สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การรู้จำป้ายทะเบียนรถยนต์ไทย

THAI CAR LICENSE PLATE RECOGNITION

นายรวีวิชญ์ พิมพ์ธีรภักดี
นายธนพล หมีทอง
นายภรัณยู เกตุไทยธนดล

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 119453
วัน,เดือน,ปี 8 S.A. 2554

b.....
i.....

ปริญญานิพนธ์เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THAI CAR LICENSE PLATE RECOGNITION

RAVEEVICH PIMTEERAPAKDEE

TANAPON MEETHONG

PARUNYOO KATETHAITANADOL

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FUKFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING IN INSTRUMENTATION ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2010

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

.....

หัวข้อปริญญานิพนธ์ การรู้จำป้ายทะเบียนรถยนต์ไทย

Thai Car License Plate Recognition

นักศึกษาผู้จัดทำ นายรวีวิชญ์ พิมพ์ธีรภักดี รหัสนักศึกษา 50010518

นายธนพล หมื่นทอง รหัสนักศึกษา 50010613

นายภรัณยู เกตุไทยธนดล รหัสนักศึกษา 50011198

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมการวัดคุม

ปีการศึกษา 2553

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
รศ.ดร.ฟูศักดิ์ ชีวสุวิทย์	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การรู้จำป้ายทะเบียนรถยนต์ไทย		
	THAI CAR LICENSE PLATE RECOGNITION		
นักศึกษาผู้จัดทำ	นายรวีวิชญ์	พิมพ์ธีรภักดี	รหัสนักศึกษา 50010518
	นายธนพล	หมีทอง	รหัสนักศึกษา 50010613
	นายภรัณยู	เกตุไทยธนดล	รหัสนักศึกษา 50011198
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร.ฟูศักดิ์	ชีวสุวิทย์	
ปีการศึกษา	2553		

บทคัดย่อ

โครงงานนี้ได้นำเสนอวิธีการรู้จำป้ายทะเบียนรถยนต์ไทยชนิดใหม่ โดยใช้วิธีการประเมินหาลักษณะเด่นของตัวเลขและตัวอักษร โดยป้ายทะเบียนรถยนต์จะถูกถ่ายภาพด้วยกล้องดิจิตอลที่มีความละเอียดไม่น้อยกว่า 0.3 ล้านพิกเซล และจัดเก็บในรูปแบบภาพสีชนิด JPEG ขั้นแรกภาพอินพุตจะเข้าสู่กระบวนการประมวลผลภาพของคอมพิวเตอร์ เพื่อทำการค้นหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนรถยนต์ ทำการเอนฮานซ์เมนต์ภาพ โปรเจคชั่นฮิสโตแกรมแนวตั้งและแนวนอนเพื่อแยกส่วนของตัวเลขและตัวอักษรแต่ละตัวออกจากภาพ ภาพตัวเลขและตัวอักษรแต่ละภาพจะถูกทำ Thinning แล้วนำมาแบ่งเป็นบล็อกย่อยขนาด 5×3 เพื่อหาจุดปลาย จุดแยก และใช้ไดอะแกรมล็อกโพลาร์เพื่อใช้ในการรู้จำ

จากการทดสอบการรู้จำป้ายทะเบียนรถยนต์ไทย จากภาพป้ายทะเบียนรถยนต์ไทยจำนวน 80 ภาพ ด้วยโปรแกรมการรู้จำที่พัฒนาโดยใช้โปรแกรม MATLAB 7.6.0 (R2008a) บนเครื่องคอมพิวเตอร์ CPU Intel ® Core™ i5 ความเร็ว 2.40 GHz หน่วยความจำแรมภายใน 4 GB สามารถทำการค้นหาตำแหน่งแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ได้ถูกต้อง 88.75 % และสามารถวิเคราะห์ภาพตัวเลขและตัวอักษรบนแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ได้ถูกต้อง 93.75% ด้วยความเร็วเฉลี่ย 3.246 วินาทีต่อป้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Thai Car License Plate Recognition
Authors	Mr.Reveevich Pimteerapakdee
	Mr.Tanapon Meethong
	Mr.Parunyoo Katethaitanadol
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Dr. Fusak Cheevasuvit
Year	2010

ABSTRACT

This project has represented the Thai car license plate recognition. The method of the study is features base character. The license plate is captured by the digital camera with resolution greater than 0.3 Megapixels and stored in JPEG color form file. Firstly the input image is imported into the computer's image processing. The license plate will be localized and enhanced as an input image. The histogram projection in vertical and horizontal axis of the image are used for segmenting each character and number.The segmented objects will be thinning. Each thinning object is seperated into 3×5 sub-blocks in order to find the ending points and the bifurcation points before applying log polar diagram then this diagram is used for recognizing. The developed-recognized program is tested with 80 thai car license plate by using MATLAB 7.6.0 (R2008a) on the computer CPU Intel ® Core™ i5 speed CPU 2.40 GHz 4-gigabyte RAM. The accuracy rate of license plate localization is 88.75% and the accuracy rate of recognition is 93.75% with elapsed time 3.246 second/plate.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เพราะได้รับความช่วยเหลือเป็นอย่างดีจาก รศ.ดร.ฟูศักดิ์ ชีวสุวิทย์ ทั้งในด้านคำปรึกษาและการให้กำลังใจ ทางคณะผู้จัดทำรู้สึกขอขอบพระคุณและซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง

ขอบพระคุณ บิดา-มารดา ที่เข้าใจ และให้การสนับสนุนในการศึกษาและการทำงานตลอดจนสละกำลังทรัพย์มาโดยตลอด

ขอบคุณเพื่อนๆผู้ร่วมงาน ที่ช่วยกันทำงานและช่วยเหลือซึ่งกันและกันเป็นอย่างดี ทำให้งานสามารถดำเนินผ่านอุปสรรคไปได้ในทุกๆครั้งเสมอ

ขอบคุณห้องโครงงาน 1 ของภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ และให้ยืมอุปกรณ์ที่ขาดเหลืออยู่เสมอๆ ตลอดจนพี่ๆ เพื่อนๆที่คอยให้กำลังใจ และคำปรึกษาเป็นอย่างดี

และสุดท้าย ขอขอบคุณทุกๆท่านที่ได้มีส่วนเกี่ยวข้องกับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II

กิตติกรรมประกาศ.....III

สารบัญ.....IV

สารบัญตาราง.....VIII

สารบัญภาพ.....IX

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความสำคัญของปริญญานิพนธ์.....1

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์.....2

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์.....2

1.4 ขั้นตอนการศึกษา.....2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....3

บทที่ 2 ทฤษฎี.....4

2.1 ประเภทของป้ายทะเบียนและรูปแบบตัวเลขและตัวอักษร.....4

2.2 การประมวลผลภาพ.....5

2.2.1 การแทนภาพด้วยข้อมูลแบบดิจิตอล.....5

2.2.2 ชนิดของข้อมูลภาพที่ใช้ในการประมวลผลภาพดิจิตอล.....6

2.2.2.1 ภาพสี RGB.....6

2.2.2.2 ภาพระดับสีเทา.....7

2.2.2.3 ภาพสองระดับ.....8

2.3 การเอนฮานซ์เมนต์ภาพดิจิตอล.....10

2.3.1 ฮิสโตแกรมของภาพ.....10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.3.2 การปรับเรียบให้ภาพ.....11
2.3.3 การขยายขนาดข้อมูลภาพ.....11
2.3.4 การทำ Thin line formation.....12
2.4 การแบ่งส่วนภาพ.....12
2.4.1 การแบ่งส่วนภาพด้วยการพิจารณาความต่อเนื่องของข้อมูล.....12
2.4.2 การแยกภาพด้วยวิธี Region Labeling.....13
2.5 การรู้จำตัวอักษรและตัวเลขโดยใช้วิธีการประเมินหาลักษณะเด่น.....13
2.5.1 รันแนวตั้งและแนวนอน.....15
2.5.2 จุดปลาย.....16
2.5.3 ทิศทางของจุดปลายและจุดแยกโดยใช้ไดอะแกรมแบบล็อกโพลาร์.....20

บทที่ 3 การรู้จำตัวเลขและตัวอักษรโดยใช้ลักษณะเด่น.....21
3.1 การประมวลผลภาพเชิงดิจิตอล.....21
3.1.1 รูปแบบภาพอินพุต.....21
3.1.2 การโหลดภาพเข้าสู่การใช้งานในโปรแกรม MATLAB.....22
3.1.3 การแปลงภาพสี RGB เป็นภาพระดับสีเทา.....22
3.1.4 การกำจัดพื้นที่สีขาวส่วนมากของภาพออก.....23
3.1.5 การแปลงภาพระดับสีเทาเป็นภาพไบนารี.....24
3.1.6 การหาตำแหน่งของบริเวณที่เป็นแผ่นป้ายทะเบียน.....24
3.1.7 การปรับปรุงคุณภาพของภาพแผ่นป้ายทะเบียน.....25
3.1.8 การกำจัดส่วนที่แสดงชื่อจังหวัด.....27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

3.2 การแยกส่วนของตัวเลขและตัวอักษรบนแผ่นป้ายทะเบียน.....28

3.2.1 การหาค่าฮิสโตแกรมแนวตั้งและฮิสโตแกรมแนวนอน.....28

3.2.1.1 การรวมฮิสโตแกรมแนวตั้ง.....28

3.2.1.2 การตัดภาพจากขอบเขตฮิสโตแกรมแนวตั้ง.....29

3.2.1.3 การรวมฮิสโตแกรมแนวนอน.....31

3.2.1.4 การตัดภาพจากขอบเขตฮิสโตแกรมแนวนอน.....33

3.2.1.5 การทำ Thin line formation.....35

3.3 การรู้จำตัวอักษรและตัวเลขโดยใช้วิธีการประเมินหาลักษณะเด่น.....35

3.4 ขั้นตอนในการประเมินหาลักษณะเด่น.....35

3.4.1. การจำแนกภาพตัวเลขและตัวอักษรอย่างหยาบ.....35

3.4.2. การจำแนกภาพตัวอักษรอย่างละเอียด.....36

3.4.2.1 การแยกภาพตัวอักษรคล้าย " ก , ถ ,ภ " ของกลุ่ม G2.....36

3.4.2.2 การแยกภาพตัวอักษรคล้าย "บ, ป, พ, ฟ" ของกลุ่ม G2.....37

3.4.2.3 การแยกภาพตัวอักษรคล้าย " ข,ช " ของกลุ่ม G2.....38

3.4.2.4 การแยกภาพตัวอักษรคล้าย" ล,ฉ " ของกลุ่ม G5.....38

3.4.2.5 การแยกภาพตัวอักษรคล้าย "ญ,ฌ,ณ" ของกลุ่ม G3.....39

3.4.2.6 การแยกภาพตัวอักษรคล้าย" ส,ศ " ของกลุ่ม G5.....40

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง.....43

4.1 การทดลองการแยกส่วนภาพแผ่นป้ายทะเบียน.....43

4.1.1 ผลการทดลองการแยกส่วนภาพ.....46

4.2 การทดลองการรู้จำตัวเลขและตัวอักษร.....46

4.2.1 ผลการทดลองการรู้จำตัวเลขและตัวอักษร.....46

4.3 เวลาที่ใช้ในการประมวลผลของกระบวนการในระบบรู้จำป้ายทะเบียน.....47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 บทวิจารณ์และสรุป.....48

5.1 สรุปผลการทดลอง.....48

5.1.1 สรุป ผลการทดลองการแยกส่วนภาพแผ่นป้ายทะเบียน.....48

5.1.2 สรุปผลการทดลองการรู้จำตัวเลขและตัวอักษร.....57

5.1.3 สรุปผลการทดลองการรู้จำป้ายทะเบียนรถยนต์ไทย.....59

บรรณานุกรม.....62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 ตารางแสดงข้อมูลการรันแนวตั้งและแนวนอน.....16

2.2 ตารางแสดงจำนวนและตำแหน่งจุดปลายของภาพตัวอักษร ก.....17

2.3 ตารางที่แสดงผลลัพธ์ในการคำนวณหาจุดปลายและจุดแยก.....18

3.1 ตารางการแบ่งกลุ่มย่อยภาพตัวอักษรอย่างหยาบ.....36

3.2 ตารางแสดงลักษณะเด่นของภาพตัวเลขและตัวอักษรที่นำมาพิจารณา.....41

4.1 ตารางแสดงภาพอินพุตของโปรแกรม.....43

4.2 ตารางแสดงผลการทดลองการแยกส่วนภาพ.....46

4.3 ตารางแสดงผลการทดลองการรู้จำตัวเลขและตัวอักษร.....46

4.4 ตารางแสดงเวลาที่ใช้ในการประมวลผล.....47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2.1 ป้ายทะเบียนแบบเก่า....4

2.2 ป้ายทะเบียนแบบใหม่....4

2.3 การแทนข้อมูลภาพดิจิตอลด้วยฟังก์ชันสองมิติ....5

2.4 สี RGB....6

2.5 แสดงสัดส่วนค่าสี RGB....7

2.6 ภาพระดับสีเทา....8

2.7 ภาพสีสองระดับ....9

2.8 ภาพสี RGB ที่ถูกแปลงเป็นภาพสองระดับ จากการเลือกค่าเทรสโฮลด์ที่เหมาะสม....9

2.9 ภาพสี RGB ที่ถูกแปลงเป็นภาพสองระดับ จากการเลือกค่าเทรสโฮลด์ที่ไม่เหมาะสม....10

2.10 ภาพการใช้เทคนิคการปรับเรียบให้ภาพ....11

2.11 ภาพการทำ thin line formation....12

2.12 การแบ่งบล็อคขนาด 5x3....14

2.13 การเก็บลักษณะเด่นโดยใช้การแบ่งบล็อค....15

2.14 การรันแนวตั้งและแนวนอน....16

2.15 จุดปลายของภาพตัวอักษร ก....17

2.16 เทมเพลตของจุดปลาย....18

2.17 เทมเพลตของจุดแยก....18

2.18 ตัวอย่างการหาจุดปลายและจุดแยก....19

2.19 ตัวอย่างแสดงจำนวนจุดปลายและจุดแยก....19

2.20 ไดอะแกรมแบบล็อกโพลาร์....20

2.21 การใช้ไดอะแกรมแบบล็อกโพลาร์....20

2.19 การรันแนวตั้งและแนวนอน....19

3.1 ภาพอินพุต RGB....22

3.2 ภาพระดับสีเทา....23

3.3 ภาพการทำ imclearborder....23

3.4 ภาพไบนารี....24

3.5 บริเวณที่เป็นแผ่นป้ายทะเบียน....25

3.6 การกลับข้อมูลภาพระดับสีเทาครั้งแรก....25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

3.7 การกำจัดสีขาวส่วนมากของแผ่นป้ายทะเบียน.....26
3.8 การกลับข้อมูลภาพระดับสีเทาครั้งที่สอง.....26
3.9 การแปลงภาพระดับสีเทาเป็นภาพไบนารี.....26
3.10 การกลับข้อมูลภาพไบนารี.....27
3.11 การกำจัดส่วนแสดงชื่อจังหวัด.....28
3.12 ภาพไบนารีของแผ่นป้ายทะเบียน.....29
3.13 กราฟฮิสโตแกรมแนวตั้งของภาพที่ 3.12.....29
3.14 ภาพไบนารีของป้ายทะเบียนที่กำจัดส่วนแสดงชื่อจังหวัดไม่หมด.....30
3.15 กราฟฮิสโตแกรมแนวตั้งของภาพที่ 3.14.....30
3.16 ภาพแสดงขอบเขตด้านบนและขอบเขตด้านล่างจากฮิสโตแกรม.....31
3.17 ภาพแผ่นป้ายทะเบียนหลังจากการตัดส่วนแสดงชื่อจังหวัดออก.....31
3.18 กราฟฮิสโตแกรมแนวนอนของภาพที่ 3.17.....32
3.19 ภาแผ่นป้ายทะเบียนที่มีตัวอักษรจำนวน 4 ตัว.....32
3.20 กราฟฮิสโตแกรมแนวนอนของภาพที่ 3.19.....33
3.21 ภาพแสดงขอบเขตด้านซ้ายและขวาของแต่ละตัวอักษร.....34
3.22 ภาพการแยกส่วนของแต่ละตัวอักษระ.....34
3.23 ภาพการทำ thin line formation.....35
3.24 การวางไดอะแกรมล็อกโพลาร์เพื่อเพิ่มลักษณะเด่นของจุดปลาย.....37
3.25 การแยกภาพตัวอักษรคล้าย บ และ ป.....37
3.26 การแยกภาพตัวอักษรคล้าย พ และ ฟ.....38
3.27 การแยกภาพตัวอักษรคล้าย ข และ ช.....38
3.28 การแยกภาพตัวอักษร ล และ ฉ.....39
3.29 ลักษณะเด่นของตัวอักษร ญ.....39
3.30 การแยกภาพตัวอักษร ณ และ ฌ.....40
3.31 การแยกภาพตัวอักษร ส และ ศ.....40
5.1 ภาพอินพุตที่ไม่สามารถทำการแยกส่วนภาพแผ่นป้ายทะเบียนได้.....49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
5.2 ภาพที่ผ่านการแปลงเป็นภาพไบนารีในครั้งแรก	49
5.3 ภาพตำแหน่งที่ถูกดึงออกมาจากภาพอินพุต	50
5.4 ภาพอินพุตที่ไม่สามารถทำการแยกส่วนภาพแผ่นป้ายทะเบียนได้	51
5.5 ภาพตำแหน่งที่ถูกดึงออกมาจากภาพอินพุต	51
5.6 ภาพไบนารีแผ่นป้ายทะเบียนเลือกค่าเทรสโฮลด์ไม่เหมาะสม	52
5.7 ภาพอินพุตที่ไม่สามารถทำการแยกส่วนภาพแผ่นป้ายทะเบียนได้	53
5.8 ภาพที่ผ่านการแปลงเป็นภาพไบนารีในครั้งแรก	53
5.9 ภาพตำแหน่งที่ถูกดึงออกมาจากภาพอินพุต	54
5.10 ภาพอินพุตที่ไม่สามารถทำการแยกส่วนภาพแผ่นป้ายทะเบียนได้	55
5.11 ภาพที่ผ่านการแปลงเป็นภาพไบนารีในครั้งแรก	56
5.12 ภาพตำแหน่งที่ถูกดึงออกมาจากภาพอินพุต	57
5.13 ภาพตัวอักษรที่ไม่เหมาะสม	58
5.14 ภาพตัวอักษรที่เหมาะสม	58
5.15 ภาพเปรียบเทียบภาพตัวอักษร ณ และ ฌ	59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญของปริญญานิพนธ์

ในปัจจุบันเทคโนโลยีต่างๆนั้นได้มีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว ซึ่งทำให้เทคโนโลยีต่างๆมีประสิทธิภาพมากขึ้น ในเทคโนโลยีของการประมวลผลภาพเชิงดิจิตอลและการใช้งานฐานข้อมูลก็เช่นเดียวกัน ซึ่งได้เข้ามามีบทบาทและการใช้งานกันอย่างแพร่หลายในชีวิตประจำวันไม่ว่าจะเป็นในโรงงานอุตสาหกรรม ในระบบรักษาความปลอดภัยต่าง ๆ และระบบการคมนาคม เป็นต้น ซึ่งปัญหาเกี่ยวกับระบบความปลอดภัยในเรื่องของการจัดการรถยนต์ โดยการตรวจสอบสิทธิการเข้าพื้นที่ภายในอาคารต่าง ๆ ซึ่งส่วนมากในปัจจุบันการทำงานของระบบเหล่านี้จะอาศัยมนุษย์ในการตรวจสอบและบันทึกข้อมูล โดยการดำเนินการของระบบดังกล่าวอาจเกิดความผิดพลาดและล่าช้าได้เนื่องจากข้อจำกัดของการทำงานโดยมนุษย์ ถึงแม้ว่ามีการแก้ไขปัญหาดังกล่าวเพื่อเพิ่มความปลอดภัยให้มากขึ้นโดยการติดตั้งกล้องวงจรปิดเพื่อช่วยในการเก็บข้อมูลแต่ยังไม่สามารถแก้ปัญหาในส่วนของการเก็บข้อมูลโดยมนุษย์ อีกทั้งในการเก็บข้อมูลภาพด้วยกล้องวงจรปิดนั้นไม่สามารถเก็บได้เป็นเวลานานเนื่องจากค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการจัดเก็บมีราคาสูงจึงได้มีการนำเทปหรือสื่อที่ใช้ในการเก็บข้อมูลกลับมาใช้อีกครั้ง ทำให้การเก็บข้อมูลภาพบางครั้งเกิดการสูญหายไปและปัญหาที่เกิดขึ้นอีกสำหรับระบบเก็บค่าจอดรถยนต์คือเวลาที่ใช้ในการจดบันทึกข้อมูลต่าง ๆ เช่น เวลาเข้าจอด เวลาออก หมายเลขทะเบียน รวมไปถึงเวลาที่เสียไปกับการคำนวณค่าจอดรถ ซึ่งกระบวนการเหล่านี้ถ้าดำเนินการโดยมนุษย์จะใช้เวลานานกว่าการใช้คอมพิวเตอร์คำนวณมาก จึงได้มีการแก้ไขปัญหาดังกล่าว โดยนำเทคโนโลยีการประมวลผลภาพเชิงดิจิตอลและการใช้งานฐานข้อมูลเข้ามาแทนการทำงานของมนุษย์ ดังจะส่งผลให้การดำเนินงานของระบบเป็นไปได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพและความน่าเชื่อถือให้แก่ระบบอีกด้วย

จุดมุ่งหมายของเทคโนโลยีการประมวลผลภาพเชิงดิจิตอลคือการทำให้อุปกรณ์ประมวลผลต่างๆมีความสามารถมองเห็นและรับรู้ได้เท่าเทียมกับมนุษย์ โดยความสามารถในการรับรู้ภาพซึ่งรวมทั้งการทำให้อุปกรณ์ประมวลผลนั้น ๆ สามารถตัดสินใจ และสั่งงานกลไกส่วนต่าง ๆ ได้จากข้อมูลที่ได้รับจากภาพ หรือกลุ่มของภาพนั้น ๆ ซึ่งถ้าหากต้องการให้อุปกรณ์ประมวลผลเหล่านั้นมีความสามารถที่จะทำกิจกรรมดังกล่าวได้นั้นนอกจากจะต้องใช้ความพยายามอย่างมากแล้ว ยังต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้กระบวนการที่ซับซ้อนอีกด้วย ทั้งนี้เนื่องจากความแตกต่างกันระหว่างการทำงานของอุปกรณ์ประมวลผลและสมองมนุษย์ ซึ่งนับเป็นความท้าทายอย่างมากสำหรับผู้สร้างและผู้พัฒนาระดังกล่าวให้สามารถสร้างและพัฒนาระบบให้เหนือข้อจำกัดต่างๆนั้นได้

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

1. มีความรู้ความเข้าใจในหลักการประมวลผลภาพเชิงดิจิตอล
2. ศึกษาและออกแบบวิธีการรู้จำตัวเลขและตัวอักษรบนแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ไทย
3. ปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการต่างๆในระบบการรู้จำโดยผสานแนวคิดและเทคนิคต่างๆได้อย่างเหมาะสม
4. เป็นแนวทางในการพัฒนาระบบการรู้จำให้สามารถประยุกต์ใช้งานได้อย่างเหมาะสม

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

1. สามารถเขียนโปรแกรมในการปรับปรุงคุณภาพของภาพได้
2. สามารถเขียนโปรแกรมในการค้นหาตำแหน่งของแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ไทยได้
3. สามารถเขียนโปรแกรมในการกำจัดส่วนของชื่อจังหวัดและการแยกส่วนของตัวเลขและตัวอักษรบนแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ไทยได้
4. สามารถเขียนโปรแกรมในการรู้จำตัวเลขและตัวอักษรบนแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ไทยได้

1.4 ขั้นตอนการศึกษา

1. ศึกษาความเป็นมา ความสำคัญของปัญหา ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและแนวคิดในการทำปริญญานิพนธ์
2. ศึกษาทฤษฎีการประมวลผลภาพเชิงดิจิตอล
3. ศึกษาทฤษฎีการเอนฮานซ์เมนต์ภาพและการแยกส่วนภาพ
4. ศึกษาทฤษฎีการหาลักษณะเด่นของตัวเลขและตัวอักษรบนแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์
5. ศึกษาทฤษฎีที่ใช้รู้จำตัวเลขและตัวอักษรบนแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ไทย
6. ออกแบบวิธีการรู้จำตัวเลขและตัวอักษรบนแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถนำหลักการประมวลผลภาพเชิงดิจิตอลไปใช้งานได้จริง
2. สามารถออกแบบระบบการรู้จำป้ายทะเบียนรถยนต์ไทยที่มีประสิทธิภาพ
3. สามารถออกแบบระบบการรู้จำอื่น ๆ ซึ่งมีแนวคิดพื้นฐานเดียวกับการรู้จำป้ายทะเบียนรถยนต์ไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎี

2.1 ประเภทของป้ายทะเบียนรถยนต์ไทยและรูปแบบตัวเลขและตัวอักษร

ป้ายทะเบียนรถยนต์ส่วนบุคคลในประเทศไทยที่มีอยู่ในปัจจุบันนั้นมี 2 ประเภท คือ ป้ายทะเบียนแบบเก่า (สังเกตได้จากจะมีตัวเลขนำหน้าหนึ่งตัว แล้วตามด้วยตัวอักษรภาษาไทย 1 ตัว) และป้ายทะเบียนแบบใหม่ (จะนำหน้าด้วยตัวอักษรภาษาไทย 2 ตัว) โดยทั้ง 2 แบบนี้จะมีความแตกต่างในรูปแบบ (font) ของตัวอักษร ดังนั้นในโครงงานนี้จะใช้ฐานข้อมูลเป็นตัวอักษร 2 ชุดที่มีรูปแบบทั้ง 2 แบบดังที่กล่าวมา

ภาพที่ 2.1 ป้ายทะเบียนแบบเก่า

ภาพที่ 2.2 ป้ายทะเบียนแบบใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 การประมวลผลภาพ

ข้อมูลที่ได้จากการที่แสงตกกระทบวัตถุแล้วสะท้อนผ่านเลนส์เข้าสู่ตัวบันทึกภาพซึ่งอาจอยู่ในรูปของฟิล์มหรือตัวตรวจรู้ (Sensor) ดังนั้นกระบวนการถ่ายภาพจึงเป็นวิธีการแปลงข้อมูลเชิงกายภาพของวัตถุสามมิติมาเป็นข้อมูลภาพของวัตถุสองมิติ สำหรับกรณีของการบันทึกภาพของวัตถุด้วยกล้องภาพถ่ายโทรทัศน์นั้นจะทำการบันทึกภาพอยู่ในรูปของสัญญาณไฟฟ้าแบบอนาล็อก ในขั้นตอนนี้ตัวตรวจรู้จะทำการวัดค่าความเข้มของจุดเล็ก ๆ ทีละจุดไปเรื่อย ๆ ตามแนวเส้นทางที่กำหนดไว้ ซึ่งปกติจะไล่จากซ้ายไปขวาและบนลงล่าง ค่าที่ตัวตรวจรู้วัดได้นี้เป็นค่าความเข้มแสงของจุดภาพนั้น ในการพิจารณาภาพหนึ่งภาพใดที่ได้จากกล้องถ่ายภาพโทรทัศน์จะเป็นภาพนิ่ (Still picture) จากการนำภาพนิ่งที่เวลาต่าง ๆ มาจัดเรียงกันเป็นจำนวนมาก แล้วให้แสดงผลในช่วงเวลาสั้น ๆ ภาพที่ได้จะมีลักษณะเคลื่อนไหว

2.2.1 การแทนภาพด้วยข้อมูลแบบดิจิตอล

ข้อมูลภาพแบบดิจิตอล เป็นภาพที่ถูกดัดแปลงมาจากภาพแบบต่อเนื่อง (Analog Image) ให้อยู่ในรูปตัวเลข (Digital Image) ด้วยวิธีการดิจิไทเซชั่น (Digitization) โดยภาพแบบต่อเนื่อง จะถูกแบ่งเป็นพื้นที่สี่เหลี่ยมเล็กๆ ที่เรียกว่า พิกเซล (Pixel) ซึ่งในแต่ละพิกเซลจะใช้พิกัด (x,y) ซึ่ง x และ y คือ ระบบพิกัดระนาบ (Spatial Coordination) ในการระบุตำแหน่ง การแสดงข้อมูลภาพดิจิตอลสามารถอธิบายได้ในรูปของเมตริกซ์ (Matrix) ขนาด M แถวและ N หลัก เรียกว่าภาพดิจิตอลมีขนาด M*N สามารถแทนภาพดิจิตอลด้วยฟังก์ชั่นสองมิติ (Two -Dimensional Function) f(x,y) เมื่อ x และ y คือระบบพิกัดระนาบ (Spatial Coordination) และแอมพลิจูด(Amplitude) ของ f คือความสว่าง (brightness) หรือความเข้ม (Intensity) หรืออาจถูกเรียกว่าค่าระดับ เทา (Monochrome Image)

$$f(x,y) = \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \cdots & f(0,N-1) \\ f(1,0) & f(1,1,) & \cdots & f(1,N-1) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ f(M-1,0) & f(M-1,1) & \cdots & f(M-1,N-1) \end{bmatrix}$$

ภาพที่ 2.3 การแทนข้อมูลภาพดิจิตอลด้วยฟังก์ชันสองมิติ

ในการนำข้อมูลภาพดิจิตอลไปใช้งานด้านต่าง ๆ จะต้องทำการประมวลผล ซึ่งสามารถแบ่งการประมวลผลออกเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ได้สองกลุ่มคือ กลุ่มแรกเป็นการประมวลเชิงจุด (Point operation) จะเป็นวิธีการประมวลผลอย่างง่าย โดยจะทำการแปลงค่าระดับสีเทาของจุดภาพต้นฉบับ (Original image) ให้เป็นค่าระดับสีเทาใหม่ในภาพผลลัพธ์ (Transformed image) หลังการแปลง เทคนิคที่จัดว่าเป็นการประมวลผลเชิงจุดคือ การปรับปรุงฮิสโตแกรม (Histogram modification)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นต้น กลุ่มที่สองเป็นการประมวลผลเชิงกลุ่มข้างเคียง (Neighborhood) เป็นวิธีการนำค่าระดับสีเทาของจุดข้างเคียงที่อยู่รอบ ๆ มาประมวลผลด้วย ซึ่งเทคนิคที่จัดว่าเป็นการประมวลผลเชิงกลุ่มข้างเคียงคือ การกรองสัญญาณภาพ (Filtering) เป็นต้น

2.2.2 ชนิดของข้อมูลภาพที่ใช้ในการประมวลผลภาพดิจิตอล

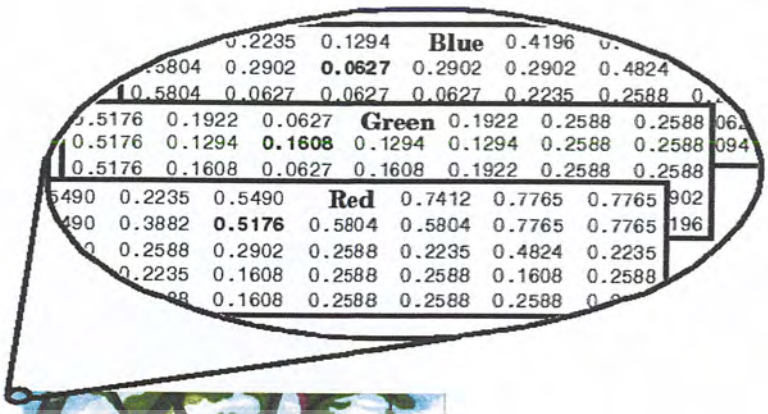
2.2.2.1 ภาพสี RGB

ภาพสี RGB เป็นภาพที่ประกอบไปด้วย 3 แม่สีหลัก ได้แก่ สีแดง สีเขียวและสีน้ำเงิน ถ้านำแต่ละสีมาพล็อตกราฟในระบบพิกัด Color Space ซึ่งเป็นระบบพิกัดแกน x, y และ z โดยแต่ละสีมีค่าความเข้มแสงแสดงตั้งแต่ 0 ถึง 1 โดย 0 แสดงค่าความมืด และ 1 แสดงค่าความสว่าง ทำให้ได้การผสมสีทางแสงหรือการบวกแม่สีเข้าด้วยกัน ซึ่งจากภาพนี้จะเห็นได้ว่าในแต่ละแกน เมื่อค่าความเข้มแสงมีค่าเข้าใกล้ 1 มากเท่าไหร่ แม่สีนั้นก็จะยิ่งมีความสว่างมากขึ้น

ภาพที่ 2.4 สี RGB

ตัวอย่างของภาพสี RGB ในภาพที่ 2.5 ส่วนของวงกลมเล็กๆ ในภาพสี RGB เมื่อถูกขยายออก และแสดงเป็นค่าความเข้มสีของสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน จะได้ดังรูปวงกลมวงใหญ่ด้านบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.5 แสดงสัดส่วนค่าสี RGB

2.2.2.2 ภาพระดับสีเทา (Gray Scale Image)

ภาพระดับสีเทา หมายถึงภาพที่แต่ละพิกเซล มีค่าความเข้มสีเป็นค่าเฉลี่ยของค่าแม่สีทั้ง 3 ในพิกเซลนั้น คือภาพสีในหนึ่งพิกเซลนั้นจะประกอบไปด้วย 3 แม่สีผสมกัน ได้แก่ สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน ซึ่งมี 3 ค่าใน 1 พิกเซล เมื่อเป็นเช่นนี้จะทำให้ยากต่อการนำไปประมวลผล ดังนั้นก่อนการนำภาพไปประมวลผลจึงต้องทำให้เป็นภาพระดับเทา ซึ่งวิธีการที่นิยมใช้ในการทำภาพระดับเทานั้นก็คือ การเฉลี่ยของค่าแม่สีทั้ง 3 ใน 1 พิกเซล เขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\text{ค่าระดับเทา} = (0.299 \times R_s) + (0.587 \times G_s) + (0.114 \times B_s) \qquad (2.1)$$

R_s คือ ค่าอินพุตพิกเซลสีแดง

G_s คือ ค่าอินพุตพิกเซลสีเขียว

B_s คือ ค่าอินพุตพิกเซลสีน้ำเงิน

จากสมการที่ 2.1 จะเห็นได้ว่าค่าระดับเทาสามารถมีค่าได้ตั้งแต่ 0 (0) ถึง 1 (255) ดังแสดงในรูปที่ 2.6 โดยที่ 0 (0) หมายถึงพิกเซลสีดำ และ 1 (255) หมายถึงพิกเซลสีขาว นั่นแสดงว่าถ้าพิกเซลไหนมีค่าระดับเทา เข้าใกล้ 1 (255) มากเท่าไหร่ พิกเซลนั้นก็จะยิ่งมีความสว่างหรือมีสีเทาใกล้เคียงสีขาวมากเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.6 ภาพระดับสีเทา

2.2.2.3 ภาพสองระดับ (Binary Image)

ภาพสองระดับ หมายถึงภาพที่มีระดับความเข้มของสีเพียง 2 ระดับ คือแต่ละพิกเซลสามารถมีค่าได้ 2 ค่าเท่านั้น คือ 1 และ 0 ซึ่ง 1 จะหมายถึงพิกเซลสีขาว ส่วน 0 จะหมายถึงพิกเซลสีดำ ดังแสดงในภาพที่ 2.6 ซึ่งในการประมวลผลภาพทางดิจิตอลโดยทั่วไปนั้นนิยมแปลงข้อมูลภาพหลายระดับ คือภาพระดับเทาและภาพสี RGB ให้เป็นภาพสองระดับ เพื่อเป็นการลดเนื้อที่เก็บข้อมูลภาพให้เหลือเพียง 1 บิต

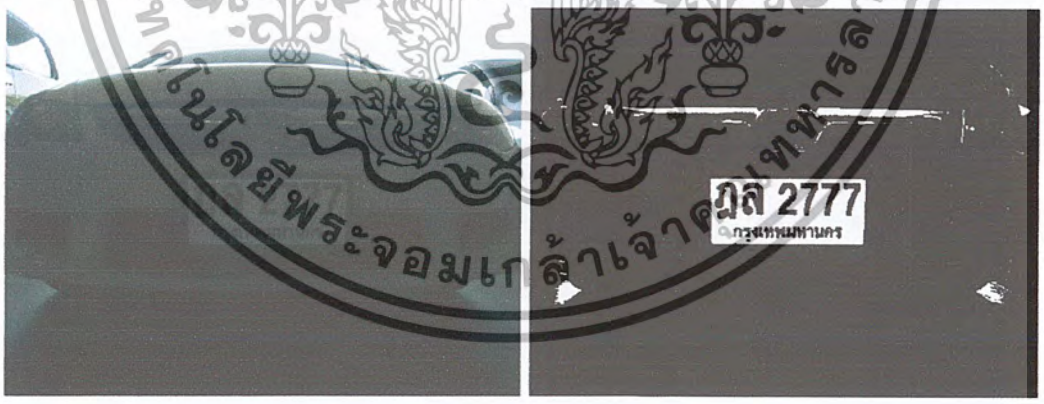
การสร้างภาพสองระดับสามารถกระทำได้ โดยการใช้เทคนิคการตัดเทรสโฮลด์ (Threshold Techniques) ซึ่งในการพิจารณาว่าพิกเซลไหนของข้อมูลภาพ ควรจะเป็นพิกเซลสีขาวหรือสีดำนั้นจะกระทำโดยการเปรียบเทียบระหว่างพิกเซลนั้น ๆ กับค่าคงที่ค่าหนึ่ง หรือค่าเทรสโฮลด์ซึ่งสามารถกำหนดค่าได้ตั้งแต่ 0 ถึง 1 ถ้าหากพิกเซลไหนมีค่าน้อยกว่าค่าเทรสโฮลด์ ก็ให้เปลี่ยนพิกเซลนั้นเป็นพิกเซลที่มีค่าเป็น 0 หรือเป็นพิกเซลสีดำ แต่ถ้าพิกเซลไหนมีค่ามากกว่าค่าเทรสโฮลด์ก็ให้เปลี่ยนพิกเซลนั้นเป็นพิกเซลที่มีค่าเป็น 1 หรือเป็นสีขาว

การเลือกค่าเทรสโฮลด์เพื่อให้ได้ภาพสองระดับนั้น จะต้องเลือกค่าเทรสโฮลด์ให้เหมาะสม ถ้าเลือกค่าไม่เหมาะสม เช่น เลือกค่าเทรสโฮลด์ที่สูงหรือต่ำจนเกินไป รายละเอียดของภาพที่ได้ก็จะยากต่อการนำไปวิเคราะห์ เนื่องจากภาพขาดความคมชัดและอาจจะเกิดสิ่งรบกวน (Noise) ขึ้นในภาพได้ ตัวอย่างเช่นในโครงงานนี้ต้องการค้นหาส่วนที่เป็นแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ ดังนั้นในการแปลงภาพถ่ายส่วนด้านหน้ารถยนต์ที่โปรแกรมรับเข้ามาซึ่งเป็นภาพสี RGB ให้เป็นภาพสองระดับนั้น โปรแกรมจะสามารถค้นหาส่วนที่เป็นแผ่นป้ายทะเบียนได้ก็ต่อเมื่อ ส่วนที่เป็นแผ่นป้ายทะเบียนที่อยู่ในภาพสองระดับไม่ถูกลบออกไปหรือกลายเป็นพิกเซลสีดำ จากตัวอย่างภาพที่ 2.8 (ก) เมื่อแปลงภาพสี RGB นี้ให้เป็นภาพสองระดับ โดยใช้ค่าเทรสโฮลด์ที่เหมาะสม ภาพผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นภาพที่ 2.8 (ข) ซึ่งจะเห็นได้ว่าส่วนที่เป็นแผ่นป้ายทะเบียนไม่ถูกลบออกไปและมีขอบที่ชัดเจน เมื่อนำภาพสองระดับนี้ไปประมวลผลในการค้นหาส่วนที่เป็นแผ่นป้ายทะเบียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมก็จะสามารถค้นหาส่วนที่เป็นแผ่นป้ายทะเบียนจากภาพสองระดับนี้ได้ แต่ในทางตรงกันข้ามถ้านำภาพสี RGB ภาพที่ 2.8 (ก) ไปแปลงเป็นภาพ สองระดับโดยใช้ค่าเทรสโฮลด์ที่ไม่เหมาะสม กล่าวคือใช้ค่าเทรสโฮลด์ที่ต่ำเกินไปหรือสูงเกินไปจะทำให้ได้ภาพสองระดับ ดังภาพที่ 2.9 (ก) และ (ข) ตามลำดับ ซึ่งจากภาพสองระดับทั้งสองภาพนี้ จะเห็นได้ว่าส่วนที่เป็นแผ่นป้ายทะเบียนที่มีขอบเขตไม่ชัดเจนและมีบางส่วนของแผ่นป้ายทะเบียนถูกลบออกไป ซึ่งถ้านำภาพสองระดับทั้งสองภาพนี้ไปประมวลผลในขั้นตอนการค้นหาส่วนที่เป็นแผ่นป้ายทะเบียน โปรแกรมก็อาจจะไม่สามารถค้นหาส่วนที่เป็นแผ่นป้ายทะเบียนได้

ภาพที่ 2.7 ภาพสีสองระดับ



(ก) (ข)

ภาพที่ 2.8 ภาพสี RGB ที่ถูกแปลงเป็นภาพสองระดับ จากการเลือกค่าเทรสโฮลด์ที่เหมาะสม

(ก) ภาพสี RGB

(ข) ภาพสองระดับ ที่ได้จากการเลือกค่าเทรสโฮลด์ที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ก) (ข)

ภาพที่ 2.9 ภาพสี RGB ที่ถูกแปลงเป็นภาพสองระดับ จากการเลือกค่าเทรสโฮลด์ที่ไม่เหมาะสม
(ก) ภาพสี RGB
(ข) ภาพสองระดับ ที่ได้จากการเลือกค่าเทรสโฮลด์ที่ไม่เหมาะสม

2.3 การเอนฮานซ์เมนต์ภาพดิจิตอล

กระบวนการเอนฮานซ์เมนต์ภาพดิจิตอลจะรวบรวมเอาเทคนิคต่าง ๆ เพื่อจะนำมาใช้ในการปรับปรุงคุณภาพของภาพ หรือเป็นการแปลงภาพให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมกว่าภาพเดิมเพื่อให้มนุษย์หรืออุปกรณ์ประมวลผลสามารถวิเคราะห์ภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.3.1 ฮิสโตแกรมของภาพ (Image histogram)

ภาพดิจิตอลที่ได้จากระบบเก็บภาพจะอยู่ในรูปเชิงตัวเลข แต่ละจุดภาพจะมีค่าระดับสีเทากำกับอยู่ ปกติแล้วค่าระดับสีเทาของจุดภาพจะถูกเข้ารหัสด้วย A/D ขนาด 8 บิต จึงทำให้ความแตกต่างของระดับสีเทามีค่าได้ 256 ระดับ ค่าระดับสีเทานี้เป็นการแสดงค่าความสว่างของจุดภาพ โดยทั่วไปถ้าจุดภาพมีความสว่างมากจะให้ค่าระดับสีเทาสูง แต่ถ้ามีความสว่างน้อยก็จะให้ค่าระดับสีเทาต่ำ การตรวจนับจำนวนจุดภาพของแต่ละระดับสีเทาและนำมาแสดงเป็นกราฟแท่งซึ่งเป็นความถี่ของแต่ละระดับสีเทาที่ปรากฏในภาพ กราฟที่ได้นี้เรียกว่าฮิสโตแกรม (Histogram) ของภาพ สำหรับฮิสโตแกรมของภาพสองภาพที่มีรูปร่างกราฟคล้าย ๆ กันไม่ได้หมายความว่าภาพทั้งสองจะเหมือนกัน ทั้งนี้เพราะฮิสโตแกรมของภาพไม่เกี่ยวข้องกับตำแหน่งของจุดภาพ กล่าวคือจุดภาพที่มีค่าระดับสีเทาเหมือนกันจากกราฟฮิสโตแกรมทั้งสองไม่ได้ปรากฏอยู่ที่ตำแหน่งเดียวกัน ภาพทั้งสองจึงไม่เหมือนกัน ดังนั้นกราฟฮิสโตแกรมของภาพจะไม่ให้ข้อมูลของลายภาพ (Image texture) แต่จะช่วยบอกแนวโน้มว่าภาพจะสว่างหรือมืด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 การปรับเรียบให้ภาพ (Image smoothing)

เนื่องจากภาพที่เก็บมาได้จะเกิดสัญญาณรบกวนแบบสุ่ม (Random noise) มาปรากฏซ้อนทับ (Superimpose) บนความสว่างหรือค่าระดับสีเทาของจุดภาพ ซึ่งสัญญาณรบกวนดังกล่าวบางครั้งอาจเกิดจากตัวจัดเก็บข้อมูลภาพหรือเกิดขึ้นในระหว่างการส่งข้อมูลภาพผ่านทางระบบการสื่อสาร ขบวนการปรับเรียบให้ภาพจึงถูกนำมาประยุกต์ใช้เพื่อกำจัดสัญญาณรบกวนที่แปลกปลอมเข้ามาอยู่ในภาพ เนื่องจากสัญญาณรบกวนมักมีสเปกตรัมอยู่ที่ความถี่สูง ๆ ดังนั้นการกำจัดสัญญาณรบกวนโดยการปรับเรียบให้ภาพก็คือการกรองที่ให้ความถี่ต่ำผ่านนั่นเอง ในการกำจัดสัญญาณรบกวนทำได้ทั้งในโดเมนสปาเชียล (Spatial domain) และในโดเมนความถี่ (Frequency domain)

(ก) (ข)

ภาพที่ 2.10 ภาพการใช้เทคนิคการปรับเรียบให้ภาพ
(ก) ภาพต้นฉบับ
(ข) ภาพที่ผ่านการปรับเรียบ

2.3.3 การขยายขนาดข้อมูลภาพ (Dilation)

การขยายขนาดเป็นการขยายขนาดของวัตถุในภาพเพื่อจุดประสงค์บางประการเช่น เพื่อปิดรูเล็กๆ ในวัตถุ หรือใช้เพื่อช่วยให้วัตถุ 2 วัตถุที่ไม่มีสมาชิกร่วมกันแต่อยู่ใกล้กันสามารถเชื่อมต่อกันได้ เป็นต้น การขยายขนาดทำได้โดยวางสมาชิกโครงสร้าง (Structure element) ลงบนภาพแล้วเลื่อนสมาชิกโครงสร้าง ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

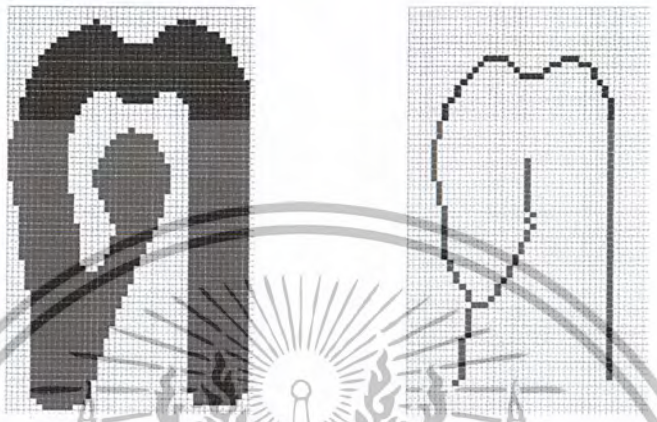
1. ถ้าจุดศูนย์กลางของสมาชิกโครงสร้างตรงกับค่า '0' ในภาพไม่ต้องดำเนินการใด ๆ และให้เลื่อนสมาชิกโครงสร้างไปยังจุดภาพถัดไป

2. ถ้าจุดศูนย์กลางของสมาชิกของโครงสร้างตรงกับค่า '1' ในภาพให้ทำการดำเนินการด้วยตัวดำเนินการทางตรรกะออร์ (Or) ระหว่างภาพกับสมาชิกโครงสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4 การทำ Thin line formation

การทำ Thin line formation เป็นกระบวนการซึ่งทำให้รูปของตัวอักขระที่มีอยู่ ถูกทำให้แคบลงโดยที่ จะเหลือความกว้างไว้ที่แกนกลางของรูปนั้น เป็นความกว้าง 1 pixels กระบวนการนี้ไม่ทำให้ภาพที่ได้แยกออกเป็นหลายๆส่วนกล่าวคือ ยังเป็นภาพเดียวกันต่อเนื่องกันอยู่เช่นเดิม



(ก) (ข)

ภาพที่ 2.11 ภาพการทำ thin line formation
(ก) ภาพต้นฉบับ
(ข) ภาพที่ผ่านการทำ thin line formation

2.4 การแบ่งส่วนภาพ (Image Segmentation)

กระบวนการสำคัญอีกขั้นตอนหนึ่งในการประมวลผลเบื้องต้น ก่อนจะนำไปสู่ขั้นตอนการรู้จำตัวอักษร ก็คือกระบวนการแยกวัตถุออกจากพื้นหลัง (Segmentation) ในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นการแยกส่วนที่เป็นแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ออกจากภาพสองระดับและเมื่อสามารถแยกส่วนที่เป็นแผ่นป้ายทะเบียนออกจากภาพสองระดับได้แล้ว ขั้นตอนต่อมาก็จะเป็นการแยกส่วนที่เป็นตัวเลขและตัวพยัญชนะทั้งหมดที่อยู่บนแผ่นป้ายทะเบียนออกมา โดยแยกออกมาทีละตัวเพื่อนำไปสู่กระบวนการรู้จำตัวอักษรต่อไป

2.4.1 การแบ่งส่วนภาพด้วยการพิจารณาความต่อเนื่องของข้อมูล

หลักการคือหาพิกเซลที่เป็น 0 หรือพิกเซลสีดำที่ต่อเนื่องกัน ตลอดทั้งแนวตั้งและแนวนอน ซึ่งจะทำให้ได้ขนาดของบล็อค (Block) ของวัตถุที่มีอยู่ในข้อมูลภาพที่มีขนาดแตกต่างกัน จากนั้นจะพิจารณาเลือกขนาดของกรอบที่ต้องการ จากความแตกต่างของจำนวนพิกเซล ความสูง ความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กว้าง และตำแหน่ง เป็นต้น อาทิเช่น เลือกกรอบที่มีจำนวนพิกเซลมากที่สุด หรือเลือกกรอบที่มีความสูงมากกว่าครึ่งภาพ เป็นต้น

2.4.2 การแยกภาพด้วยวิธี Region Labeling

วิธีการแบ่งส่วนภาพแบบ Region Labeling นี้เป็นการกำหนดหมายเลขให้กับกลุ่มพิกเซลสีขาวหรือเรียกว่าทำการ Label ให้กับกลุ่มพิกเซลสีขาว ซึ่งถ้ามีพิกเซลสีขาวอยู่ติดๆ กันเป็นกลุ่มก้อนบริเวณเดียวกัน โดยที่ไม่ถูกแยกออกจากกันด้วยพิกเซลสีดำกลุ่มพิกเซลสีขาวนั้นก็จะมีหมายเลข Label ที่เดียวกัน ส่วนกลุ่มของพิกเซลสีขาวกลุ่มอื่นๆ ก็จะกระทำในลักษณะเดียวกันโดยจะกำหนดหมายเลข (Label) ที่แตกต่างออกไป

2.5 การรู้จำตัวเลขและตัวอักษรโดยใช้วิธีการประเมินหาลักษณะเด่น

สำหรับวิธีการในการรู้จำตัวเลขและตัวอักษร ในโครงงานนี้ผู้จัดทำโครงงานจะใช้วิธีการประเมินหาลักษณะเด่นตัวเลขและตัวอักษรแต่ละตัวที่ผ่านการทำ Thinning โดยในขั้นแรก ภาพตัวเลขและตัวอักษรจะถูกแบ่งออกเป็นบล็อกย่อยขนาด 5×3 ใช้วิธีรันแนวตั้งและแนวนอนเพื่อใช้ในการแบ่งกลุ่มภาพตัวเลข และตัวอักษรอย่างหยาบในขั้นต่อมาจะเป็นการแบ่งกลุ่มภาพตัวเลขและอักษรอย่างละเอียด หรือ กลุ่มภาพตัวเลขและตัวอักษรที่มีลักษณะคล้ายกัน โดยใช้คุณลักษณะเด่นทั้ง 4 รูปแบบมาร่วมพิจารณาตามลักษณะโครงสร้างของตัวเลขและตัวอักษรแต่ละตัว ดังนี้

1. รันแนวตั้งและแนวนอน (Vertical & Horizontal run)
2. จุดปลาย (Ending point)
3. จุดแยก (Bifurcation point)
4. ทิศทางของจุดปลายและจุดแยกโดยใช้ไดอะแกรมแบบล็อกโพลาร์

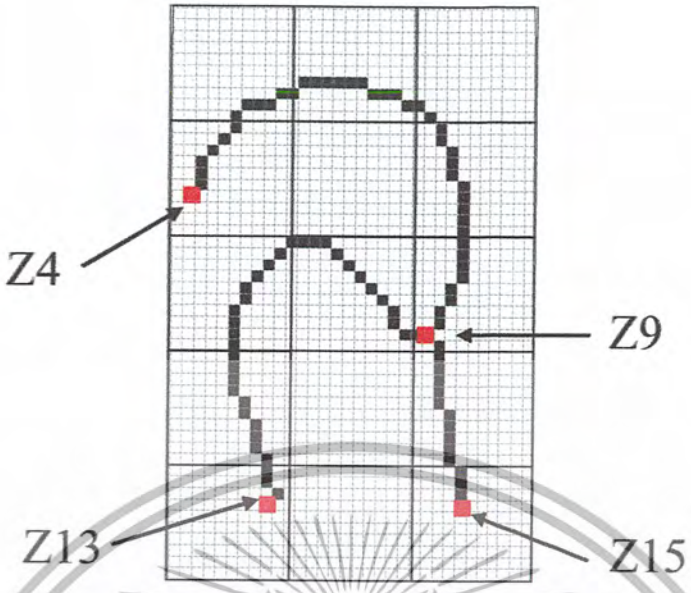
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก่อนที่จะนำตัวเลขและตัวอักษรไปทำการประเมินหาลักษณะเด่นนั้น จะต้องทำการแบ่งภาพตัวเลขและตัวอักษรออกเป็นบล็อกย่อยขนาด 5×3 เพื่อเพิ่มความละเอียดในการประเมินหาลักษณะเด่นของตัวเลขและตัวอักษร โดยเฉพาะในการเก็บตำแหน่งของจุดปลายและจุดแยก โดยที่แต่ละบล็อกย่อยจะถูกกำหนดชื่อเพื่อให้ง่ายต่อการเก็บข้อมูล ดังแสดงในภาพที 2.12 และจากภาพที่ 2.13.จะเห็นได้ว่าภาพตัวเลขและตัวอักษรถูกแบ่งออกเป็น 15 โซน ตั้งแต่ Z1 ถึง Z15 ซึ่งภาพตัวอักษร 'ล'นั้นมีจุดปลายทั้งหมด 3 จุดและจุดแยก 1 จุด โดยที่จุดปลายทั้ง 3 จุดนั้นอยู่ที่ตำแหน่ง Z4 , Z13 และ Z15 ตามลำดับส่วนจุดแยกนั้นอยู่ที่ตำแหน่ง Z9

Z1	Z2	Z3
Z4	Z5	Z6
Z7	Z8	Z9
Z10	Z11	Z12
Z13	Z14	Z15

ภาพที่ 2.12 การแบ่งบล็อคย่อยขนาด 5x3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

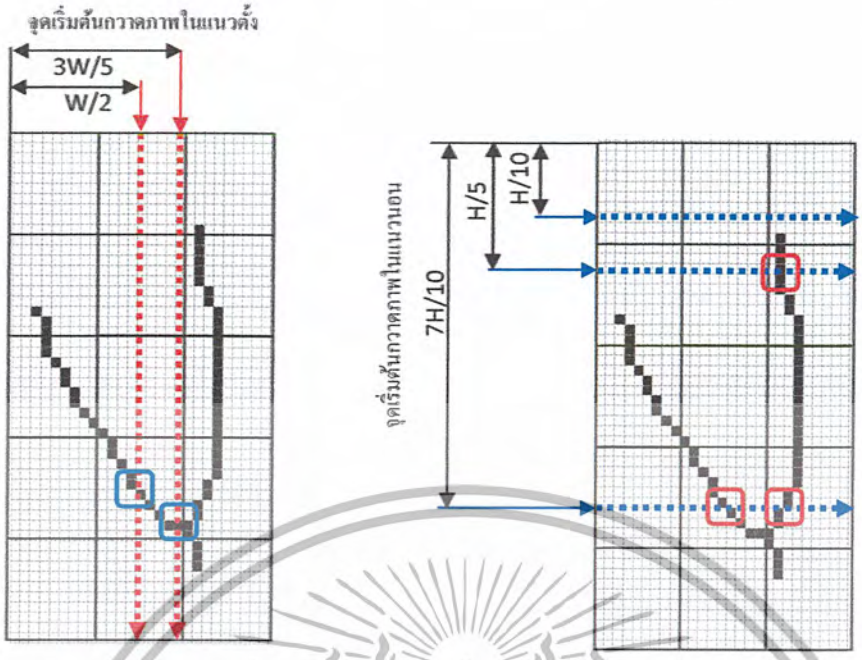


ภาพที่ 2.13 การเก็บลักษณะเด่นโดยใช้การแบ่งบล็อค

2.5.1 รันแนวตั้งและแนวนอน (Vertical & Horizontal Run)

ภาพตัวเลขและตัวอักษรแต่ละตัวจะถูกนำมาตรวจกวาดภาพในแนวนอน(Row) ทั้งหมด 3 จุดได้แก่จุด (H/10) ของภาพ จุด (H/5) ของภาพ และจุด (7H/10) ของภาพ จากด้านซ้ายสุดไปยังด้านขวาสุดของภาพจำนวนหนึ่งครั้ง เพื่อหาจำนวนรันแนวนอน (Horizontal run) จากนั้นตรวจกวาดภาพในแนวตั้ง (Column)จากจุดกึ่งกลางภาพ (W/2) และจุด (3W/5) จากด้านบนสุดไปยังด้านล่างสุดของภาพจำนวนหนึ่งครั้ง เพื่อหาจำนวนรันแนวตั้ง (Vertical run) เมื่อกำหนดให้จำนวนรันแนวตั้งและแนวนอนคือจำนวนพิกเซลของภาพตัวเลขและตัวอักษรที่รันผ่าน ดังภาพที่ 2.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

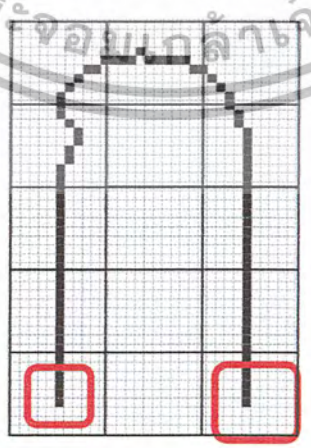


ภาพที่ 2.14 การรันแนวตั้งและแนวนอน

ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงข้อมูลการรันแนวตั้งและแนวนอน

จำนวนรันแนวตั้ง		จำนวนรันแนวนอน		
(W/2)	(3W/5)	(H/10)	(H/5)	(7H/10)
1	1	-	1	2

2.5.2 จุดปลาย (Ending point) และจุดแยก (Bifurcation)



ภาพที่ 2.15 จุดปลายของภาพตัวอักษร ก

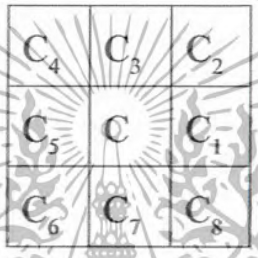
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ตารางที่ 2.2 ตารางแสดงจำนวนและตำแหน่งจุดปลายของภาพตัวอักษร ก

จำนวนของจุดปลาย	2 จุด
ตำแหน่งของจุดปลาย	Z13
	Z15

การหาจุดปลาย (Ending Point) และจุดแยก (Bifurcation) นั้นสามารถทำได้โดยการคำนวณจุดรอบตัวโดยเป็นการหาผลรวมของความแตกต่างโดยกำหนดให้จุดรอบตัวที่จะคำนวณมีรูปแบบตามเทมเพลตในภาพที่ 2.15



ภาพที่ 2.15 เทมเพลตที่ใช้ในการคำนวณหาจุดปลายและจุดแยก

โดย C เป็นจุดพิกเซลที่จะมีการคำนวณหาจุดปลายหรือจุดแยก และ C_1 ถึง C_8 เป็น 8 จุดพิกเซลรอบตัว การคำนวณหาจุดจุดปลายและจุดแยกโดยใช้จำนวนไขว้ (Crossing Number: CN) เป็นไปดังสมการ

$$CN = \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{8} |c_i - c_{i+1}| \qquad (2.2)$$

โดยที่ $C_9 = C_1$ จากสมการจะเป็นการหาผลรวมของความแตกต่างสัมบูรณ์ ซึ่งจุดปลายและจุดแยกจะให้ค่า CN ที่ไม่เท่ากัน เช่น ถ้า CN=1 แสดงว่าจุด C เป็นจุดปลาย (Ending Point) ถ้า CN=3 แสดงว่าจุดCเป็นจุดแยก (Bifurcation Point) โดยค่า CN ที่ได้จากการคำนวณนั้นจะไม่ขึ้นกับทิศทางของทั้งจุดปลาย (Ending Point) และจุดแยก (Bifurcation Point) กล่าวคือไม่ว่าทิศทางของจุดปลายและจุดแยกจะมีลักษณะไปในทิศทางใดก็จะให้ผลการคำนวณที่เท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
119453

ตารางที่ 2.3 ตารางแสดงผลลัพธ์ในการคำนวณหาจุดปลายและจุดแยก

CN	*ประเภท*
1	จุดปลาย *(Ending Point)*
3	จุดแยก *(Bifurcation Point)*

0	0	0
0	1	0
1	0	0

ภาพที่ 2.16 เทมเพลตของจุดปลาย

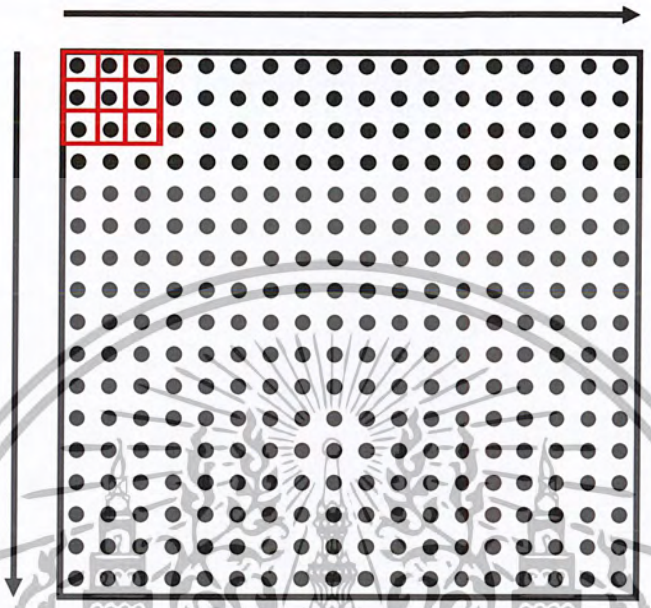
0	1	0
0	1	1
1	0	0

ภาพที่ 2.17 เทมเพลตของจุดแยก

วิธีในการคำนวณหาจุดปลายและจุดแยกเป็นการคำนวณจุดรอบตัว โดยเป็นการหาผลรวมของความแตกต่างโดยกำหนดให้จุดรอบตัวที่จะคำนวณมีรูปแบบเทมเพลตขนาด 3×3 แสดงดังภาพที่ 2.15 จากนั้นจะใช้เทมเพลตขนาด 3×3 วางทาบไปบนตัวอักษรและตัวเลข โดยจุดกึ่งกลางของเทมเพลตจะอยู่บนพิกเซลที่ 2×2 ของตัวอักษรและตัวเลข (จุด C จะอยู่บนพิกเซลที่ 2×2) แสดงดังภาพที่วาดใหม่ จากนั้นทำการคำนวณผลรวมของความแตกต่างจุดรอบตัวตั้งแต่ C_1 ถึง C_8 โดยใช้สมการที่ 2.2 ค่าที่คำนวณได้คือค่าจำนวนไขว้ (Crossing Number: CN) ถ้าค่าจำนวนไขว้ที่คำนวณได้มีค่าเท่ากับ 1 แสดงว่าจุด C นั้นเป็นจุดปลาย แต่ถ้าค่าจำนวนไขว้มีค่าเท่ากับ 3 แสดงว่าจุด C นั้นเป็นจุดแยก หลังจากนั้นจึงเลื่อนเทมเพลตไปยังพิกเซลถัดไป (จุด C ก็จะไปอยู่ที่พิกเซลถัดไป) โดยในการคำนวณจะเริ่มทำตั้งแต่ตำแหน่งพิกเซลซ้ายสุดของภาพ ไปยังตำแหน่งพิกเซล

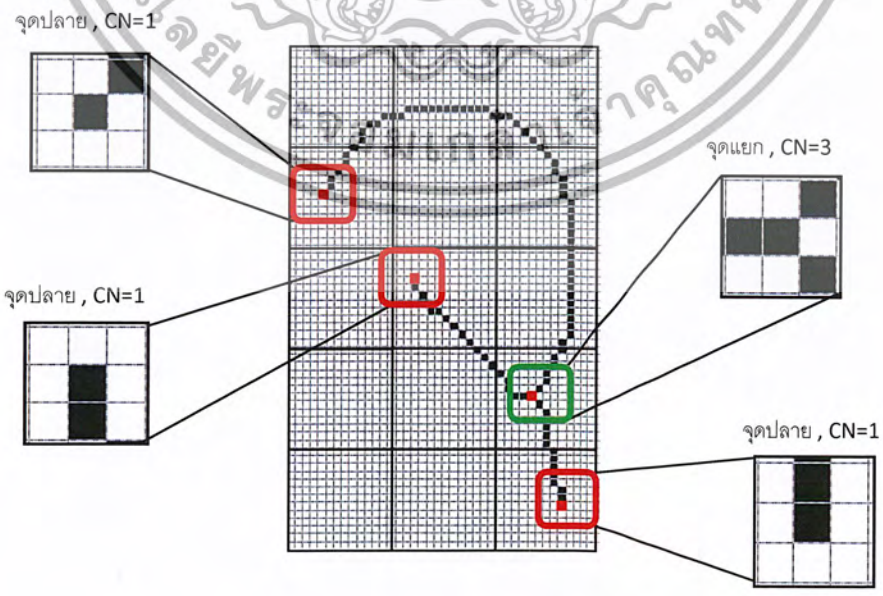
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้านขวาสุดของภาพ และจากบนลงล่างและทำไปเช่นนี้จนหมดทั้งภาพก็จะได้จำนวนของจุดปลายและจุดแยกในแต่ละตัวอักษรและตัวเลข



ภาพที่ 2.18 ตัวอย่างการหาจุดปลายและจุดแยก

จากภาพที่ 2.19 เป็นภาพตัวอย่างแสดงจำนวนจุดปลายและจุดแยกที่พบบนตัวอักษร “จ” โดยใช้วิธีการที่ได้กล่าวมาข้างต้น

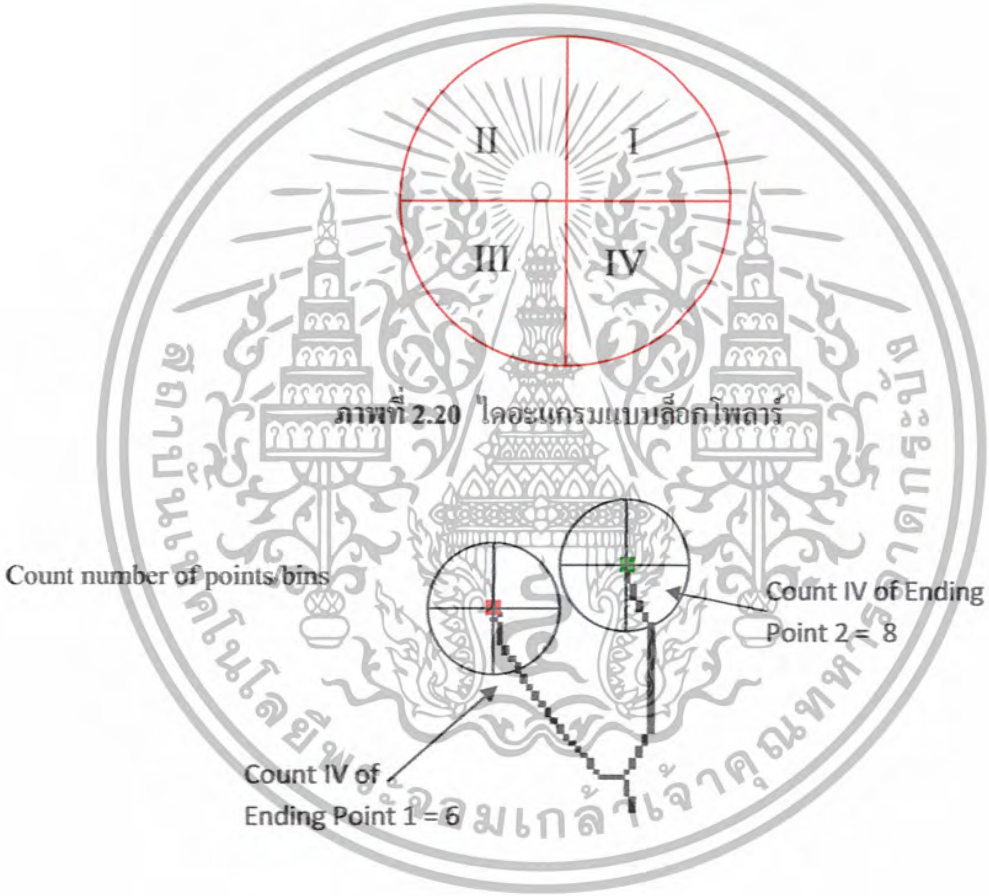


ภาพที่ 2.19 ตัวอย่างแสดงจำนวนจุดปลายและจุดแยก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3 ทิศทางของจุดปลายและจุดแยกโดยใช้ไดอะแกรมแบบล็อกโพลาร์

การใช้ไดอะแกรมแบบล็อกโพลาร์เป็นการสร้างความแตกต่างและเพิ่มลักษณะเด่นของจุดปลายและจุดแยกให้มากยิ่งขึ้น ใช้เพื่อเก็บลักษณะทิศทางของจุดปลายและจุดแยกรวมถึงจำนวนพิกเซลโดยในโครงงานนี้จะใช้ไดอะแกรม ล็อกโพลาร์ขนาด 1 บินส์ (bins) , 4θ ไดอะแกรมบล็อกโพลาร์จะถูกวางบนตำแหน่งของจุดปลายและจุดแยกที่ต้องการพิจารณา จากนั้นจึงทำการค้นหาทิศทางของจุดปลาย ซึ่งถ้าเรากำหนดให้บินส์ และ θ มากก็จะทำให้ความละเอียดในการเก็บทิศทางของจุดปลายมากขึ้นด้วย



ภาพที่ 2.20 ไดอะแกรมแบบล็อกโพลาร์

ภาพที่ 2.21 การใช้ไดอะแกรมแบบล็อกโพลาร์

ไดอะแกรมแบบล็อกโพลาร์จะถูกนำมาใช้จำแนกตัวอักษรอย่างละเอียดเพื่อจำแนกตัวเลขและตัวอักษรที่มีลักษณะคล้ายกัน อย่างเช่น กลุ่มตัวอักษร ก,ภ,ถ , กลุ่มตัวอักษร ช,ข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การรู้จำตัวเลขและตัวอักษรโดยใช้ลักษณะเด่น

ในส่วนนี้จะอธิบายถึงขั้นตอนการประมวลผลภาพเชิงดิจิตอลและการตรวจหาลักษณะเด่นบนตัวพยัญชนะแต่ละตัวที่อยู่บนป้ายทะเบียนรถยนต์ โดยมีจุดประสงค์เพื่อปรับปรุงคุณภาพของภาพที่รับเข้ามา ค้นหาส่วนที่มีความเป็นไปได้ของบริเวณแผ่นป้ายทะเบียน แยกส่วนของตัวเลขและตัวอักษรบนแผ่นป้ายและสร้างความแตกต่างให้กับตัวพยัญชนะแต่ละตัว เพื่อให้ง่ายต่อการแยกแยะตัวเลขและตัวอักษรออกจากกัน ซึ่งคณะผู้ทำโครงงานได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. การประมวลผลภาพเชิงดิจิตอล
2. การแยกส่วนของตัวเลขและตัวอักษรบนแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์
3. การรู้จำตัวเลขและตัวอักษรบนแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์

โดยจะใช้การประยุกต์ใช้งานระบบประมวลผลภาพเชิงดิจิตอลบนโปรแกรม MATLAB ซึ่งมีฟังก์ชันรองรับการคำนวณรูปแบบต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มากมายสามารถสร้างโปรแกรมได้เกือบทุกประเภท ไม่ว่าจะเป็นโปรแกรมสำหรับงานวิจัยด้านต่าง ๆ โปรแกรมสั่งงานควบคุมหุ่นยนต์ โปรแกรมฐานข้อมูล รวมทั้งโปรแกรมประมวลผลภาพเชิงดิจิตอลด้วยเช่นกัน

3.1 การประมวลผลภาพเชิงดิจิตอล

การประมวลผลภาพเชิงดิจิตอลเป็นกระบวนการปรับปรุงคุณภาพของภาพเพื่อให้ได้ข้อมูลที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการเข้าสู่กระบวนการรู้จำต่อไป ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินงานดังต่อไปนี้

3.1.1 รูปแบบภาพอินพุต

ภาพอินพุตสำหรับโครงงานนี้จะใช้เป็นภาพขนาด 480x640 พิกเซล จากกล้อง Cannon Ixy โดยติดตั้งบนขาตั้งกล้องความสูง 0.5 เมตร ถ่ายภาพจากด้านหน้าของรถยนต์ระยะห่าง 1 เมตร โดยทางผู้จัดทำโครงงานได้ขออนุญาตเข้าใช้สถานที่ในการถ่ายภาพสองแห่งคือ อาคารจอดรถระยะสั้นสนามบินสุวรรณภูมิ และอาคารจอดรถสำนักงานการรถไฟฟ้ามหานคร สถานีลาดพร้าว ซึ่งในการถ่ายภาพนั้นเราไม่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมของแสงให้เท่ากันทุกภาพได้จึงอาจส่งผลต่อการประมวลผลภาพเชิงดิจิตอลได้ จากนั้นทำการถ่ายโอนข้อมูลภาพจากกล้องสู่คอมพิวเตอร์เพื่อเรียกใช้ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 การโหลดภาพเข้าสู่การใช้งานในโปรแกรม MATLAB

ทำการโหลดภาพถ่ายจากไดเรคทอรี่เข้าสู่ Work space MATLAB โดยใช้คำสั่ง imread ของโปรแกรม ซึ่งนามสกุลของข้อมูลที่ใช้ได้ประกอบด้วย BMP CUR GIF HDF4 ICO JPEG PBM PCX PGM PNG PPM RAS TIFF XWD โดยภาพอินพุตของโครงงานนี้ใช้นามสกุลข้อมูลเป็น JPEG

ภาพที่ 3.1 ภาพอินพุต RGB

3.1.3 การแปลงภาพสี RGB เป็นภาพระดับสีเทา

ทำการแปลงภาพโดยใช้คำสั่ง rgb2gray ของโปรแกรม MATLAB ทำให้ภาพผลลัพธ์ที่ได้เป็นภาพระดับเทาซึ่งในการทำภาพระดับเทานี้ ก็คือการเฉลี่ยกันของค่าแม่สีทั้ง 3 สีใน 1 พิกเซล ได้แก่ สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน ซึ่งในการนำภาพไปประมวลจะต้องทำให้เป็นภาพระดับเทาก่อนจะทำให้ง่ายต่อการประมวลผลในขั้นตอนต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3.2 ภาพระดับสีเทา

3.1.4 การกำจัดพื้นที่สีขาวส่วนมากของภาพออก

ทำการกำจัดพื้นที่สีขาวส่วนมาก โดยใช้คำสั่ง imclearborder ซึ่งคำสั่งนี้จะทำการกำจัดกลุ่มหรือโครงสร้างของพิกเซลที่สว่างกว่าพื้นที่รอบ ๆ ที่เชื่อมต่อกับเส้นขอบภาพ สามารถใช้ได้กับภาพระดับสีเทาหรือไบนารี ใช้คำสั่งนี้เพื่อลดความผิดพลาดในการค้นหาบริเวณของแผ่นป้ายทะเบียนสำหรับรถที่มีสีขาวซึ่งจะมีประโยชน์ในส่วนต่อไป

ภาพที่ 3.3 ภาพการทำ imclearborder

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.5 การแปลงภาพระดับสีเทาเป็นภาพไบนารี

ทำการแปลงภาพระดับสีเทาให้เป็นภาพไบนารี โดยใช้คาสั่ง im2bw ของโปรแกรม ภาพที่ได้ออกมานั้นจะกลายเป็นภาพไบนารี คือจะมีความเข้มของสีในภาพเพียง 2 ระดับเท่านั้นคือสีขาวกับสีดำ ซึ่งค่า 1 แทนพิกเซลสีขาว และค่า 0 แทนพิกเซลสีดำ การแปลงภาพระดับเทาให้เป็นภาพแบบสองระดับก็เพื่อช่วยลดเนื้อที่ในการเก็บข้อมูลภาพให้เหลือเพียง 1 บิตเท่านั้น และช่วยให้การประมวลผลเร็วขึ้น ซึ่งในส่วนของโครงงานนี้จะใช้การกำหนดค่าเทรสโฮลด์แบบ Otsu ซึ่งจะกำหนดเทรสโฮลด์แบบอัตโนมัติ โดยได้จากค่าแวร์เรียนซ์รวมที่ต่ำที่สุด

ภาพที่ 3.4 ภาพไบนารี

3.1.6 การหาตำแหน่งของบริเวณที่เป็นแผ่นป้ายทะเบียน

ทำการค้นหาตำแหน่งของบริเวณที่มีความเป็นไปได้ของแผ่นป้ายทะเบียน โดยการใช้คำสั่ง bwlabel ของโปรแกรม เพื่อทำการหาว่ามีกลุ่มพิกเซลกี่กลุ่มอยู่ในรูปและพิกเซลไหนเป็นของกลุ่มไหน จากการกำหนดหมายเลขให้กับกลุ่มพิกเซลสีขาวแต่ละกลุ่มหรือเรียกว่าการทำ Label ให้กับกลุ่มพิกเซลสีขาว ซึ่งถ้าพิกเซลสีขาวอยู่ติดกันเป็นกลุ่มก้อนบริเวณเดียวกันโดยไม่ถูกแยกออกจากกันด้วยพิกเซลสีดำ กลุ่มพิกเซลสีขาวนั้นก็จะมีหมายเลข (Label) เดียวกัน จากนั้นเขียนโปรแกรมให้ทำการหากลุ่มพิกเซลที่ใหญ่ที่สุดแล้วทำการหาพิกัด i j ที่มีค่ามากและน้อยที่สุดของกลุ่มพิกเซลนั้น ถ้ากลุ่มพิกเซลนั้นเป็นแผ่นป้ายทะเบียนพิกัด i j ที่หาได้จะเป็นจุดมุมแต่ล่ะจุดของขอบป้ายทะเบียน ต่อมาทำการดึงภาพป้ายทะเบียนจากพิกัดที่หาได้โดยดึงจากภาพอินพุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

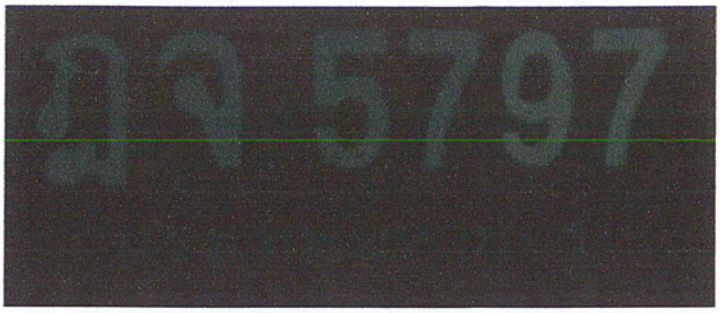
ภาพที่ 3.5 บริเวณที่เป็นแผ่นป้ายทะเบียน

3.1.7 การปรับปรุงคุณภาพของภาพแผ่นป้ายทะเบียน

เริ่มจากทำการกลับข้อมูลภาพระดับสีเทาโดยนำ 255 มาลบข้อมูลภาพ จากนั้นทำการกำจัดสีขาวส่วนมากที่เชื่อมต่อกับขอบภาพโดยใช้คำสั่ง imclearborder ต่อมาทำการกลับข้อมูลภาพระดับสีเทาอีกครั้ง แล้วทำการแปลงภาพระดับสีเทาเป็นภาพไบนารี ต่อมาทำการแปลงภาพระดับสีเทาเป็นภาพไบนารีแล้วทำการกลับข้อมูลภาพไบนารี ซึ่งอธิบายได้ดังภาพด้านล่างต่อไปนี้ตามลำดับ

ภาพที่ 3.6 การกลับข้อมูลภาพระดับสีเทาครั้งแรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.7 การกำจัดสีขาวส่วนมากของแผ่นป้ายทะเบียน

ภาพที่ 3.8 การกลับข้อมูลภาพระดับสีเทาครั้งที่สอง

ภาพที่ 3.9 การแปลงภาพระดับสีเทาเป็นภาพไบนารี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3.10 การกลับข้อมูลภาพไบนารี

3.1.8 การกำจัดส่วนที่แสดงชื่อจังหวัด

ในการกำจัดส่วนของชื่อจังหวัดนั้นทำได้โดยการใช้คำสั่ง bwlabel เพื่อหาว่าในภาพนั้นมีกลุ่มพิกเซลสีขาวอยู่เท่าใด จากนั้นให้ทำการหากลุ่มพิกเซลที่มีขนาดใหญ่ที่สุดซึ่งเมื่อได้กลุ่มพิกเซลที่ใหญ่ที่สุดแล้ว เราจะใช้ค่า 30 เปอร์เซ็นต์ของขนาดกลุ่มพิกเซลที่ใหญ่ที่สุดเป็นตัวกำหนด ถ้ากลุ่มพิกเซลที่เหลือมีขนาดเล็กกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ ก็จะให้กลุ่มพิกเซลนั้นมีค่าเท่ากับ 0 นั่นคือกำหนดให้เป็นสีดำนั่นเอง เท่านี้ก็สามารถกำจัดส่วนที่เป็นชื่อจังหวัดได้

(ก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ข)

ภาพที่ 3.11 การกำจัดส่วนแสดงชื่อจังหวัด
(ค) แผ่นป้ายทะเบียนที่ยังคงมีส่วนแสดงชื่อจังหวัดอยู่
(ข) แผ่นป้ายทะเบียนที่กำจัดส่วนแสดงชื่อจังหวัดแล้ว

3.2 การแยกส่วนของอักขระบนแผ่นป้ายทะเบียน

การแยกส่วนตัวเลขและตัวอักษรบนแผ่นป้ายทะเบียนออกมาแต่ละตัวนั้น ทำเพื่อให้ง่ายต่อการนำข้อมูลภาพตัวอักขระแต่ละตัวนั้นมาประมวลผลและแยกแยะในกระบวนการรู้จำต่อไป โดยจะมีวิธีการดำเนินงานตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.2.1 การหาค่าฮิสโตแกรมแนวตั้งและฮิสโตแกรมแนวนอน

ซึ่งฮิสโตแกรมแนวตั้งจะเป็นการรวมค่าความหนาแน่นของพิกเซลในทุก ๆ แถวเข้าด้วยกัน และฮิสโตแกรมแนวนอนจะเป็นการรวมค่าความหนาแน่นของพิกเซลในทุก ๆ หลักเข้าด้วยกัน ดังแสดงในภาพที่ 3.13 ซึ่งจะเป็นค่าฮิสโตแกรมนอนตั้งของภาพที่ 3.12 ภาพไบนารีของแผ่นป้ายทะเบียน

3.2.1.1 การรวมฮิสโตแกรมแนวตั้ง

การรวมฮิสโตแกรมแนวตั้งจะทำโดยเริ่มจากแสกนค่าแต่ละพิกเซลในทุก ๆ หลัก เมื่อเสร็จแล้วก็จะทำการแสกนค่าพิกเซลในแถวถัดไป ทำการแสกนไปเรื่อยจนถึงพิกเซลสุดท้ายของภาพดังแสดงในภาพที่ 3.13 ซึ่งเป็นภาพแสดงฮิสโตแกรมแนวตั้งของภาพที่ 3.12 ภาพไบนารีของแผ่นป้ายทะเบียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3.12 ภาพไบนารีของแผ่นป้ายทะเบียน

ภาพที่ 3.13 กราฟฮิสโตแกรมแนวตั้งของภาพที่ 3.12

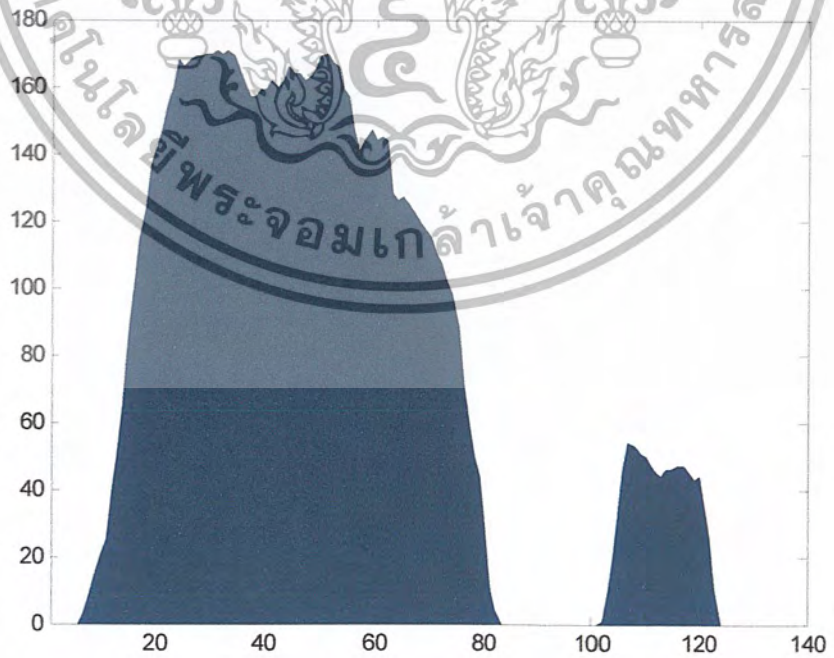
3.2.1.2 การตัดภาพจากขอบเขตฮิสโตแกรมแนวตั้ง

ในบางกรณีขั้นตอนของการปรับปรุงภาพเบื้องต้นนั้นยังอาจไม่สามารถกำจัดส่วนแสดงชื่อจังหวัดของแผ่นป้ายทะเบียนได้หมด เนื่องมาจากเกิดเงาหรือแสงสะท้อนบนแผ่นป้ายทะเบียนซึ่งไม่สามารถควบคุมได้จึงทำให้ตัวอักษรที่แสดงชื่อจังหวัดนั้นเกิดเงาและทำให้เกิดพิกเซล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ติดกันทำให้กลุ่มพิกเซลของส่วนแสดงชื่อจังหวัดมีขนาดมากกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ของกลุ่มพิกเซลสีขาวที่ใหญ่ที่สุดของภาพแผ่นป้ายทะเบียน จึงทำให้กลุ่มพิกเซลของส่วนแสดงชื่อจังหวัดไม่ถูกกำจัดไปในขั้นตอนข้างต้น ดังแสดงในภาพที่ 3.14 ซึ่งจะเห็นว่ายังคงมีส่วนแสดงชื่อจังหวัดหลงเหลืออยู่บ้างซึ่งอาจทำให้การหาค่าฮิสโตแกรมแนวนอนในขั้นตอนต่อไปอาจเกิดความผิดพลาดได้ ฉะนั้นในขั้นตอนนี้จะทำการตัดพื้นที่ส่วนแสดงชื่อจังหวัดของภาพออกไปโดยใช้ขอบเขตฮิสโตแกรมแนวตั้ง

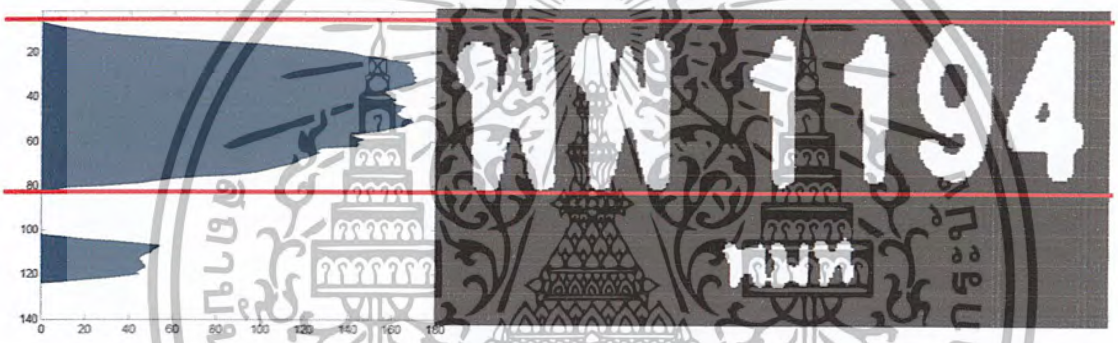
ภาพที่ 3.14 ภาพไบนารีของป้ายทะเบียนที่กำจัดส่วนแสดงชื่อจังหวัดไม่หมด



ภาพที่ 3.15 กราฟฮิสโตแกรมแนวตั้งของภาพที่ 3.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตัดพื้นที่ส่วนแสดงชื่อจังหวัดของภาพออกไปทำได้โดยการหาตำแหน่งขอบเขตด้านบนและขอบเขตด้านล่างของตัวอักษร ซึ่งหาได้จากกราฟฮิสโตแกรมโดยการออกแบบโปรแกรมให้ทำการค้นหาขอบเขตด้านบนของตัวอักขระหรือตำแหน่งเริ่มของฮิสโตแกรมแนวตั้งที่มีค่าควบหนาแน่นของพิกเซลมากกว่าหนึ่งและให้ทำการค้นหาขอบเขตด้านล่างตำแหน่งสิ้นสุดของฮิสโตแกรมแนวตั้งที่มีควบหนาแน่นของพิกเซลเป็นศูนย์ครั้งแรกหลังจากตำแหน่งเริ่ม ดังแสดงในภาพที่ 3.16 เมื่อได้ตำแหน่งขอบเขตด้านบนและขอบเขตด้านล่างแล้วนำตำแหน่งดังกล่าวมาใส่ในคำสั่ง imcrop ของโปรแกรม ซึ่งเป็นคำสั่งสำหรับการตัดภาพตามตำแหน่งที่เราต้องการซึ่งก็จะทำให้เราสามารถตัดส่วนแสดงชื่อจังหวัดออกจากภาพได้ ดังแสดงในภาพที่ 3.17



ภาพที่ 3.16 ภาพแสดงขอบเขตด้านบนและขอบเขตด้านล่างจากฮิสโตแกรม

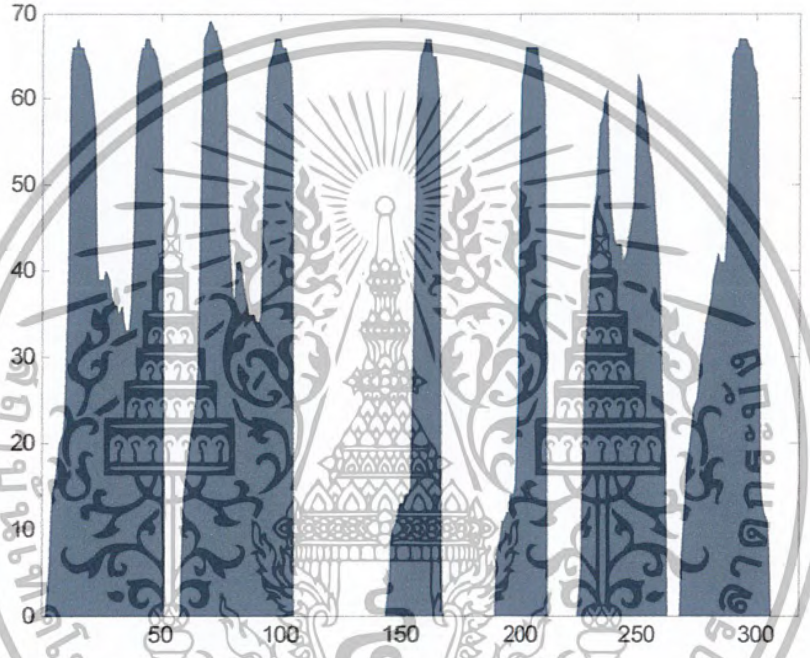
ภาพที่ 3.17 ภาพแผ่นป้ายทะเบียนหลังจากการตัดส่วนแสดงชื่อจังหัดออก

3.2.1.3 การรวมฮิสโตแกรมแนวนอน

การรวมฮิสโตแกรมแนวนอนจะทำโดยเริ่มแสกนค่าแต่ละพิกเซลในทุก ๆ แถวเมื่อเสร็จแล้วก็จะทำการแสกนค่าพิกเซลในหลักถัดไป ทำการแสกนไปเรื่อยจนถึงพิกเซลสุดท้ายของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

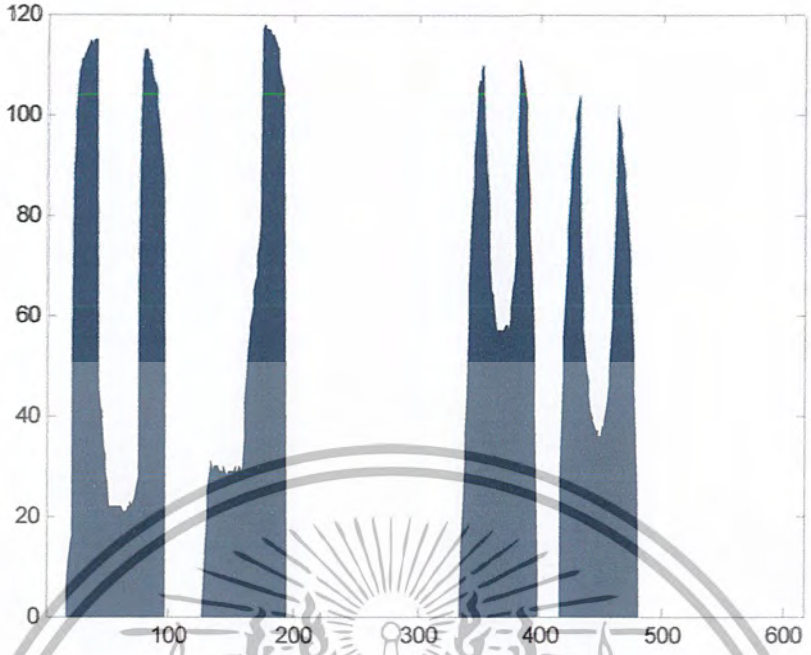
ภาพ ดังแสดงในภาพที่ 3.18 ซึ่งเป็นภาพฮิสโตแกรมแนวนอนของภาพที่ 3.17 ซึ่งเป็นภาพแผ่นป้ายทะเบียนที่มีจำนวนตัวเลขและตัวอักษร 6 ตัวอยู่บนแผ่นป้าย จะเห็นว่าในกราฟฮิสโตแกรมจะแสดงอยู่ 6 ค่า กราฟฮิสโตแกรมจะแสดงค่าตามจำนวนตัวเลขและตัวอักษรที่ปรากฏอยู่บนแผ่นป้ายทะเบียน ดังภาพที่ 3.20 เป็นกราฟฮิสโตแกรมของภาพที่ 2.19 ซึ่งเป็นภาพแผ่นป้ายทะเบียนที่มีตัวเลขและตัวอักษรจำนวน 4 ตัว



ภาพที่ 3.18 กราฟฮิสโตแกรมแนวนอนของภาพที่ 3.17

ภาพที่ 3.19 แผ่นป้ายทะเบียนที่มีอักขระจำนวน 4 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

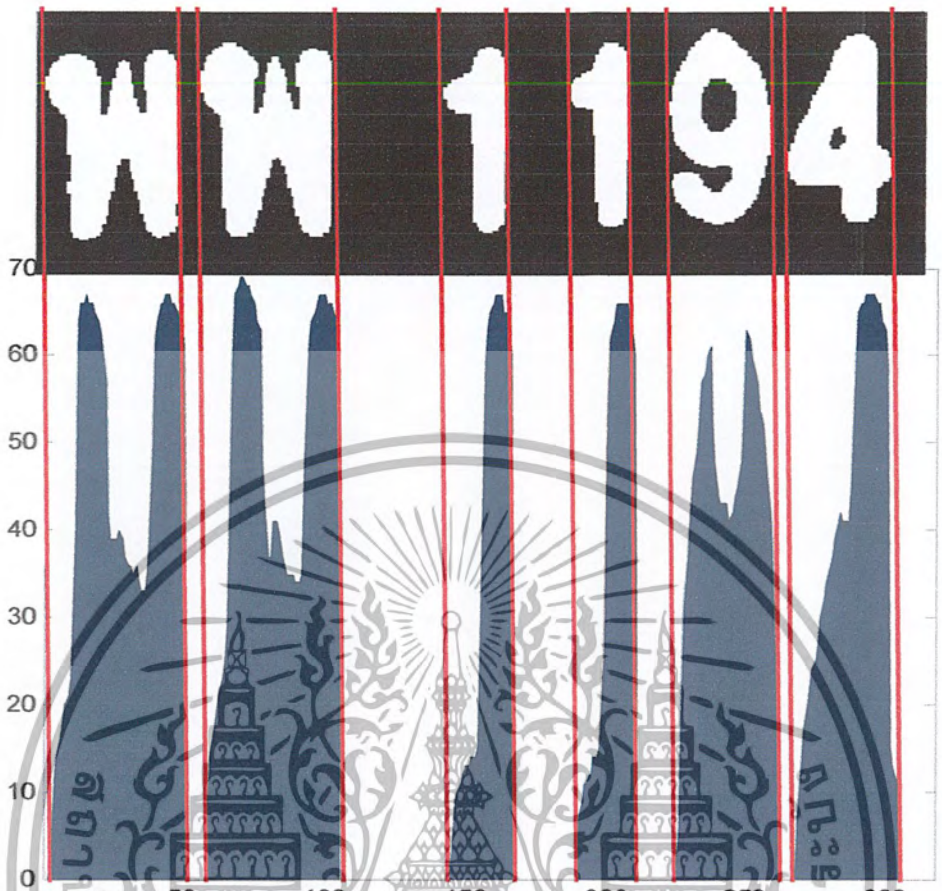


ภาพที่ 3.20 กราฟฮิสโตแกรมแนวนอนของภาพที่ 3.19

3.2.1.4 การตัดภาพจากขอบเขตฮิสโตแกรมแนวนอน

การแยกส่วนภาพตัวเลขและตัวอักษรแต่ละตัวออกมานั้นทำได้ โดยหาจากกราฟฮิสโตแกรมโดยการออกแบบโปรแกรมให้ทำการค้นหาขอบเขตด้านซ้ายของตัวเลข และตัวอักษร หรือตำแหน่งเริ่มของฮิสโตแกรมแนวนอนที่มีค่าความหนาแน่นของพิกเซลมากกว่าหนึ่ง และให้ทำการค้นหาขอบเขตด้านขวาตำแหน่งสิ้นสุดของฮิสโตแกรมแนวนอน ที่มีความหนาแน่นของพิกเซลเป็นศูนย์ครั้งแรกหลังจากตำแหน่งเริ่ม ทำแบบนี้กับตัวเลขหรือตัวอักษรถัดไปเหมือนกันจนถึงตัวสุดท้าย ดังแสดงในภาพที่ 3.21 เมื่อได้ตำแหน่งขอบเขตด้านซ้ายและขอบเขตด้านขวาของตัวเลขและตัวอักษรแต่ละตัวแล้วนำตำแหน่งดังกล่าวมาใส่ในคำสั่ง imcrop ของโปรแกรม ซึ่งเป็นคำสั่งสำหรับการตัดภาพตามตำแหน่งที่เราต้องการ ซึ่งก็จะสามารถแยกส่วนภาพตัวเลขและตัวอักษรแต่ละตัวออกมาได้ ดังแสดงในภาพที่ 3.22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



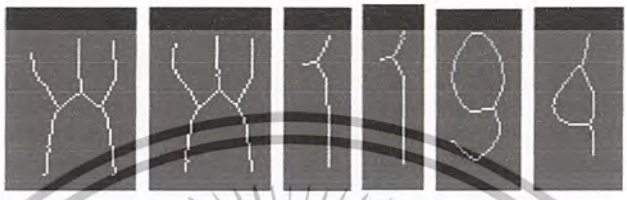
ภาพที่ 3.21 ภาพแสดงขอบเขตด้านซ้ายและขวาของแต่ละตัวอักษร

ภาพที่ 3.22 ภาพการแยกส่วนของแต่ละตัวเลขและตัวอักษร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1.5 การทำ Thin line formation

วิธีการของ Thin line formation หรือ Thinning นั้นเป็นกระบวนการหนึ่งซึ่งจะทำให้ภาพของตัวเลขและตัวอักษรที่มีอยู่ถูกทำให้แคบลงโดยที่จะเหลือความกว้างไว้ที่แกนกลางของภาพนั้นเพียง 1 พิกเซล ในโครงงานนี้ผู้จัดทำโครงงานจะใช้คำสั่ง BW2 = bwmorph(BW,operation) ใน toolbox ของ MATLAB โดยเลือก Operation เป็นแบบ 'thin' และ Class ข้อมูลของภาพอินพุตที่รับเข้ามาต้องเป็นแบบ Binary/Logical



ภาพที่ 3.23 ภาพการทำ thin line formation

3.3 การรู้จำตัวเลขและตัวอักษรโดยใช้วิธีการประเมินหาลักษณะเด่น

ภาพตัวเลขและตัวอักษรแต่ละที่ผ่านการทำ thinning จะถูกนำมาประเมินหาคุณลักษณะเด่น ซึ่งโดยทั่วไปตัวอักษรไทยจะมีลักษณะเด่น คือ หัว จุดปลาย จุดแยก แต่เนื่องจากป้ายทะเบียนรถยนต์ที่ใช้งานอยู่มีขนาดจำกัด จึงทำให้ไม่สามารถแสดงลักษณะเด่นได้ทั้งหมด เช่น หัวตัวอักษรก็จะมีลักษณะทึบไม่เป็นลูป จุดตัดหรือจุดแยกไม่ชัดเจน ความสูงของหางตัวอักษรมีความแตกต่างกับตัวอักษรที่ไม่มีหางน้อย เป็นต้น ดังนั้นในการประเมินหาคุณลักษณะของภาพตัวอักษร จะกำหนดเฉพาะในส่วนของจุดปลาย (ร่วมหัวตัวอักษรด้วย) และจุดแยกเท่านั้น

3.4 ขั้นตอนในการประเมินหาลักษณะเด่น

ขั้นตอนในการประเมินหาลักษณะเด่นจะแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนหลัก คือการจำแนกกลุ่มภาพตัวเลขและตัวอักษรอย่างหยาบ และการจำแนกกลุ่มภาพตัวเลขและตัวอักษรอย่างละเอียดซึ่งวิธีการที่ใช้ในการประเมินหาลักษณะเด่นของในแต่ละขั้นตอนนั้นมีวิธีการดังนี้

3.4.1 การจำแนกภาพตัวเลขและตัวอักษรอย่างหยาบ

จะใช้วิธีตรวจกวาดภาพโดยใช้วิธีรันแนวตั้งและแนวนอนสามารถใช้จำนวนรันแนวตั้งและรันแนวนอนที่ได้ ในจำแนกภาพตัวเลขและอักษรอย่างหยาบได้ทั้งหมด 9 กลุ่มดังแสดงตารางที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 ตารางการแบ่งกลุ่มย่อยภาพตัวอักษรอย่างหยาบ

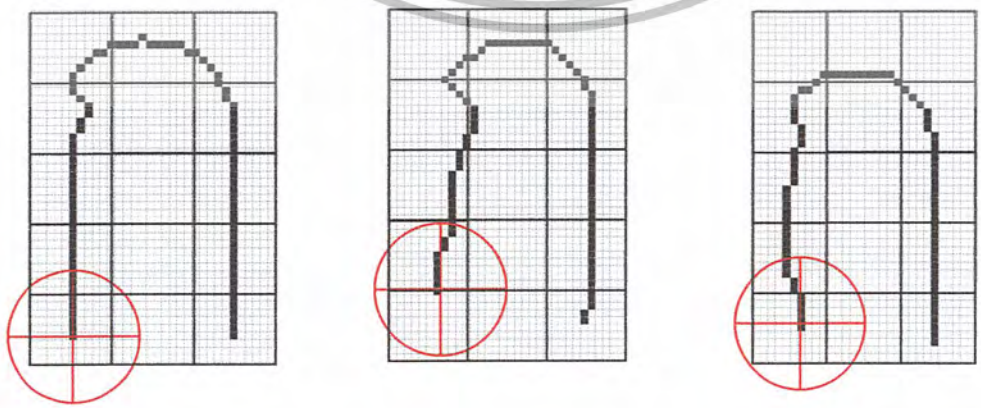
กลุ่ม	จำนวนรันแนวตั้ง	จำนวนรันแนวนอน	ตัวอักษร
G1	2	1	ฎ,จ,ร,4,7
G2	1	2	ง,ย,ห,ภ,บ,ษ,พ,ถ,น,ก,ฟ,ท,ป,ช,ข
G3	1	3	ญ,ฌ,ณ,ต
G4	3	2	ฮ,ธ,ฬ,3,5,6,8
G5	2	2	ศ,ฉ,ล,ส,อ,0
G6	1	1	ว,1
G7	1	4	ผ,ม
G8	3	0	ฐ
G9	3	1	2,9

3.4.2 การจำแนกภาพตัวอักษรอย่างละเอียด

ภาพตัวเลขและตัวอักษรโดยส่วนใหญ่ที่ไม่สามารถแยกได้จากการจำแนกอย่างหยาบจะถูกนำมาจำแนกอย่างละเอียด โดยนำมาประเมินหาลักษณะเด่นซึ่งใช้คุณลักษณะเด่นทั้ง 4 รูปแบบดังที่ได้กล่าวไว้แล้วในบทที่ 2

3.4.2.1 การแยกภาพตัวอักษรคล้าย " ก , ถ , ภ " ของกลุ่ม G2

การแยกภาพตัวอักษรคล้ายระหว่างตัวอักษร "ก" "ถ" และ "ภ" จะพิจารณาจากทิศทางของจุดปลาย เนื่องจากทิศทางของจุดปลายของแต่ตัวละอักษรมีทิศทางที่แตกต่างกัน จากภาพที่ 3.25 จะเห็นได้ว่าเมื่อวางไดอะแกรมล็อกโพลาร์ไปบนจุดปลายจะได้จำนวนพิกเซลที่ปรากฏบนมุมล็อกโพลาร์ที่แตกต่างกัน จึงนำลักษณะเด่นนี้มาใช้ในการแยกตัวอักษรทั้ง 3 ตัวออกจากกัน



(ก) (ข) (ค)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3.24 การวางไดอะแกรมล็อกโพลาร์เพื่อเพิ่มลักษณะเด่นของจุดปลาย

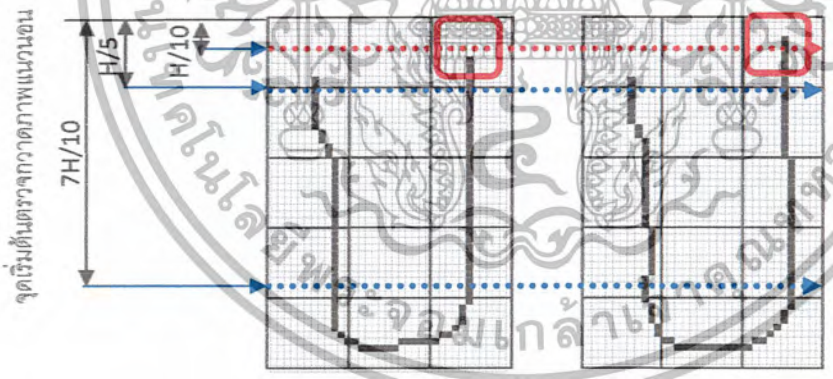
(ก) ภาพตัวอักษร ก

(ข) ภาพตัวอักษร ภ

(ค) ภาพตัวอักษร ถ

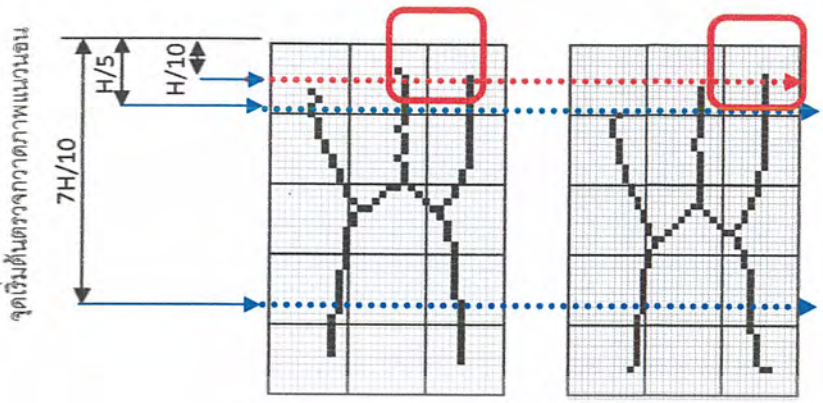
3.4.2.2 การแยกภาพตัวอักษรคล้าย “บ, ป, พ, ฟ” ของกลุ่ม G2

เนื่องจากป้ายทะเบียนมีขนาดจำกัดจึงทำให้ความสูงของหางตัวอักษร “ช , ป , ฟ , ศ , ส ” มีความแตกต่างกับหางของตัวอักษร “ ข, บ , พ, ค , ล ” น้อยมาก ในการแยกภาพตัวอักษรคล้ายของกลุ่มตัวอักษร “ บ, ป, พ, ฟ” จะใช้การรันแนวนอนที่ระยะ (H/10:เส้นสีแดง) ด้วยการตรวจกวาดภาพจากจุดภาพซ้ายสุดไปยังจุดภาพขวาสุด เพื่อหารันแนวนอน ดังรูปที่ โดยถ้าหากตรวจกวาดภาพไปพบพิกเซลของตัวอักษรแสดงว่าเป็นภาพตัวอักษร “ ป ” แต่ถ้าหากไม่พบแสดงว่าเป็นภาพตัวอักษร “บ” เช่นเดียวกับภาพตัวอักษร พ และ ฟ ถ้าหากตรวจกวาดภาพไปพบพิกเซลของตัวอักษรจำนวน 1จุดแสดงว่าเป็นตัวอักษร “ ฟ” แต่ถ้าหากพบ 2 จุดแสดงว่าเป็นภาพตัวอักษร “พ”



ภาพที่ 3.25 การแยกภาพตัวอักษรคล้าย บ และ ป

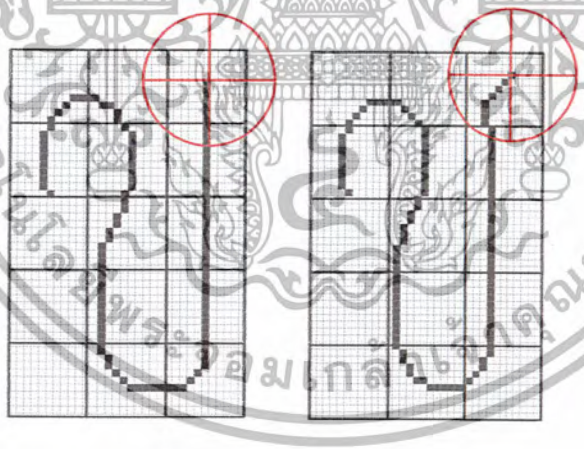
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.26 การแยกภาพตัวอักษรคล้าย พ และ ฟ

3.4.2.3 การแยกภาพตัวอักษรคล้าย " ข , ช " ของกลุ่ม G2

เนื่องจากหางของตัวอักษร " ข , ช " มีทิศทางของจุดปลายที่แตกต่างกัน จึงใช้ไดอะแกรมล็อกโพลาร์วางบนตำแหน่งของจุดปลายที่พิจารณา จากภาพที่จะพบว่าตัวอักษร ข. จะไม่ปรากฏพิกเซลบนมุมล็อกโพลาร์ แต่ตัวอักษร ช จะปรากฏพิกเซลบนไดอะแกรมล็อกโพลาร์ที่มุม270°

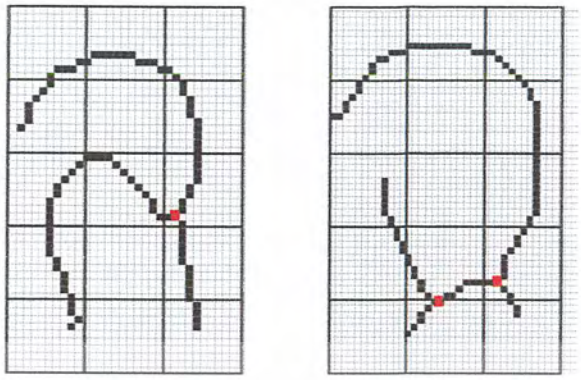


ภาพที่ 3.27 การแยกภาพตัวอักษรคล้าย ข และ ช

3.4.2.4 การแยกภาพตัวอักษรคล้าย " ล , ฉ" ของกลุ่ม G5

ภาพตัวอักษรคล้ายระหว่าง "ล" กับ "ฉ" สามารถแยกได้โดยใช้จำนวนจุดแยกของตัวอักษรแต่ละตัว จากรูป จะพบว่าตัวอักษร ล จะมีจุดแยก 1 จุดและตัวอักษร ฉ จะมีจุดแยก 2 จุด

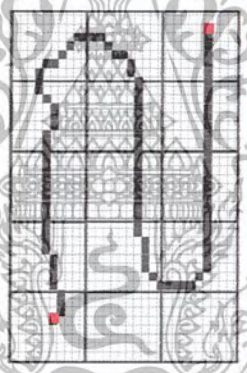
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.28 การแยกภาพตัวอักษรคล้าย ล และ ฉ

3.4.2.5 การแยกภาพตัวอักษรคล้าย "ญ,ฌ,ณ" ของกลุ่ม G3

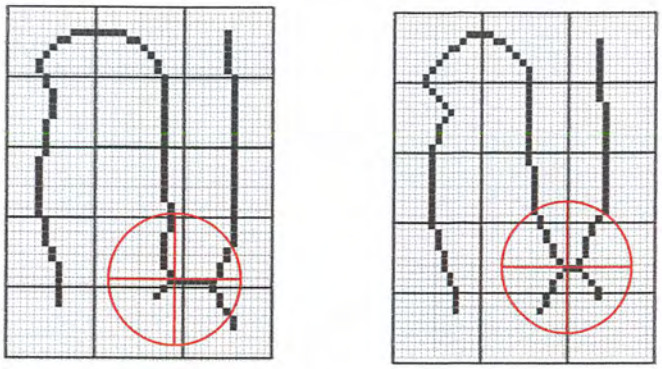
การแยกภาพตัวอักษรคล้ายระหว่าง " ญ , ฌ , ณ " โดยในขั้นแรกจะแยกตัวอักษร ญ ออกมาก่อน โดยใช้จำนวนจุดปลาย 2 จุดที่ปรากฏบนตัวอักษร ดังแสดงภาพที่ 3.29



ภาพที่ 3.29 ลักษณะเด่นของตัวอักษร ญ

จากนั้นจึงทำการแยกตัวอักษร ฌ และ ณ ออกจากกัน โดยใช้ไดอะแกรมล็อกโพลาร์วางไปบนตำแหน่งของจุดแยกที่พิจารณาจากภาพที่ 3.30 จะเห็นได้ว่าจำนวนพิกเซลที่ปรากฏบนไดอะแกรม ล็อกโพลาร์ในแต่ละมุมจะมีจำนวนไม่เท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.30 การแยกภาพตัวอักษร ฌ และ ฌ

3.4.2.6 การแยกภาพตัวอักษรคล้าย " ส , ศ" ของกลุ่ม G5

ภาพตัวอักษรคล้ายระหว่าง "ส" และ "ศ" ซึ่งมีจำนวนจุดแยกและจุดปลายเท่ากัน จึงใช้ตำแหน่งของจุดแยกที่อยู่บนพื้นที่ที่ได้แบ่งเอาไว้ในตอนต้น คือ "ส" จะให้ตำแหน่งของจุดแยกที่ Z3 และ Z12 แต่ "ศ" จะให้ตำแหน่งของจุดแยกที่ Z3 และ Z7

ภาพที่ 3.31 การแยกภาพตัวอักษร ส และ ศ

ภาพที่ 3.32 การแยกตัวอักษร "ส" และ "ศ" โดยใช้ตำแหน่งของจุดแยกที่ต่างกันมาพิจารณา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 3.2 แสดงถึงข้อมูลที่ได้จากการประเมินหาลักษณะเด่นของตัวเลขและตัวอักษร ซึ่งนำไปใช้ในการจำแนกตัวเลขและตัวอักษรอย่างละเอียด จะเห็นได้ว่าตัวเลขและตัวอักษรบางตัวที่อยู่ภายในกลุ่มเดียวกัน อาจยังมีลักษณะเด่นที่ไม่เพียงพอต่อการจำแนก ซึ่งสามารถทำการแก้ไขได้โดยเพิ่มเติมลักษณะเด่นชนิดอื่นๆเข้าไป ก็จะทำให้สามารถจำแนกตัวอักษรตัวนั้นๆได้ ซึ่งจะทำให้การรู้จำมีความถูกต้องแม่นยำมากขึ้นทั้งยังส่งผลต่อประสิทธิภาพของการรู้จำให้มากขึ้นอีกด้วย

ตารางที่ 3.2 ตารางแสดงลักษณะเด่นของภาพตัวเลขและตัวอักษรที่นำมาพิจารณา

กลุ่ม	ตัวอักษร/ตัวเลข	จำนวนจุดปลาย	จำนวนจุดแยก
G1	ฎ	2	2
	ข	2	1
	ร	3	-
	4	3	2
	7	2	-
G2	ง	2	1
	ย	3	1
	ห	4	2
	ภ	2	-
	บ	2	-
	ษ	4	1
	พ	5	3
	ถ	2	-
	น	4	2
	ก	2	-
	ฟ	5	3
	ท	3	1
	ป	2	-
	ช	2	-
	ข	2	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 (ต่อ) ตารางแสดงลักษณะเด่นของภาพตัวเลขและตัวอักษรที่นำมาพิจารณา

กลุ่ม	ตัวอักษร/ตัวเลข	จำนวนจุดปลาย	จำนวนจุดแยก
G3	ญ	2	-
	ฌ	2	-
	ณ	4	2
	ต	3	1
G4	ฮ	2	1
	ธ	2	-
	พ	6	4
	3	3	1
	5	2	-
	6	1	1
	8	-	2
G5	ศ	4	2
	ย	4	2
	ถ	3	1
	ส	4	2
	อ	2	-
	0	-	-
G6	ว	2	-
	จ	2	1
G7	ผ	5	3
	ม	4	2
G8	ฐ	2	-
G9	2	2	-
	9	1	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

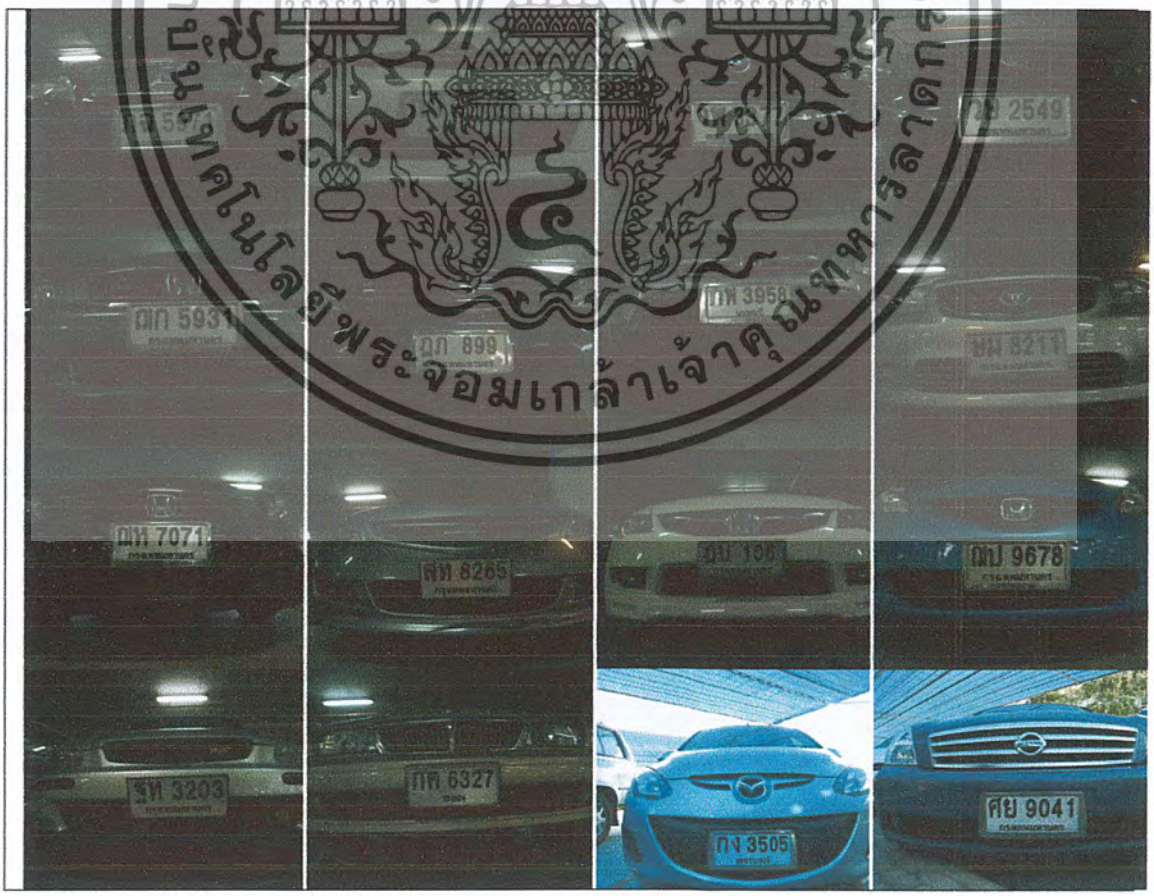
การทดลองและผลการทดลอง

ในบทนี้จะกล่าวถึงการทดลองและผลการทดลองซึ่งได้แบ่งเป็นสามส่วนคือ ส่วนของการค้นหาและแยกส่วนภาพแผ่นป้ายทะเบียน ส่วนของกระบวนการรู้จำตัวเลขและตัวอักษร และเวลาที่ใช้ในการประมวลผลของกระบวนการต่างๆในระบบรู้จำป้ายทะเบียนรถยนต์ โดยรูปภาพที่นำมาทำการทดลองนั้นมีจำนวน 80 ภาพ ถ่ายจากอาคารจอดรถระยะสั้นสนามบินสุวรรณภูมิ ลานจอดรถภายในคณะวิศวกรรมศาสตร์ และอาคารจอดรถสำนักงานการรถไฟฟ้ามหานคร สถานีลาดพร้าว

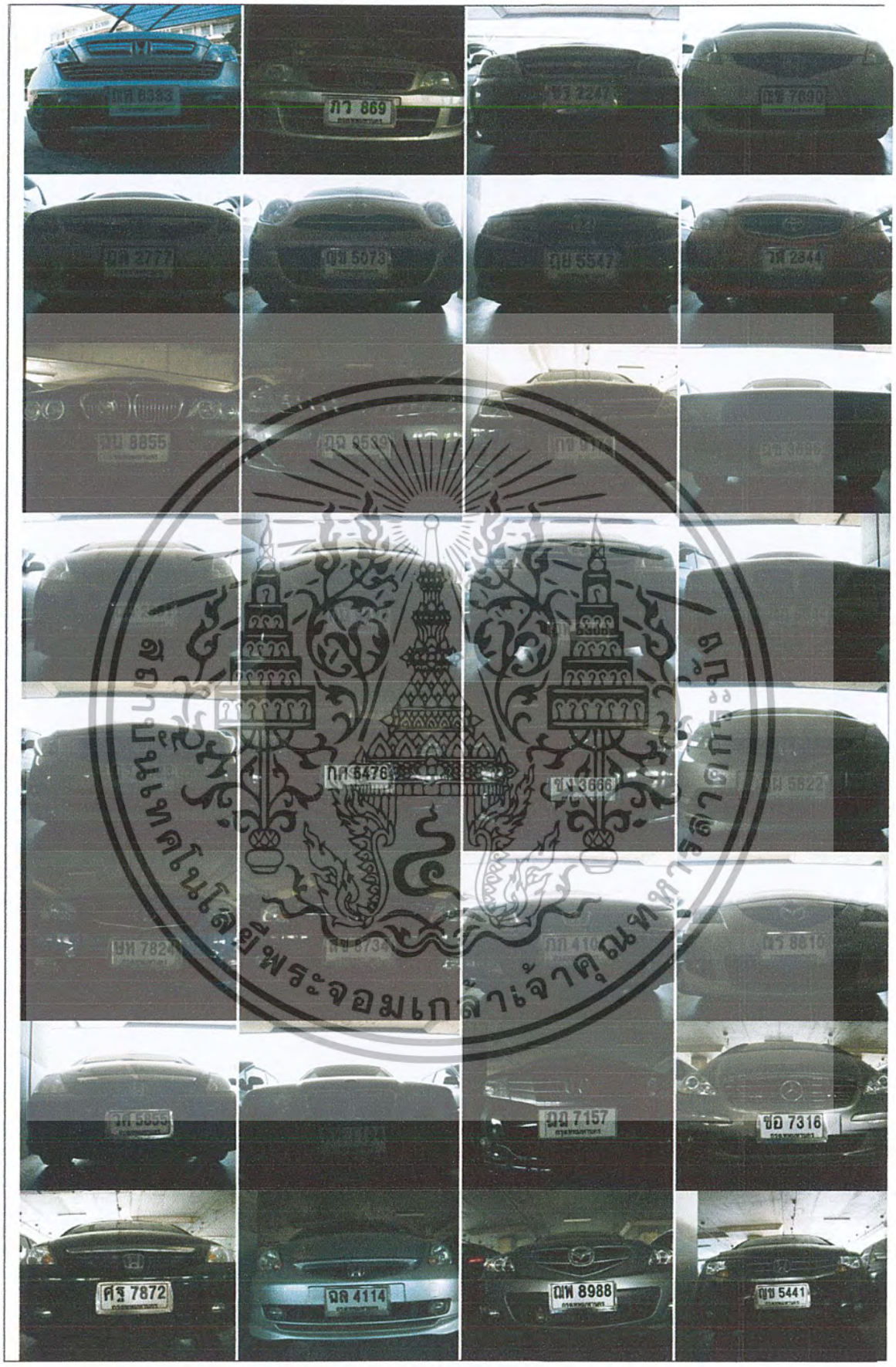
4.1 การทดลองการแยกส่วนภาพแผ่นป้ายทะเบียน

ทำการทดลองการแยกส่วนภาพแผ่นป้ายทะเบียนจำนวน 80 ภาพ โดยภาพอินพุตแต่ละภาพของโปรแกรมได้แสดงในตารางที่ 4.1

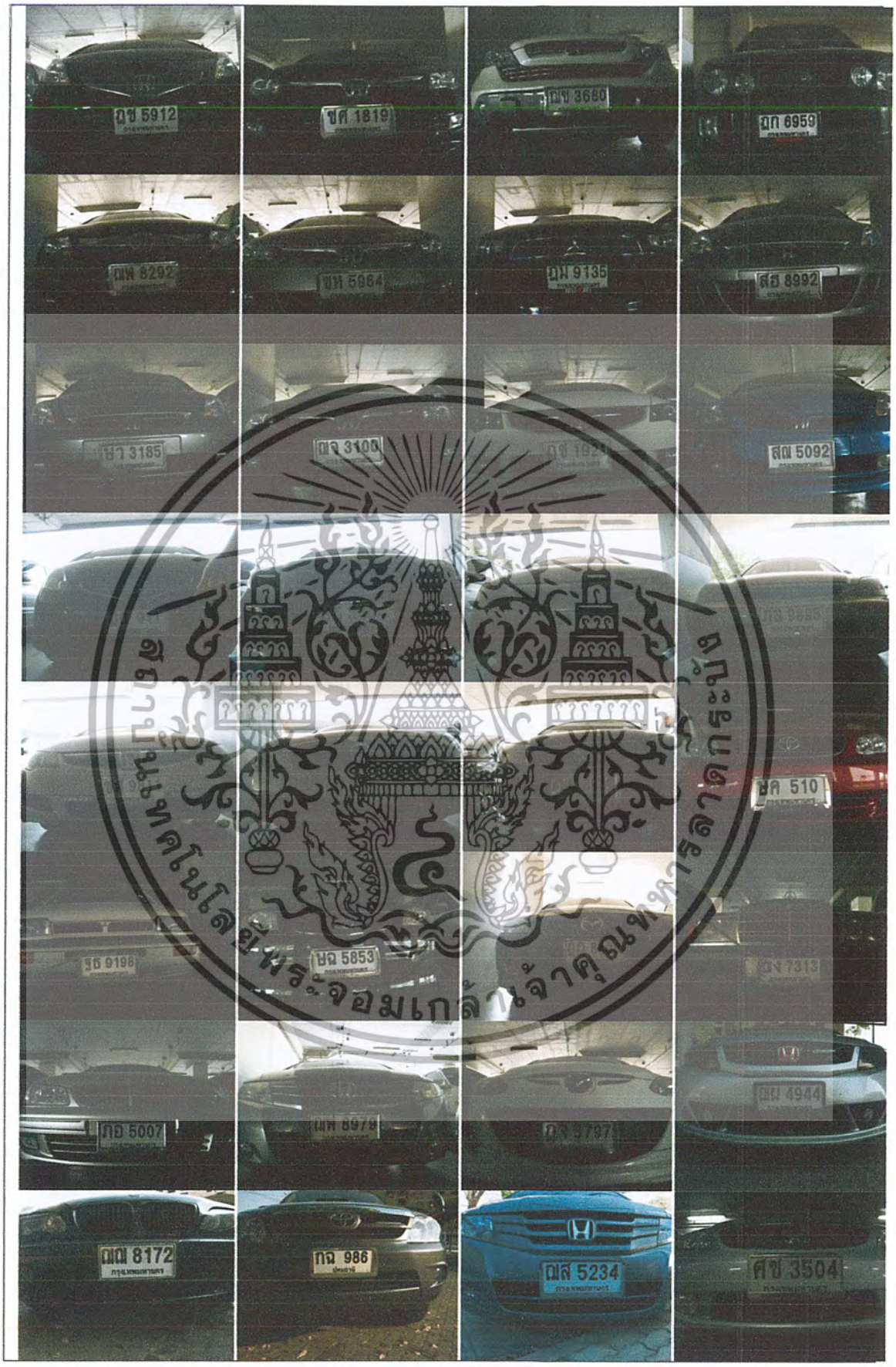
ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงภาพอินพุตของโปรแกรม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1 ผลการทดลองการแยกส่วนภาพ

ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงผลการทดลองการแยกส่วนภาพ

จำนวนภาพที่ใช้ในการทดลอง	จำนวนภาพที่สามารถแยกส่วนภาพได้	จำนวนภาพที่ไม่สามารถแยกส่วนภาพได้	ประสิทธิภาพของโปรแกรม
80	71	9	88.75 %

4.2 การทดลองการรู้จำตัวเลขและตัวอักษร

ในส่วนของการทดลองการรู้จำตัวเลขและตัวอักษรนั้น จะทำการทดลองจากจำนวนแผ่นป้ายทะเบียนทั้งหมด 80 แผ่น ประกอบด้วย แผ่นป้ายทะเบียนแบบเก่าจำนวน 10 แผ่น จำนวนแผ่นป้ายทะเบียนแบบใหม่ 70 แผ่น ซึ่งผลการทดลองมีดังต่อไปนี้

4.2.1 ผลการทดลองการรู้จำตัวเลขและตัวอักษร

ตารางที่ 4.3 ตารางแสดงผลการทดลองการรู้จำตัวเลขและตัวอักษร

ลักษณะการรู้จำ	จำนวนแผ่นป้ายทะเบียน	เปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง
ถูกทุกตัวเลขและตัวอักษร	75	93.75%
ผิดหนึ่งตัว	3	3.75%
ผิดสองตัว	2	2.5%
ผิดสามตัว	-	-
ผิดสี่ตัว	-	-
ผิดห้าตัว	-	-
ผิดทั้งหมด	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 เวลาที่ใช้ในการประมวลผลของกระบวนการต่างๆในระบบรู้จำป้ายทะเบียนรถยนต์

ตารางที่ 4.4 ตารางแสดงเวลาที่ใช้ในการประมวลผล (Elapsed time)

ขั้นตอนวิธี	เวลาที่ใช้ในการประมวลผลโดยเฉลี่ย (วินาที)
การค้นหาส่วนของแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์	3.0752
การแยกตัวเลขและตัวอักษรออกจากแผ่นป้ายทะเบียน	1.2054
กระบวนการรู้จำตัวเลขและตัวอักษร	0.0187
เวลารวมทั้งระบบ	3.2460

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทวิจารณ์และสรุป

5.1 สรุปผลการทดลอง

5.1.1 สรุปผลการทดลองการแยกส่วนภาพแผ่นป้ายทะเบียน

จากผลการทดลองการแยกส่วนภาพแผ่นป้ายทะเบียนจะเห็นว่า ในส่วนของโปรแกรมแยกส่วนภาพแผ่นป้ายทะเบียนยังไม่สามารถแยกส่วนภาพแผ่นป้ายทะเบียนได้ถูกต้องทั้งหมด แต่สามารถแยกส่วนภาพแผ่นป้ายทะเบียนได้เพียง 88.75 % ซึ่งภาพที่แยกส่วนภาพได้ไม่ถูกต้องเป็นภาพที่ถ่ายมาจากอาคารจอดรถระยะสั้นสนามบินสุวรรณภูมิจำนวน 6 ภาพ เป็นภาพที่ถ่ายมาจากอาคารจอดรถสำนักงานการรถไฟฟ้ามหานคร สถานีลาดพร้าว 2 ภาพ และเป็นภาพที่ถ่ายจากลานจอดภายในคณะวิศวกรรมศาสตร์ 1 ภาพ ซึ่งสามารถแบ่งสาเหตุที่ให้ไม่สามารถแยกส่วนภาพแผ่นป้ายทะเบียนได้เป็น 3 กรณี ดังต่อไปนี้

5.1.1.1 ความผิดพลาดเนื่องจากการเลือกค่าเทรสโฮลด์ครั้งแรก

ภาพที่ไม่สามารถแยกส่วนภาพแผ่นป้ายทะเบียน เนื่องจากความผิดพลาดจากการเลือกค่าเทรสโฮลด์อัตโนมัติในครั้งแรกไม่เหมาะสมมีจำนวน 2 ภาพ และเป็นภาพที่ถ่ายมาจากอาคารจอดรถระยะสั้นสนามบินสุวรรณภูมิทั้งสองภาพ ซึ่งการเลือกค่าเทรสโฮลด์ไม่เหมาะจะทำให้การแปลงภาพไบนารีนั้นผิดพลาดไป และทำให้ไม่เห็นบริเวณของแผ่นป้ายทะเบียน

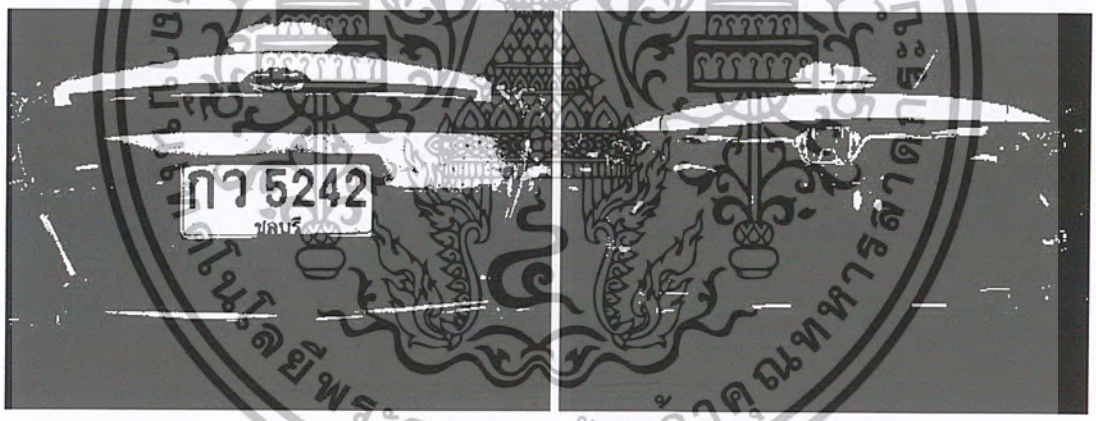
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ก) ข)

ภาพที่ 5.1 ภาพอินพุตที่ไม่สามารถทำการแยกส่วนภาพแผ่นป้ายทะเบียนได้

(ก) ภาพอินพุตที่ 1

(ข) ภาพอินพุตที่ 2



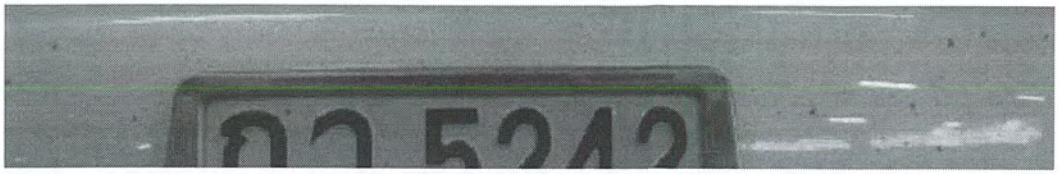
(ก) (ข)

ภาพที่ 5.2 ภาพที่ผ่านการแปลงเป็นภาพไบนารีในครั้งแรก

(ก) ภาพไบนารี 1

(ข) ภาพไบนารี 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)

(ข)

ภาพที่ 5.3 ภาพตำแหน่งที่ถูกดึงออกมาจากภาพอินพุต
(ก) ภาพตำแหน่งจากภาพอินพุต 1
(ข) ภาพตำแหน่งจากภาพอินพุต 2

5.1.2 ความผิดพลาดเนื่องจากการเลือกค่าเทรสโฮลด์ครั้งที่สอง

ภาพที่ไม่สามารถแยกส่วนภาพแผ่นป้ายทะเบียน เนื่องจากความผิดพลาดจากการเลือกค่าเทรสโฮลด์อัตโนมัติในครั้งแรกที่มีค่าไม่เหมาะสมมีจำนวน 2 ภาพ และเป็นภาพที่ถ่ายมาจากอาคารจอดรถระยะสั้นสนามบินสุวรรณภูมิจำนวน 1 ภาพและเป็นภาพถ่ายจากลานจอดภายในคณะวิศวกรรมศาสตร์ สจล. 1 ภาพ ซึ่งการเลือกค่าเทรสโฮลด์ไม่เหมาะจะทำให้การแปลงภาพไบนารีนั้นผิดพลาดไป และทำให้เราได้ตำแหน่งของกรอบแผ่นป้ายทะเบียนติดมาด้วยหรือทำให้ตัวอักษรหรือตัวเลขบางตัวหายไปได้ ตัวอย่างเช่น ภาพอินพุตที่ 2 ในภาพที่ 5.5 (ข) บริเวณตัวอักษร ฌ ตัวแรกจะมีแสงสะท้อนออกมาจากกรอบพลาสติก ซึ่งทำให้สีบริเวณนั้นมีค่าผิดไปจากตัวอักษรตัวอื่นและหายไปในการแปลงภาพไบนารีซึ่งถ้าเลือกค่าเทรสโฮลด์ที่เหมาะสมก็จะสามารถแยกส่วนตัวอักษรได้ครบทุกตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ก) (ข)

ภาพที่ 5.4 ภาพอินพุตที่ไม่สามารถทำการแยกส่วนภาพแผ่นป้ายทะเบียนได้

(ก) ภาพอินพุตที่ 1

(ข) ภาพอินพุตที่ 2

(ก)

(ข)

ภาพที่ 5.5 ภาพตำแหน่งที่ถูกดึงออกมาจากภาพอินพุต

(ก) ภาพตำแหน่งจากภาพอินพุต 1

(ข) ภาพตำแหน่งจากภาพอินพุต 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ก)

(ข)

ภาพที่ 5.6 ภาพไบนารีแผ่นป้ายทะเบียนเลือกค่าเทรสโฮลด์ไม่เหมาะสม
(ก) ภาพจากภาพอินพุตที่ 1
(ข) ภาพจากภาพอินพุตที่ 2

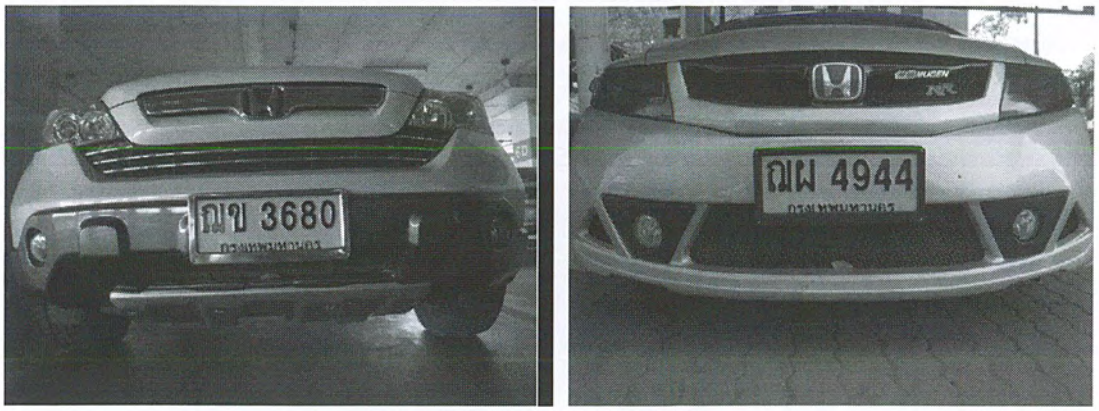
5.1.3 ความผิดพลาดเนื่องจากแสงรอบข้าง

ภาพที่ไม่สามารถแยกส่วนภาพแผ่นป้ายทะเบียน เนื่องจากความผิดพลาดจากแสงรอบข้าง มีจำนวน 5 ภาพ และเป็นภาพที่ถ่ายมาจากอาคารจอดรถระยะสั้นสนามบินสุวรรณภูมิ 3 ภาพและถ่ายจากอาคารจอดรถสำนักงานการรถไฟฟ้ามหานคร สถานีลาดพร้าว 2 ภาพ ซึ่งความผิดพลาดจากแสงรอบข้างจากผลการทดลองนี้สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กรณี คือ

5.1.3.1 แสงสะท้อนที่ตกกระทบตัวรถ

ภาพความผิดพลาดที่เกิดจากแสงสะท้อนที่ตกกระทบตัวรถนั้นมีจำนวน 2 ภาพ และถ่ายมาจากอาคารจอดรถสำนักงานการรถไฟฟ้ามหานคร สถานีลาดพร้าวทั้งสองภาพ แสงสะท้อนที่มาตกกระทบตัวรถนั้นจะทำให้บริเวณด้านหน้าของตัวรถ หรือบริเวณรอบ ๆ ของแผ่นป้ายทะเบียนรถมีค่าระดับสีใกล้เคียงกับแผ่นป้ายทะเบียน จึงทำให้โปรแกรมดึงตำแหน่งภาพแผ่นป้ายทะเบียนมาผิดพลาดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) (ข)

ภาพที่ 5.7 ภาพอินพุตที่ไม่สามารถทำการแยกส่วนภาพแผ่นป้ายทะเบียนได้

(ก) ภาพอินพุตที่ 1

(ข) ภาพอินพุตที่ 2

(ก) (ข)

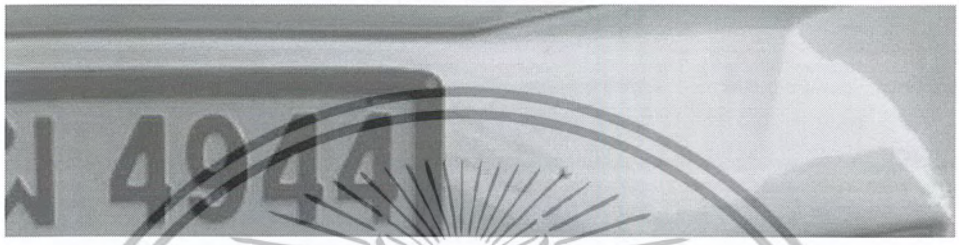
ภาพที่ 5.8 ภาพที่ผ่านการแปลงเป็นภาพไบนารีในครั้งแรก

(ก) ภาพไบนารี 1

(ข) ภาพไบนารี 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ก)



(ข)

ภาพที่ 5.9 ภาพตำแหน่งที่ถูกดึงออกมาจากภาพอินพุต

(ก) ภาพตำแหน่งจากภาพอินพุต 1

(ข) ภาพตำแหน่งจากภาพอินพุต 2

5.1.3.2 แสงจากหลอดไฟภายในอาคาร

ภาพที่ไม่สามารถแยกส่วนภาพแผ่นป้ายทะเบียน เนื่องจากความผิดพลาดจากแสงไฟที่มาจากหลอดไฟภายในอาคารมีจำนวน 3 ภาพ และเป็นภาพที่ถ่ายมาจากอาคารจอดรถระยะสั้นสนามบินสุวรรณภูมิทั้งสามภาพ ซึ่งจากภาพที่ 5.10 (ก) 5.10 (ข) และ 5.10 (ค) จะเห็นว่าภายในภาพที่ถ่ายมาจะถ่ายติดหลอดไฟที่อยู่บนเพดานของอาคารบริเวณด้านหลังรถมาด้วย ซึ่งจะมีผลต่อกระบวนการแปลงภาพไบนารีในครั้งแรกโดยจะทำให้โปรแกรมกำหนดค่าเทรสโฮลด์ผิดพลาดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ก) (ข)

(ค)

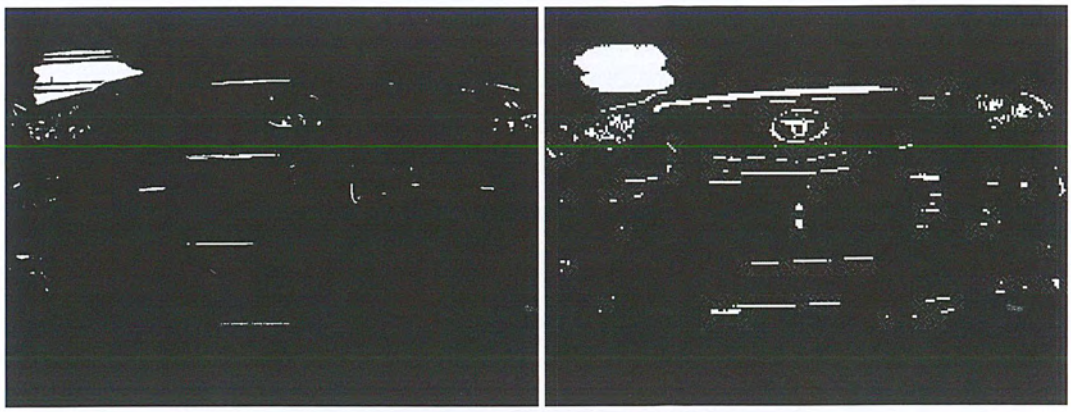
ภาพที่ 5.10 ภาพอินพุตที่ไม่สามารถทำการแยกส่วนภาพแผ่นป้ายทะเบียนได้

(ก) ภาพอินพุตที่ 1

(ข) ภาพอินพุตที่ 2

(ค) ภาพอินพุตที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) (ข)

(ค)

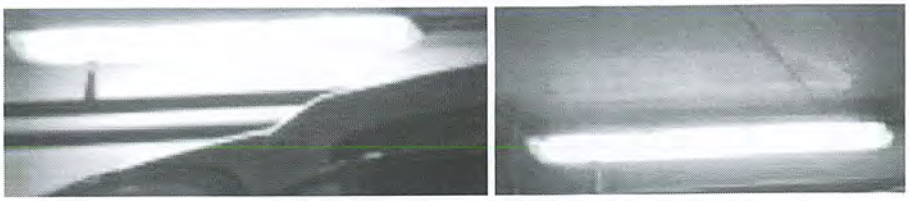
ภาพที่ 5.11 ภาพที่ผ่านการแปลงเป็นภาพไบนารีในครั้งแรก

(ก) ภาพไบนารี 1

(ข) ภาพไบนารี 2

(ค) ภาพไบนารี 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) (ข)

(ค)

ภาพที่ 5.12 ภาพตำแหน่งที่ถูกดึงออกมาจากภาพอินพุต
(ก) ภาพตำแหน่งจากภาพอินพุต 1
(ข) ภาพตำแหน่งจากภาพอินพุต 2
(ค) ภาพตำแหน่งจากภาพอินพุต 3

5.1.2 สรุปผลการทดลองการรู้จำตัวเลขและตัวอักษร

จากการทดลองกระบวนการรู้จำตัวเลข และตัวอักษรที่ทำการทดลองจากจำนวนแผ่นป้ายทะเบียนทั้งหมด 80 แผ่น โปรแกรมสามารถระบุแผ่นป้ายทะเบียนได้ถูกต้องจำนวน 75 แผ่นป้ายซึ่งมีเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องเท่ากับ 93.75 เปอร์เซ็นต์ สามารถวิเคราะห์ถึงปัญหาและสาเหตุที่ทำให้เกิดความผิดพลาดได้ดังนี้

5.1.2.1 ลักษณะของตัวเลขและตัวอักษรที่ผ่านการทำ thinning มีลักษณะผิดรูปร่างเกินขอบเขตที่ยอมรับได้

ลักษณะโครงร่างของตัวอักษรที่เกิดจากทำ thinning มีลักษณะผิดรูปร่างจึงทำให้ลักษณะเด่นของภาพตัวอักษรเกิดความผิดพลาด ซึ่งเป็นอาจเป็นผลมาจากกระบวนการเอนฮานซ์เมนต์ยังไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร การเลือกค่าเทรสโฮลด์ที่ไม่เหมาะสม รวมถึงปัจจัยสภาพแวดล้อมภายนอกที่ไม่สามารถควบคุมได้ เช่น ป้ายทะเบียนมีรอยลบเลือน สกปรก หรือ ขณะถ่ายภาพมีแสงมากหรือน้อยเกินไป จึงส่งผลให้ภาพตัวอักษรที่ผ่านการทำ thinning นั้นไม่สมบูรณ์

จากภาพตัวอักษร “ว” เกิดจากปัญหาการเลือกค่าเทรสโฮลด์ที่ไม่เหมาะสม เมื่อผ่านการทำthinning แล้วจึงทำให้จุดปลายของภาพตัวอักษรมีมากกว่าความเป็นจริง(ควรมีจุดปลาย 2 จุด)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จึงส่งผลให้การประเมินหาลักษณะเด่นของภาพตัวเลขและตัวอักษรตามคุณลักษณะเด่นต่าง ๆ เกิดความผิดพลาดตามไปด้วย ภาพที่ 5.13 ทำการเปลี่ยนค่าเทรสโฮลด์ที่เหมาะสมค่าใหม่ที่ทำให้ภาพตัวอักษรที่เป็นภาพสองระดับมีความสมบูรณ์ เมื่อไปทำthinningแล้วจึงทำให้ภาพโครงร่างของตัวอักษร"ว"มีความสมบูรณ์ด้วยเช่นกัน ส่งผลให้การรู้จำตัวเลขและตัวอักษรสามารถระบุภาพตัวอักษรที่รับเข้ามาได้อย่างถูกต้อง

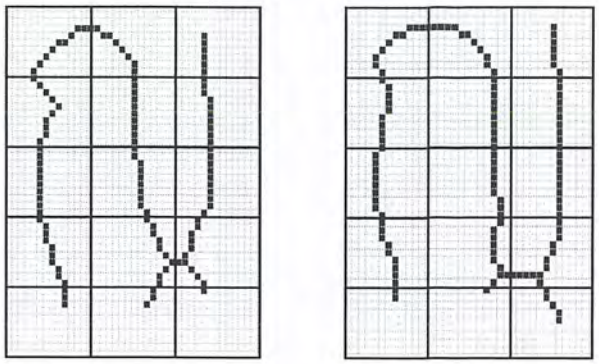
รูปที่ 5.13 ภาพตัวอักษรที่ไม่เหมาะสม

รูปที่ 5.14 ภาพตัวอักษรที่เหมาะสม

5.1.2.2 ความผิดพลาดจากการแยกภาพตัวอักษรคล้ายที่มีความแตกต่างไม่ชัดเจน

ปัญหาที่พบในการรู้จำตัวเลขและตัวอักษรอีกอย่างหนึ่งนั้นคือ ความผิดพลาดจากตัวเลขและตัวอักษรที่ผ่านการทำ thinning แล้วมีความแตกต่างกันน้อยเกินไป เนื่องจากตัวเลขและตัวอักษรบางตัวที่ถูกใช้งานจริงบนแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ถูกลดทอนลักษณะเด่นลงไป เนื่องจากมีพื้นที่ในแผ่นป้ายทะเบียนที่จำกัดและติดส่วนของกรอบแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.15 ภาพเปรียบเทียบภาพตัวอักษร ณ และ ฌ

จากภาพตัวอักษรระหว่าง "ณ" กับ "ฌ" ภาพโครงร่างตัวอักษรของทั้งสองตัวมีความใกล้เคียงกัน จึงอาจทำให้เกิดความผิดพลาดในการระบุตัวอักษรของการรู้จำดังนั้นจะต้องเพิ่มลักษณะเด่นหรือวิธีการอื่นเข้าช่วยในการแยกภาพตัวอักษรคล้ายให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

5.1.3 สรุปผลการทดลองการรู้จำป้ายทะเบียนรถยนต์ไทย

ในการออกแบบการทดลองนั้นได้มีการควบคุมปัจจัยต่าง ๆ และสภาพแวดล้อมภายนอกบางส่วนเพื่อให้ปัญหาแคบลงและสามารถทดสอบได้ในทางปฏิบัติ และเป็นการทดสอบเฉพาะส่วนที่เป็นตัวอักษรและตัวเลขในส่วนบนของป้ายทะเบียนเท่านั้น ไม่ได้ทดสอบในส่วนของชื่อจังหวัดในส่วนล่างของป้ายทะเบียน จึงให้ผลเป็นที่น่าพอใจ ปัญหาส่วนใหญ่ที่เกิดขึ้นในขั้นตอนของการแยกภาพตัวเลขและตัวอักษรแต่ละตัวออกจากภาพป้ายทะเบียน นั้นเกิดจากสภาพแวดล้อมภายนอกต่างๆที่ไม่สามารถควบคุมได้ เช่น ความไม่สมบูรณ์ของภาพป้ายทะเบียน เช่น ตัวอักษรชิดขอบป้ายทะเบียนมากเกินไป ป้ายทะเบียนมีรอยลบเลือน สกปรก ขณะถ่ายภาพมีแสงมากหรือน้อยเกินไป ระยะทางห่างใกล้หรือไกลไป มีหัวนอตโผล่ปรากฏบนป้ายทะเบียน เป็นต้น ในส่วนของการรู้จำตัวเลขและตัวอักษรนั้น ปัญหาส่วนใหญ่จะอยู่ที่ขั้นตอนของการเตรียมข้อมูลภาพตัวเพื่อนำไปประเมินหาลักษณะเด่น ซึ่งได้แก่ การเอนฮานซ์เมนต์ภาพยังไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร , การเลือกค่าเทรสโฮสต์ที่ไม่เหมาะสม จึงทำให้ภาพตัวเลขและตัวอักษรที่ออกมาไม่สมบูรณ์ ส่งผลให้การประเมินหาลักษณะเด่นของภาพตัวเลขและอักษรเกิดความผิดพลาดตามไปด้วย และสิ่งที่อยากพัฒนาเพิ่มเติมไปร่วมกับระบบการรู้จำป้ายทะเบียนรถยนต์คือ เวลาที่ใช้ในการประมวลผลที่ต้องใช้เวลาน้อยที่สุด เพื่อให้สามารถปฏิบัติงานได้ในเวลาจริงและสถานการณ์จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] รศ.ดร.ฟูศักดิ์ ชีวสุวิทย์. การประมวลผลภาพเชิงดิจิตอล. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

[2] เพิ่มพล กุดจอมศรี และทรงชัย วีระทวีมาศ. 2544. การหาเส้นโครงร่างภาพสองระดับโดยการแบ่งส่วนภาพ. การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 24, 1272 - 1277

[3] เพิ่มพล กุดจอมศรี 2553. การรู้จำป้ายทะเบียนรถยนต์ไทยโดยใช้รันแนวนอนและแนวตั้ง

[4] Cesar Garcia-Osario, Jose-Francsico Diez-Pastor. License Plate Number Recognition: Higher Polytechnic School, University of Burgos,

[5] Takashi Naito, Toshihiko Tsukada, Keiichi Yamada, Kazuhiro Kozuka, Shin Yamamoto. Robust License-Plate Recognition Method for Passing Vehicles Under Outside Environment. IEEE Transactions on vehicular technology, Vol. 49, No. 6, November 2000

[6] Pruegsa Duangphasuk , Arit Thammano. Thai Vehicle License Plate Recognition Using the Hierarchical Cross-correlation ARTMAP. 3rd International IEEE Conference Intelligent Systems, September 2006

[7] *Mariano Tepper, Daniel Acevedo, Norberto Goussies, Julio Jacobo, Marta Mejail*. A DECISION STEP FOR SHAPE CONTEXT MATCHING. Departamento de Computaci´on, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales,Universidad de Buenos Aires

[8] Jarernsri L. Mitrpanont, Ph.D. , Urairat Limkonglap. Using Contour Analysis to Improve Feature Extraction in Thai Handwritten Character Recognition Systems. Mahidol University Computing Center, andDepartment of Computer Science, Faculty of Science,Mahidol University,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้