การพัฒนาโปรแกรมรู้จำแผ่นป้ายทะเบียนรถภาษาไทย

Development of Thai License Plate Recognition Software

อดิศร จิราพัทธนันท์

Adisorn Jirapattanun

เลขหมู่ TK5102.9 036 2544 ฉ.2

Bib Key 213079

28 ส.ค. 2544

วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

Master of Engineering Thesis in Electrical Engineering

Prince of Songkla University

2544

ชื่อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาโปรแกรมรู้จำแผ่นป้ายทะเบียนรถภาษาไทย
ผู้เขียน นายอดิศร จิราพัทธนันท์
สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

คณะกรรมการที่ปรึกษา

.....ประธานกรรมการ
(ดร.นิตยา ซีการ์)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เลียง คูบุรัตถ์)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ บุญเจริญ วงศ์กิตติศึกษา)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ
(ดร.นิตยา ซีการ์)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เลียง คูบุรัตถ์)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ บุญเจริญ วงศ์กิตติศึกษา)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กิตติพัฒน์ ตันตระรุ่งโรจน์)

.....กรรมการ
(ดร.นิษฐิดา นวลศรี)

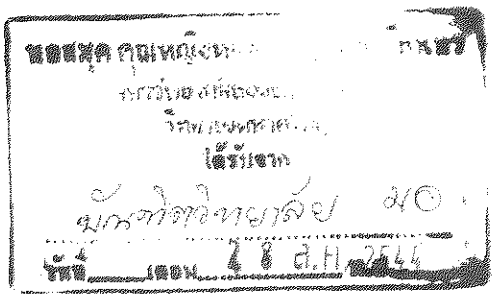
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ปิติ ทฤษฎิคุณ)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาโปรแกรมรู้จำแผ่นป้ายทะเบียนรถภาษาไทย
ผู้เขียน	นายอดิศร จิราพัทธนันท์
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
ปีการศึกษา	2544

บทคัดย่อ

งานวิจัยฉบับนี้เป็นการนำเสนอระบบรู้จำแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ภาษาไทย โดยการประยุกต์ใช้การประมวลผลภาพดิจิตอลมาจัดการกับภาพป้ายทะเบียนรถยนต์ ระบบนี้ใช้กล้องถ่ายภาพดิจิตอลรับภาพรถยนต์เข้ามาแล้วจึงเริ่มจากการหาบริเวณที่เป็นแผ่นป้ายทะเบียนออกมาก่อน เพื่อให้ได้แผ่นป้ายทะเบียนออกมาแล้วจึงทำการปรับขนาดของภาพให้เหมาะสม แล้วทำการตรวจสอบความเอียงของภาพแล้วปรับภาพให้มีลักษณะตั้งในแนวตรงจากนั้นจึงทำการจำแนกตัวอักษรและฉากหลังซึ่งจะทำให้ได้ภาพตัวอักษรออกมา เมื่อได้ภาพตัวอักษรซึ่งประกอบด้วยกลุ่มตัวอักษรและตัวเลขแล้วจะเข้าสู่กระบวนการฉายภาพเพื่อแยกตัวอักษรและตัวเลขออกเป็นตัวอักษรเดี่ยวซึ่งจะถูกนำเข้าสู่กระบวนการรู้จำตัวอักษรโดยใช้ โครงข่ายประสาทเทียมร่วมกับวิธีการหาจุดปลาย จุดแยกและจุดตัดในสี่ควอตรันต์ การเรียนรู้ลักษณะตัวอักษรต่างๆ ในกระบวนการนี้เอกลักษณ์ของตัวอักษรและตัวเลขแต่ละตัวที่เป็นลักษณะเด่นโดยเฉพาะ จะถูกดึงออกมาแล้วนำไปป้อนเป็นอินพุตให้แก่ โครงข่ายประสาทเทียมเพื่อการเรียนรู้ทำให้ โครงข่ายประสาทเทียมมีความสามารถรู้จำตัวอักษรและตัวเลขได้ต่อไป ซึ่งในการทดสอบระบบรู้จำแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ภาษาไทยนี้มีความถูกต้อง 97.78 % จากอักษรทั้งหมด 586 ตัวหรือป้ายทะเบียนจำนวน 100 ป้ายทะเบียน



Thesis Title	Development of Thai License Plate Recognition Software
Author	Mr. Adisorn Jirapattanun
Major Program	Electrical Engineering
Academic Year	2001

Abstract

This thesis presents Thai license recognition Software. This system is based on digital image processing. The system is divided into 3 main steps. In the first step the system uses a digital camera to take photos of the license plate. Next, it scans the area of the license plate and adjusts the size of the pictures. After that, it adjusts the picture in the vertical direction. Finally it classifies the characters and the background. This step produces an image of the characters of the license plate. The image is composed of groups of characters and numbers. The second step of the system operates on this image by sequentially imaging each character and number to separate them into individual images. The third step of the algorithm is the character recognition process. This step has two parts ; feature extraction and classification. In the feature extraction, the number of sequential 0-1 transitions in each quadrant are used as features to characterize each character. These features are used as input to a neural network, which then recognizes the features and identifies the characters or numbers. The recognition rate of developed software is 97.78 % from the 586 characters test samples or 100 license plates test samples.

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ดร.นิตยา ซีการ์ ประธานกรรมการที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เลียง คูบุรัตถ์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ บุญเจริญ วงศ์กิตติศึกษา อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ได้กรุณาตรวจทานแก้ไขวิทยานิพนธ์ จนทำให้วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้ช่วยศาสตราจารย์ เลียง คูบุรัตถ์ ที่ได้กรุณาช่วยเหลือให้คำแนะนำปรึกษาในด้านการศึกษาและวิจัยทางด้านการประมวลผลภาพดิจิตอล จนกระทั่งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

นอกจากนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณาจารย์ในภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าทุกท่าน โดยเฉพาะอาจารย์ สาวิตร์ ตัณฑนุช ที่ช่วยเหลือและให้กำลังใจ ดร. แอนดรูว์ ซีการ์ ที่ช่วยตรวจสอบและแก้ไขบทคัดย่อภาษาอังกฤษให้สมบรูณ์

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กิตติพัฒน์ ตันตระรุ่งโรจน์ และดร.นิษฐิดา นวลศรีที่กรุณาช่วยตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ จนกระทั่งบรรลุวัตถุประสงค์

ขอขอบพระคุณ คณาจารย์ และ บุคลากรในภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าทุกท่านที่ให้คำปรึกษาและความช่วยเหลือในด้านต่างๆที่สำคัญจนสำเร็จลุล่วง

ขอขอบพระคุณ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ที่ให้การสนับสนุนทุนในการทำวิจัย

ขอขอบคุณเพื่อนนักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำ คำปรึกษาและกำลังใจเป็นอย่างดีมาโดยตลอด

และที่สำคัญที่สุด ข้าพเจ้าขอน้อมรำลึกถึงพระคุณของ บิดามารดา และครอบครัวที่ส่งเสริมและสนับสนุนข้าพเจ้าในทุกๆเรื่องตลอดมาจนสำเร็จการศึกษา

อดิศร จิราพัทธนันท์

สารบาญ

หน้า

บทคัดย่อ..... (3)

Abstract..... (4)

กิตติกรรมประกาศ..... (5)

สารบาญ..... (6)

รายการตาราง..... (8)

รายการภาพประกอบ..... (9)

ตัวย่อและสัญลักษณ์..... (13)

บทที่

1. บทนำ..... 1

1.1 ความสำคัญของงานวิจัย..... 1

1.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 2

1.3 วัตถุประสงค์..... 4

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 4

1.5 ขั้นตอนและวิธีดำเนินงานวิจัย..... 5

1.6 ขอบเขตงานวิจัย..... 5

2. ทฤษฎีการประมวลผลภาพ..... 6

2.1 บทนำ 6

2.2 การทำให้ภาพราบเรียบ..... 6

2.3 การตรวจสอบและปรับค่าความเอียง..... 9

2.4 การหาจุดเหมาะสมของการกำหนดค่าขีดจำกัด..... 21

2.5 การทำให้ภาพบาง..... 24

2.6 การหาจุดศูนย์ถ่วง..... 29

2.7 การฉายภาพ..... 31

3. ทฤษฎีโครงข่ายประสาทเทียม..... 32

3.1 บทนำ..... 32

3.2 ทฤษฎีโครงข่ายประสาทเทียมที่มีการเรียนรู้แบบแพร่กลับ..... 32

4 . ขั้นตอนวิธีการรู้จำแผ่นป้ายทะเบียนรถ (License Plate Recognition, LPR) 36

4.1 บทนำ..... 36
4.2 ขั้นตอนการประมวลผล LPR..... 37
4.3 ขั้นตอนการทำงานในโปรแกรม LPR..... 39
5. องค์ประกอบของโปรแกรม LPR..... 63
5.1 บทนำ..... 63
5.2 ซอฟต์แวร์ที่ใช้พัฒนาโปรแกรม..... 63
5.3 กระบวนการนำข้อมูลภาพเข้ามาเก็บในคอมพิวเตอร์..... 63
5.4 ภาพอักษรที่ใช้เปรียบเทียบว่าเป็นอักษรตัวใด..... 71
6. การพัฒนาและการทำงานของโปรแกรม LPR..... 73
6.1 บทนำ..... 73
6.2 การพัฒนาโปรแกรม..... 73
6.3 ผังงานแสดงการทำงานฟังก์ชันย่อยของโปรแกรม..... 79
7. ผลการวิจัย..... 88
7.1 การทดสอบโปรแกรม..... 88
7.2 บทสรุปและข้อเสนอแนะ..... 91
บรรณานุกรม..... 93
ภาคผนวก ก. รายละเอียดการใช้งานโปรแกรมรู้จำแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ภาษาไทย..... 95
ภาคผนวก ข. การใช้งาน matlab เวอร์ชัน 5.3 เบื้องต้น..... 108
ประวัติผู้เขียน..... 118

รายการตาราง

ตาราง หน้า

4.1 แสดงค่าขีดจำกัดของภาพแผ่นป้ายทะเบียนจำนวน 10 รูป..... 46
4.2 แสดงอักษรว่าอักษร ก-ฮ มีจุดปลาย จุดแยก 3 ทางและจุดตัด
ในควอตรันต์ต่างๆ อย่างไรบ้าง..... 58
4.3 แสดงเอาท์พุตค่าต่าง ๆ เทียบกับอักษรแต่ละตัว..... 61
7.1 แสดงผลการทดสอบโปรแกรมรู้จำแผ่นป้ายทะเบียนกับสี
ของอักษรบนแผ่นป้ายทะเบียนสีต่างๆ..... 88
7.2 แสดงความถูกต้องของโปรแกรมรู้จำแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ภาษาไทย..... 89
7.3 แสดงความถูกต้องของโปรแกรมรู้จำแผ่นป้ายทะเบียนเฉพาะตัวอักษร..... 90
7.4 แสดงความถูกต้องของโปรแกรมหาแผ่นป้ายทะเบียนเฉพาะตัวเลข..... 91

รายการภาพประกอบ

ภาพประกอบ		หน้า
1.1	แสดงภาพการติดตั้งระบบอ่านภาพป้ายทะเบียนรถยนต์.....	2
2.1	แสดงภาพเพอร์สเปกทีฟ (Perspective) และภาพตัดของ ฟังก์ชันถ่ายโอนวงจรกรองผ่านต่ำอุดมคติ (Gonzalez,198).....	7
2.2	แสดงภาพเพอร์สเปกทีฟ (Perspective) และภาพตัดของ ฟังก์ชันถ่ายโอนวงจรกรองผ่านต่ำบัตเตอร์เวอร์ท (Gonzalez,1989).....	7
2.3	ตัวอย่างการทำภาพให้ราบเรียบโดยใช้ BLPF (Gonzalez,1989).....	8
2.4	ขั้นตอนการตรวจสอบและปรับค่าความเอียงของแผ่นป้ายทะเบียน.....	9
2.5	Sobel operator (Gonzalez,1989)	11
2.6	การฉายภาพด้วยวิธี Radon transform (Jain,1989)	11
2.7	ลักษณะทางเรขาคณิตของ Radon transform (Jain,1989)	12
2.8	แสดงภาพป้ายทะเบียนที่มีมุมเอียง 10 องศาในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา (ก)	13
	และแสดงภาพป้ายทะเบียนที่มีมุมเอียง 10 องศาในทิศทางตามเข็มนาฬิกา (ข)	13
2.9	แสดงภาพป้ายทะเบียนที่มีมุมเอียง 20 องศาในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา (ก)	13
	และแสดงภาพป้ายทะเบียนที่มีมุมเอียง 20 องศาในทิศทางตามเข็มนาฬิกา (ข)	13
2.10	ลักษณะของ Radon function ของภาพกระดาษคำตอบที่มีมุมเอียง 10 องศา ในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา (ก).....	14
	และลักษณะของ Radon function ของภาพกระดาษคำตอบที่มีมุมเอียง 10 องศา ในทิศทางตามเข็มนาฬิกา (ข).....	15
2.11	ลักษณะของ Radon function ของภาพกระดาษคำตอบที่มีมุมเอียง 20 องศา ในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา (ก).....	16
	และลักษณะของ Radon function ของภาพกระดาษคำตอบที่มีมุมเอียง 20 องศา ในทิศทางตาม เข็มนาฬิกา (ข).....	17
2.12	การเปลี่ยนตำแหน่งร่วมก่อนและหลังการหมุนภาพ (Watkins,1993)	18
2.13	เทคนิคของวิธีการ Interpolation (Watkins,1993)	19
2.14	Bilinear interpolation (Watkins,1993)	20

2.15 ภาพตัวอย่างที่ใช้ในการหาค่าขีดจำกัดที่เหมาะสม (ก) 22
และลักษณะฮิสโตแกรมของภาพประกอบ 2.22 (ข) (Myler,1990) 23
2.16 แสดงตัวแปรบนหน้าต่างขนาด 3*3..... 24
2.17 แสดงจุดภาพที่มีความหนา 1 จุดภาพ..... 24
2.18 แสดงสัญญาณรบกวนที่ไม่ควรจัดให้เป็นจุดภาพที่มีความหนา 1 จุดภาพ..... 26
2.19 แสดงการติดตามหาจุดภาพที่เป็นขอบ..... 27
2.20 แสดงจุดภาพที่ฟังก์ชันเดิมไม่สามารถตรวจสอบได้..... 27
2.21 แสดงความหมายของสมการ Ne..... 28
2.22 แสดงวิธีการสแกน..... 29
2.23 แสดงค่าต่างๆในสมการ 29..... 30
2.24 แสดงการหาผลรวมในแนวแกน X และแกน Y..... 30
2.25 การฉายภาพ..... 30
3.1 โครงข่ายประสาทแบบ Fully Connected ที่มี 1 hidden layer..... 33
4.1 ขั้นตอนของกระบวนการทำงานของงานวิจัย..... 36
4.2 ขั้นตอนการค้นหาตำแหน่งป้ายทะเบียนจากภาพทั้งหมดและ
การค้นหาตำแหน่งตัวอักษรแต่ละตัว..... 38
4.3 ขั้นตอนการค้นหาตำแหน่งตัวอักษรแต่ละตัว..... 39
4.4 วิธีกำหนดค่าการหาตำแหน่งป้ายทะเบียนอย่างคร่าว ๆ..... 40
4.5 เส้นกราฟแสดงการสุ่มหาบริเวณที่มีอักษรและไม่มีอักษร..... 41
4.6 แสดงการตัดภาพอย่างคร่าว ๆ ออกมาก่อน..... 42
4.7 การปรับขนาดภาพให้มีขนาดความสูง 120 จุดภาพ..... 43
4.8 ภาพป้ายทะเบียนที่จะนำเข้ากระบวนการทำภาพให้ตั้งตรง..... 44
4.9 แสดงการตัดภาพออกเป็น 3 ส่วน..... 44
4.10 แสดงการทำภาพให้ตั้งตรง..... 45
4.11 แปลงจากภาพสีเทาเป็นภาพสีขาวดำด้วยค่าขีดจำกัดที่เหมาะสม..... 47
4.12 การหากลุ่มอักษรออกจากภาพแผ่นป้ายทะเบียน..... 48
4.13 แสดงการค้นอย่างละเอียดถึงบริเวณที่มีอักษรและไม่มีอักษรอยู่..... 48
4.14 แสดงการหาเฉพาะกลุ่มตัวอักษรออกจากภาพป้ายทะเบียน..... 49
4.15 แสดงการเลือกอักษรจากกลุ่มอักษร..... 50

4.16 แสดงการฉายภาพในแนวตั้ง..... 51
4.17 แสดงการฉายภาพในแนวนอน..... 53
4.18 แสดงการตัดภาพออกทีละตัวอักษร..... 53
4.19 แสดงภาพอักษร ก-ฮ ที่ทำให้บาง..... 55
4.20 แสดงจุดปลายอักษรว่าอยู่ในควอดรันต์ที่ 3 และ 4..... 57
4.21 แสดงจุดแยกและจุดตัด..... 57
5.1 ภาพที่จะนำเข้าไปในกระบวนการรู้จำแผ่นป้ายทะเบียนต่างประเทศ..... 64
5.2 ภาพป้ายทะเบียนรถยนต์รุ่นหนึ่ง..... 65
5.3 ภาพป้ายทะเบียนรถยนต์รุ่นสอง..... 65
5.4 ภาพป้ายทะเบียนที่ออกใหม่ในปัจจุบัน..... 66
5.5 แสดงบริเวณการติดตั้งกล้องตรวจจับภาพป้ายทะเบียน..... 66
5.6 แสดงบริเวณการติดตั้งกล้องตรวจจับภาพป้ายทะเบียนด้านหน้า..... 67
5.7 แสดงบริเวณการติดตั้งกล้องตรวจจับภาพป้ายทะเบียนด้านข้าง..... 67
5.8 แสดงภาพถ่ายที่นำจะนำเข้ามากระบวนการรู้จำตัวอักษรของประเทศฮ่องกง..... 68
5.9 แสดงภาพถ่ายที่นำจะนำเข้ามากระบวนการรู้จำตัวอักษรของประเทศสิงคโปร์..... 68
5.10 แสดงภาพถ่ายที่นำจะนำเข้ามากระบวนการรู้จำตัวอักษรของประเทศไต้หวัน..... 69
5.11 การติดกล้องไว้กลางไม้กั้น..... 69
5.12 แสดงการถ่ายภาพรถยนต์ที่เหมาะสมเพื่อนำเข้าโปรแกรมรู้จำแผนป้ายทะเบียน
รถยนต์ภาษาไทย 70
5.13 แสดงแม่พิมพ์อักษรมาตรฐาน ก-ฮ และตัวเลข 0-9 71
5.14 แสดงภาพอักษรทั้งหมดหลังจากแปลงข้อมูลดิบให้เป็นอักษร
ที่มีเฉพาะ ขาว ดำ เท่านั้น..... 72
6.1 ส่วนประกอบของโปรแกรมระบบรู้จำแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์
บนหน้าต่างรูปภาพ..... 75
6.2 แสดงตัวแก้ไขคุณสมบัติ (ก) 76
และแสดงตัวแก้ไขคุณสมบัติ (ข) 76
6.3 หน้าต่างรูปภาพในการแสดงฟังก์ชัน 5 ฟังก์ชันแรก..... 77
6.4 หน้าต่างรูปภาพในการแสดงฟังก์ชัน 3 ฟังก์ชันหลัง..... 78
6.5 ผังงานของการหาป้ายทะเบียนอย่างคร่าวๆ..... 79

6.6 ผังงานของการหาการปรับขนาดภาพให้เหมาะสม..... 80
6.7 ผังงานของการตรวจสอบและปรับค่าเอียง..... 81
6.8 ผังงานของการกำหนดค่าขีดจำกัด..... 82
6.9 ผังงานของการค้นหาอย่างละเอียด..... 83
6.10 ผังงานของการเลือกอักษรจากภาพป้ายทะเบียน 85
6.11 ผังงานของการแยกอักษรทีละตัวจากกลุ่มตัวอักษร..... 86
6.12 ผังงานของการรู้จำตัวอักษร..... 87
7.1 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องเทียบกันทั้ง 2 วิธี..... 90
7.2 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องเทียบเฉพาะตัวอักษร..... 90
7.3 แสดงภาพป้ายทะเบียนที่มีลักษณะเบ้ไปด้านหนึ่ง..... 92

ตัวย่อและสัญลักษณ์

GUI	=	Graphic user interface
LPR	=	License plate recognition
IBM	=	International Business Machine
PC	=	Personal computer

บทที่ 1

บทนำ

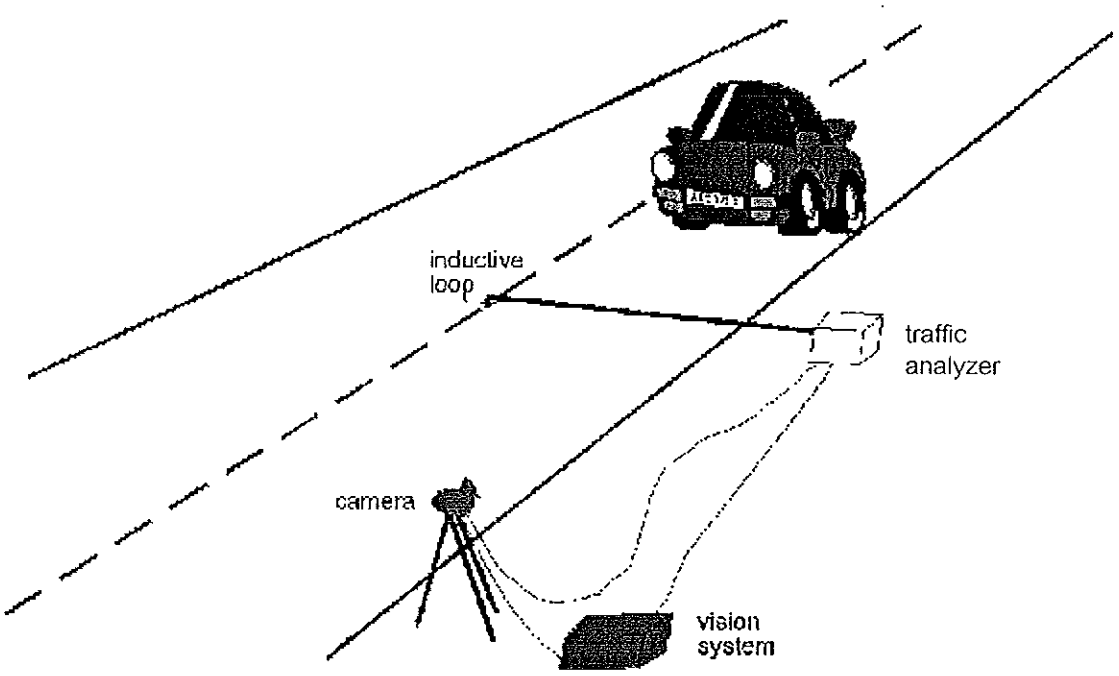
1.1 ความสำคัญของงานวิจัย

ปัจจุบัน หลายประเทศได้มีการพัฒนาโปรแกรมรู้จำภาพแผ่นป้ายทะเบียนรถที่ใช้ตัวอักษรภาษาอังกฤษขึ้นมาใช้ประโยชน์แล้ว แต่ยังไม่มีการโปรแกรมลักษณะนี้สำหรับภาพแผ่นป้ายทะเบียนที่ใช้ตัวอักษรภาษาไทย จึงเป็นที่มาของงานวิจัยฉบับนี้ โปรแกรมนี้สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับงานที่เป็นประโยชน์ได้มากมาย เช่น ใช้ในการจดบันทึกเวลาเข้าออกของรถในสถานที่จอดรถเพื่อคิดค่าจอดรถ หรือใช้กับระบบรักษาความปลอดภัยของสำนักงาน เช่น ถ้ารถป้ายทะเบียนลักษณะนี้มาสามารถเข้าไปจอดรถภายในสำนักงานได้ทันที และหากเกิดปัญหาขึ้นในสำนักงานในช่วงเวลาหนึ่งเราก็สามารถทราบได้ทันทีว่ามีรถคันใดบ้างที่ผ่านเข้าออกในเวลานั้น เป็นต้น

การจำแนกแผ่นป้ายทะเบียนและรู้จำตัวอักษรโดยอัตโนมัติสำหรับสถานที่จอดรถเป็นที่ต้องการในปัจจุบันซึ่งจะใช้คุณสมบัติต่าง ๆ ของภาพเพื่อการจำแนก เริ่มจากการปรับขนาดของภาพให้เหมาะสมหลังจากนั้นจึงปรับภาพให้มีลักษณะที่ตั้งในแนวตรง(หรือเอียงได้บ้างแต่ไม่เกินระยะที่กำหนด) แล้วจึงทำการจำแนกตัวอักษรและฉากหลังออกมาซึ่งจะได้ภาพตัวอักษรออกมา เมื่อได้ภาพตัวอักษรซึ่งประกอบด้วยกลุ่มตัวอักษรและตัวเลขออกมาแล้วขั้นตอนต่อไปจะเข้าสู่กระบวนการฉายภาพเพื่อแยกตัวอักษรและตัวเลขออกเป็นตัวอักษรเดี่ยวซึ่งจะถูกนำไปสู่กระบวนการรู้จำตัวอักษรโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม ในการใช้แบ่งแยกและเรียนรู้ลักษณะตัวอักษรต่างๆ ในกระบวนการนี้ลักษณะเฉพาะของตัวอักษรและตัวเลขแต่ละตัวที่เป็นลักษณะเด่นโดยเฉพาะจะถูกดึงออกมาแล้วนำไปป้อนเป็นอินพุตให้แก่โครงข่ายประสาทเทียมเพื่อการเรียนรู้ ทำให้โครงข่ายประสาทเทียมมีความสามารถรู้จำตัวอักษรและตัวเลขได้ต่อไป

ระบบการบันทึกแผ่นป้ายทะเบียนจะนำไปใช้ในการบันทึกแผ่นป้ายทะเบียนของยานพาหนะที่ต้องการ แผ่นป้ายทะเบียนจะมีเพียงอันเดียวไม่ซ้ำกันเหมือนหมายเลขเครื่องยนต์ของรถยนต์ ภาพประกอบที่ 1 แสดงภาพการติดตั้งระบบอ่านภาพป้ายทะเบียนรถยนต์ ภาพของรถจะถูกถ่ายเก็บไว้โดยสามารถทำการบันทึกได้ในระบบทั่ว ๆ ไป แต่สำหรับการจำอัตโนมัติภาพจะต้องอยู่ในรูปแบบที่นำมาเก็บในคอมพิวเตอร์ได้ กล้องถ่ายภาพดิจิตอลจะถูกนำมาใช้ในงานนี้ เพราะภาพสามารถป้อนเข้ามาเก็บในคอมพิวเตอร์ได้ หลังจากภาพจับเข้ามาได้คอมพิวเตอร์จะค้นหาตัวอักษรและตัวเลขทะเบียนโดยฉากหลังจะถูกแยกออก จะพบว่าตำแหน่งรูปร่างและการเอียงของแผ่นป้าย

จะไม่เท่ากันทุกครั้งโดยลักษณะการเอียงของแผ่นป้ายจะเป็นสามมิติ นอกจากนี้ความแตกต่างของตัวอักษรและตัวอักษรที่ขาดหายทำให้กระบวนการทำมีความยุ่งยากซับซ้อนยิ่งขึ้น



ภาพประกอบ 1.1 แสดงภาพการติดตั้งระบบอ่านภาพป้ายทะเบียนรถยนต์

1.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.2.1 การอ่านแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์เวลาจริง (http://www.utad.pt/~jbarroso/html/aartc.html) ระบบการบันทึกแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์คาดว่าจะเป็นประโยชน์ต่อการใช้งานในหลายด้านอันได้แก่ ในระบบจราจร เช่น การค้นหารถที่ถูกขโมยและควบคุมทางเข้าที่จอดรถ ในบทความนี้จะเป็นการแก้ปัญหาระบบอ่านแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์แบบเก่า การทำงานได้รับความอนุเคราะห์วิธีการและประสบการจากกลุ่มคอมพิวเตอร์ที่ Bristol University บทความนี้จะแก้ปัญหาการหาตำแหน่งของแผ่นป้ายบนภาพและกระบวนการหาเส้นพื้นฐานของภาพ ซึ่งจะทำให้บันทึกด้วยเวลาจริง

1.2.2 ป้ายทะเบียนรถยนต์ที่อ่านภาพโดยคอมพิวเตอร์ (http://www.utad.pt/~jbarroso/html/isie97.html) ระบบจดจำแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์นำมาใช้ควบคุมการจราจรและเฝ้ามองเหตุต่างๆ เช่น ใช้เพื่อการหารถที่ถูกขโมย ควบคุมรถที่เข้าจอดในที่จอดรถและการจราจรให้รถไหลไปได้

อย่างปกติ กลุ่มนักวิเคราะห์ภาพด้วยคอมพิวเตอร์ที่ University of Trás-os-Montes e Alto Douro , in collaboration with the Universities of Aveiro and Bristol ได้รวมกันและกำลังพัฒนาระบบอ่านป้ายทะเบียนรถยนต์เพื่อสร้างระบบที่มีประสิทธิภาพให้เพิ่มขึ้นจากรุ่นเดิมโดยที่กลุ่มนักวิเคราะห์ภาพด้วยคอมพิวเตอร์ที่ Universities of Aveiro and Bristol เป็นผู้พัฒนาร่วม

งานหลักของระบบจดจำแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์คือ การค้นหาบริเวณที่เป็นป้ายทะเบียนรถจากภาพ การแยกภาพอักษรออกมาและการหาว่าเป็นตัวอักษรใด งานเหล่านี้ล้วนมีความสัมพันธ์กันอย่างต่อเนื่องและสำคัญต่อกันเพราะถ้าป้ายทะเบียนอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องจะเป็นการง่ายที่จะนำไปสู่การแยกตัวอักษรออกมา(จะสอดคล้องกันตั้งแต่การหาป้ายในภาพจนได้อักษรออกมา) การปรับปรุงระบบจดจำแผ่นป้ายทะเบียนจากรุ่นก่อนเป็นผลมาจากผลการทดสอบระบบจดจำแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ในรุ่นก่อนหน้านี้ซึ่งได้อธิบายการหาส่วนที่เป็นแผ่นป้ายทะเบียนรถจากภาพทั้งหมดด้วยการพัฒนาขึ้นจากวิธี New Line-base วิธีการคือค้นหาลักษณะที่เป็นตัวอักษรในภาพเพราะลักษณะที่เป็นอักษรจะมีช่องระหว่างอักษรอยู่ทำให้เมื่อหาเส้นภาพตามขวางจะมีลักษณะเป็นช่องดำสลับกับขาว การแยกว่าเป็นอักษรตัวใดจะใช้วิธีการของ OCR

1.2.3 การรู้จำตัวอักษรแผ่นป้ายทะเบียนอัตโนมัติ (http://www.ee.up.ac.za/ee/pattern_recognition_page/pattern_recognition_page.html) การสร้างโปรแกรมเพื่อแก้ปัญหารู้จำอักษรแผ่นป้ายทะเบียนด้วยกล้องวีดีโอของสถานที่จอดรถเป็นที่ต้องการในปัจจุบัน พบว่าประสิทธิภาพที่ได้เกือบสมบูรณ์สำหรับการรู้จำตัวอักษรที่ทำงานแสดงผลทางจอภาพด้วย Computer คุณสมบัติของการแยกตัวอักษรออกมาจากป้ายทะเบียนให้ได้เป็นความจำเป็นแรกที่ต้องกระทำ กระบวนวิธีการปฏิบัติในการแปลงให้ใช้งานได้ง่ายนำไปสู่การใช้ประโยชน์ได้อย่างเต็ม สำหรับระบบที่ใช้เปรียบเทียบระหว่างอักษรและฉากหลังควรจะทำงานได้แม้ภายใต้สภาวะของแสงที่แตกต่างกัน หลังจากแยกแยะอักษรดำและฉากหลังขาวออกมาได้ ตัวอักษรจะถูกเลือกให้เหมาะสมตามเกณฑ์ที่ตาดไว้ทั้งขนาดและรูปร่างของอักษร การพบวัตถุที่ใกล้เคียงกับอักษรบนแผ่นทะเบียนเป็นสิ่งที่เป็นปัญหาอยู่ การใช้โครงข่ายประสาทเทียมหลายชั้นสามารถรู้จำได้ว่าเป็นอักษรตัวใด โครงข่ายประสาทเทียมยังสามารถเรียนรู้ภาพที่เข้ามาแบ่งเอียง ๆ ได้อีกด้วยทั้งการหาตำแหน่งและการรู้จำตัวอักษรได้สามารถประกอบเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพ

1.2.4. เทคโนโลยีการจำแนกและรู้จำแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์(http://users.erols.com/lnelson/lpir.html) แผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ที่ใช้กันทั่วๆไปในอเมริกาเหนือจะทำมาจากแผ่นอลูมิเนียมสะท้อนแสง(ประมาณ 12 X 6 นิ้ว หรือประมาณ 30.8 X 15.6 เซนติเมตร) ผลิตโดยบริษัท 3M (Saint Paul, MN) แม้ว่าจะแสดงผลเกี่ยวกับรถที่ใช้บนท้องถนน(รถขนส่งผู้โดยสาร,ยาพาหะนะของเทศบาล,รถตำรวจ,รถดับเพลิง,รถพยาบาล,รถแท็กซี่,รถของสนามบิน,รถบรรทุกศพ,รถบรรทุก,รถตู้,รถ

ประจำทาง,รถขนส่งสัมภาระ,รถยนต์ส่วนบุคคล และรถสาธารณะ) ซึ่งออกป้ายทะเบียนโดยที่รัฐบาลกลางให้อำนาจรัฐบาลท้องถิ่นในการออกแบบใช้งานเองภายในเขตการปกครองแต่ละท้องที่

งานหลักของระบบการจำแนกและรู้จำแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์คือ การค้นหาให้ได้ว่าอักษรอยู่ที่ใดตามด้วยอักษรและตัวเลขบนป้ายทะเบียนคืออักษรหรือตัวเลขตัวใด การใช้งานบางประเภทต้องการข้อมูลส่วนอื่น ๆ บนแผ่นป้ายทะเบียนด้วย เช่น ชื่อรัฐ หรือชื่อจังหวัด เป็นต้น ซึ่งบ้างรัฐก็มีชื่อรัฐอยู่บนแผ่นป้ายทะเบียนแต่บ้างรัฐก็ไม่มี ส่วนใหญ่ชื่อรัฐหรือจังหวัดที่แสดงอยู่บนแผ่นป้ายทะเบียนจะเล็กเกินกว่าที่จะนำภาพเหล่านั้นมาและรู้จำด้วยระบบอัตโนมัติได้(ดังแสดงในส่วนล่าง)

แผ่นป้ายทะเบียนบางแผ่นจะมีลักษณะพิเศษซึ่งจัดได้ว่าเป็นป้ายที่มีลักษณะที่มีเพียงแบบเดียวไม่ซ้ำใครเลย ตัวอักษร กลุ่มอักษร ตัวเลข ขนาดช่องว่าง อักษรพิเศษและอักษรที่ขาดหายบางส่วน ดังนั้นกระบวนการในการกำจัดสิ่งที่ไม่ต้องการและการเสริมสร้างส่วนที่ขาดหายกลายมาเป็นสิ่งที่ใช้ค้นหาว่าป้ายทะเบียนมีเลขอะไร

1.3 วัตถุประสงค์

1.3.1 เพื่อศึกษาอัลกอริทึมของการประมวลผลภาพดิจิตอล

1.3.2 เพื่อศึกษาการทำงานของโปรแกรมรู้จำแผ่นป้ายทะเบียน

1.3.3 เพื่อสร้างโปรแกรมรู้จำแผ่นป้ายทะเบียนรถจากภาพที่เป็นภาษาไทย

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ได้เรียนรู้กระบวนการประมวลผลภาพดิจิตอลวิธีการต่างๆ

1.4.2 ได้ศึกษาโปรแกรมต่างๆที่ใช้เป็นเครื่องมือในการพัฒนาโปรแกรมประมวลผลภาพดิจิตอล

1.4.3 ได้เรียนรู้การนำภาพแผ่นป้ายทะเบียนเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์

1.4.4 ได้โปรแกรมในการรู้จำแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์

1.5 ขั้นตอนและวิธีดำเนินงานวิจัย

1.5.1 ศึกษาทฤษฎีและอัลกอริทึมต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการประมวลผลภาพดิจิตอลและโปรแกรมด้านประมวลผลดิจิตอล

1.5.2 ศึกษาการใช้งานโปรแกรม Matlab ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการประมวลผลภาพดิจิตอล

1.5.3 ศึกษาวิธีการนำภาพแผ่นป้ายทะเบียนเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์

1.5.4 เขียนโปรแกรมรู้จำแผ่นป้ายทะเบียนรถภาษาไทยจากอัลกอริทึมต่างๆ

1.5.5 ปรับปรุงการทำงานของอัลกอริทึมต่างๆ

1.5.6 ทดสอบการทำงานของอัลกอริทึมต่างๆ

1.5.7 ศึกษาโครงข่ายประสาทเทียม มาใช้ในกระบวนการรู้จำตัวอักษร

1.5.8 สรุปและรวบรวมผลการทดลอง

1.6 ขอบเขตงานวิจัย

เพื่อการพัฒนาโปรแกรมรู้จำแผ่นป้ายทะเบียนรถภาษาไทยให้สามารถรู้จำอักษรที่อยู่บนแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ที่เป็นภาษาไทยได้ จึงกำหนดขอบเขตของงานวิจัยไว้ดังนี้

1.6.1 ใช้กล้องถ่ายภาพดิจิตอลเป็นอุปกรณ์ในการอ่านภาพป้ายทะเบียนรถยนต์เข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์

1.6.2 โปรแกรมรู้จำแผ่นป้ายทะเบียนรถภาษาไทยที่พัฒนาขึ้น ทำงานภายใต้ระบบปฏิบัติการ วินโดว์ 95 เป็นต้นไป และใช้หลักการการประมวลผลภาพดิจิตอลในการประมวลผลภาพป้ายทะเบียนรถยนต์ โดยการหาบริเวณที่เป็นป้ายทะเบียนจากภาพรถยนต์แล้วนำภาพอักษรออกจากภาพป้ายทะเบียนและหาว่าภาพอักษรนั้นเป็นอักษรตัวใด

1.6.3 ป้ายทะเบียนที่ใช้ในการวิจัยเป็นป้ายทะเบียนรถรุ่นใหม่ที่ออกเมื่อปี พ.ศ. 2540 เป็นต้นไป

1.6.4 ภาพที่นำเข้ามาใช้ในงานวิจัยมีขนาด 640 คูณ 480 จุดภาพหรือความละเอียดสูงกว่านี้

1.6.5 ผลลัพธ์จากการประมวลผลจะถูกเก็บเป็นแฟ้มข้อมูลชนิดตัวอักษรและตัวเลขลงในคอมพิวเตอร์

บทที่ 2

ทฤษฎีประมวลผลภาพ

2.1 บทนำ

ในบทนี้จะเป็นการกล่าวถึงความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับทฤษฎีประมวลผลภาพ เป็นทฤษฎีเบื้องต้นที่ใช้เป็นหลักการในการทำวิทยานิพนธ์เรื่องการพัฒนาโปรแกรมรู้จำแผ่นป้ายทะเบียนรถภาษาไทย ทฤษฎีที่จะกล่าวในบทนี้จะเป็นทฤษฎีพื้นฐานทั่วไป เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในงานวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ ทฤษฎีที่จะกล่าวถึงได้แก่ ทฤษฎีการทำให้ภาพราบเรียบ ทฤษฎีการตรวจสอบและปรับค่าความเอียง ทฤษฎีการหาจุดเหมาะสมของการกำหนดค่าขีดจำกัด ทฤษฎีการทำให้ภาพบาง และทฤษฎีการจุดสมดุลยของภาพ

2.2 การทำให้ภาพราบเรียบ (เลียง,2541)

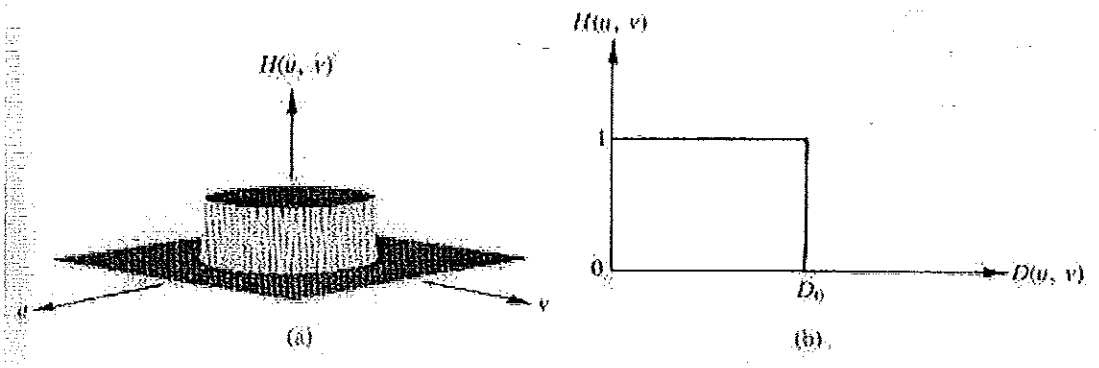
วิธีการทำให้ภาพราบเรียบ (Image Smoothing) เป็นวิธีการกำจัดหรือลดส่วนที่เป็นความถี่สูง (high frequency component) ของ ฟูริเยร์ทรานฟอร์ม (Fourier transform) ตัวอย่างของส่วนของภาพที่เป็นความถี่สูงเช่นขอบของวัตถุซึ่งเป็นส่วนที่มีค่าสีเทา (gray level) เปลี่ยนไปอย่างรวดเร็วและส่วนที่เป็นสัญญาณรบกวน (noise) เป็นต้น ตัวอย่าง ฟังก์ชันถ่ายโอน (transfer function) สำหรับการทำให้ภาพราบเรียบ เช่น ฟังก์ชันกรองผ่านต่ำอุดมคติ (ideal lowpass filter,ILPF) และฟังก์ชันกรองผ่านต่ำบัตเตอร์เวอร์ท (Butterworth lowpass filter,BLPF)

Transfer function ของ ILPF แสดงด้วยสมการ

$$H(u,v) = \begin{cases} 1 & \text{if} \quad D(u,v) \leq D_0 \\ 0 & \text{if} \quad D(u,v) \geq D_0 \end{cases} \qquad (1)$$

โดยที่ $H(u,v)$ = ฟังก์ชันถ่ายโอน (transfer function)

D_0 = ความถี่ตัด (cut-off frequency)



ภาพประกอบ 2.1 แสดงภาพเพอร์สเปกทีฟ (Perspective) และภาพตัดของ ฟังก์ชันถ่ายโอนฟังก์ชันกรองผ่านต่ำอุดมคติ (Gonzalez,1989)

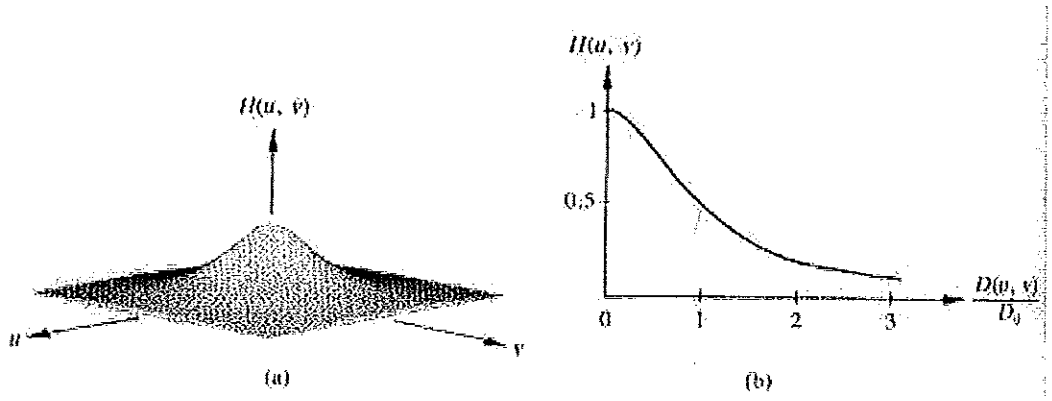
จากภาพประกอบ 2.1 ส่วนของภาพที่ความถี่สูงมากกว่าค่าความถี่ตัด, D_0 ซึ่งไม่มีการเปลี่ยนแปลงใดๆ

ฟังก์ชันถ่ายโอนของฟังก์ชันกรองผ่านต่ำบัตเตอร์เวอร์ท คำนวณได้จากสมการ

$$H(u,v) = \frac{1}{1+[D(u,v)/D_0]^{2n}} \qquad (2)$$

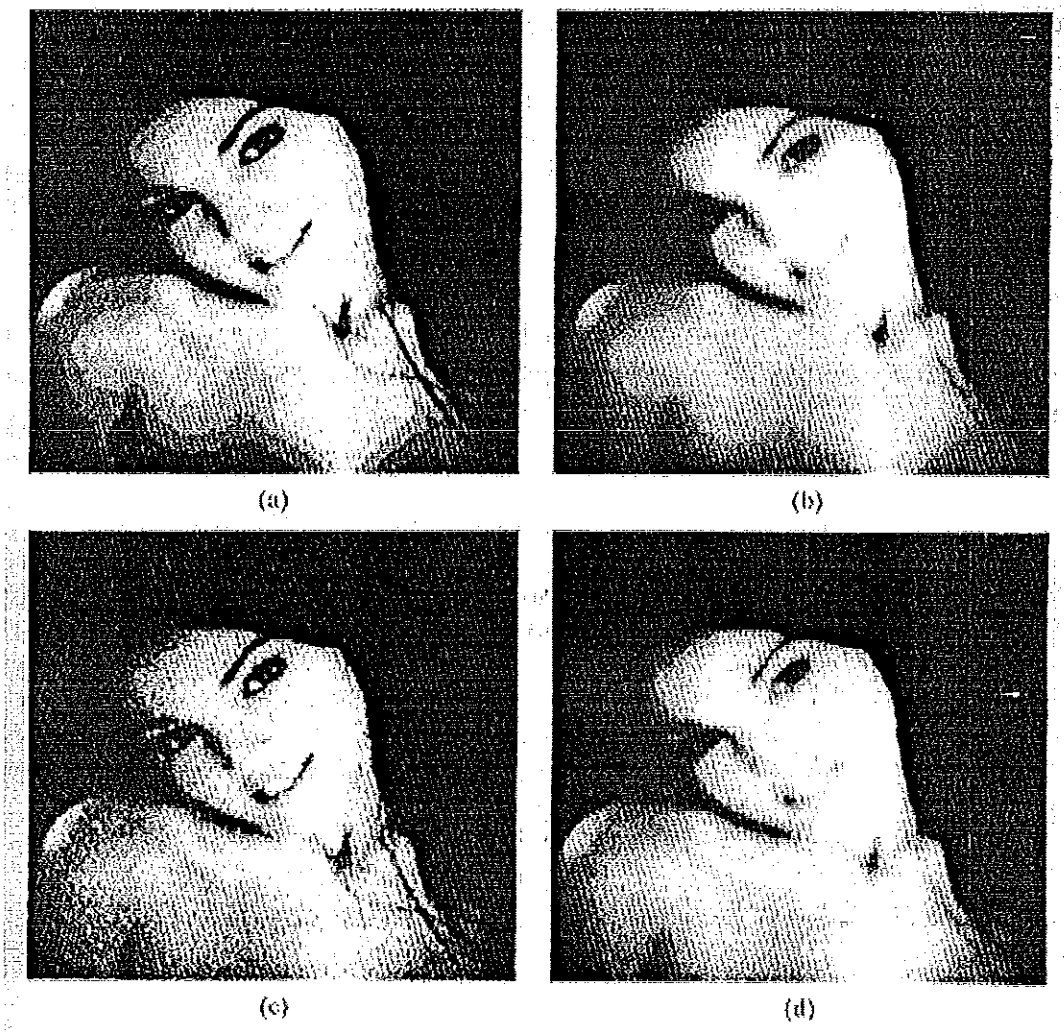
โดย $H(u,v)$ = ฟังก์ชันถ่ายโอน

D_0 = ความถี่ตัด



ภาพประกอบ 2.2 แสดงภาพเพอร์สเปกทีฟ (Perspective) และภาพตัดของ ฟังก์ชันถ่ายโอนฟังก์ชันกรองผ่านต่ำบัตเตอร์เวอร์ท (Gonzalez,1989)

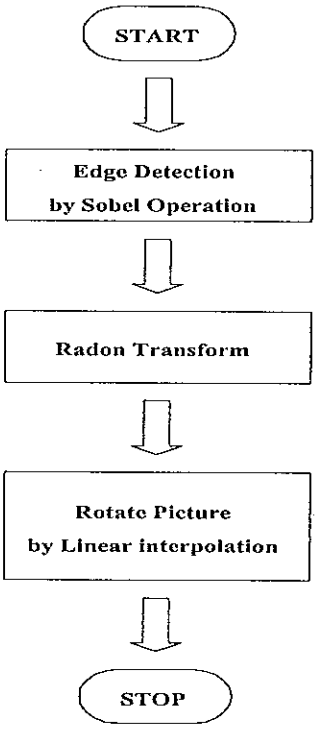
ภาพประกอบ 2.2 แสดง ฟังก์ชันถ่ายโอนของกรองผ่านต่ำบัตเตอร์เวอร์ท (BLPF) ที่ n=1 มากขึ้น BLPF จะใกล้เคียงกับ ILPF เข้าไปทุกขณะเมื่อ $n = \infty$ BLPF จะเท่ากับ ILPF ส่วนหางของ BLPF จะยอมให้ส่วนความถี่สูงในภาพประกอบที่ผ่านไปได้บ้างขึ้นอยู่กับค่า n ที่เลือก ตัวอย่างของผลการใช้ BLPF แสดงในภาพประกอบ 2.3 (b) ซึ่งเป็นผลของภาพประกอบ 2.3 (a)



ภาพประกอบ 2.3 ตัวอย่างการทำภาพให้ราบเรียบโดยใช้ BLPF (Gonzalez,1989)

2.3 การตรวจสอบและปรับค่าความเอียง (ขนบ,2544)

การตรวจสอบและปรับค่าความเอียงของแผ่นป้ายทะเบียน จัดว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญขั้นตอนหนึ่งในกระบวนการประมวลผลขั้นต้น เพราะจะส่งผลให้การประมวลผลข้อมูลของระบบรู้จำแผ่นป้ายทะเบียนภาษาไทยมีความถูกต้องแม่นยำมากยิ่งขึ้น เนื่องจากภาพถ่ายที่ได้จากกล้องถ่ายภาพดิจิตอลอาจจะไม่ได้อยู่ในแนว 0 องศาพอดี จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการตรวจสอบภาพป้ายทะเบียนรถยนต์ก่อน และปรับระดับมุมของแผ่นป้ายทะเบียนให้อยู่ในแนวระนาบ ในงานวิจัยนี้ได้ใช้วิธีการปรับค่าความเอียงของเอกสารโดยอาศัยคุณลักษณะของป้ายทะเบียนรถยนต์ที่มีกรอบสี่เหลี่ยมล้อมรอบของป้ายทะเบียนรถยนต์ เพื่อใช้เป็นแนวเส้นตรงในการตรวจสอบค่าความเอียง อัลกอริทึมที่ใช้ในการตรวจสอบความเอียงได้ใช้หลักการ Radon transform (Jain,1989) โดยการฉายภาพป้ายทะเบียนรถยนต์ในแนวแกนตั้งและแกนนอน และคำนวณมุมความเอียงของภาพป้ายทะเบียนรถยนต์ จากนั้นจึงปรับค่าความเอียงโดยการหมุนภาพกลับมาที่แนวระนาบ 0 องศาในทิศทางตรงกันข้ามกับแนวมุมที่คำนวณได้โดยวิธีการประมาณค่าในช่วง (Linear interpolation) ซึ่งขั้นตอนในการตรวจสอบและปรับค่าความเอียง ได้แสดงไว้ดังภาพประกอบ 2.4



ภาพประกอบ 2.4 ขั้นตอนการตรวจสอบและปรับค่าความเอียงของแผ่นป้ายทะเบียน

ขั้นตอนแรก ใช้วิธีการในการหาขอบภาพ (Edge detection) โดยใช้ Sobel operation (Gonzalez,1989) เพื่อทำการตรวจสอบขอบของกรอบสี่เหลี่ยมภายในภาพป้ายทะเบียนรถยนต์ ก่อนที่จะส่งเข้าไปยังกระบวนการฉายภาพโดยใช้ Radon transform ซึ่งกระบวนการตรวจสอบสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

จากความชัน หรือ Gradient ของภาพ f(x,y) ที่ตำแหน่ง x,y สามารถแสดงด้วยเวคเตอร์ ∇f

$$\nabla f = \begin{bmatrix} Gx \\ Gy \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial f}{\partial x} \\ \frac{\partial f}{\partial y} \end{bmatrix} \qquad (3)$$

ในการตรวจสอบขอบภาพ สิ่งที่สำคัญ คือ ขนาดของเวคเตอร์เหล่านี้ เพราะเป็นตัวเลขที่แสดงถึงความชันของภาพวัตถุ ดังนั้นสามารถแสดงขนาดของ ∇f ได้จากสมการ

$$|(\nabla f)| = \left[G_x^2 + G_y^2\right]^{\frac{1}{2}} \qquad (4)$$

และทิศทางของ Gradient vector $\alpha(x,y)$ สามารถเขียนสมการได้เป็น

$$\alpha(x,y) = \tan^{-1}\left(\frac{Gy}{Gx}\right) \qquad (5)$$

การคำนวณหาความชันของภาพ จะยึดหลัก Partial derivative $\frac{\partial f}{\partial x}$ และ $\frac{\partial f}{\partial y}$ ในทุกๆ ตำแหน่งของจุดภาพ การแยกความแตกต่างของขอบภาพสามารถกระทำได้หลาย ๆ วิธีการด้วยกัน แต่ในงานวิจัยได้ใช้ Sobel operator ในการตรวจจับขอบภาพ เนื่องจาก Sobel operator มีข้อดีในด้าน Differencing และ Smoothing effect ดังนั้นการแยกความแตกต่างด้วย Sobel operator สามารถเขียนสมการได้ดังนี้

$$Gx = (Z7 + 2*Z8 + Z9) - (Z1 + 2*Z2 + Z3) \qquad (6)$$

$$Gy = (Z3 + 2*Z6 + Z9) - (Z1 + 2*Z4 + Z7) \qquad (7)$$

โดย Z1,Z2,...,Z9 เป็นตำแหน่งของภาพดังต่อไปนี้

Z1	Z2	Z3
Z4	Z5	Z6
Z7	Z8	Z9

โดย Z คือ ค่าระดับความเทาของจุดภาพที่ถูกทับด้วย Mask operator ที่ทุก ๆ ตำแหน่งในภาพต้นฉบับ ลักษณะของ Sobel mask operator ในการตรวจสอบขอบภาพ จะมีลักษณะดังแสดงไว้ในภาพประกอบ 2.5

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

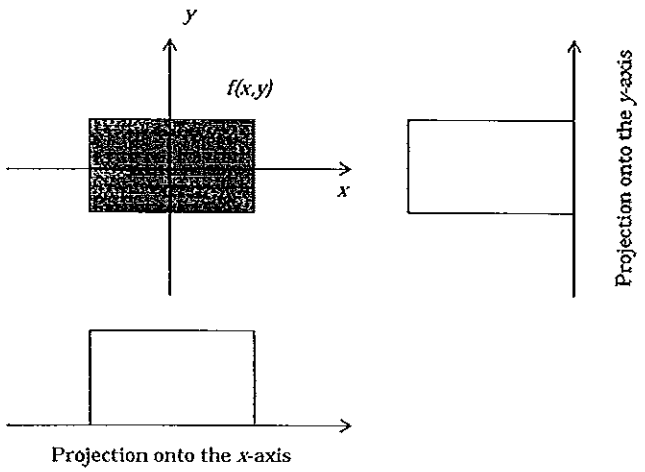
Horizontal (G_H)

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

Vertical (G_V)

ภาพประกอบ 2.5 Sobel operator (Gonzalez,1989)

ขั้นตอนที่2 ใช้ฟังก์ชัน Radon ในการคำนวณภาพฉายของป้ายทะเบียนรถยนต์ในแนวทิศทางที่กำหนด การฉายภาพของฟังก์ชัน 2 มิติ f(x,y) จะเป็นการทำ Line integral ในทิศทางที่แน่นอน ตัวอย่าง เช่น Line integral ของ f(x,y) ในแนวตั้งจะเป็นการฉายภาพ f(x,y) บนแกน x และ Line integral ของ f(x,y) ในแนวนอนจะเป็นการฉายภาพของ f(x,y) บนแกน y ดังแสดงในภาพประกอบ 2.6



ภาพประกอบ 2.6 การฉายภาพด้วยวิธี Radon transform (Jain,1989)

การฉายภาพสามารถคำนวณได้แนวมุม θ โดยทั่วๆไป Radon transform ของ f(x,y) จะเป็น Line integral ของ f ขนานไปในแนวแกน y'

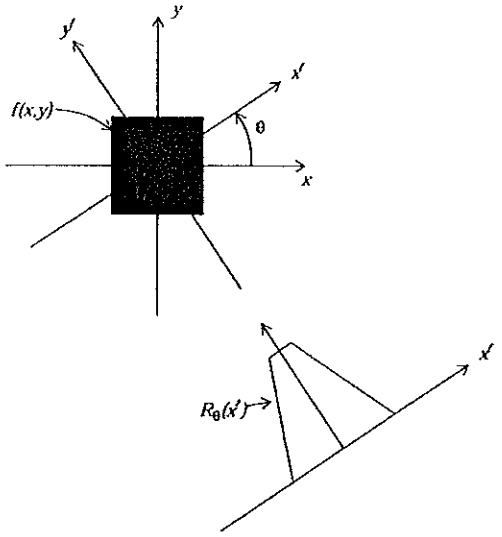
$$R_\theta(x') = \int_{-\infty}^{\infty} f(x'\cos\theta - y'\sin\theta, x'\sin\theta + y'\cos\theta)dy' \qquad (8)$$

โดย $R_\theta(X')$ เรียกว่า ผลรวมในแนวรัศมี ซึ่งแสดงผลรวมของ f(x,y) ในแนวรัศมีบนระยะทาง x และมุม θ

X' มีค่า $-\infty < X' < \infty$, Y' มีค่า $-\infty < Y' < \infty$ และ $0 \le \theta < \pi$ (9)

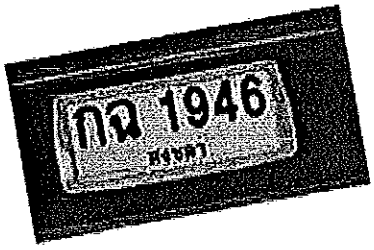
และ

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\theta & \sin\theta \\ -\sin\theta & \cos\theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} \qquad (10)$$

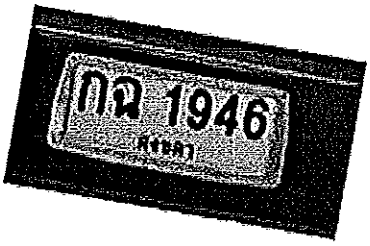


ภาพประกอบ 2.7 ลักษณะทางเรขาคณิตของ Radon transform (Jain,1989)

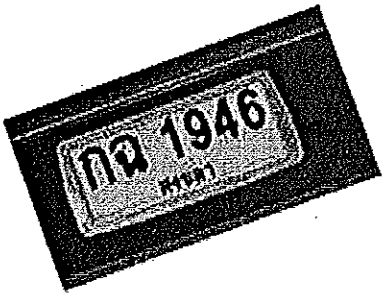
ภาพประกอบ 2.8 และ 2.9 แสดงภาพป้ายทะเบียนที่มีความเอียง 10 ถึง 20 องศาในทิศทางทวนและตามเข็มนาฬิกาและภาพประกอบ 2.10 และ 2.11 เป็นกราฟของภาพประกอบ 2.8 และ 2.9 เมื่อนำมาทดสอบด้วยสมการ Radon function และพล็อตกราฟเป็นภาพทิศทางและขนาดของความเอียง



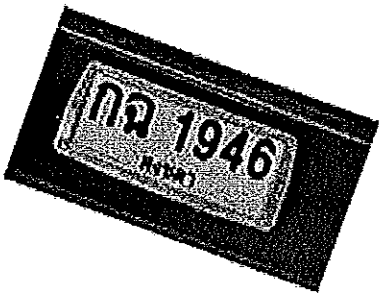
ภาพประกอบ 2.8 (ก) แสดงภาพป้ายทะเบียนที่มีมุมเอียง 10 องศาในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา



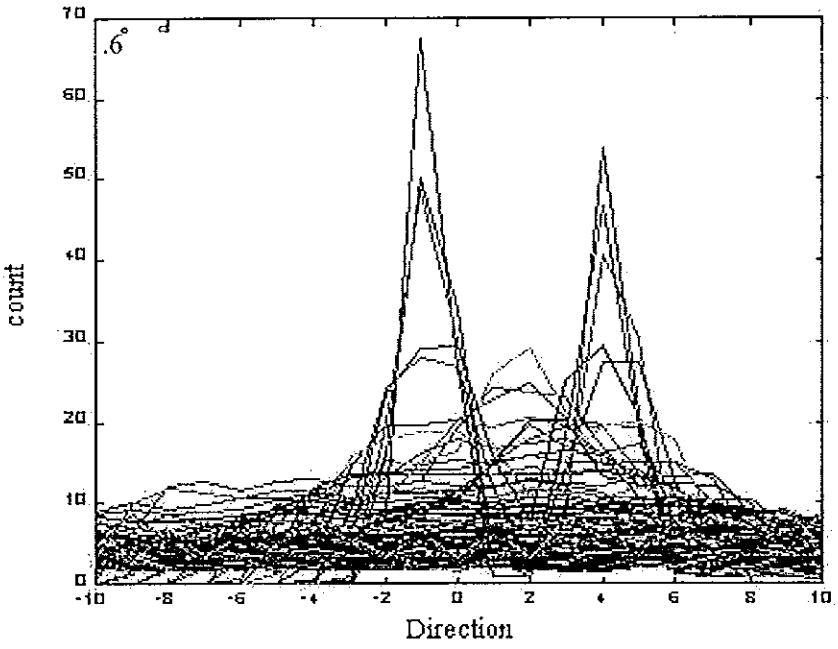
ภาพประกอบ 2.8 (ข) แสดงภาพป้ายทะเบียนที่มีมุมเอียง 10 องศาในทิศทางตามเข็มนาฬิกา

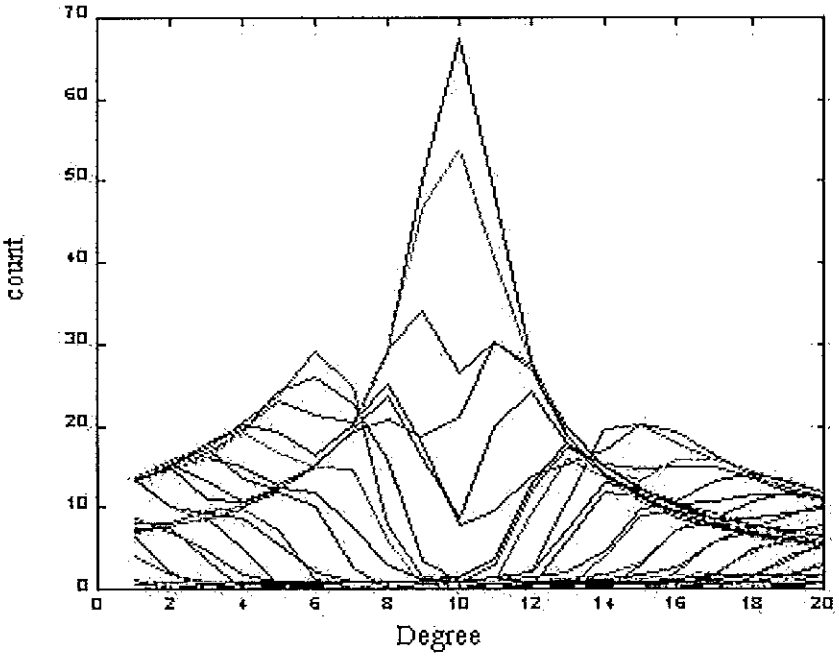


ภาพประกอบ 2.9 (ก) แสดงภาพป้ายทะเบียนที่มีมุมเอียง 20 องศาในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา

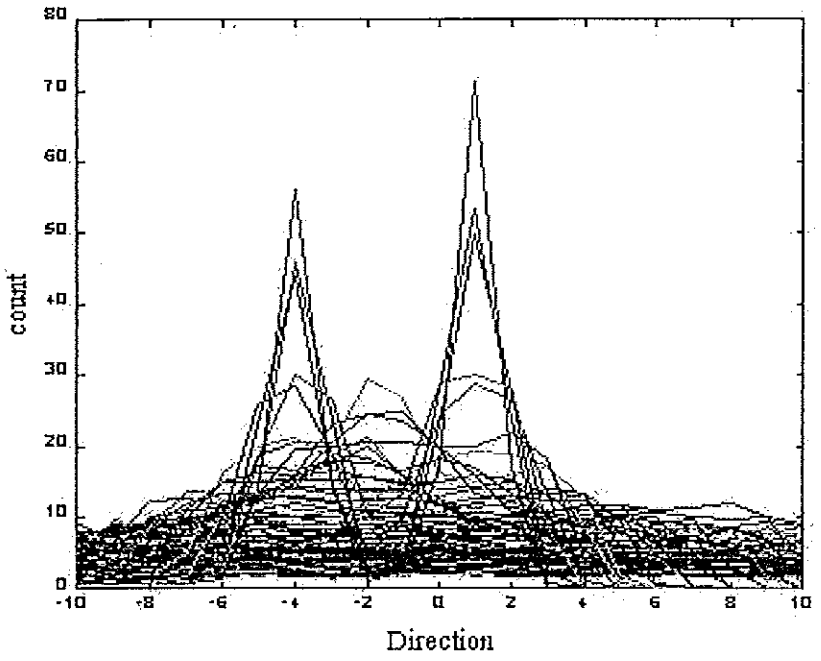


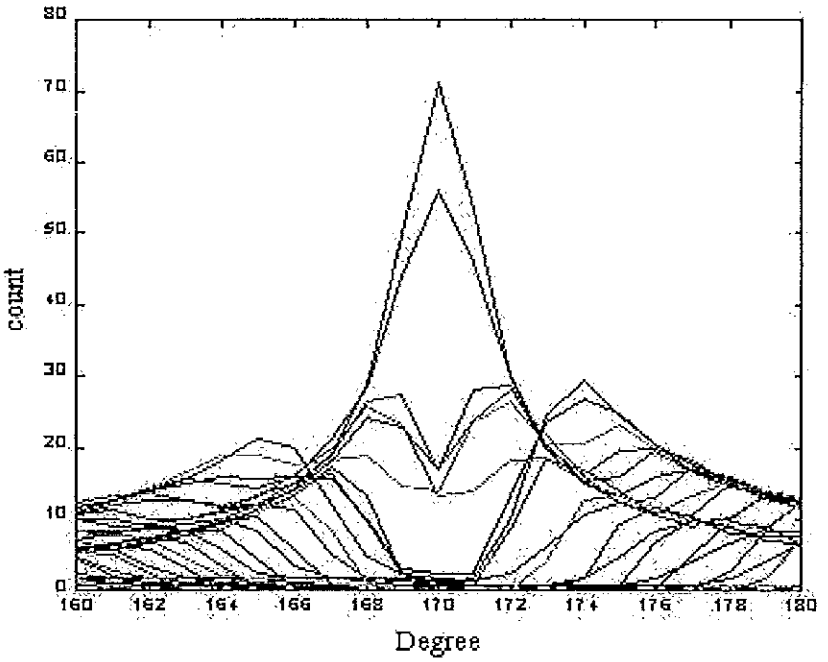
ภาพประกอบ 2.9 (ข) แสดงภาพป้ายทะเบียนที่มีมุมเอียง 20 องศาในทิศทางตามเข็มนาฬิกา



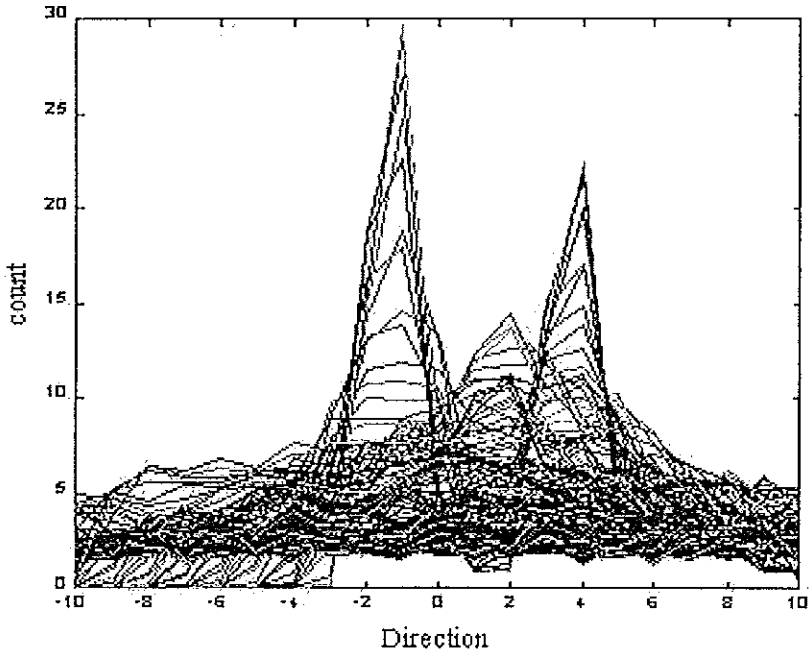


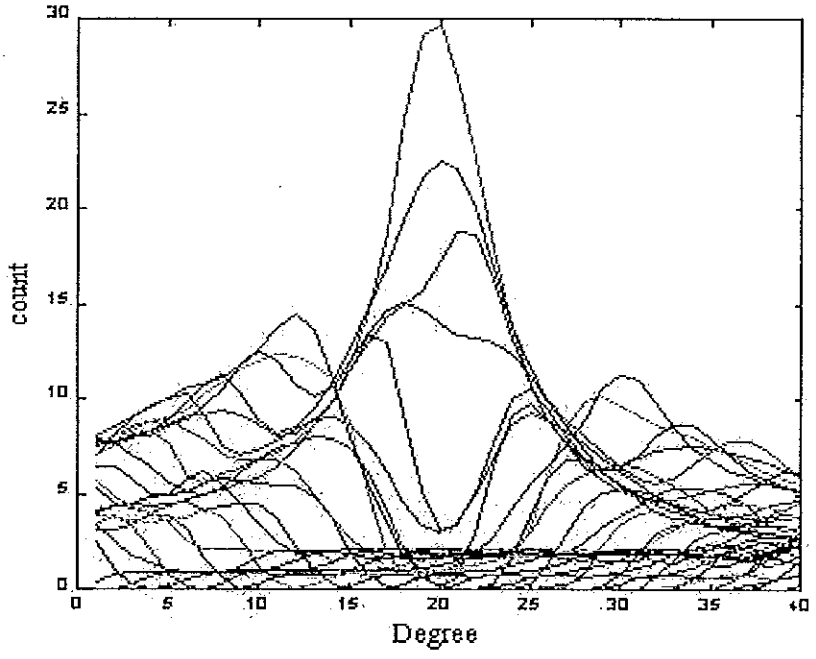
ภาพประกอบ 2.10 (ก) กราฟของ Radon function ของภาพป้ายทะเบียนรถยนต์ที่มีมุมเอียง 10 องศาในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา



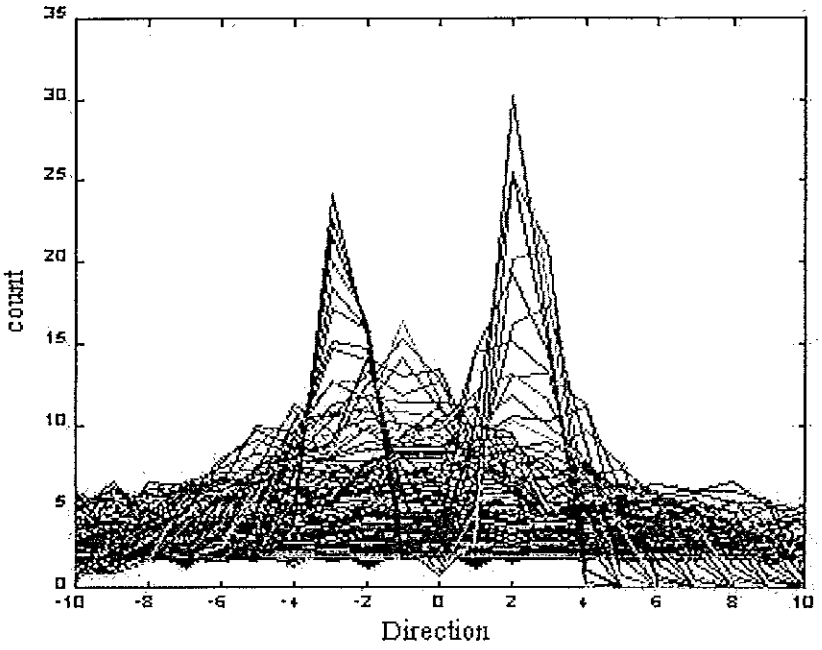


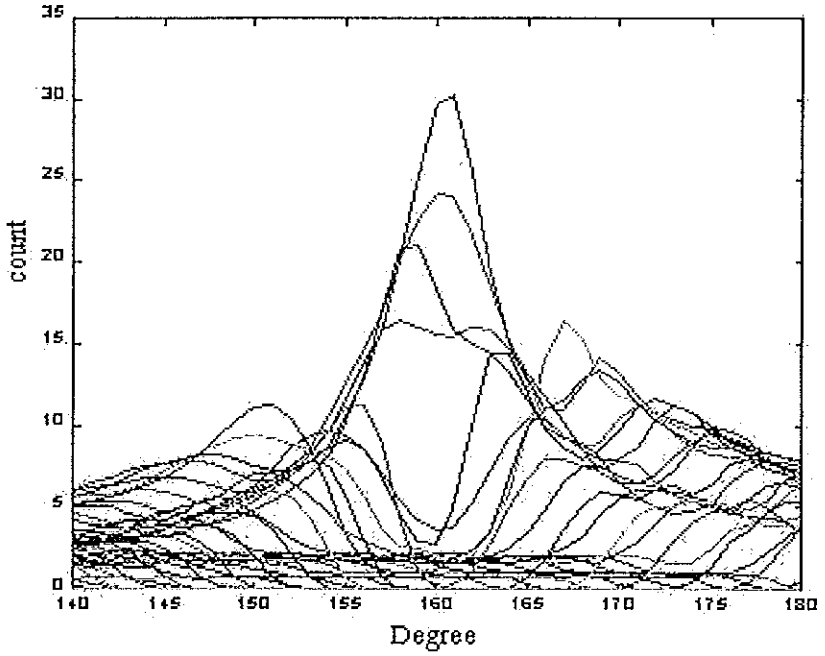
ภาพประกอบ 2.10 (ข) กราฟของ Radon function ของภาพป้ายทะเบียนรถยนต์ที่มีมุมเอียง 10 องศาในทิศทางตามเข็มนาฬิกา





ภาพประกอบ 2.11 (ก) กราฟของ Radon function ของภาพป้ายทะเบียนรถยนต์ที่มีมุมเอียง 20 องศาในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา





ภาพประกอบ 2.11 (ข) กราฟของ Radon function ของภาพป้ายทะเบียนรถยนต์ที่มีมุมเอียง 20 องศาในทิศทางตามเข็มนาฬิกา

ขั้นตอนที่ 3 ทำการหมุนภาพป้ายทะเบียนรถยนต์กลับมาวางอยู่ที่แนวระนาบ (Watkins,1993) ซึ่งสามารถเขียนสมการในการหมุนภาพได้ดังนี้

$$\left.\begin{aligned} X_k &= U_q \cos\theta - V_p \sin\theta \\ Y_j &= U_q \sin\theta + V_p \cos\theta \end{aligned}\right\} \quad \text{.....(11)}$$

ซึ่งสมการที่ (11) เป็นสมการในการหมุนภาพในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา จากสมการดังกล่าวสามารถเขียนให้อยู่ในรูปของเวคเตอร์ ได้ดังสมการที่ (12)

$$\begin{bmatrix} X_k \\ Y_j \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\theta & -\sin\theta \\ \sin\theta & \cos\theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_q \\ V_p \end{bmatrix} \qquad (12)$$

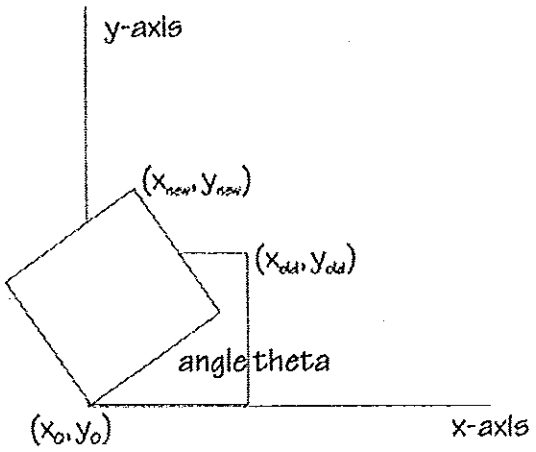
โดย

θ = มุมการหมุนภาพในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา

X_k, Y_j = ตำแหน่งร่วมใหม่ในการหมุนจุดภาพ

U_q,V_p = ตำแหน่งร่วมก่อนการหมุนภาพบนภาพต้นฉบับ

ซึ่งแสดงวิธีการหมุนภาพได้ดังภาพประกอบ 2.12



ภาพประกอบ 2.12 การเปลี่ยนตำแหน่งร่วมก่อนและหลังการหมุนภาพ (Watkins,1993)

สำหรับรูปแบบทั่วไปของสมการการหมุนภาพ วัตถุอาจจะถูกหมุนอยู่รอบจุดหมุนใดๆ (Arbitary point) A,B ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการใหม่ได้เป็น

$$\left.\begin{aligned} X_k &= A + (U_q - A)\cos\theta - (V_p - B)\sin\theta \\ Y_k &= B + (U_q - A)\sin\theta - (V_p - B)\cos\theta \end{aligned}\right\} \quad \text{.....(13)}$$

เพื่อประสิทธิภาพและความถูกต้องในการหมุนภาพ เราต้องใช้สมการในการกลับภาพ (Reverse equation) ดังสมการด้านล่างเพื่อเป็นการรับประกันว่าไม่มีรูบนภาพที่ต้องการหมุน ดังนี้

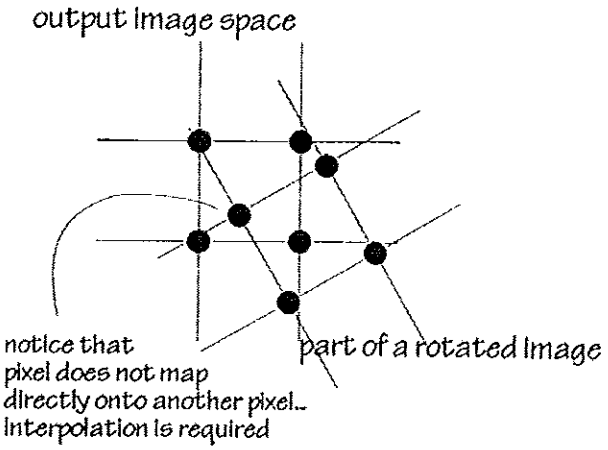
$$\left.\begin{aligned} U_q &= X_k / X_{scale} \\ V_p &= Y_j / Y_{scale} \end{aligned}\right\} \quad \text{.....(14)}$$

โดย

X_{scale} = สเกลบนแกน X

Y_{scale} = สเกลบนแกน Y

จากนั้นจึงจะใช้วิธีการ Interpolation ในการคำนวณหาค่าจุดภาพ ซึ่งเกิดจากการสุ่มภาพต้นฉบับไปวางไว้ระหว่างจุดภาพ 2 จุดดังรูปที่ 2.13



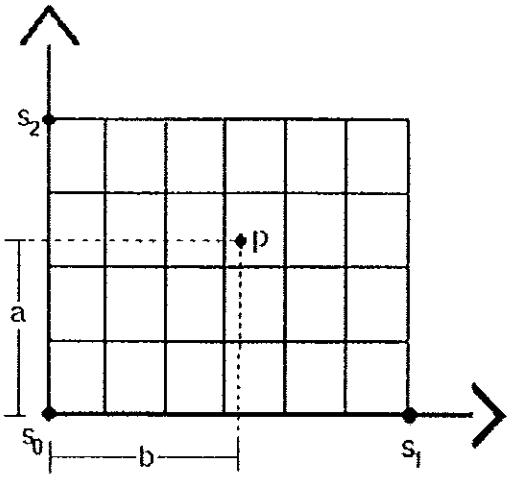
ภาพประกอบ 2.13 เทคนิคของวิธีการ Interpolation (Watkins,1993)

Central Library
Prince of Songkla University

ในงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้วิธีการ Bilinear interpolation ในการคำนวณหาตำแหน่งจุดร่วมที่เปลี่ยนแปลงไปจากการหมุนภาพ สมมุติว่าเรามีพื้นที่สี่เหลี่ยมผืนผ้าในระบบ 2 มิติ ซึ่งถูกกำหนดโดยจุด 3 จุด ในตำแหน่ง s_0,s_1 และ s_2 เราสามารถหาตำแหน่งของจุด P ด้วยการใช้ Normalize parameter (a,b) ดังสมการที่ (15)

$$P(a,b)\, s_0 + (s_1 - s_0)\, a + (s_2 - s_0)\, b = 0 \qquad (15)$$

ระยะทาง (a,b) ไปยังจุด P คือ ผลรวมของ Linear interpolation ไปตามแนวของขอบภาพ โดย a เป็นเวคเตอร์ระหว่าง s_0 และ s_1 และ b เป็นเวคเตอร์ระหว่าง s_0 และ s_2 และจุด P เป็นตำแหน่งที่ถูกพบได้โดยการรวมเวคเตอร์ a และเวคเตอร์ b ไปยัง s_0 โดยสมการที่ (11) บอกให้ทราบว่าจะหาตำแหน่งของจุด P ได้อย่างไร ในทางกลับกันเราสามารถหาขนาดของ เวคเตอร์ a และ b ได้เช่นเดียวกัน เราสามารถเขียนสมการที่ (16) ให้อยู่ในรูปของเมตริกซ์ได้เป็น



ภาพประกอบ 2.14 Bilinear interpolation (Watkins,1993)

$$\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_0 \\ y_0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} (x_1 - x_0) & (x_2 - x_0) \\ (y_1 - y_0) & (y_2 - y_0) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} \qquad (16)$$

ดังนั้นในทางกลับกัน การหาค่า Inverse matrix ทำได้โดยการย้าย s_0 ไปยังอีกด้านหนึ่งของสมการ

$$\begin{bmatrix} x - x_0 \\ y - y_0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (x_1 - x_0) & (x_2 - x_0) \\ (y_1 - y_0) & (y_2 - y_0) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} \qquad (17)$$

และทำ Inverse matrix จนได้ระยะ a และ b ดังนี้

$$\begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = \left(\frac{1}{(x_1 - x_0) * (y_2 - y_0) - (x_2 - x_0) * (y_1 - y_0)} \right) \begin{bmatrix} (y_2 - y_0) & -(x_2 - x_0) \\ (y_1 - y_0) & (x_1 - x_0) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x - x_0 \\ y - y_0 \end{bmatrix}$$

(18)

2.4 ทฤษฎีการหาจุดเหมาะสมของการกำหนดค่าขีดจำกัด

การกำหนดค่าขีดจำกัด (ขนบ,2544) ถูกนำมาใช้ในการแยกจุดภาพของวัตถุที่สนใจพิจารณาออกจากจุดภาพของฉากหลัง ดังนั้นค่าขีดจำกัดที่กำหนดขึ้นจึงถูกใช้แปลงภาพป้ายทะเบียนรถยนต์ให้มีการเปลี่ยนแปลงค่าระดับความเทา จากภาพที่มีค่าระดับความเทา 256 ระดับไปเป็นภาพที่มีค่าระดับความเทา 2 ระดับ สิ่งสำคัญในการแยกภาพป้ายทะเบียนรถยนต์ออกจากฉากหลังก็คือ จะต้องมีการกำหนดค่าขีดจำกัดให้เหมาะสม ซึ่งค่าขีดจำกัดสามารถเขียนให้อยู่ในรูปของฟังก์ชัน T ได้ดังสมการที่ (19) ดังนี้

$$T = T[x, y, P(x,y), f(x,y)] \qquad (19)$$

โดย T เป็นค่าขีดจำกัดที่ต้องการ

x,y เป็นตำแหน่งพิกัดของจุดภาพ

f(x,y) เป็นค่าระดับความเทาที่ตำแหน่งพิกัด x,y

P(x,y) เป็นค่าเฉลี่ยของค่าระดับความเทาสูงสุดรอบ ๆ จุดพิกัด x,y

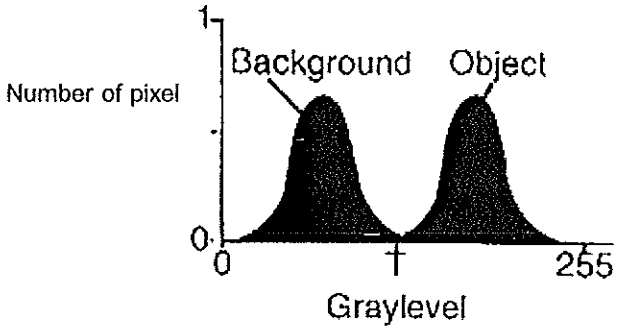
ดังนั้นค่าระดับไบนารี่ที่ตำแหน่งพิกัด x,y ที่ถูกกำหนดค่าขีดจำกัดจึงมีค่าเป็นดังสมการที่ (20)

$$g(x,y) = \left\{ \begin{array}{ll} \text{(a)} & \text{ถ้า } f(x,y) > T \\ \\ \text{(a)} & \text{ถ้า } f(x,y) \leq T \end{array} \right\} \quad \text{.....(20)}$$

เมื่อ g(x,y) คือ ค่าระดับไบนารี่ที่ตำแหน่งพิกัด x,y

การกำหนดค่าขีดจำกัดจัดเป็นวิธีการหนึ่งที่ถูกนำมาใช้ในการตัดแยกองค์ประกอบของภาพ (Image segmentation) สำหรับการรู้จำวัตถุ ค่าขีดจำกัดจะถูกใช้เป็นจุดอ้างอิงในการแยกวัตถุออกจากจุดภาพของฉากหลัง ถ้าค่าระดับความเทาของวัตถุภายในภาพมีค่าแตกต่างจากค่าระดับความเทาของฉากหลังมาก ๆ การหาค่าขีดจำกัดที่เหมาะสม (Optimal thresholding) จึงเป็นวิธีการที่ดีที่สุดในการหาค่าขีดจำกัดบนภาพต้นแบบ (Gonzalez,1989) แต่ถ้าภาพต้นแบบมีค่าระดับความเทาหลาย ๆ ระดับ (Multi –graylevel image) วิธีการกำหนดค่าขีดจำกัดแบบค่าระดับความเทารวม (Multi-graylevel thresholding) จึงถูกนำมาใช้แยกพื้นที่ของระดับความเทาที่แตกต่างกันในภาพ แต่ในงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้วิธีการหาค่าขีดจำกัดที่เหมาะสม ในการคำนวณหาค่าขีดจำกัดบนภาพป้ายทะเบียนรถยนต์ เนื่องจากพื้นที่ที่ใช้ในการประมวลผลบนป้ายทะเบียนรถยนต์จะมีลักษณะเป็นจุดภาพดำที่มีค่าระดับความเทาแตกต่างจากจากจุดภาพของฉากหลังซึ่งมีลักษณะเป็นจุดภาพขาวมากและมองเห็นได้ชัดเจน ดังนั้นขั้นตอนการคำนวณค่าขีดจำกัดจะพิจารณาความแตกต่างของระดับความสว่างระหว่างวัตถุที่สนใจพิจารณามาเป็นค่าขีดจำกัดเริ่มต้น คือ จุดภาพของป้ายทะเบียนรถยนต์กับจุดภาพของฉากหลังซึ่งได้เลือกใช้ค่ากลางของค่าระดับความเทาจากมุมทั้งสี่ของภาพกรอบข้อมูล (พื้นที่ A,B,C,D) แทนระดับ ความสว่างของฉากหลังทั้งหมด มาเทียบกับค่ากลางของค่าระดับความเทาภายในภาพต้นฉบับ (พื้นที่ I) ที่มีค่าความสว่างแตกต่างกัน 256 ระดับ ดังแสดงในภาพประกอบ 2.15 (ก) ถ้าฮิสโตแกรม (Histogram) ของภาพ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ค่าขีดจำกัดที่เหมาะสมจะอยู่ตรงกลางระหว่างจุดยอดทั้งสองของฮิสโตแกรม ดังภาพประกอบ 2.15 (ข) ดังนั้นเป้าหมายของการหาค่าขีดจำกัดที่เหมาะสม คือ การหาจุดที่อยู่ระหว่างจุดยอดของฮิสโตแกรมทั้งสองจุด

ภาพประกอบ 2.15 (ก) ภาพตัวอย่างที่ใช้ในการหาค่าขีดจำกัดที่เหมาะสม



ภาพประกอบ 2.15 (ข) ลักษณะฮิสโตแกรมของภาพประกอบ 2.15 (ก) (Myler,1990)

ดังนั้นการหาค่าขีดจำกัดที่เหมาะสม สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$T_{new} = (f_m + g_m) / 2 \qquad (21)$$

โดย

T_{New} = ค่าขีดจำกัดใหม่ที่คำนวณได้

f_m = ค่ากลางของระดับความเทาของวัตถุ

g_m = ค่ากลางของระดับความเทาของฉากหลัง

และ

$$f_m = \sum_{m*n}\left(\left\{ \sum_{y=1}^{n}\sum_{x=1}^{m}\left(f(x,y) > T\right) * f(x,y) \right\} \ / \ \left|q(x,y)\right| \right) \qquad (22)$$

$$g_m = \sum_{m*n}\left(\left\{ \sum_{y=1}^{n}\sum_{x=1}^{m}\left(f(x,y) \le T\right) * f(x,y) \right\} \ / \ \left|p(x,y)\right| \right) \qquad (23)$$

โดย

$f(x,y) > T$ คือ ค่าระดับความเทาที่ตำแหน่งพิกัด x,y ใดๆที่มีค่าระดับความเทามากกว่าค่าขีดจำกัด T

$f(x,y) \leq T$ คือ ค่าระดับความเทาที่ตำแหน่งพิกัด x,y ใดๆ ที่มีค่าระดับความเทาน้อยกว่าค่าขีดจำกัด T

$|q(x,y)|$ คือ จำนวนจุดภาพของวัตถุทั้งหมดที่มีค่าระดับความเทามากกว่าค่าขีดจำกัดเริ่มต้น

$|p(x,y)|$ คือ จำนวนจุดภาพของวัตถุทั้งหมดที่มีค่าระดับความเทาน้อยกว่าค่าขีดจำกัดเริ่มต้น

$f(x,y)$ คือ ค่าระดับความเทาที่ตำแหน่งพิกัด x,y

2.5 ทฤษฎีในการทำให้วัตถุในภาพบาง (ทรงชัยและชัยณรงค์,2538)

2.5.1 การตรวจเช็คความหนาของจุดภาพ

ภาพที่ผ่านการทำให้บาง (thinning) แล้วจะมีความหนาของภาพเพียง 1 จุดภาพเท่านั้น ดังนั้นจะต้องมีวิธีการตรวจเช็คที่จุดภาพนั้น ๆ ในที่นี้จะนำหลักการหาค่าคุณสมบัติทางโทโปโลยีของจุดภาพมาใช้ประกอบการตรวจเช็ค โดยกำหนดหน้าต่าง 3*3 ขึ้นมา แล้วกำหนดให้แต่ละจุดภายในภาพแทนด้วยตัวแปรที่มีค่าเท่ากับ 0 หรือ 1 เพื่อแทนจุดภาพที่เป็นพื้นหรือเนื้อของวัตถุตามลำดับแสดงดังภาพประกอบ 2.16

X_3	X_2	X_1
X_4	X_0	X_8
X_5	X_6	X_7

ภาพประกอบ 2.16 แสดงตัวแปรบนหน้าต่างขนาด 3*3

เพื่อให้สามารถแยกแยะจุดภาพให้ชัดเจนขึ้น เราจึงต้องรู้ว่าคุณสมบัติที่สามารถบอกได้ว่าเป็นจุดภาพที่มีความหนาเพียง 1 จุดภาพ โดยดูจากภาพประกอบ 2.23

d	d	d
0	1	0
d	d	d

d	0	d
d	1	d
d	0	d

(a)

1	0	d
0	1	d
d	d	d

d	0	1
d	1	0
d	d	d

d	d	d
0	1	d
1	0	d

d	d	d
d	1	0
d	0	1

(b)

ภาพประกอบ 2.17 แสดงจุดภาพที่มีความหนา 1 จุดภาพ (d = อะไรก็ได้)

จากภาพประกอบ 2.17 (a) หากมี 0 ทั้งสองข้างของจุดภาพที่พิจารณาไม่ว่าจะเป็นบนล่างหรือซ้ายขวา จุดนั้นจะมีความหนาของจุดภาพเพียง 1 จุดภาพเท่านั้น การหาค่าคุณสมบัติดังกล่าวสามารถเขียนแทนฟังก์ชันได้ดังนี้

$$N_0 = (X_2 + X_6) * (X_4 + X_8) \qquad (24)$$

หาก $N_0 = 0$ แสดงว่าจุดนั้นมีความหนาของจุดภาพเพียง 1 จุดภาพ

ส่วนในรูปที่ 2(b) หากมุมใดมุมหนึ่งในสี่มุมมีค่าเป็น 1 และมีส่วนประกอบทั้งสองด้านเป็น 0 แสดงว่าจุดนั้นมีความหนาของจุดภาพเพียง 1 จุดภาพ ซึ่งสามารถเขียนแทนฟังก์ชันได้ดังนี้

$$\begin{aligned} N_1 &= X_1 + (X_8 + X_2) * 2 \\ N_3 &= X_3 + (X_2 + X_4) * 2 \\ N_5 &= X_5 + (X_4 + X_6) * 2 \\ N_7 &= X_7 + (X_6 + X_8) * 2 \end{aligned} \qquad (25)$$

เมื่อ N_1, N_3, N_5 และ N_7 เป็นฟังก์ชันที่ใช้สำหรับตรวจเช็คมุม X_1, X_3, X_5 และ X_7 ตามลำดับ จากทั้ง สี่ฟังก์ชัน หากมีฟังก์ชันใดฟังก์ชันหนึ่งมีค่าเท่ากับ 1 แล้ว แสดงว่าที่จุดที่พิจารณามีความหนาของจุดภาพเพียง 1 จุดภาพ

d	d	d
0	1	d
1	0	d

ภาพประกอบ 2.18 แสดงสัญญาณรบกวนที่ไม่ควรจัดให้เป็นจุดภาพที่มีความหนา 1 จุดภาพ

จากภาพประกอบ 2.17 (a) จะมีบางกรณีที่รูปแบบเกิดเป็นส่วนเกิน คือ มีลักษณะดังภาพประกอบ 2.18 ซึ่งไม่สมควรจะจัดให้เป็นจุดภาพที่มีความหนาเพียง 1 จุดภาพ วิธีแก้ไขจะต้องหาฟังก์ชันที่สามารถแยกส่วนเกินนี้ออกจากกลุ่มของจุดภาพที่มีความหนาเพียง 1 จุดภาพ ดังนั้นจึงขอยกฟังก์ชันที่ได้มีการกำหนดขึ้นมาใช้สำหรับการหาค่าคุณสมบัติทางโทโปโลยีของจุดภาพคือ Ns เป็นตัวบอกจำนวนครั้งของการเปลี่ยนแปลงของส่วนประกอบรอบ ๆ จากค่า 1 ไปเป็น 0 หรือจากค่า 0 ไปเป็น 1 ฟังก์ชันเขียนได้ดังนี้

$$Ns = \sum_{k=(1,2,\ldots 8)} \left| X_k - X_{k-1} \right| \qquad (26)$$

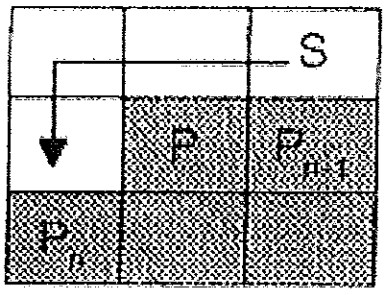
ถ้า Ns = 2 แสดงว่าจุดที่พิจารณาเป็นสัญญาณรบกวน และถ้า Ns > 2 จุดภาพนั้นจะไม่ใช่สัญญาณรบกวน

หากนำเอาฟังก์ชันต่าง ๆ ที่กล่าวมานำมาเขียนเป็นเงื่อนไขการตัดสินใจ สามารถเขียนได้ดังนี้

ถ้า (N_1=1 หรือ N_3=1 หรือ N_5=1 หรือ N_7=1 หรือ(N_0=0 และ N_s>2)) แล้ว แสดงว่าจุดภาพนั้นมีความหนาของจุดภาพ = 1 จุดภาพ

2.5.2 วิธีการติดตามขอบภาพ

ในที่นี้ได้ใช้วิธีการติดตามขอบภาพ เพื่อค้นหาขอบภาพที่ยังไม่ประมวลผล วิธีติดตามขอบภาพนี้จะต้องสแกนทวนเข็มนาฬิกาเพื่อหาขบภาพ (เปลี่ยนจาก 0 ไปเป็น 1) แล้วเปลี่ยนตำแหน่งที่พิจารณาไปที่จุดนั้น ๆ แสดงดังภาพประกอบ 2.19



ภาพประกอบ 2.19 แสดงการติดตามหาจุดภาพที่เป็นขอบ

เมื่อ P_{n-1} เป็นตำแหน่งขอบภาพที่ผ่านมา

P เป็นตำแหน่งขอบภาพที่กำลังพิจารณา

P_n เป็นตำแหน่งขอบภาพต่อไป

S เป็นตำแหน่งเริ่มต้นหาขอบภาพ

2.5.3 ทฤษฎีในการทำให้วัตถุในภาพบางอย่างรวดเร็วที่ปรับปรุงใหม่

การตรวจเช็คความหนาของจุดภาพจากฟังก์ชันเดิมในหัวข้อ 2.5.1 มีข้อเสียทั้งผลการตรวจสอบยังไม่ถูกต้อง และใช้เวลานานเพราะฟังก์ชันมีการคูณ และยังซับซ้อนเมื่อเทียบกับฟังก์ชันที่ปรับปรุงใหม่

d	d	d
0	1	d
1	0	d

d	d	d
0	1	d
1	0	d

d	d	d
0	1	d
1	0	d

ภาพประกอบ 2.20 แสดงจุดภาพที่ฟังก์ชันเดิมไม่สามารถตรวจสอบได้

จากภาพประกอบ 2.20 เป็นจุดภาพที่มีความหนาเท่ากับ 1 จุดภาพ ซึ่งฟังก์ชันเดิมมองเป็นสัญญาณรบกวน ทำให้ภาพที่ได้สูญเสียรายละเอียดไปมาก สัญญาณรบกวนที่ถูกต้องควรมีจุดภาพเหมือนกับภาพประกอบ 2.18 เท่านั้น

จากสมการที่ 27 เป็นการใช้โอเปอร์เรเตอร์ คูณและบวก ในที่นี้จะเปลี่ยนเป็นโอเปอร์เรเตอร์ทางโลจิก ดังต่อไปนี้

$$N_0 = (X_2 \mid \underline{X_6}) \,\&\, (X_4 \mid X_8)$$
$$N_1 = X_1 \,\&\, (\underline{X_8} \mid X_2)$$
$$N_3 = X_3 \,\&\, (\underline{X_6} \mid X_4) \qquad (27)$$
$$N_5 = X_5 \,\&\, (\underline{X_4} \mid X_6)$$
$$N_7 = X_7 \,\&\, (X_6 \mid X_8)$$

เมื่อ | แทนด้วย OR

& แทนด้วย AND และ

$\overline{\quad}$ แทนด้วย NOT

สมการที่ 27 นี้ความหมายเหมือนกับในหัวข้อ 2.5.1

เนื่องจากฟังก์ชันที่ใช้ตรวจสอบสัญญาณรบกวนเดิมนั้นใช้ Ns และ N_0 แต่ก็ยังไม่สามารถครอบคลุมเงื่อนไขตามภาพประกอบ 2.26 จึงขอใช้ฟังก์ชันที่สร้างขึ้นมาใหม่ดังนี้

$$Ne = (X_1 \,\&\, X_2 \,\&\, X_3 \,\&\, \underline{X_6}) \mid (X_3 \,\&\, X_4 \,\&\, X_5 \,\&\, \underline{X_8}) \mid$$
$$(X_5 \,\&\, X_6 \,\&\, X_7 \,\&\, X_2) \mid (X_7 \,\&\, X_8 \,\&\, X_1 \,\&\, X_4) \qquad (28)$$

สามารถเขียนเป็นภาพประกอบในแต่ละนิพจน์ของฟังก์ชัน Ne ดังภาพประกอบ 2.21

1	1	1
d	1	d
d	0	d

1	d	d
1	1	0
1	d	d

d	0	d
d	1	d
1	1	1

d	d	1
0	1	1
d	d	D

ภาพประกอบ 2.21 แสดงความหมายของสมการ Ne

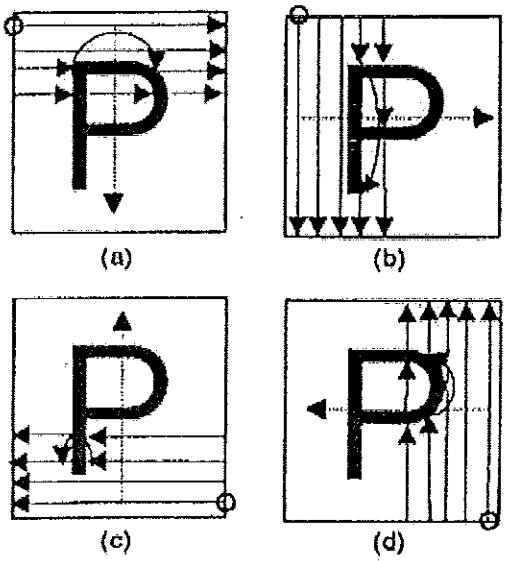
หาก Ne=0 แสดงว่าจุดนั้นมีความหนาของจุดภาพ 1 จุดภาพ

เมื่อนำเอาสมการ 28 มารวมเป็นฟังก์ชันเดียวแล้วใช้เป็นเงื่อนไขการตัดสินใจ สามารถเขียนได้ดังนี้

ถ้า $(N_1 \mid N_3 \mid N_5 \mid N_7 \mid (N_0 \mid \overline{Ne}) = 1$

แล้วแสดงว่าจุดภาพนั้นมีความหนาของจุดภาพ = 1 จุดภาพ

2.5.4 วิธีการสแกน



ภาพประกอบ 2.22 แสดงวิธีการสแกน

(a) forward (b) downward (c) backward (d) upward

การสแกนวิธีใหม่ แสดงได้ดังภาพประกอบ 2.22 ซึ่งแบ่งได้ 4 รูปแบบ การสแกนทั้งสี่รูปแบบจะสแกนเฉพาะส่วนที่ไม่ใช่เนื้อของวัตถุ (พื้นขาว) เมื่อพบเนื้อของวัตถุ (จุดดำ) จะพิจารณาจุดนั้นว่ามีความหนาเท่ากับ 1 จุดภาพหรือไม่ ถ้าใช่ก็จะลบจุดนั้นออก จากนั้นก็กระโดดข้ามจุดดำแล้วสแกนจุดขาวต่อไปจนครบทั้งแถว และทำแถวถัดไปตามทิศทางเส้นประ

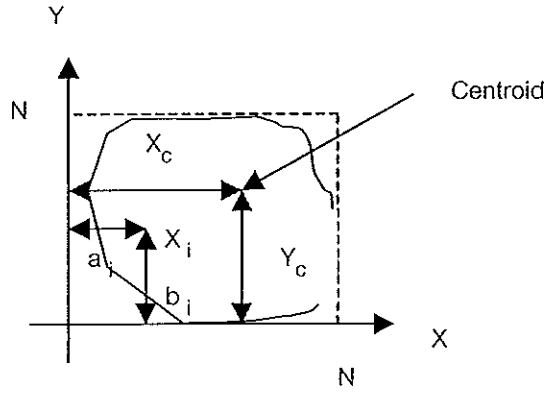
ทำสลับกันทั้ง 4 รูปแบบ จนกว่าภาพจะมีความหนาเท่ากับ 1 จุดภาพทั้งหมด

2.6 ทฤษฎีการหาจุดศูนย์ถ่วง (centroid)

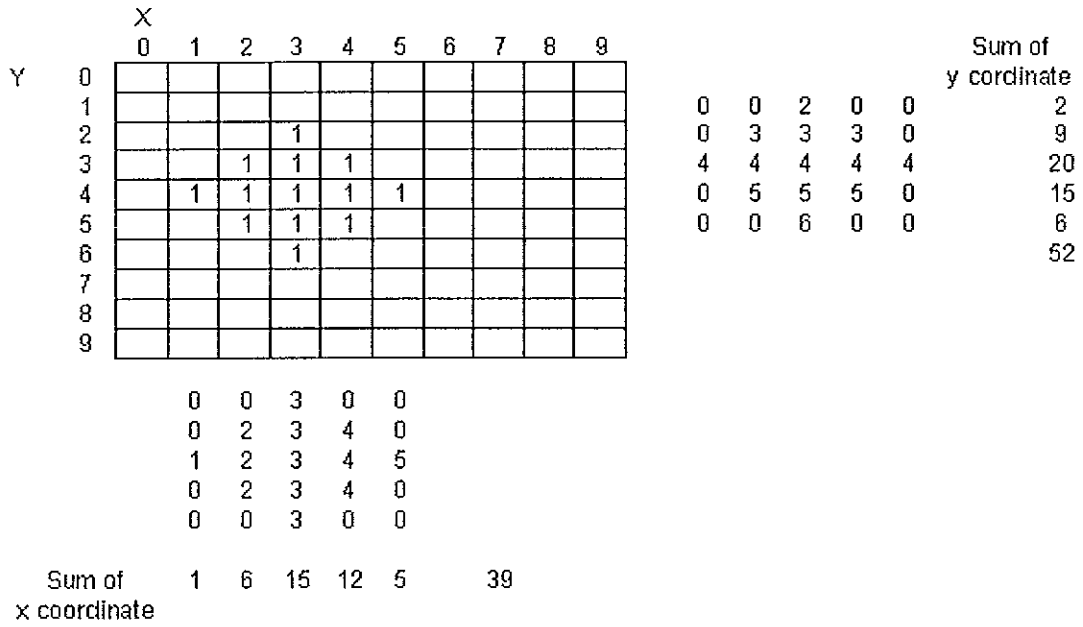
$$X_c = \frac{1}{A}\sum_{i=1}^{N} X_i a_i$$

$$Y_c = \frac{1}{A}\sum_{i=1}^{N} Y_i b_i \qquad (29)$$

A = พื้นที่ภาพ



ภาพประกอบ 2.23 แสดงค่าต่างๆในสมการ 29



ภาพประกอบ 2.24 แสดงการหาผลรวมในแนวแกน X และแกน Y

ภาพประกอบ 2.24 เป็นภาพตัวอย่างในการหาจุดศูนย์ถ่วงของภาพซึ่งจะหาผลรวมของแต่ละแกนออกมาก่อนได้ค่าในแนวแกน X และแกน Y ดังภาพประกอบคือ ในแกน X ได้ผลรวมเท่ากับ 39 และในแนวแกน Y ได้ผลรวมเท่ากับ 52

$$X_c = \frac{1}{A}\sum_{i=1}^{N} X_i a_i \qquad Y_c = \frac{1}{A}\sum_{i=1}^{N} Y_i b_i$$

$X_c = 39/13 = 3$ (30)

$Y_c = 52/13 = 4$

เมื่อ X_c, Y_c เป็นจุดศูนย์ถ่วงของภาพ

X , Y เป็นจุดบนภาพ

A เป็นพื้นที่ภาพ

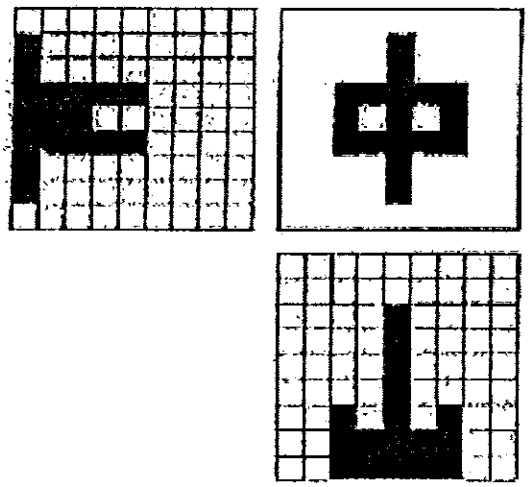
จากสมการ 30 ได้นำค่าที่ได้จากผลรวมในแกน X และแกน Y มาหารด้วยพื้นที่ภาพก็จะได้จุดศูนย์ถ่วงในแนวแกน X_c คือ 3 และในแนวแกน Y_c คือ 4

2.7 การฉายภาพ

วิธีการฉายภาพ (Awcock,1995) ถูกนำมาใช้ในการค้นหาตำแหน่งของตัวเลือกบนกรอบข้อมูล โดยการนับจำนวนจุดภาพดำบนกรอบข้อมูลของข้อมูลภาพต้นฉบับที่ได้กำหนดไว้ในทิศทางด้านแนวนอนและแนวตั้ง ส่วนของภาพที่ไม่มีจุดภาพดำถือว่าเป็นช่องว่างระหว่างตัวเลือกแต่ละตำแหน่ง ดังแสดงในภาพประกอบ 2.25 ซึ่งการฉายภาพในด้านแนวนอนและแนวตั้งถูกกำหนดดังสมการที่ (31) และ (32) ดังนี้

$$H(k) = \frac{1}{N}\sum_{j=1}^{N} F(j,k) \qquad (31)$$

$$V(j) = \frac{1}{N}\sum_{k=1}^{N} F(j,k) \qquad (32)$$



ภาพประกอบ 2.25 การภาพฉาย

โดย H (k) คือ ผลรวมของจุดภาพดำในแนวนอน

V (j) คือ ผลรวมของจุดภาพดำในแนวตั้ง

F (j,k) คือ จุดภาพดำบนภาพกระดาษคำตอบ

N คือ จำนวนจุดภาพทั้งหมด

บทที่ 3

ทฤษฎีโครงข่ายประสาทเทียม

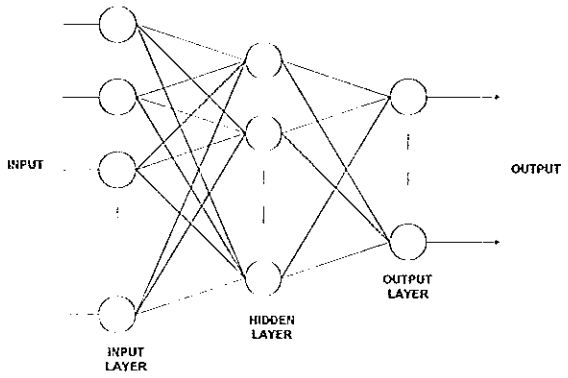
3.1 บทนำ

บทนี้จะว่าด้วยเรื่องของทฤษฎีของโครงข่ายประสาทเทียมที่มีการเรียนรู้แบบแพร่กลับ ที่ต้องกล่าวถึงเนื่องจากกระบวนการรู้จำภาพตัวอักษรว่าภาพนั้นเป็นอักษรตัวใดได้ใช้โครงข่ายประสาทเทียมที่มีการเรียนรู้แบบแพร่กลับ ในการรู้จำภาพตัวอักษรหลังจากที่ได้ทำกระบวนการวิธีการหาจุดปลาย จุดแยกและจุดตัด ว่าอยู่บนควอดรันต์ที่เท่าไรแล้ว และในการรู้จำภาพตัวเลขใช้โครงข่ายประสาทเทียมที่มีการเรียนรู้แบบแพร่กลับเพียงวิธีเดียว

โครงข่ายประสาทเทียมที่มีการเรียนรู้แบบแพร่กลับเป็นแบบซุบเปอร์ไวเซอร์ (Supervisor) หรือเป็นโครงข่ายแบบมีผู้ช่วยคือมีเอาท์พุตเข้ามาช่วยปรับค่าน้ำหนัก เหตุที่เลือกโครงข่ายประสาทเทียมแบบนี้เนื่องจากว่าโครงข่ายประสาทเทียมที่มีการเรียนรู้แบบแพร่กลับมีความสามารถในเรื่องการแยกแยะสิ่งต่างๆที่ต้องการแยกได้ดี โดยมีทฤษฎีของโครงข่ายประสาทเทียมดังนี้

3.2 ทฤษฎีโครงข่ายประสาทเทียมที่มีการเรียนรู้แบบแพร่กลับ (ปฏิมากร,2544)

โครงข่ายประสาทที่มีการเรียนรู้แบบแพร่กลับ (Back-Propagation Learning Algorithm) โครงข่ายประสาทนี้ประกอบด้วยกลุ่มของเซลล์ประสาทซึ่งรวมกันเป็นชั้นอินพุต (Input Layer) หนึ่งชั้น ชั้นซ่อน (Hidden Layer) ซึ่งอาจมีมากกว่าหนึ่งชั้นได้ และชั้นเอาท์พุต (Output Layer) จำนวนหนึ่งชั้น สัญญาณจากข้อมูลจะส่งผ่านจากชั้นอินพุตไปยังชั้นถัดไปทีละชั้น เซลล์ประสาทที่อยู่ในชั้นที่อยู่ติดกันจะเชื่อมโยงกันแบบสมบูรณ์ (Fully Connected) ดังแสดงในภาพประกอบที่ 3 เซลล์ประสาทในชั้นซ่อนและชั้นเอาท์พุตจะมีคุณลักษณะแบบไม่เชิงเส้น (Nonlinear) ข้อมูลที่ส่งออกมาจากเซลล์ประสาทเหล่านี้จะให้ค่าผลลัพธ์ที่เรียบและต่อเนื่อง โดยทั่วไปแล้วฟังก์ชันซิกมอยด์คอล (Sigmoidal Function) จะถูกเลือกใช้ในแต่ละเซลล์ประสาทเนื่องจากฟังก์ชันนี้เป็นฟังก์ชันต่อเนื่องและหาค่าอนุพันธ์ได้



ภาพประกอบที่ 3.1 โครงข่ายประสาทแบบ Fully Connected ที่มี 1 hidden layer

กระบวนการเรียนรู้แบบแพร่กลับ (Back-Propagation Learning Algorithm)

สัญลักษณ์ต่าง ๆ

x_{ip} ข้อมูลขาเข้าบิตที่ i (input) ของข้อมูลชุดที่ p

y_{ip} ข้อมูลขาออกของเซลล์ประสาทชั้นซ่อนตัวที่ i ของข้อมูลชุดที่ p

o_{ip} ข้อมูลเอาท์พุตบิตที่ i ของโครงข่าย (output) ของข้อมูลชุดที่ p

t_{ip} ข้อมูลเอาท์พุตที่ถูกต้อง (target) บิตที่ i ของข้อมูลชุดที่ p

η อัตราการเรียนรู้ (learning rate)

w_{ij} น้ำหนักบนเส้นเชื่อมโยงจากเซลล์ประสาท i สู่เซลล์ประสาท j

Δw_{ij} ผลต่างของน้ำหนักบนเส้นเชื่อมโยงระหว่างเซลล์ประสาท i สู่เซลล์ประสาท j

E_p ค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูลชุดที่ p

$f()$ ฟังก์ชันซิกมอยดอล (Sigmoidal Function)

i, j, k เป็นตัวชี้บิตของข้อมูลในชั้นอินพุต ชั้นซ่อน และชั้นเอาท์พุต ตามลำดับ

n, m, q เป็นจำนวนเซลล์ประสาทของชั้นอินพุต ชั้นซ่อน และชั้นเอาท์พุต ตามลำดับ

พิจารณาโครงข่ายประสาทซึ่งมีชั้นที่ซ่อนอยู่เพียงหนึ่งชั้น สำหรับกรณีที่โครงข่ายมีชั้นที่ซ่อนอยู่มากกว่า 1 ชั้นก็สามารถหาสูตรการคำนวณได้ด้วยวิธีการทำนองเดียวกัน การเรียนรู้ของโครงข่ายจะเริ่มจากการที่ข้อมูลในชั้นอินพุตโดยข้อมูลชุดนี้สมมติว่าเป็นชุดที่ p จะถูกส่งผ่านไปยังเซลล์ประสาทในชั้นซ่อน จากนั้นข้อมูลที่ออกจากเซลล์ประสาทในชั้นซ่อนซึ่งคำนวณได้จาก

$$y_{jp} = f(\sum_{i=1}^{i=n} X_{ip} W_{ji}) \qquad (1)$$

และข้อมูลออกของชั้นเอาท์พุตจะเท่ากับ

$$o_{kp} = f(\sum_{j=1}^{j=m} y_{jp} w_{kj})$$

$$= f(\sum_{j=1}^{j=m} w_{kj} f(\sum_{i=1}^{i=n} x_{ip} w_{ji})) \qquad (2)$$

เมื่อได้ข้อมูลผลลัพธ์ออกมาแล้ว จะมีค่าความคลาดเคลื่อนจากค่าเป้าหมายอยู่ซึ่งค่านี้จะเท่ากับ

$$E_p = \frac{1}{2}\sum_{k=1}^{k=q}(t_{kp} - o_{kp})^2 \qquad (3)$$

เมื่อพิจารณาข้อมูลขาเข้าทั้งหมด สมมติว่ามีข้อมูลอยู่ P ชุด ค่าความคลาดเคลื่อนจากค่าเป้าหมายรวมจะได้เท่ากับ

$$E = \frac{1}{2}\sum_{p=1}^{p=P}\sum_{k=1}^{k=q}(t_{kp} - o_{kp})^2 \qquad (4)$$

เราจะนำค่าความคลาดเคลื่อนนี้ไปหา Δw เพื่อจะนำไปใช้ปรับค่าน้ำหนักของทุกเส้นเชื่อมโยงในโครงข่ายประสาทที่กำลังได้รับการฝึกฝนอยู่ ขบวนการเริ่มด้วยการหาอนุพันธ์ของ E เทียบกับ W_{kj} จะทำให้ได้ Δw_{kj} ซึ่งเป็นค่าสำหรับปรับน้ำหนักเส้นเชื่อมโยงระหว่างเซลล์ประสาทในชั้นเอาท์พุต และชั้นซ่อนนั้น โดยจะมีค่าเท่ากับ

$$\Delta w_{kj} = -\eta \frac{\partial E}{\partial w_{kj}}$$

$$= \eta \sum_{p=1}^{p=P}(t_{kp} - o_{kp}) \frac{\partial o_{kp}}{\partial w_{kj}}$$

$$= \eta \sum_{p=1}^{p=P}(t_{kp} - o_{kp}) f'(\sum_{j=1}^{j=m} y_{jp} w_{kj}) y_{jp}$$

$$= \eta \sum_{p=1}^{p=P} \delta_{kp} y_{jp} \qquad (5)$$

โดยที่ $\delta_{kp} = (t_{kp} - o_{kp}) f'(\sum_{j=1}^{i=m} y_{jp} w_{kj})$

สำหรับ Δw_{ij} ซึ่งเป็นค่าสำหรับปรับน้ำหนักของเส้นเชื่อมโยงระหว่างเซลล์ประสาทในชั้นอินพุต และชั้นซ่อนนั้น จะมีค่าเท่ากับ

$$\Delta w_{ji} = -\eta \frac{\partial E}{\partial w_{ji}}$$

$$= \eta \sum_{p=1}^{p=P} (t_{kp} - o_{kp}) \frac{\partial o_{kp}}{\partial w_{ji}}$$

$$= \eta \sum_{p=1}^{p=P} (t_{kp} - o_{kp}) f'(\sum_{j=1}^{j=m} y_{jp} w_{kj}) w_{kj} \frac{\partial y_{jp}}{\partial w_{ji}}$$

$$= \eta \sum_{p=1}^{p=P} \delta_{kp} w_{kj} f'(\sum_{i=1}^{i=n} x_{ip} w_{ji}) x_{ip}$$

$$= \eta \sum_{p=1}^{p=P} \delta_{jp} x_{ip} \qquad (6)$$

โดยที่

$$\delta_{jp} = \delta_{kp} w_{kj} f'(\sum_{i=1}^{i=n} x_{ip} w_{ji})$$

โดยวิธีการข้างต้นเราสามารถปรับน้ำหนักของเส้นเชื่อมโยงแต่ละเส้นได้จากสูตร

$$w_{ji}^{new} = w_{ji}^{old} + \Delta w_{ji} \qquad (7)$$

$$w_{kj}^{new} = w_{kj}^{old} + \Delta w_{kj} \qquad (8)$$

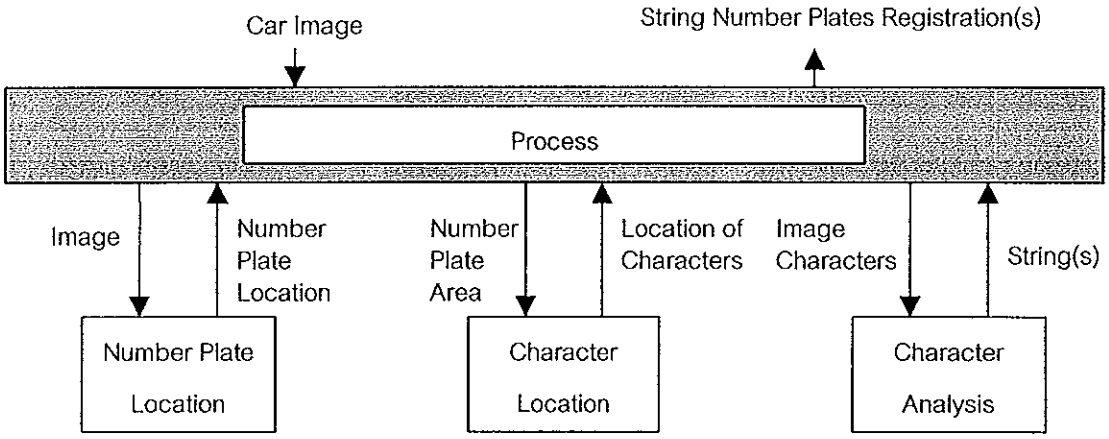
ทำเช่นนี้เรื่อยไปจนกระทั่งค่าความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าระดับที่กำหนดไว้ แล้วเก็บค่าน้ำหนักของเส้นเชื่อมโยงทุก ๆ เส้นในโครงข่ายไว้เพื่อนำไปใช้งานต่อไป ในการใช้งานโครงข่ายสามารถทำได้โดยการป้อนเวกเตอร์อินพุตให้โครงข่าย แล้วทำการคำนวณหาค่าที่ออกจากแต่ละเซลล์ประสาทโดยไล่ไปทีละเซลล์ในแต่ละชั้นของโครงข่ายจนได้เอาท์พุตของโครงข่ายในที่สุด

บทที่ 4

ขั้นตอนวิธีการรู้จำแผ่นป้ายทะเบียนรถ (License Plate Recognition, LPR)

4.1 บทนำ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอวิธีการพัฒนาโปรแกรมของระบบรู้จำแผ่นป้ายทะเบียนรถภาษาไทยภายใต้ระบบปฏิบัติการไมโครซอฟวินโดว์ 98 ด้วยโปรแกรม Matlab Version 5.3 ซึ่งโปรแกรมของระบบรู้จำแผ่นป้ายทะเบียนถยนต์ใช้หลักการของการประมวลผลภาพดิจิตอลมาประยุกต์ใช้งาน โดยการกำหนดให้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ นำข้อมูลที่ได้จากการบันทึกภาพด้วยกล้องดิจิตอลมาประมวลผลจากนั้นก็สร้างโปรแกรมในการประมวลผลภาพป้ายทะเบียรถยนต์ ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกใช้ภาพด้านหน้าและด้านหลังรถยนต์ในการทดสอบโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น



ภาพประกอบ 4.1 ขั้นตอนของกระบวนการทำงานของงานวิจัย

ในงานวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ได้แบ่งการทำงานออกเป็น 3 ขั้นตอนหลัก ขั้นตอนที่หนึ่งการค้นหาบริเวณที่เป็นป้ายทะเบียนจากภาพทั้งหมด ขั้นตอนที่สองการค้นหาตำแหน่งที่เป็นอักษรออกจากภาพป้ายทะเบียน และขั้นตอนที่สามการรู้จำว่าเป็นอักษรตัวใด ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การค้นหาตำแหน่งป้ายทะเบียนจากภาพทั้งหมด
ขั้นตอนที่ 2 การค้นหาตำแหน่งตัวอักษรแต่ละตัว
ขั้นตอนที่ 3 การรู้จำตัวอักษร

4.2 ขั้นตอนการประมวลผล LPR

ขั้นตอนการประมวลผลของ LPR ดังแสดงในภาพที่ 4.1 ประกอบด้วย

1. การค้นหาตำแหน่งป้ายทะเบียนจากภาพทั้งหมด

   การค้นหาป้ายทะเบียนจากภาพทั้งหมดอย่างคร่าวๆ

2. การค้นหาตำแหน่งตัวอักษรแต่ละตัว

   - การปรับขนาดภาพที่เข้ามาให้เท่ากับ 120 คูณ 160 จุดภาพ เพราะขั้นตอนหลังจากนี้ต้องการขนาดภาพที่แน่นอน
   - การปรับภาพให้ตั้งตรง
   - การทำให้ภาพมีเพียง 2 สี คือสีขาวและสีดำ
   - การหาเฉพาะกลุ่มอักษรออกจากภาพป้ายทะเบียน
   - การเลือกเฉพาะตัวอักษรออกจากกลุ่มตัวอักษร

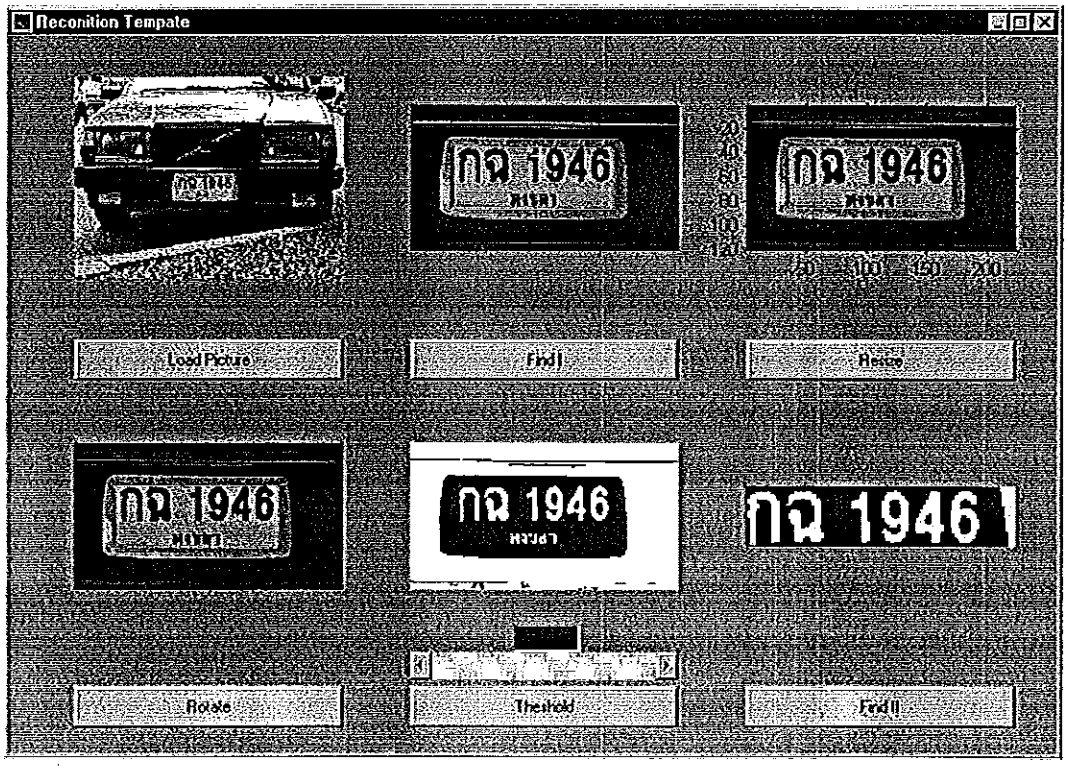
3. การรู้จำว่าเป็นอักษรตัวใด

   การรู้จำว่าเป็นอักษรตัวใดจะใช้วิธีการของโครงข่ายประสาทเทียมรวมกับวิธีจำนวนการเปลี่ยนแปลงข้อมูลในแต่ละควอตรันต์

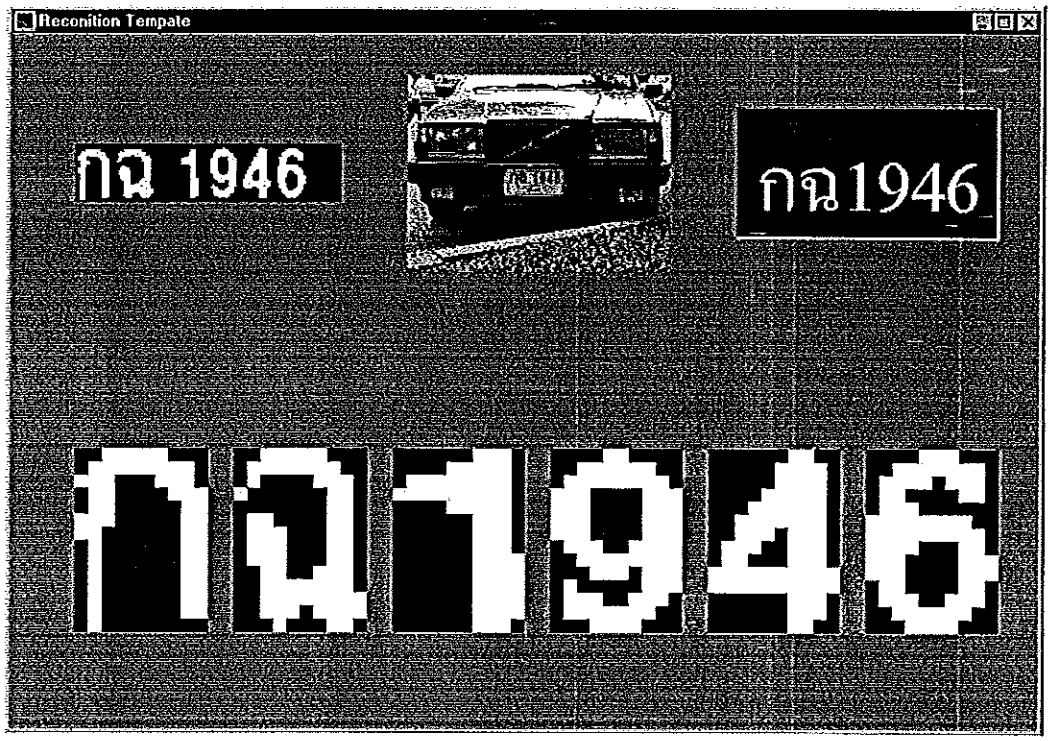
ขั้นตอนการประมวลผลเริ่มต้นตั้งแต่การนำภาพรถยนต์ด้านหน้าโดยให้ป้ายทะเบียนรถยนต์อยู่บริเวณกลางภาพให้มากที่สุดทั้งในแนวนอนและแนวตั้ง ภาพถ่ายจากกล้องดิจิตอลเป็นภาพสีขนาดประมาณ 640 คูณ 480 จุดภาพ แล้วนำภาพมาเก็บไว้ในคอมพิวเตอร์ในรูปแบบของข้อมูลไฟล์นามสกุล เจพีจี เพราะเป็นแฟ้มข้อมูลที่มีขนาดเล็กแต่คุณภาพของภาพยังดีอยู่ ภาพถ่ายที่นำเข้ามาจะเป็นภาพด้านหน้าของรถยนต์เนื่องจากภาพด้านหลังของรถยนต์จะมีอักษรที่เป็นยี่ห้อของรถทำให้มีปัญหาการหาตำแหน่งป้ายทะเบียนรถจึงใช้ภาพด้านหน้าของรถยนต์เพื่อเลี่ยงปัญหานี้ไป เมื่อได้ภาพรถยนต์มาเก็บไว้ในคอมพิวเตอร์แล้วก็จะนำมาเข้ากระบวนการของโปรแกรม Matlab ตามลำดับขั้นเริ่มจากการค้นหาป้ายทะเบียนจากภาพทั้งหมดอย่างคร่าว ๆ โดยโปรแกรมจะทำการหาตำแหน่งตรงกลางภาพก่อนจากนั้นจะเลื่อนขึ้นและลงสลับกันไป เพื่อหาบริเวณที่เป็นป้ายทะเบียน เมื่อพบแล้วจึงนำเอาภาพบริเวณนั้นมาก่อนโดยขณะที่ตัดภาพออกมานี้จะทำการแปลงจากภาพสีเป็นภาพสีเทา 256 ระดับไปด้วย

ขั้นตอนการค้นหาตำแหน่งตัวอักษรแต่ละตัว เริ่มจากรับภาพที่ได้จากการค้นหาป้ายทะเบียนอย่างคร่าว ๆ เข้ามาทำการปรับขนาดภาพให้เท่ากับ 120 คูณ 160 จุดภาพเพราะขั้นตอนหลังจากนี้ต้องการขนาดภาพที่แน่นอน จากนั้นทำการตรวจสอบและปรับค่าความเอียงของภาพป้ายทะเบียนรถยนต์ แล้วทำให้ภาพที่มีค่าระดับความเทา 256 ระดับ แปลงเป็นภาพที่มีความเทา 2 ระดับ และทำการหาเฉพาะกลุ่มอักษรออกจากภาพป้ายทะเบียนเป็นการนำกลุ่มอักษรออกจากภาพป้ายทะเบียนทั้งหมด ในขั้นตอนสุดท้ายของขั้นตอนนี้คือทำการนำภาพกลุ่มตัวอักษรมาตัดแยกภาพเอาอักษรทีละตัวออกจากภาพกลุ่มตัวอักษร

ขั้นตอนการรู้จำว่าเป็นอักษรตัวใด เป็นการรู้จำว่าภาพอักษรภาพนั้นเป็นอักษรตัวใด การรู้จำว่าเป็นอักษรตัวใดจะใช้วิธีการของโครงข่ายประสาทเทียมร่วมกับวิธีจำนวนการเปลี่ยนแปลงข้อมูลในแต่ละควอตรันต์ นำภาพอักษรเข้ามาในกระบวนการของโครงข่ายประสาทเทียม โดยแปลงภาพอักษรนั้นซึ่งมีระดับสีเทา 2 ระดับคือขาวและดำโดยสีขาวมีค่าเป็น 0 และสีดำมีค่าเป็น 1 ขนาดของข้อมูล 0 กับ 1 จะมีเท่ากับจำนวนจุดภาพของแต่ละอักษรซึ่งจะกำหนดให้ขนาดภาพมีค่าประมาณ 30 คูณ 18 จุดภาพ เมื่อนำอินพุตกระบวนการโครงข่ายประสาทเทียม แล้วจะได้ค่าน้ำหนักของโครงข่ายประสาทเทียม มาเปรียบเทียบหาว่าภาพที่เข้ามาเป็นอักษรตัวใด



ภาพประกอบ 4.2 ขั้นตอนการค้นหาตำแหน่งป้ายทะเบียนจากภาพทั้งหมดและการค้นหาตำแหน่งตัวอักษรแต่ละตัว



ภาพประกอบ 4.3 ขั้นตอนการค้นหาตำแหน่งตัวอักษรแต่ละตัว

ภาพประกอบ 4.2 และภาพประกอบ 4.3 แสดงกระบวนการทำงานทีละขั้นตอนซึ่งจะมีการทำงานขั้นตอนตามปุ่มการทำงานด้านล่างของแต่ละช่องที่แสดงผล แต่ละทำหน้าที่ดังนี้

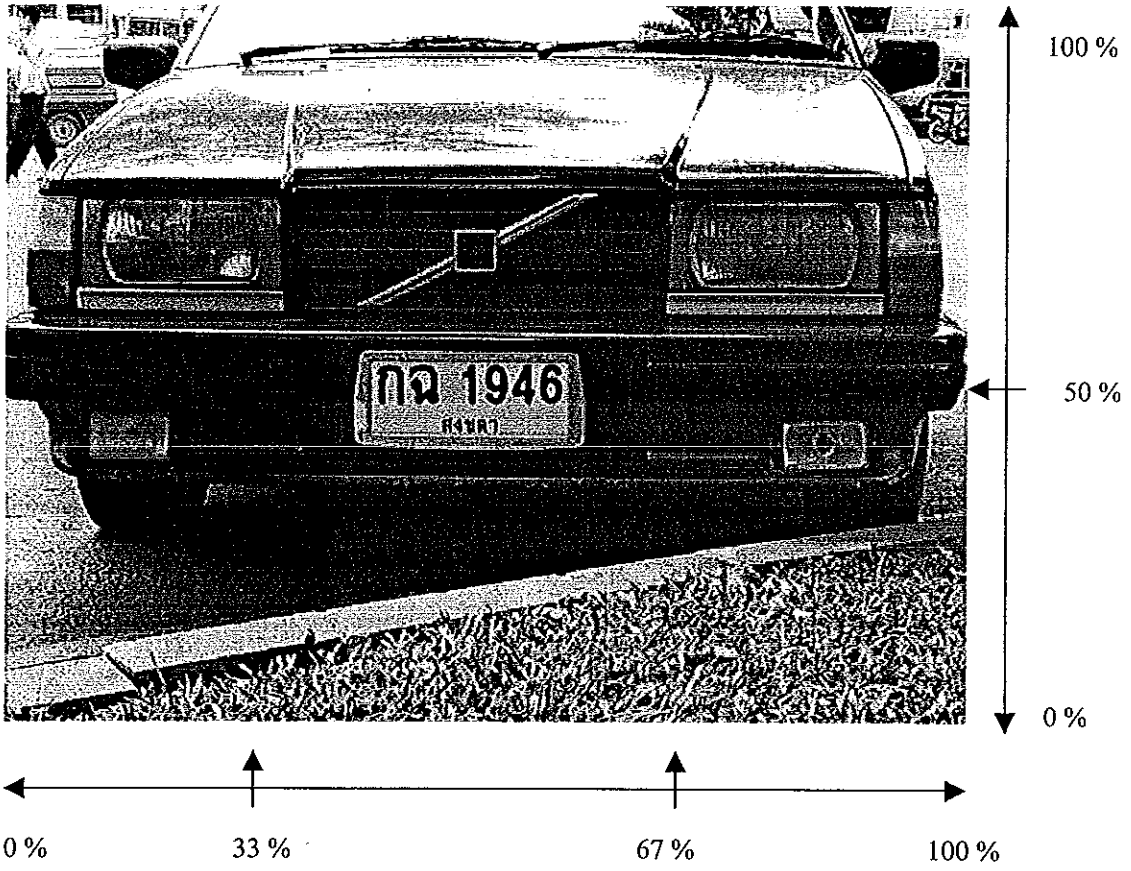
4.3 ขั้นตอนการทำงานในโปรแกรม LPR

ฟังก์ชันแต่ละฟังก์ชันทำงานตามปุ่มการทำงานในภาพประกอบ 4.2 และ 4.3

1. Find I คือการค้นหาป้ายทะเบียนจากภาพทั้งหมดอย่างคร่าวๆ
2. Resize คือการปรับขนาดภาพที่เข้ามาให้เท่ากับ 120 คูณ 160 จุดภาพ เพราะโปรแกรมหลังจากนี้ต้องการขนาดของภาพที่แน่นอน
3. Rotate คือการปรับภาพให้ตั้งตรง
4. Threshold คือการทำให้ภาพมีเพียง 2 สี คือขาวและดำ
5. Find II คือการหาเฉพาะกลุ่มตัวอักษรออกจากภาพป้ายทะเบียน
6. Select คือการเลือกเฉพาะตัวอักษรเท่านั้น
7. Segment คือการนำเอาเฉพาะตัวอักษรออกจากกลุ่มตัวอักษร
8. Neural คือการรู้จำว่าเป็นอักษรตัวใด

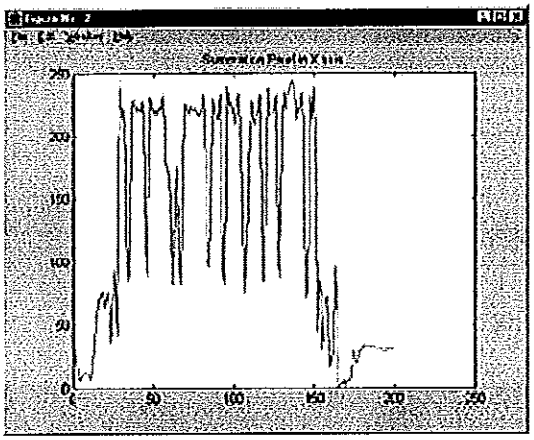
4.3.1 การค้นหาป้ายทะเบียนจากภาพทั้งหมดอย่างคร่าว ๆ

ฟังก์ชัน Find เป็นการค้นหาป้ายทะเบียนอย่างคร่าว ๆ เพื่อหาบริเวณที่เป็นป้ายทะเบียนอย่างคร่าว ๆ ออกมาก่อน ทำโดยการนำเส้นตรงกลางของภาพตามแนวนอน ที่ได้จากการเอาค่าที่เส้น 50 % ในแนวตั้งดังภาพประกอบ 4.4

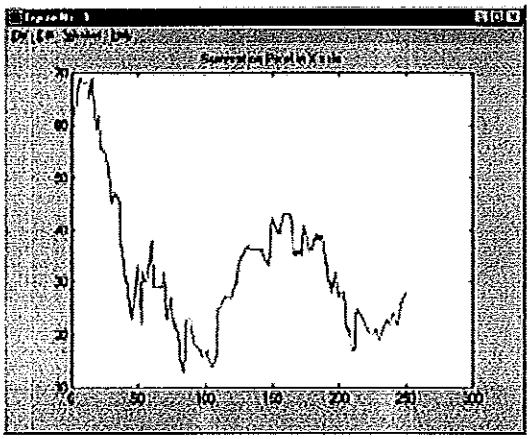


ภาพประกอบ 4.4 วิธีกำหนดค่าการหาตำแหน่งป้ายทะเบียนอย่างคร่าว ๆ

เมื่อนำค่าเส้นภาพที่ 50 % ในแนวตั้งมาแล้วก็นำเฉพาะค่าของเส้นภาพที่เริ่มจาก 33 % ถึง 67 % ในแนวนอน(ที่เหลือตัดทิ้งเพราะอยู่นอกบริเวณที่ต้องหาแผ่นป้ายทะเบียน) แล้วหาจำนวนของจุดภาพที่มีความเข้มเกินค่าสีเทา 165 ว่ามีกี่ค่า เปรียบเทียบกับค่าเส้นภาพที่ 30, 35, 40, 45, 55, 60, 65 และ 70 ว่าที่เส้นภาพใดมีค่าเกินค่าสีเทา 165 มากที่สุด แสดงว่าป้ายทะเบียนอยู่บริเวณนั้นก็จะตัดภาพบริเวณนั้น กำหนดค่าที่เริ่มตัดความสูงในแนวตั้ง บวกลบ 12 % ของเส้นภาพที่มีค่ามากที่สุดเช่นได้ค่าสูงสุดคือ 50 เริ่มตัดที่ 38 ถึง 62 % ค่าที่เริ่มตัดในแนวนอน 33 % ถึง 67 % เท่ากันหมด



ภาพแสดงว่าสุ่มพบบริเวณที่มีอักษรอยู่



ภาพแสดงว่าสุ่มไม่พบบริเวณที่มีอักษรอยู่

ภาพประกอบ 4.5 เส้นกราฟแสดงการสุ่มหาบริเวณที่มีอักษรและไม่มีอักษร

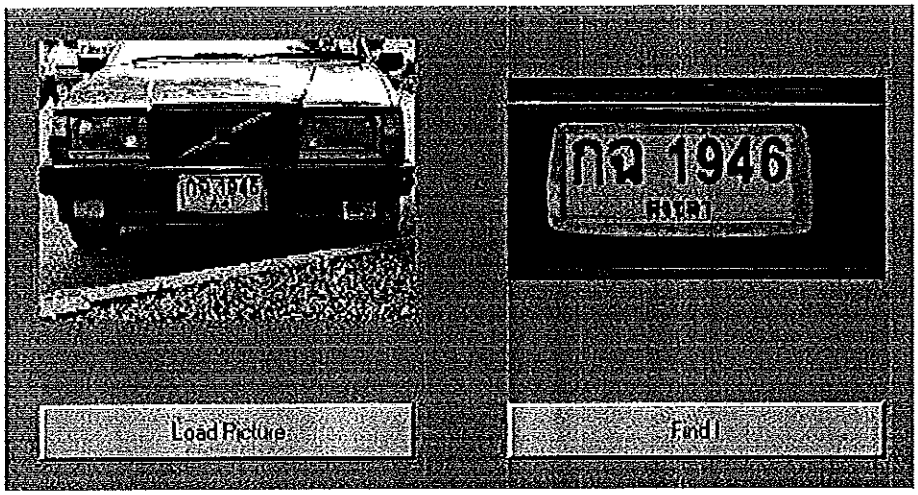
จะใช้วิธีการหาความถี่ของเส้นบริเวณกลางภาพในรูป ถ้าเป็นบริเวณที่มีความถี่สูงก็แสดงว่าบริเวณนั้นมีภาพป้ายทะเบียนอยู่ โดยหาจากเส้นกลางภาพก่อนแล้วหาขึ้นและลงต่อมาครั้งละ 5% ของความสูงภาพตัวอย่างการหาเส้นภาพที่มีป้ายทะเบียนอยู่

เส้น 50 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสีเทาเกิน 165 เป็นจำนวน 20 ค่า
เส้น 30 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสีเทาเกิน 165 เป็นจำนวน 0 ค่า
เส้น 35 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสีเทาเกิน 165 เป็นจำนวน 0 ค่า
เส้น 40 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสีเทาเกิน 165 เป็นจำนวน 0 ค่า
เส้น 45 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสีเทาเกิน 165 เป็นจำนวน 6 ค่า
เส้น 55 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสีเทาเกิน 165 เป็นจำนวน 8 ค่า
เส้น 60 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสีเทาเกิน 165 เป็นจำนวน 0 ค่า
เส้น 65 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสีเทาเกิน 165 เป็นจำนวน 0 ค่า
เส้น 70 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสีเทาเกิน 165 เป็นจำนวน 0 ค่า

ในกรณีนี้แสดงว่าป้ายทะเบียนจะอยู่ที่เส้น 50 % ในแนวตั้งเพราะมีค่าสูงที่สุดโปรแกรมจะทำการตัดบริเวณนั้นออกมา

จะสังเกตได้ว่าค่าเส้นภาพที่ค่าสีเทาเกิน 165 ต้องมีมากกว่านี้แต่โปรแกรมจะทำการตัดออกโดยจะทำให้แถบหนึ่งแถบที่ตัดออกมามีค่าสีเทาแค่ 2 ค่า จึงทำให้ค่าที่ได้ออกมามีจำนวนคู่เท่านั้น

ขั้นตอนการทำงานนี้จะหาบริเวณที่มีป้ายทะเบียนและตัดภาพออกมาแล้วแปลงภาพสีเป็นภาพสีเทา 256 ระดับด้วย



ภาพประกอบ 4.6 แสดงการตัดภาพอย่างคร่าว ๆ ออกมาก่อน

ภาพประกอบ 4.6 แสดงการตัดภาพอย่างคร่าวๆ ออกมาก่อนจากภาพต้นฉบับด้านซ้ายมาเป็นภาพด้านขวา

4.3.2 การปรับขนาดภาพ

ฟังก์ชัน Resize เป็นการปรับขนาดภาพที่นำเข้ามาให้เท่ากับ 120 คูณ 160 จุดภาพ เพราะโปรแกรมหลังจากนี้ต้องการขนาดภาพที่แน่นอน อาจไม่เห็นความเปลี่ยนแปลงของภาพแต่ความจริงแล้วขนาดของภาพเปลี่ยนไปมาก การทำงานเริ่มจากหาขนาดของภาพที่เข้ามาก่อนว่ามีขนาดเท่าไร ถ้าภาพที่เข้ามามีขนาดความสูง h จุดภาพ ค่า m ซึ่งเป็นจำนวนเท่า จากนั้นจึงนำเอาค่านี้ไปปรับขนาดของภาพ

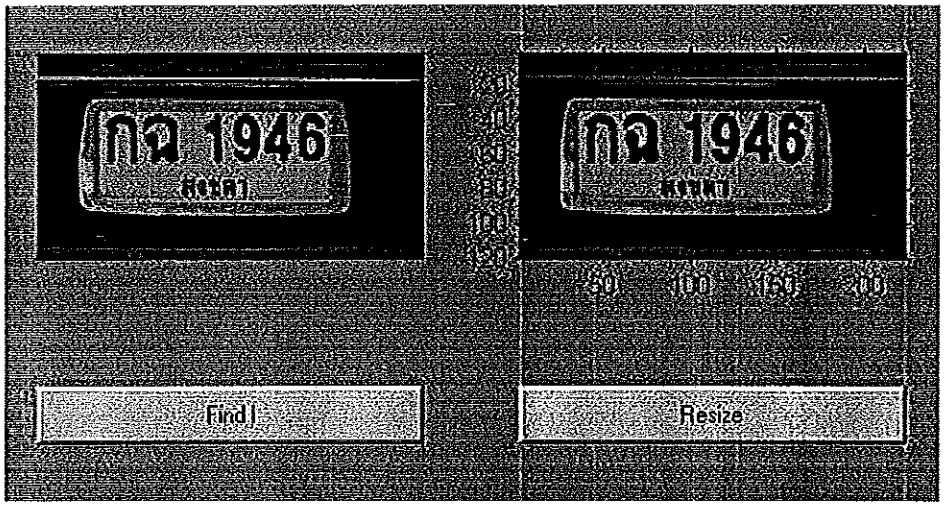
$$m = h/120$$

ค่า m คือค่าที่ใช้ลดขนาดภาพให้เล็กลง m เท่าจะได้ขนาดภาพที่สูง 120 จุดภาพ ตามต้องการ

ตัวอย่าง ถ้าขนาดภาพที่เข้ามีความสูง 240 จุดภาพ

$$m = 240/120 = 2$$

ได้ค่า m = 2 ที่ใช้สำหรับลดขนาดภาพ จึงนำค่า m ไปหารความสูงภาพทำให้ภาพมีขนาดลดลงมาเป็นภาพที่มีความสูง 120 จุดภาพ



ภาพประกอบ 4.7 การปรับขนาดภาพให้มีขนาดความสูง 120 จุดภาพ

ภาพประกอบ 4.7 ทำให้ขนาดภาพมีขนาดความสูง 120 จุดภาพ เนื่องจากขนาดภาพไม่เท่ากันจึงต้องมีการปรับให้ขนาดของภาพที่เข้ามามีขนาดเท่ากันเสียก่อนคือมีขนาด 120 คูณ 160 จุดภาพโดยประมาณ การลดขนาดภาพก็เพื่อประโยชน์หลายประการ ประการแรกคือภาพที่มีขนาดใหญ่เมื่อนำมาคำนวณทางโปรแกรมจะทำให้เกิดความล่าช้าในการทำงานเพราะความเป็นจริงแล้วขนาดที่เหมาะสมเท่านั้นจึงเป็นขนาดที่พอดีสำหรับการทำงานในโปรแกรม จากการทดสอบภาพที่ใช้ในโปรแกรมรู้จำแผ่นป้ายทะเบียนพบว่าขนาดภาพ 120 คูณ 160 จุดภาพจะให้ขนาดแต่ละภาพที่เป็นอักษรเดี่ยว ๆ มีขนาดอักษรประมาณ 30 คูณ 22 จุดภาพ หรือใหญ่กว่าซึ่งเป็นขนาดที่เพียงพอสำหรับใช้ในการรู้จำภาพอักษรว่าภาพอักษรตัวนี้คืออักษรตัวใด ประการต่อมาการที่รู้ขนาดภาพที่แน่นอนทำให้ง่ายต่อการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานของภาพ แต่ขนาดของภาพหลังจากปรับขนาดแล้วไม่ได้เป็น 120 คูณ 160 จุดภาพเพียงแต่มีขนาดใกล้เคียงเท่านั้นความสูง 120 จุดภาพอาจจะมีความแม่นยำใน 120 จุดภาพมากกว่า แต่ทาง ความกว้างอาจจะมากกว่าหรือน้อยกว่า 160 จุดภาพได้เล็กน้อยแต่ไม่เป็นอุปสรรคในการประมวลผลภาพต่อเท่าไรนักจึงไม่จำเป็นกำหนดให้ความกว้างต้องมีความแม่นยำใน 160 จุดภาพทั้งๆที่สามารถกำหนดขนาดของภาพได้แน่นอน

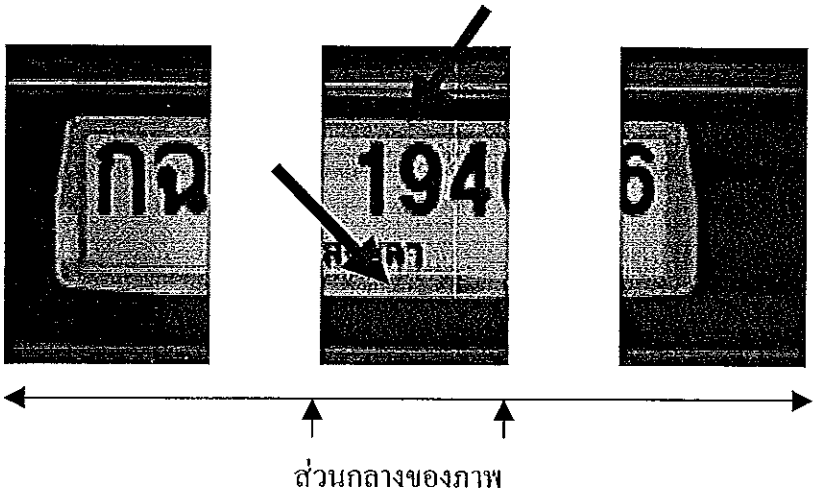
4.3.3 การปรับภาพให้ตั้งตรง

ฟังก์ชัน Rotate เป็นการปรับให้ภาพตั้งตรงโดยโปรแกรมนี้จะคำนวณหาความเอียงของภาพว่าเอียงไปกี่องศา แล้วจึงนำมาปรับขนาดภาพให้ตรง การทำงานคือนำส่วนหนึ่งของภาพมาหาความเอียงแล้วนำองศาที่เอียงมาปรับภาพอีกครั้งโดยทฤษฎีการตรวจสอบและปรับค่าความเอียงที่ได้กล่าวไว้มาใช้ในการหาค่าความเอียงแล้วนำมาปรับภาพให้ตั้งตรง

4.3.3.1 การเลือกบริเวณที่ใช้ตรวจสอบหาค่าความเอียง การเลือกบริเวณก็เป็นส่วนสำคัญอีกส่วนหนึ่งเพื่อให้ได้ค่าความเอียงที่ใช้ปรับค่าความเอียงได้ถูกต้องมากขึ้น การเลือกบริเวณมิได้หมายความว่านำภาพทั้งภาพเข้าไปประมวลผลหาความเอียง เพราะจะทำให้เครื่องทำงานหนักและเสียเวลาในการประมวลผลแล้วยังทำให้มีโอกาสทำให้มุมขององศาที่ถูกต้องเสียไปอีกด้วย

ภาพประกอบ 4.8 ภาพป้ายทะเบียนที่จะนำเข้ากระบวนการทำภาพให้ตั้งตรง

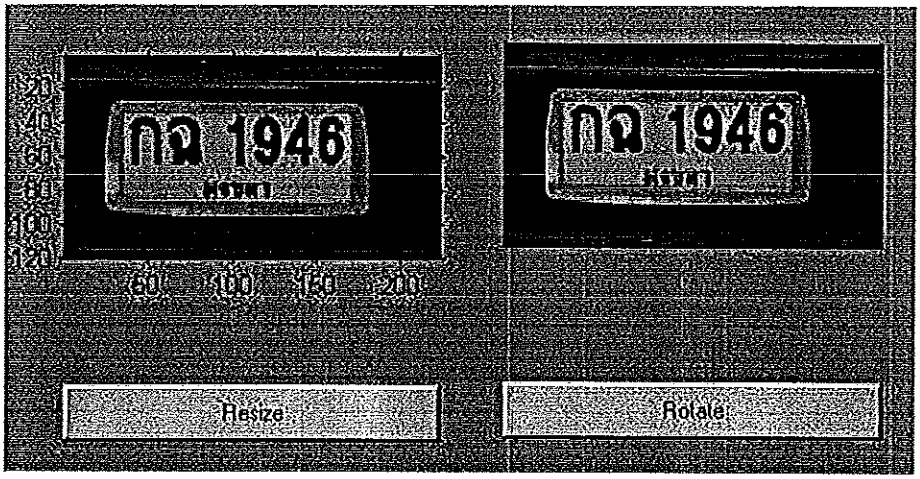
สังเกตจากลูกศรชี้ในภาพประกอบ 4.8 ขอบป้ายมีลักษณะไม่ตรงคือมีทั้งส่วนที่เอียงและส่วนที่ตรงทำให้ การตรวจสอบและปรับค่าความเอียง ทำงานได้ไม่ถูกต้อง และทำให้มุมที่คำนวณได้ไม่สามารถนำมาใช้งานได้ จึงต้องมีการหาส่วนของภาพที่จะนำไปตรวจสอบและปรับค่าความเอียง



ภาพประกอบ 4.9 แสดงการตัดภาพออกเป็น 3 ส่วน

เมื่อไม่สามารถนำทั้งภาพเข้าไปตรวจสอบและปรับค่าความเอียงได้ ก็ต้องนำเพียงบางส่วนไปหา ดังภาพประกอบ 4.9 ตัดภาพเป็น 3 ส่วนแล้วนำส่วนกลางภาพเท่านั้นไปตรวจสอบและปรับค่าความเอียง ซึ่งบริเวณที่ลูกศรชี้จะเป็นบริเวณที่หาความเอียงที่เกิดขึ้นว่าเอียงไปเท่าใดแล้วนำค่าที่ได้ไปปรับค่าความเอียงก็จะได้ภาพป้ายทะเบียนรถตั้งตรงตามต้องการ

การเลือกบริเวณยังมีปัญหาอีกคือถ้ากรอบป้ายทะเบียนไม่ได้มีเพียงกรอบธรรมดาแต่เป็นกรอบที่มีลวดลายและลวดลายเป็นแบบเส้นตรงมุมหักมาต่อกันเหมือนในภาพประกอบ 4.8 แต่บริเวณที่ลูกศรชี้มาอยู่ด้านบนหรือด้านล่างของป้ายทะเบียนก็ทำให้การคำนวณค่าความเอียงผิดพลาดได้หรือในอีกกรณี กันชนที่มีลักษณะมุมหักมาต่อกันตรงกลางภาพใต้แผ่นป้ายทะเบียนพอดีก็ทำให้การคำนวณค่าความเอียงผิดพลาดได้อีก



ภาพประกอบ 4.10 แสดงการทำภาพให้ตั้งตรง

ภาพประกอบ 4.10 การทำภาพให้ตั้งตรงจากภาพทางซ้ายทำให้ตั้งตรงในภาพทางขวา อาจไม่เห็นความแตกต่างมากนักเนื่องจากภาพป้ายทะเบียนที่นำเข้ามามีลักษณะค่อนข้างตรงอยู่แล้ว

4.3.4 การทำให้ภาพมีสีเพียง 2 ระดับ

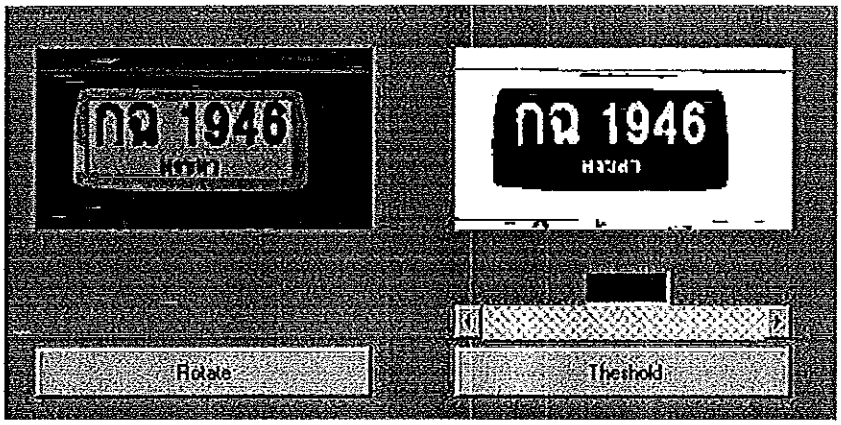
ฟังก์ชัน Threshold คือการทำให้ภาพสีเทากลายเป็นภาพสีขาวดำ การทำงานในส่วนนี้ของโปรแกรม จะนำภาพที่ต้องการเข้ามามีค่าขีดจำกัดที่เหมาะสมแล้วนำค่าที่เหมาะสมนั้นไปแปลงภาพจากภาพสีเทาเป็นภาพสีขาวดำ โดยนำทฤษฎีการหาจุดเหมาะสมของการกำหนดค่าขีดจำกัดมาใช้เพื่อหาจุดที่เหมาะสมในการแปลงภาพจากสีเทาเป็นภาพขาวดำแล้วนำมาทดสอบกับภาพรถยนต์ได้ผลดังตาราง 4.1 และ

จากการทดสอบหาค่าขีดจำกัดที่เหมาะสม ของภาพแผ่นป้ายทะเบียนจำนวน 10 ภาพ ได้ค่าขีดจำกัดดังแสดงไว้ในตาราง 4.1 ดังนี้

ตาราง 4.1 แสดงค่าขีดจำกัดของภาพแผ่นป้ายทะเบียนจำนวน 10 รูป

แผ่นป้ายทะเบียน ลำดับที่	ค่าขีดจำกัดจากวิธีการ optimal thresholding (% ของระดับความเทาสูงสุด)
1	63.93
2	60.05
3	64.93
4	71.76
5	65.56
6	60.74
7	70.38
8	72.80
9	67.32
10	57.53

จากผลการทดสอบพบว่า ค่าขีดจำกัดเฉลี่ยของแผ่นป้ายทะเบียนมีค่าประมาณ 65.5 % จะพบว่ามีความแตกต่างกันในค่าขีดจำกัดของแต่ละภาพค่อนข้างมากคือมีค่าพิสัยของตาราง 4.1 ถึง 15.27 % ดังนั้นจึงไม่ควรที่กำหนดค่าขีดจำกัดลงไปแน่นอนในการแปลงจากภาพสีเทาเป็นภาพสีขาวดำ ควรให้โปรแกรมหาค่าขีดจำกัดจัดการเพื่อหาค่าขีดจำกัดที่เหมาะสมที่สุดในการที่จะแปลงจากภาพสีเทาเป็นภาพสีขาวดำ



ภาพประกอบ 4.11 แปลงจากภาพสีเทาเป็นภาพสีขาวดำด้วยค่าขีดจำกัดที่เหมาะสม

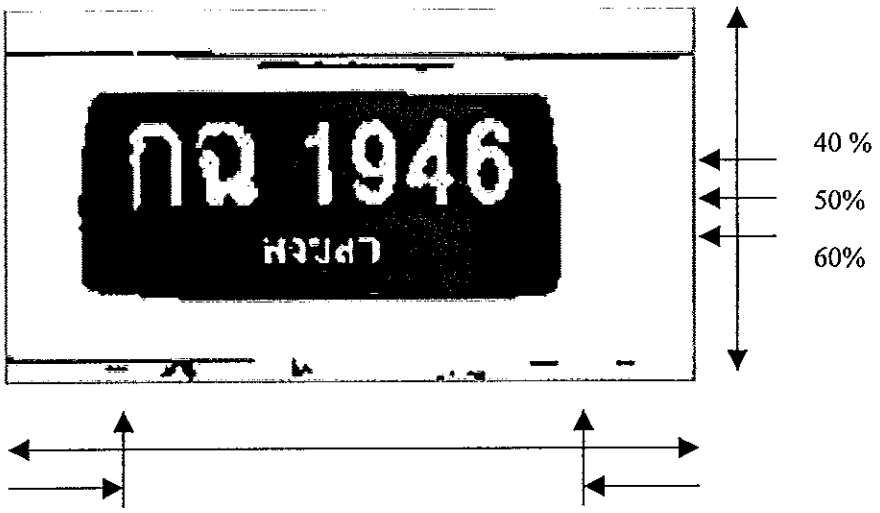
ภาพประกอบ 4.11 ใช้วิธีการหาค่าขีดจำกัดที่เหมาะสมก่อนแล้วนำค่าขีดจำกัดมาปรับภาพสีเทาเป็นภาพสีขาวดำอีกครั้ง จะสังเกตได้ว่าภาพทางขวานอกจะทำการเปลี่ยนภาพจากภาพสีเทาเป็นภาพสีขาวดำแล้วยังมีการกลับสีอีกด้วยจากที่เป็นสีดำก็เป็นสีขาวและที่เป็นสีขาวก็เป็นสีดำ เพื่อทำให้อักษรบนแผ่นป้ายทะเบียนมีความชัดเจนมากขึ้น กระบวนการกลับสีขาวดำไม่ได้มีความยุ่งยากมากนักเพียงแค่ให้โปรแกรมที่เขียนขึ้นมาแปลงจุดภาพแต่ละจุดที่เคยเป็นให้เป็นสีของจุดภาพตรงข้าม

4.3.5 การหาเฉพาะกลุ่มตัวอักษรออกจากภาพป้ายทะเบียน

ฟังก์ชัน Find II ทำงานโดยโปรแกรมส่วนนี้จะหากลุ่มตัวอักษรเท่านั้นโดยจะทำการตรวจสอบภาพป้ายทะเบียนรถยนต์ที่เข้ามาว่ามีอักษรบนป้ายทะเบียนอยู่ตรงส่วนใดก่อนจากนั้นจึงหาตำแหน่งเริ่มต้นความสูงของกลุ่มตัวอักษรและจุดสิ้นสุดของกลุ่มตัวอักษร จากนั้นจึงมาหาตำแหน่งเริ่มต้นความกว้างของกลุ่มตัวอักษรและจุดสิ้นสุดของกลุ่มตัวอักษร

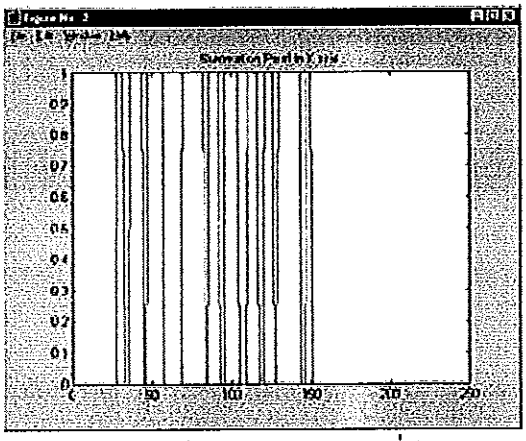
การทำงานในขั้นตอนนี้จะคล้ายกับการทำงานในขั้นตอนแรกคือ การค้นหาภาพป้ายทะเบียนอย่างคร่าว ๆ แต่จะต่างกันตรงการทำงานในขั้นตอนนี้จะค้นหาอย่างละเอียดขึ้นคือค้นหาทีละ 1 % ของขนาดภาพและเพิ่มการค้นหาตำแหน่งเริ่มต้นและสิ้นสุดความกว้างของกลุ่มตัวอักษรด้วย

โปรแกรมจะเริ่มต้นการทำงานโดยหาบริเวณที่เป็นแผ่นป้ายทะเบียนอย่างคร่าว ๆ ก่อนเริ่มจากเส้นกลางภาพในแนวตั้งที่ 50 % ก่อนแล้วจึงหาเส้นภาพที่ 45 , 55 , 40 และ 60 % ของภาพในแนวตั้งว่าเส้นใดที่มีความถี่ของกลุ่มตัวอักษรอยู่กันอย่างหนาแน่นมากที่สุด จากนั้นโปรแกรมจะเริ่มต้นหาตำแหน่งของกลุ่มอักษรอย่างละเอียดทั้งในแนวตั้งและแนวนอน

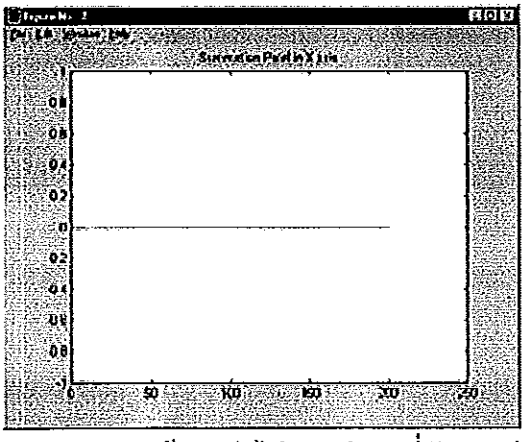


ภาพประกอบ 4.12 การหากลุ่มอักษรออกจากภาพแผ่นป้ายทะเบียน

การหาตำแหน่งของกลุ่มตัวอักษรจะเริ่มหาในแนวตั้งก่อนแล้วจึงค่อยหาในแนวนอน การหากลุ่มอักษรในแนวนอนเริ่มจากนำค่าเส้นภาพที่ 50 %ในแนวตั้งมาแล้วหาจำนวนของจุดภาพที่มีความเข้มเกินค่าสีเทา 165 ว่ามีกี่ค่า เปรียบเทียบกับค่าเส้นภาพที่ 40, 45, 55, 60 % ว่าที่เส้นภาพใดมีค่าเกินค่าสีเทา 165 มากที่สุดแสดงว่าป้ายทะเบียนอยู่บริเวณนั้นก็จะเริ่มต้นการหากลุ่มตัวอักษรอย่างละเอียดที่บริเวณนั้น



ภาพแสดงการค้นหาว่าพบบริเวณที่มีอักษรอยู่



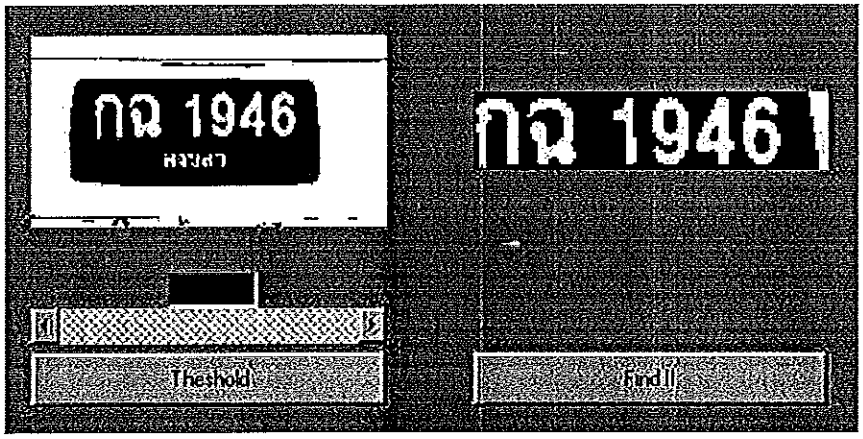
ภาพแสดงการค้นหาว่าไม่พบบริเวณที่อักษรอยู่

ภาพประกอบ 4.13 แสดงการค้นอย่างละเอียดถึงบริเวณที่มีอักษรและไม่มีอักษรอยู่

โดยจะเริ่มหาทีละ 1 % ของภาพ คือเพิ่มค่าทีละ 1 % ของเส้นภาพแล้วหาว่ามีแถบสีดำขาวสลับกันเกิน 3 แถบหรือไม่ ถ้ามีก็เพิ่มค่า % การหาต่อไป(เช่น 50, 51, 52,... %) ทำเช่นนี้จนกว่าจะมีแถบสีขาวดำสลับกันน้อยกว่า 3 แถบ ก็หยุด จะได้ตำแหน่งเส้นภาพสูงสุดในแนวตั้ง ดังภาพ

ประกอบ 4.13 แสดงบริเวณที่มีอักษรและบริเวณที่ไม่มีอักษร จากนั้นเริ่มใหม่นำเส้นภาพเริ่มต้นมาลดค่าทีละ 1 % แล้วหาว่ามีแถบสีดำขาวสลับกันเกิน 3 แถบหรือไม่ถ้ามีก็ลดค่าลงอีก 1 % (เช่น 49, 48, 47... %) แล้วก็หาต่อจนกว่าจะได้เส้นภาพที่มีแถบต่ำกว่า 3 แถบจึงหยุดก็จะได้ตำแหน่งเส้นภาพต่ำสุด เช่น สมมติว่าได้ค่าที่เมื่อได้ตำแหน่งเส้นภาพต่ำสุดและสูงสุดของกลุ่มตัวอักษรก็ทำการตำแหน่งเริ่มต้นและสิ้นสุดในแนวนอนต่อไป

การหาตำแหน่งเริ่มต้นและตำแหน่งสิ้นสุดของกลุ่มอักษรในแนวนอน ภาพที่จะนำมาทำการหาตำแหน่งในแนวนอนจะเป็นภาพที่ได้หลังจากตัดส่วนบนและส่วนล่างออกจากขั้นตอนที่ผ่านมา การหาครั้งนี้จะเริ่มจากการหาเส้นภาพในแนวนอนเหมือนเดิมแต่เราทราบว่าก่อนจะถึงตัวกลุ่มตัวอักษรจะมีบริเวณป้ายทะเบียนที่เป็นสีดำก่อนที่จะถึงตัวอักษรทั้งสองด้านโปรแกรมที่เขียนขึ้นจะรู้ได้ทันทีว่าตำแหน่งเริ่มต้นและสิ้นสุดอยู่ประมาณเส้นใดซึ่งส่วนมากจะเริ่มต้นตำแหน่งเส้นที่ 20 และสิ้นสุดที่เส้น 150 จากนั้นจึงทำการตัดภาพตรงช่วงนั้นออกมาก็จะได้กลุ่มตัวอักษรดังแสดงในภาพประกอบ 4.14



ภาพประกอบ 4.14 แสดงการหาเฉพาะกลุ่มตัวอักษรออกจากภาพป้ายทะเบียน

สิ่งที่ทำให้รู้ว่ามีแถบอยู่ก็คือการสลับกันของภาพที่เป็นสีขาวและสีดำนั้นเอง ทีนี้เราจะรู้ได้อย่างไรว่าแต่ละแถบที่เกิดขึ้นมามีการสลับกันของแถบสีกี่ครั้ง ข้อมูลตรงเส้นภาพที่ได้จากการนำค่าที่เส้น % ต่างๆมาจะอยู่ในรูปของเมตริก เช่น 000001111100111111100111111000011111 เป็นต้น เมื่อมีข้อมูลดังกล่าวแล้วจะทราบได้อย่างไรว่ามีการสลับกันเกิดขึ้น วิธีการก็คือเราจะให้เลข 1111 แทนค่าสีขาวของส่วนที่เป็นอักษรและ 00000 แทนพื้นหลังที่เป็นสีดำ แล้วทีนี้จะรู้ได้อย่างไรว่ามีกี่แถบก็เริ่มจาก สมมติให้ x เป็นค่าเส้นภาพที่ได้จากการที่นำมาจากภาพที่อยู่ในบริเวณที่มีอักษรอยู่ โดย x = 0011110011100 แล้วนำมาทำเป็นเมตริก 3 ชั้นที่เหมือนกัน

$$x1 = (x, x, x)^t = \begin{pmatrix} 0011110011100 \\ 0011110011100 \\ 0011110011100 \end{pmatrix} \quad (29)$$

จากนั้นให้ฟังก์ชันใน Matlab ชื่อ bwperim กระทำกับ x1 จะทำให้แถวตรงกลางที่มี 1 เรียงติด ๆ กัน 111111111111 เป็น 10000000001 แถวกลางภายในจะเป็น 0

$x1 = (x, x, x)^t$ ใช้ฟังก์ชัน bwperim

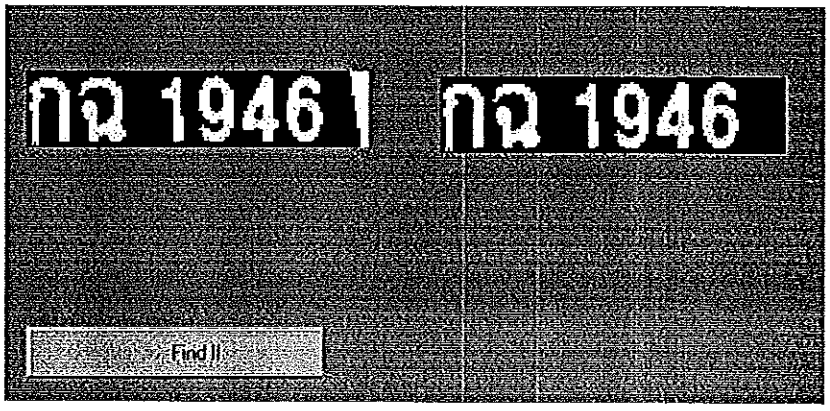
แถวกลาง 1 ตรงกลางจะหายไป

$$\begin{pmatrix} 0011110011100 \\ 0011110011100 \\ 0011110011100 \end{pmatrix} \Rightarrow \begin{pmatrix} 0011110011100 \\ 0010010010100 \\ 0011110011100 \end{pmatrix} \quad (30)$$

จากสมการที่ 30 เมื่อเลข 1 ส่วนกลางของแถวหายไปแล้วนำแถวกลางออกมาคือ 0 0 1 0 0 1 0 0 1 0 1 0 0 แล้วใช้โปรแกรมตัดเลข 0 ออกให้หมดก็จะได้ค่า 1111 เป็นจำนวน 4 ตัว และเมื่อเอา 2 หารก็จะได้ค่าเท่ากับ 2 แสดงว่ามีแถบที่เส้นภาพเส้นนั้นตัดภาพเพียงแค่ 2 แถบ

4.3.6 การเลือกตัวอักษรเท่านั้น

ฟังก์ชัน Select คือการเลือกตัวอักษรออกจากกลุ่มตัวอักษรคือการทำให้ฉากหลังเป็นสีดำให้หมด การเลือกตัวอักษร เนื่องจากว่าขณะที่ทำให้ฉากด้านหลังของอักษรเป็นสีดำนั้นเกิดจากการที่โปรแกรมเข้าไปเลือกบริเวณภาพที่เป็นอักษรออกมาแล้วนำไปวางลงบนพื้นฉากหลังอันใหม่ทำให้ได้เป็นตัวอักษรและฉากหลังสีดำเท่านั้นฟังก์ชันที่ใช้ในการเลือกของ Matlab เรียกว่า bwselect



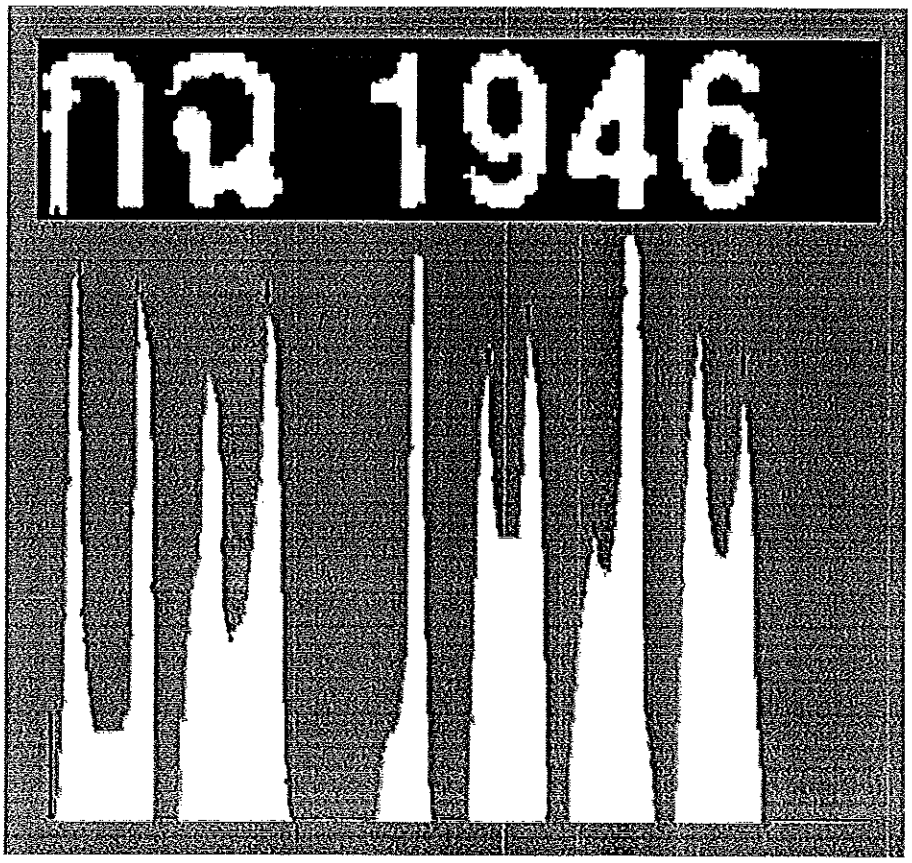
ภาพประกอบ 4.15 แสดงการเลือกอักษรจากกลุ่มอักษร

จากภาพประกอบ 4.15 ทำการเลือกอักษรมาสู่ฉากหลังใหม่ทำให้ได้เฉพาะภาพตัวอักษรเท่านั้นเพื่อประโยชน์ในโปรแกรมต่อไปที่จะรู้จำภาพอักษรออกมาทีละตัวเท่านั้น

4.3.7 การเอาเฉพาะตัวอักษรออกจากกลุ่มตัวอักษร

ฟังก์ชัน Segment คือการแยกภาพตัวอักษรออกจากภาพใหญ่มาเป็นภาพอักษรทีละตัว กระบวนการนี้จะค้นหาว่ามีตำแหน่งช่องว่างระหว่างตัวอักษรแต่ละตัวเริ่มต้นที่ตำแหน่งใดและสิ้นสุดลงที่ตำแหน่งใด โดยการใช้วิธีการทำฉายภาพในแนวนอนเพื่อหาว่ามีอักษรกี่ตัวมีช่องว่างระหว่างตัวอักษรกี่ตัวแล้วแยกอักษรมาทีละตัว และการทำฉายภาพในแนวตั้งเพื่อหาว่าอักษรสูงเท่าใดแล้วตัดเอาเฉพาะความสูงอักษรจริงๆก็จะได้ภาพอักษรออกมาทีละตัวอักษร

4.3.7.1 การตัดภาพอักษรทีละตัว วิธีการนี้อันดับแรกต้องหาให้ได้ก่อนว่าแต่ละอักษรเริ่มต้นและสิ้นสุดตรงตำแหน่งที่จุดภาพใด ทำได้โดยนำภาพมาโปรเจคชั่นในแนวตั้งก่อนจะได้ตำแหน่งต่าง ๆ ดังภาพประกอบ 4.16 แสดงการฉายภาพเพื่อหาตำแหน่งอักษรแต่ละตัว



ภาพประกอบ 4.16 แสดงการฉายภาพในแนวตั้ง

หลังจากทำฉายภาพในภาพประกอบ 4.15 ก็นำค่าที่ได้มาแปลงให้เป็นค่า 1 และค่า 0 โดยปกติแล้วภาพสีขาวดำจะให้ค่าสีขาวเป็น 1 และสีดำเป็น 0 การทำโปรเจคชั่นแล้วมาวาดกราฟจะได้ค่าเป็นเลขแต่ละตำแหน่งจุดภาพมากกว่า 0 คือที่เป็นสีขาวและให้ค่าตำแหน่งจุดภาพที่เป็น 0 คือที่เป็นสีดำเช่น 0 0 0 50 21 25 20 21 0 0 0 ที่เป็น 0 คือสีดำและที่มากกว่า 0 คือสีขาว นำค่าเหล่านี้ไปแปลงเป็นค่า 0 และ 1 อีกครั้ง โดยกำหนดให้มีค่าเป็น 0 เมื่อค่าเป็น 0 และถ้ามากกว่า 0 ให้มีค่าเป็น 1 เช่นจาก 0 0 0 50 21 25 20 21 0 0 0 แปลงเป็น 0 0 0 1 1 1 1 1 0 0 0

หลังจากได้ข้อมูลที่เป็นเลข 0 และ 1 เท่านั้นแล้วคราวนี้จะมาเริ่มหาตำแหน่งเริ่มต้นและสุดท้ายของแต่ละอักษร สมมติให้ x เป็นค่าที่ได้จากการทำโปรเจคชั่นและแปลงให้เป็นเลข 0 และ 1 แล้ว โดย x = 00111100111001110 แล้วนำมาทำเป็นเมตริก 3 ชั้นที่เหมือนกัน

$$x1 = (x, x, x)^t = \begin{pmatrix} 0\,0\,1\,1\,1\,1\,0\,0\,1\,1\,1\,0\,0\,1\,1\,1\,0 \\ 0\,0\,1\,1\,1\,1\,0\,0\,1\,1\,1\,0\,0\,1\,1\,1\,0 \\ 0\,0\,1\,1\,1\,1\,0\,0\,1\,1\,1\,0\,0\,1\,1\,1\,0 \end{pmatrix} \qquad (31)$$

จากนั้นให้ฟังก์ชันใน Matlab ชื่อ bwperim กระทำกับ x1 จะทำให้แถวตรงกลางที่มี 1 เรียงติด ๆ กัน 111111111111 เป็น 10000000001 แถวกลางภายในจะเป็น 0

$x1 = (x, x, x)^t$ ใช้ฟังก์ชัน bwperim

แถวกลาง 1 ตรงกลางจะหายไป

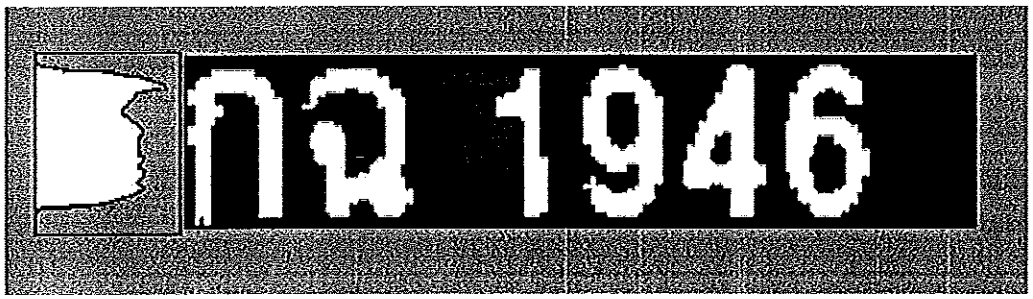
$$\begin{pmatrix} 0\,0\,1\,1\,1\,1\,0\,0\,1\,1\,1\,0\,0\,1\,1\,1\,0 \\ 0\,0\,1\,1\,1\,1\,0\,0\,1\,1\,1\,0\,0\,1\,1\,1\,0 \\ 0\,0\,1\,1\,1\,1\,0\,0\,1\,1\,1\,0\,0\,1\,1\,1\,0 \end{pmatrix} \Rightarrow \begin{pmatrix} 0\,0\,1\,1\,1\,1\,0\,0\,1\,1\,1\,0\,0\,1\,1\,1\,0 \\ 0\,0\,1\,0\,0\,1\,0\,0\,1\,0\,1\,0\,0\,1\,0\,1\,0 \\ 0\,0\,1\,1\,1\,1\,0\,0\,1\,1\,1\,0\,0\,1\,1\,1\,0 \end{pmatrix} \qquad (32)$$

จากสมการที่ 32 นำค่าแถวกลางออกมาจะได้ 0 0 1 0 0 1 0 0 1 0 1 0 0 1 0 1 0 คือมีแต่เลข 1 และเลข 0 เท่านั้น เลข 1 แต่ละคู่ที่ติดกันแทนค่าตำแหน่งเริ่มต้นและตำแหน่งสิ้นสุดของแต่ละตัวอักษรในตัวอย่างนี้มีเลข 1 จำนวน 6 ตัวแสดงว่ามีอักษร 3 ตัวมีตำแหน่งเริ่มคือ

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

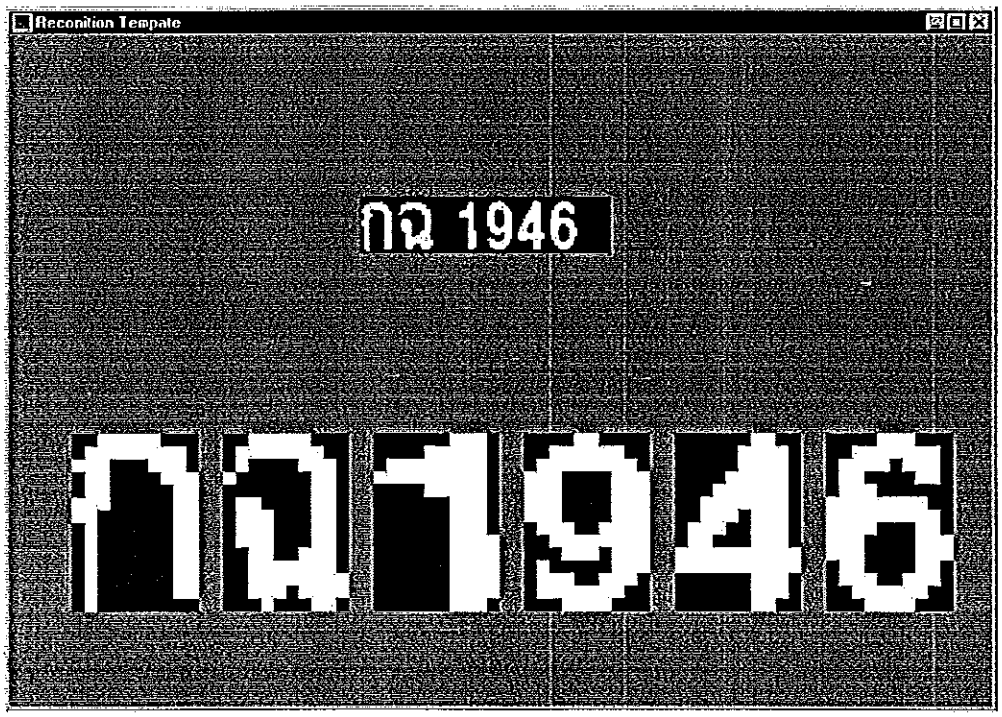
ตำแหน่งที่ 3 ตำแหน่งที่ 6 ตำแหน่งที่ 9 ตำแหน่งที่ 11

นั่นคือเราจะทราบตำแหน่งเริ่มต้นและสิ้นสุดของอักษรแต่ละตัวคือตัวที่ 1 เริ่มจากตำแหน่งที่ 3 ถึง 6 ตัวที่ 2 เริ่มจากตำแหน่งที่ 9 ถึงตำแหน่งที่ 11 และตัวที่ 3 เริ่มจากตำแหน่งที่ 14 ถึงตำแหน่งที่ 16 เมื่อได้ตำแหน่งของอักษรในแนวนอนแล้วต่อไปเราก็มาจะมาหาตำแหน่งของอักษรในแนวตั้งต่อไปเริ่มจากทำโปรเจคชั่นในแนวตั้งดังภาพประกอบ 4.17



ภาพประกอบ 4.17 แสดงการฉายภาพในแนวนอน

การหาตำแหน่งของภาพในแนวนอนก็ทำเช่นเดียวกันการหาตำแหน่งของภาพในแนวตั้งใช้วิธีการเดียวกันแต่จะง่ายกว่าเนื่องจากมีเพียงค่า 1 เพียง 2 ค่าเนื่องจากเป็นความสูงของภาพอักษร รวมเมื่อได้ตำแหน่งทั้งในแนวตั้งและในแนวนอนแล้วก็สามารถตัดภาพอักษรออกมาทีละภาพได้ดังภาพประกอบ 4.18



ภาพประกอบ 4.18 แสดงการตัดภาพออกทีละตัวอักษร

4.3.8 การรู้จำว่าเป็นอักษรตัวใด

ฟังก์ชัน Neural คือขั้นตอนการนำภาพอักษรมาหาว่าภาพนั้นเป็นอักษรตัวใดแบ่งการรู้จำ 2 แบบคือการรู้จำตัวอักษรและการรู้จำตัวเลข สำหรับการรู้จำตัวอักษรใช้วิธีการการนำภาพมาทำจำนวนการเปลี่ยนแปลงข้อมูลว่าอยู่ในควอตรันต์ที่เท่าไรก่อนเพื่อแยกกลุ่มของตัวอักษรก่อนให้ โครงข่ายประสาทเทียม แยกกลุ่มอักษรนั้นอีกทีว่าเป็นอักษรตัวใด สำหรับการแยกตัวอักษรใช้วิธีโครงข่ายประสาทเทียมเพียงอย่างเดียวก็เพียงพอในการจำแนกตัวอักษร

4.3.8.1 การหาจุดปลาย จุดแยกและจุดตัด ว่าอยู่ในควอตรันต์ที่เท่าไร

(สุวิทย์,2543)มีสามขั้นตอนด้วยกันเริ่มจาการการทำอักษรให้บางจากนั้นจึงเข้ากระบวนจำนวนการเปลี่ยนแปลงข้อมูลและสุดท้ายการหาว่าจุดนั้นอยู่ในควอตรันต์ไหนเพื่อแยกกลุ่มอักษร โดยมีขั้นตอนต่างๆดังนี้

4.3.8.1.1 การทำตัวอักษรให้บาง ใช้ทฤษฎีการทำตัวอักษรให้บางมาเขียนเป็นอัลกอริทึม

P8	P1	P2
P7	P0	P3
P6	P5	P4

$$N(P0) = \sum_{i=1}^{8} Pi \qquad (33)$$

กำหนดเป็นจำนวนของจุดภาพรอบ P0 เมื่อ P0 = 0,1,2,.....,8

T(P0) แสดงถึงจำนวนการเปลี่ยนแปลงข้อมูลเมื่อพิจารณาข้อมูลใน P1 ,P2 ,....,P7และP8 ตามลำดับ

(a) $2 \leq N(P0) \leq 6$;

(b) $S(P0) = 1$;

(c) $P1*P3*P5 = 0$; (34)

(d) $P3*P5*P7 = 0$;

เมื่อ $N(P0) = P1+P2+P3+P4+P5+P6+P7+P8$ (35)

และ S(P0) เป็นจำนวนการเปลี่ยนแปลงข้อมูลของ 0 กับ 1 ในลำดับของ P1,P2,...,P8 ในทิศทางตามเข็มนาฬิกาดังสมการ 36

$$S(P0) = \sum_{i=1}^{8} (1 - P_i) * P_{i+1}; \text{when } P9 = P1; \qquad (36)$$

(a) $2 \leq N(P0) \leq 6$;

(b) $S(P0) = 1$;

(c) $P1*P3*P7 = 0$; (37)

(e) $P1*P5*P7 = 0$;

สมการที่ 34 และ 37 จุดภาพที่จะเข้ากระทำในกระบวนการต้องเป็นไปตามเงื่อนไขทั้ง 4 กรณี วิธีการทำอักษรให้บางจะมีสองขั้นตอนคือ ขั้นตอนแรกจะใช้สมการ 34 โดยการนำ Template ขนาด 3 คูณ 3 กวาดภาพไปตามข้อมูลภาพและทำการพิจารณาจุดภาพบริเวณขอบภาพว่าสามารถลบได้หรือไม่ ถ้าลบได้ให้หมายเหตุไว้ไม่ต้องลบ หลังจากที่กวาดภาพทั่วทั้งภาพก็ให้ทำการลบข้อมูลภาพที่มีไว้ในหมายเหตุ ขั้นตอนที่ 2 ใช้สมการ 37 และดำเนินการเหมือนการใช้ขั้นตอนที่ 1 เมื่อทำการลบข้อมูลภาพที่มีไว้ในหมายเหตุแล้ว ก็ทำซ้ำไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งไม่สามารถลบข้อมูลภาพได้อีก เมื่อนำมาเขียนเป็นโปรแกรมจะได้ภาพอักษรบางตั้งแต่ ก-ฮ ดังภาพประกอบ 4.19

ภาพประกอบ 4.19 แสดงภาพอักษร ก-ฮ ที่ทำให้บาง

4.3.8.1.2 จำนวนการเปลี่ยนแปลงข้อมูล เป็นกระบวนการคำนวณค่าตัวเลขต่อเนื่อง ค่าตัวเลขต่อเนื่องนี้เป็นค่าแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจุดภาพข้างเคียงซึ่งหาได้จากสมการ 36 โดยจำนวนนี้ใช้บอกคุณสมบัติต่างๆของเส้นดังนี้

จำนวน	คุณสมบัติ
1	Terminal (จุดปลาย)
2	Other (จุดต่อเนื่อง)

3	Break point (จุดแยก 3 ทาง)
4	Cross section (จุดตัด)

ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม

การทำค่าตัวนับจุดต่าง ๆ ให้เป็นศูนย์ แล้วรับค่าสีซึ่งมีเพียง 2 สีคือ สีขาว(1) และสีดำ(0) ถ้ารับค่าสีขาว(หมายถึงรูป)จะทำให้ตัวนับจุดมีค่าขึ้น 1 และเก็บค่าตัวแปรเพื่อใช้ในการคำนวณหาความสัมพันธ์ของจุดนั้น แต่ถ้าเป็นสีดำจะเก็บค่าเท่ากับ 0 ซึ่งในที่นี้จะเลือกเฉพาะจุดที่มีค่าเท่ากับ 1 เท่านั้น และนำค่าที่ได้มาคำนวณตามอัลกอลิทึม ดังนี้

P8	P1	P2
P7	P0	P3
P6	P5	P4

$$S(P0) = \sum_{i=1}^{8} (1 - P_i) * P_{i+1}; \text{when } P9 = P1; \quad (38)$$

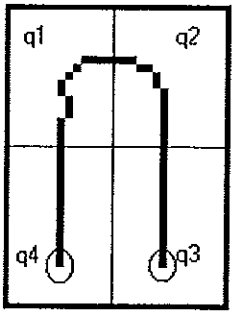
นำค่าที่คำนวณได้มาเปรียบเทียบให้ทราบว่าเป็นจุดอะไร จากนั้นจึงทำการเพิ่มค่าตัวนับจุดนั้นขึ้นอีกหนึ่ง ซึ่งจะทำให้ทราบค่าของจุดที่วิเคราะห์ได้มีจำนวนเท่าไร ขั้นตอนต่อมาคือการเปรียบเทียบและรู้จำจุดต่าง ๆ เพื่อวิเคราะห์ว่าเป็นอักษรใด

4.3.8.1.3 ขั้นตอนการหาจุดอ้างอิงแบ่งควอตรันต์ คือ ใช้ทฤษฎีการหาจุดศูนย์ถ่วงหาจุดศูนย์ถ่วงของอักษรในแนวแกน X และแกน Y โดยโปรแกรมที่เขียนขึ้นนี้จะบอกค่าศูนย์ถ่วงในแนวแกน X และค่าศูนย์ถ่วงในแนวแกน Y

เมื่อได้ค่าศูนย์ถ่วงในแนวแกน X และ แกน Y แล้วขั้นต่อไปคือการวิเคราะห์โดยใช้การแบ่งควอตรันต์ ซึ่งสรุปได้ดังนี้คือ

- ค่าที่อยู่ในควอตรันต์ที่ 1 คือ ค่าในแนวแกน X และค่าในแนวแกน Y มีค่าน้อยกว่าค่าศูนย์ถ่วงในแนวแกน X และค่าศูนย์ถ่วงในแนวแกน Y
- ค่าที่อยู่ในควอตรันต์ที่ 2 คือ ค่าในแนวแกน X มากกว่าค่าศูนย์ถ่วงในแนวแกน X และค่าในแนวแกน Y มีค่าน้อยกว่าค่าศูนย์ถ่วงในแนวแกน Y
- ค่าที่อยู่ในควอตรันต์ที่ 3 คือ ค่าในแนวแกน X และค่าในแนวแกน Y มีค่ามากกว่าค่าศูนย์ถ่วงในแนวแกน X และค่าศูนย์ถ่วงในแนวแกน Y
- ค่าที่อยู่ในควอตรันต์ที่ 4 คือ ค่าในแนวแกน X น้อยกว่าค่าศูนย์ถ่วงในแนวแกน X และค่าในแนวแกน Y มีค่ามากกว่าค่าศูนย์ถ่วงในแนวแกน Y

หลังจากนั้นโปรแกรมก็จะทำการวิเคราะห์โดยเปรียบเทียบและแยกแยะด้วยจำนวนจุดความสัมพันธ์และจำนวนจุดในแต่ละควอตรันต์ของแต่ละตัวอักษรซึ่งตัวอักษรแต่ละตัวมีลักษณะที่แตกต่างกันออกไป ภาพประกอบ 4.20 แสดงตัวอย่างให้เห็นว่าตัวอักษร ก มีจุดปลาย จุดต่อเนื่อง จุดแยก 3 ทางและจุดตัดลงในควอตรันต์ต่างๆ



ภาพประกอบ 4.20 แสดงจุดปลายอักษรว่าอยู่ในควอตรันต์ที่ 3 และ 4

ภาพประกอบ 4.21 แสดงจุดแยกและจุดตัด

ตาราง 4.2 ต่อไปนี้จะแสดงอักษรว่าอักษรแต่ละตัว มีจุดปลาย จุดแยก 3 ทางและจุดตัดลงในควอตรันต์ต่างๆ อย่างไรบ้าง โดยให้

q1t1	คือ	มีจุดปลายใน	ควอตรันต์ ที่ 1
q1c3	คือ	มีแยก 3 ทางใน	ควอตรันต์ ที่ 1
q1c4	คือ	มีตัดใน	ควอตรันต์ ที่ 1
q2t1	คือ	มีจุดปลายใน	ควอตรันต์ ที่ 2
q2c3	คือ	มีแยก 3 ทางใน	ควอตรันต์ ที่ 2
q2c4	คือ	มีตัดใน	ควอตรันต์ ที่ 2
q3t1	คือ	มีจุดปลายใน	ควอตรันต์ ที่ 3
q3c3	คือ	มีแยก 3 ทางใน	ควอตรันต์ ที่ 3

q3c4	คือ	มีตัดใน	ควอตรันต์ ที่ 3
q4t1	คือ	มีจุดปลายใน	ควอตรันต์ ที่ 4
q4c3	คือ	มีแยก 3 ทางใน	ควอตรันต์ ที่ 4
q4c4	คือ	มีตัดใน	ควอตรันต์ ที่ 4

ตางราง 4.2 แสดงอักษรว่าอักษร ก-ฮ มีจุดปลาย จุดแยก 3 ทางและจุดตัดในควอตรันต์ต่างๆ อย่างไรบ้าง

	q1t1	q1c3	q1c4	q2t1	q2c3	q2c4	q3t1	q3c3	q3c4	q4t1	q4c3	q4c4
ก	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
ข	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
ค	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0
ฆ	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0
ง	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0
จ	2	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
ฉ	2	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0
ช	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
ซ	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
ฌ	0	0	0	1	0	0	1	2	0	2	0	0
ญ	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
ฏ	1	1	0	0	0	0	1	1	0	2	0	0
ฐ	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0
ฒ	2	1	0	1	0	0	1	2	0	2	1	0
ณ	0	0	0	1	0	0	2	2	0	1	0	0
ด	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0
ต	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0
ถ	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
ท	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0
ธ	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0

	q1t1	q1c3	q1c4	q2t1	q2c3	q2c4	q3t1	q3c3	q3c4	q4t1	q4c3	q4c4
น	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0
บ	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
ป	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
ผ	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0
ฝ	1	0	0	1	0	0	2	1	0	1	2	0
พ	1	0	0	2	2	0	1	0	0	1	1	0
ฟ	1	0	0	2	2	0	1	0	0	1	1	0
ภ	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
ม	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0
ย	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
ร	0	0	0	2	1	0	1	0	0	0	0	0
ล	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0
ว	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
ศ	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0
ษ	1	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0
ส	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0
ห	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0
ฬ	3	0	0	1	1	0	1	1	0	1	2	0
อ	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ฮ	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0

จากตาราง 4.2 เมื่อได้ค่าจุดปลาย จุดแยก 3 ทางและจุดตัดในควอตรันต์ต่างๆแล้วสามารถแบ่งอักษรออกมาได้ 28 กลุ่มตัวอักษร โดยเป็นอักษรเดียว 21 กลุ่ม และกลุ่มที่มีอักษรมากกว่า 1 ตัวอักษร 7 กลุ่ม ดังต่อไปนี้

กลุ่มที่ 1 ได้แก่ อักษร ก ถ ภ

กลุ่มที่ 2 ได้แก่ อักษร ข ช บ ป

กลุ่มที่ 3 ได้แก่ อักษร ฆ น ผ ม

กลุ่มที่ 4 ได้แก่ อักษร ธ ย

กลุ่มที่ 5 ได้แก่ อักษร ฌ ญ
กลุ่มที่ 6 ได้แก่ อักษร ด ฅ
กลุ่มที่ 7 ได้แก่ อักษร พ ฟ
และกลุ่มตัวอักษรเดียว 21 กลุ่มอันได้แก่
กลุ่มที่ 8 ได้แก่ อักษร ค
กลุ่มที่ 9 ได้แก่ อักษร ง
กลุ่มที่ 10 ได้แก่ อักษร จ
กลุ่มที่ 11 ได้แก่ อักษร ฉ
กลุ่มที่ 12 ได้แก่ อักษร ซ
กลุ่มที่ 13 ได้แก่ อักษร ญ
กลุ่มที่ 14 ได้แก่ อักษร ฎ
กลุ่มที่ 15 ได้แก่ อักษร ฐ
กลุ่มที่ 16 ได้แก่ อักษร ฒ
กลุ่มที่ 17 ได้แก่ อักษร ท
กลุ่มที่ 18 ได้แก่ อักษร ฝ
กลุ่มที่ 19 ได้แก่ อักษร ร
กลุ่มที่ 20 ได้แก่ อักษร ล
กลุ่มที่ 21 ได้แก่ อักษร ว
กลุ่มที่ 22 ได้แก่ อักษร ศ
กลุ่มที่ 23 ได้แก่ อักษร ษ
กลุ่มที่ 24 ได้แก่ อักษร ส
กลุ่มที่ 25 ได้แก่ อักษร ห
กลุ่มที่ 26 ได้แก่ อักษร ฬ
กลุ่มที่ 27 ได้แก่ อักษร อ
กลุ่มที่ 28 ได้แก่ อักษร ฮ

ซึ่งอักษรกลุ่มที่มีอักษรมากกว่า 1 ตัว มีจำนวน 7 กลุ่ม จะใช้โครงข่ายประสาทเทียมแยกแยะว่าเป็นอักษรตัวใดในแต่ละกลุ่มอีกครั้งหนึ่ง ส่วนตัวเลขทั้งหมดใช้วิธีของโครงข่ายประสาทเทียมรู้จำตัวเลขเพียงอย่างเดียวก็เพียงพอสำหรับการรู้จำว่าเป็นตัวเลขตัวใด

4.3.8.2 โครงข่ายประสาทเทียม เป็นกระบวนการรู้จำภาพตัวอักษรว่าภาพนั้นเป็นอักษรตัวใดหลังจากที่ได้ทำกระบวนการแยกกลุ่มตัวอักษรด้วยวิธีการหาจุดปลายของอักษรว่าอยู่

ในควอตรันต์ที่เท่าไรแล้วเราก็จะนำภาพอักษรเหล่านั้นซึ่งได้จำแนกเบื้องต้นแล้วว่าอยู่ในกลุ่มอักษรตัวใดมาทำการเข้ากระบวนการของ โครงข่ายประสาทเทียมที่มีการเรียนรู้แบบแพร่กลับ โดยนำทฤษฎีของโครงข่ายประสาทเทียมมาเขียนเป็นโปรแกรมเพื่อหาค่าน้ำหนัก

การนำทฤษฎีมาใช้เพื่อสอนการรู้จำตัวอักษร เราจะนำค่าอินพุตตัวอย่างของตัวอักษรและตัวเลขที่เป็นอักษรมาตรฐานมาสอนโดยแยกกลุ่มอักษรต่าง ๆ ตามที่ได้มีการแบ่งกลุ่มไว้เพื่อให้ได้ค่าน้ำหนักแต่ละกลุ่มจากนั้นจึงนำค่าน้ำหนักต่าง ๆ ที่ได้มาไปคูณอินพุตอีกครั้งเพื่อตรวจสอบว่าค่าน้ำหนักต่างๆให้เอาท์พุตออกมาถูกต้องหรือไม่ก่อนนำไปใช้งาน

อินพุตที่ป้อนเข้าโครงข่ายประสาทเทียมจะต้องเป็นค่าที่ไม่เกิน 1 และเอาท์พุตจะมีกี่เอาท์พุตก็ได้แต่ไม่เกิน 1 เช่นกันดังในการกระบวนการนี้ใช้อินพุตให้โครงข่ายประสาทเทียมที่มีการเรียนรู้แบบแพร่กลับมีค่าเป็น 48 อินพุตและเอาท์พุตเป็น 6 เอาท์พุต(2^6=64 เพราะอักษรไทยรวมตัวเลขมีค่าเท่ากับ 54 ตัว)

การทำภาพตัวอักษรให้เป็นข้อมูล 48 อินพุตโดยการทำให้ขนาดของภาพอักษรมีขนาดความสูงเป็น 30 จุดภาพและความกว้างเป็น 18 จุดภาพโดยใช้คำสั่งของ Matlab ชื่อ Imresize จากนั้นจึงทำการฉายภาพในแนวแกน X และแนวแกน Y ทำให้ได้ค่าอินพุตเป็น 48 ค่าจากนั้นจึงทำการหารด้วยค่ามากสุดของแต่ละแกนเพื่อให้ค่าอินพุตแต่ละตัวมีค่าไม่เกิน 1 แกน X หารด้วย 30 และแกน Y หารด้วย 18 แล้วนำค่าต่าง ๆ มาเรียงให้ตรงกับเอาท์พุตของแต่ละค่า เช่น

[0.988 0.122 0.333 .....(48 ค่า).....0.333 0.667](อินพุต) [0 0 1 0 1 0] เอาท์พุต

ตาราง 4.3 แสดงเอาท์พุตค่าต่าง ๆ เทียบกับอักษรแต่ละตัว

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
000000	000001	000010	000011	000100	000101	000110	000111	001000	001001
ก	ข	ค	ฆ	ง	จ	ฉ	ช	ซ	ฌ
001010	001011	001100	001101	001110	001111	010000	010001	010010	010011
ญ	ฎ	ฐ	ฒ	ณ	ด	ต	ถ	ท	ธ
010100	010101	010110	010111	011000	011001	011010	011011	011100	011101
น	บ	ป	ผ	ฝ	พ	ฟ	ภ	ม	ย
011110	011111	100000	100001	100010	100011	100100	100101	100110	100111
ร	ล	ว	ศ	ษ	ส	ห	ฬ	อ	ฮ
101000	101001	101010	101011	101100	101101	101110	101111	110000	110001

เมื่อนำค่าอินพุตเข้ามาสอนด้วยให้โปรแกรมโครงข่ายประสาทเทียมที่มีการเรียนรู้แบบแพร่กลับที่มีชื่อว่า Net ซึ่งมีหลักการทำงานตามทฤษฎีที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อให้ทฤษฎีโครงข่ายประสาทเทียมที่มีการเรียนรู้แบบแพร่กลับ

เมื่อได้ค่าน้ำหนักต่าง ๆ หลังจากการนำค่าอินพุตเข้าไปสอนด้วยโปรแกรม Net แล้วซึ่งจะได้ค่าน้ำหนักคือ Whi, Woh, bh, bo 4 ค่าด้วยกัน เราจะใช้ 4 ค่านี้ในการรู้จำตัวอักษรต่อไป

การใช้งานค่านำหนัก Whi, Woh, bh, และ bo ดังสมการ 39

$$Output = logsig\,(\,Woh(\,logsig\,(\,Whi \times Input - bh\,)\,) - bo\,) \qquad (39)$$

โดย

Whi, Woh, bh, bo = ค่าน้ำหนักที่ได้จากโครงข่ายประสาทเทียม

Input = ข้อมูลภาพอักษร 48 อินพุต

Output = ข้อมูลอักษรที่เป็นตัวเลขนำไปเปรียบเทียบกับตาราง 4.3 แล้วทราบว่าเป็นอักษรตัวใด

Logsig = เป็นสมการ 1 / (1 + exp(-n)) เมื่อ n คือค่าที่ต้องทำสมการ logsig

นำค่าอินพุตที่ต้องการรู้จำว่าเป็นอักษรตัวใดมาคูณด้วยค่าน้ำหนักจะได้เอาท์พุตออกมานำค่าเอาท์พุตไปเทียบกับตาราง 4.3 เทียบตัวอักษรก็จะได้อักษรออกมา

บทที่ 5

องค์ประกอบของโปรแกรม LPR

5.1 บทนำ

ในการพัฒนาโปรแกรมรู้จำป้ายทะเบียนรถยนต์ภาษาไทยด้วยหลักการประมวลผลภาพดิจิตอลได้เลือกการนำภาพรถยนต์ที่ถ่ายด้วยกล้องดิจิตอลซึ่งเป็นอุปกรณ์จับภาพแบบกล้องถ่ายรูปโดยจะแปลงข้อมูลภาพให้มาอยู่ในรูปของแฟ้มข้อมูลภาพที่เปิดอ่านโดยเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ทันทีแล้วนำข้อมูลเหล่านั้นมาใช้พัฒนาและทดสอบโปรแกรม ดังนั้นการพัฒนาโปรแกรมดังกล่าวจึงเริ่มที่การวิเคราะห์ภาพที่ได้มาว่ามีลักษณะอย่างไร ทำอย่างไรจึงจะได้ส่วนที่ต้องการของภาพแล้วจัดหาอัลกอริทึม ก่อนที่จะนำมาประกอบรวมกันเป็นโปรแกรมทั้งหมด การดำเนินการพัฒนาจึงได้แยกอัลกอริทึมที่เกี่ยวข้องทั้งหมดออกเป็นฟังก์ชันย่อยๆ แล้วนำภาพรถยนต์ที่ต้องการประมวลผลเข้าไปทดสอบการทำงานแต่ละฟังก์ชั่น หลังจากนั้นนำผลที่ได้มาแสดงผลที่หน้าจอ สุดท้ายจึงได้รวบรวมฟังก์ชั่นย่อยๆทั้งหมดมาเป็นโปรแกรมรู้จำแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์

5.2 ซอฟต์แวร์ที่ใช้พัฒนาโปรแกรม

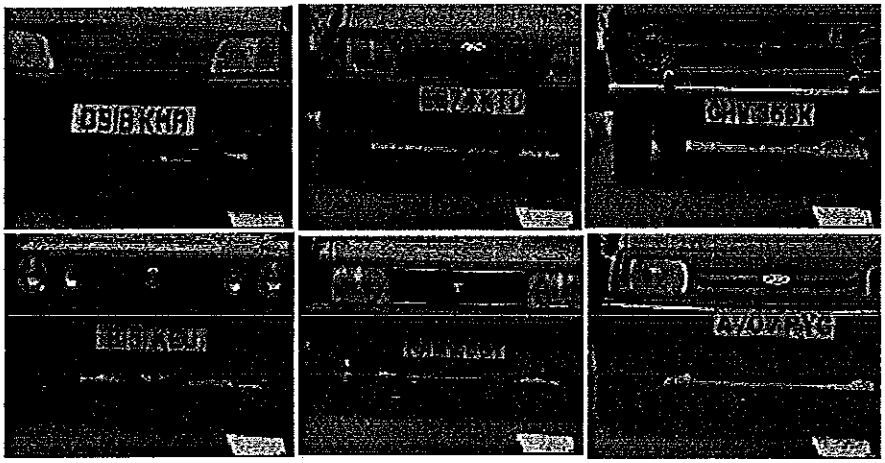
บนโปรแกรมรู้จำแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ภาษาไทย สมการที่ใช้อธิบายการทำงานของแต่ละอัลกอริทึมทางด้านการประมวลผมภาพดิจิตอลจะเป็นฟังก์ชันของเวลา นอกจากนี้ยังต้องออกแบบโปรแกรมในการเชื่อมต่อกับผู้ใช้ให้ง่าย ดังนั้นซอฟต์แวร์ที่เลือกใช้ในการพัฒนาโปรแกรมจะต้องรองรับการทำงานในลักษณะดังกล่าวได้

ผู้วิจัยเลือกใช้ซอฟต์แวร์ที่ชื่อว่า Matlab Version 5.3 ของบริษัท Mathworks มาพัฒนาโปรแกรมรู้จำแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ภาษาไทย (มนัสและวรรัตน์,2543) บนเครื่องคอมพิวเตอร์ CPU DURON 700 หน่วยความจำ 64 เมกกะไบต์ บนระบบปฏิบัติการ Windows 98

5.3 กระบวนการนำข้อมูลภาพเข้ามาเก็บในคอมพิวเตอร์

การนำข้อมูลภาพเข้ามาเก็บในคอมพิวเตอร์ใช้วิธีการนำกล้องถ่ายภาพดิจิตอลไปถ่ายภาพป้ายทะเบียนรถยนต์ตามสถานที่ต่างๆภายในบริเวณมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ เช่น ที่จอดรถยนต์คณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่จอดรถยนต์คณะวิทยาศาสตร์ ที่จอดรถยนต์ศูนย์คอมมหาวิทยาลัยสงขลา-นครินทร์ ที่จอดรถยนต์คณะวิทยาการจัดการ ที่จอดรถยนต์คณะทันตแพทย์ ที่จอดรถยนต์หน้าโรงอาหารมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์(คาเฟต) เป็นต้น เพื่อให้ได้ภาพป้ายทะเบียนที่หลากหลาย

กล้องถ่ายภาพดิจิตอลที่นำไปก็เป็นกล้องถ่ายภาพโซนี่ รุ่น DSC-S70 หน่วยความจำ 32 เมกกะไบต์ มีความละเอียดภาพตั้งแต่ 480 คูณ 640 จุดภาพ 1024 คูณ 768 จุดภาพ 1200 คูณ 1600 จุดภาพ แต่ไม่มีขนาด 600 คูณ 800 จุดภาพ ความจริงแล้วครั้งแรกจะใช้ขนาดภาพ 600 คูณ 800 จุดภาพ เนื่องจากให้ความคมชัดของภาพมากพอที่ต้องการ แต่ขนาดภาพที่ได้มา 640 คูณ 480 ก็สามารถใช้งานได้แล้ว ภาพป้ายทะเบียนที่ถ่ายภาพเข้ามาจึงควรคล้ายกับภาพป้ายทะเบียนรถยนต์ในต่างประเทศซึ่งเป็นป้ายที่เว็บไซต์ที่บอกวิธีการในการรู้จำแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ของต่างประเทศ



ภาพประกอบ 5.1 ภาพที่จะนำเข้าไปในกระบวนการรู้จำแผ่นป้ายทะเบียนต่างประเทศ

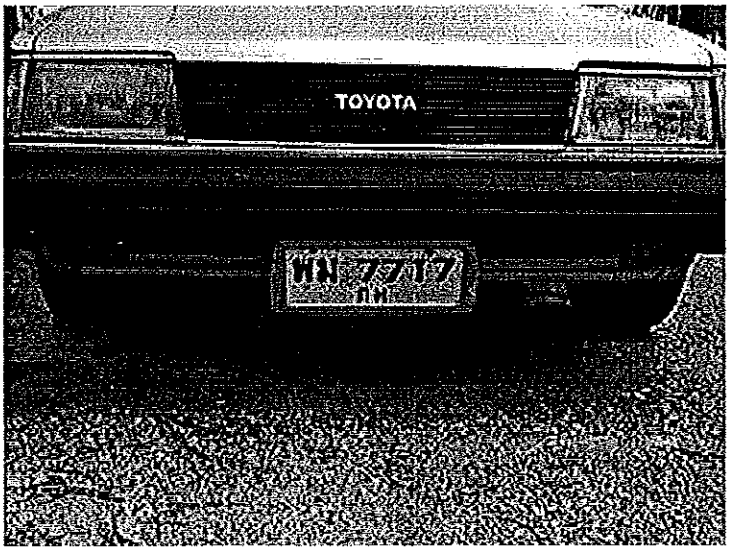
ภาพประกอบ 5.1 เป็นภาพเบื้องต้นก่อนจะนำเข้าไปสู่กระบวนการรู้จำแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ของต่างประเทศ ภาพนี้ได้จาก (http://www.utad.pt/~jbarroso/html/aartc.html) ซึ่งเป็นเว็บไซต์ของประเทศโปรตุเกสที่เป็นแหล่งข้อมูลในการทำวิจัยครั้งนี้

ป้ายทะเบียนของไทยมี 3 รุ่นเริ่มจาก

1.รุ่นแรกจะมีลักษณะคืออักษรจะผอมกว่ารุ่นอื่นๆตัวจังหวัดจะเป็นชื่อจังหวัดเต็มดังภาพ 5.2

ภาพประกอบ 5.2 ภาพป้ายทะเบียนรถยนต์รุ่นหนึ่ง

2. รุ่นสองภาพป้ายทะเบียนรุ่นนี้จะเป็นแบบอักษรตัวเล็กและชื่อจังหวัดแบบย่อ



ภาพประกอบ 5.3 ภาพป้ายทะเบียนรถยนต์รุ่นสอง

3. รุ่นสามเป็นป้ายทะเบียนที่ออกให้ใหม่ในปัจจุบันอักษรชัดเจน ชื่อจังหวัดแบบเต็ม

ภาพประกอบ 5.4 ภาพป้ายทะเบียนที่ออกใหม่ในปัจจุบัน

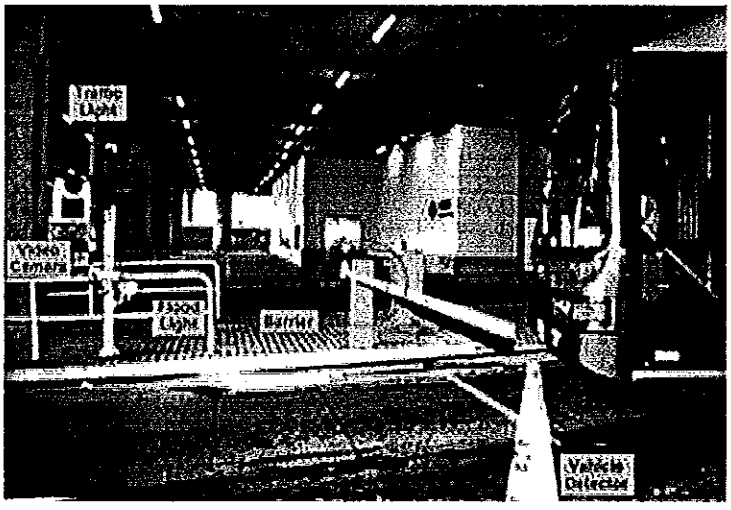
สังเกตได้ว่าป้ายทะเบียนในปัจจุบันมี 3 รุ่นด้วยกันแต่ในงานวิจัยครั้งนี้จะใช้แผ่นป้ายทะเบียนรุ่นที่ 3 เท่านั้นในการรู้จำแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์

5.3.1 การหาตำแหน่งตั้งกล้องถ่ายภาพป้ายทะเบียน มีปัญหาว่าถ้าทำโปรแกรมสำหรับการถ่ายภาพในมุมตรงแบบนี้แล้วเวลาใช้งานจริงจะติดตั้งกล้องไว้ที่ตำแหน่งใดในต่างประเทศจะติดกล้องไว้ที่มุมต่างๆดังภาพประกอบ 5.5

ภาพประกอบ 5.5 แสดงบริเวณการติดตั้งกล้องตรวจจับภาพป้ายทะเบียน

ภาพประกอบ 5.5 แสดงการติดตั้งซึ่งมีกล้องถ่ายภาพถึง 3 ตัวด้วยกันเนื่องจากจับภาพรถยนต์ที่กำลังวิ่งอยู่จึงต้องใช้กล้อง 3 ตัวช่วยกันคือภาพด้านบนหน้า ด้านบนกลางและภาพด้านหลังทางผู้ผลิตแจ้งว่าให้ความแม่นยำ 99.5 % เลยทีเดียว

ภาพประกอบ 5.6 แสดงบริเวณการติดตั้งกล้องตรวจจับภาพป้ายทะเบียนด้านหน้า



ภาพประกอบ 5.7 แสดงบริเวณการติดตั้งกล้องตรวจจับภาพป้ายทะเบียนด้านข้าง

ภาพประกอบ 5.6 และ 5.7 แสดงการตรวจจับถ่ายป้ายทะเบียนของระบบซึ่งมีอุปกรณ์หลัก 3 ตัวคือ ตัวตรวจจับว่ามีรถยนต์เข้ามาด้วยตัวรับแสง ตัวส่องไฟ และตัวกล้องถ่ายภาพ มีอีกส่วนหนึ่งคือที่ไม้กันซึ่งเป็นตัวทำให้รถหยุดเพื่อจับภาพเข้ามาประมวลผล

ภาพประกอบ 5.8 แสดงภาพถ่ายที่นำจะนำเข้ามากระบวนการรู้จำตัวอักษรของประเทศฮ่องกง

ภาพประกอบ 5.9 แสดงภาพถ่ายที่นำจะนำเข้ามากระบวนการรู้จำตัวอักษรของประเทศสิงคโปร์

ภาพประกอบ 5.10 แสดงภาพถ่ายที่นำจะนำเข้ามากระบวนการรู้จำตัวอักษรของประเทศไต้หวัน

ภาพประกอบ 5.8 5.9 และ 5.10 แสดงภาพถ่ายที่นำเข้ามากระบวนการรู้จำแผ่นป้ายทะเบียนของประเทศต่างๆในเอเซียจะสังเกตได้ว่าภาพที่ถ่ายมาจะเป็นภาพถ่ายด้านข้างเป็นส่วนมาก แต่ถ้าได้ภาพถ่ายหน้าตรงจะทำให้โปรแกรมรู้จำแผ่นป้ายทะเบียนทำงานได้แม่นยำมากขึ้นเราสามารถแก้ไขโดยนำกล้องถ่ายภาพไปติดตรงไม้กั้นจะทำให้ได้ภาพหน้าตรงออกมาดังภาพ 5.11

ภาพประกอบ 5.11 การติดกล้องไว้กลางไม้กั้น

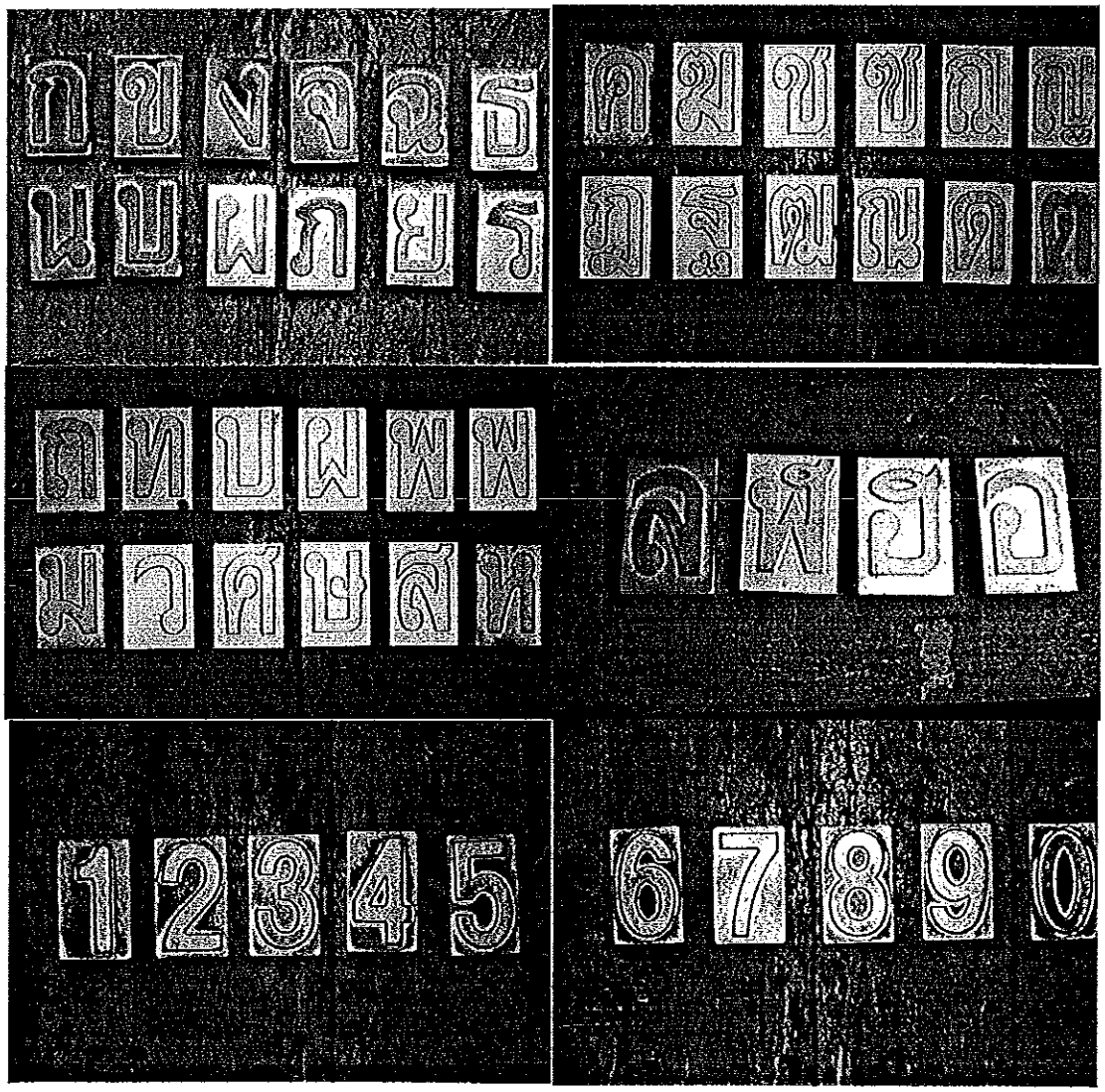
ภาพประกอบ 5.10 แสดงการติดตั้งกล้องไว้กลางไม้กั้นเพื่อให้ได้ภาพถ่ายป้ายทะเบียนรถยนต์หน้าตรงเพื่อทำโปรแกรมอ่านแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ภาษาไทยทำงานได้แม่นยำมากขึ้น

5.3.2 ภาพถ่ายที่เหมาะสม ภาพที่เหมาะสมควรเป็นภาพถ่ายที่มีลักษณะคือให้ป้ายทะเบียนอยู่บริเวณกลางภาพให้มากที่สุดทั้งในแนวตั้งและให้แนวนอนดังตัวอย่างภาพในภาพประกอบ 5.12

ภาพประกอบ 5.12 แสดงการถ่ายภาพรถยนต์ที่เหมาะสมเพื่อนำเข้าโปรแกรมรู้จำแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ภาษาไทย

5.4 ภาพอักษรที่ใช้เปรียบเทียบว่าเป็นอักษรตัวใด

ภาพที่ใช้เป็นภาพมาตรฐานว่าเป็นอักษรตัวใดนำภาพมาจากแม่พิมพ์ของอักษรมาตรฐานที่ใช้พิมพ์แผ่นป้ายทะเบียนจากโรงผลิตแผ่นป้ายทะเบียนกรมการขนส่งทางบก



ภาพประกอบ 5.13 แสดงแม่พิมพ์อักษรมาตรฐาน ก-ฮ และตัวเลข 0-9

ภาพประกอบ 5.13 นี้ได้รับความอนุเคราะห์จากโรงผลิตแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์กรมการขนส่งทางบก ได้ถ่ายภาพอักษรทั้งหมดมาโดยอักษรทั้งหมดที่ถ่ายได้จะไม่มีอักษร 4 ตัวคือ ฃ ฅ ฏ และ ฑ ทำให้อักษรมีทั้งหมด 40 รวมกับตัวเลขอีก 10 ตัวเป็น 50 อักษร อักษรที่โรงผลิตนี้ไม่มีอักษรรุ่นเก่าเหลืออยู่แล้วเพราะเลิกผลิตไป 3 ปีกว่าแล้วจึงไม่มีอักษรรุ่นเก่าเหลืออยู่อีกจึงได้เฉพาะ

อักษรรุ่นใหม่เท่านั้น เมื่อได้ภาพข้อมูลภาพมาแล้วก็ทำการแปลงภาพอักษรทั้งหมดให้อยู่ในภาพขาว ดำ เท่านั้นดังภาพประกอบ 5.14

ภาพประกอบ 5.14 แสดงภาพอักษรทั้งหมดหลังจากแปลงข้อมูลดิบให้เป็นอักษรที่มีเฉพาะ ขาว ดำ เท่านั้น

เนื่องจากโปรแกรมนี้ได้อักษรมาตรฐานแบบใหม่ที่ใช้กับป้ายทะเบียนแบบใหม่เท่านั้น ฉะนั้นโปรแกรมนี้จึงสามารถใช้งานได้เหมาะสมที่สุดกับรถยนต์ที่มีแผ่นป้ายทะเบียนที่เป็นแผ่นป้ายทะเบียนแบบใหม่

บทที่ 6

การพัฒนาและการทำงานของโปรแกรม LPR

6.1 บทนำ

ในการพัฒนาโปรแกรมรู้จำป้ายทะเบียนรถยนต์ภาษาไทย ใช้ภาพถ่ายรถยนต์ที่ถ่ายบริเวณภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์เป็นตัวอย่างในการทดสอบโปรแกรม โปรแกรมที่ใช้ในการทำงานครั้งนี้ใช้ Matlab Version 5.3 แบ่งการทำงานเป็น 3 ส่วน ส่วนแรกคือส่วนที่หนึ่งการค้นหาบริเวณที่เป็นป้ายทะเบียนจากภาพทั้งหมด ส่วนที่สองการค้นหาตำแหน่งที่เป็นอักษรออกจากภาพป้ายทะเบียน และส่วนที่สามคือการรู้จักว่าเป็นอักษรตัวใด ส่วนแรกและส่วนที่สองจะได้ผลออกมาเป็นภาพขั้นตอนการหานี้จะให้ผลออกมาไม่มีปัญหา ส่วนความแม่นยำว่าโปรแกรมมีความถูกต้องมากเพียงใดจะอยู่ในส่วนที่สามการรู้จำว่าเป็นอักษรตัวใด

6.2 การพัฒนาโปรแกรม

ได้มีการออกแบบการพัฒนาโปรแกรมไว้ 2 ขั้นตอน ได้แก่

ก. ออกแบบอัลกอริทึมในการทำงานขั้นตอนต่างๆ ได้แก่

- การหาป้ายทะเบียนอย่างคร่าวๆ
- การปรับขนาดภาพให้เหมาะสม
- การตรวจสอบและปรับค่าเอียง
- การกำหนดค่าขีดจำกัด
- การค้นหาอย่างละเอียด
- การเลือกอักษรจากภาพป้ายทะเบียน
- การแยกอักษรทีละตัวจากกลุ่มตัวอักษร
- การรู้จำตัวอักษร

ข. การออกแบบกราฟฟิกในแต่ละจอภาพ

6.2.1 การออกแบบอัลกอริทึมในการทำงานของขั้นตอนต่างๆ

6.2.1.1 อัลกอริทึมในการหาป้ายทะเบียนอย่างคร่าวๆ

อัลกอริทึมในการหาป้ายทะเบียนอย่างคร่าวๆ นำไปเขียนเป็นฟังก์ชันชื่อ FindI() โดยหน้าที่ของฟังก์ชันจะถูกใช้ในการหาป้ายทะเบียนอย่างคร่าวๆออกมาก่อนแล้วตัดภาพบริเวณป้ายทะเบียนออกมาจากภาพรถยนต์

6.2.1.2 อัลกอริทึมในการปรับขนาดภาพให้เหมาะสม

อัลอกริทึมในการปรับขนาดของภาพป้ายทะเบียนที่เข้ามาให้มีขนาดที่เหมาะสมซึ่งขนาดที่เหมาะสมคือขนาดประมาณ 160 คูณ 120 จุดภาพซึ่งนำไปเขียนเป็นฟังก์ชันชื่อ Resize()

6.2.1.3 อัลกอริทึมในการตรวจสอบความและปรับค่าเอียง

อัลกอริทึมในการตรวจสอบค่าความเอียง นำไปเขียนเป็นฟังก์ชันชื่อ Rotate() ซึ่งเป็นฟังก์ชันที่เขียนขึ้นโดยอาศัยหลักการของ Radon transform ในการคำนวณหาค่าความเอียงของกระดาษคำตอบ และปรับกระดาษคำตอบให้หมุนกลับไปอยู่ในแนวราบ

6.2.1.4 อัลกอริทึมในการกำหนดค่าขีดจำกัด

อัลริทึมในการหาค่าขีดจำกัดที่เหมาะสม นำไปเขียนเป็นฟังก์ชันชื่อ Opthr2() โดยหน้าที่ของฟังก์ชันจะถูกใช้ในการหาค่าขีดจำกัดที่เหมาะสมของภาพป้ายทะเบียนรถยนต์

6.2.1.5 อัลกอริทึมในการค้นหาอย่างละเอียด

อัลกอริทึมในการค้นหาอย่างละเอียด ใช้ค้นหากลุ่มตัวอักษรออกจากภาพป้ายทะเบียน มาเขียนเป็นฟังก์ชันชื่อ FindII()

6.2.1.6 อัลกอริทึมในการเลือกอักษรจากภาพป้ายทะเบียน

อัลกอริทึมในการเลือกอักษรจากภาพป้ายทะเบียน เพื่อเลือกตัวอักษรบนแผ่นป้ายทะเบียนออกมาวางบนฉากหลังอันใหม่โดยใช้ฟังก์ชันของ Matlab ที่มีชื่อว่า Bwselect

6.2.1.7 อัลกอริทึมในการแยกอักษรทีละตัวจากกลุ่มตัวอักษร

อัลกอริทึมในการแยกอักษรทีละตัวจากกลุ่มตัวอักษร ใช้การฉายภาพในแนวนอนและแนวตั้งเพื่อหาจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของแต่ละอักษรแล้วตัดภาพอักษรมาทีละตัวอักษรนำมาเขียนเป็นฟังก์ชันชื่อ Secment()

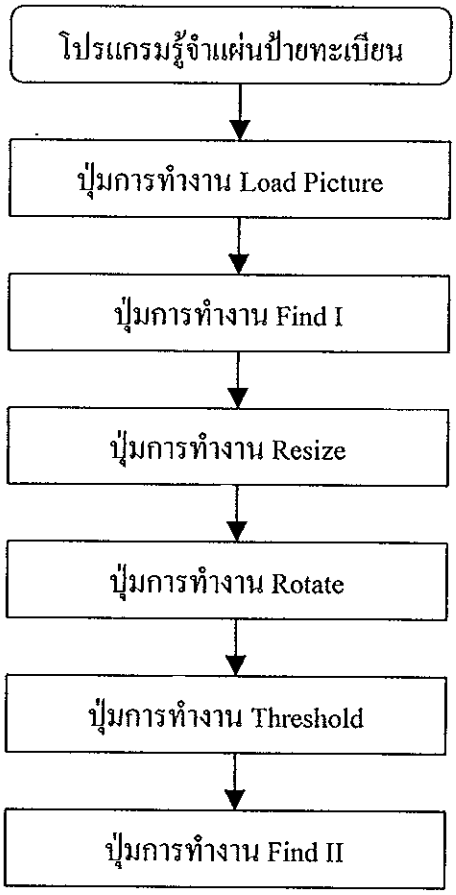
6.2.1.8 อัลกอริทึมในการรู้จำตัวอักษร

อัลกอริทึมในการรู้จำตัวอักษร ใช้การจำแนกอักษรออกเป็นกลุ่มๆก่อนด้วยการหาจุดต่อเนื่องว่าอยู่ในควอตรันต์ใดด้วยฟังก์ชันโดยเขียนเป็นฟังก์ชันชื่อ Junc() แล้วนำมาจำแนกอีกครั้งจากกลุ่มอักษรให้เหลือเพียงตัวอักษรตัวเดียวด้วยโครงข่ายประสาทเทียม

6.2.2 การออกแบบกราฟฟิกในแต่ละจอภาพ

โปรแกรมรู้จำแผ่นป้ายทะเบียนภาษาไทยที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ได้ถูกออกแบบให้มีการทำงานเป็นลำดับขั้นตอนเพื่อให้ง่ายต่อการพัฒนาเพราะสามารถมองเห็นเป็นลำดับขั้นตอนตามการทำงานของแต่ละฟังก์ชันเพราะถ้าหากเกิดความผิดพลาดขึ้นที่ฟังก์ชันการทำงานใดจะแสดงผลความผิดพลาดด้วยการไม่แสดงภาพป้ายทะเบียนรถยนต์ในฟังก์ชันนั้นออกมาทันที มีการเชื่อมต่อ

กับผู้ใช้ทางกราฟฟิก (Graphic user interface – GUI) บนพื้นฐานแนวความคิดที่ว่าทุกสิ่งบนหน้าต่างรูปภาพ (Figure) ของซอฟท์แวร์ Matlab จะเป็นวัตถุ (Object) ซึ่งมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว (Unique identifier) และมีคุณลักษณะ (Properties) ที่สามารถปรับปรุงแก้ไขได้ตลอดเวลา ซึ่งการทำงานจะทำให้ฟังก์ชันต่างๆแทนปุ่มการทำงานหรือที่เรียกว่าวัตถุโดยปุ่มการทำงานจะทำงานเรียงกันไปตามลำดับดังภาพประกอบ 6.1



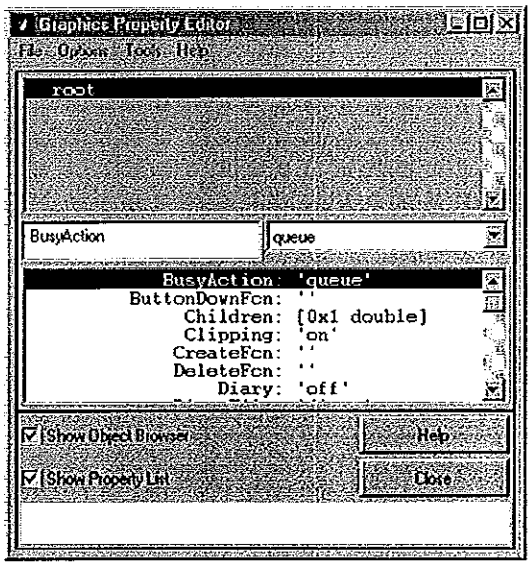
ภาพประกอบ6.1ส่วนประกอบของโปรแกรมระบบรู้จำแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์บนหน้าต่างรูปภาพ

ในการสร้างรูปแบบ (Style) ต่างๆที่ติดต่อกับผู้ใช้ทางด้านกราฟฟิกมักประสบปัญหาในการกำหนดตำแหน่งและขนาดที่จะวางรูปแบบเหล่านั้นลงบนหน้าต่างรูปภาพ แต่ซอฟท์แวร์ Matlab จะมีเครื่องอำนวยความสะดวกในการสร้าง GUI ในการวางรูปแบบเหล่านั้นบนหน้าต่างภาพด้วยการคลิกและลากด้วยเมาส์ ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในการสร้างมี 2 ชนิด ดังนี้

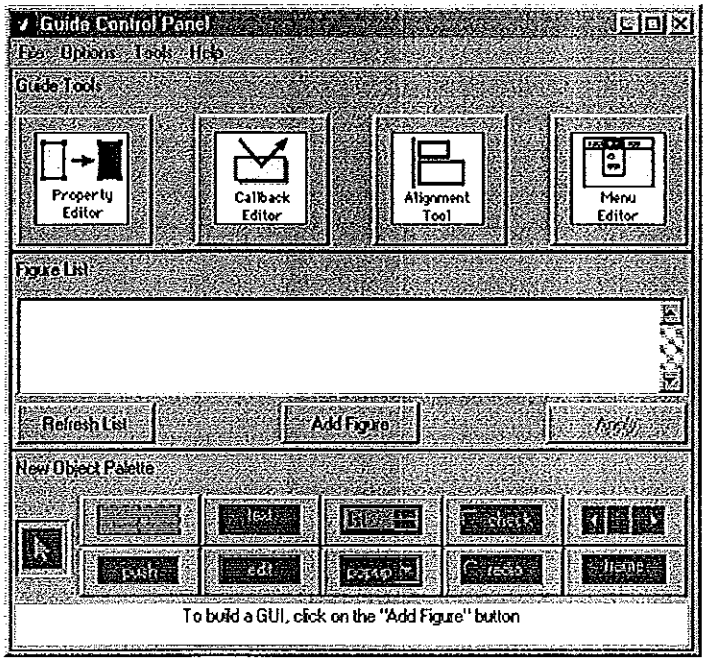
1.ตัวแก้ไขคุณสมบัติ (The property editor)

2.แนวทางในการควบคุมรายชื่อ (The guide control control panel)

ซึ่งเครื่องมือดังกล่าวได้แสดงไว้ดังภาพประกอบที่ 6.2 ก และ ข



ภาพประกอบ 6.2 (ก) แสดงตัวแก้ไขคุณสมบัติ



ภาพประกอบ 6.2 (ข) แสดงตัวแก้ไขคุณสมบัติ

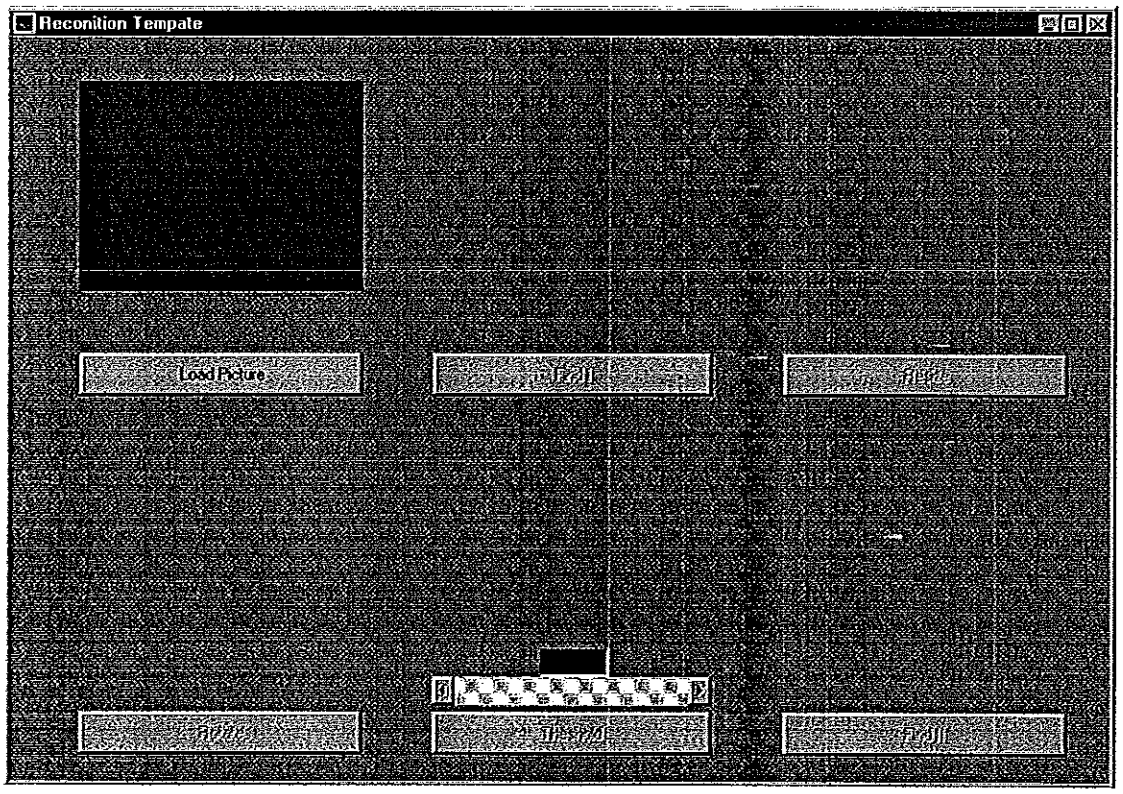
ภาพประกอบ 6.2 เครื่องมือบนซอฟท์แวร์ Matlab ในการสร้าง GUI

การออกแบบกราฟฟิกในแต่ละหน้าจอภาพบนโปรแกรมระบบรู้จำแผ่นป้ายทะเบียน ได้แบ่งหน้าจอหลักออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

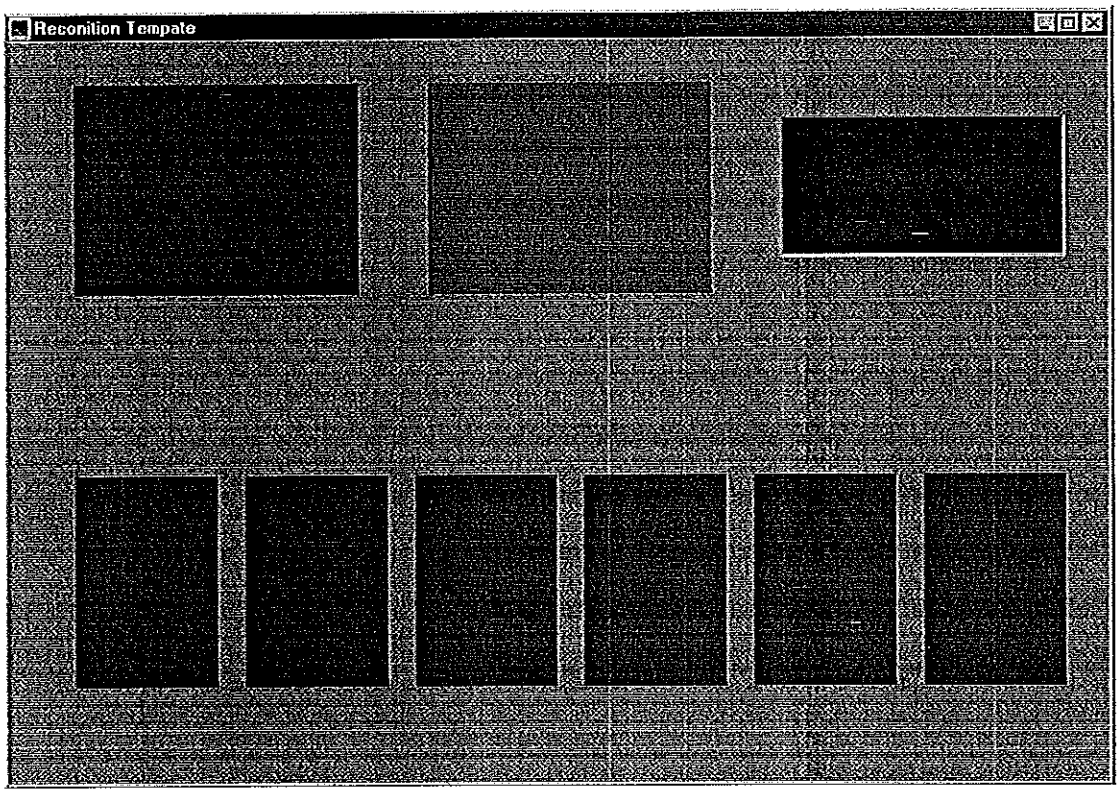
1.หน้าต่างรูปภาพในการแสดงฟังก์ชัน 5 ฟังก์ชันแรก

2.หน้าต่างรูปภาพในการแสดงฟังก์ชัน 3 ฟังก์ชันหลัง

ลักษณะของหน้าต่างรูปภาพบนหน้าจอหลักทั้ง 2 หน้าจอ ได้แสดงดังภาพประกอบที่ 6.3 และ 6.4 ตามลำดับ



ภาพประกอบ 6.3 หน้าต่างรูปภาพในการแสดงฟังก์ชัน 5 ฟังก์ชันแรก



ภาพประกอบ 6.4 หน้าต่างรูปภาพในการแสดงฟังก์ชัน 3 ฟังก์ชันหลัง

หน้าที่การทำงานของปุ่มการทำงานต่างๆ

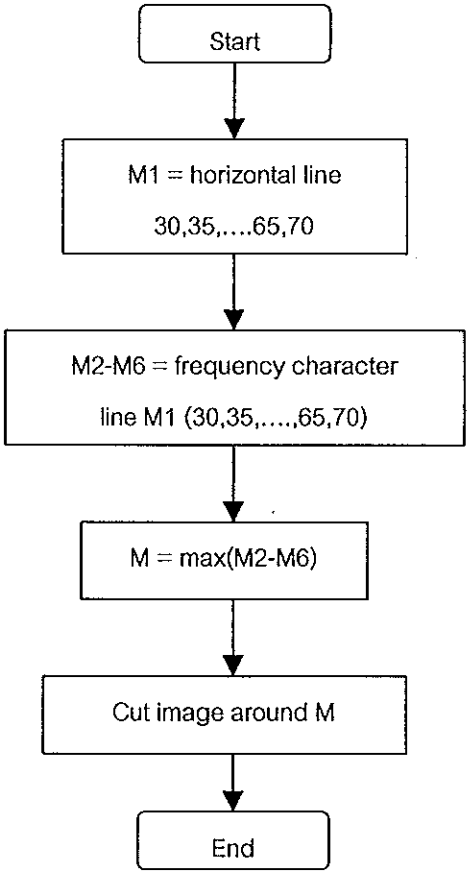
1. ปุ่ม Load Picture ปุ่มนี้ใช้ในการเปิดภาพรถยนต์ที่จะนำเข้ามาในระบบรู้จำแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์แล้วแสดงผลบนหน้าต่างเหนือปุ่ม Load Picture
2. ปุ่ม Find ปุ่มนี้ใช้ในการเรียกฟังก์ชันการค้นหาป้ายทะเบียนอย่างคร่าวๆมากระทำกับภาพที่อยู่บนหน้าต่างเหนือปุ่ม Load Picture แล้วมาแสดงผลบนหน้าต่างเหนือปุ่ม Find
3. ปุ่ม Resize ปุ่มนี้ใช้ในการเรียกฟังก์ชันปรับขนาดภาพมากระทำกับภาพที่อยู่บนหน้าต่างเหนือปุ่ม Find แล้วนำมาแสดงผลบนหน้าต่างเหนือปุ่ม Resize
4. ปุ่ม Rotate ปุ่มนี้ใช้การทำงานฟังก์ชันการตรวจสอบความและปรับค่าเอียงกระทำกับภาพที่อยู่บนหน้าต่างเหนือปุ่ม Resize แล้วนำมาแสดงผลบนหน้าต่างเหนือปุ่ม Rotate
5. ปุ่ม Threshold ปุ่มนี้ใช้ในการเรียกฟังก์ชันการกำหนดค่าขีดจำกัดมากระทำกับภาพที่อยู่บนหน้าต่างเหนือปุ่ม Rotate แล้วนำมาแสดงผลบนหน้าต่างเหนือปุ่ม Threshold
6. ปุ่ม Find II ปุ่มนี้จะเรียกฟังก์ชันการทำงานหลากหลายเริ่มจากการเรียกฟังก์ชันการค้นหาอย่างละเอียดกระทำกับภาพบนหน้าต่างเหนือปุ่ม Threshold มาแสดงผลบนหน้าต่างเหนือปุ่ม Find II แล้วจากนั้นเรียกฟังก์ชัน Select มากระทำกับภาพที่อยู่บนหน้า

ต่างเหนือปุ่ม Find II ไปแสดงผลบนหน้าต่างในภาพประกอบ 6.4 บนซ้าย แล้วฟังก์ชัน Segment ก็จะทำงานต่อโดยกระทำภาพบนซ้ายมาแสดงผลในหน้าต่าง 6 หน้าต่างด้านล่างในภาพประกอบ 6.4 เพื่อแยกภาพอักษรทีละตัวจากและสุดท้ายฟังก์ชันโครงข่ายประสาทเทียมก็จะทำการแยกแยะอีกครั้งว่าภาพนั้นเป็นอักษรตัวใดแล้วนำมาแสดงบนหน้าต่างทางขวาในภาพประกอบ 6.4

6.3 ผังงานแสดงการทำงานฟังก์ชันย่อยของโปรแกรม

การทำงานของโปรแกรมระบบรู้จำป้ายทะเบียนภาษาไทย ประกอบด้วยฟังก์ชันหลักและฟังก์ชันย่อยต่างๆที่ทำงานประสานเชื่อมโยงกันมากมาย ซึ่งสามารถแสดงการทำงานของฟังก์ชันต่างๆดังกล่าวได้ด้วยผังงาน (Flowchart) แต่ในวิทยานิพนธ์นี้จะยกตัวอย่างเฉพาะฟังก์ชันการทำงานที่เกี่ยวข้องกับอัลกอริทึมต่างๆที่ใช้ในการประมวลผลภาพอย่างคร่าวๆเท่านั้น

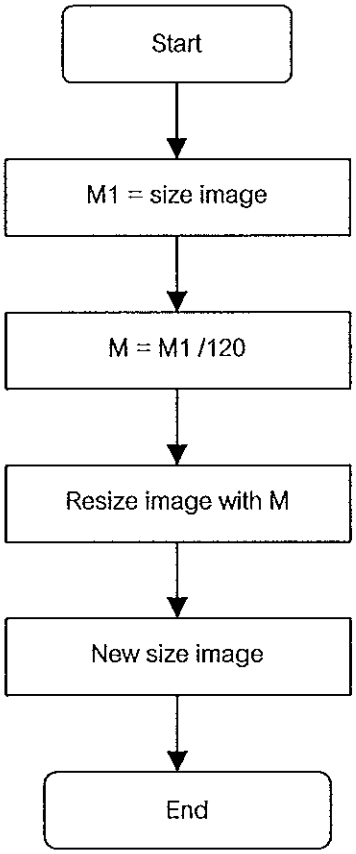
6.3.1 ฟังก์ชันการหาป้ายทะเบียนอย่างคร่าวๆ FindI()



ภาพประกอบ 6.5 ผังงานของการหาป้ายทะเบียนอย่างคร่าวๆ

ฟังก์ชันการหาป้ายทะเบียนอย่างคร่าวๆ เป็นฟังก์ชันที่เขียนขึ้นโดยอัลกอริทึมของการประมวลผลภาพดิจิตอลเพื่อหาบริเวณที่มีป้ายทะเบียนออกจากภาพรถยนต์แล้วนำเฉพาะบริเวณที่แผ่นป้ายทะเบียนออกมาจากภาพรถยนต์

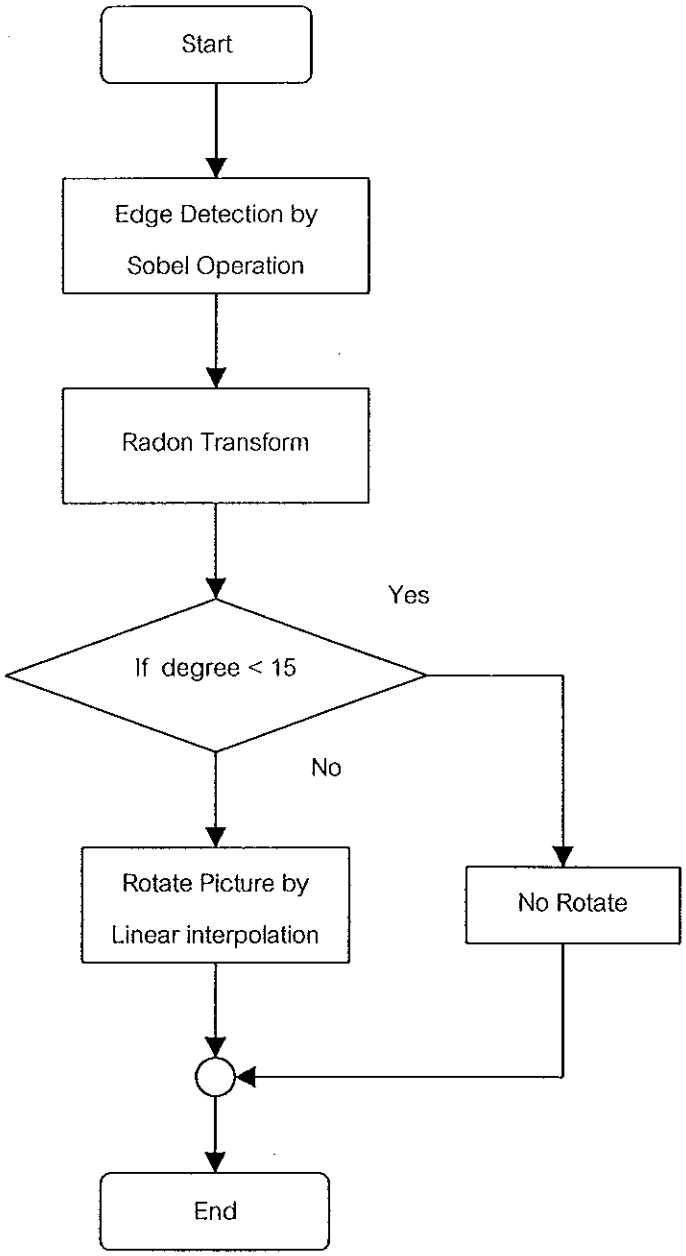
6.3.2 ฟังก์ชันการปรับขนาดภาพให้เหมาะสม Resize()



ภาพประกอบ 6.6 ผังงานของการหาการปรับขนาดภาพให้เหมาะสม

ฟังก์ชันในการปรับขนาดภาพให้เหมาะสม เขียนขึ้นเพื่อปรับขนาดภาพป้ายทะเบียนที่ได้รับจากฟังก์ชันการหาป้ายทะเบียนอย่างคร่าวๆเพื่อทำให้มีขนาดของภาพป้ายทะเบียนที่แน่นอนคือประมาณ 160 คูณ 120 จุดภาพ

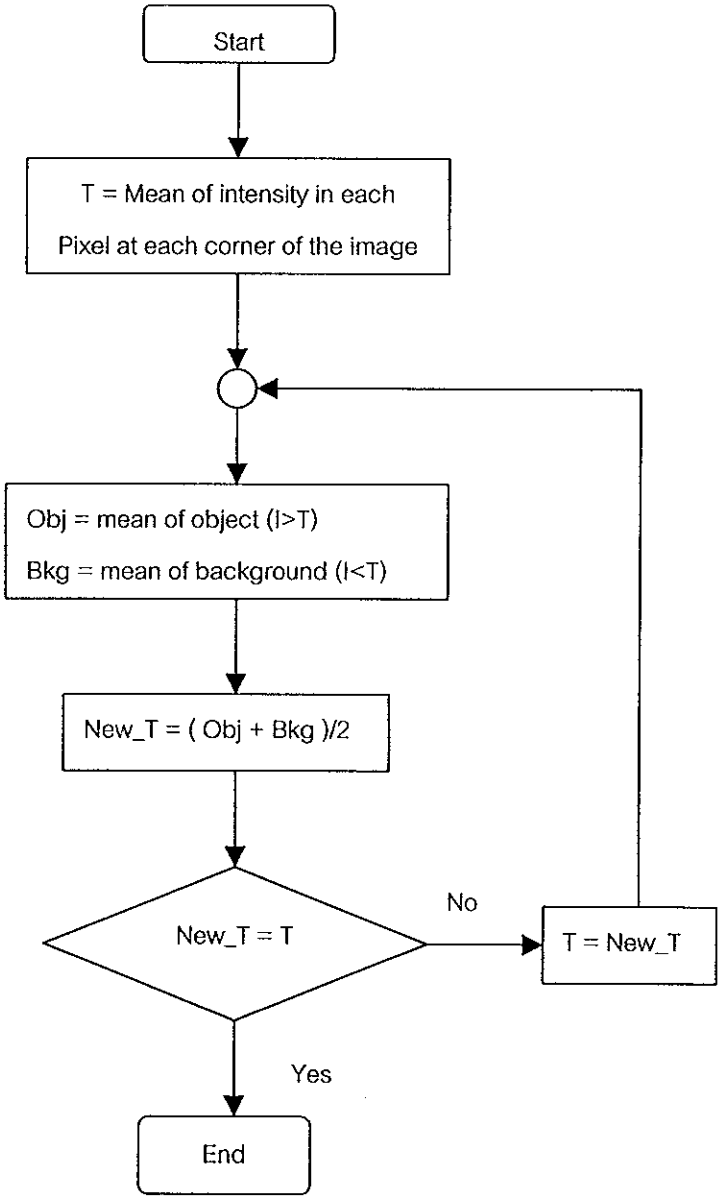
6.3.3 ฟังก์ชันการตรวจสอบความและปรับค่าเอียง Rotate()



ภาพประกอบ 6.7 ผังงานของการตรวจสอบและปรับค่าเอียง

ฟังก์ชันในการตรวจสอบความและปรับค่าเอียง ซึ่งเป็นฟังก์ชันที่เขียนขึ้นโดยอาศัยอัลกอริ-ทึมของการประมวลผลภาพดิจิตอลเพื่อใช้ในการประมาณค่าความเอียงของภาพกระดาษคำตอบ และปรับความเอียงนั้นกลับไปสู่แนวระนาบและป้องกันการพลิกกลับของภาพด้วย

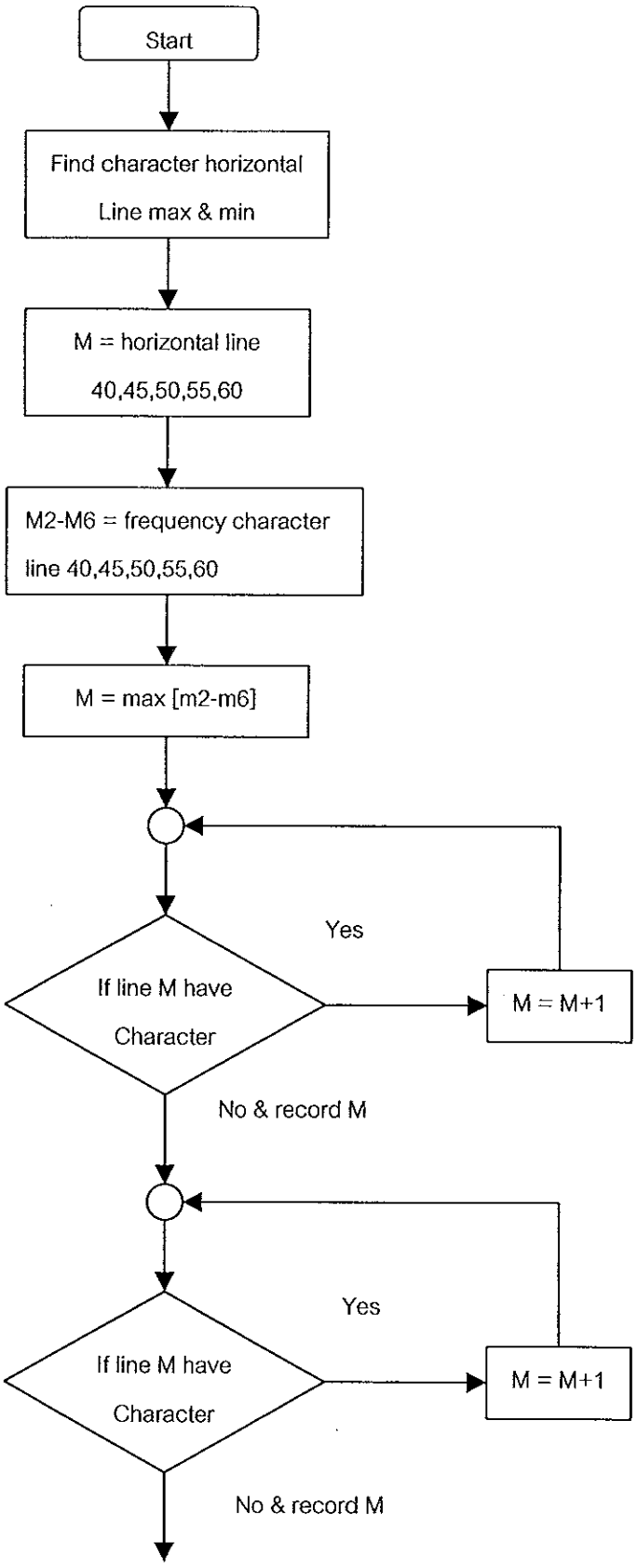
6.3.4 ฟังก์ชันการกำหนดค่าขีดจำกัด Threshold()

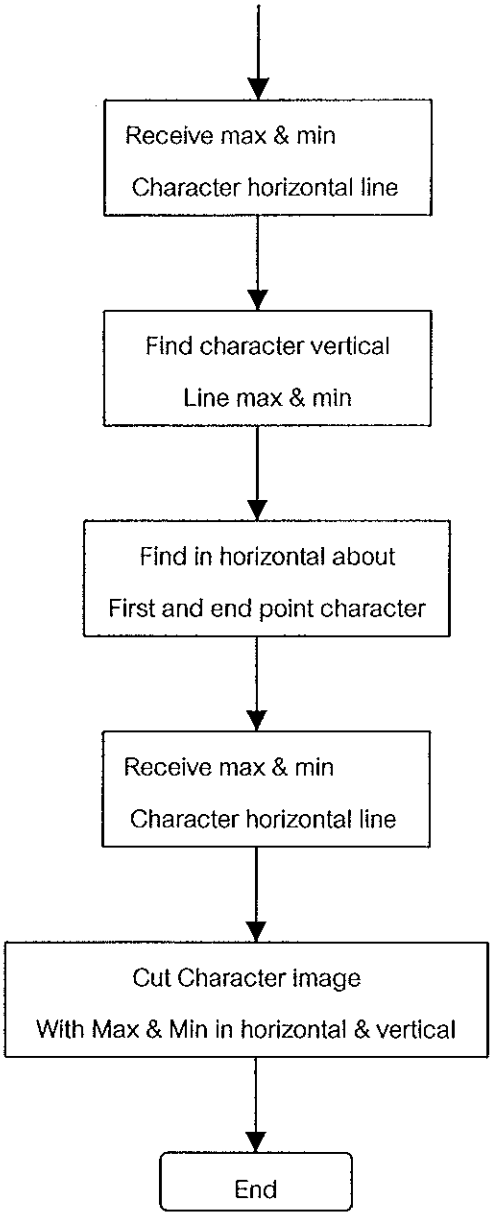


ภาพประกอบ 6.8 ผังงานของการกำหนดค่าขีดจำกัด

ฟังก์ชันในการหาค่าขีดจำกัด เป็นฟังก์ชันที่เขียนขึ้นโดยอาศัยอัลกอริทึมของการประมวลผลภาพดิจิตอลเพื่อใช้ในการแยกกลุ่มตัวเลือกที่ต้องการประมวลผลออกจากฉากหลัง เพื่อให้โปรแกรมมีความถูกต้องแม่นยำมากที่สุด

6.3.5 ฟังก์ชันการค้นหาอย่างละเอียด FindII()

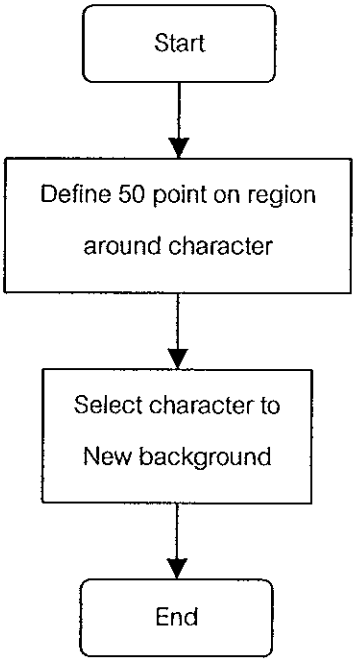




ภาพประกอบ 6.9 ผังงานของการค้นหาอย่างละเอียด

ฟังก์ชันในการหาป้ายทะเบียนอย่างละเอียด เป็นฟังก์ชันที่เขียนขึ้นโดยอัลกอริทึมของการประมวลผลภาพดิจิตอลเพื่อหาบริเวณที่เป็นกลุ่มอักษรออกจากภาพป้ายทะเบียน โดยจะค้นหาอย่างละเอียดเพื่อให้ได้ตำแหน่งที่ค่อนข้างแน่นอนแล้วจึงตัดภาพบริเวณนั้นออกมา

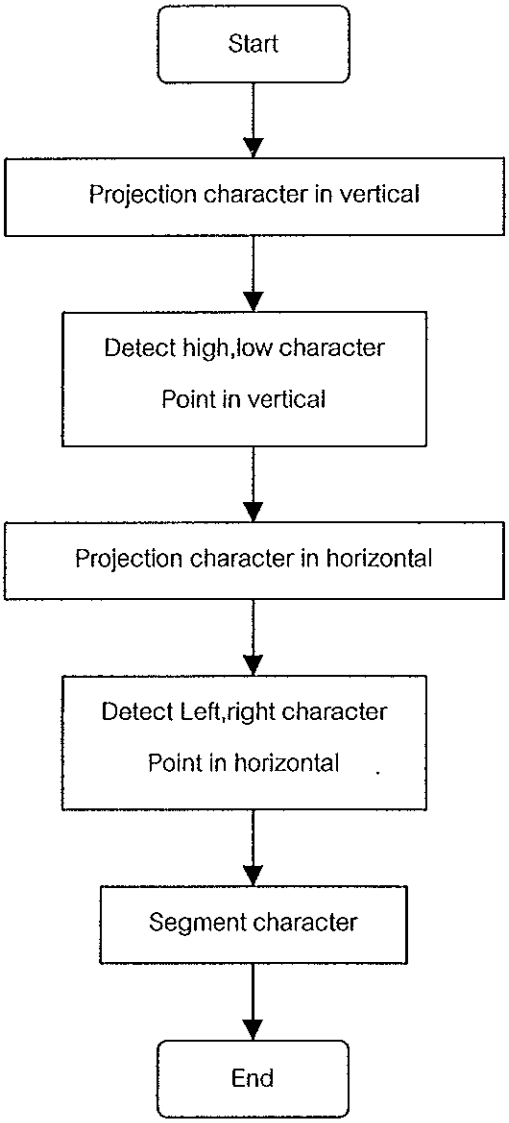
6.3.6 ฟังก์ชันการเลือกอักษรจากภาพป้ายทะเบียน Select()



ภาพประกอบ 6.10 ผังงานของการเลือกอักษรจากภาพป้ายทะเบียน

ฟังก์ชันในการเลือกอักษรจากภาพป้ายทะเบียน เป็นฟังก์ชันที่อยู่ในโปรแกรม Matlab ชื่อ bwselect เลือกตัวอักษรออกมาวางในฉากหลังอันใหม่เพื่อกำจัดสัญญาณรบกวน

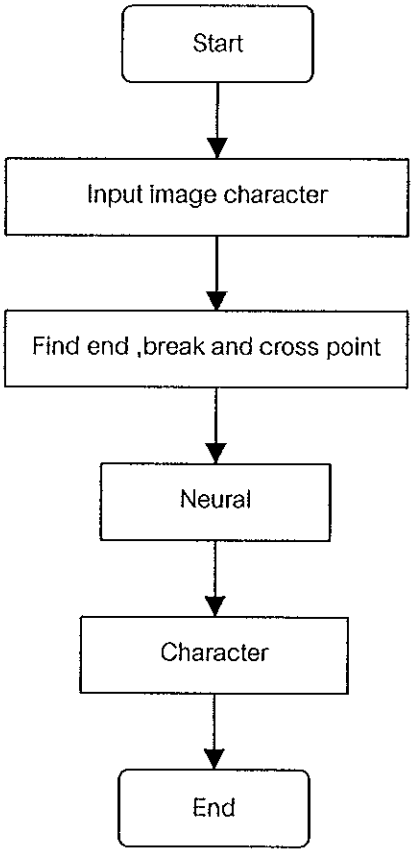
6.3.7 ฟังก์ชันการแยกอักษรทีละตัวจากกลุ่มตัวอักษร Segment()



ภาพประกอบ 6.11 ผังงานของการแยกอักษรทีละตัวจากกลุ่มตัวอักษร

ฟังก์ชันในการแยกอักษรทีละตัวจากกลุ่มตัวอักษร เป็นฟังก์ชันที่เขียนโดยอาศัยอัลกอริทึมของการประมวลผลภาพดิจิตอลเพื่อใช้หาตำแหน่งเริ่มต้นและตำแหน่งสิ้นสุดของแต่ละตัวอักษร เพื่อคัดแยกอักษรออกมาทีละตัว

6.3.8 ฟังก์ชันการรู้จำตัวอักษร



ภาพประกอบ 6.12 ผังงานของการรู้จำตัวอักษร

ฟังก์ชันในการรู้จำตัวอักษร เป็นฟังก์ชันที่เขียนขึ้นโดยอาศัยอัลกอริทึมของการประมวลผลภาพดิจิตอลเพื่อใช้ในการรู้จำภาพตัวอักษรว่าเป็นอักษรตัวใด

บทที่ 7

ผลการวิจัย

7.1 การทดสอบโปรแกรม

ในการดำเนินงานจัดทำโปรแกรมระบบรู้จำแผ่นป้ายทะเบียน ผู้วิจัยได้ทำการตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรม ในแง่ของปริมาณภาพรถยนต์ด้านหน้าที่ใช้ทดสอบซึ่งมีจำนวนประมาณ 100 ภาพรถยนต์โดยทดสอบว่าภาพป้ายทะเบียนของรถยนต์กับเอาท์พุตที่เป็นตัวอักษรมีความถูกต้องมากน้อยเพียงใด

7.1.1 แหล่งข้อมูลที่นำมาใช้ทดสอบโปรแกรม

ภาพถ่ายรถยนต์ด้านหน้าที่นำมาทดสอบครั้งนี้ ได้ถ่ายมาจากรถยนต์ภายในบริเวณมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ผู้วิจัยได้ออกไปถ่ายภาพตามห้างสรรพสินค้าต่างๆแล้ว แต่ได้รับคำตอบว่าทางห้างสรรพสินค้ามีมาตรการห้ามนำกล้องถ่ายภาพเข้าไปในบริเวณห้างสรรพสินค้าแม้กระทั้งที่จอดรถยนต์ก็ไม่อนุญาตด้วยเช่นกัน ฉะนั้น ผู้วิจัยจึงได้ใช้ภาพรถยนต์ที่ถ่ายได้ในบริเวณมหาวิทยาลัยเท่านั้น

7.1.2 ผลการทดสอบโปรแกรมรู้จำแผ่นป้ายทะเบียนกับภาพป้ายทะเบียนสีต่างๆ

ป้ายทะเบียนรถยนต์รุ่นใหม่ที่ใช้กันในปัจจุบันมีสีของตัวอักษร 3 สีหลักๆด้วยกัน คือ สีดำคือสีของป้ายทะเบียนรถยนต์ทั่วๆไป สีเขียวซึ่งเป็นของรถบรรทุก 1 ตัน (รถกระบะ) และสีฟ้าสำหรับรถยนต์บรรทุกผู้โดยสารเกิน 7 คน (รถตู้) ผู้วิจัยได้ลองนำภาพป้ายทะเบียนที่มีสีทั้ง 3 สีมาทดสอบกับโปรแกรมดูว่าโปรแกรมรู้จำแผ่นป้ายทะเบียนสามารถใช้กับป้ายทะเบียนทั้ง 3 สีได้หรือไม่ได้ผลดังตาราง

ตาราง 7.1 แสดงผลการทดสอบโปรแกรมรู้จำแผ่นป้ายทะเบียนกับสีของอักษรบนแผ่นป้ายทะเบียนสีต่างๆ

สีของอักษร	ผลการทดสอบ
สีดำ	ใช้งานได้
สีเขียว	ใช้งานได้
สีฟ้า	ใช้งานได้

ภาพป้ายทะเบียนที่จะนำมาใช้กับโปรแกรมรู้จำแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ภาษาไทยนี้ไม่สามารถใช้กับภาพรถยนต์ที่ไม่มีป้ายทะเบียน รถยนต์ที่ทำป้ายทะเบียนขึ้นมาเองไม่ได้ใช้ป้ายทะเบียนของกรมการขนส่งทางบก รถบรรทุกสิ่งของและผู้โดยสารที่มีป้ายทะเบียนเป็นพื้นสีเหลืองและรถยนต์ที่ใช้ป้ายทะเบียนของบริษัทผู้ขายรถยนต์ (รถป้ายแดง) เป็นต้น เพราะไม่ได้ทำโปรแกรมขึ้นมารองรับป้ายทะเบียนเหล่านี้

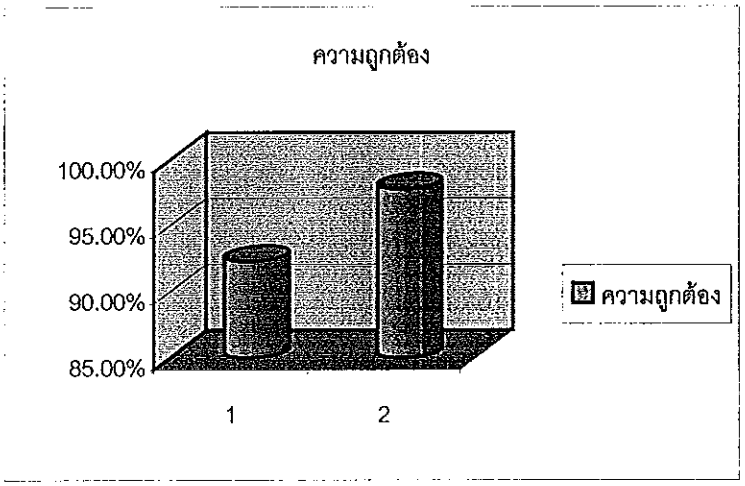
7.1.3 ผลการทดสอบโปรแกรมรู้จำแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์

ผลการทดสอบจะแยกผลออกเป็น 2 ส่วน ตามอินพุตที่ป้อนให้กับโครงข่ายประสาทเทียมโดยใช้ป้ายทะเบียนจำนวน 100 ป้ายทะเบียนเป็นตัวทดสอบ ซึ่งมีทั้งสิ้น 586 ตัวอักษร

1. ใช้ อินพุต 30 คูณ 18 ใช้โครงข่ายประสาทเทียมเพียงอย่างเดียว
2. ใช้ อินพุต 30 คูณ 18 ใช้โครงข่ายประสาทเทียมร่วมกับการหาจุดปลาย จุดแยก และจุดตัด ว่าอยู่ในควอตรันต์ที่เท่าไร

ตาราง 7.2 แสดงความถูกต้องของโปรแกรมรู้จำแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ภาษาไทย

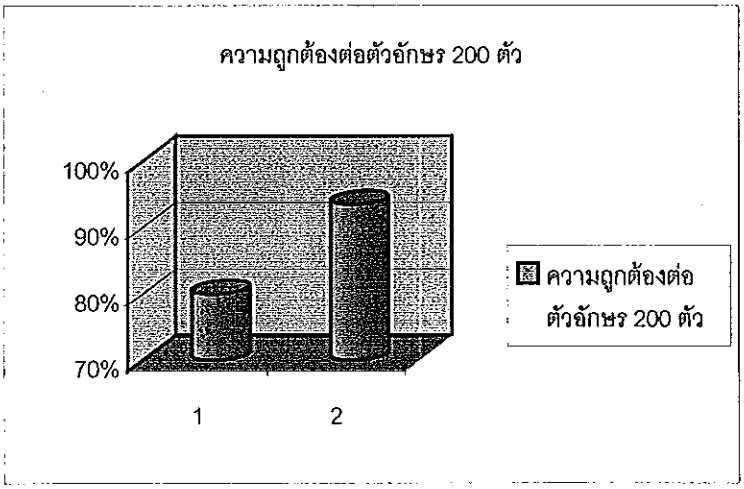
อินพุตที่ใช้	ความถูกต้องต่ออักษรทั้งหมด
ใช้ อินพุต 30 คูณ 18 ใช้โครงข่ายประสาทเทียมเพียงอย่างเดียว	92.3 %
ใช้ อินพุต 30 คูณ 18 ใช้โครงข่ายประสาทเทียมร่วมกับการหาจุดปลาย จุดแยกและจุดตัด ว่าอยู่ในควอตรันต์ที่เท่าไร	97.78 %



ภาพประกอบ 7.1 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องเทียบกันทั้ง 2 วิธี

ตาราง 7.3 แสดงความถูกต้องของโปรแกรมรู้จำแผ่นป้ายทะเบียนเฉพาะตัวอักษร

อินพุตที่ใช้	ความถูกต้องต่อตัวอักษร 200 ตัว
ใช้ อินพุต 30 คูณ 18 ใช้โครงข่ายประสาทเทียมเพียงอย่างเดียว	80 %
ใช้ อินพุต 30 คูณ 18 ใช้โครงข่ายประสาทเทียมร่วมกับการหาจุดปลาย จุดแยกและจุดตัด ว่าอยู่ในควอตรันต์ที่เท่าไร	93.5 %



ภาพประกอบ 7.2 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องเทียบเฉพาะตัวอักษร

ตาราง 7.4 แสดงความถูกต้องของโปรแกรมหาแผ่นป้ายทะเบียนเฉพาะตัวเลข

อินพุตที่ใช้	ความถูกต้องต่อตัวเลข 386 ตัว
ใช้ อินพุต 30 ดูณ 18 ใช้โครงข่ายประสาทเทียมเพียงอย่างเดียว	98.7 %

7.2 บทสรุปและข้อเสนอแนะ

ผลการทำงานของโปรแกรมสามารถทำงานได้ตามที่ต้องการ นั่นคือสามารถนำอัลกอริทึมของการประมวลผลภาพดิจิตอลมาประยุกต์ใช้งานในการพัฒนาโปรแกรมรู้จำป้ายทะเบียนรถยนต์ภาษาไทยให้ประมวลผลรู้จำแผ่นป้ายทะเบียนได้ตามต้องการ อย่างไรก็ตามในการพัฒนาโปรแกรมรู้จำป้ายทะเบียนรถยนต์ภาษาไทยในครั้งนี้ยังมีข้อจำกัดตลอดจนข้อวิจารณ์ดังนี้

1. โปรแกรมยังไม่เคยได้ต่อกับอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ของจริงเนื่องจากในงานวิจัยครั้งนี้ได้จำกัดขอบเขตของการพัฒนาโปรแกรมในรูปแบบซอฟต์แวร์เท่านั้น

2. โปรแกรมนี้เน้นการทำงานเพื่อภาพป้ายทะเบียนรถยนต์รุ่นใหม่เป็นหลักที่มีอักษรสองตัวแรกเป็นตัวอักษรและอักษรที่เหลือเป็นตัวเลข เพราะมีภาพแม่พิมพ์อักษรจากกรมการขนส่งทางบกมาเป็นมาตรฐาน ส่วนอักษรรุ่นเก่าที่ใช้ทำป้ายทะเบียนทางโรงผลิตแผ่นป้ายทะเบียนมิได้เก็บไว้จึงไม่สามารถหาภาพแม่พิมพ์เพื่อมาเป็นอักษรมาตรให้ป้ายทะเบียนรุ่นเก่าได้ทำให้การทำงานของโปรแกรมรู้จำแผ่นป้ายทะเบียนนี้สามารถใช้งานได้กับป้ายทะเบียนรถยนต์แบบเก่าได้ระดับหนึ่งเท่านั้น ถ้าต้องการให้โปรแกรมรู้จำป้ายทะเบียนรถยนต์ภาษาไทยสามารถทำงานกับป้ายทะเบียนรุ่นเก่าจำเป็นต้องหาอักษรมาตราฐานของป้ายทะเบียนรุ่นเก่ามาให้ได้

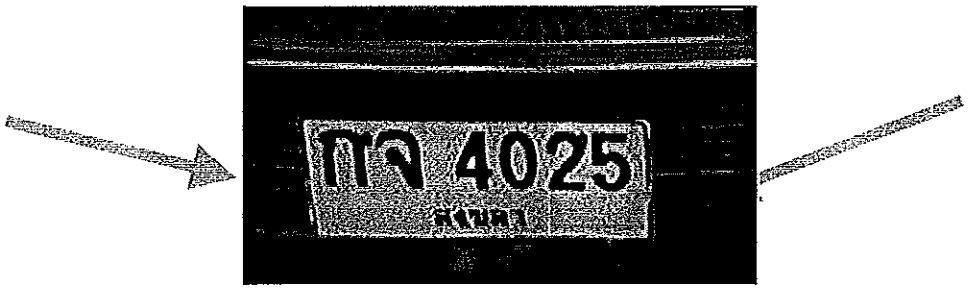
3. ความเร็วของโปรแกรมรู้จำป้ายทะเบียนรถยนต์ภาษาไทยขึ้นกับความเร็วของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้งาน โปรแกรมนี้จะทำงานได้เร็วขึ้น หากเครื่องคอมพิวเตอร์ที่นำมาใช้งานมีความเร็วในการประมวลผลสูง โดยความเร็วของโปรแกรมขณะนี้ประมาณ 1 วินาทีด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ CPU DURON 700 หน่วยความจำ 64 เมกกะไบต์

4. โปรแกรมรู้จำป้ายทะเบียนรถยนต์ภาษาไทยเฉพาะอักษรบนแผ่นป้ายทะเบียนเท่านั้นไม่สามารถใช้รู้จำจังหวัดที่อยู่บนแผ่นป้ายทะเบียนได้เนื่องจากการรู้จำอักษรบนแผ่นป้ายทะเบียนยังไม่สามารถทำให้ได้ผล 100 % และชื่อจังหวัดบนแผ่นป้ายทะเบียนซึ่งมีขนาดเล็กกว่าอักษรแผ่นป้ายทะเบียนเสียอีกยิ่งทำให้โอกาสจะรู้จำชื่อจังหวัดบนแผ่นป้ายทะเบียนมีโอกาสเป็นไปได้น้อยมาก จากการค้นหาในอินเตอร์เน็ตพบว่าโปรแกรมที่ใช้ในประเทศสหรัฐอเมริกาที่ขายโปรแกรมรู้จำแผ่น

ป้ายทะเบียนรถยนต์นั้นก็ยังไม่มีฟังก์ชันจดจำชื่อรัฐด้วยเหมือนกัน โดยให้เหตุผลว่าชื่อรัฐมีขนาดเล็กมาทำให้ความผิดพลาดค่อนข้างสูงจนไม่สามารถนำมาใช้งานได้ (http://users.erols.com/lnelson/lpir.html) และได้ทำการค้นหาต่อไปว่ามีโปรแกรมรู้จำแผ่นป้ายรถยนต์ที่สามารถรู้จำชื่อจังหวัดหรือรัฐได้หรือไม่ปรากฏว่ายังไม่พบว่ามีโปรแกรมที่สามารถรู้จำชื่อจังหวัดหรือชื่อรัฐได้

5. ความถูกต้องของโปรแกรมเมื่อเทียบกับโปรแกรมของต่างประเทศที่มีความถูกต้องถึง 99.5 % จะเห็นว่ายังไม่เท่ากันเนื่องจากว่าอักษรไทยมีมากกว่าอักษรภาษาอังกฤษคือ 40 ต่อ 26 ตัว เพราะฉนั้นความถูกต้องและแม่นยำของโปรแกรมรู้จำแผ่นป้ายทะเบียนของต่างประเทศจะสูงโปรแกรมรู้จำแผ่นป้ายทะเบียนของไทย

6. ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในโปรแกรมที่ทำให้อ่านภาพอักษรผิดไปเนื่องมาจากขณะที่ถ่ายภาพเพื่อนำมาเป็นข้อมูลรถยนต์ให้โปรแกรมมีการถ่ายภาพที่เอียงในลักษณะเบ้ไปด้านหนึ่งดังภาพประกอบ 7.4 ที่มีความเอียงของภาพ 2 ด้านไม่เท่ากัน ทำให้อักษรที่ได้ก็มีลักษณะเบ้ไปด้านหนึ่งทำให้โปรแกรมทำการรู้จำตัวอักษรผิดพลาด



ภาพประกอบ 7.4 แสดงภาพป้ายทะเบียนที่มีลักษณะเบ้ไปด้านหนึ่ง

7. ภาพป้ายทะเบียนที่นำมาทดสอบมีอักษรไม่ครบตั้งแต่ ก – ฮ เนื่องจากป้ายทะเบียนรถยนต์ที่ถ่ายภาพมามีเพียงในจังหวัดสงขลาเท่านั้น แต่ได้ทำป้ายทะเบียนที่มีอักษร ก – ฮ ขึ้นมาทดสอบโปรแกรมด้วย ถ้าต้องการทดสอบโปรแกรมกับอักษรจริงบนแผ่นป้ายทะเบียนทุกตัวต้องไปถ่ายภาพรถยนต์ที่กรุงเทพมหานคร

บรรณานุกรม

ขนบ ทองคำ. 2544. "การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับระบบการอ่านเครื่องหมาย (Computer Programming Development for Optical Mark Reading System)", วิทยานิพนธ์วิศวกรรมไฟฟ้ามหาบัณฑิต ภาคภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. (สำเนา)

ทรงชัย วีระทวีมาศ และ ชัยณรงค์ คล้ายมณี. 2538. "การปรับปรุงอัลกอริทึมในการทำให้วัตถุในภาพบางอย่างรวดเร็ว", การประชุมทางวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้าครั้งที่ 18, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง : 956-960.

ปฏิมากร กิ้มสวัสดิ์. 2544. "การศึกษาการรู้จำเสียงพูดตัวเลขภาษาไทยแบบแยกคำชนิดไม่ขึ้นกับผู้พูดโดยใช้โครงข่ายประสาทที่มีการเรียนรู้แบบแพร่กลับ (Study of Speaker Independent Isolated Word Recognition of Thai Digitsusing Backpropagation Neural Networks)", วิทยานิพนธ์วิศวกรรมไฟฟ้ามหาบัณฑิต ภาคภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. (สำเนา)

มนัส สังวรศิลป์,วรรัตน์ ภัทรอมรกุล. 2543. คู่มือการใช้งาน MATLAB ฉบับสมบูรณ์. กรุงเทพฯ : อินโฟเพรส.

เลียง ดูบุรัตถ์. 2541. "การประมวลผลภาพดิจิตอล". สงขลา : ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรม ศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.(สำเนา)

สุวิทย์ ลิมาจิรากร. 2542. "การรู้จำตัวพิมพ์เลขไทย (Printed Thai Number Recognition)", ปริญญานิพนธ์ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. (สำเนา)

Awcock, G. J. and Thomas, R.1995. Applied Image Processing. Singapore :McGraw-Hill.

Jain, A. K.1989. The Fundamentals of Digital Image Processing. New Jersey:Prentice-Hall,Inc.

Gonzalez, R. C. and Woods, R. E.1989. The Digital Image Processing. California :Addison-Wesley Publishing Co.

Myler, H. R. and Weeks, A.R.1990. The Pocket Handbook of Imaging Processing Algorithm in C. New Jersey:Prentice-Hall,Inc.

Watkins,C.D.,Sadun,A.and Marenka,S.1993. Modern Image Processing.Boston:Academic Press Professional.

http://www.utad.pt/~jbarroso/html/aartc.html

http://www.utad.pt/~jbarroso/html/ isie97.html

http://www.ee.up.ac.za/ee/pattern_ recognition_page/pattern_recognition_page.html

http://users.erols.com/lne lson/lpir.html

http://users.erols.com/lnelson/lpir.html

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก. รายละเอียดการใช้งานโปรแกรมรู้จำแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ภาษาไทย

คุณลักษณะและรายละเอียดการใช้งานนาโปรแกรมรู้จำแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ภาษาไทย โปรแกรมรรู้จำแผ่นป้ายทะเบียน (LPR version 1.0) เป็นโปรแกรมที่ได้ถูกพัฒนาขึ้นบนโปรแกรม Matlab เวอร์ชั่น 5.3 ของบริษัท Mathwork Inc. ซึ่งสามารถทำงานบนเครื่อง IBM PC หรือเครื่อง PC compatible ที่ใช้ระบบปฏิบัติการ Window95 หรือ Window98 มีหน่วยความจำไม่ต่ำกว่า 32 Mbyte และมีเนื้อที่ว่างบนฮาร์ดดิสก์ไม่ต่ำกว่า 260 Mbyte จากคุณลักษณะดังกล่าวจัดว่ารู้จำแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ภาษาไทยเป็นโปรแกรมใช้งานได้ในเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วๆไป โดยคุณลักษณะที่สำคัญของโปรแกรมมีดังนี้

1. การประมวลใช้ภาพถ่ายรถยนต์ที่ได้จากกล้องถ่ายภาพดิจิตอล
2. ภาพที่นำมาประมวลผลควรมีขนาด 640 คูณ 480 จุดภาพและควรมีการถ่ายภาพให้รถยนต์มีภาพป้ายทะเบียนอยู่บริเวณกลางภาพดังภาพประกอบ 3.1 3.2 3.3 และ 3.4 ในบทที่ 3
3. ภาพถ่ายที่ได้ควรมีความคมชัดในการถ่ายภาพ เนื่องจากขณะที่ใช้กล้องถ่ายภาพนั้นผู้วิจัยเองรู้ดีเลยว่า บางภาพที่ถ่ายไปนั้นไม่สามารถใช้งานได้เพราะมือสั่นขณะถ่ายภาพบ้างภาพเอียงซ้ายมากเกินไปหรือเอียงไปทางขวามากเกินไปเนื่องจากภาพที่เห็นในกล้องดิจิตอลกับภาพที่ถ่ายจริงนั้นไม่ใช่ภาพเดียวกัน ภาพที่เห็นในกล้องเป็นภาพที่จับให้ดูก่อน แล้วเมื่อกดชัตเตอร์ถ่ายภาพจะเป็นภาพในขณะเวลานั้นไม่ใช้ภาพที่เห็นในกล้องตอนแรก

การติดตั้งโปรแกรม

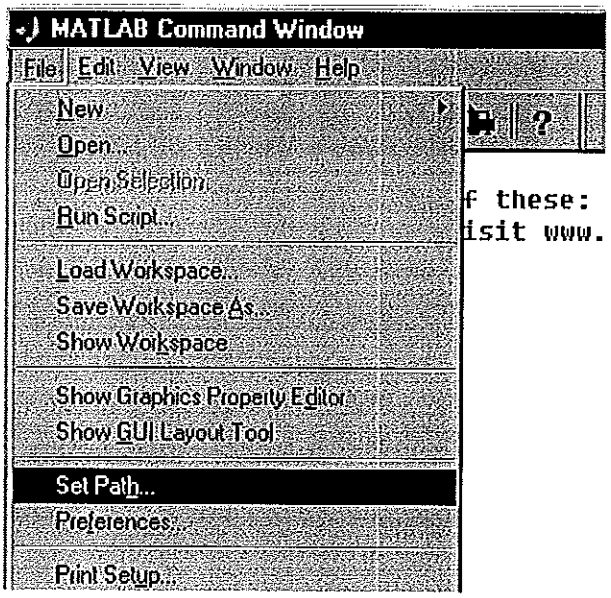
มีขั้นตอนดังนี้

1. สร้างไดเร็คทรอรีใหม่ 1 ไดเร็คทรอรี สำหรับการสำเนาแฟ้มข้อมูล
2. สำเนาแฟ้มข้อมูลที่สำคัญดังต่อไปนี้ ลงในไดเร็คทรอรีใหม่ที่สร้างขึ้น

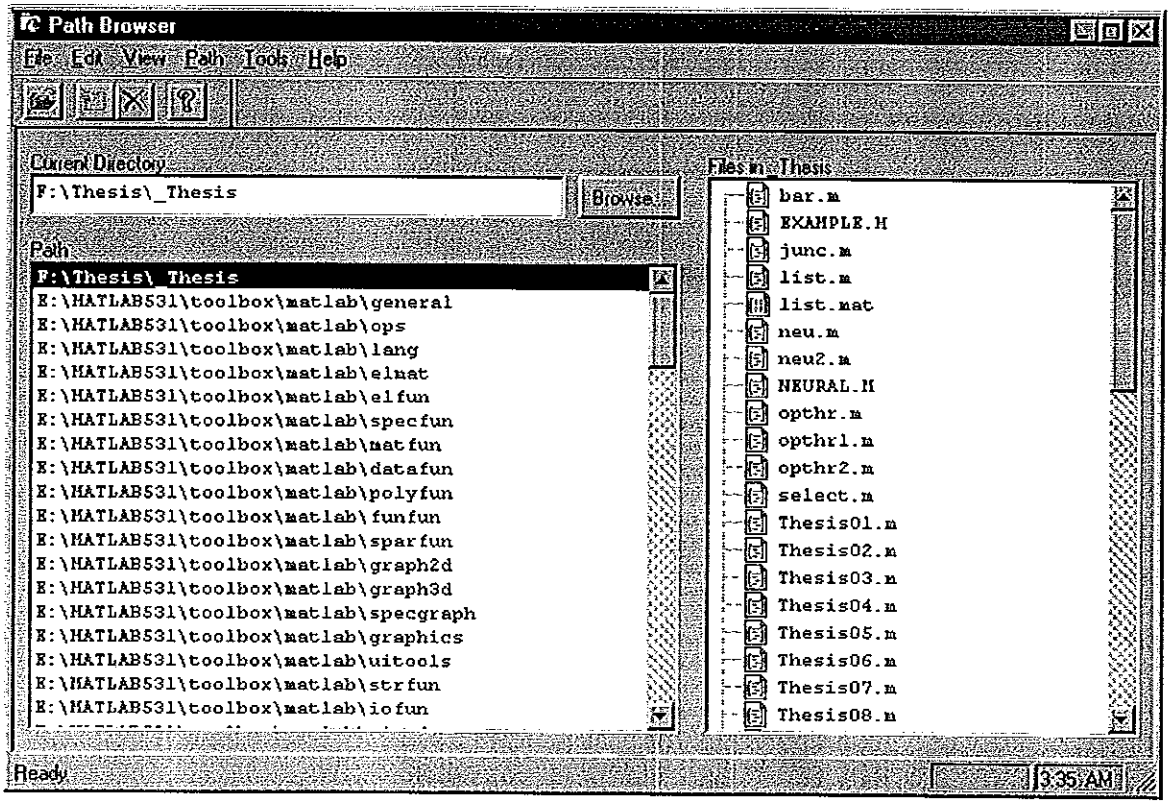
แฟ้มข้อมูล	หน้าที่
1. LPR.M	แฟ้มข้อมูลรหัสต้นฉบับของโปรแกรมอ่านเครื่องหมาย
2. LPR.TXT	แฟ้มข้อมูลอักษรบนแผ่นป้ายทะเบียน

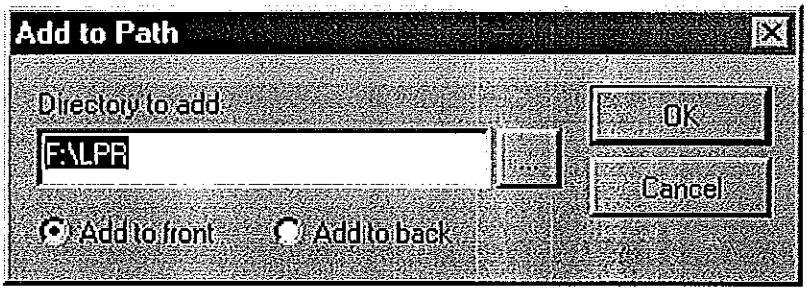
การใช้งานโปรแกรมอ่านเครื่องหมาย มีขั้นตอนดังนี้

1.เรียกโปรแกรม Matlab จากนั้นเลือกเมนู File >> Set Path

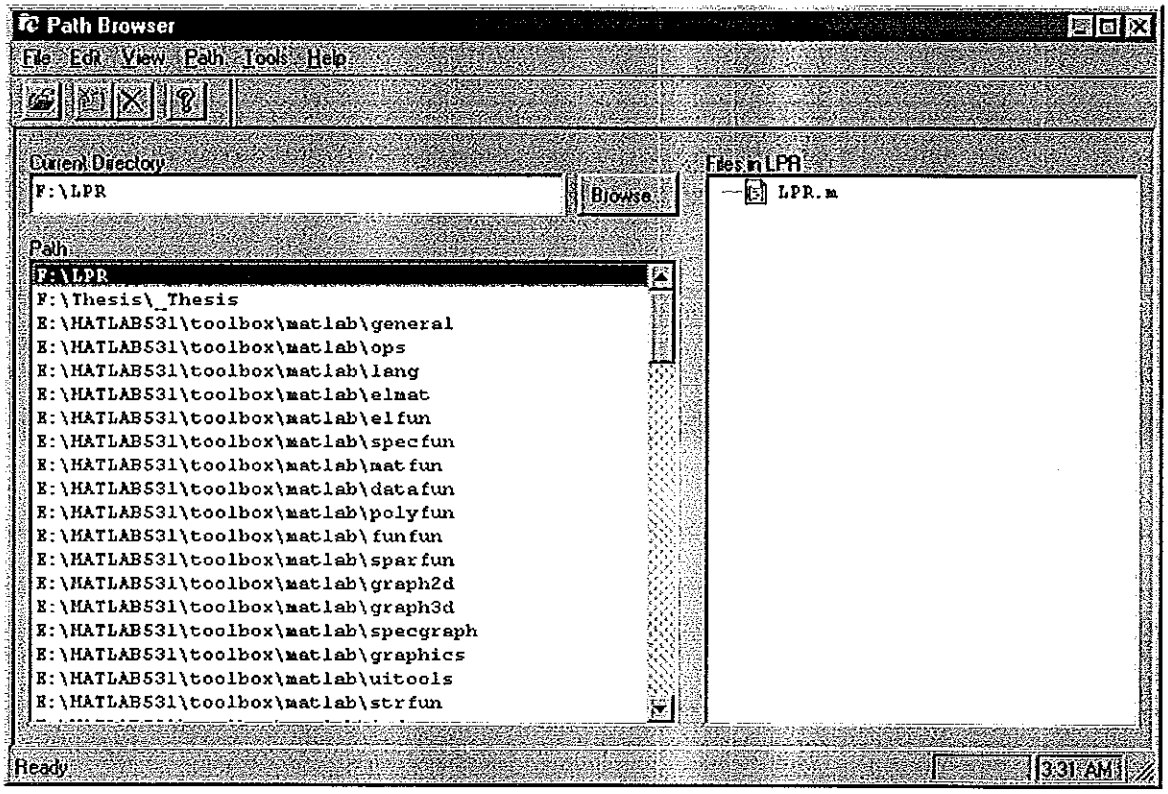


2. เมื่อปรากฏหน้าต่าง Path browser เลือกเมนู Path >> Add to Path จากนั้น add path ไปยังไดเร็คทรอรี่ที่เก็บโปรแกรมไว้

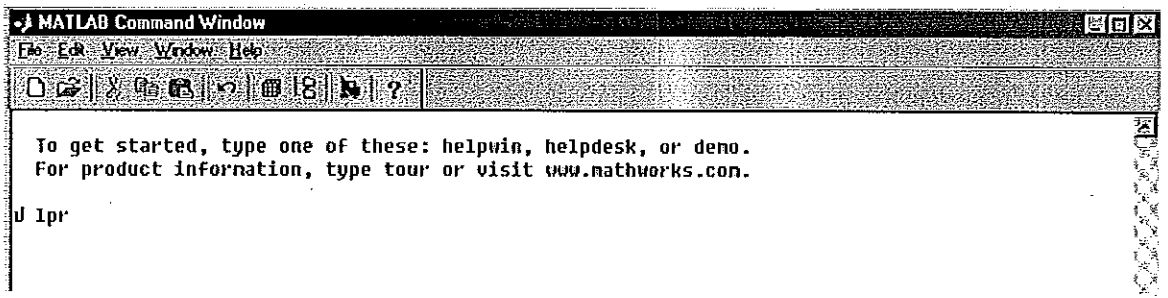




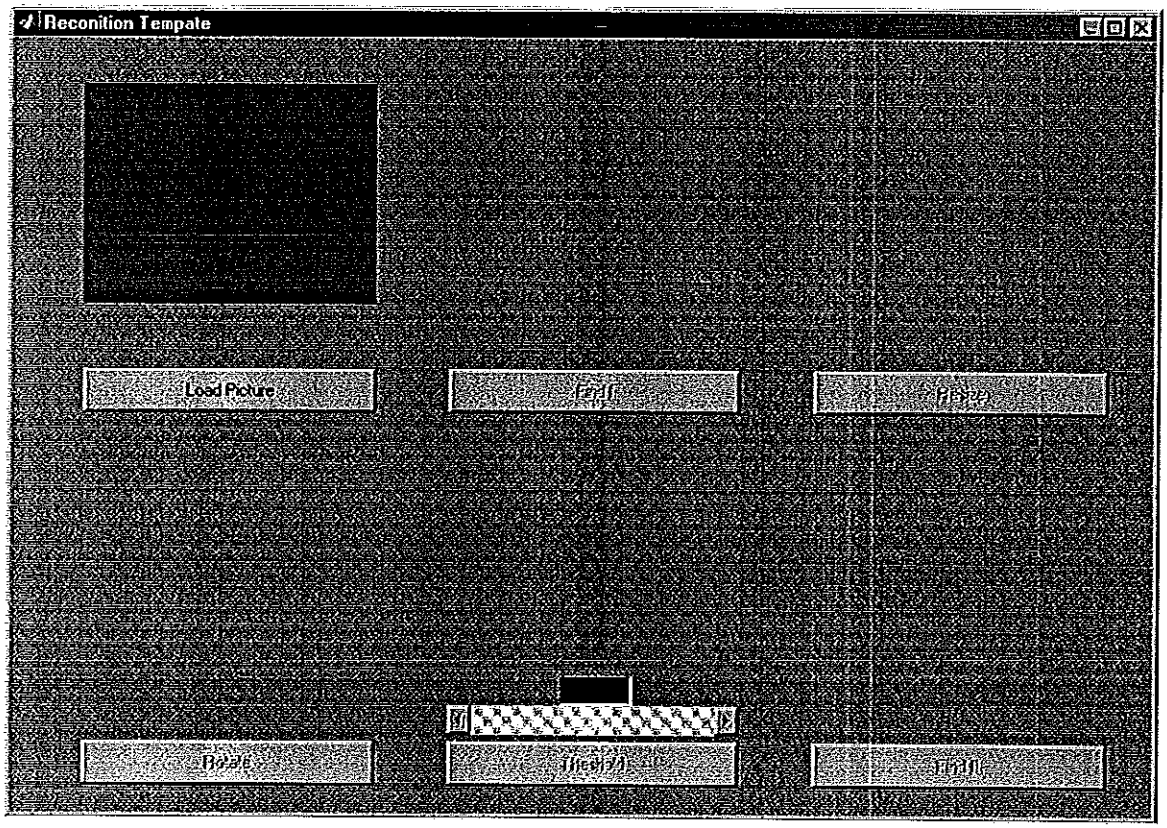
3.คลิก OK จะปรากฏไดเร็คทอรีที่ add เข้าไป



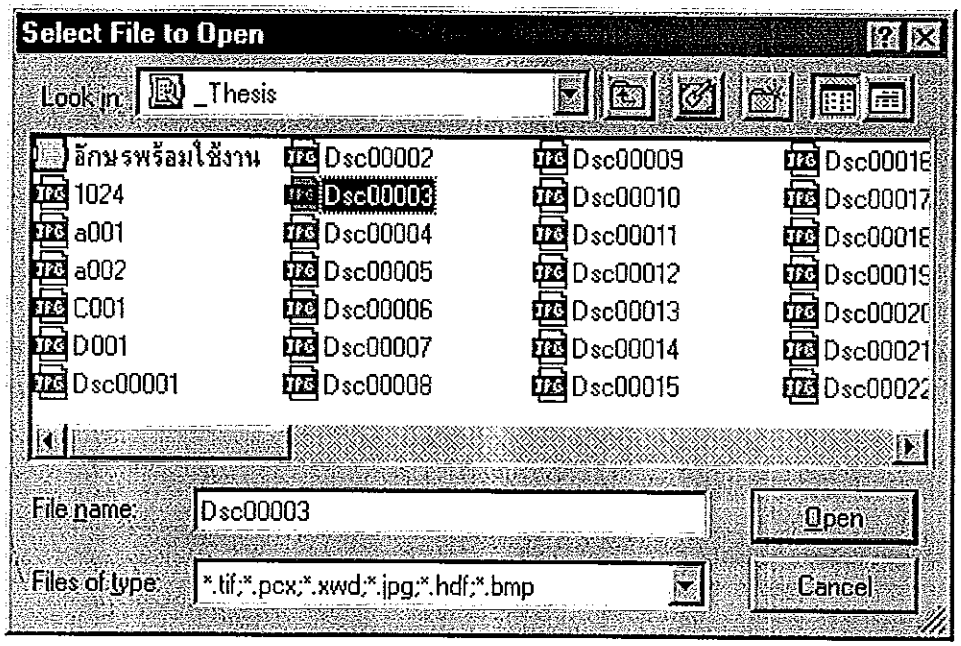
4.พิมพ์ lpr บน Matlab prompt จากนั้นกด enter



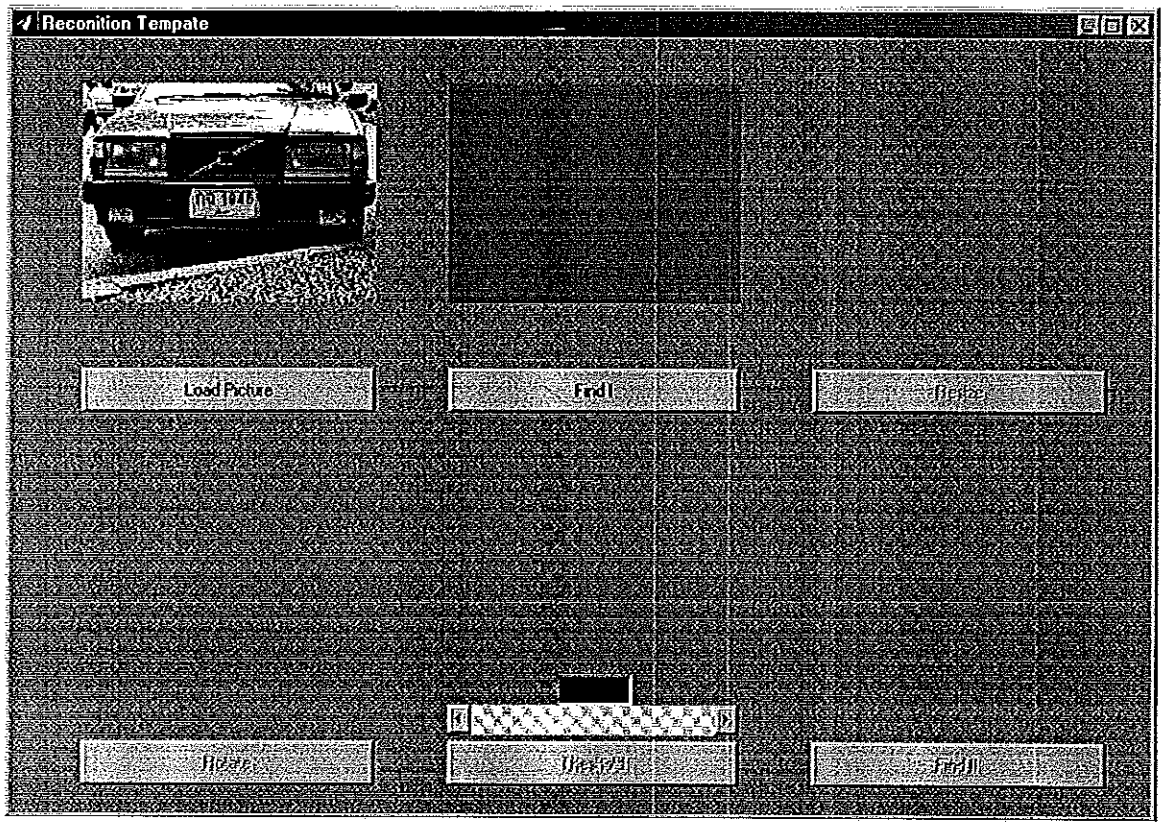
5.ปรากฏหน้าต่าง Recognition Template



6.จะมีปุ่มกดเพียงปุ่มเดียวคือ Load Picture ใช้โหลดภาพเพื่อนำมาประมวลผล LPR เมื่อเลือกภาพที่ต้องการใช้งานก็กด ปุ่ม Open

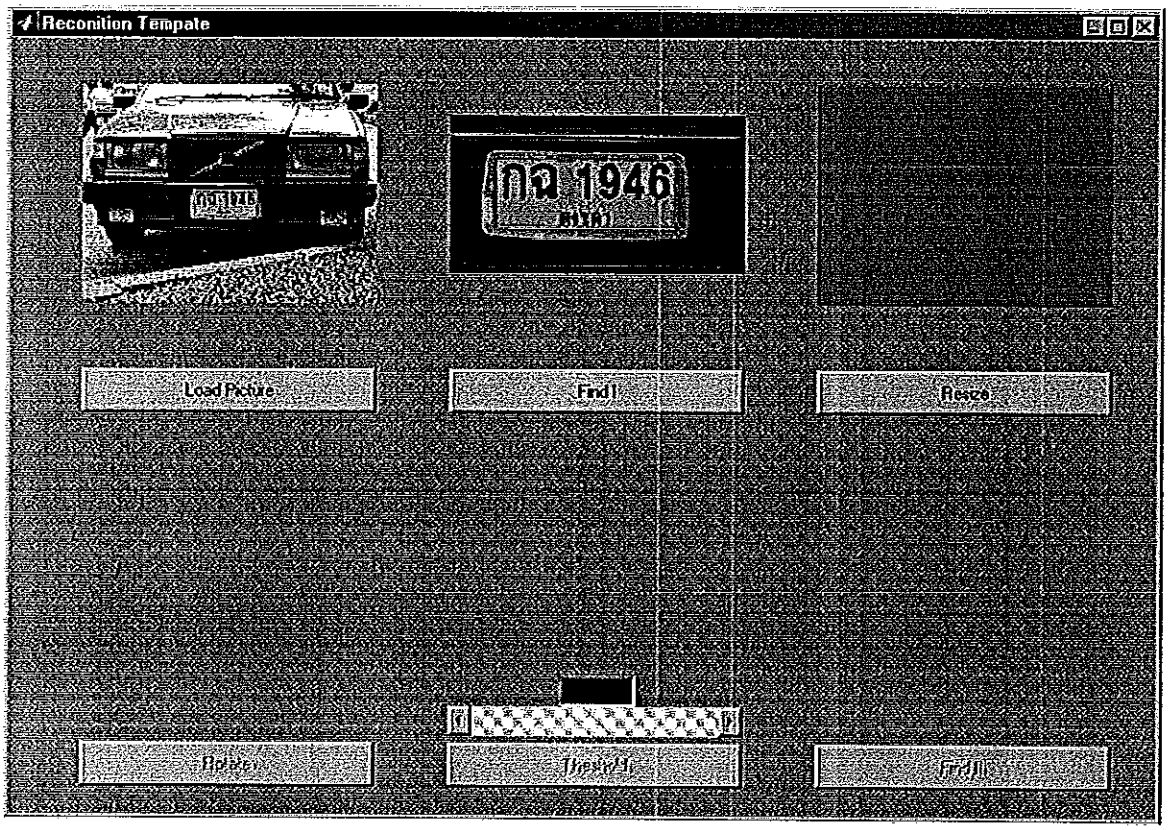


7.จะได้ปุ่มการทำงานเพิ่มขึ้นมาคือปุ่ม Find I กดปุ่ม Find I เพื่อให้โปรแกรม LPR ทำงานต่อไป



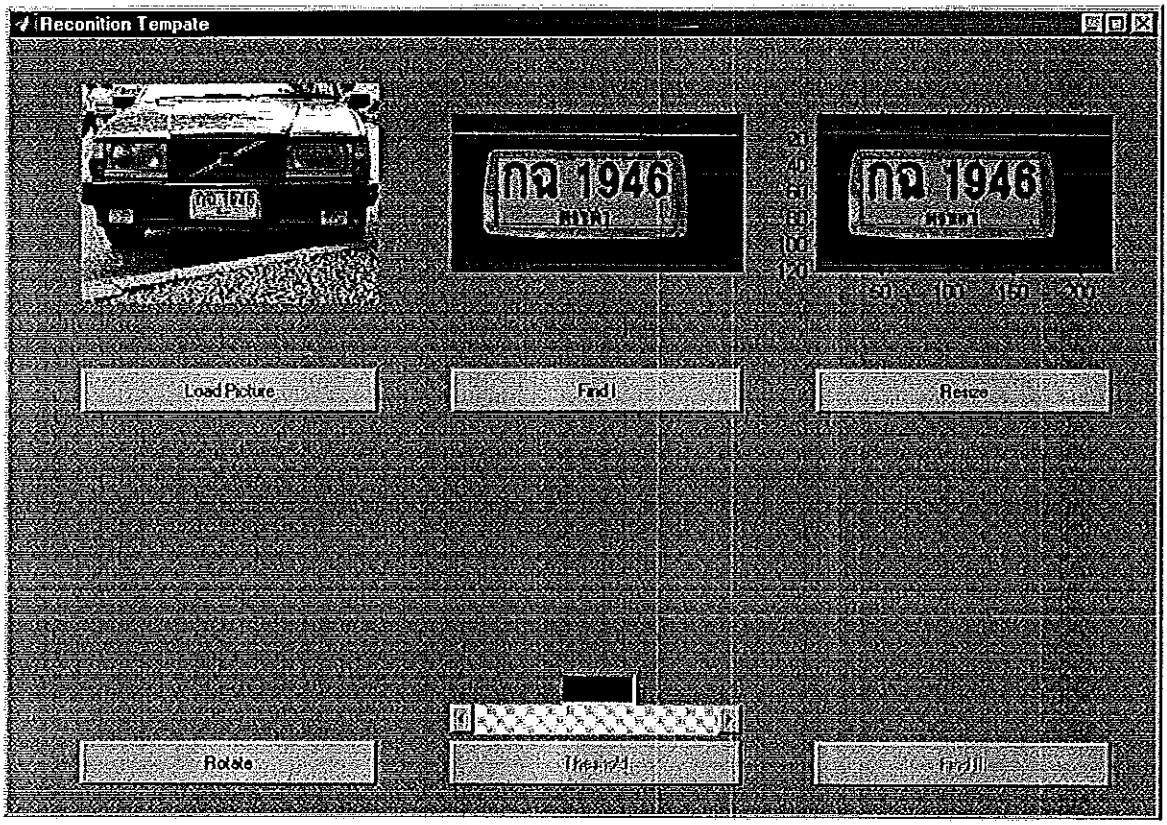
การทำงานจะมีลักษณะเช่นนี้คือเมื่อมีการกดปุ่มเพื่อสั่งการทำงานเกิดขึ้นปุ่มการทำงานปุ่มต่อไปจึงจะปรากฏขึ้นเพื่อให้การทำงานสามารถตรวจสอบโปรแกรมได้หากมีความผิดพลาดเกิดขึ้นที่ขั้นตอนการทำงานขั้นใด

8. หลังจากการกดปุ่ม Find I ปุ่ม Resize จึงปรากฏให้ใช้งานได้ต่อไป



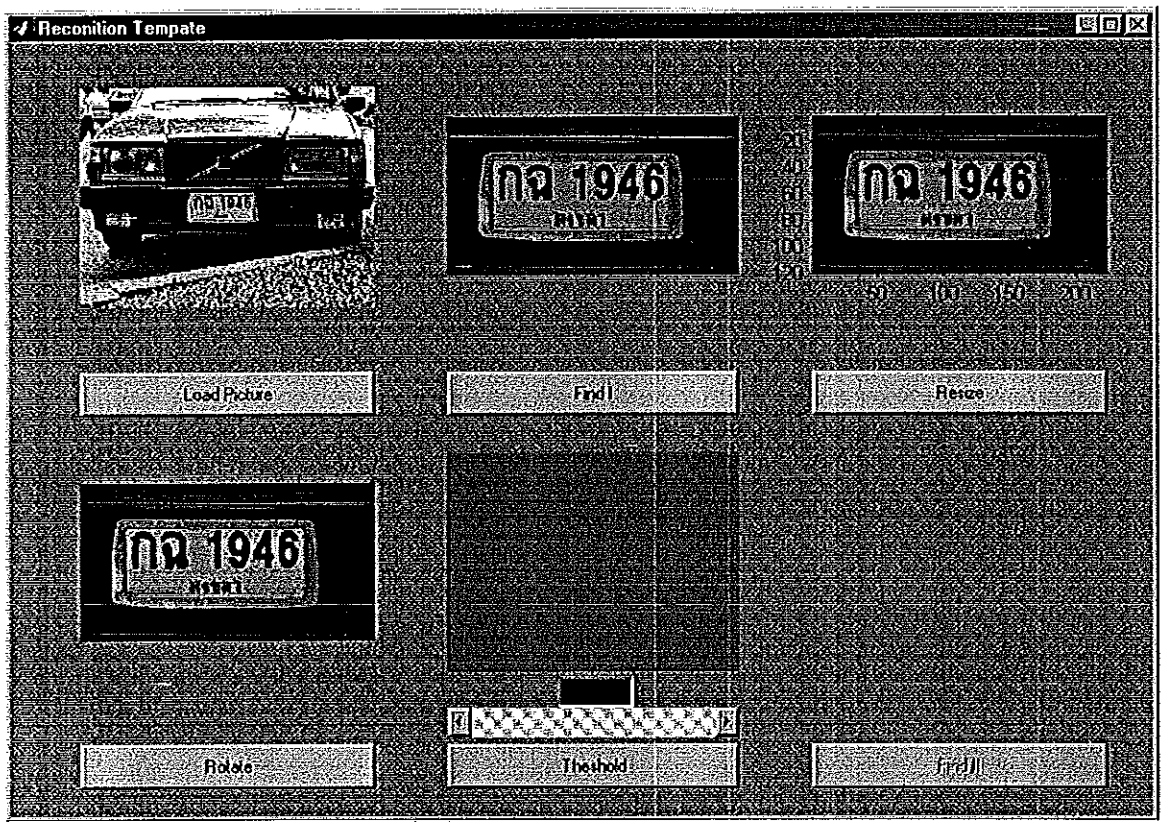
กดปุ่ม Resize เพื่อให้โปรแกรมทำงานได้ต่อไป

9. หลังจากการกดปุ่ม Resize ปุ่ม Rotateจึงปรากฏให้ใช้งานได้ต่อไป



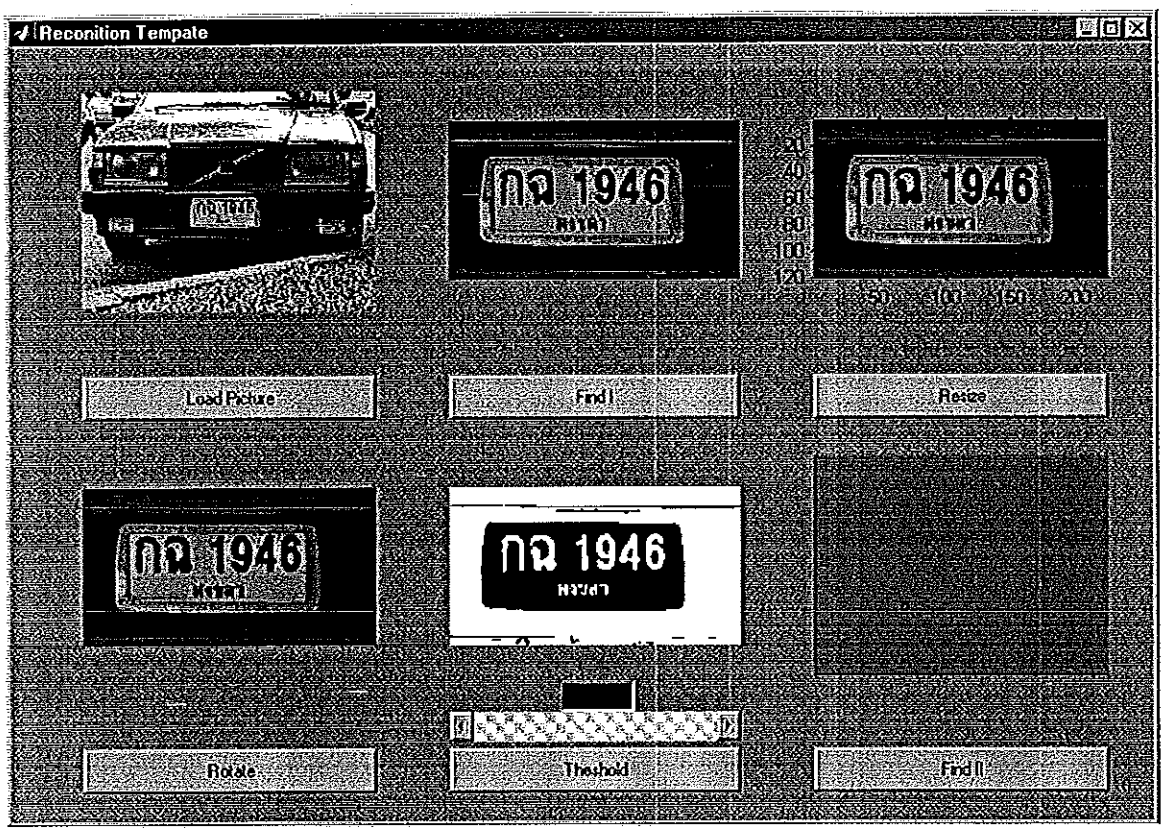
กดปุ่ม Rotate เพื่อให้โปรแกรมทำงานได้ต่อไป

10. หลังจากการกดปุ่ม Rotate ปุ่ม Threshold จึงปรากฏให้ใช้งานได้ต่อไป



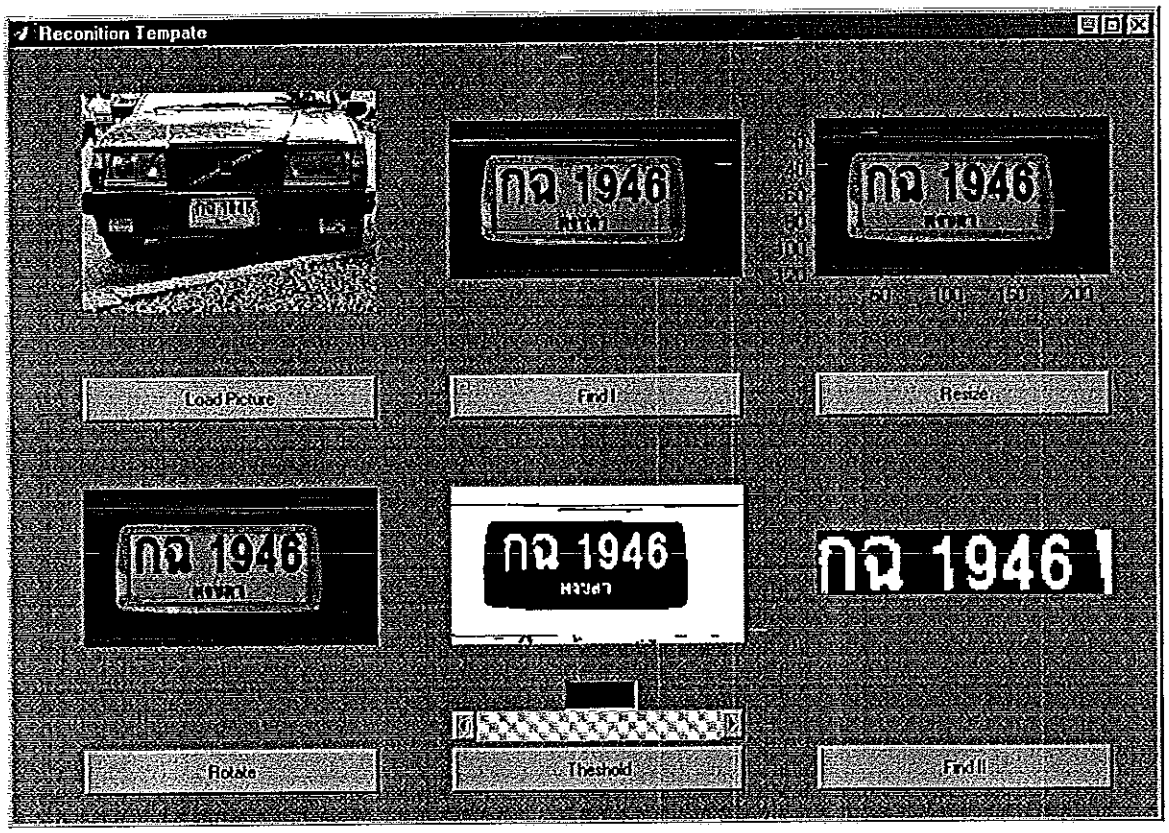
กดปุ่ม Threshold เพื่อให้โปรแกรมทำงานได้ต่อไป

11. หลังจากการกดปุ่ม Threshold ปุ่ม Find II จึงปรากฏให้ใช้งานได้ต่อไป

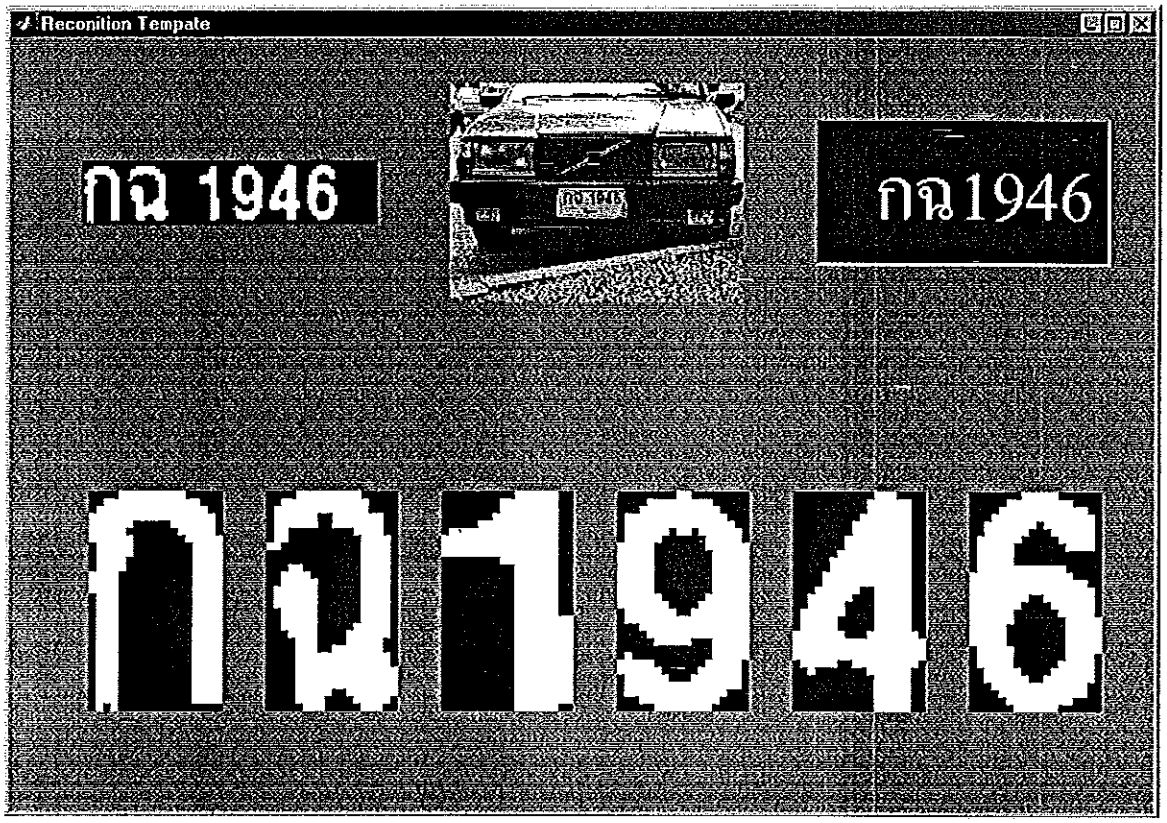


กดปุ่ม Find II เพื่อให้โปรแกรมทำงานได้ต่อไป

12. หลังจากการกดปุ่ม Find II จะมีหน้าต่างปรากฏขึ้น 2 หน้าต่าง หน้าต่างแรกคือหน้าต่างเดิมที่โปรแกรมทำการฟังก์ชัน Find II แล้วมาปรากฏผลในหน้าต่างเล็กเหนือปุ่ม Find II



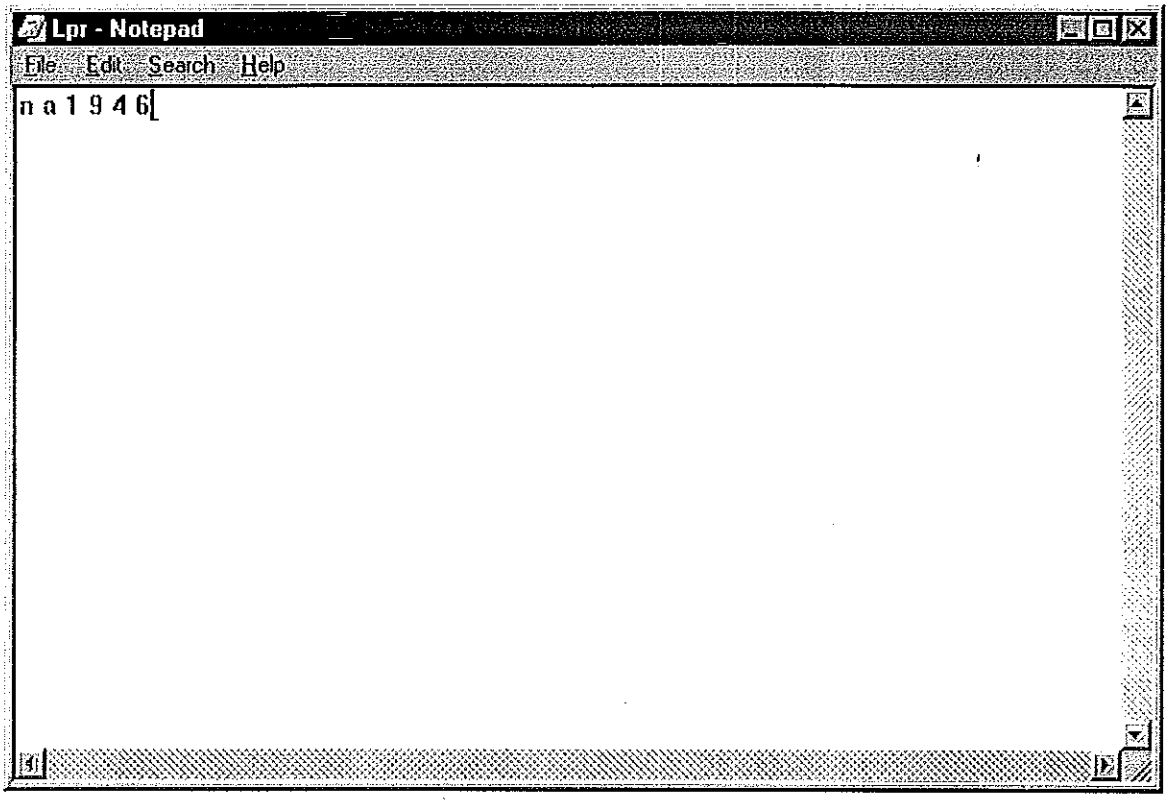
ปุ่ม Find II จะไปเรียกฟังก์ชัน Select , Segment และ Neural ให้ทำงานติดต่อกันไปโดยอัตโนมัติโดยไม่จำเป็นต้องมีปุ่มกดให้ทำงานอีก



ภาพบนซ้าย แสดงภาพที่ได้จากฟังก์ชัน Select

ภาพล่าง 6 ภาพ แสดงภาพที่ได้จากฟังก์ชัน Segment เพื่อตัดแยกอักษรออกมาทีละตัว

ภาพบนกลางเป็นภาพถ่ายต้นฉบับของรถยนต์ที่ใช้ทดสอบและภาพบนขวาแสดงภาพตัวอักษรที่วิเคราะห์ได้จากโปรแกรม LPR



ภาพแสดงข้อมูลที่มาบันทึกลงในแฟ้มข้อมูลที่ชื่อ Lpr.txt
เป็นอันสิ้นสุดการทำงานในภาพอินพุตภาพแรก

ภาคผนวก ข. การใช้งานโปรแกรม Matlab เบื้องต้น

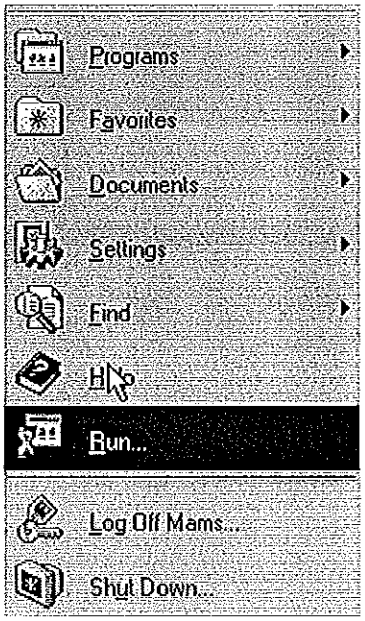
ซอฟท์แวร์ Matlab version 5.3 (ลิขสิทธิ์ของบริษัท Mathwork Inc.) เป็นซอฟท์แวร์ที่ถูกนำมาใช้ในการพัฒนาโปรแกรมอ่านเครื่องหมายของงานวิจัยนี้ อันเนื่องจากคุณลักษณะเด่นของซอฟท์แวร์ Matlab ที่มีความสามารถในการคำนวณเชิงตัวเลขและกราฟฟิกที่มีความซับซ้อนให้ง่ายต่อการใช้งานและมีความรวดเร็ว เมื่อเทียบกับซอฟท์แวร์ภาษาระดับสูงอื่นๆ เช่น ภาษาซี ภาษาปาสคาล เป็นต้น โปรแกรม Matlab มีฟังก์ชั่นทางคณิตศาสตร์ให้เลือกใช้เป็นจำนวนมาก Algorithm ในการเขียนโปรแกรมก็พัฒนาได้ง่ายไม่ยุ่งยาก นำมาใช้งานทางด้านกราฟฟิกได้เป็นอย่างดี มีกล่องเครื่องมือในการนำไปประยุกต์ใช้งานในด้านต่างๆมากมาย อีกทั้งการติดตั้งซอฟท์แวร์ก็สามารถติดตั้งบนเครื่อง IBM PC หรือเครื่อง PC compatible ที่ใช้ระบบปฏิบัติการ Window95 หรือ Window98 ที่มีหน่วยความจำไม่ต่ำกว่า 32 Mbyte และมีเนื้อที่ว่างบนฮาร์ดดิสก์ ไม่ต่ำกว่า 112 Mbyte ได้เป็นอย่างดี

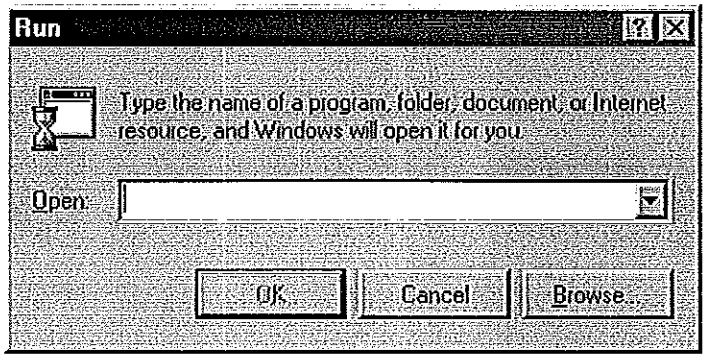
การใช้งานซอฟท์แวร์ Matlab เบื้องต้น จะต้องติดตั้งซอฟท์แวร์ลงไปในฮาร์ดดิสก์ก่อน ซึ่งวิธีการติดตั้งสามารถกระทำได้ดังขั้นตอนต่างๆต่อไปนี้

1.นำแผ่น CD สำหรับติดตั้งซอฟท์แวร์ใส่ลงใน CD ROM Drive จากนั้นนำเมาส์คลิกที่ปุ่ม

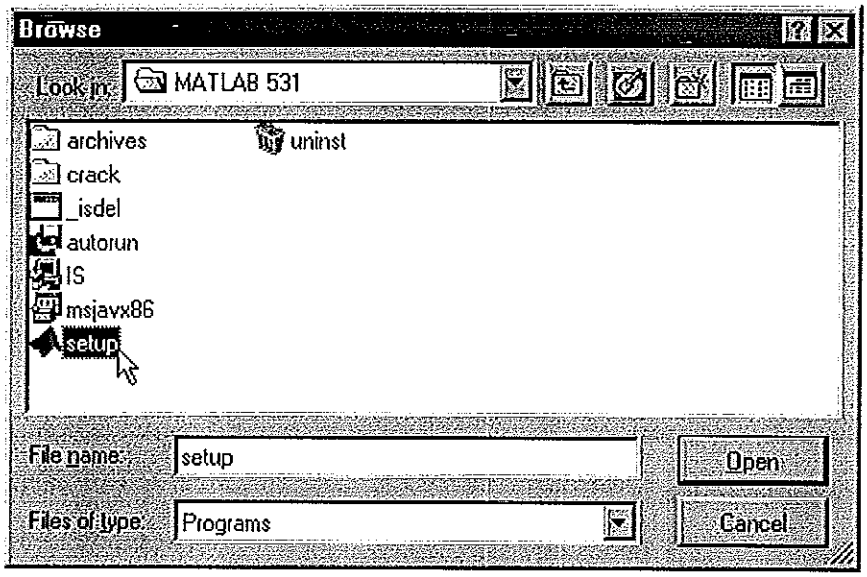
2.เลือกเมนู RUN จากนั้นคลิกที่ปุ่ม

เพื่อเลือกไดรว์สำหรับติดตั้งไฟล์

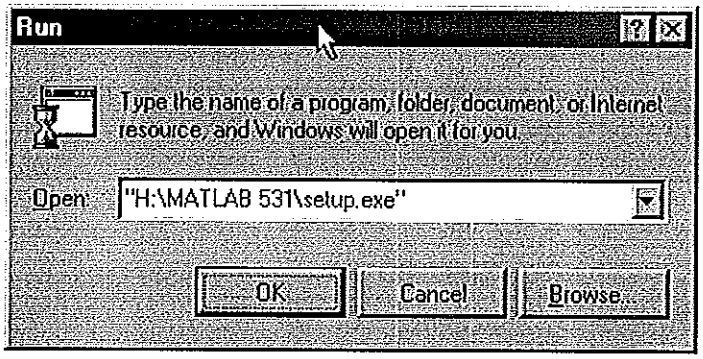




3.คลิกเลือกไฟล์ Setup จากนั้นคลิกปุ่ม

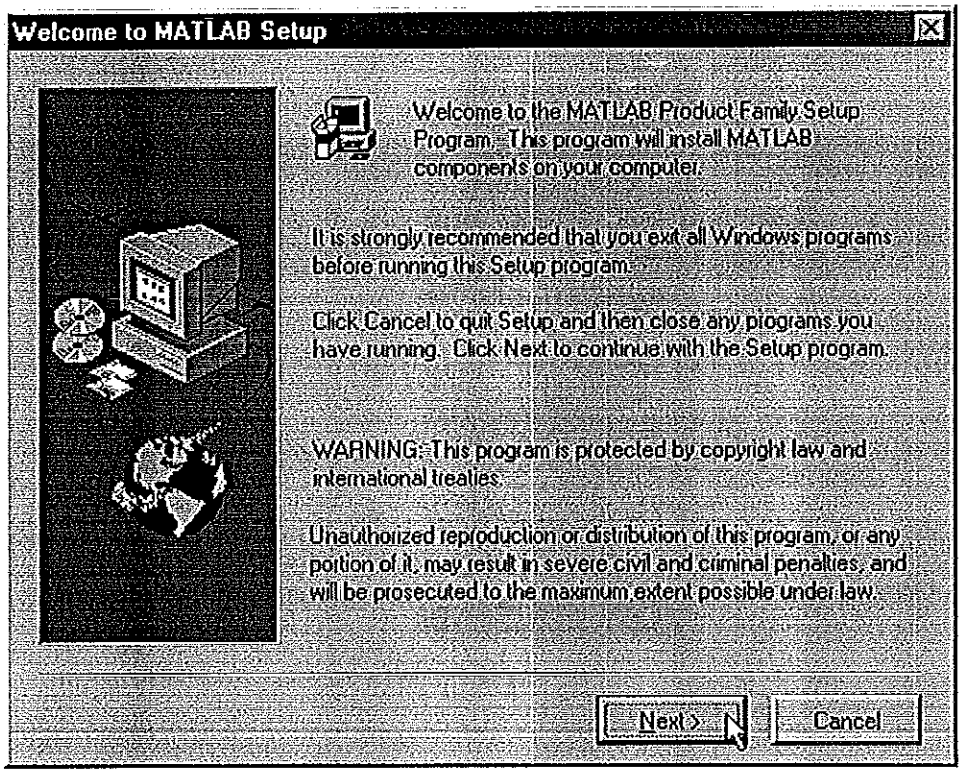


4.จะปรากฏไดเร็คทอรีและชื่อโปรแกรม setup.exe ที่จะเริ่มต้นติดตั้ง

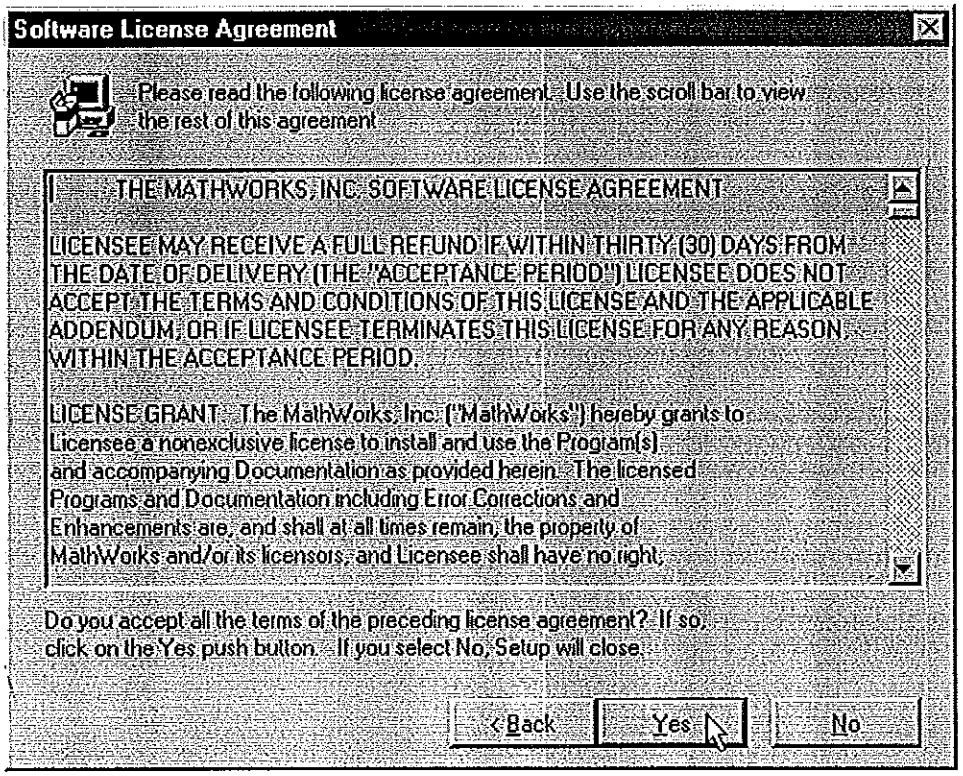


5.กดปุ่ม

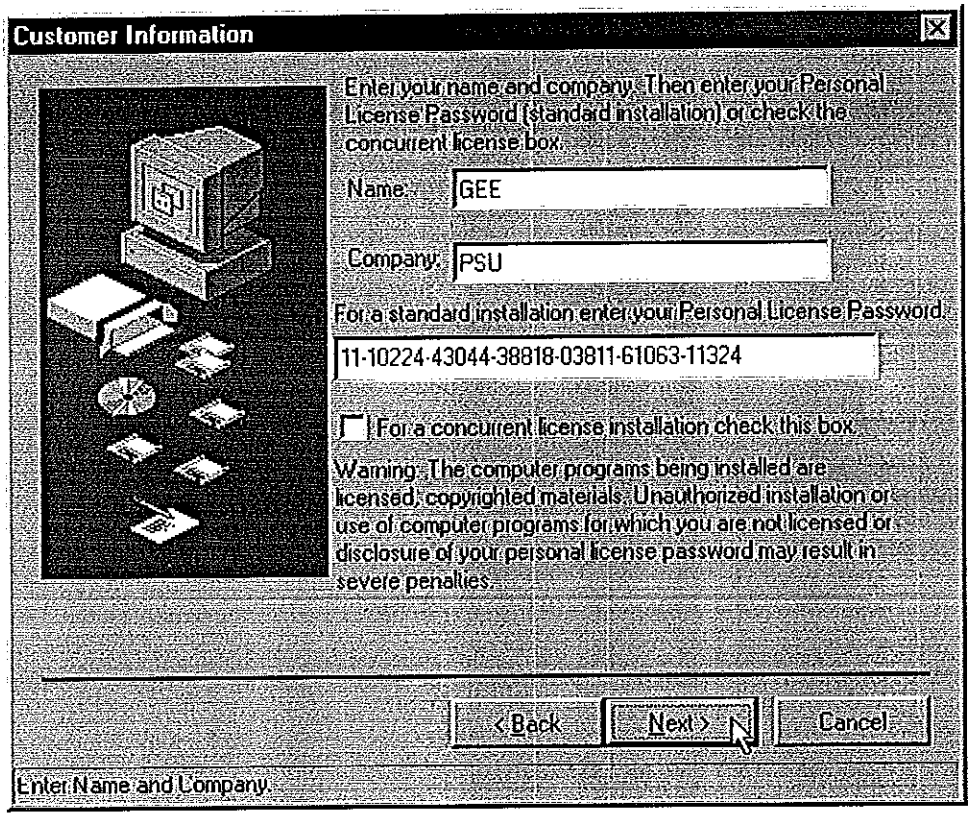
6.อ่านรายละเอียดแล้วกดปุ่ม



7.อ่านข้อความแล้วกดปุ่ม



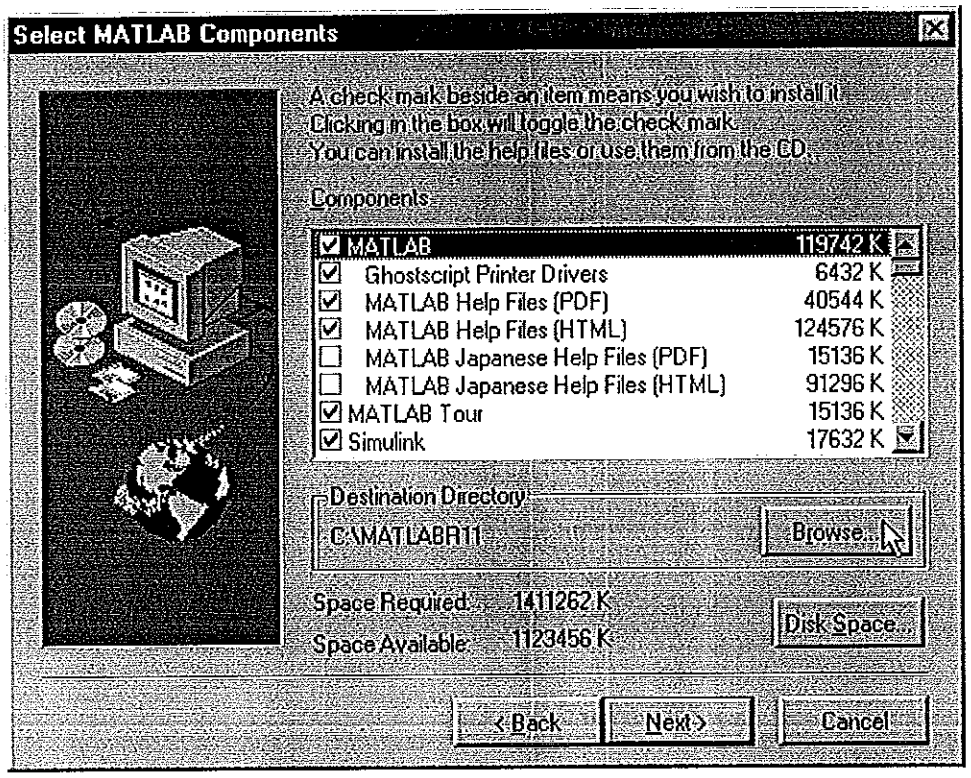
8.กรอกชื่อผู้ใช้ บริษัท และ licence password จากนั้นกดปุ่ม

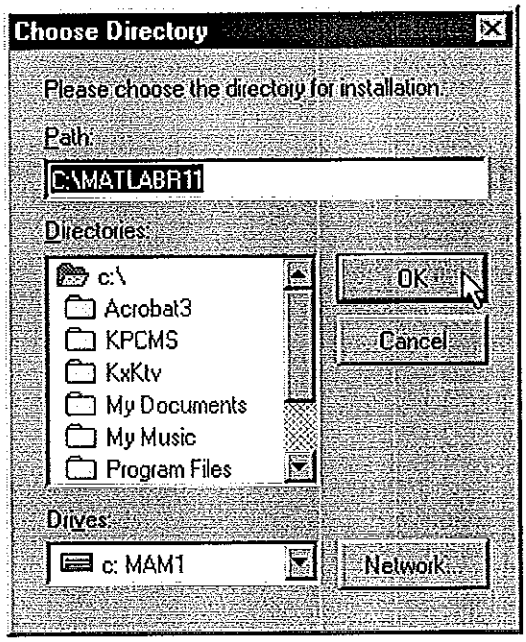


9.คลิกเมาส์ที่ปุ่ม

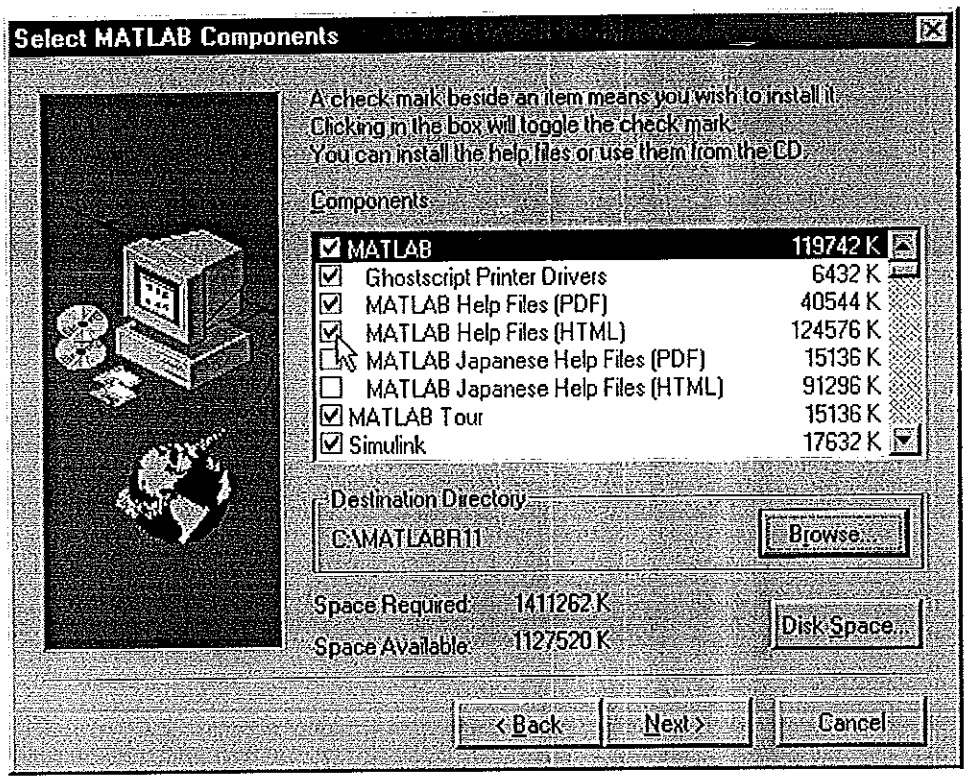
เพื่อเลือกตำแหน่งไดเร็คทอรีที่จะติดตั้งโปรแกรมลงไปในฮาร์ดดิสก์ จากนั้นคลิกปุ่ม

เมื่อได้ไดเร็คทอรีที่ต้องการแล้ว

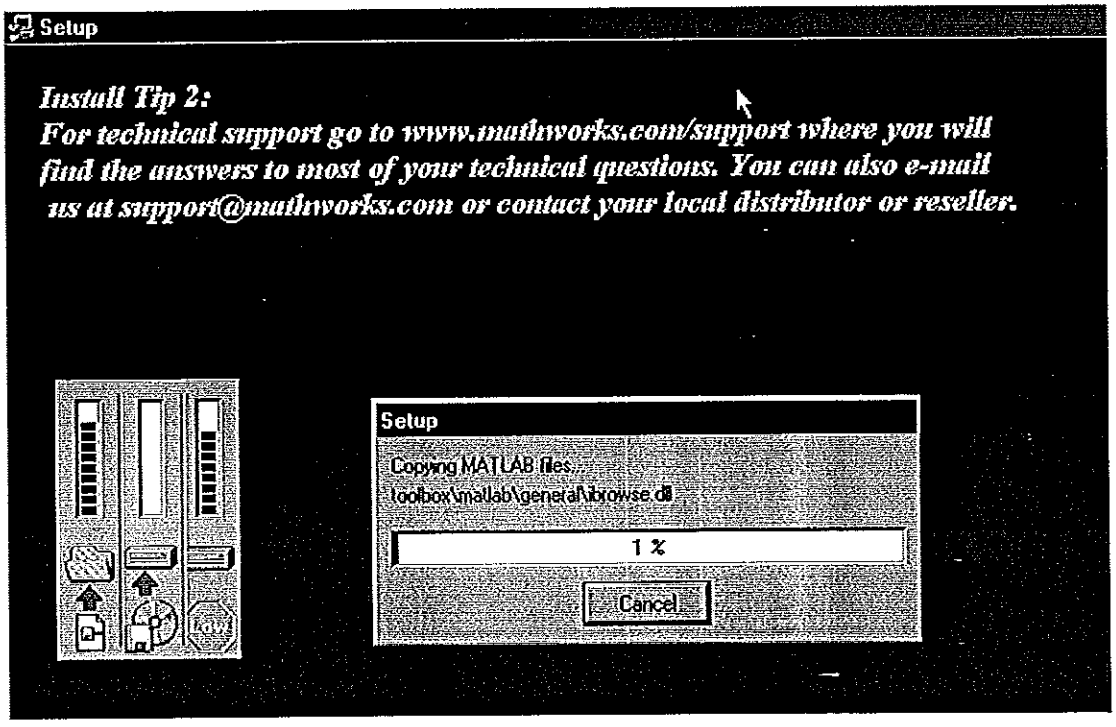




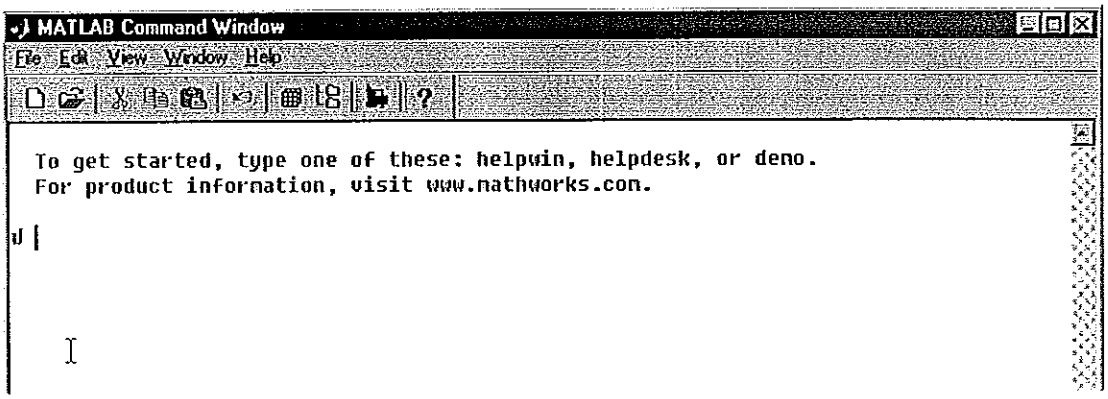
10.คลิกเลือกโปรแกรมที่ต้องการใช้งาน จากนั้นกดปุ่ม



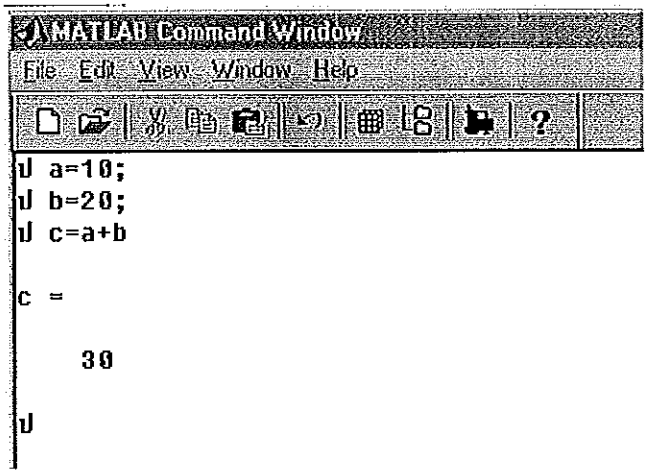
11.จะพบหน้าต่าง setup ปรากฏขึ้น โดยจะเริ่มต้นติดตั้งโปรแกรมตั้งแต่ 0 % ถึง 100 % จนเสร็จสิ้นกระบวนการติดตั้ง



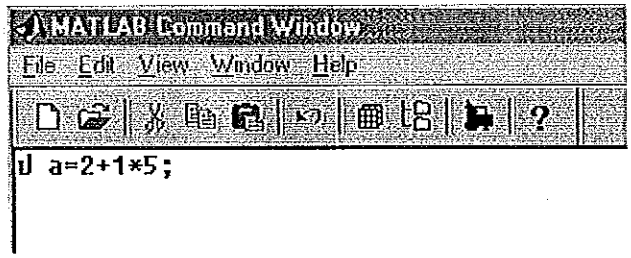
เมื่อเริ่มต้นใช้งานโปรแกรม Matlab หน้าต่างแรกที่จะปรากฏขึ้น คือ หน้าต่างคำสั่ง (Matlab command window) ซึ่งภายในหน้าต่างคำสั่งจะมี prompt (>>) ซึ่งด้านขวามือจะมีเคอเซอร์ (Cursor) กระพริบอยู่เพื่อรอรับคำสั่งจากผู้ใช้ผ่านทางคีย์บอร์ด



ตัวอย่างการป้อนคำสั่ง เช่น

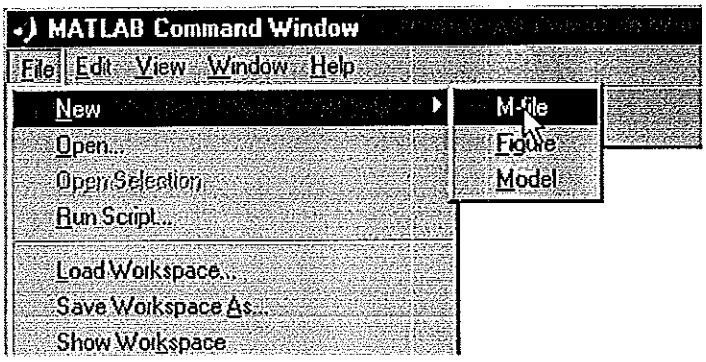


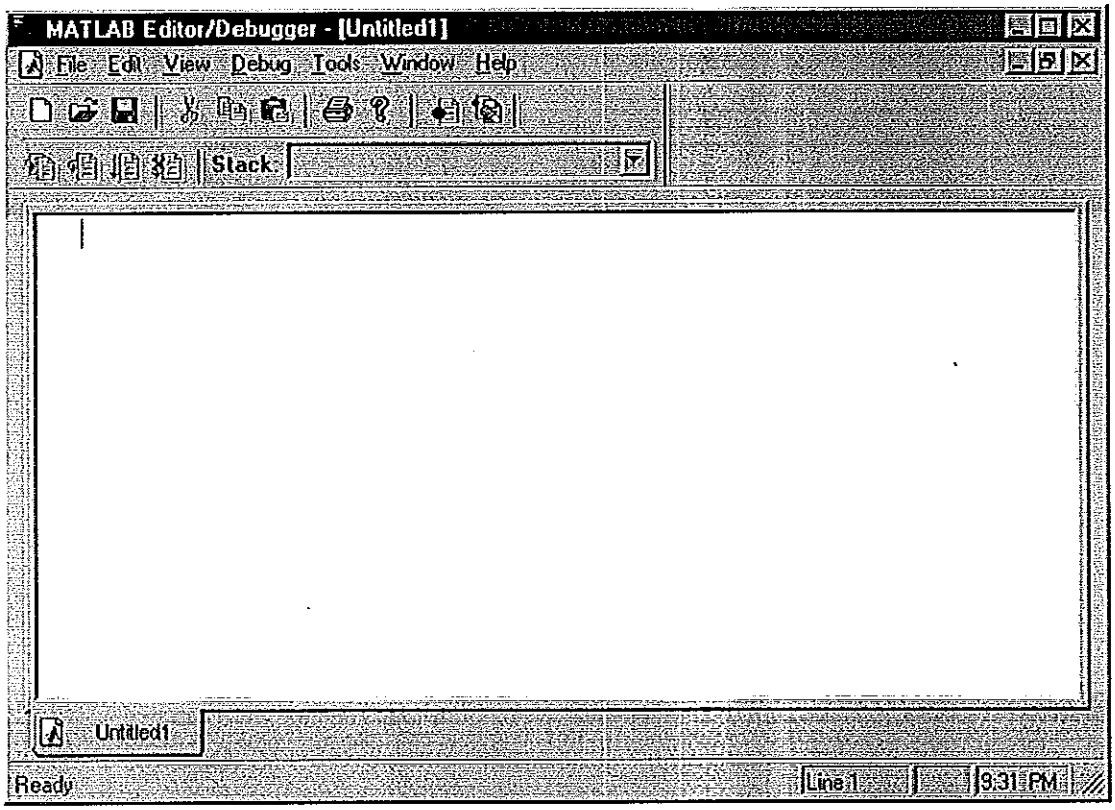
ถ้าไม่ต้องการให้พิมพ์ผลลัพธ์ออกมา ก็ให้พิมพ์เครื่องหมายเซมิโคลอน (;) ต่อท้ายบรรทัดคำสั่ง เช่น



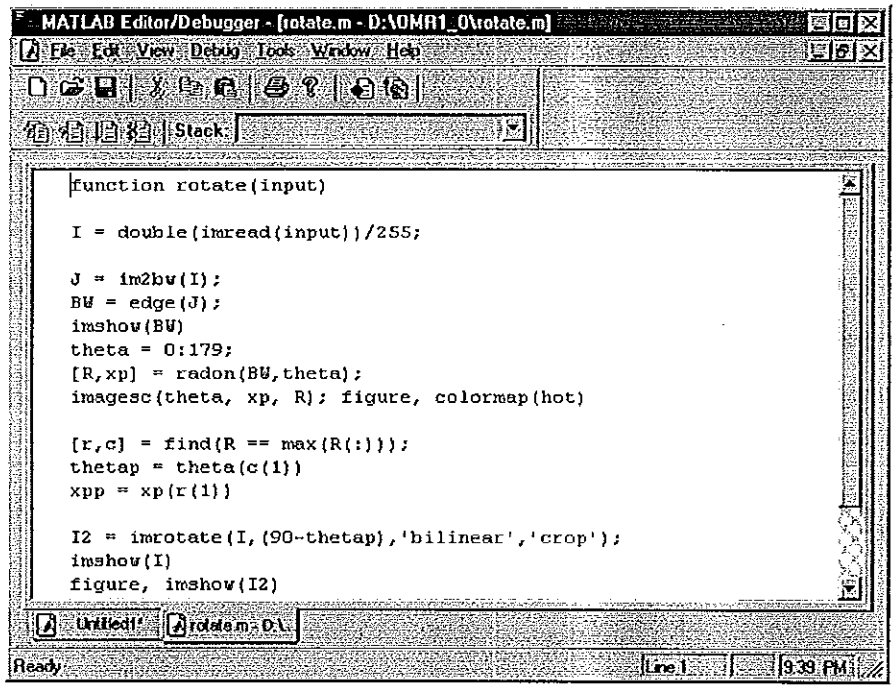
แต่จากวิธีการดังกล่าวเป็นการป้อนคำสั่งทีละบรรทัด (Command line) ซึ่งเมื่อนำวิธีการนี้มาใช้ในการพัฒนาโปรแกรมแล้วจะเกิดความยุ่งยากในการแก้ไข (Debug) โปรแกรมในภายหลัง ดังนั้นผู้ใช้สามารถเขียนคำสั่งหรือชุดคำสั่งบนเอดิเตอร์ (Editor) ต่างๆ ซึ่งเราเรียกการเขียนโปรแกรมด้วยวิธีการนี้ว่า m-file function ซึ่งในการเขียนโปรแกรมด้วยวิธีการดังกล่าว มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

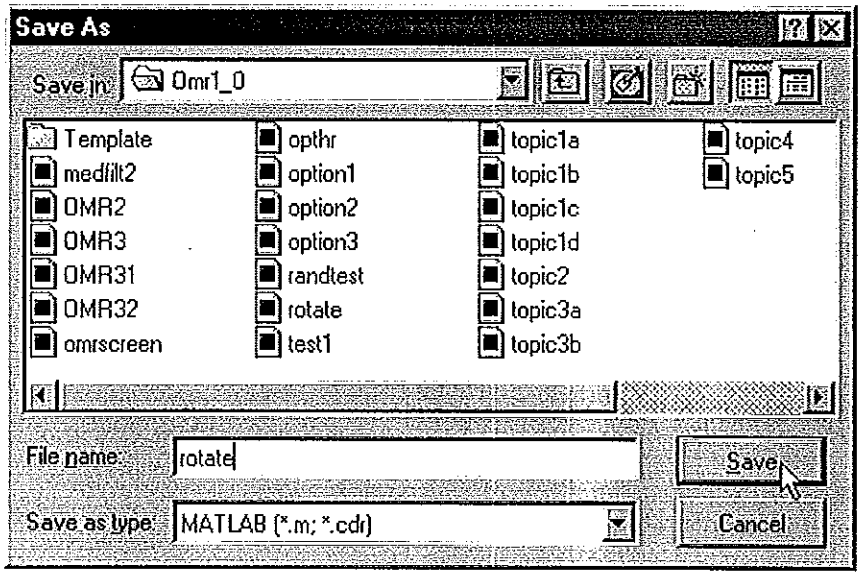
1.เลือกเมนู File >> New >> m-file จะปรากฏหน้าต่าง MATLAB Editor/Debugger ขึ้นมา





2.เขียนชุดคำสั่งที่ต้องการลงใน Matlab editor ตามกฎในการสร้าง m-file function จากนั้นจึงเลือกเมนู File >> Save แล้วตั้งชื่อแฟ้มข้อมูล "ชื่อไฟล์.m" ลงในไดเร็คทอรีที่ต้องการ จากนั้นคลิกปุ่ม





กฎการสร้าง m-file function

1.ในบรรทัดแรกของโปรแกรม จะต้องขึ้นต้นด้วยคำว่า function ตามด้วยชื่อฟังก์ชันที่ผู้ใช้กำหนด ตัวอย่างเช่น

function rotate(input)

โดยที่ rotate เป็นชื่อฟังก์ชันที่ผู้ใช้กำหนด

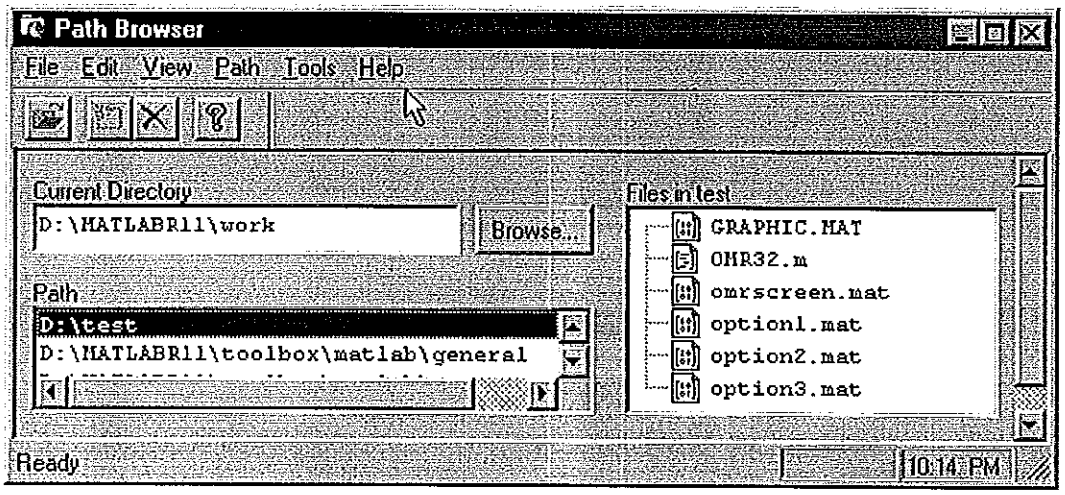
input เป็นตัวแปรอินพุท argument ที่ทำหน้าที่รับข้อมูลผู้ใช้เป็นผู้กำหนดและส่งผ่านให้กับฟังก์ชั่น เพื่อประมวลผล

2.ควรกำหนดชื่อฟังก์ชันที่ปรากฏในบรรทัดแรกของโปรแกรม ให้ตรงกับชื่อของแฟ้มข้อมูล m-file ที่จะบันทึกเก็บไว้ในฮาร์ดดิสก์ แต่ Matlab จะประมวลผลจากการอ่านชื่อไฟล์ที่เก็บไว้ในฮาร์ดดิสก์เป็นหลัก และชื่อฟังก์ชันต้องเริ่มต้นด้วยตัวอักษรเท่านั้น ถัดจากนั้นสามารถใช้ตัวเลขหรือตัวอักษร หรือเครื่องหมาย "_" ได้

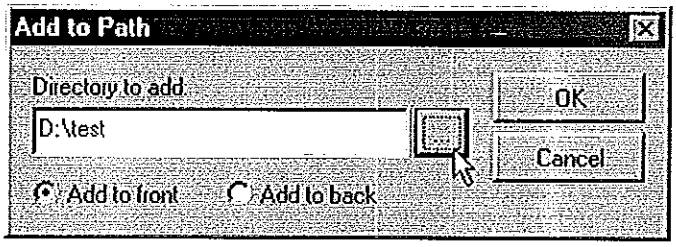
3.ผู้ใช้สามารถใช้เครื่องหมาย "%" เพื่ออธิบายคำสั่งต่างๆ โดย Matlab จะไม่ประมวลผลคำสั่งที่ตามหลังเครื่องหมายดังกล่าว

การเรียกใช้ฟังก์ชัน

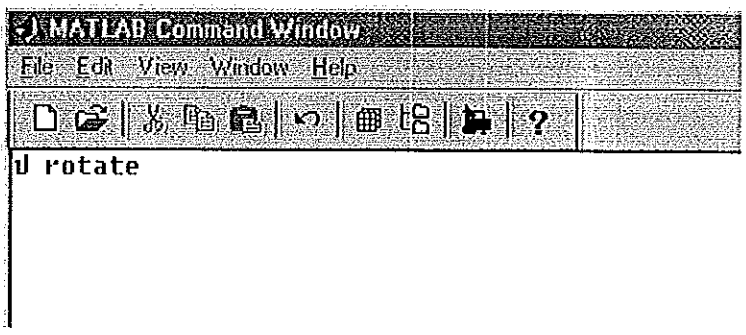
1.จากหน้าต่างคำสั่ง เลือกเมนู File >> Set Path จะปรากฏหน้าต่าง Path Browser ขึ้นมา



2.จากหน้าต่าง Path Browser เลือกเมนู Path >> Add to path จากนั้นกดปุ่ม เพื่อกำหนดตำแหน่งไดเร็คทอรีที่ใช้เก็บฟังก์ชันที่ต้องการประมวลผลหรือป้อนตำแหน่งผ่านทางคีย์บอร์ดก็ได้



3.ที่ตำแหน่ง prompt ของหน้าต่างคำสั่ง พิมพ์ชื่อฟังก์ชันที่ต้องการประมวลผล จากนั้นกดปุ่ม Enter บนคีย์บอร์ด



4.ฟังก์ชันก็จะแสดงผลตามคำสั่งที่ผู้ใช้เขียนไว้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นายอดิศร จิราพัทธนันท์

วัน เดือน ปีเกิด 28 สิงหาคม 2520

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมไฟฟ้า)	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2541

ทุนการศึกษา (ที่ได้รับระหว่างการศึกษา)

ทุนยกเว้นค่าเล่าเรียน