนึ่ง ๆ สามารถอธิบายรูปแบบเมทริกซ์ของพิกเซลขนาด N x M ดังรูปที่ 2.6 โดยใช้คู่ลำดับ f(i,j) แทนค่าของแต่ละพิกเซล และบ่งชี้ความเข้มแสงที่พิกเซลนั้น ๆ ของภาพ

ค่าของพิกเซลดังกล่าวสามารถเขียนแทนด้วย f(i,j) เป็นค่าที่กำกับในแต่ละพิกเซลจะแสดงถึงค่าเฉลี่ยของความเข้มแสงในภาพที่พิกเซลนั้น

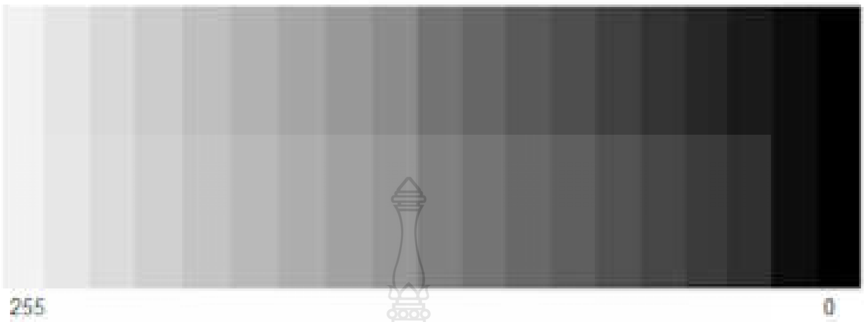


รูปที่ 2.6 เมทริกซ์ของพิกเซลในภาพ [3]

2.3 การแปลงภาพสีให้เป็นภาพระดับเทา (RGB to Grayscale)

ระบบสีภาพระดับเทา (Grayscale) [2] เป็นช่วงระดับของเฉดสีเทา จะแตกต่างกับภาพขาว-ดำ ซึ่งภาพขาว-ดำมีเพียง 2 สี คือขาวกับดำ สีในภาพระดับเทาแสดงถึงความเข้มของสีในระดับต่าง ๆ โดยสีดำเป็นส่วนที่มีความเข้มของสีน้อย และสีขาวจะมีความเข้มของสีมาก จำนวนระดับของสีนั้น

ขึ้นอยู่กับขนาดของบิตที่ใช้เก็บค่าสี โดยทั่วไปแล้วจะเก็บข้อมูลสีประเภทนี้ด้วยข้อมูลขนาด 8 บิต หรือ 1 ไบต์ ซึ่งจะให้ความละเอียดของสีที่ 256 เฉดสี



รูปที่ 2.7 ระดับสีของภาพระดับเทาตามขนาดข้อมูลที่เก็บค่าสี [2]

การแปลงภาพสีเป็นภาพระดับเทา ค่าระดับเทาเป็นค่าที่ระบุความสว่างหรือความเข้มที่มีค่าตั้งแต่ 0-255 (0 คือระดับเข้มสูงสุด 255 คือระดับสว่างสูงสุด) รวมทั้งพิกัดแนวนอนและพิกัดแนวตั้งซึ่งใช้ระบุตำแหน่งในแถวลำดับภาพ (Image Array) ภาพระดับเทาเกิดจากการแปลงภาพสีมาเป็นภาพระดับเทา โดยใช้สมการในการแปลงเป็นภาพระดับเทา ดังนี้

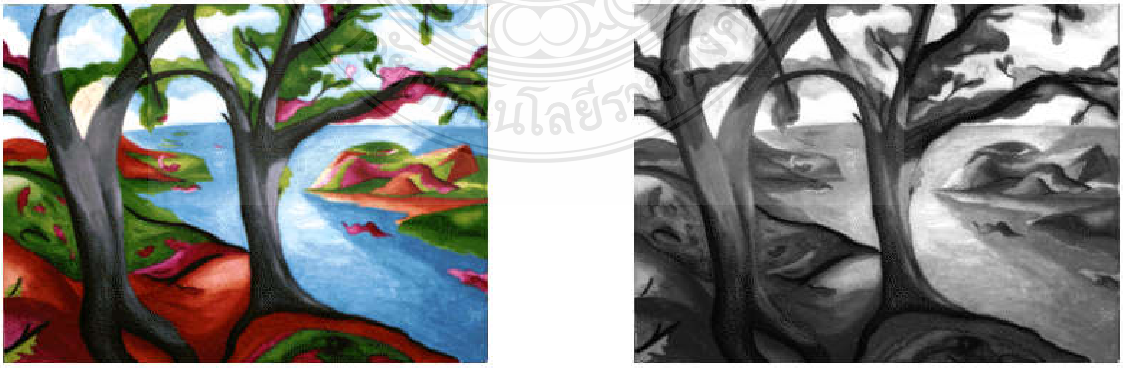
$$Gray=0.299\times R+0.587\times G+0.114\times B \quad (2.1)$$

Gray = ค่าความเข้มของสีเทาโดยจะมีค่าระหว่าง 0-255

R = ค่าความเข้มของสีแดงโดยจะมีค่าระหว่าง 0-255

G = ค่าความเข้มของสีเขียวโดยจะมีค่าระหว่าง 0-255

B = ค่าความเข้มของสีน้ำเงินโดยจะมีค่าระหว่าง 0-255



รูปที่ 2.8 ตัวอย่างการแปลงภาพสีให้เป็นภาพระดับเทา [2]

2.4 การแปลงภาพระดับเทาให้เป็นภาพไบนารี่ (Grayscale to Binary)

การทำขีดแบ่ง (Thresholding) [2] เป็นเทคนิคที่ถูกใช้หลากหลายในขั้นตอนของการประมวลผลภาพ เป็นกระบวนการแปลงภาพให้มีการแสดงผลได้แค่ 2 ระดับ คือ ขาวและดำ แปลงข้อมูลภาพให้เป็นภาพขาวดำ โดยพิจารณาว่าพิกเซลสีขาวหรือสีดำ ทำโดยการเปรียบเทียบระหว่างพิกเซลของภาพเริ่มต้นกับค่าคงที่หนึ่งเรียกกว่า ค่าขีดแบ่ง (Threshold Value) เทคนิคนี้ใช้กันมากในกรณีที่ข้อมูลภาพมีลักษณะที่ต่างกันระหว่างวัตถุ (Object) และพื้นหลัง (Background) โดยค่าของพิกเซลของภาพใด ๆ ที่มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่าขีดแบ่งจะถูกเปลี่ยนเป็น 0 (จุดดำ) และพิกเซลของภาพที่มีน้อยมากกว่าหรือเท่ากับค่าขีดแบ่งจะถูกเปลี่ยนเป็น 1 (จุดขาว)

เทคนิคการทำขีดแบ่ง (Thresholding Techniques) เป็นการพิจารณาว่าจุดภาพใดควรเป็นจุดขาวหรือจุดดำ ซึ่งทำได้โดยการเปรียบเทียบระหว่างจุดภาพเริ่มต้นกับค่าคงที่ค่าหนึ่ง เรียกว่าค่าขีดแบ่ง ซึ่งเป็นค่าความเข้มแสงค่าหนึ่งที่ใช้แยกแยะประเภทของจุดภาพ เทคนิคนี้ใช้กันมากในกรณีที่ข้อมูลภาพมีลักษณะแตกต่างกันระหว่างวัตถุและพื้นหลัง ในขั้นตอนนี้ทำการตัดพื้นหลังออกจากพื้นหน้าโดยใช้วิธีค่าขีดแบ่งที่มีระดับความเข้มอยู่ระหว่างกลุ่มทั้งสองของฮิสโตแกรม (Histogram) ซึ่งค่าขีดแบ่งที่ได้จะอยู่ระหว่าง 0-255 เท่านั้น ค่าขีดแบ่งจะถูกนำไปเพื่อเปรียบเทียบค่าของแต่ละพิกเซล หากค่า $f(x,y)$ น้อยกว่าค่าขีดแบ่ง จุดพิกเซลนั้นจะถูกปรับให้เป็นสีดำหรือส่วนของวัตถุ หากค่า $f(x, y)$ มากกว่าหรือเท่ากับค่าขีดแบ่ง จุดพิกเซลนั้นจะถูกปรับให้เป็นสีขาวหรือส่วนของพื้นหลัง สามารถเขียนแทนด้วยสมการดังนี้

$$f_{thr}(x,y) = \begin{cases} 1, f_f(x,y) < Threshold \\ 0, f_f(x,y) \geq Threshold \end{cases} \tag{2.2}$$

โดยที่

$f_{\text{thr}}(x,y)$ คือ ผลลัพธ์ที่ได้จากการทำขีดแบ่ง , “0” หรือ “1”

$f_f(x,y)$ คือ ค่าความเข้ม หรือค่าระดับเทาของพิกเซลที่พิกัด

Threshold คือ ค่าขีดแบ่ง

1 คือ สีดำ ซึ่งเป็นส่วนของวัตถุ

0 คือ สีขาว ซึ่งเป็นส่วนของพื้นหลัง

รูปที่ 2.9 ตัวอย่างหลังจากดึงพื้นหน้าออกจากพื้นหลัง [2]

วิธีการกำหนดค่าขีดแบ่งที่เหมาะสมสำหรับแต่ละภาพที่จะนำมาสร้างภาพไบนารี มีวิธีการคำนวณหาค่าขีดแบ่งหลายวิธี แต่ละวิธีจะมีความเหมาะสมกับลักษณะการทำงานแตกต่างกันออกไป เช่น การหาค่าขีดแบ่งโดยกำหนดค่าล่วงหน้า (Pre-assigned Threshold Value) การหาค่าขีดแบ่งจากค่ากลาง (Mid-range Threshold Value) ซึ่งแต่ละวิธีอธิบายได้ดังนี้

2.4.1 การหาค่าขีดแบ่งโดยการกำหนดค่าล่วงหน้า

วิธีนี้เป็นการกำหนดค่าขีดแบ่งโดยการกำหนดเองจากผู้ใช้ การกำหนดนี้จะขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของผู้ใช้ โดยการเลือกค่าคงที่ค่าหนึ่ง เรียกว่า ค่าขีดแบ่ง สำหรับค่าที่เลือกมานี้จะเป็นค่าที่อยู่ระหว่างค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดของระดับความเข้มแสงของภาพ เช่น ภาพอินพุตมีระดับความเข้มแสง 256 ระดับ มีค่าได้ตั้งแต่ 0-255 เมื่อกำหนดค่าขีดแบ่งได้แล้วจะสามารถสร้างภาพไบนารีได้

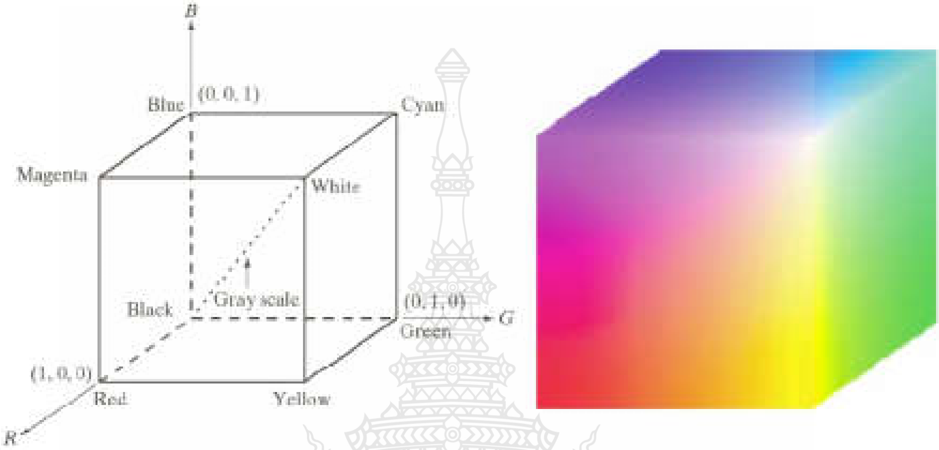
2.4.2 การหาค่าขีดแบ่งจากค่ากลาง

วิธีนี้เป็นการคำนวณหาค่าขีดแบ่งแบบอัตโนมัติโดยไม่ต้องให้ผู้ใช้เป็นผู้กำหนด การหาค่าขีดแบ่งด้วยวิธีนี้ใช้วิธีทางสถิตในเรื่องการหาค่ากลางหรือค่าเฉลี่ย (Mean) โดยค่าขีดแบ่งที่คำนวณได้จากค่ากึ่งกลางที่อยู่ระหว่างค่าระดับความเข้มสูงสุด (Maximum Level) และระดับความเข้มต่ำสุด (Minimum Level) ของภาพ เมื่อทำการคำนวณค่าขีดแบ่งได้แล้วจะสามารถสร้างภาพไบนารีได้ โดยนำค่าขีดแบ่งที่คำนวณได้มาใช้

2.5 การแปลงค่าสี RGB เป็น HSV

แบบจำลองสี RGB (RGB Color Model) [3] เป็นแบบจำลองที่เฉพาะเจาะจงกับจอภาพคอมพิวเตอร์ แบบจำลองสี RGB ทำการสร้างสีต่าง ๆ โดยใช้แหล่งกำเนิดแสงจำนวนสามสี คือ สีแดง

(Red), สีเขียว (Green), และสีน้ำเงิน (Blue) ที่เกิดจากสารเรืองแสงที่มีคุณสมบัติแตกต่างกัน โดยที่แสงทั้งสามสีจะไม่เท่ากันในแต่ละอุปกรณ์ นอกเสียจากว่าจะมีคุณสมบัติของสารเรืองแสงและการตั้งค่าจอภาพ และสภาพแวดล้อมที่จอภาพคอมพิวเตอร์เหมือนกันทุกประการ โดยปกติแล้วจะมีค่าที่แตกต่างกันออกไป โดยมีช่วงของค่าสีระหว่าง 0-255 ซึ่งปริภูมิสี RGB จะมีลักษณะเป็นรูปลูกบาศก์ ดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 ปริภูมิสี RGB [3]

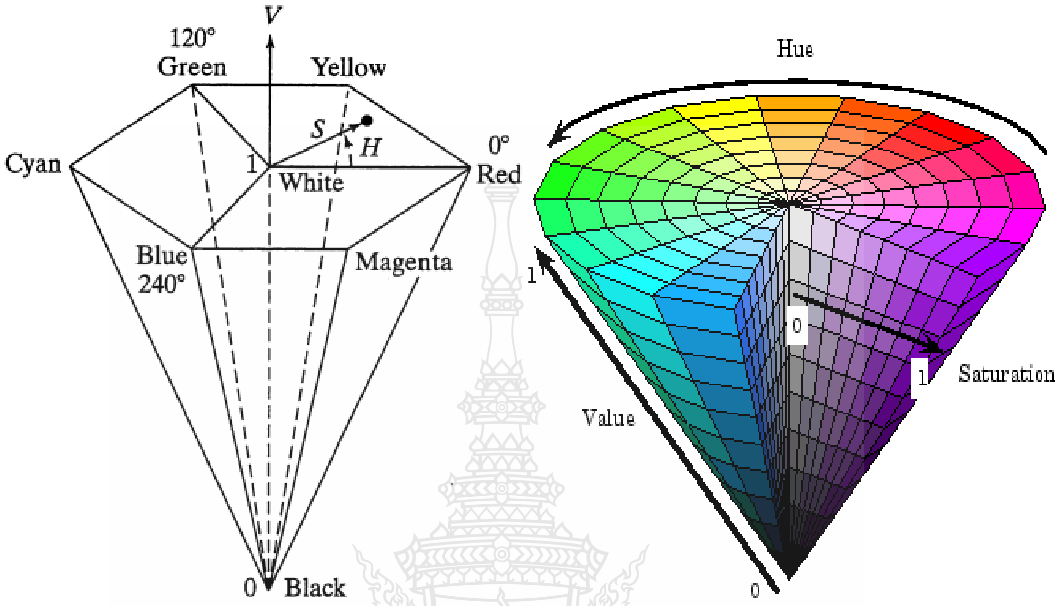
แบบจำลองสี HSV (HSV Color Model) [3] เป็นระบบสีที่ใกล้เคียงกับความคิดของมนุษย์ได้ดีกว่าระบบสี RGB เป็นแบบจำลองสีที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อเป็นทางเลือก แบบจำลองสี HSV แสดงในรูปที่ 2.11 จะให้ความหมายที่ดีกว่าเมื่อกล่าวถึงสีต่าง ๆ ในเชิงศิลปะ เช่น เมื่อพูดถึงสีเหลืองในทางศิลปะจะมีความแตกต่างกัน เมื่อพิจารณาสีเหลืองอ่อน สีเหลืองแก่ หรือสีน้ำตาลว่ามีความแตกต่างกันอย่างไร จะพบว่าทุกสี คือสีเหลืองนั้นเอง ที่มีระดับความเข้มหรือมีความอิ่มตัวที่แตกต่างกัน ดังนั้นสีในแบบจำลองสี HSV จึงให้ความรู้สึกที่เข้าใจได้มากกว่าสำหรับมนุษย์ แบบจำลองสี HSV ประกอบด้วยสามส่วน คือ

H หมายถึง Hue หรือสีที่มีค่าที่แตกต่างออกไปตามความถี่ของแสง เช่น แดง เหลือง เขียว น้ำเงิน หรือ ม่วง เป็นต้น

S หมายถึง Saturation หรือความอิ่มตัวของ Hue นั้น ๆ เช่น สีแดง และสีชมพู คือสีแดง เพียงแต่สีชมพูมีความอิ่มตัวน้อยกว่า

V หมายถึง Value หรือค่าความสว่างของสี โดยที่ค่าความสว่างของสีต่ำสุดหมายถึง สีดำ ไม่ว่าจะมี Hue หรือ Saturation เท่าใด และค่า Value สูงสุดหมายถึง สีขาว ซึ่งเป็นสีที่สว่างที่สุดของ Hue และ Saturation นั้นๆ เช่น Hue ใดๆ มีค่า Saturation มีค่าเท่ากับ 0 เมื่อ Value สูงสุดคือสีขาว และ

Value ต่ำสุด คือสีดำ หรือ Hue สีเหลืองที่ Saturation มีค่าเท่ากับ 100 เมื่อ Value สูงสุดคือสีเหลือง และ Value ต่ำสุดคือสีดำ ปริภูมิสี HSV จะมีลักษณะเป็นรูปกรวย แสดงดังรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 ปริภูมิสี HSV [3]

การแปลงปริภูมิสี RGB มาเป็นปริภูมิสี HSV ทำได้โดย

$$H\begin{cases}60 \times \frac{G-B}{Max-Min} & \text{เมื่อ } Max = R \\ 60 \times \frac{G-B}{Max-Min} & \text{เมื่อ } Max = G \\ 60 \times \frac{G-B}{Max-Min} & \text{เมื่อ } Max = B\end{cases} \tag{2.3}$$

$$S = \frac{Max(R,G,B)-Min(R,G,B)}{Max(R,G,B)} \times 100 \tag{2.4}$$

$$V = \max \times 100 \tag{2.5}$$

2.6 การแยกลักษณะเฉพาะของภาพ (Image Feature Extraction) [3]

การแยกลักษณะเฉพาะของภาพ (Image Feature Extraction) เป็นการแยกหรือสกัดเอาข้อมูลที่สำคัญของภาพออกมา ลักษณะเฉพาะของภาพ สามารถหาได้โดยใช้กระบวนการประมวลผลภาพ เป็นการแปลงข้อมูลให้อยู่ในลักษณะหรือรูปแบบที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้ โดยรูปแบบ

ลักษณะเฉพาะพื้นฐานของภาพประกอบด้วย 3 ส่วน ดังนี้

2.6.1 สี (Color) เป็นลักษณะเฉพาะของภาพที่มีบทบาทสำคัญในระบบค้นคืนภาพ เช่น ฮิสโตแกรมสีเป็นลักษณะเฉพาะของสีที่ถูกนำมาใช้บ่อยๆ เนื่องจากสีสามารถมองเห็นได้ง่ายและเป็นสิ่งแรกที่สามารถสังเกตเห็นได้จากการมองภาพ นอกจากนี้สียังสามารถใช้ในการแยกแยะกลุ่มของภาพออกตามเนื้อหาได้เป็นอย่างดี

2.6.2 รูปร่าง (Shape) เป็นลักษณะเฉพาะของภาพที่ใช้อธิบายถึงรูปร่าง ลักษณะ และขนาดของวัตถุภายในภาพ ทำให้สามารถแยกวัตถุออกจากพื้นหลังของภาพได้ สามารถแยกวัตถุที่มีรูปร่างแตกต่างกันออกจากกันได้

2.6.3 พื้นผิว (Texture) เป็นลักษณะเฉพาะที่ใช้อธิบายความหยาบความละเอียดหรือความซับซ้อนของวัตถุภายในภาพ โดยแต่ละภาพอาจจะประกอบด้วยวัตถุที่มีลักษณะพื้นผิวที่แตกต่างกัน การวิเคราะห์พื้นผิวจะช่วยให้สามารถแยกแยะและระบุความแตกต่างของวัตถุได้ดียิ่งขึ้น การค้นคืนภาพที่ใช้พื้นผิวเป็นลักษณะเฉพาะของภาพ ส่วนใหญ่จะถูกนำไปใช้ในการค้นหาภาพจากกลุ่มภาพพื้นผิว เช่น ชุดภาพพื้นผิวของหิน ชุดภาพพื้นผิวของใบไม้ เป็นต้น

2.7 การเปลี่ยนแปลงลักษณะรูปร่างหรือโครงร่างของภาพ (Morphology)

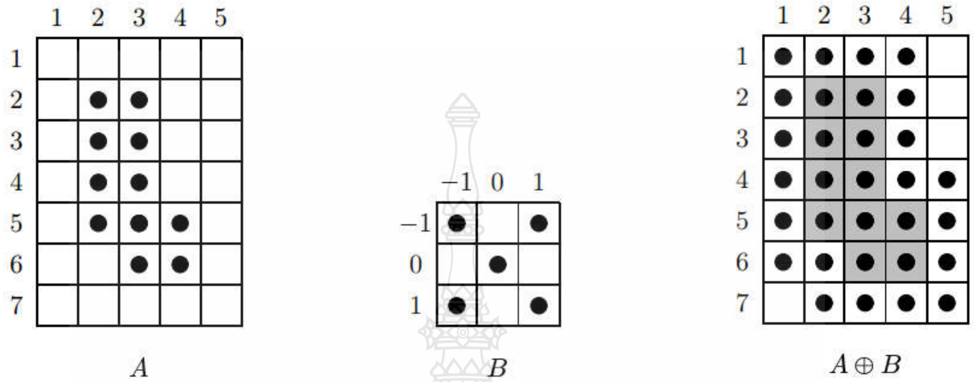
การเปลี่ยนแปลงลักษณะรูปร่างหรือโครงร่างของภาพ (Morphology) [2] คือการประมวลผลของภาพทางด้านโครงสร้าง เป็นการแยกส่วนประกอบของภาพออกเพื่อใช้ในการแสดงรูปร่าง ในเมทริกซ์จะประกอบไปด้วยค่าระดับขาว-ดำ 2 ค่า คือ 0 และ 1

2.7.1 การขยายภาพ (Dilation)

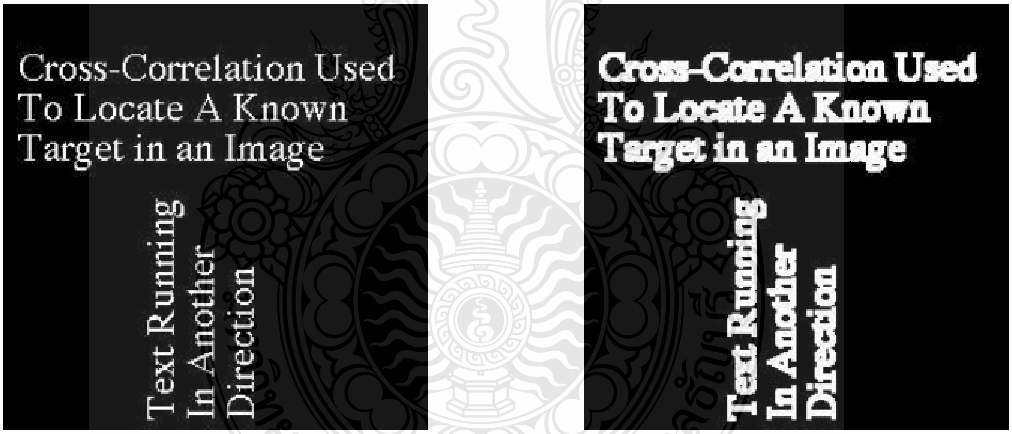
การขยายภาพ (Dilation) [2] เป็นการขยายพิกเซลของภาพให้ใหญ่ขึ้น เพื่อทำการเพิ่มจำนวนจุดสีขาวในวัตถุที่เราสนใจ จะพิจารณาข้อมูลภาพที่เป็นภาพขาว-ดำ การขยายพิกเซลของภาพทำได้โดยการสแกนค่าของ SE (Structuring Element) ทำการสแกนจากตำแหน่งบนซ้ายไปยังตำแหน่งล่างขวา ซึ่งจะเปลี่ยนค่าของพิกเซลที่มีค่าเป็น 0 ให้มีค่าเป็น 1 โดยการพิจารณาร่วมกันระหว่างเซตของภาพต้นฉบับ (A) และ Structuring Element (B) ซึ่งเซตทั้งสองเมื่อนำมาทำการขยายภาพจะเป็นไปตามความสัมพันธ์แสดงได้ดังสมการ (2.6)

$$A \oplus B = \bigcup_{x \in B} A_x \tag{2.6}$$

การขยายภาพระหว่างเซต A กับ B เป็นการขยายขนาดของกลุ่มจุดภาพสีขาวในเซต A ให้มีขนาดกว้างขึ้น ซึ่งส่งผลให้ระยะห่างระหว่างกลุ่มวัตถุสีขาวมีระยะแคบลง หรือบางครั้งอาจทำให้กลุ่มวัตถุสีขาวสองกลุ่มดังกล่าวติดกันได้ วิธีการขยาย แสดงดังรูปที่ 2.12 และ 2.13 แสดงผลการทำการขยายภาพ



รูปที่ 2.12 การขยายภาพระหว่างเซต A กับ B [2]



รูปที่ 2.13 ผลการทำการขยายภาพ [2]

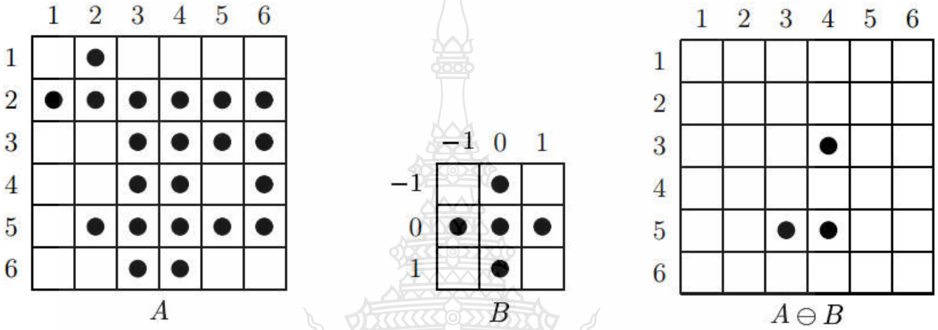
2.7.2 การย่อภาพ (Erosion)

การย่อภาพ (Erosion) [2] เป็นการกร่อนขนาดบริเวณขอบของวัตถุ ซึ่งการย่อภาพมีวิธีตรงข้ามกันกับการขยายภาพ คือ จะพิจารณาข้อมูลภาพซึ่งเป็นภาพขาว-ดำ เป็นการลดพิกเซลของวัตถุที่เราสนใจในภาพ ทำได้โดยการสแกนค่าของ SE (Structuring Element) ทำการสแกนจากตำแหน่งบนซ้ายไปยังตำแหน่งล่างขวา ซึ่งจะเปลี่ยนค่าของพิกเซลที่มีค่าเป็น 1 ให้มีค่าเป็น 0 โดยการ

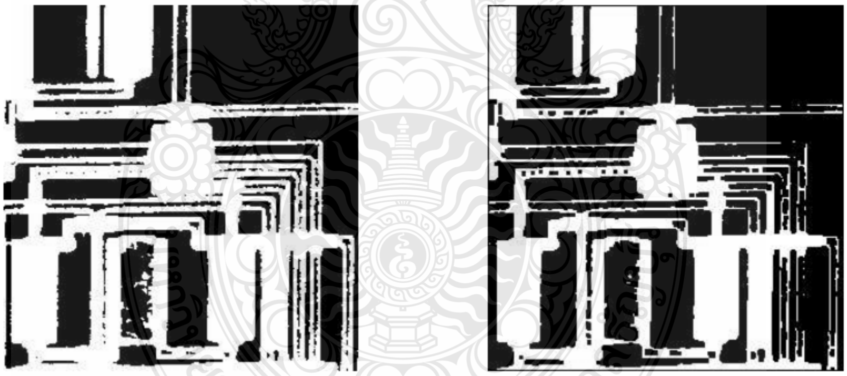
พิจารณาร่วมกันระหว่างเซตของภาพต้นฉบับ (A) และ Structuring Element (B) ซึ่งเซตทั้งสองเมื่อนำมาทำการย่อภาพจะเป็นไปตามความสัมพันธ์แสดงได้ดังสมการ (2.7)

$$A \ominus B = \{w : B_w \subseteq A\} \tag{2.7}$$

ถ้ากลุ่มของจุดสีขาวมีขนาดเล็กกว่า Structure Element กลุ่มของจุดสีขาวนั้น จะถูกขจัดออกจากภาพไปโดยอัตโนมัติ วิธีการย่อภาพแสดงดังรูปที่ 2.14 และ 2.15



รูปที่ 2.14 การย่อภาพระหว่างเซต A กับ B [2]



รูปที่ 2.15 ผลการทำการย่อภาพ [2]

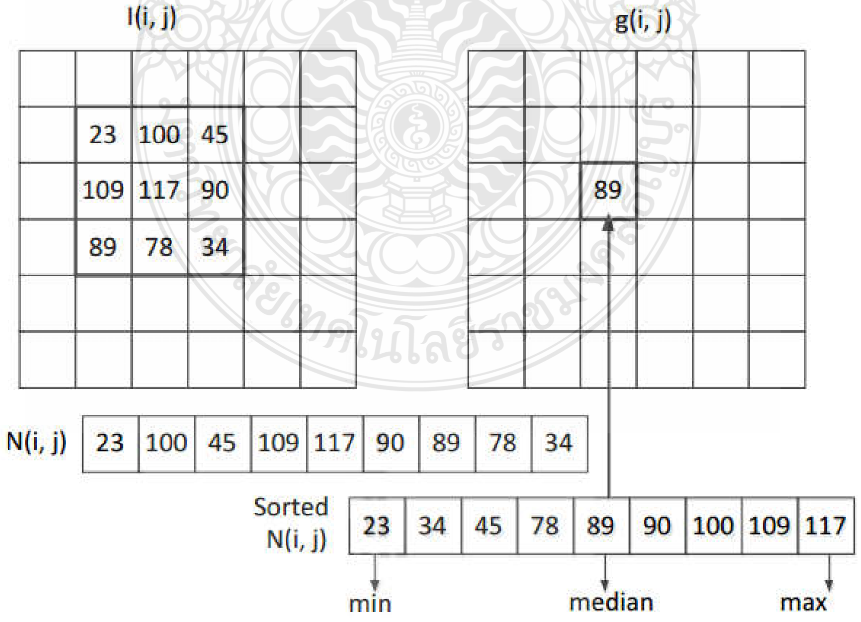
2.8 การกรองข้อมูลภาพด้วยวิธีการกรองค่ามัธยฐาน (Median filtering) [2]

การกรองข้อมูลภาพ (Image Filtering) คือการนำภาพไปผ่านตัวกรองสัญญาณเพื่อให้ได้ภาพผลลัพธ์ออกมา ภาพผลลัพธ์ที่ได้จะมีรูปแบบและคุณสมบัติแตกต่างจากภาพเริ่มต้น วัตถุประสงค์หลักของการกรองข้อมูลภาพ คือการเน้น (enhance) หรือลดทอน (attenuate) คุณสมบัติบางประการของภาพ เพื่อให้ได้ภาพที่มีคุณสมบัติตามต้องการสำหรับใช้ในการประมวลผล การกรองข้อมูลภาพ

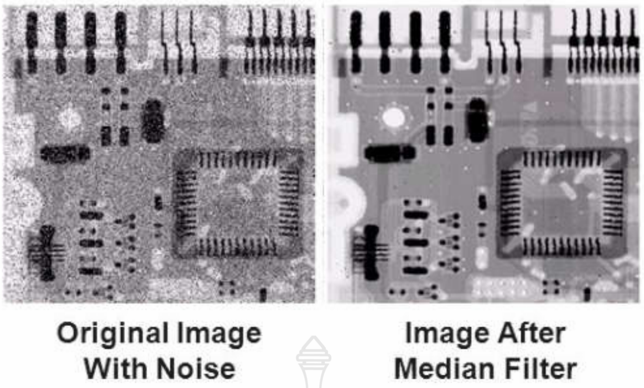
คือการประมวลผลภาพอย่างหนึ่งที่จำเป็นมาก เนื่องจากในการใช้งานจริง ภาพที่ได้มามักมีสัญญาณรบกวน หรือสัญญาณไม่พึงประสงค์อื่นๆ ปะปนอยู่ด้วย การกรองข้อมูลภาพสามารถปรับปรุงให้ภาพมีคุณสมบัติที่ดีขึ้น เหมาะแก่การประมวลผลในขั้นต่อไป

ตัวกรอง คือระบบ ๆ หนึ่ง ระบบจะรับสัญญาณเข้า (input) ประมวลผลสัญญาณ และส่งสัญญาณออก (output) โดยทั่วไปตัวกรองจะถูกสร้างให้เป็นระบบเชิงเส้น (linear system) เนื่องจากออกแบบได้ง่ายและมีประสิทธิภาพดี ดังนั้นการออกแบบตัวกรองจึงเป็นการกำหนดว่าภาพที่เราจะใช้ในการประมวลผลต้องการกำจัดสัญญาณความถี่ใดออกไป หรือต้องการเลือกสัญญาณความถี่ใดบ้าง

การกรองข้อมูลภาพโดยใช้ตัวกรองมัธยฐาน (median filtering) [2] เป็นเทคนิคการกรองสัญญาณภาพแบบไม่เป็นเชิงเส้น หรือนอนลิเนียร์ ซึ่งนิยมใช้กันมากในการกำจัดสัญญาณรบกวนภายในภาพ เช่น ใช้ในกระบวนการก่อนประมวลผลภาพ เพื่อปรับภาพให้เรียบ และมีความชัดเจนมากยิ่งขึ้นก่อนนำภาพไปเข้าสู่กระบวนการประมวลผล ซึ่งตัวกรองมัธยฐานนั้นสามารถกำจัดสัญญาณรบกวนที่มีค่าความเข้มสีที่แตกต่างจากพิกเซลข้างเคียงภายในภาพได้ โดยยังคงรักษาความคมชัด วิธีการนี้จะนำเอาความเข้มแสงของจุดที่ตรงกันในภาพต่างๆ มาเรียงลำดับ (sort) จากน้อยไปหามาก จากนั้นจะเลือกค่าที่อยู่ตรงกลางไปใช้ หากจำนวนภาพทั้งหมดเป็นจำนวนคู่ ค่าทั้งสองที่อยู่ตรงกลางจะนำมาหาค่าเฉลี่ย วิธีการนี้จะต้องใช้การเรียงลำดับ โดยข้อดีของการปรับปรุงภาพด้วยการกรองแบบเฉลี่ยกึ่งกลางคือ ก่อให้เกิดการเบลอของภาพเพื่อให้จุดความเข้มของพิกเซลไปในโทนเดียวกัน



รูปที่ 2.16 ตัวอย่างการทำงานของตัวกรองมัธยฐาน [2]



รูปที่ 2.17 ตัวอย่างตัวกรองมัธยฐาน [2]

2.9 การกำหนดขอบเขตบริเวณที่สนใจบนภาพ (Region-of-interest)

Region-of-interest (ROI) [4] คือบริเวณที่เราสนใจ อาจจะเป็นบริเวณใดภายในภาพก็ได้ โดยการตีกรอบล้อมรอบบริเวณที่สนใจ ด้วยวงกลม กรอบสี่เหลี่ยม หรือกรอบรูปเหลี่ยมใดๆ เพื่อนำภาพเฉพาะส่วนดังกล่าวมาประมวลผล หรือเปลี่ยนแปลงภาพตามต้องการ โดยไม่มีผลกระทบกับส่วนอื่นๆ ซึ่งใน 1 ภาพ สามารถกำหนดได้หลายๆ บริเวณที่สนใจบนภาพ เมื่อกำหนดตำแหน่งต่างๆแล้ว จะสร้าง Mask ที่เป็น Binary Mask สำหรับใช้กำหนดขอบเขตที่จะมีการเปลี่ยนแปลงภายในรูปภาพนั้นๆ โดยให้ค่าส่วนที่สนใจเป็น 1 หรือสีขาว และให้ส่วนอื่นๆ เป็น 0 หรือสีดำ

รูปที่ 2.18 ตัวอย่างการกำหนดขอบเขตบริเวณที่สนใจบนภาพ [4]

2.10 การกำหนดหมายเลขให้ส่วนที่เชื่อมกัน (Connected-component labeling)

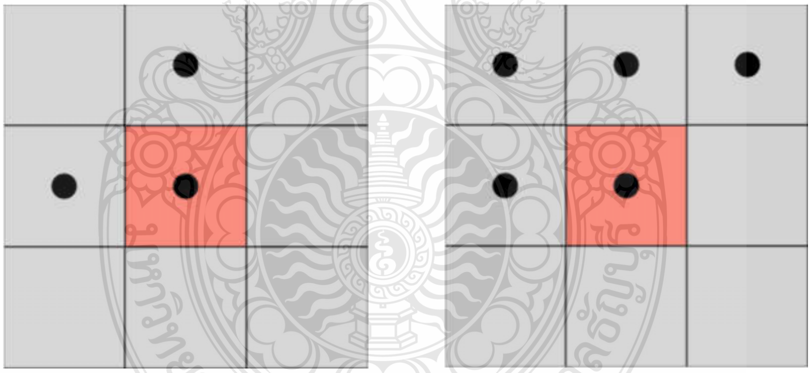
การกำหนดหมายเลขให้ส่วนที่เชื่อมกัน (Connected-component labeling) [5] ใช้ในการวิเคราะห์ส่วนประกอบหรือบริเวณที่มีการเชื่อมติดกันและใช้ ในการแยกบริเวณต่างๆออกจากกัน โดย

วิธีการกำหนดหมายเลขให้ส่วนที่เชื่อมกัน เป็นวิธีที่ใช้ในคอมพิวเตอร์วิทัศน์ (Computer vision) เพื่อตรวจจับบริเวณที่เชื่อมติดกันของภาพขาวดำ ภาพสี แต่โดยทั่วไปใช้ในภาพขาวดำที่ผ่านการประมวลผลมาแล้ว อาจใช้ในการนับจำนวนการกรองและการติดตาม

การกำหนดหมายเลขให้ส่วนที่เชื่อมกัน [5] คือการจัดให้พิกเซลที่เชื่อมต่อกันและมีค่าความเข้มแสงเดียวกันเป็นพิกเซลของวัตถุชิ้นเดียวกัน กระบวนการดังกล่าวจะกำหนดหมายเลขให้พิกเซลแต่ละตำแหน่ง และเก็บผลลัพธ์ในลาเบลเมตริกซ์ (Label matrix) ถ้าภาพที่ต้องการระบุป้ายให้องค์ประกอบที่เชื่อมต่อเป็นภาพสองระดับ ลาเบลเมตริกซ์ที่เป็นผลลัพธ์ของกระบวนการจะมีขนาดเท่ากันทั้งจำนวนแถวและจำนวนหลัก สมาชิกที่อยู่ในภาพนั้นจะมีค่า 0 และ 1 เท่านั้น แต่ข้อมูลที่อยู่ในลาเบลเมตริกซ์นั้นเป็นจำนวนเต็มหรือจำนวนนับตั้งแต่ 1 เรื่อยไป ซึ่งค่าที่อยู่ในแต่ละตำแหน่งของลาเบลเมตริกซ์นั้นจะเท่ากับหมายเลขวัตถุที่พิกเซลของภาพสองระดับในตำแหน่งเดียวกันจัดเป็นสมาชิกอยู่ และจากผลที่ได้สามารถนำไปคำนวณหาคุณสมบัติของวัตถุแต่ละชิ้นในขั้นตอนอื่นๆ ต่อไป

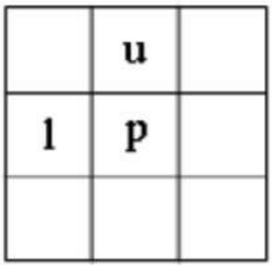
ลักษณะการเชื่อมต่อของพิกเซล โดยทั่วแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

1. การเชื่อมต่อแบบ 4 ทิศทาง (4 Connectivity)
2. การเชื่อมต่อแบบ 8 ทิศทาง (8 Connectivity)



รูปที่ 2.19 แบบจุด 4 จุด เชื่อมกันและแบบจุด 8 จุด เชื่อมกัน [5]

จากรูปที่ 2.19 จุดที่อยู่รอบๆ จุดที่อยู่ตำแหน่งตรงกลางคือ เพื่อนบ้านมีทั้งแบบจุด 4 จุดเชื่อมกันและแบบจุด 8 จุด เชื่อมกันโดยเพื่อนบ้านที่เชื่อมกันคือขอบนั้นเอง การกำหนดหมายเลขมี 2 แบบคือแบบจุด 4 จุด เชื่อมกันและแบบจุด 8 จุด เชื่อมกัน มีข้อแตกต่างกันคือ ถ้าเป็นแบบจุด 4 จุดเชื่อมกันจะเลือกจุดที่เชื่อมกันเฉพาะบน ล่าง ซ้าย ขวา แต่หากเป็น แบบจุด 8 จุด เชื่อมกันจะเลือกรวมจุดที่อยู่มุมทแยงจากตำแหน่งกลางอีก 4 จุดด้วย



รูปที่ 2.20 อักษรตำแหน่งจุดภาพ [5]

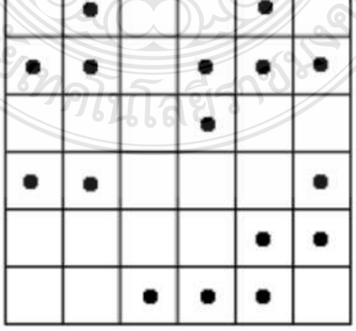
ดังรูปที่ 2.20 กำหนดให้ p (pixel) แทนจุดภาพที่กำลังพิจารณา u แทนจุดภาพที่อยู่ตำแหน่งเหนือจุด p l แทนจุดภาพที่อยู่ตำแหน่งซ้ายของจุด p จะเริ่มทำจากซ้ายไปขวาและบนลงล่าง จากนั้นทำการกำหนดเลขหมายตามขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1. ถ้าจุด p ไม่ใช่จุดภาพให้เลื่อนจุดในตำแหน่งถัดไป ถ้า p เป็นจุดภาพ ให้ตรวจสอบสถานะของ u และ l ถ้าไม่มีจุดใดเป็นจุดภาพ ให้กำหนดหมายเลขใหม่ให้กับจุด p ถ้ามี 1 จุดเป็นจุดภาพให้นำหมายเลขของจุดนั้นมากำหนดให้จุด p แต่ถ้ามีมากกว่า 1 จุดเป็นจุดภาพสามารถนำหมายเลขของจุดใดก็ได้มากำหนดให้จุด p โดยถือว่าทุกหมายเลขเทียบเท่ากัน

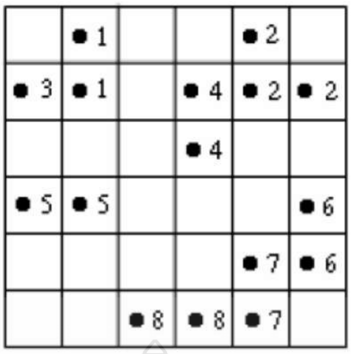
ขั้นที่ 2. เมื่อสิ้นสุดการสแกนในขั้นที่ 1 จุดภาพทุก ๆ จุด แต่บางหมายเลขจะเทียบเท่ากันให้รวมกลุ่มหมายเลขที่เทียบเท่ากัน จากนั้นกำหนดหมายเลขให้แต่ละกลุ่ม

ขั้นที่ 3. นำหมายเลขของแต่ละกลุ่มจากขั้นที่ 2 ไปแทนหมายเลขของจุดภาพที่อยู่ในกลุ่มเดียวกัน

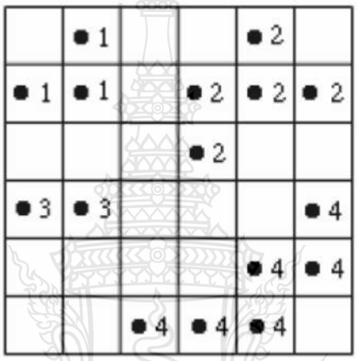
จากผลลัพธ์ที่ได้แสดงดังรูปที่ 2.21 จะเห็นว่าในแต่ละบริเวณจะมีหมายเลขกำกับไม่ซ้ำกัน ดังนั้นหมายเลขสูงสุดคือจำนวนบริเวณทั้งหมดที่เชื่อมกันนั้นเอง



รูปที่ 2.21 ตัวอย่างจุดภาพและตำแหน่ง [5]



รูปที่ 2.22 หมายเลขของแต่ละจุดภาพตามขั้นที่ 1 [5]



รูปที่ 2.23 หมายเลขของแต่ละจุดภาพตามขั้นที่ 3 [5]

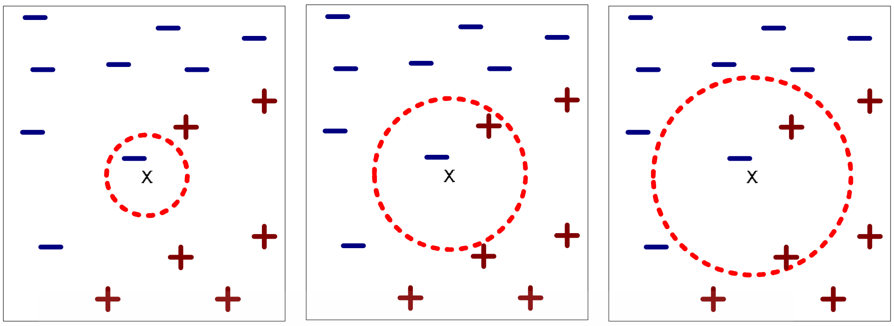
2.11 เค-เนียร์เรสเนเบอร์ (K-Nearest Neighbor)

เค-เนียร์เรสเนเบอร์ (K-Nearest Neighbor) [6] เป็นกระบวนวิธีจำแนกประเภทที่ถูกใช้งานอย่างแพร่หลาย เนื่องจากเป็นวิธีง่ายและมีความรวดเร็ว โดยใช้ในการรู้จำตัวอักษรในหลายภาษา เช่น อังกฤษ อารบิก สันสกฤต รวมทั้งอักษรธรรมล้านนา เป็นวิธีการที่ไม่ซับซ้อนและเข้าใจง่ายที่สุดที่ใช้ในการจำแนกประเภทข้อมูล ใช้หลักการเปรียบเทียบข้อมูลที่สนใจกับข้อมูลอื่น ว่ามีความคล้ายคลึงมากน้อยเพียงใด หากข้อมูลที่กำลังสนใจอยู่ใกล้ข้อมูลใดมากที่สุด ระบบจะให้คำตอบเป็นเหมือนคำตอบของข้อมูลที่อยู่ใกล้ที่สุด

2.11.1 การแบ่ง Classifier ของ Nearest Neighbor [6]

1. Nearest Neighbor rule หาตัวที่ใกล้ที่สุดจากข้อมูลที่ทดสอบกับข้อมูลที่ฝึกสอน ซึ่งตัวไหนใกล้ที่สุด ข้อมูลที่ทดสอบน่าจะอยู่ในคลาสตัวที่ใกล้สุดของตัวฝึกสอน

2. Kn_Nearest Neighbor หา k ตัวที่ใกล้ที่สุด แล้วเอาข้อมูลที่ทดสอบไปอยู่ในคลาสนั้น และถ้ามันเท่ากันให้รวมระยะทางของกลุ่มเพื่อนในแต่ละตัว โดยจะเลือกตัวที่ใกล้ที่สุด



(a) 1-nearest neighbor (b) 2-nearest neighbor (c) 3-nearest neighbor

รูปที่ 2.24 ตัวอย่างของเคเนียเรสเนเบอร์[6]

จากตัวอย่างดังรูปแสดงให้เห็น k = 1,2 และ 3 และ “x” คือจุดทดสอบชุดข้อมูล จากนั้นจะสร้างหน้าต่างครอบคลุมชุดข้อมูลจำนวน 1 ตัว 2 ตัว 3 ตัว ตามลำดับ จากนั้นจะดูว่าอยู่คลาสไหน เช่น 1-nearest neighbor จะอยู่ในคลาส “–“ ส่วน 2-nearest neighbor จะอยู่ในคลาส “–“ (มันมีจำนวนเท่ากัน จะวัดระยะว่าอันไหนใกล้ที่สุด) ส่วน 3-nearest neighbor จะอยู่ในคลาส “+”

2.11.2 เทคนิคเคเนียเรสเนเบอร์ (K-Nearest Neighbor)

เคเนียเรสเนเบอร์ [6] หลักการของวิธีการนี้จะจำแนกประเภทข้อมูลโดยขึ้นกับข้อมูลที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงที่สุด K ตัว จากข้อมูลบนชุดข้อมูลตัวอย่าง การทำงานโดยขึ้นกับระยะทางน้อยสุดจากสมาชิกใหม่หรือข้อมูลที่ป้อนถาม กับข้อมูลตัวอย่างฝึกฝน จะคำนวณหาเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด K ตัว หลังจากนั้นจะรวบรวมสมาชิกที่ใกล้เคียงที่สุด K ตัวแล้วเลือกคลาสที่สมาชิกส่วนใหญ่ที่ในกลุ่ม K ดังกล่าวสังกัดอยู่มากที่สุดให้กับสมาชิกใหม่ ขั้นตอนของเคเนียเรสเนเบอร์ มีดังนี้

1. กำหนดค่า เค และมาตรวัดระยะทางให้กับเคเนียร์เรสเนเบอร์
2. คำนวณระยะทางระหว่างข้อมูลใหม่ที่ต้องการจำแนกกับข้อมูลเดิมที่มีทั้งหมด
3. จัดลำดับความคล้ายคลึงและเลือกข้อมูลตัวอย่างที่มีความคล้ายคลึงมากที่สุด เค ตัว
4. พิจารณาข้อมูลตัวอย่างทั้ง เค ตัวเพื่อดูว่าแต่ละตัวถูกจัดอยู่ในกลุ่มใด
5. กำหนดกลุ่มให้กับข้อมูลตัวใหม่ด้วยกลุ่มที่มีจำนวนตัวอย่างมากที่สุดจากค่า เค

การนำระยะทางที่หาได้จากสมาชิกในข้อมูลตัวอย่างฝึกฝน มาเรียงลำดับจากน้อยไปหามากแล้วเลือกสมาชิกที่มีระยะห่างใกล้เคียงที่สุดออกมา K ตัว โดยใช้การวัดระยะทางแบบยุคลิด (Euclidian distance) มีหลักการคือ การวัดระยะทางระหว่างสองวัตถุ ถ้าวัตถุห่างกันมากแสดงว่าวัตถุนั้นมีความคล้ายคลึงกันน้อย ถ้าวัตถุห่างกันน้อยแสดงว่าวัตถุนั้นมีความคล้ายคลึงกันมาก การคำนวณ

หาระยะห่างระหว่างข้อมูลด้วยวิธีการวัดระยะทางแบบยุคลิด สามารถคำนวณได้จาก

$$d(x_i, x_j) = \sqrt{\sum_{k=1}^{n} (x_{i,k} - x_{j,k})^2} \qquad (2.8)$$

โดยที่

$d(x_i, x_j)$ คือ ระยะห่างระหว่างตัวอย่าง x_i กับตัวอย่าง x_j

n คือ จำนวนคุณสมบัติทั้งหมดของตัวอย่าง

$x_{i,k}$ คือ คุณสมบัติตัวที่ k ของตัวอย่าง x_i

$x_{j,k}$ คือ คุณสมบัติตัวที่ k ของตัวอย่าง x_j

2.12 ประเภทของป้ายทะเบียนรถยนต์ไทย

พระราชบัญญัติรถยนต์ [7] พ.ศ. 2554 กฎกระทรวง ราชกิจจานุเบกษา หน้า 6 เล่ม 128 ตอนที่ 45 ก วันที่ 8 มิถุนายน 2554

ขนาดและลักษณะของแผ่นป้ายทะเบียนรถสำหรับรถยนต์รับจ้างระหว่างจังหวัด รถยนต์รับจ้างบรรทุกคนโดยสารไม่เกินเจ็ดคน รถยนต์รับจ้างสามล้อ รถยนต์สี่ล้อเล็กรับจ้าง รถยนต์บริการธุรกิจ รถยนต์บริการทัศนาจร รถยนต์บริการให้เช่า รถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกินเจ็ดคน รถยนต์นั่งส่วนบุคคลเกินเจ็ดคน

1) ให้มีขนาดกว้าง 15 เซนติเมตร ยาว 34 เซนติเมตร ขอบแผ่นป้ายอัดเป็นรอยดุน ในแผ่นป้ายมีเครื่องหมายเป็นตัวอักษร ขส อยู่ภายในวงกลมอัดเป็นรอยดุนที่มุมล่างด้านขวาของแผ่นป้ายที่สามารถมองเห็นได้ชัดเจนด้วยตาเปล่าตามขนาดที่อธิบดีกำหนด

2) แผ่นป้ายแบ่งออกเป็นสองบรรทัด บรรทัดที่หนึ่งประกอบด้วยตัวอักษรประจำหมวดตัวที่หนึ่ง ตัวอักษรประจำหมวดตัวที่สอง และหมายเลขทะเบียนไม่เกินสี่หลัก บรรทัดที่สองเป็นตัวอักษรแสดงชื่อกรุงเทพมหานครหรือจังหวัดที่จดทะเบียน เว้นแต่กรณีจดทะเบียนที่อำเภอเบตง จังหวัดยะลา ให้ใช้คำว่า เบตง ทั้งนี้ ตัวอักษรให้ใช้ตัวอักษรไทย และหมายเลขทะเบียนให้ใช้ตัวเลขอารบิค และทั้งตัวเลขและตัวอักษรให้อัดเป็นรอยดุน

3) ในกรณีที่ใช้ตัวอักษรประจำหมวดตัวที่หนึ่งและตัวที่สองจนครบทุกตัวอักษรแล้ว ในบรรทัดที่หนึ่งให้เพิ่มตัวเลขอารบิคตั้งแต่ 1 ถึง 9 ตามลำดับ ไว้ด้านหน้าของตัวอักษรประจำหมวดตัวที่หนึ่ง

4) ตัวเลขและตัวอักษร ให้อัดเป็นรอยดุน ในการนี้ตัวเลขในบรรทัดที่หนึ่งให้สูงไม่น้อยกว่า 5.8 เซนติเมตร และกว้างไม่น้อยกว่า 3.1 เซนติเมตร ตัวอักษรประจำหมวดในบรรทัดที่หนึ่ง ให้สูงไม่น้อยกว่า 5.8 เซนติเมตร และกว้างไม่น้อยกว่า 3.8 เซนติเมตร ตัวอักษรในบรรทัดที่สอง ให้สูงไม่น้อยกว่า 2.1 เซนติเมตร และกว้างไม่น้อยกว่า 1.8 เซนติเมตร ทั้งนี้ เว้นแต่กรณีตัวอักษร ข ง ช ซ ฌ ญ ฎ ฏ ฐ ฒ ณ ป ฝ ฟ ศ ษ ส พ ฮ สระ วรรณยุกต์และหมายเลข 1 ให้อธิบดีกำหนดความสูงและความกว้างของตัวอักษรหรือตัวเลขดังกล่าว

5) การใช้ตัวเลขนำหน้าตัวอักษรประจำหมวด ตัวอักษรประจำหมวดและหมายเลขทะเบียนให้เป็นไปตามที่อธิบดีประกาศกำหนด

การกำหนดขนาด ลักษณะ และสีของแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ในประเทศไทย โดยใช้แผ่นป้ายทะเบียนรถตามประเภทของรถ ดังนี้

1. รถยนต์รับจ้างระหว่างจังหวัด ป้ายสีเหลืองอักษรสีแดง
2. รถยนต์รับจ้างบรรทุกคนโดยสารไม่เกิน 7 คน (แท็กซี่) ป้ายสีเหลืองอักษรสีดำ
3. รถยนต์รับจ้างสามล้อ ป้ายสีเหลืองอักษรสีเขียว
4. รถยนต์สี่ล้อเล็กรับจ้าง ป้ายสีเหลืองอักษรสีน้ำเงิน
5. รถยนต์บริการธุรกิจ ป้ายสีเขียวอักษรสีขาว
6. รถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน ป้ายสีขาวอักษรดำ
7. รถยนต์นั่งส่วนบุคคลเกิน 7 คน ป้ายขาวอักษรน้ำเงิน
8. รถยนต์บรรทุกส่วนบุคคล ป้ายสีขาวอักษรสีเขียว
9. รถยนต์สามล้อส่วนบุคคล ป้ายสีขาวอักษรสีแดง
10. รถแทรกเตอร์ รถบดถนน รถใช้งานเกษตรกรรม รถพ่วง ป้ายสีแสดอักษรสีดำ
11. รถยนต์ในคณะผู้แทนทางการทูต ป้ายสีขาวอักษรสีดำ
12. รถยนต์ในหน่วยงานพิเศษของสถานทูต ป้ายฟ้าอักษรสีขาว

รูปที่ 2.25 ประเภทของป้ายทะเบียนรถยนต์ไทย [7]

2.13 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยทางด้านการตรวจหาป้ายทะเบียน การแบ่งส่วนตัวอักษร การรู้จำตัวเลข และตัวอักษรของป้ายทะเบียนรถยนต์ มีการศึกษากันอย่างมากมาย มีทฤษฎีที่หลากหลายแตกต่างกันออกไป แต่ละวิธีจะให้ผลลัพธ์ข้อดีข้อเสียที่แตกต่างกัน ที่ผ่านมาได้มีงานวิจัยที่ศึกษาวิจัยวิธีการตรวจหาป้ายทะเบียน ศึกษาวิจัยวิธีการแบ่งส่วนตัวอักษรบนป้ายทะเบียน และศึกษาวิจัยวิธีการการรู้จำตัวเลขตัวอักษรของป้ายทะเบียน การทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมีดังต่อไปนี้

การตรวจหาป้ายทะเบียนรถยนต์เพื่อหาตำแหน่งป้ายทะเบียนและการแบ่งส่วนตัวอักษรบนป้ายทะเบียน เป็นขั้นตอนการเตรียมภาพเพื่อนำไปใช้สำหรับขั้นตอนการรู้จำป้ายทะเบียนรถยนต์ หากระบบสามารถออกแบบและปรับปรุงขั้นตอนนี้ให้มีความถูกต้องและรวดเร็วมากขึ้นเพียงใด จะสามารถทำให้ความถูกต้องและความรวดเร็วของระบบโดยรวมสูงขึ้นตามด้วย การตรวจหาป้ายทะเบียนรถยนต์ ชัยสิทธิ์ และคณะ [8] ได้นำเสนอเทคนิคการหาป้ายทะเบียนรถยนต์โดยใช้วิธีการตรวจสอบขอบชัน โดยทำโปรเจ็คชั่น ฮิสโตแกรมทั้งแนวตั้งและแนวนอน เพื่อหาบริเวณของภาพใน

แผ่นป้ายทะเบียนที่มีปริมาณขอบอยู่มาก พิจารณาส่วนที่ไม่ใช่ป้ายทะเบียนแล้วทำการขจัดออกไป เพื่อเตรียมภาพเข้าสู่การประมวลผล จากนั้นจะนำส่วนภาพที่เหลือมาทำไบนาไลเซชัน ทดสอบว่าเป็นป้ายทะเบียนหรือไม่ ธีระวัฒน์ และคณะ [9] ได้นำเสนอเทคนิคการตรวจจับแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ ทำการตรวจหาขอบของภาพโดยวิธีการตรวจจับขอบภาพของแคนนี แล้วทำการปรับปรุงคุณภาพของภาพ เพื่อสร้างเส้นเชื่อมต่อของขอบ ซึ่งเป็นคุณลักษณะของตัวอักษรที่อยู่ในแผ่นป้ายทะเบียน จะทำให้พบว่าตัวอักษรของป้ายทะเบียนอยู่ตำแหน่งใด และจะใช้ระบุตำแหน่งของแผ่นป้ายทะเบียนเพื่อตรวจจับแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ การแบ่งส่วนตัวอักษรบนป้ายทะเบียน ประณต และคณะ [10] ได้นำเสนอเทคนิคการสร้างภาพไดนามิคเรนจ์กว้างและใช้เทคนิคการทำโปรเจคชันเพื่อแบ่งส่วนตัวอักษรป้ายทะเบียน โดยใช้ภาพต้นแบบที่มีค่าปริมาณรับแสงที่แตกต่างกัน การสร้างภาพไดนามิคเรนจ์กว้างเป็นการรวมภาพที่มีค่าปริมาณการรับแสงต่างกันเข้าด้วยกัน และทำการเกลี่ยภาพเพื่อลดความต่างของพิกเซล แล้วทำการโปรเจคชั่นแนวระดับเพื่อหาพิกัดสำหรับระบุขอบเขตของตัวอักษร จากการศึกษางานวิจัยที่กล่าวมา จะมุ่งเน้นการเตรียมภาพเพื่อนำไปใช้สำหรับขั้นตอนการรู้จำป้ายทะเบียน โดยทำการตรวจหาตำแหน่งป้ายทะเบียน และทำการแบ่งส่วนตัวอักษรบนป้ายทะเบียน โดยดึงแต่ละตัวอักษรออกจากภาพเพื่อแยกตัวเลขและตัวอักษรแต่ละตัวบนแผ่นป้ายทะเบียนออกจากกัน เป็นขั้นตอนการเตรียมชุดข้อมูลก่อนที่จะเข้าสู่กระบวนการรู้จำต่อไป

การรู้จำตัวเลขตัวอักษรบนป้ายทะเบียนรถยนต์ ระบบการรู้จำหมายเลขทะเบียนรถยนต์โดยอัตโนมัติจะทำงานมีค่าความถูกต้องสูงจะอยู่ที่ผลของการรู้จำ หากมีขั้นตอนหรือกระบวนการทำงานผิดพลาด จะทำให้การอ่านป้ายทะเบียนรถยนต์ผิดพลาดตามมา สำหรับการรู้จำตัวอักษรนั้นมีอยู่หลายวิธี แต่ละงานวิจัยได้มีการศึกษาเทคนิคที่ใช้ในการรู้จำแตกต่างกันออกไป การรู้จำตัวเลขตัวอักษรบนป้ายทะเบียนรถยนต์ในต่างประเทศ Christos และคณะ [11] ได้ศึกษาเทคนิคของการแบ่งส่วนภาพร่วมกับการรู้จำโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบความน่าจะเป็นแบบ 2 ชั้น ทำการฝึกสอนเพื่อระบุตัวอักษรและตัวเลขจากแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ ใช้ภาพทดลองทั้งหมด 1,334 ภาพ โดยพื้นหลังและแสงมีลักษณะแตกต่างกัน ผลลัพธ์ความถูกต้องในการรู้จำคิดเป็น 89.1% มีข้อจำกัดในเรื่องของระยะภาพ องศาของภาพ และแสงสว่าง Zhao, Z. และคณะ [12] ได้นำเสนอเทคนิคการรู้จำป้ายทะเบียนรถยนต์โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมชนิดคอนโวลูชั่น เป็นการรู้จำจากจุดภาพได้โดยตรงและง่ายต่อการเรียนรู้ลักษณะเฉพาะ โครงข่ายประสาทเทียมชนิดคอนโวลูชันประกอบด้วยชั้น (layer) 2 ชนิด คือ ชั้นคอนโวลูชัน และชั้นสุ่มตัวอย่าง ทำการฝึกโครงข่ายประสาทเทียมจำนวนทั้งสิ้น 500 รอบ โดยใช้ภาพป้ายทะเบียนรถยนต์ 2,400 ภาพ และใช้ภาพที่ไม่ใช่ป้ายทะเบียนรถยนต์ 4,000 ภาพ ข้อมูลชุดป้ายทะเบียนรถยนต์มีอัตรารู้จำเท่ากับ 98.25 % จากการใช้โครงข่ายประสาทเทียมชนิดคอนโวลูชั่น การ

เรียนรู้จะได้จากจุดภาพโดยตรง โดยที่ค่าความถูกต้องนั้นจะขึ้นกับการฝึกสอนให้กับโครงข่ายประสาทเทียม Choo Kar Soon. และคณะ [13] ได้นำเสนอเทคนิคการคำนวณเพื่อนบ้านใกล้ที่สุดเพื่อใช้รู้จำป้ายทะเบียนรถยนต์ โดยหาค่าความใกล้เคียงระหว่างข้อมูลที่ต้องการจำแนกข้อมูลที่ฝึกสอน เพื่อหาระยะห่างน้อยที่สุดเพื่อใช้ในการรู้จำตัวอักษร ผลการทดลองการรู้จำป้ายทะเบียนรถยนต์ คิดความถูกต้องเป็น 95% วิธีการรู้จำด้วยวิธีนี้มีรูปแบบไม่ซับซ้อน ทนทานต่อข้อมูลที่มีสัญญาณรบกวน และมีประสิทธิภาพดี แต่ขึ้นอยู่กับการออกแบบคลาสที่ใช้ในการฝึกสอน

ป้ายทะเบียนรถยนต์ในประเทศไทยมีหลายประเภท [7] แต่ละประเภทจะแบ่งตามการจดทะเบียนและการใช้งานของรถยนต์ แผ่นป้ายทะเบียนแบ่งออกเป็น 2 บรรทัด โดยบรรทัดแรกจะเป็นหมายเลขทะเบียน ส่วนบรรทัดที่สองจะเป็นชื่อจังหวัดที่จดทะเบียน สำหรับงานวิจัยการรู้จำตัวเลขตัวอักษรบนป้ายทะเบียนรถยนต์บรรทัดแรกของป้ายทะเบียน P. Sa-ngamuang และคณะ [14] ได้นำเสนอเทคนิคการหาองค์ประกอบที่จำเป็น ในการรู้จำตัวเลขและหมวดหมู่ตัวอักษร โดยใช้วิธีการหาเส้นขีดที่สำคัญของตัวอักษรไทยในแต่ละตัวอักษร ทำการทดสอบกับป้ายทะเบียน 300 ภาพ ให้ค่าความถูกต้องในการรู้จำเท่ากับ 85.33% จากผลการทดลองความรู้จำผิดพลาดเกิดจากความไม่สมบูรณ์ของป้ายทะเบียนและเรื่องของสภาพแสงและเงาที่แตกต่างกัน ไม่สามารถทดสอบกับภาพป้ายทะเบียนที่เอียงและผิดรูปมาก ชุลีพร และคณะ [15] ได้นำเสนอการการรู้จำแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์โดยใช้ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน และใช้เคอร์เนลฟังก์ชันแบบลิเนียร์ ในการแบ่งกลุ่มข้อมูล ทดสอบกับทะเบียนรถยนต์จำนวน 150 ภาพ ผลลัพธ์ความถูกต้องของระบบอยู่ที่ 96% มีข้อจำกัดในเรื่องระยะของการถ่ายภาพ หากไม่เท่ากันจะทำให้ขนาดของตัวอักษรบนป้ายทะเบียนไม่เท่ากัน เมื่อทดสอบกับข้อมูลที่ฝึกสอนทำให้การรู้จำผิดพลาดได้ ไพศาล และคณะ [16] ได้นำเสนอโครงข่ายประสาทเทียมชนิดแพร่กลับสี่ชั้นเพื่อใช้ในรู้จำตัวอักษรภาษาไทยในแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ ประกอบไปด้วย 2 ขั้นตอนหลัก คือแบ่งกลุ่มของตัวอักษรให้เป็นกลุ่มย่อยโดยใช้ลักษณะเด่นของตัวอักษร และการนำภาพตัวอักษรและตัวเลขมาแบ่งเป็นบล็อกขนาด 5x7 บล็อก เพื่อนับค่าความถี่สะสมของจุดภาพ แล้วนำไปเป็นอินพุตให้กับระบบรู้จำโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับสี่ชั้น จากผลการทดลองสามารถรู้จำตัวอักษรได้อย่างถูกต้อง 194 ตัวอักษร จากตัวอักษรทั้งหมด 202 ตัวอักษร คิดความถูกต้องเป็น 96.04% งานวิจัยนี้เป็นการรู้จำเพียงบางส่วนคือรู้จำเฉพาะแถวบน ไม่มีการรู้จำในส่วนจังหวัด สุทธิกานต์ และคณะ [17] ได้นำเสนอวิธีการเข้าคู่รูปแบบในการรู้จำป้ายทะเบียนรถยนต์ โดยนำภาพแม่แบบตัวอักษร ก-ฮ ตัวเลข 0-9 เปรียบเทียบกับภาพตัวอักษรและตัวเลขที่ได้จากการตัดแยก ทำการเปรียบเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ความเหมือน ผลค่าความถูกต้องของการอ่านตัวอักษรอยู่ที่ 81.50 % และผลค่าความถูกต้องของการอ่านตัวเลขอยู่ที่ 93.67 % งานวิจัยนี้ใช้ตัวอย่างป้ายทะเบียนรถยนต์

ประเภทรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คนเท่านั้น และหากมีรูปแบบของตัวอักษรที่แตกต่างกันของป้ายทะเบียนรถแต่ละคัน จะทำให้การรู้จำผิดพลาดได้ จึงต้องมีการสร้างแม่แบบหลาย ๆ รูปแบบเพื่อรองรับรูปแบบตัวอักษรของแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ การรู้จำจังหวัดในประเทศไทยสามารถทำได้ยากเนื่องจากตัวอักษรบนแผ่นป้ายทะเบียนมีขนาดเล็ก ทรัพย์หิรัญ และคณะ [18] ได้นำเสนอการรู้จำจังหวัดในป้ายทะเบียนอย่างง่ายโดยใช้การวัดระยะแฮมมิ่ง ฉัตรชัย และคณะ [19] ได้นำเสนอการรู้จำจังหวัดในป้ายทะเบียนรถไทยด้วยแบบจำลองความน่าจะเป็น ทั้งสองงานวิจัยนี้เป็นการรู้จำเพียงจังหวัดอย่างเดียว ไม่มีการรู้จำในส่วนของหมายเลขทะเบียน

การรู้จำตัวเลขตัวอักษรบนป้ายทะเบียนรถยนต์ในประเทศไทย โดยรู้จำหมายเลขทะเบียนและรู้จำชื่อจังหวัด มีงานวิจัยที่ได้ศึกษา เพื่อจะรู้จำแผ่นป้ายทะเบียนแบบเต็มแผ่น ราตรี และคณะ [20] ได้นำเสนอเทคนิคเฮาดอรฟดิสแทนซ์ เพื่อใช้ในการรู้จำป้ายทะเบียนรถยนต์ โดยหาคุณลักษณะพิเศษของตัวอักษรแต่ละตัว และคุณลักษณะพิเศษของชื่อจังหวัด นำมาป้อนเข้าสู่สมการเฮาดอรฟดิสแทนซ์ เพื่อรู้จำป้ายทะเบียน จะอาศัยวิธีการวัดความคล้ายระหว่างภาพป้ายทะเบียนต้นแบบกับป้ายทะเบียนทดสอบ ผลการทดลองสามารถรู้จำป้ายทะเบียนรถยนต์ได้อย่างถูกต้อง 93.50% จากภาพตัวอย่างป้ายทะเบียนรถยนต์ทั้งหมด 200 ป้ายทะเบียน การเพิ่มประสิทธิภาพของงานวิจัยนี้จะทำการจัดกลุ่มลักษณะพิเศษของตัวอักษร เพื่อแก้ปัญหาความคล้ายคลึงของตัวอักษร วิฑูรย์ และคณะ [21] ได้เสนอเทคนิคการแปลงเวฟเล็ตแบบดีสตรีต (Discrete Wavelet Transformation) ใช้ดึงลักษณะพิเศษออกจากภาพ แล้วสร้างสัญญาณเพื่อนำข้อมูลไปฝึกสอนให้กับข่ายงานประสาทเทียมแบบความน่าจะเป็นสำหรับใช้ในการรู้จำตัวเลข และรู้จำจังหวัด โดยใช้การแปลงเวฟเลตแบบดิสครีต และหลักสถิติมาสกัดคุณลักษณะพิเศษ สร้างเป็นข้อมูลสัญญาณให้กับโครงข่ายงานประสาทเทียม งานวิจัยนี้ทำการทดสอบกับป้ายทะเบียนทั้งหมดจำนวน 244 ภาพ ให้ค่าความถูกต้องของการรู้จำตัวอักษรเท่ากับ 94.81% ให้ค่าความถูกต้องของการรู้จำตัวเลขเท่ากับ 98.58% ให้ค่าความถูกต้องของการรู้จำชื่อจังหวัดเท่ากับ 86.79% ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการรู้จำตัวเลขมีประสิทธิภาพสูง ส่วนการรู้จำจังหวัดมีประสิทธิภาพค่อนข้างต่ำ เนื่องจากข้อมูลจังหวัดในการทดสอบมีความใกล้เคียงกันมาก จึงเกิดความผิดพลาดตามมา วิรามาศ และคณะ [22] ได้เสนอเทคนิคการรู้จำป้ายทะเบียนจากภาพอินฟราเรดใกล้โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมหลายชั้นแบบส่งผ่านไปข้างหน้า ภาพที่ใช้ในการทดสอบจะเป็นภาพอินฟาเรดใกล้ ภาพถ่ายประเภทนี้ช่วยลดข้อจำกัดทางด้านสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อภาพได้ ผลการทดสอบ สามารถรู้จำตัวอักษรตัวเลขและชื่อจังหวัด ได้อย่างถูกต้อง 79 % การรู้จำตัวอักษรในระบบโครงข่ายประสาทเทียมยังมีข้อผิดพลาด ต้องใช้ตัวอักษรหลายรูปแบบนำมาสอนโครงข่ายประสาทเทียมให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

สำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่ได้กล่าวมา เป็นงานวิจัยที่เกี่ยวกับการตรวจหาป้ายทะเบียน การแบ่งส่วนตัวอักษรบนป้ายทะเบียน และการรู้จำตัวเลขตัวอักษรบนป้ายทะเบียน ซึ่งแต่ละงานวิจัยจะนำเอาวิธีการที่แตกต่างกันมาใช้ โดยมุ่งเน้นการรู้จำตัวเลขและรู้จำในส่วนของบรรทัดบน โดยจะทดสอบกับป้ายทะเบียนรถยนต์ประเภทรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คนเป็นหลัก ในส่วนของการรู้จำจังหวัดในประเทศไทยสามารถทำได้ยากเนื่องจากตัวอักษรบนแผ่นป้ายทะเบียนมีขนาดเล็ก ทำให้มีข้อผิดพลาดในการรู้จำชื่อจังหวัดอยู่มาก งานวิจัยนี้จะทำการรู้จำตัวเลขและตัวอักษรทั้งบรรทัดบนและบรรทัดล่าง และจะพิจารณาป้ายทะเบียนรถยนต์ประเภทอื่น เพื่อทำการทดสอบจำแนกประเภทของรถยนต์ในประเทศไทย

2.14 สรุป

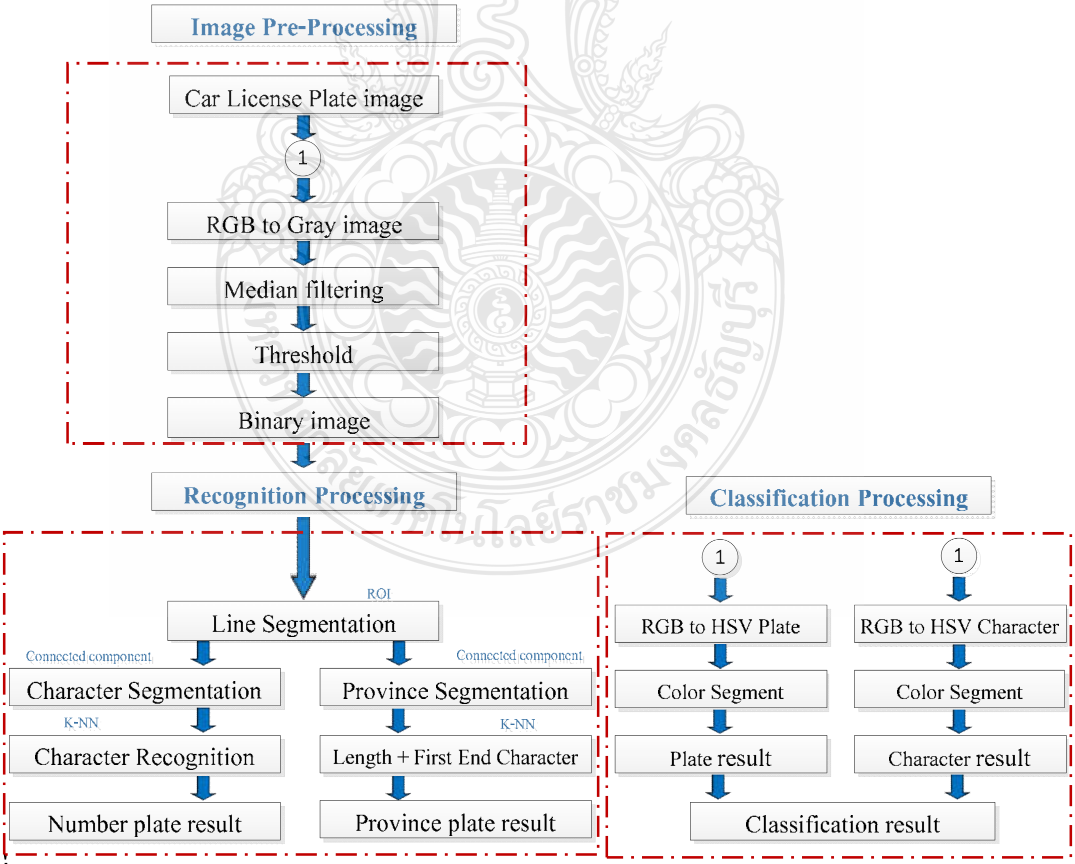
ในบทนี้ได้กล่าวถึงงานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการตรวจจับและรู้จำป้ายทะเบียนรถยนต์ทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ โดย จะใช้การประมวลผลภาพมาพัฒนาและประยุกต์ใช้ในการรู้จำตัวอักษรบนป้ายทะเบียนรถยนต์และจำแนกป้ายทะเบียนรถยนต์ในประเทศไทย แล้วทำการออกแบบระบบการรู้จำตัวอักษรบนป้ายทะเบียนรถยนต์และการจำแนกป้ายทะเบียนรถยนต์ในประเทศไทย เพื่อช่วยการจำแนกประเภทการใช้งานของรถยนต์แต่ละคันบนท้องถนน ซึ่งในบทถัดไปจะกล่าวถึงวิธีในการดำเนินงานวิจัย

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ใช้หลักการประมวลผลภาพ เพื่อวิเคราะห์ป้ายทะเบียนและทำการจำแนกประเภทและรู้จำป้ายทะเบียนรถยนต์ในประเทศไทย การศึกษาข้อมูลและรายละเอียดขั้นตอนการดำเนินการวิจัยในแต่ละกระบวนการแสดงได้ดังนี้

3.1 โครงสร้างระบบการจำแนกประเภทป้ายทะเบียนรถยนต์

โครงสร้างของระบบจะประกอบไปด้วยสามกระบวนการหลัก คือ กระบวนการตรวจหาตัวอักษรบนป้ายทะเบียนรถยนต์ กระบวนการรู้จำตัวเลข ตัวอักษรของป้ายทะเบียนรถยนต์ และกระบวนการจำแนกป้ายทะเบียนรถยนต์ รายละเอียดแต่ละกระบวนการในการจำแนกประเภทและรู้จำป้ายทะเบียนรถยนต์รถยนต์แสดงดังรูปที่ 3.1 มีดังต่อไปนี้



รูปที่ 3.1 ภาพรวมการออกแบบระบบ

3.2 กระบวนการตรวจหาตำแหน่งตัวอักษรบนป้ายทะเบียนรถยนต์

การดำเนินงานเริ่มต้นจากขั้นตอนการเตรียมภาพสำหรับใช้ในการประมวลผล เพื่อจะทำการตรวจจับตัวอักษรบนป้ายทะเบียนรถยนต์ โดยจะมีขั้นตอนการทำงานสามขั้นตอนหลัก โดยมีขั้นตอนดังนี้

รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการตรวจจับตัวอักษรบนป้ายทะเบียนรถยนต์

3.2.1 การแปลงภาพสีให้เป็นภาพระดับเทา (RGB to Grayscale)

ภาพที่รับเข้ามาในขั้นตอนแรกเป็นภาพที่อยู่ในระบบปริภูมิสีแบบ RGB ภาพของป้ายทะเบียนรถที่จับภาพจะมีขนาด 260x90 พิกเซล สำหรับขั้นตอนการเตรียมภาพเพื่อให้การประมวลผลมีความรวดเร็วและง่ายขึ้น จะนำภาพป้ายทะเบียนรถแบบ RGB มาทำการเปลี่ยนแปลงภาพสีให้อยู่ในรูปของภาพที่มีระดับความเทาระดับสีเทา เป็นค่าระบุความสว่างหรือความเข้มที่มีค่าตั้งแต่ 0-255 (โดยที่ 0 คือระดับเข้มสูงสุด 255 คือระดับสว่างสูงสุด) สามารถคำนวณได้ดังสมการที่ 3.1 ภาพของป้ายทะเบียนรถที่จับภาพได้จากโปรแกรม ดังรูปที่ 3.3 (ก) มาทำการแปลงภาพจากภาพสีเป็นภาพระดับเทา ผลลัพธ์ของการแปลงแสดงดังรูปที่ 3.3 (ข)

$$\text{Gray value} = 0.3R + 0.59G + 0.11B \qquad (3.1)$$

(ก) ภาพป้ายทะเบียนรถต้นฉบับ (ข) ภาพป้ายทะเบียนแบบภาพระดับเทา

รูปที่ 3.3 การแปลงภาพจากภาพสีเป็นภาพระดับเทา

3.2.2 การกรองข้อมูลภาพด้วยวิธีการกรองค่ามัธยฐาน (Median filtering)

กระบวนการปรับปรุงคุณภาพของภาพเป็นการปรับปรุงภาพให้เหมาะสมกับการประมวลผลภาพต่างๆ เนื่องจากภาพที่รับเข้ามานั้นอาจมีสัญญาณรบกวน จึงต้องปรับปรุงคุณภาพของ

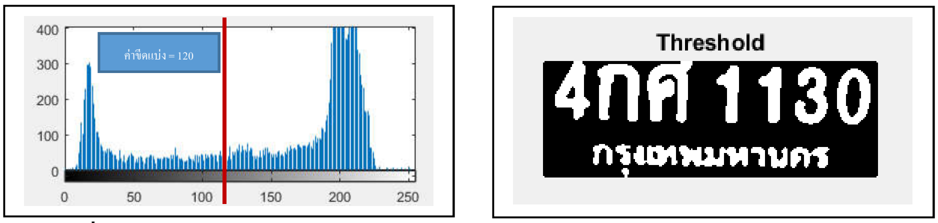
ภาพก่อนที่จะนำภาพนั้นไปประมวลผลทางคอมพิวเตอร์วิชันต่อไป ซึ่งจะทำให้ประมวลผลได้ดีขึ้น สามารถกำจัดสัญญาณรบกวนที่มีค่าความเข้มสีที่แตกต่างจากพิกเซลข้างเคียงภายในภาพได้ โดยยังคงรักษาความคมชัด ในงานวิจัยนี้ใช้การปรับปรุงภาพด้วยการกรองแบบเฉลี่ยกึ่งกลาง (Median filtering) วิธีการนี้จะนำเอาความเข้มแสงของจุดที่ตรงกันในภาพต่างๆ มาเรียงลำดับจากน้อยไปหามาก จากนั้นจะเลือกค่าที่อยู่ตรงกลางไปใช้ โดยข้อดีของการปรับปรุงภาพด้วยการกรองแบบเฉลี่ยกึ่งกลางคือก่อให้เกิดการเบลอของภาพเพื่อให้จุดความเข้มของพิกเซลไปในโทนเดียวกัน การกรองแบบเฉลี่ยกึ่งกลาง ผลลัพธ์ของการปรับปรุงคุณภาพของภาพแสดงดังรูปที่ 3.4

รูปที่ 3.4 ผลลัพธ์ของการปรับปรุงคุณภาพของภาพด้วยการกรองแบบเฉลี่ยกึ่งกลาง

3.2.3 การแปลงภาพระดับเทาให้เป็นภาพไบนารี่ (Grayscale to Binary)

จากขั้นตอนที่ทำการแปลงภาพเป็นภาพระดับเทา และกำจัดสัญญาณรบกวนบนภาพต้นฉบับแล้ว ขั้นตอนต่อมาจะใช้กระบวนกำหนดค่าขีดแบ่ง [26] เป็นการแยกแยะวัตถุจากฉากหลัง เทคนิคการทำขีดแบ่ง (Thresholding Techniques) เป็นการพิจารณาว่าจุดภาพใดควรเป็นจุดขาวหรือจุดดำ ซึ่งทำได้โดยการเปรียบเทียบระหว่างจุดภาพเริ่มต้นกับค่าคงที่ค่าหนึ่ง เรียกว่าค่าขีดแบ่ง เป็นค่าความเข้มแสงค่าหนึ่งที่ใช้แยกแยะประเภทของจุดภาพ ในขั้นตอนนี้ทำการตัดพื้นหลังออกจากพื้นหน้า โดยใช้วิธีกำหนดค่าขีดแบ่งที่มีระดับความเข้มอยู่ระหว่างกลุ่มทั้งสองของฮิสโตแกรม ค่าขีดแบ่งที่ได้จะอยู่ระหว่าง 0-255 เท่านั้น ค่าขีดแบ่งจะถูกนำไปเพื่อเปรียบเทียบค่าของแต่ละพิกเซล หากค่า $f(x, y)$ น้อยกว่าค่าขีดแบ่ง จุดพิกเซลนั้นจะถูกปรับให้เป็นสีดำหรือส่วนของวัตถุ หากค่า $f(x, y)$ มากกว่าหรือเท่ากับค่าขีดแบ่ง จุดพิกเซลนั้นจะถูกปรับให้เป็นสีขาวหรือส่วนของพื้นหลัง สามารถหาจากได้จากสมการที่ 3.2 ได้ผลลัพธ์แสดงดังรูปที่ 3.5 งานวิจัยนี้จะใช้ค่าขีดแบ่งอยู่ที่ 120 สำหรับแยกตัวเลขและตัวอักษรออกจากพื้นหลังของป้ายทะเบียนรถยนต์

$$f_{threshold}(x,y) = \begin{cases} 1, & f_f(x,y) < Threshold \\ 0, & f_f(x,y) \geq Threshold \end{cases} \quad (3.2)$$



รูปที่ 3.5 ภาพไบนารี่โดยผ่านกระบวนการทำขีดแบ่ง

3.3 กระบวนการรู้จำตัวอักษรบนป้ายทะเบียนรถยนต์

กระบวนการรู้จำตัวอักษรบนป้ายทะเบียนรถยนต์ การดึงแต่ละตัวอักษรออกจากภาพเป็นขั้นตอนที่สำคัญก่อนจะทำการรู้จำ หากทำการดึงแต่ละตัวอักษรมีความผิดพลาด จะเกิดความผิดพลาดในขั้นตอนรู้จำตามมา การรู้จำตัวในงานวิจัยนี้ มีขั้นตอนการทำงานสี่ขั้นตอนหลัก โดยมีขั้นตอนดังนี้

รูปที่ 3.6 ขั้นตอนกระบวนการรู้จำตัวอักษรบนป้ายทะเบียนรถยนต์

3.3.1 การแยกส่วนระหว่างเลขทะเบียนรถกับตัวอักษรจังหวัดออกจากกัน

ภาพที่ได้จากขั้นตอนการตรวจพบแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ จะมีรายละเอียดอยู่สองส่วนคือ เลขทะเบียนกับจังหวัด จะทำการแยกส่วนระหว่างเลขทะเบียนกับจังหวัด ในการแยกส่วนระหว่างเลขทะเบียนรถกับตัวอักษรจังหวัดออกจากกันนั้น จะใช้ภาพจากกระบวนการแบ่งส่วนตัวอักษรมาทำด้วยวิธีการกำหนดขอบเขตบริเวณที่สนใจบนภาพ (Region-of-interest) โดยการตีกรอบ

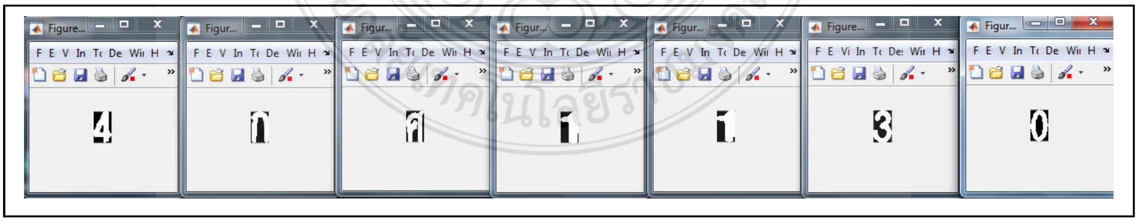
ล้อมรอบบริเวณที่สนใจ ด้วยวงกลม กรอบสี่เหลี่ยม หรือกรอบรูปเหลี่ยมใดๆ เพื่อนำภาพเฉพาะส่วนดังกล่าวมาประมวลผล หรือเปลี่ยนแปลงภาพตามต้องการ โดยให้บริเวณป้ายทะเบียนรถมีสัดส่วน 70% และส่วนของบริเวณจังหวัดมีสัดส่วน 30% แล้วทำการตัดแยกภาพออกเป็น 2 ส่วน โดยส่วนบนจะเป็นเลขทะเบียน และส่วนล่างจะเป็นจังหวัด แสดงดังรูปที่ 3.7

(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 3.7 ผลลัพธ์การการแยกส่วนระหว่างเลขทะเบียนกับจังหวัด (ก) ภาพไบนารี่ (ข) ผลลัพธ์แสดงการแยกส่วนตัวเลขทะเบียนรถ (ค) ผลลัพธ์แสดงการแยกส่วนตัวอักษรจังหวัด

3.3.2 การดึงแต่ละตัวอักษรออกจากภาพ

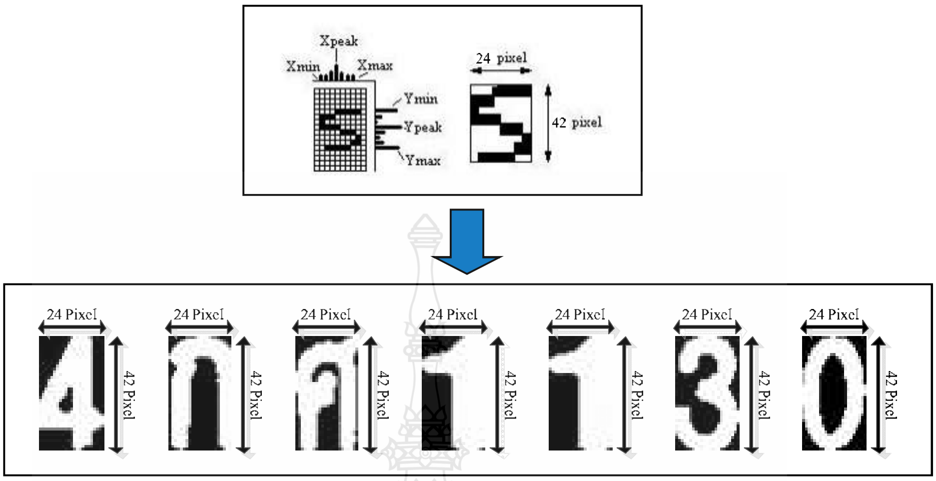
ภาพที่ได้จากขั้นตอนการแยกส่วนระหว่างเลขทะเบียนกับจังหวัด ขั้นตอนต่อมาจะพิจารณาในส่วนของเลขทะเบียนและทำการดึงแต่ละตัวอักษรออกจากภาพ วิธีการดึงแต่ละตัวอักษรออกจากภาพมีหลายวิธี [10][11] ปัญหาที่พบคือ เมื่อระยะการรับภาพคาดเคลื่อน ทำให้ขนาดตัวอักษรที่ได้จากการแบ่งส่วนคาดเคลื่อนตามด้วย สำหรับวิธีการกำหนดหมายเลขให้ส่วนที่เชื่อมกัน (Connected component labeling) [27] มันจะสแกนภาพและจัดกลุ่มพิกเซลเป็นองค์ประกอบเดียวกันตามการเชื่อมต่อพิกเซล ใช้ในการวิเคราะห์ส่วนประกอบหรือบริเวณที่มีการเชื่อมติดกันและใช้ในการแยกบริเวณต่างๆออกจากกัน และจะทำการปรับขนาดภาพที่ได้ให้มีขนาดเท่ากับขนาดภาพที่ถูกฝึกสอนในฐานข้อมูลอีกด้วย ผลลัพธ์การดึงตัวเลขและตัวอักษรออกมาทีละตัวแสดงดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 ผลลัพธ์การดึงตัวเลขและตัวอักษรออกมาทีละตัว

หลังจากทำการแยกตัวอักษรในบรรทัดแล้ว จะทำการปรับขนาดภาพที่ได้ออกมาแต่ละตัวอักษรให้มีขนาด 24 x 42 พิกเซล ให้เท่ากับภาพฐานข้อมูล (Data Base) เพื่อเตรียมเข้าสู่กระบวน

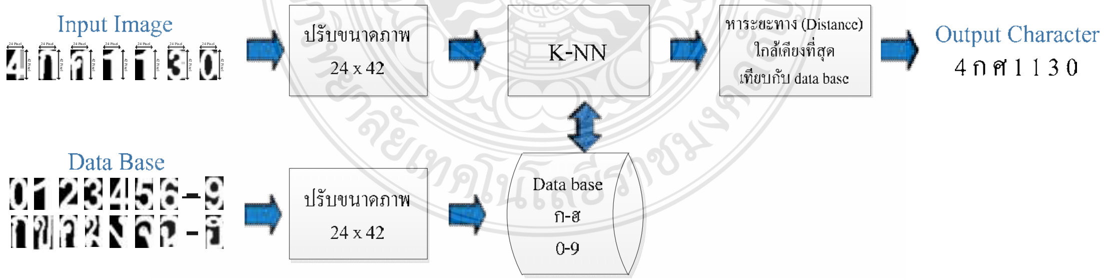
การรู้จำตัวเลขและตัวอักษรในขั้นตอนต่อไป ผลลัพธ์การปรับขนาดภาพที่ได้ออกมาแต่ละตัวอักษรให้มีขนาด 24 x 42 พิกเซล แสดงดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 ผลลัพธ์การปรับขนาดภาพให้เป็น 24 x 42 พิกเซล

3.3.3 การรู้จำตัวอักษรบนป้ายทะเบียน

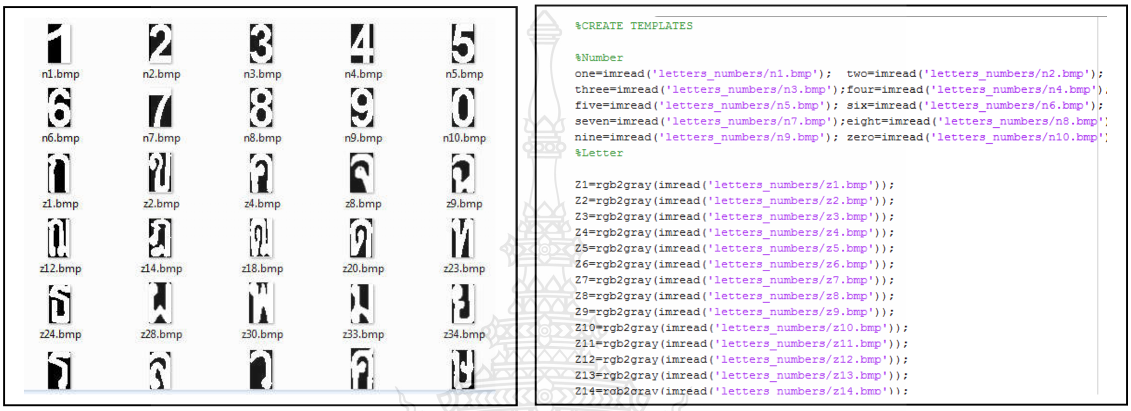
การรู้จำตัวอักษรนั้นมีอยู่หลายวิธี [20][21][22] แต่ละวิธีจะมีเทคนิคการฝึกสอนและการประมวลผลมีความซับซ้อนแตกต่างกันออกไป ศศกร และคณะ [23] ได้ศึกษาความทนทานของการรู้จำในสภาวะที่มีสัญญาณรบกวน พบว่าวิธีเคเนียเรสเนเบอร์มีรูปแบบไม่ซับซ้อน ทนทานต่อข้อมูลที่มีสัญญาณรบกวน และมีประสิทธิภาพดี โดยขึ้นอยู่กับการออกแบบคลาสที่ใช้ในการฝึกสอน ในงานวิจัยนี้ใช้เคเนียเรสเนเบอร์ (K-NN) เพื่อจดจำอักษรแต่ละตัวเลขบนแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์



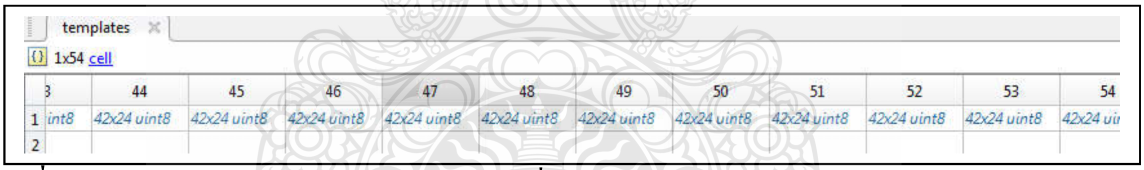
รูปที่ 3.10 ภาพรวมของขั้นตอนการรู้จำตัวอักษรบนป้ายทะเบียน

การจดจำอักษรและตัวเลขจะใช้ข้อมูลการทดสอบตัวอักษรแต่ละตัวของแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์จับคู่กับข้อมูลการฝึกสอนของเคเนียเรสเนเบอร์ [13] เพื่อจดจำอักษรนั้น ขั้นตอนการรู้จำตัวอักษรบนป้ายทะเบียนโดยใช้วิธีเคเนียเรสเนเบอร์ จะเริ่มจากการเตรียมชุดข้อมูลสำหรับการ

สอน ตัวเลข 0-9 และตัวอักษร ก-ฮ รวมเป็น 54 คลาส และแต่ละคลาสมี 1 ข้อมูล ซึ่งชุดข้อมูลจะทำการปรับขนาดภาพให้เป็น 24 x 42 พิกเซล โดยทำการเขียนโปรแกรมสร้างเทมเพลต (Create Template) เรียกจากชุดข้อมูลที่ได้สร้างไว้แสดงดังรูปที่ 3.11 แล้วนำมาเก็บไว้เป็นฐานข้อมูล แสดงดังรูปที่ 3.12 จะได้ทั้งหมด 54 ชุดข้อมูล เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลในการรู้จำตัวเลขและตัวอักษรของป้ายทะเบียนรถยนต์



รูปที่ 3.11 ฐานข้อมูลสำหรับการฝึกสอน



รูปที่ 3.12 ผลลัพธ์จากการฝึกสอนกับฐานข้อมูลที่ถูกจัดเก็บไว้ 54 ชุดข้อมูล

จากนั้นจะเข้าสู่ขั้นตอนการรู้จำตัวเลขและตัวอักษร โดยนำผลลัพธ์การดึงตัวเลขและตัวอักษรออกมาทีละตัว ที่ทำการปรับขนาดภาพให้เป็น 24 x 42 พิกเซล มาหาระยะห่างใกล้เคียงที่สุดโดยเทียบกับฐานข้อมูล โดยใช้การวัดระยะทางแบบยุคลิค มีหลักการคือ การวัดระยะห่างระหว่างสองวัตถุ ถ้าวัตถุห่างกันมากแสดงว่าวัตถุนั้นมีความคล้ายกันน้อย ถ้ามีค่าน้อยแสดงว่ามีความคล้ายคลึงกันมาก ดังแสดงในสมการที่ 3.4

$$d = \sqrt{\sum_{k=1}^{N}(x_k - y_x)^2} \qquad (3.3)$$

เมื่อ x_k: ข้อมูลการทดสอบ, y_x : ข้อมูลการสอน และ d คือค่าระยะห่าง

การหาระยะห่างใกล้เคียงที่สุดเทียบกับฐานข้อมูล โดยใช้การวัดระยะทางแบบยุคลิด โปรแกรมการหาระยะทางของตัวเลขและตัวอักษรเทียบกับฐานข้อมูลแสดงดังรูปที่ 3.13 (ก) และค่า VD ของระยะห่างที่ถูกสร้างเก็บไว้ที่ฐานข้อมูลเพื่อหาความคล้ายคลึงของตัวเลขและตัวอักษร แสดงดังรูปที่ 3.13 (ข)

```
vd=find(comp==max(comp));
%*-*-*-*-*-*-*-*-*-*-*-*-*-


      if vd==1
    letter='ก_';
    elseif vd==2
    letter='ข_';
    elseif vd==3
    letter='ฃ';
     elseif vd==4
    letter='ค_';
    elseif vd==5
    letter='ฅ';
     elseif vd==6
    letter='ฆ_';
    elseif vd==7
    letter='ง_';
    elseif vd==8
    letter='จ_';
    elseif vd==9
    letter='ฉ_';
    elseif vd==10
```

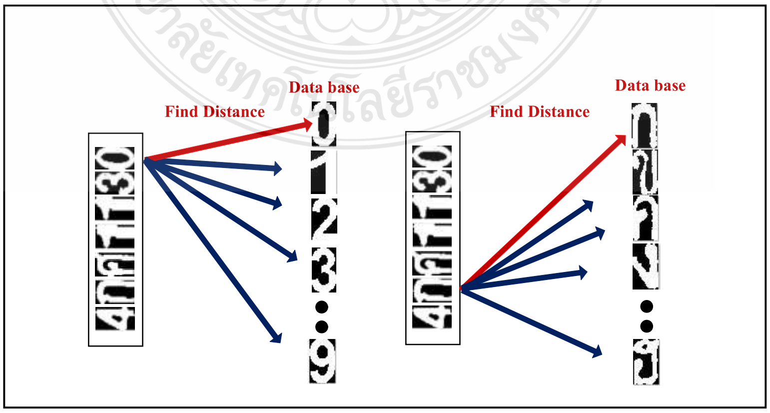
(ก) ภาพแสดงการหาค่า VD

VD	Character	VD	Character
1	ก	28	ผ
2	ข	29	ฝ
3	ฃ	30	พ
4	ค	31	ฟ
5	ฅ	32	ภ
6	ฆ	33	ม
7	ง	34	ย
8	จ	35	ร
9	ฉ	36	ล
10	ช	37	ว
11	ซ	38	ศ
12	ฌ	39	ษ
13	ญ	40	ส
14	ฎ	41	ห
15	ฏ	42	ฬ
16	ฐ	43	อ
17	ฑ	44	ฮ
18	ฒ	45	1
19	ณ	46	2
20	ด	47	3
21	ต	48	4
22	ถ	49	5
23	ท	50	6
24	ธ	51	7
25	น	52	8
26	บ	53	9
27	ป	54	0

(ข) ภาพแสดงค่า VD ในฐานข้อมูล

รูปที่ 3.13 การหาค่า VD และแสดงค่า VD ในฐานข้อมูล

จากนั้นโปรแกรมจะทำการหาระยะทางของตัวเลขและตัวอักษรบนป้ายทะเบียนโดยเทียบกับฐานข้อมูล โดยหาค่าที่ใกล้เคียงที่สุด ถ้าระยะห่างกันมากแสดงว่าภาพนั้นมีความคล้ายกันน้อย ถ้าระยะห่างน้อยแสดงว่าภาพนั้นมีความคล้ายคลึงกันมาก รูปที่ 3.14 แสดงการหาระยะห่างที่ใกล้เคียงที่สุดโดยเทียบกับฐานข้อมูล



รูปที่ 3.14 การหาระยะห่างใกล้เคียงที่สุดโดยเทียบกับฐานข้อมูล

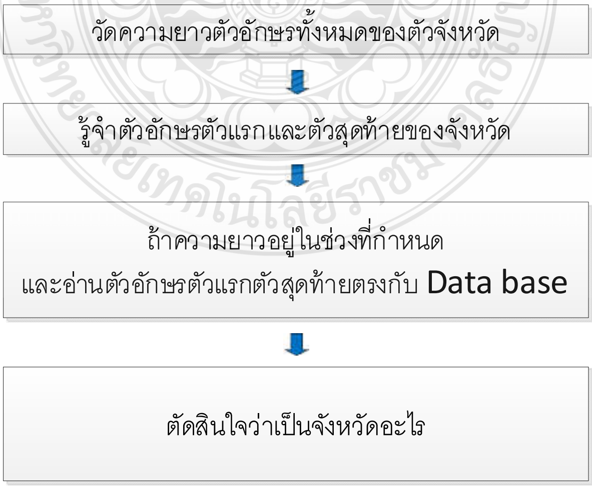
โปรแกรมจะทำการหาระยะห่าง ทำซ้ำจนกระทั่งครบทุกตัวอักษรบนแผ่นป้ายทะเบียน แล้วทำการแสดงผลการรู้จำโดยเรียงจากซ้ายมาขวา แสดงดังรูปที่ 3.15

รูปที่ 3.15 ผลการรู้จำโดยเรียงจากซ้ายมาขวา

3.3.4 การตัดสินใจตัวอักษรจังหวัด

จังหวัดในประเทศไทยมีทั้งหมด 77 จังหวัด ชุดข้อมูลมีจำนวนมากทำให้ปริมาณข้อมูลที่ใช้ในการประมวลผลมากยิ่งขึ้น ในแต่ละจังหวัดจะมีจำนวนตัวอักษรของจังหวัด ความยาวของจังหวัด และ อักษรตัวแรกและตัวสุดท้ายของแต่ละจังหวัดแตกต่างกัน ข้อมูลจังหวัดทั้งหมดในประเทศไทย แสดงดังตารางที่ 3.1

สำหรับกระบวนการรู้จำชื่อจังหวัด งานวิจัยนี้ใช้ตัวอย่างการรู้จำจังหวัดในกรุงเทพและเขตปริมณฑล 7 จังหวัด คือ“กรุงเทพมหานคร ”, “ปทุมธานี”, “นนทบุรี”, “นครปฐม”, “สมุทรปราการ”, “สมุทรสาคร”, “ชลบุรี”, ในส่วนการรู้จำตัวอักษรจังหวัด ในงานวิจัยนี้ใช้ 2 วิธีในการตัดสินใจคือ วัดความยาวตัวอักษรทั้งหมดของจังหวัดโดยใช้วิธีการวัดแกนความยาว (Major Axis Length) และรู้จำตัวอักษรตัวแรกและตัวสุดท้าย โดยใช้เคเนียเรสเนเบอร์เพื่อการรู้จำตัวอักษร



รูปที่ 3.16 ขั้นตอนการตัดสินใจส่วนของตัวอักษรจังหวัด

ตารางที่ 3.1 การตัดสินใจตัวอักษรจังหวัด

No.	จังหวัด	จำนวน	ตัวแรก	ตัวสุดท้าย
1	กรุงเทพมหานคร	12	ก	ร
2	กระบี่	4	ก	บ
3	กาญจนบุรี	7	ก	ร
4	กาฬสินธุ์	6	ก	ธ
5	กำแพงเพชร	10	ก	ร
6	ขอนแก่น	7	ข	น
7	จันทบุรี	5	จ	ร
8	ฉะเชิงเทรา	9	ฉ	า
9	ชลบุรี	4	ช	ร
10	ชัยนาท	5	ช	ท
11	ชัยภูมิ	4	ช	ม
12	ชุมพร	4	ช	ร
13	เชียงราย	7	เ	ย
14	เชียงใหม่	7	เ	ม
15	ตรัง	3	ต	ง
16	ตราด	4	ต	ด
17	ตาก	3	ต	ก
18	นครนายก	7	น	ก
19	นครปฐม	6	น	ฐม
20	นครพนม	6	น	นม
21	นครราชสีมา	9	น	า
22	นครศรีธรรมราช	12	น	ช
23	นครสวรรค์	8	น	ค
24	นนทบุรี	5	น	ร
25	นราธิวาส	7	น	ส
26	น่าน	3	น	น
27	บึงกาฬ	5	บ	ฬ

ตารางที่ 3.1 การตัดสินใจตัวอักษรจังหวัด (ต่อ)

No.	จังหวัด	จำนวน	ตัวแรก	ตัวสุดท้าย
28	บุรีรัมย์	5	บ	ย
29	ปทุมธานี	6	ป	น
30	ประจวบคีรีขันธ์	11	ป	ธ
31	ปราจีนบุรี	7	ป	ร
32	ปัตตานี	5	ป	น
33	พระนครศรีอยุธยา	13	พ	า
34	พังงา	4	พ	า
35	พัทลุง	4	พ	ง
36	พิจิตร	4	พ	ร
37	พิษณุโลก	6	พ	ก
38	เพชรบุรี	6	เ	ร
39	เพชรบูรณ์	7	เ	ณ
40	แพร่	4	เ	ร
41	พะเยา	5	พ	า
42	ภูเก็ต	4	ภ	ต
43	มหาสารคาม	9	ม	ม
44	มุกดาหาร	7	ม	ร
45	แม่ฮ่องสอน	9	เ	น
46	ยะลา	4	ย	า
47	ยโสธร	5	ย	ร
48	ร้อยเอ็ด	6	ร	ด
49	ระนอง	5	ร	นอง
50	ระยอง	5	ร	ยอง
51	ราชบุรี	5	ร	ร
52	ลพบุรี	4	ล	ร
53	ลำปาง	5	ล	ง
54	ลำพูน	4	ล	น

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ตารางที่ 3.1 การตัดสินใจตัวอักษรจังหวัด (ต่อ)

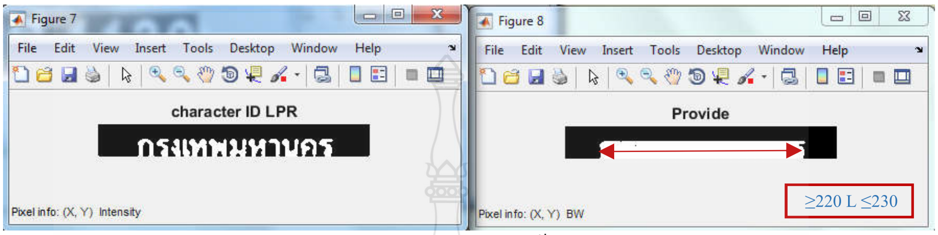
No.	**จังหวัด**	**จำนวน**	**ตัวแรก**	**ตัวสุดท้าย**
55	เลย	3	เ	ย
56	ศรีสะเกษ	7	ศ	ษ
57	สกลนคร	6	ก	ร
58	สงขลา	5	ส	า
59	สตูล	3	ส	ล
60	สมุทรปราการ	10	ส	ร
61	สมุทรสงคราม	10	ส	ม
62	สมุทรสาคร	8	ส	ร
63	สระแก้ว	7	ส	ว
64	สระบุรี	6	สร	ร
65	สิงห์บุรี	5	สง	ร
66	สุโขทัย	5	ส	ย
67	สุพรรณบุรี	7	ส	ร
68	สุราษฎร์ธานี	9	ส	น
69	สุรินทร์	5	ส	ร
70	หนองคาย	7	ห	ย
71	หนองบัวลำภู	9	ห	ภ
72	อ่างทอง	6	อ	ง
73	อุดรธานี	6	อ	น
74	อุทัยธานี	6	อ	น
75	อุตรดิตถ์	6	อ	ถ
76	อุบลราชธานี	8	อ	น
77	อำนาจเจริญ	9	อ	ญ

จากตารางที่ 3.1 แสดงให้เห็นว่า ในแต่ละจังหวัดจะมีจำนวนตัวอักษรของจังหวัด ความยาวของจังหวัด และ อักษรตัวแรกและตัวสุดท้ายของแต่ละจังหวัดแตกต่างกัน สามารถนำมาวิเคราะห์เพื่อใช้พิจารณาและตัดสินใจจังหวัดได้

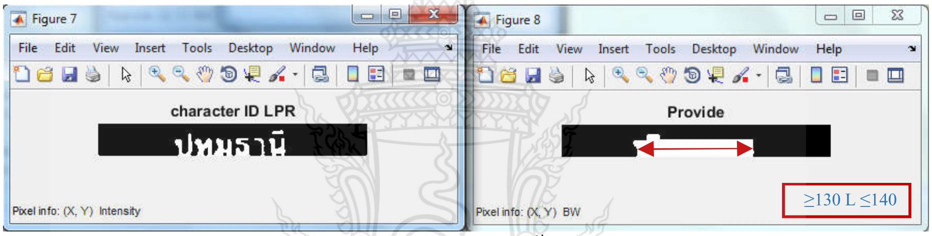
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

3.3.4.1 วัดความยาวตัวอักษรทั้งหมดของตัวจังหวัด

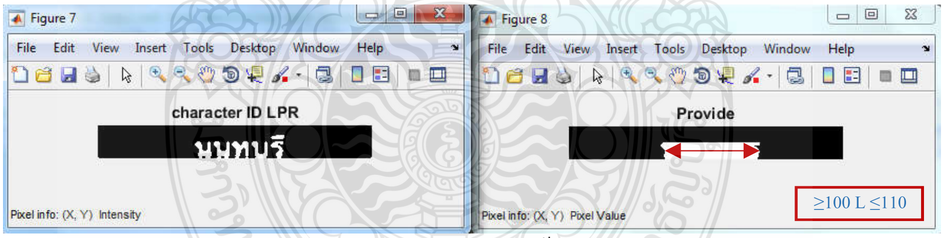
การประมาณผลลัพธ์ของจังหวัดงานวิจัยนี้จะใช้การประมาณโดยใช้หาความยาวของตัวอักษรของจังหวัดด้วยวิธีการวัดแกนความยาว ในขั้นตอนแรกจะทำการขยายตัวอักษรให้ติดกันโดยใช้วิธีการขยายภาพ แล้วทำการวัดความยาวตัวอักษรทั้งหมดของตัวจังหวัด



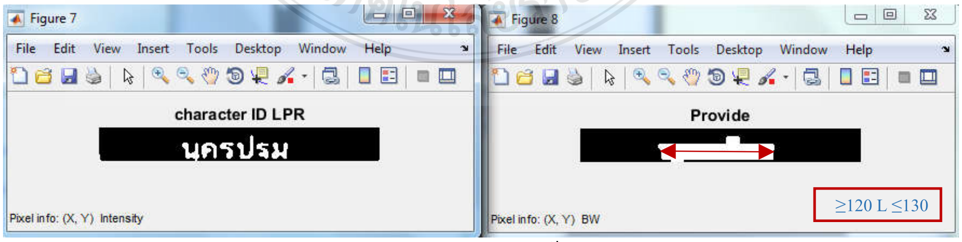
รูปที่ 3.17 ขยายตัวอักษรให้ติดกัน วัดความยาวตัวอักษรทั้งหมดของตัวจังหวัด กรุงเทพมหานคร



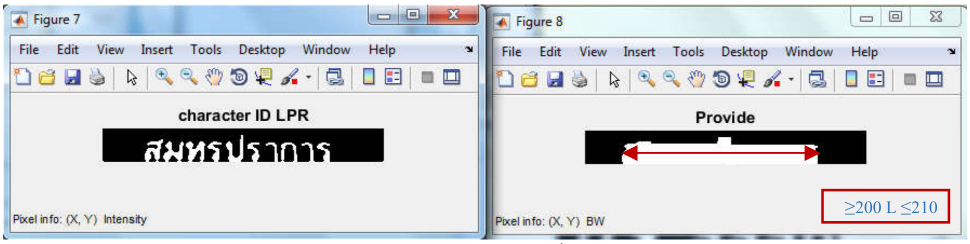
รูปที่ 3.18 ขยายตัวอักษรให้ติดกัน วัดความยาวตัวอักษรทั้งหมดของตัวจังหวัด ปทุมธานี



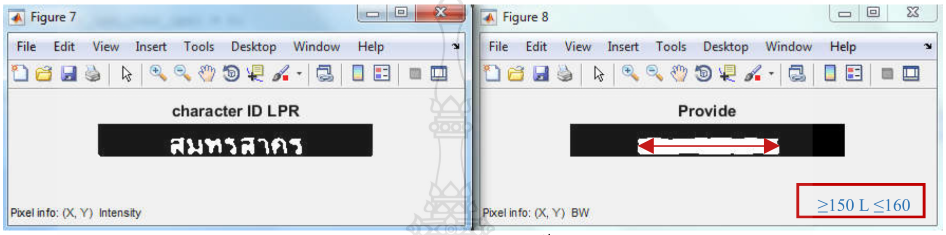
รูปที่ 3.19 ขยายตัวอักษรให้ติดกัน วัดความยาวตัวอักษรทั้งหมดของตัวจังหวัด นนทบุรี



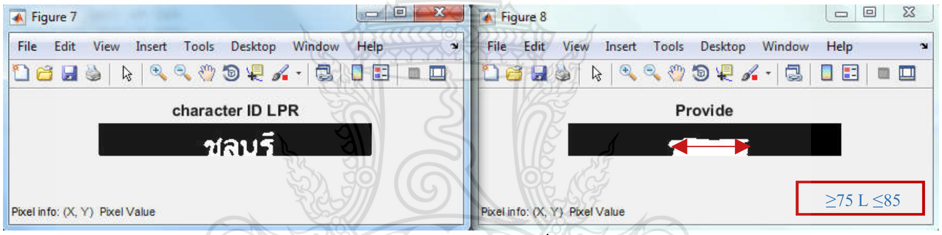
รูปที่ 3.20 ขยายตัวอักษรให้ติดกัน วัดความยาวตัวอักษรทั้งหมดของตัวจังหวัด นครปฐม



รูปที่ 3.21 ขยายตัวอักษรให้ติดกัน วัดความยาวตัวอักษรทั้งหมดของตัวจังหวัด สมุทรปราการ



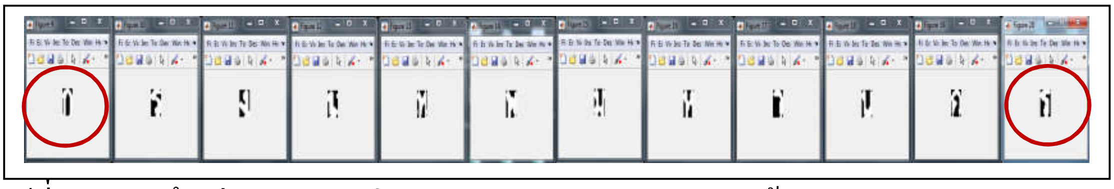
รูปที่ 3.22 ขยายตัวอักษรให้ติดกัน วัดความยาวตัวอักษรทั้งหมดของตัวจังหวัด สมุทรสาคร



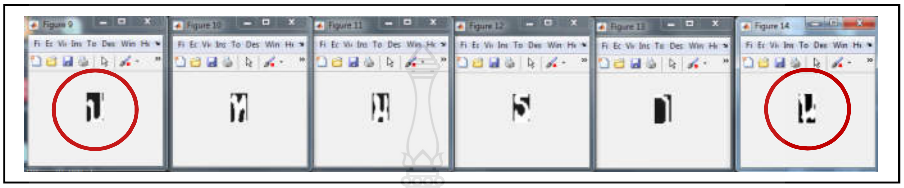
รูปที่ 3.23 ขยายตัวอักษรให้ติดกัน วัดความยาวตัวอักษรทั้งหมดของตัวจังหวัด ชลบุรี

3.3.4.2 รู้จำตัวอักษรตัวแรกและตัวสุดท้ายของจังหวัด

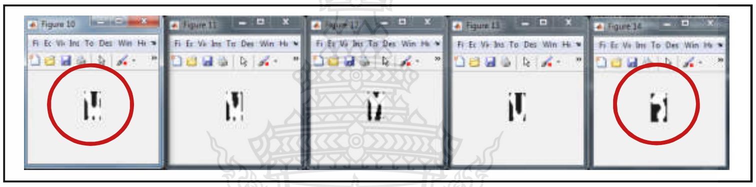
การดึงแต่ละตัวอักษรออกจากภาพ โดยใช้วิธีการกำหนดหมายเลขให้ส่วนที่เชื่อมกัน จะทำเหมือนขั้นตอนการรู้จำเลขทะเบียนรถยนต์ โดยจะวิเคราะห์ส่วนประกอบหรือบริเวณที่มีการเชื่อมติดกันในการแยกบริเวณต่างๆออกจากกัน ผลลัพธ์การดึงตัวเลขและตัวอักษรออกมาทีละตัวแสดงดังรูปที่ 3.7 หลังจากทำการแยกตัวอักษรในบรรทัดแล้ว จะทำการปรับขนาดภาพที่ได้ออกมาแต่ละตัวให้เป็น 24x42 พิกเซล ให้เท่ากับภาพฐานข้อมูล เพื่อเข้าสู่กระบวนการรู้จำในขั้นตอนต่อไป ขั้นตอนการรู้จำชื่อจังหวัด งานวิจัยนี้ จะพิจารณาตัวอักษรตัวแรก และตัวสุดท้ายของจังหวัดนั้นๆ โดยใช้เคเนียเรสเนเบอร์ เพื่อจดจำอักษรแต่ละตัวเหมือนกับขั้นตอนการรู้จำตัวเลขและตัวอักษรของป้ายทะเบียนรถยนต์ โดยใช้ข้อมูลการทดสอบตัวเลขและตัวอักษรแต่ละตัวของแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ จับคู่กับข้อมูลการฝึกสอนของเคเนียเรสเนเบอร์ เพื่อจดจำตัวเลขและตัวอักษร การดึงแต่ละตัวอักษรพิจารณาตัวอักษรตัวแรกและตัวสุดท้าย แสดงดังรูปที่ 3.24 – 3.30



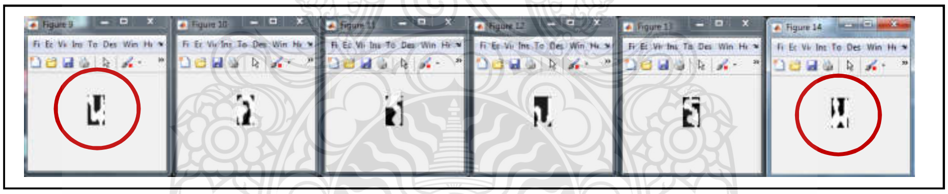
รูปที่ 3.24 การดึงแต่ละตัวอักษร พิจารณาตัวอักษรตัวแรกและตัวสุดท้าย กรุงเทพมหานคร



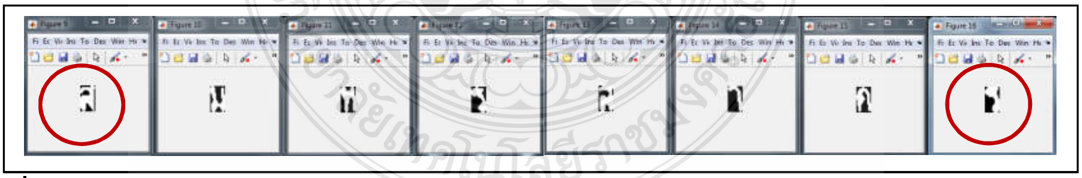
รูปที่ 3.25 การดึงแต่ละตัวอักษร พิจารณาตัวอักษรตัวแรกและตัวสุดท้าย ปทุมธานี



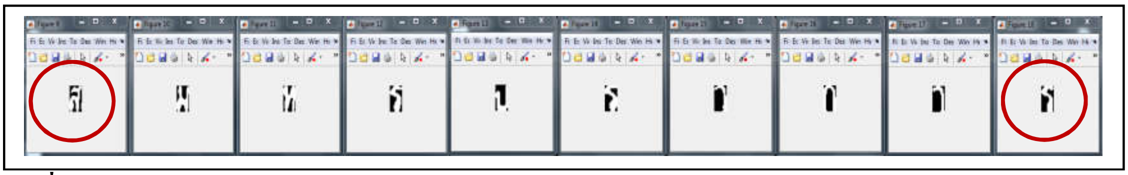
รูปที่ 3.26 การดึงแต่ละตัวอักษร พิจารณาตัวอักษรตัวแรกและตัวสุดท้าย ปทุมธานี



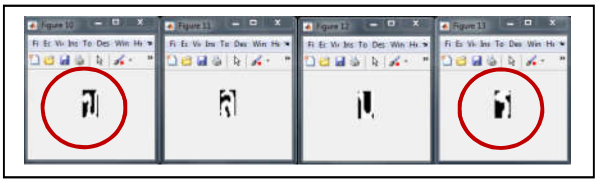
รูปที่ 3.27 การดึงแต่ละตัวอักษร พิจารณาตัวอักษรตัวแรกและตัวสุดท้าย นครปฐม



รูปที่ 3.28 การดึงแต่ละตัวอักษร พิจารณาตัวอักษรตัวแรกและตัวสุดท้าย สมุทรสาคร



รูปที่ 3.29 การดึงแต่ละตัวอักษร พิจารณาตัวอักษรตัวแรกและตัวสุดท้าย สมุทรปราการ



รูปที่ 3.30 การดึงแต่ละตัวอักษร พิจารณาตัวอักษรตัวแรกและตัวสุดท้าย ชลบุรี

ตารางที่ 3.2 การตัดสินใจตัวอักษรจังหวัด (วัดความยาว และรู้จำตัวอักษร)

จังหวัด	ความยาวของตัวอักษร Minor Axis Length	ตัวอักษร ตัวแรก	ตัวอักษร ตัวสุดท้าย
กรุงเทพมหานคร	≥220 L ≤230	ก	ร
ปทุมธานี	≥130 L ≤140	ป	น
นนทบุรี	≥100 L ≤100	น	ร
นครปฐม	≥120 L ≤130	น	ม
สมุทรปราการ	≥200 L ≤210	ส	ร
สมุทรสาคร	≥150 L ≤160	ส	ร
ชลบุรี	≥ 75 L ≤ 85	ช	ร

3.4 กระบวนการจำแนกป้ายทะเบียนรถยนต์

กระบวนการจำแนกป้ายทะเบียนรถยนต์สำหรับงานวิจัยนี้จะทำการจำแนกป้ายทะเบียนรถยนต์ทั้งหมด 3 ประเภท ดังนี้ รถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน ป้ายสีขาวอักษรสีดำ รถยนต์บรรทุกส่วนบุคคล ป้ายสีขาวอักษรสีเขียว และรถยนต์รับจ้างโดยสารไม่เกิน 7 คน ป้ายสีเหลืองอักษรสีดำ แสดงดังรูปที่ 3.31 โดยกระบวนการจะเริ่มจากรับภาพจากกระบวนการตรวจจับแผ่นป้ายทะเบียน จากนั้นจะแปลงค่าสีของภาพจาก RGB เป็น HSV ซึ่งปัญหาค่าสีของ RGB ไม่ได้ให้ข้อมูลที่ถูกต้องเกี่ยวกับสีแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ และค่าสีของ HSV มีความละเอียดกว่าค่าสี RGB [24][25] จึงทำให้การแบ่งส่วนทำได้ง่ายขึ้น ในการปริภูมิสี HSV (Hue, Saturation, Value) จะใช้หลักการแยกความสว่างออกจากเนื้อสีของจุดภาพ ซึ่งประกอบด้วย H แทนค่าเนื้อสี (Hue), S แทนค่าความอิ่มตัวของสี Saturation และ V แทนค่าความสว่างของแสง (Value) จากนั้นทำการแยกส่วนประกอบของสีเป็นสามส่วนประกอบคือ H, S, V และกำหนดช่วงให้ทั้งสามส่วนประกอบของสี โดยทดสอบกับภาพตัวอย่างเพื่อกำหนดค่าช่วงสีที่จะใช้ในการตัดสินใจสีพื้นหลังและสีตัวอักษรบนแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์

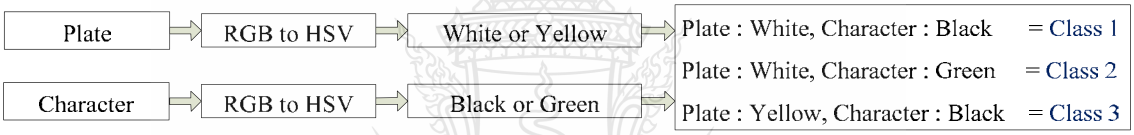
ป้ายสีขาวอักษรสีดำ รถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน

ป้ายสีขาวอักษรสีเขียว รถยนต์บรรทุกส่วนบุคคล

ป้ายสีเหลืองอักษรสีดำ รถยนต์รับจ้างโดยสารไม่เกิน 7 คน

รูปที่ 3.31 ประเภทป้ายทะเบียนรถยนต์ที่ใช้ในงานวิจัย

สำหรับกระบวนการจำแนกป้ายทะเบียนในงานวิจัยนี้ จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนที่หนึ่งวิเคราะห์พื้นหลังของป้ายทะเบียน ส่วนที่สองวิเคราะห์สีตัวอักษรของป้ายทะเบียน แสดงดังรูปที่ 3.32 โดย คลาสที่หนึ่ง คือรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน ป้ายสีขาวอักษรดำ คลาสที่สอง คือ รถยนต์บรรทุกส่วนบุคคล ป้ายสีขาวอักษรสีเขียว และคลาสที่สาม คือรถยนต์รับจ้างโดยสารไม่เกิน 7 คน ป้ายสีเหลืองอักษรสีดำ



รูปที่ 3.32 การวิเคราะห์สีพื้นหลังและสีตัวอักษรบนป้ายทะเบียน

3.4.1 กระบวนการจำแนกสีพื้นหลังบนป้ายทะเบียนรถยนต์

กระบวนการจำแนกสีพื้นหลังบนป้ายทะเบียนรถยนต์ งานวิจัยนี้จะจำแนกรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน รถยนต์บรรทุกส่วนบุคคล พื้นหลังป้ายทะเบียนจะเป็นสีขาว และรถยนต์รับจ้างโดยสารไม่เกิน 7 คน พื้นหลังป้ายทะเบียนจะเป็นสีเหลือง

ทำการแปลงภาพสี RGB เป็น HSV จากนั้นทำการแยกส่วนประกอบของสีเป็นสามส่วนประกอบคือ H, S, V และกำหนดช่วงให้ทั้งสามส่วนประกอบของสี โดยทดสอบกับภาพตัวอย่างเพื่อกำหนดค่าช่วงสีที่จะใช้ในการตัดสินใจสีพื้นหลังบนป้ายทะเบียน

รูปที่ 3.33 การแยกส่วนประกอบของสีเป็นสามส่วนประกอบคือ H, S, V

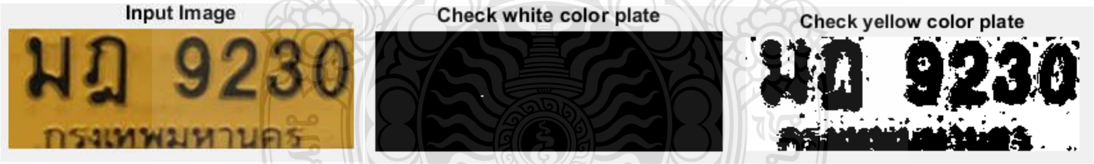
การกำหนดค่าช่วงสีขาว หาได้จากค่าเฉลี่ยของ Pixel info (X,Y) ในส่วนของสีที่เป็นพื้นหลัง ค่าเฉลี่ยจะอยู่ที่ H, S, V = [0.12 0.35 0.81] แสดงดังรูปที่ 3.33 สำหรับการกำหนดค่าช่วงสีขาวของในวิจัยนี้จะใช้ช่วงของค่าสี ดังนี้ H $\geq 0.10 \leq 0.60$, S $\geq 0.01 \leq 0.40$, V $\geq 0.45 \leq 0.92$

การกำหนดค่าช่วงสีเหลือง หาได้จากค่าเฉลี่ยของ Pixel info (X,Y) ในส่วนของสีที่เป็นพื้นหลัง ค่าเฉลี่ยจะอยู่ที่ H, S, V = [0.11 0.80 0.75] แสดงดังรูปที่ 3.33 สำหรับการกำหนดค่าช่วงสีเหลืองในงานวิจัยนี้จะใช้ช่วงของค่าสี ดังนี้ H $\geq 0.09 \leq 0.13$, S $\geq 0.75 \leq 1.00$, V $\geq 0.56 \leq 0.92$

ถ้าภาพอินพุตเป็นภาพป้ายทะเบียนสีขาว ดังนั้นค่าสีที่อยู่ในช่วงสีขาว ค่าที่ออกมาจะเป็น 1 ส่วนที่เหลือนอกจากนั้นจะเป็น 0

รูปที่ 3.34 การจับสีขาวในป้ายทะเบียนสีขาว

ถ้าภาพอินพุตเป็นภาพป้ายทะเบียนสีเหลือง ดังนั้นค่าสีที่อยู่ในช่วงสีเหลือง ค่าที่ออกมาจะเป็น 1 ส่วนที่เหลือนอกจากนั้นจะเป็น 0



รูปที่ 3.35 การจับสีเหลืองในป้ายทะเบียนสีเหลือง

ดังนั้น จากภาพที่ 3.34 และภาพที่ 3.35 ถ้ากรณีต้องการตรวจจับป้ายทะเบียนสีขาว จะเห็นว่ามีเพียงป้ายทะเบียนสีขาวเท่านั้นที่จะได้พบสีขาวของป้ายทะเบียน สำหรับทะเบียนสีอื่นจะไม่พบสีขาว หลังจากนั้นจะนับพิกเซลที่เป็นสีขาว ซึ่งป้ายทะเบียนสีขาวจะนับพิกเซลได้มากกว่า 1000 พิกเซล ส่วนสีอื่นจะได้สีขาวไม่ถึง 100 พิกเซล

3.4.2 กระบวนการจำแนกสีตัวอักษรบนป้ายทะเบียนรถยนต์

กระบวนการจำแนกป้ายทะเบียนรถยนต์สำหรับงานวิจัยนี้ จะทำการจำแนกป้ายทะเบียนรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน รถยนต์รับจ้างโดยสารไม่เกิน 7 คน ซึ่งสีของตัวอักษรบน

แผ่นป้ายทะเบียนจะเป็นสีดำ และรถยนต์บรรทุกส่วนบุคคล สีของตัวอักษรบนแผ่นป้ายทะเบียนจะเป็นสีเขียว

ทำการแปลงค่าสีของภาพจาก RGB เป็น HSV เหมือนขั้นตอนการจำแนกสีพื้นหลังบนป้ายทะเบียนรถยนต์ แล้วนับพิกเซลส่วนที่เป็นสีเขียว ค่าสีที่อยู่ในช่วงสีเขียว ค่าจะออกมาเป็น 1 ส่วนที่เหลือนอกจากนั้นจะเป็น 0

การกำหนดค่าช่วงสีเขียว หาได้จากค่าเฉลี่ยของ Pixel info (X,Y) ในส่วนของสีที่เป็นตัวอักษร ค่าเฉลี่ยจะอยู่ที่ H,S,V = [0.42 0.43 0.31] แสดงดังรูปที่ 3.36 สำหรับการกำหนดค่าช่วงสีเขียวในงานวิจัยนี้จะใช้ช่วงของค่าสี ดังนี้ $H \geq 0.34 \leq 0.46$, $S \geq 0.25 \leq 0.45$, $V \geq 0.25 \leq 0.50$

รูปที่ 3.36 การแยกส่วนประกอบของสีเป็นสามส่วนประกอบคือ H, S, V

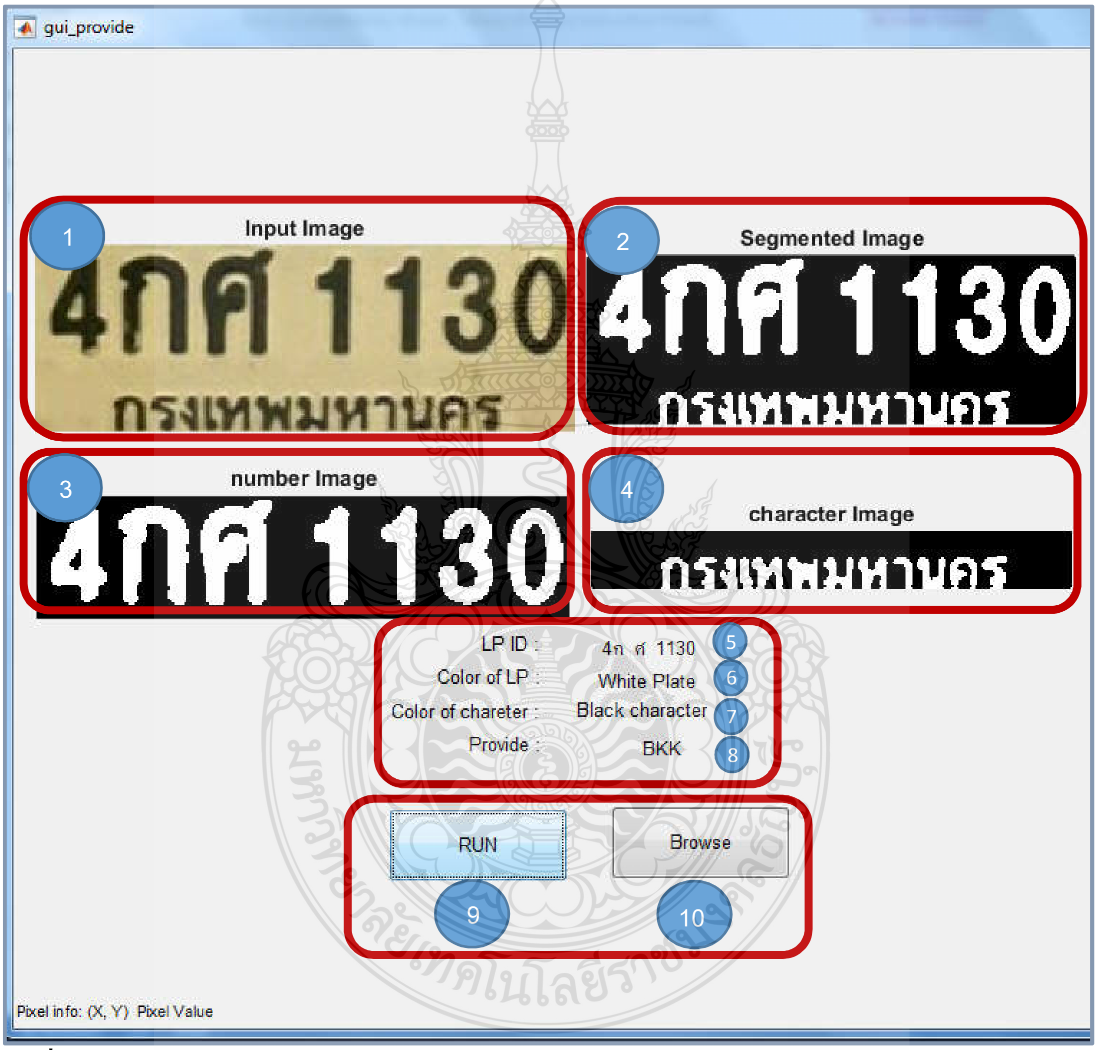
รูปที่ 3.37 การจับตัวอักษรสีเขียวในป้ายทะเบียนรถที่มีตัวอักษรสีเขียว

รูปที่ 3.38 การจับตัวอักษรสีเขียวในป้ายทะเบียนรถที่ไม่มีตัวอักษรสีเขียว

ดังนั้น จากรูปที่ 3.37 และรูปที่ 3.38 ถ้ากรณีต้องการตรวจจับป้ายทะเบียนตัวอักษรสีเขียว จะเห็นว่ามีเพียงป้ายทะเบียนตัวอักษรสีเขียวเท่านั้นที่จะได้พบสีเขียว ส่วนป้ายทะเบียนที่มีตัวอักษรสีอื่นจะไม่พบสีเขียว

3.5 การออกแบบระบบ

การออกแบบระบบการจำแนกประเภทและรู้จำป้ายทะเบียน ซึ่งได้รวมเอาส่วนของการตรวจหาตำแหน่งตัวอักษรบนป้ายทะเบียนรถยนต์ การแยกส่วนระหว่างเลขทะเบียนรถกับตัวอักษรจังหวัดออกจากกัน ผลของการรู้จำป้ายทะเบียน และผลของการจำแนกป้ายทะเบียนรถยนต์ในประเทศไทย ผลลัพธ์การออกแบบระบบแสดงดังภาพที่ 3.39



รูปที่ 3.39 แสดงการออกแบบระบบ

หมายเลข1 เป็นส่วนแสดงภาพ Input Image

หมายเลข2 เป็นส่วนแสดงภาพ การกรองค่ามัธยฐาน และ การทำค่าขีดแบ่ง

หมายเลข3 เป็นส่วนแสดงภาพเลขทะเบียนของป้ายทะเบียนรถยนต์

หมายเลข4 เป็นส่วนแสดงภาพจังหวัดของป้ายทะเบียนรถยนต์
หมายเลข5 เป็นส่วนแสดงผลการรู้จำเลขทะเบียนของป้ายทะเบียนรถยนต์
หมายเลข6 เป็นส่วนแสดงผลการจำแนกสีพื้นหลังของป้ายทะเบียนรถยนต์
หมายเลข7 เป็นส่วนแสดงผลการจำแนกสีตัวอักษรของป้ายทะเบียนรถยนต์
หมายเลข8 เป็นส่วนแสดงผลการรู้จำเลขจังหวัดของป้ายทะเบียนรถยนต์
หมายเลข9,10 เป็นชุดคำสั่งรับภาพและคำสั่งรันโปรแกรม

3.6 สรุป

ในบทนี้แสดงวิธีการออกแบบระบบสำหรับการจำแนกประเภทและรู้จำป้ายทะเบียนรถยนต์ในประเทศไทยโดยใช้เทคนิคเคเนียเรสเนเบอร์ กระบวนการทำงานประกอบด้วยสามกระบวนการหลัก คือ กระบวนการแรก การตรวจหาตำแหน่งตัวอักษรบนป้ายทะเบียนรถยนต์ โดยใช้การแบ่งส่วนของตัวอักษรด้วยวิธีการกำหนดค่าขีดแบ่ง กระบวนการที่สอง การรู้จำตัวอักษรบนป้ายทะเบียนรถยนต์ โดยใช้ตัวกรองค่ามัธยฐาน ใช้การกำหนดค่าขีดแบ่งในการแยกส่วนตัวอักษร ใช้เทคนิคการกำหนดหมายเลขให้ส่วนที่เชื่อมกัน และใช้เคเนียเรสเนเบอร์ทำการรู้จำตัวอักษร กระบวนการที่สาม การจำแนกป้ายทะเบียนรถยนต์ในประเทศไทยโดยการใช้สีของตัวอักษรและพื้นหลังของป้ายทะเบียนสำหรับแบ่งประเภทของรถยนต์ ด้วยวิธีการตรวจจับสีในโครงสร้างของสีแบบ HSV จากนั้นทำการทดลอง แก้ไข ปรับปรุงวิธีการเพื่อให้อัลกอริทึมสามารถใช้งานได้จริงกับระบบ ขั้นตอนต่อไปจะทำการทดสอบระบบเพื่อวัดประสิทธิภาพของอัลกอริทึม นำเสนอผลการทดสอบระบบในบทที่ 4 ต่อไป

บทที่ 4
ผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ทำการทดลองเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของระบบในการการตรวจหาตำแหน่งตัวอักษรบนป้ายทะเบียนรถยนต์ การรู้จำตัวเลข ตัวอักษรของป้ายทะเบียนรถยนต์ และการจำแนกประเภทป้ายทะเบียนรถยนต์ รายละเอียดของการทดลอง ทั้งในเรื่องของข้อมูลภาพในการทดสอบ การทดสอบระบบ ผลที่ได้จากการทดสอบ และสรุปผลการทดสอบ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 ข้อมูลภาพในการทดสอบ

ข้อมูลภาพที่ใช้ในการทดสอบ การตรวจสอบป้ายทะเบียนรถยนต์สำหรับประเทศไทยจะใช้ภาพถ่ายจากมุมตรง มีความชัดเจน อยู่ในเงื่อนไขที่ไม่ถูกสภาพแวดล้อมบดบัง ควบคุมระยะห่างของการถ่ายภาพ และควบคุมเรื่องแสงของการถ่ายภาพ ภาพที่ใช้ในการทดสอบแสดงดังตารางที่ 4.2 ตารางที่ 4.3 และตารางที่ 4.4

งานวิจัยนี้พัฒนาบนระบบปฏิบัติการ Windows 7 ประมวลผลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) Intel® Core (TM) i5-4210 CPU ความเร็วในการประมวลผล 1.7 GHz, up to 2.40 GHz หน่วยความจำ (RAM) 8 GB. และฮาร์ดดิสก์(Hard Disk) ความจุ 1,000 GB.

เทคนิคที่นำเสนอ นำไปทำการทดสอบกับภาพทั้งหมด 160 ภาพ โดยแบ่งภาพออกเป็น 3 ประเภท ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ประเภทรถยนต์และจำนวนที่ใช้ทำการทดสอบ

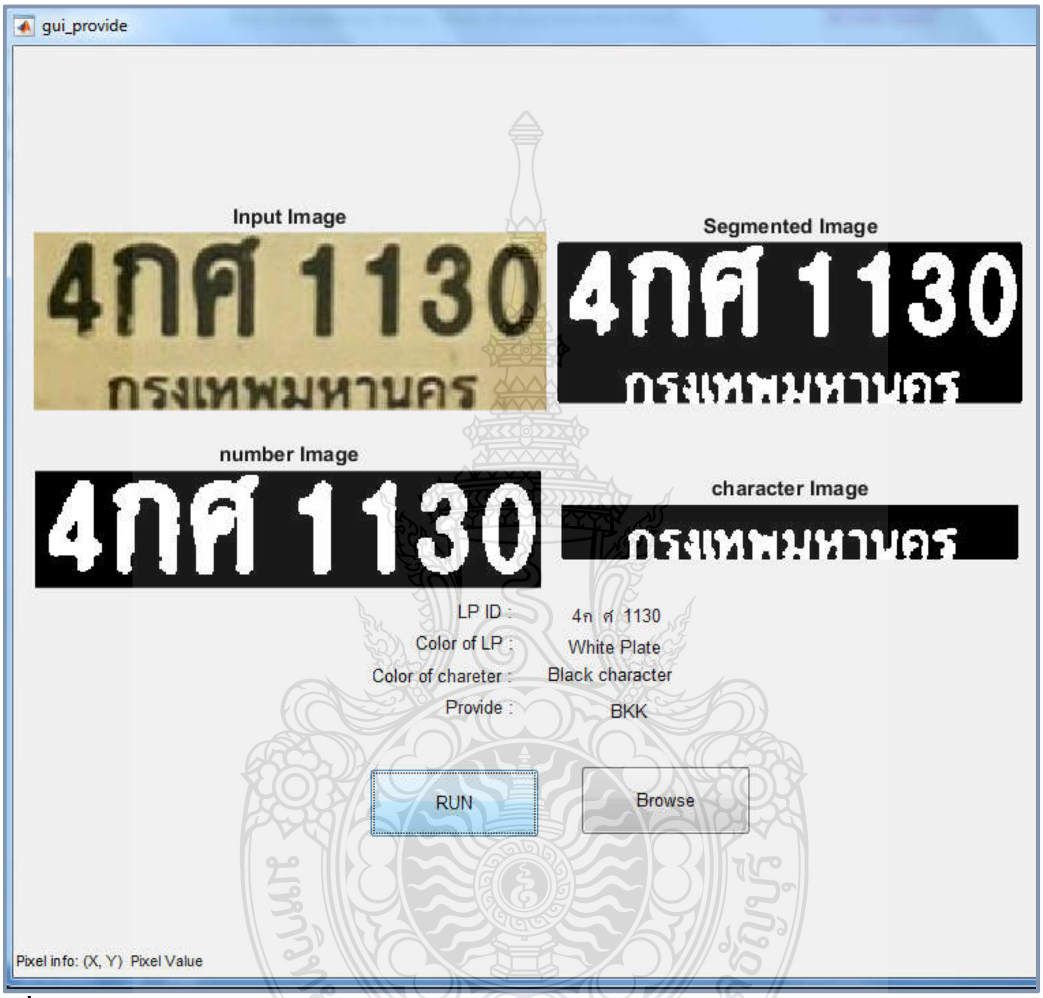
No.	ประเภทรถยนต์	สีพื้นหลัง	สีตัวอักษร	จำนวนภาพ
1	รถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน	ขาว	ดำ	80
2	รถยนต์บรรทุกส่วนบุคคล	ขาว	เขียว	50
3	รถยนต์รับจ้างโดยสารไม่เกิน 7 คน	เหลือง	ดำ	30

ในการทดสอบระบบ ผลลัพธ์การออกแบบระบบแสดงดังภาพที่ 4.1 การทดสอบของระบบแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

4.1.1 กระบวนการตรวจหาตำแหน่งตัวอักษรบนป้ายทะเบียนรถยนต์

4.1.2 กระบวนการรู้จำตัวอักษรบนป้ายทะเบียนรถยนต์

4.1.3 กระบวนการจำแนกป้ายทะเบียนรถยนต์

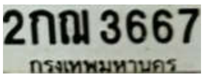
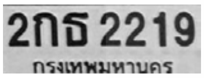
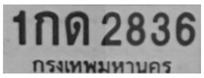
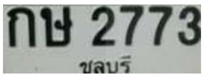
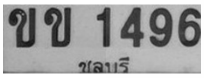


รูปที่ 4.1 การออกแบบระบบและการทดสอบ

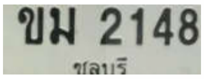
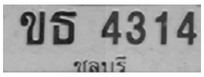
4.2 การทดสอบและผลการทดสอบระบบกับรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน

การทดลองนำภาพถ่ายดิจิตอลจำนวน 80 ภาพ ที่เป็นภาพถ่ายประเภทรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน เพื่อใช้ในการทดลองจำแนกประเภทและรู้จำรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน ผลการทดสอบระบบกับป้ายทะเบียนรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน แสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบระบบกับป้ายทะเบียนรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน

No	ป้ายทะเบียน	ผลการตรวจจับตัวเลขและตัวอักษร	ผลการรู้จำและจำแนกประเภท	ความถูกต้องการรู้จำ	ความถูกต้องประเภท	หมายเหตุ
1			2กณ 3667 กรุงเทพมหานคร สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
2			2กธ 2219 กรุงเทพมหานคร สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
3			1กด 2836 กรุงเทพมหานคร สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
4			4กศ 1130 กรุงเทพมหานคร สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
5			กษ 2773 ชลบุรี สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
6			ขล 3248 ชลบุรี สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
7			ขฉ 6030 ชลบุรี สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
8			ขข 1496 ชลบุรี สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
9			กธ 7376 ชลบุรี สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบระบบกับป้ายทะเบียนรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน (ต่อ)

No	ป้ายทะเบียน	ผลการตรวจจับตัวเลขและตัวอักษร	ผลการรู้จำและจำแนกประเภท	ความถูกต้องการรู้จำ	ความถูกต้องประเภท	หมายเหตุ
10			1กก 1382 กรุงเทพมหานคร สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
11			ขม 2148 ชลบุรี สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
12			ณศ 7039 กรุงเทพมหานคร สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
13			ขท 7383 ชลบุรี สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
14			5กข 3547 กรุงเทพมหานคร สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
15			ขธ 4314 ชลบุรี สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
16			ขพ 6585 ชลบุรี สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
17			1กก 1382 กรุงเทพมหานคร สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
18			_ว 407 _____ สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	×	✓	มีคราบสกปรก มีความสว่างของภาพมากเกินกว่าค่าที่กำหนด มีขอบป้ายทับอักษรจังหวัด

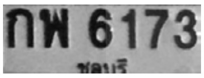
ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบระบบกับป้ายทะเบียนรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน (ต่อ)

No	ป้ายทะเบียน	ผลการตรวจจับตัวเลขและตัวอักษร	ผลการรู้จำและจำแนกประเภท	ความถูกต้องการรู้จำ	ความถูกต้องประเภท	หมายเหตุ
19			2กธ 6258 กรุงเทพมหานคร สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
20			3กล 2688 กรุงเทพมหานคร สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
21			ขข 1496 ชลบุรี สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
22			1กว 4218 กรุงเทพมหานคร สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
23			ขข 2515 ชลบุรี สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
24			กว 1865 ชลบุรี สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
25			ขษ 3653 ชลบุรี สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
26			1กด 3577 กรุงเทพมหานคร สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
27			ขพ 7857 ชลบุรี สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	

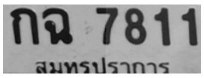
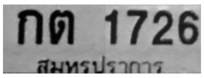
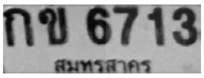
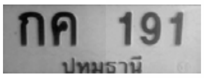
ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบระบบกับป้ายทะเบียนรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน (ต่อ)

No	**ป้ายทะเบียน**	**ผลการตรวจจับตัวเลขและตัวอักษร**	**ผลการรู้จำและจำแนกประเภท**	**ความถูกต้องการรู้จำ**	**ความถูกต้องประเภท**	**หมายเหตุ**
28			1กว 1007 กรุงเทพมหานคร สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
29			______ ______ สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	×	✓	ป้ายทะเบียนเบลอ และมีความสว่างของภาพน้อยกว่าค่าที่กำหนด
30			กธ 9676 ชลบุรี สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
31			ขก 6930 ชลบุรี สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
32			_ก 51_5 ชลบุรี สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	×	✓	ป้ายทะเบียนมีน็อตยึดทับที่ตัวเลขและตัวอักษร
33			3กผ 3055 กรุงเทพมหานคร สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
34			2กธ 8964 กรุงเทพมหานคร สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
35			ขฉ 8087 ชลบุรี สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
36			ศศ 2483 กรุงเทพมหานคร สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	

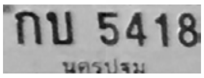
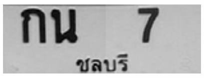
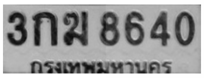
ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบระบบกับป้ายทะเบียนรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน (ต่อ)

No	ป้ายทะเบียน	ผลการตรวจจับตัวเลขและตัวอักษร	ผลการรู้จำและจำแนกประเภท	ความถูกต้องการรู้จำ	ความถูกต้องประเภท	หมายเหตุ
37			ขฉ 5203 ชลบุรี สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
38			ขท 7866 ชลบุรี สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
39			กพ 6173 ชลบุรี สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
40			1กว 4218 กรุงเทพมหานคร สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
41			กต 4140 ปทุมธานี สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
42			กธ 88 นนทบุรี สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
43			กข 999 นนทบุรี สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
44			__ 107 นนทบุรี สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	×	✓	ป้ายทะเบียนมีตัวอักษรบางส่วนหลุดลอก
45			กท 8887 นครปฐม สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	

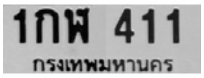
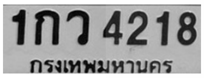
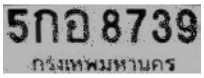
ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบระบบกับป้ายทะเบียนรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน (ต่อ)

No	ป้ายทะเบียน	ผลการตรวจจับตัวเลขและตัวอักษร	ผลการรู้จำและจำแนกประเภท	ความถูกต้องการรู้จำ	ความถูกต้องประเภท	หมายเหตุ
46			กง 7 นครปฐม สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
47			กพ 6039 นครปฐม สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
48			กจ 9998 สมุทรปราการ สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
49			กฉ 7811 สมุทรปราการ สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
50			กต 1726 สมุทรปราการ สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
51			กข 6713 สมุทรสาคร สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
52			กค 191 ปทุมธานี สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
53			กบ 8832 นนทบุรี สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
54			กง 69 นนทบุรี สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	

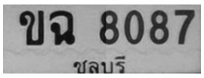
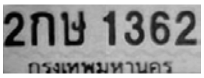
ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบระบบกับป้ายทะเบียนรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน (ต่อ)

No	ป้ายทะเบียน	ผลการตรวจจับตัวเลขและตัวอักษร	ผลการรู้จำและจำแนกประเภท	ความถูกต้องการรู้จำ	ความถูกต้องประเภท	หมายเหตุ
55			กน 9596 นนทบุรี สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
56			กร 7555 นนทบุรี สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
57			______ ______ สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	×	✓	ป้ายทะเบียนเบลอ มีคราบสกปรก
58			2กว 2761 กรุงเทพมหานคร สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
59			งข 2827 ชลบุรี สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
60			ขต 6775 ชลบุรี สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
61			กน 7 ชลบุรี สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
62			3กฆ 8640 กรุงเทพมหานคร สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
63			2กต 9866 กรุงเทพมหานคร สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบระบบกับป้ายทะเบียนรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน (ต่อ)

No	ป้ายทะเบียน	ผลการตรวจจับตัวเลขและตัวอักษร	ผลการรู้จำและจำแนกประเภท	ความถูกต้องการรู้จำ	ความถูกต้องประเภท	หมายเหตุ
64			5กณ 8935 กรุงเทพมหานคร สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
65			1กพ 411 กรุงเทพมหานคร สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
66			1กญ 6385 กรุงเทพมหานคร สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
67			ขษ 5519 ชลบุรี สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
68			ฎบ 3858 กรุงเทพมหานคร สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
69			2กร 2289 กรุงเทพมหานคร สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
70			กพ 2221 ชลบุรี สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
71			1กว 4218 กรุงเทพมหานคร สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
72			5กอ 8739 กรุงเทพมหานคร สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบระบบกับป้ายทะเบียนรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน (ต่อ)

No	**ป้ายทะเบียน**	**ผลการตรวจจับตัวเลขและตัวอักษร**	**ผลการรู้จำและจำแนกประเภท**	**ความถูกต้องการรู้จำ**	**ความถูกต้องประเภท**	**หมายเหตุ**
73			3กข 4510 กรุงเทพมหานคร สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
74			ขล 6511 ชลบุรี สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
75			4กฌ 2681 กรุงเทพมหานคร สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
76			5กธ 5580 กรุงเทพมหานคร สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
77			5กศ 8860 กรุงเทพมหานคร สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
78			ขง 4762 ชลบุรี สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
79			ขฉ 8087 ชลบุรี สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
80			2กษ 1362 กรุงเทพมหานคร สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	

จากการทดสอบโปรแกรมกับป้ายทะเบียนรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน จำนวน 80 ภาพจากตารางที่ 4.2 พบว่ามีค่าความถูกต้องของแต่ละกระบวนการ ดังนี้

4.2.1 การรู้จำตัวเลขและตัวอักษรบนป้ายทะเบียน มีความถูกต้อง 93.75%

4.2.2 การจำแนกสีพื้นหลังและสีตัวอักษรบนป้ายทะเบียน มีความถูกต้อง 100%

4.3 การทดสอบและผลการทดสอบระบบกับรถยนต์บรรทุกส่วนบุคคล

การทดลองนำภาพถ่ายดิจิตอลจำนวน 50 ภาพ เพื่อใช้ในการทดลองจำแนกประเภทและรู้จำรถยนต์บรรทุกส่วนบุคคล ผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบระบบกับป้ายทะเบียนรถยนต์บรรทุกส่วนบุคคล

No	ป้ายทะเบียน	ผลการตรวจจับตัวเลขและตัวอักษร	ผลการรู้จำและจำแนกประเภท	ความถูกต้องการรู้จำ	ความถูกต้องประเภท	หมายเหตุ
1			ฒณ 5898 กรุงเทพมหานคร สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : เขียว	✓	✓	
2			ฒฎ 3909 กรุงเทพมหานคร สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : เขียว	✓	✓	
3			1ฒษ 4576 กรุงเทพมหานคร สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : เขียว	✓	✓	
4			1ฒม 8560 กรุงเทพมหานคร สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : เขียว	✓	✓	
5			2ฒค 6490 กรุงเทพมหานคร สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : เขียว	✓	✓	
6			ผจ 5560 ชลบุรี สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : เขียว	✓	✓	
7			ผว 9245 ชลบุรี สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	✓	✕	สีตัวอักษรค่าที่อ่านได้ใกล้เคียงสีดำ สภาพสีป้ายทะเบียนผิดเพี้ยนและค่าของแสงน้อย
8			ผล 2259 ชลบุรี สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : เขียว	✓	✓	

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบระบบกับป้ายทะเบียนรถยนต์บรรทุกส่วนบุคคล (ต่อ)

No	ป้ายทะเบียน	ผลการตรวจจับตัวเลขและตัวอักษร	ผลการรู้จำและจำแนกประเภท	ความถูกต้องการรู้จำ	ความถูกต้องประเภท	หมายเหตุ
9			ผพ 5727 ชลบุรี สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : เขียว	✓	✓	
10			1ฒผ 6317 กรุงเทพมหานคร สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : เขียว	✓	✓	
11			ผร 7333 ชลบุรี สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : เขียว	✓	✓	
12			ฒย 2950 กรุงเทพมหานคร สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : เขียว	✓	✓	
13			ผย 6599 ชลบุรี สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : เขียว	✓	✓	
14			ผผ 8230 ชลบุรี สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : เขียว	✓	✓	
15			1ฒม 8560 กรุงเทพมหานคร สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : เขียว	✓	✓	
16			ผฉ 1377 ชลบุรี สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : เขียว	✓	✓	
17			ผม 4439 ชลบุรี สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : เขียว	✓	✓	

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบระบบกับป้ายทะเบียนรถยนต์บรรทุกส่วนบุคคล (ต่อ)

No	ป้ายทะเบียน	ผลการตรวจจับตัวเลขและตัวอักษร	ผลการรู้จำและจำแนกประเภท	ความถูกต้องการรู้จำ	ความถูกต้องประเภท	หมายเหตุ
18			ผษ 8642 ชลบุรี สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : เขียว	✓	✓	
19			ผก 9370 ชลบุรี สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : เขียว	✓	✓	
20			1ฒฮ 3410 กรุงเทพมหานคร สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : เขียว	✓	✓	
21			ผล 5709 ชลบุรี สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : เขียว	✓	✓	
22			ผว 9239 ชลบุรี สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : เขียว	✓	✓	
23			ผข 4293 ชลบุรี สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : เขียว	✓	✓	
24			ผย 8559 ชลบุรี สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : เขียว	✓	✓	
25			1_ฮ 22_2 กรุงเทพมหานคร สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : เขียว	×	✓	ป้ายทะเบียนมีน็อตยึดทับที่ตัวเลขและตัวอักษร
26			ผฉ 6545 ชลบุรี สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : เขียว	✓	✓	

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบระบบกับป้ายทะเบียนรถยนต์บรรทุกส่วนบุคคล (ต่อ)

No	ป้ายทะเบียน	ผลการตรวจจับตัวเลขและตัวอักษร	ผลการรู้จำและจำแนกประเภท	ความถูกต้องการรู้จำ	ความถูกต้องประเภท	หมายเหตุ
27			ผม 851 ชลบุรี สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : เขียว	✓	✓	
28			ผย 3368 ชลบุรี สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : เขียว	✓	✓	
29			ผษ 8062 ชลบุรี สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : เขียว	✓	✓	
30			ผว 28 ชลบุรี สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : เขียว	✓	✓	
31			ฌล 8989 กรุงเทพมหานคร สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : เขียว	✓	✓	
32			ผค 4509 ชลบุรี สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : เขียว	✓	✓	
33			ฒพ 3422 กรุงเทพมหานคร สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : เขียว	✓	✓	
34			2ฒก 932 กรุงเทพมหานคร สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : เขียว	✓	✓	
35			2ฒข 4634 กรุงเทพมหานคร สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : เขียว	✓	✓	

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบระบบกับป้ายทะเบียนรถยนต์บรรทุกส่วนบุคคล (ต่อ)

No	ป้ายทะเบียน	ผลการตรวจจับตัวเลขและตัวอักษร	ผลการรู้จำและจำแนกประเภท	ความถูกต้องการรู้จำ	ความถูกต้องประเภท	หมายเหตุ
36			ผม 4602 ชลบุรี สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : เขียว	✓	✓	
37			ผม 4439 ชลบุรี สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : เขียว	✓	✓	
38			ฒค 3635 กรุงเทพมหานคร สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : เขียว	✓	✓	
39			ผย 8080 ชลบุรี สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : เขียว	✓	✓	
40			ผย 3368 ชลบุรี สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : เขียว	✓	✓	
41			__13__ ชลบุรี สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : เขียว	✕	✓	ป้ายทะเบียนมีน็อตยึดทับที่ตัวเลขและตัวอักษร
42			ผน 7171 ชลบุรี สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : เขียว	✓	✓	
43			ผก 2735 นครปฐม สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : เขียว	✓	✓	
44			1ฒฮ 3410 กรุงเทพมหานคร สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : เขียว	✓	✓	

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบระบบกับป้ายทะเบียนรถยนต์บรรทุกส่วนบุคคล (ต่อ)

No	ป้ายทะเบียน	ผลการตรวจจับตัวเลขและตัวอักษร	ผลการรู้จำและจำแนกประเภท	ความถูกต้องการรู้จำ	ความถูกต้องประเภท	หมายเหตุ
45			ผต __9_ ชลบุรี สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : ดำ	×	×	ป้ายทะเบียนมีตัวอักษรบางส่วนหลุดลอก สีตัวอักษรค่าที่อ่านได้ใกล้เคียงสีดำ
46			ผล 5709 ชลบุรี สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : เขียว	✓	✓	
47			ฒท 4548 กรุงเทพมหานคร สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : เขียว	✓	✓	
48			ตฮ 2027 กรุงเทพมหานคร สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : เขียว	✓	✓	
49			ผท 1661 ชลบุรี สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : เขียว	✓	✓	
50			1ฒห 2780 กรุงเทพมหานคร สีพื้นหลัง : ขาว สีตัวอักษร : เขียว	✓	✓	

จากการทดสอบโปรแกรมกับป้ายทะเบียนรถยนต์บรรทุกส่วนบุคคล จำนวน 50 ภาพ จากตารางที่ 4.3 พบว่ามีค่าความถูกต้องของแต่ละกระบวนการ ดังนี้

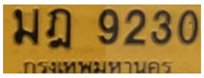
4.3.1 การรู้จำตัวเลขและตัวอักษรบนป้ายทะเบียน มีความถูกต้อง 94.00%

4.3.2 การจำแนกสีพื้นหลังและสีตัวอักษรบนป้ายทะเบียน มีความถูกต้อง 96.00%

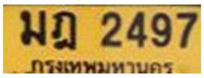
4.4 การทดสอบและผลการทดสอบระบบกับรถยนต์รับจ้างโดยสารไม่เกิน 7 คน

การทดลองนำภาพถ่ายดิจิตอลจำนวน 30 ภาพ เพื่อใช้ในการทดลองจำแนกประเภทและรู้จำรถยนต์รับจ้างโดยสารไม่เกิน 7 คน ผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 4.4

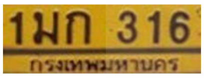
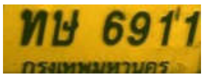
ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบระบบกับป้ายทะเบียนรถยนต์รับจ้างโดยสารไม่เกิน 7 คน

No	ป้ายทะเบียน	ผลการตรวจจับตัวเลขและตัวอักษร	ผลการรู้จำและจำแนกประเภท	ความถูกต้องการรู้จำ	ความถูกต้องประเภท	หมายเหตุ
1			ทศ 6229 กรุงเทพมหานคร สีพื้นหลัง : เหลือง สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
2			1มก 8529 กรุงเทพมหานคร สีพื้นหลัง : เหลือง สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
3			มฎ 9230 กรุงเทพมหานคร สีพื้นหลัง : เหลือง สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
4			ทษ 2363 กรุงเทพมหานคร สีพื้นหลัง : เหลือง สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
5			ทษ 8779 กรุงเทพมหานคร สีพื้นหลัง : เหลือง สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
6			ทส 1939 กรุงเทพมหานคร สีพื้นหลัง : เหลือง สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
7			ทส 1991 กรุงเทพมหานคร สีพื้นหลัง : เหลือง สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
8			ทส 4954 กรุงเทพมหานคร สีพื้นหลัง : เหลือง สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
9			ทส 1321 กรุงเทพมหานคร สีพื้นหลัง : เหลือง สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	

ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบระบบกับป้ายทะเบียนรถยนต์รับจ้างโดยสารไม่เกิน 7 คน (ต่อ)

No	ป้ายทะเบียน	ผลการตรวจจับตัวเลขและตัวอักษร	ผลการรู้จำและจำแนกประเภท	ความถูกต้องการรู้จำ	ความถูกต้องประเภท	หมายเหตุ
10			มฎ 8365 กรุงเทพมหานคร สีพื้นหลัง : เหลือง สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
11			1มก 640 กรุงเทพมหานคร สีพื้นหลัง : เหลือง สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
12			1มก 6915 กรุงเทพมหานคร สีพื้นหลัง : เหลือง สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
13			มฎ 4598 กรุงเทพมหานคร สีพื้นหลัง : เหลือง สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
14			มฎ 2497 กรุงเทพมหานคร สีพื้นหลัง : เหลือง สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
15			มข 9193 กรุงเทพมหานคร สีพื้นหลัง : เหลือง สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
16			มข 8662 กรุงเทพมหานคร สีพื้นหลัง : เหลือง สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
17			ทส 1949 กรุงเทพมหานคร สีพื้นหลัง : เหลือง สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
18			ทส 1929 กรุงเทพมหานคร สีพื้นหลัง : เหลือง สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	

ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบระบบกับป้ายทะเบียนรถยนต์รับจ้างโดยสารไม่เกิน 7 คน (ต่อ)

No	ป้ายทะเบียน	ผลการตรวจจับตัวเลขและตัวอักษร	ผลการรู้จำและจำแนกประเภท	ความถูกต้องการรู้จำ	ความถูกต้องประเภท	หมายเหตุ
19			1มข 1030 กรุงเทพมหานคร สีพื้นหลัง : เหลือง สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
20			มฎ 5732 กรุงเทพมหานคร สีพื้นหลัง : เหลือง สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
21			มช 5448 กรุงเทพมหานคร สีพื้นหลัง : เหลือง สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
22			1มก 316 กรุงเทพมหานคร สีพื้นหลัง : เหลือง สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
23			มช 9531 กรุงเทพมหานคร สีพื้นหลัง : เหลือง สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
24			__ 70_1 error สีพื้นหลัง : เหลือง สีตัวอักษร : ดำ	×	✓	ป้ายทะเบียนเบลอ มีน็อตยึดทับที่ตัวเลขและตัวอักษร
25			มช 8031 กรุงเทพมหานคร สีพื้นหลัง : เหลือง สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
26			มฉ 7303 กรุงเทพมหานคร สีพื้นหลัง : เหลือง สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
27			ทษ 6911 กรุงเทพมหานคร สีพื้นหลัง : เหลือง สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	

ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบระบบกับป้ายทะเบียนรถยนต์รับจ้างโดยสารไม่เกิน 7 คน (ต่อ)

No	ป้ายทะเบียน	ผลการตรวจจับตัวเลขและตัวอักษร	ผลการรู้จำและจำแนกประเภท	ความถูกต้องการรู้จำ	ความถูกต้องประเภท	หมายเหตุ
28			ทษ 4833 กรุงเทพมหานคร สีพื้นหลัง : เหลือง สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	
29			_ว 40_3 กรุงเทพมหานคร สีพื้นหลัง : เหลือง สีตัวอักษร : ดำ	×	✓	ป้ายทะเบียนเบลอ มีน็อตยึดทับที่ตัวเลขและตัวอักษร
30			1มข 1473 กรุงเทพมหานคร สีพื้นหลัง : เหลือง สีตัวอักษร : ดำ	✓	✓	

จากการทดสอบโปรแกรมกับป้ายทะเบียนรถยนต์รับจ้างโดยสารไม่เกิน 7 คน จำนวน 30 ภาพ จากตารางที่ 4.4 พบว่ามีค่าความถูกต้องของแต่ละกระบวนการ ดังนี้

4.4.1 การรู้จำตัวเลขและตัวอักษรบนป้ายทะเบียน มีความถูกต้อง 93.33%

4.4.2 การจำแนกสีพื้นหลังและสีตัวอักษรบนป้ายทะเบียน มีความถูกต้อง 100%

4.5 สรุปผลการทดสอบระบบ

เทคนิคที่นำเสนอ นำไปทำการทดสอบกับภาพทั้งหมด 160 ภาพ โดยแบ่งภาพออกเป็น 3 ประเภท คือ รถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน 80 ภาพ รถยนต์บรรทุกส่วนบุคคล 50 ภาพ และรถยนต์รับจ้างโดยสารไม่เกิน 7 คน 30 ภาพ การทดสอบของระบบมีค่าความถูกต้องของระบบได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบการรู้จำตัวอักษรและจำแนกป้ายทะเบียนรถยนต์

ชนิดป้ายทะเบียน	ผลการรู้จำ	ทั้งหมด	ถูกต้อง	%ความถูกต้อง
ป้ายสีขาว อักษรสีดำ	การรู้จำตัวเลขและตัวอักษร	80	75	93.75%
	การจำแนกป้ายทะเบียนรถยนต์	80	80	100.00%
ป้ายสีขาว อักษรสีเขียว	การรู้จำตัวเลขและตัวอักษร	50	47	94.00%
	การจำแนกป้ายทะเบียนรถยนต์	50	48	96.00%
ป้ายสีเหลือง อักษรสีดำ	การรู้จำตัวเลขและตัวอักษร	30	28	93.33%
	การจำแนกป้ายทะเบียนรถยนต์	30	30	100.00%

จากตารางที่ 4.5 การทดสอบระบบมีค่าความถูกต้องเฉลี่ยของแต่ละกระบวนการ ดังนี้

1. การรู้จำตัวเลขและตัวอักษรบนป้ายทะเบียนมีความถูกต้องเฉลี่ย 93.69%
2. การจำแนกป้ายทะเบียน มีความถูกต้องเฉลี่ย 98.67%

เมื่อนำมาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของงานวิจัย [8] ใช้เทคนิคเฮาดอรฟดิสแทนซ์ในการรู้จำป้ายทะเบียนรถยนต์ อาศัยวิธีการการวัดความคล้ายระหว่างภาพป้ายทะเบียนต้นแบบกับป้ายทะเบียน ผลการทดสอบสามารถรู้จำป้ายทะเบียนรถยนต์ได้อย่างถูกต้อง 93.50% นำมาเปรียบเทียบประสิทธิภาพกับผลการทดสอบกับงานที่นำเสนอ จะมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกัน แต่การใช้เคเนียเรสเนเบอร์ เป็นวิธีการที่ทำงานไม่ซับซ้อน เหมาะสำหรับการจัดหมวดหมู่ข้อมูลและออกแบบคลาสของแต่ละข้อมูลให้มีข้อมูลในการฝึกสอนที่หลากหลายได้มากกว่า และสามารถจำแนกประเภทป้ายทะเบียนรถยนต์ได้ 3 ประเภท

สำหรับข้อผิดพลาดจากการทดสอบที่เกิดขึ้น เรื่องการรู้จำตัวเลขและตัวอักษร เกิดจากป้ายทะเบียนมีรูน็อตยึดที่ตัวอักษร มีคราบสกปรกปิดบังตัวอักษร และตัวอักษรบางส่วนหลุดลอก จึงทำให้การรู้จำตัวอักษรบนป้ายทะเบียนมีความผิดพลาดเกิดขึ้น เรื่องการจำแนกประเภท เกิดจากป้ายทะเบียนมีตัวอักษรบางส่วนหลุดลอก การแยกสีตัวอักษรสีเขียว บางแผ่นป้ายทะเบียนมีสีตัวอักษรค่าที่อ่านได้ใกล้เคียงสีดำ จึงทำให้การจำแนกประเภทป้ายทะเบียนมีความผิดพลาดเกิดขึ้น

นอกจากนี้ได้นำวิธีที่นำเสนอทำการทดสอบกับแผ่นป้ายทะเบียนที่เป็นทะเบียนประมูล ผลการทดสอบพบว่าสามารถรู้จำตัวอักษรบนป้ายทะเบียนได้ แต่ยังไม่สามารถจำแนกประเภทชนิดแผ่นป้ายทะเบียนที่เป็นทะเบียนประมูลได้ เนื่องจากสีพื้นหลังของป้ายทะเบียนที่เป็นทะเบียนประมูลมีความหลากหลายและต้องเพิ่มอัลกอริทึมสำหรับจำแนกประเภทป้ายทะเบียนดังกล่าว ในการพัฒนาระบบในอนาคตจะพิจารณาการจำแนกประเภทป้ายทะเบียนรถลักษณะอื่นเพิ่ม รวมไปถึงป้ายทะเบียนประมูล

(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 4.2 ภาพการทดสอบระบบ และหน้าจอแสดงผล (ก) รูปตัวอย่างสำหรับใช้ทดสอบกับระบบ (ข) ภาพหน้าจอการทำงานหลักของระบบ (ค) ภาพทดสอบป้ายทะเบียนประมูล

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย การอภิปรายผล และ ข้อเสนอแนะ

ในบทนี้จะกล่าวถึงสรุปผลการวิจัยจากการทดสอบรู้จำตัวอักษรบนป้ายทะเบียนรถยนต์ และจำแนกป้ายทะเบียนรถยนต์ในประเทศไทย รวมถึงการอภิปรายผลและข้อเสนอแนะเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนางานวิจัยต่อไปในอนาคต

5.1 สรุปผลการวิจัย

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้นำเสนอเทคนิคการรู้จำตัวอักษรบนป้ายทะเบียนรถยนต์ และจำแนกป้ายทะเบียนรถยนต์ในประเทศไทย กระบวนการทำงานประกอบด้วยสามกระบวนการหลัก คือ กระบวนการแรก การตรวจหาตำแหน่งตัวอักษรบนป้ายทะเบียนรถยนต์ โดยใช้การแบ่งส่วนของตัวอักษรด้วยวิธีการกำหนดค่าขีดแบ่ง กระบวนการที่สอง การรู้จำตัวอักษรบนป้ายทะเบียนรถยนต์ โดยใช้ตัวกรองค่ามัธยฐาน ใช้การกำหนดค่าขีดแบ่งในการแยกส่วนตัวอักษร ใช้กำหนดหมายเลขให้ส่วนที่เชื่อมกัน และใช้เคเนียเรสเนเบอร์ทำการรู้จำตัวอักษร และกระบวนการที่สาม การจำแนกป้ายทะเบียนรถยนต์ในประเทศไทยโดยการใช้สีของตัวอักษรและพื้นหลังของป้ายทะเบียนสำหรับแบ่งประเภทของรถยนต์ ด้วยวิธีการตรวจจับสีในโครงสร้างของสีแบบ HSV

จากการทดสอบกับภาพตัวอย่างป้ายทะเบียนในสภาพแวดล้อมจริง 160 ตัวอย่าง พบว่า กระบวนการรู้จำตัวอักษรบนป้ายทะเบียนด้วยวิธีเคเนียเรสเนเบอร์ มีอัตราความถูกต้องเท่ากับ 93.69% และกระบวนการจำแนกป้ายทะเบียนด้วยวิธีการเปรียบเทียบสีตัวอักษรกับสีพื้นหลังบนป้ายทะเบียนมีอัตราความถูกต้องเท่ากับ 98.67%

5.2 การอภิปรายผลการวิจัย

สรุปได้ว่าการรู้จำตัวอักษรบนป้ายทะเบียนรถยนต์และจำแนกป้ายทะเบียนรถยนต์ในประเทศไทยที่นำเสนอนั้น ให้ผลของการทดสอบมีความถูกต้องแม่นยำ สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานในการจำแนกประเภทป้ายทะเบียนรถชนิดต่างๆเพิ่มเติมได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถนำไปพัฒนาใช้กับระบบการตรวจสอบด้วยเวลาจริง (real time) อย่างไรก็ตามวิธีที่นำเสนอยังมีข้อจำกัดในเรื่องของสภาพป้ายทะเบียนและตัวอักษรบนป้ายทะเบียนจะต้องมีความสมบูรณ์ สำหรับข้อผิดพลาดจากการทดสอบที่เกิดขึ้น เกิดจากป้ายทะเบียนมีรูน็อตยึดที่ตัวอักษร มีคราบสกปรกปิดบังตัวอักษร

และตัวอักษรบางส่วนหลุดลอก จึงทำให้การอ่านตัวอักษรบนป้ายทะเบียนมีความผิดพลาดเกิดขึ้น การแยกสีตัวอักษรสีเขียว บางแผ่นป้ายทะเบียนมีสีตัวอักษรค่าที่อ่านได้ใกล้เคียงสีดำ จึงทำให้การจำแนกประเภทป้ายทะเบียนมีความผิดพลาดเกิดขึ้น สิ่งที่ต้องพัฒนาต่อคือการออกแบบคลาสของแต่ละข้อมูลให้มีข้อมูลในการฝึกสอนที่หลากหลายเพิ่มขึ้น เพื่อรองรับความหลากหลายของสภาพและประเภทของป้ายทะเบียนรถยนต์ให้มีประสิทธิภาพ ในการพัฒนาระบบในอนาคตจะพิจารณาการจำแนกประเภทป้ายทะเบียนรถลักษณะอื่นเพิ่ม รวมไปถึงป้ายทะเบียนประมูล

5.3 ข้อเสนอแนะและแนวคิดเพื่อพัฒนาเพิ่มต่อในอนาคต

จากการพัฒนาอัลกอริทึมของการรู้จำตัวอักษรบนป้ายทะเบียนรถยนต์และจำแนกป้ายทะเบียนรถยนต์ในประเทศไทย พบว่ายังมีสิ่งที่ควรปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการรู้จำและจำแนกป้ายทะเบียนให้ดีมากยิ่งขึ้นดังต่อไปนี้

5.3.1 การออกแบบคลาสของแต่ละข้อมูลให้มีข้อมูลในการฝึกสอนที่หลากหลายเพิ่มขึ้น เพื่อรองรับความหลากหลายของสภาพและประเภทของป้ายทะเบียนรถยนต์ให้มีประสิทธิภาพ

5.3.2 การตรวจหาตัวอักษร การรู้จำ และการจำแนกป้ายทะเบียน ยังมีความผิดพลาดอยู่ในบางภาพ เนื่องจากภาพที่ได้บางภาพ มีพื้นผิวป้ายทะเบียนมีความสว่างระหว่างตัวเลขตัวอักษรและพื้นหลังเป็นไปในลักษณะเดียวกัน ดังนั้นถ้าหากปรับปรุงวิธีการตรวจวิเคราะห์พื้นผิวและพิจารณาความสว่างของป้ายทะเบียนเพิ่มขึ้น จะสามารถเพิ่มความถูกต้องและมีประสิทธิภาพในการประมวลผลมากขึ้น

5.3.2 งานวิจัยนี้ทดลองกับภาพนิ่งของป้ายทะเบียนรถยนต์ ในอนาคตควรพัฒนาให้ใช้งานงานกับกล้องวีดีทัศน์ได้

บรรณานุกรม

[1] Kristin L. and Michael W. (2007). **Concepts in Digital Imaging Technology.** National High Magnetic Field Laboratory, 1800 East Paul Dirac Dr., The Florida State University, Tallahassee, Florida, 32310.

[2] McAndrew Alasdair. (2004). **An Introduction to Digital Image Processing with Matlab**. School of Computer Science and Mathematics Victoria University of Technology.

[3] R. C. Gonzalez and R. E. Woods. (2002). **Digital Image Processing**. Second ed. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.

[4] Jeevarajan. (2013). **Matlab Code for Region of Interest in Image.** Retrieved October8 1997 https://www.pantechsolutions.net/blog/matlab-code-for-region-of-interest-in-image/.

[5] Fisher, R., Perkins, S., Walker, A., Wolfart, E. (2003). **Connected Component Labeling**. http://homepages.inf.ed.ac.uk/rbf/HIPR2/label.htm#1.

[6] Daniel T. Larose. (2005). **Discovering Knowledge in Data An Introduction to Data Mining.** New York, A JOHN WILEY & SONS, INC.

[7] พระราชบัญญัติรถยนต์. พ.ศ. (2554). **กฎกระทรวง กำหนดขนาด ลักษณะ และสีของแผ่นป้ายทะเบียนรถและการแสดงแผ่นป้ายทะเบียนรถ** ราชกิจจานุเบกษา ฉบับกฤษฎีกา เล่มที่ 128, ตอนที่ 45ก. [ลงวันที่ 8 มิถุนายนต์ 2554].

[8] ชัยสิทธิ์ ศิริเจริญไชย และวุฒิพงศ์ อารีกุล. (2545). **การหาตำแหน่งป้ายทะเบียนรถยนต์โดยการตรวจสอบขอบชัน.** กรุงเทพมหานคร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ การประชุมวิชาการวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 24, เล่มที่ 2, หน้าที่ 1176-1181.

[9] ธีระวัฒน์ สิทธิศักดิ์ และคณะ. (2552). **ระบบตรวจจับแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์.** คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

[10] ประณต คชกูล และคณะ. (2553). **การแบ่งส่วนตัวอักษรป้ายทะเบียนไทยโดยใช้เทคนิคการสร้างภาพไดนามิคเรนจ์กว้าง.** คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

[11] Christos Nikolaos E, Ioannis E, et al. (2006). **A License Plate-Recognition Algorithm for Intelligent Transportation System Application**. IEEE Transaction on Intelligent Transportation System. 7 (2006) : 377-391.

บรรณานุกรม (ต่อ)

[12] Zhao, Z., Yang, S., and Ma, X. (2008). **Chinese license plate recognition using a convolutional neural network**. Proceedings of the 2008 IEEE Pacific-Asia Workshop on Computational Intelligence and Industrial Application.

[13] Choo Kar Soon, Kueh Chiung Lin, Chung Ying Jeng and Shahrel A. Suandi. (2012). **Malaysian Car Number Plate Detection and Recognition System**. Intelligent Biometric Group, School of Electrical and Electronic Engineering, Engineering Campus, UniversitiSains Malaysia, Malaysia.

[14] P. Sa-ngamuang, C. Thamnittasana, T. Kondo. (2007). **Thai car license plate recognition using essential-elements-based method.** Sirindhorn International Institute of Technology, Thammasat University. Pathumthani, Thailand. Asia-Pacific Conference on communications. Pages 41-44.

[15] ชุลีพร ขันทอง และคณะ. (2552). **การรู้จำแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์โดยใช้ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน**. คณะวิทยาศาสตร์วิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

[16] ไพศาล สุธีบรรเจิด และคณะ. (2555). **การรู้จำตัวอักษรภาษาไทยสำหรับระบบรู้จำป้ายทะเบียนรถยนต์**. คณะวิทยาศาสตร์วิทยาการคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยเฉลิมกาญจนา.

[17] สุทธิกานต์ บ่อจักรพันธ์ และคณะ. (2557). **การรู้จำป้ายทะเบียนรถยนต์ด้วยวิธีการเข้าคู่รูปแบบ.** คณะวิทยาศาสตร์วิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี.

[18] ทรัพย์หิรัญ จันทรักษ์ และคณะ. (2552). **การรู้จำจังหวัดในป้ายทะเบียนอย่างง่ายโดยใช้การวัดระยะแฮมมิ่ง** สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

[19] ฉัตรชัย บวรธำรงชัย และคณะ. (2553). **การรู้จำจังหวัดในป้ายทะเบียนรถไทยด้วยแบบจำลองความน่าจะเป็น** ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[20] ราตรี จันทนะทรัพย์ และคณะ. (2548). **การรู้จำป้ายทะเบียนรถยนต์ไทยโดยใช้เทคนิคเฮาดอรฟดิสแทนซ์**. ภาควิชาคอมพิวเตอร์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

บรรณานุกรม (ต่อ)

[21] บวิซูรย์ มารมย์, กิตติ อัตถกิจมงคล และ อาทิตย์ ศรีแก้ว. (2550). **การรู้จำป้ายทะเบียนรถยนต์โดยใช้การแปลงเวฟเล็ตและเครือข่ายประสาทเทียมแบบความน่าจะเป็น.** สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

[22] วิรามาศ จันทร์เจริญ และ คณะ. (2551**). การรู้จำป้ายทะเบียนจากภาพอินฟราเรดใกล้.** สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ภาควิชาคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

[23] ศศกร พิเชฐจำเริญ และ ปกรณ์ วัฒนจตุรพร. (2558). **การศึกษาเปรียบเทียบความทนทานของขั้นตอนวิธีการรู้จำอักษรไทย ลาว และเลขอารบิค.** ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

[24] Daniele Borghesani, Costantino Grana, Rita Cucchiara. (2009). **Color features performance comparison for image retrieval.** Department of Information Engineering, University of Padua, Modena, Italy.

[25] A.Jain and A.Vailaya. (1996). **Image Retrieval using Color and Shape**. Pattern Recognition, vol.29, no.8,pp.1233-1244, 1996.

[26] Sang uk lee, seok yoon chung and Rae hong park. (1990). **A Comparative Performance Study of Several Global Thresholding Techniques for Segmentation**. Computer Vision Graphics And Image Processing 52, 171-190, 1990.

[27] D.Swetha, R.Ramulu Naik, and P.Bhargav. (2016). **Automatic License Plate Detection and Character Recognition**. Department of Electronics and Communications Engineering Bapatla Engineering College.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

พระราชบัญญัติรถยนต์

กฎกระทรวง

กำหนดขนาด ลักษณะ และสีของแผ่นป้ายทะเบียนรถ และการแสดงแผ่นป้ายทะเบียนรถและเครื่องหมายแสดงการเสียภาษีประจำปี พ.ศ. ๒๕๕๔

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๕ (๔) แห่งพระราชบัญญัติรถยนต์ พ.ศ. ๒๕๒๒ ซึ่งแก้ไ เพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติรถยนต์ (ฉบับที่ ๑๐) พ.ศ. ๒๕๔๒ และมาตรา ๑๑ แห่งพระราชบัญญั รถยนต์ พ.ศ. ๒๕๒๒ อันเป็นกฎหมายที่มีบทบัญญัติบางประการเกี่ยวกับการจำกัดสิทธิและเสรีภา ของบุคคล ซึ่งมาตรา ๒๙ ประกอบกับมาตรา ๓๒ มาตรา ๓๓ มาตรา ๓๔ มาตรา ๔๑ และ มาตรา ๔๓ ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย บัญญัติให้กระทำได้โดยอาศัยอำนาจตามบทบัญญั แห่งกฎหมาย รัฐมนตรีว่าการกระทรวงคมนาคมออกกฎกระทรวงไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ กฎกระทรวงนี้ให้ใช้บังคับเมื่อพ้นกำหนดหนึ่งร้อยแปดสิบวันนับแต่วันประกาศใ ราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ข้อ ๒ ให้ยกเลิก

(๑) กฎกระทรวงกำหนดลักษณะ ขนาด และสีของแผ่นป้ายทะเบียนรถ พ.ศ. ๒๕๔๗

(๒) กฎกระทรวงกำหนดลักษณะ ขนาด และสีของแผ่นป้ายทะเบียนรถ (ฉบับที่ ๒ พ.ศ. ๒๕๕๐

ข้อ ๓ แผ่นป้ายทะเบียนรถที่นายทะเบียนออกให้ซึ่งมีหมายเลขตรงกับใบคู่มือจดทะเบียนร ให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมโดยมีขนาด ลักษณะ และสี ดังต่อไปนี้

(๑) ขนาดและลักษณะ

(ก) แผ่นป้ายทะเบียนรถสำหรับรถยนต์รับจ้างระหว่างจังหวัด รถยนต์รับจ้างบรรทุกค โดยสารไม่เกินเจ็ดคน รถยนต์รับจ้างสามล้อ รถยนต์สี่ล้อเล็กรับจ้าง รถยนต์บริการธุรกิจ รถยน บริการทัศนาจร รถยนต์บริการให้เช่า รถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกินเจ็ดคน รถยนต์นั่งส่วนบุคคลเกินเจ็ดค รถยนต์บรรทุกส่วนบุคคล รถยนต์สามล้อส่วนบุคคล รถพ่วง รถบดถนน รถแทรกเตอร์ และรถใช้งา เกษตรกรรม

๑) ให้มีขนาดกว้าง ๑๕ เซนติเมตร ยาว ๓๔ เซนติเมตร ขอบแผ่นป้ายอัดเป็นรอยดุน ในแผ่นป้ายมีเครื่องหมายเป็นตัวอักษร ขส อยู่ภายในวงกลมอัดเป็นรอยดุนที่มุมล่างด้านขวาของแผ่นป้ายที่สามารถมองเห็นได้ชัดเจนด้วยตาเปล่าตามขนาดที่อธิบดีกำหนด

๒) แผ่นป้ายแบ่งออกเป็นสองบรรทัด บรรทัดที่หนึ่งประกอบด้วยตัวอักษรประจำหมวดตัวที่หนึ่ง ตัวอักษรประจำหมวดตัวที่สอง และหมายเลขทะเบียนไม่เกินสี่หลัก บรรทัดที่สองเป็นตัวอักษรแสดงชื่อกรุงเทพมหานครหรือจังหวัดที่จดทะเบียน เว้นแต่กรณีจดทะเบียนที่อำเภอเบตง จังหวัดยะลา ให้ใช้คำว่า เบตง ทั้งนี้ ตัวอักษรให้ใช้ตัวอักษรไทย และหมายเลขทะเบียนให้ใช้ตัวเลขอารบิค และทั้งตัวเลขและตัวอักษรให้อัดเป็นรอยดุน

๓) ในกรณีที่ใช้ตัวอักษรประจำหมวดตัวที่หนึ่งและตัวที่สองจนครบทุกตัวอักษรแล้ว ในบรรทัดที่หนึ่งให้เพิ่มตัวเลขอารบิคตั้งแต่ ๑ ถึง ๙ ตามลำดับ ไว้ด้านหน้าของตัวอักษรประจำหมวดตัวที่หนึ่ง

๔) ตัวเลขและตัวอักษร ให้อัดเป็นรอยดุน ในการนี้ตัวเลขในบรรทัดที่หนึ่งให้สูงไม่น้อยกว่า ๕.๘ เซนติเมตร และกว้างไม่น้อยกว่า ๓.๑ เซนติเมตร ตัวอักษรประจำหมวดในบรรทัดที่หนึ่ง ให้สูงไม่น้อยกว่า ๕.๘ เซนติเมตร และกว้างไม่น้อยกว่า ๓.๘ เซนติเมตร ตัวอักษรในบรรทัดที่สอง ให้สูงไม่น้อยกว่า ๒.๑ เซนติเมตร และกว้างไม่น้อยกว่า ๑.๘ เซนติเมตร ทั้งนี้ เว้นแต่กรณีตัวอักษร ข ง ซ ช ฌ ญ ฎ ฏ ฐ ฒ ณ ป ฝ ฟ ศ ษ ส ห ฮ สระ วรรณยุกต์ และหมายเลข ๑ ให้อธิบดีกำหนดความสูงและความกว้างของตัวอักษรหรือตัวเลขดังกล่าว

๕) การใช้ตัวเลขนำหน้าตัวอักษรประจำหมวด ตัวอักษรประจำหมวด และหมายเลขทะเบียน ให้เป็นไปตามที่อธิบดีประกาศกำหนด

(ข) แผ่นป้ายทะเบียนรถสำหรับรถจักรยานยนต์ส่วนบุคคลและรถจักรยานยนต์สาธารณะ

๑) ให้มีขนาดกว้าง ๑๗.๒๐ เซนติเมตร ยาว ๒๒ เซนติเมตร ขอบแผ่นป้ายอัดเป็นรอยดุน ในแผ่นป้ายมีเครื่องหมายเป็นตัวอักษร ขส อยู่ภายในวงกลมอัดเป็นรอยดุนที่มุมบนด้านขวาของแผ่นป้ายที่สามารถมองเห็นได้ชัดเจนด้วยตาเปล่าตามขนาดที่อธิบดีกำหนด

๒) แผ่นป้ายแบ่งออกเป็นสามบรรทัด บรรทัดที่หนึ่งประกอบด้วยตัวเลขอารบิคตั้งแต่ ๑ ถึง ๙ ตามลำดับ ไว้ด้านหน้าของตัวอักษรประจำหมวดตัวที่หนึ่งและตัวอักษรประจำหมวดตัวที่สอง บรรทัดที่สองเป็นตัวอักษรแสดงชื่อกรุงเทพมหานครหรือจังหวัดที่จดทะเบียน เว้นแต่กรณีจดทะเบียนที่อำเภอเบตง จังหวัดยะลา ให้ใช้คำว่า เบตง บรรทัดที่สามเป็นหมายเลขทะเบียนไม่เกินสี่หลัก ทั้งนี้ ตัวอักษรให้ใช้ตัวอักษรไทย และตัวเลขและหมายเลขทะเบียนให้ใช้ตัวเลขอารบิค และทั้งตัวเลขและตัวอักษรให้อัดเป็นรอยดุน

๓) ตัวเลขและตัวอักษร ในบรรทัดที่หนึ่งและบรรทัดที่สาม ให้สูงไม่น้อยกว่า ๔ เซนติเมตร และกว้างไม่น้อยกว่า ๓ เซนติเมตร ตัวอักษรในบรรทัดที่สอง ให้สูงไม่น้อยกว่า ๒ เซนติเมตร และกว้างไม่น้อยกว่า ๑.๓ เซนติเมตร ทั้งนี้ เว้นแต่กรณีตัวอักษร ข ง ซ ช ฌ ญ ฎ ฏ ฐ ฒ ณ ป ฝ ฟ ศ ษ ส ห ฮ สระ วรรณยุกต์ และหมายเลข ๑ ให้อธิบดีกำหนดความสูงและความกว้างของตัวอักษรหรือตัวเลขดังกล่าว

๔) การใช้ตัวเลขนำหน้าตัวอักษรประจำหมวด ตัวอักษรประจำหมวด และหมายเลขทะเบียน ให้เป็นไปตามที่อธิบดีประกาศกำหนด

(ค) แผ่นป้ายทะเบียนรถสำหรับรถยนต์ของบุคคลในคณะผู้แทนทางการทูต รถยนต์ของบุคคลในหน่วยงานพิเศษของสถานทูต รถยนต์ของบุคคลในคณะผู้แทนทางกงสุล และรถยนต์ของบุคคลในองค์การระหว่างประเทศหรือทบวงการชำนัญพิเศษแห่งสหประชาชาติซึ่งประจำอยู่ในประเทศไทย

๑) ให้มีขนาดกว้าง ๑๑ เซนติเมตร และยาว ๓๘.๗ เซนติเมตร

๒) แผ่นป้ายแบ่งออกเป็นสามตอน ตอนซ้ายแบ่งออกเป็นสองบรรทัด บรรทัดที่หนึ่งเป็นตัวอักษร สูง ๔ เซนติเมตร บรรทัดที่สองเป็นตัวเลขอารบิค เป็นรหัสแทนชื่อประเทศหรือองค์การระหว่างประเทศหรือทบวงการชำนัญพิเศษแห่งสหประชาชาติซึ่งประจำอยู่ในประเทศไทย สูง ๔ เซนติเมตร ตอนกลางเป็นขีดตามทางยาว กว้าง ๑.๑ เซนติเมตร และยาว ๔ เซนติเมตร เหนือขีดมีเครื่องหมายเป็นตัวอักษร ขส อยู่ภายในวงกลมอัดเป็นรอยดุนที่สามารถมองเห็นได้ชัดเจนด้วยตาเปล่าตามขนาดที่อธิบดีกำหนด ตอนขวาหลังขีดเป็นหมายเลขทะเบียนเป็นตัวเลขอารบิค สูง ๗.๒ เซนติเมตร หมายเลขทะเบียนให้เริ่มตั้งแต่ ๑ ถึง ๙๙๙๙ และทั้งตัวเลข ตัวอักษร และขีดตามทางยาวให้อัดเป็นรอยดุน

๓) การใช้ตัวอักษรในบรรทัดที่หนึ่งของตอนซ้ายของแผ่นป้ายให้เป็นดังต่อไปนี้

ก) รถยนต์ของบุคคลในคณะผู้แทนทางการทูต ให้ใช้อักษร ท

ข) รถยนต์ของบุคคลในหน่วยงานพิเศษของสถานทูต ให้ใช้อักษร พ

ค) รถยนต์ของบุคคลในคณะผู้แทนทางกงสุล ให้ใช้อักษร ก

ง) รถยนต์ของบุคคลในองค์การระหว่างประเทศหรือทบวงการชำนัญพิเศษแห่งสหประชาชาติซึ่งประจำอยู่ในประเทศไทย ให้ใช้อักษร อ

(ง) แผ่นป้ายทะเบียนรถสำหรับรถจักรยานยนต์ส่วนบุคคลของบุคคลในคณะผู้แทนทางการทูต บุคคลในหน่วยงานพิเศษของสถานทูต บุคคลในคณะผู้แทนทางกงสุล และบุคคลในองค์การระหว่างประเทศหรือทบวงการชำนัญพิเศษแห่งสหประชาชาติซึ่งประจำอยู่ในประเทศไทย ให้มีลักษณะเช่นเดียวกับแผ่นป้ายทะเบียนรถตาม (ค) เว้นแต่

๑) ให้มีขนาดกว้าง ๙ เซนติเมตร และยาว ๒๗ เซนติเมตร

๒) ตัวอักษรและตัวเลขในตอนซ้ายของแผ่นป้าย ให้สูง ๓.๕ เซนติเมตร และกว้าง ๐.๕ เซนติเมตร หมายเลขทะเบียนในตอนขวาของแผ่นป้าย ให้สูง ๕ เซนติเมตร และกว้าง ๐.๕ เซนติเมตร

(๒) สี

(ก) แผ่นป้ายทะเบียนรถสำหรับรถยนต์รับจ้างระหว่างจังหวัด รถยนต์รับจ้างบรรทุกคนโดยสารไม่เกินเจ็ดคน รถยนต์รับจ้างสามล้อ และรถยนต์สี่ล้อเล็กรับจ้าง ให้พื้นแผ่นป้ายใช้สีเหลืองสะท้อนแสง โดยให้ตัวเลขนำหน้าตัวอักษรประจำหมวด ตัวอักษรประจำหมวด หมายเลขทะเบียน ตัวอักษรแสดงชื่อกรุงเทพมหานครหรือจังหวัดที่จดทะเบียน และขอบแผ่นป้ายใช้สีดังต่อไปนี้

๑) รถยนต์รับจ้างระหว่างจังหวัดใช้สีแดง
๒) รถยนต์รับจ้างบรรทุกคนโดยสารไม่เกินเจ็ดคนใช้สีดำ
๓) รถยนต์รับจ้างสามล้อใช้สีเขียว
๔) รถยนต์สี่ล้อเล็กรับจ้างใช้สีน้ำเงิน

(ข) แผ่นป้ายทะเบียนรถสำหรับรถยนต์บริการธุรกิจ รถยนต์บริการทัศนาจร และรถยนต์บริการให้เช่า ให้พื้นแผ่นป้ายใช้สีเขียวสะท้อนแสง โดยให้ตัวเลขนำหน้าตัวอักษรประจำหมวด ตัวอักษรประจำหมวด หมายเลขทะเบียน ตัวอักษรแสดงชื่อกรุงเทพมหานครหรือจังหวัดที่จดทะเบียน และขอบแผ่นป้ายใช้สีขาว

(ค) แผ่นป้ายทะเบียนรถสำหรับรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกินเจ็ดคน รถยนต์นั่งส่วนบุคคลเกินเจ็ดคน รถยนต์บรรทุกส่วนบุคคล และรถยนต์สามล้อส่วนบุคคล ให้พื้นแผ่นป้ายใช้สีขาวสะท้อนแสง โดยให้ตัวเลขนำหน้าตัวอักษรประจำหมวด ตัวอักษรประจำหมวด หมายเลขทะเบียน ตัวอักษรแสดงชื่อกรุงเทพมหานครหรือจังหวัดที่จดทะเบียน และขอบแผ่นป้ายใช้สีดังต่อไปนี้

๑) รถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกินเจ็ดคนใช้สีดำ
๒) รถยนต์นั่งส่วนบุคคลเกินเจ็ดคนใช้สีน้ำเงิน
๓) รถยนต์บรรทุกส่วนบุคคลใช้สีเขียว
๔) รถยนต์สามล้อส่วนบุคคลใช้สีแดง

(ง) แผ่นป้ายทะเบียนรถสำหรับรถพ่วง รถบดถนน รถแทรกเตอร์ และรถใช้งานเกษตรกรรม ให้พื้นแผ่นป้ายใช้สีส้มสะท้อนแสง โดยให้ตัวเลขนำหน้าตัวอักษรประจำหมวด ตัวอักษรประจำหมวด หมายเลขทะเบียน ตัวอักษรแสดงชื่อกรุงเทพมหานครหรือจังหวัดที่จดทะเบียน และขอบแผ่นป้ายใช้สีดำ

(จ) แผ่นป้ายทะเบียนรถสำหรับรถจักรยานยนต์ส่วนบุคคล ให้พื้นแผ่นป้ายใช้สีขาวสะท้อนแสง โดยให้ตัวเลขนำหน้าตัวอักษรประจำหมวด ตัวอักษรประจำหมวด หมายเลขทะเบียน ตัวอักษรแสดงชื่อกรุงเทพมหานครหรือจังหวัดที่จดทะเบียน และขอบแผ่นป้ายใช้สีดำ

(ฉ) แผ่นป้ายทะเบียนรถสำหรับรถจักรยานยนต์สาธารณะ ให้พื้นแผ่นป้ายใช้สีเหลืองสะท้อนแสง โดยให้ตัวเลขนำหน้าตัวอักษรประจำหมวด ตัวอักษรประจำหมวด หมายเลขทะเบียน ตัวอักษรแสดงชื่อกรุงเทพมหานครหรือจังหวัดที่จดทะเบียน และขอบแผ่นป้ายใช้สีดำ

(ช) แผ่นป้ายทะเบียนรถสำหรับรถยนต์ และรถจักรยานยนต์ส่วนบุคคลของบุคคลในคณะผู้แทนทางการทูต ให้พื้นแผ่นป้ายใช้สีขาวสะท้อนแสง โดยให้ตัวอักษร ตัวเลข และขีดใช้สีดำ

(ซ) แผ่นป้ายทะเบียนรถสำหรับรถยนต์ และรถจักรยานยนต์ส่วนบุคคลของบุคคลในหน่วยงานพิเศษของสถานทูต บุคคลในคณะผู้แทนทางกงสุล และบุคคลในองค์การระหว่างประเทศหรือทบวงการชำนัญพิเศษแห่งสหประชาชาติซึ่งประจำอยู่ในประเทศไทย ให้พื้นแผ่นป้ายใช้สีฟ้าสะท้อนแสง โดยให้ตัวอักษร ตัวเลข และขีดใช้สีขาว เว้นแต่แผ่นป้ายทะเบียนรถสำหรับรถยนต์ของเจ้าพนักงานกงสุลกิตติมศักดิ์ ให้พื้นแผ่นป้ายใช้สีเทาสะท้อนแสง โดยให้ตัวอักษร ตัวเลข และขีดใช้สีดำ

ในกรณีแผ่นป้ายทะเบียนรถที่มีกฎกระทรวงกำหนดหมายเลขทะเบียนซึ่งเป็นที่ต้องการหรือเป็นที่นิยม อธิบดีอาจประกาศกำหนดให้ใช้สีพื้นแผ่นป้าย ตัวเลขนำหน้าตัวอักษรประจำหมวด ตัวอักษรประจำหมวด หมายเลขทะเบียน ตัวอักษรแสดงชื่อกรุงเทพมหานครหรือจังหวัดที่จดทะเบียน และขอบแผ่นป้ายเป็นประการอื่นก็ได้

ข้อ ๔ พื้นแผ่นป้ายทะเบียนรถประเภทใดจะมีรูปภาพที่สามารถอธิบายหรือมองเห็นความหมายในภาพที่ปรากฏเสมือนจริงนั้นได้ ให้เป็นไปตามที่อธิบดีประกาศกำหนด

ข้อ ๕ แผ่นป้ายทะเบียนรถให้ติดตรึงไว้ในที่ที่เห็นได้ง่ายที่หน้ารถหนึ่งแผ่น และที่ท้ายรถหนึ่งแผ่น เว้นแต่รถจักรยานยนต์หรือรถพ่วงให้ติดตรึงที่ท้ายรถหนึ่งแผ่น

การติดตรึงแผ่นป้ายต้องไม่กระทำในลักษณะที่วัสดุที่ยึดแผ่นป้ายนั้นอาจปิดบังทั้งหมดหรือแต่บางส่วนของตัวเลขนำหน้าตัวอักษรประจำหมวด ตัวอักษรประจำหมวด หมายเลขทะเบียน ตัวอักษรแสดงชื่อกรุงเทพมหานครหรือจังหวัดที่จดทะเบียน โดยต้องไม่นำวัสดุหรือสิ่งอื่นใดไม่ว่าจะก่อให้เกิดแสงสว่างหรือเรืองแสงหรือไม่ก็ตาม มาปิด บัง หรือติดไว้ในบริเวณใกล้เคียงกับแผ่นป้ายทะเบียนรถจนไม่สามารถมองเห็นทั้งหมดหรือแต่บางส่วนของตัวเลขหรือตัวอักษรนั้น

ข้อ ๖ เครื่องหมายแสดงการเสียภาษีประจำปี ให้ติดที่ด้านในของกระจกกันลมด้านหน้ารถโดยหันข้อความด้านหน้าของเครื่องหมายแสดงการเสียภาษีประจำปีออกด้านนอกรถ เว้นแต่รถจักรยานยนต์ รถพ่วง รถบดถนน รถแทรกเตอร์ รถใช้งานเกษตรกรรม และรถอื่นตามที่กำหนดในกฎกระทรวง ให้ติดในที่ที่สามารถมองเห็นข้อความด้านหน้าของเครื่องหมายแสดงการเสียภาษีประจำปีได้ชัดเจน

ข้อ ๗ แผ่นป้ายทะเบียนรถที่ใช้ตามความตกลงระหว่างประเทศ ให้เป็นไปตามที่กำหนดในความตกลงระหว่างประเทศนั้น

ให้กรมการขนส่งทางบกจัดให้มีแผ่นป้ายทะเบียนรถที่ใช้ตามความตกลงระหว่างประเทศตามวรรคหนึ่ง

ในกรณีที่มีการนำรถกลับเข้ามาในราชอาณาจักร ให้นำแผ่นป้ายทะเบียนรถที่ใช้ตามความตกลงระหว่างประเทศออก

ข้อ ๘ บรรดาแผ่นป้ายทะเบียนรถที่นายทะเบียนได้จัดทำขึ้นก่อนวันที่กฎกระทรวงนี้ใช้บังคับ ให้นายทะเบียนออกให้แก่รถที่จดทะเบียนได้ต่อไปจนกว่าจะครบจำนวนที่ได้จัดทำขึ้นไว้

ข้อ ๙ บรรดาแผ่นป้ายทะเบียนรถที่นายทะเบียนออกให้ไว้ก่อนวันที่กฎกระทรวงนี้ใช้บังคับและที่นายทะเบียนออกให้แก่รถที่จดทะเบียนตามข้อ ๘ แห่งกฎกระทรวงนี้ ให้ใช้ได้ต่อไป

ข้อ ๑๐ ในกรณีที่แผ่นป้ายทะเบียนรถที่ออกให้ไว้ก่อนวันที่กฎกระทรวงนี้ใช้บังคับ และแผ่นป้ายทะเบียนรถที่ออกตามข้อ ๘ สูญหายหรือชำรุดจนทำให้ไม่อาจมองเห็นตัวเลข ตัวอักษร หรือสีบนแผ่นป้ายดังกล่าวได้ชัดเจนด้วยตาเปล่า หากเจ้าของรถได้ขอให้ออกแผ่นป้ายทะเบียนรถให้แทนแผ่นป้ายทะเบียนรถที่สูญหายหรือชำรุด ให้นายทะเบียนออกแผ่นป้ายทะเบียนรถให้ใหม่ตามที่กำหนดไว้ในกฎกระทรวงนี้ เว้นแต่กรณีแผ่นป้ายทะเบียนรถจักรยานยนต์ส่วนบุคคลและรถจักรยานยนต์สาธารณะให้นายทะเบียนออกแผ่นป้ายทะเบียนรถจักรยานยนต์ตามกฎกระทรวงกำหนดลักษณะ ขนาด และสีของแผ่นป้ายทะเบียนรถ พ.ศ. ๒๕๔๗ และที่แก้ไขเพิ่มเติม

การขอออกแผ่นป้ายทะเบียนรถตามวรรคหนึ่ง ให้เจ้าของรถเสียค่าธรรมเนียมตามอัตราที่กฎหมายกำหนด

ข้อ ๑๑ บรรดาระเบียบ ประกาศ หรือคำสั่ง ที่ออกตามกฎกระทรวงกำหนดลักษณะ ขนาด และสีของแผ่นป้ายทะเบียนรถ พ.ศ. ๒๕๔๗ และที่แก้ไขเพิ่มเติม ที่ใช้บังคับอยู่ในวันก่อนวันที่กฎกระทรวงนี้ใช้บังคับ ให้ยังคงใช้บังคับต่อไปได้เพียงเท่าที่ไม่ขัดหรือแย้งกับกฎกระทรวงนี้

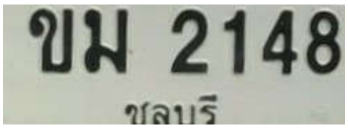
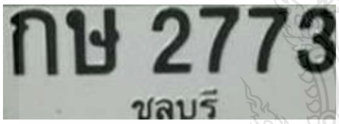
ให้ไว้ ณ วันที่ ๓๐ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๕๔
สุชาติ โชคชัยรัตนากร
รัฐมนตรีช่วยว่าการกระทรวงคมนาคม ปฏิบัติราชการแทน
รัฐมนตรีว่าการกระทรวงคมนาคม

หมายเหตุ :- เหตุผลในการประกาศใช้กฎกระทรวงฉบับนี้ คือ โดยที่แผ่นป้ายทะเบียนรถตามขนาด ลักษณะ และสีที่กำหนดในปัจจุบันไม่สามารถรองรับการจดทะเบียนรถยนต์ที่เพิ่มจำนวนมากขึ้นได้ และมีลักษณะที่ยากต่อการตรวจสอบ สมควรปรับปรุงขนาด ลักษณะ และสีของแผ่นป้ายทะเบียนรถให้เหมาะสมยิ่งขึ้น เพื่อออกให้สำหรับรถที่จดทะเบียนได้อย่างเพียงพอ และกำหนดวิธีการแสดงแผ่นป้ายทะเบียนรถและเครื่องหมายแสดงการเสียภาษีประจำปีให้ชัดเจนเพื่อประโยชน์ในการตรวจสอบ จึงจำเป็นต้องออกกฎกระทรวงนี้

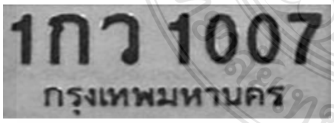
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ภาคผนวก ข
ภาพที่ใช้ในการทดลอง

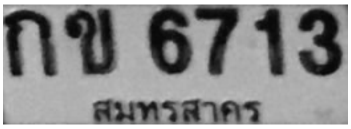
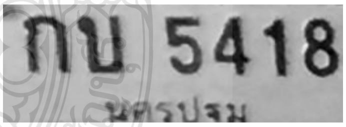
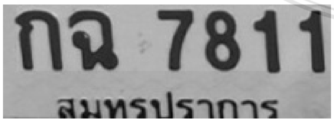
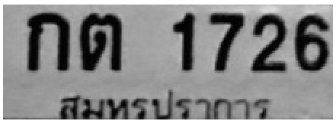
ตารางที่ ข.1 ภาพที่ใช้ในการทดลอง ป้ายทะเบียนประเภทรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน

No	ป้ายทะเบียน	No	ป้ายทะเบียน
1		11	
2		12	
3		13	
4		14	
5		15	
6		16	
7		17	
8		18	
9		19	
10		20	

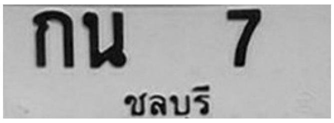
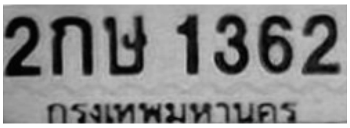
ตารางที่ ข.1 ภาพที่ใช้ในการทดลอง ป้ายทะเบียนประเภทรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน (ต่อ)

No	ป้ายทะเบียน	No	ป้ายทะเบียน
21		31	
22		32	
23		33	
24		34	
25		35	
26		36	
27		37	
28		38	
29		39	
30		40	

ตารางที่ ข.1 ภาพที่ใช้ในการทดลอง ป้ายทะเบียนประเภทรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน (ต่อ)

No	ป้ายทะเบียน	No	ป้ายทะเบียน
41		51	
42		52	
43		53	
44		54	
45		55	
46		56	
47		57	
48		58	
49		59	
50		60	

ตารางที่ ข.1 ภาพที่ใช้ในการทดลอง ป้ายทะเบียนประเภทรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน (ต่อ)

No	ป้ายทะเบียน	No	ป้ายทะเบียน
61		71	
62		72	
63		73	
64		74	
65		75	
66		76	
67		77	
68		78	
69		79	
70		80	

ตารางที่ ข.2 ภาพที่ใช้ในการทดลอง ป้ายทะเบียนประเภทรถยนต์บรรทุกส่วนบุคคล

No	ป้ายทะเบียน	No	ป้ายทะเบียน
1		11	
2		12	
3		13	
4		14	
5		15	
6		16	
7		17	
8		18	
9		19	
10		20	

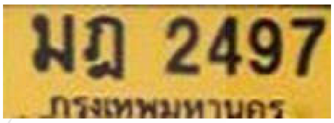
ตารางที่ ข.2 ภาพที่ใช้ในการทดลอง ป้ายทะเบียนประเภทรถยนต์บรรทุกส่วนบุคคล (ต่อ)

No	ป้ายทะเบียน	No	ป้ายทะเบียน
21		31	
22		32	
23		33	
24		34	
25		35	
26		36	
27		37	
28		38	
29		39	
30		40	

ตารางที่ ข.2 ภาพที่ใช้ในการทดลอง ป้ายทะเบียนประเภทรถยนต์บรรทุกส่วนบุคคล (ต่อ)

No	ป้ายทะเบียน
41	
42	
43	
44	
45	
46	
47	
48	
49	
50	

ตารางที่ ข.3 ภาพที่ใช้ในการทดลอง ป้ายทะเบียนประเภทรถยนต์รับจ้างโดยสารไม่เกิน 7 คน

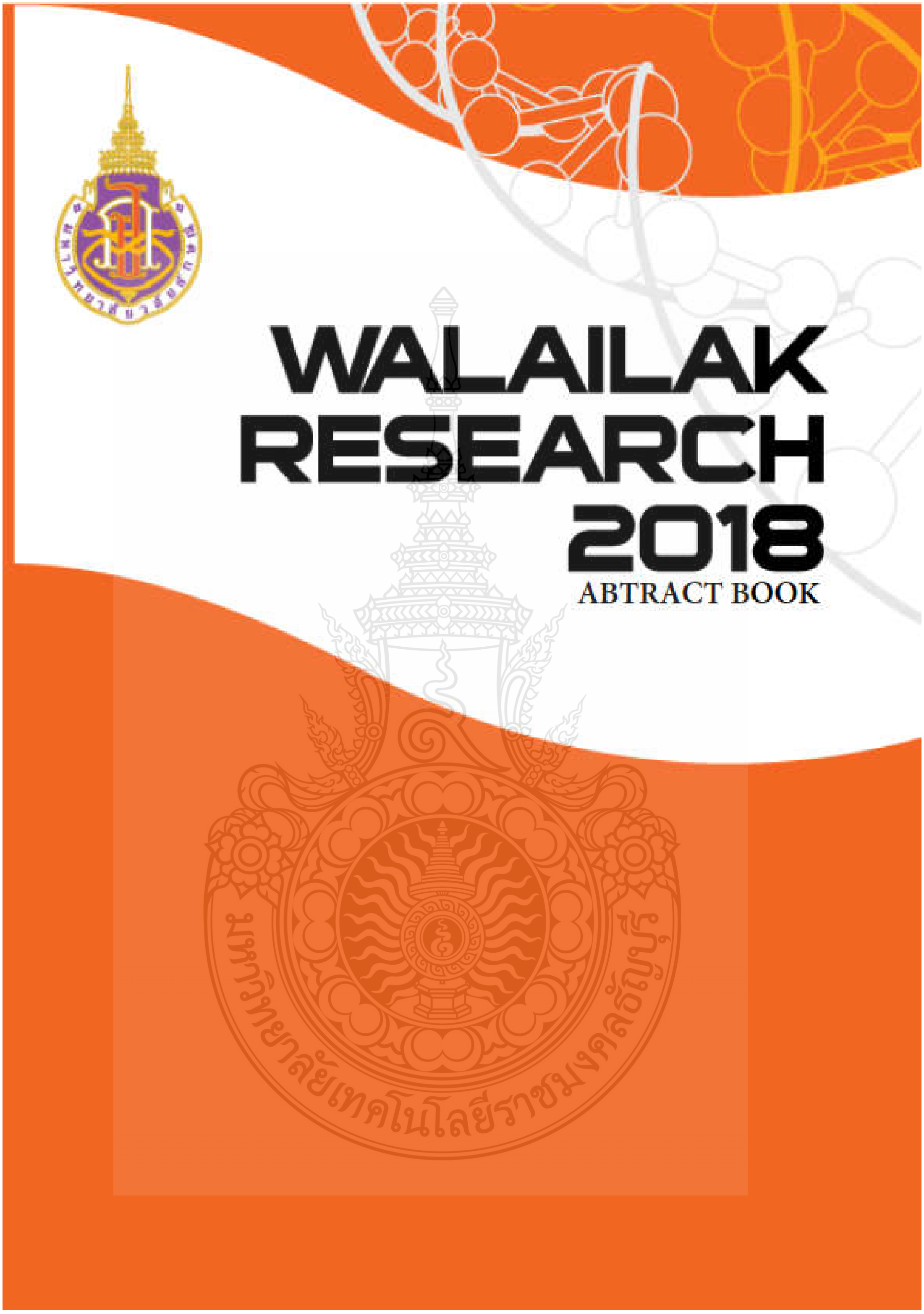
No	ป้ายทะเบียน	No	ป้ายทะเบียน
1		11	
2		12	
3		13	
4		14	
5		15	
6		16	
7		17	
8		18	
9		19	
10		20	

ตารางที่ ข.3 ภาพที่ใช้ในการทดลอง ป้ายทะเบียนประเภทรถยนต์รับจ้างโดยสารไม่เกิน 7 คน (ต่อ)

No	ป้ายทะเบียน
21	
22	
23	
24	
25	
26	
27	
28	
29	
30	

ภาคผนวก ค

ผลงานตีพิมพ์เผยแพร่



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

คณะกรรมการที่ปรึกษา

1. ศาสตราจารย์ ดร.สมบัติ ธำรงค์ธัญวงศ์ รักษาการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
2. รองศาสตราจารย์ ดร.ชิตณรงค์ ศิริสถิตย์กุล รักษาการแทนรองอธิการบดีฝ่ายวิจัยและบริการสังคม
3. รองศาสตราจารย์ ดร.สุรินทร์ ไหมศรีกรด รักษาการแทนรองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ
4. รองศาสตราจารย์ ดร.ก้าน จันทร์พรหมมา ผู้ประสานงานสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.ภูมิภาค : ภาคใต้)
5. รองศาสตราจารย์ ดร.ชิตณรงค์ ศิริสถิตย์กุล คณบดีสำนักวิชาวิทยาศาสตร์
6. รองศาสตราจารย์ ดร.สุรินทร์ ไหมศรีกรด คณบดีสำนักวิชานิติศาสตร์และรัฐศาสตร์
7. รองศาสตราจารย์ ดร.จิตรบรรจง ตั้งปอง คณบดีสำนักวิชาสหเวชศาสตร์
8. รองศาสตราจารย์ ดร.พูลพงษ์ บุญพราหมณ์ คณบดีสำนักวิชาสารสนเทศศาสตร์
9. รองศาสตราจารย์ ดร.สมนึก เอื้อจิระพงษ์พันธ์ คณบดีสำนักวิชาการจัดการ
10. รองศาสตราจารย์ ดร.จรัญ บุญกาญจน์ คณบดีสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์และทรัพยากร
11. รองศาสตราจารย์ ดร.วิภาวรรณ ชะอุ่ม เพ็ญสุขสันต์ คณบดีสำนักวิชาพยาบาลศาสตร์
12. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิพนธ์ ทิพย์ศรีนิมิต คณบดีสำนักวิชาศิลปศาสตร์
13. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วาริท เจาะจิตต์ คณบดีสำนักวิชาสาธารณสุขศาสตร์
14. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวิทย์ วุฒิสุทธิเมธาวี คณบดีสำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร
15. ผู้ช่วยศาสตราจารย์นรารักษ์ สมบัติทอง คณบดีสำนักวิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ
16. อาจารย์ ดร.นพ.ปรัชญะพันธุ์ เพชรช่วย คณบดีสำนักวิชแพทยศาสตร์
17. อาจารย์ ดร. จิราพร ขินกุลพิทักษ์ คณบดีสำนักวิชาเภสัชศาสตร์

คณะกรรมการฝ่ายวิชาการ

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยุวดี วิทยพันธ์ ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและนวัตกรรม ประธานฝ่ายวิชาการ
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิชาต อธิไภริน ประธานกลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพ
3. อาจารย์ ดร.กรวิทย์ อยู่สกุล รองประธานกลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพ
4. อาจารย์ ดร.สิริพร สมบูรณ์บูรณะ ประธานกลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์
5. อาจารย์ ดร.สมรักษ์ ชัยสิงห์กานานนท์ รองประธานกลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์
6. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ภัทร์นรินทร์ ศุภกร รองประธานกลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์
7. อาจารย์ ดร.พรรณศิริ ดำโอ ประธานกลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
8. รองศาสตราจารย์ ดร.มัลลิกา เจริญสุธาสินี รองประธานกลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
9. อาจารย์ ดร. ภมรรัตน์ เกื้อเส้ง รองประธานกลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
10. รองศาสตราจารย์ ดร.ชิตณรงค์ ศิริสถิตย์กุล ประธานหัวข้อพิเศษ: งานวิจัยพัฒนาคุณภาพการศึกษาและการพัฒนาท้องถิ่น
11. นางสาวรัชฎา คชแสงสันต์ ประธานหัวข้อพิเศษ : งานวิชาการรับใช้สังคม
12. นางปิ่นเพชร ภักดีณรงค์ รองประธานหัวข้อพิเศษ : งานวิชาการรับใช้สังคม
13. ผู้อำนวยการอุทยานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประธานหัวข้อพิเศษ : Creative Innovation
14. นายโกสินธุ์ ศิริรักษ์ เลขานุการฝ่ายวิชาการ
15. นางลัดดาวัลย์ มนต์แก้ว ผู้ช่วยเลขานุการฝ่ายวิชาการ

คณะกรรมการดำเนินงาน

1. รองศาสตราจารย์ ดร.ชิตณรงค์ ศิริสถิตย์กุล ที่ปรึกษา
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยุวดี วิทยพันธ์ ประธานกรรมการ
3. นางสาวนุสนธ์ สงเอียด กรรมการ
4. นางแก้วใจ สุขสอาด กรรมการ
5. นางสาวรติยา ก้องกำ กรรมการ
6. นางวันฤดี รัตนพันธ์ กรรมการ
7. นางสาวรัชฎา คชแสงสันต์ กรรมการ
8. นางปิ่นเพชร ภักดีณรงค์ กรรมการ
9. นางสาวสุจินดา ย่องจีน กรรมการ
10. นายภาณุวัฒน์ บุญเรืองขาว กรรมการ
11. นางลัดดาวัลย์ มนต์แก้ว กรรมการและเลขานุการ
12. นายโกสินธุ์ ศิริรักษ์ กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

กำหนดการ

การประชุมวิชาการระดับชาติ "วลัยลักษณ์วิจัย" ครั้งที่ 10

วันที่ 27-28 มีนาคม 2561 ณ อาคารเรียนรวม 3 มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

วันอังคารที่ 27 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2561 ณ ห้อง 310

07.30-08.30 น.	ลงทะเบียน
08.30-09.00 น.	ชมวีดีทัศน์มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
09.00-09.30 น.	กล่าวต้อนรับและเปิดการประชุม โดย ศาสตราจารย์ ดร.สมบัติ ธำรงค์ธัญวงศ์ อธิการบดีมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ กล่าวรายงานการจัดประชุม โดย ศาสตราจารย์ น.สพ.ดร.อภินันท์ สุประเสริฐ รองอธิการบดีฝ่ายวิจัยและบริการสังคม มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ ถ่ายภาพร่วมกัน
09.30-10.30 น.	บรรยายพิเศษ เรื่อง "มหาวิทยาลัย : ตาน้ำแห่งความรู้ในศตวรรษที่ 21" โดย รองศาสตราจารย์ ดร.นิรันดร มาแทน อาจารย์ดีเด่นด้านการวิจัยมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ ประจำปีการศึกษา พ.ศ.2559 สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์และทรัพยากร มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
10.30-11.00 น.	ชมการนำเสนอผลงานภาคโปสเตอร์ (ผู้นำเสนออยู่ประจำโปสเตอร์) พักรับประทานอาหารว่างและเครื่องดื่ม
11.00-12.00 น.	บรรยายพิเศษ เรื่อง "การศึกษาวิจัยทางสังคมศาสตร์กับความท้าทายในยุคไทยแลนด์ 4.0" โดย ศาสตราจารย์ ดร.สุภางค์ จันทวานิช สถาบันวิจัยสังคม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
12.00-13.00 น.	รับประทานอาหารกลางวัน และชมนิทรรศการ/โปสเตอร์
13.00-17.00 น.	การนำเสนอผลงานทางวิชาการตามสาขา/ชมผลงานโปสเตอร์/นิทรรศการ

- *กลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*
  13.00-14.00 น. บรรยายรับเชิญ โดย นายแพทย์บัญชา พงษ์พานิช
  บรรยายพิเศษหัวข้อ "สุวรรณภูมิ ทวารวดี ศรีวิชัย สิริธัมมานคร: หัวเลี้ยว หัวต่อ ประวัติศาสตร์ภาคใต้ที่ได้เวลาทบทวน?"
- *กลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*
  13.00-14.00 น. บรรยายรับเชิญ โดย รองศาสตราจารย์ ดร.มัลลิกา เจริญสุธาสินี
  บรรยายพิเศษหัวข้อ "What make males so sexy? A point of view from mate choice and mate selection.
- *กลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพ*
  13.00-14.00 น. บรรยายรับเชิญ โดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภานุพงศ์ พุทธรักษ์
  บรรยายพิเศษหัวข้อ "การทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบและการวิเคราะห์อภิมานของสมุนไพร ในบัญชียาหลักแห่งชาติ"
- *หัวข้อพิเศษ : งานวิชาการรับใช้สังคม*
  13.00-13.30 น. บรรยายรับเชิญ โดย รองศาสตราจารย์ ดร.รงค์ บุญสวยขวัญ

บรรยายพิเศษหัวข้อ "งานวิชาการรับใช้สังคม...จริงหรือ ? : ประสบการณ์ กำลังใจ แรงบันดาลใจ ข้อคิด ในการขับเคลื่อน งานวิจัยเพื่อชุมชน"

- *หัวข้อพิเศษ : งานวิจัยพัฒนาคุณภาพการศึกษาและการพัฒนาท้องถิ่น*

วันพุธที่ 28 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2561

08.00-08.30 น. ลงทะเบียน

08.30-12.00 น. การนำเสนอผลงานทางวิชาการตามสาขา/ชมผลงานโปสเตอร์/นิทรรศการ

- *กลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*
- *กลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*
- *กลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพ*
- *หัวข้อพิเศษ : งานวิชาการรับใช้สังคม ศูนย์บริการวิชาการ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ ร่วมกับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัยและเครือข่าย*
- *เวทีรายงานความก้าวหน้าผู้รับทุนบัณฑิตศึกษา*

12.00-13.00 น. พักรับประทานอาหารกลางวัน

13.00-16.00 น. การนำเสนอผลงานทางวิชาการตามสาขา/ชมผลงานโปสเตอร์/นิทรรศการ

- *หัวข้อพิเศษ : งานวิชาการรับใช้สังคม ศูนย์บริการวิชาการ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ ร่วมกับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัยและเครือข่าย*

16.30 น. พิธีปิดการประชุมวิชาการ

หมายเหตุ
1. กำหนดการอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสม รับประทานอาหารว่างและเครื่องดื่มในห้องประชุม
2. พิธีกรประจำวัน นางสาวนันทกาญจน์ บุญช่วย โรงพยาบาลศูนย์การแพทย์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
นายประพันธ์ พัฒน์ทอง ศูนย์บริการวิชาการ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

กำหนดการนำเสนอผลงานแบบบรรยาย (Oral Presentation)
การประชุมวิชาการระดับชาติ "วลัยลักษณ์วิจัย" ครั้งที่ 10
กลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
วันที่ 27-28 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2561 ณ อาคารเรียนรวม 3 มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

วันที่ 27 มีนาคม พ.ศ.2561 เวลา 13.00-16.45 น. ณ ห้อง 3217 ชั้น 2

ประธาน (Chair Person) รองศาสตราจารย์ ดร.มัลลิกา เจริญสุธาสินี
ประธานร่วม (Co-Chair) อาจารย์ ดร.พรรณศิริ ดำไอ และ อาจารย์ ดร.ภมรรัตน์ เกื้อเส้ง
เลขานุการ: นางแก้วใจ สุขสอาด

เวลา	รหัสบทความ	ชื่อผลงาน	ผู้นำเสนอ/นักวิจัย	หน่วยงาน
07.30-08.30		ลงทะเบียน		
08.30-12.00		พิธีเปิดงานประชุมวิชาการระดับชาติ "วลัยลักษณ์วิจัย" ครั้งที่ 10 ณ ห้อง 3310 บรรยายพิเศษโดย รศ.ดร.นิรันดร มาแทน ศ.ดร.สุภางค์ จันทวานิช		
12.00-13.00		รับประทานอาหารกลางวัน		
13.00-14.00		บรรยายรับเชิญ หัวข้อ What make males so sexy? A point of view from mate choice and mate selection.	รองศาสตราจารย์ ดร.มัลลิกา เจริญสุธาสินี	มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
14.00-14.15	13	การเพาะเลี้ยงแบบกะและแบบต่อเนื่องของไดอะตอมทะเลน้ำ Amphora subtropica BUUC1502 ที่แยกจากบ่อเลี้ยงกุ้งขาว	ปวีณา ตปนียวรวงศ์ ปรารถนา ปานทอง ปาริชาติ ชุมทอง มะลิวัลย์ คุตะโค รชนิมุข หิรัญสัจจาเลิศ ชลี ไพบูลย์กิจกุล และ สรวิศ เผ่าทองศุข	ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ
14.15-14.30	22	วิธีการทางสถิติที่เหมาะสมสำหรับทดสอบอัตราส่วนเพศในสัตว์น้ำ : กรณีศึกษาไบปู้ม้า	ธนิษฐา ทรรพนันทน์ และ รจิต เพ็งสี	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
14.30-14.45	29	Do ovigerous and non-ovigerous Uca rosea females differ in size and burrow characteristics?	Kanitta Keeratipattarakarn Fahmida Wazed Tina Mullica	มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

เวลา	รหัสบทความ	ชื่อผลงาน	ผู้นำเสนอ/นักวิจัย	หน่วยงาน
10.30-10.45	117	แนวทางการใช้สื่อออนไลน์ Google Classroom ในการเรียนการสอน ของนักศึกษา สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยตาปี	Teerayut Khunsrikaew และ ธนิต สำลีวงศ์	มหาวิทยาลัยตาปี
10.45-11.00	127	การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการแนะแนวการศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษา สาขาวิชาการจัดการสารสนเทศ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช	กนิษฐา อูเซ็ง จันทรวิมล สะแหล๊ะ และ ศิริญาพร ปรีชา	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
11.00-11.15	138	การสำรวจความพึงพอใจเพื่อปรับปรุงคุณภาพการให้บริการห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ ศูนย์เทคโนโลยีดิจิทัล มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์	Pattama Sucharee and Premrudee Noonsang	มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
11.15-11.30	161	ระบบลงทะเบียนเข้าร่วมกิจกรรมด้วย QR Code มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์	ณิรดา เพ็ชรคงทอง มานิต จิตต์ประไพ เกศิณี พรหมชาติ และ เปรมฤดี นุ่นสังข์	มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
11.30-11.45	162	การรวมภาพกระดาษลูกฟูกโดยใช้เทคนิคการต่อภาพ	วนิดา สุวรรณกิจ จิรวัฒน์ แก้วกุมาร และ อัศรชัย ศุภพิทักษ์สกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
11.45-12.00	171	การศึกษาการออกแบบสื่อการเรียนคันจิด้วยเทคโนโลยี Augmented Reality	กัญญารัตน์ ทองชุม และ สรมย์พร เจริญพิทย์	สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
12.00-13.00		รับประทานอาหารกลางวัน		
13.00-13.15	174	การเปรียบเทียบอัลกอริทึมการแบ่งช่วงข้อมูลสำหรับตัวจำแนกต้นไม้ตัดสินใจ	รัตยากร ไทยพันธ์ และ ฐิมาพร เพชรแก้ว	มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
13.15-13.30	183	ระบบช่วยเหลือผู้ขับขี่ในประเทศไทยด้วยการตรวจจับและติดตามคนเดินถนนที่กำลังข้ามทางม้าลาย	พิศณุ คูมีชัย	โรงเรียนนายเรือ
13.30-13.45	188	การจำแนกประเภทและรู้จำป้ายทะเบียนรถยนต์ในประเทศไทยโดยใช้เทคนิคเคเนียเรสเนเบอร์	พงศธร ศรเกษม และ อัศรชัย ศุภพิทักษ์สกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
13.45-14.00	191	การพัฒนาโมเดลการยอมรับทางการเงินบริบท การซื้อขายหุ้นผ่านแอพพลิเคชั่น Streaming บนมือถือ	จิตราพร บุญยงค์ และ อรพรรณ คงมาลัย	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
14.00-14.15	198	การจัดระเบียบจำแนกสิทธิ์การรักษาพยาบาลเพื่อรองรับระบบสารสนเทศโรงพยาบาลศูนย์การแพทย์ (ผู้ป่วยนอก) มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์	ศรัณย์ เพียงจันทร์	มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

WALAILAK PROCEDIA
Walailak Procedia 2018; 2018(5): it188
http://wjst.wu.ac.th/index.php/wuresearch

การจำแนกประเภทและรู้จำป้ายทะเบียนรถยนต์ในประเทศไทยโดยใช้เทคนิคเคเนียเรสเนเบอร์

พงศธร ครเกษม และ ฉัตรชัย ศุภพิทักษ์สกุล

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12110

pongsatorn_k@mail.rmutt.ac.th, chatchai.s@en.rmutt.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอเทคนิคการรู้จำตัวอักษรบนป้ายทะเบียนรถยนต์ และจำแนกป้ายทะเบียนรถยนต์ในประเทศไทย กระบวนการทำงานประกอบด้วย 3 กระบวนการหลัก คือ 1. การตรวจหาตำแหน่งตัวอักษรบนป้ายทะเบียนรถยนต์ โดยใช้การแบ่งส่วนของตัวอักษรด้วยวิธีการกำหนดค่าขีดแบ่ง 2. การรู้จำตัวอักษรบนป้ายทะเบียนรถยนต์ โดยใช้ตัวกรองค่ามัธยฐาน ใช้การกำหนดค่าขีดแบ่งในการแยกส่วนตัวอักษร ใช้เทคนิค Connected component label และ ใช้ K-nearest neighbor (K-NN) ทำการรู้จำตัวอักษร และ 3. การจำแนกป้ายทะเบียนรถยนต์ในประเทศไทยโดยการใช้สีของตัวอักษรและพื้นหลังของป้ายทะเบียนสำหรับแบ่งประเภทของรถยนต์ ด้วยวิธีการตรวจจับสีในโครงสร้างของสีแบบ HSV จากผลการทดลองกับภาพทะเบียนรถยนต์ทั้งหมด 110 ภาพ พบว่าวิธีการที่นำเสนอสามารถจำแนกประเภทและรู้จำป้ายทะเบียนรถยนต์ได้ที่ความถูกต้องเฉลี่ย 96.94% และ 93.88% ตามลำดับ

คำสำคัญ: การตรวจหาตำแหน่งตัวอักษรบนป้ายทะเบียนรถยนต์, การรู้จำตัวอักษรบนป้ายทะเบียนรถยนต์, การจำแนกป้ายทะเบียนรถยนต์, K-nearest neighbor, Connected Component Label

บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีด้านการประมวลผลภาพดิจิตอล [1] ได้ถูกนำมาพัฒนาใช้ระบบตรวจจับและรู้จำป้ายทะเบียนรถยนต์ เนื่องจากระบบการคมนาคมของไทยส่วนใหญ่เลือกใช้รถยนต์ส่วนบุคคลเป็นยานพาหนะ จึงทำให้มีรถยนต์มากมาย ซึ่งรถยนต์แต่ละคันจะมีป้ายทะเบียนติดอยู่ทุกคัน ป้ายทะเบียนนั้นบ่งบอกว่ารถยนต์คันดังกล่าวนั้นเป็นรถยนต์ที่เสียภาษีและสามารถใช้งานได้ถูกต้องตามกฎหมาย ป้ายทะเบียนจะมีสีที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งแต่ละสีนั้นมีความหมายที่แตกต่างกันและเป็นเครื่องหมายในการแยกประเภทของรถยนต์คันนั้นด้วย งานวิจัยที่ประยุกต์ทางด้านการตรวจหาป้ายทะเบียนรถ การแบ่งส่วนตัวอักษร การรู้จำตัวเลข และตัวอักษรของป้ายทะเบียนรถยนต์มีการศึกษากันอย่างมากมายทั้งในประเทศและต่างประเทศ การตรวจหาป้ายทะเบียนรถยนต์จะกระทำเพื่อลบรายละเอียดพื้นหลังที่ไม่พึงประสงค์และเน้นไปที่รายละเอียดที่สำคัญในภาพ ในการตรวจหาป้ายทะเบียนรถยนต์ ธีระวัฒน์ [2] ได้ใช้เทคนิคการทำเทรชโฮล ทำการตรวจหาขอบของภาพโดยการวิธีตรวจจับขอบ ภาพของแคนนี เพื่อตรวจจับตำแหน่งของป้ายทะเบียน การแบ่งส่วนตัวอักษรป้ายทะเบียน ประณต [3] ได้ใช้เทคนิคการสร้างภาพไดนามิคเรนจ์กว้างและใช้เทคนิคการทำโปรเจคชันเพื่อแบ่งส่วนตัวอักษรป้ายทะเบียน มีการเสนอวิธีการแบ่งส่วนภาพสี การใช้วิธี Region growing และวิธีการจัดกลุ่มได้อธิบายไว้ใน [4] การจดจำตัวอักษรเป็นขั้นตอนที่จำเป็นและหลีกเลี่ยงไม่ได้ในการประยุกต์ใช้ดังกล่าวโดยที่ระบบถูกนำมาใช้เพื่อจัดการกับตัวอักษรที่คลุมเครือหรือบิดเบี้ยวและใช้รู้ในแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ ราตรี [5] ได้ศึกษาเทคนิคเฮาดอร์ฟดิสแทนซ์เพื่อใช้ในการรู้จำป้ายทะเบียนรถยนต์ อาศัยวิธีการการวัดความคล้ายระหว่างภาพป้ายทะเบียนต้นแบบกับป้ายทะเบียน Zhao [6] ได้ศึกษาเรื่องโครงข่ายประสาทเทียมชนิดคอนโวลูชั่น เพื่อนำมาใช้รู้จำป้ายทะเบียนรถยนต์ในประเทศจีน และ Kar Soon [7] ได้ศึกษาเรื่องการคำนวณเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด *k*-Nearest Neighbors เพื่อใช้รู้จำป้ายทะเบียนรถยนต์ของประเทศมาเลเซีย เป็นต้น

ลักษณะแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ไทย ตามกฎกระทรวงเรื่องการกำหนดขนาด ลักษณะและสีของแผ่นป้ายทะเบียนรถ พ.ศ.2554 แผ่นป้ายแบ่งออกเป็นสองบรรทัด บรรทัดที่หนึ่งประกอบด้วยตัวอักษรประจำหมวดตัวที่หนึ่ง ตัวอักษรประจำหมวดตัวที่สอง และหมายเลขทะเบียนไม่เกินสี่หลัก บรรทัดที่สองเป็นตัวอักษรแสดงชื่อจังหวัดที่จดทะเบียน จากข้อกำหนดเรื่องสีของแผ่นป้ายทะเบียนรถ งานวิจัยนี้จะทำการจำแนกป้ายทะเบียนรถยนต์ทั้งหมด 3 ประเภท ดังนี้ (ก) รถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน ป้ายสีขาว

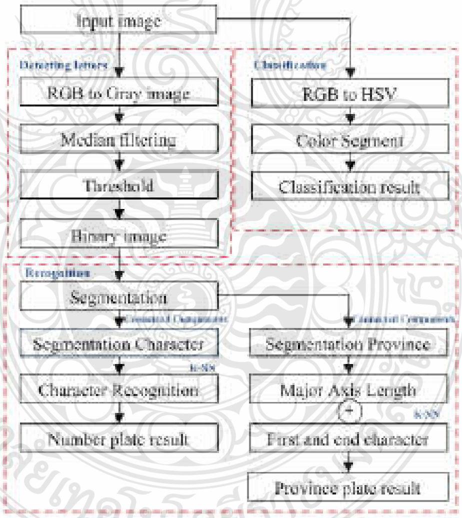
อักษรดำ (ข) รถยนต์บรรทุกส่วนบุคคล ป้ายสีขาวอักษรสีเขียว และ (ค) รถยนต์รับจ้างโดยสารไม่เกิน 7 คน ป้ายสีเหลืองอักษรสีดำ แสดงดังรูปที่ 1

รูปที่1 ประเภทป้ายทะเบียนรถยนต์ที่ทำวิจัย (ก) ป้ายสีขาวอักษรดำ (ข) ป้ายสีขาวอักษรสีเขียว (ค) ป้ายสีเหลืองอักษรสีดำ

สำหรับงานวิจัยนี้จะนำเสนอการการรู้จำตัวอักษรบนป้ายทะเบียนรถยนต์ และจำแนกป้ายทะเบียนรถยนต์ในประเทศไทย ประกอบด้วยสามกระบวนการหลัก คือ กระบวนการตรวจหาตำแหน่งตัวอักษรบนป้ายทะเบียนรถยนต์ ด้วยวิธี Threshold กระบวนการรู้จำตัวอักษรบนป้ายทะเบียนรถยนต์ด้วยวิธี K-nearest neighbor (K-NN) และกระบวนการจำแนกป้ายทะเบียนรถยนต์ใช้สีของตัวอักษรและพื้นหลังของป้ายทะเบียนในการแบ่งประเภทของรถยนต์โดยใช้วิธีการตรวจจับสีในโครงสร้างของสีแบบ HSV

วิธีดำเนินการวิจัย

โครงสร้างของระบบจะประกอบไปด้วย 3 กระบวนการหลัก คือ กระบวนการตรวจจับตัวอักษรบนป้ายทะเบียนรถยนต์ กระบวนการรู้จำตัวเลข ตัวอักษร และกระบวนการจำแนกป้ายทะเบียนรถยนต์ รายละเอียดแต่ละกระบวนการในการจำแนกประเภทรถยนต์แสดงดังรูปที่ 2 มีดังต่อไปนี้



รูปที่ 2 ขั้นตอนการทำงานของระบบ

1. กระบวนการตรวจหาตำแหน่งตัวอักษรบนป้ายทะเบียนรถยนต์

1.1 การแปลงค่าสี RGB เป็น Gray Scale

สำหรับขั้นตอนการเตรียมภาพเพื่อให้การประมวลผลมีความรวดเร็วและง่ายขึ้นจึงมีการเปลี่ยนแปลงภาพสีให้อยู่ในรูปของภาพที่มีระดับความเทามีค่าอยู่ระหว่าง 0-255 สามารถคำนวณได้ดังสมการที่ 1

$$\text{Gray value} = 0.3\text{R} + 0.59\text{G} + 0.11\text{B} \quad (1)$$

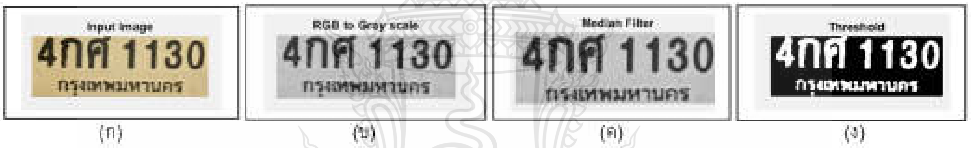
1.2 การกรองค่ามัธยฐาน

สัญญาณรบกวนเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้สำหรับการใช้ภาพต้นฉบับ ระบบนี้ใช้การกรองค่ามัธยฐานเพื่อกำจัดสัญญาณรบกวนบนภาพต้นฉบับ การใช้การกรองค่ามัธยฐานไม่เพียงแต่สามารถลดสัญญาณรบกวนเท่านั้น แต่ยังทำให้ความถี่สูงขึ้นอีกด้วย โดยจะเป็นประโยชน์สำหรับใช้ตรวจจับขอบในภาพต้นฉบับ

1.3 การแปลงภาพระดับเทาให้เป็นภาพขาว-ดำ

ความแม่นยำในการรู้จำเลขทะเบียนอัตโนมัติของระบบที่ออกแบบขึ้นอยู่กับความถูกต้องของกระบวนการแบ่งส่วนตัวอักษร หากการแบ่งส่วนล้มเหลว ส่วนของตัวอักษรจะแบ่งออกเป็นสองชิ้นได้ไม่ถูกต้อง หรืออาจมีการรวมตัวสองตัวเข้าด้วยกัน อาจทำให้เกิดความไม่ถูกต้องในการประมวลผลภาพ หลังจากที่ภาพสีถูกแปลงเป็นค่าสีเทา (0-255) จะใช้กระบวนการกำหนดเกณฑ์การปรับตัว T ในการป้อนข้อมูลภาพระดับสีเทาเพื่อสร้างภาพไบนารี [9] เทคนิคนี้สามารถแสดงดังสมการที่ 2

$$f_{threshold}(x,y) = \begin{cases} 1, & f_f(x,y) < Threshold \\ 0, & f_f(x,y) \geq Threshold \end{cases} \quad (2)$$



รูปที่ 3 (ก) ภาพต้นฉบับ (ข) Gray scale image (ค) Median filtering image (ง) Threshold image

2. กระบวนการรู้จำตัวอักษรบนป้ายทะเบียนรถยนต์

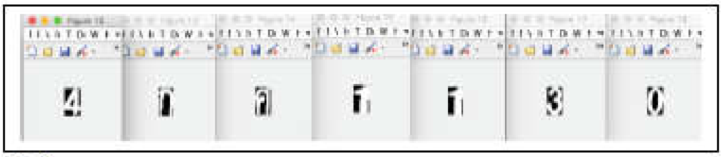
2.1 การแยกส่วนระหว่างเลขทะเบียนรถกับตัวอักษรจังหวัดออกจากกัน

ในการแยกส่วนระหว่างเลขทะเบียนรถกับตัวอักษรจังหวัดออกจากกันนั้น จะใช้ภาพจากกระบวนการแบ่งส่วนตัวอักษรมาทำด้วยวิธี ROI (Region-of-interest) โดยให้บริเวณป้ายทะเบียนรถมีสัดส่วน 70% และส่วนของบริเวณจังหวัดมีสัดส่วน 30%

รูปที่ 4 (ก) Threshold image (ข) ผลลัพธ์แสดงการแยกส่วนตัวเลขทะเบียนรถ (ค) ผลลัพธ์แสดงการแยกส่วนตัวอักษรจังหวัด

2.2 การดึงแต่ละตัวอักษรออกจากภาพ

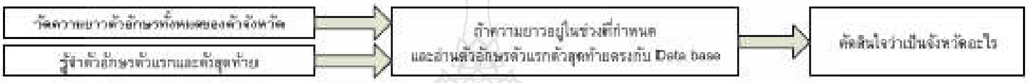
หลังจากการแยกส่วนระหว่างเลขทะเบียนกับตัวอักษรจังหวัดออกจากกันแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือทำการตัดแยกตัวอักษรในภาพออกมาเป็นตัวๆ ในงานวิจัยนี้ใช้วิธีการติดฉลากส่วนประกอบที่เชื่อมต่อ (Connected component labeling) [11] ซึ่งมันจะสแกนภาพและจัดกลุ่มพิกเซลที่มีการเชื่อมต่อติดกันให้เป็นตัวอักษรเดียวกัน จากนั้นทำการปรับขนาดภาพให้เป็น 24 x 42 พิกเซล ให้เท่ากับภาพฐานข้อมูลแสดงดังรูปที่ 5



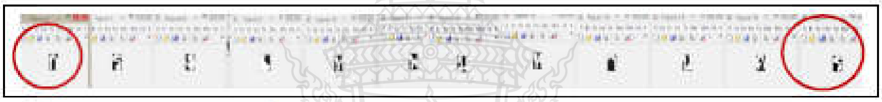
รูปที่ 5 ผลของการดึงแต่ละตัวอักษรออกจากภาพ

2.3 การตัดสินใจตัวอักษรจังหวัด

ในส่วนการรู้จำตัวอักษรจังหวัด ในงานวิจัยนี้ใช้ 2 วิธีในการตัดสินใจคือ วัดความยาวตัวอักษรทั้งหมดของตัวจังหวัดโดยใช้ Major Axis Length และรู้จำตัวอักษรตัวแรกและตัวสุดท้าย โดยใช้ K-NN เพื่อการรู้จำตัวอักษร



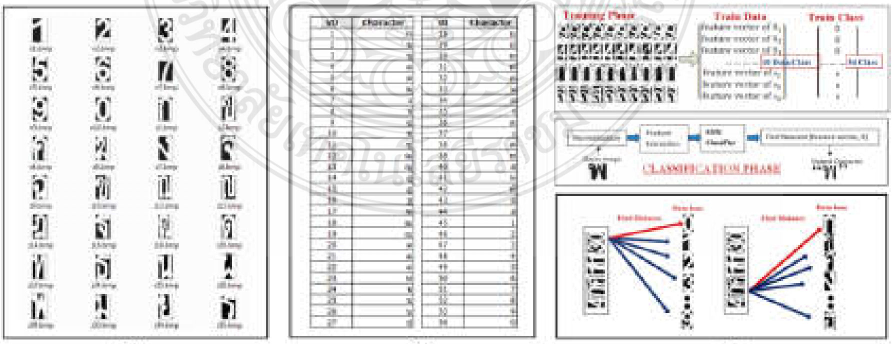
รูปที่ 6 ขั้นตอนการตัดสินใจส่วนของตัวอักษรจังหวัด



รูปที่ 7 ผลการดึงแต่ละตัวอักษรแล้วทำการเลือกตัวอักษรตัวแรกและตัวสุดท้าย กรุงเทพมหานคร (ตัวแรก : ก , ตัวสุดท้าย : ร)

2.4 การรู้จำตัวอักษรบนป้ายทะเบียน

หลังจากที่ได้แต่ละตัวของตัวอักษรของป้ายทะเบียนรถมาแล้วนั้น ในขั้นตอนต่อไปจะทำการรู้จำตัวอักษรบนป้ายทะเบียนและการรู้จำประเภทของรถยนต์ ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้วิธี K-NN [7-8] เพื่อจดจำอักษรแต่ละตัวและตัวเลขบนแผ่นป้ายทะเบียน การเตรียมชุดข้อมูลสำหรับการสอน ตัวเลข 0-9 และตัวอักษร ก-ฮ ชุดข้อมูลจะทำการปรับขนาดภาพให้เป็น 24x42 พิกเซล จากนั้นจะนำผลลัพธ์การดึงตัวเลขและตัวอักษรที่ได้ออกมาทีละตัว มาหาระยะห่าง (Distance) โดยใช้การวัดระยะแบบ Euclidean Distance ซึ่งหาได้จากสมการที่ (3) นำมาเทียบกับ Data base โดยข้อมูลการทดสอบตัวเลขแต่ละตัวอักษรของแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์จะถูกนำมาจับคู่กับข้อมูลการฝึกสอนของ K-nearest neighbor (K-NN)



(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 8 (ก) Data base สำหรับการฝึกสอน (ข) ค่าระยะห่าง VD ที่ถูกสร้างเก็บไว้ที่ Data base (ค) การฝึกสอนและการจับคู่ของข้อมูลในการฝึกสอนและรู้จำด้วยวิธี K-nearest neighbor

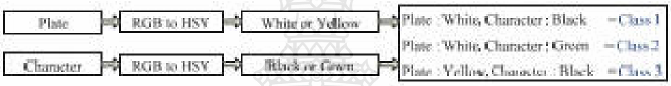
$$d = \sqrt{\sum_{k=1}^{N}(x_k - y_x)^2} \quad (3)$$

เมื่อ x_k: ข้อมูลการทดสอบ, y_x : ข้อมูลการสอน และ d คือค่าระยะห่าง

3. กระบวนการจำแนกป้ายทะเบียนรถยนต์

ในขั้นตอนแรกของการแบ่งส่วนป้ายทะเบียนรถนั้น เราจำเป็นต้องแปลงภาพสี RGB เป็นสี HSV ก่อนเนื่องจากค่าสีของ HSV มีความละเอียดกว่าค่าสี RGB [10] จึงทำให้การแบ่งส่วนทำได้ง่ายขึ้น ในการปริภูมิสี HSV (Hue, Saturation, Value) จะใช้หลักการแยกความสว่างออกจากเนื้อสีของจุดภาพ ซึ่งประกอบด้วย H แทนค่าเนื้อสี (Hue), S แทนค่าความอิ่มตัวของสี (Saturation) และ V แทนค่าความสว่างของแสง (Value)

สำหรับกระบวนการจำแนกป้ายทะเบียนในงานวิจัยนี้ จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนที่หนึ่งวิเคราะห์พื้นหลังของป้ายทะเบียน ส่วนที่สองวิเคราะห์สีตัวอักษรของป้ายทะเบียน โดย Class 1 คือรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน ป้ายสีขาวอักษรดำ Class 2 คือรถยนต์บรรทุกส่วนบุคคล ป้ายสีขาวอักษรสีเขียว และ Class 3 คือรถยนต์รับจ้างโดยสารไม่เกิน 7 คน ป้ายสีเหลืองอักษรสีดำ



รูปที่ 9 กระบวนการจำแนกป้ายทะเบียนรถยนต์

3.1 การจำแนกสีพื้นหลังบนป้ายทะเบียนรถยนต์

ทำการแปลงภาพสี RGB เป็น HSV จากนั้นทำการแยกส่วนประกอบของสีเป็นสามส่วนประกอบคือ H, S, V และกำหนดช่วงให้ทั้งสามส่วนประกอบของสี โดยทดสอบกับภาพตัวอย่างเพื่อกำหนดค่าช่วงสีที่จะใช้ในการตัดสินใจสีพื้นหลังบนป้ายทะเบียน

การกำหนดค่าช่วงสีขาว หาได้จากค่าเฉลี่ยของ Pixel info (X,Y) ในส่วนของสีที่เป็นพื้นหลัง ค่าเฉลี่ยจะอยู่ที่ H, S, V = [0.12 0.35 0.81] แสดงดังรูปที่11(ก) สำหรับการกำหนดค่าช่วงสีขาวของในวิจัยนี้จะใช้ช่วงของค่าสี ดังนี้

H $\geq 0.10 \leq 0.60$, S $\geq 0.01 \leq 0.40$, V $\geq 0.45 \leq 0.92$

การกำหนดค่าช่วงสีเหลือง หาได้จากค่าเฉลี่ยของ Pixel info (X,Y) ในส่วนของสีที่เป็นพื้นหลัง ค่าเฉลี่ยจะอยู่ที่ H, S, V = [0.11 0.80 0.75] แสดงดังรูปที่11(ข) สำหรับการกำหนดค่าช่วงสีเหลืองในงานวิจัยนี้จะใช้ช่วงของค่าสี ดังนี้

H $\geq 0.09 \leq 0.13$, S $\geq 0.75 \leq 1.00$, V $\geq 0.56 \leq 0.92$

ถ้าภาพอินพุตเป็นภาพป้ายทะเบียนสีขาว ค่าสีที่อยู่ในช่วงสีขาว ค่าที่ออกมาจะเป็น 1 ส่วนที่เหลือจะเป็น 0 และถ้าภาพอินพุตเป็นภาพป้ายทะเบียนสีเหลือง ค่าสีที่อยู่ในช่วงสีเหลือง ค่าที่ออกมาจะเป็น 1 ส่วนที่เหลือจะเป็น 0 แล้วนับพิกเซลส่วนที่เป็นสีขาว

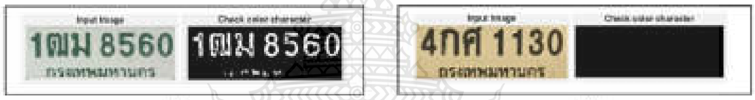
รูปที่ 10 (ก) แสดงการจับสีขาวในป้ายทะเบียนสีขาว (ข) แสดงการจับสีเหลืองในป้ายทะเบียนสีเหลือง

(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 11 (ก) แสดงการหาค่าช่วงสีขาวของสีพื้นหลังบนป้ายทะเบียน (ข) แสดงการหาค่าช่วงสีเหลืองของสีพื้นหลังบนป้ายทะเบียน (ค) แสดงการหาค่าช่วงสีเขียวของสีตัวอักษรบนป้ายทะเบียน

3.2 การจำแนกสีตัวอักษรบนป้ายทะเบียนรถยนต์

ทำการแปลงค่าสีของภาพจาก RGB เป็น HSV เหมือนขั้นตอนการจำแนกสีพื้นหลังบนป้ายทะเบียนรถยนต์ แล้วนับพิกเซลส่วนที่เป็นสีเขียว ค่าสีที่อยู่ในช่วงสีเขียว ค่าจะออกมาเป็น 1 ส่วนที่เหลือนอกจากนั้นจะเป็น 0 การกำหนดค่าช่วงสีเขียว หาได้จากค่าเฉลี่ยของ Pixel info (X,Y) ในส่วนของสีที่เป็นตัวอักษร ค่าเฉลี่ยจะอยู่ที่ H,S,V = [0.42 0.43 0.31] แสดงดังรูปที่11(ค) สำหรับการกำหนดค่าช่วงสีเขียวในงานวิจัยนี้จะใช้ช่วงของค่าสี ดังนี้ H ≥0.34≤0.46, S ≥0.25≤0.45, V ≥0.25≤0.50



(ก) (ข)

รูปที่ 12 (ก) แสดงการจับตัวอักษรสีเขียวในป้ายทะเบียนรถ (ข) แสดงการจับตัวอักษรที่ไม่มีตัวอักษรสีเขียวในป้ายทะเบียนรถ

ผลและอภิปรายผล

เทคนิคที่นำเสนอ นำไปทำการทดสอบกับภาพทั้งหมด 110 ภาพ โดยแบ่งภาพออกเป็น 3 ประเภท คือ รถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน 40 ภาพ รถยนต์รถยนต์บรรทุกส่วนบุคคล 40 ภาพ และ รถยนต์รับจ้างโดยสารไม่เกิน 7 คน 30 ภาพ ความละเอียดของภาพทั้งหมดคือ 512G 512 พิกเซล ระบบใช้โปรแกรม MATLAB 2016b ภาพตัวอย่างการทดสอบของระบบแสดงไว้ในรูปที่ 13(ก) การทดสอบของระบบแบ่งออกเป็น 3 ส่วน โดยที่ความถูกต้องของระบบได้แสดงไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบการรู้จำตัวอักษรบนป้ายทะเบียนรถยนต์ และจำแนกป้ายทะเบียนรถยนต์

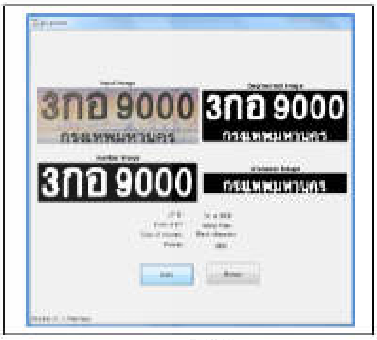
ชนิดป้ายทะเบียน	ผลการรู้จำ	ทั้งหมด	ถูกต้อง	%ถูกต้อง
ป้ายสีขาว อักษรสีดำ	การตรวจจับตัวอักษร	40	37	92.50%
	การรู้จำตัวเลขและตัวอักษร	37	35	94.59%
	การจำแนกป้ายทะเบียนรถยนต์	37	36	97.30%
ป้ายสีขาว อักษรสีเขียว	การตรวจจับตัวอักษร	40	36	90.00%
	การรู้จำตัวเลขและตัวอักษร	36	34	94.44%
	การจำแนกป้ายทะเบียนรถยนต์	36	35	97.22%
ป้ายสีเหลือง อักษรสีดำ	การตรวจจับตัวอักษร	30	27	90.00%
	การรู้จำตัวเลขและตัวอักษร	27	25	92.59%
	การจำแนกป้ายทะเบียนรถยนต์	27	26	96.30%

จากตารางที่ 1 มีค่าความถูกต้องเฉลี่ยของแต่ละกระบวนการ ดังนี้ 1.การตรวจหาตำแหน่งตัวอักษรบนป้ายทะเบียน มีความถูกต้องเฉลี่ย 90.83% 2.การรู้จำตัวเลขและตัวอักษรบนป้ายทะเบียนมีความถูกต้องเฉลี่ย 93.88% และ 3.การจำแนกป้ายทะเบียนบน

ป้ายทะเบียน มีความถูกต้องเฉลี่ย 96.94% เมื่อนำมาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของงานวิจัย [4] ใช้เทคนิคเฮาดอรฟดิสแทนซ์ในการรู้จำป้ายทะเบียนรถยนต์ อาศัยวิธีการการวัดความคล้ายระหว่างภาพป้ายทะเบียนต้นแบบกับป้ายทะเบียน ผลการทดสอบสามารถรู้จำป้ายทะเบียนรถยนต์ได้อย่างถูกต้อง 93.50% นำมาเปรียบเทียบประสิทธิภาพกับผลการทดสอบกับงานที่นำเสนอจะมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกัน แต่การใช้ K-NN เป็นวิธีการที่ทำงานไม่ซับซ้อน เหมาะสำหรับการจัดหมวดหมู่ข้อมูลและออกแบบคลาสของแต่ละข้อมูลให้มีข้อมูลในการฝึกสอนที่หลากหลายได้มากกว่า และสามารถจำแนกประเภทป้ายทะเบียนรถยนต์ได้ 3 ประเภท สำหรับข้อผิดพลาดจากการทดสอบที่เกิดขึ้น เกิดจากป้ายทะเบียนมีรูน็อตยึดที่ตัวอักษร มีคราบสกปรกปิดบังตัวอักษร และตัวอักษรบางส่วนหลุดลอก จึงทำให้การรู้จำตัวอักษรบนป้ายทะเบียนมีความผิดพลาดเกิดขึ้น นอกจากนี้ได้นำวิธีที่นำเสนอทำการทดสอบกับแผ่นป้ายทะเบียนที่เป็นทะเบียนประมูล ผลการทดสอบพบว่าสามารถรู้จำตัวอักษรบนป้ายทะเบียนได้ แต่ยังไม่สามารถจำแนกประเภทชนิดแผ่นป้ายทะเบียนที่เป็นทะเบียนประมูลได้ เนื่องจากสีพื้นหลังของป้ายทะเบียนที่เป็นทะเบียนประมูลมีความหลากหลายและต้องเพิ่มอัลกอริทึมสำหรับจำแนกประเภทป้ายทะเบียนดังกล่าว ในการพัฒนาระบบในอนาคตจะพิจารณาการจำแนกประเภทป้ายทะเบียนรถลักษณะอื่นเพิ่ม รวมไปถึงป้ายทะเบียนประมูล

(ก)

(ข)


(ค)

รูปที่ 13 (ก) รูปตัวอย่างสำหรับใช้ทดสอบกับระบบ (ข) ภาพหน้าจอการทำงานหลักของระบบ (ค) ภาพทดสอบป้ายทะเบียนประมูล

สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ทำการรู้จำตัวอักษรและจำแนกประเภทป้ายทะเบียนรถยนต์ในประเทศไทย กระบวนการทำงานประกอบด้วยสามกระบวนการหลัก คือ 1.กระบวนการตรวจหาตำแหน่งตัวอักษรบนป้ายทะเบียนรถยนต์ 2.กระบวนการรู้จำตัวอักษรบนป้ายทะเบียน และ 3.กระบวนการจำแนกป้ายทะเบียน โดยทำการทดสอบประสิทธิภาพของทั้งสามกระบวนการที่กล่าวมา จากการทดสอบกับภาพตัวอย่างป้ายทะเบียนในสภาพแวดล้อมจริง 110 ตัวอย่าง พบว่ากระบวนการตรวจหาตำแหน่งตัวอักษรบนป้ายทะเบียนรถยนต์ มีอัตราความถูกต้องเท่ากับ 90.83% กระบวนการรู้จำตัวอักษรบนป้ายทะเบียนด้วยวิธี K-nearest neighbor (K-NN) มีอัตราความถูกต้องเท่ากับ 93.88% และกระบวนการจำแนกป้ายทะเบียนด้วยวิธีการเปรียบเทียบสีตัวอักษรกับสีพื้นหลังบนป้ายทะเบียนมีอัตราความถูกต้องเท่ากับ 96.94%

สรุปได้ว่าการรู้จำตัวอักษรบนป้ายทะเบียนรถยนต์และจำแนกป้ายทะเบียนรถยนต์ในประเทศไทยที่นำเสนอนั้น ให้ผลของการทดสอบมีความถูกต้องแม่นยำ สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานในการจำแนกประเภทป้ายทะเบียนรถชนิดต่าง ๆเพิ่มเติมได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถนำไปพัฒนาใช้กับระบบการตรวจสอบด้วยเวลาจริง (real time) อย่างไรก็ตามวิธีที่นำเสนอยังมีข้อจำกัดในเรื่องของสภาพป้ายทะเบียนและตัวอักษรบนป้ายทะเบียนจะต้องมีความสมบูรณ์ จึงทำให้การอ่านตัวอักษรบนป้ายทะเบียนมีความผิดพลาดเกิดขึ้น สิ่งที่ต้องพัฒนาต่อคือการออกแบบคลาสของแต่ละข้อมูลให้มีข้อมูลในการฝึกสอนที่หลากหลายเพิ่มขึ้น เพื่อรองรับความหลากหลายของสภาพและประเภทของป้ายทะเบียนรถยนต์ให้มีประสิทธิภาพ

บรรณานุกรม

[1] สมเกียรติ อุดมหรรษากุล. (2554). การประมวลผลภาพดิจิตอลเบื้องต้น. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ท้อป.

[2] ธีระวัฒน์ สิทธิศักดิ์ และคณะ. (2552). ระบบตรวจจับแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

[3] ประณต คชกูล. (2553). การแบ่งส่วนตัวอักษรป้ายทะเบียนไทยโดยใช้เทคนิคการสร้างภาพไดนามิคเรนจ์กว้าง. คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

[4] B.D. Acosta. Experiments in image segmentation for Automatic US License Plate Recognition. Project report, Blacksburg, Virginia, June 18, 2004.

[5] ราตรี จันทนะทรัพย์ และ นิดาพรรณ สุรีรัตนันท์. (2548). การรู้จำป้ายทะเบียนรถยนต์ไทยโดยใช้เทคนิคเฮาดอรฟดิสแทนซ์. ภาควิชาคอมพิวเตอร์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

[6] Z. Zhao and S. Yang. (2008). Chinese license plate recognition using a convolutional neural network. Proceedings of the 2008 IEEE Pacific-Asia Workshop on Computational Intelligence.

[7] C. K. Soon and K. C. Lin. (2012). Malaysian Car Number Plate Detection and Recognition System Electronic Engineering, Engineering Campus, Universiti Sains Malaysia.

[8] F. Moreno-Seco, L. Mico and J. Oncina. A Modification of the LAESA Algorithm for Approximated k-NN Classification. Pattern Recognition Letters 24 (2003).

[9] S. U. Lee, S. Y. Chung and R. H. Park. A comparative performance study of several global thresholding techniques for segmentation. Computer Vision Graphics And Image Processing 1990; 52, 171-190.

[10] A. Jain and A. Vailaya. Image retrieval using color and shape. Pattern Recognition 1996; 29(8), 1233-1244.

[11] D. Swetha. Automatic License Plate Detection and Character Recognition. Department of Electronics and Communications Engineering Bapatla Engineering College.

มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

ขอมอบเกียรติบัตรฉบับนี้ให้ไว้เพื่อแสดงว่า

ผลงานเรื่อง **การจำแนกประเภทและรู้จำป้ายทะเบียนรถยนต์ในประเทศไทยโดยใช้เทคนิคเคเนียเรสเนเบอร์**

โดย **พงศธร ครเกษม และ ฉัตรชัย ศุภพิทักษ์สกุล**

ได้ร่วมนำเสนอผลงาน **ภาคบรรยาย (Oral presentation) กลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**

การประชุมวิชาการระดับชาติ วลัยลักษณ์วิจัย ครั้งที่ ๑๐

ให้ไว้ ณ วันที่ ๒๘ เดือนมีนาคม พุทธศักราช ๒๕๖๑

(ศาสตราจารย์ น.สพ.ดร.อภินันท์ สุประเสริฐ)
รองอธิการบดีฝ่ายวิจัยและบริการสังคม
ประธานจัดการประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยุวดี วิทยพันธ์)
ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและนวัตกรรม
ประธานจัดการประชุมวิชาการระดับชาติ "วลัยลักษณ์วิจัย" ครั้งที่ ๑๐

EENET
2018
การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 10
The 10th Conference of Electrical Engineering Network 2018
วันที่ 1 - 3 พฤษภาคม พ.ศ. 2561
ณ โรงแรมราชศุภมิตร-อาร์.เอส. โฮเต็ล (R.S. Hotel) อำเภอเมือง จังหวัดกาญจนบุรี
วิศวกรรมไฟฟ้า เพื่อการพัฒนา ให้ชาติก้าวหน้า
สู่ความมั่นคง มั่งคั่ง ยั่งยืน
ELECTRICAL ENGINEERING FOR NATIONAL DEVELOPMENT
TO STABILITY, WEALTHIEST AND SUSTAINABILITY
Conference Topics
1) Electrical Power (PW) ไฟฟ้ากำลัง
2) Power Electronics (PE) อิเล็กทรอนิกส์กำลัง
3) Electronics (EL) อิเล็กทรอนิกส์
4) Electric Communication (CM) ไฟฟ้าสื่อสาร
5) Control Systems and Instrumentation (CT) ระบบควบคุมและการวัด
6) Computer and Information Technology (CP) คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ
7) Digital Signal Processing (DS) การประมวลผลสัญญาณดิจิตอล
8) Energy and Energy Saving (ES) พลังงานและการอนุรักษ์พลังงาน
9) Innovation and Invention (IN) นวัตกรรมและสิ่งประดิษฐ์
10) General Electrical Engineering (GN) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะกรรมการวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้า

รองศาสตราจารย์ ดร.โกศล โอฬารไพโรจน์	(มทร.ล้านนา)	ที่ปรึกษา
รองศาสตราจารย์ ดร.กาณฑ์ เกิดชื่น	(มทร.อีสาน)	ประธานกรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประมุข อุณหเลขกะ	(มทร.สุวรรณภูมิ)	รองประธานกรรมการ
รองศาสตราจารย์ ดร.บุญยัง ปลั่งกลาง	(มทร.ธัญบุรี)	กรรมการ
รองศาสตราจารย์ ดร.นัฐโชติ รักไทยเจริญชีพ	(มทร.พระนคร)	กรรมการ
รองศาสตราจารย์ ดร.สันติ หวังนิพพานโต	(ส.ปทุมวัน)	กรรมการ
รองศาสตราจารย์ ดร.ภวกิน ปิยรัตน์	(มศว.องครักษ์)	กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สายชล ชุดเจือจีน	(มทร.กรุงเทพ)	กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประหยัด กองสุข	(มทร.ตะวันออก)	กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สิทธิ์ชัย บุญปิยทัศน์	(มทร.รัตนโกสินทร์)	กรรมการ
รองศาสตราจารย์ ดร.อุเทน คำน่าน	(มทร.ล้านนา)	กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิทักษ์ บุญนุ่น	(มทร.ศรีวิชัย)	กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศักดิ์ระวี ระวีกุล	(มทร.อีสาน)	กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุริยา แก้วอาษา	(มทร.อีสาน)	กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์วุฒิชัย สง่างาม	(มทร.อีสาน)	กรรมการ
รองศาสตราจารย์ ดร.กฤษณ์ชนม์ ภูมิกิตติพิชญ์	(มทร.ธัญบุรี)	กรรมการและเลขานุการ

คณะกรรมการดำเนินงานประชุมวิชาการประจำเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้า

อธิการบดี	(ส.ปทุมวัน)	ที่ปรึกษา
รองศาสตราจารย์ ดร.สันติ หวังนิพพานโต	(ส.ปทุมวัน)	ประธานกรรมการ
คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์	(ส.ปทุมวัน)	รองประธานกรรมการ
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	(ส.ปทุมวัน)	รองประธานกรรมการ
ผู้อำนวยการศูนย์ภาษาและคอมพิวเตอร์	(ส.ปทุมวัน)	รองประธานกรรมการ
ผู้อำนวยการสำนักวิจัยและบริการวิชาการ	(ส.ปทุมวัน)	รองประธานกรรมการ
อาจารย์ ดร.สุวัฒน์ กิจเจริญวัฒน์	(มทร.กรุงเทพ)	กรรมการ
อาจารย์ สมยศ สันติมาลัย	(มทร.ตะวันออก)	กรรมการ
อาจารย์ วุฒิไกร จันทร์ขามเรียน	(มทร.ตะวันออก)	กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณฐภัทร พันธ์คง	(มทร.ธัญบุรี)	กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพงศ์ พันธุนะ	(มทร.พระนคร)	กรรมการ
อาจารย์ ดร.ทศพล ทิพย์ไพรี	(มทร.รัตนโกสินทร์)	กรรมการ
รองศาสตราจารย์ วิษณุ ทิพย์ประเสริฐ	(มทร.ล้านนา)	กรรมการ
อาจารย์ ณรงค์ นันทกุศล	(มทร.ล้านนา)	กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปภัศร์ชกรณ์ อารีย์กุล	(มทร.ศรีวิชัย)	กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมคิด สุทธิศักดิ์	(มทร.ศรีวิชัย)	กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุทธินา กันทะพะเยา	(มทร.สุวรรณภูมิ)	กรรมการ
อาจารย์ ปฏิวัติ บุญมา	(มทร.สุวรรณภูมิ)	กรรมการ
อาจารย์ วราภรณ์ ถือใจ	(มทร.สุวรรณภูมิ)	กรรมการ
อาจารย์ ดร.ไพวรรณ เกิดควร	(มทร.อีสาน)	กรรมการ
อาจารย์ ดร.กัญจนา ช้อยมฤค	(มทร.อีสาน)	กรรมการ
อาจารย์ ดร.วีระ ธันยาภิรักษ์	(มทร.อีสาน)	กรรมการ
อาจารย์ มีชัย แจ่มใส	(มทร.อีสาน)	กรรมการ
อาจารย์ ดร.ประมวล ชูรัตน์	(มศว.องครักษ์)	กรรมการ
อาจารย์ ทศพร พรหมสิทธิ์	(ส.ปทุมวัน)	กรรมการและเลขานุการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สิทธิ์ชัย บุญปิยทัศน์	(มทร.รัตนโกสินทร์)	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
นางสาววรัญญา อิ่มประดิษฐ์	(ส.ปทุมวัน)	ผู้ช่วยเลขานุการ
นางสาวณัฐสุดา คำพระ	(ส.ปทุมวัน)	ผู้ช่วยเลขานุการ
นางสาวพรรณศร จันทวโร	(ส.ปทุมวัน)	ผู้ช่วยเลขานุการ

กำหนดการ

กำหนดการการจัดประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ ๑๐ : Electrical Engineering Network 2018 (EENET2018) ระหว่างวันที่ ๑ – ๓ พฤษภาคม ๒๕๖๑

ณ โรงแรมราชศุภมิตร - อาร์.เอส.โฮเต็ล (R.S. Hotel) อำเภอเมือง จังหวัดกาญจนบุรี

....

วันอังคารที่ ๑ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๖๑

เวลา ๐๘.๐๐ – ๐๙.๐๐ น.	เริ่มลงทะเบียน
เวลา ๐๙.๐๐ – ๑๐.๐๐ น.	นำเสนอผลงาน
เวลา ๑๐.๐๐ - ๑๐.๑๕ น.	Coffee Break
เวลา ๑๐.๑๕ - ๑๑.๑๕ น.	บรรยายพิเศษ เรื่อง "ระบบการอาณัติสัญญาณและโทรคมนาคมในการรถไฟไทย โดย คุณศัลยวิทย์ อภิชาตะพงศ์ (การรถไฟ)
เวลา ๑๑.๑๕ - ๑๒.๑๕ น.	บรรยายพิเศษ เรื่อง "ระบบ IOT ในอนาคต" โดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิมล แสนอุ้ม (ไทย-ญี่ปุ่น)
เวลา ๑๒.๑๕ - ๑๓.๐๐ น.	พักรับประทานอาหารเที่ยง
เวลา ๑๓.๐๐ – ๑๕.๐๐ น.	นำเสนอผลงาน
เวลา ๑๕.๐๐ – ๑๕.๔๕ น.	Coffee Break / พร้อมกันที่ห้องประชุมใหญ่
เวลา ๑๕.๔๕ – ๑๖.๐๐ น.	กล่าวรายงานวัตถุประสงค์การดำเนินงาน โดย อธิการบดีสถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน/นายกสภาสถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน และรับชมวีดิทัศน์แนะนำสถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน
เวลา ๑๖.๐๐	พิธีเปิดพร้อมบรรยายพิเศษ ในหัวข้อ "การศึกษาไทยในอนาคต" โดย พล.อ.สุรยุทธ์ จุลานนท์ องคมนตรี มอบของที่ระลึก (EENET2018) รำอวยพร โดยมหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี
เวลา ๑๗.๐๐ – ๑๗.๓๐ น.	บรรยายพิเศษ เรื่อง "การศึกษาวิศวกรรมไฟฟ้า แบบมั่นคง มั่งคั่ง ยั่งยืน" โดย รองศาสตราจารย์ ดร.สุธีร์ อักษรกิตติ์
เวลา ๑๗.๓๐ - ๑๘.๐๐ น.	ชมการแสดง "ไก่ชน" โดยมหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี
เวลา ๑๘.๐๐ - ๑๙.๐๐ น.	ประธานคณะกรรมการ (EENET2018) กล่าวต้อนรับ และถ่ายรูปหมู่ร่วมกัน
เวลา ๑๙.๐๐ – ๒๒.๐๐ น.	(พร้อมรับประทานอาหาร) /การแสดงโปงลางโดยมหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี พิธีมอบวุฒิบัตรผู้สนับสนุนการประชุม งานเลี้ยงรับรองผู้เข้าร่วมประชุม ๑ (มอบธง) โดย คณะกรรมการ ENET2018

วันพุธที่ ๒ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๖๑

เวลา ๐๖.๐๐ – ๐๘.๐๐ น. รับประทานอาหารเช้า
เวลา ๐๘.๐๐ – ๐๙.๐๐ น. ลงทะเบียน
เวลา ๐๙.๐๐ – ๑๐.๐๐ น. นำเสนอผลงาน
เวลา ๑๐.๐๐ - ๑๐.๑๕ น Coffee Break
เวลา ๑๐.๑๕ – ๑๒.๐๐ น นำเสนอผลงาน
เวลา ๑๒.๐๐ - ๑๓.๐๐ น พักรับประทานอาหารเที่ยง
เวลา ๑๓.๐๐ - ๑๔.๔๕ น นำเสนอผลงาน
เวลา ๑๔.๔๕ - ๑๕.๐๐ น Coffee Break
เวลา ๑๕.๐๐ - ๑๗.๐๐ น นำเสนอผลงาน
เวลา ๑๗.๐๐ – ๑๘.๓๐ น พักผ่อนตามอัธยาศัย
เวลา ๑๘.๓๐ - ๒๒.๐๐ น งานเลี้ยงรับรองผู้เข้าร่วมงาน โดยการล่องแพชมทัศนียภาพ จังหวัดกาญจนบุรี

วันพฤหัสบดีที่ ๓ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๖๑

เวลา ๐๖.๐๐ – ๐๘.๐๐ น. รับประทานอาหารเช้า
เวลา ๐๘.๐๐ – ๐๙.๐๐ น. ลงทะเบียน
เวลา ๐๙.๐๐ – ๑๐.๐๐ น. นำเสนอผลงาน
เวลา ๑๐.๐๐ - ๑๐.๑๕ น Coffee Break
เวลา ๑๐.๑๕ – ๑๒.๐๐ น นำเสนอผลงาน
เวลา ๑๒.๐๐ - ๑๓.๐๐ น พักรับประทานอาหารเที่ยง
เวลา ๑๓.๐๐ - ๑๔.๔๕ น นำเสนอผลงาน
เวลา ๑๔.๔๕ - ๑๕.๐๐ น Coffee Break
เวลา ๑๕.๐๐ - ๑๖.๐๐ น พิธีปิด

หมายเหตุ : กำหนดการอาจเปลี่ยนแปลงตามความเหมาะสม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

บทความสาขาระบบควบคุมและการวัด (CT) — หน้า

CT07 **การประยุกต์วงจรควบคุมพีไอดีแบบแอนาล็อกสำหรับมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ** — 270
โกวิท พิกก, สุธี รูกขพันธุ์, พรพล กลางสุพันธ์ และ จันจิรา จันทรัตน์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

CT08 **Tuning PID parameter with support vector regression for PID implemented on PLC** — 274
ณัฐวัฒน์ ไชยเสนา และ ผศ.ดร.วุฒิชัย อัศวินชัยโชติ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

CT09 **โรงปลูกพืชไฮโดรโปนิกส์ด้วยเทคนิคดีอาร์เอฟทีควบคุมสภาพแวดล้อมอัตโนมัติโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ด้วยระบบออนกริด** — 278
สุทธิพันธุ์ สายทองอินทร์, ธานินทร์ สุเชื้อ, ลภิวัฒน์ คำวง, ศนุสรณ์ ขนเทียนไข และพลกฤต เมืองมูล
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก

CT10 **การหาค่าเหมาะที่สุดเชิงอภิศึกษาสำนึกอิงการระบุเอกลักษณ์ค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบไร้แปรงถ่าน** — 282
ชูเกียรติ ศิริ, สัตถาภูมิ ไทยหาบิช และ ดนุพล คำปัญญา,
วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์สุพรรณบุรี

CT11 **การออกแบบตัวควบคุมพีไอดีดีกำลังสองอย่างเหมาะสมสำหรับควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบไร้แปรงถ่านโดยใช้การกำหนดแบบกระแสเชิงหยั่งขั้น** — 286
ดนุพล คำปัญญา และ ชูเกียรติ ศิริ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ และ วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี

บทความสาขาการประมวลผลสัญญาณดิจิตอล (DS)

DS01 **การรู้จำป้ายทะเบียนรถยนต์ไทยโดยใช้การเรียนรู้เชิงลึก** — 290
ศุภรัตน์ แย้มครวญ และ ผศ.ดร. เชิดพงษ์ ดีเลิศไพบูลย์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

DS02 **การจำแนกประเภทและรู้จำป้ายทะเบียนรถยนต์ประเทศไทยโดยใช้เทคนิคเทมเพลตแมทชิ่งเวคเตอร์** — 294
พงศธร ครยาม และ ฉัตรชัย ศุภพิทักษ์สกุล
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

DS03 **อัลกอริทึมการเชื่อมต่อภาพถ่ายทางรังสีเพื่อการวินิจฉัยกระดูกรยางค์ส่วนล่าง โดยวิธีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์** — 298
ถิรวุฒิ ไรจนสัมพวัน, พรชัย พฤกษ์ภัทรานนต์, นิที อิบา และ จงวัฒน์ ชีวกุล
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

บทความวิชาการ
การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 10
Proceedings of the 10th Conference of Electrical Engineering Network 2018 (EENET 2018)

การจำแนกประเภทและรู้จำป้ายทะเบียนรถยนต์ประเทศไทยโดยใช้เทคนิคเคเนียเรสเนเบอร์

Thai Car License Plate Classification and Recognition Using K-Nearest Neighbor Technique

พงศธร ครเกษม[1] และฉัตรชัย ศุภพิทักษ์สกุล[1]
[1]สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
39 หมู่ 1 รังสิต-นครนายก คลองหก ธัญบุรี ปทุมธานี 12110 E-mail: pongsatorn_k@mail.rmutt.ac.th, chatchai.s@en.rmutt.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการจำแนกประเภทและการรู้จำตัวอักษรบนป้ายทะเบียนรถยนต์ในประเทศไทยโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ ซึ่งประกอบไปด้วย การหาตำแหน่งตัวอักษรบนป้ายทะเบียนรถยนต์ ด้วยวิธีการกำหนดค่าขีดแบ่ง การรู้จำตัวอักษรบนป้ายทะเบียนรถยนต์ โดยใช้ตัวกรองค่ามัธยฐานและการกำหนดค่าขีดแบ่งในการแยกส่วนตัวอักษร และทำการรู้จำด้วยเทคนิคการกำหนดหมายเลขให้ส่วนที่เชื่อมกันและวิธีการค้นหาเพื่อนบ้านใกล้สุด K ตัว การจำแนกป้ายทะเบียนรถยนต์ของไทยจากสีของตัวอักษรและพื้นหลังของป้ายทะเบียน ด้วยวิธีการตรวจจับสีในโครงสร้าง HSV จากผลการทดลองกับภาพทะเบียนรถยนต์ทั้งหมด 110 ภาพ พบว่าวิธีการที่นำเสนอสามารถจำแนกประเภทและรู้จำป้ายทะเบียนรถยนต์ได้ที่ความถูกต้องเฉลี่ย 96.9% และ 93.9% ตามลำดับ

คำสำคัญ: การจำแนกป้ายทะเบียนรถยนต์, วิธีการค้นหาเพื่อนบ้านใกล้สุด K ตัว, การกำหนดหมายเลขให้ส่วนที่เชื่อมกัน

Abstract

This paper presents the classification type and recognition of letters on car license plates in Thailand using image processing techniques in which consist of as the followings: Finding letters position on car license plate image by threshold technique. Recognize letters on car license plate using the median filter and thresholding for letters segmentation. After that a connected component label and the K-nearest neighbor techniques are applied to recognize the letters. Finally, car-license plate type classification of using HSV technique for color detection of the letters and the background on the license plate image. As the experiment results that performed on 110 images of the car license plate, it is found that the proposed methods can classify type of car license and recognize letters correctly with average accuracy of 96.9% and 93.9%, respectively.

Keywords: Car license plate type classification, K-nearest neighbor, Connected Component Label

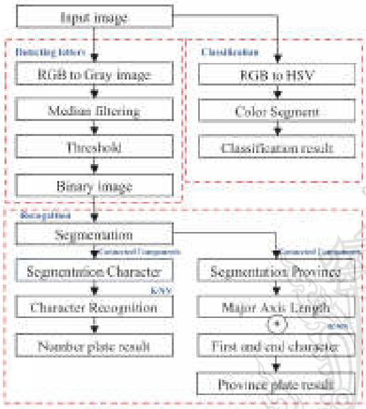
1. บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีด้านการประมวลผลภาพดิจิตอล [1] ได้ถูกนำมาพัฒนาใช้ระบบตรวจจับและรู้จำป้ายทะเบียนรถยนต์ เนื่องจากระบบการคมนาคมของไทยส่วนใหญ่เลือกใช้รถยนต์ส่วนบุคคลเป็นยานพาหนะ รถยนต์แต่ละคันจะมีป้ายทะเบียนติดอยู่ทุกคัน ป้ายทะเบียนนั้นบ่งบอกว่ารถยนต์คันดังกล่าวนั้นเป็นรถยนต์ที่เสียภาษีและสามารถใช้งานได้ถูกต้องตามกฎหมาย ป้ายทะเบียนจะมีสีที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งแต่ละสีนั้นมีความหมายที่แตกต่างกันและเป็นเครื่องหมายในการแยกประเภทของรถยนต์คันนั้นด้วย งานวิจัยที่ประยุกต์ทางด้านการตรวจหาป้ายทะเบียนรถ การแบ่งส่วนตัวอักษร การรู้จำตัวเลข และตัวอักษรของป้ายทะเบียนรถยนต์มีการศึกษากันอย่างมากมาย ในการตรวจหาป้ายทะเบียนรถยนต์ ธีระวัฒน์ [2] ได้ใช้เทคนิคการทำนทรชโฮล ทำการตรวจหาขอบของภาพโดยการวิธีตรวจจับขอบ ภาพของแคนนี เพื่อตรวจจับตำแหน่งของป้ายทะเบียน การแบ่งส่วนตัวอักษรป้ายทะเบียน ประณต [3] ได้ใช้เทคนิคการสร้างภาพไดนามิคเรนจ์กว้างและใช้เทคนิคการทำโปรเจคชันเพื่อแบ่งส่วนตัวอักษรป้าย ราตรี [4] ได้ศึกษาเทคนิคเฮาดอร์ฟดิสแทนซ์เพื่อใช้ในการรู้จำป้ายทะเบียนรถยนต์ อาศัยวิธีการการวัดความคล้ายระหว่างภาพป้ายทะเบียนต้นแบบกับป้ายทะเบียน Zhao [5] ได้ศึกษาเรื่องโครงข่ายประสาทเทียมชนิดคอนโวลูชั่น เพื่อนำมาใช้รู้จำป้ายทะเบียนรถยนต์ในประเทศจีน และ Kar Soon [6] ได้ศึกษาเรื่องการคำนวณเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด *k*-Nearest Neighbors เพื่อใช้รู้จำป้ายทะเบียนรถยนต์ของประเทศมาเลเซีย เป็นต้น

งานวิจัยนี้จะนำเสนอการจำแนกและรู้จำตัวอักษรบนป้ายทะเบียนรถยนต์ในประเทศไทย จะนำเสนอรายละเอียดของการตรวจหาตำแหน่งตัวอักษรบนป้ายทะเบียนรถยนต์ การรู้จำตัวอักษรบนป้ายทะเบียนรถยนต์ และการจำแนกป้ายทะเบียนรถยนต์ รวมทั้งเสนอผลการทดลอง วิเคราะห์ สรุปผลการทดลอง

2. ขั้นตอนและอัลกอริทึมของระบบ

อัลกอริทึมของระบบประกอบไปด้วย 3 กระบวนการหลัก คือ กระบวนการตรวจจับตัวอักษรบนป้ายทะเบียนรถยนต์ กระบวนการรู้จำตัวเลข ตัวอักษร และกระบวนการจำแนกป้ายทะเบียนรถยนต์ รายละเอียดแต่ละกระบวนการแสดงดังรูปที่ 1 จากข้อกำหนดเรื่องสีของแผ่นป้ายทะเบียน งานวิจัยนี้จะทำการจำแนกป้ายทะเบียนรถยนต์ 3 ประเภท ดังนี้ รูปที่2(ก) รถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน ป้ายสีขาวอักษรดำ รูปที่2(ข) รถยนต์บรรทุกส่วนบุคคล ป้ายสีขาวอักษรสีเขียว และ รูปที่2(ค) รถยนต์รับจ้างโดยสารไม่เกิน 7 คน ป้ายสีเหลืองอักษรสีดำ



รูปที่1 ขั้นตอนการทำงานของระบบ

รูปที่2 ประเภทป้ายทะเบียนรถยนต์ที่ทำวิจัย

3. กระบวนการตรวจหาตัวอักษรบนป้ายทะเบียนรถยนต์

3.1 การแปลงค่าสี RGB เป็น Gray Scale

สำหรับขั้นตอนการเตรียมภาพเพื่อให้การประมวลผลมีความรวดเร็วและง่ายขึ้น จึงมีการเปลี่ยนแปลงภาพสีให้อยู่ในรูปของภาพที่มีระดับความเทามีค่าอยู่ระหว่าง 0-255 สามารถคำนวณได้ดังสมการที่ 1

$$\text{Gray value} = 0.3R + 0.59G + 0.11B \quad (1)$$

3.2 การกรองค่ามัธยฐาน

สัญญาณรบกวนเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้สำหรับการใช้ภาพต้นฉบับ ระบบนี้ใช้การกรองค่ามัธยฐานเพื่อกำจัดสัญญาณรบกวนบนภาพต้นฉบับ การใช้การกรองค่ามัธยฐานไม่เพียงแต่สามารถลดสัญญาณรบกวนเท่านั้น แต่ยังทำให้ความถี่สูงขึ้นอีกด้วย โดยจะเป็นประโยชน์สำหรับใช้ตรวจจับขอบในภาพต้นฉบับ

3.3 การแปลงภาพระดับเทาให้เป็นภาพขาว-ดำ

ความแม่นยำในการรู้จำเลขทะเบียนอัตโนมัติของระบบที่ออกแบบขึ้นอยู่กับความถูกต้องของกระบวนการแบ่งส่วนตัวอักษร หากการแบ่งส่วนล้มเหลว ส่วนของตัวอักษรจะแบ่งออกเป็นสองชิ้นได้ไม่ถูกต้อง หรืออาจมีการรวมตัวสองตัวเข้าด้วยกัน อาจทำให้เกิดความไม่ถูกต้องในการประมวลผลภาพ หลังจากที่ภาพสีถูกแปลงเป็นค่าสีเทา (0-255) จะใช้กระบวนการกำหนดเกณฑ์การปรับตัว T ในการป้อนข้อมูลภาพระดับสีเทาเพื่อสร้างภาพไบนารี [8] เทคนิคนี้สามารถแสดงดังสมการที่ 2

$$f_{threshold}(x,y) = \begin{cases} 1, & f_f(x,y) < T\ res\ old \\ 0, & f_f(x,y) \geq T\ res\ old \end{cases} \quad (2)$$

รูปที่ 3 (ก) ภาพต้นฉบับ (ข) Gray scale image (ค) Median filtering image (ง) Threshold image

4. กระบวนการรู้จำตัวอักษรบนป้ายทะเบียนรถยนต์

4.1 การแยกส่วนระหว่างเลขทะเบียนรถกับตัวอักษรจังหวัด

ในการแยกส่วนระหว่างเลขทะเบียนรถกับตัวอักษรจังหวัดออกจากกันนั้น จะใช้ภาพจากกระบวนการแบ่งส่วนตัวอักษรมาทำด้วยวิธี ROI (Region-of-interest) โดยให้บริเวณป้ายทะเบียนรถมีสัดส่วน 70% และส่วนของบริเวณจังหวัดมีสัดส่วน 30%

รูปที่ 4 (ก) Threshold image (ข) ผลลัพธ์แสดงการแยกส่วนตัวเลขทะเบียนรถ (ค) ผลลัพธ์แสดงการแยกส่วนตัวอักษรจังหวัด

4.2 การดึงแต่ละตัวอักษรออกจากภาพ

หลังจากกระบวนการการแยกส่วนระหว่างเลขทะเบียนกับตัวอักษรจังหวัดออกจากกันแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือทำการตัดแยกตัวอักษรในภาพออกมาเป็นตัวๆ ในงานวิจัยนี้ใช้วิธีการการกำหนดหมายเลขให้ส่วนที่เชื่อมกัน (Connected component labeling) [9] ซึ่งจะเป็นการสแกนภาพและจัดกลุ่มพิกเซลที่มีการเชื่อมต่อติดกันให้เป็นตัวอักษรเดียวกัน จากนั้นทำการปรับขนาดภาพตัวเลขและตัวอักษรให้มีขนาดเป็น 24x42 พิกเซล ให้เท่ากับภาพฐานข้อมูล แสดงดังรูปที่ 5

รูปที่ 5 ผลของการดึงแต่ละตัวอักษรออกจากภาพ

4.3 การตัดสินใจตัวอักษรจังหวัด

ในส่วนการรู้จำตัวอักษรจังหวัด ในงานวิจัยนี้ใช้ 2 วิธีในการตัดสินใจคือ วัดความยาวตัวอักษรทั้งหมดของตัวจังหวัดโดยใช้ Major Axis Length และรู้จำตัวอักษรตัวแรกและตัวสุดท้าย โดยใช้ K-NN ในการรู้จำตัวอักษร ถ้าความยาวอยู่ในช่วงที่กำหนดและอ่านตัวอักษรตัวแรกตัวสุดท้ายตรงกับ data base จะทำการตัดสินใจว่าเป็นจังหวัดอะไร

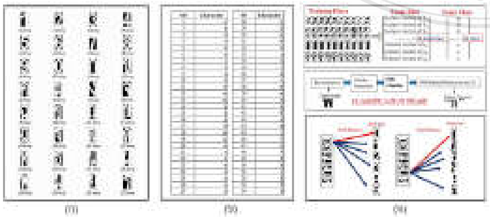
รูปที่ 6 ผลการดึงแต่ละตัวอักษรแล้วทำการเลือกตัวอักษรตัวแรกและตัวสุดท้าย กรุงเทพมหานคร (ตัวแรก : ก , ตัวสุดท้าย : ร)

4.4 การรู้จำตัวอักษรบนป้ายทะเบียน

หลังจากที่ได้แต่ละตัวของตัวอักษรของป้ายทะเบียนรถมาแล้วนั้น ในขั้นตอนต่อไปจะทำการรู้จำตัวอักษรบนป้ายทะเบียน ในงานวิจัยนี้ใช้วิธี K-NN [6] เพื่อจดจำอักษรแต่ละตัวและตัวเลขบนแผ่นป้ายทะเบียน การเตรียมชุดข้อมูลสำหรับการสอน ตัวเลข 0-9 และตัวอักษร ก-ฮ ชุดข้อมูลจะทำการปรับขนาดภาพให้เป็น 24x42 พิกเซล จากนั้นจะนำผลลัพธ์การดึงตัวเลขและตัวอักษรที่ได้ออกมาทีละตัว มาหาระยะห่าง (Distance) โดยใช้การวัดระยะแบบ Euclidean Distance ซึ่งหาได้จากสมการที่ (3) นำมาเทียบกับ Data base โดยข้อมูลการทดสอบตัวเลขแต่และตัวอักษรของแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์จะถูกนำมาจับคู่กับข้อมูลการฝึกสอนของ K-nearest neighbor (K-NN)

$$d = \sqrt{\sum_{k=1}^{N} (x_k - y_x)^2} \qquad (3)$$

เมื่อ x_k: ข้อมูลการทดสอบ, y_x : ข้อมูลการสอน และ d คือค่าระยะห่าง



รูปที่ 7 (ก) Data base สำหรับการฝึกสอน (ข) ค่าระยะห่าง VD ที่ Data base (ค) การฝึกสอนและการจับคู่ของข้อมูลด้วยวิธี K-nearest neighbor

5. กระบวนการจำแนกป้ายทะเบียนรถยนต์

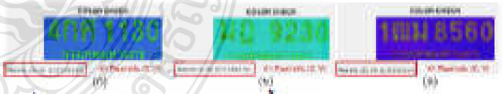
การจำแนกป้ายทะเบียน งานวิจัยนี้ใช้วิธีการเปรียบเทียบสีตัวอักษรกับสีพื้นหลังบนป้ายทะเบียนด้วยวิธีการตรวจจับสีในโครงสร้างสีแบบ HSV ขั้นตอนแรกทำการแปลงภาพสี RGB เป็น HSV เนื่องจากค่าสีของ HSV มีความละเอียดกว่าค่าสี RGB [8] ทำให้การแบ่งส่วนทำได้ง่ายขึ้น จากนั้นทำการแยกส่วนประกอบของสีเป็นสามส่วนประกอบคือ HSV และกำหนดช่วงให้ทั้งสามส่วนประกอบของสี โดยทดสอบกับภาพตัวอย่างเพื่อกำหนดค่าช่วงสีที่ใช้ในการตัดสินใจสีพื้นหลังบนป้ายทะเบียน

5.1 การจำแนกสีพื้นหลังบนป้ายทะเบียนรถยนต์

แปลงค่าสีของภาพจาก RGB เป็น HSV แล้วนับพิกเซลส่วนที่เป็นสีขาว การกำหนดค่าช่วงสีขาวหาได้จากค่าเฉลี่ยของ Pixel info (X,Y) ในส่วนของสีที่เป็นพื้นหลัง ค่าเฉลี่ยจะอยู่ที่ H, S, V = [0.12 0.35 0.81] แสดงดังรูปที่10(ก) สำหรับการกำหนดค่าช่วงสีขาวของในวิจัยนี้จะใช้ช่วงของค่าสี ดังนี้ H $\geq$0.10$\leq$ 0.60, S $\geq$0.01$\leq$ 0.40, V $\geq$0.45$\leq$ 0.92

แปลงค่าสีของภาพจาก RGB เป็น HSV แล้วนับพิกเซลส่วนที่เป็นสีเหลือง การกำหนดค่าช่วงสีเหลืองหาได้จากค่าเฉลี่ยของ Pixel info (X,Y) ในส่วนของสีที่เป็นพื้นหลัง ค่าเฉลี่ยจะอยู่ที่ H, S, V = [0.11 0.80 0.75] แสดงดังรูปที่10(ข) สำหรับการกำหนดค่าช่วงสีเหลืองในงานวิจัยนี้จะใช้ช่วงของค่าสี ดังนี้ H $\geq$0.09$\leq$0.13, S $\geq$0.75$\leq$1.00, V $\geq$0.56$\leq$0.92

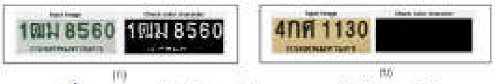
รูปที่ 9 (ก) การจับป้ายทะเบียนสีขาว (ข) การจับป้ายทะเบียนสีเหลือง



รูปที่ 10 (ก) การหาค่าช่วงสีขาวของสีพื้นหลัง (ข) การหาค่าช่วงสีเหลืองของสีพื้นหลัง (ค) การหาค่าช่วงสีเขียวของสีตัวอักษร

5.2 การจำแนกสีตัวอักษรบนป้ายทะเบียนรถยนต์

ทำการแปลงค่าสีของภาพจาก RGB เป็น HSV แล้วนับพิกเซลส่วนที่เป็นสีเขียว การกำหนดค่าช่วงสีเขียว หาได้จากค่าเฉลี่ยของ Pixel info (X,Y) ในส่วนของสีที่เป็นตัวอักษร ค่าเฉลี่ยจะอยู่ที่ H, S, V = [0.42 0.43 0.31] ดังรูปที่10 (ค) สำหรับการกำหนดค่าช่วงสีเขียวในงานวิจัยนี้จะใช้ช่วงของค่าสี ดังนี้ H $\geq$0.34$\leq$0.46, S $\geq$0.25$\leq$0.45, V $\geq$0.25$\leq$0.50



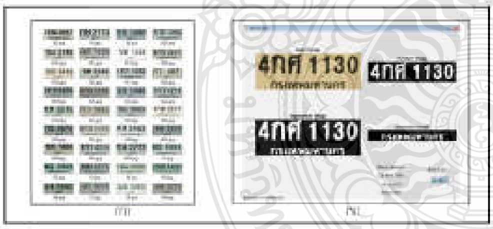
รูปที่ 11 (ก) การจับตัวอักษรสีเขียว (ข) การจับตัวอักษรสีดำ

6. ผลและอภิปรายผล

เทคนิคที่นำเสนอ นำไปทำการทดสอบกับภาพทั้งหมด 110 ภาพ โดยใช้ประเภทรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน 40 ภาพ รถยนต์รถยนต์บรรทุกส่วนบุคคล 40 ภาพ และ รถยนต์รับจ้างโดยสารไม่เกิน 7 คน 30 ภาพ ความละเอียดของภาพทั้งหมดคือ 512G 512 พิกเซล ภาพตัวอย่างการทดสอบของระบบแสดงไว้ในรูปที่ 12 (ก) การทดสอบของระบบแบ่งออก เป็น 3 ส่วน โดยที่ความถูกต้องของระบบได้แสดงไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบการรู้จำตัวอักษรและจำแนกป้ายทะเบียน

ชนิดป้ายทะเบียน	ผลการรู้จำ	ทั้งหมด	ถูกต้อง	%ถูกต้อง
ป้ายสีขาว อักษรสีดำ	การตรวจจับตัวอักษร	40	37	92.5%
	การรู้จำตัวเลขและตัวอักษร	37	35	94.6%
	การจำแนกป้ายทะเบียนรถยนต์	37	36	97.3%
ป้ายสีขาว อักษรสีเขียว	การตรวจจับตัวอักษร	40	36	90.0%
	การรู้จำตัวเลขและตัวอักษร	36	34	94.4%
	การจำแนกป้ายทะเบียนรถยนต์	36	35	97.2%
ป้ายสีเหลือง อักษรสีดำ	การตรวจจับตัวอักษร	30	27	90.0%
	การรู้จำตัวเลขและตัวอักษร	27	25	92.6%
	การจำแนกป้ายทะเบียนรถยนต์	27	26	96.3%



รูปที่ 12 (ก)ภาพทดสอบกับระบบ (ข)ภาพหน้าจอการทำงานของระบบ

7. สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ทำการรู้จำตัวอักษรและจำแนกประเภทป้ายทะเบียนรถยนต์ในประเทศไทย กระบวนการทำงานประกอบด้วยสามกระบวนการหลัก คือ 1.กระบวนการตรวจหาตำแหน่งตัวอักษรบนป้ายทะเบียนรถยนต์ 2.กระบวนการรู้จำตัวอักษรบนป้ายทะเบียน และ 3.กระบวนการจำแนกป้ายทะเบียน จากการทดสอบกับภาพตัวอย่างป้ายทะเบียนในสภาพแวดล้อมจริง 110 ตัวอย่าง พบว่ากระบวนการตรวจหาตำแหน่งตัวอักษรบนป้ายทะเบียนรถยนต์ มีอัตราความถูกต้อง 90.8% กระบวนการรู้จำตัวอักษรบนป้ายทะเบียนด้วยวิธี K-nearest neighbor มีอัตราความถูกต้อง 93.9% และกระบวนการจำแนกป้ายทะเบียนด้วยวิธีการเปรียบเทียบสีตัวอักษรกับสีพื้นหลังบนป้ายทะเบียนมีอัตราความถูกต้อง 96.9%

สรุปได้ว่าการรู้จำตัวอักษรบนป้ายทะเบียนรถยนต์และจำแนกป้ายทะเบียนรถยนต์ในประเทศไทยที่นำเสนอนั้น ให้ผลของการทดสอบมีความถูกต้องแม่นยำ สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานในการจำแนกประเภทป้ายทะเบียนรถชนิดต่างๆเพิ่มเติมได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถนำไปพัฒนาใช้กับระบบการตรวจสอบด้วยเวลาจริง (real time) แต่ยังมีข้อจำกัดในเรื่องของสภาพป้ายทะเบียนจะต้องมีความสมบูรณ์ สิ่งที่ต้องพัฒนาต่อคือการออกแบบคลาสของแต่ละข้อมูลให้มีข้อมูลในการฝึกสอนที่หลากหลายเพิ่มขึ้น เพื่อรองรับความหลากหลายของสภาพและประเภทของป้ายทะเบียนรถยนต์

เอกสารอ้างอิง

[1] สมเกียรติ อุดมหรรษากุล, (2554). การประมวลผลภาพดิจิตอลเบื้องต้น. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ท็อป

[2] ธีระวัฒน์ สิทธิศักดิ์ และคณะ. (2552). ระบบตรวจจับแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

[3] ประณต ตรฤก (2553). การแบ่งส่วนตัวอักษรป้ายทะเบียนไทยโดยใช้เทคนิคการสร้างภาพไดนามิคเรนจ์กว้าง. คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

[4] ราตรี จันทนะทรัพย์.(2548). การรู้จำป้ายทะเบียนรถยนต์ไทยโดยใช้เทคนิคเฮาคอรพลิดแทนซ์. ภาควิชาคอมพิวเตอร์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

[5] Zhao, Z. and Yang, S. (2008). Chinese license plate recognition using a convolutional neural network. Proceedings of the 2008 IEEE Pacific-Asia Workshop on Computational Intelligence.

[6] Choo Kar Soon and Kueh Chiung Lin, (2012). Malaysian Car Number Plate Detection and Recognition System Electronic Engineering, Engineering Campus, Universiti Sains Malaysia.

[7] Sang uk lee, seok yoon chung and Rae hong park, (1990) "A Comparative Performance Study of Several Global Thresholding Techniques for Segmentation", Computer Vision Graphics And Image Processing 52, 171-190

[8] A.Jain and A.Vailaya, (1996) "Image Retrieval using Color and Shape, Pattern Recognition, vol. 29, no. 8, pp. 1233-1244,.

[9] D.Swetha and R. Ramulu Naik (2016) "Automatic License Plate Detection and Character Recognition" ,Department of Electronics and Communications Engineering Bapatla Engineering College

การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 10

The 10th Conference of Electrical Engineering Network 2018 (EENET2018)

ขอมอบเกียรติบัตรฉบับนี้ให้เพื่อแสดงว่า

พงศธร ครเกษม และ ฉัตรชัย ศุภพิทักษ์สกุล

ได้เข้าร่วมนำเสนอบทความเรื่อง

การจำแนกประเภทและรู้จำป้ายทะเบียนรถยนต์ประเทศไทยโดยใช้เทคนิคเคเนียเรสเนเบอร์

ระหว่างวันที่ 1-3 พฤษภาคม พ.ศ. 2561

ณ โรงแรมราชศุภมิตร-อาร์.เอส.โฮเต็ล (R.S.Hotel) จังหวัดกาญจนบุรี

รองศาสตราจารย์ ดร.ภาณุพ์ เกิดชื่น
ประธานคณะกรรมการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้า

รองศาสตราจารย์ ดร.เสถียร ธัญญศรีรัตน์
รักษาราชการแทนอธิการบดีสถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นายพงศธร ครเกษม
วัน เดือน ปีเกิด	20 ธันวาคม 2527
ที่อยู่	หมู่บ้านดิไอวี่ 35/131 ตำบลสำนักบก อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี 20000
การศึกษา	ปริญญาตรี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ประสบการณ์การทำงาน	เจ้าหน้าที่ออกแบบไฟฟ้าและผู้จัดการออกแบบเครื่องจักร บริษัท โทเซอิ ประเทศไทย จำกัด พ.ศ. 2558 ถึงปัจจุบัน
เบอร์โทรศัพท์	092-275-8112
อีเมล์	pongsatorn_k@mail.rmutt.ac.th

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี