

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัย

6.1 สรุปผลการวิจัย

จากผลการทดลองโปรแกรมการรู้จำโครงร่างภาพวัตถุด้วยนิวรอลเน็ตเวิร์ค โดยการใช้ข้อมูลภาพอินพุต ทำการทดลองโครงข่ายฯ ซึ่งประกอบไปด้วย

- 1) ทดลองโครงข่ายฯ จำนวน 1 ชั้นซ่อน
 - ทดลองการเปลี่ยนแปลงชนิดฟังก์ชันการกระตุ้นของชั้นซ่อนที่ 1 และ ชั้นเอาต์พุต
 - ทดลองการเปลี่ยนแปลงจำนวนนิวรอนของชั้นซ่อนที่ 1
- 2) ทดลองโครงข่ายฯ จำนวน 2 ชั้นซ่อน
 - ทดลองการเปลี่ยนแปลงชนิดฟังก์ชันการกระตุ้นของชั้นซ่อนที่ 1 , ชั้นซ่อนที่ 2 และ ชั้นเอาต์พุต
 - ทดลองการเปลี่ยนแปลงจำนวนนิวรอนของชั้นซ่อนที่ 1 และ ชั้นซ่อนที่ 2
- 3) ทดลองการเปลี่ยนแปลงค่าโมเมนตัม
- 4) ทดลองการเปลี่ยนแปลงขนาดของภาพอินพุต
- 5) ทดลองความสามารถในการรู้จำโครงร่างภาพวัตถุเมื่อเพิ่มสัญญาณรบกวนภาพ

6.1.1 ผลการทดลองโครงข่ายฯ จำนวน 1 ชั้นซ่อน

- 1) ทดลองการเปลี่ยนแปลงชนิดฟังก์ชันการกระตุ้นของชั้นซ่อนที่ 1 และ ชั้นเอาต์พุต

จากตารางผลการทดลองที่ 5.2 และ 5.3 แสดงคุณสมบัติของโครงข่ายฯ จำนวน 1 ชั้นซ่อน เมื่อฟังก์ชันการกระตุ้นเปลี่ยนแปลงทั้งชั้นซ่อนที่ 1 และ ชั้นเอาต์พุต เปรียบเทียบข้อมูลเวลาเรียนรู้ , จำนวนรอบ , ค่าผิดพลาดรวม , ความสามารถในการวิเคราะห์ ของโครงข่ายฯ โดยชนิดของฟังก์ชันการกระตุ้นจะมีผลต่อโครงข่ายฯ ดังนี้

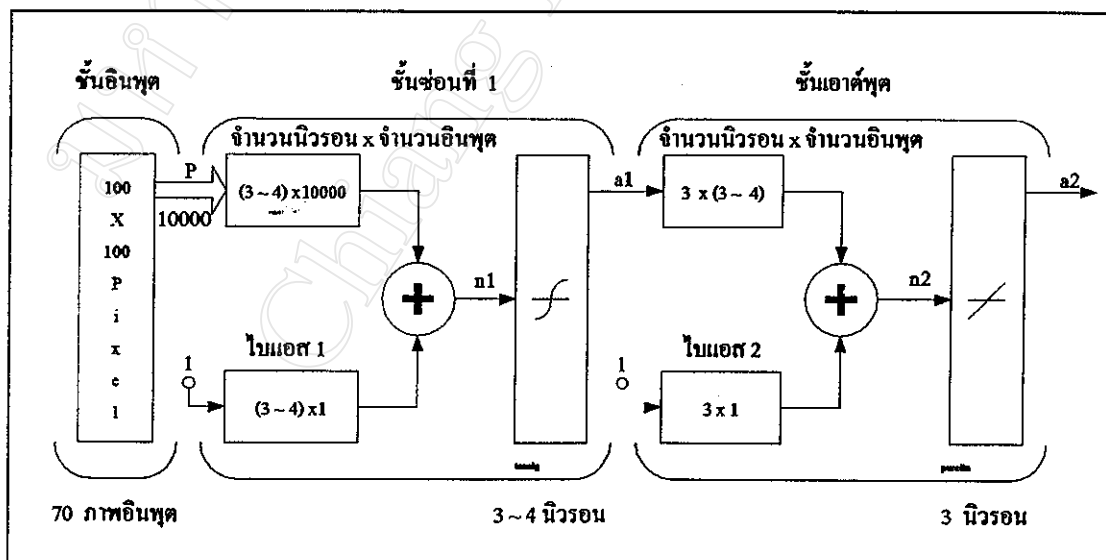
- ‘Tansig’ : แสดงค่าเอาต์พุตจำกัดอยู่ในช่วง -1 ถึง 1
- ‘Logsig’ : แสดงค่าเอาต์พุตจำกัดอยู่ในช่วง 0 ถึง 1
- ‘Purelin’ : แสดงค่าเอาต์พุตเป็นค่าใดๆ

ซึ่งสามารถสรุปชนิดฟังก์ชันการกระตุ้นที่เหมาะสมในแต่ละชั้นของโครงข่ายฯ ได้ตามตาราง 6.1

2) ทดลองการเปลี่ยนแปลงจำนวนนิวรอนของชั้นซ่อนที่ 1

จากผลการทดลองตาราง ที่ 5.4 แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงจำนวนนิวรอนในชั้นซ่อนที่ 1 แต่ละช่วงมีผลต่อเวลาในการเรียนรู้และความสามารถในการรู้จำของโครงข่ายฯ โดยขั้นตอนการทดลอง หาคูณสมบัติของโครงข่ายฯ ในการแยกแยะกลุ่มของข้อมูลภาพอินพุต จำนวน 7 ภาพ โดยมีการเปรียบเทียบ เวลาเรียนรู้, จำนวนรอบ, ค่าผิดพลาดรวม, ความสามารถในการวิเคราะห์ของโครงข่ายฯ

ผลการทดลองตาราง 5.5 หาจำนวนนิวรอนที่น้อยที่สุด และ มากที่สุด ที่โครงข่ายฯ ยังคงมีความสามารถในการรู้จำภาพอินพุตได้ครบ 70 ภาพผลที่ได้คือชั้นซ่อนที่ 1 มีจำนวนนิวรอนตั้งแต่ 3 ถึง 4 นิวรอน, ชั้นเอาต์พุตเท่ากับ 3 นิวรอน เป็นจำนวนโครงข่ายฯ ที่เหมาะสม ที่สามารถรู้จำภาพอินพุตได้ครบ 70 ภาพ ซึ่งเมื่อกำหนดจำนวนนิวรอนให้เพิ่มมากขึ้น เวลาที่ใช้เรียนรู้ก็จะเพิ่มมากขึ้น ส่วนจำนวนรอบเรียนรู้ ลดน้อยลง โดยมีโครงสร้างของโครงข่ายฯ ดังรูป 6.1



รูป 6.1 โครงสร้างของโครงข่ายฯ จำนวน 1 ชั้นซ่อนจากผลการทดลอง 6.1.1

6.1.2 ผลการทดลองโครงข่ายฯ จำนวน 2 ชั้นซ่อน

- 1) ทดลองการเปลี่ยนแปลงชนิดฟังก์ชันการกระตุ้นของชั้นซ่อนที่ 1 , ชั้นซ่อนที่ 2 และ ชั้นเอาต์พุต

การวิเคราะห์จากผลการทดลองในตาราง 5.10 หากกำหนดฟังก์ชันการกระตุ้นชั้นเอาต์พุต เป็นชนิด 'Purelin' จะทำให้เวลาในการเรียนรู้ , จำนวนรอบเรียนรู้ ลดลง และมีความสามารถในการรู้จำดีขึ้นเพราะเอาต์พุตของนิวรอนจะเป็นค่าใดๆ แต่ถ้าหากกำหนดชั้นเอาต์พุตเป็นฟังก์ชันการกระตุ้นเป็นชนิด 'Tansig , Logsig' ที่มีการจำกัดค่าเอาต์พุตอยู่ในช่วง -1 ถึง 1 และ 0 ถึง 1 ตามลำดับ จะทำให้ใช้เวลาในการเรียนรู้มากขึ้น

ทดลองกำหนดฟังก์ชันการกระตุ้นเป็นชนิด 'Purelin' ในชั้นต่อเนื่องกัน ผลที่ได้ทำให้ไม่สามารถปรับค่าความผิดพลาดเอาต์พุต ให้ลู่อเข้าหา 0 ได้เพราะค่าที่ได้จะกระจัดกระจายห่างจากเป้าหมายไปมาก

- 2) ทดลองการเปลี่ยนแปลงจำนวนนิวรอนของชั้นซ่อนที่ 1 และ ชั้นซ่อนที่ 2

จากผลการทดลองตาราง 5.12 แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงจำนวนนิวรอนในชั้นซ่อนที่ 1 กำหนดจำนวนนิวรอนในชั้นซ่อนที่ 2 มีจำนวนคงที่เท่ากับ 20 นิวรอน เพื่อทดลองหาคุณสมบัติของโครงข่ายฯเมื่อเปลี่ยนแปลง จำนวนนิวรอนชั้นซ่อนที่ 1 ที่มีผลต่อความสามารถในการรู้จำ เปรียบเทียบ เวลาเรียนรู้ , จำนวนรอบ , ค่าผิดพลาดรวม , ความสามารถในการวิเคราะห์ของโครงข่ายฯ

การทดลองตาราง 5.13 หาจำนวนนิวรอนที่น้อยที่สุด และ มากที่สุด ที่โครงข่ายฯยังคงมีความสามารถในการรู้จำภาพอินพุตได้ครบ 70 ภาพ

ผลที่ได้คือ ช่วงจำนวนนิวรอนในชั้นซ่อนที่ 1 มีจำนวนนิวรอนตั้งแต่ 10 ถึง 95 นิวรอน , ในชั้นซ่อนที่ 2 มีจำนวนนิวรอนเท่ากับ 20 นิวรอน , ชั้นเอาต์พุตเท่ากับ 3 นิวรอน เป็นจำนวนที่ โครงข่ายฯ มีความเหมาะสม ที่สามารถรู้จำภาพอินพุตได้ครบ 70 ภาพ

จากผลการทดลองตาราง 5.14 แสดงให้เห็นถึงการกำหนดจำนวนนิวรอนในชั้นซ่อนที่ 1 มีจำนวนคงที่เท่ากับ 25 นิวรอน เปลี่ยนแปลงจำนวนนิวรอนในชั้นซ่อนที่ 2 เพื่อทดลองหาคุณสมบัติของโครงข่ายฯเมื่อเปลี่ยนแปลง จำนวนนิวรอนชั้นซ่อนที่ 2 ที่มีผลต่อความสามารถในการรู้จำ เปรียบเทียบ เวลาเรียนรู้ , จำนวนรอบ , ค่าผิดพลาดรวม , ความสามารถในการวิเคราะห์ของโครงข่ายฯ

การทดลองตาราง 5.15 หาจำนวนนิวรอนที่น้อยที่สุด และ มากที่สุด ที่โครงข่ายฯยังคงมีความสามารถในการรู้จำภาพอินพุตได้ครบ 70 ภาพ

ผลที่ได้คือ ช่วงจำนวนนิวรอนในชั้นซ่อนที่ 1 เท่ากับ 25 นิวรอน , ในชั้นซ่อนที่ 2 มีจำนวนนิวรอนตั้งแต่ 7 ถึง 33 นิวรอน , ชั้นเอาต์พุตเท่ากับ 3 นิวรอน เป็นจำนวนที่โครงข่ายมีความเหมาะสม ที่สามารถรู้จำภาพอินพุตได้ครบ 70 ภาพ

ตาราง 6.1 สรุปชนิดฟังก์ชันการกระตุ้นที่เหมาะสม ในแต่ละชั้นของโครงข่ายฯ

จำนวน ชั้นซ่อน	เวลาเรียนรู้ต่ำ			จำนวนรอบต่ำ			ค่าผิดพลาดต่ำ			ความสามารถในการรู้จำ		
	ชนิดฟังก์ชันการกระตุ้น			ชนิดฟังก์ชันการกระตุ้น			ชนิดฟังก์ชันการกระตุ้น			ชนิดฟังก์ชันการกระตุ้น		
	ชั้นซ่อนที่ 1	ชั้นซ่อนที่ 2	ชั้นเอาต์พุต	ชั้นซ่อนที่ 1	ชั้นซ่อนที่ 2	ชั้นเอาต์พุต	ชั้นซ่อนที่ 1	ชั้นซ่อนที่ 2	ชั้นเอาต์พุต	ชั้นซ่อนที่ 1	ชั้นซ่อนที่ 2	ชั้นเอาต์พุต
1	Purelin	—	Logsig	Logsig	—	Purelin	Purelin	—	Tansig	Tansig	—	Logsig
2	Logsig	Tansig	Purelin	Purelin	Logsig	Purelin	Tansig	Tansig	Purelin	Tansig	Logsig	Purelin

หากการกำหนดจำนวนชั้นซ่อน น้อยเกินไป โครงข่ายฯไม่สามารถรู้จำข้อมูลภาพตัวอย่างอินพุตได้หมด แต่ถ้าหากกำหนดจำนวนชั้นซ่อน มากเกินไป ทำให้ต้องใช้เวลาในการเรียนรู้มากขึ้น เนื่องจากการปรับค่าผิดพลาดรวมจำนวนหลายๆ รอบ ซึ่งแต่เดิมมีค่าเพียงเล็กน้อย (อยู่ค่า 0) เท่านั้น แต่เมื่อมีข้อมูลภาพอินพุตชุดใหม่เข้ามา กลับทำให้ค่าผิดพลาดรวมเพิ่มมากขึ้นไปอีก สาเหตุเพราะการออกแบบโครงข่ายฯไม่เหมาะสม โดยที่โครงข่ายฯ อาจมีขนาดเล็ก หรือ ใหญ่มากเกินไปนั่นเอง

เมื่อป้อนข้อมูลภาพตัวอย่างอินพุตเดิมที่เคยฝึกสอนให้แก่โครงข่ายฯแล้ว เวลาในการเรียนรู้จะลดลง หากเพิ่มรอบในการฝึกสอนซ้ำเดิมมากขึ้น โครงข่ายฯก็มีความสามารถในการรู้จำเพิ่มขึ้น ซึ่งมีผลต่อการออกแบบสร้างโครงข่ายฯ ให้เหมาะสมโดยไม่จำเป็นต้องสร้างโครงข่ายฯ ที่มีขนาดใหญ่มากเกินไป เพียงแค่ใช้วิธีการฝึกสอนซ้ำเดิมหลายๆ ครั้ง จะทำให้เวลาในการฝึกสอนลดลง และ ขนาดพื้นที่ของค่าน้ำหนัก และ ไบแอส ลดลงด้วย

6.1.3 ทดลองการเปลี่ยนแปลงค่าโมเมนตัม

ค่าโมเมนตัมเป็นพารามิเตอร์ที่ใช้ช่วยปรับอัตราการเรียนรู้ของโครงข่ายฯ จากตารางบันทึกผลการทดลอง 5.16 เมื่อกำหนดค่าโมเมนตัมต่างๆ จะเห็นว่าใช้เวลาในการเรียนรู้มาก ทดลอง ปรับค่าโมเมนตัมให้เปลี่ยนแปลงเพิ่มค่าขึ้นทีละน้อย จะเห็นว่าเวลาที่ใช้เรียนรู้ค่อยๆ ลดลงเป็นลำดับ เมื่อกำหนดค่าของโมเมนตัมให้มีค่าสูงๆ จะทำให้ใช้เวลาเรียนรู้ต่ำ และ รอบของการเรียนรู้ก็ต่ำลงด้วย

การเพิ่มค่าโมเมนตัมก็เป็นเพราะว่าหากกลุ่มข้อมูลอินพุตในการเรียนรู้มีค่าแตกต่างกัน เกิดการกระจายของกลุ่มข้อมูล จึงต้องแก้ไขโดยใช้ค่าอัตราการเรียนรู้ที่มีค่าน้อยๆ แต่ก็จะเป็นผลทำให้เวลาที่ใช้เรียนรู้มากตามไปด้วย เพราะการปรับค่าน้ำหนักจะเป็นการปรับอย่างละเอียด ดังนั้นเมื่อต้องการให้ค่าผิดพลาดรวมของเป้าหมายเอาต์พุตเข้าใกล้ 0 จึงต้องมีการเพิ่มค่าโมเมนตัมเข้าไป ในโครงข่ายฯ

6.1.4 ทดลองการเปลี่ยนแปลงขนาดของภาพอินพุต

รูปแบบ และ ขนาดของอินพุต มีความสามารถต่อความสามารถรู้จำของโครงข่ายฯ ในตารางบันทึกผลการทดลอง 5.17 เมื่อทดลองปรับเปลี่ยนขนาด แดว สดมภ์ของภาพอินพุตเป็นขนาดต่างๆ จะสังเกตเห็น เมื่อกำหนดขนาดของภาพอินพุตเท่ากับ 60x60 และ 70x70 เวลา และ รอบการเรียนรู้จะเพิ่มสูงขึ้นอย่างมาก เนื่องจากรายละเอียดของภาพอินพุต จะค่อยลงไป ทำให้โครงข่ายฯ ไม่สามารถแยกความแตกต่างของรายละเอียดได้ แต่เมื่อทดลองปรับเปลี่ยนขนาดของภาพอินพุตให้อยู่ในขนาดที่เหมาะสมแล้ว โครงข่ายฯ ก็สามารถวิเคราะห์รายละเอียดความแตกต่างของภาพอินพุตได้ เป็นผลให้ เวลาเรียนรู้, รอบการเรียนรู้ ลดลง และมีความสามารถในการรู้จำมากขึ้น

6.1.5 ทดลองความสามารถในการรู้จำโครงร่างภาพวัตถุเมื่อเพิ่มสัญญาณรบกวนภาพ

การทดลองเพิ่มสัญญาณรบกวนภาพชนิด 'Salt & Pepper' เข้าไปในภาพอินพุต เพื่อทดสอบความสามารถในการรู้จำของโครงข่ายฯ ซึ่งภาพอินพุตที่ป้อนทดสอบนี้เป็นเสมือนภาพอินพุตชุดใหม่ที่ยังไม่เคยมีการนำไปฝึกสอนโครงข่ายฯ มาก่อน จากตารางผลการทดลอง 5.18 แสดงให้เห็นว่า โครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับ จะไม่สามารถวิเคราะห์ข้อมูลอินพุตที่ไม่เคยได้รับการฝึกสอนมาก่อนได้อย่างถูกต้อง ถึงแม้ภาพอินพุตจะแตกต่างจากภาพที่เคยฝึกสอนโครงข่ายฯ มาแล้วเพียงเล็กน้อย ก็ตาม

ดังนั้นการออกแบบโครงข่ายฯ เพื่อนำไปใช้งานควรพิจารณาเลือกจำนวนชั้นซ่อน , จำนวนนิวรอนในแต่ละชั้น และ ฟังก์ชันการกระตุ้นของแต่ละชั้น โดยมีเวลาในการเรียนรู้ , จำนวนรอบในการเรียนรู้ และ ความสามารถในการรู้จำ เป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการพิจารณาให้เหมาะสม กับการนำไปประยุกต์ใช้งานที่ต้องการ

6.1.6 การเปรียบเทียบกับผลการวิจัยอื่นๆ เพื่อเปรียบเทียบให้เห็นการวิเคราะห์ภาพวัตถุด้วยนิวรอลเน็ตเวิร์ค ดังนี้

ตาราง 6.2 แสดงผลการเปรียบเทียบงานวิจัยการวิเคราะห์ภาพวัตถุด้วยนิวรอลเน็ตเวิร์ค

ผู้วิจัย	วิธีการ	จำนวน ตัวอย่าง	ความถูกต้อง (ร้อยละ)
ปราโมทย์ พิมเสน [1]	นิวรอลเน็ตเวิร์ค 3 เลเยอร์	50	84
พารา ลิ้มมะณีประเสริฐ [2]	โครงข่ายประสาทเทียมแบบโฮปฟิลด์	--	--
สุรยุทธ ปรัชญา [3]	โครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับ[3]	5,340	92
อนุสรณ์ จันตามณี	โครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับ	5,340	94.14
อนุสรณ์ จันตามณี	โครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับ	70	100

จากผลการทดลองเปรียบเทียบความสามารถในการรู้จำของโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับ โดยใช้อักษรไทยเป็นข้อมูลอินพุต [3] จากตาราง 6.2 แสดงให้เห็นว่าโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับที่ทำการออกแบบสร้างขึ้นจากงานวิจัยนี้ มีความสามารถในการรู้จำถึงร้อยละ 94.14

6.2 ปัญหาที่พบในงานวิจัย

จากการทดลองงานวิจัย การรู้จำโครงร่างภาพวัตถุ ด้วยนิวรอลเน็ตเวิร์ค ทำให้ทราบว่า การวิเคราะห์โครงร่างภาพวัตถุ คน สัตว์ และ สิ่งของ นอกจากการกำหนดค่าตัวแปร และ องค์ประกอบของโครงข่ายฯ แล้ว ยังมีสาเหตุอื่นๆ ที่ทำให้โครงข่ายฯ เกิดความผิดพลาดในการรู้จำโครงร่างภาพวัตถุ ได้ถูกต้องครบ 70 ภาพ ดังนี้

6.2.1 ชนิดของภาพที่นำมาใช้วิเคราะห์

ภาพอินพุตที่นำมาทดลองต้องเป็นภาพที่มีพิกเซล ของสีจำนวน สอง สี คือ สีดำ และ สีขาว เท่านั้น หากเป็นภาพที่มีพิกเซล สีมากกว่านี้ ต้องทำการแปลงข้อมูลภาพด้วยโปรแกรมจัดการภาพก่อน จึงจะนำมาใช้ในงานวิจัยได้

6.2.2 วิธีการหาขอบภาพของโปรแกรม

การกำหนดขอบภาพอินพุต เพื่อหาโครงร่างของภาพ คน สัตว์ และ สิ่งของ หากภาพที่นำมาหาขอบภาพมีรายละเอียด หรือ มีความกลมกลืนของภาพ มากเกินไป ทำให้การหาขอบ

ของภาพได้ไม่ชัดเจน เป็นสาเหตุให้เมื่อนำไปทำการฝึกสอนโครงข่ายฯ ต้องใช้เวลา และ รอบในการเรียนรู้มาก ซึ่งเป็นผลต่อความสามารถในการรู้จำของโครงข่ายฯ ด้วย

6.2.3 การกำหนดจำนวนชั้นซ่อน และ จำนวนนิวรอน

การกำหนดชั้นซ่อน และ จำนวนของนิวรอน จะมีผลต่อเวลา , รอบการเรียนรู้ และ ความสามารถในการรู้จำ หากกำหนดเพิ่มจำนวนองค์ประกอบดังกล่าวให้มีขนาดจำนวน น้อยๆ ทำให้ใช้เวลาในการเรียนรู้มาก จากตารางผลการทดลอง 5.9 เมื่อกำหนดโครงข่ายฯ จำนวน 1 ชั้นซ่อน และมีจำนวนนิวรอนของชั้นซ่อนเท่ากับ 10 นิวรอน ใช้เวลาในการเรียนรู้ถึง 6 ชั่วโมง

หากกำหนดจำนวนชั้นซ่อน และจำนวน นิวรอนมากๆ แล้ว ต้องใช้หน่วยความจำที่ใช้เก็บค่าถ่วงน้ำหนัก มากขึ้นเป็นลำดับ

6.3 ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยการรู้จำโครงร่างภาพวัตถุด้วยนิวรอลเน็ตเวิร์ค มีข้อเสนอแนะเพื่อนำไปทำการปรับปรุงพัฒนาให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ดังนี้

6.3.1 การหาขอบภาพเพื่อแยกหาภาพที่ต้องการป้อนเข้ายังอินพุตของโครงข่ายฯ ควรจะหาวิธีการใหม่ๆ ที่มีประสิทธิภาพในการหาขอบภาพที่มีรายละเอียด ความกลมกลืนของภาพสูง ซึ่งจะทำให้การฝึกสอน และ ความสามารถในการรู้จำ ของ โครงข่ายฯ ดียิ่งขึ้น

6.3.2 ศึกษาทดลองหาความเหมาะสม ของฟังก์ชันการกระตุ้น สำหรับรูปแบบอินพุตแบบต่างๆ ให้มีความเหมาะสมมากขึ้น

6.3.3 ศึกษาทดลองผลการวิเคราะห์ของโครงข่ายฯ ที่เกิดจากการป้อนอินพุตที่ไม่เคยทำการฝึกสอนมาก่อน พิจารณาหาความสามารถในการรู้จำ เพื่อประยุกต์ใช้งานต่อไป

6.3.4 ประยุกต์โปรแกรมในงานวิจัย ให้สามารถใช้งานได้จริง