

## บทที่ 4

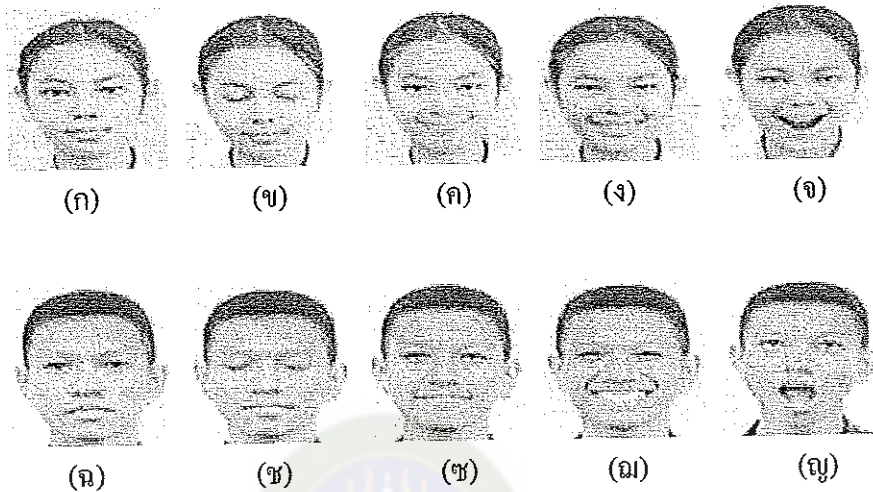
### ผลการดำเนินการวิจัย

ในบทนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎีและกรรมวิธีในการรู้จำใบหน้ามนุษย์โดยใช้วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบร่วมกับวิธีการวิเคราะห์เชิงภูมิศาสตร์ของใบหน้า ผู้วิจัยได้ดำเนินการเป็นขั้นตอนตามลำดับ ผลการทดลองจากงานวิจัยเป็น 4 ส่วนดังนี้

1. การทดลองการรู้จำภาพใบหน้ามนุษย์โดยใช้วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก
2. การทดลองการรู้จำภาพใบหน้ามนุษย์โดยใช้วิธีการวิเคราะห์เชิงภูมิศาสตร์ใบหน้า และโครงข่ายประสาทเทียม
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



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

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

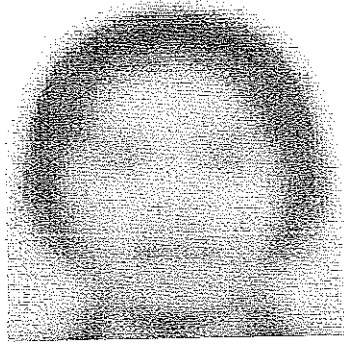
1.2 การสร้างชุดฝึกการเรียนรู้ ขั้นตอนนี้จะทำการนำภาพที่ได้จากขั้นตอนแรกมาทำการแปลงข้อมูลภาพเหล่านั้นให้เป็นภาพที่มีลักษณะ 1 มิติ ซึ่งจะได้ภาพที่มีขนาด 6400 จุดต่อ 1 ภาพ เพื่อทำเป็นชุดฝึกการเรียนรู้จากภาพใบหน้าคนฉบับ



ภาพที่ 15 แสดงตัวอย่างภาพที่ใช้เป็นชุดฝึกเรียนรู้

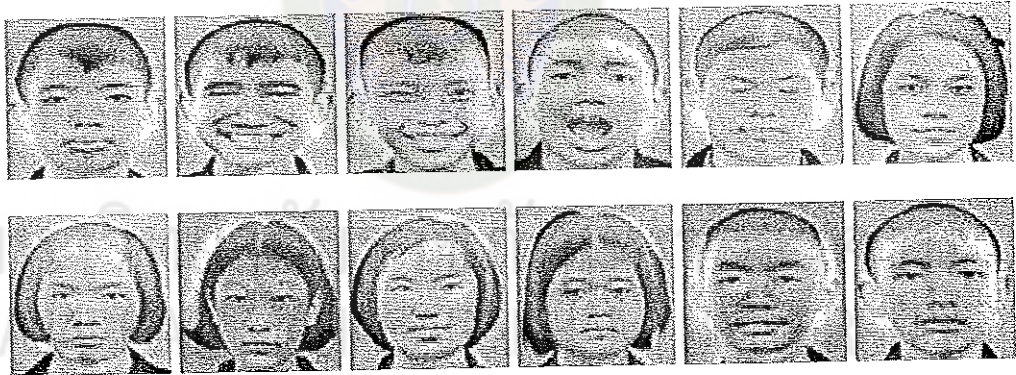


1.3 คำนวณหาค่าเฉลี่ยจากทุกใบหน้า โดยการนำชุดฝึกการเรียนรู้มาดำเนินการสร้างภาพใบหน้าเฉลี่ยของชุดฝึกการเรียนรู้ โดยการคำนวณผลรวมของค่าของแต่ละจุดภาพ แล้วนำผลรวมมาหาค่าเฉลี่ยด้วยการหารด้วยจำนวนบุคคลหรือจำนวนภาพทั้งหมดในระบบ



ภาพที่ 16 แสดงภาพใบหน้าเฉลี่ย

1.4 คำนวณหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของภาพใบหน้า โดยนำเอาใบหน้าค่าเฉลี่ยมาทำผลต่างกับกับใบหน้าในชุดฝึกเรียนรู้



ภาพที่ 17 แสดงตัวอย่างภาพใบหน้าผลต่าง

1.5 คำนวณหาค่าเมตริกซ์ความแปรปรวนร่วมหรือโควาเรียนเมตริกซ์ โดยนำค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของภาพในขั้นตอนที่ 1.4 คูณกับค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของภาพใบหน้าที่ทำการทรานโพส

1.6 คำนวณหาไอเกนเวกเตอร์และค่าไอเกนของเมตริกซ์ความแปรปรวนร่วม โดยผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นภาพใบหน้าไอเกน (Eigen Faces)



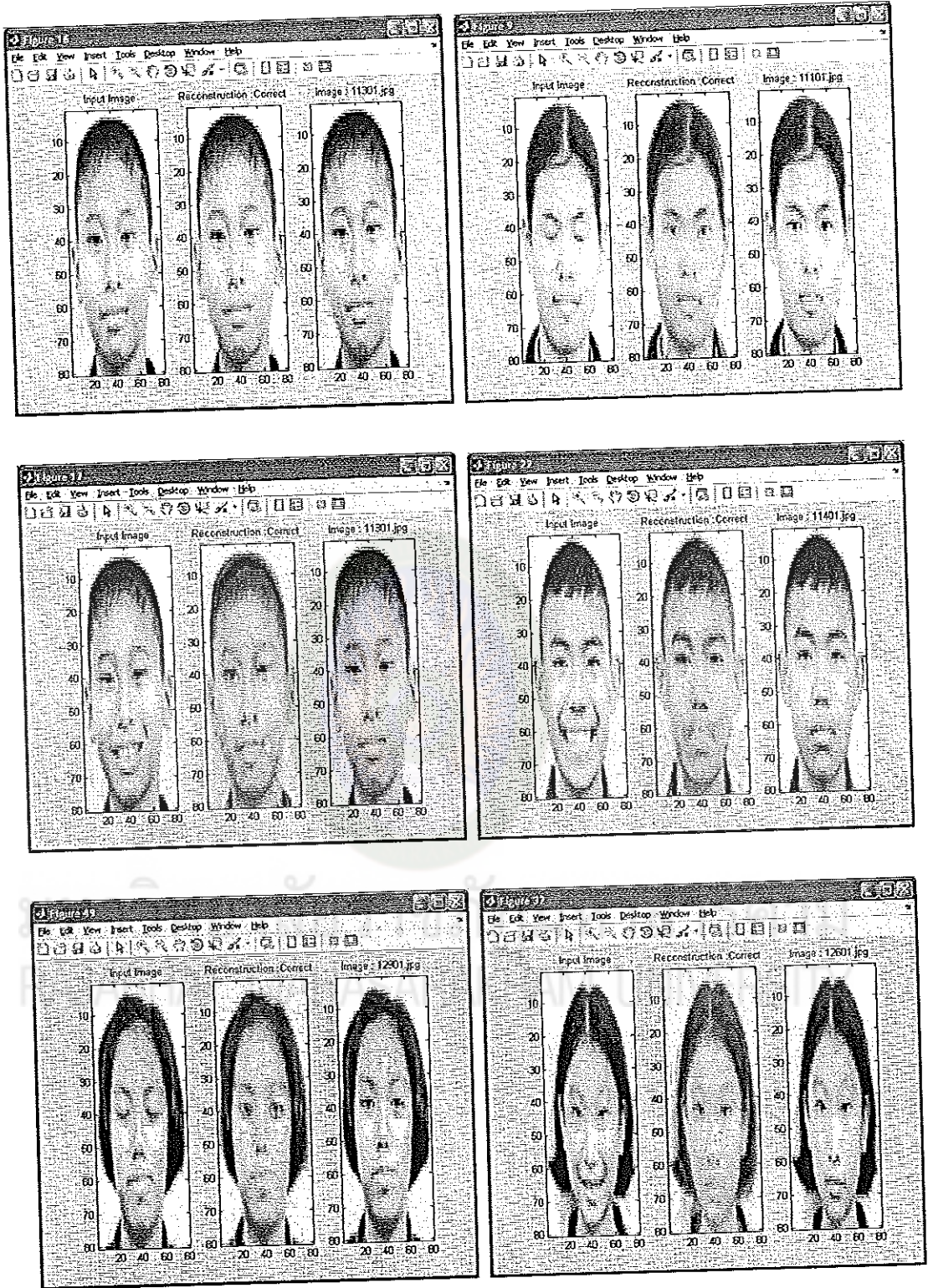
ภาพที่ 18 แสดงตัวอย่างภาพใบหน้าไอเคน

1.7 ขั้นตอนการรู้จำและสรุปผลการรู้จำ โดยนำภาพที่ต้องการทดสอบการรู้จำ ไปทดสอบกับภาพใบหน้าไอเคนในปริภูมิภาพใบหน้า (Face space) ที่ทำการสร้างขึ้น (Reconstruction) โดยคำนวณจากระยะห่างระหว่างภาพใบหน้าชุดฝึกการเรียนรู้กับภาพใบหน้า ที่นำมาทดสอบ แล้วก็นำค่าผลรวมระยะห่างมาวิเคราะห์ โดยการเปรียบเทียบค่าผลรวมที่ได้ กับค่าระดับที่ยอมรับได้ (Threshold) สำหรับงานวิจัยนี้ผู้วิจัยกำหนดค่าระดับที่ยอมรับได้ เท่ากับ 89,600 ซึ่งแสดงได้ 2 กรณี ดังนี้

กรณีที่ 1 ถ้าผลรวมของผลต่างน้อยกว่าค่าระดับที่ยอมรับได้ (IF Sum of Difference Image < Threshold) แสดงว่า ภาพที่นำมาทดสอบตรงกับภาพที่อยู่ใน Sub space และใกล้เคียงกันมากจนเหมือนกัน จะแสดงผลลัพธ์ว่า “ถูกต้อง”

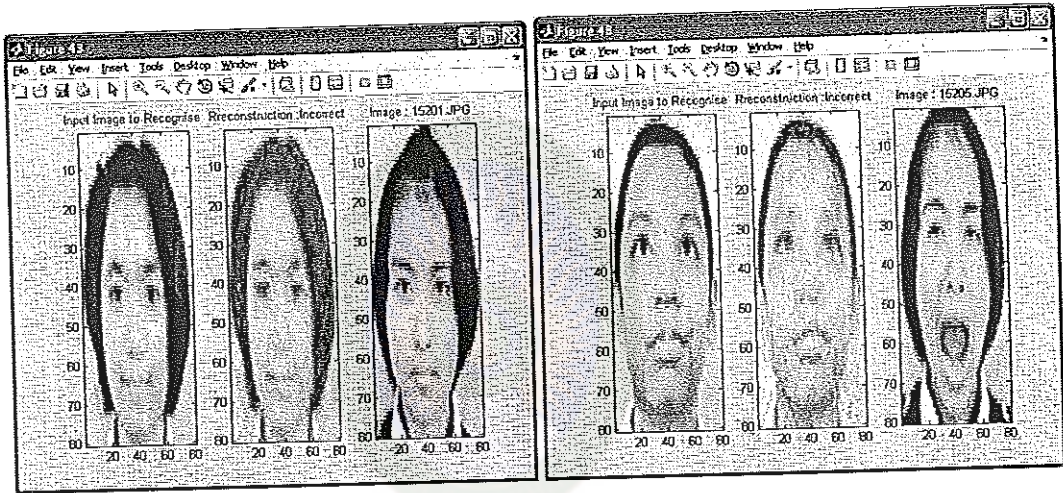
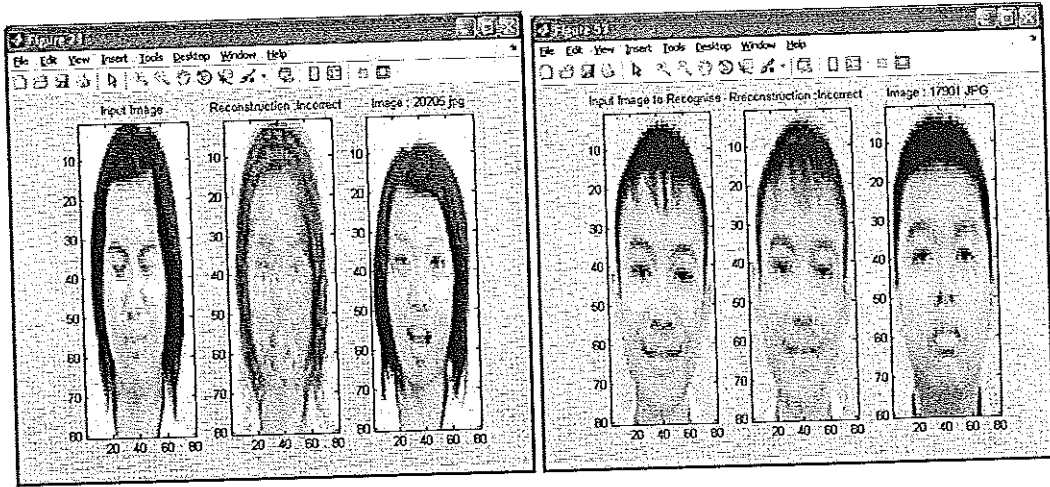
กรณีที่ 2 ถ้าผลรวมของผลต่างมากกว่าค่าระดับที่ยอมรับได้ (IF Sum of Difference Image > Threshold) แสดงว่า ภาพที่นำมาทดสอบไม่ตรงกับภาพที่อยู่ใน Sub space และไกลกันมากจนไม่เหมือนกัน ซึ่งอาจจะเป็นคนละภาพกันเลย จะแสดงผลลัพธ์ว่า “ไม่ถูกต้อง” หรือ “ผิด”





ภาพที่ 19 แสดงตัวอย่างผลการรู้จำภาพใบหน้ามนุษย์โดยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก  
กรณีรู้จำถูกต้อง





ภาพที่ 20 แสดงตัวอย่างผลการรู้จำภาพใบหน้ามนุษย์โดยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก  
กรณีรู้จำไม่ถูกต้อง

1.8 ประเมินเพื่อหาประสิทธิภาพของระบบรู้จำภาพใบหน้ามนุษย์ นำผลลัพธ์ที่ได้จากชุดข้อมูลที่ใช้ในการฝึกฝน และข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบ มาทำการประเมินเพื่อหาประสิทธิภาพของระบบ ในการประเมินหาประสิทธิภาพจะทำการคำนวณค่าร้อยละความถูกต้องในการรู้จำภาพใบหน้ามนุษย์คือ

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

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



## ผลการทดลองการรู้จำภาพใบหน้ามนุษย์โดยใช้วิธีการวิเคราะห์เชิงภูมิศาสตร์ใบหน้า และโครงข่ายประสาทเทียม

การทดลองการรู้จำภาพใบหน้ามนุษย์โดยวิธีการวิเคราะห์เชิงภูมิศาสตร์ใบหน้า และโครงข่ายประสาทเทียมนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอนหลัก ดังนี้

1. ขั้นตอนการเตรียมข้อมูลภาพ จะทำการนำข้อมูลภาพจากกล้องถ่ายภาพดิจิทัล ซึ่งภาพที่ได้จะเป็นภาพสี จากนั้นแล้วทำการแปลงภาพดังกล่าวให้เป็นภาพระดับเทา (Gray Scale) 256 ระดับ เมื่อแปลงเป็นภาพระดับเทาแล้วก็ทำการปรับขนาดข้อมูลภาพเหล่านั้นให้มีขนาด 80x80 จุดภาพ โดยภาพที่นำมาทดสอบการรู้จำ เป็นภาพใบหน้าของมนุษย์ จำนวน 600 ภาพ เป็นภาพถ่ายใบหน้าของมนุษย์ ที่มีลักษณะท่าทางแตกต่างกัน 5 ท่าทาง คือ ภาพหน้าตรง ภาพหน้าข้าง ภาพหน้าซ้าย ภาพหน้าขวา และ ภาพหน้ายิ้ม

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

2.1 กำหนดหาบริเวณภาพใบหน้า

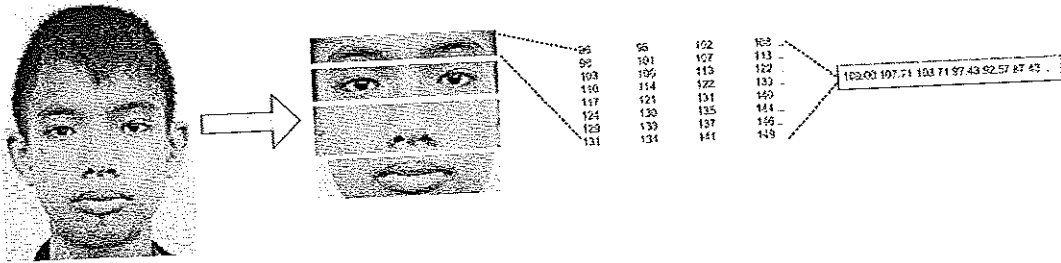
2.2 กำหนดหาพิกัดบริเวณคิ้ว

2.3 กำหนดหาพิกัดบริเวณตา

2.4 กำหนดหาพิกัดบริเวณจมูก

2.5 กำหนดหาพิกัดบริเวณปาก

2.6 กำหนดหาค่าเฉลี่ยของแต่ละหลักของแต่ละบริเวณ



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

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 ซึ่งในการกำหนดกึ่งนิวรอนโหนดนั้น ไม่มีกฎที่แน่นอน ต้องทำการทดลองเพื่อหาความเหมาะสม ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบไว้ 10 แบบ คือ ตั้งแต่ 250 นิวรอนโหนด จนถึง 340 นิวรอนโหนด โดยเพิ่มจำนวนนิวรอนโหนดขึ้นทีละ 10 นิวรอนโหนด

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

ในการออกแบบโครงข่ายประสาทเทียมเพื่อรู้จำภาพใบหน้ามนุษย์ในครั้งนี้ ได้ทำการทดลองออกแบบโครงข่ายแบบต่างๆ รวม 10 แบบ ซึ่งแต่ละแบบจะมีจำนวนนิวรอนโหนดที่ไม่เท่ากัน โดยโครงข่ายประสาทเทียมที่ได้ออกแบบไว้ดังตารางที่ 2 ดังนี้



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

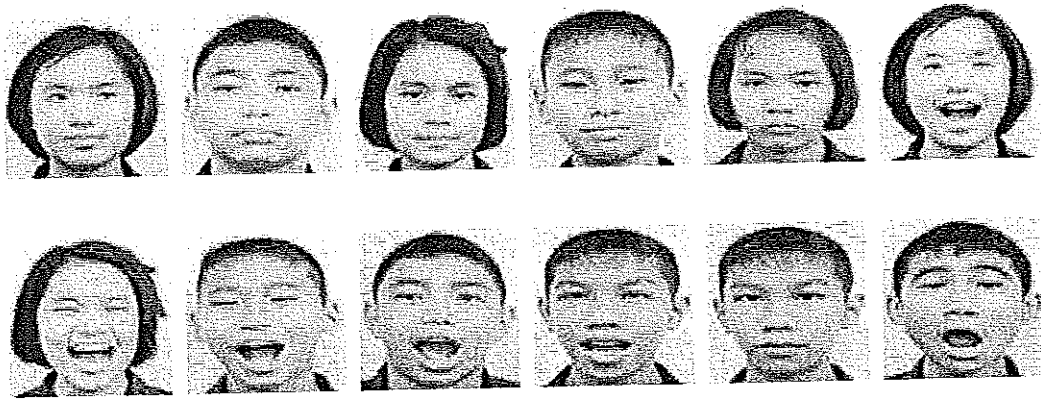
3.3 ฟังก์ชันถ่ายโอน (Transfer function) ของเซลล์ประสาทในชั้นซ่อนทุกชั้น เป็นแบบล็อกซิกมอยด์ (Log-Sigmoid) เนื่องจากค่าที่ต้องการไม่ได้มีค่าลบเข้ามาเกี่ยวข้อง

3.4 ฟังก์ชันถ่ายโอนของเซลล์ประสาทในชั้นเอาต์พุตเป็นแบบลิเนียร์ (Linear) ดังนั้นเอาต์พุตเวกเตอร์ของโครงข่ายจะเป็นค่า 0 และ 1 โดยเอาต์พุตในลำดับใดมีค่าเป็น 1 ก็แสดงว่าอินพุตที่ได้จากภาพถ่ายที่ตรวจสอบเป็นของบุคคลที่กำหนดไว้ในลำดับนั้น ซึ่งหมายความว่ารูปที่นำมาใช้ตรวจสอบเป็นของบุคคลดังกล่าว

3.5 ใช้อัลกอริทึมแบบแพร่กระจายย้อนกลับ (Back Propagation Algorithm) ในการฝึกฝน

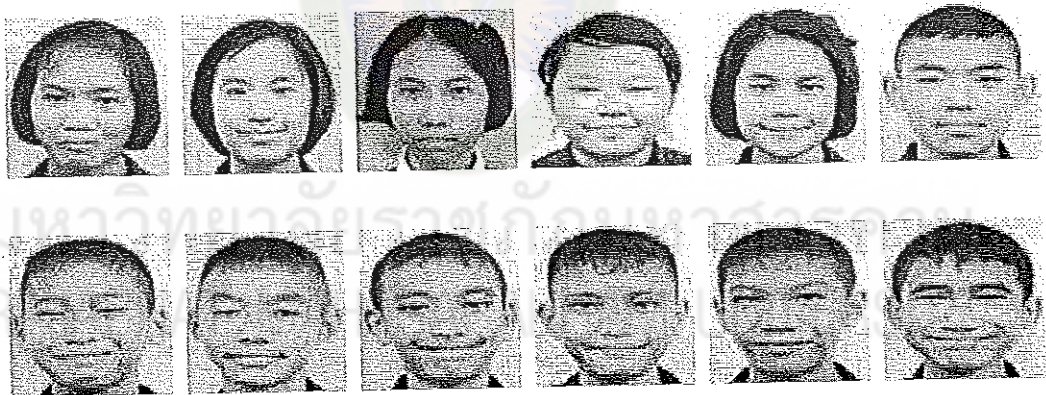
3.6 การทำให้โครงข่ายเรียนรู้อย่างถูกต้อง ข้อมูลที่นำมาเรียนรู้และทดสอบกับโครงข่าย เป็นภาพใบหน้าของมนุษย์ จำนวน 600 ภาพ เป็นภาพถ่ายใบหน้าของนักเรียน คือ ภาพหน้าตรง ภาพหลับตา ภาพหน้ายิ้ม ภาพหน้ายิ้มแบบเห็นฟัน ภาพอ้าปาก โดยแบ่งออกเป็น 3 ชุดคือ

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



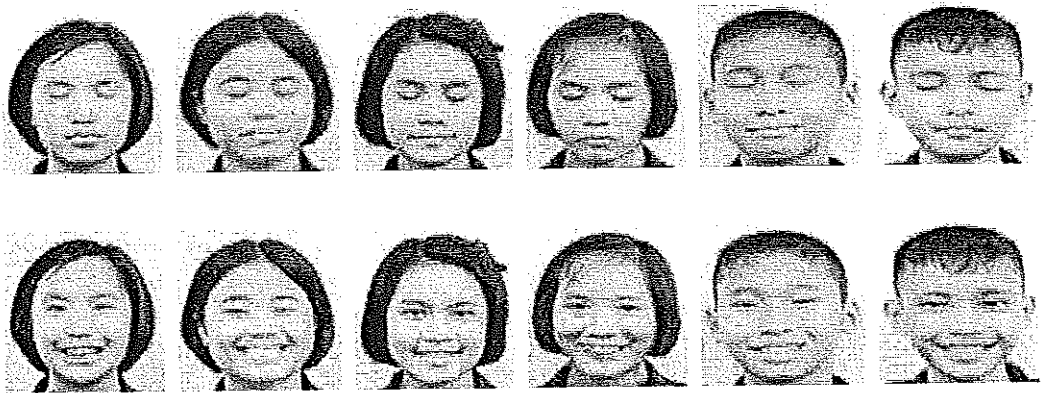
ภาพที่ 22 แสดงตัวอย่างชุดข้อมูลสำหรับฝึกทดลอง

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 ค่าความผิดพลาดนี้คำนวณจากค่ากำลังสองของความแตกต่างระหว่างผลลัพธ์กับ โครงข่าย (Mean Square Error) ที่มีค่าน้อยที่สุด

4.2 กำหนดอัตราการเรียนรู้ (Learning rate) เท่ากับ 0.1

4.3 กำหนดค่าโมเมนตัม (Momentum) เท่ากับ 0.1

ผลการทดลองฝึกเรียนรู้และผลการทดสอบการรู้จำ แสดงได้ดังภาพที่ 25 - 28



File Edit View Tools Window Help

File Edit View Tools Window Help

File Edit View Tools Window Help

Column #1	Column #2	Column #3	Column #4	Column #5	Column #6	Column #7	Column #8	Column #9	Column #10	Column #11	Column #12	Column #13	Column #14	Column #15	Column #16	Column #17	Column #18	Column #19	Column #20	Column #21	Column #22	Column #23	Column #24	Column #25	Column #26	Column #27	Column #28	Column #29	Column #30	Column #31	Column #32	Column #33	Column #34	Column #35	Column #36	Column #37	Column #38	Column #39	Column #40	Column #41	Column #42	Column #43	Column #44	Column #45	Column #46	Column #47	Column #48	Column #49	Column #50	Column #51	Column #52	Column #53	Column #54	Column #55	Column #56	Column #57	Column #58	Column #59	Column #60	Column #61	Column #62	Column #63	Column #64	Column #65	Column #66	Column #67	Column #68	Column #69	Column #70	Column #71	Column #72	Column #73	Column #74	Column #75	Column #76	Column #77	Column #78	Column #79	Column #80	Column #81	Column #82	Column #83	Column #84	Column #85	Column #86	Column #87	Column #88	Column #89	Column #90	Column #91	Column #92	Column #93	Column #94	Column #95	Column #96	Column #97	Column #98	Column #99	Column #100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459	460	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480	481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500	501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516	517	518	519	520	521	522	523	524	525	526	527	528	529	530	531	532	533	534	535	536	537	538	539	540	541	542	543	544	545	546	547	548	549	550	551	552	553	554	555	556	557	558	559	560	561	562	563	564	565	566	567	568	569	570	571	572	573	574	575	576	577	578	579	580	581	582	583	584	585	586	587	588	589	590	591	592	593	594	595	596	597	598	599	600	601	602	603	604	605	606	607	608	609	610	611	612	613	614	615	616	617	618	619	620	621	622	623	624	625	626	627	628	629	630	631	632	633	634	635	636	637	638	639	640	641	642	643	644	645	646	647	648	649	650	651	652	653	654	655	656	657	658	659	660	661	662	663	664	665	666	667	668	669	670	671	672	673	674	675	676	677	678	679	680	681	682	683	684	685	686	687	688	689	690	691	692	693	694	695	696	697	698	699	700	701	702	703	704	705	706	707	708	709	710	711	712	713	714	715	716	717	718	719	720	721	722	723	724	725	726	727	728	729	730	731	732	733	734	735	736	737	738	739	740	741	742	743	744	745	746	747	748	749	750	751	752	753	754	755	756	757	758	759	760	761	762	763	764	765	766	767	768	769	770	771	772	773	774	775	776	777	778	779	780	781	782	783	784	785	786	787	788	789	790	791	792	793	794	795	796	797	798	799	800	801	802	803	804	805	806	807	808	809	810	811	812	813	814	815	816	817	818	819	820	821	822	823	824	825	826	827	828	829	830	831	832	833	834	835	836	837	838	839	840	841	842	843	844	845	846	847	848	849	850	851	852	853	854	855	856	857	858	859	860	861	862	863	864	865	866	867	868	869	870	871	872	873	874	875	876	877	878	879	880	881	882	883	884	885	886	887	888	889	890	891	892	893	894	895	896	897	898	899	900	901	902	903	904	905	906	907	908	909	910	911	912	913	914	915	916	917	918	919	920	921	922	923	924	925	926	927	928	929	930	931	932	933	934	935	936	937	938	939	940	941	942	943	944	945	946	947	948	949	950	951	952	953	954	955	956	957	958	959	960	961	962	963	964	965	966	967	968	969	970	971	972	973	974	975	976	977	978	979	980	981	982	983	984	985	986	987	988	989	990	991	992	993	994	995	996	997	998	999	1000

Analysis Properties Error Training Tools Query

31/10/2011 10:58:58 AM

ภาพที่ 25 แสดงตัวอย่างการนำข้อมูลเข้าสู่การเรียนรู้และทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

Network Training Options

Training [Advanced]

Training algorithm

- Quick Propagation
- Conjugate Gradient Descent
- Quasi-Newton
- Limited Memory Quasi-Newton
- Levenberg-Marquardt
- Online Back Propagation
- Batch Back Propagation

Training algorithm's parameters

Quick propagation coefficients [0.1:100]: 1.75

Learning rate [0.1:100]: 0.1

Momentum [0.1:100]: 0.1

Adjust learning rate and momentum each iteration

Use local minima avoidance for Levenberg-Marquardt

Stop training conditions

By error value

Error type:  Average  Max

AE: 0

MSE: 0.01

CTER: 04.999999

Track on set:  Training  Validation

By error change

Network MSE: 0.000001

Iterations: 10

Dataset error: 1.0000001

Iterations: 10

By iterations: 10

Defaults OK Cancel

ภาพที่ 26 แสดงตัวอย่างการกำหนดค่าพารามิเตอร์เพื่อการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียม



ภาพที่ 27 แสดงตัวอย่างผลการรู้จำภาพใบหน้ามนุษย์โดยวิธีการวิเคราะห์เชิงภูมิศาสตร์ใบหน้า และโครงข่ายประสาทเทียม กรณีรู้จำถูกต้อง





ภาพที่ 28 แสดงตัวอย่างผลการรู้จำภาพใบหน้ามนุษย์โดยวิธีการวิเคราะห์เชิงภูมิศาสตร์ใบหน้า และโครงข่ายประสาทเทียม กรณีรู้จำไม่ถูกต้อง



5. ประเมินเพื่อหาประสิทธิภาพของระบบรู้จำภาพใบหน้ามนุษย์โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม ในการประเมินประสิทธิภาพของโครงข่ายประสาทเทียม สามารถพิจารณาได้จากจำนวนรอบของการฝึกฝนหรือเรียนรู้ ค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากค่าความผิดพลาดของข้อมูลที่ทำให้การฝึกฝนโครงข่ายประสาทเทียม และร้อยละของอัตราการเรียนรู้ ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงผลการทดลองการเรียนรู้และทดสอบผลการเรียนรู้ โดยโครงข่ายประสาทเทียมที่ออกแบบ

โครงข่ายประสาทเทียม	จำนวนรอบการเรียนรู้	ค่าความผิดพลาดของโครงข่าย	ร้อยละความถูกต้องในการรู้จำของชุดฝึกเรียนรู้	ร้อยละความถูกต้องในการรู้จำของชุดทดสอบ	ร้อยละความถูกต้องในการรู้จำทั้งหมด
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 สามารถให้ผลร้อยละความถูกต้องในการรู้จำสูงสุด คือ ร้อยละ 92.50 รองลงมาคือ รูปแบบโครงข่ายประสาทเทียม 320-290-120 และรูปแบบโครงข่ายประสาทเทียม 320-300-120 ที่ให้ผลร้อยละอัตราการเรียนรู้เท่ากัน คือ ร้อยละ 91.33

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

และเมื่อพิจารณาเฉพาะผลการรู้จำของชุดทดสอบ พบว่า รูปแบบโครงข่ายประสาทเทียม 320-280-120 สามารถให้ผลร้อยละความถูกต้องในการรู้จำสูงสุด คือ ร้อยละ 88.61 รองลงมาคือ รูปแบบโครงข่ายประสาทเทียม 320-290-120 และ 320-300-120 ที่ให้ผลร้อยละอัตราการเรียนรู้เท่ากัน คือ ร้อยละ 87.50

### การทดลองการรู้จำภาพใบหน้ามนุษย์โดยการประยุกต์ใช้วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก ร่วมกับวิธีการวิเคราะห์เชิงภูมิศาสตร์ใบหน้าและโครงข่ายประสาทเทียม

วิธีนี้ได้รวมวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก ร่วมกับวิธีวิเคราะห์เชิงภูมิศาสตร์ของใบหน้า จากข้อดีที่สามารถดูภาพใบหน้าโดยรวมทั้งหมดก่อน แต่ลักษณะโดยรวมของภาพใบหน้าที่คล้ายกันอาจเกิดการผิดพลาดได้ บางครั้งอาจเนื่องมาจากการเปลี่ยนท่าทาง ดังนั้น เพื่อให้การรู้จำมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น จึงควรรนำข้อมูลที่มีอยู่บนใบหน้าเช่น บริเวณคิ้ว, ตา, จมูก และปาก เป็นต้น มาวิเคราะห์อีกครั้งโดยวิธีการวิเคราะห์เชิงภูมิศาสตร์ของใบหน้าและโครงข่ายประสาทเทียม ซึ่งจะทำให้ผลการรู้จำดียิ่งขึ้น โดยแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นตอนการเตรียมข้อมูลภาพ จะทำการนำข้อมูลภาพจากกล้องถ่ายภาพดิจิทัล 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

3. ตรวจสอบเงื่อนไข โดยทั่วไปแล้วในการทดลองรู้จำภาพใบหน้ามนุษย์โดยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักนั้น กระทำโดยนำภาพใบหน้าที่ต้องการทดสอบไปเปรียบเทียบกับภาพใบหน้าไอเคน โดยการพิจารณาตัดสินใจว่าถูกต้องหรือไม่ โดยการเปรียบเทียบระหว่างผลรวมของระยะห่างกับค่าเรซโซลต์ ซึ่งถ้าหากน้อยกว่าก็สรุปได้ว่าเป็นภาพเดียวกันหรือรู้จำถูกต้อง แต่ถ้าหากว่ามากกว่าก็จะสรุปว่าเป็นคนละภาพกันหรือรู้จำไม่ถูกต้อง จากเงื่อนไขดังกล่าว ผู้วิจัยได้ทดสอบและตรวจสอบแล้วพบว่า กรณีภาพที่มีค่าผลรวมของระยะห่างที่มีค่ามากกว่าค่าเรซโซลต์บางค่า เช่นภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงท่าทาง ภาพใบหน้าที่ยิ้ม หลับตา และเงย บ้างเล็กน้อย ยังมีความคล้ายของภาพอยู่ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงปรับปรุงวิธีการดังกล่าวโดยกำหนดค่าเรซโซลต์เพื่อกำหนดช่วงของการยอมรับและตัดสินใจไว้ 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 และใกล้เคียงกันมากจนเหมือนกัน จะแสดงผลลัพธ์ว่า “ถูกต้อง”

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

กรณีที่ 3 ถ้าผลรวมของผลต่างอยู่ระหว่างค่าขอบเขตล่างและค่าขอบเขตบน (IF Lower Threshold < Sum of Difference Image < Upper Threshold) แสดงว่า ภาพที่นำมาทดสอบอาจจะตรงกับภาพที่อยู่ใน Sub space และอาจจะมีคล้ายกัน จะแสดงผลลัพธ์ว่า “ไม่แน่ใจ” ต้องส่งภาพนี้ไปตรวจสอบอีกครั้งในขั้นตอนการรู้จำ โดยโครงข่ายประสาทเทียมในขั้นตอนถัดไป

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

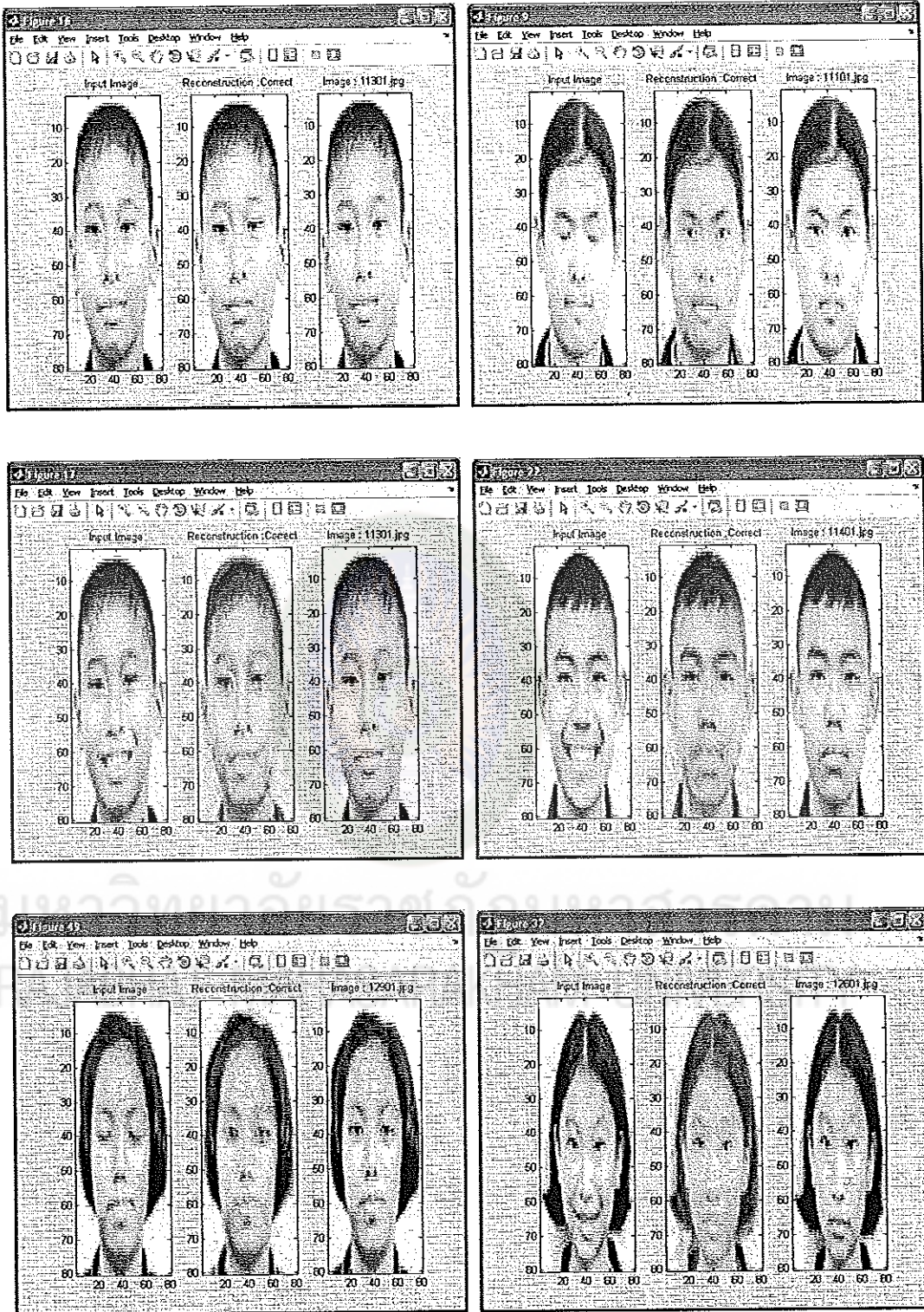


ขั้นตอนนี้จะใช้รูปแบบโครงข่ายประสาทเทียม 320-280-120 เนื่องจากโครงข่ายประสาทเทียมรูปแบบดังกล่าวสามารถให้ผลร้อยละอัตราการเรียนรู้สูงสุด คือ ร้อยละ 92.50

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

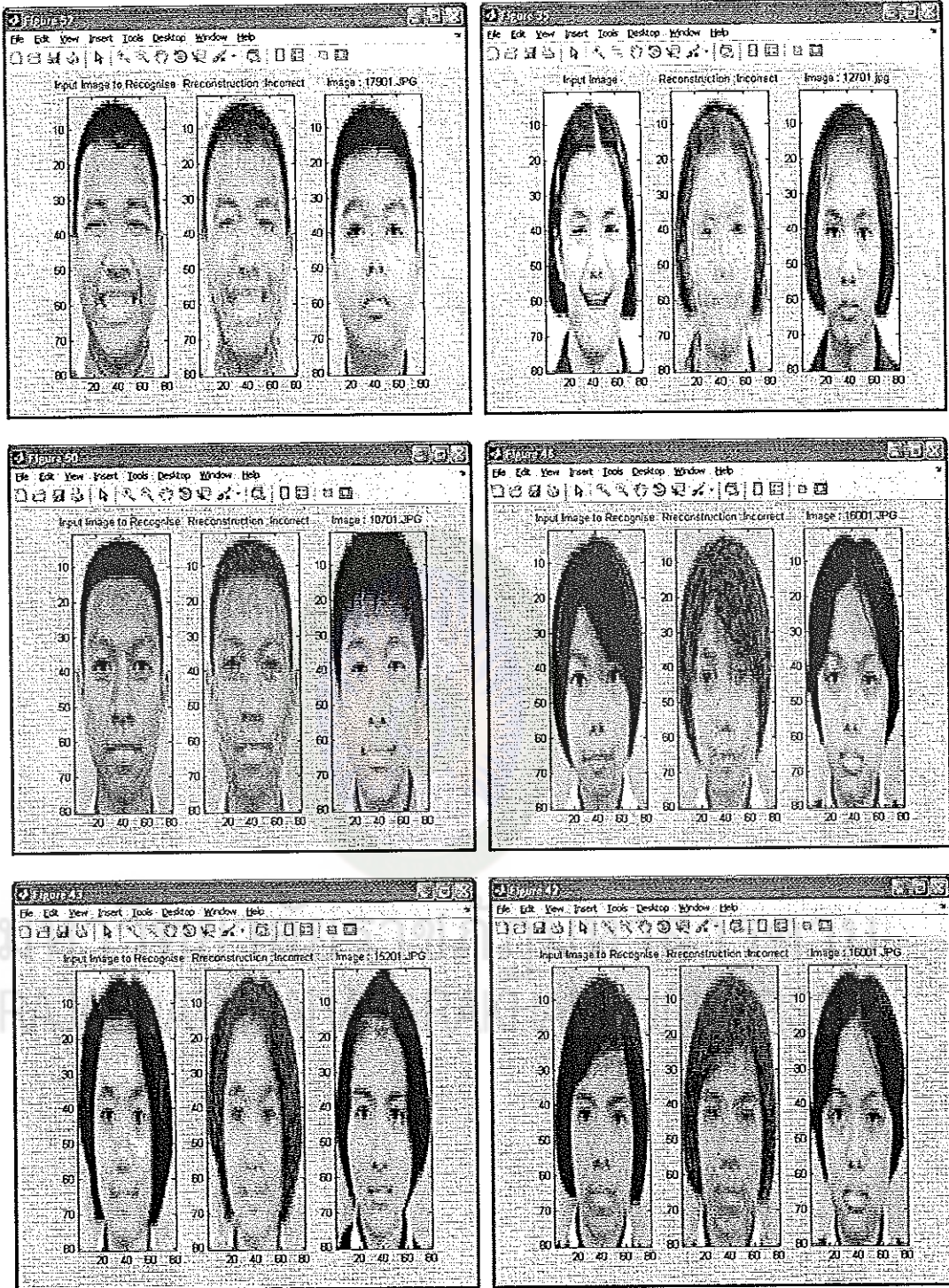


มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม  
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



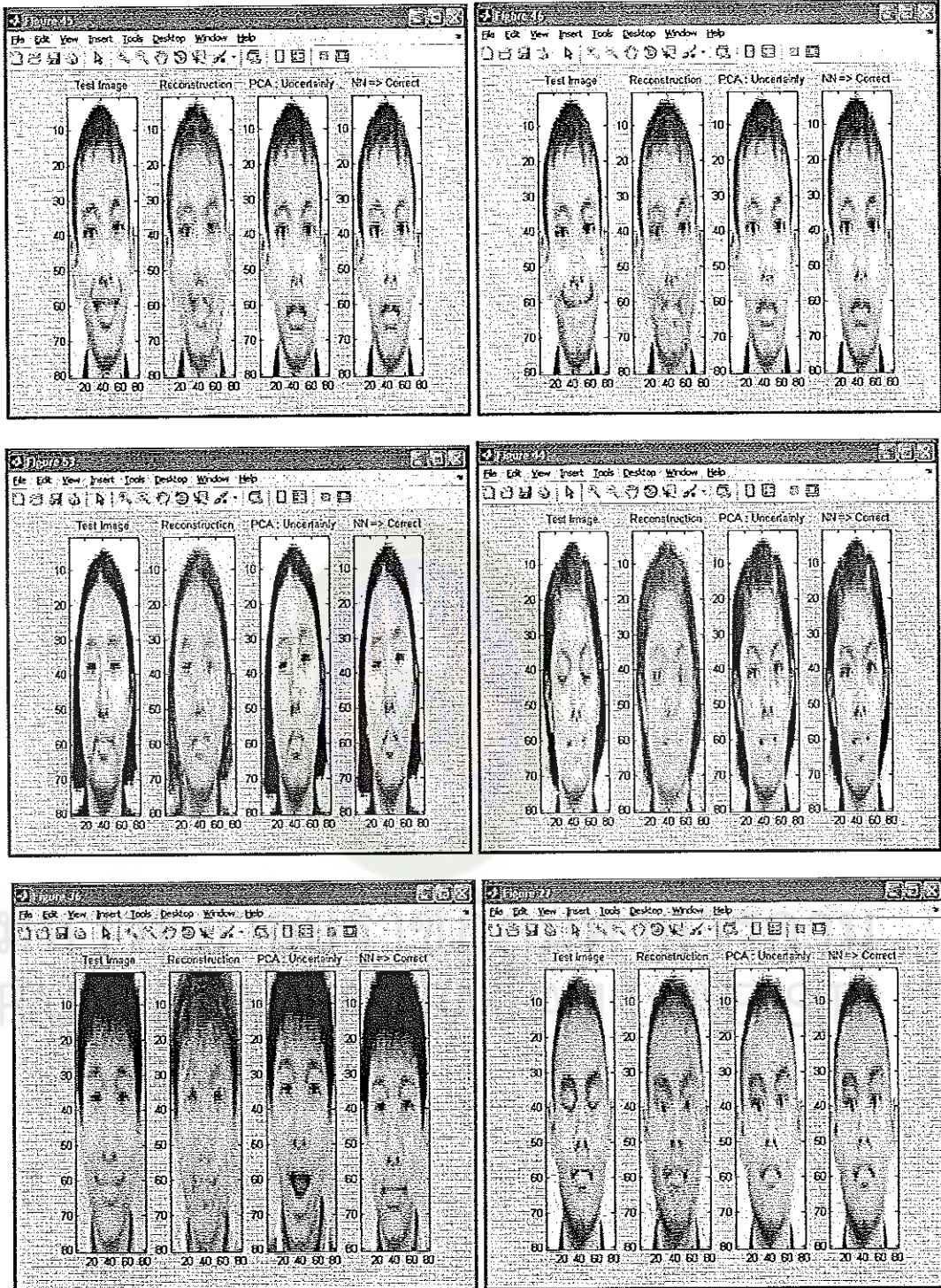
ภาพที่ 29 แสดงตัวอย่างผลการรู้จำภาพใบหน้ามนุษย์โดยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก  
กรณีรู้จำถูกต้อง





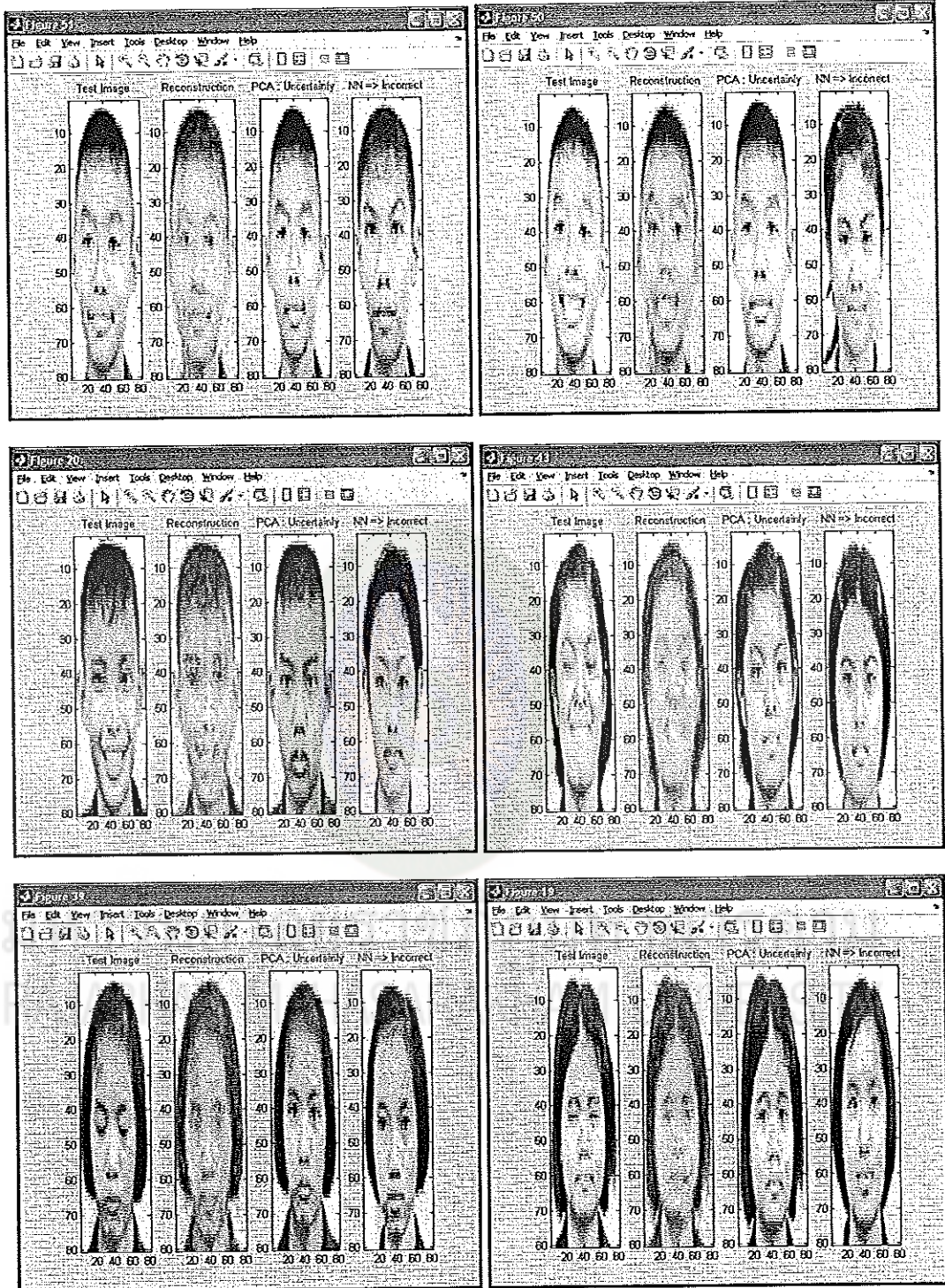
ภาพที่ 30 แสดงตัวอย่างผลการรู้จำภาพใบหน้ามนุษย์โดยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก  
การรู้จำไม่ถูกต้อง





ภาพที่ 31 แสดงตัวอย่างผลการรู้จำภาพใบหน้ามนุษย์โดยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก  
กรณีรู้จำไม่แน่ใจ และถูกนำไปรู้จำด้วยวิธีการวิเคราะห์เชิงภูมิศาสตร์ใบหน้าและ  
โครงข่ายประสาทเทียม และให้ผลการรู้จำถูกต้อง





ภาพที่ 32 แสดงตัวอย่างผลการรู้จำภาพใบหน้ามนุษย์โดยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก  
กรณีรู้จำไม่แน่ใจ และถูกนำไปรู้จำด้วยวิธีการวิเคราะห์เชิงภูมิศาสตร์ใบหน้าและ  
โครงข่ายประสาทเทียม และให้ผลการรู้จำไม่ถูกต้องหรือผิด

ตารางที่ 4 ตารางแสดงผลการรู้จำภาพใบหน้ามนุษย์โดยใช้วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก ร่วมกับวิธีการวิเคราะห์เชิงภูมิศาสตร์ใบหน้าและโครงข่ายประสาทเทียม

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

### 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)	
	จำนวนภาพ ที่รู้จำ ถูกต้อง	ร้อยละความ ถูกต้องใน การรู้จำ	จำนวนภาพ ที่รู้จำ ถูกต้อง	ร้อยละความ ถูกต้องใน การรู้จำ
1.วิธีการวิเคราะห์ องค์ประกอบหลัก	240	100.00	133	36.94
2.วิธีการวิเคราะห์เชิง ภูมิศาสตร์ใบหน้า และ โครงข่ายประสาทเทียม	236	98.33	319	88.61
3.วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ หลักร่วมกับวิธีการวิเคราะห์ เชิงภูมิศาสตร์ใบหน้า และ โครงข่ายประสาทเทียม	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 มีจำนวนภาพที่รู้จำถูกต้องสูงที่สุดคือ 322 ภาพ หรือร้อยละความถูกต้องในการรู้จำของภาพ ร้อยละ 89.15 ส่วนวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก ค่าร้อยละความถูกต้องในการรู้จำของภาพต่ำที่สุด คือ รู้จำได้ถูกต้องเพียง 133 ภาพหรือร้อยละความถูกต้องในการรู้จำของภาพ ร้อยละ 36.94