

บทที่ 5

การทดลองและผลการทดลอง

งานวิจัยนี้เป็นการวิเคราะห์ความสามารถในการรู้จำโครงร่างภาพวัตถุของโครงข่ายประสาทเทียม จึงต้องทดลองออกแบบหาความเหมาะสมของโครงข่ายๆ เพื่อให้มีประสิทธิภาพในการทำงาน ที่ถูกต้อง รวดเร็ว และ มีความผิดพลาดน้อย ตัวแปรที่นำมาทำการวิเคราะห์หาความสามารถของโครงข่ายๆ ประกอบไปด้วย

- จำนวนชั้นซ่อนของโครงข่าย
 - จำนวนนิวรอนของแต่ละชั้นซ่อน
 - ฟังก์ชันการกระตุ้นที่เหมาะสมในแต่ละชั้นของโครงข่าย
- ค่าโมเมนตัม
- ขนาดของภาพอินพุต
- ความสามารถในการรู้จำโครงร่างภาพวัตถุ เมื่อเพิ่มสัญญาณรบกวน

5.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองโปรแกรม การรู้จำโครงร่างภาพวัตถุด้วยนิวรอลเน็ตเวิร์ค ประกอบด้วย

5.1.1 เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ (PC) ที่ใช้หน่วยประมวลผล Celeron 300MHz.

หน่วยความจำ 64 Mbyte และติดตั้งบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ 98

5.1.2 จอภาพสี

5.1.3 เมาส์ และ แผ่นรองเมาส์

5.1.4 โปรแกรม MatLab

5.1.5 โปรแกรม การรู้จำโครงร่างภาพวัตถุด้วยนิวรอลเน็ตเวิร์ค

5.2 ขั้นตอนการทดลองโปรแกรม

การทดลองโปรแกรมการรู้จำโครงร่างภาพวัตถุด้วยนิวรอลเน็ตเวิร์ค มีขั้นตอนการทดลอง ดังนี้

5.2.1 ขั้นตอนการเตรียมข้อมูล

งานวิจัยการรู้จำโครงร่างภาพวัตถุด้วยนิวรอลเน็ตเวิร์ค แบ่งชนิดของภาพอินพุตออกเป็น 3 กลุ่ม (คน สัตว์ และสิ่งของ) มีจำนวนภาพรวมกัน 70 ภาพ แต่ละภาพมีขนาด 100 x 100 Pixel ถูกกำหนดให้เป็น ขนาดของจำนวนอินพุตโครงข่าย จำนวน 10000 อินพุต และภาพทดสอบ Cameraman (Copyright Massachusetts Institute of Technology) เป็นภาพมาตรฐาน

กำหนดเมตริกซ์เอาต์พุตเป้าหมายให้เป็นเมตริกซ์แบบไบนารี ขนาด 3 x 1 เพื่อใช้อ้างความแตกต่างได้จำนวน 2^3 หรือ 8 ค่า ความสัมพันธ์ระหว่างภาพอินพุตตัวอย่าง กับ เมตริกซ์เอาต์พุตเป้าหมาย แสดงดังตาราง 5.1

ตาราง 5.1 ความสัมพันธ์ระหว่างภาพอินพุตตัวอย่างกับเมตริกซ์เป้าหมาย

INPUT		OUTPUT
Type of Images	Detail	Target Matrix
คน (MAN)	MAN (man1.tif - man10.tif)	1 1 1
สัตว์ (ANIMAL)	2LEGS (animal1.tif - animal10.tif)	0 0 1
	4LEGS (animal11.tif - animal20.tif)	0 1 0
	BUGs (animal21.tif - animal30.tif)	0 1 1
สิ่งของ (ARTICLE)	CHAIR (article1.tif - article10.tif)	1 0 0
	AIRCRAFT (article11.tif - article20.tif)	1 0 1
	VEHICLE (article21.tif - article30.tif)	1 1 0

5.2.2 ขั้นตอนการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับ

เมื่อได้ข้อมูลภาพแล้ว นำข้อมูลที่ต้องการเข้าสู่โครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับ โดยกำหนดเป็นข้อมูลอินพุตและข้อมูลเมตริกซ์เอาต์พุตเป้าหมาย โปรแกรมจะคำนวณหาชุดน้ำหนักที่เชื่อมต่อยกหว่างโหนด ของชั้นอินพุตกับโหนดของชั้นซ่อน และชุดน้ำหนักที่เชื่อมต่อยกหว่างโหนด ของชั้นซ่อนกับโหนดของชั้นเอาต์พุต

คำนวณเอาต์พุตแต่ละโหนด ของชั้นซ่อนและชั้นของเอาต์พุต เปรียบเทียบ ค่าเอาต์พุต ที่คำนวณได้ของชั้นเอาต์พุต กับค่าเอาต์พุตเป้าหมาย หาค่าผิดพลาด แล้วแพร่กลับค่าผิดพลาด

ย้อนกลับไปเพื่อปรับค่าน้ำหนักที่ชั้นซ่อน และชั้นเอาต์พุต โครงข่ายฯ จะทำการวนซ้ำจนกระทั่งค่าผิดพลาดน้อยกว่า หรือเท่ากับค่าผิดพลาดค่าสุดท้ายที่กำหนดไว้ เมื่อผ่านขั้นตอนการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับแล้ว จะได้ค่าน้ำหนักของชั้นซ่อนและค่าน้ำหนักของชั้นเอาต์พุต

5.2.3 ขั้นตอนการทดสอบโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับ

นำภาพมาทำเป็นข้อมูลอินพุต แล้วนำข้อมูลค่าน้ำหนักที่ได้จากขั้นตอนการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับ นำมาคำนวณให้เป็นน้ำหนักของชั้นซ่อน และ ชั้นเอาต์พุต โปรแกรมจะคำนวณหา เอาต์พุตเป้าหมายของภาพอินพุต ทั้งหมด

5.3 ลำดับขั้นตอนการทดลอง

5.3.1 ทำการทดลองเพื่อศึกษาโครงข่ายที่เหมาะสม ซึ่งตัวแปรที่นำมาศึกษา คือ จำนวนชั้นซ่อนของโครงข่าย, ฟังก์ชันการกระตุ้น และจำนวนนิวรอน ในแต่ละชั้นซ่อนของโครงข่าย

1) โครงข่ายจำนวน 1 ชั้นซ่อน

1.1) ศึกษาทดลองฟังก์ชันการกระตุ้นที่เหมาะสม

ก) สร้างแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับ มีจำนวน 1 ชั้นซ่อน มีการกำหนด ค่าตัวแปร ดังนี้

- กำหนดจำนวนนิวรอนของชั้นซ่อนที่ 1 ให้มีอยู่จำนวนเท่ากับ 10 (กำหนดเป็นจำนวนสมมติ)
- กำหนดจำนวนนิวรอนของชั้นเอาต์พุตให้มีอยู่จำนวนคงที่เท่ากับ 3 เนื่องจากต้องการให้เมตริกซ์ เอาต์พุตเป้าหมายแปรค่าได้ 8 สถานะ (2^3)
- กำหนดฟังก์ชันการกระตุ้นของชั้นซ่อนที่ 1 และชั้นเอาต์พุตสลับกัน เป็น 'Tansig, Logsig, Purelin' ตามลำดับ
- กำหนดค่าพารามิเตอร์ ของโครงข่ายฯ ดังนี้
 - Disp_freq. = 25
 - Max_epoch = 3000
 - Err_goal = 0.01
 - Lr = 0.01
 - Lr_inc = 1.05

- Lr_dec = 0.7
- Momentum = 0.1
- กำหนดรูปแบบการฝึกสอนแบบ ครั้งละภาพ
- กำหนดวิธีการฝึกสอนแบบ ครั้งแรก

ข) ป้อนภาพทดสอบมาตรฐาน Cameraman จำนวน 1 ภาพอินพุต เพื่อนำเป็นข้อมูลอินพุต ของการฝึกสอนโครงข่ายฯ บันทึกผลการทดลอง เวลาเรียนรู้, จำนวนรอบเรียนรู้, ค่าผิดพลาดรวม ตามตาราง 5.2

ค) ทดสอบความสามารถในการรู้จำโครงร่างภาพวัตถุ ของโครงข่ายฯ จำนวน 1 ภาพ บันทึกผลการทดลอง ค่าความสามารถ วิเคราะห์ถูก, วิเคราะห์ผิด และ วิเคราะห์ไม่ได้ ตามตาราง 5.2

ง) ป้อนภาพ คน ตั้ว และ สิ่งของ จำนวน 7 ภาพอินพุต เพื่อนำเป็นข้อมูลอินพุต ของการฝึกสอนโครงข่ายฯ ประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้

- man1.tif
- animall.tif, animal11.tif, animal21.tif
- article1.tif, article11.tif, article21.tif

บันทึกผลการทดลอง เวลาเรียนรู้, จำนวนรอบเรียนรู้, ค่าผิดพลาดรวม ตามตาราง 5.3

จ) ทดสอบความสามารถในการรู้จำโครงร่างภาพวัตถุ ของโครงข่ายฯ จำนวน 7 ภาพ บันทึกผลการทดลอง ค่าความสามารถ วิเคราะห์ถูก, วิเคราะห์ผิด และ วิเคราะห์ไม่ได้ ตามตาราง 5.3

1.2) ศึกษาทดลองจำนวนนิเวรอนของชั้นซ่อนที่เหมาะสม

ก) สร้างแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับ มีจำนวน 1 ชั้นซ่อน มีการกำหนด ค่าตัวแปร ดังนี้

- กำหนดจำนวนนิเวรอนของชั้นซ่อนที่ 1 ให้มีอยู่จำนวนเท่ากับ 20 (กำหนดจำนวนเริ่มต้นเป็นค่าสมมติ)
- กำหนดจำนวนนิเวรอนของชั้นเอาต์พุตให้มีอยู่จำนวนคงที่เท่ากับ 3 เนื่องจากต้องการให้แมตริกซ์ เอาต์พุตเป้าหมายแปรค่าได้ 8 สถานะ (2^3)

- กำหนดฟังก์ชันการกระตุ้นชั้นของโครงข่ายฯ ดังนี้
 - ชั้นซ่อนที่ 1 กำหนดเป็น 'Tansig' ชั้นเอาต์พุต กำหนดเป็น 'Purelin' ตามตาราง 5.4 และ 5.5
 - ชั้นซ่อนที่ 1 กำหนดเป็น 'Logsig' ชั้นเอาต์พุต กำหนดเป็น 'Purelin' ตามตาราง 5.6 และ 5.7
 - ชั้นซ่อนที่ 1 กำหนดเป็น 'Tansig' ชั้นเอาต์พุต กำหนดเป็น 'Logsig' ตามตาราง 5.8 และ 5.9

- กำหนดค่าพารามิเตอร์ ของโครงข่ายฯ ดังนี้

- Disp_freq. = 25
- Max_epoch = 300
- Err_goal = 0.01
- Lr = 0.01
- Lr_inc = 1.05
- Lr_dec = 0.7
- Momentum = 0.95

- กำหนดรูปแบบการฝึกสอนแบบ ครั้งละกลุ่ม

- กำหนดวิธีการฝึกสอนแบบ ครั้งแรก

ข) ป้อนภาพ คน สัตว์ และ สิ่งของ จำนวน 7 ภาพอินพุต เพื่อนำเป็นข้อมูลอินพุต ของการฝึกสอนโครงข่ายฯ ประกอบ ด้วยรายละเอียดดังนี้

- man1.tif
- animal1.tif , animal11.tif , animal21.tif
- article1.tif , article11.tif , article21.tif

บันทึกผลการทดลอง เวลาเรียนรู้, จำนวนรอบเรียนรู้, ค่าผิดพลาดตามตาราง 5.4, ตาราง 5.6 และ ตาราง 5.8

ค) ทดสอบความสามารถในการรู้จำโครงร่างภาพวัตถุ ของโครงข่ายฯ จำนวน 7 ภาพ บันทึกผลการทดลอง ค่าความสามารถ วิเคราะห์ถูก , วิเคราะห์ผิด และ วิเคราะห์ไม่ได้ ตามตาราง 5.4, ตาราง 5.6 และ ตาราง 5.8

ง) ป้อนภาพ คน สัตว์ และ สิ่งของ จำนวน 70 ภาพอินพุต เพื่อนำเป็นข้อมูลอินพุต ของการฝึกสอนโครงข่ายฯ บันทึกผลการทดลอง เวลาเรียนรู้, จำนวนรอบเรียนรู้, ค่าผิดพลาดตามตาราง 5.5, ตาราง 5.7 และ ตาราง 5.9

จ) ทดสอบความสามารถในการรู้จำโครงร่างภาพวัตถุ ของโครงข่ายฯ จำนวน 70 ภาพ บันทึกผลการทดลอง ค่าความสามารถ วิเคราะห์ถูก, วิเคราะห์ผิด และ วิเคราะห์ไม่ได้ ตามตาราง 5.5, ตาราง 5.7 และ ตาราง 5.9

ฉ) เปลี่ยนลดจำนวนนิวรอนของชั้นซ่อนที่ 1 จากที่กำหนดไว้ (จำนวน 20 นิวรอน) จนกว่าโครงข่ายฯ เริ่มวิเคราะห์ภาพอินพุตผิด หรือ วิเคราะห์ไม่ได้ เพื่อหาจำนวนนิวรอนที่น้อยที่สุด ที่เหมาะสมของโครงข่าย

ช) เปลี่ยนเพิ่มจำนวนนิวรอนของชั้นซ่อนที่ 1 จากที่กำหนดไว้ (จำนวน 20 นิวรอน) จนกว่าโครงข่ายฯ เริ่มวิเคราะห์ภาพอินพุตผิด หรือ วิเคราะห์ไม่ได้ เพื่อหาจำนวนนิวรอนที่มากที่สุด ที่เหมาะสมของโครงข่าย

2) โครงข่ายจำนวน 2 ชั้นซ่อน

2.1) ศึกษาทดลองฟังก์ชันการกระตุ้นที่เหมาะสม

ก) สร้างแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับ มีจำนวน 2 ชั้นซ่อน มีการกำหนด ค่าตัวแปร ดังนี้

- กำหนดจำนวนนิวรอนของชั้นซ่อนที่ 1 ให้มีอยู่จำนวนเท่ากับ 10 (กำหนดเป็นจำนวนสมมติ)
- กำหนดจำนวนนิวรอนของชั้นซ่อนที่ 2 ให้มีอยู่จำนวนเท่ากับ 10 (กำหนดเป็นจำนวนสมมติ)
- กำหนดจำนวนนิวรอนของชั้นเอาต์พุตให้มีจำนวนคงที่เท่ากับ 3 เนื่องจากต้องการให้เมตริกซ์ เอาต์พุตเป้าหมายแปรค่าได้ 8 สถานะ (2^3)
- กำหนดฟังก์ชันการกระตุ้นของชั้นซ่อนที่ 1 , ชั้นซ่อนที่ 2 และชั้นเอาต์พุต สลับกันเป็น 'Tansig , Logsig และ Purelin'
- กำหนดค่าพารามิเตอร์ ของโครงข่ายฯ ดังนี้
 - Disp_freq. = 25
 - Max_epoch = 3000
 - Err_goal = 0.01
 - Lr = 0.01
 - Lr_inc = 1.05
 - Lr_dec = 0.7

- Momentum = 0.1

- กำหนดรูปแบบการฝึกสอนแบบ ครั้งละภาพ
- กำหนดวิธีการฝึกสอนแบบ ครั้งแรก

ข) ป้อนภาพมาตรฐาน Cameraman จำนวน 1 ภาพอินพุต เพื่อนำเป็นข้อมูลอินพุต ของการฝึกสอนโครงข่ายฯ บันทึกผลการทดลอง เวลาเรียนรู้, จำนวนรอบเรียนรู้, ค่าผิดพลาดรวม ตามตาราง 5.10

ค) ทดสอบความสามารถในการรู้จำโครงร่างภาพวัตถุ ของโครงข่ายฯ จำนวน 1 ภาพ บันทึกผลการทดลอง ค่าความสามารถ วิเคราะห์ถูก, วิเคราะห์ผิด และ วิเคราะห์ไม่ได้ ตามตาราง 5.10

ง) ป้อนภาพ คน สัตว์ และ สิ่งของ จำนวน 7 ภาพอินพุต เพื่อนำเป็นข้อมูลอินพุต ของการฝึกสอนโครงข่ายฯ ประกอบ ด้วยรายละเอียดดังนี้

- man1.tif
- animal1.tif, animal11.tif, animal21.tif
- article1.tif, article11.tif, article21.tif

บันทึกผลการทดลอง เวลาเรียนรู้, จำนวนรอบเรียนรู้, ค่าผิดพลาดรวม ตามตาราง 5.11

จ) ทดสอบความสามารถในการรู้จำโครงร่างภาพวัตถุ ของโครงข่ายฯ จำนวน 7 ภาพ บันทึกผลการทดลอง ค่าความสามารถ วิเคราะห์ถูก , วิเคราะห์ผิด และ วิเคราะห์ไม่ได้ ตามตาราง 5.11

2.2) ศึกษาทดลองจำนวนนิเวศของชั้นซ่อนที่เหมาะสม

ก) สร้างแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับ มีจำนวน 2 ชั้นซ่อน มีการกำหนด ค่าตัวแปร ดังนี้

- กำหนดจำนวนนิเวศของชั้นซ่อนที่ 1 ให้มีอยู่จำนวนเท่ากับ 25 (กำหนดจำนวนเริ่มต้นเป็นค่าสมมติ)
- กำหนดจำนวนนิเวศของชั้นซ่อนที่ 2 ให้มีอยู่จำนวนเท่ากับ 20 (กำหนดจำนวนเริ่มต้นเป็นค่าสมมติ)
- กำหนดจำนวนนิเวศของชั้นเอาต์พุตให้มีอยู่จำนวนคงที่เท่ากับ 3 เนื่องจากต้องการให้เมตริกซ์ เอาต์พุตเป้าหมายแปรค่าได้ 8 สถานะ (2³)

- กำหนดฟังก์ชันการกระตุ้นของชั้นซ่อนที่ 1 , ชั้นซ่อนที่ 2 และชั้นเอาต์พุต เป็น 'Tansig , Logsig และ Purelin' ตามลำดับ

- กำหนดค่าพารามิเตอร์ ของโครงข่ายฯ ดังนี้

- Disp_freq. = 25
- Max_epoch = 300
- Err_goal = 0.01
- Lr = 0.01
- Lr_inc = 1.05
- Lr_dec = 0.7
- Momentum = 0.95

- กำหนดรูปแบบการฝึกสอนแบบ ครั้งละกลุ่ม

- กำหนดวิธีการฝึกสอนแบบ ครั้งแรก

ข) ป้อนภาพ คน สัตว์ และ สิ่งของ จำนวน 7 ภาพอินพุต เพื่อนำเป็นข้อมูลอินพุต ของการฝึกสอนโครงข่ายฯ ประกอบ ด้วยรายละเอียดดังนี้

- man1.tif
- animal1.tif , animal11.tif , animal21.tif
- article1.tif , article11.tif , article21.tif

บันทึกผลการทดลอง เวลาเรียนรู้ , จำนวนรอบเรียนรู้ , ค่าผิดพลาดรวม ตามตาราง 5.12 และ ตาราง 5.14

ค) ทดสอบความสามารถในการรู้จำโครงร่างภาพวัตถุ ของโครงข่ายฯ จำนวน 7 ภาพ บันทึกผลการทดลอง ค่าความสามารถ วิเคราะห์ถูก , วิเคราะห์ผิด และ วิเคราะห์ไม่ได้ ตามตาราง 5.12 และ ตาราง 5.14

ง) ป้อนภาพ คน สัตว์ และ สิ่งของ จำนวน 70 ภาพอินพุต เพื่อนำเป็นข้อมูลอินพุต ของการฝึกสอนโครงข่ายฯ บันทึกผลการทดลอง เวลาเรียนรู้ , จำนวนรอบเรียนรู้ , ค่าผิดพลาดตามตาราง 5.13 และ ตาราง 5.15

จ) ทดสอบความสามารถในการรู้จำโครงร่างภาพวัตถุ ของโครงข่ายฯ จำนวน 70 ภาพ บันทึกผลการทดลอง ค่าความสามารถ วิเคราะห์ถูก , วิเคราะห์ผิด และ วิเคราะห์ไม่ได้ ตามตาราง 5.13 และ ตาราง 5.14

ฉ) เปลี่ยน ลด และ เพิ่ม จำนวนนิวรอนของชั้นซ่อนที่ 1 จากที่กำหนดไว้ (จำนวน 25 นิวรอน) จนกว่าโครงข่ายฯ เริ่มวิเคราะห์ภาพอินพุตผิด หรือ วิเคราะห์ไม่ได้

เพื่อหาจำนวนนิวรอนที่ น้อย และ มากที่สุด ของนิวรอนชั้นซ่อนที่ 1 ที่เหมาะสมของโครงข่าย

ข) เปลี่ยน ลด และ เพิ่ม จำนวนนิวรอนของชั้นซ่อนที่ 2 จากที่กำหนดไว้ (จำนวน 20 นิวรอน) จนกว่าโครงข่ายฯ เริ่มวิเคราะห์ภาพอินพุตผิด หรือ วิเคราะห์ไม่ได้ เพื่อหาจำนวนนิวรอนที่ น้อย และ มากที่สุด ของนิวรอนชั้นซ่อนที่ 2 ที่เหมาะสมของโครงข่าย

3) ศึกษาทดลองคุณสมบัติการเปลี่ยนแปลงค่าโมเมนตัม

ศึกษาคุณสมบัติการเปลี่ยนแปลงค่าโมเมนตัม ซึ่งมีผลต่อความสามารถในการปรับระดับค่าผิดพลาดของโครงข่ายฯ

ก) สร้างแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับ มีจำนวน 1 ชั้นซ่อน มีการกำหนด ค่าตัวแปรดังนี้

• ชั้นซ่อนที่ 1

- กำหนดจำนวนนิวรอน จำนวนคงที่เท่ากับ 5
- ฟังก์ชันการกระตุ้นเป็นชนิดคงที่ เท่ากับ Tansig

• ชั้นเอาต์พุต

- กำหนดจำนวนนิวรอน เป็นจำนวนคงที่เท่ากับ 3
- ฟังก์ชันการกระตุ้นเป็นชนิดคงที่ เท่ากับ Purelin

• กำหนดค่าพารามิเตอร์ ของโครงข่ายฯ ดังนี้

- Disp_freq. = 25
- Max_epoch = 3000
- Err_goal = 0.01
- Lr = 0.01
- Lr_inc = 1.05
- Lr_dec = 0.7
- Momentum = เปลี่ยนแปลงตามตารางการทดลองที่ 5.16

• กำหนดรูปแบบการฝึกสอนแบบ ครั้งละกลุ่ม

• กำหนดวิธีการฝึกสอนแบบ ครั้งแรก

ข) ป้อนภาพ คน สัตว์ และ สิ่งของ จำนวน 7 ภาพอินพุต เพื่อนำเป็นข้อมูลอินพุตการฝึกสอนของโครงข่ายฯ ประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้

- man1.tif
- animal1.tif, animal11.tif, animal21.tif

- article1.tif , article11.tif , article21.tif

บันทึกผลการทดลอง เวลาเรียนรู้ , จำนวนรอบเรียนรู้ , ค่าผิดพลาดรวม
ตามตาราง 5.16

ค) ทดสอบความสามารถในการรู้จำโครงร่างภาพวัตถุ ของโครงข่ายจำนวน
7 ภาพ บันทึกผลการทดลอง ค่าความสามารถ วิเคราะห์ถูก , วิเคราะห์ผิด และ วิเคราะห์ไม่ได้ ตาม
ตาราง 5.16

4) ศึกษาทดลองคุณสมบัติการเปลี่ยนแปลงขนาดของอินพุต

ศึกษาคุณสมบัติการเปลี่ยนแปลงขนาดของอินพุต ซึ่งมีผลต่อเวลาในการปรับ
ระดับค่าผิดพลาดของโครงข่าย

ก) สร้างแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับ มีจำนวน 1 ชั้น
ซ่อน มีการกำหนด ค่าตัวแปรดังนี้

- ชั้นซ่อนที่ 1

- กำหนดจำนวนนิวรอน จำนวนคงที่เท่ากับ 5
- ฟังก์ชันการกระตุ้นเป็นชนิดคงที่ เท่ากับ Tansig

- ชั้นเอาต์พุต

- กำหนดจำนวนนิวรอน เป็นจำนวนคงที่เท่ากับ 3
- ฟังก์ชันการกระตุ้นเป็นชนิดคงที่ เท่ากับ Purelin

- กำหนดค่าพารามิเตอร์ ของโครงข่ายฯ ดังนี้

- Disp_freq. = 25
- Max_epoch = 300
- Err_goal = 0.01
- Lr = 0.01
- Lr_inc = 1.05
- Lr_dec = 0.7
- Momentum = 0.95

- กำหนดรูปแบบการฝึกสอนแบบ ครั้งละกลุ่ม

- กำหนดวิธีการฝึกสอนแบบ ครั้งแรก

ข) ป้อนภาพ คน สัตว์ และ สิ่งของ จำนวน 7 ภาพอินพุต เพื่อนำเป็นข้อมูลอิน
พุตการฝึกสอนของโครงข่ายฯ ประกอบ ด้วยรายละเอียดดังนี้

- man1.tif
- animall.tif , animal11.tif , animal21.tif
- article1.tif , article11.tif , article21.tif

บันทึกผลการทดลอง เวลาเรียนรู้ , จำนวนรอบเรียนรู้ , ค่าผิดพลาดรวม
ตามตาราง 5.17

ค) ทดสอบความสามารถในการรู้จำโครงร่างภาพวัตถุ ของโครงข่ายจำนวน
7 ภาพ บันทึกผลการทดลอง ค่าความสามารถ วิเคราะห์ถูก , วิเคราะห์ผิด และ วิเคราะห์ไม่ได้ ตาม
ตาราง 5.17

5) ศึกษาทดลองความสามารถในการรู้จำโครงร่างภาพวัตถุ

เมื่อเพิ่มสัญญาณรบกวนภาพ

ศึกษาความสามารถในการรู้จำโครงร่างภาพวัตถุของโครงข่าย จำนวน 1 ชั้น
ซ่อน เมื่อเพิ่มร้อยละของ สัญญาณรบกวนภาพ

ก) ทดสอบแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับ มีจำนวน 1 ชั้น
ซ่อน มีคุณสมบัติของโครงข่าย ดังการทดลอง 1.2

- ชั้นซ่อนที่ 1
 - จำนวนนิวรอน เปลี่ยนจำนวนคงที่เท่ากับ 10
 - ฟังก์ชันการกระตุ้นเปลี่ยนชนิด เท่ากับ Tansig , Logsig
- ชั้นเอาต์พุต
 - จำนวนนิวรอน เป็นจำนวนคงที่เท่ากับ 3
 - ฟังก์ชันการกระตุ้นเปลี่ยนชนิด เท่ากับ Purelin , Logsig

ข) ป้อนภาพอินพุต man1.tif เพื่อนำเป็นข้อมูลอินพุตการทดสอบของโครง
ข่าย

ค) เพิ่มร้อยละของสัญญาณรบกวนภาพ ทดสอบความสามารถในการรู้จำโครง
ร่างภาพวัตถุ บันทึกผลการทดลองตามตาราง 5.18

- 6) ศึกษาทดลองเปรียบเทียบความสามารถในการรู้จำของโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับ โดยใช้อักษรไทย เป็นข้อมูลอินพุต

นำภาพอักษรภาษาไทยที่มีรูปแบบตัวอักษรไทย 6 รูปแบบ คือ อังศานิวไทย คอว์เดียนิวไทย คิลเลนเนียพิซี ยูโครเซียพิซี และ โอริสพิซี โดยทดสอบในแต่ละรูปแบบจำนวน 6 ขนาด ได้แก่ 10 12 14 16 18 และ 20 พอยต์

ก) ขนาดของตัวอักษร เมื่อกำหนดขนาดของตัวอักษรทั้ง หก ขนาด กำหนดขนาดอินพุตแพทเทอรันเมตริกซ์เท่ากับ 50 แถว 50 สดมภ์ ทดสอบความสามารถในการรู้จำตัวอักษรไทย ของโครงข่ายฯ บันทึกค่าความสามารถ วิเคราะห์ถูก , วิเคราะห์ผิด และ วิเคราะห์ไม่ได้ ตามตาราง 5.19 ถึง 5.24 ตามลำดับ

ข) ขนาดของอินพุตแพทเทอรัน เมื่อกำหนดอินพุตแพทเทอรันเมตริกซ์ขนาด 10 แถว 10 สดมภ์ 20 แถว 20 สดมภ์ 30 แถว 30 สดมภ์ 40 แถว 40 สดมภ์ และ 50 แถว 50 สดมภ์ ทดสอบความสามารถในการรู้จำตัวอักษรไทย ของโครงข่ายฯ บันทึกค่าความสามารถ วิเคราะห์ถูก วิเคราะห์ผิด และ วิเคราะห์ไม่ได้ ตามตาราง 5. 25 ถึง 5.28 ตามลำดับ

การบันทึกค่าข้อมูลหลังจากผ่านขั้นตอนการฝึกสอนโครงข่ายแล้ว จะได้ชุดค่าน้ำหนักของชั้นซ่อน และชั้นเอาต์พุต แล้วทำการทดสอบโครงข่ายฯ เพื่อบันทึกความสามารถของโครงข่ายฯ โดย เรียกค่าน้ำหนักของชั้นซ่อน และน้ำหนักของชั้นเอาต์พุตจากเพิ่มข้อมูล นำไปคำนวณค่าชั้นน้ำหนักของชั้นซ่อน และ ชั้นเอาต์พุต เพื่อนำไปเป็นค่าตอบของผลการทดสอบ คือ

1) TARGET MONITOR

เป็นการแสดงค่าเอาต์พุตเมตริกซ์ ที่ได้จากการคำนวณค่าน้ำหนักในชั้นซ่อน และชั้นเอาต์พุต โดย เปรียบเทียบกับค่าของเอาต์พุตเป้าหมาย มีรายละเอียดดังนี้

$Y1$ = เอาต์พุตของนิวรอนตัวที่ หนึ่ง ในชั้นเอาต์พุต

$Y2$ = เอาต์พุตของนิวรอนตัวที่ สอง ในชั้นเอาต์พุต

$Y3$ = เอาต์พุตของนิวรอนตัวที่ สาม ในชั้นเอาต์พุต

2) RECOGNITION

ผลการเปรียบเทียบค่าเอาต์พุตเมตริกซ์ของโครงข่ายฯ กับเอาต์พุตเป้าหมายได้คำตอบ แสดงค่า วิเคราะห์ถูก, วิเคราะห์ผิด และวิเคราะห์ไม่ได้ ของโครงข่ายฯ ที่มีต่อภาพข้อมูลที่ป้อนเข้ามาทางอินพุต แล้วทำการบันทึกค่าลงใน ตารางบันทึกผลการทดลอง

5.4 ผลการทดลอง

5.4.1 ผลการทดลองหาโครงข่ายที่เหมาะสม

1) โครงข่ายจำนวน 1 ชั้นซ่อน

1.1 ศึกษาฟังก์ชันการกระตุ้นที่เหมาะสม

ตาราง 5.2 ผลการทดลอง คุณสมบัติของโครงข่ายจำนวน 1 ชั้นซ่อน
เมื่อฟังก์ชันการกระตุ้นเปลี่ยนแปลง

ชื่อ ภาพ ตัวอย่าง	โหนดนิวรอน		เวลาเรียนรู้ (h:m:s)	จำนวนรอบ (รอบ)	ค่าผิดพลาด (Err Goal)	วิเคราะห์ถูก		วิเคราะห์ผิด		วิเคราะห์ไม่ได้	
	ชั้นซ่อนที่ 1 [10]	ชั้นเอาต์พุต [3]				ภาพ	ร้อยละ	ภาพ	ร้อยละ	ภาพ	ร้อยละ
C A M E R A M A N	Tansig	Tansig	0:0:45.59	85	0.0098	1	100	--	--	--	--
		Logsig	0:0:32.52	69	0.0099	1	100	--	--	--	--
		Purelin	0:0:12.28	45	0.0097	1	100	--	--	--	--
	Logsig	Tansig	0:0:21.56	89	0.0093	1	100	--	--	--	--
		Logsig	0:0:18.85	74	0.0094	1	100	--	--	--	--
		Purelin	0:0:18.65	32	0.0095	1	100	--	--	--	--
	Purelin	Tansig	0:0:09.45	54	0.0084	1	100	--	--	--	--
		Logsig	0:0:08.61	26	0.0099	1	100	--	--	--	--
		Purelin	0:0:09.56	19	0.0098	1	100	--	--	--	--

ตาราง 5.3 ผลการทดลอง ความสามารถในการรู้จำโครงร่างภาพวัตถุ
จำนวน 7 ภาพเป้าหมาย เมื่อฟังก์ชันการกระตุ้นเปลี่ยนแปลง

จำนวน ภาพ ตัวอย่าง	โหนดนิวรอน		เวลาเรียนรู้ (h:m:s)	จำนวนรอบ (รอบ)	ค่าผิดพลาด (Err Goal)	วิเคราะห์ถูก		วิเคราะห์ผิด		วิเคราะห์ไม่ได้	
	ชั้นซ่อนที่ 1 [10]	ชั้นเอาต์พุต [3]				ภาพ	ร้อยละ	ภาพ	ร้อยละ	ภาพ	ร้อยละ
7	Tansig	Tansig	0:1:07.17	442	0.0096	5	71.429	2	28.571	--	--
		Logsig	0:0:32.62	201	0.0098	7	100	--	--	--	--
		Purelin	0:0:17.76	99	0.0097	7	100	--	--	--	--
	Logsig	Tansig	0:0:53.94	351	0.0096	3	42.857	4	57.143	--	--
		Logsig	0:0:49.43	322	0.0093	7	100	--	--	--	--
		Purelin	0:0:16.95	94	0.0084	6	85.714	1	14.286	--	--
	Purelin	Tansig	0:5:14.66	2179	0.0088	4	57.143	3	42.857	--	--
		Logsig	0:0:17.95	99	0.0004	4	57.143	2	28.571	1	14.286
		Purelin	0:0:20.31	121	0.0016	2	28.571	4	57.143	1	14.286

1.2 ศึกษาจำนวนนิเวศของชั้นซ้อนที่เหมาะสม

ตาราง 5.4 ผลการทดลอง คุณสมบัติของโครงข่ายจำนวน 1 ชั้นซ้อน
เมื่อจำนวนนิเวศของชั้นซ้อน เปลี่ยนแปลง

จำนวน ภาพ ตัวอย่าง	โหนดนิเวศ		เวลาเรียนรู้ (h:m:s)	จำนวนรอบ (รอบ)	ค่าผิดพลาด (Err Goal)	วิเคราะห์ถูก		วิเคราะห์ผิด		วิเคราะห์ไม่ได้	
	ชั้นซ้อนที่ 1 [Tansig]	ชั้นเอาต์พุต [Purelin]				ภาพ	ร้อยละ	ภาพ	ร้อยละ	ภาพ	ร้อยละ
7	3	3	0:9:02.07	4507	0.0099	7	100	--	--	--	--
	4	3	0:2:11.76	927	0.0099	7	100	--	--	--	--
	5	3	0:4:28.09	1803	0.0097	7	100	--	--	--	--
	6	3	0:0:08.13	47	0.0098	7	100	--	--	--	--
	7	3	0:1:54.69	613	0.0098	7	100	--	--	--	--
	8	3	0:5:11.38	1524	0.0099	7	100	--	--	--	--
	10	3	0:1:14.03	301	0.0095	7	100	--	--	--	--
	20	3	0:0:12.36	25	0.0091	7	100	--	--	--	--
	30	3	0:0:24.78	39	0.0092	7	100	--	--	--	--
	50	3	0:0:30.16	24	0.0072	7	100	--	--	--	--
	80	3	0:0:52.68	22	0.0091	7	100	--	--	--	--

ตาราง 5.5 ผลการทดลอง ความสามารถในการรู้จำโครงร่างภาพวัตถุ

จำนวน 70 ภาพเป้าหมายเมื่อจำนวนนิเวศของชั้นซ้อน เปลี่ยนแปลง

จำนวน ภาพ ตัวอย่าง	โหนดนิเวศ		เวลาเรียนรู้ (h:m:s)	จำนวนรอบ (รอบ)	ค่าผิดพลาด (Err Goal)	วิเคราะห์ถูก		วิเคราะห์ผิด		วิเคราะห์ไม่ได้	
	ชั้นซ้อนที่ 1 [Tansig]	ชั้นเอาต์พุต [Purelin]				ภาพ	ร้อยละ	ภาพ	ร้อยละ	ภาพ	ร้อยละ
70	3	3	0:23:54.49	11882	0.0099	70	100	--	--	--	--
	4	3	0:12:32.51	5300	0.0096	70	100	--	--	--	--
	5	3	0:15:04.42	6104	0.0097	65	92.858	5	7.142	--	--
	6	3	0:07:51.06	2838	0.0099	67	95.714	3	4.286	--	--
	7	3	0:11:52.79	3801	0.0076	69	98.571	1	1.429	--	--
	8	3	0:13:02.98	3811	0.0083	69	98.571	1	1.429	--	--
	10	3	0:07:33.46	1837	0.0098	62	88.572	8	11.428	--	--
	20	3	0:02:18.09	306	0.0082	62	88.572	8	11.428	--	--
	30	3	0:04:22.39	409	0.0099	65	92.858	5	7.142	--	--
	50	3	0:04:13.02	200	0.0083	60	85.714	9	12.857	1	1.429
	80	3	0:08:15.43	214	0.0067	58	82.857	8	11.428	4	5.714

ตาราง 5.6 ผลการทดลอง คุณสมบัติของโครงข่ายจำนวน 1 ชั้นซ่อน
เมื่อจำนวนนิวรอนของชั้นซ่อน เปลี่ยนแปลง

จำนวน ภาพ ตัวอย่าง	โหนดนิวรอน		เวลาเรียนรู้ (h:m:s)	จำนวนรอบ (รอบ)	ค่าผิดพลาด (Err Goal)	วิเคราะห์ถูก		วิเคราะห์ผิด		วิเคราะห์ไม่ได้	
	ชั้นซ่อนที่ 1 [Logsig]	ชั้นเอาต์พุต [Purelin]				ภาพ	ร้อยละ	ภาพ	ร้อยละ	ภาพ	ร้อยละ
7	5	3	0:05:57.00	2413	0.0099	7	100	—	—	—	—
	6	3	0:15:04.35	5417	0.0099	7	100	—	—	—	—
	7	3	0:07:47.08	2490	0.0099	7	100	—	—	—	—
	8	3	0:03:06.74	907	0.0099	7	100	—	—	—	—
	10	3	0:06:11.53	1507	0.0099	7	100	—	—	—	—
	20	3	0:02:18.03	310	0.0089	7	100	—	—	—	—
	23	3	0:02:32.08	301	0.0091	7	100	—	—	—	—
	24	3	0:02:45.15	314	0.0099	7	100	—	—	—	—
	25	3	0:02:54.00	316	0.0098	7	100	—	—	—	—
	30	3	0:03:19.87	308	0.0087	7	100	—	—	—	—
	40	3	0:05:57.62	307	0.0089	7	100	—	—	—	—
	50	3	0:02:01.44	85	0.0098	7	100	—	—	—	—

ตาราง 5.7 ผลการทดลอง ความสามารถในการรู้จำโครงร่างภาพวัตถุ
จำนวน 70 ภาพเป้าหมาย เมื่อจำนวนนิวรอนของชั้นซ่อนเปลี่ยนแปลง

จำนวน ภาพ ตัวอย่าง	โหนดนิวรอน		เวลาเรียนรู้ (h:m:s)	จำนวนรอบ (รอบ)	ค่าผิดพลาด (Err Goal)	วิเคราะห์ถูก		วิเคราะห์ผิด		วิเคราะห์ไม่ได้	
	ชั้นซ่อนที่ 1 [Logsig]	ชั้นเอาต์พุต [Purelin]				ภาพ	ร้อยละ	ภาพ	ร้อยละ	ภาพ	ร้อยละ
70	5	3	0:37:37.19	15210	0.0099	59	84.286	11	15.714	—	—
	6	3	0:40:56.71	14686	0.0097	67	95.714	2	2.857	1	1.429
	7	3	0:32:33.67	10419	0.0098	70	100	—	—	—	—
	8	3	0:17:18.56	5070	0.0099	70	100	—	—	—	—
	10	3	0:16:47.72	4070	0.0099	70	100	—	—	—	—
	20	3	0:18:57.51	2585	0.0099	70	100	—	—	—	—
	23	3	0:13:23.22	1599	0.0095	70	100	—	—	—	—
	24	3	0:13:35.85	1548	0.0098	64	91.429	6	8.571	—	—
	25	3	0:21:21.65	2373	0.0096	64	91.429	5	7.142	1	1.429
	30	3	0:27:39.10	2614	0.0098	64	91.429	6	8.571	—	—
	40	3	0:12:17.59	636	0.0083	64	91.429	6	8.571	—	—
	50	3	0:07:19.25	304	0.0094	62	88.572	8	11.428	—	—

ตาราง 5.8 ผลการทดลอง คุณสมบัติของโครงข่ายจำนวน 1 ชั้นซ่อน
เมื่อจำนวนนิวรอนของชั้นซ่อน เปลี่ยนแปลง

จำนวน ภาพ ตัวอย่าง	โหนดนิวรอน		เวลาเรียนรู้ (h:m:s)	จำนวนรอบ (รอบ)	ค่าผิดพลาด (Err Goal)	วิเคราะห์ถูก		วิเคราะห์ผิด		วิเคราะห์ไม่ได้	
	ชั้นซ่อนที่ 1 [Tansig]	ชั้นเอาต์พุต [Logsigs]				ภาพ	ร้อยละ	ภาพ	ร้อยละ	ภาพ	ร้อยละ
7	5	3	4:56:27.52	119411	0.0099	7	100	—	—	—	—
	10	3	2:16:41.51	33636	0.0099	7	100	—	—	—	—
	20	3	0:13:03.96	1808	0.0099	7	100	—	—	—	—
	40	3	0:10:30.60	616	0.0099	7	100	—	—	—	—
	50	3	0:06:26.73	315	0.0098	7	100	—	—	—	—
	60	3	0:08:17.24	337	0.0099	7	100	—	—	—	—
	80	3	0:10:14.23	318	0.0097	7	100	—	—	—	—
	95	3	0:01:02.23	16	0.0073	7	100	—	—	—	—
	96	3	0:13:48.00	308	0.0099	7	100	—	—	—	—
	98	3	0:13:23.56	316	0.0099	7	100	—	—	—	—
	100	3	0:01:09.16	22	0.0099	7	100	—	—	—	—

ตาราง 5.9 ผลการทดลอง ความสามารถในการรู้จำโครงร่างภาพวัตถุ
จำนวน 70 ภาพเป้าหมาย เมื่อจำนวนนิวรอนของชั้นซ่อนเปลี่ยนแปลง

จำนวน ภาพ ตัวอย่าง	โหนดนิวรอน		เวลาเรียนรู้ (h:m:s)	จำนวนรอบ (รอบ)	ค่าผิดพลาด (Err Goal)	วิเคราะห์ถูก		วิเคราะห์ผิด		วิเคราะห์ไม่ได้	
	ชั้นซ่อนที่ 1 [Tansig]	ชั้นเอาต์พุต [Logsigs]				ภาพ	ร้อยละ	ภาพ	ร้อยละ	ภาพ	ร้อยละ
70	5	3	16:18:25.22	245148	0.0099	67	95.714	2	2.857	1	1.429
	10	3	6:16:15.32	92329	0.0099	70	100	—	—	—	—
	20	3	1:33:02.01	12835	0.0099	70	100	—	—	—	—
	40	3	1:29:34.09	5241	0.0099	70	100	—	—	—	—
	50	3	0:58:39.18	2841	0.0099	70	100	—	—	—	—
	60	3	1:22:36.68	3376	0.0099	70	100	—	—	—	—
	80	3	1:24:23.82	2583	0.0099	70	100	—	—	—	—
	95	3	1:36:32.56	2369	0.0099	70	100	—	—	—	—
	96	3	1:41:00.62	2289	0.0099	70	100	—	—	—	—
	98	3	1:41:03.41	2088	0.0097	69	98.571	1	1.429	—	—
	100	3	1:38:21.86	2369	0.0098	69	98.571	1	1.429	—	—

2) โครงข่ายจำนวน 2 ชั้นซ่อน

2.1 ศึกษาฟังก์ชันการกระตุ้นที่เหมาะสม

ตาราง 5.10 ผลการทดลอง คุณสมบัติของโครงข่ายจำนวน 2 ชั้นซ่อน
เมื่อฟังก์ชันการกระตุ้นเปลี่ยนแปลง

ชื่อ ภาพ ตัวอย่าง	โหนดในชั้น			เวลาเรียนรู้ (h:m:s)	จำนวนรอบ (รอบ)	ค่าผิดพลาด (Err Goal)	วิเคราะห์ถูก		วิเคราะห์ผิด		วิเคราะห์ไม่ได้	
	ชั้นซ่อนที่ 1 [10]	ชั้นซ่อนที่ 2 [10]	ชั้นเอาต์พุต [3]				ภาพ	ร้อยละ	ภาพ	ร้อยละ	ภาพ	ร้อยละ
C A M E R A M A N . T I F	Tansig	Tansig	Tansig	0:00:11.04	80	0.0097	1	100	—	—	—	—
			Logsig	0:00:08.45	63	0.0096	1	100	—	—	—	—
			Purelin	0:00:12.53	12	0.0095	1	100	—	—	—	—
		Logsig	Tansig	0:00:10.22	27	0.0093	1	100	—	—	—	—
			Logsig	0:00:09.45	76	0.0088	1	100	—	—	—	—
			Purelin	0:00:12.45	89	0.0099	1	100	—	—	—	—
		Purelin	Tansig	0:00:08.33	63	0.0094	1	100	—	—	—	—
			Logsig	0:00:09.46	49	0.0092	1	100	—	—	—	—
			Purelin	0:00:08.56	59	0.0095	1	100	—	—	—	—
	Logsig	Tansig	Tansig	0:00:11.20	96	0.0093	1	100	—	—	—	—
			Logsig	0:00:14.63	48	0.0098	1	100	—	—	—	—
			Purelin	0:00:07.23	52	0.0088	1	100	—	—	—	—
		Logsig	Tansig	0:00:11.44	63	0.0097	1	100	—	—	—	—
			Logsig	0:00:18.98	88	0.0096	1	100	—	—	—	—
			Purelin	0:00:11.42	52	0.0085	1	100	—	—	—	—
		Purelin	Tansig	0:00:07.36	68	0.0092	1	100	—	—	—	—
			Logsig	0:00:13.55	35	0.0093	1	100	—	—	—	—
			Purelin	0:00:09.63	23	0.0096	1	100	—	—	—	—
	Purelin	Tansig	Tansig	0:00:08.84	87	0.0099	1	100	—	—	—	—
			Logsig	0:00:05.15	23	0.0093	1	100	—	—	—	—
			Purelin	0:00:09.66	45	0.0084	1	100	—	—	—	—
		Logsig	Tansig	0:00:10.12	36	0.0099	1	100	—	—	—	—
			Logsig	0:00:49.16	108	0.0097	1	100	—	—	—	—
			Purelin	0:00:06.21	41	0.0089	1	100	—	—	—	—
		Purelin	Tansig	0:00:09.98	23	0.0099	1	100	—	—	—	—
			Logsig	0:00:01.38	75	0.0097	1	100	—	—	—	—
			Purelin	0:00:07.27	63	0.0089	1	100	—	—	—	—

ตาราง 5.11 ผลการทดลอง ความสามารถในการรู้จำโครงร่างภาพวัตถุ
จำนวน 7 ภาพเป้าหมาย เมื่อฟังก์ชันการกระตุ้นเปลี่ยนแปลง

จำนวน ภาพ ตัวอย่าง	โหนดนิรอน			เวลาเรียนรู้ (h:m:s)	จำนวนรอบ (รอบ)	ค่าผิดพลาด (Err Goal)	วิเคราะห์ถูก		วิเคราะห์ผิด		วิเคราะห์ไม่ได้	
	ชั้นซ่อนที่ 1	ชั้นซ่อนที่ 2	ชั้นเอาต์พุต				ภาพ	ร้อยละ	ภาพ	ร้อยละ	ภาพ	ร้อยละ
7	Tansig	Tansig	Tansig	0:01:15.63	487	0.0099	6	85.714	1	14.286	—	—
			Logsig	0:00:58.16	368	0.0099	7	100	—	—	—	—
			Purelin	0:00:13.74	67	0.0030	6	85.714	1	14.286	—	—
		Logsig	Tansig	0:02:59.44	1186	0.0099	4	57.143	3	42.857	—	—
			Logsig	0:04:01.67	1610	0.0099	6	85.714	1	14.286	—	—
			Purelin	0:00:39.38	241	0.0080	4	57.143	3	42.857	—	—
		Purelin	Tansig	0:00:31.36	191	0.0099	6	85.714	1	14.286	—	—
			Logsig	0:00:53.22	336	0.0098	7	100	—	—	—	—
			Purelin	0:00:29.21	176	0.0074	7	100	—	—	—	—
	Logsig	Tansig	Tansig	0:00:51.92	326	0.0098	3	42.857	4	57.143	—	—
			Logsig	0:01:18.53	506	0.0097	7	100	—	—	—	—
			Purelin	0:00:11.69	50	0.0088	6	85.714	1	14.286	—	—
		Logsig	Tansig	0:00:57.21	362	0.0098	3	42.857	3	42.857	1	14.286
			Logsig	0:01:41.02	661	0.0097	7	100	—	—	—	—
			Purelin	0:00:21.59	121	0.0093	4	57.143	3	42.857	—	—
		Purelin	Tansig	0:00:41.13	252	0.0094	1	14.286	6	85.714	—	—
			Logsig	0:01:13.81	477	0.0099	3	42.857	4	57.143	—	—
			Purelin	0:00:11.83	53	0.0077	5	71.429	2	28.571	—	—
	Purelin	Tansig	Tansig	0:01:19.35	516	0.0096	5	71.429	2	28.571	—	—
			Logsig	0:00:21.26	118	0.0014	6	85.714	1	14.286	—	—
			Purelin	0:00:22.42	128	0.0041	5	71.429	2	28.571	—	—
		Logsig	Tansig	0:00:47.93	300	0.0096	4	57.143	3	42.857	—	—
			Logsig	0:01:18.83	509	0.0097	5	71.429	2	28.571	—	—
			Purelin	0:00:08.86	32	0.0074	5	71.429	2	28.571	—	—
		Purelin	Tansig	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			Logsig	0:00:09.85	40	0.0047	4	57.143	3	42.857	—	—
			Purelin	0:00:28.29	169	0.0019	2	28.571	3	42.857	—	—

2.2 ศึกษาจำนวนนิวรอนของชั้นซ่อนที่เหมาะสม

ตาราง 5.12 ผลการทดลอง คุณสมบัติของโครงข่ายฯ จำนวน 2 ชั้นซ่อน
เมื่อจำนวนนิวรอน ของชั้นซ่อนที่ 1 เปลี่ยนแปลง

จำนวน ภาพ ตัวอย่าง	โหนดนิรอน			เวลาเรียนรู้ (h:m:s)	จำนวนรอบ (รอบ)	ค่าผิดพลาด (Err Goal)	วิเคราะห์ถูก		วิเคราะห์ผิด		วิเคราะห์ไม่ได้	
	ชั้นซ่อนที่ 1 [Tansig]	ชั้นซ่อนที่ 2 [Logsig]	ชั้นเอาต์พุต [Purelin]				ภาพ	ร้อยละ	ภาพ	ร้อยละ	ภาพ	ร้อยละ
7	5	20	3	0:34:43.56	12311	0.0099	7	100	-	-	-	-
	8	20	3	1:04:54.96	18330	0.0099	7	100	-	-	-	-
	9	20	3	0:26:48.06	6921	0.0099	7	100	-	-	-	-
	10	20	3	0:02:54.50	631	0.0099	7	100	-	-	-	-
	20	20	3	0:02:24.12	316	0.0085	7	100	-	-	-	-
	30	20	3	0:03:21.25	305	0.0091	7	100	-	-	-	-
	40	20	3	0:10:13.36	605	0.0099	7	100	-	-	-	-
	50	20	3	0:07:02.59	337	0.0099	7	100	-	-	-	-
	60	20	3	0:08:06.98	327	0.0090	7	100	-	-	-	-
	70	20	3	0:19:23.27	616	0.0098	7	100	-	-	-	-
	80	20	3	0:01:45.29	51	0.0097	7	100	-	-	-	-
	90	20	3	0:13:58.71	352	0.0099	7	100	-	-	-	-
	95	20	3	0:13:38.55	304	0.0064	7	100	-	-	-	-
	96	20	3	0:13:19.17	304	0.0088	7	100	-	-	-	-
	97	20	3	0:13:22.02	301	0.0090	7	100	-	-	-	-
	98	20	3	0:14:54.30	331	0.0093	7	100	-	-	-	-
	100	20	3	0:14:13.60	310	0.0084	7	100	-	-	-	-

ตาราง 5.13 ผลการทดลอง ความสามารถในการรู้จำโครงร่างภาพวัตถุ
จำนวน 70 ภาพเป้าหมาย เมื่อจำนวนนิวรอน ของชั้นซ่อนที่ 1
เปลี่ยนแปลง

จำนวน ภาพ ตัวอย่าง	โหนดนิรอน			เวลาเรียนรู้ (h:m:s)	จำนวนรอบ (รอบ)	ค่าผิดพลาด (Err Goal)	วิเคราะห์ถูก		วิเคราะห์ผิด		วิเคราะห์ไม่ได้	
	ชั้นซ่อนที่ 1 [Tansig]	ชั้นซ่อนที่ 2 [Logsig]	ชั้นเอาต์พุต [Purelin]				ภาพ	ร้อยละ	ภาพ	ร้อยละ	ภาพ	ร้อยละ
70	5	20	3	1:40:28.85	37122	0.0099	45	64.286	25	35.714	—	—
	8	20	3	1:31:14.75	25810	0.0095	69	98.571	1	1.429	—	—
	9	20	3	0:38:58.38	10060	0.0095	67	95.714	1	1.429	2	2.857
	10	20	3	0:16:19.05	3438	0.0086	70	100	—	—	—	—
	20	20	3	0:05:22.29	694	0.0091	70	100	—	—	—	—
	30	20	3	0:09:47.98	892	0.0096	70	100	—	—	—	—
	40	20	3	0:14:30.92	854	0.0094	70	100	—	—	—	—
	50	20	3	0:13:25.59	637	0.0098	70	100	—	—	—	—
	60	20	3	0:14:31.30	582	0.0065	70	100	—	—	—	—
	70	20	3	0:48:24.94	1513	0.0099	70	100	—	—	—	—
	80	20	3	0:14:05.90	376	0.0091	70	100	—	—	—	—
	90	20	3	0:32:18.49	823	0.0098	70	100	—	—	—	—
	95	20	3	1:11:08.75	1440	0.0061	70	100	—	—	—	—
	96	20	3	0:33:57.43	569	0.0099	66	94.285	3	4.286	1	1.429
	97	20	3	0:36:46.62	538	0.0087	68	97.143	2	2.857	—	—
	98	20	3	1:14:33.52	1256	0.0095	69	98.571	1	1.429	—	—
	100	20	3	0:45:28.53	655	0.0086	69	98.571	1	1.429	—	—

ตาราง 5.14 ผลการทดลอง คุณสมบัติของโครงข่ายฯ จำนวน 2 ชั้นซ่อน
เมื่อจำนวนนิวรอน ของชั้นซ่อนที่ 2 เปลี่ยนแปลง

จำนวน ภาพ ตัวอย่าง	โหนดนิวรอน			เวลาเรียนรู้ (h:m:s)	จำนวนรอบ (รอบ)	ค่าผิดพลาด (Err Goal)	วิเคราะห์ถูก		วิเคราะห์ผิด		วิเคราะห์ไม่ได้	
	ชั้นซ่อนที่ 1 [Tansig]	ชั้นซ่อนที่ 2 [Logsig]	ชั้นเอาต์พุต [Purelin]				ภาพ	ร้อยละ	ภาพ	ร้อยละ	ภาพ	ร้อยละ
7	25	5	3	2:19:31.28	15304	0.0099	7	100	—	—	—	—
	25	6	3	1:31:36.80	10208	0.0099	7	100	—	—	—	—
	25	7	3	0:22:09.34	2436	0.0099	7	100	—	—	—	—
	25	8	3	0:19:28.53	2134	0.0099	7	100	—	—	—	—
	25	10	3	0:22:02.22	2425	0.0098	7	100	—	—	—	—
	25	15	3	0:03:11.68	355	0.0099	7	100	—	—	—	—
	25	20	3	0:03:35.63	354	0.0096	7	100	—	—	—	—
	25	30	3	0:08:26.59	916	0.0099	7	100	—	—	—	—
	25	32	3	0:08:34.10	922	0.0099	7	100	—	—	—	—
	25	33	3	0:05:34.22	623	0.0097	7	100	—	—	—	—
	25	35	3	0:02:47.46	311	0.0068	7	100	—	—	—	—
	25	40	3	0:00:15.33	24	0.0087	7	100	—	—	—	—
	25	50	3	0:06:23.00	642	0.0099	7	100	—	—	—	—

ตาราง 5.15 ผลการทดลอง ความสามารถในการรู้จำโครงร่างภาพวัตถุ

จำนวน 70 ภาพเป้าหมาย เมื่อจำนวนนิรอน ของชั้นซ่อนที่ 2
เปลี่ยนแปลง

จำนวน ภาพ	โหนดนิรอน			เวลาเรียนรู้ (h:m:s)	จำนวนรอบ (รอบ)	ค่าผิดพลาด (Err Goal)	วิเคราะห์ถูก		วิเคราะห์ผิด		วิเคราะห์ไม่ได้	
	ชั้นซ่อนที่ 1 ตัวอย่าง [Tansig]	ชั้นซ่อนที่ 2 [Logsig]	ชั้นเอาต์พุต [Purelin]				ภาพ	ร้อยละ	ภาพ	ร้อยละ	ภาพ	ร้อยละ
70	25	5	3	3:08:42.55	20648	0.0093	69	98.571	1	1.429	—	—
	25	6	3	2:05:54.80	14011	0.0099	69	98.571	1	1.429	—	—
	25	7	3	0:47:53.60	5264	0.0099	70	100	—	—	—	—
	25	8	3	0:42:19.35	4658	0.0099	70	100	—	—	—	—
	25	10	3	0:40:41.67	4495	0.0098	70	100	—	—	—	—
	25	15	3	0:15:31.63	1737	0.0098	70	100	—	—	—	—
	25	20	3	0:08:49.86	863	0.0099	70	100	—	—	—	—
	25	30	3	0:21:29.55	2354	0.0098	70	100	—	—	—	—
	25	32	3	0:29:17.44	3181	0.0099	70	100	—	—	—	—
	25	33	3	0:20:54.83	2304	0.0097	700	100	—	—	—	—
	25	35	3	0:08:11.35	903	0.0091	69	98.571	1	1.429	—	—
	25	40	3	0:02:08.92	198	0.0085	68	97.142	1	1.429	1	1.429
	25	50	3	0:26:32.44	2617	0.0097	68	97.142	2	2.858	—	—

5.4.2 ผลการทดลองคุณสมบัติการเปลี่ยนแปลงค่าโมเมนตัม

ตาราง 5.16 ผลการทดลอง คุณสมบัติการเปลี่ยนแปลงค่าโมเมนตัม

โหนดนิวรอน		โมเมนตัม	เวลาเรียนรู้ (h.ms)	จำนวนรอบ (รอบ)	ค่าผิดพลาด (Err Goal)	วิเคราะห์ถูก		วิเคราะห์ผิด		วิเคราะห์ไม่ได้	
ชั้นซ่อนที่ 1	ชั้นเอาต์พุต					ภาพ	ร้อยละ	ภาพ	ร้อยละ	ภาพ	ร้อยละ
5 [Tansig]	3 [Purelin]	0.1	0:43:03.87	17409	0.0099	7	100	—	—	—	—
		0.2	0:53:47.02	21909	0.0099	7	100	—	—	—	—
		0.3	0:27:17.93	11108	0.0099	7	100	—	—	—	—
		0.4	0:16:13.54	6606	0.0095	7	100	—	—	—	—
		0.5	0:36:55.45	15007	0.0099	7	100	—	—	—	—
		0.6	0:36:17.27	14732	0.0099	7	100	—	—	—	—
		0.7	0:29:47.22	12041	0.0099	7	100	—	—	—	—
		0.8	0:25:12.12	10201	0.0084	7	100	—	—	—	—
		0.85	0:07:29.06	3020	0.0099	7	100	—	—	—	—
		0.9	0:02:17.81	929	0.0099	7	100	—	—	—	—
		0.95	0:01:30.13	611	0.0099	7	100	—	—	—	—

5.4.3 ผลการทดลองคุณสมบัติการเปลี่ยนแปลงขนาดของอินพุต

ตาราง 5.17 ผลการทดลอง คุณสมบัติการเปลี่ยนแปลงขนาดของอินพุต

โหนดนิวรอน		ขนาดของ อินพุต	เวลาเรียนรู้ (h.ms)	จำนวนรอบ (รอบ)	ค่าผิดพลาด (Err Goal)	วิเคราะห์ถูก		วิเคราะห์ผิด		วิเคราะห์ไม่ได้	
ชั้นซ่อนที่ 1	ชั้นเอาต์พุต					ภาพ	ร้อยละ	ภาพ	ร้อยละ	ภาพ	ร้อยละ
5 [Tansig]	3 [Purelin]	30 x 30	0:00:24.66	925	0.0098	7	100	—	—	—	—
		40 x 40	0:00:22.57	621	0.0098	7	100	—	—	—	—
		50 x 50	0:00:43.45	902	0.0099	7	100	—	—	—	—
		60 x 60	0:02:13.25	2115	0.0099	7	100	—	—	—	—
		70 x 70	0:02:03.36	1537	0.0099	7	100	—	—	—	—
		80 x 80	0:01:03.83	641	0.0099	7	100	—	—	—	—
		90 x 90	0:01:17.12	623	0.0098	7	100	—	—	—	—
		100 x 100	0:02:16.00	920	0.0096	7	100	—	—	—	—

5.4.4 ผลการทดลองความสามารถในการรู้จำโครงร่างภาพวัตถุ

ตาราง 5.18 ผลการทดลอง ความสามารถในการรู้จำโครงร่างภาพวัตถุ

จำนวน 2 ชั้นซ่อน เมื่อเพิ่มร้อยละของสัญญาณรบกวนภาพ

ชื่อภาพ ตัวอย่าง	โหนดนิวรอน		ร้อยละของ สัญญาณ รบกวน	ความสามารถในการรู้จำโครงร่างภาพวัตถุ			
	ชั้นซ่อนที่ 1	ชั้นเอาต์พุต		เมตริกซ์เอาต์พุต			เมตริกซ์เป้าหมาย [1 1 1]
				Y1	Y2	Y3	
Man1.tif Y1=0.585 Y2=1.252 Y3=1.255	10 [Tansig]	3 [Purelin]	0.1	1.384	-0.177	-0.582	1 0 0
			0.2	1.641	-0.321	-0.351	1 0 0
			0.3	1.466	-0.268	-0.372	1 0 0
			0.5	1.466	-0.014	-0.312	1 0 0
			1.0	0.984	0.341	-0.360	1 0 0
			5.0	-0.532	0.916	0.784	0 1 1
			8.0	0.018	1.279	1.027	0 1 1
			10	0.977	0.056	0.354	1 0 0
			15	0.883	0.462	0.488	1 0 0
Man1.tif Y1=0.718 Y2=1.172 Y3=1.457	10 [Logsig]	3 [Purelin]	0.1	0.809	0.490	0.437	1 0 0
			0.2	0.959	0.362	0.308	1 0 0
			0.3	0.754	0.462	0.666	1 0 1
			0.5	0.771	0.937	0.542	1 1 1
			1.0	0.314	0.809	0.359	0 1 0
			5.0	0.635	-0.301	1.420	1 0 1
			8.0	-0.377	0.590	0.543	0 1 1
			10	0.962	0.543	0.525	1 1 1
			15	0.148	0.548	0.667	0 1 1
Man1.tif Y1=0.974 Y2=0.985 Y3=0.995	10 [Tansig]	3 [Logsig]	0.1	0.925	0.315	0.188	1 0 0
			0.2	0.899	0.529	0.240	1 1 0
			0.3	0.956	0.216	0.388	1 0 0
			0.5	0.915	0.291	0.313	1 0 0
			1.0	0.732	0.917	0.177	1 1 0
			5.0	0.018	0.688	0.606	0 1 1
			8.0	0.003	0.755	0.625	0 1 1
			10	0.588	0.812	0.869	1 1 1
			15	0.012	0.973	0.957	0 1 1

ตาราง 5.19 ผลการทดลอง อินพุตแพทเทิร์นเมตริกซ์ขนาด 50 แถว 50 สดมภ์
ขนาดตัวอักษร 10 พอยต์

ลำดับที่	ชื่อแบบอักษร ขนาด 10 พอยต์	จำนวน ตัวอักษร	วิเคราะห์ถูก		วิเคราะห์ผิด		วิเคราะห์ไม่ได้	
			ตัวอักษร	ร้อยละ	ตัวอักษร	ร้อยละ	ตัวอักษร	ร้อยละ
1	อังสนานิ่วไทย	89	69	77.528	12	13.483	8	8.989
2	คอร์เดียนิ่วไทย	89	71	79.775	4	4.494	14	15.730
3	คิลเลนเนียยูทิจิ	89	71	79.775	2	2.247	16	17.978
4	ยูโครเซียยูทิจิ	89	72	80.899	4	4.494	13	14.606
5	ฟรีเซียยูทิจิ	89	81	91.011	3	3.371	5	5.618
6	ไอริสยูทิจิ	89	75	84.270	1	1.124	13	14.606
รวมทั้งหมด		534	439	82.210	26	4.869	69	12.921

ตาราง 5.20 ผลการทดลอง อินพุตแพทเทิร์นเมตริกซ์ขนาด 50 แถว 50 สดมภ์
ขนาดตัวอักษร 12 พอยต์

ลำดับที่	ชื่อแบบอักษร ขนาด 12 พอยต์	จำนวน ตัวอักษร	วิเคราะห์ถูก		วิเคราะห์ผิด		วิเคราะห์ไม่ได้	
			ตัวอักษร	ร้อยละ	ตัวอักษร	ร้อยละ	ตัวอักษร	ร้อยละ
1	อังสนานิ่วไทย	89	71	79.775	3	3.370	15	16.854
2	คอร์เดียนิ่วไทย	89	78	87.640	1	1.124	10	11.236
3	คิลเลนเนียยูทิจิ	89	77	86.517	2	2.247	10	11.236
4	ยูโครเซียยูทิจิ	89	78	87.640	1	1.124	10	11.236
5	ฟรีเซียยูทิจิ	89	82	92.134	0	0.000	7	7.865
6	ไอริสยูทิจิ	89	75	84.270	1	1.124	13	14.606
รวมทั้งหมด		534	461	86.329	8	1.498	65	12.172

ตาราง 5.21 ผลการทดลอง อินพุตแพทเทอรันเมตริกซ์ขนาด 50 แถว 50 สดมภ์
ขนาดตัวอักษร 14 พอยต์

ลำดับที่	ชื่อแบบอักษร ขนาด 14 พอยต์	จำนวน ตัวอักษร	วิเคราะห์ถูก		วิเคราะห์ผิด		วิเคราะห์ไม่ได้	
			ตัวอักษร	ร้อยละ	ตัวอักษร	ร้อยละ	ตัวอักษร	ร้อยละ
1	อังสนานิ่วไทย	89	85	95.506	0	0.000	4	4.494
2	คอร์เดียนิ่วไทย	89	87	97.753	1	1.124	1	1.124
3	คิลเลนเนียยูพีซี	89	89	100	0	0.000	0	0.000
4	ยูโครเซียยูพีซี	89	89	100	0	0.000	0	0.000
5	ฟรีเซียยูพีซี	89	89	100	0	0.000	0	0.000
6	ไอริสยูพีซี	89	89	100	0	0.000	0	0.000
รวมทั้งหมด		534	528	98.876	1	0.187	5	0.936

ตาราง 5.22 ผลการทดลอง อินพุตแพทเทอรันเมตริกซ์ขนาด 50 แถว 50 สดมภ์
ขนาดตัวอักษร 16 พอยต์

ลำดับที่	ชื่อแบบอักษร ขนาด 16 พอยต์	จำนวน ตัวอักษร	วิเคราะห์ถูก		วิเคราะห์ผิด		วิเคราะห์ไม่ได้	
			ตัวอักษร	ร้อยละ	ตัวอักษร	ร้อยละ	ตัวอักษร	ร้อยละ
1	อังสนานิ่วไทย	89	87	97.753	1	1.124	1	1.124
2	คอร์เดียนิ่วไทย	89	87	97.753	2	2.247	0	0.000
3	คิลเลนเนียยูพีซี	89	89	100	0	0.000	0	0.000
4	ยูโครเซียยูพีซี	89	89	100	0	0.000	0	0.000
5	ฟรีเซียยูพีซี	89	89	100	0	0.000	0	0.000
6	ไอริสยูพีซี	89	89	100	0	0.000	0	0.000
รวมทั้งหมด		534	530	99.250	3	0.562	1	0.187

ตาราง 5.23 ผลการทดลอง อินพุตแพทเทิร์นเมตริกซ์ขนาด 50 แถว 50 สดมภ์
ขนาดตัวอักษร 18 พอยต์

ลำดับที่	ชื่อแบบอักษร ขนาด 18 พอยต์	จำนวน ตัวอักษร	วิเคราะห์ถูก		วิเคราะห์ผิด		วิเคราะห์ไม่ได้	
			ตัวอักษร	ร้อยละ	ตัวอักษร	ร้อยละ	ตัวอักษร	ร้อยละ
1	อังสนานิ่วไทย	89	88	98.876	0	0.000	1	1.124
2	คอร์เดียนิ่วไทย	89	89	100	0	0.000	0	0.000
3	คิลเลนเนียยูทีซี	89	89	100	0	0.000	0	0.000
4	ยูโครเซียยูทีซี	89	89	100	0	0.000	0	0.000
5	ฟรีเซียยูทีซี	89	89	100	0	0.000	0	0.000
6	ไอริสยูทีซี	89	89	100	0	0.000	0	0.000
รวมทั้งหมด		534	533	99.813	0	0.000	1	1.124

ตาราง 5.24 ผลการทดลอง อินพุตแพทเทิร์นเมตริกซ์ขนาด 50 แถว 50 สดมภ์
ขนาดตัวอักษร 20 พอยต์

ลำดับที่	ชื่อแบบอักษร ขนาด 20 พอยต์	จำนวน ตัวอักษร	วิเคราะห์ถูก		วิเคราะห์ผิด		วิเคราะห์ไม่ได้	
			ตัวอักษร	ร้อยละ	ตัวอักษร	ร้อยละ	ตัวอักษร	ร้อยละ
1	อังสนานิ่วไทย	89	89	100	0	0.000	0	0.000
2	คอร์เดียนิ่วไทย	89	89	100	0	0.000	0	0.000
3	คิลเลนเนียยูทีซี	89	88	98.876	1	1.124	0	0.000
4	ยูโครเซียยูทีซี	89	88	98.876	1	1.124	0	0.000
5	ฟรีเซียยูทีซี	89	89	100	0	0.000	0	0.000
6	ไอริสยูทีซี	89	89	100	0	0.000	0	0.000
รวมทั้งหมด		534	532	99.626	2	0.375	0	0.000

ตาราง 5.25 ผลการทดลอง อินพุตแพทเทิร์นเมตริกซ์ขนาด 40 แถว 40 สดมภ์
ขนาดตัวอักษร 20 พอยต์

ลำดับที่	ชื่อแบบอักษร	จำนวน ตัวอักษร	วิเคราะห์ถูก		วิเคราะห์ผิด		วิเคราะห์ไม่ได้	
			ตัวอักษร	ร้อยละ	ตัวอักษร	ร้อยละ	ตัวอักษร	ร้อยละ
1	อังสนานิ่วไทย	89	89	100	0	0.000	0	0.000
2	คอร์เดียนิ่วไทย	89	89	100	0	0.000	0	0.000
3	คิลเลนเนียยูทีซี	89	88	98.876	0	0.000	1	1.124
4	ยูโครเซียยูทีซี	89	89	100	0	0.000	0	0.000
5	ฟรีเซียยูทีซี	89	89	100	0	0.000	0	0.000
6	ไอริสยูทีซี	89	89	100	0	0.000	0	0.000
รวมทั้งหมด		534	533	99.813	0	0.000	1	0.187

ตาราง 5.26 ผลการทดลอง อินพุตแพทเทิร์นเมตริกซ์ขนาด 30 แถว 30 สดมภ์
ขนาดตัวอักษร 20 พอยต์

ลำดับที่	ชื่อแบบอักษร	จำนวน ตัวอักษร	วิเคราะห์ถูก		วิเคราะห์ผิด		วิเคราะห์ไม่ได้	
			ตัวอักษร	ร้อยละ	ตัวอักษร	ร้อยละ	ตัวอักษร	ร้อยละ
1	อังสนานิ่วไทย	89	81	91.011	5	5.618	3	3.370
2	คอร์เดียนิ่วไทย	89	85	95.506	2	2.247	2	2.247
3	คิลเลนเนียยูทีซี	89	85	95.506	1	1.124	3	3.370
4	ยูโครเซียยูทีซี	89	82	92.134	4	4.494	3	3.370
5	ฟรีเซียยูทีซี	89	80	89.888	5	5.618	4	4.494
6	ไอริสยูทีซี	89	85	95.506	4	4.494	0	0.000
รวมทั้งหมด		534	498	93.258	21	3.933	15	2.809

ตาราง 5.27 ผลการทดลอง อินพุตแพทเทิร์นเมตริกซ์ขนาด 20 แถว 20 สดมภ์
ขนาดตัวอักษร 20 พอยต์

ลำดับที่	ชื่อแบบอักษร	จำนวน ตัวอักษร	วิเคราะห์ถูก		วิเคราะห์ผิด		วิเคราะห์ไม่ได้	
			ตัวอักษร	ร้อยละ	ตัวอักษร	ร้อยละ	ตัวอักษร	ร้อยละ
1	อังสนานิ่วไทย	89	85	95.506	4	4.494	0	0.000
2	คอร์เคียนิวไทย	89	82	92.134	6	6.742	1	1.124
3	คิลเลนเนียยูทีซี	89	85	95.506	3	3.370	1	1.124
4	ยูโครเซียยูทีซี	89	84	94.382	4	4.494	1	1.124
5	ฟรีเซียยูทีซี	89	83	93.258	5	5.618	1	1.124
6	ไอริสยูทีซี	89	84	94.382	5	5.618	0	0.000
รวมทั้งหมด		534	503	94.195	27	5.056	4	0.749

ตาราง 5.28 ผลการทดลอง อินพุตแพทเทิร์นเมตริกซ์ขนาด 10 แถว 10 สดมภ์
ขนาดตัวอักษร 20 พอยต์

ลำดับที่	ชื่อแบบอักษร	จำนวน ตัวอักษร	วิเคราะห์ถูก		วิเคราะห์ผิด		วิเคราะห์ไม่ได้	
			ตัวอักษร	ร้อยละ	ตัวอักษร	ร้อยละ	ตัวอักษร	ร้อยละ
1	อังสนานิ่วไทย	89	80	89.888	4	4.494	5	5.618
2	คอร์เคียนิวไทย	89	81	91.011	4	4.494	4	4.494
3	คิลเลนเนียยูทีซี	89	78	87.640	8	8.989	3	3.371
4	ยูโครเซียยูทีซี	89	77	86.517	9	10.112	3	3.371
5	ฟรีเซียยูทีซี	89	75	84.270	6	6.742	8	8.989
6	ไอริสยูทีซี	89	79	88.764	4	4.494	6	6.742
รวมทั้งหมด		534	470	88.015	35	6.554	29	5.431