บทที่ 4

ผลการดำเนินการวิจัย

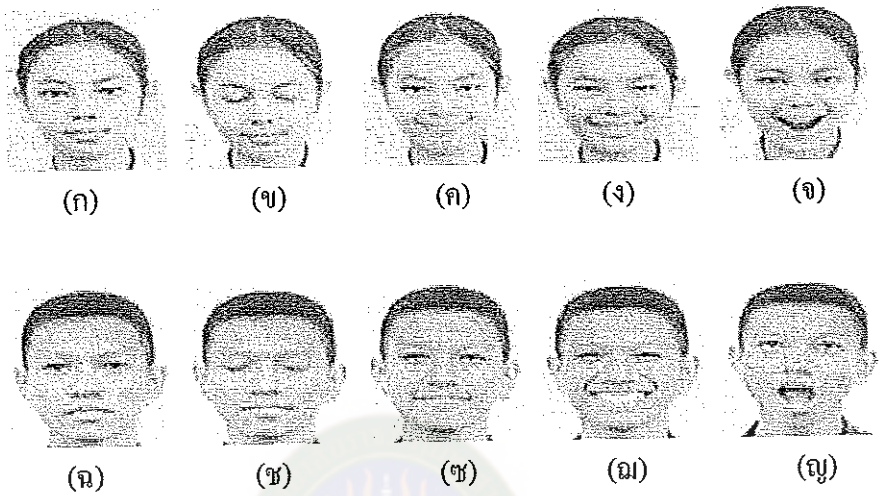
ในบทนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎีและกรรมวิธีในการรู้จำใบหน้ามนุษย์โดยใช้วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบร่วมกับวิธีการวิเคราะห์เชิงภูมิศาสตร์ของใบหน้า ผู้วิจัยได้ดำเนินการเป็นขั้นตอนตามลำดับ ผลการทดลองจากงานวิจัยเป็น 4 ส่วนดังนี้

1. การทดลองการรู้จำภาพใบหน้ามนุษย์โดยใช้วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก
2. การทดลองการรู้จำภาพใบหน้ามนุษย์โดยใช้วิธีการวิเคราะห์เชิงภูมิศาสตร์ใบหน้าและโครงข่ายประสาทเทียม
3. การทดลองการรู้จำภาพใบหน้ามนุษย์โดยการประยุกต์ใช้วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบหลักร่วมกับวิธีการวิเคราะห์เชิงภูมิศาสตร์ใบหน้า และโครงข่ายประสาทเทียม
4. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการรู้จำภาพใบหน้ามนุษย์

การทดลองการรู้จำภาพใบหน้ามนุษย์โดยใช้วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก

การทดลองการรู้จำภาพใบหน้ามนุษย์โดยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักนี้ทำโดยภาพที่นำมาทดสอบการรู้จำ เป็นภาพใบหน้าของมนุษย์ จำนวน 600 ภาพ เป็นภาพถ่ายใบหน้าของนักเรียน คือ ภาพหน้าตรง ภาพหลับตา ภาพหน้ายิ้ม ภาพหน้ายิ้มแบบเห็นฟัน ภาพอ้าปาก โดยแบ่งออกเป็น 2 ชุดคือ ชุดฝึกเรียนรู้ จำนวน 120 คนๆละ 2 ภาพ โดยเป็นภาพหน้าตรงและภาพอ้าปาก รวมทั้งหมด 240 ภาพ และชุดทดสอบ จำนวน 120 คนๆละ 3 ภาพ โดยเป็นภาพหลับตา ภาพหน้ายิ้ม และภาพหน้ายิ้มแบบเห็นฟัน รวม 360 ภาพ ได้ดำเนินการแบ่งออกเป็น 8 ขั้นตอนหลัก ดังนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาพที่ 14 แสดงตัวอย่างภาพในแต่ละท่าทาง
(ก)(ฉ) ภาพหน้าปกติ (ข)(ช) ภาพหลับตา (ค)(ซ) ภาพหน้ายิ้ม
(ง)(ฌ) ภาพหน้ายิ้มแบบเห็นฟัน (จ)(ญ) ภาพอ้าปาก

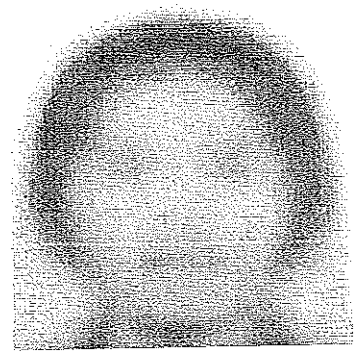
1.1 ขั้นตอนการเตรียมข้อมูลภาพ จะทำการนำข้อมูลภาพจากกล้องถ่ายภาพดิจิตอล ซึ่งภาพที่ได้จะเป็นภาพสี จากนั้นแล้วทำการแปลงภาพดังกล่าวให้เป็นภาพระดับเทา (Gray Scale) 256 ระดับ เมื่อแปลงเป็นภาพระดับเทาแล้วก็ทำการปรับขนาดข้อมูลภาพเหล่านั้นให้มีขนาด 80x80 จุดภาพ

1.2 การสร้างชุดฝึกการเรียนรู้ ขั้นตอนนี้จะทำการนำภาพที่ได้จากขั้นตอนแรกมาทำการแปลงข้อมูลภาพเหล่านั้นให้เป็นภาพที่มีลักษณะ 1 มิติ ซึ่งจะได้ภาพที่มีขนาด 6400 จุดต่อ 1 ภาพ เพื่อทำเป็นชุดฝึกการเรียนรู้จากภาพใบหน้าต้นฉบับ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

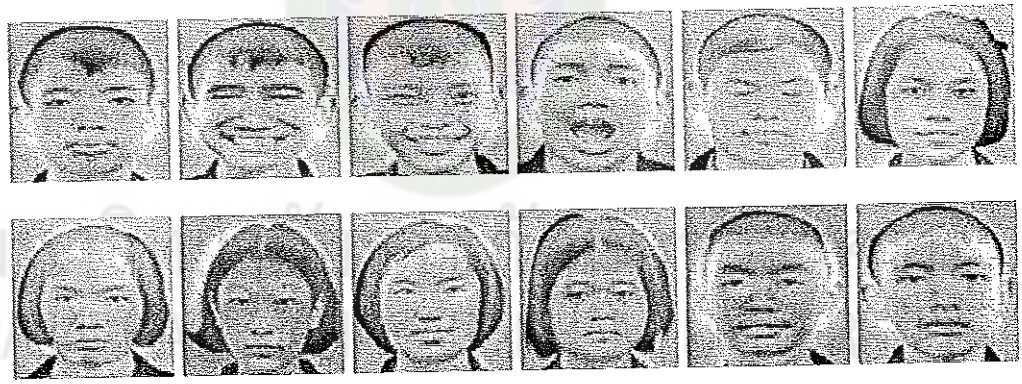
ภาพที่ 15 แสดงตัวอย่างภาพที่ใช้เป็นชุดฝึกเรียนรู้

1.3 คำนวณหาค่าเฉลี่ยจากทุกใบหน้า โดยการนำชุดฝึกการเรียนรู้มาดำเนินการสร้างภาพใบหน้าเฉลี่ยของชุดฝึกการเรียนรู้ โดยการคำนวนผลรวมของค่าของแต่ละจุดภาพ แล้วนำผลรวมมาหาค่าเฉลี่ยด้วยการหารด้วยจำนวนบุคคลหรือจำนวนภาพทั้งหมดในระบบ



ภาพที่ 16 แสดงภาพใบหน้าเฉลี่ย

1.4 คำนวณหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของภาพใบหน้า โดยนำเอาใบหน้าค่าเฉลี่ยมาทำผลต่างกันกับใบหน้าในชุดฝึกเรียนรู้



ภาพที่ 17 แสดงตัวอย่างภาพใบหน้าผลต่าง

1.5 คำนวณหาค่าเมตริกซ์ความแปรปรวนร่วมหรือโควาเรียนเมตริกซ์ โดยนำค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของภาพในขั้นตอนที่ 1.4 คูณกับค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของภาพใบหน้าที่ทำการทรานโพส

1.6 คำนวณหาไอเกนเวคเตอร์และค่าไอเกนของเมตริกซ์ความแปรปรวนร่วม โดยผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นภาพใบหน้าไอเกน (Eigen Faces)

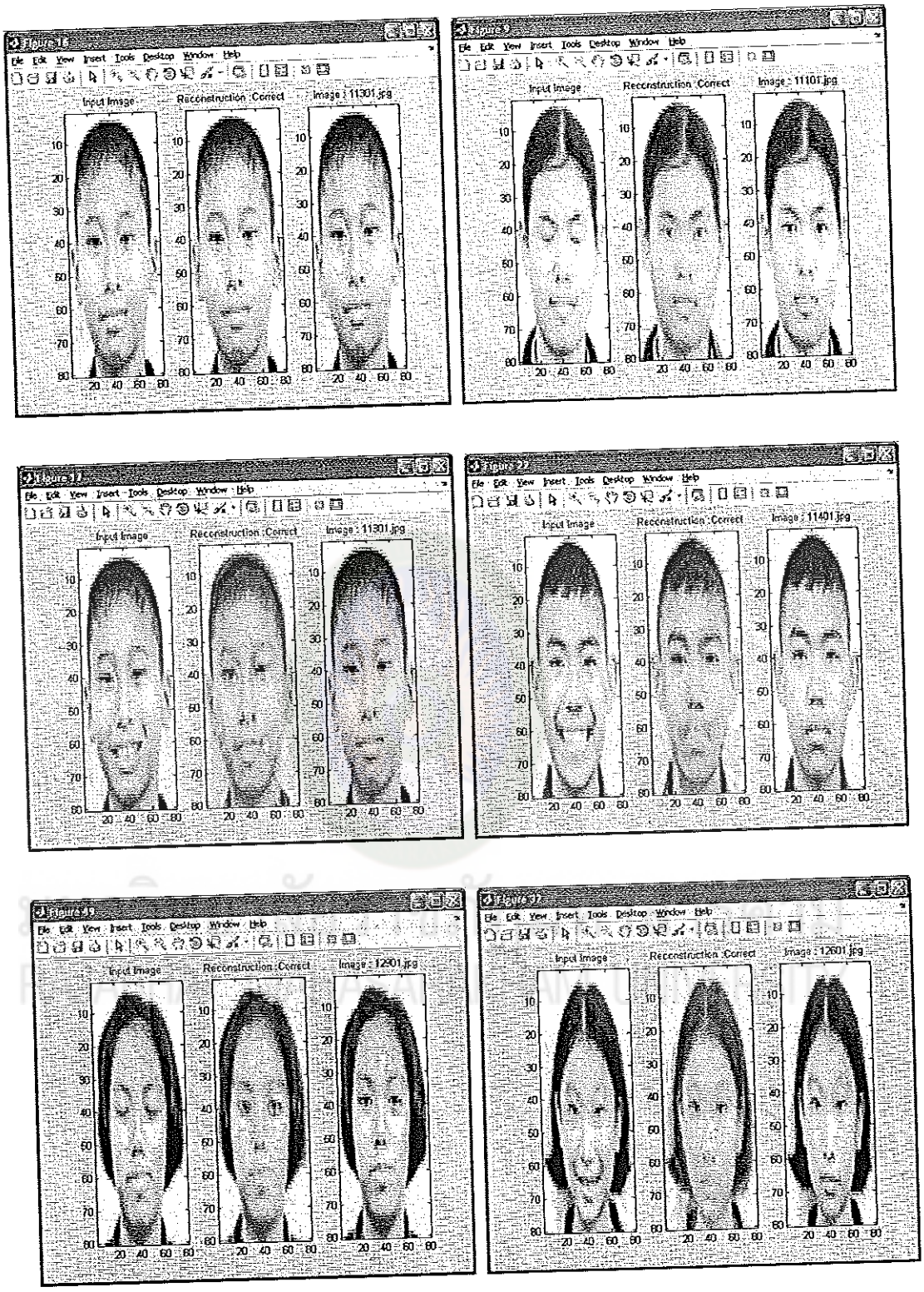
ภาพที่ 18 แสดงตัวอย่างภาพใบหน้าไอเกน

1.7 ขั้นตอนการรู้จำและสรุปผลการรู้จำ โดยนำภาพที่ต้องการทดสอบการรู้จำ ไปทดสอบกับภาพใบหน้าไอเกนในปริภูมิภาพใบหน้า (Face space) ที่ทำการสร้างขึ้น (Reconstruction) โดยคำนวนจากระยะห่างระหว่างภาพใบหน้าชุดฝึกการเรียนรู้กับภาพใบหน้าที่นำมาทดสอบ แล้วก็นำค่าผลรวมระยะห่างมาวิเคราะห์ โดยการเปรียบเทียบค่าผลรวมที่ได้กับค่าระดับที่ยอมรับได้ (Threshold) สำหรับงานวิจัยนี้ผู้วิจัยกำหนดค่าระดับที่ยอมรับได้เท่ากับ 89,600 ซึ่งแสดงได้ 2 กรณี ดังนี้

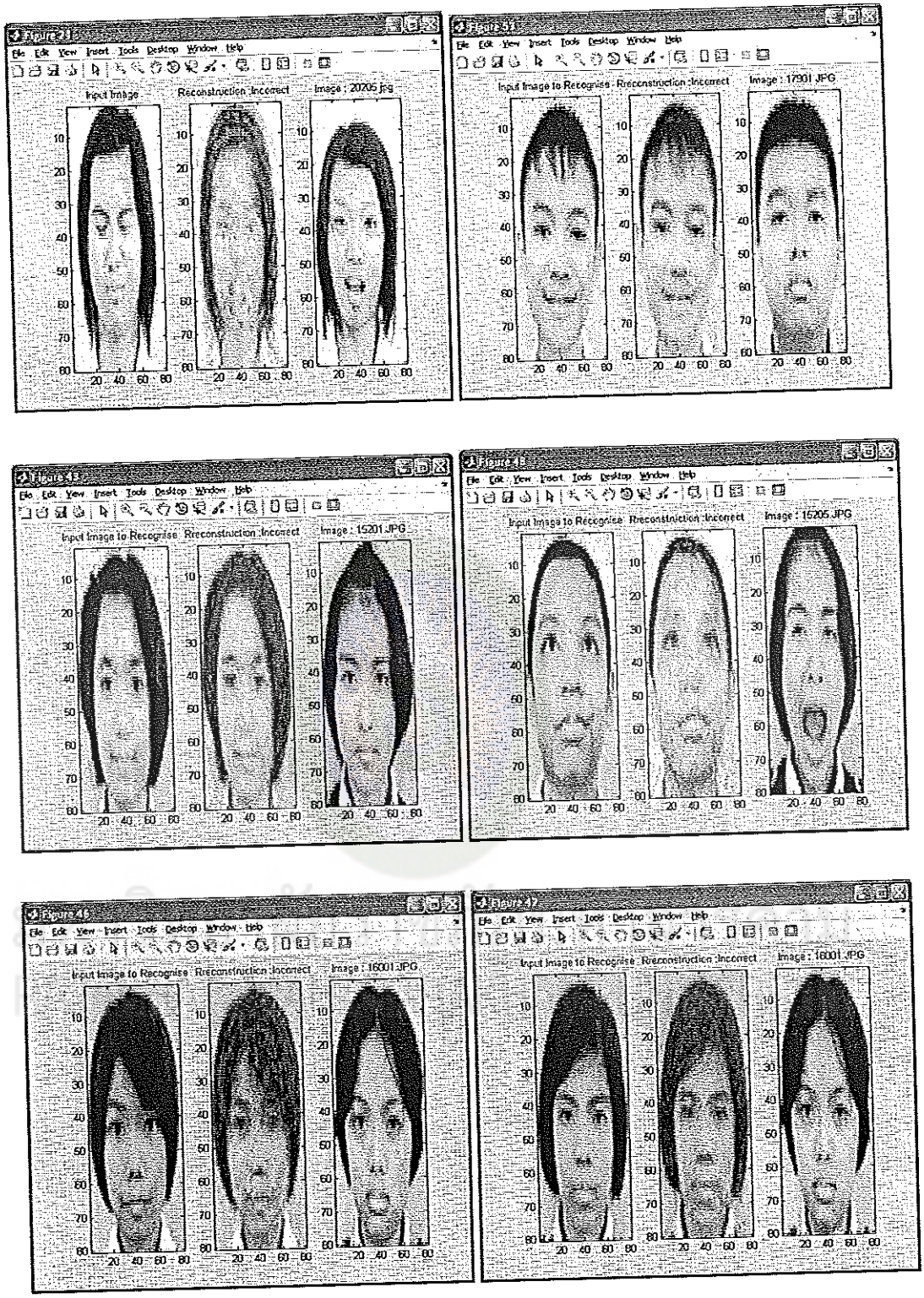
กรณีที่ 1 ถ้าผลรวมของผลต่างน้อยกว่าค่าระดับที่ยอมรับได้ (IF Sum of Difference Image < Threshold) แสดงว่า ภาพที่นำมาทดสอบตรงกับภาพที่อยู่ใน Sub space และใกล้กันมากจนเหมือนกัน จะแสดงผลลัพธ์ว่า "ถูกต้อง"

กรณีที่ 2 ถ้าผลรวมของผลต่างมากว่าค่าระดับที่ยอมรับได้ (IF Sum of Difference Image > Threshold) แสดงว่า ภาพที่นำมาทดสอบไม่ตรงกับภาพที่อยู่ใน Sub space และไกลกันมากจนไม่เหมือนกัน ซึ่งอาจจะเป็นคนละภาพกันเลย จะแสดงผลลัพธ์ว่า "ไม่ถูกต้อง" หรือ "ผิด"

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาพที่ 19 แสดงตัวอย่างผลการรู้จำภาพใบหน้ามนุษย์โดยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก กรณีรู้จำถูกต้อง



ภาพที่ 20 แสดงตัวอย่างผลการรู้จำภาพใบหน้ามนุษย์โดยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก กรณีรู้จำไม่ถูกต้อง

1.8 ประเมินเพื่อหาประสิทธิภาพของระบบรู้จำภาพใบหน้ามนุษย์ นำผลลัพธ์ที่ได้จากชุดข้อมูลที่ใช้ในการฝึกฝน และข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบ มาทำการประเมินเพื่อหาประสิทธิภาพของระบบ ในการประเมินหาประสิทธิภาพจะใช้การคำนวณค่าร้อยละความถูกต้องในการรู้จำภาพใบหน้ามนุษย์คือ

$$\text{ร้อยละความถูกต้องในการรู้จำใบหน้ามนุษย์} = \frac{\text{จำนวนภาพใบหน้าที่รู้จำถูกต้อง}}{\text{จำนวนภาพใบหน้าทั้งหมด}} \times 100$$

ในการทดลองผู้วิจัยได้กำหนดวิธีการทดลองออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

1) การทดลองกลุ่มที่ 1 โดยภาพที่นำมาทดสอบการรู้จำ จำนวนทั้งหมด 240 ภาพ โดยเป็นภาพชุดเดียวกับภาพในชุดฝึกเรียนรู้ โดยภาพที่นำมาทดสอบมีขนาด 80X80 จุดภาพ

2) การทดลองกลุ่มที่ 2 โดยภาพที่นำมาทดสอบการรู้จำ จำนวนทั้งหมด 360 ภาพ โดยเป็นภาพชุดทดสอบ โดยภาพที่นำมาทดสอบมีขนาด 80X80 จุดภาพ

ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตารางแสดงผลการทดลองการรู้จำภาพใบหน้ามนุษย์โดยใช้วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก

รายการภาพทดสอบ	จำนวนภาพทดสอบ	จำนวนการรู้จำถูกต้อง	ร้อยละความถูกต้องในการรู้จำ
1. ภาพชุดฝึกเรียนรู้	240	240	100
2. ภาพชุดทดสอบ	360	133	36.94

จากตารางที่ 1 พบว่า การรู้จำภาพใบหน้าเมื่อทดสอบกับชุดฝึกเรียนรู้ จำนวน 240 ภาพ ได้ผลการทดสอบถูกต้องทั้งหมดทุกภาพ คิดเป็นร้อยละความถูกต้องในการรู้จำเท่ากับ 100 และส่วนที่ 2 ใช้ภาพใบหน้าจำนวน 360 ภาพ ซึ่งเป็นภาพชุดทดสอบหรือภาพที่ไม่ได้อยู่ในชุดฝึกเรียนรู้ โดยเป็นภาพท่าทางต่างๆกัน 3 ท่าคือภาพหลับตา ภาพหน้ายิ้มและภาพหน้ายิ้มแบบเห็นฟัน ผลการทดสอบมีความถูกต้องจำนวน 133 ภาพ คิดเป็นร้อยละความถูกต้องในการรู้จำเท่ากับ 36.94

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ผลการทดลองการรู้จำภาพใบหน้ามนุษย์โดยใช้วิธีการวิเคราะห์เชิงภูมิศาสตร์ใบหน้าและโครงข่ายประสาทเทียม

การทดลองการรู้จำภาพใบหน้ามนุษย์โดยวิธีการวิเคราะห์เชิงภูมิศาสตร์ใบหน้า และโครงข่ายประสาทเทียมนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอนหลัก ดังนี้

1. ขั้นตอนการเตรียมข้อมูลภาพ จะทำการนำข้อมูลภาพจากกล้องถ่ายภาพดิจิตอล ซึ่งภาพที่ได้จะเป็นภาพสี จากนั้นแล้วทำการแปลงภาพดังกล่าวให้เป็นภาพระดับเทา (Gray Scale) 256 ระดับ เมื่อแปลงเป็นภาพระดับเทาแล้วก็ทำการปรับขนาดข้อมูลภาพเหล่านั้นให้มีขนาด 80x80 จุดภาพ โดยภาพที่นำมาทดสอบการรู้จำ เป็นภาพใบหน้าของมนุษย์ จำนวน 600 ภาพ เป็นภาพถ่ายใบหน้าของมนุษย์ ที่มีลักษณะท่าทางแตกต่างกัน 5 ท่าทาง คือ ภาพหน้าตรง ภาพหน้าบึ้ง ภาพหลับตา ภาพหน้ายิ้ม ภาพอ้าปาก

2. การแยกคุณลักษณะที่สำคัญของภาพ โดยใช้หลักการที่ว่า ใบหน้าของมนุษย์มีความแตกต่างกันโดยธรรมชาติ โดยส่วนที่สามารถสังเกตได้ชัดคือ คิ้ว ตา จมูก และปาก ซึ่งถ้าหากเราสามารถทำให้คอมพิวเตอร์สามารถจดจำ 4 ส่วนนี้ได้ ถึงแม้บุคคลนั้นจะเปลี่ยนแปลงทรงผม อารมณ์ หรือส่วนประกอบอื่นๆ คอมพิวเตอร์ก็ยังจะสามารถแยกแยะใบหน้าที่จดจำไว้ได้อย่างถูกต้อง ดังนั้นในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจึงได้เลือกใช้ 4 ส่วนนี้ เพื่อใช้เป็นคุณลักษณะที่สำคัญในการรู้จำภาพใบหน้ามนุษย์ ในขั้นตอนนี้จะนำข้อมูลภาพมาทำการแบ่งภาพใบหน้าออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

2.1 คำนวณหาบริเวณภาพใบหน้า

2.2 คำนวณหาพิกัดบริเวณคิ้ว

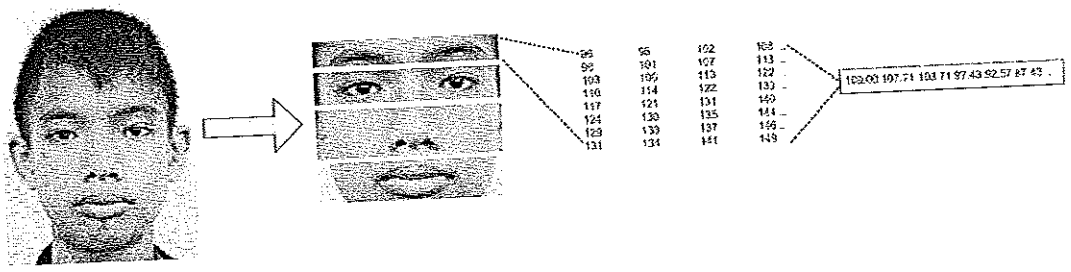
2.3 คำนวณหาพิกัดบริเวณตา

2.4 คำนวณหาพิกัดบริเวณจมูก

2.5 คำนวณหาพิกัดบริเวณปาก

2.6 คำนวณหาค่าเฉลี่ยของแต่ละหลักของแต่ละบริเวณ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาพที่ 21 แสดงตัวอย่างการคุณลักษณะที่สำคัญของภาพใบหน้า

2. การแปลงค่าข้อมูล (Data Transformation) ขั้นตอนนี้เป็นกระบวนการในการปรับขอบเขตของข้อมูลให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้งาน ในการสอนให้โครงข่ายประสาทเทียมเกิดการเรียนรู้ เนื่องจากค่าของข้อมูลที่ได้จากการหาคุณลักษณะสำคัญของภาพใบหน้ามีค่ามากกว่า 1 ดังนั้นจึงต้องทำการแปลงค่าข้อมูลแต่ละตัว ให้มีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง 1 ก่อนนำไปเป็นข้อมูลนำเข้าโครงข่ายประสาทเทียม เนื่องจากข้อมูลที่มีค่ามากกว่า 1 จะทำให้โครงข่ายประสาทเทียมเกิดการเรียนรู้ได้น้อยมาก ดังนั้นค่าของข้อมูลเข้าจำเป็นต้องผ่านขั้นตอนการแปลงค่าข้อมูลก่อน โดยวิธีที่ใช้มีหลายวิธี แต่วิธีที่นิยมมากและผู้วิจัยเลือกใช้คือการแปลงค่าข้อมูลในลักษณะเป็นเชิงเส้น (Min-max Normalization) ดังนี้

$$X' = \frac{X - \min(X)}{\max(X) - \min(X)}$$

โดย

X' คือ ค่าของข้อมูลที่ได้หลังจากผ่านสมการ

X คือ ค่าของข้อมูลก่อนผ่านสมการ

min(X) คือ ค่าของข้อมูลที่มีค่าต่ำที่สุดก่อนผ่านสมการ

max(X) คือ ค่าของข้อมูลที่มีค่าสูงที่สุดก่อนผ่านสมการ

3. การออกแบบโครงข่ายประสาทเทียม ในขั้นตอนนี้จะนำค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการหาคุณลักษณะที่สำคัญของภาพใบหน้า มาพิจารณาร่วมกับหลักการและทฤษฎีของโครงข่ายประสาทเทียม โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อวิเคราะห์กระบวนการจดจำภาพใบหน้ามนุษย์ โดยโครงข่ายประสาทเทียมที่ออกแบบ ดังนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

3.1 ใช้โครงข่ายประสาทเทียมเพื่อการรู้จำภาพใบหน้ามนุษย์เป็นแบบโครงข่ายประสาทเทียมหลายชั้นแบบป้อนไปข้างหน้า (Multilayer Feedforward Neural Network) เนื่องจากสามารถปรับเปลี่ยนค่าน้ำหนักได้ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการลดค่าความคลาดเคลื่อนระหว่างค่าเอาต์พุตกับค่าเป้าหมาย

3.2 ออกแบบโครงข่ายประสาทเทียมมีจำนวน 3 ชั้น คือ

3.2.1 ชั้นอินพุต (Input Layer) เป็นชั้นที่นำข้อมูลของรูปภาพที่ได้ทำการแยกคุณลักษณะของรูปภาพ ซึ่งมีอยู่ 4 บริเวณๆละ 80 ค่า เพื่อเป็นค่าพารามิเตอร์ซึ่งมีจำนวนนิวรอนโหนดทั้งหมด 320 โหนด

3.2.2 ชั้นซ่อน (Hidden Layer) กำหนดให้มีชั้นซ่อน จำนวน 1 ชั้น เนื่องจากข้อมูลไม่มีความซับซ้อนมากนัก รวมถึงถ้ามีการออกแบบให้มีจำนวนชั้นยิ่งมาก ยิ่งทำให้การประมวลผลช้าลง ส่วนจำนวนนิวรอนโหนด ผู้วิจัยได้ทำการทดลองเพื่อศึกษาว่า ควรจะมีกี่นิวรอนโหนด ซึ่งในการกำหนดกี่นิวรอนโหนดนั้นไม่มีกฎที่แน่นอน ต้องทำการทดลองเพื่อหาความเหมาะสม ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบไว้ 10 แบบ คือ ตั้งแต่ 250 นิวรอลโหนด จนถึง 340 นิวรอลโหนด โดยเพิ่มจำนวนนิวรอลโหนดขึ้นทีละ 10 นิวรอลโหนด

3.2.3 ชั้นเอาต์พุต (Output Layer) กำหนดนิวรอนโหนดไว้จำนวน 120 โหนด เพราะระบบโครงข่ายนี้จะกำหนดให้รู้จำบุคคล 120 คน ดังนั้นแต่ละโครงข่ายจะมีเอาท์พุทเป็นเรียงเป็นลำดับ 120 ค่า

ในการออกแบบโครงข่ายประสาทเทียมเพื่อรู้จำภาพใบหน้ามนุษย์ในครั้งนี้ ได้ทำการทดลองออกแบบโครงข่ายแบบต่างๆ รวม 10 แบบ ซึ่งแต่ละแบบจะมีจำนวนนิวรอนโหนดที่ไม่เท่ากัน โดยโครงข่ายประสาทเทียมที่ได้ออกแบบไว้ดังตารางที่ 2 ดังนี้

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 2 แสดงรูปแบบโครงข่ายประสาทเทียมที่ออกแบบ

ลำดับ	ชั้นอินพุต	ชั้นซ่อน	ชั้นเอาต์พุต	รูปแบบโครงข่าย
1	320	250	120	320-250-120
2	320	260	120	320-260-120
3	320	270	120	320-270-120
4	320	280	120	320-280-120
5	320	290	120	320-290-120
6	320	300	120	320-300-120
7	320	310	120	320-310-120
8	320	320	120	320-320-120
9	320	330	120	320-330-120
10	320	340	120	320-340-120

3.3 ฟังก์ชันถ่ายโอน (Transfer function) ของเซลล์ประสาทในชั้นซ่อนทุกชั้นเป็นแบบล็อกซิกมอยด์ (Log-Sigmoid) เนื่องจากค่าที่ต้องการไม่ได้มีค่าลบเข้ามาเกี่ยวข้อง

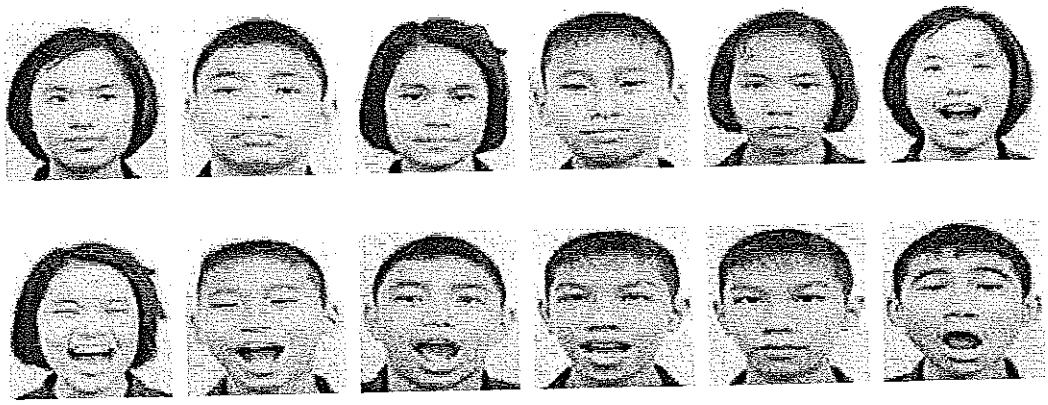
3.4 ฟังก์ชันถ่ายโอนของเซลล์ประสาทในชั้นเอาท์พุทเป็นแบบลิเนียร์ (Linear) ดังนั้นเอาท์พุทเวกเตอร์ของโครงข่ายจะเป็นค่า 0 และ 1 โดยเอาท์พุทในลำดับใดมีค่าเป็น 1 ก็จะแสดงว่าอินพุทที่ได้จากภาพถ่ายที่ตรวจสอบเป็นของบุคคลที่กำหนดไว้ในลำดับนั้น ซึ่งหมายความว่ารูปที่นำมาใช้ตรวจสอบเป็นของบุคคลดังกล่าว

3.5 ใช้อัลกอริทึมแบบแพร่กระจายย้อนกลับ (Back Propagation Algorithm) ในการฝึกฝน

3.6 การทำให้โครงข่ายเรียนรู้อย่างถูกต้อง ข้อมูลที่นำมาเรียนรู้และทดสอบกับโครงข่าย เป็นภาพใบหน้าของมนุษย์ จำนวน 600 ภาพ เป็นภาพถ่ายใบหน้าของนักเรียน คือ ภาพหน้าตรง ภาพหลับตา ภาพหน้ายิ้ม ภาพหน้ายิ้มแบบเห็นฟัน ภาพอ้าปาก โดยแบ่งออกเป็น 3 ชุดคือ

3.6.1 การฝึกฝน (Training) ใช้ชุดข้อมูลสำหรับฝึกเรียนรู้ (Training Set) เป็นภาพถ่ายจำนวน 120 คนๆละ 2 ภาพ โดยเป็นภาพหน้าตรงและภาพอ้าปาก รวม 240 ภาพ มาฝึกฝนโครงข่ายให้เรียนรู้ซ้ำไปเรื่อยๆ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาพที่ 22 แสดงตัวอย่างชุดข้อมูลสำหรับฝึกทดลอง

3.6.2 การให้เหตุผล (Validating) ใช้เซตข้อมูลการให้เหตุผล (validation set) ที่ได้จากภาพถ่ายจำนวน 120 คนๆละ 1 ภาพโดยเป็นภาพหน้ายิ้ม รวม 120 ภาพ มาใช้บอกให้หยุดการฝึกฝน

ภาพที่ 23 แสดงตัวอย่างชุดข้อมูลการให้เหตุผล

3.6.3 การพิสูจน์ผล (Verification) ใช้เซตข้อมูลชุดทดสอบ (Test Set) ที่ได้จากภาพถ่ายจำนวน 120 คนๆละ 2 ภาพ โดยเป็นภาพหลับตาและภาพหน้ายิ้มแบบเห็นฟัน รวม 240 ภาพ มาใช้ทดสอบความถูกต้อง

ภาพที่ 24 แสดงตัวอย่างชุดข้อมูลทดสอบ

4. การทดลองนำข้อมูลเข้าสู่การเรียนรู้และทดสอบ ในขั้นตอนนี้จะนำข้อมูลที่ได้ เข้าสู่กระบวนการเรียนรู้และทดสอบผลการเรียนรู้โดยโครงข่ายประสาทเทียมที่ได้ออกแบบไว้ในขั้นตอนก่อนหน้านี้ ซึ่งกระทำโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยมีการกำหนดค่าพารามิเตอร์ ที่สำคัญ คือกำหนดค่าเป้าหมายประสิทธิภาพของข้อมูล เพื่อนำไปหาความผิดพลาดในการจดจำภาพใบหน้ามนุษย์ของแต่ละโครงข่ายประสาทเทียมที่ออกแบบไว้ ค่าเป้าหมายประสิทธิภาพกำหนดค่า ดังนี้

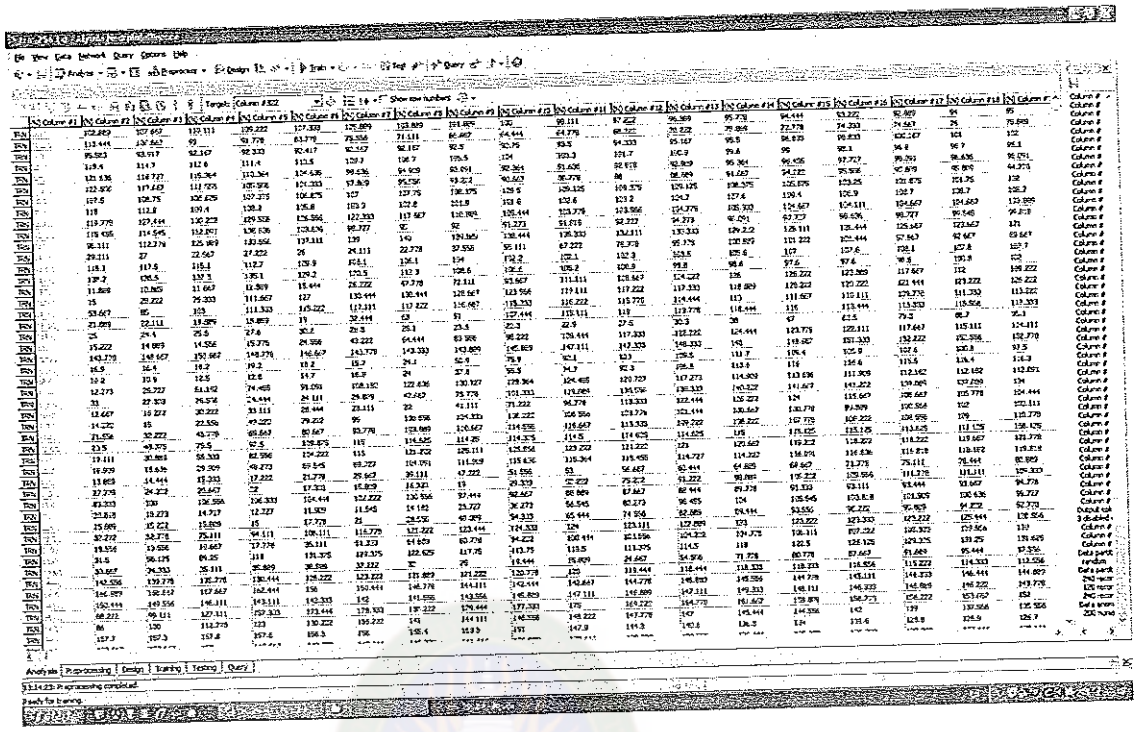
4.1 กำหนดค่าความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น ให้มีค่าเท่ากับ 0.000001 เพื่อหยุดการทำงานหรือหยุดการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียม ค่าความผิดพลาดนี้คำนวณจากค่ากำลังสองของความแตกต่างระหว่างผลลัพธ์กับโครงข่าย (Mean Square Error) ที่มีค่าน้อยที่สุด

4.2 กำหนดอัตราการเรียนรู้ (Learning rate) เท่ากับ 0.1

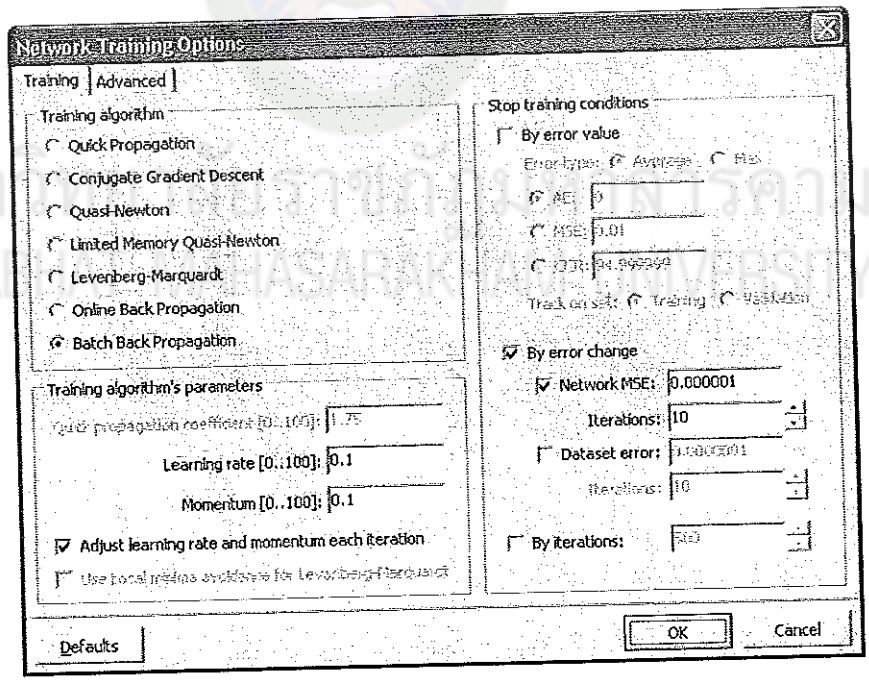
4.3 กำหนดค่าโมเมนตัม (Momentum) เท่ากับ 0.1

ผลการทดลองฝึกเรียนรู้และผลการทดสอบการรู้จำ แสดงได้ดังภาพที่ 25 - 28

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาพที่ 25 แสดงตัวอย่างการนำข้อมูลเข้าสู่การเรียนรู้และทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์



ภาพที่ 26 แสดงตัวอย่างการกำหนดค่าพารามิเตอร์เพื่อการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียม

ภาพที่ 27 แสดงตัวอย่างผลการรู้จำภาพใบหน้ามนุษย์โดยวิธีการวิเคราะห์เชิงภูมิศาสตร์ใบหน้าและโครงข่ายประสาทเทียม กรณีรู้จำถูกต้อง

ภาพที่ 28 แสดงตัวอย่างผลการรู้จำภาพใบหน้ามนุษย์โดยวิธีการวิเคราะห์เชิงภูมิศาสตร์ใบหน้าและโครงข่ายประสาทเทียม กรณีรู้จำไม่ถูกต้อง

5. ประเมินเพื่อหาประสิทธิภาพของระบบรู้จำภาพใบหน้ามนุษย์โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม ในการประเมินประสิทธิภาพของโครงข่ายประสาทเทียม สามารถพิจารณาได้จากจำนวนรอบของการฝึกฝนหรือเรียนรู้ ค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากค่าความผิดพลาดของข้อมูลที่ทำการฝึกฝนโครงข่ายประสาทเทียม และร้อยละของอัตราการรู้จำ ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงผลการทดลองการเรียนรู้และทดสอบผลการเรียนรู้ โดยโครงข่ายประสาทเทียมที่ออกแบบ

โครงข่ายประสาทเทียม	จำนวนรอบการเรียนรู้	ค่าความผิดพลาดของโครงข่าย	ร้อยละความถูกต้องในการรู้จำของชุดฝึกเรียนรู้	ร้อยละความถูกต้องในการรู้จำของชุดทดสอบ	ร้อยละความถูกต้องในการรู้จำของทั้งหมด
320-250-120	1243	0.000641	96.25	85.56	89.83
320-260-120	1157	0.000542	97.50	86.94	91.17
320-270-120	1144	0.000812	94.58	86.39	89.67
320-280-120	1346	0.000436	98.33	88.61	92.50
320-290-120	1057	0.000558	97.50	87.22	91.33
320-300-120	1102	0.000599	97.50	87.22	91.33
320-310-120	1080	0.000711	95.42	86.94	90.33
320-320-120	1147	0.000718	95.00	86.67	90.00
320-330-120	1033	0.000682	95.83	87.50	90.83
320-340-120	1023	0.000635	96.67	85.83	90.17

จากตารางที่ 3 พบว่า จากการที่นำข้อมูลเข้าสู่โครงข่ายประสาทเทียมเพื่อฝึกเรียนรู้ ตามรูปแบบโครงข่ายที่ออกแบบไว้ 10 แบบ พบว่า รูปแบบโครงข่ายประสาทเทียม 320-280-120 สามารถให้ผลร้อยละความถูกต้องในการรู้จำสูงที่สุด คือ ร้อยละ 92.50 รองลงมาคือ รูปแบบโครงข่ายประสาทเทียม 320-290-120 และรูปแบบโครงข่ายประสาทเทียม 320-300-120 ที่ให้ผลร้อยละอัตราการรู้จำเท่ากัน คือ ร้อยละ 91.33

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
PA JARPHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

เมื่อพิจารณาเฉพาะผลการรู้จำของชุดฝึกเรียนรู้ พบว่า รูปแบบโครงข่ายประสาทเทียม 320-280-120 สามารถให้ผลร้อยละความถูกต้องในการรู้จำสูงที่สุด คือ ร้อยละ 98.33 รองลงมา คือ รูปแบบโครงข่ายประสาทเทียม 320-260-120, 320-290-120 และ 320-300-120 ที่ให้ผลร้อยละอัตราการรู้จำเท่ากัน คือ ร้อยละ 97.50

และเมื่อพิจารณาเฉพาะผลการรู้จำของชุดทดสอบ พบว่า รูปแบบโครงข่ายประสาทเทียม 320-280-120 สามารถให้ผลร้อยละความถูกต้องในการรู้จำสูงที่สุด คือ ร้อยละ 88.61 รองลงมาคือ รูปแบบโครงข่ายประสาทเทียม 320-290-120 และ 320-300-120 ที่ให้ผลร้อยละอัตราการรู้จำเท่ากัน คือ ร้อยละ 87.50

การทดลองการรู้จำภาพใบหน้ามนุษย์โดยการประยุกต์ใช้วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก ร่วมกับวิธีการวิเคราะห์เชิงภูมิศาสตร์ใบหน้าและโครงข่ายประสาทเทียม

วิธีนี้ได้รวมวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก ร่วมกับวิธีวิเคราะห์เชิงภูมิศาสตร์ของใบหน้า จากข้อดีที่สามารถดูภาพใบหน้าโดยรวมทั้งหมดก่อน แต่ลักษณะโดยรวมของภาพใบหน้าที่คล้ายกันอาจเกิดการผิดพลาดได้ บางครั้งอาจเนื่องมาจากการเปลี่ยนท่าทาง ดังนั้นเพื่อให้การรู้จำมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น จึงควรนำข้อมูลที่มีอยู่บนใบหน้าเช่น บริเวณคิ้ว, ตา, จมูก และปาก เป็นต้น มาวิเคราะห์อีกครั้งโดยวิธีการวิเคราะห์เชิงภูมิศาสตร์ของใบหน้าและโครงข่ายประสาทเทียม ซึ่งจะทำให้ผลการรู้จำดียิ่งขึ้น โดยแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นตอนการเตรียมข้อมูลภาพ จะทำการนำข้อมูลภาพจากกล้องถ่ายภาพดิจิตอล ซึ่งภาพที่ได้จะเป็นภาพสี จากนั้นแล้วทำการแปลงภาพดังกล่าวให้เป็นภาพระดับเทา (Gray Scale) 256 ระดับ เมื่อแปลงเป็นภาพระดับเทาแล้วก็ทำการปรับขนาดข้อมูลภาพเหล่านั้นให้มีขนาด 80x80 จุดภาพ โดยภาพที่นำมาทดสอบการรู้จำ เป็นภาพใบหน้าของมนุษย์ จำนวน 600 ภาพ เป็นภาพถ่ายใบหน้าของนักเรียน คือ ภาพหน้าตรง ภาพหลับตา ภาพหน้ายิ้ม ภาพหน้ายิ้มแบบเห็นฟัน ภาพอ้าปาก โดยแบ่งออกเป็น 2 ชุดคือ ชุดฝึกเรียนรู้ จำนวน 120 คนๆละ 2 ภาพ รวม 240 ภาพ และชุดสำหรับทดสอบ จำนวน 120 คนๆละ 3 ภาพ รวม 360 ภาพ

2. รู้จำภาพใบหน้ามนุษย์โดยใช้วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Face Recognition using PCA Method) โดยกระทำการเช่นเดียวกับการทดลองรู้จำภาพใบหน้ามนุษย์โดยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก ในขั้นตอนที่ 1.1 – 1.6

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

3. ตรวจสอบเงื่อนไข โดยทั่วไปแล้วในการทดลองรู้จำภาพใบหน้ามนุษย์โดยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักนั้น กระทำโดยนำภาพใบหน้าที่ต้องการทดสอบไปเปรียบเทียบกับภาพใบหน้าไอเกน โดยการพิจารณาตัดสินใจว่าถูกต้องหรือไม่ โดยการเปรียบเทียบระหว่างผลรวมของระยะห่างกับค่าเธรชโชลด์ ซึ่งถ้าหากน้อยกว่าก็สรุปได้ว่าเป็นภาพเดียวกันหรือรู้จำถูกต้อง แต่ถ้าหากว่ามากกว่าก็จะสรุปว่าเป็นคนละภาพกันหรือรู้จำไม่ถูกต้อง จากเงื่อนไขดังกล่าว ผู้วิจัยได้ทดสอบและตรวจสอบแล้วพบว่า กรณีภาพที่มีค่าผลรวมของระยะห่างที่มีค่ามากกว่าค่าเธรชโชลด์บางค่า เช่นภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงท่าทาง ภาพใบหน้าที่ยิ้ม หลับตา และเงย บ้างเล็กน้อย ยังมีความคล้ายของภาพอยู่ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงปรับปรุงวิธีการดังกล่าวโดยกำหนดค่าเทรชโฮลด์เพื่อกำหนดช่วงของการยอมรับและตัดสินใจไว้ 2 ช่วงคือ ขอบเขตบน (Upper Threshold) ขอบเขตล่าง (Lower Threshold) สำหรับงานวิจัยนี้ผู้วิจัยกำหนดค่าขอบเขตล่าง (Lower Threshold) เท่ากับ 89,600 และค่าขอบเขตบน (Upper Threshold) เท่ากับ 153,600 แล้วทำการตรวจสอบกับเงื่อนไข ดังนี้

กรณีที่ 1 ถ้าผลรวมของผลต่างน้อยกว่าค่าขอบเขตล่าง (IF Sum of Difference Image < Lower Threshold) แสดงว่า ภาพที่นำมาทดสอบตรงกับภาพที่อยู่ใน Sub space และใกล้กันมากจนเหมือนกัน จะแสดงผลลัพธ์ว่า "ถูกต้อง"

กรณีที่ 2 ถ้าผลรวมของผลต่างมากกว่าค่าขอบเขตบน (IF Sum of Difference Image > Upper Threshold) แสดงว่า ภาพที่นำมาทดสอบไม่ตรงกับภาพที่อยู่ใน Sub space และไกลกันมากจนไม่แหมือนกัน ซึ่งอาจจะเป็นคนละภาพกันเลย จะแสดงผลลัพธ์ว่า "ไม่ถูกต้อง"

กรณีที่ 3 ถ้าผลรวมของผลต่างอยู่ระหว่างค่าขอบเขตล่างและค่าขอบเขตบน (IF Lower Threshold < Sum of Difference Image < Upper Threshold) แสดงว่า ภาพที่นำมาทดสอบอาจจะตรงกับภาพที่อยู่ใน Sub space และอาจจะมีความคล้ายกัน จะแสดงผลลัพธ์ว่า "ไม่แน่ใจ" ต้องส่งภาพนี้ไปตรวจสอบอีกครั้งในขั้นตอนกรรู้จำโดยโครงข่ายประสาทเทียมในขั้นตอนถัดไป

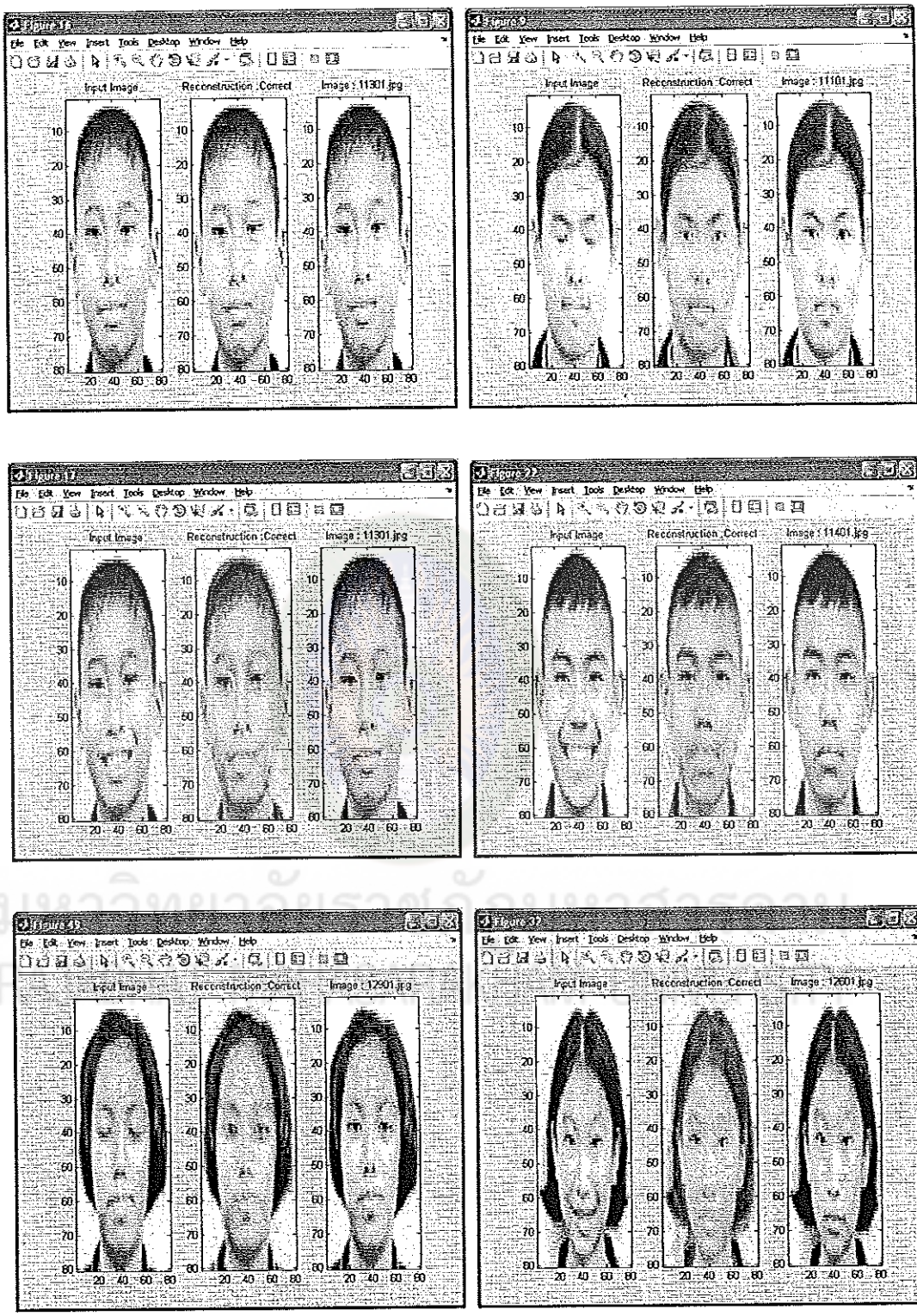
4. การรู้จำภาพใบหน้ามนุษย์โดยใช้วิธีการวิเคราะห์เชิงภูมิศาสตร์ใบหน้า และโครงข่ายประสาทเทียม (Face Recognition using Geometric Feature Analysis and Neural Network Method) นำภาพที่มีผลการทดสอบว่า "ไม่แน่ใจ" เข้าสู่กระบวนการการทดลองรู้จำภาพใบหน้ามนุษย์เพื่อตัดสินใจ โดยกระทำการเช่นเดียวกับการทดลองรู้จำภาพใบหน้ามนุษย์โดยวิธีการวิเคราะห์เชิงภูมิศาสตร์ใบหน้าและโครงข่ายประสาทเทียม สำหรับการทดลองใน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

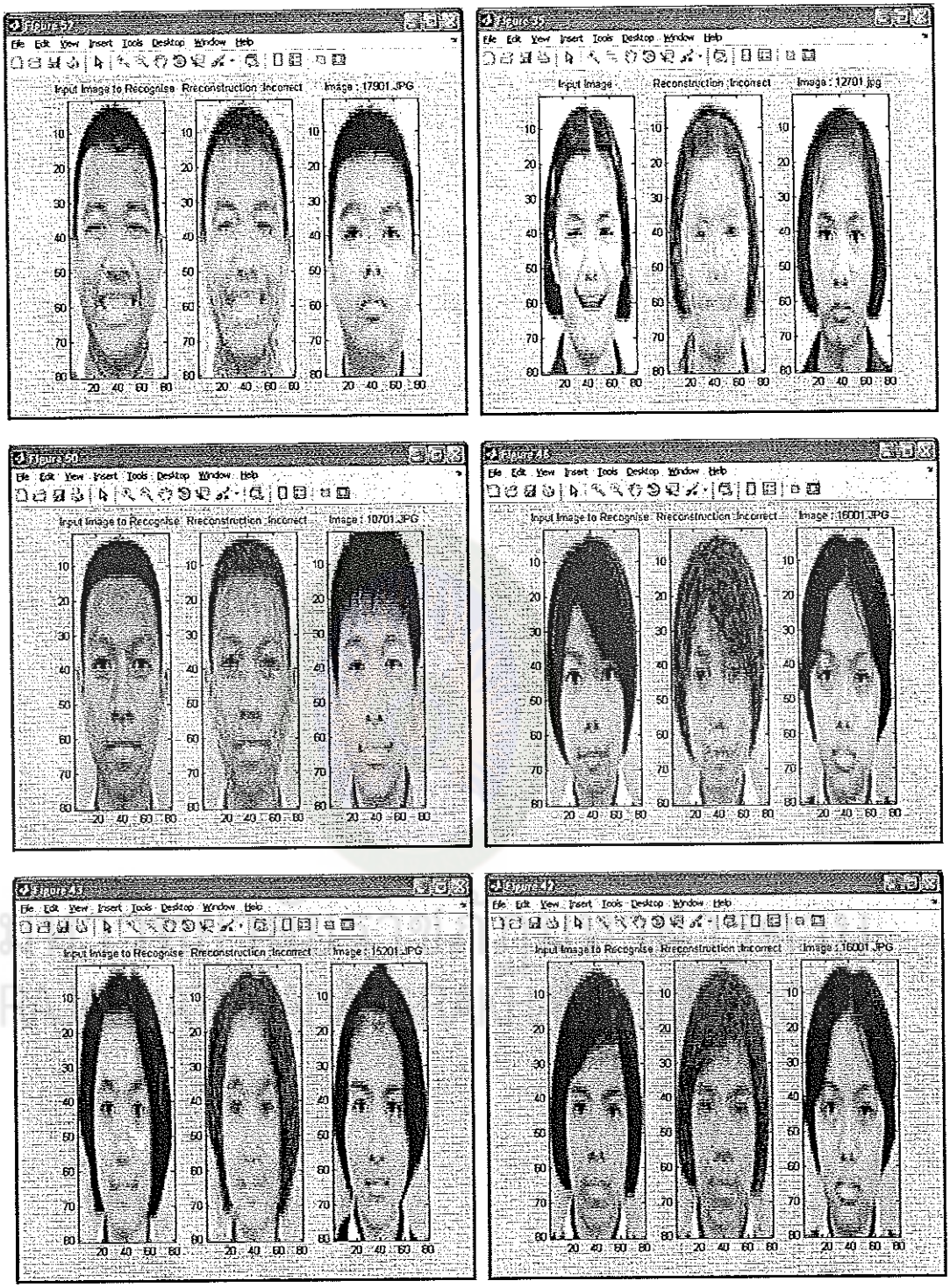
ขั้นตอนนี้จะใช้รูปแบบโครงข่ายประสาทเทียม 320-280-120 เนื่องจากโครงข่ายประสาทเทียมรูปแบบดังกล่าวสามารถให้ผลร้อยละอัตราการรู้จำสูงที่สุด คือ ร้อยละ 92.50

5. สรุปผลการรู้จำและหาประสิทธิภาพของระบบรู้จำภาพใบหน้ามนุษย์ นำผลลัพธ์ที่ได้จากชุดข้อมูลที่ใช้ในการฝึกฝน และข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบ มาทำการประเมินเพื่อหาประสิทธิภาพของระบบ ในการประเมินหาประสิทธิภาพจะใช้การคำนวณค่าร้อยละความถูกต้องในการรู้จำภาพใบหน้ามนุษย์และค่าร้อยละความถูกต้องในการการรู้จำภาพใบหน้ามนุษย์โดยรวม ผลการทดลองแสดงดังภาพที่ 27 – 29 และตารางที่ 4

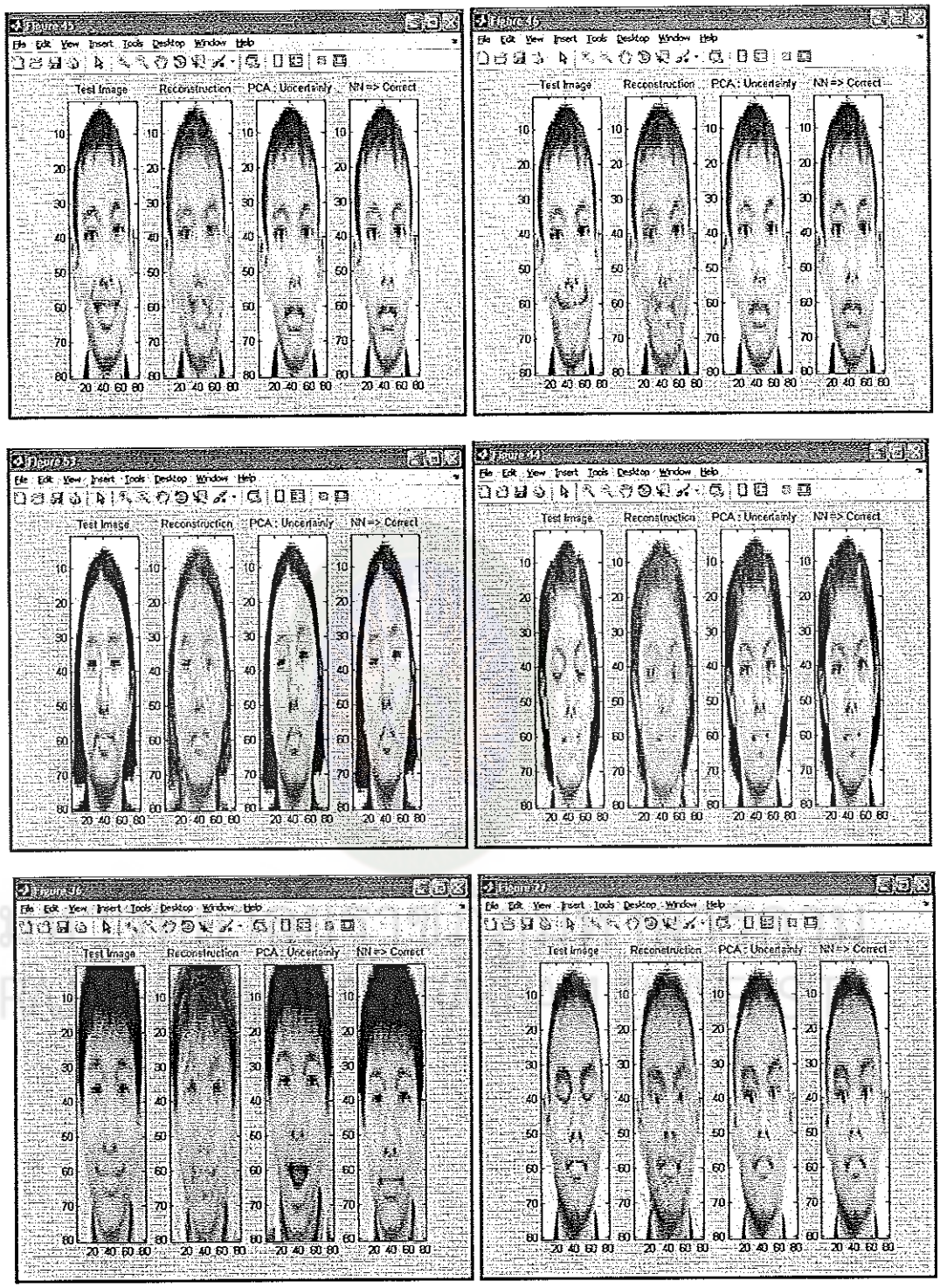
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



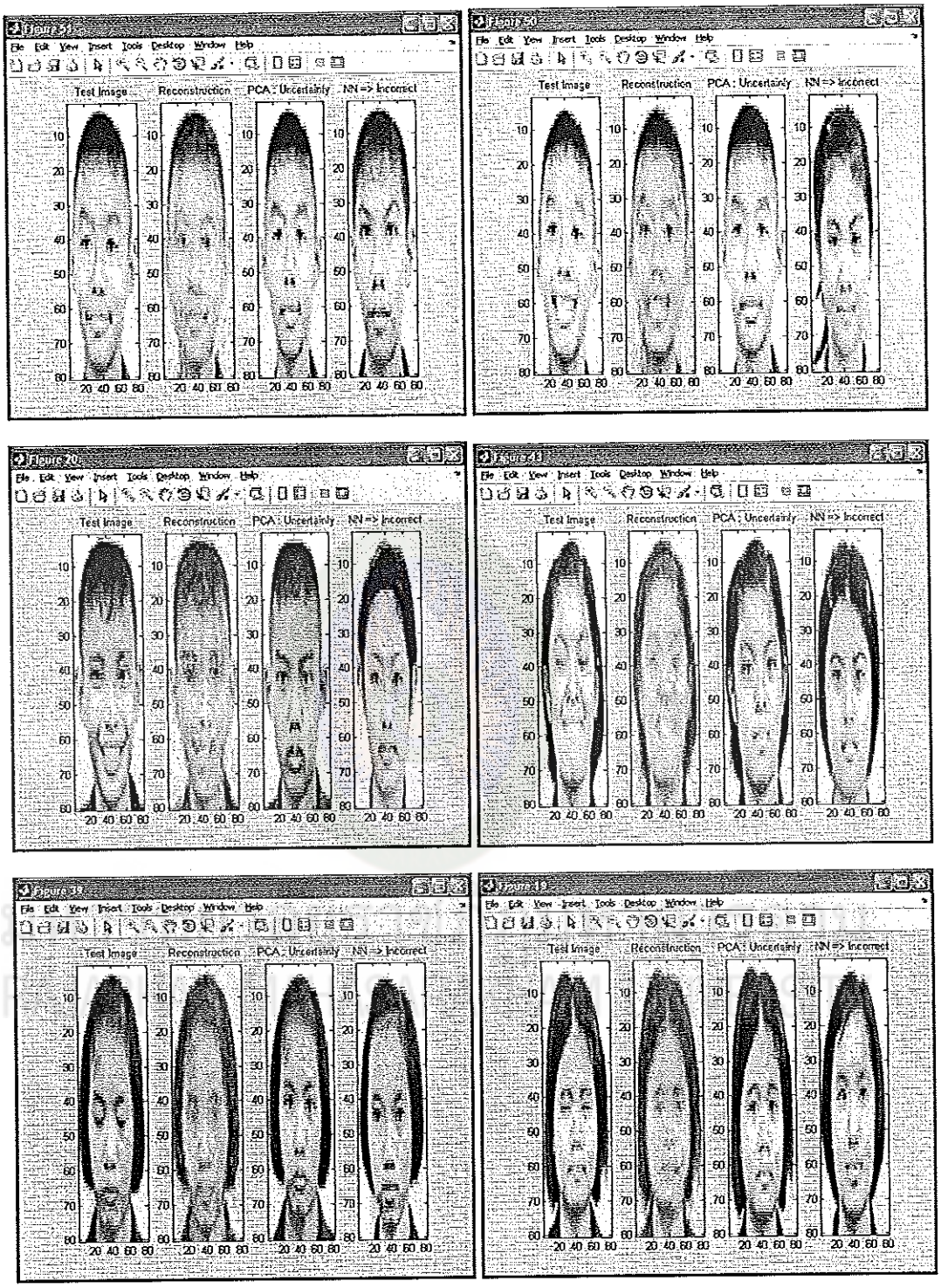
ภาพที่ 29 แสดงตัวอย่างผลการรู้จำภาพใบหน้ามนุษย์โดยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก กรณีรู้จำถูกต้อง



ภาพที่ 30 แสดงตัวอย่างผลการรู้จำภาพใบหน้ามนุษย์โดยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก กรณีรู้จำไม่ถูกต้อง



ภาพที่ 31 แสดงตัวอย่างผลการรู้จำภาพใบหน้ามนุษย์โดยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก กรณีรู้จำไม่แน่ใจ และถูกนำไปรู้จำด้วยวิธีวิธีการวิเคราะห์เชิงภูมิศาสตร์ใบหน้าและโครงข่ายประสาทเทียม และให้ผลการรู้จำถูกต้อง



ภาพที่ 32 แสดงตัวอย่างผลการรู้จำภาพใบหน้ามนุษย์โดยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก กรณีรู้จำไม่แน่ใจ และถูกนำไปรู้จำด้วยวิธีวิธีการวิเคราะห์เชิงภูมิศาสตร์ใบหน้าและโครงข่ายประสาทเทียม และให้ผลการรู้จำไม่ถูกต้องหรือผิด

ตารางที่ 4 ตารางแสดงผลการรู้จำภาพใบหน้ามนุษย์โดยใช้วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบหลักร่วมกับวิธีการวิเคราะห์เชิงภูมิศาสตร์ใบหน้าและโครงข่ายประสาทเทียม

รายการภาพทดสอบ	จำนวน	วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก		วิธีที่นำเสนอ	จำนวนที่รู้จำถูกต้อง	ร้อยละการรู้จำ
		ถูกต้อง	ไม่แน่ใจ			
1. ภาพทดสอบชุดเดียวกับภาพในชุดฝึกเรียนรู้	240	240	-	-	240	100
2. ภาพทดสอบที่ไม่ได้อยู่ในชุดฝึกเรียนรู้	360	133	212	189	322	89.15

จากตารางที่ 4 พบว่า การรู้จำภาพใบหน้าเมื่อทดสอบกับภาพชุดฝึกเรียนรู้ จำนวน 240 ภาพ ได้ผลการทดสอบถูกต้องทั้งหมดทุกภาพ และส่วนที่ 2 ใช้ภาพใบหน้าจำนวน 360 ภาพซึ่งเป็นภาพคนละชุดกับกลุ่มเรียนรู้ ผลการทดสอบถูกต้อง 133 ภาพและไม่แน่ใจ 212 ภาพ ดังนั้นภาพที่มีผลการรู้จำไม่แน่ใจ จึงถูกนำไปทำการรู้จำด้วยวิธีการวิเคราะห์เชิงภูมิศาสตร์ใบหน้าและโครงข่ายประสาทเทียมอีกครั้ง ผลปรากฏ ถูกต้อง 189 ภาพ ทำให้ผลการรู้จำที่ถูกต้องทั้งหมด 322 ภาพ คิดเป็นร้อยละการรู้จำ 89.15

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการรู้จำภาพใบหน้ามนุษย์

ผลจากการทดลองการรู้จำภาพใบหน้ามนุษย์ ทั้ง 3 วิธีคือ วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก วิธีการวิเคราะห์เชิงภูมิศาสตร์ใบหน้า และโครงข่ายประสาทเทียม และวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบหลักร่วมกับวิธีการวิเคราะห์เชิงภูมิศาสตร์ใบหน้า และโครงข่ายประสาทเทียม ผลการทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพการรู้จำ แสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ตารางแสดงผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการรู้จำภาพใบหน้ามนุษย์ทั้ง 3 วิธี

วิธีการ	ชุดฝึกเรียนรู้ (240 ภาพ)		ชุดทดสอบ (360 ภาพ)	
	จำนวนภาพที่รู้จำถูกต้อง	ร้อยละความถูกต้องในการรู้จำ	จำนวนภาพที่รู้จำถูกต้อง	ร้อยละความถูกต้องในการรู้จำ
1.วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก	240	100.00	133	36.94
2. วิธีการวิเคราะห์เชิงภูมิศาสตร์ใบหน้า และโครงข่ายประสาทเทียม	236	98.33	319	88.61
3. วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบหลักร่วมกับวิธีการวิเคราะห์เชิงภูมิศาสตร์ใบหน้า และโครงข่ายประสาทเทียม	240	100.00	322	89.15

จากตารางที่ 5 พบว่า เมื่อทดลองนำภาพใบหน้ามนุษย์ 2 กลุ่มคือชุดฝึกเรียนรู้ และชุดทดสอบ มาทดสอบกับวิธีทั้งสามพบว่า

กรณีทดสอบกับชุดฝึกเรียนรู้ พบว่า ร้อยละความถูกต้องในการรู้จำของภาพมีค่าสูงที่สุดคือ ร้อยละ 100 หรือผลการทดสอบการรู้จำถูกต้องทุกภาพมี 2 วิธีคือ วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก และวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบหลักร่วมกับวิธีการวิเคราะห์เชิงภูมิศาสตร์ใบหน้า และโครงข่ายประสาทเทียม ส่วนวิธีการวิเคราะห์เชิงภูมิศาสตร์ใบหน้า และโครงข่ายประสาทเทียม รู้จำได้ถูกต้องเพียง 236 ภาพ หรือร้อยละความถูกต้องในการรู้จำของภาพ ร้อยละ 98.33

กรณีทดสอบกับชุดทดสอบ พบว่า วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบหลักร่วมกับวิธีการวิเคราะห์เชิงภูมิศาสตร์ใบหน้า และโครงข่ายประสาทเทียม มีจำนวนภาพที่รู้จำถูกต้องสูงที่สุด คือ 322 ภาพ หรือร้อยละความถูกต้องในการรู้จำของภาพ ร้อยละ 89.15 ส่วนวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก ค่าร้อยละความถูกต้องในการรู้จำของภาพต่ำที่สุด คือ รู้จำได้ถูกต้องเพียง 133 ภาพหรือร้อยละความถูกต้องในการรู้จำของภาพ ร้อยละ 36.94