สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบจดจำป้ายทะเบียนรถ

CAR LICENSE PLATE RECOGNITION SYSTEM

โดย

นาย เมธา จึงประเสริฐ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2546

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 55752
วัน,เดือน,ป 25 พ.ค. 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

CAR LICENSE PLATE RECOGNITION SYSTEM

BY

MR. METHA JUNGPRASERT

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF

THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR IN DEPARTMENT OF INFORMATION ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2003

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ระบบจดจำป้ายทะเบียนรถ
	Car License Plate Recognition System
ชื่อนักศึกษา	นายเมธา จึงประเสริฐ รหัสประจำตัว 43010341
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร. ปีติเขต สู้รักษา
	อาจารย์บุณย์ชนะ ภู่ระหงษ์
ระดับการศึกษา	ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
	สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ
ภาควิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ
ปีการศึกษา	2546

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับการอนุมัติเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

.....

(รศ.ดร. ปีติเขต สู้รักษา)

อาจารย์ที่ปรึกษา

.....

(อาจารย์บุณย์ชนะ ภู่ระหงษ์)

อาจารย์ที่ปรึกษา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ระบบจดจำป้ายทะเบียนรถ
	Car License Plate Recognition System
ชื่อนักศึกษา	นายเมธา จึงประเสริฐ รหัสประจำตัว 43010341
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร. ปิติเขต สู้รักษา
	อาจารย์บุณย์ชนะ ภู่ระหงษ์
ระดับการศึกษา	ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
	สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ
ภาควิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ
ปีการศึกษา	2546

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการศึกษาทฤษฎีการวิเคราะห์ภาพ และการจดจำและแยกแยะภาพ โดยจะนำไปใช้ในการแยกแยะและจดจำหมายเลขทะเบียนรถยนต์ เพื่อประยุกต์ใช้กับสถานที่จอดรถยนต์ได้

สำหรับโครงงานนี้จะเป็นการนำภาพรถยนต์มาหาตำแหน่งป้ายทะเบียนรถยนต์ จากนั้นนำภาพป้ายทะเบียนรถยนต์ที่ได้มาวิเคราะห์ทีละตัวอักษร และแสดงผลออกมาได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Car License Plate Recognition System
Student	Mr. Metha Jungprasert ID. 43010341
Advisor	Assoc.Prof.Dr. Pitikhate Sooraksa
	Mr. Bunchana Purahong
Graduate Level	Bachelor Degree of Information Engineering
Department	Information Engineering
Academic Year	2003

ABSTRACT

This thesis is focus on image processing and image recognition theory and implementation to car license plate recognition for public parking garages

This systems uses car's image to analyze by first find the car license plate at the front car ,And then take the car license plate to separate the characters on the plate ,Finally the system recognize the characters on the plate

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ต้องขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดาที่ให้กำลังใจเสมอมา และขอขอบพระคุณอาจารย์ทุก ๆ ท่านที่ได้ช่วยเหลือชี้แนะสิ่งต่าง ๆ ตลอดมา และสนันสนุนเครื่องมือในการทำปริญญานิพนธ์เป็นอย่างดี

สุดท้ายนี้ทางผู้จัดทำ ขอขอบคุณ อาจารย์ทุกท่านที่กรุณาประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ รวมทั้งแนวทางความคิดและแนวทงปฏิบัติให้แก่ผู้จัดทำ จนทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

นายเมธา จึงประเสริฐ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญรูป	จ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 แนวคิดและที่มาของปัญหา	1
1.2 จุดประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	1
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน	2
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	
2.1 การประมวลผลภาพดิจิตอล	3
2.2 ประเภทของการกระทำกับภาพ	3
2.3 พิกเซลข้างเคียง (Pixels Neighbor)	6
2.4 การทำคอนโวลูชัน (Convolution)	7
2.5 การกรองสัญญาณภาพ (Image Filtering)	8
2.6 ฮิสโทแกรม (Histogram)	11
2.7 การทำเทรสโฮลดิ้ง (Thresholding)	12
2.8 การจับคู่ (Matching)	14
2.9 การแยกวัตถุจากภาพ (Segmentation)	14
บทที่ 3 การออกแบบ	
3.1 โครงสร้างของโปรแกรม	19
3.2 อัลกอริทึมในการหาป้ายทะเบียน	19
3.3 อัลกอริทึมในการแยกแยะตัวอักษรโดยการซ้อนทับ	21
3.4 อัลกอริทึมในการแยกหมายทะเบียน	22
3.5 ส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน (User Interface)	23
3.6 การสร้างไฟล์ภาพ	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการทดลอง	
4.1 การทดลองการหาส่วนที่เป็นทะเบียน	26
4.2 การเลือกบริเวณที่น่าจะเป็นป้ายทะเบียน	28
4.3 ผลการหาบริเวณที่เป็นป้ายทะเบียนและแยกตัวอักษร โดยใช้วิธี Line Crossing	30
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการทดลอง	32
5.2 แนวทางการพัฒนาต่อ	32
เอกสารอ้างอิง	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 2.1 การกระทำแบบจุดต่อจุด	4
รูปที่ 2.2 การกรทำเฉพาะบริเวณ	5
รูปที่ 2.3 การกระทำแบบทั้งหมด	5
รูปที่ 2.4 (ก) พิกเซลข้างเคียงแบบ 4 และ (ข) พิกเซลข้างเคียงแบบ 8	6
รูปที่ 2.5 แสดงมาส์คที่ใช้ในการทำภาพให้เรียบ	9
รูปที่ 2.6 แสดงมาส์คที่ใช้ในการทำภาพให้ชัด	9
รูปที่ 2.7 (ก) แสดงมาส์คพีวิธแนวนอน (ข) แสดงมาส์คพีวิธแนวตั้ง	10
รูปที่ 2.8 (ก) แสดงมาส์คโซเบลแนวนอน (ข) แสดงมาส์คโซเบลแนวตั้ง	10
รูปที่ 2.9 แสดงฮิสโทแกรม	11
รูปที่ 2.10 แสดงลักษณะของฮิสโทแกรมจากภาพที่มีความสว่างต่างกัน	12
รูปที่ 2.11 แสดงการเลือกค่าเทรสโฮลด์จากฮิสโทแกรม	13
รูปที่ 2.12 แสดงการ segment ด้วยวิธี Line Crossing	15
รูปที่ 2.13 แสดงการหาขอบของวัตถุด้วยวิธี Contour Following	16
รูปที่ 2.14 แสดงเมตริกซ์ขนาด 3x3	17
รูปที่ 2.15 แสดงการหาขอบโดยใช้วิธี Contour with Matrix	18
รูปที่ 3.1 แสดงโครงสร้างของโปรแกรม	19
รูปที่ 3.2 แสดงแผนผังการหาป้ายทะเบียน	20
รูปที่ 3.3 แสดงแผนผังการแยกแยะตัวอักษร โดยการซ้อนทับ	21
รูปที่ 3.4 แสดงแผนผังการแยกหมายเลขทะเบียน	22
รูปที่ 3.5 แสดงส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน	23
รูปที่ 3.6 แสดงการทำงานของโปรแกรม	24
รูปที่ 3.7 แสดงการเก็บข้อมูลรูปภาพ	25
รูปที่ 4.1 แสดงภาพต้นแบบ	26
รูปที่ 4.2 แสดงภาพขอบในแนวตั้ง และค่าความถี่สะสม	27
รูปที่ 4.3 แสดงภาพขอบในแนวนอน และค่าความถี่สะสม	27
รูปที่ 4.4 แสดงภาพขอบในทั้ง 2 แนว และค่าความถี่สะสม	28
รูปที่ 4.5 แสดงการเปรียบเทียบบริเวณที่เป็นทะเบียนกับบริเวณที่ไม่ใช่	29
รูปที่ 4.6 แสดงผลการทดลองบางส่วน	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่1
บทนำ

1.1 แนวคิดและที่มาของปัญหา

ในการจำแนกรถยนต์สามารถจำแนกได้หลายวิธี การจำแนกด้วยเลขทะเบียนรถยนต์เป็นวิธีหนึ่งที่มีประสิทธิภาพ เพราะเลขทะเบียนรถยนต์ถือเป็นเอกลักษณ์เฉพาะของรถยนต์แต่ละคัน ซึ่งสามารถระบุได้ถึงลักษณะของรถยนต์ และเจ้าของรถ ดั้งนั้นโครงงานนี้จึงนำเลขทะเบียนรถยนต์มาวิเคราะห์และเก็บข้อมูล ซึ่งจะนำมาประยุกต์ได้ในงานหลายรูปแบบ เช่น การจัดเก็บค่าผ่านทาง การให้บริการที่จอดรถยนต์ กำหนดสิทธิของรถยนต์เข้า-ออกในเขตหวงห้าม ช่วยในการตามจับผู้ต้องหา เป็นต้น

ในที่จอดรถยนต์ส่วนใหญ่เป็นเพียงที่ฝากรถยนต์เท่านั้น เมื่อเกิดการสูญหายจะไม่รับผิดชอบชดใช้ค่าเสียหาย ทำให้เกิดความไม่เป็นธรรมกับผู้มาใช้บริการ โครงงานนี้จึงจะออกแบบให้ที่จอดรถยนต์สามารถจะแสดงให้ทราบว่าขณะนี้รถยนต์เข้ามาแล้ว ออกไปแล้ว และแสดงตำแหน่งของรถยนต์ที่จอดอยู่

1.2 จุดประสงค์

1.2.1 พัฒนาทฤษฎีและอัลกอลิทึมในงานด้านอิมเมจโปรเซสซิ่ง (Image Processing)

1.2.2 ตรวจจับป้ายทะเบียนรถยนต์ได้

1.2.3 สามารถจดจำเลขทะเบียนรถยนต์

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1.3.1 รับภาพจากกล้องมาใช้วิคราะห์

1.3.2 เขียนโปรแกรม ในการวิเคราะห์ภาพป้ายทะเบียนรถยนต์ที่ได้รับมาจาก Web Cam

1.3.3 เก็บภาพที่ได้จากการวิเคราะห์ลง Database

1.3.4 สร้างแบบจำลองที่จอดรถเพื่อใช้ในการแสดงตำแหน่งของรถยนต์ออกทางมอนิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 สามารถออกแบบ และใช้งานกล้อง Web Cam ในการนำภาพมาวิเคราะห์ได้

1.4.2 วิเคราะห์เลขทะเบียนรถยนต์ออกมาได้อย่างถูกต้อง

1.4.3 สามรถบอกได้ว่าเป็นรถยนต์คันใด

1.4.4 สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบที่จอดรถยนต์ในระบบอัตโนมัติได้

1.4.5 สร้างความปลอดภัยในที่จอดรถยนต์ให้มากขึ้น

1.4.6 นำไปพัฒนาเพื่อประยุกต์ให้เกิดประโยชน์ในงานด้านอื่น ๆ ต่อไป

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1.5.1 ตรวจสอบดูถึงรูปแบบของระบบเดิมว่ายังมีข้อด้อยในส่วนใดอยู่บ้างเพื่อใช้เป็นแนวทางในการทำโครงงาน

1.5.2 ค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับการทำระบบรู้จำเลขทะเบียนรถยนต์ โดยค้นหาจาก Web Site ต่าง ๆ และข้อมูลจากโครงงานเดิม

1.5.3 ศึกษาการใช้งาน Function ของ Microsoft Visual Basic 6 ที่ใช้ในการ Scan ภาพ

1.5.4 เขียนโปรแกรมการจัดเก็บภาพ และวิเคราะห์เลขทะเบียนรถยนต์

1.5.5 ออกแบบ Database และวางรูปแบบการติดตั้งกล้องเพื่อใช้ในการตรวจจับรูป

1.5.6 สร้างแบบจำลองที่จอดรถยนต์เพื่อใช้ในการแสดงผล

1.5.7 ทดลองและสรุปผลที่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีการประมวลผลภาพ

2.1 การประมวลผลภาพดิจิตอล

การประมวลผลภาพดิจิตอล (Image Processing) เป็นกระบวนการที่นำข้อมูลภาพดิจิตอลเข้ามาทำการประมวลผลและให้ข้อมูลออกมาเป็นข้อมูลภาพภาพใหม่ ซึ่งการประมวลผลส่วนใหญ่จะเน้นในด้านการปรับปรุงให้ดีขึ้น (Image Enhancement) การวิเคราะห์ภาพ (Image Analysis) การคืนสภาพของรูปภาพ (image Restoration) การแบ่งภาพออกเป็นส่วน ๆ (Image Segmentation) การแปลงภาพ (Image Transform) และการบีบอัดภาพ (Image Compression)

2.2 ประเภทของการกระทำกับภาพ

การประมวลผลภาพดิจิตอลเป็นการกระทำอย่างใดอย่างหนึ่งต่อภาพนำเข้าเพื่อให้ได้ภาพผลลัพธ์ มีลักษณะของภาพเป็นไปตามที่ต้องการ ซึ่งการกระทำกับภาพที่ใช้ในการประมวลภาพดิจิตอลมีอยู่มากมายหลายแบบ ความเข้าใจเกี่ยวกับคุณลักษณะและการแยกแยะประเภทของการกระทำภาพจะช่วยให้สามารถคาดคะเนภาพผลลัพธ์ที่ได้จากการกระทำแต่ละแบบ หรือการประมาณความซับซ้อนของการกระทำกับภาพที่ใช้

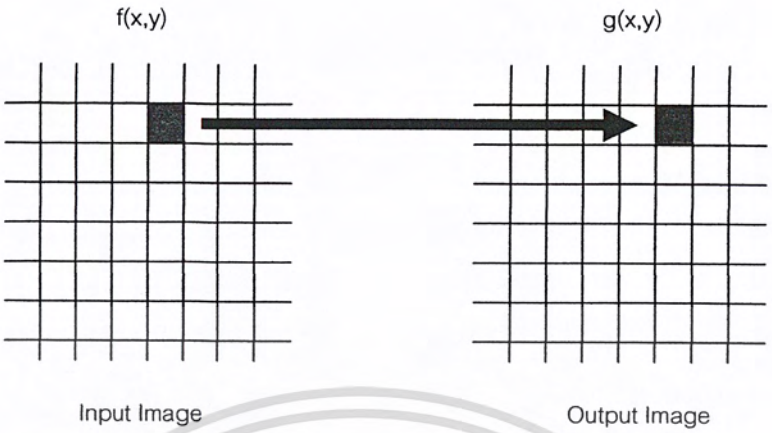
การกระทำภาพในการประมวลผลภาพทางดิจิตอลสามารถแบ่งได้เป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ 3 ประเภท คือ

2.2.1 การกระทำแบบจุดต่อจุด (Point Operation) การกระทำการแบบนี้ ค่าความเข้มแสงในแต่ละพิกเซลผลลัพธ์ จะขึ้นกับความเข้มแสงของพิกเซลในภาพนำเข้า ณ ตำแหน่งที่สมนัยกันดังรูปที่ 2.1 ลักษณะการกระทำกับภาพประเภทนี้ได้แก่ การปรับความสว่าง หรือความคมชัดของภาพ การบวก ลบ คูณ และหารภาพดิจิตอล หรือการกระทำการทางตรรกต่าง ๆ เป็นต้น

ถ้า $f(x,y)$ และ $g(x,y)$ เป็นภาพนำเข้าและภาพผลลัพธ์ตามลำดับ ค่าของพิกเซล g(x,y) จะมีค่าดังนี้

$$g(x_1, y_1) = \tau[f(x_1, y_1)] \quad ; \text{เมื่อ } \tau \text{ คือการกระทำใด ๆ กับภาพ} \qquad (2.1)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



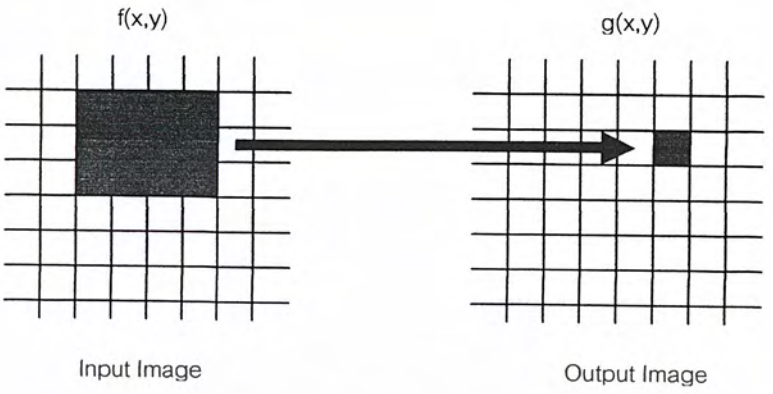
รูปที่ 2.1 การกระทำแบบจุดต่อจุด

2.1.2 การกระทำเฉพาะบริเวณ (Local Operation) สำหรับการกระทำประเภทนี้ค่าความเข้มแสงของพิกเซลในแต่ละจุดในภาพผลลัพธ์จะขึ้นอยู่กับค่าความเข้มแสงของพิกเซลที่อยู่ในบริเวณเดียวกันจากภาพนำเข้า (Neighborhood Pixels) ดังรูปที่ 2.2 ลักษณะการกระทำกับภาพประเภทนี้ได้แก่ การหาขอบ (Edge Detection) การกรองสัญญาณ (Filtering)

ถ้า $f(x,y)$ และ $g(x,y)$ เป็นภาพนำเข้าและภาพผลลัพธ์ตามลำดับ ค่าของพิกเซล $g(x,y)$ จะมีค่าดังนี้

$$g(x_1, y_1) = T[\text{ neighborhood of } f(x_1, y_1)] \qquad (2.2)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

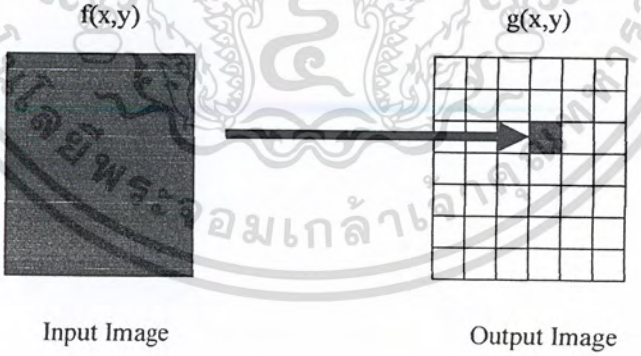


รูปที่ 2.2 การกระทำเฉพาะบริเวณ

2.2.3 การกระทำกับภาพทั้งหมด (Global Operation) การกระทำการประเภทนี้ ค่าความเข้มแสงในแต่ละพิกเซลของภาพผลลัพธ์ จะขึ้นอยู่กับค่าความเข้มแสงของทุกพิกเซลในภาพนำเข้า ดังรูปที่ 2.3 ลักษณะการกระทำภาพประเภทนี้ได้แก่ การทำเทรสโฮลดิ้ง (Thresholding) การทำฮิสโทแกรม (Histogram) เป็นต้น

ถ้า $f(x,y)$ และ $g(x,y)$ เป็นภาพนำเข้าและภาพผลลัพธ์ตามลำดับ ค่าของพิกเซล g(x,y) จะมีค่าดังนี้

$$g(x_I, y_I) = \mathcal{T}[f(x_I, y_I) \text{ for all } i] \qquad (2.3)$$



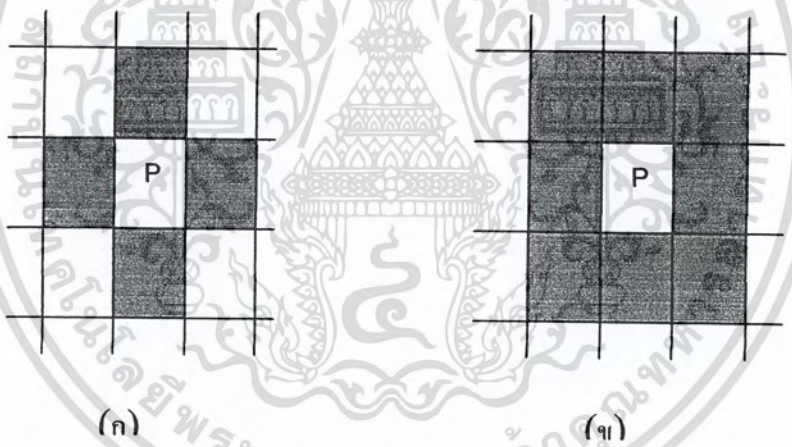
รูปที่ 2.3 การกระทำแบบทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 พิกเซลข้างเคียง (Pixels Neighbor)

การประมวลผลภาพดิจิตอลนั้น มีการกระทำหลายแบบที่ใช้กลุ่มของพิกเซลข้างเคียงเป็นหลัก นอกจากนี้การเชื่อมต่อระหว่างพิกเซลจะกระทำได้เฉพาะกับพิกเซลข้างเคียงท่านั้น ดังนั้นการเข้าใจคำนิยามของพิกเซลข้างเคียงจึงเป็นสิ่งที่สำคัญสำหรับการประมวลผลภาพ ลักษณะการกำหนดพิกเซลข้างเคียงสามารถกำหนดได้เป็น 2 แบบ คือ พิกเซลข้างเคียงแบบ 4 พิกเซล ซึ่งพิกเซลจะเรียงตัวเป็นรูปกากบาท และพิกเซลข้างเคียงแบบ 8 พิกเซล ซึ่งพิกเซลจะเรียงตัวเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ดังรูปที่ 2.4

ถ้ากำหนดให้พิกเซล p ตำแหน่งอยู่ที่ (x,y) และ $N_4(p)$ กับ $N_8(p)$ เป็นคือ พิกเซลข้างเคียงแบบ 4 พิกเซล และพิกเซลข้างเคียงแบบ 8 พิกเซล ตามลำดับ และ $N_D(p)$ เป็นพิกเซลที่อยู่ที่ตำแหน่ง (x+1,y+1) , (x+1,y-1) , (x-1,y+1) , (x-1,y-1) ในขณะที่สมาชิกของ $N_4(p)$ จะประกอบด้วย p และพิกเซลที่ตำแหน่ง (x+1,y) , (x-1,y) , (x,y+1) , (x,y-1) และสมาชิกของ $N_8(p)$ จะประกอบด้วย p , $N_4(p)$, $N_D(p)$



รูปที่ 2.4 (ก) พิกเซลข้างเคียงแบบ 4 และ (ข) พิกเซลข้างเคียงแบบ 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 การทำคอนโวลูชัน (Convolution)

การทำคอนโวลูชันในเชิงของการประมวลผลภาพ จะเป็นการกระทำการระหว่างภาพนำเข้า *f(x,y)* ที่มีขนาด N x N เมื่อ N เป็นเลขจำนวนเต็มใด ๆ กับมาส์ค (Mask) *m(x,y)* ซึ่งเป็นภาพที่มีขนาด M x M เมื่อ M เป็นเลขจำนวนเต็มใด ๆ (ปกติเป็นเลขคี่) และมีขนาดน้อยกว่ามาก ๆ เช่น 3x3 , 5x5 , 7x7 เป็นต้น ผลลัพธ์ความเข้มแสงใหม่ที่ได้จากการทำการคอนโวลูชันจะถูกเก็บไว้ในภาพผลลัพธ์ *g(x,y)* ซึ่งขั้นตอนการทำคอนโวลูชันเป็นไปตามสมการ

$$g(x,y)=\sum_{x=0}^{N-1}\sum_{y=0}^{N-1}\sum_{i=0}^{N-1}\sum_{j=0}^{N-1}f(i,j)m(x-i,y-j) \qquad (2.4)$$

จากสมการจะเห็นได้ว่าการทำคอนโวลูชันจะมีวิธีการเป็นขั้นตอนดังนี้

1. กลับ (Flip) มาส์คเทียบกับตำแหน่งจุดกลางของมาส์ค เมื่อใช้มาส์คที่มีขนาดเป็นเลขจำนวนเต็มคี่ ซึ่งโดยปกติมาส์คที่ใช้ในการประมวลผลภาพจะมีลักษณะสมนัยทั้งแนว x และแนว y ทำให้มาส์คที่ได้มีลักษณะเหมือนเดิม ดังนั้นขั้นตอนนี้จึงมักถูกละไว้ และการกำหนดมาส์คจะกำหนดในลักษณะที่เป็นมาส์คหลังการกลับแล้ว
2. เลื่อนมาส์คให้ไปทาบภาพนำเข้าโดยให้จุดกลางของมาส์คตรงกับพิกเซล *f(x,y)*
3. ทำการคูณค่าความเข้มแสงระหว่างพิกเซลของมาส์ค และพิกเซลของภาพนำเข้าที่ ณ ตำแหน่งเดียวกันแบบจุดต่อจุด
4. บวกผลคูณที่ได้ ในขั้นตอนที่ 3 ทั้งหมด และนำผลลัพธ์ที่ได้ไปใส่เป็นค่าความเข้มแสงของภาพผลลัพธ์ ณ ตำแหน่งเดียวกันกับพิกเซลของภาพนำเข้า นั่นคือ *g(x,y)*
5. เลื่อนตำแหน่งไปที่พิกเซลถัดไปของภาพนำเข้า ทำซ้ำตั้งแต่ขั้นตอนที่ 2 ถึงขั้นตอนที่ 4 จนกระทั่งครบพิกเซลทุกตัวในภาพนำเข้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างเช่น ถ้ามีมาส์คขนาด 3x3 ที่มีค่า ณ ตำแหน่งต่าง ๆ หลังจากการกลับแล้วดังนี้

$$\begin{bmatrix} A & B & C \\ D & E & F \\ G & H & I \end{bmatrix}$$

เมื่อนำมาส์คนี้ไปทาบกับพิกเซล p ณ ตำแหน่ง (x,y) ของภาพนำเข้า $f(x,y)$ ผลของการทำคอนโวลูชันจะได้ค่าความเข้มแสงของพิกเซล q ณ ตำแหน่งเดียวกันกับภาพผลลัพธ์ $g(x,y)$ มีค่าดังนี้

$$q = g(x,y) = Af(x-1,y-1)+ Bf(x-1,y)+ Cf(x-1,y+1)+ Df(x,y-1)+ Ef(x,y)+ Ff(x,y+1)$$
$$+Gf(x+1,y-1)+ Hf(x+1,y)+ If(x+1,y+1)$$

จากนั้นมาส์คจะเลื่อนไปที่ตำแหน่งถัดไปทางขวามือ นั่นคือ $f(x,y+1)$ โดยจะทำไปเรื่อย ๆ จนครบทุกพิกเซลของภาพนำเข้า

จากขั้นตอนการคอนโวลูชันจะเห็นได้ว่า ถ้าต้องการให้มาส์คทุกตัวทาบลงบนภาพนำเข้าได้พอดี จะต้องข้ามไม่ทำการคอนโวลูชันในแถวแรก ๆ แถวท้าย ๆ หลักแรก ๆ และหลักท้าย ๆ ซึ่งจำนวนที่หายไปขึ้นอยู่กับขนาดของมาส์ค เช่น มาส์คขนาด 3x3 การทำคอนโวลูชันจะไม่ทำกับพิกเซลแถวแรก แถวสุดท้าย หลักแรก และหลักสุดท้าย

2.5 การกรองสัญญาณภาพ (Image Filtering)

การกรองสัญญาณเป็นพื้นฐานที่ใช้งานกันอย่างแพร่หลายสำหรับงานด้านการประมวลผลภาพ การกรองสัญญาณภาพเป็นเทคนิคแบบหนึ่งของการปรับปรุงภาพ (Image Enhancement) ที่ มีจุดมุ่งหมายในการกำจัดความถี่ต่ำ , ความถี่สูง หรือความถี่ของสัญญาณช่วงหนึ่ง ๆ การกรองสัญญาณภาพทำได้ทั้งในโดเมนเวลา และโดเมนความถี่ แต่การกรองสัญญาณภาพในโดเมนเวลาทำได้ง่ายและรวดเร็วกว่า หลักการของการกรองสัญญาณภาพในโดเมนเวลาเป็นการทำแบบเฉพาะบริเวณแบบหนึ่งที่มีพื้นฐานการทำงานเป็นกระบวนการคอนโวลูชันภาพต้นฉบับกับมาส์คแบบต่างๆ โดยที่ลักษณะของมาส์คที่ใช้จะเป็นตัวกำหนดผลลัพธ์ที่จะได้ ซึ่งการกรองสัญญาณภาพในโดเมนเวลาสามารถแบ่งออกได้เป็นประเภทใหญ่ ๆได้ 3 ประเภท คือ การทำภาพให้เรียบ (Image Smoothing) การทำภาพให้คมชัด (Image Sharpening) การตรวจหาขอบ (Edge Detection)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1 การทำภาพให้เรียบ มีวัตถุประสงค์ในการกำจัดสัญญาณรบกวนซึ่งเป็นสัญญาณประเภทความถี่สูง โดยพื้นฐานอาศัยหลักในการทำการเฉลี่ยค่าความเข้มแสงเฉพาะบริเวณ หรืออีกนัยหนึ่งถือเป็นการกรองความถี่ต่ำ (Low-pass Filter) ผลกระทบของการทำภารให้เรียบก็คือภาพต้นฉบับจะพร่ามัว (Blurring Effect) มีความคมชัดน้อยลง เนื่องจากขอบของวัตถุในรูปภาพเป็นบริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงระดับค่าความเข้มแสง และจัดว่าเป็นสัญญาณความถี่สูงจะถูกกรองออกไป ดังนั้นเทคนิคการทำภาพให้เรียบส่วนใหญ่จะเน้นที่การกำจัดสัญญาณรบกวน แต่จะไม่ทำลายขอบของวัตถุในภาพ มาส์คที่ใช้ในการทำภาพให้เรียบจะมีลักษณะที่พิกเซลทุกตำแหน่งจะมีค่าเป็นบวกทั้งหมด ตัวอย่างเช่น

$$\frac{1}{9}\begin{bmatrix}1 & 1 & 1\\ 1 & 1 & 1\\ 1 & 1 & 1\end{bmatrix} \qquad \frac{1}{16}\begin{bmatrix}1 & 2 & 1\\ 2 & 4 & 2\\ 1 & 2 & 1\end{bmatrix}$$

รูปที่ 2.5 แสดงมาส์คที่ใช้ในการทำภาพให้เรียบ

นอกจากนี้ยังมีการใช้มาส์คที่ไม่เป็นเชิงเส้นอีกหลายประเภทในการทำภารให้เรียบ เช่น การใช้ค่ามัธยฐาน (Median) ค่าฐานนิยม (Mode) หรือการหาค่าเฉลี่ยที่ไม่เป็นเชิงเส้น

2.5.2 การทำภาพให้ชัด เป็นการกรองสัญญาณในโดเมนเวลา ที่ใช้มาส์คที่เป็นประเภทการหาค่าอนุพันธ์ (Derivative) ของพิกเซลเฉพาะบริเวณ โดยที่การทำให้ภาพชัดนั้นจะทำให้บริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงความเข้มแสงในรูปภาพเด่นชัดขึ้น นั่นคือการทำงานในลักษณะกรองความถี่สูง (High-pass Filtering) มาส์คการทำภาพให้ชัดมีลักษณะที่มีทั้งค่าบวก และค่าลบ โดยที่จะมีค่าบวกอยู่บริเวณกึ่งกลางมาส์ค และมีค่าลบอยู่โดยรอบ ดังตัวอย่าง

$$\begin{bmatrix}0 & -1 & 0\\ -1 & 4 & -1\\ 0 & -1 & 0\end{bmatrix} \qquad \begin{bmatrix}-1 & -1 & -1\\ -1 & 8 & -1\\ -1 & -1 & -1\end{bmatrix} \qquad \begin{bmatrix}-2 & 1 & -2\\ 1 & 4 & 1\\ -2 & 1 & -2\end{bmatrix}$$

รูปที่ 2.6 แสดงมาส์คที่ใช้ในการทำภาพให้ชัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3 การตรวจหาขอบ เป็นกระบวนการในการหาขอบของภาพ โดยหาว่ามีการเปลี่ยนแปลงความสว่างอย่างฉับพลันที่บริเวณใด แสดงว่าบริเวณนั้นอาจเป็นขอบของภาพ มาส์คจะมีทั้งค่าบวก และค่าลบ ซึ่งจะมีการเรียงตัวแบ่งแยกกัน มาส์คที่ใช้จะมีอยู่ 2 ลักษณะ คือ ตรวจหาขอบในแนวตั้ง และตรวจหาขอบในแนวนอน การรวมขอบของทั้ง 2 แนวเข้าด้วยกันทำได้ดังสมการ

$$G = \sqrt{G_x^2 + G_y^2} \qquad (2.4)$$

; G_x คือ ค่าของขอบในแนวตั้ง

; G_y คือ ค่าของขอบในแนวนอน

ตัวอย่างของมาส์คของการตรวจหาขอบ

1. มาส์คพีวิธ (Prewitt)

$$\begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \qquad \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

(ก) (ข)

รูปที่ 2.7 (ก) แสดงมาส์คพีวิธแนวนอน (ข) แสดงมาส์คพีวิธแนวตั้ง

2. มาส์คโซเบล (Sobel)

$$\begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix} \qquad \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

(ก) (ข)

รูปที่ 2.8 (ก) แสดงมาส์คโซเบลแนวนอน (ข) แสดงมาส์คโซเบลแนวตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 ฮิสโทแกรม (Histogram)

ฮิสโทแกรม คือ การแสดงความถี่ที่เกิดขึ้นในแต่ละความเข้มแสง (Intensity) หรือค่าระดับเทา (Gray Level) ฮิสโทแกรมสร้างได้โดย

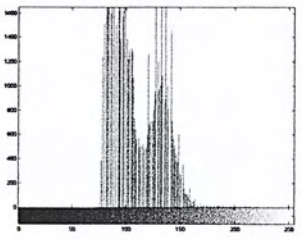
1. แปลงเป็นภาพระดับเทา
2. นับจำนวนพิกเซลของแต่ละค่าระดับสีเทา
3. วาดกราฟแสดงผล

กราฟที่ได้จะเป็นกราฟแท่งแสดงจำนวนพิกเซลในแต่ละระดับค่าเทา แต่ไม่สามารถบอกได้ว่าตำแหน่งใดมีค่าระดับเทาเท่าไร ดังรูป

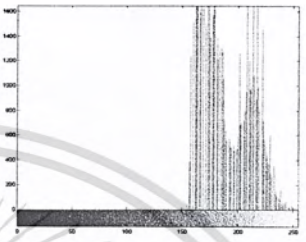
รูปที่ 2.9 แสดงฮิสโทแกรม

ฮิสโทแกรมจะแสดงลักษณะของภาพ คือ ถ้าพื้นที่กราฟส่วนใหญ่อยู่บริเวณค่อนไปทาง "0" หมายถึงภาพนั้นจะมืด ถ้าพื้นที่กราฟส่วนใหญ่อยู่บริเวณค่อนไปทาง "255" หมายถึงภาพนั้นจะสว่าง ถ้าแท่งกราฟมีการกระจายตัวน้อยแสดงว่าภาพมีความต่างของสีน้อย ถ้าแท่งกราฟมีการกระจายตัวมากแสดงว่าภาพมีความต่างของสีมาก ดังนี้

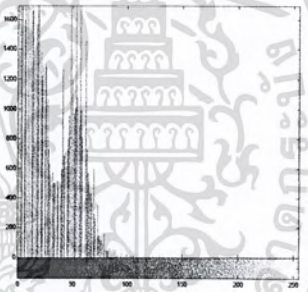
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) (ข)



(ค) (ง)



(จ) (ฉ)

รูปที่ 2.10 แสดงลักษณะของฮิสโทแกรมจากภาพที่มีความสว่างต่างกัน

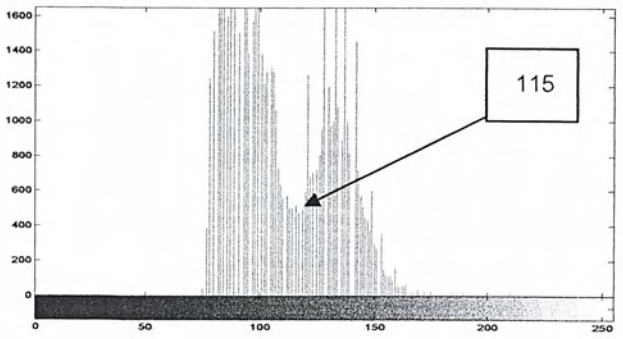
2.7 การทำเทรสโฮลดิ้ง (Thresholding)

ในการจะเปลี่ยนภาพระดับสีเทา (Gray Scale Image) ให้เป็นภาพขาวดำ (Binary Image) จะใช้ค่าหนึ่งที่ใช้ในการตัดสินใจว่าค่าระดับสีเทาที่เท่าไรจึงจะเป็นสีขาว หรือสีดำ ค่าที่ว่านั้นคือค่าเทรสโฮลด์ การเลือกค่าเทรสโฮลด์ทำได้ 3 วิธี คือ

2.7.1 ค่าเทรสโฮลด์ที่กำหนดล่วงหน้า วิธีนี้จะกำหนดค่าเทรสโฮลด์ขึ้นมาเองโดยไม่ได้สนใจข้อมูลภาพนำเข้า เช่น กำหนดค่าเทรสโฮลด์เท่ากับ 128, 150 เป็นต้น

2.7.2 ค่าเทรสโฮลด์ที่กำหนดจากฮิสโทรแกรม วิธีนี้จะใช้การเลือกค่าระดับเทาค่าหนึ่งจากฮิสโทแกรมของภาพนำเข้ามาเป็นค่าเทรสโฮลด์ ดังภาพที่ 2.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 แสดงการเลือกค่าเทรสโฮลด์จากฮิสโทแกรม

2.7.3 การหาค่าเทรสโฮลด์จากสูตร

1. ค่าเฉลี่ยเลขคณิต การหาค่าเทรสโฮลด์จากค่าเฉลี่ยทำได้ดังมาสมการ

$$Threshold = \frac{\sum_{x=0}^{N-1}\sum_{y=0}^{M-1} f(x,y)}{N * M} \tag{2.5}$$

2. ค่าสูงสุด-ต่ำสุด สามารถหาค่าเทรสโฮลด์ได้ดังสมการ

$$Threshold = \frac{Max(f(x,y)) + Min(f(x,y))}{2} \tag{2.6}$$

3. ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สามารถหาค่าเทรสโฮลด์ได้โดยการหาค่าเฉลี่ย และหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทำตามสมการ

$$\mu = \frac{1}{MN}\sum_{x=0}^{N-1}\sum_{y0}^{M-1} g(x,y) \tag{2.7}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{MN}\sum_{x=0}^{n-1}\sum_{y=0}^{m-1}(g(x,y)-\mu)^2} \tag{2.8}$$

$$Threshold = k_1\mu + k_2\sigma \tag{2.9}$$

ค่า k_1 , k_2 เป็นค่าคงที่มีค่าอยู่ในช่วง 1.0 ถึง 2.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเลือกค่าเทรสโฮลด์ได้แล้วจะนำมาใช้ในการแปลงภาพนำเข้าเป็นภาพขาวดำดังสมการ

$$g(x,y)=\begin{cases}0 & for \quad f(x,y)<Threshold\\ 1 & for \quad f(x,y)\geq Threshold\end{cases} \tag{2.10}$$

2.8 การจับคู่ (Matching)

วิธีการจับคู่ที่ง่ายที่สุดนั้นคือการใช้เส้นตรง, กลุ่มของเส้นตรง, จุดหรือกลุ่มของจุด ส่วนขั้นที่สูงกว่านั้นและมีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้นคือการแทนที่ภาพด้วยเทมเพลทหรือแพทเทิร์น (Pattern or Template representing) เช่น การพิมพ์แผงวงจร หรือการขยายส่วนต่าง ๆ ของเครื่องจักร ส่วนขั้นที่สูงที่สุดและซับซ้อนที่สุดคือ การที่จับคู่รูป ๆ เดียวกันที่มาจากต่างตำแหน่งกัน เช่น ภาพถ่ายพื้นผิวโลกที่ถ่ายได้จากเซ็นเซอร์ของดาวเทียมหลาย ๆ ดวง

วิธีการจับคู่จะรวมไปถึงการเคลื่อนที่, รูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก, การหมุนและการบิดเบือนของภาพ ส่วนมากแล้วในทางอุตสาหกรรมนั้นจะใช้พิกัดสี่เหลี่ยมมุมฉาก(Rectangular Coordinate System) ซึ่งจะทำการจับคู่โดยการเปลี่ยนพิกัดในทิศทาง X, Y แต่จะไม่รวมวิธีการหมุนรูป (Rotate)ไว้ วิธีการหมุนรูปบนระบบซึ่งสร้างจากพิกัดสี่เหลี่ยมมุมฉากนั้นจะมีความซับซ้อนมาก รูปร่างของพิกเซลและลักษณะของภาพนั้นจะเปลี่ยนแปลงไปตามมุมของการหมุน นอกจากระบบพิกัดสี่เหลี่ยมมุมฉากแล้วระบบภาพจะสามารถสร้างบนระบบพิกัดมุม(Polar Coordinate System) ได้อีกอย่างหนึ่ง โดยใช้โพลาร์ อาเรย์ เซ็นเซอร์(Polar Array Sensor)ในการเก็บข้อมูล แต่ในปัจจุบันนี้ยังไม่มีกล้องโพลาร์ อาเรย์ (Polar Array Camera) ออกวางจำหน่ายทั่วไป พิกเซลต่าง ๆ ถูกระบุโดยมุมตั้งแต่ 0 ถึง 90 องศา แต่จะเปลี่ยนแปลงไปตามเวกเตอร์ที่เคลื่อนไปตามแกน X, Y ระบบพิกัดมุม(Polar Coordinate System) นั้นจะมีข้อดีกว่าถ้าทำการสแกนภาพตามรัศมีที่ให้มา

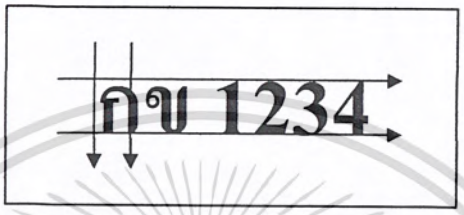
2.9 การแยกวัตถุจากภาพ (Segmentation)

กระบวนการสำคัญอีกขั้นตอนหนึ่งในการประมวลผลภาพเบื้องต้นก่อนที่จะไปสู่ขั้นตอนการจดจำรูปแบบ ก็คือ กระบวนการแยกวัตถุออกจากพื้นหลัง ซึ่งในที่นี้จะเป็นการแยกข้อมูลภาพที่เป็นตัวอักษรออกจากข้อมูลภาพทั้งหมด โดยแยกออกมาทีละตัวอักษร เพื่อนำไปเข้าสู่กระบวนการจดจำรูปแบบซึ่งสามารถประมวลผลได้ทีละหนึ่งตัวอักษรเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.1 การหากรอบตัวอักขระโดยวิธี Line Crossing

เทคนิคนี้มีหลักการ คือ พยายามแบ่งตัวอักขระออกมาให้มากที่สุด โดยเริ่มจากการสแกนเป็นแนวตรง ทั้งแนวนอน และแนวตั้ง ตัดเป็นช่องว่างให้เกิดเป็นตารางครอบตัวอักขระ ซึ่งตารางที่เล็กที่สุดที่ครอบตัวอักขระอยู่ ถือเป็นการ segment ได้หนึ่งอักขระดังรูป



รูปที่ 2.12 แสดงการ segment ด้วยวิธี Line Crossing

แนวคิดของวิธีการ Line Crossing มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. สแกนเป็นเส้นตรงตามแนวนอน หาช่องว่าง
2. สแกนเป็นเส้นตรงตามแนวตั้ง หาช่องว่าง
3. คัดลอกข้อมูลส่วนที่ตัดได้
4. แสดงข้อมูลส่วนที่ตัดได้

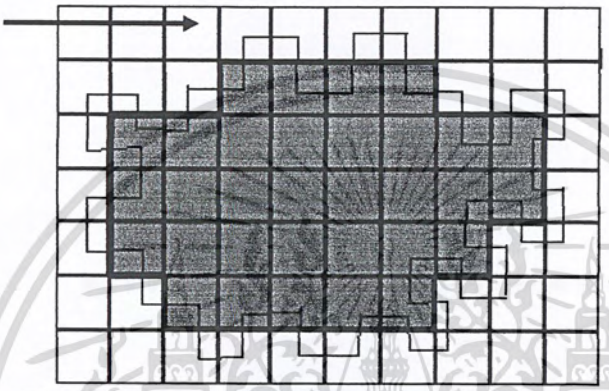
ข้อดีของการทำ Line Crossing ก็คือ ง่ายต่อการเขียนโปรแกรม และมีประสิทธิภาพสูงในการแยกอักขระกับแบบที่อักขระมีข้อผิดพลาดน้อย ตัวอักขระไม่ติดกันมาก

ข้อเสียของวิธีนี้ที่เห็นได้อย่างชัดเจนคือ ในการทำการแยกตัวอักขระที่มีความเหลื่อมล้ำกันจะไม่สามารถใช้เทคนิคนี้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.2 เทคนิคการตามรอยภาพ (Contour Following)

เทคนิคนี้จะช่วยให้ segment ตัวอักษรได้ง่ายขึ้น โดยไม่ต้องคำนึงถึงรูปร่างของวัตถุที่จะทำการ segment เมื่อพิจารณาขอบของวัตถุจะมีค่าสีที่มีความแตกต่างกันกับสีของพื้นหลัง เช่น ภาพตัวอักขระสีดำที่อยู่บนพื้นกระดาษสีขาว



รูปที่ 2.13 แสดงการหาขอบของวัตถุด้วยวิธี Contour Following

หลักการทำงานของเทคนิคนี้ในการทำ Contour Following มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

1. พิกเซลปัจจุบันมีข้อมูลเป็นสีดำ ให้เลี้ยวซ้ายจากทิศทางปัจจุบัน
2. พิกเซลปัจจุบันมีข้อมูลเป็นสีดำขาว ให้เลี้ยวขวาจากทิศทางปัจจุบัน
3. เดินตามรอยขอบไปเรื่อย ๆ จนกว่าพิกเซลปัจจุบันเป็นตำแหน่งเดียวกับพิกเซลเริ่มต้น

ข้อดีของการทำวิธีนี้คือไม่ต้องคำนึงว่ารูปร่างของวัตถุจะมีลักษณะเป็นเช่นไร เมื่อวิ่งไปตามขอบจะได้กรอบล้อมรอบตัวอักษรพอดี

ข้อเสียของการทำวิธีนี้คือ ถ้าตัวอักขระมีส่วนที่ติดกันอยู่จะไม่สามารถใช้วิธีนี้การแยกตัวอักขระออกมาเป็นตัว ๆ ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.9.3 เทคนิคการแยกโดยใช้วิธี Contour with Matrix

เทคนิคนี้คล้ายกับการทำ Contour Following แต่จะต่างกันที่วิธีนี้จะดึงข้อมูลภาพที่อยู่ในขอบเขตการทำ Contour ไปใช้ด้วย ทำให้ได้ข้อมูลอักขระทั้งตัวไปใช้งาน และการใช้งานไม่เพียงแต่ดูว่าข้อมูลนั้นเป็นสีใด แต่จะใช้เมตริกซ์ในการช่วยตรวจสอบแทน เมตริกซ์ที่ใช้แสดงดังรูป

P1	P2	P3
P4	P5	P6
P7	P8	P9

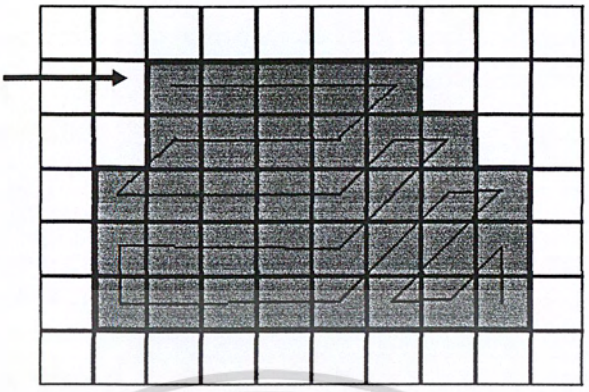
รูปที่ 2.14 แสดงเมตริกซ์ขนาด 3x3

หลักการของการทำ Contour with Matrix มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

1. กำหนดจุดดำที่พบเป็นจุดกลางของเมตริกซ์ (P5) คัดลอกจุดนี้ลงใน Buffer แล้วลบจุดนั้นออกไปจากรูปภาพ
2. หาจุดกลางถัดไป โดยตรวจสอบข้อมูลรอบ ๆ จุดกลางปัจจุบัน โดยการตรวจสอบจะเริ่มจากตำแหน่ง P1, P2, P3, P4, P6, P7, P8 และ P9 ตามลำดับ กำหนดจุดดำจุดแรกให้เป็นจุดกลางของเมตริกซ์
3. เมื่อรอบ ๆ จุดกลางนั้นไม่มีจุดดำแล้ว จะทำการส่งค่าคืนกลับไปยังจุดกลางตัวก่อน
4. การทำงานจะทำไปเรื่อย ๆ จนกระไม่มีจุดดำเหลืออยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

55752

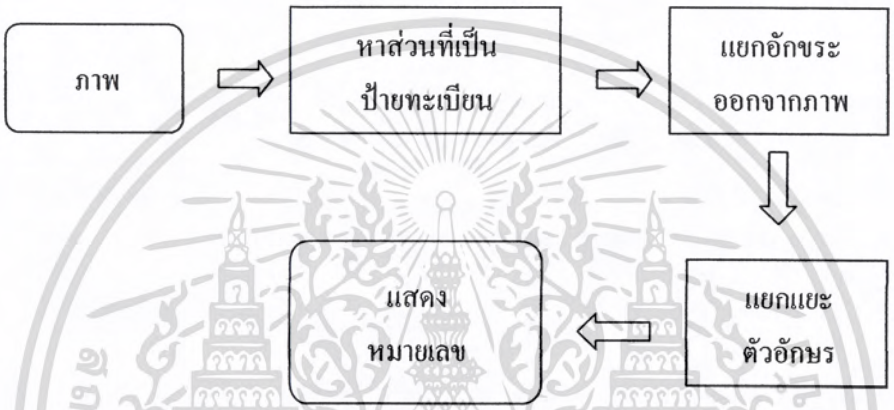


รูปที่ 2.15 แสดงการหาขอบโดยใช้วิธี Contour with Matrix

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
หลักการออกแบบ

3.1 โครงสร้างของโปรแกรม

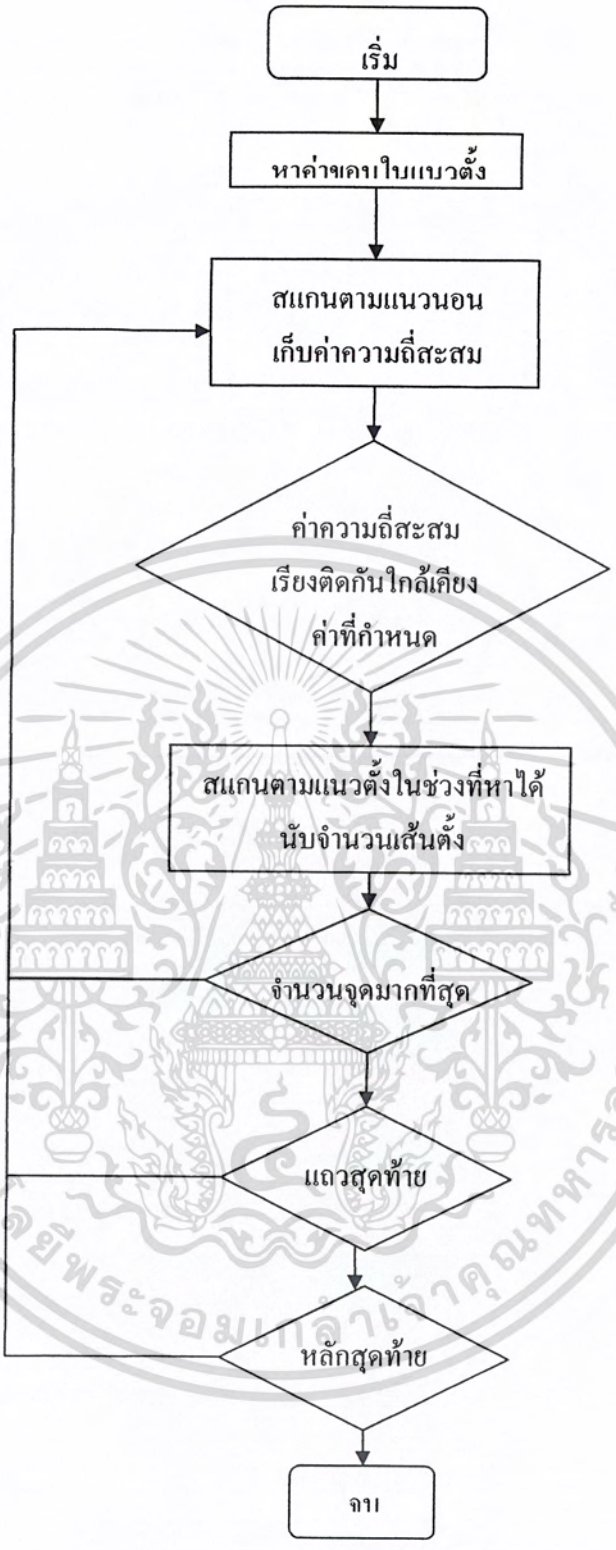


รูปที่ 3.1 แสดงโครงสร้างของโปรแกรม

3.2 อัลกอริทึมในการหาป้ายทะเบียน

1. หาขอบในแนวตั้งของภาพ และทำให้เป็นภาพขาวดำ
2. สแกนตามแนวนอน และรวมค่าพิกเซลที่มีสีขาว เก็บเป็นค่าความถี่สะสมในแต่ละแนว
3. ตรวจค่าความถี่สะสมในแนวที่ติดกัน หาบริเวณที่ติดกันรวมมีความกว้างใกล้เคียงกับความสูงของหมายเลขทะเบียน
4. นำช่วงที่หาได้ในข้อ 3. มาสแกนตามแนวตั้ง เพื่อนับจำนวนเส้นในแนวตั้ง ถ้าช่วงใดมีจำนวนเส้นในแนวตั้งมากที่สุดบริเวณนั้นจะเป็นทะเบียน
5. แสดงบริเวณที่หาได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 แสดงแผนผังการหาป้ายทะเบียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 อัลกอริทึมในการแยกแยะตัวอักษรโดยการซ้อนทับ

1. ปรับขนาดของภาพตัวอักษรตามขนาดที่กำหนดไว้

2. นำภาพที่ปรับขนาดแล้วมาเทียบกับไฟล์ภาพที่เตรียมไว้แบบจุดต่อจุดทุกไฟล์ และบันทึกจำนวนพิกเซลที่เหมือนกันไว้

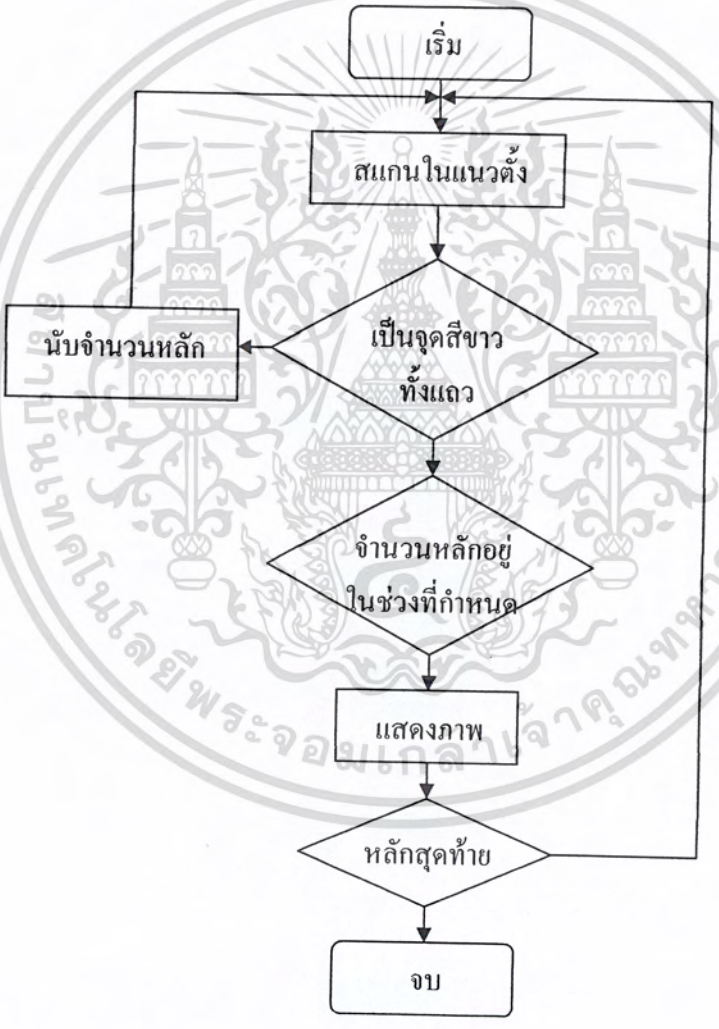
3. เปรียบเทียบค่าที่บันทึกไว้ ค่าที่สูงสุดตรงกับอักขระตัวใด แสดงภาพอักขระตัวนั้น

รูปที่ 3.3 แสดงแผนผังการแยกแยะตัวอักษร โดยการซ้อนทับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 อัลกอริทึมในการแยกหมายทะเบียน

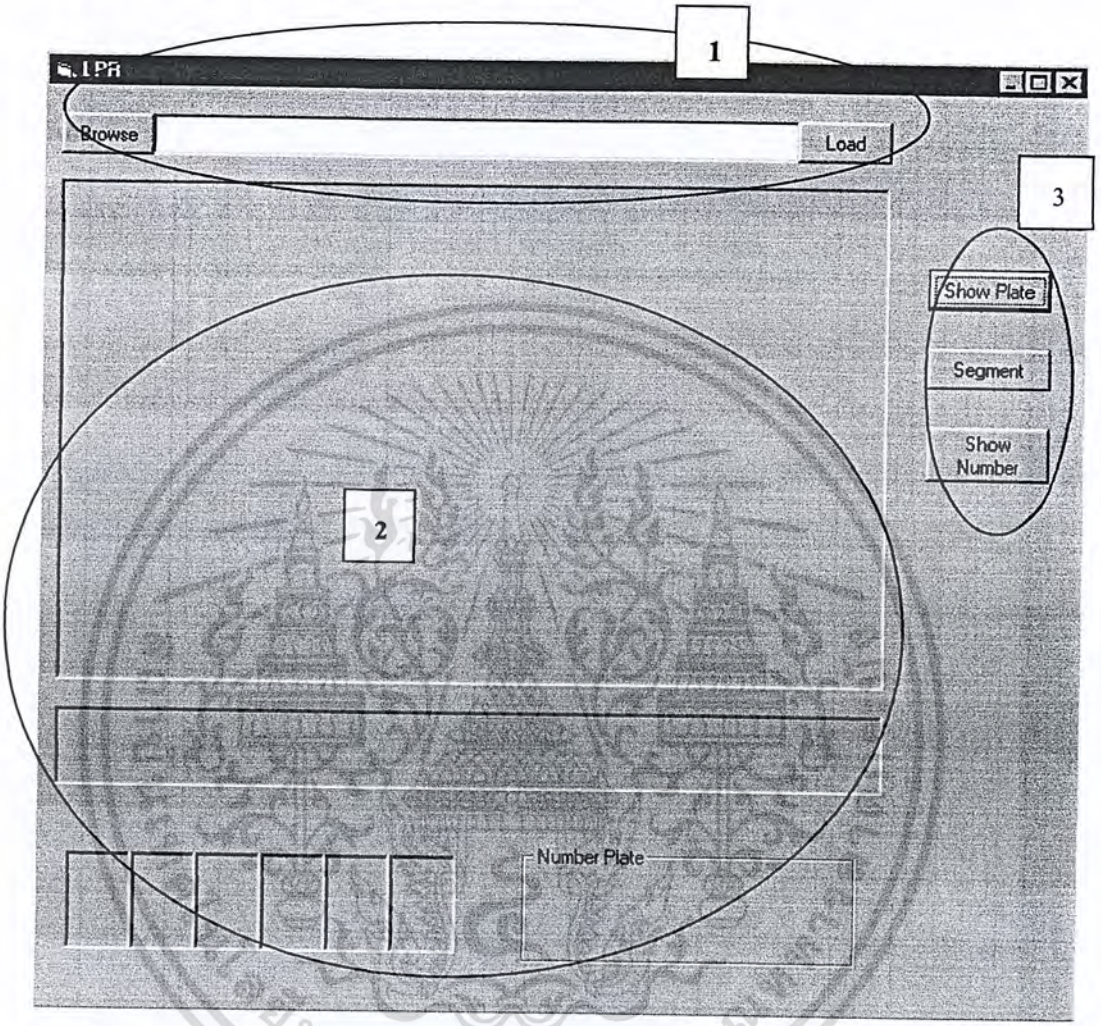
1. สแกนในแนวตั้งหาหลักที่ไม่เป็นสีขาวทั้งหลัก
2. เก็บจำนวนของหลักที่ไม่เป็นสีขาวทั้งหลัก ก่อนที่จะพบหลักที่ไม่ "0" ทั้งหลัก
3. ตรวจดูว่าจำนวนของหลักได้ตามขนาดที่กำหนดหรือไม่ ถ้าได้แสดงข้อมูลที่อยู่ในช่วงของหลักนั้น
4. ทำจนหมดทุกหลัก
5. แสดงภาพตัวอักษร



รูปที่ 3.4 แสดงแผนผังการแยกหมายเลขทะเบียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 ส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน (User Interface)



รูปที่ 3.5 แสดงส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน

ส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1. ส่วนของการเรียกไฟล์ภาพ
   - ปุ่ม Browse ใช้ในการเปิดหาไฟล์
   - ปุ่ม Load ใช้ในการโหลดไฟล์ภาพ
   - Text Box แสดงชื่อไฟล์ และพาธ

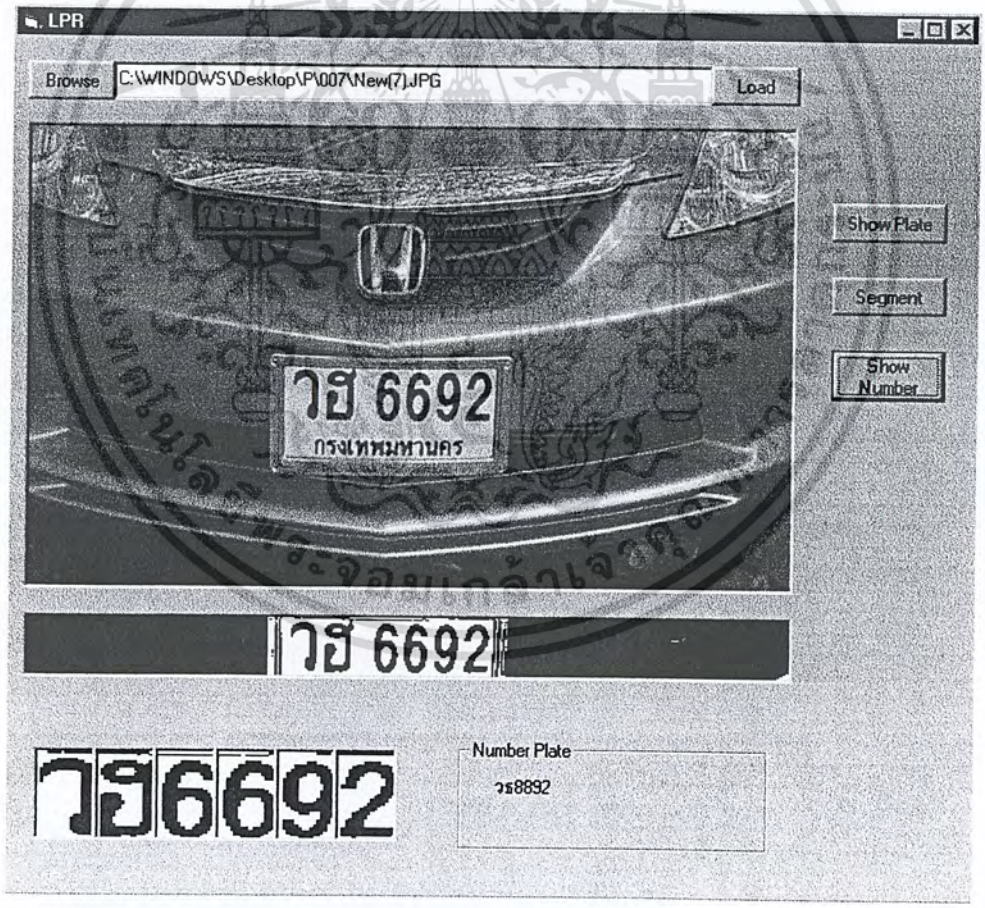
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ส่วนแสดงภาพ

- Picture Box อันแรกแสดงภาพรถยนต์ที่โหลดมา
- Picture Box อันที่ 2 แสดงทะเบียนรถยนต์
- Picture Box 6 อันแสดงภาพหมายเลขทะเบียนที่ปรับขนาดแล้ว
- เฟรม Number Plate แสดงหมายเลขทะเบียน

3. ส่วนการควบคุม

- ปุ่ม Show Plate หาส่วนที่เป็นทะเบียน และแสดงผลออกมา
- ปุ่ม Segment แยกตัวอักษร และแสดงภาพที่ปรับขนาดแล้ว
- ปุ่ม Show Number แสดงหมายเลขทะเบียน

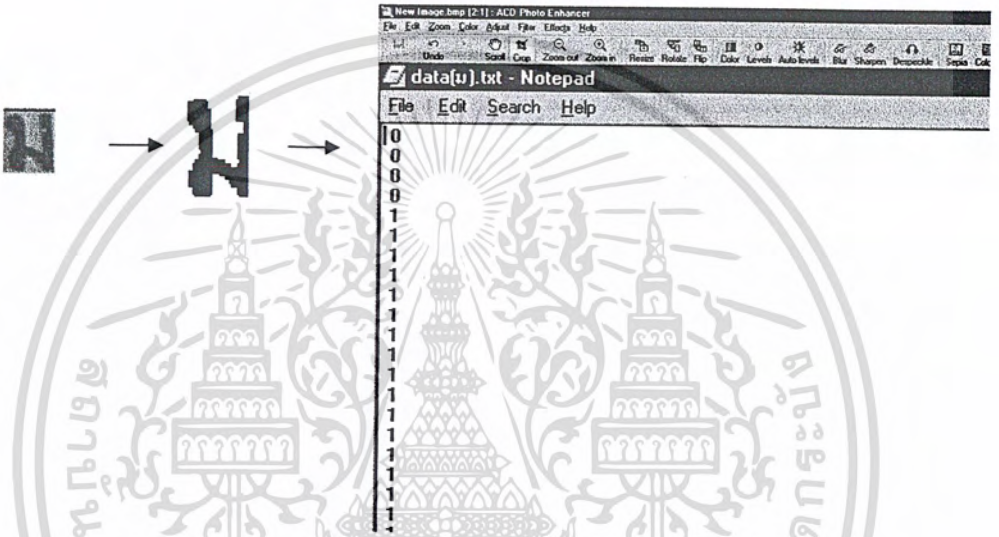


รูปที่ 3.6 แสดงการทำงานของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 การสร้างไฟล์ภาพ

1. นำภาพตัวอักษรที่ต้องการใช้เป็นต้นแบบมาปรับขนาดตามที่กำหนด
2. แปลงเป็นภาพขาวดำ โดยที่ให้สีขาวมีค่า “0” และสีดำมีค่า “1”
3. บันทึกค่าทุกพิกเซลไว้เป็น”ไฟล์ใช้เป็นต้นแบบ



รูปที่ 3.7 แสดงการเก็บข้อมูลรูปภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลอง

4.1 การทดลองการหาส่วนที่เป็นทะเบียน

การพิจารณาส่วนที่เป็นแผ่นป้ายทะเบียน บริเวณที่เป็นป้ายทะเบียนจะประกอบด้วยค่าความเข้มแสงเรียงกันเป็นแนวยาว การพิจารณาจึงจะทำการหาขอบของภาพเพราะเป็นส่วนที่มีความเข้มแสงสูงทำให้สามารถมองเห็นข้อมูลของขอบเรียงกันอยู่ในแนวยาว ซึ่งมีความเป็นไปได้ว่าจะเป็นป้ายทะเบียน

ในขั้นตอนนี้จะเป็นการพิจารณาหาส่วนที่มีความเข้มแสงสูง โดยทำการพิจารณาจากขอบทั้งในแนวตั้ง แนวนอน และทั้งสองแนว จากนั้นหาความถี่สะสมของจุดที่มีความเข้มแสงสูงในแต่ละแนว ผลการทดลองเป็นดังรูป

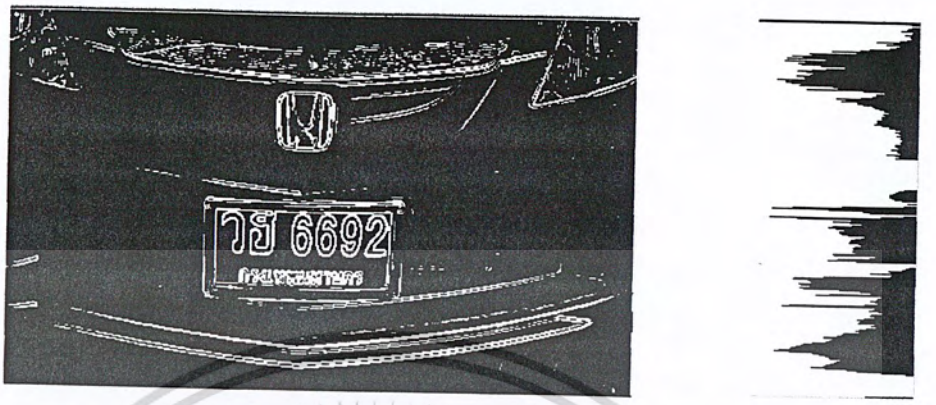
รูปที่ 4.1 แสดงภาพต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.2 แสดงภาพขอบในแนวตั้ง และค่าความถี่สะสม

รูปที่ 4.3 แสดงภาพขอบในแนวนอน และค่าความถี่สะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 แสดงภาพขอบในทั้ง 2 แนว และค่าความถี่สะสม

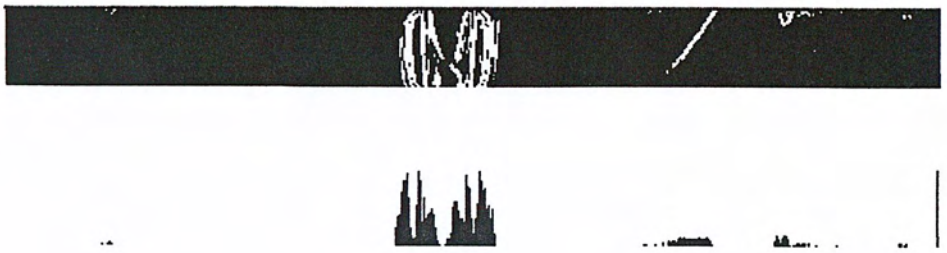
กลุ่มของค่าความถี่สะสมที่เรียงตัวติดกัน จะแสดงถึงบริเวณของกลุ่มของความเข้มแสงในส่วนต่าง ๆ ของภาพ ซึ่งรวมไปถึงบริเวณที่เป็นทะเบียนด้วย

จากภาพทั้งสาม ภาพแรกจะเป็นภาพที่แสดงข้อมูลของบริเวณที่เป็นทะเบียนได้ใกล้เคียงที่สุด ดังนั้นจึงจะใช้การหาขอบในแนวตั้งเพื่อใช้ในการพิจารณาบริเวณที่เป็นทะเบียนต่อไป

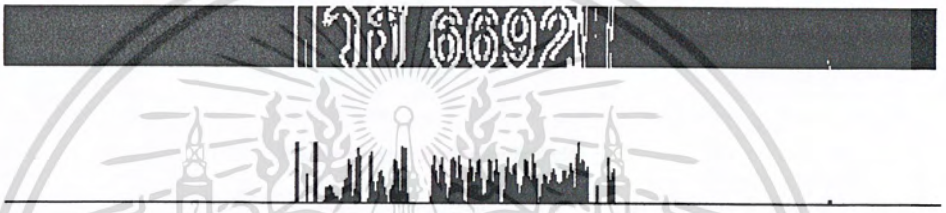
4.2 การเลือกบริเวณที่น่าจะเป็นป้ายทะเบียน

เมื่อได้ข้อมูลความถี่สะสมในแนวตั้งที่มีความกว้างที่สอดคล้องกับความสูงของหมายเลขทะเบียน ถ้ามีมากกว่าหลายบริเวณ บริเวณที่มีค่าความถี่สะสมของความเข้มแสงในแนวตั้งมากที่สุด จะเป็นบริเวณที่น่าจะเป็นป้ายทะเบียนมากที่สุด ดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)



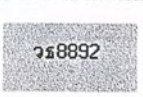
(ข)

รูปที่ 4.5 แสดงการเปรียบเทียบบริเวณที่เป็นทะเบียนกับบริเวณที่ไม่ใช่

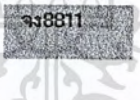
ภาพ (ข) ซึ่งเป็นบริเวณของป้ายทะเบียนจะมีเส้นตรงในแนวตั้งมากกว่าภาพ (ก) ซึ่งเป็นบริเวณอื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการหาบริเวณที่เป็นป้ายทะเบียนและแยกตัวอักษรโดยใช้วิธี Line Crossing



(ก)



(ข)

(ค)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

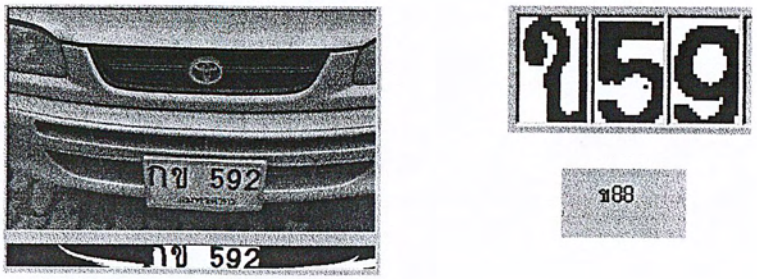
Sirithinaphong, T. , Chamnongthai, K. , **The recognition of car license plate for automatic parking system ,** Signal Processing and Its Applications, 1999

Sirithinaphong, T. , Chamnongthai, K. , **Extraction of car license plate using motor vehicle regulation and character pattern recognition ,** IEEE Asia-Pacific Conference on , 24-27 Nov. 1998

นายปิติยศ มุกปักษาเจริญ , น.ส. วราภรณ์ ปางบุญนนท์ , **"ระบบจดจำและจำแนกป้ายทะเบียนรถ"** , ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สุรพันธ์ เอื้อไพบูลย์.2531. **"การจดจำรูปแบบตัวอักษรคัดลายมือภาษาไทย โดยการพิจารณาแยกหัวตัวอักษร"** วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย,สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ง)

รูปที่ 4.6 แสดงผลการทดลองบางส่วน

จากภาพผลการทดลอง จะเห็นได้ว่าภาพทั้งสี่ สามารถแสดงส่วนที่เป็นทะเบียนออกมาได้ ในขั้นตอนการแยกตัวอักษรมีภาพ (ก) และ (ข) เท่านั้นที่แยกออกมาได้ครบทุกตัว ในขั้นตอนการแยกแยะตัวอักษรไม่มีภาพใดที่แยกแยะออกมาได้ถูกต้องทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง และแนวทางการพัฒนา

5.1 สรุปผลการทดลอง

1. ขั้นตอนการหาบริเวณป้ายทะเบียนสามารถหาได้ถูกต้องเกือบทุกรูป
2. ขั้นตอนการแยกตัวอักษรจากทะเบียนแยกได้ครบทุกตัวอักษรเมื่อตัวอักษรไม่ติดกัน ตัวอักษรไม่ติดกับป้ายทะเบียน แผ่นป้ายมีความสว่างที่เหมาะสม
3. ขั้นตอนการแยกแยะตัวอักษรได้ผลไม่แม่นยำ เพราะภาพตัวอักษรที่ใช้เป็นต้นแบบไม่ใช่แบบตัวอักษรเดียวกันกับตัวอักษรของเลขทะเบียน

5.2 แนวทางการพัฒนาต่อ

1. พัฒนาอัลกอริทึมที่มีประสิทธิภาพเพื่อใช้ในการแยกตัวอักษรออกจากป้าย
2. พัฒนาอัลกอริทึมที่มีประสิทธิภาพเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ตัวอักษร
3. รับภาพจากกล้องวงจรปิดเพื่อใช้เป็นภาพนำเข้า
4. ออกแบบลานจอดรถอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

Sirithinaphong, T. , Chamnongthai, K. , **The recognition of car license plate for automatic parking system ,** Signal Processing and Its Applications, 1999

Sirithinaphong, T. , Chamnongthai, K. , **Extraction of car license plate using motor vehicle regulation and character pattern recognition ,** IEEE Asia-Pacific Conference on , 24-27 Nov. 1998

นายปิติยศ มุกปักษาเจริญ , น.ส. วราภรณ์ ปางบุญนนท์ , **"ระบบจดจำและจำแนกป้ายทะเบียนรถ"** , ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สุรพันธ์ เอื้อไพบูลย์.2531. **"การจดจำรูปแบบตัวอักษรคัดลายมือภาษาไทย โดยการพิจารณาแยกหัวตัวอักษร"** วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย,สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้