สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบจดจำป้ายทะเบียนรถยนต์

CAR PLATE LICENSE RECOGNITION SYSTEM

นางสาวชารีณี ค่ายหนองสวง

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 73155
วัน,เดือน,ปี - 6 ก.ค. 2550

b.11486413
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบจดจำป้ายทะเบียนรถยนต์

CAR PLATE LICENSE RECOGNITION SYSTEM

โดย

นางสาวชารีณี ค่ายหนองสวง รหัสนักศึกษา 45010184

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ดร.ชูชาติ ปิณฑวิรุจน์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2548

ภาควิชา วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบจดจำป้ายทะเบียนรถยนต์

CAR PLATE LICENSE RECOGNITION SYSTEM

ผู้จัดทำ

นางสาวชารีณี ค่ายหนองสวง รหัสประจำตัว 45010184

อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.ดร.ชูชาติ ปิณฑวิรุจน์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบจดจำป้ายทะเบียนรถยนต์

นางสาวชารีณี ด่ายหนองสวง
ผ.ศ.ดร.ชูชาติ ปิณฑวิรุจน์(อาจารย์ที่ปรึกษา)
ปีการศึกษา 2548

บทคัดย่อ

ระบบจำจดป้ายทะเบียนรถยนต์ถูกออกแบบให้สามารถประมวลสัญญาณภาพของรถยนต์เพื่อหาตำแหน่ง และระบุเลขทะเบียนรถยนต์ได้โดยอัตโนมัติ รายงานฉบับนี้ได้นำเสนอวิธีการแยกหมายเลขทะเบียนออกจากภาพและจดจำเลขทะเบียนรถยนต์ ซึ่งประกอบไปด้วย ส่วนของการรับภาพ การแปลงภาพสีเป็นภาพขาวดำ การหาขอบเขตของป้ายทะเบียน การหาขอบเขตของหมายเลขป้ายทะเบียน การจดจำรูปแบบของตัวอักษร รวมทั้งการทดลองและสรุปผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CAR PLATE LICENSE RECOGNITION SYSTEM

Miss Chareenee Kainongsuang

Asst.Prof.Dr.Chuchart Pintawirut(Advisor)

Education Year 2005

Abstract

Plate recognition system is able to analyze an image of a car given by a camera, locate the plate and recognition the registration numbers of a car. This report propose the method of capture image, binarization, plate segmentation, character segmentation and character recognition system . We also test the program and conclude the result of the tests.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ดีด้วยคำแนะนำและคำปรึกษาจากอาจารย์ชูชาติ ปิณฑวิรุจน์ ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาของโครงงาน ข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่านอาจารย์ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุกๆ ท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาให้กับข้าพเจ้า

ขอกราบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้ความรู้ความเข้าใจในเรื่องต่างๆ แก่ข้าพเจ้านอกเหนือจากที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบคุณหอสมุดกลาง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้สนับสนุนหนังสือต่างๆ ที่ใช้ในการทำวิจัย

ขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ในภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุกคนที่ให้คำแนะนำต่างๆ และคอยให้กำลังใจเสมอมา

ขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ชุมนุมวิชาการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่คอยดูแลและเป็นกำลังใจมาโดยตลอดเวลาสี่ปีที่ศึกษาในสถาบันแห่งนี้

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัวของข้าพเจ้าที่เป็นกำลังใจ และให้การสนับสนุนในทุกเรื่องๆ ทำให้ข้าพเจ้าสามารถทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมาจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

นางสาวชารีณี ค่ายหนองสวง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้าที่
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญภาพ	VI
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
1.2 ขอบเขตของโครงงาน	1
1.3 การประยุกต์ใช้งานของระบบจดจำป้ายทะเบียนรถยนต์	2
บทที่ 2 การประมวลผลภาพ (Image Processing)	4
2.1 การประมวลผลภาพเชิงตัวเลข (Digital Image Processing)	4
2.1.1 การแทนภาพด้วยข้อมูลแบบดิจิตอล	4
2.1.2 ลักษณะการจัดเก็บข้อมูลภาพแบบดิจิตอล	6
2.2 ไฟล์ข้อมูลภาพชนิดบิตแมป	7
2.2.1 รูปแบบของไฟล์ข้อมูลภาพชนิดบิตแมป	7
2.2.2 โครงสร้างของไฟล์ของข้อมูลภาพชนิดบิตแมป	7
2.3 การจัดเก็บไฟล์ข้อมูลชนิดบิตแมป	8
2.4 การสร้างภาพไบนารี่	9
2.4.1 การหาค่าเทรชโฮลโดยการกำหนดล่วงหน้า	10
2.4.2 การหาค่าเทรชโฮลจากค่ากลาง	10
2.5 การแยกวัตถุจากภาพ(Segmentation)	11
2.5.1 การแยกภาพด้วยการพิจารณาการต่อเนื่องของข้อมูล	11
2.5.2 การแยกภาพด้วยวิธี Region Labeling	11
บทที่ 3 โครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network)	12
3.1 นิวรัลเน็ตเวอร์คชีวภาพ	13
3.2 โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Networks)	13
3.2.1 โครงข่ายประสาทเทียมแบบชั้นเดียว	17
3.2.2 โครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น	18
3.3 การฝึกสอนให้กับโครงข่ายประสาทเทียม	19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้าที่
3.3.1วัตถุประสงค์ของการเทรนนิ่ง (Objective of Training)	19
3.3.2 การเทรนนิ่งแบบควบคุม (Supervised Training)	19
3.3.3 การเทรนนิ่งแบบอิสระ (Unsupervised Training)	20
3.3.4 วิธีการแก้ปัญหาการฝึกสอน (Training Algorithm)	20
บทที่ 4 หลักการทำงานและโครงสร้างของโปรแกรม	22
4.1 โครงสร้างของระบบจดจำเลขทะเบียนรถยนต์	22
4.2 การเตรียมข้อมูลภาพ	23
4.2.1 การแปลงข้อมูลภาพไบนารี	23
4.2.2 การกำจัดสิ่งรบกวน	27
4.2.3 การหาตำแหน่งของเลขทะเบียนรถยนต์	27
4.2.4 การแยกเลขทะเบียนออกจากภาพ	27
4.3 การจดจำเลขทะเบียนรถยนต์	29
4.4 โครงสร้างโปรแกรม	29
4.4.1 โปรแกรมหลัก	30
4.4.1.1 โปรแกรมการ Capture ภาพโดยใช้กล้องถ่ายวีดีโอ	31
4.4.1.2 โปรแกรมการทำ Binarization	32
4.4.1.3 โปรแกรมการทำ Segmentation	33
4.4.1.4 โปรแกรมการทำ Pattern recognition	36
4,5 User interface	38
บทที่ 5 การทดลองและผลการทดลอง	40
5.1 การทดลองส่วนของการหาขอบเขตป้ายทะเบียนและหมายเลขทะเบียน	40
5.2 การทดลองส่วนของการจดจำป้ายทะเบียน	44
บทที่ 6 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	49
6.1 ส่วนเตรียมข้อมูลภาพ	49
6.2 ส่วนของการจดจำทะเบียนรถยนต์	50
บรรณานุกรม	51
ภาคผนวก	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

	หน้าที่
รูปที่ 1.1 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม	1
รูปที่ 1.2 การผ่านเข้าออกสถานที่สำคัญ	2
รูปที่ 1.3 สถานที่จอดรถที่เก็บค่าบริการ	3
รูปที่ 2.1 แสดงการได้มาซึ่งภาพ	4
รูปที่ 2.2 แสดงกระบวนการ Sampling และ Quantization	5
รูปที่ 2.3 แสดงก่อนและหลังการทำ Sampling และ Quantization	5
รูปที่ 3.1 แสดงโครงสร้างตัวอย่างของเซลล์ประสาทชีวภาพ	12
รูปที่ 3.2 แสดงไดอะแกรมนิวรอลที่สร้างขึ้น (Artificial Neuron)	14
รูปที่ 3.3 แสดงโมดูลนิวรอลที่สร้างขึ้นร่วมกับ Activation Function	15
รูปที่ 3.4 แสดงกราฟที่ได้จากสมการซิกมอยด์ลอจิสติกฟังก์ชั่น(Sigmoidal logistic function)	15
รูปที่ 3.5 แสดง Hyperbolic Tangent Function	16
รูปที่ 3.6 แสดงลักษณะโครงข่ายประสาทเทียมแบบชั้นเดียว (Single-Layer Neural Networks)	17
รูปที่ 3.7 แสดงไดอะแกรมของ Backpropagation Neural Networks แบบสองชั้น	18
รูปที่ 4.1 โครงสร้างของระบบ	22
รูปที่ 4.2 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม	23
รูปที่ 4.3 ภาพตัวอย่างด้านหน้ารถยนต์	24
รูปที่ 4.4 ภาพที่ได้จากการแปลงเป็นไบนารี่	25
รูปที่ 4.5 แสดงการเลือกค่า Threshold สูงเกินไป	26
รูปที่ 4.6 แสดงการเลือกค่า Threshold ต่ำเกินไป	26
รูปที่ 4.7 รูปก่อนการแยก	28
รูปที่ 4.8 รูปที่แยกเลขทะเบียนแล้ว	28
รูปที่ 4.9 แสดงตัวอย่างของตัวเลขที่ผ่านการแยกออกจากข้อมูลภาพ	29
รูปที่ 4.10 แผนภาพการทำงานของโปรแกรมหลัก	30
รูปที่ 4.11 กระบวนการ Capture ภาพ	31
รูปที่ 4.12 กระบวนการทำงานในการแปลงภาพเป็นไบนารี่	32
รูปที่ 4.13 กระบวนการทำงานในการทำ segmentation	33
รูปที่ 4.14 กระบวนการทำ Region Labeling	34
รูปที่ 4.15 กระบวนการแสดงการพิจารณาขนาดของบล็อก	35
รูปที่ 4.16 กระบวนการเรียนรู้ตัวอักษร	36
รูปที่ 4.17 กระบวนการตรวจสอบตัวษร	37
รูปที่ 4.18 Use Interface	38
รูปที่ 4.19 Database Design	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

หน้าที่

รูปที่ 5.1 ภาพที่ทำการแยกตัวอักษรออกจากภาพได้อย่างชัดเจน 40
รูปที่ 5.2 ภาพที่ทำการแยกตัวอักษรออกจากภาพได้อย่างชัดเจน 41
รูปที่ 5.3 ภาพที่ทำการแยกตัวอักษรออกจากภาพได้อย่างชัดเจน 41
รูปที่ 5.4 ภาพที่มีขนาดเล็กเกินไป 42
รูปที่ 5.5 ภาพที่มีน๊อตคั่นระหว่างตัวอักษร 42
รูปที่ 5.6 ภาพที่มีน๊อตคั่นระหว่างตัวอักษร 43
รูปที่ 5.7 ภาพที่มืดเกินไป 43
รูปที่ 5.8 ภาพผลการทดลอง 44
รูปที่ 5.9 ภาพผลการทดลอง 44
รูปที่ 5.10 ภาพผลการทดลอง 45
รูปที่ 5.11 ภาพผลการทดลอง 45
รูปที่ 5.12 ภาพผลการทดลอง 46
รูปที่ 5.13 ภาพผลการทดลอง 46
รูปที่ 5.14 ภาพผลการทดลอง 47
รูปที่ 5.15 ภาพผลการทดลอง 47
รูปที่ 5.16 ภาพผลการทดลอง 48
รูปที่ 5.17 ภาพผลการทดลอง 48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

สถานที่จอดรถในปัจจุบัน มีการจ้างพนักงานมาดูแลในการตรวจสอบรถที่เข้า-ออกซึ่งเกิดความล่าช้า ทำให้เกิดปัญหาในการจราจรจึงมีแนวคิดในการพัฒนาระบบจดจำป้ายทะเบียนรถยนต์ที่สามารถตรวจสอบรถเข้า-ออกโดยอัตโนมัติที่มีประสิทธิภาพและมีความรวดเร็ว โดยใช้หลักการนำข้อมูลภาพ แปลงเป็นข้อมูลตัวหนังสือ แล้วนำผลลัพธ์ที่ได้บันทึกลง Database

1.1 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

เพื่อสร้างระบบจดจำป้ายทะเบียน ที่เพิ่มความรวดเร็วและความปลอดภัยในการตรวจสอบรถที่เข้า-ออกในสถานที่จอดรถ ศึกษาการประมวลผลภาพและหลักการจดจำรูปแบบ

1.2 ขอบเขตของโครงงาน

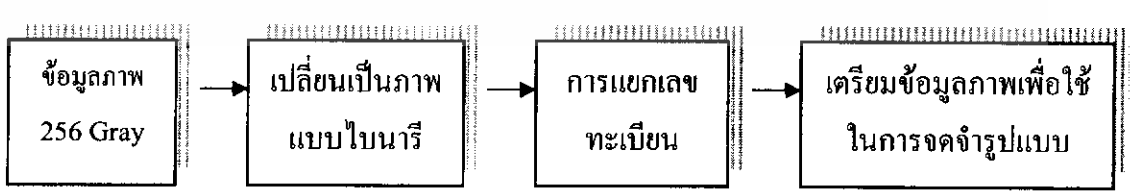
ขอบเขตของระบบจดจำป้ายทะเบียนรถยนต์แบ่งเป็น 2 ส่วน

ส่วนของ Hardware โดยที่ Hardware ที่ใช้จะเป็นกล้อง Digital Video

ส่วนของ Software โดยที่ Software ของระบบจดจำป้ายทะเบียนรถยนต์จะนำภาพที่ได้จากกล้องมาทำการประมวลดังนี้

- การกำจัดสัญญาณรบกวน (Filter)
- การทำไบนาไรเซชัน (Image Binarization)
- การจำแนกภาพ (Image Segmentation)
- การรู้จำภาพ (Recognition)

โดยกระบวนการรู้จำภาพจะใช้โครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) มาใช้ในกระบวนการ Recognition ข้อมูลภาพที่ใช้ในการประมวลผลภาพจะเป็นข้อมูลแบบ Bitmap Gray-Scale 256 ระดับ มาทำการแยกส่วนของทะเบียนออกจากข้อมูลภาพ



รูปที่ 1.1 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากผ่านขั้นตอนการแยกหมายเลขทะเบียน ข้อมูลของหมายเลขทะเบียนจะเข้าสู่กระบวนการรู้จำภาพ เพื่อประมวลผลออกมาเป็นตัวเลข โดยข้อมูลตัวเลขก็จะถูกบันทึกลง Database ต่อไป

1.3 การประยุกต์ใช้งานของระบบจดจำป้ายทะเบียนรถยนต์

- ระบบเก็บค่าใช้บริการทางด่วน

ระบบจดจำป้ายทะเบียนรถยนต์สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับฐานข้อมูลของระบบค่าใช้บริการทางด่วน โดยเจ้าของรถยนต์จะมีบัญชีเพื่อหักค่าบริการทางด่วน เมื่อรถยนต์ผ่านเข้าไปใช้บริการทางด่วน ระบบจดจำป้ายทะเบียนรถยนต์จะประมวลผลเพื่อระบุเลขทะเบียนรถยนต์ แล้วจัดการกับข้อมูลของรถยนต์คันนั้นในฐานข้อมูล เช่น การหักบัญชีค่าบริการทางด่วนจากเจ้าของรถยนต์โดยอัตโนมัติ ซึ่งทำให้สามารถลดจำนวนพนักงานเก็บค่าทางด่วนและเพิ่มความสะดวกสบายให้กับผู้ใช้บริการทางด่วน

- ระบบป้องกันการโจรกรรมรถยนต์

ในสถานที่ที่มีความเสี่ยงต่อการโจรกรรมยานยนต์ เช่น ในศูนย์การค้า สามารถใช้ระบบจดจำป้ายทะเบียนรถยนต์เพื่อตรวจเช็คการเข้าออกของรถยนต์ โดยเมื่อมีรถยนต์เข้ามาระบบจะระบุหมายเลขรถยนต์และออกบัตรจอดรถที่มีหมายเลขทะเบียนตรงกัน ดังนั้นรถยนต์จะสามารถออกไปได้เมื่อมีบัตรตรงกับหมายเลขทะเบียนรถยนต์เท่านั้น

นอกจากนี้ยังสามารถประยุกต์ใช้ร่วมกับงานของเจ้าหน้าที่ตำรวจในการติดตามรถยนต์ที่ต้องการ เช่น รถยนต์ที่ถูกโจรกรรม หรือรถยนต์ที่ผู้กระทำผิดใช้โดยติดตั้งระบบตามด่านตรวจต่างๆ เพื่อให้สามารถติดตามรถยนต์ได้อย่างรวดเร็ว

- ระบบการควบคุมเข้าออกสถานที่สำคัญ

ในสถานที่สำคัญ เช่น เขตทหารจะไม่สามารถให้รถยนต์ที่ไม่ได้รับอนุญาตเข้าไปในสถานที่นั้นได้ ดังนั้นในระบบควบคุมการเข้าออกสถานที่จะใช้ระบบจดจำป้ายทะเบียนรถยนต์เพื่อตรวจสอบหมายเลขทะเบียนของรถยนต์นั้นว่าตรงกับหมายเลขทะเบียนของรถยนต์ในระบบฐานข้อมูลที่สามารถเข้าไปในสถานที่นั้นได้หรือไม่

รูป 1.2 การผ่านเข้าออกสถานที่สำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ใช้ในที่จอดรถที่เก็บค่าบริการ

เลขทะเบียนจะถูกนำไปใช้ในระบบที่จอดรถที่มีการสมัครสมาชิกโดยจะตรวจสอบการเป็นสมาชิโดยการตรวจสอบจากป้ายทะเบียนถ้าเป็นสมาชิกก็จะหักค่าบริการแล้วบันทึกข้อมูลในฐานข้อมูล ถ้าตรวจสอบแล้วว่าไม่ใช่สมาชิกก็จะคิดค่าบริการแล้วเก็บเงินทันที

รูป 1.3 สถานที่จอดรถที่เก็บค่าบริการ

- เขตชายแดน

รถที่ทำการลงทะเบียนแล้วเท่านั้นที่จะสามารถผ่านเข้าหรือออกประเทศได้ ใช้ในการตรวจสอบของรถยนต์ในการผ่านเข้าออกชายแดน

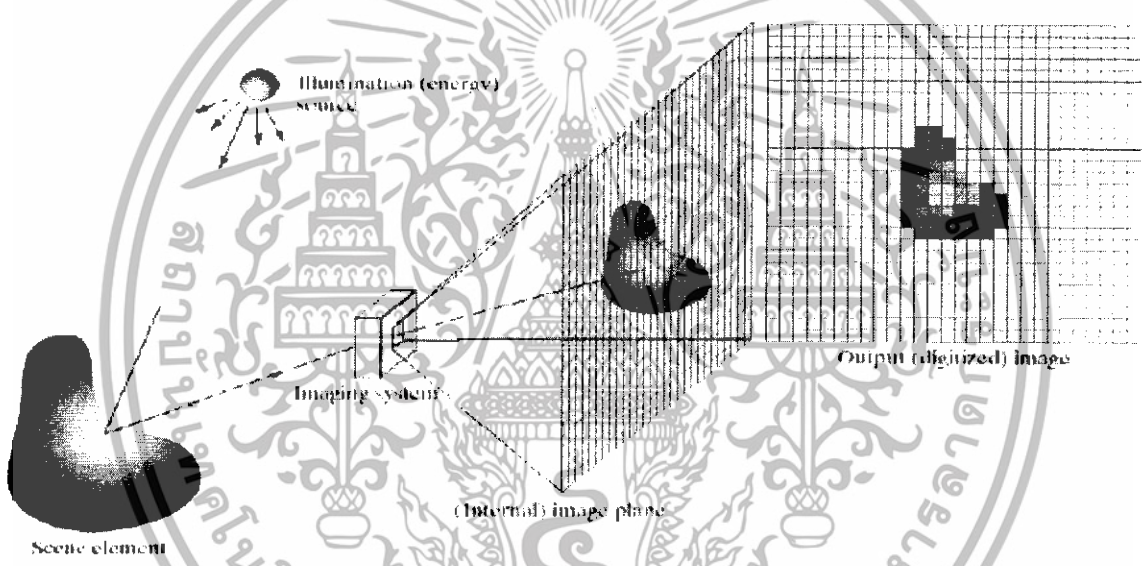
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

การประมวลผลภาพ (Image Processing)

2.1 การประมวลผลภาพเชิงตัวเลข (Digital Image Processing)

การประมวลผลภาพเชิงตัวเลข คือ การใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ช่วยในการแปลงภาพให้เป็นตัวเลข โดยที่ตัวเลขจะแทนอยู่ในลักษณะของตัวเลขในเมตริกซ์ ซึ่งค่าของแต่ละจุดพิกเซล (pixel) ของภาพจะถูกแทนในรูปของฟังก์ชั่น f(x,y) (gray-level value) ที่ต่อเนื่องในระนาบ 2 มิติ โดยค่าของ f(x,y) แต่ละจุดนั้นขึ้นอยู่กับความสว่างหรือความเข้มของภาพที่ตำแหน่ง (x,y) ซึ่งเรียกว่า Gray Level

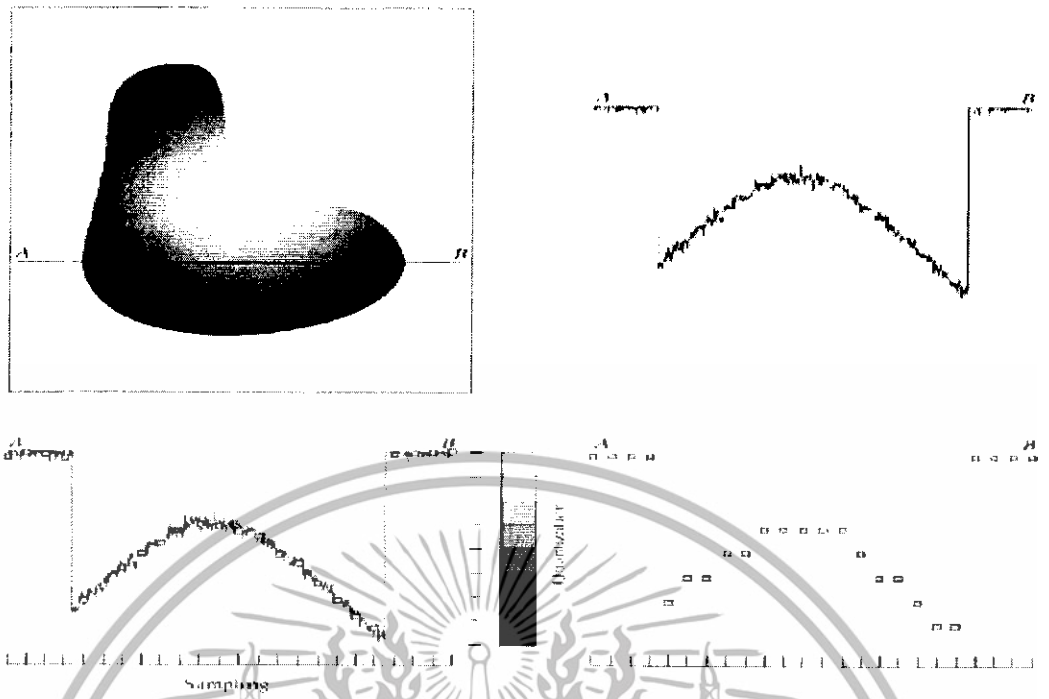


รูปที่ 2.1 แสดงการได้มาซึ่งภาพ

2.1.1 การแทนภาพด้วยข้อมูลแบบดิจิตอล

การแปลงภาพเป็นข้อมูลแบบดิจิตอลภาพข้อมูลแบบดิจิตอล(Digital Image) เป็นภาพแปลงมาจากอนาลอก อยู่ในรูปของตัวเลข โดยภาพอนาลอกจะถูกแบ่งเป็นพื้นที่สี่เหลี่ยมเล็กๆ ที่เรียกว่า เซล(pixel) การบอกตำแหน่งของแต่ละพิกเซล จะใช้ (x,y) เป็นตัวระบุตำแหน่งของพิกเซลที่อยู่ใน 2มิติ (2-Dimention) โดยที่ f(x,y)จะเป็นตัวบอกถึงค่าของระดับสิเทาของแต่ละพิกเซล เราสามารถแปลงภาพหรือสัญญาณอนาลอกเป็นข้อมูลแบบดิจิตอลได้โดยมีวิธีการดังนี้

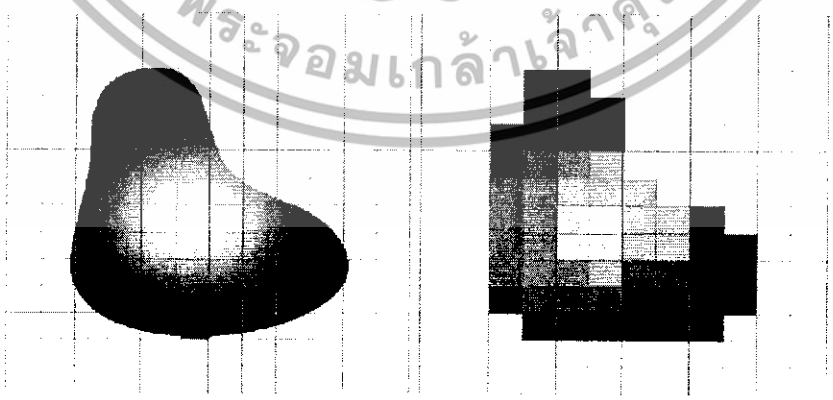
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 แสดงกระบวนการ Sampling และ Quantization

เมื่อเรานำภาพหรือสัญญาณอนาลอกที่ต้องการประมวลผลผ่านมาที่ส่วนที่เรียกว่า ดิจิไตเซอร์(Digitizer) ซึ่งทำหน้าที่วนการเปลี่ยนสัญญาณอนาลอกให้เป็นสัญญาณดิจิตอล จากนั้นทำการควอน ไตซ์(Quantizing) เพื่อที่จะประมวลผลด้วยระบบคอมพิวเตอร์ ฟังก์ชั่นของภาพ f(x,y)จะถูกทำให้เป็นสัญญาณไม่ต่อเนื่องทั้งระนาบของภาพ ซึ่งเราเรียกว่า การสุ่มภาพ(Image Sampling) ของฟังก์ชั่นที่ได้เรียกว่าการควอน ไตเซชั่นระดับสีเทา(Gray level quantization) ก็จะได้ข้อมูลที่เป็นดิจิตอล

สมุมติว่าสัญญาณภาพต่อเนื่อง f(x,y)ถูกดิจิไตซ์ในระนาบxและyเป็นช่วงๆเท่าๆกัน



รูปที่ 2.3 แสดงก่อนและหลังการทำ Sampling และ Quantization

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เราสามารถจัด f(x,y) ให้อยู่ในรูปของเมตริกซ์ขนาด NxN ได้ดังสมการ

$$f(x,y) = \begin{pmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \cdots & f(0,N-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \cdots & f(1,N-1) \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ f(M-1,0) & f(M-1,1) & \cdots & f(M-1,N-1) \end{pmatrix} \quad (2.1)$$

ซึ่งทางขวาของสมการ จะเรียกได้ว่า ภาพดิจิตอล และทุกๆสมาชิกของเมตริกซ์ จะเรียกว่าพิกเซล จากขบวนการสร้างภาพดิจิตอลข้างต้น จะเห็นได้ว่าเราสามารถทราบขนาดของความละเอียดของภาพ N x N พิกเซล และจำนวนระดับของเกรย์สเกล ในทางปฏิบัติการทำควอนไตเซชั่นในระบบภาพดิจิตอล จะมีค่าดังสมการนี้

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

เมื่อ B = ขนาดของข้อมูลภาพที่เป็นดิจิตอล

G = จำนวนของเกรย์สเกล ที่ต้องการใช้ในการเก็บข้อมูลภาพ

M = จำนวนบิตที่ใช้ในการแทนข้อมูลภาพ 1 พิกเซล

โดย M สามารถหาได้จาก

$$G = 2^M$$

2.1.2 ลักษณะการจัดเก็บข้อมูลภาพแบบดิจิตอล

โดยทั่วไปแล้ว ข้อมูลภาพจะมีค่าความเข้มตั้งแต่ 2 ระดับขึ้นไป แต่ที่ใช้กันมากจะใช้กันที่ค่าระดับความเข้มของจุดภาพเท่ากับ 256 ระดับ ซึ่งจะทำให้ค่าของจุดภาพอยู่ในช่วง (0-255) โดยใช้เนื้อที่การเก็บข้อมูลภาพขนาด 1 ไบต์ หรือ 8 บิต สำหรับข้อมูล 1 จุดภาพ ($2^8 = 256$) ในกรณีที่ต้องการภาพที่มีความละเอียดของระดับความเข้มสูงๆ อาจจะต้องการจำนวนบิตสำหรับการเก็บข้อมูลมากกว่า 8 บิต คืออาจจะเป็น 16 หรือ 24 บิต โดยค่าความเข้มของจุดภาพจะเท่ากับ 2^{16} และ 2^{24} โดยจะแยกให้เห็นชัดเจนดังนี้

1. ภาพ 2 ระดับ คือ มีเพียงแค่จุดขาวกับจุดดำเท่านั้น โดยแต่ละจุดภาพเป็นข้อมูลขนาด 1 บิต

2. ภาพ 16 ระดับ คือ ในแต่ละจุดภาพจะมีขนาดของข้อมูล 4 บิต ซึ่งทำให้สามารถแสดงได้ 16 ระดับสี หรือ 16 เกรย์สเกล ขึ้นอยู่กับภาพนั้นเป็นภาพสีหรือภาพขาวดำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ภาพ 256 ระดับ คือ ในแต่ละจุดภาพจะมีขนาดของข้อมูล 8 บิต ซึ่งทำให้สามารถแสดงภาพได้ 256 ระดับสี หรือ 256 เกรย์สเกล ขึ้นอยู่กับภาพนั้นเป็นภาพสีหรือภาพขาวดำ

4. ภาพทรูคัลเลอร์ (True Color) คือ ในแต่ละจุดภาพจะมีขนาดของข้อมูล 24 บิต ทำให้สามารถแสดงผลภาพได้เหมือนภาพจริงที่สุด เพราะสามารถแสดงสีได้ถึง 16,777,216 สี

การแสดงภาพนี้ใช้วิธีตั้งค่าของแม่สีในตารางสี โดยอาจเลือกสีเป็นแบบ 16 สี จาก 64 สี หรือ 16 สี จาก 262,144 สี หรือ 256 สี จาก 262,144 สี ขึ้นอยู่กับโหมดการแสดงผล สำหรับทรูคัลเลอร์ จะไม่มีการเลือกสีแสดงผลโดยการส่งค่าสี RGB ผ่าน D/A สีละ 8 บิต ออกไป ความแตกต่างของการแสดงภาพสีและขาวดำ คือ ภาพขาวดำจะต้องตั้งให้แม่สีทั้งสามสี มีค่าเท่ากัน เนื่องจาก VGA กำหนดให้แม่สีแต่ละสีใช้ได้เพียง 64 ระดับเท่านั้น หากต้องการให้เห็นจริงทั้ง 256 ระดับ ต้องแสดงในโหมดทรูคัลเลอร์ แล้วให้ RGB มีค่าเท่ากัน ซึ่งในโหมดนี้ จะสามารถใช้ รีจิสเตอร์ ได้ 8 บิต สำหรับแต่ละแม่สี

โดยทั่วไปวิธีการประมวลผลภาพเชิงตัวเลขที่ทำให้คอมพิวเตอร์สามารถรู้จักวัตถุภายในภาพได้นั้น พอจะแบ่งได้สองระดับด้วยกันคือ การประมวลผลภาพในระดับต่ำ (Low-Level Image Processing) และการประมวลผลภาพในระดับสูง (High-Level Image Processing) การประมวลผลในระดับต่ำจะเป็นการประมวลผลเชิงตัวเลขทั้งหมด เพื่อหาตัวแปรต่างๆ มาอธิบายข้อมูลภาพ โดยมีจุดประสงค์เพื่อนำตัวแปรเหล่านั้นไปใช้ในการประมวลผลระดับสูงต่อไป โดยทั่วไปแล้วการประมวลผลภาพระดับต่ำจะประกอบไปด้วย การประมวลผลภาพก่อน (Preprocessing) การกำจัดสัญญาณรบกวนหรือการทำให้ภาพคมชัด การหาขอบภาพ เป็นต้น

การประมวลผลภาพในระดับสูงเป็นการนำผลลัพธ์หรือสัญลักษณ์ที่ได้จากการประมวลผลระดับต่ำมาตีความหรือประมวลผลเพื่อให้คอมพิวเตอร์สามารถรู้จักและเข้าใจภาพได้สำหรับความแตกต่างของการประมวลผลภาพระดับต่ำและการประมวลผลภาพระดับสูงนั้นคือ ข้อมูลที่นำมาใช้ในการประมวลผลภาพ โดยที่การประมวลผลภาพระดับต่ำจะใช้ค่าความสว่างของจุดโดยตรง ส่วนการประมวลผลภาพระดับสูงนั้นข้อมูลภาพที่นำมาประมวลผลจะถูกแสดงในรูปของสัญลักษณ์ ซึ่งสัญลักษณ์เหล่านี้จะแสดงถึงสิ่งต่างๆ ที่มีอยู่ในภาพ เช่น ขนาดของวัตถุ รูปร่าง และความสัมพันธ์กันระหว่างวัตถุภายในภาพ

2.2 ไฟล์ข้อมูลภาพชนิดบิตแมป

2.2.1 รูปแบบของไฟล์ข้อมูลภาพชนิดบิตแมป

รูปแบบของไฟล์ข้อมูลชนิดบิตแมป เป็นฟอร์แมตของวินโดว์บิตแมป ซึ่งเป็นมาตรฐานสำหรับไฟล์กราฟิกบนวินโดว์ ซึ่งจะใช้ในการตัดต่อ หรือสำเนาภาพต่างๆ ลงบนคลิปบอร์ด (Clipboard) เมื่อเวลาจัดเก็บไฟล์ที่มีสกุล BMP

2.2.2 โครงสร้างของไฟล์ของข้อมูลภาพชนิดบิตแมป

โครงสร้างของไฟล์ข้อมูลภาพชนิดบิตแมป จะประกอบด้วย 3 ส่วนคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ข้อมูลเฮดเดอร์ (Header)

2. ข้อมูลจานสี (Palette)

3. ข้อมูลภาพ (Data)

1. ข้อมูลเฮดเดอร์ คือ ข้อมูลที่อยู่บริเวณส่วนหัวของไฟล์ ซึ่งประกอบไปด้วยข้อมูลที่บอกรายละเอียดต่างๆ ของภาพ เช่น ความกว้าง ความยาวภาพ จำนวนสี จำนวนบิต ความละเอียด เป็นต้น

2. ข้อมูลจานสี คือ ข้อมูลที่บอกถึงชุดของจานสีที่เกิดจากการผสมแม่สีทั้งสาม คือ แดง เขียว และน้ำเงินมาผสมกันได้เป็นสีต่างๆ ตามจำนวนสีของภาพ เช่น รูปขนาด 4 บิตจะมี 16 ระดับสี รูป 8 บิต จะมีขนาด 256 สี เป็นต้น ซึ่งถ้ามีจำนวนสีน้อยๆ ก็จะมีการเก็บค่าจานสีนี้ลงไฟล์ด้วย แต่ถ้ารูปประเภท 24 บิต จะไม่มีค่าจานสี แต่จะใช้วิธีเก็บค่าแม่สีทั้งสามลงไปเป็นข้อมูลแทนเพราะถ้าเก็บค่าจานสีที่มีถึง 16.7 ล้านสีลงไปด้วยจะเปลืองพื้นที่มาก ข้อแตกต่างที่สำคัญของบิตแมปขนาดนี้คือ ไฟล์บิตแมปจะเก็บจานสีชุดละ 4 ไบต์ แต่ก็ใช้แค่ 3 ไบต์ เช่นกันคือ แดง เขียว และน้ำเงิน

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

2.3 การจัดเก็บไฟล์ข้อมูลชนิดบิตแมป

การจัดเก็บไฟล์ข้อมูลชนิดบิตแมป มีการเก็บอยู่ 2 แบบ คือ

1. แบบบีบอัดข้อมูล

- RLE 4 เป็นการบีบอัดข้อมูลแบบ Run-length Encoder แบบ 4 บิต
- RLE 8 เป็นการบีบอัดข้อมูลแบบ Run-length Encoder แบบ 8 บิต

2.แบบไม่ได้บีบอัดข้อมูล

เป็นการเก็บข้อมูลจริงของสีของพิกเซล ซึ่งทำให้ขนาดของไฟล์ค่อนข้างใหญ่ แต่จะทำการแสดงภาพได้เร็วกว่า เพราะไม่ต้องเสียเวลาในการคลายข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 การสร้างภาพไบนารี่

อุปกรณ์ที่มีความสามารถในการแสดงผลได้แค่ 2 ระดับ หรือ 2 สี คือ สีขาวกับสีดำยังมีการใช้กันอย่างแพร่หลาย เช่น เครื่องพิมพ์(Printer) เครื่องโทรสาร(Fax) จอแสดงผลแบบโมโนโครม(Monochrome)เป็นต้น เนื่องจากอุปกรณ์เหล่านี้เป็นอุปกรณ์ที่มีราคาถูกดังนั้นการแสดงผลหรือการพิมพ์รูปภาพที่มีความเข้มของภาพหลายระดับซึ่งมีมากกว่าความสามารถในการแสดงผลของอุปกรณ์เหล่านั้นที่มีเพียงสองระดับเท่านั้น

จะเห็นได้ว่าการแสดงผลของภาพที่มีความเข้มหลายระดับบนอุปกรณ์ที่มีการแสดงผลได้แค่2ระดับนั้น จะต้องแปลงข้อมูลภาพให้เป็นภาพแบบไบนารี่(Binary Image) ซึ่งการสร้างภาพแบบไบนารี่การแปลงภาพที่มีความเข้มหลายระดับ(Multilevel Image) ให้เป็นภาพที่มีความเข้มเพียง 2 ระดับ หรือ 1 บิต(bit) นั่นเอง โดย 0 แทน ด้วยจุดที่มีภาพสีขาว และ 1 แทนด้วยจุดที่มีภาพสีดำเมื่อเสร็จขั้นตอนในการทำไบนารี่จึงนำภาพที่ได้ไปแสดงผลที่อุปกรณ์เหล่านั้นจะเห็นได้ว่าการแปลงข้อมูลภาพหลายระดับเป็นภาพไบนารี่จึงมีความจำเป็นและมีประโยชน์มากในการแสดงผลภาพที่มีระดับความเข้มของภาพหลายระดับบนอุปกรณ์ที่มีความสามารถในการแสดงผลได้ 2 ระดับสำหรับประโยชน์อีกประการหนึ่งในการแปลงข้อมูลภาพนั้นเป็นภาพไบนารี่คือการลดเนื้อที่การเก็บข้อมูลภาพจะใช้เนื้อที่การเก็บ 8 บิต หรือ 256 ระดับเมื่อสร้างเป็นภาพไบนารี่เมื่อสร้างเป็นภาพไบนารี่แล้วสามารถลดลงจากเดิมได้ถึง 8 เท่า นั่นคือ 1 จุดจะใช้เนื้อที่ในการเก็บทั้งหมดคือ 1 บิต อีกทั้งยังสามารถนำไปใช้งานได้อีกแพร่หลาย เช่น การประมวลผลขั้นต้น (Preprocessing)

ในการสร้างภาพไบนารี่สามารถทำได้โดยการใช้เทคนิคการทำเทรชโฮล(Thresholding Technique) เป็นการพิจารณาจุดพิเซลในภาพว่าจุดใดควรจะเป็นจุดขาวที่มีค่าเท่ากับ 0 หรือจุดใดควรจะเป็นจุดที่มีค่าเท่ากับ 1 โดยจะทำการเปรียบเทียบค่าของแต่ละพิกเซล(f(x,y)) กับค่าคงที่ที่เรียกว่าค่า เทรชโฮล (Threshold Value) เทคนิคนี้ใช้กันมากในกรณีที่มีความแตกต่างระหว่างวัตถุ (Object) และพื้นหลัง (Background) ซึ่งเป็นลักษณะเดียวกับสีขาวของป้ายทะเบียนและสีดำที่เป็นตัวอักษรของป้ายทะเบียน โดยค่าของพิกเซลในภาพ ที่มีค่าน้อยกว่าค่าเทรชโฮลจะถูกกำหนดเป็น 1 (จุดดำ) และถ้าค่าของพิกเซลใดๆในภาพที่มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่าเทรชโฮลจะถูกกำหนดให้เป็น 0 (จุดขาว)

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

b(x,y) ข้อมูลภาพผลลัพธ์เป็นภาพแบบไบนารี่
g(x,y) ข้อมูลภาพอินพุทที่มีระดับความเข้ม 0 ถึง 1 ระดับ
Thr ค่าเทรชโฮลเป็นค่าคงที่ที่อยู่ระหว่าง 0 ถึง L ระดับ
0 จุดขาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	I	จุดดำ
โดยที่	L	เป็นระดับความเข้มของจุดภาพสูงสุด

ในการสร้างภาพไบนารี่โดยใช้เทคนิคเทรชโฮลเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีและคมชัด จะต้องเกิดจากการเลือกค่าเทรชโฮลที่ถูกต้องและเหมาะสม ถ้าเลือกค่าเทรชโฮลไม่เหมาะสม เช่น ค่าเทรชโฮลที่มากเกินไปหรือน้อยเกินไป ภาพที่ได้จะขาดความคมชัด หรือออาจจะทำให้รายระเอียดของภาพขาดหายไป หรือภาพที่ได้อาจจะมืดเกินไป หรือสว่างเกินไป หรืออาจจะเป็นภาพที่มีสิ่งรบกวน(Noise) เกิดขึ้นทำให้ภาพผลลัพธ์ที่ได้ไม่ชัดเจนเท่าที่ควร ดังนั้นปัญหาในการสร้างภาพแบบไบนารี่คือ ทำอย่างไรจึงจะคำนวณค่าเทรชโฮลที่เหมาะสมกับภาพแต่ละภาพที่จะมาสร้างเป็นภาพแบบไบนารี่ ซึ่งค่าเทรชโฮลสามารถคำนวณได้หลายวิธี แต่ละวิธีจะเหมาะการทำงานที่แตกต่างกันไป เช่น การหาค่าเทรชโฮลโดยการกำหนดล่วงหน้า (Pre-assigned Threshold Value) การหาค่าเทรชโฮลจากค่ากลาง (Midrange Threshold Value) แต่ละวิธีจะอธิบายได้ดังนี้

2.4.1 การหาค่าเทรชโฮลโดยการกำหนดล่วงหน้า (Pre-assigned Threshold Value)

การหาค่าเทรชโฮลโดยการกำหนดล่วงหน้าเป็นวิธีที่ง่ายที่สุดเป็นการคำนวณค่าโดยการกำหนดเองของผู้ใช้ ซึ่การกำหนดนี้จะขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของผู้ใช้ โดยการเลือกค่าคงที่ที่เรียกว่าค่าเทรชโฮลนั้น ค่าที่เลือกมานี้จะเป็นค่าที่อยู่ระหว่างค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของข้อมูลอินพุทแต่ละพิเซลของภาพ เช่น ภาพข้อมูลอินพุทมีเกรย์เลเวล (Gray Level) 256 ระดับจะมีค่าทั้งหมด 0-255 เมื่อเลือกค่าเทรชโฮลแล้วก็สามารถนำค่าเทรชโฮลเป็นตัวกำหนดในการสร้างภาพไบนารี่ได้

2.4.2 การหาค่าเทรชโฮลจากค่ากลาง (Mid-Range Threshold Value)

การหาค่าเทรชโฮลโดยพิจารณาจากค่ากลางเป็นการหาค่าเทรชโฮลที่แตกต่างจากการหาค่าเทรชโฮลโดยการกำหนดล่วงหน้า สำหรับวิธีนี้จะเป็นการคำนวณโดยอัตโนมัติโดยไม่ต้องให้ผู้ใช้เป็นผู้กำหนด โดยการหาค่าเทรชโฮลวิธีนี้อาศัยหลักการคำนวณพื้นฐานทางสถิติในเรื่องของการหาค่ากลางหรือค่าเฉลี่ย(Mean) มาประยุกต์ใช้ค่าเทรชโฮลที่คำนวนได้จากค่ากึ่งกลางที่อยู่ระหว่างค่าที่มีความเข้มสูงสุด(Maximum Level) และระดับความเข้มต่ำสุด(Minimum Level)ของข้อมูลอินพุท เมื่อทำการคำนวณค่าเทรชโฮลได้แล้ว ก็จะสามารถนำค่าเทรชโฮลเป็นตัวกำหนดในการสร้างภาพไบนารี่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 การแยกวัตถุจากภาพ(Segmentation)

กระบวนการสำคัญอีกขั้นตอนหนึ่งในการประมวลผลเบื้องต้นก่อนจะนำไปสู่ขั้นตอนการจดจำรูปแบบ ก็คือ กระบวนการแยกวัตถุออกจากพื้นหลัง ซึ่งในที่นี้จะเป็นการแยกข้อมูลภาพที่เป็นตัวอักษรออกจากข้อมูลภาพทั้งหมดโดยแยกออกมาทีละตัวอักษรเพื่อนำไปสู่กระบวนการจดจำรูปแบบซึ่งสามารถประมวลผลได้ทีละหนึ่งตัวอักษรเท่านั้น

2.5.1 การแยกภาพด้วยการพิจารณาการต่อเนื่องของข้อมูล

เมื่อรับข้อมูลภาพที่ได้จากการเปลี่ยนข้อมูลเป็นรูปแบบไบนารี่ที่มีค่า 0 กับ 1 แล้ว ซึ่งข้อมูล 0 จะแทนส่วนที่เป็นพื้นหลัง และ ข้อมูล 1 จะแทนส่วนที่เป็นตัวอักษร หลักการเบื้องต้นคือ หาค่าพิกเซลที่เป็น 0 ที่ต่อเนื่องกันตลอดทั้งแนวตั้งและแนวนอนทำให้ได้ขนาดของกรอบ(Block) ข้อมูลภาพวัตถุที่มีขนาดต่างๆกัน จากนั้นจะพิจารณาเลือกขนาดของกรอบที่ต้องการจากความแตกต่างของจำนวนพิกเซลความสูงความกว้างและตำแหน่ง เป็นต้น ซึ่งจะได้กรอบของตัวอักษรที่ต้องการ

2.5.2 การแยกภาพด้วยวิธี Region Labeling

ในการจำแนกภาพโดยวิธีนี้ได้ถือว่าบริเวณที่อยู่ข้างเคียงเป็นบริเวณที่สำคัญมาก จุดภาพที่อยู่ข้างเคียงกันมักจะมีคุณสมบัติทางสถิติที่คล้ายกันหรือใกล้เคียงกันสำหรับจุดรอบข้างที่มาเชื่อมต่อกัน ในวิธีนี้จะทำการพิจารณาภาพบริเวณย่อยๆจำนวนมากจากนั้นพื้นที่ติดกันจะถูกนำมาพิจารณาถึงความเป็นเนื้อเดียวกันร่วมกัน การรวมตัวกันจะสิ้นสุดเมื่อพื้นที่ข้างเคียงไม่สามารถพิจารณาถึงความเป็นเนื้อเดียวกันได้ แต่ถ้าจุดของภาพที่อยู่ใกล้เคียงกันนั้นตรวจสอบแล้วไม่อยู่ในเกณฑ์การรวม จุดภาพนั้นจะไม่ถูกรวมเข้าไปในส่วนนั้นของภาพแต่จะถูกเลือกให้เป็นจุดเริ่มต้นของส่วนอื่นๆต่อไป และหลังจากที่จุดภาพทุกจุดได้รวมตัวกันเป็นกลุ่มเรียบร้อยแล้ว

ในกรณีนี้จะกล่าวถึงภาพที่มีวัตถุในภาพมาก วิธีที่จะแยกวัตถุออกจากกันจะทำได้โดยพิจารณาจากการติดกันของพิกเซลที่เป็น 1 โดยสามารถพิจารณาได้ดังนี้

- การติดกันแบบ 4 จุด จะพิจารณา 4 พิกเซลรอบข้างทางด้านแนวนอน และแนวตั้ง
- การติดกันแบบ 8 จุด จะพิจารณา 8 พิกเซลรอบทางด้านแนวนอนและแนวตั้ง

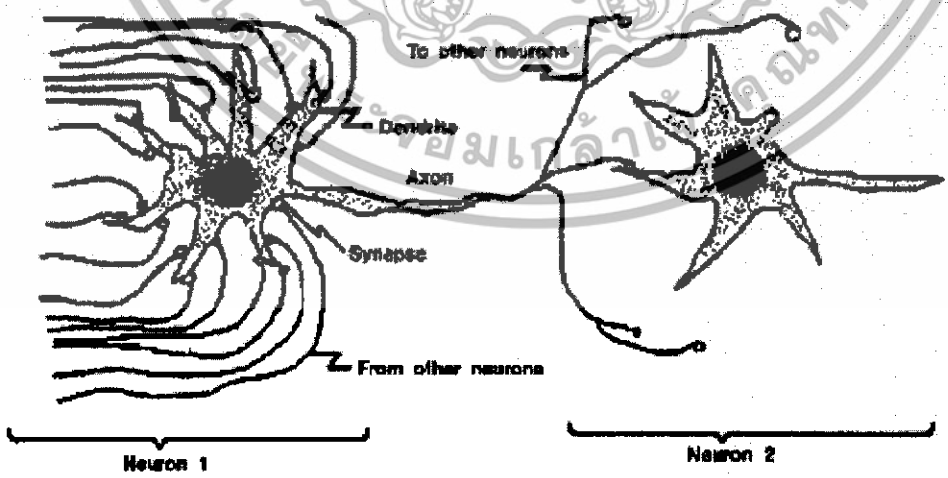
วิธีการแยกวัตถุแบบ Region Labeling นี้ จะพิจารณาแบบไบนารี่เฉพาะพิกเซลที่มีค่า 1 ทีละแถวจากซ้ายไปขวาและจากบนลงล่าง ซึ่งเมื่อพิจารณาที่พิกเซลใดพิกเซลหนึ่ง ถ้าพิเซลแถวบนและทางซ้ายซึ่งผ่านการกำหนด Label แล้ว มีค่าไม่เป็น 1 ก็จะกำหนด Label เหมือนกับพิกเซลข้างเคียงที่เป็น 1 แต่ถ้าในกรณีที่พิกเซลข้างเคียงมีค่า 1 มากกว่า 1 พิกเซล และแต่ละพิกเซลมี Label ต่างกัน ก็จะกำหนด Label ให้กับพิกเซลที่พิจารณาอยู่ให้เหมือนกับ Label ที่สมมูลกันให้เหมือนกันซึ่งจะสามารถทราบถึงความแตกต่างของแต่ละวัตถุในภาพโดยดูจาก Label ที่แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
โครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network)

ในช่วงระยะเวลา 8-9 ปีที่ผ่านมา ในต่างประเทศมีการตื่นตัวในการวิจัยและพัฒนาเกี่ยวกับโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Networks: ANN) อย่างกว้างขวาง ทั้งทางด้านทฤษฎีและการประยุกต์ใช้งาน จนกระทั่งถึงปัจจุบันได้มีการประยุกต์นำนิวรัลเน็ตเวอร์ค มาใช้ในอุปกรณ์เครื่องใช้ต่างๆ มากขึ้น เช่น เครื่องมือหาปลา (Sonar) ที่มีความฉลาดมากขึ้น เช่น สามารถบอกได้ว่า ฝูงปลาที่กำลังตรวจจับอยู่นั้นเป็นปลาชนิดใด, จำนวนเท่าไร เครื่องโทรศัพท์แบบที่สามารถเรียกเลขหมายปลายทางให้อัตโนมัติ (Voice phone) เพียงยกหูแล้วพูดชื่อของผู้ที่จะติดต่อเท่านั้น เครื่องอ่านตัวอักษร (OCR) ที่สามารถเปลี่ยนภาพตัวอักษรให้เป็นรหัสตัวอักษรแบบแอสกี้ ระบบนักบินอัตโนมัติ (Auto pilot aircraft) ระบบการคาดเดาอนาคตจากข้อมูลในอดีต (Forcasting, Prediction) ฯลฯ ซึ่งเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆที่นำเอา ANN มาใช้ช่วยวิเคราะห์นั้น จะมีความฉลาดมากขึ้นและมีระบบความคิดที่มีการทำงานในลักษณะคล้ายกับสมองของมนุษย์

นิวรัลเน็ตเวอร์ค หมายถึงโครงข่ายใยประสาทที่เชื่อมต่อกันระหว่างเซลล์ประสาทจำนวนมากมายมหาศาล มีความสามารถประมวลผลสูงบรรจุอยู่ในสมอง สมองชีวภาพที่เป็นจุดศูนย์กลางการควบคุมกินกรรมของการดำเนินชีวิต การวิจัยสร้างโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Networks) มีแนวคิดเลียนแบบการทำงานของสมองชีวภาพ โดยเรียนรู้และทำการศึกษาการทำงานของสมองชีวภาพเพื่อกำหนดแนวทางสำหรับการสร้างแบบจำลองขึ้นมา แล้วพยายามสมมติฐานลักษณะการทำงานโดยจำลองเป็นโมเดลคณิตศาสตร์ที่มีลักษณะเดียวกันแล้วดำเนินการคำนวณ โดยใช้คอมพิวเตอร์



รูปที่ 3.1 แสดงโครงสร้างตัวอย่างของเซลล์ประสาทชีวภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 นิวรัลเน็ตเวอร์คชีวภาพ

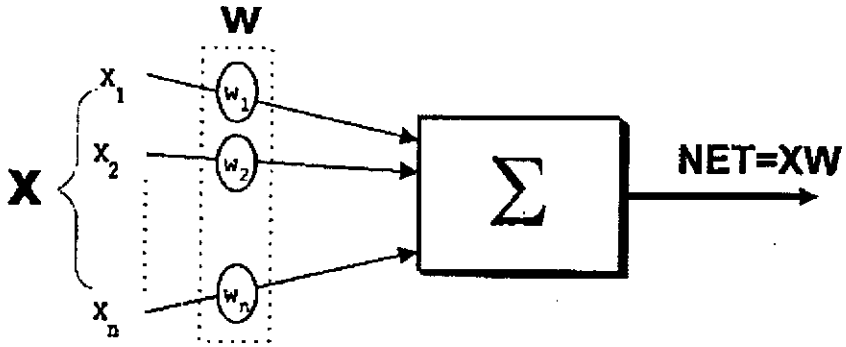
ระบบคิดคำนึงของมนุษย์ มีโครงสร้างพื้นฐานจากเซลล์สมองที่เรียกว่านิวรอล (Neurons) เรียงเป็นชั้นๆอย่างซับซ้อนจำนวนมหาศาล ประมาณหมื่นล้านนิวรอลและอาจมีจุดเชื่อมโยงส่งผ่านจุดเชื่อมโยงภายในถึงพันล้านจุด แต่ละนิวรอลจะมีคุณลักษณะแตกต่างกันไปโดยมีการทำงานคล้ายกันคือ รับเข้า, ประมวลผล, ส่งออกสัญญาณไฟฟ้าเคมีผ่านไปยังนิวรอล ซึ่งจะส่งสื่อสารไปตามระบบของสมอง

จากรูปที่ 3.1 ส่วนแขนงที่ขยายแยกออกไปจากตัวเซลล์ต่อไปยังเซลล์อื่นๆ เพื่อรับสัญญาณเรียกว่า เดรนไดรท์ (Dendrites) จุดรับสัญญาณจากเซลล์อื่นเข้ามายังตัวเซลล์จะผ่านมาทางจุดเชื่อมต่อที่เรียกว่า ซินแนปส์ (Synapse) ซึ่งแอกซอน (Axon) จะเป็นตัวส่งสัญญาณเอาท์พุทไปยังนิวรอลอื่น จากผลการวิจัยพบว่าแต่ละนิวรอลจะเชื่อมต่อออกไปยังนิวรอลอื่นๆ ซึ่งแต่ละนิวรอลจะมีคุณสมบัติในการเพิ่มขยายหรือลอทอนความเข้มของสัญญาณบางสัญญาณที่เข้ามาทางเดรนไดรท์ของเซลล์ (ซึ่งมีแขนงมากกมาย) อาจสามารถกระตุ้นตัวเซลล์ แต่บางสัญญาณก็อาจจะยับยั้งตัวเซลล์ เนื่องจากเซลล์ประสาทหนึ่งเซลล์มีเดนไดรท์มาก ดังนั้น สัญญาณกระตุ้นจากเดนไดรท์ ที่รับเข้ามาจากเซลล์ประสาทอื่นๆ จะถูกนำมารวมกันที่ตัวเซลล์ประสาทที่เซลล์ประสาทจะมีค่าเทรสโฮล (Threshold) ค่าหนึ่ง หากผลรวมของสัญญาณไฟฟ้าเคมี (Electrochemical) มีค่ามากกว่าเทรสโฮลเซลล์ เซลล์ประสาทก็จะส่งสัญญาณขนาดหนึ่งผ่านทางแอกซอนไปยังนิวรอลอื่นๆ การจัดเรียงชั้น (Layer) และลักษณะการเชื่อมโยงระหว่างนิวรอลในสมองนั้นมีการจัดเรียงที่ซับซ้อน สอดคล้องกับหน้าที่การทำงานเฉพาะส่วน มีการเจริญเติบโตสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและมีการเรียนรู้ตลอดเวลาซึ่งใช้เวลานอนนับปี ดังนั้นจึงนากที่จะสร้างโมดุลขึ้นมาเพื่อนเลียนแบบให้มีคุณลักษณะคล้ายสมองชีวภาพได้ทั้งหมด ผลงานที่ได้จากการทำวิจัยในปัจจุบันเป็นเพียงการจำลอง การเลียนแบบและการทำงานเฉพาะบางส่วนของโครงข่ายประสาท มาใช้เฉพาะกับงานใดงานหนึ่ง ซึ่งมีการวิจัยลักษณะของโครงข่ายแบบต่างๆขึ้นมา โดยแต่ละแบบจะเหมาะกับงานประเภทหนึ่งๆ เท่านั้น

3.2 โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Networks)

การออกแบบสร้างประสาทเทียมนั้นมีสมมติฐานขั้นแรกจากคุณสมบัติของระบบประสาทชีวภาพ ดังที่กล่าวมา กล่าวคือ ชุดรับสัญญาณข้อมูล อินพุทของเซลล์ประสาทหนึ่งได้จากสัญญาณเอาท์พุทของเซลล์ประสาทอื่นๆ ผ่านทางซินแนปส์และเดนไดรท์ ข้อมูลแต่ละค่าที่รับมาจะถูกลดขนาดด้วย ซินแนปติกส์ ซึ่งภายในประกอบด้วยสารเคมีประเภท K^{+},Ca^{++},Na^{+},Cl^{-} ซึ่งจะมีลักษณะทางความนำพัลส์ (Pulse) สัญญาณไฟฟ้าเคมีที่แตกต่างกัน ด้วยเหตุนี้ โมดุลประสาทเทียมที่สร้างขึ้น จะต้องมีการถ่วงน้ำหนักให้กับโมดุลก่อนที่จะนำเข้าสู่โมดุลประสาทเทียม จุดนี้เรียกว่า ซินแนปติกส์เวจท์ ปริมาณของข้อมูลที่เข้าสู่นิวรอลจะถูกนำมารวมกัน และตัดสินใจด้วยระดับความสนใจของนิวรอล (Activation level) แล้วจะส่งเป็นเอาท์พุทออกที่แอกซอนไปยังนิวรอลอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 แสดงไดอะแกรมนิวรอลที่สร้างขึ้น (Artificial Neuron)

แสดงถึงโมดุลที่สร้างขึ้นโดยแนวความคิดจากเซลล์สมองชีวภาพ สัญญาณอินพุทคือ $X_1,X_2,...X_n$ จะถูกป้อนเข้าไปยังนิวรอลที่สร้างขึ้น ซึ่งเปรียบเทียบได้กับสัญญาณที่ป้อนเข้ายังซินแนปส์ของนิวรอลชีวภาพ สัญญาณอินพุทนี้จะนำไปคูรกับค่าซินแนปติกส์เวท์ที่มีค่าตั้งแต่ 0.00-1 (Weight: ค่าที่ใช้ถ่วงน้ำหนัก) $W_1,W_2,...,W_n$ ก่อนที่จะเข้าสู่บล็อกซัมเมชั่น ซึ่งค่าถ่วงน้ำหนักนี้จะสอดคล้องกับค่าสเตรงท์ (Strength) ของจุดต่อซินแนปส์ชีวภาพแต่ละจุด (Single biologicl synaptic connection) บล็อกซัมเมชั่นนี้ก็จะทำหน้าที่สอดคล้องคล้ายกับตัวเซลล์สมองชีวภาพ ผลรวมทางคณิตศาสตร์ของอินพุตและเวท์จะได้เป็นเอาท์พุท เราเรียกว่า เน็ต (NET) ซึ่งเราจะรวมกันในรูปของเวกเตอร์ได้ดังนี้

$$NET = X_1W_1 + X_2W_2 + ... + X_nW_n \quad (3.1)$$

จะได้

$$NET = XW \quad (3.2)$$

ฟังก์ชันกระตุ้นความสนใจ (Activation Function)

เมื่อได้สัญญาณ NET แล้วกระบวนการต่อมาที่นิวรอลต้องทำคือตัดสินใจ เราจึงต้องกำหนดฟังก์ชั่นการตัดสินใจ เพื่อใช้เป็นระดับของการตัดสินใจให้กับนิวรอล เพื่อให้ได้สัญญาณเอาท์พุทของนิวรอลออกมา ซึ่งเชื่อมต่อไปยังนิวรอลตัวอื่นๆ เป็นโครงข่าย OUT ที่ได้อาจเป็น Simple linear function โดย

$$OUT = K[NET] \quad (3.3)$$

โดย K เป็นค่าคงที่ ที่เรียกว่า Threshold function

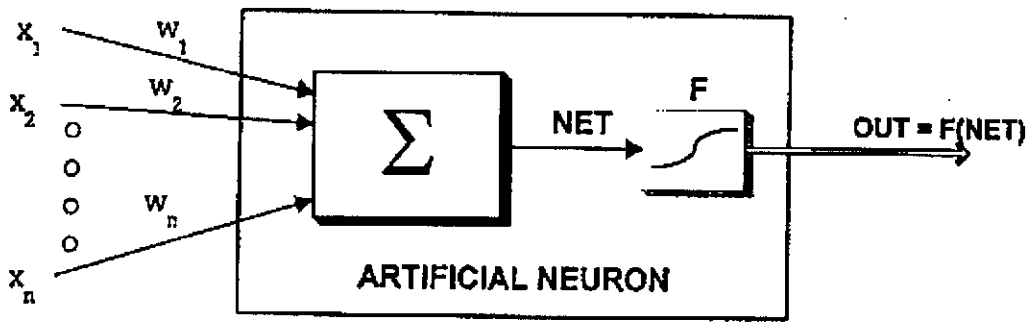
ตัวอย่างเช่น

OUT = 1 ถ้า NET > T

OUT = เมื่อเป็นกรณีอื่น

และ T เป็นค่าเทรสโฮลคงที่ หรืออาจเป็น Function อื่นๆ ที่เลียนแบบคุณสมบัติที่ไม่เป็นเชิงเส้นของเซลล์ประสาทชีวภาพได้อย่างใกล้เคียงกว่า และใช้เป็นฟังก์ชั่นให้กับโครงข่ายทั่วไปได้

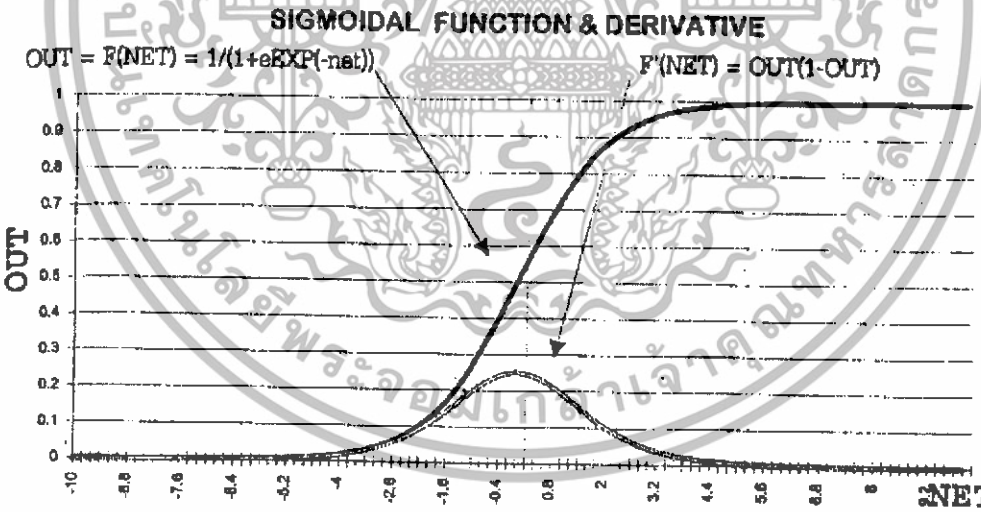
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 แสดงโมดูลนิวรอลที่สร้างขึ้นร่วมกับ Activation Function

บล็อก F จะรับผลที่ได้จาก NET มาสร้างเป็นสัญญาณเอาท์พุทที่ OUT โดยกระบวนการภายในบล็อก F จะบีบช่วงของ OUT ให้อยู่ในขอบเขตจำกัด ตามต้องการ ดังนั้น ค่า OUT จะมีค่าไม่ต่ำกว่าช่วงที่กำหนดโดยค่าของ NET เรานิยมบล็อก F นี้ว่าสแควชชิ่งฟังก์ชั่น (Squashing function) และโดยทั่วไปสแควชชิ่งฟังก์ชั่นที่ใช้เป็นแบบลอจิสติคฟังก์ชั่น หรือซิกมอยด์ (Logistic function or "Sigmoid") ซึ่งจะมีรูปร่างคล้ายตัว S โดยเขียนสมการคณิตศาสตร์ได้ดังนี้คือ

$$F(x) = \frac{1}{(1-e^{-x})} \tag{3.4}$$



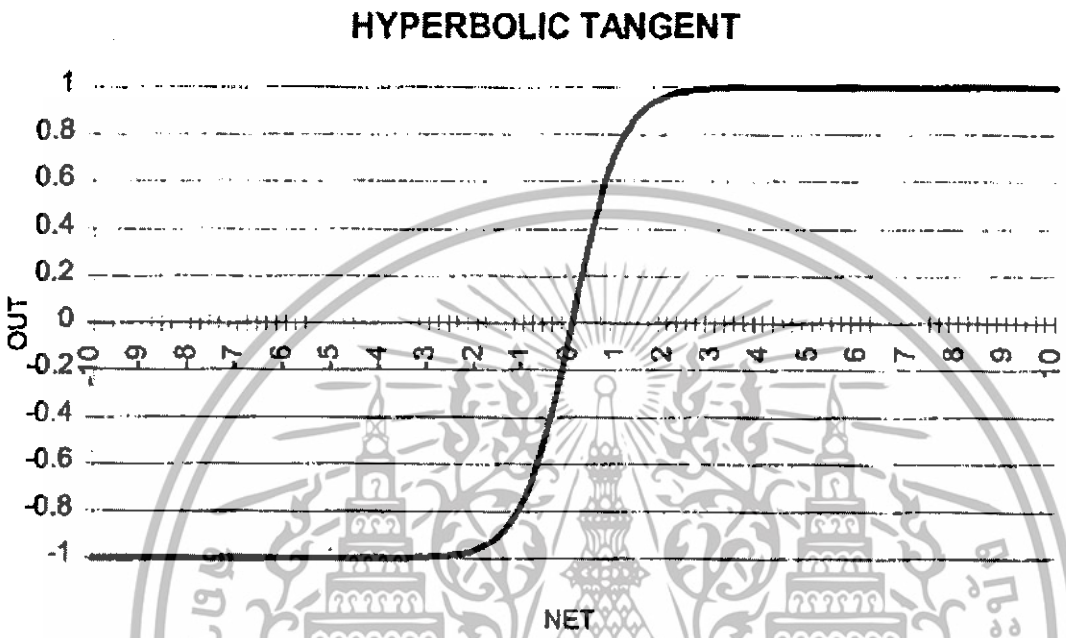
รูปที่ 3.4 แสดงกราฟที่ได้จากสมการซิกมอยด์ลอจิสติกฟังก์ชั่น(Sigmoidal logistic function)

ลักษณะของเทรสโฮลฟังก์ชั่นมีลักษณะเป็น Non-linear function เช่น S-Curve เราจะได้ค่าเอาท์พุท ที่มีความไวต่อสัญญาณอินพุทที่มีขนาดเล็กๆ และเฉลี่ยต่อสัญญาณแรงๆ ซึ่งสัญญาณอ่อนๆไปทางบวกเพียงเล็กน้อยก็จะให้ OUT ใกล้เคียง "1" กระตุ้นหรือสัญญาณอ่อนๆ ทางลบเพียงเล็กน้อยก็จะทำให้ Output ใกล้เคียง "0" (ยับยั้ง) ขณะที่สัญญาณแรงๆ ทางบวกก็ยังคงให้ Output ใกล้เคียง "1" และสัญญาณทางลบแรงๆ ก็ยังคงให้ Output ใกล้เคียง "0" เช่นกัน คุณลักษณะแบบนี้ เป็นแบบ NON-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LINEAR GAIN ซึ่งคุณลักษณะแบบนี้สามารถแก้ปัญหา Noise-saturation dilemma ได้ และทำให้นิวรอลเทียมที่สร้างขึ้นสามารถทำงานกับขนาดของอินพุทได้กว้างมากขึ้น

ยังมีฟังก์ชั่นอื่นๆ อีกคือ ไฮเปอร์โบลิก แทนเจนท์ (Hyperbolic tangent) มันจะมีลักษณะคล้ายกับ Logistic function และนิยมใช้บ่อยๆ ในการสร้างโมดุลคณิตศาสตร์ การกระตุ้นเร้าความสนใจของเซลล์สมองเทียม ซึ่งมีคุณสมบัติคล้ายชีวภาพของเซลล์สมอง คือ OUT= Tanh(X)



รูปที่ 3.5 แสดง Hyperbolic Tangent Function

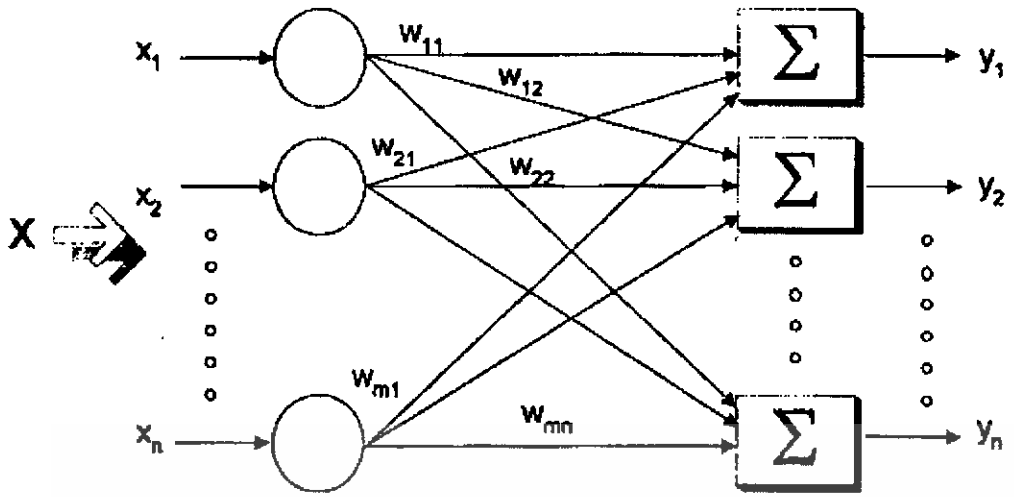
ส่วนที่เหมือนกับ ซิกมอยด์ ลอจิสติก ฟังก์ชั่น คือมีลักษณะเป็น S แต่เนื่องจากมันจะมีความสมมาตรจึงให้ OUTPUT อยู่ระหว่าง "-1" ถึง "1" OUTPUT จะเป็น "0" เมื่อ NET เป็น "0" OUTPUT เข้าใกล้ "1" เมื่ออินพุทไปทางบวกและเข้าใกล้ "-1" เมื่อ อินพุทมีทิศทางไปทางลบ

3.2.1 โครงข่ายประสาทเทียมแบบชั้นเดียว (Single Layer Artificial Neural Networks)

ที่กล่าวมาจะถึงจุดนี้เป็นการกล่าวถึงหลักการและเหตุผลในการสร้างเซลล์ประสาทเทียมเพียงหนึ่งเซลล์ โดยใช้แนวความคิดจากเซลล์ประสาทชีวภาพ การจะนำเซลล์ประสาทเทียมมาใช้งานได้นั้นต้องใช้เซลล์ประสาทเทียมที่มีคุณลักษณะต่างๆกัน (ค่า Weight จะทำให้คุณสมบัติของเซลล์ประสาทเทียมแต่ละเซลล์มีคุณลักษณะแตกต่างกันไป) มาเชื่อมโยงเป็นโครงข่ายในลักษณะเดียวกับเซลล์สมองชีวภาพเสียก่อน ซึ่งลักษณะการเชื่อมโยงมีหลายชนิด แต่ละชนิดก็มีคุณลักษณะเด่นที่แตกต่างกันไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



รูป 3.6 แสดงลักษณะโครงข่ายประสาทเทียมแบบชั้นเดียว (Single-Layer Neural Networks)

จากรูป เป็นโครงข่ายประสาทเทียมแบบชั้นเดียว ที่ประกอบด้วยเซลล์ประสาทเทียมง่ายๆ หลายชุด ความสามารถในการคำนวณของโครงข่ายประสาทเทียมได้มาจากลักษณะการเชื่อมต่อเป็นโครงข่ายประสาทเทียมโครงข่ายง่ายๆ เป็นกลุ่มโมดุลประสาทเทียมที่เชื่อมต่อกัน เป็นชั้นๆ (Layer)

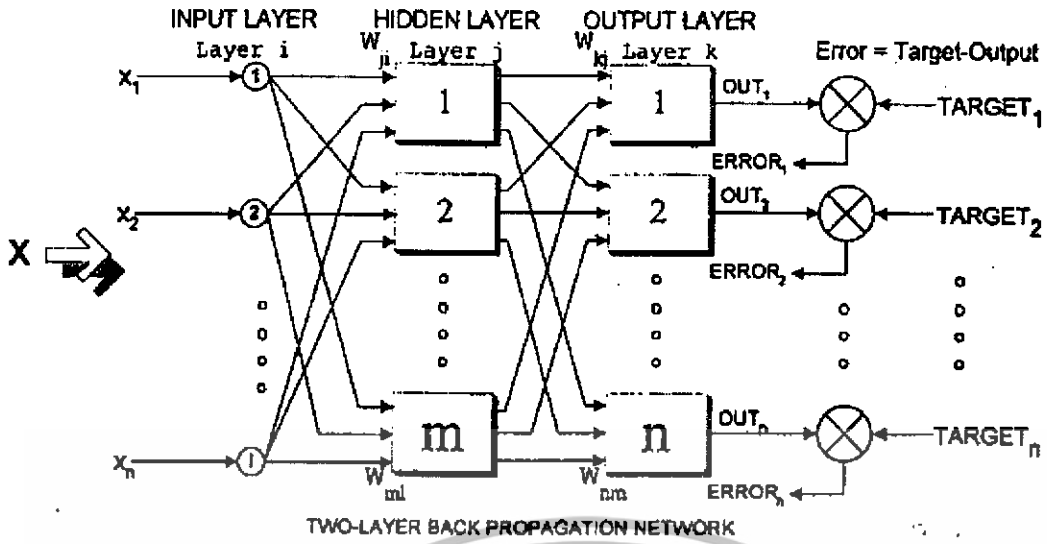
อย่างไรก็ดีลักษณะการเชื่อมโยงระหว่างโครงข่ายไม่ได้มีแบบเดียว การเชื่อมโยงระหว่างเลเยอร์อาจมีการเชื่อมโยงย้อนกลับมาที่อินพุทเลเยอร์อีก ซึ่งโครงข่ายประสาทชีวภาพก็มีลักษณะดังกล่าวเช่นกัน สำหรับค่า Weight มีวิธีการพิจารณาในรูปของ เวจท์เมตริก (Weight matrix) ซึ่งหากโครงข่ายมีหลายชั้นจะช่วยให้ระบุค่าเวจท์ได้ง่ายขึ้น และเพื่อหลีกเลี่ยงความสับสนจะกำหนดเป็นไดเมนชั่น (Dimensions) ของเมตริก โดยให้ m แทนจำนวนแถว หรือจำนวนของอินพุทและ n แทน จำนวนของนิวรอล ที่สร้างขึ้น ตัวอย่างเช่น เวจท์ ที่เชื่อมระหว่างอินพุท ตัวที่ 4 กับนิวรอลตัวที่ 2 คือ $W_{4,2}$

3.2.2 โครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น (Multilayer Artificial Neural Networks)

โครงข่ายที่ซับซ้อนจะมีความสามารถในการคำนวณที่ดีขึ้นมันจะเป็นโครงข่ายที่มีโครงสร้างเป็นจินตนาการที่น่าเป็นไปได้โดยการจัดการเชื่อมโยงนิวรอลมีโครงสร้างเป็นชั้นๆ คล้ายส่วนหนึ่งของสมอง และมีการพัฒนาอัลกอริทึมเกี่ยวกับการฝึกสอนให้โครงข่ายแบบหลายชั้นทำงานได้ ตามความต้องการแล้ว เมื่อไม่นานมานี้ โครงข่ายแบบหลายชั้น อาจจะสร้างจาก กลุ่มของโครงข่ายแบบชั้นเดียวเอาท์พุทของ Layer หนึ่ง จะใช้เป็นอินพุทของ Layer ถัดไป แสดงเน็ตเวอร์คที่มีการเชื่อมต่อแบบสองชั้น

73155

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 แสดงไดอะแกรมของ Backpropagation Neural Networks แบบสองชั้น

ชั้นที่ต่อโดยตรงกับอินพุท เรียกว่า อินพุทเลเยอร์ (Input layer) ชั้นนี้จะไม่มีการคำนวณ แต่จะทำหน้าที่ต่อเชื่อมข้อมูลไปยังชั้นถัดไป ชั้นที่อยู่ท้ายสุดทางขวามือเรียกว่า เอาท์พุทเลเยอร์ (Output layer) เป็นชั้นที่โครงข่ายจะให้ผลลัพธ์ ส่วนชั้นที่อยู่ระหว่างอินพุทเลเยอร์และเอาท์พุทเลเยอร์ จะมีกี่ชั้นก็ตามจะเรียกว่า ฮิดเดนเลเยอร์ (Hidden layer) หากฮิดเดนเลเยอร์มีหลายๆชั้นก็จะมีการตั้งชื่อเฉพาะลงไปให้กับแต่ละชั้น

ฟังก์ชั่นกระตุ้นความสนใจแบบไม่เป็นเชิงเส้น(The Nonlinear Activation Function)

การนำเอาท์พุทของเลเยอร์หนึ่ง มาเชื่อมกับอินพุทของเลเยอร์ชั้นถัดไป โดยผ่านฟังก์ชั่นกระตุ้นความสนใจแบบไม่เป็นเชิงเส้น จะทำให้โครงข่ายมีความสามารถในการคำนวณที่เพิ่มขึ้น (หากไม่ผ่านฟังก์ชั่นดังกล่าวความสามารถการคำนวณจะไม่เพิ่มขึ้นและจะมีความสามารถไม่แตกต่างไปจาก Single layer networks) และสามารถกำหนดขอบเขตของเอาท์พุทให้อยู่ในช่วงที่ต้องการได้

3.3 การฝึกสอนให้กับโครงข่ายประสาทเทียม (Training of Artificial Neural Networks)

ค่าเวจท์ มีความสัมพันธ์กับอะไร? เปลี่ยนแปลงอย่างไร? นั้นก็เช่นเดียวกับเด็กที่คลอดออกมาก็มีสมองแล้วแต่สมองยังไม่เจริญเติบโตเพียงพอและยังไม่ได้รับการฝึกสอนและเรียนรู้ เด็กจึงไม่สามารถทำกิจกรรมใดๆด้วยตนเอง เว้นแต่กิจกรรมที่ธรรมชาติสร้างมาพร้อมกับการกำเนิดที่เรียกว่า "สัญชาติญาณ" ซึ่งธรรมชาติใส่คุณลักษณะบางอย่างให้เซลล์สมองบางส่วนตั้งแต่ทารกเจริญเติบโตอยู่ในครรภ์มารดา เช่น ระบบควบคุมการหายใจ, ความรู้สึก, การเรียกร้องเมื่อหิว, การตอบสนองต่อสิ่งเร้า ฯลฯ เด็กจะพัฒนาการเรียนรู้ไปตามขั้นตอน หลังจากนั้นสมองของเขาจะได้รับการฝึกสอน และเจริญเติบโตไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พร้อมๆกัน เซลล์สมองจะได้รับการปรับคุณลักษณะสอดคล้องกับการฝึกสอน และจะเจริญเป็นโครงข่ายสอดคล้องกัน

โครงข่ายประสาทเทียมที่สร้างขึ้นมีลักษณะเช่นเดียวกัน คือ เมื่อสร้างเสร็จ แต่ละเซลล์ประสาทที่สร้างขึ้นมานั้น จะยังไม่มีคุณลักษณะใดเลย เนื่องจากยังไม่มีการกำหนดค่าซินแนปติกส์เวจท์ที่เหมาะสมกับงานที่ต้องการให้กับมัน จึงต้องมีการฝึกสอนเพื่อให้เน็ตเวอร์คที่สร้างขึ้นมีคุณลักษณะตามที่ต้องการ การฝึกสอนของโครงข่ายประสาทเทียม จะกระทำโดยการปรับเปลี่ยนค่าซินแนปติกส์เวจท์เพื่อให้โครงข่ายจดจำ แพตเทอร์นความสัมพันธ์ระหว่างอินพุทกับเอาท์พุทได้ โดยในขั้นแรกอาจกำหนดเป็นค่าสุ่มใดๆ (Random weight) ก่อนแล้วถึงปรับเปลี่ยนเวจท์ไปตามอัลกอริทึมสมมติฐาน หลายๆรอบจนกว่าจะได้เอาท์พุทของเน็ตเวอร์ค เหมือนกับเอาท์พุทที่ต้องการ ในเงื่อนไขความผิดพลาดที่ยอมรับได้

3.3.1 วัตถุประสงค์ของการเทรนนิ่ง (Objective of Training)

เนื่องจากค่าเวจท์ที่ให้เป็นค่าสุ่มใดๆ โครงข่ายจึงไม่แสดงคุณลักษณะใดออกมา การฝึกสอน (Training) ให้โครงข่ายก็คือการปรับค่าเวจท์ทุกๆจุดให้สอดคล้องกับอินพุทหลายๆแบบ เพื่อให้ได้เอาท์พุทตามต้องการนั่นเอง การฝึกสอนโครงข่าย จะต้องบรรลุถึงกระบวนการเข้าใจพื้นฐานเสียก่อน คือการเรียนรู้ในโครงข่ายประสาทเทียมนั้นมีขีดจำกัด ปัญหาต่างๆ ผู้ใช้คงต้องแก้ไขให้มันก่อน แล้วนำผลนั้นไปอ้างอิงสำหรับการปรับปรุงค่าเวจท์ หลังจากปรับเวจท์จนได้ค่าผิดพลาดที่เอาท์พุทเทียบกับเป้าหมายน้อยลงเป็นที่พอใจแล้ว โครงข่ายประสาทเทียมนั้นก็พร้อมที่จะวิเคราะห์อินพุทและให้เอาท์พุทตามลักษณะตัวอย่างที่มันเคยเรียนรู้มาการเรียนรู้จะมีการปรับเวจท์หลายๆรอบ จนค่าเวจท์สอดคล้องกับตัวอย่างหลายๆตัวอย่าง และให้เอาท์พุทตามต้องการ พบว่าโครงข่ายได้ตัวอย่างสำหรับการเทรนนิ่งมากๆ โครงข่ายก็จะมีความแม่นยำสูงขึ้น แต่ก็จะใช้เวลาในการเทรนนิ่งเพิ่มขึ้นเช่นกัน หากพิจารณาต่อไปจะพบว่า โครงข่ายประสาทเทียมที่สร้างขึ้นจะมีพฤติกรรมคล้ายกับระบบการเรียนรู้ของมนุษย์มากเป็นเพราะมีต้นแบบมาจากระบบประสาทชีวภาพนั่นเอง

3.3.2 การเทรนนิ่งแบบควบคุม (Supervised Training)

เทรนนิ่งอัลกอริทึมถูกจัดเป็น 2 ประเภท คือ แบบควบคุม (Supervised training) และแบบอิสระ (Unsupervised training) โดย การเทรนนิ่งแบบควบคุม จะต้องการคู่ของการเทรนนิ่งระหว่างอินพุทกับเป้าหมายที่ต้องการที่เรียกว่า เทรนนิ่งแพร์ (Training pairs) โครงข่ายจะถูกเทรนไปตามจำนวนของคู่ที่เทรนนิ่ง (จำนวนคู่ของ Input กับ Output ที่ต้องการให้โครงข่ายรู้จัก) เอาท์พุทที่คำนวณได้จากโครงข่ายจะถูกเปรียบเทียบกับความสอดคล้องกับเป้าหมายค่าผิดพลาดที่เกิดขึ้นจะถูกป้อนกลับไปยังโครงข่ายและเปลี่ยนแปลงค่าเวจท์ให้สอดคล้องกับอัลกอริทึม ที่ทำให้แนวโน้มของค่าผิดพลาดที่เกิดขึ้นระหว่างเอาท์พุทกับเป้าหมายโดยเฉลี่ยมีค่าลดต่ำลง ตัวอย่างการเทรนนิ่งแบบนี้ ได้แก่ การเทรนนิ่งแบบแพร่กลับ (Back propagation)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 การเทรนนิ่งแบบอิสระ (Unsupervised Training)

ถึงแม้ว่าอัลกอริทึมแบบควบคุม (Supervised training) สามารถจะประยุกต์ใช้เพื่อปรับคุณลักษณะของโครงข่ายได้สำเร็จ แต่ก็ยังมีข้อวิจารณ์อยู่ คือ มันเป็นไปอย่างชีวภาพไม่ได้ และยากที่จะเชื่อได้ว่ากลไกการเทรนนิ่งของสมองจะต้องการ การเปรียบเทียบระหว่างค่าที่ต้องการกับเอาท์พุทจริง โดยกระบวนการป้อนกลับไปแก้ไขคุณลักษณะของโครงข่าย และถ้าสมมติว่า ถ้าสมองมีกลไกเช่นนี้ ต้องมีผู้หาเอาท์พุทที่ต้องการเพื่อนำมาเป็นเป้าหมายตลอดเวลา และจะเอามาจากที่ใด? สรุปคือ ต้องมีผู้คิดเป้าหมายให้กับโครงข่ายก่อน โครงข่ายไม่สามารถคิดและปรับคุณลักษณะได้ก่อนด้วยตนเอง ในทางตรงกันข้ามหากพิจารณะทารกแรกเกิดสมองของเขาสามารถจัดระบบเองได้อย่างไร? การเทรนนิ่งแบบอิสระ (Unsupervised training) ที่สร้างขึ้นคงยังห่างไกลความเป็นไปได้ ที่จะมีลักษณะการเทรนนิ่งแบบระบบของสมอง จนกระทั่งมีการพัฒนาการ เทรนนิ่งแบบอิสระนี้ขึ้นการปี 1984 ได้เสนอแนวคิดที่เป็นการเทรนนิ่งแบบไม่ต้องการเป้าหมาย ไม่มีการตัดสินใจด้วยเหตุผลในอุดมคติมาก่อน ชุดของการเทรนนิ่ง จะมีเพียงอินพุทเวกเตอร์เท่านั้น เทรนนิ่งอัลกอริทึมจะเปลี่ยนแปลงค่าเวจท์ของโครงข่าย เพื่อสร้างเอาท์พุทที่มีความมั่นคง ยกตัวอย่างเช่น หากให้โครงข่ายรู้จำภาพหน้าคนหนึ่ง หากภาพหน้าคนคนนั้น เปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อย (Image อาจมี Noise รวมอยู่บ้าง) โครงข่ายนั้นก็ยังสามารถบอกได้ว่า คนคนนั้นเป็นคนเดิมเป็นต้น การเทรนนิ่งจะไม่มีการตัดสินใจมาก่อน ไม่มีการกำหนดแบบเอาท์พุทมาก่อน (อาจกล่าวได้ว่าแบบเอาท์พุทจะถูกกำหนดโดยอินพุทเวกเตอร์นั่นเอง) ดังนั้น เอาท์พุทของโครงข่ายก็เช่นกัน ส่วนใหญ่จะถูกแปรรูปซึ่งจะเข้าใจได้ภายหลังกระบวนการเทรนนิ่ง ดังนั้นจึงไม่สามารถแก้ปัญหาที่เคร่งครัดสำคัญได้ แต่มักนิยมใช้โครงข่ายแบบนี้กับงานง่ายๆ ประเภทการเปรียบเทียบเอกลักษณ์, รูปแบบที่สัมพันธ์กันระหว่างอินพุท-เอาท์พุท ที่ถูกกำหนดโดยโครงข่าย

3.3.4 วิธีการแก้ปัญหาการฝึกสอน (Training Algorithm)

ส่วนใหญ่แล้วทุกวันนี้ การแก้ปัญหาฝึกสอนของโครงข่ายค่อยๆ พัฒนาก้าวหน้าขึ้นจากแนวความคิดของ ดี โอ เฮบบ์ (ปี 1961) เขาได้เสนอโมเดลของ การเทรนนิ่งแบบอิสระ (Unsupervised training) ในแบบซินแนปติกส์สเตรงท์ หรือเวจท์ซึ่งจะเพิ่มขึ้น ถ้าทั้งแหล่งกำเนิด (Input Source) และจุดหมายปลายทาง (Destination) ของนิวรอลได้รับการสนใจ กรณีนี้ถ้ามีการใช้งานทางเส้นนี้บ่อยๆก็จะทำให้ซินแนปติกส์สเตรงจ์(หรือเวจท์)แข็งแรงขึ้น (เซลล์สมองที่ใช้งานมากบ่อยๆก็จะทำให้ซินแนปส์ใหญ่ขึ้น การส่งผ่านข้อมูลพัลล์ไฟฟ้าทำได้ดีขึ้น ทำให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น เช่นสามารถคิดหรือจดจำได้เร็วและดีขึ้น) โครงข่ายประสาทเทียมนี้ ใช้การเรียนรู้แบบเฮบเบน (Habbian learning) จะเพิ่มค่าเวจท์ของโครงข่ายอย่างสอดคล้องกับผลคูณของระดับความสนใจของแหล่งกำเนิดและจุดหมายของนิวรอลตามสมการนี้

$$W_{ij}(n+1) = W_{ij}(n) + \alpha OUT_i OUT_j \qquad (3.5)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงข่ายที่มีลักษณะการเทรนนิ่งแบบเฮบเบนนั้น เป็นผลมาจากการพัฒนามาแล้วกว่า 20-30 ปี โดยเฉพาะงานของโรเซนเบลทท์ (Rosenblatt:1962), วิโดรว์(Widrow:1959), วิโดรว์และฮอฟฟ (Widrow&Hoff:1960) และอีกหลายๆคนที่พยายามพัฒนาระบบการเทรนนิ่งแบบควบคุม ที่สร้างโครงข่ายที่สามารถเรียนรู้แบบของอินพุทได้อย่างกว้างขวางและมีอัตราการเรียนรู้สูง ที่บรรลุผลได้จากหลักการพื้นฐานของการเรียนรู้หรือเทรนนิ่งให้กับโครงข่ายเช่น Perceptrons, Hopfieldnets, Backpropagation Networks และ Counter propagation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
หลักการทำงานและโครงสร้างของโปรแกรม

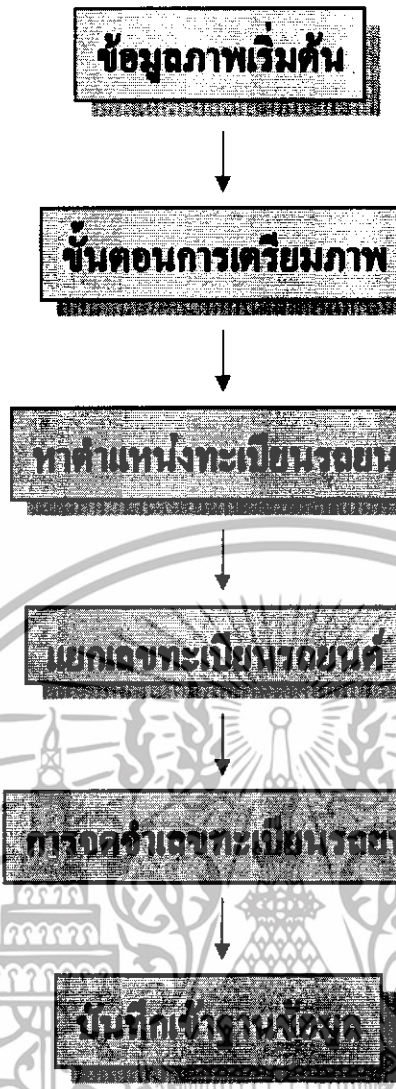
4.1 โครงสร้างของระบบจดจำเฉยทะเบียนรถยนต์

ระบบจดจำเลขทะเบียนรถยนต์นี้ ประกอบด้วยส่วนสำหรับรับภาพ และส่วนของโปรแกรมเพื่อประมวลผลภาพ ในส่วนของการรับภาพจะประกอบด้วยกล้องวีดีโอสำหรับจับภาพทางด้านหน้าของรถยนต์ เมื่อรถยนต์ผ่านอุปกรณ์ตรวจจับด้วยแสง คอมพิวเตอร์จะสั่งจับภาพในขณะนั้นมา 1 เฟรม และเก็บข้อมูลภาพแบบบิตแมปเกรย์เสกล 256 ระดับ และนำภาพที่ได้ไปประมวลในส่วน โปรแกรมต่อไป

รูปที่ 4.1 โครงสร้างของระบบ

ในส่วนของโปรแกรมประมวลผลภาพนั้นมีขั้นตอนในการแยกหมายเลขทะเบียนออกจากข้อมูลภาพทั้งหมด โดยมีขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมดังนี้คือ ในขั้นแรกจะเป็นขั้นตอนของการเตรียมภาพโดยภาพเกรย์เสกล 256 ระดับจะถูกแปลงให้เป็นภาพแบบไบนารีด้วยวิธีการเลือกค่าเทรชโฮล ซึ่งจะเหลือข้อมูลภาพเพียงสองระดับ คือ 0 และ 1 โดย 0 จะเป็นพื้นหลัง ส่วน 1 จะเป็นวัตถุในภาพ จากนั้นจะทำการกำจัดสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้น แล้วจึงแยกวัตถุออกจากกัน แล้วจึงพิจารณาแต่ละวัตถุว่าน่าจะเป็นเลขทะเบียนหรือไม่ โดยอาศัยคุณสมบัติที่สังเกตได้ เช่น ขนาด การเรียงตัว เป็นต้น หลังจากขั้นตอนนี้จะได้ตำแหน่งของเลขทะเบียนรถยนต์ แล้วจึงแยกเลขทะเบียนออกจากภาพเพื่อเข้าสู่ขั้นตอนการจดจำรูปแบบในลำดับต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม

4.2 การเตรียมข้อมูลภาพ

4.2.1 การแปลงข้อมูลภาพไบนารี

ในขั้นตอนแรก จะเป็นการเตรียมข้อมูลภาพเพื่อใช้ในการประมวลผล เนื่องจากระบบไม่สะดวกในการทำงานในเวลาจริงได้ ดังนั้นเพื่อความสะดวกจะใช้ข้อมูลภาพที่เก็บเป็นไฟล์บิตแมปไว้แล้วแทนข้อมูลภาพจากกล้องวีดีโอ โดยจะใช้ภาพที่ถ่ายทางด้านหน้าของรถยนต์ ข้อมูลภาพที่ได้นี้จะถูกเก็บเป็นไฟล์บิตแมปแบบเกรย์เสกล 256 ระดับ ตัวอย่างของภาพที่ได้แสดงดังรูปที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

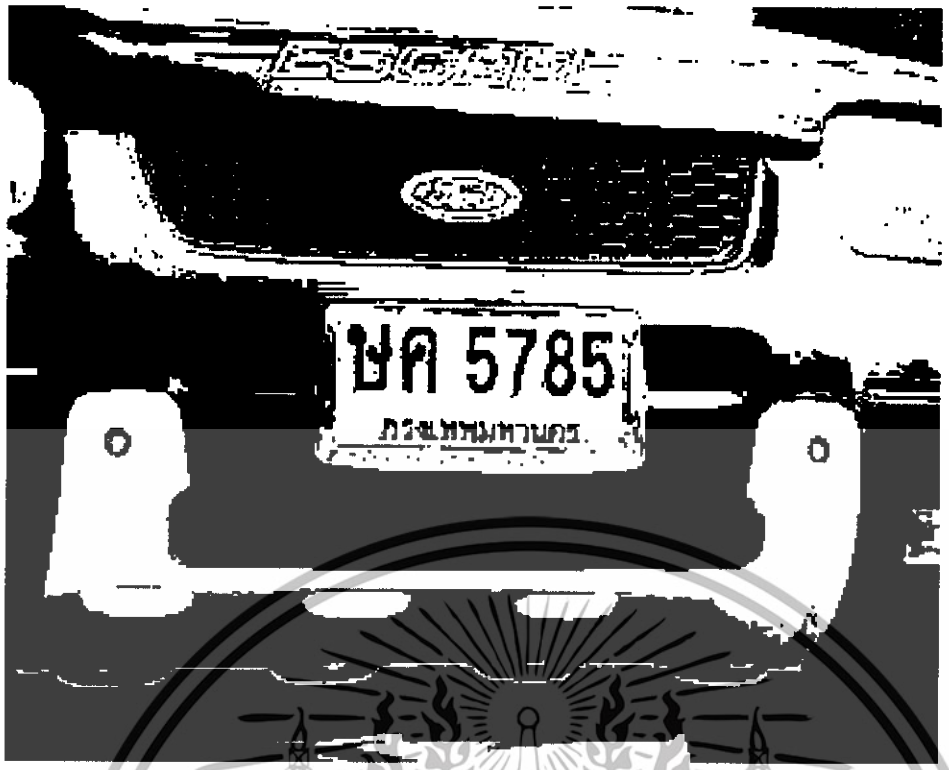
รูปที่ 4.3 ภาพตัวอย่างด้านหน้ารถยนต์

ถ้าพิจารณาจากลักษณะของแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ที่สังเกตได้ จะพบว่าโดยทั่วไปแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์จะมี 2 สี คือสีขาวซึ่งเป็นสีของพื้นหลังและสีดำซึ่งเป็นสีของเลขทะเบียนรถยนต์ เมื่อพิจารณาจากตัวอย่างของภาพที่ถ่ายด้านหน้าของรถยนต์ จะเห็นว่าสีของเลขทะบียนรถยนต์กับพื้นหลัง มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน กล่าวคือ สีของเลขทะเบียนรถยนต์จะเข้มกว่าพื้นหลัง และนอกจากนี้ เลขทะเบียนรถยนต์แต่ละตัวจะแยกออกจากกันเป็นตัวเดี่ยวๆ จึงสามารถใช้ลักษณะของป้ายทะเบียนรถดังที่กล่าวมาแล้วเพื่อทำการแยกเลขทะเบียนรถยนต์แต่ละตัวออกจากกันได้ ด้วยการแยกข้อมูลในภาพออกเป็นส่วนของสีขาวซึ่งเป็นพื้นหลังของป้ายทะเบียน และส่วนของสีดำซึ่งเป็นส่วนของเลขทะเบียน

แสดงตัวอย่างภาพของแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ที่เป็นภาพบิตแมปแบบเกรย์เสกล 256 ระดับ โดยมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 255 พิกเซลที่สว่างที่สุดจะมีค่าเท่ากับ 255 หรือพิกเซลสีขาว ส่วนพิกเซลที่มีความเข้มมากที่สุดหรือสว่างน้อยที่สุดหรือพิกเซลสีดำจะมีค่าเท่ากับ 0

เพื่อทำให้ข้อมูลภาพมีรูปแบบที่เหมาะสมในการประมวลผล จึงต้องทำการแปลงข้อมูลของภาพให้เป็นภาพไบนารี คือ มีระดับสีเพียง 2 ระดับได้แก่สีดำเป็น 1 และสีขาวเป็น 0 วิธีการแปลงข้อมูลของภาพให้เป็นไบนารีนั้น ทำได้โดยการเลือกค่าเทรชโฮลที่เหมาะสม โดยข้อมูลภาพที่มีค่าระดับความสว่างสูงกว่าค่าเทรชโฮลจะถูกปรับให้เป็น 0 หรือสีขาว ส่วนค่าระดับความสว่างที่มีค่าต่ำกว่าค่าเทรชโฮลจะถูกปรับให้เป็น 0 หรือสีดำ

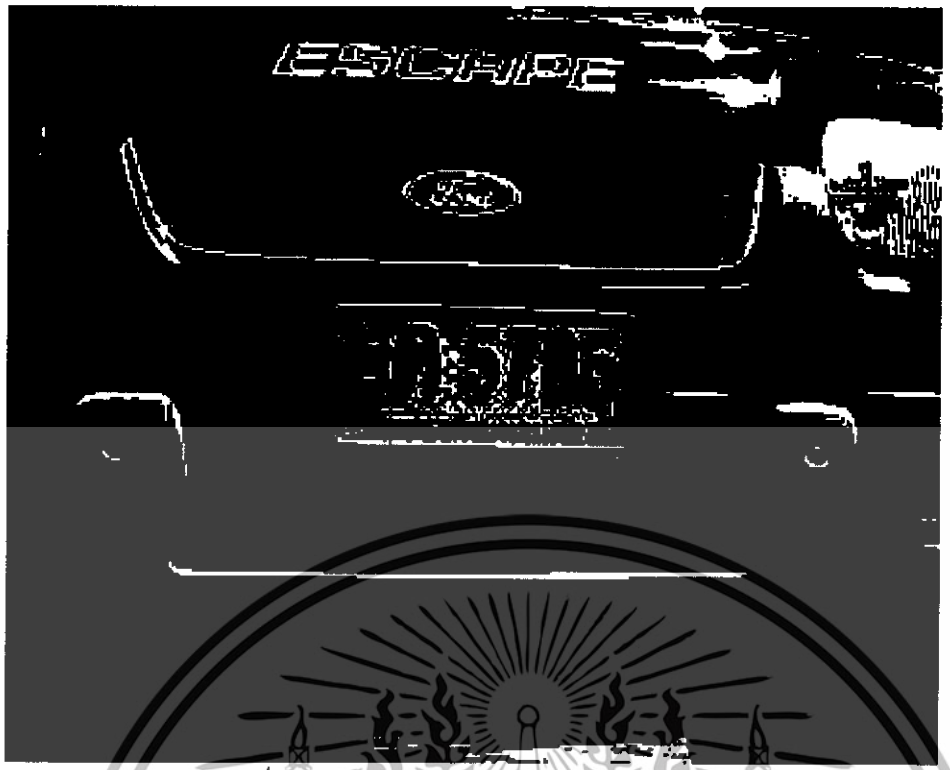
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 ภาพที่ได้จากการแปลงเป็นไบนารี่

ภาพที่เป็นภาพไบนารีแล้วจะ ได้เลขทะเบียนแยกออกจากพื้นหลังของป้ายทะเบียนเป็นตัวเดี่ยวๆอย่างชัดเจน เนื่องมาจากการเลือกค่าเทรชโฮลที่เหมาะสม แต่อาจมีบางกรณีที่เลือกค่าเทรชโฮลสูงหรือต่ำเกินไป จะทำให้ไม่สามารถแยกเลขทะเบียน ได้ทุกตัวหรือสูญเสียเลขทะเบียนบางตัวไป ดังนั้นต้องเลือกค่าเทรชโฮลที่เหมาะสมที่สุดในการแปลงเป็นภาพไบนารีเพื่อให้เกิดความเสียหายของข้อมูลน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 แสดงการเลือกค่า Threshold สูงเกินไป

รูปที่ 4.6 แสดงการเลือกค่า Threshold ต่ำเกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 การกำจัดสิ่งรบกวน

ในขั้นตอนของการแปลงให้เป็นภาพไบนารีนั้น อาจทำให้เกิดพิกเซลสีดำเดี่ยวๆจำนวนมาก ซึ่งเป็นสิ่งรบกวน (Noise) ทำให้เกิดผลต่อการประมวลผลในขั้นต่อไปได้ ดังนั้นจึงต้องกำจัดพิกเซลที่เป็นสิ่งรบกวนนี้ออกจากภาพ โดยการหาตำแหน่งของพิกเซลสีดำที่ไม่มีพิกเซลข้างเคียงเลย แล้วเปลี่ยนให้เป็นพิกเซลสีขาวแทน

4.2.3 การหาตำแหน่งของเลขทะเบียนรถยนต์

หลังจากที่ภาพผ่านการแปลงให้เป็นไบนารีแล้ว สามารถหาตำแหน่งของเลขทะเบียนรถยนต์ได้ โดยการพิจาณาว่าเลขทะเบียนแต่ละตัวคือกลุ่มของพิกเซลสีดำหรือพิกเซลที่มีค่าเป็น 1 ติดกัน ดังนั้นภาพที่ผ่านการแปลงเป็นไบนารีแล้วนี้จะมีกลุ่มของพิกเซลดังกล่าวอยู่หลายกลุ่มทั้งที่เป็นเลขทะเบียนและส่วนอื่นๆของภาพ

ในการรวมพิกเซลที่มีค่า 1 ติดกัน ใช้หลักการของ Region Labeling หรือการกำหนด label ให้กับทุกๆพิกเซล โดยพิจารณาทีละพิกเซลตั้งแต่แถวบนสุดจนถึงแถวล่างสุด และจากซ้ายไปขวาในแต่ละแถว เมื่อพิจารณาพิกเซลที่มีค่า 1 ที่ตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่ง พิกเซลที่อยู่แถวบนและพิกเซลทางด้านซ้ายจะถูกพิจารณามาก่อนหน้านี้แล้ว ถ้ามีพิกเซลใดๆ ของแถวบนและทางซ้ายมีค่า 1 ด้วยก็จะกำหนด label ให้กับพิกเซลที่กำลังพิจารณาอยู่เหมือนกับพิกเซลนั้น ถ้ากรณีที่มีพิกเซลของแถวบนและทางซ้ายมีค่า 1 มากกว่า 1 พิกเซลและมี label ไม่เท่ากัน ก็จะบันทึก label ที่สมมูลกันไว้

เมื่อทำการกำหนด label ให้กับทุกๆ พิกเซลแล้ว จะทำการพิจาณาแต่ละพิกเซลอีกครั้งหนึ่งเพื่อเปลี่ยน label ที่สมมูลกันให้เหมือนกัน เมื่อเสร็จสิ้นขั้นตอนนี้แล้ว แต่ละส่วนในรูปก็จะประกอบด้วยพิกเซลที่มี label เหมือนกัน และจะถูกแทนด้วยบล็อกของแต่ละ label

4.2.4 การแยกเลขทะเบียนออกจากภาพ

หลังจากที่แต่ละส่วนในภาพถูกแทนด้วยบล็อกแล้ว ขั้นตอนต่อไปจะพิจารณาคุณสมบัติของแต่ละบล็อกเพื่อหาบล็อกที่เป็นเลขทะเบียน โดยพิจารณาจากคุณสมบัติของแต่ละบล็อกดังต่อไปนี้

1. ความสูง
2. ความกว้าง
3. ตำแหน่ง

ในขั้นแรก บล็อกที่ไม่ได้ขนาดซึ่งอาจเกิดจากภาพของรถยนต์จะถูกกำจัดโดยพิจารณาจากความสูงและความกว้างของบล็อก โดยความสูงและความกว้างของบล็อกต้องมีขนาดจำกัดอยู่ในช่วงหนึ่ง และจากความกว้างของบล็อกต้องน้อยกว่าความสูงของบล็อกด้วย จากนั้นจะสังเกตจากตำแหน่งของบล็อก โดยบล็อกที่เป็นเลขทะเบียนจะต้องมีตำแหน่งเรียงกันตามแนวแกนนอน ตัวเลขทะเบียนที่แยกออกมาได้นี้จะเป็นข้อมูลสำหรับส่วนจดจำเลขทะเบียนในลำดับต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.7 รูปก่อนการแยก

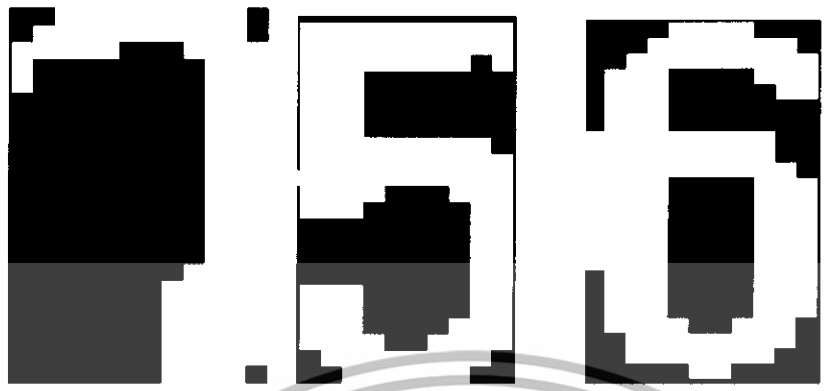
รูปที่ 4.8 รูปที่แยกเลขทะเบียนแล้ว

4.3 การจดจำเลขทะเบียนรถยนต์

หลังจากที่เลขทะเบียนรถยนต์ถูกแยกออกจากกันแต่ละตัวแล้ว ก็จะนำข้อมูลของตัวเลขทะเบียนแต่ละตัวเข้าสู่กระบวนการจดจำรูปแบบตัวอักษร โดยใช้หลักการของโครงข่ายประสาทเทียมซึ่งผ่านกระบวนการฝึกหัดมาก่อนหน้านี้แล้ว สำหรับการเตรียมข้อมูลให้กับโครงข่ายประสาทเทียมนั้น ข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของตัวเลขทะเบียนรถยนต์จะถูกแบ่งออกเป็นบล็อกหรือพื้นที่สี่เหลี่ยมเล็กๆ ข้อมูลของแต่ละพื้นที่จะมีค่าระหว่าง 0 กับ 1



รูปที่ 4.9 แสดงตัวอย่างของตัวเลขที่ผ่านการแยกออกจากข้อมูลภาพ

โครงข่ายประสาทเทียมที่ใช้ในกระบวนการจดจำตัวเลขทะเบียนนี้จะถูกฝึกหัดด้วยข้อมูลที่กำหนดไว้ก่อนแล้ว และเมื่อผ่านการฝึกหัดแล้วโครงข่ายประสาทเทียมก็จะสามารถจดจำลักษณะของตัวเลขและตัวหนังสือแต่ละตัว โดยอยู่ในรูปของค่าถ่วงน้ำหนักสำหรับแต่ละข้อมูลและสามารถตัดสินใจได้ว่าตัวเลขทะเบียนนั้นเป็นตัวอะไร

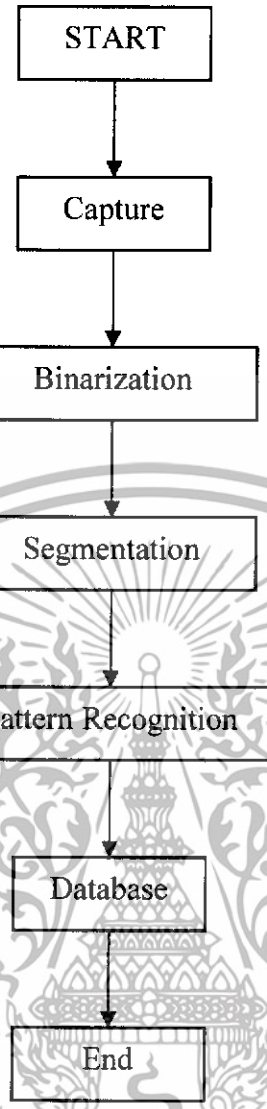
4.4 โครงสร้างโปรแกรม

โปรแกรม Car Plate Recognition เขียนขึ้นโดยใช้ภาษา C++ โดยโปรแกรมหลักสามารถแบ่งออกเป็นส่วนย่อยๆ ได้ดังนี้

4.4.1 โปรแกรมหลัก

ส่วนการทำงานของโปรแกรมหลัก จะประกอบไปด้วยขั้นตอนของโปรแกรมย่อยดังรูปที่ 5.1

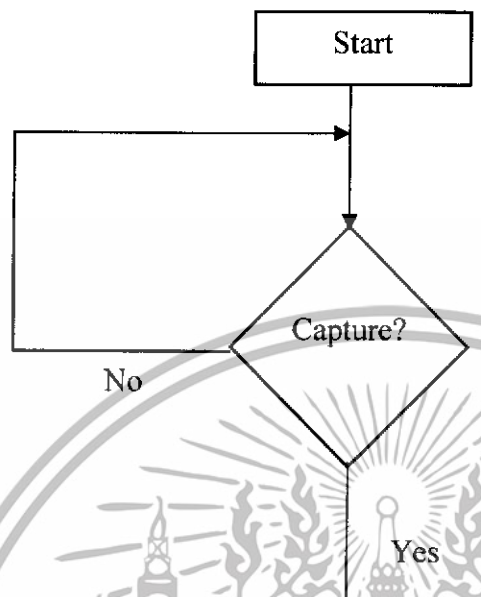
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 แผนภาพการทำงานของโปรแกรมหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.1.1 โปรแกรมการ Capture ภาพโดยใช้กล้องถ่ายวีดีโอ

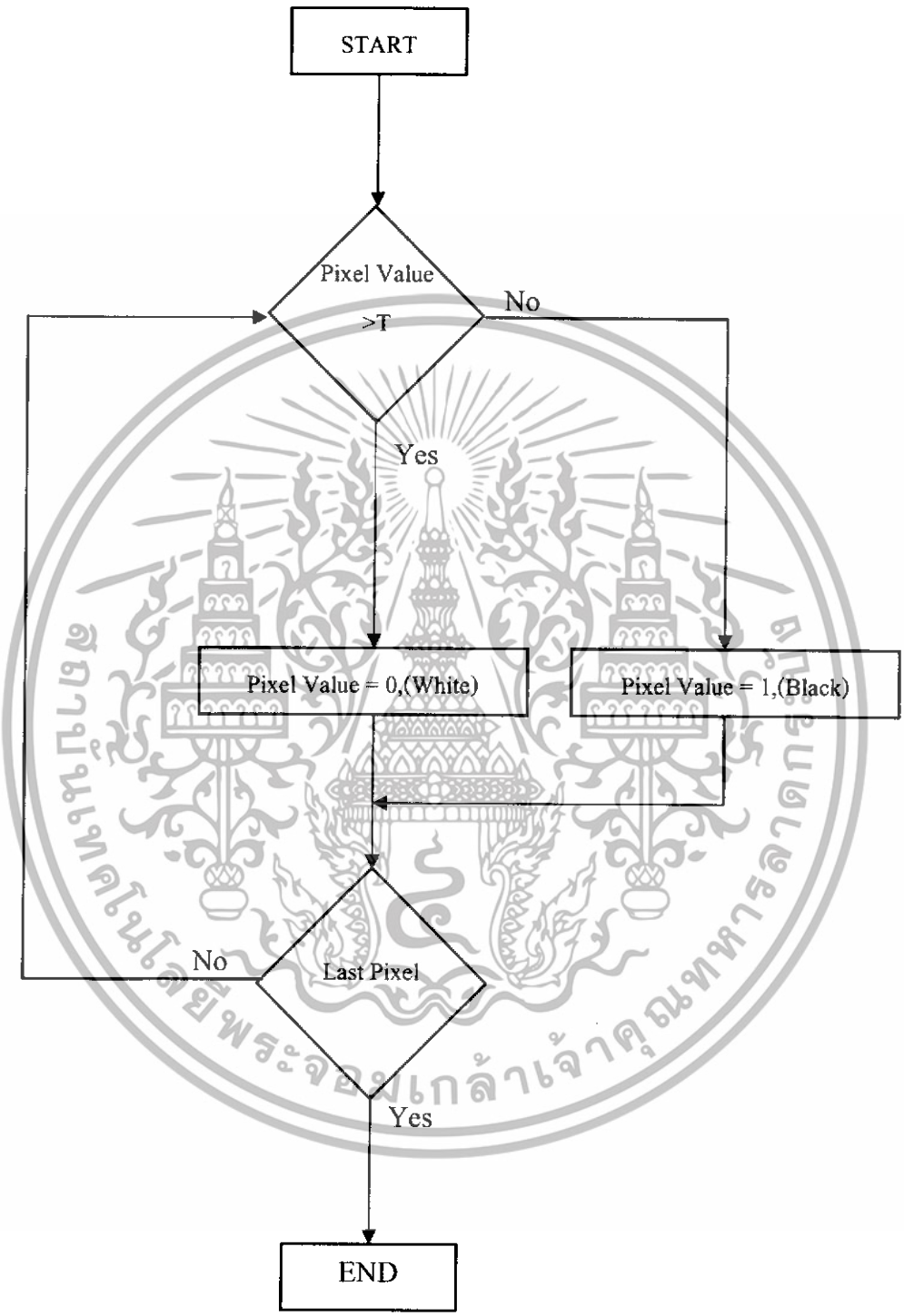


รูปที่ 4.11 กระบวนการ Capture ภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.1.2 โปรแกรมการทำ Binarization

เมื่อทำการ Capture ภาพแล้วจะได้ภาพแบบ Gray Scale จากนั้นนำภาพมาแปลงเป็นภาพสีขาวดำ โดยกำหนด Threshold ที่เหมาะสม

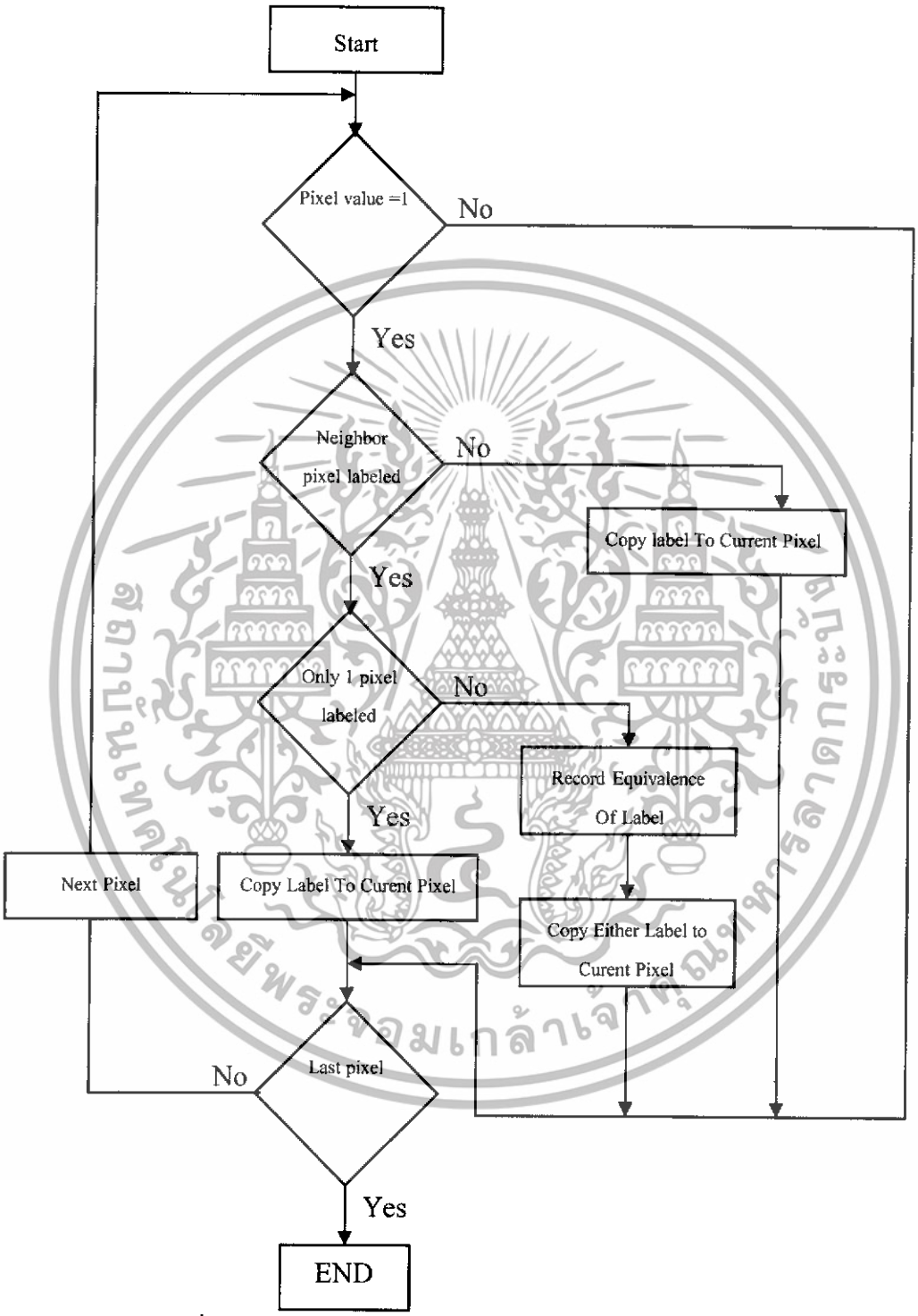


รูปที่ 4.12 กระบวนการทำงานในการแปลงภาพเป็นไบนารี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.1.3 โปรแกรมการทำ Segmentation

ในส่วนของการทำ Segmentation จะประกอบไปด้วยส่วนย่อยๆ อีก 3 ส่วนได้แก่ การทำ Region Labeling การรวมพิกเซลที่สมมูลกันเป็นบล็อกเดียวกันและการพิจารณาขนาดของบล็อก

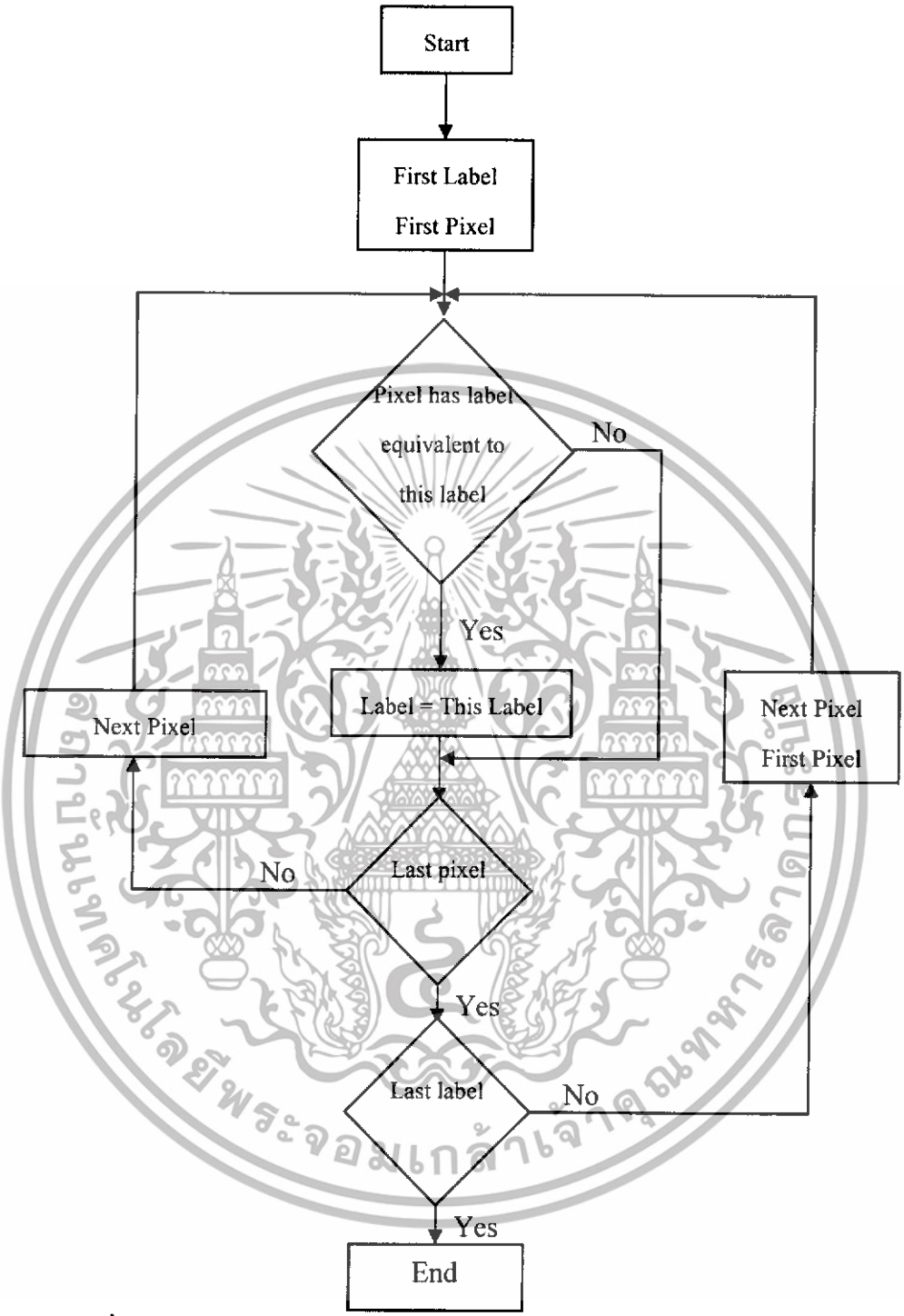


รูปที่ 4.13 กระบวนการทำงานในการทำ segmentation

การทำของ Region Labeling จะพิจารณาเฉพาะพิกเซลที่มีค่าเป็น 1 ถ้าพิกเซลที่พิจารณามีพิกเซลข้างเคียงเป็น 1 ด้วย โดยถ้าพิกเซลก่อนหน้านี้ซึ่งถูกพิจารณาแล้วติดกับที่พิจารณา 1 พิกเซลก็ให้ Label ของ

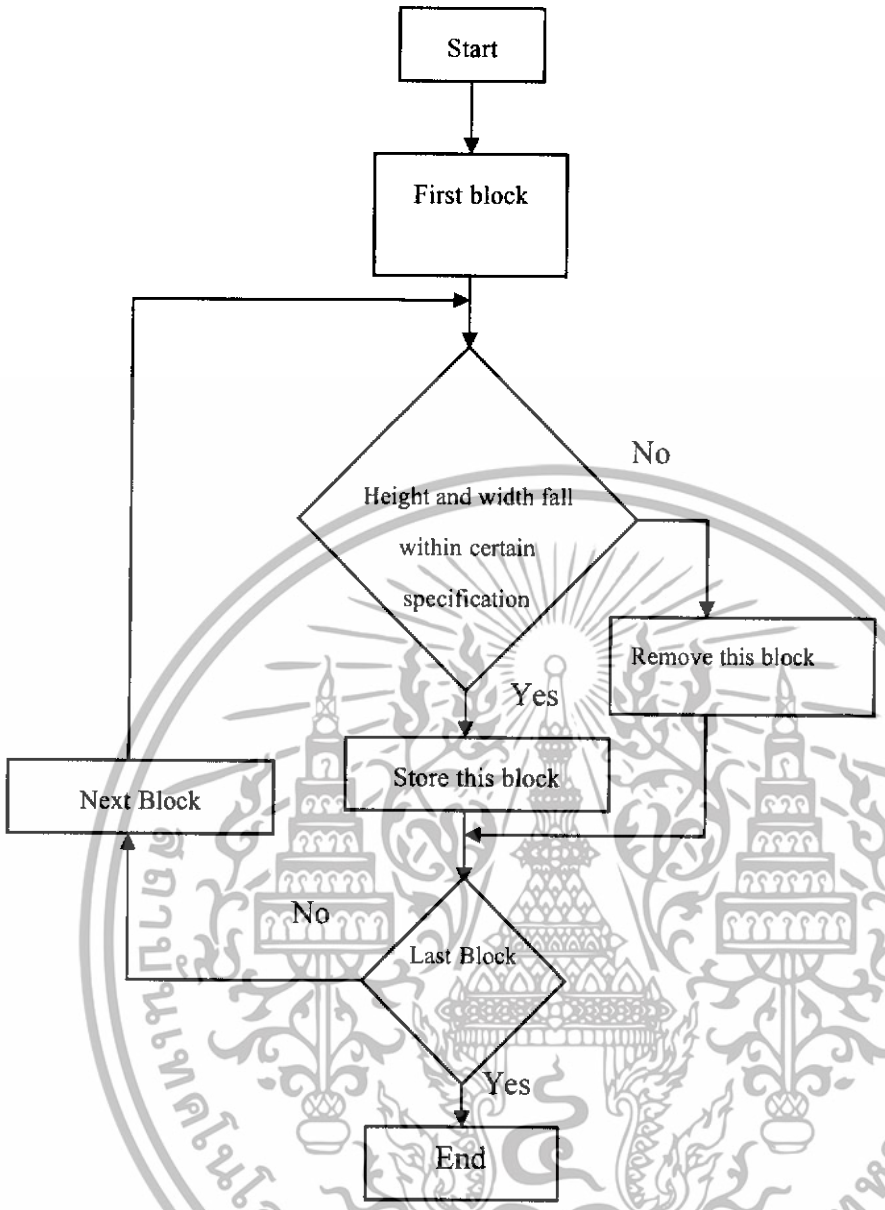
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พิกเซลที่พิจารณาอยู่เหมือนกับพิกเซลนั้น แต่พิกเซลข้างเคียง มากกว่าหนึ่งพิกเซล และมี label ไม่เท่ากันก็ให้ค่า label ใด label หนึ่งกับพิกเซลที่พิจารณานั้นและบันทึก label ที่สมมูลกันไว้



การรวมพิกเซลที่มี Label สมมูลกันเป็นบลือกเดียวกัน จะพิจารณาแต่ละ Label ว่ามีพิกเซลใดบ้างที่มี Label สมมูลกับ Label นี้ ซึ่งถ้าสมมูลกันจะเปลี่ยน Label ของพิกเซลนั้นๆ เป็น Label เดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



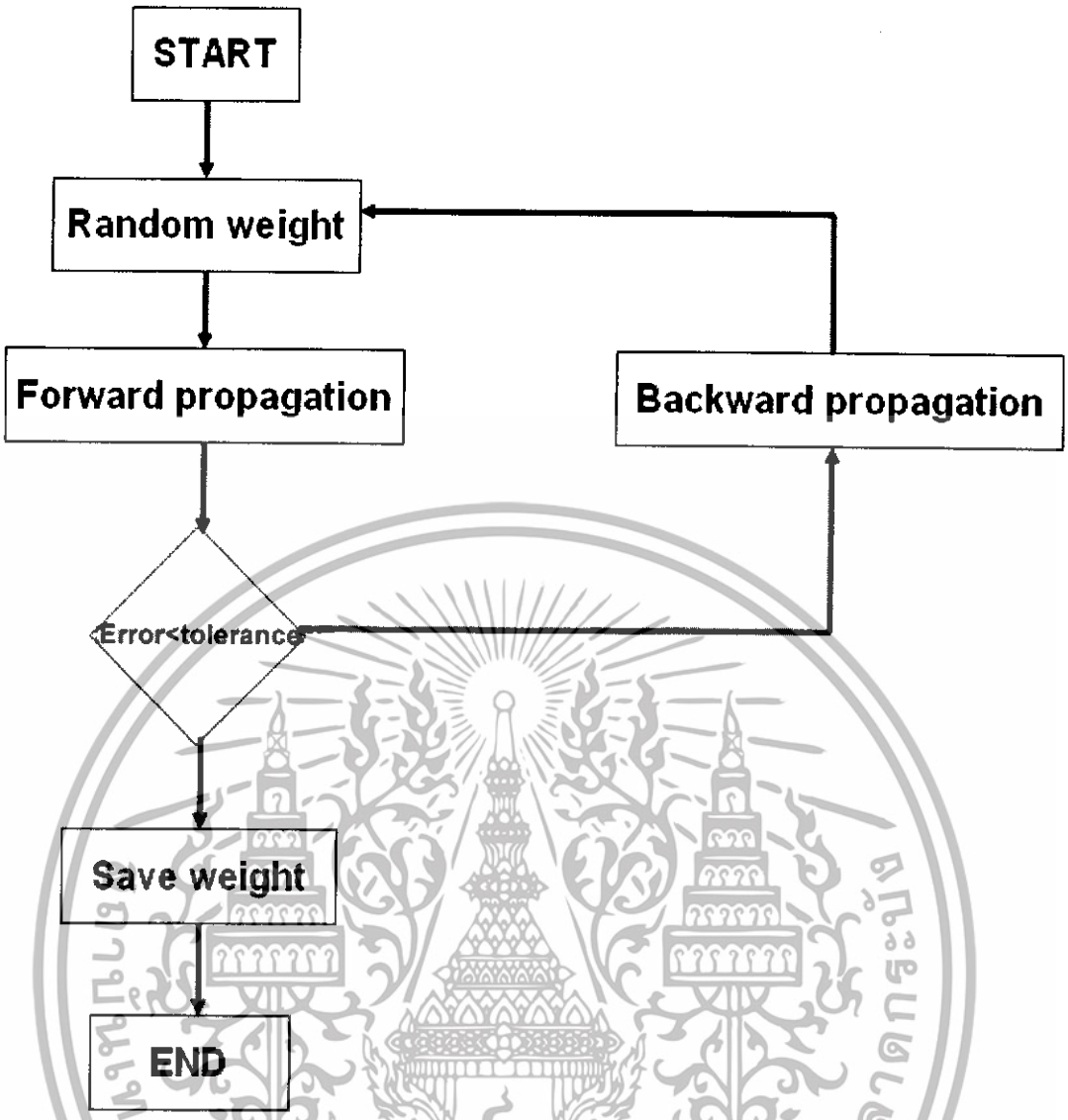
รูปที่ 4.15 กระบวนการแสดงการพิจารณาขนาดของบล็อก

พิจารณาขนาดของบล็อก โดยใช้ความกว้างและความสูงแต่ละบล็อกถ้ามีขนาดในช่วงที่กำหนด จะนำบล็อกนั้นๆไปแสดงผลต่อไป

4.4.1.4 โปรแกรมการทำ Pattern recognition

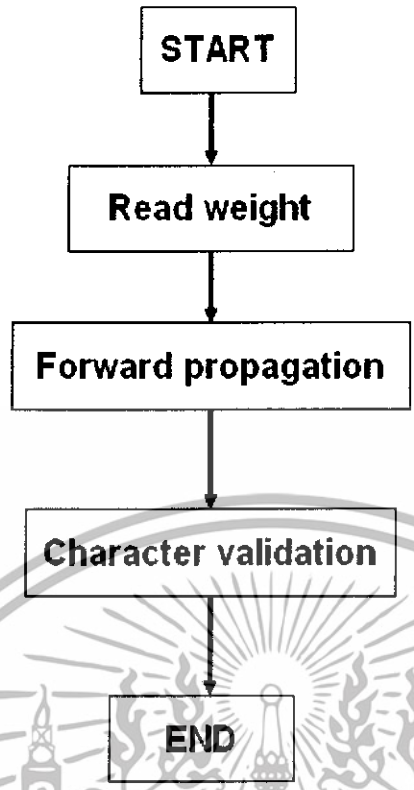
ในส่วนของการทำ Pattern recognition จะแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของการทำ training และส่วนของการตรวจสอบตัวอักษร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.16 กระบวนการเรียนรู้ตัวอักษร

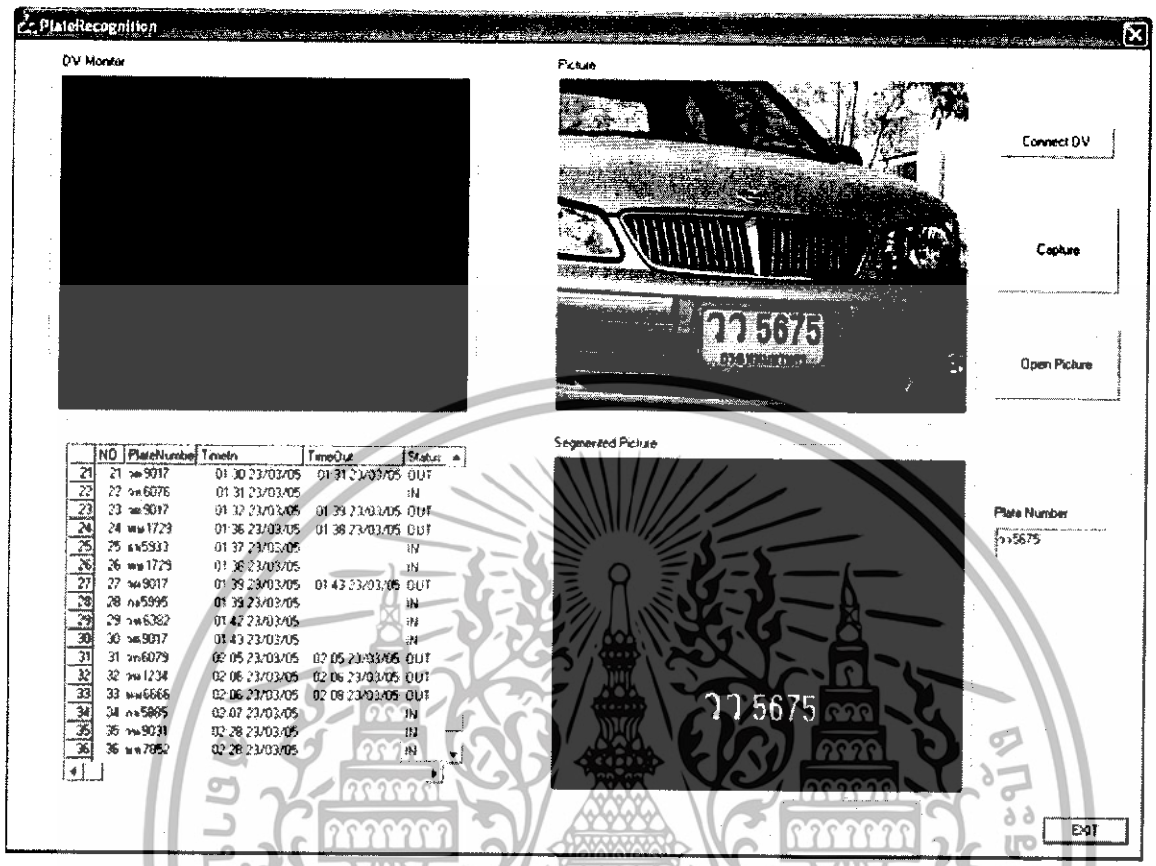
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.17 กระบวนการตรวจสอบตัวเร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4,5 User interface



รูปที่ 4.18 Use Interface

โดยจะมีหน้าต่างจำนวน 5 อันโดยแบ่งเป็น

DV Monitor เป็นการแสดงภาพที่รับภาพมาจากกล้องวีดีโอ

Picture เป็นการแสดงภาพที่ได้จากการกดปุ่ม Capture ซึ่งเป็นภาพเกรย์สเกล

Table เป็นส่วนของตารางที่แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรม

Segmented Picture เป็นการแสดงภาพที่ผ่านการทำ Segmentation แล้ว

Plate Number เป็นการแสดงผลลัพธ์ที่ผ่านการทำ Pattern Recognition แล้ว

มีปุ่มที่ใช้งานแบ่งเป็น

Connect DV เป็นปุ่มที่ใช้ในการติดต่อกับกล้องวีดีโอ

Capture เป็นปุ่มที่ใช้ในการจับภาพ

Open Picture เป็นปุ่มที่ใช้ในการเปิดภาพที่ทำการถ่ายภาพเก็บไว้ล่วงหน้าเพื่อนำมาใช้ในโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

การทดลองและผลการทดลอง

5.1 การทดลองส่วนของการหาขอบเขตป้ายทะเบียนและหมายเลขทะเบียน

การทดลองจะแบ่งเป็นสองช่วงคือ การแยกตัวอักษรออกจากภาพและการทดลองส่วนของการจดจำป้ายทะเบียน โดยการทดลองจะใช้ภาพที่ได้จากกล้องถ่าย vdo ซึ่งจะมีทั้งทะเบียนด้านหน้าและด้านหลังของรถยนต์ ซึ่งจัดเก็บอยู่ในรูปแบบของภาพ gray level 256 ซึ่งสภาพแวดล้อมการทดลองนั้นเป็นสภาพแวดล้อมเดียวกัน

ในการทดลองในการแยกตัวอักษรออกจากภาพ มีทั้งภาพที่สามารถแยกตัวอักษรในป้ายทะเบียนออกจากภาพได้ทุกตัว เละภาพที่ไม่สามารถแยกตัวอักษรออกจากป้ายทะเบียนได้ครบทุกตัว โดยภาพทั้งหมดจำนวน 79 ภาพ สามารถแยกได้ทั้งหมด 73 ภาพ คิดเป็น 92.40 %

ในส่วนของภาพที่สามารถตัดป้ายทะเบียนได้นั้นจะต้องเป็นภาพที่ป้ายทะเบียนอยู่ตรงกลางของรูปในแนวตั้ง

รูปที่ 5.1 ภาพที่ทำการแยกตัวอักษรออกจากภาพได้อย่างชัดเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.2 ภาพที่ทำการแยกตัวอักษรออกจากภาพได้อย่างชัดเจน

รูปที่ 5.3 ภาพที่ทำการแยกตัวอักษรออกจากภาพได้อย่างชัดเจน

ส่วนภาพที่ไม่สามารถแยกตัวอักษรออกจากป้ายทะเบียนได้ มีสาเหตุดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพมีขนาดไม่เหมาะสม

รูปที่ 5.4 ภาพที่มีขนาดเล็กเกินไป

มีน๊อตอยู่กึ่งกลางระหว่างตัวอักษร

รูปที่ 5.5 ภาพที่มีน๊อตคั่นระหว่างตัวอักษร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.6 ภาพที่มีน๊อตคั่นระหว่างตัวอักษร

ภาพมืดหรือสว่างเกินไป

รูปที่ 5.7 ภาพที่มืดเกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 การทดลองส่วนของการจดจำป้ายทะเบียน

ในขั้นตอนการทดลองนี้ ใช้ข้อมูลภาพทั้งหมด 73 ภาพสามารถแยกเลขทะเบียนทุกตัวออกจากภาพได้ และสามารถจดจำตัวอักษรได้ถูกต้องเป็นจำนวน 65 ภาพ คิดเป็น 89.04%

ภาพตัวอย่างผลการทดลอง

INPUT **RESULT**

รูปที่ 5.8 ภาพผลการทดลอง

INPUT **RESULT**

รูปที่ 5.9 ภาพผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

INPUT **RESULT**

Plate Number
ขม1011

รูปที่ 5.10 ภาพผลการทดลอง

INPUT **RESULT**

Plate Number
ขค5785

รูปที่ 5.11 ภาพผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

INPUT **RESULT**

รูปที่ 5.12 ภาพผลการทดลอง

INPUT **RESULT**

รูปที่ 5.13 ภาพผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

INPUT **RESULT**

Plate Number

ยง3471

รูปที่ 5.14 ภาพผลการทดลอง

INPUT **RESULT**

Plate Number

กย5843

รูปที่ 5.15ภาพผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

INPUT **RESULT**

Plate Number

วธ2070

รูปที่ 5.16 ภาพผลการทดลอง

INPUT **RESULT**

Plate Number

วน9031

รูปที่ 5.17 ภาพผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากโครงงานโดยรวมทั้งหมด ซึ่งประกอบไปด้วย 2 ส่วนคือ

- การเตรียมข้อมูลภาพ
- การจดจำป้ายทะเบียนระยนต์

6.1 ส่วนเตรียมข้อมูลภาพ

ในส่วนของการเตรียมข้อมูลภาพนี้จะนำภาพด้านหน้าหรือด้านหลังรถยนต์มาหาขอบเขตของป้ายทะเบียน ซึ่งป้ายทะเบียนที่ได้อาจไม่สมบูรณ์หรือหาป้ายทะเบียนไม่ได้เนื่องจากสาเหตุหลายประการ ได้แก่

- ขนาดของภาพไม่เหมาะสม
- ตำแหน่งของป้ายทะเบียนในภาพ ถ้าป้ายทะเบียนไม่อยู่บริเวณกึ่งกลางของรูป ก็จะทำให้หาขอบเขตของป้ายทะเบียนไม่ได้
- สภาพของแสงภายนอก ตัวอย่างเช่น ความมืด ความสว่าง มีแสงสะท้อนที่ป้ายทะเบียนทำให้ไม่สามารถแยกส่วนของป้ายทะเบียนออกมาได้
- สิ่งแวดล้อมโดยรวมของภาพ เช่น สีของรถ สีของขอบป้ายทะเบียน เป็นต้น

จากนั้นนำป้ายทะเบียนมาหาขอบเขตของตัวอักษรในป้ายทะเบียน ซึ่งการหาขอบเขตอาจไม่สมบูรณ์เนื่องมาจากสาเหตุหลายประการ ได้แก่

- การตัดป้ายทะเบียนไม่สมบูรณ์
- บนป้ายทะเบียนมีน็อตอยู่กึ่งกลางระหว่างตัวอักษรสองตัว ทำให้แบ่งขอบเขตไม่ได้
- สีของหมายเลขทะเบียนอ่อนหรือซีดเกินไป เช่น ป้ายเก่าทำให้สีของตัวอักษรซีด
- แสงบริเวณป้ายทะเบียนจ้าเกินไป

ดังนั้นในทางปฏิบัติสามารถนำข้อจำกัดดังกล่าวเป็นสิ่งสำคัญในการออกแบบระบบที่ใช้งานจริง โดยเฉพาะในส่วนการรับข้อมูลภาพและการประมวลผลขั้นต้น ซึ่งต้องออกแบบให้ครอบคลุมถึงข้อจำกัดทุกๆข้อ เพื่อให้ระบบสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ ซึ่งจะต้องทำการปรับปรุงโปรแกรมที่มีอยู่ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ซึ่งจะเป็นแนวทางที่ต้องพัฒนาต่อไปในอนาคต

ผลการทดลองและข้อจำกัดต่างๆ เหล่านี้ จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการออกแบบเพื่อที่จะทำให้ระบบสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องและได้ผลลัพธ์ตามต้องการ สามารถนำผลลัพธ์เข้าสู่กระบวนการจดจำรูปแบบต่อไปซึ่งเป็นขั้นตอนสำคัญที่จะทำให้ระบบใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2 ส่วนของการจดจำทะเบียนรถยนต์

จากผลการทดลองของโปรแกรมในส่วนของการจดจำเลขทะเบียนรถยนต์ จะเห็นว่าประสิทธิภาพของกระบวนการจดจำ จะขึ้นอยู่กับขั้นตอนการฝึกหัดโครงข่าย โดยเฉพาะชุดของตัวอักษรที่ใช้ในการฝึกหัดโครงข่าย ถ้าชุดของตัวอักษรที่ใช้มีความใกล้เคียงกับเลขทะเบียนมากขึ้นเท่าไหร่ ความสามารถในการจดจำเลขทะเบียนรถยนต์ก็จะยิ่งเพิ่มสูงขึ้น

นอกจากนี้ กระบวนการเตรียมข้อมูลเพื่อการจดจำรูปแบบ ก็มีผลต่อประสิทธิภาพของระบบเป็นอย่างมาก ในวิธีที่นำเสนอนี้ ข้อมูลที่ได้จะขึ้นอยู่กับลักษณะทางกายภาพของภาพเป็นอย่างมาก โดยการผ่านกระบวนการเตรียมข้อมูลตั้งแต่การแปลงภาพเป็นไบนารี และการแยกเลขทะเบียน อาจทำให้ต้องสูญเสียข้อมูลบางส่วนที่เป็นลักษณะสำคัญของตัวเลขทะเบียนแต่ละตัวไปได้ เช่น ความหนาบางของตัวเลขทะเบียนตัวเดียวกันในภาพที่ความเข้มต่างกันอาจจะไม่เท่ากัน ทำให้เมื่อแปลงข้อมูลสำหรับกระบวนการจดจำแล้วมีความแตกต่างกันมาก ทำให้กระบวนการจดจำรูปแบบต้องอาศัยการฝึกหัดโครงข่ายที่ใช้ข้อมูลอินพุทที่หลากหลายมากยิ่งขึ้นของตัวอักษรแต่ละตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods : *"Digital Image Processing, "*,2nd Edition, Prentice Hall, 2002

[2] อรพินท์ ฐิตรัตนพล , เอกวัฒน์ เบญจพรกุลนิจ : *"ปริญญานิพนธ์ เรื่อง ระบบจดจำทะเบียนรถยนต์ ปีการศึกษา 2544"*

[3] See car product line, http://www.htsol.com/Products/SecCar.html

[4] Licensed Plate Recognition, http://www.geovision.com.tw/002/en/product-2.asp

[5] Licensed Car Plate Recognition, http://www.securimage.com/en/pageLibre00010074.html

[6] Advanced Access control system thru car plate Recognition System, http://www.masterasp.com/accesoscontrol/index.php?lang=EN&c

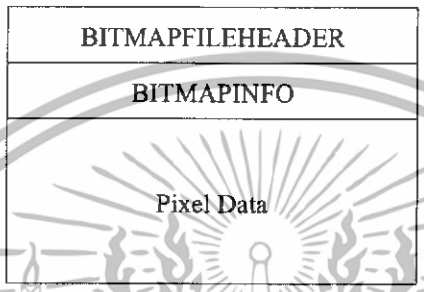
[7] Car Plate Recognition (CPR), http://www.geovision.ro/CPR.htm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

โครงสร้างของไฟล์ข้อมูลภาพชนิดบิตแมป

ไฟล์ข้อมูลภาพชนิดบิตแมป มีโครงสร้างดังรูปด้านล่าง โดยแบ่งออกเป็น3ส่วน ได้แก่ Bitmap File Header เป็นส่วนที่บอกข้อมูลของไฟล์ Bitmap Information เป็นส่วนที่แสดงขนาดข้อมูลสีของภาพ และส่วนสุดท้ายคือ Pixel Data เป็นส่วนที่เก็บข้อมูลสีของแต่ละพิกเซล ซึ่งจะมีการเก็บข้อมูลตามขนาดของสี ถ้ามีสีมากจะทำให้ภาพที่ต้องการจัดเก็บมีขนาดใหญ่ไปด้วย



โครงสร้างของ Bitmap File

BITMAPFILEHEADER

Byte	Data	Detail
1-2	File Type	Must be ASCII text "BM"
3-6	Size of file	In double word (32-bit integer)
7-10	Reserved for future	Must be zero
11-14	Byte offset to bitmap data	Offset from Bitmap File Header

BITMAPINFO

โครงสร้างของ BITMAPINFO เขียนเป็นโครงสร้างได้ดังนี้

```
typedef struct tagBITMAPINFO{//bmi
        BITMAPINFOHEADER        bmiHeader;
        RGBQUAD                 bmiColors[1];
}BITMAPINFO;
```

BITMAPINFO ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ BITMAPINFOHEADER เป็นส่วนที่บอกขนาดและข้อมูลสีของภาพบิตแมป และส่วนของ RGBQUAD ซึ่งจะเก็บค่าตารางสีสำหรับเทียบค่าจากค่าของแต่ละพิกเซล

BITMAPINFOHEADER

โครงสร้างของ BITMAPINFOHEADER สามารถเขียนได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
typedef struct tagBITMAPINFOHEADER{//bmih
        DWORD       biSize;
        LONG        biWidth;
        LONG        biHeight;
        WORD        biPlanes;
        WORD        biBitcount;
        DWORD       biCompression;
        DWORD       biSizeImage;
        LONG        biXPelsPerMeter;
        LONG        biYPelsPerMeter;
        DWORD       biClrUsed;
        DWORD       biClrImportant;
}BITMAPINFOHEADER;
```

โดยในแต่ละฟิลด์จะมีความหมายดังนี้

biSize จำนวนไบต์ของ Header file

biWidth,biHeight บอกขนาดของภาพในความกว้าง และความสูงในหน่วยพิกเซล

biPlanes เป็น 1 เสมอ

biBitCount คือจำนวนบิตต่อ 1 พิกเซล

biCompression แสดงการบีบอัดข้อมูล

ถ้ามีค่า BI_RGB ไฟล์เป็นแบบ ไม่มีการบีบอัดข้อมูล

RLE 4เป็นการบีบอัดข้อมูลแบบ Run-length Encoder แบบ 4 บิต

RLE 8เป็นการบีบอัดข้อมูลแบบ Run-length Encoder แบบ 8 บิต

BI_BITFIELDS เป็นการบีบอัดข้อมูลแบบ มีตารางสี

biSizeImage บอกขนาดของไฟล์

biXPelsPerMeter ความยาวแนวนอน มีหน่วยเป็นพิกเซลต่อเมตร

biYPelsPerMeter ความยาวแนวตั้ง มีหน่วยเป็นพิกเซลต่อเมตร

biClrUsed เป็นจำนวนสีในตารางสี ที่จะถูกชี้ด้วยค่าพิกเซลในบิตแมป

biClrImportant เป็นเลขที่แสดงว่าข้อมูลสีมีความสำคัญในการแสดงผลของบิตแมปถ้าเป็นศูนย์แสดงว่าทุกสีมีความสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RGBQUAD

มีโครงสร้างเขียนได้ดังนี้

```
typedef struct tagRGBQUAD {//rgbq
        BYTE    rgbBlue;
        BYTE    rgbGreen;
        BYTE    rgbRed;
        BYTE    rgbReserved;
}RGBQUAD;
```

RGBQUAD จะเป็นโครงสร้างที่แสดงความเข้มของสีแดง เขียว และน้ำเงิน โดยมีความหมายของแต่ละฟิลด์ดังนี้

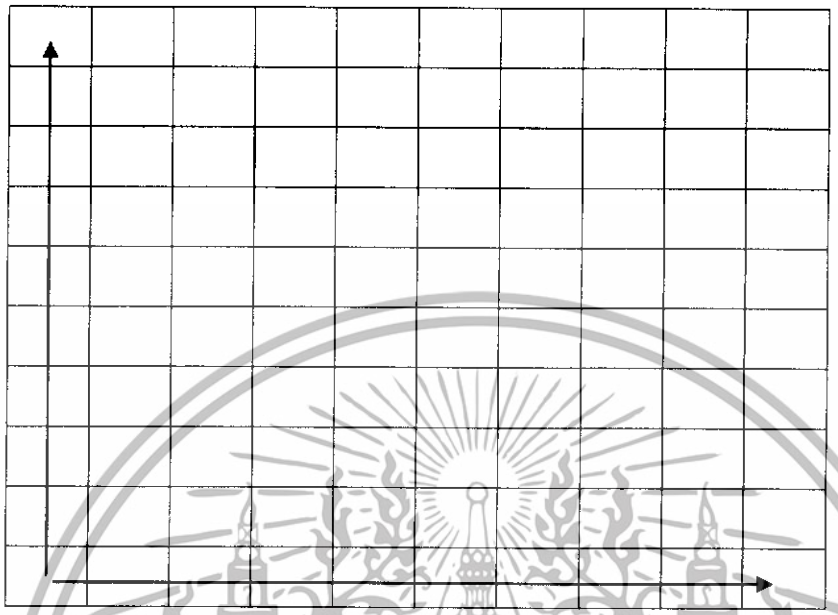
rgbBlue	แสดงความเข้มของสีน้ำเงิน
rgbGreen	แสดงความเข้มของสีเขียว
rgbRed	แสดงความเข้มของสีแดง
rgbReserved	ต้องมีค่าเป็น 0

ในส่วนของ bmiColors ของโครงสร้าง BITMAPINFO จะประกอบด้วยอาเรย์ของ RGBQUAD เพื่อเป็นตารางเทียบสีของข้อมูลในแต่ละพิกเซล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pixel Data

เป็นส่วนที่เก็บข้อมูลสีของแต่ละพิกเซลของภาพ โดยข้อมูลแรกจะเป็นค่าสีของพิกเซลที่อยู่แถวล่างสุดที่ตำแหน่งซ้ายสุด ข้อมูลลำดับต่อไปจะเรียงไปทางขวาจากแถวล่างจนถึงแถวบนสุด



แสดงการเก็บข้อมูลของแต่ละพิกเซล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้