สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบจดจำทะเบียนรถยนต์

Car Plate Recognition System

T055494

โดย

นายธีรพงษ์ พุ่มพฤกษ์

นายปณัย เจียมเจริญกุล

ปริญญานิพนธ์เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2546

เลขหมู่ .....
เลขทะเบียน 55494
วัน,เดือน,ปี 10 พ.ค. 2548

b .....
1 .....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบจดจำทะเบียนรถยนต์

Car Plate Recognition System

โดย

นายธีรพงษ์ พุ่มพฤกษ์ รหัส 43010186

นายปณัย เจียมเจริญกุล รหัส 43010237

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร.สุรพันธ์ เอื้อไพบูลย์

ปริญญานิพนธ์เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ ปีการศึกษา 2546

ภาควิชา อิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบจดจำทะเบียนรถ Car Plate Recognition System

จัดทำโดย

1. นาย ธีรพงษ์	พุ่มพฤกษ์	43010186
2.นาย ปณัย	เจียมเจริญกุล	43010237

โครงงานนี้ได้รับการตรวจสอบแล้ว พร้อมที่จะทำการสอบได้

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ.ดร. สุรพันธ์ เอื้อไพบูลย์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบจดจำทะเบียนรถยนต์

Car Plate Recognition System

นาย ธีรพงษ์	พุ่มพฤกษ์	43010186
นาย ปณัย	เจียมเจริญกุล	43010237

โครงงานได้รับการตรวจสอบแล้วพร้อมที่จะทำการสอบได้

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ.ดร. สุรพันธ์ เอื้อไฟบูลย์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานฉบับนี้สามารถลุล่วงไปได้ด้วยดี ด้วยความช่วยเหลือจาก รศ.ดร.สุรพันธ์ เอื้อไพบูลย์ (อาจารย์ที่ปรึกษา) ที่ได้ให้ให้คำแนะนำแนวทางในการวิจัย คำปรึกษา เพื่อให้มองปัญหาง่ายขึ้นทำให้สามารถแก้ไขปัญหาได้หากไม่ถดถอยความพยายาม

ขอบคุณ พี่ๆ เพื่อนๆ ประจำห้องc และรุ่นพี่ห้อง6ที่อธิบายการเขียนโปรมแกรม delphi เพราะตอนแรกๆ คณะผู้จัดทำไม่เคยเรียนการเขียนโปรแกรมตัวนี้พี่ก็ได้ให้คำปรึกษา

สุดท้ายผู้ทำการวิจัย ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่เข้าใจและเป็นกำลังใจบุตรเป็นอย่างดี รวมทั้งช่วยเหลือด้านทุนทรัพย์ ตลอดจนเพื่อนๆและบุคคลที่มีส่วนเกี่ยวข้องทั้งหลาย ที่คอยช่วยเหลือจนโครงงานลุล่วงมา ณ ที่นี้ด้วย

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบจดจำทะเบียนรถยนต์

นายธีรพงษ์ พุ่มพฤกษ์
นายปณัย เจียมเจริญกุล
รศ.ดร.สุรพันธ์ เอื้อไพบูลย์(อาจารย์ที่ปรึกษา)
ปีการศึกษา2546

บทคัดย่อ

รายงานฉบับนี้กล่าวถึงหลักการและทฤษฎีต่างๆ เกี่ยวกับการประมวลผลภาพ และการจดจำรูปแบบตัวอักษร ได้กล่าวถึงรายละเอียดของโครงงานที่ได้ทำ นั่นคือโปรแกรมแยกหมายเลขทะเบียนรถยนต์ออกจากภาพ ซึ่งประกอบไปด้วยส่วนของการหาภาพ การกำจัดสิ่งรบกวนของภาพ การแปลงภาพสีเป็นภาพขาวดำ การหาขอบเขตของป้ายทะเบียน การหาขอบเขตของหมายเลขทะเบียน การจดจำรูปแบบของตัวอักษรโดยวิธีตัดและจำแนก และวิธีเทียบจุดภาพ รวมทั้งการทดลองและสรุปผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Car plate Recognition System

Mr. Teerapong Pumpruk

Mr. Panai Jeamjarurnkun

Assot. Prof. Dr. Surapan Airpaiboon (Advisor)

Educational Year 2003

ABSTRACT

This report concerns about principles and theory of digital image processing and character recognition and including the detail of designing the "Car Plate Recognition System" which consist of edge detection, noise reduction, binarization, plate segmentation, character segmentation and character recognition system using cut and classify method and matching method. We also test the program and conclude the results of the tests.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้าที่

เรื่อง

บทที่ 1 บทนำ

1.1 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 1

1.2 ขอบเขตของโครงงาน 2

1.3 การประยุกต์ใช้งานของระบบจดจำทะเบียนรถยนต์ 2

บทที่ 2 การประมวลผลภาพ

2.1 การประมวลผลภาพเชิงตัวเลข (Digital Image Processing) 4

2.1.1 การแทนภาพด้วยข้อมูลแบบดิจิตอล 4

2.1.2 การลักษณะการจัดเก็บข้อมูลภาพแบบดิจิตอล 5

2.2 ไฟล์ข้อมูลภาพชนิดบิตแมป 7

2.2.1 รูปแบบของไฟล์ข้อมูลภาพชนิดบิตแมป 7

2.2.2 โครงสร้างของไฟล์ข้อมูลภาพชนิดบิตแมป 7

2.2.3 การเก็บไฟล์ข้อมูลชนิดบิตแมป 8

2.3 การสร้างภาพไบนารี 8

2.4 การแบ่งส่วนภาพ(Image Segmentation) 12

2.4.1 การตรวจรู้แนวเส้น (Line Detection) 12

2.4.2 การตรวจหาขอบ (Edge Detection) 14

2.4.2.1 วิธีเกรเดียนต์ (Gradient Method) 14

2.4.2.2 วิธีลาปาเซียน (Laplacian Method) 18

2.4.2.3 การหาขอบแบบแคนนี (Canny edge detection) 19

2.5 ทฤษฎีการแยกตัวอักขระออกจากภาพ 21

2.5.1 การหาตัวอักขระโดยวิธี Line Crossing 24

2.5.2 เทคนิคการตามรอยขอบภาพ Contour Following 24

2.5.3 เทคนิคการแยกโดยใช้วิธีการ Contour with Matrix 27

2.5.4 เทคนิคการแยกตัวอักขระที่ติดกันโดยใช้ Histogram 31

บทที่ 3 การรู้และจดจำตัวอักขระ

3.1 การเทียบค่าจุดภาพ (Matching) 34

3.2 การตัดและจำแนก (Cut and Classification) 35

3.3 ลักษณะของป้ายทะเบียนรถยนต์ 38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4 การทำงานของโปรแกรม

4.1 โครงสร้างของระบบจดจำทะเบียนรถยนต์ 41

4.2 การเตรียมข้อมูลภาพ 42

4.2.1 การแปลงเป็นภาพแบบเกรย์สเกล 42

4.2.2 การทำ Edge detection 44

4.2.3 การกำจัดสิ่งรบกวน (Noise Reduction) 46

4.2.4 การหาตำแหน่งของทะเบียนรถยนต์ 47

4.3 การจดจำทะเบียนรถยนต์ 50

บทที่ 5 โครงสร้างของโปรแกรม

5.1 โปรแกรมหลัก 51

5.2 โปรแกรมแปลงภาพสีเป็นภาพเกรย์สเกล 53

5.3 โปรแกรมตรวจหาขอบของภาพ 54

5.4 โปรแกรมการทำ Binarization 55

5.5 โปรแกรมการหาตำแหน่งป้ายทะเบียน 56

5.6 โปรแกรมหาตำแหน่งหมายเลขทะเบียน 57

5.7 โปรแกรมจดจำหมายเลขทะเบียน 60

บทที่ 6 การทดลองและผลการทดลอง

6.1 การทดลองส่วนของการหาขอบเขตป้ายทะเบียนและหมายเลขทะเบียน 62

6.2 การทดลองส่วนของการตัดเลขทะเบียนและการจดจำหมายเลขทะเบียน 64

6.3 เวลาในการทำงานของโปรแกรม 66

บทที่ 7 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

7.1 ส่วนเตรียมข้อมูลภาพ 67

7.2 ส่วนจดจำทะเบียนรถยนต์ 68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

	หน้าที่
รูปที่ 1.1 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม	1
รูปที่2.1 ภาพไบนารีและข้อมูลของแต่ละพิกเซล	9
รูปที่ 2.2 หน้ากากที่ใช้ในการหาแนวเส้น	13
รูปที่ 2.3 ตัวดำเนินการที่ใช้ในการคำนวณหาค่าเกรเดียนต์	17
รูปที่ 2.4 หน้ากากที่ใช้ในตัวดำเนินการลาปลาเซียน	18
รูปที่ 2.5 แสดงการแยกตัวอักขระด้วยวิธี Line Crossing	21
รูปที่ 2.6 แสดง Flow Chart การแยกอักขระด้วยวิธี Line Crossing	23
รูปที่ 2.7 แสดงการหาขอบด้วยวิธี Contour Following	24
รูปที่ 2.8 แสดง Flow Chart การหาขอบด้วยวิธี Contour Following	26
รูปที่ 2.9 เมตริกซ์ ขนาด 3*3	27
รูปที่ 2.10 แสดงการหาขอบโดยวิธี Contour with matrix	28
รูปที่ 2.11 แสดง Flow Chart แสดงการหาขอบโดยวิธี Contour with matrix	29
รูปที่ 2.12 แสดงการกำหนดจุดตัดด้วย Histogram	31
รูปที่ 2.13 แสดง Flow Chart การแยกตัวอักขระที่ติดกันโดยการใช้ Histogram	32
รูปที่ 3.1 แสดงวิธีการเทียบจุดภาพ	34
รูปที่ 3.2 ตัวอย่างการหาจุดบ่งชี้ทางแนวนอน	35
รูปที่3.3 ตัวอย่างการหาจุดบ่งชี้ทางแนวตั้ง	35
รูปที่ 3.4 จากรู้จำตัวเลขโดยเริ่มพิจารณาจากแถวตัดแนวนอน	36
รูปที่ 3.5 จากรู้จำตัวเลขโดยเริ่มพิจารณาจากแถวตัดแนวตั้ง	36
รูปที่ 3.6แสดงโครงสร้างต้นไม้ของการตัดและจำแนกตัวอักษร ก,จ,ย	37
รูปที่ 3.7 ป้ายทะเบียนรถยนต์แบบเก่า	38
รูปที่ 3.8 ป้ายทะเบียนรถยนต์แบบใหม่	38
รูปที่ 3.9 แสดงการแบ่งส่วนของตัวอักขระในป้ายทะเบียนเพื่อทำการรู้จำตัวอักขระ	39
รูปที่ 4.1 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม	41
รูปที่ 4.2 ตัวอย่างภาพทะเบียนรถยนต์แบบ true Color	42
รูปที่ 4.3 ตัวอย่างภาพทะเบียนรถยนต์เมื่อเปลี่ยนเป็น gray Scale 256ระดับ	43
รูปที่ 4.4 หน้ากากแบบ โซเบลขนาด 5x5	44
รูปที่ 4.5 ตัวอย่างภาพทะเบียนรถยนต์เมื่อผ่านการตรวจหาขอบ (Edge detection) ตามวิธีเกรเดียนต์โดยใช้หน้ากากแบบโซเบล ขนาด5*5	46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.6 ตัวอย่างภาพทะเบียนรถยนต์ก่อนและหลังจากกำจัดสิ่งรบกวนแล้ว 47
รูปที่ 4.7 แสดงการหาขอบด้านข้างของป้ายทะเบียน 48
รูปที่ 4.8 แสดงการหาขอบด้านข้างของป้ายทะเบียน 49
รูปที่ 5.1 แผนผังการทำงานของโปรแกรมหลัก 52
รูปที่ 5.2 แสดงแผนผังโปรแกรมแปลงภาพสีเป็นภาพเกร์ยสเกล 53
รูปที่ 5.3 แสดงแผนผังการทำงานของโปรแกรมหาขอบภาพ 54
รูปที่ 5.4 แสดงแผนการทำงานของโปรแกรม Binarization 55
รูปที่ 5.5 แสดงแผนผังการทำงานของโปรแกรมแยกป้าทะเบียนจากรูป 56
รูปที่ 5.6 แสดงแผนผังการทำงานของส่วนหาขอบเขตบนและล่างของหมายเลขทะเบียน 58
รูปที่ 5.7 แสดงแผนผังการทำงานการทำงานของส่วนหาขอบด้านซ้ายและขวาของทะเบียน 59
รูปที่ 5.8 แสดงแผนผังการจดจำหมายเลขทะเบียนแบบตัดและจำแนก 60
รูปที่ 5.9 แสดงแผนผังการทำงานของส่วนจดจำหมายเลขทะเบียนเทียบจุดภาพ 61
รูปที่ 6.1 แผ่นป้ายทะเบียนเอียงมากเกินไป 62
รูปที่ 6.2 ทะเบียนที่ไม่อยู่ตรงกลาง 63
รูปที่ 6.3 แสดงตัวอย่างภาพที่มีเงาพาดผ่านป้ายทะเบียน 63
รูปที่ 6.4 แสดงตัวอย่างภาพที่มีป้ายทะเบียนเล็กเกินไป 64
รูปที่ 6.5 แสดงตัวอย่างภาพที่ตัดทะเบียนได้อย่างสมบูรณ์ 64
รูปที่ 6.6 แสดงตัวอย่างขอบเขตของเลขทะเบียนที่ชัดเจน 65
รูปที่ 6.7 แสดงตัวอย่างการหาเลขทะเบียนไม่ครบเนื่องจากนอตที่ติดอยู่กับเลขทะเบียน 66
รูปที่ 6.8 ตัวอย่างภาพป้ายทะเบียนที่มีตัวอักษรสีอ่อนหาขอบเขตทะเบียนไม่ได้ 66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ในปัจจุบันรถยนต์มีจำนวนเพิ่มมากขึ้น ทำให้เป็นการสะดวกและสิ้นเปลืองบุคคลากรในการบันทึกข้อมูลทะเบียนรถยนต์เหล่านั้นในงานต่าง ๆ เช่น การเก็บค่าผ่านทางด่วน การให้เช่าสถานที่จอดรถ เป็นต้น จึงได้มีแนวความคิดที่จะพัฒนาระบบจดจำทะเบียนรถยนต์โดยอัตโนมัติขึ้น โดยใช้หลักการเปลี่ยนข้อมูลที่อยู่ในลักษณะรูปภาพ (Image Data) ให้อยู่ในรูปแบบการจัดเก็บข้อมูลในรูปตัวหนังสือ (Text Data) เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้กับระบบฐานข้อมูล (Database) หรือประยุกต์ใช้กับงานอื่น ๆ ได้ โดยอาศัยหลักการประมวลผลภาพ (Image Processing) และการจดจำรูปแบบ (Pattern Recognition) เป็นหลักสำคัญในการออกแบบ

1.1 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

- เพื่อศึกษาหลักการประมวลผลภาพ
- เพื่อศึกษาหลักการจดจำรูปแบบ
- เพื่อศึกษาหลักการเขียนโปรแกรมประยุกต์ใช้งานด้วยภาษาเคลไฟ

1.2 ขอบเขตของโครงงาน

ระบบจดจำป้ายทะเบียนนำเสนอนี้ จะนำข้อมูลภาพของทะเบียนรถยนต์เป็นข้อมูลเพื่อใช้ในการหาตำแหน่งของหมายเลขทะเบียนรถยนต์ โดยอาศัยขั้นตอนการประมวลผลภาพ เช่น การกำจัดสัญญาณรบกวน การทำไบนาไรเซชัน (Image Binarization) การจำแนกภาพ (Image Segmentation) แล้วนำผลลัพธ์ที่ได้เข้าสู่กระบวนการจดจำรูปแบบของหมายเลขทะเบียนรถยนต์ เป็นการทำให้คอมพิวเตอร์สามารถรู้จักและเข้าใจภาพได้ (Recognition)

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้เสนอวิธีการแยกหมายเลขทะเบียนรถยนต์จากข้อมูลภาพเพื่อเตรียมข้อมูลสู่ขั้นตอนการจดจำรูปแบบ โดยนำเสนอข้อมูลภาพด้านหน้าและด้านหลังรถยนต์ที่มีการเก็บ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลในการวิเคราะห์เพื่อแยกส่วนป้ายทะเบียนออกจากข้อมูลภาพทั้งหมด จากนั้นจึงนำป้ายทะเบียนที่ได้มาแยกเฉพาะส่วนของตัวอักษร โดยมีขั้นตอนต่าง ๆ ดังรูปที่ 1.1

หลังจากผ่านขั้นตอนของการแยกหมายเลขทะเบียนรถยนต์แล้ว ข้อมูลภาพของหมายเลขทะเบียนรถยนต์จะถูกนำเข้าสู่กระบวนการจดจำรูปแบบ เพื่อทำการประมวลผลข้อมูลและให้ผลลัพธ์ออกมาเป็นค่าของตัวเลขหรือตัวอักษร ในรายงานฉบับนี้ได้เสนอวิธีการจดจำตัวอักษรโดยใช้หลักการ 2 แบบ คือ การตัดและจำแนก และการเทียบค่าจุดภาพ ซึ่งรายละเอียดการทำงานดังจะอธิบายต่อไป

รูปที่ 1.1 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม

1.3 การประยุกต์ใช้งานของระบบจดจำป้ายทะเบียนรถยนต์

- ระบบเก็บค่าใช้บริการทางด่วน

ระบบจดจำเลขทะเบียนรถยนต์สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับฐานข้อมูลของระบบค่าใช้บริการทางด่วน โดยเจ้าของรถยนต์จะมีบัญชีเพื่อหักค่าบริการทางด่วน เมื่อรถยนต์ผ่านเข้าไปใช้บริการทางด่วน ระบบจดทะเบียนรถยนต์จะประมวลผลเพื่อระบุเลขทะเบียนรถยนต์ แล้วจัดการกับข้อมูลของรถยนต์คันนั้นในฐานข้อมูล เช่น การหักบัญชีค่าบริการทางด่วนจากเจ้าของรถยนต์โดยอัตโนมัติ ซึ่งทำให้สามารถลดจำนวนพนักงานเก็บค่าทางด่วนและเพิ่มความสะดวกสบายให้กับผู้ใช้บริการทางด่วน

- ระบบป้องกันการโจรกรรมรถยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในสถานที่ที่มีความเสี่ยงต่อการโจรกรรมรถยนต์ เช่น ในศูนย์การค้าสามารถใช้ระบบจดจำเลขทะเบียนรถยนต์เพื่อตรวจเช็คการเข้าออกของรถยนต์ โดยเมื่อมีรถยนต์เข้ามาระบบจะระบุหมายเลขรถยนต์ และออกบัตรจอดรถที่มีหมายเลขทะเบียนตรงกัน ดังนั้นรถยนต์จะมารถออกไปได้เมื่อมีบัตรตรงกับหมายเลขทะเบียนรถยนต์เท่านั้น

นอกจากนี้ยังสามารถประยุกต์ใช้ร่วมกับงานของเจ้าหน้าที่ตำรวจในการติดตามรถยนต์ที่ต้องการ เช่น รถยนต์ที่ถูกโจรกรรม หรือรถยนต์ที่ผู้กระทำผิดใช้โดยติดตั้งระบบตามด่านตรวจต่าง ๆ เพื่อสามารถติดตามรถยนต์ได้อย่างรวดเร็ว

- ระบบการควบคุมการเข้าออกสถานที่สำคัญ

ในสถานที่สำคัญ เช่น เขตทหารจะไม่สามารถให้รถยนต์ที่ไม่ได้รับอนุญาตเข้าไปในสถานที่นั้นได้ ดังนั้นในระบบควบคุมการเข้าออกสถานที่จะใช้ระบบจดจำทะเบียนรถยนต์เพื่อตรวจสอบหมายเลขทะเบียนของรถยนต์นั้นว่าตรงกับหมายเลขทะเบียนของรถยนต์ในระบบฐานข้อมูลที่สามารถเข้าไปในสถานที่นั้นได้หรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
การประมวลผลภาพ

2.1 การประมวลผลภาพเชิงตัวเลข (Digital Image Processing)

การประมวลผลภาพเชิงตัวเลข หมายถึง การนำภาพที่พบทั่วไปมาประมวลผลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยภาพที่นำมาประมวลผลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์นี้จะถูกแทนที่ให้อยู่ในรูปแบบของเมตริกซ์ แต่ภาพที่ได้โดยส่วนมากแล้วจะเป็นภาพที่ได้รับจากตัวรับสัญญาณ ซึ่งอยู่ในรูปของฟังก์ชัน f(x,y) ที่ต่อเนื่องในระนาบสองมิติ โดยจะเป็นสัดส่วนกับค่าความสว่างหรือความเข้มของภาพที่ตำแหน่ง (x,y) ซึ่งเรียกว่า ระดับสีเทา (Gray Level)

2.1.1 การแทนภาพด้วยข้อมูลแบบดิจิตอล

ภาพข้อมูลดิจิตอล (Digital Image) เป็นภาพที่ถูกแปลงมาจากอนาลอก อยู่ในรูปของตัวเลข โดยภาพอนาลอกถูกแบ่งเป็นพื้นที่สี่เหลี่ยมเล็ก ๆ ที่เรียกว่า พิกเซล (Pixels) ในแต่ละพิกเซลจะถูกระบุตำแหน่งโดย (x,y) และค่าระดับสีเทาของพิกเซล โดยเราสามารถแปลงภาพเป็นข้อมูลแบบดิจิตอลได้ โดยมีขั้นตอนและวิธีการดังนี้

เมื่อเราสัญญาณอนาลอกที่ต้องการประมวลผลมาผ่านส่วนที่เรียกว่า ดิจิไตเซอร์(Digitizer) ซึ่งเราจะมีหน้าที่ในการเปลี่ยนสัญญาณอนาลอกให้เป็นสัญญาณดิจิตอล อุปกรณ์ส่วนนี้ได้แก่ กล้องโทรทัศน์ดิจิไตเซอร์ จากนั้นทำการ ควอนไตซ์ (Quantizing) เพื่อที่จะประมวลสัญญาณด้วยระบบคอมพิวเตอร์ ฟังก์ชันของภาพ f(x,y) จะถูกทำให้สัญญาณไม่ต่อเนื่องทั้งระนาบของภาพซึ่งเราเรียกว่า การสุ่มภาพ (Image Sampling) ของฟังก์ชันที่ได้เรียกว่า การ ควอนไตเซชัน (Gray Level Quantization) ก็จะได้ข้อมูลที่เป็นดิจิตอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมมุติว่าสัญญาณภาพต่อเนื่อง f(x,y) ถูกดิจิไตซ์ในระนาบ X และ Y เป็นช่วงเท่า ๆ กันเรา สามารถจัด f(x,y) ให้อยู่ในรูปของเมตริกซ์ขนาด NXN ได้ดังสมการที่ 2.1

$$f(x,y) = \begin{cases} f(0,0) & f(0,1) & f(0,2) & \ldots..f(0,N-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & f(1,2) & \ldots..f(1,N-1) \\ - & - & - & - \\ - & - & - & - \\ f(N-1,0) & f(N-1,1) & f(N-1,2) & \ldots..f(N-1,N-1) \end{cases} \quad \ldots\ldots(2.1)$$

ซึ่งทางขวาของสมการ จะเรียกได้ว่า ภาพดิจิตอล และทุก ๆ สมาชิกของเมตริกซ์ จะเรียกว่า พิกเซล จากขบวนการสร้างภาพดิจิตอลข้างต้น จะเห็นได้ว่าสามารถทราบขนาดของความละเอียดของภาพ NXN พิกเซล และจำนวนระดับเกรย์สเกล ในทางปฏิบัติการทำควอนไตเซชันในระบบภาพดิจิตอล จะมีค่าดังสมการที่ 2.2

$$B = M \times N \times M \text{ บิต} \quad \ldots\ldots..(2.2)$$

เมื่อ B= ขนาดของข้อมูลภาพที่เป็นดิจิตอล

G= จำนวนของเกรย์สเกลที่ต้องการใช้ในการเก็บข้อมูลภาพ

M= จำนวนบิตที่ใช้ในภาพการแทนข้อมูลภาพ 1 พิกเซล

โดย M สามารถหาได้จาก

$G = 2^M$

2.1.2 ลักษณะการจัดเก็บข้อมูลภาพแบบดิจิตอล

โดยทั่วไปแล้ว ข้อมูลภาพจะมีค่าความเข้มตั้งแต่ 2 ระดับขึ้นไป แต่ที่ใช้กันมากจะใช้กันมากจะใช้กันที่ค่าระดับความเข้มของจุดภาพเท่ากับ 256 ระดับ ซึ่งจะทำให้ค่าของจุดภาพอยู่ในช่วง 0-255 โดยใช้เนื้อที่การเก็บข้อมูลภาพขนาด 1 ไบต์ หรือ 8 บิต สำหรับข้อมูล 1 จุดภาพ (2^8=256) ในกรณีที่ต้องการภาพที่มีความละเอียดของระดับความเข้มสูง ๆ อาจจะต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนบิตสำหรับการเก็บข้อมูลมากกว่า 8 บิต คือ อาจจะเป็น 16 หรือ 24 บิต โดยค่าความเข้มของจุดภาพจะเท่ากับ 2^{16} และ 2^{24} โดยจะแยกให้เห็นชัดเจนดังนี้

1. ภาพ 2 ระดับ คือ มีเพียงแค่จุดภาพขาวกับดำเท่านั้น โดยแต่ละจุดภาพเป็นข้อมูลขนาด 1 บิต
2. ภาพ 16 ระดับ คือ ในแต่ละจุดภาพมีขนาดของข้อมูล 4 บิต ซึ่งทำให้สามารถแสดงได้ 16 ระดับสี หรือ 16 เกรย์สเกล ขึ้นอยู่กับภาพนั้นเป็นภาพสีหรือภาพสีหรือภาพขาวดำ
3. ภาพ 256 ระดับ คือ ในแต่ละจุดภาพจะมีขนาดของข้อมูล 8 บิต ซึ่งทำให้สามารถแสดงภาพได้ 256 ระดับสี หรือ 256 เกรย์สเกล ขึ้นอยู่กับภาพนั้นเป็นภาพสีหรือภาพขาวดำ
4. ภาพทรูคัลเลอร์ (True Color) คือ ในแต่ละจุดภาพจะมีขนาดของข้อมูล 24 บิต ทำให้สามารถแสดงผลภาพได้เหมือนภาพจริงที่สุด เพราะสามารถแสดงสีได้ถึง 16,777,216 สีภาพทรูคัลเลอร์สามารถแสดงได้เฉพาะภาพสีเท่านั้น ไม่สามารถแสดงผลภาพขาวดำได้

โดยทั่วไปวิธีการประมวลผลภาพเชิงตัวเลขที่ทำให้คอมพิวเตอร์สามารถรู้จักวัตถุภายในภาพได้นั้น พอจะแบ่งได้สองระดับด้วยกันคือ การประมวลผลภาพในระดับต่ำ (Low level Image Processing) และการประมวลผลภาพในระดับสูง (High Level Image Processing) การประมวลผลในระดับต่ำจะเป็นการประมวลผลในเชิงตัวเลขเกือบทั้งหมด เพื่อหาตัวแปรต่าง ๆ มาอธิบายข้อมูลภาพ โดยมีจุดประสงค์เพื่อนำตัวแปรเหล่านั้นไปประมวลผลในระดับภาพก่อน (Preprocessing) การกำจัดสัญญาณรบกวน หรือการทำให้ภาพคมชัด การหาขอบภาพ เป็นต้น

การประมวลผลในระดับสูงเป็นการนำผลลัพธ์ หรือสัญลักษณ์ที่ได้จากการประมวลผลระดับต่ำมาตีความ หรือประมวลผลเพื่อให้คอมพิวเตอร์สามารถรู้จักและเข้าใจภาพได้ สำหรับความแตกต่างของการประมวลผลระดับต่ำและระดับสูงนั้นคือ ข้อมูลที่นำมาใช้ในการประมวลผลภาพในระดับสูงนั้นข้อมูลของภาพที่นำมาประมวลผลจะถูกแสดงในรูปของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญลักษณ์ ซึ่งสัญลักษณ์เหล่านั้นจะแสดงถึงสิ่งต่าง ๆ ที่มีอยู่ในภาพ เช่น ขนาดวัตถุ รูปร่าง และความสัมพันธ์กันระหว่างวัตถุภาพในภาพ

2.2 ไฟล์ข้อมูลภาพชนิดบิตแมป

2.2.1 รูปแบบของไฟล์ข้อมูลภาพชนิดบิตแมป

รูปแบบของไฟล์ข้อมูลชนิดบิตแมป เป็นฟอร์แมตของวินโดว์บิตแมป ซึ่งเป็นมาตรฐานสำหรับไฟล์กราฟฟิกบนวินโดว์ ซึ่งจะใช้ในการตัดต่อ หรือสำเนาภาพต่าง ๆ ลงบนคลิปบอร์ด (Clipboard) เมื่อเวลาจัดเก็บไฟล์ที่มีสกุล BMP ซึ่งฟอร์แมตนี้ยังสามารถใช้เป็นวอลเปเปอร์ (Wallpaper) ของวินโดว์ได้อีกด้วย

2.2.2 โครงสร้างของไฟล์ของข้อมูลภาพชนิดบิตแมป

โครงสร้างของไฟล์ของข้อมูลภาพบิตแมป จะประกอบด้วย 3 ส่วนคือ

1. ข้อมูลเฮดเดอร์ (Header)
2. ข้อมูลจานสี (Palette)
3. ข้อมูลภาพ (Data)

1. ข้อมูลเฮดเดอร์

คือ ข้อมูลที่อยู่บริเวณส่วนหัวของไฟล์ ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลที่บอกรายละเอียดต่าง ๆ ของภาพ เช่น ความกว้าง ความยาวของภาพ จำนวนสี ความละเอียดเป็นต้น

2. ข้อมูลจานสี

คือ ข้อมูลที่บอกถึงจุดของจานสีที่เกิดจากการผสมแม่สีทั้งสาม คือ แดง เขียว และน้ำเงิน มาผสมกันได้เป็นสีต่าง ๆ ตามจำนวนสีของภาพ เช่น รูปขนาด 4 บิตจะมี 16 ระดับสี รูป 8 บิตจะมีขนาด 256 สี เป็นต้น ซึ่งถ้ามีจำนวนสีน้อย ๆ ก็จะมีการเก็บค่าจานสีนี้ลงไฟล์ด้วย แต่ถ้ารูปประเภท 24 บิตจะไม่ค่าจานสี แต่จะใช้วิธีการเก็บค่าแม่สีทั้งสามลงไปเป็นข้อมูลแทน เพราะถ้าเก็บค่าจานสีที่มีถึง 16.7 ล้านสีลงไปด้วยจะเปลืองพื้นที่มาก ข้อแตกต่างที่สำคัญของบิตแมปขนาดนี้คือ ไฟล์บิตแมปจะเก็บค่าจานสีชุดละ 4 ไบต์ แต่ก็ใช้แค่ 3 ไบต์เช่นกันคือ แดง เขียว และน้ำเงิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ข้อมูลภาพ

คือ ข้อมูลสีของภาพแต่ละจุดที่มาประกอบกันเป็นรูปภาพ ซึ่งค่าที่เก็บนี้จะเป็นค่าที่ใช้ในการชี้ตาราง Palette หมายเลขอะไร เช่น จุดแรกมีค่าเป็น 10 ก็ให้ไปเปิดตาราง Palette หมายเลข 10 สมมุติว่าของแม่สีเป็น R=0,G=0, และ B=100 ก็จะได้จุดนี้เป็นสีน้ำเงิน ซึ่งถ้ากรณีของรูป 24 บิต จะเป็นการอ่านข้อมูลขึ้นมา 3 ค่า เป็นค่าของแม่สี RGB แล้วนำไปผสมบนจอภาพแทน

2.2.3 การจัดเก็บไฟล์ข้อมูลชนิดบิตแมป

การจัดเก็บไฟล์ข้อมูลชนิดบิตแมป มีการเก็บอยู่ 2 แบบคือ

- แบบบีบอัดข้อมูล
  - RLE 4 เป็นการบีบอัดข้อมูลแบบ Run-Length Encoder แบบ 4 บิต
  - RLE 8 เป็นการบีบอัดข้อมูลแบบ Run-Length Encoder แบบ 8 บิต
- แบบไม่ได้บีบอัดข้อมูล

เป็นการเก็บข้อมูลจริงของสีของพิกเซล ซึ่งทำให้ขนาดไฟล์ค่อนข้างใหญ่ แต่จะทำการแสดงภาพได้เร็วกว่า เพราะไม่ต้องเสียเวลาในการคลายข้อมูล

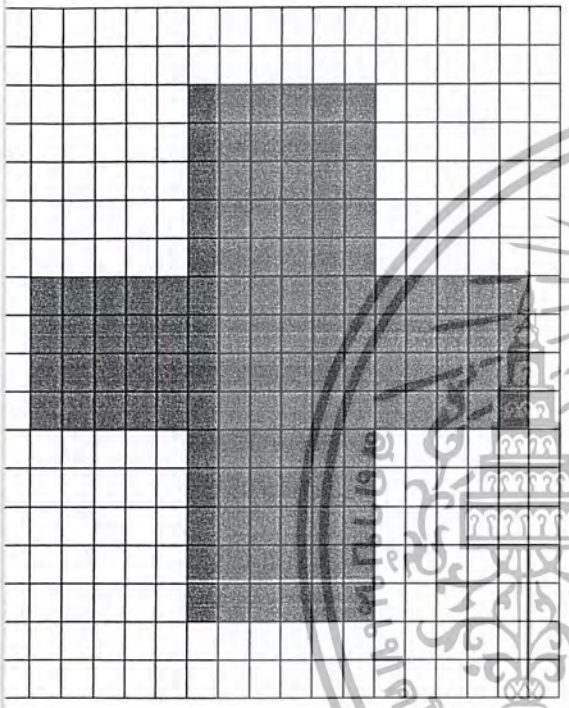
2.3 การสร้างภาพไบนารี

อุปกรณ์ที่มีความสามารถในการแสดงผลได้แค่ 2 ระดับ หรือ 2 สี คือ สีขาวกับสีดำยังมีการใช้อย่างแพร่หลาย เช่น เครื่องพิมพ์ (Printer) เครื่องโทรสาร(Fax) จอภาพแสดงผลแบบโมโนโครม (Monochrome Monitor) เป็นต้น เนื่องจากอุปกรณ์เหล่านี้เป็นอุปกรณ์ที่มีราคาถูก ดังนั้น การที่จะแสดงผลหรือพิมพ์รูปภาพที่มีระดับความเข้มของภาพหลายระดับซึ่งมากกว่าความสามารถในการแสดงผลของอุปกรณ์เหล่านั้นที่มีเพียงแค่ 2 ระดับเท่านั้น

จะเห็นได้ว่าการที่จะแก้ปัญหาการแสดงผลที่มีความเข้มหลายระดับบนอุปกรณ์ที่สาสามารถแสดงผลได้ 2 ระดับนั้น จะต้องทำการาแปลงข้อมูลภาพที่มีระดับความเข้มหลายระดับ (Multi Level Image) ให้เป็นภาพที่มีระดับความเข้มเพียง 2 ระดับ นั่นคือ 1 จุดภาพนี้ได้ 2 ค่าเท่านั้น คือ 0 กับ 1 โดยจุดภาพที่แทนด้วย 0 จะหมายถึงจุดภาพที่มีสีดำ ส่วนจุดที่แทนด้วย 1จะหมายถึงจุดภาพที่มีสีขาว เมื่อทำการแปลงเป็นภาพไบนารีจึงมีความจำเป็นและมีประโยชน์มากในการแสดงผลที่มีระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเข้มของภาพหลายระดับบนอุปกรณ์ที่มีความสามารถในการแสดงผลได้ 2 ระดับการเก็บข้อมูลภาพจะใช้ในการเก็บ 8 บิต เมื่อสร้างเป็นภาพไบนารีแล้วสามารถลดลงได้ถึง 8 เท่า นั่นคือ 1 จุดภาพจะใช้เนื้อที่ในการเก็บ 1 บิต อีกทั้งยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้อย่างแพร่หลาย เช่น นำไปประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์เอกสารในขั้นตอนที่เรียกว่า การประมวลผลขั้นต้น (Preprocessing)



0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

รูปที่2.1ภาพไบนารีและข้อมูลของแต่ละพิกเซล

ในการสร้างภาพไบนารี สามารถทำได้โดยใช้เทคนิคการทำเทรชโฮล (Thresholding Technique) โดยพิจารณาว่าจุดภาพใดควรจะเป็นจุดขาวหรือจุดดำจะกระทำโดยการเปรียบเทียบระหว่างจุดภาพที่เริ่มต้นกับค่าคงที่ค่าหนึ่งที่เรียกว่า"ค่าเทรชโฮล"(Threshold Value) เทคนิคนี้ใช้กันมากในกรณีที่ข้อมูลภาพมีลักษณะแตกต่างกันระหว่างวัตถุ (Object) และพื้นหลัง (Background) โดยค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของจุดภาพใด ๆ ที่มีค่าน้อยมากกว่าเทรชโฮลจะถูกกำหนดให้เป็น 0 (จุดดำ) และถ้าค่ามากกว่าค่า เทรชโฮลจะถูกกำหนดให้เป็น 1(จุดขาว) ซึ่งการทำงานสามารถแสดงได้ดังสมการที่ 2.3

$$b(x,y) = \begin{cases} 0 & : g(x,y) < Thr \\ 1 & : g(x,y) \geq Thr \end{cases} \quad \ldots\ldots (2.3)$$

b(x,y) ข้อมูลภาพผลลัพธ์เป็นภาพไบนารี

g(x,y) ข้อมูลภาพอินพุทที่มีระดับความเข้ม 0 ถึง 1 ระดับ

Thr ค่าเทรชโฮลเป็นค่าคงที่ที่อยู่ระหว่าง 0 ถึง L ระดับ

0 จุดดำ

1 จุดขาว

โดย L ระดับความเข้มของจุดภาพสูงสุด

โดยการสร้างภาพไบนารีโดยใช้เทคนิคเทรชโฮลเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ได้เหมาะสมและคมชัดสิ่งที่สำคัญที่สุดคือ ค่าเทรชโฮล เนื่องจากถ้าเลือกค่าเทรชโฮลไม่เหมาะสม (ค่าเทรชโฮลที่มีค่าน้อยเกินไปหรือมีค่ามากเกินไป) ภาพที่ได้อาจไม่เหมาะสม ขาดความคมชัดและรายละเอียดบางส่วนขาดหายไป กล่าวคือภาพที่ได้อาจมืดเกินไป (จุดดำมากเกินไป) หรือสว่างเกินไป (จุดขาวมากเกินไป) หรือภาพที่ได้มีสิ่งรบกวนเกิดขึ้น (Noise) เกิดขึ้น อันเป็นผลให้ภาพผลลัพธ์ที่ได้ไม่สวยงามเท่าที่ควรดังนั้นปัญหาของการสร้างภาพไบนารีโดยวิธีเทรชโฮลนี้คือ ทำอย่างไรจึงจะสามารถคำนวณหาค่าเทรชโฮลหลายวิธีโดยแต่ละวิธีเหมาะสมสำหรับการทำงานที่ต่างกันไป เช่นการหาค่าเทรชโฮลโดยการกำหนดค่าล่วงหน้า (Reassigned Threshold Vale) การหาค่าเทรชโฮลจากค่ากลาง (Mid-Range Threshold Value) แต่ละวิธีอธิบายได้ดังนี้

การหาค่าเทรชโฮลโดยการกำหนดค่าล่วงหน้า (Reassigned Threshold Value) การหาค่าเทรชโฮลโดยวิธีการกำหนดล่วงหน้านี้เป็นวิธีที่ง่ายที่สุด เป็นการคำนวณค่าเทรชโฮลโดยการกำหนดเองจากผู้ใช้ ซึ่งการกำหนดนี้ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของผู้ใช้นั้น ๆ โดยการเลือกค่าคงที่ค่าหนึ่ง ซึ่งเรียกค่านั้นว่า ค่าเทรชโฮล โดยค่าที่เลือกมานี้เป็นค่าที่อยู่ระหว่างค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดของระดับความเข้มของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลภาพอินพุท เช่นภาพข้อมูลอินพุทมีเกรย์สเกล 256 ระดับ จะมีค่าเกร์ยสเกลได้ตั้งแต่ 0-255 เมื่อเลือกค่าเทรชโฮลได้แล้วสามารถสร้างภาพไบนารีได้ดังสมการ 2.3

การหาค่าเทรชโฮลจากค่ากลาง (Mid-Rang Threshold Value) การหาค่าเทรชโฮลโดยพิจารณาจากค่ากลาง เป็นการหาค่าเทรชโฮลที่แตกต่างจากการหาค่าเทรชโฮลวิธีแรก สำหรับวิธีนี้จะเป็นการคำนวณหาค่าโดยอัตโนมัติ โดยไม่ต้องให้ผู้ใช้เป็นผู้กำหนด การหาค่าเทรชโฮลวิธีนี้ได้อาศัยการคำนวณพื้นฐานทางสถิติในเรื่องของการหาค่ากลางหรือค่าเฉลี่ย (Mean) มาประยุกต์ใช้ ค่าเทรชโฮลที่คำนวณได้จะเป็นค่าที่ได้จากค่ากึ่งกลางที่อยู่ระหว่างค่าระดับความเข้มสูงสุดและค่าความเข้มต่ำสุดของข้อมูลภาพอินพุท สำหรับการคำนวณหาค่ากึ่งกลางนี้สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2.4

$$Thr = \frac{Maximum(g(x,y)) + Minimum(g(x,y))}{2} \quad \ldots.(2.4)$$

โดยที่ Thr : ค่าเทรชโฮล

g(x,y) : ข้อมูลภาพอินพุทที่มีระดับความเข้ม 0 ถึง L ระดับ

Maximum(g(x,y)) : ค่าสูงสุดเกร์ยสเกลของข้อมูลอินพุท

Minimum(g(x,y)) : ค่าต่ำสุดกรย์สเกลของข้อมูลอินพุท

เมื่อทำการคำนวณค่าเทรชโฮลได้แล้ว ก็สามารถสร้างภาพไบนารีได้โดยนำค่าเทรชโฮลได้มาแทนค่าในสมการ 2.3

การหาค่เทรชโฮลจากค่าเฉลี่ยเลขคณิต หาได้จากสมการที่ 2.5

$$Thr = \frac{\sum_{T=0}^{X \times N} g_i(x,y)}{N \times N} \quad \ldots.(2.5)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 การแบ่งส่วนภาพ (Image Segmentation)

บางครั้งการวิเคราะห์ภาพจะเน้นที่วัตถุ (Object) บนภาพ ซึ่งวัตถุเหล่านั้นจะถูกแยกแยะออกได้ด้วยวิธีการที่หลากหลายตั้งแต่วิธีการง่าย ๆ เช่นการหาส่วนที่เป็นแนวทางของวัตถุ หรือส่วนที่เป็นขอบของวัตถุ ไปจนกระทั่งวิธีการที่สลับซับซ้อน สำหรับวิธีการง่าย ๆ ในการแบ่งส่วนภาพได้แก่

2.4.1 การตรวจรู้แนวเส้น (Line Detection)

สำหรับวิธีนี้เป็นการเปรียบเทียบค่าระดับสีเทาระหว่างจุดภาพที่พิจารณา กับจุดภาพข้างเคียงทั้งนี้จะเพิ่มน้ำหนักหรือให้ความสำคัญของจุดภาพข้างเคียงที่มีการเรียงตัวร่วมกับจุดภาพที่พิจารณาเป็นเส้นตรงรวม 4 แบบ คือ เส้นตรงในแนวตั้ง เส้นตรงในแนวนอน เส้นตรงในแนวทแยงจากล่างซ้ายขึ้นไปทางบนขวา หรือเรียกว่าเส้นทแยงมุม $+45^0$ และเส้นตรงในแนวทแยงจากบนขวาลงไปทางล่างซ้าย หรือเรียกว่าเส้นทแยง -45^0 หมายความว่าแนวเส้นจะตรวจรู้เป็นแนวเส้นตั้ง แนวเส้นนอนและเส้นเอียงทำมุม $+45^0$ หรือ -45^0 เท่านั้น

กระบวนการตรวจรู้จะทำให้ได้โดยนำหน้ากาก (Mask) ขนาด 3×3 (อาจใช้ขนาดใหญ่กว่านี้เช่น 5×5 หรือ7×7)ก็ได้ แต่จะใช้เวลาในการประมวลผลเพิ่มมากขึ้น) ไปทาบกับจุดภาพในตำแหน่งที่จะทำการประมวลผล จากนั้นจะคำนวณหาค่าตามสมการที่ (2.6)

$$R = \sum_{k=1}^{9} w_k z_k \quad \text{.....(2.6)}$$

โดยที่ w_k เป็นค่าน้ำหนักของแต่ละจุดบนหน้ากาก ดังรูปที่ 2.2

Z_k เป็นค่าระดับสีเทาของจุดภาพในตำแหน่งที่ตรงกับจุดบนหน้ากาก กล่าวคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Z_1=f(x-1,y-1) Z_2=f(x,y-1) Z_3=f(x+1,y-1)

Z_4=f(x-1,y) Z_5=f(x,y) Z_6=f(x+1,y)

Z_7=f(x-1,y+1) Z_8=f(x,y+1) Z_9=f(x+1,y+1)

W_1	W_2	W_3
W_4	W_5	W_6
W_7	W_8	W_9

-1	-1	-1
2	2	2
-1	-1	-1

-1	2	-1
-1	2	-1
-1	2	-1

2	-1	-1
-1	2	-1
-1	-1	2

2	-1	-1
-1	2	-1
-1	-1	2

ก) หน้ากากทั่วไป ข) หน้ากากแนวนอน ค) หน้ากากแนวตั้ง ง)หน้ากากแนว+45 จ)หน้ากากแนว -45^0

รูปที่ 2.2 หน้ากากที่ใช้ในการหาแนวเส้น

ในการตรวจหาแนวเส้นของภาพ จะนำหน้ากากทั้ง 4 แบบ ไปทาบบนจุดภาพต่าง ๆ จนครบทั้งภาพ แล้วคำนวณตามสมการที่ 2.6 จะได้ค่า R มา 1 ค่า คือค่า R_1 แล้วเปลี่ยนหน้ากากไปเรื่อย ๆ ตามรูปที่ 2.2 จนครบ 4 อัน จะได้ค่า R_2, R_3 และ R_4 ตามลำดับ จากนั้นทำการเปรียบเทียบค่า R ทั้ง 4 ค่า ถ้า $|R_i| > |R_j|$ ที่ทุกค่าของ $j \neq I$ จุดภาพนั้นจะถูกตัดสินว่าเป็นส่วนหนึ่งของแนวเส้นตามแบบของหน้ากากที่ I

บางครั้ง มีความต้องการหาแนวเส้นลักษณะใดลักษณะหนึ่ง ก็อาจทำได้โดยเลือกใช้หน้ากากแนวที่ต้องการบนจุดภาพ และหาผลรวมตามสมการที่ 2.6 จากนั้นนำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับค่า เทรชโฮลที่ได้กำหนดไว้แล้ว ถ้าค่าที่ได้สูงกว่าเทรชโฮล จุดภาพนั้นจะถูกตัดสินว่าเป็นส่วนหนึ่งของแนวเส้น

2.4.2 การตรวจหาขอบ (Edge detection)

องค์ประกอบหรือวัตถุที่ถูกบันทึกภาพจะมีตำแหน่ง การจัดวาง ที่ทำให้เกิดการสะท้อนแสงที่ต่างกัน ค่าความเข้มแสงหรือค่าระดับสีเทาที่ปรากฏบนภาพ จะต้องมีขอบเขตองค์ประกอบนั้น ๆ แสดงให้เห็นชัดเจนหรือค่อนข้างชัดเจน เนื่องจากบริเวณดังกล่าวมีค่าระดับสีเทาแตกต่างกัน ดังนั้นการตรวจสอบของวัตถุบนภาพ จึงใช้หลักการพิจารณาการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปลี่ยนแปลงค่าระดับสีเทา ที่มี 2 แนวทาง คือ การพิจารณาอัตราหรือค่าความชันในการเปลี่ยนแปลงค่าระดับสีเทา ซึ่งเรียกว่าวิธีเกรเดียนธ์ (Gradient Method) และการพิจารณาอัตราการเปลี่ยนแปลงค่าความชันในการเปลี่ยนแปลงค่าระดับสีเทา ซึ่งเราเรียกวิธีลาปลาเซียน (Laplacian Method)

2.4.2.1 วิธีเกรเดียนต์ (Gradient Method)

จะใช้กับภาพที่มีองค์ประกอบส่วนใหญ่มีค่าระดับสีเทาไม่สม่ำเสมอตลอดทั้งภาพได้ แต่ความแตกต่างของค่าระดับสีเทาในวัตถุใด ๆ จะมีไม่มาก คือ มีการเปลี่ยนแปลงของระดับสีเทาอย่างช้า ๆ ในวัตถุใดวัตถุหนึ่ง การตัดสินใจว่าบริเวณใดเป็นขอบก็ขึ้นอยู่กับค่าความชันในการเปลี่ยนแปลงค่าระดับสีเทา ซึ่งต้องมีค่ามากกว่าค่าเทรชโฮลด์(Threshold) ซึ่งภาพที่ได้จะหาขอบได้ดีหรือไม่ก็ขึ้นกับการกำหนดค่าเทรชโฮลด์นั่นเอง

เนื่องจากวิธีเกรเดียนต์ใช้หลักในการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของค่าระดับสีเทาของภาพ ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงมาก ก็จะถูกกำหนดให้เป็นขอบของวัตถุ ทั้งนี้ค่าเกรเดียนต์ของภาพ f(x,y) ณ ตำแหน่ง (x,y) จะเป็นค่าเวกเตอร์

$$\nabla f = \begin{bmatrix} G_x \\ G_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{af}{ax} \\ \frac{af}{ay} \end{bmatrix} \quad \text{.....(2.7)}$$

โดยที่ขนาดของค่าเวกเตอร์ ∇f เป็นปริมาณที่มีความสำคัญในการหาขอบของวัตถุ โดยทั่ว ๆ ไปจะเรียกว่าค่าเกรเดียนต์ และใช้สัญลักษณ์ ∇f ที่มีค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\nabla f \text{ mag}(\nabla f) = \sqrt{G_x^2 + G_y^2} \qquad \text{.....(2.8)}$$

ในทางปฏิบัติเพื่อให้ง่ายต่อการคำนวณ จะทำการประมาณค่าเกรเดียนต์ด้วยค่าสัมบูรณ์

$$\nabla f \approx |G_x| + |G_y| \qquad \text{.....(2.9)}$$

การหาค่าอนุพันธ์ G_x และ G_y ทำได้โดยการใช้หน้ากาก (mask) หรือ หน้าต่าง (window) หรือตัวดำเนินการ (operator) ขนาด 3×3 ที่มีค่าสัมพันธ์ประสิทธิ์ ดังแสดงในรูปที่ 2.3ก เข้าช่วยปรับค่าระดับสีเทา ณ จุดภาพที่สอดคล้องกัน ซึ่งตัวดำเนินการมีหลายแบบดังนี

2.4.2.1.1 ตัวดำเนินการโรเบิร์ตครอสส์เกรเดียนต์ (Tobert-cross gradient operator)

ตัวดำเนินการแบบโรเบิร์ตครอสส์เกรเดียนต์ อาจพิจารณาให้เป็นหน้ากากขนาด 3×3 ดังรูปที่ 2.3 ข.1 หรือเป็นหน้าที่กากขนาด 3×3 ดังรูปที่ 2.3ข.2 ที่ให้ค่าอนุพันธ์ย่อยเป็น

$$G_x = |Z_5 - Z_9| \qquad \text{.....(2.10ก)}$$

$$G_y = |Z_6 - Z_8| \qquad \text{.....(2.10ก)}$$

2.4.2.1.2 ตัวดำเนินการแบบโซเบล (Sobel Operator)

ตัวดำเนินการแบบโซเบล มีหน้ากากขนาด 3x3 ดังรูปที่ 2.3 ค. ทำให้ได้ค่าอนุพันธ์ย่อยเป็น

$$G_x = (Z_7+2Z_8+Z_9)-(Z_1+2Z_2+Z_3) \qquad \text{.....(2.11ก)}$$

$$G_y = (Z_3+2Z_6+Z_9)-(Z_1+2Z_4+Z_7) \qquad \text{.....(2.11ข)}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2.1.3 ตัวดำเนินการแบบพรีวิตต์ (Prewitt Operator)

ตัวดำเนินการแบบพรีวิตต์ มีหน้าการขนาด 3x3 เช่นเดียวกับตัวดำเนินการโซเบลแต่มีค่าสัมพันธ์ประสิทธิ์แตกต่างกัน ดังรูปที่ 2.3 ง ทำให้ได้ค่าอนุพันธ์ย่อยเป็น

$$G_x = (Z_7+Z_8+Z_9)-(Z_1+Z_2+Z_3) \quad .....(2.12ก)$$

$$G_y = (Z_3+Z_6+Z_9)-(Z_1+Z_4+Z_7) \quad .....(2.12ข)$$

W_1	W_2	W_3
W_4	W_5	W_6
W_7	W_8	W_9

ก) หน้ากากขนาด 3x3 ที่จะใช้เป็นตัวดำเนินการ

1	0
0	-1

0	1
-1	0

หน้ากากที่ใช้คำนวณค่า G_x และ G_y

0	0	0
0	1	0
0	0	-1

0	0	0
0	0	1
0	-1	0

หน้ากากที่ใช้คำนวณค่า G_x และ G_y

ข) ตัวดำเนินการแบบโรเบิร์ตครอสส์เกรเดียนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

-1	-2	-1
0	0	0
1	2	1

หน้ากากที่ใช้คำนวณค่า G_x

-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1

หน้ากากที่ใช้คำนวณค่า G_y

ค) ตัวดำเนินการแบบโซเบล

-1	-1	-1
0	0	0
1	1	1

หน้ากากที่ใช้คำนวณค่า G_x

-1	0	1
-1	0	1
-1	0	-1

หน้ากากที่ใช้คำนวณค่า G_y

ง) ตัวดำเนินการแบบพรีวิตต์

รูปที่ 2.3 ตัวดำเนินการที่ใช้ในการคำนวณหาค่าเกรเดียนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

55494

2.4.2.2 วิธีปลาเซียน (Laplacian Method)

วิธีปลาเซียน ให้หลักการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่า Graditent ของค่าระดับสีเทาอีกต่อหนึ่ง และจะกำหนดตำแหน่งที่มี Zero-Crossing เกิดขึ้นเป็นตำแหน่งขอบของวัตถุทั้งนี้ การหาอนุพันธ์ย่อยอันดับสองของภาพ f(x,y) คือการหาค่า Laplacian แบบ 2 มิติเป็นต้น

$$\nabla^2 f = \frac{a^2 f}{ax^2} + \frac{a^2 f}{ay^2} \qquad \text{.....(2.13ก)}$$

หน้ากากของวิธีลาปลาเซียนขนาด 3 x 3 จะมีค่าสัมประสิทธิแตกต่างกันหลายแบบดังรูปที่ 2.4 และตัวอย่างการใช้ตัวดำเนินการแบบ 4-neighbor เพื่อหาค่าอนุพันธ์ย่อยอันดับสองของจุดภาพ f(x,y) คือ

$$\nabla^2 f = 4Z_5 - (Z_2 + Z_4 + Z_6 + Z_8) \qquad \text{.....(2.13ข)}$$

0	-1	0
-1	4	-1
0	-1	0

ก) แบบ 4-neighborhood

-1	-1	-1
-1	8	-1
-1	-1	-1

ข) แบบ 8-neighborhood

-2	1	-2
1	4	1
-2	1	-2

ค) แบบ separable-neighborhood

รูปที่ 2.4 หน้ากากที่ใช้ในตัวดำเนินการลาปลาเซียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2.3 การหาขอบแบบแคนนี (Canny edge detection)

การหาขอบแบบแคนนี เป็นการดัดแปลงวิธีเกรเดียนต์ให้เหมาะสมกับการตรวจหาขอบองค์ประกอบในภาพที่มีสัญญาณรบกวน แต่อยู่บนเงื่อนไข 3 ประการ ดังนี้

ก) ไม่เกิดความผิดพลาดในการหาขอบที่สำคัญ และไม่ควรมีการหาขอบที่ผิดเกิดขึ้น

ข) การบอกตำแหน่งของขอบ จะต้องมีระยะระหว่างตำแหน่งของจริงและตำแหน่งที่ห่างขอบสั้นที่สุด

ค) ถ้ามีหลายค่าในการหาขอบของขอบใดขอบหนึ่ง ค่าที่น้อยที่สุดจะเป็นค่าของขอบที่แท้จริง เพื่อแก้ปัญหาสัญญาณรบกวน ซึ่งจะทำให้ให้ได้ขอบที่ไม่เรียบ

สำหรับขั้นตอนวิธีการหาขอบแบบแคนนี มี 4 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 ใช้ตัวกรองไบโนเมียล (Binomial Filter) เพื่อลดทอนสัญญาณรบกวน ดังสมการที่ 2.14

$$f(x,y) = \left[\frac{1}{16}\begin{bmatrix}1 & 2 & 1\\ 2 & 4 & 2\\ 1 & 2 & 1\end{bmatrix}\right]^n \qquad \text{.....(2.14)}$$

โดยที่ n= 2 เท่าของความแปรปรวนของการกระจายแบบเกาส์ (Gaussian distribution

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นที่ 2 ทำการคำนวณเกรเดียนต์ตามสมการที่ (2.10) และใช้ตัวดำเนินการแบบพรีวิต ดังรูปที่ 2.3 ง. จะได้

$$\nabla^2 f = \left|(Z_7 + Z_8 + Z_9) - (Z_1 + Z_2 + Z_3)\right| + \left|(Z_3 + Z_6 + Z_9) - (Z_1 + Z_4 + Z_7)\right| \quad (2.15)$$

ขั้นที่ 3 ทำการหาว่าจุดภาพที่มีค่า เกรเดียนต์เฉพาพถิ่นสูงสุด (Maximum local gradient) หรือ ไม่สมมิตค่เกรเดียนต์ของแต่ละจุดภาพในกรอบขนาด 3 x 3 มีค่าเป็น

P1 P2 P3

P4 P5 P6

P6 P7 P8

ทำการพิจารณาเปรียบเทียบค่าเกรเดียนต์ของจุดภาพกลางกับจุดภาพอื่น ๆ ในแนวเส้นตรงต่าง ๆ ประกอบด้วย แนวตั้ง แนวนอน แนวทแยง $+45^0$และ -45^0

ถ้า P5>Pk ทุกค่า $k \neq 5$ และ P5 > ค่าเทรชโฮลด์ต่ำ (Low threshold value) T_L แสดงว่าค่า P5 เป็นค่าเกรเดียนต์เฉพาะถิ่นสูงสุด และจะนำค่าดังกล่าวไปคำนวณตามขั้นตอนที่ 4 ต่อไป

ขั้นที่ 4 การทำเทรชโฮลด์แบบยีสเทอรีซิส (Hystersis Threshold)

ขั้นตอนสุดท้ายนี้ เป็นขั้นตอนการตัดสินใจว่าจุดภาพหนึ่ง ๆ เป็นขอบขององค์ประกอบหรือไม่ มีเงื่อนไข 3 ประการ ดังนี้

- จุดภาพที่มีขนาดของเกรเดียนต์ใหญ่กว่าค่าเทรชโฮลด์สูง (Hingh threshold Value) T_H จุดภาพนั้นจะเป็นขอบขององค์ประกอบ
- ทุกจุดภาพที่จะประกอบกันเป็นแนวขอบแนวหนึ่ง จะต้องมีอย่างน้อย 1 จุดภาพในแนวนั้นมีค่าเกรเดียนต์ $>T_H$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- จุดภาพที่มีค่าเกรเดียนต์ $<T_H$ และไม่สอดคล้องกับเงื่อนไขที่สอง จะถูกตัดออกไป

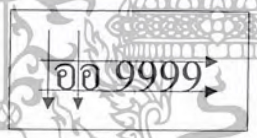
2.5 ทฤษฎีการแยกตัวอักขระออกจากภาพ

2.5.1 การหาตัวอักขระโดยวิธี Line Crossing

เทคนิคนี้จะมีหลักการง่ายๆ คือ พยายามแบ่งอักขระแต่ละตัวออกมาให้ได้มากที่สุด โดยเริ่มจากการสแกนเป็นแนวตรง ทั้งแนวนอนและแนวตั้ง ตัดไปตามช่องว่างทำให้เกิดเป็นตารางครอบตัวอักขระ ซึ่งตารางที่เล็กที่สุดที่ครอบตัวอักขระอยู่ถือเป็นการ Segment ได้หนึ่งอักขระดังรูปที่2.5

แนวคิดของวิธีการ Line crossing ดังรูปที่2.5 มีขั้นตอนดังนี้

1. สแกนเป็นเส้นตรงตามแนวนอน
2. สแกนเป็นเส้นตรงตามแนวตั้ง
3. คัดลอกข้อมูลที่อยู่ในกรอบที่มีอักขระเก็บไว้ใน buffer เพื่อนำไปแสดงผล



รูปที่ 2.5 แสดงการแยกตัวอักขระด้วยวิธี Line Crossing

อธิบาย Flowchart อักขระด้วยวิธีการ Line Crossing จากรูปที่ 2.6

1. Scan Row : หาช่องว่างในแนวนอน
2. Scan Column : หาช่องว่างในแนวตั้ง
3. Copy Image : คัดลอกข้อมูลส่วนที่ตัดได้
4. Display : แสดงรูปที่ตัดมาได้
5. End Column : การ Scan ข้อมูลในแนวแกนนอนครบหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Yes : End Row

No : Scan Column

6. End Row : การ Scan ข้อมูลในแนวแกนตั้งครบหมด

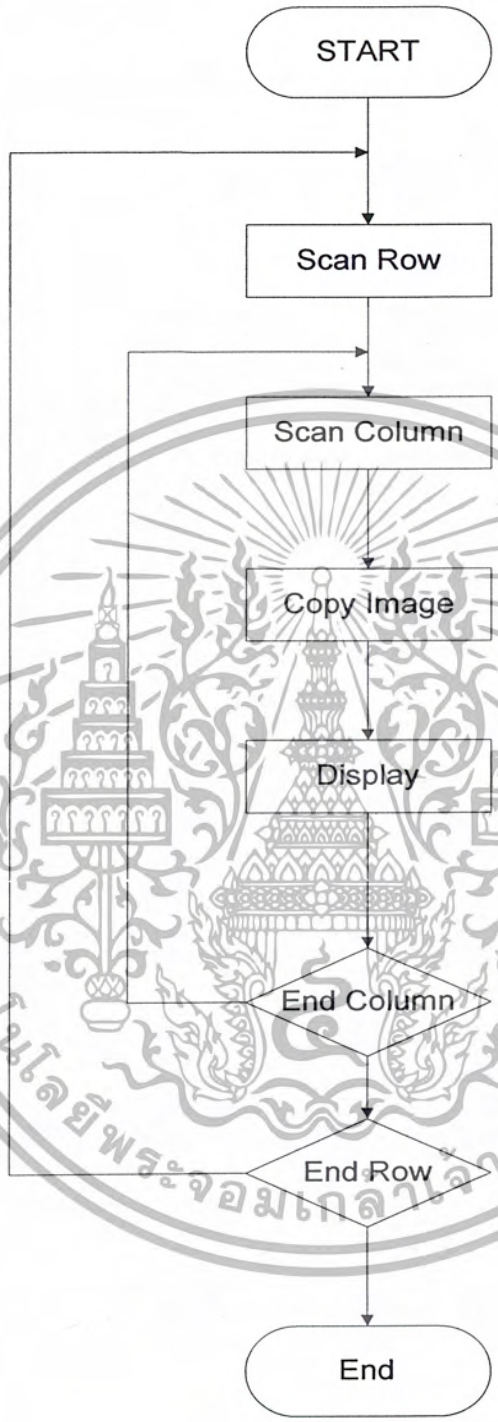
Yes : End Row

No : Scan Column

ข้อดีของการทำ Line Crossing ก็คือ ง่ายต่อการเขียนโปรแกรม และมีประสิทธิภาพในการแยกอักขระกับแบบอักขระที่มีข้อผิดพลาดน้อย ตัดอักขระไม่ติดกันมาก และถ้ามีการ Segment ตัวอักขระภาษาอังกฤษจะได้ผลลัพธ์ที่กว่าอักขระภาษาไทย

ข้อเสียของวิธีการนี้ที่เห็นได้ชัดเจนก็คือ ในการทำการแยกตัวอักขระที่มีการเหลื่อมล้ำกันจะไม่สามารถใช้เทคนิควิธีนี้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

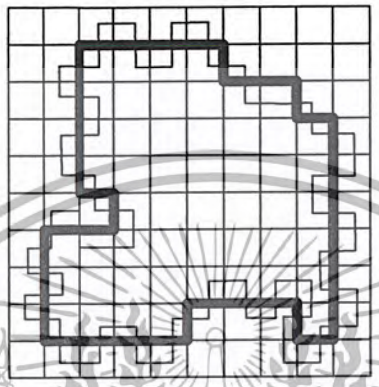


รูปที่ 2.6 แสดง Flow Chart การแยกอักขระด้วยวิธี Line Crossing

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 เทคนิคการตามรอยขอบภาพ (Contour Following)

เทคนิคการตามรอยขอบภาพจะช่วยให้เราทำการ Segment ตัวอักขระได้ง่ายขึ้น โดยไม่ต้องคำนึงถึงรูปร่างของวัตถุที่จะทำการ Segment เมื่อพิจารณาขอบของวัตถุที่จะมีค่าสีแตกต่างกันกับสีของพื้นหลัง เช่น ภาพอักขระสีดำที่วางอยู่บนพื้นสีขาว



รูปที่ 2.7 แสดงการหาขอบด้วยวิธี Contour Following

การทำงานของเทคนิคนี้ในการทำ Contour Following ตามรูปที่ 2.7 ทำได้ตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. จุดภาพปัจจุบันอยู่มีข้อเป็นสีดำ ให้เลี้ยวไปทางซ้ายจากทิศทางปัจจุบัน
2. จุดภาพปัจจุบันมีของมูลเป็นสีขาว ให้เลี้ยวไปทางขวาจากทิศทางปัจจุบัน
3. สิ้นสุดภาพเมื่อจุดภาพปัจจุบันอยู่ตำแหน่งเดียวกับจุดเริ่มพอดี

อธิบาย Flowchart อักขระด้วยวิธีการ Contour Following จากรูปที่ 2.8

1. หาจุดดำ : เป็นการหาจุดดำจุดแรกที่พบ โดยการ Scan ตามแนวนอน
2. จำนวนตำแหน่งของจุด : เป็นการหาตำแหน่งของจุดสีดำที่พบ
3. วิเคราะห์จุด : มี 2กรณี

   ขาว : เลี้ยวขาวทางทิศทางปัจจุบัน

   ดำ : เลี้ยวซ้ายทางทิศทางปัจจุบัน
4. จำทิศทางปัจจุบัน : จดจำทิศทางและตำแหน่งปัจจุบัน
5. จุดปัจจุบันเท่ากับจุดแรก : เป็นการเปรียบเทียบตำแหน่งปัจจุบันกับจุดเริ่มต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

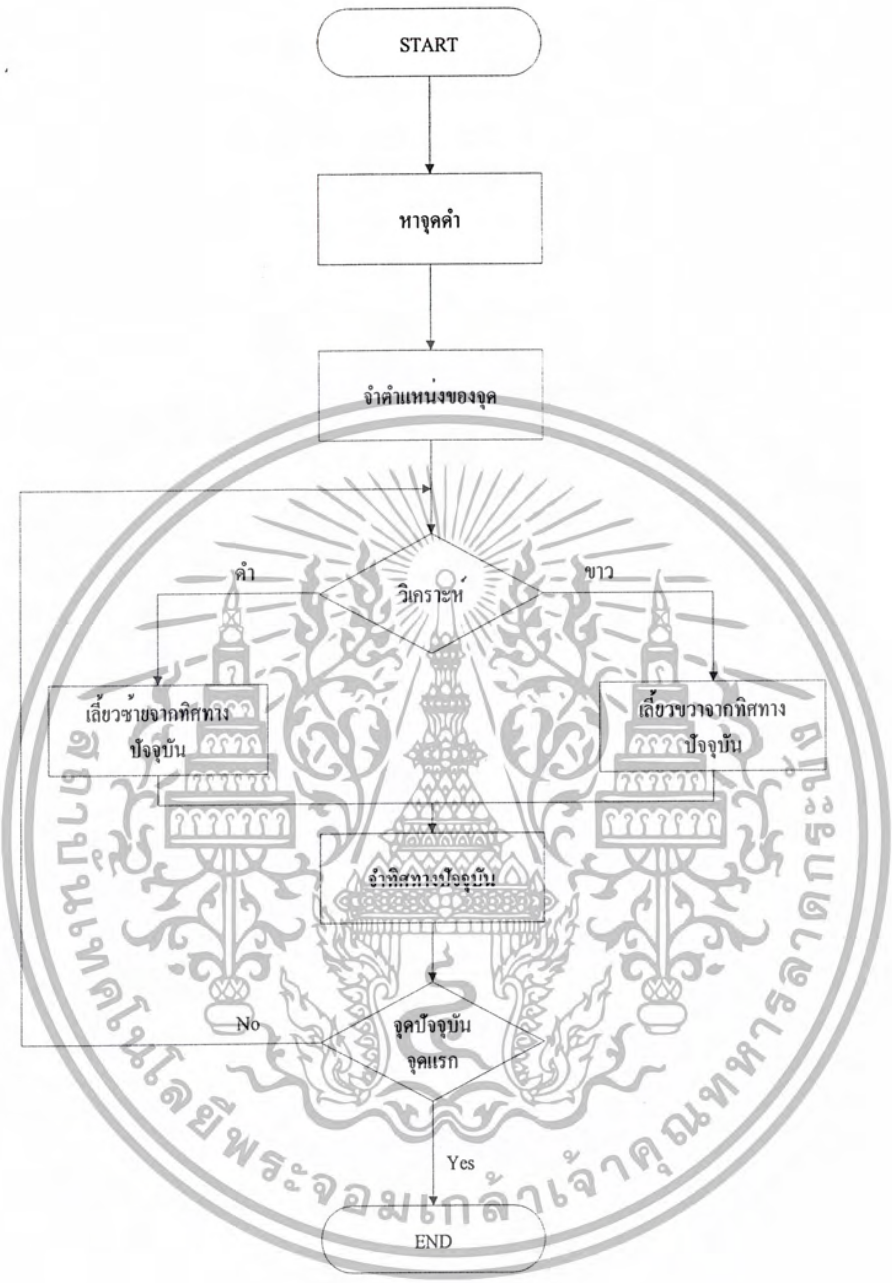
Yes : end

No: วิเคราะห์จุด

ข้อดีของการทำงานวิธี Contour Following ก็คือ เราไม่ต้องสนใจรูปร่างของตัวอักขระจะมีลักษณะเป็นอย่างไร เมื่อเราวิ่งไปตามขอบของภาพ เราก็จะได้ขอบของตัวอักขระออกมา

ข้อเสียของการทำวิธีการนี้ก็คือ ถ้าอักขระมีส่วนที่ติดกันอยู่จะไม่สามารถใช้วิธีนี้ในการแยกตัวอักขระออกจากกันได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่2.8 แสดง Flow Chart การหาขอบด้วยวิธี Contour Following

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3 เทคนิคการแยกโดยใช้วิธีการ Contour with Matrix

เทคนิคนี้คล้ายกับการทำ Contour Following แต่จะต่างกันตรงที่เทคนิคนี้จะมีการดึงเอาข้อมูลภาพที่อยู่ในขอบเขตของการทำ Contour ไปใช้ด้วย ทำให้เราได้ตัวอักขระทั้งตัวไปใช้งาน และการใช้งานไม่เพียงแต่ดูว่าข้อมูลตรงจุดนั้นเป็น 0 หรือ 1 แต่จะใช้ Matrix ช่วยตรวจสอบแทน Matrix ที่ใช้ขนาด 3*3 ดังรูปที่ 2.9

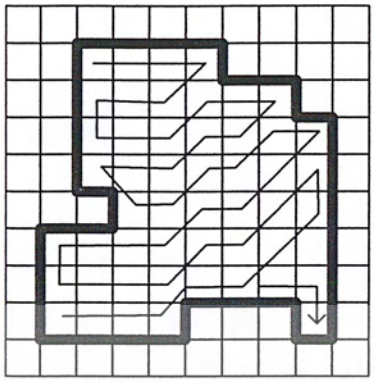
P1	P2	P3
P4	P5	P6
P7	P8	P9

รูปที่ 2.9 เมตริกซ์ ขนาด 3*3

แนวคิดของการทำ Contour with matrix ดังรูปที่ 2.10 มีขั้นตอนการทำงานดังต่อไปนี้

1. ให้กำหนดจุดดำที่พบเป็นจุดกลางของ Matrix(P5) คัดลอกจุดนี้ลงใน buffer แล้วลบจุดกลางนั้นออกจากรูปภาพ
2. หาจุดกลางถัดไป โดยตรวจสอบข้อมูลรอบๆ จุดกลางปัจจุบัน(P5) ซึ่งเป็นจุดสีดำ คือ ข้อมูลตัวอักขระ การตรวจสอบจะเริ่มจากบนซ้ายก่อน คือ ตำแหน่งP1,P2,P3,P4,P5, P6,P7,P8,และP9 ตามลำดับ กำหนดจุดดำที่พบจุดแรกให้เป็นจุดกึ่งกลาง Matrix
3. เมื่อรอบๆ จุดกลางไม่มีจุดดำแล้ว จะทำการ return กลับไปยังจุดกลางตัวก่อน
4. การทำงานจะเป็นเช่นนี้ไปเรื่อยๆ จนกระทั่งไม่มีจุดดำรอบจุดกลางทุกตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 แสดงการหาขอบ โดยวิธี Contour with matrix

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.11 แสดง Flow Chart แสดงการหาขอบโดยวิธี Contour with matrix

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการทำงานด้วยวิธีนี้แสดงดังรูปที่ 2.11 เส้นทางการวิ่งจะเป็นไปตามลูกศรที่แสดงในรูป ซึ่งรูปตัวอย่างเป็นรูปเดียวกับตัวอย่างที่แสดงในวิธีการตามรอยขอบภาพ (Contour Following

อธิบาย Flowchart อักขระด้วยวิธีการ Contour with matrix จากรูปที่ 2.11

1. หาจุดสีดำ : เป็นการหาจุดดำแรกที่พบโดยการสแกนตามแนวนอน
2. จำตำแหน่งของจุด : จำตำแหน่งของจุดดำที่พบ
3. Copy Pixels : จะทำการคัดลอกจุดที่พบไว้ใน buffer และทำการลบจุดที่พบออกจากรูปภาพ
4. จุดดำรอบจุดปัจจุบัน : ตรวจสอบว่ารอบจุดปัจจุบันมีสีดำล้อมรอบหรือไม่
   มี : จำตำแหน่งของจุด
   ไม่มี : จุดที่ไม่ได้วิเคราะห์
5. จุดที่ไม่ได้วิเคราะห์ : ตรวจว่ามีจุดที่ยังไม่ได้วิเคราะห์หรือไม่
   มี : Copy pixels
   ไม่มี : End

ข้อดีของวิธี Contour with matrix ก็คือ สามารถดึงเอาส่วนที่เป็นเนื้ออักขระออกมาได้ทั้งหมด เป็นประโยชน์ต่อการนำไปใช้ในกระบวนการต่างๆ ที่เนื้อข้อมูลเป็นสิ่งที่จำเป็น

ข้อเสียของวิธีนี้ก็คือ เมื่อเราดึงเอาข้อมูลทุกส่วนที่เป็นเนื้อตัวอักขระออกมาก็จะทำให้เราต้องใช้เวลานานกับการคัดลอก และลบข้อมูล วิธีการนี้ทำแบบ Recursive

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.4 เทคนิคการแยกตัวอักขระที่ติดกันโดยใช้ Histogram

Histogram ใช้เพื่อวัดความหนาแน่นของข้อมูลภาพในช่วงที่กำหนด โดยค่าความหนาแน่นที่ใช้เป็นจำนวนจุดดำ เพื่อใช้วิเคราะห์ภาพที่เป็นอักขระ โดยเก็บเป็นค่าเปอร์เซ็นต์ Errorเพื่อนำไปใช้เปรียบเทียบกับตัวอักขระแต่ละตัว เพื่อหาตัวอักขระที่คาดว่าจะติดกันอยู่ และการใช้ histogram จะช่วยให้โปรแกรมตัดสินใจได้ว่าควรที่จะตัดส่วนที่ติดกันของอักขระที่ตรงส่วนไหน เพื่อให้สามารถแยกตัวอักขระที่อยู่ติดกัน ให้ออกมาเป็นตัวอักขระเดียวให้ได้มากที่สุด รูปที่ 2.12 แสดงการเลือกจุดที่จะทำการแยกตัวอักขระออกจากกัน

รูปที่ 2.12 แสดงการกำหนดจุดตัดด้วย Histogram

การแยกส่วนที่ติดกันของตัวอักขระ โดยใช้ Histogram มีวิธีการดังนี้

1. ทำการหาค่า Histogram ของตัวอักขระที่สามารถแยกออกมาจากรูปได้
2. กำหนดค่าเปอร์เซ็นต์ Error เพื่อใช้ในการแยกตัวอักขระออกจากกัน
3. ทำการแยกตัวอักขระตรงส่วนที่มีความหนาแน่นเท่ากับ หรือต่ำกว่าค่าเปอร์เซ็นต์ Error ที่ได้กำหนดไว้ โดยจะเลือกแยกตัวอักขระตรงส่วนที่มีความหนาแน่นต่ำที่สุด
4. ถ้าค่าความหนาแน่นที่ต่ำที่สุดมีหลายตำแหน่ง จะใช้ตำแหน่งที่อยู่ตรงกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.13 แสดง Flow Chart การแยกตัวอักขระที่ติดกันโดยการใช้ Histogram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อธิบาย Flowchart การแยกอักขระที่ติดกันด้วยการใช้ Histogram จากรูปที่ 2.11

1. กำหนดค่า Error : เป็นการกำหนดค่าเปอร์เซ็นต์ Error เพื่อใช้ในการแยกอักขระ
2. หาค่า histogram ในแนวนอน : หาค่าของ Histogram โดยหาค่าความหนาแน่นในแนวนอน
3. หาจุดตัดในแนวนอน : เลือกตำแหน่งที่แยกตัวอักขระออกจากกันในแนวนอน
4. หาค่า Histogram ในแนวตั้ง : หาค่าของ histogram โดยหาค่าความหนาแน่นในแนวตั้ง
5. หาจุดตัดในแนวตั้ง : เลือกตำแหน่งในการแยกอักขระออกจากกันในแนวตั้ง
6. Copy Image : คัดลอกข้อมูลของส่วนที่ตัดได้
7. Display : แสดงรูปที่ทำการตัดได้
8. End Column : การ scan ข้อมูลในแนวตั้งครบหมด

   Yes : End Row

   No : หาค่า Histogram ในแนวตั้ง
9. End Column : การ scan ข้อมูลในแนวนอนครบหมด

   Yes : End

   No : หาค่า Histogram ในแนวนอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การรู้และจดจำตัวอักขระ

ในการรู้และจดจำตัวอักขระจากข้อมูลภาพนั้นมีวิธีที่ใช้ได้มากมายหลายวิธี เช่น การใช้เทคโนโลยีโครงข่ายนิวรอล (Neural Network), การเทียบค่าจุดภาพ (Matching), การตัดและจำแนก (Cut and Classification) ซึ่งแต่ละวิธีก็มีข้อดี และข้อเสียที่แตกต่างกันแล้วแต่วัตถุประสงค์ของการใช้งาน ในที่นี้กล่าวถึงการเทียบค่าจุดภาพ และการตัดและจำแนกดังต่อไปนี้

3.1 การเทียบค่าจุดภาพ (Matching)

เป็นการจำแนกตัวอักขระโดยการนำภาพอักษรซึ่งเป็นภาพขาวดำมาเปรียบเทียบกับภาพต้นแบบที่ละจุด จนครบทั้งภาพแล้วนับจำนวนจุดภาพที่เหมือนกันกับต้นแบบ โดยจะต้องมีภาพต้นแบบเป็นภาพอักษรที่มีลักษณะชัดเจนครบทุกตัว เมื่อภาพอักษรนั้นเหมือนต้นแบบตัวใดมากที่สุดหรือมีจำนวนจุดภาพที่เหมือนกันมากที่สุดก็แสดงว่าตัวอักขระนั้นคือตัวเดียวกับต้นแบบตัวนั้น โดยภาพตัวตัวอย่างและภาพต้นแบบจะต้องมีขนาดเท่ากัน จึงจะเทียบจุดได้

รูปที่ 3.1 แสดงวิธีการเทียบจุดภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อจำกัดข้อการรู้จำตัวอักขระแบบนี้คือ ถ้าหากข้อมูลของตัวอักษรเอียงจะทำให้การรู้จำตัวอักขระมีความผิดพลาด อีกทั้งภาพต้นแบบจะต้องมีความชัดเจนมาก และใช้เวลาในการประมวลผลนานเพราะทำการพิจารณาจุดภาพทั้งภาพ

3.2 การตัดและจำแนก (Cut and Classification)

หลักการของการตัดการตรวจไปตามแถวหรือหลักเพื่อหาจุดขอบหรือจุดบ่งชี้ที่มีการเปลี่ยนแปลงจากขาวเป็นดำและดำเป็นขาวดังรูปที่ 3.2 และ 3.3

รูปที่ 3.2 ตัวอย่างการหาจุดบ่งชี้ทางแนวนอน

รูปที่ 3.3 ตัวอย่างการหาจุดบ่งชี้ทางแนวตั้ง

การจำแนกอักขระใช้ลักษณะการค้นหาแบบโครงสร้างต้นไม้ (Tree Structure Scratch) โดยเริ่มทำการแบ่งกลุ่มตัวอักษรจากจำนวนจุดบ่งชี้ในแถวตัดแรกในแนวนอนทั้งสามเป็นหลักเนื่องจากการ

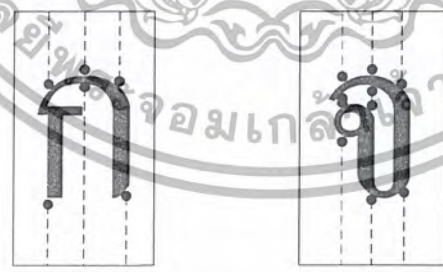
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัดเริ่มต้นมีเพียงสามแถว ผลการจำแนกขั้นแรกจะสามารถแบ่งกลุ่มตัวอักขระได้เป็นกลุ่มใหญ่ๆ จากแต่ละกลุ่มใหญ่ๆ จะทำการตัดต่อไปทางแนวตั้งเพื่อจำแนกตัวอักษรให้ละเอียดยิ่งขึ้น วิธีการนี้สามารถตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนกได้โดยการตัดและจำแนกต่อไปอีกแต่ผลที่ตามมาคือ โครงสร้างต้นไม้ที่มีขนาดใหญ่และซับซ้อนขึ้นเรื่อยๆ

ตัวอย่างการจำแนกตัวอักขระอธิบายคร่าวๆได้ดังนี้ สมมุติให้ตัวอักขระที่ต้องการแยกมีเพียง3 ตัวคือ ก, จ และ ย การจำแนกตัวอักขระเริ่มต้นเมื่อได้จุดบ่งชี้ใน 3แถวแรก แล้วเริ่มแบ่งกลุ่มแต่ละกรณีจากจำนวนจุดบ่งชี้ในแถวตัดทั้งสาม อาทิเช่น ถ้าจำนวนจุดบ่งชี้ในแถวตัดที่ 1 เท่ากับ 4จุด กลุ่มที่น่าจะเป็นไปได้คือ ก และ ย ส่วน จ มีจุดบ่งชี้ในแถวนี้คือ 2 จุด ก็จะทำการแยกออกมาก่อน

รูปที่ 3.4 จากรู้จำตัวเลขโดยเริ่มพิจารณาจากแถวตัดแนวนอน

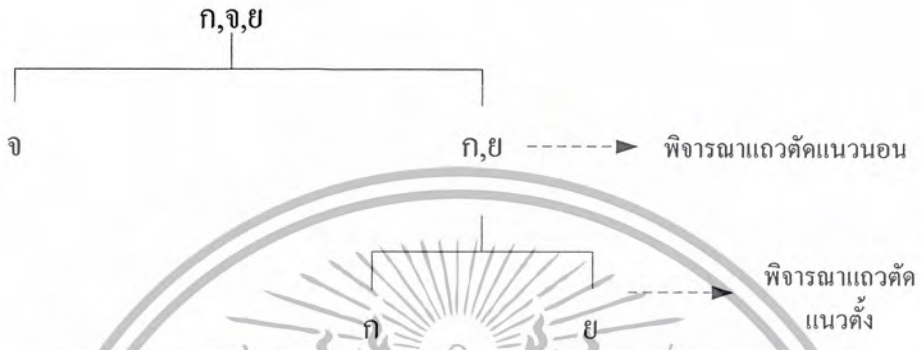
จากนั้นก็พิจารณาแถวตัดที่2และ3 ต่อ พบว่า ก และ ย มีจุดบ่งชี้ 4 จุด เหมือนกัน จึงนำมาทำการตัดในแนวตั้งต่อไป



รูปที่ 3.5 จากรู้จำตัวเลขโดยเริ่มพิจารณาจากแถวตัดแนวตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปจะเห็นได้ว่า ก มีจุดตัดในแถวตัดตามแนวตั้งที่ 1 เพียง 2จุด แต่ ย มีจุดตัดถึง 4 จุด จึงจะทำให้สามารถจำแนก ก และ ย ออกจากกันได้ ซึ่งเมื่อนำมาเขียนโครงสร้างต้นไม้ จะสามารถเขียนได้ดังรูปที่3.6



รูปที่ 3.6แสดงโครงสร้างต้นไม้ของการตัดและจำแนกตัวอักษร ก,จ,ย

ในการจำแนกพยัญชนะนั้นจะมีความซับซ้อนมากกว่าตัวเลข เนื่องจากมีการพยัญชนะในป้ายทะเบียน ดังนั้นจึงมีกรณีที่แบ่งมากกว่าการรู้จำตัวเลข ซึ่งในการจำแนก อาจทำให้ต้องใช้จำนวนแถวที่ตัดมากกว่าการรู้จำตัวเลข

ข้อดีของการรู้จำตัวอักขระแบบตัดและจำแนกคือ ใช้เวลาในการประมวลผลน้อย เนื่องจากพิจารณาแค่แถวและหลักที่จำเป็นเท่านั้น ไม่จำเป็นต้องพิจารณาทั้งภาพ

ข้อจำกัดของการรู้แบบนี้คือ เมื่อภาพของตัวอักษรมี Noise เกิดขึ้นระหว่างการแปลงภาพสีเป็นภาพขาวดำ หรือตัวอักษรเอียงก็จะทำให้ผลที่ได้ไม่มีความแม่นยำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ลักษณะของป้ายทะเบียนรถยนต์

ป้ายทะเบียนในประเทศไทยนั้น จะสามารถแบ่งได้เป็น 2 แบบตามลักษณะของตัวอักษรในป้ายทะเบียนได้แก่

ป้ายทะเบียนแบบเก่า มีรูปแบบคือ ตัวอักขระตัวแรกเป็นตัวเลข (อาจมีหรือไม่มีก็ได้)ถัดมาเป็นตัวพยัญชนะ แล้วตามด้วยขีด และตามด้วยเลข 4 หลัก ดังรูปที่ 3.7

ป้านทะเบียนแบบใหม่มีรูปแบบคือ ตัวพยัญชนะ 2 ตัว แล้วตามด้วยตัวเลขอีก 4 หลัก ซึ่งตัวเลข 4 หลักนี้ อาจมีไม่ครบก็ได้ดังรูปที่ 3.8

รูปที่ 3.7 ป้ายทะเบียนรถยนต์แบบเก่า

รูปที่ 3.8 ป้ายทะเบียนรถยนต์แบบใหม่

ซึ่งการรู้จำตัวอักขระในป้ายทะเบียนนั้นอาจต้องแยกทำเป็นสองส่วน ส่วนหนึ่งคือส่วนตัวเลขและตัวพยัญชนะ และส่วนที่สองคือส่วนตัวเลขอย่างเดียว ดังรูปที่ 3.9

ในการแยกพิจารณาเป็นส่วนๆนี้จะทำให้ลดความผิดพลาดในการการวิเคราะห์ตัวอักขระได้ในส่วนที่สอง เนื่องจากตัวเลขมีเพียง 10 ตัว จึงพิจารณาเพียงกรณีของตัวเลขซึ่งก็คือ 10 กรณีเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่สอง(ทำการรู้แต่ตัวเลข

4ด-2586

ส่วนแรก(ทำการรู้จำทั้งพยัญชนะและตัวเลข

รูปที่ 3.9 แสดงการแบ่งส่วนของตัวอักขระในป้ายทะเบียนเพื่อทำการรู้จำตัวอักขระ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การทำงานของโปรแกรม

4.1 โครงสร้างของระบบจดจำทะเบียนรถยนต์

ระบบจดจำเลขทะเบียนรถยนต์มีขั้นตอนดังต่อไปนี้ คือ ในขั้นแรกจะเป็นการแปลงภาพที่รับเข้ามาเป็นภาพสี ทำการแปลงให้เป็นภาพเกรย์สเกล 256 ระดับ จากนั้นนำมาหาขอบภาพ (Edge Detection) โดยใช้วิธีเกรเดียนต์ (Gradient Operator) โดยใช้หน้ากาก (Mask) แบบโซเบล ขนาด 5x5 แล้วทำการ Binarization โดยกำหนดค่า Threshold ให้เหมาะสม เมื่อผ่านขั้นตอนนี้แล้วก็จะได้ภาพที่สีดำและขอบวัตถุที่มีสีขาว แล้วจึงนำมาหาส่วนที่น่าจะเป็นทะเบียนรถยนต์ โดยการวิเคราะห์จุดสีขาวที่มีการเรียงตัวในแนวแกน X และ แกน Y มีความยาวในระดับที่น่าจะเป็นทะเบียนรถยนต์ได้จากนั้นนำมาแยกแยะขอบเขตของตัวอักษรในป้ายทะเบียนต่อไปโดยใช้วิธีพิจารณาการเปลี่ยนของค่าจุดภาพจากขาวไปดำ หรือ ดำไปขาว เมื่อได้ขอบเขตของตัวอักขระที่แน่นอนแล้วก็นำภาพตัวอักขระมาทำการแยกแยะว่าเป็นตัวอักษรใด โดยใช้วิธีการรู้จำแบบเทียบจุดภาพ และวิธีตัดและจำแนก แสดงได้ดังรูปที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่4.1ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การเตรียมข้อมูลภาพ

4.2.1 การแปลงเป็นภาพแบบเกรย์สเกล

ภาพที่รับเข้าเป็นภาพสีแบบ True Color ซึ่งมีขนาดข้อมูลใหญ่ จึงต้องทำการเปลี่ยนภาพให้เป็นแบบเกรย์สเกล 256 ระดับก่อน เพื่อสะดวกต่อการประมวลผลภาพ โดยจะใช้ค่าความเข้มของสีน้ำเงิน สีแดง และสีเขียว มาหาค่าเฉลี่ยแล้วใช้ค่าเฉลี่ยนี้เป็นค่าความเข้มของสีน้ำเงิน สีแดง และสีเขียนแทน จะทำให้ได้ภาพเกรย์สเกล 256 ระดับ แล้วนำภาพนี้ไปทำการประมวลผลภาพต่อไป

รูปที่ 4.2 ตัวอย่างภาพทะเบียนรถยนต์แบบ True Color

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.3 ตัวอย่างภาพทะเบียนรถยนต์เมื่อเปลี่ยนเป็น gray Scale 256ระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 การทำ Edge detection

ในขั้นตอนนี้จะใช้วิธี Gradien โดยใช้หน้ากากแบบ Sobel ขนาด 5x5 ดังแสดงในรูปที่ 4.4 ทาบลงบนภาพ แล้วคำนวณหาขนาดของเกรเดียนต์ โดยในรูปที่ 4.4ก เป็นหน้ากากที่ใช้ตรวจหา ของบแนวแกน Y ซึ่งจะได้ค่า G_Y และใช้หน้ากากตามรูปที่ 4.4 ข เพื่อหาขอบตามแนวแกน X ซึ่งจะได้ค่า G_x ซึ่งขนาดของเกรเดียนต์ มีค่าตามสมการที่ 4.1

$$\text{mag}(\nabla f) = |G_X| + |G_Y| \qquad \text{.....(4.1)}$$

-1/4	-1/3	0	1/3	1/4
-1/3	-1/2	0	1/2	1/3
-1/2	-1	0	1	1/2
-1/3	-1/2	0	1/2	1/3
-1/4	-1/3	0	1/3	1/4

ก) หน้ากากที่ใช้ตรวจหาขอบแนวตั้ง

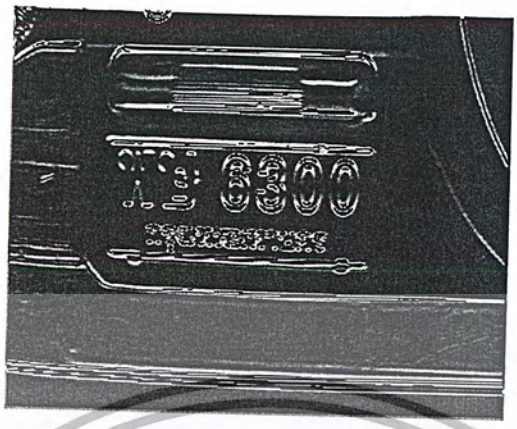
-1/4	-1/3	-1/2	-1/3	1/4
-1/3	-1/2	-1	-1/2	-1/3
0	0	0	0	0
1/3	1/2	1	1/2	1/3
1/4	1/3	1/2	1/3	1/4

ข) หน้ากากที่ใช้ตรวจหาขอบแนวนอน

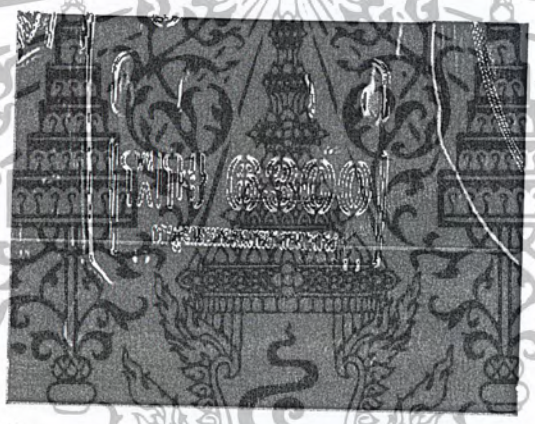
รูปที่ 4.4 หน้ากากแบบ โซเบลขนาด 5x5

ภาพที่ได้ทำการ ตรวจหาขอบแล้วจะมีลักษณะดังรูปที่ 4.5 จะเห็นว่า ถ้าใช้หน้ากากแบบแนวตั้งตามรูป 4.4ก นั้น เมื่อใช้ค่า Threshold ที่เหมาะสม ภาพที่ได้จะแสดงส่วนที่เป็นขอบของวัตถุที่เป็นแนวนอนเป็นสีขาว ส่วนอื่น ๆ ของภาพจะเป็นสีดำดังแสดงในรูปที่ 4.5.1 ส่วนถ้าใช้หน้ากากแบบแนวนอนนั้น ภาพที่จะได้จะแสดงส่วนที่เป็นขอบของวัตถุที่เป็นแนวตั้งเป็นสีขาว ส่วนอื่น ๆ ของภาพจะเป็นสีดำ ดังแสดงในรูปที่ 4.5.2 และเมื่อนำมารวมกันทั้งสองแกน ก็จะได้ภาพดังรูปที่ 4.5.3 ซึ่งจะแสดงทั้งส่วนที่เป็นขอบของวัตถุทั้งแกนตั้งและแกนนอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

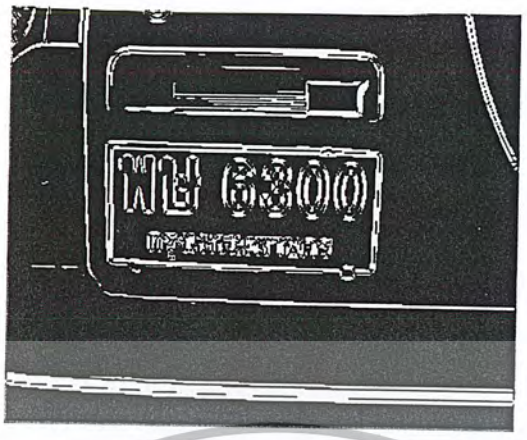


1) ใช้หน้ากากตามแกน x



2) ใช้หน้ากากตามแกน y

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



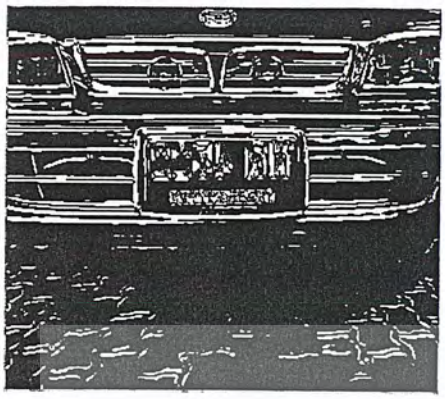
ค) เมื่อรวมทั้งแกน x และ y เข้าด้วยกัน

รูปที่ 4.5 ตัวอย่างภาพทะเบียนรถยนต์เมื่อผ่านการตรวจหาขอบ (Edge detection) ตามวิธีเกรเดียนต์โดยใช้หน้ากากแบบโซเบล ขนาด5*5

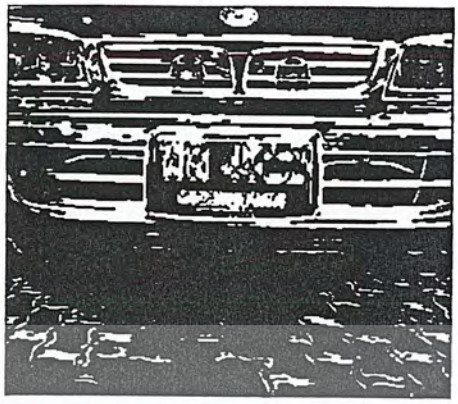
4.2.3 การกำจัดสิ่งรบกวน (Noise Reduction)

เมื่อภาพผ่านการตรวจหาขอบ โดยใช้หน้ากากแบบโซเบลนั้น อาจมีบางส่วนที่เป็นจุดสีดำเดี่ยว ๆ จำนวนมาก ซึ่งจะทำให้มีผลต่อการประมวลผลในขั้นต่อไปได้ เช่น การหาขอบของทะเบียนรถยนต์ ดังนั้นจึงต้องกำจัดพิกเซลที่เป็นสิ่งรบกวนนี้ออกจากภาพ โดยการหาตำแหน่งของพิกเซลที่มีสีดำและมีจุดข้างเคียงเป็นสีขาวเกิน 4 จุด แล้วเปลี่ยนให้เป็นสีขาวแทน ผลของการกำจัดพิกเซลที่เป็นสิ่งรบกวนออกแล้วแสดงในรูปที่ 3.6ข เมื่อเทียบกับตอนที่ยังไม่จำกัดสิ่งรบกวน จะเห็นได้ชัดเจนว่า ภาพมีขอบสีขาวที่ชัดเจนยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ก) ก่อนกำจัดสิ่งรบกวน



ข) หลังจากกำจัดสิ่งรบกวน

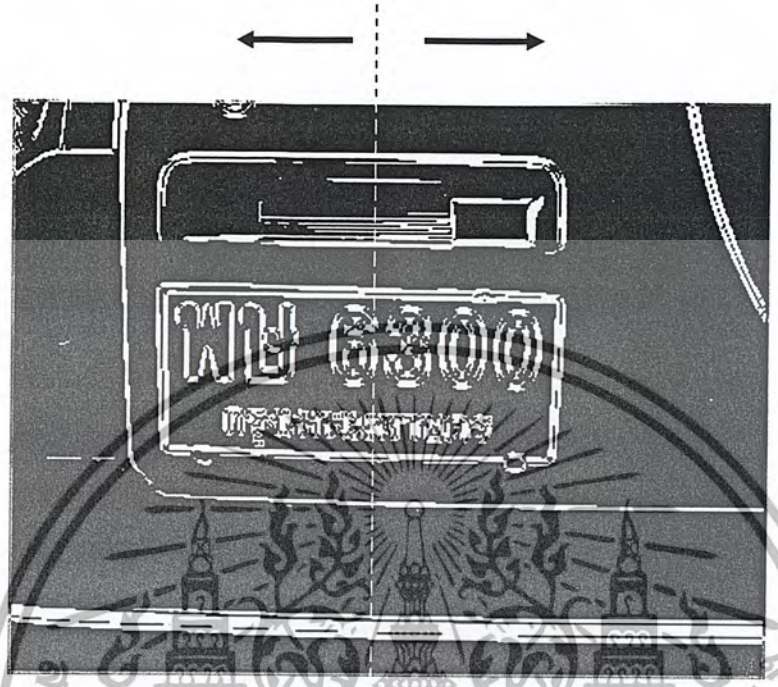
รูปที่ 4.6 ตัวอย่างภาพทะเบียนรถยนต์ก่อนและหลังจากกำจัดสิ่งรบกวนแล้ว

4.2.4 การหาตำแหน่งของทะเบียนรถยนต์

หลังจากได้ภาพที่ผ่านการตรวจหาขอบ และ Noise Reduction แล้วจากนั้นนำภาพมาหาตำแหน่งของทะเบียนรถยนต์ โดยการหาจำนวนจุดสีขาวที่ติดกันเป็นแถบ ในขั้นแรกจะหาขอบแนวตั้งของทะเบียนรถยนต์ก่อน จะเริ่มหาคอลัมน์กึ่งกลางของรูปไล่ไปทางซ้ายของรูปเพื่อหาขอบด้านซ้าย และไล่ไปทางด้านขวาของรูปเพื่อหาขอบด้านขวา โดยหาจุดสีขาวที่ติดกันมีค่าอยู่ในช่วงที่น่าจะเป็นขอบด้านข้างได้ เมื่อเจอแล้วก็จะตรวจหาขอบตามแนวนอนต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่งที่เริ่มหาขอบด้านข้างของทะเบียน



รูปที่ 4.7 แสดงการหาขอบด้านข้างของป้ายทะเบียน

ส่วนการหาขอบตามแนวตั้งจะเริ่มจากตำแหน่งแถวกึ่งกลางของขอบด้านข้างของทะเบียนที่ตรวจเจอมาก่อนหน้านี้ โดย Scan ไปด้านบนและด้านล่างทีละแถวตามแนวนอน เมื่อเจอแถบสีขาวที่มีความยาวอยู่ในช่วงที่น่าจะเป็นขอบด้านบนและด้านล่างได้ ก็จะถือว่าแถวนั้นเป็นขอบด้านบนและด้านล่างของป้ายทะเบียน เมื่อได้ขอบด้านบนและด้านล่างแล้ว ก็จะนำภาพมาแยกแยะหาหมายเลขทะเบียนต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.8 แสดงการหาขอบด้านข้างของป้ายทะเบียน

เริ่มจากทำการตัดภาพให้เหลือแต่ละส่วนของป้ายทะเบียนก่อนเพื่อจะได้หาขอบเขตของตังอักษรได้ง่ายขึ้นแล้วนำภาพส่วนป้ายทะเบียนแปลงให้เป็นภาพขาวดำ จากนั้นจึงทำการหาขอบเขตด้านบนและด้านล่างของหมายเลขทะเบียน โดยนับจำนวนของจุดสีดำในแต่ละแถวของภาพป้ายทะเบียนจนครบทุกแถว ทำการตรวจทีละแถว เริ่มจากแถวที่ 1/3 ของความสูงของเป้าหมายทะเบียนตรวจไปด้านบน เมื่อพบแถวที่ทำให้จำนวนชุดดำต่ำลงเกือบจะเป็นศูนย์ ให้แถวนั้นเป็นขอบเขตบนตัวอักขระ ทำเช่นเดียวกันกับขอบเขตล่าง เสร็จแล้วจะได้ขอบเขตและขอบเขตล่างของป้ายทะเบียน

เมื่อได้ขอบเขตด้านบนและด้านล่างแล้ว จึงนำมาหาขอบซ้ายและขวาของตัวอักขระแต่ละตัวต่อไป โดยตรวจทีละคอลัมน์เริ่มจากคอลัมน์ซ้ายสุดของป้ายทะเบียนเพื่อนับจำนวนชุดดำของแต่ละคอลัมน์ตั้งแต่ขอบบนและขอบล่างของหมายเลขทะเบียนที่หาได้ก่อนหน้านี้ แล้วหาขอบด้านซ้ายตัวอักขระ โดยวิธีพิจารณาคอลัมน์ที่มีการเปลี่ยนของจำนวนจุดดำจากศูนย์เป็นค่าใด ๆ จะได้ขอบซ้ายของตัวอักขระ และคอลัมน์ที่มีการเปลี่ยนของจำนวนจุดดำจากค่าใด ๆ เป็นศูนย์ให้เป็นขอบขวาของตัวอักขระไปเรื่อย ๆ จนครบทุกตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อได้ขอบเขตครบทุกตัวแล้วจึงทำการตัดภาพให้เหลือเพียงตัวอักษร(ภาพละ 1 ตัวอักษร) จนได้จำนวนภาพเท่ากันกับจำนวนของตัวอักขระที่หาพบเพื่อนำไปทำการรู้จำตัวอักขระต่อไป

4.3 การจดจำทะเบียนรถยนต์

หลังจากเราได้หาขอบเขตตัวอักษรของเลขทะเบียนแล้วเลขทะเบียนแต่ละตัวจะมีขนาดไม่เท่ากันเราก็ต้องทำให้กรอบของตัวเลขทะเบียนที่ได้มาเท่ากับ กรอบรูปของเลขทะเบียนที่เราจะนำมาเทียบ จึงจะเทียบได้อย่างมีประสิทธิภาพ

โดยในตอนแรกจะแบ่งตัวอักขระออกเป็น 2 กลุ่มของตัวอักษรสองตัวแรก และอีกกลุ่มคือกลุ่ม 4 ตัวหลังโดยทำการแยกพิจารณาคนละแบบกลุ่มแรกจะทำการเทียบจุดแต่ละตัวทั้งสองชนิดคือ ตัวพยัญชนะและตัวเลขและกลุ่มที่จะเทียบแค่ตัวเลขโดยแต่ละชนิด คือ พยัญชนะและตัวเลขของทะเบียนแบบใหม่และแบบเก่า

ก.)อักษรตัวเก่า

ข.)อักษรตัวใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

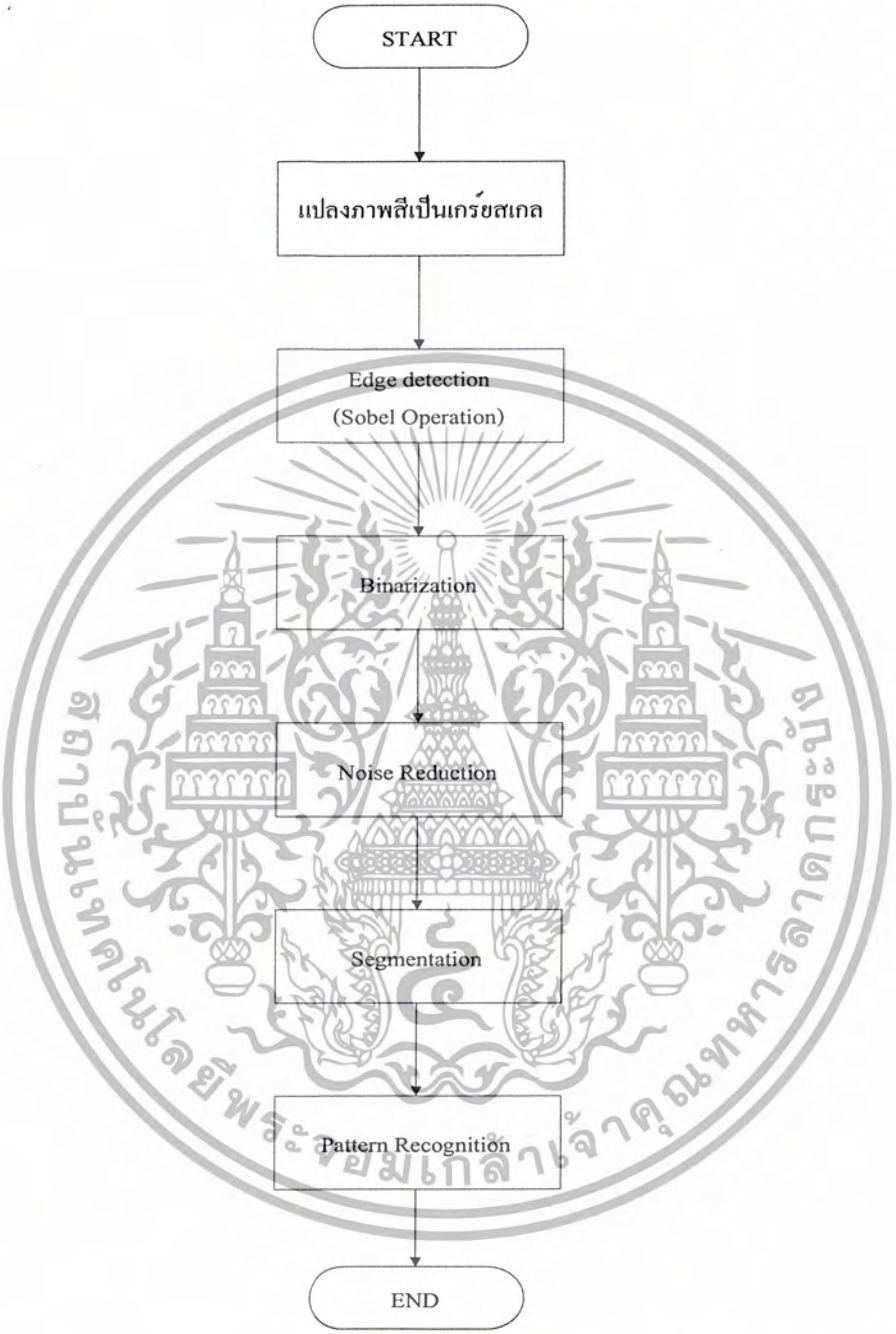
บทที่ 5
โครงสร้างของโปรแกรม

ในส่วนของโปรแกรมที่ใช้ประมวลผลภาพในระบบจดจำทะเบียนรถยนต์นี้เขียนขึ้นด้วยDelphi 5 ซึ่งอยู่บนพื้นฐานของภาษาปาสคาล โดยในการเขียนโปรแกรมเพื่อทำการประมวลผลภาพนี้ แบ่งออกเป็นส่วนของโปรแกรมย่อยเพื่อแยกการประมวลผลออกเป็นส่วนๆ

5.1 โปรแกรมหลัก

ส่วนของโปรแกรมหลัก จะมีขั้นตอนในการเรียกใช้โปรแกรมย่อยดังแสดงในรูปที่ 5.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.1 แผนผังการทำงานของโปรแกรมหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 โปรแกรมแปลงภาพสีเป็นภาพเกรย์สเกล

ก่อนที่จะนำภาพไปประมวลผล ต้องทำการแปลงภาพสีแบบ True Color เป็นภาพแบบเกรย์สเกล 256 ระดับก่อน โดยใช้ค่าเฉลี่ยของค่าสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน โดยมีขั้นตอนดังรูปที่ 5.2

รูปที่ 5.2 แสดงแผนผังโปรแกรมแปลงภาพสีเป็นภาพเกร์ยสเกล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 โปรแกรมตรวจหาขอบของภาพ

เพื่อให้ง่ายต่อการหาขอบของป้ายทะเบียน จึงต้องมีการหาขอบของภาพโดยรวมทั้งหมดก่อน ซึ่งจะใช้วิธีการเกรเดียนต์มีหน้ากากแบบโซเบล ขนาด 5*5

รูปที่ 5.3 แสดงแผนผังการทำงานของโปรแกรมหาขอบภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 โปรแกรมการทำ Binarization

เมื่อผ่านการทำ Edge detection แล้วจะได้ภาพแบบเกรย์สเกล จากนั้นจึงนำภาพมาแปลงเป็นภาพขาวดำ เพื่อให้ง่ายต่อการตรวจสอบขอบเขตของป้ายทะเบียน โดยกำหนดค่า Threshold ที่เหมาะสมในส่วนโปรแกรมแสดงได้ดังรูปที่ 5.4

รูปที่ 5.4 แสดงแผนการทำงานของโปรแกรม Binarization

เมื่อได้ภาพที่เป็นขาวดำแล้ว ก็จะนำภาพที่ได้มาหาขอบเขตของป้ายทะเบียนต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.5 โปรแกรมการหาตำแหน่งป้ายทะเบียน

ในการหาตำแหน่งของป้ายทะเบียน จะนำภาพขาวดำที่ได้มาหาขอบเขตของป้ายทะเบียน โดยการหาตำแหน่งสีขาวที่มีลักษณะต่อเนื่องกันอยู่ในช่วงที่น่าจะเป็นทะเบียนรถยนต์ได้ ดังแสดงในโปรแกรมดังรูปที่ 5.5

รูปที่ 5.5 แสดงแผนผังการทำงานของโปรแกรมแยกป้าทะเบียนจากรูป

เมื่อได้ภาพที่เหลือแต่ส่วนของทะเบียนรถยนต์ ก็จะนำภาพนี้มาตรวจหาตัวอักษรต่อไป

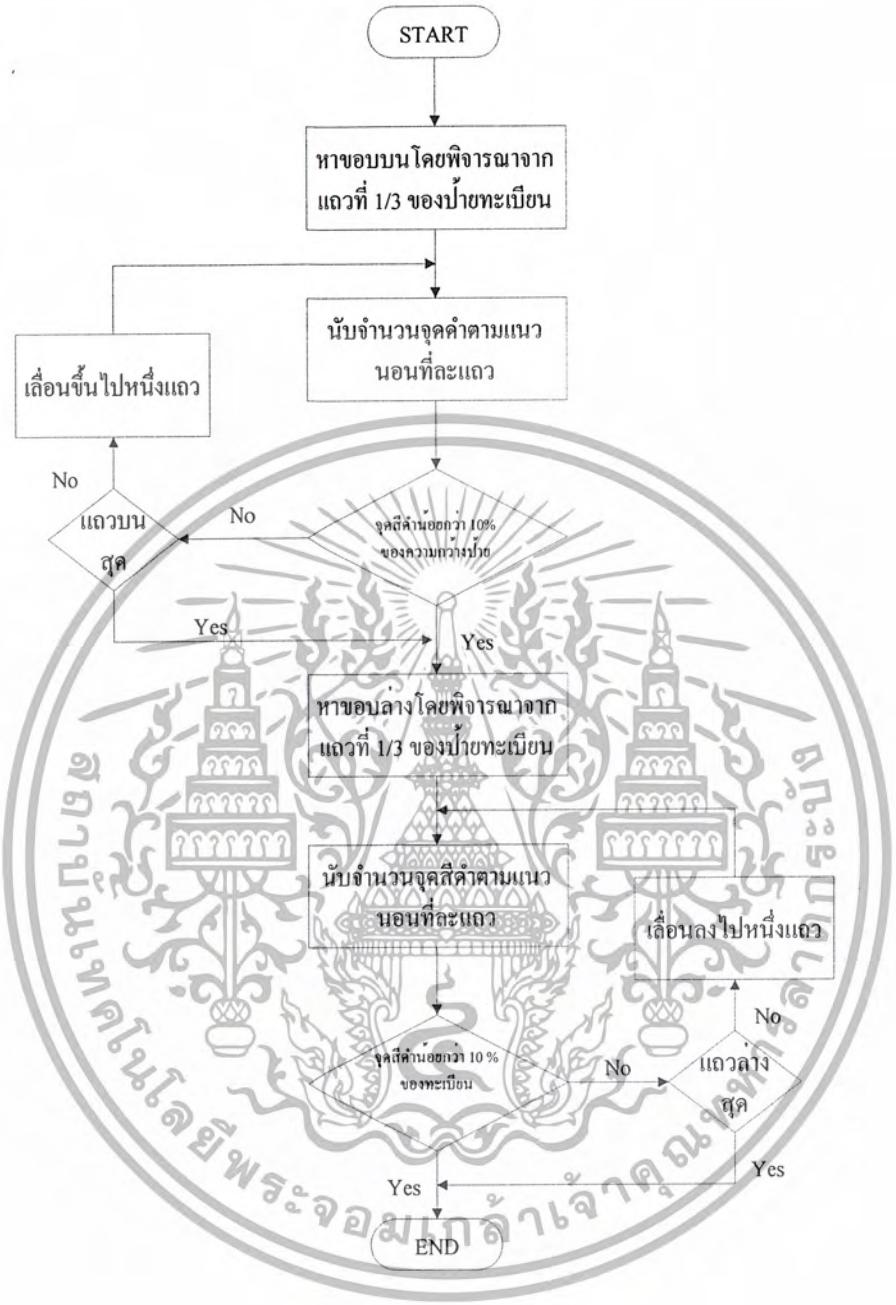
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.6 โปรแกรมหาตำแหน่งหมายเลขทะเบียน

เมื่อได้ภาพป้ายทะเบียนแล้ว ต้องแปลงภาพให้เป็นภาพขาวดำก่อน แล้วจึงแยกขอบเขตของหมายเลขทะเบียน ในที่นี้จะใช้การนับจำนวนจุดดำในแต่ละแถวของป้ายทะเบียนแล้วพิจารณาจำนวนจุดดำในภาพเพื่อหาขอบเขตบนและล่างของหมายเลขทะเบียน (ให้ตัวอักขระทุกตัวมีขอบเขตบนและล่างเป็นค่าเดียวกัน ดังแสดงใน Flow Chart ในรูปที่ 5.6

จากนั้นทำการนับจุดดำที่ละหลัก ทำการนับตั้งแต่ขอบเขตบนถึงขอบเขตล่างของหมายเลขทะเบียนที่หาได้ก่อนหน้านี้ แล้วจึงแยกแยะขอบเขตซ้ายและขวาของตัวอักขระแต่ละตัวโดยพิจารณาการเปลี่ยนของจำนวนจุดดำ คือ จำนวนจุดดำเปลี่ยนจากศูนย์เป็นค่าใดๆ คือขอบซ้ายของตัวอักขระ แต่ถ้าจำนวนจุดดำเปลี่ยนจากค่าใดๆเป็นศูนย์ คือขอบขวาของตัวอักขระ จนครบทุกตัวแล้วจึงตัดป้ายทะเบียนเป็นส่วนๆตามตัวอักขระเพื่อเข้าสู่การจดจำมายเลขทะเบียนต่อไป โดยมี Flow Chart ดังแสดงในรูปที่ 5.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.6 แสดงแผนผังการทำงานของส่วนหาขอบเขตบนและล่างของหมายเลขทะเบียน

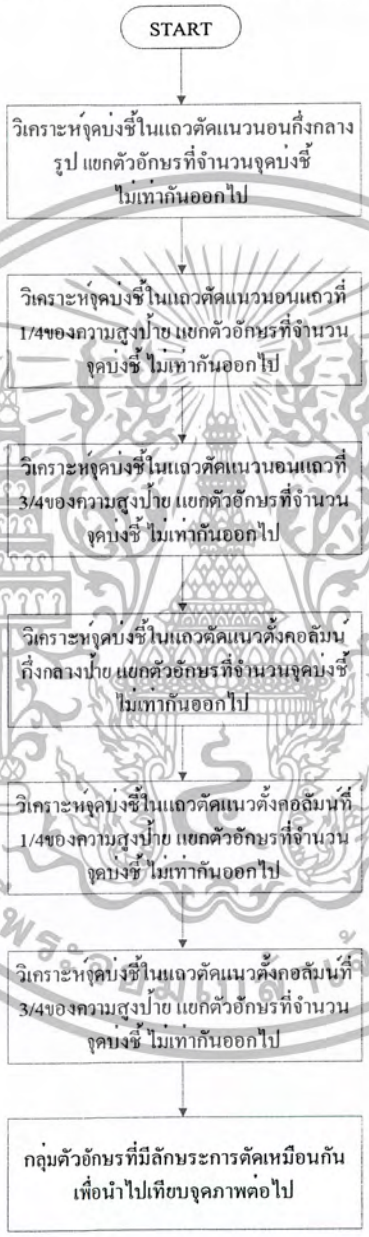
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.7 แสดงแผนผังการทำงานการทำงานของส่วนหาขอบด้านซ้ายและขวาของทะเบียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.7 โปรแกรมจดจำหมายเลขทะเบียน

ในที่นี้จะแบ่งตัวอักขระเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกคือตัวอักขระ 2 ตัวแรก และส่วนที่สองคือ ตัวอักขระ 4 ตัวหลัง โดยส่วนแรกจะใช้การจำแบบตัดและจำแนกร่วมกับเทียบจุดภาพ ดังรูปที่ 5.8



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.8 แสดงแผนผังการจดจำหมายเลขทะเบียนแบบตัดและจำแนก

เมื่อได้กลุ่มของตัวอักขระที่น่าจะเป็นไปได้แล้ว ก็นำภาพหมายเลขทะเบียนมาทำการเทียบจุดภาพเฉพาะในกลุ่มภาพตัวอักขระต้นแบบที่น่าจะเป็นไปได้เท่านั้น

ตัวอักขระส่วนที่สองนำมาเข้าสู่การจดจำทะเบียนแบบเทียบจุดภาพซึ่งมีแผนผังการทำงานดังต่อไปนี้

รูปที่ 5.9 แสดงแผนผังการทำงานของส่วนจดจำหมายเลขทะเบียนเทียบจุดภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

การทดลองและผลการทดลอง

6.1 การทดลองส่วนของการหาขอบเขตป้ายทะเบียนและหมายเลขทะเบียน

การทดลองจะทำการศึกษาผลของลักษณะต่างๆที่ทำให้การหาขอบเขตของป้ายทะเบียนและการหาขอบเขตหมายเลขทะเบียนเกิดการผิดพลาดขึ้นมา เพื่อนำมาแก้ไขโปรแกรม ให้สมบรูณ์ยิ่งขึ้นไปอีกโดยเรานำรูปที่ได้มาจากกล้องดิจิตอลโดยเป็นFile บิตแมท

- ขั้นตอนการแปลงภาพสีเป็นเกรย์สเกล

รูปภาพต้นแบบ

รูปที่ทำการเกรย์สเกลแล้ว

- ภาพที่ทำการ **Edge detection**โดยวิธีโซเบล และ ผ่านการ**Binarization**

รูปที่ทำการเกรย์สเกลแล้ว

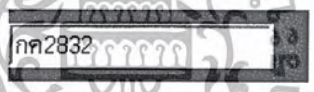
รูปที่แปลงเป็น**Binarization**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **ภาพที่ผ่านการ Segmentation**

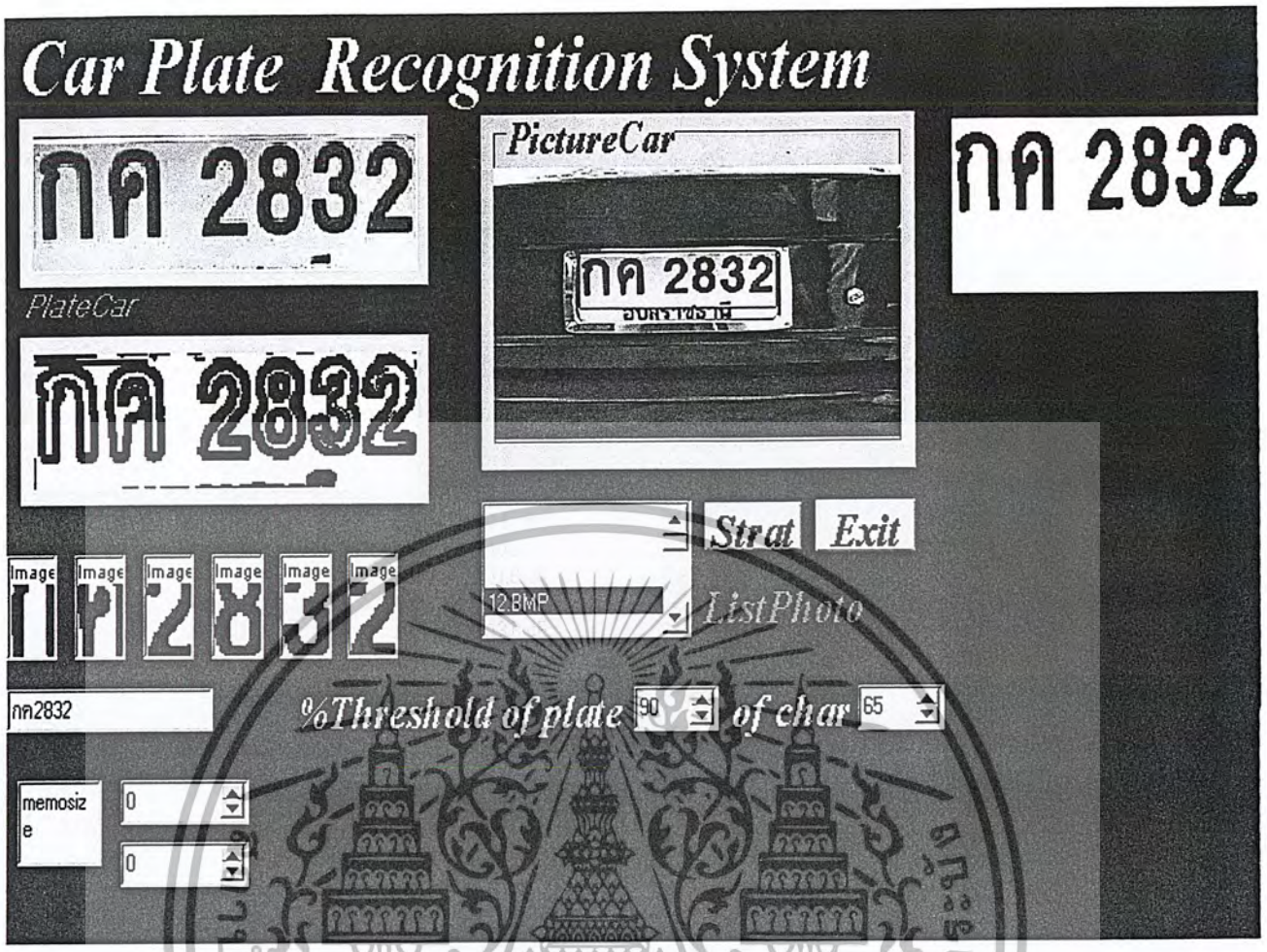
รูปต้นแบบ รูปที่ผ่านการ**Segmentation** แล้ว

- **ภาพที่ผ่านการ Matching และได้ผลเป็นข้อมูลตัวเลขหรืออักษรออกมา**



รูปที่ทำการ **Segmentation** รูปที่ทำการ **Matching**แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปโดยรวมของโปรแกรมที่ทำการทดลอง

โดยในการทดลองจะมีการแยกป้ายทะเบียนออกจากภาพได้ครบ และภาพที่ไม่สามารถแยกป้ายทะเบียนออกมาได้เลย แสดงดังรูปตารางที่ 6.1

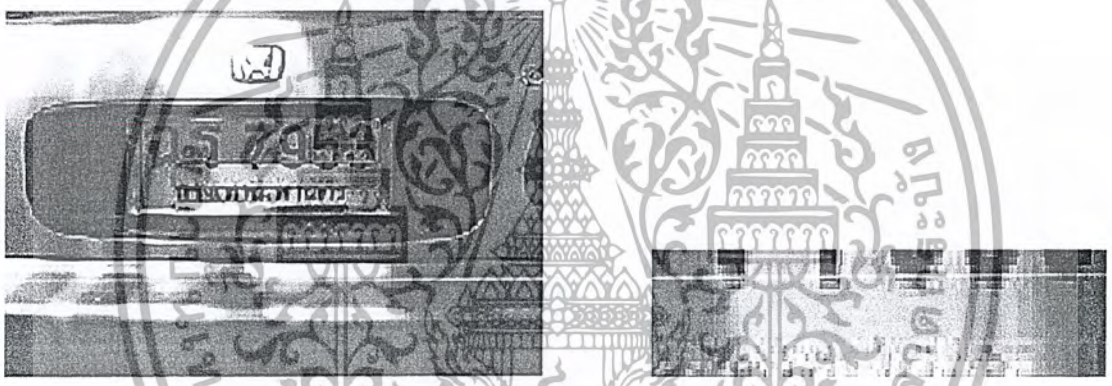
ผลการทดลอง	จำนวนภาพ จากทั้งหมด 100 ภาพ	เปอร์เซ็นต์
ตัดป้ายทะเบียนได้	97	97
ตัดป้ายตัวอักษรได้	88	88

จากตาราง เราจะแบ่งผลการทดลองเป็นสองส่วน คือ ส่วนที่ตัดป้ายทะเบียนได้และส่วนที่ตัดตัวอักษรได้และส่วนที่ตัดตัวอักษรได้โดยจะมีค่าเป็น 97% กับ 88% ตามลำดับ โดยส่วนที่ตัดป้ายทะเบียนไม่ได้จะมี ปัญหาต่างๆดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 6.1 ทะเบียนที่ไม่อยู่ตรงกลาง

ป้ายทะเบียนที่ไม่อยู่ตรงกลางโปรแกรมจะไม่สามารถ Detect เจอทะเบียน



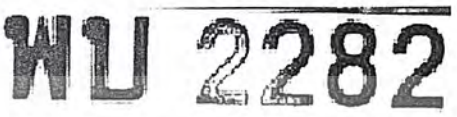
รูที่ 6.2 แสดงตัวอย่างภาพที่มีเงาพาดผ่านป้ายทะเบียน

ถ้ารูปทะเบียนเราเกิดมีแสงเงาพาดผ่านแล้วดันไปมีความเข้มของแสงเท่ากับขอบทะเบียนทำโปรแกรมเห็นแสงเงานั้นเป็นขอบทะเบียนทำให้ตัดกรอบมาไม่ครบตัวทะเบียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 6.3 แสดงตัวอย่างภาพที่มีป้ายทะเบียนเล็กเกินไป

รูปที่หาทะเบียนมาได้อย่างสมบูรณ์โดยไม่มีปัญหาอะไร ทะเบียนต้องอยู่ประมาณกึ่งกลางและไม่เอียงมากเกินไปจะได้ดังรูป 6.5



รูปที่ 6.4 แสดงตัวอย่างภาพที่ตัดทะเบียนได้อย่างสมบูรณ์

6.2 การทดลองส่วนของการตัดเลขทะเบียนและการจดจำหมายเลขทะเบียน

การทดลองของส่วนการตัดขอบเขตเลขทะเบียน และการวิเคราะห์ตัวอักขระในการเทียบจุด pixel ว่ามีประสิทธิภาพ และมีสาเหตุใดบ้างที่เป็นตัวทำให้การตัดและวิเคราะห์ตัวอักขระ มีความผิดพลาดเกิดขึ้นโดยความผิดพลาดที่เกิดสามารถนำไปแก้ไขและพัฒนาโปรแกมต่อไปได้

ผลการรู้จำ		
	จำนวนภาพ (จากจำนวนภาพที่ตัดอักษรได้88ภาพ)	เปอร์เซ็นต์
ถูกต้องทุกตัว	68	68
รู้จำผิด 1 ตัว	9	9
รู้จำผิด 2 ตัว	3	3
รู้จำผิด 3 ตัว	8	8

หลังจากที่ได้ป้ายทะเบียนแล้วเราก็จะนำมาตัดหาขอบเขตของตัวอักขระ โดยจะมีปัญหาต่างๆที่จะทำให้ตัดตัวอักขระได้ไม่ครบหรือหาไม่ได้เลยดังรูปตัวอย่างต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 6.5 แสดงตัวอย่างขอบเขตของเลขทะเบียนที่ชัดเจน

สีของตัวอักษรอ่อนเกินไปทำให้ค่า mean จึงต่ำไปทำให้หมายเลขทะเบียนไม่ชัดเจนหาขอบของเลขทะเบียนไม่เจอ

รูปที่ 6.6 ตัวอย่างภาพป้ายทะเบียนที่มีตัวอักษรสีอ่อนหาขอบเขตทะเบียนไม่ได้

6.3 เวลาในการทำงานของโปรแกรม

เวลาที่ใช้ในการประมวลผลของ โปรแกรมแสดง ได้ดังตารางที่ 6.3

เวลาที่ใช้ในการประมวลผล(วินาที)
1.94

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 7

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

สรุปแล้วขั้นตอนใหญ่ของโครงงานทั้งหมดแบ่งได้เป็น 2 ประเภท

7.1 ส่วนเตรียมข้อมูลภาพ

คือ เป็นการถ่ายหรือเก็บรูปจากด้านหน้ารถและหลังรถยนต์ มาหาขอบของป้ายทะเบียนที่ได้มีความไม่สมบรูณ์หรือหาป้ายทะเบียนไม่เจอเลย

- ระยะของภาพหรือขนาดของป้ายทะเบียนไม่เหมาะสม
- ตำแหน่งของป้ายทะเบียนไม่อยู่ประมาณกึ่งกลางของภาพ ก็จะทำให้หาขอบทะเบียนไม่เจอ
- แสงที่ตกกระทบบนป้ายทะเบียนไม่เท่ากันเช่น มีแสงมากระทบป้ายทะเบียนพาดกลางป้ายทะเบียนทำให้โปรแกรมเห็นแสงเป็นข้อมูลภาพ
- สิ่งแวดล้อมของภาพ เช่น สีของกันชนที่อยู่ติดกับป้ายทะเบียน

จากนั้นก็เป็นการเอาป้ายทะเบียนที่ได้ มาหาขอบเขตของตัวอักขระ โดยจากการทดลองจะเกิดความผิดพลาดในการหาขอบเขตของตัวอักขระ จะมีสาเหตุมาจาก

- การตัดป้ายทะเบียนไม่สมบรูณ์
- แสงมากระทบที่ทะเบียนจ้ามากเกินไป
- สีของตัวเลขหรืออักขระซีดเกินไป

ดังนั้น ตามที่ข้อผิดพลาดที่กล่าวมาเป็นตัวที่กำหนดการออกแบบโปรแกรมให้มีความครอบคลุมทุกกรณีที่เกิดปัญหา เพื่อทำให้ระบบมีความแม่นยำและถูกต้อง ซึ่งจะต้องทำการปรับปรุงโปรแกรมที่มีอยู่ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นไป

ซึ่งการวิเคราะห์ที่ผ่านมาเป็นขั้นตอนเริ่มต้นที่จะนำไปสู่ขั้นตอนเริ่มต้นที่จะนำไปสู่ ขั้นตอนถัดไป คือ กระบวนการจดจำรูปแบบ ซึ่งเป็นขั้นตอนสำคัญ ที่จะทำให้ระบบใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ

7.2 ส่วนจดจำทะเบียนรถยนต์

ในส่วนของการจดจำแบบเทียบจุดภาพ นั้นจะมีประสิทธิดีแค่ไหนอยู่ที่ความชัดเ จนของอักขระที่จะนำมาเทียบว่ามีความสมบรูณ์แค่ไหน ซึ่งจะขึ้นอยู่กับ threshold ที่เรากำหนดว่าจะเหมาะสมกับแต่ละทะเบียนแค่ไหน และขึ้นอยู่กับภาพที่เราเตรียมไว้เพื่อจะนำมาเทียบกับตัวอักขระที่เราตัดมาได้ว่ามี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลายแบบแค่ไหนเพราะถ้าแบบในการเทียบอักขระที่เราเตรียมไว้มีน้อยก็จะมีความผิดพลาดมากขึ้น ตามมาแต่ถ้าเราเพิ่มแบบอักขระให้มากขึ้นการเทียบจุด pixel ก็จะกินเวลานานทำให้โปรแกรมมีการทำงานที่ช้าลง โดยเราจะต้องออกแบบให้มีความสมดุลทั้งด้านเวลาและความถูกต้อง

สรุปแล้วก็คือ การที่เราจะทำให้โปรแกรมนั้นมีประสิทธิภาพนั้นขึ้นอยู่กับตั้งแต่ขบวนการแรกเริ่ม คือ การเตรียมข้อมูลภาพ เช่น การแปลงภาพไบนารี การตัดหาขอบทะเบียน การตัดหาขอบเขตทะเบียน การตัดหาขอบเขตอักขระ

ซึ่งถ้ามีบางกระบวนการที่เกิดความผิดพลาดก็จะทำให้ข้อมูลของภาพหายไปทำให้การเทียบการจดจำข้อมูลในขั้นตอนสุดท้ายนั้น เกิดความผิดพลาด เช่น ตัวอักษร ฐ detect เป็น ร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

Gonzalez , and R.E. Woods , **Digital Image Processing** , Addison-Wesley , 1992

Wayne Niblack , **An Introduction to Digital Image Processing** , Prentice Hall , 1986

สมศักดิ์ ศรีขจรเกียรติ , **Delphi 4**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้