บทที่ 4
ผลการทดสอบระบบตรวจจับหน้าคนด้วยโครงข่าย ART

4.1 กล่าวนำ

เมื่อทำการฝึกสอนโครงข่าย ART ด้วยภาพหน้าคน และภาพที่ไม่ใช้หน้าคนแล้ว ทำการทดสอบระบบด้วยภาพจากฐานข้อมูลต่าง ๆ เพื่อวัดประสิทธิภาพการทำงานของระบบว่ามีความสามารถในการตรวจจับหน้าคนจากภาพได้ดีเพียงไร โดยภาพที่ใช้ในการทดสอบนั้นได้จากฐานข้อมูลภาพต่าง ๆ และภาพที่ผู้วิจัยได้ทำการบันทึกเองจากกล้องดิจิตอลยี่ห้อต่าง ๆ ในสภาวะแวดล้อมต่าง ๆ เพื่อทดสอบว่าระบบสามารถลดข้อจำกัดของสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการตรวจจับหน้าคนได้เป็นอย่างดี

4.2 ฐานข้อมูลภาพหน้ามนุษย์และภาพที่ใช้ในการทดสอบระบบ

ทำการรวบรวมข้อมูลภาพหน้ามนุษย์จากฐานข้อมูลต่าง ๆ ทางอินเตอร์เน็ตโดยฐานข้อมูลที่ใช้นั้นถูกบันทึกภาพที่สภาวะแวดล้อมที่แตกต่างกัน ดังนั้นฐานข้อมูลแต่ละประเภทจึงใช้นำมาทดสอบระบบที่ปัจจัยต่าง ๆ แตกต่างกันไป ดังนี้

4.2.1 ฐานข้อมูลภาพ CVSR

นำภาพจากฐานข้อมูลภาพ CVSR (Computer Vision Science Research Face database of University of Essex, UK) แสดงในรูปที่ 4.1 มาใช้ในการทดสอบระบบเมื่อมีการฝึกสอนโครงข่ายในลักษณะต่าง ๆ เนื่องจากภาพจากฐานข้อมูลภาพ CVSR นั้นเป็นภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะการแสดงออกของหน้าที่มีความหลากหลาย และมีการจำกัดสีพื้นหลังของภาพให้มีสีเดียวกันและไม่มีความซับซ้อน ความสว่างในภาพมีความใกล้เคียงกัน ขนาดของหน้าคนในภาพมีขนาดเท่า ๆ กันและเป็นภาพเดี่ยว ซึ่งเป็นปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อประสิทธิภาพของระบบ ทำการทดลองนี้นั้นสามารถจำกัดอยู่ที่เพียงการทดสอบประสิทธิในการฝึกสอนระบบเท่านั้น

รูปที่ 4.1 ภาพตัวอย่างจากฐานข้อมูลภาพ CVSR

4.2.2 ฐานข้อมูลภาพ CMU VASC

นำภาพจากฐานข้อมูลภาพ CMU VASC (Carnegie Mellon University Vision and Autonomous System Center's Image Database) แสดงในรูปที่ 4.2 มาใช้ในการทดสอบระบบการตรวจจับหน้าคน เมื่อระบบมีการฝึกสอนโครงข่ายในลักษณะต่าง ๆ ทดสอบระบบเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ของโครงข่าย และทดสอบระบบเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงขนาดของใบหน้าคนในภาพ โดยเหตุผลที่นำฐานข้อมูล CMU VASC มาใช้ในการทดสอบระบบเนื่องจากภาพจากฐานข้อมูลภาพ CMU VASC นั้นเป็นภาพที่มีปัจจัยภายในภาพ ที่มีความซับซ้อนและมีผลต่อประสิทธิภาพในการตรวจจับหน้าคน ไม่ว่าจะเป็นการเปลี่ยนแปลงลักษณะการแสดงออกของหน้าที่มีความหลากหลาย พื้นหลังของภาพมีความซับซ้อน ความสว่างในภาพที่ไม่สม่ำเสมอ ขนาดและที่ตำแหน่งของคนในภาพมีความไม่แน่นอน เพื่อแสดง

ให้เห็นว่า ระบบมีความสามารถในการตรวจจับหน้าคนในภาพโดยที่ปัจจัยต่าง ๆ ที่กล่าวมานั้น มีผลน้อยมากต่อประสิทธิภาพของระบบ

รูปที่ 4.2 ภาพตัวอย่างจากฐานข้อมูลภาพ CMU VASC

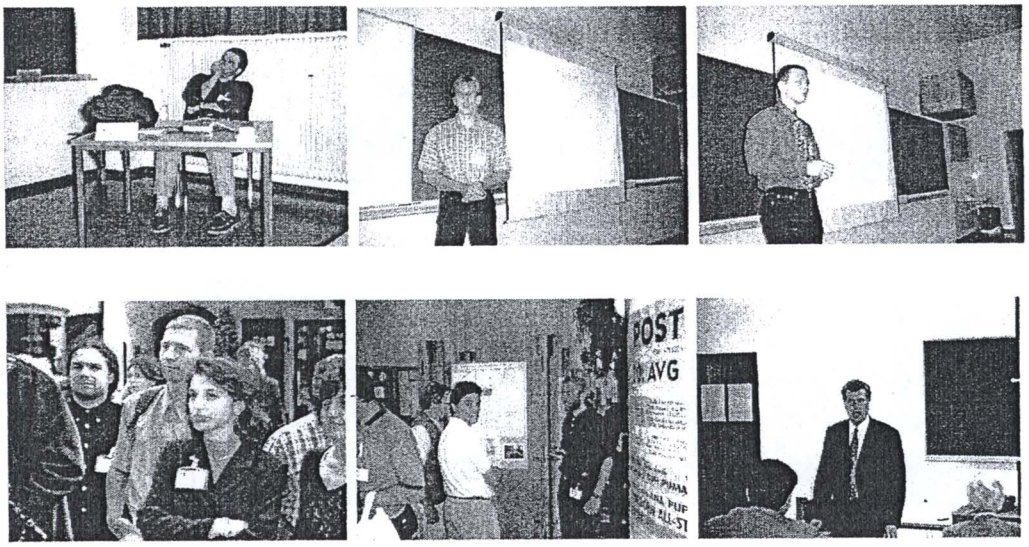
4.2.3 ฐานข้อมูลภาพ AVTG

นำภาพจากฐานข้อมูลภาพ AVTG (Audio Visual Technologies Group of Technical University of Catalonia) แสดงในรูปที่ 4.3 มาใช้ในการทดสอบระบบการตรวจจับหน้าคน เมื่อลักษณะการวางท่าและการแสดงออกของหน้าคนในภาพมีการเปลี่ยนแปลง เนื่องจากภาพจากฐานข้อมูลภาพ AVTG นั้น เป็นภาพหน้าคน ที่มีความหลากหลายของลักษณะวางท่าและการแสดงออกของหน้าคน และมีการจำกัดสีพื้นหลังของภาพให้มีสีเดียวกันและไม่มีความซับซ้อน ความสว่างในภาพมีความใกล้เคียงกัน ขนาดของหน้าคนในภาพมีขนาดเท่า ๆ กันและเป็นภาพเดี่ยวซึ่งเป็นปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อประสิทธิภาพของระบบการทดลองนี้นั้น สามารถจำกัดอยู่ที่เพียงการทดสอบประสิทธิของระบบเมื่อลักษณะการวางท่าและการแสดงออกของหน้าคนในภาพมีการเปลี่ยนแปลงไปเท่านั้น

รูปที่ 4.3 ภาพตัวอย่างจากฐานข้อมูลภาพ AVTG

4.2.4 ฐานข้อมูลภาพ VALID และฐานข้อมูลภาพ CBCL

นำภาพจากฐานข้อมูลภาพ VALID (VALID Database of University college Dublin) แสดงในรูปที่ 4.4 และฐานข้อมูลภาพ CBCL (Center for Biological and Computational Learning Face database of Massachusetts Institute of Technology) แสดงในรูปที่ 4.5 มาใช้ในการทดสอบระบบการตรวจจับหน้าคน เมื่อจำนวนคนในภาพมีการเปลี่ยนแปลง เนื่องจากภาพจากฐานข้อมูลภาพ VALID และฐานข้อมูลภาพ CBCL นั้น เป็นภาพที่มีความหลากหลายและความไม่แน่นอนของปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของระบบตรวจจับหน้าคนในภาพ ได้แก่ จำนวนหน้าคนในภาพ ลักษณะวางท่าและการแสดงออกของหน้าคนในภาพ แสงและความสว่างในภาพ ขนาดและตำแหน่งของคนในภาพ พื้นหลังของภาพที่มีความซับซ้อน เป็นต้น เพื่อแสดงให้เห็นว่าระบบมีความสามารถในการตรวจจับหน้าคนในภาพภายใต้ปัจจัยต่าง ๆ ที่กล่าวมานั้น



รูปที่ 4.4 ภาพตัวอย่างจากฐานข้อมูลภาพ VALID

รูปที่ 4.5 ภาพตัวอย่างจากฐานข้อมูลภาพ CBCL

4.2.5 ภาพจากกล้องดิจิตอลฟูจิ F 601 และกล้องวิดีโอ

เป็นภาพที่ได้จากผู้วิจัยเป็นผู้บันทึกภาพเอง แสดงในรูปที่ 4.6 และ 4.7 ซึ่งขณะทำการบันทึกภาพนั้น ผู้วิจัยไม่ได้ทำการจำกัดสภาวะแวดล้อมของภาพ อันได้แก่ ความสว่าง ตำแหน่งของหน้าคนในภาพ สีพื้นหลัง เพื่อให้ภาพที่ได้มีความหลากหลาย ในการทดสอบประสิทธิภาพของระบบ

รูปที่ 4.6 ภาพตัวอย่างจากกล้องฟูจิ F601

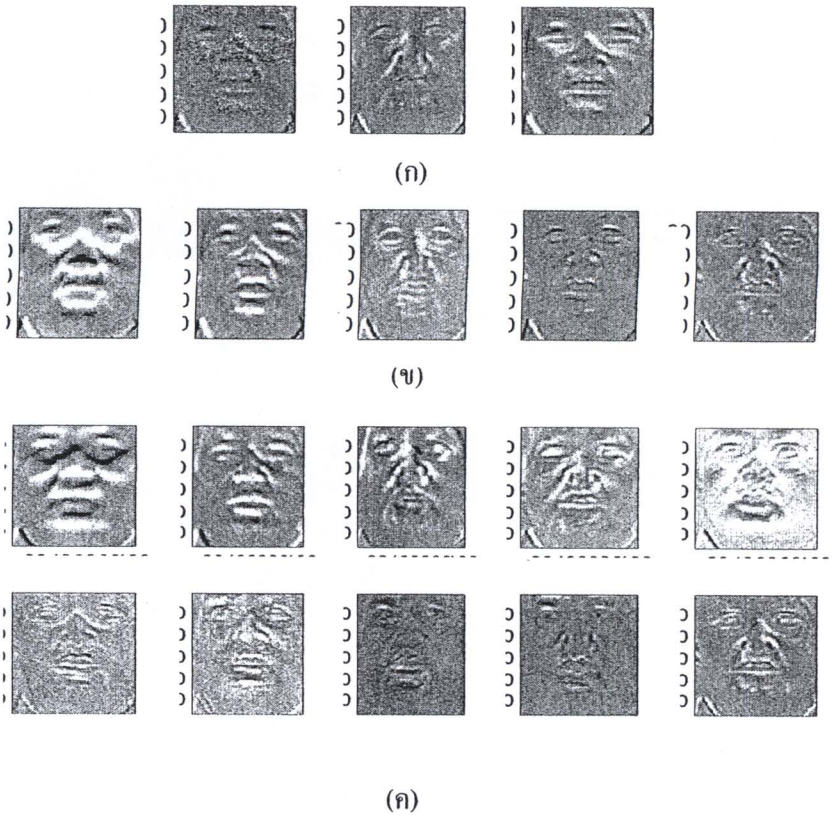
รูปที่ 4.7 ภาพตัวอย่างจากกล้องวีดิโอ

4.3 ทดสอบระบบตรวจจับหน้าคนด้วยโครงข่าย ART

4.3.1 ทดสอบระบบเมื่อมีการฝึกสอนโครงข่ายในลักษณะต่าง ๆ โดยจะทำการทดสอบระบบ เพื่อพิจารณาผลของการฝึกสอนระบบ ว่าจำนวนภาพในการฝึกสอนโครงข่ายมีผลต่อประสิทธิภาพของระบบอย่างไร โดยทำการทดสอบระบบด้วยภาพในการฝึกสอนระบบของคน ๆ เดียวกันที่มีลักษณะใบหน้าที่แตกต่างกันออกไป แสดงรูปตัวอย่างภาพที่ทำการทดลองในรูปที่ 4.8

รูปที่ 4.8 ภาพตัวอย่างในการฝึกสอนโครงข่าย

โดยจะทำการทดสอบระบบเมื่อไอเกนเวกเตอร์ที่เข้าสู่ระบบ ได้จากภาพตัวอย่างมีจำนวนภาพในการหาค่าไอเกนต่าง ๆ กันไป ดังแสดงค่าในตารางที่ 4.1 ซึ่งจำนวนภาพตัวอย่างที่ใช้หาค่าไอเกนนั้น มีผลต่อจำนวนมิติของข้อมูลไอเกนเวกเตอร์ที่เป็นข้อมูลในการฝึกสอนโครงข่าย โดยมิติของไอเกนเวกเตอร์ที่ใช้ในการฝึกสอน จะมีค่าเท่ากับจำนวนตัวอย่างในการฝึกสอน ดังนั้นเมื่อจำนวนภาพตัวอย่างในการฝึกสอนมากขึ้น จะเป็นผลให้ขนาดของข้อมูลไอเกนเวกเตอร์ในการฝึกสอนมากขึ้นด้วย โดยแสดงตัวอย่างภาพหน้าไอเกนของจำนวนภาพในการฝึกสอนในรูปที่ 4.9 และแสดงผลการทดลองในตารางที่ 4.1



(ก)

(ข)

(ค)

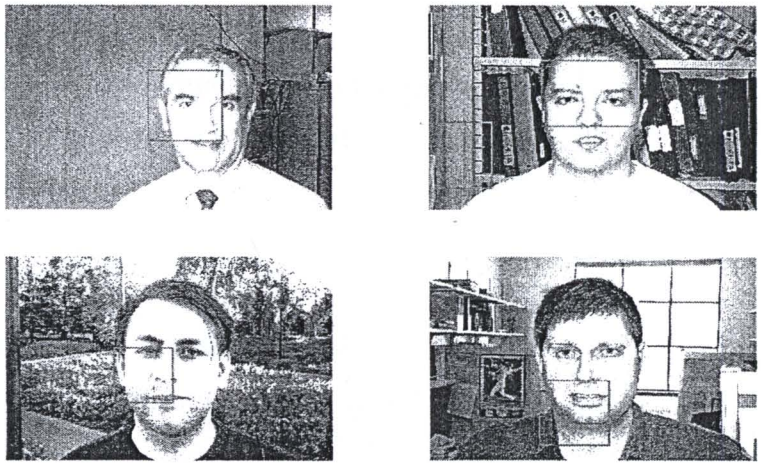
รูปที่ 4.9 ตัวอย่างภาพหน้าไอเกน (ก) ภาพหน้าไอเกนที่จำนวนภาพในการหาหน้าไอเกน 3 ภาพ
(ข) ภาพหน้าไอเกนที่จำนวนภาพในการหาหน้าไอเกน 5 ภาพ
(ค) ภาพหน้าไอเกนที่จำนวนภาพในการหาหน้าไอเกน 10 ภาพ

ตารางที่ 4.1 ทดสอบระบบที่จำนวนภาพในการฝึกสอนโครงข่ายต่าง ๆ

จำนวนภาพในการฝึกสอนโครงข่าย (ภาพ)	ความถูกต้อง (%)
3	95.45
5	97.25
10	97.17
15	97.48
20	98.86
30	98.42

โดยทำการทดสอบความถูกต้องของระบบกับภาพในฐานข้อมูลภาพ CMU VASC จำนวน 100 ภาพ ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.1 จากการผลการทดลองพบว่าเมื่อจำนวนภาพตัวอย่างในการฝึกสอนเพียง 3 ภาพก็เพียงพอที่จะทำให้ระบบมีประสิทธิภาพในการตรวจจับหน้าคนได้อยู่ในระดับที่ดี และเมื่อทำการเพิ่มจำนวนภาพในการฝึกสอนโครงข่ายมากขึ้น พบว่าโครงข่ายมีเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องที่มากขึ้นจนถึงจำนวนภาพในการฝึกสอน 20 ภาพ เมื่อทำการเพิ่มจำนวนภาพในการฝึกสอนเป็น 30 ภาพ พบว่ามีเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องน้อยลง ทั้งนี้อาจเนื่องมาการความซับซ้อนของมิติข้อมูลที่มากขึ้น อาจทำให้ระบบมีความสามารถในการคัดแยกความเป็นหน้าได้น้อยลง แต่อย่างไรก็ดีพบว่าผลการการทดสอบระบบเมื่อจำนวนในการฝึกสอนโครงข่ายแตกต่างกันนั้น มีเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องที่ไม่แตกต่างกันมากนัก ทั้งนี้เนื่องมาจากโครงข่าย ART นั้นเป็นโครงข่ายที่สามารถเรียนรู้ข้อมูลใหม่ได้โดยไม่ต้องทำการฝึกสอนซ้ำอีกโดยไม่ลืมข้อมูลเดิม แต่การฝึกสอนโครงข่ายด้วยจำนวนภาพตัวอย่างในปริมาณน้อยนั้น ก็อาจไม่เพียงพอที่จะทำให้ระบบมีประสิทธิภาพสูงได้ และผลจากค่าไอเกนเวกเตอร์ที่ดีที่จะเป็นข้อมูลอินพุตให้โครงข่าย ควรมีจำนวนมิติที่มากเพียงพอ จึงจะสามารถแสดงลักษณะของภาพได้ดีกว่าค่าไอเกนเวกเตอร์ที่มีขนาดมิติน้อย ๆ แสดงผลการทดสอบระบบในรูปที่ 4.10

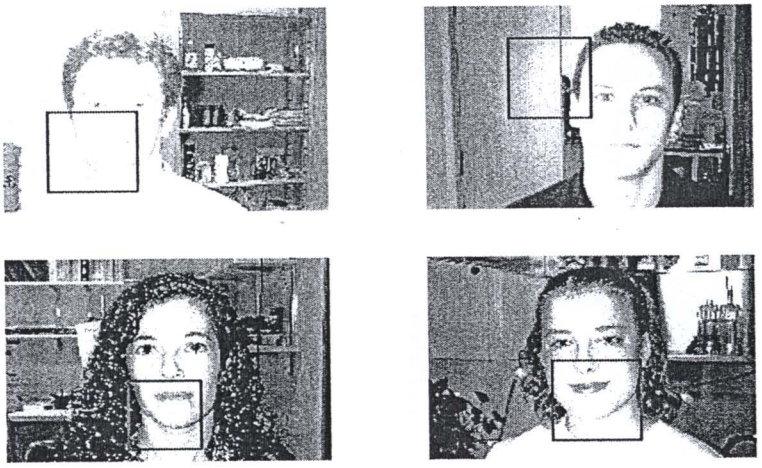
(ก) ตัวอย่างภาพผลการทดสอบระบบที่ถูกต้อง ของจำนวนตัวอย่างในการฝึกสอน 3 ภาพ



(ข) ตัวอย่างภาพผลการทดสอบระบบที่ไม่ถูกต้อง ของจำนวนตัวอย่างในการฝึกสอน 3 ภาพ

รูปที่ 4.10 ตัวอย่างภาพผลการทดสอบระบบ ที่จำนวนตัวอย่างในการฝึกสอนต่าง ๆ

(ค) ตัวอย่างภาพผลการทดสอบระบบที่ถูกต้อง ของจำนวนตัวอย่างในการฝึกสอน 5 ภาพ

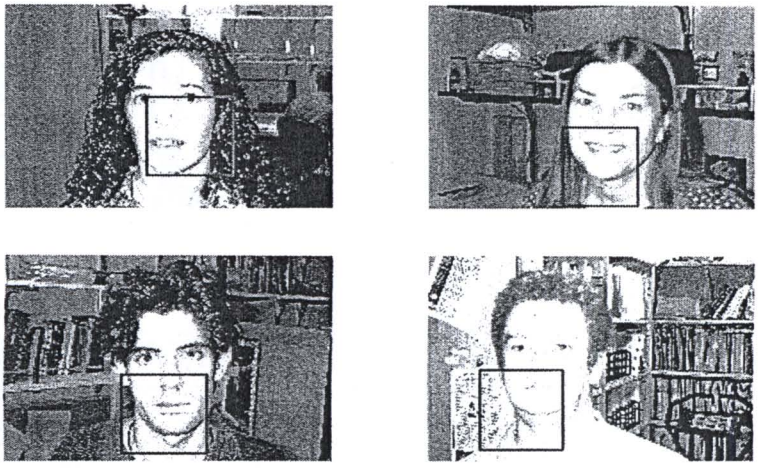


(ง) ตัวอย่างภาพผลการทดสอบระบบที่ไม่ถูกต้อง ของจำนวนตัวอย่างในการฝึกสอน 5 ภาพ

รูปที่ 4.10 ตัวอย่างภาพผลการทดสอบระบบ ที่จำนวนตัวอย่างในการฝึกสอนต่าง ๆ (ต่อ)

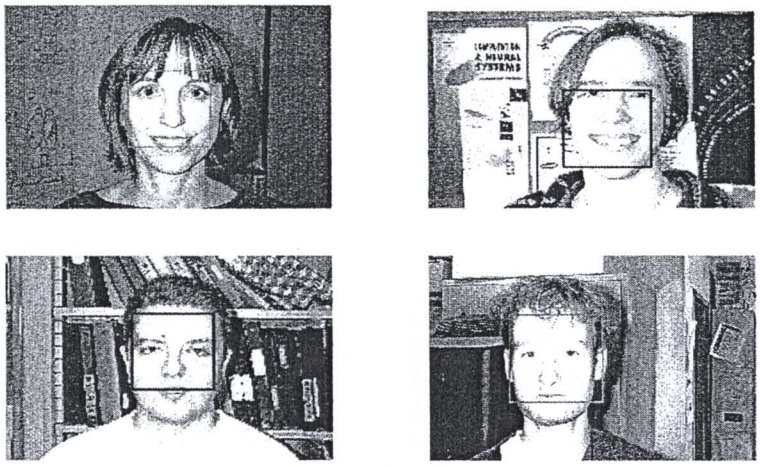
สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

(จ) ตัวอย่างภาพผลการทดสอบระบบที่ถูกต้อง ของจำนวนตัวอย่างในการฝึกสอน 10 ภาพ

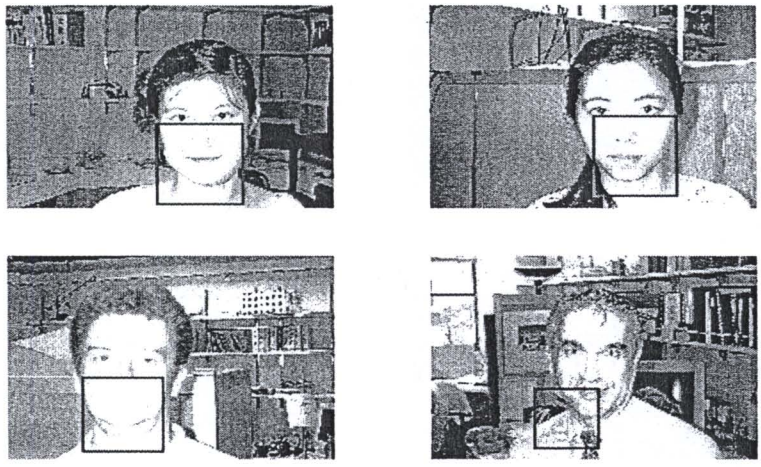


(ฉ) ตัวอย่างภาพผลการทดสอบระบบที่ไม่ถูกต้อง ของจำนวนตัวอย่างในการฝึกสอน 10 ภาพ

รูปที่ 4.10 ตัวอย่างภาพผลการทดสอบระบบ ที่จำนวนตัวอย่างในการฝึกสอนต่าง ๆ (ต่อ)



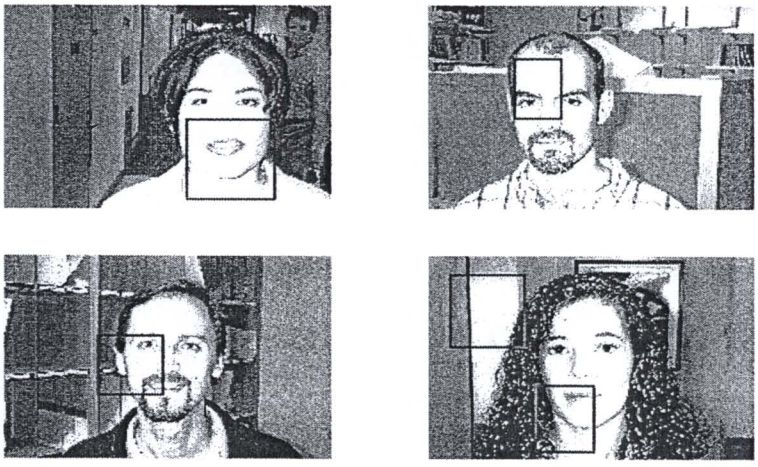
(ช) ตัวอย่างภาพผลการทดสอบระบบที่ถูกต้อง ของจำนวนตัวอย่างในการฝึกสอน 20 ภาพ



(ซ) ตัวอย่างภาพผลการทดสอบระบบที่ไม่ถูกต้อง ของจำนวนตัวอย่างในการฝึกสอน 20 ภาพ

รูปที่ 4.10 ตัวอย่างภาพผลการทดสอบระบบ ที่จำนวนตัวอย่างในการฝึกสอนต่าง ๆ (ต่อ)

(ฌ) ตัวอย่างภาพผลการทดสอบระบบที่ถูกต้อง ของจำนวนตัวอย่างในการฝึกสอน 30 ภาพ



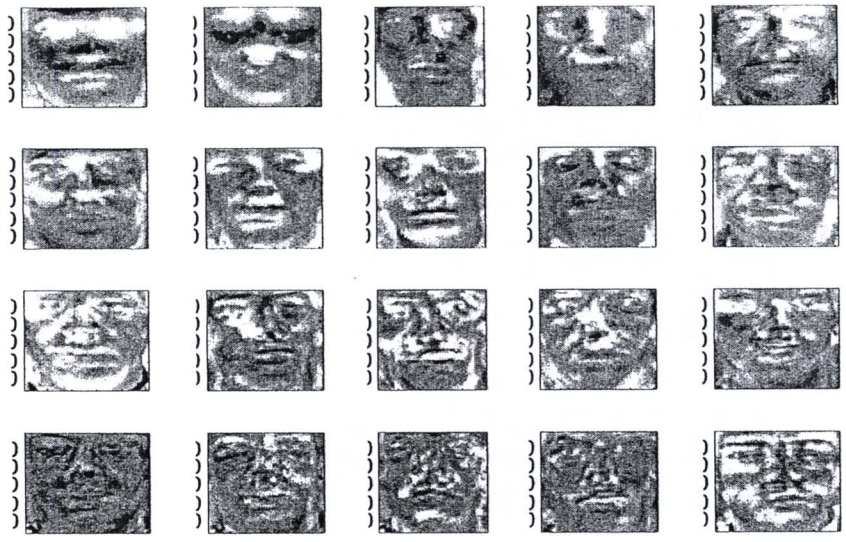
(ญ) ตัวอย่างภาพผลการทดสอบระบบที่ไม่ถูกต้อง ของจำนวนตัวอย่างในการฝึกสอน 30 ภาพ

รูปที่ 4.10 ตัวอย่างภาพผลการทดสอบระบบ ที่จำนวนตัวอย่างในการฝึกสอนต่าง ๆ (ต่อ)

เมื่อทราบผลของการทดสอบจำนวนภาพในการฝึกสอนโครงข่ายแล้วว่ามีผลต่อประสิทธิภาพของระบบ ดังนั้นในการทดลองต่อมาเราจึงทำการเลือกใช้จำนวนภาพในการฝึกสอน 20 ภาพ เนื่องจากการทดลองข้างต้นได้แสดงให้เห็นแล้วว่า ทำให้ระบบมีประสิทธิภาพดีที่สุด โดยจะพิจารณาคุณสมบัติของภาพที่ใช้ในการฝึกสอนว่ามีผลต่อระบบอย่างไร ด้วยการแบ่งภาพในการฝึกสอนออกเป็น 3 กลุ่มหลัก ๆ คือ กลุ่มแรกทำการฝึกสอนด้วยภาพของบุคคลคนเดียวกันในลักษณะใบหน้า และการวางท่าที่แตกต่างกัน กลุ่มที่ 2 ทำการฝึกสอนด้วยภาพของคนหลาย ๆ คนในลักษณะหน้าตรงเหมือนกันหมด และกลุ่มที่ 3 ทำการฝึกสอนด้วยภาพของคนหลาย ๆ คนในลักษณะใบหน้าและการวางท่าที่แตกต่างกัน โดยแสดงตัวอย่างภาพที่

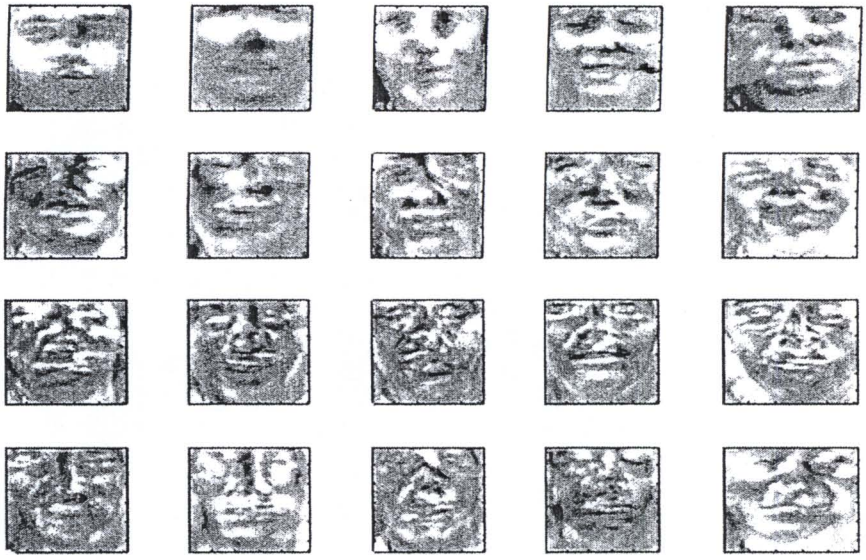
ใช้ในการฝึกสอนโครงข่ายในตารางที่ 4.2 และแสดงภาพหน้าไอเกนของตัวอย่างแต่ละแบบในรูปที่ 4.11 ได้ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.2

(ก) ภาพหน้าไอเกนของภาพบุคคลเดียวกัน ที่ลักษณะใบหน้าต่างกัน



(ข) ภาพหน้าไอเกนของภาพบุคคลต่างกัน ที่ลักษณะใบหน้าตรง

รูปที่ 4.11 ตัวอย่างภาพหน้าไอเกน



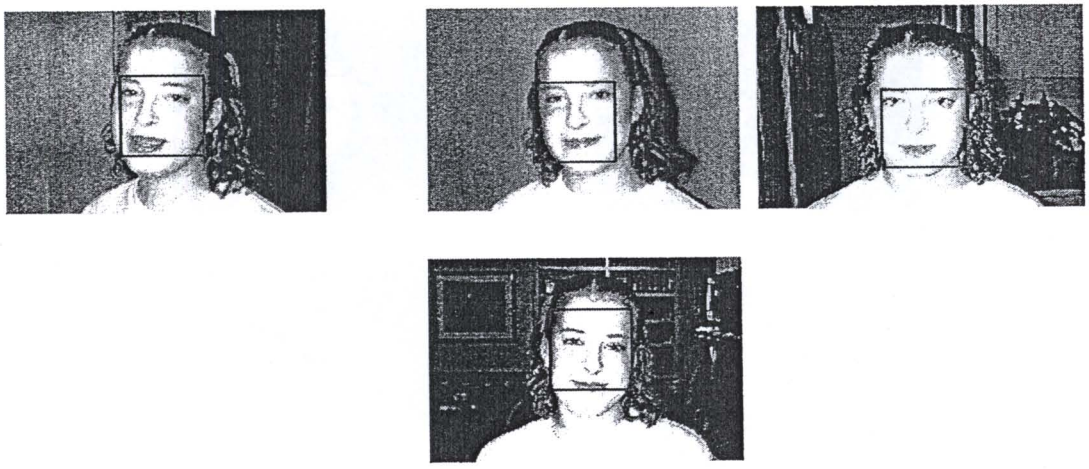
(ค) ภาพหน้าไอเกนของภาพบุคคลต่างกัน ที่ลักษณะใบหน้าต่างกัน

รูปที่ 4.11 ตัวอย่างภาพหน้าไอเกน (ต่อ)

ตารางที่ 4.2 ทดสอบระบบด้วยภาพที่มีคุณลักษณะต่าง ๆ

ภาพในการฝึกสอนโครงข่าย	ความถูกต้อง (%)
ภาพบุคคลเดียวกัน ที่ลักษณะใบหน้าต่าง ๆ	98.86
ภาพบุคคลต่างกัน ที่ลักษณะใบหน้าตรง	97.48
ภาพบุคคลต่างกัน ที่ลักษณะใบหน้าต่าง ๆ	96.68

จากการทดลองพบว่าการฝึกสอนด้วยภาพบุคคลคนเดียวกันในลักษณะต่าง ๆ ให้เปอร์เซ็นต์ความถูกต้องที่ดีที่สุด และเมื่อพิจารณาจากภาพหน้าไอเกนที่ได้พบว่า ภาพหน้าไอเกนของข้อมูลที่เป็นบุคคลเดียวกันนั้นจะแสดงลักษณะเค้าโครงของหน้าได้ชัดเจนที่สุดเช่นเดียวกัน โดยค่าไอเกนที่ชัดเจนที่สุดนั้นจะเป็นค่าไอเกนที่เกิดจากค่าไอเกนค่าแรก ในรูปที่ 4.12 แสดงภาพตัวอย่างในการทดสอบระบบด้วยภาพที่มีคุณลักษณะต่าง ๆ



(ก) ตัวอย่างภาพผลการทดสอบระบบที่ถูกต้องของตัวอย่างในการฝึกสอนโครงข่าย
ของบุคคลเดียวกันที่ลักษณะใบหน้าต่าง ๆ

(ข) ตัวอย่างภาพผลการทดสอบระบบที่ไม่ถูกต้องของตัวอย่างในการฝึกสอนโครงข่าย
ของบุคคลเดียวกันที่ลักษณะใบหน้าต่าง ๆ

รูปที่ 4.12 ตัวอย่างภาพผลการทดสอบระบบ ของภาพตัวอย่างในการฝึกสอนที่คุณลักษณะต่าง ๆ

(ค) ตัวอย่างภาพผลการทดสอบระบบที่ถูกต้องของตัวอย่างในการฝึกสอนโครงข่าย ของบุคคลต่างกัน ที่ลักษณะหน้าตรง

(ง) ตัวอย่างภาพผลการทดสอบระบบที่ไม่ถูกต้องของตัวอย่างในการฝึกสอนโครงข่าย ของบุคคลต่างกัน ที่ลักษณะหน้าตรง

รูปที่ 4.12 ตัวอย่างภาพผลการทดสอบระบบ ของภาพตัวอย่างในการฝึกสอนที่คุณลักษณะต่าง ๆ (ต่อ)

(จ) ตัวอย่างภาพผลการทดสอบระบบที่ถูกต้องของตัวอย่างในการฝึกสอนโครงข่ายของบุคคลต่างกัน ที่ลักษณะใบหน้าต่าง ๆ

(ฉ) ตัวอย่างภาพผลการทดสอบระบบที่ไม่ถูกต้องของตัวอย่างในการฝึกสอนโครงข่ายของบุคคลต่างกัน ที่ลักษณะใบหน้าต่าง ๆ

รูปที่ 4.12 ตัวอย่างภาพผลการทดสอบระบบ ของภาพตัวอย่างในการฝึกสอนที่คุณลักษณะต่าง ๆ (ต่อ)

อย่างไรก็ดีจากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า คุณลักษณะของภาพที่ทำการฝึกสอนต่าง ๆ กันนั้น ให้ผลการตรวจจับหน้าคนได้มีประสิทธิภาพดีไม่แตกต่างกันมากนัก ดังนั้นปัจจัยในการเลือกใช้ข้อมูลในการฝึกสอนโครงข่าย จึงอาจไม่จำเป็นต้องพิจารณาด้านความหลากหลายของข้อมูลฝึกสอน ทั้งนี้เนื่องมาจากโครงข่าย ART นั้นมีการพัฒนาปรับตัวให้สามารถรับข้อมูลที่หลากหลายได้ในอนาคต

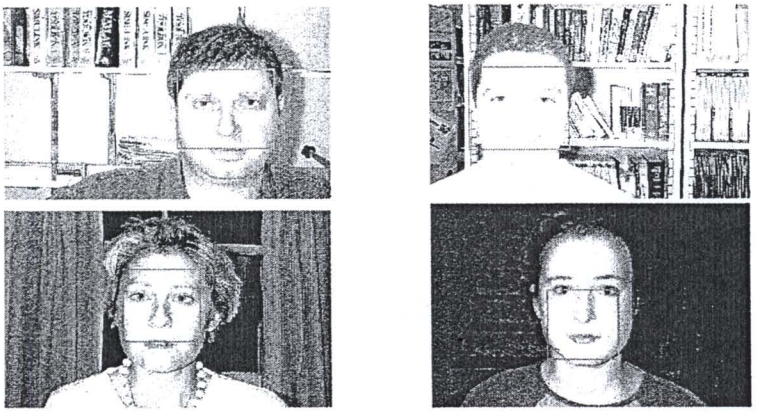
4.3.2 ทดสอบระบบที่พารามิเตอร์ของโครงข่ายต่าง ๆ โดยทำการทดสอบโครงข่ายเมื่อทำการเปลี่ยนแปลงค่าสอดส่อง (ρ) ซึ่งเป็นพารามิเตอร์ที่กำหนดขีดความสามารถในการแบ่งกลุ่มข้อมูลของ

โครงข่าย ART โดย ρ_1 เป็นค่าขีดความสามารถในการแบ่งกลุ่มของความเป็นหน้า และความไม่เป็นหน้าออกจากกัน ส่วน ρ_2 เป็นค่าขีดสามารถในการแบ่งกลุ่มความเป็นหน้าออกเป็นกลุ่มต่าง ๆ โดยเมื่อทำการเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์แล้วได้ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ความถูกต้องในการคัดแยกหน้าคนโดยค่าสอดส่องค่าต่าง ๆ

ค่าสอดส่อง		ความถูกต้องในการคัดแยก (%)	
ρ_1	ρ_2	ภาพใบหน้าบุคคล	ไม่ใช่ภาพใบหน้าบุคคล
0.554	0.567	80.06	72.56
	0.802	82.74	71.98
0.644	0.678	85.56	86.67
	0.802	88.59	96.57
0.786	0.802	91.76	66.75
	0.946	82.88	87.73
0.851	0.802	98.86	94.67
	0.946	83.21	86.65

พบว่า ระบบที่กำหนดค่าสอดส่อง ρ_1 มีค่า 0.851 และ ρ_2 มีค่า 0.802 ให้ผลการทดสอบระบบที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด คือให้เปอร์เซ็นต์ความถูกต้องในการตรวจจับได้ดีทั้งในส่วนภาพที่เป็นหน้าคน และภาพที่ไม่ใช่หน้าคน โดยแสดงผลการทดสอบระบบในรูปที่ 4.13



(ก) ตัวอย่างภาพผลการทดสอบระบบที่ถูกต้องของระบบที่กำหนดค่าสอดส่อง ρ_1 มีค่า 0.851 และ ρ_2 มีค่า 0.802

(ข) ตัวอย่างภาพผลการทดสอบระบบที่ไม่ถูกต้องของระบบที่กำหนดค่าสอดส่อง ρ_1 มีค่า 0.851 และ ρ_2 มีค่า 0.802

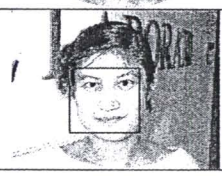
รูปที่ 4.13 ตัวอย่างภาพการทดสอบระบบของระบบที่กำหนดค่าสอดส่อง ρ_1 มีค่า 0.851 และ ρ_2 มีค่า 0.802

4.3.3 ทดสอบระบบที่ขนาดของใบหน้าในภาพขนาดต่าง ๆ โดยจะทำการทดสอบโครงข่าย ART เมื่อทำการทดสอบกับภาพเดี่ยวที่มีหน้าคนในภาพขนาดประมาณ 70%, 55% และ น้อยกว่า 50% ของขนาดภาพทั้งหมดแสดงตัวอย่างภาพที่ใช้ทำการทดสอบในรูปที่ 4.14 และแสดงผลการทดสอบระบบในตารางที่ 4.4

(ก) (ข) (ค)

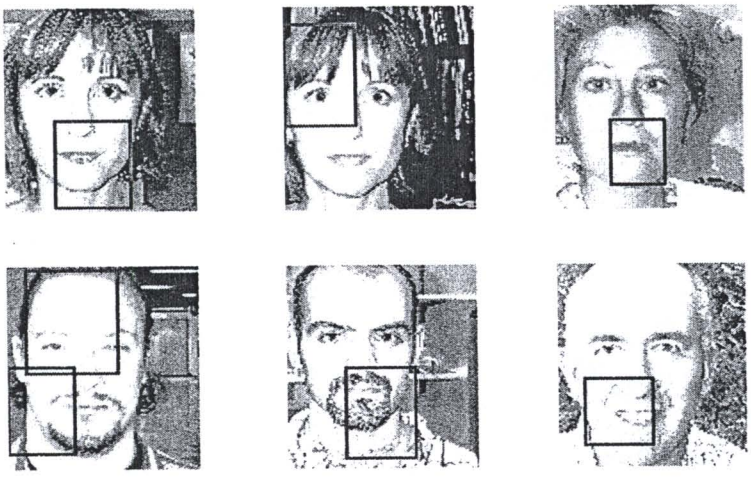
รูปที่ 4.14 ตัวอย่างภาพที่ขนาดหน้าคนในภาพต่าง ๆ (ก) หน้าคนขนาด 70% (ข) หน้าคนขนาด 55% (ค) หน้าคนขนาดน้อยกว่า 50%

ตารางที่ 4.4 ความถูกต้องในการคัดแยกหน้าคนเมื่อขนาดของใบหน้าในภาพเปลี่ยนแปลง

ภาพตัวอย่างในการทดสอบ	ขนาดของหน้าคนในภาพ (%)	ความถูกต้อง (%)	ภาพตัวอย่างผลการทดสอบ
	70	98.78	
	55	97.46	
	น้อยกว่า 50	88.72	

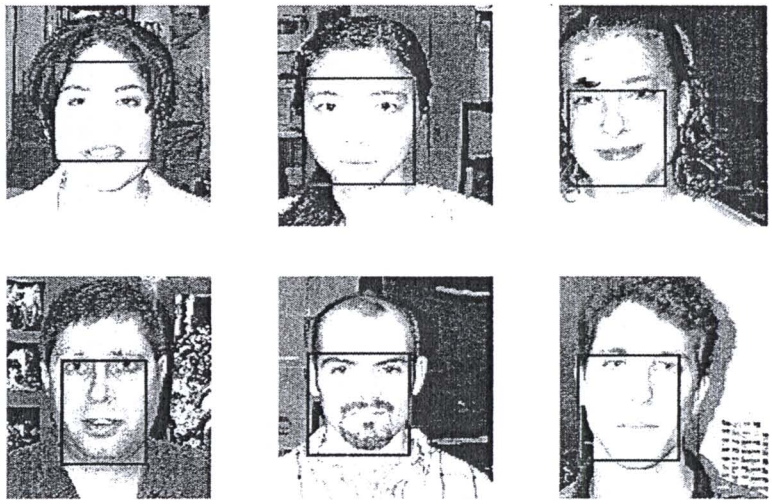
พบว่าระบบสามารถแยกภาพที่มีหน้าคนในภาพที่มีขนาด 70% ของขนาดภาพทั้งหมดได้ถูกต้องมากกว่า ภาพที่มีหน้าคนในภาพขนาดอื่น ๆ เนื่องจากภาพที่มีขนาดของใบหน้าใหญ่ จะทำให้เห็นลักษณะและรายเอียดของภาพได้ชัดเจน ทำให้ระบบสามารถจดจำลักษณะเฉพาะได้ดี การตรวจจับจึงทำได้ถูกต้องมากกว่าภาพใบหน้าคนขนาดเล็ก โดยเมื่อทำการทดลองต่อไปพบว่าภาพที่มีขนาดเล็กมาก ๆ ระบบจะมองว่าไม่ใช่หน้าคน เนื่องจากลักษณะเฉพาะของใบหน้าไม่เด่นชัดและมีขนาดของสีผิวมนุษย์น้อยมากเมื่อเทียบกับภาพใบหน้าขนาดใหญ่ โดยภาพตัวอย่างผลการทดสอบระบบ แสดงในรูปที่ 4.15

(ก) ตัวอย่างภาพผลการทดสอบระบบที่ถูกต้อง ของตัวอย่างภาพที่ขนาดใบหน้าคนในภาพมีขนาด 70% ของขนาดภาพทั้งหมด



(ข) ตัวอย่างภาพผลการทดสอบระบบที่ไม่ถูกต้อง ของตัวอย่างภาพที่ขนาดใบหน้าคนในภาพมีขนาด 70% ของขนาดภาพทั้งหมด

รูปที่ 4.15 ตัวอย่างภาพผลการทดสอบระบบ ของใบหน้าคนในภาพขนาดต่าง ๆ

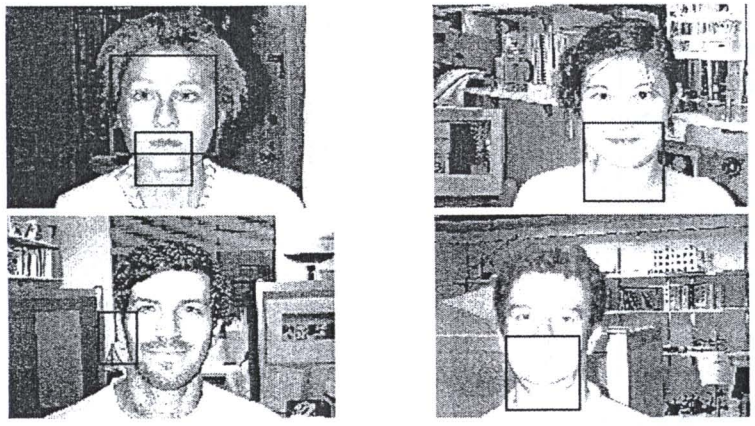


(ค) ตัวอย่างภาพผลการทดสอบระบบที่ถูกต้อง ของตัวอย่างภาพที่ขนาดใบหน้าคนในภาพ มีขนาด 55% ของขนาดภาพทั้งหมด

(ง) ตัวอย่างภาพผลการทดสอบระบบที่ไม่ถูกต้อง ของตัวอย่างภาพที่ขนาดใบหน้าคนในภาพ มีขนาด 55% ของขนาดภาพทั้งหมด

รูปที่ 4.15 ตัวอย่างภาพผลการทดสอบระบบ ของใบหน้าคนในภาพขนาดต่าง ๆ (ต่อ)

(จ) ตัวอย่างภาพผลการทดสอบระบบที่ถูกต้อง ของตัวอย่างภาพที่ขนาดใบหน้าคนในภาพ มีขนาดน้อยกว่า 50% ของขนาดภาพทั้งหมด

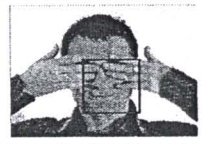


(ฉ) ตัวอย่างภาพผลการทดสอบระบบที่ไม่ถูกต้อง ของตัวอย่างภาพที่ขนาดใบหน้าคนในภาพ มีขนาดน้อยกว่า 50% ของขนาดภาพทั้งหมด

รูปที่ 4.15 ตัวอย่างภาพผลการทดสอบระบบ ของใบหน้าคนในภาพขนาดต่าง ๆ (ต่อ)

4.3.4 ทดสอบระบบที่หน้าในลักษณะต่าง ๆ การวางท่าของหน้าคนในภาพมีผลทำให้ระบบ ทำงานได้ต่างกัน กล่าวคือทำให้ความชัดเจนของหน้าในภาพจะต่างกัน โดยภาพหน้าตรงเป็นภาพที่มีความชัดเจนของลักษณะเฉพาะของหน้าที่ดีที่สุด และเมื่อหน้ามีสิ่งมาปิดบังหรือขวางกั้นส่วนใดส่วนหนึ่งบนใบหน้า ความชัดเจนของหน้านั้นจะน้อยลง เช่นใบหน้าเอียงอาจจะให้เห็นลักษณะของดวงตา และโครงหน้าไม่ชัดเจน หรือหน้าที่มีมือมาบังส่วนใดส่วนหนึ่งไว้ ทำให้ลักษณะเฉพาะของหน้าในส่วนนั้นหายไป ซึ่งจะได้ผลการทดสอบระบบกับภาพหน้าคนในลักษณะต่าง ๆ แสดงในตารางการทดสองที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ความถูกต้องในการคัดแยกหน้าคนในลักษณะต่าง ๆ

ภาพตัวอย่างในการทดสอบ	ลักษณะการวางท่าของหน้าในภาพ	ความถูกต้องในการคัดแยก (%)	ภาพตัวอย่างผลการทดสอบ
	หน้าตรง	97.66	
	หน้าเอียงซ้าย	95.48	
	หน้าเอียงขวา	93.51	
	ใส่แว่นดำ	83.41	
	ปิดปาก	77.78	
	ปิดตา	70.46	

จากการทดลองพบว่าในภาพหน้าคนที่นำมือปิดตานั้น มีเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องที่น้อยที่สุด ทั้งนี้เนื่องมาจากมีสิ่งขีดขวางมาปกปิดส่วนตาของใบหน้า เป็นผลให้ลักษณะในส่วนนั้นหายไป และมือที่ปิดบังส่วนของใบหน้านั้นยังเป็นสีผิวมนุษย์ ทำให้ขอบเขตในการค้นหากว้างมากขึ้น เป็นผลให้มีพื้นที่ความผิดพลาดในการค้นหามากขึ้นด้วย และในส่วนของหน้าที่ปิดปาก ก็เช่นเดียวกัน ส่วนภาพคนใส่แว่นตาดำนั้น ได้ถูกปิดบังใบหน้าเช่นเดียวกัน แต่ส่งผลต่อความถูกต้องของระบบน้อยกว่าการปิดบังด้วยมือ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสีของแว่นตานั้นไม่ได้มีสีเดียวกับสีผิวมนุษย์ และโดยเป็นการปิดบังในบริเวณที่ไม่กว้าง ส่วนภาพที่ให้ผลการทดสอบระบบมีเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องที่ดีที่สุดนั้น คือภาพหน้าตรง รองลงมาคือภาพหน้าเอียงซ้ายและหน้าเอียงขวา ทั้งนี้ก็เนื่องมาจากภาพหน้าตรงนั้นแสดงรายละเอียดของลักษณะเฉพาะชัดเจนที่สุด และเหมือนภาพตัวอย่างในการฝึกสอนมากที่สุด ส่วนภาพหน้าเอียงซ้าย และภาพหน้าเอียงขวา ให้เปอร์เซ็นต์ความถูกต้องที่ใกล้เคียงกัน เนื่องจากมีลักษณะใบหน้าที่ใกล้เคียงกัน แต่กลับด้านซ้าย ขวากัน

เท่านั้น แต่โดยภาพรวมนั้น ระบบสามารถคัดแยกความเป็นหน้าคนได้ถูกต้องอยู่ในเกณฑ์ที่ดี ไม่ว่ากับหน้าในลักษณะใด ๆ ก็ตาม โดยรูปที่ 4.16 แสดงผลการทดสอบระบบของหน้าคนในลักษณะต่าง ๆ

(ก) ภาพผลการทดสอบระบบที่ถูกต้อง ของตัวอย่างภาพหน้าตรง

(ข) ภาพผลการทดสอบระบบที่ไม่ถูกต้อง ของตัวอย่างภาพหน้าตรง

(ค) ภาพผลการทดสอบระบบที่ถูกต้อง ของตัวอย่างภาพหน้าเอียงซ้าย

(ง) ภาพผลการทดสอบระบบที่ไม่ถูกต้อง ของตัวอย่างภาพหน้าเอียงซ้าย

(จ) ภาพผลการทดสอบระบบที่ถูกต้อง ของตัวอย่างภาพหน้าเอียงขวา

รูปที่ 4.16 ตัวอย่างภาพผลการทดสอบระบบ ของภาพตัวอย่างหน้าในลักษณะต่าง ๆ

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

(ฉ) ภาพผลการทดสอบระบบที่ไม่ถูกต้อง ของตัวอย่างภาพหน้าเอียงขวา

(ช) ภาพผลการทดสอบระบบที่ถูกต้อง ของตัวอย่างภาพหน้าใส่แว่นดำ

(ซ) ภาพผลการทดสอบระบบที่ไม่ถูกต้อง ของตัวอย่างภาพหน้าใส่แว่นดำ

(ณ) ภาพผลการทดสอบระบบที่ถูกต้อง ของตัวอย่างภาพหน้าปิดปาก

(ญ) ภาพผลการทดสอบระบบที่ไม่ถูกต้อง ของตัวอย่างภาพหน้าปิดปาก

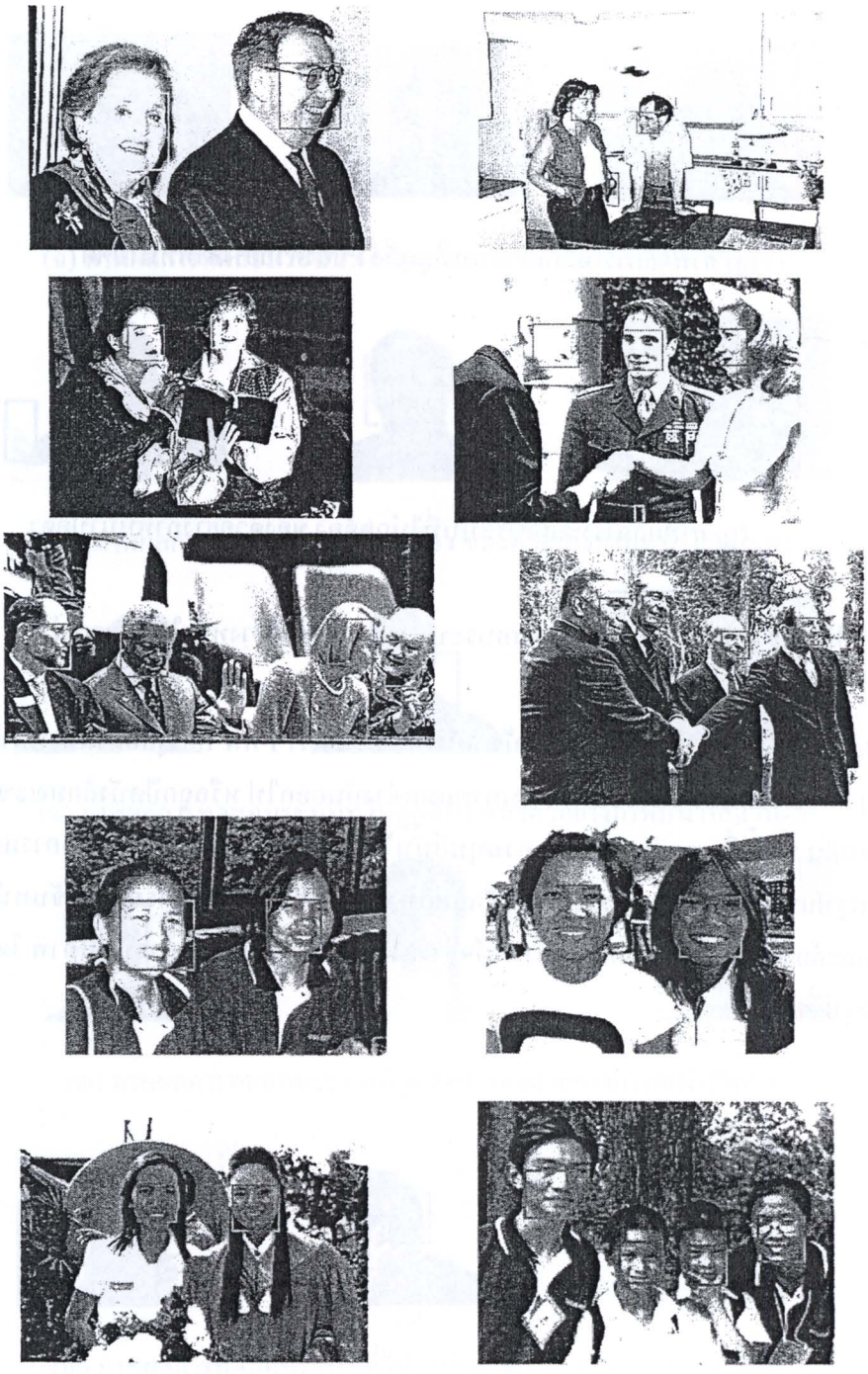
รูปที่ 4.16 ตัวอย่างภาพผลการทดสอบระบบ ของภาพตัวอย่างหน้าในลักษณะต่าง ๆ (ต่อ)

(ฎ) ภาพผลการทดสอบระบบที่ถูกต้อง ของตัวอย่างภาพหน้าปิดตา

(ฎ) ภาพผลการทดสอบระบบที่ไม่ถูกต้อง ของตัวอย่างภาพหน้าปิดตา

รูปที่ 4.16 ตัวอย่างภาพผลการทดสอบระบบ ของภาพตัวอย่างหน้าในลักษณะต่าง ๆ (ต่อ)

4.3.5 ทดสอบระบบกับภาพที่มีหน้าคนในภาพมากกว่า 1 คน โดยบุคคลในภาพนั้นอาจมีลักษณะการวางท่า ลักษณะใบหน้า ขนาดของหน้าในภาพแตกต่างกันออกไป หรือถูกปิดบังลักษณะของหน้าในบ้างส่วนได้เช่นกัน ทั้งนี้เนื่องจากธรรมชาติของมนุษย์นั้นไม่ได้มีลักษณะการวางท่า หรือการแสดงออกทางสีหน้าที่เป็นรูปแบบตายตัว ดังนั้นระบบการคัดแยกหน้าคนที่ดีจึงต้องสามารถตรวจจับหน้าคนได้ในทุกลักษณะ และต้องสามารถหาหน้าคนในภาพได้อย่างครบถ้วนตามจำนวนหน้าจริงในภาพ โดยแสดงผลการทดลองในรูปที่ 4.17



(ก) ภาพผลการทดสอบระบบที่ถูกต้อง ของตัวอย่างภาพหน้าคนมากกว่า 1 หน้าในภาพ

รูปที่ 4.17 ตัวอย่างภาพผลการทดสอบระบบของภาพที่มีจำนวนหน้าคนในภาพมากกว่า 1 หน้าในภาพ

(ข) ภาพผลการทดสอบระบบที่ไม่ถูกต้อง ของตัวอย่างภาพหน้าคนมากกว่า 1 หน้าในภาพ

รูปที่ 4.17 ตัวอย่างภาพผลการทดสอบระบบของภาพที่มีจำนวนหน้าคนในภาพมากกว่า 1 หน้าในภาพ (ต่อ)

จากผลการทดลองพบว่าระบบสามารถตรวจจับหน้าคนในภาพได้ถูกต้อง 97.84% และยังสามารถตรวจจับหน้าคนในภาพได้มากกว่า 1 หน้าในภาพ ไม่ว่าหน้าคนในภาพนั้นจะมีลักษณะใบหน้า หรือการวางท่าของคนในภาพที่แตกต่างกันออกไป หรือมีส่วนใดส่วนหนึ่งของใบหน้าที่ถูกปิดบังก็ตาม แต่ก็พบว่า *ระบบยังคงมีข้อผิดพลาดในการตรวจจับ กล่าวคือเกิดการตรวจจับไม่ครบถ้วน คือมีใบหน้าบางใบหน้าที่* ระบบไม่สามารถระบุความเป็นหน้าได้ และเกิดการตรวจจับเกิน คือทำการระบุความเป็นหน้าคนในส่วนที่ไม่มีหน้าคนปรากฏอยู่ ซึ่งความผิดพลาดนี้อาจเนื่องมาจากหน้าคนในภาพนั้นมีขนาดเล็กเกินกว่าจะแสดงลักษณะของหน้าอย่างชัดเจน หรือส่วนมือที่มีความเป็นสีผิวมนุษย์อาจมีค่าไอเกนเวกเตอร์ ซึ่งเป็นข้อมูลอินพุตของระบบที่ใกล้เคียงกับความเป็นหน้าคนในบางลักษณะก็เป็นได้

4.4 สรุป

จากผลการทดสอบระบบที่ปัจจัยต่าง ๆ พบว่าระบบมีเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องในการตรวจจับหน้าคนที่ดี ขึ้นอยู่กับปัจจัยดังต่อไปนี้

1. จำนวนภาพตัวอย่างและลักษณะของภาพตัวอย่างในการหาค่าไอเกนเวกเตอร์ ต้องมีจำนวนมากเพียงพอที่จะแสดงลักษณะเฉพาะของความเป็นหน้าคน และมีลักษณะหน้าคนที่มีแน่นอน ซึ่งจากการทดลองพบว่าที่จำนวนภาพตัวอย่างในการหาค่าไอเกนเวกเตอร์ที่เหมาะสม คือ 20 ภาพ ของภาพบุคคลคนเดียวกันในลักษณะการแสดงออกของสีหน้าต่าง ๆ กัน

2. ค่าพารามิเตอร์ของระบบ โดยพบว่าเมื่อเราทำการปรับค่าสอดส่อง ซึ่งเป็นค่าที่ใช้เป็นตัวกำหนดกลุ่มของค่าน้ำหนักประสาทของระบบโดยทำการสุ่มค่าด้วย GA ทำให้ได้ค่าสอดส่องของระบบที่เหมาะสม คือมี ρ_1 มีค่า 0.851 และ ρ_2 มีค่า 0.802

3. ขนาดของหน้าคนในภาพ โดยหน้าคนที่มีขนาดใหญ่จะให้เปอร์เซ็นต์ความถูกต้องในการตรวจจับหน้าคนมากที่สุด กล่าวคือยิ่งหน้าคนในภาพมีขนาดใหญ่มากเท่าใด ก็จะยิ่งทำให้รายละเอียดของลักษณะเฉพาะของหน้าคนเด่นชัดยิ่งขึ้นตามไปด้วย

4. สิ่งแวดล้อมและการวางท่าของบุคคลในภาพ พบว่าภาพที่สีพื้นหลังที่ไม่ซับซ้อนจะทำให้ระบบมีประสิทธิภาพในการตรวจจับหน้าคนมากกว่าภาพที่มีสีพื้นหลังที่ซับซ้อน และลักษณะการวางท่า เช่น มุมการหันของหน้า มือ แว่นตามีผลให้เปอร์เซ็นต์ความถูกต้องในการตรวจจับหน้าคนลดลง