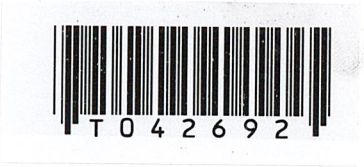
สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การรู้จำภาพใบหน้าคน

(Face Recognition)



โดย

นางสาว ดวงพร ฉัตรวีระชัยกิจ รหัส 40010242

นางสาว นพวรรณ โททัสสา รหัส 40010362

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ดร. สุรพันธุ์ เอื้อไพบูลย์

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 42692
วัน, เดือน, ปี 6 มิ.ย. 2545

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

ปริญญานิพนธ์สำหรับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ ปีการศึกษา 2543

ภาควิชา อิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การรู้จำภาพใบหน้าคน (Face Recognition)

ผู้จัดทำ

1. นางสาว ดวงพร ฉัตรวีระชัยกิจ รหัส 40010242
2. นาวสาว นพวรรณ โททัสสา รหัส 40010326

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.ดร. สุรินทร์ เอื้อไพบูลย์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงงาน การรู้จำภาพใบหน้าคน

Face Recognition

โดย 1. นางสาว ดวงพร ฉัตรวีระชัยกิจ รหัส 40010242

2. นางสาว นพวรรณ โททัสสา รหัส 40010326

โครงงานนี้ได้รับการตรวจสอบแล้ว พร้อมที่จะทำการสอบได้

.....

(ผศ.ดร. สุเฟ้นย์ เอื้อไพบูลย์)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การรู้จำภาพใบหน้าคน

นางสาว ดวงพร ฉัตรวีระชัยกิจ
นางสาว นพวรรณ โททัสสา
ผ.ศ.ดร. สุรพันธ์ เอื้อไพบูลย์ อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2543

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันมีการนำเอาระบบการมองเห็นภาพมาประยุกต์ใช้กับงานหลายแขนง การรู้จำภาพใบหน้าคนก็เป็นแบบหนึ่งของการนำระบบการมองเห็นภาพนี้มาใช้งาน โดยจะทำการเก็บฐานข้อมูลภาพใบหน้าคนเอาไว้ และเมื่อมีอินพุทภาพใบหน้าเข้ามา ก็จะทำการประมวลผลกับฐานข้อมูลดังกล่าว เพื่อให้สามารถรู้จำ บ่งชี้ บุคคลแต่ละคนได้

ทั้งนี้โปรแกรมควบคุมเขียนด้วยภาษาเดลไฟ และใช้วิธีทางนิวรอลเน็ตเวอร์คเข้ามาช่วยให้การประมวลผลมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Face Recognition

Miss Duangporn Chatweerachaikit

Miss Noppawan Toatassa

Ass.Prof.Dr. Surapan Airphaiboon Advisor

Education Year 2000

Abstract

Today, we use the Vision System in several branches of developments. One of them is 'Face Recognition'. By keeping information about pictures of faces as a database. And when there is an input (picture of face), the computer will process new input with database and recognize, indentify each person.

The program that control this application is written in Delphi language. And use 'Neural Network Method' to help for getting better performance.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
Abstract	II
สารบัญ	III
สารบัญรูปภาพ	V
สารบัญตาราง	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
1.2 ขอบเขตของโครงงาน	1
1.3 ประโยชน์และผลที่คาดว่าจะได้รับ	1
บทที่ 2 ระบบการมองเห็นภาพและหลักการเบื้องต้นของการประมวลผลภาพ	3
2.1 ระบบการมองเห็นภาพ (Vision System)	3
2.1.1 การได้มาซึ่งภาพ (Image Acquisition)	3
2.1.2 กระบวนการประมวลผลภาพ (Processing)	4
2.1.3 ผลที่ได้และการแสดงผล (output or Display)	4
2.2 หลักการเบื้องต้นของการประมวลผลภาพ	4
2.2.1 พิกเซล (Pixel)	4
2.2.2 ตำแหน่งของพิกเซล (Pixel Location)	5
2.3 ระดับเกรย์ (Grey Scale)	7
2.4 ฮีสโตแกรม (Histogram)	7
2.5 การแปลงระดับเกรย์ (Grey-level Transformation)	8
2.6 พื้นฐานและระบบสีของโมเดลRGB	10
บทที่ 3 ทฤษฎีและการใช้นิวรอลเน็ตเวอร์ค	12
3.1 ทฤษฎีพื้นฐานของนิวรอลเน็ตเวอร์ค	12
3.2 ลักษณะของนิวรอลเน็ตเวอร์ค	12
3.3 นิวรอลเน็ตเวอร์คในลักษณะ1ชั้น (Single Layer Neural Network)	16
3.4 โครงสร้างของนิวรอลในกรณีที่มีลักษณะหลายๆชั้น (Multilayer Neural Network)	17
3.5 การฝึกสอน(Training)ของนิวรอลเน็ตเวอร์ค	18
3.5.1 เพอแซปตรอน (Perceptron)	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

3.6 Weightless Neural Network 20

3.7 The General Neural Unit (GNU) 22

3.8 การทำงานของ GNUs 24

3.9 ดิจิตอลนิวรอลที่ใช้ในโครงงาน 25

3.9.1 ขั้นตอนการฝึกสอน 25

3.9.2 ขั้นตอนการรู้จำ 26

บทที่ 4 หลักการและการออกแบบโปรแกรมหลักที่ใช้ควบคุมโดยวิธีทางนิวรอลเน็ตเวอร์ค 27

4.1 กระบวนการสร้างกรอบแยกเฉพาะส่วนของใบหน้าออกจากภาพทั้งหมด 27

4.1.1 แยกใบหน้าคนออกจากฉาก 27

4.1.2 กำจัดสิ่งรบกวน(Noise) 28

4.1.3 หาจุด Xmax, Xmin, Ymax,Ymin 29

4.1.4 สร้างกรอบสี่เหลี่ยม 29

4.2 การนอร์มอลไลซ์(Normalization) 30

4.3 ส่วนของการฝึกสอน (Training) 31

4.4 ส่วนของการเปรียบเทียบเพื่อการรู้จำภาพใบหน้าของแต่ละบุคคล(Varifing) 33

บทที่ 5 รูปแบบของโครงงานและโปรแกรมควบคุม 35

5.1 Create Database 36

5.2 Varify 36

5.3 Open Database 37

5.4 ON 38

5.5 Source 38

5.6 Format 38

5.7 Option 38

บทที่ 6 ผลการทดลอง 39

6.1 ประสิทธิภาพของการสร้างกรอบแยกส่วนของใบหน้าออกจากฉาก 39

6.2 ความถูกต้องของการฝึกสอนและการรู้จำ 40

6.3 ประสิทธิภาพของการรู้จำภาพใบหน้าคน 40

6.3.1 ผลของจำนวนฐานข้อมูล 40

6.3.2 ผลจากภาพใบหน้าอินพุทที่มีลักษณะแตกต่างจากภาพในฐานข้อมูล 41

6.3.3 เมื่อสภาพแวดล้อมเปลี่ยน(ไม่ใช้โคมไฟช่วย) 44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.4 ผลจากการใช้วิธีการทางนิวรอลเน็ตเวอร์คเปรียบเทียบกับผลจากวิธีแมทชิ่ง 45
6.4.1 วิธีแมทชิ่ง 45
บทที่ 7 สรุปและวิจารณ์ 48
ภาคผนวก โปรแกรม (Source Code)
กิตติกรรมประกาศ
เอกสารอ้างอิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

รูปที่ 4.3 ภาพหลังกำจัดสิ่งรบกวน(Noise) 29

รูปที่ 4.4 ภาพเมื่อสร้างกรอบสี่เหลี่ยมครอบเฉพาะส่วนของใบหน้า 30

รูปที่ 4.5 บล็อคไดอะแกรมของการนอร์มอลไลซ์ 31

รูปที่ 4.6 บล็อคไดอะแกรมในส่วนของการฝึกสอน 32

รูปที่ 4.7 แสดงการฝึกสอน 33

รูปที่ 4.8 บล็อคไดอะแกรมของส่วนการเปรียบเทียบเพื่อการรู้จำภาพใบหน้าของแต่ละบุคคล 34

รูปที่ 5.1 หน้าจอหลัก 35

รูปที่ 5.2 บล็อคไดอะแกรมการทำงานของปุ่ม Create Database 36

รูปที่ 5.3 บล็อคไดอะแกรมการทำงานของปุ่ม Varify 37

รูปที่ 5.4 บล้อคไดอะแกรมของปุ่ม Open Database 37

รูปที่ 6.1 ภาพที่ถือว่าสมบูรณ์ 39

รูปที่ 6.2 ภาพที่ถือว่าไม่สมบูรณ์ 39

รูปที่ 6.3 แสดงการรู้จำภาพใบหน้าคน 41

รูปที่ 6.4 ผลของภาพใบหน้าอินพุทที่เอียงต่างจากภาพในฐานข้อมูล 42

รูปที่ 6.5 แสดงการรู้จำภาพเมื่อทรงผลเปลี่ยน 43

รูปที่ 6.6 แสดงการรู้จำภาพเมื่อใบหน้ายิ้ม 44

รูปที่ 6.7 แสดงการรู้จำเมื่อภาพใบหน้าเปลี่ยนความสว่าง 45

รูปที่ 6.8 บล็อคไดอะแกรมแสดงวิธีการแมทชิ่ง 46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 3.1 ตารางXOR	20
ตารางที่ 3.2 Main Parameter of a GNU	23
ตารางที่ 6.1 ประสิทธิภาพของการสร้างกรอบแยกส่วนของใบหน้าออกจากฉาก	33
ตารางที่ 6.2 ความถูกต้องของการฝึกสอนและการรู้จำ	34
ตารางที่ 6.3 ผลของจำนวนฐานข้อมูล	34
ตารางที่ 6.4 ผลจากภาพใบหน้าอินพุทที่เอียงต่างจากภาพในฐานข้อมูล	35
ตารางที่ 6.5ผลจากภาพใบหน้าอินพุทที่ทรงผมเปลี่ยนต่างจากภาพในฐานข้อมูล	42
ตารางที่ 6.6 ผลจากภาพเมื่อใบหน้ายิ้ม	43
ตารางที่ 6.7 ผลจากภาพเมื่อมีความสว่างต่างจากภาพในฐานข้อมูล	44
ตารางที่ 6.8 ผลจากการใช้วิธีการทางนิวรอลเน็ตเวอร์คเปรียบเทียบกับผลจากวิธีแมทชิ่ง	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ในปัจจุบันได้มีการนำระบบการมองเห็น (Vision System) มาประยุกต์ใช้กับงานหลายแขนง ซึ่งเราสามารถพบเห็นได้โดยทั่วไป เช่น ระบบบาร์โค้ด, ระบบรักษาความปลอดภัย หรือใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น ในโครงงานการรู้จำใบหน้าคน (Face Recognition) นี้ก็เป็นประโยชน์จากระบบการมองเห็นแบบหนึ่ง ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในระบบรักษาความปลอดภัย หรือเป็นส่วนควบคุมการส่งสัญญาณควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ เป็นต้น

ถึงแม้ว่าปัจจุบันนี้คอมพิวเตอร์เข้ามามีบทบาทต่อชีวิตคนเรามากขึ้น สามารถช่วยงานที่ซับซ้อนยุ่งยากได้รวดเร็วขึ้น และช่วยให้มนุษย์มีความสะดวกสบายมากขึ้น แต่คอมพิวเตอร์ในปัจจุบันนี้ยังไม่สามารถในงานด้านที่มีลักษณะที่ต้องอาศัยความฉลาดของมนุษย์ในการตัดสินใจได้ดีนัก ซึ่งมีความไม่แน่นอนของการแก้ปัญหาเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย เทคโนโลยีทางด้านโครงข่ายนิวรอลหรือนิวรอลเน็ตเวอร์ค (Neural Network) สามารถช่วยเราในการแก้ปัญหาดังกล่าวได้ นิวรอลเน็ตเวอร์คเป็นเทคโนโลยีหนึ่งทางด้านปัญญาประดิษฐ์ (AI, Artificial Intelligent) ที่อาศัยรูปแบบการทำงานและโครงสร้างของสมองมนุษย์มาสร้างเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีความรู้อยู่ภายในตัวของมันเอง มีความสามารถในการเรียนรู้ต่อความรู้ที่เข้ามาใหม่ และมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูง สำหรับโครงงานนี้ก็ได้นำวิธีการทางนิวรอลเน็ตเวอร์คเข้ามาช่วยในการประมวลผลให้มีความถูกต้อง รวดเร็วมากขึ้น

1.1 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

เป็นโปรแกรมใช้งาน (Application) เพื่อให้หน่วยความจำของคอมพิวเตอร์มีฐานข้อมูลเกี่ยวกับใบหน้าแต่ละคนอยู่ และเมื่อมีใบหน้าทดสอบเข้ามา ก็สามารถรู้จำ บ่งชี้ บุคคลแต่ละคนที่มีข้อมูลอยู่ในฐานข้อมูลได้ (Face Recognition) ทั้งนี้โปรแกรมควบคุมเขียนด้วยภาษาเดลไฟ (Delphi) และใช้วิธีการทางนิวรอลเน็ตเวอร์คมาช่วยให้การประมวลผลมีประสิทธิภาพมากขึ้น คือมีความถูกต้องและรวดเร็วขึ้น

1.2 ขอบเขตของโครงงาน

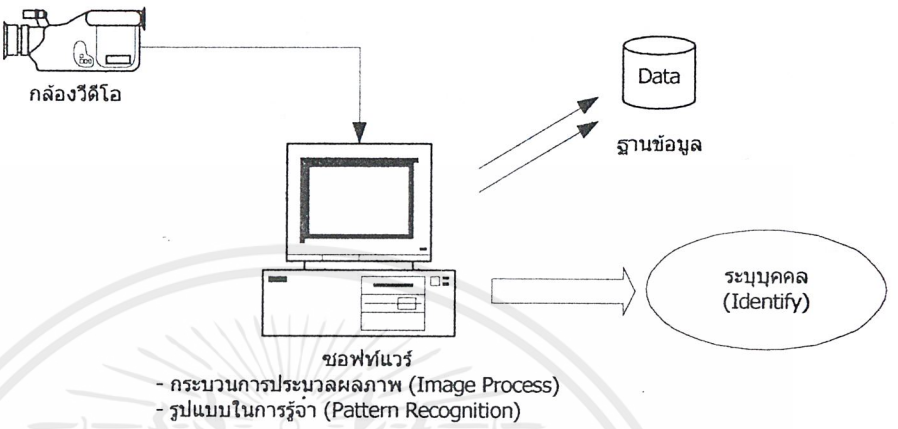
ปัจจุบันออกแบบให้ฐฐานข้อมูลได้ 10 คน ซึ่งสามารถเพิ่มเติมได้ตามความต้องการ

1.3 ประโยชน์และผลที่คาดว่าจะได้รับ

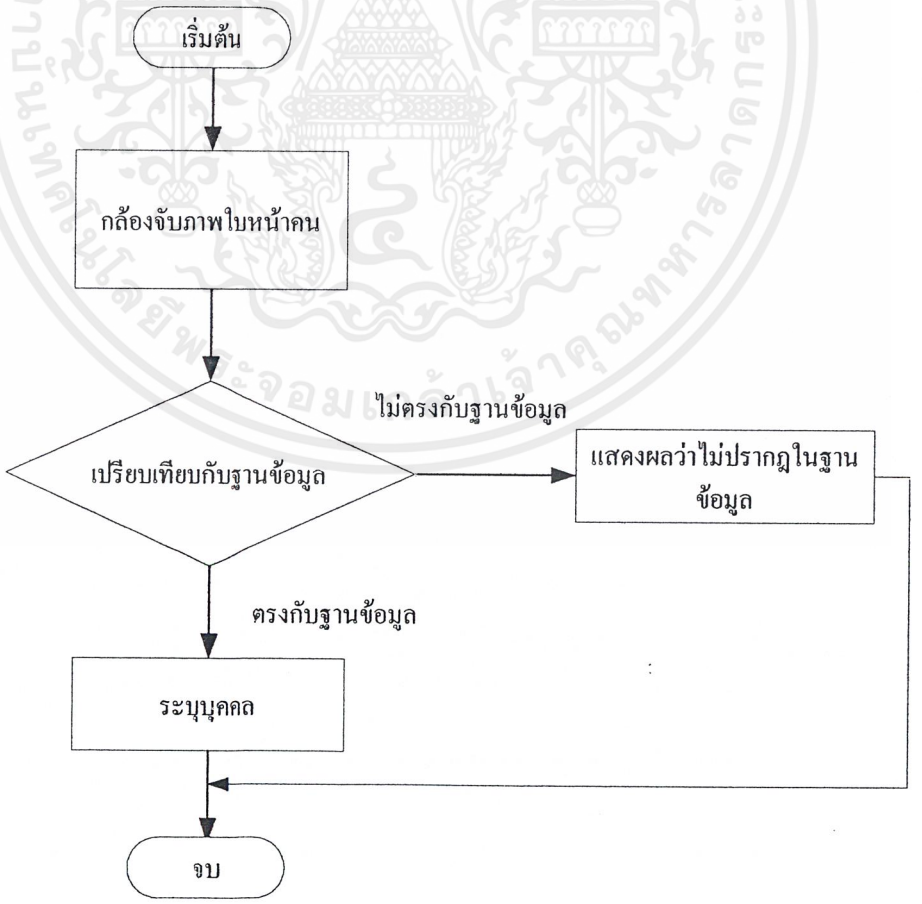
ผลคือจะต้องสามารถรู้จำและบ่งชี้บุคคลแต่ละคนได้ โดยจะแสดงให้เห็นในลักษณะที่ว่าคอมพิวเตอร์สามารถระบุชื่อของผู้ใช้แต่ละคนได้อย่างถูกต้อง และในการพัฒนาขั้นต่อไป เรา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถนำการรู้จำดังกล่าวไปประยุกต์ใช้ในระบบรักษาความปลอดภัยต่างๆ หรือ การใช้งานทางด้านฐานข้อมูล ฯลฯ



รูปที่ 1.1 แสดงภาพรวมของโครงงาน



รูปที่ 1.2 บล็อคไดอะแกรม (Block Diagram) รวมของโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ระบบการมองเห็นภาพและหลักการเบื้องต้นของการประมวลผลภาพ

กลไกระบบการมองเห็นภาพนั้นจะหมายความรวมถึงทุกสิ่งที่จำเป็นต่อการได้มาซึ่งรหัสทางดิจิตอลที่ใช้แทนภาพนั้นๆ, การปรับปรุงเปลี่ยนแปลงข้อมูล และรวมทั้งการนำเสนอภาพที่ได้หลังการปรับปรุงแล้วด้วย ซึ่งระบบการมองเห็น(Vision System)นี้อาจมีความยุ่งยากซับซ้อนต่างกันตามลักษณะการใช้งาน แต่ก็สามารถแบ่งเป็นขั้นตอนกว้างๆได้ 3 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 การได้มาซึ่งภาพ (Image Acquisition)

2.2 กระบวนการประมวลผลภาพ (Processing)

2.3 ผลที่ได้และการแสดงผล (Output or Display)

ในปัจจุบันจะเห็นการประยุกต์ใช้งานทางด้านการประมวลผลภาพอยู่ทั่วไป เช่น การใช้บาร์โค้ด, การพิมพ์สิ่งพิมพ์ต่างๆ, การประยุกต์ใช้ในโรงงาน

2.1 ระบบการมองเห็นภาพ(Vision System)

กลไกระบบการมองเห็นภาพนั้น จะหมายความรวมถึงทุกสิ่งที่จำเป็นต่อการได้มาซึ่งรหัสทางดิจิตอลที่ใช้แทนภาพนั้นๆ, การปรับปรุงเปลี่ยนแปลงข้อมูล และรวมทั้งการนำเสนอภาพที่ได้หลังการปรับปรุงแล้วด้วย ซึ่งระบบการมองเห็นภาพนี้อาจมีความยุ่งยากซับซ้อนต่างกันตามลักษณะการใช้งาน แต่ก็สามารถแบ่งเป็นขั้นตอนกว้างๆ ได้ 3 ขั้นตอน คือ การได้มาซึ่งภาพ (Image Acquisition), กระบวนการประมวลผลภาพ(Processing), ผลที่ได้และการแสดงผล(Output or Display)

2.1.1 การได้มาซึ่งภาพ (Image Acquisition)

การได้มาซึ่งภาพนี้จะหมายถึง การแปลงภาพที่เราเห็นในลักษณะทางกายภาพนั้นให้เป็นเซตของข้อมูลทางดิจิตอล ซึ่งเซตของข้อมูลนี้จะถูกส่งไปยังหน่วยประมวลผลต่อไป หน่วยการได้มาซึ่งภาพสามารถพิจารณาได้เป็น 4 เฟส คือ

- การส่องสว่าง (Illumination)

การส่องสว่างเป็นตัวแปรสำคัญที่มีผลกระทบต่ออินพุทที่จะป้อนให้กลไกการมองเห็น เราจำเป็นต้องออกแบบการส่องสว่างให้เหมาะสมกับการใช้งานซึ่งจะแตกต่างกันไป ทั้งนี้ชนิดและวิธีการของแหล่งกำเนิดแสงจะมีผลต่อกำลังงานแสง และนั่นก็คือจะมีผลต่อกระบวนการประมวลผลภาพและผลลัพธ์ที่ได้เช่นกัน

- รูปแบบของภาพหรือการโฟกัสภาพ (Image formation or Focusing)

- การตรวจจับภาพหรือการเซนซิ่ง (Image detection or Sensing)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- รูปแบบผลของสัญญาณที่ได้จากกล้อง (Formatting camera output signal)

2.1.2 กระบวนการประมวลผลภาพ (Processing)

หน้าที่พื้นฐานของกระบวนการประมวลผลภาพ (Image Processing) ได้แก่ การสร้างภาพใหม่โดยแยกแยะส่วนที่เราต้องการหรือสนใจกับสิ่งรบกวนออกจากกัน(Noise elimination), การหาขอบภาพ (Edge enhancement), การกรอง (Filtering), การปรับปรุงเปลี่ยนแปลงค่าระดับเกรย์ (Grey scale modification)

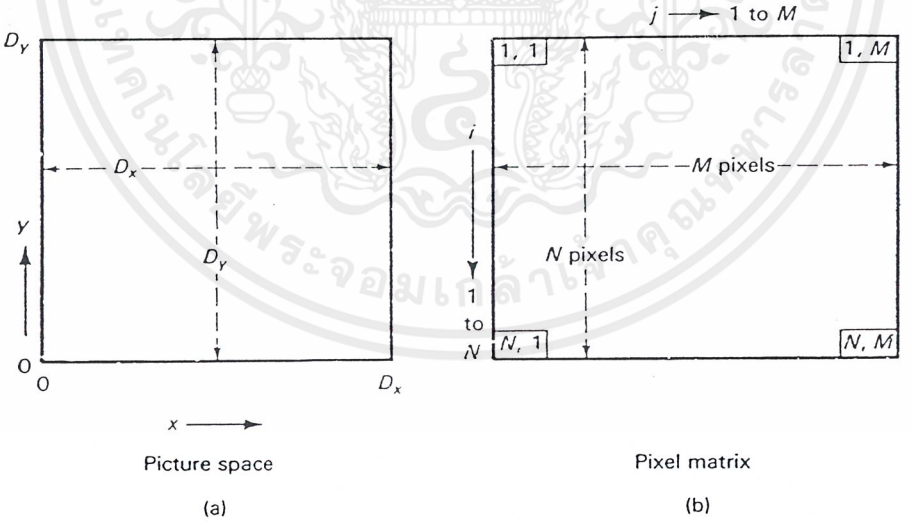
นอกจากนี้กระบวนการประมวลผลอาจซับซ้อนขึ้นตามลักษณะการนำไปใช้งาน และมีนำเอาอุปกรณ์ทั้งทางด้านฮาร์ดแวร์และซอฟท์แวร์เข้าใช้มาร่วมด้วย

2.1.3 ผลที่ได้และการแสดงผล (Output or Display)

รูปแบบของการแสดงผลนั้นขึ้นอยู่กับว่า จะนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในลักษณะใดต่อ หรือแสดงผลอย่างไรจึงจะเหมาะสมที่สุด เช่น การแสดงผลโดยการพิมพ์, แสดงผลผ่านหน้าจอ, แสดงในรูปสัญญาณควบคุม เป็นต้น

2.2 หลักการเบื้องต้นของการประมวลผลภาพ

2.2.1 พิกเซล (Pixel)



รูปที่ 2.1 พิกเซล

a) แสดงลักษณะของภาพ

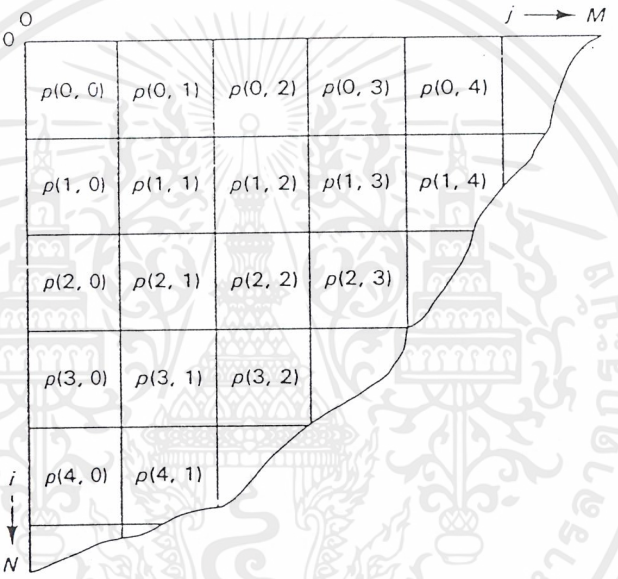
b) แสดงลักษณะตำแหน่งของพิกเซล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

N คือ จำนวนพิกเซลที่มากที่สุดในหลักหนึ่งๆ

M คือ จำนวนพิกเซลที่มากที่สุดในแถวหนึ่งๆ

ในภาพหนึ่งๆเราสามารถอธิบายได้เป็นเมตริกซ์ของจุดพิกเซลขนาด N*M โดยใช้คู่ลำดับ P (i,j) แทนค่าของจุดแต่ละจุด โดย i และ j เป็นจำนวนบวกสเกล่าร์ P(i,j) นี้จะบ่งชี้ความเข้มแสงที่จุดพิกเซลนั้นๆของภาพ



รูปที่ 2.2 ดัชนีแสดงพิกเซลในเมตริกซ์ภาพ

ค่าที่กำกับแต่ละพิกเซลจะแสดงถึงค่าเฉลี่ยของความเข้มแสงในภาพที่จุดพิกเซลนั้นแทนอยู่ โดยค่าของพิกเซลดังกล่าวจะเขียนแทนด้วย P(i,j) มีค่าตั้งแต่ 0-1

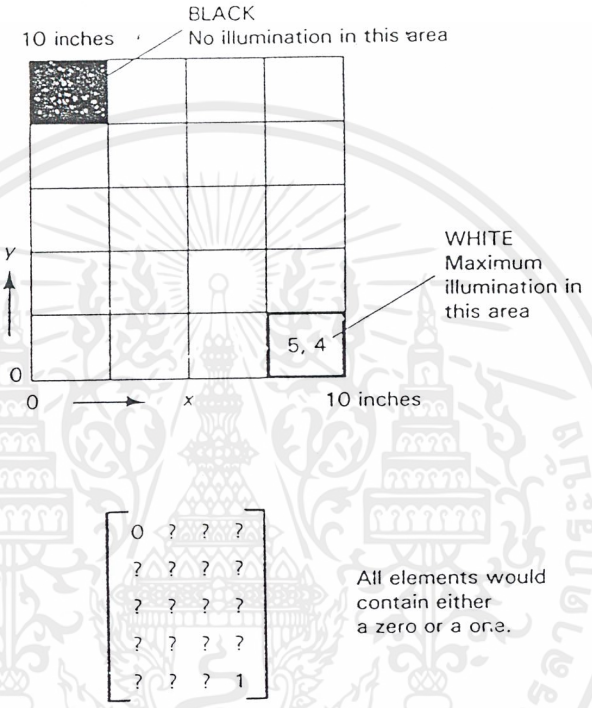
2.2.2 ตำแหน่งของพิกเซล (Pixel Location)

ดังที่กล่าวแล้วว่าในภาพหนึ่งๆเราจะแทนด้วยอาเรย์ (Array) N*M และค่าในแต่ละจุดพิกเซลจะหมายถึงค่าเฉลี่ยของความเข้มแสงที่ตกกระทบถึงภาพณ.จุดพิกเซลนั้น

พิจารณากรณีตัวอย่างเช่น ภาพขนาด10*10นิ้ว หากไม่มีแสงมาตกกระทบบริเวณด้านบนของภาพ แต่มีแสงที่สว่างมากมาตกกระทบบริเวณส่วนล่างเท่านั้น (ดังแสดงในภาพที่ 3.4) เราจะใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบเลขฐานสองแทนค่าความเข้มของการส่องสว่าง โดยบริเวณที่ไม่ถูกแสงจะแทนด้วย 0 และบริเวณที่ถูกแสงจะแทนด้วย 1



รูปที่ 2.3 a) ลักษณะแสงที่ตกกระจายไม่เท่ากันบนพื้นผิว
b) ค่าของพิกเซลของภาพพื้นผิว

จะเห็นว่าขณะนี้ภาพจะถูกเขียนแทนด้วยเมตริกซ์ขนาด5*4 (5แถว, 4หลัก) แต่ละส่วนย่อยของภาพ (ขนาด2.5*2.0นิ้ว) จะมีค่าที่ขึ้นอยู่กับแสงที่ตกกระทบเฉลี่ย

บริเวณขนาด2.5*2.0นิ้ว ตรงส่วนมุมบนซ้ายของภาพจะถูกแทนด้วยตำแหน่ง(1,1) ในเมตริกซ์ 5*4, มีค่าเท่ากับ0 ซึ่งนั่นก็หมายถึงไม่มีแสงมาตกกระทบ

บริเวณขนาด2.5*2.0นิ้ว ตรงส่วนมุมขวาล่างของภาพจะถูกแทนด้วยตำแหน่ง(5,4) มีค่าเท่ากับ1 ซึ่งหมายถึงมีความเข้มของการส่องสว่างสูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั้งนี้หมายเหตุไว้ว่า หากใช้ระบบ 16ระดับเกรย์ (16 Gray level system) แทนระบบเลขไบนารี จุดพิกเซลที่ (1,1) จะมีค่าเท่ากับ0 และจุด (5,4) จะมีค่าเท่ากับ15

อีกประการหนึ่ง ผู้ออกแบบระบบจะต้องกำหนดค่าเทรชโฮล (Threshold value) ของความเข้มของการส่องสว่าง ที่จะใช้เป็นเกณฑ์ในการเปลี่ยนระดับจาก0เป็น1

2.3 ระดับเกรย์ (Gray Scale)

หากเราต้องการค่าข้อมูลที่ละเอียดมากขึ้น ก็จำเป็นที่จะต้องเพิ่มจำนวนบิตในการแสดงค่าของแต่ละพิกเซล ยกตัวอย่างเช่น หากแบ่งความเข้มของการส่องสว่างให้มี 4 ระดับก็ต้องใช้เลขฐานสอง 2 บิต และ 4 บิตสำหรับ 16 ระดับ, 8 บิตสำหรับ 256 ระดับ ซึ่งจำนวนระดับที่ใช้ในระดับเกรย์นี้มักเป็นเลขยกกำลังของ 2 , ค่าที่ต่ำสุดคือ 0 กำหนดให้เป็นสีดำ และ 1 หรือตัวเลขที่น้อยกว่าค่าสูงสุดของระดับเกรย์อยู่ 1 (เช่น 15 สำหรับระดับเกรย์16ระดับ) แทนสีขาว ค่าที่กำหนดให้ในแต่ละพิกเซลมักเป็นจำนวนเต็ม

ในยุคแรกๆของระบบการมองเห็นภาพ(Vision System)จะใช้ระบบเลขฐานสอง แต่ในปัจจุบันเทคโนโลยีไมโครโปรเซสเซอร์เข้ามามีบทบาทมากขึ้น การแบ่งระดับเป็น 16, 64 หรือ 256 เป็นเรื่องธรรมดา แต่ทั้งนี้ในการมองเห็นของมนุษย์ จะสามารถแยกแยะความแตกต่างได้เพียง 10-15 ระดับเท่านั้น การแบ่งโดยละเอียดเป็น 64 หรือ 256 ระดับ อาจจะนำไปประยุกต์ใช้กับงานการประมวลผลภาพหรือขบวนการอุตสาหกรรมอื่นๆ

ซึ่งจะเห็นว่าจำนวนระดับเกรย์จะเป็นตัวจำกัดรายละเอียดของภาพ โดยทั่วไปแล้วยิ่งแบ่งระดับเกรย์เป็นหลายระดับก็จะเป็นการเพิ่มคุณภาพของภาพด้วย และการเพิ่มจำนวนพิกเซล เช่น จาก 35*35 เป็น 250*256 ก็จะเป็นการเพิ่มความละเอียด (Resolution) และรายละเอียด (Detail) ของภาพเช่นกัน จะเห็นว่าจะแตกต่างกับการขยาย (Zoom) ภาพ คือ การซูมเป็นการเพิ่มขยายของแต่ละพิกเซลให้ใหญ่ขึ้น ไม่ได้เป็นการเพิ่มจำนวน

2.4 ฮีสโตแกรม (Histogram)

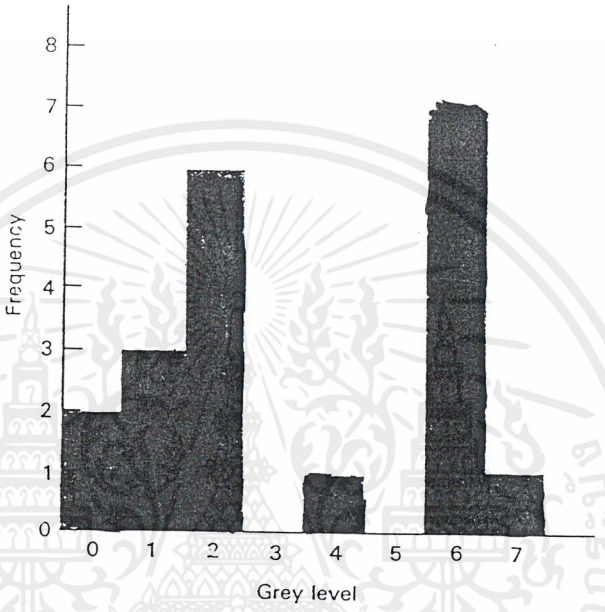
ฮีสโตแกรมเป็นการแสดงให้เห็นถึงความถี่ของการนับจำนวนพิกเซล ที่มีค่าความเข้มแต่ละค่าหนึ่งๆในภาพระดับเกรย์ โดยแกนx ในกราฟแสดงค่าระดับเกรย์ แกนy แสดงค่าจำนวนพิกเซล

ขั้นตอนการสร้างฮีสโตแกรมมีดังนี้

1. ทำการดิจิไตซ์ (Digitizing) ภาพ
2. นับจุดพิกเซลในแต่ละระดับเกรย์
3. พลอตกราฟระหว่างจำนวนจุดกับระดับเกรย์

ดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 2.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 ฮีสโตแกรมของ8ระดับเกรย์ จากเมตริกซ์4*5

รูปร่างของฮีสโตแกรมสามารถบอกลักษณะบางประการของภาพได้ เช่นหากฮีสโตแกรมมีลักษณะที่แคบ ก็จะหมายถึงการขาดคอนทราสต์(Contrast, การแยกแยะความผิดแผกของสี) ในภาพ

ฮีสโตแกรมมีประโยชน์ในการกำหนดระดับเทรชโฮล (Threshold) ซึ่งก็คือการเปลี่ยนภาพระดับเกรย์ให้เป็นภาพไบนารี หรือเพื่อปรับปรุงบางส่วนของสเปคตรัมของระดับเกรย์

2.5 การแปลงระดับเกรย์ (Gray-level Transformation)

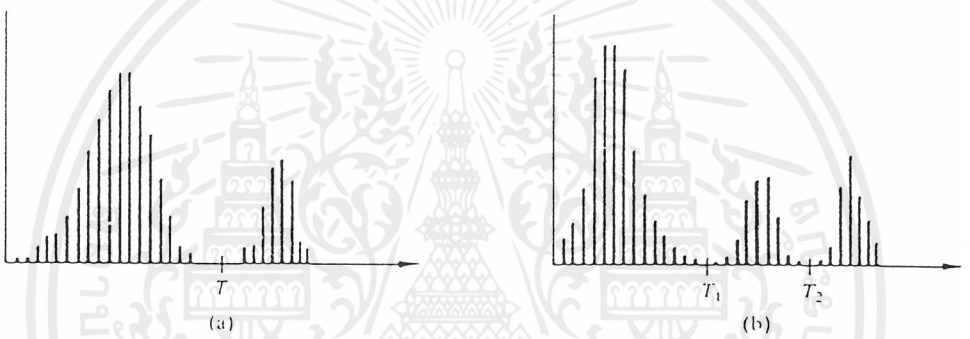
1. การเปลี่ยนแปลงความสว่าง (Global Alternative in brightness)

เป็นการใช้ค่าคงที่บวกหรือลบออกจากทุกพิกเซลของภาพ เพื่อเพิ่มหรือลดความสว่างของภาพ

2. การทำเทรชโฮล (Threshold)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นการเปลี่ยนแปลงหรือหาแนวโน้มของค่าระดับเกรย์ในภาพเพื่อทำให้เป็นดีสครีตมากขึ้น โดยจะนำภาพมาทำฮีสโตแกรม แล้วกำหนดค่าระดับเกรย์ที่แน่นอนขึ้นมาเพื่อที่จะเป็นจุดตัดทำเทรชโฮล จากนั้นจะทำการตัดหรือปัดส่วนของระดับเกรย์ที่เราไม่ต้องการออกไป แสดงภาพประกอบในรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 ฮีสโตแกรมของระดับเกรย์
a) ใช้เทรชโฮล1จุด (Single Threshold)
b) ใช้เทรชโฮลหลายจุด (Multiple Threshold)

ประโยชน์ของเทรชโฮล ได้แก่ การทำให้เป็นภาพแบบไบนารี หากดูจากรูปที่ 2.5 a) จุดที่อยู่ในช่วงทางซ้ายมือทั้งหมดของจุดตัดเทรชโฮล T จะถูกทำเป็นสีขาว และจุดในช่วงทางขวามือทั้งหมดจะถูกทำให้เป็นสีดำ หรือ การช่วยให้หาขอบของภาพได้ง่ายขึ้น เป็นต้น แต่ทั้งนี้ก็เป็นการยากที่จะกำหนดจุดตัดเทรชโฮลที่ดีที่สุดออกมาได้

3. บันช์ชิ่ง (Bunching) และการควอนไตซ์ (Quantize)

บางครั้งบันช์ชิ่งจะหมายความรวมถึงการควอนไตซ์ (Quantizing) ด้วย, ใช้เพื่อลดระดับเกรย์ของภาพที่ไม่ต้องการลง

<u>หมายเหตุ</u> การควอนไตซ์ (Quantizing) และความผิดพลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การควอนไตซ์นั้นเป็นการประมาณค่าระดับเกรย์ให้เป็นจำนวนเต็ม ซึ่งจะเป็นไปตามกฎ คือ หากเป็นจุดทศนิยมให้ปัดขึ้นทั้งหมด การปัดนี้ก็คือความผิดพลาดที่เกิดขึ้น

4. สปลิทติ้ง (Splitting)

เป็นการเพิ่มความแตกต่างระหว่าง 2 กลุ่มของระดับเกรย์ ยกตัวอย่างเช่น หากเรามีตัวอักษรเขียนอยู่บนฉาก โดยตัวเลขมีระดับเกรย์ที่ 98 ฉากมีระดับเกรย์ที่ 99 ซึ่งตาของมนุษย์ไม่สามารถแยกแยะความแตกต่างเพียงเท่านี้ได้, ฮีสโตเกรมที่ได้ก็จะมีลักษณะแบน ดังนั้นจึงแก้ปัญหาด้วยการสปลิทฮีสโตแกรม โดยทำการดึงค่า 99 ขึ้นเป็น 120, ดึงค่า 98 ลงเป็น 80 ซึ่งก็จะทำให้ระหว่างตัวเลขและตัวอักษรมีความแตกต่างกันมากขึ้นจนสามารถสังเกตแยกแยะได้

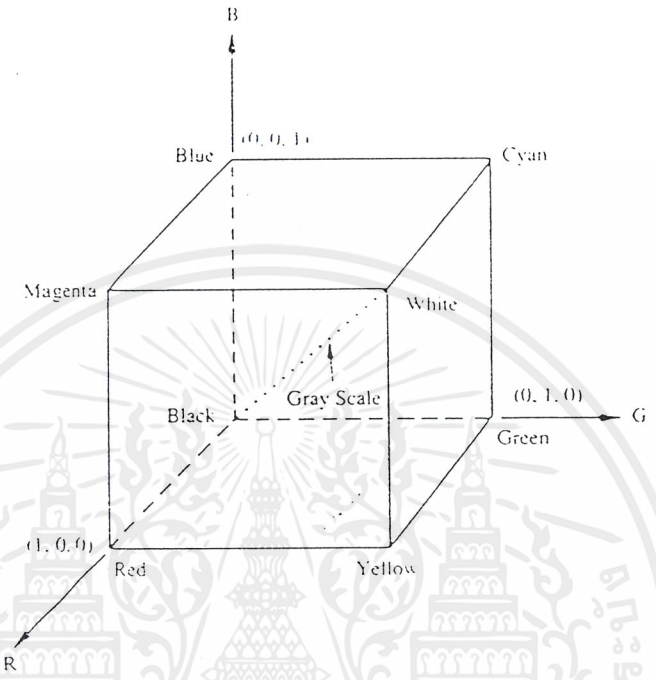
โดยเทคนิคนี้จะมีประโยชน์มากในกรณีที่เราต้องการดึงเฉพาะบางส่วนของภาพออกมา

2.6 พื้นฐานและระบบของสีโมเดล RGB

ในโมเดลนี้ สีแต่ละสีจะปรากฏในรูปของสีปฐมภูมิ (แดง,เขียว,น้ำเงิน) โมเดลนี้มีโครงสร้างเป็นแกนคาร์ทีเซียนโคออดิเนต (Cartesian coordinate) มีลักษณะเป็นทรงลูกบาศก์ดังแสดงในรูปที่ 2.6 ค่า Red, Green และBlue จะอยู่ที่มุมทั้งสาม และค่าคราม,มาเกนตา,และเหลือง จะอยู่ที่มุมทั้งสามที่เหลือ, สีดำจะอยู่ที่จุดกำเนิด, สีขาวจะอยู่ที่มุมที่ไกลที่สุดจากจุดกำเนิด, ค่าของระดับสีเทา (gray scale) จะอยู่บนเส้นที่เชื่อมระหว่างสีดำกับสีขาว ค่าสีคือจุดที่อยู่บนผิวหรือในลูกบาศก์ถูกกำหนดค่าโดยเวกเตอร์ที่ชี้ออกจากจุดกำเนิด เพื่อความสะดวกเราจะสมมุติให้ค่าสีถูกนอมอลไลซ์ ทั้งสามสีให้มีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 1 ลูกบาศก์ที่แสดงในรูปที่ 2.6นี้ จึงเป็นลูกบาศก์หนึ่งหน่วย

ภาพในโมเดล RGB ประกอบด้วยภาพสามระนาบที่เป็นอิสระจากกันสำหรับแต่ละสีปฐมภูมิเมื่อป้อนเข้าไปในมอนนิเตอร์ที่เป็นแบบRGB ภาพทั้งสามสีจะรวมตัวกันที่จอภาพกลายเป็นภาพสีผสม ดังนั้นการใช้โมเดลRGBในการประมวลผลภาพนั้นจะสมเหตุสมผลเมื่อภาพถูกแยกออกโดยธรรมชาติให้อยู่ในเทอมของทั้งสามสี กล้องภาพสีส่วนใหญ่ที่ให้ภาพสีดิจิตอลจะอยู่ในรูปแบบของโมเดลRGB ดังนั้นโมเดลนี้จึงเป็นโมเดลที่สำคัญมากในการประมวลผลภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 แสดงโมเดลสี RGB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
ทฤษฎีและการใช้นิวรอลเน็ตเวอร์ค

โครงข่ายนิวรอลหรือนิวรอลเน็ตเวอร์ค (Neural Network) เป็นความพยายามอีกอย่างหนึ่งของมนุษย์ในการที่จะลอกเลียนแบบธรรมชาติ โดยทั่วไปแล้วนิวรอลเน็ตเวอร์คจะถูกประกอบขึ้นจากหน่วยย่อยที่มีหน้าที่การทำงานคล้ายคลึงกับเซลล์สมองของมนุษย์ จากนั้นหน่วยย่อยเหล่านี้จะถูกจัดเชื่อมต่อกันเป็นโครงข่ายในลักษณะที่สัมพันธ์กับกายวิภาคทางสมองหรือบางครั้งอาจจะไม่ก็ได้ และโดยการเชื่อมต่อกันในโครงข่ายนี้ทำให้นิวรอลเน็ตเวอร์คสามารถแสดงพฤติกรรมมากมายที่มีการตอบสนองคล้ายคลึงกับระบบประสาทในสิ่งมีชีวิต ยกตัวอย่างเช่นความสามารถในการที่จะเรียนรู้จากประสบการณ์, การจัดกลุ่มของข่าวสารจากตัวอย่างที่ให้หรือจับลักษณะเด่นของอินพุทที่ประกอบจากข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์ เป็นต้น

จุดอ่อนของนิวรอลเน็ตเวอร์คมีอยู่เช่นเดียวกับสมองมนุษย์ นั่นคือขีดจำกัดในการคำนวณตัวเลข ในขณะที่นิวรอลเน็ตเวอร์คมีความชำนาญพิเศษในการประมวลผลข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์, การเรียนรู้จากประสบการณ์ ฯลฯ แต่ในข้อมูลปกติทั่วไปการใช้คอมพิวเตอร์ธรรมดาจะเหมาะสมกว่าดังนั้นการจะนำนิวรอลเน็ตเวอร์คไปทำการคำนวณบัญชีเงินเดือน, บัญชีลูกหนี้ ฯลฯ จึงไม่อยู่ในวิสัยที่ควรจะทำ หรือกล่าวอีกอย่างหนึ่งก็คือ แม้วิชาการทางนิวรอลเน็ตเวอร์คจะถูกพัฒนาก้าวไปไกลเท่าไรก็ตามก็ไม่สามารถเข้ามาแทนที่คอมพิวเตอร์ที่ใช้กันอยู่ทั่วไปแล้วได้ หากแต่จะเข้ามาช่วยเหลือในงานส่วนที่คอมพิวเตอร์ไม่สะดวกเท่านั้น

ความแตกต่างระหว่างคอมพิวเตอร์ธรรมดากับนิวรอลเน็ตเวอร์คอีกอย่างหนึ่งคือ ในคอมพิวเตอร์ธรรมดาเมื่อต้องการให้การทำงานอย่างใดอย่างหนึ่งสามารถทำได้โดยการสร้างโปรแกรม แต่ในทางตรงข้ามนิวรอลเน็ตเวอร์คเมื่อต้องการให้การทำงานอย่างใดอย่างหนึ่งสามารถทำได้โดยการสอน (Training) โดยการฝึกสอนนี้จะทำให้นิวรอลเน็ตเวอร์คนำบทเรียนที่ได้จากการฝึกสอนเข้าไปเก็บในโครงร่างนิวรอล และจากนั้นจะถูกเรียกขึ้นมาใช้เมื่ออยู่ในระหว่างประมวลผลข้อมูล

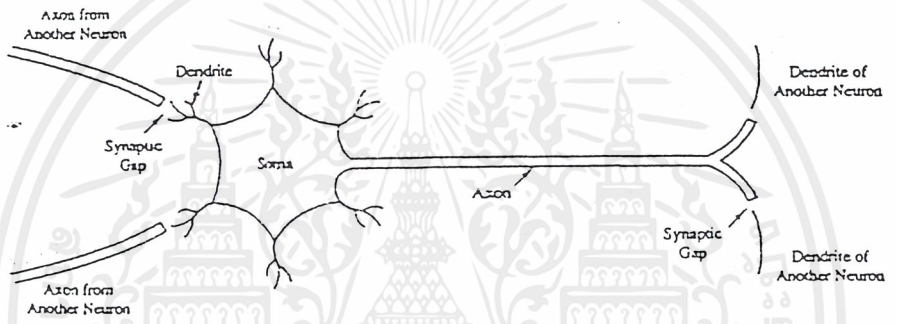
3.1 ทฤษฎีพื้นฐานของนิวรอลเน็ตเวอร์ค

นิวรอลเน็ตเวอร์คเป็นแนวความคิดหนึ่งทางด้าน AI (Artificial Intelligent) ในการพยายามสร้างเครื่องจักรที่จะสามารถเรียนรู้และจดจำ ซึ่งมีกระบวนการคล้ายคลึงกับกระบวนการทางสมองของมนุษย์

3.2 ลักษณะของนิวรอลเน็ตเวอร์ค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นิวรอลเน็ตเวอร์ค มีลักษณะเป็นการจำลองการจำลองข้อมูลทางชีววิทยา ทางโครงสร้างสมองของมนุษย์ โดยการจำลองเอามาบางส่วนที่จำเป็นมาใช้ผสมกับรูปแบบการจัดโครงสร้างที่ถูกคิดขึ้น เพื่อทำให้เกิดฟังก์ชั่น (Function) ที่ต้องการ โดยทั่วไปแล้วลักษณะโครงสร้างของนิวรอลเน็ตเวอร์คมีอยู่หลายรูปแบบ แต่ลักษณะโครงสร้างพื้นฐานจะเหมือนกัน กล่าวคือ ลักษณะทางโครงสร้างพื้นฐานจะประกอบไปด้วย นิวรอล ซึ่งเป็นเซลล์ (Cell) ทางสมองของมนุษย์ ซึ่งโครงสร้างของนิวรอลจำลองแบบมา ลักษณะโดยทั่วไปของนิวรอลเซลล์มีลักษณะดังรูป

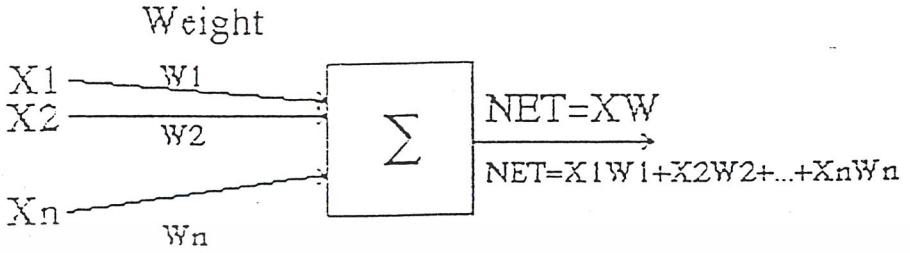


รูปที่ 3.1 ลักษณะของนิวรอลเซลล์ของเซลล์ประสาท

กล่าวคือจะประกอบไปด้วยส่วนของเดนไดร์ท (Dendrites) ซึ่งยื่นออกมาจากเซลล์ร่างกายไปเชื่อมต่อยังนิวรอลเซลล์อื่นๆ โดยที่จุดเชื่อมต่อเหล่านี้จะมีส่วนของไซแนปส์ (Synapse) ซึ่งสามารถปรับตัวได้เมื่ออินพุท (Input) ได้ถูกส่งผ่านไซแนปส์มา แล้วไปรวมกับเซลล์ร่างกาย และนิวรอลเซลล์จะส่งเอาท์พุท (Output) ออกทางเซลล์แอกซอน (Axon) ตามลักษณะการรวมตัวกันของอินพุทที่เซลล์ร่างกาย

สำหรับลักษณะของนิวรอลของนิวรอลเน็ตเวอร์ค จะมีลักษณะดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 นิวรอลของโครงข่ายนิวรอล

จากรูปจะมีลักษณะคล้ายกับนิวรอลเซลล์ กล่าวคือส่วนของอินพุทที่เข้ามาจะมีค่าน้ำหนัก (Weight) ซึ่งเปรียบเสมือนส่วนของไซแนปส์ ซึ่งสามารถปรับค่าได้ ผ่านเข้ามาในส่วนที่ทำหน้าที่รวมอินพุทที่เข้ามา และออกเป็นค่าเอาท์พุทค่าหนึ่ง สำหรับค่าเอาท์พุทที่ออกมาสามารถคำนาณได้ดังนี้

$$NET = X1W1 + X2W2 + \ldots + XsWs$$

หรืออาจเขียนเป็นรูปของเวคเตอร์ได้ ดังนี้

$$NET = XW$$

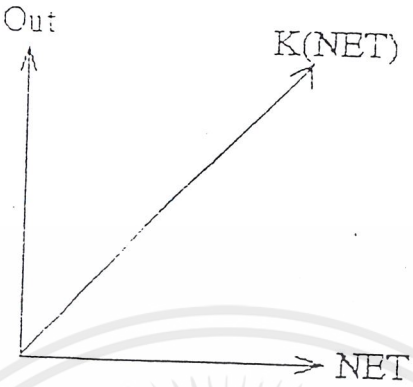
โดย X = เวคเตอร์อินพุท

W = เวคเตอร์น้ำหนัก

NET = เวคเตอร์เอาท์พุท

สำหับโดยทั่วไปแล้ว ส่วนเอาท์พุทที่ออกมาจะถูกกระทำต่อไป โดยส่วนที่เรียกว่าฟังก์ชั่นการกระตุ้น (Activation Function) ซึ่งมีอยู่หลายรูปแบบซึ่งอาจจะมีลักษณะเป็นสมการเชิงเส้นอย่างง่ายๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

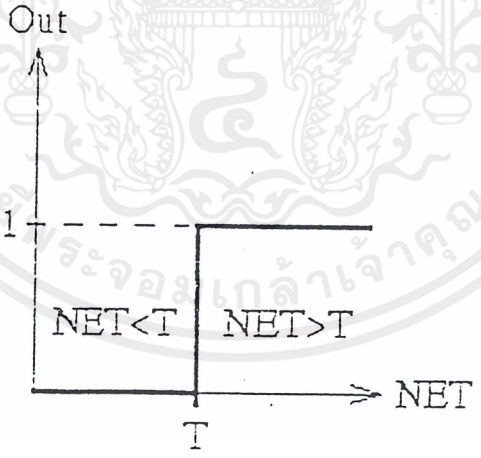


OUT = K(NET)

ซึ่ง K เป็นค่าคงที่

รูปที่ 3.3 สมการเชิงเส้นอย่างง่ายๆ

หรือในรูปของฟังก์ชั่นเทรชโฮล (Threshold)



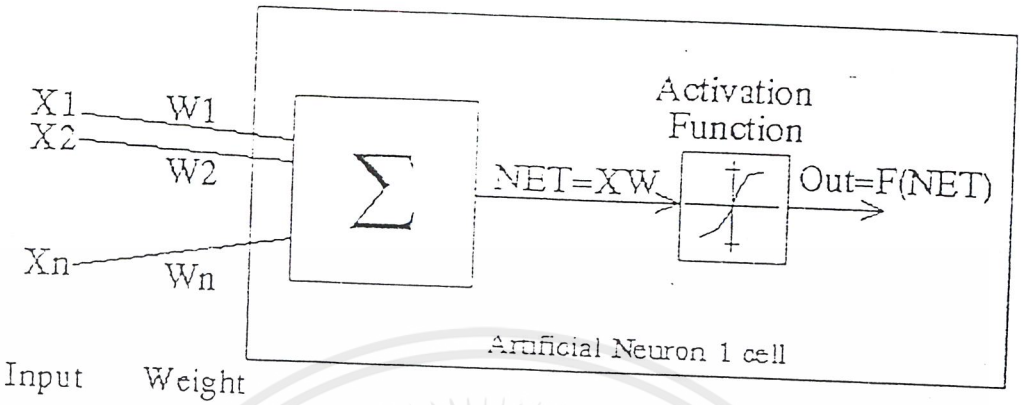
OUT = 1 ถ้า NET > T

OUT = 0 กรณีอื่น

รูปที่ 3.4 สมการเทรชโฮล

หรืออาจอยู่ในรูปฟังก์ชั่นที่มีลักษณะไม่เป็นเชิงเส้น (Nonlinear Function) ตามรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

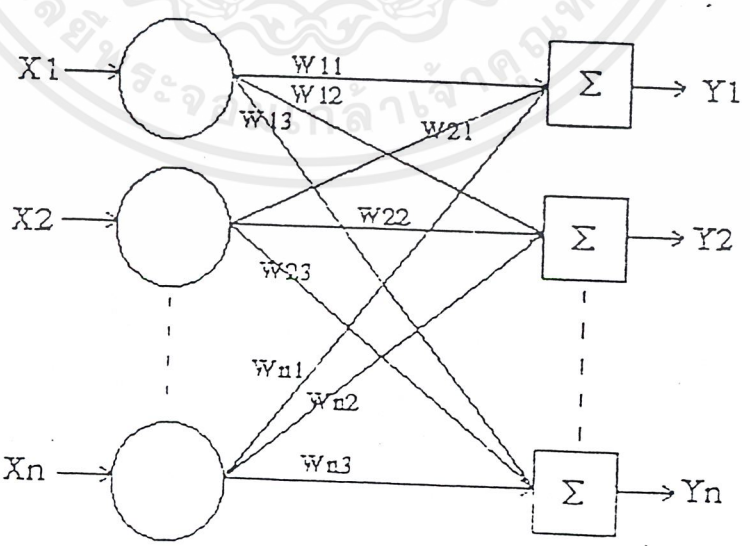


รูปที่ 3.5 ลักษณะของนิวรอลหนึ่งหน่วย ที่ประกอบด้วยฟังก์ชั่นการกระตุ้น

3.3 นิวรอลเน็ตเวอร์คในลักษณะ 1 ชั้น (Single Layer Neural Network)

ถึงแม้ว่าลักษณะของนิวรอลเพียงหนึ่งนิวรอลจะสามารถทำฟังก์ชั่นบางอย่างได้ แต่ประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้นจากการทำงานมาจากการรวมนิวรอลหลายๆนิวรอลเข้าด้วยกัน

ลักษณะรูปแบบอย่างง่ายที่สุดของนิวรอลเน็ตเวอร์ค จะจัดกลุ่มของนิวรอลมีลักษณะ 1 ชั้น ดังที่แสดงดังรูป



รูปที่ 3.6 ลักษณะโครงสร้างของนิวรอลเน็ตเวอร์คลักษณะ 1 ชั้น

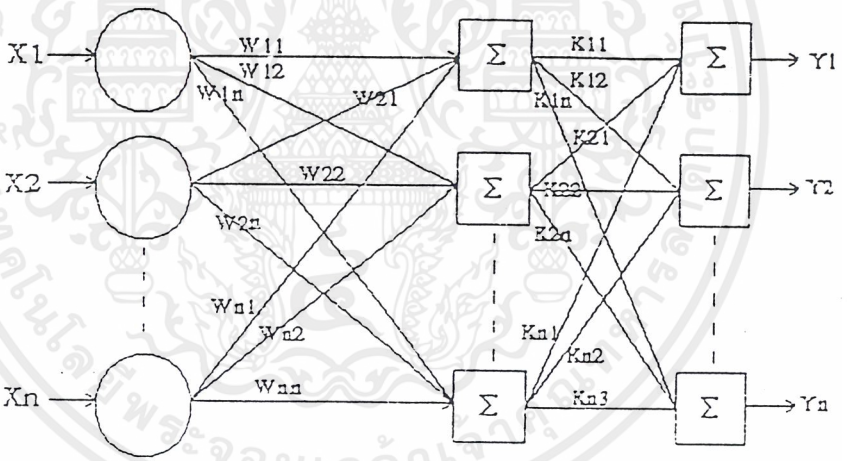
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

สำหรับในส่วนของวงกลมจะเป็นส่วนที่แบ่งกระจายอินพุท สำหรับลักษณะโครงสร้างในรูปที่ 3.6 อาจจะมีการเชื่อมโยงในบางส่วนถูกตัดทิ้งไป หรืออาจจะมีการป้อนกลับจากเอาท์พุทไปยังอินพุท เรียกได้ว่ามีลักษณะย้อนกลับ (Backward Learning) เพื่อส่งสัญญาณผิดพลาดกลับไปปรับแต่งค่าน้ำหนัก (Weight) ให้ดีขึ้นเพื่อลดการผิดพลาดของสัญญาณที่เกิดขึ้นในการเรียนรู้กลุ่มอินพุทชุดหนึ่งๆ โดยโครงสร้างอย่างง่ายนี้สามารถฝึกสอนกลุ่มอินพุทที่มีลักษณะอย่างง่ายๆได้ แต่ถ้าต้องการนำไปประยุกต์ใช้กับอินพุทที่มีรูปร่างยากๆหรือคล้ายๆกันต้องเพิ่มชั้นของนิวรอลเน็ตเวอร์คอีกเพื่อขยายค่าน้ำหนักในการเรียนรู้

3.4 โครงสร้างของนิวรอลในกรณีที่มีลักษณะหลายๆชั้น (Multilayer Neural Network)

ลักษณะของนิวรอลเน็ตเวอร์คที่มีลักษณะเพียง 1 ชั้น ถึงแม้จะทำงานได้ดีขึ้นจากนิวรอลเพียง 1 นิวรอล แต่ประสิทธิภาพในการทำงานจะเพิ่มถ้าเราจัดรูปแบบโครงสร้างในลักษณะหลายๆชั้นในรูปที่ 3.7 แสดงลักษณะนิวรอลเน็ตเวอร์คในลักษณะ 2 ชั้น (Two Layer Neural Network)



รูปที่ 3.7 ลักษณะโครงสร้างของนิวรอลเน็ตเวอร์คลักษณะ 2 ชั้น

สำหรับประสิทธิภาพในการทำงานของนิวรอลเน็ตเวอร์คในลักษณะหลายๆชั้นนี้จะไม่เพิ่มขึ้นหรือไม่แตกต่างจากนิวรอลเน็ตเวอร์คในลักษณะ 1 ชั้นเลย ถ้าลักษณะของฟังก์ชั่นการกระตุ้นมีลักษณะเป็นสมการเชิงเส้น ซึ่งสามารถแสดงได้ดังนี้

ถ้าให้ X เป็นอินพุทเวคเตอร์ (Input Vector)

W1 เป็นค่าน้ำหนักในรูปเมตริกซ์ในชั้นที่ 1

W2 เป็นค่าน้ำหนักในรูปเมตริกซ์ในชั้นที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

42692

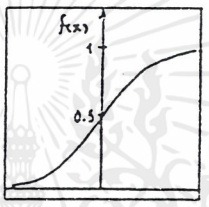
เพราะฉะนั้น ค่าเอาท์พุทที่ออกมาอยู่ในรูป

$$Output = X(W1W2)$$

ซึ่งแสดงว่าลักษณะของนิวรอลเน็ตเวอร์คในลักษณะ 2 ชั้นจะเหมือนกับในลักษณะ 1 ชั้นคือมีค่าเมตริกซ์ของค่าน้ำหนัก เท่ากับผลคูณของเมตริกซ์ของค่าน้ำหนักในชั้นที่ 1 คูณกับชั้นที่ 2

ดังนั้นในการเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของนิวรอลเน็ตเวอร์คในลักษณะหลายๆชั้นเพิ่มจากนิวรอลเน็ตเวอร์คในลักษณะ 1 ชั้น จึงควรกำหนดฟังก์ชั่นการกระตุ้นในลักษณะไม่เป็นเชิงเส้น โดยมีสมการฟังก์ชั่นการกระตุ้นดังนี้

$$f(x) = 1/(1+\exp(-x))$$



รูปที่ 3.8 ฟังก์ชั่นการกระตุ้น

3.5 การฝึกสอน (Training) ของนิวรอลเน็ตเวอร์ค

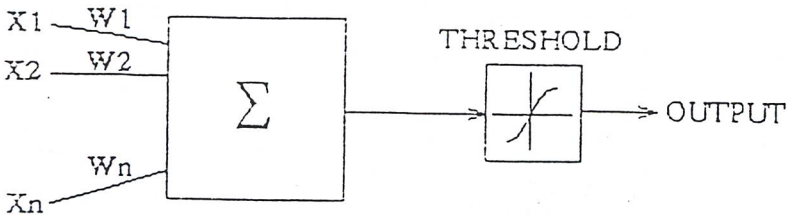
การฝึกสอนเป็นลักษณะที่พยายามจะสอนให้นิวรอลเน็ตเวอร์คมีความรู้ตามที่เราต้องการ โดยในลักษณะการฝึกสอนของนิวรอลเน็ตเวอร์คจะเป็นการป้อนชุดอินพุทให้แก่นิวรอลเน็ตเวอร์คและพยายามปรับค่าของน้ำหนักไปเรื่อยๆ เพื่อให้มีค่าลู่เข้าค่าของชุดเอาท์พุทที่เราต้องการให้มีค่าออกมา

โดยทั่วไปแล้วเราจะเรียกวิธีการสอนเพื่อให้โครงข่ายสามารถเรียนรู้ เพื่อให้ได้ค่าเอาท์พุทที่เราต้องการว่า เทรนนิ่งอัลกอริธึ่ม (Training Algorithm)

3.5.1 เพอเซปตรอน (Perceptron)

ลักษณะของนิวรอลในยุคแรกๆของนิวรอลเน็ตเวอร์ค มีชื่อเรียกว่าเพอเซปตรอนซึ่งมีลักษณะดังรูป

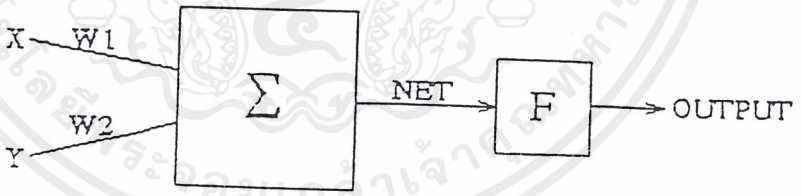
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 ลักษณะของเพอเซปตรอน

ลักษณะโดยทั่วไปจะเหมือนกับนิวรอลที่ได้กล่าวมาแล้ว แต่มีลักษณะเฉพาะคือ ในส่วนของฟังก์ชั่นการกระตุ้นจะเป็นฟังก์ชั่นเทรชโฮล ซึ่งให้ค่า 1 ออกมาถ้าค่ารวมที่เข่ามามีค่ามากเกินกว่าค่าที่กำหนด และจะให้ค่า 0 ออกมา ถ้าผลรวมมีค่าน้อยกว่าที่กำหนด

สำหรับการฝึกสอนจะทำในลักษณะเพียง 1 ชั้น ซึ่งประสบผลสำเร็จมากในช่วงแรกๆ แต่ต่อมาได้ประสบปัญหาบางอย่างซึ่งลักษณะเพอเซปตรอนเพียง 1 ชั้นไม่สามารถแก้ปัญหาได้ เช่นปัญหาเกี่ยวกับเอกซ์คลูซีฟออร์ (Exclusive-or)



รูปที่ 3.10 เพอเซปตรอนที่ใช้แก้ปัญหา

ถ้า X และ Y เป็นอินพุทที่จะทำการ XOR เพราะฉะนั้นจะมีค่า NET ที่ออกมาเท่ากับ

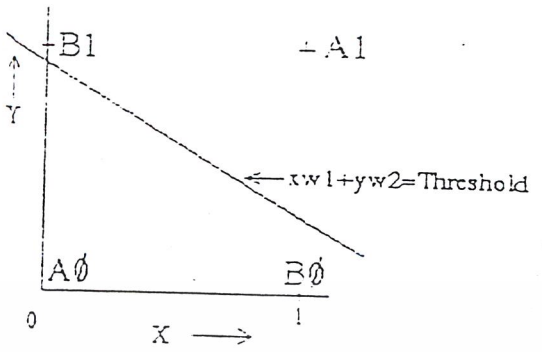
$$NET = XW1 + YW2$$

ถ้าเรากำหนดค่าเทรชโฮลของฟังก์ชั่น F ให้มีค่าหนึ่งๆ และกำหนดค่า W1 และ W2 เป็นค่าหนึ่งๆแล้วจะได้สมการเป็น

$$Threshold = XW1 + YW2$$

ถ้าเราทำการพล็อต (Plot) กราฟในพิกัดแกน X-Y จะได้กราฟเป็นเส้นตรงดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 กราฟความสัมพันธ์ X-Y

พิจารณาตาราง XOR ในรูปจะได้

Point	Xvalue	Yvalue	Desired Output
A0	0	0	0
B0	1	0	1
B1	0	1	1
A1	1	1	0

ตารางที่ 3.1 ตารางXOR

3.6 Weightless Neural Networks

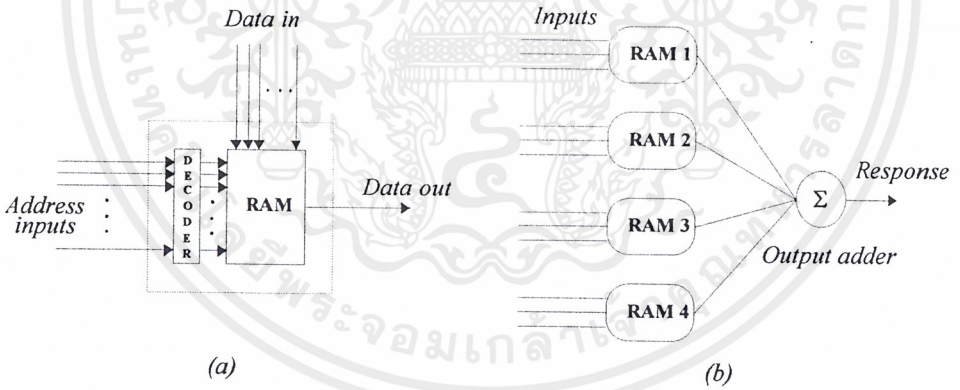
Weightless models คือ RAMที่เป็นพื้นที่สำหรับเก็บข้อมูลการกระตุ้นของอินพุทและผลตอบสนองต่อความสัมพันธ์ใน look-up tables ไปในรูปแบบของปฏิกิริยาทางตรรกศาสตร์ของนิวรอล ต้นแบบของความคิดนี้ถูกเสนอโดย Bledsoe และ Browning (1959) ซึ่งรู้จักกันในชื่อของกระบวนการจำแนกข้อมูลแบบ n-tuple (n-tuple recognition process) tuple แต่ละยูนิตจะรับข้อมูลเพียงส่วนเล็กๆ ของข้อมูลทั้งหมดและตอบสนองโดยผลที่ได้ของแต่ละยูนิตเป็นอิสระต่อกัน การจำแนกข้อมูลใน n-tuple machine สามารถทำได้โดยเปรียบเทียบลักษณะที่คล้ายกันระหว่างรูปแบบของข้อมูลที่เก็บภายในความจำของคอมพิวเตอร์ซึ่งมาจากtuplesทั้งหมดกับรูปแบบของข้อมูลที่ป้อนเข้าไปโดยให้ลักษณะที่คล้ายคลึงกันออกมาในรูปของคะแนน ซึ่งข้อได้เปรียบของเทคนิคนี้คือข้อมูลหลายตัวสามารถมีผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอบสนองร่วมกันใน tuple หนึ่งยูนิตและสามารถแยกรูปแบบของข้อมูลแบบไม่เป็นเชิงเส้น(non-linearly) ออกมาได้

ระหว่างทศวรรษที่ 70 การพัฒนาเทคโนโลยีของวงจรรวมหรือ (Integrated Circuit Technology) สามารถสร้าง Random Access Memories (RAMs) ได้ซึ่งเป็นการนำไปสู่การค้นพบนิวรอลเน็ทเวิร์คที่ใช้หน่วยความจำแบบ RAMs เป็นที่เก็บข้อมูลของ n-tuple machines โดย Aleksander และ Stonham (1979) หลังจากนั้นหลักการเดียวกันนี้ถูกนำไปใช้ในการออกแบบ WISARD (Aleksander, Thomas and Bowden 1984, Aleksander 1984)

เมื่อพิจารณาการใช้นิวรอลเน็ทเวิร์คแบบที่ใช้RAMแล้วพบว่ามีข้อดีในการเรียนรู้ algorithm เนื่องจากเป็นโหนดแต่ละโหนดอิสระต่อกันระหว่างการอ้างอิงข้อมูลจาก look-up table เว้นแต่ในส่วนของweighted models ในส่วนที่สองซึ่งน้ำหนักของข้อมูลต้องขึ้นกับการเปลี่ยนแปลงในส่วนแรก ส่วนข้อดีอื่นๆนั้นคือฮาร์ดแวร์ซึ่งประกอบด้วย RAMs มีราคาถูกและสามารถหาได้ง่ายโดยบล็อกไดอะแกรมพื้นฐานของนิวรอลเน็ทเวิร์คแบบที่ใช้ RAM นี้สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.12 (a)



รูปที่ 3.12 (a) A RAM-based neuron (b) 4 RAMs discriminators with 3 inputs each

โมเดลของนิวรอลแบบไร้น้ำหนัก (weightless neural model หรือ WISARD) คือระบบที่มีการป้อนไปข้างหน้าแบบชั้นเดียวที่ประกอบไปด้วยเซ็ตสัญลักษณ์การแบ่งแยกคลาสของ discriminatorsรูปแบบของข้อมูลตัวแบ่งแยกทั้งหมดจะเริ่มต้นที่เซ็ตของศูนย์และค่อยๆเปลี่ยนไปตามการป้อนข้อมูล(training)ระหว่างการป้อนข้อมูลรูปแบบของข้อมูลแต่ละอันก็จะถูกเก็บอยู่แค่ในRAM ของการตอบสนองการแบ่งแยกหลังจากการป้อนข้อมูลเสร็จสิ้นก็จะได้ผลการแบ่งแยกของแต่ละ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คลาส,การจำแนกข้อมูล(recognition)ก็จะเริ่มโดยป้อนรูปแบบของข้อมูลที่ไม่ทราบค่าให้กับ discriminatorsทุกๆตัวเพื่อหาผลตอบสนองที่มีค่ามากที่สุดโดยหลักการทั่วๆไปของการคิดคือไม่นำมาคิดแค่เพียงแต่ละโหนดแต่คิดทั้งระดับของเน็ทเวิร์ค

เนื่องจากการทำงานเป็นเส้นตรงของ WISARD จะมีความคลุมเครือระหว่างสถานะ0 ที่เกิดขึ้นระหว่างการเก็บรูปแบบของข้อมูลและสถานะ0ที่จุดเริ่มต้นก่อนจะเกิดการป้อนข้อมูลหรือtraining เพื่อแก้ปัญหาข้อนี้ Kan และ Aleksander (1988) ได้นำเสนอการใช้ Probabilistic Logic Node (PLN) ซึ่งแต่ละโหนดจะยังคงมีเอาท์พุทเป็นเลขฐานสองแต่จะมีสถานะการทำงานเป็น 3 ระดับโดยสถานะที่เพิ่มขึ้นมาก็คือ u-state ซึ่งจะแทนตรงส่วนที่ค่าเริ่มต้นหรือในช่วงที่ข้อมูลยังไม่ถูกเก็บ ซึ่งโอกาสที่เอาท์พุทของโหนดจะเป็น1และ0จะมีค่า*50%* ใน recalling mode

เมื่อการที่ข้อมูลจะเข้าไปได้มีเพียงแค่การป้อนข้อมูล (trained)สำหรับการประยุกต์การเรียนรู้ข้อมูล แต่ใน PLNs ข้อมูลจะมาจาก delay เมื่อเซ็ตของการป้อนข้อมูลมีค่าน้อยเช่น 2 หรือ 3 รูปแบบ เนื่องจากบนตำแหน่งส่วนใหญ่จะยังคงเหลืออยู่ภายในu-states.อุปสรรคอีกอย่างหนึ่งที่ควรจะต้องกล่าวถึงคือการ generalisation ยังแสดงผลออกมาเป็นระดับต่างๆ เนื่องจากปัญหานี้ Aleksander (1990a)ได้เสนอเทคนิคที่จะไม่เห็นอินพุทเป็นลักษณะระดับของโหนดเราเรียกวิธีการนี้ว่า spreading process ซึ่งจะกล่าวต่อไปในบทอื่นๆ อัลกอริทึมของมันคือระบุตำแหน่งของ u-stateที่มาจากเน็ทเวิร์คข้างเคียงที่ใกล้ที่สุดโดยหลักของ Hamming distance หากข้อมูลไม่ตรงกันหรือเกิดความขัดแย้งระหว่างเน็ทเวิร์คที่ใกล้ที่สุดกันเอง ตำแหน่งของ u-state. จะไม่เปลี่ยนแปลง การ generalisation ของเน็ทเวิร์คจะขึ้นกับรัศมีของการกระจายชั้นของแต่ละโหนดของเน็ทเวิร์ค ถ้ารัศมีมีค่าเท่ากับผลรวมจำนวนของอินพุทที่เป็นเลขฐานสองหมายความว่าเน็ทเวิร์คจะมีการกระจายเต็มที่เราเรียกเน็ทเวิร์คที่มีคุณสมบัติเช่นนี้ว่า Generalising RAMs หรือ (GRAMs)

ความจุของการ generalisation ใน GRAMs สามารถหาได้โดยจำนวนของรูปแบบของการเรียนรู้ข้อมูล (training patterns) เนื่องจากการกระจายของชั้นของเน็ทเวิร์คจะมีค่าน้อนลงเมื่อมีจำนวนของรูปแบบเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังมีอัลกอริทึมของการกระจายหรือ spreading ในแบบอื่นๆอีกเช่น the Combined Generalisation Algorithm (CGA) ค้นพบโดย Aleksander Clarke และ Braga (1994) โดยเป็นวิธีที่ผสมผสานกันระหว่างการเรียนรู้แบบ Hebbian และ Weightless

3.7 The General Neural Unit (GNU)

The General Neural Unit (GNU) จะเกิดขึ้นเมื่อมีการเชื่อมโยงโดยใช้ GRAM-based neurons ในเน็ทวิร์คโมเดล GNU สามารถที่จะ mapping ได้ทั้งแบบอัตโนมัติและแบบ hetero-associative mode

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

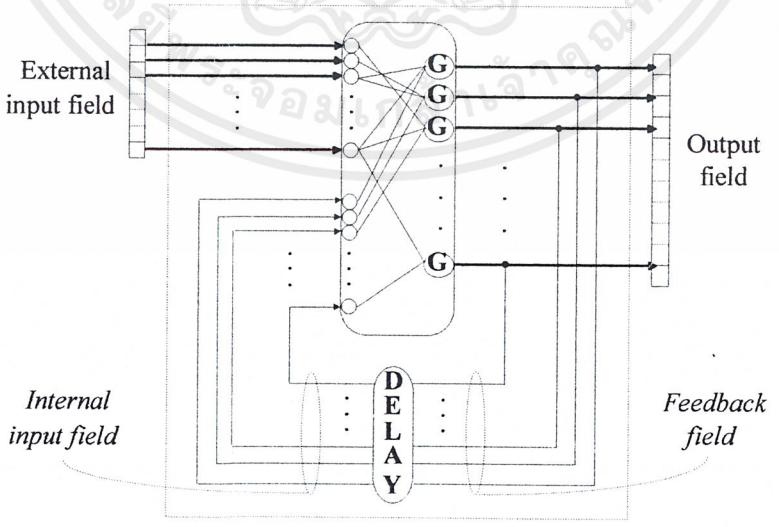
(Zurada 1992) กำหนดให้แต่ละโหนดมีจำนวนรวมของอินพุทเป็น I ประกอบด้วยจำนวนอินพุทที่ได้จากการสุ่ม N จำนวน ต่ออยู่กับบิตจำนวน W บิตของ External input field และ F แทนอินพุทที่มาจากการสุ่มซึ่งต่ออยู่กับ Feedback input Field จำนวน K บิต สามารถเขียนความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$I = N + F \quad .$$

GNU จะมีคุณสมบัติเป็น fully connected หากอัตราส่วน N/W และ F/K มีค่าเท่ากับ 1 และจะมีคุณสมบัติเป็น partially connected เมื่ออัตราส่วนของจำนวนดังกล่าวมีค่าน้อยกว่า 1 เราสามารถสรุปพารามิเตอร์หลักของ GNU ได้ดังตารางที่ 3.2 และไดอะแกรมของรูปแบบการทำงานดังรูปที่ 3.13

K	*The number of nodes of a GNU*
W	*The number of external inputs*
I	*Total number of inputs to each neuron*
N	*The number of inputs connected from the external field*
F	*The number of inputs connected from the feedback field*

ตารางที่ 3.2 Main parameters of a GNU



รูปที่ 3.13 A schematic view of a basic GNU

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษา GNU ในรูปแบบของ Boolean network ซึ่งทำการวิจัยโดย Wong และ Sherrington (1988, 1989) ส่วนงานวิจัยของ Lucy (1991) แสดงให้เห็นว่าการที่ GNU มีการเชื่อมต่อในแบบ fully connected auto-associative mode หรือ ($W = 0$) จะสามารถเก็บข้อมูลได้เป็นจำนวน 2^K รูปแบบ ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดของการดำเนินงานซึ่งศึกษาโดย Aleksander และ Morton (1991) โดยกำหนดให้จำนวนของการเชื่อมต่อมีค่าระหว่างจำนวนอินพุทกับจำนวน feedback หรือ ($N/W = F/K$). การคาดตะเนของความขัดแย้ง GNU ทำการวิจัยโดย Braga (1993; 1994). ส่วนโปรแกรมที่ทำการจำลอง GNUs กับข้อมูลจริงๆมีชื่อว่า MAGNUS (Multi Automata General Neural Units) ร่วมกันพัฒนาโดย Aleksander, Evans และPenney (1993)

3.8 การทำงานของ GNUs

เราสามารถอธิบาย GNU โดยแบ่งการทำงานเป็นส่วนของ GRAMs ได้เป็น 3 ขั้นตอนคือ storage spread และ retrieval process ในการทำงานแบบ storage process จะเป็นการ mapping ของเน็ทเวิร์คระหว่างอินพุท (ทั้ง external inputs และ internal representations) และ เอาท์พุท โดยการสร้างสถานะเสถียร (stable state) ภายใน Boolean space สถานะของ n-dimensional Boolean space สำหรับโมเดลของ single GNU สามารถแสดงได้โดย two-dimensional Boolean transition table ในแบบพื้นฐาน

การทำงานแบบ storage process มีหลักการคือความสัมพันธ์ของอินพุทและเอาท์พุทในทุกๆ โหนดของเน็ทเวิร์ค ภายใน GRAM ซึ่งจะเริ่มต้นจาก u-states จากนั้นก็จะมีการออกแบบตำแหน่งของสถานะของเอาท์พุท รูปแบบลำดับของการทำงานในแบบ storing นั้น เป็นการ representations ภายในเชื่อมไปถึงลำดับการทำงานเอาท์พุทซึ่งเปรียบเสมือนอ่าง

storage ต่อไปจะเป็นกระบวนการ spreading ซึ่งช่วยในการลดจำนวน delay ของเน็ทเวิร์ค เนื่องจากมีหลายๆตำแหน่งยังคงเหลืออยู่ภายใน u-states ซึ่งการกระจายจะนำที่ว่างในแต่ละโหนดแยกออกเป็นอิสระต่อกัน การกระจายใน GNUs จะคล้ายคลึงกับแนวคิดในการสร้างพลังงานที่น้อยที่สุดของHopfield network โดยมีความแตกต่างกันคือ auto-associative ใน Hopfield model จะมีความเป็นไปได้ที่จะเกิดความผิดพลาดในการป้อนกลับ เนื่องจากความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่เข้ามาใหม่และข้อมูลที่ถูกเก็บไว้ก่อนหน้านั้น ขณะที่โมเดลของ GNUs มีการเชื่อมต่อแบบ จะไม่เกิดความผิดพลาดระหว่างความสัมพันธ์ของรูปแบบของข้อมูล นอกจากนั้น การกระจายใน GNUs จะสร้าง attractors ด้วยการเปลี่ยนแปลงในแบบ steeper ผลที่ได้คือจะใช้เวลาในการดำเนินการน้อยกว่า อย่างไรก็ตาม บางครั้งก็เกิดความผิดพลาดในการสร้าง attractor หากการสร้างนั้นมีขนาดกว้างเกินไปเนื่องจากรูป

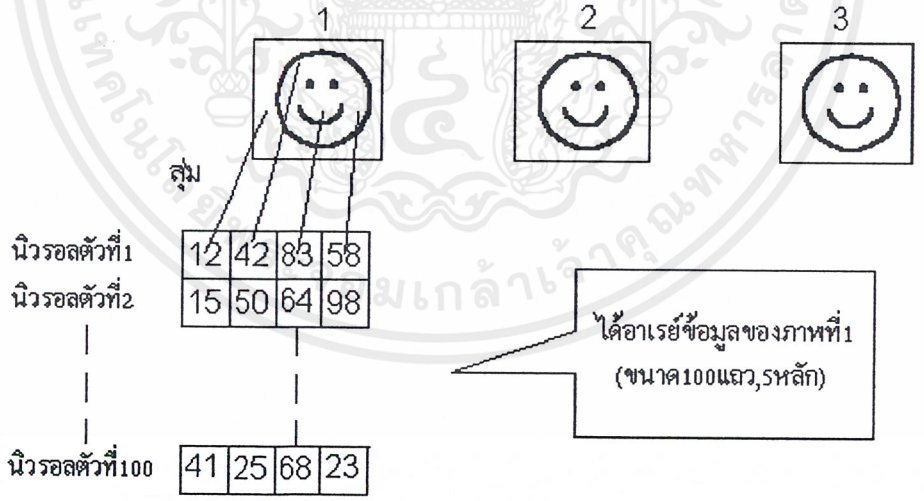
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบของข้อมูลที่เก็บมีค่าน้อยเกินไป นอกจากนั้นการ storage ของความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบของข้อมูล สามารถเกิดความขัดแย้งกันได้ในโมเดลของ GNU ที่มีการเชื่อมโยงกันน้อยเกินไป reprocess จะทำงานได้ดีเมื่อทั่วทั้งเน็ทเวิร์คในทุกๆโหนดสามารถเปลี่ยนแปลงข้อมูลได้พร้อมๆกันภายในเวลาเดียวกัน ดังเช่นการแสดงภาพจะเกิดขึ้นพร้อมๆกันกับอินพุทและในช่วงเริ่มต้นของสถานะภายในจำนวนที่เพิ่มขึ้นของ attractors จะมีผลต่อการทำงานเน็ทเวิร์คให้มีความรวดเร็วและต่อเนื่องมากขึ้น อย่างไรก็ตาม ถ้าหากจำนวนของ attractors มากเกินไปเมื่อเทียบกับความจุของเน็ทเวิร์คก็อาจจะทำให้การเรียกกลับ (recall)ล้มเหลวก็เป็นได้ เนื่องจากมีสถานะที่ไม่เสถียรมากเกินไปทำให้เกิดความขัดแย้งกัน จำนวนรูปแบบการเก็บข้อมูลจะต้องมีน้อยกว่าความสามารถของเน็ทเวิร์คเพื่อการป้อนกลับที่มีความถูกต้องสูง

3.9 ดิจิตอลนิวรอลที่ใช้ในโครงงาน

3.9.1 ขั้นตอนการฝึกสอน

ทำการสุ่มพิกเซลขึ้นมา 4 จุด เก็บค่าไว้ในอาเรย์แถวที่ 1, สุ่มเช่นนี้อีก 100 ครั้ง, จะได้อาเรย์ขนาด 100 แถว, 4 หลัก เป็นฐานข้อมูลสำหรับภาพหนึ่งๆ

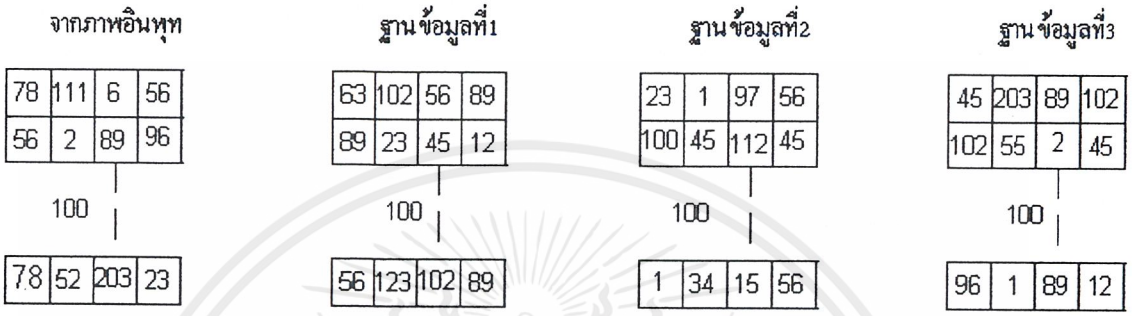


รูปที่ 3.14 แสดงขั้นตอนการฝึกสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.9.2 ขั้นตอนการรู้จำ

สมมติให้มีฐานข้อมูลเป็นภาพใบหน้า 3 ภาพ ทำการสุ่มในลักษณะเดิมจะได้ข้อมูลอินพุท 1 ชุด ข้อมูลที่เป็นฐานข้อมูล 3 ชุด



รูปที่ 3.15 แสดงลักษณะข้อมูลที่ได้

1) พิจารณาแถวที่ 1 หาผลต่างของแถวที่1

ผลรวมของผลต่างระหว่างข้อมูลอินพุทกับฐานข้อมูลที่ 1 = 15+9+50+33 = 107

ผลรวมของผลต่างระหว่างข้อมูลอินพุทกับฐานข้อมูลที่ 2 = 55+110+91+0 = 256

ผลรวมของผลต่างระหว่างข้อมูลอินพุทกับฐานข้อมูลที่ 3 = 33+92+83+46 = 254

ฐานข้อมูลที่ได้คะแนนน้อยที่สุดคือฐานข้อมูลที่1 ให้คะแนนข้อมูลที่1 หนึ่งคะแนน

2) พิจารณาในลักษณะเดิมจนครบ100แถว

3) รวมคะแนน ฐานข้อมูลใดได้คะแนนมากที่สุดก็จะถือว่าฐานข้อมูลนั้นเป็นภาพคนๆเดียวกับภาพอินพุท

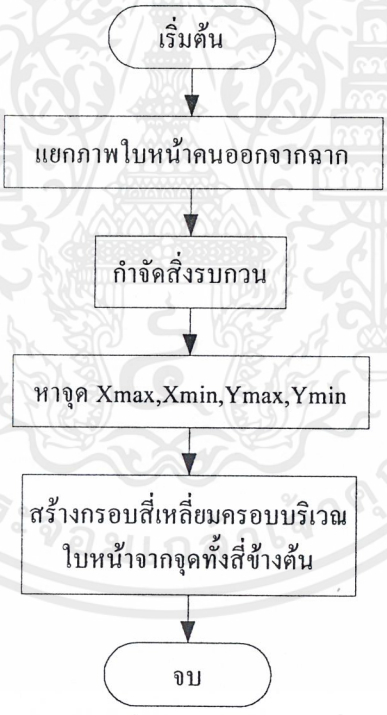
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
หลักการและการออกแบบโปรแกรมหลักที่ใช้ควบคุมโดยวิธีทางนิวรอลเน็ตเวอร์ค

ในปัจจุบันนี้ โปรแกรมการรู้จำภาพใบหน้าคน ได้มีการพัฒนาและปรับปรุงอย่างกว้างขวาง และมีผู้ที่ศึกษาโดยใช้การเขียนโปรแกรมด้วยภาษาต่างๆหลายภาษา ซึ่งในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้เลือกเอาภาษาเดลไฟ (Delphi) ในการเขียนโปรแกรมเพื่อการรู้จำภาพใบหน้าคน ซึ่งมีรูปแบบการเขียนโปรแกรมดังนี้

4.1 กระบวนการสร้างกรอบแยกเฉพาะส่วนของใบหน้าออกจากภาพทั้งหมด (Segmentation)

แสดงบล็อคไดอะแกรมในรูปที่ 4.1 โดยมีหลักการทำงานดังนี้



รูปที่ 4.1 กระบวนการสร้างกรอบแยกเฉพาะส่วนของใบหน้าออกจากภาพทั้งหมด

4.1.1 แยกใบหน้าคนออกจากฉาก

เปรียบเทียบภาพ 2 เฟรมโดยที่เวลา T1 เป็นอาเรย์ที่1และเฟรมถัดไป T2 เป็นอาเรย์ที่2 วิธีการคือส่วนของใบหน้าจะต้องมีการเคลื่อนไหว แต่ฉากจะอยู่นิ่งกับที่

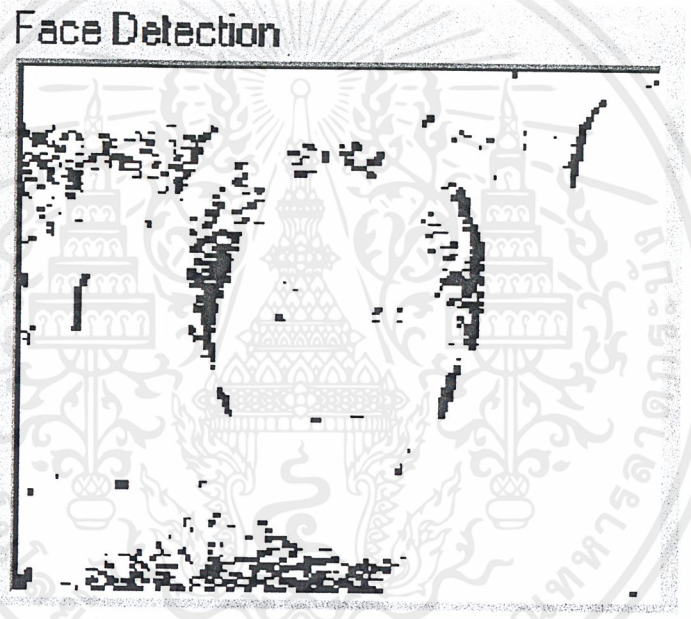
1. เก็บค่าแต่ละพิกเซลของภาพที่เวลา T1 มาไว้ในอาเรย์ 2 มิติที่มีขนาดเท่ากับขนาดภาพนั้น เป็นอาเรย์ที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เก็บค่าแต่ละพิกเซลของภาพที่เฟรมณ.เวลาถัดไป T2 มาไว้ในอาเรย์ 2 มิติที่มีขนาดเท่ากัน เป็นอาเรย์ที่ 2
3. นำอาเรย์ทั้งสองมาลบกัน เก็บค่าที่ได้ในอาเรย์ที่ 3

เราจะได้ว่า ในอาเรย์ที่3 ถ้าค่าในพิกเซลใดไม่เท่ากับศูนย์แสดงว่าพิกเซลนั้นเป็นส่วนหนึ่งของใบหน้าคน แต่ถ้าค่าในพิกเซลใดมีค่าเท่ากับศูนย์แสดงว่าพิกเซลนั้นเป็นส่วนหนึ่งของฉากซึ่งจะต้องไม่มีการเคลื่อนไหว

แสดงผลในรูปที่ 4.2



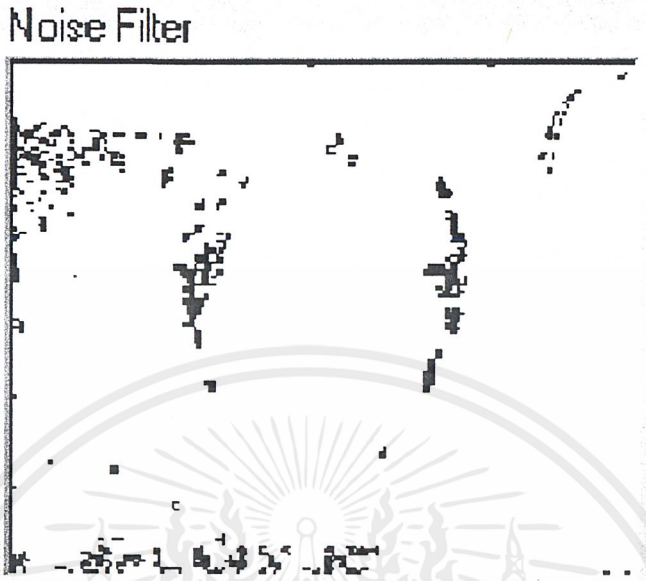
รูปที่ 4.2 การแยกใบหน้าคนออกจากฉาก

4.1.2 กำจัดสิ่งรบกวน (Noise)

เนื่องจากระบบการมองเห็น (Vision System) แสงจะมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงค่าในแต่ละพิกเซลเป็นอย่างมาก ทำให้บางพิกเซลของภาพฉากหลังมีการเปลี่ยนแปลงค่าทั้งที่ไม่ได้เคลื่อนไหว จุดเหล่านี้ถือว่าเป็นสิ่งรบกวน เราจะทำการแก้ไขโดย หากจุดนั้นเป็นส่วนหนึ่งของใบหน้าจริง บริเวณรอบข้างที่เป็นกลุ่มของพิกเซลก็จะต้องมีการเปลี่ยนแปลงค่าด้วย แต่ถ้าหากเป็นสิ่งรบกวน จุดที่เปลี่ยนค่านั้นจะกระจัดกระจายกันอยู่ห่างๆ

ใช้เมตริกซ์ขนาด 3*3 ไล่ตรวจสอบในอาเรย์ที่ 3 ถ้าภายในเมตริกซ์ 3*3 นี้มีจุดที่มีค่าเปลี่ยนแปลงน้อยกว่า 4จุด ก็ถือว่าจุดนั้นๆไม่ได้อยู่ในส่วนของใบหน้าที่เราต้องการ เราก็ทำการกำจัดออกโดยเปลี่ยนให้จุดพิกเซลนั้นกลายเป็นสีขาว แสดงผลในรูปที่ 4.3

เอกสารนี้ ... ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 ภาพหลังกำจัดสิ่งรบกวน (Noise)

4.1.3 หาจุดXmax, Xmin, Ymax, Ymin

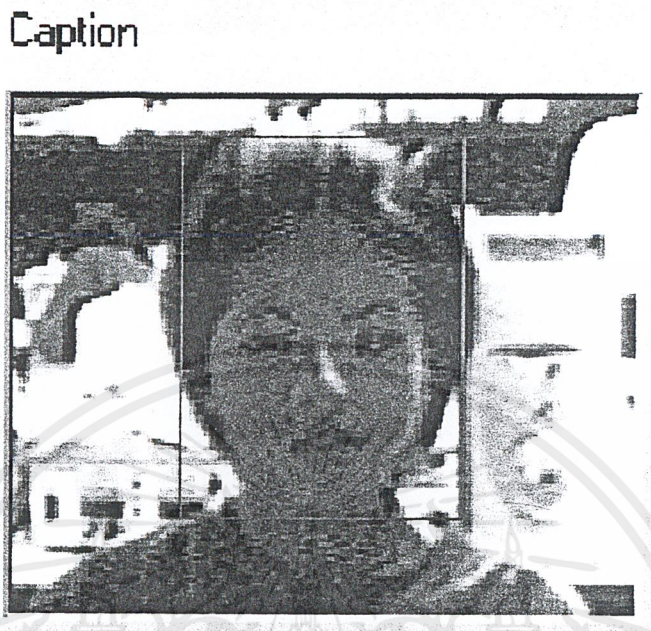
1. ไล่ค่าแต่ละพิกเซลในอาเรย์ที่ 3 จากซ้ายไปขวา และบนลงล่าง ค่าคู่ลำดับYของจุดแรกมีค่าไม่เท่ากับศูนย์
2. ไล่ค่าแต่ละพิกเซลในอาเรย์ที่ 3 จากบนลงล่าง และซ้ายไปขวา ค่าคู่ลำดับXของจุดแรกที่ค่าไม่เท่ากับศูนย์ จะเป็นค่า Xmin, ไล่จากขวามาซ้ายจะได้ Xmax
4. คำนวณค่า Ymax จากสมการที่ 5.1 (ได้จากการทดลอง)

$$1.1 < (Ymax*Ymin) / (Xmax-Xmin) < 1.6$$

4.1.4 สร้างกรอบสี่เหลี่ยม

ถ้า Xmax-Xmin มีค่าตั้งแต่ 20-150 ก็ให้สร้างกรอบสี่เหลี่ยมจากจุดทั้งสี่ที่ได้ในข้อ4.1.3 ครอบคลุมบริเวณใบหน้า แสดงในรูปที่ 4.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 ภาพเมื่อสร้างกรอบสี่เหลี่ยมครอบเฉพาะส่วนใบหน้า

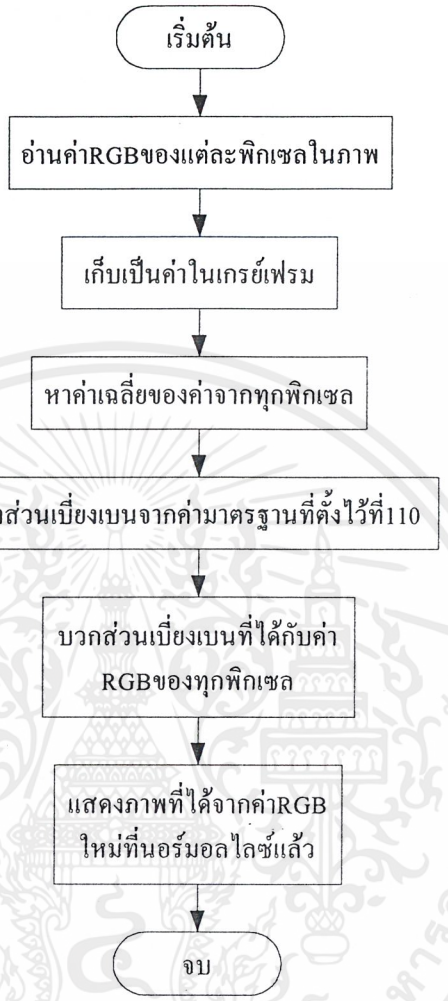
4.2 การนอร์มอลไลซ์ (Normalization)

การนอร์มอลไลซ์เป็นการปรับค่าความสว่างของภาพเพื่อช่วยลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมทางแสง

วิธีการคือใช้วิธีการเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยคิดค่าความสว่างเป็นค่าในเกรย์เฟรม (Grey Frame) และตั้งค่าความสว่างมาตรฐานเป็น 110

แสดงบล็อคไดอะแกรมในรูปที่ 4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

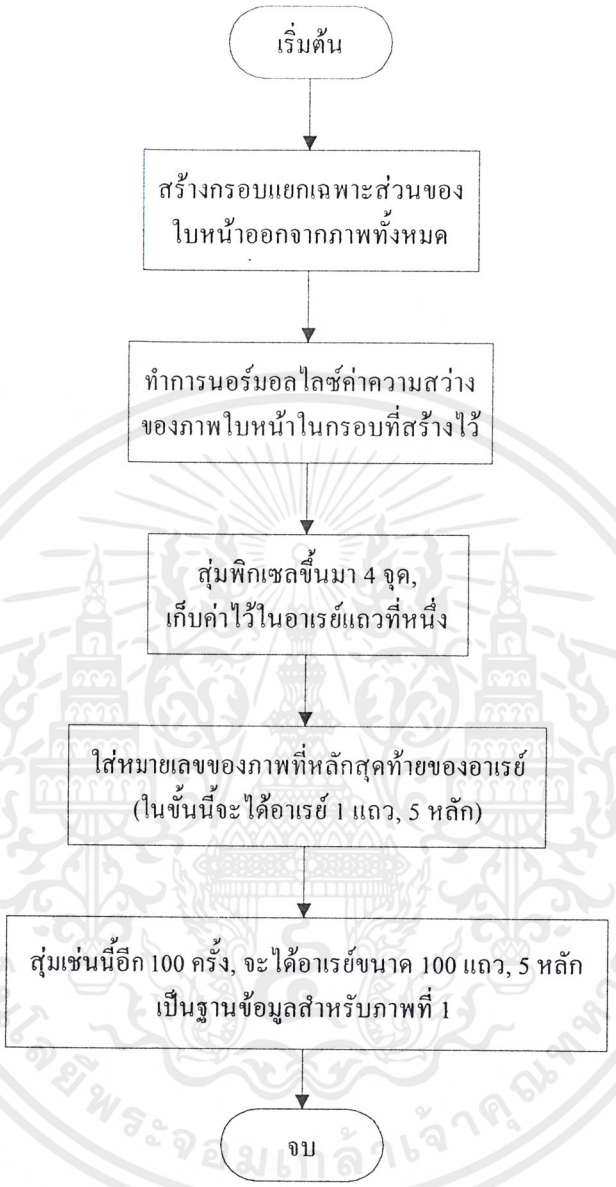


รูปที่ 4.5 บล็อคไดอะแกรมของการนอร์มอลไลซ์

4.3 ส่วนของการฝึกสอน (Training)

การฝึกสอนเป็นลักษณะที่จะพยายามสอนให้นิวรอลเน็ตเวอร์คมีความรู้ตามที่เราต้องการ โดยในลักษณะการฝึกสอนของนิวรอลเน็ตเวอร์คนี้ เป็นการเก็บข้อมูลเพื่อสร้างฐานข้อมูลนั่นเอง ขั้นตอนการฝึกสอนแสดงในรูปที่ 4.6 ซึ่งเป็นการฝึกสอนสำหรับภาพข้อมูล 1 ภาพ

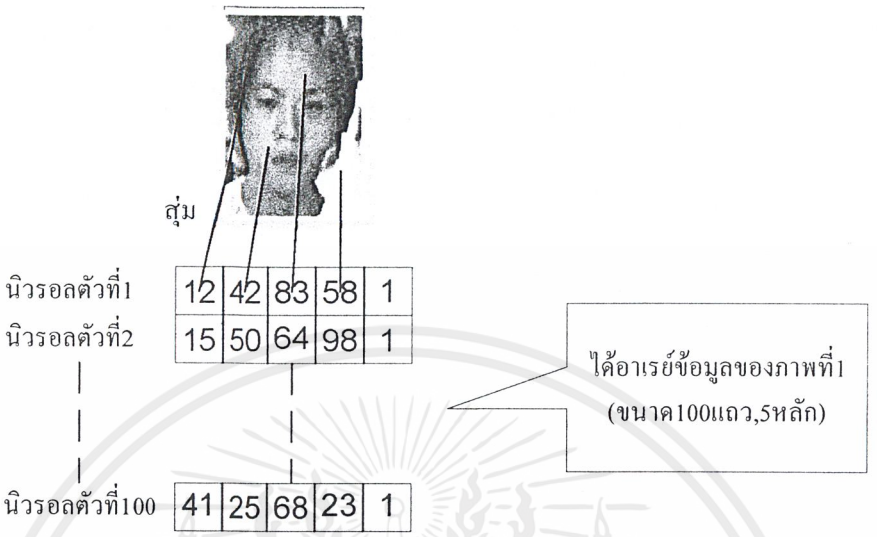
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 บล็อคไดอะแกรมในส่วนของการฝึกสอน

ทำเช่นนี้กับภาพทั้ง 10 , ดังนั้นสุดท้ายจะได้ฐานข้อมูลของภาพใบหน้าทั้งสิ้น เป็นอาเรย์ (Array)ขนาด 100 แถว, 5 หลัก จำนวน 10 อาเรย์ หลักสุดท้ายของแต่ละอาเรย์จะแสดงหมายเลขของภาพนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

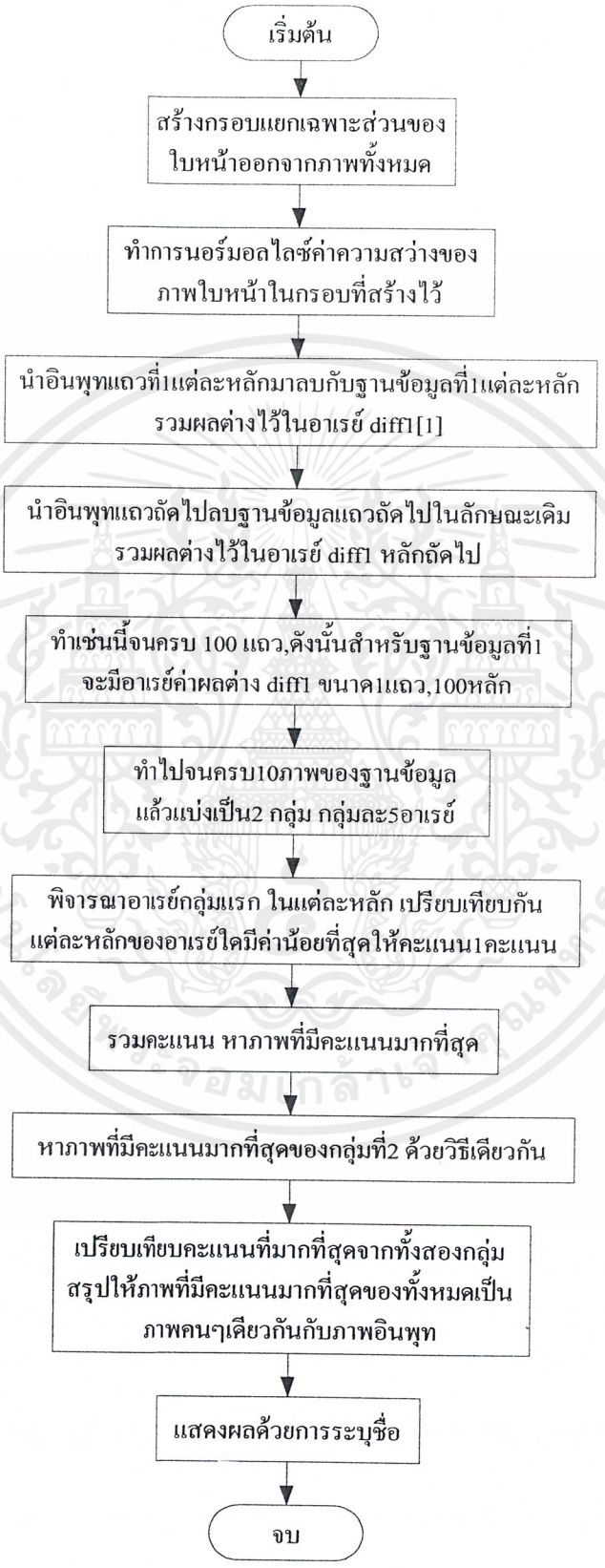


รูปที่ 4.7 แสดงการฝึกสอน

4.4 ส่วนของการเปรียบเทียบเพื่อการรู้จำภาพใบหน้าของแต่ละบุคคล (Varifing)

เป็นการนำภาพใบหน้าที่เป็นอินพุทมาหาอาเรย์ด้วยวิธีการเดียวกับการฝึกสอนดังที่กล่าวแล้วข้างต้น แล้วนำอาเรย์ของภาพอินพุทที่ได้มาเปรียบเทียบกับอาเรย์ข้อมูลในฐานข้อมูล หากอาเรย์ของภาพอินพุทใกล้เคียงกับอาเรย์ข้อมูลชุดใดมากที่สุด ก็จะตอบว่าภาพอินพุทที่เข้ามาเป็นภาพของบุคคลนั้น ดังแสดงบล็อคไดอะแกรมในรูปที่ 4.8

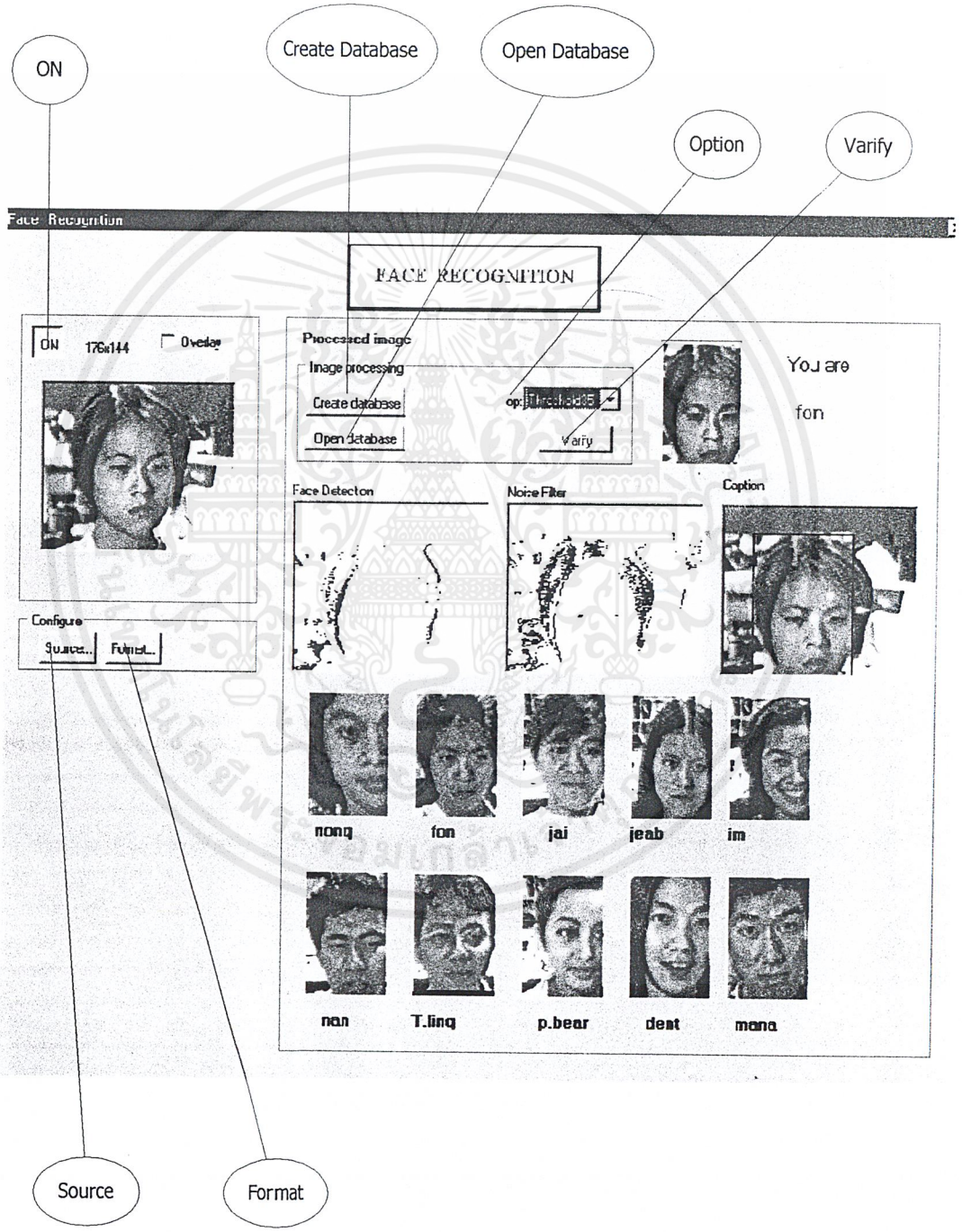
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 บล็อคไดอะแกรมของส่วนการเปรียบเทียบเพื่อการรู้จำภาพใบหน้าของแต่ละบุคคล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

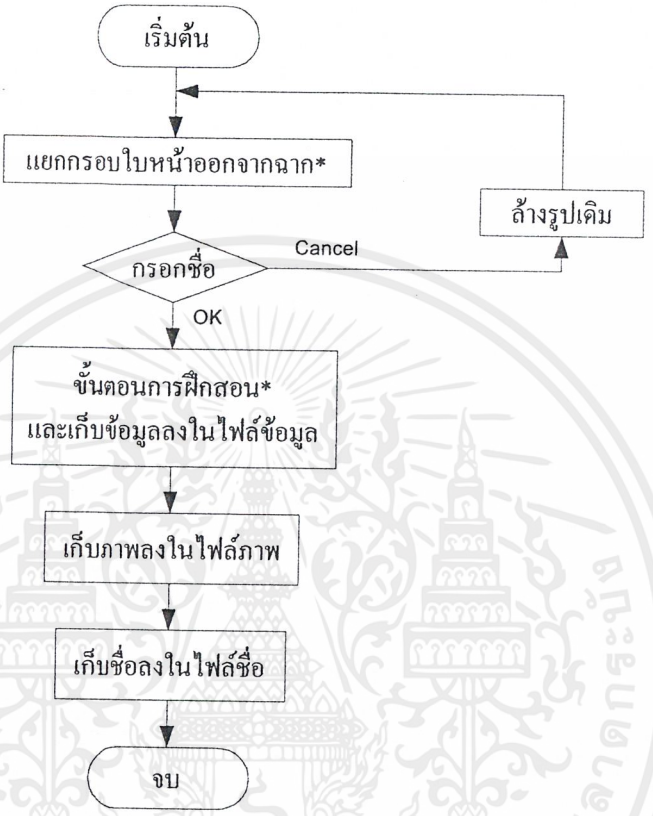
บทที่ 5
รูปแบบของโครงงานและโปรแกรมควบคุม



รูปที่ 5.1 หน้าจอหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

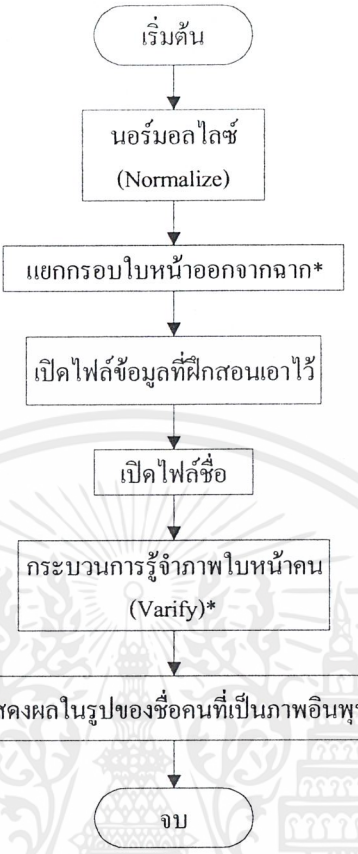
5.1 Create Database เป็นปุ่มเก็บฐานข้อมูลใหม่ มีบล็อคไดอะแกรมการทำงานดังนี้



รูปที่ 5.2 บล็อคไดอะแกรมการทำงานของปุ่ม Create Database

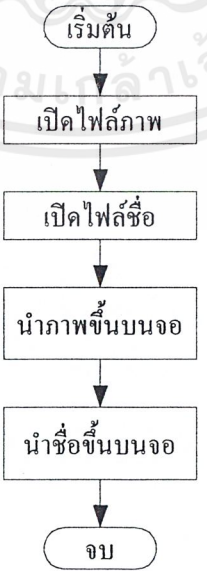
5.2 Varify เป็นปุ่มการประมวลผลเพื่อการรู้จำภาพใบหน้าคน แสดงในรูปที่ 5.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.3 บล็อคไดอะแกรมการทำงานของปุ่ม Varify

5.3 Open Databaseเป็นปุ่มเปิดภาพฐานข้อมูลเดิมที่มีอยู่แล้ว แสดงบล็อคไดอะแกรมในรูปที่ 5.4



รูปที่ 5.4 บล็อคไดอะแกรมของปุ่ม Open Database

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 ON ปุ่มเปิดเพื่อติดต่อรับภาพจากกล้องวีดีโอ

5.5 Source ใช้สำหรับปรับค่าคุณสมบัติต่างๆของภาพ เช่น ปรับความคมชัด

5.6 Format ใช้สำหรับเลือกคุณสมบัติของกล้อง

5.7 Option เป็นปุ่มปรับค่าเทรชโฮล (Threshold)ให้เหมาะสม

*

---

* รายละเอียดการฝึกสอนและการรู้จำ(Varify) แสดงไว้ในบทที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
ผลการทดลอง

6.1 ประสิทธิภาพของการสร้างกรอบแยกส่วนของใบหน้าออกจากฉาก

<u>วิธีทดลอง</u> ทดลองให้โปรแกรมจับกรอบภาพ และแสดงภาพใบหน้านั้นขึ้นมา พิจารณาถึงความสมบูรณ์ของภาพที่ได้ว่ามีส่วนประกอบครบทั้งใบหน้าหรือไม่ ซึ่งจะมีผลกับการประมวลผลในขั้นต่อๆไป

<u>ผลการทดลอง</u>

ครั้งที่	จำนวนครั้งที่จับภาพ	จำนวนครั้งที่ภาพสมบูรณ์	จำนวนครั้งที่ภาพไม่สมบูรณ์	%ถูกต้อง	%ถูกต้อง (เฉลี่ย)
1	100	88	12	88%	
2	100	90	10	90%	89%
3	100	89	11	89%	

ตารางที่ 6.1 ประสิทธิภาพของการสร้างกรอบแยกส่วนของใบหน้าออกจากฉาก

รูปที่ 6.1 ภาพที่ถือว่าสมบูรณ์

รูปที่ 6.2 ภาพที่ถือว่าไม่สมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2 ความถูกต้องของการฝึกสอนและการรู้จำ

<u>วิธีทดลอง</u> นำภาพใบหน้าภาพหนึ่งมาทำการฝึกสอน แล้วเก็บข้อมูลไว้ในอาเรย์ที่ 1, นำภาพเดียวกันนั้นมาผ่านขั้นตอนการรู้จำ (Varify) ได้ข้อมูลเป็นอาเรย์ที่ 2, เปรียบเทียบระหว่าง 2 อาเรย์ ถ้าได้100 คะแนนเต็ม ก็แสดงว่าการฝึกสอนและการรู้จำนั้นถูกต้อง 100%

ฐานข้อมูลที่	คะแนนที่ได้	%ความถูกต้อง
1	100	100%
2	100	100%

ตารางที่ 6.2 ความถูกต้องของการฝึกสอนและการรู้จำ

6.3 ประสิทธิภาพการรู้จำภาพใบหน้าคน

6.3.1 ผลของจำนวนฐานข้อมูล

<u>วิธีทดลอง</u> เพิ่มฐานข้อมูลจาก 3, 6 และ 10 ตามลำดับ พิจารณาความถูกต้องของการรู้จำภาพใบหน้าคน

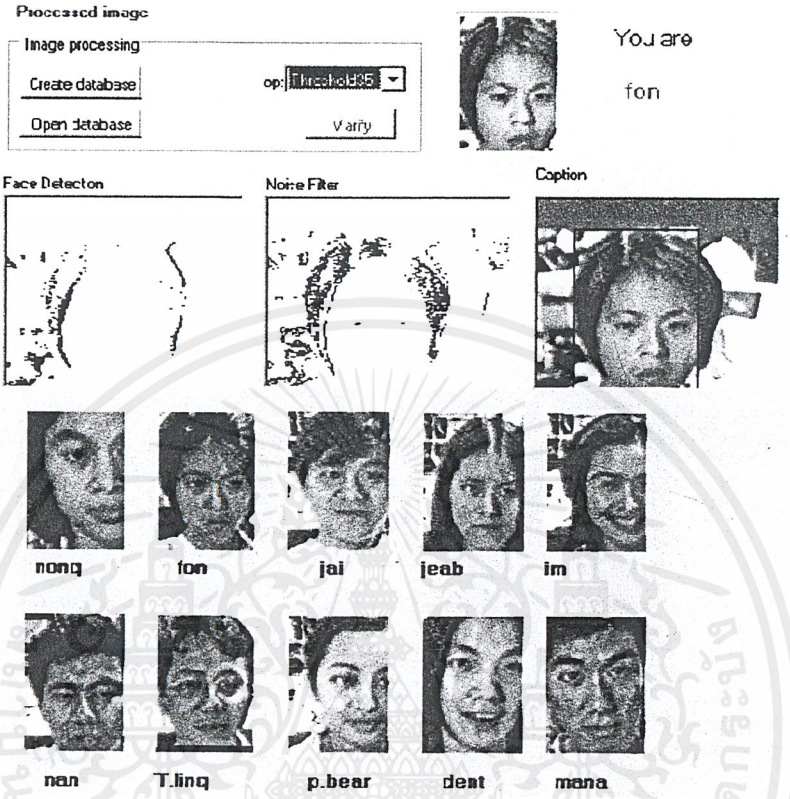
ทั้งนี้ขนาดของภาพใบหน้าอินพุทควรจะมีขนาดพอๆกับขนาดที่เก็บเป็นฐานข้อมูล และควบคุมสิ่งแวดล้อมทางแสง การรู้จำจึงจะมีประสิทธิภาพดีขึ้น

จำนวนฐานข้อมูล	จำนวนครั้งที่ทดลอง	ถูกต้อง	%ถูกต้อง	%ถูกต้องเฉลี่ย
3	50	36-38	72-76%	74%
6	50	31-33	61-66%	63.5%
10	50	27-29	54-58%	56%

ตารางที่ 6.3 ผลของจำนวนฐานข้อมูล

<u>ผลการทดลอง</u> ถ้าจำนวนภาพที่ใช้เป็นฐานข้อมูลเพื่อการรู้จำมีมาก ประสิทธิภาพในการรู้จำจะลดลงตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.3 แสดงการรู้จำภาพใบหน้าคน

6.3.2 ผลจากภาพใบหน้าอินพุทที่มีลักษณะแตกต่างจากภาพในฐานข้อมูล

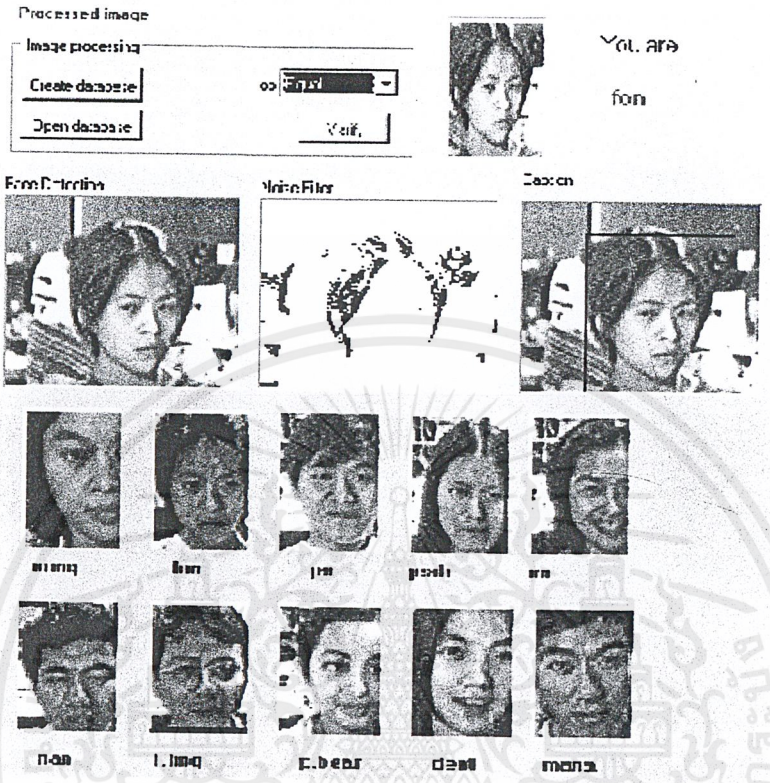
วิธีทดลอง พิจารณาว่าหากภาพใบหน้าอินพุทมีการเปลี่ยนแปลงผิดไปจากภาพที่เก็บในฐานข้อมูล เช่น ใบหน้าเอียง ใบหน้ายิ้ม ทรงผมเปลี่ยนไป เป็นต้นแล้ว โปรแกรมจะสามารถรู้จำได้อย่างถูกต้องคิดเป็นเปอร์เซนต์เท่าไร โดยทดสอบกับขนาดฐานข้อมูล 5 คน เพื่อลดความคลาดเคลื่อนจากจำนวนฐานข้อมูลที่มากขึ้น

1) เมื่อภาพใบหน้าเอียง

คนที่	จำนวนครั้งที่ทดลอง	ถูกต้อง	%ถูกต้อง	%ถูกต้องเฉลี่ย
1	50	24-27	48-54%	50.5%
2	50	23-25	46-50%	

ตารางที่ 6.4 ผลจากภาพใบหน้าอินพุทที่เอียงต่างจากภาพในฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.4 ผลของภาพใบหน้าอินพุทที่เอียงต่างจากภาพในฐานข้อมูล

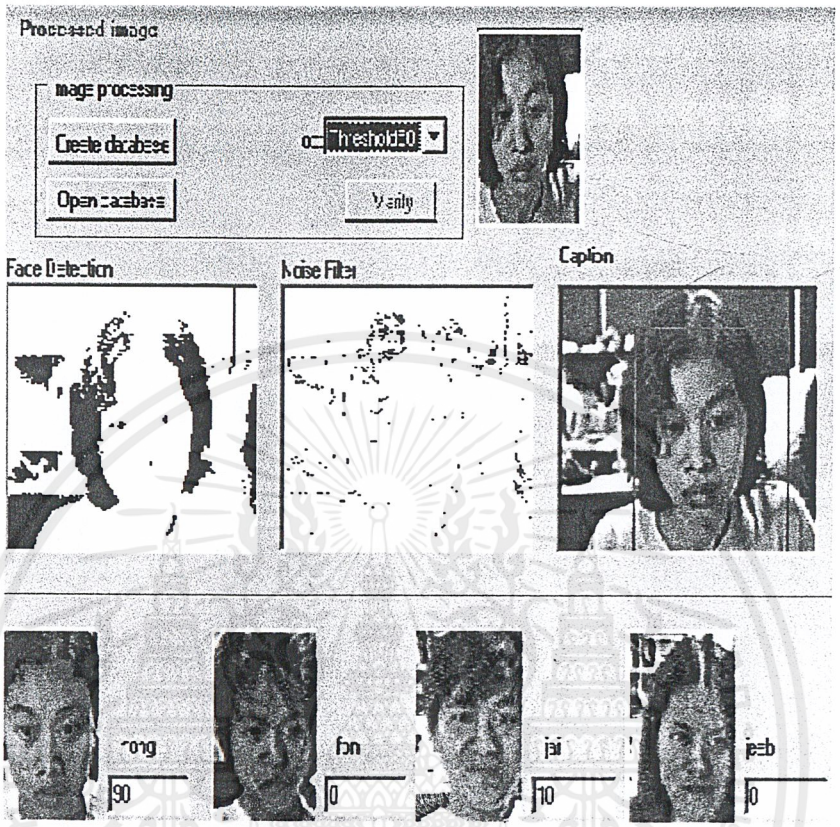
<u>ผลการทดลอง</u> ภาพใบหน้าที่เอียงทำให้องค์ประกอบของภาพเปลี่ยนไป ความถูกต้องในการรู้จำจึงลดลง23.5%

2) เมื่อทรงผมเปลี่ยน

คนที่	จำนวนครั้งที่ทดลอง	ความถูกต้อง	คะแนนเฉลี่ย	% ถูกต้อง
1	50	30	69	66%
2	50	32	65	

ตารางที่ 6.5 ผลจากภาพใบหน้าอินพุทที่ทรงผมเปลี่ยนต่างจากภาพในฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.5 แสดงการรู้จำภาพเมื่อทรงผมเปลี่ยน

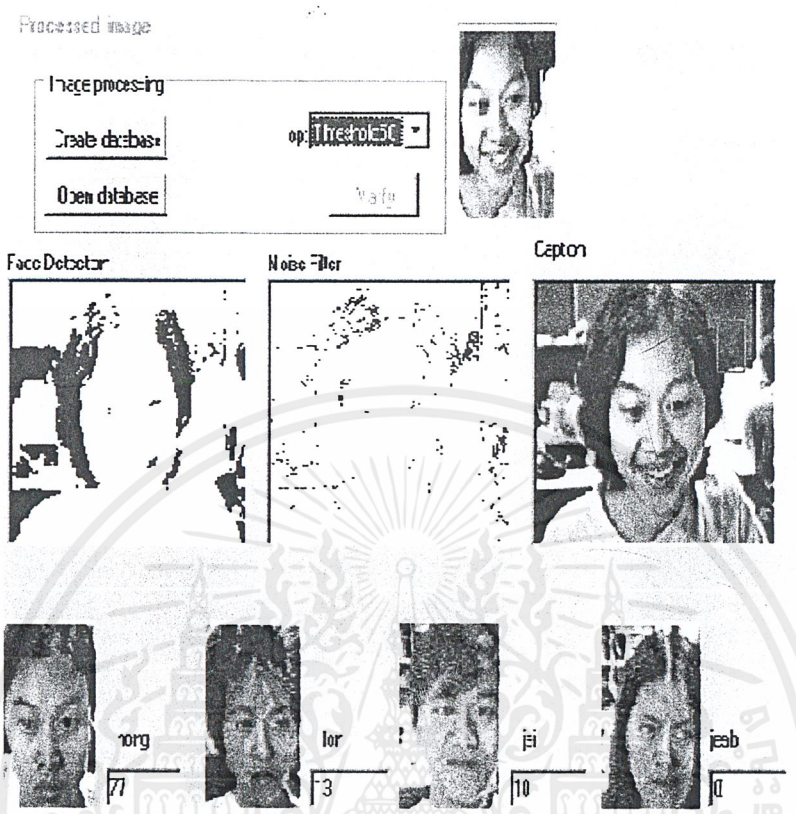
<u>ผลการทดลอง</u> ภาพใบหน้าที่เอียงทำให้องค์ประกอบของภาพเปลี่ยนไป ความถูกต้องในการรู้จำจึงลดลง8%

3) เมื่อใบหน้ายิ้ม

คนที่	จำนวนครั้งที่ทดลอง	ความถูกต้อง	คะแนนเฉลี่ย	%ถูกต้อง
1	50	35	71	71.8
2	50	37	72.2	

ตารางที่ 6.6 ผลจากภาพเมื่อใบหน้ายิ้ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.6 แสดงการรู้จำภาพเมื่อใบหน้ายิ้ม

ผลการทดลอง ภาพใบหน้าที่เอียงทำให้องค์ประกอบของภาพเปลี่ยนไป ความถูกต้องในการรู้จำจึงลดลง 2.2% ซึ่งจะเห็นว่ามีผลเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยมาก

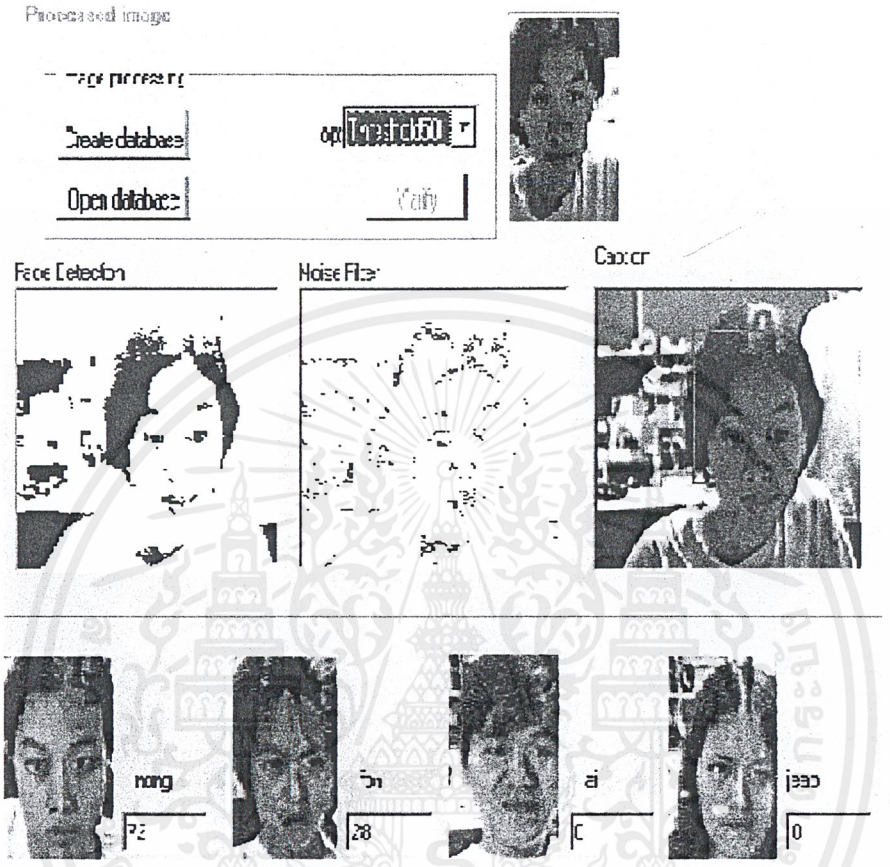
6.3.3 เมื่อสภาพแวดล้อมเปลี่ยน(ไม่ใช้โคมไฟช่วย)

วิธีทดลอง พิจารณาว่าหากสภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลง โดยในการทดลองนี้จะให้สภาพแสงเปลี่ยนแปลง ซึ่งก็คือการไม่ใช้โคมไฟช่วย โปรแกรมจะสามารถรู้จำได้อย่างถูกต้องคิดเป็นเปอร์เซนต์เท่าไร โดยทดสอบกับขนาดฐานข้อมูล 5 คน

คนที่	จำนวนครั้งทดลอง	ความถูกต้อง	คะแนนเฉลี่ย	%ถูกต้อง
1	50	23	45.6	47.56%
2	50	25	49	

ตารางที่ 6.7 ผลจากภาพเมื่อมีความสว่างต่างจากภาพในฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.7 แสดงการรู้จำเมื่อภาพใบหน้าเปลี่ยนความสว่าง

ผลการทดลอง จะเห็นได้ว่าเมื่อความสว่างเปลี่ยนแปลงจะมีผลต่อการรู้จำมาก ซึ่งผลของการรู้จำลดลงถึง 26.35 ซึ่งถือว่าเป็นค่าที่ค่อนข้างมาก แล้วในขั้นตอนแรก จะเห็นได้เลยว่าภาพเกรย์ที่ได้จากการทดลองไม่ค่อยมีความคมชัด ทำให้ไม่สามารถเห็นส่วนบริเวณของใบหน้าได้ชัดเจน ซึ่งทำให้เป็นสาเหตุที่ทำให้ไม่สามารถรู้จำได้อย่างมีประสิทธิภาพ

6.4 ผลจากการใช้วิธีการทางนิวรอลเน็ตเวอร์คเปรียบเทียบกับผลจากวิธีแมทชิ่ง (Matching)

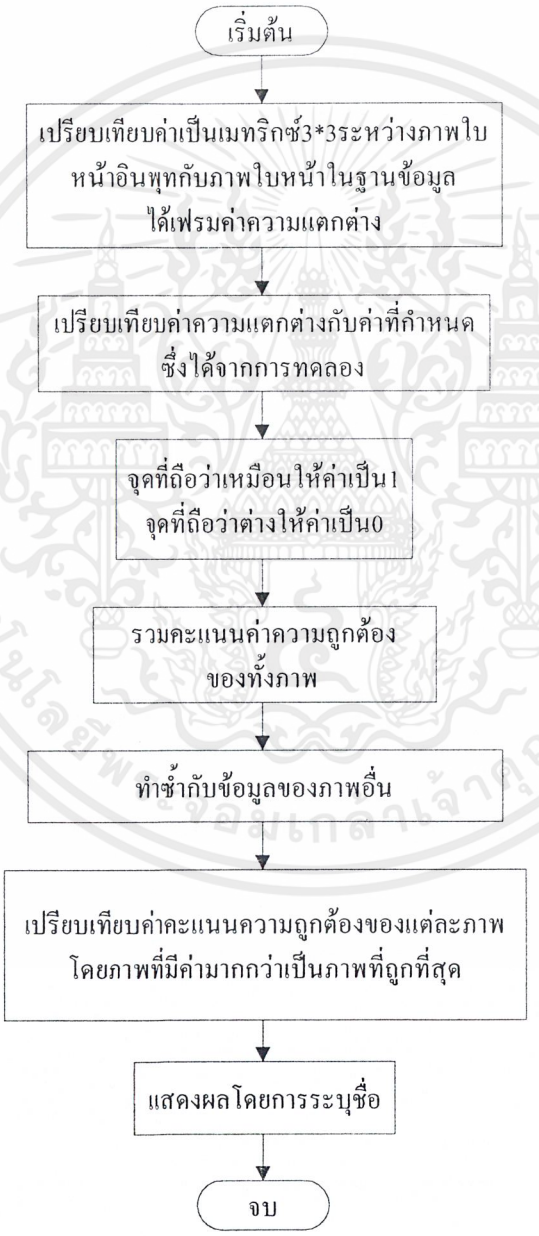
6.4.1 วิธีแมทชิ่ง

วิธีแมทชิ่งเป็นวิธีเปรียบเทียบภาพใบหน้าอินพุทกับฐานข้อมูล โดยเปรียบเทียบกันแบบเมทริกซ์3*3 ได้เป็นเฟรมค่าความแตกต่าง, กำหนดค่าความแตกต่างที่ยอมรับได้ แล้วระบุว่าเมทริกซ์นั้นถือว่าแตกต่างหรือไม่ รวมคะแนนความถูกต้องทั้งหมดที่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นทำเช่นนี้กับข้อมูลของภาพอื่น ซึ่งก็จะได้คะแนนความถูกต้องออกมาเหมือนกัน แล้วจึงนำค่าความถูกต้องของทั้งสองภาพมาเปรียบเทียบกัน ดังนั้นภาพที่มีคะแนนมากกว่า ก็จะเป็นภาพที่ถูกต้อง

บล็อคไดอะแกรมของวิธีแมทชิ่งแสดงในรูปที่ 6.8



รูปที่ 6.8 บล็อคไดอะแกรมแสดงวิธีการแมทชิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธี	จำนวนฐานข้อมูล	จำนวนครั้งที่ทดลอง	ถูกต้อง	%ถูกต้อง	%ถูกต้องเฉลี่ย
แมทชิ่ง	3	50	38-39	76-78%	77%
นิวรอลเน็ตเวอร์ค	3	50	36-38	72-76%	74%
แมทชิ่ง	5	50	10-15	20-30%	25%
นิวรอลเน็ตเวอร์ค	5	50	31-33	61-66%	63.5%

ตารางที่ 6.8 ผลจากการใช้วิธีการทางนิวรอลเน็ตเวอร์คเปรียบเทียบกับผลจากวิธีแมทชิ่ง

<u>ผลการทดลอง</u> วิธีการทางนิวรอลเน็ตเวอร์คจะสามารถประมวลผลในกรณีมีฐานข้อมูลหลายคนได้ดีกว่าวิธีแมทชิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 7
สรุปและวิจารณ์

จากเป้าหมายของโครงงานคือ ให้โปรแกรมสามารถรู้จำภาพใบหน้าคนได้อย่างมีประสิทธิภาพดี และลดผลกระทบจากสิ่งแวดล้อมต่างๆ เช่นแสง ให้น้อยที่สุด

จากผลการทดลองที่ได้ จะเห็นว่าสิ่งที่มีผลกับประสิทธิภาพได้แก่ เรื่องของสภาพแวดล้อม, จำนวนคนที่เป็นฐานข้อมูล และความแตกต่างของขนาดของภาพใบหน้าที่เก็บในฐานข้อมูลกับภาพอินพุท รวมทั้งภาพใบหน้าที่เอียงต่างจากฐานข้อมูล

ในเรื่องของสภาพแสงจะต้องควบคุมให้คงที่ ทั้งขณะเก็บฐานข้อมูลและขบวนการรู้จำ ซึ่งในโปรแกรมได้ใช้วิธีการนอร์มอลไลซ์ในการช่วยควบคุมสภาพแสง แต่ในบางสภาวะ เช่นการย้อนแสง ก็จะต้องใช้โคมไฟส่องช่วยด้วย

ในแง่ปัญหาจากจำนวนคนที่เป็นฐานข้อมูล และความแตกต่างของขนาดของภาพใบหน้าที่เก็บในฐานข้อมูลกับภาพอินพุท รวมทั้งภาพใบหน้าเอียง แนวทางการแก้ไขและพัฒนาต่ออาจทำได้โดยเพิ่มจำนวนนิวรอลจาก 100 นิวรอลที่ใช้อยู่ในโปรแกรมนี้ เพื่อให้ได้ความละเอียดของข้อมูลมากขึ้น และเปลี่ยนวิธีแยกภาพใบหน้าจากลักษณะกรอบสี่เหลี่ยมเป็นเลือกตัดเฉพาะกรอบใบหน้าจริงๆ ในลักษณะของวงรีขนาดมาตรฐาน

ประโยชน์ของโครงงานในการนำไปประยุกต์ใช้และพัฒนาต่อไปได้แก่ การนำไปประยุกต์ใช้กับระบบรักษาความปลอดภัย, การเปิดปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าอัตโนมัติ หรือการใช้งานทางด้านฐานข้อมูล เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

โปรแกรม (Source Code)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
unit Face Recognition;

interface

uses
  Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics,
Controls, Forms, Dialogs,
  StdCtrls, ImageEnView, VideoCap, ExtCtrls,
Buttons, ImageEnProc, Menus,
  ImageEnIO, ComCtrls, IEOpenSaveDlg, iedefs,
ExtDlgs;

type
  TForm1 = class(TForm)
    GroupBox1: TGroupBox;
    SpeedButton2: TSpeedButton;
    CheckBox1: TCheckBox;
    ImageEnProc1: TImageEnProc;
    ImageEnProc2: TImageEnProc;
    GroupBox2: TGroupBox;
    ImageEnIO1: TImageEnIO;
    ImageEnVideoView1: TImageEnVideoView;
    Label5: TLabel;
    Label6: TLabel;
    SaveImageEnDialog1: TSaveImageEnDialog;
    ImageEnView1: TImageEnView;
    GroupBox4: TGroupBox;
    Button5: TButton;
    Button6: TButton;
    GroupBox6: TGroupBox;
    SpeedButton5: TSpeedButton;
    Label7: TLabel;
    ComboBox1: TComboBox;
    Label1: TLabel;
    Label8: TLabel;
    ImageEnView2: TImageEnView;
    ImageEnProc3: TImageEnProc;
    ImageEnView3: TImageEnView;
    ImageEnProc4: TImageEnProc;
    Label10: TLabel;
    Label11: TLabel;
    Image1: TImage;
    Label12: TLabel;
    Label13: TLabel;
    Label14: TLabel;
    StaticText2: TStaticText;
    SpeedButton3: TSpeedButton;
    Label15: TLabel;
    Label21: TLabel;
    Label20: TLabel;
    Label16: TLabel;
    Label17: TLabel;
    Label18: TLabel;
    Label19: TLabel;
    SpeedButton4: TSpeedButton;
    Label2: TLabel;
    Label3: TLabel;
    Edit1: TEdit;
    Edit2: TEdit;
    Edit3: TEdit;
    GroupBox3: TGroupBox;
    Image2: TImage;
    Edit4: TEdit;
    Edit5: TEdit;
    Edit6: TEdit;
    Edit7: TEdit;
    Edit8: TEdit;
    Edit9: TEdit;
    Edit10: TEdit;
    Edit11: TEdit;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    Edit12: TEdit;
    SpeedButton1: TSpeedButton;
    Edit13: TEdit;
    Edit14: TEdit;
    Edit15: TEdit;
    Image4: TImage;
    Image5: TImage;
    Image6: TImage;
    Timer1: TTimer;
    Image7: TImage;
    Image8: TImage;
    Image9: TImage;
    Image10: TImage;
    Image11: TImage;
    Image12: TImage;
    Image3: TImage;
    procedure SpeedButton2Click(Sender: TObject);
    procedure CheckBox1Click(Sender: TObject);
    procedure Button5Click(Sender: TObject);
    procedure Button6Click(Sender: TObject);
    procedure SpeedButton5Click(Sender: TObject);
    procedure FormActivate(Sender: TObject);
    procedure ImageEnVideoView1Job(Sender:
TObject; job: TIEJob;per: Integer);
    procedure SpeedButton3Click(Sender: TObject);
    procedure SpeedButton4Click(Sender: TObject);
    procedure SpeedButton1Click(Sender: TObject);

  private
    { Private declarations }
  public
    { Public declarations }
    procedure ImageEnVideoView1VideoFrame
(Sender: TObject; Bitmap: TBitmap);
    procedure ImageEnVideoView2VideoFrame
(Sender: TObject; Bitmap: TBitmap);
    procedure ImageEnVideoView3VideoFrame
(Sender: TObject; Bitmap: TBitmap);
    procedure DisplayVideoSize;

  end;

var
  Form1: TForm1;

implementation

uses giflzw, tiflzw;

{$R *.DFM}

// Input ON
procedure TForm1.SpeedButton2Click(Sender:
TObject);
begin
        ImageEnVideoView1.ShowVideo:=SpeedB
utton2.Down;
    DisplayVideoSize;
end;

// overlay
procedure TForm1.CheckBox1Click(Sender:
TObject);
begin
        if checkbox1.checked then

        ImageEnVideoView1.DisplayMode:=dmO
verlay
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  else
        ImageEnVideoView1.DisplayMode:=dmPr
eview;
end;

// Configure source
procedure TForm1.Button5Click(Sender: TObject);
begin
        if not
ImageEnVideoView1.DoConfigureSource then
            MessageDlg('Configure Source
dialog not available',mtInformation,[mbOK],0)
  else
        DisplayVideoSize;
end;

// Configure Format
procedure TForm1.Button6Click(Sender: TObject);
begin
  if not ImageEnVideoView1.DoConfigureFormat
then
          MessageDlg('Configure Format dialog
not available',mtInformation,[mbOK],0)
  else
        DisplayVideoSize;
end;

// Frames to ImageEnView1 (Activate1 button)
procedure TForm1.SpeedButton5Click(Sender:
TObject);
begin
        if SpeedButton5.Down then
            ImageEnVideoView1.OnVideoFrame:=Ima
geEnVideoView1VideoFrame
  else
            ImageEnVideoView1.OnVideoFrame:=nil;
end;
{save data}
// Frames to ImageEnView1 - OnVideoFrame1
procedure TForm1.ImageEnVideoView1VideoFrame
(Sender: TObject; Bitmap: TBitmap);
type
    frame = array[1..176,1..144] of integer;
    traintrain = array[1..5,1..100] of integer;
    frameframe = array[1..73,1..105] of integer;
    nname = ShortString;
var
    frames1,frames2,frames3,frames4,frames5,frames6:
frameframe;
    frames7,frames8,frames9,frames10:
frameframe;
    picture1,picture2,picture3,picture4,picture5:file
of frameframe;
    picture6,picture7,picture8,picture9,picture10:file
of frameframe;
    pixframe1,pixframe2,pixframe3: frame;

training1,training2,training3,training4,training5:file
of traintrain;

training6,training7,training8,training9,training10:file
of traintrain;
    train1,train2,train3,train4,train5,train6:
traintrain;
    train7,train8,train9,train10: traintrain;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
naming1,naming2,naming3,naming4,naming5:file of
nname;

naming6,naming7,naming8,naming9,naming10:file
of nname;
    name1,name2,name3,name4,name5:nname;
    name6,name7,name8,name9,name10:nname;

k,l,x1,y1,x11,xa,xaa,ya,i,j,x,y,a,b,xb,yb,ymin,yc,xc,x
cc,x4,y4,O: integer;

xmin,la,lb,lc,ld,x2,x3,y2,y3,xmax,xbb,x22,ymax,laa,l
bb,lexl,lexr:integer;
    z,ba:integer;
    sum,s,ave,new,r,g,ave1:integer;
    Mystr:string ;LL:Longint;
    newframe:array[1..176,1..144] of integer;
    grayframe1:array[1..176,1..144] of integer;
    grayframe2:array[1..176,1..144] of integer;
    grayframe3:array[1..176,1..144] of integer;
Begin
  ImageEnView1.assign(Bitmap);
   case ComboBox1.ItemIndex of
   1: ImageEnProc2.ConvertTogray;
   2: ImageEnProc2.ConvertToBWThreshold(20);
   3: ImageEnProc2.ConvertToBWThreshold(50);
   end;
    ImageEnView2.assign(Bitmap);
    ImageEnProc3.ConvertToBWThreshold(50);
    ImageEnView3.assign(Bitmap);
    ImageEnProc4.ConvertToGray;
  ImageEnView1.Fit;
  ImageEnView2.Fit;
{Delay}
timer1.enabled:=true;
{find difference}
for y1:=1 to 144 do
  begin
     for x1:=1 to 176 do
       begin

x11:=ImageEnView1.Bitmap.Canvas.Pixels[x1,y1];
          pixframe1[x1,y1]:=x11;
          x2:=x1;
          x3:=x1;
          y2:=y1;
          y3:=y1;
          pixframe3[x3,y3]:=pixframe1[x1,y1]-
pixframe2[x2,y2];
          pixframe2[x2,y2]:=pixframe1[x1,y1];
        end;
   end;
{noise}
for y:=1 to 144 do
begin
  for x:=1 to 176 do
   begin
    if pixframe3[x,y]=0 then begin
ImageEnview2.Bitmap.Canvas.Pixels
[x,y]:=clWhite;end;
   end;
end;

x:=1;y:=31;i:=0;
while y<144 do
begin
 while x<174 do
 begin
  for a:=y to y+2 do
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  begin
   for b:=x to x+2 do
    begin
     if pixframe3[a,b]=0 then i:=i+1;
    end;
   end;
  if i>4 then
       begin
        for a:=y to y+2 do
         begin
           for b:=x to x+2 do
            begin
ImageEnView2.Bitmap.Canvas.Pixels[a,b]:=
clWhite;end;
          end;
       end;
 x:=x+3;i:=0;end;
 x:=1;y:=y+3;end;
{top-line}
xa:=10;ya:=10;
xaa:=ImageEnView2.Bitmap.Canvas.Pixels[xa,ya];
while  xaa=12632256 do
begin
   xa:=xa+1;
   if xa=176 then begin
                ya:=ya+1;
                xa:=10;end;
   xaa:=ImageEnView2.Bitmap.Canvas.Pixels
[xa,ya];
end;
ymin:=ya;
{right-line}
yb:=(144-ymin) div 3;xb:=10;
xbb:=ImageEnView1.Bitmap.Canvas.Pixels[xb,yb];
while xbb=12632256 do
begin xb:=xb+1;
    if xb=140 then  begin  yb:=yb+1;xb:=10;end;
    xbb:=ImageEnView1.Bitmap.Canvas.Pixels
[xb,yb];
end;
xmin:=xb;
{left line}
yc:=(144-ymin) div 3;xc:=156;
xcc:=ImageEnView1.Bitmap.Canvas.Pixels[xc,yc];
while xcc=12632256 do
begin xc:=xc-1;
    if xc=46 then  begin
                yc:=yc+1;xc:=156;end;
    xcc:=ImageEnView1.Bitmap.Canvas.Pixels
[xc,yc];
    end;
xmax:=xc;
{button line}
x4:=xmax-xmin;
ymax:=(round(1.35*x4))+ymin;
if (x4>20) and (x4<150) then
begin
{square}
for la := xmin to xmax do
    begin ImageEnView3.Bitmap.Canvas.Pixels
[la,ymin]:= clBlue; end;
for lb := ymin to ymax do
    begin ImageEnView3.Bitmap.Canvas.Pixels
[xmin,lb]:= clBlue; end;
for lc := ymin to ymax do
    begin ImageEnView3.Bitmap.Canvas.Pixels
[xmax,lc]:= clBlue; end;
for ld := xmin to xmax do
    begin ImageEnView3.Bitmap.Canvas.Pixels
[ld,ymax]:= clBlue; end;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
end;
if ((xmax-xmin)<150) and ((xmax-xmin)>20) then
begin
   if train1[3,40]=0
   then begin
      Bitmap := TBitmap.Create;                    {
Clear old Output }
      Bitmap.Width := xmax-xmin+1;
      Bitmap.Height := ymax-ymin+1;
      Image3.Picture.Graphic := Bitmap;
      for y:=ymin+2 to ymax-2 do
{ Make Output }
       for x:=xmin+2 to xmax-2 do
       begin
         image3.canvas.pixels[x-xmin,y-
ymin]:=ImageEnView3.Bitmap.canvas.pixels[x,y];
       end;
     image3.Height:=105;image3.Width:=73;
     image3.visible:=true;form1.update;

mystr:=InputBox('Please enter your name','My name
is...',' ');
Label12.Caption:=mystr;
name1:=mystr;
 if mystr = ' ' then
   begin ImageEnVideoView1.OnVideoFrame:=nil;
      showMessage('Please press button "Create
database" again to continue saving.');
      for y:=0 to 110 do                    { Make
Output }
         for x:=0 to 78 do
          begin image3.canvas.pixels[x,y]:= clSilver;
end;
      train1[3,40]:=0;
   end
else  begin
    x:=5;
    y:=3;
    i:=1;
    for y:=3 to 102 do
    begin while x<66 do
       begin  j:=y-2;
        train1[i,j] := Image3.Canvas.Pixels[x,y];
         x:=x+20;
         i:=i+1;
    end;
    train1[5,j]:=1;
    x:=5;
    i:=1;
    end;

  assignfile(training1,'train1.duang');
  rewrite(training1);
  write(training1,train1);
  CloseFile(training1);

  for y:=1 to 105 do
   for x:=1 to 73 do
  begin xaa:=Image3.Canvas.Pixels[x,y];
      frames1[x,y]:=xaa;
  end;
 assignfile(picture1,'FRAME1.duang');
 rewrite(picture1);
 write(picture1,frames1);
 CloseFile(picture1);

 assignfile(naming1,'name1.duang');
 rewrite(naming1);
 write(naming1,name1);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CloseFile(naming1);
showMessage('We"ve already got you!! Please
change to the next person.');
ImageEnVideoView1.OnVideoFrame:=nil;
end;
end

else  if train2[3,40]=0
    then begin
        Bitmap := TBitmap.Create;                { Clear old Output }
        Bitmap.Width := xmax-xmin+1;
        Bitmap.Height := ymax-ymin+1;
        Image4.Picture.Graphic := Bitmap;
        for y:=ymin+2 to ymax+2 do               { Make Output }
         for x:=xmin+2 to xmax+2 do
          begin
           image4.canvas.pixels[x-xmin,y-
ymin]:=ImageEnView3.Bitmap.canvas.pixels[x,y];
          end;
        image4.Height:=105;image4.Width:=73;
        image4.visible:=true;form1.update;

mystr:=InputBox('Please enter your name','My name
is...',' ');
Label13.Caption:=mystr;
name2:=mystr;
 if mystr = ' ' then
   begin ImageEnVideoView1.OnVideoFrame:=nil;
      showMessage('Please press button "Create
database" again to continue saving.');
      for y:=0 to 110 do                         { Make
Output }
        for x:=0 to 78 do
          begin image4.canvas.pixels[x,y]:= clSilver;
end;
       train2[3,40]:=0;
   end
else begin
x:=5;
y:=3;
i:=1;
for y:=3 to 102 do
begin while x<66 do
   begin  j:=y-2;
     train2[i,j] := Image4.Canvas.Pixels[x,y];
     x:=x+20;
     i:=i+1;
   end;
   train2[5,j]:=2;
   x:=5;
   i:=1;
end;
assignfile(training2,'train2.duang');
rewrite(training2);
write(training2,train2);
CloseFile(training2);
for y:=1 to 105 do
 for x:=1 to 73 do
 begin xaa:=Image4.Canvas.Pixels[x,y];
     frames2[x,y]:=xaa;
 end;
assignfile(picture2,'FRAME2.duang');
rewrite(picture2);
write(picture2,frames2);
CloseFile(picture2);

assignfile(naming2,'name2.duang');
rewrite(naming2);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
write(naming2,name2);
CloseFile(naming2);
showMessage('We"ve already got you!! Please
change to the next person.');
ImageEnVideoView1.OnVideoFrame:=nil;
end;
end
else  if train3[3,40]=0
    then begin
        Bitmap := TBitmap.Create;                    {
Clear old Output }
        Bitmap.Width := xmax-xmin+1;
        Bitmap.Height := ymax-ymin+1;
    Image5.Picture.Graphic := Bitmap;
    for y:=ymin to ymax do                    {
Make Output }
     for x:=xmin to xmax do
     begin
     image5.canvas.pixels[x-xmin,y-
ymin]:=ImageEnView3.Bitmap.canvas.pixels[x,y];
     end;
 image5.Height:=105;image5.Width:=73;
 image5.visible:=true;form1.update;

mystr:=InputBox('Please enter your name','My name
is...',' ');
Label14.Caption:=mystr;
name3:=mystr;
 if mystr = ' ' then
   begin ImageEnVideoView1.OnVideoFrame:=nil;
       showMessage('Please press button "Create
database" again to continue saving.');
       for y:=0 to 110 do                    { Make
Output }
          for x:=0 to 78 do
            begin image5.canvas.pixels[x,y]:= clSilver;
end;
       train3[3,40]:=0;
   end

else begin
x:=5;
y:=3;
i:=1;
for y:=3 to 102 do
begin while x<66 do
   begin  j:=y-2;
     train3[i,j] := Image5.Canvas.Pixels[x,y];
     x:=x+20;
     i:=i+1;
   end;
   train3[5,j]:=2;
   x:=5;
   i:=1;
end;
assignfile(training3,'train3.duang');
rewrite(training3);
write(training3,train3);
CloseFile(training3);

for y:=1 to 105 do
 for x:=1 to 73 do
 begin xaa:=Image5.Canvas.Pixels[x,y];
     frames3[x,y]:=xaa;
 end;
assignfile(picture3,'FRAME3.duang');
rewrite(picture3);
write(picture3,frames3);
CloseFile(picture3);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
assignfile(naming3,'name3.duang');
rewrite(naming3);
write(naming3,name3);
CloseFile(naming3);
showMessage('We"ve already got you!! Please
change to the next person.');
ImageEnVideoView1.OnVideoFrame:=nil;
end; end

else  if train4[3,40]=0
    then begin
        Bitmap := TBitmap.Create;                    {
Clear old Output }
        Bitmap.Width := xmax-xmin+1;
        Bitmap.Height := ymax-ymin+1;
  Image6.Picture.Graphic := Bitmap;
  for y:=ymin+2 to ymax+2 do                    {
Make Output }
  for x:=xmin+2 to xmax+2 do
    begin
     image6.canvas.pixels[x-xmin,y-
ymin]:=ImageEnView3.Bitmap.canvas.pixels[x,y];
    end;
 image6.Height:=105;image6.Width:=73;
 image6.visible:=true;form1.update;

mystr:=InputBox('Please enter your name','My name
is...',' ');
Label15.Caption:=mystr;
name4:=mystr;
 if mystr = ' ' then
   begin ImageEnVideoView1.OnVideoFrame:=nii;
       showMessage('Please press button "Create
database" again to continue saving.');
       for y:=0 to 110 do                    { Make
Output }
         for x:=0 to 78 do
          begin image6.canvas.pixels[x,y]:= clSilver;
end;
      train4[3,40]:=0;
   end

else begin
x:=5;
y:=3;
i:=1;
for y:=3 to 102 do
begin while x<66 do
   begin  j:=y-2;
      train4[i,j] := Image6.Canvas.Pixels[x,y];
      x:=x+20;
      i:=i+1;
   end;
   train4[5,j]:=2;
   x:=5;
   i:=1;
end;
assignfile(training4,'train4.duang');
rewrite(training4);
write(training4,train4);
CloseFile(training4);
for y:=1 to 105 do
 for x:=1 to 73 do
 begin xaa:=Image6.Canvas.Pixels[x,y];
     frames4[x,y]:=xaa;
 end;
assignfile(picture4,'FRAME4.duang');
rewrite(picture4);
write(picture4,frames4);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CloseFile(picture4);

assignfile(naming4,'name4.duang');
rewrite(naming4);
write(naming4,name4);
CloseFile(naming4);
showMessage('We"ve already got you!! Please
change to the next person.');
ImageEnVideoView1.OnVideoFrame:=nil;
end; end
else  if train5[3,40]=0
    then begin
        Bitmap := TBitmap.Create;          {
Clear old Output }
        Bitmap.Width := xmax-xmin+1;
        Bitmap.Height := ymax-ymin+1;
  Image7.Picture.Graphic := Bitmap;
  for y:=ymin+2 to ymax+2 do              {
Make Output }
  for x:=xmin+2 to xmax+2 do
    begin
     image7.canvas.pixels[x-xmin,y-
ymin]:=ImageEnView3.Bitmap.canvas.pixels[x,y];
    end;
 image7.Height:=105;image7.Width:=73;
 image7.visible:=true;form1.update;
mystr:=InputBox('Please enter your name','My name
is...',' ');
Label16.Caption:=mystr;
name5:=mystr;
 if mystr = ' ' then
   begin ImageEnVideoView1.OnVideoFrame:=nil;
       showMessage('Please press button "Create
database" again to continue saving.');
        for y:=0 to 110 do                  { Make
Output }
         for x:=0 to 78 do
          begin image7.canvas.pixels[x,y]:= clSilver;
end;
       train5[3,40]:=0;
   end
else begin
x:=5;
y:=3;
i:=1;
for y:=3 to 102 do
begin while x<66 do
    begin  j:=y-2;
      train5[i,j] := Image7.Canvas.Pixels[x,y];
      x:=x+20;
      i:=i+1;
    end;
     train5[5,j]:=2;
     x:=5;
     i:=1;
end;
assignfile(training5,'train5.duang');
rewrite(training5);
write(training5,train5);
CloseFile(training5);

for y:=1 to 105 do
 for x:=1 to 73 do
 begin xaa:=Image7.Canvas.Pixels[x,y];
      frames5[x,y]:=xaa;
 end;
assignfile(picture5,'FRAME5.duang');
rewrite(picture5);
write(picture5,frames5);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CloseFile(picture5);
assignfile(naming5,'name5.duang');
rewrite(naming5);
write(naming5,name5);
CloseFile(naming5);
showMessage('We"ve already got you!! Please
change to the next person.');
ImageEnVideoView1.OnVideoFrame:=nil;
end; end
else  if train6[3,40]=0
    then begin
        Bitmap := TBitmap.Create;
        Bitmap.Width := xmax-xmin+1;
        Bitmap.Height := ymax-ymin+1;
  Image8.Picture.Graphic := Bitmap;
  for y:=ymin to ymax do
  for x:=xmin to xmax do
    begin
     image8.canvas.pixels[x-xmin,y-
ymin]:=ImageEnView3.Bitmap.canvas.pixels[x,y];
    end;
 image8.Height:=105;image8.Width:=73;
 image8.visible:=true;form1.update;

mystr:=InputBox('Please enter your name','My name
is...',' ');
Label17.Caption:=mystr;
name6:=mystr;
 if mystr = ' ' then
   begin ImageEnVideoView1.OnVideoFrame:=nil;
      showMessage('Please press button "Create
database" again to continue saving.');
      for y:=0 to 110 do
        for x:=0 to 78 do
          begin image8.canvas.pixels[x,y]:= clSilver;
end;
      train6[3,40]:=0;
   end
else begin
x:=5;y:=3;i:=1;
for y:=3 to 102 do
begin while x<66 do
   begin  j:=y-2;
      train6[i,j] := Image8.Canvas.Pixels[x,y];
      x:=x+20;
      i:=i+1;
   end;
   train6[5,j]:=2;
   x:=5;
   i:=1;
end;
assignfile(training6,'train6.duang');
rewrite(training6);
write(training6,train6);
CloseFile(training6);
for y:=1 to 105 do
 for x:=1 to 73 do
 begin xaa:=Image8.Canvas.Pixels[x,y];
   frames6[x,y]:=xaa;
 end;
assignfile(picture6,'FRAME6.duang');
rewrite(picture6);
write(picture6,frames6);
CloseFile(picture6);
assignfile(naming6,'name6.duang');
rewrite(naming6);
write(naming6,name6);
CloseFile(naming6);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
showMessage('We"ve already got you!! Please
change to the next person.');
ImageEnVideoView1.OnVideoFrame:=nil;
end; end
else  if train7[3,40]=0
    then begin
        Bitmap := TBitmap.Create;
        Bitmap.Width := xmax-xmin+1;
        Bitmap.Height := ymax-ymin+1;
  Image9.Picture.Graphic := Bitmap;
  for y:=ymin+2 to ymax+2 do
  for x:=xmin+2 to xmax+2 do
    begin
     image9.canvas.pixels[x-xmin,y-
ymin]:=ImageEnView3.Bitmap.canvas.pixels[x,y];
    end;
 image9.Height:=105;image9.Width:=73;
 image9.visible:=true;form1.update;
mystr:=InputBox('Please enter your name','My name
is...',' ');
Label18.Caption:=mystr;
name7:=mystr;
 if mystr = ' ' then
   begin ImageEnVideoView1.OnVideoFrame:=nil;
      showMessage('Please press button "Create
database" again to continue saving.');
       for y:=0 to 110 do
         for x:=0 to 78 do
          begin image9.canvas.pixels[x,y]:= clSilver;
end;
       train7[3,40]:=0;
   end
else begin
x:=5;
y:=3;
i:=1;
for y:=3 to 102 do
begin while x<66 do
    begin  j:=y-2;
        train7[i,j] := Image9.Canvas.Pixels[x,y];
        x:=x+20;
        i:=i+1;
    end;
    train7[5,j]:=2;
    x:=5;
    i:=1;
end;
assignfile(training7,'train7.duang');
rewrite(training7);
write(training7,train7);
CloseFile(training7);
for y:=1 to 105 do
 for x:=1 to 73 do
 begin xaa:=Image9.Canvas.Pixels[x,y];
     frames7[x,y]:=xaa;
 end;
assignfile(picture7,'FRAME7.duang');
rewrite(picture7);
write(picture7,frames7);
CloseFile(picture7);
assignfile(naming7,'name7.duang');
rewrite(naming7);
write(naming7,name7);
CloseFile(naming7);
showMessage('We"ve already got you!! Please
change to the next person.');
ImageEnVideoView1.OnVideoFrame:=nil;
end;
end
else  if train8[3,40]=0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    then begin
        Bitmap := TBitmap.Create;
        Bitmap.Width := xmax-xmin+1;
        Bitmap.Height := ymax-ymin+1;
  Image10.Picture.Graphic := Bitmap;
  for y:=ymin+2 to ymax+2 do
for x:=xmin+2 to xmax+2 do
    begin
     image10.canvas.pixels[x-xmin,y-
ymin]:=ImageEnView3.Bitmap.canvas.pixels[x,y];
    end;
 image10.Height:=105;image10.Width:=73;
 image10.visible:=true;form1.update;
mystr:=InputBox('Please enter your name','My name
is...',' ');
Label19.Caption:=mystr;
name8:=mystr;
 if mystr = ' ' then
   begin ImageEnVideoView1.OnVideoFrame:=nil;
      showMessage('Please press button "Create
database" again to continue saving.');
      for y:=0 to 110 do
        for x:=0 to 78 do
         begin image10.canvas.pixels[x,y]:= clSilver;
end;
      train8[3,40]:=0;
   end
else begin
x:=5;
y:=3;
i:=1;
for y:=3 to 102 do
begin while x<66 do
    begin  j:=y-2;
        train8[i,j] := Image10.Canvas.Pixels[x,y];
        x:=x+20;
        i:=i+1;
    end;
    train8[5,j]:=2;
    x:=5;
    i:=1;
end;
assignfile(training8,'train8.duang');
rewrite(training8);
write(training8,train8);
CloseFile(training8);
for y:=1 to 105 do
 for x:=1 to 73 do
 begin xaa:=Image10.Canvas.Pixels[x,y];
   frames8[x,y]:=xaa;
 end;
assignfile(picture8,'FRAME8.duang');
rewrite(picture8);
write(picture8,frames8);
CloseFile(picture8);
assignfile(naming8,'name8.duang');
rewrite(naming8);
write(naming8,name8);
CloseFile(naming8);
showMessage('We"ve already got you!! Please
change to the next person.');
ImageEnVideoView1.OnVideoFrame:=nil;
end; end
else  if train9[3,40]=0
    then begin
        Bitmap := TBitmap.Create;                    {
Clear old Output }
        Bitmap.Width := xmax-xmin+1;
        Bitmap.Height := ymax-ymin+1;
  Image11.Picture.Graphic := Bitmap;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  for y:=ymin+2 to ymax+2 do
for x:=xmin+2 to xmax+2 do
    begin
     image11.canvas.pixels[x-xmin,y-
ymin]:=ImageEnView3.Bitmap.canvas.pixels[x,y];
    end;
 image11.Height:=105;image11.Width:=73;
 image11.visible:=true;form1.update;
mystr:=InputBox('Please enter your name','My name
is...',' ');
Label20.Caption:=mystr;
name9:=mystr;
 if mystr = ' ' then
   begin ImageEnVideoView1.OnVideoFrame:=nil;
      showMessage('Please press button "Create
database" again to continue saving.');
      for y:=0 to 110 do
        for x:=0 to 78 do
         begin image11.canvas.pixels[x,y]:= clSilver;
end;
      train9[3,40]:=0;
   end
else begin
x:=5;
y:=3;
i:=1;
for y:=3 to 102 do
begin while x<66 do
    begin j:=y-2;
        train9[i,j] := Image11.Canvas.Pixels[x,y];
        x:=x+20;
        i:=i+1;
    end;
    train9[5,j]:=2;
    x:=5;
    i:=1;
end;
assignfile(training9,'train9.duang');
rewrite(training9);
write(training9,train9);
CloseFile(training9);
for y:=1 to 105 do
 for x:=1 to 73 do
 begin xaa:=Image11.Canvas.Pixels[x,y];
     frames9[x,y]:=xaa;
 end;
assignfile(picture9,'FRAME9.duang');
rewrite(picture9);
write(picture9,frames9);
CloseFile(picture9);
assignfile(naming9,'name9.duang');
rewrite(naming9);
write(naming9,name9);
CloseFile(naming9);
showMessage('We"ve already got you!! Please
change to the next person.');
ImageEnVideoView1.OnVideoFrame:=nil;
end; end
else if train10[3,40]=0
  then begin
        Bitmap := TBitmap.Create;          {
Clear old Output }
        Bitmap.Width := xmax-xmin+1;
        Bitmap.Height := ymax-ymin+1;
  Image12.Picture.Graphic := Bitmap;
  for y:=ymin+2 to ymax+2 do                {
Make Output }
  for x:=xmin+2 to xmax+2 do
    begin
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      image12.canvas.pixels[x-xmin,y-
ymin]:=ImageEnView3.Bitmap.canvas.pixels[x,y];
    end;
 image12.Height:=105;image12.Width:=73;
 image12.visible:=true;form1.update;
mystr:=InputBox('Please enter your name','My name
is...',' ');
Label21.Caption:=mystr;
name10:=mystr;
 if mystr = ' ' then
   begin ImageEnVideoView1.OnVideoFrame:=nil;
      showMessage('Please press button "Create
database" again to continue saving.');
      for y:=0 to 110 do
        for x:=0 to 78 do
         begin image12.canvas.pixels[x,y]:= clSilver;
end;
      train10[3,40]:=0;
   end
else begin
x:=5;
y:=3;
i:=1;
for y:=3 to 102 do
begin while x<66 do
    begin  j:=y-2;
        train10[i,j] := Image12.Canvas.Pixels[x,y];
        x:=x+20;
        i:=i+1;
    end;
    train10[5,j]:=3;
    x:=5;
    i:=1;
end;
assignfile(training10,'train10.duang');
rewrite(training10);
write(training10,train10);
CloseFile(training10);
for y:=1 to 105 do
 for x:=1 to 73 do
 begin xaa:=Image12.Canvas.Pixels[x,y];
     frames10[x,y]:=xaa;
 end;
assignfile(picture10,'FRAME10.duang');
rewrite(picture10);
write(picture10,frames10);
CloseFile(picture10);
assignfile(naming10,'name10.duang');
rewrite(naming10);
write(naming10,name10);
CloseFile(naming10);
showMessage('We"ve already got you!!.');
end; end; end; end;
//
procedure TForm1.DisplayVideoSize;
var
      r:TRect;
begin
      r:=ImageEnVideoView1.GetVideoSize;
      Label6.caption:=inttostr(r.right+1)+'x'+intt
ostr(r.bottom+1);
end;
//
procedure TForm1.FormActivate(Sender: TObject);
begin

DefGIF_LZWDECOMPFUNC:=GIFLZWDecompre
ss;
  DefGIF_LZWCOMPFUNC:=GIFLZWCompress;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
DefTIFF_LZWDECOMPFUNC:=TIFFLZWDecomp
ress;

DefTIFF_LZWCOMPFUNC:=TIFFLZWCompress;
  ComboBox1.ItemIndex:=0;

end;
procedure TForm1.ImageEnVideoView1Job(Sender:
TObject; job: TIEJob;
 per: Integer);
begin
        case job of
        iejNOTHING: Label8.Caption:='';
                iejVIDEOCAP_CONNECTING:
Label8.Caption:='Connecting...';
        end;
  Application.ProcessMessages;
end;
{open database}
procedure TForm1.SpeedButton3Click(Sender:
TObject);
type
    nname = ShortString;
    frameframe = array[1..73,1..105] of integer;
var
    frames1,frames2,frames3,frames4,frames5:
frameframe;
    frames6,frames7,frames8,frames9,frames10:
frameframe;
    picture1,picture2,picture3,picture4,picture5:file
of frameframe;
    picture6,picture7,picture8,picture9,picture10:file
of frameframe;
    naming1,naming2,naming3,naming4,naming5:file of
nname;

naming6,naming7,naming8,naming9,naming10:file
of nname;
    name1,name2,name3,name4,name5:nname;
    name6,name7,name8,name9,name10:nname;
    X,Y,sum,ave,ave1,s,r,g,b,a:integer;
    ll:longint;
begin
//DATA IMAGE1
assignfile(picture1,'FRAME1.duang');
reset(picture1,'FRAME1.duang');
while not eof(picture1) do
begin read(picture1,frames1);end;
CloseFile(picture1);
FOR Y:= 1 TO 105 DO
 FOR X:=1 TO 73 DO
  BEGIN  image3.canvas.pixels[x,y]:=frames1
[X,Y];END;
//LOAD NAME 1
assignfile(naming1,'name1.duang');
reset(naming1);
while not eof(naming1) do
begin read(naming1,name1);
end;
  Label12.Caption:=name1;
//DATA IMAGE2
assignfile(picture2,'FRAME2.duang');
reset(picture2,'FRAME2.duang');
while not eof(picture2) do
begin read(picture2,frames2);end;
CloseFile(picture2);
FOR Y:= 1 TO 105 DO
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 FOR X:=1 TO 73 DO
  BEGIN  image4.canvas.pixels[x,y]:=frames2
[X,Y];END;
//LOAD NAME 2
assignfile(naming2,'name2.duang');
reset(naming2);
while not eof(naming2) do
begin read(naming2,name2);
end;
  Label13.Caption:=name2;
//DATA IMAGE3
assignfile(picture3,'FRAME3.duang');
reset(picture3,'FRAME3.duang');
while not eof(picture3) do
begin read(picture3,frames3);end;
CloseFile(picture3);
FOR Y:= 1 TO 105 DO
 FOR X:=1 TO 73 DO
  BEGIN  image5.canvas.pixels[x,y]:=frames3
[X,Y];END;
//LOAD NAME 3
assignfile(naming3,'name3.duang');
reset(naming3);
while not eof(naming3) do
begin read(naming3,name3);
end;
  Label14.Caption:=name3;
//DATA IMAGE4
assignfile(picture4,'FRAME4.duang');
reset(picture4,'FRAME4.duang');
while not eof(picture4) do
begin read(picture4,frames4);end;
CloseFile(picture4);
FOR Y:= 1 TO 105 DO
 FOR X:=1 TO 73 DO
  BEGIN  image6.canvas.pixels[x,y]:=frames4
[X,Y];END;
//LOAD NAME 4
assignfile(naming4,'name4.duang');
reset(naming4);
while not eof(naming4) do
begin read(naming4,name4);
end;
  Label15.Caption:=name4;
//DATA IMAGE5
assignfile(picture5,'FRAME5.duang');
reset(picture5,'FRAME5.duang');
while not eof(picture5) do
begin read(picture5,frames5);end;
CloseFile(picture5);
FOR Y:= 1 TO 105 DO
 FOR X:=1 TO 73 DO
  BEGIN  image7.canvas.pixels[x,y]:=frames5
[X,Y];END;
//LOAD NAME 5
assignfile(naming5,'name5.duang');
reset(naming5);
while not eof(naming5) do
begin read(naming5,name5);
end;
  Label16.Caption:=name5;
//DATA IMAGE6
assignfile(picture6,'FRAME6.duang');
reset(picture6,'FRAME6.duang');
while not eof(picture6) do
begin read(picture6,frames6);end;
CloseFile(picture6);
FOR Y:= 1 TO 105 DO
 FOR X:=1 TO 73 DO
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  BEGIN  image8.canvas.pixels[x,y]:=frames6
[X,Y];END;
//LOAD NAME 6
assignfile(naming6,'name6.duang');
reset(naming6);
while not eof(naming6) do
begin read(naming6,name6);
end;
  Label17.Caption:=name6;
//DATA IMAGE7
assignfile(picture7,'FRAME7.duang');
reset(picture7,'FRAME7.duang');
while not eof(picture7) do
begin read(picture7,frames7);end;
CloseFile(picture7);
FOR Y:= 1 TO 105 DO
 FOR X:=1 TO 73 DO
  BEGIN  image9.canvas.pixels[x,y]:=frames7
[X,Y];END;
//LOAD NAME 7
assignfile(naming7,'name7.duang');
reset(naming7);
while not eof(naming7) do
begin read(naming7,name7);
end;
  Label18.Caption:=name7;
//DATA IMAGE8
assignfile(picture8,'FRAME8.duang');
reset(picture8,'FRAME8.duang');
while not eof(picture8) do
begin read(picture8,frames8);end;
CloseFile(picture8);
FOR Y:= 1 TO 105 DO
 FOR X:=1 TO 73 DO
  BEGIN  image10.canvas.pixels[x,y]:=frames8
[X,Y];END;
//LOAD NAME 8
assignfile(naming8,'name8.duang');
reset(naming8);
while not eof(naming8) do
begin read(naming8,name8);
end;
  Label19.Caption:=name8;
//DATA IMAGE9
assignfile(picture9,'FRAME9.duang');
reset(picture9,'FRAME9.duang');
while not eof(picture9) do
begin read(picture9,frames9);end;
CloseFile(picture9);
FOR Y:= 1 TO 105 DO
 FOR X:=1 TO 73 DO
  BEGIN  image11.canvas.pixels[x,y]:=frames9
[X,Y];END;
//LOAD NAME 9
assignfile(naming9,'name9.duang');
reset(naming9);
while not eof(naming9) do
begin read(naming9,name9);
end;
  Label20.Caption:=name9;
//DATA IMAGE10
assignfile(picture10,'FRAME10.duang');
reset(picture10,'FRAME10.duang');
while not eof(picture10) do
begin read(picture10,frames10);end;
CloseFile(picture10);
FOR Y:= 1 TO 105 DO
 FOR X:=1 TO 73 DO
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  BEGIN  image12.canvas.pixels[x,y]:=frames10
[X,Y];END;
//LOAD NAME 10
assignfile(naming10,'name10.duang');
reset(naming10);
while not eof(naming10) do
begin read(naming10,name10);
end;
  Label21.Caption:=name10;
end;
//VARIFY WHO'S PERSON
procedure TForm1.SpeedButton4Click(Sender:
TObject);
begin
        if SpeedButton4.Down then

        ImageEnVideoView1.OnVideoFrame:=Ima
geEnVideoView2VideoFrame
  else
        ImageEnVideoView1.OnVideoFrame:=nil;
end;

// Frames to ImageEnView1 - OnVideoFrame1
procedure TForm1.ImageEnVideoView2VideoFrame
(Sender: TObject; Bitmap: TBitmap);
type
     frame1 = array[1..176,1..144] of integer;
     frame4 = array[1..73,1..105] of integer;
     traintrain1 = array[1..5,1..100] of integer;
     traintraina = array[1..5,1..100] of integer;
     frameframea = array[1..73,1..105] of integer;
     diffdiff = array[1..100] of integer;
     nname = ShortString;
var
     framea: frameframea;
naming1,naming2,naming3,naming4,naming5:file of
nname;

naming6,naming7,naming8,naming9,naming10:file
of nname;
     name1,name2,name3,name4,name5:nname;
     name6,name7,name8,name9,name10:nname;
     maxname1,maxname2:nname;
     picturea:file of frameframea;
     pixframe1,pixframe2,pixframe3: frame1;
     pixframe4,pixframe5,pixframe6: frame4;
     Image4,Image5:file of frame4;

x1,y1,x11,xa,xaa,ya,i,x,y,a,b,xb,yb,ymin,yc,xc,xcc,x
4,y4: integer;

xmin,la,lb,lc,ld,x2,x3,y2,y3,xmax,xbb,x22,ymax,laa,l
bb,lexl,lexr:integer;
     y5,x5,j:integer;

score1,score2,score3,score4,score5,score6,score7:int
eger;

score8,score9,score10,scoremax1,scoremax2:integer;
     train1,train2,train3,train4,train5,train6:
traintrain1;
     train7,train8,train9,train10:traintrain1;
     traina: traintraina;mystr:STRING;

training1,training2,training3,training4,training5:file
of traintrain1;

training6,training7,training8,training9,training10:file
of traintrain1;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      traininga:file of traintraina;

diff1,diff2,diff3,diff4,diff5,diff6,diff7,diff8,diff9,diff
10:diffdiff;
      max1,max2:diffdiff;
      sum,r,g,ave,new,s,ave1:integer;ll:longint;
      grayframe1:array[1..176,1..144] of integer;
      grayframe2:array[1..176,1..144] of integer;
      grayframe3:array[1..176,1..144] of integer;
      newframe:array[1..176,1..144] of integer;
begin
      ImageEnView1.assign(Bitmap);
     case ComboBox1.ItemIndex of
     1: ImageEnProc2.ConvertTogray;
     2: ImageEnProc2.ConvertToBWThreshold(20);
     3: ImageEnProc2.ConvertToBWThreshold(50);
     end;
      ImageEnView2.assign(Bitmap);
       ImageEnProc3.ConvertToBWThreshold(50);
       ImageEnView3.assign(Bitmap);
       ImageEnProc4.ConvertToGray;
    ImageEnView1.Fit;
    ImageEnView2.Fit;
{find difference}
for y1:=1 to 144 do
  begin
      for x1:=1 to 176 do
        begin

x11:=ImageEnView1.Bitmap.Canvas.Pixels[x1,y1];
            pixframe1[x1,y1]:=x11;
            x2:=x1;
            x3:=x1;
            y2:=y1;
            y3:=y1;
            pixframe3[x3,y3]:=pixframe1[x1,y1]-
pixframe2[x2,y2];
            pixframe2[x2,y2]:=pixframe1[x1,y1];
        end;
  end;
{noise}
for y:=1 to 144 do
begin
  for x:=1 to 176 do
   begin
    if pixframe3[x,y]=0 then begin
ImageEnview2.Bitmap.Canvas.Pixels
[x,y]:=clWhite;end;
   end;
end;
x:=1;y:=31;i:=0;
while y<144 do
begin
 while x<174 do
 begin
  for a:=y to y+2 do
  begin
   for b:=x to x+2 do
   begin
    if pixframe3[a,b]=0 then i:=i+1;
   end;
  end;
if i>4 then
      begin
       for a:=y to y+2 do
        begin
          for b:=x to x+2 do
           begin
ImageEnView2.Bitmap.Canvas.Pixels[a,b]:=
clWhite;end;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        end;
      end;
x:=x+3;i:=0;end;
x:=1;y:=y+3;end;
{top-line}
xa:=20;ya:=20;
xaa:=ImageEnView2.Bitmap.Canvas.Pixels[xa,ya];
while  xaa=12632256 do
begin
   xa:=xa+1;
   if xa=176 then begin
                ya:=ya+1;
                xa:=20;end;
   xaa:=ImageEnView2.Bitmap.Canvas.Pixels
[xa,ya];
end;
ymin:=ya;
{right-line}
yb:=(144-ymin) div 3;xb:=20;
xbb:=ImageEnView2.Bitmap.Canvas.Pixels[xb,yb];
while xbb=12632256 do
begin xb:=xb+1;
    if xb=140 then  begin  yb:=yb+1;xb:=20;end;
    xbb:=ImageEnView2.Bitmap.Canvas.Pixels
[xb,yb];
end;
xmin:=xb;
{left line}
yc:=(144-ymin) div 3;xc:=156;
xcc:=ImageEnView2.Bitmap.Canvas.Pixels[xc,yc];
while xcc=12632256 do
begin xc:=xc-1;
    if xc=46 then  begin
                yc:=yc+1;xc:=156;end;
    xcc:=ImageEnView2.Bitmap.Canvas.Pixels
[xc,yc];
    end;
xmax:=xc;
{button line}
x4:=xmax-xmin;
ymax:=(round(1.35*x4))+ymin;
y4:=ymax-ymin;
if (x4>20) and (x4<150) then
begin
{square}
for la := xmin to xmax do
    begin ImageEnView3.Bitmap.Canvas.Pixels
[la,ymin]:= clBlue; end;
for lb := ymin to ymax do
    begin ImageEnView3.Bitmap.Canvas.Pixels
[xmin,lb]:= clBlue; end;
for lc := ymin to ymax do
    begin ImageEnView3.Bitmap.Canvas.Pixels
[xmax,lc]:= clBlue; end;
for ld := xmin to xmax do
    begin ImageEnView3.Bitmap.Canvas.Pixels
[ld,ymax]:= clBlue; end;
end;
{get unknow}
if ((xmax-xmin)<110) and ((xmax-xmin)>60) then
begin
  sum:=0;
  for y:=1 to 144 do
  begin
   for x:=1 to 176 do
   begin
    a := ImageEnView1.Bitmap.Canvas.Pixels[x,y];
    Ll:=ColorToRGB(a);
    r:=GetRValue(ll);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      g:=GetGValue(ll);
      b:=GetBValue(ll);
      grayframe1[x,y]:=r;
      grayframe2[x,y]:=g;
      grayframe3[x,y]:=b;
      sum:=sum+r;
     end;
    end;
    ave:=sum div 25344;
    s:=110-ave;
    for y:=1 to 144 do
    begin
     for x:=1 to 176 do
      begin
       a:=grayframe1[x,y];
       new:=a+s;
       newframe[x,y]:=new;
      end;
    end;
    for  y:=1 to 144 do
    begin
     for x:=1 to 176 do
      begin  xa:=newframe[x,y];
          ImageEnView1.Bitmap.Canvas.Pixels
[x,y]:= RGB(xa,xa,xa);
      end;
    end;
     Bitmap := TBitmap.Create;                    {
Clear old Output }
     Bitmap.Width := xmax-xmin+1;
     Bitmap.Height := ymax-ymin+1;
   Image2.Picture.Graphic := Bitmap;
    for y:=ymin+2 to ymax-2 do                    {
Make Output }
    for x:=xmin+2 to xmax-2 do
      begin
       image2.canvas.pixels[x-xmin,y-
ymin]:=imageenview3.Bitmap.canvas.pixels[x,y];
      end;
  image2.Height:=105;image2.Width:=73;
  image2.visible:=true;form1.update;
x:=5;y:=3;i:=1;
for y:=3 to 102 do
begin while x<66 do
      begin  j:=y-2;
          traina[i,j] := Image2.Canvas.Pixels[x,y];
          x:=x+20;
          i:=i+1;
      end;
      traina[5,j]:=1;
      x:=5; i:=1;
end;
assignfile(traininga,'traina.duang');
rewrite(traininga);
write(traininga,traina);
CloseFile(traininga);
//data1
assignfile(training1,'train1.duang');
reset(training1);
while not eof(training1) do
begin read(training1,train1);end;
CloseFile(training1);
//data2
assignfile(training2,'train2.duang');
reset(training2);
while not eof(training2) do
begin read(training2,train2);end;
CloseFile(training2);
//data3
assignfile(training3,'train3.duang');
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
reset(training3);
while not eof(training3) do
begin read(training3,train3);end;
CloseFile(training3);
//data4
assignfile(training4,'train4.duang');
reset(training4);
while not eof(training4) do
begin read(training4,train4);end;
CloseFile(training4);
//data5
assignfile(training5,'train5.duang');
reset(training5);
while not eof(training5) do
begin read(training5,train5);end;
CloseFile(training5);
//data6
assignfile(training6,'train6.duang');
reset(training6);
while not eof(training6) do
begin read(training6,train6);end;
CloseFile(training6);
//data7
assignfile(training7,'train7.duang');
reset(training7);
while not eof(training7) do
begin read(training7,train7);end;
CloseFile(training7);
//data8
assignfile(training8,'train8.duang');
reset(training8);
while not eof(training8) do
begin read(training8,train8);end;
CloseFile(training8);
//data9
assignfile(training9,'train9.duang');
reset(training9);
while not eof(training9) do
begin read(training9,train9);end;
CloseFile(training9);
//data10
assignfile(training10,'train10.duang');
reset(training10);
while not eof(training10) do
begin read(training10,train10);end;
CloseFile(training10);
//LOAD NAME 1
assignfile(naming1,'name1.duang');
reset(naming1);
while not eof(naming1) do
begin read(naming1,name1);
end;
//LOAD NAME 2
assignfile(naming2,'name2.duang');
reset(naming2);
while not eof(naming2) do
begin read(naming2,name2);
end;
//LOAD NAME 3
assignfile(naming3,'name3.duang');
reset(naming3);
while not eof(naming3) do
begin read(naming3,name3);
end;
//LOAD NAME 4
assignfile(naming4,'name4.duang');
reset(naming4);
while not eof(naming4) do
begin read(naming4,name4);
end;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
//LOAD NAME 5
assignfile(naming5,'name5.duang');
reset(naming5);
while not eof(naming5) do
begin read(naming5,name5);
end;
//LOAD NAME 6
assignfile(naming6,'name6.duang');
reset(naming6);
while not eof(naming6) do
begin read(naming6,name6);
end;
//LOAD NAME 7
assignfile(naming7,'name7.duang');
reset(naming7);
while not eof(naming7) do
begin read(naming7,name7);
end;
//LOAD NAME 8
assignfile(naming8,'name8.duang');
reset(naming8);
while not eof(naming8) do
begin read(naming8,name8);
end;
//LOAD NAME 9
assignfile(naming9,'name9.duang');
reset(naming9);
while not eof(naming9) do
begin read(naming9,name9);
end;
//LOAD NAME 10
assignfile(naming10,'name10.duang');
reset(naming10);
while not eof(naming10) do
begin read(naming10,name10);
end;
{diff each point*1}
a:=1;i:=1;j:=1;xaa:=0;
while j<101 do
begin
 while i<6 do
  begin xa:=abs(traina[i,j]-train1[i,j]);
       xaa:=xa+xaa;
       i:=i+1;
  end;
 diff1[a]:=xaa;//diff1 sum of row in array
 i:=1;a:=a+1;j:=j+1;
end;
{diff each point*2}
a:=1;i:=1;j:=1;xaa:=0;
while j<101 do
begin
 while i<6 do
  begin xa:=abs(traina[i,j]-train2[i,j]);
       xaa:=xa+xaa;
       i:=i+1;
  end;
 diff2[a]:=xaa;//diff1 sum of row in array
 i:=1;a:=a+1;j:=j+1;
end;
{diff each point*3}
a:=1;i:=1;j:=1;xaa:=0;
while j<101 do
begin
 while i<6 do
  begin xa:=abs(traina[i,j]-train3[i,j]);
       xaa:=xa+xaa;
       i:=i+1;
  end;
 diff3[a]:=xaa;//diff1 sum of row in array
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 i:=1;a:=a+1;j:=j+1;
end;
{diff each point*4}
a:=1;i:=1;j:=1;xaa:=0;
while  j<101 do
begin
 while i<6 do
  begin  xa:=abs(traina[i,j]-train4[i,j]);
       xaa:=xa+xaa;
       i:=i+1;
  end;
 diff4[a]:=xaa;
 i:=1;a:=a+1;j:=j+1;
end;
{diff each point*5}
a:=1;i:=1;j:=1;xaa:=0;
while  j<101 do
begin
 while i<6 do
  begin  xa:=abs(traina[i,j]-train5[i,j]);
       xaa:=xa+xaa;
       i:=i+1;
  end;
 diff5[a]:=xaa;//diff1 sum of row in array
 i:=1;a:=a+1;j:=j+1;
end;
{diff each point*6}
a:=1;i:=1;j:=1;xaa:=0;
while  j<101 do
begin
 while i<6 do
  begin  xa:=abs(traina[i,j]-train6[i,j]);
       xaa:=xa+xaa;
       i:=i+1;
  end;
 diff6[a]:=xaa;//diff1 sum of row in array
 i:=1;a:=a+1;j:=j+1;
end;
{diff each point*7}
a:=1;i:=1;j:=1;xaa:=0;
while  j<101 do
begin
 while i<6 do
  begin  xa:=abs(traina[i,j]-train7[i,j]);
       xaa:=xa+xaa;
       i:=i+1;
  end;
 diff7[a]:=xaa;//diff1 sum of row in array
 i:=1;a:=a+1;j:=j+1;
end;
{diff each point*8}
a:=1;i:=1;j:=1;xaa:=0;
while  j<101 do
begin
 while i<6 do
  begin  xa:=abs(traina[i,j]-train8[i,j]);
       xaa:=xa+xaa;
       i:=i+1;
  end;
 diff8[a]:=xaa;//diff1 sum of row in array
 i:=1;a:=a+1;j:=j+1;
end;
{diff each point*9}
a:=1;i:=1;j:=1;xaa:=0;
while  j<101 do
begin
 while i<6 do
  begin  xa:=abs(traina[i,j]-train9[i,j]);
       xaa:=xa+xaa;
       i:=i+1;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  end;
 diff9[a]:=xaa;//diff1 sum of row in array
 i:=1;a:=a+1;j:=j+1;
end;
{diff each point*10}
a:=1;i:=1;j:=1;xaa:=0;
while j<101 do
begin
 while i<6 do
  begin xa:=abs(traina[i,j]-train10[i,j]);
       xaa:=xa+xaa;
       i:=i+1;
  end;
 diff10[a]:=xaa;//diff1 sum of row in array
 i:=1;a:=a+1;j:=j+1;
end;
score1:=0;score2:=0;score3:=0;score4:=0;score5:=0;
for a:=1 to 100 do
begin
 if diff1[a]<diff2[a]
   then if diff1[a]<diff3[a]
     then  if diff1[a]<diff4[a]
       then  if diff1[a]<diff5[a]
         then  score1:=score1+1
         else  score5:=score5+1
       else  if diff4[a]<diff5[a]
         then  score4:=score4+1
         else  score5:=score5+1
     else  if diff3[a]<diff4[a]
       then  if diff3[a]<diff5[a]
         then  score3:=score3+1
         else  score5:=score5+1
       else  if diff4[a]<diff5[a]
         then  score4:=score4+1
         else  score5:=score5+1
 else if diff2[a]<diff3[a]
  then  if diff2[a]<diff4[a]
    then  if diff2[a]<diff5[a]
      then  score2:=score2+1
      else  score5:=score5+1
    else  if diff4[a]<diff5[a]
      then  score4:=score4+1
      else  score5:=score5+1
  else  if diff3[a]<diff4[a]
    then  if diff3[a]<diff5[a]
      then  score3:=score3+1
      else  score5:=score5+1
    else  if diff4[a]<diff5[a]
      then  score4:=score4+1
      else  score5:=score5+1
end;
Edit1.Text:=inttostr(score1);
Edit2.Text:=inttostr(score2);
Edit3.Text:=inttostr(score3);
Edit4.Text:=inttostr(score4);
Edit5.Text:=inttostr(score5);
score6:=0;score7:=0;score8:=0;score9:=0;score10:=0
;
for a:=1 to 100 do
begin
 if diff6[a]<diff7[a]
   then if diff6[a]<diff8[a]
     then  if diff6[a]<diff9[a]
       then  if diff6[a]<diff10[a]
         then  score6:=score6+1
         else  score10:=score10+1
       else  if diff9[a]<diff10[a]
         then  score9:=score9+1
         else  score10:=score10+1
     else  if diff8[a]<diff9[a]
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        then if diff8[a]<diff10[a]
          then score8:=score8+1
          else score10:=score10+1
        else if diff9[a]<diff10[a]
          then score9:=score9+1
          else score10:=score10+1
      else if diff7[a]<diff8[a]
       then if diff7[a]<diff9[a]
         then if diff7[a]<diff10[a]
           then score7:=score7+1
           else score10:=score10+1
         else if diff9[a]<diff10[a]
           then score9:=score9+1
           else score10:=score10+1
       else if diff8[a]<diff9[a]
         then if diff8[a]<diff10[a]
           then score8:=score8+1
           else score10:=score10+1
         else if diff9[a]<diff10[a]
           then score9:=score9+1
           else score10:=score10+1
end;
Edit6.Text:=inttostr(score6);
Edit7.Text:=inttostr(score7);
Edit8.Text:=inttostr(score8);
Edit9.Text:=inttostr(score9);
Edit10.Text:=inttostr(score10);
{VARIFY}
if score1>score2
 then if score1>score3
   then if score1>score4
    then if score1>score5
      then begin
           for a:=1 to 100 do
           begin xa:=diff1[a];
                 max1[a]:=xa;
           end; maxname1:=name1;
          end
     else begin
          for a:=1 to 100 do
          begin xa:=diff5[a];
                max1[a]:=xa;
          end; maxname1:=name5;
          end
  else if score4>score5
   then begin
        for a:=1 to 100 do
        begin xa:=diff4[a];
              max1[a]:=xa;
        end; maxname1:=name4;
        end
   else begin
        for a:=1 to 100 do
        begin xa:=diff5[a];
              max1[a]:=xa;
        end; maxname1:=name5;
        end
 else if score3>score4
  then if score3>score5
   then begin
        for a:=1 to 100 do
        begin xa:=diff3[a];
              max1[a]:=xa;
        end; maxname1:=name3;
        end
   else begin
        for a:=1 to 100 do
        begin xa:=diff5[a];
              max1[a]:=xa;
        end; maxname1:=name5;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        end
    else  if score4>score5
     then  begin
        for a:=1 to 100 do
        begin xa:=diff4[a];
            max1[a]:=xa;
        end;  maxname1:=name4;
        end
     else  begin
        for a:=1 to 100 do
        begin xa:=diff5[a];
            max1[a]:=xa;
        end;  maxname1:=name5;
        end
else if score2>score3
  then if score2>score4
    then if score2>score5
     then  begin
        for a:=1 to 100 do
        begin xa:=diff2[a];
            max1[a]:=xa;
        end;  maxname1:=name2;
        end
     else  begin
        for a:=1 to 100 do
        begin xa:=diff5[a];
            max1[a]:=xa;
        end;  maxname1:=name5;
        end
   else if score4>score5
    then  begin
        for a:=1 to 100 do
        begin xa:=diff4[a];
            max1[a]:=xa;
        end;  maxname1:=name4;
        end
    else  begin
        for a:=1 to 100 do
        begin xa:=diff5[a];
            max1[a]:=xa;
        end;  maxname1:=name5;
        end
else if score3>score4
 then if score3>score5
  then  begin
        for a:=1 to 100 do
        begin xa:=diff3[a];
            max1[a]:=xa;
        end;  maxname1:=name3;
        end
  else  begin
        for a:=1 to 100 do
        begin xa:=diff5[a];
            max1[a]:=xa;
        end;  maxname1:=name5;
        end
else if score4>score5
 then  begin
        for a:=1 to 100 do
        begin xa:=diff4[a];
            max1[a]:=xa;
        end;  maxname1:=name4;
        end
 else  begin
        for a:=1 to 100 do
        begin xa:=diff5[a];
            max1[a]:=xa;
        end;  maxname1:=name5;
        end;
if score6>score7
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
then if score6>score8
  then if score6>score9
   then  if score6>score10
     then  begin
          for a:=1 to 100 do
          begin xa:=diff6[a];
              max2[a]:=xa;
          end;  maxname2:=name6;
          end
     else  begin
          for a:=1 to 100 do
          begin xa:=diff10[a];
              max2[a]:=xa;
          end;  maxname2:=name10;
          end
   else  if score9>score10
     then  begin
          for a:=1 to 100 do
          begin xa:=diff9[a];
              max2[a]:=xa;
          end;  maxname2:=name3;
          end
     else  begin
          for a:=1 to 100 do
          begin xa:=diff10[a];
              max2[a]:=xa;
          end;  maxname2:=name10;
          end
  else if score8>score9
  then  if score8>score10
    then  begin
         for a:=1 to 100 do
          begin xa:=diff8[a];
              max2[a]:=xa;
          end;  maxname2:=name8;
          end
    else  begin
          for a:=1 to 100 do
          begin xa:=diff10[a];
              max2[a]:=xa;
          end;  maxname2:=name3;
          end
  else  if score9>score10
    then  begin
          for a:=1 to 100 do
          begin xa:=diff9[a];
              max2[a]:=xa;
          end;  maxname2:=name9;
          end
    else  begin
          for a:=1 to 100 do
          begin xa:=diff10[a];
              max2[a]:=xa;
          end;  maxname2:=name10;
          end
else if score7>score8
 then if score7>score9
  then if score7>score10
  then  begin
         for a:=1 to 100 do
          begin xa:=diff7[a];
              max2[a]:=xa;
          end;  maxname2:=name7;
         end
  else  begin
         for a:=1 to 100 do
          begin xa:=diff10[a];
              max2[a]:=xa;
          end;  maxname2:=name10;
          end
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
else if score9>score10
 then  begin
      for a:=1 to 100 do
      begin xa:=diff9[a];
          max2[a]:=xa;
      end;  maxname2:=name9;
      end
  else  begin
      for a:=1 to 100 do
      begin xa:=diff10[a];
          max2[a]:=xa;
      end;  maxname2:=name10;
      end
else if score8>score9
 then if score8>score10
  then  begin
      for a:=1 to 100 do
      begin xa:=diff8[a];
          max2[a]:=xa;
      end;  maxname2:=name8;
      end
  else  begin
      for a:=1 to 100 do
      begin xa:=diff10[a];
          max2[a]:=xa;
      end;  maxname2:=name10;
      end
else if score9>score10
 then  begin
      for a:=1 to 100 do
      begin xa:=diff9[a];
          max2[a]:=xa;
      end;  maxname2:=name9;
      end
 else  begin
      for a:=1 to 100 do
      begin xa:=diff10[a];
          max2[a]:=xa;
      end;  maxname2:=name10;
      end;

scoremax1:=0;scoremax2:=0;
for a:=1 to 100 do
begin
  if max1[a]<max2[a]
    then  scoremax1:=scoremax1+1
    else  scoremax2:=scoremax2+1
end;
Edit11.Text:=inttostr(scoremax1);
Edit12.Text:=inttostr(scoremax2);
if scoremax1>scoremax2
  then  BEGIN  mystr:=('You are');
        Label2.Caption:=mystr;
        Label3.Caption:=maxname1;
    END
  else  BEGIN  Mystr:=('You are');
    Label2.Caption:=mystr;
    Label3.Caption:=maxname2;
    END

end;
end;
end.
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ได้โดยความช่วยเหลือของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องหลายท่าน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ผศ.ดร. สุรพันธุ์ เอื้อไพบูลย์, ดร. ยุทธนา คิดใจเดียว, อ. เทอดศักดิ์ ลิ่วหาทอง ที่ท่านได้กรุณาเอื้อเฟื้อทั้งในด้านข้อมูลและอุปกรณ์ต่างๆเป็นอย่างดี ทั้งในส่วนของเนื้อหา หลักการ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น รวมทั้งเพื่อนๆร่วมห้องโปรเจค อาทิ แนน สำหรับพลังงานยามดึก, มารถ, มานะ, เจี่ย, เกตุ, เดนท์, น้อย, อิ่มปี่, เอิร์ธ ฯลฯ ที่ช่วยเหลือกันมาตลอด และช่วยแสดงแบบเป็นฐานข้อมูลด้วยความเฮฮาร่าเริง, ชุมนุมมิวสิก สำหรับกำลังใจและบรรยากาศดีๆในการทำงาน

ทั้งนี้ ข้อบกพร่องและความผิดพลาดต่างๆที่ปรากฏอยู่ในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ทางคณะผู้จัดทำขอน้อมรับผิดทั้งหมด และจะทำการปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้องต่อไปในภายหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1. Adrian Low, "Introductory Computer Vision and Image Processing", McGraw-Hill International Edition, 1991
2. Rafael C.Gonzalez and Richard E.Woods, "Digital Image Processing", Addison-Wesley Publishing, 1992
3. Louis J. Galbiati, Jr., "Machine Vision and Digital Image Processing Fundamentals", Prentice Hall, Inc., 1990
4. กมลลาศ กำจรกิจการ, "คู่มือการพัฒนาโปรแกรมด้วยเดลไฟ4", บริษัท ซัคเซส มีเดีย จำกัด, 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้